

২য় সংস্করণ আপডেট এবং
সম্প্রসারিত

DATA DRIVEN CONSTRUCTION

নির্মাণ শিল্পে ডেটা যুগের নেভিগেট করা

এআই এবং এলএলএম
ব্যবহারের ক্ষেত্রে

Artem Boiko



DATA-DRIVEN CONSTRUCTION

তথ্যের যুগে নেভিগেশন নির্মাণ শিল্পে

দ্বিতীয় সংস্করণ, সংশোধিত ও সম্প্রসারিত

আর্টেম বয়কো

“

বয়কো হলেন আইটি-এর জেমস কারভিল- পরবর্তীতে উল্লেখিত "এটি অর্থনীতি, বোকা" এর জন্য শুধুমাত্র একটি শব্দ পরিবর্তন করতে হবে এই বিখ্যাত বইয়ের জন্য। "এটি তথ্য, বোকা" (সফটওয়্যার নয়) এবং তথ্যের মহাবিশ্বে পথ খুঁজে পেতে, প্রাচীন রোমানদের একটি প্রবাদ আজও প্রযোজ্য: "নেভিগার করা প্রয়োজন।" লেখক তার পাঠকদের তথ্যের মহাসাগরের সমস্ত গভীরতা এবং অগভীরতা দিয়ে একটি নিশ্চিত হাত এবং অটল কম্পাসের সাহায্যে নেভিগেট করেন, তাছাড়া একটি ব্যাপক ঐতিহাসিক দৃষ্টিভঙ্গি এবং সর্বশেষে, অত্যন্ত মৌলিক গ্রাফিক্স এবং একটি ভালো হাস্যরসের অনুভূতি যা দ্বিতীয় দৃষ্টিতে স্পষ্ট নয়। বয়কোর বইয়ের আন্তর্জাতিক প্রতিক্রিয়া উচ্ছ্বসিত অনুমোদন থেকে শুরু করে কিছুটা বিষাক্ত সন্দেহ পর্যন্ত বিস্তৃত, যা বইটির দ্বিতীয় জার্মান সংস্করণের জন্য কিছুটা উপকারে এসেছে। বয়কো একজন মৌলিক এবং অদলবদলহীন তথ্য চিন্তাবিদ। তিনি পাঠকদের উত্তেজনাপূর্ণ অন্তর্দৃষ্টি এবং সর্বদা সাহসী, এমনকি উচ্ছানিমূলক তত্ত্ব উপস্থাপন করেন যা আরও চিন্তার উদ্রেক করে। জার্মানদের লাভে সন্মতির রোগের জন্য চমৎকার ওষুধ। উল্লেখ্য, উপরের লাতিন প্রবাদের একটি পরিপূরক রয়েছে: "জীবন প্রয়োজন নয়।" এটি বয়কোর তথ্যের জগতের দৃষ্টিভঙ্গির জন্য প্রযোজ্য নয় - তথ্য জীবিত এবং এর জীবন প্রয়োজনীয়, বলা বাহুল্য, অত্যাৱশ্যক।

– ড. বুরখার্ড তালাবিতারি, ফিল্যান্স সম্পাদক - যার মধ্যে ২০১৩ সাল থেকে আর্নস্ট ও সোন দ্বারা প্রকাশিত বার্ষিক জার্নাল: BIM অন্তর্ভুক্ত।

“

আর্টেম বয়কোর বইটি নির্মাণ শিল্পে ডিজিটাইজেশনের গণতন্ত্রায়নের জন্য একটি মাইলফলক - এবং ছোট ও মাঝারি আকারের উদ্যোগগুলির (এসএমই) জন্য একটি বাস্তব গেম চেঞ্জার। বিশেষভাবে মাটির নিচে: আধুনিক ওপেন-সোর্স লো-কোড এবং নো-কোড টুল ব্যবহার করে, কোম্পানিগুলি ইতিমধ্যে তাদের ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলিতে তথ্য কার্যকরভাবে সংহত করতে এবং লাভজনকভাবে বিশ্লেষণ করতে পারে - কোনও গভীর প্রোগ্রামিং জ্ঞান ছাড়াই। এটি ব্যয়বহুল এবং জটিল বাণিজ্যিক সফটওয়্যার প্যাকেজের ব্যবহারকে অপ্রয়োজনীয় করে তোলে। এই বইটি একটি কর্মের আহ্বান। এটি তাদের জন্য একটি মূল্যবান গাইড যারা শুধুমাত্র নির্মাণ শিল্পে ডিজিটাল রূপান্তর বোঝার জন্য নয়, বরং এটি সক্রিয়ভাবে গঠন করতে চান - বাস্তববাদী, কার্যকর এবং ভবিষ্যতমুখীভাবে। এখন একসাথে কাজ করার সময় এসেছে এই জ্ঞান ভাগ করে নেওয়া এবং নির্মাণ শিল্পের উৎপাদনশীলতা স্থায়ীভাবে বাড়াতে।

— ড. মাইকেল ম্যাক্স বৃহলার, HTWG কনস্ট্যানজের নির্মাণ ব্যবস্থাপনায় অধ্যাপক, GemeinWerk Ventures-এর সহ-মালিক, এবং DewStream-এর স্বাধীন পরিচালক।

“

তথ্যভিত্তিক নির্মাণ বইটি নির্মাণ শিল্পের জটিল ডিজাইন এবং ব্যবস্থাপনা সিস্টেমের সাধারণ জগতের সীমানা অতিক্রম করার প্রথম পদক্ষেপগুলির মধ্যে একটি, যখন, মনে হয়, তথ্যের জটিলতা এবং স্যাচুরেশন কাজের তথ্যের সাথে মৌলিক সরলীকরণ এবং স্বচ্ছতা বাড়ানোর জন্য কোনও সুযোগ দেয় না। তার বইয়ে, আর্টেম সহজ ভাষায় দেখান যে আধুনিক তথ্য পরিচালনার প্রযুক্তিগুলি আমাদের সামনে কী সুযোগ উন্মোচন করে, এবং তিনি এমন কনক্রিট পদক্ষেপগুলি সরবরাহ করেন যা আপনি আপনার কাজে অবিলম্বে প্রয়োগ করতে পারেন। আমি সকলকে আহ্বান জানাই যারা বুঝতে চান যে নির্মাণ শিল্পে স্বয়ংক্রিয়করণ সিস্টেমগুলি কোথায় যাবে, এই বইটি মনোযোগ সহকারে অধ্যয়ন করতে, যাতে তারা উপলব্ধি করতে পারে যে নির্মাণে তথ্য বিপ্লব ইতিমধ্যেই আমাদের দরজায় নক করছে। এটি এখন শুধুমাত্র গিকদের জন্য আগ্রহের বিষয়, কিন্তু কয়েক বছরের মধ্যে, BIM-এর মতো, এই ধরনের পদ্ধতি এবং সফটওয়্যার সর্বব্যাপী হবে।

— ইহোর রগাচেভ, IMT দক্ষতা কেন্দ্রের প্রধান, BIM ও ডিজিটাল রূপান্তর, এবং InfraBIM.Pro-এর প্রতিষ্ঠাতা।

“

আমি তথ্যভিত্তিক নির্মাণ বইটি অত্যন্ত সুপারিশ করছি যা, শিরোনাম অনুযায়ী, AECO-এর জন্য একটি তথ্যভিত্তিক তথ্য ব্যবস্থাপনা পদ্ধতি নিয়ে আলোচনা করে। আমি বর্তমানে এটি বিভিন্ন গ্রুপের সাথে আলোচনা শুরু করতে সহায়তা করার জন্য ব্যবহার করছি। আমি এটি একটি খুব প্রবেশযোগ্য রেফারেন্স হিসেবে পেয়েছি। AECO-তে টুলগুলির ইতিহাসের প্রেক্ষাপট, তথ্য এবং কয়েকটি মূল প্রযুক্তি উপস্থাপন করার পাশাপাশি বইটিতে একটি সংখ্যা খুবই উপকারী ডায়াগ্রাম রয়েছে, যা তথ্যের উৎস এবং শেষ ব্যবহারকারী শিল্পকর্মের পরিধি এবং নমুনা কর্মপ্রবাহের আউটলাইন করে। আমার মনে হয় এই ধরনের ডায়াগ্রামগুলি তথ্য কৌশলগুলি বিকাশ এবং পর্যবেক্ষণের সময় আমাদের আরও প্রয়োজন এবং BEP-এর জন্য অবদান রাখে - একটি সামগ্রিক এন্টারপ্রাইজ তথ্য মডেল সংজ্ঞায়িত করা যার উপর একটি PIM এবং AIM-এর সীমানা ওভারলে করা যেতে পারে।

— পল র্যাসলে, অ্যাকমেনার প্রধান পরামর্শক এবং লন্ডনের পরিবহন বিভাগের সিস্টেম ইন্টিগ্রেশন ইঞ্জিনিয়ার।

“

যদি' তথ্য নতুন তেল হয়, তবে আমাদের এটি সংজ্ঞায়িত করতে, খুঁজে বের করতে, খনন করতে, পরিশোধিত করতে শিখতে হবে, যাতে এটি মূল্যবান হয়। আমি তথ্যভিত্তিক নির্মাণ বইটি খুব তথ্যবহুল এবং অন্তর্দৃষ্টিপূর্ণ পেয়েছি। বইটি একটি উপকারী ঐতিহাসিক পটভূমি প্রদান করে এবং সহজ ভাষায় তথ্যের সাথে কাজ করার ব্যাখ্যা করে। যারা ডিজিটাল রূপান্তরে আগ্রহী, তাদের জন্য এটি তথ্যের একটি ভাল বোঝাপড়া দেয় - এটি কীভাবে কাজ করে, এটি কীভাবে গঠিত এবং এটি কীভাবে ব্যবহার করা যেতে পারে।

— রাফ মন্টাগ, ArcDox-এর পরিচালক, BIM সমন্বয়কারীদের শীর্ষ সম্মেলনের পরিচালক, এবং আয়ারল্যান্ডের জাতীয় মান কর্তৃপক্ষের BIM জাতীয় আয়না কমিটির চেয়ার।

“

বইয়ে জোর দেওয়া হয়েছে যে, তথ্য নির্মাণ খাতের জন্য একটি গুরুত্বপূর্ণ সম্পদ এবং এটি সহজলভ্য ফরম্যাটে থাকা সঠিক সিদ্ধান্ত গ্রহণকে ব্যাপকভাবে সহজ করে এবং প্রকল্পের সময়সীমা দ্রুত করে। বইটি এই উৎসকে অ্যাক্সেস এবং সিদ্ধান্ত গ্রহণ সুবিধা নেওয়ার জন্য একটি নিরপেক্ষ এবং কার্যকর পদ্ধতি প্রদান করে। বইয়ে উপস্থাপিত পদ্ধতিটি একটি আধুনিক পদ্ধতি যা কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা চালিত প্রোগ্রামিংকে সহজলভ্য ওপেন-সোর্স টুলগুলির সাথে সংযুক্ত করে। কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তার শক্তি ব্যবহার করে এবং ওপেন-সোর্স সফটওয়্যার ব্যবহার করে, পদ্ধতিটি স্বয়ংক্রিয়করণ বাড়ানোর, প্রক্রিয়াগুলি অপ্টিমাইজ করার এবং ক্ষেত্রের মধ্যে অ্যাক্সেসযোগ্যতা ও সহযোগিতা প্রচার করার লক্ষ্য রাখে। বইটির ভাষা স্পষ্ট এবং অনুসরণ করা সহজ।

— ড. সালিহ ওফলুগলু, অ্যান্টালিয়া বিলিম বিশ্ববিদ্যালয়ের ফাইন আর্টস এবং আর্কিটেকচার বিভাগের ডিন, এবং ইউরেশিয়ান BIM ফোরামের সংগঠক।

“

সবকিছু বলার জন্য আমি শুধু WOW! বলতে পারি আপনি ইতিহাস, LLM, গ্রাফিক্স এবং আপনার পয়েন্টগুলির সামগ্রিক বোঝার সহজতা যেভাবে একত্রিত করেছেন তা সত্যিই অসাধারণ। বইটির প্রবাহ চমৎকার। এই বইটির অনেক উজ্জ্বল দিক রয়েছে, এটি সত্যিই একটি গেম-চেঞ্জার। এটি তথ্যের একটি দুর্দান্ত উৎস, এবং আপনি এতে যে প্রচেষ্টা এবং আবেগ দিয়েছেন তার জন্য আমি আপনাকে প্রশংসা করি। একটি অসাধারণ কাজ তৈরি করার জন্য আপনাকে অভিনন্দন। আমি আরও বলতে পারি, তবে বলার জন্য যথেষ্ট, আমি অত্যন্ত মুগ্ধ।

— নাতাশা প্রিন্সলু ডিজিটাল প্র্যাকটিস লিড, এনার্জিঅ্যাব।

“

নির্মাণ শিল্পের জন্য, নবীন থেকে অভিজ্ঞ পেশাদারদের জন্য, এই বইটি একটি গেম-চেঞ্জার। এটি আপনার সাধারণ পুরনো পড়া নয় - এটি অন্তর্দৃষ্টি, কৌশল এবং কিছু হাস্যরস দিয়ে ভরপুর যা আপনাকে আকৃষ্ট রাখবে। প্রাচীন তথ্য রেকর্ডিং পদ্ধতি থেকে আধুনিক ডিজিটাল প্রযুক্তি পর্যন্ত, এটি নির্মাণে তথ্য ব্যবহারের বিবর্তনকে কভার করে। এটি নির্মাণ তথ্যের বিবর্তনের মাধ্যমে একটি টাইম মেশিনে ভ্রমণের মতো। আপনি একজন স্বপতি, প্রকৌশলী, প্রকল্প ব্যবস্থাপক বা তথ্য বিশ্লেষক হোন, এই বিস্তৃত গাইডটি আপনার প্রকল্পের প্রতি আপনার দৃষ্টিভঙ্গি বিপ্লবী করে তুলবে। প্রক্রিয়াগুলি অপ্টিমাইজ করতে, সিদ্ধান্ত গ্রহণের উন্নতি করতে এবং প্রকল্পগুলি পরিচালনা করতে প্রস্তুত হন।

— পিয়েরপাওলো ভারগাতি, সাপিয়েঞ্জা বিশ্ববিদ্যালয়ের লেকচারার এবং ফিনটেকনার সিনিয়র কনস্ট্রাকশন প্রকল্প ব্যবস্থাপক।

“

আমি বইটি এক নিঃশ্বাসে, ৬ ঘণ্টারও কম সময়ে পড়েছি। বইটির উৎপাদন মান চমৎকার, ঘন চকচকে কাগজ, রঙের স্কিম, একটি আনন্দদায়ক ফন্ট। নির্মাণ শিল্পের জন্য LLM নিয়ে কাজ করার অনেক ব্যবহারিক উদাহরণ রয়েছে যা আপনাকে মাস, যদি না বছর, স্ব-অধ্যয়ন থেকে বাঁচাবে। কাজের উদাহরণগুলি খুব বৈচিত্র্যময়, সহজ থেকে জটিল পর্যন্ত, আপনাকে জটিল এবং ব্যয়বহুল সফটওয়্যার কিনতে বাধ্য না করেই। এই বইটি নির্মাণ শিল্পের যেকোনো ব্যবসার মালিকদের তাদের ব্যবসায়িক কৌশল, ডিজিটাইজেশন এবং উন্নয়ন সম্ভাবনার উপর নতুন করে নজর দিতে সক্ষম করবে। এবং ছোট কোম্পানিগুলির জন্য সাশ্রয়ী এবং বিনামূল্যের সরঞ্জামগুলির মাধ্যমে দক্ষতা বাড়াতে সহায়তা করবে।

– মিখাইল কোসারেভ, TIM-ASG-তে নির্মাণ শিল্পে ডিজিটাল রূপান্তরের লেকচারার এবং পরামর্শদাতা।

“

"ডেটা ড্রিভেন কনস্ট্রাকশন" বইটি যেকোনো ব্যক্তির জন্য একটি গেম চেঞ্জার যারা জানার আগ্রহী যে নির্মাণ শিল্প তথ্যের যুগে কোথায় যাচ্ছে। আর্তেম কেবল পৃষ্ঠায় আঁচড়ান না; তিনি বর্তমান উন্নয়ন, চ্যালেঞ্জ এবং নির্মাণে প্রতিশ্রুতিশীল সুযোগগুলিতে গভীরভাবে প্রবেশ করেন। এই বইটি আলাদা করে তোলে এর প্রবেশযোগ্যতা – আর্তেম জটিল ধারণাগুলি সম্পর্কিত উপমাগুলির মাধ্যমে ব্যাখ্যা করেন যা বিষয়বস্তু বোঝা সহজ করে তোলে। আমি বইটিকে অত্যন্ত তথ্যবহুল এবং আকর্ষণীয় পেয়েছি। সংক্ষেপে, আর্তেম একটি মূল্যবান সম্পদ তৈরি করেছেন যা কেবল তথ্য দেয় না বরং অনুপ্রেরণাও দেয়। আপনি একজন অভিজ্ঞ পেশাদার বা নির্মাণের নতুন আগন্তুক হোন, এই বইটি আপনার দৃষ্টিভঙ্গি প্রসারিত করবে এবং শিল্পটি কোথায় যাচ্ছে তা বোঝার গভীরতা বাড়াবে। অত্যন্ত সুপারিশ করা হচ্ছে

– মোয়াদ্দ সালেহ, স্থপতি এবং TMM GROUP Gesamtplanungs GmbH-তে BIM বাস্তবায়ন ব্যবস্থাপক।

“

আমি বলব যে ডেটা-ড্রিভেন কনস্ট্রাকশন বিশ্ববিদ্যালয়ে পাঠ্যপুস্তক হিসেবে পড়ানোর যোগ্য এবং এটি BIM ক্ষেত্রের বিকাশে মূল্যবান অবদান রাখবে। ডেটা-ড্রিভেন কনস্ট্রাকশন বইটিতে একটি প্রযুক্তিগত গ্লসারি রয়েছে যা ধারণাগুলি খুব ভালভাবে ব্যাখ্যা করে। অত্যন্ত জটিল বিষয়গুলি খুব সুন্দর ভিজুয়াল ভাষার মাধ্যমে সহজ এবং বোঝার যোগ্য করে তোলা হয়েছে। আমি মনে করি যে ভিজুয়ালগুলিতে যা বোঝানো হয়েছে তা পাঠকের কাছে সংক্ষেপে প্রকাশ করা উচিত। কিছু ভিজুয়ালের বোঝাপড়া, অন্য কথায়, ভিজুয়াল পড়ার জন্য আলাদা তথ্য প্রয়োজন। আমি আরও বলতে চাই যে আমি আর্তেম বয়কোর মূল্যবান কাজটি আমার বিশ্ববিদ্যালয়ের লেকচার এবং সেমিনারে পরিচয় করাতে পেরে খুশি।

– ড. এডিজ ইয়াজিসিওগলু, আর্ককিউবের মালিক এবং ইস্তাম্বুল টেকনিক্যাল ইউনিভার্সিটি এবং মেডিপোল ইউনিভার্সিটিতে নির্মাণ প্রকল্প ব্যবস্থাপনায় লেকচারার।

“

"ডেটা ড্রিভেন কনস্ট্রাকশন" তথ্য-ভিত্তিক কাজের মৌলিক বিষয়গুলি স্পষ্টভাবে উপস্থাপন করে। একটি বই যা তথ্য প্রবাহ এবং মৌলিক অর্থনৈতিক ধারণাগুলি নিয়ে আলোচনা করে এবং এইভাবে অন্যান্য BIM বইগুলির থেকে আলাদা, কারণ এটি কেবল একটি সফটওয়্যার প্রস্তুতকারকের দৃষ্টিভঙ্গি উপস্থাপন করে না, বরং মৌলিক ধারণাগুলি বোঝানোর চেষ্টা করে। এটি পড়ার এবং দেখার জন্য একটি বই।

– ইয়াকব হিন, Build Informed GmbH-এর CEO এবং সহ-প্রতিষ্ঠাতা, এবং "On Top With BIM" উদ্ভাবন ফোরামের উদ্যোগকারী।

“

"ডেটা হল নতুন তেল" যেমন তারা বলে, তাই এর অনুসন্ধানকারী বা খনিকারীদের এই 21 শতকের সম্পদ থেকে মূল্য বের করার জন্য সঠিক সরঞ্জাম এবং মানসিকতা থাকতে হবে। নির্মাণ শিল্প দীর্ঘকাল ধরে "3D তথ্য" ভিত্তিক প্রক্রিয়ার পিছলি চালে রয়েছে যেখানে প্রকল্পের বিতরণ অন্যের তৈরি তথ্যের উপর ভিত্তি করে (যেমন, তারা ইতিমধ্যে পাই বা বার চার্ট চিত্রিত করেছে) যেখানে মৌলিক "ডেটা" (যেমন, কাঁচা স্প্রেডশিট) অনেক বেশি প্রদান করতে সক্ষম, বিশেষ করে যেহেতু বহু-ডেটা ফিউশন এবং AI অসীম সম্ভাবনা নিয়ে আসে। আপনি যদি নির্মাণ প্রদান (অথবা শিক্ষা/গবেষণা) করেন, তবে এই বইটি আপনার জন্য সেরা - এবং এখন পর্যন্ত একমাত্র - সম্পদ যা আমাদের ডেটা-চালিত বিশ্বে নেভিগেট করতে সহায়তা করে।

– ড. জুলফিকার আদামু, LSBU, UK-তে নির্মাণে কৌশলগত IT-এর সহযোগী অধ্যাপক।

“

"ডেটা-ড্রিভেন কনস্ট্রাকশন" আর্তেম বয়কোর একটি চিত্তাকর্ষক কাজ যা ক্রমবর্ধমান প্রযুক্তি এবং তথ্যের সম্ভাবনার সময় নির্মাণ শিল্পের জন্য একটি শক্তিশালী ভিত্তি প্রদান করে। বয়কো জটিল বিষয়গুলিকে বোঝার উপায়ে উপস্থাপন করতে সক্ষম হন এবং একই সাথে দৃষ্টিভঙ্গী ধারণাগুলি উপস্থাপন করেন। বইটি একটি সু-চিত্রিত সংকলন যা কেবল বর্তমান উন্নয়নগুলিকেই হাইলাইট করে না বরং ভবিষ্যতের উদ্ভাবনগুলির উপর একটি দৃষ্টিভঙ্গীও প্রদান করে। এটি ডেটা-চালিত নির্মাণ পরিকল্পনা এবং বাস্তবায়নের সাথে পরিচিত হতে চাওয়া যেকোনো ব্যক্তির জন্য অত্যন্ত সুপারিশ করা হয়।

– মার্কাস আইবার্গার, স্টুটগার্ট বিশ্ববিদ্যালয়ের প্রয়োগ বিজ্ঞান বিভাগের লেকচারার, সিনিয়র প্রকল্প ব্যবস্থাপক এবং কনস্ট্রাকশন গ্রুপের ডেপুটি শাখা ব্যবস্থাপক, BIM ক্লাস্টার বাডেন-ভুর্টেমবার্গ অ্যাসোসিয়েশনের বোর্ড সদস্য।



দ্বিতীয় সংস্করণ, মার্চ ২০২৫। © ২০২৫ | আর্টেম বয়কো | কার্লফ্রয়ে

ISBN 978-3-912002-20-1



আর্টেম বয়কো কপিরাইট

boikoartem@gmail.com

info@datadrivenconstruction.io

এই বইয়ের কোন অংশই কোনভাবে এবং কোন মাধ্যম দ্বারা, বৈদ্যুতিন বা যান্ত্রিক, ফটোকপি মাধ্যমে, রেকর্ডিং বা তথ্য সংরক্ষণ ও অনুসন্ধানের কোন সিস্টেমের মাধ্যমে পুনরুৎপাদন বা স্থানান্তরিত করা যাবে না, লেখকের লিখিত অনুমতি ছাড়া - ব্যতিক্রম ছাড়া অ-ব্যবসায়িক বিতরণে অপরিবর্তিত অবস্থায়। বইটি বিনামূল্যে বিতরণ করা হয় এবং এটি ব্যক্তিগত, শিক্ষামূলক বা গবেষণার উদ্দেশ্যে অন্য ব্যবহারকারীদের কাছে স্বাধীনভাবে স্থানান্তরিত করা যেতে পারে, লেখকের নাম ও মূল উৎসের লিঙ্ক সংরক্ষণ করার শর্তে। লেখক লেখার উপর সমস্ত অ-সম্পত্তির অধিকার সংরক্ষণ করেন এবং কোন স্পষ্ট বা পরোক্ষ গ্যারান্টি প্রদান করেন না। বইয়ে উল্লিখিত কোম্পানি, পণ্য এবং নামগুলি কাল্পনিক হতে পারে বা উদাহরণস্বরূপ ব্যবহৃত হয়েছে। লেখক প্রদত্ত তথ্য ব্যবহারের জন্য কোন পরিণতির জন্য দায়ী নন। বইয়ে অন্তর্ভুক্ত তথ্য "যেমন আছে" ভিত্তিতে উপস্থাপন করা হয়েছে, সম্পূর্ণতা বা প্রাসঙ্গিকতার গ্যারান্টি ছাড়াই। লেখক তথ্য, কোড বা প্রোগ্রাম ব্যবহারের জন্য দুর্ঘটনাজনিত বা পরোক্ষ ক্ষতির জন্য দায়ী নন। বইয়ে প্রদত্ত কোডের উদাহরণগুলি শুধুমাত্র শিক্ষামূলক উদ্দেশ্যে। পাঠকরা এগুলি তাদের নিজস্ব ঝুঁকিতে ব্যবহার করেন। লেখক উৎপাদন পরিবেশে প্রয়োগের আগে সমস্ত প্রোগ্রাম সমাধান পরীক্ষা করার সুপারিশ করেন। বইয়ে উল্লিখিত সমস্ত ট্রেডমার্ক এবং পণ্যের নামগুলি সংশ্লিষ্ট কোম্পানির ট্রেডমার্ক, নিবন্ধিত ট্রেডমার্ক বা পরিষেবা চিহ্ন এবং তাদের সংশ্লিষ্ট মালিকদের সম্পত্তি। বইয়ে এই নামগুলির ব্যবহার তাদের মালিকদের সাথে কোন সম্পর্ক বা তাদের অনুমোদন বোঝায় না। তৃতীয় পক্ষের পণ্য বা পরিষেবার উল্লেখ একটি সুপারিশ নয় এবং তাদের সমর্থন বোঝায় না। উদাহরণস্বরূপ ব্যবহৃত কোম্পানি এবং পণ্যের নামগুলি তাদের মালিকদের ট্রেডমার্ক হতে পারে। তৃতীয় পক্ষের ওয়েবসাইটের লিঙ্কগুলি সুবিধার জন্য দেওয়া হয়েছে এবং লেখক এই সাইটগুলিতে প্রদত্ত তথ্যের অনুমোদন বোঝায় না। সমস্ত প্রদত্ত পরিসংখ্যান, উদ্ভূতি এবং গবেষণা বইটি লেখার সময় প্রাসঙ্গিক ছিল। সময়ের সাথে সাথে তথ্য পরিবর্তিত হতে পারে।

এই বইটি Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0) লাইসেন্সের অধীনে বিতরণ করা হয়। আপনি এটি অ-ব্যবসায়িক উদ্দেশ্যে কপি এবং বিতরণ করতে পারেন, লেখকের নাম সংরক্ষণ করার শর্তে এবং কোন পরিবর্তন ছাড়া।



© 2024 আর্টেম বয়কো। প্রথম সংস্করণ। © 2025 আর্টেম বয়কো। দ্বিতীয় সংস্করণ, পুনর্বিবেচিত এবং সম্পূর্ণক। সমস্ত অধিকার সংরক্ষিত।

দ্বিতীয় সংস্করণের ভূমিকা

এই বইটি পেশাদার সম্প্রদায়ের সাথে একটি জীবন্ত সংলাপের ফলস্বরূপ। এর ভিত্তি হল নির্মাণ শিল্পে তথ্য ব্যবহারের বিষয়ে বিভিন্ন পেশাদার আলোচনার ফলাফল, যা বিভিন্ন পেশাদার প্ল্যাটফর্ম এবং সামাজিক মাধ্যমে অনুষ্ঠিত হয়েছে। এই আলোচনা লেখার, প্রকাশনার এবং ভিজুয়াল উপকরণের ভিত্তি হয়ে উঠেছে, যা পেশাদার সম্প্রদায়ের মধ্যে ব্যাপক প্রতিক্রিয়া সৃষ্টি করেছে। লেখকের উপকরণগুলি প্রতি বছর বিভিন্ন প্ল্যাটফর্ম এবং ভাষায় মিলিয়ন মিলিয়ন দর্শক আকর্ষণ করে, নির্মাণের ডিজিটাইজেশনের ক্ষেত্রে বিশেষজ্ঞদের একত্রিত করে।

বছরের মধ্যে প্রথম সংস্করণের প্রকাশের পর, বইটি ৫০টিরও বেশি দেশের বিশেষজ্ঞদের দ্বারা অর্ডার করা হয় – ব্রাজিল এবং পেরু থেকে শুরু করে মওরিশিয়াস এবং জাপান পর্যন্ত। আপনি যে দ্বিতীয় সংস্করণটি হাতে রেখেছেন, তা বিশেষজ্ঞদের প্রতিক্রিয়া, প্রথম সংস্করণের সমালোচনামূলক মন্তব্য এবং পেশাদারী পরিবেশে আলোচনা ভিত্তিক পুনর্বিবেচনা ও সংযোজন করা হয়েছে। প্রতিক্রিয়ার কারণে দ্বিতীয় সংস্করণটি ব্যাপকভাবে সম্প্রসারিত হয়েছে: CAD (BIM) প্রযুক্তি এবং কার্যকর ETL প্রক্রিয়া তৈরির উপর নতুন অধ্যায় যুক্ত করা হয়েছে। এছাড়াও, বাস্তব উদাহরণ এবং কেসের সংখ্যা উল্লেখযোগ্যভাবে বৃদ্ধি পেয়েছে। নির্মাণ শিল্পের নেতৃবৃন্দ, পরামর্শক কোম্পানি এবং বৃহত্তম আইটি কোম্পানিগুলির কাছ থেকে প্রাপ্ত প্রতিক্রিয়া বিশেষ মূল্যবান, যারা প্রথম সংস্করণের প্রকাশের আগে এবং পরে ডিজিটাইজেশন এবং আন্তঃঅপারেবিলিটির বিষয়ে লেখকের কাছে প্রশ্ন করেছেন। তাদের মধ্যে অনেকেই বইয়ে বর্ণিত পদ্ধতিগুলি ইতিমধ্যে প্রয়োগ করছে বা শীঘ্রই তা করার পরিকল্পনা করছে।

আপনি যে বইটি হাতে রেখেছেন, তা আলোচনা এবং সক্রিয় মতামত বিনিময়ের মাধ্যমে তৈরি হয়েছে। অগ্রগতি সংলাপে জন্ম নেয়, দৃষ্টিভঙ্গির সংঘর্ষে এবং নতুন পদ্ধতির প্রতি উন্মুক্ততায়। এই সংলাপের অংশ হওয়ার জন্য ধন্যবাদ। আপনার গঠনমূলক সমালোচনা ভবিষ্যতের উন্নতির ভিত্তি। যদি টেক্সটে কোনো ত্রুটি পাওয়া যায় বা ধারণা ও প্রস্তাব শেয়ার করার ইচ্ছা থাকে, তবে যেকোনো প্রতিক্রিয়া স্বাগত। যোগাযোগের তথ্য বইয়ের শেষে উল্লেখ করা হয়েছে।

কেন বইটি বিনামূল্যে?

এই বইটি একটি উন্মুক্ত শিক্ষামূলক সম্পদ হিসেবে পরিকল্পিত হয়েছে, যা নির্মাণ শিল্পে তথ্য ব্যবস্থাপনার আধুনিক পদ্ধতিগুলি প্রচারের উদ্দেশ্যে। বইটির প্রথম সংস্করণ পেশাদারী সম্প্রদায় থেকে মন্তব্য এবং প্রস্তাব সংগ্রহের ভিত্তি হিসেবে কাজ করেছে, যা উপাদানের কাঠামো এবং বিষয়বস্তু উন্নত করতে সহায়তা করেছে। সমস্ত মন্তব্য, প্রস্তাব এবং ধারণাগুলি সতর্কতার সাথে বিশ্লেষণ করা হয়েছে এবং এই সংশোধিত সংস্করণে অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে। বইটির উদ্দেশ্য হল নির্মাণ শিল্পের বিশেষজ্ঞদের বোঝাতে সাহায্য করা যে তথ্যের সাথে কাজ করা কতটা গুরুত্বপূর্ণ: সিস্টেমিক, সচেতন এবং তথ্যের দীর্ঘমেয়াদী মূল্য বিবেচনায় রেখে। লেখক ডিজিটাইজেশন নির্মাণের ক্ষেত্রে ১০ বছরেরও বেশি সময়ের অভিজ্ঞতা থেকে উদাহরণ, চিত্র এবং বাস্তব পর্যবেক্ষণ সংগ্রহ করেছেন। এই অধিকাংশ উপাদান বাস্তব প্রকল্প, প্রকৌশলী এবং ডেভেলপারদের সাথে আলোচনা, আন্তর্জাতিক উদ্যোগে অংশগ্রহণ এবং প্রশিক্ষণ সেমিনার পরিচালনার সময় তৈরি হয়েছে। বইটি সংগৃহীত অভিজ্ঞতাকে কাঠামোবদ্ধ করার এবং এটি সহজবোধ্যভাবে শেয়ার করার একটি প্রচেষ্টা। যদি আপনি বইটির ধারণাগুলির আরও বিস্তারে সহায়তা করতে চান এবং উদাহরণ ও ভিজুয়াল উপাদানের সাথে কাজ করার জন্য একটি সুবিধাজনক ফরম্যাট পেতে চান – আপনি মুদ্রিত সংস্করণটি কিনতে পারেন।

উপাদানের ব্যবহারের অধিকার

এই বইয়ের সমস্ত উপাদান, চিত্র এবং অংশগুলি উৎস উল্লেখের শর্তে যেকোনো ফরম্যাট এবং যেকোনো মিডিয়ায় পুনরুৎপাদিত, উদ্ধৃত বা ব্যবহৃত হতে পারে: লেখক আর্টেম বয়কো এবং বইয়ের নাম "Data-Driven Construction"। শ্রমের প্রতি সম্মান এবং জ্ঞানের বিস্তারে ধন্যবাদ।

আন্তরিক কৃতজ্ঞতার সাথে আমি এই বইটি আমার পরিবারকে উৎসর্গ
করছি, যারা ছোটবেলা থেকেই আমাকে নির্মাণের প্রতি গভীর ভালোবাসা
প্রদান করেছে, আমার জন্মস্থান খনি শহরকে – জীবনযুদ্ধে স্থিতিশীলতার
পাঠের জন্য এবং আমার স্ত্রী-যিনি একটি মার্কশেডার, যার অবিচল সমর্থন
আমার জন্য একটি অবিরাম অনুপ্রেরণা ছিল।

এই বইটি কাদের জন্য

সহজ ভাষায় লেখা, এই বইটি নির্মাণ শিল্পের বিস্তৃত পাঠকদের জন্য উপযুক্ত - ছাত্র এবং নতুনদের জন্য যারা আধুনিক নির্মাণ প্রক্রিয়ার মৌলিক বিষয়গুলি শিখতে চায়, থেকে শুরু করে পেশাদারদের জন্য যাদের আধুনিক তথ্য ব্যবস্থাপনার পদ্ধতির প্রয়োজন। আপনি একজন স্থপতি, প্রকৌশলী, প্রকল্প ব্যবস্থাপক, নির্মাণ ব্যবস্থাপক বা তথ্য বিশ্লেষক হোন, এই ব্যাপক গাইডটি অনেক অনন্য চিত্র এবং গ্রাফের সাথে ব্যবসায়িক তথ্য ব্যবহারের মূল্যবান অন্তর্দৃষ্টি প্রদান করে, যা প্রক্রিয়াগুলির অপ্টিমাইজেশন এবং স্বয়ংক্রিয়করণ, সিদ্ধান্ত গ্রহণের উন্নতি এবং বিভিন্ন স্তরে নির্মাণ প্রকল্প পরিচালনার জন্য আধুনিক সরঞ্জামগুলির মাধ্যমে।

বইটি একটি সমন্বিত গাইড যা তথ্য ব্যবস্থাপনার পদ্ধতিগুলির সংহতকরণের জন্য তাত্ত্বিক ভিত্তি এবং ব্যবহারিক সুপারিশগুলি একত্রিত করে। বইটি অপারেশনাল কার্যক্রমের অপ্টিমাইজেশন, প্রক্রিয়াগুলির স্বয়ংক্রিয়করণ, সিদ্ধান্ত গ্রহণের উন্নতি এবং আধুনিক ডিজিটাল সরঞ্জামগুলির মাধ্যমে প্রকল্প ব্যবস্থাপনার কার্যকর ব্যবস্থাপনার জন্য তথ্যের কৌশলগত ব্যবহারের উপর ফোকাস করে।

এই বইয়ের পৃষ্ঠাগুলিতে নির্মাণ শিল্পে তথ্যের সাথে কাজ করার তাত্ত্বিক এবং ব্যবহারিক দিকগুলি আলোচনা করা হয়েছে। বিস্তারিত উদাহরণের মাধ্যমে কাজের প্যারামিটারাইজেশন, প্রয়োজনীয়তা সংগ্রহ, অ-সংগঠিত এবং বিভিন্ন ফরম্যাটের তথ্য প্রক্রিয়াকরণ এবং নির্মাণ কোম্পানির জন্য কার্যকর সমাধানগুলিতে রূপান্তরের পদ্ধতি অনুসন্ধান করা হয়েছে।

পাঠক ধাপে ধাপে প্রয়োজনীয়তা গঠন এবং মৌলিক তথ্য মডেল তৈরি থেকে শুরু করে বিভিন্ন তথ্য উৎসের সংহতকরণের আরও জটিল প্রক্রিয়াগুলিতে, ETL প্রক্রিয়াগুলি তৈরি করা, তথ্য পাইপলাইন এবং মেশিন লার্নিং মডেল নির্মাণের দিকে অগ্রসর হয়। ধারাবাহিক পদ্ধতি নির্মাণ ক্ষেত্রে ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলির সংগঠন এবং স্বয়ংক্রিয়করণের মেকানিজমগুলি স্পষ্টভাবে প্রদর্শন করতে সহায়তা করে এবং সিদ্ধান্ত গ্রহণের সমর্থন সিস্টেমগুলি। বইয়ের প্রতিটি অংশ একটি ব্যবহারিক অধ্যায়ের সাথে শেষ হয়, যা ধাপে ধাপে নির্দেশনা প্রদান করে, যা পাঠকদের বাস্তব প্রকল্পগুলিতে অর্জিত জ্ঞান অবিলম্বে প্রয়োগ করার সুযোগ দেয়।

বইয়ের অংশগুলির সংক্ষিপ্ত পর্যালোচনা

এই বইটি তথ্যের রূপান্তরের ধারণার চারপাশে নির্মিত হয়েছে যা মূল্য সৃষ্টির চেইনে (value chain): তাদের সংগ্রহ এবং গুণমান নিশ্চিতকরণ থেকে শুরু করে বিশ্লেষণাত্মক প্রক্রিয়াকরণ এবং আধুনিক সরঞ্জাম এবং পদ্ধতির মাধ্যমে মূল্যবান ব্যবহারিক সমাধানগুলি বের করা।

অংশ 1: নির্মাণে ডিজিটাল বিবর্তন - মাটির টেবিল থেকে আধুনিক ডিজিটাল সিস্টেমে তথ্য ব্যবস্থাপনার ঐতিহাসিক রূপান্তর অনুসরণ করে, মডুলার সিস্টেমের উত্থান এবং শিল্প বিপ্লবের প্রেক্ষাপটে তথ্যের ডিজিটালাইজেশনের গুরুত্ব বৃদ্ধি বিশ্লেষণ করে।

অংশ 2: নির্মাণ শিল্পের তথ্যগত চ্যালেঞ্জগুলি - তথ্যের খণ্ডীকরণ, "তথ্য সাইলো", সিদ্ধান্ত গ্রহণে HiPPo পদ্ধতির প্রভাব এবং মালিকানাধীন ফরম্যাটের সীমাবদ্ধতা নিয়ে আলোচনা করে, AI এবং LLM-ইকোসিস্টেমে রূপান্তরের দিকে নজর দেওয়ার প্রস্তাব দেয়।

অংশ 3: তথ্যের সিস্টেম্যাটাইজেশন নির্মাণে - নির্মাণের তথ্যের একটি শ্রেণীবিভাগ তৈরি করে, তাদের সংগঠনের পদ্ধতি বর্ণনা করে, কর্পোরেট সিস্টেমের সাথে সংহতকরণের আলোচনা করে এবং তথ্য প্রক্রিয়াগুলির মানকরণের জন্য দক্ষতার কেন্দ্রগুলি তৈরির বিষয়ে আলোচনা করে।

অংশ 4: তথ্যের গুণমান নিশ্চিতকরণ - বিচ্ছিন্ন তথ্যকে গুণগত, কাঠামোবদ্ধ তথ্যে রূপান্তরের পদ্ধতিগুলি প্রকাশ করে, বিভিন্ন উৎস থেকে তথ্য আহরণ, যাচাইকরণ এবং LLM ব্যবহার করে মডেলিং অন্তর্ভুক্ত করে।

অংশ 5: খরচ এবং সময়ের হিসাব - খরচের হিসাব এবং পরিকল্পনার ডিজিটালাইজেশন, CAD- (BIM-) মডেল থেকে পরিমাণ স্বয়ংক্রিয়ভাবে প্রাপ্তির জন্য, 4D-8D মডেলিং প্রযুক্তি এবং নির্মাণ প্রকল্পের ESG সূচকগুলির হিসাবের প্রতি নিবেদিত।

অংশ 6: CAD এবং BIM - ডিজাইন প্রযুক্তির বিবর্তন, সিস্টেমের সামঞ্জস্যের সমস্যা, তথ্যের ওপেন ফরম্যাটে রূপান্তরের প্রবণতা এবং ডিজাইনে কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তার প্রয়োগের সম্ভাবনা সমালোচনামূলকভাবে বিশ্লেষণ করে।

অংশ 7: তথ্য বিশ্লেষণ এবং স্বয়ংক্রিয়করণ - তথ্যের ভিজ্যুয়লাইজেশন, মূল কার্যকারিতা সূচক, ETL প্রক্রিয়া, কাজের প্রবাহের অর্কেস্ট্রেশন টুল এবং রুটিন কাজের স্বয়ংক্রিয়করণের জন্য ভাষার মডেলগুলির প্রয়োগের নীতিগুলি বিবেচনা করে।

অংশ 8: তথ্য সংরক্ষণ এবং পরিচালনা - তথ্য সংরক্ষণের ফরম্যাট, ডেটা স্টোরেজ এবং ডেটা লেকের ধারণা, তথ্য পরিচালনার নীতিগুলি এবং ভেক্টর ডেটাবেস এবং DataOps ও VectorOps পদ্ধতির মতো নতুন পদ্ধতিগুলি অনুসন্ধান করে।

অংশ 9: বড় তথ্য এবং মেশিন লার্নিং - ঐতিহাসিক তথ্যের ভিত্তিতে উদ্দেশ্যমূলক বিশ্লেষণের দিকে অগ্রসর হওয়া, নির্মাণস্থলে ইন্টারনেট অফ থিংস এবং প্রকল্পের খরচ এবং সময়ের পূর্বাভাসের জন্য মেশিন লার্নিং অ্যালগরিদমের প্রয়োগের প্রতি নিবেদিত।

অংশ 10: ডিজিটাল তথ্যের যুগে নির্মাণ শিল্প - নির্মাণ শিল্পের ভবিষ্যতের দিকে একটি দৃষ্টিভঙ্গি উপস্থাপন করে, কারণ-প্রভাব বিশ্লেষণ থেকে সম্পর্কের সাথে কাজ করার দিকে অগ্রসর হওয়া, নির্মাণের "উবারাইজেশন" ধারণা এবং ডিজিটাল রূপান্তরের কৌশলগুলি বিশ্লেষণ করে।

What is meant by **data-driven construction** ?



ভূমিকা

আপনার কোম্পানি কতদিন প্রতিযোগিতামূলক থাকতে পারবে একটি বিশ্বে, যেখানে প্রযুক্তি দ্রুত বিকশিত হচ্ছে এবং ব্যবসার প্রতিটি দিক, সময় এবং খরচের হিসাব থেকে শুরু করে ঝুঁকির বিশ্লেষণ, মেশিন লার্নিং মডেলগুলির মাধ্যমে স্বয়ংক্রিয় হচ্ছে?

নির্মাণ শিল্প, যা মানবজাতির মতোই পুরনো, বিপ্লবী পরিবর্তনের দ্বারপ্রান্তে দাঁড়িয়ে আছে, যা আমাদের ঐতিহ্যবাহী নির্মাণের ধারণাগুলিকে সম্পূর্ণরূপে পরিবর্তন করার প্রতিশ্রুতি দেয়। ইতিমধ্যে অন্যান্য অর্থনৈতিক খাতে ডিজিটাইজেশন কেবল পরিচিত নিয়মগুলিকে পরিবর্তন করছে না, বরং নতুন তথ্য প্রক্রিয়াকরণের শর্তে অভিযোজিত হতে ব্যর্থ কোম্পানিগুলিকে নির্মূল করছে (চিত্র 1)।



চিত্র 1 নির্মাণ শিল্পে সিদ্ধান্ত গ্রহণের গতি অন্যান্য শিল্পের তুলনায় মানবিক ফ্যাক্টরের উপর বেশি নির্ভরশীল।

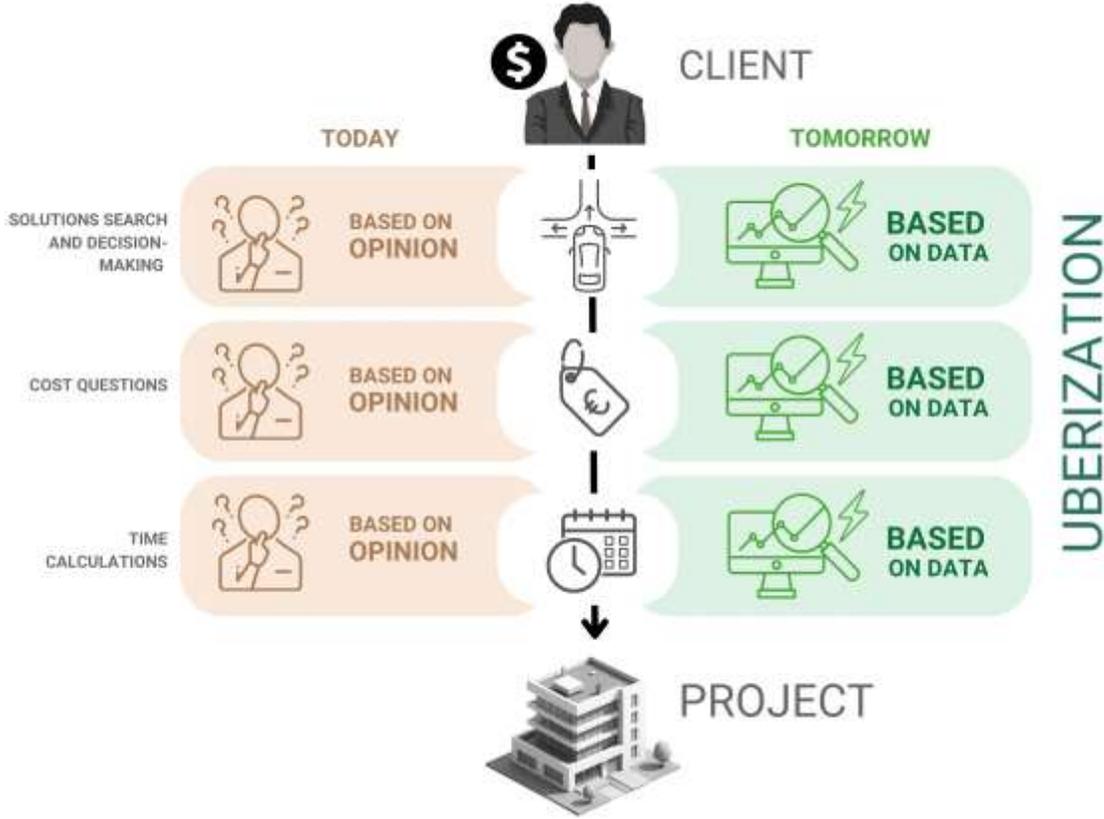
ব্যাংকিং সেক্টর, খুচরা বাণিজ্য, লজিস্টিক এবং কৃষি শিল্প দ্রুত সম্পূর্ণ ডিজিটাইজেশনের দিকে অগ্রসর হচ্ছে, যেখানে ভুল এবং ব্যক্তিগত মতামতের জন্য আর কোনও স্থান নেই। আধুনিক অ্যালগরিদম বিশাল তথ্যের ভাণ্ডার বিশ্লেষণ করতে সক্ষম এবং গ্রাহকদের সঠিক পূর্বাভাস প্রদান করে - তা সত্ত্বেও ঋণের ফেরত দেওয়ার সম্ভাবনা, বিতরণের জন্য সর্বোত্তম রুট বা ঝুঁকির পূর্বাভাস।

নির্মাণ একটি শেষের শিল্পগুলির মধ্যে একটি, যা উচ্চ বেতনের বিশেষজ্ঞদের মতামতের ভিত্তিতে সিদ্ধান্ত গ্রহণ থেকে তথ্যভিত্তিক সিদ্ধান্ত গ্রহণের দিকে অগ্রসর হওয়ার জন্য অনিবার্য পরিবর্তনের মুখোমুখি। এই পরিবর্তন কেবল নতুন প্রযুক্তিগত সম্ভাবনার কারণে নয়, বরং বাজার এবং গ্রাহকদের স্বচ্ছতা, সঠিকতা এবং গতির প্রতি বাড়তি চাহিদার কারণে।

রোবোটাইজেশন, প্রক্রিয়ার স্বয়ংক্রিয়করণ, উন্মুক্ত তথ্য এবং সেগুলোর ভিত্তিতে পূর্বাভাস – এগুলি আর কেবল সম্ভাবনা নয়, বরং অনিবার্যতা। নির্মাণ শিল্পের বেশিরভাগ কোম্পানি, যারা সম্প্রতি পর্যন্ত ক্লায়েন্টের কাছে প্রকল্পের

পরিমাণ, খরচ, সময় এবং গুণমান নিয়ন্ত্রণের জন্য দায়ী ছিল, এখন মূল সিদ্ধান্ত গ্রহণে অংশগ্রহণ না করে শুধুমাত্র আদেশের বাস্তবায়ক হয়ে যাওয়ার ঝুঁকিতে রয়েছে।

গণনীয় ক্ষমতা, মেশিন লার্নিং অ্যালগরিদম এবং তথ্যের প্রতি গণতান্ত্রিক প্রবেশাধিকার বৃদ্ধির সাথে সাথে বিভিন্ন উৎস থেকে তথ্যের স্বয়ংক্রিয় সংমিশ্রণ সম্ভব হয়েছে, যা প্রক্রিয়াগুলির গভীর বিশ্লেষণ, ঝুঁকির পূর্বাভাস এবং নির্মাণ প্রকল্পের আলোচনা পর্যায়ের অপটিমাইজেশন করতে সহায়তা করে। এই প্রযুক্তিগুলি পুরো খাতে কার্যকারিতা বাড়ানোর এবং খরচ কমানোর জন্য বিপ্লবী সম্ভাবনা তৈরি করে।



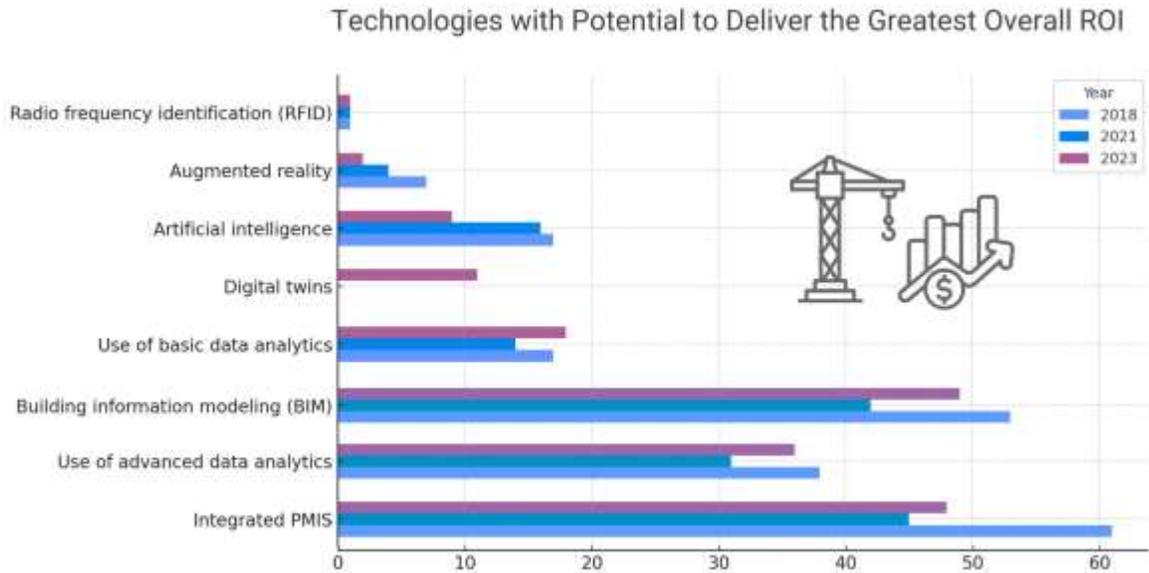
ক্লায়েন্ট তার প্রকল্পের বাস্তবায়নের পথে অতিরিক্ত মানবিক ফ্যাক্টরে আগ্রহী নয়।

নতুন সরঞ্জাম এবং ধারণার সমস্ত সুবিধার সত্ত্বেও, নির্মাণ শিল্প নতুন প্রযুক্তির গ্রহণে অন্যান্য অর্থনৈতিক খাতের তুলনায় উল্লেখযোগ্যভাবে পিছিয়ে রয়েছে।

"IT Metrics Key Data 2017" রিপোর্ট অনুযায়ী, নির্মাণ শিল্প 19টি অন্যান্য অর্থনৈতিক খাতের মধ্যে IT খরচে শেষ স্থানে রয়েছে।

তথ্যের দ্রুত বৃদ্ধি এবং প্রক্রিয়ার জটিলতা কোম্পানির ব্যবস্থাপনার জন্য মাথাব্যথা হয়ে দাঁড়াচ্ছে, এবং নতুন প্রযুক্তির ব্যবহারের প্রধান সমস্যা হল যে, তথ্যের প্রাচুর্য সত্ত্বেও, সেগুলি বিচ্ছিন্ন, অগঠনমূলক এবং প্রায়শই বিভিন্ন সিস্টেম এবং সফটওয়্যার প্যেচের মধ্যে অ-সঙ্গতিপূর্ণ থাকে। তাই আজকের নির্মাণ খাতের অনেক কোম্পানি প্রথমত তথ্যের গুণমানের সমস্যায় উদ্বিগ্ন, যা কেবল কার্যকর, স্বয়ংক্রিয় তথ্য ব্যবস্থাপনা এবং বিশ্লেষণ সিস্টেমের বাস্তবায়নের মাধ্যমে সমাধান করা সম্ভব।

2023 সালে KPMG® দ্বারা নির্মাণ কোম্পানির ব্যবস্থাপকদের মধ্যে পরিচালিত একটি জরিপ অনুযায়ী, প্রকল্প ব্যবস্থাপনা তথ্য সিস্টেম (PMIS), উন্নত এবং মৌলিক তথ্য বিশ্লেষণ এবং ভবন তথ্য মডেলিং (BIM) প্রকল্পগুলিতে বিনিয়োগের রিটার্ন বাড়ানোর জন্য সর্বাধিক সম্ভাবনা রয়েছে।



নির্মাণ কোম্পানির নেতাদের মধ্যে জরিপ: কোন প্রযুক্তিগুলি মূল প্রকল্পগুলিতে বিনিয়োগের সর্বাধিক রিটার্ন নিশ্চিত করবে?

ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলিতে তথ্যের সংহতকরণের সমস্যাগুলির সমাধান হল তথ্যের উচ্চ গুণমান নিশ্চিত করা, উপযুক্ত তথ্যের ফরম্যাট ব্যবহার করা এবং তথ্য তৈরি, সংরক্ষণ, বিশ্লেষণ এবং প্রক্রিয়াকরণের কার্যকর পদ্ধতি প্রয়োগ করা।

তথ্যের মূল্য উপলব্ধি বিভিন্ন শিল্পকে বিচ্ছিন্ন অ্যাপ্লিকেশন এবং জটিল প্রশাসনিক কাঠামো থেকে সরে আসতে বাধ্য করেছে। এর পরিবর্তে, তথ্য স্থাপত্যের নতুন পদ্ধতি তৈরি করার উপর জোর দেওয়া হচ্ছে, যা কোম্পানিগুলিকে আধুনিক, তথ্য-নির্ভর উদ্যোগে পরিণত করেছে। একদিন না একদিন এই পদক্ষেপটি নির্মাণ শিল্পকেও গ্রহণ করতে হবে, ধীরে ধীরে ডিজিটাল বিবর্তন থেকে একটি প্রকৃত ডিজিটাল বিপ্লবে রূপান্তরিত হবে, যা সমস্ত কোম্পানিকে প্রভাবিত করবে।

তথ্য-ভিত্তিক ব্যবসায়িক প্রক্রিয়ায় রূপান্তর সহজ হবে না। অনেক কোম্পানি চ্যালেঞ্জের সম্মুখীন হবে, কারণ ব্যবস্থাপকেরা সবসময় বুঝতে পারেন না কিভাবে বিশৃঙ্খল তথ্যের ভাণ্ডারকে ব্যবসার কার্যকারিতা এবং বৃদ্ধির জন্য ব্যবহার করতে হয়।

এই বইয়ে আমরা তথ্যের জগতে প্রবেশ করছি, যেখানে তথ্য একটি কৌশলগত সম্পদ হিসেবে পরিণত হচ্ছে, যা ব্যবসায়িক প্রক্রিয়ার কার্যকারিতা এবং স্থায়িত্ব নির্ধারণ করে। তথ্যের পরিমাণ দ্রুত বাড়ার কারণে কোম্পানিগুলি নতুন চ্যালেঞ্জের সম্মুখীন হচ্ছে। ডিজিটাল রূপান্তর আর একটি ফ্যাশনেবল শব্দ নয় – এটি একটি প্রয়োজনীয়তা হয়ে উঠছে।



চিত্র ৪ তথ্য এবং প্রক্রিয়া নির্মাণের ভিত্তি।

রূপান্তর বোঝার মানে হলো জটিল বিষয়গুলোকে সহজ ভাষায় ব্যাখ্যা করতে পারা। এজন্যই বইটি সহজ ভাষায় লেখা হয়েছে এবং মূল ধারণাগুলি স্পষ্টভাবে ব্যাখ্যা করার জন্য বিশেষভাবে তৈরি করা লেখকের চিত্রণ দ্বারা সমর্থিত। এই স্ক্রিমা, গ্রাফ এবং ভিজুয়লাইজেশনগুলি বোঝার প্রতিবন্ধকতা দূর করতে এবং এমনকি যারা আগে এই ধরনের বিষয়গুলোকে খুব জটিল মনে করতেন তাদের জন্যও বিষয়বস্তু বোঝা সহজ করতে ডিজাইন করা হয়েছে। বইয়ের সব চিত্রণ, স্ক্রিমা এবং গ্রাফ লেখক দ্বারা তৈরি এবং পাঠ্যে বর্ণিত মূল ধারণাগুলির ভিজুয়লাইজেশনের জন্য বিশেষভাবে ডিজাইন করা হয়েছে।

একটি ছবি হাজার শব্দের সমান।

- ফ্রেড আর. বার্নার্ড, ইংরেজি চিত্রশিল্পী, ১৯২৭

তত্ত্বকে বাস্তবতার সাথে সংযুক্ত করতে, আমরা কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তার (বিশেষ করে ভাষার মডেল) সরঞ্জামগুলি ব্যবহার করব, যা গভীর প্রোগ্রামিং জ্ঞান ছাড়াই সমাধান তৈরি করতে সক্ষম। যদি আপনি ব্যবহারিক উপাদানের প্রতি মনোনিবেশ করেন এবং তথ্যের সাথে ব্যবহারিক কাজের প্রতি বেশি আগ্রহী হন, তবে আপনি প্রথম পরিচিতিমূলক অংশটি বাদ দিয়ে বইয়ের দ্বিতীয় অংশে সরাসরি যেতে পারেন, যেখানে নির্দিষ্ট উদাহরণ এবং কেসের বর্ণনা শুরু হয়।

তবে কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা (AI), মেশিন লার্নিং এবং LLM (লার্জ ল্যাঙ্গুয়েজ মডেল) সরঞ্জামগুলির প্রতি অতিরিক্ত প্রত্যাশা রাখা উচিত নয়। গুণগত প্রাথমিক তথ্য এবং বিষয়বস্তু সম্পর্কে গভীর বোঝার অভাব থাকলে, সবচেয়ে উন্নত অ্যালগরিদমও নির্ভরযোগ্য এবং অর্থপূর্ণ ফলাফল প্রদান করতে অক্ষম।

মাইক্রোসফটের সিইও সত্য নাদেলা ২০২৫ সালের শুরুতে কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তার ক্ষেত্রে একটি বুদ্ধিদৃষ্টি হওয়ার ঝুঁকির বিষয়ে সতর্ক করেছেন, বর্তমান উন্মাদনাকে "ডটকম বুদ্ধিবল" এর সাথে তুলনা করেছেন। তিনি জোর দিয়ে বলেছেন যে AGI (আর্টিফিশিয়াল জেনারেল ইন্টেলিজেন্স) অর্জনের বিষয়ে অযৌক্তিক দাবি "অর্থহীন পরিসংখ্যানের সাথে খেলা"। নাদেলা বিশ্বাস করেন যে AI এর প্রকৃত সাফল্যকে বিশ্বজুড়ে জিডিপি'র বৃদ্ধিতে এর অবদান দ্বারা পরিমাপ করা উচিত, বরং উচ্চস্বরে ঘোষণার প্রতি অতিরিক্ত মনোযোগ দেওয়ার মাধ্যমে।

নতুন প্রযুক্তি এবং ধারণার পিছনে সব জাঁকালো কথার মধ্যে তথ্যের গুণমান নিশ্চিতকরণ, ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলির প্যারামিটারাইজেশন এবং বাস্তব কাজের জন্য সরঞ্জামগুলির অভিযোজনের জন্য জটিল এবং পরিশ্রমী কাজ লুকিয়ে রয়েছে।

ডেটা-ভিত্তিক পদ্ধতি একটি পণ্য নয় যা সহজে ডাউনলোড বা ক্রয় করা যায়। এটি একটি কৌশল যা তৈরি করতে হয়। এটি বিদ্যমান প্রক্রিয়া এবং সমস্যাগুলোর উপর নতুন দৃষ্টিভঙ্গি দিয়ে শুরু হয় এবং তারপর নির্বাচিত দিকের দিকে শৃঙ্খলাবদ্ধভাবে অগ্রসর হওয়ার প্রয়োজন হয়।

নেতৃস্থানীয় সফটওয়্যার ডেভেলপার এবং অ্যাপ্লিকেশন ভেন্ডররা নির্মাণ শিল্পে পরিবর্তনের ইঞ্জিন হবে না, কারণ তাদের জন্য ডেটা-চালিত পদ্ধতি প্রতিষ্ঠিত ব্যবসায়িক মডেলের জন্য একটি হুমকি।

অন্যান্য শিল্পগুলি [নির্মাণ শিল্পের বিপরীতে, যেমন অটোমোবাইল শিল্প, ইতিমধ্যে মৌলিক এবং ধ্বংসাত্মক পরিবর্তনের সম্মুখীন হয়েছে এবং তাদের ডিজিটাল রূপান্তর ইতিমধ্যে পূর্ণ গতিতে চলছে। নির্মাণ কোম্পানিগুলিকে দ্রুত এবং দৃঢ়ভাবে কাজ করতে হবে। চতুর কোম্পানিগুলি বিশাল সুবিধা পাবে, যখন দ্বিধাগ্রস্তদের জন্য ঝুঁকিগুলি গুরুতর হবে। এই শিল্পে ডিজিটাল ফটোগ্রাফির দ্বারা সৃষ্ট বিপর্যয়টি মনে করুন [5]। বিশ্ব অর্থনৈতিক ফোরামের "ভবিষ্যৎ নির্মাণের গঠন" প্রতিবেদন, ২০১৬

যে কোম্পানিগুলি সময়মতো নতুন পদ্ধতির সুযোগ এবং সুবিধাগুলি উপলব্ধি করে, তারা একটি স্থায়ী প্রতিযোগিতামূলক সুবিধা অর্জন করতে সক্ষম হবে এবং বড় ভেন্ডরদের সিদ্ধান্তের উপর নির্ভর না করে বিকাশ এবং বৃদ্ধি পেতে সক্ষম হবে।

এটি আপনার সুযোগ কেবল তথ্যের ডিজিটলাইজেশনের আসন্ন বাড়তি সহ্য করার জন্য নয়, বরং এটি নিয়ন্ত্রণে নেওয়ার জন্যও। বইটিতে আপনি কেবল শিল্পের বর্তমান অবস্থার বিশ্লেষণই পাবেন না, বরং আপনার প্রক্রিয়া এবং আপনার ব্যবসার পুনঃবিবেচনা ও পুনর্গঠনের জন্য নির্দিষ্ট সুপারিশও পাবেন, যাতে আপনি নতুন নির্মাণ যুগে নেতা হতে পারেন এবং আপনার পেশাদার অভিজ্ঞতা বাড়াতে পারেন।

ডিজিটাল ভবিষ্যৎ নির্মাণের ক্ষেত্রে শুধুমাত্র নতুন প্রযুক্তি এবং সফটওয়্যার ব্যবহারের বিষয় নয়, বরং তথ্য এবং ব্যবসায়িক মডেলগুলির সাথে কাজ করার একটি মৌলিক পুনর্বিবেচনা।

আপনার কোম্পানি কি এই কৌশলগত পরিবর্তনের জন্য প্রস্তুত?

অধ্যায়সূচী

| | |
|--|----|
| ভূমিকা | 1 |
| অধ্যায়সূচী..... | 1 |
| I অংশ মাটির টেবিল থেকে ডিজিটাল বিপ্লব: নির্মাণে তথ্য কিভাবে বিবর্তিত হয়েছে..... | 2 |
| অধ্যায় 1.1. নির্মাণ শিল্পে তথ্য ব্যবহারের বিবর্তন | 3 |
| ডেটা যুগের জন্ম নির্মাণে..... | 3 |
| মাটি এবং প্যাপিরাস থেকে ডিজিটাল প্রযুক্তিতে | 3 |
| প্রক্রিয়া তথ্য দ্বারা পরিচালিত অভিজ্ঞতার একটি সরঞ্জাম। | 5 |
| নির্মাণ প্রক্রিয়ার তথ্যের ডিজিটাইজেশন | 7 |
| অধ্যায় 1.2. প্রবিধি ও ব্যবস্থাপনা প্রযুক্তি আধুনিক নির্মাণে | 11 |
| ডিজিটাল বিপ্লব এবং মডুলার MRP/ERP সিস্টেমের উদ্ভব | 11 |
| ডেটা ব্যবস্থাপনা সিস্টেম: ডেটা আহরণ থেকে ব্যবসায়িক সমস্যাগুলিতে | 13 |
| কর্পোরেট মাইসেলিয়াম: কীভাবে তথ্য ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলিতে সংযুক্ত হয়..... | 16 |
| অধ্যায় 1.3. ডিজিটাল বিপ্লব এবং ডেটার বিশ্লেষণ..... | 20 |
| ডেটার পরিমাণের বৃদ্ধির সূচনা: একটি বিবর্তনীয় তরঙ্গ..... | 20 |
| আধুনিক কোম্পানিতে উৎপন্ন ডেটার পরিমাণ | 22 |
| ডেটা সংরক্ষণের খরচ: অর্থনৈতিক দৃষ্টিকোণ..... | 23 |
| ডেটা সংগ্রহের সীমানা: ভর থেকে অর্থের দিকে | 25 |
| পরবর্তী পদক্ষেপ: ডেটার তত্ত্ব থেকে ব্যবহারিক পরিবর্তনের দিকে..... | 26 |
| II অংশ নির্মাণ ব্যবসা কিভাবে ডেটার বিশৃঙ্খলায় ডুবে যায়..... | 28 |
| অধ্যায় 2.1. ডেটার খণ্ডীকরণ এবং সিলো | 29 |
| যত বেশি সরঞ্জাম, তত বেশি কার্যকর ব্যবসা?..... | 29 |
| ডেটার সিলো এবং কোম্পানির কার্যকারিতায় তাদের প্রভাব | 31 |
| পুনরাবৃত্তি এবং ডেটার গুণগত মানের অভাব: বিচ্ছিন্নতার ফলস্বরূপ | 34 |
| HiPPo বা সিদ্ধান্ত গ্রহণে মতামতের বিপদ..... | 36 |
| ব্যবসায়িক প্রক্রিয়ার ক্রমাগত জটিলতা এবং গতিশীলতা বৃদ্ধি | 39 |
| চতুর্থ শিল্প বিপ্লব (ইন্ডাস্ট্রি 4.0) এবং পঞ্চম শিল্প বিপ্লব (ইন্ডাস্ট্রি 5.0) নির্মাণে..... | 42 |
| অধ্যায় 2.2. বিশৃঙ্খলাকে শৃঙ্খলায় রূপান্তর এবং জটিলতা হ্রাস..... | 45 |

| | |
|---|-----------|
| অতিরিক্ত কোড এবং বন্ধ সিস্টেম: উৎপাদনশীলতা বৃদ্ধির প্রতিবন্ধকতা..... | 45 |
| সিলো থেকে একক ডেটা স্টোরেজে..... | 47 |
| একীভূত সিস্টেমের সংরক্ষণ AI এজেন্ট ব্যবহারে সহায়তা করে..... | 48 |
| ডেটা সংগ্রহ থেকে সিদ্ধান্ত গ্রহণ: স্বয়ংক্রিয়তার পথে..... | 51 |
| পরবর্তী পদক্ষেপ: বিশৃঙ্খলাকে একটি পরিচালিত সিস্টেমে রূপান্তর..... | 53 |
| iii অংশ নির্মাণ ব্যবসায়িক প্রক্রিয়ায় ডেটার কাঠামো..... | 55 |
| অধ্যায় 3.1. নির্মাণে ডেটার প্রকারভেদ..... | 56 |
| নির্মাণ শিল্পে সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ ডেটার প্রকার..... | 56 |
| কাঠামোবদ্ধ ডেটা..... | 60 |
| সম্পর্কিত ডেটাবেস RDBMS এবং SQL প্রশ্নের ভাষা..... | 62 |
| ডেটাবেসে SQL প্রশ্ন এবং নতুন প্রবণতা..... | 64 |
| অ-কাঠামোবদ্ধ ডেটা..... | 66 |
| টেক্সট ডেটা: অ-কাঠামোবদ্ধ বিশৃঙ্খলা এবং কাঠামোর মধ্যে..... | 67 |
| অর্ধ-কাঠামোবদ্ধ এবং দুর্বল কাঠামোবদ্ধ ডেটা..... | 68 |
| জ্যামিতিক ডেটা এবং তাদের প্রয়োগ..... | 69 |
| CAD ডেটা: ডিজাইন থেকে ডেটা সংরক্ষণ..... | 72 |
| BIM (BOM) ধারণার উদ্ভব এবং প্রক্রিয়ায় CAD এর ব্যবহার..... | 75 |
| অধ্যায় 3.2. ডেটার একীকরণ এবং কাঠামোবদ্ধকরণ..... | 81 |
| নির্মাণ শিল্পে সিস্টেমে ডেটা পূরণ..... | 81 |
| ডেটার রূপান্তর: আধুনিক ব্যবসায়িক বিশ্লেষণের একটি গুরুত্বপূর্ণ ভিত্তি..... | 83 |
| ডেটার মডেল: ডেটার মধ্যে সম্পর্ক এবং উপাদানের মধ্যে সংযোগ..... | 87 |
| মালিকানাধীন ফরম্যাট এবং ডিজিটাল প্রক্রিয়াগুলিতে তাদের প্রভাব..... | 91 |
| খোলা ফরম্যাট ডিজিটলাইজেশনের প্রতি দৃষ্টিভঙ্গি পরিবর্তন করছে।..... | 95 |
| প্যারাডাইম পরিবর্তন: ওপেন সোর্স সফটওয়্যার ভেন্ডরদের আধিপত্যের যুগের সমাপ্তি..... | 96 |
| গঠনমূলক খোলা তথ্য: ডিজিটাল রূপান্তরের ভিত্তি..... | 98 |
| অধ্যায় 3.3. এলএলএম এবং তাদের ভূমিকা ডেটা প্রক্রিয়াকরণ এবং ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াসমূহে..... | 102 |
| এলএলএম চ্যাট: চ্যাটজিপিটি, ক্লামা, মিস্ট্রাল, ক্লড, ডীপসিক, কিউডব্লিউইএন, গ্রোক ডেটা প্রক্রিয়াকরণের স্বয়ংক্রিয়করণের জন্য।..... | 102 |
| বৃহৎ ভাষা মডেল LLM: এটি কীভাবে কাজ করে..... | 103 |
| স্থানীয় LLM ব্যবহার কোম্পানির সংবেদনশীল তথ্যের জন্য..... | 106 |
| কোম্পানিতে কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তার সম্পূর্ণ নিয়ন্ত্রণ এবং কিভাবে নিজস্ব LLM স্থাপন করবেন।..... | 108 |

| | |
|--|------------|
| RAG: কর্পোরেট ডেটার অ্যাক্সেস সহ বুদ্ধিমান LLM-সহায়ক | 110 |
| অধ্যায় 3.4. আইডিই LLM সমর্থন সহ এবং প্রোগ্রামিংয়ে ভবিষ্যৎ পরিবর্তনসমূহ..... | 112 |
| আইডিই নির্বাচন: এলএলএম পরীক্ষামূলক কার্যক্রম থেকে ব্যবসায়িক সমাধানে..... | 112 |
| আইডিই যা এলএলএম সমর্থন করে এবং প্রোগ্রামিংয়ে ভবিষ্যৎ পরিবর্তনসমূহ। | 114 |
| পাইথন প্যান্ডাস: তথ্য ব্যবস্থাপনার জন্য অপরিহার্য সরঞ্জাম | 115 |
| ডেটাফ্রেম: সার্বজনীন টেবিলের তথ্যের ফরম্যাট | 119 |
| পরবর্তী পদক্ষেপ: একটি স্থায়ী ডেটা কাঠামো তৈরি করা | 122 |
| IV অংশ ডেটার গুণমান: সংগঠন, কাঠামো, মডেলিং | 124 |
| অধ্যায় 4.1. ডেটা রূপান্তরিত করা কাঠামোবদ্ধ ফরম্যাটে | 125 |
| ডকুমেন্ট, পিডিএফ, ছবি এবং টেক্সটকে কাঠামোবদ্ধ ফরম্যাটে রূপান্তর করার জন্য আমরা শিখছি।..... | 125 |
| পিডিএফ-ডকুমেন্টকে টেবিলে রূপান্তরের উদাহরণ | 126 |
| জেপিইজি, পিএনজি চিত্রের রূপান্তরকে কাঠামোগত আকারে। | 130 |
| পাঠ্য ডেটাকে কাঠামোগত রূপে রূপান্তর করা..... | 133 |
| CAD (BIM) ডেটার কাঠামোগত রূপে রূপান্তর..... | 136 |
| ক্যাড সমাধানের ভেদুরা কাঠামোবদ্ধ ডেটাতে স্থানান্তরিত হচ্ছে।..... | 141 |
| অধ্যায় 4.2. শ্রেণীবিভাগ এবং একীকরণ: নির্মাণ তথ্যের একটি একক ভাষা..... | 144 |
| সিদ্ধান্ত গ্রহণের গতি তথ্যের গুণগত মানের উপর নির্ভর করে। | 144 |
| ডেটার মানকরণ এবং একীকরণ..... | 145 |
| ডিজিটাল সামঞ্জস্যের শুরু হয় প্রয়োজনীয়তা থেকে। | 148 |
| একক নির্মাণ ভাষা: ডিজিটাল রূপান্তরে শ্রেণীবিভাগকারীদের ভূমিকা..... | 150 |
| মাস্টারফরম্যাট, ওমনিব্লাস, ইউনিব্লাস এবং কো ব্লাস: শ্রেণীবিভাগের সিস্টেমের বিবর্তন | 153 |
| অধ্যায় 4.3. ডেটা মডেলিং এবং উন্নত অভিজ্ঞতা কেন্দ্র | 157 |
| ডেটা মডেলিং: ধারণাগত, যৌক্তিক এবং শারীরিক মডেল | 157 |
| ডেটার ব্যবহারিক মডেলিং নির্মাণের প্রেক্ষাপটে..... | 161 |
| এলএলএম ব্যবহার করে ডেটাবেস তৈরি করা | 163 |
| ডেটা মডেলিংয়ের জন্য কেন্দ্রের উৎকর্ষতা (CoE)..... | 165 |
| অধ্যায় 4.4. প্রয়োজনীয়তার সিস্টেম্যাটাইজেশন এবং তথ্যের বৈধতা | 168 |
| প্রয়োজনীয়তা সংগ্রহ এবং বিশ্লেষণ: যোগাযোগকে কাঠামোবদ্ধ ডেটায় রূপান্তর | 168 |
| প্রক্রিয়ার ব্লক-স্কিমা এবং ধারণাগত স্কিমার কার্যকারিতা..... | 172 |
| কাঠামোবদ্ধ প্রয়োজনীয়তা এবং নিয়মিত প্রকাশনা RegEx | 174 |

| | |
|--|------------|
| যাচাইকরণ প্রক্রিয়ার জন্য তথ্য সংগ্রহ..... | 179 |
| তথ্য যাচাইকরণ এবং যাচাইকরণের ফলাফল..... | 181 |
| যাচাইকরণের ফলাফলের ভিজ্যুয়লাইজেশন..... | 186 |
| মানব জীবনের প্রয়োজনের সাথে তথ্যের গুণগত যাচাইকরণের তুলনা..... | 188 |
| পরবর্তী পদক্ষেপ: তথ্যকে সঠিক হিসাব এবং পরিকল্পনায় রূপান্তর করা..... | 190 |
| v অংশ খরচ এবং সময়ের হিসাব: নির্মাণ প্রক্রিয়ায় তথ্যের বাস্তবায়ন..... | 192 |
| অধ্যায় 5.1. নির্মাণ প্রকল্পের খরচ এবং বাজেটের হিসাব..... | 193 |
| নির্মাণের মৌলিক বিষয়: পরিমাণ, খরচ এবং সময়ের মূল্যায়ন | 193 |
| প্রকল্পের বাজেটের হিসাবের পদ্ধতি | 194 |
| নির্মাণে বাজেট এবং হিসাবের জন্য সম্পদ ভিত্তিক পদ্ধতি | 195 |
| নির্মাণ সম্পদের ডেটাবেস: নির্মাণ সামগ্রী এবং কাজের ক্যাটালগ..... | 195 |
| সম্পদ ভিত্তির উপর ভিত্তি করে কাজের খরচের হিসাব এবং বাজেট তৈরি..... | 197 |
| প্রকল্পের চূড়ান্ত খরচের হিসাব: বাজেট থেকে বাজেট | 202 |
| অধ্যায় 5.2. পরিমাণ গ্রহণ এবং স্বয়ংক্রিয় বাজেট এবং ক্যালেন্ডার পরিকল্পনার তৈরি..... | 206 |
| 3D থেকে 4D এবং 5D তে স্থানান্তর: ভলিউম এবং পরিমাণগত প্যারামিটারগুলির ব্যবহার..... | 206 |
| 5D এর বৈশিষ্ট্য এবং CAD থেকে বৈশিষ্ট্যের ভলিউম প্রাপ্তি..... | 206 |
| QTO পরিমাণ গ্রহণ: বৈশিষ্ট্য অনুযায়ী প্রকল্পের তথ্যের গ্রুপিং..... | 210 |
| কাঠামোবদ্ধ তথ্য এবং LLM ব্যবহার করে QTO এর স্বয়ংক্রিয়করণ | 215 |
| Excel টেবিলের জন্য নিয়ম ব্যবহার করে প্রকল্পের QTO হিসাব..... | 218 |
| অধ্যায় 5.3. 4D, 6D-8D এবং CO ₂ নির্গমনের হিসাব | 225 |
| 4D মডেল: নির্মাণ বাজেটে সময়ের সংহতি | 225 |
| নির্মাণের সময়সূচী এবং বাজেটের তথ্যের ভিত্তিতে এর স্বয়ংক্রিয়করণ | 226 |
| 6D-8D এর সম্প্রসারিত বৈশিষ্ট্য স্তর: শক্তি দক্ষতা থেকে নিরাপত্তা নিশ্চিতকরণ | 228 |
| CO ₂ মূল্যায়ন এবং নির্মাণ প্রকল্পে কার্বন ডাই অক্সাইডের নির্গমনের হিসাব..... | 231 |
| অধ্যায় 5.4. নির্মাণ ERP এবং PMIS সিস্টেম..... | 235 |
| নির্মাণ ERP সিস্টেমের উদাহরণ হিসেবে হিসাব এবং বাজেট..... | 235 |
| PMIS: ERP এবং নির্মাণ সাইটের মধ্যে মধ্যবর্তী লিঙ্ক | 240 |
| স্পেকুলেশন, লাভ, বন্ধুত্ব এবং স্বচ্ছতার অভাব ERP এবং PMIS-এ..... | 241 |
| বন্ধ ERP/PMIS এর যুগের সমাপ্তি: নির্মাণ শিল্পের নতুন পদ্ধতির প্রয়োজন | 243 |
| পরবর্তী পদক্ষেপ: প্রকল্পের তথ্যের কার্যকর ব্যবহার..... | 245 |

| | | |
|----------------|--|------------|
| VI অংশ | CAD এবং BIM: মার্কেটিং, বাস্তবতা এবং নির্মাণে প্রকল্পের তথ্যের ভবিষ্যৎ..... | 248 |
| অধ্যায় 6.1. | নির্মাণ শিল্পে BIM ধারণার উদ্ভব..... | 249 |
| | CAD বিক্রেতাদের মার্কেটিং ধারণা হিসেবে BIM এবং ওপেন BIM এর ইতিহাস..... | 249 |
| | BIM এর বাস্তবতা: একীভূত ডেটাবেসের পরিবর্তে বন্ধ মডুলার সিস্টেম..... | 252 |
| | নির্মাণ শিল্পে ওপেন ফরম্যাট IFC এর উদ্ভব..... | 253 |
| | জ্যামিতিক কোরের উপর IFC ফরম্যাটের নির্ভরতা সমস্যা..... | 256 |
| | নির্মাণে সেমান্টিক্স এবং অন্টোলজির বিষয়ের উদ্ভব..... | 258 |
| | কেন নির্মাণে সেমান্টিক প্রযুক্তিগুলি প্রত্যাশা পূরণ করতে ব্যর্থ হয়..... | 260 |
| অধ্যায় 6.2. | প্রকল্পের বন্ধ ফরম্যাট এবং আন্তঃঅপারেবিলিটির সমস্যা..... | 264 |
| | বন্ধ ডেটা এবং পতনশীল উৎপাদনশীলতা: CAD (BIM) শিল্পের এক অচলাবস্থা..... | 264 |
| | CAD সিস্টেমগুলির মধ্যে আন্তঃঅপারেবিলিটির মিথ..... | 266 |
| | USD এবং গ্রানুলেটেড ডেটায় স্থানান্তর..... | 270 |
| অধ্যায় 6.3. | নির্মাণে জ্যামিতি: লাইন থেকে ঘনমিটার পর্যন্ত..... | 274 |
| | যখন লাইনগুলি অর্থে রূপান্তরিত হয় বা নির্মাতাদের জন্য জ্যামিতির প্রয়োজনীয়তা..... | 274 |
| | লাইন থেকে ভলিউমে: কিভাবে এলাকা এবং ভলিউম ডেটায় পরিণত হয়..... | 274 |
| | MESH, USD এবং পলিগনগুলিতে স্থানান্তর: জ্যামিতির জন্য টেসেলেশন ব্যবহার..... | 276 |
| | LOD, LOI, LOMD - CAD (BIM) এ বিশদ শ্রেণীবিভাগের একটি অনন্য শ্রেণীবিভাগ..... | 278 |
| | CAD (BIM) এর নতুন মান - AIA, BEP, IDS, LOD, COBie..... | 281 |
| অধ্যায় 6.4. | প্রকল্পের প্যারামিটারাইজেশন এবং CAD এর সাথে কাজ করার জন্য LLM এর ব্যবহার..... | 285 |
| | CAD (BIM) এর ডেটার অনন্যতার মাপ: বিশ্লেষণ এবং ওপেন ফরম্যাটের দিকে যাত্রা..... | 285 |
| | প্যারামিটার দ্বারা ডিজাইন: CAD এবং BIM এর ভবিষ্যৎ..... | 288 |
| | প্রকল্পের CAD ডেটা প্রক্রিয়াকরণের প্রক্রিয়ায় LLM এর উদ্ভব..... | 291 |
| | LLM এবং Pandas এর সাথে DWG ফাইলের স্বয়ংক্রিয় বিশ্লেষণ..... | 294 |
| | পরবর্তী পদক্ষেপ: বন্ধ ফরম্যাট থেকে ওপেন ডেটায় স্থানান্তর..... | 300 |
| VII অংশ | ডেটা ভিত্তিক সিদ্ধান্ত গ্রহণ, বিশ্লেষণ, স্বয়ংক্রিয়তা এবং মেশিন লার্নিং..... | 302 |
| অধ্যায় 7.1. | ডেটা বিশ্লেষণ এবং ডেটা ভিত্তিক সিদ্ধান্ত গ্রহণ..... | 303 |
| | সিদ্ধান্ত গ্রহণে ডেটা একটি সম্পদ..... | 303 |
| | ডেটার ভিজুয়লাইজেশন: বোঝার এবং সিদ্ধান্ত গ্রহণের চাবিকাঠি..... | 306 |
| | কার্যকারিতা সূচক KPI এবং ROI..... | 308 |
| | তথ্য প্যানেল এবং ড্যাশবোর্ড: কার্যকর ব্যবস্থাপনার জন্য সূচকগুলির ভিজুয়লাইজেশন..... | 310 |

| | |
|--|------------|
| ডেটা বিশ্লেষণ এবং প্রশ্ন করার শিল্প | 312 |
| অধ্যায় 7.2. ডেটার প্রবাহ হাতের কাজ ছাড়াই: ETL কেন প্রয়োজন..... | 315 |
| ETL স্বয়ংক্রিয়করণ: খরচ কমানো এবং ডেটার সাথে কাজের গতি বাড়ানো | 315 |
| ETL Extract: ডেটা সংগ্রহ..... | 318 |
| ETL Transform: যাচাইকরণ এবং রূপান্তরের নিয়ম প্রয়োগ..... | 321 |
| ETL Load: ফলাফলগুলির ভিজুয়লাইজেশন চার্ট এবং গ্রাফের মাধ্যমে | 324 |
| ETL Load: স্বয়ংক্রিয়ভাবে PDF ডকুমেন্ট তৈরি | 329 |
| ETL Load: FPDF দিয়ে ডকুমেন্টের স্বয়ংক্রিয় জেনারেশন | 330 |
| ETL Load: রিপোর্ট তৈরি এবং অন্যান্য সিস্টেমে লোড করা..... | 334 |
| LLM এর মাধ্যমে ETL: PDF ডকুমেন্ট থেকে ডেটার ভিজুয়লাইজেশন | 335 |
| অধ্যায় 7.3. স্বয়ংক্রিয় ETL পাইপলাইন | 340 |
| পাইপলাইন: স্বয়ংক্রিয় ETL ডেটা পাইপলাইন | 340 |
| LLM এর মাধ্যমে পাইপলাইন-ETL ডেটা যাচাইকরণ প্রক্রিয়া | 343 |
| পাইপলাইন-ETL: CAD (BIM) প্রকল্পের উপাদানের তথ্য এবং ডেটা যাচাইকরণ..... | 346 |
| অধ্যায় 7.4. ETL এবং কাজের প্রক্রিয়ার অর্কেস্ট্রেশন: ব্যবহারিক সমাধান | 352 |
| DAG এবং Apache Airflow: কাজের প্রক্রিয়া স্বয়ংক্রিয়করণ এবং অর্কেস্ট্রেশন..... | 352 |
| Apache Airflow: ETL স্বয়ংক্রিয়করণের জন্য ব্যবহারিক প্রয়োগ | 353 |
| ডেটা রাউটিং এবং রূপান্তরের জন্য Apache NiFi..... | 357 |
| n8n লো-কোড, নো-কোড প্রক্রিয়া অর্কেস্ট্রেশন..... | 358 |
| পরবর্তী পদক্ষেপ: হাতে কাজ থেকে বিশ্লেষণ ভিত্তিক সমাধানে স্থানান্তর | 361 |
| VIII অংশ নির্মাণে ডেটা সংরক্ষণ এবং ব্যবস্থাপনা..... | 363 |
| অধ্যায় 8.1. তথ্য অবকাঠামো: সংরক্ষণ ফরম্যাট থেকে ডিজিটাল স্টোরেজ পর্যন্ত..... | 364 |
| ডেটার পরমাণু: তথ্য ব্যবস্থাপনার কার্যকর ভিত্তি..... | 364 |
| তথ্য সংরক্ষণ: ফাইল বা ডেটা..... | 365 |
| বড় ডেটা সংরক্ষণ: জনপ্রিয় ফরম্যাটের বিশ্লেষণ এবং তাদের কার্যকারিতা | 367 |
| Apache Parquet দিয়ে ডেটা সংরক্ষণের অর্কিটাইজেশন | 370 |
| DWH: ডেটা ওয়্যারহাউস সংরক্ষণাগার..... | 372 |
| ডেটা লেক - ETL থেকে ELT এর বিবর্তন: ঐতিহ্যগত পরিষ্কারকরণ থেকে নমনীয় প্রক্রিয়াকরণের দিকে..... | 374 |
| ডেটা লেকহাউসের স্থাপত্য: সংরক্ষণাগার এবং ডেটা লেকের সহযোগিতা | 376 |
| CDE, PMIS, ERP অথবা DWH এবং ডেটা লেক..... | 379 |

| | |
|---|------------|
| অধ্যায় 8.2. ডেটা সংরক্ষণ ব্যবস্থাপনা এবং বিশৃঙ্খলা প্রতিরোধ..... | 382 |
| ভেক্টর ডেটাবেস এবং বাউন্ডিং বক্স..... | 382 |
| ডেটা গভর্নেন্স, ডেটা মিনিমালিজম এবং ডেটা সোয়াম্প..... | 385 |
| DataOps এবং VectorOps: ডেটার সাথে কাজের নতুন মান..... | 388 |
| পরবর্তী পদক্ষেপ: বিশৃঙ্খল সংরক্ষণ থেকে কাঠামোগত সংরক্ষণে..... | 390 |
| ix অংশ বড় ডেটা, মেশিন লার্নিং এবং পূর্বাভাস..... | 392 |
| অধ্যায় 9.1. বড় ডেটা এবং তাদের বিশ্লেষণ..... | 393 |
| বৃহৎ তথ্য নির্মাণে: অন্তর্দৃষ্টি থেকে পূর্বাভাসযোগ্যতায়..... | 393 |
| বড় ডেটার প্রয়োজনীয়তা: সম্পর্ক, পরিসংখ্যান এবং ডেটা স্যাম্পলিং।..... | 394 |
| বৃহৎ তথ্য: সান ফ্রান্সিসকোর এক মিলিয়ন নির্মাণ অনুমতির ডেটাসেটের তথ্য বিশ্লেষণ..... | 397 |
| বড় ডেটার উদাহরণ CAD (BIM) ডেটার ভিত্তিতে।..... | 402 |
| আইওটি (ইন্টারনেট অব থিংস) এবং স্মার্ট কন্ট্রোল।..... | 406 |
| অধ্যায় 9.2. যন্ত্র শিক্ষা এবং পূর্বাভাস..... | 410 |
| যন্ত্র শিক্ষণ এবং কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা আমাদের নির্মাণের পদ্ধতিকে পরিবর্তন করবে।..... | 410 |
| সাবজেক্টিভ মূল্যায়ন থেকে পরিসংখ্যানগত পূর্বাভাসে..... | 412 |
| টাইটানিক ডেটাসেট: ডেটা বিশ্লেষণ এবং বিগ ডেটার জগতে হ্যালো ওয়ার্ল্ড..... | 414 |
| মেশিন লার্নিং কার্যকরী: টাইটানিকের যাত্রীদের থেকে প্রকল্প ব্যবস্থাপনা পর্যন্ত..... | 419 |
| ঐতিহাসিক তথ্যের ভিত্তিতে পূর্বাভাস এবং পূর্বাভাস..... | 423 |
| যন্ত্র শেখার মূল ধারণাসমূহ..... | 425 |
| অধ্যায় 9.3. মেশিন লার্নিংয়ের মাধ্যমে খরচ এবং সময়ের পূর্বাভাস।..... | 428 |
| যন্ত্র শেখার ব্যবহার উদাহরণ প্রকল্পের মূল্য এবং সময়সীমা নির্ধারণের জন্য।..... | 428 |
| প্রকল্পের মূল্য এবং সময়ের পূর্বাভাস লিনিয়ার রিগ্রেশন ব্যবহার করে..... | 430 |
| প্রকল্পের মূল্য এবং সময়ের পূর্বাভাস k-nearest neighbor (k-NN) অ্যালগরিদমের মাধ্যমে।..... | 433 |
| পরবর্তী পদক্ষেপ: সংরক্ষণ থেকে বিশ্লেষণ এবং পূর্বাভাসে।..... | 437 |
| x অংশ ডিজিটাল ডেটার যুগে নির্মাণ শিল্প। সুযোগ এবং চ্যালেঞ্জ।..... | 440 |
| অধ্যায় 10.1. অবস্থানের কৌশল: প্রতিযোগিতামূলক সুবিধার গঠন..... | 441 |
| সম্বন্ধের পরিবর্তে হিসাব: নির্মাণ বিশ্লেষণের ভবিষ্যৎ..... | 441 |
| ডেটা-চালিত পদ্ধতি নির্মাণে: নতুন স্তরের অবকাঠামো..... | 444 |
| নতুন প্রজন্মের ডিজিটাল অফিস: কিভাবে এআই কর্মক্ষেত্রে পরিবর্তন করছে..... | 446 |
| খোলা তথ্য এবং উবারাইজেশন - এটি বিদ্যমান নির্মাণ ব্যবসার জন্য একটি হুমকি।..... | 448 |

| | |
|--|------------|
| অবসানহীন সমস্যা উবারাইজেশন হিসেবে সময়ের ব্যবহারকে রূপান্তরের জন্য শেষ সুযোগ।..... | 451 |
| অধ্যায় 10.2. ডেটা-ভিত্তিক পদ্ধতি বাস্তবায়নের জন্য ব্যবহারিক নির্দেশিকা..... | 456 |
| তত্ত্ব থেকে বাস্তবায়ন: নির্মাণ ক্ষেত্রে ডিজিটাল রূপান্তরের রোডম্যাপ..... | 458 |
| ডিজিটাল ভিত্তি স্থাপন: ডিজিটাল পরিপক্বতার ১-৫ ধাপ..... | 458 |
| ডেটার সম্ভাবনা উন্মোচন: ডিজিটাল পরিপক্বতার ৫-১০টি পদক্ষেপ..... | 462 |
| রূপান্তরের রোডম্যাপ: বিশৃঙ্খলা থেকে ডেটা-চালিত কোম্পানিতে..... | 469 |
| শিল্প ৫.০-এ নির্মাণ: কিভাবে উপার্জন করবেন, যখন আর গোপন রাখা সম্ভব নয়..... | 472 |
| উপসংহার..... | 474 |
| লেখকের সম্পর্কে..... | 477 |
| প্রতিক্রিয়া..... | 478 |
| অনুবাদের মন্তব্য..... | 478 |
| অন্যান্য দক্ষতা এবং ধারণাসমূহ..... | 479 |
| শব্দকোষ..... | 483 |
| সাহিত্য তালিকা এবং অনলাইন উপকরণ..... | 490 |
| বিষয়সূচী সূচক..... | 507 |

মুদ্রিত সংস্করণের সর্বাধিক সুবিধা

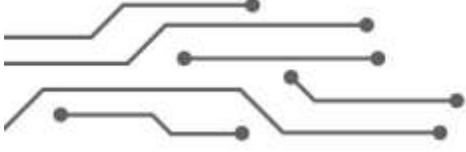
আপনি Data-Driven Construction এর একটি বিনামূল্যের ডিজিটাল সংস্করণ হাতে রেখেছেন। উপকরণগুলির দ্রুত অ্যাক্সেস এবং আরও সুবিধাজনক কাজের জন্য, মুদ্রিত সংস্করণের দিকে মনোযোগ দেওয়ার সুপারিশ করা হচ্ছে:



- সবসময় হাতের কাছে: মুদ্রিত ফরম্যাটের বই একটি নির্ভরযোগ্য কাজের সরঞ্জাম হবে, যা যেকোনো কাজের পরিস্থিতিতে প্রয়োজনীয় ভিজ্যুয়ালাইজেশন এবং স্কিমগুলি দ্রুত খুঁজে পেতে এবং ব্যবহার করতে সক্ষম করবে
- চিত্রের উচ্চ মান: মুদ্রিত সংস্করণে সমস্ত চিত্র এবং গ্রাফ সর্বাধিক মানের সাথে উপস্থাপিত হয়েছে
- তথ্যের দ্রুত অ্যাক্সেস: সুবিধাজনক নেভিগেশন, নোট নেওয়ার, বুকমার্ক করার এবং যেকোনো স্থানে বইয়ের সাথে কাজ করার সম্ভাবনা।

বইয়ের পূর্ণ মুদ্রিত সংস্করণ ক্রয় করে, আপনি তথ্যের সাথে আরামদায়ক এবং কার্যকরী কাজের জন্য একটি সুবিধাজনক সরঞ্জাম পান: দৈনন্দিন কাজগুলিতে ভিজ্যুয়াল উপকরণগুলি দ্রুত ব্যবহার করার সম্ভাবনা, প্রয়োজনীয় স্কিমগুলি দ্রুত খুঁজে পাওয়া এবং নোট নেওয়া। তাছাড়া, আপনার ক্রয় মুক্ত জ্ঞানের প্রচারকে সমর্থন করে।

বইয়ের মুদ্রিত সংস্করণ অর্ডার করতে পারেন: datadrivenconstruction.io/books



| অংশ

মাটির টেবিল থেকে ডিজিটাল বিপ্লব: নির্মাণে তথ্য কিভাবে বিবর্তিত হয়েছে

বইয়ের প্রথম অংশে নির্মাণ শিল্পে তথ্য ব্যবস্থাপনার ঐতিহাসিক বিবর্তন নিয়ে আলোচনা করা হয়েছে – প্রাথমিক শারীরিক রেকর্ড থেকে আধুনিক ডিজিটাল ইকোসিস্টেম পর্যন্ত। তথ্য ব্যবস্থাপনার প্রযুক্তির রূপান্তর, ERP সিস্টেমের উদ্ভব এবং তথ্যের খণ্ডীকরণের ব্যবসায়িক প্রক্রিয়ার কার্যকারিতার উপর প্রভাব বিশ্লেষণ করা হয়েছে। তথ্যের ডিজিটাইজেশনের প্রক্রিয়া এবং বিষয়গত বিশেষজ্ঞ মূল্যায়নের পরিবর্তে অবজেক্টিভ বিশ্লেষণের ক্রমবর্ধমান গুরুত্বের প্রতি বিশেষ মনোযোগ দেওয়া হয়েছে। আধুনিক নির্মাণ শিল্পের সম্মুখীন হওয়া তথ্যের পরিমাণের এক্সপোনেনশিয়াল বৃদ্ধির বিস্তারিত আলোচনা করা হয়েছে এবং কর্পোরেট সিস্টেমের জন্য সম্পর্কিত চ্যালেঞ্জগুলি। চতুর্থ এবং পঞ্চম শিল্প বিপ্লবের প্রেক্ষাপটে নির্মাণ শিল্পের অবস্থান এবং কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা ও ডেটা-কেন্দ্রিক পদ্ধতির ব্যবহার করে টেকসই প্রতিযোগিতামূলক সুবিধা তৈরির সম্ভাবনাও গবেষণা করা হয়েছে।

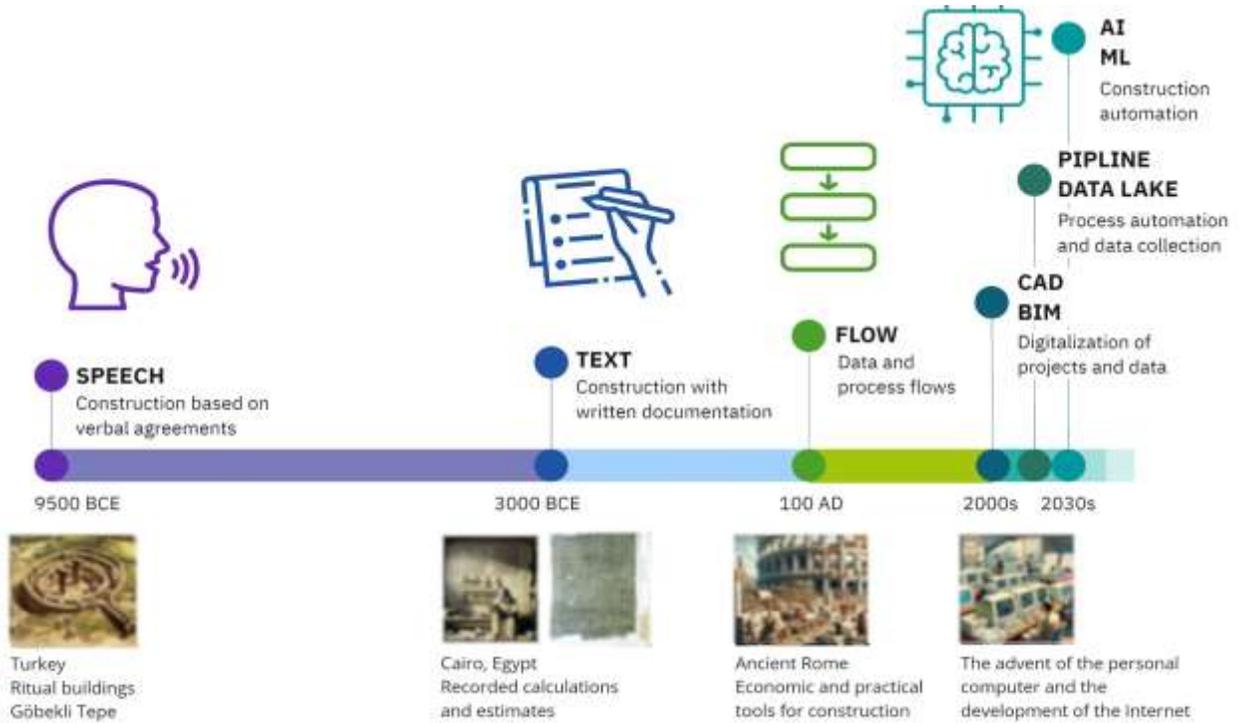
অধ্যায় 1.1.

নির্মাণ শিল্পে তথ্য ব্যবহারের বিবর্তন

ডেটা যুগের জন্ম নির্মাণে

প্রায় ১০,০০০ বছর আগে, নেওলিথিক যুগে, মানবজাতি তাদের উন্নয়নে একটি বিপ্লবী পরিবর্তন ঘটিয়েছিল, যাযাবর জীবনযাপন ত্যাগ করে স্থায়ী বসবাসের দিকে অগ্রসর হয়, যা প্রথম প্রাথমিক নির্মাণগুলির উদ্ভব ঘটায় মাটি, কাঠ এবং পাথরের তৈরি [6]। এই মুহূর্ত থেকেই নির্মাণ শিল্পের ইতিহাস শুরু হয়।

সভ্যতার বিকাশের সাথে সাথে স্থাপত্য আরও জটিল হয়ে উঠছিল, যা প্রথম ধর্মীয় মন্দির এবং জনসাধারণের ভবনের উদ্ভব ঘটায়। স্থাপত্য প্রকল্পগুলির জটিলতা প্রকৌশলী এবং প্রাচীন ব্যবস্থাপকদের প্রথম রেকর্ড এবং হিসাব তৈরি করতে বাধ্য করেছিল। মাটির টেবিল এবং প্যাপিরাসে প্রথম রেকর্ডগুলি প্রায়শই প্রয়োজনীয় নির্মাণ সামগ্রীর পরিমাণ, তাদের খরচ এবং সম্পন্ন কাজের জন্য অর্থের হিসাবের যুক্তি বর্ণনা করেছিল [7]। এভাবেই নির্মাণে তথ্য ব্যবহারের যুগ শুরু হয় – আধুনিক ডিজিটাল প্রযুক্তির উদ্ভবের অনেক আগে (চিত্র 1.11)।



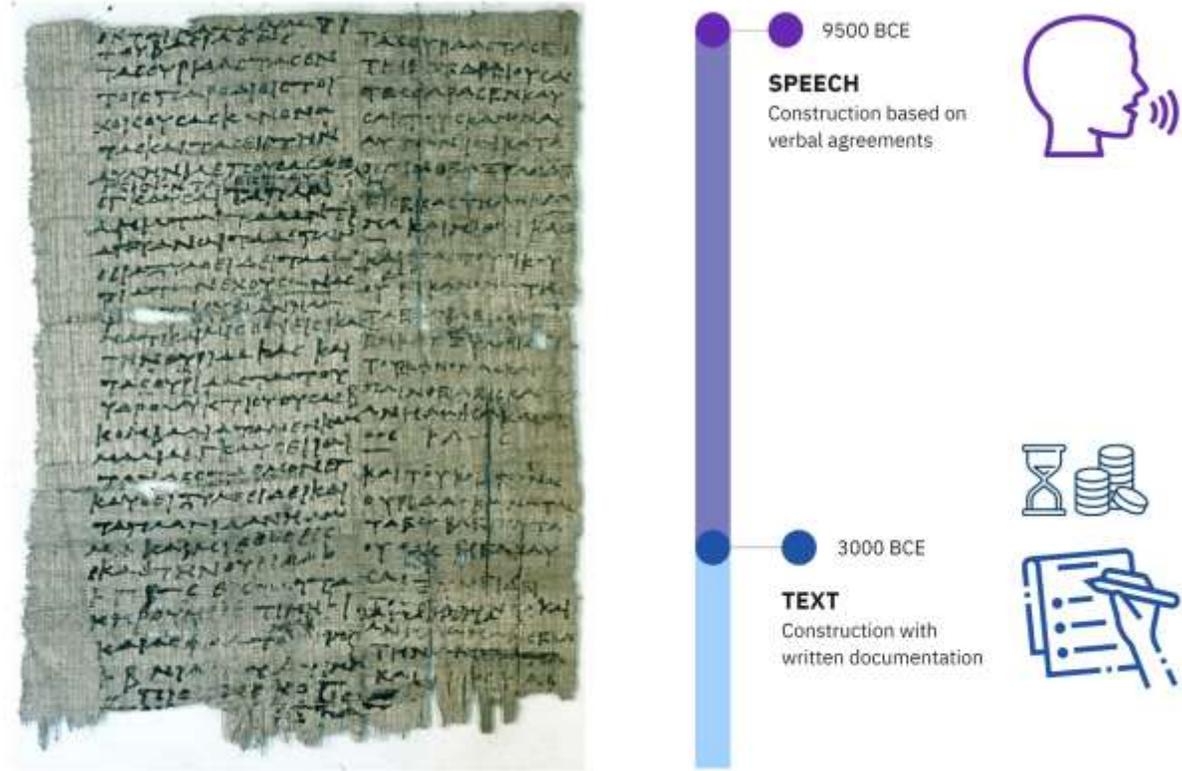
চিত্র ১.১১ নির্মাণে তথ্য প্রযুক্তির উন্নয়নের সময়রেখা: মৌখিক তথ্য থেকে কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা পর্যন্ত /

মাটি এবং প্যাপিরাস থেকে ডিজিটাল প্রযুক্তিতে

নির্মাণে প্রথম নথিভুক্ত প্রমাণগুলি পিরামিড নির্মাণের সময়কাল, প্রায় ৩০০০-৪০০০ খ্রিস্টপূর্বাব্দের দিকে। সেই সময়

থেকে লিখিত রেকর্ডগুলি নির্মাণ শিল্পে অগ্রগতিকে সহজতর এবং সহায়তা করেছে, যা ১০,০০০ বছরেরও বেশি সময় ধরে নির্মাণ পদ্ধতি এবং স্থাপত্যে উল্লেখযোগ্য উদ্ভাবনের দিকে নিয়ে গেছে।

নির্মাণে প্রথম শারীরিক মাধ্যমগুলির ব্যবহার, যেমন মাটির টেবিল, হাজার বছরের পুরনো প্যাপিরাস বা ১৯৮০-এর দশকের “এ০” আকারের কাগজ, তথ্য রেকর্ড করার জন্য মূলত নতুন প্রকল্পগুলিতে এই তথ্যের প্রয়োগের উদ্দেশ্যে ছিল না। এই রেকর্ডগুলির মূল লক্ষ্য ছিল প্রকল্পের বর্তমান অবস্থার বিস্তারিত বর্ণনা, প্রয়োজনীয় উপকরণের হিসাব এবং কাজের খরচ অন্তর্ভুক্ত করা। একইভাবে, আধুনিক বিশ্বে ডিজিটাল প্রকল্পের তথ্য এবং মডেলগুলির উপস্থিতি ভবিষ্যতের প্রকল্পগুলিতে তাদের প্রয়োগের গ্যারান্টি দেয় না এবং প্রায়শই নির্মাণের প্রয়োজনীয় উপকরণের হিসাব এবং খরচের তথ্য হিসেবে কাজ করে।



চিত্র ১.১২ খ্রিস্টপূর্ব ৩ শতকের প্যাপিরাস, যা রাজকীয় প্রাসাদের বিভিন্ন ধরনের জানালার রঙের খরচ বর্ণনা করে এনকাউস্টিক প্রযুক্তি ব্যবহার করে।

মানবজাতির প্রায় ৫,০০০ বছর সময় লেগেছিল মৌখিক কথোপকথন থেকে লিখিত নথিতে নির্মাণ প্রকল্পের ব্যবস্থাপনায় স্থানান্তরিত হতে, এবং একই সময় লেগেছিল কাগজের মাধ্যম থেকে ডিজিটাল তথ্যের দিকে, যা পরিকল্পনা এবং নিয়ন্ত্রণের মূল সম্পদ।

যেমন বাণিজ্যিক এবং অর্থনৈতিক সম্পর্কের উন্নয়ন লিখিত ভাষার এবং প্রথম আইনজীবীদের আবির্ভাবকে উত্সাহিত করেছিল, যারা বিতর্কিত বিষয়গুলি সমাধান করেছিল, তেমনি নির্মাণে উপকরণের খরচ এবং কাজের পরিমাণের প্রথম রেকর্ডগুলি নির্মাণ শিল্পে প্রথম ব্যবস্থাপকদের আবির্ভাবের দিকে নিয়ে গিয়েছিল, যাদের দায়িত্ব ছিল নথিবদ্ধকরণ,

পর্যবেক্ষণ এবং প্রকল্পের সময়সীমা এবং খরচের মূল তথ্যের জন্য দায়িত্ব পালন করা।

আজকের দিনে তথ্য অনেক বেশি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে: তারা কেবল গৃহীত সিদ্ধান্তগুলি নথিভুক্ত করে না, বরং ভবিষ্যতের পূর্বাভাস এবং মডেলিংয়ের একটি সরঞ্জাম হয়ে ওঠে। এই ভিত্তির উপর আধুনিক প্রকল্প ব্যবস্থাপনায় প্রক্রিয়াগত দৃষ্টিভঙ্গি গড়ে ওঠে – সংগৃহীত অভিজ্ঞতাকে একটি সিদ্ধান্ত গ্রহণের ব্যবস্থায় রূপান্তরিত করা, যা কাঠামোবদ্ধ এবং যাচাইকৃত তথ্যের উপর ভিত্তি করে।

প্রক্রিয়া তথ্য দ্বারা পরিচালিত অভিজ্ঞতার একটি সরঞ্জাম।

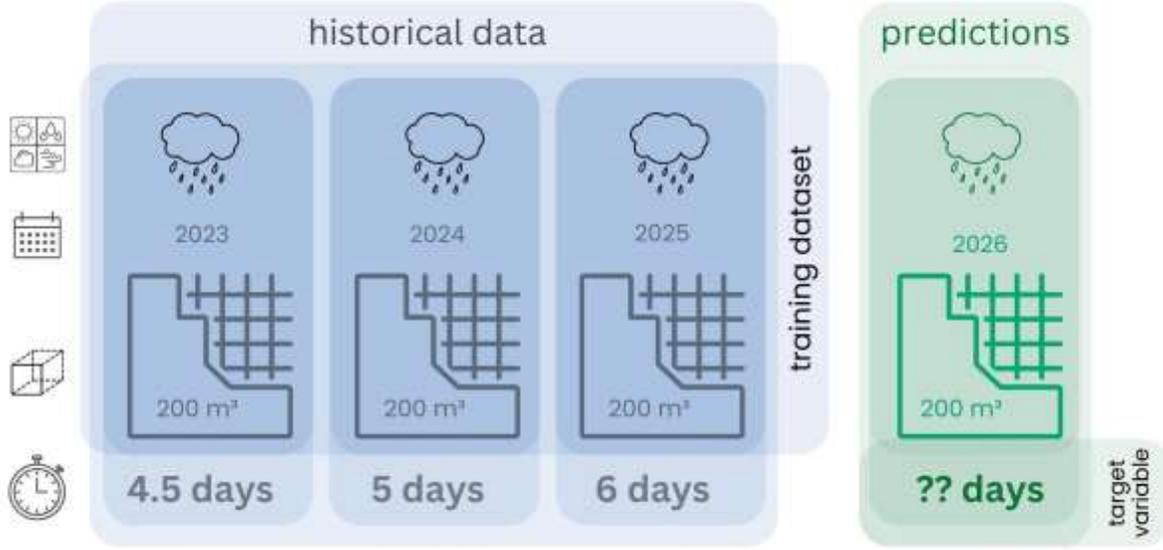
যেকোনো প্রক্রিয়ার ভিত্তিতে অতীতের অভিজ্ঞতাকে ভবিষ্যতের পরিকল্পনার একটি সরঞ্জামে রূপান্তরিত করা হয়। আধুনিক অর্থে অভিজ্ঞতা একটি কাঠামোবদ্ধ তথ্যের সেট, যার বিশ্লেষণ যুক্তিসঙ্গত পূর্বাভাস তৈরি করতে সহায়তা করে।

ইতিহাসগত তথ্যই পূর্বাভাসের ভিত্তি হিসেবে কাজ করে, কারণ তারা সম্পন্ন কাজের ফলাফলগুলি স্পষ্টভাবে প্রদর্শন করে এবং এই ফলাফলের উপর প্রভাব ফেলা ফ্যাক্টরগুলির ধারণা দেয়।

একটি নির্দিষ্ট উদাহরণ বিবেচনা করা যাক মনোলিথিক নির্মাণের ক্ষেত্রে: সাধারণত কাজের সময়সূচি পরিকল্পনার সময় কংক্রিটের পরিমাণ, নির্মাণের জটিলতা এবং আবহাওয়ার অবস্থার কথা বিবেচনা করা হয়। ধরি, একটি নির্দিষ্ট প্রকল্প ব্যবস্থাপক বা কোম্পানির ঐতিহাসিক তথ্য, গত তিন বছরে (২০২৩-২০২৫) দেখায় যে বৃষ্টির আবহাওয়ায় ২০০ বর্গমিটার আয়তনের মনোলিথিক কাঠামোর ঢালাই করতে ৪.৫ থেকে ৬ দিন সময় লাগত (চিত্র ১.১৩)। এই ধরনের সংগৃহীত পরিসংখ্যান ভবিষ্যৎ প্রকল্পগুলিতে অনুরূপ কাজের সময়সীমা এবং সম্পদের হিসাবের জন্য পূর্বাভাস দেওয়ার ভিত্তি হয়ে ওঠে। এই ঐতিহাসিক তথ্যের ভিত্তিতে প্রকল্প ব্যবস্থাপক বা প্রাক্কলনকারী ভবিষ্যতে ২০২৬ সালে অনুরূপ অবস্থার অধীনে কাজ সম্পন্ন করার জন্য প্রয়োজনীয় সময় সম্পর্কে একটি যুক্তিসঙ্গত পূর্বাভাস তৈরি করতে পারেন, যা অর্জিত অভিজ্ঞতার উপর ভিত্তি করে।

এই ক্ষেত্রে সময়ের মূল্যায়ন – বিশ্লেষণাত্মক প্রক্রিয়া একটি যন্ত্র হিসেবে কাজ করে যা বিচ্ছিন্ন তথ্যকে কাঠামোবদ্ধ অভিজ্ঞতায় রূপান্তরিত করে, এবং পরে – একটি সঠিক পরিকল্পনার সরঞ্জামে পরিণত করে। তথ্য এবং প্রক্রিয়া একটি একক ইকোসিস্টেম, যেখানে একটি অন্যটির ছাড়া অস্তিত্বে থাকতে পারে না।

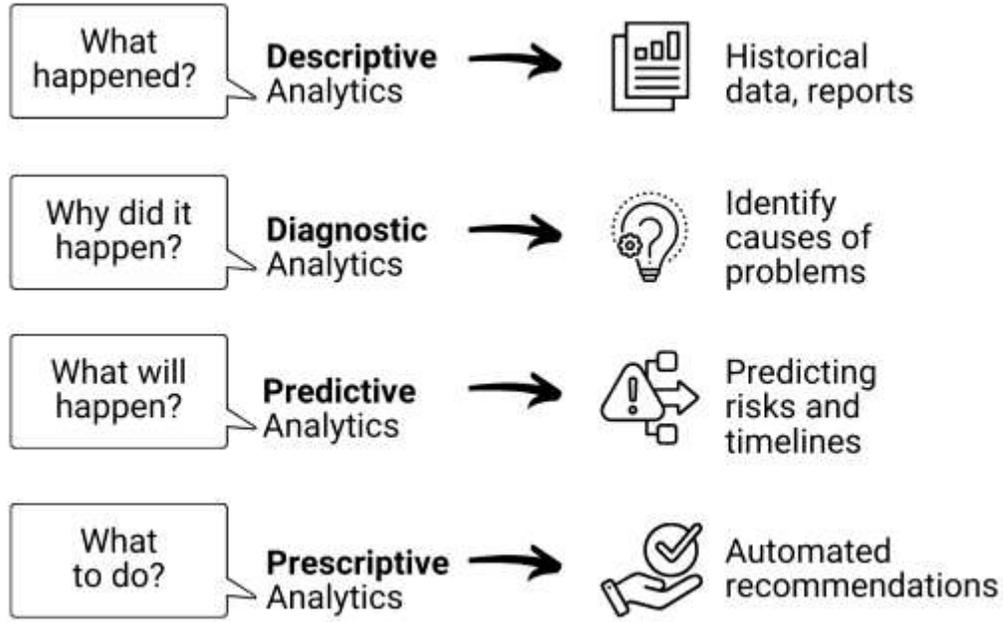
গণনা করা যায় এমন বিষয়গুলোকে গণনা করুন, যা পরিমাপ করা যায় তা পরিমাপ করুন, এবং যা পরিমাপ করা যায় না তা পরিমাপযোগ্য করুন। গালিলিও গ্যালিলি



ছবি ১.১৩ ঐতিহাসিক তথ্যগুলি ভবিষ্যতে একটি পরিমাণের পূর্বাভাস দেওয়ার জন্য প্রশিক্ষণ ডেটাসেট হিসেবে কাজ করে।

বর্তমান ব্যবসায়িক পরিবেশে ডেটা বিশ্লেষণ কার্যকর প্রকল্প ব্যবস্থাপনা, প্রক্রিয়া অপ্টিমাইজেশন এবং কৌশলগত সিদ্ধান্ত গ্রহণের জন্য একটি গুরুত্বপূর্ণ উপাদান হয়ে উঠেছে। নির্মাণ শিল্প ধীরে ধীরে চারটি মূল বিশ্লেষণ স্তর গ্রহণ করেছে, প্রতিটি স্তর একটি নির্দিষ্ট প্রশ্নের উত্তর দেয় এবং অনন্য সুবিধা প্রদান করে (ছবি 1.14):-

- বর্ণনামূলক বিশ্লেষণ – প্রশ্নের উত্তর দেয় "কি ঘটেছে?" এবং অতীতের ঘটনা ও ফলাফলের ইতিহাসগত তথ্য এবং প্রতিবেদন প্রদান করে: গত তিন বছরে (২০২৩-২০২৫) বৃষ্টির আবহাওয়ায় ২০০ বর্গমিটার আয়তনের মনোলিথিক কাঠামো ঢালার জন্য ৪.৫ থেকে ৬ দিন সময় প্রয়োজন ছিল।
- ডায়াগনস্টিক অ্যানালিটিক্স - এটি প্রশ্নের উত্তর দেয় "এটি কেন ঘটেছে?", সমস্যা সৃষ্টির কারণগুলি চিহ্নিত করে: বিশ্লেষণ দেখায় যে মনোলিথিক কাঠামোর ঢলাইয়ের সময় বৃষ্টির কারণে বেড়েছে, যা কংক্রিটের শক্তি অর্জনের প্রক্রিয়াকে ধীর করে দিয়েছে।
- প্রিডিকটিভ অ্যানালিটিক্স - ভবিষ্যতের দিকে মনোনিবেশ করে, সম্ভাব্য ঝুঁকি এবং কাজের সম্পাদনের সময়সীমা পূর্বাভাস দেয়, প্রশ্নের উত্তর দেয় "কি ঘটবে?": ঐতিহাসিক তথ্যের ভিত্তিতে পূর্বাভাস দেওয়া হয়েছে যে ২০২৬ সালে বৃষ্টির আবহাওয়ায় ২০০ বর্গমিটার সমান একটি অনুরূপ মনোলিথিক কাঠামোর ঢলাই করতে প্রায় ৫.৫ দিন সময় লাগবে, সমস্ত পরিচিত উপাদান এবং প্রবণতাগুলির কথা বিবেচনা করে।
- প্রেসক্রিপটিভ অ্যানালিটিক্স - স্বয়ংক্রিয় সুপারিশ প্রদান করে এবং প্রশ্নের উত্তর দেয় "কী করতে হবে?", যা কোম্পানিগুলিকে সর্বোত্তম পদক্ষেপ নির্বাচন করতে সহায়তা করে: উদাহরণস্বরূপ কাজের অপ্টিমাইজেশনের জন্য সুপারিশ করা হয়: উচ্চ আর্দ্রতার অবস্থায় কংক্রিটের শক্তি বাড়ানোর জন্য বিশেষ সংযোজন ব্যবহার করা; বৃষ্টিপাতের সম্ভাবনা কম এমন সময়ে ঢলাই পরিকল্পনা করা; নির্মাণের জন্য অস্থায়ী আবরণ ব্যবস্থা করা, যা খারাপ আবহাওয়ার অবস্থাতেও কাজের সময় ৪-৪.৫ দিন পর্যন্ত কমাতে সহায়তা করবে।



চিত্র 1.14 প্রধান বিশ্লেষণ প্রকার: অতীতের বর্ণনা থেকে স্বয়ংক্রিয় সিদ্ধান্ত গ্রহণ প্রক্রিয়ায়।

পূর্ণাঙ্গ ডিজিটাল রূপান্তর, যা সিস্টেমিক বিশ্লেষণ এবং তথ্যভিত্তিক ব্যবস্থাপনার দিকে যাওয়ার প্রয়োজন, শুধুমাত্র বাহ্যিক ঠিকাদারদের নিয়োগের প্রয়োজন নয়, বরং একটি অভ্যন্তরীণ দক্ষ দলের গঠনও প্রয়োজন। এই দলের মূল অংশগ্রহণকারীদের মধ্যে প্রোডাক্ট ম্যানেজার, ডেটা ইঞ্জিনিয়ার, বিশ্লেষক এবং ডেভেলপার অন্তর্ভুক্ত হওয়া উচিত, যারা ব্যবসায়িক বিভাগের সাথে ঘনিষ্ঠ সহযোগিতায় কাজ করবে। এই সহযোগিতা সঠিক বিশ্লেষণমূলক প্রশ্ন উত্থাপন এবং সিদ্ধান্ত গ্রহণের জন্য ব্যবসায়িক সমস্যাগুলির কার্যকর প্যারামিটারাইজেশন নিশ্চিত করার জন্য অপরিহার্য। তথ্য সমাজের পরিস্থিতিতে, তথ্য কেবল একটি সহায়ক সরঞ্জাম নয়, বরং পূর্বাভাস এবং অস্পষ্টমাইজেশনের ভিত্তি হয়ে উঠছে।

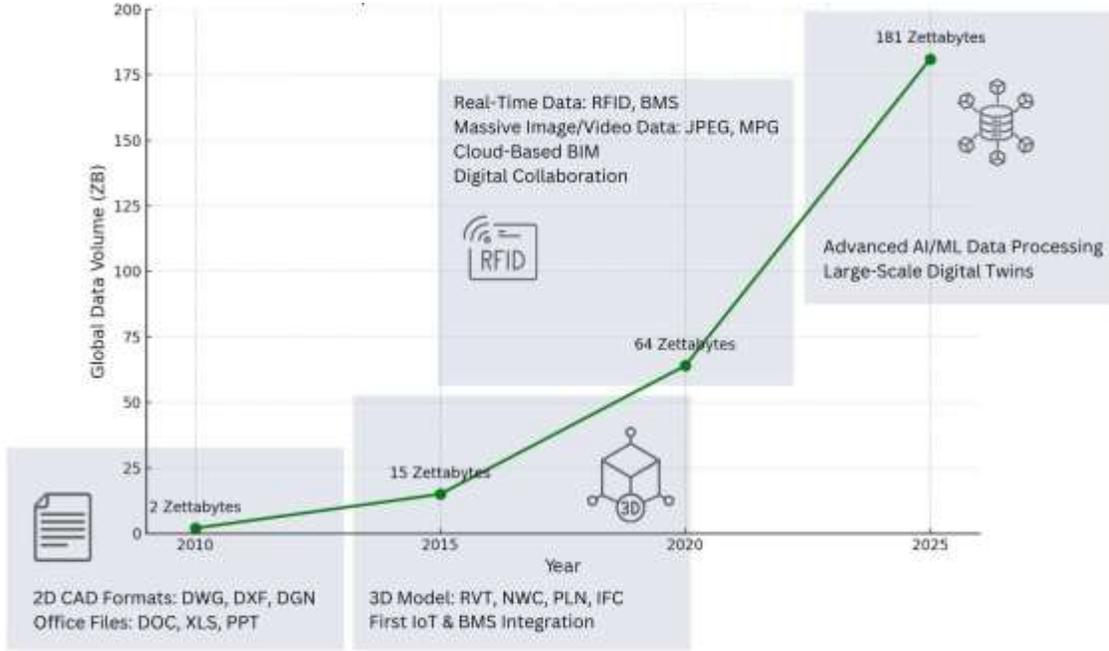
নির্মাণ ক্ষেত্রে ডিজিটাল রূপান্তর প্রকল্প ডিজাইন, ব্যবস্থাপনা এবং অবকাঠামোর পরিচালনার পদ্ধতিগুলিকে মৌলিকভাবে পরিবর্তন করেছে। এই প্রক্রিয়াকে তথ্যের ডিজিটলাইজেশন বলা হয় - যখন নির্মাণ প্রক্রিয়ার সমস্ত দিককে বিশ্লেষণের জন্য উপযুক্ত ডিজিটাল ফর্মে রূপান্তরিত করা হয়।

নির্মাণ প্রক্রিয়ার তথ্যের ডিজিটলাইজেশন

হাজার হাজার বছর ধরে নির্মাণে রেকর্ড করা তথ্যের পরিমাণ প্রায় অপরিবর্তিত ছিল, কিন্তু গত কয়েক দশকে এটি দ্রুত বৃদ্ধি পেয়েছে।

PwC® এর গবেষণা "তথ্য দ্বারা পরিচালিত। দ্রুত পরিবর্তনশীল ব্যবসায়িক বিশ্বের মধ্যে সফল হতে শিক্ষার্থীদের কী প্রয়োজন" (2015) অনুযায়ী, বিশ্বের 90% সমস্ত তথ্য গত দুই বছরে তৈরি হয়েছে (2015 সালের তথ্য অনুযায়ী)। তবে বেশিরভাগ কোম্পানি এই তথ্যগুলি সম্পূর্ণরূপে ব্যবহার করছে না, কারণ সেগুলি বা তো বিচ্ছিন্ন সিস্টেমে রয়ে গেছে, অথবা বাস্তব বিশ্লেষণের ছাড়া কেবল আর্কাইভ করা হয়েছে।

গত কয়েক বছরে তথ্যের পরিমাণ বৃদ্ধি কেবল ত্বরান্বিত হয়েছে, 2015 সালে 15 জেটাবাইট থেকে 2025 সালে 181 জেটাবাইটে দ্বিগুণ হয়েছে। প্রতিদিন নির্মাণ এবং প্রকল্প কোম্পানির সার্ভারগুলি প্রকল্পের ডকুমেন্টেশন, কাজের সময়সূচী, গণনা এবং হিসাব, আর্থিক প্রতিবেদন দ্বারা পূর্ণ হচ্ছে। 2D/3D অঙ্কনের জন্য DWG, DXF এবং DGN ফরম্যাট ব্যবহার করা হয়, এবং 3D মডেলের জন্য RVT, NWC, PLN এবং IFC™। টেক্সট ডকুমেন্ট, টেবিল এবং উপস্থাপনাগুলি DOC, XLSX এবং PPT ফরম্যাটে সংরক্ষিত হয়। নির্মাণ সাইট থেকে ভিডিও এবং চিত্রগুলির জন্য MPG এবং JPEG ফরম্যাটে সংরক্ষণ করা হয়, এবং IoT উপাদান, RFID ট্যাগ (পরিচয় এবং ট্র্যাকিং) এবং বিল্ডিং ম্যানেজমেন্ট সিস্টেম (BMS) থেকে বাস্তব সময়ে তথ্য প্রবাহিত হয়।



চিত্র 1.15 তথ্যের পরিমাণের প্যারাবোলিক বৃদ্ধি 2010–2025 /

তথ্যের পরিমাণের দ্রুত বৃদ্ধির পরিস্থিতিতে, নির্মাণ শিল্পকে কেবল তথ্য সংগ্রহ এবং সংরক্ষণ নয়, বরং সেগুলির যাচাইকরণ, বৈধতা, পরিমাপযোগ্যতা এবং বিশ্লেষণাত্মক প্রক্রিয়াকরণের নিশ্চয়তা দেওয়ার প্রয়োজনের মুখোমুখি হতে হচ্ছে। আজকের শিল্পটি তথ্যের ডিজিটাইজেশনের একটি সক্রিয় পর্যায়ে রয়েছে - নির্মাণ কার্যক্রমের সমস্ত দিককে বিশ্লেষণ, ব্যাখ্যা এবং স্বয়ংক্রিয় করার জন্য উপযুক্ত ডিজিটাল ফর্মে রূপান্তরের প্রক্রিয়া।

তথ্যের ডিজিটাইজেশন মানে নির্মাণ প্রকল্প এবং নির্মাণ প্রক্রিয়ার সমস্ত সত্তা এবং উপাদান সম্পর্কে তথ্য সংগ্রহ করা এবং এটি তথ্যের ফরম্যাটে রূপান্তর করা, যাতে তথ্য পরিমাণগতভাবে পরিমাপযোগ্য এবং বিশ্লেষণের জন্য সুবিধাজনক হয়।

নির্মাণের প্রেক্ষাপটে এটি প্রকল্পের সকল উপাদান এবং সকল প্রক্রিয়ার তথ্যকে সংখ্যা আকারে ধারণ এবং প্রকাশ করার অর্থ – নির্মাণস্থলে যন্ত্রপাতি এবং মানুষের চলাচল থেকে শুরু করে নির্মাণস্থলের আবহাওয়া এবং জলবায়ু পরিস্থিতি, উপকরণের বর্তমান মূল্য এবং কেন্দ্রীয় ব্যাংকের সুদের হার – বিশ্লেষণাত্মক মডেল তৈরির উদ্দেশ্যে।

যদি আপনি যে বিষয়ে কথা বলছেন তা পরিমাপ করতে পারেন এবং সংখ্যায় প্রকাশ করতে পারেন, তবে আপনি সেই বিষয়ে কিছু জানেন। কিন্তু যদি আপনি এটি পরিমাণগতভাবে প্রকাশ করতে না পারেন, তবে আপনার জ্ঞান অত্যন্ত সীমিত এবং অপ্রতুল। এটি হয়তো একটি প্রাথমিক পর্যায়, কিন্তু এটি প্রকৃত বৈজ্ঞানিক জ্ঞানের স্তর নয়।— ইউ. থমসন (লর্ড কেলভিন), ১৮২৪-১৯০৭, ব্রিটিশ বিজ্ঞানী

ডিজিটালাইজেশন তথ্য সংগ্রহের ঐতিহ্যবাহী পদ্ধতির সীমা অতিক্রম করে, যেখানে কেবল মৌলিক সূচকগুলি – যেমন মানব-ঘণ্টা বা উপকরণের প্রকৃত ব্যয় – নথিভুক্ত করা হত। আজকের দিনে প্রায় প্রতিটি ঘটনা একটি ডেটা প্রবাহে রূপান্তরিত হতে পারে, যা গভীর বিশ্লেষণের জন্য উন্নত বিশ্লেষণী সরঞ্জাম এবং মেশিন লার্নিং পদ্ধতির ব্যবহার করে উপযোগী। নির্মাণ শিল্পে একটি মৌলিক পরিবর্তন ঘটেছে: কাগজের নকশা, এক্সেল বাজেট এবং মৌখিক নির্দেশনা থেকে ডিজিটাল সিস্টেমে (ছবি ১.২৪), যেখানে প্রতিটি উপাদান একটি তথ্যের উৎস হয়ে ওঠে। এমনকি কর্মচারীরা – প্রকৌশলী থেকে শুরু করে সাইটে নির্মাণকর্মী পর্যন্ত – এখন ডিজিটাল ভেরিয়েবল এবং ডেটাসেটের একটি সমষ্টি হিসেবে বিবেচিত হয়।

KPMG-এর "পরিচিত সমস্যা - নতুন পদ্ধতি: ২০২৩ সালের বৈশ্বিক নির্মাণ পর্যালোচনা" অনুযায়ী, ডিজিটাল ডুয়েল, কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা (AI) এবং বিগ ডেটা প্রকল্পের লাভজনকতা বৃদ্ধির প্রধান চালক হয়ে উঠছে।

আধুনিক প্রযুক্তি শুধুমাত্র তথ্য সংগ্রহকে সহজতর করে না, বরং এটি তথ্য সংরক্ষণের খরচকেও ব্যাপকভাবে কমিয়ে দেয়। ফলস্বরূপ, কোম্পানিগুলি নির্বাচনী পদ্ধতি পরিত্যাগ করে এবং পরবর্তী বিশ্লেষণের জন্য সমস্ত তথ্য সংরক্ষণ করতে পছন্দ করে, যা ভবিষ্যতে প্রক্রিয়াগুলির অপ্টিমাইজেশনের জন্য সম্ভাব্য সুযোগ উন্মোচন করে।

তথ্যের ডিজিটালাইজেশন এবং ডিজিটাল রূপান্তর পূর্বে অদৃশ্য, অপ্রচলিত তথ্যের মূল্যকে চিহ্নিত করতে সক্ষম করে। সঠিকভাবে সংগঠিত হলে, তথ্যগুলি একটি নতুন জীবন লাভ করে: সেগুলি পুনরায় ব্যবহার করা যেতে পারে, পুনর্বিবেচনা করা যেতে পারে এবং নতুন পরিষেবা ও সমাধানে সংহত করা যেতে পারে।

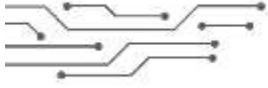
ভবিষ্যতে তথ্যের ডিজিটালাইজেশন সম্ভবত সম্পূর্ণ স্বয়ংক্রিয় ডকুমেন্টেশন প্রক্রিয়ার দিকে নিয়ে যাবে, স্বায়ত্তশাসিত নির্মাণ প্রক্রিয়ার বাস্তবায়ন এবং নতুন পেশার উদ্ভব ঘটাবে – নির্মাণ তথ্য বিশ্লেষক, কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা প্রকল্প ব্যবস্থাপনা বিশেষজ্ঞ এবং ডিজিটাল প্রকৌশলী। নির্মাণ প্রকল্পগুলি গতিশীল তথ্যের উৎসে পরিণত হবে, এবং সিদ্ধান্ত গ্রহণের প্রক্রিয়া আর অন্তর্দৃষ্টি বা ব্যক্তিগত অভিজ্ঞতার উপর ভিত্তি করে নয়, বরং নির্ভরযোগ্য এবং পুনরুৎপাদনযোগ্য ডিজিটাল তথ্যের উপর ভিত্তি করে হবে।

তথ্য হল 21 শতকের তেল, এবং বিশ্লেষণ হল অভ্যন্তরীণ দহন ইঞ্জিন। পিটার সন্ডারগার্ড,
সিনিয়র ভাইস প্রেসিডেন্ট গার্টনার®

আইওটি অ্যানালিটিক্সের ২০২৪ সালের তথ্য অনুযায়ী, বিশ্বব্যাপী ডেটা ব্যবস্থাপনা এবং বিশ্লেষণে ব্যয় ২০২৩ সালে ১৮৫.৫ বিলিয়ন ডলার থেকে ২০৩০ সালের মধ্যে ৫১৩.৩ বিলিয়ন ডলারে পৌঁছানোর প্রত্যাশা করা হচ্ছে, যেখানে বার্ষিক গড় বৃদ্ধির হার ১৬% হবে। তবে সব উপাদান সমান গতিতে বৃদ্ধি পাচ্ছে না: বিশ্লেষণ দ্রুত বিকশিত হচ্ছে, যখন ডেটা স্টোরেজ সিস্টেমের বৃদ্ধি ধীর হচ্ছে। বিশ্লেষণ ডেটা ব্যবস্থাপনা ইকোসিস্টেমে সবচেয়ে দ্রুত বৃদ্ধি নিশ্চিত করবে: পূর্বাভাস অনুযায়ী, এর পরিমাণ ২০২৩ সালে ৬০.৬ বিলিয়ন ডলার থেকে ২০৩০ সালে ২২৭.৯ বিলিয়ন ডলারে পৌঁছাবে, যা বার্ষিক গড় বৃদ্ধির হার ২৭% এর সমান।

তথ্যের ডিজিটাইজেশন প্রক্রিয়া ত্বরান্বিত হওয়ার সাথে সাথে এবং তথ্যের পরিমাণ দ্রুত বাড়ার কারণে, নির্মাণ প্রকল্প এবং কোম্পানির ব্যবস্থাপনা বিভিন্ন, প্রায়শই অপ্রাসঙ্গিক ডেটা সিস্টেম্যাটিকভাবে সংরক্ষণ, বিশ্লেষণ এবং প্রক্রিয়া করার প্রয়োজনের সম্মুখীন হচ্ছে। এই চ্যালেঞ্জের প্রতিক্রিয়ায়, ১৯৯০-এর দশকের মাঝামাঝি থেকে, শিল্পটি বৈদ্যুতিনভাবে ডকুমেন্ট তৈরি, সংরক্ষণ এবং পরিচালনার দিকে ব্যাপকভাবে পরিবর্তিত হতে শুরু করেছে – টেবিল এবং প্রকল্পের হিসাব থেকে শুরু করে অঙ্কন এবং চুক্তি পর্যন্ত।

ঐতিহ্যবাহী কাগজের ডকুমেন্টগুলি, যেগুলি স্বাক্ষরের, শারীরিক সংরক্ষণের, নিয়মিত পর্যালোচনা এবং আলমারিতে সংরক্ষণের প্রয়োজন, ধীরে ধীরে ডিজিটাল সিস্টেম দ্বারা প্রতিস্থাপিত হচ্ছে, যেখানে ডেটা একটি কাঠামোবদ্ধ আকারে সংরক্ষিত হয় – বিশেষায়িত অ্যাপ্লিকেশনের ডেটাবেসে।



অধ্যায় 1.2.

প্রবিধি ও ব্যবস্থাপনা প্রযুক্তি আধুনিক নির্মাণে

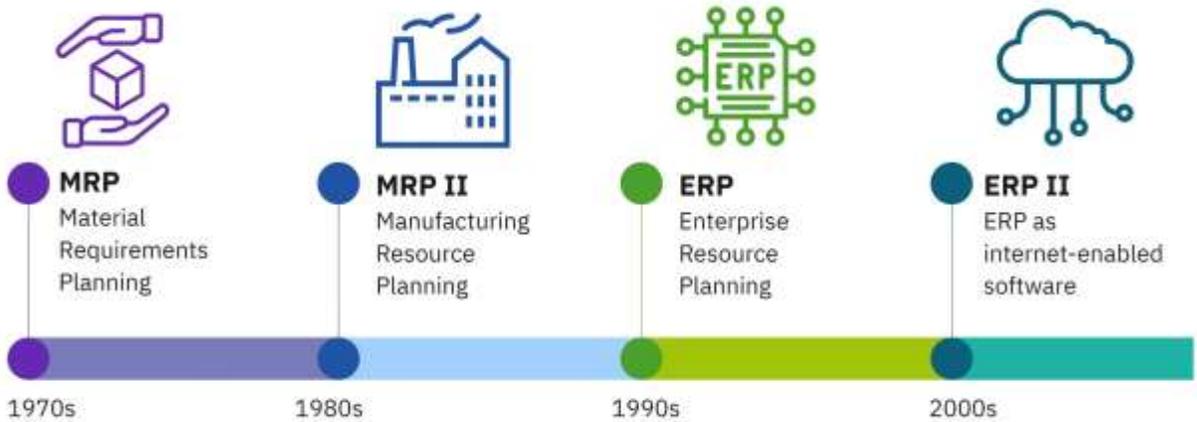
ডিজিটাল বিপ্লব এবং মডুলার MRP/ERP সিস্টেমের উদ্ভব

আধুনিক ডেটা সংরক্ষণ এবং প্রক্রিয়াকরণের যুগ ১৯৫০-এর দশকে ম্যাগনেটিক টেপের আবির্ভাবের সাথে শুরু হয়, যা বড় পরিমাণের তথ্য সংরক্ষণ এবং ব্যবহারের সুযোগ উন্মোচন করে। পরবর্তী বিপ্লব ছিল ডিস্ক স্টোরেজের আবির্ভাব, যা নির্মাণ শিল্পে ডেটা ব্যবস্থাপনার পদ্ধতিকে মৌলিকভাবে পরিবর্তন করে।

ডেটা স্টোরেজের বিকাশের সাথে সাথে বাজারে অনেক কোম্পানি প্রবেশ করেছে, যারা ডেটা তৈরি, সংরক্ষণ, প্রক্রিয়া এবং রুটিন কাজের স্বয়ংক্রিয়তার জন্য মডুলার সফটওয়্যার তৈরি করতে শুরু করেছে।

তথ্য এবং সরঞ্জামের এক্সপোনেনশিয়াল বৃদ্ধির ফলে একীভূত মডুলার সমাধানের উন্নয়নের প্রয়োজনীয়তা দেখা দিয়েছে, যা পৃথক ফাইলের সাথে কাজ করে না, বরং বিভিন্ন প্রক্রিয়া এবং প্রকল্পের মধ্যে ডেটার প্রবাহ পরিচালনা এবং নিয়ন্ত্রণ করতে সহায়তা করে।

প্রথম প্ল্যাটফর্মের বিস্তৃত সরঞ্জামগুলিকে কেবল নথি সংরক্ষণ করতে হত না, বরং সমস্ত পরিবর্তন অনুরোধ এবং প্রক্রিয়াগুলির ক্রিয়াকলাপগুলিও নথিভুক্ত করতে হত: কে সেগুলি শুরু করেছিল, অনুরোধের পরিমাণ কী ছিল এবং শেষ পর্যন্ত কী মান বা বৈশিষ্ট্য হিসাবে রেকর্ড করা হয়েছিল। এই উদ্দেশ্যে, এমন একটি সিস্টেমের প্রয়োজন ছিল যা সুনির্দিষ্ট গণনা এবং গৃহীত সিদ্ধান্তগুলি ট্র্যাক করতে পারে (চিত্র 1.21)। প্রথম MRP (Material Requirements Planning) এবং ERP (Enterprise Resource Planning) সিস্টেম, যা 1990 এর দশকের গোড়ার দিকে জনপ্রিয় হয়ে ওঠে, এই ধরনের প্ল্যাটফর্ম পরিণত হয়।

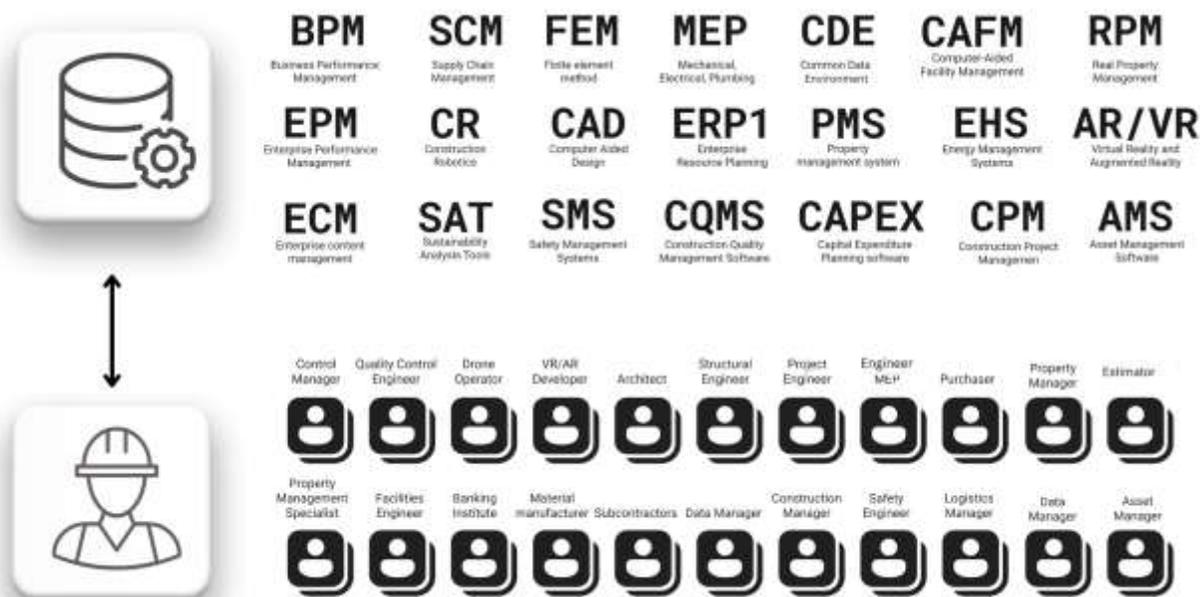


. 1.21 ERP- 1980- . -

প্রথম এমআরপি এবং ইআরপি সিস্টেমগুলি ব্যবসায়িক প্রক্রিয়া এবং নির্মাণ প্রকল্প পরিচালনায় ডিজিটালাইজেশনের যুগের ভিত্তি স্থাপন করেছিল। মূলত মূল ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলিকে স্বয়ংক্রিয় করার জন্য ডিজাইন করা মডুলার সিস্টেমগুলি সময়ের সাথে সাথে অতিরিক্ত, আরও নমনীয় এবং অভিযোজিত সফটওয়্যার সমাধানের সাথে একীভূত

হয়েছে।

এই অতিরিক্ত সমাধানগুলি ডেটা প্রক্রিয়াকরণ এবং প্রকল্পের বিষয়বস্তু ব্যবস্থাপনার জন্য ডিজাইন করা হয়েছিল (চিত্র 1.22), তারা হয় বৃহৎ সিস্টেমের নির্দিষ্ট মডিউলগুলি প্রতিস্থাপন করেছে অথবা কার্যকরভাবে তাদের পরিপূরক করেছে, সমগ্র সিস্টেমের কার্যকারিতা প্রসারিত করেছে।



চিত্র ১.২২ নতুন সফটওয়্যার সমাধানগুলি ব্যবসায় তথ্য প্রবাহ পরিচালনার জন্য একটি বিশাল সংখ্যক ব্যবস্থাপককে আকৃষ্ট করেছে।

গত কয়েক দশকে কোম্পানিগুলি মডুলার সিস্টেমে উল্লেখযোগ্য পরিমাণে বিনিয়োগ করেছে [15], যা তারা দীর্ঘমেয়াদী সমন্বিত সমাধান হিসেবে বিবেচনা করে।

২০২২ সালের সফটওয়্যার পাথের প্রতিবেদনের তথ্য অনুযায়ী [16], একটি ERP সিস্টেমের জন্য গড় বাজেট প্রতি ব্যবহারকারীর জন্য ৯,০০০ মার্কিন ডলার। গড়ে কোম্পানির প্রায় ২৬% কর্মচারী এই সিস্টেমগুলি ব্যবহার করে। তাই, ১০০ জন ব্যবহারকারীর একটি সংস্থার জন্য ERP বাস্তবায়নের মোট খরচ প্রায় ৯০০,০০০ ডলার।

আধুনিক, নমনীয় এবং খোলামেলা প্রযুক্তির দ্রুত উন্নয়নের প্রেক্ষাপটে প্রোপ্রাইটারি, বন্ধ মডুলার সমাধানে বিনিয়োগগুলি ক্রমশ কম যুক্তিযুক্ত হয়ে উঠছে। যদি এই ধরনের বিনিয়োগ ইতিমধ্যে করা হয়ে থাকে, তবে বিদ্যমান সিস্টেমগুলির ভূমিকা পুনরায় মূল্যায়ন করা গুরুত্বপূর্ণ: তারা কি সত্যিই দীর্ঘমেয়াদে প্রয়োজনীয় থাকে, নাকি তাদের কার্যকারিতা পুনর্বিবেচনা করা এবং আরও কার্যকর ও স্বচ্ছভাবে বাস্তবায়ন করা যেতে পারে।

আধুনিক মডুলার তথ্য প্রক্রিয়াকরণ প্ল্যাটফর্মগুলির একটি মূল সমস্যা হল যে তারা বন্ধ অ্যাপ্লিকেশনগুলির মধ্যে তথ্য পরিচালনাকে কেন্দ্রীভূত করে। এর ফলে, তথ্য – কোম্পানির প্রধান সম্পদ – নির্দিষ্ট সফটওয়্যার সমাধানের উপর নির্ভরশীল হয়ে পড়ে, বিপরীতভাবে নয়। এটি তথ্য পুনঃব্যবহারের সম্ভাবনাকে সীমাবদ্ধ করে, মাইগ্রেশনকে জটিল করে এবং দ্রুত পরিবর্তনশীল ডিজিটাল পরিবেশে ব্যবসার নমনীয়তা কমিয়ে দেয়।

যদি ভবিষ্যতে বন্ধ মডুলার স্থাপনার গুরুত্ব বা চাহিদা হ্রাস পাওয়ার সম্ভাবনা থাকে, তবে আজই খরচকে অপ্রত্যাবর্তনীয়

হিসেবে স্বীকার করা এবং একটি খোলামেলা, স্কেলযোগ্য এবং অভিযোজিত ডিজিটাল ইকোসিস্টেমে কৌশলগত রূপান্তরের উপর মনোনিবেশ করা যুক্তিযুক্ত।

প্রোপ্রাইটারি সফটওয়্যার এমন একটি বৈশিষ্ট্য নিয়ে আসে যা কোম্পানি-উন্নয়নকারীর দ্বারা উৎস কোড এবং ব্যবহারকারীর তথ্যের উপর বিশেষ নিয়ন্ত্রণ। খোলামেলা সোর্স সফটওয়্যারের তুলনায়, ব্যবহারকারীরা অ্যাপ্লিকেশনের অভ্যন্তরীণ কাঠামোর অ্যাক্সেস পায় না এবং তাদের প্রয়োজন অনুযায়ী এটি স্বতন্ত্রভাবে পর্যালোচনা, পরিবর্তন বা অভিযোজিত করতে পারে না। পরিবর্তে, তাদের লাইসেন্স কিনতে বাধ্য করা হয়, যা সফটওয়্যার ব্যবহারের জন্য সরবরাহকারীর দ্বারা নির্ধারিত সীমার মধ্যে অধিকার প্রদান করে।

আধুনিক তথ্য-ভিত্তিক পদ্ধতি একটি ভিন্ন পরিপ্রেক্ষিত প্রদান করে: তথ্যকে প্রধান কৌশলগত সম্পদ হিসেবে দেখা উচিত – স্বাধীন, স্থায়ী এবং নির্দিষ্ট সফটওয়্যার সমাধানের থেকে আলাদা। অ্যাপ্লিকেশনগুলি, বিপরীতে, তথ্যের সাথে কাজ করার জন্য কেবল সরঞ্জাম হয়ে ওঠে, যা বিনা ঝুঁকিতে গুরুত্বপূর্ণ তথ্য হারানোর ঝুঁকি ছাড়াই স্বাধীনভাবে প্রতিস্থাপন করা যেতে পারে।

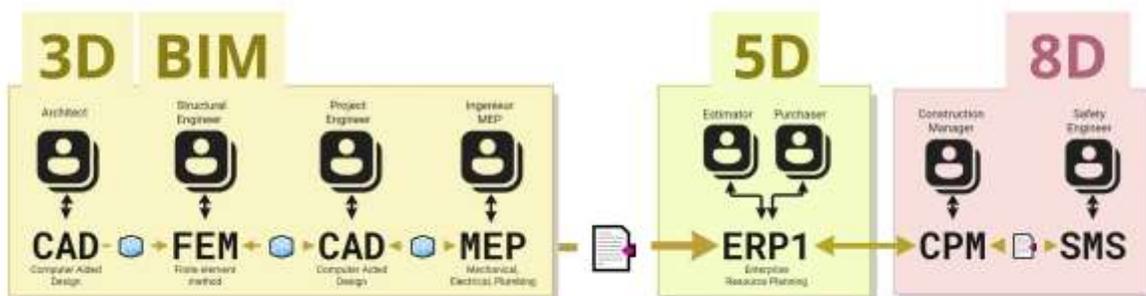
১৯৯০-এর দশকে ERP এবং MRP সিস্টেমের উন্নয়ন (চিত্র ১.২১) ব্যবসায়কে প্রক্রিয়া পরিচালনার জন্য শক্তিশালী সরঞ্জাম প্রদান করেছে, তবে এর সাথে একটি অপ্রত্যাশিত পরিণতি এসেছে – তথ্য প্রবাহের রক্ষণাবেক্ষণে কর্মচারীদের সংখ্যা উল্লেখযোগ্যভাবে বৃদ্ধি পেয়েছে। স্বয়ংক্রিয়করণ এবং অপারেশনাল কাজগুলিকে সহজ করার পরিবর্তে, এই সিস্টেমগুলি প্রায়শই নতুন জটিলতা, বুরোক্রসি এবং অভ্যন্তরীণ আইটি সম্পদের উপর নির্ভরশীলতা সৃষ্টি করেছে।

ডেটা ব্যবস্থাপনা সিস্টেম: ডেটা আহরণ থেকে ব্যবসায়িক সমস্যাগুলিতে

আধুনিক কোম্পানিগুলি তথ্য পরিচালনার বহু সিস্টেমের সমন্বয়ের প্রয়োজনীয়তার মুখোমুখি হচ্ছে। তথ্য পরিচালনার সিস্টেমের নির্বাচন, সঠিকভাবে এই সিস্টেমগুলির পরিচালনা এবং বিচ্ছিন্ন তথ্য উৎসগুলির সমন্বয় ব্যবসার কার্যকারিতার জন্য একটি গুরুত্বপূর্ণ কাজ হয়ে উঠছে।

২০২০-এর মাঝামাঝি সময়ে মধ্যম স্তরের নির্মাণ কোম্পানিগুলিতে শতাধিক (এবং বৃহৎ কোম্পানিগুলিতে হাজার হাজার) বিভিন্ন সিস্টেম পাওয়া যায়, যা সমন্বয়ে কাজ করতে হবে যাতে নির্মাণ প্রক্রিয়ার সব দিক মসৃণ এবং সঙ্গতিপূর্ণভাবে চলতে পারে।

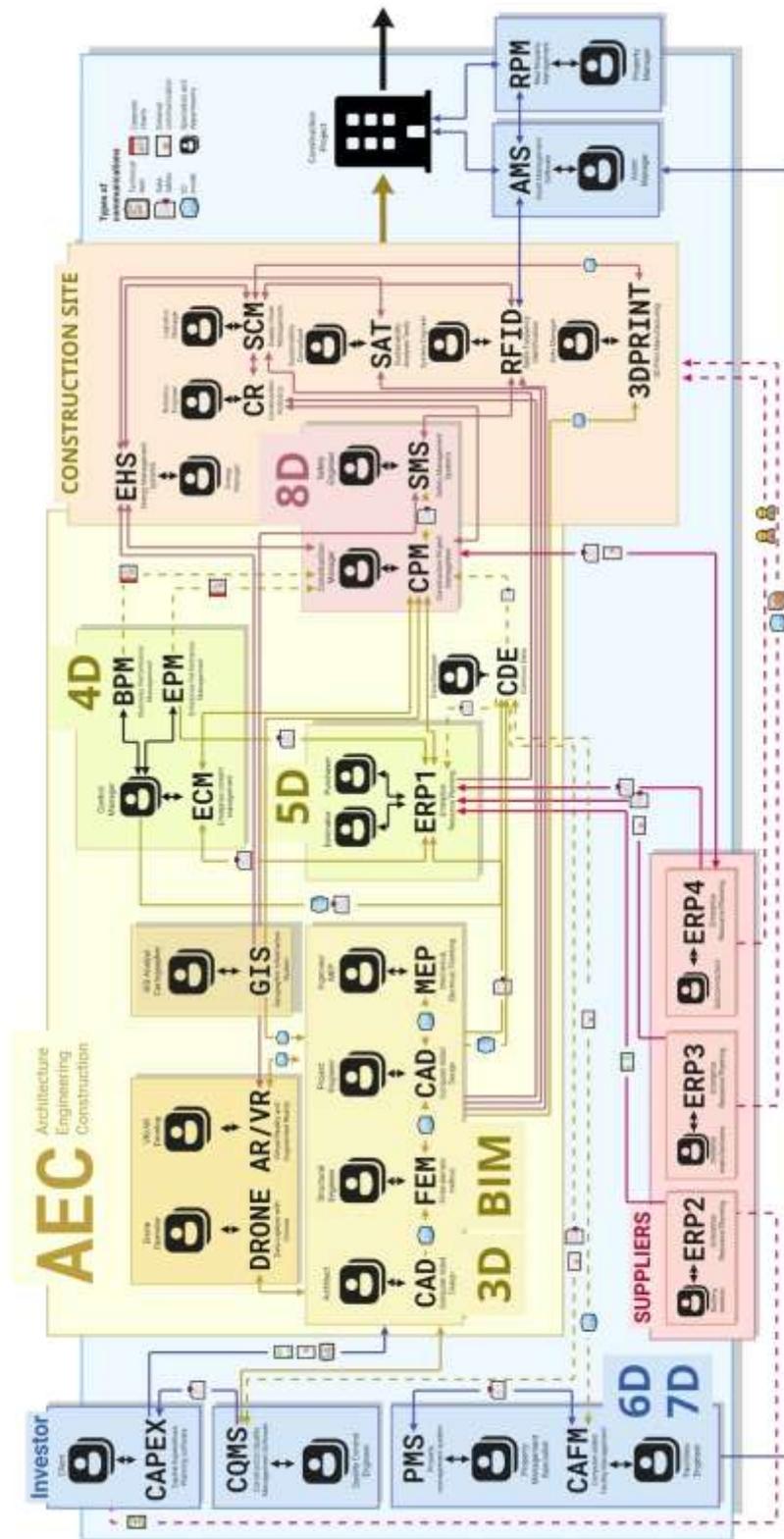
ডেলয়েট® এর ২০১৬ সালের "ডেটা-ভিত্তিক ব্যবস্থাপনা ডিজিটাল মূলধন প্রকল্পে" গবেষণার অনুযায়ী, গড় নির্মাণ বিশেষজ্ঞ প্রতিদিন ৩.৩টি সফটওয়্যার অ্যাপ্লিকেশন ব্যবহার করেন, তবে এর মধ্যে মাত্র ১.৭টি একে অপরের সাথে সংযুক্ত।



ছবি ১.২৩ প্রতিটি ব্যবসায়িক সিস্টেমের জন্য একটি পেশাদার দল এবং দায়িত্বশীল ব্যবস্থাপক প্রয়োজন মানসম্পন্ন ডেটা পরিচালনার জন্য।

নিচে একটি তালিকা দেওয়া হলো জনপ্রিয় সিস্টেমগুলোর, যা মধ্যম এবং বৃহৎ নির্মাণ শিল্পের কোম্পানিগুলোর জন্য কার্যকরী নির্মাণ প্রকল্প ব্যবস্থাপনার জন্য ব্যবহৃত হয়:

- ইআরপি (এন্টারপ্রাইজ রিসোর্স প্ল্যানিং) - ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলির সমন্বয় নিশ্চিত করে, যার মধ্যে রয়েছে হিসাবরক্ষণ, ক্রয় এবং প্রকল্প ব্যবস্থাপনা।
- ক্যাপেক্স (পুঁজি ব্যয় পরিকল্পনা সফটওয়্যার) - নির্মাণ প্রকল্পগুলিতে বাজেট তৈরি এবং আর্থিক বিনিয়োগ পরিচালনার জন্য ব্যবহৃত হয়, এটি মূল সম্পদ এবং দীর্ঘমেয়াদী সম্পদে বিনিয়োগের খরচ নির্ধারণ করতে সহায়তা করে।
- সিএডি (কম্পিউটার-সাহায্য ডিজাইন) এবং বিআইএম (বিল্ডিং ইনফরমেশন মডেলিং) - বিস্তারিত এবং সঠিক প্রযুক্তিগত অঙ্কন এবং 3D মডেল তৈরির জন্য ব্যবহৃত হয়। এই সিস্টেমগুলিতে জ্যামিতিক তথ্যের সাথে কাজ করার উপর প্রধান মনোযোগ দেওয়া হয়।
- এমইপি (যান্ত্রিক, বৈদ্যুতিক, প্লাম্বিং) - প্রকল্পের অভ্যন্তরীণ "রক্তনালী" সিস্টেমকে অন্তর্ভুক্ত করে যান্ত্রিক, বৈদ্যুতিক এবং স্যানিটারি উপাদানসমূহের প্রকৌশল সিস্টেম।
- জিআইএস (ভূগোলগত তথ্য ব্যবস্থা) - স্থানীয় বিশ্লেষণ এবং পরিকল্পনার জন্য ব্যবহৃত হয়, যার মধ্যে মানচিত্রণ এবং স্থানীয় বিশ্লেষণ অন্তর্ভুক্ত রয়েছে।
- CQMS (নির্মাণ গুণমান ব্যবস্থাপনা সফটওয়্যার) - নির্মাণ প্রক্রিয়াগুলিকে নির্ধারিত মান এবং নিয়মের সাথে সম্মতিপূর্ণ রাখতে সহায়তা করে, ত্রুটি দূর করতে সহায়তা করে।
- সিপিএম (নির্মাণ প্রকল্প ব্যবস্থাপনা) - এর মধ্যে পরিকল্পনা, সমন্বয় এবং নির্মাণ প্রক্রিয়ার নিয়ন্ত্রণ অন্তর্ভুক্ত রয়েছে।
- সিএএফএম (কম্পিউটার-সাহায্যপ্রাপ্ত সুবিধা ব্যবস্থাপনা) - ভবন পরিচালনা ও রক্ষণাবেক্ষণের সিস্টেম।
- এসসিএম (সরবরাহ চেইন ব্যবস্থাপনা) সরবরাহকারীদের এবং নির্মাণস্থলের মধ্যে উপকরণ ও তথ্যের প্রবাহকে অস্টিমাইজ করার জন্য প্রয়োজন।
- ইপিএম (এন্টারপ্রাইজ পারফরম্যান্স ম্যানেজমেন্ট) - ব্যবসায়িক প্রক্রিয়া এবং উৎপাদনশীলতা উন্নত করার জন্য নিবেদিত।
- এএমএস (অ্যাসেস্ট ম্যানেজমেন্ট সফটওয়্যার) - সম্পদ এবং অবকাঠামোর ব্যবহার, পরিচালনা এবং রক্ষণাবেক্ষণের অস্টিমাইজেশনের জন্য ব্যবহৃত হয় সম্পদের জীবনচক্রের পুরো সময়কাল জুড়ে।
- আরপিএম (রিয়ল প্রপার্টি ম্যানেজমেন্ট) - এতে ভবন এবং ভূমির ব্যবস্থাপনা ও পরিচালনার সাথে সম্পর্কিত কাজ এবং প্রক্রিয়াসমূহ অন্তর্ভুক্ত রয়েছে, পাশাপাশি এর সাথে সম্পর্কিত সম্পদ এবং সম্পত্তি।



ছবি ১.২৪ কোম্পানির প্রক্রিয়াগুলিকে বিভিন্ন বিভাগের মধ্যে তথ্য প্রবাহের সাথে সংযুক্ত করার জন্য সিস্টেমগুলির পারস্পরিক সম্পর্ক /

- সিএই (কম্পিউটার-সাহায্যপ্রাপ্ত প্রকৌশল) – কম্পিউটার প্রকৌশল, এতে অন্তর্ভুক্ত রয়েছে গণনা এবং সিমুলেশন সিস্টেম, যেমন ফাইনাইট এলিমেন্ট অ্যানালিসিস (এফইএ) এবং কম্পিউটেশনাল হাইড্রোডাইনামিক্স (সিএফডি)।
- সিএফডি (কম্পিউটেশনাল ফ্লুইড ডাইনামিক্স) – গণনামূলক তরল গতিবিদ্যা, তরল এবং গ্যাসের প্রবাহের মডেলিং। সিএইই-এর একটি উপশ্রেণী।
- CAPP (কম্পিউটার-সাহায্যপ্রাপ্ত প্রক্রিয়া পরিকল্পনা) – প্রযুক্তিগত প্রক্রিয়াগুলির কম্পিউটারাইজড পরিকল্পনা। এটি রুট এবং প্রযুক্তিগত মানচিত্র তৈরির জন্য ব্যবহৃত হয়।
- CAM (কম্পিউটার-সাহায্যপ্রাপ্ত উৎপাদন) – স্বয়ংক্রিয় উৎপাদন, CNC মেশিনের জন্য নিয়ন্ত্রণ প্রোগ্রাম তৈরি করা।
- PDM (পণ্য তথ্য ব্যবস্থাপনা) – পণ্যের তথ্য পরিচালনা, প্রযুক্তিগত ডকুমেন্টেশন সংরক্ষণ এবং পরিচালনার জন্য একটি সিস্টেম।
- MES (উৎপাদন কার্যক্রম সিস্টেম) – বাস্তব সময়ে উৎপাদন প্রক্রিয়াগুলির পরিচালনার জন্য একটি সিস্টেম।
- PLM (পণ্য জীবনচক্র ব্যবস্থাপনা) – প্রকল্পের একটি উপাদানের জীবনচক্র পরিচালনা, PDM, CAPP, CAM এবং অন্যান্য সিস্টেমগুলিকে একত্রিত করে পণ্যটির উন্নয়ন থেকে নিষ্পত্তি পর্যন্ত সম্পূর্ণ নিয়ন্ত্রণের জন্য।

এই এবং অন্যান্য অনেক সিস্টেম, বিভিন্ন সফটওয়্যার সমাধান অন্তর্ভুক্ত করে, আধুনিক নির্মাণ শিল্পের অবিচ্ছেদ্য অংশ হয়ে উঠেছে (চিত্র 1.24)। প্রকৃতপক্ষে, এই সিস্টেমগুলি বিশেষায়িত ডেটাবেস হিসাবে কাজ করে, যা সহজবোধ্য ইন্টারফেস প্রদান করে, ডিজাইন এবং নির্মাণের সকল পর্যায়ে তথ্যের কার্যকর ইনপুট, প্রক্রিয়াকরণ এবং বিশ্লেষণ নিশ্চিত করে। ডিজিটাল সরঞ্জামগুলির মধ্যে একীকরণ কেবল কাজের প্রক্রিয়াগুলির অস্পষ্টমাইজেশনকেই সহায়তা করে না, বরং গৃহীত সিদ্ধান্তগুলির সঠিকতা উল্লেখযোগ্যভাবে বাড়ায়, যা প্রকল্পগুলির সময়সীমা এবং গুণমানের উপর ইতিবাচক প্রভাব ফেলে।

তবে অর্ধেক ক্ষেত্রে একীকরণ নেই। পরিসংখ্যান অনুসারে, মাত্র প্রতি দ্বিতীয় অ্যাপ্লিকেশন বা সিস্টেম অন্যান্য সমাধানের সাথে একীভূত হয়েছে [17]। এটি ডিজিটাল পরিবেশের অবশিষ্টাংশকে নির্দেশ করে এবং নির্মাণ প্রকল্পের মধ্যে সমন্বিত তথ্য বিনিময়ের জন্য খোলামেলা মান এবং একক ইন্টারফেসের উন্নয়নের প্রয়োজনীয়তা তুলে ধরে।

আধুনিক কোম্পানিগুলির জন্য একীকরণের অন্যতম প্রধান চ্যালেঞ্জ হল ডিজিটাল সিস্টেমগুলির উচ্চ জটিলতা এবং তথ্যের কার্যকর অনুসন্ধান এবং ব্যাখ্যার জন্য প্রয়োজনীয় ব্যবহারকারীর দক্ষতার চাহিদা। ব্যবসায় প্রতিটি বাস্তবায়িত সিস্টেমের জন্য একটি বিশেষজ্ঞ দলের গঠন করা হয়, যার নেতৃত্ব দেন একটি মূল ব্যবস্থাপক (চিত্র 1.22)।

মূল সিস্টেম ব্যবস্থাপক তথ্যের প্রবাহের সঠিক দিকনির্দেশে একটি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করেন এবং চূড়ান্ত তথ্যের গুণমানের জন্য দায়ী হন, ঠিক যেমন হাজার বছর আগে প্রথম ব্যবস্থাপকরা প্যাপিরাস বা মাটির টেবিলের উপর লেখা সংখ্যার জন্য দায়ী ছিলেন।

বিচ্ছিন্ন তথ্য প্রবাহগুলিকে ব্যবস্থাপনার একটি সরঞ্জামে রূপান্তর করতে, সিস্টেমের একীকরণ এবং তথ্য পরিচালনার ক্ষমতা প্রয়োজন। এই স্থাপত্যে, ব্যবস্থাপকদের একটি একক নেটওয়ার্কের উপাদান হিসাবে কাজ করতে হবে – যেমন মাইসেলিয়াম, যা কোম্পানির পৃথক অংশগুলিকে একটি সমন্বিত জীবন্ত অঙ্গীকারে সংযুক্ত করে, যা অভিযোজিত এবং বিকশিত হতে সক্ষম।

কর্পোরেট মাইসেলিয়াম: কীভাবে তথ্য ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলিতে সংযুক্ত হয়

অ্যাপ্লিকেশন এবং ডেটাবেসে তথ্যের একীকরণ প্রক্রিয়া বিভিন্ন উৎস থেকে প্রাপ্ত তথ্যের সমাহারের উপর ভিত্তি করে,

বিভিন্ন বিভাগ এবং বিশেষজ্ঞদের অন্তর্ভুক্ত করে (চিত্র 1.24)। বিশেষজ্ঞরা প্রয়োজনীয় তথ্য খুঁজে বের করেন, সেগুলি প্রক্রিয়া করেন এবং তাদের সিস্টেম এবং অ্যাপ্লিকেশনগুলিতে পরবর্তী ব্যবহারের জন্য স্থানান্তর করেন।

কোম্পানির প্রতিটি সিস্টেম, যেটি সরঞ্জাম, প্রযুক্তি এবং ডেটাবেসের একটি সেট নিয়ে গঠিত – এটি একটি জ্ঞানের গাছ, যা ঐতিহাসিক তথ্যের মাটিতে শিকড় গাড়ে এবং নতুন ফল উৎপাদনের জন্য বৃদ্ধি পায়: নথি, গণনা, টেবিল, গ্রাফ এবং ড্যাশবোর্ড (চিত্র 1.25)। কোম্পানির সিস্টেমগুলি, নির্দিষ্ট একটি বনাঞ্চলের গাছগুলির মতো, একে অপরের সাথে যোগাযোগ এবং মিথস্ক্রিয়া করে, একটি জটিল এবং ভালভাবে সংগঠিত সিস্টেম উপস্থাপন করে, যা বিশেষজ্ঞ ব্যবস্থাপকদের দ্বারা সমর্থিত এবং পরিচালিত হয়।

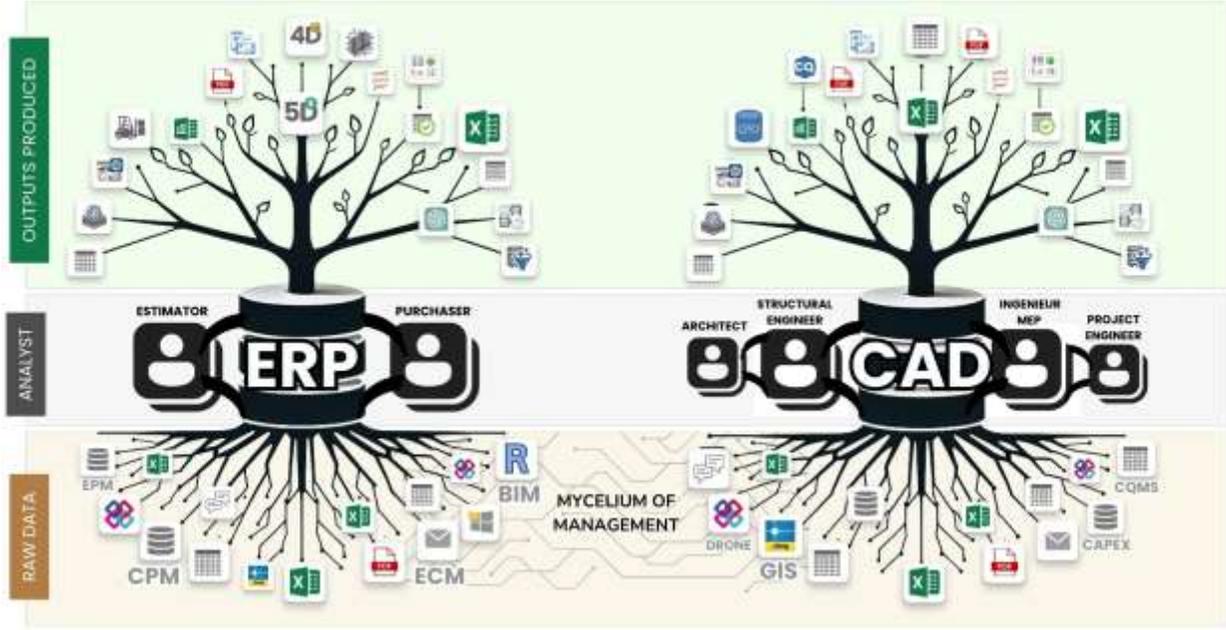
কোম্পানির তথ্য অনুসন্ধান এবং স্থানান্তরের ব্যবস্থা একটি জটিল বনাঞ্চলের নেটওয়ার্কের মতো কাজ করে, যা গাছ (সিস্টেম) এবং মাশরুমের মাইসেলিয়াম (ম্যানেজার) নিয়ে গঠিত, যারা তথ্যের পরিবাহক এবং প্রক্রিয়াকরণকারী হিসেবে কাজ করে, তথ্যের স্থানান্তর এবং প্রয়োজনীয় সিস্টেমে প্রবাহ নিশ্চিত করে। এটি কোম্পানির মধ্যে তথ্যের স্বাস্থ্যকর এবং কার্যকর প্রবাহ এবং বিতরণ বজায় রাখতে সহায়তা করে।

বিশেষজ্ঞরা, মূলের মতো, প্রকল্পের প্রাথমিক পর্যায়ে কাঁচা তথ্য শোষণ করেন, যা কর্পোরেট ইকোসিস্টেমের জন্য পুষ্টি উপাদানে রূপান্তরিত হয়। ডেটা এবং কন্টেন্ট ম্যানেজমেন্ট সিস্টেম (চিত্র 1.24 - ERP, CPM, BIM ইত্যাদি) শক্তিশালী তথ্য মহাসড়ক হিসেবে কাজ করে, যার মাধ্যমে এই জ্ঞান কোম্পানির সকল স্তরে প্রবাহিত হয়।

প্রকৃতির মতো, যেখানে প্রতিটি উপাদান ইকোসিস্টেমে তার নিজস্ব ভূমিকা পালন করে, কোম্পানির ব্যবসায়িক দৃশ্যে প্রতিটি প্রক্রিয়ার অংশগ্রহণকারী - প্রকৌশলী থেকে বিশ্লেষক পর্যন্ত - তথ্য পরিবেশের বৃদ্ধি এবং উর্বরতায় তাদের অবদান রাখে। এই সিস্টেমিক "ডেটা গাছ" (চিত্র 1.25) কেবল তথ্য সংগ্রহের যন্ত্র নয়, বরং একটি প্রতিযোগিতামূলক সুবিধা, যা কোম্পানির স্থায়ী উন্নয়ন নিশ্চিত করে।

বনাঞ্চলের ইকোসিস্টেমগুলি ডিজিটাল কর্পোরেট কাঠামোর সংগঠনের নীতিগুলিকে অত্যন্ত সঠিকভাবে প্রতিফলিত করে। বনাঞ্চলের বহু স্তরের কাঠামোর মতো - নিচের স্তর থেকে গাছের শীর্ষে - কর্পোরেট ব্যবস্থাপনা দায়িত্বের স্তর এবং কার্যকরী বিভাগের মধ্যে কাজগুলি বিতরণ করে।

গাছের গভীর এবং শাখাবিশাখা মূলগুলি স্থায়িত্ব এবং পুষ্টির অ্যাক্সেস নিশ্চিত করে। একইভাবে, একটি শক্তিশালী সংগঠন কাঠামো এবং মানসম্মত তথ্যের সাথে স্থিতিশীল প্রক্রিয়া কোম্পানির সমস্ত তথ্য ইকোসিস্টেমকে সমর্থন করে, যা বাজারের অস্থিরতা এবং সংকটের সময়েও এর স্থায়ী বৃদ্ধি এবং উন্নয়নে সহায়তা করে।



চিত্র 1.25 বিভিন্ন সিস্টেমের মাধ্যমে তথ্যের সংহতি ম্যানেজার এবং বিশেষজ্ঞদের একটি একক তথ্য নেটওয়ার্কে সংযুক্ত করার মতো মাইসেলিয়ামের মতো।

ব্যবসায় আধুনিক স্কেলের ধারণা বিবর্তিত হয়েছে। আজকের দিনে কোম্পানির মূল্য কেবল তার দৃশ্যমান অংশ - চূড়াগুলির মতো চূড়ান্ত নথি এবং রিপোর্ট - দ্বারা নির্ধারিত হয় না, বরং গুণগতভাবে সংগৃহীত এবং সিস্টেম্যাটিকভাবে প্রক্রিয়াকৃত তথ্যের "মূল সিস্টেম" এর গভীরতা দ্বারা। যত বেশি তথ্য সংগ্রহ এবং প্রক্রিয়া করা সম্ভব হবে, ব্যবসার মূল্য তত বেশি বৃদ্ধি পাবে। কোম্পানিগুলি যারা পদ্ধতিগতভাবে "কম্পোস্ট" ইতিমধ্যে প্রক্রিয়াকৃত তথ্য সংগ্রহ করে এবং সেগুলি থেকে উপকারী অন্তর্দৃষ্টি বের করতে সক্ষম হয়, তারা কৌশলগত সুবিধা পায়।

ঐতিহাসিক তথ্য নতুন ধরনের মূলধনে রূপান্তরিত হয়, যা বৃদ্ধি, প্রক্রিয়ার অপ্টিমাইজেশন এবং প্রতিযোগিতামূলক শ্রেষ্ঠত্ব নিশ্চিত করে। একটি তথ্য-ভিত্তিক বিশ্বে, বিজয়ী হয় না যারা বেশি, বরং যারা বেশি জানে।

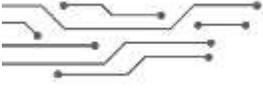
নির্মাণ শিল্পের জন্য, এর মানে হল প্রকল্প ব্যবস্থাপনায় বাস্তব সময়ে রূপান্তর, যেখানে সমস্ত প্রক্রিয়া - ডিজাইন এবং ক্রয় থেকে শুরু করে ঠিকাদারদের সমন্বয় - প্রতিদিন আপডেট হওয়া তথ্যের উপর ভিত্তি করে হবে। বিভিন্ন উৎস থেকে তথ্যের সংহতি (ERP সিস্টেম, CAD মডেল, নির্মাণে IoT সেন্সর, RFID) আরও সঠিক পূর্বাভাস তৈরি করতে, পরিবর্তনের প্রতি দ্রুত প্রতিক্রিয়া জানাতে এবং তথ্যের অভাবের কারণে বিলম্ব এড়াতে সহায়তা করবে।

"ডেটা দ্বারা পরিচালিত প্রতিষ্ঠান ২০২৫" (McKinsey & Company®, ২০২২ [১৮]) গবেষণার অনুযায়ী, ভবিষ্যতের সফল কোম্পানিগুলি তাদের কার্যক্রমের সকল মূল দিক থেকে ডেটার উপর নির্ভর করবে - কৌশলগত সিদ্ধান্ত থেকে শুরু করে অপারেশনাল ইন্টারঅ্যাকশন পর্যন্ত।

ডেটা আর কেবল বিশ্লেষণের একটি সরঞ্জাম হবে না, বরং সমস্ত ব্যবসায়িক প্রক্রিয়ার অবিচ্ছেদ্য অংশ হয়ে উঠবে, স্বচ্ছতা, নিয়ন্ত্রণ এবং ব্যবস্থাপনার স্বয়ংক্রিয়তা নিশ্চিত করবে। ডেটা-চালিত পদ্ধতি সংস্থাগুলিকে মানবিক ফ্যাক্টরের প্রভাব কমাতে, অপারেশনাল ঝুঁকি হ্রাস করতে এবং সিদ্ধান্ত গ্রহণের স্বচ্ছতা ও কার্যকারিতা বাড়াতে সক্ষম করবে।

একুশ শতক অর্থনৈতিক প্যারাডাইমকে উল্টে দিচ্ছে: আগে যেখানে তেলকে "কালো সোনা" বলা হত তার শক্তি

যন্ত্রপাতি এবং পরিবহনকে চালিত করার জন্য, আজকের দিনে, সময়ের চাপের মধ্যে, ঐতিহাসিক ডেটা নতুন কৌশলগত সম্পদ হয়ে উঠছে, যা আর যন্ত্র নয়, বরং সিদ্ধান্ত গ্রহণের অ্যালগরিদমকে শক্তি দিচ্ছে, যা ব্যবসাকে এগিয়ে নিয়ে যাবে।



অধ্যায় 1.3.

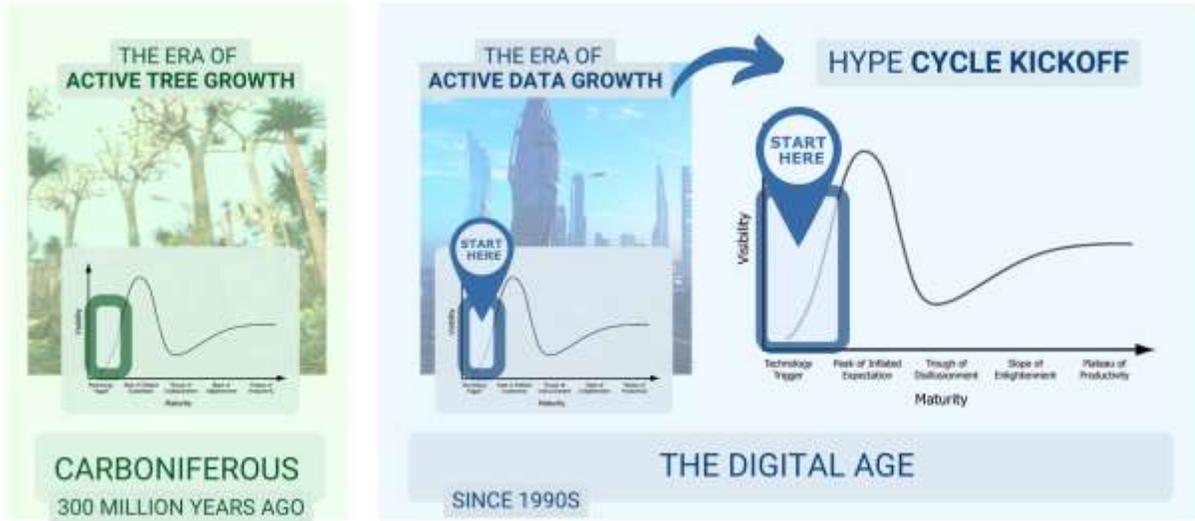
ডিজিটাল বিপ্লব এবং ডেটার বিস্ফোরণ

ডেটার পরিমাণের বৃদ্ধির সূচনা: একটি বিবর্তনীয় তরঙ্গ

নির্মাণ শিল্প একটি অভূতপূর্ব তথ্য বিস্ফোরণের মধ্য দিয়ে যাচ্ছে। যদি ব্যবসাকে একটি জ্ঞানের গাছ হিসেবে কল্পনা করা হয় (চিত্র ১.২৫), যা ডেটা দ্বারা পুষ্ট হয়, তবে বর্তমান ডিজিটালাইজেশনের স্তরকে কোলিয়ার যুগের উদ্ভিদ বৃদ্ধির সাথে তুলনা করা যেতে পারে – একটি যুগ যেখানে পৃথিবীর জীববৈচিত্র্য দ্রুত বায়োমাসের সঞ্চয়ের মাধ্যমে রূপান্তরিত হয়েছে (চিত্র ১.৩১)।

বৈশ্বিক ডিজিটাল উন্নয়নের প্রেক্ষাপটে, নির্মাণ ক্ষেত্রে তথ্যের পরিমাণ প্রতি বছর দ্বিগুণ হচ্ছে। আধুনিক প্রযুক্তিগুলি ব্যাকগ্রাউন্ডে ডেটা সংগ্রহ করতে, সেগুলি বাস্তব সময়ে বিশ্লেষণ করতে এবং এমন ক্ষেত্রে ব্যবহার করতে সক্ষম করে যা কিছুদিন আগে অসম্ভব মনে হত।

মুরের আইন অনুযায়ী, যা গর্ডন মুর (Intel® এর সহ-প্রতিষ্ঠাতা) দ্বারা প্রণীত, ইন্টিগ্রেটেড সার্কিটের ঘনত্ব এবং জটিলতা, পাশাপাশি প্রক্রিয়াকৃত এবং সংরক্ষিত ডেটার পরিমাণ প্রায় প্রতি দুই বছরে দ্বিগুণ হয় [১৯]।



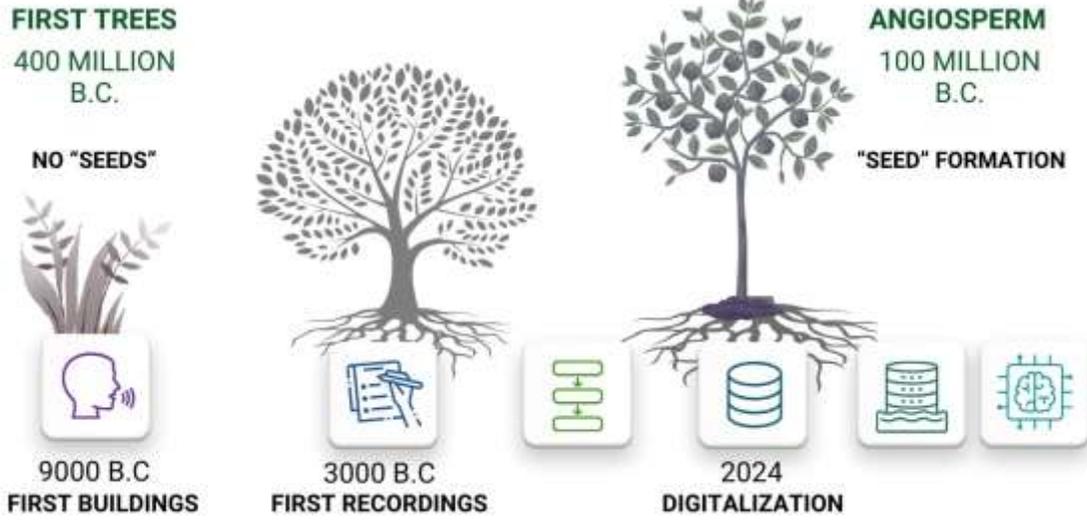
চিত্র ১.৩১ ডিজিটালাইজেশনের সূচনা ডেটার এক্সপোনেনশিয়াল বৃদ্ধির দিকে নিয়ে গেছে, যা কোলিয়ার যুগের উদ্ভিদ বৃদ্ধির মতো।

যদি প্রাচীন মেগালিথিক নির্মাণ, যেমন গেবেকলি-টেপে (তুরস্ক), পুনরায় ব্যবহারের জন্য উপযুক্ত নথিভুক্ত জ্ঞান না রেখে থাকে, তবে আজকের ডিজিটাল প্রযুক্তিগুলি তথ্যের সঞ্চয় এবং পুনরায় ব্যবহারের সম্ভাবনা তৈরি করেছে। এটি স্পোর থেকে বীজযুক্ত উদ্ভিদ (অ্যান্জিওস্পার্ম) এ বিবর্তনীয় পরিবর্তনের সাথে তুলনা করা যেতে পারে: বীজের আবির্ভাব পৃথিবীতে জীবনের বিস্তারের জন্য একটি প্রেরণা দিয়েছে। (চিত্র ১.৩২)।

অনুরূপভাবে, পূর্ববর্তী প্রকল্পগুলির ডেটা একটি প্রকারের "ডিজিটাল বীজ" হয়ে ওঠে – জ্ঞানের ডিএনএ বহনকারী, যা নতুন প্রকল্প এবং পণ্যে স্কেল করা এবং ব্যবহার করা যায়। আধুনিক কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তার সরঞ্জামগুলির আবির্ভাব – মেশিন লার্নিং এবং বড় ভাষার মডেল (LLM), যেমন ChatGPT, LLaMa, Mistral, Claude, DeepSeek, QWEN, Grok –

ডেটা স্বয়ংক্রিয়ভাবে নিষ্কাশন, ব্যাখ্যা এবং নতুন প্রসঙ্গে প্রয়োগ করতে সক্ষম করে।

যেমন বীজগুলি প্রাথমিকভাবে জীবহীন পৃথিবীতে জীবনের বিস্তারে বিপ্লব ঘটিয়েছিল, "ডেটার বীজ" নতুন তথ্য কাঠামো এবং জ্ঞানের স্বয়ংক্রিয় উদ্ভবের ভিত্তি হয়ে উঠছে, যা ডিজিটাল ইকোসিস্টেমগুলিকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে বিকশিত এবং ব্যবহারকারীদের পরিবর্তিত চাহিদার সাথে খাপ খাইয়ে নিতে সক্ষম করে।



চিত্র ১.৩২ ডিজিটাল "ডেটা বীজ" একই বিবর্তনীয় ভূমিকা পালন করে যা অ্যান্জিওস্পার্ম – ফুলের উদ্ভিদ, যা পৃথিবীর পরিবেশকে রূপান্তরিত করেছে।

আমরা নির্মাণের একটি নতুন যুগের দ্বারপ্রান্তে দাঁড়িয়ে আছি, যেখানে ডেটার বিস্ফোরণ এবং "ডেটা বীজ" – অতীত এবং বর্তমান প্রকল্পগুলির কাঠামোগত তথ্যের সক্রিয় বিতরণ – শিল্পের ডিজিটাল ভবিষ্যতের ভিত্তি গঠন করছে। তাদের "পরাগায়ন" বৃহৎ ভাষার মডেল (এলএলএম) দ্বারা সম্ভব করে তোলে, যা কেবল ডিজিটাল পরিবর্তনগুলি পর্যবেক্ষণ করার জন্য নয়, বরং স্বশিক্ষিত, অভিযোজিত পরিবেশ তৈরি করার জন্য সক্রিয়ভাবে অংশগ্রহণ করার জন্য। এটি বিবর্তন নয় – এটি একটি ডিজিটাল বিপ্লব, যেখানে ডেটা নতুন বাস্তবতার প্রধান নির্মাণ উপাদান হয়ে উঠছে।

নির্মাণ শিল্পে ডেটার পরিমাণ নাটকীয়ভাবে বৃদ্ধি পাচ্ছে বিভিন্ন শৃঙ্খলা থেকে তথ্যের প্রবাহের কারণে, যা নির্মাণ প্রকল্পগুলির জীবনচক্র জুড়ে ঘটে। এই বিশাল ডেটার সঞ্চয় নির্মাণ শিল্পকে বিগ ডেটার যুগে প্রবেশ করতে বাধ্য করেছে।— অধ্যাপক হাং ইয়ান, সিভিল ইঞ্জিনিয়ারিং এবং আর্কিটেকচার ফ্যাকাল্টি, উহান প্রযুক্তি বিশ্ববিদ্যালয়, উহান, চীন

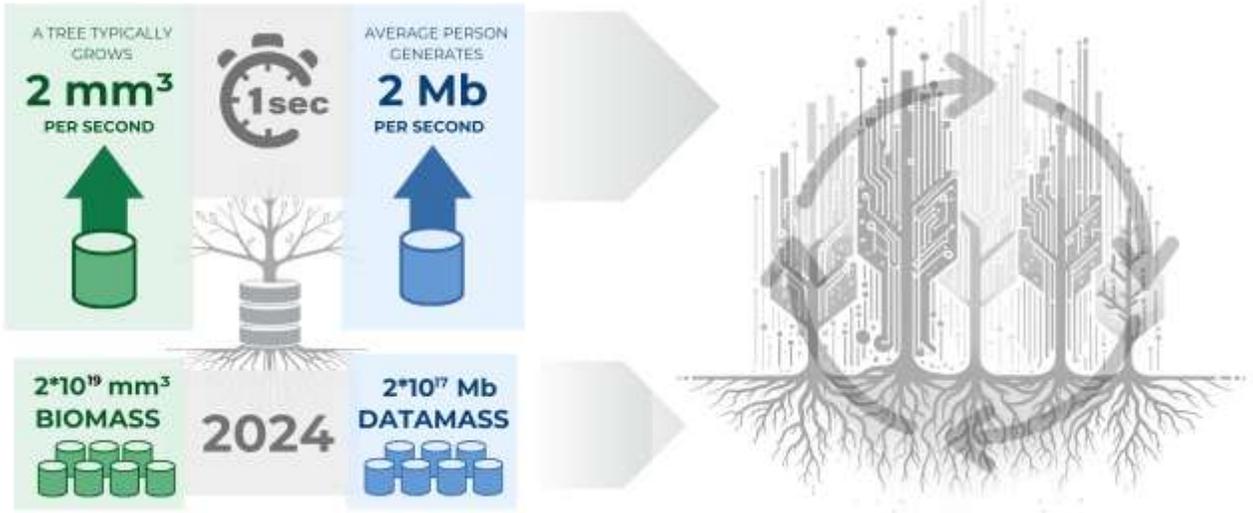
তথ্যের যুগে ডেটার বৃদ্ধির হার প্রকৃতির বিবর্তনীয় প্রক্রিয়াগুলির সাথে তুলনীয়: যেমন বনগুলির বিকাশ প্রাচীন পৃথিবীর ভূদৃশ্যকে পরিবর্তন করেছে, তেমনি বর্তমান তথ্যের বিস্ফোরণ পুরো নির্মাণ শিল্পের ভূদৃশ্যকে পরিবর্তন করছে।

আধুনিক কোম্পানিতে উৎপন্ন ডেটার পরিমাণ

গত দুই বছরে বিশ্বের সমস্ত বিদ্যমান ডেটার ৯০% তৈরি হয়েছে। ২০২৩ সালের হিসাবে, প্রতিটি ব্যক্তি, নির্মাণ শিল্পের বিশেষজ্ঞদের সহ, প্রতি সেকেন্ডে প্রায় ১.৭ মেগাবাইট ডেটা তৈরি করছে, এবং ২০২৩ সালে বিশ্বের মোট ডেটার পরিমাণ ৬৪ জেটাবাইটে পৌঁছাবে এবং ২০২৫ সালের মধ্যে ১৮০ জেটাবাইট, বা ১৮০*১০^{১৫} মেগাবাইট অতিক্রম করার পূর্বাভাস দেওয়া হয়েছে।

এই তথ্যের বিস্ফোরণের একটি ঐতিহাসিক উদাহরণ হল ১৫শ শতাব্দীতে জোহান গুটেনবার্গের দ্বারা মুদ্রণ যন্ত্রের আবিষ্কার। এর আবির্ভাবের মাত্র পঞ্চাশ বছরের মধ্যে ইউরোপে বইয়ের সংখ্যা দ্বিগুণ হয়ে যায়: কয়েক দশকের মধ্যে এত বই মুদ্রিত হয়েছিল, যা পূর্ববর্তী ১২০০ বছরে হাতে তৈরি বইয়ের সমান। আজ আমরা আরও দ্রুত বৃদ্ধির সাক্ষী: বিশ্বের ডেটার পরিমাণ প্রতি তিন বছরে দ্বিগুণ হচ্ছে।

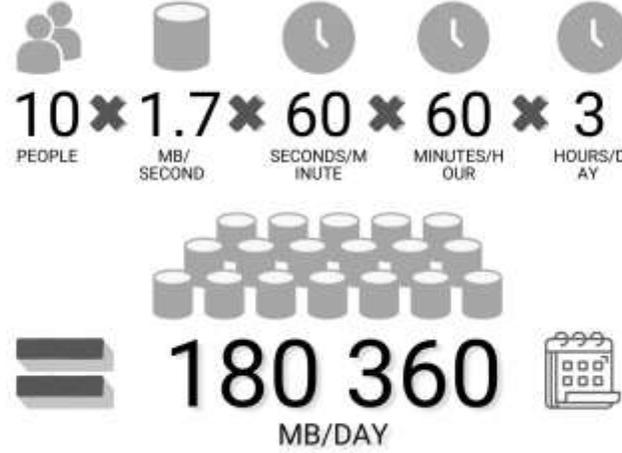
বর্তমান ডেটার বৃদ্ধির হার বিবেচনায়, নির্মাণ শিল্প আগামী কয়েক দশকে সম্ভবত তার পূর্ববর্তী ইতিহাসে সঞ্চিত তথ্যের সমপরিমাণ তথ্য তৈরি করতে পারে।



চিত্র ১.৩৩ প্রতিটি কর্মচারী প্রতিদিন কোম্পানির সার্ভারে ডেটা সংরক্ষণ করে ডেটার পরিমাণের ক্রমাগত বৃদ্ধিতে সহায়তা করে।

আধুনিক নির্মাণ ব্যবসায় এমনকি ছোট কোম্পানিগুলি প্রতিদিন বিপুল পরিমাণ বিভিন্ন ধরনের তথ্য তৈরি করে এবং একটি ছোট নির্মাণ কোম্পানির ডিজিটাল ট্রেস প্রতিদিন দশকের গিগাবাইটে পৌঁছাতে পারে – মডেল এবং নকশা থেকে শুরু করে ছবি এবং সাইটে সেন্সর পর্যন্ত। যদি ধরা হয় যে প্রতিটি বিশেষজ্ঞ গড়ে প্রতি সেকেন্ডে প্রায় ১.৭ এমবি ডেটা তৈরি করে, তবে এটি প্রতিদিন প্রায় ১৪৬ জিবি, বা বছরে ৫৩ টিবিবর সমান।

১০ জনের একটি দলের সক্রিয় কাজের সময় ৩ ঘণ্টা ধরে, দৈনিক উৎপন্ন তথ্যের মোট পরিমাণ ১৮০ গিগাবাইটে পৌঁছায়।



চিত্র ১.৩৪ ১০ জনের একটি কোম্পানি প্রতিদিন প্রায় ৫০-২০০ গিগাবাইট ডেটা তৈরি করে।

যদি ধরা হয় যে 30% কর্মসংস্থান ডেটা নতুন (বাকি ডেটা পুনরায় লেখা বা মুছে ফেলা হয়), তবে 10 জনের একটি কোম্পানি প্রতি মাসে কয়েকশো গিগাবাইট নতুন ডেটা তৈরি করতে পারে (বাস্তব পরিসংখ্যান কোম্পানির কার্যকলাপের ধরনের উপর নির্ভর করে)।

সুতরাং, এটি স্পষ্ট হয়ে ওঠে: আমরা কেবল আরও বেশি ডেটা তৈরি করছি না - আমরা তাদের কার্যকর ব্যবস্থাপনা, সংরক্ষণ এবং দীর্ঘমেয়াদী প্রবেশাধিকারের জন্য বাড়তে থাকা প্রয়োজনের মুখোমুখি হচ্ছি। এবং যদি আগে ডেটা স্থানীয় সার্ভারে বিশেষ খরচ ছাড়াই "রাখা" হতে পারে, তবে ডিজিটাল রূপান্তরের পরিস্থিতিতে আরও বেশি কোম্পানি তাদের তথ্য অবকাঠামোর ভিত্তি হিসাবে ক্লাউড সমাধানগুলি ব্যবহার করতে শুরু করছে।

ডেটা সংরক্ষণের খরচ: অর্থনৈতিক দৃষ্টিকোণ

সাম্প্রতিক বছরগুলোতে আরও বেশি কোম্পানি তাদের ডেটা ক্লাউড পরিষেবাগুলিতে স্থানান্তর করছে। উদাহরণস্বরূপ, যদি একটি কোম্পানি তার ডেটার অর্ধেক ক্লাউডে রাখে, গড়ে 0.015 ডলার প্রতি গিগাবাইট প্রতি মাসে খরচ হলে, তার সংরক্ষণ খরচ প্রতি মাসে 10-50 ডলার বাড়তে পারে।

একটি ছোট কোম্পানির জন্য সাধারণ ডেটা উৎপাদনের মডেলগুলির সাথে, ক্লাউড সংরক্ষণের খরচ কয়েকশো থেকে সম্ভাব্যভাবে এক হাজার ডলারের বেশি হতে পারে (চিত্র 1.35) কয়েক বছরের মধ্যে, যা একটি সম্ভাব্য উল্লেখযোগ্য আর্থিক চাপ সৃষ্টি করে।

Forrester-এর একটি গবেষণার অনুযায়ী "প্রতিষ্ঠানগুলি ডেটা সংরক্ষণ আউটসোর্স করছে কারণ জটিলতা বাড়ছে", যেখানে 214 জন প্রযুক্তিগত অবকাঠামোর সিদ্ধান্ত গ্রহণকারী অংশগ্রহণ করেছেন, তিনটিরও বেশি প্রতিষ্ঠান ডেটা পরিচালনার বাড়তে থাকা পরিমাণ এবং জটিলতার সাথে মোকাবিলা করার জন্য তাদের ডেটা সংরক্ষণ সিস্টেম আউটসোর্স করছে, যখন প্রায় দুই-তৃতীয়াংশ প্রতিষ্ঠান সাবস্ক্রিপশন ভিত্তিক মডেল পছন্দ করে।



চিত্র 1.35 ক্লাউডে ডেটা স্থানান্তর করা একটি কোম্পানির জন্য প্রতি মাসে সংরক্ষণ খরচ 2,000 ডলারে বাড়িয়ে দিতে পারে, এমনকি 10 জন কর্মচারী থাকলেও।

পরিস্থিতি ক্লাউড প্রযুক্তিতে দ্রুত স্থানান্তরের কারণে জটিল হয়ে উঠছে, যেমন CAD (BIM), CAFM, PMIS এবং ERP সিস্টেম, যা অতিরিক্তভাবে ডেটা সংরক্ষণ এবং প্রক্রিয়াকরণের খরচ বাড়ায়। ফলস্বরূপ, কোম্পানিগুলি খরচ অপ্টিমাইজ করার এবং ক্লাউড প্রদানকারীদের উপর নির্ভরতা কমানোর উপায় খুঁজতে বাধ্য হচ্ছে।

2023 সাল থেকে, বড় ভাষার মডেল (LLM) এর সক্রিয় উন্নয়নের সাথে, ডেটা সংরক্ষণের পদ্ধতিগুলি পরিবর্তিত হতে শুরু করেছে। আরও বেশি কোম্পানি তাদের ডেটার উপর নিয়ন্ত্রণ ফিরে পাওয়ার কথা ভাবছে, কারণ তথ্য তাদের নিজস্ব সার্ভারে প্রক্রিয়া করা নিরাপদ এবং লাভজনক হয়ে উঠছে।

এই প্রেক্ষাপটে, শুধুমাত্র প্রয়োজনীয় ডেটার ক্লাউড সিস্টেম সংরক্ষণ এবং প্রক্রিয়াকরণের পরিবর্তে কর্পোরেট LLM এবং AI সমাধানের স্থানীয় স্থাপনার প্রতি একটি প্রবণতা সামনে আসছে। মাইক্রোসফটের সিইও তার একটি সাক্ষাৎকারে উল্লেখ করেছেন, বিভিন্ন কাজ সম্পাদনের জন্য একাধিক পৃথক অ্যাপ্লিকেশন বা ক্লাউড সমাধানের উপর নির্ভর করার পরিবর্তে, AI এজেন্টগুলি ডেটাবেসে প্রক্রিয়াগুলি পরিচালনা করবে, বিভিন্ন সিস্টেমের কার্যক্রম স্বয়ংক্রিয় করবে।

পুরনো পদ্ধতি এই প্রশ্নের প্রতি [ডেটা প্রক্রিয়াকরণ] নিম্নরূপ ছিল: যদি আমরা স্বরণ করি, কিভাবে বিভিন্ন ব্যবসায়িক অ্যাপ্লিকেশনগুলি ইন্টিগ্রেশন পরিচালনা করেছিল, তারা কনেক্টর ব্যবহার করেছিল। কোম্পানিগুলি এই কনেক্টরের লাইসেন্স বিক্রি করত, এবং এর চারপাশে একটি ব্যবসায়িক মডেল গড়ে উঠত। SAP [ERP] একটি ক্লাসিক উদাহরণ: SAP ডেটাতে প্রবেশাধিকার শুধুমাত্র সংশ্লিষ্ট কনেক্টর থাকার মাধ্যমে সম্ভব ছিল। তাই আমার মনে হয়, [এআই] এজেন্টগুলির মধ্যে যোগাযোগের ক্ষেত্রেও কিছু অনুরূপ ঘটবে। অন্ততপক্ষে, আমাদের গ্রহণ করা পদ্ধতি হল: আমি মনে করি ব্যবসায়িক অ্যাপ্লিকেশনগুলির অস্তিত্বের ধারণা সম্ভবত [এআই] এজেন্টের যুগে ভেঙে পড়বে। কারণ, যদি আমরা ভাবি, তারা মূলত ব্যবসায়িক লজিকের সাথে একটি ডেটাবেস। সত্যি না হলে, মাইক্রোসফটের সিইও, বিএজি২ চ্যানেলকে সাক্ষাৎকার, ২০২৪ সাল।

এই প্যারাডাইমে ডেটা-চালিত পদ্ধতি LLM-এর প্রয়োগ ক্লাসিক্যাল সিস্টেমের সীমা অতিক্রম করে। কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা ব্যবহারকারী এবং ডেটার মধ্যে একটি মধ্যস্থতাকারী হিসেবে কাজ করে (ছবি 2.23, ছবি 2.24), বহু মধ্যস্থতাকারী

ইন্টারফেসের প্রয়োজনীয়তা দূর করে এবং ব্যবসায়িক প্রক্রিয়ার কার্যকারিতা বাড়ায়। ডেটার সাথে কাজ করার এই পদ্ধতি সম্পর্কে আমরা "অব্যবস্থাকে ব্যবস্থায় রূপান্তর এবং জটিলতা হ্রাস" অধ্যায়ে বিস্তারিত আলোচনা করব।

ভবিষ্যতের স্থাপত্য এখনও গঠনামূলক, কোম্পানিগুলি ইতিমধ্যে অতীতের সিদ্ধান্তগুলির পরিণামের মুখোমুখি হচ্ছে। গত কয়েক দশকের ব্যাপক ডিজিটালাইজেশন, যা বিচ্ছিন্ন সিস্টেমের প্রবর্তন এবং অযাচিত তথ্য সংগ্রহের সাথে ছিল, একটি নতুন সমস্যার সৃষ্টি করেছে – তথ্যের অতিরিক্ত বোঝা।

ডেটা সংগ্রহের সীমানা: ভর থেকে অর্থের দিকে

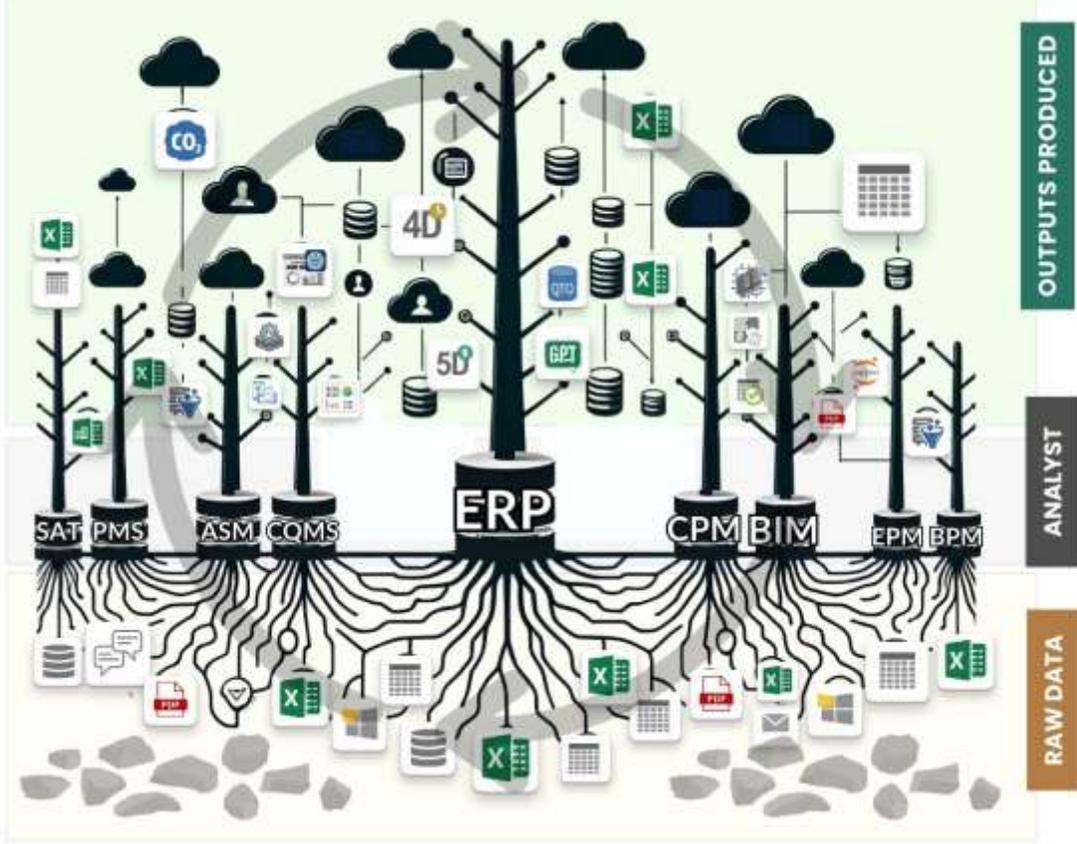
আধুনিক কোম্পানির সিস্টেমগুলি সফলভাবে বিকশিত এবং কার্যকরী হয় যখন নিয়ন্ত্রিত বৃদ্ধির মাধ্যমে, যেখানে ডেটার পরিমাণ এবং অ্যাপ্লিকেশনের সংখ্যা আইটি বিভাগের এবং ব্যবস্থাপকদের সক্ষমতার সাথে সঙ্গতিপূর্ণ থাকে। তবে গত কয়েক দশকে ডিজিটালাইজেশন অপ্রতিরোধ্যভাবে ডেটার পরিমাণ এবং জটিলতার বৃদ্ধি ঘটিয়েছে, যা কোম্পানির তথ্য পরিবেশে অতিরিক্ত চাপ সৃষ্টি করেছে।

আজকের দিনে সার্ভার এবং স্টোরেজগুলি অপরিমিত এবং বিভিন্ন ধরনের তথ্যের প্রবাহের সম্মুখীন হচ্ছে, যা দ্রুত অপ্রাসঙ্গিক হয়ে পড়ছে এবং কম্পাস্টে পরিণত হওয়ার সময় পাচ্ছে না। কোম্পানির সীমিত সম্পদ এই প্রবাহের সাথে মোকাবিলা করতে পারছে না, এবং তথ্যগুলি বিচ্ছিন্ন স্টোরেজে (যাকে "সাইলোস" বলা হয়) জমা হচ্ছে, যা কার্যকর তথ্য বের করার জন্য ম্যানুয়াল প্রক্রিয়াকরণের প্রয়োজন।

ফলস্বরূপ, আধুনিক কোম্পানি ব্যবস্থাপনা সিস্টেমগুলি প্রায়শই তথ্যের অতিরিক্ত বোঝার কারণে একটি প্লাবিত বনভূমির মতো হয়ে যায়, যেখানে আইভি এবং ছত্রাকের দ্বারা আচ্ছাদিত। কর্পোরেট ইকোসিস্টেমের ভিত্তিতে পুষ্টিকর তথ্যের হিউমাসের পরিবর্তে বিচ্ছিন্ন বিভিন্ন ধরনের ডেটার অংশ তৈরি হয়, যা অবশ্যস্বাভাবিকভাবে ব্যবসায়িক প্রক্রিয়ার সামগ্রিক কার্যকারিতার হ্রাসে নিয়ে আসে।

দীর্ঘ সময় ধরে চলমান এক্সপোনেনশিয়াল ডেটা বৃদ্ধির প্রবণতা, যা গত ৪০ বছর ধরে লক্ষ্য করা গেছে, অবশ্যস্বাভাবিকভাবে একটি স্যাচুরেশন এবং পরবর্তী শীতলীকরণের পর্যায়ে প্রবেশ করবে। যখন স্টোরেজ সীমায় পৌঁছাবে, তখন একটি গুণগত পরিবর্তন ঘটবে: ডেটা আর কেবল একটি স্টোরেজ অবজেক্ট হবে না, বরং একটি কৌশলগত সম্পদে পরিণত হবে।

কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা এবং মেশিন লার্নিংয়ের বিকাশের সাথে, কোম্পানিগুলি তথ্য প্রক্রিয়াকরণের খরচ কমানোর এবং পরিমাণগত বৃদ্ধির পরিবর্তে তথ্যের গুণগত ব্যবহারে যাওয়ার সুযোগ পাচ্ছে। আগামী দশকে নির্মাণ শিল্পের জন্য ফোকাস স্থানান্তরিত হবে - নতুন নতুন তথ্যের ভাণ্ডার তৈরি করার পরিবর্তে তাদের কাঠামোগততা, অখণ্ডতা এবং বিশ্লেষণমূলক মূল্য নিশ্চিত করার দিকে।



চিত্র ১.৩৬ বিচ্ছিন্ন তথ্য উৎসগুলি তথ্য সিস্টেমগুলির মধ্যে তথ্য বিনিময়ে বাধা দেয় /

প্রধান মূল্য এখন আর তথ্যের পরিমাণে নয়, বরং স্বয়ংক্রিয়ভাবে এটি ব্যাখ্যা করার এবং ব্যবস্থাপনা সিদ্ধান্ত গ্রহণের জন্য উপকারী প্রয়োগযোগ্য জ্ঞানে রূপান্তর করার ক্ষমতায়। তথ্যগুলি সত্যিই উপকারী হতে হলে, সেগুলির সঠিকভাবে পরিচালনা করা প্রয়োজন: নিরীক্ষণ, যাচাই, কাঠামোবদ্ধ, সংরক্ষণ এবং নির্দিষ্ট ব্যবসায়িক সমস্যার প্রেক্ষাপটে বিশ্লেষণ করা।

কোম্পানিতে তথ্য বিশ্লেষণের প্রক্রিয়া একটি বনভূমিতে গাছের জীবনচক্র এবং পচন প্রক্রিয়ার মতো, যেখানে প্রাপ্তবয়স্ক গাছগুলি মরে যায়, পচে যায় এবং নতুন শক্তিশালী গাছের জন্য পুষ্টি পরবেশ তৈরি করে। সম্পন্ন এবং শেষ হওয়া প্রক্রিয়াগুলি তাদের ব্যবহারের শেষে কোম্পানির তথ্য পরিবেশে প্রবাহিত হয়, যা পরবর্তীতে নতুন সিস্টেম এবং তথ্যের বৃদ্ধির জন্য তথ্যের হিউমাসে পরিণত হয়।

তবে বাস্তবে এই চক্রটি প্রায়শই বিঘ্নিত হয়। জৈবিক পুনর্নবীকরণের পরিবর্তে স্তরবদ্ধ বিশৃঙ্খলা তৈরি হয় - ভূতাত্ত্বিক স্তরের মতো, যেখানে নতুন সিস্টেমগুলি পুরানোগুলির উপরে স্তরিত হয়, গভীর সংহতি এবং কাঠামোবদ্ধতার অভাবে। এর ফলে বিচ্ছিন্ন তথ্য "সাইলোস" তৈরি হয়, যা জ্ঞানের সঞ্চালনে বাধা দেয় এবং তথ্য পরিচালনায় অসুবিধা সৃষ্টি করে।

পরবর্তী পদক্ষেপ: ডেটার তত্ত্ব থেকে ব্যবহারিক পরিবর্তনের দিকে

নির্মাণে তথ্যের বিবর্তন হল মাটির টেবিল থেকে আধুনিক মডুলার প্ল্যাটফর্মে যাওয়ার পথ। আজকের চ্যালেঞ্জ হল তথ্য

সংগ্রহে নয়, বরং একটি কাঠামো তৈরি করা যা বিচ্ছিন্ন এবং বিভিন্ন ফরম্যাটের তথ্যকে একটি কৌশলগত সম্পদে রূপান্তরিত করে। আপনার ভূমিকা যাই হোক না কেন - কোম্পানির ব্যবস্থাপক বা সাধারণ প্রকৌশলী - তথ্যের মূল্য বোঝা এবং ভবিষ্যতে তাদের সাথে কাজ করার দক্ষতা একটি মূল পেশাদার দক্ষতা হয়ে উঠবে।

এই অংশের সারসংক্ষেপ করতে, কিছু মূল ব্যবহারিক পদক্ষেপ তুলে ধরা উচিত যা আপনার দৈনন্দিন কাজগুলিতে আলোচিত পদ্ধতিগুলি প্রয়োগ করতে সহায়তা করবে:

■ আপনার তথ্য প্রবাহের ব্যক্তিগত অডিট পরিচালনা করুন

- আপনার প্রতিদিনের কাজের জন্য সমস্ত সিস্টেম এবং অ্যাপ্লিকেশনের একটি তালিকা তৈরি করুন
- চিহ্নিত করুন কোথায় আপনি তথ্য খোঁজার বা পুনরায় যাচাই করার জন্য সবচেয়ে বেশি সময় ব্যয় করছেন
- আপনার মূল তথ্য উৎসগুলি চিহ্নিত করুন
- আপনার বর্তমান অ্যাপ্লিকেশন ল্যান্ডস্কেপের বিশ্লেষণ করুন অতিরিক্ততা এবং কার্যক্রমের পুনরাবৃত্তির জন্য

■ বিশ্লেষণাত্মক পরিপক্বতার স্তরের মধ্যে প্রক্রিয়াগুলিতে অগ্রসর হওয়ার চেষ্টা করুন

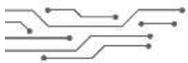
- আপনার কাজের সাথে শুরু করুন বর্ণনামূলক বিশ্লেষণ (কি ঘটেছে?)
- ধীরে ধীরে ডায়াগনস্টিক (কেন এটি ঘটেছে?) বিশ্লেষণ প্রবর্তন করুন
- ভাবুন কিভাবে আপনি প্রক্রিয়াগুলিতে পূর্বাভাসমূলক (কি ঘটবে?) এবং প্রেসক্রিপটিভ (কি করতে হবে?) বিশ্লেষণে যেতে পারেন

■ আপনার কাজের তথ্যগুলি কাঠামোবদ্ধ করতে শুরু করুন

- একটি একক ফাইল এবং ফোল্ডারের নামকরণ ব্যবস্থা প্রবর্তন করুন যা আপনি আপনার কাজের জন্য প্রায়ই ব্যবহার করেন
- প্রায়ই ব্যবহৃত নথি এবং রিপোর্টের জন্য টেমপ্লেট তৈরি করুন।
- নিয়মিত সম্পন্ন প্রকল্পগুলি সুস্পষ্ট কাঠামো সহ আর্কাইভ করুন

যদিও আপনি আপনার দলের বা কোম্পানির সমস্ত তথ্য অবকাঠামো পরিবর্তন করতে পারেন না, তবে আপনার নিজস্ব প্রক্রিয়া এবং দৈনন্দিন কাজের মধ্যে ছোট ছোট উন্নতি দিয়ে শুরু করুন। মনে রাখবেন, তথ্যের প্রকৃত মূল্য তাদের পরিমাণে নয়, বরং সেগুলি থেকে ব্যবহারিক সুবিধা বের করার ক্ষমতায়। এমনকি ছোট, কিন্তু সঠিকভাবে কাঠামোবদ্ধ এবং বিশ্লেষিত তথ্যের সেটগুলি সিদ্ধান্ত গ্রহণের প্রক্রিয়ায় সংহত হলে উল্লেখযোগ্য প্রভাব ফেলতে পারে।

বইয়ের পরবর্তী অংশে, আমরা তথ্যের সাথে কাজ করার নির্দিষ্ট পদ্ধতি এবং সরঞ্জামগুলিতে যাব, অ-গঠনমূলক তথ্যকে গঠনমূলক সেটে রূপান্তরের উপায়গুলি পর্যালোচনা করব, বিশ্লেষণের স্বয়ংক্রিয়করণের প্রযুক্তিগুলি অধ্যয়ন করব এবং নির্মাণ কোম্পানিতে একটি কার্যকর বিশ্লেষণাত্মক ইকোসিস্টেম তৈরি করার বিস্তারিত আলোচনা করব।





॥ অংশ নির্মাণ ব্যবসা কিভাবে ডেটার বিশৃঙ্খলায় ডুবে যায়

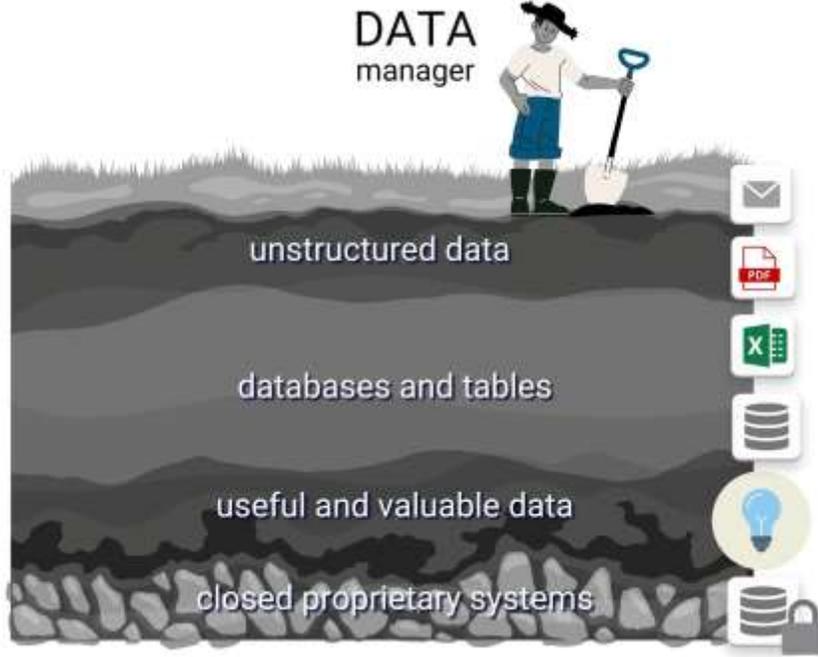
দ্বিতীয় অংশটি নির্মাণ কোম্পানিগুলি যে সমস্যাগুলির মুখোমুখি হয় সেগুলির সমালোচনামূলক বিশ্লেষণে নিবেদিত, যখন তারা বাড়তে থাকা তথ্যের পরিমাণের সাথে কাজ করে। তথ্যের খণ্ডীকরণের পরিণতি এবং "সাইলোড ডেটা" ফেনোমেননের বিশদ পর্যালোচনা করা হয়েছে, যা কার্যকর সিদ্ধান্ত গ্রহণে বাধা দেয়। HiPPO পদ্ধতির (সর্বোচ্চ বেতনপ্রাপ্ত ব্যক্তির মতামত) সমস্যা এবং এর নির্মাণ প্রকল্পগুলিতে ব্যবস্থাপনা সিদ্ধান্তের গুণমানের উপর প্রভাব বিশ্লেষণ করা হয়েছে। ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলির গতিশীলতা এবং তাদের বাড়তে থাকা জটিলতার তথ্য প্রবাহ এবং অপারেশনাল দক্ষতার উপর প্রভাব মূল্যায়ন করা হয়েছে। অতিরিক্ত জটিলতার কারণে সিস্টেমের ব্যয় বৃদ্ধি এবং সংস্থার নমনীয়তা হ্রাসের নির্দিষ্ট উদাহরণ দেওয়া হয়েছে। প্রোপ্রাইটারি ফরম্যাট দ্বারা সৃষ্ট সীমাবদ্ধতা এবং নির্মাণ শিল্পে ওপেন স্ট্যান্ডার্ড ব্যবহারের সম্ভাবনার উপর বিশেষ মনোযোগ দেওয়া হয়েছে। AI এবং LLM ভিত্তিক সফটওয়্যার ইকোসিস্টেমে রূপান্তরের ধারণা উপস্থাপন করা হয়েছে, যা অতিরিক্ত জটিলতা এবং প্রযুক্তিগত বাধাগুলি কমিয়ে দেয়।

অধ্যায় 2.1. ডেটার খণ্ডীকরণ এবং সিলো

যত বেশি সরঞ্জাম, তত বেশি কার্যকর ব্যবসা?

প্রথম নজরে মনে হতে পারে যে ডিজিটাল সরঞ্জামের সংখ্যা বাড়ানো কার্যকারিতা বাড়ায়। তবে বাস্তবে, বিষয়টি ভিন্ন। প্রতিটি নতুন সমাধান, তা ক্লাউড পরিষেবা, পুরনো সিস্টেম বা একটি নতুন এক্সেল রিপোর্ট হোক, কোম্পানির ডিজিটাল ল্যান্ডস্কেপে একটি নতুন স্তর যোগ করে – একটি স্তর যা প্রায়শই অন্যান্যদের সাথে সংহত হয় না।

তথ্যকে কয়লার বা তেলের সাথে তুলনা করা যেতে পারে: এগুলি বছরের পর বছর ধরে গঠিত হয়, বিশৃঙ্খলা, ত্রুটি, অ-গঠনমূলক প্রক্রিয়া এবং ভুল ফরম্যাটের স্তরের নিচে "সংকুচিত" হয়। সত্যিই উপকারী তথ্য বের করতে, কোম্পানিগুলিকে পুরনো সমাধান এবং ডিজিটাল শব্দের স্তরগুলির মধ্য দিয়ে সত্যিই প্রবাহিত হতে হয়।



বিভিন্ন ফরম্যাটের তথ্য বিচ্ছিন্ন স্তর তৈরি করে – এমনকি "সোনালী" অন্তর্দৃষ্টি সিস্টেমের জটিলতার ভূতাত্ত্বিক স্তরে হারিয়ে যায় /

প্রতিটি নতুন অ্যাপ্লিকেশন একটি চিহ্ন রেখে যায়: একটি ফাইল, একটি টেবিল বা একটি সম্পূর্ণ বিচ্ছিন্ন "সাইলো" সার্ভারে। একটি স্তর হল মাটি (পুরনো এবং ভুলে যাওয়া তথ্য), অন্যটি হল বালি (বিচ্ছিন্ন টেবিল এবং রিপোর্ট), তৃতীয়টি হল গ্রানাইট (বন্ধ প্রোপ্রাইটারি ফরম্যাট, যা সংহত করা যায় না)। সময়ের সাথে সাথে কোম্পানির ডিজিটাল পরিবেশ ক্রমশ একটি স্তরিত স্টোরেজের মতো হয়ে ওঠে, যেখানে তথ্যের নিয়ন্ত্রণহীন সঞ্চয় ঘটে, যেখানে মূল্য কোম্পানির সার্ভারের গভীরে হারিয়ে যায়।

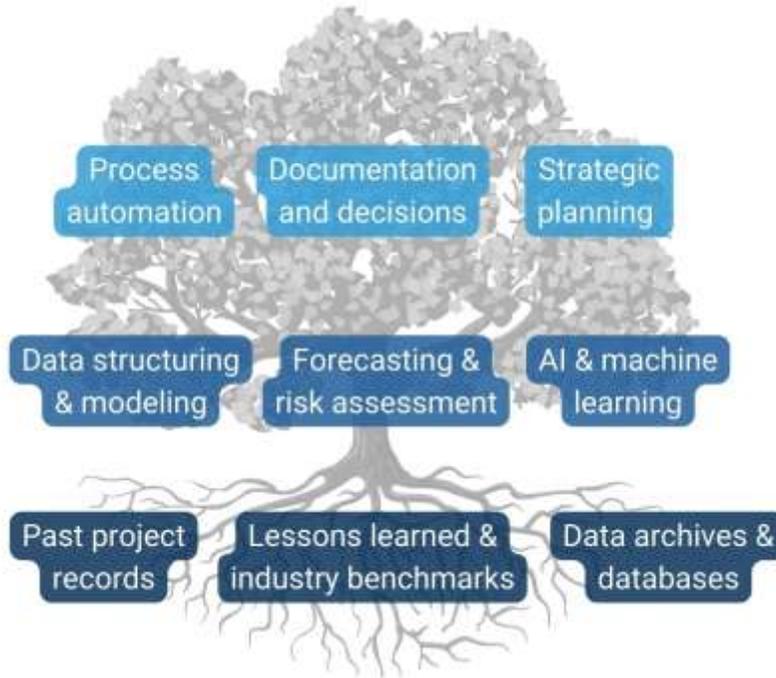
প্রতিটি নতুন প্রকল্প এবং প্রতিটি নতুন সিস্টেমের সাথে অবকাঠামো কেবল জটিল হয় না, বরং কার্যকর মানের তথ্যের দিকে যাওয়ার পথও জটিল হয়। মূল্যবান "খনিজ" পর্যন্ত পৌঁছাতে, গভীর পরিষ্কার করা, তথ্যকে কাঠামোবদ্ধ করা, "ভাঙা", অর্থপূর্ণ টুকরোতে গ্রুপ করা এবং বিশ্লেষণ ও ডেটা মডেলিংয়ের মাধ্যমে কৌশলগতভাবে গুরুত্বপূর্ণ তথ্য বের করা প্রয়োজন।

তথ্য একটি মূল্যবান সম্পদ, এবং এটি সেই সিস্টেমগুলির চেয়ে দীর্ঘকাল স্থায়ী হবে যা তথ্য প্রক্রিয়া করে।

– টিম বার্নার্সলি, বিশ্বব্যাপী ওয়েবের জনক এবং প্রথম ওয়েবসাইটের স্রষ্টা

তথ্য "মূল্যবান সম্পদ" এবং সিদ্ধান্ত গ্রহণের জন্য একটি নির্ভরযোগ্য ভিত্তিতে পরিণত হওয়ার আগে, সেগুলি পুঙ্খানুপুঙ্খভাবে প্রস্তুত করতে হবে। সঠিক প্রাক-প্রক্রিয়াকরণ বিচ্ছিন্ন তথ্যকে কাঠামোবদ্ধ অভিজ্ঞতায় রূপান্তরিত করে, যা পরে পূর্বাভাস এবং অপ্টিমাইজেশনের জন্য একটি উপকারী তথ্য ভিত্তি হয়ে ওঠে।

একটি ভুল ধারণা রয়েছে যে বিশ্লেষণের জন্য নিখুঁত পরিষ্কার তথ্যের প্রয়োজন, তবে বাস্তবে "ময়লা" তথ্যের সাথে কাজ করার দক্ষতা প্রক্রিয়ার একটি অবিচ্ছেদ্য অংশ।



চিত্র 2.12 তথ্য ব্যবসার মূল সিস্টেম এবং ভিত্তি, যা সিদ্ধান্ত গ্রহণের প্রক্রার উপর ভিত্তি করে।

যতক্ষণ প্রযুক্তি স্থির নয়, আপনার ব্যবসাকেও এগিয়ে যেতে হবে এবং তথ্য থেকে মূল্য তৈরি করতে শিখতে হবে। যেমন তেল এবং কয়লা কোম্পানিগুলি খনিজ সম্পদ আহরণের জন্য অবকাঠামো তৈরি করে, তেমনি ব্যবসাকেও তাদের সার্ভারে নতুন তথ্যের প্রবাহকে দক্ষতার সাথে পরিচালনা করতে এবং অপ্রচলিত, বিভিন্ন ফরম্যাটের এবং পুরনো তথ্য থেকে মূল্যবান তথ্য বের করতে শিখতে হবে, সেগুলিকে কৌশলগত সম্পদে রূপান্তরিত করতে হবে।

তথ্যের ক্ষেত্র তৈরি (ডেটা স্টোরেজ) প্রথম পদক্ষেপ। সবচেয়ে শক্তিশালী সরঞ্জামও তথ্যের বিচ্ছিন্নতা এবং বিভিন্ন ফরম্যাটের তথ্যের সমস্যার সমাধান করে না, যদি কোম্পানিগুলি বিচ্ছিন্ন সিস্টেমে কাজ করতে থাকে। যখন তথ্য একে অপরের থেকে আলাদা থাকে, একে অপরের সাথে যোগাযোগ না করে, তখন ব্যবসা "ডেটা সাইলোস" প্রভাবের সম্মুখীন

হয়। একটি একক, সমন্বিত অবকাঠামোর পরিবর্তে, কোম্পানিগুলি তথ্য একত্রিত এবং সমন্বয় করতে সম্পদ ব্যয় করতে বাধ্য হয়।

ডেটার সিলো এবং কোম্পানির কার্যকারিতায় তাদের প্রভাব

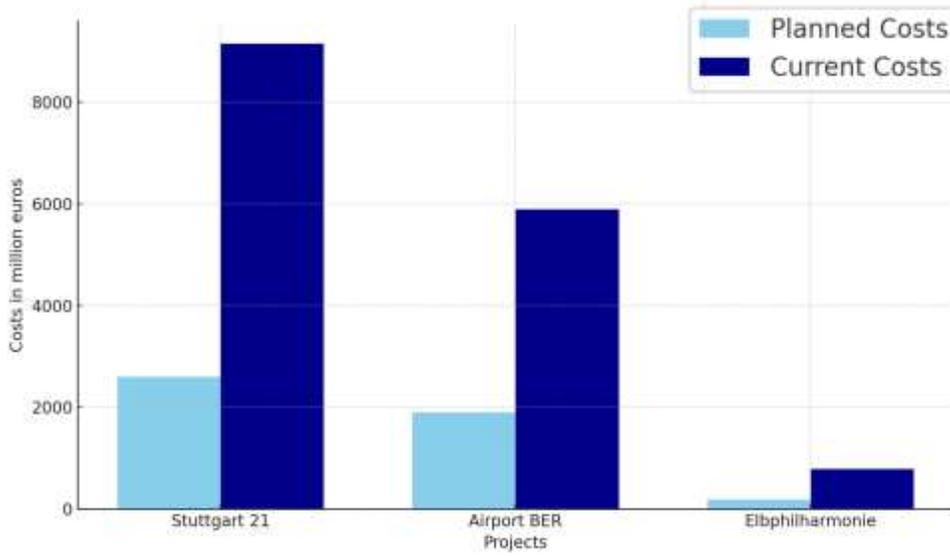
কল্পনা করুন যে আপনি একটি আবাসিক কমপ্লেক্স নির্মাণ করছেন, কিন্তু প্রতিটি দলে তাদের নিজস্ব প্রকল্প রয়েছে। কিছু দেয়াল নির্মাণ করেছে, অন্যরা যোগাযোগ স্থাপন করেছে, তৃতীয়রা রাস্তা তৈরি করেছে, একে অপরের সাথে মিল না করেই। ফলস্বরূপ, পাইপগুলি দেয়ালের খাঁজগুলির সাথে মেলে না, লিফট শ্যাফটগুলি তলগুলির সাথে মেলে না, এবং রাস্তা আবার ভেঙে পুনরায় স্থাপন করতে হয়।

এই ধরনের পরিস্থিতি কেবল একটি তাত্ত্বিক দৃশ্যকল্প নয়, বরং অনেক আধুনিক নির্মাণ প্রকল্পের বাস্তবতা। বিভিন্ন সিস্টেমে কাজ করা অনেক সাধারণ এবং সাব-কন্ট্রাক্টরদের কারণে এবং একটি সমন্বয়কারী কেন্দ্রের অভাবে, প্রক্রিয়াটি অবিরাম সমন্বয়, পুনর্নির্মাণ এবং সংঘাতের একটি ধারায় পরিণত হয়। এর ফলে উল্লেখযোগ্য বিলম্ব এবং প্রকল্পের খরচ বহুগুণ বেড়ে যায়।

নির্মাণস্থলে একটি ক্লাসিক্যাল পরিস্থিতি যেখানে কাজ থেমে যায়: ফর্মওয়ার্ক প্রস্তুত, তবে রডের সরবরাহ সময়মতো আসেনি। বিভিন্ন সিস্টেমে তথ্য যাচাই করার সময় যোগাযোগ প্রায় এইভাবে ঘটে:

- ❶ নির্মাণস্থলে প্রকল্প ব্যবস্থাপক 20 তারিখে প্রকল্প ব্যবস্থাপককে লেখেন: "আমরা ফর্মওয়ার্ক স্থাপন শেষ করেছি, রড কোথায়?"
- ❷ প্রকল্প ব্যবস্থাপক (PMIS) সরবরাহ বিভাগের: – "ফর্মওয়ার্ক প্রস্তুত। আমার সিস্টেম [PMIS] অনুযায়ী, reinforcement 18 তারিখে আসার কথা ছিল। reinforcement কোথায়?"
- ❸ সরবরাহ বিশেষজ্ঞ (ERP): – "আমাদের ERP-তে উল্লেখ করা হয়েছে যে সরবরাহ 25 তারিখে হবে।"
- ❹ ডেটা ইঞ্জিনিয়ার বা আইটি বিভাগ (ইন্টিগ্রেশনগুলির জন্য দায়ী): – PMIS-এ 18 তারিখের তারিখ রয়েছে, ERP-তে 25 তারিখ। ERP এবং PMIS এর মধ্যে OrderID এর সংযোগ নেই, তাই তথ্যগুলি সিল্কোনাইজড নয়। এটি তথ্যের ব্যবধানের একটি সাধারণ উদাহরণ।
- ❺ প্রকল্প ব্যবস্থাপক সিইও-কে – "reinforcement এর সরবরাহ বিলম্বিত হচ্ছে, সাইট স্থির, এবং দায়িত্ব কে নেবে – তা স্পষ্ট নয়।"

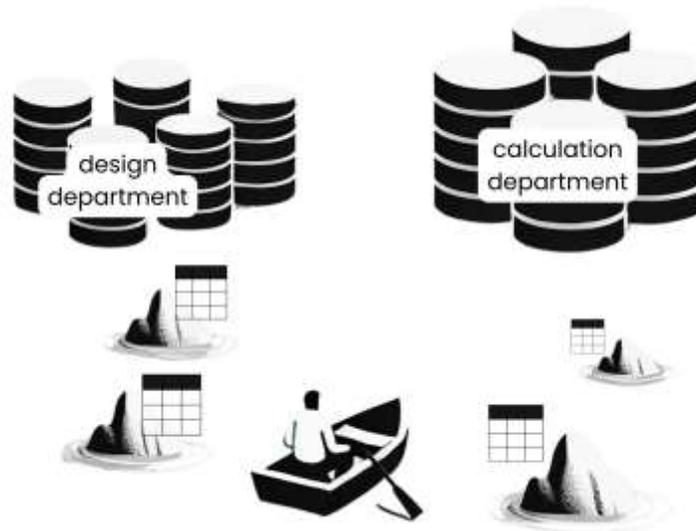
এই ঘটনার কারণ ছিল বিচ্ছিন্ন সিস্টেমগুলিতে তথ্যের বিচ্ছিন্নতা। তথ্যের উৎসগুলির ইন্টিগ্রেশন এবং একীকরণ, একটি একক তথ্য ভাণ্ডার তৈরি করা, এবং ETL সরঞ্জাম (Apache NiFi, Airflow বা n8n) এর মাধ্যমে স্বয়ংক্রিয়করণ এই সিস্টেমগুলির মধ্যে বিচ্ছিন্নতা দূর করতে সহায়তা করে। এই এবং অন্যান্য পদ্ধতি ও সরঞ্জামগুলি বইয়ের পরবর্তী অধ্যায়গুলিতে বিস্তারিতভাবে আলোচনা করা হবে।



রিস. 2.13 জার্মানিতে বৃহৎ অবকাঠামোগত প্রকল্পগুলির পরিকল্পিত এবং প্রকৃত ব্যয়ের তুলনা /

কর্পোরেট সিস্টেমগুলির ক্ষেত্রেও একই ঘটনা ঘটে: প্রথমে বিচ্ছিন্ন সমাধান তৈরি করা হয়, পরে তাদের ইন্টিগ্রেশন এবং সমন্বয়ের জন্য বিশাল বাজেট ব্যয় করতে হয়। যদি শুরু থেকেই ডেটা মডেল এবং সংযোগগুলি পরিকল্পনা করা হতো, তবে ইন্টিগ্রেশনের প্রয়োজনই হত না। বিচ্ছিন্ন তথ্য ডিজিটাল জগতে বিশৃঙ্খলা সৃষ্টি করে, অনিয়মিত নির্মাণ প্রক্রিয়ার মতো।

KPMG এর "Cue construction 4.0: সময় তৈরি করার বা ভাঙার" 2023 সালের গবেষণার অনুযায়ী, মাত্র 36% কোম্পানি কার্যকরভাবে বিভাগের মধ্যে তথ্য বিনিময় করে, যখন 61% বিচ্ছিন্ন "সাইলো" তথ্যের কারণে গুরুতর সমস্যার সম্মুখীন হয় [30]।



রিস. 2.14 বছরের পর বছর ধরে সংগ্রহ করা কঠিনভাবে প্রাপ্ত তথ্য বিচ্ছিন্ন "সাইলো" ভাঙারে জমা হয়, যা কখনও ব্যবহার না হওয়ার ঝুঁকি নিয়ে থাকে /

কোম্পানির তথ্য বিচ্ছিন্ন সিস্টেমগুলিতে সংরক্ষিত হয়, যেন পৃথক গাছগুলি ল্যান্ডস্কেপে ছড়িয়ে ছিটিয়ে আছে। প্রতিটি

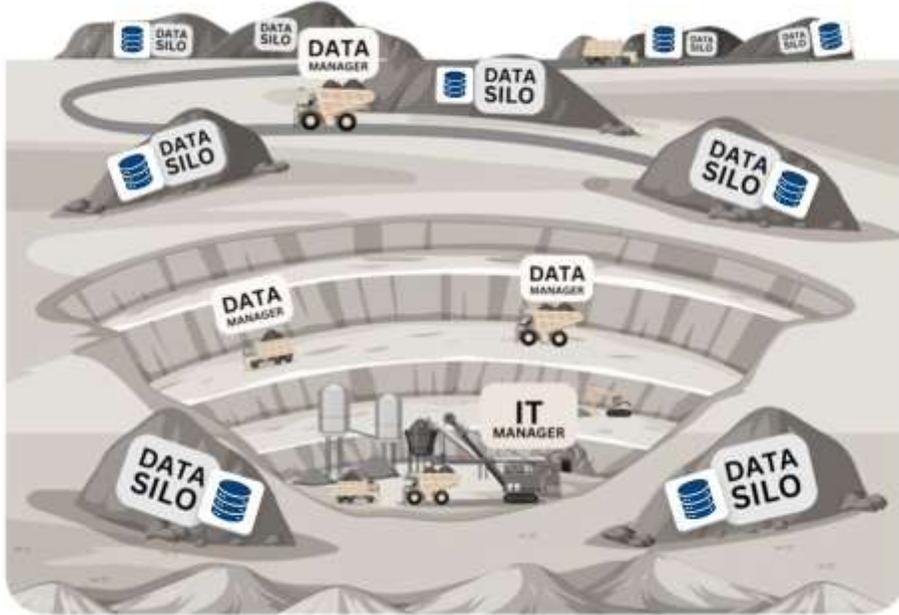
গাছ মূল্যবান তথ্য ধারণ করে, কিন্তু তাদের মধ্যে সংযোগের অভাব একটি একক, পারস্পরিক সংযুক্ত ইকোসিস্টেম তৈরি করতে বাধা দেয়। এই বিচ্ছিন্নতা তথ্যের প্রবাহকে বাধাগ্রস্ত করে এবং সংস্থার সম্পূর্ণ চিত্র দেখতে সক্ষমতা সীমাবদ্ধ করে। এই সাইলোগুলিকে সংযুক্ত করা একটি অত্যন্ত দীর্ঘ এবং জটিল প্রক্রিয়া, যা ব্যবস্থাপনার স্তরে মাশরুমের মাইসেলিয়াম বাড়ানোর মতো, যা সিস্টেমগুলির মধ্যে পৃথক তথ্যের টুকরোগুলি স্থানান্তর করতে শিখবে।

WEF 2016 সালের গবেষণার অনুযায়ী, ডিজিটাল রূপান্তরের জন্য প্রধান বাধাগুলির মধ্যে একটি হল একক ডেটা মানের অভাব এবং বিচ্ছিন্নতা।

নির্মাণ শিল্প বিশ্বের সবচেয়ে বিচ্ছিন্ন শিল্পগুলির মধ্যে একটি এবং মূল্য সৃষ্টির চেইনের সকল অংশগ্রহণকারীদের মধ্যে সমন্বিত সহযোগিতার উপর নির্ভরশীল[5]।

– বিশ্ব অর্থনৈতিক ফোরাম 2016: নির্মাণের ভবিষ্যত গঠন।

ডিজাইনার, ম্যানেজার, সমন্বয়ক এবং ডেভেলপাররা প্রায়ই স্বতন্ত্রভাবে কাজ করতে পছন্দ করেন, সমন্বয়ের জটিলতা এড়িয়ে চলেন। এই স্বাভাবিক প্রবণতা তথ্যের "সাইলোস" তৈরি করে, যেখানে ডেটা পৃথক সিস্টেমের মধ্যে বিচ্ছিন্ন হয়ে যায়। যত বেশি এই ধরনের বিচ্ছিন্ন সিস্টেম থাকবে, ততই তাদের পারস্পরিক যোগাযোগ স্থাপন করা কঠিন হয়ে পড়ে। সময়ের সাথে সাথে প্রতিটি সিস্টেম একটি নিজস্ব ডেটাবেস এবং বিশেষায়িত সমর্থন বিভাগের অধিকারী হয়, যা আরও বেশি জটিলতা সৃষ্টি করে।



প্রতিটি সিস্টেম তার অনন্য ডেটা সাইলোস তৈরি করতে চেষ্টা করে, যা উপযুক্ত সরঞ্জাম দ্বারা প্রক্রিয়া করতে হবে।

কর্পোরেট সিস্টেমগুলির মধ্যে একটি বন্ধ পরিক্রমা এভাবে কাজ করে: কোম্পানিগুলি জটিল বিচ্ছিন্ন সমাধানে বিনিয়োগ করে, তারপর তাদের একত্রিত করার জন্য উচ্চ খরচের মুখোমুখি হয়, এবং ডেভেলপাররা, সিস্টেমগুলির একত্রিতকরণের জটিলতা বুঝতে পেরে, তাদের বন্ধ ইকোসিস্টেমে কাজ করতে পছন্দ করেন। এর ফলে আইটি ল্যান্ডস্কেপের বিচ্ছিন্নতা বাড়ে এবং নতুন সমাধানে স্থানান্তর করা কঠিন হয়ে পড়ে। ম্যানেজাররা শেষ পর্যন্ত তথ্যের

বিচ্ছিন্নতার সমালোচনা করেন, কিন্তু এর কারণ এবং প্রতিরোধের উপায়গুলি খুব কমই বিশ্লেষণ করেন। নেতারা পুরনো আইটি সিস্টেমের উপর অভিযোগ করেন, কিন্তু তাদের প্রতিস্থাপন বিনিয়োগের প্রয়োজন এবং খুব কমই প্রত্যাশিত ফলাফল নিয়ে আসে। ফলস্বরূপ, এই সমস্যার বিরুদ্ধে লড়াইয়ের প্রচেষ্টা প্রায়ই পরিস্থিতি আরও খারাপ করে তোলে।

বিচ্ছিন্নতার প্রধান কারণ হল অ্যাপ্লিকেশনগুলির উপর ডেটার অগ্রাধিকার। কোম্পানিগুলি প্রথমে পৃথক সিস্টেম তৈরি করে বা বিক্রেতাদের কাছ থেকে প্রস্তুত সমাধান কিনে, তারপর সেগুলিকে একত্রিত করার চেষ্টা করে, যা পুনরাবৃত্ত এবং অ-সম্পূর্ণ স্টোরেজ এবং ডেটাবেস তৈরি করে।

বিচ্ছিন্নতার সমস্যা অতিক্রম করতে একটি মৌলিক নতুন দৃষ্টিভঙ্গির প্রয়োজন – অ্যাপ্লিকেশনগুলির উপর ডেটার অগ্রাধিকার। কোম্পানিগুলিকে প্রথমে ডেটা ব্যবস্থাপনা কৌশল এবং ডেটা মডেল তৈরি করতে হবে, তারপর সিস্টেম তৈরি করতে হবে বা এমন সমাধান কিনতে হবে যা একটি একক তথ্য সেটের সাথে কাজ করে, নতুন বাধা তৈরি না করে।

আমরা একটি নতুন জগতে প্রবেশ করছি যেখানে ডেটা সফটওয়্যারের চেয়ে গুরুত্বপূর্ণ হতে পারে।— টিম ও'রইলি, O'Reilly Media, Inc.-এর সিইও।

ম্যাককিন্সি গ্লোবাল ইনস্টিটিউটের "পুনর্বিবেচনা নির্মাণ: উৎপাদনশীলতা বাড়ানোর পথ" (২০১৬) গবেষণায় দেখা যায় যে নির্মাণ শিল্প অন্যান্য খাতের তুলনায় ডিজিটাল রূপান্তরে পিছিয়ে রয়েছে। প্রতিবেদনে বলা হয়েছে, স্বয়ংক্রিয় ডেটা ব্যবস্থাপনা এবং ডিজিটাল প্ল্যাটফর্মের বাস্তবায়ন উৎপাদনশীলতা উল্লেখযোগ্যভাবে বাড়াতে এবং প্রক্রিয়ার অমিলের সাথে সম্পর্কিত ক্ষতি কমাতে পারে। এই ডিজিটাল রূপান্তরের প্রয়োজনীয়তা ইগানের (যুক্তরাজ্য, ১৯৯৮) প্রতিবেদনে উল্লেখ করা হয়েছে, যা নির্মাণে একীভূত প্রক্রিয়া এবং সহযোগিতামূলক পদ্ধতির মূল ভূমিকা তুলে ধরে।

শেষ পর্যন্ত, যদি গত ১০,০০০ বছরে ডেটা ম্যানেজারদের জন্য প্রধান সমস্যা ছিল ডেটার অভাব, তবে ডেটা এবং ডেটা ব্যবস্থাপনার সিস্টেমের অস্বাভাবিক বৃদ্ধির সাথে ব্যবহারকারীরা এবং ম্যানেজাররা একটি নতুন সমস্যার মুখোমুখি হয়েছেন - ডেটার অতিরিক্ততা, যা আইনগতভাবে সঠিক এবং মানসম্মত তথ্য খুঁজে পাওয়াকে কঠিন করে তোলে।

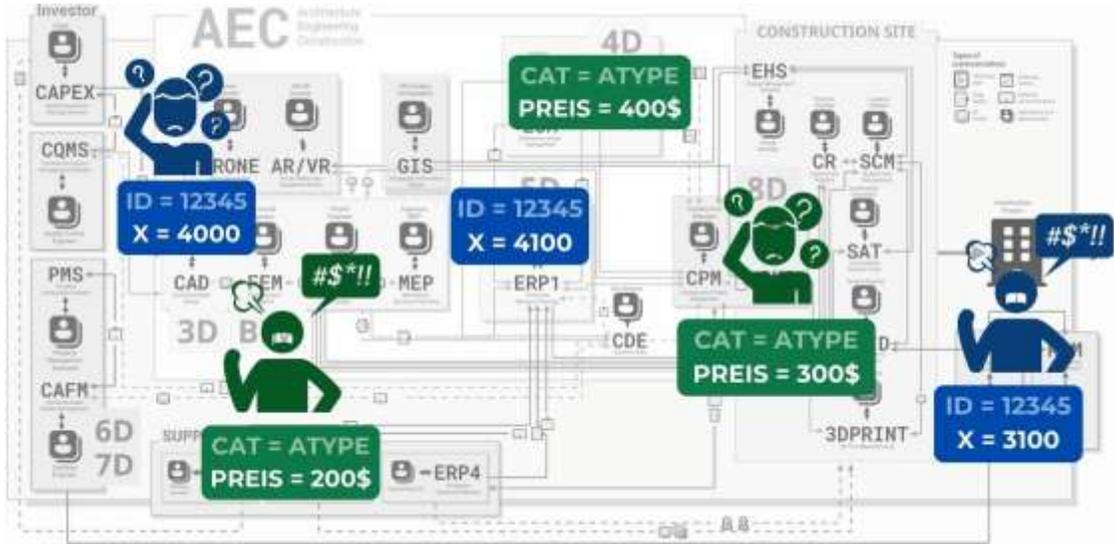
ডেটা সাইলোসের বিচ্ছিন্নতা অবশ্যম্ভাবীভাবে ডেটার গুণমান হ্রাসের একটি গুরুতর সমস্যায় পরিণত হয়। অনেক স্বাধীন সিস্টেমের উপস্থিতিতে একই ডেটা বিভিন্ন সংস্করণে বিদ্যমান থাকতে পারে, প্রায়শই বিরোধী মান সহ, যা ব্যবহারকারীদের জন্য অতিরিক্ত জটিলতা সৃষ্টি করে, যাদের নির্ধারণ করতে হয় কোন তথ্য প্রাসঙ্গিক এবং নির্ভরযোগ্য।

পুনরাবৃত্তি এবং ডেটার গুণগত মানের অভাব: বিচ্ছিন্নতার ফলস্বরূপ

ডেটা সিলোসের সমস্যার কারণে ম্যানেজারদের উল্লেখযোগ্য সময় ডেটা খোঁজার এবং যাচাই করার জন্য ব্যয় করতে হয়। গুণগত সমস্যাগুলির বিরুদ্ধে সুরক্ষিত থাকার জন্য, কোম্পানিগুলি জটিল তথ্য ব্যবস্থাপনা কাঠামো তৈরি করে, যেখানে ম্যানেজারদের একটি উল্লম্ব স্তর ডেটা খোঁজা, যাচাই এবং সম্মতি দেওয়ার জন্য দায়ী। তবে এই পদ্ধতি কেবল বুরোক্রেসি বাড়ায় এবং সিদ্ধান্ত গ্রহণের প্রক্রিয়াকে ধীর করে। যত বেশি ডেটা, ততই তা বিশ্লেষণ এবং ব্যাখ্যা করা কঠিন হয়, বিশেষ করে যখন তাদের সংরক্ষণ এবং প্রক্রিয়াকরণের জন্য একটি একক মানদণ্ডের অভাব থাকে।

বহু সংখ্যক সফটওয়্যার অ্যাপ্লিকেশন এবং সিস্টেমের উত্থানের সাথে, যা গত দশকে মূলধনের মতো বৃদ্ধি পাচ্ছে, সিলো এবং অপয়োজনীয় ডেটার গুণগত মানের সমস্যা শেষ ব্যবহারকারীদের জন্য ক্রমবর্ধমান গুরুত্বপূর্ণ হয়ে উঠছে। একই ডেটা, কিন্তু বিভিন্ন মান সহ, এখন বিভিন্ন সিস্টেম এবং অ্যাপ্লিকেশনে পাওয়া যাচ্ছে। এটি শেষ ব্যবহারকারীদের জন্য সমস্যার সৃষ্টি করে, যখন তারা প্রচুর উপলব্ধ ডেটার মধ্যে কোন সংস্করণটি প্রাসঙ্গিক এবং সঠিক তা নির্ধারণ করার চেষ্টা করে। এর ফলে বিশ্লেষণে ত্রুটি এবং শেষ পর্যন্ত সিদ্ধান্ত গ্রহণে সমস্যা দেখা দেয়।

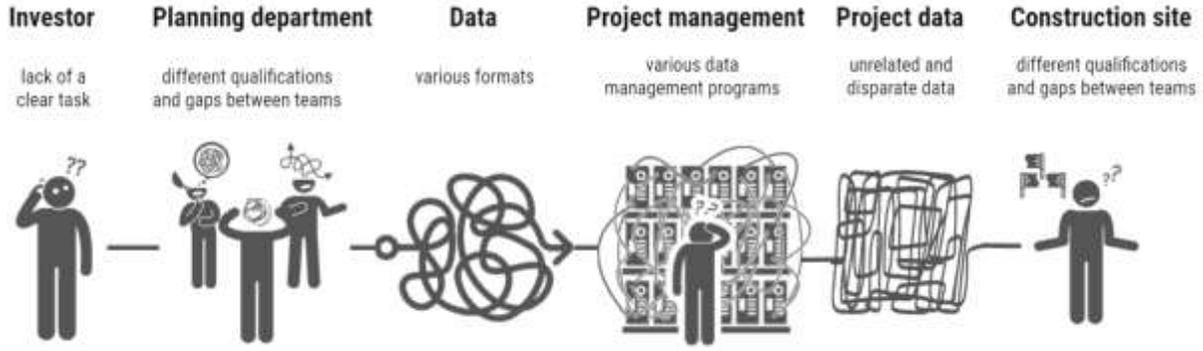
প্রয়োজনীয় তথ্য খুঁজে পাওয়ার সমস্যার বিরুদ্ধে সুরক্ষিত থাকতে, কোম্পানির পরিচালকেরা বহুস্তরীয় বুরোক্রেসি তৈরি করেন যাচাইকারী ব্যবস্থাপকদের মাধ্যমে। তাদের কাজ হল দ্রুত প্রয়োজনীয় তথ্য খুঁজে বের করা, যাচাই করা এবং টেবিল ও রিপোর্টের আকারে প্রেরণ করা, বিচ্ছিন্ন সিস্টেমের জটিলতায় দক্ষতার সাথে পরিচালনা করা।



ছবি ২.১৬ প্রয়োজনীয় তথ্য খুঁজতে গিয়ে, ব্যবস্থাপকদের বিভিন্ন সিস্টেমের মধ্যে তথ্যের গুণমান এবং আইনগত নির্ভরযোগ্যতা নিশ্চিত করতে হবে।

তবে বাস্তবে এই মডেল নতুন জটিলতা সৃষ্টি করে। যখন তথ্যের পরিচালনা হাতে হাতে করা হয় এবং তথ্য বিভিন্ন অপ্রাসঙ্গিক সমাধানের মধ্যে ছড়িয়ে পড়ে, তখন সঠিক এবং আপডেট তথ্য পাওয়ার প্রতিটি প্রচেষ্টা দায়িত্বশীল ব্যক্তিদের পিরামিডের মাধ্যমে (চিত্র ২.১৭) একটি সংকীর্ণ স্থান হয়ে যায় - সময়ের জন্য ব্যয়বহুল এবং ভুলের প্রতি সংবেদনশীল।

পরিস্থিতি জটিলতর হচ্ছে ডিজিটাল সমাধানের সংখ্যা দ্রুত বৃদ্ধির কারণে। সফটওয়্যার বাজার নতুন নতুন টুলস দ্বারা সমৃদ্ধ হচ্ছে, যা প্রতিশ্রুতিশীল মনে হচ্ছে। কিন্তু তথ্য ব্যবস্থাপনার জন্য একটি সুস্পষ্ট কৌশল ছাড়া, এই সমাধানগুলি একটি একক সিস্টেমে একত্রিত হয় না, বরং অতিরিক্ত জটিলতা এবং পুনরাবৃত্তির স্তর তৈরি করে। ফলস্বরূপ, প্রক্রিয়াগুলি সহজ করার পরিবর্তে, কোম্পানিগুলি আরও বিভক্ত এবং বিশৃঙ্খল তথ্য পরিবেশে পড়ে যাচ্ছে।



চিত্র ২.১৭ সিস্টেমের জটিলতা এবং ডেটার বিভিন্ন ফরম্যাট নির্মাণ প্রক্রিয়ায় সামঞ্জস্যের অভাবের দিকে নিয়ে যায়।

সকল উল্লিখিত সমস্যা, যা বিভিন্ন বিচ্ছিন্ন সিদ্ধান্তের ব্যবস্থাপনার সাথে সম্পর্কিত, এক সময়ে কোম্পানির ব্যবস্থাপনাকে একটি গুরুত্বপূর্ণ উপলব্ধিতে নিয়ে আসে: বিষয়টি ডেটার পরিমাণে নয় এবং তাদের প্রক্রিয়াকরণের জন্য পরবর্তী "সার্বজনীন" সরঞ্জাম খোঁজার মধ্যেও নয়। প্রকৃত কারণটি ডেটার গুণমান এবং সংগঠনটি কীভাবে সেগুলি তৈরি, প্রাপ্ত, সংরক্ষণ এবং ব্যবহার করে তার মধ্যে নিহিত।

টেকসই সাফল্যের চাবিকাঠি নতুন "ষাদুকরী" অ্যাপ্লিকেশনগুলির পিছনে দৌড়ানোতে নয়, বরং কোম্পানির মধ্যে ডেটা ব্যবহারের একটি সংস্কৃতি গঠনে রয়েছে। এর মানে হল যে ডেটাগুলি একটি কৌশলগত সম্পদ হিসাবে বিবেচিত হয় এবং তাদের গুণমান, অখণ্ডতা এবং প্রাসঙ্গিকতার প্রশ্নগুলি সংগঠনের সকল স্তরে অগ্রাধিকার হয়ে ওঠে।

"গুণগত মান বনাম পরিমাণের দোটা না সমাধানের জন্য একটি একক তথ্য কাঠামো তৈরি করা প্রয়োজন, যা পুনরাবৃত্তি দূর করে, বিরোধিতা নির্মূল করে এবং তথ্য প্রবাহকে একত্রিত করে। এই স্থাপত্য একটি একক, নির্ভরযোগ্য তথ্য উৎস গঠন করতে সক্ষম করে, যার ভিত্তিতে যুক্তিসঙ্গত, সঠিক এবং সময়োপযোগী সিদ্ধান্ত নেওয়া হয়।"

"অন্যথায়, যেমনটি এখনও প্রায়শই ঘটে, কোম্পানিগুলি নির্ভরশীল হয় সাবজেকটিভ মতামত এবং HiPPO বিশেষজ্ঞদের অন্তর্দৃষ্টি, বাস্তব তথ্যের পরিবর্তে। নির্মাণ শিল্পে, যেখানে ঐতিহ্যগতভাবে বিশেষজ্ঞ অভিজ্ঞতার একটি উল্লেখযোগ্য ভূমিকা রয়েছে, এটি বিশেষভাবে লক্ষণীয়।"

HiPPO বা সিদ্ধান্ত গ্রহণে মতামতের বিপদ

"ঐতিহ্যগতভাবে নির্মাণ শিল্পে মূল সিদ্ধান্তগুলি অভিজ্ঞতা এবং সাবজেকটিভ মূল্যায়নের ভিত্তিতে নেওয়া হয়। সময়মতো এবং নির্ভরযোগ্য তথ্যের অভাবে, কোম্পানির পরিচালকদের অন্ধভাবে কাজ করতে হয়, সবচেয়ে বেশি বেতনপ্রাপ্ত কর্মচারীদের অন্তর্দৃষ্টির উপর নির্ভর করে (HiPPO - সর্বোচ্চ বেতনপ্রাপ্ত ব্যক্তির মতামত), বাস্তব তথ্যের পরিবর্তে।"

NO ANALYTICS?
WELCOME TO THE HIPPO*



*HIGHEST PAID PERSON'S OPINION

"রিস. 2.18 তথ্য বিশ্লেষণের অভাবে ব্যবসা অভিজ্ঞ বিশেষজ্ঞদের সাবজেকটিভ মতামতের উপর নির্ভর করে।"-

"এই পদ্ধতি, সম্ভবত স্থিতিশীলতা এবং ধীর পরিবর্তনের পরিস্থিতিতে যুক্তিযুক্ত, কিন্তু ডিজিটাল রূপান্তরের যুগে এটি একটি গুরুতর ঝুঁকি হয়ে দাঁড়ায়। অন্তর্দৃষ্টি এবং অনুমানের ভিত্তিতে নেওয়া সিদ্ধান্তগুলি বিকৃতির শিকার হয়, প্রায়শই অপ্রমাণিত অনুমানের উপর ভিত্তি করে এবং তথ্যের মধ্যে প্রতিফলিত জটিল চিত্রকে উপেক্ষা করে।"

"যা কোম্পানির সিদ্ধান্ত গ্রহণের স্তরে যুক্তিসঙ্গত বিতর্ক হিসেবে উপস্থাপন করা হয়, তা প্রায়শই কিছু নির্দিষ্টের উপর ভিত্তি করে নয়। কোম্পানির সাফল্য বিশেষজ্ঞদের কর্তৃত্ব এবং বেতন স্তরের উপর নির্ভর করা উচিত নয়, বরং তথ্যের সাথে কার্যকরভাবে কাজ করার, প্যাটার্ন চিহ্নিত করার এবং পরিমাপিত সিদ্ধান্ত নেওয়ার ক্ষমতার উপর নির্ভর করা উচিত।"

"এটি গুরুত্বপূর্ণ যে এমন একটি ধারণা থেকে সরে আসা উচিত যেখানে কর্তৃত্ব বা অভিজ্ঞতা স্বয়ংক্রিয়ভাবে সিদ্ধান্তের সঠিকতা নির্দেশ করে। ডেটা-চালিত পদ্ধতি খেলার নিয়ম পরিবর্তন করে: এখন সিদ্ধান্ত গ্রহণের ভিত্তি তথ্য এবং বিশ্লেষণ, পদমর্যাদা এবং বেতনের পরিবর্তে। বড় তথ্য, মেশিন লার্নিং এবং ভিজুয়াল বিশ্লেষণ প্যাটার্ন চিহ্নিত করার এবং অনুমান নয়, বরং বাস্তবতার উপর ভিত্তি করে কাজ করার সুযোগ দেয়।"-

"ডেটা ছাড়া আপনি কেবল একটি মতামত সহ একজন ব্যক্তি।"- উ. এডওয়ার্ডস ডেমিং,
বিজ্ঞানী এবং ব্যবস্থাপনা পরামর্শক।

"আধুনিক তথ্য ব্যবস্থাপনা পদ্ধতিগুলি কোম্পানিতে জ্ঞানের ধারাবাহিকতা নিশ্চিত করে। সুস্পষ্টভাবে বর্ণিত প্রক্রিয়া, স্বয়ংক্রিয়করণ এবং সিস্টেমিক পদ্ধতি এমনকি মূল ভূমিকা স্থানান্তর করতে সক্ষম করে কার্যকারিতা হারানো ছাড়াই।"

"তবে, তথ্যের প্রতি অন্ধ বিশ্বাসও গুরুতর ভুলের দিকে নিয়ে যেতে পারে। তথ্য নিজেই কেবল সংখ্যা একটি সেট। সঠিক বিশ্লেষণ, প্রেক্ষাপট এবং প্যাটার্ন চিহ্নিত করার ক্ষমতা ছাড়া, এগুলি মূল্যহীন এবং প্রক্রিয়াগুলি পরিচালনা করতে অক্ষম। সাফল্যের চাবি হল HiPPO এর অন্তর্দৃষ্টি এবং বিশ্লেষণের মধ্যে নির্বাচন করা নয়, বরং বুদ্ধিমান সরঞ্জাম তৈরি করা যা বিচ্ছিন্ন তথ্যকে পরিচালনাযোগ্য, যুক্তিসঙ্গত সিদ্ধান্তে রূপান্তরিত করে।"

"ডিজিটাল নির্মাণের পরিস্থিতিতে, সাফল্যের নির্ধারক উপাদানগুলি আর কাজের অভিজ্ঞতা এবং পদমর্যাদা নয়, বরং প্রতিক্রিয়ার গতি, সিদ্ধান্তের সঠিকতা এবং সম্পদের কার্যকর ব্যবহার।"

তথ্য একটি সরঞ্জাম, এটি কোনো চূড়ান্ত সত্য নয়। এগুলি মানব চিন্তাভাবনাকে সম্পূরক করতে হবে, প্রতিস্থাপন করতে নয়। বিশ্লেষণের সমস্ত সুবিধার সত্ত্বেও, তথ্য সম্পূর্ণরূপে মানব অন্তর্দৃষ্টি এবং অভিজ্ঞতাকে প্রতিস্থাপন করতে পারে না। তাদের ভূমিকা হল আরও সঠিক এবং সচেতন সিদ্ধান্ত গ্রহণে সহায়তা করা।

প্রতিযোগিতামূলক সুবিধা অর্জিত হবে শুধুমাত্র মানদণ্ডের সাথে সামঞ্জস্যের মাধ্যমে নয়, বরং একই ধরনের সম্পদের কার্যকর ব্যবহারে প্রতিযোগীদের অতিক্রম করার ক্ষমতার মাধ্যমে। ভবিষ্যতে, তথ্যের সাথে কাজ করার দক্ষতা একসময় সাফল্য বা গণিতের দক্ষতার মতোই গুরুত্বপূর্ণ হয়ে উঠবে। যারা তথ্য বিশ্লেষণ এবং ব্যাখ্যা করতে সক্ষম, তারা আরও সঠিক সিদ্ধান্ত নিতে পারবে, ব্যক্তিগত অভিজ্ঞতার উপর নির্ভরশীলদের অতিক্রম করে।



সিদ্ধান্তগুলি অবশ্যই বস্তুনিষ্ঠ বিশ্লেষণের উপর ভিত্তি করে হওয়া উচিত, সর্বোচ্চ বেতনপ্রাপ্ত কর্মচারীর মতামতের উপর নয়।

ব্যবস্থাপক, বিশেষজ্ঞ এবং প্রকৌশলীরা তথ্য বিশ্লেষক হিসেবে কাজ করবেন, প্রকল্পগুলির গঠন, গতিশীলতা এবং মূল সূচকগুলি অধ্যয়ন করবেন। মানব সম্পদগুলি একটি সিস্টেমের উপাদান হয়ে উঠবে, যা সর্বাধিক কার্যকারিতা অর্জনের জন্য তথ্যের ভিত্তিতে নমনীয়ভাবে সমন্বয় করা প্রয়োজন।

অপ্রাসঙ্গিক তথ্য ব্যবহারের সময় ভুলের সংখ্যা তথ্যের অভাবের চেয়ে অনেক কম। চার্লস ব্যাবেজ, প্রথম বিশ্লেষণাত্মক গণনাযন্ত্রের আবিষ্কারক

বড় তথ্যের উত্থান এবং LLM (বৃহৎ ভাষার মডেল) বাস্তবায়ন কেবল বিশ্লেষণের পদ্ধতিগুলিকেই পরিবর্তন করেনি,

বরং সিদ্ধান্ত গ্রহণের প্রকৃতিকে সম্পূর্ণরূপে পরিবর্তন করেছে। আগে যেখানে কারণ সম্পর্কিত বিশ্লেষণ (কেন কিছু ঘটেছে) কেন্দ্রে ছিল, আজ সেখানে ভবিষ্যত পূর্বাভাস দেওয়ার ক্ষমতা (পূর্বাভাসমূলক বিশ্লেষণ) প্রধান হয়ে উঠেছে, এবং ভবিষ্যতে প্রেসক্রিপটিভ বিশ্লেষণ, যেখানে মেশিন লার্নিং এবং AI সিদ্ধান্ত গ্রহণের প্রক্রিয়ায় সেরা বিকল্পটি নির্দেশ করে।-

SAP™ এর একটি নতুন গবেষণায় দেখা গেছে যে প্রায় অর্ধেক নির্বাহী তাদের চেয়ে কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তার উপর বেশি বিশ্বাস করেন। ২০২৫ সালের গবেষণায় ৪৪% শীর্ষ নির্বাহী তাদের পূর্বে গৃহীত সিদ্ধান্ত পরিবর্তন করতে প্রস্তুত, যদি AI এর সুপারিশ থাকে, এবং ৩৮% AI কে তাদের পক্ষে ব্যবসায়িক সিদ্ধান্ত নিতে বিশ্বাস করবেন। এ ছাড়া ৭৪% নির্বাহী বলেছেন যে তারা AI এর পরামর্শের উপর তাদের বন্ধু এবং পরিবারের চেয়ে বেশি বিশ্বাস করেন, এবং ৫৫% এমন কোম্পানিতে কাজ করেন যেখানে AI দ্বারা প্রাপ্ত অন্তর্দৃষ্টি প্রথাগত সিদ্ধান্ত গ্রহণের পদ্ধতিগুলিকে প্রতিস্থাপন বা প্রায়শই অতিক্রম করে – বিশেষ করে \$৫ বিলিয়নের বেশি বার্ষিক আয়ের সংস্থাগুলিতে। তাছাড়া, ৪৮% অংশগ্রহণকারী প্রতিদিন জেনারেটিভ AI সরঞ্জাম ব্যবহার করেন, এর মধ্যে ১৫% একাধিকবার।

LLM এবং স্বয়ংক্রিয় তথ্য ব্যবস্থাপনা সিস্টেমের বিকাশের সাথে একটি নতুন সমস্যা দেখা দিচ্ছে: কীভাবে তথ্যের মূল্য হারানো ছাড়াই কার্যকরভাবে ব্যবহার করা যায়, অমিল ফরম্যাট এবং বিভিন্ন উৎসের বিশৃঙ্খলার মধ্যে, যা ব্যবসায়িক প্রক্রিয়ার বাড়তে থাকা জটিলতা এবং গতিশীলতার সাথে যুক্ত।

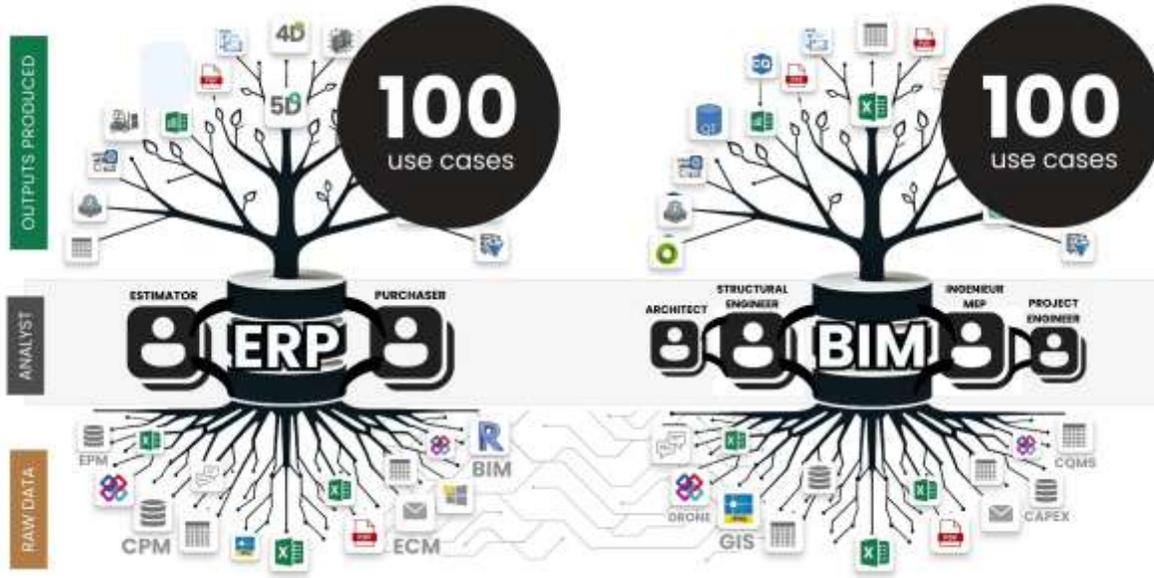
ব্যবসায়িক প্রক্রিয়ার ক্রমাগত জটিলতা এবং গতিশীলতা বৃদ্ধি

নির্মাণ শিল্প আজ তথ্য এবং প্রক্রিয়া ব্যবস্থাপনায় গুরুতর চ্যালেঞ্জের সম্মুখীন হচ্ছে। প্রধান সমস্যাগুলি হল তথ্য সিস্টেমের বিচ্ছিন্নতা, অতিরিক্ত বুরোক্রেসি এবং ডিজিটাল সরঞ্জামগুলির মধ্যে সংহতির অভাব। এই সমস্যাগুলি তীব্র হচ্ছে যেহেতু ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলি প্রযুক্তি, পরিবর্তিত গ্রাহক চাহিদা এবং আপডেট হওয়া নিয়মাবলীর প্রভাবে ক্রমশ জটিল হয়ে উঠছে।

নির্মাণ প্রকল্পগুলির অনন্যতা কেবল তাদের প্রযুক্তিগত বৈশিষ্ট্যগুলির কারণে নয়, বরং বিভিন্ন দেশের জাতীয় মান এবং নিয়ন্ত্রক প্রয়োজনীয়তার মধ্যে পার্থক্যের কারণে (ছবি 4.210, ছবি 5.17)। এটি প্রতিটি প্রকল্পের জন্য একটি নমনীয়, ব্যক্তিগতকৃত পদ্ধতির প্রয়োজন, যা ঐতিহ্যগত মডুলার ব্যবস্থাপনা সিস্টেমের মধ্যে বাস্তবায়ন করা কঠিন। প্রক্রিয়াগুলির জটিলতা এবং তথ্যের বৃহৎ পরিমাণের কারণে অনেক কোম্পানি বিশেষায়িত সমাধান প্রদানকারী বিক্রেতাদের কাছে যাচ্ছে। তবে বাজারটি অতিরিক্তভাবে পূর্ণ – অনেক স্টার্টআপ অনুরূপ পণ্য সরবরাহ করছে, সংকীর্ণ সমস্যাগুলির উপর ফোকাস করে। ফলস্বরূপ, প্রায়শই তথ্য ব্যবস্থাপনার একটি সমন্বিত পদ্ধতি হারিয়ে যায়।-

নতুন প্রযুক্তি এবং বাজারের চাহিদার অবিরাম প্রবাহের সাথে খাপ খাওয়ানো প্রতিযোগিতামূলক সক্ষমতার জন্য একটি সমালোচনামূলক ফ্যাক্টর হয়ে উঠছে। তবে বিদ্যমান প্রোপ্রাইটারি অ্যাপ্লিকেশন এবং মডুলার সিস্টেমগুলির নিম্ন অভিযোজনযোগ্যতা রয়েছে – যেকোনো পরিবর্তন প্রায়শই দীর্ঘ এবং ব্যয়বহুল সংশোধনের প্রয়োজন হয়, যা সবসময় নির্মাণ প্রক্রিয়ার বিশেষত্ব বুঝতে পারে না।

কোম্পানিগুলি প্রযুক্তিগত পিছিয়ে পড়ার শিকার হয়ে পড়ে, নতুন আপডেটের জন্য অপেক্ষা করে, পরিবর্তে দ্রুত উদ্ভাবনী সংহত পদ্ধতির বাস্তবায়ন। ফলস্বরূপ, নির্মাণ সংস্থাগুলির অভ্যন্তরীণ কাঠামো প্রায়শই আন্তঃসংযুক্ত হয়ারার্কিক্যাল এবং প্রায়শই বন্ধ সিস্টেমগুলির একটি জটিল ইকোসিস্টেম, যার মধ্যে সমন্বয় একটি বহুস্তরীয় ব্যবস্থাপকের নেটওয়ার্কের মাধ্যমে পরিচালিত হয় (ছবি 2.110)।

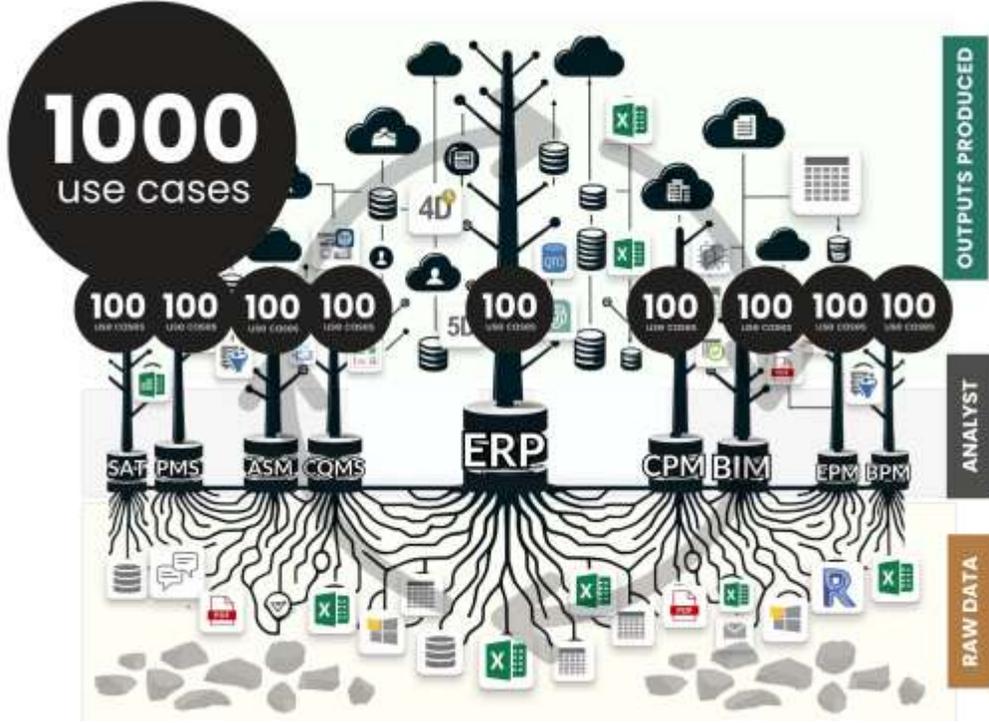


ছবি 2.110 কোম্পানিগুলি আন্তঃসংযুক্ত সিস্টেমের সমন্বয়ে গঠিত, যার সংমিশ্রণ প্রক্রিয়াগুলির জন্য স্বয়ংক্রিয়করণের প্রয়োজন /

কানাডিয়ান নির্মাণ সমিতি এবং KPMG দ্বারা 2021 সালে কানাডায় পরিচালিত একটি গবেষণার অনুযায়ী [37], মাত্র 25% কোম্পানি মনে করেন যে তারা প্রযুক্তি বা ডিজিটাল সমাধানের বাস্তবায়নের ক্ষেত্রে প্রতিযোগীদের তুলনায় উল্লেখযোগ্য বা চমৎকার অবস্থানে রয়েছে। মাত্র 23% উত্তরদাতা জানিয়েছেন যে তাদের সমাধানগুলি উল্লেখযোগ্য বা বৃহৎ পরিমাণে তথ্যের উপর ভিত্তি করে। এদিকে, জরিপের বেশিরভাগ অংশগ্রহণকারী তাদের অন্যান্য প্রযুক্তির ব্যবহারকে সম্পূর্ণরূপে পরীক্ষামূলক হিসাবে বর্ণনা করেছেন বা স্বীকার করেছেন যে তারা সেগুলি ব্যবহার করছেন না।

প্রযুক্তিগত পরীক্ষায় অংশগ্রহণের এই অনিচ্ছা বিশেষভাবে বড় অবকাঠামোগত প্রকল্পগুলিতে প্রকাশ পায়, যেখানে ভুলগুলি মিলিয়ন ডলারের খরচ হতে পারে। এমনকি সবচেয়ে উন্নত প্রযুক্তিগুলি – ডিজিটাল ডুয়াল, পূর্বাভাসমূলক বিশ্লেষণ – প্রায়শই প্রতিরোধের সম্মুখীন হয়, তাদের কার্যকারিতার কারণে নয়, বরং বাস্তব প্রকল্পগুলিতে প্রমাণিত নির্ভরযোগ্যতার অভাবের কারণে।

বিশ্ব অর্থনৈতিক ফোরামের (WEF) "ভবিষ্যতের নির্মাণের গঠন" প্রতিবেদনের অনুযায়ী, নির্মাণে নতুন প্রযুক্তির প্রয়োগ শুধুমাত্র প্রযুক্তিগত জটিলতার মুখোমুখি হয় না, বরং গ্রাহকদের পক্ষ থেকে একটি মনস্তাত্ত্বিক বাধার সম্মুখীন হয়। অনেক ক্লায়েন্ট উদ্দিগ্ন যে আধুনিক সমাধানের ব্যবহার তাদের প্রকল্পগুলোকে পরীক্ষামূলক প্ল্যাটফর্মে পরিণত করবে এবং তাদের "পরীক্ষার পাত্র" বানাতে, এবং অপ্রত্যাশিত পরিণতি অতিরিক্ত খরচ এবং ঝুঁকির দিকে নিয়ে যেতে পারে।



প্রতিটি ব্যবহারের ক্ষেত্রে, সমাধানের বাজার প্রক্রিয়াগুলির অপ্টিমাইজেশন এবং স্বয়ংক্রিয়তার জন্য অ্যাপ্লিকেশনগুলি প্রদান করে।

নির্মাণ শিল্প অত্যন্ত বৈচিত্র্যময়: বিভিন্ন প্রকল্পের বিভিন্ন প্রয়োজনীয়তা, আঞ্চলিক বৈশিষ্ট্য, আইনগত শ্রেণীবিভাগের নিয়মাবলী, হিসাবের মানদণ্ড ইত্যাদি রয়েছে। তাই একটি মালিকানাধীন সার্বজনীন অ্যাপ্লিকেশন বা সিস্টেম তৈরি করা প্রায় অসম্ভব যা সমস্ত এই প্রয়োজনীয়তা এবং প্রকল্পের বৈশিষ্ট্যগুলির জন্য নিখুঁতভাবে উপযুক্ত হবে।-

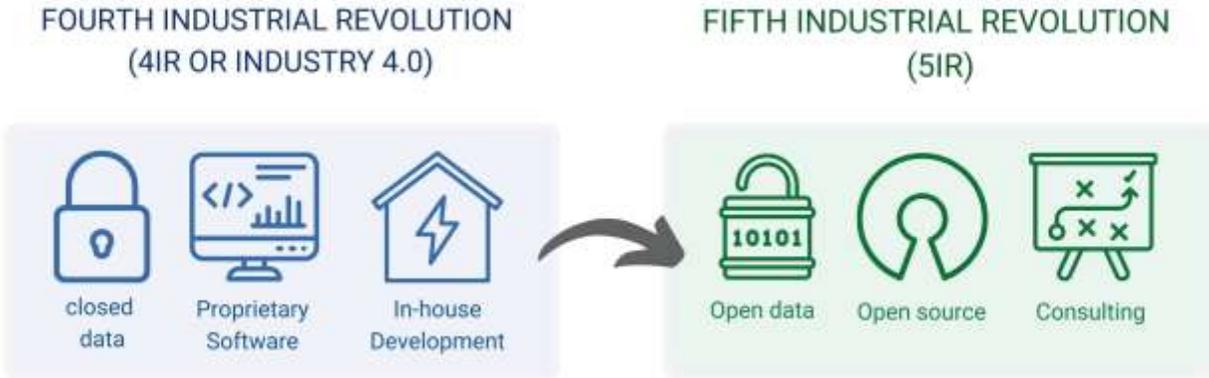
সিস্টেমের বাড়তে থাকা জটিলতা এবং সফটওয়্যার সরবরাহকারীদের উপর নির্ভরতা মোকাবেলা করতে, ক্রমবর্ধমানভাবে এই উপলব্ধিতে আসা হচ্ছে যে তথ্যের কার্যকর ব্যবস্থাপনার চাবিকাঠি শুধুমাত্র স্বচ্ছতা এবং মানকীকরণ নয়, বরং প্রক্রিয়াগুলির স্থাপত্যকে সহজ করা। ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলির বাড়তে থাকা জটিলতা এবং গতিশীলতা নতুন পদ্ধতির প্রয়োজনীয়তা তৈরি করে, যেখানে অগ্রাধিকার তথ্য সংগ্রহ থেকে তাদের কাঠামোবদ্ধকরণ এবং সুশৃঙ্খলকরণের দিকে স্থানান্তরিত হয়। এই পরিবর্তন নির্মাণ শিল্পের উন্নয়নের পরবর্তী পদক্ষেপ হবে, যা সফটওয়্যার সরবরাহকারীদের আধিপত্যের যুগের সমাপ্তি এবং তথ্যের অর্থপূর্ণ সংগঠনের যুগের সূচনা করবে।

সার্বজনীন সমাধানের সীমাবদ্ধতা এবং জটিলতার বৃদ্ধির প্রতি দুর্বলতার উপলব্ধি অগ্রাধিকার পরিবর্তনের দিকে নিয়ে যায়: বন্ধ প্ল্যাটফর্ম এবং তথ্য সংগ্রহ থেকে স্বচ্ছতা, অভিযোজ্যতা এবং তথ্যের কাঠামোবদ্ধ কাজের দিকে। এই চিন্তার পরিবর্তন বৈশ্বিক অর্থনীতি এবং প্রযুক্তিতে বৃহত্তর পরিবর্তনগুলিকে প্রতিফলিত করে, যা তথাকথিত "শিল্প বিপ্লব" এর মাধ্যমে বর্ণনা করা হয়। নির্মাণ কোথায় যাচ্ছে এবং এর ভবিষ্যতের দিকনির্দেশনা কী, তা বোঝার জন্য শিল্পের স্থানকে চতুর্থ এবং পঞ্চম শিল্প বিপ্লবের প্রেক্ষাপটে বিবেচনা করা প্রয়োজন - স্বয়ংক্রিয়তা এবং ডিজিটাইজেশন থেকে ব্যক্তিগতকরণ, খোলামেলা মান এবং তথ্যের পরিষেবা মডেল পর্যন্ত।

চতুর্থ শিল্প বিপ্লব (ইন্ডাস্ট্রি 4.0) এবং পঞ্চম শিল্প বিপ্লব (ইন্ডাস্ট্রি 5.0) নির্মাণে

প্রযুক্তিগত এবং অর্থনৈতিক কাঠামো হল তাত্ত্বিক ধারণা যা সমাজ এবং অর্থনীতির বিবর্তন বর্ণনা এবং বিশ্লেষণের জন্য ব্যবহৃত হয় বিভিন্ন উন্নয়ন পর্যায়ে। এই সময়, বিভিন্ন গবেষক এবং বিশেষজ্ঞরা এগুলিকে ভিন্নভাবে ব্যাখ্যা করতে পারেন।

- চতুর্থ শিল্প বিপ্লব (4IR বা Industry 4.0) তথ্য প্রযুক্তি, স্বয়ংক্রিয়তা, ডিজিটাইজেশন এবং বৈশ্বিকীকরণের সাথে সম্পর্কিত। এর একটি মূল উপাদান হল মালিকানাধীন সফটওয়্যার সমাধানের সৃষ্টি, অর্থাৎ নির্দিষ্ট কাজ এবং কোম্পানির জন্য ডিজাইন করা বিশেষায়িত ডিজিটাল পণ্য। এই সমাধানগুলি প্রায়শই আইটি অবকাঠামোর একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ হয়ে ওঠে, তবে অতিরিক্ত সংশোধন ছাড়া সেগুলি দুর্বলভাবে স্কেল করা যায়।
- পঞ্চম শিল্প বিপ্লব (৫আইআর) আজ ৪আইআর-এর তুলনায় ধারণা এবং উন্নয়নের একটি প্রাথমিক পর্যায়ে রয়েছে। এর মূল নীতিগুলির মধ্যে পণ্য এবং পরিষেবাগুলির ব্যক্তিগতকরণের স্তরের বৃদ্ধি অন্তর্ভুক্ত। ৫আইআর হল একটি আরও অভিযোজ্য, নমনীয় এবং ব্যক্তিগতকৃত অর্থনৈতিক কার্যকলাপের দিকে অগ্রসর হওয়া, যেখানে ব্যক্তিগতকরণ, পরামর্শ এবং পরিষেবা-ভিত্তিক মডেলগুলির উপর জোর দেওয়া হয়েছে। পঞ্চম অর্থনৈতিক ব্যবস্থার একটি মূল দিক হল সিদ্ধান্ত গ্রহণের জন্য ডেটার ব্যবহার, যা খোলামেলা ডেটা এবং খোলামেলা সরঞ্জাম ব্যবহার ছাড়া প্রায় অসম্ভব (রিস. ২.১১২)।



রিস. ২.১১২ চতুর্থ ব্যবস্থার ফোকাস সমাধানের উপর, এবং পঞ্চমের ফোকাস ব্যক্তিগতকরণ এবং ডেটার উপর /

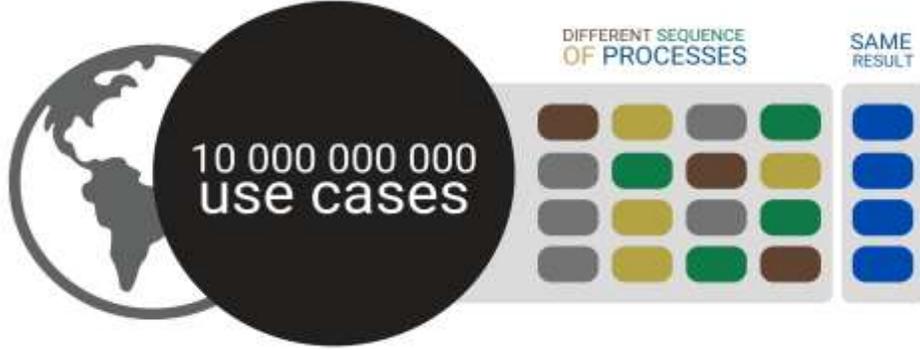
নির্মাণ শিল্পের জন্য কোম্পানিগুলির জন্য একটি অ্যাপ্লিকেশন তৈরি করা, যা দশ বা একশো সংস্থার ব্যবহারের জন্য নির্ধারিত, অন্য কোম্পানি, অঞ্চল বা দেশে সফলভাবে সম্প্রসারণের গ্যারান্টি দেয় না, উল্লেখযোগ্য সংশোধন এবং উন্নতির ছাড়া। এই ধরনের সমাধানের সফল সম্প্রসারণের সম্ভাবনা কম, কারণ প্রতিটি সংস্থার অনন্য প্রক্রিয়া, প্রয়োজনীয়তা এবং শর্ত রয়েছে যা ব্যক্তিগতকৃত অভিযোজনের প্রয়োজন হতে পারে।

এটি বোঝা গুরুত্বপূর্ণ যে আজকের দিনে প্রযুক্তিগত সমাধানের সফল সংহতি প্রতিটি প্রক্রিয়া, প্রকল্প এবং কোম্পানির জন্য একটি গভীরভাবে ব্যক্তিগতকৃত পদ্ধতির প্রয়োজন। এর মানে হল যে একটি সার্বজনীন কাঠামো, সরঞ্জাম বা প্রোগ্রাম তৈরি করার পরেও, প্রতিটি নির্দিষ্ট কোম্পানি এবং প্রকল্পের অনন্য প্রয়োজনীয়তা এবং শর্তের জন্য তার বিস্তারিত অভিযোজন এবং কনফিগারেশন প্রয়োজন।

PwC-এর "পঞ্চম শিল্প বিপ্লবের বিশ্লেষণ" [৩৮] অনুযায়ী, বিভিন্ন শিল্পের প্রায় ৫০% শীর্ষ নির্বাহী এই বছরে উন্নত প্রযুক্তি এবং মানব অভিজ্ঞতার সংহতির উপর জোর দিচ্ছেন। এই পদ্ধতি পণ্য ডিজাইন বা গ্রাহকের প্রয়োজনীয়তার পরিবর্তনের সাথে দ্রুত অভিযোজিত হতে সক্ষম করে, ব্যক্তিগতকৃত উৎপাদন তৈরি করে।

প্রতিটি প্রক্রিয়ার জন্য একটি অনন্য ফাংশন বা অ্যাপ্লিকেশন তৈরি করা প্রয়োজন, যা বিশ্বব্যাপী নির্মাণ শিল্পের আকার এবং প্রকল্পের বৈচিত্র্যকে বিবেচনায় নিয়ে, প্রতিটি সময় একটি অনন্য পাইপলাইন লজিকের প্রতিনিধিত্বকারী বিপুল সংখ্যক ব্যবসায়িক কেসের অস্তিত্বে নিয়ে আসে (রিস. ২.১১৩)। প্রতিটি কেসের নিজস্ব বৈশিষ্ট্য রয়েছে এবং এটি একটি ব্যক্তিগতকৃত পদ্ধতির প্রয়োজন। আমরা "টাইটানিক" ডেটাসেটের বিশ্লেষণ এবং মেশিন লার্নিংয়ের বিভিন্ন পদ্ধতির প্রেক্ষাপটে একই বিশ্লেষণাত্মক সমস্যার সম্ভাব্য সমাধানের বৈচিত্র্যকে আরও বিস্তারিতভাবে আলোচনা করব (রিস. ৯.২৯)।-

ডিজিটাল প্রক্রিয়ার প্রেক্ষাপটে পাইপলাইন হল একটি ক্রমবর্ধমান কার্যকলাপ, প্রক্রিয়া এবং সরঞ্জামের একটি সিকোয়েন্স যা প্রকল্পের জীবনচক্রের বিভিন্ন পর্যায়ে স্বয়ংক্রিয় বা কাঠামোবদ্ধ ডেটা এবং কাজের প্রবাহ নিশ্চিত করে।



রিস. ২.১১৩ ব্যবসায়িক কেসগুলির ব্যক্তিগতকরণ এবং বৈচিত্র্য স্কেলযোগ্য বন্ধ প্ল্যাটফর্ম এবং সরঞ্জাম তৈরি করার প্রচেষ্টাকে অসম্ভব করে তোলে /

আমাদের জীবন ইতিমধ্যেই ডিজিটাল রূপান্তরের প্রভাবে অনেক পরিবর্তিত হয়েছে, এবং আজ আমরা নির্মাণ শিল্পের অর্থনৈতিক উন্নয়নের একটি নতুন পর্যায়ের আগমনের কথা বলতে পারি। এই "নতুন অর্থনীতিতে" প্রতিযোগিতা অন্য নিয়মে গঠিত হবে: যে কেউ পাবলিক জ্ঞান এবং খোলামেলা ডেটাকে চাহিদাসম্পন্ন পণ্য এবং পরিষেবায় কার্যকরভাবে রূপান্তরিত করতে সক্ষম, সে পঞ্চম শিল্প বিপ্লবের পরিস্থিতিতে মূল সুবিধা পাবে।

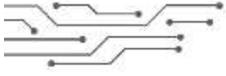
অর্থনীতিবিদ কেট মাসকাস তার ২০১২ সালের বই "বেসরকারি অধিকার এবং জনসাধারণের সমস্যা: ২১ শতকের বৈশ্বিক বুদ্ধিবৃত্তিক সম্পত্তির অর্থনীতি" তে উল্লেখ করেছেন যে, "আমরা একটি বৈশ্বিক জ্ঞান অর্থনীতিতে বাস করছি, এবং ভবিষ্যৎ তাদেরই, যারা বৈজ্ঞানিক আবিষ্কারগুলোকে পণ্যতে রূপান্তরিত করতে জানে।"

পঞ্চম অর্থনৈতিক কাঠামোতে স্থানান্তরটি বন্ধ IT সমাধান থেকে উন্মুক্ত মান এবং প্ল্যাটফর্মের দিকে মনোযোগের পরিবর্তন নির্দেশ করে। কোম্পানিগুলি ঐতিহ্যবাহী সফটওয়্যার পণ্য থেকে সেবা-ভিত্তিক মডেলের দিকে সরে যাবে, যেখানে প্রধান সম্পদ হবে তথ্য, প্রোপ্রাইটারি প্রযুক্তি নয়।

২০২৪ সালের হার্ভার্ড বিজনেস স্কুলের গবেষণা উন্মুক্ত সোর্স সফটওয়্যারের (OSS) বিশাল অর্থনৈতিক মূল্য দেখায়। গবেষণায় দেখা গেছে, OSS সমস্ত সফটওয়্যার কোডের ৯৬% তে উপস্থিত, এবং কিছু বাণিজ্যিক সফটওয়্যার ৯৯.৯% OSS উপাদান নিয়ে গঠিত। OSS ছাড়া কোম্পানিগুলি সফটওয়্যারে ৩.৫ গুণ বেশি ব্যয় করত।

নির্মাণ কোম্পানির ইকোসিস্টেমগুলি বিশ্বব্যাপী প্রবণতাগুলির অনুসরণ করে ধীরে ধীরে পঞ্চম অর্থনৈতিক প্যারাডাইমে প্রবেশ করবে, যেখানে ডেটা-কেন্দ্রিক বিশ্লেষণ এবং পরামর্শদাতা পরিষেবাগুলি বিচ্ছিন্ন বন্ধ সমাধানের চেয়ে অগ্রাধিকার পাবে।

ডিজিটলাইজেশনের যুগ শিল্পে শক্তির ভারসাম্য পরিবর্তন করবে: ভেস্তুর সমাধানের উপর নির্ভরশীলতার পরিবর্তে কোম্পানিগুলি তথ্যকে কার্যকরভাবে ব্যবহার করার ক্ষমতার উপর তাদের প্রতিযোগিতামূলকতা নির্মাণ করবে। ফলস্বরূপ, নির্মাণ শিল্প পুরনো কঠোর সিস্টেম থেকে নমনীয়, অভিযোজিত ইকোসিস্টেমে স্থানান্তরিত হবে, যেখানে উন্মুক্ত মান এবং সামঞ্জস্যপূর্ণ সরঞ্জামগুলি প্রকল্প ব্যবস্থাপনার ভিত্তি হবে। অ্যাপ্লিকেশন ভেস্তুরদের আধিপত্যের যুগের সমাপ্তি নতুন শর্ত তৈরি করবে, যেখানে মূল্য নির্ধারণ করা হবে বন্ধ কোড এবং বিশেষ সংযোগকারীর মালিকানার উপর নয়, বরং তথ্যকে কৌশলগত সুবিধায় রূপান্তরিত করার দক্ষতার উপর।



অধ্যায় 2.2. বিশৃঙ্খলাকে শৃঙ্খলায় রূপান্তর এবং জটিলতা হ্রাস

অতিরিক্ত কোড এবং বন্ধ সিস্টেম: উৎপাদনশীলতা বৃদ্ধির প্রতিবন্ধকতা

গত কয়েক দশক ধরে IT ক্ষেত্রে প্রযুক্তিগত পরিবর্তনগুলি প্রধানত সফটওয়্যার সরবরাহকারীদের দ্বারা নির্ধারিত হয়েছে। তারা উন্নয়নের দিকনির্দেশনা নির্ধারণ করেছে, কোন প্রযুক্তিগুলি কোম্পানিগুলিকে গ্রহণ করতে হবে এবং কোনগুলি বাদ দিতে হবে তা নির্ধারণ করে। বিচ্ছিন্ন সমাধান থেকে কেন্দ্রীভূত ডেটাবেস এবং একীভূত সিস্টেমে স্থানান্তরের যুগে, ভেভররা লাইসেন্সপ্রাপ্ত পণ্যগুলি প্রচার করেছে, প্রবেশাধিকার এবং স্কেলিংয়ের উপর নিয়ন্ত্রণ নিশ্চিত করে। পরে, ক্লাউড প্রযুক্তি এবং Software as a Service (SaaS) মডেলের আগমনের সাথে, এই নিয়ন্ত্রণ একটি সাবস্ক্রিপশন মডেলে রূপান্তরিত হয়েছে, যা ব্যবহারকারীদের ডিজিটাল পরিষেবাগুলির স্থায়ী গ্রাহক হিসাবে আবদ্ধ করেছে।

এই পদ্ধতি একটি প্যারাডক্স সৃষ্টি করেছে: সৃষ্ট সফটওয়্যার কোডের অভূতপূর্ব পরিমাণ সত্ত্বেও, বাস্তবে কেবল একটি ক্ষুদ্র অংশ ব্যবহার করা হয়। সম্ভবত, কোডের পরিমাণ প্রয়োজনের চেয়ে শত বা হাজার গুণ বেশি লেখা হয়েছে, কারণ একই ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলি বিভিন্নভাবে দশক বা শতাধিক প্রোগ্রামে বর্ণনা এবং পুনরাবৃত্তি করা হয় – এমনকি একটি কোম্পানির মধ্যে। এই সময়ে, উন্নয়নের জন্য ইতিমধ্যে অর্থ প্রদান করা হয়েছে, এবং এই ব্যয়গুলি ফেরতযোগ্য নয়। তবুও, শিল্পটি এই চক্রটি পুনরাবৃত্তি করতে থাকে, নতুন পণ্য তৈরি করে যা শেষ ব্যবহারকারীর জন্য ন্যূনতম যোগ্যতা যুক্ত করে, প্রায়শই বাজারের প্রত্যাশার চাপের চেয়ে বাস্তব প্রয়োজনের উপর।

সফটওয়্যার উন্নয়নের মূল্যায়ন নির্দেশিকা অনুযায়ী, যা প্রতিরক্ষা ক্রয় বিশ্ববিদ্যালয় (DAU) দ্বারা প্রস্তুত করা হয়েছে, সফটওয়্যার উন্নয়নের খরচ বিভিন্ন কারণে উল্লেখযোগ্যভাবে পরিবর্তিত হতে পারে, যার মধ্যে সিস্টেমের জটিলতা এবং নির্বাচিত প্রযুক্তি অন্তর্ভুক্ত। ঐতিহাসিকভাবে, ২০০৮ সালের জন্য উন্নয়নের খরচ প্রায় \$১০০ প্রতি সোর্স কোড লাইনের (SLOC) সমান ছিল, যখন রক্ষণাবেক্ষণের খরচ \$৪,০০০ প্রতি SLOC পর্যন্ত বৃদ্ধি পেতে পারে।

CAD অ্যাপ্লিকেশনগুলির একটি উপাদান - জ্যামিতিক কোর - দশক ধরে কোটি কোটি সোর্স কোড লাইনের সংখ্যা ধারণ করতে পারে। ERP সিস্টেমগুলিতেও একই পরিস্থিতি দেখা যায়, যার জটিলতা নিয়ে আমরা বইয়ের পঞ্চম অংশে আবার আলোচনা করব। তবে কাছ থেকে দেখলে স্পষ্ট হয়: এই কোডের একটি উল্লেখযোগ্য অংশ অতিরিক্ত মূল্য তৈরি করে না, বরং এটি শুধুমাত্র "মেইলম্যান" এর ভূমিকা পালন করে - ডেটা মেকানিক্যালি ডেটাবেস, API, ব্যবহারকারী ইন্টারফেস এবং সিস্টেমের অন্যান্য টেবিলের মধ্যে স্থানান্তর করে। তথাকথিত ব্যবসায়িক যুক্তির সমালোচনামূলক গুরুত্বের জনপ্রিয় মিথের বিপরীতে, বাস্তবতা অনেক বেশি সাধারণ: আধুনিক কোড বেস পুরনো টেমপ্লেট ব্লক (লেগেসি কোড) দ্বারা পূর্ণ, যার একমাত্র উদ্দেশ্য টেবিল এবং উপাদানের মধ্যে ডেটা স্থানান্তর করা, সিদ্ধান্ত গ্রহণ বা ব্যবসার কার্যকারিতার উপর প্রভাব না ফেলা।-

ফলস্বরূপ, বিভিন্ন উৎস থেকে ডেটা প্রক্রিয়াকরণের জন্য ব্যবহৃত বন্ধ সমাধানগুলি অবশ্যম্ভাবীভাবে জটিল "স্প্যাগেটি-ইকোসিস্টেম" এ পরিণত হয়। এই জটিল, জড়িত সিস্টেমগুলি শুধুমাত্র একটি সম্পূর্ণ ব্যবস্থাপকদের বাহিনী দ্বারা পরিচালিত হতে পারে, যারা অর্ধ-হাতের মোড়ে কাজ করে। এই ডেটা ব্যবস্থাপনার সংগঠন কেবলমাত্র সম্পদের দিক থেকে অকার্যকর নয়, বরং এটি ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলিতে গুরুত্বপূর্ণ দুর্বলতার পয়েন্ট তৈরি করে, কোম্পানিকে একটি সংকীর্ণ বিশেষজ্ঞের উপর নির্ভরশীল করে তোলে, যারা জানে এই প্রযুক্তিগত ল্যাগিং কিভাবে কাজ করে।

কোডের পরিমাণ, অ্যাপ্লিকেশনের সংখ্যা এবং বিক্রেতাদের দ্বারা প্রস্তাবিত ধারণাগুলির জটিলতা ক্রমাগত বৃদ্ধি পাওয়ার ফলে একটি স্বাভাবিক ফলস্বরূপ - নির্মাণে আইটি ইকোসিস্টেমের জটিলতা বৃদ্ধি পেয়েছে। এটি শিল্পে অ্যাপ্লিকেশনের সংখ্যা বাড়িয়ে ডিজিটাইজেশনের কার্যকর বাস্তবায়নকে অকার্যকর করে তুলেছে।

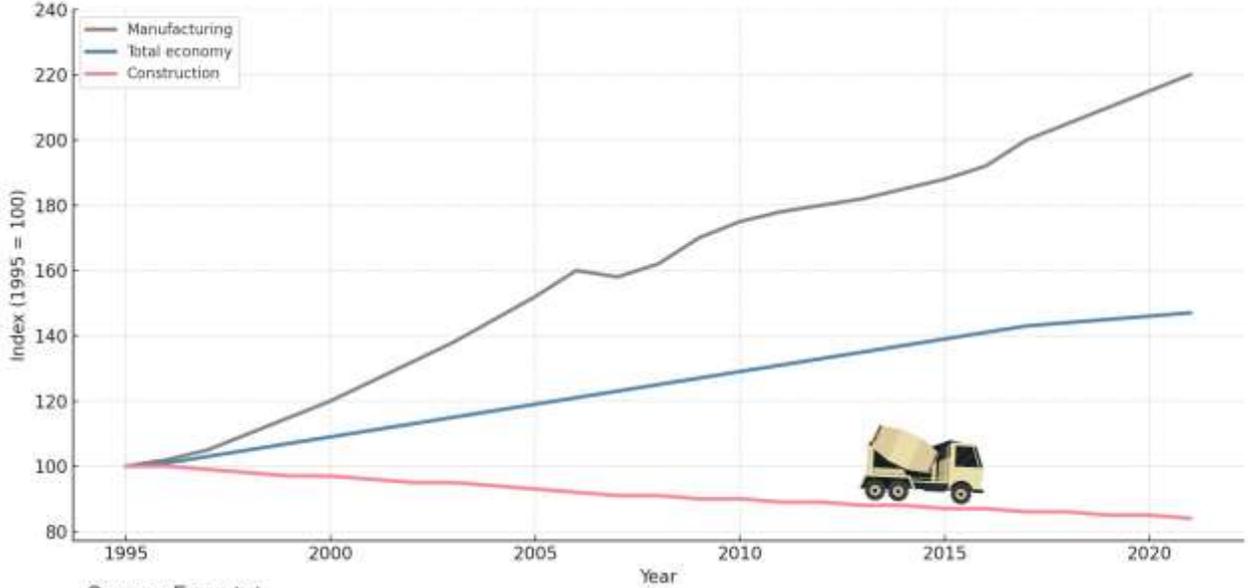
ব্যবহারকারীদের প্রয়োজনের প্রতি যথাযথ মনোযোগ ছাড়া তৈরি করা সফটওয়্যার পণ্যগুলি প্রায়শই বাস্তবায়ন এবং রক্ষণাবেক্ষণের জন্য উল্লেখযোগ্য সম্পদের প্রয়োজন, কিন্তু প্রত্যাশিত ফলাফল প্রদান করে না।

McKinsey এর "নির্মাণের উৎপাদনশীলতা বৃদ্ধি" গবেষণার অনুযায়ী, গত দুই দশকে নির্মাণে শ্রমের বৈশ্বিক উৎপাদনশীলতা গড়ে প্রতি বছর মাত্র ১% বৃদ্ধি পেয়েছে, যখন বিশ্ব অর্থনীতির গড় বৃদ্ধি ২.৮% এবং প্রস্তুতকারক শিল্পের ৩.৬%। যুক্তরাষ্ট্রে, ১৯৬০ এর দশক থেকে নির্মাণে শ্রমের উৎপাদনশীলতা প্রতি কর্মী হিসাবে দ্বিগুণ হ্রাস পেয়েছে।

সিস্টেমের জটিলতা বৃদ্ধি, তথ্যের বিচ্ছিন্নতা এবং বন্ধন তথ্যের কারণে বিশেষজ্ঞদের মধ্যে যোগাযোগ খারাপ হয়েছে, যা নির্মাণ শিল্পকে সবচেয়ে কম কার্যকরী সেক্টরগুলির একটি করে তুলেছে।

Productivity growth in Manufacturing, Total Economy, and Construction (1995-2021)

Labour productivity of the added value in volume per hour worked in the EU, 1995-2021 (index 1995=100)



বন্ধন এবং তথ্যের জটিলতা এবং এর ফলস্বরূপ বিশেষজ্ঞদের মধ্যে খারাপ যোগাযোগ নির্মাণ শিল্পকে অর্থনীতির সবচেয়ে কম কার্যকরী সেক্টরগুলির একটি করে তুলেছে।

ম্যাককিন্সির (২০২৪) গবেষণায় উল্লেখ করা হয়েছে যে "নির্মাণের উৎপাদনশীলতা নিশ্চিত করা আর একটি অপ্রয়োজনীয় বিষয় নয়", সম্পদগুলির ক্রমবর্ধমান অভাব এবং শিল্পের দ্বিগুণ বৃদ্ধির প্রবণতার মধ্যে, নির্মাণ আর বর্তমান উৎপাদনশীলতার স্তরে থাকতে পারে না। পূর্বাভাস অনুযায়ী, ২০২৩ সালে বৈশ্বিক নির্মাণ ব্যয় ১৩ ট্রিলিয়ন ডলার থেকে ২০৪০ সালের মধ্যে ২২ ট্রিলিয়ন ডলারে পৌঁছাবে, যা কার্যকারিতার প্রশ্নটিকে কেবল প্রাসঙ্গিক নয়, বরং সমালোচনামূলকভাবে গুরুত্বপূর্ণ করে তোলে।

কার্যকারিতা বাড়ানোর একটি মূল উপায় হবে অবশ্যস্বাভাবী একীকরণ এবং তথ্য প্রক্রিয়াকরণ ইকোসিস্টেমের অ্যাপ্লিকেশন এবং স্থাপনার কাঠামোর সরলীকরণ। এই রেশনালাইজেশন পদ্ধতি অতিরিক্ত স্তরের বিমূর্ততা এবং অপ্রয়োজনীয় জটিলতা থেকে মুক্তি পেতে সহায়তা করবে, যা বছরের পর বছর ধরে কর্পোরেট সিস্টেমে জমা হয়েছে।

সিলো থেকে একক ডেটা স্টোরেজে

একটি সংস্থা যত বেশি তথ্য সংগ্রহ করে, ততই সেগুলি থেকে বাস্তব সুবিধা বের করা কঠিন হয়ে পড়ে। তথ্যের বিচ্ছিন্ন সংরক্ষণে আধুনিক কোম্পানিগুলি তাদের ব্যবসায়িক প্রক্রিয়ায় এমন নির্মাতাদের মতো হয়ে যায়, যারা হাজার হাজার আলাদা গুদামে সংরক্ষিত উপকরণ দিয়ে একটি আকাশচুম্বী ভবন নির্মাণের চেষ্টা করছে। তথ্যের অতিরিক্ততা কেবল আইনগতভাবে গুরুত্বপূর্ণ তথ্যের অ্যাক্সেসকে কঠিন করে তোলে না, বরং সিদ্ধান্ত গ্রহণের প্রক্রিয়াকেও ধীর করে দেয়: প্রতিটি পদক্ষেপকে বারবার যাচাই এবং নিশ্চিত করতে হয়।

প্রতিটি কাজ বা প্রক্রিয়া একটি নির্দিষ্ট টেবিল বা ডেটাবেসের সাথে কঠোরভাবে সংযুক্ত থাকে, এবং সিস্টেমগুলির মধ্যে তথ্যের বিনিময় জটিল ইন্টিগ্রেশন প্রয়োজন। একটি সিস্টেমে ত্রুটি এবং অমিল অন্যগুলিতে চেইন বিপর্যয় সৃষ্টি করতে পারে। ভুল মান, দেরিতে আপডেট এবং তথ্যের পুনরাবৃত্তি কর্মচারীদের হাতে সময় ব্যয় করতে বাধ্য করে, যা ম্যানুয়াল যাচাই এবং তথ্যের সমন্বয়ে ব্যয় হয়। ফলস্বরূপ, সংস্থা ফ্র্যাগমেন্টেশনের পরিণতি মোকাবেলায় বেশি সময় ব্যয় করে, পরিবর্তে প্রক্রিয়াগুলি উন্নয়ন এবং অপ্টিমাইজেশনে।

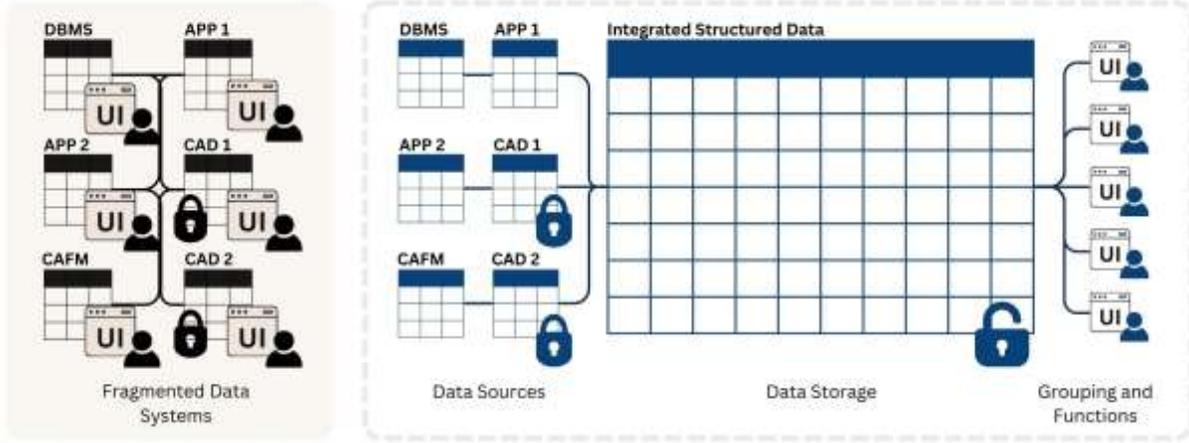
এই সমস্যা সার্বজনীন: কিছু কোম্পানি বিশৃঙ্খলার সাথে লড়াই করে, অন্যরা সমাধান খুঁজে পায় ইন্টিগ্রেশনে – তথ্য প্রবাহকে কেন্দ্রীভূত সংরক্ষণ ব্যবস্থায় স্থানান্তরিত করে। এটি একটি বৃহৎ টেবিলের মতো কল্পনা করুন, যেখানে কাজ, প্রকল্প এবং বস্তুগুলির সাথে সম্পর্কিত যেকোনো সত্তা সংরক্ষণ করা যেতে পারে। বিচ্ছিন্ন টেবিল এবং ফরম্যাটের পরিবর্তে একটি একক সংযুক্ত স্টোরেজ (চিত্র ২.২২) তৈরি হয়, যা নিম্নলিখিত সুবিধা প্রদান করে: -

- তথ্যের ক্ষতি কমানো;
- তথ্যের ক্রমাগত সমন্বয়ের প্রয়োজনীয়তা দূর করা;
- তথ্যের অ্যাক্সেসযোগ্যতা এবং গুণমান উন্নত করা;
- বিশ্লেষণাত্মক প্রক্রিয়া এবং মেশিন লার্নিংকে সহজ করা।

তথ্যকে একটি একক মানে নিয়ে আসা মানে হল যে উৎস যাই হোক না কেন, তথ্যকে একটি একীকৃত এবং মেশিন-পঠনযোগ্য ফরম্যাটে রূপান্তরিত করা হয়। এই তথ্যের সংগঠন তাদের অখণ্ডতা যাচাই করতে, বাস্তব সময়ে বিশ্লেষণ করতে এবং দ্রুত ব্যবস্থাপনা সিদ্ধান্ত গ্রহণের জন্য ব্যবহার করতে সক্ষম করে।

একীভূত তথ্য সংরক্ষণ ব্যবস্থার ধারণা এবং তাদের বিশ্লেষণ এবং মেশিন লার্নিংয়ে প্রয়োগ সম্পর্কে আমরা "বড় তথ্য সংরক্ষণ এবং মেশিন লার্নিং" অধ্যায়ে আলোচনা করব। তথ্য মডেলিং এবং কাঠামোবদ্ধকরণের বিষয়গুলি "তথ্যকে কাঠামোবদ্ধ আকারে রূপান্তর" এবং "কিভাবে মানগুলি খেলার নিয়ম পরিবর্তন করে: এলোমেলো ফাইল থেকে

চিত্তাশীল তথ্য মডেলে" অধ্যায়ে বিস্তারিতভাবে আলোচনা করা হবে।



চিত্র ২.২২ তথ্যের একীকরণ বিচ্ছিন্নতা দূর করে, তথ্যের অ্যাক্সেসযোগ্যতা উন্নত করে এবং ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলিকে অপ্টিমাইজ করে।

ডেটা সংগঠিত এবং একত্রিত করার পর পরবর্তী যৌক্তিক পদক্ষেপ হল তাদের যাচাই করা। একটি একক সংহত স্টোরেজ থাকলে এই প্রক্রিয়া উল্লেখযোগ্যভাবে সহজ হয়: আর অনেক অসঙ্গত স্কিমা, ডুপ্লিকেট স্ট্রাকচার এবং টেবিলগুলির মধ্যে জটিল সম্পর্ক নেই। সমস্ত তথ্য একটি একক ডেটা মডেলে নিয়ে আসা হয়, যা অভ্যন্তরীণ বিরোধগুলি দূর করে এবং যাচাইয়ের প্রক্রিয়াকে ত্বরান্বিত করে। ডেটার যাচাই এবং গুণমান নিশ্চিতকরণ হল সমস্ত ব্যবসায়িক প্রক্রিয়ার মূল দিক, এবং আমরা বইয়ের সংশ্লিষ্ট অধ্যায়গুলিতে সেগুলি বিস্তারিতভাবে আলোচনা করব।

চূড়ান্ত পর্যায়ে ডেটা গোষ্ঠীভুক্ত, ফিল্টার এবং বিশ্লেষণ করা হয়। তাদের উপর বিভিন্ন ফাংশন প্রয়োগ করা হয়: সমাহার (যোগ, গুণ) এবং টেবিল, কলাম বা সারির মধ্যে গণনা (চিত্র 2.24)। ডেটার সাথে কাজ করা একটি পদক্ষেপের ধারায় পরিণত হয়: সংগ্রহ, সংগঠন, যাচাই, রূপান্তর, বিশ্লেষণাত্মক প্রক্রিয়াকরণ এবং চূড়ান্ত অ্যাপ্লিকেশনগুলিতে রপ্তানি, যেখানে তথ্য ব্যবহারিক সমস্যার সমাধানের জন্য ব্যবহৃত হয়। এই ধরনের স্ক্রিপ্ট তৈরি, পদক্ষেপগুলির স্বয়ংক্রিয়করণ এবং প্রক্রিয়াকরণের প্রবাহ নির্মাণ সম্পর্কে আমরা ETL প্রক্রিয়া এবং ডেটা পাইপলাইন পদ্ধতির অধ্যায়গুলিতে আলোচনা করব।

সুতরাং, ডিজিটাল রূপান্তর হল তথ্যের সাথে কাজকে সহজ করা নয়। এটি ডেটা পরিচালনায় অতিরিক্ত জটিলতা পরিত্যাগ করা, বিশৃঙ্খলা থেকে পূর্বানুমানযোগ্যতায়, অনেক সিস্টেম থেকে একটি পরিচালিত প্রক্রিয়ায় স্থানান্তর। যত কম জটিলতা আর্কিটেকচারে, তত কম কোডের প্রয়োজন হয় সমর্থনের জন্য। এবং ভবিষ্যতে, কোডটি সম্পূর্ণরূপে অদৃশ্য হয়ে যেতে পারে, বুদ্ধিমান এজেন্টদের জায়গা নিয়ে যারা স্বয়ংক্রিয়ভাবে ডেটা বিশ্লেষণ, সংগঠিত এবং রূপান্তর করে।

একীভূত সিস্টেমের সংরক্ষণ AI এজেন্ট ব্যবহারে সহায়তা করে

যত কম জটিলতা ডেটা এবং সিস্টেমে, তত কম কোড লিখতে এবং সমর্থন করতে হয়। এবং উন্নয়নের সবচেয়ে সহজ উপায় হল কোড থেকে সম্পূর্ণরূপে মুক্তি পাওয়া, ডেটার মাধ্যমে প্রতিস্থাপন করা। যখন অ্যাপ্লিকেশনের কোড উন্নয়ন ডেটা মডেলের দিকে চলে যায়, তখন একটি ডেটা-চালিত (data-driven) পদ্ধতির দিকে একটি পরিবর্তন অনিবার্যভাবে ঘটে, কারণ এই ধারণাগুলির পিছনে সম্পূর্ণ ভিন্ন চিন্তাভাবনা রয়েছে।

যখন একজন ব্যক্তি ডেটার কেন্দ্রীকৃত কাজের পথ বেছে নেন, তখন তিনি তাদের ভূমিকা ভিন্নভাবে দেখতে শুরু করেন। ডেটা আর অ্যাপ্লিকেশনের জন্য কেবল "কাঁচামাল" নয় - এখন এটি একটি ভিত্তি, যার চারপাশে আর্কিটেকচার, লজিক এবং পারস্পরিক সম্পর্ক গড়ে তোলা হয়।

তবে, ডেটা পরিচালনার ঐতিহ্যবাহী পদ্ধতি সাধারণত অ্যাপ্লিকেশন স্তরে শুরু হয় এবং নির্মাণে একটি ভারী প্রশাসনিক সিস্টেমের মতো: বহুস্তরীয় সম্মতি, ম্যানুয়াল যাচাই, সংশ্লিষ্ট সফটওয়্যার পণ্যগুলির মাধ্যমে অসীম সংস্করণের নথি। ডিজিটাল প্রযুক্তির বিকাশের সাথে সাথে আরও বেশি কোম্পানিকে ন্যূনতমতার নীতিতে যেতে বাধ্য হতে হবে - কেবলমাত্র সেই তথ্য সংরক্ষণ এবং ব্যবহার করতে যা সত্যিই প্রয়োজন এবং ব্যবহার করা হবে।

ন্যূনতমকরণের যুক্তি বিক্রেতাদের দ্বারা গ্রহণ করা হয়েছে। ডেটা সংরক্ষণ এবং প্রক্রিয়াকরণের প্রক্রিয়াগুলি সহজ করার জন্য ব্যবহারকারীদের কাজ অফলাইন অ্যাপ্লিকেশন এবং সরঞ্জামগুলির কার্যকারিতা থেকে ক্লাউড পরিষেবাগুলি এবং তথাকথিত SaaS সমাধানগুলিতে স্থানান্তরিত হচ্ছে।

SaaS (Software as a Service, বা "সফটওয়্যার একটি পরিষেবা হিসাবে") ধারণাটি আধুনিক IT অবকাঠামোর একটি মূল দিক, যা ব্যবহারকারীদের তাদের নিজস্ব কম্পিউটারে সফটওয়্যার ইনস্টল এবং রক্ষণাবেক্ষণের প্রয়োজন ছাড়াই ইন্টারনেটের মাধ্যমে অ্যাপ্লিকেশনগুলিতে অ্যাক্সেস পেতে সক্ষম করে।

একদিকে, SaaS স্কেলিং, সংস্করণ পরিচালনা এবং সমর্থন ও রক্ষণাবেক্ষণের খরচ কমাতে সহায়তা করেছে, কিন্তু অন্যদিকে, এটি ব্যবহারকারীকে নির্দিষ্ট অ্যাপ্লিকেশনের লজিকের উপর নির্ভরশীল করে তোলে এবং সম্পূর্ণরূপে পরিষেবা প্রদানকারীর ক্লাউড অবকাঠামোর উপর নির্ভরশীল করে। যদি পরিষেবাটি ব্যাহত হয়, তবে ডেটা এবং ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলিতে প্রবেশাধিকার সাময়িক বা এমনকি দীর্ঘ সময়ের জন্য ব্লক করা হতে পারে। তাছাড়া, SaaS অ্যাপ্লিকেশনগুলির সাথে কাজ করার সময় সমস্ত ব্যবহারকারীর ডেটা প্রদানকারীর সার্ভারে সংরক্ষিত হয়, যা নিরাপত্তা এবং নিয়ন্ত্রণ প্রয়োজনীয়তার ক্ষেত্রে ঝুঁকি তৈরি করে। মূল্য পরিবর্তন বা ব্যবহারের শর্তাবলীর পরিবর্তনও খরচ বৃদ্ধির বা জরুরি মাইগ্রেশনের প্রয়োজনীয়তার দিকে নিয়ে যেতে পারে।

এআই, এলএলএম-এজেন্ট এবং ডেটা-কেন্দ্রিক পদ্ধতির উন্নয়ন ঐতিহ্যগতভাবে অ্যাপ্লিকেশন এবং সাস (সফটওয়্যার অ্যাজ আ সার্ভিস) বাস্তবায়নের ভবিষ্যৎকে প্রশ্নবিদ্ধ করেছে। পূর্বে, অ্যাপ্লিকেশন এবং পরিষেবাগুলি ব্যবসায়িক যুক্তি পরিচালনা এবং ডেটা প্রক্রিয়াকরণের জন্য অপরিহার্য ছিল, কিন্তু এআই-এজেন্টগুলির আগমনের সাথে সাথে এই কার্যক্রমগুলি সরাসরি ডেটার সাথে কাজ করা বুদ্ধিমান সিস্টেমগুলির কাছে স্থানান্তরিত হতে পারে।

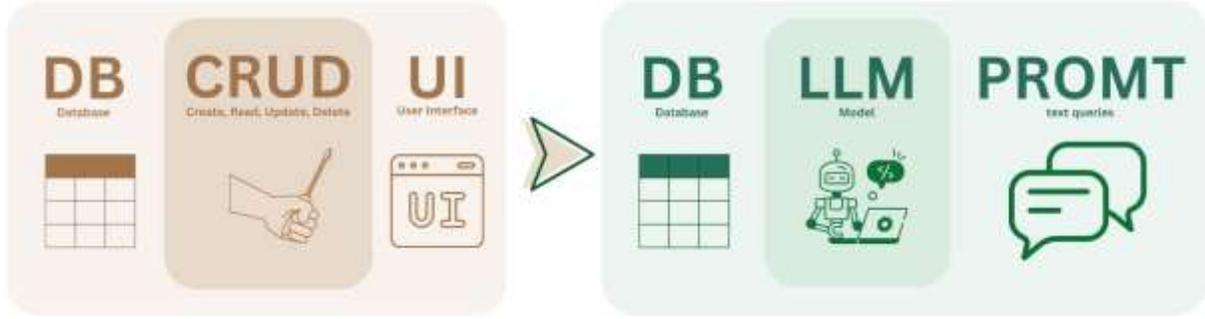
এ কারণে আইটি বিভাগ এবং ব্যবস্থাপনার স্তরে ক্রমবর্ধমানভাবে হাইব্রিড আর্কিটেকচার নিয়ে আলোচনা করা হচ্ছে, যেখানে এআই এজেন্ট এবং স্থানীয় সমাধানগুলি ক্লাউড পরিষেবাগুলিকে সম্পূরক করে, SaaS প্ল্যাটফর্মগুলির উপর নির্ভরতা কমায়।

আমাদের গ্রহণ করা পদ্ধতি স্বীকার করে যে ঐতিহ্যবাহী ব্যবসায়িক অ্যাপ্লিকেশন বা SaaS অ্যাপ্লিকেশনগুলি এজেন্টের যুগে মৌলিকভাবে পরিবর্তিত হতে পারে। এই অ্যাপ্লিকেশনগুলি মূলত CRUD [তৈরি, পড়া, আপডেট এবং মুছে ফেলা] ডেটাবেসের সাথে ব্যবসায়িক যুক্তি। তবে ভবিষ্যতে এই যুক্তি AI এজেন্টগুলির কাছে স্থানান্তরিত হবে।

সত্যা নাদেলা, মাইক্রোসফটের সিইও, ২০২৪ সাল।

ডেটা-কেন্দ্রিক পদ্ধতি এবং কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা/এলএলএম এজেন্টগুলির ব্যবহার অতিরিক্ত প্রক্রিয়াগুলির সংখ্যা কমাতে সহায়তা করে, ফলে কর্মচারীদের উপর চাপ কমে যায়। যখন ডেটাগুলি সঠিকভাবে সংগঠিত হয়, তখন সেগুলি বিশ্লেষণ, ভিজ্যুয়ালাইজেশন এবং সিদ্ধান্ত গ্রহণের জন্য প্রয়োগ করা সহজ হয়। অবিরাম রিপোর্ট এবং যাচাইকরণের পরিবর্তে, বিশেষজ্ঞরা কয়েকটি ক্লিকে বা এলএলএম এজেন্টগুলির মাধ্যমে স্বয়ংক্রিয়ভাবে প্রস্তুতকৃত নথি এবং ড্যাশবোর্ডের আকারে বর্তমান তথ্যের অ্যাক্সেস পান।

ডেটার সাথে কাজ করার সময় আমাদের কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা (এআই) এবং বড় ভাষার মডেল (এলএলএম) চ্যাটগুলির সাহায্য নেবে। সাম্প্রতিক বছরগুলোতে প্রচলিত CRUD (তৈরি, পড়া, আপডেট, মুছে ফেলা) অপারেশন থেকে বড় ভাষার মডেল (এলএলএম) ব্যবহার করে ডেটা পরিচালনার দিকে একটি প্রবণতা দেখা যাচ্ছে। এলএলএম প্রাকৃতিক ভাষা ব্যাখ্যা করতে এবং স্বয়ংক্রিয়ভাবে ডেটাবেসের জন্য প্রাসঙ্গিক প্রশ্ন তৈরি করতে সক্ষম, যা ডেটা ব্যবস্থাপনা সিস্টেমের সাথে যোগাযোগকে সহজতর করে (ছবি 2.23)।-



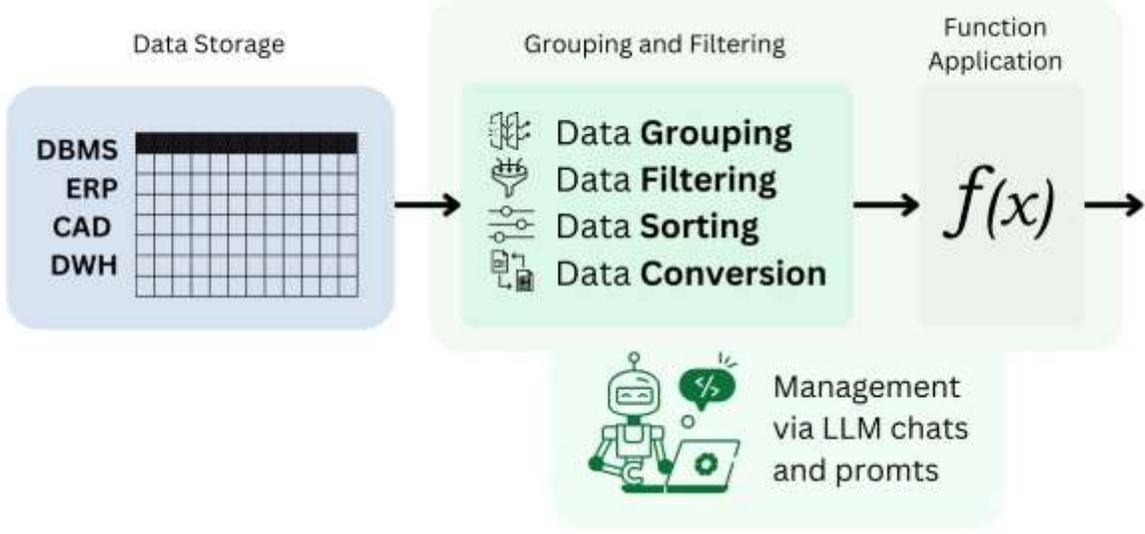
ছবি ২.২৩ কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা (এআই) ডেটা স্টোরেজ এবং ডেটাবেস পরিচালনার সিদ্ধান্ত গ্রহণ এবং তাদের ইন্টিগ্রেশনের ক্ষেত্রে প্রতিস্থাপন করবে, ধীরে ধীরে প্রচলিত অ্যাপ্লিকেশন এবং **CRUD** অপারেশনগুলোকে প্রতিস্থাপন করে।

আগামী ৩-৬ মাসের মধ্যে কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা ৯০% কোড লিখবে, এবং ১২ মাসের মধ্যে প্রায় সমস্ত কোড কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তার দ্বারা তৈরি হতে পারে। ডারিও আমোদে, এলএলএম অ্যানথ্রোপিক কোম্পানির সিইও, মার্চ ২০২৫।

দ্রুত AI-ডেভেলপমেন্ট টুলগুলির বিকাশের পরেও (যেমন, GitHub Copilot), 2025 সালে ডেভেলপাররা এখনও এই প্রক্রিয়ায় একটি মূল ভূমিকা পালন করে। AI-এজেন্টগুলি ক্রমশ আরও কার্যকর সহায়ক হয়ে উঠছে: তারা স্বয়ংক্রিয়ভাবে ব্যবহারকারীর অনুরোধগুলি ব্যাখ্যা করে, SQL এবং Pandas অনুরোধগুলি তৈরি করে (এ বিষয়ে আরও বিস্তারিত পরবর্তী অধ্যায়গুলিতে) অথবা ডেটা বিশ্লেষণের জন্য কোড লেখে। এইভাবে, কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা ধীরে ধীরে ঐতিহ্যবাহী অ্যাপ্লিকেশন ব্যবহারকারী ইন্টারফেসগুলিকে প্রতিস্থাপন করছে।

কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তার মডেলগুলির বিস্তার, যেমন ভাষার মডেলগুলি, হাইব্রিড আর্কিটেকচারের বিকাশকে উত্সাহিত করবে। সম্পূর্ণ ক্লাউড সমাধান এবং SaaS পণ্যগুলি থেকে পুরোপুরি সরে যাওয়ার পরিবর্তে, আমরা ক্লাউড পরিষেবাগুলির সাথে স্থানীয় ডেটা ব্যবস্থাপনা সিস্টেমগুলির সংমিশ্রণ দেখতে পারি। উদাহরণস্বরূপ, ফেডারেটেড লার্নিং শক্তিশালী AI মডেলগুলি ব্যবহার করতে দেয়, সংবেদনশীল ডেটাগুলি ক্লাউডে স্থানান্তর করার প্রয়োজন ছাড়াই। এইভাবে, কোম্পানিগুলি তাদের ডেটার উপর নিয়ন্ত্রণ বজায় রাখতে সক্ষম হবে, একই সাথে আধুনিক প্রযুক্তিগুলিতে

প্রবেশাধিকার পাবে।



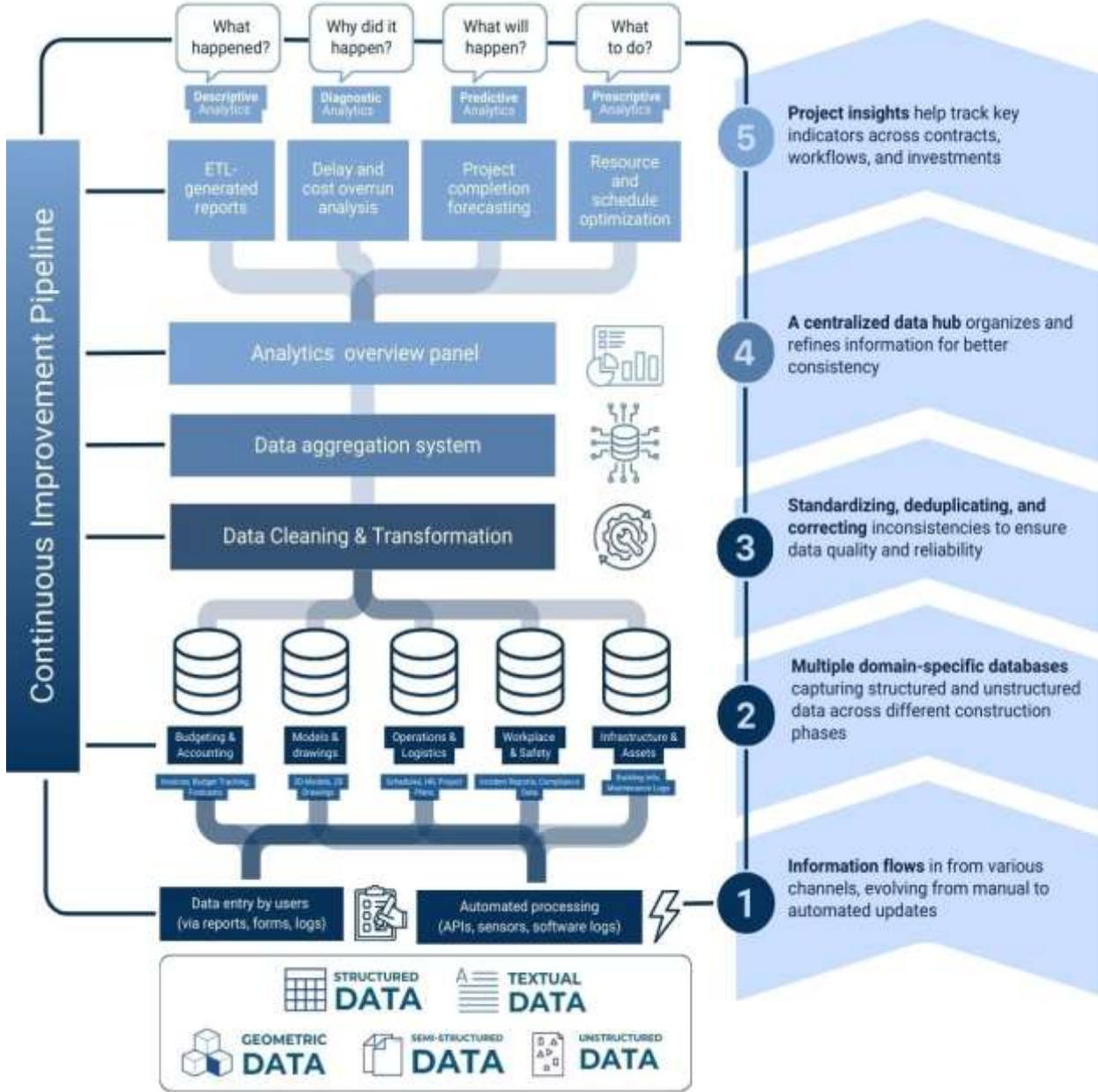
রিস. 2.24 গ্রুপিং, ফিল্টারিং এবং সাজানোর প্রধান অপারেশনগুলি পরবর্তী ফাংশনগুলির প্রয়োগের সাথে LLM চ্যাটগুলির দ্বারা পরিচালিত হবে।

ভবিষ্যতের নির্মাণ শিল্প স্থানীয় সমাধান, ক্লাউড ক্ষমতা এবং বুদ্ধিমান মডেলগুলির সংমিশ্রণের উপর ভিত্তি করে হবে, যা একসাথে কার্যকর এবং নিরাপদ ডেটা ব্যবস্থাপনা সিস্টেম তৈরি করবে। LLM ব্যবহারকারীদের গভীর প্রযুক্তিগত জ্ঞান ছাড়াই ডেটাবেস এবং ডেটা স্টোরগুলির সাথে যোগাযোগ করতে সক্ষম করবে, তাদের অনুরোধগুলি প্রাকৃতিক ভাষায় ফর্মুলেট করে। LLM এবং AI এজেন্টগুলি এবং তারা কীভাবে কাজ করে সে সম্পর্কে আমরা "LLM এজেন্ট এবং কাঠামোগত ডেটা ফরম্যাট" অধ্যায়ে আরও আলোচনা করব।

সঠিকভাবে সংগঠিত ডেটা এবং LLM সমর্থিত সহজ, ব্যবহারকারী-বান্ধব বিশ্লেষণ টুলগুলি কেবল তথ্যের সাথে কাজ করা সহজ করবে না, বরং ত্রুটিগুলি কমাতে, দক্ষতা বাড়াতে এবং প্রক্রিয়াগুলিকে স্বয়ংক্রিয় করতে সহায়তা করবে।

ডেটা সংগ্রহ থেকে সিদ্ধান্ত গ্রহণ: স্বয়ংক্রিয়তার পথে

বইয়ের পরবর্তী অংশগুলিতে আমরা বিস্তারিতভাবে দেখব কিভাবে বিশেষজ্ঞরা একে অপরের সাথে যোগাযোগ করেন এবং কিভাবে ডেটা সিদ্ধান্ত গ্রহণ, স্বয়ংক্রিয়করণ এবং কাজের দক্ষতা বাড়ানোর ভিত্তি হয়ে ওঠে। রিস. 2.25 একটি উদাহরণ স্ক্রিম উপস্থাপন করে, যা ডেটা প্রক্রিয়াকরণের পর্যায়গুলির ক্রম দেখায় একটি ডেটা-কেন্দ্রিক পদ্ধতিতে। এই স্ক্রিমটি প্রক্রিয়াগুলির ধারাবাহিক উন্নতির (Continuous Improvement Pipeline) একটি কনট্যুর চিত্রিত করে, যার কিছু অংশ বইয়ের পরবর্তী অংশে বিস্তারিতভাবে আলোচনা করা হবে।



রিস. 2.25 ডেটার ধারাবাহিক উন্নয়নের উদাহরণ: নির্মাণ প্রকল্পগুলিতে ডেটা প্রক্রিয়াকরণ এবং বিশ্লেষণের প্রবাহ /

একটি মধ্যম আকারের কোম্পানির ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলি বর্ণনা করা একটি স্তরভিত্তিক নীতির উপর নির্মিত হয়। এতে অন্তর্ভুক্ত রয়েছে: ডেটা সংগ্রহ, পরিষ্কার করা, একত্রিত করা, বিশ্লেষণাত্মক প্রক্রিয়াকরণ এবং প্রাপ্ত ফলাফলের ভিত্তিতে সিদ্ধান্ত গ্রহণ। এই সমস্ত পর্যায় আমরা বইয়ের পরবর্তী অংশে অধ্যয়ন করব - তাত্ত্বিক প্রসঙ্গে এবং ব্যবহারিক উদাহরণগুলির মাধ্যমে:

- প্রথম স্তরে ডেটা ইনপুট ঘটে (রিস. 3.11)। তথ্যটি ম্যানুয়াল মোডে (রিপোর্ট, ফর্ম, লগের মাধ্যমে) এবং স্বয়ংক্রিয়ভাবে (API, সেন্সর, সফটওয়্যার সিস্টেমের মাধ্যমে) প্রবাহিত হয়। ডেটার বিভিন্ন কাঠামো থাকতে পারে: জ্যামিতিক, টেক্সট, অ-সংগঠিত। এই পর্যায়ে তথ্য প্রবাহের মানকরণ, কাঠামোবদ্ধকরণ এবং

একীকরণের প্রয়োজনীয়তা দেখা দেয়।

- পরবর্তী স্তর হল তথ্য প্রক্রিয়াকরণ এবং রূপান্তর। এতে অন্তর্ভুক্ত রয়েছে তথ্য পরিষ্কার করা, ডুপ্লিকেটগুলি মুছে ফেলা, ত্রুটি সংশোধন এবং পরবর্তী বিশ্লেষণের জন্য তথ্য প্রস্তুত করা (চিত্র 4.25)। এই পর্যায়টি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ, কারণ বিশ্লেষণের গুণমান সরাসরি তথ্যের পরিষ্কারতা এবং সঠিকতার উপর নির্ভর করে।
- এরপর তথ্য বিশেষায়িত টেবিল, ডেটাফ্রেম বা ডাটাবেসে প্রবাহিত হয়, যা কার্যকরী দিকনির্দেশনার ভিত্তিতে বিভক্ত: বাজেটিং এবং হিসাব, মডেল এবং নকশা, লজিস্টিকস, নিরাপত্তা এবং অবকাঠামো। এই বিভাজন সুবিধাজনক প্রবেশাধিকার সংগঠিত করতে এবং তথ্যের ক্রস-বিশ্লেষণের সম্ভাবনা নিশ্চিত করতে সহায়তা করে।
- এর পর তথ্যগুলি একত্রিত করা হয় এবং বিশ্লেষণাত্মক প্যানেলে (শোকেস) প্রদর্শিত হয়। এখানে বর্ণনামূলক, নির্ণায়ক, পূর্বাভাসমূলক এবং নির্দেশনামূলক বিশ্লেষণের পদ্ধতি প্রয়োগ করা হয়। এটি মূল প্রশ্নগুলির উত্তর দিতে সক্ষম করে (চিত্র 1.14): কী ঘটেছে, কেন এটি ঘটেছে, ভবিষ্যতে কী ঘটবে এবং কী পদক্ষেপ নেওয়া উচিত। উদাহরণস্বরূপ, সিস্টেমটি বিলম্বগুলি চিহ্নিত করতে, প্রকল্পের সমাপ্তি পূর্বাভাস দিতে বা সম্পদগুলি অর্পিটমাইজ করতে পারে। -
- অবশেষে, সর্বশেষ স্তরে বিশ্লেষণাত্মক উপসংহার এবং মূল সূচকগুলি তৈরি করা হয়, যা চুক্তির বাস্তবায়ন ট্র্যাক করতে, বিনিয়োগ পরিচালনা করতে এবং ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলি উন্নত করতে সহায়তা করে (চিত্র 7.42)। এই তথ্য সিদ্ধান্ত গ্রহণ এবং কোম্পানির উন্নয়ন কৌশলের ভিত্তি হয়ে ওঠে।

একইভাবে, তথ্য সংগ্রহ থেকে কৌশলগত ব্যবস্থাপনায় ব্যবহারের পথে অগ্রসর হয়। বইয়ের পরবর্তী অংশগুলিতে আমরা প্রতিটি পর্যায়কে বিস্তারিতভাবে আলোচনা করব, তথ্যের প্রকার, তথ্য প্রক্রিয়াকরণের পদ্ধতি, বিশ্লেষণাত্মক সরঞ্জাম এবং নির্মাণ শিল্পে এই পদ্ধতিগুলির বাস্তব কেসগুলিতে বিশেষ মনোযোগ দেব।

পরবর্তী পদক্ষেপ: বিশৃঙ্খলাকে একটি পরিচালিত সিস্টেমে রূপান্তর

এই অংশে আমরা তথ্য সাইলোসের সমস্যাগুলি তদন্ত করেছি এবং সিস্টেমগুলির অতিরিক্ত জটিলতার ব্যবসায়িক কার্যকারিতার উপর প্রভাব বিশ্লেষণ করেছি, চতুর্থ শিল্প বিপ্লব থেকে পঞ্চম শিল্প বিপ্লবে রূপান্তরের বিশ্লেষণ করেছি, যেখানে কেন্দ্রীয় ভূমিকা পালন করে তথ্য, অ্যাপ্লিকেশন নয়। আমরা দেখেছি কিভাবে বিচ্ছিন্ন তথ্য সিস্টেমগুলি জ্ঞানের বিনিময়ের জন্য বাধা সৃষ্টি করে, এবং চলমান জটিলতা আইটি ল্যান্ডস্কেপের উৎপাদনশীলতা হ্রাস করে এবং নির্মাণ শিল্পে উদ্ভাবনকে বাধাগ্রস্ত করে।

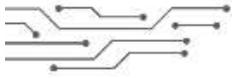
এই অংশের সারসংক্ষেপ করতে, কিছু মূল ব্যবহারিক পদক্ষেপ তুলে ধরা উচিত যা আপনার দৈনন্দিন কাজগুলিতে আলোচিত পদ্ধতিগুলি প্রয়োগ করতে সহায়তা করবে:

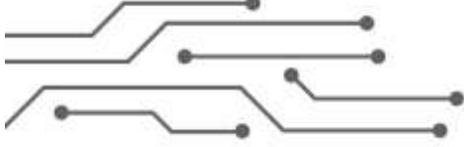
- আপনার তথ্য ল্যান্ডস্কেপের ভিজ্যুয়লাইজেশন করুন
 - আপনি নিয়মিত যে তথ্য উৎসগুলির সাথে কাজ করেন, সেগুলির একটি ভিজ্যুয়াল মানচিত্র তৈরি করুন (Miro, Figma, Canva)
 - আপনার কাজের জন্য ব্যবহৃত সিস্টেম এবং অ্যাপ্লিকেশনগুলি এই মানচিত্রে যুক্ত করুন
 - সম্ভাব্য ডুপ্লিকেট কার্যকারিতা এবং অতিরিক্ত সমাধানগুলি চিহ্নিত করুন
 - সিস্টেমগুলির মধ্যে তথ্য স্থানান্তরের সময় তথ্যের ক্ষতি বা বিকৃতি ঘটতে পারে এমন সমালোচনামূলক পয়েন্টগুলি চিহ্নিত করুন
- তথ্য ব্যবস্থাপনার ব্যক্তিগত অনুশীলনগুলি বাস্তবায়ন করুন
 - প্রক্রিয়াগুলিতে মূল সম্পদ হিসাবে তথ্যের উপর ফোকাস স্থানান্তর করুন

- স্বচ্ছতা নিশ্চিত করতে তথ্য উৎস এবং প্রক্রিয়াকরণের পদ্ধতি নথিভুক্ত করুন
- তথ্যের গুণমান মূল্যায়ন এবং উন্নতির জন্য মেকানিজম তৈরি করুন
- নিশ্চিত করুন যে তথ্য একবার প্রবেশ করা হয় এবং একাধিকবার ব্যবহার করা হয় – এটি প্রক্রিয়াগুলির কার্যকর সংগঠনের ভিত্তি
- আপনার দলের মধ্যে ডেটা-চালিত (data-driven) পদ্ধতির প্রচার করুন
 - সহকর্মীদের মধ্যে তথ্য বিনিময়ের জন্য মানক এবং একক ফরম্যাট ব্যবহারের প্রস্তাব দিন
 - নিয়মিতভাবে দলের বৈঠকে তথ্যের গুণমান এবং প্রবেশযোগ্যতা সম্পর্কিত প্রশ্নগুলি উত্থাপন করুন
 - আপনি যে সরঞ্জামগুলি ব্যবহার করছেন সেগুলির ওপেন সোর্স বিকল্পগুলির সাথে পরিচিত হন

ছোট থেকে শুরু করুন - একটি নির্দিষ্ট প্রক্রিয়া বা তথ্যের সেট নির্বাচন করুন যা আপনার কাজের জন্য অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ এবং এর উপর একটি ডেটা-কেন্দ্রিক পদ্ধতি প্রয়োগ করুন, সরঞ্জামগুলির পরিবর্তে ডেটার উপর জোর দিয়ে। একটি পাইলট প্রকল্পে সফলতা অর্জন করে, আপনি কেবল বাস্তব অভিজ্ঞতা পাবেন না, বরং আপনার দলের জন্য নতুন পদ্ধতির সুবিধার একটি দৃশ্যমান প্রদর্শনও পাবেন। এই পদক্ষেপগুলির বেশিরভাগ সম্পাদনের সময়, যদি কোনও প্রশ্ন থাকে তবে আপনি যে কোনও আধুনিক LLM-এ ব্যাখ্যা এবং সহায়তার জন্য যোগাযোগ করতে পারেন।

বইয়ের পরবর্তী অংশে, আমরা তথ্যের কাঠামো এবং একীকরণের পদ্ধতিগুলির আরও বিস্তারিত পর্যালোচনায় যাব এবং বিভিন্ন ধরনের তথ্যের সংহতকরণের জন্য ব্যবহারিক পদ্ধতিগুলি অধ্যয়ন করব। ডিজিটাল রূপান্তরের ক্ষেত্রে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালনকারী একক তথ্য পরিবেশে বিচ্ছিন্ন স্টোরেজ থেকে স্থানান্তরের উপর বিশেষ মনোযোগ দেওয়া হবে।





III অংশ নির্মাণ ব্যবসায়িক প্রক্রিয়ায় ডেটার কাঠামো

তৃতীয় অংশে, নির্মাণে তথ্যের শ্রেণীবিভাগ এবং সেগুলির কার্যকর সংগঠনের পদ্ধতি সম্পর্কে একটি সমন্বিত ধারণা গঠন করা হয়। নির্মাণ প্রকল্পের প্রেক্ষাপটে কাঠামোবদ্ধ, অ-কাঠামোবদ্ধ, অর্ধ-কাঠামোবদ্ধ, টেক্সট এবং জ্যামিতিক তথ্যের সাথে কাজ করার বৈশিষ্ট্য এবং বিশেষত্ব বিশ্লেষণ করা হয়। শিল্পে ব্যবহৃত বিভিন্ন সিস্টেমের মধ্যে তথ্য বিনিময়ের আধুনিক স্টোরেজ ফরম্যাট এবং প্রোটোকলগুলি পর্যালোচনা করা হয়। বিভিন্ন ফরম্যাটের তথ্যকে একটি একক কাঠামোবদ্ধ পরিবেশে রূপান্তরের জন্য ব্যবহারিক সরঞ্জাম এবং পদ্ধতিগুলি বর্ণনা করা হয়, CAD (BIM) তথ্যের সংহতকরণের উপায়গুলি সহ। নির্মাণের হিসাবের সঠিকতার জন্য অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ মানের নিশ্চয়তা প্রদান করার জন্য মানকরণ এবং যাচাইকরণের মাধ্যমে তথ্যের গুণমান নিশ্চিত করার পদ্ধতিগুলি প্রস্তাব করা হয়। নির্মাণ শিল্পে সাধারণ সমস্যাগুলি সমাধানের জন্য কোডের উদাহরণ সহ আধুনিক প্রযুক্তির (Python Pandas, LLM মডেল) ব্যবহার সম্পর্কিত ব্যবহারিক দিকগুলি বিস্তারিতভাবে বিশ্লেষণ করা হয়। তথ্য ব্যবস্থাপনার পদ্ধতিগুলির সমন্বয় এবং মানকরণের জন্য একটি দক্ষতা কেন্দ্র (CoE) তৈরি করার মূল্য প্রতিষ্ঠিত হয়।

অধ্যায় 3.1.

নির্মাণে ডেটার প্রকারভেদ

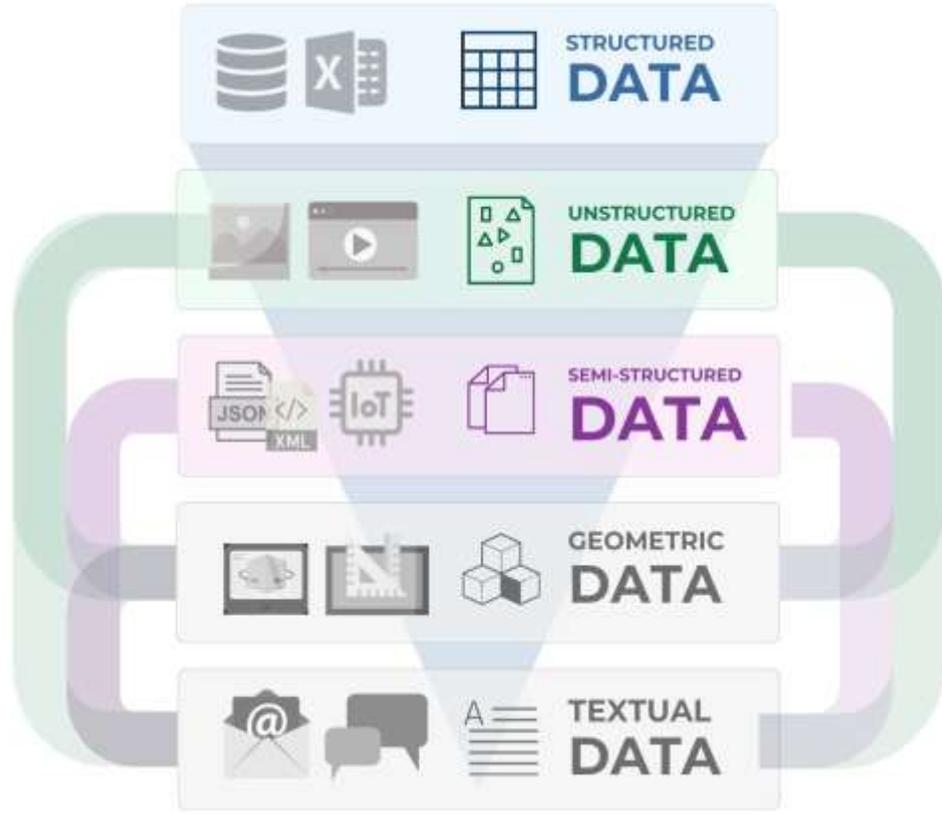
নির্মাণ শিল্পে সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ ডেটার প্রকার

আধুনিক নির্মাণ শিল্পে, কোম্পানির সিস্টেম, অ্যাপ্লিকেশন এবং তথ্যের স্টোরেজগুলি বিভিন্ন ধরনের এবং ফরম্যাটের তথ্য এবং ডেটা দ্বারা সক্রিয়ভাবে পূর্ণ হচ্ছে। আধুনিক নির্মাণ শিল্পে কাজ করা কোম্পানির তথ্যের ল্যান্ডস্কেপ গঠনকারী প্রধান তথ্যের ধরনগুলি বিস্তারিতভাবে পর্যালোচনা করা হবে:-

- কাঠামোবদ্ধ তথ্য: এই তথ্যগুলির একটি স্পষ্ট সংগঠনমূলক কাঠামো রয়েছে, যেমন, ইলেকট্রনিক স্প্রেডশিট এবং সম্পর্কিত ডেটাবেস।
- অ-কাঠামোবদ্ধ তথ্য: এই তথ্যগুলি কঠোর নিয়ম অনুযায়ী সংগঠিত নয়। এই ধরনের তথ্যের উদাহরণগুলির মধ্যে রয়েছে টেক্সট, ভিডিও, ছবি এবং অডিও রেকর্ডিং।
- অর্ধ-কাঠামোবদ্ধ তথ্য: এই তথ্যগুলি কাঠামোবদ্ধ এবং অ-কাঠামোবদ্ধ তথ্যের মধ্যে মধ্যবর্তী অবস্থান গ্রহণ করে। এগুলিতে কাঠামোর উপাদান রয়েছে, তবে এই কাঠামোটি সর্বদা স্পষ্ট নয় বা প্রায়শই বিভিন্ন স্কিমার মাধ্যমে বর্ণনা করা হয়। নির্মাণে অর্ধ-কাঠামোবদ্ধ তথ্যের উদাহরণগুলির মধ্যে রয়েছে: প্রযুক্তিগত স্পেসিফিকেশন, প্রকল্পের ডকুমেন্টেশন বা সম্পন্ন কাজের রিপোর্ট।
- টেক্সট তথ্য: এতে সমস্ত কিছু অন্তর্ভুক্ত রয়েছে যা মৌখিক এবং লিখিত যোগাযোগের ফলস্বরূপ প্রাপ্ত হয়েছে, যেমন ইলেকট্রনিক মেইল, বৈঠকের এবং সভার ট্রান্সক্রিপ্ট।
- জ্যামিতিক তথ্য: এই তথ্যগুলি CAD প্রোগ্রাম থেকে আসে যেখানে বিশেষজ্ঞরা প্রকল্পের উপাদানের জ্যামিতিক তথ্য তৈরি করেন ভিজুয়লাইজেশন, পরিমাণের মান নিশ্চিতকরণ বা সংঘর্ষ পরীক্ষা করার জন্য।

এটি উল্লেখ করা গুরুত্বপূর্ণ যে জ্যামিতিক এবং টেক্সট (অক্ষর-সংখ্যা) তথ্য আলাদা শ্রেণী নয়, বরং তিনটি ধরনের তথ্যের মধ্যে উপস্থিত থাকতে পারে। উদাহরণস্বরূপ, জ্যামিতিক তথ্য হতে পারে কাঠামোবদ্ধ তথ্যের অংশ (প্যারামেট্রিক CAD ফরম্যাট) এবং অ-কাঠামোবদ্ধ তথ্য (স্ক্যান করা নকশা)। টেক্সট তথ্যও একইভাবে ডেটাবেসে সংগঠিত হতে পারে (কাঠামোবদ্ধ তথ্য) এবং স্পষ্ট কাঠামো ছাড়া নথি হিসেবে বিদ্যমান থাকতে পারে।

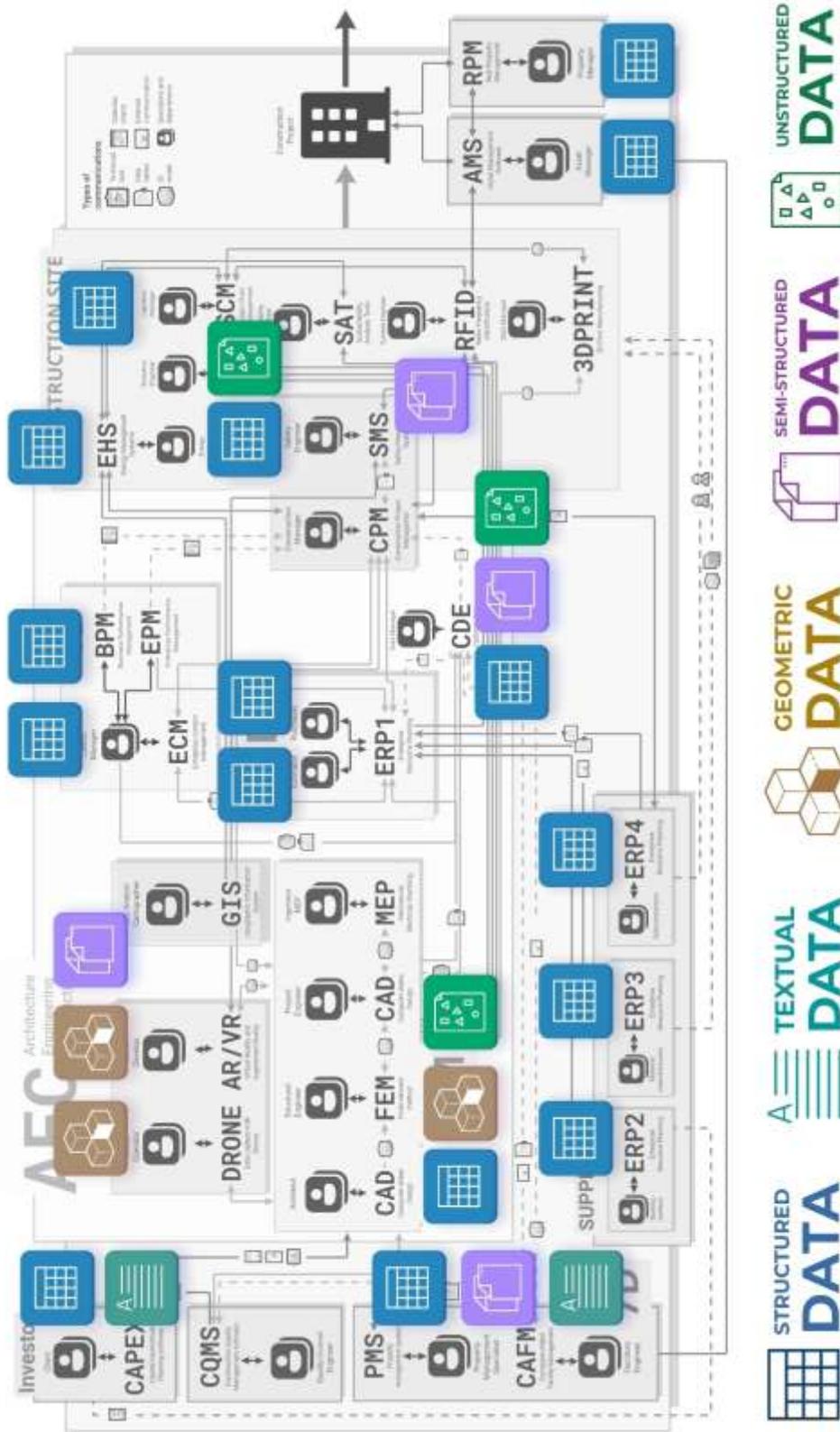
নির্মাণ কোম্পানির প্রতিটি ধরনের তথ্য হল কোম্পানির তথ্য সম্পদের মজাইকের একটি অনন্য উপাদান। অ-কাঠামোবদ্ধ তথ্য যেমন নির্মাণ সাইটের ছবি এবং সভার অডিও রেকর্ডিং থেকে শুরু করে কাঠামোবদ্ধ রেকর্ড যেমন টেবিল এবং ডেটাবেস পর্যন্ত - প্রতিটি উপাদান কোম্পানির তথ্যের ভূদৃশ্য গঠনে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।



ইঞ্জিনিয়ার এবং তথ্য ব্যবস্থাপনা বিশেষজ্ঞদের নির্মাণ শিল্পে ব্যবহৃত সমস্ত ধরনের তথ্যের সাথে কাজ করতে শিখতে হবে।

এখানে নির্মাণে ব্যবহৃত কিছু সিস্টেম এবং সংশ্লিষ্ট তথ্যের একটি উদাহরণ তালিকা (চিত্র 3.12) দেওয়া হল: -

- ERP (Enterprise Resource Planning) - সাধারণত কাঠামোবদ্ধ তথ্য প্রক্রিয়া করে, যা কোম্পানির সম্পদ পরিচালনা করতে এবং বিভিন্ন ব্যবসায়িক প্রক্রিয়া একত্রিত করতে সহায়তা করে।
- CAD (Computer-Aided Design) BIM (Building Information Modeling) এর সাথে মিলিত হয়ে জ্যামিতিক এবং অর্ধ-কাঠামোবদ্ধ তথ্য ব্যবহার করে নির্মাণ প্রকল্পের নকশা এবং মডেলিংয়ের জন্য, ডিজাইন পর্যায়ে তথ্যের সঠিকতা এবং সামঞ্জস্য নিশ্চিত করে।
- GIS (Geographic Information Systems) - জ্যামিতিক এবং কাঠামোবদ্ধ তথ্য নিয়ে কাজ করে মানচিত্রের তথ্য এবং স্থানীয় সম্পর্ক তৈরি এবং বিশ্লেষণের জন্য।
- RFID (Radio-Frequency Identification) - নির্মাণ সাইটে উপকরণ এবং সরঞ্জাম কার্যকরভাবে ট্র্যাক করার জন্য অর্ধ-কাঠামোবদ্ধ তথ্য ব্যবহার করে রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি শনাক্তকরণের মাধ্যমে।
- ECM (Engineering Content Management) - এটি প্রকৌশল তথ্য এবং ডকুমেন্টেশন পরিচালনার একটি সিস্টেম, যার মধ্যে অর্ধ-কাঠামোবদ্ধ এবং অ-কাঠামোবদ্ধ তথ্য অন্তর্ভুক্ত রয়েছে, যেমন প্রযুক্তিগত নকশা এবং প্রকল্পের ডকুমেন্টেশন।

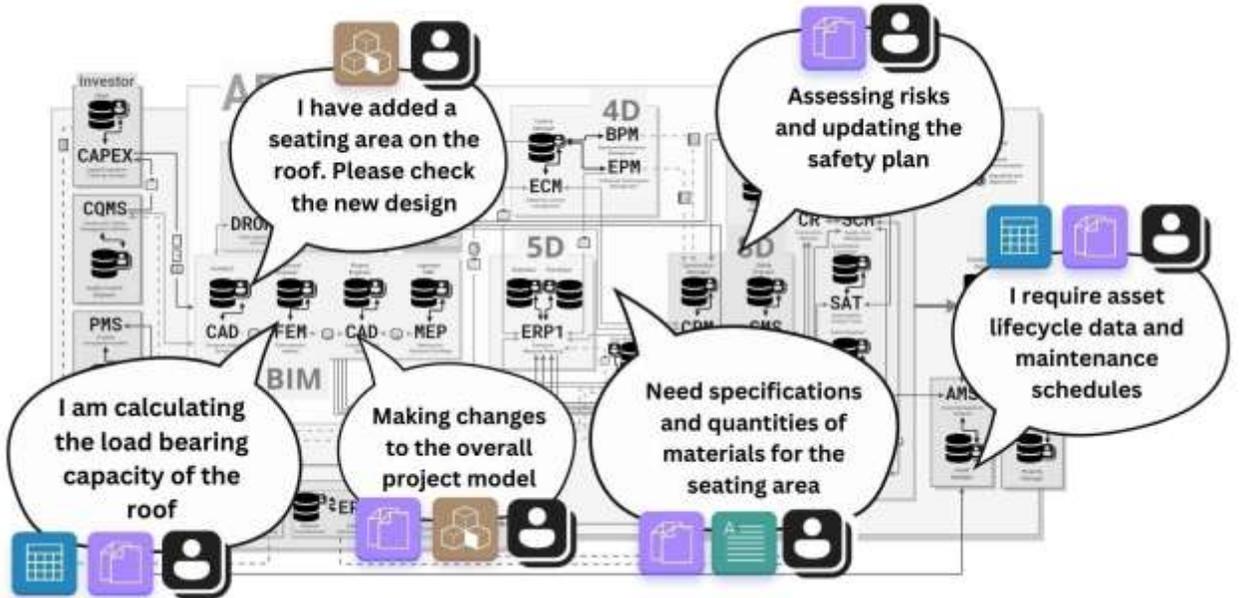


চিত্র 3.12 বিভিন্ন ফরম্যাট এবং তথ্য বিভিন্ন সিস্টেম পূরণ করে, যা সমন্বিত ইন্টিগ্রেশনের জন্য উপযুক্ত ফর্মে রূপান্তরের প্রয়োজন।

এই এবং অন্যান্য অনেক সিস্টেম কোম্পানির বিস্তৃত তথ্য পরিচালনা করে, কাঠামোবদ্ধ টেবিলের তথ্য থেকে জটিল জ্যামিতিক মডেল পর্যন্ত, ডিজাইন, পরিকল্পনা এবং নির্মাণ ব্যবস্থাপনার প্রক্রিয়াগুলিতে সমন্বিত যোগাযোগ নিশ্চিত করে।

একটি সহজ সংলাপের উদাহরণে (চিত্র 3.13) নির্মাণ প্রকল্পের বিশেষজ্ঞদের মধ্যে বিভিন্ন ধরনের তথ্যের বিনিময় ঘটে:

- ❶ স্থপতি: "গ্রাহকের চাহিদা অনুযায়ী, আমি ছাদে একটি বিশ্রাম এলাকা যোগ করেছি। দয়া করে নতুন ডিজাইনটি দেখুন" (জ্যামিতিক তথ্য - মডেল)।
- ❷ কাঠামো প্রকৌশলী: "প্রকল্পটি গ্রহণ করা হয়েছে। আমি নতুন বিশ্রাম এলাকার জন্য ছাদের বহন ক্ষমতা গণনা করছি" (কাঠামোবদ্ধ এবং অর্ধ-কাঠামোবদ্ধ তথ্য - গণনা টেবিল)।
- ❸ ক্রয় ব্যবস্থাপক: "বিশ্রাম এলাকার জন্য উপকরণের স্পেসিফিকেশন এবং পরিমাণ প্রয়োজন, যাতে ক্রয় সংগঠিত করা যায়" (টেব্লট এবং অর্ধ-কাঠামোবদ্ধ তথ্য - তালিকা এবং স্পেসিফিকেশন)।
- ❹ শ্রম সুরক্ষা এবং নিরাপত্তা প্রকৌশলী: নতুন অঞ্চলের তথ্য পেয়েছি। আমি ঝুঁকিগুলি মূল্যায়ন করছি এবং নিরাপত্তা পরিকল্পনা আপডেট করছি (আংশিক কাঠামোবদ্ধ তথ্য - নথি এবং পরিকল্পনা)।
- ❺ BIM মডেলিং বিশেষজ্ঞ: প্রকল্পের সামগ্রিক মডেলে পরিবর্তনগুলি অন্তর্ভুক্ত করছি যাতে কাজের নথি সঠিক হয় (জ্যামিতিক তথ্য এবং আংশিক কাঠামোবদ্ধ তথ্য)।
- ❻ প্রকল্প পরিচালক: আমি কাজের সময়সূচিতে নতুন বিশ্রাম অঞ্চল অন্তর্ভুক্ত করছি। আমি প্রকল্প ব্যবস্থাপনা সিস্টেমে সময়সূচি এবং সম্পদ আপডেট করছি (কাঠামোবদ্ধ এবং আংশিক কাঠামোবদ্ধ তথ্য - সময়সূচি এবং পরিকল্পনা)।
- ❼ সুবিধা পরিচালনা বিশেষজ্ঞ (FM): আমি বিশ্রাম অঞ্চলের ভবিষ্যৎ রক্ষণাবেক্ষণের জন্য তথ্য প্রস্তুত করছি এবং সেগুলি সম্পত্তি ব্যবস্থাপনা সিস্টেমে প্রবেশ করছি (কাঠামোবদ্ধ এবং আংশিক কাঠামোবদ্ধ তথ্য - নির্দেশনা এবং প্রযুক্তিগত রক্ষণাবেক্ষণের পরিকল্পনা)।



রিস. 3.13 বিশেষজ্ঞদের মধ্যে যোগাযোগ টেব্লট এবং তথ্য উভয় স্তরে ঘটে /

প্রতিটি বিশেষজ্ঞ বিভিন্ন ধরনের তথ্য নিয়ে কাজ করে, যা দলের কার্যকর যোগাযোগ এবং প্রকল্পের সফল বাস্তবায়ন নিশ্চিত করে। কাঠামোবদ্ধ, আংশিক কাঠামোবদ্ধ এবং অ-কাঠামোবদ্ধ তথ্যের মধ্যে পার্থক্য বোঝা ডিজিটাল

ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলিতে প্রতিটি ধরনের অনন্য ভূমিকা উপলব্ধি করতে সহায়ক। বিভিন্ন তথ্যের ফর্ম রয়েছে তা জানা গুরুত্বপূর্ণ, তবে এগুলি কোথায় এবং কেন প্রয়োগ করা হয় তা বোঝাও গুরুত্বপূর্ণ।

কিছুদিন আগে বিভিন্ন ধরনের তথ্য একত্রিত করার ধারণাটি উচ্চাকাঙ্ক্ষী মনে হয়েছিল, তবে কঠোরভাবে বাস্তবায়নযোগ্য নয়। আজ এটি দৈনন্দিন অনুশীলনের একটি অংশ। বিভিন্ন স্কিম এবং কাঠামোর তথ্যের সংহতি আধুনিক তথ্য সিস্টেমের স্থাপত্যের একটি অবিচ্ছেদ্য অংশ হয়ে উঠেছে।

পরবর্তী অধ্যায়গুলিতে আমরা মূল মান এবং পদ্ধতিগুলি বিস্তারিতভাবে আলোচনা করব যা কাঠামোবদ্ধ, আংশিক কাঠামোবদ্ধ এবং অ-কাঠামোবদ্ধ তথ্যকে একটি একক সম্ভূতিপূর্ণ উপস্থাপনে একত্রিত করতে সক্ষম করে। বিশেষভাবে কাঠামোবদ্ধ তথ্য এবং সম্পর্কিত ডেটাবেসগুলির প্রতি মনোযোগ দেওয়া হবে - নির্মাণ শিল্পে তথ্য সংরক্ষণ, প্রক্রিয়াকরণ এবং বিশ্লেষণের প্রধান যন্ত্র হিসাবে।

কাঠামোবদ্ধ ডেটা

নির্মাণ শিল্পে তথ্য বিভিন্ন উৎস থেকে আসে - অঙ্কন, স্পেসিফিকেশন, সময়সূচি এবং রিপোর্ট। এই প্রবাহের কার্যকর ব্যবস্থাপনার জন্য এর কাঠামোবদ্ধকরণ প্রয়োজন। কাঠামোবদ্ধ তথ্য তথ্যকে সুবিধাজনক, পাঠযোগ্য এবং প্রবেশযোগ্য ফর্মে সংগঠিত করতে সহায়তা করে।

JB Knowledge-এর 5ম বার্ষিক নির্মাণ প্রযুক্তি রিপোর্ট অনুযায়ী, 67% নির্মাণ প্রকল্প ব্যবস্থাপনা বিশেষজ্ঞরা হাতে বা ইলেকট্রনিক স্প্রেডশিটের মাধ্যমে কাজের কার্যকারিতা ট্র্যাক এবং মূল্যায়ন করেন।

কাঠামোবদ্ধ তথ্যের সবচেয়ে সাধারণ ফরম্যাটগুলির মধ্যে XLSX এবং CSV অন্তর্ভুক্ত। এগুলি ইলেকট্রনিক স্প্রেডশিটে তথ্য সংরক্ষণ, প্রক্রিয়াকরণ এবং বিশ্লেষণের জন্য ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়। এই ধরনের টেবিলগুলিতে তথ্য সারি এবং কলামের আকারে উপস্থাপিত হয়, যা পড়া, সম্পাদনা এবং বিশ্লেষণের জন্য সুবিধাজনক।

Microsoft দ্বারা তৈরি XLSX ফরম্যাটটি XML কাঠামো ব্যবহার করে এবং ZIP অ্যালগরিদমের মাধ্যমে আর্কাইভ করা হয়। ফরম্যাটের প্রধান বৈশিষ্ট্যগুলি:

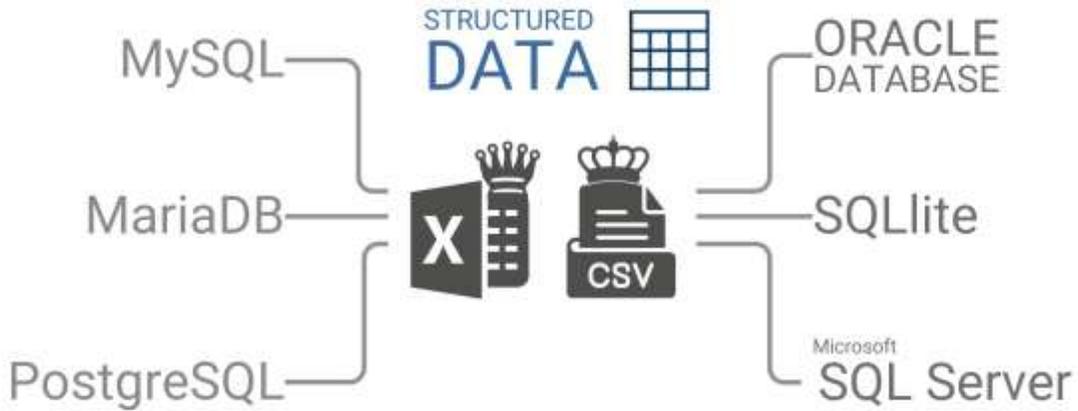
- জটিল সূত্র, চার্ট এবং ম্যাক্রো সমর্থন।
- বিভিন্ন শিটে তথ্য সংরক্ষণ এবং তথ্যের ফরম্যাটিংয়ের সম্ভাবনা।
- Microsoft Excel পরিবেশে কাজ করার জন্য অস্পষ্টমাইজ করা হয়েছে, তবে এটি অন্যান্য অফিস প্যাকেজের সাথেও সামঞ্জস্যপূর্ণ।

CSV ফরম্যাট একটি সাধারণ টেক্সট ফাইল, যেখানে মানগুলি কমা, সেমিকোলন বা অন্যান্য বিভাজক চিহ্ন দ্বারা পৃথক করা হয়। প্রধান সুবিধাগুলি:

- বিভিন্ন প্রোগ্রাম এবং অপারেটিং সিস্টেমের সাথে সার্বজনীন সামঞ্জস্য।
- ডেটাবেস এবং বিশ্লেষণাত্মক সিস্টেমে আমদানি/রপ্তানির সুবিধা।
- এমনকি টেক্সট এডিটরে সহজে প্রক্রিয়াকরণ।

তবে CSV ফরম্যাট সূত্র এবং ফরম্যাটিং সমর্থন করে না, তাই এর প্রধান ব্যবহার হল সিস্টেমগুলির মধ্যে ডেটা বিনিময় এবং তথ্যের ব্যাপক আপডেট। এর সার্বজনীনতা এবং প্ল্যাটফর্মের স্বাধীনতার কারণে, CSV বিভিন্ন আইটি পরিবেশে ডেটা স্থানান্তরের জন্য একটি জনপ্রিয় সরঞ্জাম হয়ে উঠেছে।

উভয় XLSX এবং CSV ফরম্যাট বিভিন্ন সিস্টেমের মধ্যে একটি সংযোগকারী হিসাবে কাজ করে, যা কাঠামোগত ডেটার সাথে কাজ করে (চিত্র 3.14)। এগুলি বিশেষভাবে উপকারী সেই কাজগুলির জন্য যেখানে পাঠযোগ্যতা, ম্যানুয়াল সম্পাদনা এবং মৌলিক সামঞ্জস্য গুরুত্বপূর্ণ। -



চিত্র 3.14 XLSX এবং CSV ফরম্যাটগুলি কাঠামোগত ডেটার সাথে কাজ করা বিভিন্ন সিস্টেমের মধ্যে একটি সংযোগকারী।

প্ল্যাটফর্মের স্বাধীনতা CSV-কে গেটেরোগেনাস আইটি পরিবেশ এবং সিস্টেমে ডেটা স্থানান্তরের জন্য সবচেয়ে জনপ্রিয় ফরম্যাট করে তোলে।

তবুও, XLSX এবং CSV উচ্চ-কার্যকরী গণনা বা বৃহৎ পরিমাণ ডেটার দীর্ঘমেয়াদী সংরক্ষণের জন্য ডিজাইন করা হয়নি। এই ধরনের উদ্দেশ্যের জন্য আধুনিক কাঠামোগত ফরম্যাটগুলি ব্যবহার করা হয়, যেমন Apache Parquet, Apache ORC, Feather, HDF5। এই ফরম্যাটগুলি আমরা বইয়ের নবম অংশে "বড় ডেটা সংরক্ষণ: জনপ্রিয় ফরম্যাট এবং তাদের কার্যকারিতা বিশ্লেষণ" অধ্যায়ে বিস্তারিতভাবে আলোচনা করব।

বাস্তবে, Excel XLSX ফরম্যাটটি সাধারণত ছোট কাজ এবং রুটিন প্রক্রিয়াগুলির স্বয়ংক্রিয়তার জন্য ব্যবহৃত হয়। আরও জটিল পরিস্থিতির জন্য ডেটা ম্যানেজমেন্ট সিস্টেমগুলি ব্যবহার করা প্রয়োজন, যেমন ERP, PMIS CAFM, CPM, SCM এবং অন্যান্য (চিত্র 3.21)। এই সিস্টেমগুলিতে কাঠামোগত ডেটা সংরক্ষিত হয়, যা কোম্পানির তথ্য প্রবাহের সংগঠন এবং পরিচালনার ভিত্তি।-

আধুনিক তথ্য ব্যবস্থাপনা সিস্টেমগুলি, যা নির্মাণ শিল্পে ব্যবহৃত হয়, টেবিল আকারে সংগঠিত কাঠামোগত ডেটার উপর নির্ভর করে। বৃহৎ পরিমাণ তথ্যের জন্য নির্ভরযোগ্য, স্কেলযোগ্য এবং সমন্বিত ব্যবস্থাপনার জন্য অ্যাপ্লিকেশন এবং সিস্টেমের ডেভেলপাররা রিলেশনাল ডেটাবেস ম্যানেজমেন্ট সিস্টেম (RDBMS) ব্যবহার করেন।

সম্পর্কিত ডেটাবেস RDBMS এবং SQL প্রশ্নের ভাষা

কার্যকরীভাবে ডেটা সংরক্ষণ, প্রক্রিয়াকরণ এবং বিশ্লেষণের জন্য রিলেশনাল ডেটাবেস (RDBMS) ব্যবহার করা হয় - এগুলি ডেটা সংরক্ষণের সিস্টেম, যা নির্দিষ্ট সম্পর্কের সাথে টেবিলগুলিতে তথ্য সংগঠিত করে।

ডেটা, যা ডেটাবেসে (RDBMS) সংগঠিত হয়, কেবল ডিজিটাল তথ্য নয়; বরং এটি বিভিন্ন সিস্টেমের মধ্যে লেনদেন এবং যোগাযোগের ভিত্তি।

এখানে কিছু সবচেয়ে সাধারণ রিলেশনাল ডেটাবেস ম্যানেজমেন্ট সিস্টেম (RDBMS) (চিত্র 3.15):-

- MySQL (ওপেন সোর্স) - এটি একটি জনপ্রিয় RDBMS, যা LAMP (Linux, Apache, MySQL, PHP/Perl/Python) স্ট্যাকের অংশ। এটি সহজতা এবং উচ্চ কার্যকারিতার জন্য ওয়েব ডেভেলপমেন্টে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়।
- PostgreSQL (ওপেন সোর্স) - এটি একটি শক্তিশালী অবজেক্ট-রিলেশনাল সিস্টেম, যা তার নির্ভরযোগ্যতা এবং উন্নত বৈশিষ্ট্যের জন্য পরিচিত। এটি জটিল কর্পোরেট সমাধানের জন্য উপযুক্ত।
- মাইক্রোসফট SQL সার্ভার - মাইক্রোসফটের একটি বাণিজ্যিক সিস্টেম, যা কর্পোরেট পরিবেশে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয় কোম্পানির অন্যান্য পণ্যের সাথে সংহতকরণের এবং উচ্চ স্তরের নিরাপত্তার কারণে।
- অরাকল ডেটাবেস - বৃহৎ প্রতিষ্ঠান এবং গুরুত্বপূর্ণ অ্যাপ্লিকেশনগুলিতে ব্যবহৃত সবচেয়ে শক্তিশালী এবং নির্ভরযোগ্য ডেটাবেস ম্যানেজমেন্ট সিস্টেমগুলির মধ্যে একটি।
- আইবিএম DB2 - বৃহৎ কর্পোরেশনগুলির জন্য লক্ষ্যবস্তু, উচ্চ কর্মক্ষমতা এবং ব্যর্থতা প্রতিরোধের নিশ্চয়তা প্রদান করে।
- SQLite (ওপেন সোর্স) - একটি হালকা ওজনের এমবেডেড ডেটাবেস, যা মোবাইল অ্যাপ্লিকেশন এবং স্বায়ত্তশাসিত সিস্টেমের জন্য আদর্শ, যেমন CAD (BIM) ডিজাইন প্রোগ্রাম।

নির্মাণ ব্যবসায় জনপ্রিয় ডেটাবেস ম্যানেজমেন্ট সিস্টেমগুলি - MySQL, PostgreSQL, Microsoft SQL Server, Oracle® Database, IBM® DB2 এবং SQLite - কাঠামোবদ্ধ ডেটার সাথে কাজ করে। এই সমস্ত ডেটাবেস ম্যানেজমেন্ট সিস্টেমগুলি বিভিন্ন ব্যবসায়িক প্রক্রিয়া এবং অ্যাপ্লিকেশন পরিচালনার জন্য শক্তিশালী এবং নমনীয় সমাধান প্রদান করে, ছোট ওয়েবসাইট থেকে শুরু করে বৃহৎ কর্পোরেট সিস্টেম পর্যন্ত (রিস. 3.21)। -

Statista [48] এর তথ্য অনুযায়ী, 2022 সালে রিলেশনাল ডেটাবেস ম্যানেজমেন্ট সিস্টেম (RDBMS) ব্যবহৃত ডেটাবেস ম্যানেজমেন্ট সিস্টেমগুলির মোট সংখ্যার প্রায় 72% ছিল।

| | Rank | | | DBMS | Database Model | Open Source vs Commercial |
|---|---------|---------|---------|-----------------------|-------------------------|---------------------------|
| | Mar2025 | Feb2025 | Mar2024 | | | |
|  | 1. | 1. | 1. | Oracle® | Relational, Multi-model | Commercial |
| | 2. | 2. | 2. | MySQL | Relational, Multi-model | Open Source |
| | 3. | 3. | 3. | Microsoft® SQL Server | Relational, Multi-model | Commercial |
| | 4. | 4. | 4. | PostgreSQL | Relational, Multi-model | Open Source |
|  | 5. | 5. | 5. | MongoDB | Document, Multi-model | Open Source |
| | 6. | 7. | 9. | Snowflake® | Relational | Commercial |
| | 7. | 6. | 6. | Redis® | Key-value, Multi-model | Open Source |
| | 8. | 8. | 7. | Elasticsearch® | Multi-model | Open Source |
|  | 9. | 9. | 8. | IBM Db2 | Relational, Multi-model | Commercial |
| | 10. | 10. | 10. | SQLite | Relational | Open Source |
|  | 11. | 11. | 12. | Apache Cassandra® | Multi-model | Open Source |
| | 12. | 12. | 11. | Microsoft Access® | Relational | Open Source |
|  | 13. | 13. | 17. | Databricks® | Multi-model | Commercial |
| | 14. | 14. | 13. | MariaDB | Relational, Multi-model | Open Source |
|  | 15. | 15. | 14. | Splunk | Search engine | Commercial |
| | 16. | 16. | 16. | Amazon DynamoDB | Multi-model | Commercial |
| | 17. | 17. | 15. | Microsoft Azure SQL | Relational, Multi-model | Commercial |

রিস. 3.15 কাঠামোবদ্ধ ডেটাবেস ব্যবহারের জনপ্রিয়তা (নীল রঙে চিহ্নিত) DBMS ব্যাকিংয়ে (উৎস [49] অনুযায়ী)।

ওপেন সোর্স ডেটাবেস স্থাপন করা বেশ সহজ - এমনকি গভীর প্রযুক্তিগত জ্ঞান ছাড়াই। PostgreSQL, MySQL বা SQLite এর মতো ওপেন সোর্স সিস্টেমগুলি বিনামূল্যে উপলব্ধ এবং বেশিরভাগ অপারেটিং সিস্টেমে কাজ করে: Windows, macOS এবং Linux। যা প্রয়োজন তা হল প্রকল্পের অফিসিয়াল ওয়েবসাইটে গিয়ে, ইনস্টলার ডাউনলোড করা এবং নির্দেশাবলী অনুসরণ করা। বেশিরভাগ ক্ষেত্রে, ইনস্টলেশন 10-15 মিনিটের বেশি সময় নেয় না। আমরা বইয়ের চতুর্থ অংশে একটি এমন ডেটাবেস মডেলিং এবং তৈরি করব (রিস. 4.38)।-

যদি আপনার কোম্পানিতে ক্লাউড পরিষেবাগুলি (যেমন, অ্যামাজন ওয়েব সার্ভিসেস, গুগল ক্লাউড বা মাইক্রোসফট আজুর) ব্যবহৃত হয়, তবে কয়েকটি ক্লিকে একটি ডেটাবেস স্থাপন করা সম্ভব - প্ল্যাটফর্মটি আপনাকে ইনস্টলেশনের জন্য প্রস্তুত টেমপ্লেটগুলি সরবরাহ করবে। কোডের ওপেননেসের কারণে, এই ডেটাবেসগুলি আপনার কাজের জন্য সহজেই কাস্টমাইজ করা যায়, এবং একটি বিশাল ব্যবহারকারী সম্প্রদায় সর্বদা যে কোনও সমস্যার সমাধান খুঁজে পেতে সহায়তা করবে।

RDBMS অনেক ব্যবসায়িক অ্যাপ্লিকেশন এবং বিশ্লেষণাত্মক প্ল্যাটফর্মের ভিত্তি হিসেবে রয়ে গেছে (রিস. 3.16), যা কোম্পানিগুলিকে কার্যকরভাবে ডেটা সংরক্ষণ, প্রক্রিয়া এবং বিশ্লেষণ করতে সক্ষম করে - অর্থাৎ, সঠিক এবং সময়মতো সিদ্ধান্ত গ্রহণ করতে।-



RDBMS এর সাথে কাজ করা ডেভেলপারদের **StackOverFlow** (সর্ববৃহৎ আইটি ফোরাম) এ গত বছর তারা কোন ডেটাবেস ব্যবহার করেছেন এবং আগামী বছর কোনটি ব্যবহার করতে চান সে সম্পর্কে একটি জরিপ (**RDBMS** নীল রঙে চিহ্নিত) (উৎস [50] অনুযায়ী)।

RDBMS নির্ভরযোগ্যতা, ডেটার সামঞ্জস্য, লেনদেনের সমর্থন প্রদান করে এবং শক্তিশালী প্রশ্নের ভাষা - SQL (স্ট্রাকচার্ড কুয়েরি ল্যাঙ্গুয়েজ) ব্যবহার করে, যা প্রায়শই বিশ্লেষণে ব্যবহৃত হয় এবং ডেটাবেসে সংরক্ষিত তথ্য সহজে প্রাপ্ত, পরিবর্তন এবং বিশ্লেষণ করতে সক্ষম করে। SQL হল রিলেশনাল সিস্টেমগুলিতে ডেটার সাথে কাজ করার প্রধান সরঞ্জাম।

ডেটাবেসে SQL প্রশ্ন এবং নতুন প্রবণতা

রিলেশনাল ডেটাবেসে প্রায়শই ব্যবহৃত SQL ভাষার প্রধান সুবিধা অন্যান্য তথ্য ব্যবস্থাপনার পদ্ধতির (যেমন, ক্লাসিক্যাল এক্সেল স্প্রেডশীট) তুলনায় হল খুব বড় ডেটাবেসের পরিমাণ সমর্থন করা এবং প্রশ্নের উচ্চ গতির প্রক্রিয়াকরণ।

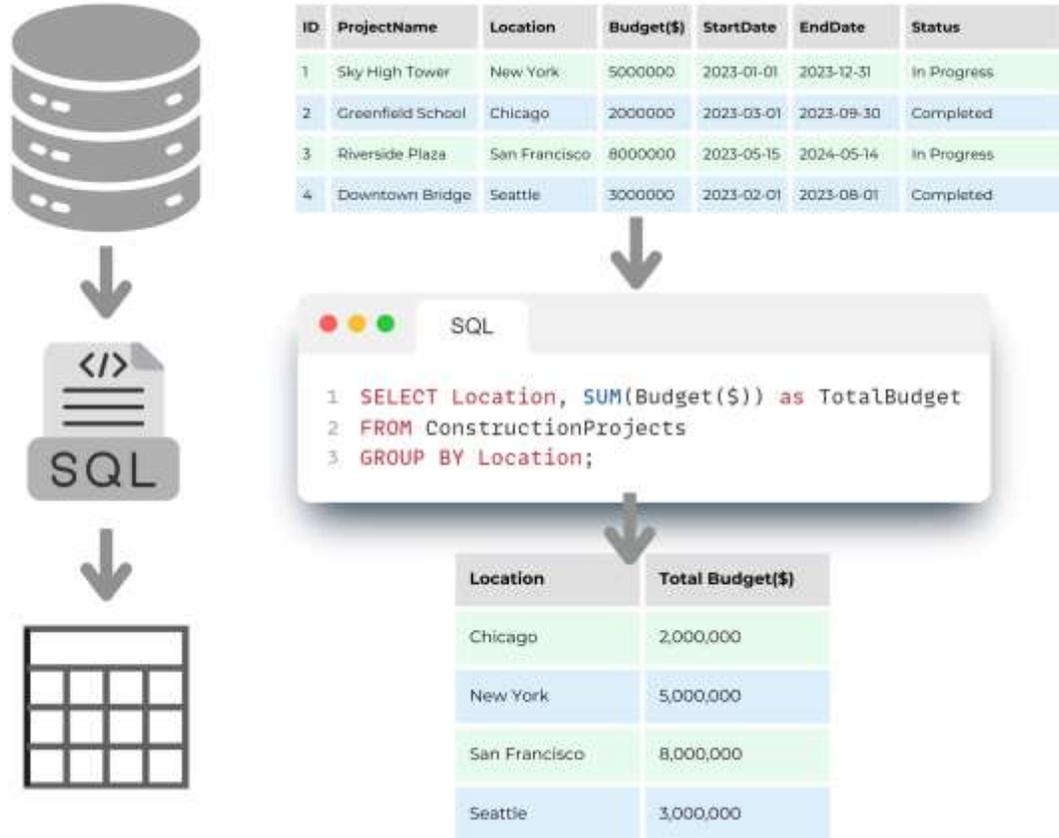
সংগঠিত প্রশ্নের ভাষা (SQL) হল একটি বিশেষায়িত প্রোগ্রামিং ভাষা, যা সম্পর্কিত ডেটাবেসে তথ্য সংরক্ষণ, প্রক্রিয়াকরণ এবং বিশ্লেষণের জন্য ডিজাইন করা হয়েছে। SQL ব্যবহার করা হয় ডেটা তৈরি, পরিচালনা এবং অ্যাক্সেস করার জন্য, যা কার্যকরভাবে তথ্য খুঁজে বের করা, ফিল্টার করা, একত্রিত করা এবং সমষ্টিগত করা সম্ভব করে। এটি ডেটার অ্যাক্সেসের জন্য একটি মূল সরঞ্জাম হিসেবে কাজ করে, যা তথ্য সংরক্ষণাগারের সাথে যোগাযোগের জন্য একটি সুবিধাজনক এবং ফরমালাইজড পদ্ধতি প্রদান করে।

ইভোলিউশন সিস্টেম SEQUEL-SQL গুরুত্বপূর্ণ পণ্য এবং কোম্পানিগুলির মাধ্যমে অগ্রসর হয়, যেমন অরাকল, আইবিএম DB2, মাইক্রোসফট SQL সার্ভার, SAP, পোস্টগ্রেসকিউএল এবং মাইএসকিউএল, এবং এর পরবর্তী পর্যায়ে এসকিউলাইট এবং মারিয়াডিবি এর উদ্ভব ঘটে। SQL টেবিলের সাথে কাজ করার জন্য এমন সুযোগ প্রদান করে যা এক্সেলে নেই, ফলে ডেটার সাথে কাজ করা আরও স্কেলযোগ্য, নিরাপদ এবং স্বয়ংক্রিয়করণের জন্য সুবিধাজনক হয়।

- ডেটা স্ট্রাকচার তৈরি এবং পরিচালনা (DDL): SQL-এ ডেটাবেসে টেবিল তৈরি, পরিবর্তন এবং মুছে ফেলা যায়, তাদের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করা যায় এবং ডেটা সংরক্ষণের কাঠামো নির্ধারণ করা যায়। অন্যদিকে, Excel-এ

কাজটি নির্দিষ্ট শীট এবং সেলগুলির সাথে করা হয়, যেখানে শীট এবং ডেটা সেটগুলির মধ্যে সুস্পষ্ট সম্পর্ক নেই।

- ডেটা পরিচালনা কার্যক্রম (DML): SQL ব্যাপকভাবে ডেটা যোগ, পরিবর্তন, মুছে ফেলা এবং উচ্চ গতিতে তথ্য আহরণ করতে সক্ষম, জটিল প্রশ্নগুলি ফিল্টারিং, সাজানো এবং টেবিলগুলির সংযুক্তি সম্পাদন করে (ছবি 3.17)। এক্সেলে বৃহৎ পরিমাণ তথ্য প্রক্রিয়াকরণের জন্য ম্যানুয়াল ক্রিয়াকলাপ বা বিশেষ ম্যাক্রোর প্রয়োজন হয়, যা প্রক্রিয়াটিকে ধীর করে এবং ত্রুটির সম্ভাবনা বাড়ায়।-
- অ্যাক্সেস নিয়ন্ত্রণ (DCL): SQL বিভিন্ন ব্যবহারকারীদের জন্য ডেটার অ্যাক্সেসের অধিকার সীমাবদ্ধ করতে সক্ষম, যা তথ্য সম্পাদনা বা দেখার সম্ভাবনা সীমিত করে। অন্যদিকে, এক্সেলে অ্যাক্সেস বা তোলে সাধারণ (ফাইল স্থানান্তরের সময়) অথবা ক্লাউড পরিষেবাগুলির মাধ্যমে অধিকার বিভাজনের জন্য জটিল সেটিংসের প্রয়োজন।



ছবি ৩.১৭ SQL-এ DML-এর উদাহরণ: স্বয়ংক্রিয় ডেটা প্রক্রিয়াকরণের জন্য কয়েকটি কোড লাইনের মাধ্যমে দ্রুত প্রক্রিয়াকরণ, গ্রুপিং এবং সমষ্টিগতকরণ।

এক্সেল ডেটার সাথে কাজ করা সহজ করে তোলে তার ভিজুয়াল এবং স্বজ্ঞাত কাঠামোর মাধ্যমে। তবে ডেটার পরিমাণ বাড়ানোর সাথে সাথে এক্সেলের কার্যকারিতা হ্রাস পায়। এক্সেল ডেটা সংরক্ষণের ক্ষেত্রে সীমাবদ্ধতার সম্মুখীন হয় - সর্বাধিক এক মিলিয়ন সারি, এবং এই সীমা পৌঁছানোর আগেই কার্যকারিতা হ্রাস পায়। অতএব, যদিও এক্সেল ছোট ডেটা সেটের ভিজুয়লাইজেশন এবং পরিচালনার জন্য আরও সুবিধাজনক মনে হয়, বড় ডেটা সেটের সাথে কাজ করার জন্য SQL আরও উপযুক্ত।

পরিকল্পিত তথ্যের উন্নয়নের পরবর্তী পর্যায় হল কলামার ডেটাবেসের উদ্ভব, যা ঐতিহ্যবাহী সম্পর্কিত ডেটাবেসের

একটি বিকল্প, বিশেষ করে যখন ব্যাপক পরিমাণ তথ্য এবং বিশ্লেষণাত্মক গণনার কথা আসে। সারি ভিত্তিক ডেটাবেসের তুলনায়, যেখানে তথ্য সারি অনুযায়ী সংরক্ষিত হয়, কলামার ডেটাবেসে তথ্য কলাম অনুযায়ী রেকর্ড করা হয়। ক্লাসিকাল ডেটাবেসের তুলনায়, এটি নিম্নলিখিত সুবিধা প্রদান করে:

- একই ধরনের ডেটার কলামে কার্যকরী সংকোচনের মাধ্যমে সংরক্ষণের পরিমাণ কমানো।
- বিশ্লেষণাত্মক অনুরোধগুলি দ্রুততর করা, কারণ শুধুমাত্র প্রয়োজনীয় কলামগুলি পড়া হয়, সম্পূর্ণ টেবিল নয়।
- বিগ ডেটা এবং ডেটা স্টোরেজের সাথে কাজের অপ্টিমাইজেশন, উদাহরণস্বরূপ, ডেটা লেকহাউস আর্কিটেকচারে।

কলাম ভিত্তিক ডেটাবেস, প্যাভাস ডেটাফ্রেম, অ্যাপাচ পারকেট, এইচডিএফ৫ এবং এইগুলির ভিত্তিতে বিগ ডেটা স্টোরেজ তৈরি করার বিষয়ে আমরা এই বইয়ের পরবর্তী অধ্যায়গুলোতে বিস্তারিত আলোচনা করব - "ডেটাফ্রেম: সার্বজনীন টেবিল ডেটার ফরম্যাট" এবং "ডেটা সংরক্ষণ ফরম্যাট এবং অ্যাপাচ পারকেটের সাথে কাজ: ডেটাবেস হোস্টিং এবং ডেটা লেকহাউস আর্কিটেকচার"।

অ-কাঠামোবদ্ধ ডেটা

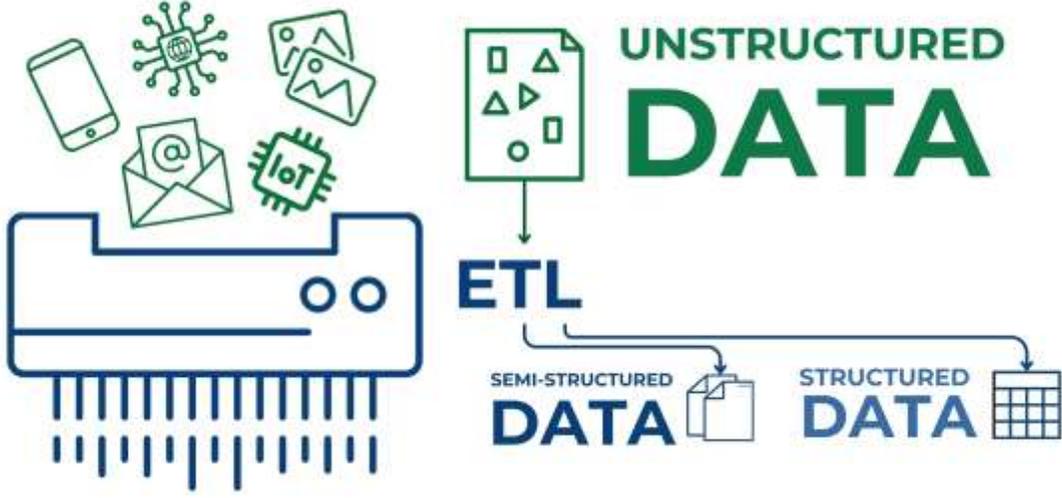
যদিও অধিকাংশ তথ্য, যা অ্যাপ্লিকেশন এবং তথ্য সিস্টেমে ব্যবহৃত হয়, তা গঠনমূলক আকারে থাকে, নির্মাণ ক্ষেত্রে উৎপন্ন তথ্যের বৃহত্তম অংশ অগঠনমূলক তথ্যের আকারে উপস্থাপিত হয় – ছবি, ভিডিও, টেক্সট ডকুমেন্ট, অডিও রেকর্ডিং এবং অন্যান্য কনটেন্টের ফর্ম। এটি বিশেষভাবে নির্মাণ, পরিচালনা এবং প্রযুক্তিগত তত্ত্বাবধানের পর্যায়ের প্রয়োজ্য, যেখানে ভিজ্যুয়াল এবং টেক্সট তথ্যের প্রাধান্য থাকে।

অগঠনমূলক তথ্য হল এমন তথ্য যা পূর্বনির্ধারিত মডেল বা গঠন নেই, যা ঐতিহ্যবাহী সারি এবং কলামে সংগঠিত নয়, যেমন ডেটাবেস বা টেবিল।

সাধারণভাবে অগঠনমূলক তথ্যকে দুটি শ্রেণীতে ভাগ করা যায়:

- মানুষের দ্বারা উৎপন্ন অগঠনমূলক তথ্য, যার মধ্যে বিভিন্ন ধরনের মানুষের তৈরি কনটেন্ট অন্তর্ভুক্ত: টেক্সট ডকুমেন্ট, ইমেইল, ছবি, ভিডিও ইত্যাদি।
- যন্ত্র দ্বারা উৎপন্ন অগঠনমূলক তথ্য ডিভাইস এবং সেন্সর দ্বারা তৈরি হয়: এটি লগ ফাইল, GPS ডেটা, Internet of Things (IoT) এর ফলাফল এবং উদাহরণস্বরূপ, নির্মাণ সাইট থেকে অন্যান্য টেলিমেট্রিক তথ্য।

গঠনমূলক তথ্যের তুলনায়, যা টেবিল এবং ডেটাবেসে সুবিধাজনকভাবে সংগঠিত, অগঠনমূলক তথ্যকে তথ্য সিস্টেমে সংহত করার আগে অতিরিক্ত প্রক্রিয়াকরণের পদক্ষেপের প্রয়োজন (চিত্র 3.18)। এই ধরনের তথ্যের স্বয়ংক্রিয় সংগ্রহ, বিশ্লেষণ এবং রূপান্তরের প্রযুক্তির ব্যবহার নির্মাণের দক্ষতা বাড়ানোর, ত্রুটি কমানোর এবং মানব ফ্যাক্টরের প্রভাবকে সর্বনিম্ন করার নতুন সুযোগ উন্মোচন করে।



চিত্র 3.18 অগঠনমূলক তথ্যের প্রক্রিয়াকরণ শুরু হয় সেগুলিকে অর্ধগঠনমূলক এবং গঠনমূলক তথ্যের মধ্যে রূপান্তর করার মাধ্যমে।

অগঠনমূলক তথ্য প্রায় 80% সমস্ত তথ্যের (52) অংশ গঠন করে, যা কোম্পানির বিশেষজ্ঞদের সম্মুখীন হয়, তাই আমরা বইয়ের পরবর্তী অধ্যায়গুলিতে তাদের প্রকার এবং প্রক্রিয়াকরণ উদাহরণ সহ বিস্তারিতভাবে আলোচনা করব।

আলোচনা সুবিধার জন্য, টেক্সট তথ্যকে একটি পৃথক শ্রেণীতে আলাদা করা হবে। যদিও এগুলি মূলত অগঠনমূলক তথ্যের একটি প্রকার, তবে তাদের গুরুত্ব এবং নির্মাণ শিল্পে বিস্তৃতি বিশেষ মনোযোগের দাবি করে।

টেক্সট ডেটা: অ-কাঠামোবদ্ধ বিশৃঙ্খলা এবং কাঠামোর মধ্যে

নির্মাণ শিল্পে টেক্সট তথ্য বিভিন্ন ফরম্যাট এবং তথ্যের প্রকারকে অন্তর্ভুক্ত করে, কাগজের ডকুমেন্ট থেকে শুরু করে অপ্রাতিষ্ঠানিক যোগাযোগের পদ্ধতি, যেমন চিঠি, কথোপকথন, কাজের চিঠিপত্র এবং নির্মাণ সাইটে মুখোমুখি বৈঠক। এই সমস্ত টেক্সট তথ্য নির্মাণ প্রকল্প পরিচালনার জন্য গুরুত্বপূর্ণ তথ্য বহন করে - প্রকল্পের সিদ্ধান্ত এবং পরিকল্পনার পরিবর্তন থেকে শুরু করে নিরাপত্তা সমস্যা এবং ঠিকাদার ও ক্লায়েন্টদের সাথে আলোচনা। (চিত্র 3.19)-



চিত্র 3.19 টেক্সট তথ্য, প্রকল্পের অংশগ্রহণকারীদের মধ্যে যোগাযোগের জন্য ব্যবহৃত সবচেয়ে জনপ্রিয় তথ্যের একটি প্রকার।

টেক্সট তথ্য গঠনমূলক এবং অগঠনমূলক উভয়ই হতে পারে। গঠনমূলক তথ্যের মধ্যে Word (.doc,.docx), PDF

ফরম্যাটের ডকুমেন্ট এবং বৈঠকের নোটের টেক্সট ফাইল (.txt) অন্তর্ভুক্ত। অগঠনমূলক তথ্যের মধ্যে মেসেঞ্জার এবং ইমেইলে চিঠিপত্র, বৈঠকের ট্রান্সক্রিপ্ট (Teams, Zoom, Google Meet), এবং আলোচনা অডিও রেকর্ডিং (.mp3,.wav) অন্তর্ভুক্ত, যা টেক্সটে রূপান্তরের প্রয়োজন।

কিন্তু যখন লিখিত নথি, যেমন অফিসিয়াল অনুরোধ, চুক্তির শর্তাবলী এবং ইলেকট্রনিক বার্তা, সাধারণত একটি নির্দিষ্ট কাঠামো থাকে, তখন মৌখিক বার্তা এবং কাজের যোগাযোগ প্রায়শই অগঠিত থাকে, যা তাদের বিশ্লেষণ এবং প্রকল্প ব্যবস্থাপনা সিস্টেমে সংহতকরণে অসুবিধা সৃষ্টি করে।

পাঠ্য তথ্যের কার্যকর ব্যবস্থাপনার চাবিকাঠি হল সেগুলিকে কাঠামোবদ্ধ ফরম্যাটে রূপান্তর করা। এটি প্রক্রিয়াকৃত তথ্যকে বিদ্যমান সিস্টেমগুলিতে স্বয়ংক্রিয়ভাবে সংহত করতে সক্ষম করে, যা ইতিমধ্যে কাঠামোবদ্ধ তথ্যের সাথে কাজ করে।



চিত্র 3.110 পাঠ্য সামগ্রীকে কাঠামোবদ্ধ ডেটায় রূপান্তর /

পাঠ্য তথ্যকে কার্যকরভাবে ব্যবহার করতে, এটি স্বয়ংক্রিয়ভাবে কাঠামোবদ্ধ ফর্মে রূপান্তর করতে হবে (চিত্র 3.110)। এই প্রক্রিয়াটি সাধারণত কয়েকটি পর্যায়ে বিভক্ত:-

- টেক্সট স্বীকৃতি (OCR) – নথি এবং অঙ্কনের চিত্রগুলিকে মেশিন-পঠনযোগ্য ফরম্যাটে রূপান্তর করা।
- টেক্সট বিশ্লেষণ (NLP) – প্রকল্পের সাথে সম্পর্কিত মূল প্যারামিটার (তারিখ, পরিমাণ এবং সংখ্যা) স্বয়ংক্রিয়ভাবে চিহ্নিত করা।
- তথ্য শ্রেণীবিভাগ – তথ্যকে বিভাগে (অর্থ, লজিস্টিক, ঝুঁকি ব্যবস্থাপনা) বিতরণ করা।

স্বীকৃতি এবং শ্রেণীবিভাগের পরে, ইতিমধ্যে কাঠামোবদ্ধ তথ্যকে ডেটাবেসে সংহত করা যেতে পারে এবং স্বয়ংক্রিয় রিপোর্টিং এবং ব্যবস্থাপনা সিস্টেমে ব্যবহার করা যেতে পারে।

অর্ধ-কাঠামোবদ্ধ এবং দুর্বল কাঠামোবদ্ধ ডেটা

অর্ধ-কাঠামোবদ্ধ তথ্য একটি নির্দিষ্ট স্তরের সংগঠন ধারণ করে, তবে এর কঠোর স্কিমা বা কাঠামো নেই। যদিও এই ধরনের তথ্য কাঠামোবদ্ধ উপাদান (যেমন: তারিখ, কর্মচারীর নাম এবং সম্পন্ন কাজের তালিকা) অন্তর্ভুক্ত করে, উপস্থাপনের ফরম্যাট বিভিন্ন প্রকল্প বা এমনকি পৃথক কর্মীদের মধ্যে ব্যাপকভাবে পরিবর্তিত হতে পারে। এই ধরনের তথ্যের উদাহরণ হল সময়ের হিসাবের ডায়েরি, সম্পন্ন কাজের রিপোর্ট এবং সময়সূচী, যা বিভিন্ন ফরম্যাটে উপস্থাপন করা যেতে পারে।

অর্ধ-কাঠামোবদ্ধ তথ্য বিশ্লেষণ করা অগঠিত তথ্যের তুলনায় সহজ, তবে সেগুলিকে মানক প্রকল্প ব্যবস্থাপনা সিস্টেমে

সংহত করার জন্য অতিরিক্ত প্রক্রিয়াকরণের প্রয়োজন।

অর্ধ-কাঠামোবদ্ধ তথ্যের সাথে কাজ করা, যা ক্রমাগত পরিবর্তনশীল কাঠামোর বৈশিষ্ট্য বহন করে, উল্লেখযোগ্য চ্যালেঞ্জ উপস্থাপন করে। এটি এই কারণে যে তথ্যের কাঠামোর পরিবর্তনশীলতা প্রতিটি অর্ধ-কাঠামোবদ্ধ তথ্যের উৎসের প্রক্রিয়াকরণ এবং বিশ্লেষণের জন্য পৃথক ব্যক্তিগত পদ্ধতির প্রয়োজন।

তবে অগঠিত তথ্যের সাথে কাজ করা যেখানে প্রচুর প্রচেষ্টা প্রয়োজন, সেখানে অর্ধ-কাঠামোবদ্ধ তথ্যের প্রক্রিয়াকরণ তুলনামূলকভাবে সহজ পদ্ধতি এবং সরঞ্জামের মাধ্যমে সম্পন্ন করা যেতে পারে।

দুর্বল কাঠামোবদ্ধ তথ্য – একটি সাধারণ শব্দ যা সর্বনিম্ন বা অসম্পূর্ণ কাঠামোর তথ্য বর্ণনা করে। সাধারণত এটি পাঠ্য নথি, চ্যাট, ইলেকট্রনিক মেইল যেখানে পৃথক মেটাডেটা (যেমন, তারিখ, প্রেরক) পাওয়া যায়, কিন্তু তথ্যের বড় অংশ এলোমেলোভাবে উপস্থাপিত হয়।

নির্মাণে দুর্বল কাঠামোবদ্ধ তথ্য বিভিন্ন প্রক্রিয়ায় পাওয়া যায়। উদাহরণস্বরূপ, এগুলির মধ্যে অন্তর্ভুক্ত হতে পারে:

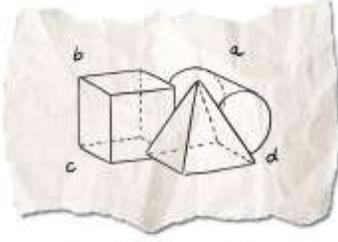
- প্রাক্কলন এবং বাণিজ্যিক প্রস্তাব – উপকরণ, পরিমাণ এবং খরচের তথ্য সহ টেবিল, তবে একটি একক ফরম্যাট ছাড়া।
- অঙ্কন এবং প্রকৌশল স্কিম – PDF বা DWG ফাইল, যা পাঠ্য মন্তব্য এবং মেটাডেটা ধারণ করে, তবে কঠোরভাবে নির্ধারিত কাঠামো ছাড়া।
- কাজের সময়সূচী – MS Project, Primavera P6 বা অন্যান্য সিস্টেম থেকে তথ্য, যা রপ্তানির বিভিন্ন কাঠামো থাকতে পারে।
- CAD (BIM মডেল) – কাঠামোর উপাদানগুলি ধারণ করে, তবে তথ্যের উপস্থাপনা সফটওয়্যার এবং প্রকল্পের মানের উপর নির্ভর করে।

CAD দ্বারা উৎপন্ন জ্যামিতিক তথ্যগুলি আধা-গঠনমূলক তথ্য হিসাবে শ্রেণীবদ্ধ করা যেতে পারে। তবে আমরা জ্যামিতিক CAD (BIM) তথ্যকে একটি পৃথক প্রকার হিসাবে আলাদা করব, কারণ এগুলি, যেমন পাঠ্য তথ্য, প্রায়শই কোম্পানির প্রক্রিয়াগুলিতে একটি পৃথক তথ্য প্রকার হিসাবে বিবেচিত হয়।

জ্যামিতিক ডেটা এবং তাদের প্রয়োগ

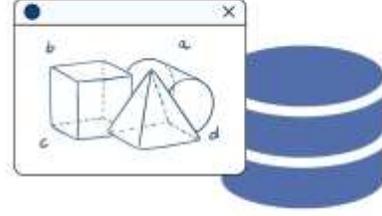
প্রকল্পের উপাদানগুলির মেটাডেটা প্রায়শই টেবিল আকারে, গঠনমূলক বা দুর্বল গঠনমূলক ফরম্যাটে সংরক্ষিত হয়, তবে প্রকল্পের উপাদানগুলির জ্যামিতিক তথ্য বেশিরভাগ ক্ষেত্রে বিশেষ CAD সরঞ্জামগুলির মাধ্যমে তৈরি করা হয় (চিত্র 3.111), যা প্রকল্পের উপাদানগুলিকে লাইন (2D) বা জ্যামিতিক দেহ (3D) এর সেট হিসাবে বিস্তারিতভাবে ভিজুয়লাইজ করতে সক্ষম করে।-

3000 BCE - 1960s



physical medium
(artefact)

1960s to present day



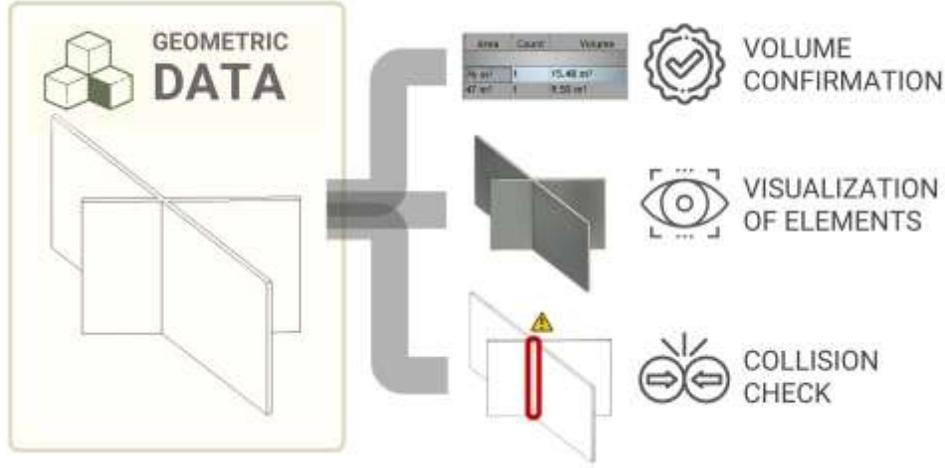
digital project data
(CAD data)

চিত্র 3.111 CAD সরঞ্জামগুলি জ্যামিতিক তথ্যকে শারীরিক মাধ্যম থেকে ডেটাবেসের আকারে স্থানান্তর করতে সহায়তা করেছে।

নির্মাণ এবং স্থাপত্যে জ্যামিতিক তথ্যের সাথে কাজ করার সময় তিনটি প্রধান ব্যবহার ক্ষেত্র চিহ্নিত করা যেতে পারে (চিত্র 3.112):-

- পরিমাণের নিশ্চিতকরণ: CAD (BIM) সফটওয়্যারের মধ্যে বিশেষ জ্যামিতিক কোরের মাধ্যমে উৎপন্ন জ্যামিতিক তথ্যগুলি প্রকল্পের উপাদানগুলির পরিমাণ এবং আকারগুলি স্বয়ংক্রিয় এবং সঠিকভাবে নির্ধারণের জন্য প্রয়োজনীয়। এই তথ্যগুলির মধ্যে স্বয়ংক্রিয়ভাবে গণনা করা ক্ষেত্রফল, ভলিউম, দৈর্ঘ্য এবং পরিকল্পনা, বাজেট তৈরি এবং সম্পদ ও উপকরণের অর্ডারের জন্য প্রয়োজনীয় অন্যান্য গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্য অন্তর্ভুক্ত রয়েছে।
- প্রকল্পের ভিজুয়লাইজেশন: প্রকল্পে কোনও পরিবর্তন হলে, উপাদানগুলির ভিজুয়লাইজেশন স্বয়ংক্রিয়ভাবে বিভিন্ন প্লেনে আপডেট করা অঙ্কন তৈরি করতে সক্ষম করে। প্রকল্পের প্রাথমিক পর্যায়ে ভিজুয়লাইজেশন সমস্ত অংশগ্রহণকারীদের মধ্যে পারস্পরিক বোঝাপড়া বাড়াতে সহায়তা করে, যা নির্মাণ প্রক্রিয়ায় সময় এবং সম্পদ সাশ্রয় করতে সহায়ক।
- সংঘর্ষের পরীক্ষা: জটিল নির্মাণ এবং প্রকৌশল প্রকল্পগুলিতে, যেখানে বিভিন্ন শ্রেণীর উপাদানগুলির (যেমন, পাইপ এবং দেয়াল) মধ্যে "জ্যামিতিক সংঘর্ষ" ছাড়া পারস্পরিক সম্পর্ক অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ, সংঘর্ষের পরীক্ষা একটি মূল ভূমিকা পালন করে। সংঘর্ষ সনাক্তকরণের জন্য সফটওয়্যারের ব্যবহার সম্ভাব্য জ্যামিতিক সংঘর্ষগুলি আগে থেকেই চিহ্নিত করতে সক্ষম করে, যা নির্মাণ প্রক্রিয়ায় ব্যয়বহুল ত্রুটি প্রতিরোধ করে।

প্রকৌশল-নকশা অফিসগুলির প্রথম আবির্ভাব থেকে, প্রথম জটিল কাঠামো নির্মাণের সময়, প্রকৌশলীরা জ্যামিতিক তথ্যগুলি অঙ্কন, লাইন এবং সমতল জ্যামিতিক উপাদানগুলির আকারে প্রদান করেছেন (প্যাপিরাস, "A0" ওয়াটম্যান বা DWG, PDF, PLT ফরম্যাটে), যার ভিত্তিতে প্রকল্প ব্যবস্থাপক এবং পরিমাপকরা (চিত্র 3.111), হাজার হাজার বছর ধরে, রুলার এবং ট্রান্সপোর্টার ব্যবহার করে উপাদানের পরিমাণ বা উপাদান এবং উপাদানগুলির গ্রুপের পরিমাণ সংগ্রহ করেছেন। -



চিত্র 3.112 জ্যামিতি উপাদানের ভলিউম প্যারামিটারগুলি প্রাপ্তির ভিত্তি, যা পরে প্রকল্পের খরচ এবং সময় গণনার জন্য ব্যবহৃত হয়।

আজ এই হাতে করা এবং শ্রমসাধ্য কাজটি সম্পূর্ণ স্বয়ংক্রিয়তার মাধ্যমে সমাধান করা হচ্ছে আধুনিক CAD (BIM) সরঞ্জামগুলিতে ভলিউম মডেলিংয়ের আবির্ভাবের মাধ্যমে, যা বিশেষ জ্যামিতিক কোরের সাহায্যে যেকোনো উপাদানের ভলিউম বৈশিষ্ট্যগুলি স্বয়ংক্রিয়ভাবে প্রাপ্ত করতে সক্ষম করে, ম্যানুয়ালি ভলিউম প্যারামিটারগুলি গণনা করার প্রয়োজন ছাড়াই।

আধুনিক CAD সরঞ্জামগুলি প্রকল্পের উপাদানগুলি শ্রেণীবদ্ধ এবং ক্যাটাগরাইজ করতে সক্ষম করে, যাতে প্রকল্পের ডেটাবেস থেকে বিভিন্ন সিস্টেমে ব্যবহারের জন্য স্পেসিফিকেশন টেবিলগুলি রপ্তানি করা যায়, যেমন খরচের মূল্যায়ন, সময়সূচী তৈরি বা CO2 হিসাব করার জন্য (চিত্র 3.113)। স্পেসিফিকেশন, QTO টেবিল এবং পরিমাণ প্রাপ্তির বিষয়ে এবং ব্যবহারিক উদাহরণগুলি আমরা "পরিমাণ প্রাপ্তি এবং পরিমাণগত হিসাব" অধ্যায়ে আলোচনা করব।



চিত্র 3.113 CAD (BIM) সরঞ্জামগুলি ডেটাবেসে তথ্য সংরক্ষণ করে, যা অন্যান্য সিস্টেমের সাথে একীকরণ এবং যোগাযোগের জন্য ডিজাইন করা হয়েছে।

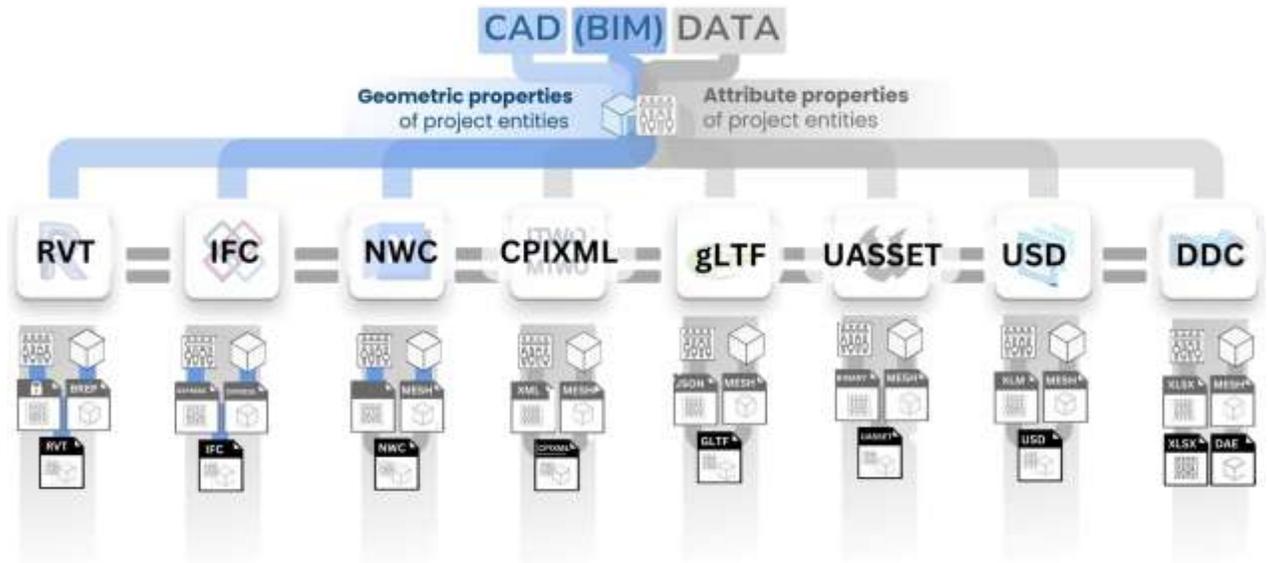
CAD পরিবেশে ব্যবহৃত ডেটাবেস এবং ফরম্যাটগুলির বন্ধুত্বের কারণে, CAD সমাধানগুলিতে তৈরি জ্যামিতিক তথ্যগুলি প্রকৃতপক্ষে একটি পৃথক তথ্যের প্রকারে পরিণত হয়েছে। এটি উপাদানের জ্যামিতি এবং বিশেষায়িত ফাইল এবং ফরম্যাটে অন্তর্ভুক্ত করা মেটা তথ্য (গঠনমূলক বা অর্ধ-গঠনমূলক) উভয়কেই সংমিশ্রণ করে।

CAD ডেটা: ডিজাইন থেকে ডেটা সংরক্ষণ

আধুনিক CAD এবং BIM সিস্টেমগুলিতে তথ্যগুলি তাদের নিজস্ব, প্রায়শই মালিকানাধীন ফরম্যাটে সংরক্ষিত হয়: DWG, DXF, RVT, DGN, PLN এবং অন্যান্য। এই ফরম্যাটগুলি 2D এবং 3D উভয় ধরনের অবজেক্টের উপস্থাপনাকে সমর্থন করে, একই সাথে জ্যামিতি এবং অবজেক্টের সাথে সম্পর্কিত অ্যাট্রিবিউটগুলি সংরক্ষণ করে। এখানে সবচেয়ে সাধারণগুলি:

- DWG – একটি বাইনারি ফাইল ফরম্যাট, যা 2D (এবং কমই 3D) প্রকল্পের তথ্য এবং মেটাডেটা সংরক্ষণের জন্য ব্যবহৃত হয়।
- DXF – CAD সিস্টেমগুলির মধ্যে 2D এবং 3D অঙ্কন বিনিময়ের জন্য একটি টেক্সট ফরম্যাট। এটি জ্যামিতি, স্তর এবং অ্যাট্রিবিউট তথ্য ধারণ করে, ASCII এবং বাইনারি উভয় উপস্থাপনাকেই সমর্থন করে।
- RVT – CAD মডেলগুলির জন্য একটি বাইনারি ফরম্যাট, যা 3D জ্যামিতি, উপাদানের অ্যাট্রিবিউট, সম্পর্ক এবং প্রকল্পের প্যারামিটারগুলি অন্তর্ভুক্ত করে।
- IFC – CAD (BIM) সিস্টেমগুলির মধ্যে নির্মাণের তথ্য বিনিময়ের জন্য একটি খোলা টেক্সট ফরম্যাট। এটি জ্যামিতি, অবজেক্টের বৈশিষ্ট্য এবং তাদের সম্পর্কের তথ্য অন্তর্ভুক্ত করে।

এর পাশাপাশি অন্যান্য ফরম্যাটগুলি ব্যবহৃত হয়: PLN, DB1, SVF, NWC, CPIXML, BLEND, BX3, USD, XLSX, DAE। যদিও এগুলি উদ্দেশ্য এবং খোলামেলা স্তরের দিক থেকে ভিন্ন, (চিত্র 3.114) সবগুলি প্রকল্পের একই তথ্য মডেলকে বিভিন্ন আকারে উপস্থাপন করতে পারে। জটিল প্রকল্পগুলিতে এই ফরম্যাটগুলি প্রায়শই সমান্তরালে ব্যবহৃত হয় – অঙ্কন থেকে মডেলগুলির সমন্বয় পর্যন্ত।



চিত্র 3.114 CAD থেকে তথ্য সংরক্ষণের জনপ্রিয় ফরম্যাটগুলি BREP বা MESH প্যারামিটারগুলির মাধ্যমে জ্যামিতি বর্ণনা করে, তাদের অ্যাট্রিবিউট তথ্যের সাথে সম্পূর্ণ করে।

উপরে উল্লিখিত সমস্ত ফরম্যাটগুলি নির্মাণ প্রকল্পের প্রতিটি উপাদান সম্পর্কে তথ্য সংরক্ষণ করতে সক্ষম এবং সমস্ত উল্লিখিত ফরম্যাটে দুটি মূল তথ্যের প্রকার অন্তর্ভুক্ত রয়েছে:

- জ্যামিতিক প্যারামিটার – অবজেক্টের আকার, অবস্থান এবং আকার বর্ণনা করে। জ্যামিতি এবং এর ব্যবহার

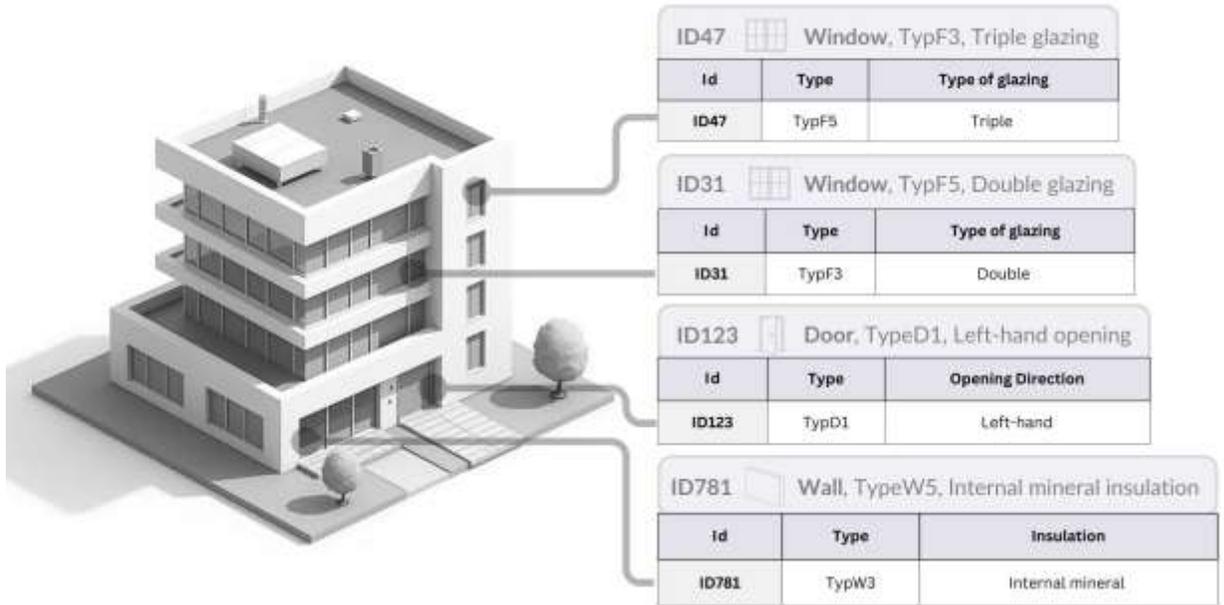
- সম্পর্কে বিস্তারিত আলোচনা বইয়ের ষষ্ঠ অংশে, যা CAD (BIM) সমাধানগুলিকে উৎসর্গীকৃত, করা হবে;
- অ্যাট্রিবিউটিভ বৈশিষ্ট্য – বিভিন্ন তথ্য ধারণ করে: উপকরণ, উপাদানের প্রকার, প্রযুক্তিগত বৈশিষ্ট্য, অনন্য শনাক্তকারী এবং অন্যান্য বৈশিষ্ট্য যা প্রকল্পের উপাদানের থাকতে পারে।

আধুনিক প্রকল্পগুলিতে অ্যাট্রিবিউটিভ ডেটার বিশেষ গুরুত্ব রয়েছে, কারণ এগুলি অবজেক্টগুলির কার্যকরী বৈশিষ্ট্যগুলি নির্ধারণ করে, প্রকৌশল, হিসাবমূলক হিসাবগুলি সম্পাদন করতে সক্ষম করে এবং ডিজাইন, নির্মাণ এবং পরিচালনার অংশগ্রহণকারীদের মধ্যে সমন্বিত যোগাযোগ নিশ্চিত করে। উদাহরণস্বরূপ:

- জানালার এবং দরজার জন্য উল্লেখ করা হয়: নির্মাণের ধরন, কাঁচের প্রকার, খোলার দিক (চিত্র ৩.২১)।
- দেয়ালের জন্য উপকরণের, তাপ নিরোধক এবং শব্দ নিরোধক বৈশিষ্ট্যগুলির তথ্য সংরক্ষণ করা হয়।
- প্রকৌশল সিস্টেমের জন্য পাইপলাইন, বায়ু চলাচল, কেবল ট্রেস এবং তাদের সংযোগের প্যারামিটারগুলি সংরক্ষিত হয়।

এই প্যারামিটারগুলি CAD-(BIM)-ফাইলগুলির ভিতরে এবং বাইরের ডেটাবেসে সংরক্ষিত হতে পারে - রপ্তানি, রূপান্তর বা CAD-এর অভ্যন্তরীণ কাঠামোর প্রতি সরাসরি অ্যাক্সেসের ফলস্বরূপ বিপরীত প্রকৌশল সরঞ্জামগুলির মাধ্যমে। এই পদ্ধতি প্রকল্পের তথ্যকে অন্যান্য কর্পোরেট সিস্টেম এবং প্ল্যাটফর্মের সাথে একত্রিত করা সহজ করে।

CAD (BIM) এর প্রেক্ষাপটে বিপরীত প্রকৌশল হল ডিজিটাল মডেলের অভ্যন্তরীণ কাঠামো বের করা এবং বিশ্লেষণ করার প্রক্রিয়া, যার উদ্দেশ্য হল এর যুক্তি, ডেটা কাঠামো এবং নির্ভরতাগুলি পুনর্গঠন করা, মূল অ্যালগরিদম বা ডকুমেন্টেশনের অ্যাক্সেস ছাড়াই।

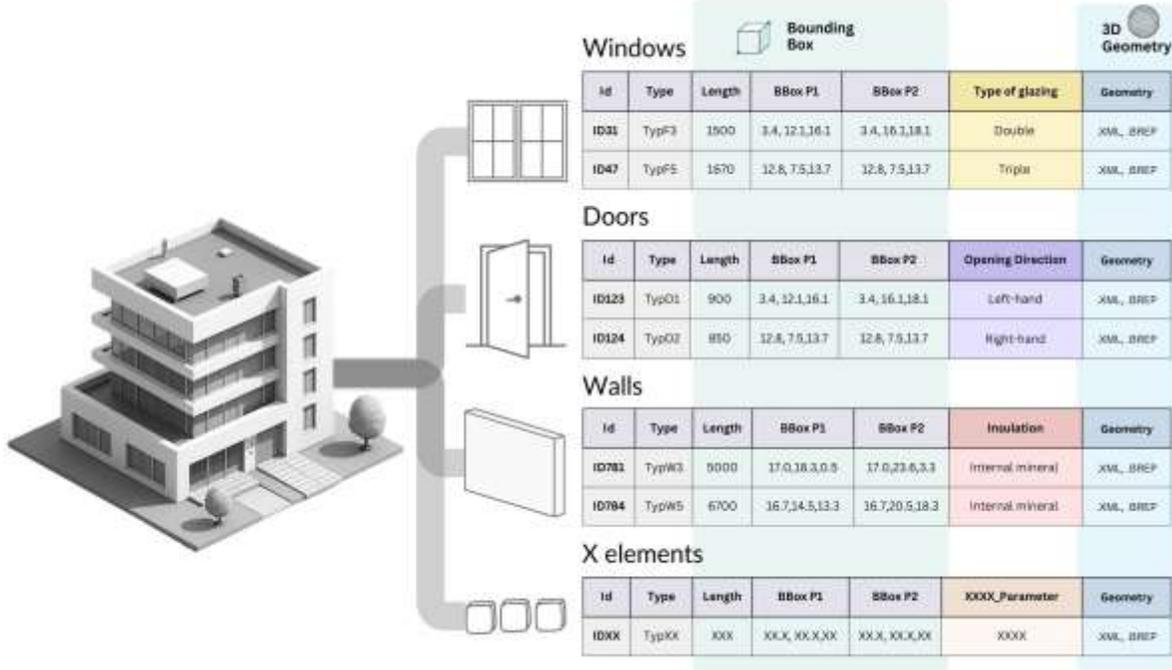


চিত্র ৩.১১৫ প্রকল্পের উপাদান, প্যারামেট্রিক বা পলিগনাল জ্যামিতির বর্ণনার পাশাপাশি উপাদানের প্যারামিটার এবং বৈশিষ্ট্যগুলির তথ্য ধারণ করে।

ফলস্বরূপ, প্রতিটি উপাদানের চারপাশে একটি অনন্য প্যারামিটার এবং বৈশিষ্ট্যের সেট গঠিত হয়, যা প্রতিটি বস্তুর (যেমন, শনাক্তকারী এবং আকার) অনন্য বৈশিষ্ট্য এবং উপাদানগুলির জন্য সাধারণ অ্যাট্রিবিউট অন্তর্ভুক্ত করে। এটি শুধুমাত্র প্রকল্পের পৃথক উপাদান সত্তাগুলির বিশ্লেষণ করতে নয়, বরং তাদের যৌক্তিক গ্রুপগুলিতে একত্রিত করতে

সক্ষম করে, যা পরে অন্যান্য বিশেষজ্ঞদের দ্বারা তাদের কাজ এবং হিসাবের জন্য সিস্টেম এবং ডেটাবেসে ব্যবহার করা যেতে পারে।

সত্তা (ইংরেজি: entity) হল বাস্তব বিশ্বের একটি নির্দিষ্ট বা বিমূর্ত বস্তু, যা স্পষ্টভাবে চিহ্নিত, বর্ণনা এবং ডেটার আকারে উপস্থাপন করা যায়।



| Windows | | Bounding Box | 3D Geometry | | | |
|---------|-------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|
| Id | Type | Length | BBox P1 | BBox P2 | Type of glazing | Geometry |
| ID31 | TypF3 | 1500 | 3.4, 12.1, 16.1 | 3.4, 16.1, 18.1 | Double | XML_BREP |
| ID47 | TypF5 | 1670 | 12.8, 7.5, 13.7 | 12.8, 7.5, 13.7 | Triple | XML_BREP |

| Doors | | | | | | |
|-------|-------|--------|-----------------|-----------------|-------------------|----------|
| Id | Type | Length | BBox P1 | BBox P2 | Opening Direction | Geometry |
| ID123 | TypD1 | 900 | 3.4, 12.1, 16.1 | 3.4, 16.1, 18.1 | Left-hand | XML_BREP |
| ID124 | TypD7 | 850 | 12.8, 7.5, 13.7 | 12.8, 7.5, 13.7 | Right-hand | XML_BREP |

| Walls | | | | | | |
|-------|-------|--------|------------------|------------------|------------------|----------|
| Id | Type | Length | BBox P1 | BBox P2 | Insulation | Geometry |
| ID781 | TypW3 | 9000 | 17.0, 18.3, 0.5 | 17.0, 23.6, 3.3 | Internal mineral | XML_BREP |
| ID784 | TypW5 | 6700 | 16.7, 14.5, 13.3 | 16.7, 20.5, 18.3 | Internal mineral | XML_BREP |

| X elements | | | | | | |
|------------|-------|--------|----------------|--------------|----------------|----------|
| Id | Type | Length | BBox P1 | BBox P2 | XXXX_Parameter | Geometry |
| IDXX | TypXX | XXX | XXX, XX, X, XX | XXX, XXX, XX | XXXX | XML_BREP |

চিত্র ৩.১১৬ প্রতিটি প্রকল্পের উপাদান অ্যাট্রিবিউট ধারণ করে, যা প্রকল্প ডিজাইনার দ্বারা প্রবেশ করা হয়, অথবা CAD প্রোগ্রামের ভিতরে গণনা করা হয় /

গত কয়েক দশকে নির্মাণ শিল্পে অনেক নতুন CAD (BIM) ফরম্যাট এসেছে, যা ডেটা তৈরি, সংরক্ষণ এবং স্থানান্তরকে সহজতর করে। এই ফরম্যাটগুলি বন্ধ এবং খোলা, টেবিল, প্যারামেট্রিক বা গ্রাফিক হতে পারে। তবে তাদের বৈচিত্র্য এবং টুকরো টুকরো হওয়া প্রকল্পের জীবনচক্রের সকল পর্যায়ে ডেটা পরিচালনা করা অত্যন্ত জটিল করে তোলে। নির্মাণে তথ্য বিনিময়ের জন্য ব্যবহৃত প্রধান ফরম্যাটগুলির তুলনামূলক টেবিল চিত্র ৩.১১৭-এ উপস্থাপন করা হয়েছে (সম্পূর্ণ সংস্করণ QR কোডের মাধ্যমে উপলব্ধ)।-

আন্তঃঅপারেবিলিটি এবং CAD ডেটার অ্যাক্সেসের সমস্যাগুলি সমাধানের জন্য, (BIM) ম্যানেজার এবং সমন্বয়কারীরা কাজের মধ্যে অন্তর্ভুক্ত হয়, যাদের কাজ হল রপ্তানি নিয়ন্ত্রণ করা, ডেটার গুণমান পরীক্ষা করা এবং CAD (BIM) ডেটার অংশগুলি অন্যান্য সিস্টেমে একত্রিত করা।

তবে ফরম্যাটগুলির বন্ধত্ব এবং জটিলতার কারণে এই প্রক্রিয়াটি স্বয়ংক্রিয় করা কঠিন, যা বিশেষজ্ঞদেরকে অনেক অপারেশন ম্যানুয়ালি সম্পাদন করতে বাধ্য করে, ডেটা প্রক্রিয়াকরণের পূর্ণাঙ্গ প্রবাহ প্রক্রিয়া (pipeline) তৈরি করার সুযোগ ছাড়াই।

The diagram illustrates the evolution of construction data storage from CAD to BIM. It features a QR code and a large data table with columns for 'Geometric properties of project entities' and 'Attribute properties of project entities'. The table contains numerous rows of data, likely representing different construction elements and their properties over time.

চিত্র ৩.১১৭ প্রকল্পের উপাদানগুলির তথ্য সংরক্ষণের জন্য ব্যবহৃত প্রধান ডেটা ফরম্যাটগুলির তুলনামূলক টেবিল [৫৩]।

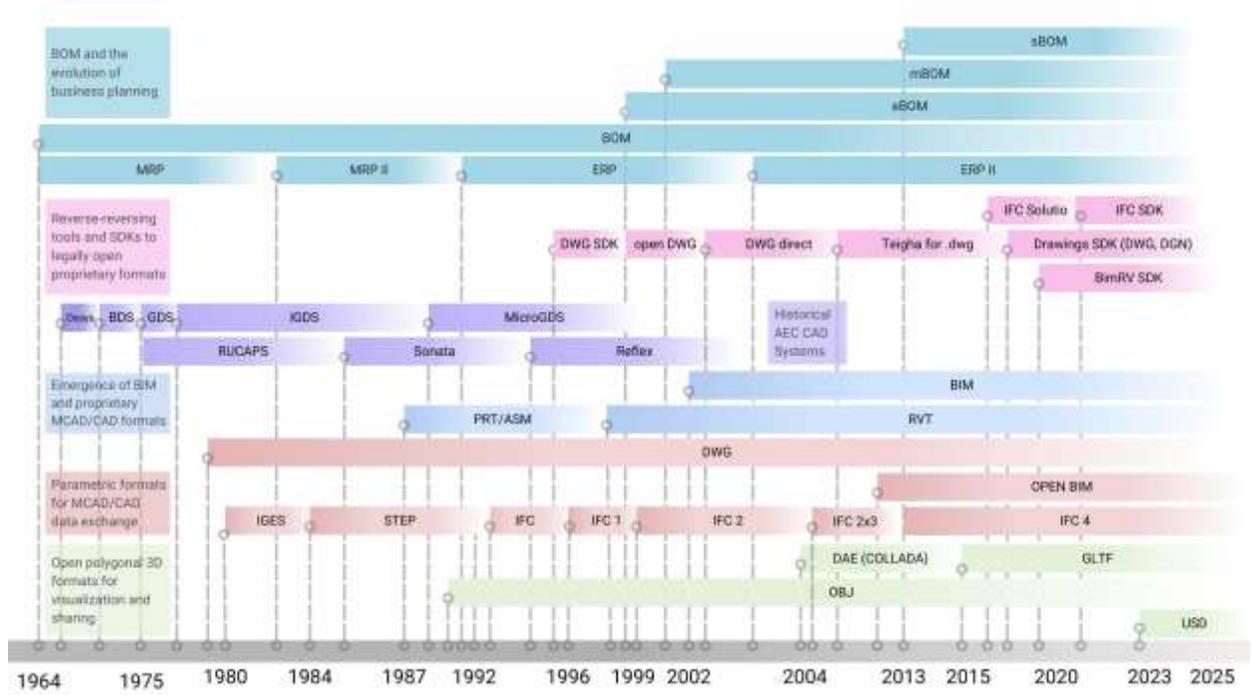
কেন এত অনেক ভিন্ন ডেটা ফরম্যাট রয়েছে এবং কেন তাদের মধ্যে বেশিরভাগই বন্ধ, তা বোঝার জন্য CAD (BIM) প্রোগ্রামের অভ্যন্তরীণ প্রক্রিয়াগুলিতে গভীরভাবে প্রবেশ করা গুরুত্বপূর্ণ, যা বইয়ের ষষ্ঠ অংশে বিস্তারিতভাবে আলোচনা করা হবে।

জ্যামিতির সাথে যুক্ত অতিরিক্ত তথ্যের সুরটি CAD সিস্টেমের বিকাশকারীদের দ্বারা BIM (Building Information Modeling) ধারণার মাধ্যমে উপস্থাপিত হয় - একটি বিপণনমূলক শব্দ, যা ২০০২ সাল থেকে নির্মাণ শিল্পে সক্রিয়ভাবে প্রচারিত হচ্ছে [৫৪]।

BIM (BOM) ধারণার উদ্ভব এবং প্রক্রিয়ায় CAD এর ব্যবহার

তথ্য মডেলিংয়ের ধারণা (BIM), যা প্রথমবারের মতো 2002 সালের Whitepaper BIM-এ উপস্থাপিত হয়েছিল, CAD সফটওয়্যার নির্মাতাদের বিপণন উদ্যোগের মাধ্যমে উদ্ভূত হয়েছিল। এটি একটি প্রচেষ্টা ছিল যেটি যন্ত্র প্রকৌশলে ইতিমধ্যে প্রতিষ্ঠিত নীতিগুলিকে নির্মাণ শিল্পের প্রয়োজনের সাথে মানিয়ে নেওয়ার জন্য তৈরি করা হয়েছিল।

BIM-এর অনুপ্রেরণা ছিল BOM (বিল অফ মেটেরিয়ালস) ধারণা – একটি পণ্যের উপাদানের স্পেসিফিকেশন, যা 1980-এর শেষ থেকে শিল্পে সক্রিয়ভাবে ব্যবহৃত হচ্ছে। যন্ত্র প্রকৌশলে BOM CAD সিস্টেমের তথ্যকে PDM (পণ্য তথ্য ব্যবস্থাপনা), PLM (পণ্য জীবনচক্র ব্যবস্থাপনা) এবং ERP সিস্টেমের সাথে সংযুক্ত করতে সক্ষম করেছিল, যা পণ্যের জীবনচক্র জুড়ে প্রকৌশল তথ্যের সমন্বিত ব্যবস্থাপনা নিশ্চিত করে।



রিস. 3.118 স্পেসিফিকেশন (BOM), তথ্য মডেলিং (BIM), এবং প্রকৌশল নির্মাণ শিল্পে ডিজিটাল ফরম্যাটের বিবর্তন /

BOM-এর আধুনিক উন্নয়ন একটি সম্প্রসারিত কাঠামো – XBOM (এক্সটেন্ডেড BOM) তৈরি করেছে, যা শুধুমাত্র পণ্যের উপাদান নয় বরং আচরণগত দৃশ্যপট, অপারেশনাল প্রয়োজনীয়তা, স্থায়িত্বের পরামিতি এবং পূর্বাভাস বিশ্লেষণের জন্য তথ্য অন্তর্ভুক্ত করে। XBOM মূলত BIM-এর মতো নির্মাণে একই ভূমিকা পালন করে: উভয় পদ্ধতি ডিজিটাল মডেলকে প্রকল্পের সকল অংশগ্রহণকারীর জন্য একটি নির্ভরযোগ্য তথ্যের একক উৎস (Single Source of Truth) হিসেবে রূপান্তরিত করার চেষ্টা করে।

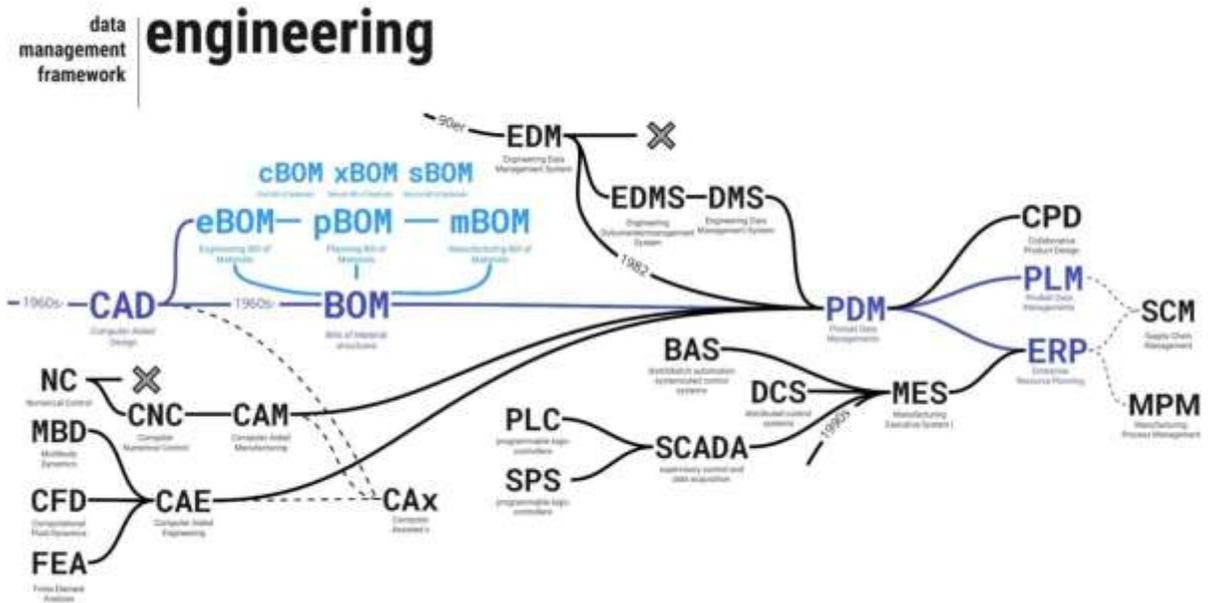
নির্মাণে BOM-এর উদ্ভবের একটি মূল পর্যায় ছিল 2002 সালে প্রথম প্যারামেট্রিক CAD (MCAD) এর আবির্ভাব, যা বিশেষভাবে নির্মাণ শিল্পের জন্য অভিযোজিত হয়েছিল। এটি একটি দলের দ্বারা তৈরি করা হয়েছিল, যারা পূর্বে Pro-E® তৈরি করেছিল – যন্ত্র প্রকৌশলের জন্য একটি বিপ্লবী MCAD সিস্টেম, যা 1980-এর শেষের দিকে আবির্ভূত হয়েছিল এবং শিল্পের মানদণ্ড হয়ে উঠেছিল।

1980-এর শেষের দিকে লক্ষ্য ছিল সেই সময়ের CAD প্রোগ্রামে বিদ্যমান সীমাবদ্ধতা দূর করা। মূল কাজ ছিল প্রকল্পের উপাদানের প্যারামিটার পরিবর্তনের জন্য শ্রমের খরচ কমানো এবং CAD প্রোগ্রামের বাইরের তথ্যের ভিত্তিতে মডেল আপডেট করার সম্ভাবনা নিশ্চিত করা। এই প্রক্রিয়ায় প্যারামেট্রাইজেশন একটি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করতে যাচ্ছিল: ডাটাবেস থেকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে বৈশিষ্ট্যগুলি প্রাপ্ত করা এবং সেগুলি CAD সিস্টেমের মধ্যে মডেল আপডেট করার জন্য ব্যবহার করা।

Pro-E এবং BOM-এর ভিত্তিতে থাকা উপাদান প্যারামেট্রিক মডেলিং ধারণাটি CAD এবং MCAD বাজারের উন্নয়নে উল্লেখযোগ্য প্রভাব ফেলেছে। 25 বছরেরও বেশি সময় ধরে এই মডেলটি শিল্পে বিদ্যমান রয়েছে, এবং অনেক আধুনিক সিস্টেম তার ধারণাগত উত্তরাধিকারী হয়ে উঠেছে।

লক্ষ্য হল একটি এমন সিস্টেম তৈরি করা যা যথেষ্ট নমনীয় হবে যাতে প্রকৌশলী সহজেই বিভিন্ন ডিজাইন বিবেচনা করতে পারেন। এবং প্রকল্পে পরিবর্তন করার খরচ যতটা সম্ভব শূন্যের কাছাকাছি হওয়া উচিত। ঐতিহ্যবাহী CAD / CAM সফটওয়্যার শুধুমাত্র ডিজাইন প্রক্রিয়ার সবচেয়ে প্রাথমিক পর্যায়ে সস্তা পরিবর্তন করার জন্য সীমাবদ্ধ।- স্যামুয়েল গেইজেনবার্গ, Parametric Technology Corporation® এর প্রতিষ্ঠাতা, MCAD পণ্য Pro-E এর নির্মাতা এবং RVT ফরম্যাট ব্যবহার করে CAD পণ্য নির্মাতার শিক্ষক।

যন্ত্র প্রকৌশলে মূল প্ল্যাটফর্মগুলি হল PDM, PLM, MRP এবং ERP সিস্টেম। এগুলি তথ্য এবং প্রক্রিয়াগুলির ব্যবস্থাপনায় কেন্দ্রীয় ভূমিকা পালন করে, CAx সিস্টেম (CAD, CAM, CAE) থেকে তথ্য সংগ্রহ করে এবং পণ্যের কাঠামোর ভিত্তিতে প্রকল্প কার্যক্রম সংগঠিত করে (BOM: eBOM, pBOM, mBOM) (চিত্র 3.118)। এই সংহতি ক্রটির সংখ্যা কমাতে, তথ্যের পুনরাবৃত্তি এড়াতে এবং ডিজাইন থেকে উৎপাদন পর্যন্ত সমস্ত পর্যায়ে সম্পূর্ণ ট্রেসেবিলিটি নিশ্চিত করতে সহায়তা করে।



চিত্র 3.119 BOM-এর ইতিহাস 1960-এর দশকে CAx সিস্টেম থেকে তথ্য সংগঠিত করার এবং সেগুলি ব্যবস্থাপনা সিস্টেমে প্রেরণের একটি উপায় হিসেবে উদ্ভূত হয় /

Pro-E-এর প্রাক্তন দলের দ্বারা উন্নত একটি CAD সমাধান ক্রয়, যা BOM-ভিত্তিক পদ্ধতির উপর ভিত্তি করে, প্রায় তাত্ক্ষণিকভাবে BIM-এর উপর একটি সাদা পত্রের সিরিজ প্রকাশের সূচনা করে (2002-2003) [60][61]। 2000-এর মাঝামাঝি সময় থেকে নির্মাণ শিল্পে BIM ধারণার সক্রিয় প্রচার শুরু হয়, যা প্যারামেট্রিক সফটওয়্যারের প্রতি আগ্রহকে উল্লেখযোগ্যভাবে বাড়িয়ে তোলে। জনপ্রিয়তা এত দ্রুত বেড়েছিল যে, Pro-E-এর যন্ত্র প্রকৌশল শাখার প্যারামেট্রিক CAD, যা এই বিক্রেতা দ্বারা প্রচারিত হয়, প্রকৃতপক্ষে স্থাপত্য এবং নির্মাণ প্রকল্পের ক্ষেত্রে প্রতিযোগীদেরকে প্রতিস্থাপন করে (চিত্র 3.120)। 2020-এর শুরুতে এটি BIM (CAD) বাজারে বৈশ্বিক আধিপত্য প্রতিষ্ঠা করে [62]। -



চিত্র 3.120 গুগলে অনুসন্ধানের জনপ্রিয়তা (RVT বনাম IFC): Pro-E-এর প্রাক্তন দলের দ্বারা তৈরি প্যারামেট্রিক CAD BOM-BIM সমর্থনের সাথে বিশ্বের বেশিরভাগ দেশে জনপ্রিয়তা অর্জন করেছে।

গত 20 বছরে BIM-এর সংক্ষিপ্ত রূপটি বহু ব্যাখ্যার সাথে যুক্ত হয়েছে, যার বহুমাত্রিকতা 2000-এর দশকের শুরুতে উদ্ভূত প্রাথমিক বিপণন ধারণাগুলিতে নিহিত। ISO 19650 মান, যা এই শব্দটির জনপ্রিয়করণে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করেছে, প্রকৃতপক্ষে BIM-এর জন্য "বৈজ্ঞানিকভাবে ভিত্তিক" তথ্য ব্যবস্থাপনার পদ্ধতির মর্যাদা প্রতিষ্ঠা করেছে। তবে, BIM-এর জীবনচক্রের সময় তথ্য ব্যবস্থাপনার উপর নিবেদিত মানের পাঠ্যে, BIM সংক্ষিপ্ত রূপটি উল্লেখ করা হলেও, এটি একটি স্পষ্ট সংজ্ঞা পায়নি।

2002 [60] এবং 2003 [61] সালে BIM-এর উপর সাদা পত্রের একটি সিরিজ প্রকাশ করা বিক্রেতার মূল সাইটে, প্রকৃতপক্ষে BOM (বিলস অফ ম্যাটেরিয়ালস) এবং PLM (প্রোডাক্ট লাইফসাইকেল ম্যানেজমেন্ট) ধারণার বিপণন সামগ্রী পুনরুত্পাদিত হয়, যা 1990-এর দশকে Pro-E-এর যন্ত্র প্রকৌশল সফটওয়্যারে পূর্বে ব্যবহৃত হয়েছিল [63]।

বিন্ডিং ইনফরমেশন মডেলিং - ডিজাইন, নির্মাণ এবং ভবন ব্যবস্থাপনার জন্য একটি নতুন উদ্ভাবনী পদ্ধতি, যা কোম্পানি..... [CAD বিক্রেতার নাম] দ্বারা 2002 সালে উপস্থাপিত হয়েছিল, এটি শিল্পের পেশাদারদের বিশ্বব্যাপী প্রযুক্তির প্রয়োগের ধারণা পরিবর্তন করেছে।- সাদা পত্র BIM, 2003 [61]

এই প্রাথমিক প্রকাশনাগুলিতে BIM-কে কেন্দ্রীভূত একীভূত ডেটাবেসের ধারণার সাথে সরাসরি যুক্ত করা হয়েছিল। 2003 সালের সাদা পত্রে উল্লেখ করা হয়েছে, BIM হল ভবনের তথ্য ব্যবস্থাপনা, যেখানে সমস্ত আপডেট একটি একক স্টোরেজে ঘটে, সমস্ত অঙ্কন, কাট এবং স্পেসিফিকেশন (BOM - বিলস অফ ম্যাটেরিয়ালস) এর সমন্বয় নিশ্চিত করে।

BIM কে একটি ভবনের তথ্য ব্যবস্থাপনা হিসেবে বর্ণনা করা হয়, যেখানে সমস্ত আপডেট এবং পরিবর্তন একটি ডেটাবেসে ঘটে। সুতরাং, আপনি যদি স্কিমা, কাট বা নকশার সাথে কাজ করেন, সবকিছু সবসময় সমন্বিত, সম্মত এবং বর্তমান থাকে।- CAD ভেভরের ওয়েবসাইটে BIM এর উপর একটি হোয়াইটপেপার, ২০০৩ সাল

১৯৮০-এর দশকে একটি একক সমন্বিত ডেটাবেসের মাধ্যমে প্রকল্প ব্যবস্থাপনার ধারণাটি ব্যাপকভাবে আলোচনা করা

হয়েছিল। উদাহরণস্বরূপ, চার্লস ইস্টম্যানের BDS ধারণায় "ডেটাবেস" শব্দটির ৪৩টি উল্লেখ ছিল। ২০০৪ সালের মধ্যে BIM সম্পর্কিত উপকরণে এই সংখ্যা প্রায় অর্ধেক নেমে আসে – ২০০২ সালের হোয়াইটপেপারে ২৩টি উল্লেখ। এবং ২০০০-এর মাঝামাঝি সময়ে, ডেটাবেসের বিষয়টি প্রায় মার্কেটিং উপকরণ এবং ডিজিটলাইজেশনের এজেন্ডা থেকে অদৃশ্য হয়ে যায়।

যদিও মূলত ডেটাবেস এবং এর অ্যাক্সেস BIM সিস্টেমের কেন্দ্রবিন্দু হিসেবে পরিকল্পনা করা হয়েছিল, সময়ের সাথে সাথে জ্যামিতি, ভিজুয়লাইজেশন এবং 3D এর উপর জোর দেওয়া হয়েছে। একই সময়ে, IFC মানের রেজিস্ট্রার ১৯৯৪ সালে, ২০০২ সালে BIM এর উপর হোয়াইটপেপার প্রকাশ করে – একই ভেন্ডর – ২০০০-এর শুরুতে হোয়াইটপেপারে স্পষ্টভাবে নিরপেক্ষ ফরম্যাট যেমন IGES, STEP এবং IFC এর সীমাবদ্ধতা এবং CAD ডেটাবেসে সরাসরি অ্যাক্সেসের প্রয়োজনীয়তার কথা উল্লেখ করেছিলেন।

বিভিন্ন অ্যাপ্লিকেশন অ-সঙ্গতিপূর্ণ হতে পারে, এবং পুনরায় প্রবেশ করা ডেটা অ-সঠিক হতে পারে। [...] ঐতিহ্যগত স্বয়ংক্রিয় ডিজাইনিংয়ের ফলাফল [CAD]: খরচ বৃদ্ধি, বাজারে প্রবেশের সময় বৃদ্ধি এবং পণ্যের গুণমান হ্রাস। আজ, সমস্ত প্রধান অ্যাপ্লিকেশন নিম্ন স্তরের ডেটা বিনিময়ের জন্য মানক শিল্প ইন্টারফেস ব্যবহার করে। বিভিন্ন নির্মাতার অ্যাপ্লিকেশনগুলির মধ্যে ডেটা বিনিময়ের জন্য পুরানো IGES বা নতুন STEP [IFC হল কার্যত এবং আইনগতভাবে STEP/IGES ফরম্যাটের একটি অনুলিপি] মান ব্যবহার করে, ব্যবহারকারীরা তাদের শ্রেষ্ঠ পণ্যগুলির মধ্যে নির্দিষ্ট ডেটা সামঞ্জস্য অর্জন করতে পারেন। কিন্তু IGES এবং STEP কেবল নিম্ন স্তরে কাজ করে, এবং তারা আধুনিক শীর্ষস্থানীয় অ্যাপ্লিকেশন দ্বারা তৈরি সমৃদ্ধ ডেটা বিনিময় করতে পারে না। [...] এবং যদিও এই এবং অন্যান্য মানগুলি প্রায় প্রতিদিন উন্নত হচ্ছে, তারা সর্বদা আধুনিক নির্মাতাদের পণ্যের তুলনায় ডেটার সমৃদ্ধিতে পিছিয়ে থাকবে। [...] অ্যাপ্লিকেশনগুলির মধ্যে ডেটা বিনিময় এবং তাদের সমৃদ্ধি বজায় রাখার জন্য নিরপেক্ষ অনুবাদক যেমন IGES, STEP [IFC] বা PATRAN ব্যবহার না করে সক্ষম হতে হবে। পরিবর্তে, ফ্রেমওয়ার্কের অ্যাপ্লিকেশনগুলিকে CAD এর মূল ডেটাবেসে সরাসরি অ্যাক্সেস করতে সক্ষম হতে হবে, যাতে তথ্যের বিশদতা এবং সঠিকতা হারিয়ে না যায়। – CAD ভেন্ডরের হোয়াইটপেপার (IFC, BIM) "সমন্বিত ডিজাইন এবং উৎপাদন: সুবিধা এবং যুক্তি", ২০০০

সুতরাং, ১৯৮০-এর দশক এবং ২০০০-এর শুরুতে CAD পরিবেশে ডিজিটাল ডিজাইনের একটি মূল উপাদান ছিল ডেটাবেস, ফাইল ফরম্যাট বা নিরপেক্ষ ফরম্যাট IFC নয়। অনুবাদকগুলি পরিত্যাগ করার এবং অ্যাপ্লিকেশনগুলির জন্য ডেটাতে সরাসরি অ্যাক্সেস নিশ্চিত করার প্রস্তাব দেওয়া হয়েছিল। তবে বাস্তবে, ২০২০-এর মাঝামাঝি সময়ে BIM ধারণাটি "বিভাজন এবং শাসন" কৌশলের মতো হয়ে উঠেছে, যেখানে সফটওয়্যার সরবরাহকারীদের স্বার্থ, যারা বন্ধ জ্যামিতিক কোর ব্যবহার করে, খোলামেলা তথ্য বিনিময়ের বিকাশের চেয়ে অগ্রাধিকার পায়।

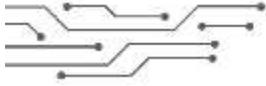
আজ BIM নির্মাণ শিল্পের একটি অবিচ্ছেদ্য অংশ হিসেবে বিবেচিত হয়। তবে গত দুই দশকে সহজতর যোগাযোগ এবং তথ্যের একীকরণের প্রতিশ্রুতিগুলি অনেকাংশে বাস্তবায়িত হয়নি। বেশিরভাগ সমাধান এখনও বন্ধ ফরম্যাট বা নিরপেক্ষ ফরম্যাট এবং বিশেষায়িত সরঞ্জামের উপর নির্ভরশীল। BIM-এর উত্থানের ইতিহাস, ওপেন BIM এবং IFC, পাশাপাশি আন্তঃঅপারেবিলিটি এবং জ্যামিতিক কোরের সমস্যাগুলি আমরা বইয়ের ষষ্ঠ অংশ "CAD এবং BIM: নির্মাণে প্রকল্পের তথ্যের বিপণন, বাস্তবতা এবং ভবিষ্যৎ" এ বিস্তারিতভাবে আলোচনা করব।

আজ শিল্পের সামনে একটি মূল চ্যালেঞ্জ রয়েছে - CAD (BIM) এর ঐতিহ্যগত বোঝাপড়া থেকে একটি পূর্ণাঙ্গ ডেটাবেস হিসেবে এর ব্যবহারে রূপান্তরিত হওয়া। এটি তথ্যের সাথে কাজ করার নতুন পদ্ধতির প্রয়োজন, বন্ধ ইকোসিস্টেমের উপর নির্ভরতা পরিত্যাগ করা এবং ওপেন সমাধানগুলি বাস্তবায়ন করা।

বিপরীত প্রকৌশলের সরঞ্জামগুলির উন্নয়নের সাথে, যা CAD ডেটাবেসে প্রবেশের সুযোগ দেয়, এবং ওপেন সোর্স এবং LLM প্রযুক্তির বিস্তারের কারণে, নির্মাণ শিল্পের ব্যবহারকারী এবং ডেভেলপাররা সফটওয়্যার সরবরাহকারীদের অস্পষ্ট শব্দগুলির থেকে ক্রমশ দূরে সরে যাচ্ছে। এর পরিবর্তে, মনোযোগ সত্যিই গুরুত্বপূর্ণ বিষয়গুলির দিকে স্থানান্তরিত হচ্ছে: তথ্য (ডেটাবেস) এবং প্রক্রিয়া।

ফ্যাশনেবল সংক্ষিপ্ত রূপ এবং ভিজুয়লাইজেশনের পিছনে তথ্য ব্যবস্থাপনার মানক অনুশীলনগুলি লুকিয়ে রয়েছে: সংরক্ষণ, স্থানান্তর এবং রূপান্তর - অর্থাৎ ক্লাসিকাল ETL (Extract, Transform, Load) প্রক্রিয়া। অন্যান্য শিল্পের মতো, নির্মাণের ডিজিটলাইজেশন শুধুমাত্র বিনিময়ের মানক নয়, বরং বৈচিত্র্যময় তথ্যের সাথে সুস্পষ্টভাবে কাঠামোবদ্ধ কাজের প্রয়োজন।

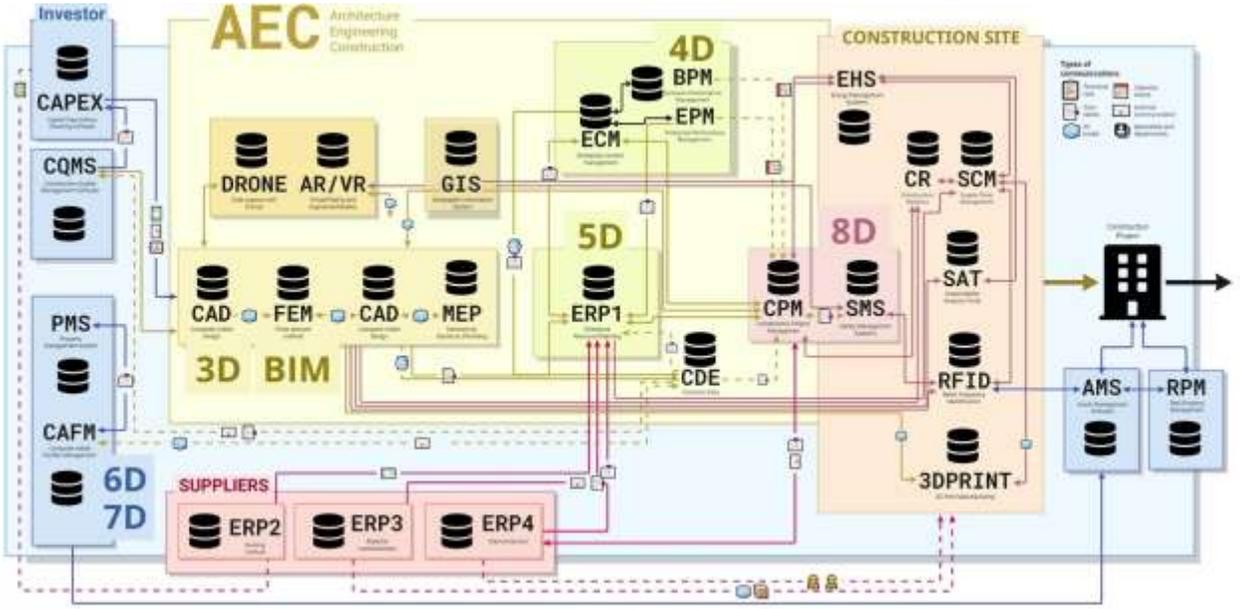
CAD (BIM) ডেটার সম্ভাবনাকে সম্পূর্ণরূপে ব্যবহার করতে, কোম্পানিগুলিকে তাদের তথ্য ব্যবস্থাপনার পদ্ধতি পুনর্বিবেচনা করতে হবে। এটি ডিজিটাল রূপান্তরের একটি মূল উপাদানে নিয়ে যাবে - ডেটার একীকরণ, মানকীকরণ এবং অর্থপূর্ণ কাঠামোবদ্ধকরণ, যার সাথে নির্মাণ শিল্পের বিশেষজ্ঞরা প্রতিদিন কাজ করেন।



অধ্যায় 3.2. ডেটার একীকরণ এবং কাঠামোবদ্ধকরণ

নির্মাণ শিল্পে সিস্টেমে ডেটা পূরণ

বড় কর্পোরেশন বা মাঝারি কোম্পানি হোক, বিশেষজ্ঞরা প্রতিদিন বিভিন্ন ইন্টারফেসের সাথে বিভিন্ন ফরম্যাটের তথ্য (চিত্র 3.21) দিয়ে সফটওয়্যার সিস্টেম এবং ডেটাবেস পূরণ করেন, যা ম্যানেজারদের মাধ্যমে একসাথে কাজ করতে হবে। এই আন্তঃক্রিয়ালীল সিস্টেম এবং প্রক্রিয়ার সমন্বয়ই কোম্পানির জন্য আয় এবং লাভ তৈরি করে।

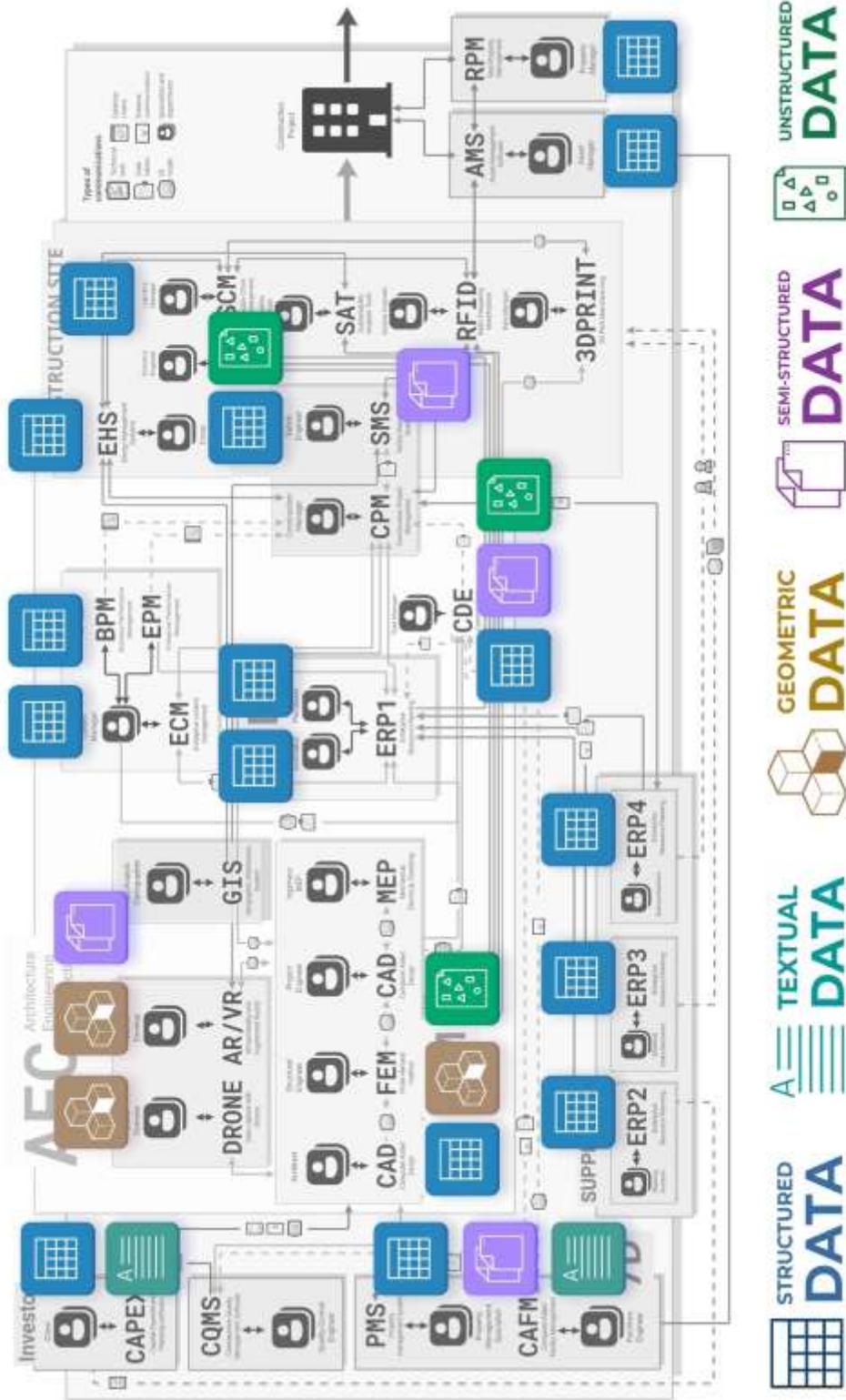


চিত্র 3.21 নির্মাণ ব্যবসায় ব্যবহৃত প্রতিটি সিস্টেম বা অ্যাপ্লিকেশনের ভিত্তিতে একটি জনপ্রিয় RDBMS ডেটাবেস রয়েছে।

পূর্বে উল্লেখিত সিস্টেমের প্রতিটি বিভাগ, যা নির্মাণ শিল্পে ব্যবহৃত হয়, তাদের কার্যকরী ভূমিকার সাথে সম্পর্কিত ডেটার নিজস্ব ধরনের সাথে কাজ করে। বিমূর্ত স্তর থেকে নির্দিষ্ট স্তরে যেতে, আমরা ডেটার প্রকার থেকে তাদের ফরম্যাট এবং নথির রূপে উপস্থাপনে স্থানান্তরিত হচ্ছি।

পূর্বে উপস্থাপিত সিস্টেমের তালিকায় (চিত্র 1.24) আমরা এখন নির্দিষ্ট ফরম্যাট এবং নথির প্রকারগুলি যোগ করব, যেগুলির সাথে তারা প্রায়শই কাজ করে:-

- বিনিয়োগকারী (CAPEX)
 - আর্থিক তথ্য: বাজেট, ব্যয়ের পূর্বাভাস (গঠনমূলক তথ্য)।
 - বাজারের প্রবণতা সম্পর্কিত তথ্য: বাজার বিশ্লেষণ (গঠনমূলক এবং অগঠনমূলক তথ্য)।
 - আইনগত এবং চুক্তিগত তথ্য: চুক্তি (পাঠ্য তথ্য)।



চিত্র 3.22 নির্মাণ শিল্পে বিভিন্ন ইন্টারফেসের সাথে বিভিন্ন ধরনের তথ্য নিয়ে কাজ করা অনেক সিস্টেম ব্যবহার করা হয়।

- ব্যবস্থাপনা সিস্টেম (PMS, CAFM, CQMS)

- প্রকল্পের তথ্য: সময়সূচী, কাজ (গঠনমূলক তথ্য)।
- স্থাপনার রক্ষণাবেক্ষণের তথ্য: রক্ষণাবেক্ষণের পরিকল্পনা (পাঠ্য এবং অর্ধগঠনমূলক তথ্য)।
- গুণমান নিয়ন্ত্রণের তথ্য: মান, পরিদর্শন রিপোর্ট (পাঠ্য এবং অগঠনমূলক তথ্য)।
- CAD, FEM এবং BIM
 - প্রযুক্তিগত অঙ্কন: স্থাপত্য, কাঠামোগত পরিকল্পনা (জ্যামিতিক তথ্য, অগঠনমূলক তথ্য)।
 - ভবনের মডেল: 3D মডেল, উপকরণের তথ্য (জ্যামিতিক এবং অর্ধগঠনমূলক তথ্য)।
 - প্রকৌশল গণনা: লোড বিশ্লেষণ (গঠনমূলক তথ্য)।
- নির্মাণ সাইট ব্যবস্থাপনা সিস্টেম (EHS, SCM)
 - নিরাপত্তা এবং স্বাস্থ্য তথ্য: নিরাপত্তা প্রোটোকল (পাঠ্য এবং গঠনমূলক তথ্য)।
 - সরবরাহ চেইনের তথ্য: মজুদ, অর্ডার (গঠনমূলক তথ্য)।
 - দৈনিক রিপোর্ট: কাজের সময়, উৎপাদনশীলতা (গঠনমূলক তথ্য)।
- ড্রোন, AR/VR, GIS, 3D মুদ্রণ
 - ভূগোল তথ্য: টোপোগ্রাফিক মানচিত্র (জ্যামিতিক এবং গঠনমূলক তথ্য)।
 - বাস্তব সময়ের তথ্য: ভিডিও এবং ছবি (অগঠনমূলক তথ্য)।
 - 3D মুদ্রণের জন্য মডেল: ডিজিটাল অঙ্কন (জ্যামিতিক তথ্য)।
- অতিরিক্ত ব্যবস্থাপনা সিস্টেম (4D BPM, 5D ERP1)
 - সময় এবং খরচের তথ্য: সময়সূচী, বাজেট (গঠনমূলক তথ্য)।
 - পরিবর্তন ব্যবস্থাপনা: প্রকল্প পরিবর্তনের রেকর্ড (পাঠ্য এবং গঠনমূলক তথ্য)।
 - কার্যক্রমের ফলাফল রিপোর্টিং: সাফল্যের সূচক (গঠনমূলক তথ্য)।
- তথ্যের একীকরণ এবং সংযোগ (CDE, RFID, AMS, RPM)
 - তথ্য বিনিময়: নথি বিনিময়, তথ্য মডেল (গঠনমূলক এবং পাঠ্য তথ্য)।
 - RFID এবং ট্র্যাকিং তথ্য: লজিস্টিক, সম্পদ ব্যবস্থাপনা (গঠনমূলক তথ্য)।
 - পর্যবেক্ষণ এবং নিয়ন্ত্রণ: স্থানে সেন্সর (গঠনমূলক এবং অগঠনমূলক তথ্য)।

সুতরাং, নির্মাণ শিল্পের প্রতিটি সিস্টেম— নির্মাণ সাইট ব্যবস্থাপনা সিস্টেম থেকে অপারেশন ডেটাবেস পর্যন্ত— তাদের নিজস্ব তথ্যের প্রকারে কাজ করে: গঠনমূলক, পাঠ্য, জ্যামিতিক এবং অন্যান্য। "তথ্যের ল্যান্ডস্কেপ", যার সাথে প্রতিদিন বিশেষজ্ঞদের কাজ করতে হয়, অত্যন্ত বৈচিত্র্যময়। তবে ফরম্যাটগুলির সহজ তালিকা বাস্তব তথ্যের সাথে কাজের সমস্ত জটিলতা প্রকাশ করে না।

বাস্তবে, কোম্পানিগুলি এমন একটি পরিস্থিতির মুখোমুখি হয় যেখানে তথ্য, সিস্টেম থেকে প্রাপ্ত হলেও, "যেমন আছে" ব্যবহারের জন্য প্রস্তুত নয়। বিশেষ করে এটি পাঠ্য, চিত্র, PDF নথি, CAD ফাইল এবং অন্যান্য ফরম্যাটের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য, যা মানক উপায়ে বিশ্লেষণ করা কঠিন। এই কারণেই পরবর্তী মূল পদক্ষেপ হল তথ্যের রূপান্তর— একটি প্রক্রিয়া, যার মাধ্যমে কার্যকরভাবে প্রক্রিয়াকরণ, বিশ্লেষণ, ভিজুয়লাইজেশন এবং সিদ্ধান্ত গ্রহণের স্বয়ংক্রিয়করণ সম্ভব নয়।

ডেটার রূপান্তর: আধুনিক ব্যবসায়িক বিশ্লেষণের একটি গুরুত্বপূর্ণ ভিত্তি

আজকের দিনে বেশিরভাগ কোম্পানি একটি প্যারাডক্সের সম্মুখীন হচ্ছে: তাদের দৈনন্দিন প্রক্রিয়ার প্রায় ৮০% এখনও ক্লাসিক্যাল স্ট্রাকচারড ডেটার উপর নির্ভর করে — পরিচিত এক্সেল টেবিল এবং রিলেশনাল ডেটাবেস (RDBMS)। তবে, একই সময়ে, ডিজিটাল ইকোসিস্টেমে প্রবাহিত নতুন তথ্যের ৮০% অস্ট্রাকচারড বা দুর্বল স্ট্রাকচারড প্রকৃতির ছবি

৩.২৩)। এটি টেক্সট, গ্রাফিক্স, জ্যামিতি, চিত্র, CAD মডেল, PDF ডকুমেন্টেশন, অডিও এবং ভিডিও রেকর্ডিং, ইলেকট্রনিক যোগাযোগ এবং আরও অনেক কিছু।-

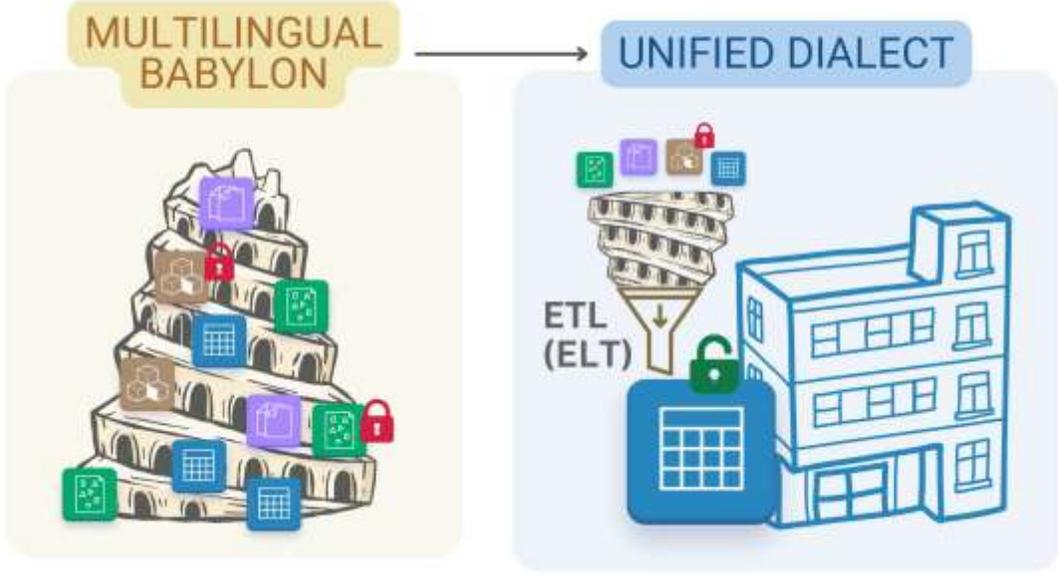
এছাড়াও, অগঠনমূলক তথ্যের পরিমাণ দ্রুত বৃদ্ধি পাচ্ছে - বার্ষিক বৃদ্ধির হার 55-65% হিসাবে মূল্যায়ন করা হয়েছে। এই ধরনের গতিশীলতা বিদ্যমান ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলিতে নতুন তথ্যের সংহতকরণে গুরুতর জটিলতা সৃষ্টি করে। এই বিভিন্ন ফরম্যাটের তথ্যের প্রবাহকে উপেক্ষা করা তথ্যের ফাঁক তৈরি করে এবং কোম্পানির পুরো ডিজিটাল পরিবেশের পরিচালনাযোগ্যতা হ্রাস করে।



ছবি ৩.২৩ বার্ষিক অগঠনমূলক তথ্যের পরিমাণ বৃদ্ধির ফলে ব্যবসায়িক প্রক্রিয়ায় প্রবাহিত তথ্যের সংহতকরণে সমস্যা সৃষ্টি হচ্ছে।

জটিল অ-গঠনমূলক এবং জটিল দুর্বল গঠনমূলক তথ্যকে স্বয়ংক্রিয়করণের প্রক্রিয়ায় উপেক্ষা করা কোম্পানির তথ্যের পরিসরে উল্লেখযোগ্য ফাঁক সৃষ্টি করতে পারে। আধুনিক বিশ্বের নিয়ন্ত্রণহীন এবং প্রবাহিত তথ্যের মধ্যে, কোম্পানিগুলোর জন্য সমস্ত ধরনের তথ্য পরিচালনার জন্য একটি হাইব্রিড পদ্ধতি গ্রহণ করা প্রয়োজন, যা কার্যকরী পদ্ধতিগুলির অন্তর্ভুক্ত।

দক্ষ ডেটা ব্যবস্থাপনার মূল চাবিকাঠি হল বিভিন্ন ধরনের "বাবিলন" ডেটার সংগঠন, কাঠামোবদ্ধকরণ এবং শ্রেণীবিভাগ (অসংগঠিত, টেক্সট এবং জ্যামিতিক ফরম্যাট সহ, সংগঠিত বা দুর্বলভাবে সংগঠিত ডেটাতে)। এই প্রক্রিয়া বিশৃঙ্খল ডেটার একটি ভাণ্ডারকে সংগঠিত কাঠামোতে রূপান্তরিত করে সিস্টেমগুলিতে একীকরণের জন্য, ফলে তাদের ভিত্তিতে সিদ্ধান্ত গ্রহণ সম্ভব হয় (ছবি 3.24)।-



ছবি ৩.২৪ তথ্য ব্যবস্থাপনা বিভাগের প্রধান কাজ হল "বাবিলন" বিভিন্ন এবং বিভিন্ন ফরম্যাটের তথ্যকে একটি কাঠামোবদ্ধ এবং শ্রেণীবদ্ধ সিস্টেমে রূপান্তর করা।

একটি গুরুত্বপূর্ণ বাধা এই ধরনের একীকরণের পথে হল বিভিন্ন ডিজিটাল প্ল্যাটফর্মের মধ্যে নিম্ন স্তরের সামঞ্জস্যতা - "সাইলোস", যা আমরা পূর্ববর্তী অধ্যায়গুলিতে আলোচনা করেছি।

জাতীয় মান ও প্রযুক্তি প্রতিষ্ঠান (NIST, মার্কিন যুক্তরাষ্ট্র) একটি প্রতিবেদনে উল্লেখ করেছে যে বিভিন্ন নির্মাণ প্ল্যাটফর্মের মধ্যে তথ্যের নিম্ন সামঞ্জস্য তথ্যের ক্ষতি এবং উল্লেখযোগ্য অতিরিক্ত খরচের দিকে নিয়ে যায়। ২০০২ সালে সফটওয়্যার সামঞ্জস্যের সমস্যার কারণে মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের মূলধন নির্মাণে ক্ষতির পরিমাণ ছিল ১৫.৮ বিলিয়ন ডলার প্রতি বছর, যেখানে এই ক্ষতির দুই-তৃতীয়াংশ বহন করেন ভবন মালিক এবং অপারেটররা, বিশেষ করে পরিচালনা ও রক্ষণাবেক্ষণের সময়। গবেষণায় আরও উল্লেখ করা হয়েছে যে তথ্যের ফরম্যাটের মানকরণ এই ক্ষতিগুলি কমাতে এবং প্রকল্পের জীবনচক্রের সকল পর্যায়ে কার্যকারিতা বাড়াতে সহায়ক হতে পারে।

ক্রাউডফ্লাওয়ার ২০১৬ সালের একটি গবেষণার অনুযায়ী, যা সারা বিশ্বে ১৬ হাজার ডেটা বিশেষজ্ঞকে অন্তর্ভুক্ত করেছে, প্রধান সমস্যা হলো "ময়লা" এবং বিভিন্ন ফরম্যাটের ডেটা। এই গবেষণার ফলস্বরূপ, সবচেয়ে মূল্যবান সম্পদ হলো বিশেষজ্ঞদের সময়, যা তথ্য প্রস্তুতিতে ব্যয় হয়, এটি মোট ডেটাবেস এবং মেশিন লার্নিং মডেলের চেয়ে বেশি গুরুত্বপূর্ণ।

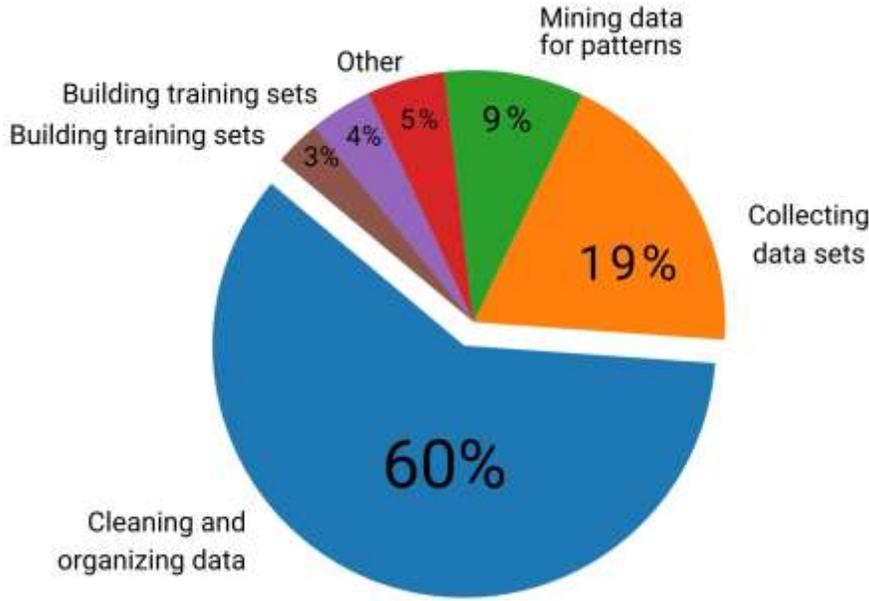
ডেটা বিশ্লেষক এবং ডেটা ম্যানেজারের কাজের সময়ের ৬০ শতাংশ পর্যন্ত সময় পরিষ্কার, ফরম্যাট এবং সংগঠনে ব্যয় হয়। প্রায় এক-পঞ্চমাংশ সময় প্রয়োজনীয় ডেটা সেটগুলি খোঁজার এবং সংগ্রহের জন্য ব্যয় হয়, যা প্রায়শই বিচ্ছিন্ন স্টোরেজে (সাইলোস) লুকানো থাকে এবং বিশ্লেষণের জন্য অপ্রাপ্য। এবং মাত্র ৯ শতাংশ সময় সরাসরি মডেলিং, বিশ্লেষণ, পূর্বাভাস তৈরি এবং হাইপোথিসিস পরীক্ষায় ব্যয় হয়। বাকি সময়টি যোগাযোগ, ভিজুয়লাইজেশন, রিপোর্টিং এবং সহায়ক তথ্য উৎসের গবেষণায় ব্যয় হয়।

গড়ে ডেটা ম্যানেজারের কাজের সময়ের বণ্টন নিম্নরূপ (চিত্র 3.25): -

- ডেটা পরিষ্কার এবং সংগঠন (৬০%): পরিষ্কার এবং কাঠামোবদ্ধ ডেটার উপস্থিতি বিশ্লেষকের কাজের সময় উল্লেখযোগ্যভাবে কমাতে পারে এবং কাজ সম্পন্ন করার প্রক্রিয়াকে ত্বরান্বিত করতে পারে।
- ডেটা সংগ্রহ (১৯%): ডেটা বিজ্ঞানীদের জন্য প্রধান চ্যালেঞ্জ হল প্রাসঙ্গিক ডেটা সেটগুলি খোঁজা। প্রায়শই

কোম্পানির ডেটা এলোমেলোভাবে সংগঠিত "সাইলোস" এ জমা হয়, যা প্রয়োজনীয় তথ্যের অ্যাক্সেসকে জটিল করে তোলে।

- মডেলিং/মেশিন লার্নিং (9%): প্রায়শই ক্লায়েন্টদের পক্ষ থেকে ব্যবসায়িক লক্ষ্যগুলির অস্পষ্টতার কারণে জটিল হয়। স্পষ্ট কাজের নির্ধারণের অভাব এমনকি সবচেয়ে উচ্চমানের মডেলের সম্ভাবনাকেও নষ্ট করতে পারে।
- অন্যান্য কাজ (5%): ডেটা প্রক্রিয়াকরণের পাশাপাশি, বিশ্লেষকদের গবেষণা, বিভিন্ন দিক থেকে ডেটা অধ্যয়ন, ভিজ্যুয়লাইজেশন এবং রিপোর্টের মাধ্যমে ফলাফল যোগাযোগ, পাশাপাশি প্রক্রিয়া এবং কৌশলগুলির অপ্টিমাইজেশনের জন্য সুপারিশ করতে হয়।



চিত্র 3.25 ডেটার সাথে কাজ করা ডেটা ম্যানেজাররা সবচেয়ে বেশি সময় কোথায় ব্যয় করেন (উৎস [70] অনুযায়ী)।

এই মূল্যায়নগুলি অন্যান্য গবেষণার দ্বারা নিশ্চিত করা হয়েছে। 2015 সালে BizReport-এ প্রকাশিত Xplenty গবেষণার অনুযায়ী, ব্যবসায়িক বিশ্লেষণ (BI) বিশেষজ্ঞদের 50% থেকে 90% সময় বিশ্লেষণের জন্য ডেটা প্রস্তুতিতে ব্যয় হয়।

ডেটা পরিষ্কার, যাচাইকরণ এবং সংগঠন সমস্ত পরবর্তী ডেটা প্রক্রিয়াকরণ এবং বিশ্লেষণের জন্য একটি সমালোচনামূলক ভিত্তি তৈরি করে, যা ডেটা বিশেষজ্ঞদের সময়ের 90% পর্যন্ত ব্যয় করে।

এই পরিশ্রমী কাজ, যা শেষ ব্যবহারকারীর জন্য অদৃশ্য, তা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। প্রাথমিক ডেটায় ত্রুটি অবশ্যম্ভাবিকভাবে বিশ্লেষণের ফলাফলকে বিকৃত করে, বিভ্রান্তি সৃষ্টি করে এবং ব্যয়বহুল ব্যবস্থাপনা ত্রুটির দিকে নিয়ে যেতে পারে। এই কারণেই ডেটা পরিষ্কার এবং মানকরণের প্রক্রিয়া - ডুপ্লিকেটগুলি অপসারণ করা এবং ফাঁক পূরণ করা থেকে শুরু করে পরিমাপের এককগুলির সমন্বয় এবং একটি সাধারণ মডেলে নিয়ে আসা - আধুনিক ডিজিটাল কৌশলের একটি মূল ভিত্তি হয়ে উঠছে।

অতএব, যত্নশীল রূপান্তর, পরিষ্কার এবং ডেটা মানকরণ কেবলমাত্র বিশেষজ্ঞদের সময়ের একটি বড় অংশ (ডেটার সাথে কাজের 80% পর্যন্ত) ব্যয় করে না, বরং আধুনিক ব্যবসায়িক প্রক্রিয়ার মধ্যে তাদের কার্যকর ব্যবহারের সম্ভাবনাকেও নির্ধারণ করে। তবে, কেবল ডেটা সংগঠন এবং পরিষ্কারকরণ কোম্পানির তথ্য প্রবাহের সর্বোত্তম

ব্যবস্থাপনার কাজকে সম্পূর্ণ করে না। সংগঠন এবং কাঠামোর পর্যায়ে একটি উপযুক্ত ডেটা মডেলের নির্বাচন করা হয়, যা পরবর্তী ডেটা প্রক্রিয়াকরণের পর্যায়ে তথ্যের সাথে কাজের সুবিধা এবং কার্যকারিতাকে সরাসরি প্রভাবিত করে।

যেহেতু তথ্য এবং ব্যবসার লক্ষ্য ভিন্ন, তাই তথ্য মডেলের বৈশিষ্ট্যগুলি বোঝা এবং প্রয়োজনীয় কাঠামো নির্বাচন বা তৈরি করতে সক্ষম হওয়া গুরুত্বপূর্ণ। কাঠামোর স্তর এবং উপাদানের মধ্যে সম্পর্ক বর্ণনা করার পদ্ধতির উপর ভিত্তি করে, তিনটি প্রধান মডেল চিহ্নিত করা হয়: কাঠামোবদ্ধ, দুর্বল কাঠামোবদ্ধ এবং গ্রাফ মডেল। প্রতিটি মডেল বিভিন্ন কাজের জন্য উপযুক্ত এবং এর নিজস্ব শক্তি এবং দুর্বলতা রয়েছে।

ডেটার মডেল: ডেটার মধ্যে সম্পর্ক এবং উপাদানের মধ্যে সংযোগ

তথ্য ব্যবস্থাপনায় বিভিন্নভাবে সংগঠিত হয় – তথ্য সংরক্ষণ, প্রক্রিয়াকরণ এবং স্থানান্তরের জন্য প্রয়োজনীয়তার উপর ভিত্তি করে। তথ্য মডেলের মধ্যে মূল পার্থক্য হল তথ্যের সংরক্ষণ পদ্ধতি, যা কাঠামোর স্তর এবং উপাদানের মধ্যে সম্পর্ক বর্ণনা করার পদ্ধতির উপর নির্ভর করে।

কাঠামোবদ্ধ তথ্যের একটি স্পষ্ট এবং পুনরাবৃত্তিমূলক ক্ষিমা রয়েছে: এগুলি নির্দিষ্ট কলাম সহ টেবিলের আকারে সংগঠিত। এই ফরম্যাটটি পূর্বাভাসযোগ্যতা, প্রক্রিয়াকরণের সহজতা এবং SQL প্রশ্ন, ফিল্টারিং এবং সমষ্টিগতকরণের সময় কার্যকারিতা নিশ্চিত করে। উদাহরণস্বরূপ – ডেটাবেস (RDBMS), এক্সেল, CSV।

দুর্বল কাঠামোবদ্ধ তথ্যগুলি নমনীয় কাঠামোকে অনুমোদন করে: বিভিন্ন উপাদান বিভিন্ন অ্যাট্রিবিউটের সেট ধারণ করতে পারে এবং শ্রেণীবদ্ধ আকারে সংরক্ষিত হতে পারে। উদাহরণস্বরূপ – JSON, XML বা অন্যান্য ডকুমেন্ট ফরম্যাট। এই তথ্যগুলি তখন সুবিধাজনক যখন জটিল বস্তু এবং তাদের মধ্যে সম্পর্ক মডেল করা প্রয়োজন, তবে অন্যদিকে, এটি তথ্য বিশ্লেষণ এবং মানকীকরণকে জটিল করে তোলে।

| | Data Model | Storage Format | Example |
|---|--------------|----------------|---|
|  | Relational | CSV, SQL | A table of doors in Excel |
|  | Hierarchical | JSON, XML | Nested door objects inside a room |
|  | Graph-based | RDF, GraphDB | Relationships between building elements |

মডেল তথ্য – এটি একটি যৌক্তিক কাঠামো, যা বর্ণনা করে কিভাবে তথ্য সংগঠিত, সংরক্ষিত এবং ব্যবস্থাপনা করা হয়।

উপযুক্ত ফরম্যাটের নির্বাচন কাজের উপর নির্ভর করে:

- যদি ফিল্টারিং এবং বিশ্লেষণের গতি গুরুত্বপূর্ণ হয় – তবে রিলেশনাল টেবিল (SQL, CSV, RDBMS, কলাম ভিত্তিক ডেটাবেস) ব্যবহার করা যেতে পারে।
- যদি কাঠামোর নমনীয়তা প্রয়োজন হয় – তবে JSON বা XML ব্যবহার করা উত্তম।

- যদি তথ্যগুলির মধ্যে জটিল সম্পর্ক থাকে – গ্রাফ ডেটাবেসগুলি দৃশ্যমানতা এবং স্কেলেবিলিটি নিশ্চিত করে।

ক্লাসিক্যাল রিলেশনাল ডেটাবেস (RDBMS) এ প্রতিটি সত্তা (যেমন, দরজা) একটি সারিতে উপস্থাপিত হয়, এবং এর বৈশিষ্ট্যগুলি টেবিলের কলাম। উদাহরণস্বরূপ, "দরজা" বিভাগের উপাদানের একটি টেবিলের মধ্যে ID, উচ্চতা, প্রস্থ, অগ্নি প্রতিরোধ এবং রুম ID এর মতো ক্ষেত্র থাকতে পারে, যা ঘর নির্দেশ করে।

ক্লাসিক্যাল রিলেশনাল ডেটাবেস (RDBMS) এ সম্পর্কগুলি টেবিলের আকারে গঠিত হয়, যেখানে প্রতিটি রেকর্ড একটি বস্তু উপস্থাপন করে, এবং কলামগুলি তার প্যারামিটার। টেবিলের ফরম্যাটে প্রকল্পের দরজার তথ্য এভাবে দেখা যায়, যেখানে প্রতিটি সারি একটি পৃথক উপাদান - দরজা, যার একটি অনন্য পরিচয় এবং বৈশিষ্ট্য রয়েছে, এবং ঘরের সাথে সম্পর্ক "রুম আইডি" প্যারামিটারের মাধ্যমে প্রতিষ্ঠিত হয়।



| Door ID | Room ID | Height (mm) | Width (mm) | Fireproof |
|---------|---------|-------------|------------|-----------|
| ID1001 | 101 | 2000 | 900 | Yes |
| ID1002 | 101 | 2100 | 800 | No |
| ID1003 | 102 | 2000 | 850 | Yes |

প্রকল্পের "দরজা" বিভাগের তিনটি উপাদানের তথ্য টেবিলের কাঠামোবদ্ধ ফরম্যাটে /

দুর্বল কাঠামোবদ্ধ ফরম্যাটে, যেমন JSON বা XML, তথ্যগুলি শ্রেণীবদ্ধ বা নেস্টেড আকারে সংরক্ষিত হয়, যেখানে উপাদানগুলি অন্য বস্তু ধারণ করতে পারে এবং তাদের কাঠামো পরিবর্তিত হতে পারে। এটি উপাদানের মধ্যে জটিল সম্পর্ক মডেল করতে সহায়তা করে। প্রকল্পের দরজার তথ্য, যা কাঠামোবদ্ধ ফরম্যাটে (রিস. 3.27) রেকর্ড করা হয়েছিল, দুর্বল কাঠামোবদ্ধ ফরম্যাট (JSON) এ এভাবে উপস্থাপিত হয় (রিস. 3.28), যা ঘরের (রুম - আইডি) মধ্যে নেস্টেড অবজেক্ট হিসাবে পরিণত হয়, যা হায়ারার্কি প্রতিফলিত করে।-

```

1 {
2   "Rooms": [
3     {
4       "ID": 101,
5       "Doors": [
6         {"ID": 1, "Height": 2000, "Width": 900, "Fireproof": "Yes"},
7         {"ID": 2, "Height": 2100, "Width": 800, "Fireproof": "No"}
8       ]
9     },
10    {
11     "ID": 102,
12     "Doors": [
13       {"ID": 3, "Height": 2000, "Width": 850, "Fireproof": "Yes"}
14     ]
15   }
16 ]
17 }
18

```

প্রকল্পের "দরজা" বিভাগের উপাদানের তথ্য JSON ফরম্যাটে /

গ্রাফ মডেলে তথ্যগুলি নোড (শিখর) এবং তাদের মধ্যে সংযোগ (এজ) আকারে উপস্থাপিত হয়। এটি বস্তু এবং তাদের বৈশিষ্ট্যগুলির মধ্যে জটিল সম্পর্কগুলি স্পষ্টভাবে প্রদর্শন করতে সক্ষম করে। প্রকল্পে দরজা এবং কক্ষের তথ্যের ক্ষেত্রে, গ্রাফিক উপস্থাপনাটি নিম্নরূপ দেখায়:

- নোড (শিখর) প্রধান সত্তাগুলিকে উপস্থাপন করে: কক্ষ (Room 101, Room 102) এবং দরজা (ID1001, ID1002, ID1003)
- এজ (সংযোগ) এই সত্তাগুলির মধ্যে সম্পর্কগুলি দেখায়, উদাহরণস্বরূপ, একটি নির্দিষ্ট কক্ষে দরজার অন্তর্ভুক্তি
- বৈশিষ্ট্যগুলি নোডগুলির সাথে যুক্ত এবং সত্তাগুলির গুণাবলী ধারণ করে (দরজার জন্য উচ্চতা, প্রস্থ, অগ্নি প্রতিরোধ)

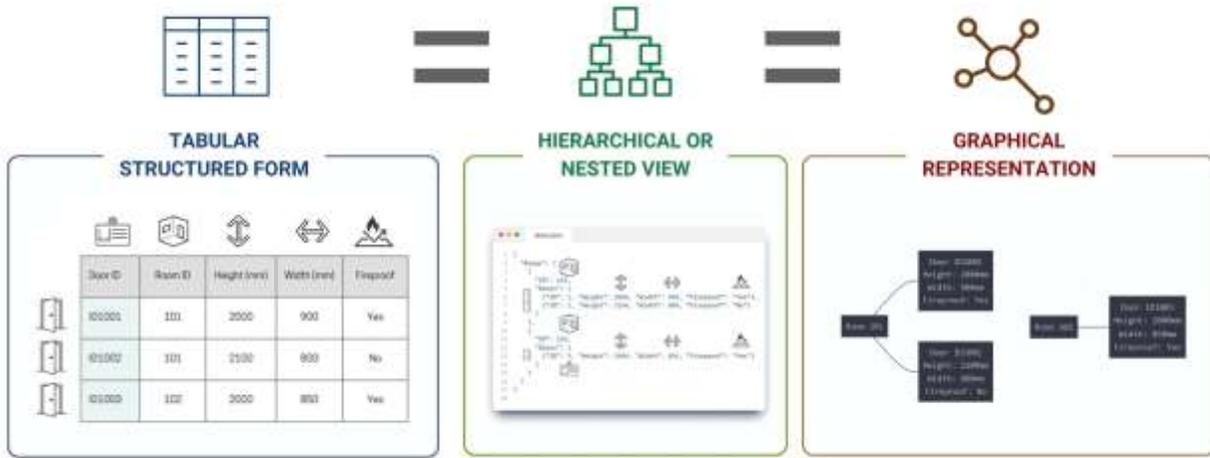


রিস. 3.29 প্রকল্পের দরজার সত্তাগুলির তথ্য গ্রাফিক উপস্থাপনায় /

গ্রাফ মডেলে দরজার বর্ণনাগুলি, প্রতিটি কক্ষ এবং প্রতিটি দরজা আলাদা নোড। দরজাগুলি কক্ষগুলির সাথে এজের মাধ্যমে সংযুক্ত, যা একটি নির্দিষ্ট কক্ষে দরজার অন্তর্ভুক্তি নির্দেশ করে। এই প্রক্রিয়ায়, দরজার বৈশিষ্ট্যগুলি (উচ্চতা, প্রস্থ, অগ্নি প্রতিরোধ) সংশ্লিষ্ট নোডের গুণাবলী হিসাবে সংরক্ষিত হয়। গ্রাফিক ফরম্যাট এবং নির্মাণ শিল্পে গ্রাফিক অর্থনীতি কিভাবে উদ্ভূত হয়েছে সে সম্পর্কে আরও আলোচনা করা হবে অধ্যায় "নির্মাণে অর্থনীতি এবং অন্টোলজির উদ্ভব" এ।

গ্রাফ ডেটাবেসগুলি কার্যকরী হয় যখন তথ্যের চেয়ে সম্পর্কগুলি বেশি গুরুত্বপূর্ণ, যেমন সুপারিশকৃত সিস্টেম, রুটিং সিস্টেম বা প্রকল্প ব্যবস্থাপনার জটিল সম্পর্কগুলি মডেল করার সময়। গ্রাফিক ফরম্যাট নতুন সম্পর্ক তৈরি করা সহজ করে, স্টোরেজের কাঠামো পরিবর্তন না করে নতুন ধরনের তথ্য যোগ করতে দেয়। তবে, সম্পর্কিত টেবিল এবং কাঠামোগত ফরম্যাটগুলির তুলনায়, গ্রাফে অতিরিক্ত সম্পর্কিত তথ্য নেই - দুই-মাত্রিক ডেটাবেস থেকে গ্রাফে রূপান্তর সম্পর্কের সংখ্যা বাড়ায় না এবং নতুন তথ্য পাওয়ার সুযোগ দেয় না।

তথ্যের ফর্ম এবং স্কিমা নির্দিষ্ট ব্যবহারের কেস এবং সমাধান করা সমস্যাগুলির সাথে সঙ্গতিপূর্ণ হতে হবে। ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলিতে কার্যকরীভাবে কাজ করার জন্য, সেই সরঞ্জাম এবং তথ্য মডেলগুলি ব্যবহার করা গুরুত্বপূর্ণ যা দ্রুত এবং সহজে ফলাফল অর্জনে সহায়তা করে।



রিস. 3.210 প্রকল্পের উপাদানগুলির একই তথ্য বিভিন্ন ফরম্যাটে বিভিন্ন তথ্য মডেল ব্যবহার করে সংরক্ষণ করা যেতে পারে।

আজকের দিনে বেশিরভাগ বড় কোম্পানি অতিরিক্ত জটিলতার সমস্যার সম্মুখীন হচ্ছে। শত শত বা হাজার হাজার অ্যাপ্লিকেশন প্রতিটি তাদের নিজস্ব তথ্য মডেল ব্যবহার করে, যা অতিরিক্ত জটিলতা সৃষ্টি করে - একটি পৃথক মডেল প্রয়োজনীয়তার তুলনায় প্রায় দশগুণ জটিল হতে পারে, এবং সমস্ত মডেলের সমষ্টি হাজারগুণ জটিল। এই অতিরিক্ত জটিলতা বিকাশকারী এবং শেষ ব্যবহারকারীদের কাজকে উল্লেখযোগ্যভাবে কঠিন করে তোলে।

এই জটিলতা কোম্পানির সিস্টেমের উন্নয়ন এবং রক্ষণাবেক্ষণের উপর গুরুতর সীমাবদ্ধতা আরোপ করে। মডেলে প্রতিটি নতুন উপাদান অতিরিক্ত কোড, নতুন লজিকের বাস্তবায়ন, বিস্তারিত পরীক্ষণ এবং ইতিমধ্যে বিদ্যমান সমাধানের জন্য অভিযোজনের প্রয়োজন। সবকিছুই খরচ বাড়ায় এবং কোম্পানির স্বয়ংক্রিয়করণের দলের কাজকে ধীর করে, এমনকি সহজ কাজগুলিকেও ব্যয়বহুল এবং শ্রমসাধ্য প্রক্রিয়ায় পরিণত করে।

জটিলতা তথ্য স্থাপনার সব স্তরকে প্রভাবিত করে। সম্পর্কিত ডেটাবেসে এটি টেবিল এবং কলামের সংখ্যা বৃদ্ধির মাধ্যমে প্রকাশ পায়, যা প্রায়শই অতিরিক্ত হয়। অবজেক্ট-ওরিয়েন্টেড সিস্টেমে জটিলতা অনেক ক্লাস এবং পারস্পরিক সম্পর্কিত বৈশিষ্ট্যের কারণে বৃদ্ধি পায়। XML বা JSON ধরনের ফরম্যাটে জটিলতা জটিল নেস্টেড স্ট্রাকচার, ইউনিক কী এবং অসংগত স্কিমার মাধ্যমে প্রকাশ পায়।

অতিরিক্ত জটিলতা মডেলগুলিকে কেবল কম কার্যকরীই করে না, বরং শেষ ব্যবহারকারীদের জন্য এবং ভবিষ্যতে বড় ভাষার মডেল এবং LLM এজেন্টদের জন্য বোঝার জন্য কঠিন করে তোলে। তথ্যের বোঝাপড়া এবং মডেলগুলির জটিলতা এবং তাদের প্রক্রিয়াকরণের সমস্যা এই প্রশ্নটি উত্থাপন করে: কীভাবে নিশ্চিত করা যায় যে তথ্যগুলি যথেষ্ট সহজে ব্যবহার করা যায়, যাতে সেগুলি সত্যিই দ্রুত সুবিধা আনতে শুরু করে।

এমনকি সঠিকভাবে মডেলগুলি নির্বাচন করলেও, তাদের ব্যবহারিক উপকারিতা নাটকীয়ভাবে হ্রাস পায় যদি তথ্যের অ্যাক্সেস সীমিত থাকে। প্রোপ্রাইটারি ফরম্যাট এবং বন্ধ প্ল্যাটফর্মগুলি একীকরণে বাধা দেয়, স্বয়ংক্রিয়করণকে জটিল করে এবং কোম্পানিকে তাদের নিজস্ব তথ্যের উপর নিয়ন্ত্রণ হারাতে বাধ্য করে, যা নতুন তথ্যের একটি সিলো তৈরি করে না, বরং একটি লকড সিলো তৈরি করে, যার চাবি শুধুমাত্র বিক্রেতার অনুমতি দ্বারা পাওয়া যায়। সমস্যা বোঝার জন্য, এটি গুরুত্বপূর্ণ যে কীভাবে সিস্টেমের বন্ধন ডিজিটাল প্রক্রিয়াগুলিকে নির্মাণে প্রভাবিত করে তা বিবেচনা করা।

মালিকানাধীন ফরম্যাট এবং ডিজিটাল প্রক্রিয়াগুলিতে তাদের প্রভাব

ডিজিটলাইজেশনের সময় নির্মাণ কোম্পানিগুলি যে একটি মূল সমস্যার মুখোমুখি হয় তা হল তথ্যের সীমিত অ্যাক্সেস। এটি সিস্টেমের একীকরণকে জটিল করে, তথ্যের গুণমান কমিয়ে দেয় এবং কার্যকর প্রক্রিয়াগুলির সংগঠনকে জটিল করে। এই সমস্যাগুলির ভিত্তিতে প্রায়শই প্রোপ্রাইটারি ফরম্যাট এবং বন্ধ সফটওয়্যার সমাধানের ব্যবহার থাকে।

দুঃখজনকভাবে, এখনও অনেক প্রোগ্রাম, যা নির্মাণ শিল্পে ব্যবহৃত হয়, ব্যবহারকারীকে কেবল তাদের নিজস্ব ফরম্যাটে বা ক্লাউড স্টোরেজে তথ্য সংরক্ষণ করতে দেয়, যার অ্যাক্সেস শুধুমাত্র কঠোরভাবে সীমিত ইন্টারফেসের মাধ্যমে সম্ভব। এই সময়ে, প্রায়শই এই ধরনের সমাধানগুলি বৃহত্তর বিক্রেতাদের আরও বন্ধ সিস্টেমের উপর নির্ভর করে নির্মিত হয়। ফলস্বরূপ, এমনকি যারা আরও খোলামেলা স্থাপত্য প্রস্তাব করতে চায়, তারা বড় বিক্রেতাদের দ্বারা নির্ধারিত নিয়ম মেনে চলতে বাধ্য হয়।

আধুনিক নির্মাণ তথ্য ব্যবস্থাপনা সিস্টেমগুলি ক্রমবর্ধমানভাবে খোলামেলা ফরম্যাট এবং মানদণ্ড সমর্থন করছে, CAD- (BIM)-সাধনাগুলি এবং সম্পর্কিত ERP এবং CAFM সিস্টেমগুলি শিল্পের ডিজিটাল ল্যান্ডস্কেপে বিচ্ছিন্ন প্রোপ্রাইটারি "দ্বীপ" হিসেবে রয়ে গেছে।-



বন্ধ এবং প্রোপাইটারি তথ্যের প্রকৃতি একীকরণ এবং তথ্যের অ্যাক্সেসের জন্য বাধা সৃষ্টি করে।

ফরম্যাট এবং প্রোটোকলের বন্ধন এবং একচেটিয়াকরণ কেবল নির্মাণ শিল্পের সমস্যা নয়। অর্থনীতির অনেক খাতে বন্ধ মান এবং সীমিত তথ্য অ্যাক্সেসের বিরুদ্ধে লড়াই শুরু হয়েছে উদ্ভাবনের গতি ধীর করার মাধ্যমে, নতুন খেলোয়াড়দের জন্য কৃত্রিম বাধার অস্তিত্ব এবং বড় সরবরাহকারীদের উপর নির্ভরশীলতা বাড়ানোর মাধ্যমে। তথ্যের গুরুত্ব বৃদ্ধির প্রেক্ষাপটে, অ্যান্টিমোনোপলি কর্তৃপক্ষ নতুন ডিজিটাল বাজারের সাথে সম্পর্কিত চ্যালেঞ্জগুলিতে প্রতিক্রিয়া জানাতে সময় পাচ্ছে না, এবং ফলস্বরূপ, বন্ধ ফরম্যাট এবং তথ্যের বন্ধ অ্যাক্সেস কার্যত ডিজিটাল "সীমান্ত" হয়ে উঠছে, যা তথ্যের প্রবাহ এবং বৃদ্ধিকে বাধা দেয়।

যদি যন্ত্রগুলি আমাদের প্রয়োজনীয় সবকিছু উৎপাদন করে, তবে আমাদের অবস্থান নির্ভর করবে এই সম্পদগুলির বণ্টনের উপর। সবাই তখনই প্রাচুর্যে জীবনযাপন করতে পারবে, যদি যন্ত্রগুলির দ্বারা উৎপাদিত সম্পদ সাধারণ সম্পত্তিতে পরিণত হয়। অন্যথায়, বেশিরভাগ মানুষ ভয়াবহ দারিদ্র্যে বাস করতে বাধ্য হবে, যদি যন্ত্রের মালিকরা সম্পদের পুনর্বণ্টনের বিরুদ্ধে সফলভাবে লবিং করতে পারে। আপাতত, মনে হচ্ছে সবকিছু দ্বিতীয় বিকল্পের দিকে এগিয়ে যাচ্ছে, প্রযুক্তি আরও বেশি অসমতার দিকে নিয়ে যাচ্ছে।

– স্টিফেন হকিং, জ্যোতির্বিজ্ঞানী, ২০১৫

Monopolies or tight control over critical data formats

Telecommunications:
Proprietary Protocols

1970s-1980s

Computing Industry:
Open Source Movement

1980s

Document Formats:
PDFs and DOCs

Late 1980s to 1990s

Web Browsing:
Browser Wars

Mid-1990s to early 2000s

Media:
Audio and Video Codecs

1990s-2000s



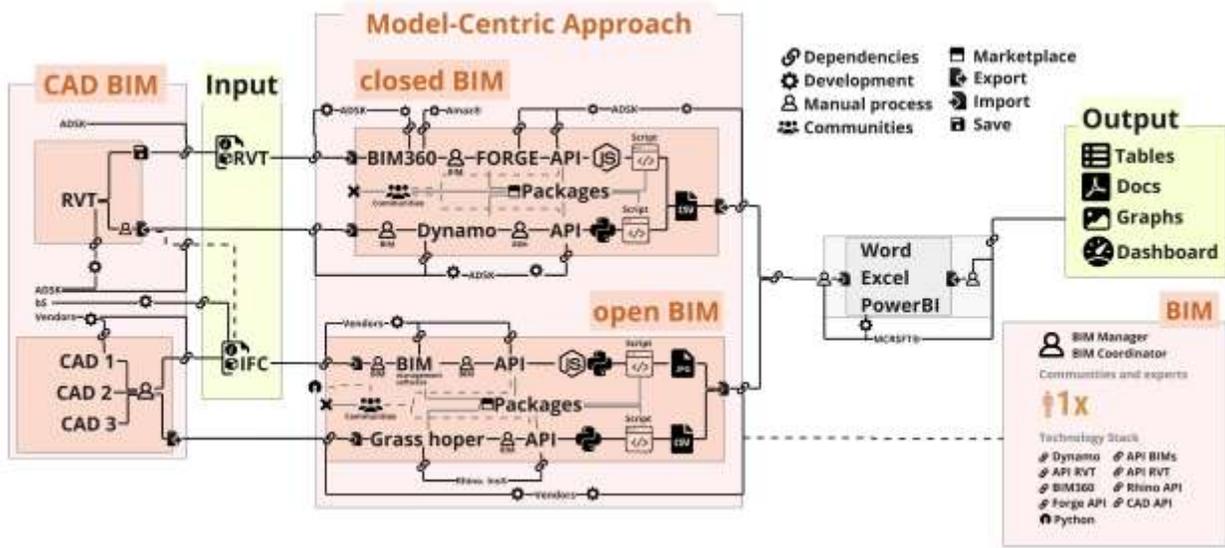
চিত্র ৩.২১২ মূল ফরম্যাট এবং ডেটা প্রোটোকলের উপর একচেটিয়া মালিকানা নির্মাণ শিল্পের জন্য একটি ব্যতিক্রমী সমস্যা নয় /

ফলস্বরূপ, সফটওয়্যার ডেটাবেসের বন্ধ অ্যাক্সেসের কারণে, নির্মাণ শিল্পে ডেটা অ্যাক্সেস, প্রক্রিয়াকরণ এবং স্বয়ংক্রিয়তার জন্য অ্যাপ্লিকেশন তৈরি করা ডেটা ম্যানেজার, বিশ্লেষক, আইটি বিশেষজ্ঞ এবং ডেভেলপাররা আজ অনেক সফটওয়্যার সরবরাহকারীর উপর নির্ভরশীলতার মুখোমুখি হচ্ছেন। এই নির্ভরশীলতা অতিরিক্ত অ্যাক্সেস স্তরের মাধ্যমে বিশেষায়িত API সংযোগ এবং বিশেষ সরঞ্জাম ও সফটওয়্যার তৈরির প্রয়োজনীয়তা তৈরি করে।-

API (অ্যাপ্লিকেশন প্রোগ্রামিং ইন্টারফেস) হল একটি আনুষ্ঠানিক ইন্টারফেস, যার মাধ্যমে একটি প্রোগ্রাম অন্যটির সাথে যোগাযোগ করতে পারে, ডেটা এবং কার্যকারিতা বিনিময় করে, সোর্স কোডে প্রবেশের প্রয়োজন ছাড়াই। API বর্ণনা করে, বাইরের সিস্টেম কোন ধরনের অনুরোধ করতে পারে, সেগুলি কোন ফরম্যাটে হওয়া উচিত এবং তারা কোন ধরনের প্রতিক্রিয়া পাবে। এটি সফটওয়্যার মডিউলগুলির মধ্যে একটি মানক "চুক্তি"।

বন্ধ সমাধানের উপর প্রচুর নির্ভরশীলতা পুরো কোড আর্কিটেকচার এবং কোম্পানির ব্যবসায়িক প্রক্রিয়ার লজিককে "স্প্যাগেটি আর্কিটেকচার" এ পরিণত করে, যা সফটওয়্যার সরবরাহকারীর নীতির উপর নির্ভরশীলতা দ্বারা ডেটার মানসম্মত অ্যাক্সেসের জন্য।

বন্ধ সমাধান এবং প্ল্যাটফর্মের উপর নির্ভরশীলতা কেবল নমনীয়তার ক্ষতি করে না, বরং বাস্তব ব্যবসায়িক ঝুঁকির সৃষ্টি করে। লাইসেন্সিংয়ের শর্তাবলী পরিবর্তন, ডেটার অ্যাক্সেস বন্ধ করা, ফরম্যাট বা API এর কাঠামো পরিবর্তন – এগুলি সবই গুরুত্বপূর্ণ প্রক্রিয়াগুলিকে ব্লক করতে পারে। হঠাৎ দেখা যায় যে একটি টেবিল আপডেট করতে পুরো ইন্ট্রেশন এবং কানেক্টরের ব্লকটি পুনর্নির্মাণের প্রয়োজন হয়, এবং সফটওয়্যার বা সরবরাহকারীর API এর যে কোনও ব্যাপক আপডেট কোম্পানির পুরো সিস্টেমের স্থিতিশীলতার জন্য একটি সম্ভাব্য হুমকি হয়ে দাঁড়ায়।-



চিত্র ৩.২১৩ CAD ডেটা প্রক্রিয়াকরণের সময় প্রচুর নির্ভরশীলতার উদাহরণ নির্মাণ কোম্পানির ডেটা ইকোসিস্টেমে ডেটা ইন্টিগ্রেশনের জন্য বাধা সৃষ্টি করে /

এমন পরিস্থিতিতে, ডেভেলপার এবং সিস্টেম আর্কিটেক্চার অগ্রগতির জন্য নয়, বরং বেঁচে থাকার জন্য কাজ করতে বাধ্য হন। নতুন সমাধান বাস্তবায়নের পরিবর্তে – তারা অভিযোজিত হয়। উন্নয়নের পরিবর্তে – তারা সামঞ্জস্য বজায় রাখার চেষ্টা করে। প্রক্রিয়াগুলিকে স্বয়ংক্রিয় এবং ত্বরান্বিত করার পরিবর্তে, তারা পরবর্তী বন্ধ ইন্টারফেস, API ডকুমেন্টেশন এবং অবিরাম কোড পুনর্গঠনের অধ্যয়নে সময় ব্যয় করে।

বন্ধ ফরম্যাট এবং সিস্টেমের সাথে কাজ করা শুধুমাত্র একটি প্রযুক্তিগত সমস্যা নয় - এটি একটি কৌশলগত সীমাবদ্ধতা। আধুনিক অটোমেশন প্রযুক্তি, কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা, LLM এবং পূর্বাভাসমূলক বিশ্লেষণের দ্বারা প্রদত্ত স্পষ্ট সুযোগ সত্ত্বেও, অনেক কোম্পানি তাদের সম্ভাবনা সম্পূর্ণরূপে বাস্তবায়ন করতে অক্ষম। এবং প্রোপ্রাইটারি ফরম্যাট দ্বারা নির্মিত বাধাগুলি ব্যবসাকে তাদের নিজস্ব ডেটায় প্রবেশাধিকার থেকে বঞ্চিত করে। এবং এখানে, সম্ভবত, নির্মাণের ডিজিটাল রূপান্তরের প্রধান পরিহাস নিহিত রয়েছে। -

ডেটার স্বচ্ছতা এবং সিস্টেমের উন্মুক্ততা একটি বিলাসিতা নয়, বরং গতি এবং কার্যকারিতার জন্য একটি প্রয়োজনীয় শর্ত। উন্মুক্ততার অভাবে, ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলি অপ্রয়োজনীয় প্রশাসনিক জটিলতা, বহুস্তরীয় অনুমোদনের শৃঙ্খলা এবং HiPPO নীতির উপর বাড়তি নির্ভরশীলতা দ্বারা পূর্ণ হয় - যা সর্বোচ্চ বেতনপ্রাপ্ত ব্যক্তির মতামতের ভিত্তিতে সিদ্ধান্ত গ্রহণের প্রক্রিয়া।

তবুও, দিগন্তে একটি প্যারাডাইম পরিবর্তন গঠিত হচ্ছে। প্রোপ্রাইটারি সমাধানের আধিপত্য সত্ত্বেও, আরও বেশি কোম্পানি চতুর্থ শিল্প বিপ্লবের চেতনায় নির্মিত স্থাপত্যের সীমাবদ্ধতা উপলব্ধি করেছে। আজকের দিকনির্দেশনা পঞ্চম বিপ্লবের নীতির দিকে স্থানান্তরিত হচ্ছে, যেখানে ডেটা একটি কৌশলগত সম্পদ, উন্মুক্ত ইন্টারফেস (API) এবং সিস্টেমগুলির মধ্যে প্রকৃত আন্তঃঅপারেবিলিটি কেন্দ্রে রয়েছে।

এই পরিবর্তনটি বন্ধ ইকোসিস্টেম থেকে নমনীয়, মডুলার ডিজিটাল স্থাপত্যের দিকে সরে যাওয়ার চিহ্ন, যেখানে খোলামেলা ফরম্যাট, মান এবং ডেটা বিনিময়ের স্বচ্ছতা একটি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

খোলা ফরম্যাট ডিজিটাইজেশনের প্রতি দৃষ্টিভঙ্গি পরিবর্তন করছে।

নির্মাণ শিল্প বন্ধুত্ব এবং প্রোপ্রাইটারি ডেটার সমস্যার দিকে একেবারে শেষের দিকে এসেছে। অন্যান্য অর্থনৈতিক ক্ষেত্রের তুলনায়, এখানে ডিজিটাইজেশন ধীর গতিতে বিকশিত হয়েছে। এর কারণগুলির মধ্যে রয়েছে শিল্পের ঐতিহ্যগত রক্ষণশীলতা, বিচ্ছিন্ন স্থানীয় সমাধানের আধিক্য এবং কাগজপত্রের গভীরভাবে প্রতিষ্ঠিত ব্যবস্থাপনা। দশক ধরে, নির্মাণের মূল প্রক্রিয়াগুলি শারীরিক অঙ্কন, ফোন কল এবং অসিক্সোনাইজড ডেটাবেসের উপর নির্ভরশীল ছিল। এই প্রেক্ষাপটে, বন্ধ ফরম্যাট দীর্ঘ সময় ধরে একটি বাধা হিসেবে নয়, বরং একটি স্বাভাবিক বিষয় হিসেবে বিবেচিত হয়েছে।

অন্যান্য শিল্পের অভিজ্ঞতা দেখায়: বন্ধ ডেটার সাথে সম্পর্কিত বাধাগুলি দূর করা উদ্ভাবনের বিস্তারিত, উন্নয়নের গতি এবং প্রতিযোগিতার বৃদ্ধির দিকে নিয়ে যায়। বিজ্ঞানে, উন্মুক্ত ডেটার বিনিময় আবিষ্কারকে ত্বরান্বিত করতে এবং আন্তর্জাতিক সহযোগিতা উন্নয়ন করতে সহায়তা করে। চিকিৎসায়, এটি নির্ণয় এবং চিকিৎসার কার্যকারিতা বাড়ায়। সফটওয়্যার প্রকৌশলে, এটি সহযোগিতামূলক সৃজনশীলতার এবং পণ্যের দ্রুত উন্নতির জন্য ইকোসিস্টেম তৈরি করে।

McKinsey-এর রিপোর্ট অনুযায়ী "উন্মুক্ত ডেটা: তথ্য প্রবাহের মাধ্যমে উদ্ভাবন এবং উৎপাদনশীলতা উন্মোচন করুন" 2013 সালে, উন্মুক্ত ডেটা প্রতি বছর \$3 থেকে \$5 ট্রিলিয়ন অবরুদ্ধ করতে সক্ষম, সাতটি মূল অর্থনৈতিক খাতে, যার মধ্যে নির্মাণ, পরিবহন, স্বাস্থ্যসেবা এবং শক্তি অন্তর্ভুক্ত। একই গবেষণায় বলা হয়েছে, বিকেন্দ্রীভূত ডেটা ইকোসিস্টেমগুলি বড় নির্মাণ কোম্পানি এবং ঠিকাদারদের সফটওয়্যার উন্নয়ন এবং রক্ষণাবেক্ষণের খরচ কমাতে সহায়তা করে, ডিজিটাল প্রযুক্তির বাস্তবায়ন ত্বরান্বিত করে।

খোলামেলা স্থাপত্যের দিকে অগ্রসর হওয়া, যা অন্যান্য অর্থনৈতিক খাতে অনেক আগে থেকেই শুরু হয়েছে, ধীরে ধীরে নির্মাণ শিল্পকেও আচ্ছাদিত করছে। বড় কোম্পানি এবং সরকারি ক্রেতা, বিশেষ করে নির্মাণ প্রকল্পে বিনিয়োগ নিয়ন্ত্রণকারী আর্থিক প্রতিষ্ঠানগুলো, ক্রমবর্ধমানভাবে খোলা তথ্য ব্যবহারের এবং হিসাব, গণনা ও অ্যাপ্লিকেশনের উৎস কোডে প্রবেশাধিকার নিশ্চিত করার জন্য দাবি জানাচ্ছে। উন্নয়নকারীদের এখন শুধু ডিজিটাল সমাধান তৈরি করা এবং প্রকল্পের চূড়ান্ত সংখ্যা প্রদর্শন করা নয় - তাদের স্বচ্ছতা, পুনরুৎপাদনযোগ্যতা এবং তৃতীয় পক্ষের অ্যাপ্লিকেশন বিক্রেতাদের উপর নির্ভরশীলতা প্রত্যাশিত হচ্ছে।

খোলা উৎস সমাধান ব্যবহারের মাধ্যমে ক্রেতাদের এই নিশ্চয়তা পাওয়া যায় যে, যদি বাইরের উন্নয়নকারীরা সহযোগিতা বন্ধ করে দেয় বা প্রকল্প ত্যাগ করে, তবে এটি সরঞ্জাম এবং সিস্টেমের ভবিষ্যৎ উন্নয়নের সম্ভাবনাকে প্রভাবিত করবে না। খোলা তথ্যের অন্যতম প্রধান সুবিধা হল যে এটি অ্যাপ্লিকেশন উন্নয়নকারীদের নির্দিষ্ট প্ল্যাটফর্মের উপর নির্ভরশীলতা দূর করতে সক্ষম।

যদি একটি কোম্পানি সম্পূর্ণরূপে প্রোপ্রাইটারি সমাধান থেকে সরে আসতে না পারে, তবে সম্ভাব্য একটি সমঝোতা হল রিভার্স ইঞ্জিনিয়ারিং পদ্ধতির ব্যবহার। এই বৈধ এবং প্রযুক্তিগতভাবে যুক্তিসঙ্গত পদ্ধতিগুলি বন্ধ ফরম্যাটগুলিকে আরও প্রবেশযোগ্য, কাঠামোবদ্ধ এবং সংহত করার জন্য উপযোগী রূপে রূপান্তর করতে সক্ষম করে। এটি বিশেষভাবে গুরুত্বপূর্ণ যখন পুরনো সিস্টেমের সাথে সংযোগ স্থাপন বা একটি সফটওয়্যার ল্যান্ডস্কেপ থেকে অন্যটিতে তথ্য স্থানান্তরের প্রয়োজন হয়।

খোলা ফরম্যাটে রূপান্তর এবং নির্মাণে রিভার্স ইঞ্জিনিয়ারিং (প্রোপ্রাইটারি সিস্টেমের বৈধ হ্যাকিং) প্রয়োগের একটি উজ্জ্বল উদাহরণ হল DWG ফরম্যাটের মুক্তির জন্য সংগ্রাম। 1998 সালে, একটি সফটওয়্যার বিক্রেতার একচেটিয়ার প্রতিক্রিয়া হিসেবে, অন্যান্য 15টি CAD বিক্রেতা একটি নতুন জোট "Open DWG" গঠন করে, যার লক্ষ্য ছিল DWG ফরম্যাটের সাথে কাজ করার জন্য বিকাশকারীদের বিনামূল্যে এবং স্বাধীন সরঞ্জাম প্রদান করা (যা ডিজাইনের ড্রয়িং স্থানান্তরের ডি-ফ্যাক্টো মান)। এই ঘটনা একটি মোড়ের মুহূর্ত হয়ে দাঁড়ায়, যা হাজার হাজার কোম্পানিকে জনপ্রিয় CAD সমাধানের বন্ধ ফরম্যাটে মুক্ত প্রবেশাধিকার প্রদান করে এবং প্রতিযোগিতামূলক সমাধান তৈরি করতে সক্ষম করে, যা CAD বাজারে প্রতিযোগিতার বিকাশে সহায়তা করে। আজ "Open DWG" SDK, যা প্রথমে 1996 সালে তৈরি হয়েছিল, প্রায় সব সমাধানে ব্যবহৃত হয় যেখানে DWG ফরম্যাট আমদানি, সম্পাদনা এবং রপ্তানি করা যায়, DWG ফরম্যাটের বিকাশকারীর অফিসিয়াল অ্যাপ্লিকেশন ছাড়া।

অনুরূপ রূপান্তরগুলি অন্যান্য প্রযুক্তিগত জায়ান্টদের ক্ষেত্রেও বাধ্যতামূলকভাবে ঘটছে। মাইক্রোসফট, এক সময়ের প্রোপ্রাইটারি পদ্ধতির প্রতীক, .NET ফ্রেমওয়ার্কের উৎস কোড খুলেছে, Azure ক্লাউড পরিষেবার অবকাঠামোতে লিনাক্স ব্যবহার শুরু করেছে এবং ওপেন সোর্স সম্প্রদায়ে অবস্থান শক্তিশালী করতে GitHub অধিগ্রহণ করেছে। মেটা (পূর্বে ফেসবুক) ওপেন সোর্সের সাথে AI মডেলগুলি প্রকাশ করেছে, যেমন Llama সিরিজ, উদ্ভাবন এবং AI এজেন্টের উন্নয়নে সহযোগিতা বাড়ানোর জন্য। সিইও মার্ক জুকারবার্গ মনে করেন যে ওপেন সোর্স প্ল্যাটফর্মগুলি আগামী দশকে প্রযুক্তিগত অগ্রগতিতে নেতৃত্ব দেবে।

ওপেন সোর্স হল একটি সফটওয়্যার উন্নয়ন এবং বিতরণের মডেল, যেখানে উৎস কোড মুক্ত ব্যবহারের, অধ্যয়নের, পরিবর্তনের এবং বিতরণের জন্য উন্মুক্ত।

উন্মুক্ত তথ্য এবং উন্মুক্ত সোর্স সমাধানগুলি শুধুমাত্র একটি প্রবণতা নয়, বরং ডিজিটাল স্থিতিশীলতার ভিত্তি হয়ে উঠছে। এগুলি কোম্পানিগুলিকে নমনীয়তা, পরিবর্তনের প্রতি স্থিতিশীলতা, নিজেদের সমাধানের উপর নিয়ন্ত্রণ এবং সরবরাহকারীদের নীতির উপর নির্ভর না করে ডিজিটাল প্রক্রিয়াগুলি স্কেল করার সুযোগ প্রদান করে। এবং, যা কম গুরুত্বপূর্ণ নয়, এগুলি ব্যবসাকে XXI শতকের সবচেয়ে মূল্যবান সম্পদ - তাদের তথ্যের উপর নিয়ন্ত্রণ ফিরিয়ে দেয়।

প্যারাডাইম পরিবর্তন: ওপেন সোর্স সফটওয়্যার ভেঞ্চারদের আধিপত্যের যুগের সমাপ্তি

নির্মাণ শিল্প একটি পরিবর্তনের মুখোমুখি হচ্ছে, যা প্রচলিত উপায়ে মুনাফা অর্জন করা সম্ভব নয়। তথ্য ব্যবহারের ধারণা, ডেটা-কেন্দ্রিক পদ্ধতি এবং ওপেন সোর্স সরঞ্জামগুলির ব্যবহার সফটওয়্যার বাজারের জায়ান্টদের উপর নির্ভরশীল নিয়মগুলির পুনর্বিবেচনায় নিয়ে আসছে।

পূর্ববর্তী প্রযুক্তিগত রূপান্তরের তুলনায়, এই পরিবর্তনটি ভেঞ্চারদের দ্বারা সক্রিয়ভাবে প্রচারিত হবে না। প্যারাডাইম পরিবর্তন তাদের ঐতিহ্যবাহী ব্যবসায়িক মডেলগুলিকে, যা লাইসেন্সিং, সাবস্ক্রিপশন এবং পরামর্শের উপর ভিত্তি করে, হুমকি দেয়। নতুন বাস্তবতা "বাক্সে" প্রস্তুত পণ্য বা পেইড সাবস্ক্রিপশনকে বোঝায় না - এটি প্রক্রিয়া এবং চিন্তাভাবনার পুনর্গঠনের প্রয়োজন।

উন্মুক্ত প্রযুক্তির উপর ভিত্তি করে ডেটা-কেন্দ্রিক সমাধানগুলি পরিচালনা এবং উন্নয়নের জন্য কোম্পানিগুলিকে অভ্যন্তরীণ প্রক্রিয়াগুলির পুনর্বিবেচনা করতে হবে। বিভিন্ন বিভাগের বিশেষজ্ঞদের শুধুমাত্র সহযোগিতা করতে হবে না, বরং সহযোগিতামূলক কাজের পদ্ধতিগুলির পুনর্বিবেচনা করতে হবে।

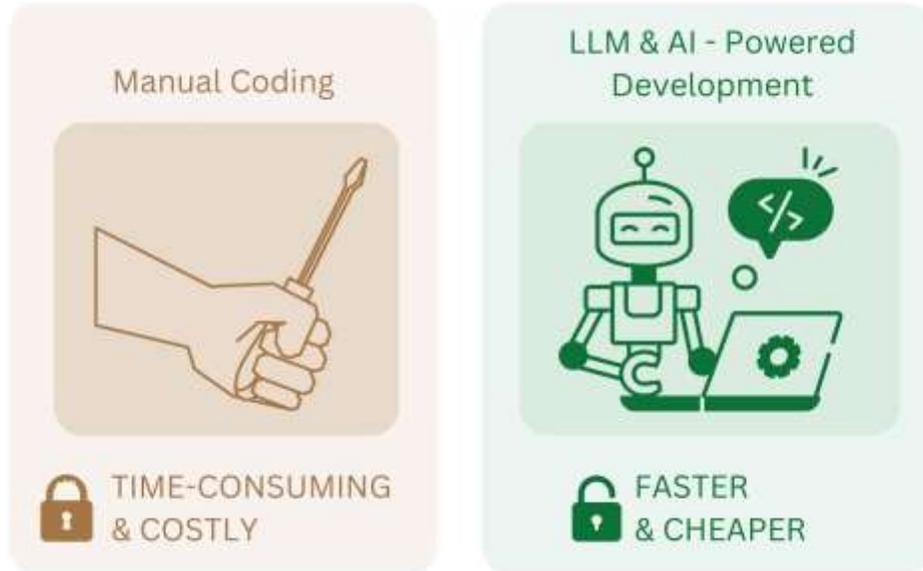
নতুন প্যারাডাইম উন্মুক্ত তথ্য এবং ওপেন সোর্স সমাধানগুলির ব্যবহারকে বোঝায়, যেখানে প্রোগ্রামিং কোড তৈরিতে বিশেষ ভূমিকা পালন করবে না প্রোগ্রামাররা, বরং কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা এবং বড় ভাষার মডেল (এলএলএম) ভিত্তিক সরঞ্জামগুলি। 2024 সালের মাঝামাঝি সময়ে, গুগলে নতুন কোডের 25% এর বেশি কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তার সাহায্যে তৈরি হচ্ছে। ভবিষ্যতে এলএলএম দিয়ে কোডিং 80% কাজ 20% সময়ে সম্পন্ন করবে।

2020 সালের ম্যাককিন্সি গবেষণা অনুযায়ী, বিশ্লেষণ ক্ষেত্রে সিপিইউর পরিবর্তে জিপিইউগুলি ক্রমবর্ধমানভাবে ব্যবহৃত হচ্ছে - তাদের উচ্চ কার্যকারিতা এবং আধুনিক ওপেন সোর্স সরঞ্জামগুলির দ্বারা সমর্থিত। এটি কোম্পানিগুলিকে ব্যয়বহুল সফটওয়্যার বা অভাবী বিশেষজ্ঞদের নিয়োগে উল্লেখযোগ্য বিনিয়োগ ছাড়াই তথ্য প্রক্রিয়াকরণকে ত্বরান্বিত করতে সক্ষম করে।

শীর্ষস্থানীয় পরামর্শদাতা কোম্পানিগুলি, যেমন ম্যাককিন্সি, পিডব্লিউসি এবং ডেলয়েট, বিভিন্ন শিল্পে উন্মুক্ত মান, ওপেন সোর্স অ্যাপ্লিকেশনগুলির ক্রমবর্ধমান গুরুত্বকে তুলে ধরছে।

2019 সালের পিডব্লিউসি ওপেন সোর্স মনিটর রিপোর্ট অনুযায়ী, 100 জন কর্মচারী বিশিষ্ট কোম্পানির 69% সচেতনভাবে ওপেন সোর্স সমাধানগুলি ব্যবহার করে। বিশেষ করে বড় কোম্পানিগুলিতে: 200-499 কর্মচারী বিশিষ্ট কোম্পানির 71%, 500-1999 কর্মচারী বিশিষ্ট কোম্পানির 78% এবং 2000 জনের বেশি কর্মচারী বিশিষ্ট কোম্পানির মধ্যে 86% পর্যন্ত। 2023 সালের সিনোপসিস ওএসএসআরএ রিপোর্ট অনুযায়ী, বিশ্লেষিত কোডের 96% ভিত্তিতে ওপেন সোর্স উপাদানগুলি অন্তর্ভুক্ত ছিল।

ভবিষ্যতে ডেভেলপারদের ভূমিকা হবে কোড হাতে লেখা নয়, বরং ডেটা মডেল, প্রবাহের আর্কিটেকচার ডিজাইন এবং AI এজেন্টদের পরিচালনা করা, যারা প্রয়োজনীয় গণনা তৈরি করবে। ব্যবহারকারী ইন্টারফেসগুলি মিনিমালিস্টিক হবে এবং যোগাযোগ হবে সংলাপমূলক। ক্লাসিক্যাল প্রোগ্রামিং উচ্চ স্তরের ডিজাইন এবং ডিজিটাল সমাধানের অর্কেস্ট্রেশনের জন্য জায়গা ছেড়ে দেবে। আধুনিক প্রবণতাগুলি - যেমন লো-কোড প্ল্যাটফর্ম এবং LLM সমর্থিত ইকোসিস্টেমগুলি - IT সিস্টেমের উন্নয়ন এবং রক্ষণাবেক্ষণের খরচ উল্লেখযোগ্যভাবে কমাতে সক্ষম হবে।-



আজকের দিনে অ্যাপ্লিকেশনগুলি ম্যানুয়ালি প্রোগ্রামারদের দ্বারা তৈরি করা হয়, তবে ভবিষ্যতে উল্লেখযোগ্য পরিমাণ কোড AI এবং LLM ভিত্তিক সমাধানগুলির দ্বারা তৈরি হবে।

এই পরিবর্তনটি পূর্ববর্তী পরিবর্তনের মতো হবে না এবং বৃহৎ সফটওয়্যার সরবরাহকারীরা সম্ভবত এর ক্যাটালিস্ট হবে

না।

হার্ভার্ড বিজনেস স্কুলের "ওপেন সোর্স সফটওয়্যারের মূল্য" ২০২৪ সালের গবেষণায়, ওপেন সোর্স সফটওয়্যারের মোট মূল্য দুটি দৃষ্টিকোণ থেকে মূল্যায়ন করা হয়েছে। একদিকে, যদি সমস্ত বিদ্যমান ওপেন সোর্স সমাধানগুলি শূন্য থেকে তৈরি করতে কত অর্থের প্রয়োজন হয় তা গণনা করা হয়, তবে এই পরিমাণ প্রায় ৪.১৫ বিলিয়ন ডলার হবে। অন্যদিকে, যদি প্রতিটি কোম্পানি তাদের নিজস্ব ওপেন সোর্স সমাধানের সমকক্ষগুলি স্বতন্ত্রভাবে তৈরি করে (যা সর্বত্র ঘটে), তবে ব্যবসার মোট ব্যয় এই জন্য ৮.৮ ট্রিলিয়ন ডলারে পৌঁছাবে - এটি চাহিদার মূল্য।

সহজেই অনুমান করা যায় যে কোন বড় সফটওয়্যার সরবরাহকারী ৮.৮ ট্রিলিয়ন ডলারের সম্ভাব্য বাজারকে ৪.১৫ বিলিয়ন ডলারে সংকুচিত করতে আগ্রহী নয়। এর মানে হবে চাহিদার পরিমাণ ২০০০ গুণেরও বেশি হ্রাস। এই রূপান্তরটি সরবরাহকারীদের জন্য লাভজনক নয়, যাদের ব্যবসায়িক মডেলগুলি ক্লায়েন্টদের বন্ধ সমাধানের উপর দীর্ঘমেয়াদী নির্ভরতা বজায় রাখার উপর ভিত্তি করে। তাই কোম্পানিগুলি যারা আশা করে যে তাদের জন্য একটি সুবিধাজনক এবং খোলামেলা "টার্মিনাল" সমাধান দেওয়া হবে, তারা হতাশ হতে পারে - এমন বিক্রেতারা আসবে না।

খোলামেলা ডিজিটাল আর্কিটেকচারে স্থানান্তর কর্মসংস্থান বা আয়ের হ্রাসের অর্থ নয়। বরং, এটি নমনীয় এবং অভিযোজিত ব্যবসায়িক মডেলের জন্য শর্ত তৈরি করে, যা সময়ের সাথে সাথে ঐতিহ্যবাহী লাইসেন্স এবং বন্ধ সফটওয়্যারের বাজারকে প্রতিস্থাপন করতে পারে।

লাইসেন্স বিক্রির পরিবর্তে - পরিষেবাগুলি, বন্ধ ফরম্যাটের পরিবর্তে - খোলামেলা প্ল্যাটফর্মগুলি, সরবরাহকারীর উপর নির্ভরতার পরিবর্তে - স্বাধীনতা এবং বাস্তব প্রয়োজনের ভিত্তিতে সমাধান তৈরি করার সুযোগ। যারা আগে কেবল সরঞ্জাম ব্যবহার করতেন তারা তাদের সহলেখক হতে পারবেন। এবং যারা ডেটা, মডেল, স্ক্রিপ্ট এবং লজিক নিয়ে কাজ করতে জানেন তারা শিল্পের নতুন ডিজিটাল অর্থনীতির কেন্দ্রে অবস্থান করবেন। খোলামেলা ডেটার চারপাশে গঠিত নতুন ভূমিকা, ব্যবসায়িক মডেল এবং সহযোগিতার ফরম্যাটগুলি সম্পর্কে আমরা বইয়ের চূড়ান্ত, দশম অংশে আলোচনা করব।

খোলামেলা তথ্য এবং খোলামেলা কোডের ভিত্তিতে গৃহীত সিদ্ধান্তগুলি কোম্পানিগুলিকে পুরনো API এবং বন্ধ সিস্টেমের সংহতকরণের বিরুদ্ধে লড়াইয়ের পরিবর্তে ব্যবসায়িক প্রক্রিয়ার কার্যকারিতার উপর মনোনিবেশ করতে সক্ষম করবে। খোলামেলা স্থাপনার প্রতি সচেতনভাবে স্থানান্তর করার মাধ্যমে উৎপাদনশীলতা উল্লেখযোগ্যভাবে বৃদ্ধি পেতে পারে এবং বিক্রেতাদের উপর নির্ভরতা কমানো সম্ভব হয়।

নতুন বাস্তবতায় স্থানান্তর শুধুমাত্র সফটওয়্যার উন্নয়নের পদ্ধতির পরিবর্তন নয়, বরং তথ্যের সাথে কাজ করার মূল নীতির পুনর্বিবেচনা। এই রূপান্তরের কেন্দ্রে কোড নয়, বরং তথ্য: এর গঠন, প্রবেশযোগ্যতা এবং ব্যাখ্যা। এবং এখানেই খোলামেলা এবং গঠিত তথ্য প্রথম সারিতে উঠে আসে, নতুন ডিজিটাল স্থাপনার অবিচ্ছেদ্য অংশ হয়ে ওঠে।

গঠনমূলক খোলা তথ্য: ডিজিটাল রূপান্তরের ভিত্তি

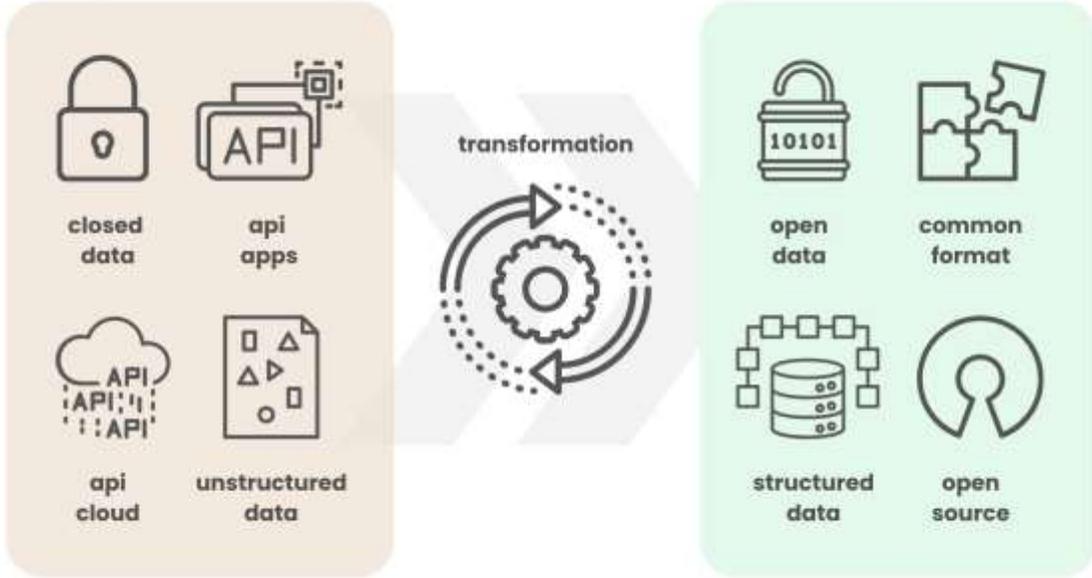
গত কয়েক দশকে ব্যবসার স্থিতিশীলতা অনেকাংশে সফটওয়্যার সমাধানের নির্বাচনের এবং নির্দিষ্ট বিক্রেতাদের উপর নির্ভরতার দ্বারা নির্ধারিত হয়েছিল, তবে আধুনিক ডিজিটাল অর্থনীতির পরিস্থিতিতে মূল ফ্যাক্টর হয়ে দাঁড়িয়েছে তথ্যের গুণমান এবং সেগুলির সাথে কার্যকরভাবে কাজ করার ক্ষমতা। খোলামেলা সোর্স কোড নতুন প্রযুক্তিগত

প্যারাডাইমের একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ, তবে এর সম্ভাবনা সত্যিকার অর্থে তখনই প্রকাশ পায় যখন পরিষ্কার, সংগঠিত এবং মেশিন-পঠনযোগ্য তথ্য থাকে। সমস্ত ধরনের তথ্য মডেলের মধ্যে, গঠিত খোলামেলা তথ্য স্থায়ী ডিজিটাল রূপান্তরের ভিত্তি হয়ে ওঠে।

গঠিত খোলামেলা তথ্যের প্রধান সুবিধা হল একক ব্যাখ্যা এবং স্বয়ংক্রিয় প্রক্রিয়াকরণের সম্ভাবনা। এটি পৃথক অপারেশনগুলির স্তর এবং পুরো সংস্থার স্কেলে কার্যকারিতা উল্লেখযোগ্যভাবে বাড়াতে সক্ষম করে।

ডেলয়েটের "কর্পোরেট রূপান্তরে তথ্য স্থানান্তরের প্রক্রিয়া" [82] রিপোর্ট অনুযায়ী, গঠিত তথ্যের স্থানান্তর পরিচালনার জন্য IT-এর সাথে কাজ করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। যুক্তরাজ্যের সরকারের "সরকারি প্রকল্পের বিতরণে তথ্য বিশ্লেষণ এবং AI" (2024) [83] রিপোর্ট অনুযায়ী, বিভিন্ন প্রকল্প এবং সংস্থার মধ্যে তথ্য বিনিময়ে বাধা অপসারণ করা প্রকল্প ব্যবস্থাপনায় কার্যকারিতা বৃদ্ধির জন্য একটি মূল ফ্যাক্টর। এই নথিতে জোর দেওয়া হয়েছে যে তথ্যের ফরম্যাটের মানকরণ এবং খোলামেলা তথ্যের নীতিগুলি তথ্যের পুনরাবৃত্তি এড়াতে, সময়ের ক্ষতি কমাতে এবং পূর্বাভাসের সঠিকতা বাড়াতে সহায়তা করে।

নির্মাণ শিল্পের জন্য, যেখানে ঐতিহ্যগতভাবে উচ্চ স্তরের খণ্ডিততা এবং ফরম্যাটের বৈচিত্র্য বিদ্যমান, গঠন এবং একীকরণের প্রক্রিয়া এবং গঠিত খোলামেলা তথ্য সম্মত এবং পরিচালিত প্রক্রিয়াগুলির গঠনে একটি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে (চিত্র 4.114)। এগুলি প্রকল্পের অংশগ্রহণকারীদের প্রযুক্তিগত সমস্যাগুলির সমাধানের পরিবর্তে উৎপাদনশীলতা বাড়ানোর উপর মনোনিবেশ করতে সক্ষম করে, যা বন্ধ প্ল্যাটফর্ম, তথ্য মডেল এবং ফরম্যাটের অসঙ্গতিসম্পন্নতার সাথে সম্পর্কিত।



চিত্র 3.215 খোলামেলা গঠিত তথ্য সফটওয়্যার সমাধান এবং প্ল্যাটফর্মের উপর নির্ভরতা কমাতে এবং উদ্ভাবনকে ত্বরান্বিত করে।

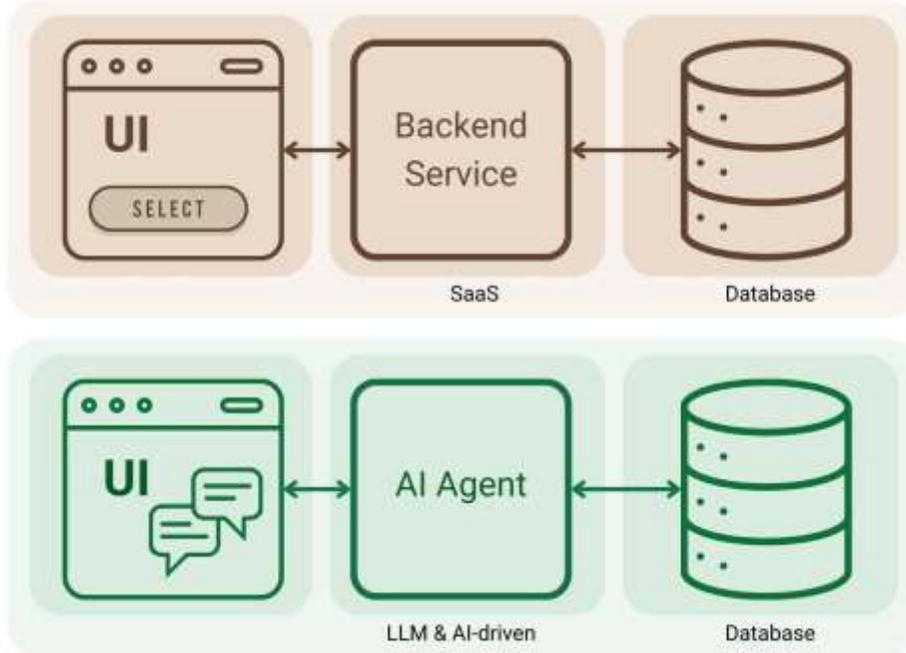
আধুনিক প্রযুক্তি সরঞ্জামগুলি, যা আমরা বইয়ে বিস্তারিতভাবে আলোচনা করব, কেবল তথ্য সংগ্রহ করাই নয়, বরং স্বয়ংক্রিয়ভাবে এটি পরিষ্কার করারও সক্ষম: পুনরাবৃত্তি অপসারণ, ত্রুটি সংশোধন, মানগুলি স্বাভাবিকীকরণ। এর মানে হল যে বিশ্লেষক এবং প্রকৌশলীরা বিচ্ছিন্ন নথির সাথে কাজ করছেন না, বরং বিশ্লেষণ, স্বয়ংক্রিয়করণ এবং সিদ্ধান্ত গ্রহণের জন্য উপযুক্ত একটি সংগঠিত জ্ঞানভাণ্ডারের সাথে কাজ করছেন।

যতটা সম্ভব সহজ করুন, তবে সহজতর নয়।

– আলবার্ট আইনস্টাইন, তাত্ত্বিক পদার্থবিদ (উক্তিটির বিতর্কিত[84])

আজকের দিনে, তথ্যের সাথে কাজ করার জন্য বেশিরভাগ ব্যবহারকারী ইন্টারফেস স্বয়ংক্রিয়ভাবে তৈরি করা সম্ভব – প্রতিটি ব্যবসায়িক কেসের জন্য হাতে কোড লেখার প্রয়োজন ছাড়াই। এর জন্য একটি অবকাঠামোগত স্তরের প্রয়োজন, যা অতিরিক্ত নির্দেশনা ছাড়াই তথ্যের কাঠামো, তাদের মডেল এবং যুক্তি বুঝতে পারে। সঠিকভাবে সংগঠিত তথ্য এই পদ্ধতির সম্ভাবনা তৈরি করে: ফর্ম, টেবিল, ফিল্টার এবং উপস্থাপনাগুলি সর্বনিম্ন প্রোগ্রামিং খরচে স্বয়ংক্রিয়ভাবে তৈরি করা যেতে পারে।

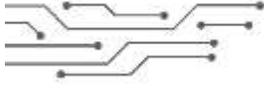
সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ ইন্টারফেস, যা ব্যবহারকারীর জন্য সমালোচনামূলক, এখনও হাতে সংশোধনের প্রয়োজন হতে পারে। তবে বেশিরভাগ ক্ষেত্রে – যা ৫০ থেকে ৯০ শতাংশ কাজের দৃশ্যপট – বিশেষ অ্যাপ্লিকেশন ব্যবহার না করেই অ্যাপ্লিকেশন এবং গণনার স্বয়ংক্রিয় উৎপাদন যথেষ্ট, যা উন্নয়ন এবং রক্ষণাবেক্ষণের খরচ উল্লেখযোগ্যভাবে কমায়, ত্রুটির সংখ্যা হ্রাস করে এবং ডিজিটাল সমাধানের বাস্তবায়নকে ত্বরান্বিত করে।



আর্কিটেকচারাল মডেলগুলি তথ্যের সাথে কাজ করার জন্য: ঐতিহ্যবাহী অ্যাপ্লিকেশন আর্কিটেকচার এবং AI-ভিত্তিক মডেল LLM সহ /

পৃথক অ্যাপ্লিকেশনগুলির উপর ভিত্তি করে আর্কিটেকচার থেকে বুদ্ধিমানভাবে পরিচালিত সিস্টেমে স্থানান্তর, যা ভাষার মডেলগুলির উপর নির্ভর করে, ডিজিটাল বিবর্তনের পরবর্তী পদক্ষেপ। এই আর্কিটেকচারে, সংগঠিত তথ্য কেবল সংরক্ষণের বিষয় নয়, বরং AI সরঞ্জামগুলির সাথে যোগাযোগের ভিত্তি, যা প্রেক্ষাপটের উপর ভিত্তি করে বিশ্লেষণ, ব্যাখ্যা এবং কার্যক্রমের সুপারিশ করতে সক্ষম।

পরবর্তী অধ্যায়গুলিতে, আমরা খোলামেলা সংগঠিত তথ্যের উপর ভিত্তি করে আর্কিটেকচারের বাস্তব উদাহরণগুলি পর্যালোচনা করব এবং দেখাবো কিভাবে ভাষার মডেলগুলি স্বয়ংক্রিয়ভাবে তথ্যের ব্যাখ্যা, যাচাইকরণ এবং প্রক্রিয়াকরণে প্রয়োগ করা হয়। এই ব্যবহারিক কেসগুলি নতুন ডিজিটাল যুক্তি কীভাবে কার্যকর হয় এবং পরিবর্তনের জন্য প্রস্তুত কোম্পানিগুলির জন্য এটি কী সুবিধা প্রদান করে তা আরও ভালভাবে বোঝার জন্য সহায়ক হবে।



অধ্যায় 3.3. এলএলএম এবং তাদের ভূমিকা ডেটা প্রক্রিয়াকরণ এবং ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াসমূহে

এলএলএম চ্যাট: চ্যাটজিপিটি, ল্লামা, মিস্ট্রাল, ক্লড, ডীপসিক, কিউডব্লিউইএন, গ্রোক ডেটা প্রক্রিয়াকরণের স্বয়ংক্রিয়করণের জন্য।

বড় ভাষার মডেলগুলির (LLM) উত্থান সংগঠিত খোলামেলা তথ্য এবং ওপেন সোর্সের দর্শনের দিকে অগ্রগতির একটি স্বাভাবিক ফলাফল। যখন তথ্যগুলি সংগঠিত, উপলব্ধ এবং মেশিন-পঠনযোগ্য হয়ে যায়, তখন পরবর্তী পদক্ষেপ হল একটি সরঞ্জাম যা এই তথ্যের সাথে যোগাযোগ করতে সক্ষম, জটিল কোড লেখার বা বিশেষায়িত প্রযুক্তিগত জ্ঞান থাকা ছাড়াই।

LLM হল উন্মুক্ততার একটি সরাসরি পণ্য: বড় খোলামেলা ডেটাসেট, প্রকাশনা এবং ওপেন সোর্স আন্দোলন। উন্মুক্ত বৈজ্ঞানিক নিবন্ধ, সাধারণ পাঠ্য ডেটা এবং সহযোগিতামূলক উন্নয়নের সংস্কৃতি ছাড়া ChatGPT বা অন্যান্য LLM-এর অস্তিত্ব সম্ভব হত না। LLM এক ধরনের "ডিস্টিলেট" যা মানবজাতির ডিজিটাল জ্ঞানের সঞ্চয়, যা উন্মুক্ততার নীতির মাধ্যমে সংগৃহীত এবং প্রশিক্ষিত হয়েছে।

আধুনিক বড় ভাষার মডেলগুলি (LLM – লার্জ ল্যাঙ্গুয়েজ মডেল), যেমন ChatGPT® (OpenAI), LLaMa™ (Meta AI), Mistral DeepSeek™, Grok™ (xAI), Claude™ (Anthropic), QWEN™ ব্যবহারকারীদের জন্য তথ্যের প্রতি প্রাকৃতিক ভাষায় প্রশ্ন করার সুযোগ প্রদান করে। এটি তথ্যের সাথে কাজ করা কেবল ডেভেলপারদের জন্য নয়, বরং বিশ্লেষক, প্রকৌশলী, ডিজাইনার, ব্যবস্থাপক এবং অন্যান্য বিশেষজ্ঞদের জন্যও সহজ করে তোলে, যারা আগে প্রোগ্রামিং থেকে দূরে ছিলেন।

LLM (লার্জ ল্যাঙ্গুয়েজ মডেল) হল একটি কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা, যা বিশাল পরিমাণ তথ্যের ভিত্তিতে পাঠ্য বোঝা এবং তৈরি করতে প্রশিক্ষিত। এটি প্রেক্ষাপট বিশ্লেষণ, প্রশ্নের উত্তর দেওয়া, সংলাপ পরিচালনা, পাঠ্য লেখা এবং প্রোগ্রামিং কোড তৈরি করতে সক্ষম।

যদি আগে ডেটা ভিজুয়লাইজেশন, প্রক্রিয়াকরণ বা বিশ্লেষণের জন্য বিশেষ প্রোগ্রামিং ভাষার জ্ঞান প্রয়োজন হত: পাইথন, SQL, R বা স্কালা, এবং প্যান্ডাস, পোলারস বা ডাকডিবি-এর মতো লাইব্রেরিগুলির সাথে কাজ করার দক্ষতা, তবে ২০২৩ সাল থেকে পরিস্থিতি নাটকীয়ভাবে পরিবর্তিত হয়েছে। এখন ব্যবহারকারী সহজেই বর্ণনা করতে পারে, সে কী পেতে চায় – এবং মডেল নিজেই কোড তৈরি করবে, এটি কার্যকর করবে, একটি টেবিল বা গ্রাফ তৈরি করবে এবং ফলাফল ব্যাখ্যা করবে। দশকের পর দশক ধরে প্রযুক্তির উন্নয়ন জটিলতার দিকে নয়, বরং মৌলিক সহজীকরণের এবং প্রবেশযোগ্যতার দিকে অগ্রসর হয়েছে।

এই নীতি – "শব্দ (প্রম্পট) দ্বারা ডেটা প্রক্রিয়া করা" – তথ্যের সাথে কাজ করার একটি নতুন পর্যায়ের সূচনা করেছে, যা কার্যত সমাধান তৈরির একটি উচ্চতর স্তরে উঠিয়ে দিয়েছে। যেমন এক সময়ে ব্যবহারকারীদের জন্য ইন্টারনেটের প্রযুক্তিগত ভিত্তি বোঝা প্রয়োজন ছিল না, অনলাইন দোকান চালানোর জন্য বা ওয়ার্ডপ্রেস, জুমলা এবং অন্যান্য মডুলার ওপেন সোর্স সিস্টেমের মাধ্যমে সাইট তৈরি করার জন্য – যা ডিজিটাল কন্টেন্ট এবং ইন্টারনেট ব্যবসার দ্রুত বৃদ্ধির দিকে নিয়ে গেছে – আজ ইঞ্জিনিয়ার, বিশ্লেষক এবং ব্যবস্থাপকরা প্রোগ্রামিং ভাষার জ্ঞান ছাড়াই কাজের প্রক্রিয়া স্বয়ংক্রিয় করতে পারেন। এতে সহায়তা করছে শক্তিশালী LLM – যেমন বিনামূল্যে এবং ওপেন সোর্স, যেমন LLaMA, Mistral, Qwen, DeepSeek এবং অন্যান্য – যা সর্বাধিক বিস্তৃত শ্রোতার জন্য আধুনিক প্রযুক্তিগুলি প্রবেশযোগ্য করে

তোলে।

বৃহৎ ভাষা মডেল LLM: এটি কীভাবে কাজ করে

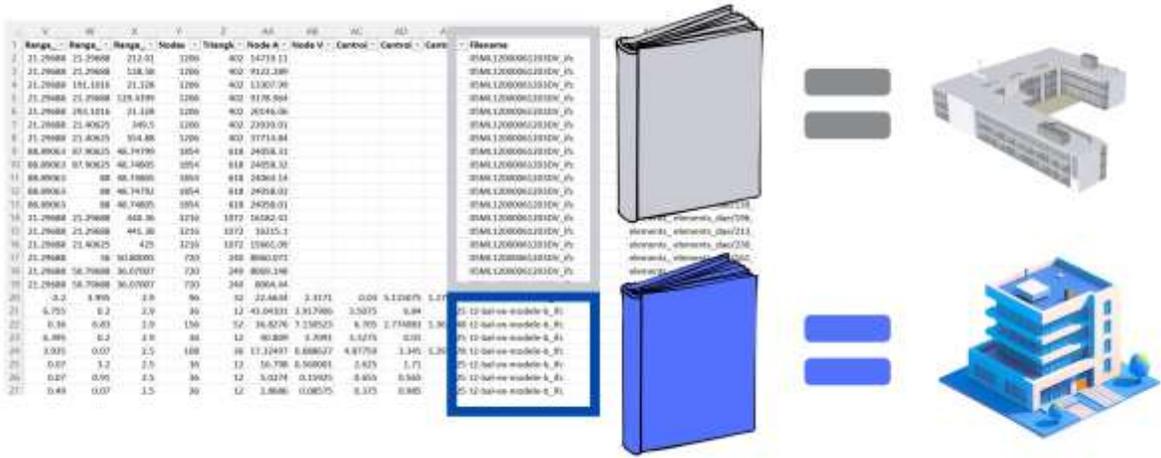
বড় ভাষার মডেল (ChatGPT, LLaMa, Mistral, Claude, DeepSeek, QWEN, Grok) হল নিউরাল নেটওয়ার্ক, যা ইন্টারনেট, বই, নিবন্ধ এবং অন্যান্য উৎস থেকে বিশাল পরিমাণের টেক্সট ডেটার উপর প্রশিক্ষিত। তাদের প্রধান কাজ হল মানব ভাষার প্রেক্ষাপট বোঝা এবং অর্থপূর্ণ উত্তর তৈরি করা।

আধুনিক LLM-এর ভিত্তিতে ট্রান্সফরমার আর্কিটেকচার রয়েছে, যা ২০১৭ সালে গুগলের গবেষকদের দ্বারা প্রস্তাবিত হয়েছিল। এই আর্কিটেকচারের একটি মূল উপাদান হল মনোযোগের মেকানিজম (attention), যা মডেলটিকে টেক্সটে শব্দগুলির মধ্যে সম্পর্কগুলি বিবেচনা করতে সক্ষম করে, তাদের অবস্থান নির্বিশেষে।

LLM-এর প্রশিক্ষণের প্রক্রিয়া মানুষের ভাষা শেখার সাথে দূরবর্তীভাবে তুলনীয় – তবে এটি মিলিয়ন গুণ বৃহত্তর। মডেলটি শব্দ এবং অভিব্যক্তির ব্যবহারের বিলিয়ন বিলিয়ন উদাহরণ বিশ্লেষণ করে, ভাষার কাঠামো এবং অর্থগত পরিবর্তনের যুক্তির মধ্যে নিয়মগুলি চিহ্নিত করে। এই প্রক্রিয়ায়, সমস্ত টেক্সট টোকেনগুলিতে বিভক্ত করা হয় – ন্যূনতম অর্থবোধক একক (শব্দ বা তাদের অংশ), যা পরে বহু-মাত্রিক স্থানে ভেক্টরে রূপান্তরিত হয়। এই ভেক্টর উপস্থাপনাগুলি মেশিনকে ধারণাগুলির মধ্যে লুকানো সম্পর্কগুলি "বোঝার" অনুমতি দেয়, কেবলমাত্র অক্ষরের একটি ক্রম হিসাবে টেক্সট পরিচালনা করার পরিবর্তে।

বড় ভাষার মডেলগুলি কেবল টেক্সট তৈরি করার জন্য সরঞ্জাম নয়। তারা অর্থ চিহ্নিত করতে, ধারণাগুলির মধ্যে সম্পর্ক খুঁজে পেতে এবং বিভিন্ন ফরম্যাটে উপস্থাপিত ডেটার সাথে কাজ করতে সক্ষম। প্রধান বিষয় হল তথ্যটি বোঝার জন্য উপযুক্ত মডেলে বিভক্ত করা এবং টোকেনের আকারে উপস্থাপন করা, যার সাথে LLM কাজ করতে পারে।

একই পদ্ধতি নির্মাণ প্রকল্পগুলিতেও প্রয়োগ করা যেতে পারে। যদি প্রকল্পটিকে একটি বিশেষ ধরনের পাঠ্য হিসেবে কল্পনা করা হয়, যেখানে প্রতিটি ভবন, উপাদান বা কাঠামো একটি টোকেন, তাহলে আমরা এই তথ্যকে অনুরূপভাবে প্রক্রিয়া করতে শুরু করতে পারি। নির্মাণ প্রকল্পগুলিকে বইয়ের সাথে তুলনা করা যেতে পারে, যা বিভাগ, অধ্যায় এবং ন্যূনতম টোকেনের উপাদানগুলির গোষ্ঠী নিয়ে গঠিত প্যারাগ্রাফে বিভক্ত হয় (চিত্র ৩.৩১)। ডেটা মডেলগুলিকে কাঠামোগত ফরম্যাটে রূপান্তরিত করে, আমরা কাঠামোগত ডেটাগুলিকে ভেক্টর ডাটাবেসে রূপান্তরিত করতে পারব (চিত্র ৮.২২), যা মেশিন লার্নিং এবং LLM-এর মতো প্রযুক্তির জন্য আদর্শ উৎস।



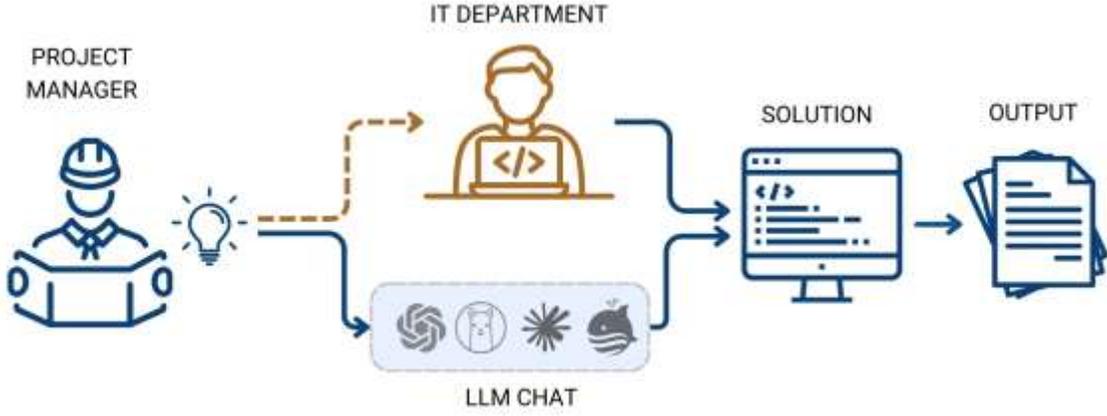
চিত্র ৩.৩১ নির্মাণ প্রকল্পের উপাদান একটি টেক্সটে টোকেনের মতো: সর্বনিম্ন একক, যার মাধ্যমে প্রকল্পের সমস্ত বিভাগের (ক্যাটাগরি) গঠন করা হয়।

যদি নির্মাণ প্রকল্পটি ডিজিটাল হয় এবং এর উপাদানগুলি টোকেন বা ভেক্টরের আকারে উপস্থাপিত হয়, তবে তাদের কাছে পৌঁছানোর সুযোগ তৈরি হয় কঠোর আনুষ্ঠানিক অনুরোধের মাধ্যমে নয়, বরং প্রাকৃতিক ভাষায়। এখানে LLM-এর একটি মূল সুবিধা প্রকাশ পায় – অনুরোধের অর্থ বোঝার এবং এটি সংশ্লিষ্ট ডেটার সাথে সংযুক্ত করার ক্ষমতা।

প্রকৌশলীর আর SQL অনুরোধ বা পাইথনে কোড লেখার প্রয়োজন নেই – তিনি কেবল LLM-এর কাজ এবং ডেটার কাঠামো বোঝার মাধ্যমে পরিচিত উপায়ে একটি কাজ নির্ধারণ করতে পারেন: "সবটি রিইনফোর্সড কনক্রিট কাঠামো খুঁজুন যার কনক্রিট ক্লাস B30-এর উপরে এবং তাদের মোট ভলিউম গণনা করুন।" মডেলটি অনুরোধের অর্থ চিহ্নিত করবে, এটি মেশিন-পঠনযোগ্য ফরম্যাটে রূপান্তর করবে, ডেটা খুঁজে বের করবে (গোষ্ঠীভুক্ত এবং রূপান্তরিত করবে) এবং চূড়ান্ত ফলাফল ফিরিয়ে দেবে।

নাথি, টেবিল, প্রকল্পের মডেলগুলি ভেক্টর উপস্থাপনায় (এম্বেডিং) রূপান্তরিত হয় এবং ডেটাবেসে সংরক্ষিত হয়। যখন ব্যবহারকারী একটি প্রশ্ন করে, অনুরোধটিও একটি ভেক্টরে রূপান্তরিত হয়, এবং সিস্টেম সবচেয়ে কাছাকাছি অর্থপূর্ণ ডেটা খুঁজে বের করে। এটি LLM-কে তার প্রশিক্ষিত জ্ঞানের উপর নির্ভর করতে দেয়, বরং বর্তমান কর্পোরেট ডেটার উপর, এমনকি যদি সেগুলি মডেলের প্রশিক্ষণের পরে উপস্থিত হয়।

নির্মাণে LLM-এর একটি গুরুত্বপূর্ণ সুবিধা হল প্রোগ্রামিং কোড তৈরি করার ক্ষমতা। প্রযুক্তিগত নির্দিষ্টকরণ একটি প্রোগ্রামারকে দেওয়ার পরিবর্তে, বিশেষজ্ঞরা প্রাকৃতিক ভাষায় কাজটি বর্ণনা করতে পারেন, এবং মডেলটি প্রয়োজনীয় কোড তৈরি করবে, যা প্রক্রিয়ার স্বয়ংক্রিয়করণের জন্য ব্যবহার করা যেতে পারে (চ্যাট থেকে কপি করে)। LLM মডেলগুলি বিশেষজ্ঞদের গভীর প্রোগ্রামিং জ্ঞান ছাড়াই কোম্পানির ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলির স্বয়ংক্রিয়করণ এবং উন্নতিতে অবদান রাখতে দেয়।



চিত্র ৩.৩২ LLM ব্যবহারকারীদের কোড লেখার এবং প্রোগ্রামিং দক্ষতা ছাড়াই ফলাফল পাওয়ার সুযোগ দেয়।

২০২৪ সালে Wakefield Research দ্বারা পরিচালিত একটি গবেষণায় [৩৬], যা SAP দ্বারা স্পনসর করা হয়েছিল এবং যেখানে ১ বিলিয়ন ডলারের বেশি বার্ষিক আয়ের কোম্পানির ৩০০ শীর্ষ নির্বাহী অংশগ্রহণ করেছিলেন: ৫২% শীর্ষ নির্বাহী ডেটা বিশ্লেষণ এবং সিদ্ধান্ত গ্রহণের জন্য সুপারিশ দেওয়ার ক্ষেত্রে AI-তে বিশ্বাস করেন। ৪৮% AI-কে পূর্বে অগ্রাহিত ঝুঁকিগুলি চিহ্নিত করতে ব্যবহার করে, এবং ৪৭% বিকল্প পরিকল্পনা প্রস্তাবের জন্য AI ব্যবহার করে। এছাড়াও, ৪০% AI-কে নতুন পণ্য উন্নয়ন, বাজেট পরিকল্পনা এবং বাজার গবেষণার জন্য ব্যবহার করে। গবেষণায় ব্যক্তিগত জীবনে AI-এর ইতিবাচক প্রভাবও দেখা গেছে: ৩৯% উত্তরদাতা কাজ এবং ব্যক্তিগত জীবনের মধ্যে ভারসাম্য উন্নতির কথা বলেছেন, ৩৮% মানসিক স্বাস্থ্যের উন্নতি এবং ৩১% চাপের স্তরের হ্রাসের কথা বলেছেন।

তবে LLM এর সমস্ত শক্তির জন্য, এগুলি একটি সরঞ্জাম যা সচেতনভাবে ব্যবহার করা গুরুত্বপূর্ণ। যেকোনো প্রযুক্তির মতো, এগুলির সীমাবদ্ধতা রয়েছে। সবচেয়ে পরিচিত সমস্যাগুলির মধ্যে একটি হল তথাকথিত "হ্যালুসিনেশন" – এমন পরিস্থিতি যেখানে মডেল আত্মবিশ্বাসের সাথে একটি বিশ্বাসযোগ্য, কিন্তু প্রকৃতপক্ষে ভুল উত্তর প্রদান করে। তাই মডেলের কাজের কিভাবে গঠন করা হয়েছে তা বোঝা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ: কোন তথ্য এবং তথ্য মডেলগুলি এটি ভুল ছাড়াই ব্যাখ্যা করতে পারে, কিভাবে এটি অনুরোধগুলি ব্যাখ্যা করে এবং এটি তথ্য কোথা থেকে নিয়ে আসে। এছাড়াও মনে রাখতে হবে যে LLM এর জ্ঞান তার প্রশিক্ষণের তারিখ দ্বারা সীমাবদ্ধ, এবং বাহ্যিক তথ্যের সাথে সংযোগ না থাকলে মডেলটি বর্তমান নিয়ম, মান, মূল্য বা প্রযুক্তি বিবেচনায় নাও নিতে পারে।

এই সমস্যাগুলির সমাধান হল নিয়মিত ভেক্টর ডেটাবেস আপডেট করা, বর্তমান উৎসগুলির সাথে সংযোগ স্থাপন করা এবং স্বায়ত্তশাসিত AI এজেন্টগুলির উন্নয়ন করা, যারা শুধুমাত্র প্রশ্নের উত্তর দেয় না, বরং ডেটা ব্যবহার করে শেখার জন্য সক্রিয়ভাবে কাজ করে, কাজ পরিচালনা করে, ঝুঁকি চিহ্নিত করে, অস্পষ্টমাইজেশনের বিকল্পগুলি প্রস্তাব করে এবং প্রকল্পের বাস্তবায়ন নিয়ন্ত্রণ করে।

নির্মাণে LLM ইন্টারফেসে স্থানান্তর কেবল একটি প্রযুক্তিগত নতুনত্ব নয়। এটি একটি প্যারাডাইম শিফট, মানুষের এবং তথ্যের মধ্যে বাধাগুলি দূর করা। এটি তথ্যের সাথে কাজ করার একটি সুযোগ, যেমন আমরা একে অপরের সাথে কথা বলি – এবং একই সময়ে সঠিক, যাচাইকৃত এবং কার্যকরী ফলাফল পাওয়া।

যে কোম্পানিগুলি অন্যান্যদের তুলনায় আগে এই সরঞ্জামগুলি ব্যবহার করতে শুরু করবে, তারা উল্লেখযোগ্য প্রতিযোগিতামূলক সুবিধা পাবে। এটি কাজের গতি বাড়ানো, খরচ কমানো এবং দ্রুত তথ্য বিশ্লেষণের মাধ্যমে প্রকল্পের

সিদ্ধান্তের গুণমান বাড়ানো সম্ভব করে। তবে নিরাপত্তার বিষয়গুলি বিবেচনায় নেওয়া প্রয়োজন। ক্লাউড LLM পরিষেবাগুলি ব্যবহার করা ডেটা ফাঁসের ঝুঁকির সাথে যুক্ত হতে পারে। তাই প্রতিষ্ঠানগুলি ক্রমশ বিকল্প সমাধান খুঁজছে, যা তাদের নিজস্ব অবকাঠামোর মধ্যে LLM সরঞ্জামগুলি স্থানীয়ভাবে, সম্পূর্ণ সুরক্ষা এবং তথ্যের উপর নিয়ন্ত্রণের সাথে স্থাপন করতে সক্ষম করে।

স্থানীয় LLM ব্যবহার কোম্পানির সংবেদনশীল তথ্যের জন্য

2022 সালে প্রথম চ্যাট LLM এর আবির্ভাব কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তার বিকাশে একটি নতুন পর্যায়কে চিহ্নিত করেছে। তবে এই মডেলগুলির ব্যাপক প্রচারের সাথে সাথে একটি স্বাভাবিক প্রশ্ন উঠেছিল: কোম্পানির সাথে সম্পর্কিত তথ্য এবং অনুরোধগুলি ক্লাউডে স্থানান্তর করা কতটা নিরাপদ? বেশিরভাগ ক্লাউড ভাষার মডেল তাদের সার্ভারে কথোপকথনের ইতিহাস এবং আপলোড করা নথিগুলি সংরক্ষণ করেছিল এবং গোপনীয় তথ্য নিয়ে কাজ করা কোম্পানির জন্য এটি AI বাস্তবায়নের পথে একটি গুরুতর বাধা হয়ে দাঁড়িয়েছিল।

এই সমস্যার একটি সবচেয়ে স্থিতিশীল এবং যুক্তিসঙ্গত সমাধান হল Open Source LLM স্থানীয়ভাবে, কর্পোরেট IT অবকাঠামোর মধ্যে স্থাপন করা। ক্লাউড পরিষেবাগুলির বিপরীতে, স্থানীয় মডেলগুলি ইন্টারনেটের সাথে সংযোগ ছাড়াই কাজ করে, বাহ্যিক সার্ভারে তথ্য স্থানান্তর করে না এবং কোম্পানিগুলিকে তথ্যের উপর সম্পূর্ণ নিয়ন্ত্রণ দেয়।

আজকের দিনে সেরা ওপেন সোর্স মডেল[Open Source LLM] এর কার্যকারিতা বন্ধ মডেলগুলির[যেমন ChatGPT, Claude] সাথে তুলনীয়, তবে প্রায় এক বছরের পিছিয়ে রয়েছে।

– বেন কট্রিয়ে, অ-লাভজনক গবেষণা সংস্থা Epoch AI এর প্রধান গবেষক, 2024

বৃহৎ প্রযুক্তি কোম্পানিগুলি তাদের LLM স্থানীয় ব্যবহারের জন্য উপলব্ধ করতে শুরু করেছে। মেটার ওপেন সিরিজ LLaMA এবং চীনের দ্রুত বিকাশমান প্রকল্প DeepSeek উন্মুক্ত স্থাপত্যের দিকে যাওয়ার উদাহরণ হয়ে উঠেছে। তাদের সাথে Mistral এবং Falconও শক্তিশালী মডেল প্রকাশ করেছে, যা প্রোপ্রাইটারি প্ল্যাটফর্মের সীমাবদ্ধতা থেকে মুক্ত। এই উদ্যোগগুলি কেবল বৈশ্বিক AI-এর উন্নয়নকে ত্বরান্বিত করেনি, বরং গোপনীয়তার বিষয়ে উদ্বিগ্ন কোম্পানিগুলিকে স্বাধীনতা, নমনীয়তা এবং নিরাপত্তা নিয়মাবলীর সম্মতি নিয়ে বাস্তব বিকল্প প্রদান করেছে।

কর্পোরেট পরিবেশে, বিশেষ করে নির্মাণ শিল্পে, ডেটা সুরক্ষা একটি সুবিধার বিষয় নয়, বরং নিয়ন্ত্রক সম্মতির বিষয়। টেন্ডার ডকুমেন্টেশন, বাজেট, নকশা এবং গোপনীয় যোগাযোগের সাথে কাজ করার জন্য কঠোর নিয়ন্ত্রণের প্রয়োজন। এবং এখানে স্থানীয় LLM কোম্পানির পরিধির মধ্যে ডেটা রক্ষার প্রয়োজনীয় আত্মবিশ্বাস প্রদান করে।

| | Cloud LLMs (OpenAI, Claude) | Local LLMs (DeepSeek, LLaMA) |
|----------------------------------|---|--|
| Data Control | Data is transmitted to third parties | Data remains within the company's network |
| License | Proprietary, paid | Open-source (Apache 2.0, MIT) |
| Infrastructure | Requires internet | Operates in an isolated environment |
| Customization | Limited | Full adaptation to company needs |
| Cost | Pay-per-token/request | One-time hardware investment + maintenance costs |
| Scalability | Easily scalable with cloud resources | Scaling requires additional local hardware |
| Security & Compliance | Risk of data leaks, may not meet strict regulations (GDPR, HIPAA) | Full compliance with internal security policies |
| Performance & Latency | Faster inference due to cloud infrastructure | Dependent on local hardware, may have higher latency |
| Integration | API-based integration, requires internet access | Can be tightly integrated with on-premise systems |
| Updates & Maintenance | Automatically updated by provider | Requires manual updates and model retraining |
| Energy Consumption | Energy cost is covered by provider | High power consumption for inference and training |
| Offline Availability | Not available without an internet connection | Works completely offline |
| Inference Cost | Pay-per-use model (cost scales with usage) | Fixed cost after initial investment |

চিত্র 3.33 স্থানীয় মডেলগুলি সম্পূর্ণ নিয়ন্ত্রণ এবং নিরাপত্তা প্রদান করে, যখন ক্লাউড সমাধানগুলি সুবিধাজনক ইন্টিগ্রেশন এবং স্বয়ংক্রিয় আপডেট অফার করে।

স্থানীয় ওপেন সোর্স LLM-এর মূল সুবিধাসমূহ:

- ডেটার উপর সম্পূর্ণ নিয়ন্ত্রণ। সমস্ত তথ্য কোম্পানির মধ্যে থাকে, যা অযাচিত প্রবেশ এবং ডেটা লিক হওয়ার সম্ভাবনা বাদ দেয়।
- স্বায়ত্তশাসিত কাজ। ইন্টারনেট সংযোগের উপর নির্ভরতা বাদ দেওয়া হয়, যা বিচ্ছিন্ন IT-অবকাঠামোর জন্য বিশেষভাবে গুরুত্বপূর্ণ। এটি নিষেধাজ্ঞা বা ক্লাউড পরিষেবাগুলির ব্লক করার পরিস্থিতিতে অবিচ্ছিন্ন কাজের নিশ্চয়তা দেয়।
- প্রয়োগের নমনীয়তা। মডেলটি টেক্সট তৈরি, ডেটা বিশ্লেষণ, প্রোগ্রামিং কোড লেখা, ডিজাইন সমর্থন এবং ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলির পরিচালনার জন্য ব্যবহার করা যেতে পারে।
- কর্পোরেট কাজের জন্য অভিযোজন। LLM-কে অভ্যন্তরীণ ডকুমেন্টগুলিতে প্রশিক্ষণ দেওয়া যেতে পারে, যা কোম্পানির কাজের বিশেষত্ব এবং শিল্পের বৈশিষ্ট্যগুলি বিবেচনায় নিতে সহায়তা করে। স্থানীয় LLM-কে

CRM, ERP বা BI-প্ল্যাটফর্মগুলির সাথে সংযুক্ত করা যেতে পারে, যা ক্লায়েন্টের অনুরোধের বিশ্লেষণ, রিপোর্ট তৈরি বা এমনকি প্রবণতা পূর্বাভাস দেওয়ার প্রক্রিয়াকে স্বয়ংক্রিয় করতে সহায়তা করে।

\$1000 মাসিক খরচে একটি সার্ভারে DeepSeek-R1-7B মডেলটি বিনামূল্যে এবং উন্মুক্তভাবে স্থাপন করা, একটি পুরো দলের ব্যবহারকারীদের জন্য প্রবেশাধিকার প্রদান করতে পারে, যা ChatGPT বা Claude-এর মতো ক্লাউড API-এর বার্ষিক পেমেন্টের চেয়ে সস্তা হতে পারে এবং কোম্পানিগুলিকে সম্পূর্ণরূপে ডেটা নিয়ন্ত্রণ করতে সহায়তা করে, ইন্টারনেটে তাদের স্থানান্তর বাদ দেয় এবং GDPR-এর মতো নিয়ন্ত্রক প্রয়োজনীয়তার সাথে সম্মতি নিশ্চিত করে।

অন্যান্য শিল্পে স্থানীয় LLM ইতিমধ্যে স্বয়ংক্রিয়তার দৃষ্টিভঙ্গি পরিবর্তন করেছে। সাপোর্ট সার্ভিসে তারা গ্রাহকদের সাধারণ প্রশ্নের উত্তর দেয়, অপারেটরদের উপর চাপ কমায়। HR বিভাগে তারা রেজুমে বিশ্লেষণ করে এবং প্রাসঙ্গিক প্রার্থীদের নির্বাচন করে। ই-কমার্চে তারা ব্যবহারকারীর ডেটা প্রকাশ না করে ব্যক্তিগতকৃত প্রস্তাব তৈরি করে।

নির্মাণ ক্ষেত্রে অনুরূপ প্রভাব প্রত্যাশিত। LLM-এর প্রকল্পের ডেটা এবং নিয়মাবলীর সাথে সংযোগের মাধ্যমে ডকুমেন্টেশন প্রস্তুতি ত্বরান্বিত করা, বাজেট তৈরি এবং ব্যয়ের পূর্বাভাস বিশ্লেষণ স্বয়ংক্রিয় করা সম্ভব। বিশেষ করে, স্থানীয় LLM-এর কাঠামোবদ্ধ টেবিল এবং ডেটাফ্রেমের সাথে ব্যবহার একটি প্রতিশ্রুতিশীল দিক হয়ে উঠছে।

কোম্পানিতে কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তার সম্পূর্ণ নিয়ন্ত্রণ এবং কিভাবে নিজস্ব LLM স্থাপন করবেন।

আধুনিক সরঞ্জামগুলি কোম্পানিগুলিকে মাত্র কয়েক ঘণ্টার মধ্যে একটি বৃহৎ ভাষার মডেল (LLM) স্থানীয়ভাবে স্থাপন করতে সক্ষম করে। এটি ডেটা এবং অবকাঠামোর উপর সম্পূর্ণ নিয়ন্ত্রণ প্রদান করে, বাইরের ক্লাউড পরিষেবাগুলির উপর নির্ভরতা দূর করে এবং তথ্য ফাঁসের ঝুঁকি কমায়। এই ধরনের সমাধান বিশেষভাবে গুরুত্বপূর্ণ সংস্থাগুলির জন্য, যারা সংবেদনশীল প্রকল্পের নথি বা গোপন বাণিজ্যিক তথ্য নিয়ে কাজ করে।

কাজ এবং সম্পদের উপর নির্ভর করে বিভিন্ন স্থাপনার দৃশ্যপট উপলব্ধ – "বাক্স থেকে বেরিয়ে আসা" প্রস্তুত সমাধান থেকে শুরু করে আরও নমনীয় এবং স্কেলযোগ্য স্থাপত্য পর্যন্ত। সবচেয়ে সহজ সরঞ্জামগুলির মধ্যে একটি হল Ollama, যা গভীর প্রযুক্তিগত জ্ঞান ছাড়াই এক ক্লিকে ভাষার মডেল চালু করতে দেয়। Ollama দিয়ে দ্রুত শুরু:

1. অফিসিয়াল ওয়েবসাইট থেকে আপনার অপারেটিং সিস্টেমের জন্য ডিস্ট্রিবিউশন ডাউনলোড করুন: ollama.com
2. কমান্ড লাইন মাধ্যমে মডেল ইনস্টল করুন। উদাহরণস্বরূপ, Mistral মডেলের জন্য:

```
ollama run mistral
```

3. মডেল চালু করার পরে এটি কাজের জন্য প্রস্তুত – আপনি টার্মিনালের মাধ্যমে টেক্সট অনুরোধ পাঠাতে পারেন বা এটি অন্যান্য সরঞ্জামে সংহত করতে পারেন। মডেল চালু করুন এবং একটি অনুরোধ সম্পন্ন করুন:

```
ollama run mistral "কিভাবে 100mm প্রস্থের প্লাস্টারবোর্ড পার্টিশন দেওয়াল ইনস্টল করার জন্য সমস্ত সম্পদের সাথে একটি হিসাব তৈরি করবেন?"
```

যারা পরিচিত ভিজুয়াল পরিবেশে কাজ করতে পছন্দ করেন, তাদের জন্য LM Studio রয়েছে – একটি বিনামূল্যের অ্যাপ্লিকেশন যার ইন্টারফেস ChatGPT-এর মতো:

- অফিসিয়াল ওয়েবসাইট থেকে LM Studio ইনস্টল করুন - lmstudio.ai
- অন্তর্নির্মিত ক্যাটালগের মাধ্যমে একটি মডেল (যেমন, Falcon বা GPT-Neo-X) নির্বাচন করুন এবং এটি ডাউনলোড করুন
- ChatGPT-এর মতো একটি স্বজ্ঞাত ইন্টারফেসের মাধ্যমে মডেলের সাথে কাজ করুন, তবে সম্পূর্ণ স্থানীয়

| | Developer | Parameters | GPU Requirements (GB) | Features | Best For |
|-----------------|---------------------------------------|------------|---------------------------|--|---|
| Mistral 7B | Mistral AI | 7 | 8 (FP16) | Fast, supports multimodal tasks (text + images), fully open-source code | Lightweight tasks, mobile devices, laptops |
| LLaMA 2 | Meta | 7-70 | 16-48 (FP16) | High text generation accuracy, adaptable for technical tasks. CC-BY-SA license | Complex analytical and technical tasks |
| Baichuan 7B/13B | Baichuan Intelligence | 7-13 | 8-16 (FP16) | Fast and efficient, great for large data processing, fully open-source code | Data processing, automating routine tasks |
| Falcon 7B/40B | Technology Innovation Institute (TII) | 7-40 | 8-32 (FP16) | Open-source, high performance, optimized for fast work | Workloads with limited computational resources |
| DeepSeek-V3 | DeepSeek | 671 | 1543 (FP16) / 386 (4-bit) | Multilingual, 128K token context window, balanced speed and accuracy | Large enterprises, SaaS platforms, multitasking scenarios |
| DeepSeek-R1-7B | DeepSeek | 7 | 18 (FP16) / 4.5 (4-bit) | Retains 92% of R1 capabilities in MATH-500, local deployment support | Budget solutions, IoT devices, edge computing |

রিস. 3.34 জনপ্রিয় স্থানীয় ওপেন সোর্স LLM-মডেলগুলির তুলনা /

মডেল নির্বাচন গতি, সঠিকতা এবং উপলব্ধ হার্ডওয়্যার ক্ষমতার প্রয়োজনীয়তার উপর নির্ভর করে (রিস. 3.34)। ছোট মডেলগুলি, যেমন Mistral 7B এবং Baichuan 7B, হালকা কাজ এবং মোবাইল ডিভাইসের জন্য উপযুক্ত, যখন শক্তিশালী মডেলগুলি, যেমন DeepSeek-V3, উল্লেখযোগ্য কম্পিউটেশনাল সম্পদের প্রয়োজন, তবে উচ্চ কর্মক্ষমতা এবং বহু ভাষার সমর্থন প্রদান করে। আগামী কয়েক বছরে LLM বাজার দ্রুত বিকশিত হবে – আমরা আরও বেশি হালকা এবং বিশেষায়িত মডেল দেখতে পাব। সর্বজনীন LLM-এর পরিবর্তে, যা মানবীয় বিষয়বস্তু জুড়ে রয়েছে, বিশেষায়িত দক্ষতার উপর প্রশিক্ষিত মডেলগুলি উপস্থিত হবে। উদাহরণস্বরূপ, প্রকৌশল হিসাব, নির্মাণের প্রাক্কলন বা CAD-ফরম্যাটের ডেটার সাথে কাজ করার জন্য বিশেষভাবে ডিজাইন করা মডেলগুলির আবির্ভাব প্রত্যাশিত। এই ধরনের বিশেষায়িত মডেলগুলি ব্যবহার করতে দ্রুত, সঠিক এবং নিরাপদ হবে – বিশেষ করে পেশাদার পরিবেশে, যেখানে উচ্চ নির্ভরযোগ্যতা এবং বিষয়বস্তু গভীরতা গুরুত্বপূর্ণ।

স্থানীয় LLM চালু করার পরে, এটি কোম্পানির নির্দিষ্ট কাজের জন্য অভিযোজিত করা যেতে পারে। এর জন্য ফাইন-

টিউনিং প্রযুক্তি ব্যবহার করা হয়, যেখানে মডেলটি অভ্যন্তরীণ নথি, প্রযুক্তিগত নির্দেশিকা, চুক্তির টেমপ্লেট বা প্রকল্পের নথির উপর অতিরিক্ত প্রশিক্ষণ পায়।

RAG: কর্পোরেট ডেটার অ্যাক্সেস সহ বুদ্ধিমান LLM-সহায়ক

ব্যবসায়ে LLM ব্যবহারের পরবর্তী পর্যায় হল মডেলগুলিকে বর্তমান কর্পোরেট ডেটার সাথে বাস্তব সময়ে সংহত করা। এই পদ্ধতিকে RAG (Retrieval-Augmented Generation) বলা হয় – তথ্য আহরণের সহায়তায় উৎপাদন। এই স্থাপত্যে ভাষার মডেলটি কেবল একটি সংলাপের ইন্টারফেস নয়, বরং একটি পূর্ণাঙ্গ বুদ্ধিমান সহকারী হয়ে ওঠে, যা নথি, নকশা, ডেটাবেসে নেভিগেট করতে সক্ষম এবং সঠিক, প্রাসঙ্গিক উত্তর দিতে পারে।

RAG-এর প্রধান সুবিধা হল কোম্পানির অভ্যন্তরীণ ডেটা ব্যবহার করার ক্ষমতা, মডেলটি পুনরায় প্রশিক্ষণের প্রয়োজন ছাড়াই, তথ্যের সাথে কাজ করার সময় উচ্চ সঠিকতা এবং নমনীয়তা বজায় রাখা।

RAG প্রযুক্তিটি দুটি প্রধান উপাদানকে একত্রিত করে:

- তথ্য আহরণ (Retrieval): মডেলটি ডেটা স্টোরেজের সাথে সংযুক্ত হয় – নথি, টেবিল, PDF ফাইল, নকশা – এবং ব্যবহারকারীর অনুরোধের ভিত্তিতে প্রাসঙ্গিক তথ্য আহরণ করে।
- উত্তর উৎপাদন (Augmented Generation): আহৃত তথ্যের ভিত্তিতে মডেলটি একটি সঠিক, যুক্তিসঙ্গত উত্তর তৈরি করে, প্রসঙ্গ এবং অনুরোধের বিশেষত্ব বিবেচনায় নিয়ে।

RAG সমর্থিত LLM চালু করতে, কয়েকটি পদক্ষেপ সম্পন্ন করতে হবে:

- ডেটা প্রস্তুতি: প্রয়োজনীয় নথি, নকশা, স্পেসিফিকেশন, টেবিল সংগ্রহ করুন। এগুলি বিভিন্ন ফরম্যাট এবং কাঠামোতে থাকতে পারে, PDF থেকে Excel পর্যন্ত।
- সূচীকরণ এবং ভেক্টরাইজেশন: LlamaIndex বা LangChain-এর মতো সরঞ্জামের সাহায্যে, ডেটাগুলি ভেক্টর উপস্থাপনায় রূপান্তরিত হয়, যা পাঠ্যের টুকরোগুলির মধ্যে অর্থগত সম্পর্ক খুঁজে পেতে সহায়তা করে (ভেক্টর ডেটাবেস এবং বৃহৎ পরিমাণকে ভেক্টর উপস্থাপনায় রূপান্তরের বিষয়ে, বিস্তারিত ৪ তম অংশে)।
- সহায়কের কাছে অনুরোধ: ডেটা লোড করার পরে, মডেলটিকে প্রশ্ন করা যেতে পারে, এবং এটি কর্পোরেট ডেটাবেসের মধ্যে উত্তর খুঁজে বের করবে, ইন্টারনেট থেকে সংগৃহীত সাধারণ জ্ঞানের মধ্যে নয়।

ধরুন, কোম্পানির কাছে constructionsite_docs নামে একটি ফোল্ডার রয়েছে, যেখানে চুক্তি, নির্দেশিকা, বাজেট এবং টেবিল সংরক্ষিত রয়েছে। একটি Python স্ক্রিপ্টের সাহায্যে (চিত্র 3.35), এই ফোল্ডারটি স্ক্যান করা যেতে পারে এবং ভেক্টর সূচীকরণ তৈরি করা যেতে পারে: প্রতিটি নথি একটি ভেক্টরের সেটে রূপান্তরিত হবে, যা পাঠ্যের অর্থগত বিষয়বস্তু প্রতিফলিত করে। এটি নথিগুলিকে একটি বিশেষ ধরনের "অর্থের মানচিত্র" এ পরিণত করে, যার মাধ্যমে মডেলটি কার্যকরভাবে নেভিগেট করতে এবং শব্দ ও বাক্যের মধ্যে সম্পর্ক খুঁজে পেতে পারে।

উদাহরণস্বরূপ, মডেলটি "ফিরিয়ে দেওয়া" এবং "অভিযোগ" শব্দগুলি মনে রাখে, যা প্রায়ই চুক্তির সেই অংশে পাওয়া যায় যা নির্মাণ সাইটে উপকরণ বিতরণের সাথে সম্পর্কিত। এর পরে, যদি প্রশ্ন করা হয় – উদাহরণস্বরূপ, "আমাদের পণ্যের ফেরত দেওয়ার সময়সীমা কী?" (চিত্র 3.35 - 11 নম্বর কোডের লাইন) – LLM অভ্যন্তরীণ নথিগুলি বিশ্লেষণ করবে এবং সঠিক তথ্য খুঁজে বের করবে, একটি বুদ্ধিমান সহকারী হিসেবে কাজ করে, যা সমস্ত কর্পোরেট ফাইলের

বিষয়বস্তু পড়তে এবং বুঝতে সক্ষম।

```

1 from llama_index import SimpleDirectoryReader, VectorStoreIndex
2
3 # Load documents from the folder
4 documents = SimpleDirectoryReader("construction_docs").load_data()
5
6 # Creating a vector index for semantic search
7 index = VectorStoreIndex.from_documents(documents)
8
9 # Integration with LLM (e.g. Llama 3)
10 query_engine = index.as_query_engine()
11 response = query_engine.query("What are the return terms in the contracts?")
12 print(response)

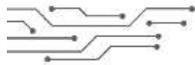
```

চিত্র 3.35 LM ফাইলের ফোল্ডার পড়ছে – ঠিক যেমন একজন ব্যক্তি এটি খুলে প্রয়োজনীয় নথি খুঁজে বের করে।

কোডটি যে কোনও কম্পিউটারে চালানো যেতে পারে যেখানে Python ইনস্টল করা আছে। কোড চালানোর জন্য Python এবং IDE ব্যবহারের বিষয়ে আমরা পরবর্তী অধ্যায়ে আলোচনা করব।

স্থানীয় LLM স্থাপন একটি ট্রেন্ড নয়, বরং নিরাপত্তা এবং নমনীয়তা মূল্যায়নকারী কোম্পানির জন্য একটি কৌশলগত সিদ্ধান্ত। তবে, LLM স্থাপন, তা স্থানীয় কোম্পানির কম্পিউটারে হোক বা অনলাইন সমাধান ব্যবহারের মাধ্যমে হোক – এটি কেবল প্রথম পদক্ষেপ। LLM এর ক্ষমতাগুলি বাস্তব কাজের জন্য প্রয়োগ করতে, কোম্পানিগুলিকে এমন সরঞ্জাম ব্যবহার করতে হবে যা কেবল চ্যাটে উত্তর পাওয়ার জন্য নয়, বরং তৈরি করা যুক্তি কোডের আকারে সংরক্ষণ করার জন্যও সক্ষম, যা LLM ব্যবহারের প্রেক্ষাপটের বাইরে চালানো যাবে। এটি সমাধানগুলির স্কেলিংয়ের জন্য গুরুত্বপূর্ণ-সঠিকভাবে সংগঠিত প্রক্রিয়াগুলি AI এর অর্জনগুলি একাধিক প্রকল্প বা এমনকি পুরো কোম্পানিতে প্রয়োগ করতে সক্ষম করে।

এই প্রেক্ষাপটে উপযুক্ত উন্নয়ন পরিবেশ (IDE) নির্বাচন একটি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। আধুনিক প্রোগ্রামিং সরঞ্জামগুলি LLM ভিত্তিক সমাধানগুলি তৈরি করার পাশাপাশি সেগুলিকে বিদ্যমান ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলির সাথে একীভূত করতে সক্ষম করে, যা সেগুলিকে স্বয়ংক্রিয় ETL-পাইপলাইনে রূপান্তরিত করে।



অধ্যায় 3.4. আইডিই LLM সমর্থন সহ এবং প্রোগ্রামিংয়ে ভবিষ্যৎ পরিবর্তনসমূহ

আইডিই নির্বাচন: এলএলএম পরীক্ষামূলক কার্যক্রম থেকে ব্যবসায়িক সমাধানে

স্বয়ংক্রিয়তা, ডেটা বিশ্লেষণ এবং কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তার জগতে প্রবেশ করার সময় – বিশেষ করে বড় ভাষার মডেল (LLM) নিয়ে কাজ করার সময় – উপযুক্ত একীভূত উন্নয়ন পরিবেশ (IDE) নির্বাচন করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। এটি আপনার প্রধান কাজের সরঞ্জাম হবে: স্থানীয় কম্পিউটার এবং কর্পোরেট নেটওয়ার্কের মধ্যে কোড চালানোর স্থান, যা LLM দ্বারা তৈরি করা হয়েছে। IDE এর নির্বাচন কেবল কাজের সুবিধা নির্ধারণ করে না, বরং এটি কত দ্রুত আপনি LLM এ পরীক্ষামূলক অনুরোধ থেকে বাস্তব ব্যবসায়িক প্রক্রিয়ায় অন্তর্ভুক্ত পূর্ণাঙ্গ সমাধানে রূপান্তরিত হতে পারবেন তাও নির্ধারণ করে।

IDE (ইন্টিগ্রেটেড ডেভেলপমেন্ট এনভায়রনমেন্ট) হল আপনার কম্পিউটারে প্রক্রিয়াগুলি স্বয়ংক্রিয়করণ এবং ডেটা প্রক্রিয়াকরণের জন্য একটি সার্বজনীন নির্মাণ কন্সট্রাক্ট। আলাদাভাবে কাটা, আটকানো, ড্রিলিং এবং অন্যান্য সরঞ্জাম সংরক্ষণের পরিবর্তে, আপনার কাছে একটি ডিভাইস রয়েছে যা সবকিছু করতে পারে – কাটা, আটকানো, ড্রিলিং এবং এমনকি উপকরণের গুণমান পরীক্ষা করা। প্রোগ্রামারদের জন্য IDE হল একটি একক স্থান, যেখানে কোড লেখা (নির্মাণের তুলনায় - নকশা তৈরি করা), এর কার্যকারিতা পরীক্ষা করা (ভবনের মডেল তৈরি করা), ত্রুটি খুঁজে পাওয়া (নির্মাণের শক্তি নিয়ন্ত্রণের মতো) এবং প্রস্তুত প্রকল্প চালানো (বাড়ি হস্তান্তর) সম্ভব।

জনপ্রিয় IDE এর পর্যালোচনা:

- PyCharm® (JetBrains) হল Python এর জন্য একটি শক্তিশালী পেশাদার IDE। এটি অনেকগুলি অন্তর্নির্মিত বৈশিষ্ট্যের জন্য গুরুতর প্রকল্পগুলির জন্য চমৎকার। তবে, ইন্টারেক্টিভ Jupyter ফাইল (IPYNB) এর মৌলিক সমর্থন কেবল পেইড সংস্করণে উপলব্ধ, এবং নতুনদের জন্য ইন্টারফেসটি জটিল মনে হতে পারে।

IPYNB (ইন্টারেক্টিভ পাইথন নোটবুক) এক্সটেনশনের ফাইল হল Jupyter® Notebook এর ইন্টারেক্টিভ নোটবুকের ফরম্যাট, যেখানে কোড, ভিজুয়লাইজেশন এবং ব্যাখ্যা এক ডকুমেন্ট একত্রিত হয়। এই ফরম্যাটটি রিপোর্ট, বিশ্লেষণ এবং শিক্ষামূলক স্ক্রিপ্ট তৈরি করার জন্য আদর্শ।

- VS Code® (Microsoft) হল একটি দ্রুত, নমনীয় এবং কাস্টমাইজযোগ্য সরঞ্জাম যা IPYNB এর জন্য বিনামূল্যে সমর্থন এবং অনেক প্লাগইন সহ। এটি নতুন এবং পেশাদার উভয়ের জন্য উপযুক্ত। এটি GitHub Copilot এবং ভাষার মডেলগুলির সাথে কাজ করার জন্য প্লাগইন একীভূত করতে সক্ষম, যা এটিকে AI এবং ডেটা সায়েন্সের ক্ষেত্রে প্রকল্পগুলির জন্য একটি চমৎকার পছন্দ করে তোলে।
- জুপিটার নোটবুক – পরীক্ষামূলক কাজ এবং শিক্ষার জন্য একটি ক্লাসিক এবং জনপ্রিয় পছন্দ। এটি কোড লেখার, ব্যাখ্যা যোগ করার এবং একটি ইন্টারফেসে ফলাফল ভিজুয়লাইজ করার অনুমতি দেয় (ছবি 3.41)। দ্রুত হাইপোথিসিস পরীক্ষা, LLM-এর সাথে কাজ এবং ডেটা বিশ্লেষণের পুনরুত্পাদনযোগ্য পদক্ষেপ তৈরি করার জন্য এটি আদর্শ। নির্ভরতা এবং লাইব্রেরিগুলি পরিচালনার জন্য অ্যানাকোন্ডা নেভিগেটর ব্যবহার করার সুপারিশ করা হয় – পাইথন পরিবেশ পরিচালনার জন্য একটি ভিজুয়াল ইন্টারফেস।



ছবি 3.41 জুপিটার নোটবুক পাইপলাইন প্রক্রিয়া তৈরি করার জন্য সবচেয়ে সুবিধাজনক এবং জনপ্রিয় সরঞ্জামগুলির মধ্যে একটি।

- গুগল কলাব™ (এবং প্ল্যাটফর্ম কাগল (ছবি 9.25)) – জুপিটারের একটি ক্লাউড বিকল্প, যা GPU/TPU-তে বিনামূল্যে অ্যাক্সেস প্রদান করে। এটি শুরু করার জন্য একটি চমৎকার সমাধান – স্থানীয় সফটওয়্যার ইনস্টল করার প্রয়োজন ছাড়াই এবং ব্রাউজার থেকে সরাসরি কাজ করার সুযোগ সহ। এটি গুগল ড্রাইভের সাথে ইন্টিগ্রেশন সমর্থন করে এবং সম্প্রতি – গুগলের LLM জেমিনির সাথে।

| | PyCharm | VS Code | Jupyter Notebook | Google Colab |
|---------------------|---------------|-----------|------------------|---------------|
| Complexity | High | Medium | Low | Low |
| .ipynb support | Paid | Free | Built-in | Built-in |
| Copilots | Yes | Yes | Yes | Yes |
| Computing resources | Local | Local | Local | Cloud |
| For whom | Professionals | Universal | Beginners | Experimenters |

ছবি 3.42 IDE-এর তুলনা: জুপিটার নোটবুক পাইপলাইন প্রক্রিয়া তৈরি করার জন্য সবচেয়ে সুবিধাজনক এবং সহজ সরঞ্জামগুলির মধ্যে একটি।

IDE নির্বাচন আপনার কাজের উপর নির্ভর করে। যদি আপনি দ্রুত AI-এর সাথে কাজ শুরু করতে চান, তবে জুপিটার নোটবুক বা গুগল কলাব চেষ্টা করুন। গুরুতর প্রকল্পের জন্য পিচার্ম বা ভিএস কোড ব্যবহার করা ভাল। প্রধান বিষয় হল শুরু করা। আধুনিক সরঞ্জামগুলি পরীক্ষাগুলিকে দ্রুত কার্যকর সমাধানে রূপান্তর করতে সক্ষম করে।

বর্ণিত সমস্ত IDE ডেটা প্রক্রিয়াকরণের পাইপলাইন তৈরি করতে সক্ষম – অর্থাৎ কোডের মডিউল ব্লকের একটি চেইন (যা LLM দ্বারা তৈরি হতে পারে), যার প্রতিটি একটি নির্দিষ্ট পর্যায়ের জন্য দায়ী, যেমন:

- বিশ্লেষণাত্মক স্ক্রিপ্ট,
- নথি থেকে তথ্য আহরণের চেইন,
- RAG-এর ভিত্তিতে স্বয়ংক্রিয় উত্তর,
- রিপোর্টিং এবং ভিজ্যুয়লাইজেশন তৈরি।

মডুলার কাঠামোর কারণে প্রতিটি পদক্ষেপকে একটি পৃথক ব্লক হিসাবে উপস্থাপন করা যেতে পারে: ডেটা লোড করা → ফিল্টারিং → বিশ্লেষণ → ভিজ্যুয়লাইজেশন → ফলাফল রপ্তানি। এই ব্লকগুলি পুনরায় ব্যবহার করা যেতে পারে, অভিযোজিত করা যেতে পারে এবং নতুন চেইনে একত্রিত করা যেতে পারে, যেমন একটি নির্মাণের জন্য, কেবলমাত্র ডেটার জন্য।

প্রকৌশলীদের, ব্যবস্থাপকদের এবং বিশ্লেষকদের জন্য এটি সিদ্ধান্ত গ্রহণের যুক্তি কোডের আকারে নথিভুক্ত করার সুযোগ উন্মুক্ত করে, যা LLM দ্বারা তৈরি করা যেতে পারে। এই পদ্ধতি রুটিন কাজগুলি ত্বরান্বিত করতে, প্রথাগত অপারেশনগুলি স্বয়ংক্রিয় করতে এবং পুনরুৎপাদনযোগ্য প্রক্রিয়া তৈরি করতে সহায়তা করে, যেখানে প্রতিটি পদক্ষেপ স্পষ্টভাবে নথিভুক্ত এবং দলের সকল সদস্যের জন্য স্বচ্ছ।

স্বয়ংক্রিয় ETL পাইপলাইন (ছবি 7.23), অ্যাপাচি এয়ারফ্লো (ছবি 7.44), অ্যাপাচি নিফি (ছবি 7.45) এবং n8n (ছবি 7.46) এর মতো সরঞ্জামগুলি প্রক্রিয়াগুলির স্বয়ংক্রিয়করণের সময় যুক্তির ব্লকগুলি তৈরি করার জন্য 7 এবং 8 অধ্যায়ে আলোচনা করা হবে।---

আইডিই যা এলএলএম সমর্থন করে এবং প্রোগ্রামিংয়ে ভবিষ্যৎ পরিবর্তনসমূহ।

উন্নয়ন প্রক্রিয়ায় কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তার সংহতি প্রোগ্রামিংয়ের দৃশ্যপট পরিবর্তন করেছে। আধুনিক পরিবেশগুলি আর কেবল সিনট্যাক্স হাইলাইটিং সহ টেক্সট সম্পাদক নয় – তারা প্রকল্পের যুক্তি বুঝতে, কোড সম্পূর্ণ করতে এবং এমনকি কোডের একটি নির্দিষ্ট টুকরো কীভাবে কাজ করে তা ব্যাখ্যা করতে সক্ষম বুদ্ধিমান সহকারী হয়ে উঠছে। বাজারে এমন পণ্যগুলি আবির্ভূত হচ্ছে যা AI-এর মাধ্যমে পরিচিত উন্নয়নের সীমানা প্রসারিত করেছে:

- গিটহাব কোপাইলট (ভিএস কোড, পিচার্মে ইন্টিগ্রেট করা হয়): একটি AI-সহায়ক, যা মন্তব্য বা আংশিক বর্ণনার ভিত্তিতে কোড তৈরি করে, টেক্সটের পরামর্শগুলিকে প্রস্তুত সমাধানে রূপান্তর করে।
- কার্সর (AI-কোর সহ ভিএস কোডের একটি ফর্ক): এটি কেবল কোড সম্পূর্ণ করতে নয়, বরং প্রকল্পের জন্য প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করতে, নির্ভরতাগুলি খুঁজে পেতে এবং কোডের ভিত্তিতে শিখতে সক্ষম।
- জেটব্রেইনস এআই অ্যাসিস্ট্যান্ট: জেটব্রেইনস আইডিই (পাইচার্ম সহ) এর জন্য একটি প্লাগইন যা জটিল কোড ব্যাখ্যা, অপ্টিমাইজেশন এবং টেস্ট তৈরি করার ফিচার প্রদান করে।
- অ্যামাজন কোডহুইস্পারার: কোপাইলটের অনুরূপ, তবে অ্যামাজনের এডব্লিউএস পরিষেবাগুলির নিরাপত্তা এবং সমর্থনের উপর জোর দেয়।

আগামী কয়েক বছরে প্রোগ্রামিং মৌলিক পরিবর্তনের সম্মুখীন হবে। মূল ফোকাস রুটিন কোড লেখার পরিবর্তে মডেল এবং ডেটা আর্কিটেকচার ডিজাইন করার দিকে স্থানান্তরিত হবে—ডেভেলপাররা সিস্টেম ডিজাইনিংয়ে বেশি সময় ব্যয় করবেন, যখন এআই টেমপ্লেট কাজগুলি যেমন কোড, টেস্ট, ডকুমেন্টেশন এবং মৌলিক ফাংশন তৈরি করার দায়িত্ব নেবে। প্রোগ্রামিংয়ের ভবিষ্যৎ হল মানুষের এবং এআইয়ের সহযোগিতা, যেখানে যন্ত্রগুলি প্রযুক্তিগত রুটিন গ্রহণ করে এবং মানুষ সৃজনশীলতায় মনোনিবেশ করে।

প্রাকৃতিক ভাষায় প্রোগ্রামিং দৈনন্দিন হয়ে উঠবে। আইডিই-এর ব্যক্তিগতকরণ নতুন স্তরে পৌঁছাবে—ডেভেলপমেন্ট এনভায়রনমেন্টগুলি ব্যবহারকারীর কাজের শৈলীর সাথে মানিয়ে নিতে শিখবে, এবং কোম্পানিগুলি প্যাটার্নগুলি পূর্বাভাস দিয়ে, প্রাসঙ্গিক সমাধানগুলি প্রস্তাব করে এবং পূর্ববর্তী প্রকল্পগুলির উপর ভিত্তি করে শিখবে।

এটি ডেভেলপারদের ভূমিকা বাতিল করে না, তবে এটি মৌলিকভাবে রূপান্তরিত করে: কোড লেখার পরিবর্তে—জ্ঞান, গুণমান এবং প্রক্রিয়াগুলির ব্যবস্থাপনায়। এই ধরনের বিবর্তন ব্যবসায়িক বিশ্লেষণের ক্ষেত্রকেও প্রভাবিত করবে, যেখানে রিপোর্ট, ভিজুয়লাইজেশন এবং সিদ্ধান্ত গ্রহণের সমর্থনের জন্য অ্যাপ্লিকেশন তৈরি increasingly এআই এবং এলএলএম, চ্যাট এবং এজেন্ট ইন্টারফেসের মাধ্যমে কোড এবং লজিকের জেনারেশন দ্বারা ঘটবে।

কোম্পানি যখন এলএলএম চ্যাটগুলি কনফিগার করে এবং একটি উপযুক্ত ডেভেলপমেন্ট এনভায়রনমেন্ট নির্বাচন করে, তখন পরবর্তী গুরুত্বপূর্ণ পদক্ষেপ হল ডেটা সংগঠন। এই প্রক্রিয়ায় বিচ্ছিন্ন উৎস থেকে তথ্য আহরণ, এটি পরিষ্কার করা, কাঠামোবদ্ধ আকারে রূপান্তর করা এবং কর্পোরেট সিস্টেমে একীভূত করা অন্তর্ভুক্ত।

আধুনিক ডেটা-সেন্ট্রিক ডেটা ব্যবস্থাপনা পদ্ধতিতে মূল লক্ষ্য হল ডেটাগুলিকে একটি একক সার্বজনীন ফর্মে নিয়ে আসা, যা অনেকগুলি টুল এবং অ্যাপ্লিকেশনের সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ হবে। কাঠামোবদ্ধ ডেটা এবং কাঠামোবদ্ধ ডেটার প্রক্রিয়াকরণের জন্য বিশেষায়িত লাইব্রেরির প্রয়োজন। সবচেয়ে শক্তিশালী, নমনীয় এবং জনপ্রিয় লাইব্রেরিগুলির মধ্যে একটি হল পাইথনের জন্য প্যান্ডাস লাইব্রেরি। এটি টেবিলের ডেটা সহজে প্রক্রিয়া করতে সক্ষম: ফিল্টার করা, গ্রুপ করা, পরিষ্কার করা, সম্পূর্ণ করা, সংহতকরণ করা এবং রিপোর্ট তৈরি করা।

পাইথন প্যান্ডাস: তথ্য ব্যবস্থাপনার জন্য অপরিহার্য সরঞ্জাম

ডেটা বিশ্লেষণ এবং স্বয়ংক্রিয়করণের জগতে প্যান্ডাস একটি বিশেষ স্থান দখল করে। এটি প্রোগ্রামিং ভাষা পাইথনের সবচেয়ে জনপ্রিয় এবং ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত লাইব্রেরিগুলির মধ্যে একটি, যা কাঠামোবদ্ধ ডেটার সাথে কাজ করার জন্য ডিজাইন করা হয়েছে।

লাইব্রেরিটি প্রস্তুতকৃত সরঞ্জামের একটি সেটের মতো: ফাংশন, মডিউল, ক্লাস। যেমন একটি নির্মাণস্থলে প্রতিবার হাতুড়ি বা স্তরের আবিষ্কার করার প্রয়োজন হয় না, তেমনি প্রোগ্রামিংয়ে লাইব্রেরিগুলি মৌলিক ফাংশন এবং সমাধানগুলি পুনরায় আবিষ্কার না করেই দ্রুত সমস্যাগুলি সমাধান করতে দেয়।

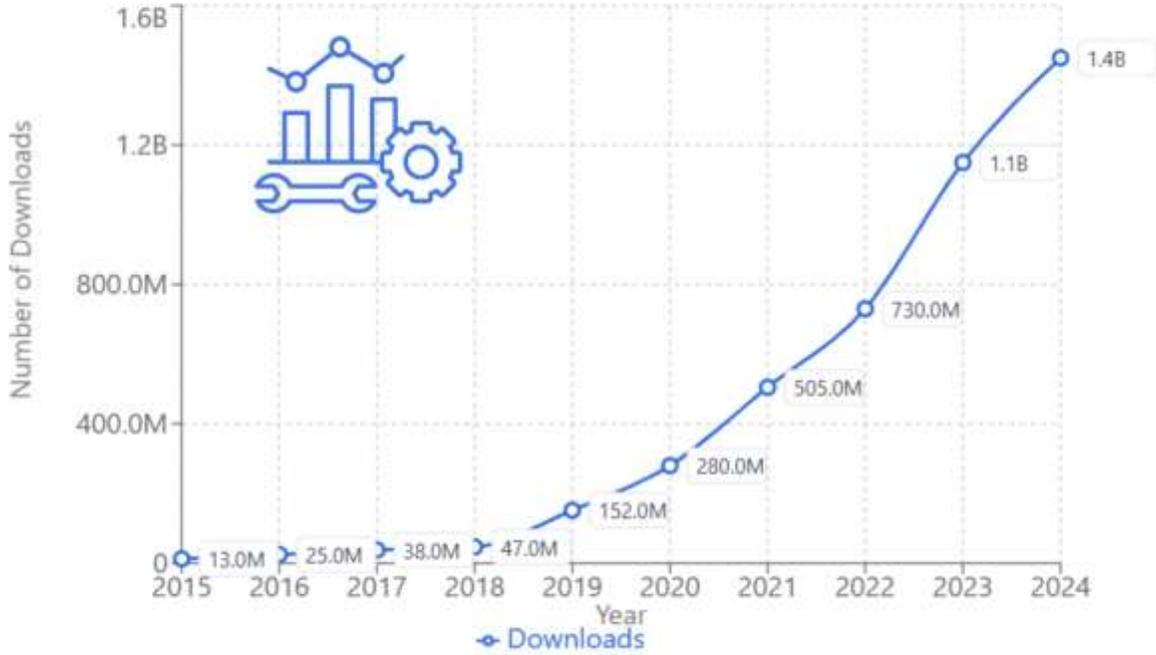
প্যান্ডাস হল একটি ওপেন সোর্স পাইথন লাইব্রেরি, যা উচ্চ-কার্যকর এবং স্বজ্ঞাত ডেটা স্ট্রাকচার প্রদান করে, বিশেষ করে ডেটাফ্রেম—টেবিলের সাথে কাজ করার জন্য একটি সার্বজনীন ফরম্যাট। প্যান্ডাস হল ডেটার সাথে কাজ করা বিশ্লেষক, প্রকৌশলী এবং ডেভেলপারদের জন্য একটি সুইস আর্মি নাইফ।

পাইথন একটি উচ্চ স্তরের প্রোগ্রামিং ভাষা যার সহজ সিনট্যাক্স রয়েছে, যা বিশ্লেষণ, স্বয়ংক্রিয়করণ, মেশিন লার্নিং এবং ওয়েব ডেভেলপমেন্টে সক্রিয়ভাবে ব্যবহৃত হয়। এর জনপ্রিয়তা কোডের পাঠযোগ্যতা, ক্রস-প্ল্যাটফর্ম সমর্থন এবং সমৃদ্ধ লাইব্রেরির ইকোসিস্টেম দ্বারা ব্যাখ্যা করা হয়। আজকের দিনে পাইথনের জন্য 137,000 এরও বেশি ওপেন সোর্স প্যাকেজ তৈরি করা হয়েছে এবং এই সংখ্যা প্রায় প্রতিদিন বাড়ছে। প্রতিটি লাইব্রেরি একটি ধরনের প্রস্তুত ফাংশনের সংগ্রহ: সহজ গাণিতিক অপারেশন থেকে শুরু করে জটিল চিত্র প্রক্রিয়াকরণ, বড় ডেটা বিশ্লেষণ, নিউরাল নেটওয়ার্কের সাথে কাজ করা এবং বাইরের পরিষেবার সাথে সংযোগ স্থাপন করার জন্য উন্নত সরঞ্জাম পর্যন্ত।

অন্য কথায়, কল্পনা করুন যে আপনার কাছে শত হাজার প্রস্তুত সফটওয়্যার সমাধানের জন্য বিনামূল্যে এবং উন্মুক্ত প্রবেশাধিকার রয়েছে - লাইব্রেরি এবং সরঞ্জাম যা আপনি সরাসরি আপনার ব্যবসায়িক প্রক্রিয়ায় সংযুক্ত করতে পারেন। এটি একটি বিশাল অ্যাপ্লিকেশন ক্যাটালগের মতো, যা স্বয়ংক্রিয়করণ, বিশ্লেষণ, ভিজুয়লাইজেশন, ইন্টিগ্রেশন এবং আরও অনেক কিছুর জন্য ডিজাইন করা হয়েছে - এবং সবকিছুই পাইথন ইনস্টল করার সাথে সাথে উপলব্ধ।

পান্ডাস – পাইথন ইকোসিস্টেমের অন্যতম জনপ্রিয় প্যাকেজ। ২০২২ সালে প্যান্ডাস লাইব্রেরির গড় ডাউনলোড সংখ্যা দৈনিক ৪ মিলিয়ন পৌঁছেছিল (চিত্র ৩.৪৩), যখন ২০২৫ সালের শুরুতে এই সংখ্যা বেড়ে ১২ মিলিয়ন ডাউনলোডে পৌঁছেছে, যা এর বাড়তে থাকা জনপ্রিয়তা এবং ডেটা বিশ্লেষণ ও এলএলএম চ্যাটে এর ব্যাপক ব্যবহারের প্রতিফলন করে [৮৬]।-

Pandas Downloads by Year (PyPI Stats)

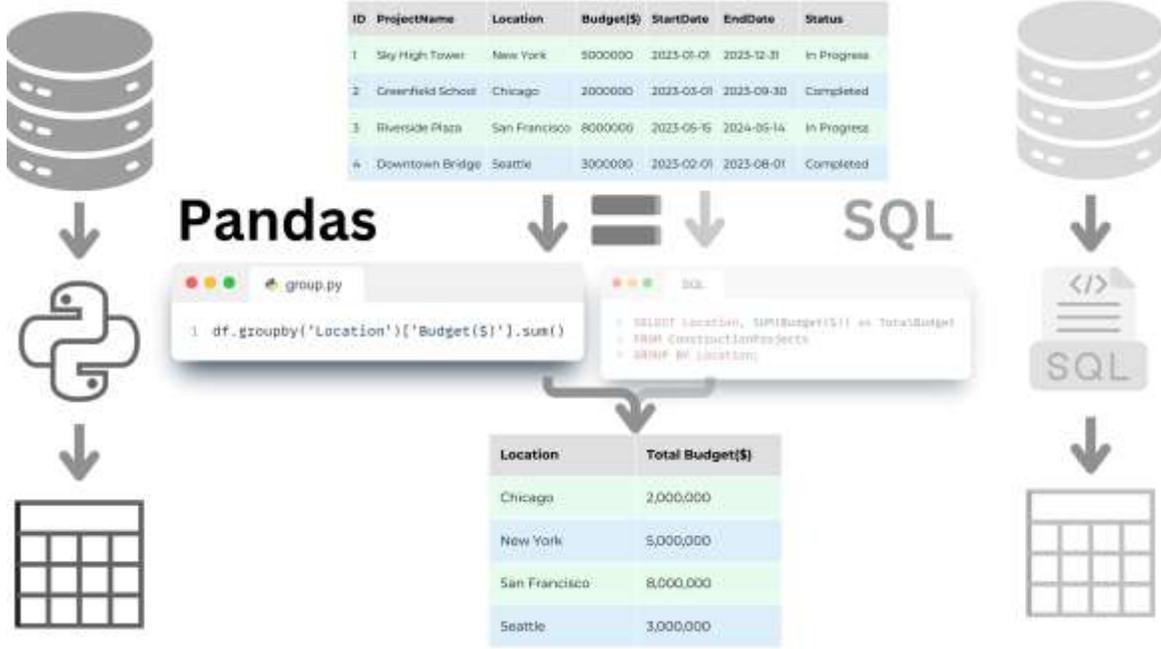


ছবি ৩.৪৩ প্যান্ডাস - অন্যতম সর্বাধিক ডাউনলোডকৃত লাইব্রেরি। ২০২৪ সালে এর বার্ষিক ডাউনলোডের সংখ্যা ১.৪ বিলিয়ন অতিক্রম করেছে।

প্যান্ডাস লাইব্রেরির প্রশ্নের ভাষা কার্যকারিতার দিক থেকে SQL প্রশ্নের ভাষার সাথে সাদৃশ্যপূর্ণ, যা আমরা "রিলেশনাল ডেটাবেস এবং SQL প্রশ্নের ভাষা" অধ্যায়ে আলোচনা করেছি।

বিশ্লেষণ এবং কাঠামোবদ্ধ ডেটা ব্যবস্থাপনার জগতে, প্যান্ডাস তার সহজতা, গতি এবং শক্তির জন্য বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য, যা ব্যবহারকারীদের তথ্যের কার্যকর বিশ্লেষণ এবং প্রক্রিয়াকরণের জন্য বিস্তৃত সরঞ্জাম সরবরাহ করে।

দুটি সরঞ্জাম - SQL এবং Pandas - ডেটার সাথে কাজ করার জন্য শক্তিশালী ক্ষমতা প্রদান করে, বিশেষ করে ঐতিহ্যবাহী Excel-এর তুলনায়। এগুলি নির্বাচন, ফিল্টারিং (চিত্র ৩.৪৪) এর মতো অপারেশন সমর্থন করে, কেবলমাত্র একটি পার্থক্য রয়েছে যে SQL সম্পর্কিত ডেটাবেসের সাথে কাজ করার জন্য অপ্টিমাইজ করা হয়েছে, যখন Pandas RAM-এ ডেটা প্রক্রিয়া করে, যা যেকোনো কম্পিউটারে এটি চালানোর অনুমতি দেয়, ডেটাবেস তৈরি এবং পৃথক অবকাঠামো স্থাপন করার প্রয়োজন ছাড়াই।-

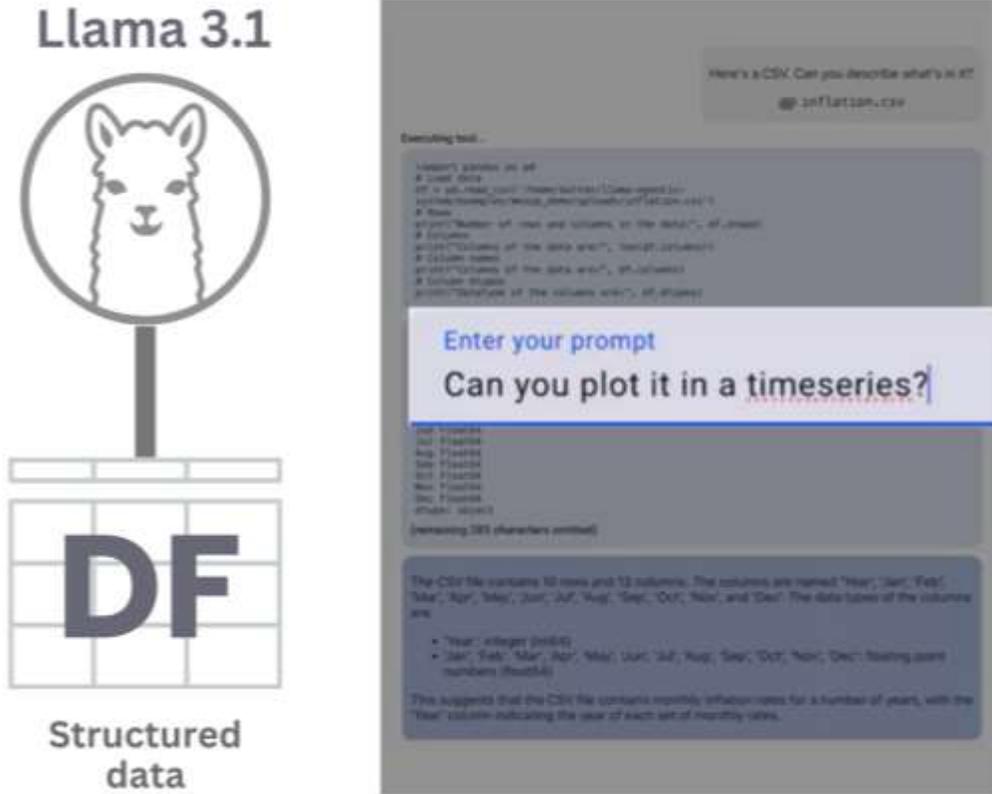


ছবি ৩.৪৪ প্যান্ডাস, SQL-এর তুলনায় বিভিন্ন ডেটা ফরম্যাটের সাথে কাজ করার ক্ষেত্রে নমনীয়তা প্রদর্শন করে, যা কেবল ডেটাবেসের মধ্যে সীমাবদ্ধ নয় /

প্যান্ডাস সাধারণত বৈজ্ঞানিক গবেষণা, প্রক্রিয়ার স্বয়ংক্রিয়করণ, পাইপলাইন তৈরি (যার মধ্যে ETL অন্তর্ভুক্ত) এবং পাইথনে ডেটা পরিচালনার জন্য ব্যবহৃত হয়, যেখানে SQL হল ডেটাবেস ব্যবস্থাপনার মান এবং এটি প্রায়শই কর্পোরেট পরিবেশে বৃহৎ পরিমাণ ডেটার সাথে কাজ করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

পাইথন প্রোগ্রামিং ভাষার প্যান্ডাস লাইব্রেরি কেবল মৌলিক কার্যক্রম যেমন টেবিল পড়া এবং লেখা করার পাশাপাশি আরও জটিল কাজগুলি সম্পাদন করতে সক্ষম, যার মধ্যে ডেটা একত্রিতকরণ, ডেটা গ্রুপিং এবং জটিল বিশ্লেষণাত্মক গণনা অন্তর্ভুক্ত।

আজ প্যান্ডাস লাইব্রেরি শুধুমাত্র একাডেমিক গবেষণা এবং ব্যবসায়িক বিশ্লেষণে ব্যবহৃত হয় না, বরং LLM মডেলগুলির সাথে সংযুক্ত হয়ে কাজ করে। উদাহরণস্বরূপ, মেটা@ (ফেসবুক™) ২০২৪ সালে নতুন ওপেন সোর্স মডেল LLaMa 3.1 প্রকাশের সময় কাঠামোগত ডেটার উপর বিশেষ গুরুত্ব দিয়েছে, তাদের প্রকাশনার একটি মূল এবং প্রথম কেস হিসেবে কাঠামোগত ডেটাফ্রেম (ছবি ৩.৪৫) সিএসভি ফরম্যাটে প্রক্রিয়াকরণ এবং প্যান্ডাস লাইব্রেরির সাথে চ্যাটে সরাসরি সংযোগ স্থাপন করেছে।-



ছবি ৩.৪৫ LLaMa 3.1-এ ২০২৪ সালে মেটা দলের দ্বারা উপস্থাপিত একটি প্রধান কেস ছিল প্যান্ডাস ব্যবহার করে অ্যাপ্লিকেশন তৈরি করা।

প্যান্ডাস হল লক্ষ লক্ষ ডেটা বিজ্ঞানীদের জন্য একটি অপরিহার্য সরঞ্জাম, যারা জেনারেটিভ AI-এর জন্য ডেটা প্রক্রিয়া এবং প্রস্তুত করে। প্যান্ডাসের কোডে শূন্য পরিবর্তনের সাথে গতি বাড়ানো একটি বিশাল অগ্রগতি হবে। ডেটা বিজ্ঞানীরা মিনিটের মধ্যে ডেটা প্রক্রিয়া করতে সক্ষম হবেন, ঘণ্টার পরিবর্তে, এবং জেনারেটিভ AI মডেলগুলির জন্য প্রশিক্ষণের জন্য অনেক বেশি ডেটা পাবেন [৮৮]।— জেনসেন হুয়াং, এনভিডিয়ার প্রতিষ্ঠাতা এবং সিইও

প্যান্ডাস ব্যবহার করে, ব্যবহারকারীরা ডেটাসেট পরিচালনা এবং বিশ্লেষণ করতে পারেন যা এক্সেলের ক্ষমতাকে অনেকটাই অতিক্রম করে। যেখানে এক্সেল সাধারণত ১ মিলিয়ন লাইনের ডেটা প্রক্রিয়া করতে সক্ষম, প্যান্ডাস সহজেই দশক মিলিয়ন লাইনের ডেটাসেট (ছবি ৯.১২, ছবি ৯.১১০) নিয়ে কাজ করতে পারে [৮৯]। এই ক্ষমতা ব্যবহারকারীদের জটিল ডেটা বিশ্লেষণ এবং বড় ডেটাসেটের উপর ভিজুয়লাইজেশন করতে সক্ষম করে, যা গভীর বোঝাপড়া প্রদান করে এবং ডেটার ভিত্তিতে সিদ্ধান্ত গ্রহণকে সহজ করে। তাছাড়া, প্যান্ডাসের শক্তিশালী সম্প্রদায় সমর্থন [৯০]: সারা বিশ্বে শতকোটি ডেভেলপার এবং বিশ্লেষক প্রতিদিন অনলাইন বা অফলাইনে এটি ব্যবহার করে (Kaggle.com, Google Collab, Microsoft® Azure™ Notebooks, Amazon SageMaker), যা যেকোনো ব্যবসায়িক সমস্যার জন্য প্রচুর প্রস্তুত সমাধান প্রদান করে।—

পাইথনের অধিকাংশ বিশ্লেষণাত্মক প্রক্রিয়ার ভিত্তিতে প্যান্ডাস লাইব্রেরি দ্বারা প্রদত্ত একটি কাঠামোগত ডেটা ফর্ম্যাট,

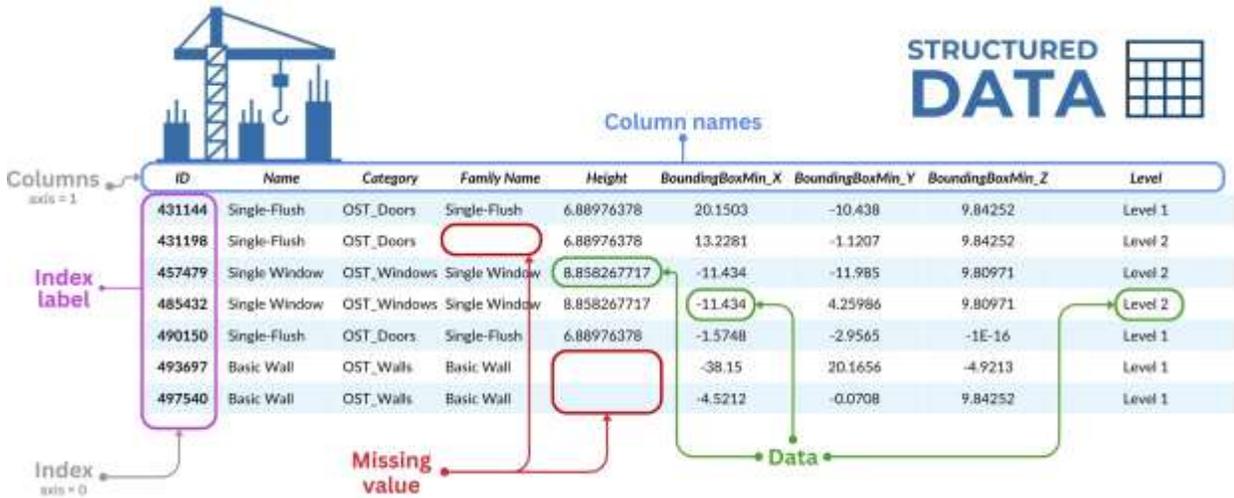
যা DataFrame নামে পরিচিত। এটি টেবিলের ডেটা সংগঠিত, বিশ্লেষণ এবং ভিজ্যুয়ালাইজ করার জন্য একটি শক্তিশালী এবং নমনীয় সরঞ্জাম।

ডেটাফ্রেম: সার্বজনীন টেবিলের তথ্যের ফরম্যাট

DataFrame হল প্যান্ডাস লাইব্রেরির কেন্দ্রীয় কাঠামো, যা একটি দ্বিমাত্রিক টেবিল (ছবি ৩.৪৬) উপস্থাপন করে, যেখানে সারিগুলি পৃথক বস্তু বা রেকর্ডগুলির সাথে সম্পর্কিত এবং কলামগুলি তাদের বৈশিষ্ট্য, প্যারামিটার বা শ্রেণীবিভাগের সাথে সম্পর্কিত। এই কাঠামোটি ভিজ্যুয়ালি এক্সেলের টেবিলের মতো মনে হয়, তবে এর নমনীয়তা, স্কেলেবিলিটি এবং কার্যকারিতায় তা অনেক বেশি উন্নত।

DataFrame হল টেবিলের ডেটা উপস্থাপন এবং প্রক্রিয়াকরণের একটি উপায়, যা কম্পিউটারের RAM-এ সংরক্ষিত থাকে।

DataFrame হল টেবিলের ডেটা উপস্থাপন এবং প্রক্রিয়াকরণের একটি উপায়, যা কম্পিউটারের RAM-এ সংরক্ষিত থাকে। টেবিলের সারিগুলি, উদাহরণস্বরূপ, একটি নির্মাণ প্রকল্পের উপাদানগুলি প্রতিফলিত করতে পারে, এবং কলামগুলি তাদের বৈশিষ্ট্যগুলি: শ্রেণী, আকার, সমন্বয়, মূল্য, সময়সীমা ইত্যাদি। এবং এই টেবিলে একটি প্রকল্পের তথ্য (ছবি ৪.১১৩) বা হাজার হাজার বিভিন্ন প্রকল্পের লক্ষ লক্ষ বস্তু সম্পর্কিত ডেটা (ছবি ৯.১১০) থাকতে পারে। প্যান্ডাসের ভেক্টরাইজড অপারেশনগুলির মাধ্যমে, এই ধরনের তথ্যের বিশাল পরিমাণ দ্রুততার সাথে ফিল্টার, গ্রুপ এবং অ্যাগ্রিগেট করা সহজ।



ছবি ৩.৪৬ নির্মাণ প্রকল্প একটি **DataFrame** আকারে – এটি একটি দ্বিমাত্রিক টেবিল যেখানে সারিতে উপাদান এবং কলামে বৈশিষ্ট্য রয়েছে।

নভিডিয়ার মূল্যায়ন অনুযায়ী, আজকের দিনে ৩০% পর্যন্ত সমস্ত কম্পিউটিং সম্পদ কাঠামোবদ্ধ ডেটা - ডেটাফ্রেম প্রক্রিয়াকরণের জন্য ব্যবহৃত হচ্ছে, এবং এই অংশটি ক্রমাগত বৃদ্ধি পাচ্ছে।

ডেটা প্রক্রিয়াকরণ হল এমন একটি কার্যকলাপ যা সম্ভবত বিশ্বের প্রতিটি কোম্পানির এক তৃতীয়াংশ কম্পিউটেশনাল কার্যকলাপের সাথে জড়িত। অধিকাংশ কোম্পানির ডেটা ডেটাবেসে, টেবিলের আকারে থাকে।

- জেনসেন হুয়াং, নভিডিয়ার সিইও

প্যান্ডাসে ডেটাবেসের কিছু মূল বৈশিষ্ট্য উল্লেখ করা যাক:

- কলাম: ডেটাবেসে ডেটা কলাম আকারে সংগঠিত হয়, প্রতিটি কলামের একটি অনন্য নাম থাকে। কলাম-অ্যাট্রিবিউটগুলি বিভিন্ন ধরনের ডেটা ধারণ করতে পারে, যা ডেটাবেসের কলাম বা টেবিলের কলামের মতো।
- প্যান্ডাস সিরিজ হল প্যান্ডাসে একটি একমাত্রিক ডেটা স্ট্রাকচার, যা একটি তালিকা বা টেবিলের একটি কলামের মতো, যেখানে প্রতিটি মানের জন্য একটি সূচক থাকে।

প্যান্ডাস সিরিজে ৪০০ এরও বেশি অ্যাট্রিবিউট এবং পদ্ধতি রয়েছে, যা ডেটার সাথে কাজ করা অত্যন্ত নমনীয় করে তোলে। সরাসরি ৪০০ এর মধ্যে একটি ফাংশন কলামে প্রয়োগ করা যেতে পারে, গাণিতিক অপারেশন করা, ডেটা ফিল্টার করা, মান প্রতিস্থাপন করা, তারিখ, স্ট্রিং এবং আরও অনেক কিছুর সাথে কাজ করা সম্ভব। তাছাড়া, সিরিজ ভেক্টরাইজড অপারেশন সমর্থন করে, যা বড় ডেটাসেটের প্রক্রিয়াকরণকে লুপের তুলনায় উল্লেখযোগ্যভাবে দ্রুততর করে। উদাহরণস্বরূপ, সহজেই সমস্ত মানকে একটি সংখ্যার সাথে গুণ করা, অনুপস্থিত ডেটা প্রতিস্থাপন করা বা জটিল রূপান্তর প্রয়োগ করা সম্ভব, জটিল লুপ লেখার প্রয়োজন ছাড়াই।

- সারি: ডেটাবেসে সারিগুলি অনন্য মান দ্বারা সূচীকৃত হতে পারে। এই সূচকটি নির্দিষ্ট সারিতে ডেটা দ্রুত পরিবর্তন এবং সংশোধন করতে সক্ষম করে।
- সূচক: ডেটাবেস তৈরি করার সময় প্যান্ডাস স্বয়ংক্রিয়ভাবে প্রতিটি সারিকে ০ থেকে এন-১ (যেখানে এন হল ডেটাবেসের মোট সারির সংখ্যা) সূচক দেয়। তবে সূচকটি পরিবর্তন করা যেতে পারে, যাতে বিশেষ চিহ্নগুলি অন্তর্ভুক্ত করা হয়, যেমন তারিখ বা অনন্য বৈশিষ্ট্য।
- ডেটাবেসে সারির সূচীকরণ মানে হল প্রতিটি সারিকে একটি অনন্য নাম বা লেবেল দেওয়া, যা ডেটাবেসের সূচক নামে পরিচিত।
- ডেটার প্রকার: ডেটাবেস বিভিন্ন ধরনের ডেটা সমর্থন করে, যার মধ্যে রয়েছে: `int`, `float`, `bool`, `datetime64` এবং `object` টেক্সট ডেটার জন্য। প্রতিটি ডেটাবেসের কলামের একটি নিজস্ব ডেটা প্রকার থাকে, যা নির্ধারণ করে যে তার বিষয়বস্তুতে কোন অপারেশনগুলি করা যেতে পারে।
- ডেটার সাথে অপারেশন: ডেটাবেস ডেটা প্রক্রিয়াকরণের জন্য বিস্তৃত অপারেশন সমর্থন করে, যার মধ্যে রয়েছে সংহতকরণ (`groupby`), মিশ্রণ (`merge` এবং `join`), সংযুক্তি (`concat`), বিভাজন-প্রয়োগ-সংমিশ্রণ এবং আরও অনেক ডেটা রূপান্তরের পদ্ধতি।
- আকারের সাথে িপুলেশন: ডেটাবেস কলাম এবং সারি যোগ এবং মুছে ফেলার অনুমতি দেয়, যা এটিকে একটি গতিশীল কাঠামো তৈরি করে, যা ডেটা বিশ্লেষণের প্রয়োজন অনুযায়ী পরিবর্তন করা যেতে পারে।
- ডেটার ভিজ্যুয়লাইজেশন: অন্তর্নির্মিত ভিজ্যুয়লাইজেশন পদ্ধতি ব্যবহার করে বা জনপ্রিয় ডেটা ভিজ্যুয়লাইজেশন লাইব্রেরি যেমন Matplotlib বা Seaborn এর সাথে যোগাযোগ করে, ডেটাবেসকে সহজেই গ্রাফ এবং চার্টে রূপান্তরিত করা যায়, যাতে ডেটা গ্রাফিক্যালভাবে উপস্থাপন করা যায়।

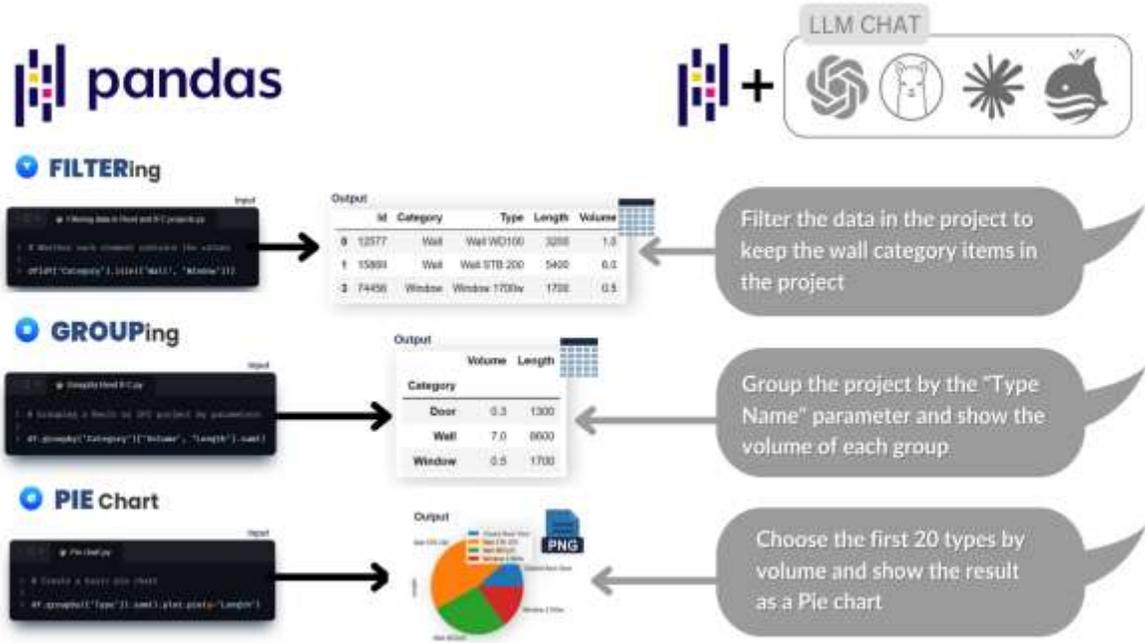
- ডেটা ইনপুট এবং আউটপুট: প্যান্ডাস বিভিন্ন ফাইল ফরম্যাটে ডেটা পড়া, আমদানি এবং রপ্তানির জন্য ফাংশন সরবরাহ করে, যেমন CSV, Excel, JSON, HTML এবং SQL, যা সম্ভাব্যভাবে ডেটাফ্রেমকে ডেটা সংগ্রহ এবং বিতরণের কেন্দ্রবিন্দু করে তোলে।

CSV এবং XLSX ফরম্যাটের তুলনায়, Pandas DataFrame ডেটার সাথে কাজ করার সময় উচ্চতর নমনীয়তা এবং কার্যকারিতা প্রদান করে: এটি RAM-এ বৃহৎ পরিমাণ তথ্য প্রক্রিয়া করতে সক্ষম, উন্নত ডেটা টাইপ সমর্থন করে (যেমন তারিখ, বুলিয়ান মান এবং সময় সিরিজ), এবং ডেটা ফিল্টারিং, সংহতকরণ, একত্রিতকরণ এবং ভিজ্যুয়লাইজেশনের জন্য বিস্তৃত সুযোগ প্রদান করে। যেখানে CSV ডেটা টাইপ এবং কাঠামোর তথ্য সংরক্ষণ করে না এবং XLSX প্রায়ই ফরম্যাটিংয়ে অতিরিক্ত বোঝা নিয়ে আসে এবং কম স্কেলেবিলিটি থাকে, DataFrame দ্রুত বিশ্লেষণ, প্রক্রিয়াকরণের স্বয়ংক্রিয়করণ এবং AI মডেলের সাথে সংহতকরণের জন্য একটি আদর্শ পছন্দ হিসেবে রয়ে যায়। পরবর্তী অধ্যায়গুলোতে আমরা এই ডেটার প্রতিটি দিক বিস্তারিতভাবে আলোচনা করব, এছাড়াও বইয়ের ৮ম অংশে Parquet, Apache Orc, JSON, Feather, HDF5 এবং ডেটা স্টোরেজের মতো অনুরূপ ফরম্যাটগুলি বিস্তারিতভাবে আলোচনা করা হবে।-

| | XLSX | CSV | Pandas DataFrame |
|---|---------------------------------|----------------------|-----------------------------|
|  Storage | Tabular | Tabular | Tabular |
|  Usage | Office tasks, data presentation | Simple data exchange | Data analysis, manipulation |
|  Compression | Built-in | None | None (in-memory) |
|  Performance | Low | Medium | High (memory dependent) |
|  Complexity | High (formatting, styles) | Low | Low |
|  Data Type Support | Limited | Very limited | Extended |
|  Scalability | Low | Low | Medium (memory limited) |

DataFrame - উচ্চ কার্যকারিতা এবং উন্নত ডেটা টাইপ সমর্থনের সাথে ডেটা পরিচালনার জন্য একটি আদর্শ পছন্দ /

নমনীয়তা, শক্তি এবং ব্যবহার সহজতার কারণে, Pandas লাইব্রেরি এবং DataFrame ফরম্যাট Python-এ ডেটা বিশ্লেষণের ক্ষেত্রে ডি-ফ্যাক্টো মানক হয়ে উঠেছে। এগুলি সহজ রিপোর্ট তৈরি থেকে শুরু করে জটিল বিশ্লেষণ পাইপলাইন তৈরি করার জন্য আদর্শ, বিশেষ করে LLM মডেলগুলির সাথে সংযুক্ত হলে।



LLM গুলি Pandas-এর সাথে যোগাযোগকে সহজতর করে: কোডের পরিবর্তে শুধুমাত্র একটি টেক্সট অনুরোধ যথেষ্ট।

আজকাল Pandas LLM ভিত্তিক চ্যাটগুলিতে সক্রিয়ভাবে ব্যবহৃত হচ্ছে - যেমন ChatGPT, LLaMa, DeepSeek, QWEN এবং অন্যান্য। অনেক ক্ষেত্রে, যখন মডেল একটি টেবিল প্রক্রিয়াকরণ, ডেটা যাচাই বা বিশ্লেষণের সাথে সম্পর্কিত অনুরোধ পায়, তখন এটি বিশেষভাবে Pandas লাইব্রেরি ব্যবহার করে কোড তৈরি করে। এটি DataFrame-কে AI-এর সাথে সংলাপে ডেটা উপস্থাপনের একটি স্বাভাবিক "ভাষা" করে তোলে।

আধুনিক ডেটা প্রক্রিয়াকরণ প্রযুক্তিগুলি, যেমন Pandas, বিশ্লেষণ, স্বয়ংক্রিয়করণ এবং ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলিতে ডেটার সংহতকরণকে উল্লেখযোগ্যভাবে সহজ করে। এগুলি দ্রুত ফলাফল পাওয়ার, বিশেষজ্ঞদের উপর চাপ কমানোর এবং অপারেশনগুলির পুনরুৎপাদনযোগ্যতা নিশ্চিত করার সুযোগ দেয়।

পরবর্তী পদক্ষেপ: একটি স্থায়ী ডেটা কাঠামো তৈরি করা

এই অংশে আমরা নির্মাণ শিল্পে ব্যবহৃত মূল ডেটা টাইপগুলি পর্যালোচনা করেছি, তাদের সংরক্ষণের বিভিন্ন ফরম্যাটের সাথে পরিচিত হয়েছি এবং তথ্য প্রক্রিয়াকরণে আধুনিক সরঞ্জামগুলির, LLM এবং IDE সহ, ভূমিকা বিশ্লেষণ করেছি। আমরা নিশ্চিত হয়েছি যে কার্যকর ডেটা পরিচালনা একটি ভিত্তি যা যুক্তিসঙ্গত সিদ্ধান্ত গ্রহণ এবং ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াকরণের স্বয়ংক্রিয়করণের জন্য অপরিহার্য। সংগঠনগুলি যারা তাদের ডেটা কাঠামোবদ্ধ এবং সিস্টেম্যাটাইজ করতে সক্ষম, তারা ডেটা প্রক্রিয়াকরণ এবং রূপান্তরের পর্যায়ে উল্লেখযোগ্য প্রতিযোগিতামূলক সুবিধা পায়।

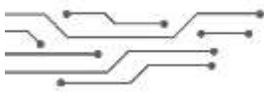
এই অংশের সারসংক্ষেপ করতে, কিছু মূল ব্যবহারিক পদক্ষেপ তুলে ধরা উচিত যা আপনার দৈনন্দিন কাজগুলিতে আলোচিত পদ্ধতিগুলি প্রয়োগ করতে সহায়তা করবে:

- আপনার প্রক্রিয়াগুলিতে ডেটার অডিট পরিচালনা করুন
- আপনার প্রকল্পগুলিতে ব্যবহৃত সমস্ত ডেটা টাইপের একটি রেজিস্টার তৈরি করুন

- নির্ধারণ করুন, কোন ডেটা টাইপ এবং মডেলগুলি আপনার ব্যবসায়িক প্রক্রিয়ার জন্য সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ
- সমস্যা এলাকাগুলি চিহ্নিত করুন, যেখানে তথ্য প্রায়ই অগঠিত, দুর্বলভাবে গঠিত বা অপ্রাপ্য থাকে
- ডেটা পরিচালনার একটি কৌশল গঠন করতে শুরু করুন
 - বিভিন্ন ডেটা টাইপের সাথে কাজ করার জন্য নীতি এবং মান সম্পর্কে প্রশ্ন উত্থাপন করুন
 - বিশ্লেষণ করুন, আপনার কোন কাজের প্রক্রিয়াগুলি অগঠিত ডেটাকে গঠিত ডেটায় রূপান্তর করে উন্নত করা যেতে পারে
 - ডেটার সংরক্ষণ এবং অ্যাক্সেসের জন্য একটি নিয়মাবলী তৈরি করুন, যা নিরাপত্তা এবং গোপনীয়তা বিবেচনায় নেয়।
- ডেটার সাথে কাজ করার জন্য মৌলিক সরঞ্জামগুলি স্থাপন এবং আয়ত্ত্ব করুন
 - আপনার কাজের জন্য উপযুক্ত IDE নির্বাচন করুন (যেমন VS Code বা Jupyter Notebook ইনস্টল করুন)
 - আপনার ব্যক্তিগত ডেটার গোপনীয় প্রক্রিয়াকরণের জন্য একটি স্থানীয় LLM ইনস্টল করার চেষ্টা করুন
 - টেবিলের ডেটা XLSX প্রক্রিয়াকরণের জন্য Pandas লাইব্রেরির সাথে পরীক্ষা শুরু করুন
 - LLM-এ আপনার টেবিলের সরঞ্জাম বা ডেটাবেসে প্রক্রিয়া করা সাধারণ কাজগুলি বর্ণনা করুন এবং Pandas ব্যবহার করে কাজটি স্বয়ংক্রিয় করতে LLM-কে অনুরোধ করুন

এই ধরনের পদক্ষেপগুলি আপনাকে ধীরে ধীরে ডেটার সাথে কাজ করার পদ্ধতিটি রূপান্তর করতে সহায়তা করবে, বিচ্ছিন্ন, অ-গঠনমূলক তথ্যের ভাণ্ডার থেকে একটি একক ইকোসিস্টেমে স্থানান্তরিত হবে, যেখানে ডেটা একটি উপলব্ধ এবং বোঝার যোগ্য সম্পদ হয়ে ওঠে। ছোট থেকে শুরু করুন - Pandas-এ প্রথম DataFrame তৈরি করুন, স্থানীয় LLM চালু করুন, Python ব্যবহার করে প্রথম রুটিন কাজটি স্বয়ংক্রিয় করুন (যেমন Excel-এ টেবিলের সাথে কাজ করা)।

বইয়ের চতুর্থ অংশটি ডেটার গুণমান, তাদের সংগঠন, গঠন এবং মডেলিংয়ের প্রশ্নগুলির প্রতি নিবেদিত হবে। আমরা সেই পদ্ধতিগুলিতে মনোনিবেশ করব যা বিচ্ছিন্ন তথ্যের উত্সগুলি - PDF এবং টেক্সট থেকে শুরু করে চিত্র এবং CAD মডেল পর্যন্ত - বিশ্লেষণ এবং স্বয়ংক্রিয়তার জন্য উপযুক্ত গঠিত ভাণ্ডারে রূপান্তর করতে সক্ষম। এছাড়াও আমরা শিখব কীভাবে ডেটার জন্য প্রয়োজনীয়তা গঠন করা হয়, কীভাবে নির্মাণ প্রকল্পগুলিতে ধারণাগত এবং যৌক্তিক মডেল তৈরি করা হয়, এবং এই প্রক্রিয়ায় আধুনিক ভাষার মডেলগুলি (LLM) কীভাবে সহায়তা করতে পারে।





IV অংশ

ডেটার গুণমান: সংগঠন, কাঠামো, মডেলিং

চতুর্থ অংশটি সেই পদ্ধতিগুলিতে মনোনিবেশ করে এবং প্রযুক্তিগুলি যা বিচ্ছিন্ন তথ্যকে উচ্চ গুণমানের গঠিত ডেটা ভাণ্ডারে রূপান্তরিত করে। নির্মাণ প্রকল্পগুলিতে কার্যকর তথ্য স্থাপত্যের ভিত্তি হিসাবে ডেটার জন্য প্রয়োজনীয়তা গঠন এবং নথিভুক্তকরণের প্রক্রিয়াগুলি বিস্তারিতভাবে আলোচনা করা হয়েছে। বিভিন্ন উত্স (PDF ডকুমেন্ট, চিত্র, টেক্সট ফাইল, CAD মডেল) থেকে গঠিত তথ্য বের করার জন্য ব্যবহারিক পদ্ধতিগুলি উপস্থাপন করা হয়েছে উদাহরণ সহ। স্বয়ংক্রিয়ভাবে ডেটার বৈধতা এবং যাচাইকরণের জন্য নিয়মিত অভিব্যক্তি (Regex) এবং অন্যান্য সরঞ্জামের প্রয়োগ বিশ্লেষণ করা হয়েছে। নির্মাণ শিল্পের বিশেষত্বের সাথে সম্পর্কিত ধারণাগত, যৌক্তিক এবং শারীরিক স্তরে ডেটা মডেলিংয়ের প্রক্রিয়াটি ধাপে ধাপে বর্ণনা করা হয়েছে। তথ্যের গঠন এবং যাচাইকরণের প্রক্রিয়াগুলিকে স্বয়ংক্রিয় করতে ভাষার মডেল (LLM) ব্যবহারের নির্দিষ্ট উদাহরণগুলি প্রদর্শিত হয়েছে। বিশ্লেষণের ফলাফলের দৃশ্যায়নের জন্য কার্যকর পদ্ধতিগুলি প্রস্তাব করা হয়েছে, যা নির্মাণ প্রকল্পগুলির সকল স্তরের ব্যবস্থাপনার জন্য বিশ্লেষণাত্মক তথ্যের প্রবেশযোগ্যতা বাড়ায়।

অধ্যায় 4.1.

ডেটা রূপান্তরিত করা কাঠামোবদ্ধ ফরম্যাটে

ডেটা-চালিত অর্থনীতির যুগে, ডেটা আর বাধা নয়, বরং সিদ্ধান্ত গ্রহণের ভিত্তি। প্রতিটি নতুন সিস্টেম এবং এর ফরম্যাটের জন্য তথ্যের ক্রমাগত অভিযোজনের পরিবর্তে, কোম্পানিগুলি increasingly একটি একক গঠিত ডেটা মডেল তৈরি করতে চেষ্টা করছে, যা সমস্ত প্রক্রিয়ার জন্য একটি সার্বজনীন সত্যের উৎস হিসাবে কাজ করে। আধুনিক তথ্য সিস্টেমগুলি ফরম্যাট এবং ইন্টারফেসের চারপাশে নয়, বরং ডেটার অর্থের চারপাশে ডিজাইন করা হয় - কারণ গঠন পরিবর্তিত হতে পারে, কিন্তু তথ্যের অর্থ অনেক বেশি সময় ধরে অপরিবর্তিত থাকে।

ডেটার সাথে কার্যকরভাবে কাজ করার চাবিকাঠি হল তাদের অবিরাম রূপান্তর এবং রূপান্তরের মধ্যে নয়, বরং প্রাথমিকভাবে সঠিক সংগঠন: একটি সার্বজনীন কাঠামো তৈরি করা যা প্রকল্পের জীবনচক্রের সকল পর্যায়ে স্বচ্ছতা, স্বয়ংক্রিয়তা এবং একীকরণ নিশ্চিত করতে সক্ষম।

ঐতিহ্যগত পদ্ধতি প্রতিটি নতুন প্ল্যাটফর্মের বাস্তবায়নের সময় হাতে হাতে সংশোধনের প্রয়োজনীয়তা তৈরি করে: তথ্য স্থানান্তর, অ্যাট্রিবিউটের নাম পরিবর্তন, ফরম্যাট সামঞ্জস্য করা। এই পদক্ষেপগুলি তথ্যের গুণমান উন্নত করে না, বরং সমস্যাগুলি আড়াল করে, অবিরাম রূপান্তরের একটি বন্ধ চক্র তৈরি করে। ফলস্বরূপ, কোম্পানিগুলি নির্দিষ্ট সফ্টওয়্যার সমাধানের উপর নির্ভরশীল হয়ে পড়ে, এবং ডিজিটাল রূপান্তর ধীর হয়ে যায়।

পরবর্তী অধ্যায়গুলিতে আমরা কীভাবে সঠিকভাবে তথ্য গঠন করতে হয় তা আলোচনা করব, তারপর কীভাবে সার্বজনীন মডেল তৈরি করতে হয়, প্ল্যাটফর্মের উপর নির্ভরতা কমাতে হয় এবং মূল বিষয়ের উপর মনোনিবেশ করতে হয় – তথ্যকে একটি কৌশলগত সম্পদ হিসেবে, যার চারপাশে স্থায়ী প্রক্রিয়া গড়ে ওঠে।

ডকুমেন্ট, পিডিএফ, ছবি এবং টেক্সটকে কাঠামোবদ্ধ ফরম্যাটে রূপান্তর করার জন্য আমরা শিখছি।

নির্মাণ প্রকল্পগুলিতে অধিকাংশ তথ্য অগঠিত আকারে বিদ্যমান: এটি প্রযুক্তিগত নথি, সম্পন্ন কাজের প্রতিবেদন, নকশা, স্পেসিফিকেশন, সময়সূচী, প্রোটোকল। তাদের বৈচিত্র্য – ফরম্যাট এবং বিষয়বস্তু উভয় দিক থেকেই – একীকরণ এবং স্বয়ংক্রিয়করণকে জটিল করে তোলে।

অগঠিত বা অর্ধ-গঠিত ফরম্যাটে রূপান্তরের প্রক্রিয়া ইনপুট তথ্যের প্রকার এবং প্রক্রিয়াকরণের কাঙ্ক্ষিত ফলাফলের উপর নির্ভর করে পরিবর্তিত হতে পারে।

অগঠিত তথ্যকে গঠিত আকারে রূপান্তর করা – এটি একটি শিল্প এবং একটি বিজ্ঞান। এই প্রক্রিয়া ইনপুট তথ্যের প্রকার এবং বিশ্লেষণের উদ্দেশ্যের উপর নির্ভর করে পরিবর্তিত হয় এবং প্রায়শই তথ্য প্রক্রিয়াকরণ এবং বিশ্লেষণের জন্য প্রকৌশলীর (চিত্র 3.25) কাজের একটি উল্লেখযোগ্য অংশ নেয়, পরিষ্কার, সুশৃঙ্খল তথ্য সেট পাওয়ার লক্ষ্য নিয়ে।



চিত্র 4.11 অগঠিত স্ক্যান করা নথিকে গঠিত টেবিল ফরম্যাটে রূপান্তর /

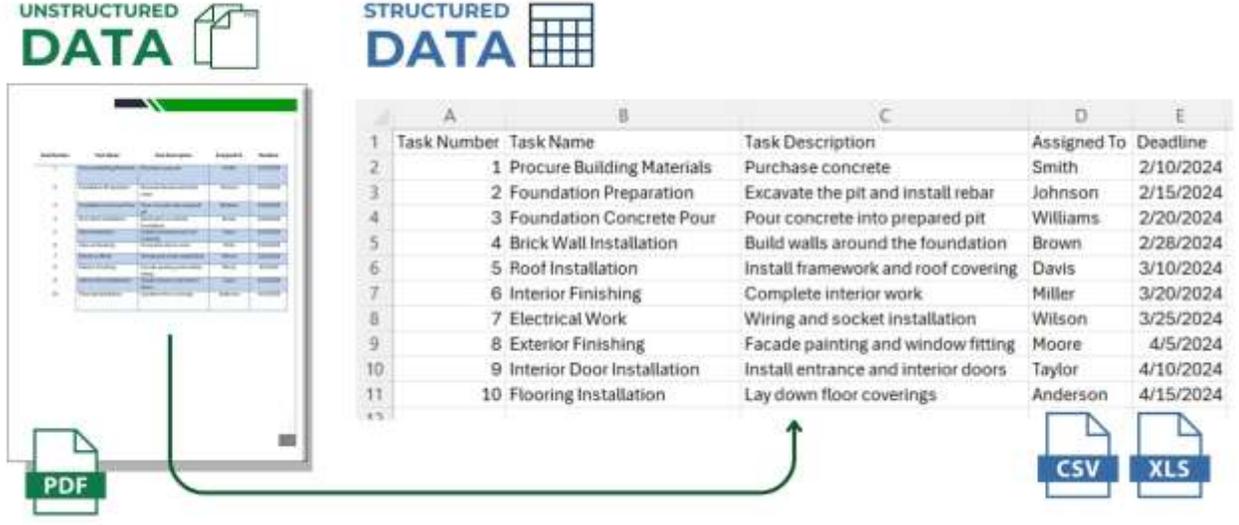
নথি, PDF, ছবি এবং টেক্সটকে গঠিত ফরম্যাটে রূপান্তর (চিত্র 4.11) একটি ধাপে ধাপে প্রক্রিয়া, যার মধ্যে নিম্নলিখিত পর্যায়গুলি অন্তর্ভুক্ত রয়েছে:-

- তথ্য আহরণ (Extract): এই পর্যায়ে অগঠিত তথ্য ধারণকারী মূল নথি বা চিত্রটি লোড করা হয়। এটি একটি PDF নথি, ছবি, নকশা বা স্কিম হতে পারে।
- তথ্য রূপান্তর (Transform): পরবর্তী পর্যায়ে অগঠিত তথ্যকে গঠিত ফরম্যাটে রূপান্তর করা হয়। উদাহরণস্বরূপ, এটি চিত্র থেকে পাঠ্য চিনতে এবং ব্যাখ্যা করতে অপটিক্যাল ক্যারেক্টার রিকগনিশন (OCR) বা অন্যান্য প্রক্রিয়াকরণের পদ্ধতি অন্তর্ভুক্ত করতে পারে।
- তথ্য লোড এবং সংরক্ষণ (Load): শেষ পর্যায়ে প্রক্রিয়াকৃত তথ্য বিভিন্ন ফরম্যাটে সংরক্ষণ করা হয়, যেমন CSV, XLSX, XML, JSON, পরবর্তী কাজের জন্য, যেখানে ফরম্যাটের নির্বাচন নির্দিষ্ট প্রয়োজনীয়তা এবং পছন্দের উপর নির্ভর করে।

এই প্রক্রিয়া, যা ETL (Extract, Transform, Load) নামে পরিচিত, স্বয়ংক্রিয় তথ্য প্রক্রিয়াকরণের ক্ষেত্রে একটি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে, এর উপর আমরা "ETL এবং পাইপলাইন: Extract, Transform, Load" অধ্যায়ে আরও বিস্তারিত আলোচনা করব। পরবর্তী অংশে উদাহরণ দিয়ে বিশ্লেষণ করব, কীভাবে বিভিন্ন ফরম্যাটের নথি গঠিত তথ্যের মধ্যে রূপান্তরিত হয়।

পিডিএফ-ডকুমেন্টকে টেবিলে রূপান্তরের উদাহরণ

নির্মাণ প্রকল্পগুলিতে একটি সাধারণ কাজ হল PDF ফরম্যাটে প্রযুক্তিগত নির্দিষ্টকরণ প্রক্রিয়া করা। অগঠিত তথ্য থেকে গঠিত ফরম্যাটে রূপান্তরের প্রক্রিয়া প্রদর্শন করতে, একটি বাস্তব উদাহরণ বিবেচনা করি: PDF নথি থেকে একটি টেবিল আহরণ এবং এটিকে CSV বা Excel ফরম্যাটে রূপান্তর (চিত্র 4.12)। -



চিত্র 4.12 PDF-এর বিপরীতে, CSV এবং XLSX ফরম্যাটগুলি ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয় এবং বিভিন্ন তথ্য ব্যবস্থাপনা সিস্টেমে সহজে একীভূত হয়।

ভাষাগত মডেল LLM, যেমন ChatGPT, LLaMa, Mistral DeepSeek, Grok, Claude, QWEN, বিশেষজ্ঞদের জন্য ডেটার সাথে কাজ করা সহজ করে তোলে, প্রোগ্রামিং ভাষার গভীর অধ্যয়নের প্রয়োজনীয়তা কমিয়ে দেয় এবং পাঠ্য অনুরোধের মাধ্যমে অনেক সমস্যার সমাধান করতে সক্ষম করে।

তাই, ইন্টারনেটে সমাধান খোঁজার জন্য সময় ব্যয় করার পরিবর্তে (সাধারণত এটি StackOverFlow বা থিম্যাটিক ফোরাম এবং চ্যাট) বা ডেটা প্রক্রিয়াকরণ বিশেষজ্ঞদের কাছে যাওয়ার পরিবর্তে, আমরা আধুনিক অনলাইন বা লোকাল LLM-এর সুযোগগুলি ব্যবহার করতে পারি। একটি অনুরোধ পাঠানো যথেষ্ট, এবং মডেলটি PDF ডকুমেন্টকে টেবিল ফরম্যাটে রূপান্তরের জন্য প্রস্তুত কোড প্রদান করবে।

- ☛ যে কোনও LLM-মডেলে (ChatGPT, LLaMa, Mistral DeepSeek, Grok, Claude, QWEN বা অন্য যেকোনো) নিম্নলিখিত পাঠ্য অনুরোধটি পাঠান:

দয়া করে একটি কোড লিখুন যা একটি টেবিল ধারণকারী PDF ফাইল থেকে টেক্সট বের করে। কোডটি ফাইলের পথকে আর্গুমেন্ট হিসেবে গ্রহণ করবে এবং বের করা টেবিলটি DataFrame আকারে ফিরিয়ে দেবে।

- LLM-মডেলের উত্তর বেশিরভাগ ক্ষেত্রে Python কোডের আকারে উপস্থাপিত হবে, কারণ এই ভাষাটি ডেটা প্রক্রিয়াকরণ, স্বয়ংক্রিয়করণ এবং বিভিন্ন ফাইল ফরম্যাটের সাথে কাজ করার জন্য ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়:

```

1 import fitz # PyMuPDF
2 import pandas as pd
3 import re
4
5 # Define the path to the PDF file
6 pdf_path = r'C:\Task Number.pdf'
7
8 # Step 1: Extracting text from the PDF
9 def extract_text(pdf_path):
10     """
11     Extract text from a PDF file.
12     Args: pdf_path (str): Path to the PDF file.
13     Returns:str: All text extracted from the PDF.
14     """
15     document = fitz.open(pdf_path)
16     text = ''
17     for page in document:
18         text += page.get_text()
19     return text
20
21 extracted_text = extract_text(pdf_path)

```

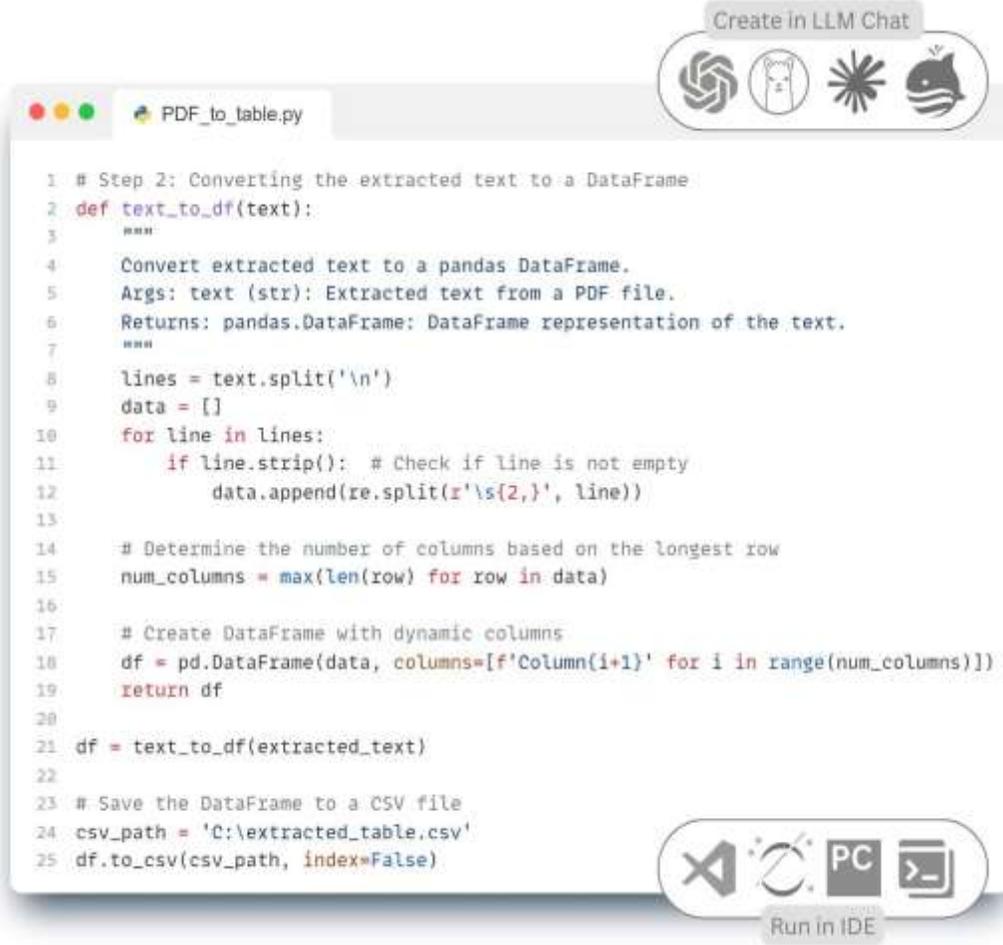
চিত্র 4.13 LLM-এর Python কোড এবং এর লাইব্রেরি ও প্যাকেজ (Pandas, Fitz) PDF ফাইল থেকে টেক্সট বের করে।

এই কোড (চিত্র 4.13) আমরা উপরে উল্লেখিত জনপ্রিয় IDE-গুলির মধ্যে একটি, অফলাইন মোডে চালাতে পারি: PyCharm, Visual Studio Code (VS Code), Jupyter Notebook, Spyder, Atom, Sublime Text, Eclipse PyDev প্লাগইন সহ, Thonny, Wing IDE, IntelliJ IDEA Python প্লাগইন সহ, JupyterLab বা জনপ্রিয় অনলাইন টুলস: Kaggle.com, Google Collab, Microsoft Azure Notebooks, Amazon SageMaker।

- "রূপান্তর" পর্যায়ে, আমরা জনপ্রিয় Pandas লাইব্রেরি ব্যবহার করি (যার সম্পর্কে আমরা "Python Pandas: ডেটার সাথে কাজ করার জন্য অপরিহার্য টুল" অধ্যায়ে বিস্তারিত আলোচনা করেছি) যাতে বের করা টেক্সটকে DataFrame-এ পড়তে এবং DataFrame-কে CSV বা XLSX টেবিল ফাইলে সংরক্ষণ করতে পারি:

আমাকে একটি কোড প্রয়োজন যা PDF ফাইল থেকে প্রাপ্ত টেবিলকে DataFrame-এ রূপান্তর করবে। এছাড়াও, DataFrame-কে CSV ফাইলে সংরক্ষণের জন্য কোড যোগ করুন।

LLM-এর উত্তর:



```

1 # Step 2: Converting the extracted text to a DataFrame
2 def text_to_df(text):
3     """
4     Convert extracted text to a pandas DataFrame.
5     Args: text (str): Extracted text from a PDF file.
6     Returns: pandas.DataFrame: DataFrame representation of the text.
7     """
8     lines = text.split('\n')
9     data = []
10    for line in lines:
11        if line.strip(): # Check if line is not empty
12            data.append(re.split(r'\s(2,)', line))
13
14    # Determine the number of columns based on the longest row
15    num_columns = max(len(row) for row in data)
16
17    # Create DataFrame with dynamic columns
18    df = pd.DataFrame(data, columns=[f'Column{i+1}' for i in range(num_columns)])
19    return df
20
21 df = text_to_df(extracted_text)
22
23 # Save the DataFrame to a CSV file
24 csv_path = 'C:\extracted_table.csv'
25 df.to_csv(csv_path, index=False)

```

চিত্র 4.14 PDF থেকে DataFrame-এ বের করা টেবিলের রূপান্তর এবং টেবিলটি CSV ফাইলে সংরক্ষণ /

যদি কোড চালানোর সময় (চিত্র 4.13, চিত্র 4.14) কোনো ত্রুটি ঘটে – যেমন, অনুপস্থিত লাইব্রেরি বা ফাইলের ভুল পথের কারণে – ত্রুটির বার্তাটি সহজেই কপি করে মূল কোডের সাথে পুনরায় LLM-মডেলে পাঠানো যেতে পারে। মডেলটি ত্রুটির বার্তাটি বিশ্লেষণ করবে, সমস্যাটি ব্যাখ্যা করবে এবং সংশোধন বা অতিরিক্ত পদক্ষেপের প্রস্তাব দেবে।-

এইভাবে, AI LLM-এর সাথে যোগাযোগ একটি পূর্ণাঙ্গ চক্রে পরিণত হয়: অনুরোধ → উত্তর → পরীক্ষা → প্রতিক্রিয়া → সংশোধন – গভীর প্রযুক্তিগত জ্ঞানের প্রয়োজন ছাড়াই।

আমরা LLM চ্যাটে সাধারণ পাঠ্য অনুরোধ এবং দশটি Python লাইনের সাহায্যে, যা আমরা যে কোনও IDE-তে স্থানীয়ভাবে চালাতে পারি, PDF ডকুমেন্টকে CSV টেবিল ফরম্যাটে রূপান্তর করেছি, যা PDF ডকুমেন্টের তুলনায় মেশিন দ্বারা সহজে পড়া যায় এবং যেকোনো ডেটা ম্যানেজমেন্ট সিস্টেমে দ্রুত সংহত করা যায়।

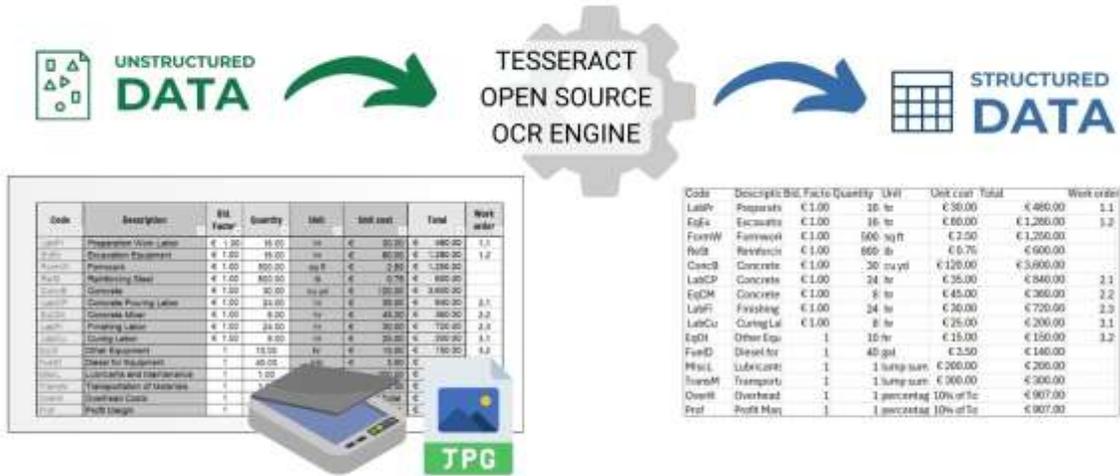
আমরা এই কোড (চিত্র 4.13, চিত্র 4.14) ব্যবহার করতে পারি, যা আমরা যেকোনো LLM চ্যাট থেকে কপি করেছি, সার্ভারে দশক এবং হাজার হাজার নতুন PDF ডকুমেন্টে, ফলে অপ্ৰচলিত ডকুমেন্টের প্রবাহকে কাঠামোগত CSV টেবিল ফরম্যাটে রূপান্তরের প্রক্রিয়াটি স্বয়ংক্রিয় করা যায়।-

তবে PDF নথিগুলি সর্বদা টেক্সট ধারণ করে না, প্রায়শই এগুলি স্ক্যান করা নথি হয়, যা চিত্র হিসাবে প্রক্রিয়া করতে হয়। যদিও চিত্রগুলি স্বাভাবিকভাবে অগঠনমূলক, সনাক্তকরণ লাইব্রেরিগুলির উন্নয়ন এবং প্রয়োগ আমাদের তাদের বিষয়বস্তু বের করতে, প্রক্রিয়া করতে এবং বিশ্লেষণ করতে সক্ষম করে, যা আমাদের ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলিতে এই তথ্যগুলি সম্পূর্ণরূপে ব্যবহার করার সুযোগ দেয়।

জেপিইজি, পিএনজি চিত্রের রূপান্তরকে কাঠামোগত আকারে।

চিত্রগুলি অগঠনমূলক তথ্যের মধ্যে একটি অন্যতম সাধারণ ফর্ম। নির্মাণ এবং অন্যান্য অনেক শিল্পে বিপুল পরিমাণ তথ্য স্ক্যান করা নথি, স্কিমা, ছবি এবং নকশার আকারে সংরক্ষিত হয়। এই ধরনের তথ্য মূল্যবান তথ্য ধারণ করে, তবে এগুলি সরাসরি প্রক্রিয়া করা যায় না, যেমন একটি Excel টেবিল বা ডেটাবেস। চিত্রগুলিতে অনেক জটিল তথ্য থাকে, কারণ তাদের বিষয়বস্তু, রঙ, টেক্সচার বৈচিত্র্যময়, এবং উপকারী তথ্য বের করতে বিশেষ প্রক্রিয়াকরণের প্রয়োজন হয়।

চিত্রগুলিকে তথ্যের উৎস হিসাবে ব্যবহার করার জটিলতা তাদের গঠনহীনতার মধ্যে নিহিত। চিত্রগুলি সরাসরি, সহজে পরিমাণগতভাবে মূল্যায়নযোগ্য উপায়ে অর্থ প্রকাশ করে না, যা কম্পিউটার সহজেই বুঝতে বা প্রক্রিয়া করতে পারে, যেমন একটি Excel স্প্রেডশিট বা ডেটাবেস টেবিল করে। অগঠনমূলক চিত্রের তথ্যকে গঠনমূলক আকারে রূপান্তর করতে, বিশেষ লাইব্রেরি ব্যবহার করা প্রয়োজন, যা তাদের মধ্যে থাকা ভিজ্যুয়াল তথ্যের ব্যাখ্যা করতে সক্ষম।-



রিস. 4.15 স্ক্যান করা নথি এবং চিত্রগুলিকে গঠনমূলক ফরম্যাটে রূপান্তর করা সম্ভব বিশেষ OCR সরঞ্জামের মাধ্যমে।

চিত্র থেকে টেক্সট বের করার জন্য OCR (অপটিক্যাল ক্যারেক্টার রিকগনিশন) প্রযুক্তি ব্যবহার করা হয়। এটি নথির স্ক্যান, ছবির এবং PDF ফাইলগুলিতে অক্ষর এবং সংখ্যা সনাক্ত করতে সক্ষম, যা সেগুলিকে সম্পাদনাযোগ্য এবং

মেশিন-পঠনযোগ্য টেক্সটে রূপান্তর করে। OCR প্রযুক্তিগুলি দীর্ঘকাল ধরে নথি পরিচালনায় স্বয়ংক্রিয়করণে ব্যবহৃত হচ্ছে এবং আজকাল এগুলি যেকোনো ব্যবসায়িক প্রক্রিয়া এবং Python অ্যাপ্লিকেশনে সহজেই সংহত করা যায়। সবচেয়ে জনপ্রিয় OCR সরঞ্জামগুলির মধ্যে একটি হল Tesseract, যা ওপেন সোর্স, মূলত HP™ দ্বারা উন্নত এবং বর্তমানে Google™ দ্বারা সমর্থিত। এটি 100টিরও বেশি ভাষা সমর্থন করে এবং সনাক্তকরণের উচ্চ নির্ভুলতার জন্য পরিচিত।

আসুন LLM চ্যাটকে একটি কোডের উদাহরণ লেখার জন্য বলি, যা স্ক্যান করা বা তোলা টেবিল থেকে তথ্য গঠনমূলক আকারে বের করতে পারে।

- ❏ LLM চ্যাটে একটি টেক্সট অনুরোধ পাঠান (ChatGPT, LLaMa, Mistral DeepSeek, Grok, Claude, QWEN বা অন্য যেকোনো):

একটি JPEG চিত্র লেখার জন্য কোড লিখুন, যা একটি টেবিল ধারণ করে, একটি DataFrame এ রূপান্তরিত করুন।

- LLM এর উত্তর বেশিরভাগ ক্ষেত্রে চিত্রগুলিতে টেক্সট সনাক্তকরণের জন্য Pytesseract লাইব্রেরি ব্যবহারের প্রস্তাব দেবে:

```

1 import pytesseract
2 from PIL import Image
3 import pandas as pd
4
5 # Load the image from file
6 image_path = '/mnt/data/ConstructionDDC'
7 image = Image.open(image_path)
8
9 # Use Tesseract to convert the image to text
10 text = pytesseract.image_to_string(image, lang='eng')
11
12 # Split the text into lines and then columns
13 rows = text.split('\n')
14 data = [row.split('\t') for row in rows if row.strip()]
15
16 # Create a DataFrame using pandas
17 # Assuming the first row is the header
18 df = pd.DataFrame(data[1:], columns=data[0])
19
20 # Display the DataFrame
21 df.head() # Show only the first few rows for brevity
22

```

রিস. 4.16 চিত্র বা ছবির টেবিল থেকে বের করা টেক্সটকে গঠনমূলক টেবিলের উপস্থাপনায় রূপান্তর /

এই উদাহরণে - কোড (রিস. 4.16), LLM থেকে প্রাপ্ত, OCR (অপটিক্যাল ক্যারেক্টার রিকগনিশন) এর মাধ্যমে চিত্রকে টেক্সটে রূপান্তর করতে pytesseract লাইব্রেরি এবং এই টেক্সটকে গঠনমূলক আকারে, অর্থাৎ DataFrame এ রূপান্তর করতে Pandas লাইব্রেরি ব্যবহার করে।

রূপান্তরের প্রক্রিয়াটি সাধারণত চিত্রের গুণমান উন্নত করার জন্য প্রাক-প্রক্রিয়াকরণের অন্তর্ভুক্ত, এর পরে বিভিন্ন অ্যালগরিদম প্রয়োগ করা হয় চিত্র সনাক্তকরণ, বৈশিষ্ট্য বের করা বা বস্তু সনাক্তকরণের জন্য। ফলস্বরূপ, অগঠনমূলক ভিজুয়াল তথ্য গঠনমূলক ডেটাতে রূপান্তরিত হয়।

যদিও PDF এবং চিত্রগুলি অ-গঠনমূলক তথ্যের মূল উৎস, প্রকৃত চ্যাম্পিয়ন হল ইমেইল, চ্যাট, সভা এবং মেসেঞ্জারে তৈরি করা টেক্সট। এই তথ্যগুলি কেবল সংখ্যায় প্রচুর নয় - এগুলি ছড়িয়ে ছিটিয়ে আছে, অ-ফরমালাইজড এবং অত্যন্ত দুর্বলভাবে গঠিত।

পাঠ্য ডেটাকে কাঠামোগত রূপে রূপান্তর করা

PDF ডকুমেন্টগুলির টেবিল (চিত্র 4.12) এবং স্ক্যান করা টেবিল ফর্মের সংস্করণ (চিত্র 4.15) ছাড়াও, প্রকল্পের ডকুমেন্টেশনের একটি উল্লেখযোগ্য অংশ টেক্সট ফর্মে উপস্থাপিত হয়। এটি হতে পারে টেক্সট ডকুমেন্ট সংযুক্ত বাক্য বা অঙ্কন এবং স্কিমার মধ্যে ছড়িয়ে ছিটিয়ে থাকা টুকরো টুকরো নথি। আধুনিক তথ্য প্রক্রিয়াকরণের পরিস্থিতিতে, একটি সাধারণ কাজ হল এই ধরনের টেক্সটকে একটি গঠনমূলক ফরম্যাটে রূপান্তর করা, যা বিশ্লেষণ, ভিজুয়লাইজেশন এবং সিদ্ধান্ত গ্রহণের জন্য উপযুক্ত।-

এই প্রক্রিয়ার কেন্দ্রীয় উপাদান হল ট্যাক্সোনমি - একটি শ্রেণীবিভাগের ব্যবস্থা, যা সাধারণ বৈশিষ্ট্যের ভিত্তিতে তথ্যকে বিভাগ এবং উপবিভাগে সংগঠিত করতে সক্ষম করে।

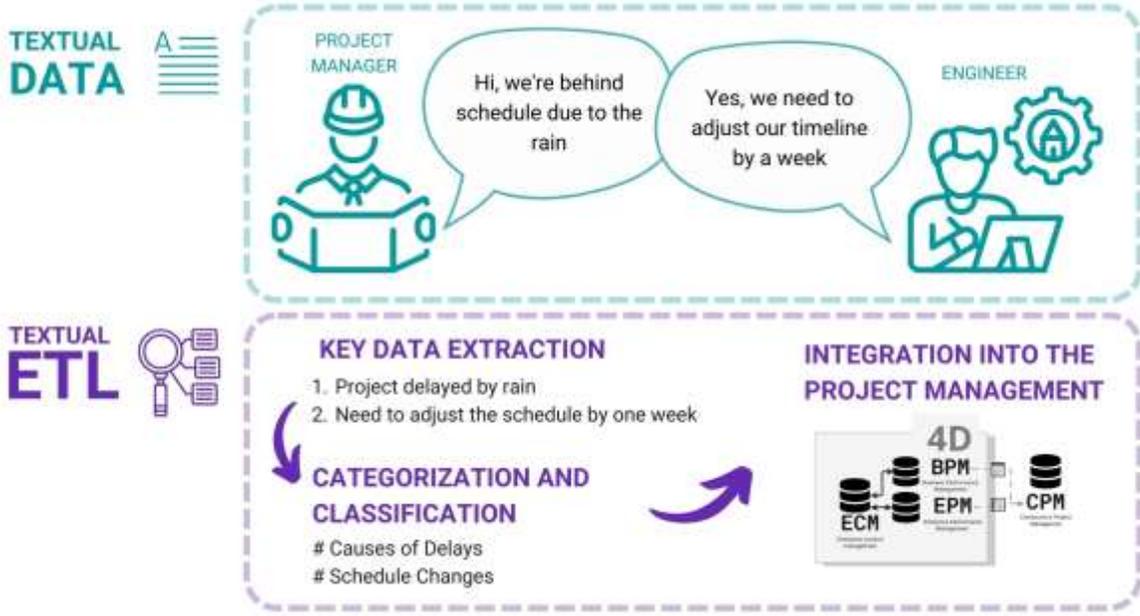
ট্যাক্সোনমি হল একটি শ্রেণীবিভাগের হায়ারার্কিক্যাল স্ট্রাকচার, যা বস্তুগুলিকে গ্রুপ এবং সংগঠিত করতে ব্যবহৃত হয়। টেক্সট প্রক্রিয়াকরণের প্রেক্ষাপটে, এটি অর্থগত বিভাগে উপাদানগুলির সিস্টেম্যাটিক বিতরণের ভিত্তি হিসেবে কাজ করে, যা বিশ্লেষণকে সহজতর করে এবং তথ্য প্রক্রিয়াকরণের গুণমান বাড়ায়।

ট্যাক্সোনমি তৈরি করার সময়, এটি সত্তা নিষ্কাশন, তাদের শ্রেণীবিভাগ এবং প্রসঙ্গের সাথে সংযোগ স্থাপনের পর্যায়গুলির সাথে যুক্ত থাকে। টেক্সট ডেটা থেকে তথ্য নিষ্কাশনের প্রক্রিয়াটি মডেল করতে, আমাদের নিম্নলিখিত পদক্ষেপগুলি সম্পন্ন করতে হবে, যা আমরা ইতিমধ্যে PDF ডকুমেন্ট থেকে ডেটা গঠন করার জন্য প্রয়োগ করেছি:

- তথ্য নিষ্কাশন (Extract): টেক্সট ডেটা বিশ্লেষণ করা প্রয়োজন, যাতে প্রকল্পের সময়সূচিতে বিলম্ব এবং পরিবর্তন সম্পর্কে তথ্য নিষ্কাশন করা যায়।
- শ্রেণীবিভাগ এবং শ্রেণীকরণ (Transform): প্রাপ্ত তথ্যকে বিভাগে বিতরণ করা, যেমন বিলম্ব এবং সময়সূচির পরিবর্তনের কারণ।
- একীকরণ (Load): শেষে, আমরা গঠনমূলক ডেটাগুলিকে বাইরের ডেটা ম্যানেজমেন্ট সিস্টেমে একীভূত করার জন্য প্রস্তুত করি।

একটি পরিস্থিতি বিবেচনা করি: আমাদের কাছে একটি প্রকল্প ব্যবস্থাপক এবং প্রকৌশলীর মধ্যে একটি সংলাপ রয়েছে, যেখানে কাজের সময়সূচির সমস্যা নিয়ে আলোচনা করা হচ্ছে। আমাদের লক্ষ্য হল মূল উপাদানগুলি (বিলম্বের কারণ, সময়সীমার সংশোধন) নিষ্কাশন করা এবং সেগুলিকে গঠনমূলকভাবে উপস্থাপন করা (চিত্র 4.17)।

প্রত্যাশিত মূল শব্দের ভিত্তিতে নিষ্কাশন সম্পন্ন করি, ডেটা নিষ্কাশনের জন্য একটি DataFrame তৈরি করি এবং পরে রূপান্তরের জন্য একটি নতুন DataFrame টেবিল তৈরি করি, যা তারিখ, ঘটনা (যেমন বিলম্বের কারণ) এবং ক্রিয়া (যেমন সময়সূচির পরিবর্তন) এর জন্য কলাম ধারণ করবে।



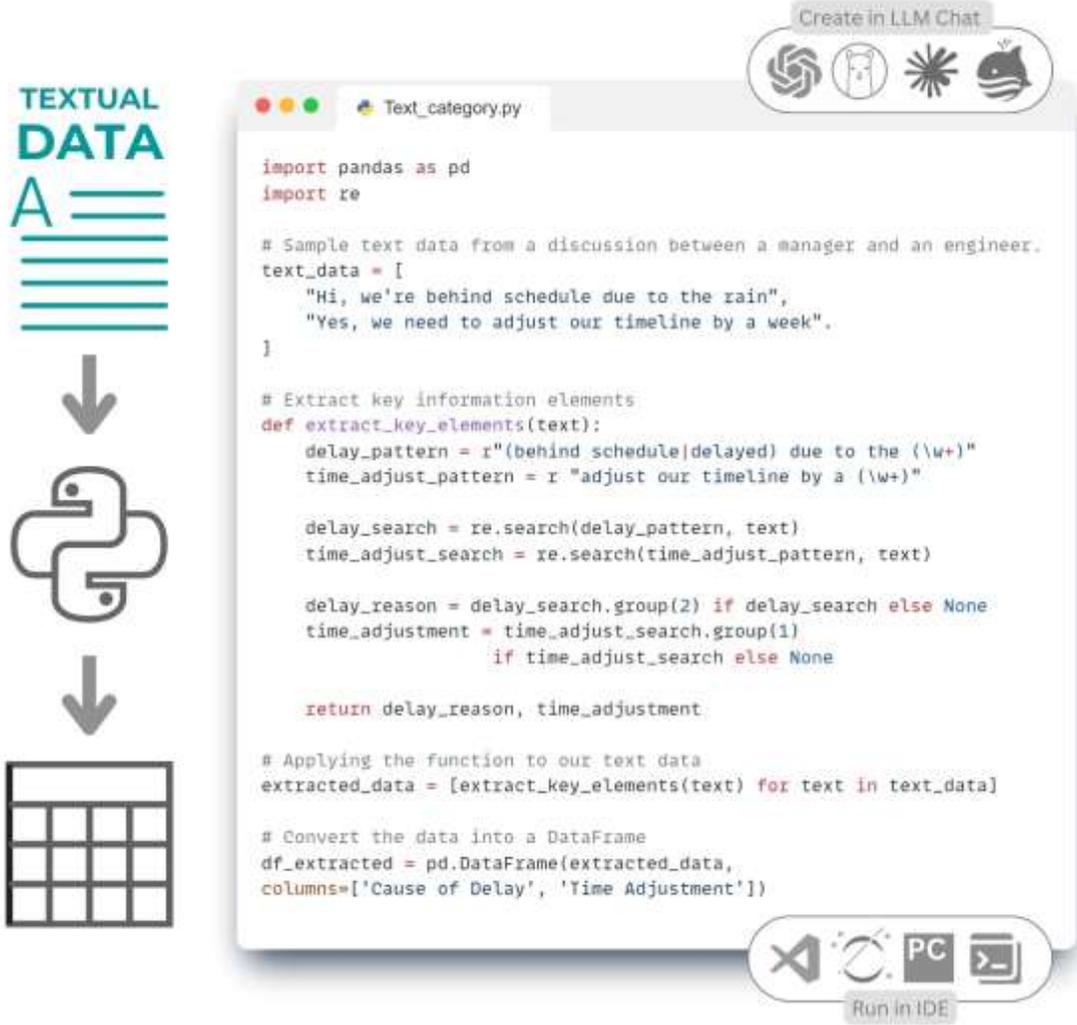
চিত্র 4.17 সময়সীমার সংশোধনের প্রয়োজনীয়তা এবং প্রকল্প ব্যবস্থাপনা সিস্টেমে পরিবর্তনগুলির একীকরণের জন্য টেক্সট থেকে মূল তথ্য নিষ্কাশন /

পূর্ববর্তী উদাহরণগুলির মতো, একটি ভাষার মডেলে টেক্সটের অনুরোধ ব্যবহার করে সমস্যার সমাধানের জন্য কোড প্রদান করি।

❏ যে কোনও LLM চ্যাটে টেক্সটের অনুরোধ পাঠান:

আমার কাছে একটি কথোপকথন রয়েছে প্রকল্প ব্যবস্থাপক: "হ্যালো, আমরা বৃষ্টির কারণে সময়সূচির পিছনে আছি" এবং প্রকৌশলী: "হ্যাঁ, আমাদের সময়সীমা এক সপ্তাহ সংশোধন করতে হবে"। আমি একটি স্ক্রিপ্ট চাই যা ভবিষ্যতে অনুরূপ টেক্সট সংলাপ বিশ্লেষণ করবে, বিলম্বের কারণ এবং প্রয়োজনীয় সময়সীমার সংশোধনগুলি নিষ্কাশন করবে, এবং তারপরে এই ডেটাগুলি থেকে একটি DataFrame তৈরি করবে। তারপর DataFrame-টি একটি CSV ফাইলে সংরক্ষণ করা উচিত।

- LLM থেকে প্রাপ্ত উত্তর সাধারণত নিয়মিত অভিব্যক্তি (re - Regex) এবং Pandas (pd) লাইব্রেরি ব্যবহার করে Python কোড অন্তর্ভুক্ত করবে:

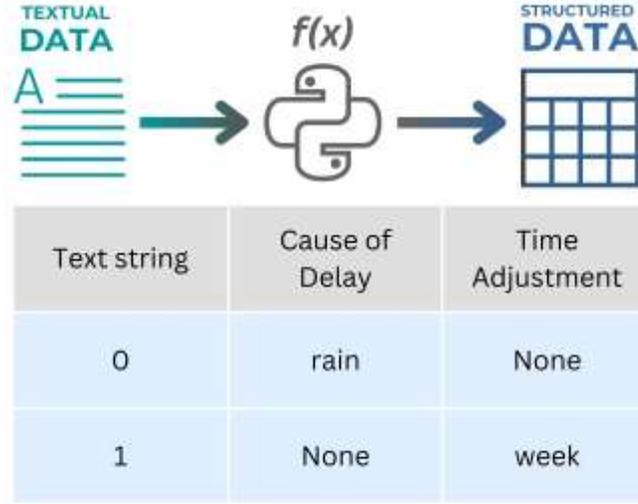


চিত্র ৪.১৮ সময়সীমার সংশোধনের প্রয়োজনীয়তা সম্পর্কে তথ্যের মূল বিষয়গুলোকে টেবিল আকারে আলাদা করা।

এই উদাহরণে (চিত্র ৪.১৭) প্রকল্প ব্যবস্থাপক এবং প্রকৌশলীর মধ্যে কথোপকথন বিশ্লেষণ করা হয় নির্দিষ্ট তথ্য চিহ্নিত এবং আহরণ করার জন্য, যা ভবিষ্যতের প্রকল্প ব্যবস্থাপনায় প্রভাব ফেলতে পারে, অনুরূপ কথোপকথনের সাথে। নিয়মিত অভিব্যক্তির মাধ্যমে (নিয়মিত অভিব্যক্তি সম্পর্কে আমরা "গঠনমূলক প্রয়োজনীয়তা এবং নিয়মিত অভিব্যক্তি RegEx" অধ্যায়ে আলোচনা করব) প্রকল্পের বিলম্বের কারণ এবং সময়সূচির প্রয়োজনীয় সংশোধন চিহ্নিত করা হয়। এই উদাহরণে লেখা ফাংশনটি স্ট্রিং থেকে বিলম্বের কারণ বা সময়ের সংশোধন আহরণ করে, "কারণে" শব্দের পরে শব্দটি চিহ্নিত করে বিলম্বের কারণ হিসেবে অথবা "মধ্যে" শব্দের পরে শব্দটি সময়ের সংশোধন হিসেবে।

যদি স্ট্রিংয়ে আবহাওয়ার কারণে বিলম্বের উল্লেখ থাকে, তবে কারণ হিসেবে "বৃষ্টি" চিহ্নিত করা হয়; যদি স্ট্রিংয়ে নির্দিষ্ট সময়ের জন্য সময়সূচির সংশোধনের উল্লেখ থাকে, তবে সেই সময়টি সময়ের সংশোধন হিসেবে আহরণ করা হয় (চিত্র

৪.১৯)। এই শব্দগুলোর মধ্যে কোনোটির অভাব থাকলে সংশ্লিষ্ট অ্যাট্রিবিউট-কলামের জন্য "না" মান নির্ধারিত হয়।



চিত্র ৪.১৯ কোড কার্যকর করার পর প্রাপ্ত তথ্যের একটি সারসংক্ষেপ টেবিল, যা বিলম্ব এবং প্রয়োজনীয় সময় সংশোধনের অস্তিত্ব সম্পর্কে তথ্য ধারণ করে।

পাঠ্য (কথোপকথন, চিঠি, নথি) থেকে শর্তগুলোর গঠন এবং প্যারামিটারাইজেশন বিলম্বগুলি দ্রুত সমাধান করতে সহায়তা করে: উদাহরণস্বরূপ, কর্মীদের অভাব খারাপ আবহাওয়ার মধ্যে কাজের গতি প্রভাবিত করতে পারে, তাই কোম্পানিগুলি, কথোপকথনের মাধ্যমে বিলম্বের প্যারামিটার জানার মাধ্যমে (চিত্র ৪.১৯) প্রকল্প ব্যবস্থাপক এবং সাইট ফোরম্যানের মধ্যে - অগ্রিম খারাপ পূর্বাভাসের সময়ে কর্মী সংখ্যা বাড়াতে পারে।

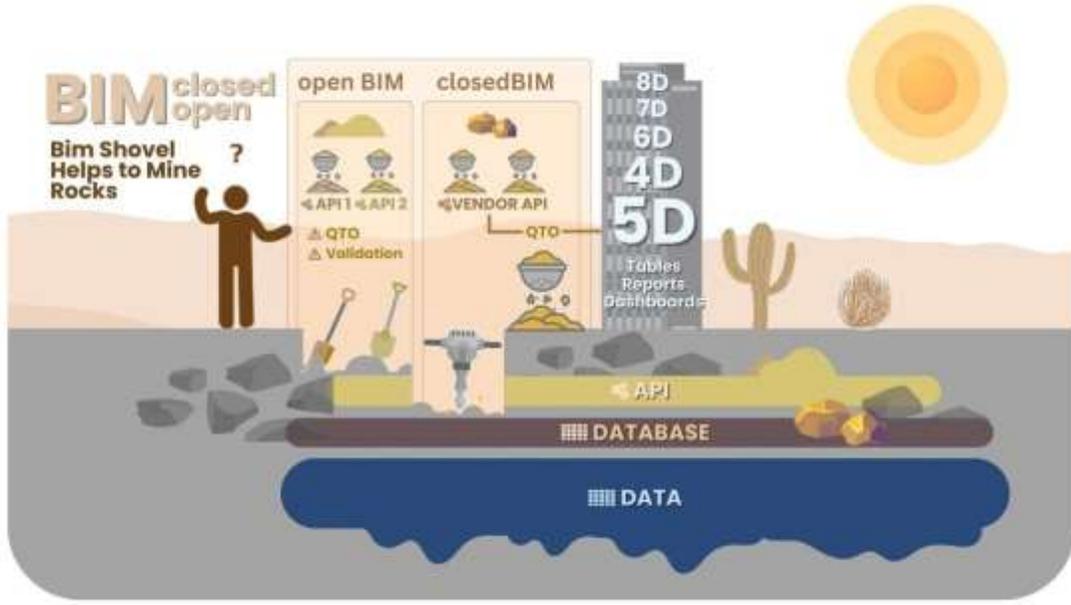
নথি এবং চিত্রগুলিকে গঠনমূলক ফরম্যাটে রূপান্তর করা তুলনামূলকভাবে সহজ, উন্মুক্ত এবং বিনামূল্যে সরঞ্জামগুলির মাধ্যমে অর্জন করা যেতে পারে, যা শ্রেণীবিভাগের উপর ভিত্তি করে।

উপাদানগুলির শ্রেণীবিভাগ প্রকল্পের তথ্যের সাথে কাজ করার একটি মূল অংশ, বিশেষ করে CAD (BIM) সফটওয়্যারের ব্যবহারের প্রেক্ষাপটে।

CAD (BIM) ডেটার কাঠামোগত রূপে রূপান্তর

CAD (BIM) তথ্যের গঠন এবং শ্রেণীবিভাগ একটি আরও জটিল কাজ, কারণ CAD (BIM) ডাটাবেস থেকে সংরক্ষিত তথ্য প্রায়শই বন্ধ বা জটিল প্যারামেট্রিক ফরম্যাটে উপস্থাপিত হয়, যা প্রায়শই একসাথে জ্যামিতিক তথ্য (অর্ধ-গঠনমূলক) এবং মেটা তথ্য (অর্ধ-গঠনমূলক বা গঠনমূলক তথ্য) উপাদানগুলি সংমিশ্রিত করে।

CAD (BIM) সিস্টেমগুলির নেটিভ ডেটা ফরম্যাট সাধারণত সুরক্ষিত এবং সরাসরি ব্যবহারের জন্য উপলব্ধ নয়, যদি না বিশেষায়িত সফটওয়্যার বা ডেভেলপারদের API ইন্টারফেস ব্যবহার করা হয় (চিত্র ৪.১১০)। এই তথ্যের বিচ্ছিন্নতা "সাইলোস" নামে পরিচিত বন্ধ স্টোরেজ তৈরি করে, যা তথ্যের মুক্ত বিনিময়কে সীমাবদ্ধ করে এবং কোম্পানিতে সমন্বিত ডিজিটাল প্রক্রিয়াগুলির সৃষ্টি বাধাগ্রস্ত করে।-



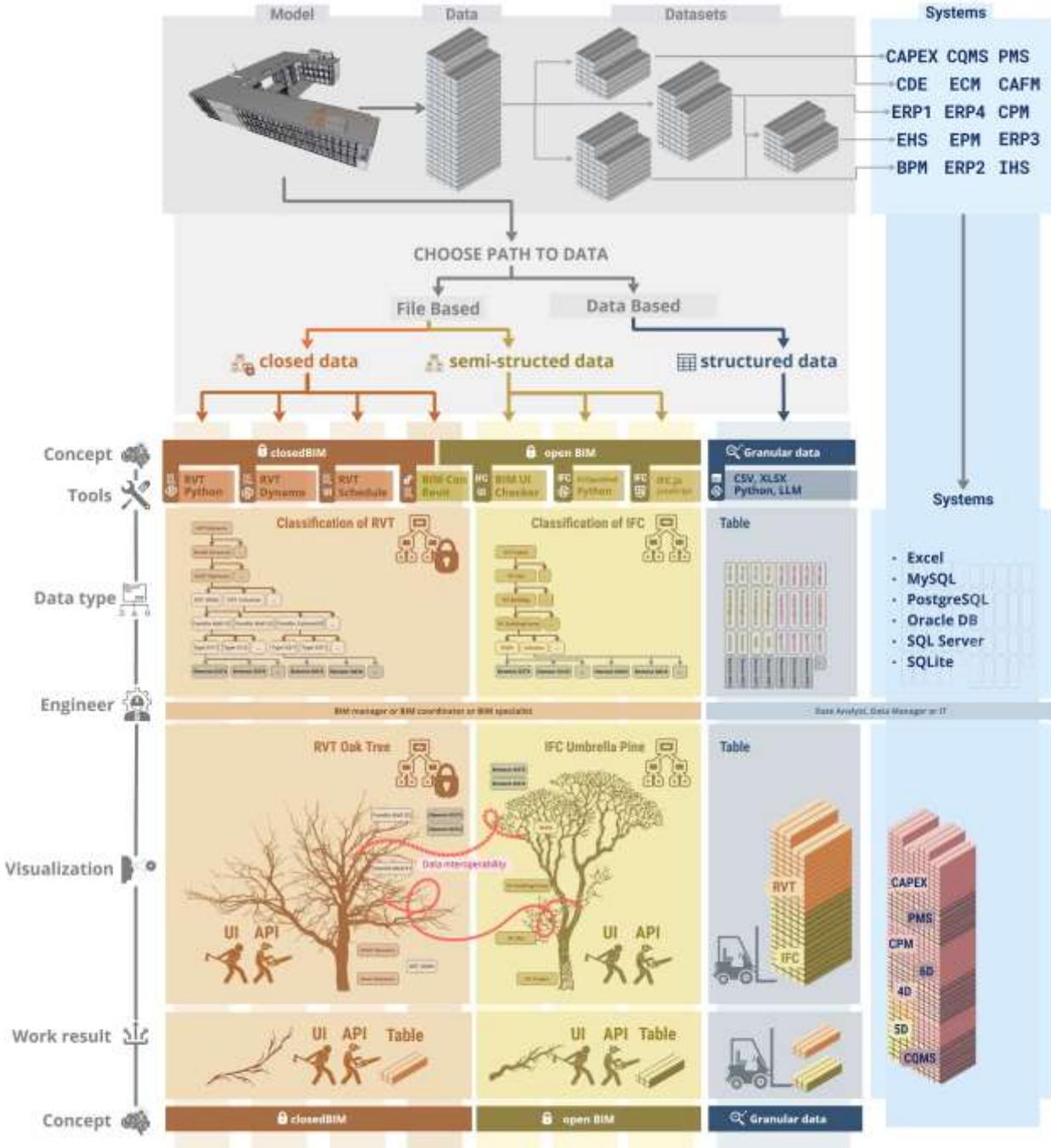
চিত্র ৪.১১০ CAD (BIM) বিশেষজ্ঞরা API সংযোগ বা বিক্রেতার সরঞ্জামের মাধ্যমে নেটিভ ডেটায় অ্যাক্সেস পেতে পারেন।

বিশেষ CAD (BIM) ফরম্যাটে প্রকল্পের উপাদানের বৈশিষ্ট্য এবং অ্যাট্রিবিউটগুলির তথ্য একটি শ্রেণীবিভাগের হায়ারার্কিক্যাল সিস্টেমে সংগৃহীত হয়, যেখানে সংশ্লিষ্ট বৈশিষ্ট্যযুক্ত সত্তাগুলি ফলের গাছের শাখাগুলির সর্বশেষ নোডগুলিতে অবস্থিত (চিত্র ৪.১১১)।-

তথ্য আহরণ এই ধরনের শ্রেণীবিন্যাস থেকে দুটি উপায়ে সম্ভব: একদিকে, প্রতিটি নোডে ম্যানুয়ালি ক্লিক করে, যেন একটি গাছের শাখা কাটার মতো, নির্বাচিত শ্রেণী এবং প্রকারের শাখাগুলি কেটে ফেলা হচ্ছে। অন্যদিকে, প্রোগ্রামিং ইন্টারফেস (এপিআই) ব্যবহার করা একটি আরও কার্যকর, স্বয়ংক্রিয় পদ্ধতির প্রস্তাব দেয় যা তথ্য আহরণ এবং গ্রুপিংকে সহজতর করে, শেষে এটি অন্য সিস্টেমগুলির জন্য ব্যবহারের জন্য একটি কাঠামোবদ্ধ টেবিলে রূপান্তরিত করে।

CAD (BIM) প্রকল্প থেকে কাঠামোগত তথ্যের টেবিল বের করার জন্য বিভিন্ন সরঞ্জাম ব্যবহার করা যেতে পারে, যেমন ডাইনামো, পাইআরভিটি, প্যান্ডামো (প্যান্ডাস + ডাইনামো), ACC, অথবা ওপেন সোর্স সমাধান যেমন IfcOpSh বা IFCjs IFC ফরম্যাটের জন্য।

আধুনিক ডেটা রপ্তানি এবং রূপান্তরের সরঞ্জামগুলি ডেটা প্রক্রিয়াকরণ এবং প্রস্তুতিকে সহজতর করার জন্য CAD মডেলের বিষয়বস্তু দুটি মূল উপাদানে বিভক্ত করতে সক্ষম করে: জ্যামিতিক তথ্য এবং অ্যাট্রিবিউটিভ ডেটা – মেটা তথ্য, যা নির্মাণের উপাদানের বৈশিষ্ট্য বর্ণনা করে। এই দুটি ডেটা স্তর একে অপরের সাথে অনন্য শনাক্তকারী দ্বারা সংযুক্ত থাকে, যার মাধ্যমে প্রতিটি উপাদানকে জ্যামিতির বর্ণনার সাথে সঠিকভাবে মেলানো যায় (প্যারামিটার বা পলিগন দ্বারা) এবং এর অ্যাট্রিবিউটগুলি: নাম, উপাদান, সম্পন্ন হওয়ার স্তর, খরচ ইত্যাদি। এই পদ্ধতি মডেলের অখণ্ডতা নিশ্চিত করে এবং ডেটাগুলিকে ভিজুয়লাইজেশন (মডেলের জ্যামিতিক ডেটা) এবং বিশ্লেষণাত্মক বা ব্যবস্থাপনার কাজের জন্য (গঠনমূলক বা দুর্বল গঠনমূলক) নমনীয়ভাবে ব্যবহার করতে সক্ষম করে, দুটি ধরনের ডেটার সাথে আলাদাভাবে বা সমান্তরালভাবে কাজ করার সুযোগ দেয়।-



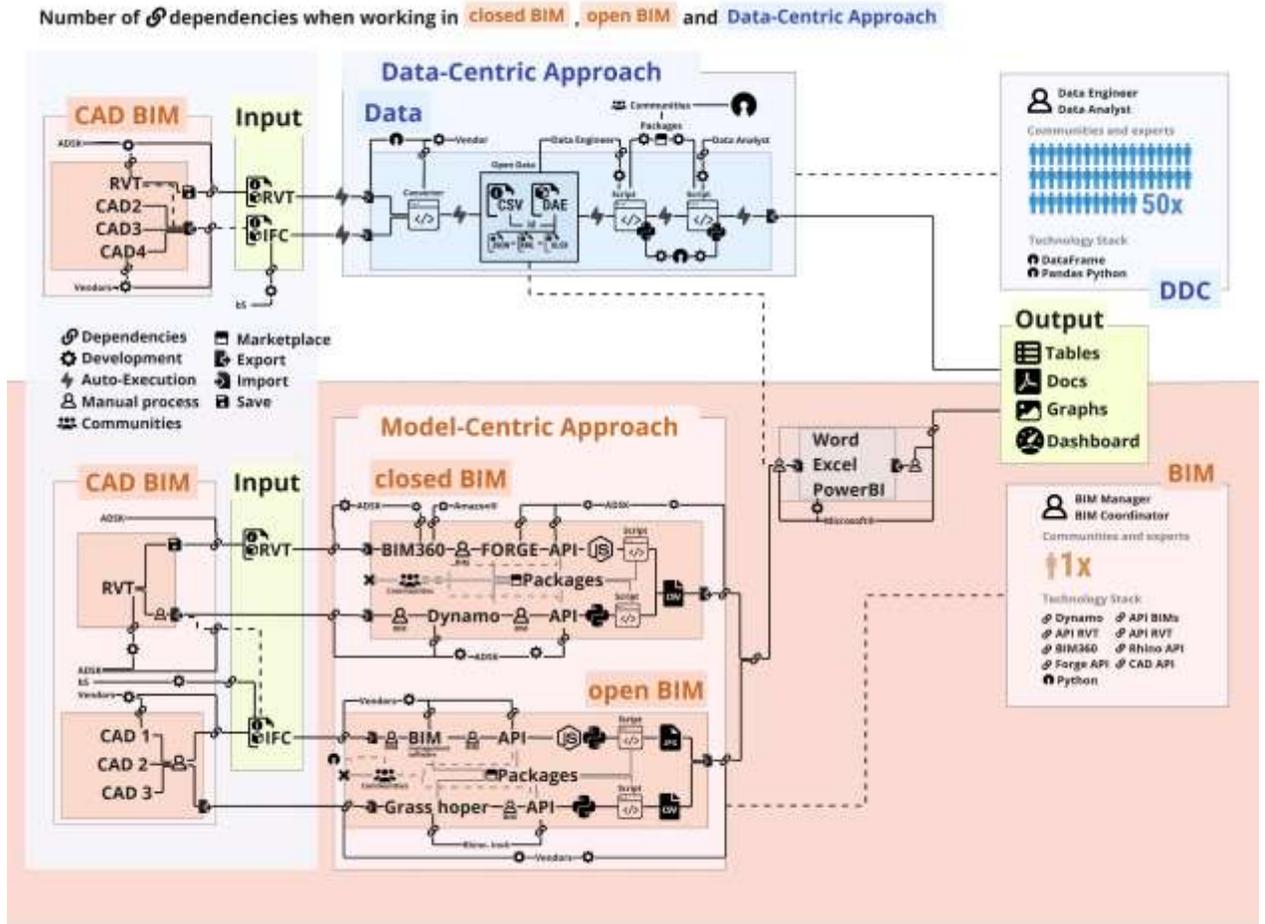
ছবি ৪.১১ CAD (BIM) ডেটাবেস থেকে তথ্য ব্যবহারকারীর কাছে শ্রেণীবিভাগের গাছের আকারে উপস্থাপিত হয় /

প্রযুক্তির উন্নয়ন এবং সফটওয়্যার ডেভেলপমেন্ট কিট (SDK) এর উত্থানের সাথে সাথে CAD (BIM) এর বন্ধ ফরম্যাট থেকে ডেটা রূপান্তরের প্রাপ্যতা এবং রূপান্তর অনেক সহজ হয়ে গেছে। এখন বন্ধ ফরম্যাট থেকে সাধারণ, বিশ্লেষণের জন্য উপযুক্ত এবং অন্যান্য সিস্টেমে ব্যবহারের জন্য ডেটা বৈধ এবং নিরাপদভাবে রূপান্তর করার সুযোগ রয়েছে। প্রথম রিভার্স ইঞ্জিনিয়ারিং টুলগুলোর ইতিহাস ("Open DWG") এবং CAD ভেঞ্চারদের ফরম্যাটের উপর আধিপত্যের

জন্য সংগ্রামের বিষয়ে আমরা "গঠনমূলক ডেটা: ডিজিটাল রূপান্তরের ভিত্তি" অধ্যায়ে আলোচনা করেছি।

পুনঃইঞ্জিনিয়ারিংয়ের সরঞ্জামগুলি বৈধভাবে বন্ধ প্রোপাইটারি ফরম্যাট থেকে তথ্য সংগ্রহ করতে সক্ষম করে, CAD (BIM) এর মিশ্র ফরম্যাট থেকে ব্যবহারকারীর প্রয়োজনীয় ডেটা এবং ফরম্যাটে তথ্য ভেঙে, তাদের প্রক্রিয়াকরণ এবং বিশ্লেষণকে সহজতর করে।

প্রত্যাবর্তন প্রকৌশল এবং CAD ডেটাবেস থেকে তথ্যের সরাসরি অ্যাক্সেস ব্যবহার তথ্যকে সহজলভ্য করে, যা উন্মুক্ত তথ্য এবং উন্মুক্ত সরঞ্জামগুলি ব্যবহার করতে সক্ষম করে, পাশাপাশি মানক সরঞ্জামগুলির মাধ্যমে তথ্য বিশ্লেষণ, রিপোর্ট তৈরি, ভিজুয়লাইজেশন এবং অন্যান্য ডিজিটাল সিস্টেমের সাথে একীভূত করার সুযোগ প্রদান করে (চিত্র 4.112)।-



চিত্র ৪.১১২ CAD ডেটাতে সরাসরি প্রবেশাধিকার সফটওয়্যার প্ল্যাটফর্মের উপর নির্ভরতা কমাতে এবং ডেটা-কেন্দ্রিক পদ্ধতিতে স্থানান্তরিত হতে সহায়তা করে।

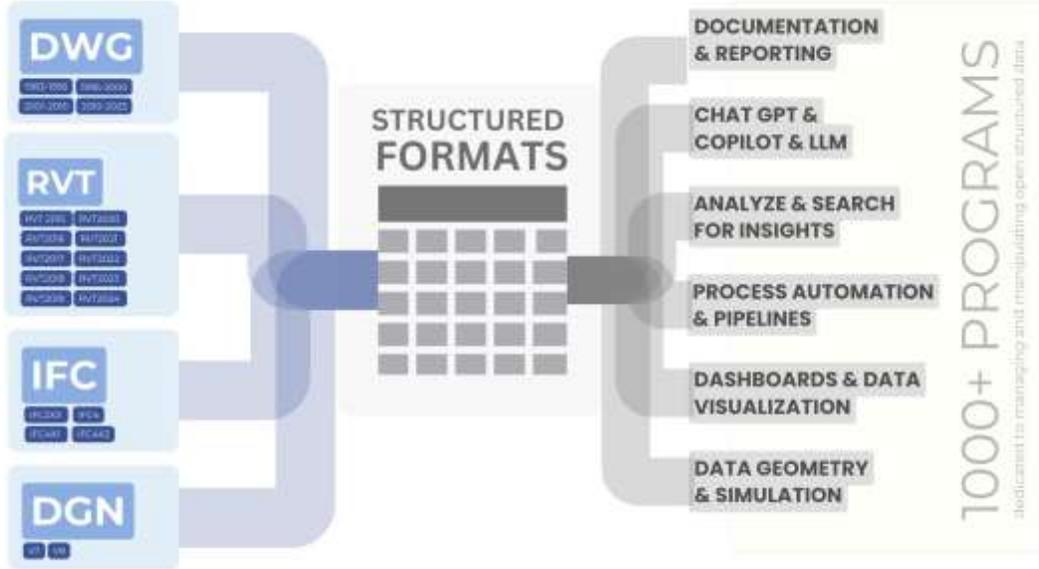
১৯৯৬ সাল থেকে DWG ফরম্যাটের জন্য, ২০০৮ সাল থেকে DGN ফরম্যাটের জন্য এবং ২০১৮ সাল থেকে RVT ফরম্যাটের জন্য, মূলত বন্ধ CAD ডেটা ফরম্যাটগুলোকে সুবিধাজনক এবং কার্যকরভাবে অন্য যেকোনো ফরম্যাটে, সহ স্ট্রাকচারড ফরম্যাটে, রিভার্স ইঞ্জিনিয়ারিং টুলসের মাধ্যমে রূপান্তর করা সম্ভব হয়েছে (ছবি ৪.১১৩)। আজকের দিনে বিশ্বের প্রায় সব বড় CAD (BIM) এবং বড় ইঞ্জিনিয়ারিং কোম্পানি বন্ধ CAD (BIM) ফরম্যাট থেকে ডেটা বের করার জন্য SDK রিভার্স ইঞ্জিনিয়ারিং টুলস ব্যবহার করছে।-



চিত্র ৪.১১৩ বিপরীত প্রকৌশল সরঞ্জামগুলির ব্যবহার CAD (BIM) ডেটাবেসকে যেকোনো সুবিধাজনক ডেটা মডেলে রূপান্তর করতে সক্ষম করে।

বন্ধ, মালিকানাধীন ফরম্যাট থেকে ডেটা রূপান্তর করা এবং মিশ্র CAD (BIM) ফরম্যাটকে জ্যামিতিক এবং মেটা তথ্যগত অ্যাপ্লিকেশন ডেটাতে বিভক্ত করা, তাদের সাথে কাজ করার প্রক্রিয়াকে সহজতর করে, বিশ্লেষণ, পরিচালনা এবং অন্যান্য সিস্টেমের সাথে একীকরণের জন্য তাদের উপলব্ধ করে (চিত্র ৪.১১৪)। -

আধুনিক CAD (BIM) ডেটার সাথে কাজ করার ক্ষেত্রে আমরা এমন একটি স্তরে পৌঁছেছি যেখানে CAD ফরম্যাট থেকে তথ্য অ্যাক্সেস করতে CAD (BIM) সরবরাহকারীদের কাছ থেকে অনুমতি চাওয়ার প্রয়োজন নেই।



চিত্র ৪.১১৪ আধুনিক SDK সরঞ্জামগুলি বৈধভাবে CAD (BIM) ডেটাবেসের মালিকানাধীন ফরম্যাট থেকে ডেটা রূপান্তর করতে সক্ষম করে।

প্রকল্প CAD ডেটা প্রক্রিয়াকরণের আধুনিক প্রবণতাগুলি বাজারের প্রধান খেলোয়াড় – CAD বিক্রেতাদের প্রভাবের অধীনে গঠিত হচ্ছে, যারা ডেটার জগতে তাদের অবস্থান শক্তিশালী করতে কাজ করছে এবং নতুন ফরম্যাট এবং ধারণা তৈরি করছে।

ক্যাড সমাধানের ভেদুররা কাঠামোবদ্ধ ডেটাতে স্থানান্তরিত হচ্ছে।

২০২৪ সাল থেকে প্রকল্প ডিজাইন এবং নির্মাণের ক্ষেত্রে ডেটা ব্যবহারের এবং প্রক্রিয়াকরণের ক্ষেত্রে একটি উল্লেখযোগ্য প্রযুক্তিগত পরিবর্তন ঘটছে। প্রকল্প ডেটার মুক্ত অ্যাক্সেসের পরিবর্তে, CAD সিস্টেম নির্মাতারা নতুন ধারণাগুলির প্রচারে মনোনিবেশ করছে। BIM (২০০২ সালে তৈরি) এবং open BIM (২০১২ সালে তৈরি) এর মতো পদ্ধতিগুলি ধীরে ধীরে আধুনিক প্রযুক্তিগত সমাধানগুলির জন্য স্থান ছেড়ে দিচ্ছে, যা CAD বিক্রেতারা প্রচার করতে শুরু করেছে [৯৩]:

- "গ্রানুলার" ডেটা ব্যবহারে পরিবর্তন, যা তথ্য পরিচালনা করতে এবং ডেটা বিশ্লেষণে স্থানান্তর করতে সক্ষম করে।
- USD ফরম্যাটের উত্থান এবং ডেটার নমনীয় সংগঠনের জন্য Entity-component-system (ECS) পদ্ধতির বাস্তবায়ন।
- ডেটা প্রক্রিয়াকরণ, প্রক্রিয়াকরণের স্বয়ংক্রিয়করণ এবং ডেটা বিশ্লেষণে কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তার সক্রিয় ব্যবহার।
- আন্তঃঅপারেবিলিটির উন্নয়ন - বিভিন্ন প্রোগ্রাম, সিস্টেম এবং ডেটাবেসের মধ্যে উন্নত যোগাযোগ।

এই প্রতিটি দিকের বিস্তারিত আলোচনা বইয়ের ষষ্ঠ অংশ "CAD এবং BIM: নির্মাণে প্রকল্প ডেটার বিপণন, বাস্তবতা এবং ভবিষ্যৎ" এ করা হবে। এই অধ্যায়ে আমরা কেবল পরিবর্তনের সাধারণ দিকটি সংক্ষিপ্তভাবে চিহ্নিত করব: বৃহত্তম CAD বিক্রেতারা আজ প্রকল্প তথ্যের কাঠামো পুনর্বিবেচনা করতে চেষ্টা করছে। একটি মূল পরিবর্তন হল ক্লাসিক ফাইল মডেল সংরক্ষণের পরিবর্তে বিশ্লেষণমুখী ডেটা আর্কিটেকচারের দিকে স্থানান্তর, যা মডেলের পৃথক উপাদানগুলিতে স্থায়ী অ্যাক্সেস নিশ্চিত করে [৯৩]।

ঘটনার মূল বিষয় হল যে শিল্পটি ধীরে ধীরে ভারী, বিশেষায়িত এবং প্যারামেট্রিক ফরম্যাটগুলি পরিত্যাগ করছে, যা জ্যামিতিক কোর ব্যবহারের প্রয়োজন, আরও সাধারণ, মেশিন-পঠনযোগ্য এবং নমনীয় সমাধানের দিকে।

পরিবর্তনের একটি ড্রাইভার হিসেবে USD (Universal Scene Description) ফরম্যাটটি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করেছে, যা মূলত কম্পিউটার গ্রাফিক্স শিল্পে তৈরি করা হয়েছিল, কিন্তু এখন এটি ইঞ্জিনিয়ারিং অ্যাপ্লিকেশনগুলিতেও স্বীকৃতি পেয়েছে, NVIDIA Omniverse (এবং Isaac Sim) প্ল্যাটফর্মের উন্নয়নের মাধ্যমে সিমুলেশন এবং ভিজুয়লাইজেশনের জন্য। প্যারামেট্রিক IFC এর তুলনায়, USD একটি সহজ গঠন প্রদান করে, যা JSON ফরম্যাটে অবজেক্টের জ্যামিতি এবং বৈশিষ্ট্য বর্ণনা করতে সক্ষম করে, যা তথ্য প্রক্রিয়াকরণকে সহজতর করে এবং ডিজিটাল প্রক্রিয়াগুলিতে এর সংহতকরণকে ত্বরান্বিত করে। নতুন ফরম্যাটটি BREP-NURBS ছাড়াও জ্যামিতি MESH-পলিগন আকারে সংরক্ষণ করতে সক্ষম, এবং অবজেক্টের বৈশিষ্ট্যগুলি JSON ফরম্যাটে, যা স্বয়ংক্রিয় প্রক্রিয়াগুলির জন্য এবং ক্লাউড ইকোসিস্টেমে কাজ করার জন্য আরও সুবিধাজনক করে তোলে।-

কিছু CAD এবং ERP বিক্রেতা ইতিমধ্যে অনুরূপ ফরম্যাট ব্যবহার করছে (যেমন NWD, SVF, CP2, CPIXML), তবে তাদের মধ্যে বেশিরভাগই বন্ধ এবং বাইরের ব্যবহারের জন্য অপ্রাপ্য, যা তথ্যের সংহতকরণ এবং পুনরায় ব্যবহারের সুযোগ সীমাবদ্ধ করে। এই প্রেক্ষাপটে, USD DXF এর মতো একটি ভূমিকা পালন করতে পারে, যা এক সময়ে প্রোপ্রাইটারি ফরম্যাটগুলির জন্য একটি খোলামেলা বিকল্প ছিল, যেমন DWG।

| General Information  | |  |  | Comparison / Notes |
|---|-----------------|---|---|--------------------|
| Year of format creation | 1991 | 2016 | IFC focuses on construction data, USD on 3D graphics | |
| Creator-developer | TU Munich | Pixar | IFC was founded in Germany, USD in America | |
| Prototypes and predecessors | IGES, STEP | PTEX, DAE, GLTF | IFC evolved from IGES/STEP, USD from PTEX/DAE/GLTF | |
| Initiator in Construction | Autodesk | Autodesk | Autodesk initiated the adoption of both formats in construction | |
| Organizer of the Alliance | Autodesk | Autodesk | Autodesk organized both alliances | |
| Name of the Alliance | b5 (IAI) | AOUSD | Different alliances for each format | |
| Year of Alliance Formation | 1994 | 2023 | The IFC alliance was formed in 1994, AOUSD for USD in 2023 | |
| Promoting in the construction | Autodesk and Co | Autodesk and Co | Autodesk and Co actively promotes both formats in b5 (IAI) since the introduction | |

| Purpose and Usage  | |  |  | Comparison / Notes |
|---|---|---|---|--------------------|
| Purpose | Semantic description and interoperability | Data simplification, visualization unification | IFC for semantics and exchange; USD for simplification and visualization | |
| Goals and Objectives | Interoperability and semantics | Unification for visualization and data processing | IFC focuses on semantics; USD on visualization | |
| Use in Other Industries | Predominantly in construction | In film, games, VR/AR, and now in construction | USD is versatile and used in various fields | |
| Supported Data Types | Geometry, object attributes, metadata | Geometry, shaders, animation, light, and camera | USD supports a wider range of data types suitable for complex visualizations; IFC focuses on construction-specific data | |

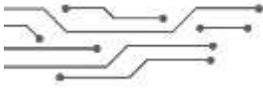
USD ফরম্যাট, CAD বিক্রেতাদের ইন্টারঅপারেবিলিটি এবং প্রকল্পের তথ্যের জ্যামিতিক কোর থেকে স্বাধীনতার চাহিদা পূরণের প্রচেষ্টা হিসেবে।

বৃহত্তম বিক্রেতাদের খোলামেলা এবং সহজ USD, GLTF, OBJ, XML (বন্ধ NWD, CP2, SVF, SVF2, CPIXML) এবং অনুরূপ ফরম্যাটে রূপান্তরিত হওয়া (রিস. 3.117) একটি বৈশ্বিক প্রবণতা এবং শিল্পের চাহিদাকে প্রতিফলিত করে, যা তথ্যকে সহজতর এবং তাদের প্রবেশযোগ্যতা বাড়ানোর দিকে নির্দেশ করে। আগামী কয়েক বছরে, জটিল প্যারামেট্রিক মান এবং জ্যামিতিক কোরের উপর নির্ভরশীল ফরম্যাট থেকে ধীরে ধীরে সরে আসার প্রত্যাশা করা হচ্ছে, যা আরও হালকা এবং কাঠামোবদ্ধ সমাধানের দিকে নিয়ে যাবে। এই পরিবর্তনটি নির্মাণ শিল্পের ডিজিটাইজেশনকে ত্বরান্বিত করবে, প্রক্রিয়াগুলির স্বয়ংক্রিয়তা সহজতর করবে এবং তথ্যের বিনিময়কে সহজ করবে। -

CAD বিক্রেতাদের নতুন খোলামেলা ফরম্যাট প্রচারের কৌশলগত পরিকল্পনার সত্ত্বেও, নির্মাণ শিল্পের বিশেষজ্ঞরা CAD (BIM) সরঞ্জাম ব্যবহার না করেই বন্ধ CAD সিস্টেম থেকে তথ্যের পূর্ণ প্রবেশাধিকার পেতে পারেন, বিপরীত প্রকৌশল সরঞ্জামের মাধ্যমে।

এই সমস্ত প্রবণতা অবশ্যস্বাভাবিকভাবে ভারী, মনোলিথিক 3D মডেল থেকে সার্বজনীন, কাঠামোবদ্ধ তথ্যের দিকে এবং এমন ফরম্যাটগুলির ব্যবহারের দিকে নিয়ে যাচ্ছে, যা ইতিমধ্যে অন্যান্য শিল্পে প্রতিষ্ঠিত হয়েছে। যখন প্রকল্পের দলগুলি CAD মডেলগুলিকে কেবল ভিজুয়াল অবজেক্ট বা ফাইলের সেট হিসেবে নয়, বরং জ্ঞান এবং তথ্য ধারণকারী ডেটাবেস হিসেবে গ্রহণ করতে শুরু করে, তখন ডিজাইন এবং ব্যবস্থাপনার পদ্ধতি মৌলিকভাবে পরিবর্তিত হয়।

একবার যখন দলগুলি নথি, টেক্সট, অঙ্কন এবং CAD মডেল থেকে কাঠামোবদ্ধ তথ্য বের করতে শিখে যায় এবং ডেটাবেসে প্রবেশাধিকার পায়, তখন পরবর্তী মূল পদক্ষেপ হল তথ্যের মডেলিং এবং এর গুণমান নিশ্চিত করা। এই পর্যায় থেকেই অনেকাংশে নির্ভর করে তথ্যের প্রক্রিয়াকরণ এবং রূপান্তরের গতি, যা শেষ পর্যন্ত নির্দিষ্ট প্রয়োগমূলক কাজের জন্য সিদ্ধান্ত গ্রহণে ব্যবহৃত হবে।



অধ্যায় 4.2. শ্রেণীবিভাগ এবং একীকরণ: নির্মাণ তথ্যের একটি একক ভাষা

সিদ্ধান্ত গ্রহণের গতি তথ্যের গুণগত মানের উপর নির্ভর করে।

আধুনিক প্রকল্প তথ্যের স্থাপত্য মৌলিক পরিবর্তনের মধ্য দিয়ে যাচ্ছে। শিল্পটি ভারী, বিচ্ছিন্ন মডেল এবং বন্ধ ফরম্যাট থেকে আরও নমনীয়, যন্ত্রপাঠনযোগ্য কাঠামোর দিকে অগ্রসর হচ্ছে, যা বিশ্লেষণ, একীকরণ এবং প্রক্রিয়ার স্বয়ংক্রিয়তার দিকে মনোনিবেশ করে। তবে নতুন ফরম্যাটে স্থানান্তর নিজেই কার্যকারিতা নিশ্চিত করে না – কেন্দ্রে অবশ্যস্বাভাবিকভাবে তথ্যের গুণমান থাকে।

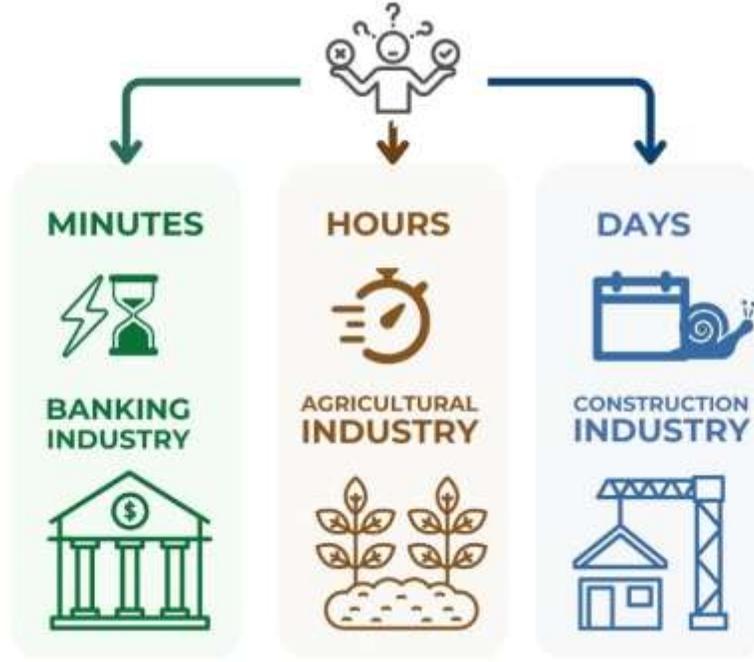
এই বইয়ের পৃষ্ঠাগুলিতে আমরা ফরম্যাট, সিস্টেম এবং প্রক্রিয়া সম্পর্কে অনেক কথা বলি। কিন্তু এই সমস্ত প্রচেষ্টা একটি মূল উপাদান ছাড়া অর্থহীন – বিশ্বাসযোগ্য তথ্য। তথ্যের গুণমান হল ডিজিটাইজেশনের ভিত্তি, যার দিকে আমরা পরবর্তী অংশগুলিতে ফিরে আসব।

আধুনিক নির্মাণ কোম্পানিগুলি – বিশেষ করে বড় কোম্পানিগুলি – দশক, কখনও কখনও হাজার হাজার বিভিন্ন সিস্টেম এবং ডেটাবেস ব্যবহার করে (চিত্র ৪.২১)। এই সিস্টেমগুলি কেবল নিয়মিত নতুন তথ্য দিয়ে পূর্ণ হতে হবে না, বরং একে অপরের সাথে কার্যকরভাবে যোগাযোগ করতে হবে। নতুন তথ্য, যা আসা তথ্যের প্রক্রিয়াকরণের ফলস্বরূপ তৈরি হয়, এই পরিবেশে একীভূত হয় এবং নির্দিষ্ট ব্যবসায়িক সমস্যার সমাধানের জন্য ব্যবহৃত হয়।

এবং যদি আগে নির্দিষ্ট ব্যবসায়িক সমস্যার সমাধান শীর্ষ নির্বাহীদের দ্বারা – যাদের HiPPo বলা হয় (চিত্র ২.১৯) – অভিজ্ঞতা এবং অন্তর্দৃষ্টির ভিত্তিতে নেওয়া হয়, তবে আজকের তথ্যের দ্রুত বৃদ্ধির পরিস্থিতিতে, এই পদ্ধতি বিতর্কিত হয়ে উঠছে। এর পরিবর্তে আসছে স্বয়ংক্রিয় বিশ্লেষণ, যা বাস্তব সময়ে তথ্যের সাথে কাজ করে।

"প্রথাগত-হাতের" ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলির আলোচনা নির্বাহীদের স্তরে অপারেশনাল বিশ্লেষণের দিকে স্থানান্তরিত হবে, যা ব্যবসায়িক অনুরোধের দ্রুত উত্তর প্রয়োজন।

সেই যুগটি চলে যাচ্ছে যখন হিসাবরক্ষক, প্রকল্প ব্যবস্থাপক এবং প্রাক্কলনকারী হাতে রিপোর্ট এবং সারসংক্ষেপ তৈরি করতেন, এবং প্রকল্পের জন্য ডেটা ভিজ্যুয়ালাইজেশন তৈরি করতে কয়েক দিন এবং সপ্তাহ সময় নিতেন। আজ, সিদ্ধান্ত গ্রহণের গতি এবং সময়মততা প্রতিযোগিতামূলক সুবিধার একটি মূল ফ্যাক্টর হয়ে উঠেছে।



চিত্র ৪.২১ নির্মাণ শিল্পে হিসাব এবং সিদ্ধান্ত গ্রহণে কয়েক দিন সময় লাগে, অন্য শিল্পগুলির তুলনায় যেখানে এটি ঘণ্টা বা মিনিটের মধ্যে ঘটে।

নির্মাণ শিল্পের একটি প্রধান পার্থক্য হল আরও উন্নত ডিজিটাল শিল্পগুলির তুলনায় (চিত্র ৪.২১) তথ্যের গুণমান এবং মানকরণের নিম্ন স্তর। তথ্য তৈরি, স্থানান্তর এবং প্রক্রিয়াকরণের পুরনো পদ্ধতিগুলি প্রক্রিয়াগুলিকে ধীর করে এবং বিশৃঙ্খলা সৃষ্টি করে। তথ্যের গুণমানের জন্য একক মানের অভাব সমন্বিত স্বয়ংক্রিয়তার বাস্তবায়নে বাধা দেয়।

একটি প্রধান সমস্যার মধ্যে একটি হল প্রাথমিক তথ্যের নিম্ন গুণমান এবং তাদের প্রস্তুতি ও যাচাইকরণের জন্য ফরমালাইজড প্রক্রিয়ার অভাব। নির্ভরযোগ্য এবং সম্মত তথ্য ছাড়া সিস্টেমগুলির মধ্যে কার্যকর একীকরণ সম্ভব নয়। এটি প্রতিটি প্রকল্পের জীবনচক্রের পর্যায়ে বিলম্ব, ত্রুটি এবং খরচ বাড়ায়।

বইয়ের পরবর্তী অংশগুলিতে আমরা বিস্তারিতভাবে আলোচনা করব কীভাবে তথ্যের গুণমান বাড়ানো যায়, প্রক্রিয়াগুলিকে মানকরণ করা যায় এবং তথ্য পাওয়া থেকে গুণগত, যাচাইকৃত এবং সম্মত তথ্যের দিকে যাওয়ার পথকে সংক্ষিপ্ত করা যায়।

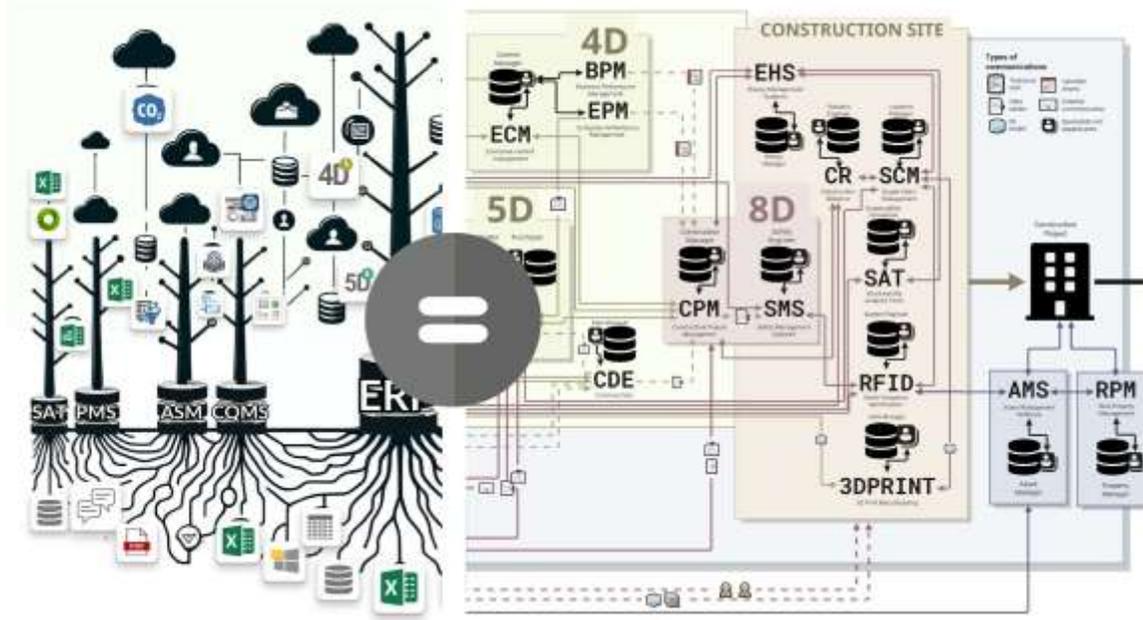
ডেটার মানকরণ এবং একীকরণ

তথ্যের কার্যকর ব্যবস্থাপনা একটি স্পষ্ট মানকরণের কৌশল প্রয়োজন। শুধুমাত্র তথ্যের কাঠামো এবং গুণমানের জন্য স্পষ্ট প্রয়োজনীয়তা থাকলে তাদের যাচাইকরণ স্বয়ংক্রিয় করা, হাতে পরিচালনার সংখ্যা কমানো এবং প্রকল্পের প্রতিটি পর্যায়ে যুক্তিসঙ্গত সিদ্ধান্ত গ্রহণের গতি বাড়ানো সম্ভব।

একটি নির্মাণ কোম্পানির দৈনন্দিন কার্যক্রমে প্রতিদিন শত শত ফাইল প্রক্রিয়া করতে হয়: ইলেকট্রনিক ইমেইল, পিডিএফ ডকুমেন্ট, সিএডি প্রকল্প ফাইল, আইওটি সেন্সর থেকে প্রাপ্ত ডেটা, যা কোম্পানির ব্যবসায়িক প্রক্রিয়ায় সংহত করতে হবে।

কোম্পানির ইকোসিস্টেমের বন, যা ডেটাবেস এবং সরঞ্জামগুলির সমন্বয়ে গঠিত (চিত্র 4.22), বিভিন্ন ফরম্যাটের ডেটা থেকে পুষ্টি গ্রহণ করতে শিখতে হবে, যাতে কোম্পানির প্রয়োজনীয় ফলাফল অর্জন করা যায়।

ডেটার প্রবাহের সাথে কার্যকরভাবে মোকাবিলা করতে, একটি সম্পূর্ণ ব্যবস্থাপকদের বাহিনী নিয়োগ করা প্রয়োজন নয়, প্রথমত, ডেটার জন্য কঠোর প্রয়োজনীয়তা এবং মান তৈরি করা এবং সেগুলির স্বয়ংক্রিয় যাচাইকরণ, একীকরণ এবং প্রক্রিয়াকরণের জন্য উপযুক্ত সরঞ্জাম ব্যবহার করা প্রয়োজন।



চিত্র 4.22 কোম্পানির ইকোসিস্টেমের স্বাস্থ্যকর কার্যক্রম নিশ্চিত করতে তার সিস্টেমগুলির জন্য সময়মতো এবং মানসম্পন্ন সম্পদ সরবরাহ করা প্রয়োজন /

ডেটার যাচাইকরণ এবং একীকরণের প্রক্রিয়া স্বয়ংক্রিয় করতে (পরে স্বয়ংক্রিয় সংহতির জন্য) প্রতিটি নির্দিষ্ট সিস্টেমের জন্য ন্যূনতম প্রয়োজনীয়তার বর্ণনা দিয়ে শুরু করা উচিত। এই প্রয়োজনীয়তাগুলি নির্ধারণ করে:

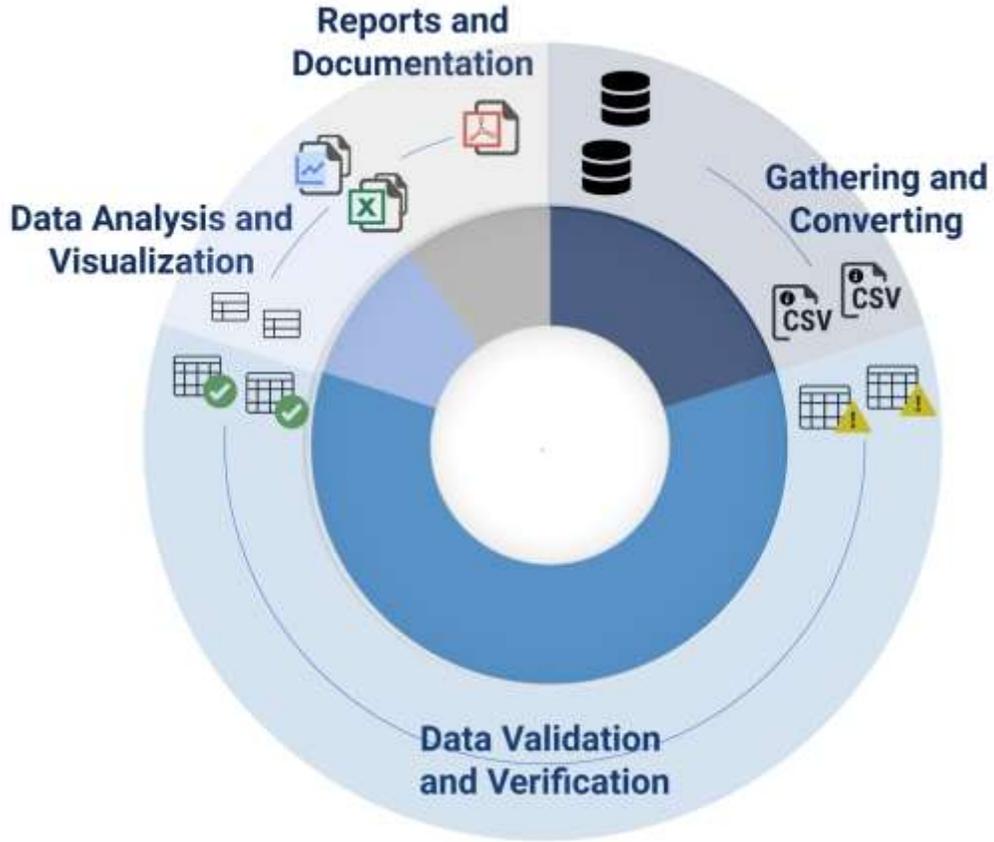
- কী কী প্রাপ্ত করা প্রয়োজন?
- কোন ফরম্যাটে (গঠন, ফরম্যাট)?
- কোন কোন বৈশিষ্ট্য বাধ্যতামূলক?
- সঠিকতা এবং সম্পূর্ণতার জন্য কোন কোন সহনশীলতা গ্রহণযোগ্য?

ডেটার প্রয়োজনীয়তাগুলি প্রাপ্ত এবং প্রক্রিয়াকৃত তথ্যের গুণমান, গঠন এবং সম্পূর্ণতার মানদণ্ড বর্ণনা করে। উদাহরণস্বরূপ, পিডিএফ ডকুমেন্টে টেক্সটের জন্য শিল্প মানের সাথে সঠিক বিন্যাস গুরুত্বপূর্ণ (চিত্র 7.214 - চিত্র 7.216)। সিএডি মডেলে অবজেক্টগুলির সঠিক বৈশিষ্ট্য থাকতে হবে (আকার, কোড, শ্রেণীবিভাগের সাথে সংযোগ) (চিত্র 7.39, চিত্র 7.310)। এবং চুক্তির স্ক্যানের জন্য স্পষ্ট তারিখ এবং মূল শর্তাবলী এবং পরিমাণ স্বয়ংক্রিয়ভাবে বের করার সম্ভাবনা গুরুত্বপূর্ণ (চিত্র 4.17 - চিত্র 4.110)।

ডেটার প্রয়োজনীয়তা নির্ধারণ এবং তাদের সামঞ্জস্যের স্বয়ংক্রিয় যাচাইকরণ একটি অত্যন্ত শ্রমসাধ্য, তবে অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ পর্যায়। এটি প্রায়শই ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলিতে সবচেয়ে বেশি সময় নেয়।

বইয়ের তৃতীয় অংশে ইতিমধ্যে উল্লেখ করা হয়েছে, ব্যবসায়িক বিশ্লেষণ (BI) বিশেষজ্ঞদের 50% থেকে 90% কাজের সময় বিশ্লেষণের পরিবর্তে ডেটা প্রস্তুতিতে ব্যয় হয় (চিত্র 3.25)। এই প্রক্রিয়ায় ডেটা সংগ্রহ, যাচাইকরণ, বৈধতা, একীকরণ এবং গঠন অন্তর্ভুক্ত।

2016 সালের একটি জরিপ অনুযায়ী [95], বিভিন্ন ক্ষেত্রের ডেটা প্রক্রিয়াকরণ বিশেষজ্ঞরা জানিয়েছেন যে তারা তাদের কাজের সময়ের একটি বড় অংশ (প্রায় 80%) সেই কাজের জন্য ব্যয় করেন যা তাদের সবচেয়ে কম পছন্দ (চিত্র 4.23): বিদ্যমান ডেটাসেট সংগ্রহ এবং সেগুলি সংগঠিত (একীভূত, গঠন) করা। ফলে, তাদের সৃজনশীল কাজের জন্য 20% এরও কম সময় থাকে, যেমন নতুন অন্তর্দৃষ্টি এবং আবিষ্কারের জন্য প্যাটার্ন এবং নিয়ম খোঁজা।



চিত্র 4.23 ডেটার যাচাইকরণ এবং গুণমান নিশ্চিতকরণ - অন্যান্য সিস্টেমে সংহত করার জন্য ডেটা প্রস্তুতির সবচেয়ে ব্যয়বহুল, দীর্ঘস্থায়ী এবং জটিল পর্যায় /

একটি নির্মাণ কোম্পানিতে সফল ডেটা ব্যবস্থাপনা একটি সমন্বিত পদ্ধতির প্রয়োজন, যা কাজের প্যারামিটারাইজেশন, ডেটার গুণমানের প্রয়োজনীয়তা নির্ধারণ এবং তাদের স্বয়ংক্রিয় যাচাইকরণের জন্য উপযুক্ত সরঞ্জাম ব্যবহারের অন্তর্ভুক্ত।

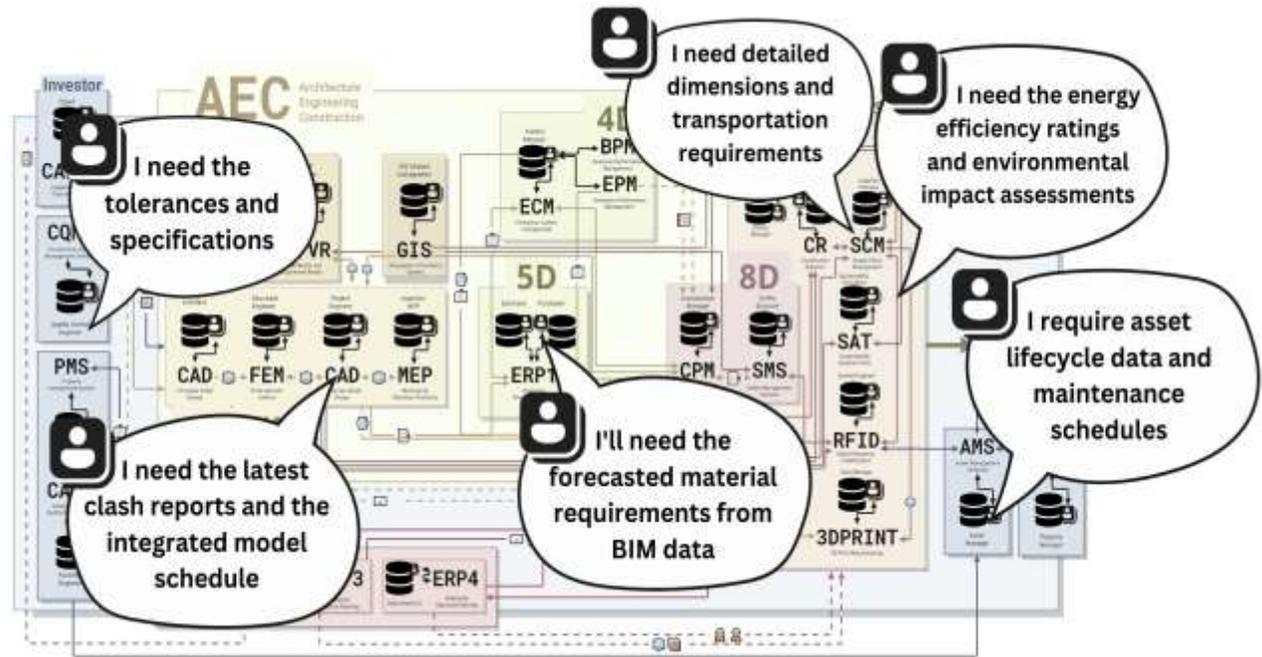
ডিজিটাল সামঞ্জস্যের শুরু হয় প্রয়োজনীয়তা থেকে।

কোম্পানির মধ্যে ডিজিটাল সিস্টেমের সংখ্যা বাড়ানোর সাথে সাথে তাদের মধ্যে তথ্যের সামঞ্জস্যের প্রয়োজনীয়তা বাড়ছে। বিভিন্ন আইটি সিস্টেমের জন্য দায়ী ব্যবস্থাপকেরা প্রায়ই তথ্যের বাড়তি পরিমাণ এবং বিভিন্ন ফরম্যাটের সাথে তাল মিলাতে ব্যর্থ হন। এই অবস্থায়, তাদের বিশেষজ্ঞদের কাছে অন্য অ্যাপ্লিকেশন এবং প্ল্যাটফর্মে ব্যবহারের জন্য উপযুক্ত ফরম্যাটে তথ্য তৈরি করার জন্য অনুরোধ করতে হয়।

এর ফলে, প্রকৌশলী এবং তথ্য তৈরি করার সাথে জড়িত কর্মচারীদের বিভিন্ন প্রয়োজনের জন্য অভিযোজিত হতে হয়, প্রায়ই স্বচ্ছতা এবং স্পষ্ট বোঝাপড়া ছাড়াই যে এই তথ্যগুলি কোথায় এবং কীভাবে পরবর্তীতে ব্যবহার করা হবে। তথ্যের সাথে কাজ করার জন্য মানক পদ্ধতির অভাব কার্যকারিতার ক্ষতি এবং যাচাইকরণের পর্যায়ে খরচ বাড়ায়, যা প্রায়ই তথ্যের জটিলতা এবং অমানকতার কারণে হাতে হাতে সম্পন্ন হয়।

তথ্যের মানকরণ শুধুমাত্র সুবিধা বা স্বয়ংক্রিয়তার প্রশ্ন নয়। এটি সরাসরি আর্থিক ক্ষতির বিষয়। ২০১৬ সালের আইবিএমের প্রতিবেদনের অনুযায়ী, যুক্তরাষ্ট্রে নিম্নমানের তথ্যের কারণে বার্ষিক ক্ষতি ৩.১ ট্রিলিয়ন ডলার। অতিরিক্তভাবে, এমআইটি এবং অন্যান্য বিশ্লেষণাত্মক পরামর্শক সংস্থার গবেষণা দেখায় যে নিম্নমানের তথ্যের খরচ কোম্পানির আয়ের ১৫-২৫% পর্যন্ত হতে পারে।

এই অবস্থায়, তথ্যের জন্য স্পষ্টভাবে সংজ্ঞায়িত প্রয়োজনীয়তা এবং তৈরি করা বস্তুগুলিতে কোন প্যারামিটার, কোন ফরম্যাট এবং কোন বিস্তারিত স্তর অন্তর্ভুক্ত করা উচিত তা বর্ণনা করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। এই প্রয়োজনীয়তাগুলির আনুষ্ঠানিকীকরণ ছাড়া, সিস্টেম এবং প্রকল্পের পর্যায়গুলির মধ্যে তথ্যের গুণমান এবং সামঞ্জস্য নিশ্চিত করা সম্ভব নয়।

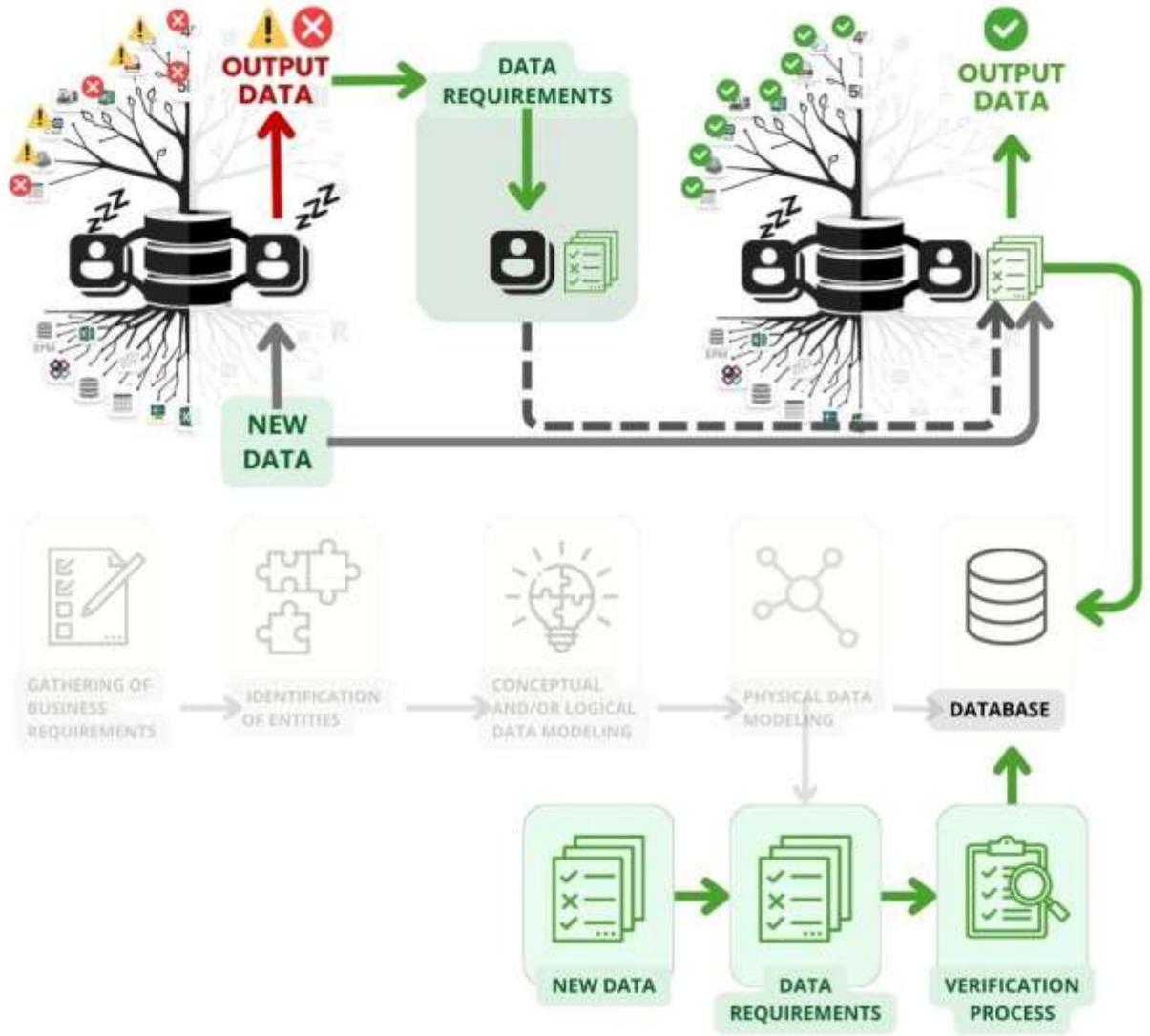


ব্যবসা বিভিন্ন ভূমিকার পারস্পরিক ক্রিয়াকলাপের উপর ভিত্তি করে, যার প্রতিটির জন্য নির্দিষ্ট প্যারামিটার এবং মান প্রয়োজন, যা ব্যবসায়িক কাজ সম্পাদনের জন্য অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

সঠিকভাবে তথ্যের প্রয়োজনীয়তা নির্ধারণ করতে, তথ্যের স্তরে ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলি বোঝা প্রয়োজন। নির্মাণ প্রকল্পগুলি প্রকার, আকার এবং অংশগ্রহণকারীদের সংখ্যা অনুসারে ভিন্ন হয়, এবং প্রতিটি সিস্টেম – হোক তা মডেলিং

(CAD (BIM)), ক্যালেন্ডার পরিকল্পনা (ERP 4D), খরচ হিসাব (ERP 5D) বা লজিস্টিক্স (SCM) – এর জন্য ইনপুট (প্রবেশ করা সত্তা-উপাদান) এর নিজস্ব অনন্য প্যারামিটার প্রয়োজন।

এই প্রয়োজনগুলির উপর ভিত্তি করে, ব্যবসায়িক ব্যবস্থাপকদের নতুন তথ্য কাঠামো ডিজাইন করতে হবে বা বিদ্যমান টেবিল এবং ডেটাবেসগুলি অভিযোজিত করতে হবে। এই প্রক্রিয়ায় তৈরি তথ্যের গুণমান সরাসরি নির্ভর করবে কতটা সঠিক এবং সঠিকভাবে প্রয়োজনীয়তাগুলি সংজ্ঞায়িত করা হয়েছে।



তথ্যের গুণমান নির্ভর করে নির্দিষ্ট ব্যবহারের ক্ষেত্রে তৈরি করা প্রয়োজনীয়তার গুণমানের উপর /

যেহেতু প্রতিটি সিস্টেম তথ্যের জন্য তার নিজস্ব বিশেষ প্রয়োজনীয়তা উপস্থাপন করে, সাধারণ প্রয়োজনীয়তা নির্ধারণের প্রথম পদক্ষেপ হওয়া উচিত ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলিতে অংশগ্রহণকারী সমস্ত উপাদানের শ্রেণীবিভাগ। এর মানে হল যে বস্তুগুলিকে শ্রেণী এবং শ্রেণীর গ্রুপে ভাগ করা প্রয়োজন, যা নির্দিষ্ট সিস্টেম বা প্রয়োগের কাজের সাথে সম্পর্কিত। প্রতিটি এই ধরনের গ্রুপের জন্য তথ্যের কাঠামো, বৈশিষ্ট্য এবং গুণমানের জন্য আলাদা প্রয়োজনীয়তা তৈরি করা হয়।

তবে বাস্তবে এই পদ্ধতির বাস্তবায়ন একটি গুরুতর সমস্যার সম্মুখীন হয়: তথ্য গোষ্ঠীবদ্ধ করার জন্য একটি একক ভাষার অভাব। বিচ্ছিন্ন শ্রেণীবিভাগ, শনাক্তকরণের পুনরাবৃত্তি এবং ফরম্যাটের অ-সঙ্গতি এমন পরিস্থিতি তৈরি করে যেখানে প্রতিটি কোম্পানি, প্রতিটি সফটওয়্যার এবং এমনকি প্রতিটি প্রকল্প তাদের নিজস্ব, বিচ্ছিন্ন তথ্য মডেল এবং শ্রেণী তৈরি করে। এর ফলে একটি ডিজিটাল "বাবেল টাওয়ার" তৈরি হয়, যেখানে সিস্টেমগুলির মধ্যে তথ্য স্থানান্তরের জন্য প্রয়োজনীয় বিভিন্ন রূপান্তর প্রয়োজন হয়, যা প্রায়শই হাতে সম্পন্ন হয়। এই বাধা অতিক্রম করা সম্ভব কেবলমাত্র সার্বজনীন শ্রেণীবিভাগ এবং মানক প্রয়োজনীয়তার সেটে রূপান্তরের মাধ্যমে।

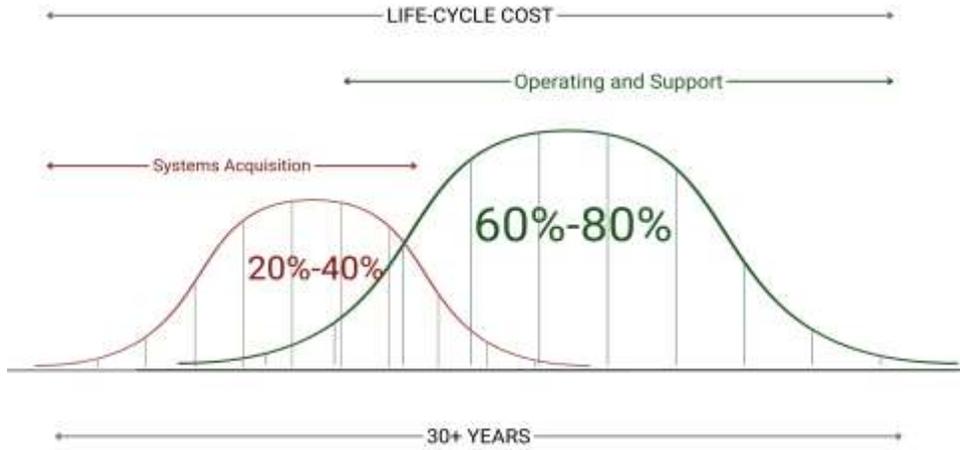
একক নির্মাণ ভাষা: ডিজিটাল রূপান্তরে শ্রেণীবিভাগকারীদের ভূমিকা

ডিজিটালাইজেশন এবং প্রক্রিয়ার স্বয়ংক্রিয়তার প্রেক্ষাপটে উপাদানের শ্রেণীবিভাগের সিস্টেমগুলির একটি বিশেষ ভূমিকা রয়েছে - একটি প্রকারের "ডিজিটাল অভিধান", যা বস্তুর বর্ণনা এবং প্যারামিটারাইজেশনে একরূপতা নিশ্চিত করে। শ্রেণীবিভাগগুলি সেই "একক ভাষা" তৈরি করে যা তথ্যকে ব্যবহারিক অর্থে গোষ্ঠীবদ্ধ করতে এবং বিভিন্ন সিস্টেম, ব্যবস্থাপনার স্তর এবং প্রকল্পের জীবনচক্রের পর্যায়গুলির মধ্যে তথ্য একত্রিত করতে সক্ষম করে।

শ্রেণীবিভাগগুলির সবচেয়ে স্পষ্ট প্রভাব ভবনের জীবনচক্রের অর্থনীতিতে পড়ে, যেখানে সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ দিক হল দীর্ঘমেয়াদী পরিচালন ব্যয়ের অপ্টিমাইজেশন। গবেষণায় দেখা গেছে যে পরিচালন ব্যয় ভবনের মোট মালিকানার খরচের 80% পর্যন্ত হতে পারে, যা নির্মাণের প্রাথমিক ব্যয়ের তিনগুণ (চিত্র 4.26) [98]। এর মানে হল যে ভবিষ্যতের ব্যয়ের সিদ্ধান্তগুলি অনেকাংশে ডিজাইন পর্যায়ে গঠিত হয়।

এজন্য অপারেশন ইঞ্জিনিয়ারদের (CAFM, AMS, PMS, RPM) থেকে প্রয়োজনীয়তা ডিজাইন পর্যায়ে তথ্যের প্রয়োজনীয়তা গঠনের একটি প্রাথমিক পয়েন্ট হওয়া উচিত (চিত্র 1.24)। এই সিস্টেমগুলিকে প্রকল্পের চূড়ান্ত পর্যায় হিসেবে নয়, বরং প্রকল্পের পুরো ডিজিটাল ইকোসিস্টেমের একটি অবিচ্ছেদ্য অংশ হিসেবে দেখা উচিত - ধারণা থেকে শুরু করে ভেঙে ফেলা পর্যন্ত।-

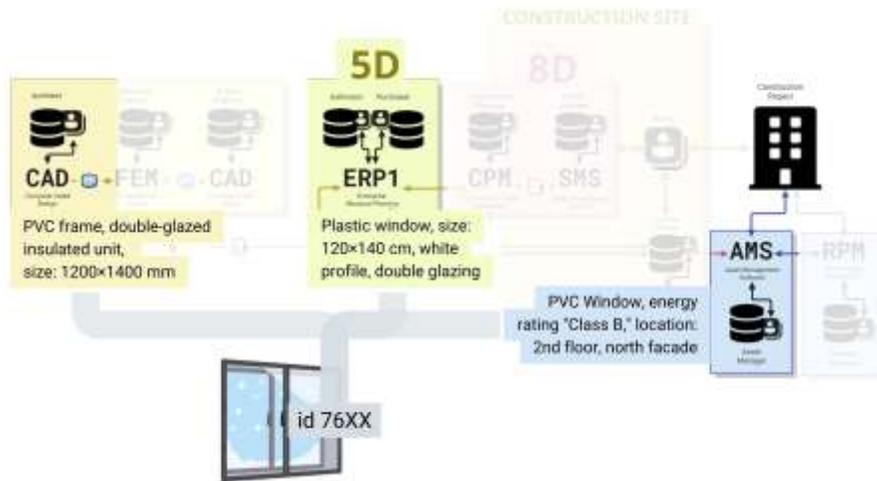
আধুনিক শ্রেণীবিভাগ হল কেবল কোডের একটি সিস্টেম নয় যা গোষ্ঠীবদ্ধ করে। এটি স্থপতি, প্রকৌশলী, প্রাক্কলনকারী, লজিস্টিক, অপারেশন সার্ভিস এবং আইটি সিস্টেমগুলির মধ্যে পারস্পরিক বোঝাপড়ার একটি যন্ত্র। যেমন একটি গাড়ির অটোপাইলটকে সড়ক অবজেক্টগুলি সঠিকভাবে চিহ্নিত করতে হবে, তেমনি ডিজিটাল নির্মাণ সিস্টেম এবং তাদের ব্যবহারকারীদেরও শ্রেণী উপাদানের মাধ্যমে বিভিন্ন সিস্টেমের জন্য একই প্রকল্পের উপাদানটি সঠিকভাবে ব্যাখ্যা করতে হবে।



চিত্র 4.26 পরিচালন এবং প্রযুক্তিগত ব্যয় নির্মাণের ব্যয়কে তিনগুণ অতিক্রম করে, যা ভবনের জীবনচক্রের সমস্ত খরচের 60-80% (উৎস [99]) /

শ্রেণীবিভাগগুলির উন্নয়নের স্তর কোম্পানির ডিজিটাইজেশনের গভীরতা এবং তার ডিজিটাল পরিপক্বতার সাথে সরাসরি সম্পর্কিত। নিম্ন ডিজিটাল পরিপক্বতার স্তরের সংস্থাপন তথ্যের বিচ্ছিন্নতা, তথ্য সিস্টেমের অ-সঙ্গতি এবং ফলস্বরূপ, শ্রেণীবিভাগগুলির অ-সঙ্গতি এবং অকার্যকারিতার সম্মুখীন হয়। এই ধরনের কোম্পানিতে একই উপাদান প্রায়শই বিভিন্ন সিস্টেমে বিভিন্ন গোষ্ঠীবদ্ধ শনাক্তকরণ থাকতে পারে, যা চূড়ান্ত একীকরণকে অত্যন্ত কঠিন করে তোলে এবং প্রক্রিয়াগুলির স্বয়ংক্রিয়তা অসম্ভব করে তোলে।

উদাহরণস্বরূপ, একটি প্রকল্পে একই এবং একই জানালাকে CAD মডেল, প্রাক্কলন এবং পরিচালন ব্যবস্থায় বিভিন্নভাবে চিহ্নিত করা যেতে পারে (চিত্র 4.27) কারণ বিভিন্ন প্রক্রিয়ার অংশগ্রহণকারীদের দ্বারা উপাদানের বহুমাত্রিক উপলব্ধি। প্রাক্কলনকারী জন্য "জানালা" শ্রেণীর উপাদানে পরিমাণ এবং খরচ গুরুত্বপূর্ণ, পরিচালন বিভাগের জন্য - প্রবেশযোগ্যতা এবং মেরামতযোগ্যতা, স্থপতির জন্য - নান্দনিক এবং কার্যকরী বৈশিষ্ট্য। ফলস্বরূপ, একই উপাদান বিভিন্ন প্যারামিটার প্রয়োজন করতে পারে।-



চিত্র 4.27: সিস্টেমগুলির মধ্যে অসঙ্গত শ্রেণীবিভাগের কারণে, প্রতিটি পর্যায়ে অন্য সিস্টেমে স্থানান্তরের সময় উপাদানটি আংশিকভাবে অ্যাট্রিবিউটিভ তথ্য হারাবে /

নির্মাণ উপাদানের শ্রেণীবিভাগের একক সংজ্ঞা নির্ধারণের জটিলতার কারণে, বিভিন্ন ক্ষেত্রের বিশেষজ্ঞরা প্রায়শই একই

উপাদানকে পরস্পর অমিল শ্রেণী প্রদান করেন। এটি একটি একক উপস্থাপনার ক্ষতির দিকে নিয়ে যায়, যা বিভিন্ন শ্রেণীবিভাগের সিস্টেমগুলির মধ্যে সমন্বয় এবং বিভিন্ন বিশেষজ্ঞ দ্বারা নির্ধারিত প্রকার এবং শ্রেণীর মধ্যে সম্পর্ক স্থাপনের জন্য পরবর্তী ম্যানুয়াল হস্তক্ষেপের প্রয়োজন।

এই ধরনের অসঙ্গতির ফলে, নির্মাণ উপাদানটি প্রস্তুতকারকের কাছ থেকে ক্রয় করার সময় ক্রয় বিভাগ (ERP) দ্বারা প্রাপ্ত পরিচালনার নথি প্রায়শই নির্মাণ সাইটে (PMIS, SCM) এই উপাদানের শ্রেণীবিভাগের সাথে সঠিকভাবে সংযুক্ত করা যায় না। ফলস্বরূপ, অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ তথ্য উচ্চ সম্ভাবনায় অবকাঠামো এবং সম্পদ ব্যবস্থাপনা সিস্টেমে (CAFM, AMS) সংহত করা হয় না, যা প্রকল্পটি কার্যকরী করার সময় এবং পরবর্তী রক্ষণাবেক্ষণ (AMS, RPM) বা এই উপাদানের প্রতিস্থাপনের সময় গুরুতর সমস্যা সৃষ্টি করে।

উচ্চ ডিজিটাল পরিপক্বতার কোম্পানিগুলিতে শ্রেণীবিভাগকারীরা সমস্ত তথ্য প্রবাহকে একত্রিত করার জন্য স্নায়ুতন্ত্রের ভূমিকা পালন করে। একই উপাদান একটি অনন্য শনাক্তকারী পায়, যা CAD, ERP, AMS এবং CAFM সিস্টেম এবং তাদের শ্রেণীবিভাগকারীদের মধ্যে বিকৃতির বা ক্ষতির ছাড়াই স্থানান্তর করতে সক্ষম করে।

কার্যকর শ্রেণীবিভাগকারীদের নির্মাণের জন্য, এটি বোঝা প্রয়োজন যে তথ্যগুলি কীভাবে ব্যবহার করা হয়। একই প্রকৌশলী বিভিন্ন প্রকল্পে উপাদানকে বিভিন্নভাবে নামকরণ এবং শ্রেণীবদ্ধ করতে পারে। শুধুমাত্র বছরের পর বছর ব্যবহারের পরিসংখ্যান সংগ্রহ করে একটি স্থিতিশীল শ্রেণীবিভাগ ব্যবস্থা তৈরি করা সম্ভব। এতে মেশিন লার্নিং সহায়তা করে: অ্যালগরিদম হাজার হাজার প্রকল্প বিশ্লেষণ করে (চিত্র 9.110), মেশিন লার্নিংয়ের মাধ্যমে সম্ভাব্য শ্রেণী এবং প্যারামিটারগুলি নির্ধারণ করে (চিত্র 10.16)। স্বয়ংক্রিয় শ্রেণীবিভাগ বিশেষভাবে মূল্যবান যেখানে ম্যানুয়াল শ্রেণীবিভাগ তথ্যের পরিমাণের কারণে সম্ভব নয়। স্বয়ংক্রিয় শ্রেণীবিভাগের সিস্টেমগুলি উপাদানের ন্যূনতম পূর্ণ প্যারামিটারগুলির ভিত্তিতে মৌলিক শ্রেণীগুলি আলাদা করতে সক্ষম হবে (বইয়ের নবম এবং দশম অংশে আরও বিস্তারিতভাবে)। -

উন্নত শ্রেণীবিভাগের সিস্টেমগুলি আরও ডিজিটলাইজেশনের জন্য ক্যাটালিস্ট হিসেবে কাজ করে, যা নিম্নলিখিতগুলির জন্য ভিত্তি তৈরি করে:

- প্রকল্পগুলির জন্য স্বয়ংক্রিয় মূল্যায়ন এবং বাস্তবায়নের সময়।
- সম্ভাব্য ঝুঁকি এবং সংঘর্ষের পূর্বাভাস বিশ্লেষণ।
- ক্রয় প্রক্রিয়া এবং লজিস্টিক চেইনগুলির অপটিমাইজেশন।
- ভবন এবং স্থাপনার ডিজিটাল ডুপ্লিকেট তৈরি।
- "স্মার্ট সিটি" এবং ইন্টারনেট অফ থিংসের সাথে সংহতকরণ।

রূপান্তরের জন্য সময় সীমিত - মেশিন লার্নিং এবং কম্পিউটার ভিশনের প্রযুক্তির উন্নতির সাথে, স্বয়ংক্রিয় শ্রেণীবিভাগের সমস্যা, যা দশক ধরে সমাধান করা যায়নি, আগামী কয়েক বছরে সমাধান হবে, এবং নির্মাণ ও প্রকৌশল কোম্পানিগুলি, যারা এই পরিবর্তনের সাথে খাপ খাইয়ে নিতে ব্যর্থ হবে, তারা ডিজিটাল প্ল্যাটফর্ম দ্বারা প্রতিস্থাপিত ট্যাক্সি পরিষেবার মতো পরিণতি ভোগ করতে পারে।

খরচ এবং সময়ের হিসাবের স্বয়ংক্রিয়করণ, পাশাপাশি বড় ডেটা এবং মেশিন লার্নিং সম্পর্কে বিস্তারিত আলোচনা করা হবে বইয়ের পঞ্চম এবং নবম অংশে। ট্যাক্সি পরিষেবার পরিণতি পুনরাবৃত্তির ঝুঁকি এবং নির্মাণ শিল্পের উবারাইজেশন সম্পর্কে বিস্তারিত আলোচনা করা হয়েছে বইয়ের দশম অংশে।

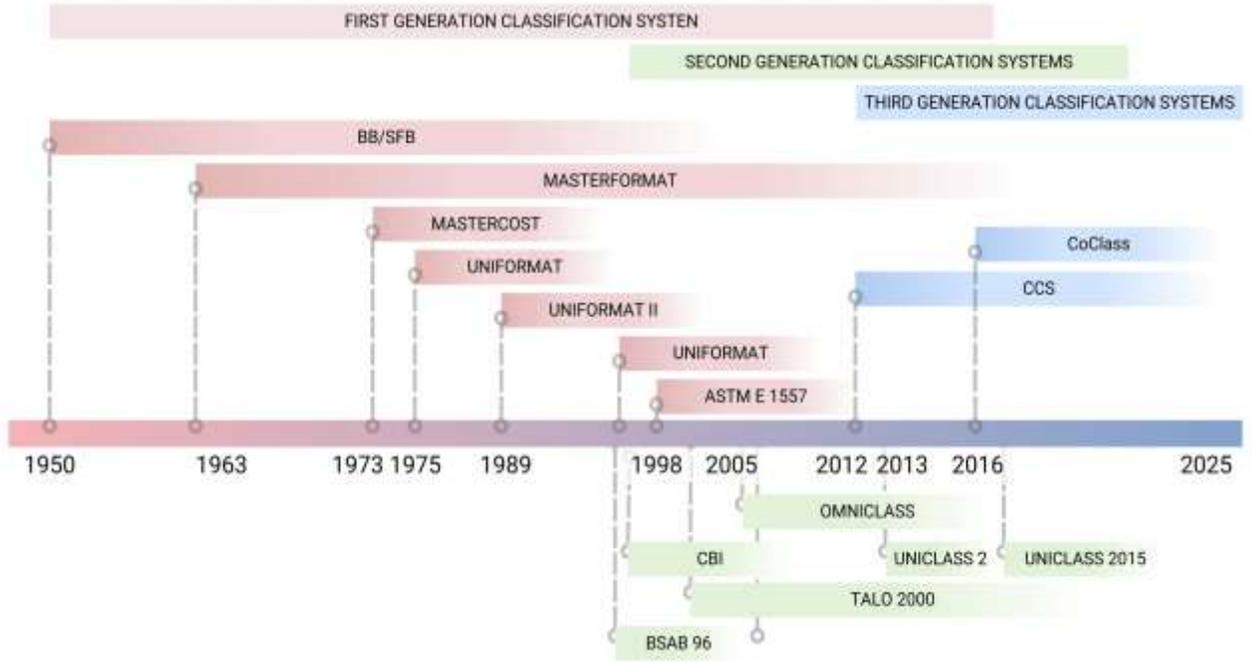
নির্মাণ শিল্পের ডিজিটাল রূপান্তরে শ্রেণীবিভাগকারীদের মূল ভূমিকা বোঝার জন্য, তাদের বিবর্তনের ইতিহাসে ফিরে

যেতে হবে। ইতিহাসের প্রেক্ষাপটই বোঝাতে সাহায্য করে যে শ্রেণীবিভাগের পদ্ধতিগুলি কীভাবে বিকশিত হয়েছে এবং কোন প্রবণতাগুলি তাদের আধুনিক অবস্থাকে নির্ধারণ করে।

মাস্টারফরম্যাট, ওমনিব্লাস, ইউনিব্লাস এবং কো ক্লাস: শ্রেণীবিভাগের সিস্টেমের বিবর্তন

ঐতিহাসিকভাবে, নির্মাণ উপাদান এবং কাজের শ্রেণীবিভাগকারীরা তিনটি প্রজন্মে বিকশিত হয়েছে, প্রতিটি প্রজন্ম নির্দিষ্ট সময়ে উপলব্ধ প্রযুক্তির স্তর এবং শিল্পের প্রয়োজনীয়তাগুলি প্রতিফলিত করে (চিত্র 4.28):-

- প্রথম প্রজন্ম (1950-এর দশকের শুরু থেকে 1980-এর দশকের শেষ পর্যন্ত) - কাগজের নির্দেশিকা, স্থানীয়ভাবে ব্যবহৃত হয়ারার্কিকাল শ্রেণীবিভাগকারীরা (যেমন, Masterformat, SfB)।
- দ্বিতীয় প্রজন্ম (1990-এর দশকের শেষ থেকে 2010-এর দশকের মাঝামাঝি) - টেবিল এবং কাঠামোবদ্ধ ডেটাবেস, Excel এবং Access-এ বাস্তবায়িত (ASTM E 1557, OmniClass, Uniclass 1997)।
- তৃতীয় প্রজন্ম (2010-এর দশক থেকে বর্তমান) - ডিজিটাল পরিষেবা এবং API ইন্টারফেস, CAD (BIM) এর সাথে একীকরণ, স্বয়ংক্রিয়করণ (Uniclass 2015, CoClass)।



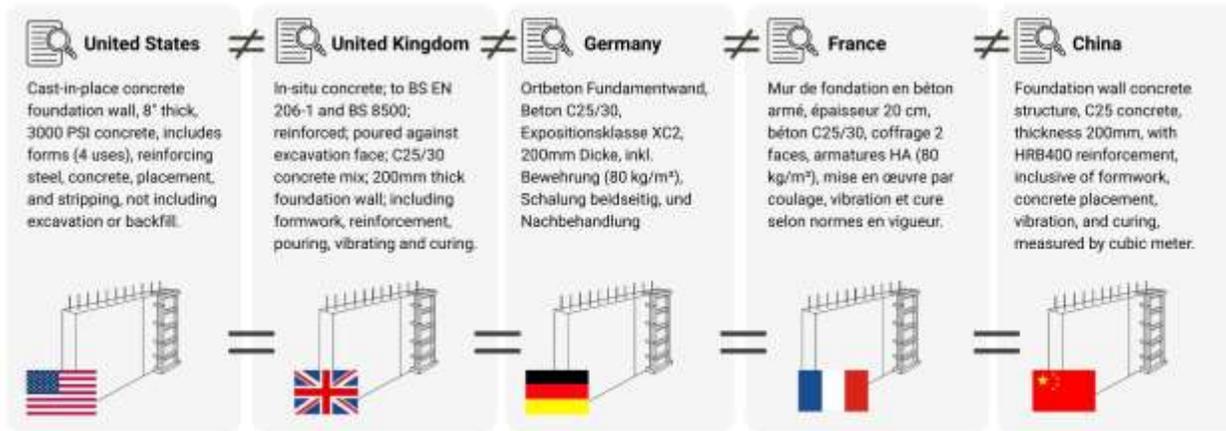
চিত্র 4.28 নির্মাণ শিল্পের শ্রেণীবিভাগকারীদের তিনটি প্রজন্ম /

গত কয়েক দশকে শ্রেণীবিভাগকারীদের হয়ারার্কিকাল জটিলতার হ্রাস লক্ষ্য করা গেছে (চিত্র 4.29): যদি প্রাথমিক সিস্টেমগুলি, যেমন OmniClass, 6887 শ্রেণী বর্ণনা করতে 7 স্তরের অন্তর্ভুক্তি ব্যবহার করে, তবে আধুনিক সমাধানগুলি, যেমন CoClass, 750 শ্রেণীর জন্য 3 স্তরে সীমাবদ্ধ। এটি ডেটার সাথে কাজ করা সহজ করে, প্রয়োজনীয় বিশদতা বজায় রেখে। Uniclass 2015, যা যুক্তরাজ্যে প্রায়শই মান হিসাবে ব্যবহৃত হয়, 7210 শ্রেণীকে 4 স্তরে একত্রিত করে, যা CAD প্রকল্প এবং সরকারি ক্রয়ের জন্য সুবিধাজনক।

| Classifier | Table / Objects | Number of classes | Nesting depth |
|---------------|-------------------|-------------------|---------------|
| OmniClass | Table 23 Products | 6887 | 7 levels |
| Uniclass 2015 | Pr — Products | 7210 | 4 levels |
| CoClass, CCS | Components | 750 | 3 levels |

চিত্র 4.29 প্রতিটি নতুন প্রজন্মের শ্রেণীবিভাগকারীদের সাথে শ্রেণীবিভাগের জটিলতা কয়েকগুণ হ্রাস পায় /

বিভিন্ন দেশের নির্মাণের প্রাক্কলন সিস্টেমে, শ্রেণীবিভাগের পার্থক্যের কারণে এমন একটি সাধারণ উপাদান, যেমন কংক্রিটের ভিত্তি দেওয়াল, সম্পূর্ণ ভিন্নভাবে বর্ণনা করা হতে পারে (চিত্র 4.210)। এই পার্থক্যগুলি নির্মাণের অনুশীলনের জাতীয় বৈশিষ্ট্য, ব্যবহৃত পরিমাপের পদ্ধতি, উপাদানের শ্রেণীবিভাগের পদ্ধতি, পাশাপাশি প্রতিটি দেশে কার্যকরী নিয়ম এবং প্রযুক্তিগত প্রয়োজনীয়তাগুলিকে প্রতিফলিত করে।



চিত্র 4.210 এক এবং একই উপাদান বিভিন্ন দেশে বিভিন্ন বর্ণনা এবং শ্রেণীবিভাগের মাধ্যমে প্রকল্পে ব্যবহৃত হয় /

একই উপাদানের বিভিন্ন শ্রেণীবিভাগ আন্তর্জাতিক সহযোগিতাকে জটিল করে তোলে, আন্তর্জাতিক প্রকল্পগুলির মধ্যে খরচ এবং কাজের পরিমাণের তুলনা করা শ্রমসাধ্য করে, এবং কখনও কখনও এটি প্রায় অসম্ভব করে তোলে। বর্তমানে, বৈশ্বিক স্তরে একটি একক সার্বজনীন শ্রেণীবিভাগকারী নেই - প্রতিটি দেশ বা অঞ্চল স্থানীয় মান, ভাষা এবং ব্যবসায়িক সংস্কৃতির দিকে মনোনিবেশ করে তাদের নিজস্ব সিস্টেম তৈরি করে:

- CCS (ডেনমার্ক): খরচ শ্রেণীবিভাগ সিস্টেম - একটি প্রকল্পের জীবনচক্রের পুরো সময় জুড়ে খরচ শ্রেণীবিভাগের সিস্টেম (নকশা, নির্মাণ, অপারেশন)। এটি অপারেশন এবং রক্ষণাবেক্ষণের যুক্তির উপর জোর দেয়, তবে বাজেট এবং সম্পদের ব্যবস্থাপনাও অন্তর্ভুক্ত করে।
- NS 3451 (নরওয়ে): এটি কার্যক্রম, নির্মাণ উপাদান এবং জীবনচক্রের পর্যায় অনুযায়ী বস্তু শ্রেণীবিভাগ করে। প্রকল্প ব্যবস্থাপনা, খরচ মূল্যায়ন এবং দীর্ঘমেয়াদী পরিকল্পনার জন্য ব্যবহৃত হয়।
- MasterFormat (মার্কিন যুক্তরাষ্ট্র): এটি নির্মাণের স্পেসিফিকেশনগুলিকে বিভাগ অনুযায়ী সংগঠিত করার জন্য একটি সিস্টেম (যেমন: কংক্রিট, বৈদ্যুতিক ইনস্টলেশন, ফিনিশিং)। এটি কার্যকরী উপাদানের পরিবর্তে শৃঙ্খলা এবং কাজের ধরনের উপর ফোকাস করে (UniFormat এর বিপরীতে)।

- Uniclass 2 (যুক্তরাজ্য): এটি সবচেয়ে বিস্তারিত শ্রেণীবিভাগকারীদের মধ্যে একটি, যা সরকারি ক্রয় এবং BIM প্রকল্পগুলিতে ব্যবহৃত হয়। এটি বস্তু, কাজ, উপকরণ এবং স্থান সম্পর্কিত তথ্যকে একটি একক সিস্টেমে একত্রিত করে।
- OmniClass: আন্তর্জাতিক মান (মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রে CSI দ্বারা উন্নত) যা বস্তু সম্পর্কিত তথ্য পরিচালনার জন্য: উপাদানের লাইব্রেরি থেকে ইলেকট্রনিক স্পেসিফিকেশন পর্যন্ত। এটি দীর্ঘমেয়াদী তথ্য সংরক্ষণের জন্য উপযুক্ত, CAD (BIM) এবং অন্যান্য ডিজিটাল সরঞ্জামের সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ।
- COBie: কনস্ট্রাকশন-অপারেশন বিল্ডিং ইনফরমেশন এক্সচেঞ্জ - ডিজাইন, নির্মাণ এবং অপারেশন পর্যায়গুলির মধ্যে তথ্য বিনিময়ের জন্য একটি আন্তর্জাতিক মান। এটি BS 1192-4:2014 এ অন্তর্ভুক্ত, যা "অপারেশনাল জন্য প্রস্তুত BIM মডেল" ধারণার অংশ। এটি তথ্যের স্থানান্তরের উপর ফোকাস করে (যেমন, সরঞ্জামের স্পেসিফিকেশন, গ্যারান্টি, ঠিকাদারদের যোগাযোগ)।

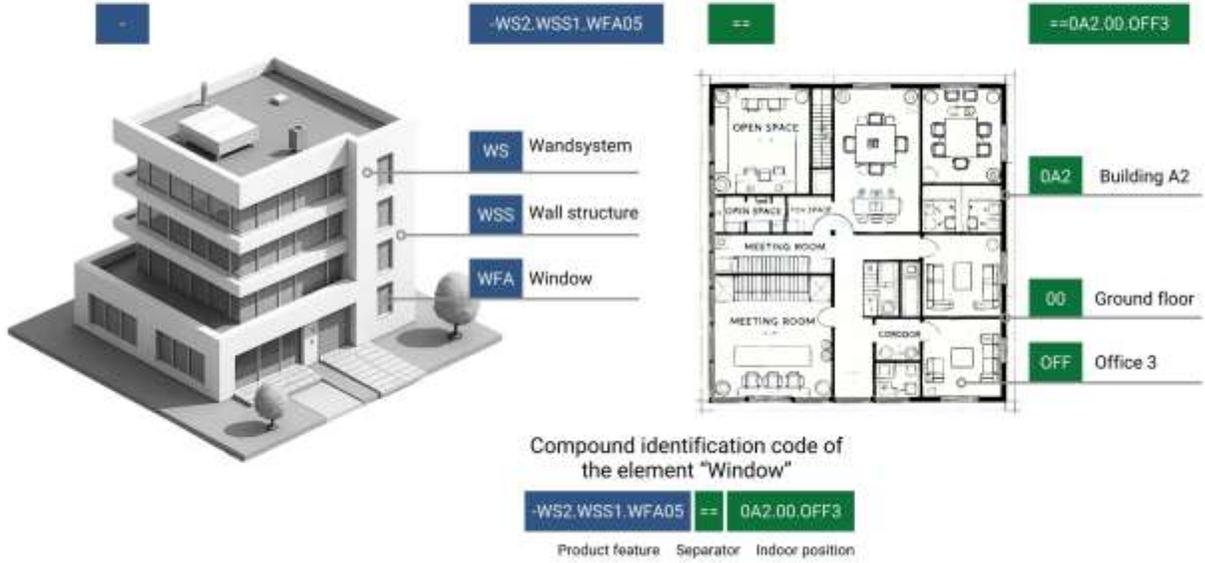
নির্মাণ শিল্পের বৈশ্বিকীকরণ সম্ভবত নির্মাণ উপাদানের শ্রেণীবিভাগ সিস্টেমগুলির ধীরে ধীরে একীকরণের দিকে নিয়ে যাবে, যা স্থানীয় জাতীয় মানগুলির উপর নির্ভরতা উল্লেখযোগ্যভাবে কমিয়ে দেবে। এই প্রক্রিয়াটি ইন্টারনেট যোগাযোগের বিবর্তনের সাথে সাদৃশ্যপূর্ণভাবে বিকশিত হতে পারে, যেখানে সার্বজনীন তথ্য স্থানান্তরের প্রোটোকলগুলি অবশেষে বিচ্ছিন্ন স্থানীয় ফরম্যাটগুলিকে প্রতিস্থাপন করেছে, সিস্টেমগুলির বৈশ্বিক সামঞ্জস্যতা নিশ্চিত করেছে।

বিকাশের একটি বিকল্প পথ হতে পারে মেশিন লার্নিং প্রযুক্তির ভিত্তিতে স্বয়ংক্রিয় শ্রেণীবিভাগ সিস্টেমে সরাসরি স্থানান্তর। আজকের দিনে এই প্রযুক্তিগুলি প্রধানত স্বায়ত্তশাসিত পরিবহনের ক্ষেত্রে উন্নয়নশীল, CAD ডিজাইন ডেটার বৃহৎ ভলিউমের জন্য প্রয়োগের জন্য উল্লেখযোগ্য সম্ভাবনা রয়েছে (চিত্র 10.16)।

আজকের পরিস্থিতি কেবল জাতীয় শ্রেণীবিভাগকারীদের মধ্যে সীমাবদ্ধ নয়। রাষ্ট্রীয় স্তরে বিবেচনায় নেওয়া অনেক বৈশিষ্ট্যের কারণে, প্রতিটি কোম্পানিকে তাদের কাজের উপাদান এবং সম্পদের শ্রেণীবিভাগ এবং মানকরণে স্বতন্ত্রভাবে কাজ করতে বাধ্য করা হয়।

সাধারণত, এই প্রক্রিয়াটি ছোট থেকে শুরু হয় – স্থানীয় অবজেক্ট টেবিল বা অভ্যন্তরীণ চিহ্নকরণ সিস্টেম থেকে। তবে কৌশলগত লক্ষ্য হল সমস্ত উপাদানের একটি একক বর্ণনা ভাষায় রূপান্তরিত হওয়া, যা কেবল কোম্পানির অভ্যন্তরে নয়, বরং এর বাইরেও বোঝা যায় – আদর্শভাবে, আন্তর্জাতিক বা শিল্প শ্রেণীবিভাগের সাথে সম্মত। এই ধরনের পদ্ধতি বাইরের অংশীদারদের সাথে সংহতকরণকে সহজতর করে, ডিজিটাল সিস্টেম এবং জীবনের চক্রের মধ্যে একক প্রক্রিয়ার গঠনকে সহায়তা করে।

স্বয়ংক্রিয়তা এবং স্কেলযোগ্য আইটি সিস্টেমে রূপান্তরের আগে, জাতীয় স্তরের শ্রেণীবিভাগ ব্যবহার করা উচিত অথবা একটি নিজস্ব, যুক্তিসঙ্গত এবং উপাদানের চিহ্নকরণের কাঠামো তৈরি করা উচিত। প্রতিটি অবজেক্ট – যেমন জানালা, দরজা বা প্রকৌশল সিস্টেম – এমনভাবে বর্ণনা করা উচিত যাতে এটি কোম্পানির যেকোনো ডিজিটাল সিস্টেমে ভুল না করে চিহ্নিত করা যায়। এটি সমতল অঙ্কন থেকে ডিজিটাল মডেলে রূপান্তরের সময় অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ, যা ডিজাইন এবং ভবনের পরিচালনার উভয় পর্যায়কে অন্তর্ভুক্ত করে।



উদাহরণস্বরূপ, একটি নির্মাণ উপাদানের জানালার সংমিশ্রিত চিহ্নিতকরণের উদাহরণ।

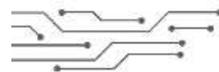
অভ্যন্তরীণ শ্রেণীবিভাগের একটি উদাহরণ হতে পারে সংমিশ্রিত চিহ্নিতকরণের কোডের উন্নয়ন। এই কোডটি একাধিক স্তরের তথ্যকে একত্রিত করে: উপাদানের কার্যকরী উদ্দেশ্য (যেমন, "দেওয়ালে জানালা"), এর প্রকার এবং সঠিক স্থানীয় সংযোগ – ভবন A2, তল 0, কক্ষ 3। এই ধরনের বহুস্তরীয় কাঠামো ডিজিটাল মডেল এবং ডকুমেন্টেশনের মধ্যে একটি একক নেভিগেশন সিস্টেম তৈরি করতে সহায়তা করে, বিশেষ করে তথ্য যাচাই এবং রূপান্তরের পর্যায়ে, যেখানে উপাদানের সুনির্দিষ্ট গ্রুপিং প্রয়োজন। উপাদানের সুনির্দিষ্ট চিহ্নিতকরণ বিভাগগুলির মধ্যে সামঞ্জস্য নিশ্চিত করে এবং পুনরাবৃত্তি, ত্রুটি এবং তথ্যের ক্ষতির ঝুঁকি কমায়।

একটি ভালভাবে নির্মিত শ্রেণীবিভাগকারী কেবল একটি প্রযুক্তিগত নথি নয়, এটি কোম্পানির ডিজিটাল ইকোসিস্টেমের ভিত্তি:

- সিস্টেমগুলির মধ্যে তথ্যের সামঞ্জস্য নিশ্চিত করে;
- তথ্য অনুসন্ধান এবং পুনরায় প্রক্রিয়াকরণের খরচ কমায়;
- স্বচ্ছতা এবং পরিচালনাযোগ্যতা বাড়ায়;
- স্কেলিং এবং স্বয়ংক্রিয়তার জন্য একটি ভিত্তি তৈরি করে।

জাতীয় শ্রেণীবিভাগকারী বা নিজস্ব সংমিশ্রিত চিহ্নিতকরণের মাধ্যমে অবজেক্টগুলির মানক বর্ণনা সম্পূর্ণ তথ্য, নির্ভরযোগ্য তথ্য বিনিময় এবং পরবর্তী বুদ্ধিমান পরিষেবাগুলির বাস্তবায়নের ভিত্তি হয়ে ওঠে – স্বয়ংক্রিয় ক্রয় থেকে ডিজিটাল যমজ পর্যন্ত।

বিভিন্ন ফরম্যাটের তথ্যের কাঠামো তৈরি এবং চিহ্নিতকরণের জন্য নির্বাচিত শ্রেণীবিভাগকারী ব্যবহারের পর, পরবর্তী পদক্ষেপ হল সঠিকভাবে তথ্য মডেলিং করা। এই প্রক্রিয়ায় মূল প্যারামিটারগুলি নির্ধারণ করা, যুক্তিসঙ্গত তথ্য কাঠামো



তৈরি করা এবং উপাদানের মধ্যে সম্পর্ক বর্ণনা করা অন্তর্ভুক্ত।

অধ্যায় 4.3.

ডেটা মডেলিং এবং উন্নত অভিজ্ঞতা কেন্দ্র

ডেটা মডেলিং: ধারণাগত, যৌক্তিক এবং শারীরিক মডেল

তথ্যের কার্যকর ব্যবস্থাপনা (যা আমরা আগে কাঠামোবদ্ধ এবং শ্রেণীবদ্ধ করেছি) একটি চিন্তাশীল সংরক্ষণ এবং প্রক্রিয়াকরণের কাঠামো ছাড়া সম্ভব নয়। তথ্যের সংরক্ষণ এবং প্রক্রিয়াকরণের পর্যায়ে প্রবেশাধিকার এবং সামঞ্জস্য নিশ্চিত করতে কোম্পানিগুলি তথ্য মডেলিং ব্যবহার করে – একটি পদ্ধতি যা ব্যবসায়িক প্রয়োজনীয়তার সাথে সঙ্গতিপূর্ণ টেবিল, ডেটাবেস এবং তাদের মধ্যে সম্পর্ক ডিজাইন করতে সক্ষম করে।

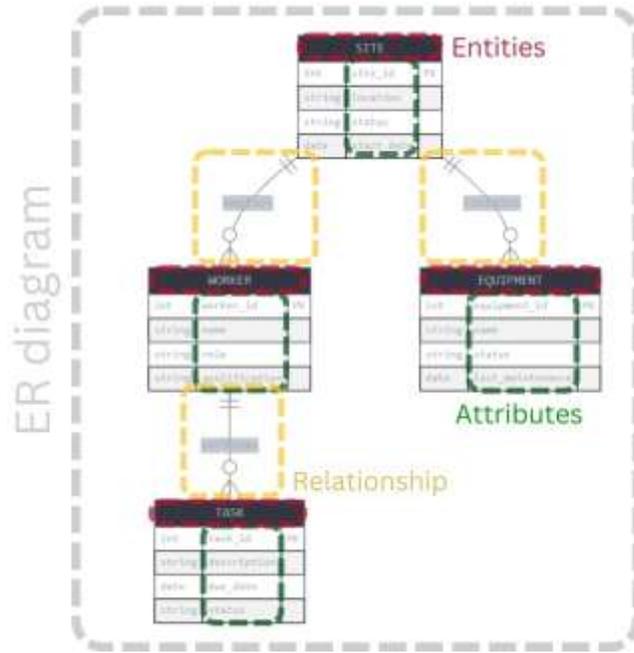
ডেটা মডেলিং হল সেই ভিত্তি, যার উপর যে কোনও ডিজিটাল ইকোসিস্টেম নির্মিত হয়। সিস্টেম, প্রয়োজনীয়তা এবং ডেটা মডেলিংয়ের বর্ণনা ছাড়া, প্রকৌশলীরা এবং ডেটা তৈরি করা বিশেষজ্ঞরা জানেন না এবং বুঝতে পারেন না যে তাদের তৈরি করা ডেটা কোথায় ব্যবহার করা হবে।

যেমন একটি ভবন নির্মাণের সময়, যেখানে পরিকল্পনা ছাড়া ইটের স্তর শুরু করা সম্ভব নয়, ডেটা স্টোরেজ সিস্টেম তৈরি করতে একটি স্পষ্ট ধারণার প্রয়োজন হয় যে কোন ডেটা ব্যবহার করা হবে, সেগুলি কীভাবে একে অপরের সাথে সম্পর্কিত এবং কে এর সাথে কাজ করবে। প্রক্রিয়া এবং প্রয়োজনীয়তার বর্ণনা ছাড়া, প্রকৌশলীরা এবং ডেটা তৈরি করা বিশেষজ্ঞরা হারিয়ে ফেলেন যে এই ডেটা পরবর্তীতে কোথায় এবং কীভাবে প্রয়োগ করা হবে।

ডেটা মডেল ব্যবসা এবং আইটি এর মধ্যে একটি সংযোগকারী ভূমিকা পালন করে। এটি প্রয়োজনীয়তাগুলি ফরমালাইজ করতে, তথ্যকে কাঠামোবদ্ধ করতে এবং সংশ্লিষ্ট পক্ষগুলির মধ্যে যোগাযোগ সহজতর করতে সহায়তা করে। এই অর্থে, ডেটা মডেলিং একটি স্থপতির কাজের মতো, যিনি ক্লায়েন্টের ধারণা অনুযায়ী একটি ভবনের পরিকল্পনা তৈরি করেন এবং পরে এটি নির্মাতাদের – ডেটাবেস প্রশাসক এবং ডেভেলপারদের কাছে বাস্তবায়নের জন্য হস্তান্তর করেন।

সুতরাং, প্রতিটি নির্মাণ কোম্পানিকে, উপাদান এবং সম্পদের কাঠামোবদ্ধকরণ এবং শ্রেণীবিভাগের পাশাপাশি (চিত্র 4.211), ডেটাবেস (টেবিল) "নির্মাণ" করার শিল্পে দক্ষতা অর্জন করতে হবে এবং সেগুলির মধ্যে সম্পর্ক তৈরি করতে শিখতে হবে, যেন কোম্পানির ডেটার একটি শক্তিশালী এবং মজবুত জ্ঞান প্রাচীর তৈরি করা হয়। ডেটা মডেলিংয়ের মূল ধারণাগুলি (চিত্র 4.31) অন্তর্ভুক্ত করে:--

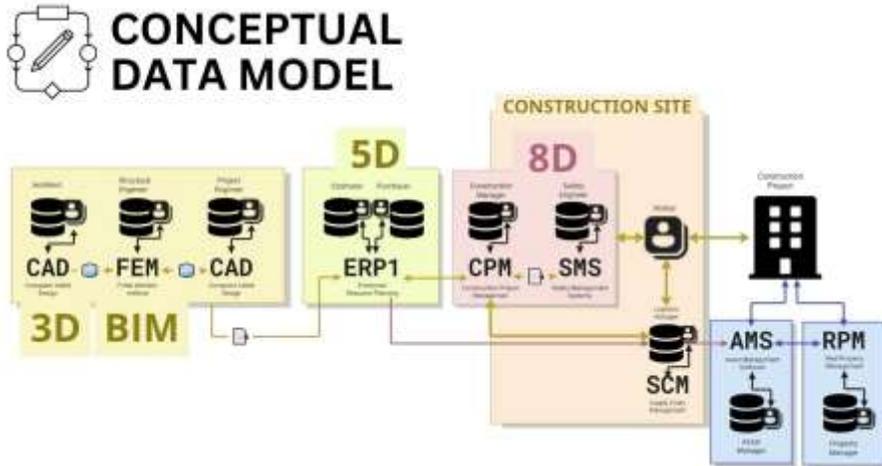
- সত্তা – এইগুলি এমন বস্তু, যেগুলোর সম্পর্কে তথ্য সংগ্রহ করা প্রয়োজন। ডিজাইনের প্রাথমিক পর্যায়ে, একটি সত্তা একটি পৃথক উপাদান (যেমন, "দরজা") হতে পারে, এবং প্রাক্কলন মডেলে – একটি শ্রেণীবদ্ধ উপাদানের গ্রুপ (যেমন, "অভ্যন্তরীণ দরজা")।
- বৈশিষ্ট্য – সত্তার বৈশিষ্ট্য, যা গুরুত্বপূর্ণ বিবরণ বর্ণনা করে: আকার, গুণাবলী, সমাবেশের খরচ, লজিস্টিক এবং অন্যান্য প্যারামিটার।
- সম্পর্ক (সংযোগ) – দেখায় কিভাবে সত্তাগুলি একে অপরের সাথে যোগাযোগ করে। এগুলি "একটির সাথে এক", "অনেকের সাথে এক", "অনেকের সাথে অনেক" ধরনের হতে পারে।
- ইআর-ডায়াগ্রাম (Entity-Relationship diagrams) – ভিজুয়াল স্কিম, যেখানে সত্তা, বৈশিষ্ট্য এবং তাদের মধ্যে সম্পর্ক দেখানো হয়। ইআর-ডায়াগ্রামগুলি ধারণাগত, যৌক্তিক এবং শারীরিক – প্রতিটি তার নিজস্ব বিশদ স্তর প্রতিফলিত করে।



চিত্র 4.31 ধারণাগত ডেটাবেসের কাঠামোর ইআর-ডায়াগ্রাম, যেখানে সত্তা, বৈশিষ্ট্য এবং সম্পর্ক দেখানো হয়েছে।

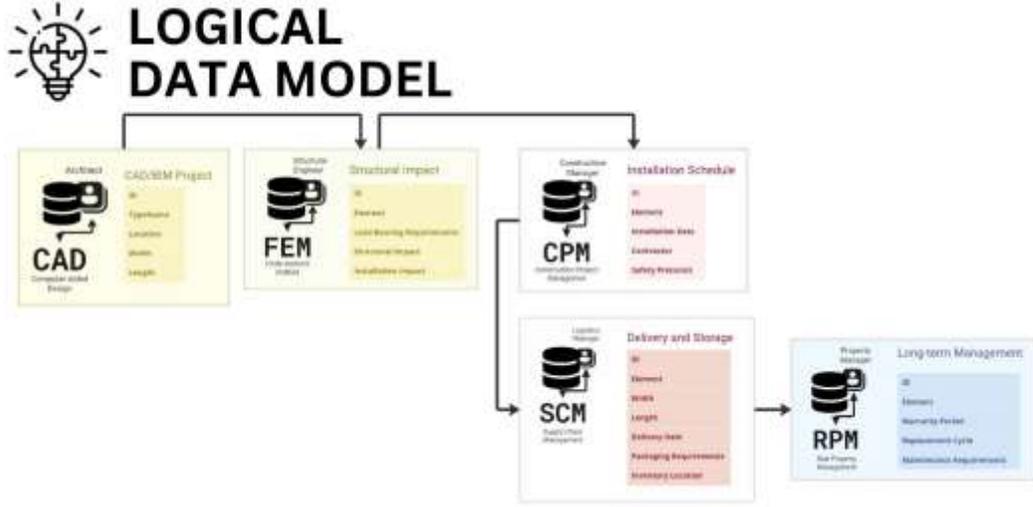
ডেটা ডিজাইন এবং তাদের মধ্যে সম্পর্ক নির্ধারণের প্রক্রিয়া ঐতিহ্যগতভাবে তিনটি প্রধান মডেলে বিভক্ত। প্রতিটি একটি নির্দিষ্ট কার্যকারিতা সম্পাদন করে, ডেটা কাঠামোর উপস্থাপনে বিশদ স্তর এবং বিমূর্ততার ডিগ্রীতে পার্থক্য করে:

- ধারণাগত ডেটা মডেল: এই মডেলটি মূল সত্তাগুলি এবং তাদের সম্পর্ক বর্ণনা করে, বৈশিষ্ট্যের বিশদে না গিয়ে। সাধারণত এটি পরিকল্পনার প্রাথমিক পর্যায়ে ব্যবহৃত হয়। এই পর্যায়ে, আমরা ডেটাবেস এবং সিস্টেমের স্কেচ তৈরি করতে পারি, যাতে বিভিন্ন বিভাগ এবং বিশেষজ্ঞদের মধ্যে সম্পর্ক দেখানো যায়।



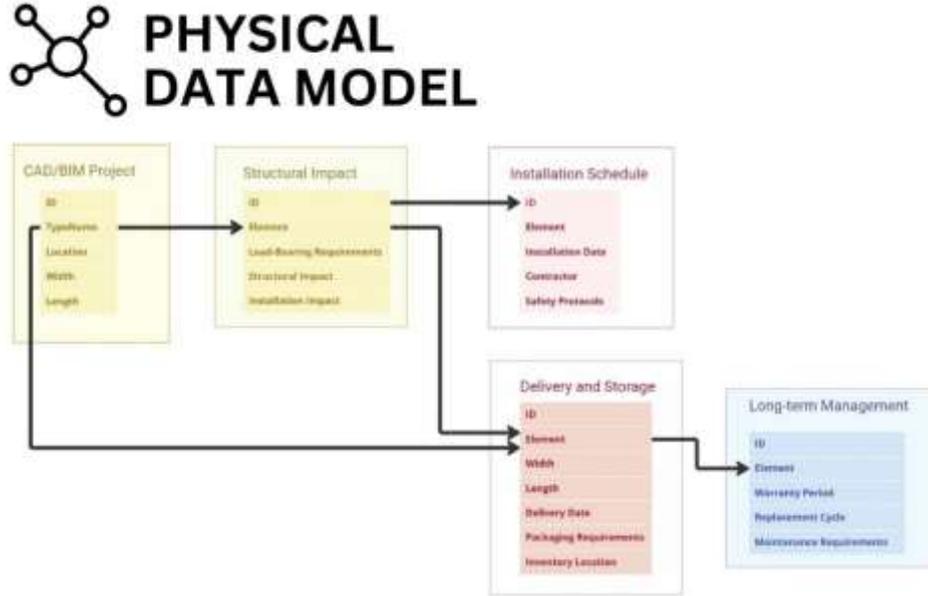
চিত্র 4.32 ধারণাগত ডায়াগ্রাম সিস্টেমের বিষয়বস্তু বর্ণনা করে: সম্পর্কের উচ্চ-স্তরের উপস্থাপনা, প্রযুক্তিগত বিশদ ছাড়া।

- যৌক্তিক তথ্য মডেল: ধারণাগত মডেলের ভিত্তিতে, যৌক্তিক তথ্য মডেলটি সত্তা, বৈশিষ্ট্য, কী এবং সম্পর্কের বিস্তারিত বর্ণনা অন্তর্ভুক্ত করে, যা ব্যবসায়িক তথ্য এবং নিয়মগুলি প্রতিফলিত করে।



চিত্র ৪.৩৩ যৌক্তিক তথ্য মডেলটি তথ্যের প্রকার, সম্পর্ক এবং কীগুলি বিস্তারিতভাবে বর্ণনা করে, তবে এটি সিস্টেমের বাস্তবায়ন ছাড়া।

- **শারীরিক তথ্য মডেল:** এই মডেলটি ডেটাবেস বাস্তবায়নের জন্য প্রয়োজনীয় কাঠামো বর্ণনা করে, যার মধ্যে টেবিল, কলাম এবং সম্পর্ক অন্তর্ভুক্ত রয়েছে। এটি ডেটাবেসের কার্যকারিতা, সূচককরণ কৌশল এবং শারীরিক সংরক্ষণের উপর ফোকাস করে, ডেটাবেসের শারীরিক স্থাপনাকে অপ্টিমাইজ করার জন্য।

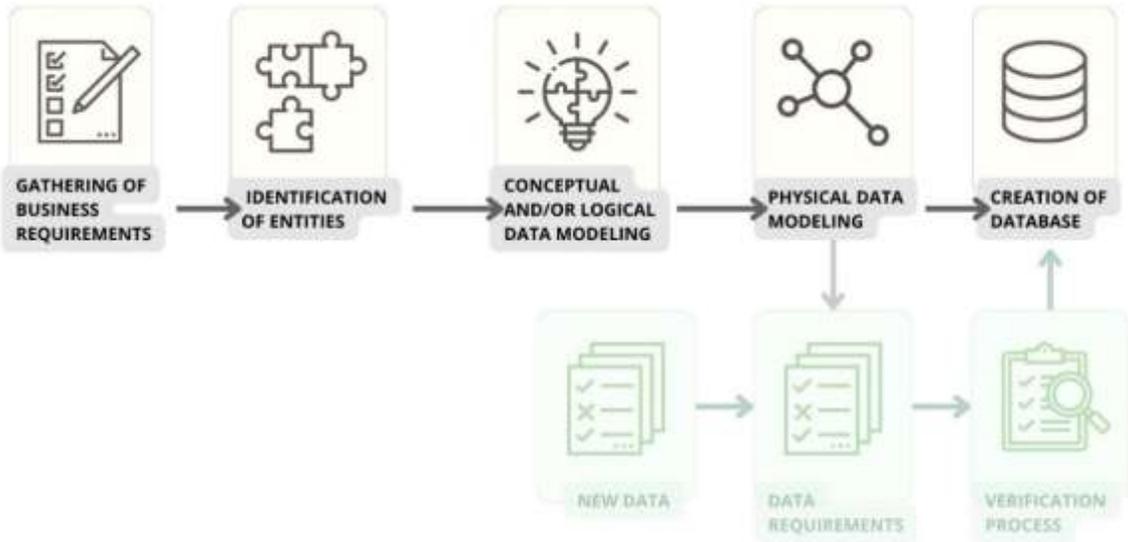


চিত্র ৪.৩৪ শারীরিক তথ্য মডেলটি সিস্টেমটি কীভাবে বাস্তবায়িত হবে তা নির্ধারণ করে, যার মধ্যে টেবিল এবং ডেটাবেসের নির্দিষ্ট বিবরণ অন্তর্ভুক্ত রয়েছে।

ডেটাবেস ডিজাইন এবং টেবিল সম্পর্কের উন্নয়নের সময়, বিমূর্ততার স্তরের বোঝা একটি কার্যকর সিস্টেম আর্কিটেকচার নির্মাণে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

কার্যকর তথ্য মডেলিং পদ্ধতি ব্যবসায়িক কাজগুলিকে প্রযুক্তিগত বাস্তবায়নের সাথে একত্রিত করতে সক্ষম করে, পুরো প্রক্রিয়ার শৃঙ্খলাকে আরও স্বচ্ছ এবং পরিচালনাযোগ্য করে তোলে। তথ্য মডেলিং একটি এককালীন কাজ নয়, বরং একটি প্রক্রিয়া, যা ধারাবাহিক পদক্ষেপগুলি অন্তর্ভুক্ত করে (চিত্র ৪.৩৫): -

- ব্যবসায়িক প্রয়োজনীয়তার সংগ্রহ: মূল কাজ, লক্ষ্য এবং তথ্য প্রবাহগুলি নির্ধারণ করা হয়। এটি বিশেষজ্ঞ এবং ব্যবহারকারীদের সাথে সক্রিয় যোগাযোগের একটি পর্যায়।
- সত্তাগুলির চিহ্নিতকরণ: ভবিষ্যতের সিস্টেমে বিবেচনা করার জন্য প্রধান বস্তু, বিভাগ এবং তথ্যের প্রকারগুলি আলাদা করা হয়।
- ধারণাগত এবং যৌক্তিক মডেল তৈরি: প্রথমে মূল সত্তাগুলি এবং তাদের সম্পর্কগুলি নথিভুক্ত করা হয়, তারপর বৈশিষ্ট্য, নিয়ম এবং বিস্তারিত কাঠামো।
- শারীরিক মডেলিং: মডেলের প্রযুক্তিগত বাস্তবায়ন ডিজাইন করা হয়: টেবিল, ক্ষেত্র, সম্পর্ক, সীমাবদ্ধতা, সূচক।
- ডেটাবেস তৈরি: চূড়ান্ত পদক্ষেপ হল নির্বাচিত ডেটাবেস ব্যবস্থাপনা সিস্টেমে শারীরিক মডেলটি বাস্তবায়ন করা, পরীক্ষণ করা এবং ব্যবহারের জন্য প্রস্তুতি নেওয়া।



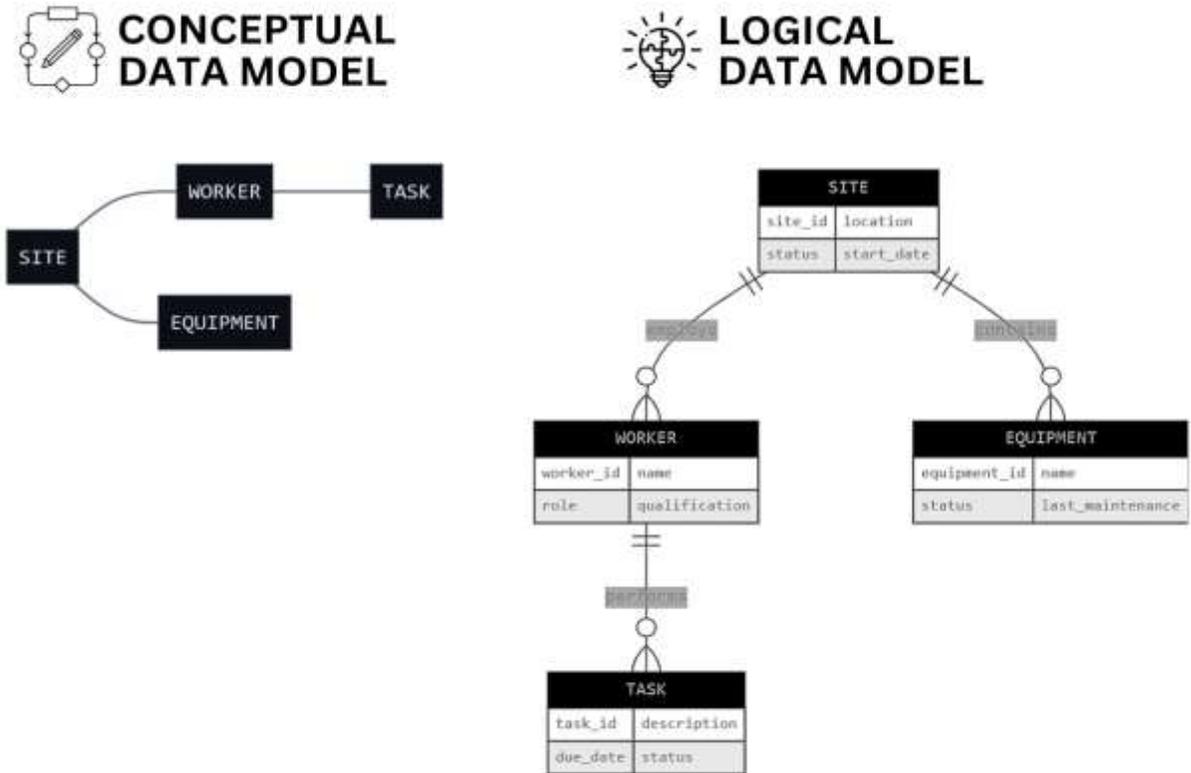
চিত্র ৪.৩৫ ব্যবসায়িক প্রক্রিয়ার জন্য ডেটাবেস এবং তথ্য ব্যবস্থাপনা সিস্টেম তৈরি করা প্রয়োজনীয়তা এবং তথ্য মডেলিংয়ের গঠন থেকে শুরু হয়।

সঠিকভাবে নির্মিত তথ্য মডেলিং প্রক্রিয়া তথ্য প্রবাহের স্বচ্ছতা নিশ্চিত করতে সক্ষম করে, যা নির্মাণ প্রকল্প বা নির্মাণ সাইটের মতো জটিল প্রকল্পগুলির জন্য বিশেষভাবে গুরুত্বপূর্ণ। আসুন দেখি কিভাবে ধারণাগত মডেল থেকে যৌক্তিক, এবং তারপর শারীরিক মডেলে স্থানান্তর প্রক্রিয়াগুলিকে সুশৃঙ্খল করতে সহায়তা করে।

ডেটার ব্যবহারিক মডেলিং নির্মাণের প্রেক্ষাপটে

তথ্য মডেলিংয়ের উদাহরণ হিসেবে নির্মাণ সাইটের ব্যবস্থাপনার কাজটি গ্রহণ করি এবং প্রকৌশলীর প্রয়োজনীয়তাগুলিকে একটি কাঠামোবদ্ধ যৌক্তিক মডেলে রূপান্তর করি। নির্মাণ ব্যবস্থাপনার মৌলিক প্রয়োজনগুলির উপর ভিত্তি করে, আমরা মূল সত্তাগুলি নির্ধারণ করি: নির্মাণ সাইট (SITE), কর্মী (WORKER), সরঞ্জাম (EQUIPMENT), কাজ (TASK) এবং সরঞ্জামের ব্যবহার (EQUIPMENT_USAGE)। প্রতিটি সত্তার মধ্যে একটি বৈশিষ্ট্যের সেট রয়েছে, যা গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্যগুলি প্রতিফলিত করে। উদাহরণস্বরূপ, TASK এর জন্য এটি কাজের বর্ণনা, সম্পন্ন করার সময়সীমা, স্থিতি, অগ্রাধিকার হতে পারে; WORKER এর জন্য - নাম, সাইটে তার ভূমিকা, বর্তমান কর্মসংস্থান ইত্যাদি।

লজিক্যাল মডেলে এই সত্তাগুলির মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করা হয়, যা দেখায় কিভাবে তারা বাস্তব কাজের প্রক্রিয়ায় একে অপরের সাথে যোগাযোগ করে (ছবি ৪.৩৬)। উদাহরণস্বরূপ, প্ল্যাটফর্ম এবং শ্রমিকদের মধ্যে সম্পর্ক নির্দেশ করে যে একটি প্ল্যাটফর্মে অনেক শ্রমিক কাজ করতে পারে, এবং শ্রমিকদের এবং কাজগুলির মধ্যে সম্পর্ক প্রতিফলিত করে যে একজন শ্রমিক একাধিক কাজ সম্পন্ন করতে পারে।



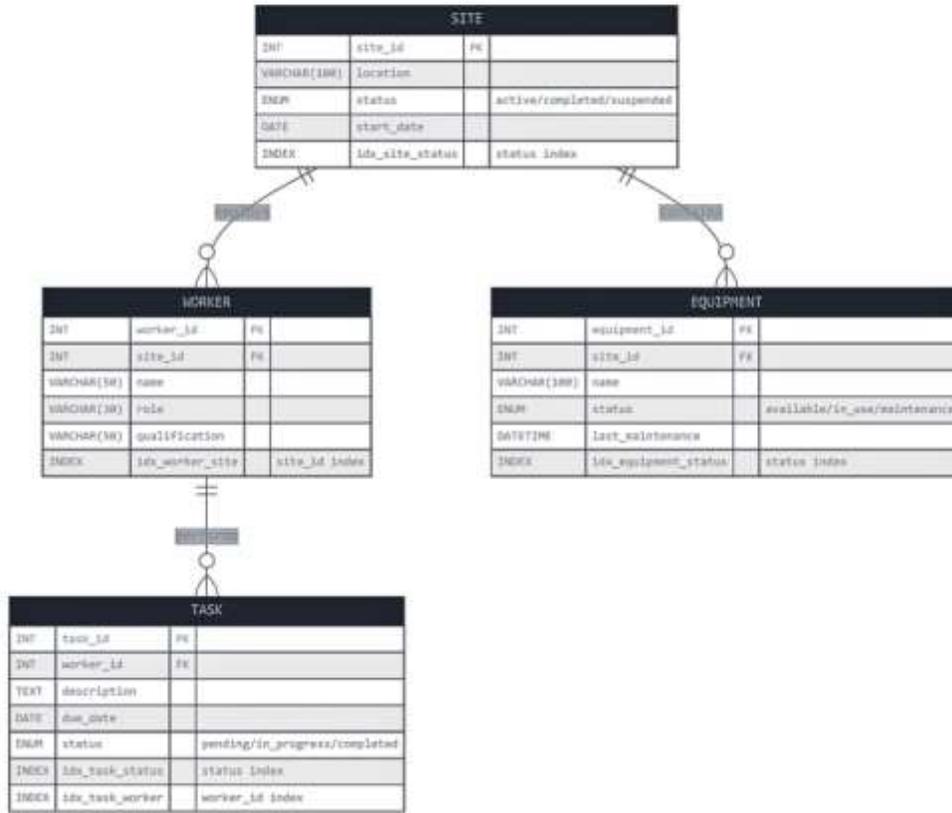
ছবি ৪.৩৬ কনসেপ্টুয়াল এবং লজিক্যাল ডেটা মডেল, যা নির্মাণ সাইটে প্রক্রিয়াগুলি বর্ণনা করার জন্য প্রকৌশলীর প্রয়োজনীয়তার ভিত্তিতে গঠিত।

শারীরিক মডেলে প্রযুক্তিগত বাস্তবায়নের বিস্তারিত যোগ করা হয়: নির্দিষ্ট ডেটা টাইপ (VARCHAR, INT, DATE), টেবিলগুলির মধ্যে সম্পর্কের জন্য প্রাথমিক এবং বাইরের কী, এবং ডেটাবেসের কার্যকারিতা উন্নত করার জন্য সূচক (ছবি ৪.৩৭)।

উদাহরণস্বরূপ, স্ট্যাটাসের জন্য সম্ভাব্য মান সহ নির্দিষ্ট টাইপ নির্ধারণ করা প্রয়োজন, এবং অনুসন্ধানের কার্যকারিতা উন্নত করার জন্য মূল ক্ষেত্রগুলির উপর সূচক যোগ করা প্রয়োজন, যেমন status এবং worker_id। এটি সিস্টেমের

লজিক্যাল বর্ণনাকে একটি নির্দিষ্ট ডেটাবেস বাস্তবায়নের পরিকল্পনায় রূপান্তরিত করে, যা তৈরি এবং বাস্তবায়নের জন্য প্রস্তুত।

PHYSICAL DATA MODEL



ছবি ৪.৩৭ শারীরিক ডেটা মডেল নির্মাণ সাইটের সত্তাগুলিকে ন্যূনতম প্রয়োজনীয় প্যারামিটারগুলির মাধ্যমে বর্ণনা করে।

শারীরিক মডেল প্রায়শই লজিক্যাল মডেল থেকে ভিন্ন হয়। গড়ে, মডেলিংয়ের সময় বণ্টন এভাবে হয়: প্রায় ৫০% কনসেপ্টুয়াল মডেলে (প্রয়োজনীয়তা সংগ্রহ, প্রক্রিয়া আলোচনা, সত্তা চিহ্নিতকরণ), ১০% লজিক্যাল মডেলে (অ্যাট্রিবিউট এবং সম্পর্ক স্পষ্টকরণ) এবং ৪০% শারীরিক মডেলে (বাস্তবায়ন, পরীক্ষণ, ডেটাবেস ম্যানেজমেন্ট সিস্টেমের জন্য অভিযোজন)।

এই ভারসাম্যটি বোঝায় যে কনসেপ্টুয়াল পর্যায়টি ডেটার কাঠামোর ভিত্তি স্থাপন করে, এবং লজিক্যাল মডেল কেবল সম্পর্ক এবং অ্যাট্রিবিউটগুলি স্পষ্ট করে। শারীরিক মডেলের জন্য সবচেয়ে বেশি সম্পদ প্রয়োজন, কারণ এই পর্যায়ে ডেটা নির্দিষ্ট প্ল্যাটফর্ম এবং সরঞ্জামগুলিতে বাস্তবায়িত হয়।

এলএলএম ব্যবহার করে ডেটাবেস তৈরি করা

ডেটা মডেল এবং সত্তাগুলির বর্ণনা প্যারামিটারগুলির মাধ্যমে, আমরা ডেটাবেস তৈরি করতে প্রস্তুত - সেই স্টোরেজ যেখানে আমরা কাঠামোবদ্ধকরণের পর নির্দিষ্ট প্রক্রিয়াগুলির মাধ্যমে আসা তথ্য সংরক্ষণ করব।

আসুন আমরা একটি সহজ, কিন্তু কার্যকরী ডেটাবেস তৈরি করার চেষ্টা করি, যা কম কোডের মাধ্যমে SQLite ব্যবহার করে পাইথন প্রোগ্রামিং ভাষার উদাহরণে। সম্পর্কিত ডেটাবেসগুলি "গঠনমূলক সম্পর্ক এবং SQL প্রশ্নের ভাষা" অধ্যায়ে বিস্তারিতভাবে আলোচনা করা হয়েছে।

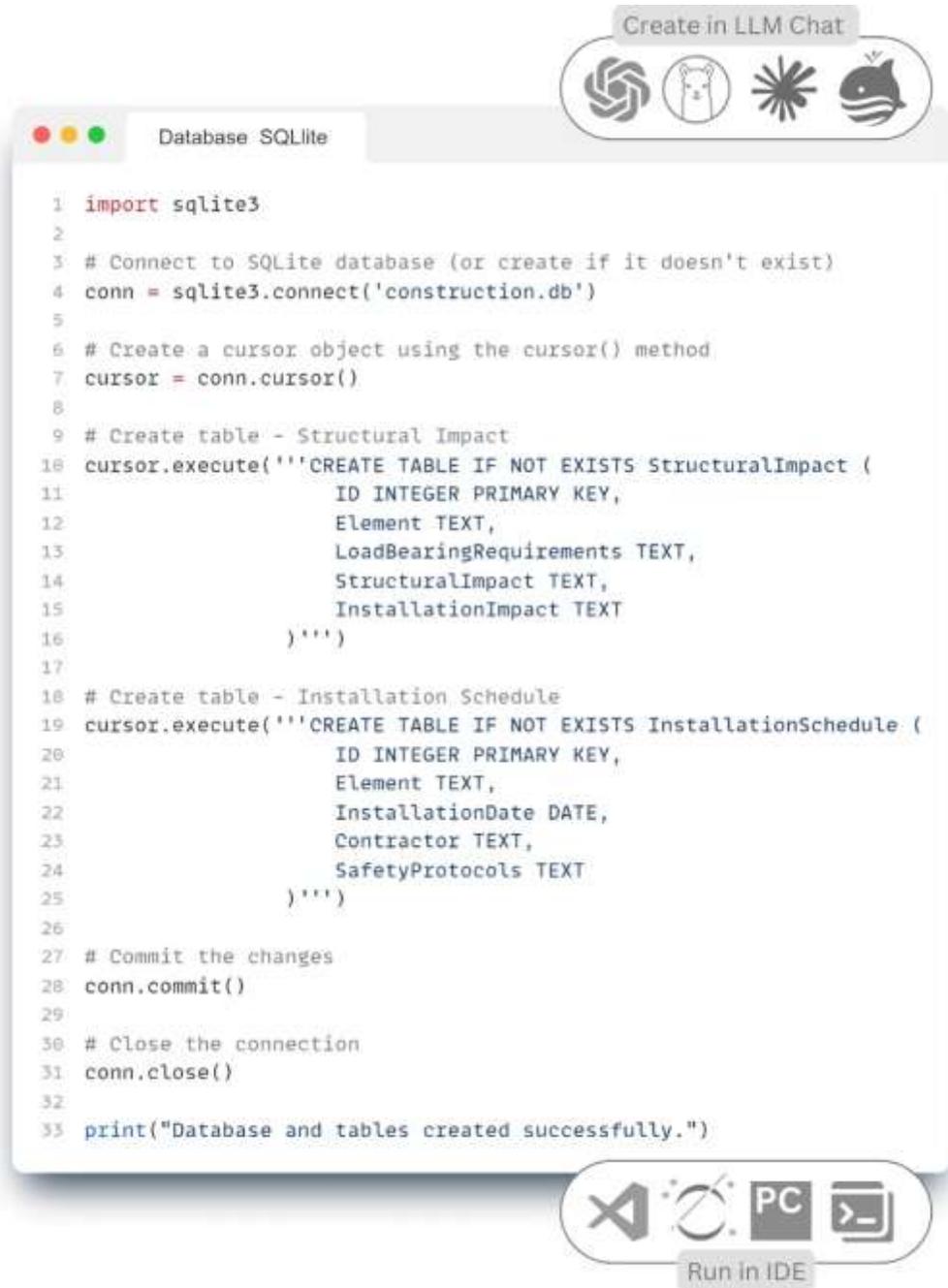
SQLite একটি হালকা, ওপেন সোর্স, এমবেডেবল, ক্রস-প্ল্যাটফর্ম ডেটাবেস, যা SQL এর মৌলিক ফিচারগুলি সমর্থন করে। SQLite CAD (BIM), ERP, EPM-এ ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয় এবং প্রায় প্রতিটি স্মার্টফোনে উপস্থিত।

LLM মডেলকে অনুরোধ করা যাক আমাদের জন্য উপরের শারীরিক মডেলের ভিত্তিতে একটি ছোট SQLite ডেটাবেস তৈরি করতে (ছবি ৪.৩৪) ফর্ম (গঠনমূলক প্রভাব) এবং সিপিএম (মেন্টেজ সময়সূচী) সিস্টেমের জন্য।-

- ❏ LLM চ্যাটে একটি টেক্সট অনুরোধ পাঠান (ChatGPT, LLaMa, Mistral DeepSeek, Grok, Claude, QWEN বা অন্য যেকোনো):

"গঠনমূলক প্রভাব" এবং "মেন্টেজ সময়সূচী" সিস্টেমের জন্য SQLite ডেটাবেস তৈরি করুন, ছবিতে অন্তর্ভুক্ত (চ্যাটে চিত্রটি একটি চিত্র হিসাবে সংযুক্ত করুন (ছবি ৪.৩৪)) ঞ-

LLM-এর উত্তর:



```

1 import sqlite3
2
3 # Connect to SQLite database (or create if it doesn't exist)
4 conn = sqlite3.connect('construction.db')
5
6 # Create a cursor object using the cursor() method
7 cursor = conn.cursor()
8
9 # Create table - Structural Impact
10 cursor.execute('''CREATE TABLE IF NOT EXISTS StructuralImpact (
11                 ID INTEGER PRIMARY KEY,
12                 Element TEXT,
13                 LoadBearingRequirements TEXT,
14                 StructuralImpact TEXT,
15                 InstallationImpact TEXT
16                 )''')
17
18 # Create table - Installation Schedule
19 cursor.execute('''CREATE TABLE IF NOT EXISTS InstallationSchedule (
20                 ID INTEGER PRIMARY KEY,
21                 Element TEXT,
22                 InstallationDate DATE,
23                 Contractor TEXT,
24                 SafetyProtocols TEXT
25                 )''')
26
27 # Commit the changes
28 conn.commit()
29
30 # Close the connection
31 conn.close()
32
33 print("Database and tables created successfully.")

```

ছবি ৪.৩৮ জেনারেটেড কোড ডেটাবেস এবং টেবিল তৈরি করে আপলোড করা চিত্র থেকে, যেখানে আমরা এখন ডেটা লোড করতে পারি।

এই কোডটি একটি ডেটাবেস তৈরি করার জন্য পাইথন পরিবেশে চালানো যেতে পারে যা সাধারণত পাইথনের স্ট্যান্ডার্ড পরিবেশে অন্তর্ভুক্ত থাকে। এটি যে কোনও স্থানীয় মেশিনে চালানো যেতে পারে যা পাইথন চালাতে সক্ষম এবং স্ক্রিপ্ট এবং ফাইল তৈরি করতে পারে। চালানোর পর, এই কোডটি হার্ড ড্রাইভে construction.db নামে একটি SQLite ডেটাবেস ফাইল তৈরি করবে (যা এক্সেল ফাইলের মতো শীট সহ), যা "স্ট্রাকচারাল ইমপ্যাক্ট" এবং "ইনস্টলেশন শিডিউল" টেবিলগুলি ধারণ করবে।

construction.db ডেটাবেসের এই টেবিলগুলিতে SQL_অনুরোধ বা আমদানির মাধ্যমে নতুন তথ্য যোগ করা যাবে, যা পরবর্তীতে স্বয়ংক্রিয় ডেটা প্রক্রিয়াকরণের জন্য প্রস্তুতি নিতে সহায়তা করবে। ডেটা CSV ফাইল, এক্সেল স্প্রেডশীট থেকে বা অন্যান্য ডেটাবেস এবং স্টোরেজ থেকে API এর মাধ্যমে রপ্তানি করে SQLite ডেটাবেসে আমদানি করা যেতে পারে।

ডেটা মডেলিং এবং ডেটাবেস ব্যবস্থাপনার জন্য স্থায়ী প্রক্রিয়া স্থাপন করতে, কোম্পানির একটি সুস্পষ্ট কৌশল এবং প্রযুক্তিগত ও ব্যবসায়িক দলের মধ্যে সমন্বয় প্রয়োজন। বিচ্ছিন্ন প্রকল্প এবং বহু উৎসের ডেটার মধ্যে, সমস্ত স্তরে সামঞ্জস্য, মানকীকরণ এবং গুণমান নিয়ন্ত্রণ নিশ্চিত করা প্রায়শই কঠিন। একটি মূল সমাধান হতে পারে কোম্পানির মধ্যে একটি বিশেষায়িত ডেটা মডেলিং সেন্টার অফ এক্সেলেন্স (Data Modeling Center of Excellence, COE) প্রতিষ্ঠা করা।

ডেটা মডেলিংয়ের জন্য কেন্দ্রের উৎকর্ষতা (CoE)

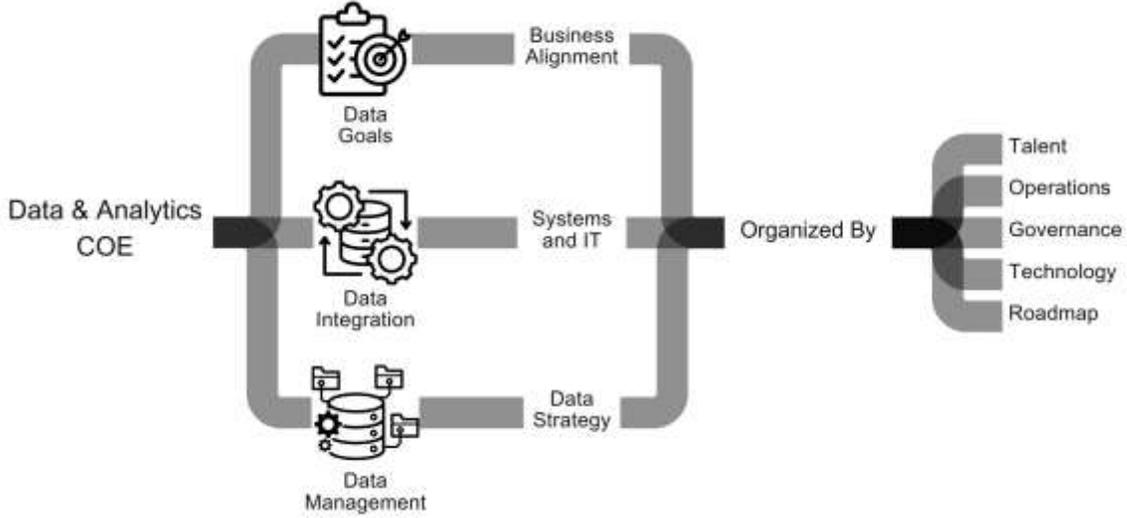
যখন ডেটা একটি মূল কৌশলগত সম্পদ হয়ে ওঠে, তখন কোম্পানিগুলির জন্য শুধুমাত্র সঠিকভাবে তথ্য সংগ্রহ এবং সংরক্ষণ করা নয় – বরং সিস্টেম্যাটিকভাবে ডেটা পরিচালনা করা শিখতে হবে। ডেটা শ্রেণীবিভাগ এবং মডেলিংয়ের কেন্দ্র (Center of Excellence, CoE) একটি কাঠামোগত বিভাগ যা সংস্থার ডেটার সাথে সমস্ত কাজের সামঞ্জস্য, গুণমান এবং কার্যকারিতা নিশ্চিত করে।

কেন্দ্র অফ এক্সেলেন্স (CoE) হল কোম্পানির ডিজিটাল রূপান্তরের জন্য বিশেষজ্ঞ সমর্থনের এবং পদ্ধতিগত ভিত্তির কেন্দ্র। এটি ডেটার সাথে কাজ করার সংস্কৃতি গঠন করে এবং সংস্থাগুলিকে প্রক্রিয়া তৈরি করতে সক্ষম করে, সিদ্ধান্তগুলি কেবল অন্তর্দৃষ্টি বা স্থানীয় তথ্যের ভিত্তিতে নয়, বরং কাঠামোবদ্ধ, যাচাইকৃত এবং প্রতিনিধিত্বমূলক ডেটার ভিত্তিতে গ্রহণ করতে।

ডেটা সেন্টার অফ এক্সেলেন্স সাধারণত ক্রস-ফাংশনাল টিমগুলির সমন্বয়ে গঠিত হয়, যা "দুই পিজ্জা" নীতির ভিত্তিতে কাজ করে। এই নীতি, যা জেফ বেজোস দ্বারা প্রস্তাবিত হয়েছে, বোঝায় যে দলের আকার এমন হওয়া উচিত যে এটি দুটি পিজ্জা দিয়ে খাওয়ানো যেতে পারে, অর্থাৎ 6-10 জনের বেশি নয়। এই পদ্ধতি অতিরিক্ত বুরোক্রেসি এড়াতে এবং কাজের নমনীয়তা বাড়াতে সহায়তা করে। CoE দলের মধ্যে বিভিন্ন প্রযুক্তিগত দক্ষতার কর্মীদের অন্তর্ভুক্ত করা উচিত: ডেটা বিশ্লেষণ এবং মেশিন লার্নিং থেকে শুরু করে নির্দিষ্ট ব্যবসায়িক ক্ষেত্রের বিশেষজ্ঞতা পর্যন্ত। গভীর প্রযুক্তিগত জ্ঞানের সাথে, ডেটা ইঞ্জিনিয়ারদের শুধুমাত্র প্রক্রিয়াগুলি অপ্টিমাইজ করতে এবং ডেটা মডেল করতে হবে না, বরং সহকর্মীদের সমর্থন করতে হবে, রুটিন কাজের সময় কমাতে হবে।

প্রকৃতিতে একটি বাস্তবতন্ত্রের স্থায়িত্ব জীববৈচিত্র্যের মাধ্যমে নিশ্চিত হয়, ঠিক তেমনই ডিজিটাল জগতে নমনীয়তা এবং অভিযোজন বিভিন্ন ডেটা পরিচালনার পদ্ধতির মাধ্যমে অর্জিত হয়। তবে এই বৈচিত্র্যকে একক নিয়ম এবং ধারণার ভিত্তিতে থাকতে হবে।

ডেটা সেন্টার অফ এক্সেলেন্স (CoE) কে বনাঞ্চলের বাস্তবত্বের "আবহাওয়া" এর সাথে তুলনা করা যেতে পারে, যা নির্ধারণ করে কোন ধরনের ডেটা বিকশিত হবে এবং কোনগুলি স্বয়ংক্রিয়ভাবে বাদ পড়বে। মানসম্মত ডেটার জন্য একটি অনুকূল "আবহাওয়া" তৈরি করে, CoE সেবা অনুশীলন এবং পদ্ধতিগুলির প্রাকৃতিক নির্বাচনে সহায়তা করে, যা পরবর্তীতে সংস্থার মানদণ্ড হয়ে ওঠে।



চিত্র ৪.৩৯ ডেটা এবং বিশ্লেষণের জন্য সেন্টার অফ এক্সেলেন্স (CoE) ডেটা পরিচালনার, তাদের সংহতকরণ এবং কৌশলগত পরিকল্পনার মূল দিকগুলির উপর বিশেষজ্ঞতা একত্রিত করে।

সংহতকরণ চক্রগুলিকে ত্বরান্বিত করতে এবং উন্নত ফলাফল অর্জন করতে, CoE-কে তার সদস্যদের সিদ্ধান্ত গ্রহণে যথেষ্ট স্বায়ত্তশাসন প্রদান করতে হবে। এটি বিশেষভাবে গুরুত্বপূর্ণ একটি গতিশীল পরিবেশে, যেখানে পরীক্ষা-নিরীক্ষার পদ্ধতি, ক্রমাগত প্রতিক্রিয়া এবং ঘন ঘন রিলিজগুলি উল্লেখযোগ্য সুবিধা আনতে পারে। তবে, এই স্বায়ত্তশাসন কার্যকরী হয় শুধুমাত্র স্পষ্ট যোগাযোগ এবং শীর্ষ ব্যবস্থাপনার সমর্থন থাকলে। কৌশলগত দৃষ্টিভঙ্গি এবং উপরের সমন্বয় ছাড়া, সবচেয়ে দক্ষ দলও তাদের উদ্যোগ বাস্তবায়নে বাধার সম্মুখীন হতে পারে।

আসলে COE বা কোম্পানির শীর্ষ ব্যবস্থাপনা নিশ্চিত করে যে ডেটা মডেলিংয়ের পদ্ধতি এক বা দুই প্রকল্পের মধ্যে সীমাবদ্ধ না হয়ে তথ্য ব্যবস্থাপনা এবং ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলির সামগ্রিক ব্যবস্থায় অন্তর্ভুক্ত হয়।

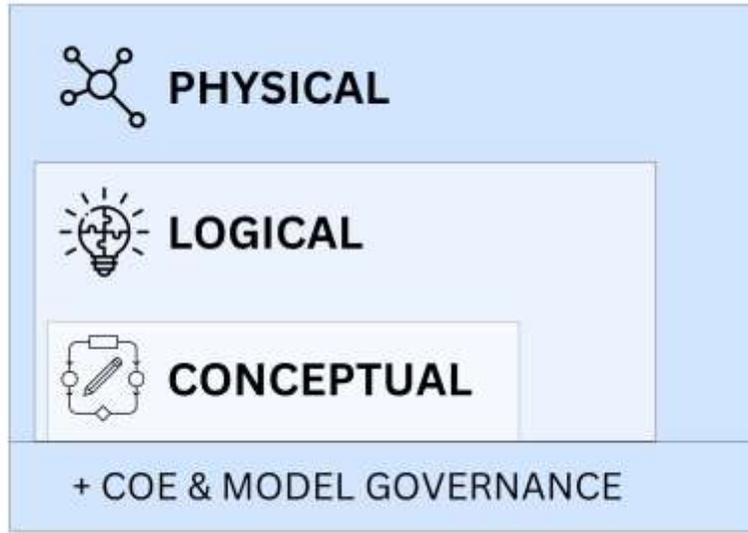
বিশেষজ্ঞ কেন্দ্র (CoE) ডেটা মডেলিং এবং পরিচালনার (Data Governance) সাথে সম্পর্কিত কাজের পাশাপাশি ডেটা অবকাঠামোর স্থাপন এবং পরিচালনার জন্য একক মান এবং পদ্ধতির উন্নয়নের জন্যও দায়ী। তাছাড়া, এটি একটি ক্রমাগত উন্নতির সংস্কৃতি, প্রক্রিয়ার অপ্টিমাইজেশন এবং সংস্থায় ডেটার কার্যকর ব্যবহারের জন্য একটি ভিত্তি তৈরি করে (চিত্র ৪.৩১০)।

CoE-এর মধ্যে ডেটা এবং মডেল পরিচালনার জন্য একটি সিস্টেমিক পদ্ধতি কয়েকটি মূল ব্লকে বিভক্ত করা যেতে পারে:

- প্রক্রিয়ার মানকরণ এবং মডেলের জীবনচক্র পরিচালনা: CoE ডেটা মডেল তৈরি এবং পরিচালনার জন্য ইউনিফায়েড পদ্ধতিগুলি তৈরি এবং বাস্তবায়ন করে। এর মধ্যে রয়েছে: কাঠামোগত টেমপ্লেট তৈরি, গুণমান নিয়ন্ত্রণের পদ্ধতি এবং সংস্করণ ব্যবস্থাপনা সিস্টেম, যা কাজের প্রতিটি পর্যায়ে ডেটার ধারাবাহিকতা নিশ্চিত

করে।

- ভূমিকা পরিচালনা এবং দায়িত্ব বিতরণ: COE-এর আওতায় ডেটা মডেলিং প্রক্রিয়ায় মূল ভূমিকা নির্ধারণ করা হয়। প্রতিটি প্রকল্পের সদস্যকে স্পষ্টভাবে সংজ্ঞায়িত কার্যক্রম এবং দায়িত্বের ক্ষেত্র দেওয়া হয়, যা দলের সমন্বিত কাজকে উৎসাহিত করে এবং ডেটার অমিলের ঝুঁকি কমায়।
- গুণমান নিয়ন্ত্রণ এবং নিরীক্ষা: কার্যকর ডেটা নির্মাণ পরিচালনার জন্য তাদের গুণমানের ক্রমাগত পর্যবেক্ষণ প্রয়োজন। ডেটা যাচাই, ত্রুটি সনাক্তকরণ এবং অনুপস্থিত বৈশিষ্ট্যগুলি চিহ্নিত করার জন্য স্বয়ংক্রিয় যন্ত্রপাতি বাস্তবায়িত হয়।
- মেটাডেটা এবং তথ্য স্থাপত্য পরিচালনা: CoE একটি একক শ্রেণীবিভাগ এবং শনাক্তকরণ ব্যবস্থা, নামকরণের মান এবং সত্তার বর্ণনা তৈরি করার জন্য দায়ী, যা সিস্টেমগুলির মধ্যে সংহতকরণের জন্য অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।



চিত্র ৪.৩১০ ডেটা মডেলিং এবং ডেটার গুণমান পরিচালনা CoE-এর প্রধান কাজগুলির মধ্যে একটি।

ডেটার জন্য সেন্টার অফ এক্সেলেন্স (CoE) কেবল একটি বিশেষজ্ঞ দলের সমষ্টি নয়, বরং একটি সিস্টেমিক মেকানিজম যা একটি নতুন ডেটা-চালিত সংস্কৃতি তৈরি করে এবং কোম্পানির মধ্যে ডেটার সাথে কাজ করার জন্য একটি একক পদ্ধতি নিশ্চিত করে। ডেটা মডেলিং প্রক্রিয়াগুলির সঠিক সংহতকরণের মাধ্যমে তথ্য ব্যবস্থাপনার সামগ্রিক ব্যবস্থায়, মানকরণ, শ্রেণীবিভাগ এবং ডেটার গুণমান নিয়ন্ত্রণের মাধ্যমে, CoE ব্যবসাকে তার পণ্য এবং ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলি ক্রমাগত উন্নত করতে, বাজারের পরিবর্তনের প্রতি দ্রুত প্রতিক্রিয়া জানাতে এবং নির্ভরযোগ্য বিশ্লেষণের ভিত্তিতে সুসংগত সিদ্ধান্ত নিতে সহায়তা করে।

এই ধরনের কেন্দ্রগুলি বিশেষভাবে কার্যকর যখন আধুনিক DataOps নীতির সাথে সংযুক্ত হয় - একটি পদ্ধতি যা অবিরাম বিতরণ, স্বয়ংক্রিয়করণ এবং ডেটার গুণমান নিয়ন্ত্রণ নিশ্চিত করে। DataOps সম্পর্কে আমরা অষ্টম অংশে, "নির্মাণ শিল্পে ডেটা পরিচালনার আধুনিক প্রযুক্তি" অধ্যায়ে আলোচনা করব।

পরবর্তী অধ্যায়গুলিতে, আমরা কৌশল থেকে বাস্তবায়নে চলে যাব - শর্তসাপেক্ষে "ডেটা প্রসেসিং সেন্টারে রূপান্তরিত" হব: কয়েকটি উদাহরণের মাধ্যমে দেখব কিভাবে কাজের প্যারামিটারাইজেশন, চাহিদার সংগ্রহ এবং স্বয়ংক্রিয় যাচাইকরণ প্রক্রিয়া ঘটে।



অধ্যায় 4.4.

প্রয়োজনীয়তার সিস্টেম্যাটাইজেশন এবং তথ্যের বৈধতা

প্রয়োজনীয়তা সংগ্রহ এবং বিশ্লেষণ: যোগাযোগকে কাঠামোবদ্ধ ডেটায় রূপান্তর

চাহিদা সংগ্রহ এবং পরিচালনা হল ডেটার গুণমান নিশ্চিত করার প্রথম পদক্ষেপ। ডিজিটাল সরঞ্জামের উন্নতির সত্ত্বেও, বেশিরভাগ চাহিদা এখনও অ-গঠনমূলকভাবে নির্ধারিত হয়: ইমেইল, বৈঠকের প্রোটোকল, ফোন কল এবং মৌখিক আলোচনার মাধ্যমে। এই ধরনের যোগাযোগের ফর্ম অটোমেশন, যাচাইকরণ এবং তথ্যের পুনঃব্যবহারকে জটিল করে তোলে। এই অধ্যায়ে আমরা দেখব কিভাবে টেক্সট চাহিদাগুলিকে আনুষ্ঠানিক কাঠামোতে রূপান্তরিত করা যায়, ব্যবসায়িক কাজের স্বচ্ছতা এবং সিস্টেমিকতা নিশ্চিত করে।

গার্টনার কোম্পানির "ডেটার গুণমান: সঠিক তথ্য পাওয়ার জন্য সেরা অনুশীলন" গবেষণা ডেটার গুণমানের সমালোচনামূলক গুরুত্বকে তুলে ধরে [100]। তারা উল্লেখ করে যে নিম্ন গুণমানের ডেটা সংস্থাগুলির জন্য প্রতি বছর গড়ে 12.9 মিলিয়ন ডলারেরও বেশি খরচ হয় এবং যে সঠিক, উচ্চ গুণমানের ডেটা একটি ডেটা-চালিত কোম্পানি তৈরির জন্য অপরিহার্য।

গঠনমূলক চাহিদার অভাবের কারণে একই উপাদান (সত্তা) এবং এর প্যারামিটার বিভিন্ন সিস্টেমে বিভিন্ন রূপে সংরক্ষিত হতে পারে। এটি কেবল প্রক্রিয়ার কার্যকারিতা কমায় না, বরং সময়ের অপচয়, তথ্যের পুনরাবৃত্তি এবং ব্যবহারের আগে ডেটার পুনরায় যাচাইয়ের প্রয়োজনীয়তা সৃষ্টি করে। ফলস্বরূপ, একটি একক অনুপস্থিতি - একটি হারানো প্যারামিটার বা একটি ভুলভাবে বর্ণিত উপাদান - সিদ্ধান্ত গ্রহণকে ধীর করে দিতে পারে এবং সম্পদের অকার্যকর ব্যবহার ঘটাতে পারে।

একটি নখের অভাবে খোঁড়া হারিয়ে গেছে। খোঁড়ার অভাবে ঘোড়া হারিয়ে গেছে। ঘোড়ার অভাবে রাইডার হারিয়ে গেছে। রাইডারের অভাবে বার্তা হারিয়ে গেছে। বার্তার অভাবে যুদ্ধ হারিয়ে গেছে। যুদ্ধের অভাবে রাজ্য হারিয়ে গেছে। এবং সবকিছু একটি নখের অভাবে।

– প্রবাদ[101]

ডেটা পূরণ এবং সংরক্ষণের প্রক্রিয়ার জন্য চাহিদার বিশ্লেষণ এবং সংগ্রহ সমস্ত স্টেকহোল্ডারকে চিহ্নিত করার মাধ্যমে শুরু হয়। যেমন প্রবাদে একটি নখের হারানো একটি সমালোচনামূলক পরিণতির শৃঙ্খলা সৃষ্টি করে, ব্যবসায় - একটি অংশগ্রহণকারীর ক্ষতি, একটি মিস করা চাহিদা বা এমনকি একটি প্যারামিটারের ক্ষতি একটি একক ব্যবসায়িক প্রক্রিয়ার উপর নয়, বরং প্রকল্প এবং সংস্থার পুরো ইকোসিস্টেমের উপর উল্লেখযোগ্য প্রভাব ফেলতে পারে। তাই এমনকি সেই উপাদান, প্যারামিটার এবং ভূমিকা চিহ্নিত করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ, যা প্রথম দৃষ্টিতে অপ্রাসঙ্গিক মনে হতে পারে, কিন্তু পরবর্তীতে ব্যবসার স্থায়িত্বের জন্য সমালোচনামূলকভাবে গুরুত্বপূর্ণ হতে পারে।

ধরা যাক, একটি কোম্পানির একটি প্রকল্প রয়েছে, যেখানে ক্লায়েন্ট একটি নতুন অনুরোধ জানায় - "উত্তর দিকের ভবনে একটি অতিরিক্ত জানালা যোগ করুন"। "বর্তমান প্রকল্পে নতুন জানালা যোগ করার জন্য ক্লায়েন্টের অনুরোধ" প্রক্রিয়ায়

স্থপতি, ক্লায়েন্ট, CAD (BIM) বিশেষজ্ঞ, নির্মাণ ব্যবস্থাপক, লজিস্টিক্স ব্যবস্থাপক, ERP বিশ্লেষক, গুণমান নিয়ন্ত্রণ প্রকৌশলী, নিরাপত্তা প্রকৌশলী, নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থাপক এবং সম্পত্তি ব্যবস্থাপক জড়িত রয়েছেন।

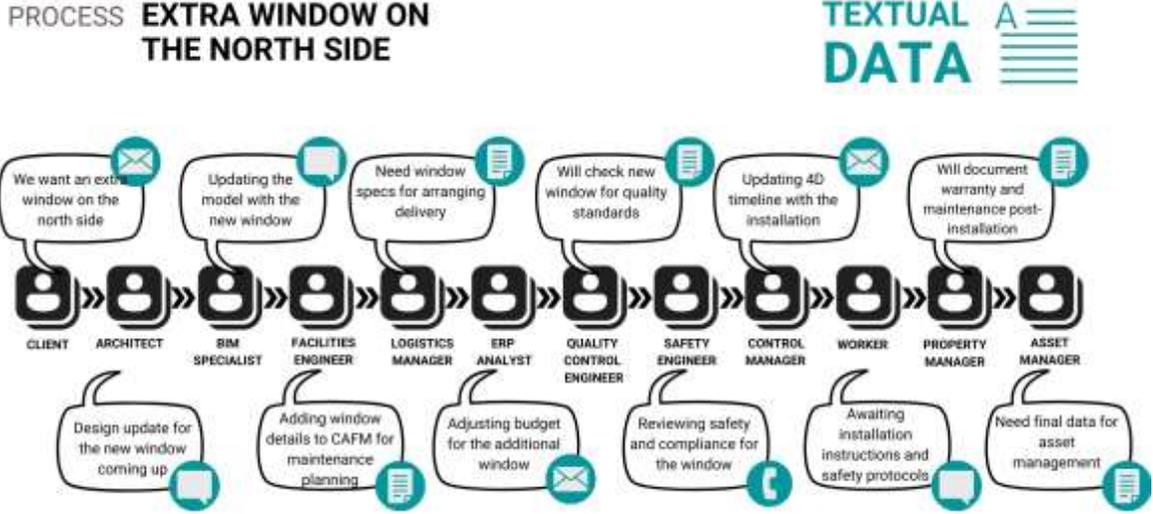
এমনকি একটি ছোট প্রক্রিয়াতেও বিভিন্ন বিশেষজ্ঞের দশকেরও বেশি সদস্য থাকতে পারে। প্রতিটি প্রক্রিয়া অংশগ্রহণকারীকে তাদের সাথে সম্পর্কিত বিশেষজ্ঞদের তথ্যের স্তরে প্রয়োজনীয়তা বুঝতে হবে।

টেক্সট স্তরে (চিত্র 4.41) ক্লায়েন্ট এবং প্রক্রিয়ার শৃঙ্খলে বিশেষজ্ঞদের মধ্যে যোগাযোগের প্রক্রিয়া নিম্নরূপ:-

- ❶ ক্লায়েন্ট: "আমরা উত্তরের দিকে অতিরিক্ত জানালা যোগ করার সিদ্ধান্ত নিয়েছি যাতে আরও আলো পাওয়া যায়। এটি কি বাস্তবায়ন করা সম্ভব?"
- ❷ স্থপতি: "অবশ্যই, আমি প্রকল্পটি পুনর্বিবেচনা করব যাতে নতুন জানালাটি অন্তর্ভুক্ত করা যায় এবং আপডেট করা CAD (BIM) পরিকল্পনা পাঠাব।"
- ❸ CAD (BIM) বিশেষজ্ঞ: "নতুন প্রকল্পটি পেয়েছি। আমি অতিরিক্ত জানালাসহ CAD (BIM) মডেলটি আপডেট করছি এবং FEM প্রকৌশলীর সাথে সম্মত হওয়ার পর নতুন জানালার সঠিক অবস্থান এবং আকার প্রদান করব।"
- ❹ নির্মাণ ব্যবস্থাপক: "নতুন প্রকল্পটি পেয়েছি। আমরা 4D ইনস্টলেশন সময়সূচী সংশোধন করছি এবং সমস্ত সংশ্লিষ্ট সাবকন্ট্রাক্টরকে জানাচ্ছি।"
- ❺ অবকাঠামো প্রকৌশলী (CAFM): "আমি CAFM সিস্টেমে নতুন জানালার 6D তথ্য প্রবেশ করব ভবিষ্যতের সম্পদ ব্যবস্থাপনা এবং রক্ষণাবেক্ষণের পরিকল্পনার জন্য।"
- ❻ লজিস্টিক্স ব্যবস্থাপক: "আমার জানালার আকার এবং ওজন প্রয়োজন, যাতে আমি সাইটে জানালার ডেলিভারি সংগঠিত করতে পারি।"
- ❼ ERP বিশ্লেষক: "আমার প্রয়োজন পরিমাণের টেবিল এবং জানালার সঠিক প্রকার যাতে আমাদের ERP সিস্টেমে 5D বাজেট আপডেট করা যায়, যাতে প্রকল্পের মোট খরচে নতুন জানালার খরচ প্রতিফলিত হয়।"
- ❽ গুণমান নিয়ন্ত্রণ প্রকৌশলী: "যখন জানালার স্পেসিফিকেশনগুলি প্রস্তুত হবে, আমি নিশ্চিত করব যে সেগুলি আমাদের গুণমান এবং উপকরণের মানদণ্ডের সাথে মেলে।"
- ❾ নিরাপত্তা প্রকৌশলী: "আমি নতুন জানালার নিরাপত্তা দিকগুলি মূল্যায়ন করব, বিশেষ করে 8D পরিকল্পনার প্রয়োজনীয়তা এবং জরুরি পরিস্থিতির জন্য।"
- ❿ নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থাপক: "ERP থেকে সঠিক কাজের পরিমাণের ভিত্তিতে, আমরা নতুন জানালার ইনস্টলেশন প্রতিফলিত করতে আমাদের 4D সময়সূচী আপডেট করব এবং নতুন তথ্য প্রকল্পের কন্টেন্ট ম্যানেজমেন্ট সিস্টেমে সংরক্ষণ করব।"
- ⓫ কর্মী (মেন্টেজার): "আমার ইনস্টলেশন, সমাবেশ এবং কাজের সময়সীমার জন্য নির্দেশনা প্রয়োজন। এছাড়াও, কি কোন বিশেষ নিরাপত্তা নিয়ম রয়েছে যা আমাকে অনুসরণ করতে হবে?"
- ⓬ সম্পত্তি ব্যবস্থাপক: "ইনস্টলেশনের পরে, আমি দীর্ঘমেয়াদী ব্যবস্থাপনার জন্য গ্যারান্টি এবং রক্ষণাবেক্ষণের তথ্য নথিভুক্ত করব।"
- ⓭ সম্পদ ব্যবস্থাপক: "যন্ত্র প্রকৌশলী, দয়া করে সম্পদ ট্র্যাকিং এবং জীবনচক্র ব্যবস্থাপনার জন্য চূড়ান্ত তথ্য পাঠান।"
- ⓮ ক্লায়েন্ট: "অপেক্ষা করুন, হয়তো আমি তাড়াহুড়ো করছি, এবং জানালার প্রয়োজন নেই। হয়তো একটি ব্যালকনি তৈরি করা উচিত।"

এ ধরনের পরিস্থিতিতে, যা প্রায়ই ঘটে, এমনকি একটি ছোট পরিবর্তনও অনেক সিস্টেম এবং ভূমিকার মধ্যে একটি চেইন প্রতিক্রিয়া সৃষ্টি করে। এই সময়ে প্রাথমিক পর্যায়ে প্রায় সমস্ত যোগাযোগ পাঠ্য আকারে হয়: ইমেইল, চ্যাট, সভার প্রোটোকল (চিত্র 8.8১)।

একটি নির্মাণ প্রকল্পের জন্য এই ধরনের পাঠ্য যোগাযোগের সিস্টেমে সমস্ত তথ্য বিনিময় এবং গৃহীত সিদ্ধান্তগুলোর আইনি স্বীকৃতি এবং নিবন্ধনের একটি সিস্টেম অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। এটি নিশ্চিত করার জন্য প্রয়োজন যে প্রতিটি গৃহীত সিদ্ধান্ত, নির্দেশনা বা পরিবর্তনের আইনি শক্তি এবং ট্র্যাকিংয়ের সম্ভাবনা রয়েছে, যা ভবিষ্যতে "ভুল বোঝাবুঝি" এর ঝুঁকি কমায়।

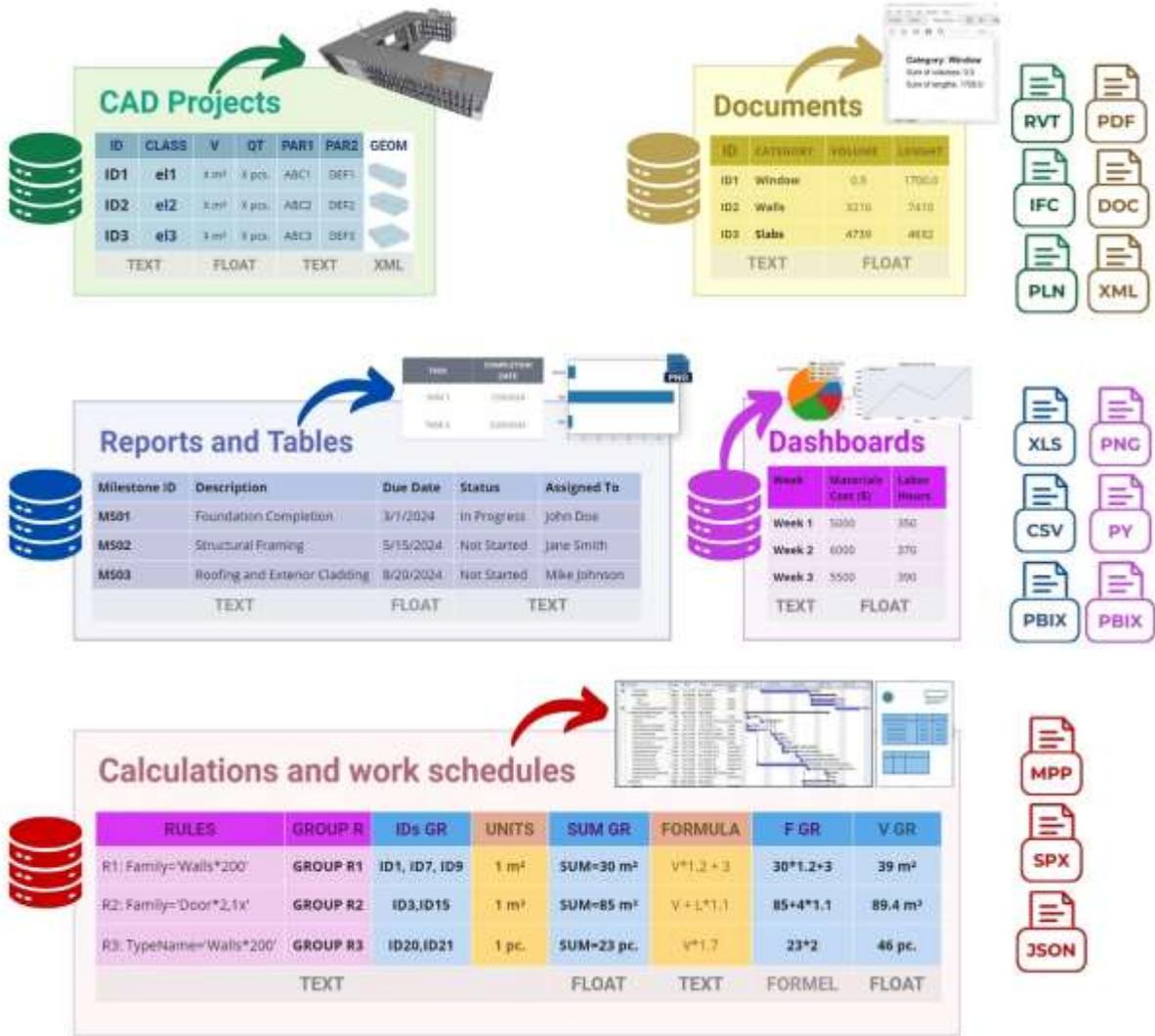


চিত্র ৪.৪১ প্রকল্পের প্রাথমিক পর্যায়ে ক্লায়েন্ট এবং কার্যকরীর মধ্যে যোগাযোগ প্রায়ই বিভিন্ন ফরম্যাটের পাঠ্য তথ্য ধারণ করে।

নির্মাণ প্রকল্পের সংশ্লিষ্ট সিস্টেমে সিদ্ধান্তগুলোর আইনি নিয়ন্ত্রণ এবং স্বীকৃতির অভাব সকল অংশগ্রহণকারীর জন্য গুরুতর সমস্যার সৃষ্টি করতে পারে। যথাযথ নথি প্রস্তুতি এবং স্বীকৃতি ছাড়া গৃহীত প্রতিটি সিদ্ধান্ত, নির্দেশনা বা পরিবর্তন বিরোধ (এবং আইনি মামলা) সৃষ্টি করতে পারে।

পাঠ্য যোগাযোগে সকল সিদ্ধান্তের আইনি সংরক্ষণ কেবলমাত্র অনেক স্বাক্ষরিত নথির মাধ্যমে নিশ্চিত করা যেতে পারে, যা ব্যবস্থাপনার উপর চাপ সৃষ্টি করে, যাদের সকল লেনদেন রেকর্ড করতে হবে। ফলস্বরূপ, যদি প্রতিটি অংশগ্রহণকারী প্রতিটি কার্যক্রমের জন্য নথি স্বাক্ষর করতে বাধ্য হয়, তবে সিস্টেমটি নমনীয়তা হারায় এবং একটি বুরোক্র্যাটিক জঙ্গলে পরিণত হয়। লেনদেনের স্বীকৃতির অভাব কেবল প্রকল্পের বাস্তবায়নকে বিলম্বিত করবে না, বরং আর্থিক ক্ষতি এবং অংশগ্রহণকারীদের মধ্যে সম্পর্কের অবনতি ঘটাতে পারে, এমনকি আইনি সমস্যার সৃষ্টি করতে পারে।

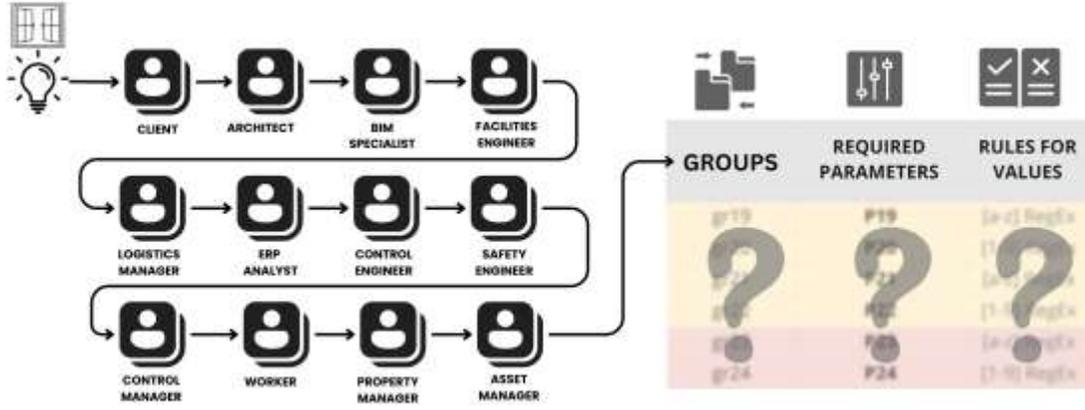
এই ধরনের লেনদেনের সম্মতি এবং অনুমোদনের প্রক্রিয়া, যা সাধারণত পাঠ্য আলোচনার মাধ্যমে শুরু হয়, পরবর্তী পর্যায়ে ধীরে ধীরে বিভিন্ন ফরম্যাটের নথি বিনিময়ে রূপান্তরিত হয় (চিত্র ৪.৪২), যা শুধুমাত্র পাঠ্যের মাধ্যমে হওয়া যোগাযোগকে উল্লেখযোগ্যভাবে জটিল করে তোলে। স্পষ্টভাবে সংজ্ঞায়িত প্রয়োজনীয়তার অভাবের কারণে, বিভিন্ন ফরম্যাটের তথ্য এবং অনেক পাঠ্য প্রয়োজনীয়তা সমন্বিত এই ধরনের প্রক্রিয়াগুলির স্বয়ংক্রিয়করণ প্রায় অসম্ভব হয়ে পড়ে।



চিত্র ৪.৪২ নির্মাণ কোম্পানির ল্যান্ডস্কেপে প্রতিটি সিস্টেম বিভিন্ন ফরম্যাটে আইনি দৃষ্টিকোণ থেকে গুরুত্বপূর্ণ নথির উৎস হিসেবে কাজ করে।

পাঠ্য যোগাযোগ প্রতিটি বিশেষজ্ঞের কাছে সম্পূর্ণ চিঠিপত্রের সাথে পরিচিত হওয়া অথবা প্রকল্পের বর্তমান অবস্থান বোঝার জন্য সকল সভায় নিয়মিত অংশগ্রহণের প্রয়োজনীয়তা সৃষ্টি করে।

এই সীমাবদ্ধতা অতিক্রম করতে, পাঠ্য যোগাযোগ থেকে কাঠামোগত প্রয়োজনীয়তার মডেলে রূপান্তরের প্রয়োজন। এটি কেবলমাত্র পদ্ধতিগত বিশ্লেষণ, প্রক্রিয়ার ভিজুয়লাইজেশন এবং ব্লক-ডায়াগ্রাম এবং ডেটা মডেলের মাধ্যমে যোগাযোগের বর্ণনা করার মাধ্যমে সম্ভব (চিত্র ৪.৪৩)। ডেটা মডেলিংয়ের মতো (চিত্র ৪.৩৭), আমরা প্রেক্ষাপট-আইডিয়া স্তর থেকে ধারণাগত স্তরে চলে এসেছি, অংশগ্রহণকারীদের দ্বারা ব্যবহৃত সিস্টেম এবং সরঞ্জামগুলি এবং তাদের মধ্যে সম্পর্ক যুক্ত করে।-



চিত্র ৪.৪৩ প্রক্রিয়া বৈধকরণ পরিচালনা এবং স্বয়ংক্রিয় করার জন্য, প্রক্রিয়াগুলিকে ভিজুয়লাইজ করা এবং প্রয়োজনীয়তাগুলিকে কাঠামোবদ্ধ করা প্রয়োজন।

প্রয়োজনীয়তা এবং সম্পর্কের সিস্টেম্যাটাইজেশনের প্রথম পদক্ষেপ হল ধারণাগত ব্লক-স্কিমের মাধ্যমে সমস্ত সম্পর্ক এবং সংযোগের ভিজুয়লাইজেশন। ধারণাগত স্তরটি প্রক্রিয়ার সকল অংশগ্রহণকারীদের জন্য প্রযুক্তিগত চেইনটি বোঝা সহজতর করবে, পাশাপাশি প্রতিটি প্রক্রিয়ার পর্যায়ে তথ্য (এবং প্রয়োজনীয়তা) কেন এবং কাদের জন্য প্রয়োজন তা স্পষ্টভাবে প্রদর্শন করবে।

প্রক্রিয়ার ব্লক-স্কিমা এবং ধারণাগত স্কিমার কার্যকারিতা

ঐতিহ্যবাহী এবং আধুনিক তথ্য ব্যবস্থাপনার পদ্ধতির মধ্যে ব্যবধান অতিক্রম করতে, কোম্পানিগুলিকে সচেতনভাবে খণ্ডিত টেক্সট বর্ণনা থেকে প্রক্রিয়াগুলির কাঠামোগত উপস্থাপনায় স্থানান্তরিত হতে হবে। তথ্যের বিবর্তন – মাটির টেবিল থেকে ডিজিটাল ইকোসিস্টেমে – নতুন চিন্তার সরঞ্জামগুলির প্রয়োজন। এবং এর মধ্যে একটি সরঞ্জাম হল ব্লক-স্কিমের মাধ্যমে ধারণাগত মডেলিং। ভিজুয়াল স্কিম তৈরি করা – ব্লক-স্কিম, প্রক্রিয়ার ডায়াগ্রাম, ইন্টারঅ্যাকশন স্কিম – প্রকল্পের অংশগ্রহণকারীদের তাদের কার্যক্রম এবং সিদ্ধান্তগুলি কিভাবে পুরো সিদ্ধান্ত গ্রহণের সিস্টেমকে প্রভাবিত করে তা উপলব্ধি করতে সহায়তা করে।

যদি প্রক্রিয়াগুলি কেবল তথ্য সংরক্ষণ নয়, বরং তার বিশ্লেষণ বা স্বয়ংক্রিয়করণের প্রয়োজন হয়, তবে ধারণাগত-ভিজুয়াল প্রয়োজনীয়তার স্তর তৈরি করার বিষয়ে কাজ শুরু করা প্রয়োজন।

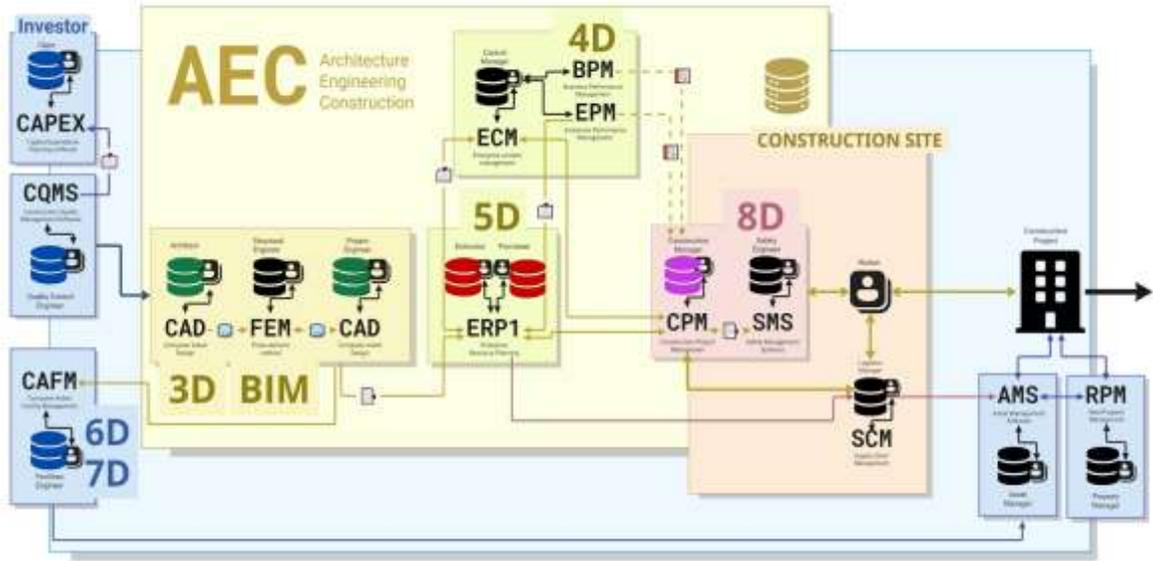
আমাদের উদাহরণে (চিত্র ৪.৪১) প্রতিটি বিশেষজ্ঞ কেবল একটি ছোট দলের মধ্যে নয়, বরং প্রধান ব্যবস্থাপকের অধীনে দশজনেরও বেশি বিশেষজ্ঞ নিয়ে গঠিত একটি বৃহত্তর বিভাগে প্রবেশ করতে পারে। প্রতিটি বিভাগ একটি বিশেষায়িত অ্যাপ্লিকেশন ডেটাবেস ব্যবহার করে (যেমন ERP, CAD, MEP, CDE, ECM, CPM ইত্যাদি), যা নিয়মিতভাবে প্রবাহিত তথ্য দ্বারা পূর্ণ হয়, যা নথি তৈরি, সিদ্ধান্তের আইনগত অবস্থার নিবন্ধন এবং প্রক্রিয়াগুলির ব্যবস্থাপনার জন্য প্রয়োজনীয়।

লেনদেনের প্রক্রিয়া প্রাচীন ব্যবস্থাপকদের কাজের মতো, যারা ৪০০০ বছর আগে আইনগত সিদ্ধান্তের স্বীকৃতির জন্য মাটির টেবিল এবং প্যাপিরাস ব্যবহার করতেন। আধুনিক সিস্টেমগুলির এবং তাদের মাটির এবং কাগজের পূর্বসূরীদের মধ্যে পার্থক্য হল যে আধুনিক পদ্ধতিগুলি অতিরিক্তভাবে টেক্সট তথ্যকে ডিজিটাল ফর্মে রূপান্তরিত করার প্রক্রিয়াকে অন্তর্ভুক্ত করে, যা পরবর্তী স্বয়ংক্রিয় প্রক্রিয়াকরণের জন্য অন্যান্য সিস্টেম এবং সরঞ্জামে ব্যবহৃত হয়।

ধারণাগত ব্লক-স্কিমের মাধ্যমে প্রক্রিয়ার ভিজ্যুয়ালাইজেশন তৈরি করা প্রতিটি পদক্ষেপ এবং বিভিন্ন ভূমিকার মধ্যে পারস্পরিক ক্রিয়াকলাপ বর্ণনা করতে সহায়তা করবে, জটিল কাজের প্রক্রিয়াকে বোঝা এবং সহজ করে তুলবে।

প্রক্রিয়ার ভিজ্যুয়ালাইজেশন সমস্ত দলের সদস্যদের জন্য প্রক্রিয়ার যুক্তি স্বচ্ছতা এবং প্রবেশযোগ্যতা নিশ্চিত করে।

প্রকল্পে একটি জানালা যোগ করার জন্য একই যোগাযোগ প্রক্রিয়া, যা টেক্সট, বার্তা (চিত্র ৪.৪১) এবং ব্লক স্কিমের মাধ্যমে বর্ণিত হয়েছে, আমাদের দ্বারা তথ্য মডেলিং অধ্যায়ে আলোচনা করা ধারণাগত মডেলের মতো।-



চিত্র ৪.৪৪ এ ধারণাগত স্কিমে প্রকল্পের অংশগ্রহণকারীদের ডেটাবেসের ব্যবহারকারী হিসেবে দেখানো হয়েছে, যেখানে তাদের অনুরোধগুলি বিভিন্ন সিস্টেমকে সংযুক্ত করে।

যদিও ধারণাগত স্কিমগুলি একটি গুরুত্বপূর্ণ পদক্ষেপ, অনেক কোম্পানি শুধুমাত্র এই স্তরেই সীমাবদ্ধ থাকে, মনে করে যে ভিজ্যুয়াল স্কিমটি প্রক্রিয়াগুলি বোঝার জন্য যথেষ্ট। এটি পরিচালনাযোগ্যতার একটি দ্রাস্ত ধারণা তৈরি করে: ম্যানেজারদের জন্য এমন একটি ব্লক স্কিমের মাধ্যমে সামগ্রিক চিত্রটি বোঝা সহজ হয়, অংশগ্রহণকারীদের এবং পর্যায়গুলির মধ্যে সম্পর্কগুলি দেখা যায়। তবে এই ধরনের স্কিমগুলি প্রতিটি অংশগ্রহণকারীর জন্য কোন ধরনের তথ্য প্রয়োজন, কোন ফরম্যাটে তা প্রেরণ করতে হবে এবং কোন নির্দিষ্ট প্যারামিটার এবং বৈশিষ্ট্যগুলি স্বয়ংক্রিয়করণের জন্য বাধ্যতামূলক তা স্পষ্টভাবে উপস্থাপন করে না। ধারণাগত ব্লক স্কিমটি বরং একটি রুটের মানচিত্রের মতো: এটি নির্দেশ করে কে কার সাথে যোগাযোগ করছে, কিন্তু এই যোগাযোগগুলিতে আসলে কি প্রেরণ করা হচ্ছে তা প্রকাশ করে না।

এমনকি যদি প্রক্রিয়াটি ধারণাগত স্তরে ব্লক স্কিমের মাধ্যমে বিস্তারিতভাবে বর্ণনা করা হয়, তবে এটি এর কার্যকারিতা নিশ্চিত করে না। ভিজুয়লাইজেশন প্রায়ই ম্যানেজারদের কাজকে সহজ করে, তাদের ধাপে ধাপে রিপোর্টিং সিস্টেমের মাধ্যমে প্রক্রিয়াটি ট্র্যাক করা সুবিধাজনক করে। তবে, ডেটাবেস পরিচালনাকারী প্রকৌশলীদের জন্য, ধারণাগত উপস্থাপনাটি যথেষ্ট স্পষ্ট নাও হতে পারে এবং প্যারামিটার এবং প্রয়োজনীয়তার স্তরে প্রক্রিয়াটি কীভাবে বাস্তবায়ন করতে হবে তা স্পষ্টভাবে বোঝায় না।

আরও জটিল ডেটা ইকোসিস্টেমের দিকে অগ্রসর হওয়ার সাথে সাথে, ধারণাগত এবং ভিজুয়াল টুলগুলির প্রাথমিক বাস্তবায়ন প্রক্রিয়াগুলির কার্যকরী হওয়া এবং সংস্থার কৌশলগত লক্ষ্যগুলির সাথে সঙ্গতিপূর্ণ হওয়ার জন্য অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ হয়ে ওঠে। এই প্রক্রিয়াটিকে ডেটার প্রয়োজনীয়তার স্তরে সম্পূর্ণরূপে রূপান্তর করতে, আমাদের একটি স্তর গভীরে যেতে হবে এবং প্রক্রিয়াটির ধারণাগত ভিজুয়লাইজেশনকে লজিক্যাল এবং ফিজিক্যাল ডেটা স্তরে, প্রয়োজনীয় বৈশিষ্ট্য এবং তাদের সীমাবদ্ধ মানগুলিতে রূপান্তর করতে হবে।

কাঠামোবদ্ধ প্রয়োজনীয়তা এবং নিয়মিত প্রকাশনা RegEx

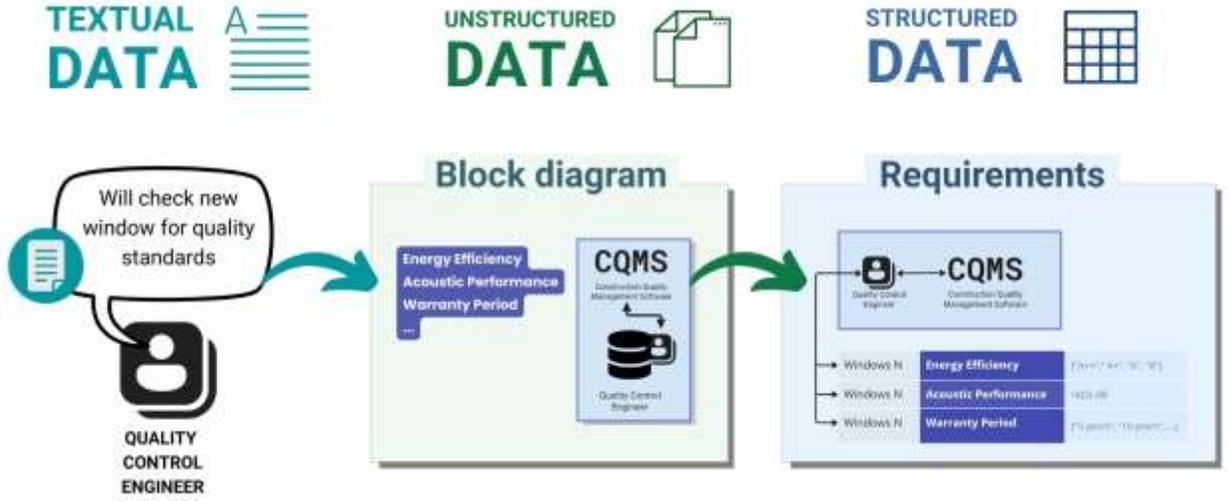
কোম্পানিগুলিতে তৈরি হওয়া 80% পর্যন্ত ডেটা অ-গঠনমূলক বা অর্ধ-গঠনমূলক ফরম্যাটে উপস্থাপিত হয় – টেক্সট, ডকুমেন্ট, চিঠি, পিডিএফ ফাইল, কথোপকথন। এই ধরনের ডেটা বিশ্লেষণ, যাচাই, সিস্টেমের মধ্যে প্রেরণ এবং স্বয়ংক্রিয়করণের জন্য ব্যবহার করা কঠিন। -

পরিচালনাযোগ্যতা, স্বচ্ছতা এবং স্বয়ংক্রিয় যাচাইকরণ নিশ্চিত করতে, টেক্সট এবং অর্ধ-গঠনমূলক প্রয়োজনীয়তাগুলিকে স্পষ্টভাবে সংজ্ঞায়িত, গঠনমূলক ফরম্যাটে রূপান্তর করা প্রয়োজন। গঠন প্রক্রিয়াটি কেবল ডেটার সাথে সম্পর্কিত নয় (যা আমরা এই বইয়ের এই অংশের প্রথম অধ্যায়গুলিতে বিস্তারিতভাবে আলোচনা করেছি), বরং প্রকল্পের অংশগ্রহণকারীরা সাধারণত প্রকল্পের জীবনচক্র জুড়ে মুক্ত টেক্সট ফর্মে যে প্রয়োজনীয়তাগুলি নির্ধারণ করেন, সেগুলির সাথেও সম্পর্কিত, প্রায়শই এটি চিন্তা না করেই যে এই প্রক্রিয়াগুলি স্বয়ংক্রিয় করা যেতে পারে।

যেমন আমরা ইতিমধ্যে অ-গঠনমূলক টেক্সট ফর্ম থেকে গঠনমূলক ফরম্যাটে ডেটা রূপান্তর করেছি, প্রয়োজনীয়তার উপর কাজ করার সময় আমরা টেক্সট প্রয়োজনীয়তাগুলিকে "লজিক্যাল এবং ফিজিক্যাল স্তরের" গঠনমূলক ফরম্যাটে রূপান্তর করব।

জানালাসংযোজনের উদাহরণে (চিত্র 4.41), পরবর্তী পদক্ষেপ হবে ডেটার প্রয়োজনীয়তাগুলিকে টেবিলের আকারে বর্ণনা করা। আমরা প্রকল্পের অংশগ্রহণকারীদের দ্বারা ব্যবহৃত প্রতিটি সিস্টেমের জন্য তথ্যকে গঠন করব, মূল বৈশিষ্ট্য এবং তাদের সীমাবদ্ধ মানগুলি উল্লেখ করে।

উদাহরণস্বরূপ, একটি সিস্টেম (চিত্র 4.45) – নির্মাণের গুণমান ব্যবস্থাপনা সিস্টেম (CQMS), যা ক্লায়েন্টের পক্ষ থেকে গুণমান নিয়ন্ত্রণ প্রকৌশলী ব্যবহার করেন। এর মাধ্যমে তিনি যাচাই করেন যে প্রকল্পের নতুন উপাদান – এই ক্ষেত্রে "নতুন জানালা" – নির্ধারিত মান এবং প্রয়োজনীয়তার সাথে সঙ্গতিপূর্ণ কিনা।



চিত্র ৪.৪৫ টেক্সটের প্রয়োজনীয়তাগুলিকে টেবিল ফরম্যাটে রূপান্তর করা, যা সত্তার বৈশিষ্ট্যগুলির বর্ণনা করে, অন্য বিশেষজ্ঞদের জন্য বোঝা সহজ করে তোলে।

উদাহরণস্বরূপ, CQMS সিস্টেমে "জানালা সিস্টেম" ধরনের সত্তার বৈশিষ্ট্যগুলির জন্য কিছু গুরুত্বপূর্ণ প্রয়োজনীয়তা বিবেচনা করা যাক (চিত্র ৪.৪৬): শক্তি দক্ষতা, শব্দের বৈশিষ্ট্য এবং গ্যারান্টি সময়কাল। প্রতিটি বিভাগে নির্দিষ্ট মান এবং স্পেসিফিকেশন অন্তর্ভুক্ত রয়েছে, যা জানালার সিস্টেম ডিজাইন এবং ইনস্টলেশনের সময় বিবেচনা করা প্রয়োজন।-



চিত্র ৪.৪৬ গুণমান নিয়ন্ত্রণ প্রকৌশলীর জন্য নতুন "জানালা" ধরনের উপাদানগুলি শক্তি দক্ষতা, শব্দ নিরোধক এবং গ্যারান্টি পরিষেবার মানদণ্ডের সাথে সঙ্গতিপূর্ণ কিনা তা পরীক্ষা করা আবশ্যিক।

গুণমান নিয়ন্ত্রণ প্রকৌশলী যে ডেটা প্রয়োজনীয়তা টেবিল আকারে নির্ধারণ করেন, তার মধ্যে নিম্নলিখিত সীমাবদ্ধ মান অন্তর্ভুক্ত রয়েছে:

- জানালার শক্তি দক্ষতার শ্রেণী "A++" থেকে শুরু হয়, যা সর্বোচ্চ দক্ষতা নির্দেশ করে, এবং "B" পর্যন্ত, যা ন্যূনতম গ্রহণযোগ্য স্তর হিসেবে বিবেচিত হয়, এবং এই শ্রেণীগুলি গ্রহণযোগ্য মানের তালিকা ["A++", "A+", "A", "A", "B"] দ্বারা উপস্থাপিত হয়।

- জানালার শব্দ নিরোধক, যা ডেসিবেলে পরিমাপ করা হয় এবং রাস্তার শব্দ কমানোর ক্ষমতা নির্দেশ করে, একটি নিয়মিত অভিব্যক্তি দ্বারা সংজ্ঞায়িত করা হয় $\backslash d\{2\}dB$ ।
- "জানালার প্রকার" সত্তার জন্য "গ্যারান্টি সময়কাল" বৈশিষ্ট্যটি পাঁচ বছর থেকে শুরু হয়, এই সময়কালকে পণ্য নির্বাচনের জন্য ন্যূনতম গ্রহণযোগ্য সময়কাল হিসেবে স্থাপন করে; এছাড়াও গ্যারান্টি সময়কাল মানগুলি যেমন ["৫ বছর", "১০ বছর" ইত্যাদি] বা যৌক্তিক শর্ত ">5 (বছর)" উল্লেখ করা হয়।

সংগৃহীত প্রয়োজনীয়তার ভিত্তিতে, নির্ধারিত বৈশিষ্ট্যগুলির মধ্যে, "জানালা" শ্রেণীর নতুন উপাদানগুলি "B" এর নিচে শ্রেণী, যেমন "C" বা "D", শক্তি দক্ষতার পরীক্ষায় উত্তীর্ণ হবে না। গুণমান নিয়ন্ত্রণ প্রকৌশলীর কাছে আসা ডেটা বা নথিতে জানালার শব্দ নিরোধক একটি দুই অক্ষরের সংখ্যা দ্বারা চিহ্নিত করা উচিত, যার পরে "dB" পোস্টফিক্স রয়েছে, যেমন "৩৫ dB" বা "৪০ dB", এবং এই ফরম্যাটের বাইরে মানগুলি, যেমন "৯ D B" বা "১০০ ডেসিবেল", গ্রহণযোগ্য হবে না (যেহেতু তারা RegEx স্ট্রিং প্যাটার্নে উত্তীর্ণ হবে না)। গ্যারান্টি সময়কাল অবশ্যই "৫ বছর" থেকে শুরু হতে হবে, এবং "৩ বছর" বা "৪ বছর" এর মতো কম গ্যারান্টি সময়কাল সহ জানালাগুলি গুণমান প্রকৌশলীর টেবিল ফরম্যাটে বর্ণিত প্রয়োজনীয়তাগুলির সাথে সঙ্গতিপূর্ণ হবে না।

প্রয়োজনীয়তার সীমাবদ্ধ মানগুলির সাথে বৈশিষ্ট্য-পরামিতির মানগুলির সঙ্গতি পরীক্ষা করার জন্য, আমরা গ্রহণযোগ্য মানের তালিকা ("A", "B", "C"), অভিধান ("A": "H1", "H2"; "B": "W1", "W2"), সংখ্যাগত মানের জন্য যৌক্তিক অপারেশন (যেমন, ">", "<", "<=", ">=", "==") এবং স্ট্রিং এবং টেক্সট মানগুলির জন্য নিয়মিত অভিব্যক্তি (যেমন "শব্দের কার্যকারিতা" বৈশিষ্ট্য) ব্যবহার করি। নিয়মিত অভিব্যক্তি স্ট্রিং মানগুলির সাথে কাজ করার জন্য একটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ সরঞ্জাম।

নিয়মিত অভিব্যক্তি (RegEx) প্রোগ্রামিং ভাষাগুলিতে, যেমন পাইথন (লাইব্রেরি Re), স্ট্রিং খোঁজার এবং পরিবর্তন করার জন্য ব্যবহৃত হয়। RegEx হল স্ট্রিংয়ের জগতে একটি গোয়েন্দা, যা পাঠ্যে টেক্সটের প্যাটার্নগুলি সঠিকভাবে চিহ্নিত করতে সক্ষম।

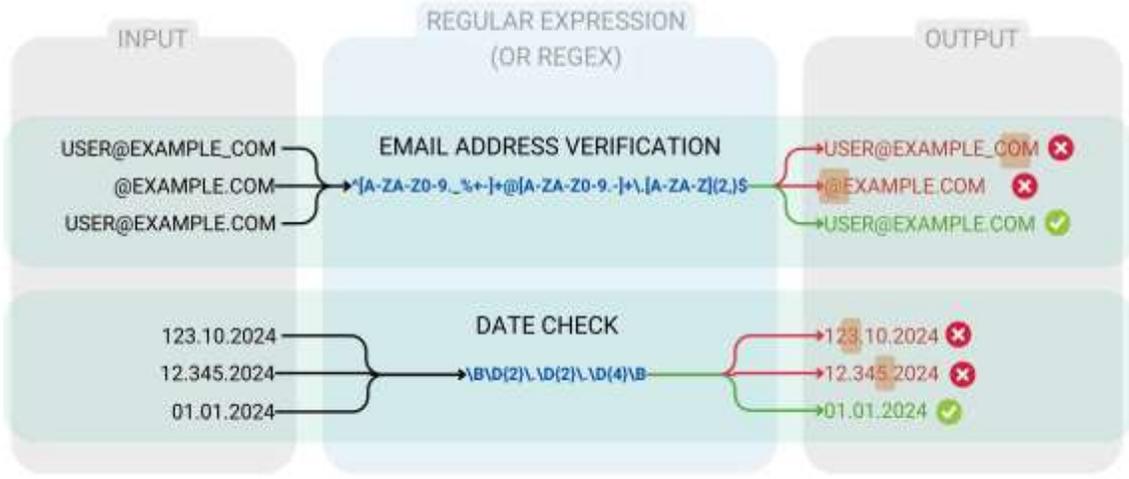
নিয়মিত অভিব্যক্তিতে অক্ষরগুলি সরাসরি অক্ষরের উপযুক্ত চিহ্নের মাধ্যমে বর্ণনা করা হয়, এবং সংখ্যা বিশেষ চিহ্ন $\backslash d$ এর মাধ্যমে উপস্থাপন করা যেতে পারে, যা 0 থেকে 9 এর মধ্যে যেকোনো সংখ্যা নির্দেশ করে। বর্গাকার বন্ধনীগুলি অক্ষর বা সংখ্যার পরিসীমা চিহ্নিত করতে ব্যবহৃত হয়, উদাহরণস্বরূপ, $[a-z]$ যেকোনো ছোট হাতের লাতিন অক্ষর বা $[0-9]$, যা $\backslash d$ এর সমতুল্য। অ-সংখ্যাসূচক এবং অ-অক্ষর চিহ্নগুলির জন্য যথাক্রমে $\backslash D$ এবং $\backslash W$ ব্যবহার করা হয়।

RegEx ব্যবহারের জনপ্রিয় উদাহরণগুলি: -

- ইমেইল ঠিকানা যাচাই: একটি স্ট্রিং বৈধ ইমেইল ঠিকানা কিনা তা যাচাই করার জন্য, আপনি $^\wedge[a-zA-Z0-9_%\+]\+@[a-zA-Z0-9\.\-]\+[a-zA-Z]\{2,\}\$$ প্যাটার্ন ব্যবহার করতে পারেন।
- তারিখ বের করা: $\backslash \backslash d\{2\}\backslash d\{2\}\backslash d\{2\}\backslash d\{2\}\backslash d\{2\}\backslash \backslash d\{2\}\backslash \backslash d\{4\}\backslash b$ প্যাটার্নটি DD.MM.YYYY ফরম্যাটে পাঠ্য থেকে তারিখ বের করার জন্য ব্যবহার করা যেতে পারে।
- ফোন নম্বর যাচাই: +49(000)000-0000 ফরম্যাটে ফোন নম্বর যাচাই করার জন্য, প্যাটার্নটি $\backslash \backslash d\{2\}\backslash \backslash d\{3\}\backslash \backslash d\{3\}\backslash \backslash d\{4\}$ এর মতো হবে।

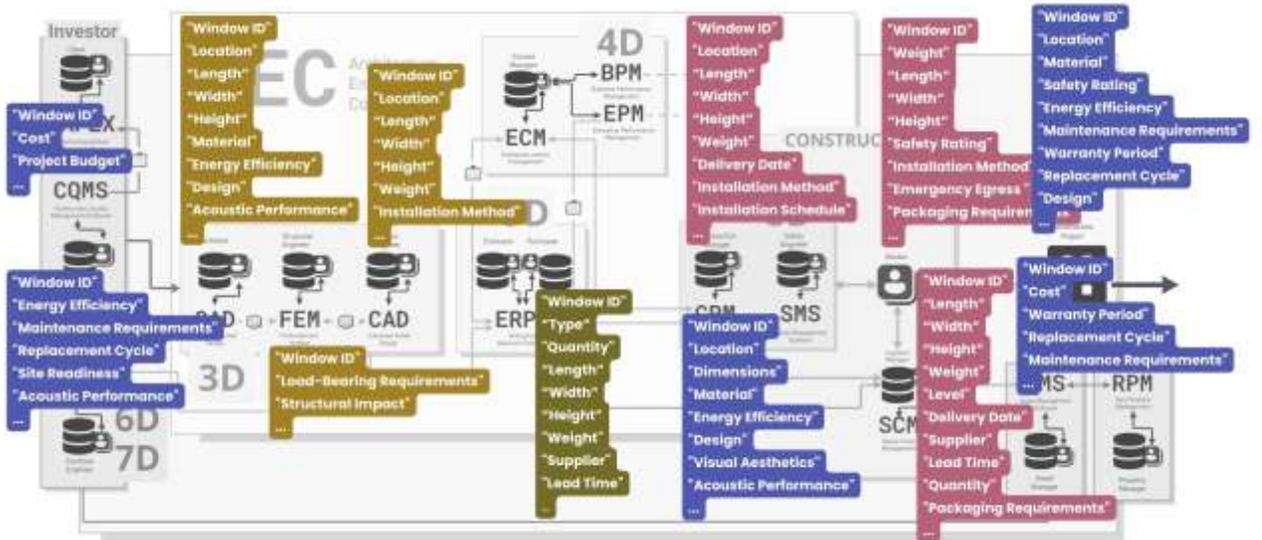
গুণমান নিয়ন্ত্রণ প্রকৌশলীর প্রয়োজনীয়তাগুলিকে বৈশিষ্ট্য এবং তাদের সীমাবদ্ধ মানের ফরম্যাটে রূপান্তর করার মাধ্যমে, আমরা সেগুলিকে মৌলিক পাঠ্য ফরম্যাট (আলাপ, চিঠি এবং নিয়ন্ত্রক নথি) থেকে একটি সংগঠিত এবং কাঠামোবদ্ধ টেবিলে রূপান্তর করেছি, যা স্বয়ংক্রিয়ভাবে যাচাই এবং বিশ্লেষণের জন্য সম্ভাব্য করে তোলে। যে কোনও আগত তথ্য (যেমন "জানালা" বিভাগের নতুন উপাদান)। প্রয়োজনীয়তার উপস্থিতি স্বয়ংক্রিয়ভাবে যাচাই না করা তথ্যগুলি বাদ দিতে এবং যাচাই করা তথ্যগুলি স্বয়ংক্রিয়ভাবে পরবর্তী প্রক্রিয়াকরণের জন্য সিস্টেমে পাঠাতে সক্ষম

করে।-



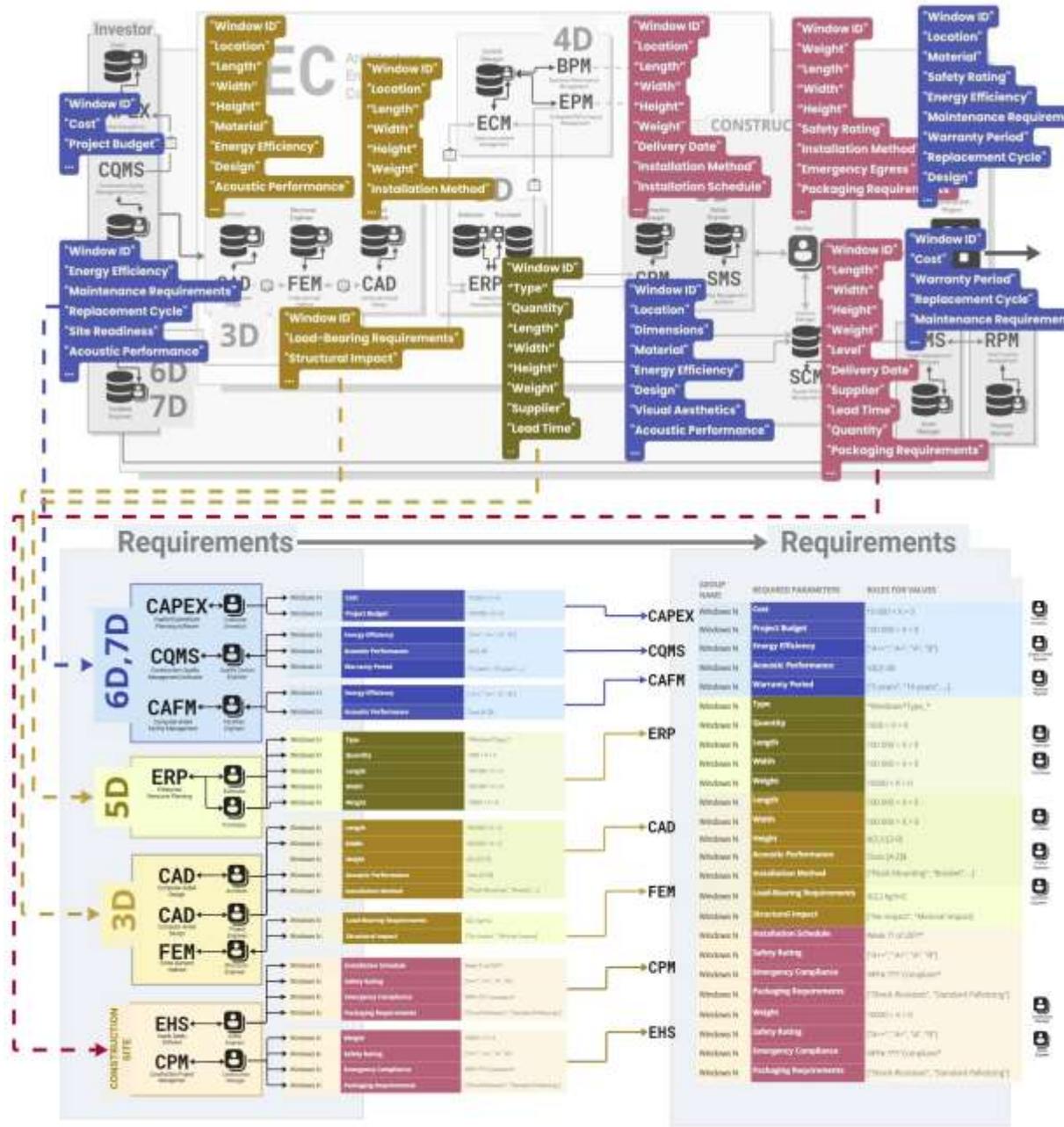
RegEx ব্যবহারের গুরুত্ব তথ্য যাচাইয়ের প্রক্রিয়ায় অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ একটি সরঞ্জাম /

এখন ধারণাগত স্তর থেকে প্রয়োজনীয়তার কার্যকরী স্তরে চলে যাওয়ার সময়, আমরা আমাদের নতুন জানালা স্থাপনের প্রক্রিয়ার সকল বিশেষজ্ঞের প্রয়োজনীয়তাগুলিকে একটি বৈশিষ্ট্য ফরম্যাটে সাজানো তালিকায় রূপান্তর করব এবং এই তালিকাগুলিকে প্রতিটি বিশেষজ্ঞের জন্য আমাদের ব্লক-ডায়াগ্রামে প্রয়োজনীয় বৈশিষ্ট্যগুলির সাথে যুক্ত করব। --



কার্যকরী স্তরে, প্রতিটি বিশেষজ্ঞ দ্বারা প্রক্রিয়াকৃত বৈশিষ্ট্যগুলি সংশ্লিষ্ট সিস্টেমগুলিতে যুক্ত করা হয় /

সমস্ত বৈশিষ্ট্যকে একটি সাধারণ প্রক্রিয়া টেবিলে যুক্ত করে, আমরা পূর্বে মৌলিক স্তরে (চিত্র 4.41) পাঠ্য এবং আলাপের আকারে উপস্থাপিত তথ্যকে কাঠামোবদ্ধ এবং সিস্টেমাটাইজড টেবিলের শারীরিক স্তরে রূপান্তর করি।-



বিশেষজ্ঞদের অ-সংগঠিত আলাপকে সংগঠিত টেবিলগুলিতে রূপান্তর করা শারীরিক স্তরে প্রয়োজনীয়তাগুলি বোঝার জন্য সহায়ক।

এখন তথ্যের প্রয়োজনীয়তাগুলি সেই বিশেষজ্ঞদের কাছে পৌঁছানো প্রয়োজন, যারা নির্দিষ্ট সিস্টেমের জন্য তথ্য তৈরি করেন। উদাহরণস্বরূপ, যদি আপনি CAD ডেটাবেসে কাজ করেন, তবে উপাদানগুলি মডেলিং শুরু করার আগে, আপনাকে এই ডেটার চূড়ান্ত ব্যবহারের দৃশ্যের ভিত্তিতে সমস্ত প্রয়োজনীয় প্যারামিটার সংগ্রহ করতে হবে। সাধারণত এটি অপারেশন পর্যায় থেকে শুরু হয়, তারপরে নির্মাণ সাইট, লজিস্টিক বিভাগ, প্রাক্কলন বিভাগ, কাঠামোগত গণনা বিভাগ ইত্যাদি। শুধুমাত্র যখন আপনি এই সমস্ত লিঙ্কের প্রয়োজনীয়তাগুলি বিবেচনা করবেন, তখন আপনি সংগৃহীত প্যারামিটারগুলির ভিত্তিতে ডেটা তৈরি করতে শুরু করতে পারেন। এটি পরবর্তীতে তথ্য যাচাই এবং চেইনে ডেটা স্থানান্তর স্বয়ংক্রিয় করতে সহায়তা করবে।

নতুন তথ্যগুলি নির্ধারিত প্রয়োজনীয়তার সাথে সঙ্গতিপূর্ণ হলে, সেগুলি স্বয়ংক্রিয়ভাবে কোম্পানির তথ্য ইকোসিস্টেমে সংহত হয়, সরাসরি সেই ব্যবহারকারীদের এবং সিস্টেমগুলির কাছে পৌঁছায়, যাদের জন্য সেগুলি নির্ধারিত ছিল। তথ্যের বৈধতা নিশ্চিত করা, বৈশিষ্ট্য এবং তাদের মানের উপস্থিতি এবং সঙ্গতি পরীক্ষা করে, নিশ্চিত করে যে তথ্য প্রয়োজনীয় গুণমানের মানদণ্ডের সাথে সঙ্গতিপূর্ণ এবং কোম্পানির পরিস্থিতিতে ব্যবহারের জন্য প্রস্তুত।

তথ্যের প্রয়োজনীয়তা নির্ধারিত হয়েছে, এবং এখন, যাচাইয়ের প্রক্রিয়া শুরু করার আগে, যাচাইয়ের জন্য প্রয়োজ্য তথ্য তৈরি, প্রাপ্ত বা সংগ্রহ করতে হবে, অথবা তথ্যের বর্তমান অবস্থান ডাটাবেসে নথিভুক্ত করতে হবে, যাতে যাচাইয়ের প্রক্রিয়ায় এটি ব্যবহার করা যায়।

যাচাইকরণ প্রক্রিয়ার জন্য তথ্য সংগ্রহ

যাচাই শুরু করার আগে, এটি নিশ্চিত করা গুরুত্বপূর্ণ যে তথ্যগুলি যাচাই প্রক্রিয়ার জন্য উপযুক্ত আকারে উপলব্ধ। এর মানে হল শুধুমাত্র তথ্যের উপস্থিতি নয়, বরং এর প্রস্তুতি: তথ্যগুলি সংগ্রহ করতে হবে এবং অ-গঠনমূলক, দুর্বলভাবে গঠনমূলক, টেক্সট এবং জ্যামিতিক ফরম্যাট থেকে গঠনমূলক আকারে রূপান্তর করতে হবে। এই প্রক্রিয়াটি পূর্ববর্তী অধ্যায়গুলিতে বিস্তারিতভাবে বর্ণনা করা হয়েছে, যেখানে বিভিন্ন ধরনের তথ্যের রূপান্তরের পদ্ধতিগুলি আলোচনা করা হয়েছে। সমস্ত রূপান্তরের ফলস্বরূপ, প্রবাহিত তথ্যগুলি খোলা গঠনমূলক টেবিলের আকার ধারণ করে।-

প্রয়োজনীয়তা এবং প্রয়োজনীয় প্যারামিটার এবং সীমা মান সহ গঠনমূলক টেবিলগুলি পাওয়ার পর, আমরা তথ্য যাচাই শুরু করতে পারি - একক স্বয়ংক্রিয় প্রক্রিয়া (পাইপলাইন) হিসাবে অথবা প্রতিটি প্রবাহিত নথির পর্যায়ক্রমিক যাচাইয়ের ফরম্যাটে।

যাচাই শুরু করতে, নতুন ফাইল পাওয়া বা তথ্যের বর্তমান অবস্থান নথিভুক্ত করতে হবে - একটি স্ন্যাপশট তৈরি করতে বা বর্তমান এবং প্রবাহিত তথ্যের রপ্তানি করতে হবে, অথবা বাহ্যিক বা অভ্যন্তরীণ ডাটাবেসের সাথে সংযোগ স্থাপন করতে হবে। আলোচিত উদাহরণে, এই স্ন্যাপশটটি CAD তথ্যকে গঠনমূলক ফরম্যাটে স্বয়ংক্রিয়ভাবে রূপান্তর করে তৈরি করা হয়, যা, ধরুন, শুক্রবার, 29 মার্চ 2024 তারিখে রাত 11:00:00 টায় তৈরি করা হয়, যখন সমস্ত ডিজাইনার বাড়ি চলে গেছে।

 SNAPSHOT OF CAD DATABASES

 ON 03/29/2024 AT 23:00:00 PM

| Architect | | Architect: CAD/BIM Project | | | | | | |
|-----------|----------|----------------------------|--------|--------|----------------|---------------|----------------------|--|
| ID | TypeName | Location | Width | Length | Material | Energy Rating | Acoustic Performance | |
| W-NEW | Window | North Side | 120 cm | - | Tempered Glass | A++ | 35 bdB | |
| W-OLD1 | Window | South Side | 100 cm | 140 cm | Double Glazed | A | 30 dB | |
| W-OLD2 | Window | East Side | 110 cm | 180 cm | Single Glazed | B | 25 dB | |
| D-123 | Door | Main Entry | 80 cm | 210 cm | Solid Oak | N/A | 30 dB | |

CAD (BIM) ডাটাবেসের স্ন্যাপশট, যা প্রকল্পের বর্তমান সংস্করণে নতুন "জানালা" শ্রেণীর সত্তার জন্য বৈশিষ্ট্যগুলির বর্তমান তথ্য প্রদর্শন করে।

"CAD (BIM) তথ্যকে গঠনমূলক আকারে রূপান্তর" অধ্যায়ে আলোচনা করা বিপরীত প্রকৌশল সরঞ্জামগুলির মাধ্যমে,

বিভিন্ন CAD (BIM) সরঞ্জাম এবং সম্পাদক থেকে এই তথ্য পৃথক টেবিলগুলিতে সংগঠিত করা যেতে পারে অথবা প্রকল্পের বিভিন্ন বিভাগকে একত্রিত করে একটি সাধারণ টেবিলে একত্রিত করা যেতে পারে। --

এই ধরনের টেবিল - ডাটাবেসে জানালা এবং দরজার অনন্য শনাক্তকারী (ID বৈশিষ্ট্য), প্রকারের নাম (TypeName), আকার (Width, Length), উপকরণ (Material), পাশাপাশি শক্তি এবং শব্দ দক্ষতার সূচক এবং অন্যান্য বৈশিষ্ট্যগুলি প্রদর্শিত হয়। এই টেবিলটি CAD (BIM) প্রোগ্রামে পূর্ণ হয়, যা প্রকৌশলী ডিজাইনার বিভিন্ন বিভাগ এবং নথি থেকে সংগৃহীত তথ্যের ভিত্তিতে প্রকল্পের তথ্য মডেল তৈরি করে।



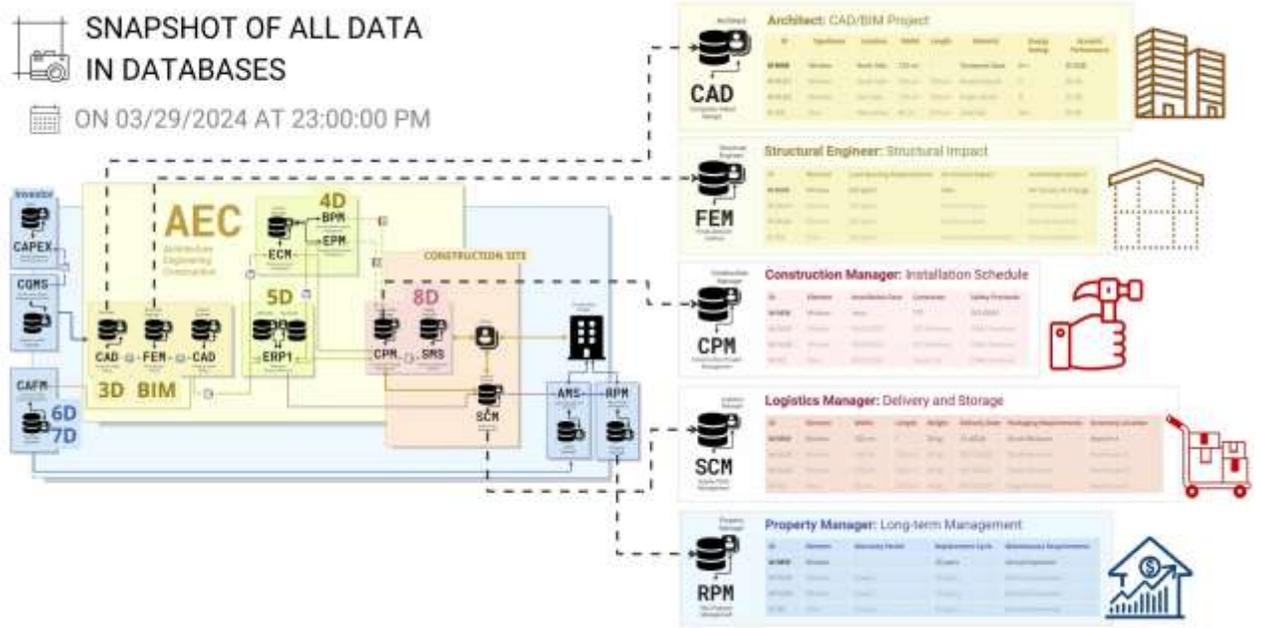
CAD সিস্টেম থেকে সংগৃহীত গঠনমূলক তথ্য একটি দ্বিমাত্রিক টেবিল হতে পারে, যার কলামগুলি উপাদানের বৈশিষ্ট্যগুলি চিহ্নিত করে।

বাস্তব CAD (BIM) প্রকল্পগুলিতে দশক বা শত হাজার উপাদান অন্তর্ভুক্ত থাকে (চিত্র 9.110)। CAD ফরম্যাটের মধ্যে উপাদানগুলি স্বয়ংক্রিয়ভাবে প্রকার এবং শ্রেণী অনুযায়ী শ্রেণীবদ্ধ করা হয় - জানালা এবং দরজা থেকে শুরু করে টাইল, ছাদ এবং দেয়াল পর্যন্ত। অনন্য শনাক্তকারী (যেমন, নেটিভ আইডি, যা CAD সমাধান দ্বারা স্বয়ংক্রিয়ভাবে স্থাপন করা হয়) বা প্রকারের বৈশিষ্ট্য (টাইপ নাম, টাইপ, পরিবার) বিভিন্ন সিস্টেমে একই বস্তু ট্র্যাক করতে সহায়তা করে। উদাহরণস্বরূপ, একটি নতুন জানালা উত্তর দেয়ালে "W-NEW" শনাক্তকারী দ্বারা সমস্ত সংশ্লিষ্ট সিস্টেমে স্পষ্টভাবে চিহ্নিত করা যেতে পারে।-

যদিও সত্তার নাম এবং শনাক্তকারীগুলি সমস্ত সিস্টেমে একরূপ হওয়া উচিত, তবে এই সত্তাগুলির সাথে সম্পর্কিত বৈশিষ্ট্য এবং মানের সেট ব্যবহারিক প্রেক্ষাপট অনুসারে উল্লেখযোগ্যভাবে ভিন্ন হতে পারে। স্থপতি, কাঠামোগত প্রকৌশলী, নির্মাণ, লজিস্টিক এবং সম্পত্তি ব্যবস্থাপনার বিশেষজ্ঞরা একই উপাদানকে ভিন্নভাবে উপলব্ধি করেন। প্রত্যেকে তাদের নিজস্ব শ্রেণীবিভাগকারী, মান এবং লক্ষ্যগুলির উপর নির্ভর করে: কেউ জানালাকে শুধুমাত্র নান্দনিক দৃষ্টিকোণ থেকে দেখে, এর আকার এবং অনুপাত মূল্যায়ন করে, আবার কেউ প্রকৌশল বা ব্যবহারের দৃষ্টিকোণ থেকে, তাপ পরিবাহিতা, ইনস্টলেশন পদ্ধতি, ভর বা রক্ষণাবেক্ষণের প্রয়োজনীয়তা বিশ্লেষণ করে। অতএব, ডেটা মডেলিং এবং উপাদানগুলির বর্ণনায় তাদের ব্যবহারের বহুমাত্রিকতা বিবেচনায় নেওয়া এবং শিল্পের বৈশিষ্ট্যগুলির সাথে সঙ্গতি নিশ্চিত করা গুরুত্বপূর্ণ।

কোম্পানির প্রক্রিয়াগুলির জন্য প্রতিটি ভূমিকার জন্য বিশেষায়িত ডেটাবেস রয়েছে যার নিজস্ব ব্যবহারকারী ইন্টারফেস রয়েছে - ডিজাইন এবং গণনা থেকে শুরু করে লজিস্টিক, ইনস্টলেশন এবং ভবনের পরিচালনা পর্যন্ত (চিত্র 4.412)। প্রতিটি সিস্টেম একটি পেশাদার দলের দ্বারা পরিচালিত হয় বিশেষ ব্যবহারকারী ইন্টারফেসের মাধ্যমে বা

ডেটাবেসে অনুরোধের মাধ্যমে, যেখানে প্রবেশ করা মানগুলির উপর ভিত্তি করে নেওয়া সমস্ত সিদ্ধান্তের সমষ্টির পেছনে একটি সিস্টেম ম্যানেজার বা বিভাগের প্রধান থাকে, যিনি তাদের সহযোগীদের কাছে প্রবেশ করা ডেটার আইনগত ভিত্তি এবং গুণমানের জন্য দায়ী।



চিত্র 4.412 একই সত্তার বিভিন্ন সিস্টেমে একই শনাক্তকারী রয়েছে, তবে বিভিন্ন বৈশিষ্ট্য রয়েছে, যা শুধুমাত্র এই সিস্টেমে গুরুত্বপূর্ণ।

সংগঠিতভাবে সংগৃহীত কাঠামোবদ্ধ প্রয়োজনীয়তা এবং ডেটার পরে আমাদের বিভিন্ন আসা নথি এবং বিভিন্ন সিস্টেম থেকে প্রাপ্ত ডেটার স্বয়ংক্রিয় যাচাইকরণের প্রক্রিয়া সেট আপ করতে হবে, যা পূর্বে সংগৃহীত প্রয়োজনীয়তার সাথে সঙ্গতিপূর্ণ।

তথ্য যাচাইকরণ এবং যাচাইকরণের ফলাফল

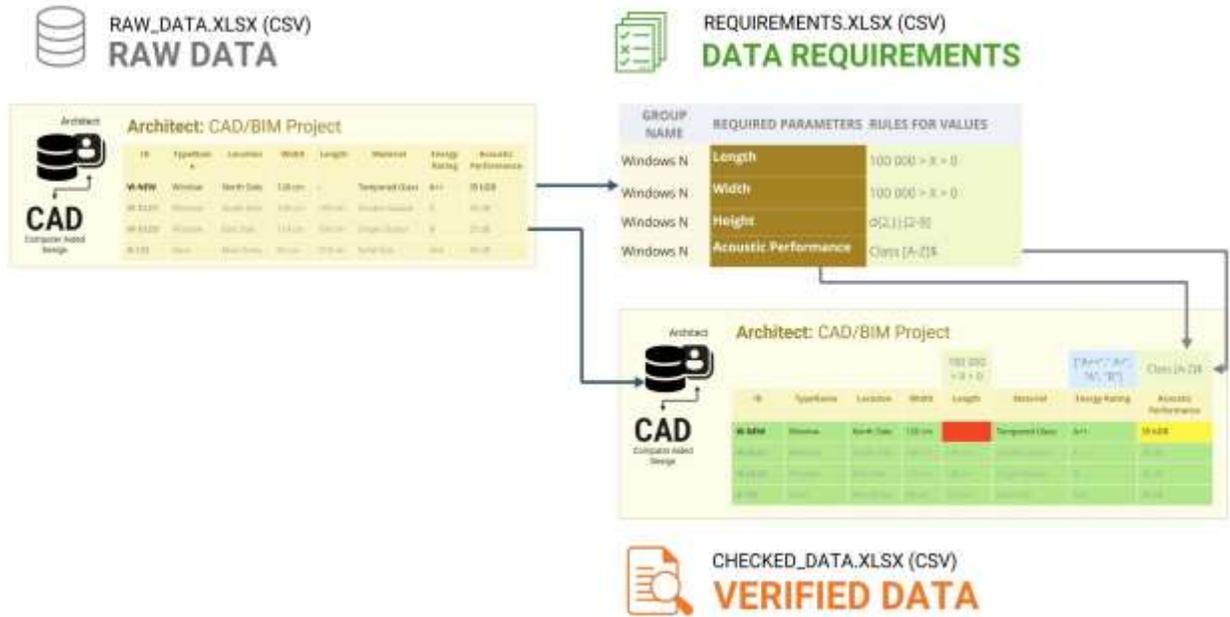
সিস্টেমে আসা সমস্ত নতুন ডেটা - তা নথি, টেবিল বা ক্লায়েন্ট, স্থপতি, প্রকৌশলী, নির্মাণ ব্যবস্থাপক, লজিস্ট বা সম্পত্তি ব্যবস্থাপক থেকে ডেটাবেসে রেকর্ড হোক - পূর্বে নির্ধারিত প্রয়োজনীয়তার সাথে সঙ্গতি যাচাই করতে হবে (চিত্র 4.49)। যাচাইকরণের প্রক্রিয়া অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ: ডেটাতে কোনো ত্রুটি হলে তা ভুল গণনা, সময়সূচীতে বিলম্ব এবং এমনকি আর্থিক ক্ষতির কারণ হতে পারে। এই ধরনের ঝুঁকি কমানোর জন্য, একটি পদ্ধতিগত এবং পুনরাবৃত্তিমূলক, পুনরাবৃত্তিমূলক ডেটা যাচাইকরণের প্রক্রিয়া সংগঠিত করা প্রয়োজন।

সিস্টেমে আসা নতুন ডেটা যাচাই করার জন্য - অগঠিত, টেক্সট বা জ্যামিতিক - সেগুলিকে দুর্বলভাবে সংগঠিত বা কাঠামোবদ্ধ ফরম্যাটে রূপান্তর করতে হবে। এরপর যাচাইকরণের প্রক্রিয়ায়, ডেটাগুলিকে প্রয়োজনীয় বৈশিষ্ট্য এবং তাদের গ্রহণযোগ্য মানের সম্পূর্ণ তালিকার সাথে সঙ্গতিপূর্ণতা যাচাই করতে হবে।

বিভিন্ন ধরনের ডেটা রূপান্তর: টেক্সট, ছবি, PDF ডকুমেন্ট এবং মিশ্র CAD (BIM) ডেটা একটি কাঠামোবদ্ধ ফর্মে আমরা "ডেটা কাঠামোবদ্ধ ফর্মে রূপান্তর" অধ্যায়ে বিস্তারিত আলোচনা করেছি।

উদাহরণস্বরূপ, CAD (BIM) প্রকল্প থেকে প্রাপ্ত একটি টেবিল (চিত্র 4.411) উল্লেখ করা যেতে পারে। এটি আধা-কাঠামোবদ্ধ জ্যামিতিক ডেটা এবং প্রকল্পের সত্তার জন্য কাঠামোবদ্ধ অ্যাট্রিবিউটিভ তথ্য অন্তর্ভুক্ত করে (চিত্র 3.114) – যেমন "জানালা" শ্রেণীর একটি উপাদান।-

যাচাই করার জন্য, আমরা অ্যাট্রিবিউটের মান (চিত্র 4.411) তুলনা করি বিশেষজ্ঞদের দ্বারা নির্ধারিত মানের সীমার সাথে, যা একটি প্রয়োজনীয়তা হিসেবে নির্ধারিত হয়েছে (চিত্র 4.49)। চূড়ান্ত তুলনামূলক টেবিল (চিত্র 4.413) বোঝাতে সাহায্য করবে, কোন মানগুলি গ্রহণযোগ্য এবং কোনগুলি সংশোধনের প্রয়োজন, এর আগে যে ডেটা CAD (BIM) অ্যাপ্লিকেশনগুলির বাইরে ব্যবহার করা যেতে পারে।-



চিত্র 4.413 চূড়ান্ত যাচাইকরণ টেবিল নতুন "জানালা" শ্রেণীর সত্তার জন্য অ্যাট্রিবিউটের মানগুলিকে হাইলাইট করে, যেগুলোর প্রতি মনোযোগ দেওয়া প্রয়োজন /

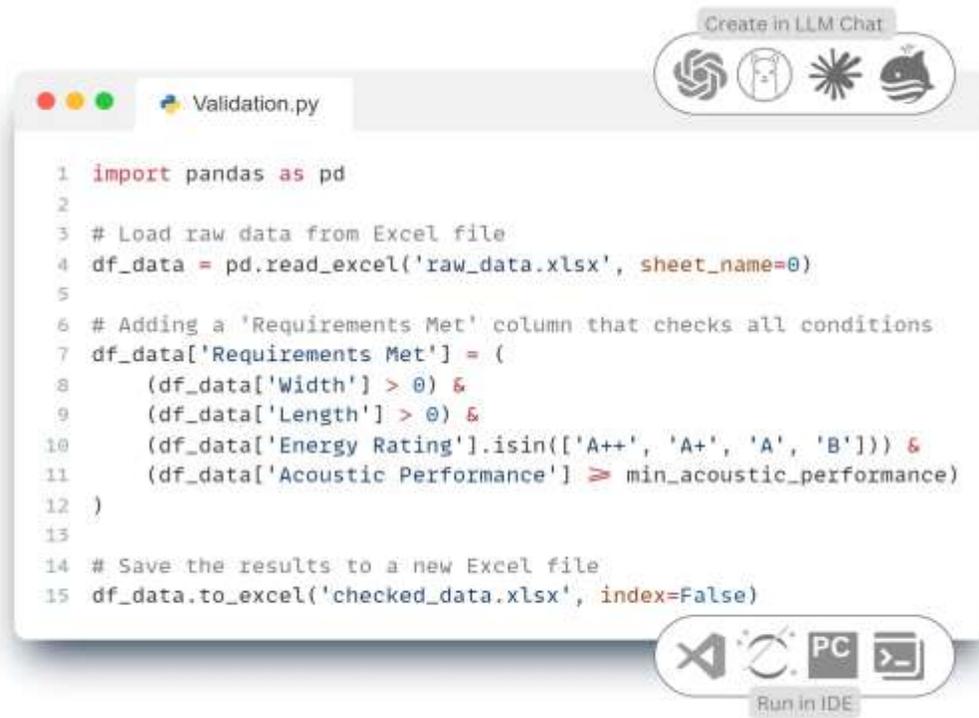
এই ধরনের সমাধান বাস্তবায়ন করতে, আমরা পূর্বে "Pandas: ডেটা বিশ্লেষণের জন্য অপরিহার্য সরঞ্জাম" অধ্যায়ে আলোচনা করা Pandas লাইব্রেরি ব্যবহার করব, আমরা CAD (BIM) থেকে প্রাপ্ত টেবিল ফাইলের ডেটা যাচাই করব (RVT, IFC, DWG, NWS, DGN) (চিত্র 4.411), অন্য একটি টেবিল ফাইলের প্রয়োজনীয়তার সাথে (চিত্র 4.49)।-

কোড পাওয়ার জন্য, আমাদের LLM এর জন্য প্রম্পটে বর্ণনা করতে হবে যে raw_data.xlsx ফাইল থেকে ডেটা লোড করতে হবে (CAD (BIM) ডেটাবেসের সম্পূর্ণ ডেটাসেট), সেগুলি যাচাই করতে হবে এবং ফলাফল নতুন checked_data.xlsx ফাইলে সংরক্ষণ করতে হবে (চিত্র 4.413)।-

👉 LLM এর মাধ্যমে কোড প্রাপ্ত হবে Pandas লাইব্রেরির উল্লেখ ছাড়াই:

raw_data.xlsx ফাইল থেকে টেবিল যাচাই করার জন্য কোড লিখুন এবং নিম্নলিখিত যাচাইকরণ নিয়মের মাধ্যমে সেগুলি পরীক্ষা করুন: 'Width' এবং 'Length' কলামের মান শূন্যের বেশি, 'Energy Rating' ['A++', 'A+', 'A', 'B'] তালিকায় অন্তর্ভুক্ত, এবং 'Acoustic Performance' একটি ভেরিয়েবল, যা আমরা পরে উল্লেখ করব - চূড়ান্ত যাচাইকরণ কলাম যোগ করে, এবং চূড়ান্ত টেবিলটি নতুন Excel ফাইল checked_data.xlsx এ সংরক্ষণ করুন।

- LLM এর উত্তর একটি সংক্ষিপ্ত Python কোডের উদাহরণ বর্ণনা করবে, যা পরবর্তী প্রস্পটগুলির মাধ্যমে স্পষ্ট এবং সম্পূর্ণ করা যেতে পারে:



```

1 import pandas as pd
2
3 # Load raw data from Excel file
4 df_data = pd.read_excel('raw_data.xlsx', sheet_name=0)
5
6 # Adding a 'Requirements Met' column that checks all conditions
7 df_data['Requirements Met'] = (
8     (df_data['Width'] > 0) &
9     (df_data['Length'] > 0) &
10    (df_data['Energy Rating'].isin(['A++', 'A+', 'A', 'B'])) &
11    (df_data['Acoustic Performance'] >= min_acoustic_performance)
12 )
13
14 # Save the results to a new Excel file
15 df_data.to_excel('checked_data.xlsx', index=False)
    
```

চিত্র 4.414 কোড, যা LLM মডেল দ্বারা তৈরি হয়েছে, রূপান্তরিত CAD (BIM) প্রকল্পের অ্যাট্রিবিউটের জন্য প্রয়োজনীয়তার সাথে সামঞ্জস্য পরীক্ষা করে।

LLM দ্বারা তৈরি কোডটি যেকোন জনপ্রিয় IDE বা অনলাইন টুলে ব্যবহার করা যেতে পারে: PyCharm, Visual Studio Code (VS Code), Jupyter Notebook, Spyder, Atom, Sublime Text, Eclipse PyDev প্লাগিন সহ, Thonny, Wing IDE, IntelliJ IDEA Python প্লাগিন সহ, JupyterLab অথবা জনপ্রিয় অনলাইন টুলগুলি যেমন Kaggle.com, Google Collab, Microsoft Azure Notebooks, Amazon SageMaker।

কোড (চিত্র 4.414) কার্যকর করার মাধ্যমে দেখা যাবে যে CAD (BIM) ডেটাবেসের "সস্তা উপাদান" W-OLD1, W-OLD2, D-122 (এবং অন্যান্য উপাদান) অ্যাট্রিবিউটের জন্য প্রয়োজনীয়তার সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ: প্রস্থ এবং দৈর্ঘ্য শূন্যের বেশি, এবং শক্তি দক্ষতার শ্রেণী 'A++', 'A', 'B', 'C' তালিকার মধ্যে একটি। (চিত্র 4.415)।

আমাদের প্রয়োজনীয় এবং সম্প্রতি যোগ করা উপাদান W-NEW, যা উত্তর দিকে নতুন "জানালা" শ্রেণীর উপাদান হিসেবে

দায়ী, প্রয়োজনীয়তার সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ নয় (অ্যাট্রিবিউট "Requirments Met"), কারণ এর দৈর্ঘ্য শূন্য (মান "0.0" আমাদের নিয়ম 'Width'>0 অনুযায়ী অগ্রহণযোগ্য হিসাবে বিবেচিত হয়) এবং এতে শক্তি দক্ষতার শ্রেণী উল্লেখ করা হয়নি।



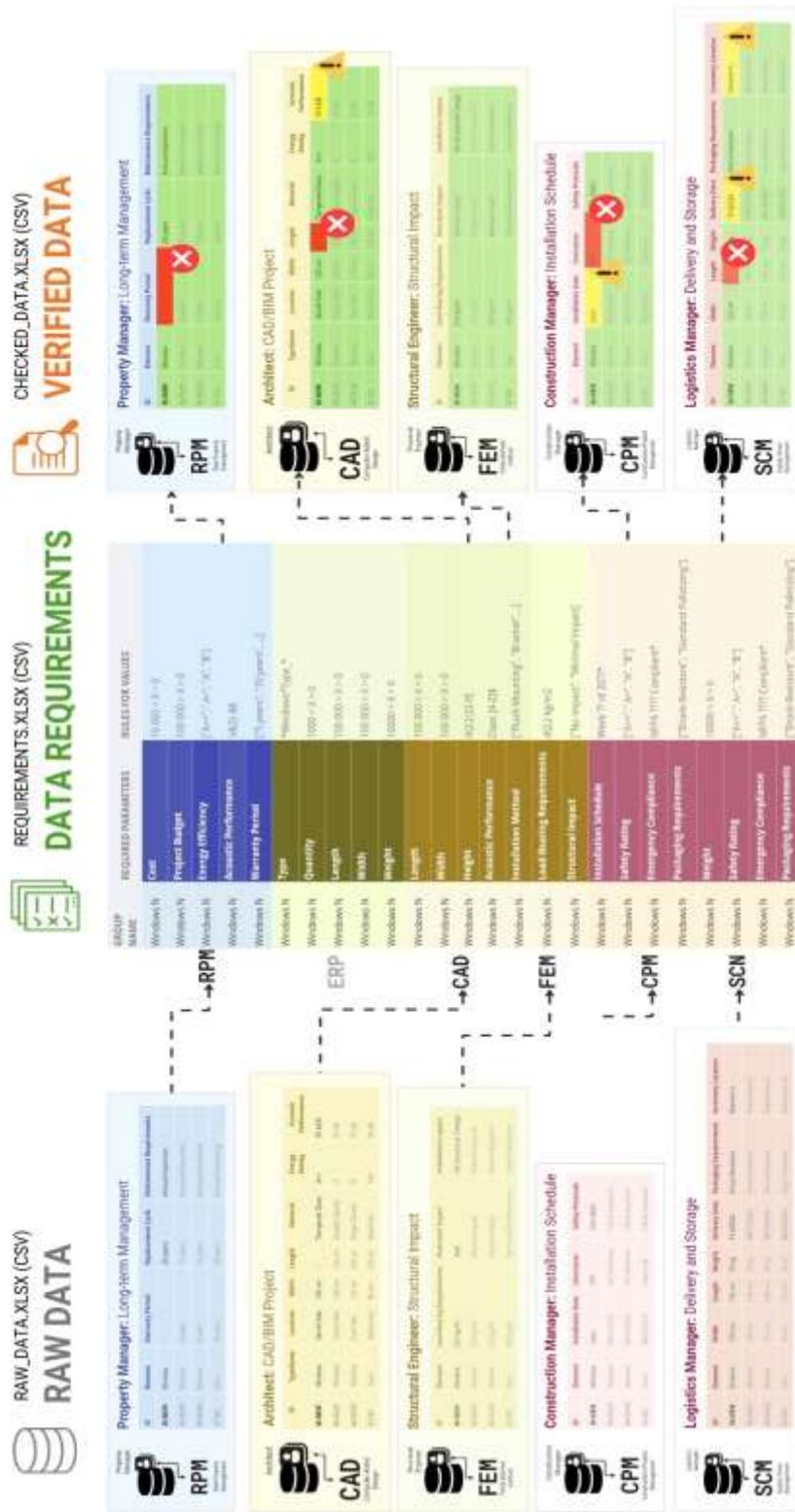
| ID | TypeName | Location | Width | Length | Material | Energy Rating | Acoustic Performance | Requirements Met | |
|----|----------|----------|------------|--------|----------|----------------|----------------------|------------------|------|
| 0 | W-NEW | Window | North Side | 120 | 0.0 | Tempered Glass | 35 | False | |
| 1 | W-OLD1 | Window | South Side | 100 | 140.0 | Double Glazed | A++ | 30 | True |
| 2 | W-OLD2 | Window | East Side | 110 | 160.0 | Single Glazed | B | 25 | True |
| 3 | D-122 | Door | Main Entry | 90 | 210.0 | Solid Oak | B | 30 | True |

চিত্র ৪.৪১৫ যাচাইকরণ সেসব সত্তা চিহ্নিত করে যা যাচাইকরণ প্রক্রিয়া অতিক্রম করেনি এবং ফলাফলে 'False' বা 'True' মান সহ একটি নতুন বৈশিষ্ট্য যোগ করে।

একইভাবে, আমরা প্রকল্পের সকল উপাদানের (সত্তা) এবং প্রতিটি সিস্টেম, টেবিল বা ডাটাবেসের জন্য প্রয়োজনীয় বৈশিষ্ট্যগুলির সামঞ্জস্য যাচাই করি, যা আমরা বিভিন্ন বিশেষজ্ঞদের কাছ থেকে প্রাপ্ত তথ্যের মধ্যে (চিত্র ৪.৪১) উইন্ডো যোগ করার প্রক্রিয়ায়।

চূড়ান্ত টেবিলে যাচাইকরণের ফলাফলগুলি দৃশ্যমান করার জন্য রঙ দ্বারা চিহ্নিত করা সুবিধাজনক: সবুজ রঙে চিহ্নিত করা হয় সফলভাবে যাচাইকৃত বৈশিষ্ট্যগুলি, হলুদ রঙে চিহ্নিত করা হয় অ-গুরুতর বিচ্যুতি সহ মানগুলি, এবং লাল রঙে চিহ্নিত করা হয় গুরুতর অমিলগুলি (চিত্র ৪.৪১৬)।

যাচাইকরণের ফলস্বরূপ (চিত্র ৪.৪১৬) আমরা একটি তালিকা পাই বিশ্বস্ত এবং যাচাইকৃত উপাদানের তাদের পরিচয়পত্র সহ, যা বৈশিষ্ট্যগুলির প্রয়োজনীয়তার সাথে সামঞ্জস্য যাচাই করা হয়েছে। যাচাইকৃত উপাদানগুলি নিশ্চিত করে যে এই উপাদানগুলি সমস্ত সিস্টেমের জন্য ঘোষিত মান এবং স্পেসিফিকেশনগুলির সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ, যা 'উইন্ডো' শ্রেণী বা অন্য যেকোনো শ্রেণীর উপাদান যোগ করার প্রক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে (ডেটা যাচাইকরণের স্বয়ংক্রিয়করণ এবং স্বয়ংক্রিয় ETL প্রক্রিয়া তৈরির বিষয়ে আমরা "ETL এবং ডেটা যাচাইকরণের স্বয়ংক্রিয়করণ" অধ্যায়ে আরও আলোচনা করব)।



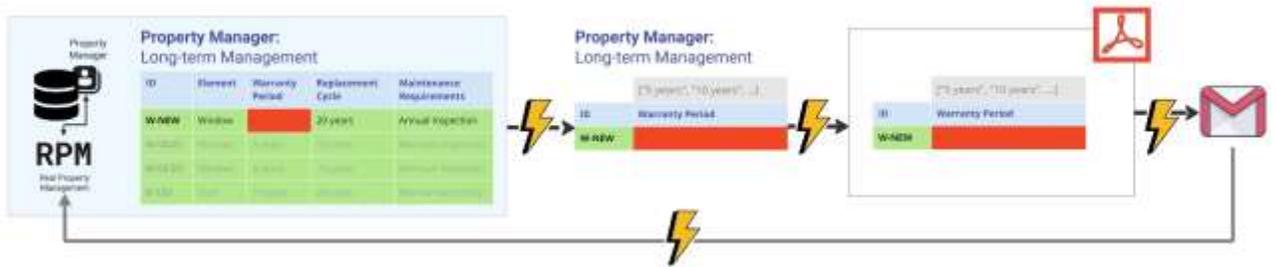
চিত্র ৪.৪১৬ সমস্ত সিস্টেমের জন্য পরিচালিত যাচাইকরণের ফলাফলগুলি নির্ধারণ করতে সহায়তা করে, কোন তথ্যগুলি কোম্পানির প্রয়োজনীয়তার সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ নয়।

সফলভাবে যাচাইকৃত সত্তাগুলি সাধারণত অতিরিক্ত মনোযোগের প্রয়োজন হয় না। তারা বাধাহীনভাবে পরবর্তী প্রক্রিয়াকরণ এবং অন্যান্য সিস্টেমে একীকরণের পর্যায়ে চলে যায়। "গুণগত" উপাদানগুলির বিপরীতে, যাচাইকরণ অতিক্রম করতে ব্যর্থ উপাদানগুলি সবচেয়ে বেশি আগ্রহের বিষয়। এই ধরনের বিচ্যুতির তথ্য অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ: এটি কেবল টেবিল রিপোর্টের মাধ্যমে নয়, বিভিন্ন ভিজুয়লাইজেশন সরঞ্জাম ব্যবহার করে প্রেরণ করা উচিত। যাচাইকরণের ফলাফলের গ্রাফিক উপস্থাপনাটি ডেটার গুণগত অবস্থার সামগ্রিক মূল্যায়ন করতে, সমস্যা এলাকাগুলি চিহ্নিত করতে এবং দ্রুত সংশোধন বা পরামিতি স্পষ্ট করার জন্য পদক্ষেপ নিতে সহায়তা করে।

যাচাইকরণের ফলাফলের ভিজুয়লাইজেশন

ভিজুয়লাইজেশন যাচাইকরণের ফলাফলগুলি ব্যাখ্যা করার জন্য একটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ সরঞ্জাম। পরিচিত সারসংক্ষেপ টেবিলগুলির পাশাপাশি, এটি তথ্য প্যানেল, চার্ট এবং স্বয়ংক্রিয়ভাবে তৈরি করা PDF ডকুমেন্টগুলি অন্তর্ভুক্ত করতে পারে, যেখানে প্রকল্পের উপাদানগুলি যাচাইকরণের স্থিতি অনুযায়ী গোষ্ঠীভুক্ত করা হয়। রঙের কোডিং এখানে সহায়ক ভূমিকা পালন করতে পারে: সবুজ সফলভাবে যাচাইকৃত বস্তু নির্দেশ করতে পারে, হলুদ অতিরিক্ত মনোযোগের প্রয়োজন এমন উপাদান নির্দেশ করতে পারে, এবং লাল সেই উপাদান নির্দেশ করতে পারে যেখানে গুরুতর ত্রুটি চিহ্নিত হয়েছে বা মূল তথ্য অনুপস্থিত।

আমাদের উদাহরণে (চিত্র ৪.৪১) আমরা প্রতিটি সিস্টেমের তথ্য ধাপে ধাপে বিশ্লেষণ করি: CAD (BIM) এবং সম্পত্তি ব্যবস্থাপনা থেকে শুরু করে লজিস্টিক এবং ইনস্টলেশন সময়সূচী (চিত্র ৪.৪১৬) পর্যন্ত। অডিটের ফলস্বরূপ, প্রতিটি বিশেষজ্ঞের জন্য স্বয়ংক্রিয়ভাবে ব্যক্তিগত সতর্কতা বা রিপোর্টিং ডকুমেন্ট তৈরি করা হয়, যেমন PDF ফরম্যাটে (চিত্র ৪.৪১৭)। যদি তথ্য সঠিক হয়, তবে বিশেষজ্ঞ একটি সংক্ষিপ্ত বার্তা পান: "সহযোগিতার জন্য ধন্যবাদ।" যদি অমিল পাওয়া যায়, তবে একটি বিস্তারিত রিপোর্ট পাঠানো হয় যার মধ্যে বলা হয়: "এই ডকুমেন্টে সেসব উপাদান, তাদের পরিচয়পত্র, বৈশিষ্ট্য এবং মানের তালিকা রয়েছে যা যাচাইকরণের প্রয়োজনীয়তার সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ নয়।" —



চিত্র ৪.৪১৭ যাচাইকরণ এবং স্বয়ংক্রিয় রিপোর্টিং ডকুমেন্ট তৈরি প্রক্রিয়াটিকে দ্রুততর করে, তথ্যের ত্রুটিগুলি খুঁজে বের করা এবং বোঝার প্রক্রিয়াকে সহজ করে তোলে বিশেষজ্ঞের জন্য, যিনি তথ্য তৈরি করেন।

স্বয়ংক্রিয় যাচাইকরণ প্রক্রিয়ার মাধ্যমে - যখনই কোনো ত্রুটি বা তথ্যের অভাব সনাক্ত হয়, তখনই সংশ্লিষ্ট সত্তা এবং তাদের বৈশিষ্ট্যগুলির সৃষ্টি বা প্রক্রিয়াকরণের জন্য দায়ী ব্যক্তির কাছে একটি বার্তা, ইমেইল বা PDF ডকুমেন্টের মাধ্যমে অবিলম্বে একটি বিজ্ঞপ্তি পাঠানো হয় (চিত্র 4.418), যাচাইকরণে ব্যর্থ হওয়া উপাদান এবং বৈশিষ্ট্যগুলির একটি তালিকা সহ। -



চিত্র 4.418 স্বয়ংক্রিয় রিপোর্টগুলি ত্রুটিগুলি বোঝার প্রক্রিয়াকে সহজতর করে এবং প্রকল্পের তথ্য পূরণের কাজকে ত্বরান্বিত করে।

উদাহরণস্বরূপ, যদি সম্পত্তি ব্যবস্থাপনা সিস্টেমে (গঠন করার পর) একটি নথি আসে, যেখানে "গ্যারান্টি সময়" বৈশিষ্ট্যটি ভুলভাবে পূরণ করা হয়েছে, তবে সম্পত্তি ব্যবস্থাপক একটি বিজ্ঞপ্তি পান যা যাচাই এবং সংশোধনের জন্য বৈশিষ্ট্যগুলির একটি তালিকা অন্তর্ভুক্ত করে।

একইভাবে, ইনস্টলেশন সময়সূচী বা লজিস্টিক তথ্যের যেকোনো ত্রুটি স্বয়ংক্রিয়ভাবে একটি রিপোর্ট তৈরি করে এবং উদাহরণস্বরূপ, সংশ্লিষ্ট বিশেষজ্ঞের কাছে চ্যট বা ইমেইলে যাচাইকরণের ফলাফল সহ একটি বিজ্ঞপ্তি পাঠায়।

PDF ডকুমেন্ট এবং রিপোর্টের পাশাপাশি, ড্যাশবোর্ড এবং ইন্টারেক্টিভ 3D মডেল (চিত্র 7.16, চিত্র 7.212) তৈরি করা সম্ভব, যা অনুপস্থিত বৈশিষ্ট্যগুলির সাথে উপাদানগুলিকে হাইলাইট করে, যা ব্যবহারকারীদের প্রকল্পের উপাদানগুলির তথ্যের গুণমান এবং সম্পূর্ণতা মূল্যায়নের জন্য 3D জ্যামিতি ব্যবহার করতে সক্ষম করে।-

স্বয়ংক্রিয়ভাবে তৈরি করা ডকুমেন্ট, রিপোর্ট বা ড্যাশবোর্ডের মাধ্যমে যাচাইকরণের ফলাফলগুলির ভিজ্যুয়ালাইজেশন তথ্যের ব্যাখ্যা সহজতর করে এবং প্রকল্পের অংশগ্রহণকারীদের মধ্যে কার্যকর যোগাযোগে সহায়তা করে।

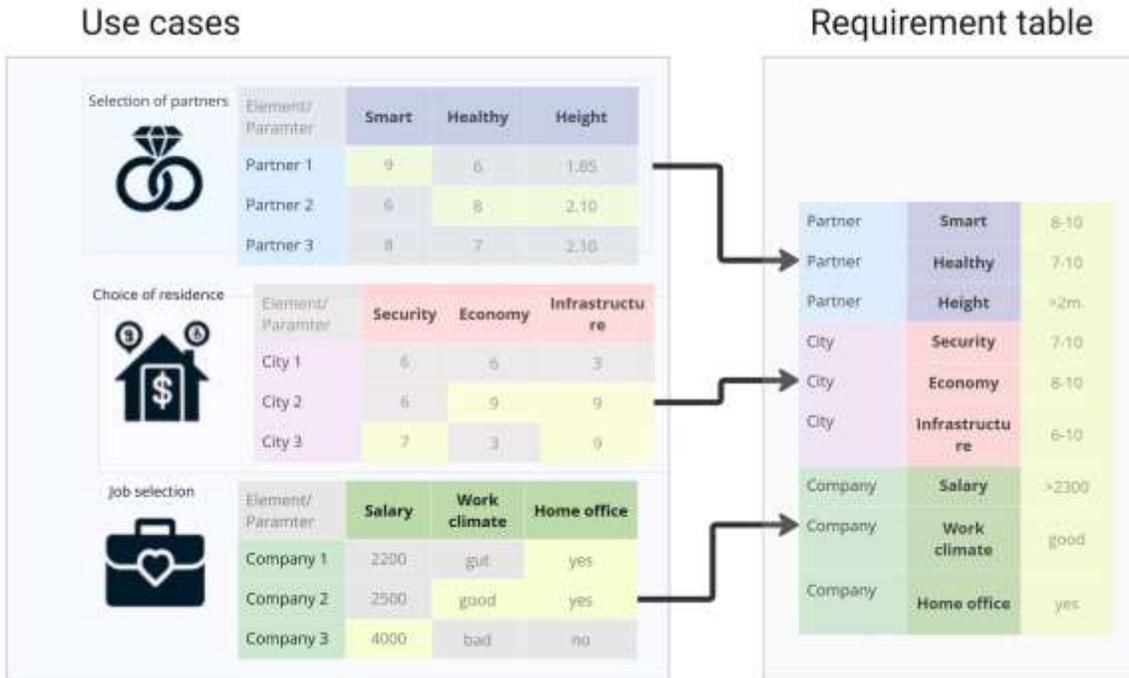
বিভিন্ন সিস্টেম এবং তথ্য উৎস থেকে তথ্যের স্বয়ংক্রিয় যাচাইকরণ প্রক্রিয়াটি দৈনন্দিন জীবনে সচেতন সিদ্ধান্ত গ্রহণের সাথে তুলনা করা যেতে পারে। যেমন নির্মাণ শিল্পে কোম্পানিগুলি বিভিন্ন পরিবর্তনশীলতা বিবেচনায় নেয় – প্রাথমিক তথ্যের নির্ভরযোগ্যতা থেকে শুরু করে প্রকল্পের সময়সীমা, খরচ এবং গুণমানের উপর তাদের প্রভাব – তেমনি একজন ব্যক্তি গুরুত্বপূর্ণ সিদ্ধান্ত গ্রহণের সময়, যেমন বাসস্থানের স্থান নির্বাচন করার সময়, বিভিন্ন ফ্যাক্টর weighing করে: পরিবহন সুবিধা, অবকাঠামো, খরচ, নিরাপত্তা, জীবনযাত্রার মান। এই সমস্ত বিবেচনা একটি মানদণ্ডের সিস্টেম গঠন করে, যার ভিত্তিতে চূড়ান্ত সিদ্ধান্ত নেওয়া হয় যা আমাদের জীবনের অংশ।

মানব জীবনের প্রয়োজনের সাথে তথ্যের গুণগত যাচাইকরণের তুলনা

তথ্যের গুণমান নিয়ন্ত্রণের পদ্ধতি এবং সরঞ্জামগুলির ক্রমাগত উন্নতির সত্ত্বেও, মৌলিক নীতি – তথ্যের নির্ধারিত প্রয়োজনীয়তার সাথে সামঞ্জস্য – অপরিবর্তিত থাকে। এই নীতি একটি পরিপক্ব ব্যবস্থাপনা সিস্টেমের ভিত্তিতে অন্তর্নিহিত, তা ব্যবসায়িক ক্ষেত্রেই হোক বা দৈনন্দিন জীবনে।

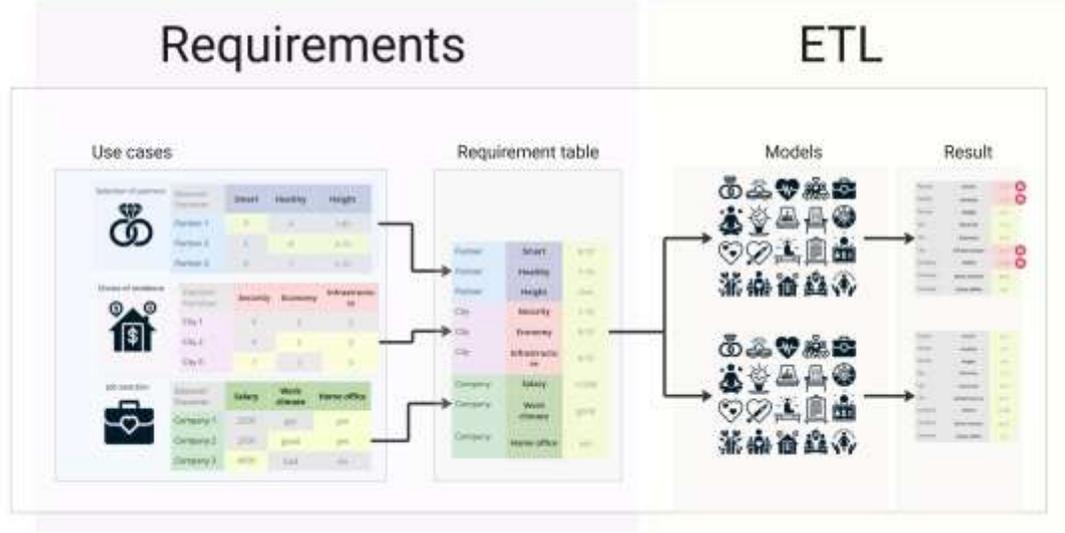
তথ্যের পুনরাবৃত্ত যাচাইকরণের প্রক্রিয়া অনেকাংশে সেই সিদ্ধান্ত গ্রহণের প্রক্রিয়ার সাথে সাদৃশ্যপূর্ণ, যার মুখোমুখি প্রতিদিন প্রত্যেক ব্যক্তি হয়। উভয় ক্ষেত্রেই আমরা ইতিমধ্যে সংগৃহীত অভিজ্ঞতা, বিদ্যমান তথ্য এবং নতুন তথ্যের উপর নির্ভর করি। এবং আরও বেশি করে জীবন এবং পেশাগত সিদ্ধান্তগুলি – কৌশলগত থেকে শুরু করে দৈনন্দিন – তথ্যের ভিত্তিতে নেওয়া হয়।

উদাহরণস্বরূপ, বাসস্থানের স্থান বা জীবনসঙ্গী নির্বাচন করার সময়, আমরা স্বতঃস্ফূর্তভাবে আমাদের মনে একটি মানদণ্ডের টেবিল গঠন করি এবং বিকল্পগুলির তুলনা করি (চিত্র 4.419)। এই বৈশিষ্ট্যগুলি – তা ব্যক্তির ব্যক্তিগত গুণাবলী হোক বা সম্পত্তির পরামিতি – চূড়ান্ত সিদ্ধান্তকে প্রভাবিত করে এমন বৈশিষ্ট্য।



চিত্র ৪.৪১৯ বাসস্থান, কাজ বা অংশীদারিত্বের স্থান নির্বাচন ব্যক্তিগত চাহিদার উপর ভিত্তি করে।

কাঠামোবদ্ধ তথ্য এবং চাহিদার বর্ণনার জন্য একটি আনুষ্ঠানিক পদ্ধতির ব্যবহার (চিত্র ৪.৪২০) পেশাগত কার্যক্রম এবং ব্যক্তিগত জীবনে আরও যুক্তিসঙ্গত এবং সচেতন সিদ্ধান্ত গ্রহণে সহায়তা করে।

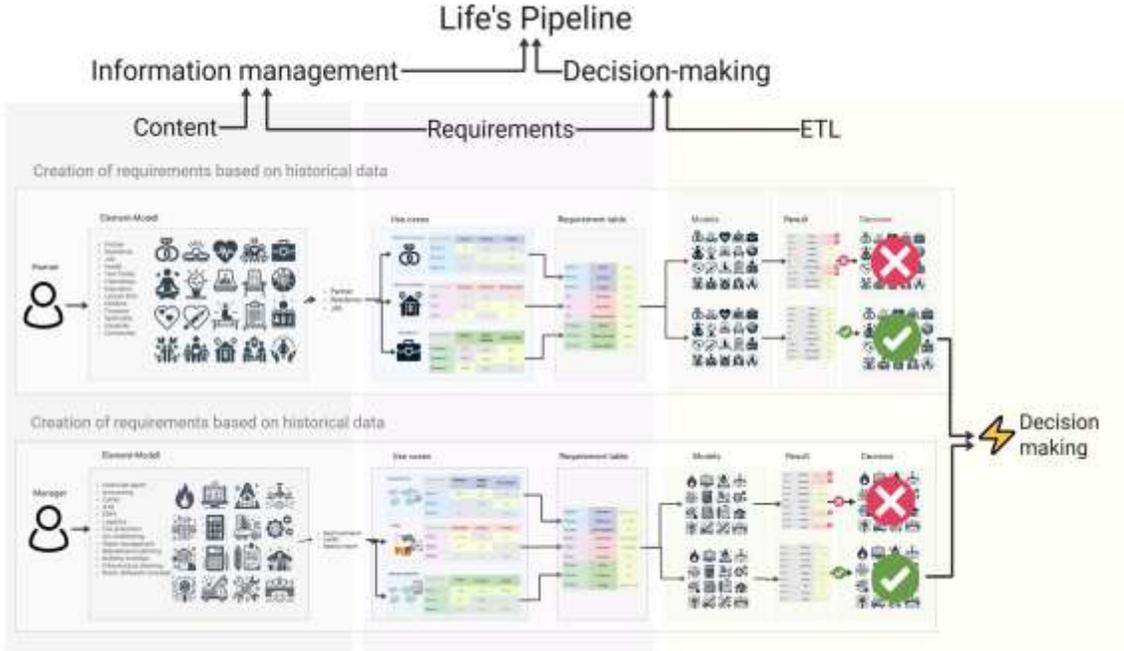


চিত্র ৪.৪২০ চাহিদার আনুষ্ঠানিকীকরণ জীবন এবং ব্যবসায়িক সিদ্ধান্তগুলির উপলব্ধি সিস্টেম্যাটাইজ করতে সক্ষম করে।

তথ্যের উপর ভিত্তি করে সিদ্ধান্ত গ্রহণের পদ্ধতি শুধুমাত্র একটি ব্যবসায়িক সরঞ্জাম নয়। এটি দৈনন্দিন জীবনে স্বাভাবিকভাবে সংহত হয়েছে, তথ্য প্রক্রিয়াকরণের সাধারণ পর্যায়গুলি অনুসরণ করে (চিত্র ৪.৪২১), যা ইতিমধ্যে আমরা এই অংশের শুরুতে তথ্য কাঠামোবদ্ধকরণের সময় আলোচনা করেছি এবং যা আমরা বইয়ের সপ্তম অংশে কাজের স্বয়ংক্রিয়তার প্রেক্ষাপটে বিস্তারিতভাবে আলোচনা করব:-

- তথ্য ভিত্তি (Extract): যে কোনও ক্ষেত্রে – কাজ বা ব্যক্তিগত জীবন – আমরা তথ্য সংগ্রহ করি। ব্যবসায়, এটি রিপোর্ট, সূচক, বাজারের তথ্য হতে পারে; ব্যক্তিগত জীবনে – ব্যক্তিগত অভিজ্ঞতা, নিকটজনের পরামর্শ, পর্যালোচনা, পর্যবেক্ষণ।
- মূল্যায়নের মানদণ্ড (Transform): সংগৃহীত তথ্য পূর্বনির্ধারিত মানদণ্ডের ভিত্তিতে ব্যাখ্যা করা হয়। কাজের ক্ষেত্রে – এটি কার্যকারিতা সূচক (KPI), বাজেটের সীমাবদ্ধতা এবং মান; ব্যক্তিগত জীবনে – যেমন মূল্য, অবস্থানের সুবিধা, নির্ভরযোগ্যতা, আকর্ষণ ইত্যাদি।
- পূর্বাভাস এবং ঝুঁকির বিশ্লেষণ (Load): চূড়ান্ত পর্যায়ে, রূপান্তরিত তথ্যের বিশ্লেষণের ভিত্তিতে এবং সম্ভাব্য পরিণতির তুলনার ভিত্তিতে সিদ্ধান্ত গ্রহণ করা হয়। এটি ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলির সাথে সাদৃশ্যপূর্ণ, যেখানে তথ্য ব্যবসায়িক যুক্তি এবং ঝুঁকির ফিল্টারের মাধ্যমে যায়।

আমরা যে সিদ্ধান্তগুলি গ্রহণ করি - প্রাত্যহিক পছন্দ যেমন প্রাতঃরাশে কী খাবেন, থেকে শুরু করে গুরুত্বপূর্ণ জীবনযাপন যেমন পেশা বা জীবনসঙ্গী নির্বাচন - প্রকৃতপক্ষে তথ্য প্রক্রিয়াকরণ এবং মূল্যায়নের ফলস্বরূপ।



চিত্র ৪.৪২১ ব্যবসা এবং সামগ্রিক জীবন একটি তথ্যভিত্তিক সিদ্ধান্তের সিরিজ, যেখানে সিদ্ধান্ত গ্রহণের জন্য ব্যবহৃত তথ্যের গুণমান একটি মূল ফ্যাক্টর।

আমাদের জীবনের সবকিছু পরস্পর সংযুক্ত, এবং যেমন জীবন্ত অঙ্গীকার, মানুষের মতো, প্রকৃতির আইন অনুসরণ করে, পরিবর্তিত পরিস্থিতির সাথে অভিযোজিত হয়, তেমনি মানবিক প্রক্রিয়াগুলি, তথ্য সংগ্রহ এবং বিশ্লেষণের পদ্ধতিগুলি এই প্রাকৃতিক নীতিগুলিকে প্রতিফলিত করে। প্রকৃতি এবং মানব কার্যকলাপের মধ্যে ঘনিষ্ঠ সম্পর্ক আমাদের প্রকৃতির উপর নির্ভরশীলতা এবং আমাদের ইচ্ছাকে নিশ্চিত করে, যা মিলিয়ন বছরের বিবর্তনের মাধ্যমে পরিশীলিত আইনগুলি তথ্য স্থাপত্য তৈরি, প্রক্রিয়া এবং সিদ্ধান্ত গ্রহণের জন্য ব্যবহৃত সিস্টেমগুলিতে প্রয়োগ করতে। নতুন প্রযুক্তি, বিশেষ করে নির্মাণে, একটি উজ্জ্বল উদাহরণ যে কিভাবে মানবতা বারবার প্রকৃতি থেকে অনুপ্রাণিত হয় সেরা, আরও টেকসই এবং কার্যকরী সমাধান তৈরি করতে।

পরবর্তী পদক্ষেপ: তথ্যকে সঠিক হিসাব এবং পরিকল্পনায় রূপান্তর করা

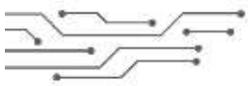
এই অংশে আমরা আলোচনা করেছি কীভাবে অ-গঠনমূলক তথ্যকে গঠনমূলক ফরম্যাটে রূপান্তরিত করতে হয়, তথ্য মডেল তৈরি করতে হয় এবং নির্মাণ প্রকল্পগুলিতে তথ্যের গুণমান যাচাইয়ের প্রক্রিয়া সংগঠিত করতে হয়। তথ্য পরিচালনা, তাদের মানকরণ এবং শ্রেণীবিভাগ একটি মৌলিক প্রক্রিয়া, যা একটি সিস্টেম্যাটিক পদ্ধতির এবং ব্যবসায়িক প্রয়োজনীয়তার স্পষ্ট বোঝার প্রয়োজন। এই অংশে আলোচনা করা পদ্ধতি এবং সরঞ্জামগুলি প্রকল্পের জীবনচক্র জুড়ে বিভিন্ন সিস্টেমের মধ্যে নির্ভরযোগ্য সংহতি নিশ্চিত করতে সহায়তা করে।

এই অংশের সারসংক্ষেপ করতে, আমরা প্রধান কার্যকরী পদক্ষেপগুলি তুলে ধরব, যা আপনার দৈনন্দিন কাজগুলিতে আলোচনা করা পদ্ধতিগুলি প্রয়োগ করতে সহায়তা করবে:

- প্রয়োজনীয়তার সিস্টেম্যাটাইজেশন শুরু করুন
 - আপনার প্রকল্প এবং প্রক্রিয়ার মূল উপাদানের জন্য বৈশিষ্ট্য এবং প্যারামিটারগুলির একটি রেজিস্টার তৈরি করুন

- প্রতিটি বৈশিষ্ট্যের জন্য সীমা মানগুলি নথিভুক্ত করুন
- ব্লক-ডায়াগ্রাম (যেমন Miro, Canva, Visio) ব্যবহার করে শ্রেণী, সিস্টেম এবং বৈশিষ্ট্যের মধ্যে প্রক্রিয়া এবং সম্পর্কগুলি ভিজুয়লাইজ করুন
- তথ্য রূপান্তর স্বয়ংক্রিয় করুন
 - আপনার প্রক্রিয়ায় প্রায়শই ব্যবহৃত কোন নথিগুলি OCR লাইব্রেরির মাধ্যমে ডিজিটলাইজ করা যায় এবং টেবিল ফরম্যাটে রূপান্তরিত করা যায় তা পরীক্ষা করুন
 - CAD (BIM) থেকে তথ্য বের করার জন্য বিপরীত প্রকৌশল সরঞ্জামগুলি সম্পর্কে জানুন
 - আপনার কাজের মধ্যে প্রায়শই ব্যবহৃত নথি বা ফরম্যাট থেকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে তথ্য টেবিল ফরম্যাটে পাওয়ার জন্য সেট আপ করার চেষ্টা করুন
 - বিভিন্ন তথ্য ফরম্যাটের মধ্যে স্বয়ংক্রিয় রূপান্তর সেট আপ করুন
- শ্রেণীবিভাগের জন্য একটি জ্ঞানভাণ্ডার তৈরি করুন
 - একটি অভ্যন্তরীণ শ্রেণীবিভাগকারী তৈরি করুন বা ইতিমধ্যে বিদ্যমান একটি শ্রেণীবিভাগকারী ব্যবহার করুন, যা শিল্প মানের সাথে সঙ্গত
 - বিভিন্ন শ্রেণীবিভাগ সিস্টেমের মধ্যে সম্পর্ক নথিভুক্ত করুন
 - আপনার দলের সাথে একক শনাক্তকরণ এবং উপাদানের একক শ্রেণীবিভাগ ব্যবহারের বিষয়ে আলোচনা করুন
 - আপনার দলের মধ্যে কাজ করা তথ্য এবং বাইরের সিস্টেমে প্রেরিত তথ্যের স্বয়ংক্রিয় যাচাইকরণের প্রক্রিয়া তৈরি করতে শুরু করুন

এই ধরনের পদ্ধতির ব্যবহার আপনাকে তথ্যের গুণমান উল্লেখযোগ্যভাবে বাড়াতে এবং তাদের পরবর্তী প্রক্রিয়াকরণ এবং রূপান্তরকে সহজতর করতে সহায়তা করবে। বইয়ের পরবর্তী অংশগুলিতে আমরা আলোচনা করব কীভাবে ইতিমধ্যে গঠনমূলক এবং প্রস্তুতকৃত তথ্যগুলি স্বয়ংক্রিয় গণনা, মূল্যায়ন, সময়সূচী পরিকল্পনা এবং নির্মাণ প্রকল্প পরিচালনার জন্য প্রয়োগ করা যায়।





V অংশ খরচ এবং সময়ের হিসাব: নির্মাণ প্রক্রিয়ায় তথ্যের বাস্তবায়ন

পঞ্চম অংশটি নির্মাণ প্রকল্পের খরচ হিসাব এবং পরিকল্পনার জন্য তথ্য ব্যবহারের ব্যবহারিক দিকগুলির প্রতি নিবেদিত। এখানে বাজেট তৈরির জন্য সম্পদ ভিত্তিক পদ্ধতি এবং হিসাব প্রক্রিয়াগুলির স্বয়ংক্রিয়করণের বিশদ বিশ্লেষণ করা হয়েছে। CAD (BIM) মডেল থেকে পরিমাণ (Quantity Take-Off) স্বয়ংক্রিয়ভাবে প্রাপ্ত করার পদ্ধতি এবং সেগুলির হিসাব সিস্টেমের সাথে সংহতকরণের বিষয়টি আলোচনা করা হয়েছে। নির্মাণের সময়ের পরামিতি পরিকল্পনা এবং খরচ ব্যবস্থাপনার জন্য 4D এবং 5D মডেলিং প্রযুক্তিগুলি গবেষণা করা হয়েছে, যার সাথে তাদের প্রয়োগের নির্দিষ্ট উদাহরণ দেওয়া হয়েছে। স্থায়িত্ব, পরিচালনা এবং সম্পত্তির নিরাপত্তার মূল্যায়নের জন্য একটি সমন্বিত পদ্ধতি নিশ্চিত করতে 6D-8D এর উন্নত তথ্য স্তরের বিশ্লেষণ উপস্থাপন করা হয়েছে। আধুনিক পরিবেশগত প্রয়োজনীয়তা এবং মানের প্রেক্ষাপটে নির্মাণ প্রকল্পগুলির কার্বন পদচিহ্ন এবং ESG সূচকগুলির হিসাবের পদ্ধতিগুলি বিস্তারিতভাবে আলোচনা করা হয়েছে। নির্মাণ প্রক্রিয়াগুলির ব্যবস্থাপনায় ঐতিহ্যবাহী ERP এবং PMIS সিস্টেমগুলির সম্ভাবনা এবং সীমাবদ্ধতাগুলির সমালোচনামূলক মূল্যায়ন করা হয়েছে, এবং সেগুলির মূল্য নির্ধারণের স্বচ্ছতার উপর প্রভাব বিশ্লেষণ করা হয়েছে। বন্ধ সমাধান থেকে খোলামেলা মানদণ্ড এবং নমনীয় তথ্য বিশ্লেষণ সরঞ্জামগুলিতে রূপান্তরের সম্ভাবনা পূর্বাভাস দেওয়া হয়েছে, যা নির্মাণ প্রক্রিয়াগুলির কার্যকারিতা বাড়াতে সক্ষম হবে।

অধ্যায় 5.1.

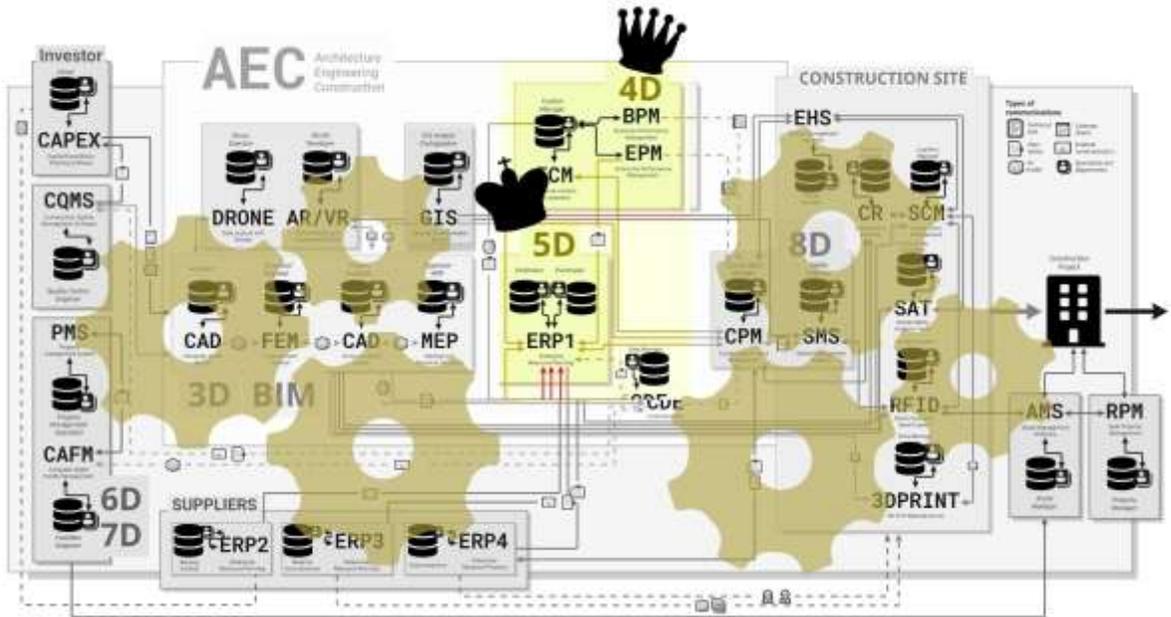
নির্মাণ প্রকল্পের খরচ এবং বাজেটের হিসাব

নির্মাণের মৌলিক বিষয়: পরিমাণ, খরচ এবং সময়ের মূল্যায়ন

নির্মাণ শিল্পে কোম্পানির স্থায়িত্ব নির্ধারণকারী অসংখ্য ব্যবসায়িক প্রক্রিয়ার মধ্যে, প্রকল্পের উপাদানের সঠিক পরিমাণ, খরচ এবং সম্পন্ন করার সময়ের প্রক্রিয়াগুলির বিশেষ গুরুত্ব রয়েছে – যেমন হাজার বছর আগে ছিল।

লিখনীর উন্নয়ন একটি জটিল কারণের ফলস্বরূপ, যার মধ্যে ব্যবসায়িক কার্যক্রমের হিসাব, বাণিজ্য এবং প্রাচীন সমাজগুলিতে সম্পদের ব্যবস্থাপনার বিকাশ অন্তর্ভুক্ত। প্রথম আইনগতভাবে গুরুত্বপূর্ণ নথিগুলি – উপকরণের খরচ এবং শ্রমের পরিশোধের হিসাব সহ মাটির টেবিল – বাণিজ্য এবং নির্মাণের প্রেক্ষাপটে ব্যবহৃত হত। এই টেবিলগুলি নির্মাণের সময় পক্ষগুলির বাধ্যবাধকতাগুলি নথিভুক্ত করত এবং চুক্তি ও পণ্য-নগদ সম্পর্কের প্রমাণ হিসেবে সংরক্ষিত হত।

হাজার হাজার বছর ধরে মূল্যায়নের পদ্ধতি প্রায় অপরিবর্তিত ছিল: হিসাবগুলি হাতে করা হত, প্রকৌশলী-অঙ্কনকারীর অভিজ্ঞতা এবং অন্তর্দৃষ্টির উপর নির্ভর করে। তবে মডুলার ERP সিস্টেম এবং CAD সরঞ্জামগুলির আবির্ভাবের সাথে, পরিমাণ, খরচ এবং সময়ের মূল্যায়নের ঐতিহ্যবাহী পদ্ধতি দ্রুত রূপান্তরিত হতে শুরু করেছে। আধুনিক ডিজিটাল প্রযুক্তিগুলি সময় এবং খরচের মূল হিসাবগুলি সম্পূর্ণরূপে স্বয়ংক্রিয় করতে সক্ষম করে, যা নির্মাণ প্রকল্পগুলির সম্পদ পরিকল্পনার সঠিকতা, গতি এবং স্বচ্ছতা বাড়ায়।



বিভিন্ন সিস্টেমের মধ্যে, ব্যবসায় সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ হল সেই সরঞ্জামগুলি, যা পরিমাণ, খরচ এবং সময়ের সূচকগুলির জন্য দায়ী।

নির্মাণ কোম্পানিগুলির মূল মনোযোগ কাজের সময় এবং খরচের সঠিক তথ্যের উপর কেন্দ্রীভূত। এই সূচকগুলি পরবর্তীতে ব্যবহৃত উপকরণের পরিমাণ এবং শ্রমের উপর নির্ভর করে, এবং তাদের স্বচ্ছতা লাভজনকতার উপর প্রভাব ফেলে। তবে হিসাব প্রক্রিয়াগুলির জটিলতা এবং তাদের অপ্রতুল স্বচ্ছতা প্রায়শই প্রকল্পের ব্যয় বৃদ্ধি, সময়সীমা লঙ্ঘন এবং এমনকি কোম্পানির দেউলিয়ার দিকে নিয়ে যায়।

KPMG এর "পরিচিত সমস্যা – নতুন পদ্ধতি" (2023) রিপোর্ট অনুযায়ী, মাত্র 50% নির্মাণ প্রকল্প সময়মতো সম্পন্ন হয়, এবং 87% কোম্পানি মূলধন প্রকল্পগুলির অর্থনীতির উপর বাড়তি নিয়ন্ত্রণ লক্ষ্য করে। প্রধান সমস্যাগুলি হল দক্ষ কর্মীদের অভাব এবং ঝুঁকির পূর্বাভাসের জটিলতা।

ইতিহাসগত তথ্যগুলি নির্মাণ প্রকল্পগুলির খরচ এবং সময়ের হিসাব সম্পর্কে নির্মাণ কোম্পানির জীবনকাল জুড়ে বিভিন্ন সিস্টেমের (ERP, PMIS, BPM, EPM ইত্যাদি) ডাটাবেসে সংগ্রহ করা হয়।

গুণগত ইতিহাসগত তথ্যের উপস্থিতি একটি নির্মাণ প্রতিষ্ঠানের প্রধান প্রতিযোগিতামূলক সুবিধা, যা সরাসরি তার টিকে থাকার উপর প্রভাব ফেলে।

নির্মাণ এবং প্রকৌশল কোম্পানিগুলিতে হিসাব এবং ক্যালকুলেশন বিভাগের সৃষ্টি হয় প্রকল্পের হিসাব সম্পর্কিত ইতিহাসগত তথ্য সংগ্রহ, সংরক্ষণ এবং হালনাগাদ করার জন্য। তাদের প্রধান কার্যক্রম হল কোম্পানির অভিজ্ঞতা সংগ্রহ এবং সিস্টেম্যাটাইজেশন, যা সময়ের সাথে সাথে নতুন প্রকল্পের পরিমাণ, সময় এবং খরচের মূল্যায়নের সঠিকতা বাড়াতে সহায়তা করে। এই পদ্ধতি ভবিষ্যতের হিসাবগুলিতে ভুল কমাতে সাহায্য করে, ইতিমধ্যে বাস্তবায়িত প্রকল্পগুলির অভিজ্ঞতা এবং ফলাফলের উপর ভিত্তি করে।

প্রকল্পের বাজেটের হিসাবের পদ্ধতি

হিসাব বিশেষজ্ঞদের কাজের জন্য বিভিন্ন মূল্যায়ন পদ্ধতি প্রয়োগ করা হয়, প্রতিটি নির্দিষ্ট ধরনের তথ্য, তথ্যের প্রাপ্যতা এবং প্রকল্পের বিস্তারিত স্তরের উপর ভিত্তি করে। সবচেয়ে প্রচলিত পদ্ধতিগুলির মধ্যে রয়েছে:

- **রিসোর্স পদ্ধতি:** প্রকল্পের আনুমানিক খরচের মূল্যায়ন সমস্ত প্রয়োজনীয় সম্পদের বিস্তারিত বিশ্লেষণের ভিত্তিতে, যেমন উপকরণ, যন্ত্রপাতি এবং শ্রম। এই পদ্ধতির জন্য প্রতিটি কাজ সম্পাদনের জন্য প্রয়োজনীয় সমস্ত কাজ এবং সম্পদের একটি বিস্তারিত তালিকা প্রয়োজন, পরে তাদের খরচের হিসাব করা হয়। এই পদ্ধতি উচ্চ সঠিকতার জন্য পরিচিত এবং প্রাক্কলন তৈরির সময় ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়।
- **প্যারামেট্রিক পদ্ধতি:** প্রকল্পের প্যারামিটারগুলির ভিত্তিতে খরচের মূল্যায়নের জন্য পরিসংখ্যানগত মডেল ব্যবহার করে। এটি একটি একক পরিমাপের জন্য খরচ বিশ্লেষণ অন্তর্ভুক্ত করতে পারে, যেমন নির্মাণের এলাকা বা কাজের পরিমাণ, এবং এই খরচগুলিকে প্রকল্পের নির্দিষ্ট শর্তগুলির সাথে মানিয়ে নেওয়া। এই পদ্ধতি বিশেষভাবে কার্যকরী হয় প্রাথমিক পর্যায়ে, যখন বিস্তারিত তথ্য এখনও উপলব্ধ নয়।
- **একক সূচক পদ্ধতি (একক খরচ পদ্ধতি):** প্রকল্পের আনুমানিক খরচের হিসাব একক পরিমাপের খরচের ভিত্তিতে (যেমন, প্রতি বর্গমিটার বা ঘনমিটার) করে। এটি বিভিন্ন প্রকল্প বা তাদের অংশগুলির খরচের দ্রুত এবং সুবিধাজনক তুলনা এবং বিশ্লেষণ নিশ্চিত করে।
- **বিশেষজ্ঞ মূল্যায়ন (ডেলফি পদ্ধতি):** বিশেষজ্ঞদের মতামতের উপর ভিত্তি করে, যারা তাদের অভিজ্ঞতা এবং জ্ঞান ব্যবহার করে প্রকল্পের খরচের মূল্যায়ন করে। এই পদ্ধতি তখন উপকারী হয় যখন সঠিক প্রাথমিক তথ্য অনুপস্থিত থাকে বা প্রকল্পটি অনন্য হয়।

আলাদাভাবে উল্লেখযোগ্য যে প্যারামেট্রিক পদ্ধতি এবং বিশেষজ্ঞ মূল্যায়ন মেশিন লার্নিং মডেলের জন্য অভিযোজিত হতে পারে। এটি প্রকল্পের খরচ এবং সময়ের পূর্বাভাস স্বয়ংক্রিয়ভাবে তৈরি করতে সক্ষম করে প্রশিক্ষণ স্যাম্পলগুলির

ভিত্তিতে। এই ধরনের মডেলের প্রয়োগের উদাহরণগুলি "প্রকল্পের খরচ এবং সময় নির্ধারণের জন্য মেশিন লার্নিংয়ের ব্যবহার উদাহরণ" অধ্যায়ে আরও বিস্তারিতভাবে আলোচনা করা হয়েছে।-

তবুও, সবচেয়ে জনপ্রিয় এবং বিশ্বব্যাপী ব্যবহৃত পদ্ধতি রিসোর্স পদ্ধতি। এটি কেবল আনুমানিক খরচের সঠিক মূল্যায়ন নিশ্চিত করে না, বরং নির্মাণ সাইটে পৃথক প্রক্রিয়াগুলির এবং পুরো প্রকল্পের সময়কাল হিসাব করতে সক্ষম করে (বিস্তারিত "নির্মাণের সময়সূচী এবং 4D প্রকল্পের তথ্য" অধ্যায়ে)।

নির্মাণে বাজেট এবং হিসাবের জন্য সম্পদ ভিত্তিক পদ্ধতি

রিসোর্স-ভিত্তিক খরচ হিসাব একটি ব্যবস্থাপনা হিসাবের পদ্ধতি, যেখানে প্রকল্পের মূল্য সরাসরি ব্যবহৃত সমস্ত রিসোর্সের হিসাবের ভিত্তিতে গঠিত হয়। নির্মাণ ক্ষেত্রে এই পদ্ধতি সমস্ত উপাদান, শ্রম এবং প্রযুক্তিগত রিসোর্সের বিস্তারিত বিশ্লেষণ এবং মূল্যায়নকে বোঝায়, যা কাজ সম্পাদনের জন্য প্রয়োজনীয়।

রিসোর্স পদ্ধতি বাজেট পরিকল্পনায় উচ্চ স্তরের স্বচ্ছতা এবং সঠিকতা নিশ্চিত করে, কারণ এটি প্রাক্কলনের সময় রিসোর্সের প্রকৃত মূল্যের উপর ভিত্তি করে। এটি অস্থিতিশীল অর্থনৈতিক পরিস্থিতিতে বিশেষভাবে গুরুত্বপূর্ণ, যেখানে মূল্য পরিবর্তন প্রকল্পের মোট খরচে উল্লেখযোগ্য প্রভাব ফেলতে পারে।

পরবর্তী অধ্যায়গুলোতে আমরা রিসোর্স পদ্ধতি অনুযায়ী খরচ হিসাবের প্রক্রিয়া বিস্তারিতভাবে আলোচনা করব। নির্মাণে এর নীতিগুলি আরও ভালোভাবে বোঝার জন্য, আমরা একটি রেন্ডারিং রাতের খাবারের খরচ হিসাবের সাথে তুলনা করব। রেন্ডারিং ব্যবস্থাপক, সন্ধ্যা পরিকল্পনা করার সময়, প্রয়োজনীয় পণ্যের একটি তালিকা তৈরি করেন, প্রতিটি খাবারের প্রস্তুতির সময় বিবেচনা করেন, এবং তারপর অতিথির সংখ্যা দ্বারা খরচ গুণ করেন। নির্মাণে এই প্রক্রিয়া সমান: প্রকল্পের প্রতিটি উপাদান (বস্তু) বিভাগের জন্য বিস্তারিত খরচের তালিকা তৈরি করা হয়, এবং প্রকল্পের মোট খরচ সমস্ত খরচের যোগফল দ্বারা নির্ধারিত হয় - বিভাগ অনুযায়ী চূড়ান্ত খরচের তালিকা।

রিসোর্স পদ্ধতির মূল এবং প্রাথমিক পর্যায় হল কোম্পানির প্রাথমিক ডেটাবেস তৈরি করা। প্রথম পর্যায়ে খরচ হিসাবের জন্য কোম্পানির নির্মাণ প্রকল্পগুলির মধ্যে সমস্ত উপাদান, উপকরণ, কাজের প্রকার এবং রিসোর্সের একটি কাঠামোবদ্ধ তালিকা তৈরি করা হয় - গুদামে থাকা পেরেক থেকে শুরু করে মানুষের বর্ণনা তাদের যোগ্যতা এবং ঘণ্টা ভিত্তিক মজুরির মাধ্যমে। এই তথ্য একটি একক "নির্মাণ রিসোর্স এবং উপকরণের ডেটাবেস" - একটি টেবিল রেজিস্টারে সিস্টেম্যাটাইজ করা হয়, যা নাম, বৈশিষ্ট্য, পরিমাপের একক এবং বর্তমান মূল্য সম্পর্কিত তথ্য ধারণ করে। এই ডেটাবেসই সমস্ত পরবর্তী রিসোর্সের হিসাবের জন্য প্রধান এবং মৌলিক তথ্যের উৎস হয়ে ওঠে - খরচ এবং কাজের সময় উভয়ের জন্য।

নির্মাণ সম্পদের ডেটাবেস: নির্মাণ সামগ্রী এবং কাজের ক্যাটালগ

রিসোর্স এবং উপকরণের ডেটাবেস বা টেবিল - নির্মাণ প্রকল্পে ব্যবহৃত প্রতিটি উপাদান সম্পর্কে বিস্তারিত তথ্য অন্তর্ভুক্ত করে - পণ্য, পণ্য, উপকরণ বা পরিষেবা, যার মধ্যে রয়েছে এর নাম, বর্ণনা, পরিমাপের একক এবং একক মূল্যের তথ্য, যা কাঠামোবদ্ধভাবে সংরক্ষিত। এই টেবিলে সবকিছু পাওয়া যায়: প্রকল্পে ব্যবহৃত বিভিন্ন ধরনের জ্বালানি এবং উপকরণ থেকে শুরু করে বিভিন্ন ক্যাটাগরির বিশেষজ্ঞদের বিস্তারিত তালিকা, যার মধ্যে ঘণ্টা ভিত্তিক মজুরি বর্ণনা করা হয়েছে (চিত্র 5.12)।

Database of resources

| | | | |
|---|--|---|--|
|  | 1st grade potatoes 1 kg \$2,99 |  | Sand lime bricks 1 pcs \$1 |
|  | Black Angus marble beef 1 kg \$26,99 |  | JCB 3CX backhoe loader 1 h \$150 |
|  | Broccoli 1 pcs \$1,99 |  | Laborer of the 1st category 1 h \$30 |

চিত্র 5.12 রিসোর্সের টেবিল - একটি উপাদানের তালিকা, যা উপকরণ এবং পরিষেবার বর্ণনা সহ একক মূল্যের উল্লেখ করে।

"রিসোর্সের ডেটাবেস" একটি ইন্টারনেট দোকানের পণ্যের ক্যাটালগের মতো, যেখানে প্রতিটি পণ্যের বিস্তারিত বর্ণনা রয়েছে। এটি হিসাববিদদের জন্য প্রয়োজনীয় রিসোর্স নির্বাচন করা সহজ করে (যেমন ইন্টারনেট দোকানে পণ্য যোগ করার সময়) যা নির্দিষ্ট নির্মাণ প্রক্রিয়ার জন্য খরচ হিসাবের জন্য প্রয়োজনীয় (ইন্টারনেট দোকানে চূড়ান্ত অর্ডার)।

রিসোর্সের ডেটাবেসকে একটি রেসোর্সের রান্নার বইয়ে সমস্ত উপাদানের তালিকা হিসেবে ভাবা যেতে পারে। প্রতিটি নির্মাণ উপাদান, সরঞ্জাম এবং পরিষেবা রেসিপিতে ব্যবহৃত উপাদানের মতো। "রিসোর্সের ডেটাবেস" হল সমস্ত উপাদানের বিস্তারিত তালিকা - নির্মাণ উপকরণ এবং পরিষেবাগুলির, যার মধ্যে রয়েছে তাদের একক মূল্য: টুকরা, মিটার, ঘণ্টা, লিটার ইত্যাদি।

নতুন সত্তার উপাদানগুলি "নির্মাণ সম্পদের ডেটাবেস" টেবিলে দুটি উপায়ে যোগ করা যেতে পারে - হাতে (চিত্র 5.13) বা স্বয়ংক্রিয়ভাবে, কোম্পানির স্টক ব্যবস্থাপনা সিস্টেম বা সরবরাহকারীদের ডেটাবেসের সাথে সংহতকরণের মাধ্যমে।

Database of construction resources

| Code | Description | Unit | Unit cost |
|-----------|---------------------------------------|-------|-----------|
| dos_p | Delivery of the mainland to the site | total | 500 |
| dos_m | Delivery to the place of installation | total | 300 |
| metprofil | Metallic profile | Kg | 10.30 |

Manual input

চিত্র 5.13 সম্পদের ডেটাবেস হাতে পূরণ করা হয় বা স্বয়ংক্রিয়ভাবে অন্যান্য ডেটাবেস থেকে তথ্য গ্রহণ করে।

একটি সাধারণ মাঝারি আকারের নির্মাণ কোম্পানি একটি ডেটাবেস ব্যবহার করে, যা হাজার হাজার, কখনও কখনও দশ হাজারেরও বেশি উপাদান বিশদ বিবরণ সহ ধারণ করে, যা নির্মাণ প্রকল্পগুলিতে ব্যবহার করা যেতে পারে। এই তথ্যগুলি পরে স্বয়ংক্রিয়ভাবে চুক্তি এবং প্রকল্পের ডকুমেন্টেশনে ব্যবহৃত হয়, কাজের এবং প্রক্রিয়ার সঠিক বর্ণনা দেওয়ার জন্য।

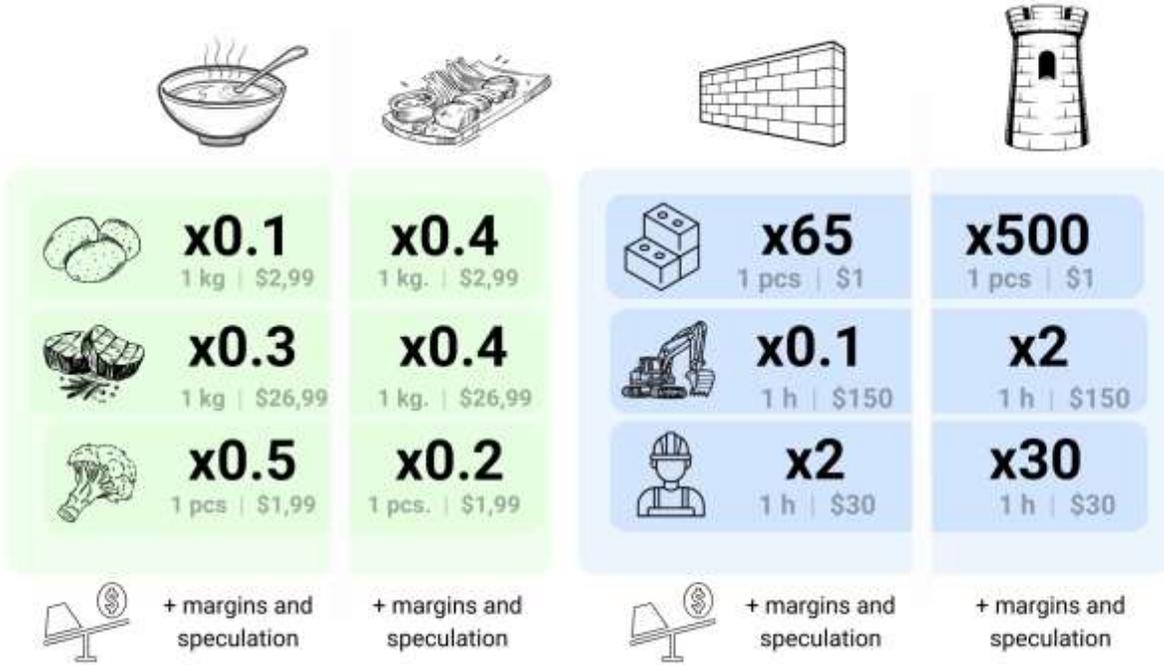
পরিবর্তনশীল বাজারের অবস্থার সাথে তাল মিলিয়ে চলার জন্য, যেমন মুদ্রাস্ফীতি, "প্রতিটি পণ্যের একক মূল্য" বৈশিষ্ট্যটি সম্পদের ডেটাবেসে (চিত্র 5.13) নিয়মিতভাবে হাতে বা অন্যান্য সিস্টেম বা অনলাইন প্ল্যাটফর্ম থেকে বর্তমান মূল্যগুলি স্বয়ংক্রিয়ভাবে লোড করার মাধ্যমে আপডেট করা হয়।

সম্পদের একক মূল্য আপডেট করা যেতে পারে মাসিক, ত্রৈমাসিক বা বার্ষিক – সম্পদের প্রকৃতি, মুদ্রাস্ফীতি এবং বৈশ্বিক অর্থনৈতিক পরিস্থিতির উপর নির্ভর করে। এই আপডেটটি হিসাব এবং মূল্যায়নের সঠিকতা বজায় রাখার জন্য প্রয়োজনীয়, কারণ এই মৌলিক উপাদানগুলি পরিমাপকারীদের কাজের জন্য একটি ভিত্তি হিসেবে কাজ করে। বর্তমান তথ্যের ভিত্তিতে প্রাক্কলন, বাজেট এবং সময়সূচী তৈরি করা হয়, যা বাজারের বাস্তব অবস্থাকে প্রতিফলিত করে এবং পরবর্তী প্রকল্পের হিসাবের ভুলের ঝুঁকি কমায়।

সম্পদ ভিত্তির উপর ভিত্তি করে কাজের খরচের হিসাব এবং বাজেট তৈরি

"নির্মাণ সম্পদের ডেটাবেস" (চিত্র 5.13) মৌলিক এককগুলির সাথে পূর্ণ করার পর, নির্দিষ্ট পরিমাপের জন্য নির্মাণ সাইটে প্রতিটি প্রক্রিয়া বা কাজের জন্য হিসাব তৈরি করতে শুরু করা যেতে পারে: উদাহরণস্বরূপ, এক ঘনমিটার কংক্রিট, এক বর্গমিটার জিপসাম বোর্ডের দেয়াল, এক মিটার বর্ডার বা একটি জানালা স্থাপনের জন্য।

উদাহরণস্বরূপ, 1 ম^২ (চিত্র 5.14) এর একটি ইটের দেয়াল নির্মাণের জন্য, পূর্ববর্তী প্রকল্পের অভিজ্ঞতার ভিত্তিতে, প্রায় 65টি ইট (সত্তা "সিলিকেট ইট") প্রয়োজন, যার মূল্য \$1 প্রতি টুকরা (বৈশিষ্ট্য "প্রতি টুকরার মূল্য"), যা মোট \$65। এছাড়াও, অভিজ্ঞতার ভিত্তিতে, নির্মাণ যন্ত্রপাতি (সত্তা "জেসিবি 3CX লোডার") 10 মিনিটের জন্য প্রয়োজন, যা ইটগুলি কাজের এলাকায় রাখবে। যেহেতু যন্ত্রপাতির ভাড়া প্রতি ঘণ্টায় 150 ডলার, 6 মিনিটের ব্যবহারের জন্য প্রায় 15 ডলার খরচ হবে। তদুপরি, ইট বসানোর জন্য ঠিকাদারের 2 ঘণ্টার কাজ প্রয়োজন, যার ঘণ্টা প্রতি হার 30 ডলার, মোট পরিমাণ 60 ডলার।

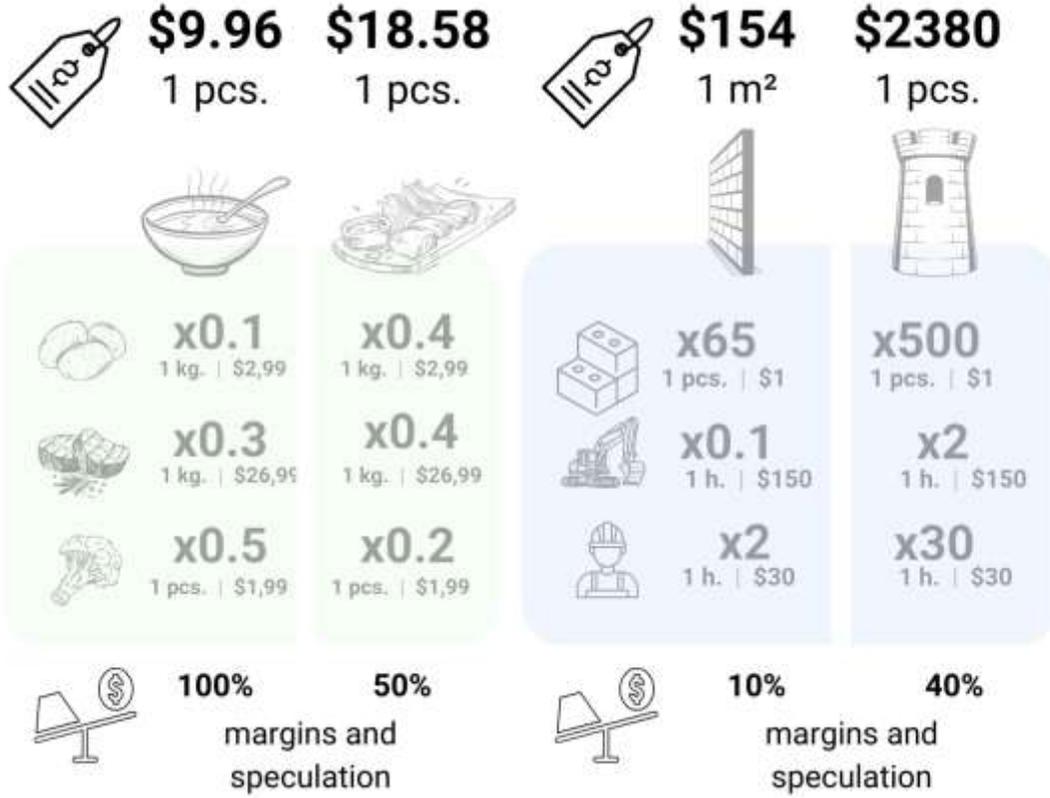


চিত্র 5.14 খরচের হিসাব নির্মাণের জন্য প্রয়োজনীয় উপকরণ এবং পরিষেবাগুলির বিস্তারিত তালিকা ধারণ করে।

ক্যালকুলেশনের (যা "রেসিপি" নামে পরিচিত) গঠন কোম্পানির ইতিহাসগত অভিজ্ঞতার ভিত্তিতে তৈরি হয়, যা একাধিক একরকম কাজ সম্পাদনের প্রক্রিয়ায় সংগৃহীত হয়। এই ব্যবহারিক অভিজ্ঞতা সাধারণত নির্মাণস্থল থেকে প্রতিক্রিয়া মাধ্যমে সঞ্চিত হয়। বিশেষ করে, প্রকল্প ব্যবস্থাপক নির্মাণস্থলে সরাসরি তথ্য সংগ্রহ করেন, বাস্তবিক শ্রমের ব্যয়, উপকরণের ব্যবহার এবং প্রযুক্তিগত কার্যক্রমের সূক্ষ্মতা নথিভুক্ত করেন। পরবর্তীতে, পরিমাপ বিভাগের সাথে সহযোগিতায়, এই তথ্যটি পুনরাবৃত্তি সম্পাদনার মাধ্যমে প্রক্রিয়া বর্ণনা স্পষ্ট করা হয়, সম্পদের গঠন সংশোধন করা হয় এবং সর্বশেষ প্রকল্পের বাস্তব তথ্যের ভিত্তিতে ক্যালকুলেশনগুলি হালনাগাদ করা হয়।

যেমন একটি রেসিপিতে একটি খাবার প্রস্তুতের জন্য প্রয়োজনীয় উপাদান এবং তাদের পরিমাণ বর্ণনা করা হয়, তেমনি একটি ক্যালকুলেশন তালিকায় নির্দিষ্ট কাজ বা প্রক্রিয়া সম্পাদনের জন্য প্রয়োজনীয় সমস্ত নির্মাণ উপকরণ, সম্পদ এবং পরিষেবার বিস্তারিত তালিকা প্রদান করা হয়।

নিয়মিতভাবে সম্পাদিত কাজগুলি শ্রমিক, দলে নেতা এবং ক্যালকুলেটরদের প্রয়োজনীয় সম্পদের পরিমাণ সম্পর্কে ধারণা দেয়: উপকরণ, জ্বালানি, শ্রমের সময় এবং অন্যান্য প্যারামিটার যা কাজের একক পরিমাপ সম্পাদনের জন্য প্রয়োজন (চিত্র 5.15)। এই তথ্যগুলি ক্যালকুলেশন সিস্টেমে টেবিল আকারে প্রবেশ করা হয়, যেখানে প্রতিটি কাজ এবং কার্যক্রমকে সম্পদের ভিত্তির ন্যূনতম উপাদানগুলির মাধ্যমে বর্ণনা করা হয় (নিরন্তর হালনাগাদ করা মূল্য সহ), যা হিসাবের সঠিকতা নিশ্চিত করে।



চিত্র 5.15 প্রতিটি কাজের জন্য একক মূল্য তালিকা সংগ্রহ করা হয়, যেখানে পরিমাণের বৈশিষ্ট্যকে তার পরিমাণের সাথে গুণ করা হয় এবং লাভের শতাংশ যোগ করা হয়।

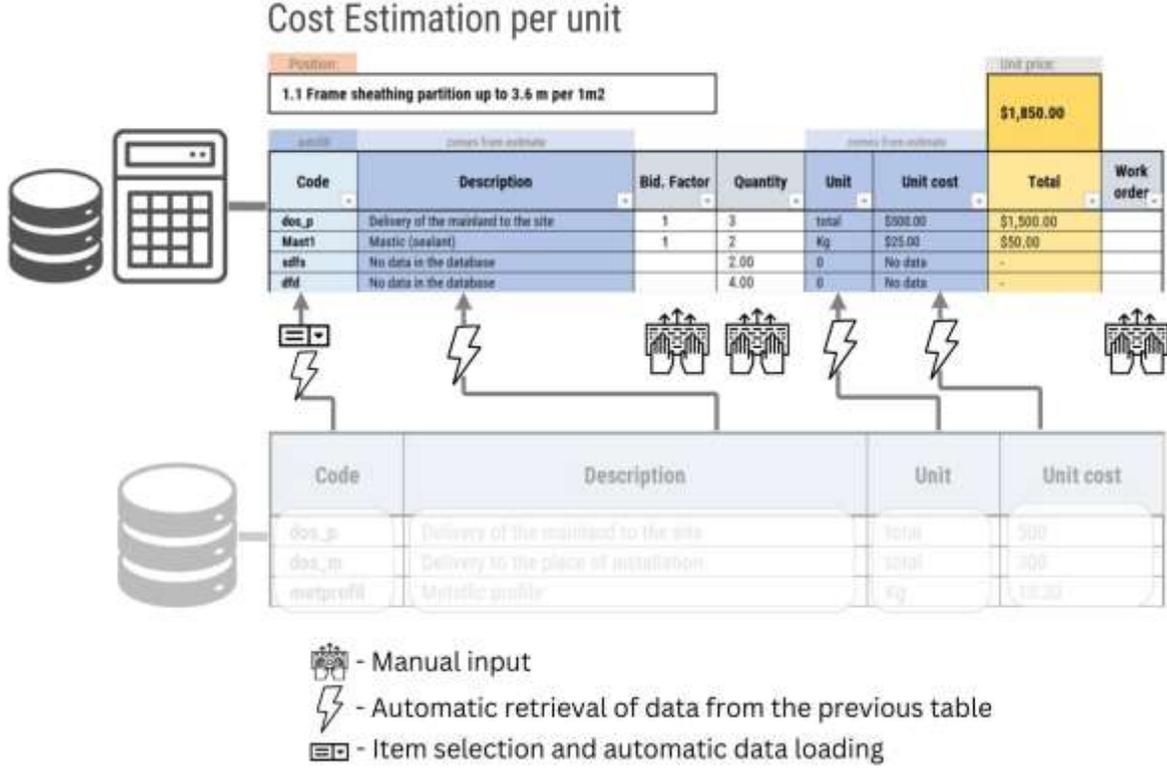
প্রতিটি প্রক্রিয়া বা কাজের (ক্যালকুলেশনের অবজেক্ট) মোট খরচ পেতে, মূল্য বৈশিষ্ট্যকে তার পরিমাণ এবং গুণকগুলির সাথে গুণ করা হয়। গুণকগুলি বিভিন্ন ফ্যাক্টর যেমন কাজের জটিলতা, আঞ্চলিক বৈশিষ্ট্য, মুদ্রাস্ফীতি স্তর, সম্ভাব্য ঝুঁকি (প্রত্যাশিত ওভারহেড খরচের শতাংশ) বা স্পেকুলেশন (অতিরিক্ত লাভের গুণক) বিবেচনা করতে পারে।

ক্যালকুলেটর, একজন বিশ্লেষক হিসেবে, প্রকল্প ব্যবস্থাপকের অভিজ্ঞতা এবং সুপারিশগুলিকে মানক ক্যালকুলেশনে রূপান্তরিত করেন, নির্মাণ প্রক্রিয়াগুলিকে সম্পদ সত্তার মাধ্যমে টেবিল আকারে বর্ণনা করেন। মূলত, ক্যালকুলেটরের কাজ হল নির্মাণস্থল থেকে আসা তথ্যকে প্যারামিটার এবং গুণকের মাধ্যমে সংগ্রহ এবং কাঠামোবদ্ধ করা।

সুতরাং, কাজের একক খরচ (যেমন, বর্গ মিটার বা ঘন মিটার, অথবা একটি ইনস্টলেশনের একক মাউন্টিং) শুধুমাত্র উপকরণ এবং শ্রমের সরাসরি খরচ নয়, বরং কোম্পানির মার্জিন, ওভারহেড খরচ, বীমা এবং অন্যান্য ফ্যাক্টরও অন্তর্ভুক্ত করে (চিত্র 5.16)।

এ ক্ষেত্রে আমাদের আর ক্যালকুলেশনের (রেসিপিগুলিতে) মূল্যগুলির প্রাসঙ্গিকতা নিয়ে চিন্তা করতে হবে না, কারণ বাস্তব মূল্য সবসময় "সম্পদের ভিত্তি" (উপাদানের টেবিল) এ প্রতিফলিত হয়। ক্যালকুলেশনের স্তরে, টেবিলটিতে স্বয়ংক্রিয়ভাবে (যেমন, উপাদানের কোড বা এর অনন্য শনাক্তকারী দ্বারা) সম্পদের ভিত্তি থেকে তথ্য লোড করা হয়, যা বর্ণনা এবং প্রতি ইউনিটের বর্তমান মূল্য লোড করে, যা আবার অনলাইন প্ল্যাটফর্ম বা নির্মাণ উপকরণের ইন্টারনেট

দোকান থেকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে লোড করা যেতে পারে। ক্যালকুলেটরের জন্য ক্যালকুলেশনের স্তরে কাজ বা প্রক্রিয়াটি "সম্পদের পরিমাণ" বৈশিষ্ট্য এবং অতিরিক্ত ফ্যাক্টরগুলির মাধ্যমে বর্ণনা করা ছাড়া আর কিছুই থাকে না।



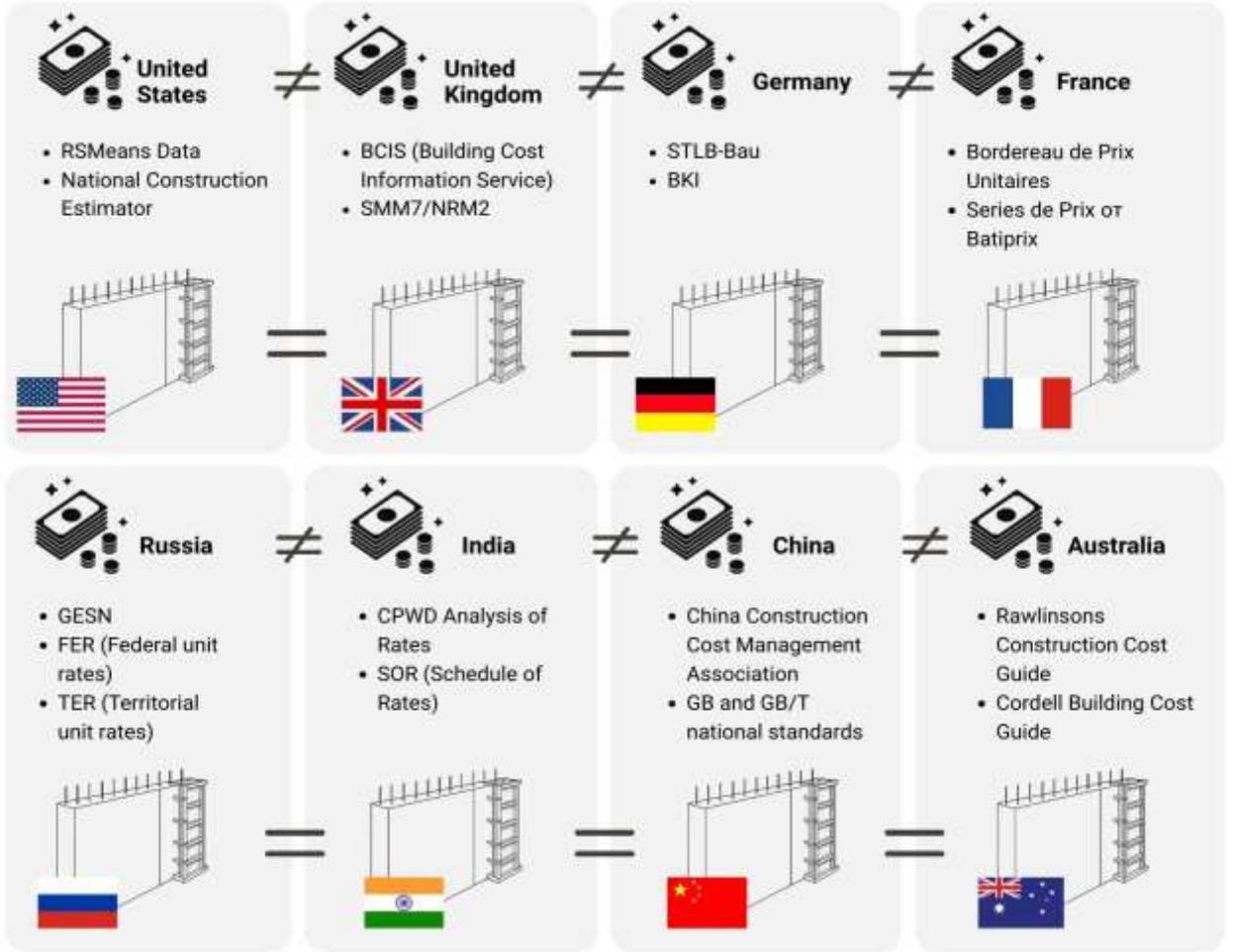
চিত্র 5.16 কাজের একক খরচের হিসাবের পর্যায়ে শুধুমাত্র প্রয়োজনীয় সম্পদের পরিমাণের বৈশিষ্ট্যগুলি পূরণ করা হয়, বাকি সবকিছু স্বয়ংক্রিয়ভাবে সম্পদের ভিত্তি থেকে লোড করা হয়।

তৈরি করা কাজের খরচের হিসাবগুলি টেবিল-টেমপ্লেট আকারে সংরক্ষিত থাকে, যা নির্মাণ সম্পদ এবং উপকরণের ডাটাবেসের সাথে সরাসরি সংযুক্ত। এই টেমপ্লেটগুলি পুনরাবৃত্ত কাজের ধরণের সম্পাদনের জন্য মানক রেসিপি হিসেবে কাজ করে, ভবিষ্যতের প্রকল্পগুলির জন্য, কোম্পানির স্তরে হিসাবগুলির মধ্যে একরূপতা নিশ্চিত করে।

ডাটাবেসে যেকোনো সম্পদের খরচ পরিবর্তিত হলে (চিত্র 5.13) – তা হাতে বা স্বয়ংক্রিয়ভাবে বর্তমান বাজারের দামের আপডেটের মাধ্যমে (যেমন, মুদ্রাস্ফীতির পরিস্থিতিতে) – আপডেটগুলি তাত্ক্ষণিকভাবে সমস্ত সম্পর্কিত হিসাবগুলিতে প্রতিফলিত হয় (চিত্র 5.16)। এর মানে হল যে, শুধুমাত্র সম্পদ ভিত্তিতে পরিবর্তন আনলেই হবে, যখন টেমপ্লেটগুলি এবং প্রাক্কলনগুলি দীর্ঘ সময়ের জন্য অপরিবর্তিত থাকে। এই পদ্ধতি যেকোনো মূল্য পরিবর্তনের সময় হিসাবগুলির স্থিতিশীলতা এবং পুনরুৎপাদনযোগ্যতা নিশ্চিত করে, যা কেবলমাত্র একটি তুলনামূলক সহজ সম্পদ টেবিলে বিবেচনা করা হয় (চিত্র 5.13)।

প্রতিটি নতুন প্রকল্পের জন্য একটি মানক টেমপ্লেটের কপি তৈরি করা হয়, যা পরিবর্তন এবং কার্যক্রমের সংশোধন করার সুযোগ দেয় বিশেষ প্রয়োজনীয়তার সাথে সামঞ্জস্য রেখে, কোম্পানির গ্রহণকৃত মূল টেমপ্লেট পরিবর্তন না করে। এই পদ্ধতি হিসাবগুলির অভিযোজনের ক্ষেত্রে নমনীয়তা নিশ্চিত করে: নির্মাণ সাইটের বৈশিষ্ট্য, গ্রাহকের চাহিদা, ঝুঁকি বা লাভজনকতার (স্পেকুলেশন) সহগ অন্তর্ভুক্ত করা যায় – এবং সবকিছু কোম্পানির মানগুলি লঙ্ঘন না করেই। এটি কোম্পানিকে লাভ সর্বাধিককরণ, গ্রাহকের চাহিদা পূরণ এবং প্রতিযোগিতামূলকতা বজায় রাখার মধ্যে ভারসাম্য খুঁজে পেতে সহায়তা করে।

কিছু দেশে, দশক ধরে সংগৃহীত এই ধরনের হিসাবের টেমপ্লেটগুলি জাতীয় স্তরে মানকীকৃত হয় এবং নির্মাণ কাজের খরচের হিসাবের সরকারি মানগুলির অংশ হয়ে ওঠে (চিত্র 5.17)।



চিত্র 5.17 বিশ্বের বিভিন্ন দেশে একই উপাদানের জন্য হিসাবের নিজস্ব নিয়মাবলী রয়েছে, যার নিজস্ব (রেসিপি) সংগ্রহ এবং নির্মাণ কাজের জন্য মানদণ্ড রয়েছে।

এই ধরনের মানকীকৃত সম্পদ ভিত্তিক হিসাব (চিত্র 5.17) বাজারের সকল অংশগ্রহণকারীদের দ্বারা ব্যবহারের জন্য বাধ্যতামূলক, বিশেষ করে সরকারি অর্থায়নের প্রকল্পগুলি বাস্তবায়নের সময়। এই ধরনের মানকীকরণ গ্রাহকের জন্য মূল্য এবং চুক্তির বাধ্যবাধকতার গঠনকে স্বচ্ছতা, তুলনায়োগ্যতা এবং ন্যায্যতা প্রদান করে।

প্রকল্পের চূড়ান্ত খরচের হিসাব: বাজেট থেকে বাজেট

সরকারি এবং শিল্পের হিসাবের মানদণ্ড বিভিন্ন দেশের নির্মাণ অনুশীলনে বিভিন্ন ভূমিকা পালন করে। কিছু রাষ্ট্র কঠোরভাবে একক মানদণ্ড অনুসরণ করতে বাধ্য করে, যখন বেশিরভাগ উন্নত অর্থনীতি আরও নমনীয় পদ্ধতি গ্রহণ করে। বাজার অর্থনীতির দেশগুলিতে, সরকারি নির্মাণ মানদণ্ড সাধারণত একটি মৌলিক সূচক হিসেবে কাজ করে। নির্মাণ কোম্পানিগুলি এই মানদণ্ডগুলিকে তাদের অপারেশনাল মডেলের সাথে অভিযোজিত করে বা সম্পূর্ণরূপে পুনর্বিবেচনা করে, তাদের কার্যক্রমের বিশেষত্ব বিবেচনায় নিয়ে নিজেদের সহগ যুক্ত করে। এই সংশোধনগুলি কর্পোরেট অভিজ্ঞতা, সম্পদের ব্যবস্থাপনার কার্যকারিতা এবং প্রায়শই এমন ফ্যাক্টরগুলি প্রতিফলিত করে, যেখানে কোম্পানির স্পেকুলেটিভ লাভ অন্তর্ভুক্ত করা যেতে পারে।

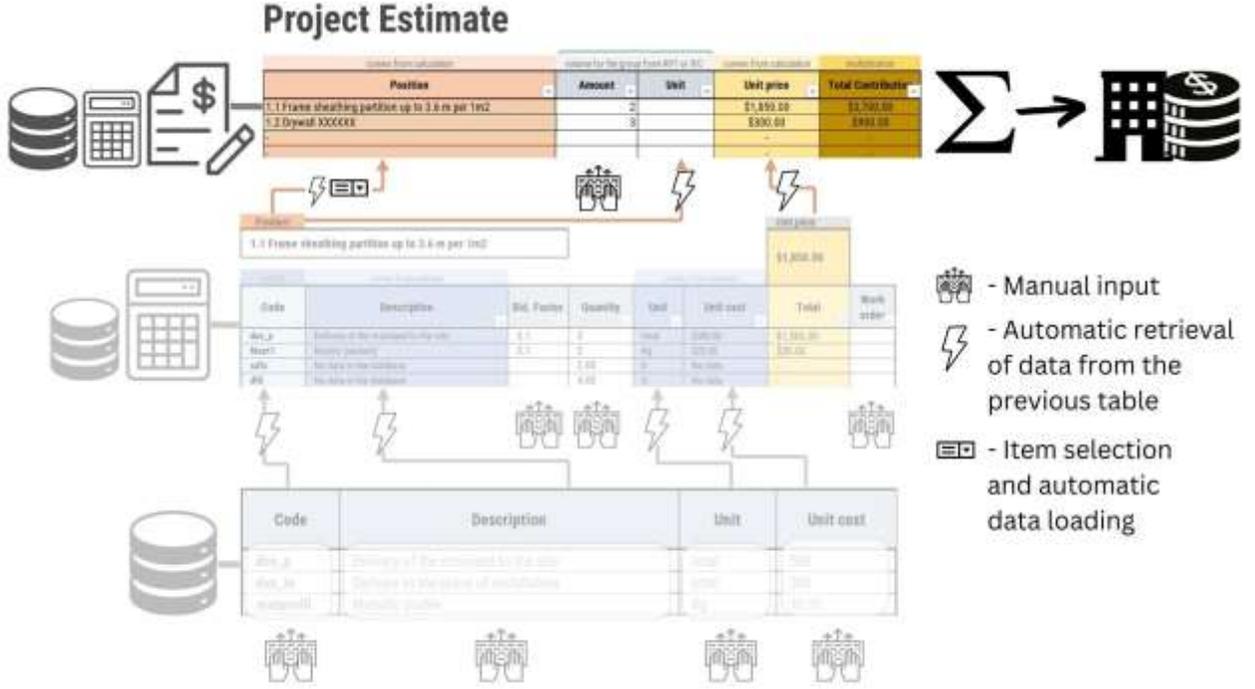
ফলস্বরূপ, প্রতিযোগিতার স্তর, বাজারের চাহিদা, লক্ষ্য মার্জিনালিটি এবং এমনকি নির্দিষ্ট গ্রাহকদের সাথে সম্পর্কগুলি মানক নিয়ম থেকে উল্লেখযোগ্য বিচ্যুতি ঘটাতে পারে। এই অনুশীলন বাজারের নমনীয়তা নিশ্চিত করে, তবে একই সাথে বিভিন্ন ঠিকাদারের প্রস্তাবগুলির স্বচ্ছ তুলনা জটিল করে তোলে, এই পর্যায়ে নির্মাণ শিল্পে মূল্য নির্ধারণের একটি স্পেকুলেটিভ উপাদান যুক্ত করে।

একবার যখন নির্দিষ্ট কাজ এবং প্রক্রিয়ার জন্য হিসাবের টেমপ্লেটগুলি প্রস্তুত করা হয় – অথবা, যা প্রায়শই ঘটে, সাধারণ সরকারি প্রাক্কলন থেকে কেবল কপি করা হয় (চিত্র 5.17) এবং নির্দিষ্ট কোম্পানির "বিশেষত্ব" প্রতিফলিত করার জন্য সংশোধিত গুণাঙ্ক যুক্ত করা হয় – চূড়ান্ত পর্যায়ে কেবল প্রতিটি পদের খরচকে নতুন প্রকল্পে কাজের পরিমাণ বা প্রক্রিয়ার সাথে গুণ করতে হয়।

নতুন নির্মাণ প্রকল্পের মোট খরচ নির্ধারণের ক্ষেত্রে একটি মূল পর্যায় হল সমস্ত প্রাক্কলনের খরচের যোগফল, যা প্রকল্পে এই পদের কাজের পরিমাণ দ্বারা গুণিত হয়।

প্রকল্পের মোট খরচ তৈরি করতে, আমাদের সহজ উদাহরণে, আমরা একটি দেয়ালের এক বর্গ মিটার নির্মাণের খরচ হিসাব করা শুরু করব এবং তার খরচ (যেমন, "1ম^২ স্ট্যান্ডার্ড ওয়াল এলিমেন্ট ইনস্টলেশন" কাজ) প্রকল্পে দেয়ালের মোট বর্গ মিটার সংখ্যার সাথে গুণ করব (যেমন, CAD প্রকল্পের বা প্রকল্প ব্যবস্থাপকের হিসাবের "এলাকা" বা "পরিমাণ" বৈশিষ্ট্য)।

একইভাবে, আমরা প্রকল্পের সমস্ত উপাদানের জন্য খরচ হিসাব করি (চিত্র 5.18): আমরা কাজের একক খরচ গ্রহণ করি এবং এটি প্রকল্পে নির্দিষ্ট উপাদান বা তার গ্রুপের পরিমাণের সাথে গুণ করি। প্রাক্কলনকারীকে কেবল প্রকল্পে এই উপাদান, কাজ বা প্রক্রিয়ার পরিমাণ বা সংখ্যা প্রবেশ করতে হবে। এটি নির্মাণের সম্পূর্ণ প্রাক্কলন স্বয়ংক্রিয়ভাবে তৈরি করতে সক্ষম করে।



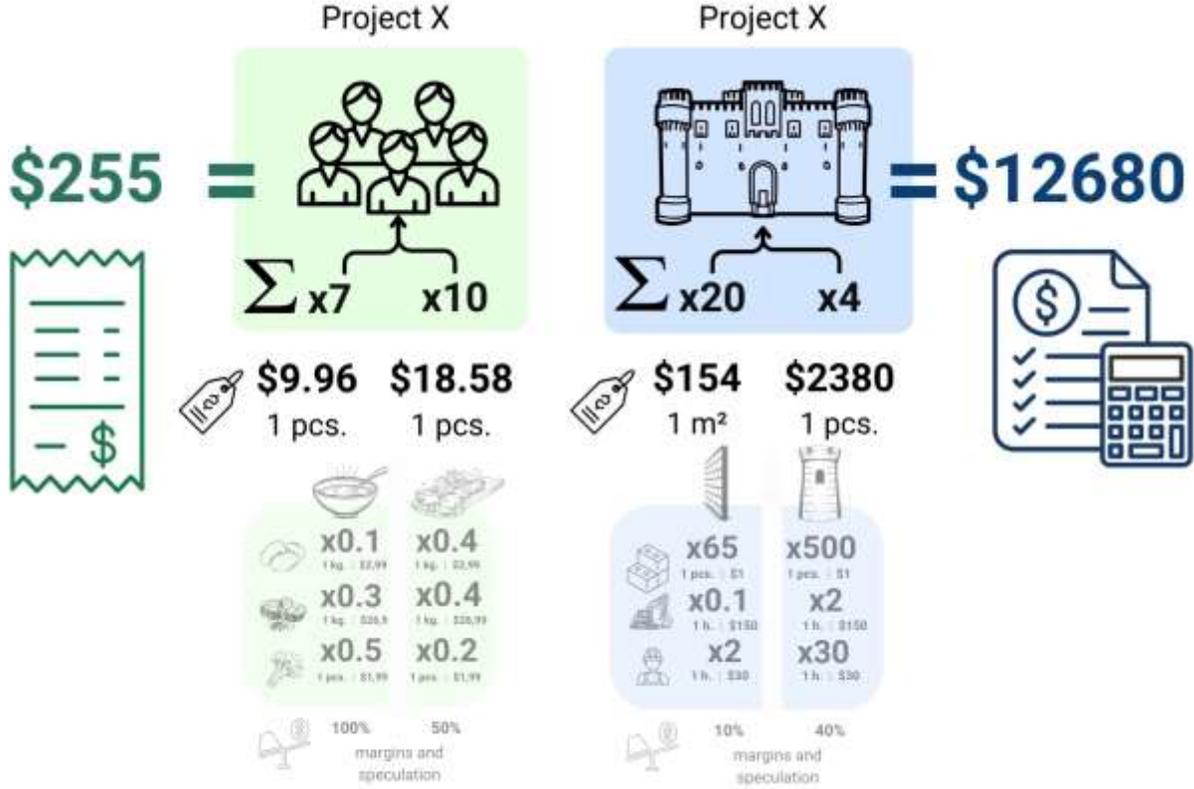
চিত্র 5.18 প্রাক্কলন তৈরির পর্যায়ে, আমরা কেবল কাজের পরিমাণ প্রবেশ করি /

হিসাবের মতো, এই স্তরে আমরা স্বয়ংক্রিয়ভাবে প্রস্তুতকৃত হিসাবের পদের তথ্য (প্রাক্কলনের টেমপ্লেট থেকে বা নতুন, টেমপ্লেট থেকে কপি করে এবং সম্পাদনা করে) লোড করি, যা স্বয়ংক্রিয়ভাবে কাজের প্রতি ইউনিটের বর্তমান খরচ নিয়ে আসে (যা সম্পদ ডাটাবেস থেকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে আপডেট হয় (চিত্র 5.18 নিচের টেবিল))। সুতরাং, সম্পদ ডাটাবেস বা প্রাক্কলন টেবিলগুলিতে যেকোনো পরিবর্তনের ক্ষেত্রে – প্রাক্কলনে তথ্য স্বয়ংক্রিয়ভাবে বর্তমান দিনে আপডেট হবে, প্রাক্কলন বা প্রাক্কলন নিজেই পরিবর্তন করার প্রয়োজন ছাড়াই।

রেন্ডোরার প্রেক্ষাপটে, একটি ইভেন্টের চূড়ান্ত খরচ একইভাবে হিসাব করা হয় এবং এটি পুরো রাতের খাবারের চূড়ান্ত খরচের সমান, যেখানে প্রতিটি খাবারের খরচ, অতিথিদের সংখ্যা দ্বারা গুণিত হয়, মোট চেকের খরচে যোগ হয় (চিত্র 5.19)। এবং নির্মাণের মতো, রেন্ডোরার খাবারের প্রস্তুতির রেসিপিগুলি দশক ধরে অপরিবর্তিত থাকতে পারে। তবে উপকরণের দাম প্রতি ঘণ্টায় পরিবর্তিত হতে পারে।

যেমন একটি রেন্ডোরার মালিক প্রতিটি খাবারের খরচকে পরিমাণ এবং মানুষের সংখ্যা দ্বারা গুণিত করে ইভেন্টের মোট খরচ নির্ধারণ করেন, তেমনি একটি প্রাক্কলন ব্যবস্থাপক প্রকল্পের সমস্ত উপাদানের খরচ যোগ করে নির্মাণের সম্পূর্ণ প্রাক্কলন পায়।

সুতরাং, প্রকল্পের প্রতিটি কাজের জন্য তার চূড়ান্ত মূল্য নির্ধারণ করা হয় (চিত্র 5.19), যা এই কাজের সাথে সম্পর্কিত সত্তার পরিমাণের উপর গুণিত হলে - কাজের গ্রুপের মূল্য প্রদান করে, যার মাধ্যমে পুরো প্রকল্পের চূড়ান্ত মূল্য পাওয়া যায়।



চিত্র 5.19 চূড়ান্ত বাজেট প্রতিটি উপাদানের কাজের মূল্য বৈশিষ্ট্যের উপর তার পরিমাণের বৈশিষ্ট্য যোগ করে হিসাব করা হয় /

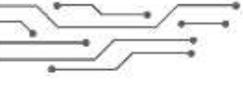
প্রকল্পের চূড়ান্ত মূল্য (চিত্র 5.18) প্রকল্পের একটি আর্থিক চিত্র উপস্থাপন করে, যা গ্রাহক, বিনিয়োগকারী বা আর্থিক প্রতিষ্ঠানগুলিকে প্রকল্প বাস্তবায়নের জন্য প্রয়োজনীয় মোট বাজেট এবং আর্থিক সম্পদ বুঝতে সহায়তা করে, যেকোনো দিন, বর্তমান মূল্যের ভিত্তিতে।

এবং যদি সম্পদ ভিত্তি, হিসাব এবং বাজেট তৈরির প্রক্রিয়া (প্রক্রিয়ার রেসিপি) ইতিমধ্যে কাজ করা হয়, আধা-স্বয়ংক্রিয় করা হয় এবং হাজার হাজার বছর ধরে পরিশীলিত হয়েছে এবং রাষ্ট্রের স্তরে রেকর্ড করা হয়েছে, তবে চূড়ান্ত বাজেটের শেষ পর্যায়ের জন্য উপাদানের পরিমাণ এবং সংখ্যা সম্পর্কে গুণগত তথ্য স্বয়ংক্রিয়ভাবে প্রাপ্ত করা - আজও প্রকল্পের সমস্ত মূল্য এবং সময়ের বৈশিষ্ট্যগুলির হিসাবের প্রক্রিয়ায় একটি সংকীর্ণ স্থান রয়ে গেছে, এবং প্রকল্পের মোট বাজেটের ক্ষেত্রেও।

হাজার হাজার বছর ধরে পরিমাণ গণনার ঐতিহ্যবাহী পদ্ধতি ছিল সমতল অঙ্কন ব্যবহার করে পরিমাণগত এবং পরিমাণগত বৈশিষ্ট্যগুলির ম্যানুয়াল পরিমাপ। ডিজিটাল যুগের আগমনের সাথে, কোম্পানিগুলি আবিষ্কার করেছে যে এখন CAD মডেলে থাকা জ্যামিতিক তথ্য থেকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে পরিমাণ এবং সংখ্যা সম্পর্কে তথ্য বের করা সম্ভব, যা হাজার বছরের পরিমাণগত তথ্য প্রাপ্তির পদ্ধতিতে একটি বিপ্লব ঘটিয়েছে।

আধুনিক প্রক্রিয়া এবং বাজেট মূল্যায়নের পদ্ধতিগুলি CAD ডেটাবেস থেকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে পরিমাণগত এবং

পরিমাণগত বৈশিষ্ট্যগুলি বের করার প্রস্তাব দেয়, যা এক্সপোর্ট করা যেতে পারে এবং হিসাবের প্রক্রিয়ার সাথে সংযুক্ত করা যেতে পারে, যাতে প্রকল্পের গ্রুপগুলির বর্তমান পরিমাণগুলি প্রকল্পের ডিজাইনিং থেকে শুরু করে ব্যবহার পর্যন্ত যেকোনো পর্যায়ে পাওয়া যায়।



অধ্যায় 5.2. পরিমাণ গ্রহণ এবং স্বয়ংক্রিয় বাজেট এবং ক্যালেন্ডার পরিকল্পনার তৈরি

3D থেকে 4D এবং 5D তে স্থানান্তর: ভলিউম এবং পরিমাণগত প্যারামিটারগুলির ব্যবহার

সম্পদগুলির মাধ্যমে বর্ণিত প্রক্রিয়াগুলির সাথে হিসাবের টেবিলগুলি হাতে থাকলে (চিত্র 5.18), পরবর্তী পদক্ষেপ হল হিসাবের জন্য প্রয়োজনীয় উপাদানের গ্রুপের জন্য স্বয়ংক্রিয়ভাবে পরিমাণ বা সংখ্যা প্যারামিটারগুলি প্রাপ্ত করা এবং চূড়ান্ত বাজেট তৈরির জন্য।

প্রকল্পের উপাদানের পরিমাণগত বৈশিষ্ট্য - যেমন দেয়াল বা ছাদ - CAD ডেটাবেস থেকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে বের করা যেতে পারে। CAD প্রোগ্রামে তৈরি প্যারামেট্রিক অবজেক্টগুলি জ্যামিতিক কোরের মাধ্যমে দৈর্ঘ্য, প্রস্থ, এলাকা, পরিমাণ এবং অন্যান্য প্যারামিটারগুলির সংখ্যাগত মানে রূপান্তরিত হয়। 3D জ্যামিতির ভিত্তিতে পরিমাণ প্রাপ্তির প্রক্রিয়া পরবর্তী, ষষ্ঠ অংশে (চিত্র 6.33) CAD (BIM) এর সাথে কাজ করার জন্য আলোচনা করা হবে। পরিমাণ ছাড়াও, একই ধরনের উপাদানের সংখ্যা CAD মডেলের ডেটাবেস থেকে বাছাই এবং শ্রেণীবদ্ধ করে প্রাপ্ত করা যেতে পারে। এই প্যারামিটারগুলি, যা শ্রেণীবদ্ধকরণের জন্য অনুমতি দেয় - প্রকল্পের উপাদানগুলিকে সম্পদ হিসাবের সাথে সংযুক্ত করার ভিত্তি হয়ে ওঠে, চূড়ান্ত বাজেট এবং পুরো প্রকল্পের বাজেটের সাথে।

সুতরাং, 3D (CAD) মডেল থেকে প্রাপ্ত ডেটা মডেল নতুন প্যারামিটার স্তরগুলির সাথে সম্পূরক হয়, যা 4D এবং 5D হিসাবে চিহ্নিত করা হয়। নতুন স্তরের বৈশিষ্ট্যগুলির মধ্যে - 4D (সময়) এবং 5D (মূল্য) - 3D জ্যামিতিক তথ্য বৈশিষ্ট্যগুলির মানের উৎস হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

- 4D – একটি তথ্য স্তর যা 3D উপাদানের সাথে নির্মাণ কার্যক্রমের সম্পাদনের সময়কাল সম্পর্কিত তথ্য যুক্ত করে। এই তথ্যগুলি কাজের সময়সূচী পরিকল্পনা এবং প্রকল্পের বাস্তবায়নের সময়সীমা পরিচালনার জন্য প্রয়োজনীয়।
- 5D – ডেটা মডেলের পরবর্তী স্তর, যেখানে উপাদানগুলি মূল্যমানের বৈশিষ্ট্য দ্বারা সম্পূরক হয়। এর ফলে, ভৌগলিক তথ্যের সাথে আর্থিক দিক যুক্ত হয়: উপকরণের মূল্য, কাজ এবং সরঞ্জামের খরচ, যা বাজেটের হিসাব, লাভজনকতা বিশ্লেষণ এবং নির্মাণ প্রক্রিয়ায় ব্যয় পরিচালনার অনুমতি দেয়।

খরচের তথ্য এবং 3D, 4D এবং 5D বৈশিষ্ট্যগুলির প্রকল্পের স্তরের গোষ্ঠীর বর্ণনা মডুলার ERP, PIMS সিস্টেম (অথবা Excel সদৃশ সরঞ্জাম) এর মতো হিসাবের মাধ্যমে করা হয় এবং পৃথক গোষ্ঠী এবং প্রকল্পের সম্পূর্ণ বাজেটের জন্য স্বয়ংক্রিয়ভাবে খরচ এবং বাজেট পরিকল্পনার জন্য ব্যবহৃত হয়।

5D এর বৈশিষ্ট্য এবং CAD থেকে বৈশিষ্ট্যের ভলিউম প্রাপ্তি

নির্মাণ প্রকল্পের চূড়ান্ত প্রাক্কলন প্রস্তুতির সময়, যার আলোচনা আমরা পূর্ববর্তী অধ্যায়ে করেছি (চিত্র 5.18), প্রকল্পের প্রতিটি উপাদানের জন্য পরিমাণের বৈশিষ্ট্যগুলি হয় হাতে সংগ্রহ করা হয় অথবা CAD প্রোগ্রাম দ্বারা প্রদত্ত পরিমাণের বৈশিষ্ট্য স্পেসিফিকেশন থেকে নিষ্কাশিত হয়।-

ঐতিহ্যগত হাতে পরিমাণ হিসাবের পদ্ধতি যে প্রকল্প ব্যবস্থাপক এবং প্রাক্কলনকারী ডিজাইনগুলি বিশ্লেষণ করেন, যা হাজার হাজার বছর ধরে কাগজে রেখার আকারে উপস্থাপিত হয়েছে, এবং গত 30 বছর ধরে ডিজিটাল ফরম্যাট PDF (PLT) বা DWG তে। পেশাদার অভিজ্ঞতার উপর ভিত্তি করে, তারা কাজের পরিমাণ এবং প্রয়োজনীয় উপকরণের পরিমাণ পরিমাপ করেন, প্রায়শই রুলার এবং প্রট্রাক্টর ব্যবহার করে। এই পদ্ধতিটি উল্লেখযোগ্য প্রচেষ্টা এবং সময়ের প্রয়োজন, পাশাপাশি বিশদে বিশেষ মনোযোগ।

এইভাবে কাজের পরিমাণের বৈশিষ্ট্য নির্ধারণ করতে কয়েক দিন থেকে কয়েক মাস সময় লাগতে পারে, প্রকল্পের আকারের উপর নির্ভর করে। তাছাড়া, যেহেতু সমস্ত পরিমাপ এবং হিসাব হাতে করা হয়, মানব ত্রুটির ঝুঁকি রয়েছে, যা অযথা তথ্যের দিকে নিয়ে যেতে পারে, যা পরবর্তীতে প্রকল্পের সময় এবং খরচের মূল্যায়নে ত্রুটির কারণ হতে পারে, যার জন্য পুরো কোম্পানিকে দায়ী হতে হবে।

আধুনিক পদ্ধতিগুলি CAD ডেটাবেস ব্যবহারের উপর ভিত্তি করে পরিমাণের হিসাবকে উল্লেখযোগ্যভাবে সহজ করে। CAD মডেলে উপাদানের ভৌগলিকতা ইতিমধ্যে পরিমাণের বৈশিষ্ট্য অন্তর্ভুক্ত করে, যা স্বয়ংক্রিয়ভাবে গণনা করা যেতে পারে (ভৌগলিক কোরের মাধ্যমে (চিত্র 6.33)) এবং টেবিল আকারে উপস্থাপন বা রপ্তানি করা যেতে পারে। -

এই ধরনের একটি পরিস্থিতিতে, প্রাক্কলন বিভাগ CAD ডিজাইনারের কাছে প্রকল্পের উপাদানের পরিমাণ এবং ভলিউম বৈশিষ্ট্য সম্পর্কিত তথ্যের জন্য অনুরোধ করে। এই তথ্যগুলি টেবিল আকারে রপ্তানি করা হয় বা সরাসরি হিসাবের ডাটাবেসে একীভূত করা হয় – তা Excel, ERP বা PMIS সিস্টেম হোক। এই প্রক্রিয়াটি প্রায়শই একটি আনুষ্ঠানিক অনুরোধের মাধ্যমে শুরু হয় না, বরং নির্মাণ বা ডিজাইন কোম্পানির পক্ষ থেকে ক্লায়েন্ট (উদ্যোক্তা) এবং স্থপতি ও প্রাক্কলনকারীর মধ্যে একটি সংক্ষিপ্ত সংলাপের মাধ্যমে। নিচে একটি সহজ উদাহরণ দেওয়া হয়েছে, যা দেখায় কিভাবে দৈনন্দিন যোগাযোগ থেকে স্বয়ংক্রিয় হিসাবের জন্য একটি কাঠামোবদ্ধ টেবিল তৈরি হয় (QTO):

- ❶ ক্লায়েন্ট – আমি ভবনে আরও একটি তলা যোগ করতে চাই, দ্বিতীয় তলার মতো একই কনফিগারেশনে।
- ❷ স্থপতি (CAD) – তৃতীয় তলা যোগ করা হচ্ছে, কনফিগারেশন দ্বিতীয়টির মতো। এবং এই বার্তার পরে নতুন CAD প্রকল্পের সংস্করণটি প্রাক্কলনকারীর কাছে পাঠায়।
- ❸ সিমেন্টার স্বয়ংক্রিয়ভাবে গ্রুপিং এবং হিসাব (ERP, PMIS, Excel) পরিচালনা করে – "আমি Excel টেবিলের মাধ্যমে QTO (ERP, PMIS) নিয়মের সাথে প্রকল্পটি পরিচালনা করব, নতুন তলার জন্য বিভাগ অনুযায়ী পরিমাণগুলি পাব এবং একটি সিমেন্টা তৈরি করব।"

ফলস্বরূপ, টেক্সট ডায়ালগটি গ্রুপিংয়ের নিয়ম সহ একটি টেবিলের কাঠামোতে রূপান্তরিত হয়:

| উপাদান | বিভাগ | তলা |
|---------------|-----------------------|-----|
| ছাদ | OST_Floors | 3 |
| কলাম | OST_StructuralColumns | 3 |
| সিঁড়ির মার্শ | OST_Stairs | 3 |

QTO নিয়ম অনুযায়ী প্রকল্পকারীর CAD মডেলের স্বয়ংক্রিয় গ্রুপিং প্রক্রিয়া এবং সম্পদ হিসাবের উপর পরিমাণগুলির স্বয়ংক্রিয় গুণনের পরে (ছবি 5.18) আমরা নিম্নলিখিত ফলাফলগুলি পাই, যা গ্রাহকের কাছে পাঠানো হয়:-

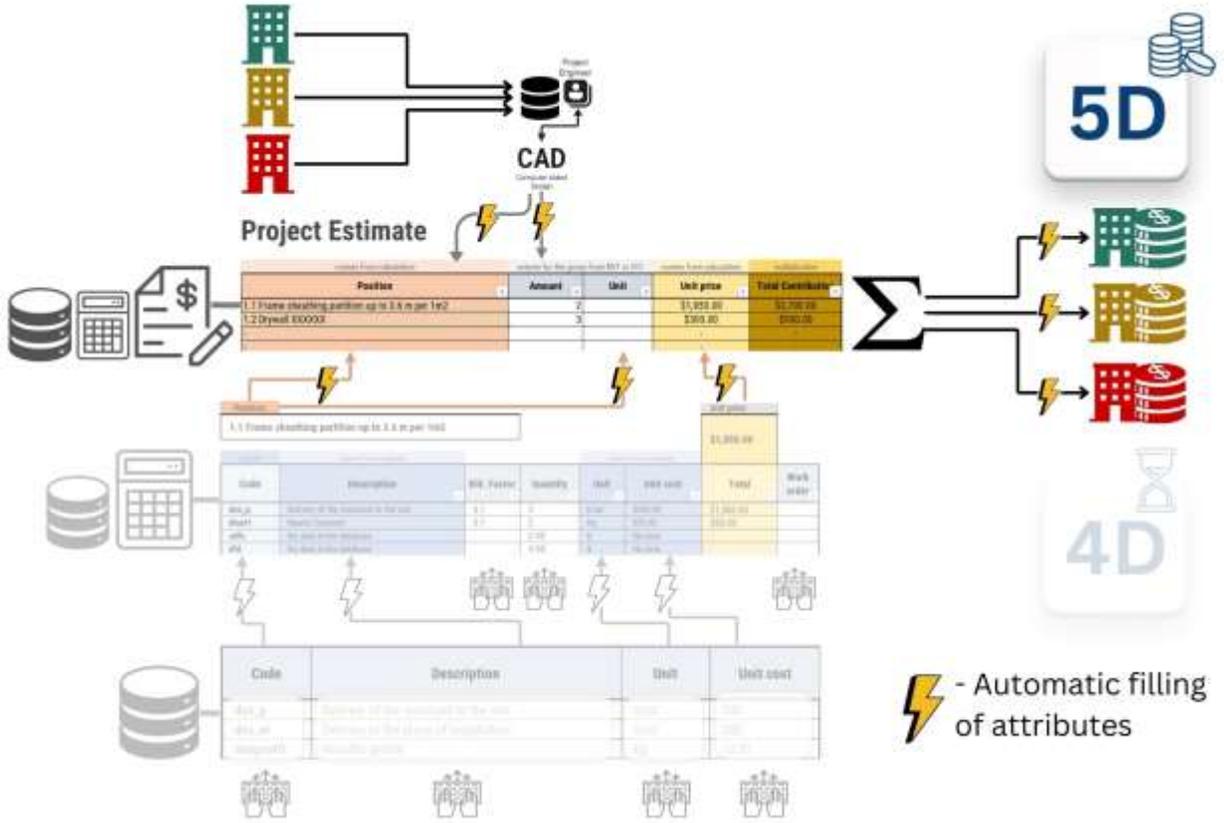
| উপাদান | পরিমাণ | তলা | প্রতি ইউনিটের মূল্য | মোট মূল্য |
|---------------|--------------------|-----|----------------------|-----------------|
| ছাদ | 420 ম ^২ | 3 | 150 €/ম ^২ | 63 000 € |
| কলাম | 4 টি | 3 | 2450 €/টি | 9 800 € |
| সিঁড়ির মার্শ | 2 টি | 3 | 4300 €/টি | 8 600 € |
| মোট: | – | – | – | 81 400 € |

👉 গ্রাহক – "ধন্যবাদ, যথেষ্ট পরিমাণ, কিছু কক্ষ কমাতে হবে।" এবং চক্রটি বহুবার পুনরাবৃত্তি হয়।

এই ধরনের দৃশ্যপট বহুবার পুনরাবৃত্তি হতে পারে, বিশেষ করে সম্মতির পর্যায়ে, যেখানে গ্রাহক তাত্ক্ষণিক প্রতিক্রিয়া প্রত্যাশা করে। তবে বাস্তবে, এই ধরনের প্রক্রিয়াগুলি দিন বা এমনকি সপ্তাহ ধরে স্থায়ী হতে পারে। আজ, স্বয়ংক্রিয় গ্রুপিং এবং হিসাবের নিয়মগুলির প্রবর্তনের মাধ্যমে, পূর্বে উল্লেখযোগ্য সময় নেয়া কার্যক্রমগুলি কয়েক মিনিটের মধ্যে সম্পন্ন হওয়া উচিত। গ্রুপিংয়ের নিয়মের মাধ্যমে স্বয়ংক্রিয়ভাবে পরিমাণগুলি প্রাপ্তি কেবল হিসাব এবং সিমেটা তৈরির প্রক্রিয়াকে ত্বরান্বিত করে না, বরং মানবিক ফ্যাক্টরকে কমিয়ে এনে ত্রুটির সম্ভাবনাও হ্রাস করে, প্রকল্পের খরচের একটি স্বচ্ছ এবং সঠিক মূল্যায়ন নিশ্চিত করে।

যদি CAD সিস্টেমে 3D মডেল তৈরির সময় সিমেটিং বিভাগের প্রয়োজনীয়তাগুলি প্রাথমিকভাবে বিবেচনায় নেওয়া হয় (যা বাস্তবে এখনও বিরল), এবং উপাদানের নাম, আইডেন্টিফায়ার এবং তাদের শ্রেণীবিভাগের বৈশিষ্ট্যগুলি সিমেটিং গ্রুপ এবং শ্রেণীর কাঠামোর সাথে মিলে যাওয়া প্যারামিটার হিসাবে নির্ধারিত হয়, তবে ভলিউম্যাট্রিক অ্যানালিসিসগুলি অতিরিক্ত রূপান্তরের প্রয়োজন ছাড়াই সিমেটিং সিস্টেমে স্বয়ংক্রিয়ভাবে স্থানান্তরিত করা যেতে পারে।

CAD থেকে টেবিল-স্পেসিফিকেশন আকারে ভলিউম্যাট্রিক অ্যানালিসিসগুলির স্বয়ংক্রিয় নিষ্কাশন পৃথক কাজ এবং প্রকল্পের মোট খরচ সম্পর্কে বর্তমান তথ্য দ্রুত প্রাপ্ত করতে সক্ষম করে (ছবি 5.21)। হিসাব বা ক্যালকুলেশন সিস্টেমের প্রক্রিয়ায় প্রকল্পের পরিমাণগুলি নিয়ে শুধুমাত্র CAD ফাইলটি আপডেট করে, কোম্পানি দ্রুত সিমেটা পুনরায় গণনা করতে পারে সর্বশেষ পরিবর্তনগুলি বিবেচনায় নিয়ে, সমস্ত পরবর্তী হিসাবের উচ্চ সঠিকতা এবং সামঞ্জস্য নিশ্চিত করে।



ছবি 5.21 CAD থেকে টেবিল বা ডেটাবেসের ভলিউম অ্যাট্রিবিউটগুলি স্বয়ংক্রিয়ভাবে সিমেটায় প্রবেশ করানো হয়, যা প্রকল্পের মোট খরচ তাত্ক্ষণিকভাবে গণনা করতে সক্ষম করে।

মূলধন প্রকল্পগুলির ক্রমবর্ধমান জটিলতার মধ্যে, সম্পূর্ণ বাজেটের হিসাব এবং প্রকল্পগুলির মোট খরচের বিশ্লেষণ এই ধরনের দৃশ্যপটের মাধ্যমে (ছবি 5.21) একটি যুক্তিসঙ্গত সিদ্ধান্ত গ্রহণের জন্য একটি মূল হাতিয়ার হয়ে উঠছে।-

অ্যাকসেসের "পূঁজি প্রকল্পের মাধ্যমে অধিক মূল্য সৃষ্টি" (২০২৪) গবেষণার অনুযায়ী, শীর্ষস্থানীয় কোম্পানিগুলি ডিজিটাল উদ্যোগগুলিতে ডেটা বিশ্লেষণ সক্রিয়ভাবে সংহত করছে, ইতিহাসগত তথ্য ব্যবহার করে ফলাফল পূর্বাভাস এবং অপ্টিমাইজ করার জন্য। গবেষণায় দেখা যাচ্ছে যে, আরও বেশি মালিক-অপারেটর বাজারের প্রবণতা পূর্বাভাস এবং প্রকল্প ডিজাইন শুরু হওয়ার আগেই বাণিজ্যিক কার্যকারিতা মূল্যায়নের জন্য বড় ডেটা বিশ্লেষণ ব্যবহার করছে। এটি বিদ্যমান প্রকল্প পোর্টফোলিওর ডেটা স্টোরেজ বিশ্লেষণের মাধ্যমে অর্জিত হচ্ছে। তাছাড়া, ৭৯% মালিক-অপারেটর প্রকল্পগুলির কার্যকারিতা মূল্যায়ন এবং বাস্তব সময়ে অপারেশনাল সিদ্ধান্ত গ্রহণের জন্য "বিশ্বস্ত" পূর্বাভাস বিশ্লেষণ বাস্তবায়ন করছে।

আধুনিক কার্যকরী নির্মাণ প্রকল্প ব্যবস্থাপনা ডিজাইনিং এবং ডিজাইনের পূর্ববর্তী প্রক্রিয়াগুলির সকল পর্যায়ে বৃহৎ তথ্যের প্রক্রিয়াকরণ এবং বিশ্লেষণের সাথে অবিচ্ছেদ্যভাবে সম্পর্কিত। ডেটা স্টোরেজ, সম্পদ হিসাব, পূর্বাভাস মডেল এবং মেশিন লার্নিংয়ের ব্যবহার শুধুমাত্র হিসাবের ঝুঁকি কমাতে সহায়তা করে না, বরং প্রকল্পের প্রাথমিক পর্যায়ে অর্থায়নের জন্য কৌশলগত সিদ্ধান্ত গ্রহণে সহায়তা করে। আমরা ডেটা স্টোরেজ এবং পূর্বাভাস মডেল সম্পর্কে বিস্তারিত আলোচনা করব বইয়ের নবম অংশে।

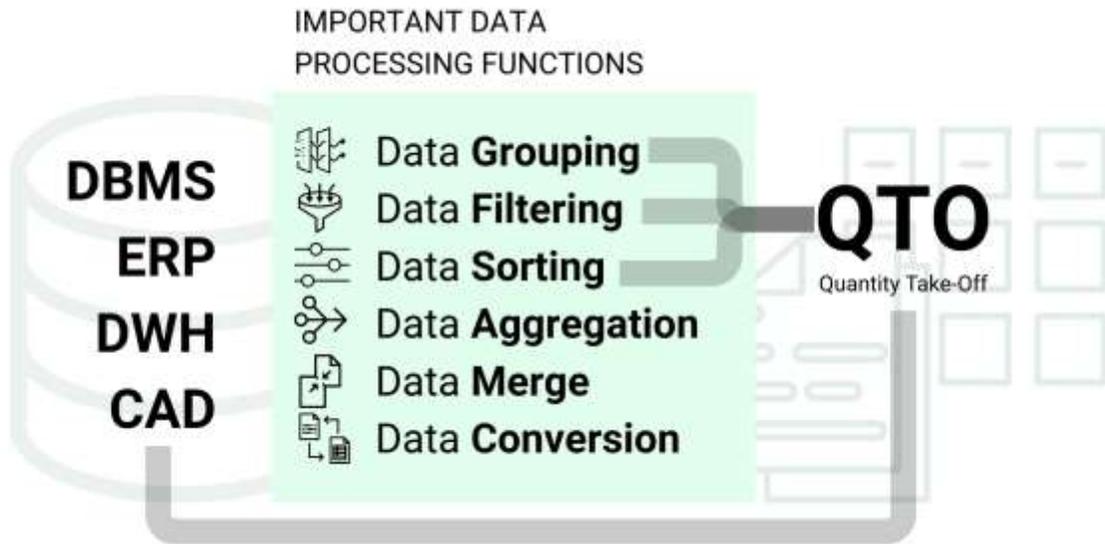
CAD প্রকল্প থেকে প্রয়োজনীয় পরিমাণগত প্যারামিটার স্বয়ংক্রিয়ভাবে প্রাপ্ত করা হয় QTO (Quantity Take-Off) গ্রুপিং টুলগুলির মাধ্যমে। QTO টুলগুলি প্রকল্পের সমস্ত অবজেক্টকে বিশেষ আইডেন্টিফায়ার বা উপাদানের অ্যাট্রিবিউট

প্যারামিটারগুলির মাধ্যমে গ্রুপিং করে কাজ করে, CAD ডেটাবেসে তৈরি স্পেসিফিকেশন এবং টেবিল ব্যবহার করে।

QTO পরিমাণ গ্রহণ: বৈশিষ্ট্য অনুযায়ী প্রকল্পের তথ্যের গ্রুপিং

নির্মাণে পরিমাণগত প্যারামিটার এবং উপকরণের হিসাব (QTO – Quantity Take-Off) হল প্রকল্প বাস্তবায়নের জন্য প্রয়োজনীয় উপাদানের পরিমাণগত বৈশিষ্ট্যগুলি বের করার প্রক্রিয়া। বাস্তবে, QTO প্রায়শই একটি অর্ধ-হাতের প্রক্রিয়া হিসেবে থাকে, যা বিভিন্ন উৎস থেকে তথ্য সংগ্রহ করে: PDF ডকুমেন্ট, DWG ফরম্যাটের অঙ্কন এবং CAD ডিজিটাল মডেল।

CAD ডেটাবেস থেকে প্রাপ্ত তথ্যের সাথে কাজ করার সময়, পরিমাণগত মূল্যায়ন (QTO) ফিল্টারিং, সাজানো, গ্রুপিং এবং অ্যাগ্রিগেশনের একটি ক্রম হিসাবে বাস্তবায়িত হয়। মডেলের উপাদানগুলি শ্রেণী, বিভাগ এবং প্রকারের প্যারামিটার দ্বারা নির্বাচিত হয়, তারপরে তাদের পরিমাণগত অ্যাট্রিবিউটগুলি – যেমন ভলিউম, এলাকা, দৈর্ঘ্য বা সংখ্যা – হিসাবের যুক্তির অনুযায়ী যোগ করা হয়।



চিত্র ৫.২২ ডেটা গ্রুপিং এবং ফিল্টারিং হল ডেটাবেস এবং ডেটা স্টোরেজে ব্যবহৃত সবচেয়ে জনপ্রিয় ফাংশন /

QTO (ফিল্টারিং এবং গ্রুপিং) প্রক্রিয়া তথ্যকে সিস্টেমাটাইজ করতে, স্পেসিফিকেশন তৈরি করতে এবং বাজেট, ক্রয় এবং কাজের সময়সূচী হিসাবের জন্য প্রাথমিক তথ্য প্রস্তুত করতে সহায়তা করে। QTO এর ভিত্তি হল উপাদানগুলির শ্রেণীবিভাগ পরিমাপযোগ্য অ্যাট্রিবিউটের প্রকার অনুযায়ী। প্রতিটি উপাদান বা উপাদানের গ্রুপের জন্য একটি উপযুক্ত পরিমাণগত পরিমাপ প্যারামিটার নির্বাচন করা হয়। উদাহরণস্বরূপ:

- দৈর্ঘ্যের অ্যাট্রিবিউট (বোর্ডার স্টোন - মিটারে)
- এলাকা অ্যাট্রিবিউট (জিপসাম বোর্ডের কাজ - বর্গ মিটারে)
- ভলিউম অ্যাট্রিবিউট (বেটন কাজ - ঘন মিটারে)
- পরিমাণ অ্যাট্রিবিউট (জানালা - প্রতি টুকরা)

পরিমাণগত হিসাবের (QTO) গণনার জন্য গণনা করা ভলিউমের বৈশিষ্ট্যগুলির পাশাপাশি, গ্রুপিংয়ের পরে প্রায়শই

অতিরিক্ত খরচের সহগ (যেমন, 1.1, যা 10% লজিস্টিক এবং ইনস্টলেশনের জন্য বিবেচনা করে) ব্যবহার করা হয় - সংশোধনমূলক মান যা ক্ষতি, ইনস্টলেশনের বৈশিষ্ট্য, স্টোরেজ বা পরিবহনের বিষয়গুলি বিবেচনায় নেয়। এটি উপকরণের প্রকৃত ব্যবহারের পূর্বাভাস দেওয়ার জন্য আরও সঠিকভাবে অনুমান করতে সহায়তা করে এবং নির্মাণ সাইটে অভাব বা অতিরিক্ত মজুদ এড়াতে সহায়ক হয়।

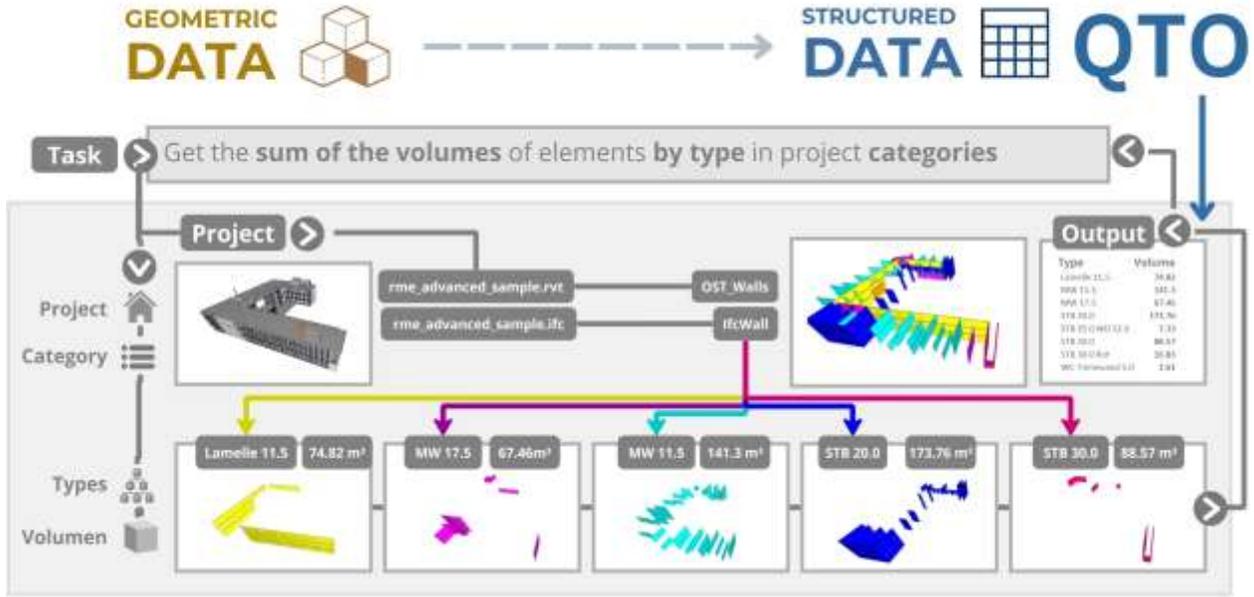
পরিমাণগত হিসাবের (QTO) স্বয়ংক্রিয় প্রক্রিয়া সঠিক হিসাব এবং প্রাক্কলন তৈরির জন্য অপরিহার্য, যা ভলিউমের বৈশিষ্ট্যগুলি খুঁজে বের করার প্রক্রিয়ায় মানবিক ফ্যাক্টরকে হ্রাস করে এবং উপকরণের অর্ডারে অতিরিক্ত বা অভাব প্রতিরোধ করে।

QTO প্রক্রিয়ার একটি উদাহরণ হিসেবে, একটি সাধারণ পরিস্থিতি বিবেচনা করা যাক, যেখানে CAD ডেটাবেস থেকে একটি স্পেসিফিকেশন টেবিল তৈরি করতে হবে যা নির্দিষ্ট শ্রেণীর উপাদানগুলির জন্য ভলিউমের তথ্য দেখায়। প্রকল্পের সমস্ত উপাদানকে CAD প্রকল্পের দেয়ালের শ্রেণী অনুযায়ী গ্রুপ করা হবে এবং প্রতিটি ধরনের জন্য ভলিউমের বৈশিষ্ট্যগুলি যোগ করে QTO ভলিউমের টেবিল আকারে ফলাফল উপস্থাপন করা হবে। -

CAD এর একটি উদাহরণ প্রকল্পে, সমস্ত দেয়ালের শ্রেণীর উপাদানগুলি CAD ডেটাবেসের মধ্যে দেয়ালের প্রকার অনুযায়ী গ্রুপ করা হয়েছে, যেমন "Lamelle 11.5", "MW 11.5" এবং "STB 20.0", এবং মেট্রিক ঘনফুটে উপস্থাপিত স্পষ্টভাবে সংজ্ঞায়িত ভলিউমের বৈশিষ্ট্য রয়েছে।

প্রকল্প ডিজাইনার এবং হিসাব বিশেষজ্ঞদের মধ্যে অবস্থানরত ব্যবস্থাপকের লক্ষ্য হল নির্বাচিত শ্রেণীর উপাদানগুলির জন্য স্বয়ংক্রিয়ভাবে ভলিউমের টেবিল তৈরি করা। এটি কেবল নির্দিষ্ট প্রকল্পের জন্য নয়, বরং অন্যান্য প্রকল্পগুলির জন্যও প্রযোজ্য একটি সাধারণ ফর্ম্যাটে হতে হবে, যা পদ্ধতিটি স্কেল করতে এবং ডেটার পুনঃব্যবহার নিশ্চিত করতে সহায়ক হয়।

সেই সময়গুলি অতীত, যখন অভিজ্ঞ প্রকল্প ব্যবস্থাপক এবং হিসাববিদরা একটি রুলার নিয়ে কাগজ বা PDF পরিকল্পনায় প্রতিটি লাইন সাবধানে পরিমাপ করতেন - একটি ঐতিহ্য যা হাজার হাজার বছর ধরে অপরিবর্তিত ছিল। 3D মডেলিংয়ের বিকাশের সাথে, যেখানে প্রতিটি উপাদানের জ্যামিতি এখন স্বয়ংক্রিয়ভাবে গণনা করা ভলিউমের বৈশিষ্ট্যের সাথে সরাসরি সংযুক্ত, QTO এর ভলিউম এবং পরিমাণ নির্ধারণের প্রক্রিয়া স্বয়ংক্রিয় হয়ে গেছে।



QTO এর ভলিউম এবং পরিমাণের বৈশিষ্ট্যগুলি প্রকল্প থেকে প্রাপ্ত করা মানে হল প্রকল্পের উপাদানগুলির গ্রুপিং এবং ফিল্টারিং /

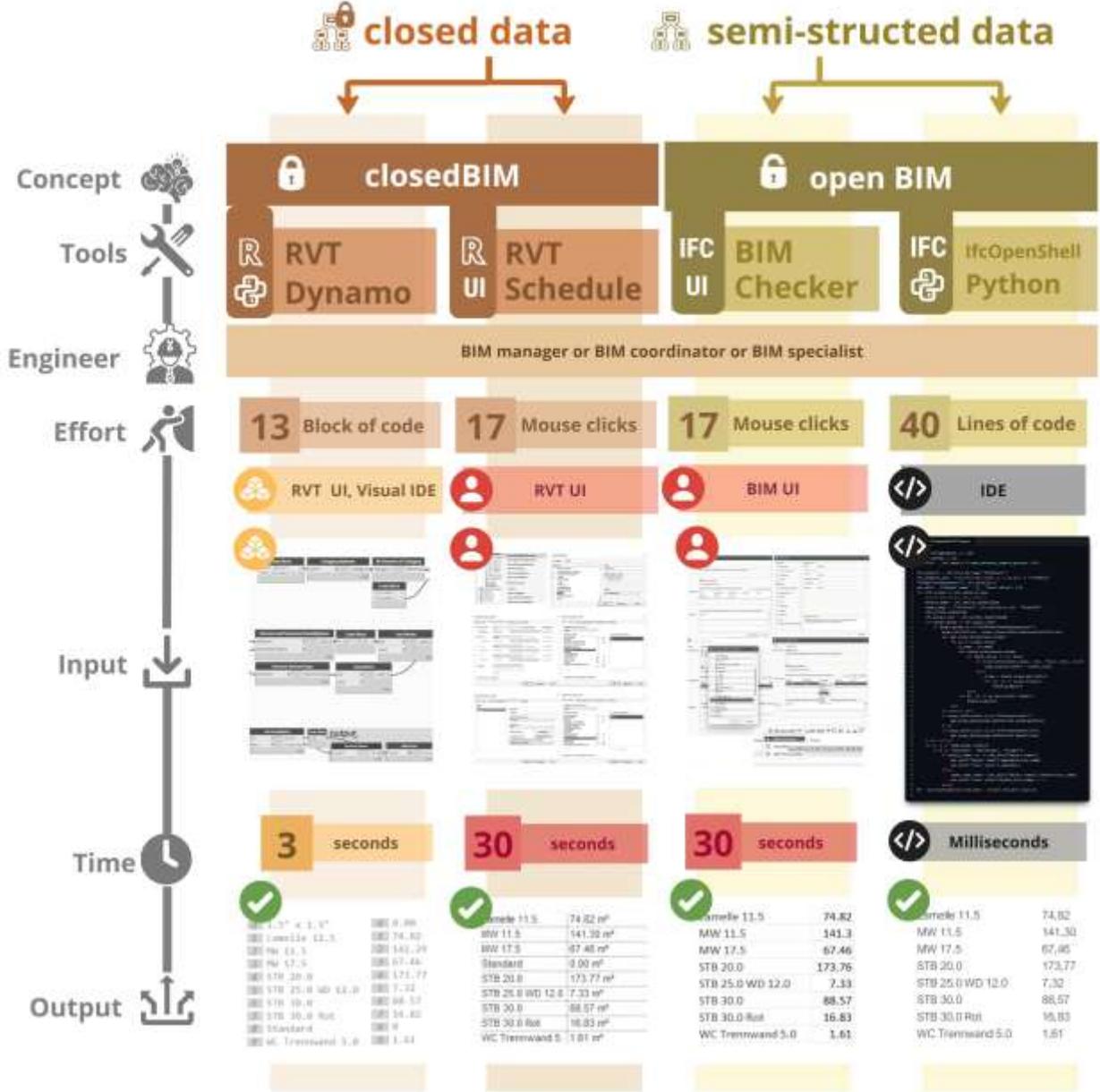
আমাদের উদাহরণে, কাজটি হল "প্রকল্পে দেয়ালের শ্রেণী নির্বাচন করা, সমস্ত উপাদানকে প্রকার অনুযায়ী গ্রুপ করা এবং ভলিউমের বৈশিষ্ট্যগুলির তথ্য একটি কাঠামোবদ্ধ, টেবিল ফরম্যাটে উপস্থাপন করা", যাতে এই টেবিলটি অন্যান্য বিশেষজ্ঞদের দ্বারা হিসাব, লজিস্টিক, কাজের সময়সূচী এবং অন্যান্য ব্যবসায়িক কেসের জন্য ব্যবহার করা যেতে পারে।

CAD ডেটার বন্ধ প্রকৃতির কারণে, আজকাল প্রত্যেক বিশেষজ্ঞ CAD ডেটাবেসে সরাসরি প্রবেশাধিকার ব্যবহার করতে পারে না (প্রবেশাধিকারের কারণ এবং সমাধানগুলি বইয়ের ষষ্ঠ অংশে বিস্তারিতভাবে আলোচনা করা হয়েছে)। তাই অনেকেই ওপেন BIM এবং ক্লোজড BIM ধারণার উপর ভিত্তি করে বিশেষ BIM সরঞ্জামের দিকে ঝুঁকছেন। বিশেষায়িত BIM সরঞ্জামগুলির সাথে কাজ করার সময় বা CAD প্রোগ্রাম পরিবেশে সরাসরি, QTO (Quantity Take-Off) ফলাফলের টেবিল বিভিন্ন উপায়ে তৈরি করা যেতে পারে - এটি নির্ভর করে যে ম্যানুয়াল ইন্টারফেস ব্যবহার করা হচ্ছে বা প্রোগ্রামিং স্বয়ংক্রিয়তা।

উদাহরণস্বরূপ, CAD (BIM) প্রোগ্রামের ব্যবহারকারী ইন্টারফেস ব্যবহার করে, একটি সম্পূর্ণ পরিমাণের টেবিল পেতে প্রায় 17টি পদক্ষেপ (বাটনে ক্লিক) সম্পন্ন করা যথেষ্ট। তবে এর জন্য ব্যবহারকারীকে মডেলের কাঠামো এবং CAD (BIM) সফটওয়্যারের কার্যকারিতা সম্পর্কে ভালোভাবে বুঝতে হবে।

যদি CAD প্রোগ্রামের মধ্যে প্রোগ্রামিং কোড বা প্লাগইন এবং API সরঞ্জামগুলির মাধ্যমে স্বয়ংক্রিয়করণ প্রয়োগ করা হয়, তবে পরিমাণের টেবিল পেতে হাতে নেওয়া পদক্ষেপের সংখ্যা হ্রাস পায়, তবে ব্যবহৃত লাইব্রেরি বা সরঞ্জামের উপর নির্ভর করে 40 থেকে 150 লাইনের কোড লিখতে হবে।

- IfcOpSh (open BIM) বা Dynamo IronPython (closed BIM) - CAD ফরম্যাট বা CAD প্রোগ্রাম থেকে QTO টেবিল পেতে প্রায় 40 লাইনের কোড প্রয়োজন।
- IFC_js (open BIM) - IFC মডেল থেকে ভলিউম অ্যাট্রিবিউটগুলি বের করতে প্রায় 150 লাইনের কোড প্রয়োজন।
- CAD (BIM) ইন্টারফেস সরঞ্জামগুলি - একই ফলাফলটি হাতে 17টি মাউস ক্লিকের মাধ্যমে পেতে দেয়।



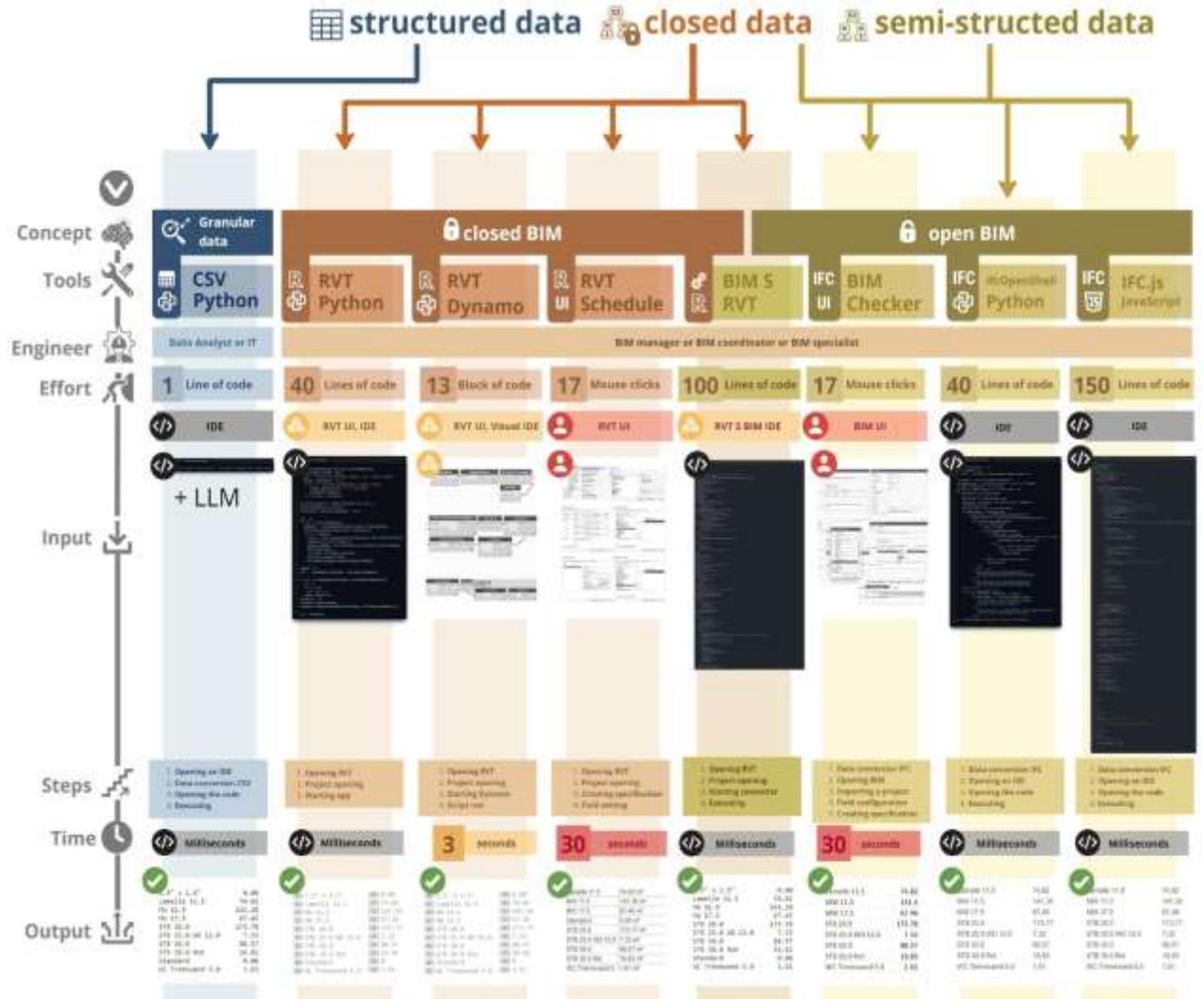
প্রকল্প ডিজাইনার এবং CAD (BIM) ম্যানেজাররা QTO টেবিল তৈরি করতে 40 থেকে 150 লাইনের কোড বা কয়েকটি বাটনে ক্লিক ব্যবহার করেন /

ফলস্বরূপ, চূড়ান্ত ফলাফল একই - উপাদানের একটি গ্রুপের জন্য ভলিউম অ্যাট্রিবিউট সহ একটি কাঠামোবদ্ধ টেবিল। পার্থক্য কেবল শ্রমের খরচ এবং ব্যবহারকারীর প্রয়োজনীয় প্রযুক্তিগত প্রস্তুতির স্তরে। আধুনিক সরঞ্জামগুলি, হাতে ভলিউম সংগ্রহের তুলনায়, QTO প্রক্রিয়াকে উল্লেখযোগ্যভাবে ত্বরান্বিত করে এবং ত্রুটির সম্ভাবনা কমিয়ে দেয়। এগুলি প্রকল্পের মডেল থেকে সরাসরি তথ্য বের করতে সক্ষম করে, পূর্বে যে ভাবে অঙ্কনগুলির মাধ্যমে ভলিউমগুলি পুনরায় গণনা করতে হত তা বাদ দিয়ে।

ব্যবহৃত পদ্ধতি নির্বিশেষে - তা open BIM হোক বা closed BIM - প্রকল্পের উপাদানের জন্য একটি অভিন্ন QTO টেবিল পাওয়া যায়। তবে CAD- (BIM-) প্রকল্পের ডেটার সাথে কাজ করার সময় ব্যবহারকারীরা বিক্রেতাদের দ্বারা প্রদত্ত

বিশেষায়িত সরঞ্জাম এবং API-এর উপর নির্ভরশীল। এটি অতিরিক্ত নির্ভরতার স্তর তৈরি করে এবং অনন্য ডেটা স্কিমগুলি অধ্যয়ন করার প্রয়োজনীয়তা তৈরি করে, একই সাথে ডেটাতে সরাসরি অ্যাক্সেসকে সীমাবদ্ধ করে। -

CAD ডেটার বন্ধুত্বের কারণে QTO টেবিল এবং অন্যান্য প্যারামিটারগুলি পাওয়া কঠিন হয়, গণনার স্বয়ংক্রিয়করণ এবং বাইরের সিস্টেমগুলির সাথে সংহতকরণ জটিল হয়। ডেটাবেসে সরাসরি অ্যাক্সেসের সরঞ্জাম এবং প্রকল্পের CAD ডেটাকে উল্টো প্রকৌশল সরঞ্জামের মাধ্যমে একটি খোলা কাঠামোবদ্ধ ডেটাফ্রেমে রূপান্তর করার মাধ্যমে, একটি অভিন্ন QTO টেবিল মাত্র একটি লাইনের কোডে পাওয়া যায়। --



বিভিন্ন সরঞ্জাম একই প্রকল্পের সত্তার অ্যাট্রিবিউটিভ টেবিলের ফলাফল দেয়, তবে বিভিন্ন শ্রমের খরচের সাথে /

CAD প্রকল্পগুলির থেকে খোলা কাঠামোবদ্ধ ডেটা ব্যবহার করার সময়, যেমন "CAD (BIM) ডেটাকে কাঠামোবদ্ধ ফর্মে রূপান্তর" অধ্যায়ে উল্লেখ করা হয়েছে, গ্রুপিং, QTO প্রক্রিয়া উল্লেখযোগ্যভাবে সহজ হয়।

খোলা কাঠামোবদ্ধ ডেটা বা CAD মডেলগুলির ডেটাবেসে সরাসরি অ্যাক্সেসের উপর ভিত্তি করে পদ্ধতিগুলি BIM সংক্ষেপণের সাথে সম্পর্কিত বিপণন সীমাবদ্ধতা থেকে মুক্ত। এগুলি অন্যান্য শিল্পে দীর্ঘকাল ধরে ব্যবহৃত পরীক্ষিত সরঞ্জামের উপর নির্ভর করে।-

ম্যাককিন্সির গবেষণা অনুযায়ী "খোলা তথ্য: প্রবাহিত তথ্যের মাধ্যমে উদ্ভাবন এবং উৎপাদনশীলতা উন্নোচন করুন" [102], যা ২০১৩ সালে পরিচালিত হয়েছিল, খোলা তথ্যের ব্যবহার বিদ্যুৎ প্রকল্পের নকশা, প্রকৌশল, ক্রয় এবং নির্মাণে প্রতি বছর ৩০ থেকে ৫০ বিলিয়ন ডলার সাশ্রয় করার সুযোগ তৈরি করতে পারে। এর মানে হল নির্মাণের মূলধন ব্যয়ের ১৫ শতাংশ সাশ্রয়।

খোলা কাঠামোবদ্ধ (গ্রানুলেটেড) তথ্যের সাথে কাজ করা তথ্যের অনুসন্ধান এবং প্রক্রিয়াকরণকে সহজতর করে, বিশেষায়িত BIM প্ল্যাটফর্মের উপর নির্ভরতা কমায় এবং মালিকানাধীন সিস্টেম বা CAD ফরম্যাটের প্যারামেট্রিক এবং জটিল তথ্য মডেল ব্যবহার না করেই স্বয়ংক্রিয়তার পথে প্রবেশের সুযোগ দেয়।

কাঠামোবদ্ধ তথ্য এবং LLM ব্যবহার করে QTO এর স্বয়ংক্রিয়করণ

অগঠিত তথ্যকে কাঠামোবদ্ধ আকারে রূপান্তর করা বিভিন্ন প্রক্রিয়ার কার্যকারিতা উল্লেখযোগ্যভাবে বাড়ায়: এটি তথ্য প্রক্রিয়াকরণকে সহজতর করে (চিত্র ৪.১১, চিত্র ৪.১২) এবং যাচাইকরণের প্রক্রিয়াকে ত্বরান্বিত করে, যা প্রয়োজনীয়তাগুলিকে স্পষ্ট এবং স্বচ্ছ করে তোলে, যা আমরা পূর্ববর্তী অধ্যায়গুলিতে আলোচনা করেছি। একইভাবে, CAD (BIM) তথ্যকে কাঠামোবদ্ধ খোলা ফরম্যাটে রূপান্তর করা (চিত্র ৪.১১২, চিত্র ৪.১১৩) অ্যাট্রিবিউটগুলির গ্রুপিং প্রক্রিয়া এবং QTO প্রক্রিয়াকে সহজতর করে।—

QTO অ্যাট্রিবিউটের টেবিল কাঠামোবদ্ধ আকারে রয়েছে, তাই কাঠামোবদ্ধ CAD তথ্য ব্যবহার করার সময় আমরা একটি একক তথ্য মডেলের সাথে কাজ করি (চিত্র ৫.২৫), যা আমাদের প্রকল্পের তথ্য মডেল এবং গ্রুপিং নিয়মগুলিকে একটি সাধারণ মানে রূপান্তর করার প্রয়োজনীয়তা থেকে মুক্ত করে। এটি একটি বা একাধিক অ্যাট্রিবিউটের ভিত্তিতে তথ্যকে এক লাইনের কোডের মাধ্যমে গ্রুপ করতে সক্ষম করে। এর বিপরীতে, ওপেন BIM এবং ক্লোজড BIM-এ, যেখানে তথ্য অর্ধ-কাঠামোবদ্ধ, প্যারামেট্রিক বা বন্ধ ফরম্যাটে সংরক্ষিত হয়, প্রক্রিয়াকরণে দশক বা এমনকি শতাধিক লাইনের কোড এবং জ্যামিতি ও অ্যাট্রিবিউট তথ্যের সাথে যোগাযোগের জন্য API ব্যবহারের প্রয়োজন হয়।—

- ❏ একটি কাঠামোবদ্ধ প্রকল্পের QTO গ্রুপিংয়ের উদাহরণ একটি অ্যাট্রিবিউটের ভিত্তিতে। যেকোনো LLM চ্যাটে টেক্সটের অনুরোধ (ChatGPT, LLaMa, Mistral DeepSeek, Grok, Claude, QWEN বা অন্য যেকোনো):

আমার কাছে একটি CAD প্রকল্প DataFrame আকারে রয়েছে - দয়া করে প্রকল্পের তথ্যগুলি ফিল্টার করুন যাতে "Type" প্যারামিটারে শুধুমাত্র "Type 1" মান রয়েছে এ

- LLM এর উত্তর সম্ভবত Python কোডের আকারে হবে যা Pandas ব্যবহার করে:



চিত্র ৫.২৬ একটি লাইনের কোড, যা LLM দ্বারা লেখা হয়েছে, পুরো CAD প্রকল্পকে "Type" অ্যাট্রিবিউটের ভিত্তিতে গ্রুপ করতে এবং প্রয়োজনীয় উপাদানগুলির একটি গ্রুপ পেতে সক্ষম করে।

দুই-মাত্রিক DataFrame এর সহজ কাঠামোর কারণে আমাদের LLM কে তথ্যের স্কিমা এবং মডেল ব্যাখ্যা করতে হবে না, যা ব্যাখ্যার পর্যায়গুলি কমিয়ে দেয় এবং চূড়ান্ত সমাধান তৈরির প্রক্রিয়াকে ত্বরান্বিত করে। পূর্বে এমনকি একটি সাধারণ কোড লেখার জন্য প্রোগ্রামিং ভাষা শেখার প্রয়োজন ছিল, কিন্তু এখন আধুনিক ভাষার মডেল (LLM) কাঠামোবদ্ধ তথ্যের সাথে কাজ করার সময় প্রক্রিয়ার যুক্তিকে কোডে স্বয়ংক্রিয়ভাবে রূপান্তর করতে সক্ষম করে টেক্সটের অনুরোধের মাধ্যমে।

স্বয়ংক্রিয়তা এবং ভাষার মডেল LLM বিশেষজ্ঞদের, যারা CAD (BIM) তথ্যের গ্রুপিং এবং প্রক্রিয়াকরণের সাথে কাজ করেন, প্রোগ্রামিং ভাষা বা BIM সরঞ্জামগুলি শেখার প্রয়োজনীয়তা থেকে সম্পূর্ণ মুক্ত করতে পারে, টেক্সটের অনুরোধের মাধ্যমে সমস্যাগুলি সমাধানের সুযোগ প্রদান করে।

একই অনুরোধ - প্রকল্পের "দেয়াল" শ্রেণীর সমস্ত উপাদানকে গ্রুপ করা এবং প্রতিটি ধরনের পরিমাণ গণনা করা (চিত্র ৫.২৫) - যা CAD (BIM) পরিবেশে ১৭টি ক্লিকের প্রয়োজন বা ৪০ লাইনের কোড লেখার প্রয়োজন, খোলা তথ্য প্রক্রিয়াকরণের সরঞ্জামগুলিতে (যেমন SQL বা Pandas) একটি সহজ এবং স্বচ্ছ অনুরোধের মতো দেখায়: -

- একটি লাইনের মাধ্যমে Pandas-এ:

```
df[df['Category'].isin(['OST_Walls'])].groupby('Type')['Volume'].sum()
```

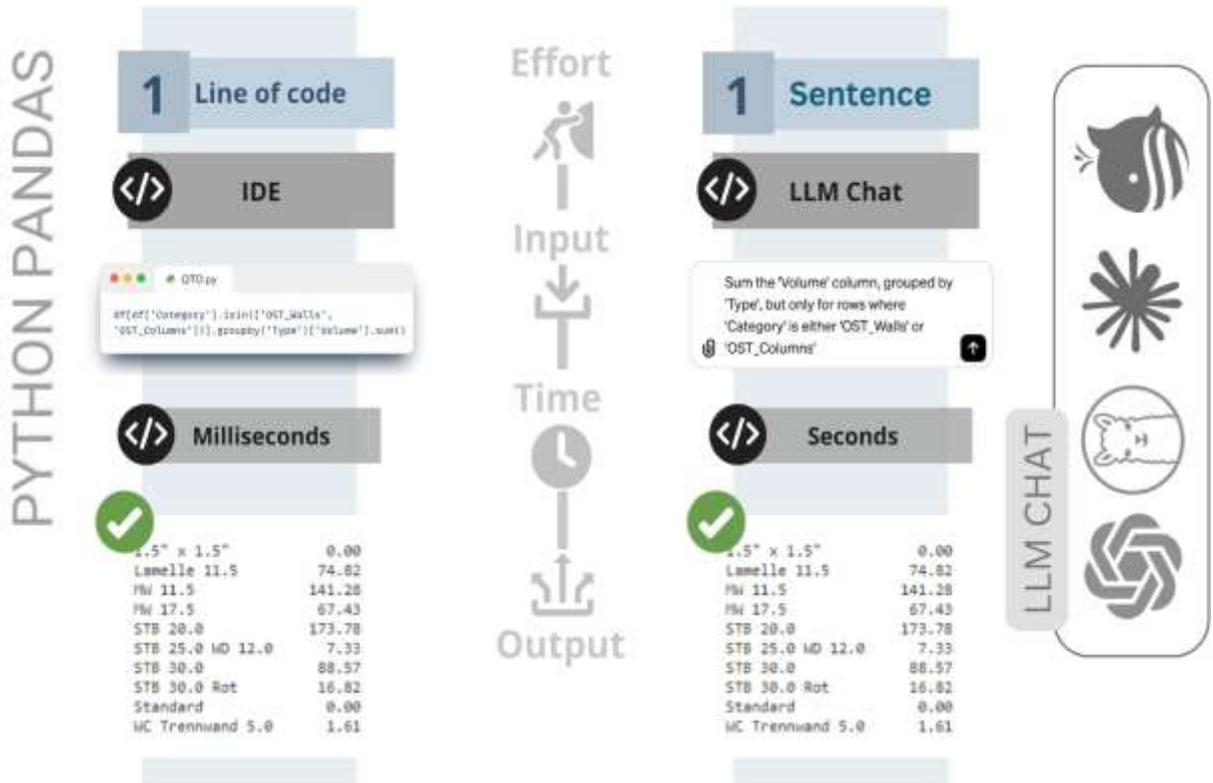
কোডের ব্যাখ্যা: df (ডেটাফ্রেম) থেকে সেই উপাদানগুলি নিন, যাদের অ্যাট্রিবিউট-কলাম "Category" এর মান "OST_Walls", সমস্ত প্রাপ্ত উপাদানগুলিকে "Type" অ্যাট্রিবিউট-কলাম দ্বারা গ্রুপ করুন এবং প্রাপ্ত গ্রুপের জন্য "Volume" অ্যাট্রিবিউটের যোগফল বের করুন।

- CAD থেকে প্রাপ্ত কাঠামোবদ্ধ প্রকল্পের গ্রুপিং SQL-এর মাধ্যমে:

```
SELECT Type, SUM(Volume) AS TotalVolume FROM elements WHERE Category = 'OST_Walls' GROUP BY Type;
```

- LLM-এর মাধ্যমে প্রকল্পের ডেটাবেসে গ্রুপিংয়ের জন্য আমাদের একটি সাধারণ টেক্সট অনুরোধ - প্রম্পট (চিত্র 5.27) হিসেবে লিখতে পারি: -

প্রকল্পের ডেটাফ্রেমের জন্য 'Type' প্যারামিটার অনুযায়ী উপাদানগুলি গ্রুপ করুন, তবে শুধুমাত্র সেই উপাদানগুলির জন্য, যাদের 'Category' প্যারামিটার 'OST_Walls' বা 'OST_Columns' সমান এবং দয়া করে প্রাপ্ত গ্রুপের জন্য 'Volume' প্যারামিটার কলামের যোগফল বের করুন।

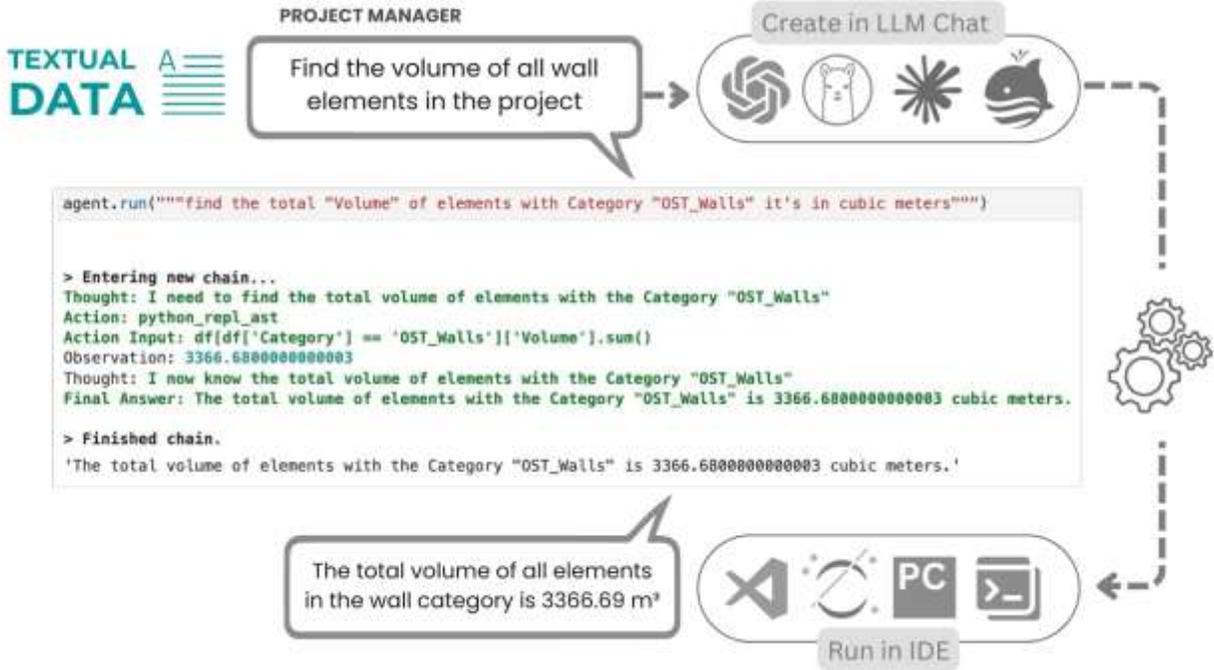


চিত্র 5.27 SQL, Pandas এবং LLM-এর ব্যবহার দ্বারা ডেটা প্রক্রিয়াকরণের স্বয়ংক্রিয়করণ এখন কয়েকটি কোড লাইনের এবং টেক্সট অনুরোধের মাধ্যমে সম্ভব /

LLM সরঞ্জাম (ChatGPT, LLaMa, Mistral, Claude, DeepSeek, QWEN, Grok) ব্যবহার করে CAD ডেটা থেকে QTO প্রাপ্তি ঐতিহ্যগত তথ্য আহরণের পদ্ধতিগুলিকে মৌলিকভাবে পরিবর্তন করছে, যা পৃথক বস্তু এবং তাদের গ্রুপগুলির জন্য অ্যাট্রিবিউট তথ্য, পরিমাণগত এবং ভলিউমেট্রিক ডেটা সংগ্রহ করে।

এখন এমনকি প্রকল্প ব্যবস্থাপক, হিসাব বিশেষজ্ঞ বা লজিস্টিক বিশেষজ্ঞরা, যারা ডিজাইনিংয়ে গভীর জ্ঞান রাখেন না এবং CAD (BIM) ভেন্ডরদের বিশেষায়িত সফটওয়্যার নেই, CAD ডেটাবেসে প্রবেশাধিকার পেলে কয়েক সেকেন্ডের মধ্যে দেয়াল বা অন্যান্য বস্তু বিভাগের মোট ভলিউম পেতে পারেন, শুধুমাত্র একটি অনুরোধ লিখে বা উচ্চারণ করে।

টেক্সট অনুরোধগুলিতে (চিত্র 5.28) LLM মডেল ব্যবহারকারীর অনুরোধটি প্রক্রিয়া করে একটি বা একাধিক প্যারামিটারের - টেবিলের কলামগুলির উপর নির্দিষ্ট একটি ফাংশন প্রয়োগ করার জন্য। যার ফলে ব্যবহারকারী LLM-এর সাথে যোগাযোগের মাধ্যমে একটি নতুন কলাম-প্যারামিটার নতুন মান সহ পায়, অথবা গ্রুপিংয়ের পরে একটি নির্দিষ্ট মান পায়।



চিত্র 5.28 LLM মডেল, কাঠামোবদ্ধ ডেটার সাথে কাজ করার সময়, টেক্সট অনুরোধের প্রেক্ষাপট থেকে বুঝতে পারে, ব্যবহারকারী কোন গ্রুপিং এবং অ্যাট্রিবিউট সম্পর্কে জিজ্ঞাসা করছে।

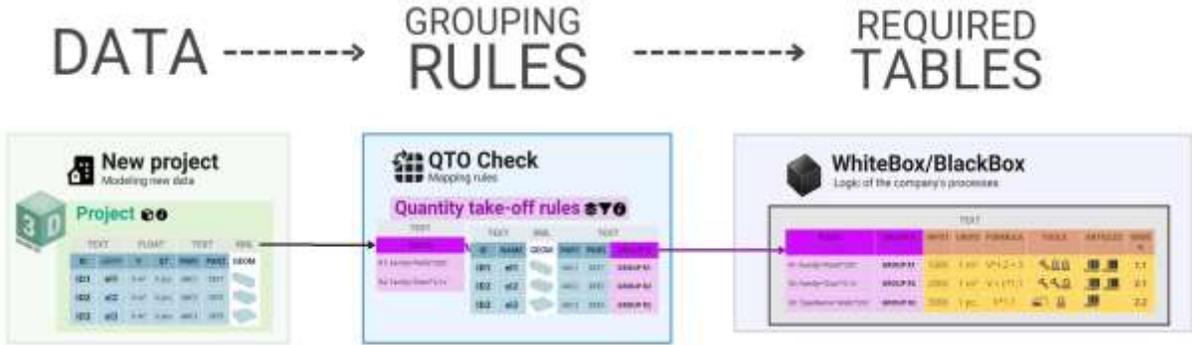
যদি শুধুমাত্র একটি উপাদান গ্রুপের জন্য ভলিউমেট্রিক সূচকগুলি প্রাপ্ত করতে হয়, তবে CAD মডেলের ডেটাকে একটি সাধারণ QTO অনুরোধ (চিত্র 5.27) সম্পন্ন করা যথেষ্ট। তবে, একটি প্রকল্পের বাজেট বা প্রাক্কলন হিসাব করার সময়, যা অনেক উপাদান গ্রুপ নিয়ে গঠিত, প্রায়শই সমস্ত ধরনের উপাদানের জন্য পরিমাণগত বৈশিষ্ট্যগুলি আহরণ করা প্রয়োজন (ক্লাস), যেখানে প্রতিটি উপাদান বিভাগ আলাদাভাবে প্রক্রিয়া করা হয় - সংশ্লিষ্ট অ্যাট্রিবিউটগুলির উপর ভিত্তি করে গ্রুপিংয়ের মাধ্যমে।

হিসাববিদ এবং মূল্যায়কদের অনুশীলনে বিভিন্ন ধরনের বস্তুগুলির জন্য গ্রুপিং এবং হিসাবের জন্য পৃথক নিয়ম ব্যবহার করা হয়। উদাহরণস্বরূপ, জানালাগুলি সাধারণত তল বা অঞ্চলের ভিত্তিতে গ্রুপ করা হয় (গ্রুপিং প্যারামিটার - অ্যাট্রিবিউট Level, Rooms), এবং দেয়ালগুলি - উপাদান বা নির্মাণের ধরন অনুযায়ী (গ্রুপিং প্যারামিটার Material, Type)। গ্রুপিং প্রক্রিয়াটিকে স্বয়ংক্রিয় করার জন্য, এই নিয়মগুলি পূর্বে গ্রুপিং নিয়মের টেবিল হিসেবে বর্ণনা করা হয়। এই টেবিলগুলি কনফিগারেশন টেমপ্লেট হিসেবে কাজ করে, যা প্রকল্পের প্রতিটি উপাদান গ্রুপের জন্য হিসাবের সময় কোন অ্যাট্রিবিউটগুলি ব্যবহার করতে হবে তা নির্ধারণ করে।

Excel টেবিলের জন্য নিয়ম ব্যবহার করে প্রকল্পের QTO হিসাব

বাস্তব নির্মাণ প্রকল্পগুলিতে প্রায়ই একাধিক বৈশিষ্ট্যের উপর একসাথে সমষ্টি করার প্রয়োজন হয় একটি উপাদানের

গ্রুপের মধ্যে। উদাহরণস্বরূপ, "জানালা" বিভাগের ক্ষেত্রে (যেখানে বৈশিষ্ট্য ক্যাটাগরি OST_Windows বা IfcWindows এর মতো মান ধারণ করে), উপাদানগুলি শুধুমাত্র প্রকারের ভিত্তিতে – যেমন টাইপ নাম বা টাইপের ক্ষেত্রে মানের ভিত্তিতে – নয়, বরং অতিরিক্ত বৈশিষ্ট্যগুলির উপরও গ্রুপ করা যেতে পারে, যেমন সংশ্লিষ্ট বৈশিষ্ট্যে উল্লিখিত তাপ পরিবাহিতা স্তর। এই ধরনের বহু-মাত্রিক গ্রুপিং নির্দিষ্ট একটি গ্রুপের জন্য আরও সঠিক ফলাফল পাওয়ার সুযোগ দেয়। একইভাবে, দেয়াল বা ছাদের বিভাগগুলির জন্য হিসাব করার সময়, আমরা বৈশিষ্ট্যগুলির যেকোনো সংমিশ্রণ ব্যবহার করতে পারি – যেমন, উপাদান, স্তর, তল, অগ্নি প্রতিরোধ ক্ষমতা এবং অন্যান্য প্যারামিটার – ফিল্টার বা গ্রুপিং মানদণ্ড হিসেবে (রিস. 5.29)।



রিস. 5.29 প্রকল্পের প্রতিটি গ্রুপ বা বিভাগের জন্য একটি গ্রুপিং সূত্র রয়েছে, যা এক বা একাধিক মানদণ্ড নিয়ে গঠিত।

এই ধরনের গ্রুপিং নিয়ম নির্ধারণের প্রক্রিয়া "ডেটা প্রয়োজনীয়তা তৈরি এবং গুণমান যাচাইকরণ" অধ্যায়ে বর্ণিত ডেটা মডেলগুলির সাথে কাজ করার প্রক্রিয়ার অনুরূপ (রিস. 4.45)। এই গ্রুপিং এবং গণনার নিয়মগুলি স্বয়ংক্রিয়ভাবে উপাদানের ক্যাটাগরি মোট বৈশিষ্ট্যগুলির পরিমাণ বা ভলিউমের জন্য ফলাফলের সঠিকতা এবং প্রাসঙ্গিকতা নিশ্চিত করে, সমস্ত প্রয়োজনীয় শর্তগুলি বিবেচনায় নিয়ে যা হিসাব এবং গণনার সময় বিবেচনা করা উচিত।-

- পরবর্তী কোডের উদাহরণটি প্রকল্পের টেবিলটি এমনভাবে ফিল্টার করে যে ফলস্বরূপ ডেটাসেটটি শুধুমাত্র সেই উপাদানগুলি ধারণ করে, যেখানে বৈশিষ্ট্য-কলাম "ক্যাটাগরি" OST_Windows বা IfcWindows এর মান ধারণ করে এবং একই সময়ে বৈশিষ্ট্য-কলাম "টাইপ" টাইপ 1 এর মান ধারণ করে।

আমার কাছে একটি প্রকল্পের ডেটাফ্রেম রয়েছে - ডেটাগুলি ফিল্টার করুন যাতে ডেটাসেটে শুধুমাত্র সেই উপাদানগুলি থাকে, যার বৈশিষ্ট্য "ক্যাটাগরি" OST_Windows বা IfcWindows এর মান ধারণ করে এবং একই সাথে বৈশিষ্ট্য টাইপের মান টাইপ 1।

LLM-এর উত্তর:



রিস. 5.210 একটি কোডের লাইন, যা এক্সেল সূত্রের মতো, সমস্ত প্রকল্পের উপাদানগুলিকে একাধিক বৈশিষ্ট্যের ভিত্তিতে গ্রুপ করতে সক্ষম।

প্রাপ্ত কোড (রিস. 5.210) CAD ডেটাকে কাঠামোগত খোলামেলা ফরম্যাটে রূপান্তরের পর (রিস. 4.113) জনপ্রিয় IDE (ইন্টিগ্রেটেড ডেভেলপমেন্ট এনভায়রনমেন্ট) এর মধ্যে চালানো যেতে পারে, যেমন PyCharm, Visual Studio Code (VS Code), Jupyter Notebook, Spyder, Atom, Sublime Text, Eclipse PyDev প্লাগিন সহ, Thonny, Wing IDE, IntelliJ IDEA Python প্লাগিন সহ, JupyterLab অথবা জনপ্রিয় অনলাইন টুলস: Kaggle.com, Google Collab, Microsoft Azure Notebooks, Amazon SageMaker।

প্রকল্পের QTO ডেটাবেসে "জানালা" বিভাগের অধীনে শুধুমাত্র নির্দিষ্ট তাপ পরিবাহিতার মান সহ উপাদানগুলি পেতে, আমরা LLM এর কাছে নিম্নলিখিত অনুরোধটি ব্যবহার করতে পারি:

আমার কাছে একটি প্রকল্পের ডেটাবেস রয়েছে - ডেটাগুলি ফিল্টার করুন যাতে ডেটাসেটে শুধুমাত্র সেই রেকর্ডগুলি থাকে, যার "ক্যাটাগরি" OST_Windows বা IfcWindows এর মান ধারণ করে এবং একই সময়ে থার্মাল কন্ডাকটিভিটি কলামে 0.5 এর মান থাকতে হবে।

LLM-এর উত্তর:



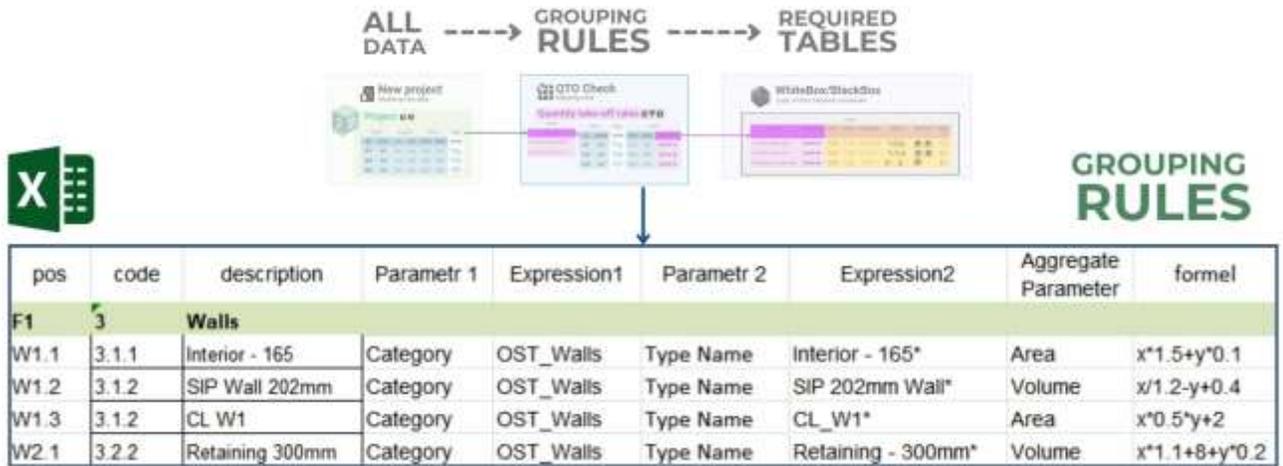
রিস. 5.211 অত্যন্ত সহজ পাণ্ডাস পাইথন প্রশ্নের ভাষা যে কোনও সংখ্যক প্রকল্পের জন্য QTO পরিচালনা করতে সক্ষম।

LLM থেকে প্রাপ্ত উত্তরে (রিস. 5.211), দুটি মানদণ্ড একত্রিত করতে "এন্ড" লজিক্যাল শর্তটি ব্যবহার করা হয়েছে: তাপ পরিবাহিতার মান এবং দুটি ক্যাটাগরির মধ্যে অন্তর্ভুক্তি। "isin" পদ্ধতি যাচাই করে যে বৈশিষ্ট্য-কলাম "ক্যাটাগরি" এর মান প্রদত্ত তালিকায় রয়েছে কিনা।-

প্রকল্পগুলিতে যেখানে বিভিন্ন গ্রুপের উপাদান রয়েছে এবং গ্রুপিংয়ের বিভিন্ন যুক্তি রয়েছে - প্রকল্পের প্রতিটি স্তরের শ্রেণীর জন্য (যেমন: জানালা, দরজা, ছাদ) পৃথক গ্রুপিং নিয়ম স্থাপন করা প্রয়োজন, যা অতিরিক্ত গুণক বা বৈশিষ্ট্যগুলির হিসাবের চূড়ান্ত সূত্র অন্তর্ভুক্ত করতে পারে। এই সূত্রগুলি (চিত্র 5.212 বৈশিষ্ট্য "ফর্মেল", উদাহরণস্বরূপ x-মানের সংখ্যা এবং y-গ্রুপের ভলিউম) এবং গুণকগুলি প্রতিটি গ্রুপের অনন্য বৈশিষ্ট্যগুলি বিবেচনায় নেয়, যেমন:-

- উপাদানের পরিমাণের জন্য অতিরিক্ত% যা অতিরিক্ত ব্যবহারের জন্য বিবেচনা করা হয়
- উপাদানের জন্য একটি নির্দিষ্ট অতিরিক্ত পরিমাণ
- সম্ভাব্য ঝুঁকি এবং হিসাবের ত্রুটির সাথে সম্পর্কিত সংশোধনগুলি সূত্রের আকারে

একবার যখন ফিল্টারিং এবং গ্রুপিংয়ের নিয়মগুলি প্রতিটি উপাদান শ্রেণীর জন্য প্যারামিটার সূত্রের আকারে গঠন করা হয়, তখন সেগুলি একটি সারি ভিত্তিক টেবিলের আকারে সংরক্ষণ করা যেতে পারে - উদাহরণস্বরূপ, Excel ফরম্যাটে (চিত্র 5.212)। এই নিয়মগুলিকে কাঠামোগত আকারে সংরক্ষণ করা প্রকল্পের তথ্যের নিষ্কাশন, ফিল্টারিং এবং গ্রুপিংয়ের প্রক্রিয়াটিকে সম্পূর্ণরূপে স্বয়ংক্রিয় করতে সক্ষম করে। অনেক পৃথক অনুরোধের জন্য হাতে লেখা পরিবর্তে, সিস্টেমটি কেবল প্যারামিটার টেবিলটি পড়ে এবং মডেল (প্রকল্পের সাধারণ ডেটাফ্রেম (চিত্র 4.113)) এর উপর প্রযোজ্য নিয়মগুলি প্রয়োগ করে, প্রকল্পের প্রতিটি উপাদান শ্রেণীর জন্য চূড়ান্ত QTO টেবিলগুলি তৈরি করে।-



চিত্র 5.212 QTO বৈশিষ্ট্যগুলির গ্রুপিং টেবিল প্রকল্পের উপাদানগুলির গ্রুপিংয়ের নিয়মগুলি স্থাপন করে, প্রতিটি শ্রেণীর জন্য সঠিক মোট সংখ্যা এবং ভলিউম নিশ্চিত করে।

সংগৃহীত নিয়মগুলি পুরো প্রকল্পকে গ্রুপ করতে এবং সমস্ত প্রয়োজনীয় হিসাব সম্পন্ন করতে সহায়তা করবে, যার মধ্যে ভলিউমের বৈশিষ্ট্যগুলির সংশোধন অন্তর্ভুক্ত রয়েছে। ফলস্বরূপ, ভলিউমগুলি "বাস্তব ভলিউম" এ রূপান্তরিত হয়, যা হিসাব এবং ক্যালকুলেশনের জন্য ব্যবহৃত হয়, CAD মডেলে ডিজাইন করার সময় প্রাথমিকভাবে ছিল না।

প্রকল্পের জন্য স্বয়ংক্রিয়ভাবে QTO টেবিল তৈরি করার প্রক্রিয়ায়, অ্যাপ্লিকেশনটি গ্রুপিং নিয়মের টেবিলের সমস্ত শ্রেণীর মধ্য দিয়ে যেতে হবে, গ্রুপিং বৈশিষ্ট্যগুলি নিতে হবে, প্রকল্পের সমস্ত উপাদানকে সেগুলির ভিত্তিতে গ্রুপ করতে হবে এবং এই গ্রুপের জন্য ভলিউম বৈশিষ্ট্যটি একত্রিত করতে হবে, অতিরিক্তভাবে এটি একটি স্পষ্টকরণ গুণক বা গুণকের সাথে গুণিত করতে হবে।

LLM থেকে আমাদের জন্য একটি সমাধানের জন্য কোড লেখার অনুরোধ করা যাক, যেখানে কোডটি দুটি টেবিল লোড করবে - গ্রুপিং নিয়মের টেবিল (চিত্র 5.212) এবং প্রকল্পের ডেটার টেবিল (চিত্র 4.113), এবং তারপর গ্রুপিং নিয়মগুলি প্রয়োগ করবে, নির্ধারিত নিয়মগুলির ভিত্তিতে উপাদানগুলি গ্রুপ করবে, একত্রিত মানগুলি গণনা করবে এবং ফলাফলগুলি একটি নতুন Excel ফাইলে সংরক্ষণ করবে।-

👉 LLM চ্যাটে পাঠান টেক্সট অনুরোধ:

আমাকে "basic_sample_project.xlsx" ফাইল থেকে প্রকল্পের ডেটা পড়ার জন্য কোড প্রয়োজন, এবং তারপর "Grouping_rules_QTO.xlsx" থেকে নিয়মগুলি যা 'Parameter 1' এবং 'Parameter 2' অনুযায়ী সমস্ত ডেটা গ্রুপ করতে, 'Aggregate Parameter' একত্রিত করতে, 'Expression2' দ্বারা ফিল্টার করতে, 'Formel1' থেকে গণনা করতে এবং QTO টেবিলটি 'QTO_table2.xlsx' এ সংরক্ষণ করতে হবে ৷

LLM-এর উত্তর:

```

1 import pandas as pd
2
3 # Heading CSV and Excel files with project data and grouping rules respectively
4 df = pd.read_csv('../input/rac_basic_sample_project.xlsx', low_memory=False)
5 df_qto = pd.read_excel('../input/Grouping_rules_QTO.xlsx', header=0, skiprows=[1])
6
7 # Cleaning numerical columns in the dataframe by removing non-numeric characters
8 numeric_cols = ['Area', 'Volume', 'Depth', 'Width', 'Length', 'Perimeter']
9 df[numeric_cols] = df[numeric_cols]
10 ].apply(lambda col: pd.to_numeric(col.astype(str).str.extract('{{\d+.\d+}}')[0], fillna(0)))
11
12 # Define a function to process each row in the grouping rules dataframe
13 def process_row(row):
14     # Group by specified parameters and calculate sum and count for the aggregate parameter
15     group = df.groupby([row["Parameter 1"], row["Parameter 2"]])
16     ][row["Aggregate Parameter"]].agg(['sum', 'count'])
17     group = group[group.index.get_level_values(1).str.contains(row["Expression2"], regex=True)]
18
19     # Perform calculation defined in the rules
20     group["After Calculation"] = eval(row["formel"], {'x': group['sum'], 'y': group['count']})
21     return group.reset_index()
22
23 # Apply the function to each row in the grouping rules dataframe and concatenate the results
24 dfgroups = pd.concat([process_row(row) for _, row in df_qto.iterrows()]).reset_index(drop=True)
25
26 # Save the processed data to an Excel file using the OpenPyXL engine
27 dfgroups.to_excel('QTO_table2.xlsx', engine='openpyxl', index=False)
    
```

চিত্র 5.213 পাইথন প্যান্ডাস কোড CAD প্রকল্পের প্রকল্পের ডেটা প্রক্রিয়া করে, এগুলিকে Excel নিয়মগুলির ভিত্তিতে গ্রুপ করে।

কোডটি কার্যকর করার চূড়ান্ত ফলাফল (চিত্র 5.213) হবে একটি গ্রুপ-সত্তার টেবিল, যা কেবলমাত্র মূল CAD- (BIM)- মডেল থেকে সারসংক্ষেপিত ভলিউম বৈশিষ্ট্যগুলি ধারণ করে না, বরং একটি নতুন বাস্তব ভলিউম বৈশিষ্ট্যও ধারণ করে, যা সঠিক ক্যালকুলেশন এবং প্রাক্কলনের জন্য সমস্ত প্রয়োজনীয়তা বিবেচনায় নেয় (উদাহরণ চিত্র 5.214)।-

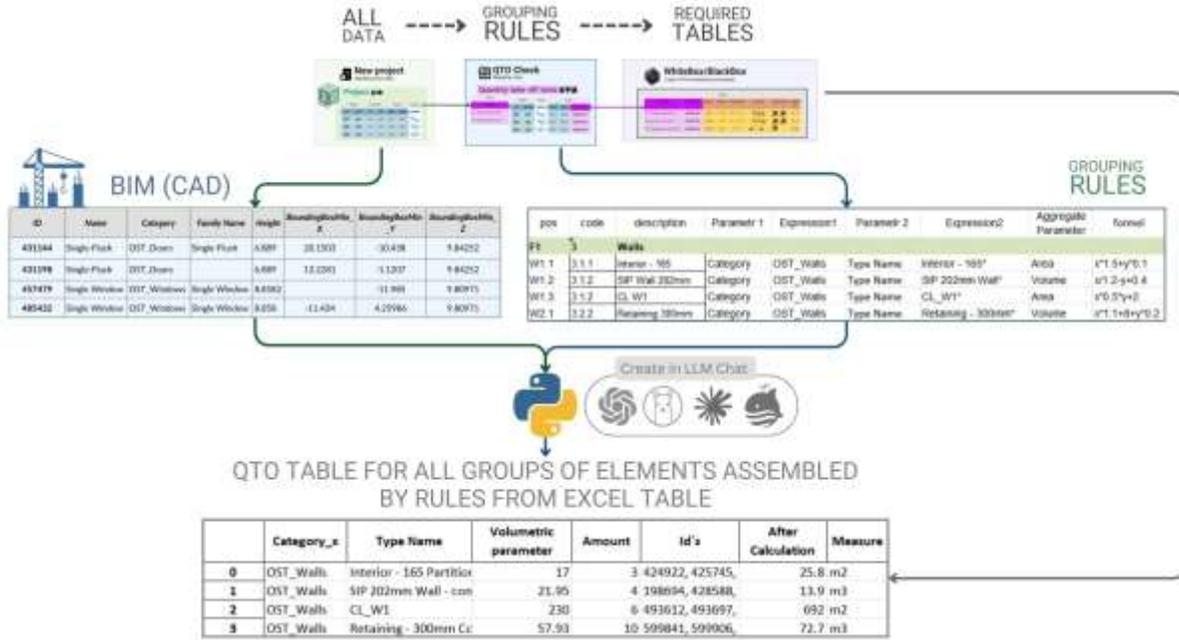
QTO TABLE FOR ALL GROUPS OF ELEMENTS ASSEMBLED BY RULES FROM EXCEL TABLE

| | Category_x | Type Name | Volumetric parameter | Amount | Id's | After Calculation | Measure |
|---|------------|-------------------------|----------------------|--------|-----------------|-------------------|---------|
| 0 | OST_Walls | Interior - 165 Partitor | 17 | 3 | 424922, 425745, | 25.8 | m2 |
| 1 | OST_Walls | SIP 202mm Wall - con | 21.95 | 4 | 198694, 428588, | 13.9 | m3 |
| 2 | OST_Walls | CL_W1 | 230 | 6 | 493612, 493697, | 692 | m2 |
| 3 | OST_Walls | Retaining - 300mm Cc | 57.93 | 10 | 599841, 599906, | 72.7 | m3 |

চিত্র 5.214 "গণনার পরে" বৈশিষ্ট্যটি কোডটি কার্যকর করার পরে সারসংক্ষেপ টেবিলে যোগ করা হয়, যা স্বয়ংক্রিয়ভাবে বাস্তব ভলিউম গণনা করবে।

প্রাপ্ত কোড (চিত্র ৫.২১৩) একটি জনপ্রিয় IDE-তে চালানো যেতে পারে (যা আমরা উপরে আলোচনা করেছি) এবং এই কোডটি যে কোনও সংখ্যক বিদ্যমান বা নতুন প্রকল্পে (RVT, IFC, DWG, NWS, DGN ইত্যাদি) প্রয়োগ করা যেতে পারে,

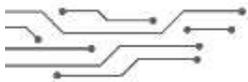
তা কয়েকটি প্রকল্প হোক বা সম্ভবত বিভিন্ন ফরম্যাটে শতাধিক প্রকল্প, যা একটি কাঠামোবদ্ধ আকারে উপস্থাপিত হয়েছে (চিত্র ৫.২১৫)।-



চিত্র ৫.২১৫ স্বয়ংক্রিয়ভাবে নির্মাণের তথ্য গোষ্ঠীবদ্ধ করার প্রক্রিয়া BIM (CAD) তথ্যকে QTO টেবিলের সাথে সংযুক্ত করে Excel-এর ইলেকট্রনিক টেবিলের নিয়মের মাধ্যমে /

কাস্টমাইজড এবং প্যারামিটারাইজড ভলিউম ডেটা সংগ্রহের প্রক্রিয়া (চিত্র ৫.২১৫) প্রকল্পের উপাদানের পরিমাণগত বৈশিষ্ট্য এবং ভলিউমের তথ্য সংগ্রহ সম্পূর্ণরূপে স্বয়ংক্রিয় করতে সক্ষম করে, যা পরবর্তী কাজের জন্য ব্যবহৃত হয়, যার মধ্যে মূল্যায়ন, লজিস্টিক, কাজের সময়সূচী এবং কার্বন ফুটপ্রিন্টের হিসাব এবং অন্যান্য বিশ্লেষণাত্মক কাজ অন্তর্ভুক্ত রয়েছে।

প্রকল্পের উপাদানের গোষ্ঠীকে নির্দিষ্ট বৈশিষ্ট্যের ভিত্তিতে সহজে সংগঠিত এবং গোষ্ঠীবদ্ধ করার জন্য উপলব্ধ সরঞ্জামগুলি অধ্যয়ন করার পর, আমরা এখন কোম্পানির বিভিন্ন হিসাব এবং ব্যবসায়িক দৃশ্যপটের সাথে গোষ্ঠীবদ্ধ এবং ফিল্টার করা প্রকল্পগুলি একীভূত করার জন্য প্রস্তুত।



অধ্যায় 5.3. 4D, 6D-8D এবং CO₂ নির্গমনের হিসাব

4D মডেল: নির্মাণ বাজেটে সময়ের সংহতি

মূল্যায়নের পাশাপাশি, নির্মাণে প্রকল্পের তথ্য ব্যবহারের একটি মূল দিক হল সময়ের পরামিতি নির্ধারণ করা – একক নির্মাণ কার্যক্রমের জন্য এবং পুরো প্রকল্পের জন্য। স্বয়ংক্রিয় সময় হিসাব এবং কাজের সময়সূচী তৈরির জন্য সাধারণত রিসোর্স মেথড মূল্যায়ন এবং সংশ্লিষ্ট হিসাবের ডেটাবেস ব্যবহার করা হয়, যা পূর্ববর্তী অধ্যায় "নির্মাণ প্রকল্পের জন্য হিসাব এবং প্রাক্কলন" এ বিস্তারিতভাবে আলোচনা করা হয়েছে।

রিসোর্স পদ্ধতির আওতায় কেবলমাত্র উপকরণের খরচ নয়, বরং সময়ের সম্পদও বিবেচনায় নেওয়া হয়। হিসাব তৈরি করার সময়, প্রতিটি প্রক্রিয়াকে কাজের সম্পাদনের জন্য একটি অর্ডার অ্যাট্রিবিউট (চিত্র ৫.৩১ - "Work order" প্যারামিটার) বরাদ্দ করা যেতে পারে, পাশাপাশি এই প্রক্রিয়ার সম্পাদনের সাথে সম্পর্কিত সময় এবং খরচ নির্ধারণ করা যেতে পারে। এই প্যারামিটারগুলি বিশেষভাবে গুরুত্বপূর্ণ সেই কার্যক্রম বর্ণনা করার জন্য, যেগুলির নির্দিষ্ট বাজার মূল্য নেই এবং সরাসরি ক্রয়ের জন্য প্রযোজ্য নয় – যেমন নির্মাণ যন্ত্রপাতির ব্যবহার, শ্রমিকদের নিয়োগ বা লজিস্টিক প্রক্রিয়া (যা সাধারণত ঘণ্টায় প্রকাশ করা হয়)। এই ধরনের ক্ষেত্রে, খরচ ক্রয় বিভাগের দ্বারা নির্ধারিত হয় না, বরং সরাসরি কার্যকরী কোম্পানির দ্বারা অভ্যন্তরীণ মানদণ্ড বা উৎপাদন হার অনুযায়ী নির্ধারিত হয় (চিত্র ৫.৩১)।

| Concrete Foundation Block per 1 piece. | | | | | | Unit price: | |
|--|-----------------------------|-------------|----------|------------|--------------|-------------|------------|
| | | | | | | \$11,934.00 | |
| Code | Description | Bid. Factor | Quantity | Unit | Unit cost | Total | Work order |
| LabPr | Preparation Work Labor | 1 | 16.00 | hr | € 30.00 | € 480.00 | 1.1 |
| EqEx | Excavation Equipment | 1 | 16.00 | hr | € 80.00 | € 1,280.00 | 1.2 |
| FoamW | Formwork | 1 | 500.00 | sq ft | € 2.50 | € 1,250.00 | |
| ReSt | Reinforcing Steel | 1 | 800.00 | lb | € 0.75 | € 600.00 | |
| ConcB | Concrete | 1 | 30.00 | cu yd | € 120.00 | € 3,600.00 | |
| LabCP | Concrete Pouring Labor | 1 | 24.00 | hr | € 35.00 | € 840.00 | 2.1 |
| EqCM | Concrete Mixer | 1 | 8.00 | hr | € 45.00 | € 360.00 | 2.2 |
| LabFI | Finishing Labor | 1 | 24.00 | hr | € 30.00 | € 720.00 | 2.3 |
| LabCu | Curing Labor | 1 | 8.00 | hr | € 25.00 | € 200.00 | 3.1 |
| EqOt | Other Equipment | 1 | 10.00 | hr | € 15.00 | € 150.00 | 3.2 |
| FuelD | Diesel for Equipment | 1 | 40.00 | gal | € 3.50 | € 140.00 | |
| MiscL | Lubricants and Maintenance | 1 | 1.00 | lump sum | € 200.00 | € 200.00 | |
| TransM | Transportation of Materials | 1 | 1.00 | lump sum | € 300.00 | € 300.00 | |
| OverH | Overhead Costs | 1 | 1.00 | percentage | 10% of Total | € 907.00 | |
| Prof | Profit Margin | 1 | 1.00 | percentage | 10% of Total | € 907.00 | |

| Code | Description | Unit | Unit cost |
|----------|---------------------------------------|------|-----------|
| Site 2 | Delivery of the material to the site | hour | 100 |
| Site 3 | Delivery to the place of installation | hour | 100 |
| Material | Material price | kg | 10.00 |

চিত্র ৫.৩১ রিসোর্স মূল্যায়ন পদ্ধতিতে কাজের হিসাব সময়ের খরচ অন্তর্ভুক্ত করে।

সুতরাং, ক্যালকুলেশন স্তরের হিসাবগুলিতে কেবলমাত্র জ্বালানি এবং উপকরণের খরচ (ক্রয়মূল্য) নয়, বরং নির্মাণস্থলে অপারেটর, যন্ত্রপাতি এবং সহায়ক শ্রমিকদের কাজের সময়ও অন্তর্ভুক্ত করা হয়। প্রদত্ত উদাহরণে (চিত্র ৫.৩১) খরচের টেবিলটি ভিত্তি ব্লক স্থাপনের খরচের হিসাব, যার মধ্যে কাজের বিভিন্ন পর্যায় অন্তর্ভুক্ত রয়েছে, যেমন প্রস্তুতি, ফ্রেম স্থাপন এবং কংক্রিট ঢালা, পাশাপাশি প্রয়োজনীয় উপকরণ এবং শ্রমের খরচ। এই প্রক্রিয়াগুলির মধ্যে, উদাহরণস্বরূপ প্রস্তুতিমূলক কাজগুলি, উপকরণের খরচ নাও থাকতে পারে, তবে এতে উল্লেখযোগ্য সময়ের শ্রম খরচ থাকতে পারে,

যা মানব-ঘণ্টায় প্রকাশিত হয়।

কাজের ক্রম পরিকল্পনার জন্য (কাজের সময়সূচী) নির্মাণস্থলে ক্যালকুলেশন টেবিলে হাতে একটি অ্যাট্রিবিউট "কাজের আদেশ" যোগ করা হয়। এটি অতিরিক্ত কলামে শুধুমাত্র সেই উপাদানের জন্য উল্লেখ করা হয়, যার পরিমাপের একক সময়ে (ঘণ্টা, দিন) প্রকাশিত হয়। এই অ্যাট্রিবিউট কাজের কোড, বর্ণনা, পরিমাণ, পরিমাপের একক (প্যারামিটার "ইউনিট") এবং খরচকে সম্পূর্ণ করে। সংখ্যাগত ক্রম (প্যারামিটার "কাজের আদেশ") কাজের সম্পাদনের জন্য একটি সঠিক ক্রম স্থাপন করতে সহায়তা করে এবং এটি সময়সূচী তৈরির সময় ব্যবহার করা যায়।

নির্মাণের সময়সূচী এবং বাজেটের তথ্যের ভিত্তিতে এর স্বয়ংক্রিয়করণ

নির্মাণের সময়সূচী হল কাজের এবং প্রক্রিয়াগুলির একটি ভিজুয়াল উপস্থাপনা, যা প্রকল্পের বাস্তবায়নের জন্য সম্পন্ন হতে হবে। এটি বিস্তারিত সম্পদ হিসাবের ভিত্তিতে তৈরি করা হয়, যেখানে প্রতিটি কাজের কাজের খরচের পাশাপাশি সময় এবং ক্রম উল্লেখ করা হয়।

গড় পদ্ধতির বিপরীতে, যেখানে সময়ের হিসাবগুলি উপকরণ বা সরঞ্জাম স্থাপনের জন্য আদর্শ ঘণ্টার সংখ্যা ভিত্তিক হয়, সম্পদ পদ্ধতিতে পরিকল্পনা বাস্তব তথ্যের উপর ভিত্তি করে, যা ক্যালকুলেশনে অন্তর্ভুক্ত করা হয়। শ্রম খরচের সাথে সম্পর্কিত প্রতিটি আইটেম প্রকৃত কাজের সময়ের মধ্যে সম্পদের ব্যবহার সম্পর্কিত বাস্তব শর্তগুলি বিবেচনায় নিয়ে একটি ক্যালেন্ডারের উপর নির্ভর করে। ক্যালকুলেশনের স্তরে উৎপাদনশীল ঘণ্টাগুলির সংশোধন ফ্যাক্টরগুলির মাধ্যমে, উৎপাদনশীলতা এবং মৌসুমী বৈশিষ্ট্যগুলির মধ্যে পার্থক্যগুলি বিবেচনা করা সম্ভব হয়, যা কাজের সময়সীমাকে প্রভাবিত করে।

নির্মাণের সময়সূচীর জন্য গ্যান্ট চার্টে প্রক্রিয়ার শুরু এবং শেষের তারিখ নির্ধারণ করতে, আমরা ক্যালকুলেশনের ভিত্তিতে ভিত্তি ব্লকের প্রতিটি উপাদানের জন্য সময়ের পরিমাণের অ্যাট্রিবিউটের মান গ্রহণ করি এবং সেগুলিকে ব্লকের সংখ্যা (এই ক্ষেত্রে কংক্রিটের ভিত্তি ব্লকের সংখ্যা) দ্বারা গুণ করি। এই হিসাব প্রতিটি কাজের স্থায়িত্ব প্রদান করে। তারপর আমরা এই স্থায়িত্বগুলি সময়ের স্কেলে চিত্রিত করি, প্রকল্পের শুরু তারিখ থেকে শুরু করে, যাতে সময়সূচী তৈরি করা যায় এবং ফলস্বরূপ একটি ভিজুয়াল উপস্থাপনা পাওয়া যায়, যা দেখায় কখন প্রতিটি কাজ শুরু এবং শেষ হওয়া উচিত। "কাজের আদেশ" প্যারামিটার প্রক্রিয়াগুলির মধ্যে আমাদের অতিরিক্তভাবে বোঝার সুযোগ দেয় যে কাজের প্রক্রিয়া সমান্তরাল (যেমন "কাজের আদেশ" 1.1-1.1) বা ক্রমাগত (1.1-1.2) হচ্ছে।

গ্যান্ট চার্ট হল একটি গ্রাফিক্যাল টুল যা প্রকল্প পরিকল্পনা এবং ব্যবস্থাপনার জন্য ব্যবহৃত হয়, যা সময়ের স্কেলে কাজগুলিকে অনুভূমিক রেখার আকারে উপস্থাপন করে। প্রতিটি রেখা কাজের সম্পাদনের স্থায়িত্ব, শুরু এবং শেষের সময় দেখায়।

কাজের সময়সূচী, বা গ্যান্ট চার্ট, প্রকল্প পরিচালকদের এবং শ্রমিকদের স্পষ্টভাবে বোঝার জন্য সহায়তা করে, কখন এবং কোন ক্রমে নির্মাণের বিভিন্ন পর্যায়গুলি সম্পন্ন হওয়া উচিত, যা সম্পদের কার্যকর ব্যবহার এবং সময়সীমা মেনে চলার নিশ্চয়তা দেয়।

তিনটি কংক্রিটের ভিত্তি ব্লক স্থাপনের জন্য একটি ক্যালেন্ডার পরিকল্পনা উপস্থাপন করি, উপরের টেবিলের হিসাব ব্যবহার করে। উপরের উদাহরণ থেকে খরচের টেবিল ব্যবহার করে, ২০২৪ সালের ১ মে তিনটি ভিত্তি ব্লক স্থাপনের জন্য LLM-কে পরিকল্পনা করতে বলি।

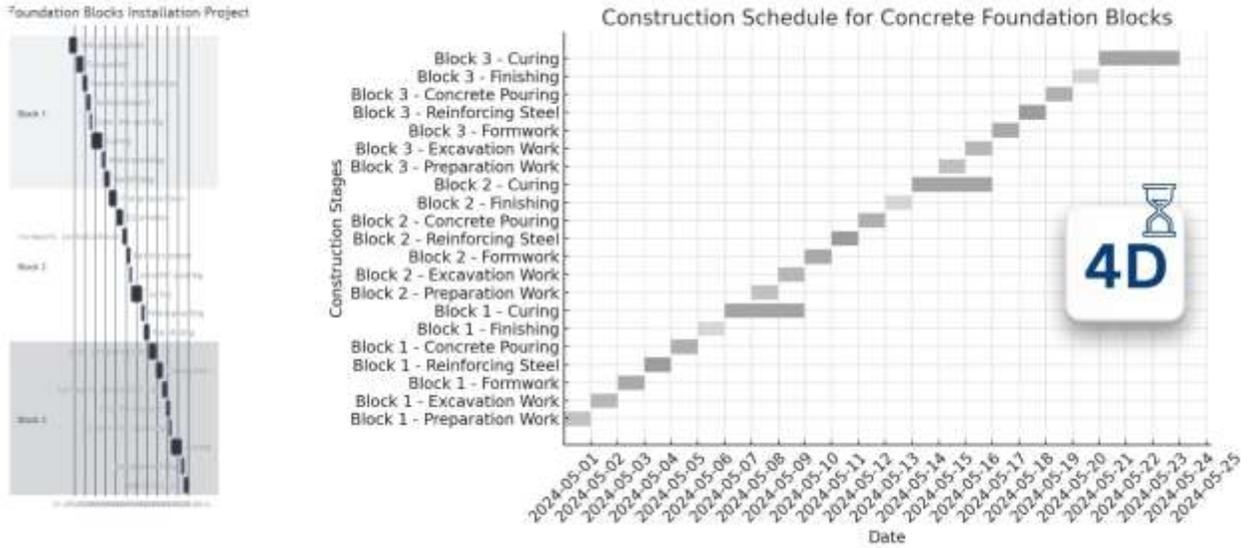
ক্যালকুলেশন LLM-এ পাঠানোর জন্য, আমরা XLSX ফরম্যাটে ক্যালকুলেশন টেবিল আপলোড করতে পারি অথবা সরাসরি LLM চ্যাটে JPEG ফরম্যাটে ক্যালকুলেশনের স্ক্রিনশটটি করতে পারি। LLM স্বয়ংক্রিয়ভাবে টেবিলের চিত্রের ভিজুয়লাইজেশনের জন্য লাইব্রেরি খুঁজে বের করবে এবং টেবিলের কাজের সময়ের অ্যাট্রিবিউটগুলিকে তাদের

পরিমাণ দ্বারা গুণ করে সমস্ত তথ্যকে সময়সূচীতে সংযুক্ত করবে। -

❏ LLM-এ পাঠানোর জন্য একটি টেক্সট অনুরোধ পাঠান:

তিনটি ভিত্তি ব্লক স্থাপনের জন্য সময় সম্পর্কিত টেবিলের মান ব্যবহার করে গ্যান্ট চার্টের আকারে কাজের সময়সূচী তৈরি করুন (অ্যাপেনডিক্সে JPEG হিসাবে চিত্র 5.31)। প্রতিটি ব্লকের কাজগুলি ক্রমাগতভাবে সম্পন্ন হয়। কাজের শুরু তারিখ 01/05/2024 নির্ধারণ করুন।

❏ LLM-এর উত্তর:

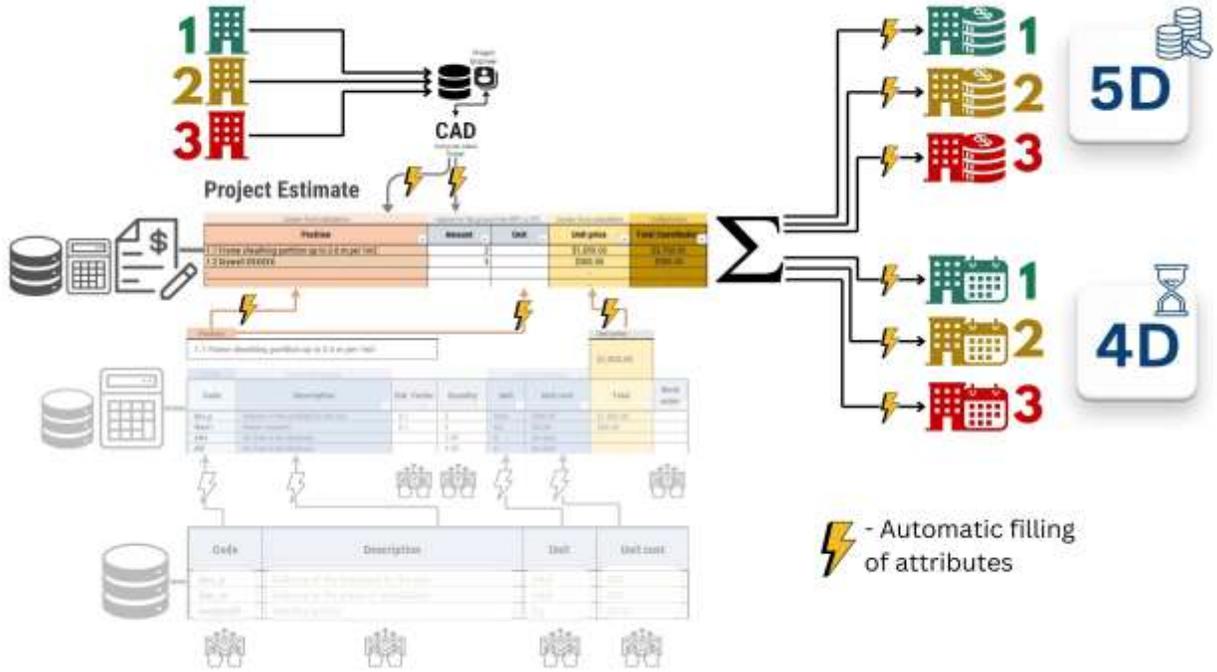


চিত্র 5.32 স্বয়ংক্রিয়ভাবে একাধিক LLM দ্বারা তৈরি গ্যান্ট চার্ট তিনটি কংক্রিট ব্লকের নির্মাণের পর্যায়গুলি প্রদর্শন করে, যা প্রস্পেক্টের শর্তাবলীর অনুযায়ী /

প্রাপ্ত সময়সূচী (চিত্র 5.32) একটি সময়গত চার্ট, যেখানে প্রতিটি অনুভূমিক বার একটি নির্দিষ্ট ভিত্তি ব্লকের কাজের পর্যায়কে উপস্থাপন করে এবং কাজের ক্রম (প্যারামিটার "কাজের আদেশ") যেমন প্রস্তুতি, মাটি খনন, ফর্মওয়ার্ক স্থাপন, reinforcement, কংক্রিট ঢালা এবং ফিনিশিং প্রক্রিয়াগুলির ক্রম প্রদর্শন করে, অর্থাৎ সেই প্রক্রিয়াগুলি যা হিসাবগুলিতে পূর্ণ সময়ের প্যারামিটার এবং ক্রম রয়েছে।

এই ধরনের চার্ট (চিত্র 5.32) কাজের দিন, শিফট বা কাজের সময়ের মানদণ্ড সম্পর্কিত সীমাবদ্ধতাগুলি বিবেচনায় নেয় না এবং এটি শুধুমাত্র প্রক্রিয়াটির ধারণাগত ভিজ্যুয়ালাইজেশনের জন্য উদ্দেশ্যপ্রণোদিত। সঠিক সময়সূচী, যা কাজের সমান্তরালতা প্রতিফলিত করবে, প্রাসঙ্গিক প্রস্পেক্ট বা চ্যাটের মধ্যে অতিরিক্ত নির্দেশনাগুলির মাধ্যমে সম্পূর্ণ করা যেতে পারে।

একটি খরচের হিসাব (চিত্র 5.31) ব্যবহার করে, 3D জ্যামিতির ভলিউমের অ্যাট্রিবিউটগুলির মাধ্যমে, স্বয়ংক্রিয়ভাবে প্রকল্পের খরচ এবং একসাথে বিভিন্ন প্রকল্পের বিকল্পগুলির জন্য সময়ের বৈশিষ্ট্যগুলি টেবিল বা চার্টের আকারে মূল্যায়ন করা যায় (চিত্র 5.33)।-



চিত্র 5.33 স্বয়ংক্রিয় হিসাব, বিভিন্ন প্রকল্পের বিকল্পগুলির জন্য খরচ এবং সময়কে তাৎক্ষণিকভাবে এবং স্বয়ংক্রিয়ভাবে পূর্বাভাস দেওয়ার অনুমতি দেয় /

আধুনিক মডুলার ERP সিস্টেমগুলি (চিত্র 5.44), CAD মডেল থেকে ডেটা লোড করে, সময়ের হিসাবের জন্য এই ধরনের স্বয়ংক্রিয় পদ্ধতিগুলি ব্যবহার করে যা সিদ্ধান্ত গ্রহণের প্রক্রিয়াকে উল্লেখযোগ্যভাবে সংক্ষিপ্ত করে। এটি প্রকল্পের বাস্তব মূল্যের ভিত্তিতে কাজের সময়সূচী সঠিকভাবে পরিকল্পনা করতে এবং সমস্ত কাজ সম্পন্ন করতে প্রয়োজনীয় মোট সময় হিসাব করতে সক্ষম করে।-

6D-8D এর সম্প্রসারিত বৈশিষ্ট্য স্তর: শক্তি দক্ষতা থেকে নিরাপত্তা নিশ্চিতকরণ

6D, 7D এবং 8D হল তথ্য মডেলিংয়ের উন্নত স্তর, প্রতিটি অতিরিক্ত স্তর প্রকল্পের তথ্য মডেলে অতিরিক্ত অ্যাট্রিবিউটের স্তর যুক্ত করে, যার ভিত্তি 3D মডেলের অ্যাট্রিবিউটগুলি এবং তাদের পরিমাণ ও ভলিউম। প্রতিটি অতিরিক্ত স্তর বিশেষ প্যারামিটারগুলি নিয়ে আসে, যা পরবর্তী গ্রুপিং বা অন্যান্য সিস্টেমে পরবর্তী শনাক্তকরণের জন্য প্রয়োজনীয়, যেমন সম্পত্তি ব্যবস্থাপনা সিস্টেম (PMS), স্বয়ংক্রিয় অবকাঠামো ব্যবস্থাপনা (CAFM), নির্মাণ প্রকল্প ব্যবস্থাপনা (CPM) এবং নিরাপত্তা ব্যবস্থাপনা সিস্টেম (SMS)।



চিত্র 5.34 6D, 7D এবং 8D এর অ্যাট্রিবিউটগুলি তথ্য মডেল ডেটাতে প্রকল্পের বিভিন্ন দিকগুলি, শক্তি দক্ষতা থেকে নিরাপত্তা পর্যন্ত, বিস্তৃত করে।

- 6D তে প্রকল্পের ডেটাবেস (অথবা ডেটাফ্রেম (চিত্র 4.113)) এর সাথে ভৌত এবং ভলিউমেট্রিক অ্যাট্রিবিউটগুলির তথ্য যুক্ত করা হয়, পরিবেশগত স্থায়িত্ব সম্পর্কিত তথ্য (অ্যাট্রিবিউট-কলাম) যোগ করা হয়। এতে শক্তি দক্ষতা, কার্বন ফুটপ্রিন্ট, পুনর্ব্যবহারযোগ্য উপকরণের সম্ভাবনা এবং পরিবেশবান্ধব প্রযুক্তির ব্যবহার সম্পর্কিত তথ্য অন্তর্ভুক্ত রয়েছে। এই ডেটাগুলি প্রকল্পের পরিবেশের উপর প্রভাব মূল্যায়ন করতে, প্রকল্পের সিদ্ধান্তগুলি অপ্টিমাইজ করতে এবং টেকসই উন্নয়নের লক্ষ্য (ESG) অর্জন করতে সহায়তা করে।
- 7D বৈশিষ্ট্যগুলি ভবনের পরিচালনার জন্য প্রয়োজনীয় বৈশিষ্ট্যগুলির সাথে সম্পূর্ণক। এটি রক্ষণাবেক্ষণের সময়সূচী, উপাদানের জীবনকাল, প্রযুক্তিগত ডকুমেন্টেশন এবং মেরামতের ইতিহাসের তথ্য। এই তথ্যের সেটটি মডেলটিকে পরিচালনা সিস্টেমগুলির (CAFM, AMS) সাথে একীভূত করার সুযোগ দেয়, রক্ষণাবেক্ষণ, যন্ত্রপাতির প্রতিস্থাপন কার্যকরভাবে পরিকল্পনা করতে সহায়তা করে এবং প্রকল্পের সম্পূর্ণ জীবনচক্রে সহায়তা প্রদান করে।
- 8D অতিরিক্ত বৈশিষ্ট্য স্তরটি নিরাপত্তার সাথে সম্পর্কিত তথ্য অন্তর্ভুক্ত করে - নির্মাণের সময় এবং পরবর্তী ব্যবহারের সময় উভয় ক্ষেত্রেই। মডেলে কর্মীদের নিরাপত্তা নিশ্চিত করার জন্য ব্যবস্থা, জরুরি পরিস্থিতিতে পদক্ষেপের নির্দেশিকা, উদ্ধার সিস্টেম এবং অগ্নি সুরক্ষার প্রয়োজনীয়তা অন্তর্ভুক্ত করা হয়। এই তথ্যগুলির ডিজিটাল মডেলে একীভূতকরণ ঝুঁকিগুলি পূর্বাভাস দিতে এবং শ্রম সুরক্ষা ও নিরাপত্তার প্রয়োজনীয়তা বিবেচনায় রেখে স্থাপত্য, প্রকৌশল এবং সাংগঠনিক সমাধানগুলি তৈরি করতে সহায়তা করে।

4D থেকে 8D পর্যন্ত স্তরগুলি একটি কাঠামোবদ্ধ টেবিলের আকারে অতিরিক্ত বৈশিষ্ট্য হিসাবে কলামের আকারে উপস্থাপন করা হয়, যা ইতিমধ্যে পূর্ণ 3D মডেলের বৈশিষ্ট্যগুলির সাথে যুক্ত করা হয়, যেমন নাম, বিভাগ, প্রকার এবং আয়তনগত বৈশিষ্ট্য। 6D, 7D এবং 8D বৈশিষ্ট্যগুলির মানগুলি অতিরিক্ত টেক্সট এবং সংখ্যাগত তথ্য ধারণ করে, যেমন পুনর্ব্যবহারের শতাংশ, কার্বন পদচিহ্ন, গ্যারান্টি সময়কাল, প্রতিস্থাপন চক্র, ইনস্টলেশন তারিখ, নিরাপত্তা প্রোটোকল ইত্যাদি।



| ID | Type Name | Width | Length | Recyclability | Carbon Footprint | Warranty Period | Replacement Cycle | Maintenance Schedule | Installation Date | Wellbeing Factors | Safety Protocols |
|--------|-----------|--------|--------|---------------|--------------------------|-----------------|-------------------|----------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| W-NEW | Window | 120 cm | - | 90% | 1622 kgCO ₂ e | 8 years | 20 years | Annual | -mon | XYZ Windows | ISO 45001 |
| W-OLD1 | Window | 100 cm | 140 cm | 90% | 1522 kgCO ₂ e | 8 years | 15 years | Biannual | 08/22/2024 | XYZ Windows | OSHA Standard |
| W-OLD2 | Window | 110 cm | 160 cm | 90% | 1522 kgCO ₂ e | - | 15 years | Biannual | 08/24/2024 | ???? | OSHA Standard |
| D-122 | Door | 90 cm | 210 cm | 100% | 1322 kgCO ₂ e | 15 years | 25 years | Biennial | 08/25/2024 | Doors Ltd. | OSHA Standard |

রিস. 5.35 6D-8D তথ্য মডেলে বৈশিষ্ট্য স্তরগুলি যুক্ত করে, যা ইতিমধ্যে 3D মডেল থেকে ভৌগলিক এবং আয়তনগত বৈশিষ্ট্য ধারণ করে।

আমাদের নতুন জানালার জন্য (রিস. 4.41) W-NEW আইডি সহ উপাদান (রিস. 5.35) নিম্নলিখিত 3D-8D বৈশিষ্ট্য থাকতে পারে:-

3D বৈশিষ্ট্য - CAD সিস্টেম থেকে প্রাপ্ত ভৌগলিক তথ্য:

- নামের প্রকার - উপাদান "জানালা"
- প্রস্থ - 120 সেমি
- অতিরিক্তভাবে, উপাদানের "Bounding Box" পয়েন্টগুলি বা এর "BREP / MESH জ্যামিতি" আলাদা বৈশিষ্ট্য হিসাবে যোগ করা যেতে পারে।

6D বৈশিষ্ট্য - পরিবেশগত স্থায়িত্ব:

- "পুনর্ব্যবহারের" সূচক - 90%
- "কার্বন পদচিহ্ন" - 1622 কেজি CO₂

7D বৈশিষ্ট্য - সম্পত্তি ব্যবস্থাপনার তথ্য:

- "গ্যারান্টি সময়কাল" - 8 বছর
- "প্রতিস্থাপন চক্র" - 20 বছর
- "রক্ষণাবেক্ষণ" - বার্ষিক প্রয়োজন

8D বৈশিষ্ট্য - ভবনের নিরাপদ ব্যবহার এবং পরিচালনার নিশ্চয়তা:

- জানালা "স্থাপন" - কোম্পানি "XYZ Windows"
- "নিরাপত্তা মান" - ISO 45001 এর সাথে সঙ্গতিপূর্ণ

ডেটাবেস বা ডেটাসেটে (রিস. 5.35) রেকর্ড করা সমস্ত প্যারামিটার বিভিন্ন বিভাগের বিশেষজ্ঞদের জন্য গ্রুপিং, অনুসন্ধান বা গণনার জন্য প্রয়োজন। এই ধরনের বহু-মাত্রিক বর্ণনা প্রকল্পের বস্তুগুলির বৈশিষ্ট্যগুলির উপর ভিত্তি করে তাদের জীবনচক্র, পরিচালনাগত প্রয়োজনীয়তা এবং প্রকল্পের নকশা, নির্মাণ এবং পরিচালনার জন্য প্রয়োজনীয় অন্যান্য অনেক দিক সম্পর্কে সম্পূর্ণ ধারণা পেতে সহায়তা করে।

CO₂ মূল্যায়ন এবং নির্মাণ প্রকল্পে কার্বন ডাই অক্সাইডের নির্গমনের হিসাব

নির্মাণ প্রকল্পের 6D পর্যায়ে স্থায়িত্বের বিষয়ের পাশাপাশি, আধুনিক নির্মাণে প্রকল্পগুলির পরিবেশগত স্থায়িত্বের প্রতি বিশেষ মনোযোগ দেওয়া হচ্ছে, যেখানে একটি মূল দিক হল প্রকল্পের জীবনচক্রের পর্যায়গুলিতে (যেমন উপাদান এবং স্থাপন) ঘটে যাওয়া কার্বন ডাইঅক্সাইড CO₂ নির্গমনের মূল্যায়ন এবং হ্রাস।-

নির্মাণ সামগ্রীর কার্বন নির্গমনের মূল্যায়ন এবং হিসাব একটি প্রক্রিয়া, যেখানে প্রকল্পে ব্যবহৃত উপাদান বা উপাদানের গোষ্ঠীর আয়তনিক বৈশিষ্ট্যগুলিকে সংশ্লিষ্ট নির্গমন গুণাঙ্কের সাথে গুণন করে মোট কার্বন নির্গমন নির্ধারণ করা হয়।

নির্মাণ প্রকল্পের মূল্যায়নে কার্বন নির্গমনের হিসাব, বৃহত্তর ESG মানদণ্ডের (পরিবেশগত, সামাজিক এবং পরিচালনামূলক) অংশ হিসেবে একটি নতুন স্তর যোগ করে। এটি বিশেষভাবে গ্রাহক-নিবেশক জন্য গুরুত্বপূর্ণ যখন তারা LEED® (লিডারশিপ ইন এনার্জি অ্যান্ড এনভায়রনমেন্টাল ডিজাইন), BREEAM® (বিল্ডিং রিসার্চ এস্টাবলিশমেন্ট এনভায়রনমেন্টাল অ্যাসেসমেন্ট মেথড) বা DGNB® (ডয়েচে গেসেলশাফট ফুর নাচারলিৎগেস বাউয়েন) এর মতো প্রাসঙ্গিক সার্টিফিকেট অর্জন করে। এই সার্টিফিকেটগুলির মধ্যে একটি অর্জন প্রকল্পের বাজারের আকর্ষণীয়তা উল্লেখযোগ্যভাবে বাড়াতে পারে, কার্যকরী প্রক্রিয়া সহজতর করতে পারে এবং স্থায়িত্ব (ESG) ভিত্তিক ভাড়াটিয়াদের প্রয়োজনীয়তার সাথে সামঞ্জস্য নিশ্চিত করতে পারে। প্রকল্পের প্রয়োজনীয়তার উপর নির্ভর করে HQE (হট ক্যালিটি এনভায়রনমেন্টাল, ফরাসি পরিবেশগত নির্মাণ মান), WELL (WELL বিল্ডিং স্ট্যান্ডার্ড, ব্যবহারকারীদের স্বাস্থ্য এবং স্বাচ্ছন্দ্যের উপর মনোযোগ কেন্দ্রীভূত) এবং GRESB (গ্লোবাল রিয়েল এস্টেট সাসটেইনেবিলিটি বেঞ্চমার্ক, আন্তর্জাতিক স্থায়িত্ব রেটিং) ব্যবহার করা হতে পারে।

পরিবেশগত, সামাজিক এবং পরিচালনামূলক ESG (এনভায়রনমেন্টাল, সোশ্যাল অ্যান্ড গভর্নেন্স) একটি বিস্তৃত নীতির সেট, যা ব্যবসার অভ্যন্তরীণ এবং বাইরের সামাজিক এবং পরিবেশগত প্রভাবের মূল্যায়নের জন্য ব্যবহার করা যেতে পারে।

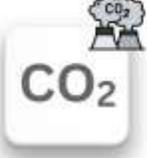
ESG, যা 2000-এর দশকের শুরুতে আর্থিক তহবিলগুলির দ্বারা পরিবেশগত, সামাজিক এবং পরিচালনামূলক মানদণ্ডের বিষয়ে বিনিয়োগকারীদের তথ্য প্রদান করার জন্য তৈরি করা হয়েছিল, কোম্পানি এবং প্রকল্প উভয়ের মূল্যায়নের জন্য একটি মূল সূচকে পরিণত হয়েছে, নির্মাণ প্রকল্পসহ। বৃহত্তম পরামর্শক সংস্থাগুলির গবেষণার অনুযায়ী, পরিবেশগত, সামাজিক এবং পরিচালনামূলক ফ্যাক্টরগুলির (ESG) হিসাব নির্মাণ শিল্পের একটি অবিচ্ছেদ্য অংশ হয়ে উঠেছে।

EY (2023) এর "কার্বন নিরপেক্ষতার পথ" শিরোনামের প্রতিবেদনে বলা হয়েছে, ESG নীতিগুলি সক্রিয়ভাবে বাস্তবায়নকারী কোম্পানিগুলি কেবল দীর্ঘমেয়াদী ঝুঁকি হ্রাস করে না, বরং তাদের ব্যবসায়িক মডেলের কার্যকারিতা বাড়ায়, যা বৈশ্বিক বাজারের রূপান্তরের পরিস্থিতিতে বিশেষভাবে গুরুত্বপূর্ণ। PwC এর "ESG সম্পর্কে সচেতনতা" প্রতিবেদনে উল্লেখ করা হয়েছে যে কোম্পানিগুলির ESG ফ্যাক্টরের গুরুত্ব সম্পর্কে সচেতনতার স্তর 67% থেকে 97% এর মধ্যে পরিবর্তিত হয়, যেখানে বেশিরভাগ প্রতিষ্ঠান এই প্রবণতাগুলিকে ভবিষ্যতে স্থায়িত্বের জন্য মূল বলে মনে করে এবং ব্যবসা প্রধানত ESG নীতিগুলি সংহত করার জন্য স্টেকহোল্ডারদের পক্ষ থেকে উল্লেখযোগ্য চাপ অনুভব করে।

অতএব, নির্মাণ প্রকল্পগুলিতে ESG নীতিগুলির সংহতি কেবল LEED, BREEAM, DGNB এর মতো আন্তর্জাতিক স্বায়িত্ব সার্টিফিকেট অর্জনে সহায়তা করে না, বরং শিল্পে কোম্পানিগুলির দীর্ঘমেয়াদি স্বায়িত্ব এবং প্রতিযোগিতামূলকতা নিশ্চিত করে।

একটি নির্মাণ প্রকল্পের মোট কার্বন পদচিহ্নের উপর প্রভাব ফেলার জন্য সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ ফ্যাক্টরগুলির মধ্যে একটি হল নির্মাণ সামগ্রী এবং উপাদানের উৎপাদন ও লজিস্টিকের পর্যায়গুলি। প্রকল্পে ব্যবহৃত সামগ্রীগুলি প্রায়শই মোট CO₂ নির্গমনের উপর একটি নির্ধারক প্রভাব ফেলে, বিশেষ করে প্রকল্পের জীবনচক্রের প্রাথমিক পর্যায়গুলিতে – কাঁচামাল আহরণ থেকে শুরু করে নির্মাণস্থলে সরবরাহ পর্যন্ত।

নির্মাণ উপাদানের বিভাগ বা প্রকার অনুযায়ী নির্গমন হিসাব করার জন্য বিভিন্ন সামগ্রীর উৎপাদনের ফলে উৎপন্ন CO₂ এর পরিমাণ প্রতিফলিত করে এমন রেফারেন্স কার্বন নির্গমন সহগ ব্যবহার করা প্রয়োজন। এই ধরনের সামগ্রীর মধ্যে রয়েছে কংক্রিট, ইট, পুনর্ব্যবহৃত ইস্পাত, অ্যালুমিনিয়াম এবং অন্যান্য। এই মানগুলি সাধারণত প্রামাণিক উৎস এবং আন্তর্জাতিক ডেটাবেস থেকে আহরণ করা হয়, যেমন UK ICE 2015 (Inventory of Carbon and Energy) এবং US EPA 2006 (U.S. Environmental Protection Agency)। পরবর্তী টেবিলে (ছবি 5.36) কিছু সাধারণ নির্মাণ সামগ্রীর জন্য মৌলিক নির্গমন সহগগুলি উপস্থাপন করা হয়েছে। প্রতিটির জন্য দুটি মূল প্যারামিটার উল্লেখ করা হয়েছে: CO₂ এর নির্দিষ্ট নির্গমন (কিলোগ্রাম প্রতি কিলোগ্রাম সামগ্রী) এবং ভলিউম থেকে ভর রূপান্তরের সহগ (কিলোগ্রাম প্রতি ঘনমিটার), যা প্রকল্পের মডেলে হিসাবগুলিকে একত্রিত করতে এবং QTO ডেটা গ্রুপিংয়ের সাথে সংযুক্ত করতে প্রয়োজনীয়।



Carbon Emitted in Production

| Material | Abbreviated | UK ICE Database (2015) USEPA (2006) | UK ICE Database (2015) USEPA (2006) | Coefficient m ³ to kg |
|------------------------------------|----------------|--|--|----------------------------------|
| | | Process Emissions (kg CO ₂ e/ kg of product) (K1) | Process Emissions (kg CO ₂ e/ kg of product) (K2) | |
| Concrete | Concrete | 0.12 | 0.12 | 2400 |
| Concrete block | Concrete block | 0.13** | 0.14 | 2000 |
| Brick | Brick | 0.24 | 0.32 | 2000 |
| Medium density fiberboard (MDF) | MDF | 0.39* | 0.32 | 700 |
| Recycled steel (avg recy content) | Recycled steel | 0.47 | 0.81 | 7850 |
| Glass (not including primary mfg.) | Glass | 0.59 | 0.6 | 2500 |
| Cement (Portland, masonry) | Cement | 0.95 | 0.97 | 1440 |
| Aluminum (virgin) | Aluminum | 12.79 | 16.6 | 2700 |

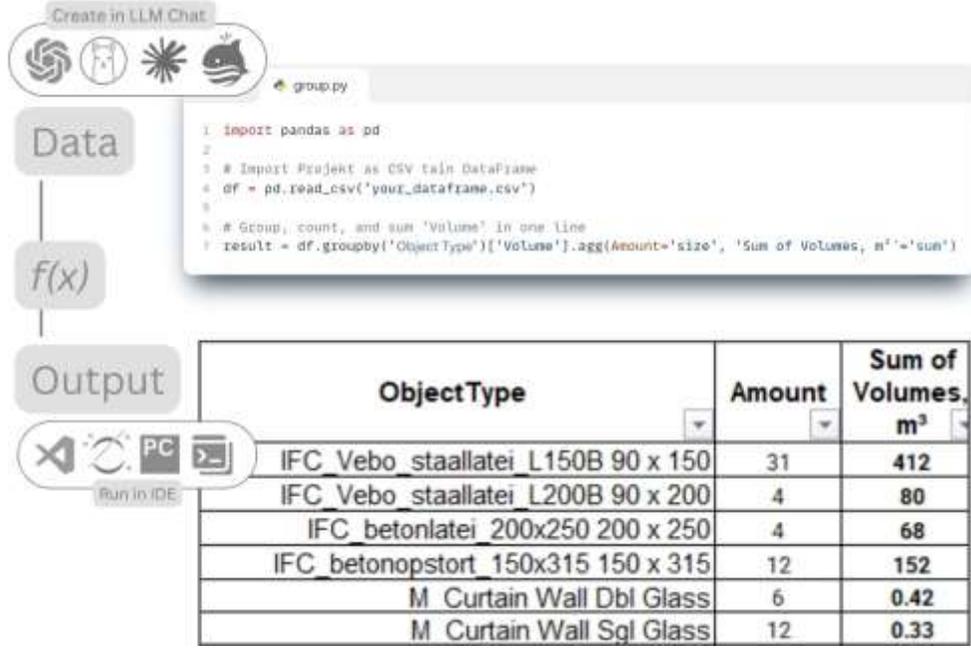
ছবি 5.36 বিভিন্ন নির্মাণ সামগ্রী উৎপাদনের সময় নির্গত কার্বনের পরিমাণ, UK ICE এবং US EPA ডেটাবেস অনুযায়ী /

প্রকল্পের মোট CO₂ নির্গমনের হিসাব করতে, 4D এবং 5D গণনার মতো, প্রতিটি বস্তু গোষ্ঠীর বৈশিষ্ট্যগুলির ভলিউম নির্ধারণ করা প্রয়োজন। এটি পরিমাণ বিশ্লেষণের (QTO) সরঞ্জামগুলির মাধ্যমে করা যেতে পারে, ঘনমিটারে বৈশিষ্ট্যগুলির ভলিউম পেয়ে, যেমন পরিমাণ গ্রহণের বিভাগে বিস্তারিতভাবে আলোচনা করা হয়েছে। পরে প্রাপ্ত ভলিউমগুলি প্রতিটি উপাদান গোষ্ঠীর "CO₂ প্রযুক্তিগত নির্গমন" বৈশিষ্ট্যের জন্য সংশ্লিষ্ট সহগের সাথে গুণিত হয়।

- চলুন CAD (BIM) প্রকল্প থেকে উপাদান প্রকার অনুযায়ী ভলিউমের টেবিলটি স্বয়ংক্রিয়ভাবে বের করি, সমস্ত প্রকল্পের ডেটা গ্রুপ করে, যেমন পূর্ববর্তী অধ্যায়গুলিতে করা হয়েছে। এই কাজটি সম্পাদনের জন্য LLM এর কাছে ফিরে যাই।

দয়া করে CAD (BIM) প্রকল্পের DataFrame টেবিলটিকে "Object Name" (অথবা "Type") কলামের প্যারামিটার অনুযায়ী গ্রুপ করুন এবং প্রতিটি গোষ্ঠীতে উপাদানের সংখ্যা দেখান, পাশাপাশি প্রকারের সমস্ত উপাদানের জন্য "Volume" প্যারামিটারটি যোগ করুন।

LLM-এর উত্তর:

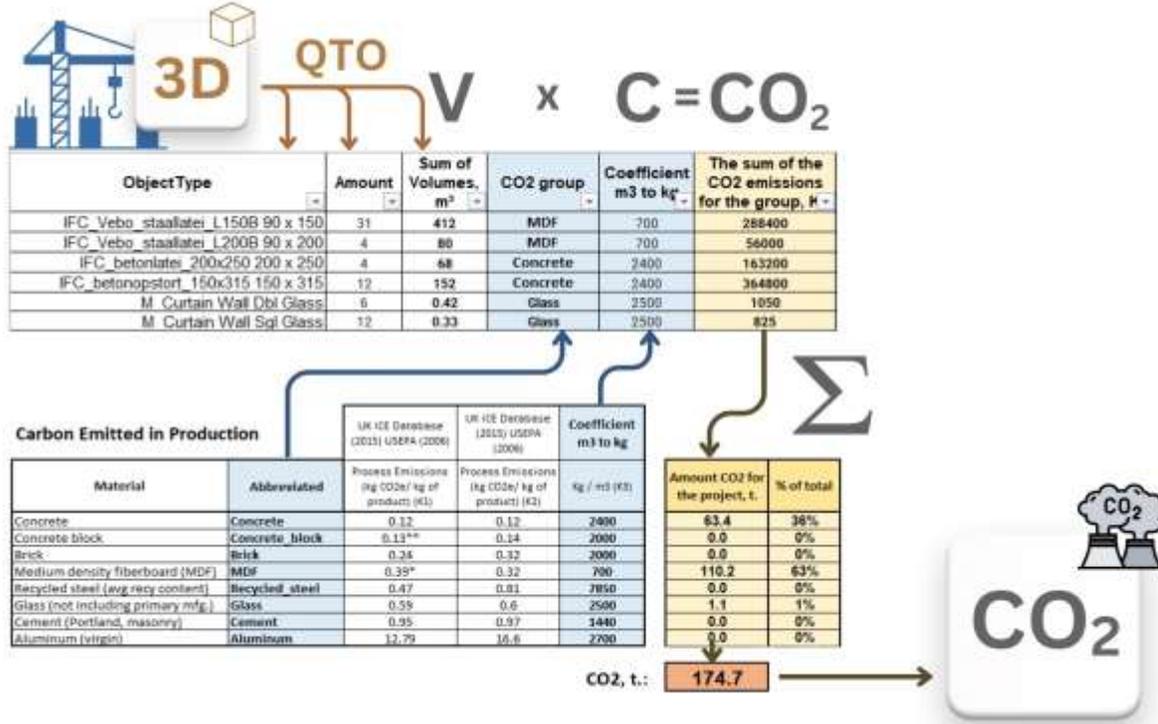


ছবি 5.37 LLM এ তৈরি করা কোড আমাদের প্রকল্পের সত্তাগুলিকে প্রকার (Object Type) অনুযায়ী গ্রুপ করেছে এবং "Volume" বৈশিষ্ট্যের জন্য যোগফল প্রদান করেছে।

প্রকল্পের জন্য মোট CO₂ নির্গমনের হিসাব স্বয়ংক্রিয়ভাবে করতে, টেবিলের ডেটার স্বয়ংক্রিয় মেলানো সেট আপ করা যথেষ্ট, অথবা হাতে উপাদানের প্রকারগুলি (ছবি 5.37) নির্গমন সহগের টেবিল (ছবি 5.36) থেকে সংশ্লিষ্ট উপাদান প্রকারগুলির সাথে সংযুক্ত করা। নির্গমন সহগ এবং সূত্রগুলির সাথে প্রস্তুত টেবিল, CAD (BIM) থেকে ভলিউম পাওয়ার কোড এবং CO₂ নির্ধারণের স্বয়ংক্রিয়করণের জন্য GitHub এ "CO₂-calculating-the-embodied-carbon. DataDrivenConstruction" অনুসন্ধান করে পাওয়া যাবে। --

সুতরাং, CAD ডেটাবেস থেকে QTO উপাদানগুলির গ্রুপিংয়ের পরে ডেটা একত্রিত করা CO₂ নির্গমন (ছবি 5.38) বিভিন্ন ডিজাইন বিকল্পের জন্য স্বয়ংক্রিয়ভাবে হিসাব করতে সক্ষম করে। এটি বিভিন্ন উপাদানের প্রভাব বিশ্লেষণ করার এবং শুধুমাত্র সেই সমাধানগুলি নির্বাচন করার সুযোগ দেয় যা নির্মাণের সময় নির্দিষ্ট CO₂ নির্গমন স্তরের প্রয়োজনীয়তার সাথে সঙ্গতিপূর্ণ, যাতে ভবনটি চালু করার সময় নির্দিষ্ট সার্টিফিকেট অর্জন করা যায়।-

CO₂ নির্গমন মূল্যায়ন প্রকল্পের গোষ্ঠীভুক্ত উপাদানের পরিমাণের উপর গুণফল প্রয়োগের মাধ্যমে - এটি একটি নির্মাণ কোম্পানির জন্য ESG রোটিং (যেমন LEED সার্টিফিকেশন) অর্জনের প্রক্রিয়ায় একটি সাধারণ উদাহরণ।

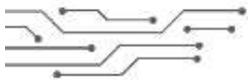


চিত্র 5.38 CAD ডেটাবেস থেকে QTO গোষ্ঠীগুলির একীকরণ CO₂ নির্গমনের চূড়ান্ত পরিমাণের মূল্যায়নে সঠিকতা এবং স্বয়ংক্রিয়তা নিশ্চিত করে।

একইভাবে, উপাদানের গোষ্ঠীর পরিমাণ নির্ধারণ করে, আমরা উপকরণ নিয়ন্ত্রণ এবং লজিস্টিক, মনিটরিং এবং গুণমান ব্যবস্থাপনা, শক্তি ব্যবহারের মডেলিং এবং বিশ্লেষণ এবং অন্যান্য অনেক কাজের জন্য হিসাব করতে পারি, যা প্রকল্পের একটি নতুন অ্যাট্রিবিউটিভ স্ট্যাটাস (তালিকার প্যারামিটার) অর্জনের জন্য।

যদি কোম্পানিতে এই ধরনের হিসাব প্রক্রিয়ার সংখ্যা বাড়তে শুরু করে, তবে স্বয়ংক্রিয়করণের প্রয়োজনীয়তা এবং কোম্পানির প্রক্রিয়া এবং ডেটা ব্যবস্থাপনা সিস্টেমে ফলাফলগুলি বাস্তবায়নের প্রশ্ন উঠতে পারে।

জটিল সমাধানের কারণে, নির্মাণ শিল্পে মধ্যম এবং বড় কোম্পানিগুলি এই ধরনের স্বয়ংক্রিয়করণ আউটসোর্স করে ERP (অথবা PMIS) সিস্টেম উন্নয়নকারী কোম্পানিগুলির কাছে। উন্নয়নকারী কোম্পানিগুলি বড় ক্লায়েন্টদের জন্য একটি একক সমন্বিত মডুলার সিস্টেম তৈরি করে, যা উপকরণ এবং সম্পদের হিসাবসহ বিভিন্ন তথ্য স্তরের পরিচালনার জন্য।



অধ্যায় 5.4. নির্মাণ ERP এবং PMIS সিস্টেম

নির্মাণ ERP সিস্টেমের উদাহরণ হিসেবে হিসাব এবং বাজেট

মডুলার ERP সিস্টেমগুলি বিভিন্ন অ্যাপ্লিকেশন (তথ্য) স্তর এবং ডেটার প্রবাহকে একটি সমন্বিত সিস্টেমে একত্রিত করে, প্রকল্প পরিচালকদের একটি প্ল্যাটফর্মের মধ্যে সম্পদ, অর্থ, লজিস্টিক এবং প্রকল্পের অন্যান্য দিকগুলি সমন্বিতভাবে পরিচালনা করতে সক্ষম করে। নির্মাণ ERP সিস্টেমটি নির্মাণ প্রকল্পগুলির "মস্তিষ্ক" হিসেবে কাজ করে, স্বয়ংক্রিয়করণের মাধ্যমে পুনরাবৃত্তিমূলক প্রক্রিয়াগুলিকে সহজতর করে এবং নির্মাণ প্রক্রিয়ার পুরো সময়ে স্বচ্ছতা এবং নিয়ন্ত্রণ নিশ্চিত করে।

নির্মাণ ERP সিস্টেমগুলি (Enterprise Resource Planning) হল জটিল সফটওয়্যার সমাধান, যা নির্মাণ প্রক্রিয়ার বিভিন্ন দিক পরিচালনা এবং অপ্টিমাইজ করার জন্য ডিজাইন করা হয়েছে। নির্মাণ ERP সিস্টেমগুলির ভিত্তিতে খরচ হিসাব এবং কাজের সময়সূচী পরিচালনার জন্য মডিউল রয়েছে, যা সম্পদ পরিকল্পনার জন্য একটি গুরুত্বপূর্ণ সরঞ্জাম তৈরি করে।

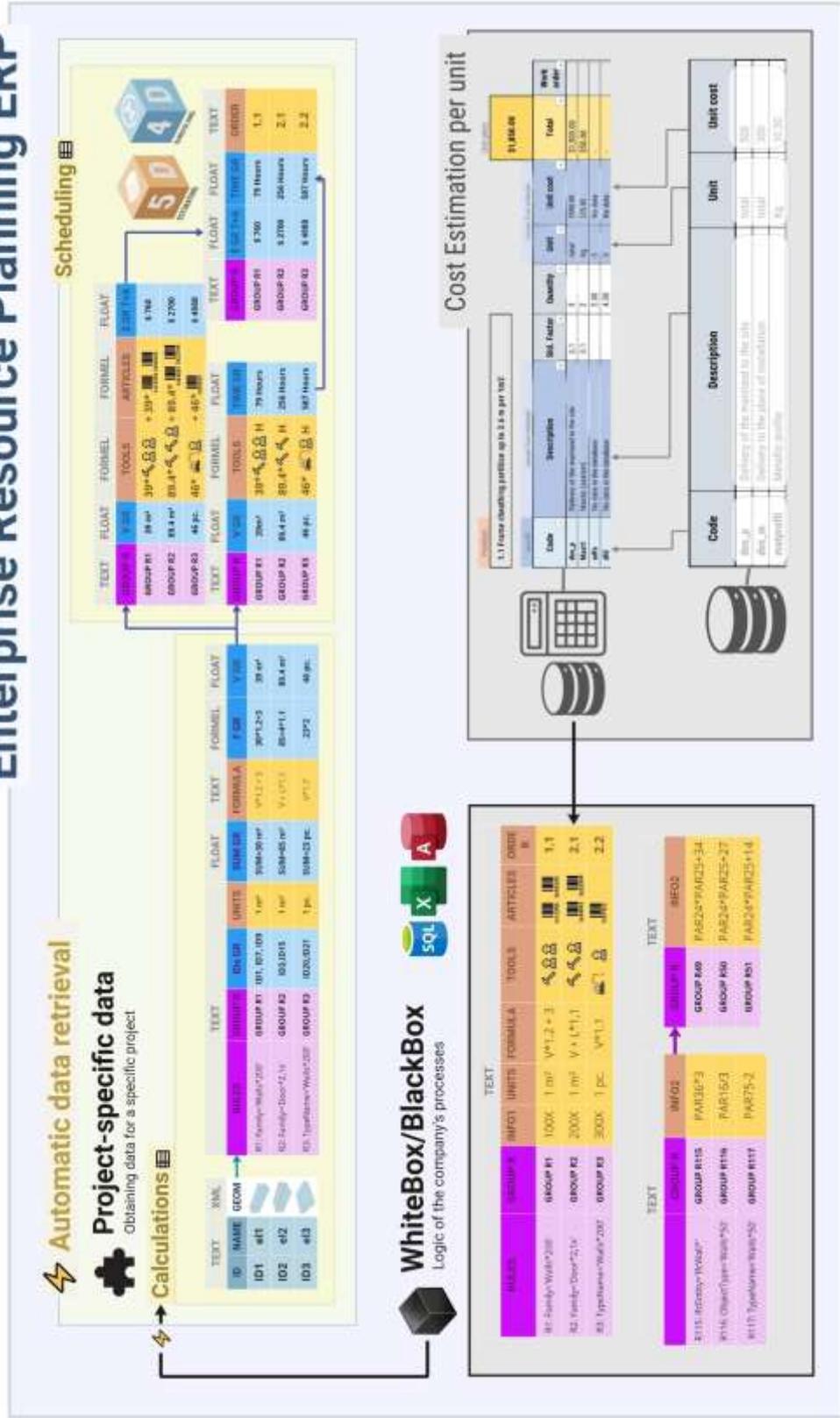
ERP সিস্টেমের মডিউলগুলি ব্যবহারকারীদের ডেটা প্রবেশ, প্রক্রিয়াকরণ এবং বিশ্লেষণ করতে সক্ষম করে, যা প্রকল্পের বিভিন্ন দিকগুলি কাঠামোবদ্ধভাবে অন্তর্ভুক্ত করে, যা উপকরণ এবং শ্রম খরচ, যন্ত্রপাতির ব্যবহার, লজিস্টিক, মানবসম্পদ, যোগাযোগ এবং অন্যান্য নির্মাণ কার্যক্রমের পরিচালনা অন্তর্ভুক্ত করতে পারে।

সিস্টেমের একটি কার্যকরী ব্লক হল ব্যবসায়িক যুক্তির স্বয়ংক্রিয়করণের মডিউল - BlackBox/WhiteBox, যা প্রক্রিয়াগুলির পরিচালনার কেন্দ্র হিসেবে কাজ করে।

BlackBox/WhiteBox ERP সিস্টেম ব্যবহারকারীকে অ্যাক্সেসের অধিকার মাধ্যমে ব্যবসার বিভিন্ন দিকগুলি নমনীয়ভাবে পরিচালনা করতে সক্ষম করে, যা পূর্বে অন্যান্য ব্যবহারকারী বা প্রশাসকদের দ্বারা কনফিগার করা হয়েছে। ERP সিস্টেমের প্রেক্ষাপটে, BlackBox এবং WhiteBox শব্দগুলি সিস্টেমের অভ্যন্তরীণ যুক্তির স্বচ্ছতা এবং নিয়ন্ত্রণের স্তর নির্দেশ করে:

- BlackBox ("কালো বাক্স") - ব্যবহারকারী ইন্টারফেসের মাধ্যমে সিস্টেমের সাথে যোগাযোগ করে, প্রক্রিয়াগুলির অভ্যন্তরীণ যুক্তিতে প্রবেশাধিকার ছাড়াই। সিস্টেমটি পূর্বনির্ধারিত নিয়মের ভিত্তিতে স্বয়ংক্রিয়ভাবে গণনা করে, যা শেষ ব্যবহারকারীর কাছে গোপন। ব্যবহারকারী ডেটা প্রবেশ করে এবং ফলাফল পায়, জানে না কোন অ্যাপ্লিকেশন বা গুণফল অভ্যন্তরে ব্যবহৃত হয়েছে।
- হোয়াইটবক্স (ব্ল্যাকবক্স) - প্রক্রিয়াগুলির লজিক পর্যালোচনা, কনফিগারেশন এবং সংশোধনের জন্য উপলব্ধ। উন্নত ব্যবহারকারীরা, প্রশাসকরা বা ইন্টিগ্রেটররা ম্যানুয়ালি ডেটা প্রক্রিয়াকরণের অ্যালগরিদম, গণনার নিয়ম এবং প্রকল্পের সত্তাগুলির মধ্যে যোগাযোগের স্ক্রিপ্ট নির্ধারণ করতে পারেন।

Enterprise Resource Planning ERP



চিত্র ৫.৪১ নির্মাণের ERP সিস্টেমের স্থাপত্য, যা পরিমাণের অ্যাট্রিবিউটগুলি ম্যানুয়ালভাবে পূরণ করার সময় প্রাক্কলন এবং কাজের সময়সূচী প্রাপ্তির জন্য।

একটি উদাহরণ হতে পারে এমন একটি পরিস্থিতি যেখানে একজন অভিজ্ঞ ব্যবহারকারী বা প্রশাসক একটি নিয়ম নির্ধারণ করেন: কোন অ্যাক্টিভিউগুলি প্রাক্কলনে একে অপরের সাথে গুণিত হতে হবে বা নির্দিষ্ট একটি বৈশিষ্ট্যের ভিত্তিতে গোষ্ঠীভুক্ত হতে হবে, এবং চূড়ান্ত ফলাফল কোথায় লেখা হবে। পরবর্তীতে, কম প্রস্তুত বিশেষজ্ঞরা, যেমন প্রকৌশলী-প্রাক্কলনকারীরা, সহজেই ERP-তে নতুন ডেটা ব্যবহারকারী ইন্টারফেসের মাধ্যমে লোড করেন - এবং কোড লেখার বা প্রযুক্তিগত বিশদে প্রবেশ করার প্রয়োজন ছাড়াই প্রস্তুত প্রাক্কলন, সময়সূচী বা স্পেসিফিকেশন পান।

পূর্ববর্তী অধ্যায়গুলিতে LLM-এর সাথে যোগাযোগের প্রেক্ষাপটে গণনা এবং লজিকের মডিউলগুলি পর্যালোচনা করা হয়েছে। ERP সিস্টেমের পরিবেশে, এই ধরনের গণনা এবং রূপান্তরগুলি বোতাম এবং ফর্মের ইন্টারফেসের পিছনে লুকানো মডিউলগুলির মধ্যে ঘটে।

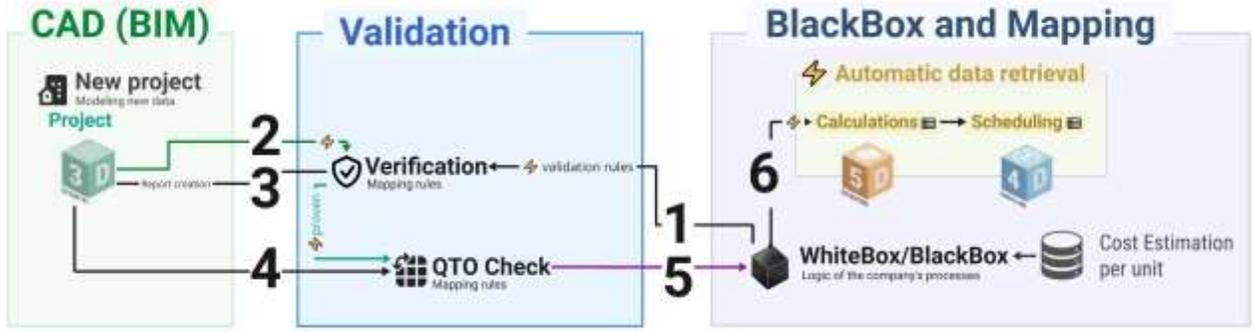
পরবর্তী উদাহরণে (চিত্র ৫.৪১) ERP সিস্টেমের প্রশাসক ব্ল্যাকবক্স/হোয়াইটবক্স মডিউলে প্রাক্কলনের সত্তাগুলির অ্যাক্টিভিউগুলির সাথে QTO-এর জন্য গোষ্ঠীভুক্তির অ্যাক্টিভিউগুলির মেলানোর নিয়ম নির্ধারণ করেছেন। এই কনফিগার করা (ম্যানেজার বা প্রশাসক দ্বারা) ব্ল্যাকবক্স/হোয়াইটবক্স মডিউলের মাধ্যমে ব্যবহারকারী (প্রাক্কলনকারী বা প্রকৌশলী), ম্যানুয়ালি পরিমাণ বা ভলিউমের অ্যাক্টিভিউ যোগ করে ERP-এর মাধ্যমে স্বয়ংক্রিয়ভাবে প্রস্তুত প্রাক্কলন এবং কাজের সময়সূচী পায়। এইভাবে, পূর্ববর্তী অধ্যায়গুলিতে কোডের মাধ্যমে আলোচনা করা গণনা এবং প্রাক্কলন তৈরির প্রক্রিয়া, ERP-এর মধ্যে আধা-স্বয়ংক্রিয় কনভেয়র হিসাবে রূপান্তরিত হয়।

CAD (BIM) মডেল থেকে ভলিউমেট্রিক অ্যাক্টিভিউগুলির সাথে এই আধা-স্বয়ংক্রিয় প্রক্রিয়াটিকে সংযুক্ত করা (চিত্র ৪.১১৩), উদাহরণস্বরূপ, CAD প্রকল্পের লোডিংয়ের মাধ্যমে, পূর্বনির্ধারিত ERP মডিউলে, ডেটার প্রবাহকে একটি সমন্বিত যান্ত্রিক ব্যবস্থায় রূপান্তরিত করে, যা প্রকল্পের ডিজাইন পর্যায়ে যেকোনো পরিবর্তনের প্রতিক্রিয়ায় স্বায়ত্তশাসিত এবং তাত্ক্ষণিকভাবে পৃথক উপাদানগুলির বা পুরো প্রকল্পের খরচ আপডেট করতে সক্ষম। -

CAD (BIM) এবং ERP সিস্টেমগুলির মধ্যে একটি স্বয়ংক্রিয় ডেটা প্রবাহ তৈরি করতে (চিত্র ৫.৪২), CAD (BIM) মডেলগুলির ডেটার জন্য মৌলিক প্রক্রিয়া এবং প্রয়োজনীয়তাগুলি কাঠামোগতভাবে সংজ্ঞায়িত করা প্রয়োজন, যা আমরা পূর্ববর্তী অধ্যায় "ডেটার প্রয়োজনীয়তা এবং গুণমানের নিশ্চয়তা" এ আলোচনা করেছি। এই প্রক্রিয়াটি ERP-তে অনুরূপ পর্যায়ে বিভক্ত হয়:-

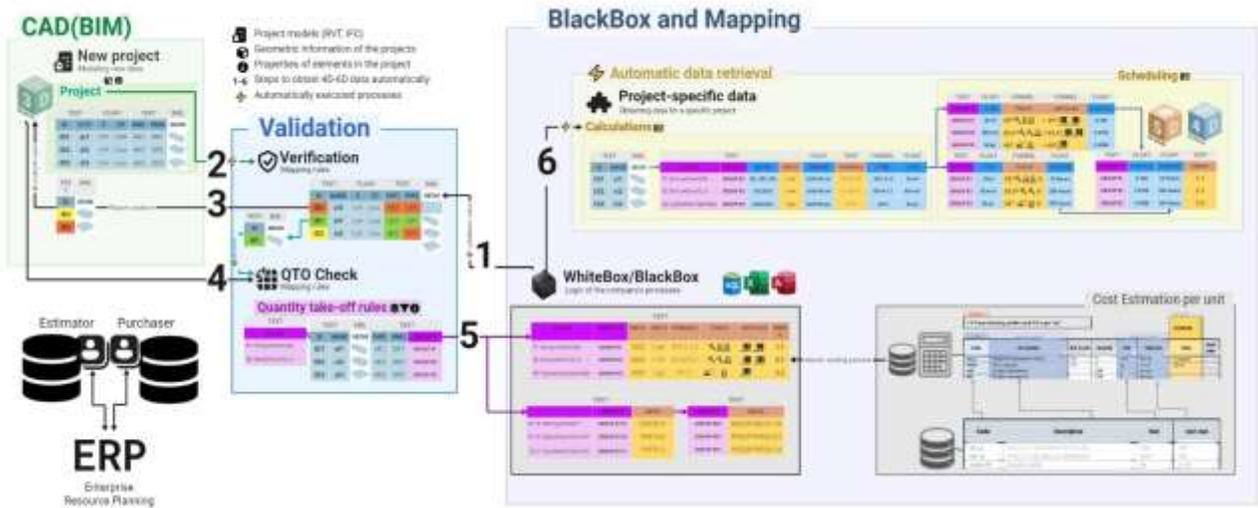
- যাচাইকরণের নিয়ম তৈরি (১), যা ERP সিস্টেমে প্রবাহিত ডেটার সঠিকতা নিশ্চিত করতে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। যাচাইকরণের নিয়মগুলি ফিল্টারের মতো কাজ করে, যা সত্তা এবং তাদের অ্যাক্টিভিউগুলি পরীক্ষা করে, শুধুমাত্র সেই উপাদানগুলিকে সিস্টেমে প্রবাহিত করে যা প্রয়োজনীয়তা পূরণ করেছে। যাচাইকরণ এবং বৈধতা সম্পর্কে আরও বিস্তারিত "প্রয়োজনীয়তা তৈরি এবং ডেটার গুণমান যাচাইকরণ" অধ্যায়ে আলোচনা করা হয়েছে।
- তারপর ERP-এর মধ্যে একটি যাচাইকরণ প্রক্রিয়া (২) ঘটে, যা নিশ্চিত করে যে প্রকল্পের সমস্ত উপাদান-সত্তা তাদের অ্যাক্টিভিউ এবং মানগুলির সাথে সঠিকভাবে তৈরি হয়েছে এবং পরবর্তী প্রক্রিয়াকরণের জন্য প্রস্তুত।
- যদি অসম্পূর্ণ অ্যাক্টিভিউটি ডেটার সাথে সমস্যা দেখা দেয়, তবে একটি রিপোর্ট (৩) তৈরি হয়, এবং প্রকল্পটি সংশোধনের নির্দেশনাসহ পরবর্তী পুনরাবৃত্তির জন্য পুনরায় কাজের জন্য পাঠানো হয়।
- প্রকল্পের তথ্য নিশ্চিত এবং যাচাইকৃত হওয়ার পর, সেগুলি ERP-এর অন্য একটি মডিউলে (৪) পরিমাণ গ্রহণের টেবিল (QTO) তৈরি করতে ব্যবহৃত হয়, যা পূর্বে নির্ধারিত নিয়ম (WhiteBox/BlackBox) অনুযায়ী সত্তা, উপকরণ এবং সম্পদের জন্য পরিমাণের বৈশিষ্ট্য তৈরি করে।
- নিয়ম অনুযায়ী গোষ্ঠীবদ্ধ তথ্য বা QTO স্বয়ংক্রিয়ভাবে হিসাবের সাথে (যেমন, খরচ এবং সময়) (৫) একীভূত হয়।

- শেষ পর্যায়ে ERP-সিস্টেম, ব্যবহারকারী QTO টেবিল থেকে ভলিউমের বৈশিষ্ট্যগুলিকে প্রক্রিয়ার টেবিলের বৈশিষ্ট্যগুলির (যেমন, প্রাক্কলন আইটেম) সাথে গুণফল করে স্বয়ংক্রিয়ভাবে হিসাবের ফলাফল (৬) তৈরি করে (যেমন, খরচের প্রাক্কলন, কাজের সময়সূচী বা CO₂ নির্গমন) প্রতিটি সত্তার গোষ্ঠী এবং প্রকল্পের জন্য সামগ্রিকভাবে।

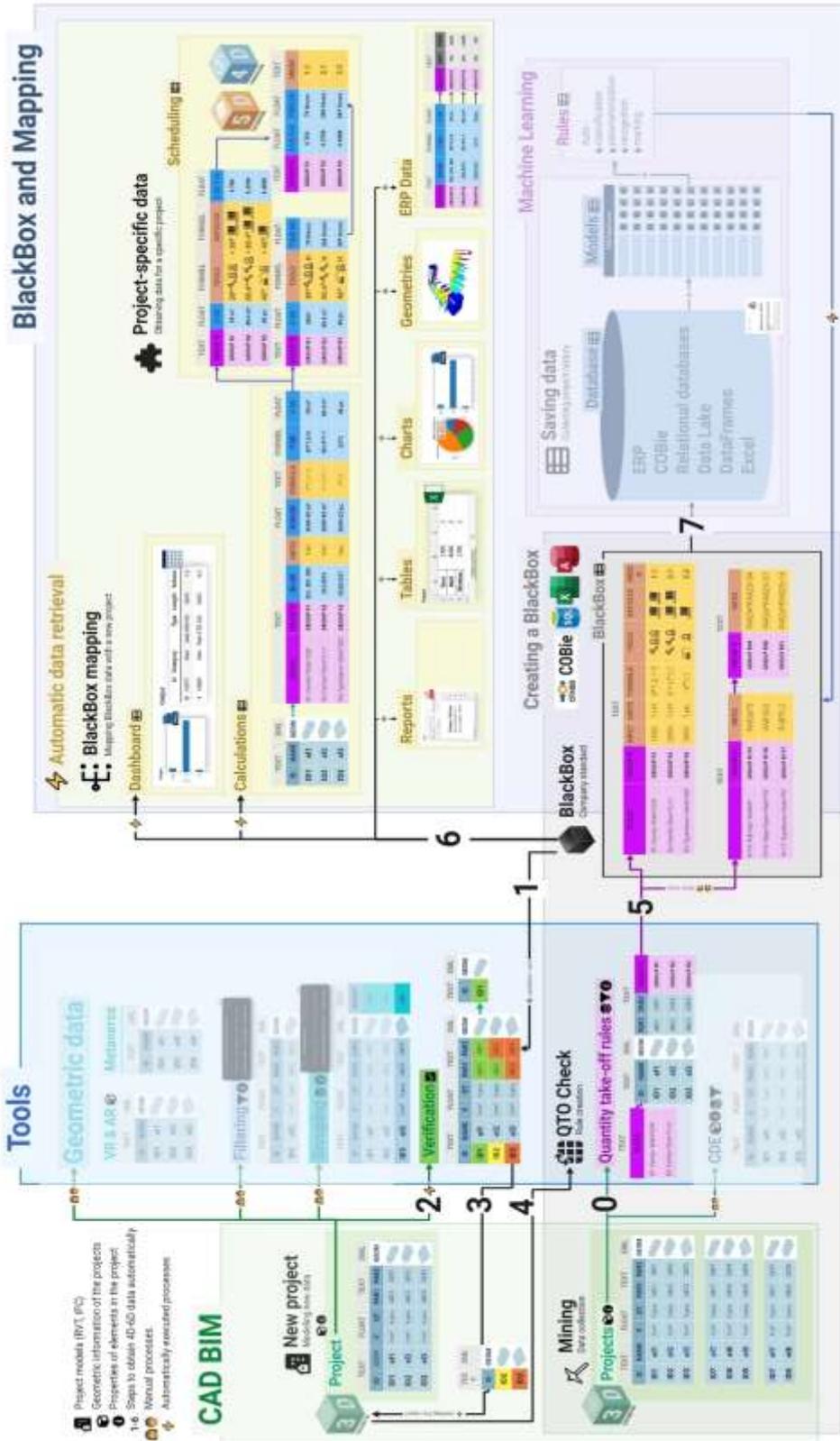


রিস. ৫.৪২ নির্মাণ ERP-সিস্টেমের স্থাপত্য CAD (BIM) সহ, যাচাইকরণের নিয়ম তৈরি (১) থেকে খরচ এবং কাজের সময়সূচী স্বয়ংক্রিয়ভাবে গণনা (৫-৬) পর্যন্ত /

মডুলার ERP-সিস্টেমে প্রক্রিয়াগুলি সফটওয়্যারের মাধ্যমে একীভূত হয়, যা ব্যবহারকারী ইন্টারফেস অন্তর্ভুক্ত করে। ইন্টারফেসের পিছনে একটি অভ্যন্তরীণ অংশ রয়েছে, যেখানে কাঠামোগত টেবিলগুলি তথ্য প্রক্রিয়া করে, বিভিন্ন অপারেশন সম্পাদন করে যা পূর্বে ম্যানেজার বা প্রশাসক দ্বারা কনফিগার করা হয়েছে। ফলস্বরূপ, ব্যবহারকারী পূর্বনির্ধারিত এবং কনফিগার করা স্বয়ংক্রিয়তার লজিকের (BlackBox/WhiteBox মডিউলে) মাধ্যমে অর্ধ-স্বয়ংক্রিয়ভাবে প্রস্তুতকৃত নথি পায়, যা তার কাজের জন্য উপযুক্ত।



রিস. ৫.৪৩ ERP-সিস্টেম ব্যবস্থাপকদের এবং ব্যবহারকারীদের বিশেষজ্ঞ টেবিলগুলির মধ্যে নেভিগেট করতে সহায়তা করে, যাতে নতুন তথ্য তৈরি করা যায় /



রিস. ৫.৪৪ ERP-সিস্টেম বিশ্লেষণাত্মক সরঞ্জামগুলির সাথে একীভূত এবং কোম্পানিতে সিদ্ধান্ত গ্রহণের প্রক্রিয়া স্বয়ংক্রিয় করে।

অনুরূপভাবে, ERP-সিস্টেমে প্রক্রিয়াগুলি, শুরু থেকে চূড়ান্ত হিসাব পর্যন্ত (ধাপ ১-৬ রিস. ৫.৪৩) একটি আন্তঃসংযুক্ত পদক্ষেপের শৃঙ্খলা উপস্থাপন করে, যা শেষ পর্যন্ত পরিকল্পনার স্বচ্ছতা, কার্যকারিতা এবং সঠিকতা নিশ্চিত করে।

আধুনিক নির্মাণ ERP-সিস্টেমে কেবল খরচ এবং সময়ের হিসাবের মডিউল অন্তর্ভুক্ত নয়, বরং সাধারণত ডকুমেন্টেশন, প্রকল্পের বাস্তবায়নের অগ্রগতি ট্র্যাকিং, চুক্তি পরিচালনা, সরবরাহ চেইন এবং লজিস্টিকসের কার্যক্রম কভার করার জন্য দশকেরও বেশি পূর্বনির্ধারিত মডিউল অন্তর্ভুক্ত থাকে, পাশাপাশি অন্যান্য ব্যবসায়িক সিস্টেম এবং প্ল্যাটফর্মের সাথে একীভূতকরণ। একীভূত বিশ্লেষণাত্মক সরঞ্জামগুলি ERP ব্যবহারকারীদের প্রকল্পের মূল কর্মক্ষমতা সূচক (KPI) পর্যবেক্ষণের জন্য তথ্য প্যানেল তৈরি করার প্রক্রিয়া স্বয়ংক্রিয় করতে সক্ষম করে। এটি নির্মাণ প্রকল্পের সমস্ত দিকের কেন্দ্রীভূত এবং ধারাবাহিক ব্যবস্থাপনা নিশ্চিত করে, প্রচুর অ্যাপ্লিকেশন এবং সিস্টেমকে একটি প্ল্যাটফর্মে একত্রিত করার চেষ্টা করে।

ভবিষ্যতে ERP বিশ্লেষণ মেশিন লার্নিংয়ের সাথে একত্রিত হয়ে প্রকল্পের ভবিষ্যৎ বৈশিষ্ট্যগুলির হিসাবের সঠিকতা এবং অস্টিমাইজেশন বাড়ানোর জন্য ব্যবহৃত হবে। ERP সিস্টেম থেকে বিশ্লেষিত এবং সংগৃহীত তথ্য এবং বৈশিষ্ট্যগুলি বিগ ডেটা (রিস. ৫.৪৪) এ, ভবিষ্যতে পূর্বাভাস মডেল তৈরির ভিত্তি হবে, যা সম্ভাব্য বিলম্ব, ঝুঁকি বা, উদাহরণস্বরূপ, উপকরণের সম্ভাব্য মূল্য পরিবর্তনগুলি সঠিকভাবে পূর্বাভাস দিতে সক্ষম হবে।

ERP-এর বিকল্প হিসেবে, নির্মাণ শিল্পে প্রায়শই PMIS (Project Management Information System) ব্যবহৃত হয় - একটি প্রকল্প ব্যবস্থাপনা সিস্টেম, যা পৃথক নির্মাণ সাইটে কাজের অগ্রগতি বিস্তারিতভাবে নিয়ন্ত্রণ করার জন্য ডিজাইন করা হয়েছে।

PMIS: ERP এবং নির্মাণ সাইটের মধ্যে মধ্যবর্তী লিঙ্ক

ERP-এর তুলনায়, যা কোম্পানির সমস্ত ব্যবসায়িক প্রক্রিয়ার চেইনকে কভার করে, PMIS নির্দিষ্ট একটি প্রকল্পের ব্যবস্থাপনায় কেন্দ্রীভূত, সময়সীমা, বাজেট, সম্পদ এবং ডকুমেন্টেশনের পর্যবেক্ষণ নিশ্চিত করে।

PMIS (প্রকল্প ব্যবস্থাপনা তথ্য ব্যবস্থা) হল নির্মাণ প্রকল্প ব্যবস্থাপনার জন্য একটি সফটওয়্যার, যা প্রকল্পের সমস্ত দিকের পরিকল্পনা, ট্র্যাকিং, বিশ্লেষণ এবং রিপোর্টিংয়ের জন্য ডিজাইন করা হয়েছে।

PMIS ডকুমেন্ট, সময়সূচী, বাজেট পরিচালনা করতে সক্ষম, এবং প্রথম দৃষ্টিতে, PMIS ERP-এর তুলনায় একটি পুনরাবৃত্তিমূলক সমাধান মনে হতে পারে, তবে মূল পার্থক্য ব্যবস্থাপনার স্তরে নিহিত:

- ERP কোম্পানির ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলির উপর দৃষ্টি নিবদ্ধ করে: খরচ, চুক্তি, ক্রয়, মানবসম্পদ এবং কর্পোরেট স্তরে সম্পদের ব্যবস্থাপনা।
- PMIS পৃথক প্রকল্পগুলির ব্যবস্থাপনায় কেন্দ্রীভূত, বিস্তারিত পরিকল্পনা, পরিবর্তনের নিয়ন্ত্রণ, রিপোর্টিং এবং অংশগ্রহণকারীদের সমন্বয় নিশ্চিত করে।

অনেক ক্ষেত্রে, ERP সিস্টেমগুলি ইতিমধ্যেই যথেষ্ট কার্যকারিতা ধারণ করে, এবং PMIS-এর বাস্তবায়ন প্রায়শই কোম্পানির সুবিধা এবং পছন্দের বিষয় হয়ে দাঁড়ায়। অনেক ঠিকাদার এবং ক্লায়েন্ট PMIS ব্যবহার করে না কারণ এটি প্রয়োজনীয়, বরং কারণ এটি বিক্রোতা বা বড় ক্লায়েন্ট দ্বারা চাপানো হয়, যারা একটি নির্দিষ্ট প্ল্যাটফর্মে তথ্য সংগ্রহ করতে চায়।

উল্লেখযোগ্য যে আন্তর্জাতিক পরিভাষায় নির্মাণ প্রকল্প ব্যবস্থাপনার জন্য PLM (পণ্য জীবনচক্র ব্যবস্থাপনা) এবং EPC ও EPC-M (ইঞ্জিনিয়ারিং, ক্রয় এবং নির্মাণ ব্যবস্থাপনা) এর মতো অন্যান্য জনপ্রিয় ধারণাগুলি বিদ্যমান।

যদি কোম্পানিতে ইতিমধ্যেই প্রকল্প ব্যবস্থাপনার মডিউল সহ ERP ব্যবহৃত হয়, তবে PMIS-এর বাস্তবায়ন অপ্রয়োজনীয় একটি লিঙ্ক হতে পারে, যা কার্যকারিতার পুনরাবৃত্তি করে। তবে যদি প্রক্রিয়াগুলি স্বয়ংক্রিয় না হয় এবং

তথ্য বিচ্ছিন্ন থাকে, তবে PMIS একটি আরও সুবিধাজনক এবং রক্ষণাবেক্ষণে সহজ সরঞ্জাম হতে পারে।

স্পেকুলেশন, লাভ, বন্ধুত্ব এবং স্বচ্ছতার অভাব ERP এবং PMIS-এ

বাহ্যিকভাবে ইন্টারফেস এবং প্রক্রিয়াগুলির সহজতার সত্ত্বেও, নির্মাণ ERP এবং PMIS সিস্টেমগুলি বেশিরভাগ ক্ষেত্রে বন্ধ এবং অস্বচ্ছ সমাধান। এই ধরনের সিস্টেমগুলি সাধারণত একটি বিক্রেতার কাছ থেকে পূর্বনির্ধারিত সফটওয়্যার প্যাকেজ হিসাবে সরবরাহ করা হয়, যার অভ্যন্তরীণ ডেটাবেস এবং প্রক্রিয়ার লজিকের সীমিত অ্যাক্সেস থাকে।

এই ধরনের সিস্টেমগুলির উন্নয়ন এবং নিয়ন্ত্রণ ক্রমবর্ধমানভাবে CAD-(BIM-) পণ্য সরবরাহকারীদের দ্বারা নেওয়া হচ্ছে, কারণ তাদের ডেটাবেসে ERP সিস্টেমগুলির জন্য প্রয়োজনীয় তথ্য রয়েছে: প্রকল্পের উপাদানের পরিমাণগত এবং আয়তনিক বৈশিষ্ট্য। তবে, এই ডেটাগুলিতে খোলামেলা বা মেশিন-পঠনযোগ্য ফরম্যাটে অ্যাক্সেস দেওয়ার পরিবর্তে, বিক্রেতার কেবল সীমিত ব্যবহারকারী দৃশ্য এবং বন্ধ লজিক প্রক্রিয়াকরণের প্রস্তাব করেন - যা ব্ল্যাকবক্স মডিউলের মধ্যে পূর্বনির্ধারিত। এটি সিস্টেমের নমনীয়তা কমিয়ে দেয় এবং প্রকল্পের নির্দিষ্ট শর্তগুলির জন্য এটি অভিযোজিত করতে বাধা দেয়।

তথ্যের সীমিত স্বচ্ছতা ডিজিটাল প্রক্রিয়াগুলির মধ্যে একটি মূল সমস্যা হিসেবে রয়ে গেছে নির্মাণ ক্ষেত্রে। ডেটাবেসের বন্ধ স্থাপত্য, নির্মাণ উপাদানের সম্পূর্ণ বৈশিষ্ট্য সেটে প্রবেশের অভাব, ব্ল্যাকবক্স অটোমেশন মডিউলগুলির প্রতি মনোযোগ এবং খোলামেলা ইন্টারফেসের অভাব উল্লেখযোগ্যভাবে নথি প্রশাসনের ঝুঁকি বাড়িয়ে দেয়। এই সীমাবদ্ধতাগুলি সিদ্ধান্ত গ্রহণের প্রক্রিয়ায় "নাক" তৈরি করে, তথ্যের যাচাইকরণকে কঠিন করে তোলে এবং ERP/PMIS সিস্টেমের মধ্যে তথ্য গোপন বা অনুমান করার সুযোগ সৃষ্টি করে। ব্যবহারকারীরা সাধারণত সীমিত প্রবেশাধিকার পান - হয় একটি সংকুচিত ইন্টারফেস বা আংশিক API - ডেটার মূল উৎসের সাথে সরাসরি যোগাযোগের সুযোগ ছাড়াই। বিশেষ করে এটি গুরুত্বপূর্ণ যখন CAD প্রকল্পগুলি থেকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে তৈরি করা পরামিতিগুলির কথা আসে, যেমন পরিমাণ, এলাকা এবং পরিমাণ, যা QTO হিসাবের জন্য ব্যবহৃত হয়।

ফলস্বরূপ, প্রক্রিয়াগুলির স্বয়ংক্রিয়করণের মাধ্যমে কার্যকারিতা খোঁজার পরিবর্তে, তথ্যের স্বচ্ছতা, লেনদেনের খরচ কমানো এবং নতুন ব্যবসায়িক মডেল তৈরি করার পরিবর্তে, অনেক নির্মাণ কোম্পানি বাইরের পরামিতিগুলির পরিচালনার উপর মনোযোগ কেন্দ্রীভূত করে - তারা ERP/PMIS এর বন্ধ প্ল্যাটফর্মে প্রকল্পের খরচকে প্রভাবিতকারী সহগ, সংশোধনকারী উপাদান এবং হিসাবের পদ্ধতিগুলির সাথে খেলা করে। এটি অনুমানের জন্য মাটি তৈরি করে, প্রকৃত উৎপাদন খরচকে বিকৃত করে এবং নির্মাণ প্রক্রিয়ার সকল অংশগ্রহণকারীর মধ্যে বিশ্বাসকে হ্রাস করে।

নির্মাণে লাভ তৈরি হয় সম্পন্ন প্রকল্প থেকে প্রাপ্ত আয় এবং পরিবর্তনশীল খরচের মধ্যে পার্থক্য হিসেবে, যার মধ্যে ডিজাইন, উপকরণ, শ্রমিক সম্পদ এবং প্রকল্পের বাস্তবায়নের সাথে সরাসরি সম্পর্কিত অন্যান্য সরাসরি খরচ অন্তর্ভুক্ত থাকে। তবে, এই খরচের পরিমাণকে প্রভাবিতকারী একটি মূল ফ্যাক্টর শুধুমাত্র প্রযুক্তি বা লজিস্টিক নয়, বরং হিসাবের গতি এবং সঠিকতা, পাশাপাশি কোম্পানির অভ্যন্তরে ব্যবস্থাপনা সিদ্ধান্তের গুণমান।

সমস্যা আরও বাড়িয়ে তোলে যে বেশিরভাগ নির্মাণ কোম্পানিতে খরচের হিসাব প্রক্রিয়া শুধুমাত্র ক্লায়েন্টদের জন্য নয়, বরং সেই কর্মচারীদের জন্যও অস্বচ্ছ থাকে যারা প্রাক্কলন বা আর্থিক বিভাগের অংশ নয়। এই অস্বচ্ছতা কোম্পানির মধ্যে একটি বিশেষজ্ঞদের একটি বিশেষ গোষ্ঠীর গঠনকে উৎসাহিত করে - "আর্থিক বিশেষজ্ঞতা" ধারণকারী, যারা ERP/PMIS সিস্টেমে বৈশিষ্ট্য এবং সংশোধনকারী সহগ সম্পাদনার একচেটিয়া অধিকার রাখে। এই কর্মচারীরা,

কোম্পানির প্রধানদের সাথে, প্রকল্পের আর্থিক যুক্তি কার্যত নিয়ন্ত্রণ করতে পারে।

এই অবস্থায়, প্রাক্কলনকারীরা "আর্থিক জোকার" এ পরিণত হয়, কোম্পানির লাভ সর্বাধিককরণের এবং ক্লায়েন্টের জন্য প্রতিযোগিতামূলক মূল্য বজায় রাখার মধ্যে ভারসাম্য রক্ষা করে। এ সময় তারা স্পষ্ট এবং rpyv থেকে এড়াতে বাধ্য হয়, যাতে কোম্পানির খ্যাতি ক্ষুণ্ণ না হয়। ঠিক এই পর্যায়ে সেই সহগগুলি স্থাপন করা হয়, যা অতিরিক্ত পরিমাণ বা উপকরণ এবং কাজের খরচ গোপন করে।

ফলস্বরূপ, নির্মাণ শিল্পে কাজ করা কোম্পানিগুলির কার্যকারিতা এবং লাভজনকতা বৃদ্ধির প্রধান কৌশলটি স্বয়ংক্রিয়করণ এবং সিদ্ধান্ত গ্রহণের প্রক্রিয়াগুলিকে ত্বরান্বিত করা নয়, বরং উপকরণ এবং কাজের দামে স্পেকুলেশন হয়ে দাঁড়াচ্ছে (চিত্র 5.45)। কাজ এবং উপকরণের মূল্য বাড়ানো হয় "গ্রে" অ্যাকাউন্টিংয়ের মাধ্যমে বন্ধ ERP/PMIS সিস্টেমে, বাজারের গড় মূল্যের উপরে শতাংশ বাড়িয়ে বা কাজের পরিমাণ বাড়িয়ে (চিত্র 5.16), যা "ক্যালকুলেশন এবং কাজের খরচের হিসাবের জন্য সম্পদ ভিত্তির উপর ভিত্তি করে" অধ্যায়ে আলোচনা করা হয়েছে।-

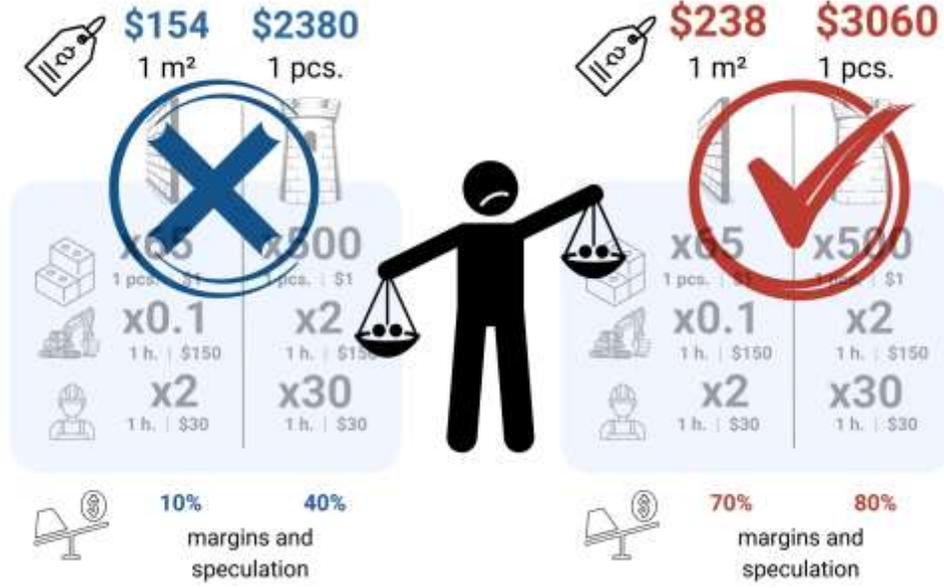
ফলস্বরূপ, ক্লায়েন্ট একটি হিসাব পায় যা প্রকৃত খরচ বা কাজের পরিমাণকে প্রতিফলিত করে না, বরং এটি অনেক গোপন অভ্যন্তরীণ সহগের একটি উৎপন্ন। এদিকে, সাবকন্ট্রাক্টররা, প্রধান কন্ট্রাক্টরের দ্বারা নির্ধারিত কম দামের সাথে মানিয়ে নিতে, প্রায়শই সস্তা এবং নিম্নমানের উপকরণ কিনতে বাধ্য হয়, যা নির্মাণের চূড়ান্ত গুণমানকে খারাপ করে।

বাতাস থেকে লাভের জন্য স্পেকুলেটিভ প্রক্রিয়া শেষ পর্যন্ত ক্লায়েন্টদের জন্য ক্ষতিকর, যারা ভুল তথ্য পায়, এবং কার্যকরীদের জন্য যারা নতুন নতুন স্পেকুলেশন মডেল খুঁজতে বাধ্য হয়।

ফলস্বরূপ, প্রকল্পের আকার যত বড়, তথ্য এবং প্রক্রিয়াগুলির ব্যবস্থাপনায় তত বেশি বুরোক্রেসি থাকে। প্রতিটি পর্যায় এবং প্রতিটি মডেলের পিছনে প্রায়শই অস্বচ্ছ সহগ এবং অতিরিক্ত চার্জ থাকে, যা হিসাবের অ্যালগরিদম এবং অভ্যন্তরীণ প্রক্রিয়াগুলিতে অন্তর্ভুক্ত থাকে। এটি অডিটকে কঠিন করে তোলে, তবে প্রকল্পের আর্থিক চিত্রকে উল্লেখযোগ্যভাবে বিকৃত করে। বড় নির্মাণ প্রকল্পগুলিতে, এই ধরনের অনুশীলন প্রায়শই চূড়ান্ত খরচকে বহু গুণ (কখনও কখনও দশগুণ পর্যন্ত) বাড়িয়ে দেয়, যখন প্রকৃত পরিমাণ এবং খরচ কার্যকরভাবে ক্লায়েন্টের নিয়ন্ত্রণের বাইরে থাকে (চিত্র 2.13 জার্মানিতে বড় অবকাঠামো প্রকল্পগুলির জন্য পরিকল্পিত এবং প্রকৃত খরচের তুলনা)।

McKinsey & Company-এর "নির্মাণের ডিজিটাল ভবিষ্যত কল্পনা করা" (2016) প্রতিবেদনের অনুযায়ী, বড় নির্মাণ প্রকল্পগুলি গড়ে 20% দেরিতে সম্পন্ন হয় এবং বাজেটের 80% পর্যন্ত বাড়িয়ে দেয় [107]।

বাজেট এবং হিসাব বিভাগের বিভাগগুলি কোম্পানির ভিতরে সবচেয়ে সুরক্ষিত লিঙ্ক হয়ে ওঠে। তাদের কাছে প্রবেশাধিকার এমনকি অভ্যন্তরীণ বিশেষজ্ঞদের জন্যও কঠোরভাবে সীমাবদ্ধ, এবং ডেটাবেসের লজিক এবং কাঠামোর অস্বচ্ছতার কারণে প্রকল্পের সিদ্ধান্তগুলির কার্যকারিতা নিরপেক্ষভাবে মূল্যায়ন করা সম্ভব নয়। স্বচ্ছতার অভাবের কারণে কোম্পানিগুলি প্রক্রিয়াগুলি অস্পষ্টমাইজ করার পরিবর্তে "সৃজনশীল" সংখ্যা এবং সহগ পরিচালনার মাধ্যমে বেঁচে থাকার জন্য লড়াই করতে বাধ্য হয় (চিত্র 5.31, চিত্র 5.16 - উদাহরণস্বরূপ "Bid. Factor" প্যারামিটার)।-



চিত্র 5.45 হিসাবের স্তরে স্পেকুলেশন সহগগুলি কোম্পানির প্রধান লাভ এবং কাজের গুণমান এবং খ্যাতির মধ্যে জাগলিংয়ের শিল্প /

সবকিছুই নির্মাণে বন্ধ ERP/PMIS সিস্টেমের আরও ব্যবহারকে প্রশ্নবিদ্ধ করে। ডিজিটাল রূপান্তরের এবং ক্লায়েন্টদের পক্ষ থেকে স্বচ্ছতার বাড়তে থাকা চাহিদার মধ্যে (চিত্র 10.23), দীর্ঘমেয়াদীভাবে প্রকল্পের বাস্তবায়ন প্রোপ্রাইটারি সমাধানগুলির উপর নির্ভরশীল থাকবে, যা নমনীয়তা সীমাবদ্ধ করে, ইন্টিগ্রেশনকে বাধা দেয় এবং ব্যবসার উন্নয়নকে রোধ করে, তা খুবই অসম্ভাব্য।-

এবং নির্মাণ কোম্পানিগুলোর জন্য ডেটা সিলো এবং অস্বচ্ছ ডেটার সাথে কাজ করা যতই লাভজনক হোক না কেন, নির্মাণ শিল্পের ভবিষ্যৎ অবশ্যস্বাভাবীভাবে উন্মুক্ত প্ল্যাটফর্ম, মেশিন-পঠনযোগ্য এবং স্বচ্ছ ডেটা কাঠামো এবং বিশ্বাসের ভিত্তিতে স্বয়ংক্রিয়করণের সাথে সংযুক্ত হবে। এই রূপান্তর "শীর্ষ থেকে" ঘটবে - ক্লায়েন্ট, নিয়ন্ত্রক সংস্থা এবং সমাজের চাপের কারণে, যারা ক্রমবর্ধমানভাবে জবাবদিহিতা, স্বায়িত্ব, স্বচ্ছতা এবং অর্থনৈতিক যুক্তির দাবি করছে।

বন্ধ ERP/PMIS এর যুগের সমাপ্তি: নির্মাণ শিল্পের নতুন পদ্ধতির প্রয়োজন

বিশাল মডুলার ERP/PMIS সিস্টেমগুলির ব্যবহার, যা দশ লক্ষ লক্ষ কোডের লাইনের সমন্বয়ে গঠিত, সেগুলিতে যেকোনো পরিবর্তন করা অত্যন্ত কঠিন করে তোলে। এদিকে, কোম্পানির জন্য ইতিমধ্যে কনফিগার করা মডিউল, সম্পদ ডাটাবেসে হাজার হাজার আইটেম এবং প্রস্তুতকৃত হিসাবের (চিত্র 5.13 এবং 5.16) উপস্থিতিতে নতুন প্ল্যাটফর্মে স্থানান্তর একটি ব্যয়বহুল এবং দীর্ঘ প্রক্রিয়ায় পরিণত হয়। কোড এবং পুরনো আর্কিটেকচারাল সমাধানের পরিমাণ যত বেশি হবে, অভ্যন্তরীণ অকার্যকারিতার স্তর তত বেশি হবে, এবং প্রতিটি নতুন প্রকল্প পরিস্থিতিতে আরও খারাপ করবে। অনেক কোম্পানিতে ডেটা স্থানান্তর এবং নতুন সমাধানগুলির একীকরণ বহু বছরের মহাকাব্য হয়ে ওঠে, যা ক্রমাগত সংশোধন এবং অবিরাম সমঝোতার সন্ধানের সাথে যুক্ত থাকে। ফলস্বরূপ, প্রায়শই পুরনো, পরিচিত প্ল্যাটফর্মে ফিরে আসা ঘটে, তাদের সীমাবদ্ধতা সত্ত্বেও।-

জার্মানির "কালো বই" [108] শিরোনামের প্রতিবেদনে, যা নির্মাণ ডেটা ব্যবস্থাপনায় সিস্টেমিক ব্যর্থতার উপর নিবেদিত, তথ্যের খণ্ডিতকরণ এবং এর ব্যবস্থাপনায় কেন্দ্রীভূত পদ্ধতির অভাব কার্যকারিতার হ্রাসের মূল কারণ। মানকরণ এবং একীকরণের অভাবে, ডেটা তাদের মূল্য হারায়, একটি আর্কাইভে পরিণত হয়, যা ব্যবস্থাপনার একটি সরঞ্জাম নয়।

ডেটার গুণমানের ক্ষতির প্রধান কারণ হল নির্মাণ প্রকল্পগুলির জন্য অপরিপূর্ণ পরিকল্পনা এবং নিয়ন্ত্রণ, যা প্রায়শই ব্যয়ের উল্লেখযোগ্য বৃদ্ধির দিকে নিয়ে যায়। "ব্যয়ের বিস্তারিত" শিরোনামের "কালো বই" বিভাগে, এই অপপ্রত্যাশিত পরিণতির জন্য সহায়ক মূল কারণগুলির বিশ্লেষণ করা হয়েছে। এর মধ্যে রয়েছে অপতুল চাহিদার বিশ্লেষণ, প্রযুক্তিগত-অর্থনৈতিক যুক্তির অভাব এবং অসমন্বিত পরিকল্পনা, যা অতিরিক্ত ব্যয়ের দিকে নিয়ে যায়, যা এড়ানো সম্ভব ছিল।

একটি পরিপূর্ণ IT-ইকোসিস্টেমে, একটি পুরনো সিস্টেমের প্রতিস্থাপন একটি নির্মিত ভবনের একটি সমর্থন কলাম প্রতিস্থাপনের সমান। পুরনোটি কেবল অপসারণ করা এবং নতুনটি স্থাপন করা যথেষ্ট নয় - এটি এমনভাবে করতে হবে যাতে ভবনটি স্থিতিশীল থাকে, ছাদগুলি ধসে না পড়ে এবং সমস্ত যোগাযোগ কার্যকর থাকে। এখানেই জটিলতা: যেকোনো ভুল কোম্পানির পুরো সিস্টেমের জন্য গুরুতর পরিণতি ডেকে আনতে পারে।

তবে, নির্মাণ শিল্পের জন্য বৃহৎ ERP পণ্যগুলির বিকাশকারীরা এখনও তাদের প্ল্যাটফর্মের পক্ষে লেখা কোডের পরিমাণকে যুক্তি হিসেবে ব্যবহার করে। বিশেষায়িত সম্মেলনগুলিতে এখনও শোনা যায় এমন বাক্যগুলি যেমন: "এমন একটি সিস্টেম পুনর্নির্মাণ করতে ১৫০ জন-বর্ষের প্রয়োজন", যদিও এই ধরনের সিস্টেমগুলির পিছনে থাকা বেশিরভাগ কার্যকারিতা ডেটাবেস এবং টেবিলের সাথে কাজ করার জন্য যথেষ্ট সহজ ফাংশনগুলির উপর ভিত্তি করে, যা একটি বিশেষভাবে নির্ধারিত, ব্যবহারকারী ইন্টারফেসে প্যাকেজ করা হয়। বাস্তবে, কোডের পরিমাণ "১৫০ জন-বর্ষ" বেশিরভাগ সময় একটি বোঝা হয়ে দাঁড়ায়, প্রতিযোগিতামূলক সুবিধার পরিবর্তে। কোডের পরিমাণ যত বেশি, তত বেশি সমর্থন খরচ, নতুন পরিস্থিতির সাথে অভিযোজনের জটিলতা এবং নতুন বিকাশকারীদের এবং ক্লায়েন্টদের জন্য প্রবেশের প্রাপ্ত আরও উচ্চতর হয়।

আজকের দিনে অনেক মডুলার নির্মাণ সিস্টেমগুলি বিশাল এবং পুরনো "ফ্লাঙ্কেনস্টাইন-কনস্ট্রাক্ট" এর মতো মনে হচ্ছে, যেখানে যে কোনো অযত্নপূর্ণ পরিবর্তন ব্যর্থতার দিকে নিয়ে যেতে পারে। প্রতিটি নতুন মডিউল ইতিমধ্যেই ভারাক্রান্ত সিস্টেমকে আরও জটিল করে তোলে, এটিকে একটি ল্যাভিরিন্থে পরিণত করে যা কেবল একটি সংকীর্ণ বিশেষজ্ঞের গোষ্ঠীর জন্য বোঝা যায়, এবং এটি সমর্থন ও আধুনিকীকরণের জন্য আরও জটিল করে তোলে।

জটিলতা স্বীকার করেন স্বয়ং ডেভেলপাররাও, যারা সময়ে সময়ে পুনঃসংগঠন করার জন্য বিরতি নেন – নতুন প্রযুক্তির আবির্ভাবের প্রেক্ষিতে স্থাপত্যের পুনর্বিবেচনা। তবে, পুনঃসংগঠন নিয়মিতভাবে পরিচালিত হলেও, জটিলতা অনিবার্যভাবে বৃদ্ধি পায়। এই ধরনের সিস্টেমের স্থপতির বাড়াতে থাকা জটিলতার সাথে অভ্যস্ত হয়ে পড়েন, কিন্তু নতুন ব্যবহারকারী এবং বিশেষজ্ঞদের জন্য এটি একটি অতিক্রম্য বাধায় পরিণত হয়। ফলস্বরূপ, সমস্ত দক্ষতা কয়েকজন ডেভেলপারের হাতে কেন্দ্রীভূত হয়ে যায়, এবং সিস্টেমটি স্কেলেবল হতে থাকে না। স্বল্পমেয়াদে এই বিশেষজ্ঞরা উপকারী, কিন্তু দীর্ঘমেয়াদে তারা সমস্যার একটি অংশ হয়ে ওঠে।

সংস্থাগুলি তাদের বৃহৎ ডেটার সাথে "ছোট" ডেটা একত্রিত করতে অব্যাহত রাখবে, এবং যে কেউ বিশ্বাস করে যে একটি একক অ্যাপ্লিকেশন- তা যতই ব্যয়বহুল বা নির্ভরযোগ্য হোক না কেন- সবকিছু পরিচালনা করতে পারে, সে বোকা। ফিল সাইমন, সহযোগিতা নিয়ে আলোচনা করার পডকাস্টের উপস্থাপক।

একটি স্বাভাবিক প্রশ্ন উত্থাপিত হয়: কি সত্যিই আমাদের এমন জটিল এবং বন্ধ সিস্টেমের প্রয়োজন, যা কাজের মূল্য

এবং সময়ের হিসাবের জন্য টেবিল আকারে ব্যবহৃত হয়, যখন অন্যান্য শিল্পে সমজাতীয় সমস্যাগুলির জন্য বিশ্লেষণাত্মক সরঞ্জামগুলি দীর্ঘকাল ধরে উন্মুক্ত তথ্য এবং স্বচ্ছ যুক্তির মাধ্যমে কাজ করে আসছে?

বর্তমান সময়ে বন্ধ মডুলার প্ল্যাটফর্মগুলি নির্মাণ শিল্পে এখনও চাহিদাসম্পন্ন, প্রধানত হিসাবরক্ষণ পদ্ধতির বিশেষত্বের কারণে। এই ধরনের সিস্টেমগুলি প্রায়ই "গ্রে" বা অস্বচ্ছ স্কিম পরিচালনার জন্য ব্যবহৃত হয়, যা গ্রাহকের কাছ থেকে প্রকৃত ব্যয় গোপন করতে সহায়তা করে। তবে ডিজিটাল পরিপক্বতার সাথে, বিশেষ করে গ্রাহকদের এবং শিল্পের "উবারাইজড যুগে" প্রবেশের সাথে সাথে, মধ্যস্থতাকারীরা, বিশেষ করে নির্মাণ কোম্পানিগুলি তাদের ERP সহ, সময় এবং খরচের হিসাবের ক্ষেত্রে তাদের গুরুত্ব হারাতে পারে। এটি নির্মাণ শিল্পের চেহারা চিরকাল পরিবর্তন করবে। বিস্তারিত জানানো হয়েছে বইটির শেষ অংশ এবং "নির্মাণ ৫.০: কিভাবে উপার্জন করবেন, যখন আর গোপন রাখা সম্ভব নয়" অধ্যায়ে।

গত 30 বছরে সংগৃহীত হাজার হাজার পুরনো লিগ্যাসি সমাধান, যার জন্য হাজার হাজার মানব-বর্ষ বিনিয়োগ করা হয়েছে, দ্রুত অদৃশ্য হতে শুরু করবে। উন্মুক্ত, স্বচ্ছ এবং নমনীয় ডেটা ব্যবস্থাপনার দিকে অগ্রসর হওয়া অপরিহার্য। প্রশ্ন হলো, কোন কোম্পানিগুলি এই পরিবর্তনের সাথে খাপ খাইয়ে নিতে পারবে এবং কোনগুলি পুরনো মডেলের বন্দী হয়ে থাকবে।

CAD- (BIM-) সরঞ্জামগুলির ক্ষেত্রেও অনুরূপ পরিস্থিতি দেখা যাচ্ছে, যাদের ডেটা আজ ERP/PMIS সিস্টেমে প্রকল্প সত্তার ভলিউম প্যারামিটারগুলি পূর্ণ করেছে। মূলত, BIM-এর ধারণাটি (যা 2002 সালে তৈরি হয়েছিল) একটি একক সংহত ডেটাবেসের ধারণার উপর ভিত্তি করে তৈরি হয়েছিল, তবে বাস্তবে আজ BIM-এর সাথে কাজ করতে একটি বিশেষায়িত প্রোগ্রাম এবং ফরম্যাটের পুরো সেট প্রয়োজন। যা প্রকল্প ডিজাইন এবং নির্মাণ ব্যবস্থাপনাকে সহজ করার কথা ছিল, তা আবারও একটি প্রোপ্রাইটারি সমাধানের স্তরে পরিণত হয়েছে, যা সংহতকরণকে জটিল করে এবং ব্যবসার নমনীয়তা কমিয়ে দেয়।

পরবর্তী পদক্ষেপ: প্রকল্পের তথ্যের কার্যকর ব্যবহার

এই অংশে আমরা দেখিয়েছি কিভাবে কাঠামোবদ্ধ ডেটা নির্মাণ প্রকল্পের খরচ এবং সময়ের সঠিক হিসাবের ভিত্তি হয়ে ওঠে। QTO, ক্যালেন্ডার পরিকল্পনা এবং আনুমানিক হিসাবের প্রক্রিয়াগুলির স্বয়ংক্রিয়করণ শ্রমের খরচ কমায়ে এবং ফলাফলের সঠিকতা উল্লেখযোগ্যভাবে বাড়ায়।

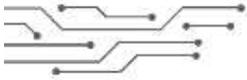
এই অংশের সারসংক্ষেপ করতে, কিছু মূল ব্যবহারিক পদক্ষেপ তুলে ধরা উচিত, যা আপনার দৈনন্দিন কাজগুলিতে আলোচিত পদ্ধতিগুলি প্রয়োগ করতে সহায়তা করবে। এই পদ্ধতিগুলি সার্বজনীন – এগুলি কোম্পানির ডিজিটাল রূপান্তরের জন্য এবং হিসাবের সাথে জড়িত বিশেষজ্ঞদের দৈনন্দিন কাজের জন্য উপকারী:

- রুটিন হিসাবগুলিকে স্বয়ংক্রিয় করুন
 - আপনার কাজের সাথে সম্পর্কিত যে কোনও মানক হিসাব খুঁজে বের করার চেষ্টা করুন
 - আপনার দেশের নির্মাণ সাইটে কাজ বা প্রক্রিয়াগুলির হিসাব করার পদ্ধতিগুলি বিশ্লেষণ করুন (চিত্র 5.17)-
 - যদি আপনি CAD সিস্টেমের সাথে কাজ করেন - আপনার CAD- (BIM-) সফটওয়্যারে স্পেসিফিকেশন এবং QTO ডেটা স্বয়ংক্রিয়ভাবে বের করার ফাংশনগুলি অধ্যয়ন করুন
 - হিসাবের স্বয়ংক্রিয়করণের জন্য কোডের খসড়া লেখার জন্য LLM ব্যবহার করুন
- QTO-এর জন্য আপনার নিজস্ব সরঞ্জামগুলি তৈরি করুন

- পরিমাণ গণনার স্বয়ংক্রিয়করণের জন্য স্ক্রিপ্ট বা টেবিল তৈরি করুন
- মূল্যায়নের জন্য ধারাবাহিক পদ্ধতির জন্য বিভাগ এবং উপাদানের গ্রুপগুলি মানক করুন
- নতুন প্রকল্পগুলিতে ফলাফলের পুনরুত্পাদনযোগ্যতা নিশ্চিত করার জন্য হিসাবের পদ্ধতিটি নথিভুক্ত করুন
- আপনার কাজের মধ্যে প্রকল্পের বিভিন্ন দিকগুলি সংহত করুন
 - যদি আপনি মডুলার সিস্টেমের সাথে কাজ করেন, তবে আপনার প্রক্রিয়াগুলিকে কেবল স্কিমা বা ডায়াগ্রামের মতো নয়, বরং ডেটার স্তরে – বিশেষ করে টেবিলের আকারে ভিজ্যুয়ালাইজ করার চেষ্টা করুন
 - CAD ডেটাবেস থেকে বের করা ডেটার স্বয়ংক্রিয় সংমিশ্রণ শিখুন – Python কোড ব্যবহার করে, গ্রুপিং, ফিল্টারিং এবং অ্যাগ্রিগেশন ব্যবহার করে
 - সহকর্মী এবং ক্লায়েন্টদের জন্য জটিল তথ্য উপস্থাপনের জন্য QTO গ্রুপগুলির দৃশ্যমান ভিজ্যুয়ালাইজেশন তৈরি করুন

এই পদক্ষেপগুলি একটি স্থিতিশীল হিসাবের সিস্টেম তৈরি করতে সহায়তা করবে, যা স্বয়ংক্রিয়করণ এবং ডেটার মানকরণের উপর ভিত্তি করে। এই পদ্ধতি সঠিকতা বাড়াবে, হিসাবের সাথে সম্পর্কিত দৈনন্দিন বিষয়গুলিতে রুটিন কমাবে।

পরবর্তী অধ্যায়গুলি CAD- (BIM-) পণ্যের প্রযুক্তিগত দিক এবং কেন CAD ডেটাবেসগুলি এখনও কোম্পানির ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলির সাথে একীভূত করা কঠিন তা নিয়ে নিবেদিত। যদি আপনি বর্তমানে নির্মাণে BIM বাস্তবায়নের ইতিহাস, CAD সরঞ্জামের বিবর্তন এবং এই প্রযুক্তিগুলির সাথে কাজ করার প্রযুক্তিগত বৈশিষ্ট্যগুলিতে আগ্রহী না হন, তবে আপনি সরাসরি বইয়ের সপ্তম অংশ "ডেটা ভিত্তিক সিদ্ধান্ত গ্রহণ" এ যেতে পারেন।



মুদ্রিত সংস্করণের সর্বাধিক সুবিধা

আপনি Data-Driven Construction এর একটি বিনামূল্যের ডিজিটাল সংস্করণ হাতে রেখেছেন। উপকরণগুলির দ্রুত অ্যাক্সেস এবং আরও সুবিধাজনক কাজের জন্য, মুদ্রিত সংস্করণের দিকে মনোযোগ দেওয়ার সুপারিশ করা হচ্ছে:



- সবসময় হাতের কাছে: মুদ্রিত ফরম্যাটের বই একটি নির্ভরযোগ্য কাজের সরঞ্জাম হবে, যা যেকোনো কাজের পরিস্থিতিতে প্রয়োজনীয় ভিজুয়লাইজেশন এবং স্কিমগুলি দ্রুত খুঁজে পেতে এবং ব্যবহার করতে সক্ষম করবে
- চিত্রের উচ্চ মান: মুদ্রিত সংস্করণে সমস্ত চিত্র এবং গ্রাফ সর্বাধিক মানের সাথে উপস্থাপিত হয়েছে
- তথ্যের দ্রুত অ্যাক্সেস: সুবিধাজনক নেভিগেশন, নোট নেওয়ার, বুকমার্ক করার এবং যেকোনো স্থানে বইয়ের সাথে কাজ করার সম্ভাবনা।

বইয়ের পূর্ণ মুদ্রিত সংস্করণ ক্রয় করে, আপনি তথ্যের সাথে আরামদায়ক এবং কার্যকরী কাজের জন্য একটি সুবিধাজনক সরঞ্জাম পান: দৈনন্দিন কাজগুলিতে ভিজুয়াল উপকরণগুলি দ্রুত ব্যবহার করার সম্ভাবনা, প্রয়োজনীয় স্কিমগুলি দ্রুত খুঁজে পাওয়া এবং নোট নেওয়া। তাছাড়া, আপনার ক্রয় মুক্ত জ্ঞানের প্রচারকে সমর্থন করে।

বইয়ের মুদ্রিত সংস্করণ অর্ডার করতে পারেন: datadrivenconstruction.io/books



VI অংশ

CAD এবং BIM: মার্কেটিং, বাস্তবতা এবং নির্মাণে প্রকল্পের তথ্যের ভবিষ্যৎ

বইয়ের ষষ্ঠ অংশ CAD এবং BIM প্রযুক্তির বিবর্তন এবং নির্মাণে ডেটা ব্যবস্থাপনা প্রক্রিয়াগুলিতে তাদের প্রভাবের একটি সমালোচনামূলক বিশ্লেষণ উপস্থাপন করে। BIM ধারণার ঐতিহাসিক রূপান্তরকে অনুসরণ করা হয়েছে, যা মূলত একটি একীভূত ডেটাবেসের ধারণা থেকে সফটওয়্যার বিক্রেতাদের দ্বারা প্রচারিত আধুনিক বিপণন কনস্ট্রাকশনে পরিণত হয়েছে। প্রকল্পের ডেটার সাথে কাজ করার কার্যকারিতায় প্রোপ্রাইটারি ফরম্যাট এবং বন্ধ সিস্টেমগুলির প্রভাব মূল্যায়ন করা হয়েছে এবং নির্মাণ শিল্পের সামগ্রিক উৎপাদনশীলতা বিশ্লেষণ করা হয়েছে। বিভিন্ন CAD সিস্টেমের সামঞ্জস্যের সমস্যা এবং নির্মাণ কোম্পানির ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলির সাথে তাদের একীভূতকরণের জটিলতাগুলি বিস্তারিতভাবে বিশ্লেষণ করা হয়েছে। USD-এর মতো সহজ খোলামেলা ডেটা ফরম্যাটে রূপান্তরের বর্তমান প্রবণতাগুলি এবং সেগুলির সম্ভাব্য প্রভাবগুলি আলোচনা করা হয়েছে। বন্ধ সিস্টেম থেকে তথ্য আহরণের বিকল্প পদ্ধতিগুলি উপস্থাপন করা হয়েছে, যার মধ্যে বিপরীত প্রকৌশল পদ্ধতিগুলি অন্তর্ভুক্ত রয়েছে। নির্মাণে ডিজাইন এবং ডেটা বিশ্লেষণের প্রক্রিয়াগুলিকে স্বয়ংক্রিয় করার জন্য কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা এবং মেশিন লার্নিংয়ের প্রয়োগের সম্ভাবনাগুলি বিশ্লেষণ করা হয়েছে। ব্যবহারকারীদের প্রকৃত প্রয়োজনের উপর ভিত্তি করে ডিজাইন প্রযুক্তির উন্নয়নের পূর্বাভাসগুলি নির্ধারণ করা হয়েছে, সফটওয়্যার সরবরাহকারীদের স্বার্থের পরিবর্তে।

অধ্যায় 6.1. নির্মাণ শিল্পে BIM ধারণার উদ্ভব

মূলত, এই ষষ্ঠ অংশটি CAD (BIM) সম্পর্কিত প্রথম সংস্করণে ছিল না। প্রোপ্রাইটারি ফরম্যাট, জ্যামিতিক কোর এবং বন্ধ সিস্টেমের বিষয়গুলি অত্যন্ত প্রযুক্তিগত, বিশদে ভারাক্রান্ত এবং প্রথম দৃষ্টিতে ডেটার সাথে কাজ করার জন্য যারা কেবল বোঝার চেষ্টা করছেন তাদের জন্য অপ্ৰয়োজনীয়। তবে প্রথম সংস্করণে ব্যাখ্যা যোগ করার জন্য প্রতিক্রিয়া এবং অনুরোধগুলি দেখিয়েছে: CAD সিস্টেম, জ্যামিতিক কোর, বিভিন্ন ফরম্যাট এবং একই ডেটার অ-সামঞ্জস্যপূর্ণ স্টোরেজ স্কিমের সাথে সম্পর্কিত সমস্ত জটিলতা বোঝার ছাড়া, বিক্রেতাদের দ্বারা প্রচারিত ধারণাগুলি কেন প্রায়শই তথ্যের সাথে কাজ করা কঠিন করে তোলে এবং খোলামেলা প্যারামিটারাইজড ডিজাইনে রূপান্তরকে বাধা দেয় তা সত্যিই উপলব্ধি করা সম্ভব নয়। এই কারণেই এই অংশটি বইয়ের কাঠামোর মধ্যে একটি পৃথক স্থান দখল করেছে। যদি CAD (BIM) বিষয়টি আপনার জন্য অগ্রাধিকার না হয়, তবে আপনি সরাসরি পরবর্তী অংশে যেতে পারেন – "VII অংশ: ডেটা ভিত্তিক সিদ্ধান্ত গ্রহণ, বিশ্লেষণ, স্বয়ংক্রিয়করণ এবং মেশিন লার্নিং"।

CAD বিক্রেতাদের মার্কেটিং ধারণা হিসেবে BIM এবং ওপেন BIM এর ইতিহাস

90-এর দশকে ডিজিটাল ডেটার আবির্ভাবের সাথে, কম্পিউটার প্রযুক্তি কেবল ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলিতেই নয়, ডিজাইন প্রক্রিয়াগুলিতেও প্রবেশ করতে শুরু করে, যা CAD (কম্পিউটার-এডেড ডিজাইন) এবং পরে BIM (বিল্ডিং ইনফরমেশন মডেলিং) এর মতো ধারণাগুলির উদ্ভব ঘটায়।

তবে, যেকোনো উদ্ভাবনের মতো, এগুলি উন্নয়নের একটি চূড়ান্ত বিন্দু নয়। BIM-এর মতো ধারণাগুলি নির্মাণ শিল্পের ইতিহাসে একটি গুরুত্বপূর্ণ পদক্ষেপ, তবে একদিন এগুলি ভবিষ্যতের চ্যালেঞ্জগুলির জন্য আরও উন্নত সরঞ্জাম এবং পদ্ধতিগুলির জন্য জায়গা ছেড়ে দিতে পারে।

CAD বিক্রেতাদের প্রভাবিত হয়ে এবং তাদের নিজস্ব বাস্তবায়নের জটিলতায় জড়িয়ে পড়ে, 2002 সালে উদ্ভূত BIM ধারণাটি, একটি রক তারকার মতো, যা উজ্জ্বলভাবে জ্বলে উঠেছিল কিন্তু দ্রুত নিভে গেছে, তার ত্রিশতম জন্মদিন পর্যন্ত বাঁচতে নাও পারে। কারণটি সহজ: তথ্যের সাথে কাজ করা বিশেষজ্ঞদের চাহিদা CAD বিক্রেতাদের অভিযোজিত হওয়ার চেয়ে দ্রুত পরিবর্তিত হচ্ছে।

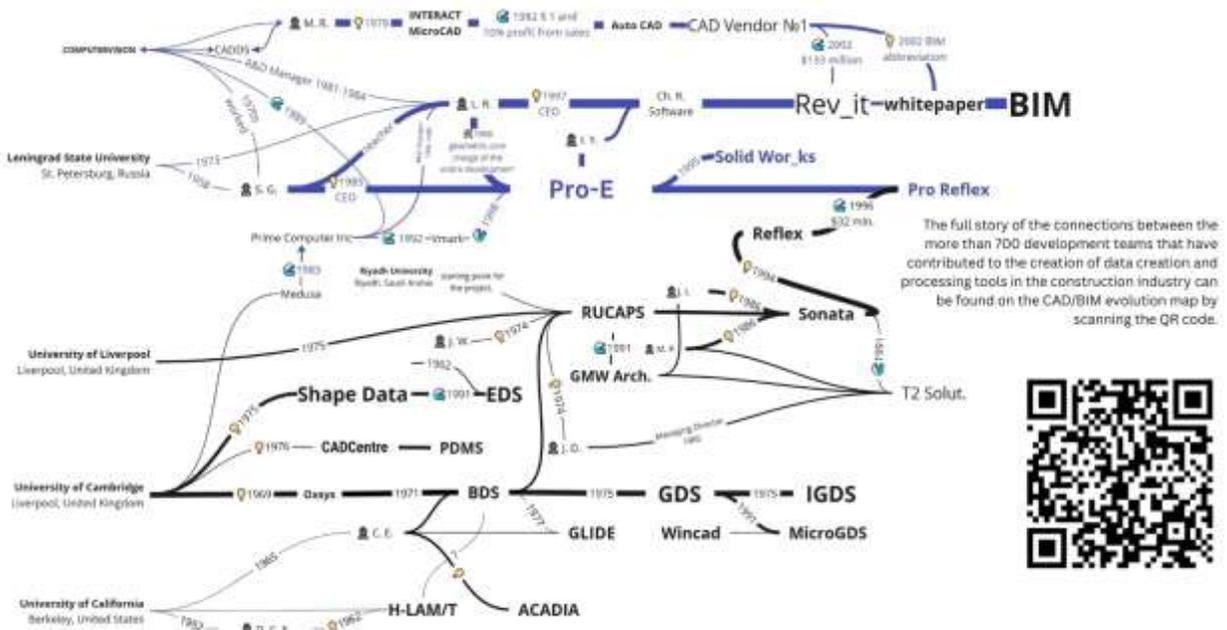
আধুনিক নির্মাণ শিল্পের বিশেষজ্ঞরা মানসম্মত তথ্যের অভাবের মুখোমুখি হয়ে ক্রস-প্ল্যাটফর্ম সামঞ্জস্য এবং CAD প্রকল্প থেকে খোলামেলা তথ্যের অ্যাক্সেসের দাবি করছেন, যাতে তাদের বিশ্লেষণ এবং প্রক্রিয়াকরণ সহজ হয়। CAD তথ্যের জটিলতা এবং তাদের প্রক্রিয়াকরণের জটিলতা নির্মাণ প্রক্রিয়ার সকল অংশগ্রহণকারীদের উপর নেতিবাচক প্রভাব ফেলে: ডিজাইনার, প্রকল্প ব্যবস্থাপক, সাইটে নির্মাণকারী এবং, শেষ পর্যন্ত, ক্লায়েন্ট।

আজকাল, কার্যকরী তথ্যের পূর্ণ সেটের পরিবর্তে ক্লায়েন্ট এবং বিনিয়োগকারীরা CAD ফরম্যাটে কনটেইনার পান, যা জটিল জ্যামিতিক কোর, ডেটা স্কিমের বোঝাপড়া, বার্ষিক আপডেট হওয়া API ডকুমেন্টেশন এবং CAD (BIM) তথ্যের সাথে কাজ করার জন্য বিশেষায়িত সফটওয়্যার প্রয়োজন। এই অবস্থায়, প্রকল্পের অধিকাংশ তথ্য অব্যবহৃত থাকে।

আজ ডিজাইন এবং নির্মাণের জগতে CAD তথ্যের অ্যাক্সেসের জটিলতা প্রকল্প ব্যবস্থাপনার অতিরিক্ত প্রকৌশল সৃষ্টি করেছে। CAD তথ্য নিয়ে কাজ করা বা BIM সমাধান তৈরি করা মাঝারি এবং বড় কোম্পানিগুলি বা তো CAD সমাধান সরবরাহকারীদের সাথে ঘনিষ্ঠ সম্পর্ক বজায় রাখতে বাধ্য হয় তথ্যের অ্যাক্সেসের জন্য API এর মাধ্যমে, অথবা CAD সরবরাহকারীদের সীমাবদ্ধতা এড়াতে ব্যয়বহুল SDK কনভার্টার ব্যবহার করে রিভার্স ইঞ্জিনিয়ারিং করে খোলামেলা তথ্য পেতে।

প্রোপ্রাইটারি তথ্য ব্যবহারের পদ্ধতি পুরনো হয়ে গেছে এবং আধুনিক ডিজিটাল পরিবেশের চাহিদাগুলির সাথে সঙ্গতিপূর্ণ নয়। ভবিষ্যতে কোম্পানিগুলি দুই ধরনের মধ্যে বিভক্ত হবে: যারা খোলামেলা তথ্য কার্যকরভাবে ব্যবহার করে এবং যারা বাজার থেকে চলে যাবে।

BIM (Building Information Modeling) ধারণাটি নির্মাণ শিল্পে 2002 সালে একটি বড় CAD বিক্রেতার প্রকাশনার মাধ্যমে উদ্ভূত হয়েছিল - Whitepaper BIM, এবং BOM (Bills of Materials) যন্ত্র প্রকৌশল ধারণার সাথে যুক্ত হয়ে, প্রকল্পের তথ্য তৈরি এবং প্রক্রিয়াকরণের প্যারামেট্রিক পদ্ধতির মাধ্যমে শুরু হয়েছিল। প্রকল্পের তথ্য তৈরি এবং প্রক্রিয়াকরণের প্যারামেট্রিক পদ্ধতি প্রথমবারের মতো Pro-E সিস্টেমে বাস্তবায়িত হয়েছিল যেটি যন্ত্র প্রকৌশল ডিজাইনের জন্য (MCAD)। এই সিস্টেমটি অনেক আধুনিক CAD সমাধানের জন্য একটি প্রোটোটাইপ হয়ে উঠেছে, যার মধ্যে আজকাল নির্মাণ শিল্পে ব্যবহৃত সমাধানগুলি অন্তর্ভুক্ত।



রিস. 6.11 BIM ধারণার উদ্ভব এবং অনুরূপ ধারণার ইতিহাসের মানচিত্র /

সাংবাদিক এবং AEC পরামর্শদাতারা, যারা 2000 সালের শুরু পর্যন্ত CAD বিক্রেতাদের সরঞ্জাম প্রচার করেছিলেন, 2002 সাল থেকে Whitepaper BIM-এ মনোনিবেশ করেছেন। 2002-2004 সালের Whitepaper BIM এবং 2002, 2003, 2005 এবং 2007 সালে প্রকাশিত নিবন্ধগুলি নির্মাণ শিল্পে BIM ধারণার জনপ্রিয়করণে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করেছে।

বিন্ডিং ইনফরমেশন মডেলিং হল..... [CAD বিক্রেতার কোম্পানির নাম] নির্মাণ শিল্পে তথ্য প্রযুক্তির প্রয়োগের কৌশল। – Whitepaper BIM, 2002

২০০০ সালের মাঝামাঝি সময়ে "গবেষকরা" ২০০২ সালে CAD বিক্রেতার দ্বারা প্রকাশিত BIM ধারণাকে চার্লস ইস্টম্যানের পূর্ববর্তী বৈজ্ঞানিক কাজের সাথে যুক্ত করতে শুরু করেন, যা GLIDE, GBM, BPM, RUCAPS এর মতো

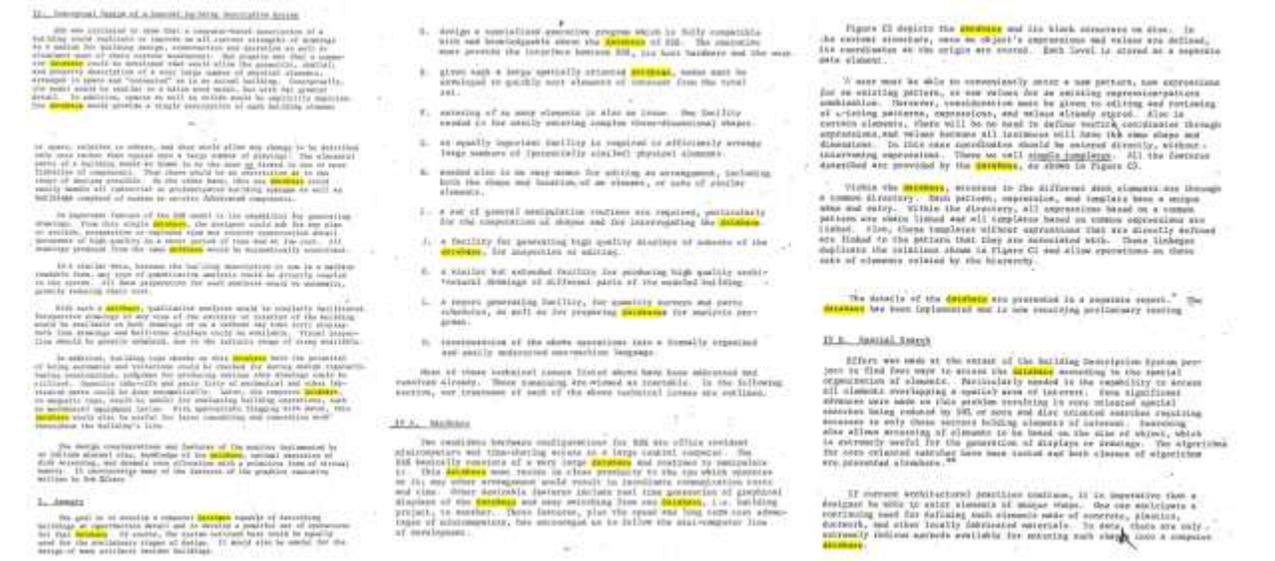
সিস্টেমগুলির ভিত্তি হয়ে দাঁড়ায়। তার উদ্ভাবনী কাজ "বিল্ডিং ডিসক্রিপশন সিস্টেম" (১৯৭৪) আধুনিক তথ্য মডেলিংয়ের তাত্ত্বিক ভিত্তি স্থাপন করে। তার কাজের মধ্যে "ডেটাবেস" শব্দটি ৪৩ বার ব্যবহৃত হয়েছে (ছবি ৬.১২) – অন্য যেকোনো শব্দের চেয়ে বেশি, "বিল্ডিং" শব্দটি ব্যতীত।

ইস্টম্যানের মূল ধারণা ছিল যে একটি ভবনের সমস্ত তথ্য – জ্যামিতি থেকে উপাদানের বৈশিষ্ট্য এবং তাদের পারস্পরিক সম্পর্ক – একটি একক কাঠামোবদ্ধ ডেটাবেসে সংরক্ষণ করা উচিত। এই ডেটাবেস থেকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে অঙ্কন, স্পেসিফিকেশন, হিসাব তৈরি করা এবং নিয়মাবলীর সাথে সামঞ্জস্য বিশ্লেষণ করা সম্ভব। ইস্টম্যান সরাসরি অঙ্কনকে একটি পুরনো এবং অতিরিক্ত যোগাযোগের পদ্ধতি হিসেবে সমালোচনা করেন, তথ্যের পুনরাবৃত্তি, আপডেটের সমস্যা এবং পরিবর্তন আনার সময় ম্যানুয়াল আপডেটের প্রয়োজনীয়তার দিকে ইঙ্গিত করেন। এর পরিবর্তে, তিনি একটি একক ডিজিটাল মডেল প্রস্তাব করেন যেখানে যেকোনো পরিবর্তন একবারে করা হয় এবং সমস্ত উপস্থাপনায় স্বয়ংক্রিয়ভাবে প্রতিফলিত হয়।

উল্লেখযোগ্য যে, ইস্টম্যানের ধারণায় ভিজুয়লাইজেশনকে কেন্দ্রীয় গুরুত্ব দেওয়া হয়নি। তার সিস্টেমে মূল স্থানটি ছিল তথ্য: প্যারামিটার, সম্পর্ক, অ্যাট্রিবিউট, বিশ্লেষণ এবং স্বয়ংক্রিয়তার সম্ভাবনা। তার দৃষ্টিতে, অঙ্কন ছিল ডেটাবেস থেকে তথ্যের একটি প্রদর্শনের মাত্র একটি রূপ, প্রকল্পের তথ্যের মূল উৎস নয়।

BIM এর প্রথম হোয়াইটপেপারে শীর্ষ CAD বিক্রেতার দ্বারা "ডেটাবেস" শব্দবন্ধটি চার্লস ইস্টম্যানের BDS এর মতোই ২৩ বার ব্যবহৃত হয়েছে [৬০] সাত পৃষ্ঠায় এবং এটি "বিল্ডিং", "তথ্য", "মডেলিং" এবং "ডিজাইন" এর পরে নথির অন্যতম জনপ্রিয় শব্দ ছিল। তবে ২০০৩ সালের মধ্যে অনুরূপ নথিতে "ডেটাবেস" শব্দটি মাত্র দুইবার দেখা যায় [৬১], এবং ২০০০ সালের শেষের দিকে প্রকল্পের তথ্যের আলোচনায় ডেটাবেসের বিষয়টি প্রায় অদৃশ্য হয়ে যায়। ফলস্বরূপ, "ভিজুয়াল এবং পরিমাণগত বিশ্লেষণের জন্য একটি একক সংহত ডেটাবেস" ধারণাটি সম্পূর্ণরূপে বাস্তবায়িত হয়নি।

সুতরাং, নির্মাণ শিল্প চার্লস ইস্টম্যানের BDS ধারণা থেকে, যার উপর ডেটাবেস এবং স্যামুয়েল গেইসবার্গের ধারণা ছিল যে প্রকল্পের তথ্যগুলি ডেটাবেস থেকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে আপডেট করা উচিত, আধুনিক বিপণন BIM এর দিকে অগ্রসর হয়েছে, যেখানে ডেটাবেসের মাধ্যমে তথ্য পরিচালনার বিষয়টি প্রায় উল্লেখ করা হয়নি, যদিও এই ধারণাটি মূল তাত্ত্বিক উন্নয়নের ভিত্তি ছিল।



ছবি ৬.১২ চার্লস ইস্টম্যানের ১৯৭৪ সালে বর্ণিত BDS ধারণায় "ডেটাবেস" শব্দবন্ধটি (হলুদে হাইলাইট করা) ৪৩ বার ব্যবহৃত হয়েছে /

BDS এবং এর অনুরূপ ধারণাগুলি ২০০০ সালের আগে ডিজিটাল ভবন ডেটাবেস হিসেবে তৈরি করা হয়েছিল, ভিজুয়লাইজেশন টুল হিসেবে নয়। ২০০২ সালে BIM একটি ডিজাইন টুল হয়ে ওঠে, যেখানে ডেটাবেসের গুরুত্ব দ্বিতীয় স্থানে চলে যায়। ১৯৯০-এর দশক থেকে ২০১০-এর দশকের মাঝামাঝি BIM-এ যাওয়ার সময় আমরা কী হারিয়েছি:

- উন্মুক্ত ডেটাবেস: BDS এবং অন্যান্য অনুরূপ ধারণাগুলি বিশ্লেষণের উপর জোর দিয়েছিল, BIM ডিজাইনের উপর।
- ডেটার সাথে কাজ করার নমনীয়তা: BDS ডেটা বিশ্লেষণের উপর জোর দিয়েছিল, BIM প্রক্রিয়াগুলির উপর, যা কোন অজ্ঞাত ডেটার ভিত্তিতে হওয়া উচিত।
- স্বচ্ছতা: BDS একটি খোলামেলা সংহত ডেটাবেস হিসেবে পরিকল্পিত হয়েছিল, যখন CAD সরবরাহকারীরা BIM-এ তাদের ডেটাবেস সম্পূর্ণরূপে বন্ধ করে দিয়েছে এবং 20 বছর ধরে বিপরীত প্রকৌশল সরঞ্জামগুলির বিরুদ্ধে লড়াই করছে, যা মালিকানাধীন ফরম্যাটগুলি উন্মোচন করে।

গত 30 বছরে ডিজাইনাররা "সংহত ডেটাবেস" অ্যাক্সেস পাননি এবং BIM সরঞ্জামগুলির চারপাশে 20 বছরের বিপণন উন্মাদনার পরে নির্মাণ শিল্পটি এই আগ্রহের পরিণতি বুঝতে শুরু করেছে।

BIM এর বাস্তবতা: একীভূত ডেটাবেসের পরিবর্তে বন্ধ মডুলার সিস্টেম

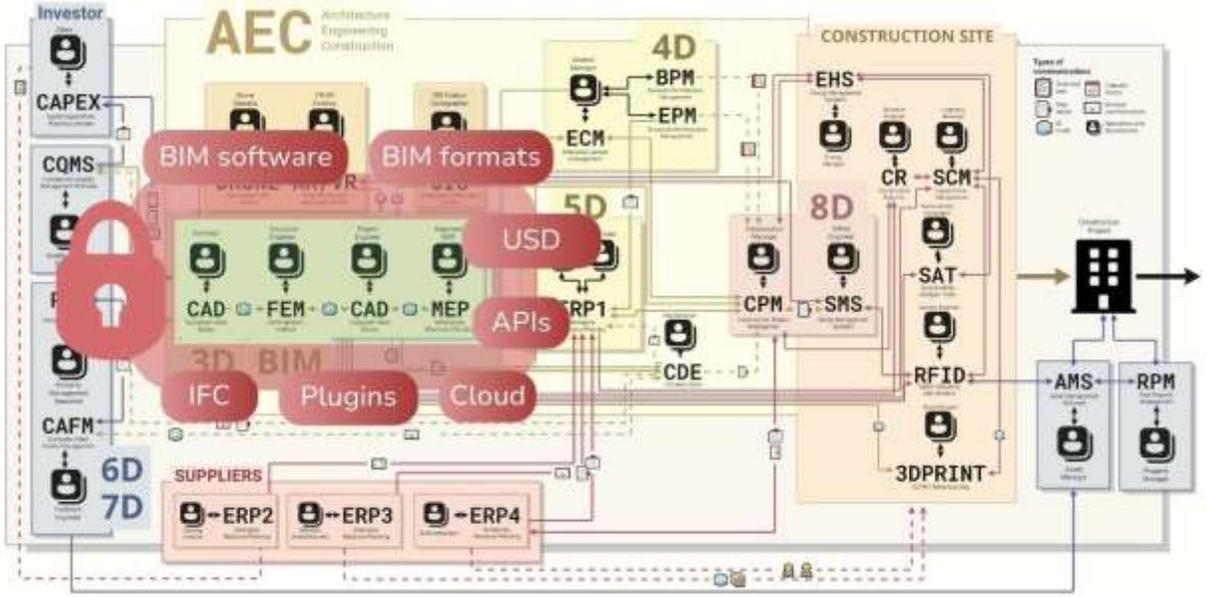
ডেটার উপর মনোনিবেশ করার পরিবর্তে, তাদের কাঠামোবদ্ধ করা এবং একক প্রক্রিয়ায় সংহত করা, CAD- (BIM-) সিস্টেমের ব্যবহারকারীরা মালিকানাধীন সমাধানের একটি খণ্ডিত সেটের সাথে কাজ করতে বাধ্য হচ্ছেন, প্রতিটি তাদের নিজস্ব নিয়ম নির্ধারণ করে।

- প্রথম BIM Whitepaper-এ আলোচনা করা একক ডেটাবেস একটি মিথ হয়ে রয়ে গেছে। উচ্চস্বরে ঘোষণার সত্ত্বেও, ডেটার অ্যাক্সেস এখনও সীমাবদ্ধ এবং বন্ধ সিস্টেমগুলির মধ্যে বিতরণ করা হয়েছে।
- BIM মডেলগুলি একটি সরঞ্জাম নয়, বরং একটি বন্ধ ইকোসিস্টেমে পরিণত হয়েছে। স্বচ্ছ তথ্য বিনিময়ের পরিবর্তে, ব্যবহারকারীদের সাবস্ক্রিপশনের জন্য অর্থ প্রদান করতে এবং মালিকানাধীন API ব্যবহার করতে বাধ্য করা হচ্ছে।
- ডেটা ভেশুরদের মালিকানাধীন, ব্যবহারকারীদের নয়। প্রকল্পের তথ্য মালিকানাধীন ফরম্যাট বা ক্লাউড পরিষেবাগুলিতে লুকানো, খোলামেলা এবং স্বাধীন ফরম্যাটে উপলব্ধ নয়।

প্রকৌশলী ডিজাইনার এবং প্রকল্প ব্যবস্থাপকরা প্রায়শই CAD সিস্টেমের ডেটাবেস বা তাদের নিজস্ব প্রকল্পের ডেটা সংরক্ষণের ফরম্যাটে অ্যাক্সেস পান না। এটি তথ্যের দ্রুত যাচাইকরণ বা ডেটার কাঠামো এবং গুণমানের জন্য প্রয়োজনীয়তা নির্ধারণ করা অসম্ভব করে তোলে। এই ধরনের ডেটার অ্যাক্সেসের জন্য একটি সম্পূর্ণ সেট বিশেষায়িত সফটওয়্যার প্রয়োজন, যা API এবং প্লাগইনগুলির মাধ্যমে সংযুক্ত, যা নির্মাণ শিল্পে প্রক্রিয়াগুলির অতিরিক্ত প্রশাসনিকতা সৃষ্টি করে। এদিকে, এই ডেটাগুলি একযোগে দশকের তথ্য সিস্টেম এবং শত শত বিশেষজ্ঞ দ্বারা ব্যবহৃত হচ্ছে।-

আমাদের এই সমস্ত ডেটা [CAD (BIM)] পরিচালনা করতে সক্ষম হতে হবে, সেগুলি ডিজিটালভাবে সংরক্ষণ করতে হবে এবং জীবনচক্র এবং প্রক্রিয়াগুলির ব্যবস্থাপনার জন্য সফটওয়্যার বিক্রি করতে হবে, কারণ প্রতিটি প্রকৌশলী [ডিজাইনার] যিনি কিছু তৈরি করেন [CAD প্রোগ্রামে], তার জন্য দশজন লোক এই ডেটার সাথে কাজ করে।

- CAD ভেঙের সিইও, যিনি BIM ধারণাটি তৈরি করেছিলেন, 2005 /



CAD- (BIM-) ডেটাবেসগুলি নির্মাণ ব্যবসার ইকোসিস্টেমে IT বিভাগ এবং ডেটা ম্যানেজারদের জন্য শেষ বন্ধ সিস্টেমগুলির মধ্যে একটি /

যখন এটি স্পষ্ট হয়ে যায় যে BIM আসলে ডেটাবেসের বাণিজ্যিকীকরণের একটি মাধ্যম, সম্পূর্ণ ডেটা ব্যবস্থাপনার একটি সরঞ্জাম নয়, তখন একটি যৌক্তিক প্রশ্ন ওঠে: কীভাবে ডেটার নিয়ন্ত্রণ পুনরুদ্ধার করা যায়? উত্তর হল খোলামেলা ডেটা কাঠামোর ব্যবহার, যেখানে তথ্যের মালিকানা ব্যবহারকারী নিজেই, সফটওয়্যার সরবরাহকারী নয়।

নির্মাণ শিল্পের ব্যবহারকারীরা এবং সমাধান বিকাশকারীরা, অন্যান্য অর্থনৈতিক খাতের তাদের সহকর্মীদের মতো, অবশ্যস্বাভাবিকভাবে সফটওয়্যার সরবরাহকারীদের অস্পষ্ট শব্দাবলীর থেকে দূরে সরে যাবে, যা গত 30 বছর ধরে আধিপত্য করেছে, এবং ডিজিটাইজেশনের মূল দিকগুলিতে মনোনিবেশ করবে - "ডেটা" এবং "প্রক্রিয়া"।

1980-এর শেষের দিকে, নির্মাণে ডিজিটাল প্রযুক্তির উন্নয়নের একটি মূল দিক ছিল প্রকল্পের তথ্যের অ্যাক্সেস এবং ব্যবস্থাপনার প্রশ্ন। তবে সময়ের সাথে সাথে গুরুত্বের স্থান পরিবর্তিত হয়েছে। স্বচ্ছ এবং অ্যাক্সেসযোগ্য তথ্য ব্যবস্থাপনার পদ্ধতির উন্নয়নের পরিবর্তে, IFC ফরম্যাট এবং ওপেন BIM ধারণার সক্রিয় প্রচার শুরু হয়েছে - যা বিশেষজ্ঞদের প্রকল্পের তথ্যের ডাটাবেস ব্যবস্থাপনার বিষয় থেকে মনোযোগ সরানোর একটি প্রচেষ্টা।

নির্মাণ শিল্পে ওপেন ফরম্যাট IFC এর উদ্ভব

আইএফসি (ইন্ডাস্ট্রি ফাউন্ডেশন ক্লাসেস) নামে পরিচিত খোলামেলা ফরম্যাটটি বিভিন্ন সিএডি (বিআইএম) সিস্টেমের মধ্যে সামঞ্জস্য নিশ্চিত করার জন্য একটি মান হিসাবে অবস্থান করেছে। এর উন্নয়ন বৃহত্তম সিএডি বিক্রেতাদের দ্বারা প্রতিষ্ঠিত এবং নিয়ন্ত্রিত সংস্থাগুলির আওতায় পরিচালিত হয়েছিল। আইএফসি ফরম্যাটের ভিত্তিতে ২০১২ সালে দুটি সিএডি কোম্পানির দ্বারা OPEN BIM নামে একটি বিপণন কনসেপ্ট তৈরি করা হয়েছিল।

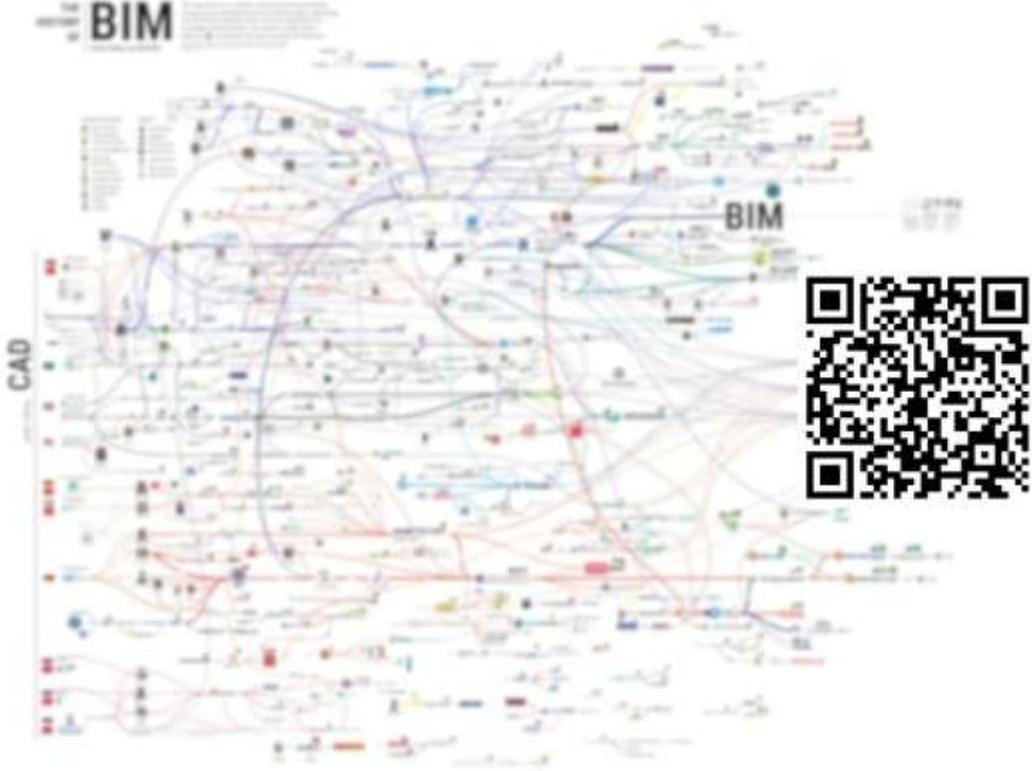
IFC (ইন্ডাস্ট্রি ফাউন্ডেশন ক্লাসেস) হল একটি খোলা মান যা নির্মাণ শিল্পে ডেটা বিনিময়ের জন্য তৈরি করা হয়েছে, বিভিন্ন CAD- (BIM-) সিস্টেমের মধ্যে সামঞ্জস্য নিশ্চিত করার জন্য।

ওপেন বিআইএম ধারণাটি সিএডি ডেটাবেস থেকে তথ্যের সাথে কাজ করা এবং সিএডি ডেটা বিনিময়ের জন্য একটি খোলা ফরম্যাটের মাধ্যমে সিস্টেমগুলির মধ্যে তথ্য বিনিময়কে বোঝায় - আইএফসি।

ওপেন বিআইএম প্রোগ্রাম হল একটি মার্কেটিং ক্যাম্পেইন, যা ... [১টি সিএডি বিক্রেতা], ... [২টি সিএডি বিক্রেতা] এবং অন্যান্য কোম্পানির দ্বারা শুরু করা হয়েছে, যার উদ্দেশ্য হল AEC শিল্পে ওপেন বিআইএম ধারণার বৈশ্বিক সমন্বিত প্রচারকে উৎসাহিত করা এবং সহায়তা করা, একটি সমন্বিত যোগাযোগ এবং সাধারণ ব্র্যান্ডিং সহ, যা প্রোগ্রামের অংশগ্রহণকারীদের জন্য উপলব্ধ। CAD বিক্রেতার সাইট থেকে, OPEN BIM প্রোগ্রাম, ২০১২ [113]

IFC কে 1980 এর দশকের শেষের দিকে মিউনিখের প্রযুক্তি বিশ্ববিদ্যালয় দ্বারা STEP যন্ত্র প্রকৌশল ফরম্যাট থেকে অভিযোজিত করা হয়েছিল, এবং পরে 1994 সালে IAI (Industry Alliance for Interoperability) গঠনের জন্য একটি বড় প্রকল্প ডিজাইন কোম্পানি এবং বড় CAD বিক্রেতার দ্বারা নিবন্ধিত হয়েছিল। IFC ফরম্যাটটি বিভিন্ন CAD সিস্টেমের মধ্যে আন্তঃঅপারেবিলিটি নিশ্চিত করার জন্য তৈরি করা হয়েছিল এবং এটি STEP যন্ত্র প্রকৌশল ফরম্যাটের ভিত্তিতে তৈরি হয়েছিল, যা IGES ফরম্যাট থেকে উদ্ভূত হয়েছে, যা 1979 সালে CAD ব্যবহারকারী এবং সরবরাহকারীদের একটি গ্রুপ দ্বারা NIST (The National Institute of Standards and Technology) এবং মার্কিন প্রতিরক্ষা মন্ত্রণালয়ের সমর্থনে তৈরি করা হয়েছিল।-

তবে IFC-এর জটিল কাঠামো, এর জ্যামিতিক কোরের উপর ঘনিষ্ঠ নির্ভরতা, এবং বিভিন্ন সফটওয়্যার সমাধানের মাধ্যমে ফরম্যাটের বাস্তবায়নে ভিন্নতা অনেক সমস্যার সৃষ্টি করেছে এর ব্যবহারিক প্রয়োগে। একই ধরনের চ্যালেঞ্জ – বিশদ তথ্যের ক্ষতি, সঠিকতার সীমাবদ্ধতা এবং মধ্যবর্তী ফরম্যাট ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা – পূর্বে যন্ত্র প্রকৌশল বিশেষজ্ঞদের IGES, STEP ফরম্যাটের সাথে কাজ করার সময় সম্মুখীন হতে হয়েছে, যার থেকে IFC উদ্ভূত হয়েছে।



ছবি ৬.১৪ CAD (BIM) উন্নয়নকারী দল এবং পণ্যের সম্পর্কের মানচিত্র [১১৬] /

২০০০ সালে একই CAD বিক্রেতা, যিনি IFC ফরম্যাট নিবন্ধন করেছিলেন এবং IAI (পরে bS) সংগঠন প্রতিষ্ঠা করেছিলেন, "একীভূত ডিজাইন এবং উৎপাদন: সুবিধা এবং যুক্তি" শিরোনামের একটি হোয়াইটপেপার প্রকাশ করেন। এই নথিতে একটি সিস্টেমের মধ্যে প্রোগ্রামগুলির মধ্যে তথ্য বিনিময়ের সময় সম্পূর্ণ বিশদ তথ্য সংরক্ষণের গুরুত্ব তুলে ধরা হয়েছিল, নিরপেক্ষ ফরম্যাট যেমন IGES, STEP [যা IFC এর সমতুল্য] ব্যবহার না করে। এর পরিবর্তে, CAD এর মূল ডেটাবেসে অ্যাপ্লিকেশনগুলির সরাসরি অ্যাক্সেস নিশ্চিত করার প্রস্তাব দেওয়া হয়েছিল, যা তথ্যের সঠিকতা হারানোর প্রতিরোধ করবে।

২০০২ সালে একই CAD বিক্রেতা প্যারামেট্রিক BOM পণ্য ক্রয় করে (চিত্র 3.118, বিস্তারিত তৃতীয় অংশে) এবং এর ভিত্তিতে BIM ধারণা গঠন করে। ফলস্বরূপ, নির্মাণ প্রকল্পের তথ্য বিনিময়ে এখন শুধুমাত্র বন্ধ ফরম্যাট CAD অথবা IFC (STEP) ফরম্যাট ব্যবহার করা হয়, যার সীমাবদ্ধতা সম্পর্কে CAD বিক্রেতা ২০০০ সালে লিখেছিলেন, যিনি এই ফরম্যাটটি নির্মাণ শিল্পে নিয়ে এসেছিলেন।-

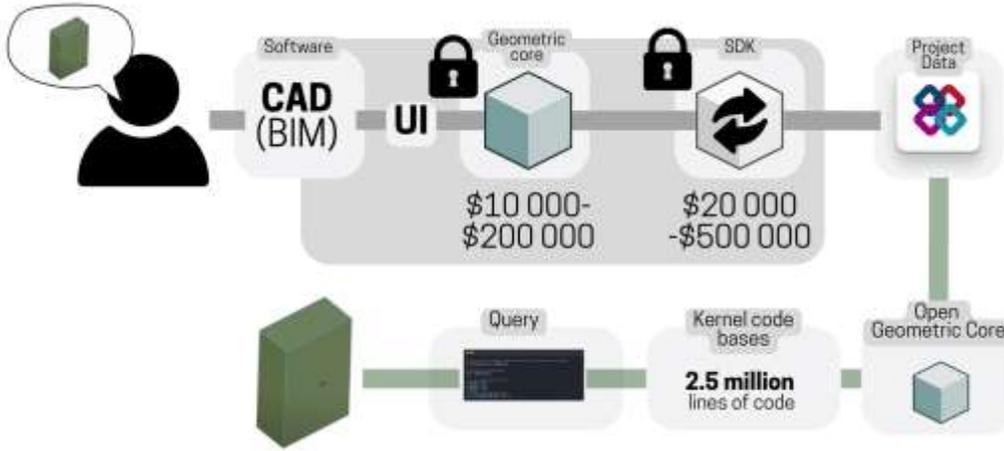
৭০০ এরও বেশি ডেভেলপার দলের মধ্যে সহযোগিতার বিস্তারিত ইতিহাস, যারা নির্মাণ তথ্য তৈরি এবং প্রক্রিয়াকরণের জন্য সরঞ্জাম তৈরি করতে অংশগ্রহণ করেছে, "CAD (BIM) এর বিবর্তন" মানচিত্রে উপস্থাপন করা হয়েছে [116]।

IFC এর খোলা ফর্মে প্রকল্পের উপাদানের জ্যামিতিক বর্ণনা এবং মেটা তথ্যের বর্ণনা অন্তর্ভুক্ত রয়েছে। IFC ফরম্যাটে জ্যামিতি উপস্থাপনের জন্য বিভিন্ন পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়, যেমন CSG এবং Swept Solids: তবে প্যারামেট্রিক BREP উপস্থাপনাটি IFC ফরম্যাটে উপাদানের জ্যামিতি স্থানান্তরের জন্য প্রধান মানদণ্ড হয়ে উঠেছে, কারণ এই ধরনের ফরম্যাট CAD (BIM) প্রোগ্রাম থেকে রপ্তানির সময় সমর্থিত হয় এবং IFC কে CAD প্রোগ্রামে বিপরীত রপ্তানির সময় উপাদানগুলি সম্পাদনা করার সম্ভাবনা দেয়।

জ্যামিতিক কোরের উপর IFC ফরম্যাটের নির্ভরতা সমস্যা

বেশিরভাগ ক্ষেত্রে, যখন IFC তে জ্যামিতি প্যারামেট্রিকভাবে (BREP) নির্ধারিত হয়, তখন শুধুমাত্র IFC ফাইলের উপস্থিতিতে প্রকল্পের সত্তার ভলিউম বা এলাকা মতো জ্যামিতিক বৈশিষ্ট্যগুলি ভিজ্যুয়ালাইজ করা বা প্রাপ্ত করা সম্ভব হয় না, কারণ জ্যামিতি এবং এর ভিজ্যুয়ালাইজেশনের জন্য একটি জ্যামিতিক কোরের প্রয়োজন হয় (চিত্র 6.15), যা প্রাথমিকভাবে অনুপস্থিত।

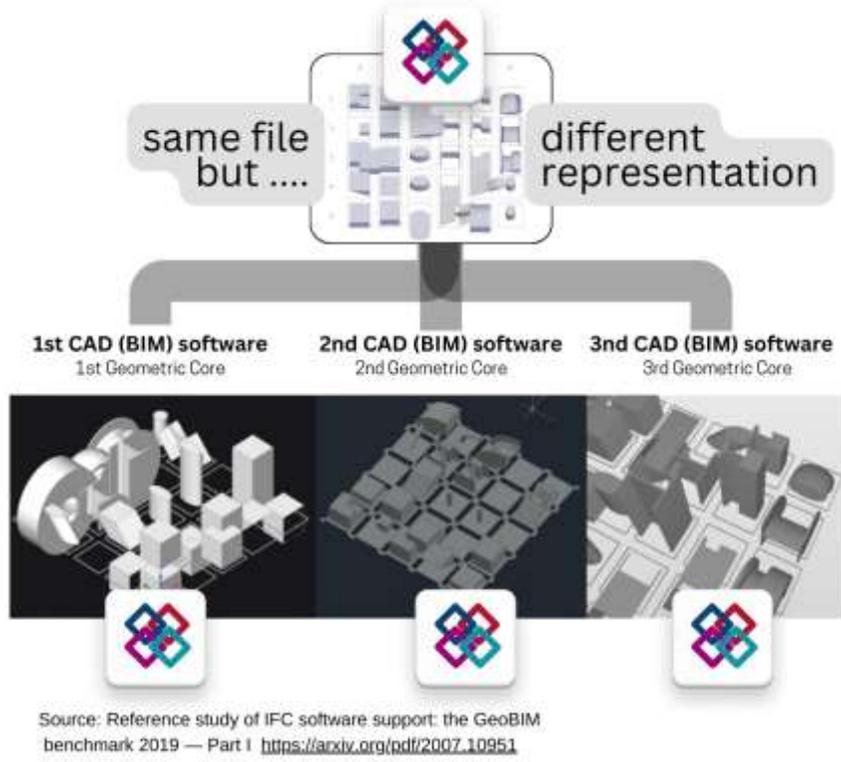
জ্যামিতিক কোর হল একটি সফটওয়্যার উপাদান, যা CAD (CAD), BIM এবং অন্যান্য প্রকৌশল অ্যাপ্লিকেশনগুলিতে জ্যামিতিক অবজেক্ট তৈরি, সম্পাদনা এবং বিশ্লেষণের জন্য মৌলিক অ্যালগরিদম সরবরাহ করে। এটি 2D এবং 3D জ্যামিতি নির্মাণের জন্য দায়ী, পাশাপাশি এর উপর অপারেশন যেমন: বুলিয়ান অপারেশন, মসৃণকরণ, ছেদ, রূপান্তর এবং ভিজ্যুয়ালাইজেশন।



আজ CAD প্রোগ্রামগুলির মাধ্যমে জ্যামিতি তৈরি প্রায়শই মালিকানাধীন জ্যামিতিক কোর এবং SDK এর মাধ্যমে ঘটে, যা প্রায়শই CAD বিক্রেতাদের অন্তর্ভুক্ত নয়।

প্রতিটি CAD প্রোগ্রামের এবং প্যারামেট্রিক ফরম্যাট বা IFC ফরম্যাটের সাথে কাজ করা যেকোনো প্রোগ্রামের একটি নিজস্ব বা ক্রয়কৃত জ্যামিতিক কোর রয়েছে। এবং যদি IFC-BREP ফরম্যাটে প্রাথমিক উপাদানগুলির সাথে সমস্যা না হয়, এবং বিভিন্ন জ্যামিতিক কোরের প্রোগ্রামগুলিতে এই উপাদানগুলি অনুরূপভাবে প্রদর্শিত হতে পারে, তবে বিভিন্ন জ্যামিতিক কোর ইঞ্জিনের সাথে সমস্যা ছাড়াও, যথাযথভাবে প্রদর্শনের জন্য যথেষ্ট উপাদান রয়েছে যা তাদের নিজস্ব বৈশিষ্ট্য রয়েছে। এই সমস্যা আন্তর্জাতিক গবেষণায় "IFC সফটওয়্যার সমর্থনের রেফারেন্স গবেষণা" এ বিস্তারিতভাবে আলোচনা করা হয়েছে, যা ২০১৯ সালে প্রকাশিত হয়েছিল [117]।

একই মানক ডেটা সেটগুলি বিরোধী ফলাফল দেয়, এবং এখানে সাধারণ নিয়মগুলির সংখ্যা খুব কম পাওয়া যায়, এবং মানদণ্ড [IFC] সমর্থনে গুরুতর সমস্যা পাওয়া গেছে, সম্ভবত মানক ডেটা মডেলের উচ্চ জটিলতার কারণে। আংশিকভাবে এখানে মানদণ্ডগুলি দায়ী, কারণ তারা প্রায়শই কিছু বিশদ অজানা রেখে দেয়, উচ্চ স্তরের স্বাধীনতা এবং বিভিন্ন সম্ভাব্য ব্যাখ্যা সহ। তারা বস্তুগুলির সংগঠন এবং সংরক্ষণে উচ্চ জটিলতা অনুমোদন করে, যা কার্যকরী সার্বজনীন বোঝাপড়া, অনন্য বাস্তবায়ন এবং সংঙ্গতিপূর্ণ ডেটা মডেলিংকে সহায়তা করে না [117]।— IFC সফটওয়্যার সমর্থনের রেফারেন্স গবেষণা, ২০২১



চিত্র ৬.১৬ বিভিন্ন জ্যামিতিক কোর এক এবং একই জ্যামিতির ভিন্ন উপস্থাপনা দেয়, যা প্যারামেট্রিকভাবে বর্ণিত হয়েছে (উৎস [117] অনুযায়ী)।

"নির্দিষ্ট অবস্থানগুলির" সঠিক বোঝাপড়া বিশেষ সংগঠনের পেইড সদস্যদের জন্য উপলব্ধ, যারা IFC এর উন্নয়নে জড়িত। ফলস্বরূপ, যিনি IFC এর নির্দিষ্ট বৈশিষ্ট্যগুলির গুরুত্বপূর্ণ জ্ঞানে প্রবেশ করতে চান, তিনি বড় CAD বিক্রেতাদের সাথে সহযোগিতা করার চেষ্টা করবেন, অথবা নিজস্ব গবেষণার মাধ্যমে বৈশিষ্ট্যগুলির গুণগত হিসাব করতে পৌঁছাবেন।

আপনি IFC ফরম্যাটের মাধ্যমে ডেটা আমদানি এবং রপ্তানির প্রশ্নে পড়ে যান এবং সহকর্মী বিক্রেতাদের জিজ্ঞাসা করেন: "কেন IFC ফাইলে স্থানান্তরের প্যারামেট্রিক তথ্য এভাবে প্রেরিত হয়? খোলামেলা স্পেসিফিকেশনে এ সম্পর্কে কিছু বলা হয়নি।" "বেশি জানাশোনা" ইউরোপীয় বিক্রেতাদের উত্তর: "হ্যাঁ, বলা হয়নি, কিন্তু এটি গ্রহণযোগ্য!" – CAD ডেভেলপারের সাক্ষাৎকার ২০২১ [118]

IFC জ্যামিতি প্যারামেট্রিক প্রিমিটিভের মাধ্যমে বর্ণনা করে, কিন্তু এতে কোন অন্তর্নির্মিত কোর নেই – এর ভূমিকা CAD প্রোগ্রাম পালন করে, যা জ্যামিতিক কোরের মাধ্যমে জ্যামিতি সংকলন করে। জ্যামিতিক কোর গাণিতিক গণনা সম্পাদন করে এবং ছেদ নির্ধারণ করে, এবং IFC কেবল তার ব্যাখ্যার জন্য তথ্য প্রদান করে। যদি IFC তে ভুল প্রান্ত থাকে, তবে বিভিন্ন প্রোগ্রাম বিভিন্ন জ্যামিতিক কোরের উপর ভিত্তি করে সেগুলি উপেক্ষা করতে পারে অথবা ত্রুটি প্রদর্শন করতে পারে।

ফলস্বরূপ, IFC ফরম্যাটের সাথে কাজ করতে হলে একটি মৌলিক প্রশ্নের উত্তর দিতে হবে, যার সঠিক উত্তর খুঁজে পাওয়া কঠিন - কোন সরঞ্জাম, কোন জ্যামিতিক কোর ব্যবহার করতে হবে যাতে প্রকল্পের মূল CAD প্রোগ্রামে যে তথ্যের গুণমান ছিল, তা IFC থেকে প্রাপ্ত হয়?

ডেটার গুণমানের সমস্যা এবং IFC ফরম্যাটের জটিলতা প্রকল্পের ডেটা সরাসরি প্রক্রিয়াকরণের স্বয়ংক্রিয়করণ, বিশ্লেষণ এবং প্রক্রিয়াকরণের জন্য ব্যবহার করতে দেয় না, যা প্রায়শই ডেভেলপারদের বন্ধ CAD সমাধানগুলির ব্যবহার করতে বাধ্য করে, যা "গুণগত" ডেটা অ্যাক্সেস প্রদান করে [63], যা ১৯৯৪ সালে IFC নিবন্ধিত বিক্রেতা নিজেই উল্লেখ করেছিলেন [65]।

IFC এর প্যারামিটারগুলির প্রদর্শন এবং উপাদানের সমস্ত বৈশিষ্ট্য জ্যামিতির কোরে কেবল বড় ডেভেলপার দলের দ্বারা বাস্তবায়িত হতে পারে, যাদের জ্যামিতিক কোরের সাথে কাজ করার অভিজ্ঞতা রয়েছে। সুতরাং, IFC ফরম্যাটের বৈশিষ্ট্য এবং জটিলতার বর্তমান অনুশীলন প্রধানত CAD বিক্রেতাদের জন্য লাভজনক এবং বড় সফটওয়্যার বিক্রেতাদের "adopt, extend, destroy" কৌশলের সাথে অনেক কিছুই শেয়ার করে, যখন মানের ক্রমবর্ধমান জটিলতা প্রকৃতপক্ষে বাজারের ছোট খেলোয়াড়দের জন্য বাধা সৃষ্টি করে [94]।

বড় বিক্রেতাদের এই কৌশলে খোলামেলা মানগুলির অভিযোজন, তাদের নিজস্ব সম্প্রসারণ এবং বৈশিষ্ট্য যোগ করার কৌশল থাকতে পারে, যাতে ব্যবহারকারীদের তাদের পণ্যগুলির উপর নির্ভরশীলতা তৈরি হয় এবং প্রতিযোগীদের পরবর্তী সময়ে বিতাড়িত করা যায়।

IFC ফরম্যাট, যা বিভিন্ন CAD (BIM) সিস্টেমের মধ্যে একটি সার্বজনীন সেতু হতে উদ্দেশ্যপ্রণোদিত, বাস্তবে বিভিন্ন CAD প্ল্যাটফর্মের জ্যামিতিক কোরের মধ্যে সামঞ্জস্যের সমস্যার সূচক হিসেবে কাজ করে, STEP ফরম্যাটের মতো, যার থেকে এটি মূলত উদ্ভূত হয়েছে।

ফলস্বরূপ, আজকের দিনে IFC অন্টোলজির পূর্ণাঙ্গ এবং গুণগত বাস্তবায়ন বড় CAD সরবরাহকারীদের জন্য সম্ভব, যারা তাদের অভ্যন্তরীণ জ্যামিতিক কোরের সাথে সমস্ত সত্তা এবং তাদের ম্যাপিং সমর্থনে উল্লেখযোগ্য সম্পদ বিনিয়োগ করতে পারে, যা IFC একটি মান হিসাবে বিদ্যমান নেই। বড় বিক্রেতাদের মধ্যে প্রযুক্তিগত বিশদগুলি সমন্বয় করার সুযোগও রয়েছে, যা IFC ফরম্যাটের উন্নয়নে নিয়োজিত সংস্থাগুলির সবচেয়ে সক্রিয় সদস্যের জন্যও উপলব্ধ নাও হতে পারে।

ছোট স্বাধীন দল এবং ওপেন সোর্স প্রকল্পগুলির জন্য, যারা আন্তঃঅপারেবল ফরম্যাটগুলির উন্নয়ন সমর্থন করতে চায়, তাদের নিজস্ব জ্যামিতিক কোরের অভাব একটি গুরুতর সমস্যা হয়ে দাঁড়ায়। এর অভাবে, প্ল্যাটফর্মের মধ্যে ডেটা বিনিময়ের সাথে সম্পর্কিত সমস্ত সূক্ষ্মতা এবং বিবরণ বিবেচনা করা প্রায় অসম্ভব।

IFC এর প্যারামেট্রিক ফরম্যাট এবং ওপেন BIM ধারণার বিকাশের সাথে, নির্মাণ শিল্পে ডেটা এবং প্রক্রিয়াগুলির ব্যবস্থাপনায় অন্টোলজি এবং সেমান্টিকের ভূমিকা নিয়ে আলোচনা তীব্র হয়েছে।

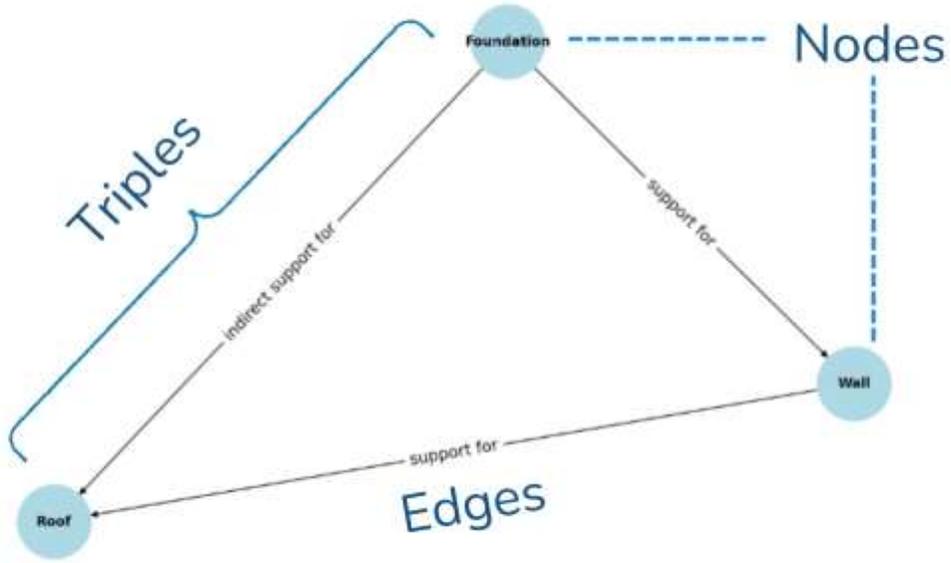
নির্মাণে সেমান্টিক্স এবং অন্টোলজির বিষয়ের উদ্ভব

1990-এর দশকের শেষের দিকে সেমান্টিক ইন্টারনেট তৈরির ধারণা এবং IFC ফরম্যাটের উন্নয়নে নিয়োজিত সংস্থাগুলির প্রচেষ্টার মাধ্যমে, সেমান্টিক এবং অন্টোলজিগুলি 2020-এর মাঝামাঝি সময়ে নির্মাণ শিল্পে মানকরণের

একটি মূল উপাদান হয়ে উঠেছে।

সেমান্টিক প্রযুক্তিগুলি বিভিন্ন ধরনের ডেটার বৃহৎ ভাণ্ডারগুলির একীকরণ, মানকরণ এবং সংশোধন, পাশাপাশি জটিল অনুসন্ধানের বাস্তবায়ন।

সেমান্টিক ডেটা সংরক্ষণের জন্য OWL (ওয়েব অন্টোলজি ভাষা) ব্যবহার করা হয়, যা RDF ট্রিপল (রিসোর্স বর্ণনা ফ্রেমওয়ার্ক) গ্রাফের আকারে উপস্থাপিত হয়। OWL গ্রাফ মডেল ডেটার অন্তর্ভুক্ত, যার প্রকারগুলি আমরা "ডেটা মডেল: ডেটাতে সম্পর্ক এবং উপাদানের মধ্যে সংযোগ" অধ্যায়ে বিস্তারিত আলোচনা করেছি।-



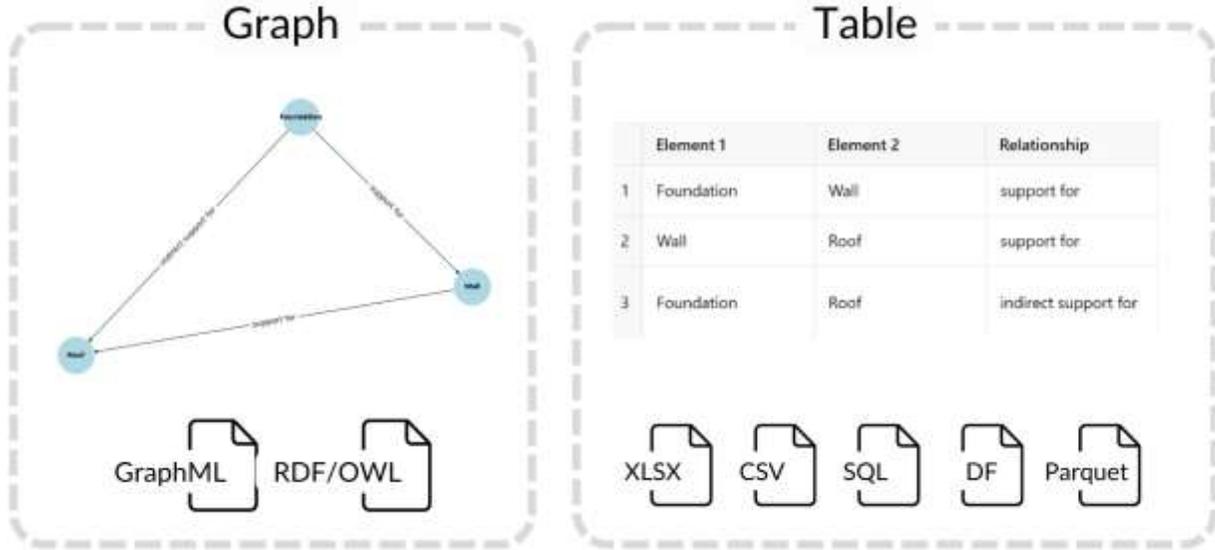
RDF ডেটা মডেল: নোড (Nodes), সংযোগ (Edges) এবং ট্রিপল (Triples), যা নির্মাণ উপাদানের মধ্যে সম্পর্কগুলি চিত্রিত করে।

তাত্ত্বিকভাবে, রিজনারদের স্বয়ংক্রিয় যুক্তি প্রয়োগের জন্য প্রোগ্রাম) যুক্তি নির্ধারণের ক্ষমতা অন্টোলজির ভিত্তিতে নতুন বিবৃতি তৈরি করতে সক্ষম। উদাহরণস্বরূপ, যদি নির্মাণ অন্টোলজিতে লেখা থাকে যে "ভিত্তি একটি দেয়ালের জন্য সমর্থন", এবং "দেয়াল একটি ছাদের জন্য সমর্থন" থাকে, তবে রিজনার স্বয়ংক্রিয়ভাবে সিদ্ধান্ত নিতে সক্ষম হবে যে "ভিত্তি একটি ছাদের জন্য সমর্থন"।-

এই ধরনের একটি মেকানিজম ডেটা বিশ্লেষণের অপ্টিমাইজেশনের জন্য উপকারী, কারণ এটি সমস্ত নির্ভরতাগুলি স্পষ্টভাবে উল্লেখ করা এড়াতে সক্ষম করে। তবে এটি নতুন জ্ঞান তৈরি করে না, বরং ইতিমধ্যে পরিচিত তথ্যগুলি চিহ্নিত এবং কাঠামোবদ্ধ করে।

সেমান্টিক নিজে থেকে নতুন অর্থ বা জ্ঞান তৈরি করে না এবং এই দিক থেকে ডেটা সংরক্ষণ এবং প্রক্রিয়াকরণের অন্যান্য প্রযুক্তির চেয়ে অগ্রগামী নয়। সম্পর্কিত ডেটাবেস থেকে ডেটা ট্রিপল আকারে উপস্থাপন করা তাদের আরও অর্থবহ করে না। টেবিলগুলিকে গ্রাফ কাঠামোর সাথে প্রতিস্থাপন করা ডেটা মডেলগুলির একীকরণ, সুবিধাজনক অনুসন্ধান এবং নিরাপদ সম্পাদনার জন্য উপকারী হতে পারে, তবে এটি ডেটাকে "বুদ্ধিমান" করে না - কম্পিউটার তাদের বিষয়বস্তু আরও ভালভাবে বুঝতে শুরু করে না।

তথ্যের মধ্যে যুক্তিগত সম্পর্কগুলি জটিল অর্থনৈতিক প্রযুক্তি ছাড়াই সংগঠিত করা যেতে পারে। ঐতিহ্যবাহী সম্পর্কিত ডেটাবেস (SQL), পাশাপাশি CSV বা XLSX ফরম্যাটগুলি অনুরূপ নির্ভরতা তৈরি করতে সক্ষম। উদাহরণস্বরূপ, কলাম ভিত্তিক ডেটাবেসে "ছাদের সমর্থন" ক্ষেত্র যোগ করা যেতে পারে এবং দেয়াল তৈরি করার সময় ছাদকে ভিত্তির সাথে স্বয়ংক্রিয়ভাবে সংযুক্ত করা যেতে পারে। এই পদ্ধতি RDF, OWL, গ্রাফ বা রিজনার ব্যবহার ছাড়াই বাস্তবায়িত হয়, যা তথ্য সংরক্ষণ এবং বিশ্লেষণের জন্য একটি সহজ এবং কার্যকর সমাধান হিসেবে থাকে।



গ্রাফ এবং টেবিল মডেলগুলির মধ্যে তুলনা /

কিছু বৃহৎ নির্মাণ কোম্পানি এবং IFC ফরম্যাটের উন্নয়নে নিয়োজিত সংস্থার সিদ্ধান্ত, যা 1990-এর দশকের শেষের দিকে প্রতিশ্রুতিশীল মনে হয়েছিল, নির্মাণ শিল্পে মান উন্নয়নের উপর উল্লেখযোগ্য প্রভাব ফেলেছে।

তবে প্যারাদক্স হল যে, সেমান্টিক ওয়েবের ধারণাটি, যা মূলত ইন্টারনেটের জন্য তৈরি হয়েছিল, তার নিজস্ব পরিবেশে ব্যাপকভাবে ছড়িয়ে পড়েনি। RDF এবং OWL এর উন্নয়ন সত্ত্বেও, মূল ধারণা অনুযায়ী একটি পূর্ণাঙ্গ সেমান্টিক ওয়েব কখনও গঠিত হয়নি, এবং এর নির্মাণ এখন আর সম্ভব নয়।

কেন নির্মাণে সেমান্টিক প্রযুক্তিগুলি প্রত্যাশা পূরণ করতে ব্যর্থ হয়

অন্যান্য শিল্পগুলি সেমান্টিক প্রযুক্তির সীমাবদ্ধতার মুখোমুখি হয়েছে। গেমিং শিল্পে গেম অবজেক্ট এবং তাদের পারস্পরিক ক্রিয়াকলাপগুলি বর্ণনা করার প্রচেষ্টা অন্টোলজির মাধ্যমে অকার্যকর প্রমাণিত হয়েছে, পরিবর্তনের উচ্চ গতির কারণে। ফলস্বরূপ, XML এবং JSON এর মতো সহজ ডেটা ফরম্যাটগুলি এবং অ্যালগরিদমিক সমাধানগুলি বেশি পছন্দনীয় হয়ে উঠেছে। একই পরিস্থিতি রিয়েল এস্টেট ক্ষেত্রেও ঘটেছে: আঞ্চলিক শব্দভাণ্ডারের পার্থক্য এবং

বাজারের ঘন ঘন পরিবর্তনের কারণে অন্টোলজির ব্যবহার অত্যধিক জটিল হয়ে পড়েছে, এবং সহজ ডেটাবেস এবং RETS এর মতো মানগুলি ডেটা বিনিময়ের কাজগুলি আরও ভালভাবে পরিচালনা করেছে।

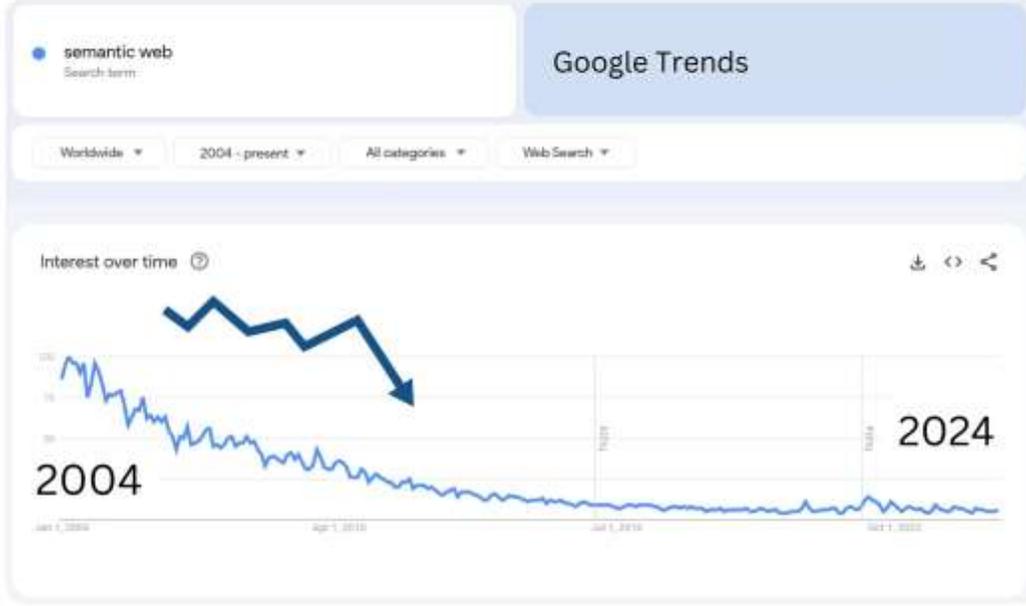
প্রযুক্তিগত জটিলতা, যেমন মার্কআপের জটিলতা, রক্ষণাবেক্ষণের উচ্চ শ্রমসাধ্যতা এবং ডেভেলপারদের কম উদ্দীপনা, অন্যান্য অর্থনৈতিক খাতে সেমান্টিক ওয়েবের বাস্তবায়নকে বাধাগ্রস্ত করেছে। RDF (Resource Description Framework) একটি ব্যাপক মান হিসেবে প্রতিষ্ঠিত হয়নি, এবং অন্টোলজিগুলি অত্যন্ত জটিল এবং অর্থনৈতিকভাবে অকার্যকর প্রমাণিত হয়েছে।

ফলস্বরূপ, একটি বৈশ্বিক সেমান্টিক ওয়েব তৈরির উচ্চাকাঙ্ক্ষী ধারণাটি সফল হয়নি। যদিও প্রযুক্তির কিছু উপাদান, যেমন অন্টোলজিগুলি এবং SPARQL, কর্পোরেট সমাধানগুলিতে ব্যবহার পাওয়া গেছে, তথাপি একটি একক, সর্বজনীন তথ্য কাঠামো তৈরির মূল লক্ষ্য অর্জিত হয়নি।

এমন একটি ইন্টারনেটের ধারণা, যেখানে কম্পিউটারগুলি বিষয়বস্তুর অর্থ বুঝতে সক্ষম, প্রযুক্তিগতভাবে জটিল এবং বাণিজ্যিকভাবে অরেঞ্জযোগ্য প্রমাণিত হয়েছে। এই কারণেই, এই ধারণাকে সমর্থনকারী কোম্পানিগুলি সময়ের সাথে সাথে এর ব্যবহারকে পৃথক কার্যকরী সরঞ্জামগুলিতে সীমাবদ্ধ করেছে, RDF এবং OWL কে বিশেষায়িত কর্পোরেট প্রয়োজনের জন্য রেখে দিয়েছে, সাধারণ ইন্টারনেটের জন্য নয়। Google Trends এর বিশ্লেষণ গত 20 বছরে সেমান্টিক ওয়েবের বিকাশের সম্ভাবনা সম্ভবত আর নেই।-

অপ্রয়োজনীয়ভাবে সত্তা বাড়ানো উচিত নয়। যদি কোনও ঘটনার কয়েকটি যুক্তিগতভাবে অসংঘাতমূলক ব্যাখ্যা থাকে, যা একইভাবে ভালভাবে ব্যাখ্যা করে, তবে সমান শর্তে, সবচেয়ে সহজটিকে অগ্রাধিকার দেওয়া উচিত।- অক্সামের দাডি।

এখানে একটি যুক্তিসঙ্গত প্রশ্ন ওঠে: নির্মাণে ট্রিপল, রিজনার এবং SPARQL ব্যবহার করার প্রয়োজনীয়তা কী, যখন জনপ্রিয় কাঠামোগত প্রশ্ন (SQL, Pandas, Apache®) ব্যবহার করে ডেটা প্রক্রিয়া করা সম্ভব? কর্পোরেট অ্যাপ্লিকেশনগুলিতে SQL হল ডেটাবেসের সাথে কাজ করার জন্য একটি মানক। SPARQL, বিপরীতে, জটিল গ্রাফ কাঠামো এবং বিশেষায়িত সফটওয়্যার প্রয়োজন এবং গুগলের ট্রেন্ডে এটি ডেভেলপারদের আগ্রহ আকর্ষণ করে না।

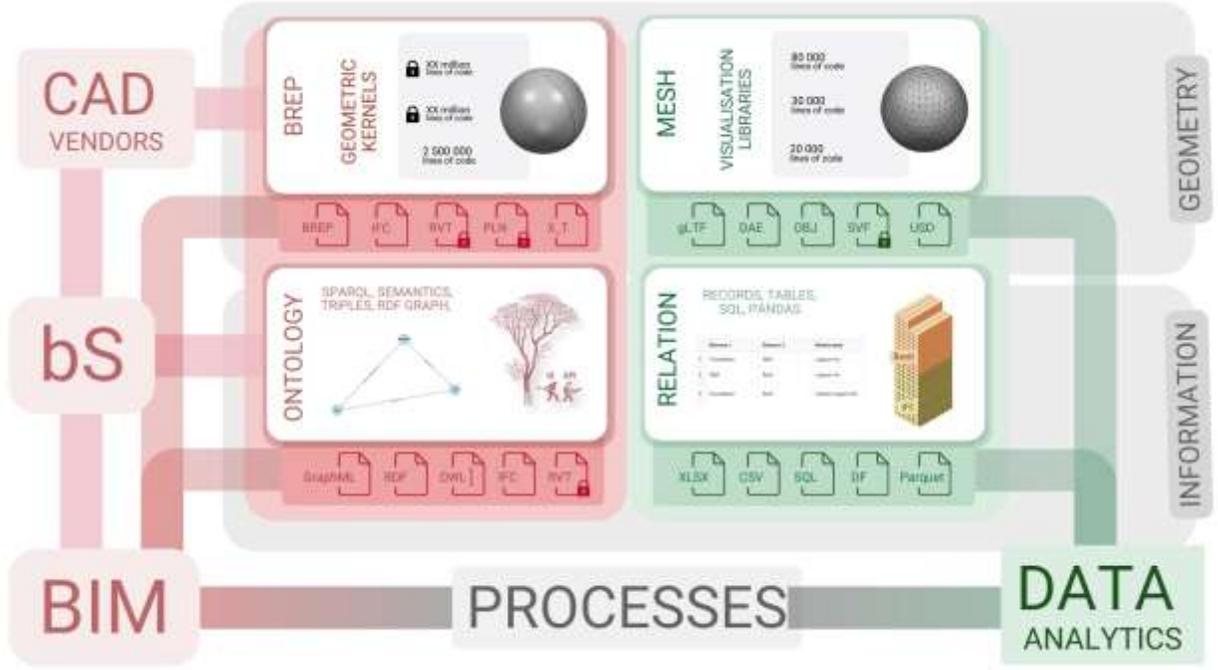


চিত্র 6.19 "সেমান্টিক ইন্টারনেট" অনুসন্ধানের প্রতি আগ্রহ গুগলের পরিসংখ্যান অনুযায়ী /

গ্রাফ ডেটাবেস এবং শ্রেণীবিভাগের গাছগুলি নির্দিষ্ট ক্ষেত্রে উপকারী হতে পারে, তবে তাদের প্রয়োগ সবসময় দৈনন্দিন কাজগুলির জন্য যুক্তিসঙ্গত নয়। ফলস্বরূপ, জ্ঞান গ্রাফ তৈরি এবং সেমান্টিক ওয়েব প্রযুক্তির ব্যবহার শুধুমাত্র তখনই অর্থবহ যখন বিভিন্ন উৎস থেকে ডেটা একীভূত করা বা জটিল যুক্তিগত উপসংহার তৈরি করা প্রয়োজন।

টেবিল থেকে গ্রাফ মডেলগুলিতে স্থানান্তর তথ্য অনুসন্ধান উন্নত করতে এবং তথ্য প্রবাহকে একীভূত করতে সহায়তা করে, তবে এটি ডেটাকে যন্ত্রগুলির জন্য আরও অর্থবহ করে তোলে না। প্রশ্ন হল, সেমান্টিক প্রযুক্তি ব্যবহার করা উচিত কি না, বরং কোথায় তারা সত্যিই উপকারে আসে। আপনার কোম্পানিতে অন্টোলজি, সেমান্টিক এবং গ্রাফ ডেটাবেসগুলি প্রয়োগ করার আগে, নিশ্চিত করুন যে কোন কোম্পানিগুলি ইতিমধ্যে সফলভাবে এই প্রযুক্তিগুলি ব্যবহার করছে এবং কোথায় তারা প্রত্যাশা পূরণ করেনি।

উচ্চাকাঙ্ক্ষী প্রত্যাশার সত্ত্বেও, সেমান্টিক প্রযুক্তিগুলি নির্মাণ শিল্পে ডেটা কাঠামোগত করার জন্য একটি সার্বজনীন সমাধান হয়ে ওঠেনি। বাস্তবে, এই প্রযুক্তিগুলি একটি সার্বজনীন সমাধানে নিয়ে যায়নি, বরং নতুন জটিলতা যোগ করেছে, এবং এই প্রচেষ্টা সেমান্টিক ইন্টারনেটের ধারণার অপ্ৰাপ্ত উচ্চাকাঙ্ক্ষাগুলিকে পুনরাবৃত্তি করে, যেখানে প্রত্যাশা বাস্তবতাকে উল্লেখযোগ্যভাবে অতিক্রম করেছে।

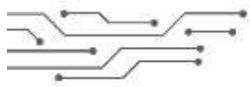


চিত্র 6.110 নির্মাণ প্রক্রিয়ায় জ্যামিতি এবং তথ্য: জটিল CAD এবং BIM সিস্টেম থেকে বিশ্লেষণের জন্য সহজতর ডেটা পর্যন্ত।

IT ক্ষেত্রে সেমান্টিক ওয়েবের ব্যর্থতাগুলি নতুন প্রযুক্তির (বড় ডেটা, IoT, মেশিন লার্নিং, AR/VR) আবির্ভাব দ্বারা ক্ষতিপূরণ করা হয়েছে, তবে নির্মাণ শিল্পে এমন কোনও কারণ নেই।

প্রকল্পের উপাদানগুলির মধ্যে ডেটার সম্পর্কের ধারণাগুলি ব্যবহার করার সমস্যার পাশাপাশি, একটি মৌলিক সমস্যা রয়ে গেছে - সেই ডেটার নিজস্ব প্রবেশযোগ্যতা। নির্মাণ শিল্পে এখনও বন্ধ সিস্টেমগুলি প্রাধান্য পায়, যা ডেটার সাথে কাজ করা, তথ্যের বিনিময় এবং প্রক্রিয়াগুলির দক্ষতা বাড়াতে বাধা দেয়।

ডেটার বন্ধ প্রকৃতি ডিজিটাল সমাধানের বিকাশে একটি প্রধান বাধা হয়ে দাঁড়ায়। IT শিল্পের বিপরীতে, যেখানে খোলা এবং একীভূত ডেটা ফরম্যাটগুলি মানক হয়ে উঠেছে, CAD (BIM) সেক্টরে প্রতিটি সফটওয়্যার তার নিজস্ব ফরম্যাট ব্যবহার করে, যা বন্ধ ইকোসিস্টেম তৈরি করে এবং ব্যবহারকারীদের কৃত্রিমভাবে সীমাবদ্ধ করে।



অধ্যায় 6.2. প্রকল্পের বন্ধ ফরম্যাট এবং আন্তঃঅপারেবিলিটির সমস্যা

বন্ধ ডেটা এবং পতনশীল উৎপাদনশীলতা: CAD (BIM) শিল্পের এক অচলাবস্থা

CAD সিস্টেমগুলির প্রোপ্রাইটারি প্রকৃতি এমন একটি পরিস্থিতি তৈরি করেছে যেখানে প্রতিটি প্রোগ্রামের একটি অনন্য ডেটা ফরম্যাট রয়েছে, যা বা তো বন্ধ এবং বাইরের জন্য অপ্রাপ্য - RVT, PLN, DWG, NDW, NWD, SKP, অথবা একটি যথেষ্ট জটিল রূপান্তরের প্রক্রিয়ার মাধ্যমে আংশিকভাবে কাঠামোবদ্ধ আকারে উপলব্ধ - JSON, XML (CPIXML), IFC, STEP এবং ifcXML, IfcJSON, BIMJSON, IfcSQL, CSV ইত্যাদি।

বিভিন্ন ডেটা ফরম্যাট, যেখানে একই প্রকল্পের জন্য একই ডেটা সংরক্ষিত হতে পারে, কেবল তাদের কাঠামোর দিক থেকে আলাদা নয়, বরং বিভিন্ন অভ্যন্তরীণ মার্কাআপ সংস্করণও অন্তর্ভুক্ত করে, যা ডেভেলপারদের অ্যাপ্লিকেশনগুলির সামঞ্জস্য নিশ্চিত করার জন্য বিবেচনায় নিতে হবে। উদাহরণস্বরূপ, ২০২৫ সালের CAD ফরম্যাট ২০২৬ সালের CAD প্রোগ্রামে খোলা যাবে, কিন্তু এই একই প্রকল্পটি ২০২৫ সালের আগে যে সমস্ত CAD প্রোগ্রাম ছিল, সেগুলিতে কখনোই খোলা যাবে না।

ডেটাবেসগুলিতে সরাসরি অ্যাক্সেস প্রদান না করে, নির্মাণ শিল্পের সফটওয়্যার সরবরাহকারী প্রায়শই তাদের নিজস্ব অনন্য ফরম্যাট এবং এর জন্য সরঞ্জাম তৈরি করে, যা বিশেষজ্ঞ (ইঞ্জিনিয়ার ডিজাইনার বা ডেটা ম্যানেজার) কে ডেটা অ্যাক্সেস, আমদানি এবং রপ্তানি করার জন্য ব্যবহার করতে হয়।

ফলস্বরূপ, মৌলিক CAD (BIM) এবং সম্পর্কিত সমাধানগুলির (যেমন ERP/PMIS) সরবরাহকারীরা পণ্যের ব্যবহারের জন্য মূল্য বাড়তে থাকে, এবং সাধারণ ব্যবহারকারীদের প্রতিটি ডেটা স্থানান্তরের পর্যায়ে "কমিশন" দিতে বাধ্য করা হয়: সংযোগ, আমদানি, রপ্তানি এবং ডেটার সাথে কাজ করার জন্য, যা ব্যবহারকারীরা নিজেই তৈরি করেছে।

২০২৫ সালে জনপ্রিয় CAD- (BIM-) পণ্যের ক্লাউড স্টোরেজে ডেটা অ্যাক্সেসের খরচ প্রতি লেনদেনে ১ ডলার পৌঁছাবে, এবং মাঝারি কোম্পানির জন্য নির্মাণ ERP পণ্যের সাবস্ক্রিপশন বার্ষিক পাঁচ- এবং ছয় অঙ্কের পরিমাণে পৌঁছায়।

আধুনিক নির্মাণ সফটওয়্যারের মূল বিষয় হল যে স্বয়ংক্রিয়করণ বা দক্ষতা বৃদ্ধি নয়, বরং ইঞ্জিনিয়ারদের নির্দিষ্ট বিশেষায়িত সফটওয়্যার বোঝার ক্ষমতা নির্মাণ প্রকল্পের ডেটা প্রক্রিয়াকরণের গুণমান এবং খরচ, পাশাপাশি নির্মাণ প্রকল্প বাস্তবায়নকারী কোম্পানির লাভ এবং দীর্ঘমেয়াদী টেকসইতার উপর প্রভাব ফেলে।

CAD সিস্টেমগুলিতে ডেটাবেসগুলিতে অ্যাক্সেসের অভাব, যা দশকের পর দশক ধরে অন্যান্য সিস্টেম এবং শত শত প্রক্রিয়ার মধ্যে ব্যবহৃত হয়, এবং ফলস্বরূপ, পৃথক বিশেষজ্ঞদের মধ্যে গুণগত যোগাযোগের অভাব নির্মাণ শিল্পকে অর্থনীতির সবচেয়ে অকার্যকর খাতগুলির একটি অবস্থানে নিয়ে গেছে।

CAD- (BIM-) ডিজাইনিংয়ের গত ২০ বছরে, নতুন সিস্টেম (ERP), নতুন নির্মাণ প্রযুক্তি এবং উপকরণের আবির্ভাবের ফলে, পুরো নির্মাণ শিল্পের উৎপাদনশীলতা ২০% হ্রাস পেয়েছে, যখন ডেটাবেসগুলিতে প্রবেশের বড় সমস্যা নেই এমন সমস্ত অর্থনৈতিক খাতের মোট উৎপাদনশীলতা ৭০% বৃদ্ধি পেয়েছে (প্রক্রিয়াকরণ শিল্পে ৯৬%)।-



প্রকল্পের ডেটার বিচ্ছিন্নতা এবং জটিলতার কারণে, যা নির্মাণ শিল্পের দশটি বিভাগের এবং শতাধিক প্রক্রিয়ার উপর নির্ভর করে, সিদ্ধান্ত গ্রহণের গতি অন্যান্য শিল্পের তুলনায় কয়েকগুণ কম।

তবে CAD সমাধানের মধ্যে আন্তঃঅপারেবিলিটি তৈরির বিকল্প পদ্ধতির একক উদাহরণও রয়েছে। ইউরোপের বৃহত্তম নির্মাণ কোম্পানি SCOPE প্রকল্প [123], যা 2018 সালে শুরু হয়েছিল, দেখায় কিভাবে ক্লাসিক CAD- (BIM-) সিস্টেমের যুক্তি অতিক্রম করা যায়। IFC-কে অধীন করার চেষ্টা করার পরিবর্তে বা প্রোপ্রাইটারি জ্যামিতিক কোরের উপর নির্ভর করার পরিবর্তে, SCOPE-এর ডেভেলপাররা বিভিন্ন CAD প্রোগ্রাম থেকে ডেটা বের করতে রিভার্স ইঞ্জিনিয়ারিং API এবং SDK ব্যবহার করেন, সেগুলোকে OBJ বা CPIXML-এর মতো নিরপেক্ষ ফরম্যাটে রূপান্তর করেন যা OCCT-এর ভিত্তিতে একটি একক ওপেন সোর্স জ্যামিতিক কোরের উপর ভিত্তি করে, এবং পরে সেগুলোকে নির্মাণ এবং প্রকল্প কোম্পানির শত শত ব্যবসায়িক প্রক্রিয়ায় প্রয়োগ করেন। তবে, ধারণাটির অগ্রগতির সত্ত্বেও, এই ধরনের প্রকল্পগুলি বিনামূল্যে জ্যামিতিক কোরের সীমাবদ্ধতা এবং জটিলতার মুখোমুখি হয় এবং সেগুলো এখনও একটি কোম্পানির বন্ধ ইকোসিস্টেমের অংশ হিসেবে রয়ে যায়, যা একক বিক্রেতার সমাধানের যুক্তি পুনরুৎপাদন করে।

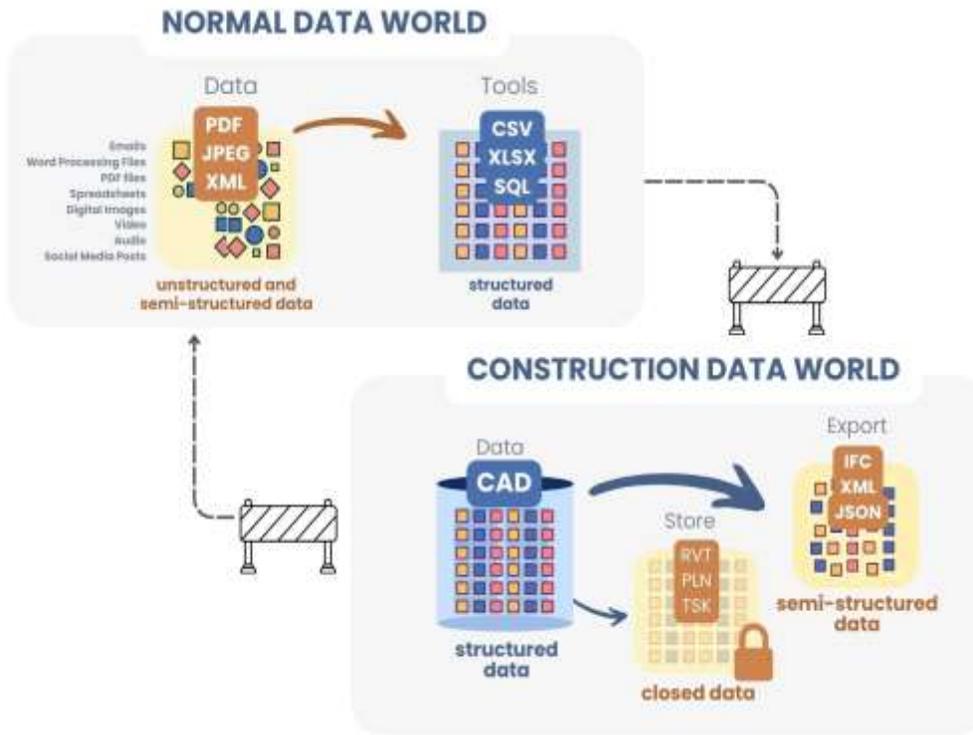
বন্ধ সিস্টেমের সীমাবদ্ধতা এবং ডেটা ফরম্যাটের মধ্যে পার্থক্য, পাশাপাশি তাদের একীকরণের জন্য কার্যকরী সরঞ্জামের অভাবের কারণে, CAD ফরম্যাটের সাথে কাজ করতে বাধ্য কোম্পানিগুলি বিভিন্ন স্তরের কাঠামোবদ্ধতা এবং বন্ধত্বের বিশাল পরিমাণ ডেটা জমা করতে বাধ্য হয়। এই ডেটাগুলি যথাযথভাবে ব্যবহার করা হয় না এবং আর্কাইভে হারিয়ে যায়, যেখানে সময়ের সাথে সাথে সেগুলি চিরকাল ভুলে যায় এবং ব্যবহারহীন হয়ে পড়ে।

ডিজাইন পর্যায়ে উল্লেখযোগ্য প্রচেষ্টার মাধ্যমে প্রাপ্ত ডেটাগুলি, তাদের জটিলতা এবং বন্ধত্বের কারণে পরবর্তী ব্যবহারের জন্য অপ্রাপ্য হয়ে যায়।

ফলস্বরূপ, গত 30 বছর ধরে নির্মাণ শিল্পের ডেভেলপাররা একই সমস্যার মুখোমুখি হতে বাধ্য হয়: প্রতিটি নতুন বন্ধ ফরম্যাট বা প্রোপ্রাইটারি সমাধান বিদ্যমান ওপেন এবং ক্লোজড CAD সিস্টেমের সাথে একীকরণের প্রয়োজনীয়তা তৈরি করে। বিভিন্ন CAD এবং BIM সমাধানের মধ্যে আন্তঃঅপারেবিলিটি নিশ্চিত করার জন্য এই ক্রমাগত প্রচেষ্টা ডেটার ইকোসিস্টেমকে জটিল করে তোলে, বরং এটি সহজীকরণ এবং মানকরণের দিকে সহায়তা করার পরিবর্তে।

CAD সিস্টেমগুলির মধ্যে আন্তঃঅপারেবিলিটির মিথ

যদি 1990-এর দশকের মাঝামাঝি সময়ে CAD পরিবেশে আন্তঃঅপারেবিলিটির উন্নয়নের মূল দিক ছিল প্রোপ্রাইটারি DWG ফরম্যাটের হ্যাকিং – যা Open DWG জোটের বিজয়ের সাথে শেষ হয়েছিল এবং নির্মাণ শিল্পের জন্য সবচেয়ে জনপ্রিয় ড্রাফটিং ফরম্যাটের প্রকৃত উন্মোচন ঘটেছিল, তবে 2020-এর দশকের মাঝামাঝি সময়ে জোর দেওয়া হয়েছে। নির্মাণ শিল্পে একটি নতুন প্রবণতা শক্তিশালী হচ্ছে: অসংখ্য ডেভেলপার টিম বন্ধ CAD সিস্টেম (ক্লোজড BIM), IFC ফরম্যাট এবং ওপেন সমাধানের (ওপেন BIM) মধ্যে "ব্রিজ" তৈরি করার উপর মনোনিবেশ করছে। এই ধরনের বেশিরভাগ উদ্যোগের ভিত্তিতে IFC ফরম্যাট এবং OCCT জ্যামিতিক কোরের ব্যবহার রয়েছে, যা বিচ্ছিন্ন প্ল্যাটফর্মগুলির মধ্যে প্রযুক্তিগত সংযোগ নিশ্চিত করে। এই পদ্ধতিটি একটি প্রতিশ্রুতিশীল দিক হিসেবে বিবেচিত হয়, যা ডেটা বিনিময়কে উল্লেখযোগ্যভাবে উন্নত করতে এবং সফটওয়্যার সরঞ্জামের সামঞ্জস্যতা বাড়াতে সক্ষম।

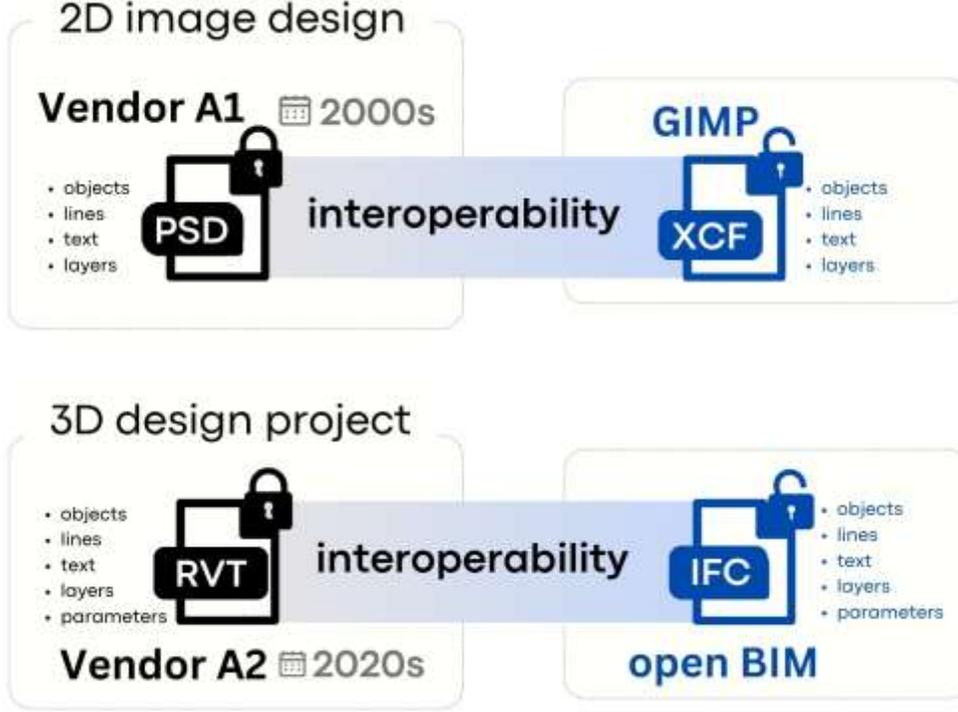


চিত্র 6.22 অন্যান্য শিল্প খোলা ডেটার সাথে কাজ করার সময়, নির্মাণ শিল্প বন্ধ বা দুর্বলভাবে কাঠামোবদ্ধ CAD (BIM) ফরম্যাটের সাথে কাজ করতে বাধ্য /

এই ধরনের পদ্ধতির ইতিহাসগত সমান্তরাল রয়েছে। ২০০০-এর দশকে, ডেভেলপাররা, বৃহত্তম গ্রাফিক্স এডিটর ভেভেরের (২ডি জগতের) আধিপত্য অতিক্রম করার চেষ্টা করে, তাদের প্রোপ্রাইটারি সমাধান এবং বিনামূল্যে ওপেন সোর্স বিকল্প GIMP-এর মধ্যে একটি সিমলেস ইন্টিগ্রেশন তৈরি করার চেষ্টা করেছিল। তখন যেমন, আজও নির্মাণে, এটি বন্ধ এবং খোলা সিস্টেমগুলিকে সংযুক্ত করার প্রচেষ্টা ছিল, সেইসাথে সফটওয়্যারের জটিল প্যারামিটার, স্তর এবং অভ্যন্তরীণ লজিক সংরক্ষণ করা।

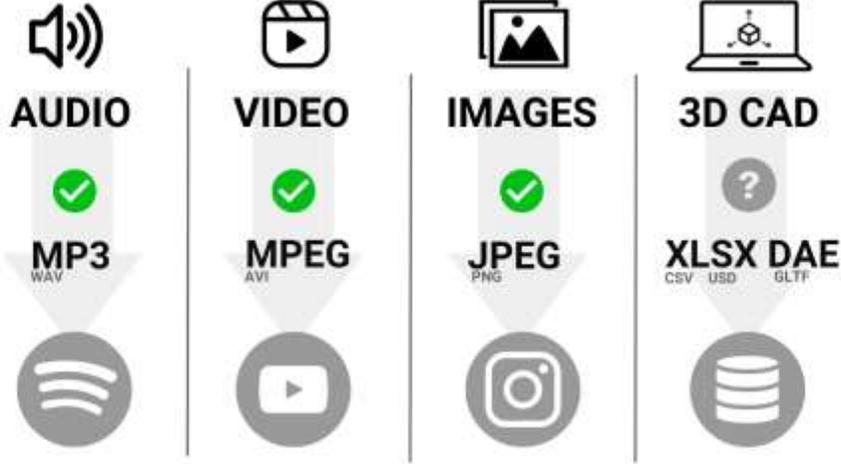
তবে ব্যবহারকারীরা প্রকৃতপক্ষে সহজ সমাধান খুঁজছিলেন - সমতল, খোলা ডেটা অতিরিক্ত স্তর এবং প্যারামিটারগুলির জটিলতা ছাড়াই (CAD-এ জ্যামিতিক কোরের সমান্তরাল)। ব্যবহারকারীরা সহজ এবং খোলা ডেটা ফরম্যাটের দিকে ঝুঁকছিলেন, যা অতিরিক্ত লজিক মুক্ত। গ্রাফিক্সে, JPEG, PNG এবং GIF এইভাবে জনপ্রিয় হয়ে উঠেছে। আজ এগুলি সামাজিক নেটওয়ার্ক, ওয়েবসাইট এবং অ্যাপ্লিকেশনে ব্যবহৃত হয় - এগুলি সহজেই প্রক্রিয়া এবং ব্যাখ্যা করা যায়,

প্ল্যাটফর্ম বা সফটওয়্যার প্রস্তুতকারক নির্বিশেষে।



রিস. ৬.২৩ নির্মাণে ডেটা ফরম্যাটের পারস্পরিক প্রতিস্থাপন ২০০০-এর দশকে জনপ্রিয় প্রোপ্রাইটারি পণ্য এবং ওপেন সোর্স GIMP-কে একত্রিত করার প্রচেষ্টার সাথে তুলনীয়।

ফলস্বরূপ, আজ চিত্র শিল্পে প্রায় কেউই PSD বা XCF-এর মতো বন্ধ ফরম্যাট ব্যবহার করে না সামাজিক নেটওয়ার্ক যেমন Facebook এবং Instagram বা ওয়েবসাইটের কনটেন্ট হিসেবে। পরিবর্তে, বেশিরভাগ কাজের জন্য JPEG, PNG এবং GIF-এর মতো সমতল এবং খোলা ফরম্যাট ব্যবহার করা হয়, যা ব্যবহার সহজ এবং ব্যাপক সামঞ্জস্য প্রদান করে। JPEG এবং PNG-এর মতো খোলা ফরম্যাটগুলি চিত্র বিনিময়ের জন্য মানক হয়ে উঠেছে তাদের বহুমুখিতা এবং ব্যাপক সমর্থনের কারণে, যা বিভিন্ন প্ল্যাটফর্মে তাদের ব্যবহারকে সহজ করে তোলে। ভিডিও এবং অডিওর অন্যান্য বিনিময় ফরম্যাটেও অনুরূপ পরিবর্তন দেখা যাচ্ছে, যেখানে MPEG এবং MP3-এর মতো সার্বজনীন ফরম্যাটগুলি সঙ্কোচনের কার্যকারিতা এবং ব্যাপক সামঞ্জস্যের জন্য বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য। এই ধরনের মানকীকরণের দিকে অগ্রসর হওয়া তথ্য এবং কনটেন্টের বিনিময় এবং পুনরুৎপাদনকে সহজ করেছে, যা বিভিন্ন প্ল্যাটফর্মে সকল ব্যবহারকারীর জন্য উপলব্ধ করেছে।



রিস. ৬.২৪ জটিল সম্পাদনার বৈশিষ্ট্য ছাড়া সহজ ফরম্যাটগুলি ডেটা বিনিময় এবং ব্যবহারের জন্য জনপ্রিয় হয়ে উঠেছে।

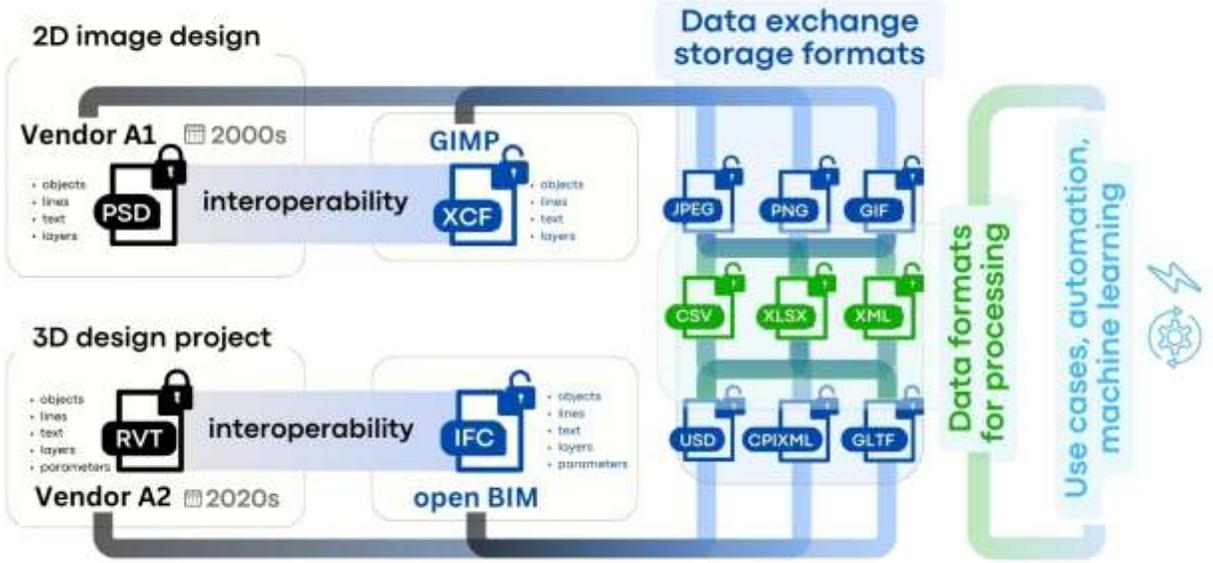
3D মডেলিং-এও অনুরূপ প্রক্রিয়া ঘটছে। USD, OBJ, gITF, DAE, DXF, SQL এবং XLSX-এর মতো সহজ এবং খোলা ফরম্যাটগুলি CAD (BIM) পরিবেশের বাইরে ডেটা বিনিময়ের জন্য প্রকল্পগুলিতে ক্রমবর্ধমানভাবে ব্যবহৃত হচ্ছে। এই ফরম্যাটগুলি সমস্ত প্রয়োজনীয় তথ্য সংরক্ষণ করে, জ্যামিতি এবং মেটাডেটা সহ, জটিল BREP, জ্যামিতিক কোর বা নির্দিষ্ট ভেস্তরের অভ্যন্তরীণ শ্রেণীবিভাগের কাঠামোর সাথে কাজ করার প্রয়োজন ছাড়াই। NWC, SVF, SVF2, CPIXML এবং CP2-এর মতো প্রোপ্রাইটারি ফরম্যাটগুলি, যা শীর্ষ ভেস্তরদের দ্বারা সরবরাহিত, সাদৃশ্যপূর্ণ কার্যকারিতা প্রদান করে, তবে তারা খোলা মানের বিপরীতে বন্ধ থাকে।

উল্লেখযোগ্য (এবং আবার মনে করিয়ে দেওয়া উচিত, যেমন পূর্ববর্তী অধ্যায়ে উল্লেখ করা হয়েছে) যে এই ধরনের ধারণা - মধ্যবর্তী নিরপেক্ষ এবং প্যারামেট্রিক ফরম্যাট যেমন IGES, STEP এবং IFC থেকে বিরত থাকা - 2000 সালে প্রধান CAD বিক্রেতা দ্বারা সমর্থিত হয়েছিল, যিনি 1994 সালে IFC ফরম্যাট নিবন্ধন করেছিলেন এবং BIM এর জন্য একটি হোয়াইটপেপার তৈরি করেছিলেন। 2000 সালের হোয়াইটপেপারে "একীভূত ডিজাইন এবং উপাদান" [65] CAD বিক্রেতা CAD ডেটাবেসের নেটিভ অ্যাক্সেসের গুরুত্বকে জোর দিয়েছেন, মধ্যবর্তী ট্রান্সলেটর এবং প্যারামেট্রিক ফরম্যাট ব্যবহার করার প্রয়োজন ছাড়াই, তথ্যের পূর্ণতা এবং সঠিকতা বজায় রাখতে।

নির্মাণ শিল্পকে এখনও CAD ডেটাবেসে অ্যাক্সেসের সরঞ্জামগুলির বিষয়ে একমত হতে হবে, অথবা তাদের বাধ্যতামূলক বিপরীত প্রকৌশল, অথবা CAD (BIM) প্ল্যাটফর্মের বাইরে ব্যবহারের জন্য একটি সাধারণ সহজতর ডেটা ফরম্যাট গ্রহণ করতে হবে। উদাহরণস্বরূপ, কেন্দ্রীয় ইউরোপ এবং জার্মান ভাষী অঞ্চলের অনেক বড় কোম্পানি নির্মাণ খাতে তাদের ERP সিস্টেমে CPIXML ফরম্যাট ব্যবহার করে [121]। এই প্রোপ্রাইটারি ফরম্যাট, যা XML এর একটি প্রকার, CAD (BIM) প্রকল্পের ডেটা, জ্যামিতিক এবং মেটাডেটা সহ, একটি একক সংগঠিত সহজ কাঠামোতে একত্রিত করে। এছাড়াও, বড় নির্মাণ কোম্পানিগুলি নতুন নিজস্ব ফরম্যাট এবং সিস্টেম তৈরি করছে, যেমন SCOPE প্রকল্প, যা আমরা পূর্ববর্তী অধ্যায়ে আলোচনা করেছি।

প্যারামেট্রিক CAD ফরম্যাটের বন্ধ লজিক বা জটিল প্যারামেট্রিক IFC (STEP) ফাইলগুলি বেশিরভাগ ব্যবসায়িক প্রক্রিয়ায় অপ্রয়োজনীয় হয়ে পড়ে। ব্যবহারকারীরা সহজ এবং সমতল ফরম্যাট যেমন USD, CPIXML, XML&OBJ, DXF, gITF, SQLite, DAE&XLSX নির্বাচন করছেন, যা উপাদানগুলির প্রয়োজনীয় তথ্য ধারণ করে, কিন্তু BREP জ্যামিতির নির্মাণের অতিরিক্ত লজিক, জ্যামিতিক কোরের উপর নির্ভরতা এবং নির্দিষ্ট CAD এবং BIM পণ্যের

অভ্যন্তরীণ শ্রেণীবিভাগ দ্বারা বোঝা যায় না (ছবি 6.25)।-



ছবি 6.25 বেশিরভাগ ব্যবহারের ক্ষেত্রে ব্যবহারকারীরা সর্বাধিক সহজ ফরম্যাটগুলি নির্বাচন করেন, যা বিক্রেতার সফটওয়্যারের উপর নির্ভর করে না।

JPEG, PNG এবং GIF এর মতো সমতল চিত্র ফরম্যাটের উত্থান, যা বিক্রেতার অভ্যন্তরীণ ইঞ্জিনের অতিরিক্ত লজিক থেকে মুক্ত, গ্রাফিক্সের প্রক্রিয়াকরণ এবং ব্যবহারের জন্য হাজার হাজার সামঞ্জস্যপূর্ণ সমাধানের বিকাশে সহায়তা করেছে। এটি বিভিন্ন অ্যাপ্লিকেশনের উত্থান ঘটিয়েছে: রিটাচিং এবং ফিল্টারিংয়ের সরঞ্জাম থেকে শুরু করে সামাজিক নেটওয়ার্ক যেমন Instagram, Snapchat এবং Canva, যেখানে এই সহজতর ডেটাগুলি নির্দিষ্ট সফটওয়্যার ডেভেলপারের সাথে সংযুক্ত না হয়ে ব্যবহার করা যেতে পারে।

প্রকল্প CAD ফরম্যাটের মানকরণ এবং সহজীকরণ নির্মাণ প্রকল্পগুলির জন্য নতুন সুবিধাজনক এবং স্বাধীন সরঞ্জামের উত্থানকে উত্সাহিত করবে।

বন্ধ জ্যামিতিক কোরের উপর নির্ভরশীল বিক্রেতার অ্যাপ্লিকেশনের জটিল লজিক থেকে বিরতি এবং সহজ উপাদানের লাইব্রেরির ভিত্তিতে সার্বজনীন খোলামেলা ফরম্যাটে রূপান্তর একটি আরও নমনীয়, স্বচ্ছ এবং কার্যকরী ডেটা পরিচালনার জন্য ভিত্তি তৈরি করে। এটি নির্মাণ প্রক্রিয়ার সকল অংশগ্রহণকারীদের জন্য তথ্যের অ্যাক্সেসও খুলে দেয় - ডিজাইনার থেকে শুরু করে ক্লায়েন্ট এবং অপারেশনাল পরিষেবাগুলি।

তবুও, উচ্চ সম্ভাবনার সাথে, আগামী কয়েক বছরে CAD বিক্রেতারা CAD ডেটাবেসের আন্তঃঅপারেবিলিটি এবং অ্যাক্সেস নিয়ে আলোচনা পুনরায় কেন্দ্রিত করার চেষ্টা করবে। এখানে "নতুন" ধারণাগুলির কথা বলা হবে - যেমন গ্রানুলার ডেটা, বুদ্ধিমান গ্রাফ, "ফেডারেটেড মডেল", ক্লাউড রিপোজিটরিতে ডিজিটাল ডুয়েল, - এবং BIM এবং ওপেন BIM এর পথ অনুসরণ করে শিল্পের জোট এবং মান তৈরি করার বিষয়ে। আকর্ষণীয় শব্দাবলীর সত্ত্বেও, এই ধরনের উদ্যোগগুলি আবারও প্রোপ্রাইটারি ইকোসিস্টেমের মধ্যে ব্যবহারকারীদের ধরে রাখার একটি হাতিয়ার হয়ে উঠতে পারে। ২০২৩ সাল থেকে USD (Universal Scene Description) ফরম্যাটের সক্রিয় প্রচার একটি "নতুন মান" হিসেবে CAD (BIM) এর মধ্যে আন্তঃপ্ল্যাটফর্ম যোগাযোগের জন্য একটি উদাহরণ।

USD এবং গ্রানুলেটেড ডেটায় স্থানান্তর

২০২৩ সালে AOUSD জোটের আবির্ভাব নির্মাণ শিল্পে একটি গুরুত্বপূর্ণ মোড় নির্দেশ করে। আমরা CAD বিক্রেতাদের দ্বারা নির্মাণ ডেটার সাথে কাজ করার ক্ষেত্রে কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ পরিবর্তনের মাধ্যমে নতুন বাস্তবতার সূচনা দেখতে পাচ্ছি। প্রথম গুরুত্বপূর্ণ পরিবর্তনটি CAD ডেটার উপলব্ধি নিয়ে। ধারণাগত ডিজাইনের প্রাথমিক পর্যায়ে অংশগ্রহণকারী বিশেষজ্ঞরা ক্রমবর্ধমানভাবে বুঝতে পারছেন যে CAD পরিবেশে একটি প্রকল্প তৈরি করা কেবল একটি সূচনা পয়েন্ট। ডিজাইন প্রক্রিয়ায় তৈরি হওয়া ডেটা সময়ের সাথে সাথে বিশ্লেষণ, অপারেশন এবং অবকাঠামো ব্যবস্থাপনার জন্য ভিত্তি হয়ে ওঠে। এর মানে হল যে সেগুলি ঐতিহ্যবাহী CAD সরঞ্জামের বাইরে ব্যবহারের জন্য উপলব্ধ এবং উপযোগী হতে হবে।

এর সাথে সাথে শীর্ষ বিকাশকারীদের পদ্ধতিতে একটি বিপ্লব ঘটছে। শিল্পের শীর্ষ CAD বিক্রেতা, যিনি BIM ধারণা এবং IFC ফরম্যাট তৈরি করেছেন, তার কৌশলে একটি অপ্রত্যাশিত মোড় নিচ্ছেন। ২০২৩ সাল থেকে কোম্পানিটি পৃথক ফাইলগুলিতে ডেটা সংরক্ষণের ঐতিহ্যবাহী পদ্ধতি থেকে সরে যাচ্ছে, গ্রানুলার (মানক এবং কাঠামোবদ্ধ) ডেটার সাথে কাজ করার জন্য একটি ডেটা-কেন্দ্রিক পদ্ধতির দিকে মনোনিবেশ করছে।

বিক্রেতারা অন্যান্য শিল্পের ঐতিহাসিক প্রবণতাগুলির অনুসরণ করছেন: বেশিরভাগ ব্যবহারকারীর জন্য বন্ধ CAD ফরম্যাট (PSD এর মতো) বা জটিল প্যারামেট্রিক IFC ফাইল (GIMP এর স্তরযুক্ত যুক্তির মতো) প্রয়োজন নেই। তাদের প্রয়োজন সহজ অবজেক্ট ইমেজ, যা CAFM (নির্মাণের ইনস্টাগ্রাম), ERP (ফেসবুক) এবং এক্সেল টেবিল এবং PDF ডকুমেন্ট দ্বারা পূর্ণ হাজার হাজার অন্যান্য প্রক্রিয়ায় ব্যবহার করা যেতে পারে।

বর্তমান নির্মাণ শিল্পের প্রবণতাগুলি ধীরে ধীরে প্যারামেট্রিক এবং জটিল ফরম্যাট থেকে আরও সার্বজনীন এবং স্বাধীন ফরম্যাট USD, GLTF, DAE, OBJ (মেটা তথ্য সহ হাইব্রিড, কাঠামোবদ্ধ বা দুর্বল কাঠামোবদ্ধ ফরম্যাটে) এর দিকে সরে যাওয়ার জন্য সম্ভাব্য শর্ত তৈরি করছে। ঐতিহাসিক নেতারা, যার মধ্যে বৃহত্তম ডিজাইন কোম্পানিগুলি অন্তর্ভুক্ত, যারা একসময় 1990 এর মাঝামাঝি IFC প্রচার করেছিল, আজ স্পষ্টভাবে নতুন ফরম্যাট USD প্রচার করছে, এর সহজতা এবং সার্বজনীনতা তুলে ধরছে। USD এর ব্যাপক গ্রহণযোগ্যতা, GLTF এর সাথে সামঞ্জস্য এবং Blender, Unreal Engine এবং Omniverse এর মতো সরঞ্জামগুলিতে সক্রিয় সংহতি নতুন ডেটা পরিচালনার পদ্ধতির সূচক। ইউরোপীয় জনপ্রিয় ERP-তে ব্যবহৃত ইউরোপীয় ফ্ল্যাট USD ফরম্যাট - CPIXML এর মতো স্থানীয় সমাধানের জনপ্রিয়তা USD এর অবস্থানকে কেন্দ্রীয় ইউরোপে শক্তিশালী করতে পারে। IFC ফরম্যাটের উন্নয়নে জড়িত সংস্থাগুলি ইতিমধ্যে তাদের কৌশলকে USD এর সাথে মানিয়ে নিচ্ছে, যা পরিবর্তনের অগ্রগতির অঙ্গীকারকে নিশ্চিত করে।

| Technical Specifications |  |  | Comparison / Notes |
|--|---|--|---|
| File Structure | Monolithic file | Uses ECS and linked data | IFC stores all data in one file; USD uses Entity-Component-System and linked data for modularity and flexibility |
| Data Structure | Complex semantics, parametric geometry | Flat format, geometry in MESH, data in JSON | IFC is complex and parametric; USD is simpler and uses flat data |
| Geometry | Parametric, dependent on BREP | Flat, MESH (triangular meshes) | IFC uses parametrics; USD uses meshes for simplified processing. |
| Properties | Complex structure of semantic descriptions | Properties in JSON, easy access | Properties in USD are easier to use thanks to JSON |
| Export/Import | Complex implementation, dependent on third-party SDKs | Easy integration, wide support | USD integrates more easily and is supported in many products |
| Format Complexity | High, requires deep understanding | Low, optimized for convenience | The time required to understand the structure of the file and the information stored in it. |
| Performance | Can be slow when processing large models | High performance in visualization and processing | USD is optimized for speed and efficiency. Simulations, machine learning, AI, smart cities will be held in the Nvidia Omniverse |
| Integration with 3D Engines | Limited | High, designed for graphics engines | USD excels with native support for real-time visualization platforms |
| Support outside CAD Software | BlenderBIM, IfcOpenShell | Unreal Engine, Unity, Blender, Omniverse | USD is widely supported in graphics tools |
| Cloud Technology Support | Limited | Well-suited for cloud services and online collaboration | USD is optimized for cloud solutions |
| Ease of Integration into Web Applications | Difficult to integrate due to size and complexity | Easy to integrate, supports modern web technologies | USD is preferable for web applications |
| Change Management | Versions through separate files | Versioning built into the format core | IFC handles changes via separate files, while USD embeds versioning directly into its structure |
| Collaboration Support | Supports data exchange between project participants | Designed for collaborative work on complex scenes | USD provides efficient collaboration through layers and variations |
| Learnability | Steep learning curve due to complexity | Easier to master thanks to a clear structure | USD is easier to learn and implement |

চিত্র ৬.২৬ IFC এবং USD ফরম্যাটের প্রযুক্তিগত স্পেসিফিকেশনগুলির তুলনা /

এই প্রেক্ষাপটে USD সম্ভাব্যভাবে একটি ডি-ফ্যাক্টো মানক হয়ে উঠতে পারে, যা বিদ্যমান CAD- (BIM-) ফরম্যাটগুলির জটিলতা এবং তাদের ব্যাখ্যার জ্যামিতিক কোরের উপর নির্ভরশীলতার সাথে সম্পর্কিত অনেক সীমাবদ্ধতা অতিক্রম করার প্রতিশ্রুতি দেয়।

প্যারামেট্রিক এবং জটিল CAD-ফরম্যাট এবং IFC-এর পরিবর্তে, সহজতর ডেটা ফরম্যাটগুলি যেমন USD, gLTF, DAE, OBJ সিএসভি, XLSX, JSON, XML-এ উপাদানের মেটা তথ্য সহ নির্মাণ শিল্পে তাদের সহজতা এবং নমনীয়তার জন্য স্থান দখল করতে শুরু করবে।

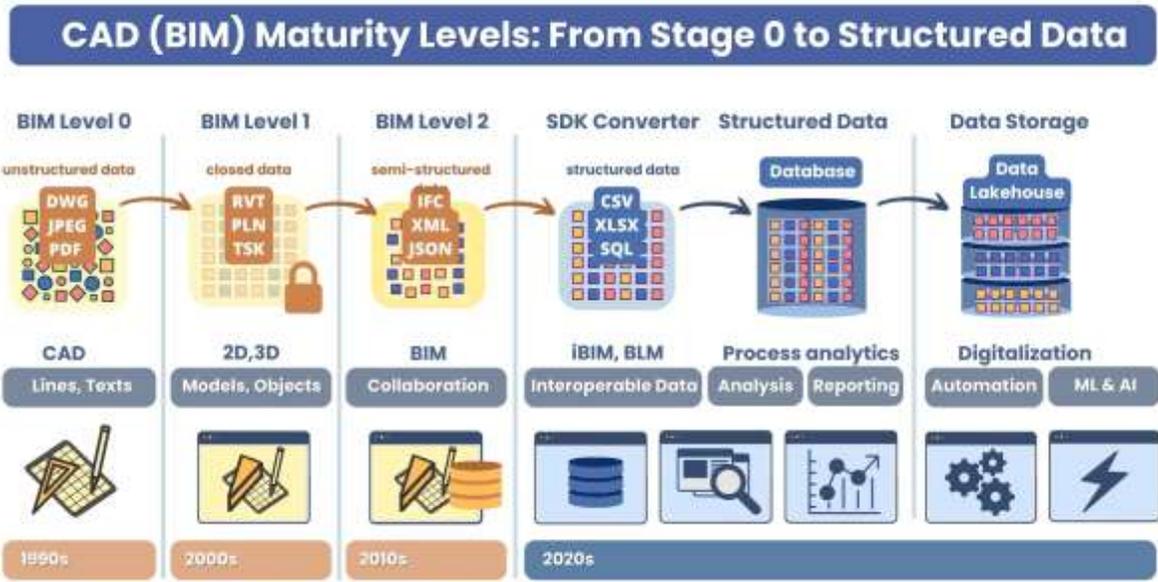
নির্মাণ শিল্পে বর্তমান পরিবর্তনগুলি প্রথম নজরে পুরনো IFC থেকে আধুনিক USD-এ রূপান্তরের সাথে সম্পর্কিত একটি প্রযুক্তিগত বিপ্লবের মতো মনে হচ্ছে। তবে মনে রাখতে হবে যে ২০০০ সালে IFC তৈরি করা CAD বিক্রেতা তার

সমস্যাগুলি এবং ডেটাবেসে প্রবেশের প্রয়োজনীয়তা সম্পর্কে লিখেছিল [৬৫], এবং এখন তারা নতুন মানক - USD-এ রূপান্তরের প্রচার করছে।

USD-এর "খোলা ডেটা" এবং গ্রানুলার ডেটা পরিচালনার "নতুন" ধারণার পিছনে, ক্লাউড অ্যাপ্লিকেশনগুলির মাধ্যমে CAD বিক্রেতাদের প্রচারিত হতে পারে যে বিক্রেতাদের প্রকল্পের ডেটা পরিচালনায় একচেটিয়া নিয়ন্ত্রণ প্রতিষ্ঠার উদ্দেশ্য রয়েছে, যেখানে ব্যবহারকারীরা এমন একটি অবস্থানে পড়ে যায় যেখানে ফরম্যাটের নির্বাচন বেশি কর্পোরেট স্বার্থের সাথে সম্পর্কিত, বাস্তব প্রয়োজনের চেয়ে।

মূল তথ্যগুলির বিশ্লেষণ [৯৩] দেখায় যে এই পরিবর্তনের প্রধান লক্ষ্য হল ব্যবহারকারীদের সুবিধার চেয়ে বেশি, বরং বিক্রেতাদের স্বার্থে ডেটা প্রবাহ এবং ইকোসিস্টেমগুলির উপর নিয়ন্ত্রণ বজায় রাখা। ৪০ বছর ধরে তারা CAD ডেটাবেসে প্রবেশের সুযোগ দিতে পারেনি।

সম্ভবত এখনই কোম্পানিগুলির নতুন ধারণার জন্য সফটওয়্যার বিক্রেতাদের অপেক্ষা করা বন্ধ করে স্বতন্ত্রভাবে ডেটা-কেন্দ্রিক দিকনির্দেশনায় মনোনিবেশ করার সময় এসেছে। ডেটা অ্যাক্সেসের সমস্যাগুলি থেকে মুক্তি পেয়ে, শিল্পটি নতুন ধারণাগুলির চাপ ছাড়াই আধুনিক, বিনামূল্যে এবং ডেটা বিশ্লেষণের জন্য সুবিধাজনক সরঞ্জামগুলিতে স্বতন্ত্রভাবে রূপান্তরিত হতে সক্ষম হবে।



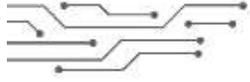
চিত্র ৬.২৭ CAD (BIM) এর পরিপক্বতার স্তর: অ-সংগঠিত ডেটা থেকে সংগঠিত ডেটা এবং স্টোরেজে।

ডেটাবেসে প্রবেশ, খোলা ডেটা এবং ফরম্যাটগুলি নির্মাণ শিল্পে মানক হয়ে উঠবে, বিক্রেতাদের এই প্রক্রিয়াটি থামানোর প্রচেষ্টার পরেও – এটি কেবল সময়ের ব্যাপার (চিত্র ৬.২৭)। এই রূপান্তরের গতি উল্লেখযোগ্যভাবে বৃদ্ধি পেতে পারে যদি আরও বেশি পেশাদার খোলা ফরম্যাট, ডেটাবেসের সাথে কাজ করার সরঞ্জাম এবং CAD সিস্টেমের ডেটাতে সরাসরি প্রবেশের জন্য উপলব্ধ SDK-এর সাথে পরিচিত হন [৯২]।

ভবিষ্যৎ খোলা, একীভূত এবং বিশ্লেষণের জন্য প্রবেশযোগ্য ডেটার দিকে। বিক্রেতাদের সমাধানের উপর নির্ভরতা এড়াতে এবং বন্ধ ইকোসিস্টেমের বন্দী হয়ে না পড়তে, নির্মাণ এবং প্রকৌশল কোম্পানিগুলিকে একদিন খোলামেলা এবং স্বাধীনতার উপর নির্ভর করতে হবে, এমন ফরম্যাট এবং সমাধানগুলি নির্বাচন করতে হবে যা ডেটার উপর সম্পূর্ণ নিয়ন্ত্রণ নিশ্চিত করে।

আজ নির্মাণ শিল্পে তৈরি হওয়া ডেটা ভবিষ্যতে ব্যবসায়িক সিদ্ধান্ত গ্রহণের জন্য একটি মূল সম্পদ হয়ে উঠবে। এগুলি নির্মাণ কোম্পানির উন্নয়ন এবং কার্যকারিতার জন্য কৌশলগত "জ্বালানি" হিসেবে কাজ করবে। নির্মাণ শিল্পের ভবিষ্যৎ হল ডেটার সাথে কাজ করার ক্ষমতা, ফরম্যাট বা ডেটা মডেল নির্বাচনের উপর নয়।

খোলামেলা ফরম্যাট USD, gITF, DAE, OBJ এবং প্রাইভেট প্যারামেট্রিক CAD ফরম্যাটগুলির মধ্যে পার্থক্য বোঝার জন্য, একটি জটিল এবং মূল উপাদান যা প্রকল্পের ভিজুয়লাইজেশন এবং গণনায় গুরুত্বপূর্ণ – জ্যামিতি এবং এর গঠন প্রক্রিয়া নিয়ে আলোচনা করা গুরুত্বপূর্ণ। এবং জ্যামিতিক তথ্য কিভাবে নির্মাণে বিশ্লেষণ এবং গণনার ভিত্তি হয়ে ওঠে তা বোঝার জন্য, জ্যামিতির উৎপাদন, রূপান্তর এবং সংরক্ষণের প্রক্রিয়া গভীরভাবে অধ্যয়ন করা প্রয়োজন।



অধ্যায় 6.3. নির্মাণে জ্যামিতি: লাইন থেকে ঘনমিটার পর্যন্ত

যখন লাইনগুলি অর্থে রূপান্তরিত হয় বা নির্মাতাদের জন্য জ্যামিতির প্রয়োজনীয়তা

নির্মাণে জ্যামিতি শুধুমাত্র ভিজুয়লাইজেশন নয়, বরং সঠিক পরিমাণগত গণনার ভিত্তিও। প্রকল্পের মডেলে, জ্যামিতি উপাদানের প্যারামিটার তালিকাগুলিকে (চিত্র 3.116) গুরুত্বপূর্ণ ভলিউমেট্রিক বৈশিষ্ট্যগুলির সাথে সম্পূর্ণ করে, যেমন দৈর্ঘ্য, এলাকা এবং ভলিউম। এই ভলিউমেট্রিক প্যারামিটারগুলির মান স্বয়ংক্রিয়ভাবে জ্যামিতিক কোরের মাধ্যমে গণনা করা হয় এবং এটি প্রাক্কলন, সময়সূচী এবং সম্পদ মডেলের জন্য একটি প্রাথমিক পয়েন্ট। যেমন আমরা বইয়ের পঞ্চম অংশ এবং "নির্মাণ প্রকল্পের খরচ এবং প্রাক্কলন" অধ্যায়ে আলোচনা করেছি, CAD মডেলগুলির গ্রুপের ভলিউমেট্রিক প্যারামিটারগুলি আধুনিক ERP, PMIS সিস্টেমগুলির ভিত্তি গঠন করে। জ্যামিতি প্রকল্পের নকশার পর্যায়ে এবং প্রকল্পের বাস্তবায়ন, সময় নিয়ন্ত্রণ, বাজেট এবং পরিচালনায় মৌলিক ভূমিকা পালন করে। হাজার বছর আগে মিশরের পিরামিড নির্মাণের সময় প্রকল্পের সঠিকতা দৈর্ঘ্যের মাপের উপর নির্ভরশীল ছিল, যেমন আজ CAD প্রোগ্রামে জ্যামিতির ব্যাখ্যার সঠিকতা সরাসরি ফলাফলের উপর প্রভাব ফেলে: বাজেট এবং সময়সীমা থেকে শুরু করে ঠিকাদার নির্বাচন এবং সরবরাহের লজিস্টিক।

উচ্চ প্রতিযোগিতা এবং সীমিত বাজেটের পরিস্থিতিতে, জ্যামিতির উপর সরাসরি নির্ভরশীল ভলিউমেট্রিক গণনার সঠিকতা টিকে থাকার একটি ফ্যাক্টর হয়ে ওঠে। আধুনিক ERP সিস্টেমগুলি CAD এবং BIM মডেল থেকে প্রাপ্ত সঠিক ভলিউমেট্রিক বৈশিষ্ট্যের উপর সরাসরি নির্ভরশীল। এজন্য উপাদানের সঠিক জ্যামিতিক বর্ণনা শুধুমাত্র ভিজুয়লাইজেশন নয়, বরং নির্মাণের খরচ এবং সময় পরিচালনার একটি মূল হাতিয়ার।

ঐতিহাসিকভাবে, জ্যামিতি প্রকৌশলগত যোগাযোগের প্রধান ভাষা ছিল। প্যাপিরাসে লাইন থেকে ডিজিটাল মডেল পর্যন্ত – অঙ্কন এবং জ্যামিতিক উপস্থাপনাগুলি প্রকল্প ডিজাইনার, নির্মাণ ব্যবস্থাপক এবং প্রাক্কলনকারীদের মধ্যে তথ্য বিনিময়ের একটি মাধ্যম হিসেবে কাজ করেছে। কম্পিউটার আসার আগে, গণনা হাতে, রুলার এবং ট্রান্সপোর্টারের মাধ্যমে করা হত। আজকের দিনে এই কাজটি ভলিউমেট্রিক মডেলিংয়ের মাধ্যমে স্বয়ংক্রিয়ভাবে করা হয়: CAD প্রোগ্রামের জ্যামিতিক কোরগুলি লাইন এবং পয়েন্টগুলিকে ত্রিমাত্রিক বডিতে রূপান্তর করে, যার থেকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে সমস্ত প্রয়োজনীয় বৈশিষ্ট্য বের করা হয়।

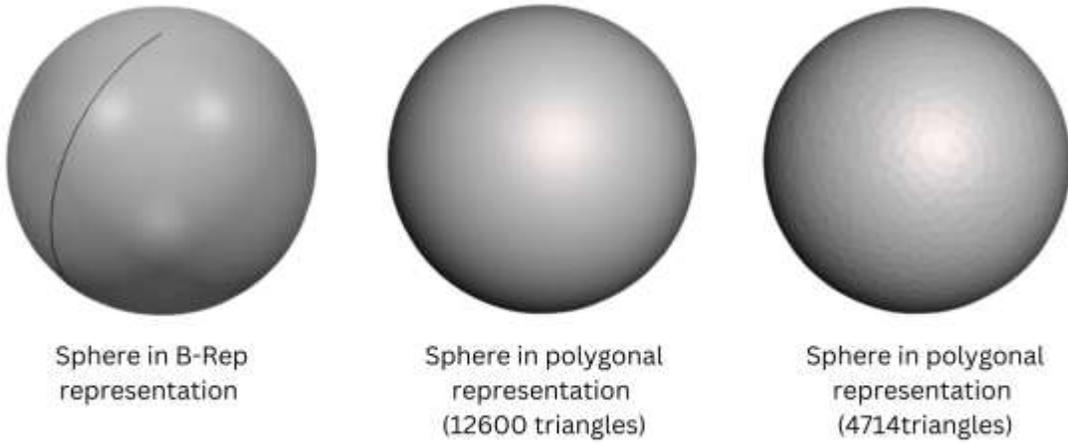
CAD প্রোগ্রামে কাজ করার সময়, গণনার জন্য জ্যামিতিক উপাদান তৈরি করা হয় CAD (BIM) প্রোগ্রামের ব্যবহারকারী ইন্টারফেসের মাধ্যমে। পয়েন্ট এবং লাইনকে ভলিউমেট্রিক বডিতে রূপান্তর করতে একটি জ্যামিতিক কোর ব্যবহার করা হয়, যা একটি মূল কাজ সম্পাদন করে – জ্যামিতিকে ভলিউমেট্রিক মডেলে রূপান্তর করা, যার থেকে আপপ্রক্সিমেশনের পরে স্বয়ংক্রিয়ভাবে উপাদানের ভলিউমেট্রিক বৈশিষ্ট্যগুলি গণনা করা হয়।

লাইন থেকে ভলিউমে: কিভাবে এলাকা এবং ভলিউম ডেটায় পরিণত হয়

প্রকৌশল অনুশীলনে, ভলিউম এবং এলাকা জ্যামিতিক পৃষ্ঠাগুলির উপর ভিত্তি করে গণনা করা হয়, যা বিশ্লেষণাত্মকভাবে বা প্যারামেট্রিক মডেলগুলির মাধ্যমে বর্ণনা করা হয়, যেমন NURBS (নন-হোমোজেনিয়াস রেশনাল B-splines) BREP (বাউন্ডারি রিপ্রেজেন্টেশন) এর আওতায়।

NURBS (নন-ইউনিফর্ম রেশনাল বি-স্প্লাইন) হল একটি গাণিতিক পদ্ধতি যা বক্ররেখা এবং পৃষ্ঠতল বর্ণনা করতে ব্যবহৃত হয়, যেখানে BREP হল একটি কাঠামো যা একটি বস্তুর সম্পূর্ণ ত্রিমাত্রিক জ্যামিতি বর্ণনা করে, যার মধ্যে এর সীমানাগুলি NURBS ব্যবহার করে সংজ্ঞায়িত করা যেতে পারে।

BREP এবং NURBS এর সঠিকতা সত্ত্বেও, এগুলি শক্তিশালী গণনীয় সম্পদ এবং জটিল অ্যালগরিদমের প্রয়োজন। তবে, এই গাণিতিকভাবে সঠিক বর্ণনাগুলির উপর সরাসরি গণনা প্রায়শই গণনীয়ভাবে জটিল হয়, তাই বাস্তবে প্রায়শই টেসেলেশন ব্যবহার করা হয় - পৃষ্ঠতলকে ত্রিভুজের জালে রূপান্তর করা, যা পরবর্তী গণনাগুলিকে সহজ করে। টেসেলেশন হল একটি জটিল পৃষ্ঠতলকে ত্রিভুজ বা পলিগনে বিভক্ত করা। CAD/CAE পরিবেশে এই পদ্ধতি ভিজুয়লাইজেশন, ভলিউম গণনা, সংঘর্ষ খোঁজা, MESH এর মতো ফরম্যাটে রপ্তানি এবং সংঘর্ষ বিশ্লেষণের জন্য ব্যবহৃত হয়। প্রকৃতির একটি উদাহরণ হল মৌমাছির চাক, যেখানে জটিল আকার একটি নিয়মিত জালে বিভক্ত হয় (ছবি 6.31)। -



ছবি 6.31 BREP এর প্যারামেট্রিক বর্ণনা এবং বিভিন্ন সংখ্যক ত্রিভুজ সহ পলিগনাল উপস্থাপনায় একই গোলক /

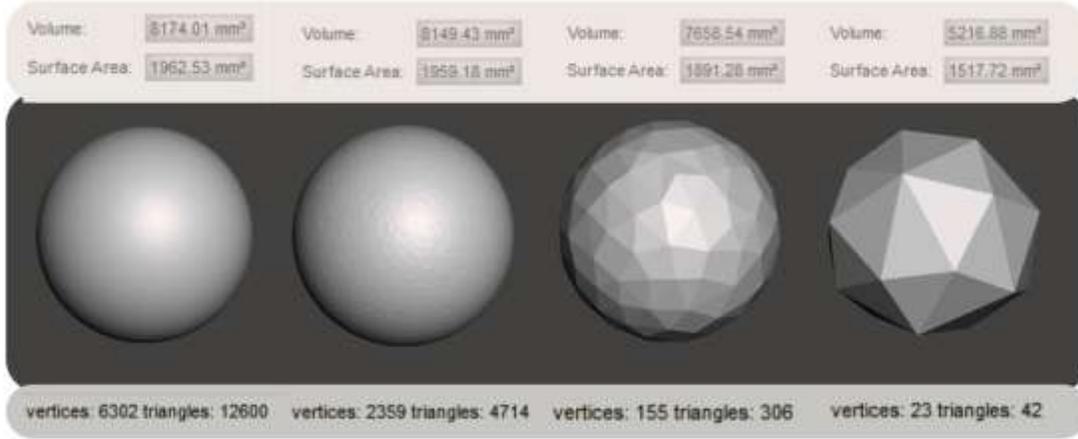
CAD-এ ব্যবহৃত BREP (NURBS) মৌলিক জ্যামিতির মডেল নয়। এই পদ্ধতিটি বৃত্ত এবং রেশনাল স্প্লাইন উপস্থাপনের জন্য একটি সুবিধাজনক সরঞ্জাম হিসাবে তৈরি করা হয়েছিল এবং জ্যামিতির তথ্য সংরক্ষণের জন্য সর্বনিম্ন করার জন্য। তবে এর কিছু সীমাবদ্ধতা রয়েছে - যেমন, এটি সাইনাসোইডকে সঠিকভাবে বর্ণনা করতে অক্ষম, যা স্ক্রু লাইন এবং পৃষ্ঠতলের ভিত্তি, এবং জটিল জ্যামিতিক কোর ব্যবহারের প্রয়োজন।

ত্রিভুজের জাল এবং প্যারামেট্রিক আকারের টেসেলেশন, বিপরীতে, সহজতা, মেমরির কার্যকর ব্যবহার এবং বৃহৎ পরিমাণ তথ্য প্রক্রিয়া করার ক্ষমতার জন্য পরিচিত (ছবি 6.32)। এই সুবিধাগুলি জ্যামিতিক আকারের গণনায় জটিল এবং ব্যয়বহুল জ্যামিতিক কোরের প্রয়োজন ছাড়াই কাজ করতে সক্ষম করে, যা তাদের মধ্যে দশক ধরে মিলিয়ন মিলিয়ন কোডের লাইন অন্তর্ভুক্ত করে।

বেশিরভাগ নির্মাণ কেসে, ভলিউমের বৈশিষ্ট্যগুলি কীভাবে সংজ্ঞায়িত হয় তা গুরুত্বপূর্ণ নয় - প্যারামেট্রিক মডেল (BREP, IFC) বা পলিগন (USD, glTF, DAE, OBJ) এর মাধ্যমে। জ্যামিতি সর্বদা একটি আপ্রক্সিমেশন হিসেবে থাকে: NURBS বা MESH এর মাধ্যমে, এটি সর্বদা আকারের একটি আনুমানিক বর্ণনা।

পলিগন বা BREP (NURBS) আকারে নির্ধারিত জ্যামিতি কিছুটা শুধুমাত্র একটি আপ্রক্সিমেশন পদ্ধতি হিসেবে থাকে যা একটি অবিচ্ছিন্ন আকারের আনুমানিক বর্ণনা। যেমন ফ্রেনেল ইন্টিগ্রালগুলির সঠিক বিশ্লেষণাত্মক প্রকাশ নেই, জ্যামিতির ডিসক্রিটাইজেশন পলিগন বা NURBS এর মাধ্যমে সর্বদা একটি আপ্রক্সিমেশন, যেমন ত্রিভুজাকার MESH।

BREP ফরম্যাটে প্যারামেট্রিক জ্যামিতি প্রধানত সেখানে প্রয়োজন যেখানে ডেটার আকার সর্বনিম্ন এবং এর প্রক্রিয়াকরণ এবং প্রদর্শনের জন্য শক্তিশালী এবং ব্যবহৃত জ্যামিতিক কোর ব্যবহার করার সুযোগ রয়েছে। এটি সাধারণত CAD সফটওয়্যার ডেভেলপারদের জন্য প্রযোজ্য, যারা তাদের পণ্য MCAD বিক্রেতাদের জ্যামিতিক কোর ব্যবহার করে। তবুও, এই প্রোগ্রামের মধ্যে, BREP মডেলগুলি ভিজুয়ালাইজেশন এবং গণনার জন্য টেসেলেশনের প্রক্রিয়ায় প্রায়শই ত্রিভুজে রূপান্তরিত হয় (যেমন PSD ফাইলগুলি JPEG এ সরলীকৃত হয়)।



ছবি 6.32 বিভিন্ন সংখ্যক পলিগন সহ আকারের ভলিউম বৈশিষ্ট্যের পার্থক্য /

পলিগনাল MESH এবং প্যারামেট্রিক BREP উভয়েরই নিজস্ব সুবিধা এবং সীমাবদ্ধতা রয়েছে, তবে তাদের লক্ষ্য একটাই - ব্যবহারকারীর চাহিদার ভিত্তিতে জ্যামিতি বর্ণনা করা। শেষ পর্যন্ত, জ্যামিতিক মডেলের সঠিকতা কেবল তার উপস্থাপনের পদ্ধতির উপর নির্ভর করে না, বরং নির্দিষ্ট কাজের জন্য প্রয়োজনীয়তার উপরও নির্ভর করে।

বেশিরভাগ নির্মাণ কাজের ক্ষেত্রে প্যারামেট্রিক জ্যামিতি এবং জটিল জ্যামিতিক কোরের প্রয়োজনীয়তা অতিরিক্ত হতে পারে।

প্রতিটি নির্দিষ্ট স্বয়ংক্রিয় গণনার কাজের ক্ষেত্রে, CAD ডেভেলপারদের দ্বারা প্যারামেট্রিক জ্যামিতির গুরুত্ব বাড়িয়ে তোলা হচ্ছে কিনা তা বিবেচনা করা উচিত, যারা তাদের নিজস্ব সফটওয়্যার পণ্য প্রচার এবং বিক্রির প্রতি আগ্রহী।

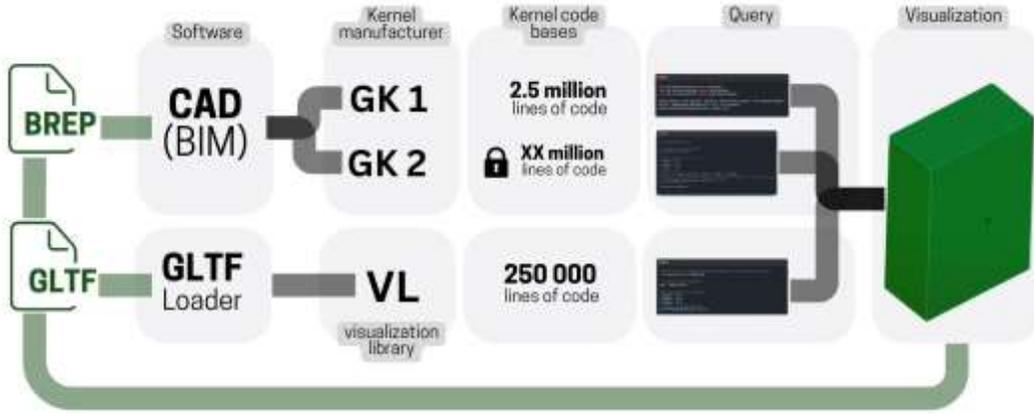
MESH, USD এবং পলিগনগুলিতে স্থানান্তর: জ্যামিতির জন্য টেসেলেশন ব্যবহার

নির্মাণ শিল্পে প্রবাহিত কাজের সময়, সিস্টেম, ডেটাবেস বা প্রকল্পের তথ্য এবং উপাদানের জ্যামিতির সাথে কাজ করার প্রক্রিয়াকরণের স্বয়ংক্রিয়করণের ক্ষেত্রে, নির্দিষ্ট CAD সম্পাদক এবং জ্যামিতিক কোর থেকে স্বাধীনতা অর্জনের চেষ্টা করা গুরুত্বপূর্ণ।

বিনিময় ফরম্যাটের ভিত্তিতে, যা হিসাব বিভাগের পাশাপাশি নির্মাণ স্থলে ব্যবহৃত হবে - এটি একটি নির্দিষ্ট CAD- (BIM-) প্রোগ্রামের উপর ভিত্তি করে হওয়া উচিত নয়। জ্যামিতিক তথ্যকে সরাসরি টেসেলেশন ফরম্যাটে উপস্থাপন করা উচিত, জ্যামিতিক কোর বা CAD আর্কিটেকচারের সাথে সংযুক্ত না হয়ে।

CAD থেকে প্যারামেট্রিক জ্যামিতি একটি মধ্যবর্তী উৎস হিসেবে বিবেচিত হতে পারে, তবে এটি একটি সার্বজনীন ফরম্যাটের ভিত্তি হিসেবে নয়। বেশিরভাগ প্যারামেট্রিক বর্ণনা (BREP এবং NURBS সহ) যেকোনো ক্ষেত্রে পরবর্তী প্রক্রিয়াকরণের জন্য পলিগনাল MESH-এ রূপান্তরিত হয়। যদি ফলাফল একই হয় (টেসেলেশন এবং পলিগন), এবং প্রক্রিয়া সহজ হয়, তবে নির্বাচন স্পষ্ট। এটি গ্রাফিক অন্টোলজি এবং কাঠামোগত টেবিলের মধ্যে নির্বাচনের মতো (যা আমরা চতুর্থ অংশে আলোচনা করেছি): অতিরিক্ত জটিলতা প্রায়ই ন্যায়সঙ্গত নয়।-

OBJ, STL, glTF, SVF, CPIXML, USD এবং DAE-এর মতো খোলামেলা ফরম্যাটগুলি ত্রিভুজাকার নেটওয়ার্কের একটি সার্বজনীন কাঠামো ব্যবহার করে, যা তাদের উল্লেখযোগ্য সুবিধা দেয়। এই ফরম্যাটগুলির চমৎকার সামঞ্জস্য রয়েছে - এগুলি সহজেই পড়া এবং উপলব্ধি খোলামেলা লাইব্রেরির মাধ্যমে ভিজুয়লাইজ করা যায়, জটিল বিশেষায়িত জ্যামিতিক কোরের প্রয়োজন ছাড়াই, যা মিলিয়ন মিলিয়ন কোডের লাইন ধারণ করে। এই সার্বজনীন জ্যামিতিক ফরম্যাটগুলি বিভিন্ন ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয় - IKEA™-তে রান্নাঘরের ডিজাইনের জন্য তুলনামূলকভাবে সহজ সরঞ্জাম থেকে শুরু করে সিনেমা এবং VR অ্যাপ্লিকেশনে জটিল বস্তু ভিজুয়লাইজেশন সিস্টেম পর্যন্ত। একটি গুরুত্বপূর্ণ সুবিধা হল এই ফরম্যাটগুলির সাথে কাজ করার জন্য প্রচুর বিনামূল্যে এবং খোলামেলা লাইব্রেরির উপস্থিতি, যা বেশিরভাগ প্ল্যাটফর্ম এবং প্রোগ্রামিং ভাষার জন্য উপলব্ধ।-



একই জ্যামিতির উপস্থাপন প্যারামেট্রিক ফরম্যাট এবং জ্যামিতিক কোর ব্যবহার করে অথবা ত্রিভুজাকার ফরম্যাট এবং খোলামেলা ভিজুয়লাইজেশন লাইব্রেরির মাধ্যমে অর্জিত হয়।

ব্যবহারকারীদের মতো, CAD বিক্রেতারাও ভিন্ন ভিন্ন জ্যামিতিক কোরের কারণে অন্যের প্যারামেট্রিক CAD ফরম্যাট বা খোলামেলা IFC-এর ব্যাখ্যা করার সমস্যার সম্মুখীন হন। বাস্তবে, সমস্ত CAD বিক্রেতা, ব্যতিক্রম ছাড়াই, সিস্টেমগুলির মধ্যে ডেটা স্থানান্তরের জন্য বিপরীত প্রকৌশল SDK ব্যবহার করে, এবং তাদের মধ্যে কেউই IFC বা USD-এর মতো ফরম্যাটগুলির উপর নির্ভর করে না আন্তঃঅপারেবিলিটির উদ্দেশ্যে।

CAD বিক্রেতাদের দ্বারা প্রচারিত ধারণাগুলি ব্যবহার করার পরিবর্তে, যা তারা নিজে ব্যবহার করে না, CAD সমাধানের বিকাশকারী এবং ব্যবহারকারীদের জন্য আরও ফলপ্রসূ হবে প্রতিটি পদ্ধতির সুবিধাগুলি নির্দিষ্ট প্রেক্ষাপটে বোঝার উপর মনোনিবেশ করা এবং ব্যবহার কেসের উপর ভিত্তি করে বিভিন্ন ধরনের জ্যামিতি নির্বাচন করা। বিভিন্ন জ্যামিতিক উপস্থাপনের মধ্যে নির্বাচন হল একটি আপস, যা নির্ভুলতা, গণনামূলক কার্যকারিতা এবং নির্দিষ্ট কাজের বাস্তবিক প্রয়োজনের মধ্যে ভারসাম্য রক্ষা করে।

নির্মাণ শিল্পে বড় বিক্রেতাদের দ্বারা প্রকল্পের তথ্য প্রক্রিয়াকরণের সময় জ্যামিতিক কোর ব্যবহারের সাথে সম্পর্কিত জটিলতা প্রায়শই অতিরিক্ত হয়ে যায়। MESH-জ্যামিতির উপর ভিত্তি করে USD ফরম্যাট শিল্পের জন্য একটি ধরনের "পান্ডোর'স বক্স" হয়ে উঠতে পারে, যা বিকাশকারীদের জন্য IFC এবং CAD বিক্রেতাদের জন্য সাধারণ প্যারামেট্রিক BREP কাঠামোর বাইরে তথ্য বিনিময় সংগঠনের নতুন সুযোগ উন্মোচন করে।

USD, DAE, glTF, OBJ এবং অন্যান্য ফরম্যাটের কাঠামোর সাথে আরও ঘনিষ্ঠভাবে পরিচিত হলে, এটি স্পষ্ট হয়ে যায় যে আরও সহজ, উন্মুক্ত ফরম্যাট রয়েছে যা জ্যামিতিক তথ্যের স্থানান্তর এবং ব্যবহার কার্যকরভাবে সংগঠিত করতে সক্ষম, জটিল প্যারামেট্রিক এবং বন্ধ জ্যামিতিক কোরের উপর নির্ভর করার প্রয়োজন ছাড়াই। এই পদ্ধতি কেবল বিকাশকারীদের জন্য প্রযুক্তিগত প্রবেশের প্রান্তকে কমায় না, বরং ডিজিটাল নির্মাণের জন্য নমনীয়, স্কেলযোগ্য এবং সত্যিই উন্মুক্ত সমাধানগুলির বিকাশকেও উৎসাহিত করে।

LOD, LOI, LOMD - CAD (BIM) এ বিশদ শ্রেণীবিভাগের একটি অনন্য শ্রেণীবিভাগ

জ্যামিতিক উপস্থাপনের ফরম্যাটগুলির পাশাপাশি, যেখানে বিভিন্ন শিল্প বিভিন্ন স্তরের বিশদ এবং তথ্যের গভীরতা ব্যবহার করে, CAD- (BIM-) পদ্ধতিগুলি তাদের নিজস্ব অনন্য শ্রেণীবিভাগ ব্যবস্থা প্রস্তাব করে, যা ভবনের মডেলগুলির তথ্যপূর্ণ পূর্ণতার দিকে দৃষ্টিভঙ্গি গঠন করে।

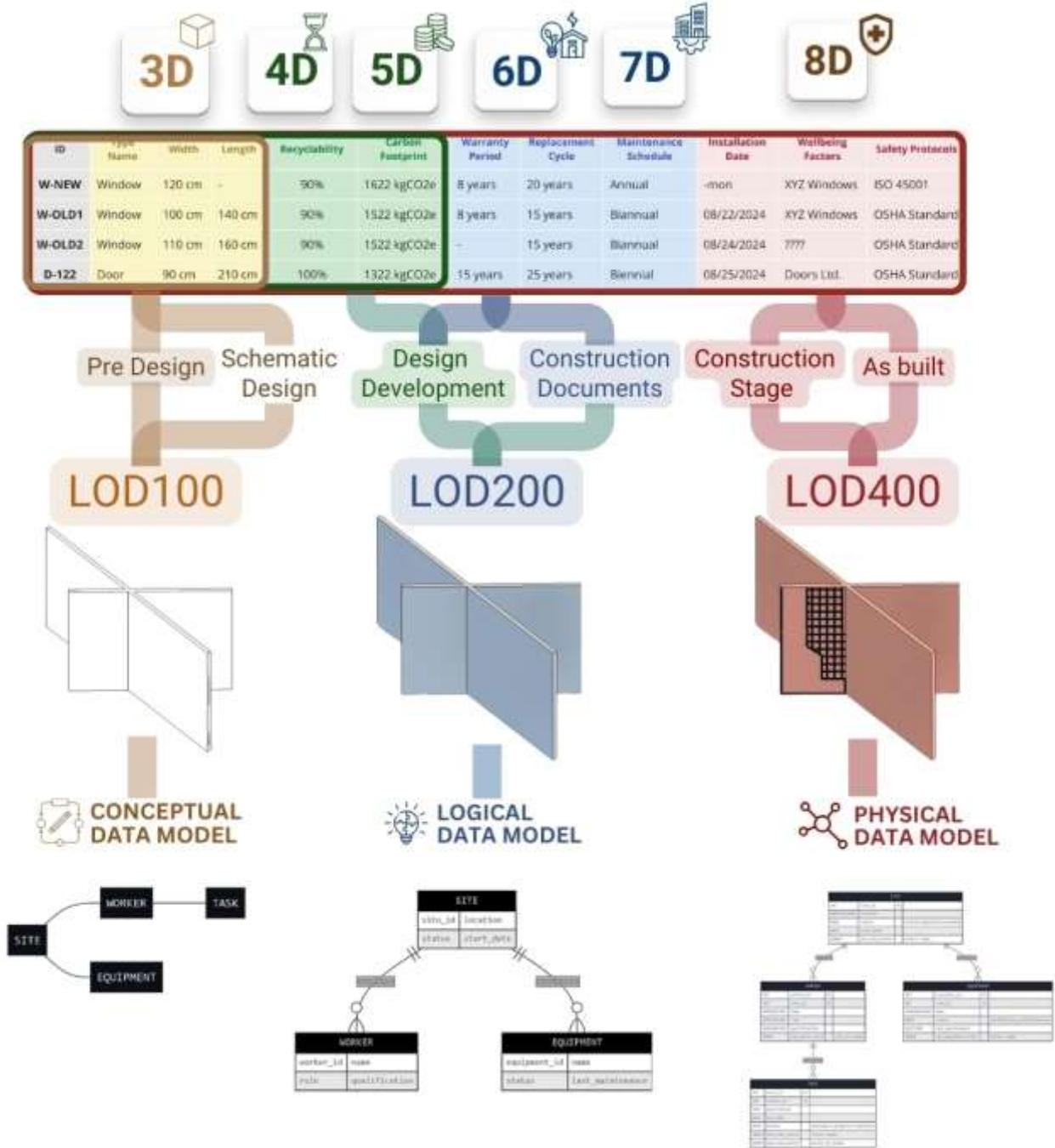
নতুন মানকীকরণের পদ্ধতির একটি উদাহরণ হল মডেলের উন্নয়নের স্তরের পরিচয়, যা গ্রাফিক্যাল এবং তথ্যগত উভয় উপাদানের প্রস্তুতি এবং নির্ভরযোগ্যতার স্তরকে প্রতিফলিত করে। CAD- (BIM-) তথ্যের সাথে কাজ করার সময় তথ্যপূর্ণ পূর্ণতার পার্থক্য করার জন্য LOD (Level Of Detail) - মডেলের গ্রাফিক্যাল অংশের বিশদ স্তর এবং LOI (Level Of Information) - তথ্যের উন্নয়নের স্তর প্রবর্তিত হয়েছে। অতিরিক্তভাবে, একটি সমন্বিত পদ্ধতির জন্য LOA (Level of Accuracy) - উপস্থাপিত উপাদানের নির্ভুলতা এবং LOG (Level of Geometry) - গ্রাফিক্যাল উপস্থাপনার নির্ভুলতা নির্ধারণের ধারণা প্রবর্তিত হয়েছে।

বিশদ স্তরের (LOD) সংখ্যা 100 থেকে 500 পর্যন্ত চিহ্নিত করা হয়, যা মডেলের উন্নয়নের স্তরকে প্রতিফলিত করে। LOD 100 একটি ধারণাগত মডেল, সাধারণ আকার এবং মাত্রা নিয়ে গঠিত। LOD 200 আরও সঠিক আকার এবং মাত্রা অন্তর্ভুক্ত করে, তবে শর্তাধীন বিশদ সহ। LOD 300 হল একটি বিস্তারিত মডেল, যার সঠিক আকার, মাত্রা এবং উপাদানের অবস্থান রয়েছে। LOD 400 উপাদানগুলির উৎপাদন এবং ইনস্টলেশনের জন্য প্রয়োজনীয় বিস্তারিত তথ্য ধারণ করে। LOD 500 নির্মাণের পরে প্রকল্পের প্রকৃত অবস্থা প্রতিফলিত করে এবং এটি পরিচালনা এবং রক্ষণাবেক্ষণের জন্য ব্যবহৃত হয়। এই স্তরগুলি CAD (BIM) মডেলের তথ্যের পূর্ণতার কাঠামো বর্ণনা করে বিভিন্ন জীবনচক্রের পর্যায়ে, 3D, 4D, 5D এবং তার পরবর্তী।

বাস্তব প্রকল্পগুলিতে, উচ্চ বিশদ (LOD400) প্রায়শই অতিরিক্ত হয়ে যায় এবং LOD100 জ্যামিতি বা এমনকি সমতল অঙ্কন ব্যবহার করাই যথেষ্ট হতে পারে, এবং অন্যান্য তথ্যগুলি গণনামূলক পদ্ধতি দ্বারা বা সম্পর্কিত উপাদানগুলি থেকে প্রাপ্ত করা যেতে পারে, যেগুলির প্রকাশ্য জ্যামিতি নাও থাকতে পারে। উদাহরণস্বরূপ, স্থান এবং ঘরের উপাদানগুলি (উপাদানের "ঘর" বিভাগ) ভিজুয়াল জ্যামিতি নাও থাকতে পারে, তবে তাতে উল্লেখযোগ্য তথ্য এবং ডেটাবেসের পরিমাণ থাকতে পারে, যার চারপাশে অনেক ব্যবসায়িক প্রক্রিয়া গড়ে ওঠে।

তাই প্রকল্প ডিজাইন করার আগে প্রয়োজনীয় বিস্তারিত স্তর স্পষ্টভাবে নির্ধারণ করা গুরুত্বপূর্ণ। 4D-7D ব্যবহারের ক্ষেত্রে প্রায়শই DWG অঙ্কন এবং LOD100 এর ন্যূনতম জ্যামিতি যথেষ্ট হয়। প্রয়োজনীয়তার সাথে কাজ করার প্রক্রিয়ায় মূল কাজ হল মডেলের সমৃদ্ধি এবং ব্যবহারিক প্রয়োগের মধ্যে ভারসাম্য খুঁজে পাওয়া।

প্রকৃতপক্ষে, CAD (BIM) ডেটাকে একটি ডেটাবেস হিসেবে বিবেচনা করলে (যা আসলে একটি ডেটাবেস), মডেলের সমৃদ্ধির বর্ণনা নতুন সংক্ষিপ্ত রূপের মাধ্যমে তথ্য সিস্টেমের জন্য ডেটার পর্যায়ক্রমিক মডেলিং ছাড়া কিছুই নয়, ধারণাগত স্তর থেকে শুরু করে শারীরিক স্তর পর্যন্ত (ছবি 6.34), যা বইয়ের তৃতীয় এবং চতুর্থ অংশে বিস্তারিতভাবে আলোচনা করা হয়েছে। প্রতিটি LOD এবং LOI এর বৃদ্ধি নতুন কাজের জন্য প্রয়োজনীয় তথ্য যোগ করে: গণনা, নির্মাণ পরিচালনা, অপারেশন এবং বিভিন্ন প্যারামিটারগুলির মাধ্যমে মডেলকে অতিরিক্ত তথ্য স্তর (3D-8D) দিয়ে সমৃদ্ধ করার মাধ্যমে চিহ্নিত হয়, যা আমরা বইয়ের পঞ্চম অংশে আলোচনা করেছি।



ছবি 6.34 প্রকল্পের বিস্তারিত তথ্যের প্রক্রিয়া ধারণাগত থেকে শারীরিক ডেটা মডেলিংয়ের সাথে সাদৃশ্যপূর্ণ।

জ্যামিতি হল প্রকল্পের ডেটার একটি অংশ, যার প্রয়োজনীয়তা সবসময় নির্মাণ প্রকল্পগুলিতে যুক্তিযুক্ত নয় এবং CAD (BIM) ডেটার সাথে কাজ করার মূল প্রশ্ন হল মডেলগুলি কিভাবে ভিজ্যুয়ালাইজ করা হয় তার চেয়ে বেশি গুরুত্বপূর্ণ হল এই মডেলগুলির ডেটা CAD- (BIM-) প্রোগ্রামের বাইরে কিভাবে ব্যবহার করা যেতে পারে।

2000 সালের মাঝামাঝি সময়ে নির্মাণ শিল্প একটি অভূতপূর্ব সমস্যার সম্মুখীন হয়েছিল, যা ডেটা পরিচালনা এবং প্রক্রিয়াকরণের সিস্টেমগুলিতে ডেটার দ্রুত বৃদ্ধির সাথে সম্পর্কিত, বিশেষ করে CAD (BIM) বিভাগের থেকে আসা ডেটাগুলির ক্ষেত্রে। এই ডেটার তীব্র বৃদ্ধির ফলে কোম্পানির ব্যবস্থাপকদের অপ্রস্তুত করে তোলে এবং তারা ডেটার

গুণমান এবং পরিচালনার জন্য বাড়তে থাকা চাহিদার জন্য প্রস্তুত ছিল না।

CAD (BIM) এর নতুন মান - AIA, BEP, IDS, LOD, COBie

CAD ডেটাবেসে খোলামেলা প্রবেশাধিকার এবং ডেটা প্রক্রিয়াকরণের বাজারে সীমিত প্রতিযোগিতার অভাবের সুবিধা নিয়ে, এবং নতুন সংক্ষিপ্ত রূপ BIM এর সাথে সম্পর্কিত মার্কেটিং প্রচারাভিযানগুলি ব্যবহার করে, CAD ডেটার সাথে কাজ করার পদ্ধতিগুলির উন্নয়নে নিয়োজিত সংস্থাগুলি নতুন মান এবং ধারণা তৈরি করতে শুরু করে, যা আইনগতভাবে ডেটা পরিচালনার অনুশীলন উন্নত করার দিকে নির্দেশিত।

যদিও প্রায় সব উদ্যোগ, সরাসরি বা পরোক্ষভাবে CAD (BIM) সরবরাহকারী এবং ডেভেলপারদের দ্বারা সমর্থিত, কাজের প্রবাহের অপ্টিমাইজেশনের দিকে মনোনিবেশ করেছিল, তবুও তারা বিভিন্ন স্বার্থের পক্ষ থেকে প্রচারিত অনেক মানের উত্থান ঘটিয়েছে, যা নির্মাণ শিল্পকে কিছু অস্পষ্টতা এবং ডেটা প্রক্রিয়াকরণের প্রক্রিয়াগুলিতে বিভ্রান্তির দিকে নিয়ে গেছে।

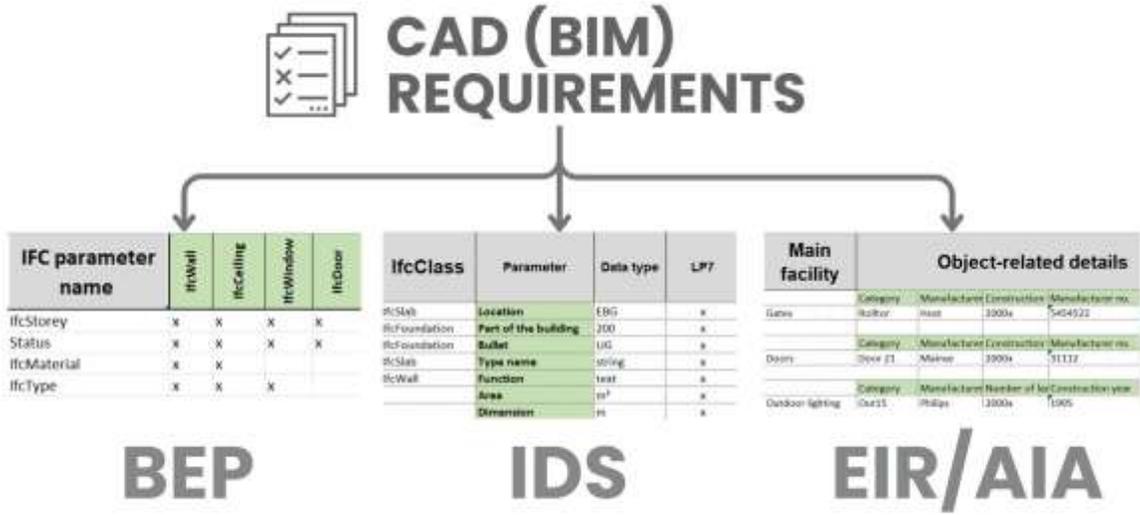
নির্মাণ শিল্পে সাম্প্রতিক বছরগুলিতে উদ্ভূত LOD, LOI, LOA, LOG ছাড়াও কিছু নতুন ডেটা মানের তালিকা করা যাক:

- BEP (BIM Execution Plan) – প্রকল্পে CAD (BIM) কীভাবে সংহত এবং ব্যবহার করতে হবে তা বর্ণনা করে, ডেটা প্রক্রিয়াকরণের পদ্ধতি এবং প্রক্রিয়া নির্ধারণ করে।
- EIR/AIA ডকুমেন্ট (গ্রাহকের তথ্যের প্রয়োজনীয়তা) – এটি টেন্ডার ঘোষণা করার আগে গ্রাহকের দ্বারা প্রস্তুত করা হয় এবং এটি ঠিকাদারের জন্য তথ্য প্রস্তুতি এবং সরবরাহের বিষয়ে প্রয়োজনীয়তা অন্তর্ভুক্ত করে। এটি সংশ্লিষ্ট প্রকল্পের BEP এর ভিত্তি হিসেবে কাজ করে।
- AIM (Asset Information Model) – BIM প্রক্রিয়ার একটি অংশ। প্রকল্পটি হস্তান্তর এবং সম্পন্ন হওয়ার পরে, ডেটা মডেলটিকে "অ্যাসেট ইনফরমেশন মডেল" বা AIM বলা হয়। AIM এর উদ্দেশ্য হল বাস্তবায়িত সম্পদের পরিচালনা, রক্ষণাবেক্ষণ এবং অপারেশন।
- আইডিএস (তথ্য বিতরণ স্পেসিফিকেশন) – নির্মাণ প্রকল্পের বিভিন্ন পর্যায়ে প্রয়োজনীয় তথ্য এবং কোন ফরম্যাটে তা প্রয়োজন, তা নির্ধারণ করে।
- আইএলওডি – বিআইএম মডেলে তথ্যের উপস্থাপনার জন্য লেভেল অফ ডিটেইল (LOD)। এটি মডেলে তথ্যের বিস্তারিততা এবং সম্পূর্ণতা নির্ধারণ করে, মৌলিক জ্যামিতিক উপস্থাপনাগুলি থেকে শুরু করে বিস্তারিত স্পেসিফিকেশন এবং তথ্য পর্যন্ত।
- ইএলওডি – সিএডি (বিআইএম) মডেলের পৃথক উপাদানের জন্য LOD এর স্তর। এটি প্রতিটি উপাদানের মডেলিংয়ের ডিগ্রি এবং সংশ্লিষ্ট তথ্য, যেমন আকার, উপকরণ, কার্যকরী বৈশিষ্ট্য এবং অন্যান্য প্রাসঙ্গিক অ্যাট্রিবিউট নির্ধারণ করে।
- এপিএস (প্ল্যাটফর্ম সার্ভিসেস) এবং বড় সিএডি (বিআইএম) বিক্রেতাদের অন্যান্য পণ্য – সম্পর্কিত এবং খোলামেলা তথ্য মডেল তৈরি করার জন্য প্রয়োজনীয় সরঞ্জাম এবং অবকাঠামো বর্ণনা করে।

যদিও সিএডি (বিআইএম) স্ট্যান্ডার্ডগুলির (যেমন LOD, LOI, LOA, LOG, BEP, EIR, AIA, AIM, IDS, iLOD, eLOD) প্রবর্তনের ঘোষিত লক্ষ্য হল তথ্য ব্যবস্থাপনার গুণগত মান বৃদ্ধি এবং স্বয়ংক্রিয়তার সুযোগ সম্প্রসারণ, বাস্তবে তাদের ব্যবহার প্রায়শই অতিরিক্ত জটিলতা এবং প্রক্রিয়াগুলির খণ্ডিতকরণে নিয়ে আসে। সিএডি (বিআইএম) মডেলকে একটি ডেটাবেসের একটি প্রকার হিসেবে বিবেচনা করলে, স্পষ্ট হয়ে যায় যে, অনেক স্ট্যান্ডার্ড ইতিমধ্যেই প্রতিষ্ঠিত এবং কার্যকরী পদ্ধতিগুলির পুনরাবৃত্তি করে, যা অন্যান্য শিল্পে তথ্য সিস্টেমের সাথে কাজ করার সময় ব্যবহৃত হয়।

সহজীকরণ এবং একীকরণের পরিবর্তে, এই ধরনের উদ্যোগগুলি প্রায়শই অতিরিক্ত টার্মিনোলজিক্যাল বোঝা তৈরি করে এবং সত্যিকার অর্থে খোলামেলা এবং নমনীয় সমাধানগুলির বাস্তবায়নে বাধা দেয়।

উল্লেখযোগ্য যে, এই নতুন ধারণাগুলির অনেকগুলি প্রকৃতপক্ষে মডেলিং এবং ডেটা যাচাইয়ের প্রক্রিয়াকে প্রতিস্থাপন করে, যা বইয়ের প্রথম অংশে বিস্তারিতভাবে আলোচনা করা হয়েছে এবং যা অন্যান্য শিল্পে দীর্ঘকাল ধরে ব্যবহৃত হচ্ছে। নির্মাণ ক্ষেত্রে, তবে, মানকরণের প্রক্রিয়া প্রায়শই বিপরীত দিকে চলে – নতুন তথ্য বর্ণনা ফরম্যাট, নতুন মান এবং তাদের যাচাইয়ের নতুন ধারণা তৈরি করা হয়, যা সবসময় বাস্তবিক একীকরণ এবং ব্যবহারযোগ্যতার দিকে নিয়ে যায় না। ফলস্বরূপ, তথ্য প্রক্রিয়াকরণের সহজীকরণ এবং স্বয়ংক্রিয়তার পরিবর্তে, শিল্পটি অতিরিক্ত নিয়মকানুন এবং প্রশাসনিক স্তরের মুখোমুখি হয় (ছবি 6.31), যা সর্বদা কার্যকারিতা বৃদ্ধিতে সহায়ক নয়।



ছবি 6.31 তথ্য এবং তথ্যের পূর্ণতার প্রয়োজনীয়তা অ্যাট্রিবিউট এবং তাদের সীমাবদ্ধ মানগুলির বর্ণনায় সংক্ষিপ্ত করা হয়, যা টেবিলের মাধ্যমে বর্ণনা করা হয়।

নতুন ধারণাগুলি সিএডি (বিআইএম) তথ্যের সাথে সম্পর্কিত, প্রায়শই ডেটা প্রক্রিয়াকরণের জটিলতা এবং মৌলিক সংজ্ঞাগুলির ব্যাখ্যা পর্যায়ে অতিরিক্ত জটিলতা এবং বিতর্ক সৃষ্টি করে।

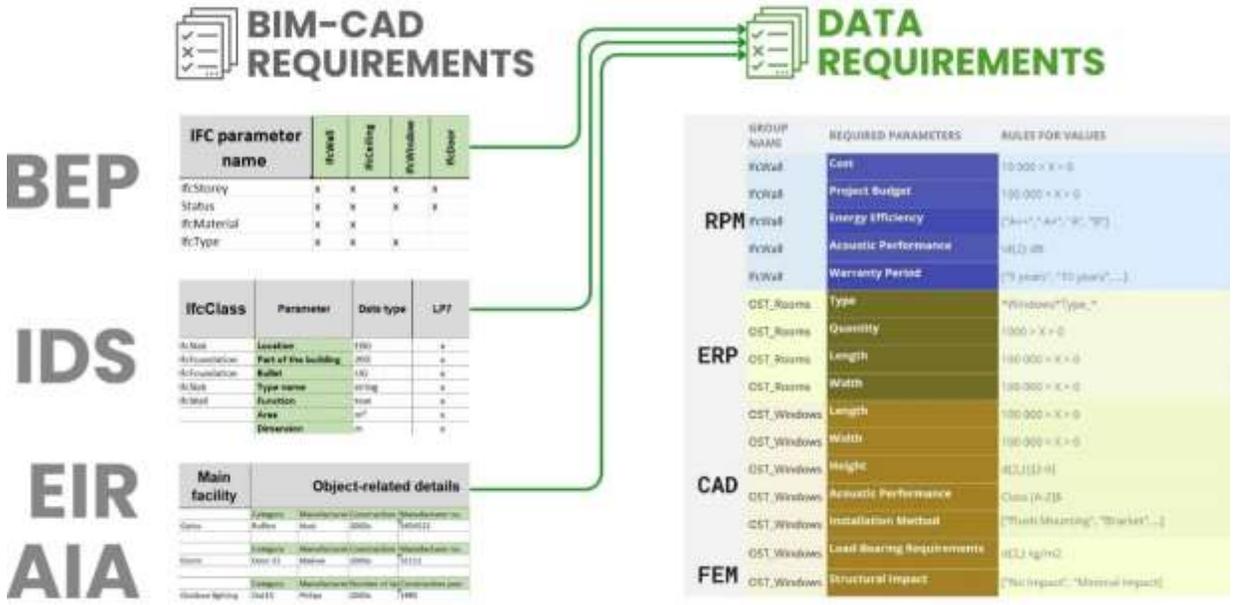
নতুন ধারণাগুলির মধ্যে একটি হল আইডিএস ফরম্যাট (যা 2020 সালে উদ্ভূত হয়েছে), যা ওপেন বিআইএম ধারণায় তথ্য মডেলের অ্যাট্রিবিউট গঠনের প্রয়োজনীয়তা বর্ণনা করতে সক্ষম। আইডিএস এর প্রয়োজনীয়তা অ্যাট্রিবিউট এবং তাদের সীমাবদ্ধ মানগুলির তথ্য একটি কাঠামোবদ্ধ টেবিল (এক্সেল বা মাইএসকিউএল) আকারে বর্ণনা করে, যা পরে আধা-গঠনমূলক ফরম্যাট XML এ রূপান্তরিত হয়, যা আইডিএস বিশেষ সংক্ষিপ্ত রূপে পুনঃনামকরণ করা হয়।

বিক্রেতাদের দ্বারা প্রচারিত এবং তাদের সমর্থিত বিআইএম এবং ওপেন বিআইএম ধারণার বিপরীতে, যে নির্মাণে ডেটার সাথে কাজ করা বিশেষায়িত সরঞ্জাম, যেমন সিএডি এবং বিআইএম ব্যবহারের কারণে অনন্য, এই শিল্পে ডেটা ফরম্যাট এবং পরিচালনার পদ্ধতিগুলি অন্যান্য শিল্পের ডেটা প্রক্রিয়াকরণের ফরম্যাট এবং ধারণাগুলির থেকে আলাদা নয়।

প্রকল্প এবং CAD (BIM) ফরম্যাটের জন্য প্রয়োজনীয়তার সংখ্যা একটি একক প্রয়োজনীয়তার টেবিল ব্যবহার করে

সহজ করা যেতে পারে, যা "প্রয়োজনীয়তাগুলিকে কাঠামোবদ্ধ আকারে রূপান্তর" অধ্যায়ে বিস্তারিত বর্ণনা করা হয়েছে, প্রাথমিকভাবে কাঠামোবদ্ধ প্রয়োজনীয়তাগুলিকে অ-টেবিল ফরম্যাটে রূপান্তর করার প্রয়োজন ছাড়াই (IDS প্রাথমিকভাবে একটি টেবিলের মাধ্যমে বর্ণনা করা হয়)।

সহজতর পদ্ধতি (চিত্র 6.32), যা সত্তার আইডি, বৈশিষ্ট্য এবং সীমাবদ্ধ মানের জন্য কলাম অন্তর্ভুক্ত করে, যা পূর্ববর্তী অধ্যায়গুলিতে বিস্তারিতভাবে আলোচনা করা হয়েছে (চিত্র 4.49, চিত্র 4.416, চিত্র 7.310), IDS-XML ফরম্যাটে প্রয়োজনীয়তা রূপান্তরের প্রয়োজন ছাড়াই কাজ করতে দেয়। এই পদ্ধতি একটি সরাসরি, কম জটিল এবং আরও স্বচ্ছ ডেটা গুণমান নিয়ন্ত্রণের মেকানিজম প্রদান করে। এটি ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত সরঞ্জামগুলির উপর নির্ভর করে: নিয়মিত অভিব্যক্তি (Regex) থেকে শুরু করে ডেটাফ্রেম, Pandas লাইব্রেরি এবং স্ট্যান্ডার্ড ETL পাইপলাইন – যা অন্যান্য অর্থনৈতিক খাতে ডেটার সাথে কাজ করার সময় বিশেষজ্ঞদের দ্বারা ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়।---



চিত্র 6.32 অন্যান্য শিল্পে ডেটার প্রয়োজনীয়তা একটি কাঠামোবদ্ধ বৈশিষ্ট্য এবং তাদের সীমাবদ্ধ মানের বর্ণনায় সহজ করা হয়।

সময়ের সাথে সাথে নির্মাণ শিল্পে, ডেটার অন্ধকারের কারণে, এই বিভিন্ন ফরম্যাটের ডেটা নিয়ন্ত্রণ এবং পরিচালনার জন্য নতুন নতুন পদ্ধতি এবং কৌশল উদ্ভূত হচ্ছে, যদিও নির্মাণ প্রকল্পগুলির ডেটা মূলত অন্যান্য ক্ষেত্রের ডেটার থেকে আলাদা নয়। যখন অন্যান্য শিল্পগুলি ডেটা প্রক্রিয়াকরণের জন্য মানক পদ্ধতিতে সফলভাবে কাজ করেছে, নির্মাণ শিল্প নতুন অনন্য ডেটা ফরম্যাট, প্রয়োজনীয়তা এবং তাদের যাচাইকরণের ধারণা তৈরি করতে অব্যাহত রেখেছে।

নির্মাণে ডেটা সংগ্রহ, প্রস্তুতি এবং বিশ্লেষণের জন্য ব্যবহৃত পদ্ধতি এবং সরঞ্জামগুলি অন্যান্য অর্থনৈতিক খাতে বিশেষজ্ঞদের দ্বারা ব্যবহৃত পদ্ধতিগুলির থেকে মৌলিকভাবে আলাদা হওয়া উচিত নয়।

শিল্পে একটি বিশেষ শব্দকোষের বাস্তবতন্ত্র গড়ে উঠেছে, যা সমালোচনামূলক চিন্তা এবং পুনর্মূল্যায়নের প্রয়োজন।

- STEP ফরম্যাটটি নতুন নাম IFC-এর অধীনে অবস্থান করছে, নির্মাণ শ্রেণীবিভাগের সাথে সম্পূর্ণ, STEP

ফরম্যাটের নিজস্ব সীমাবদ্ধতাগুলি বিবেচনায় না নিয়ে।

- প্যারামেট্রিক IFC ফরম্যাটটি ডেটা স্থানান্তরের প্রক্রিয়াগুলিতে প্রয়োগ করা হয়, যদিও ভিজুয়লাইজেশন এবং গণনার জন্য প্রয়োজনীয় একটি একক জ্যামিতিক কোরের অভাব রয়েছে।
- CAD সিস্টেমের ডেটাবেসগুলিতে প্রবেশাধিকার "BIM" শব্দের অধীনে প্রচারিত হচ্ছে, এই ডেটাবেসগুলির বৈশিষ্ট্য এবং তাদের প্রবেশাধিকার নিয়ে আলোচনা ছাড়াই।
- বিক্রেতারা IFC এবং USD ফরম্যাটের মাধ্যমে আন্তঃঅপারেবিলিটি প্রচার করে, প্রায়শই বাস্তবে তাদের প্রয়োগ না করে, ব্যবহৃত বিপরীত প্রকৌশল ব্যবহার করে, যার বিরুদ্ধে তারা নিজেই লড়াই করেছে।
- LOD, LOI, LOA, LOG, BEP, EIR, AIA, AIM, IDS, iLOD, eLOD শব্দগুলি একই স্তরের প্যারামিটার বর্ণনা করতে সর্বত্র ব্যবহৃত হয়, মডেলিং এবং যাচাইকরণের সরঞ্জামগুলির সাথে সম্পর্কিত না হয়ে, যা অন্যান্য শিল্পে দীর্ঘকাল ধরে ব্যবহৃত হচ্ছে।

নির্মাণ শিল্প দেখায় যে সবকিছু যা উল্লেখ করা হয়েছে তা অদ্ভুত শোনালেও, নির্মাণ শিল্পে সম্ভব – বিশেষত যদি মূল লক্ষ্য হল ডেটা প্রক্রিয়াকরণের প্রতিটি পর্যায়ে মুনামা অর্জন করা বিশেষায়িত পরিষেবা এবং সফটওয়্যার বিক্রির মাধ্যমে। ব্যবসায়িক দৃষ্টিকোণ থেকে এতে কিছু অশোভনীয়তা নেই। তবে প্রশ্ন হল, সত্যিই কি CAD (BIM) এর সাথে সম্পর্কিত এই সংক্ষিপ্ত রূপ এবং পদ্ধতিগুলি মূল্য যোগ করে এবং পেশাদার প্রক্রিয়াগুলিকে সহজ করে, তা এখনও খোলা রয়েছে।

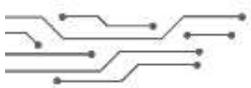
নির্মাণ শিল্পে এই ধরনের ব্যবস্থা কার্যকরী, কারণ শিল্পটি মূলত এই সিস্টেম এবং সংক্ষিপ্ত রূপগুলির জটিলতার মধ্যে থেকে মূল স্পেকুলেটিভ লাভ অর্জন করে। স্বচ্ছ প্রক্রিয়া এবং উন্মুক্ত তথ্যের প্রতি আগ্রহী কোম্পানিগুলি অত্যন্ত বিরল। এই জটিল পরিস্থিতি সম্ভবত অনির্দিষ্টকাল অব্যাহত থাকবে – যতক্ষণ না ক্লায়েন্ট, গ্রাহক, বিনিয়োগকারী, ব্যাংক এবং বেসরকারি মূলধনের প্রতিনিধিরা তথ্য ব্যবস্থাপনার জন্য আরও স্পষ্ট এবং যুক্তিসঙ্গত পদ্ধতির দাবি করতে শুরু করে।

শিল্পটি অতিরিক্ত সংখ্যক সংক্ষিপ্ত রূপ সংগ্রহ করেছে, তবে এগুলি বিভিন্ন মাত্রায় একই প্রক্রিয়া এবং তথ্যের প্রয়োজনীয়তাগুলি বর্ণনা করে। কাজের প্রক্রিয়াগুলিকে সহজতর করার ক্ষেত্রে তাদের প্রকৃত উপকারিতা প্রশ্নবিদ্ধ।

যখন ধারণা এবং বিপণন সংক্ষিপ্ত রূপগুলি আসে এবং চলে যায়, তখন তথ্যের প্রয়োজনীয়তার যাচাইয়ের প্রক্রিয়া ব্যবসায়িক প্রক্রিয়ার একটি অবিচ্ছেদ্য অংশ হয়ে থাকবে। নতুন নতুন বিশেষায়িত ফরম্যাট এবং নিয়ম তৈরি করার পরিবর্তে, নির্মাণ শিল্পকে অন্যান্য ক্ষেত্রে যেমন অর্থনীতি, শিল্প এবং আইটি-তে ইতিমধ্যে প্রমাণিত কার্যকরী সরঞ্জামগুলির দিকে মনোনিবেশ করা উচিত।

শব্দ, সংক্ষিপ্ত রূপ এবং ফরম্যাটের প্রাচুর্য ডিজিটাল নির্মাণের প্রক্রিয়াগুলির গভীরতার একটি ভ্রান্ত ধারণা তৈরি করে। তবে বিপণন ধারণা এবং জটিল শব্দাবলীর পিছনে প্রায়শই একটি সহজ, কিন্তু অস্বস্তিকর সত্য লুকিয়ে থাকে: তথ্যগুলি কঠিনভাবে প্রবেশযোগ্য, খারাপভাবে নথিবদ্ধ এবং নির্দিষ্ট সফটওয়্যার সমাধানের সাথে দৃঢ়ভাবে সংযুক্ত থাকে।

এই সংক্ষিপ্ত রূপ এবং ফরম্যাটের বন্ধন থেকে বেরিয়ে আসতে, CAD (BIM) সিস্টেমগুলিকে তথ্য ব্যবস্থাপনার জাদুকরী সরঞ্জাম হিসেবে নয়, বরং যা তারা সত্যিই – বিশেষায়িত ডেটাবেস হিসেবে দেখা উচিত। এবং এই দৃষ্টিকোণ থেকে বোঝা যায়, কোথায় বিপণন শেষ হয় এবং কোথায় তথ্যের সাথে বাস্তব কাজ শুরু হয়।



অধ্যায় 6.4. প্রকল্পের প্যারামিটারাইজেশন এবং CAD এর সাথে কাজ করার জন্য LLM এর ব্যবহার

CAD (BIM) এর ডেটার অনন্যতার মাপ: বিশ্লেষণ এবং ওপেন ফরম্যাটের দিকে যাত্রা

আধুনিক CAD (BIM) প্ল্যাটফর্মগুলি ডিজাইন এবং নির্মাণ তথ্য ব্যবস্থাপনার পদ্ধতিকে উল্লেখযোগ্যভাবে রূপান্তরিত করেছে। পূর্বে এই সরঞ্জামগুলি প্রধানত অঙ্কন এবং ত্রিমাত্রিক মডেল তৈরির জন্য ব্যবহৃত হত, তবে আজকাল এগুলি প্রকল্পের তথ্যের পূর্ণাঙ্গ স্টোরেজের কার্যক্রম সম্পাদন করে। একক সত্যের উৎস (Single Source of Truth) ধারণার অধীনে, প্যারামেট্রিক মডেল ক্রমশ প্রকল্পের তথ্যের প্রধান এবং প্রায়শই একমাত্র উৎস হয়ে উঠছে, যা প্রকল্পের জীবনচক্র জুড়ে এর অখণ্ডতা এবং প্রাসঙ্গিকতা নিশ্চিত করে।

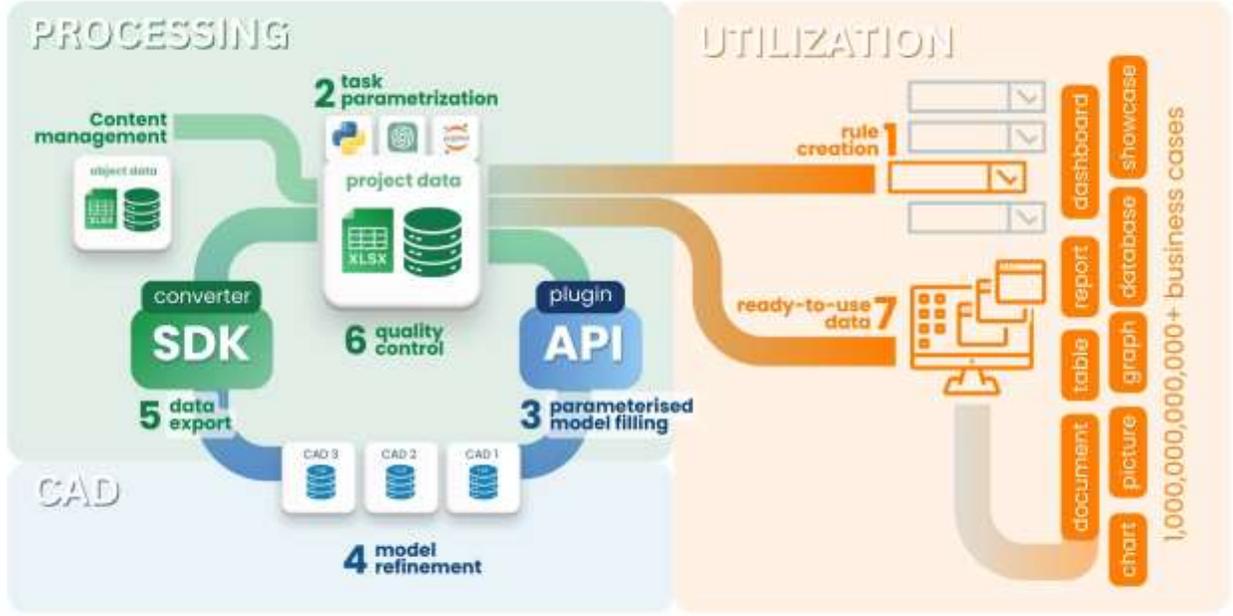
CAD- (BIM-) প্ল্যাটফর্মগুলির অন্যান্য নির্মাণ তথ্য ব্যবস্থাপনা সিস্টেমগুলির থেকে মূল পার্থক্য হল তথ্যের (একক সত্যের উৎস) অ্যাক্সেসের জন্য বিশেষায়িত সরঞ্জাম এবং API ব্যবহারের প্রয়োজন। এই ডেটাবেসগুলি ঐতিহ্যগত অর্থে সার্বজনীন নয়: খোলামেলা কাঠামো এবং নমনীয় সংযোগের পরিবর্তে, এগুলি একটি বন্ধ পরিবেশ, যা নির্দিষ্ট প্ল্যাটফর্ম এবং ফরম্যাটের উপর কঠোরভাবে নির্ভরশীল।

CAD-ডেটার সাথে কাজের সমস্ত জটিলতার মধ্যে একটি আরও গুরুত্বপূর্ণ প্রশ্ন উঠে আসে, যা প্রযুক্তিগত বাস্তবায়নের সীমানা অতিক্রম করে: CAD (BIM) ডেটাবেসগুলি আসলে কী? এই প্রশ্নের উত্তর দিতে, পরিচিত সংক্ষিপ্ত রূপ এবং ধারণাগুলির সীমানা অতিক্রম করতে হবে, যা সফটওয়্যার ডেভেলপারদের দ্বারা চাপানো হয়। পরিবর্তে, প্রকল্পের তথ্যের সাথে কাজের মূল বিষয়গুলিতে মনোনিবেশ করা উচিত: তথ্য এবং তাদের প্রক্রিয়াকরণের প্রক্রিয়া।

নির্মাণে ব্যবসায়িক প্রক্রিয়া CAD বা BIM সরঞ্জামগুলিতে কাজ শুরু করার মাধ্যমে নয়, বরং প্রকল্পের জন্য প্রয়োজনীয়তা নির্ধারণ এবং তথ্য মডেলিংয়ের মাধ্যমে শুরু হয়। প্রথমে কাজের প্যারামিটারগুলি নির্ধারণ করা হয়: সত্তার তালিকা, তাদের প্রাথমিক বৈশিষ্ট্য এবং নির্দিষ্ট কাজ সমাধানের সময় বিবেচনা করতে হবে এমন সীমাবদ্ধ মান। শুধুমাত্র এই প্যারামিটারগুলির ভিত্তিতে CAD (BIM) সিস্টেমে মডেল এবং উপাদান তৈরি করা হয়।

CAD (BIM) ডেটাবেসে তথ্য তৈরির পূর্ববর্তী প্রক্রিয়া সম্পূর্ণরূপে সেই তথ্য মডেলিং প্রক্রিয়ার পুনরাবৃত্তি করে, যা বইয়ের চতুর্থ অংশ এবং "তথ্য মডেলিং: ধারণাগত, যৌক্তিক এবং শারীরিক মডেল" অধ্যায়ে বিস্তারিতভাবে আলোচনা করা হয়েছে।-

তথ্য মডেলিং প্রক্রিয়ার মতো, আমরা সেই তথ্যের জন্য প্রয়োজনীয়তা তৈরি করি, যা পরে ডেটাবেসে প্রক্রিয়া করতে চাই। CAD ডেটাবেসের জন্য, ব্যবস্থাপকরা প্রকল্পের জন্য ডিজাইন প্রয়োজনীয়তা তৈরি করেন কয়েকটি কলামের টেবিল বা "কী-মান" জোড়ের তালিকার আকারে। এবং শুধুমাত্র এই প্রাথমিক প্যারামিটারগুলির ভিত্তিতে API ব্যবহার করে স্বয়ংক্রিয়ভাবে বা হাতে, ডিজাইনার CAD (BIM) ডেটাবেসে অবজেক্ট তৈরি করেন (অথবা বরং স্পষ্ট করেন), পরে সেগুলি আবার প্রাথমিক প্রয়োজনীয়তার সাথে সঙ্গতিপূর্ণ কিনা তা পরীক্ষা করা হয়। এই প্রক্রিয়া - নির্ধারণ → তৈরি → পরীক্ষা → সংশোধন - পুনরাবৃত্তিমূলকভাবে ঘটে যতক্ষণ না তথ্যের গুণমান, তথ্য মডেলিংয়ের মতো, লক্ষ্য সিস্টেমের জন্য প্রয়োজনীয় স্তরে পৌঁছায়। -

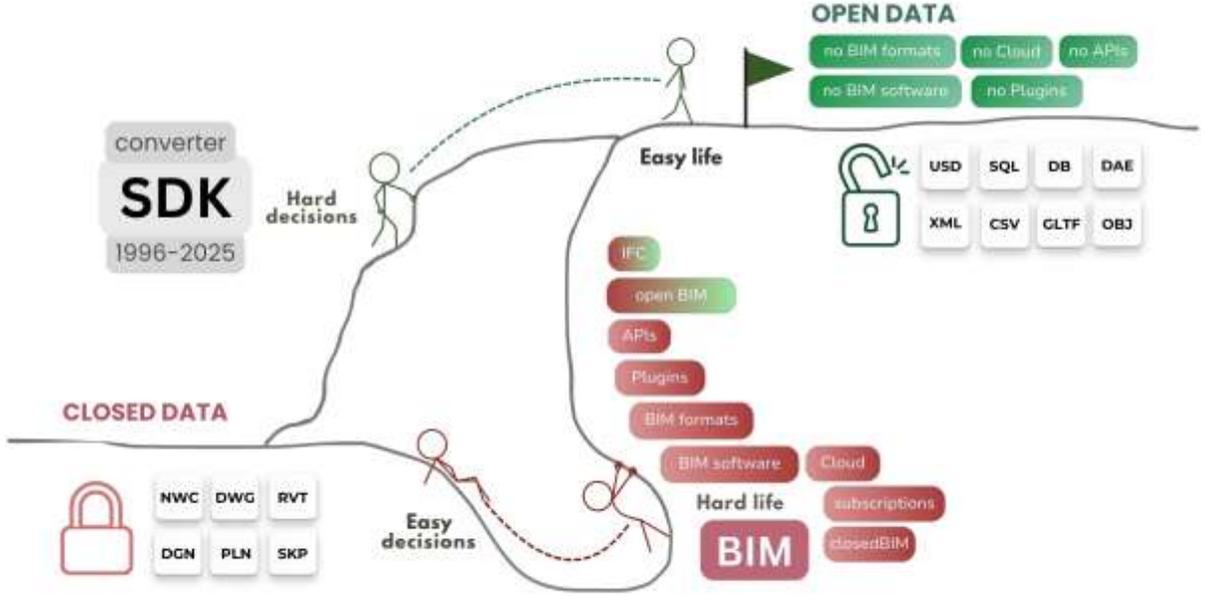


রিস. 6.41 নির্মাণ প্রকল্পগুলির বাস্তবায়নে ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলির জন্য ডেটাবেসের তথ্য সমৃদ্ধির চক্র /

CAD (BIM) কে যদি প্রয়োজনীয়তার ভিত্তিতে তৈরি "কী-মান" জোড়ের সেটের মাধ্যমে প্যারামিটারগুলির স্থানান্তরের একটি যন্ত্র হিসেবে দেখা হয়, তবে আলোচনার ফোকাস নির্দিষ্ট সফটওয়্যার সমাধান এবং তাদের সীমাবদ্ধতা থেকে আরও মৌলিক দিকগুলিতে - তথ্যের কাঠামো, তথ্য মডেল এবং তাদের জন্য প্রয়োজনীয়তা - স্থানান্তরিত হবে। মূলত, এটি ডেটাবেসকে প্যারামিটার দ্বারা সমৃদ্ধ করার এবং ক্লাসিক তথ্য মডেলিং প্রক্রিয়া সম্পর্কে। পার্থক্য হল যে CAD ডেটাবেসের বন্ধুত্ব এবং ব্যবহৃত ফরম্যাটের বৈশিষ্ট্যের কারণে এই প্রক্রিয়াটি বিশেষায়িত BIM সরঞ্জামগুলির প্রয়োগের সাথে যুক্ত। প্রশ্ন উঠছে: BIM এর বিশেষত্ব কী, যদি অন্যান্য অর্থনৈতিক খাতে এরকম পদ্ধতি না থাকে?-

গত 20 বছর ধরে BIM কে শুধুমাত্র একটি একক তথ্য উৎসের চেয়ে বেশি হিসেবে উপস্থাপন করা হয়েছে। বিপণনগতভাবে CAD-BIM সংযোগ প্রায়শই একটি প্যারামেট্রিক সরঞ্জাম হিসেবে বিক্রি করা হয়, যার মধ্যে একটি অন্তর্নির্মিত ডেটাবেস রয়েছে, যা নির্মাণের বস্তুগুলির ডিজাইন, মডেলিং এবং জীবনচক্র ব্যবস্থাপনা প্রক্রিয়াগুলিকে স্বয়ংক্রিয় করতে সক্ষম। তবে বাস্তবে BIM বেশি করে ভেভেরের প্ল্যাটফর্মে ব্যবহারকারীদের ধরে রাখার একটি সরঞ্জাম হয়ে উঠেছে, বরং তথ্য এবং প্রক্রিয়াগুলির ব্যবস্থাপনার একটি সুবিধাজনক পদ্ধতি।

ফলস্বরূপ, CAD (BIM) তথ্য তাদের প্ল্যাটফর্মের মধ্যে বিচ্ছিন্ন, প্রকল্পের তথ্যকে প্রোপ্রাইটারি API এবং জ্যামিতিক কোরের মাধ্যমে আড়াল করে। এটি ব্যবহারকারীদের তাদের ডেটাবেসে স্বতন্ত্রভাবে প্রবেশাধিকার পেতে এবং অন্যান্য সিস্টেমে ডেটা বের করা, বিশ্লেষণ করা, স্বয়ংক্রিয় করা এবং স্থানান্তর করার সুযোগ থেকে বঞ্চিত করেছে।



রিস. 6.42 নির্মাণে আধুনিক ফরম্যাটগুলি জটিল জ্যামিতিক কোর, বার্ষিক আপডেট হওয়া API এবং CAD (BIM) প্রোগ্রামের জন্য বিশেষ লাইসেন্সের প্রয়োজন /

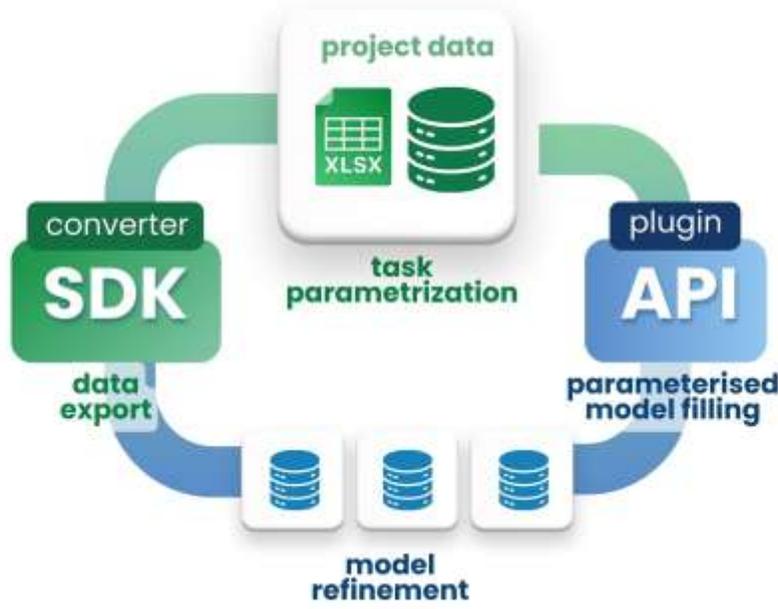
আধুনিক CAD সরঞ্জামগুলির সাথে কাজ করা কোম্পানিগুলিকে সেই একই পদ্ধতি ব্যবহার করা উচিত যা বাস্তবে সমস্ত CAD বিক্রেতা ব্যতীত ব্যবহার করে: SDK সরঞ্জামগুলির মাধ্যমে ডেটা রূপান্তর করা বিপরীত প্রকৌশলের জন্য, যার বিস্তার CAD বিক্রেতারা 1995 সাল থেকে লড়াই করছে। CAD ডেটাবেসে সম্পূর্ণ অ্যাক্সেস পেয়ে এবং বিপরীত প্রকৌশল সরঞ্জামগুলি ব্যবহার করে, আমরা একটি সমতল সত্তার সেট পেতে পারি যার বৈশিষ্ট্যগুলি রয়েছে এবং সেগুলি যেকোনো সুবিধাজনক খোলামেলা ফরম্যাটে রপ্তানি করতে পারি, যা প্রকল্পের উপাদানগুলির জ্যামিতি এবং প্যারামিটার উভয়ই অন্তর্ভুক্ত করে। এই পদ্ধতি তথ্যের সাথে কাজ করার প্যারামিটারাইজেশনকে মৌলিকভাবে পরিবর্তন করে – ফাইল-ভিত্তিক থেকে ডেটা-কেন্দ্রিক স্থাপত্যে।-

- RVT, IFC, PLN, DB1, CP2, CPIXML, USD, SQLite, XLSX, PARQUET এবং অন্যান্য ডেটা ফরম্যাটগুলি একই প্রকল্পের উপাদানগুলির সম্পর্কে অভিন্ন তথ্য ধারণ করে। এর মানে হল যে নির্দিষ্ট ফরম্যাট এবং এর স্কিমার জ্ঞান ডেটার সাথে কাজ করার জন্য বাধা হওয়া উচিত নয়।
- যেকোনো ফরম্যাটের ডেটা একটি খোলামেলা কাঠামোতে একত্রিত করা যেতে পারে, যা তিনকোণযুক্ত জ্যামিতি MESH এবং সমস্ত সত্তার বৈশিষ্ট্যগুলি ধারণ করে, জ্যামিতিক কোরের সীমাবদ্ধতা ছাড়াই।
- ডেটা-বিশ্লেষণ সর্বজনীনতার দিকে অগ্রসর হয়: খোলামেলা ডেটা ব্যবহার করে, প্রকল্পের ডেটার সাথে কাজ করা যায় ব্যবহৃত ফরম্যাটের উপর নির্ভর না করে।
- API এবং বিক্রেতাদের প্লাগইনগুলির উপর নির্ভরতা এবং হ্রাস: ডেটার সাথে কাজ করা আর API ব্যবহারের দক্ষতার উপর নির্ভরশীল নয়।

যখন প্রয়োজনীয়তা এবং CAD ডেটা বিশ্লেষণের জন্য সুবিধাজনক কাঠামোগত উপস্থাপনা ফরম্যাটে রূপান্তরিত হয় – ডেভেলপাররা নির্দিষ্ট ডেটা স্কিমা এবং বন্ধ ইকোসিস্টেমের উপর নির্ভর করা বন্ধ করে।

প্যারামিটার দ্বারা ডিজাইন: CAD এবং BIM এর ভবিষ্যৎ

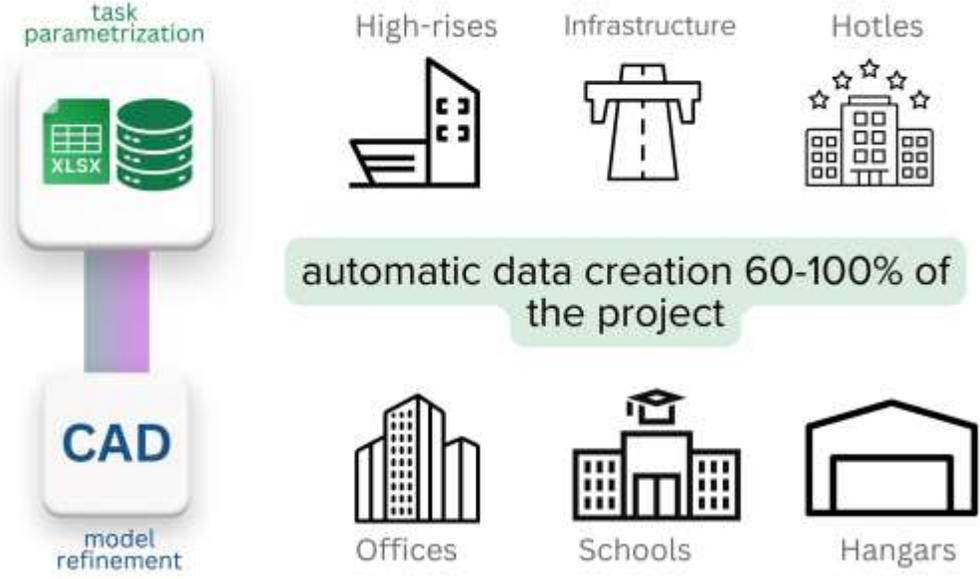
বিশ্বের কোন নির্মাণ প্রকল্প কখনও CAD প্রোগ্রামে শুরু হয়নি। একটি অঙ্কন বা মডেল CAD-এ আকার নেওয়ার আগে, তারা ধারণার পর্যায়ে যায়, যেখানে মূল মনোযোগ সেই প্যারামিটারগুলির উপর দেওয়া হয় যা ভবিষ্যতের অবজেক্টের মৌলিক ধারণা এবং যুক্তি নির্ধারণ করে। এই পর্যায়টি ডেটা মডেলিংয়ে ধারণাগত স্তরের সাথে সম্পর্কিত। প্যারামিটারগুলি প্রকল্প ডিজাইনারের মনে কেবল বিদ্যমান থাকতে পারে, তবে আদর্শ ক্ষেত্রে সেগুলি কাঠামোবদ্ধ তালিকা, টেবিল বা ডেটাবেসে সংরক্ষিত হয়, যা স্বচ্ছতা, পুনরুৎপাদনযোগ্যতা এবং প্রকল্প প্রক্রিয়ার পরবর্তী স্বয়ংক্রিয়তা নিশ্চিত করতে সহায়তা করে। ---



প্রকল্প ডিজাইন প্রক্রিয়া হল একটি পুনরাবৃত্তিমূলক প্রক্রিয়া যা CAD ডেটাবেসে বাইরের তথ্য পূরণ করার জন্য মূল্য সৃষ্টির চেইনের প্রয়োজনীয়তার মাধ্যমে।

CAD মডেলিংয়ের জন্য শুরু করার আগে, এটি গুরুত্বপূর্ণ সীমাবদ্ধ প্যারামিটারগুলি নির্ধারণ করা যা প্রকল্পের ভিত্তি হিসাবে কাজ করে। এই বৈশিষ্ট্যগুলি, অন্যান্য প্রয়োজনীয়তার মতো, ডেটার ব্যবহারের চেইনের শেষ থেকে সংগ্রহ করা হয় এবং এর মাধ্যমে প্রকল্পের ভবিষ্যতের অবজেক্টগুলির সীমাবদ্ধতা, লক্ষ্য এবং মূল বৈশিষ্ট্যগুলি নির্ধারণ করা হয়।

মডেলিং নিজেই, দক্ষতার সাথে সংকলিত প্রয়োজনীয়তার উপস্থিতিতে, প্যারামেট্রিক মডেলিং সরঞ্জামগুলি (চিত্র 6.43) ব্যবহার করে 60-100% দ্বারা সম্পূর্ণ স্বয়ংক্রিয়ভাবে স্বয়ংক্রিয় করা যেতে পারে। প্রকল্পটি পরামিতিগুলির আকারে বর্ণিত হওয়ার সাথে সাথে এর গঠন প্রযুক্তিগতভাবে সম্ভাব্য হয়ে ওঠে, উদাহরণস্বরূপ, ভিজ্যুয়াল প্রোগ্রামিং ভাষাগুলি যেমন গ্রাসফোপার ডায়নামো, আধুনিক সিএডি পরিবেশে নির্মিত বা ব্লেন্ডার, ইউই, সর্বজনীন পণ্যগুলিতে বিনামূল্যে সমাধানগুলিতে নির্মিত।



ছবি ৬.৪৪ অধিকাংশ টাইপকৃত প্রকল্প বর্তমানে সম্পূর্ণরূপে স্বয়ংক্রিয়ভাবে তৈরি হচ্ছে প্যারামেট্রিক প্রোগ্রামিং সরঞ্জামের মাধ্যমে।

আজকের দিনে বৃহৎ শিল্প এবং মান নির্ধারিত প্রকল্পগুলি প্রকল্পনির্মাণ বিভাগের হাত থেকে বেরিয়ে এসে প্যারামেট্রিক টুলস এবং ভিজুয়াল প্রোগ্রামিংয়ের মাধ্যমে তৈরি হচ্ছে। এটি মডেল নির্মাণের প্রক্রিয়াকে তথ্যের ভিত্তিতে পরিচালনা করতে সক্ষম করে, যা নির্দিষ্ট প্রকল্পনির্মাণ বা ব্যবস্থাপকের ব্যক্তিগত সিদ্ধান্তের পরিবর্তে।

সামগ্রী ডিজাইনের পূর্বে আসে। সামগ্রী ছাড়া ডিজাইন হল না ডিজাইন, বরং একটি সাজসজ্জা।

জেফ্রি জেন্ডম্যান, ওয়েব ডিজাইনার এবং উদ্যোক্তা

প্রক্রিয়াটি অঙ্কন বা 3D মডেলিংয়ের মাধ্যমে শুরু হয় না, বরং প্রয়োজনীয়তার গঠন দিয়ে শুরু হয়। প্রয়োজনীয়তাগুলি নির্ধারণ করে যে প্রকল্পে কোন উপাদানগুলি ব্যবহার করা হবে, কোন তথ্য অন্যান্য বিভাগ এবং সিস্টেমে প্রেরণ করতে হবে। শুধুমাত্র কাঠামোবদ্ধ প্রয়োজনীয়তার অস্তিত্ব স্বয়ংক্রিয়ভাবে মডেলগুলিকে নিয়মিত ভিত্তিতে পরীক্ষা করার সুযোগ দেয় (যেমন, প্রতি 10 মিনিটে, ডিজাইনারের কাজ থেকে মনোযোগ না সরিয়ে)।

সম্ভবত ভবিষ্যতে CAD- (BIM-) সিস্টেমটি কেবল একটি ইন্টারফেসে পরিণত হবে যা ডেটাবেস পূরণের জন্য ব্যবহৃত হবে, এবং কোন নির্দিষ্ট CAD টুলে মডেলিং (শারীরিক স্তর) করা হচ্ছে তা আর গুরুত্বপূর্ণ হবে না।

ঠিক একইভাবে যন্ত্র প্রকৌশলে প্রায়ই ত্রিমাত্রিক মডেলিং ব্যবহার করা হয়, তবে এটি প্রকল্পের একটি অপরিহার্য বা বাধ্যতামূলক উপাদান নয়। বেশিরভাগ ক্ষেত্রে ক্লাসিক 2D ডকুমেন্টেশন যথেষ্ট, যার ভিত্তিতে সমস্ত প্রয়োজনীয় তথ্য মডেল তৈরি করা হয়। এই মডেলটি শিল্প মান অনুযায়ী গঠিত উপাদানগুলির সমন্বয়ে তৈরি হয় এবং এটি ডিজাইন এবং উৎপাদন সংগঠনের জন্য প্রয়োজনীয় সমস্ত তথ্য ধারণ করে। পরে এর ভিত্তিতে একটি কারখানার তথ্য মডেল গঠন করা হয়, যেখানে নির্দিষ্ট পণ্য এবং প্রযুক্তিগত মানচিত্র যোগ করা হয়, যা প্রযুক্তিবিদদের প্রয়োজনের দিকে মনোনিবেশ

করে। পুরো প্রক্রিয়াটি অতিরিক্ত জটিলতা ছাড়াই সংগঠিত করা যেতে পারে, যেখানে 3D গ্রাফিক্সের প্রয়োজন নেই এবং এটি বাস্তব সুবিধা প্রদান করে না।

এটি বোঝা গুরুত্বপূর্ণ যে 3D মডেল এবং CAD সিস্টেমের প্রধান ভূমিকা থাকা উচিত নয় - এটি কেবলমাত্র পরিমাণগত এবং জ্যামিতিক বিশ্লেষণের জন্য একটি সরঞ্জাম। অন্যান্য সমস্ত প্যারামিটার, যা সত্তাকে বর্ণনা করে, সম্ভব হলে CAD (BIM) পরিবেশের বাইরে সংরক্ষণ এবং প্রক্রিয়া করা উচিত।

প্যারামিটার দ্বারা প্রকল্পনির্মাণ কেবল একটি প্রবণতা নয়, বরং নির্মাণ শিল্পের জন্য একটি অনিবার্য ভবিষ্যৎ। জটিল 3D মডেলগুলি হাতে তৈরি করার পরিবর্তে, প্রকল্পনির্মাতারা ডেটার সাথে কাজ করবেন, সেগুলি যাচাই করবেন এবং প্রক্রিয়াগুলিকে স্বয়ংক্রিয় করবেন, নির্মাণকে প্রোগ্রামিংয়ের জগতের কাছে নিয়ে আসবেন। সময়ের সাথে সাথে প্রকল্পনির্মাণের প্রক্রিয়াগুলি সফটওয়্যার উন্নয়নের নীতির উপর ভিত্তি করে নির্মিত হবে।

- প্রয়োজনীয়তা তৈরি → মডেল তৈরি → সার্ভারে স্থানান্তর → পরিবর্তন যাচাই → পুল রিকোয়েস্ট
- পুল রিকোয়েস্টের (যোগদান-একত্রীকরণ অনুরোধ) আওতায় স্বয়ংক্রিয়ভাবে মডেলের পরীক্ষাগুলি চালু হয় যা প্রয়োজনীয়তার ভিত্তিতে তৈরি করা হয়েছিল প্রকল্পের শুরুতে বা ডিজাইন করার সময়।
- ডেটার গুণগত মান যাচাই করার পর এবং পরিবর্তন অনুমোদিত হলে, সেগুলি প্রকল্পে, সাধারণ ডেটাবেসে বা স্বয়ংক্রিয়ভাবে অন্যান্য সিস্টেমে প্রয়োগ করা হয়।

ইতিমধ্যেই যন্ত্র প্রকৌশলে এই ধরনের প্রকল্প পরিবর্তনগুলি পরিবর্তনের বিজ্ঞপ্তি তৈরি করার মাধ্যমে শুরু হচ্ছে। একটি অনুরূপ কাঠামো নির্মাণ শিল্পকেও প্রত্যাশিত: প্রকল্পনির্মাণ একটি পুনরাবৃত্ত প্রক্রিয়া হবে, যেখানে প্রতিটি পদক্ষেপ প্যারামেট্রিক প্রয়োজনীয়তার দ্বারা সমর্থিত। এই ধরনের একটি ব্যবস্থা প্রকল্পনির্মাতাদের স্বয়ংক্রিয় পরীক্ষা এবং নির্দিষ্ট প্রয়োজনীয়তার জন্য স্বয়ংক্রিয় পুল রিকোয়েস্ট তৈরি করতে সক্ষম করবে।

ভবিষ্যতের প্রকল্পনির্মাতা হলেন, প্রথমত, তথ্যের অপারেটর, এবং হাতের দ্বারা মডেলিংকারী নয়। তার কাজ হল প্রকল্পকে প্যারামেট্রিক সত্তাগুলির মাধ্যমে পূর্ণ করা, যেখানে জ্যামিতি কেবল একটি বৈশিষ্ট্য।

তথ্য মডেলিং, শ্রেণীবিভাগ এবং মানকীকরণের গুরুত্ব বোঝা এই রূপান্তরের একটি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করবে, যা বইয়ের পূর্ববর্তী অধ্যায়গুলিতে বিস্তারিতভাবে আলোচনা করা হয়েছে। ভবিষ্যতে প্রকল্পনির্মাণ নিয়ন্ত্রণকারী বিধিমালা কী-মান প্যারামিটারগুলির জোড়ে XLSX বা XML স্কিমার আকারে তৈরি করা হবে।

নির্মাণ শিল্পের ভবিষ্যৎ হল তথ্য সংগ্রহ, তাদের বিশ্লেষণ, যাচাইকরণ এবং বিশ্লেষণাত্মক সরঞ্জামগুলির মাধ্যমে প্রক্রিয়াগুলির স্বয়ংক্রিয়করণ। BIM (অথবা CAD) একটি চূড়ান্ত লক্ষ্য নয়, বরং একটি বিবর্তনের পর্যায়। যখন বিশেষজ্ঞরা বুঝতে পারবেন যে তারা ঐতিহ্যবাহী CAD সরঞ্জামগুলি এড়িয়ে সরাসরি তথ্যের সাথে কাজ করতে পারেন, তখন "BIM" শব্দটি ধীরে ধীরে নির্মাণ প্রকল্পের কাঠামোবদ্ধ এবং গ্রানুলার তথ্য ব্যবহারের ধারণাগুলির জন্য স্থান ছেড়ে দেবে।

রূপান্তরকে ত্বরান্বিত করার একটি মূল কারণ হল বড় ভাষার মডেল (LLM) এবং তাদের ভিত্তিতে তৈরি সরঞ্জামগুলির আবির্ভাব। এই প্রযুক্তিগুলি প্রকল্পের তথ্যের সাথে কাজ করার পদ্ধতিকে পরিবর্তন করেছে, যা গভীর API বা বিক্রেতার সমাধানের জ্ঞান ছাড়াই তথ্যের অ্যাক্সেস পাওয়ার অনুমতি দেয়। LLM-এর মাধ্যমে প্রয়োজনীয়তা তৈরি এবং CAD তথ্যের সাথে যোগাযোগের প্রক্রিয়া স্বাভাবিক এবং সহজ হয়ে উঠছে।

প্রকল্পের CAD ডেটা প্রক্রিয়াকরণের প্রক্রিয়ায় LLM এর উদ্ভব

CAD ডেটাবেস এবং খোলা ও সহজ CAD ফরম্যাটগুলির অ্যাক্সেসের সরঞ্জামগুলির উন্নতির পাশাপাশি, প্রকল্পের তথ্য প্রক্রিয়াকরণে বিপ্লবী পরিবর্তনগুলি LLM সরঞ্জামগুলির আবির্ভাব দ্বারা আনা হয়েছে। আগে তথ্যের অ্যাক্সেস প্রধানত জটিল ইন্টারফেসের মাধ্যমে এবং প্রোগ্রামিং এবং API জ্ঞানের প্রয়োজন ছিল, এখন এটি স্বাভাবিক ভাষার মাধ্যমে তথ্যের সাথে যোগাযোগের সুযোগ তৈরি করেছে।

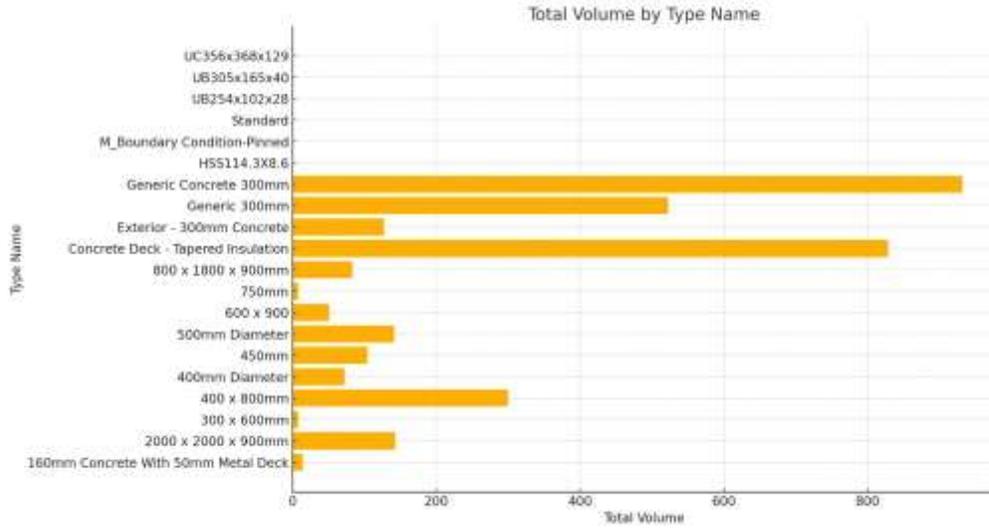
প্রকৌশলীরা, ব্যবস্থাপকরা এবং প্রযুক্তিগত পটভূমি ছাড়া প্রকল্পনির্মাতারা সাধারণ ভাষায় প্রশ্ন করে প্রকল্পের তথ্য থেকে প্রয়োজনীয় তথ্য পেতে পারেন। যদি তথ্যগুলি কাঠামোবদ্ধ এবং উপলব্ধ থাকে (ছবি 4.113), তবে LLM চ্যাটে একটি প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করা যথেষ্ট: "১০ ঘনমিটারের বেশি ভলিউমের সমস্ত দেয়ালকে প্রকারভেদে গ্রুপিং করে একটি টেবিল আকারে দেখাও" – এবং মডেল স্বয়ংক্রিয়ভাবে এই প্রশ্নটিকে SQL বা Pandas কোডে রূপান্তরিত করে, চূড়ান্ত টেবিল, গ্রাফ বা এমনকি একটি প্রস্তুত ডকুমেন্ট তৈরি করে।

নীচে কিছু বাস্তব উদাহরণ দেওয়া হয়েছে যে কিভাবে LLM মডেলগুলি বিভিন্ন CAD (BIM) ফরম্যাটে উপস্থাপিত প্রকল্পের তথ্যের সাথে যোগাযোগ করে।

- ❏ RVT ফরম্যাটের CAD প্রকল্পে LLM চ্যাটে একটি প্রশ্নের উদাহরণ (ছবি 4.113) টেবিলের ডেটাবেসে রূপান্তরের পরে:-

RVT ফাইল থেকে প্রাপ্ত ডেটাবেসে "টাইপের নাম" দ্বারা ডেটা গ্রুপ করুন, "ভলিউম" প্যারামিটারকে যোগ করে এবং গ্রুপে উপাদানের সংখ্যা দেখান। এবং দয়া করে এটি একটি অনুভূমিক হিস্টোগ্রামের আকারে দেখান, শূন্য মান ছাড়া।

২ LLM-এর উত্তর অনুভূমিক হিস্টোগ্রামের আকারে (PNG ফরম্যাট):



চিত্র 6.45 17টি মাউস ক্লিক বা 40টি কোডের লাইন ব্যবহারের পরিবর্তে, প্লাগইনগুলির মাধ্যমে, LLM-এর মাধ্যমে আমরা একটি টেক্সট অনুরোধের মাধ্যমে তাত্ক্ষণিকভাবে QTO টেবিল পেয়ে যাই।

৩ "স্টেন" বিভাগের মোট এলাকা এবং পরিমাণ সহ স্টেনের প্রকারের QTO টেবিল তৈরি করতে, LLM চ্যাটের জন্য একটি টেক্সট অনুরোধ তৈরি করব:

প্রকল্পের ডেটাবেস থেকে শুধুমাত্র সেই উপাদানগুলি নিন, যাদের "শ্রেণী" প্যারামিটারে "OST_Walls" রয়েছে, সেগুলিকে "টাইপের নাম" দ্বারা গ্রুপ করুন, "এলাকা" কলামের মান যোগ করুন, পরিমাণ যোগ করুন এবং শূন্য মানগুলি মুছে টেবিল আকারে প্রদর্শন করুন।

❏ LLM-এর উত্তর একটি প্রস্তুত QTO টেবিলের আকারে:

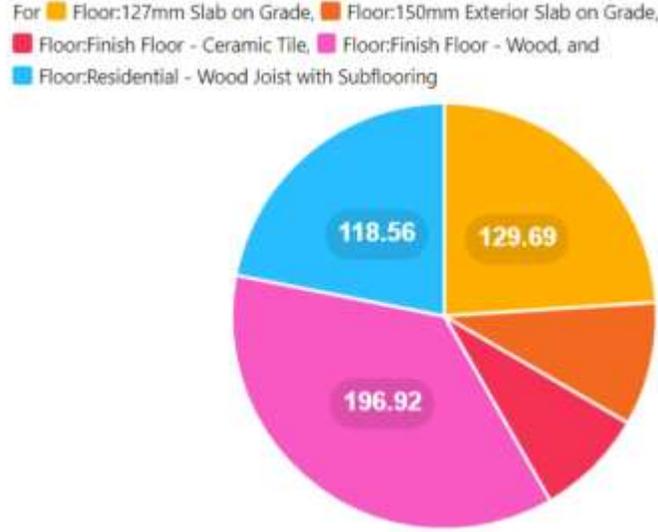
| Type Name | Total Area | Count |
|---------------------------------|-------------|-------|
| CL_W1 | 393.12 sq m | 10 |
| Cavity wall_sliders | 9.37 sq m | 1 |
| Foundation - 300mm Concrete | 30.90 sq m | 1 |
| Interior - 165 Partition (1-hr) | 17.25 sq m | 3 |
| Interior - Partition | 186.54 sq m | 14 |
| Retaining - 300mm Concrete | 195.79 sq m | 10 |
| SH_Curtain wall | 159.42 sq m | 9 |
| SIP 202mm Wall - conc clad | 114.76 sq m | 4 |
| Wall - Timber Clad | 162.91 sq m | 8 |

চিত্র 6.46 প্রাকৃতিক ভাষায় QTO টেবিল তৈরি করা CAD- (BIM-) সরঞ্জামের ব্যবহার করে প্রাপ্ত ফলাফলের মতো একই মানের ফলাফল প্রদান করে /

❏ IFC ফরম্যাটে প্রকল্পে একটি অনুরোধ করব, টেবিল ডেটাবেসে রূপান্তরের পরে এবং যেকোনো LLM চ্যাটে অনুরূপ টেক্সট অনুরোধ প্রবেশ করাব:

প্রকল্পের সেই উপাদানগুলি নিন, যাদের "Parent" প্যারামিটারে Level 1 এবং Level 2 মান রয়েছে, এবং যাদের "Category" প্যারামিটারে IfcSlab মান রয়েছে, তারপর এই উপাদানগুলিকে "ObjectType" প্যারামিটারের দ্বারা গ্রুপ করুন, "PSet_RVT_Dimensions Area" প্যারামিটারের মান যোগ করুন এবং সেগুলিকে একটি পাই চার্টের আকারে প্রদর্শন করুন।

■ IFC ডেটা থেকে উপাদানের গ্রুপের প্রস্তুত পাই চার্টের আকারে LLM-এর উত্তর:



চিত্র 6.47 কাঠামোগত ফরম্যাটে IFC ডেটার জন্য অনুরোধের ফলস্বরূপ যে কোনো ধরনের গ্রাফ হতে পারে, যা ডেটা বোঝার জন্য সুবিধাজনক।

প্রাপ্ত প্রতিটি প্রস্তুত সমাধানের (চিত্র 6.45 - চিত্র 6.47) পিছনে প্যান্ডাস লাইব্রেরি ব্যবহার করে পাইথনে দশটি কোডের লাইন লুকানো রয়েছে। প্রাপ্ত কোডটি LLM চ্যাট থেকে কপি করা যেতে পারে এবং LLM চ্যাটের বাইরে একই ফলাফল পেতে যেকোনো লোকাল বা অনলাইন IDE-তে ব্যবহার করা যেতে পারে।

একই LLM চ্যাটে আমরা শুধুমাত্র 3D CAD (BIM) ফরম্যাট থেকে প্রাপ্ত প্রকল্পগুলির সাথে কাজ করতে পারি না, বরং DWG ফরম্যাটে সমতল অঙ্কনগুলির সাথেও, যেগুলিকে কাঠামোগত ফরম্যাটে রূপান্তরের পরে আমরা LLM চ্যাটে অনুরোধ করতে পারি, উদাহরণস্বরূপ, উপাদানের গ্রুপের তথ্য লাইন বা 3D জ্যামিতির আকারে প্রদর্শন করতে।

LLM এবং Pandas এর সাথে DWG ফাইলের স্বয়ংক্রিয় বিশ্লেষণ

DWG ফাইল থেকে ডেটা প্রক্রিয়াকরণের প্রক্রিয়া তথ্যের অগঠনমূলকতার কারণে সবসময় একটি জটিল কাজ ছিল, যা বিশেষায়িত সফটওয়্যার এবং প্রায়শই ম্যানুয়াল বিশ্লেষণের প্রয়োজন। তবে কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা এবং LLM সরঞ্জামের উন্নতির সাথে, আজকের দিনে এই প্রক্রিয়ার অনেক পর্যায় স্বয়ংক্রিয় করা সম্ভব হয়েছে, যা মূলত ম্যানুয়াল প্রক্রিয়া। DWG অঙ্কনের সাথে কাজ করার জন্য LLM (এই উদাহরণে ChatGPT) এর জন্য অনুরোধের একটি বাস্তব পাইপলাইন পর্যালোচনা করা যাক, যা প্রকল্পের সাথে কাজ করতে সক্ষম:

- DWG ডেটা স্তর, ID এবং সমন্বয় দ্বারা ফিল্টার করা
- উপাদানের জ্যামিতি ভিজ্যুয়ালাইজ করা
- প্যারামিটারগুলির ভিত্তিতে অঙ্কন স্বয়ংক্রিয়ভাবে মন্তব্য করা
- দেওয়ালের পলিলাইনগুলি অনুভূমিক প্লেনে প্রসারিত করা
- সমতল ডেটার ইন্টারেক্টিভ 3D ভিজ্যুয়ালাইজেশন তৈরি করা

■ জটিল CAD সরঞ্জাম ছাড়াই নির্মাণের ডেটা কাঠামোবদ্ধ এবং বিশ্লেষণ করা

আমাদের ক্ষেত্রে পাইপলাইন নির্মাণের প্রক্রিয়া LLM-এর মাধ্যমে ধারাবাহিকভাবে কোড তৈরি করার মাধ্যমে শুরু হয়। প্রথমে একটি অনুরোধ তৈরি করা হয়, যা কাজের বর্ণনা করে। ChatGPT পাইথন কোড তৈরি করে, যা কার্যকরী হয় এবং বিশ্লেষণ করা হয়, চ্যাটের মধ্যে ফলাফল প্রদর্শন করে। যদি ফলাফল প্রত্যাশার সাথে মেলে না, তবে অনুরোধটি সংশোধন করা হয় এবং প্রক্রিয়া পুনরাবৃত্তি করা হয়।

পাইপলাইন হল একটি স্বয়ংক্রিয় পদক্ষেপের ধারাবাহিকতা, যা তথ্য প্রক্রিয়াকরণ এবং বিশ্লেষণের জন্য সম্পন্ন হয়। এই প্রক্রিয়ায় প্রতিটি পর্যায়ে ইনপুট হিসাবে তথ্য গ্রহণ করা হয়, রূপান্তর সম্পন্ন হয় এবং ফলাফল পরবর্তী পদক্ষেপে প্রেরণ করা হয়।

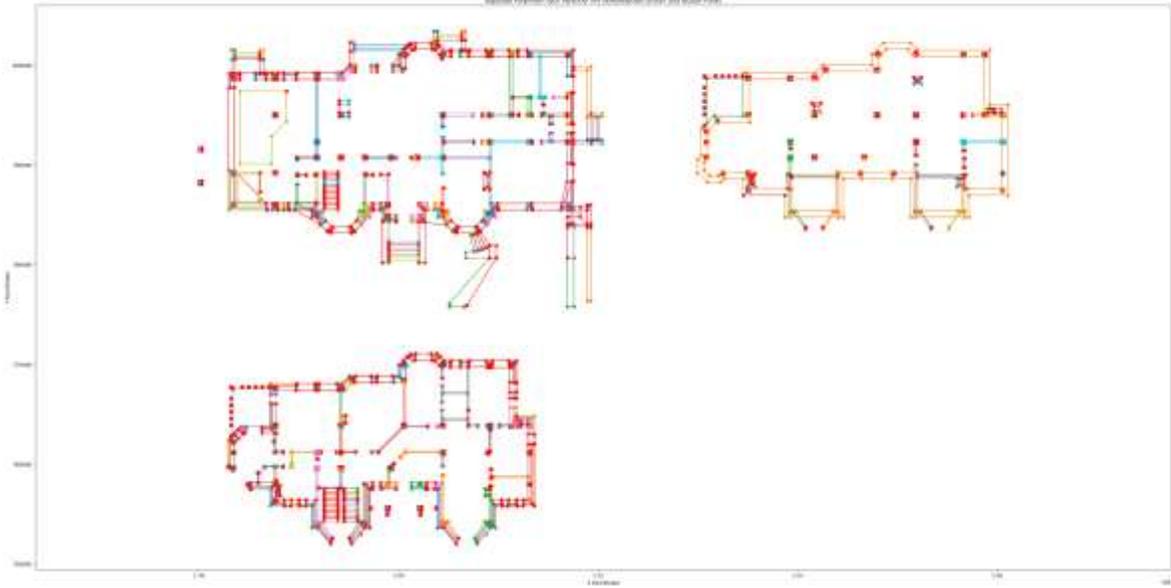
প্রয়োজনীয় ফলাফল পাওয়ার পর কোডটি LLM থেকে কপি করা হয় এবং এটি যেকোনো সুবিধাজনক IDE-তে ব্লক আকারে কোডে স্থাপন করা হয়, আমাদের ক্ষেত্রে Kaggle.com প্ল্যাটফর্মে। প্রাপ্ত কোডের টুকরোগুলি একটি একক পাইপলাইনে একত্রিত করা হয়, যা পুরো প্রক্রিয়াটিকে স্বয়ংক্রিয় করে – তথ্য লোড করা থেকে শুরু করে চূড়ান্ত বিশ্লেষণ পর্যন্ত। এই ধরনের পদ্ধতি দ্রুত বিশ্লেষণাত্মক প্রক্রিয়া তৈরি এবং স্কেল করার অনুমতি দেয়, প্রোগ্রামিংয়ে গভীর দক্ষতা ছাড়াই। নিচে উল্লিখিত সমস্ত কোডের পূর্ণাঙ্গ টুকরোগুলি এবং উদাহরণস্বরূপ অনুরোধগুলি আপনি Kaggle.com প্ল্যাটফর্মে "DWG Analyse with ChatGPT | DataDrivenConstruction" অনুসন্ধান করে খুঁজে পেতে পারেন।

DWG ডেটার সাথে কাজের প্রক্রিয়া শুরু করা যাক, কাঠামোগত রূপে রূপান্তরের পর (ছবি 4.113), ক্লাসিক্যাল পদক্ষেপ থেকে – সমস্ত ডেটা থেকে আমাদের কাজের জন্য প্রয়োজনীয় দেয়ালের উপাদানগুলির গ্রুপিং এবং ফিল্টারিং, বিশেষ করে পলিলাইন (প্যারামিটার 'ParentID' লাইনগুলিকে গ্রুপে গ্রুপ করতে সহায়তা করে), যেখানে "লেয়ার" প্যারামিটারে (ডেটাফ্রেমের কলামে) একটি স্ট্রিং মান রয়েছে, যা নিম্নলিখিত অক্ষরের সংমিশ্রণ (RegEx) - "wall" ধারণ করে।

- ❏ এই ধরনের কাজের জন্য কোড এবং ছবির আকারে ফলাফল পেতে LLM-এ নিম্নলিখিত অনুরোধটি লিখতে হবে:

প্রথমে পরীক্ষা করুন যে DWG থেকে প্রাপ্ত ডেটাফ্রেমে নির্দিষ্ট কলামগুলি রয়েছে কি না: 'Layer', 'ID', 'ParentID' এবং 'Point'। তারপর 'Layer' কলাম থেকে 'wall' স্ট্রিং ধারণকারী আইডিগুলি ফিল্টার করুন। 'ParentID' কলামে সেই আইডিগুলির সাথে সম্পর্কিত উপাদানগুলি খুঁজুন। 'Point' কলামে ডেটা পরিষ্কার এবং বিভক্ত করার জন্য একটি ফাংশন নির্ধারণ করুন। এর মধ্যে বন্ধনীগুলি অপসারণ এবং 'x', 'y' এবং 'z' সমন্বয়ে মানগুলি বিভক্ত করা অন্তর্ভুক্ত রয়েছে। matplotlib ব্যবহার করে ডেটার একটি গ্রাফ তৈরি করুন। প্রতিটি অনন্য 'ParentID' এর জন্য একটি পৃথক পলিলাইন আঁকুন, যা "Point" এর সমন্বয়গুলি সংযুক্ত করে। যদি সম্ভব হয় তবে প্রথম এবং শেষ পয়েন্টগুলি সংযুক্ত করুন। যথাযথ লেবেল এবং শিরোনাম স্থাপন করুন, x এবং y অক্ষের মধ্যে সমান স্কেলিং নিশ্চিত করুন।

- ❏ LLM এর উত্তর একটি প্রস্তুত ছবি প্রদান করবে, যা তার কোডের মাধ্যমে তৈরি হয়েছে যা পাইথন ভাষায় লেখা হয়েছে:



ছবি 6.48 LLM DWG ফাইল থেকে "wall" লেয়ারের সমস্ত লাইন বের করেছে, তাদের সমন্বয় পরিষ্কার করেছে এবং পাইথনের একটি লাইব্রেরির মাধ্যমে পলিলাইনগুলি তৈরি করেছে।

- এখন আমরা লাইনগুলিতে একটি স্কেলের প্যারামিটার যোগ করব, যা প্রতিটি পলিলাইনের নিজস্ব বৈশিষ্ট্যগুলিতে রয়েছে (ডেটাফ্রেমের একটি কলামে):

এখন প্রতিটি পলিলাইন থেকে শুধুমাত্র একটি "ParentID" পান - এই আইডিটি "ID" কলামে খুঁজুন, "Area" এর মান নিন, 1,000,000 দ্বারা ভাগ করুন এবং এই মানটি গ্রাফে যোগ করুন।

- LLM এর উত্তর একটি নতুন গ্রাফ দেখাবে, যেখানে প্রতিটি পলিলাইনের সাথে তার ক্ষেত্রের একটি লেবেল যুক্ত হবে:

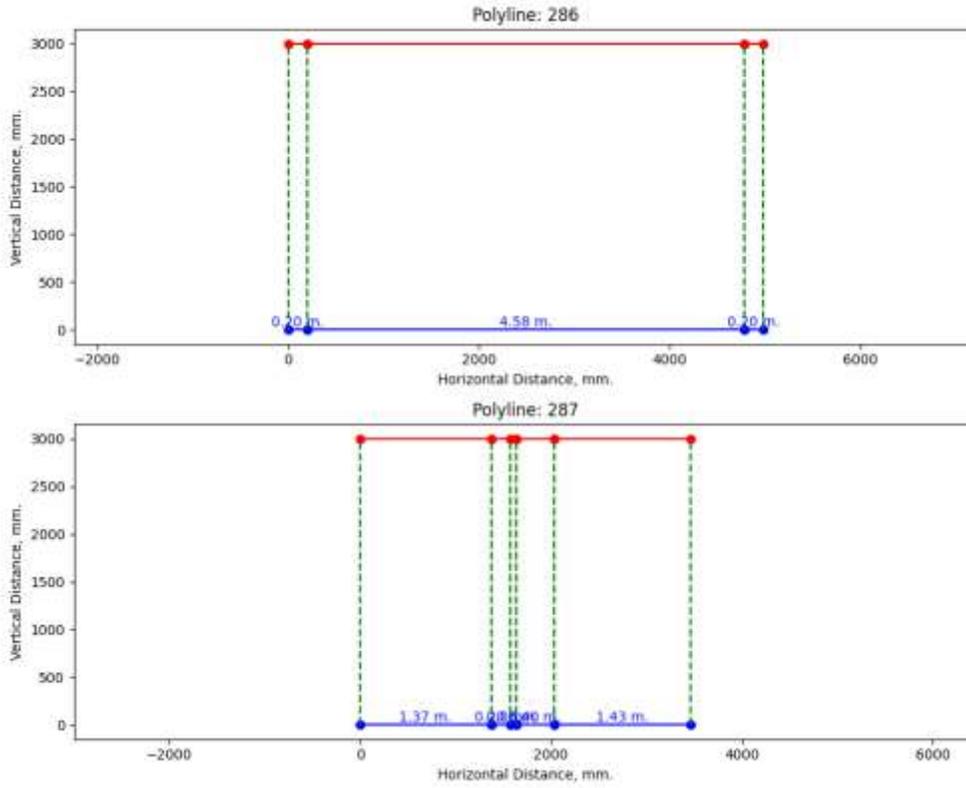


ছবি 6.49 LLM কোডটি সম্পূর্ণ করেছে, যা প্রতিটি পলিলাইনের জন্য ক্ষেত্রের মান গ্রহণ করে এবং এটি লাইনগুলির ভিজ্যুয়ালাইজেশনের ছবিতে যোগ করে।

- পরবর্তীতে, প্রতিটি পলিলাইনকে একটি অনুভূমিক লাইনে রূপান্তরিত করা হবে, 3000 মিমি উচ্চতায় একটি সমান্তরাল লাইন যোগ করা হবে এবং এগুলিকে একটি সমতলে সংযুক্ত করা হবে, যাতে দেয়াল উপাদানের পৃষ্ঠের বিন্যাস প্রদর্শন করা যায়।

"লেয়ার" কলামে "ওয়াল" মানের সমস্ত উপাদান সংগ্রহ করতে হবে। এই ID গুলিকে "ID" কলাম থেকে একটি তালিকা হিসেবে গ্রহণ করুন এবং এই ID গুলিকে পুরো ডেটাবেসের "ParentID" কলামে খুঁজুন। সমস্ত উপাদান হল লাইন, যা একটি পলিলাইন-এ একত্রিত হয়। প্রতিটি লাইনের একটি জ্যামিতি রয়েছে, প্রথম পয়েন্টের x, y কলামে। প্রতিটি পলিলাইনকে একে একে নিয়ে, 0,0 পয়েন্ট থেকে অনুভূমিকভাবে পলিলাইনের প্রতিটি সেগমেন্টের দৈর্ঘ্য তৈরি করুন। পলিলাইনের প্রতিটি সেগমেন্টের দৈর্ঘ্য একটি লাইনে। তারপর 3000 মিমি উপরে একই ধরনের লাইন তৈরি করুন, সমস্ত পয়েন্টকে একটি সমতলে সংযুক্ত করুন।

2 LLM এর উত্তর কোড তৈরি করবে যা দেয়ালগুলির সমতল নির্মাণের জন্য সহায়ক।

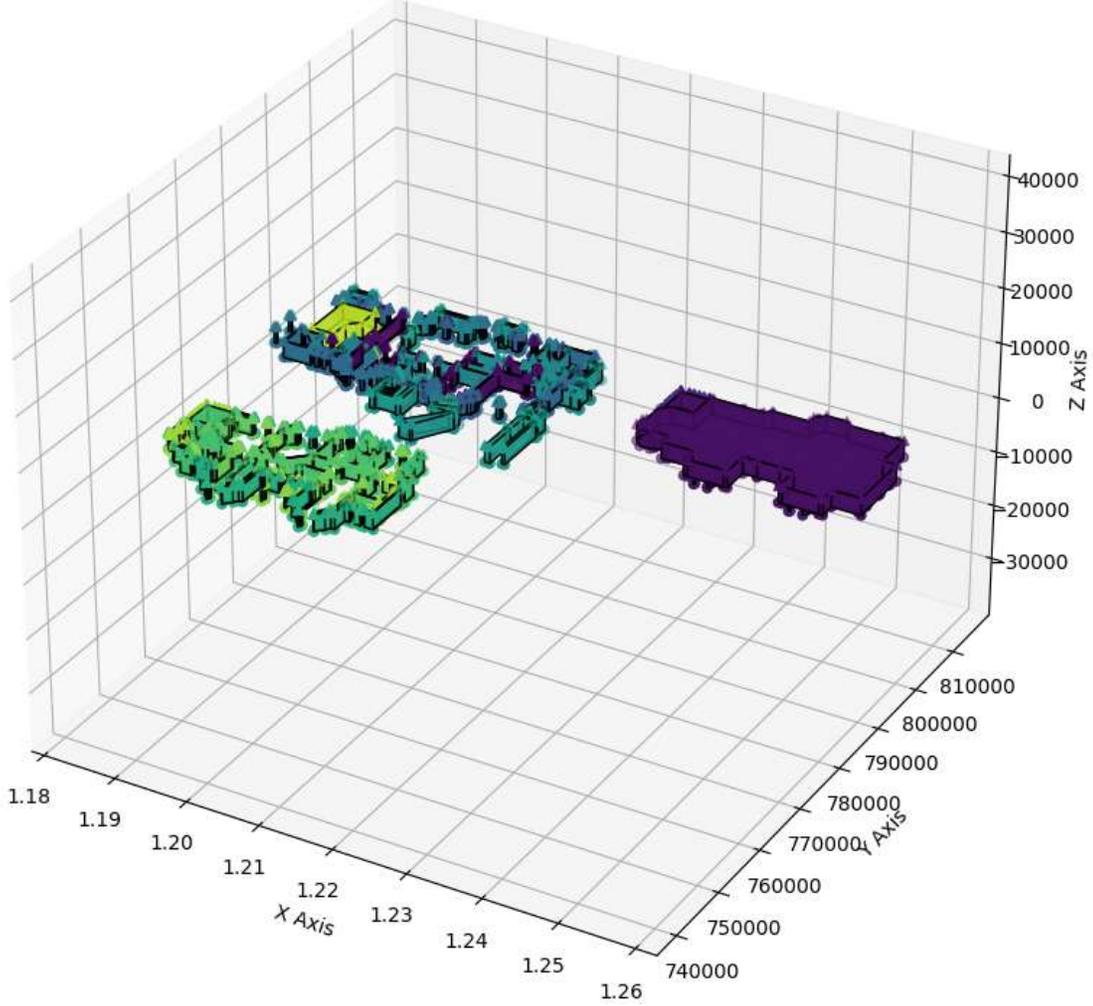


প্রতিটি পলিলাইনকে প্রস্পটের মাধ্যমে একটি সমতলে রূপান্তরিত করা হয়, যা দেয়ালের সমতলগুলি সরাসরি LLM চ্যাটে স্পষ্টভাবে প্রদর্শন করে।

3 এখন আমরা দুই-মাত্রিক প্রকল্প থেকে সমতল লাইনগুলির 3D মডেলে দেয়ালে রূপান্তরিত হব।

3D তে দেয়ালের উপাদানগুলি চিত্রিত করুন, পলিলাইনগুলিকে $z = 0$ এবং $z = 3000$ মিমি উচ্চতায় সংযুক্ত করে। একটি বন্ধ জ্যামিতি তৈরি করতে, যা ভবনের দেয়ালকে উপস্থাপন করে। Matplotlib এর 3D গ্রাফিক ব্যবহার করুন।

- LLM একটি ইন্টারেক্টিভ 3D গ্রাফিক তৈরি করবে, যেখানে প্রতিটি পলিলাইন একটি সমতলের সেট হিসেবে উপস্থাপিত হবে। ব্যবহারকারী কম্পিউটার মাউসের মাধ্যমে উপাদানগুলির মধ্যে স্বাধীনভাবে চলাফেরা করতে পারবে, 3D মোডে মডেলটি অনুসন্ধান করতে পারবে, চ্যাট থেকে কোড IDE তে কপি করে।



LLM কোড [129] তৈরি করতে সহায়তা করেছে যা 3D দৃশ্যে সমতল লাইনগুলির চিত্রায়নের জন্য, যা IDE এর 3D ভিউয়ার মধ্যে অধ্যয়ন করা যেতে পারে /

একটি যুক্তিসঙ্গত এবং পুনরুত্পাদনযোগ্য পাইপলাইন তৈরি করতে – প্রাথমিক রূপান্তর এবং DWG ফাইলের লোডিং থেকে চূড়ান্ত ফলাফল প্রাপ্তির জন্য – প্রতিটি পদক্ষেপের পরে LLM দ্বারা তৈরি কোড ব্লকটি IDE তে কপি করার সুপারিশ করা হয়। এইভাবে, আপনি কেবল চ্যাটে ফলাফল পরীক্ষা করেন না, বরং এটি আপনার উন্নয়ন পরিবেশে তাত্ক্ষণিকভাবে চালান। এটি প্রক্রিয়াটিকে ধারাবাহিকভাবে নির্মাণ করতে সহায়তা করে, প্রয়োজন অনুযায়ী এটি ডিবাগ এবং অভিযোজিত করতে।

সমস্ত টুকরোর সম্পূর্ণ পাইপলাইন কোড (চিত্র 6.48 - চিত্র 6.411) উদাহরণস্বরূপ প্রস্পট সহ আপনি Kaggle.com প্ল্যাটফর্মে "DWG Analyse with ChatGPT | DataDrivenConstruction" অনুসন্ধান করে খুঁজে পেতে পারেন [129]। Kaggle এ আপনি কোড এবং ব্যবহৃত প্রস্পটগুলি দেখতে পারেন, পাশাপাশি সমস্ত পাইপলাইনটি মূল DWG

ডেটাফ্রেমগুলির সাথে ক্লাউড পরিবেশে বিনামূল্যে পরীক্ষা করতে এবং কপি করতে পারেন, অতিরিক্ত সফটওয়্যার এবং IDE ইনস্টল করার প্রয়োজন ছাড়াই।-

এই অধ্যায়ে উপস্থাপিত পদ্ধতি DWG প্রকল্পের ভিত্তিতে সম্পূর্ণ স্বয়ংক্রিয়ভাবে যাচাইকরণ, প্রক্রিয়াকরণ এবং নথি তৈরি করতে সক্ষম। উন্নত পাইপলাইনটি একক অঙ্কন প্রক্রিয়াকরণের পাশাপাশি দশ, শত এবং হাজার DWG ফাইলের ব্যাচ প্রক্রিয়াকরণের জন্য উপযুক্ত, প্রতিটি প্রকল্পের জন্য প্রয়োজনীয় রিপোর্ট এবং ভিজুয়লাইজেশন স্বয়ংক্রিয়ভাবে তৈরি করে।

প্রক্রিয়াটি ধারাবাহিক এবং স্বচ্ছভাবে গঠন করা যেতে পারে: প্রথমে CAD ফাইল থেকে ডেটা স্বয়ংক্রিয়ভাবে XLSX ফরম্যাটে রূপান্তরিত হয়, তারপর একটি ডেটাফ্রেমে লোড করা হয়, এর পরে গ্রুপিং, যাচাইকরণ এবং ফলাফল তৈরি করা হয় – সবকিছু একটি Jupyter নোটবুক বা Python স্ক্রিপ্টে, যে কোনও জনপ্রিয় IDE-তে বাস্তবায়িত হয়। প্রয়োজন হলে, প্রক্রিয়াটি প্রকল্প ডকুমেন্টেশন ব্যবস্থাপনা সিস্টেমের সাথে সংহতকরণের মাধ্যমে সহজেই সম্প্রসারিত করা যায়: CAD ফাইলগুলি নির্ধারিত মানদণ্ড অনুযায়ী স্বয়ংক্রিয়ভাবে নিষ্কাশন করা যেতে পারে, ফলাফলগুলি আবার সংরক্ষণ সিস্টেমে ফিরিয়ে দেওয়া যেতে পারে এবং ব্যবহারকারীদের ফলাফলের প্রস্তুতির বিষয়ে ইমেইল বা মেসেঞ্জারের মাধ্যমে অবহিত করা যেতে পারে।

প্রকল্প ডেটার সাথে কাজ করার জন্য LLM চ্যাট এবং এজেন্টগুলির ব্যবহার বিশেষায়িত CAD প্রোগ্রামের উপর নির্ভরতা কমাতে এবং ম্যানুয়াল ইন্টারফেসের সাথে মিথস্ক্রিয়া ছাড়াই স্থাপত্য প্রকল্পগুলির বিশ্লেষণ এবং ভিজুয়লাইজেশন সম্পাদন করতে সক্ষম করে – মাউস ক্লিক এবং মেনুর জটিল নেভিগেশন মনে রাখার প্রয়োজন ছাড়াই।

প্রতিদিন নির্মাণ শিল্পে LLM, গ্রানুলেটেড স্ট্রাকচারড ডেটা, ডেটাফ্রেম এবং কলামযুক্ত ডেটাবেস সম্পর্কে আরও বেশি শোনা যাবে। বিভিন্ন ডেটাবেস এবং CAD ফরম্যাট থেকে গঠিত একককৃত দুই-মাত্রিক ডেটাফ্রেম আধুনিক বিশ্লেষণাত্মক সরঞ্জামের জন্য আদর্শ জ্বালানি হয়ে উঠবে, যা অন্যান্য অর্থনৈতিক খাতের বিশেষজ্ঞদের দ্বারা সক্রিয়ভাবে ব্যবহৃত হয়।

স্বয়ংক্রিয়করণের প্রক্রিয়া উল্লেখযোগ্যভাবে সহজতর হবে - বন্ধ নীচের পণ্যগুলির API অধ্যয়ন করার এবং প্যারামিটার বিশ্লেষণ বা রূপান্তরের জন্য জটিল স্ক্রিপ্ট লেখার পরিবর্তে, এখন কেবল একটি সেট পৃথক টেমপ্লেট কমান্ডের মাধ্যমে কাজটি ফর্মুলেট করা যথেষ্ট হবে, যা প্রয়োজনীয় প্রোগ্রামিং ভাষার জন্য প্রয়োজনীয় পাইপলাইন বা ওয়ার্কফ্লো প্রক্রিয়ায় সাজানো হবে, যা প্রায় যেকোনো ডিভাইসে বিনামূল্যে চালু করা যায়। CAD (BIM) সরঞ্জামগুলির বিক্রেতাদের কাছ থেকে নতুন পণ্য, ফরম্যাট, প্লাগইন বা আপডেটের জন্য আর অপেক্ষা করার প্রয়োজন হবে না। প্রকৌশলীরা এবং নির্মাতারা সহজ, বিনামূল্যে এবং বোঝার সহজ সরঞ্জামগুলি ব্যবহার করে ডেটার সাথে স্বাধীনভাবে কাজ করার সুযোগ পাবেন, যার জন্য LLM চ্যাট এবং এজেন্টগুলি সহায়তা করবে।

পরবর্তী পদক্ষেপ: বন্ধ ফরম্যাট থেকে ওপেন ডেটায় স্থানান্তর

ভবিষ্যতের প্রকল্প ডেটার সাথে কাজ করার সময়, কারও জন্যই সম্ভবত প্রয়োজন হবে না যে তারা প্রোপ্রাইটারি সরঞ্জামের জ্যামিতিক কোরগুলিতে গভীরভাবে প্রবেশ করে বা একই তথ্য ধারণকারী শত শত অ-সম্পূর্ণ ফরম্যাট অধ্যয়ন করে। তবে, কেন খোলামেলা স্ট্রাকচারড ডেটায় স্থানান্তর গুরুত্বপূর্ণ তা বোঝার অভাব থাকলে, নতুন বিনামূল্যে সরঞ্জাম, খোলামেলা ডেটা এবং পদ্ধতিগুলির ব্যবহার প্রয়োজনীয়তা যুক্তি করা কঠিন হবে, যা সম্ভবত সফটওয়্যার বিক্রেতাদের দ্বারা প্রচারিত হবে না।

এই অধ্যায়ে আমরা CAD (BIM) ডেটার মূল বৈশিষ্ট্যগুলি, তাদের সীমাবদ্ধতা এবং সম্ভাবনা এবং বিক্রেতাদের বিপণন প্রতিশ্রুতির সত্ত্বেও, প্রকৌশলীরা এবং ডিজাইনাররা প্রতিদিন প্রকল্পের তথ্য নিষ্কাশন, স্থানান্তর এবং বিশ্লেষণে সমস্যার

সম্মুখীন হন তা আলোচনা করেছি। এই সিস্টেমগুলির স্থাপত্য বোঝা এবং খোলামেলা ফরম্যাট এবং LLM-এর মাধ্যমে স্বয়ংক্রিয়করণের ভিত্তিতে বিকল্প পদ্ধতিগুলির সাথে পরিচিতি একজন বিশেষজ্ঞের জীবনকে উল্লেখযোগ্যভাবে সহজতর করতে পারে, কোম্পানিগুলির কথা তো বাদই দিলাম। এই অংশের সারসংক্ষেপ করতে, কিছু মূল ব্যবহারিক পদক্ষেপ তুলে ধরা উচিত, যা আপনার দৈনন্দিন কাজগুলিতে আলোচিত পদ্ধতিগুলি প্রয়োগ করতে সহায়তা করবে:

- প্রকল্প ডেটার সাথে কাজ করার জন্য আপনার সরঞ্জামগুলি সম্প্রসারিত করুন
 - আপনার ব্যবহৃত CAD (BIM) সিস্টেমগুলি থেকে ডেটা নিষ্কাশনের জন্য উপলব্ধ প্লাগইন এবং ইউটিলিটিগুলি অধ্যয়ন করুন
 - বন্ধ ফরম্যাট থেকে ডেটা নিষ্কাশন স্বয়ংক্রিয় করতে সক্ষম SDK এবং API উপলব্ধ রয়েছে কিনা তা অধ্যয়ন করুন, যাতে বিশেষায়িত সফটওয়্যার ম্যানুয়ালি খুলতে হয় না।
 - ওপেন নন-প্যারামেট্রিক জ্যামিতির ফরম্যাট (OBJ, glTF, USD, DAE) এবং সংশ্লিষ্ট ওপেন লাইব্রেরিগুলির সাথে কাজ করার মৌলিক দক্ষতা অর্জন করুন।
 - প্রকল্পের মেটাডেটা সংরক্ষণের একটি ব্যবস্থা CAD (BIM) সমাধানগুলির বাইরে আলাদা করে চিন্তা করার চেষ্টা করুন, যা বিশ্লেষণ এবং অন্যান্য সিস্টেমের সাথে সংহতকরণকে সহজতর করবে।
 - ডেটা ফরম্যাটগুলির মধ্যে রূপান্তরের প্রশ্নগুলির স্বয়ংক্রিয়করণের জন্য LLM ব্যবহার করুন।
- প্রকল্পের তথ্য প্রক্রিয়াকরণের নিজস্ব প্রক্রিয়া তৈরি করুন।
 - মডেলিংয়ের জন্য কাজ এবং প্রয়োজনীয়তাগুলি সহজ এবং কাঠামোবদ্ধ ফরম্যাটে প্যারামিটার এবং তাদের মানের মাধ্যমে বর্ণনা করতে শুরু করুন।
 - প্রায়শই সম্পন্ন অপারেশনের জন্য একটি ব্যক্তিগত স্ক্রিপ্ট বা কোড ব্লকের লাইব্রেরি তৈরি করুন।
- আপনার কাজের মধ্যে ওপেন স্ট্যান্ডার্ডগুলির ব্যবহার প্রচার করুন।
 - সহকর্মী এবং অংশীদারদের ওপেন ফরম্যাটে, সফটওয়্যার ভেভরের ইকোসিস্টেম দ্বারা সীমাবদ্ধ নয়, ডেটা বিনিময় করার প্রস্তাব দিন।
 - নির্দিষ্ট উদাহরণের মাধ্যমে কাঠামোবদ্ধ ডেটার ব্যবহারের সুবিধাগুলি প্রদর্শন করুন।
 - বন্ধ ফরম্যাটের সমস্যা এবং সম্ভাব্য সমাধানগুলি নিয়ে আলোচনা শুরু করুন।

যদিও আপনি CAD- (BIM-) প্ল্যাটফর্মের প্রতি কোম্পানির নীতিতে পরিবর্তন আনতে পারেন না, ওপেন ফরম্যাটে প্রকল্পের ডেটার সাথে কাজ করার নীতিগুলি ব্যক্তিগতভাবে বোঝা আপনার কাজের দক্ষতা উল্লেখযোগ্যভাবে বাড়িয়ে তুলবে। বিভিন্ন ফরম্যাট থেকে ডেটা আহরণ এবং রূপান্তরের জন্য নিজস্ব সরঞ্জাম এবং পদ্ধতি তৈরি করে, আপনি কেবল আপনার কাজের প্রবাহকে অর্পিতমাইজ করবেন না, বরং স্ট্যান্ডার্ড সফটওয়্যার সমাধানের সীমাবদ্ধতা এড়ানোর জন্য নমনীয়তা অর্জন করবেন।



VII অংশ

ডেটা ভিত্তিক সিদ্ধান্ত গ্রহণ, বিশ্লেষণ, স্বয়ংক্রিয়তা এবং মেশিন লার্নিং

সপ্তম অংশটি নির্মাণ শিল্পে ডেটা বিশ্লেষণ এবং প্রক্রিয়াকরণের স্বয়ংক্রিয়করণের উপর নিবেদিত। এখানে আলোচনা করা হয়েছে কিভাবে ডেটা সিদ্ধান্ত গ্রহণের ভিত্তি হয়ে ওঠে এবং কার্যকর বিশ্লেষণের জন্য তথ্যের ভিজ্যুয়ালাইজেশনের নীতিগুলি ব্যাখ্যা করা হয়েছে। মূল কার্যকারিতা সূচক (KPI), বিনিয়োগের ফেরত (ROI) মূল্যায়নের পদ্ধতি এবং প্রকল্পের পর্যবেক্ষণের জন্য তথ্য প্যানেল তৈরির বিষয়ে বিস্তারিত আলোচনা করা হয়েছে। ETL (Extract, Transform, Load) প্রক্রিয়া এবং স্বয়ংক্রিয়করণের উপর বিশেষ গুরুত্ব দেওয়া হয়েছে, যা বিচ্ছিন্ন ডেটাকে বিশ্লেষণের জন্য কাঠামোবদ্ধ তথ্যে রূপান্তর করতে সক্ষম করে। অটোমেটেড ডেটা পাইপলাইন তৈরি করতে Apache Airflow, Apache NiFi এবং n8n-এর মতো ওয়ার্কফ্লো অর্কেস্ট্রেশন টুলগুলি আলোচনা করা হয়েছে, যা গভীর প্রোগ্রামিং জ্ঞান ছাড়াই ডেটা পাইপলাইন তৈরি করতে সক্ষম করে। বড় ভাষার মডেল (LLM) এবং তাদের ডেটা বিশ্লেষণ এবং রুটিন কাজের স্বয়ংক্রিয়করণের জন্য প্রয়োগের ক্ষেত্রে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রয়েছে।

অধ্যায় 7.1.

ডেটা বিশ্লেষণ এবং ডেটা ভিত্তিক সিদ্ধান্ত গ্রহণ

তথ্য সংগ্রহ, কাঠামোবদ্ধকরণ, পরিষ্কারকরণ এবং যাচাইকরণের পর একটি সম্পূর্ণ এবং বিশ্লেষণের জন্য উপযোগী ডেটা সেট গঠিত হয়েছে। বইয়ের পূর্ববর্তী অংশগুলিতে বিভিন্ন উৎসের সিস্টেম্যাটাইজেশন এবং কাঠামোবদ্ধকরণের বিষয়টি আলোচনা করা হয়েছে – PDF ডকুমেন্ট এবং বৈঠকের টেক্সট রেকর্ড থেকে CAD মডেল এবং জ্যামিতিক ডেটা পর্যন্ত। বিভিন্ন সিস্টেম এবং শ্রেণীবিভাগের প্রয়োজনীয়তার সাথে তথ্যের যাচাইকরণ এবং সামঞ্জস্য করার প্রক্রিয়া, ডুপ্লিকেট এবং বিরোধ নিষ্কাশনের বিষয়ে বিস্তারিত আলোচনা করা হয়েছে।

এই তথ্যের উপর ভিত্তি করে (বইয়ের তৃতীয় এবং চতুর্থ অংশ) সমস্ত হিসাব – সহজ রূপান্তর থেকে শুরু করে সময়, খরচ এবং ESG সূচকগুলির হিসাব (পঞ্চম অংশ) – বৃহৎ বিশ্লেষণাত্মক কাজের ভিত্তি গঠন করে। এগুলি প্রকল্পের বর্তমান অবস্থা বোঝার, এর পরামিতি মূল্যায়ন এবং পরবর্তী সিদ্ধান্ত গ্রহণের জন্য একটি ভিত্তি তৈরি করে। ফলস্বরূপ, হিসাবের মাধ্যমে তথ্যগুলি বিচ্ছিন্ন রেকর্ডের একটি সেট থেকে একটি পরিচালনাযোগ্য সম্পদে পরিণত হয়, যা ব্যবসার মূল প্রশ্নগুলির উত্তর দিতে সক্ষম।

পূর্ববর্তী অধ্যায়গুলিতে তথ্য সংগ্রহের প্রক্রিয়া এবং নির্মাণ শিল্পের জন্য সাধারণ ব্যবসায়িক কেস এবং প্রক্রিয়াগুলির জন্য তাদের গুণমান নিয়ন্ত্রণের উপর বিস্তারিত আলোচনা করা হয়েছে। এই প্রসঙ্গে বিশ্লেষণ অন্যান্য শিল্পের প্রয়োগগুলির সাথে অনেকটাই সাদৃশ্যপূর্ণ, তবে এর কিছু বিশেষ বৈশিষ্ট্যও রয়েছে।

পরবর্তী অধ্যায়গুলিতে তথ্য বিশ্লেষণের বৃহৎ প্রক্রিয়া, স্বয়ংক্রিয়করণের পর্যায়গুলি – প্রাথমিক তথ্য সংগ্রহ এবং তার রূপান্তর থেকে শুরু করে লক্ষ্য সিস্টেম এবং নথিতে পরবর্তী প্রেরণ – বিস্তারিতভাবে আলোচনা করা হবে। প্রথমে সিদ্ধান্ত গ্রহণের উপর ভিত্তি করে তথ্যের পৃথক দিকগুলির উপর একটি তাত্ত্বিক অংশ উপস্থাপন করা হবে। তারপর, পরবর্তী অধ্যায়গুলিতে, স্বয়ংক্রিয়করণ এবং ETL-পাইপলাইন নির্মাণের সাথে সম্পর্কিত একটি ব্যবহারিক অংশ শুরু হবে।

সিদ্ধান্ত গ্রহণে ডেটা একটি সম্পদ

তথ্যের উপর ভিত্তি করে সিদ্ধান্ত গ্রহণের প্রক্রিয়া প্রায়শই একটি পুনরাবৃত্তিমূলক প্রক্রিয়া এবং এটি বিভিন্ন তথ্য উৎস থেকে তথ্যের সিস্টেম্যাটিক সংগ্রহের মাধ্যমে শুরু হয়। প্রাকৃতিক চক্রের মতো, পৃথক তথ্য উপাদান এবং সম্পূর্ণ তথ্য সিস্টেম ধীরে ধীরে মাটিতে পড়ে – কোম্পানির তথ্য ভাণ্ডারে জমা হয় (চিত্র 1.32)। সময়ের সাথে সাথে এই তথ্যগুলি, পড়ে যাওয়া পাতা এবং শাখার মতো, মূল্যবান উপাদানে রূপান্তরিত হয়। তথ্য প্রকৌশলীদের এবং বিশ্লেষকদের মাইসেলিয়াম তথ্যকে সংগঠিত এবং ভবিষ্যতের ব্যবহারের জন্য প্রস্তুত করে এবং পড়ে যাওয়া তথ্য এবং সিস্টেমগুলিকে মূল্যবান কম্পোস্টে রূপান্তরিত করে, নতুন অঙ্কুর এবং নতুন সিস্টেমের জন্য।

বিভিন্ন শিল্পে বিশ্লেষণের ব্যাপক ব্যবহারের প্রবণতা একটি নতুন যুগের সূচনা করে, যেখানে তথ্যের সাথে কাজ করা পেশাদার কার্যকলাপের ভিত্তি হয়ে ওঠে (চিত্র 7.11)। নির্মাণ শিল্পের বিশেষজ্ঞদের জন্য এই পরিবর্তনের সাথে খাপ খাইয়ে নেওয়া এবং তথ্য ও বিশ্লেষণের নতুন যুগে প্রবেশের জন্য প্রস্তুত থাকা গুরুত্বপূর্ণ।

টেবিলের মধ্যে তথ্য ম্যানুয়ালি স্থানান্তর করা এবং ম্যানুয়ালি হিসাব করা ধীরে ধীরে অতীতের বিষয় হয়ে উঠছে, স্বয়ংক্রিয়করণ, তথ্য প্রবাহের বিশ্লেষণ, বিশ্লেষণ এবং মেশিন লার্নিংয়ের জন্য জায়গা ছেড়ে দিচ্ছে। এই সরঞ্জামগুলি আধুনিক সিদ্ধান্ত গ্রহণের সমর্থন সিস্টেমের মূল উপাদান হয়ে উঠছে।

McKinsey এর বই "রিসেট। ডিজিটাল প্রযুক্তি এবং কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তার যুগে প্রতিযোগিতাকে অতিক্রম করার জন্য McKinsey এর গাইড" [130] এ, 2022 সালে বিভিন্ন অঞ্চল, শিল্প এবং কার্যকরী দিক থেকে 1,330 শীর্ষ নির্বাহীর অংশগ্রহণে একটি গবেষণা উপস্থাপন করা হয়েছে। এর ফলাফল অনুযায়ী, 70% নেতারা তাদের নিজস্ব ধারণা তৈরি করতে উন্নত বিশ্লেষণ ব্যবহার করেন, এবং 50% সিদ্ধান্ত গ্রহণের প্রক্রিয়াগুলি উন্নত এবং স্বয়ংক্রিয় করার জন্য কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা প্রয়োগ করেন।



চিত্র 7.11 তথ্য বিশ্লেষণ এবং বিশ্লেষণ - কোম্পানির সিদ্ধান্ত গ্রহণের গতি বাড়ানোর জন্য একটি প্রধান সরঞ্জাম /

তথ্য বিশ্লেষণ, মাইসেলিয়ামের বিস্তারের মতো, অতীতের সিদ্ধান্তগুলির হিউমাসের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়, পৃথক সিস্টেমগুলিকে সংযুক্ত করতে সহায়তা করে এবং ব্যবস্থাপকদের মূল্যবান জ্ঞানের দিকে পরিচালিত করে। এই জ্ঞানগুলি, পচা গাছের সিস্টেম থেকে প্রাপ্ত পুষ্টির মতো, কোম্পানিতে নতুন সিদ্ধান্তগুলিকে পুষ্ট করে, কার্যকর পরিবর্তন এবং গুণগত তথ্যগত বৃদ্ধির দিকে নিয়ে যায়, যেমন সমৃদ্ধ এবং স্বাস্থ্যকর মাটির মধ্যে নতুন কুঁড়ি এবং অঙ্কুর উদ্ভূত হয় (চিত্র 1.25)।-

সংখ্যাগুলির একটি গুরুত্বপূর্ণ ইতিহাস রয়েছে যা তাদের বলার জন্য অপেক্ষা করছে। তারা আপনার কাছে একটি স্পষ্ট এবং বিশ্বাসযোগ্য কণ্ঠস্বর দেওয়ার জন্য নির্ভর করে[131]।

- স্টিভেন ফিউ, তথ্য ভিজ্যুয়লাইজেশন বিশেষজ্ঞ

মাঝারি এবং ছোট আকারের কোম্পানিগুলিতে, তথ্য আহরণ এবং বিশ্লেষণের জন্য প্রস্তুতির কাজ আজ একটি অত্যন্ত শ্রমসাধ্য প্রক্রিয়া (চিত্র 7.12), যা 18 শতকের কয়লা খননের সাথে তুলনীয়। সাম্প্রতিক সময়ে, তথ্য আহরণ এবং প্রস্তুতির কাজ মূলত একটি বিশেষায়িত নীচের জন্য নির্ধারিত ছিল, যারা বিভিন্ন ধরনের অ-গঠনমূলক, দুর্বল-গঠনমূলক, মিশ্র এবং বন্ধ উত্স থেকে কাজ করার জন্য সীমিত সরঞ্জাম নিয়ে কাজ করছিল।

সিদ্ধান্ত গ্রহণকারী নেতৃবৃন্দ এবং ব্যবস্থাপকরা প্রায়ই বৈচিত্র্যময় তথ্য এবং সিস্টেমগুলির সাথে কাজ করার জন্য যথেষ্ট অভিজ্ঞতা রাখেন না, তবে তাদের ভিত্তিতে সিদ্ধান্ত নিতে হবে। ফলস্বরূপ, আধুনিক নির্মাণ শিল্পে তথ্যের ভিত্তিতে সিদ্ধান্ত গ্রহণ গত কয়েক দশকে স্বয়ংক্রিয় প্রক্রিয়ার চেয়ে প্রথম কয়লা খনির শ্রমিকের বহু দিনের হাতে কাজের মতো বেশি হয়েছে।



চিত্র 7.12 তথ্য খননের প্রক্রিয়ায় বিশেষজ্ঞরা তথ্য প্রস্তুতির একটি জটিল পথ অতিক্রম করেন – পরিষ্কারকরণ থেকে শুরু করে পরবর্তী বিশ্লেষণের জন্য গঠন করা।

এবং যদিও আধুনিক তথ্য আহরণের পদ্ধতিগুলি নির্মাণ শিল্পে, নিঃসন্দেহে, 12 শতকের খনির কৌশলগুলির চেয়ে অগ্রগামী, এটি এখনও একটি জটিল এবং উচ্চ ঝুঁকির কাজ, যা উল্লেখযোগ্য সম্পদ এবং বিশেষজ্ঞতার প্রয়োজন, যা কেবলমাত্র বড় কোম্পানিগুলি বহন করতে পারে। অতীত প্রকল্পগুলির সঞ্চিত ঐতিহ্য থেকে তথ্য আহরণ এবং বিশ্লেষণের প্রক্রিয়া আগে প্রধানত বড়, প্রযুক্তিগতভাবে উন্নত কোম্পানিগুলির দ্বারা পরিচালিত হত, যারা দশক ধরে তথ্য সংগ্রহ এবং সংরক্ষণ করেছিল।

আগে বিশ্লেষণে প্রধান ভূমিকা পালন করত প্রযুক্তিগতভাবে পরিপক্ব কোম্পানিগুলি, যারা দশক ধরে তথ্য সংগ্রহ করেছিল। আজকের পরিস্থিতি পরিবর্তিত হচ্ছে: তথ্য এবং তাদের প্রক্রিয়াকরণের সরঞ্জামগুলিতে প্রবেশাধিকার গণতান্ত্রিক হচ্ছে – আগে জটিল সিদ্ধান্তগুলি এখন সবার জন্য এবং বিনামূল্যে উপলব্ধ।

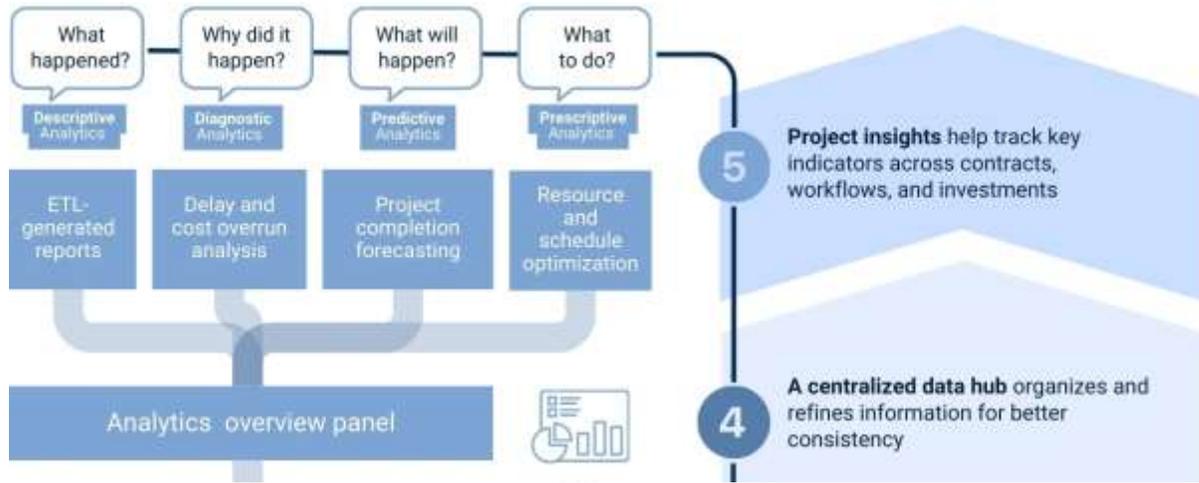
বিশ্লেষণের প্রয়োগ কোম্পানিগুলিকে বাস্তব সময়ে আরও সঠিক এবং যুক্তিসঙ্গত সিদ্ধান্ত নিতে সক্ষম করে। নিচে একটি ব্যবহারিক উদাহরণ দেওয়া হয়েছে, যা দেখায় কিভাবে ঐতিহাসিক তথ্যগুলি আর্থিকভাবে যুক্তিসঙ্গত সিদ্ধান্ত নিতে সহায়তা করে:

- ❖ প্রকল্প ব্যবস্থাপক – বর্তমানে শহরে কংক্রিটের গড় মূল্য 82 €/ম^৩, আমাদের বাজেটে 95 €/ম^৩ রয়েছে।
- ❖ বাজেটকারী – পূর্ববর্তী প্রকল্পগুলিতে অতিরিক্ত ব্যয় প্রায় 15% ছিল, তাই আমি নিরাপত্তা নিশ্চিত করেছি।
- ❖ তথ্য ব্যবস্থাপক বা ক্লায়েন্টের পক্ষ থেকে নিয়ন্ত্রণ প্রকৌশলী – চলুন তিনটি সর্বশেষ টেন্ডারের বিশ্লেষণ দেখি।

পূর্ববর্তী প্রকল্পগুলির DataFrame বিশ্লেষণের পর আমরা পাই:

- গড় প্রকৃত ক্রয় মূল্য: ৮৪.৮০ €/ম³
- গড় অতিরিক্ত খরচের হার: +৪.৭%
- প্রস্তাবিত হার প্রাক্কলনে: ~৮৫ €/ম³

এই ধরনের সিদ্ধান্তগুলি আর ব্যক্তিগত অনুভূতির উপর ভিত্তি করে নয়, বরং নির্দিষ্ট ঐতিহাসিক পরিসংখ্যানের উপর ভিত্তি করে তৈরি হবে, যা ঝুঁকি কমাতে এবং টেন্ডার হারকে আরও যুক্তিসঙ্গত করতে সহায়তা করে। পূর্ববর্তী প্রকল্পগুলির তথ্য বিশ্লেষণ একটি প্রকারের "জৈব সার" হয়ে ওঠে, যা নতুন, আরও সঠিক সিদ্ধান্তগুলির জন্ম দেয়।



চিত্র ৭.১৩ তথ্য বিশ্লেষণ তিনটি মূল প্রশ্নের উত্তর দেয়: কি ঘটেছে, কেন এটি ঘটেছে এবং পরবর্তী পদক্ষেপ কী হওয়া উচিত।

সিদ্ধান্ত গ্রহণকারী নেতৃবৃন্দ এবং ব্যবস্থাপকরা প্রায়শই বিভিন্ন ধরনের তথ্য এবং সিস্টেমের সাথে কাজ করার প্রয়োজনের সম্মুখীন হন, যখন তাদের যথেষ্ট প্রযুক্তিগত প্রস্তুতি থাকে না। এই ধরনের পরিস্থিতিতে, তথ্য বোঝার প্রক্রিয়ায় একটি মূল সহায়ক হল ভিজ্যুয়লাইজেশন - এটি বিশ্লেষণাত্মক প্রক্রিয়ার প্রথম এবং সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ পর্যায়গুলির মধ্যে একটি। এটি তথ্যকে দৃশ্যমান এবং বোঝার সহজ ফর্মে উপস্থাপন করতে সক্ষম করে।

ডেটার ভিজ্যুয়লাইজেশন: বোঝার এবং সিদ্ধান্ত গ্রহণের চাবিকাঠি

আধুনিক নির্মাণ শিল্পে, যেখানে প্রকল্পের তথ্য জটিলতা এবং বহুস্তরীয় কাঠামোর দ্বারা চিহ্নিত হয়, ভিজ্যুয়লাইজেশন একটি মূল ভূমিকা পালন করে। তথ্যের ভিজ্যুয়লাইজেশন প্রকল্পের নেতৃবৃন্দ এবং প্রকৌশলীদের জটিল প্যাটার্ন এবং প্রবণতাগুলি চিত্রিত করতে সহায়তা করে, যা বৃহৎ, বিভিন্ন ধরনের তথ্যের মধ্যে লুকিয়ে থাকে।

তথ্যের ভিজ্যুয়লাইজেশন প্রকল্পের অবস্থার বোঝা সহজ করে: সম্পদের বিতরণ, ব্যয়ের গতিশীলতা বা উপকরণের ব্যবহার। গ্রাফ এবং ডায়াগ্রামের মাধ্যমে জটিল এবং শুষ্ক তথ্য সহজবোধ্য এবং উপলব্ধি করা যায়, যা দ্রুত মনোযোগের প্রয়োজনীয় মূল ক্ষেত্রগুলি চিহ্নিত করতে এবং সম্ভাব্য সমস্যাগুলি সনাক্ত করতে সহায়তা করে।

তথ্যের ভিজ্যুয়লাইজেশন কেবল তথ্যের ব্যাখ্যা সহজ করে না, এটি বিশ্লেষণাত্মক প্রক্রিয়ার একটি গুরুত্বপূর্ণ পর্যায়

এবং যুক্তিসঙ্গত ব্যবস্থাপনা সিদ্ধান্ত গ্রহণে সহায়তা করে, "কি ঘটেছে?" এবং "কিভাবে ঘটেছে?" এই প্রশ্নগুলির উত্তর দিতে সাহায্য করে (চিত্র ২.২৫)।-

গ্রাফিক্স হল যুক্তিগত সমস্যার সমাধানের জন্য ভিজুয়াল মাধ্যম। – জ্যাক বার্টেন, "গ্রাফিক্স এবং গ্রাফিক তথ্যের প্রক্রিয়াকরণ"

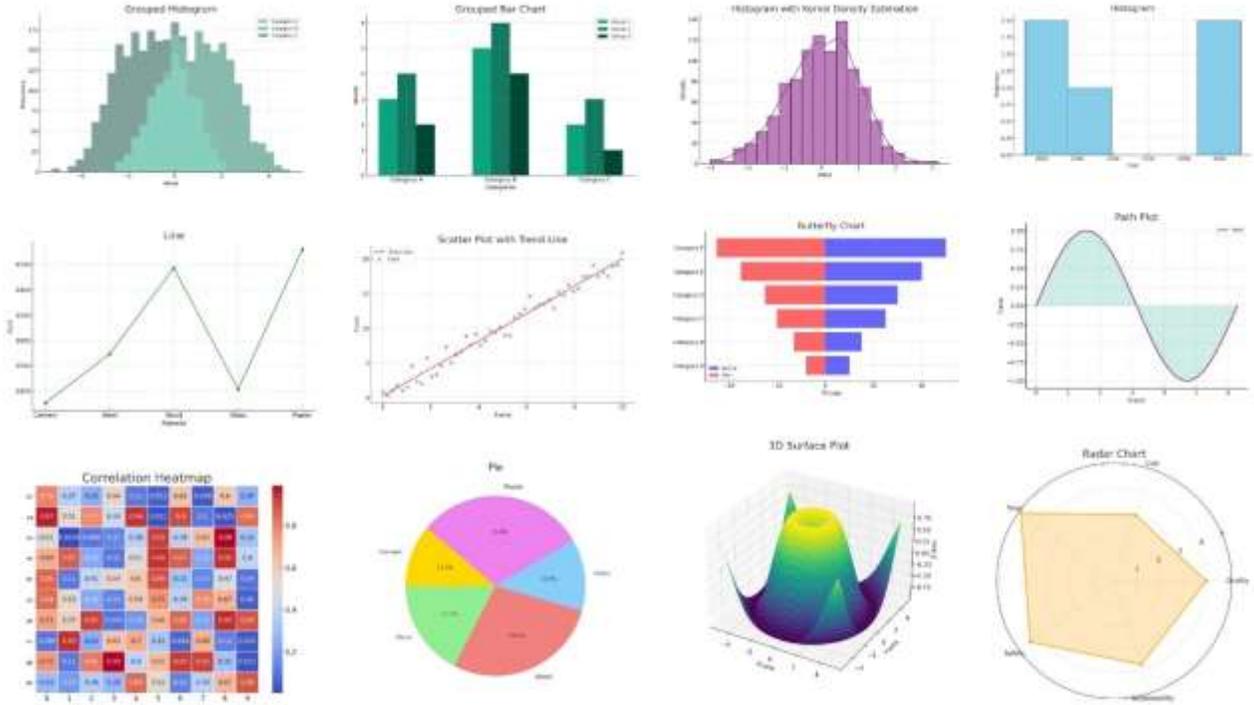
মূল সিদ্ধান্ত গ্রহণের আগে প্রকল্পের নেতৃবৃন্দ অধিকাংশ সময় তথ্যের ভিজুয়াল উপস্থাপনাগুলি ব্যবহার করবেন, বরং শুষ্ক এবং কঠিনভাবে ব্যাখ্যা করা সংখ্যাগুলি ইলেকট্রনিক স্প্রেডশীট বা টেক্সট বার্তাগুলির থেকে।

তথ্য, যা ভিজুয়লাইজেশন দ্বারা সমর্থিত নয়, নির্মাণস্থলে এলোমেলোভাবে ছড়িয়ে থাকা নির্মাণ সামগ্রীর মতো: তাদের সম্ভাবনা অস্পষ্ট। কেবল তখনই যখন একটি পরিষ্কার ভিজুয়লাইজেশন তৈরি হয়, যেমন ইট এবং কংক্রিট থেকে একটি বাড়ি, তখন এটি স্পষ্ট হয় যে তারা কী মূল্য উপস্থাপন করে। বাড়িটি নির্মিত না হওয়া পর্যন্ত, বলা সম্ভব নয় যে একটি উপকরণের স্তূপ একটি ছোট কুটির, একটি বিলাসবহুল ভিলা বা একটি আকাশচুম্বী হবে।

কোম্পানিগুলি বিভিন্ন সিস্টেম থেকে তথ্য (চিত্র 1.24 - চিত্র 2.110), আর্থিক কার্যক্রম এবং ব্যাপক টেক্সট ডেটা ধারণ করে। তবে এই তথ্যগুলিকে ব্যবসার স্বার্থে ব্যবহার করা প্রায়ই একটি জটিল কাজ। এমন পরিস্থিতিতে, ভিজুয়লাইজেশন একটি গুরুত্বপূর্ণ সরঞ্জাম হয়ে ওঠে যা তথ্যের অর্থ প্রকাশ করতে সহায়তা করে, যা যেকোনো বিশেষজ্ঞের জন্য বোঝার উপযোগী ফরম্যাটে উপস্থাপন করে, যেমন ড্যাশবোর্ড, গ্রাফ এবং চার্টের মাধ্যমে।-

PwC-এর গবেষণা "শিক্ষার্থীদের দ্রুত পরিবর্তনশীল ব্যবসায়িক জগতে সফল হতে কী প্রয়োজন" (2015) [9] উল্লেখ করে যে সফল কোম্পানিগুলি শুধুমাত্র তথ্য বিশ্লেষণের মধ্যে সীমাবদ্ধ নয়, বরং তারা সিদ্ধান্ত গ্রহণের সমর্থনে গ্রাফ, ইনফোগ্রাফিক এবং বিশ্লেষণাত্মক প্যানেলের মতো ইন্টারেক্টিভ ভিজুয়লাইজেশন সরঞ্জামাগুলি সক্রিয়ভাবে ব্যবহার করে। রিপোর্ট অনুযায়ী - তথ্যের ভিজুয়লাইজেশন গ্রাহকদের সেই গল্পটি বুঝতে সাহায্য করে যা তথ্যগুলি বলছে, গ্রাফ, চার্ট, ড্যাশবোর্ড এবং ইন্টারেক্টিভ ডেটা মডেলের মাধ্যমে।

তথ্যকে ভিজুয়াল গ্রাফিক ফর্মে রূপান্তর করার প্রক্রিয়া, যেমন চার্ট এবং গ্রাফ, মানুষের মস্তিষ্ক দ্বারা তথ্যের বোঝাপড়া এবং ব্যাখ্যা উন্নত করে (চিত্র 7.14)। এটি প্রকল্প ব্যবস্থাপক এবং বিশ্লেষকদের জটিল পরিস্থিতি দ্রুত মূল্যায়ন করতে এবং সিদ্ধান্ত গ্রহণ করতে সহায়তা করে, যা তাদের অন্তর্দৃষ্টি নয় বরং দৃশ্যমানভাবে চিহ্নিত প্রবণতা এবং প্যাটার্নের উপর ভিত্তি করে।



চিত্র 7.14 বিভিন্ন ধরনের ভিজ্যুয়ালাইজেশন তৈরি করা হয়েছে যাতে মানুষের মস্তিষ্ক শৃঙ্খল সংখ্যার তথ্যকে আরও ভালভাবে বুঝতে এবং বিশ্লেষণ করতে পারে।

ডেটা থেকে ভিজ্যুয়ালাইজেশন তৈরির বিষয়গুলি এবং বিভিন্ন বিনামূল্যের ভিজ্যুয়ালাইজেশন লাইব্রেরির ব্যবহার পরবর্তী অধ্যায়ে আলোচনা করা হবে, যা ETL প্রক্রিয়াগুলির উপর নিবেদিত।

ভিজ্যুয়ালাইজেশন নির্মাণ শিল্পে ডেটার সাথে কাজ করার একটি অবিচ্ছেদ্য উপাদান হয়ে উঠছে - এটি কেবল "তথ্য দেখা" নয়, বরং ব্যবস্থাপনার কাজের প্রেক্ষাপটে তাদের অর্থ বোঝার জন্য সহায়তা করে। তবে ভিজ্যুয়ালাইজেশন সত্যিই কার্যকরী হতে হলে, আগে থেকেই নির্ধারণ করতে হবে কী কী ভিজ্যুয়ালাইজ করতে হবে এবং প্রকল্পের কার্যকারিতা মূল্যায়নের জন্য কোন মেট্রিকগুলি সত্যিই গুরুত্বপূর্ণ। এখানে কার্যকারিতা সূচকগুলি, যেমন KPI এবং ROI, গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। তাদের ছাড়া, সবচেয়ে সুন্দর ড্যাশবোর্ডও "তথ্যগত শব্দ" হিসেবে রয়ে যেতে পারে।

কার্যকারিতা সূচক KPI এবং ROI

আধুনিক নির্মাণ শিল্পে কার্যকারিতা সূচক (KPI এবং ROI) পরিচালনা এবং তাদের রিপোর্ট এবং তথ্য প্যানেলের (ড্যাশবোর্ড) মাধ্যমে ভিজ্যুয়ালাইজেশন প্রকল্প ব্যবস্থাপনার উৎপাদনশীলতা এবং কার্যকারিতা বাড়ানোর ক্ষেত্রে একটি মূল ভূমিকা পালন করে।

যেকোনো ব্যবসার মতো, নির্মাণে সফলতা, ফেরত এবং উৎপাদনশীলতা মূল্যায়নের জন্য মেট্রিকগুলি স্পষ্টভাবে নির্ধারণ করা প্রয়োজন। বিভিন্ন প্রক্রিয়া থেকে তথ্য সংগ্রহ করে, ডেটা-ভিত্তিক একটি সংস্থা প্রথমে কীভাবে মূল KPI (Key Performance Indicators) চিহ্নিত করতে হয় তা শিখতে হবে - পরিমাণগত সূচকগুলি যা কৌশলগত এবং অপারেশনাল লক্ষ্যগুলির অর্জনের স্তরকে প্রতিফলিত করে।

KPI গণনার জন্য সাধারণত একটি সূত্র (চিত্র 7.15) ব্যবহার করা হয়, যা প্রকৃত এবং পরিকল্পিত সূচকগুলি অন্তর্ভুক্ত করে। উদাহরণস্বরূপ, একটি প্রকল্প, কর্মী বা প্রক্রিয়ার জন্য পৃথক KPI গণনা করতে, প্রকৃত সূচকগুলিকে পরিকল্পিত সূচকের উপর ভাগ করতে হবে এবং প্রাপ্ত ফলনকে 100% দ্বারা গুণ করতে হবে।-

$$\text{index KPIs} = \frac{\text{actual performance}}{\text{target performance}} \times 100$$

চিত্র 7.15 KPI প্রকল্প বা প্রক্রিয়ার সফলতা পরিমাপ করতে ব্যবহৃত হয় মূল লক্ষ্যগুলির অর্জনে।

নির্মাণ সাইটের স্তরে আরও বিস্তারিত KPI মেট্রিক্স ব্যবহার করা যেতে পারে:

- মূল পর্যায়গুলির (ভিত্তি, স্থাপন, ফিনিশিং) সম্পন্ন করার সময়সীমা - কাজের পরিকল্পনা মেনে চলা নিয়ন্ত্রণ করতে সহায়তা করে।
- উপকরণের অতিরিক্ত ব্যয়ের শতাংশ - ক্রয় ব্যবস্থাপনা করতে এবং ক্ষতি কমাতে সহায়তা করে।
- যন্ত্রপাতির অপ্রত্যাশিত স্থগিতের সংখ্যা - উৎপাদনশীলতা এবং ব্যয়ের উপর প্রভাব ফেলে।

ভুল মেট্রিক্সের নির্বাচন "কী করতে হবে?" প্রশ্নের জন্য ভুল সিদ্ধান্তে নিয়ে যেতে পারে (চিত্র 2.25)। উদাহরণস্বরূপ, যদি একটি কোম্পানি কেবল প্রতি বর্গমিটার খরচের উপর মনোযোগ দেয়, তবে পুনঃনির্মাণের খরচ বিবেচনায় না নিয়ে, উপকরণের সশ্রয় ভবিষ্যতের প্রকল্পগুলিতে গুণগত মানের অবনতি এবং ব্যয়ের বৃদ্ধি ঘটতে পারে।

লক্ষ্য নির্ধারণের সময়, কী পরিমাপ করা হচ্ছে তা স্পষ্টভাবে সংজ্ঞায়িত করা গুরুত্বপূর্ণ। অস্পষ্ট সংজ্ঞাগুলি ভুল সিদ্ধান্তে নিয়ে যায় এবং নিয়ন্ত্রণকে জটিল করে তোলে। নির্মাণে সফল এবং অদক্ষ KPI এর উদাহরণগুলি দেখা যাক।

ভাল KPI:

- ❏ "বছরের শেষে ফিনিশিং কাজের পুনঃনির্মাণের শতাংশ 10% কমাতে হবে"
- ❏ "পরবর্তী ত্রৈমাসিকে গুণমান কমানো ছাড়াই ফ্যাসাদের স্থাপনের গতি 15% বাড়াতে হবে"
- ❏ "বছরের শেষে কাজের সময়সূচী অস্টিমাইজেশনের মাধ্যমে যন্ত্রপাতির স্থগিত সময় 20% কমাতে হবে"

এই মেট্রিকগুলি স্পষ্টভাবে পরিমাপযোগ্য, নির্দিষ্ট মান এবং সময়সীমা রয়েছে।

খারাপ KPI:

- ❌ "আমরা দ্রুত নির্মাণ করব" (কত দ্রুত? "দ্রুত" মানে কী?)
- ❌ "আমরা কংক্রিটের কাজের গুণমান বাড়াব" (গুণমান কীভাবে পরিমাপ করা হয়?)
- ❌ "আমরা সাইটে ঠিকাদারদের মধ্যে সহযোগিতা উন্নত করব" (কোন মানদণ্ড উন্নতি দেখাবে?)

একটি ভাল KPI হল যা পরিমাপ করা যায় এবং বস্তুগতভাবে মূল্যায়ন করা যায়। নির্মাণে এটি বিশেষভাবে গুরুত্বপূর্ণ, কারণ স্পষ্ট সূচক ছাড়া কার্যকারিতা নিয়ন্ত্রণ করা এবং স্থিতিশীল ফলাফল অর্জন করা সম্ভব নয়।

KPI ছাড়াও, বিনিয়োগের কার্যকারিতা মূল্যায়নের জন্য একটি অতিরিক্ত মেট্রিক রয়েছে: ROI (Return on Investment) - এটি বিনিয়োগের উপর ফেরত নির্দেশক, যা লাভ এবং বিনিয়োগকৃত তহবিলের মধ্যে অনুপাত প্রতিফলিত করে। ROI নতুন পদ্ধতি, প্রযুক্তি বা সরঞ্জামগুলির বাস্তবায়নের যৌক্তিকতা মূল্যায়ন করতে সহায়তা করে: ডিজিটাল সমাধান এবং স্বয়ংক্রিয়করণ থেকে (যেমন চিত্র 7.32) নতুন নির্মাণ উপকরণের প্রয়োগ পর্যন্ত। এই সূচকটি ব্যবসার লাভজনকতার উপর তাদের বাস্তব প্রভাবের ভিত্তিতে ভবিষ্যতের বিনিয়োগের বিষয়ে যুক্তিসঙ্গত সিদ্ধান্ত নিতে সহায়তা করে।-

নির্মাণ প্রকল্প ব্যবস্থাপনার প্রেক্ষাপটে ROI (বিনিয়োগের ফেরত) একটি মূল কার্যকারিতা সূচক (KPI) হিসাবে ব্যবহার করা যেতে পারে, যদি কোম্পানির লক্ষ্য প্রকল্প, প্রযুক্তি বা প্রক্রিয়ার উন্নতির জন্য বিনিয়োগের ফেরত মূল্যায়ন করা হয়। উদাহরণস্বরূপ, যদি একটি নতুন নির্মাণ ব্যবস্থাপনা পদ্ধতি বাস্তবায়িত হয়, তবে ROI দেখাতে পারে এটি কতটা লাভজনকতা বাড়িয়েছে।

বিভিন্ন উৎস থেকে সংগৃহীত তথ্যের ভিত্তিতে KPI এবং ROI এর নিয়মিত পরিমাপ প্রকল্প ব্যবস্থাপকদের সম্পদ কার্যকরভাবে পরিচালনা করতে এবং দ্রুত সিদ্ধান্ত নিতে সহায়তা করে। এই তথ্যগুলি দীর্ঘমেয়াদে সংরক্ষণ করা ভবিষ্যতের প্রবণতাগুলি বিশ্লেষণ করতে এবং প্রক্রিয়াগুলি অপ্টিমাইজ করতে সহায়তা করে।

KPI, ROI এবং অন্যান্য সূচকগুলির ভিজ্যুয়লাইজেশনের জন্য বিভিন্ন গ্রাফ এবং চার্ট ব্যবহার করা হয়, যা সাধারণত ড্যাশবোর্ডে একত্রিত করা হয়।

তথ্য প্যানেল এবং ড্যাশবোর্ড: কার্যকর ব্যবস্থাপনার জন্য সূচকগুলির ভিজ্যুয়লাইজেশন

সূচক এবং মেট্রিকগুলির ভিজ্যুয়লাইজেশনের জন্য বিভিন্ন গ্রাফ এবং চার্ট ব্যবহার করা হয়, যা সাধারণত ডেটা ভিজ্যুয়লাইজেশন এবং ইনফরমেশন প্যানেলে (ড্যাশবোর্ড) একত্রিত করা হয়। এই প্যানেলগুলি প্রকল্পের বা এর পৃথক অংশগুলির অবস্থা কেন্দ্রীভূতভাবে উপস্থাপন করে, মূল সূচকগুলি প্রদর্শন করে (আদর্শভাবে রিয়েল টাইমে)। বর্তমান এবং ক্রমাগত আপডেট হওয়া ড্যাশবোর্ডগুলি দলের সদস্যদের পরিবর্তনের প্রতি দ্রুত প্রতিক্রিয়া জানাতে সক্ষম করে।

ড্যাশবোর্ডগুলি এমন সরঞ্জাম যা পরিমাণগত মূল্যায়নগুলিকে ভিজ্যুয়লাইজ করে, সেগুলিকে প্রকল্পের সকল অংশগ্রহণকারীর জন্য সহজলভ্য এবং বোঝার উপযোগী করে তোলে।

পরিকল্পনা এবং প্রক্রিয়াগুলির অপ্টিমাইজেশনের জন্য মূল্যবান অন্তর্দৃষ্টি প্রদান করে - এই প্রক্রিয়াগুলি ডেটার ব্যাখ্যা এবং সঠিক এবং সময়মতো প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করার দক্ষতার উপর সরাসরি নির্ভরশীল।

ডেটা বিশ্লেষণ এবং প্রশ্ন করার শিল্প

ডেটার ব্যাখ্যা - বিশ্লেষণের চূড়ান্ত পর্যায়, যেখানে তথ্য অর্থ পায় এবং "কথা বলা" শুরু করে। এখানেই মূল প্রশ্নগুলির উত্তর গঠন করা হয়: "কী করতে হবে?" এবং "কীভাবে করতে হবে?" (রিস. 2.25)। এই পর্যায়টি ফলাফলগুলি সারসংক্ষেপ করতে, প্যাটার্নগুলি চিহ্নিত করতে, কারণ-প্রভাব সম্পর্ক স্থাপন করতে এবং ভিজ্যুয়লাইজেশন এবং পরিসংখ্যানগত বিশ্লেষণের ভিত্তিতে সিদ্ধান্ত নিতে সহায়তা করে।

সম্ভবত, সেই সময় খুব দূরে নয় যখন বোঝাপড়া আসবে যে একটি নতুন মহান জটিল বিশ্ব রাষ্ট্রের কার্যকর নাগরিক হিসেবে পূর্ণাঙ্গভাবে প্রতিষ্ঠিত হওয়ার জন্য, গাণিতিক গড়, সর্বাধিক এবং সর্বনিম্ন হিসাব করার ক্ষমতা থাকা প্রয়োজন, যেমন এখন পড়া এবং লেখা জানা প্রয়োজন।

স্যামুয়েল সি. উইঙ্কস, ১৯৫১ সালে আমেরিকান স্ট্যাটিস্টিক্যাল অ্যাসোসিয়েশনের প্রতি রাষ্ট্রপতির ভাষণের উদ্ধৃতি

যুক্তরাজ্য সরকারের প্রকাশিত প্রতিবেদন "ডেটা অ্যানালিটিক্স এবং কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা সরকারী প্রকল্প বাস্তবায়নে" (২০২৪) অনুযায়ী, ডেটা অ্যানালিটিক্স এবং কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তার (এআই) বাস্তবায়ন প্রকল্প ব্যবস্থাপনার প্রক্রিয়াগুলিকে উল্লেখযোগ্যভাবে উন্নত করতে সক্ষম হয়, সময় এবং ব্যয়ের পূর্বাভাসের সঠিকতা বাড়ায়, পাশাপাশি ঝুঁকি এবং অনিশ্চয়তা কমায়। প্রতিবেদনে উল্লেখ করা হয়েছে যে, উন্নত বিশ্লেষণাত্মক সরঞ্জাম ব্যবহারকারী সরকারি সংস্থাগুলি অবকাঠামোগত উদ্যোগ বাস্তবায়নে উচ্চতর কার্যকারিতা অর্জন করে।

আধুনিক নির্মাণ ব্যবসা, যা উচ্চ প্রতিযোগিতা এবং নিম্ন মার্জিনের মধ্যে চতুর্থ শিল্প বিপ্লবের আওতায় কাজ করছে, যুদ্ধের কার্যকলাপের সাথে তুলনা করা যেতে পারে। এখানে কোম্পানির টিকে থাকা এবং সফলতা সম্পদের দ্রুত প্রাপ্তি এবং মানসম্মত তথ্যের উপর নির্ভর করে – অর্থাৎ, সময়মতো এবং যুক্তিসঙ্গত সিদ্ধান্ত গ্রহণের উপর।

যদি ডেটার ভিজ্যুয়লাইজেশন "গবেষণা" হয়, যা একটি সার্বিক চিত্র প্রদান করে, তবে ডেটা অ্যানালিটিক্স "গোলাবারুদ" যা কার্যক্রমের জন্য প্রয়োজনীয়। এটি প্রশ্নগুলির উত্তর দেয়: কি করতে হবে? এবং কিভাবে করতে হবে?, যা বাজারে প্রতিযোগিতামূলক সুবিধা অর্জনের ভিত্তি গঠন করে।

অ্যানালিটিক্স বিচ্ছিন্ন ডেটাকে কাঠামোবদ্ধ এবং অর্থপূর্ণ তথ্যের মধ্যে রূপান্তর করে, যার ভিত্তিতে সিদ্ধান্ত নেওয়া হয়।

বিশ্লেষক এবং ব্যবস্থাপকদের কাজ হল কেবল তথ্যের ব্যাখ্যা করা নয়, বরং যুক্তিসঙ্গত সিদ্ধান্ত প্রস্তাব করা, প্রবণতা চিহ্নিত করা, বিভিন্ন ধরনের ডেটার মধ্যে সম্পর্ক নির্ধারণ করা এবং সেগুলিকে প্রকল্পের লক্ষ্য এবং বিশেষত্ব অনুযায়ী শ্রেণীবদ্ধ করা। তারা ভিজ্যুয়লাইজেশন সরঞ্জাম এবং পরিসংখ্যানগত বিশ্লেষণের পদ্ধতি ব্যবহার করে ডেটাকে কোম্পানির একটি কৌশলগত সম্পদে রূপান্তরিত করে।



প্রকৃতপক্ষে, ডেটা বিশ্লেষণই শেষ পর্যন্ত সংগৃহীত তথ্যকে সিদ্ধান্ত গ্রহণের জন্য একটি উৎসে রূপান্তরিত করে।

বিশ্লেষণের প্রক্রিয়ায় সত্যিই যুক্তিসঙ্গত সিদ্ধান্ত গ্রহণের জন্য, ডেটার প্রতি সঠিক প্রশ্নগুলি formulat করতে শিখতে হবে। এই প্রশ্নগুলির গুণগত মান সরাসরি প্রাপ্ত অন্তর্দৃষ্টির গভীরতার উপর এবং ফলস্বরূপ, ব্যবস্থাপনা সিদ্ধান্তের গুণগত মানের উপর প্রভাব ফেলে।

অতীত কেবল তখনই বিদ্যমান যখন এটি আজকের রেকর্ডে উপস্থিত থাকে। এবং এই রেকর্ডগুলি কী প্রতিনিধিত্ব করে তা নির্ধারণ করে আমরা কোন প্রশ্নগুলি করি। এর বাইরে আর কোনো ইতিহাস নেই।

জন আর্চিবাল্ড উইলারের উদ্ধৃতি ১৯৮২

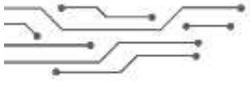
গভীর প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করার এবং সমালোচনামূলকভাবে চিন্তা করার শিল্প হল ডেটার সাথে কাজ করার ক্ষেত্রে সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ দক্ষতা। বেশিরভাগ মানুষ সাধারণ, পৃষ্ঠতল প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করতে প্রবণ, যার উত্তর দেওয়ার জন্য উল্লেখযোগ্য প্রচেষ্টার প্রয়োজন হয় না। তবে প্রকৃত বিশ্লেষণ শুরু হয় অর্থপূর্ণ এবং চিন্তাশীল প্রশ্নগুলির সাথে, যা তথ্যের মধ্যে লুকানো সম্পর্ক এবং কারণ-ফলস্বরূপ সম্পর্কগুলি উন্মোচন করতে সক্ষম, যা কয়েকটি স্তরের যুক্তির পিছনে লুকিয়ে থাকতে পারে।

"ডেটা দ্বারা পরিচালিত রূপান্তর: এখনই স্কেলে ত্বরান্বিত" (BCG, 2017) অনুসারে, সফল ডিজিটাল রূপান্তরের জন্য বিশ্লেষণাত্মক সক্ষমতা, পরিবর্তন ব্যবস্থাপনা প্রোগ্রাম এবং ব্যবসায়িক লক্ষ্যগুলিকে আইটি উদ্যোগের সাথে সমন্বয় করার জন্য বিনিয়োগ প্রয়োজন। একটি কোম্পানি যা ডেটা-ভিত্তিক সংস্কৃতি তৈরি করে, তাকে বিশ্লেষণাত্মক ডেটা ব্যবহারের সুযোগে বিনিয়োগ করতে হবে এবং নতুন চিন্তাভাবনা, আচরণ এবং কাজের পদ্ধতি প্রবর্তনের জন্য পরিবর্তন ব্যবস্থাপনা প্রোগ্রাম চালু করতে হবে।

বিশ্লেষণাত্মক সংস্কৃতি, ডেটা পরিচালনার সরঞ্জামগুলির উন্নতি এবং বিশেষজ্ঞদের প্রশিক্ষণে বিনিয়োগ ছাড়া, কোম্পানিগুলি ভবিষ্যতে পুরনো বা অসম্পূর্ণ তথ্যের ভিত্তিতে সিদ্ধান্ত নিতে ঝুঁকির সম্মুখীন হবে – অথবা HiPPO-ম্যানেজারদের (চিত্র 2.19) সাবজেক্টিভ মতামতের উপর নির্ভর করে।

বিশ্লেষণ এবং তথ্য প্যানেলের ক্রমাগত আপডেটের প্রাসঙ্গিকতা এবং প্রয়োজনীয়তা উপলব্ধি করা, নেতৃত্বকে বিশ্লেষণাত্মক প্রক্রিয়াগুলির স্বয়ংক্রিয়করণের গুরুত্ব বুঝতে নিয়ে আসে। স্বয়ংক্রিয়করণ সিদ্ধান্ত গ্রহণের গতি বাড়ায়, মানব ফ্যাক্টরের প্রভাব কমায় এবং ডেটার প্রাসঙ্গিকতা নিশ্চিত করে। তথ্যের পরিমাণের এক্সপোনেনশিয়াল বৃদ্ধির প্রেক্ষাপটে, গতি কেবল একটি প্রতিযোগিতামূলক সুবিধা নয়, বরং টেকসই সাফল্যের একটি মূল ফ্যাক্টর।

ডেটা বিশ্লেষণ এবং প্রক্রিয়াকরণের স্বয়ংক্রিয়করণ প্রক্রিয়া সাধারণভাবে ETL (Extract, Transform, Load) এর সাথে অঙ্গাঙ্গীভাবে যুক্ত। স্বয়ংক্রিয়করণের প্রক্রিয়ায় যেমন আমাদের ডেটা রূপান্তর করতে হয়, তেমনি ETL প্রক্রিয়ায় ডেটা বিভিন্ন উৎস থেকে বের করা হয়, প্রয়োজনীয় প্রয়োজনীয়তার সাথে রূপান্তরিত হয় এবং পরবর্তী ব্যবহারের জন্য লক্ষ্য সিস্টেমে লোড করা হয়।



অধ্যায় 7.2. ডেটার প্রবাহ হাতের কাজ ছাড়াই: ETL কেন প্রয়োজন

ETL স্বয়ংক্রিয়করণ: খরচ কমানো এবং ডেটার সাথে কাজের গতি বাড়ানো

যখন মূল কার্যকারিতা সূচক (KPI) বৃদ্ধি পেতে ব্যর্থ হয়, তথাপি ডেটার পরিমাণ এবং দলের সংখ্যা বাড়ানোর পর, কোম্পানির নেতৃত্ব অবশ্যস্বাভাবিক প্রক্রিয়াগুলির স্বয়ংক্রিয়করণের প্রয়োজনীয়তা উপলব্ধি করে। এক সময়ে এই উপলব্ধি ব্যাপক স্বয়ংক্রিয়করণের সূচনা করার জন্য উদ্দীপক হয়ে ওঠে, যার মূল লক্ষ্য হল প্রক্রিয়াগুলির জটিলতা কমানো, প্রক্রিয়াকরণের গতি বাড়ানো এবং মানব ফ্যাক্টরের উপর নির্ভরতা কমানো।

McKinsey এর "কিভাবে উদ্ভাবনকে উদ্দীপিত করার জন্য ডেটা আর্কিটেকচার তৈরি করবেন - আজ এবং আগামীকাল" (2022) অনুসারে, কোম্পানিগুলি যারা স্ট্রিমিং ডেটা আর্কিটেকচার ব্যবহার করে তারা উল্লেখযোগ্য সুবিধা পায়, কারণ তারা বাস্তব সময়ে তথ্য বিশ্লেষণ করতে পারে। স্ট্রিমিং প্রযুক্তিগুলি বাস্তব সময়ে বার্তা বিশ্লেষণ করতে এবং উৎপাদনে পূর্বাভাস পরিষেবার জন্য সেন্সরের ডেটা বিশ্লেষণের মাধ্যমে প্রয়োগ করতে সক্ষম করে।

প্রক্রিয়াটি সহজীকরণ হল স্বয়ংক্রিয়করণ, যেখানে ঐতিহ্যবাহী ম্যানুয়াল পরিচালনার কার্যক্রম অ্যালগরিদম এবং সিস্টেম দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়।

স্বয়ংক্রিয়করণের প্রশ্ন, বা আরও সঠিকভাবে, "ডেটা প্রক্রিয়াকরণে মানুষের ভূমিকা কমানো", প্রতিটি কোম্পানির জন্য একটি অপরিবর্তনীয় এবং অত্যন্ত সংবেদনশীল প্রক্রিয়া। যে কোনও পেশাদার ক্ষেত্রে বিশেষজ্ঞরা প্রায়শই তাদের পদ্ধতি এবং সহকর্মী অস্বীকারদের কাজের সূক্ষ্মতা সম্পূর্ণরূপে প্রকাশ করতে দ্বিধা করেন, দ্রুত পরিবর্তনশীল প্রযুক্তিগত পরিবেশে কাজ হারানোর ঝুঁকি উপলব্ধি করে।

যদি আপনি শত্রু তৈরি করতে চান, কিছু পরিবর্তন করার চেষ্টা করুন।

– উড্রো উইলসন, বিক্রেতাদের কংগ্রেসে বক্তৃতা, ডেট্রয়েট, 1916।

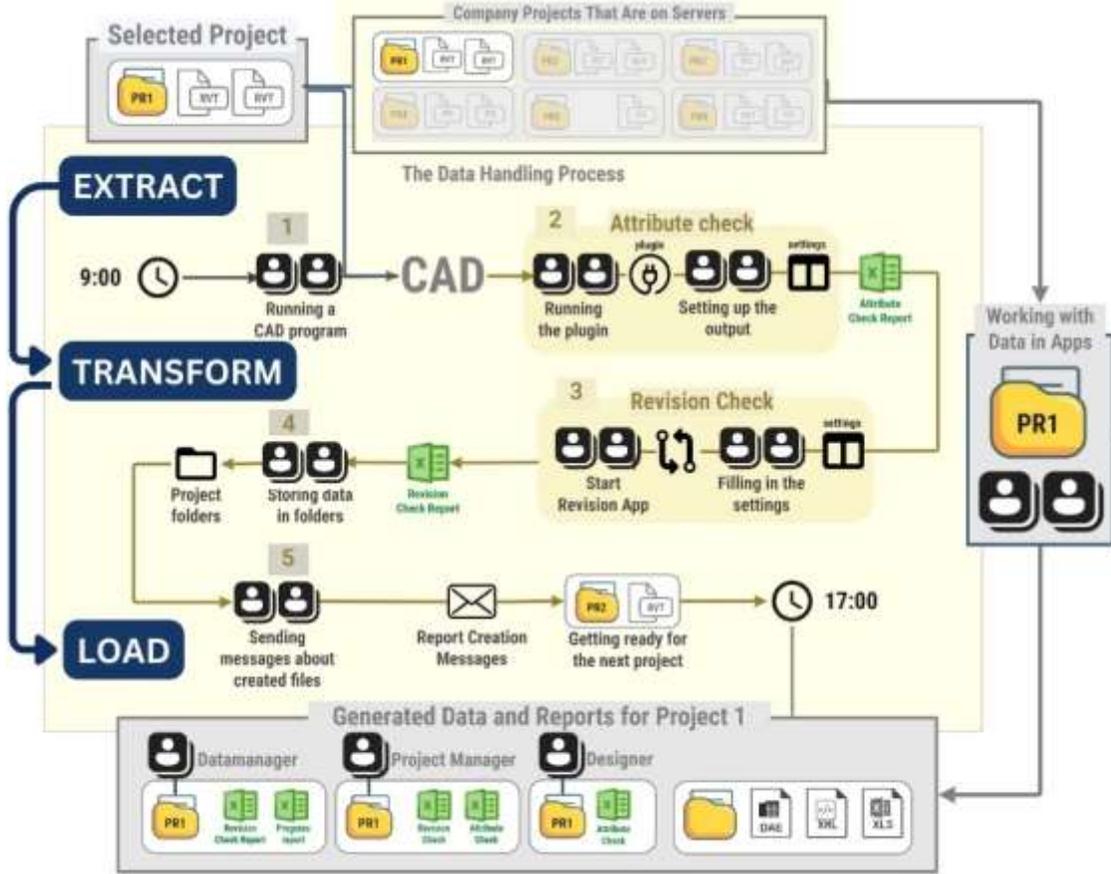
স্বয়ংক্রিয়করণের স্পষ্ট সুবিধা থাকা সত্ত্বেও, অনেক কোম্পানির দৈনন্দিন কার্যক্রমে এখনও উচ্চ পরিমাণে ম্যানুয়াল শ্রম বিদ্যমান, বিশেষ করে প্রকৌশল তথ্যের সাথে কাজ করার ক্ষেত্রে। বর্তমান পরিস্থিতি স্পষ্টভাবে প্রদর্শন করতে, আমরা এই ধরনের প্রক্রিয়ার মধ্যে ডেটা ধারাবাহিক প্রক্রিয়াকরণের একটি সাধারণ উদাহরণ বিবেচনা করব।

ডেটার সাথে ম্যানুয়াল কাজের পদ্ধতি CAD ডেটাবেস থেকে প্রাপ্ত তথ্যের সাথে যোগাযোগের উদাহরণ দ্বারা চিত্রিত করা যেতে পারে। CAD (BIM) বিভাগে ডেটা প্রক্রিয়াকরণের ঐতিহ্যবাহী পদ্ধতি ("ম্যানুয়াল" ETL প্রক্রিয়া) প্রকল্পের ডেটার ভিত্তিতে অ্যাট্রিবিউটিভ টেবিল তৈরি বা ডকুমেন্টেশন তৈরির জন্য নিম্নলিখিতভাবে ঘটে (চিত্র 7.21):-

1. ম্যানুয়াল এক্সট্র্যাকশন (Extract): ব্যবহারকারী ম্যানুয়ালি প্রকল্পটি খুলে - CAD (BIM) অ্যাপ্লিকেশন চালু করে (চিত্র 7.21 পদক্ষেপ 1)। -
2. যাচাইকরণ: পরবর্তী পর্যায়ে সাধারণত ম্যানুয়ালি কয়েকটি প্লাগইন বা সহায়ক অ্যাপ্লিকেশন চালু করা হয়, যা ডেটা প্রস্তুতি এবং তাদের গুণমান মূল্যায়নের জন্য ডিজাইন করা হয়েছে (চিত্র 7.21 পদক্ষেপ 2-3)।
3. ম্যানুয়াল ট্রান্সফরমেশন (Transform): প্রস্তুতির পরে, ডেটা প্রক্রিয়াকরণ শুরু হয়, যা বিভিন্ন সফটওয়্যার টুলের মাধ্যমে ম্যানুয়াল পরিচালনার প্রয়োজন হয় যেখানে ডেটা রপ্তানির জন্য প্রস্তুত করা হয় (চিত্র 7.21

পদক্ষেপ 4)। -

4. ম্যানুয়াল লোডিং (Load): রূপান্তরিত ডেটার ম্যানুয়াল রপ্তানি বাইরের সিস্টেম, ডেটা ফরম্যাট এবং ডকুমেন্টে (চিত্র 7.21 পদক্ষেপ 5)। -



চিত্র 7.21 ঐতিহ্যবাহী ম্যানুয়াল ETL প্রক্রিয়া একটি প্রযুক্তিগত বিশেষজ্ঞের ইচ্ছা এবং শারীরিক সক্ষমতার দ্বারা সীমাবদ্ধ।

এই ধরনের কাজের প্রবাহ একটি ক্লাসিকাল ETL প্রক্রিয়ার উদাহরণ - এক্সট্র্যাকশন, ট্রান্সফরমেশন এবং লোডিং (ETL)। অন্যান্য শিল্পের তুলনায়, যেখানে স্বয়ংক্রিয় ETL পাইপলাইনগুলি দীর্ঘকাল ধরে মানক হয়ে উঠেছে, নির্মাণ শিল্পে এখনও ম্যানুয়াল শ্রম প্রাধান্য পাচ্ছে, যা প্রক্রিয়াগুলিকে ধীর করে এবং খরচ বাড়ায়।

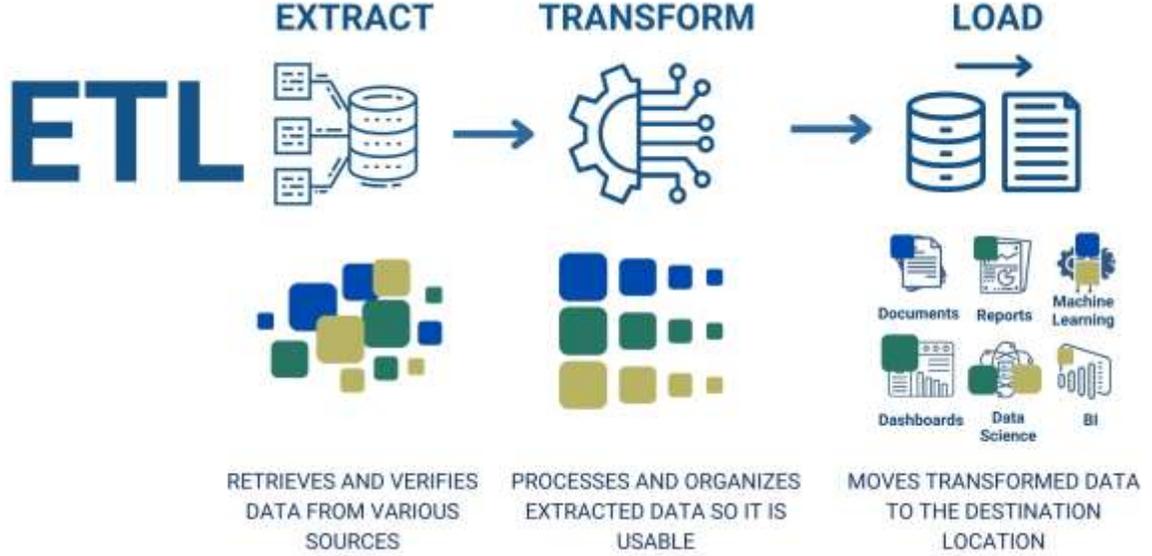
ETL (Extract, Transform, Load) হল বিভিন্ন উৎস থেকে ডেটা বের করার, প্রয়োজনীয় ফরম্যাটে রূপান্তর করার এবং লক্ষ্য সিস্টেমে লোড করার প্রক্রিয়া, যাতে পরবর্তী বিশ্লেষণ এবং ব্যবহারের জন্য।

ETL হল একটি প্রক্রিয়া, যা ডেটা প্রক্রিয়াকরণের তিনটি মূল উপাদানকে চিহ্নিত করে: Extract, Transform এবং Load (চিত্র 7.22):-

- Extract – বিভিন্ন উৎস থেকে ডেটা বের করা (ফাইল, ডেটাবেস, API)।
- Transform – ডেটা পরিষ্কার করা, একত্রিত করা, স্বাভাবিকীকরণ এবং যৌক্তিক প্রক্রিয়াকরণ।

- Load – কাঠামোবদ্ধ তথ্যকে ডেটা স্টোরেজ, রিপোর্ট বা BI সিস্টেমে লোড করা।

বইয়ের পূর্ববর্তী অংশে ETL ধারণাটি কেবলমাত্র সময়ে সময়ে আলোচনা করা হয়েছিল: অ-গঠনমূলক স্ক্যান করা ডকুমেন্টকে গঠনমূলক টেবিল ফরম্যাটে রূপান্তরের সময় (চিত্র 4.11), প্রয়োজনীয়তার ফরমালাইজেশনের প্রেক্ষাপটে, যা জীবন এবং ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলির উপলব্ধি সিস্টেম্যাটাইজ করতে সহায়তা করে (চিত্র 4.420), এবং CAD সমাধান থেকে ডেটা যাচাই এবং প্রক্রিয়াকরণের স্বয়ংক্রিয়তার পরিপ্রেক্ষিতে। এখন আমরা ETL-কে সাধারণ কাজের প্রবাহের প্রেক্ষাপটে আরও বিস্তারিতভাবে বিবেচনা করব।-



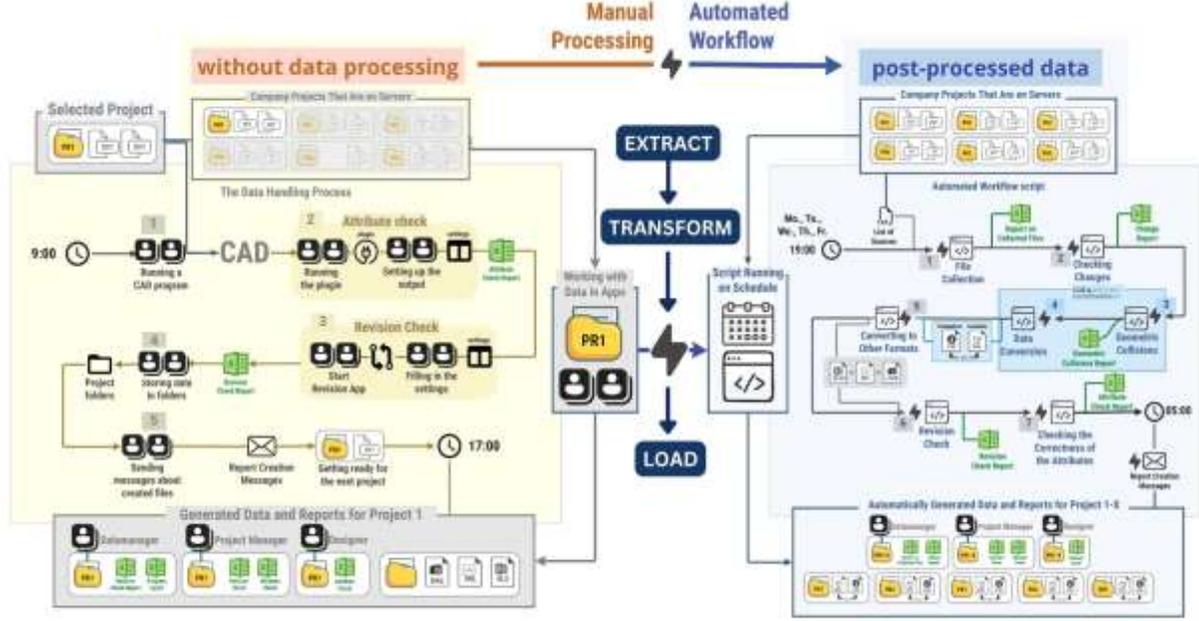
চিত্র 7.22 ETL পুনরাবৃত্তিমূলক ডেটা প্রক্রিয়াকরণের কাজগুলো স্বয়ংক্রিয় করে।

ম্যানুয়াল বা অর্ধ-স্বয়ংক্রিয় ETL প্রক্রিয়া একটি ম্যানেজার বা প্রযুক্তিগত বিশেষজ্ঞের উপস্থিতি নির্দেশ করে, যিনি সমস্ত পদক্ষেপকে ম্যানুয়ালি পরিচালনা করেন - ডেটা সংগ্রহ থেকে রিপোর্ট তৈরি করা পর্যন্ত। এই প্রক্রিয়াটি উল্লেখযোগ্য সময় নেয়, বিশেষ করে সীমিত কর্মদিবসের (যেমন, 9:00 থেকে 17:00) পরিস্থিতিতে।

প্রায়ই কোম্পানিগুলি কম কার্যকারিতা এবং কম গতির সমস্যা সমাধানের জন্য মডুলার ইন্টিগ্রেটেড সমাধান (ERP, PMIS, CPM, CAFM ইত্যাদি) ক্রয়ের চেষ্টা করে, যা পরে বাইরের বিক্রেতা এবং পরামর্শদাতাদের দ্বারা উন্নত করা হয়। তবে এই ধরনের বিক্রেতা এবং তৃতীয় পক্ষের ডেভেলপাররা প্রায়শই একটি সমালোচনামূলক নির্ভরতার পয়েন্ট হয়ে ওঠে: তাদের প্রযুক্তিগত সীমাবদ্ধতা সরাসরি পুরো সিস্টেম এবং ব্যবসার কার্যকারিতাকে প্রভাবিত করে, যা পূর্ববর্তী অধ্যায়গুলিতে প্রোপ্রাইটারি সিস্টেম এবং ফরম্যাট সম্পর্কে বিস্তারিতভাবে বর্ণনা করা হয়েছে। বিভাজন এবং নির্ভরতায় সৃষ্ট সমস্যাগুলি সম্পর্কে আমরা "কিভাবে নির্মাণ ব্যবসা ডেটার বিশৃঙ্খলায় ডুবে যায়" অধ্যায়ে বিস্তারিত আলোচনা করেছি।

যদি কোম্পানি একটি বিক্রেতার বৃহৎ মডুলার প্ল্যাটফর্ম বাস্তবায়নের জন্য প্রস্তুত না হয়, তবে এটি স্বয়ংক্রিয়করণের বিকল্প পথ খুঁজতে শুরু করে। এর মধ্যে একটি হল নিজস্ব মডুলার ওপেন ETL পাইপলাইন তৈরি করা, যেখানে প্রতিটি ধাপ (তথ্য আহরণ, রূপান্তর, যাচাইকরণ, লোডিং) স্ক্রিপ্টের আকারে বাস্তবায়িত হয়, যা নির্ধারিত সময়সূচী অনুযায়ী কার্যকর হয়।

একই ETL কাজের প্রক্রিয়ার স্বয়ংক্রিয় সংস্করণে (চিত্র 7.21) কাজের প্রক্রিয়া একটি মডুলার কোডের মতো, যা তথ্য প্রক্রিয়াকরণ এবং সেগুলিকে একটি খোলামেলা কাঠামোবদ্ধ ফর্মে রূপান্তরের মাধ্যমে শুরু হয়। কাঠামোবদ্ধ তথ্য পাওয়ার পর, স্বয়ংক্রিয়ভাবে, সময়সূচী অনুযায়ী, বিভিন্ন স্ক্রিপ্ট বা মডিউল চালু হয় পরিবর্তন যাচাই, রূপান্তর এবং বার্তা প্রেরণের জন্য (চিত্র 7.23)।-



চিত্র 7.23 বামদিকে ম্যানুয়াল প্রক্রিয়াকরণ, ডানদিকে - স্বয়ংক্রিয় প্রক্রিয়া, যা ঐতিহ্যগত ম্যানুয়াল প্রক্রিয়াকরণের তুলনায় ব্যবহারকারীর সক্ষমতার দ্বারা সীমাবদ্ধ নয় /

স্বয়ংক্রিয় কাজের প্রক্রিয়ায় তথ্য প্রক্রিয়াকরণ ET(L) এর প্রাথমিক প্রক্রিয়াকরণের মাধ্যমে সহজ হয়: কাঠামোবদ্ধকরণ এবং একীকরণ।

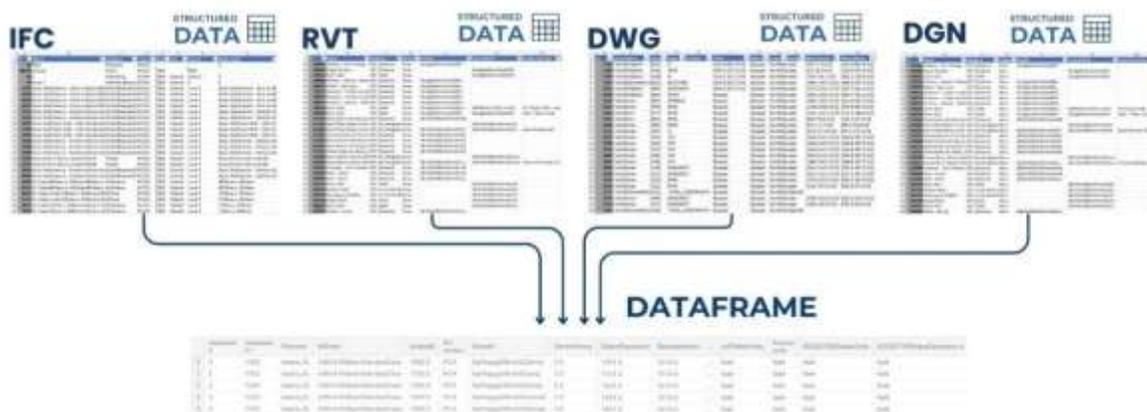
ঐতিহ্যগত প্রক্রিয়াগুলিতে, বিশেষজ্ঞরা তথ্যের সাথে "যেমন আছে" কাজ করেন - সেগুলি সিস্টেম বা সফটওয়্যার থেকে আহত হওয়ার সময়ে। স্বয়ংক্রিয় প্রক্রিয়াগুলিতে, বিপরীতে, তথ্য প্রায়শই প্রথমে ETL পাইপলাইনের মাধ্যমে যায়, যেখানে সেগুলি একটি সম্ভ্রুত কাঠামো এবং ফরম্যাটে রূপান্তরিত হয়, যা পরবর্তী ব্যবহারের এবং বিশ্লেষণের জন্য উপযুক্ত।

একটি বাস্তব উদাহরণ ETL এর প্রক্রিয়া বিবেচনা করা যাক, যা তথ্য টেবিল যাচাইয়ের প্রক্রিয়া প্রদর্শন করে, যা "তথ্য যাচাইকরণ এবং যাচাইকরণের ফলাফল" অধ্যায়ে বর্ণিত হয়েছে (চিত্র 4.413)। এর জন্য আমরা Pandas লাইব্রেরি ব্যবহার করব LLM এর সাথে স্বয়ংক্রিয় বিশ্লেষণ এবং তথ্য প্রক্রিয়াকরণের প্রক্রিয়াগুলির জন্য।-

ETL Extract: ডেটা সংগ্রহ

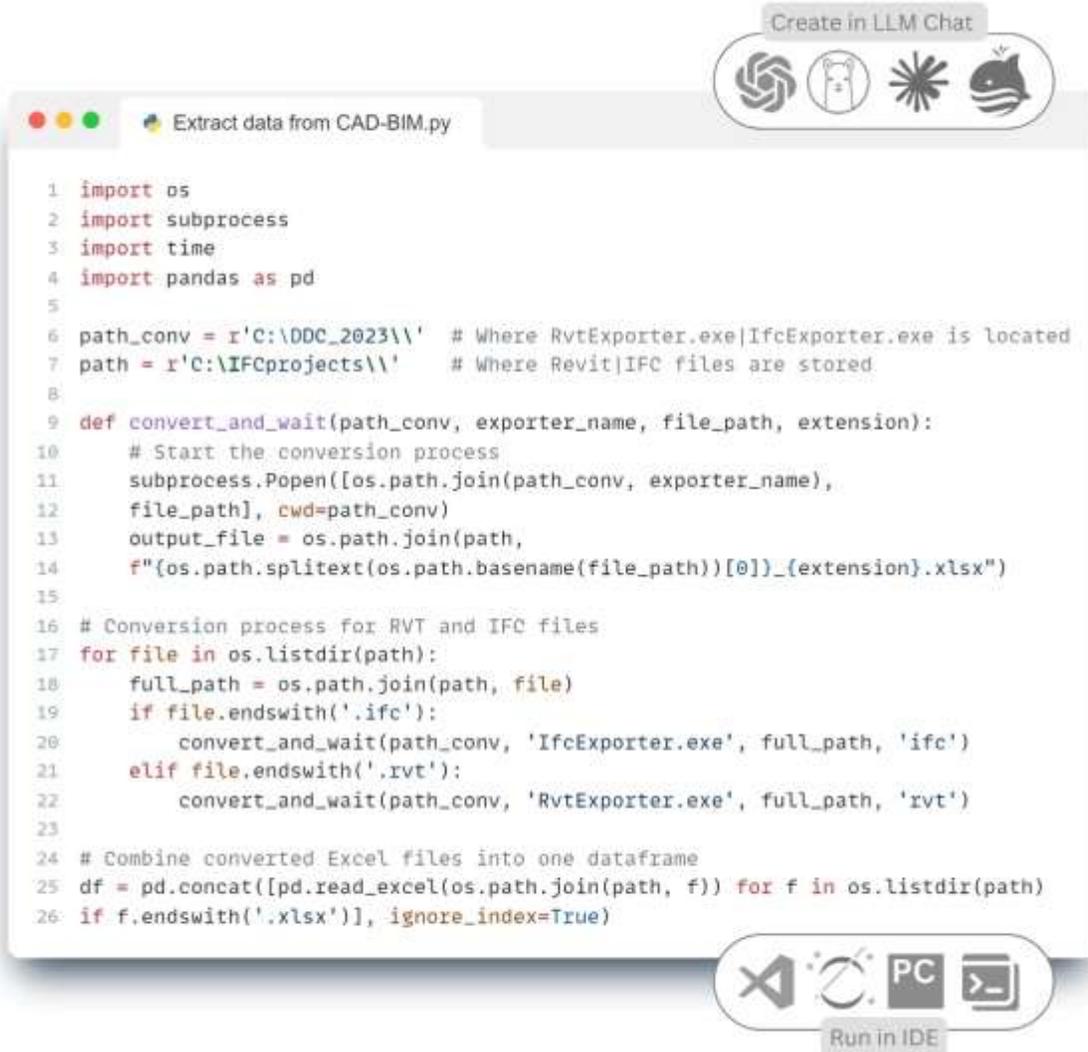
ETL প্রক্রিয়ার প্রথম ধাপ - আহরণ (Extract) - কোড লেখার মাধ্যমে শুরু হয়, যা যাচাই এবং প্রক্রিয়াকরণের জন্য প্রয়োজনীয় তথ্যের ভাণ্ডার সংগ্রহ করে। এর জন্য আমরা কাজের সার্ভারের সমস্ত ফোল্ডার স্ক্যান করব, নির্দিষ্ট ফরম্যাট এবং বিষয়বস্তু সহ নথিগুলি সংগ্রহ করব, এবং তারপর সেগুলিকে কাঠামোবদ্ধ ফর্মে রূপান্তর করব। এই প্রক্রিয়া "অসংগঠিত এবং টেক্সট ডেটাকে কাঠামোবদ্ধ ফর্মে রূপান্তর" এবং "CAD (BIM) ডেটা কাঠামোবদ্ধ ফর্মে রূপান্তর"

অধ্যায়ে বিস্তারিতভাবে আলোচনা করা হয়েছে (চিত্র 4.11 - চিত্র 4.112)।-



চিত্র 7.24 CAD (BIM) ডেটাকে একটি বৃহৎ ডেটা ফ্রেমে রূপান্তর করা, যা প্রকল্পের সমস্ত বিভাগ ধারণ করবে।

একটি স্পষ্ট উদাহরণ হিসেবে, ডেটা লোডিংয়ের ধাপে Extract এবং সমস্ত CAD- (BIM-) প্রকল্পের টেবিল প্রাপ্তির জন্য (চিত্র 7.24) রিভার্স ইঞ্জিনিয়ারিং সমর্থনকারী কনভার্টারগুলি ব্যবহার করা হয় [138] RVT এবং IFC ফরম্যাটের জন্য, যাতে সমস্ত প্রকল্প থেকে কাঠামোবদ্ধ টেবিলগুলি প্রাপ্ত করা যায় এবং সেগুলিকে একটি বৃহৎ DataFrame এ একত্রিত করা যায়।-



```

1 import os
2 import subprocess
3 import time
4 import pandas as pd
5
6 path_conv = r'C:\DDC_2023\' # Where RvtExporter.exe|IfcExporter.exe is located
7 path = r'C:\IFCprojects\' # Where Revit|IFC files are stored
8
9 def convert_and_wait(path_conv, exporter_name, file_path, extension):
10 # Start the conversion process
11 subprocess.Popen([os.path.join(path_conv, exporter_name),
12 file_path], cwd=path_conv)
13 output_file = os.path.join(path,
14 f"{os.path.splitext(os.path.basename(file_path))[0]}_{extension}.xlsx")
15
16 # Conversion process for RVT and IFC files
17 for file in os.listdir(path):
18 full_path = os.path.join(path, file)
19 if file.endswith('.ifc'):
20 convert_and_wait(path_conv, 'IfcExporter.exe', full_path, 'ifc')
21 elif file.endswith('.rvt'):
22 convert_and_wait(path_conv, 'RvtExporter.exe', full_path, 'rvt')
23
24 # Combine converted Excel files into one dataframe
25 df = pd.concat([pd.read_excel(os.path.join(path, f)) for f in os.listdir(path)
26 if f.endswith('.xlsx')], ignore_index=True)

```

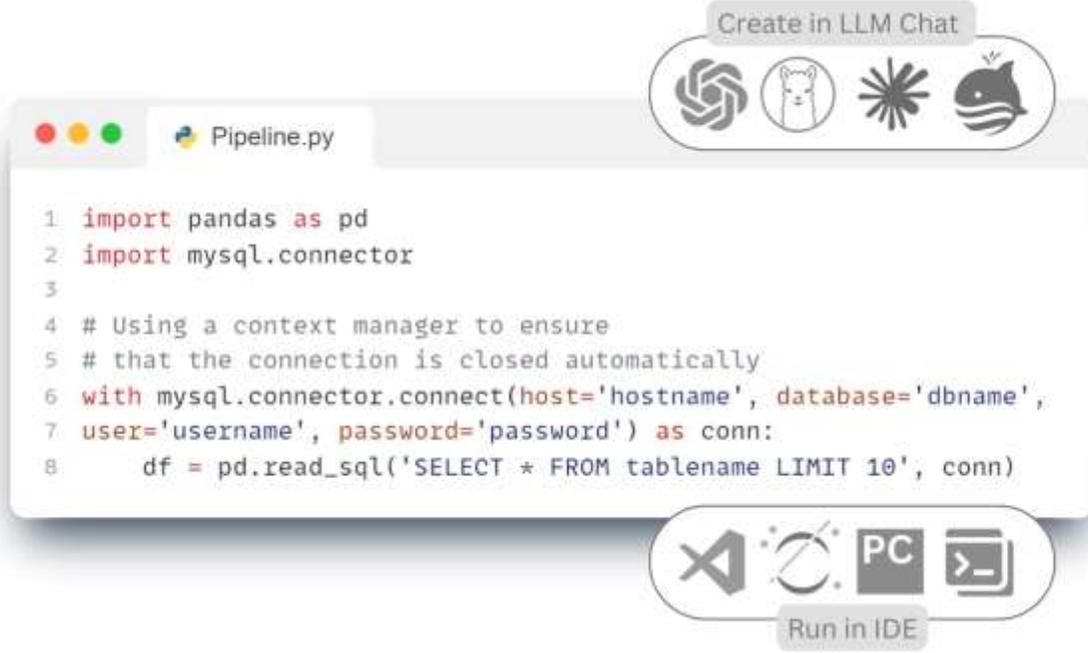
চিত্র ৭.২৫ পাইথন কোড এবং রিভার্স ইঞ্জিনিয়ারিং টুলের SDK ব্যবহার করে RVT এবং IFC ফাইলগুলিকে একটি বৃহৎ কাঠামোবদ্ধ (df) ডেটাবেসে রূপান্তর করা।

প্যান্ডাস ডেটাবেসে বিভিন্ন উৎস থেকে ডেটা লোড করা যায়, যার মধ্যে রয়েছে টেক্সট ফাইল CSV, এক্সেল টেবিল, JSON এবং XML ফাইল, বড় ডেটা সংরক্ষণের জন্য ফরম্যাট যেমন Parquet এবং HDF5, এবং MySQL, PostgreSQL, SQLite, Microsoft SQL Server, Oracle এবং অন্যান্য ডেটাবেস থেকে। তাছাড়া, প্যান্ডাস API, ওয়েব পৃষ্ঠা, ক্লাউড পরিষেবা এবং Google BigQuery, Amazon Redshift এবং Snowflake-এর মতো স্টোরেজ সিস্টেম থেকে ডেটা লোড করার সমর্থন করে।

- 🔗 ডেটাবেসের সাথে সংযোগ স্থাপন এবং তথ্য সংগ্রহের জন্য কোড লেখার জন্য, LLM চ্যাটে (ChatGPT, LLaMa, Mistral DeepSeek, Grok, Claude, QWEN বা অন্য যেকোনো) নিম্নলিখিত টেক্সটের মতো একটি অনুরোধ পাঠান:

দয়া করে MySQL-এ সংযোগ স্থাপন এবং ডেটা ডেটাবেসে রূপান্তরের একটি উদাহরণ লিখুন।

LLM-এর উত্তর:



চিত্র ৭.২৬ পাইথন ব্যবহার করে MySQL ডেটাবেসের সাথে সংযোগ স্থাপনের এবং MySQL ডেটাবেস থেকে ডেটা ডেটাবেসে আমদানি করার উদাহরণ /

প্রাপ্ত কোড (চিত্র ৭.২৫, চিত্র ৭.২৬) উপরে উল্লেখিত জনপ্রিয় IDE (ইন্টিগ্রেটেড ডেভেলপমেন্ট এনভায়রনমেন্ট) গুলিতে অফলাইন মোডে চালানো যেতে পারে: PyCharm, Visual Studio Code (VS Code), Jupyter Notebook, Spyder, Atom, Sublime Text, Eclipse PyDev প্লাগিন সহ, Thonny, Wing IDE, IntelliJ IDEA Python প্লাগিন সহ, JupyterLab অথবা জনপ্রিয় অনলাইন টুলস: Kaggle.com, Google Collab, Microsoft Azure Notebooks, Amazon SageMaker।-

মাল্টি-ফরম্যাট ডেটা "df" ভেরিয়েবলে লোড করার পর (চিত্র ৭.২৫ - ২৫তম লাইন; চিত্র ৭.২৬ - ৮ম লাইন), আমরা ডেটাকে প্যান্ডাস ডেটাবেস ফরম্যাটে রূপান্তর করেছি - যা ডেটা প্রক্রিয়াকরণের জন্য সবচেয়ে জনপ্রিয় কাঠামোগুলির মধ্যে একটি, যা সারি এবং কলাম সহ একটি দ্বিমাত্রিক টেবিল। ETL-পাইপলাইনে ব্যবহৃত অন্যান্য সংরক্ষণ ফরম্যাট যেমন Parquet, Apache ORC, JSON, Feather, HDF5 এবং আধুনিক ডেটা স্টোরেজ সম্পর্কে আমরা "নির্মাণ শিল্পে ডেটা সংরক্ষণ এবং পরিচালনা" অধ্যায়ে বিস্তারিত আলোচনা করব (চিত্র ৮.১২)।-

তথ্য সংগ্রহ এবং কাঠামোবদ্ধ করার (Extract) পর একটি একক তথ্য ভাণ্ডার গঠন করা হয় (চিত্র ৭.২৫, চিত্র ৭.২৬), যা পরবর্তী প্রক্রিয়াকরণের জন্য প্রস্তুত। তবে, এই ডেটাগুলি লক্ষ্য সিস্টেমে লোড করার আগে বা বিশ্লেষণের জন্য ব্যবহারের আগে, তাদের গুণমান, অখণ্ডতা এবং নির্ধারিত প্রয়োজনীয়তার সাথে সঙ্গতি নিশ্চিত করা আবশ্যিক। এই পর্যায়ে ডেটার রূপান্তর (Transform) সম্পন্ন হয় - একটি মূল পদক্ষেপ, যা পরবর্তী সিদ্ধান্ত এবং সিদ্ধান্তগুলির নির্ভরযোগ্যতা নিশ্চিত করে।-

ETL Transform: যাচাইকরণ এবং রূপান্তরের নিয়ম প্রয়োগ

Transform পর্যায়ে ডেটার প্রক্রিয়াকরণ এবং রূপান্তর করা হয়। এই প্রক্রিয়ায় সঠিকতা যাচাই, স্বাভাবিকীকরণ,

অনুপস্থিত মান পূরণ এবং স্বয়ংক্রিয় সরঞ্জামগুলির মাধ্যমে বৈধতা যাচাই অন্তর্ভুক্ত থাকতে পারে।

PwC-এর "Data-Driven. দ্রুত পরিবর্তনশীল ব্যবসায়িক পরিবেশে সফল হতে শিক্ষার্থীদের কী প্রয়োজন" (২০১৫) [৯] অনুসারে, আধুনিক অডিটিং কোম্পানিগুলি নমুনা ডেটা পরিদর্শন থেকে সরে এসে স্বয়ংক্রিয় সরঞ্জাম ব্যবহার করে তথ্য ভাঙার বিশ্লেষণে চলে যাচ্ছে। এই পদ্ধতি কেবল রিপোর্টিংয়ে অমিল চিহ্নিত করতে সহায়তা করে না, বরং ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলির অপ্টিমাইজেশনের জন্য সুপারিশও প্রদান করে।

নির্মাণে অনুরূপ পদ্ধতিগুলি স্বয়ংক্রিয়ভাবে প্রকল্পের তথ্য যাচাইকরণ, নির্মাণের গুণমান নিয়ন্ত্রণ এবং ঠিকাদারদের কার্যকারিতা মূল্যায়নের জন্য প্রয়োগ করা যেতে পারে। তথ্য প্রক্রিয়াকরণের পর্যায়ে (Transform) ডেটা রূপান্তরের প্রক্রিয়ায় স্বয়ংক্রিয় এবং দ্রুত তথ্য প্রক্রিয়াকরণের জন্য একটি সরঞ্জাম হল নিয়মিত অভিব্যক্তির (Regex) ব্যবহার। Regex কার্যকরভাবে ডেটা স্ট্রিং যাচাই করতে, অমিল চিহ্নিত করতে এবং সর্বনিম্ন সম্পদ ব্যয়ে তথ্যের অখণ্ডতা নিশ্চিত করতে সক্ষম। Regex সম্পর্কে বিস্তারিত (চিত্র 4.47) আমরা "প্রয়োজনীয়তাগুলিকে কাঠামোবদ্ধ ফর্মে রূপান্তর" অধ্যায়ে আলোচনা করেছি।

একটি ব্যবহারিক উদাহরণ বিবেচনা করা যাক: রিয়েল এস্টেট ম্যানেজমেন্ট সিস্টেমে (RPM) ব্যবস্থাপক সম্পত্তির মূল বৈশিষ্ট্যগুলির জন্য প্রয়োজনীয়তা নির্ধারণ করেন (চিত্র 7.27)। রূপান্তরের পর্যায়ে নিম্নলিখিত প্যারামিটারগুলির যাচাইকরণ করতে হবে:-

- আইডি বৈশিষ্ট্যের জন্য আইডেন্টিফায়ার ফরম্যাট যাচাইকরণ
- গ্যারান্টি সময়কাল পরিবর্তনের মান নিয়ন্ত্রণ
- উপাদানের পরিবর্তনের চক্র যাচাইকরণ (রক্ষণাবেক্ষণের প্রয়োজনীয়তা বৈশিষ্ট্য)

Property Manager



RPM
Real Property Management

Property Manager: Long-term Management

| ID | Element | Warranty Period | Replacement Cycle | Maintenance Requirements |
|--------|---------|-----------------|-------------------|--------------------------|
| W-NEW | Window | - | 20 years | Annual Inspection |
| W-OLD1 | Window | 8 years | 15 years | Biannual Inspection |
| W-OLD2 | Window | 8 years | 15 years | Biannual Inspection |
| D-122 | Door | 15 years | 25 years | Biennial Varnishing |

চিত্র 7.27 গুণমান যাচাইকরণ শুরু হয় বৈশিষ্ট্যগুলির জন্য প্রয়োজনীয়তা এবং তাদের সীমাবদ্ধ মান নির্ধারণের মাধ্যমে /

প্যারামিটারগুলির যাচাইকরণের জন্য সীমাবদ্ধ মান নির্ধারণ করতে, ধরুন আমাদের অভিজ্ঞতা থেকে জানা যায় যে আইডি বৈশিষ্ট্যের জন্য গ্রহণযোগ্য মানগুলি শুধুমাত্র স্ট্রিং মান "W-NEW", "W-OLD1" বা "D-122" বা অনুরূপ মান অন্তর্ভুক্ত করতে পারে, যেখানে প্রথম অক্ষর একটি অক্ষর, তারপরে একটি ড্যাশ এবং তারপর তিনটি অক্ষর 'NEW', 'OLD' বা যেকোনো তিন সংখ্যার সংখ্যা (চিত্র 7.27)। এই আইডেন্টিফায়ারগুলির যাচাইকরণের জন্য নিম্নলিখিত নিয়মিত অভিব্যক্তি (Regex) ব্যবহার করা যেতে পারে:-

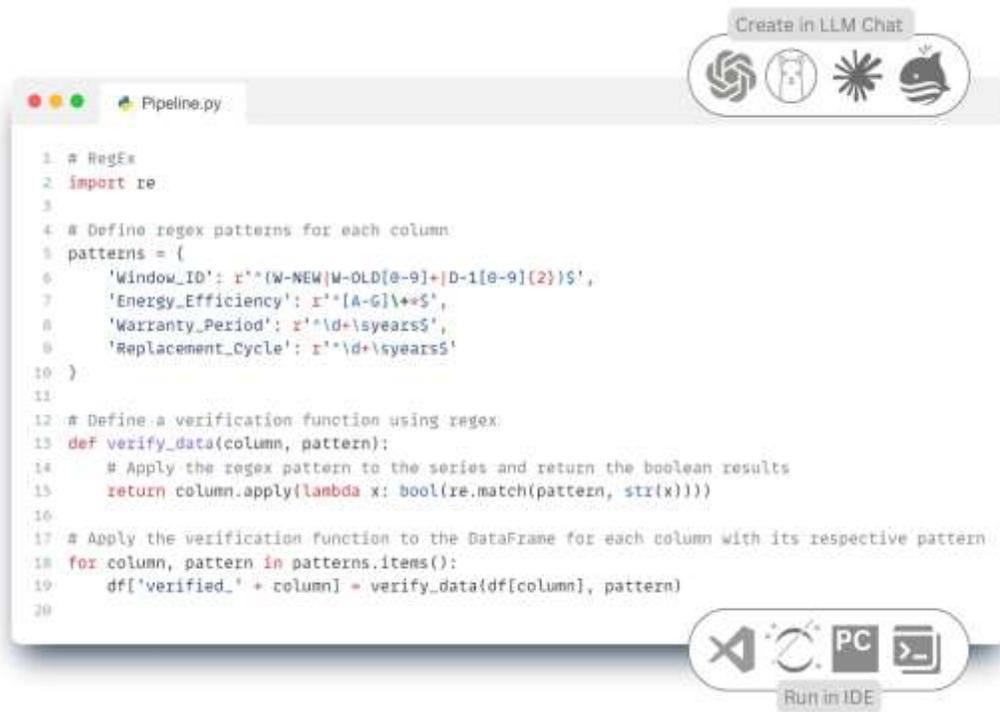
```
^W-NEW$|^W-OLD[0-9]+$|^D-1[0-9]{2}$
```

এই টেমপ্লেট নিশ্চিত করে যে সমস্ত আইডেন্টিফায়ার ডেটাতে নির্ধারিত মানদণ্ডের সাথে মেলে। যদি কোনো মান যাচাইকরণে ব্যর্থ হয়, তবে সিস্টেম একটি ত্রুটি রেকর্ড করে। ডেটা রূপান্তরের জন্য পাইথন কোড তৈরি করতে এবং প্রাপ্ত ডেটা ব্যবহার করে ফলাফলের একটি টেবিল তৈরি করতে, আমরা সহজেই LLM চ্যাটে একটি অনুরোধ তৈরি করতে পারি।

❏ LLM-এ পাঠানো টেক্সট অনুরোধ:

'W-NEW' বা 'W-OLD' ফরম্যাটে আইডেন্টিফায়ার যাচাই করতে নিয়মিত অভিব্যক্তি ব্যবহার করে DataFrame-এর কলামগুলি যাচাই করার জন্য কোড লিখুন, 'A' থেকে 'G' পর্যন্ত অক্ষর সহ শক্তি দক্ষতা, গ্যারান্টি সময়কাল এবং বছরের সংখ্যার মান সহ পরিবর্তনের চক্র ↵

❏ LLM-এর উত্তর:



```

1 # RegEx
2 import re
3
4 # Define regex patterns for each column
5 patterns = {
6     'Window_ID': r'^(W-NEW|W-OLD[0-9]+|D-1[0-9]{2})$',
7     'Energy_Efficiency': r'^[A-G]\+\+\$',
8     'Warranty_Period': r'^\d+\$years$',
9     'Replacement_Cycle': r'^\d+\$years$'
10 }
11
12 # Define a verification function using regex
13 def verify_data(column, pattern):
14     # Apply the regex pattern to the series and return the boolean results
15     return column.apply(lambda x: bool(re.match(pattern, str(x))))
16
17 # Apply the verification function to the DataFrame for each column with its respective pattern
18 for column, pattern in patterns.items():
19     df['verified_' + column] = verify_data(df[column], pattern)
20

```

চিত্র 7.28 নিয়মিত অভিব্যক্তির টেমপ্লেটগুলি ডেটাফ্রেমের প্যারামিটার কলামগুলিতে প্রয়োগ করার মাধ্যমে যাচাইকরণের প্রক্রিয়া স্বয়ংক্রিয় করার কোড /

প্রদত্ত স্বয়ংক্রিয়ভাবে তৈরি করা পাইথন কোড (চিত্র 7.28) "re" লাইব্রেরি (নিয়মিত অভিব্যক্তি RegEx) ব্যবহার করে একটি ফাংশন নির্ধারণ করে, যা DataFrame-এ প্রতিটি ডেটা উপাদানের বৈশিষ্ট্য যাচাই করে। প্রতিটি নির্দিষ্ট কলামের (বৈশিষ্ট্য) জন্য, ফাংশন প্রত্যেকটি রেকর্ডের প্রত্যাশিত ফরম্যাটের সাথে মেলানোর জন্য RegEx টেমপ্লেট প্রয়োগ করে এবং ফলাফলগুলি নতুন মান (False/True) হিসাবে নতুন বৈশিষ্ট্য-কলামে DataFrame-এ যুক্ত করে।-

এই ধরনের স্বয়ংক্রিয় যাচাইকরণ তথ্যের নির্ধারিত প্রয়োজনীয়তার সাথে আনুষ্ঠানিকভাবে মেলে এবং রূপান্তরের পর্যায়ে গুণমান নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থার একটি অংশ হিসাবে ব্যবহার করা যেতে পারে।

সফলভাবে Transform পর্যায় সম্পন্ন করার পর এবং গুণগত মান যাচাইয়ের পর, ডেটা লক্ষ্য সিস্টেমে লোড করার জন্য প্রস্তুত। রূপান্তরিত এবং যাচাইকৃত ডেটা CSV, JSON, Excel, ডেটাবেস এবং অন্যান্য ফরম্যাটে রপ্তানি করা যেতে পারে পরবর্তী ব্যবহারের জন্য। এছাড়াও, কাজের প্রয়োজন অনুসারে ফলাফলগুলি রিপোর্ট, গ্রাফ বা বিশ্লেষণাত্মক ড্যাশবোর্ডে উপস্থাপন করা যেতে পারে।

ETL Load: ফলাফলগুলির ভিজ্যুয়লাইজেশন চার্ট এবং গ্রাফের মাধ্যমে

Transform পর্যায় সম্পন্ন হওয়ার পর, যখন ডেটা কাঠামোবদ্ধ আকারে আনা হয় এবং যাচাইকৃত হয়, তখন চূড়ান্ত পর্যায় - Load - শুরু হয়, যেখানে ডেটা লক্ষ্য সিস্টেমে লোড করা যেতে পারে অথবা বিশ্লেষণের জন্য ভিজ্যুয়লাইজ করা যেতে পারে। ডেটার ভিজ্যুয়াল উপস্থাপনা দ্রুত বিচ্যুতি চিহ্নিত করতে, বিতরণ বিশ্লেষণ করতে এবং প্রকল্পের সকল অংশগ্রহণকারীর কাছে মূল উপসংহারগুলি পৌঁছে দিতে সহায়তা করে, এমনকি যারা প্রযুক্তিগত প্রশিক্ষণপ্রাপ্ত নয়।

তথ্যকে টেবিল এবং সংখ্যা আকারে উপস্থাপনের পরিবর্তে, আমরা ইনফোগ্রাফিক, গ্রাফ এবং ড্যাশবোর্ড ব্যবহার করতে পারি। কাঠামোবদ্ধ ডেটা ভিজ্যুয়লাইজেশনের জন্য Python ভাষায় একটি জনপ্রিয় এবং নমনীয় সরঞ্জাম হল Matplotlib লাইব্রেরি। এটি স্থির, অ্যানিমেটেড এবং ইন্টারেক্টিভ গ্রাফ তৈরি করতে সক্ষম এবং বিভিন্ন ধরনের ডায়াগ্রাম সমর্থন করে। -

- RPM সিস্টেম থেকে অ্যাট্রিবিউট যাচাইয়ের ফলাফল ভিজ্যুয়লাইজ করতে, নিম্নলিখিত ভাষা মডেলের জন্য একটি অনুরোধ ব্যবহার করা যেতে পারে:-

উপরের ডেটাফ্রেমের জন্য ডেটা ভিজ্যুয়লাইজেশনের কোড লিখুন, একটি হিস্টোগ্রাম সহ ফলাফলগুলি প্রদর্শন করতে, যাতে অ্যাট্রিবিউটের ক্রটির ফ্রিকোয়েন্সি চিত্রিত হয়।-

- ❏ LLM এর উত্তর কোড এবং কোডের কার্যকরী ভিজ্যুয়ালাইজেশন আকারে সরাসরি LLM চ্যাটে ফলাফলগুলি:

```

1 # Re-importing necessary libraries for visualization
2 import matplotlib.pyplot as plt
3 import seaborn as sns
4
5 # Visualization 1: Bar Chart
6 plt.figure(figsize=(10, 6))
7 df_visual.plot(kind='bar', stacked=True, color=['green', 'red'])
8 plt.title('Data Verification Summary - Bar Chart')
9 plt.xlabel('Data Categories')
10 plt.ylabel('Count')
11 plt.xticks(rotation=45)
12 plt.tight_layout()
13 plt.show()
    
```



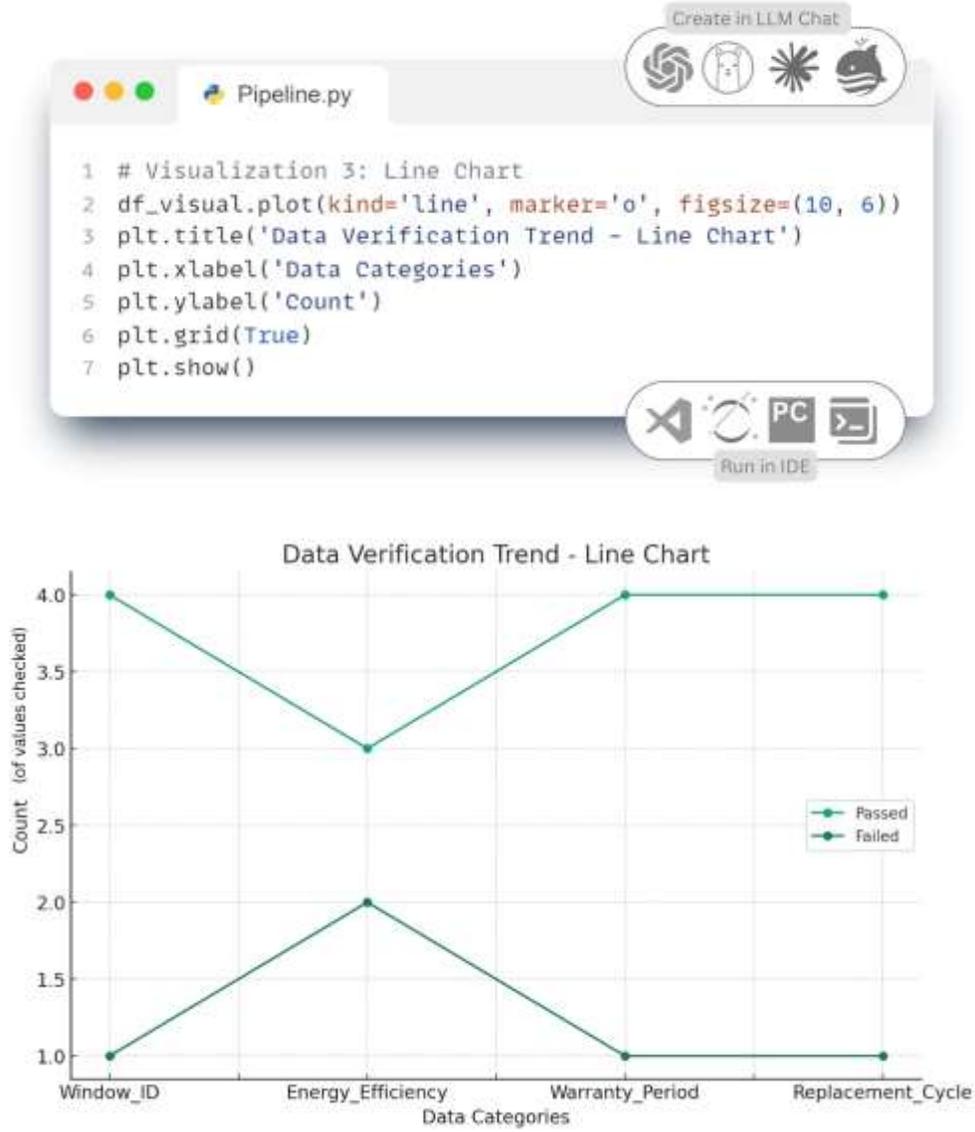
RPM সিস্টেম থেকে অ্যাট্রিবিউটের মান যাচাইয়ের ফলাফলগুলির ভিজ্যুয়ালাইজেশন হিস্টোগ্রাম আকারে Load পর্যায়ে -/

- ❏ কাঠামোবদ্ধ ডেটা বিভিন্ন ফরম্যাটে উপস্থাপন করার জন্য অনেকগুলি মুক্ত এবং বিনামূল্যের

ভিজ্যুয়লাইজেশন লাইব্রেরি রয়েছে। পরবর্তী গ্রাফের মাধ্যমে ফলাফলগুলির ভিজ্যুয়লাইজেশন চালিয়ে যাই।

একই ডেটা একটি লাইন গ্রাফে চিত্রিত করুন।

👉 LLM-এর উত্তর:



যাচাইয়ের ডেটার ভিজ্যুয়লাইজেশন একটি লাইন চার্ট আকারে, **Matplotlib** লাইব্রেরি ব্যবহার করে প্রাপ্ত।

অনেকগুলি মুক্ত এবং বিনামূল্যের ভিজ্যুয়লাইজেশন লাইব্রেরি রয়েছে, যেমন:

- Seaborn - পরিসংখ্যানগত গ্রাফের জন্য।-
- Plotly - ইন্টারেক্টিভ ওয়েব ভিজুয়লাইজেশনের জন্য।-
- Altair - ঘোষণামূলক ভিজুয়লাইজেশনের জন্য।
- Dash বা Streamlit - পূর্ণাঙ্গ ড্যাশবোর্ড তৈরি করার জন্য।

তবে, ভিজুয়লাইজেশনের জন্য নির্দিষ্ট লাইব্রেরির জ্ঞান অপরিহার্য নয় - আধুনিক সরঞ্জাম, LLM সহ, স্বয়ংক্রিয়ভাবে গ্রাফ এবং সম্পূর্ণ অ্যাপ্লিকেশন তৈরি করার জন্য কোড তৈরি করতে সক্ষম, কাজের বর্ণনার ভিত্তিতে।

সরঞ্জামের নির্বাচন প্রকল্পের কাজের উপর নির্ভর করে: রিপোর্ট, উপস্থাপনা বা অনলাইন মনিটরিং প্যানেল। উদাহরণস্বরূপ, ওপেন সোর্স লাইব্রেরি Seaborn বিশেষভাবে শ্রেণীবদ্ধ ডেটার সাথে কাজ করার জন্য উপযুক্ত, যা প্রবণতা এবং প্যাটার্ন চিহ্নিত করতে সহায়তা করে।

- Seaborn লাইব্রেরির কার্যকারিতা দেখতে, আপনি LLM কে সরাসরি প্রয়োজনীয় লাইব্রেরি ব্যবহার করতে বলতে পারেন অথবা LLM এর সাথে কাজ করার সময় একটি অনুরূপ টেক্সট অনুরোধ পাঠাতে পারেন:

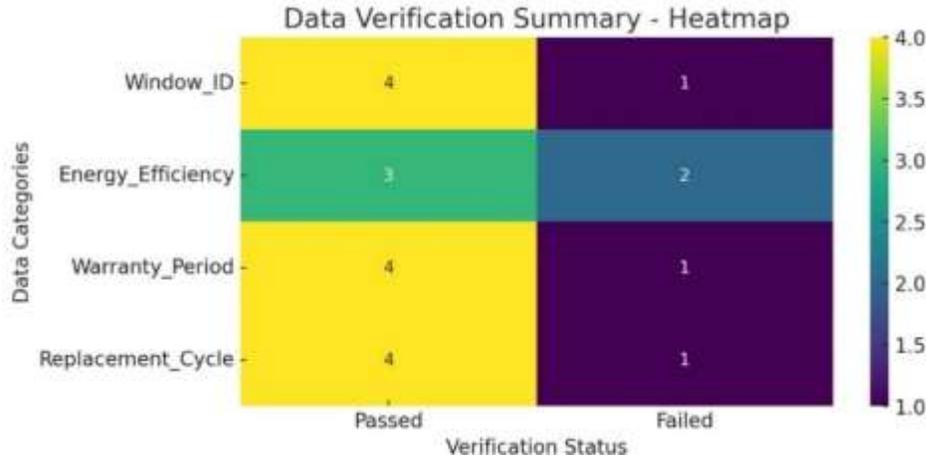
ফলাফলের জন্য একটি তাপ মানচিত্র প্রদর্শন করুন।

- LLM-এর উত্তর কোড এবং প্রস্তুতকৃত গ্রাফের আকারে, যার নির্মাণের কোড এখন IDE-তে কপি করা যেতে পারে, এবং গ্রাফটি নথিতে সন্নিবেশ করার জন্য কপি বা সংরক্ষণ করা যেতে পারে:

```

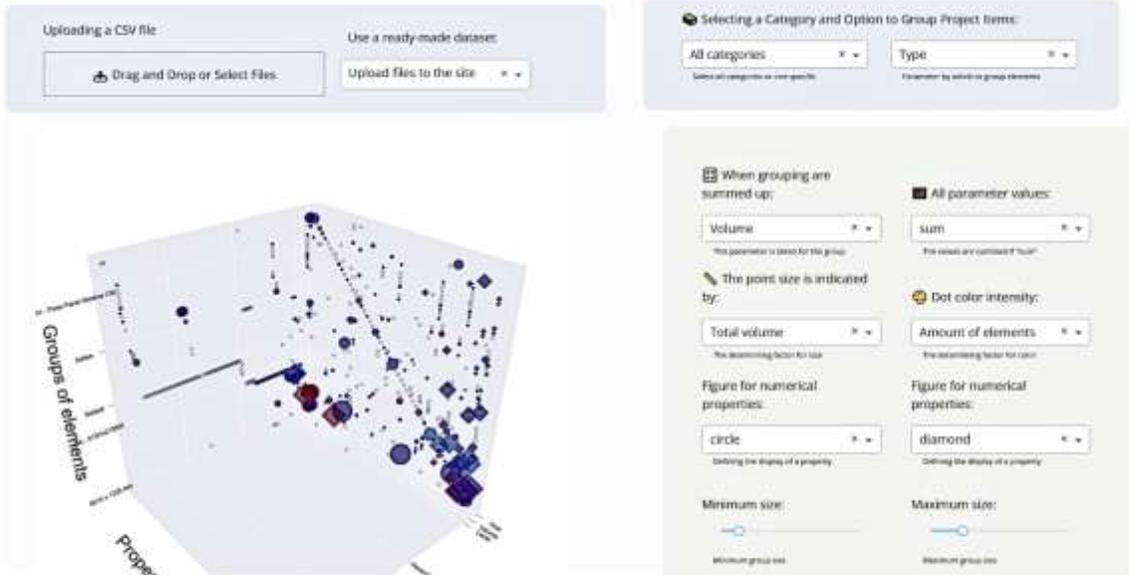
1 # Visualization 2: Heatmap
2 plt.figure(figsize=(8, 4))
3 sns.heatmap(df_visual, annot=True, cmap='viridis')
4 plt.title('Data Verification Summary - Heatmap')
5 plt.xlabel('Verification Status')
6 plt.ylabel('Data Categories')
7 plt.show()

```



চিত্র ৭.২১১ ডেটা যাচাইয়ের ফলাফলগুলির ভিজ্যুয়ালাইজেশন (চিত্র ৭.২৮) Seaborn লাইব্রেরির মাধ্যমে/-

যারা ইন্টারেক্টিভ পদ্ধতিকে পছন্দ করেন, তাদের জন্য এমন সরঞ্জাম রয়েছে যা গতিশীল চার্ট এবং প্যানেল তৈরি করতে সক্ষম করে, যা ব্যবহারকারীর সাথে যোগাযোগের সুযোগ দেয়। Plotly লাইব্রেরি (চিত্র ৭.১৬, চিত্র ৭.২১২) অত্যন্ত ইন্টারেক্টিভ চার্ট এবং প্যানেল তৈরি করার সুযোগ প্রদান করে, যা ওয়েব পৃষ্ঠায় এম্বেড করা যায় এবং ব্যবহারকারীকে বাস্তব সময়ে ডেটার সাথে যোগাযোগের সুযোগ দেয়।-



চিত্র ৭.২১২ CAD- (BIM-) প্রকল্পের উপাদানের বৈশিষ্ট্যগুলির ইন্টারেক্টিভ 3D ভিজ্যুয়ালাইজেশন Plotly লাইব্রেরির মাধ্যমে /

বিশেষায়িত ওপেন লাইব্রেরি Bokeh, Dash এবং Streamlit ডেটা উপস্থাপনের একটি সুবিধাজনক উপায় প্রদান করে, যা ওয়েব ডেভেলপমেন্টে গভীর জ্ঞান প্রয়োজন হয় না। Bokeh জটিল ইন্টারেক্টিভ গ্রাফের জন্য উপযুক্ত, Dash পূর্ণাঙ্গ বিশ্লেষণাত্মক ড্যাশবোর্ড তৈরি করতে ব্যবহৃত হয়, এবং Streamlit দ্রুত ডেটা বিশ্লেষণের জন্য ওয়েব অ্যাপ্লিকেশন তৈরি করতে সক্ষম করে।

এই ধরনের ভিজ্যুয়লাইজেশন সরঞ্জামের মাধ্যমে, ডেভেলপার এবং বিশ্লেষকরা তাদের সহকর্মী এবং আগ্রহী পক্ষের মধ্যে ফলাফলগুলি কার্যকরভাবে বিতরণ করতে পারেন, ডেটার সাথে স্বজ্ঞাত যোগাযোগ নিশ্চিত করে এবং সিদ্ধান্ত গ্রহণের প্রক্রিয়াকে সহজতর করে।

ETL Load: স্বয়ংক্রিয়ভাবে PDF ডকুমেন্ট তৈরি

লোডিং পর্যায়ে, ডেটা কেবল ভিজ্যুয়লাইজ করা যায় না, বরং সেগুলি টেবিল বা ডেটাবেসে রপ্তানি করা যায়, এবং স্বয়ংক্রিয়ভাবে রিপোর্ট তৈরি করা যায়, যার মধ্যে প্রয়োজনীয় গ্রাফ, চার্ট এবং মূল বিশ্লেষণাত্মক সূচক অন্তর্ভুক্ত থাকে, যা ম্যানেজার বা বিশেষজ্ঞের জন্য প্রয়োজনীয়, যারা যাচাইয়ের ফলাফল প্রত্যাশা করছেন। স্বয়ংক্রিয় রিপোর্টে মন্তব্য এবং ডেটার পাঠ্য ব্যাখ্যা সহ ভিজ্যুয়লাইজেশনের দৃশ্যমান উপাদান - টেবিল, গ্রাফ অন্তর্ভুক্ত থাকতে পারে।

- একটি PDF রিপোর্ট তৈরি করতে, যা একটি হিস্টোগ্রাম (চিত্র ৭.২৯) এবং পূর্ববর্তী অধ্যায়গুলিতে আমাদের দ্বারা পরিচালিত যাচাইয়ের ফলাফলের বিশ্লেষণের বর্ণনা অন্তর্ভুক্ত করে, LLM-এর সাথে সংলাপের ধারাবাহিকতায় একটি অনুরোধ তৈরি করা যথেষ্ট, উদাহরণস্বরূপ:-

একটি হিস্টোগ্রাম এবং উপরের (চ্যাটে) প্রাপ্ত ডেটার যাচাইয়ের ফলাফলের বর্ণনা সহ PDF ফাইল তৈরি করার জন্য কোড লিখুন, এবং একটি টেক্সট আকারে সতর্কতা লিখুন যে কিছু বিভাগ যাচাই পাস করেনি এবং অনুপস্থিত ডেটা পূরণ করা প্রয়োজন ৷

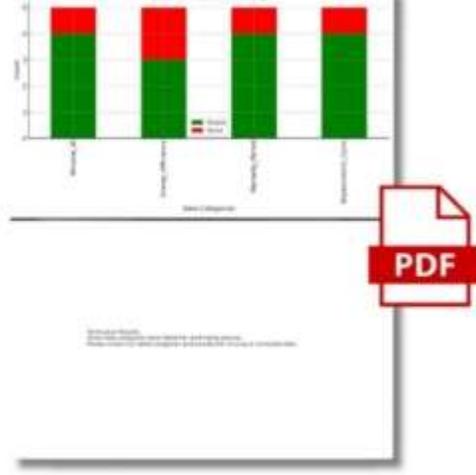
- LLM-এর কোড এবং ফলাফলের প্রস্তুতকৃত PDF আকারে উত্তর:



```

1 # Create a PDF document with the verification results
2 with PdfPages('verification_results.pdf') as pdf:
3     # Adding a histogram to the document
4     plt.figure()
5     df_pdf.plot(kind='bar', stacked=True, colour=['green', 'red'])
6     plt.title('Data Verification Summary')
7     plt.xlabel('Data Categories')
8     plt.ylabel('Count')
9     plt.tight_layout()
10    pdf.savefig()
11    plt.close()
12
13    # Adding a text page with a description
14    plt.figure()
15    plt.axis('off')
16    text_str = ("Verification Results:\n"
17              "Some data categories have failed the verification process.\n"
18              "Please review the failed categories and provide the missing data.")
19    plt.text(0.1, 0.5, text_str, wrap=True)
20    pdf.savefig()
21    plt.close()
22

```



চিত্র ৭.২১৩ স্বয়ংক্রিয়ভাবে লেখা কোড একটি PDF ডকুমেন্ট তৈরি করে, যা একটি হিস্টোগ্রাম এবং যাচাইয়ের ফলাফলের সাথে একটি টেবিল অন্তর্ভুক্ত করে।

LLM-এর মাধ্যমে ২০ লাইনের কোডের সাহায্যে স্বয়ংক্রিয়ভাবে তৈরি করা সমাধানটি প্রয়োজনীয় PDF (অথবা DOC) ডকুমেন্টটি তাত্ক্ষণিকভাবে তৈরি করে, যা বৈশিষ্ট্যগুলির হিস্টোগ্রাফিক ভিজ্যুয়ালাইজেশন (চিত্র ৭.২১৩) অন্তর্ভুক্ত করে, যা যাচাই পাস এবং না পাস করা ডেটার সংখ্যা প্রদর্শন করে, এবং ফলাফলের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা এবং পরবর্তী পদক্ষেপের সুপারিশ সহ একটি টেবিল ব্লক যোগ করে।-

স্বয়ংক্রিয়ভাবে ডকুমেন্ট তৈরি করা - লোড পর্যায়ের একটি মূল উপাদান, বিশেষ করে প্রকল্প কার্যক্রমের ক্ষেত্রে, যেখানে রিপোর্ট প্রস্তুতির গতি এবং এর সঠিকতা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

ETL Load: FPDF দিয়ে ডকুমেন্টের স্বয়ংক্রিয় জেনারেশন

ডেটা প্রক্রিয়াকরণের ETL লোড পর্যায়ে রিপোর্টিংয়ের স্বয়ংক্রিয়করণ একটি গুরুত্বপূর্ণ পদক্ষেপ, বিশেষ করে যখন বিশ্লেষণের ফলাফলগুলি স্থানান্তর এবং উপলব্ধির জন্য সুবিধাজনক ফরম্যাটে উপস্থাপন করতে হয়। নির্মাণ শিল্পে, এটি প্রায়শই কাজের অগ্রগতি, প্রকল্পের তথ্যের পরিসংখ্যান, গুণমান যাচাইকরণের রিপোর্ট বা আর্থিক ডকুমেন্টেশনের জন্য রিপোর্টের ক্ষেত্রে প্রাসঙ্গিক।

একটি অনুরূপ কাজের জন্য সবচেয়ে সুবিধাজনক সরঞ্জামগুলির মধ্যে একটি হল ওপেন সোর্স লাইব্রেরি FPDF, যা Python এবং PHP উভয়ের জন্য উপলব্ধ।

ওপেন সোর্স FPDF লাইব্রেরি কোডের মাধ্যমে ডকুমেন্ট তৈরি করার জন্য একটি নমনীয় উপায় প্রদান করে, যা শিরোনাম, টেবিল, টেবিল এবং চিত্র যোগ করতে সক্ষম করে। কোড ব্যবহারের ফলে হাতে হাতে সম্পাদনার পরিবর্তে ক্রটির সংখ্যা কমে যায় এবং PDF ফরম্যাটে রিপোর্ট প্রস্তুতির প্রক্রিয়া দ্রুততর হয়।

একটি PDF-ডকুমেন্ট তৈরি করার একটি মূল পর্যায় হল মন্তব্য বা বর্ণনা আকারে শিরোনাম এবং মূল পাঠ্য যোগ করা। তবে রিপোর্ট তৈরি করার সময়, কেবল পাঠ্য যোগ করা নয়, বরং এটি সঠিকভাবে কাঠামোবদ্ধ করাও গুরুত্বপূর্ণ। শিরোনাম, মার্জিন, এবং লাইনের মধ্যে ফাঁকা স্থান – এগুলি সবই ডকুমেন্টের পড়ার উপযোগিতায় প্রভাব ফেলে। FPDF ব্যবহার করে, ফরম্যাটিংয়ের প্যারামিটারগুলি নির্ধারণ করা, উপাদানের অবস্থান নিয়ন্ত্রণ করা এবং ডকুমেন্টের শৈলী কাস্টমাইজ করা সম্ভব।

FPDF HTML-এর কাজের নীতির সাথে অত্যন্ত সাদৃশ্যপূর্ণ। যারা ইতিমধ্যে HTML-এর সাথে পরিচিত, তারা FPDF ব্যবহার করে সহজেই যেকোনো জটিলতার PDF ডকুমেন্ট তৈরি করতে সক্ষম হবেন, কারণ কোডের গঠন অনেকাংশে HTML মার্কআপের মতো: শিরোনাম, টেক্সট, ছবি এবং টেবিল যোগ করার প্রক্রিয়া একইভাবে ঘটে। যারা HTML-এর সাথে পরিচিত নন, তাদের চিন্তা করার প্রয়োজন নেই – একটি LLM ব্যবহার করা যেতে পারে, যা তাত্ক্ষণিকভাবে প্রয়োজনীয় ডকুমেন্টের বিন্যাস তৈরির জন্য কোড তৈরি করতে সহায়তা করবে।

- পরবর্তী উদাহরণটি একটি শিরোনাম এবং মূল পাঠ্য সহ একটি প্রতিবেদন তৈরি করার প্রক্রিয়া প্রদর্শন করে। পাইথন সমর্থিত যেকোনো আইডিইতে এই কোডটি কার্যকর করলে একটি পিডিএফ ফাইল তৈরি হবে, যা প্রয়োজনীয় শিরোনাম এবং পাঠ্য ধারণ করবে।

```
এফপিডিএফ থেকে FPDF আমদানি করুন # PDF-ডকুমেন্ট তৈরি করুন pdf = FPDF() # একটি
PDF-ডকুমেন্ট তৈরি করুন
পিডিএফ.পেজ_যোগ_করুন() # একটি পৃষ্ঠা যোগ করুন

পিডিএফ.সেট_ফন্ট("এ্যারেল", স্টাইল='বি', আকার=১৬) # ফন্ট সেট করা হচ্ছে: এ্যারেল, বোল্ড,
আকার ১৬পিডিএফ.সেল(২০০, ১০, "প্রকল্পের প্রতিবেদন", ln=True, align='C') # শিরোনাম তৈরি
করা এবং এটি কেন্দ্রিত করা।পিডিএফ.সেট_ফন্ট("এ্যারেল", আকার=12) # সাধারণ এ্যারেল ফন্ট পরিবর্তন করা হচ্ছে,
আকার ১২এই নথিটি প্রকল্প ফাইলের পরিদর্শনের ফলাফলের তথ্য ধারণ করে...পিডিএফ ফাইলটি সংরক্ষণ
করছি r"C:\reports\report.pdf"
```



ছবি 7.214 কিছু লাইন কোডের মাধ্যমে পাইথন ব্যবহার করে আমরা স্বয়ংক্রিয়ভাবে আমাদের প্রয়োজনীয় PDF ডকুমেন্টটি টেক্সট সহ তৈরি করতে পারি।

প্রতিবেদন প্রস্তুতির সময় এটি গুরুত্বপূর্ণ যে, যেসব তথ্য থেকে প্রতিবেদন তৈরি করা হয়, সেগুলি সাধারণত স্থির থাকে না। শিরোনাম এবং টেক্সট ব্লকগুলি (চিত্র ৭.২১৪) প্রায়শই গতিশীলভাবে তৈরি হয়, যা ETL প্রক্রিয়ার Transform পর্যায়ে মান গ্রহণ করে।

কোডের ব্যবহার বর্তমান তথ্যসমূহ সম্বলিত নথি তৈরি করতে সক্ষম করে: প্রকল্পের নাম, রিপোর্টের প্রস্তুতির তারিখ, পাশাপাশি অংশগ্রহণকারীদের তথ্য বা বর্তমান অবস্থান। কোডে ভেরিয়েবলের ব্যবহার এই তথ্যগুলোকে রিপোর্টের প্রয়োজনীয় স্থানে স্বয়ংক্রিয়ভাবে স্থাপন করতে সক্ষম করে, সম্পূর্ণরূপে পাঠানোর আগে হাতে সম্পাদনার প্রয়োজনীয়তা বাদ দিয়ে।

সাধারণ পাঠ্য এবং শিরোনামের পাশাপাশি, প্রকল্পের নথিতে টেবিলগুলির একটি বিশেষ স্থান রয়েছে। প্রায় প্রতিটি নথিতে কাঠামোবদ্ধ তথ্য উপস্থিত থাকে: বস্তুর বর্ণনা থেকে শুরু করে পরীক্ষার ফলাফল পর্যন্ত। ট্রান্সফর্ম পর্যায়ে থেকে তথ্যের ভিত্তিতে স্বয়ংক্রিয়ভাবে টেবিল তৈরি করা কেবল নথি প্রস্তুতির প্রক্রিয়াকে ত্বরান্বিত করে না, বরং তথ্য স্থানান্তরের সময় ত্রুটিগুলিও কমিয়ে দেয়। FPDF পিডিএফ ফাইলে টেবিলগুলি (পাঠ্য বা চিত্রের আকারে) সন্নিবেশ করতে সক্ষম,

সেলগুলির সীমানা, কলামের আকার এবং ফন্ট নির্ধারণ করে (চিত্র 7.215)। এটি গতিশীল তথ্যের সাথে কাজ করার সময় বিশেষভাবে সুবিধাজনক, যখন সারি এবং কলামের সংখ্যা নথির কাজের উপর নির্ভর করে পরিবর্তিত হতে পারে।

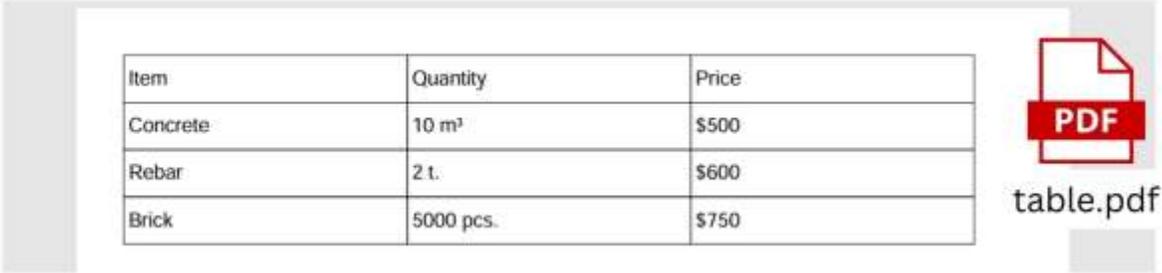
- পরবর্তী উদাহরণটি টেবিল তৈরি করার প্রক্রিয়াকে স্বয়ংক্রিয় করার একটি উপায় দেখায়, যেমন উপকরণের তালিকা, বাজেটের হিসাব বা প্যারামিটার পরীক্ষার ফলাফল।

```
data = [ ["উপাদান", "পরিমাণ", "মূল্য"], # কলামের শিরোনাম ["বিটুমেন", "10 ম³",
"$500."], # প্রথম সারির তথ্য

["আর্মেচার", "2 টন", "$600"], # দ্বিতীয় সারির তথ্য ["ইট", "5000 পিস", "$750"] #
তৃতীয় সারির তথ্য]

pdf = FPDF() # পিডিএফ নথি তৈরি করছিpdf.add_page() # একটি পৃষ্ঠা যোগ
করছিpdf.set_font("Arial", size=12) # ফন্ট সেট করছি

for row in data: # টেবিলের সারিগুলি পুনরাবৃত্তি করছি for item in row: # সারিতে
সেলগুলি পুনরাবৃত্তি করছি
pdf.cell(60, 10, item, border=1) # সীমানা সহ একটি সেল তৈরি করছি, প্রস্থ 60 এবং উচ্চতা
10pdf.ln() # পরবর্তী সারিতে যাচ্ছিpdf.output(r"C:\reports\table.pdf") # পিডিএফ ফাইল সংরক্ষণ
করছি
```



চিত্র 7.215 পিডিএফ-এ কেবল পাঠ্য নয়, বরং ট্রান্সফর্ম পর্যায়ে প্রাপ্ত যে কোনও টেবিলের তথ্য স্বয়ংক্রিয়ভাবে তৈরি করা যেতে পারে।

বাস্তব রিপোর্টিং পরিস্থিতিতে, টেবিলগুলি সাধারণত ডায়নামিকভাবে তৈরি করা তথ্য উপস্থাপন করে, যা ডেটা ট্রান্সফর্মেশন পর্যায়ে প্রাপ্ত হয়। প্রদত্ত উদাহরণে (চিত্র 7.215) টেবিলটি পিডিএফ নথিতে স্থিরভাবে সন্নিবেশ করা হয়েছে: কোডের প্রথম লাইনে data ডিকশনারিতে উদাহরণস্বরূপ তথ্য রাখা হয়েছে, বাস্তব পরিস্থিতিতে এই ধরনের data ভেরিয়েবল স্বয়ংক্রিয়ভাবে পূর্ণ হয়, যেমন ডেটাফ্রেমের গ্রুপিংয়ের পরে।

বাস্তবে, এই ধরনের টেবিলগুলি প্রায়শই বিভিন্ন গতিশীল উৎস থেকে আসা কাঠামোবদ্ধ তথ্যের ভিত্তিতে তৈরি করা হয়: ডেটাবেস, এক্সেল ফাইল, API ইন্টারফেস বা বিশ্লেষণাত্মক গণনার ফলাফল। সাধারণত, ট্রান্সফর্ম (ETL) পর্যায়ে তথ্যগুলি একত্রিত, গ্রুপ বা ফিল্টার করা হয় – এবং তারপরে সেগুলি গ্রাফ বা দ্বিমাত্রিক টেবিলের আকারে চূড়ান্ত রূপে রূপান্তরিত হয়, যা রিপোর্টে প্রদর্শিত হয়। এর মানে হল যে টেবিলের বিষয়বস্তু নির্বাচিত প্যারামিটার, বিশ্লেষণের সময়কাল, প্রকল্পের ফিল্টার বা ব্যবহারকারীর সেটিংসের উপর নির্ভর করে পরিবর্তিত হতে পারে।

গতিশীল ডেটাফ্রেম এবং ডেটাসেট ব্যবহার করে ট্রান্সফর্ম পর্যায়ে রিপোর্ট তৈরির প্রক্রিয়াটি সর্বাধিক নমনীয়, স্কেলযোগ্য এবং সহজে পুনরাবৃত্তিযোগ্য করে তোলে, ম্যানুয়াল হস্তক্ষেপের প্রয়োজন ছাড়াই।

টেবিল এবং পাঠ্যের পাশাপাশি, FPDF টেবিলের তথ্যের গ্রাফিক্স যোগ করার সমর্থনও প্রদান করে, যা রিপোর্টে চিত্রগুলি অন্তর্ভুক্ত করতে সক্ষম করে, যা Matplotlib বা অন্যান্য ভিজুয়লাইজেশন লাইব্রেরির মাধ্যমে তৈরি করা হয়েছে, যা আমরা উপরে আলোচনা করেছি। কোডের মাধ্যমে নথিটি যেকোনো গ্রাফ, চার্ট এবং ডায়াগ্রাম দ্বারা সম্পূর্ণ করা যেতে পারে।

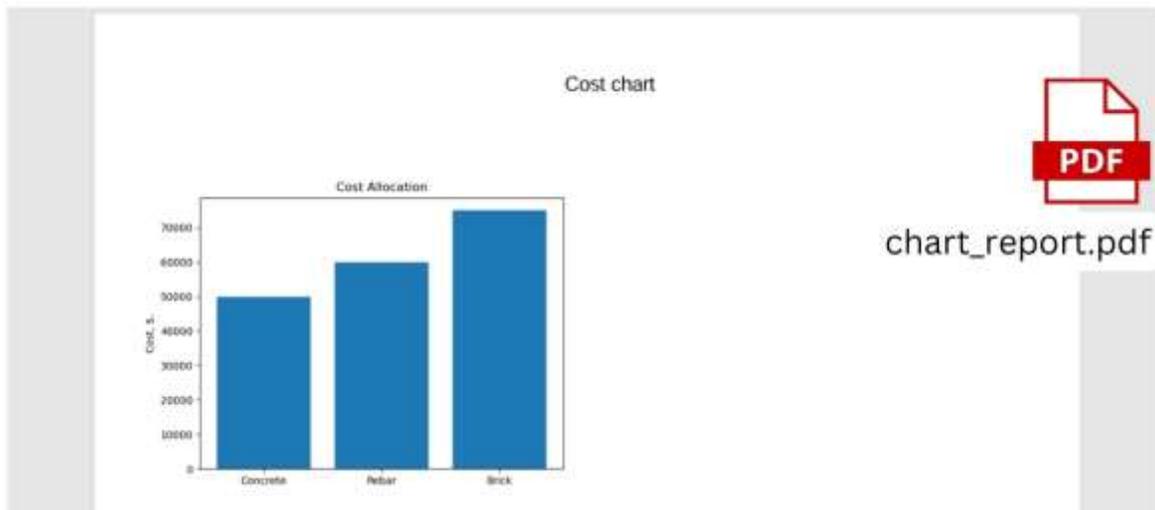
- Python লাইব্রেরি FPDF ব্যবহার করে, আমরা PDF নথিতে একটি গ্রাফ যোগ করব, যা আগে Matplotlib দ্বারা তৈরি করা হয়েছে:

```
import matplotlib.pyplot as plt # গ্রাফ তৈরি করার জন্য Matplotlib আমদানি করছিফিগার
এবং গ্রাফের অক্ষ তৈরি করতে plt.subplots() ব্যবহার করা হয়। ক্যাটাগরির নামগুলি হল "বেটন", "আর্মেচার", "কিরপিচ"।
ক্যাটাগরির জন্য মানগুলি হল [50000, 60000, 75000]।
```

```
আমরা একটি বার চার্ট তৈরি করতে ax.bar(categories, values) ব্যবহার করি।Y অক্ষের জন্য লেবেল হল "খরচ,
$।"।শিরোনাম যোগ করা হয়েছে "ব্যয়ের বিতরণ"।গ্রাফিকটি একটি চিত্র হিসাবে সংরক্ষণ করতে
plt.savefig(r"C:\reports\chart\chart.png") ব্যবহার করা হয়।pdf = FPDF() #পিডিএফ নথি তৈরি
করছিpdf.add_page() # একটি পৃষ্ঠা যোগ করছিpdf.set_font("Arial", size=12) # ফন্ট সেট করছি
```

```
pdf.cell(200, 10, "ব্যয়ের গ্রাফ", ln=True, align='C')
```

```
ব্যবহার করে শিরোনাম যোগ করা হয়।pdf.image(r"C:\reports\chart\chart.png", x=10, y=30,
w=100) ব্যবহার করে PDF-তে চিত্রটি সন্নিবেশ করা হয় (x, y - সমন্বয়, w -
প্রস্থ)।pdf.output(r"C:\reports\chart_report.pdf") ব্যবহার করে PDF ফাইল সংরক্ষণ করা হয়।
```



চিত্র 7.216 দশটি কোড লাইনের মাধ্যমে একটি গ্রাফ তৈরি করা, সংরক্ষণ করা এবং পরে PDF ডকুমেন্টের প্রয়োজনীয় স্থানে সন্নিবেশ করা সম্ভব।

FPDF-এর কারণে ডকুমেন্ট প্রস্তুতির প্রক্রিয়া এবং যুক্তি স্বচ্ছ, দ্রুত এবং সুবিধাজনক হয়ে ওঠে। কোডে অন্তর্নির্মিত

টেমপ্লেটগুলি বর্তমান তথ্য সহ ডকুমেন্ট তৈরি করতে সক্ষম করে, যা হাতে পূরণের প্রয়োজনীয়তা বাদ দেয়।

ETL স্বয়ংক্রিয়করণ ব্যবহার করে – শ্রমসাধ্য রিপোর্ট তৈরির পরিবর্তে বিশেষজ্ঞরা তথ্য বিশ্লেষণ এবং সিদ্ধান্ত গ্রহণের উপর মনোনিবেশ করতে পারেন, বরং বিভিন্ন ডেটা সিলো নিয়ে কাজ করার জন্য উপযুক্ত সরঞ্জাম নির্বাচন করার পরিবর্তে।

সুতরাং, FPDF লাইব্রেরিটি যেকোনো জটিলতার ডকুমেন্ট স্বয়ংক্রিয়ভাবে তৈরি করার জন্য একটি নমনীয় সরঞ্জাম প্রদান করে – সংক্ষিপ্ত প্রযুক্তিগত রিপোর্ট থেকে শুরু করে জটিল বিশ্লেষণাত্মক সারসংক্ষেপ, টেবিল এবং গ্রাফ সহ, যা কেবল ডকুমেন্টের প্রবাহকে ত্বরান্বিত করে না, বরং হাতে তথ্য প্রবেশ এবং ফরম্যাটিংয়ের সাথে সম্পর্কিত ত্রুটির সম্ভাবনাও উল্লেখযোগ্যভাবে কমায়।

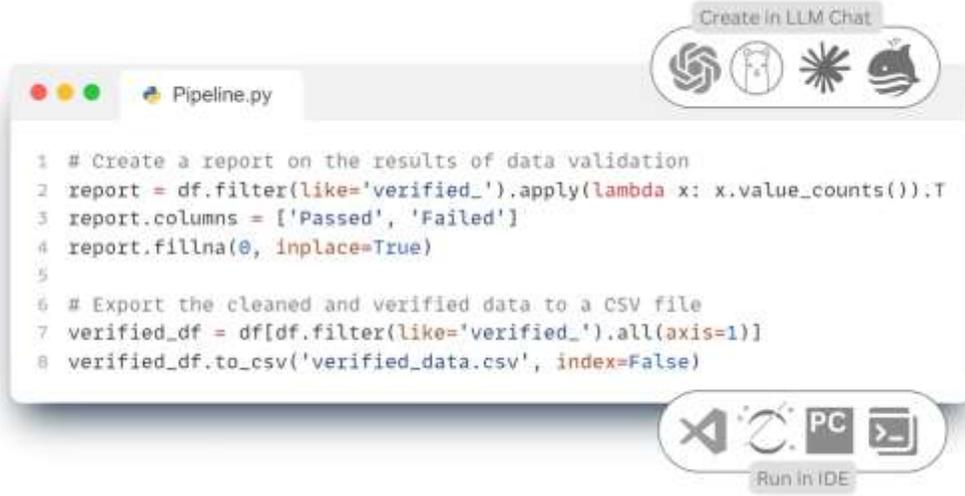
ETL Load: রিপোর্ট তৈরি এবং অন্যান্য সিস্টেমে লোড করা

লোড পর্যায়ে, টেবিল, গ্রাফ এবং চূড়ান্ত PDF রিপোর্টের আকারে ফলাফলগুলি তৈরি করা হয়, যা নির্ধারিত প্রয়োজনীয়তার সাথে সঙ্গতিপূর্ণ। পরবর্তীতে, এই তথ্যগুলি মেশিন-পঠনযোগ্য ফরম্যাটে (যেমন CSV) রপ্তানি করা সম্ভব, যা বাইরের সিস্টেমগুলির সাথে সংহত করার জন্য প্রয়োজনীয় – যেমন ERP, CAFM, CPM, BI প্ল্যাটফর্ম এবং অন্যান্য কর্পোরেট বা শিল্প সমাধান। CSV ছাড়াও, রপ্তানি XLSX, JSON, XML ফরম্যাটে বা স্বয়ংক্রিয় তথ্য বিনিময় সমর্থনকারী ডেটাবেসে সরাসরি করা যেতে পারে।

- ❏ লোড পর্যায়ের স্বয়ংক্রিয়করণের জন্য প্রয়োজনীয় কোড তৈরি করতে, LLM ইন্টারফেসে একটি অনুরোধ দেওয়া যথেষ্ট, যেমন: ChatGPT, LLaMa, Mistral DeepSeek, Grok, Claude বা QWEN:

একটি DataFrame-এ ডেটা যাচাইকরণের ফলাফল সম্পর্কে রিপোর্ট তৈরি করার জন্য কোড লিখুন, যেখানে 'verified_' প্রিফিক্স সহ কলামগুলি গণনা করা হয়, 'Passed' এবং 'Failed' এ পুনঃনামকরণ করা হয়, অনুপস্থিত মানগুলি 0 দ্বারা প্রতিস্থাপন করা হয়, এবং তারপর শুধুমাত্র সেই সারিগুলি CSV ফাইলে রপ্তানি করা হয় যা সমস্ত যাচাইকরণ পাস করেছে।

- ❏ LLM-এর উত্তর:



চিত্র 7.217 যাচাইকৃত তথ্য, যা ট্রান্সফর্ম পর্যায়ে চূড়ান্ত ডেটাফ্রেম থেকে প্রাপ্ত হয়, অন্যান্য সিস্টেমের সাথে সংহত করার জন্য CSV ফাইলে রপ্তানি করা হয়।

প্রদত্ত কোডে (চিত্র ৭.২১৭) ETL প্রক্রিয়ার চূড়ান্ত পর্যায়ে – লোড বাস্তবায়িত হয়েছে, যেখানে যাচাইকৃত তথ্য CSV ফরম্যাটে সংরক্ষিত হয়, যা বেশিরভাগ বাইরের সিস্টেম এবং ডেটাবেসের সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ। এইভাবে, আমরা ETL প্রক্রিয়ার সম্পূর্ণ চক্র সম্পন্ন করেছি, যা তথ্য আহরণ, রূপান্তর, ভিজ্যুয়ালাইজেশন, ডকুমেন্টেশন এবং প্রয়োজনীয় সিস্টেম এবং ফরম্যাটে তথ্য রপ্তানি অন্তর্ভুক্ত করে, যা তথ্যের সাথে কাজ করার পুনরুৎপাদনযোগ্যতা, স্বচ্ছতা এবং স্বয়ংক্রিয়তা নিশ্চিত করে।

উন্নত ETL পাইপলাইনটি একক প্রকল্পের প্রক্রিয়াকরণের পাশাপাশি শত শত এবং হাজার হাজার ইনপুট ডেটা যেমন ডকুমেন্ট, ছবি, স্ক্যান, CAD প্রকল্প, পয়েন্ট ক্লাউড, PDF ফাইল বা অন্যান্য উৎসের বিশ্লেষণের জন্য ব্যাপকভাবে ব্যবহার করা যেতে পারে, যা বিতরণকৃত সিস্টেম থেকে আসে। প্রক্রিয়াটির সম্পূর্ণ স্বয়ংক্রিয়তার সম্ভাবনা ETL-কে কেবল একটি প্রযুক্তিগত প্রক্রিয়াকরণের সরঞ্জাম নয়, বরং ডিজিটাল নির্মাণের তথ্য অবকাঠামোর ভিত্তিতে পরিণত করে।

LLM এর মাধ্যমে ETL: PDF ডকুমেন্ট থেকে ডেটার ভিজ্যুয়ালাইজেশন

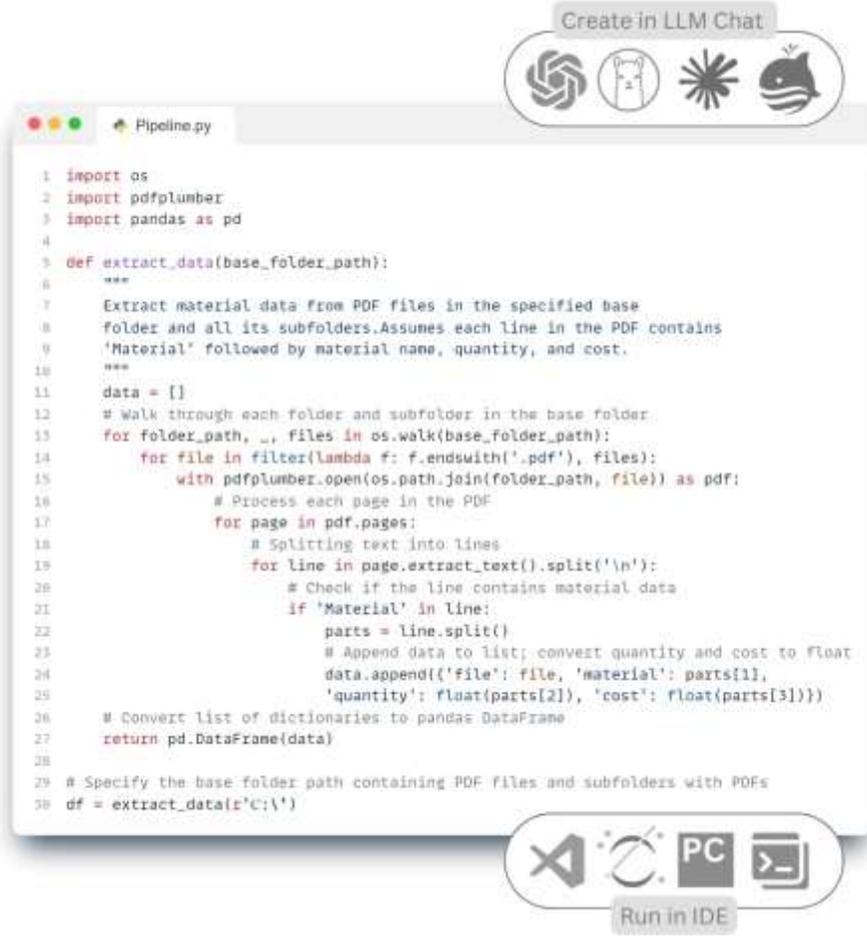
এখন সময় এসেছে একটি পূর্ণাঙ্গ ETL প্রক্রিয়া তৈরি করার, যা একটি স্ক্রিপ্ট তথ্যের সাথে কাজের সমস্ত মূল পর্যায়ে – আহরণ, রূপান্তর এবং লোড – অন্তর্ভুক্ত করবে। আমরা একটি স্বয়ংক্রিয় ETL পাইপলাইন তৈরি করব, যা PDF ডকুমেন্টগুলি হাতে কাজ না করেই প্রক্রিয়া করতে সক্ষম হবে – ডকুমেন্ট থেকে তথ্য আহরণ, ভিজ্যুয়ালাইজ করা, বিশ্লেষণ করা এবং অন্যান্য সিস্টেমে স্থানান্তর করা।

আমাদের উদাহরণে ETL প্রক্রিয়াটি প্রম্পটের মাধ্যমে বর্ণনা করা হবে, যা ভাষার মডেল (LLM) কে ETL প্রক্রিয়াগুলি ব্যাখ্যা করতে হবে এবং প্রাপ্ত ফলাফলের বর্ণনা করতে হবে। এই ক্ষেত্রে, কাজটি হল নির্দিষ্ট ফোল্ডার এবং এর সাবফোল্ডারে সমস্ত PDF ফাইল খুঁজে বের করা, সেগুলি থেকে প্রাসঙ্গিক তথ্য – যেমন উপকরণের নাম, পরিমাণ এবং মূল্য – আহরণ করা এবং ফলাফলকে একটি কাঠামোবদ্ধ টেবিল (ডেটাফ্রেম) আকারে উপস্থাপন করা, যা পরবর্তী বিশ্লেষণের জন্য ব্যবহৃত হবে।

- LLM-এ একাধিক PDF ডকুমেন্ট থেকে তথ্য স্বয়ংক্রিয়ভাবে আহরণ এবং Extract পর্যায়ের জন্য ডেটাফ্রেম তৈরি করার জন্য প্রথম টেক্সট অনুরোধ:

নির্দিষ্ট ফোল্ডার এবং এর সাবফোল্ডারে PDF ফাইল থেকে উপকরণের তথ্য আহরণের জন্য কোড লিখুন। PDF-তে ডেটা অন্তর্ভুক্ত করে উপকরণের নাম, পরিমাণ এবং মূল্য। ফলাফলটি ডেটাবেসে সংরক্ষণ করতে হবে।

LLM-এর উত্তর:



```

1 import os
2 import pdfplumber
3 import pandas as pd
4
5 def extract_data(base_folder_path):
6     """
7     Extract material data from PDF files in the specified base
8     folder and all its subfolders. Assumes each line in the PDF contains
9     'Material' followed by material name, quantity, and cost.
10    """
11    data = []
12    # Walk through each folder and subfolder in the base folder
13    for folder_path, _, files in os.walk(base_folder_path):
14        for file in filter(lambda f: f.endswith('.pdf'), files):
15            with pdfplumber.open(os.path.join(folder_path, file)) as pdf:
16                # Process each page in the PDF
17                for page in pdf.pages:
18                    # Splitting text into lines
19                    for line in page.extract_text().split('\n'):
20                        # Check if the line contains material data
21                        if 'Material' in line:
22                            parts = line.split()
23                            # Append data to list; convert quantity and cost to float
24                            data.append({'file': file, 'material': parts[1],
25                                       'quantity': float(parts[2]), 'cost': float(parts[3])})
26
27    # Convert list of dictionaries to pandas DataFrame
28    return pd.DataFrame(data)
29
30 # Specify the base folder path containing PDF files and subfolders with PDFs
31 df = extract_data('C:\\')

```

চিত্র ৭.২১৮ LLM নির্দিষ্ট ফোল্ডার এবং তার সমস্ত সাবফোল্ডার থেকে PDF ফাইল থেকে তথ্য আহরণের জন্য Python কোড তৈরি করছে।

LLM-এর উত্তর (চিত্র ৭.২১৮) হল একটি প্রস্তুত Python স্ক্রিপ্ট, যা স্বয়ংক্রিয়ভাবে সমস্ত ফোল্ডারগুলি অতিক্রম করে, পাওয়া PDF ফাইলগুলি খুলে, সেগুলি থেকে টেক্সট তথ্য আহরণ করে এবং এটিকে একটি টেবিলে রূপান্তর করে। চ্যাটে প্রাপ্ত কোডটি জনপ্রিয় IDE যেমন PyCharm, Visual Studio Code (VS Code), Jupyter Notebook, Spyder, Atom, Sublime Text, Eclipse PyDev প্লাগইন সহ, Thonny, Wing IDE, IntelliJ IDEA Python প্লাগইন সহ, JupyterLab বা জনপ্রিয় অনলাইন টুলস Kaggle.com, Google Collab, Microsoft Azure Notebooks, Amazon SageMaker-এ চালানো যেতে পারে।-

বিকল্প হিসাবে, কোডটি LLM থেকে কপি করার এবং IDE-তে ব্যবহার করার পরিবর্তে, আমরা LLM চ্যাটে সরাসরি দশটি PDF ফাইল আপলোড করতে পারি (চিত্র ৭.২১৯) এবং কোড দেখতে বা চালানোর প্রয়োজন ছাড়াই একটি টেবিল পেতে

পারি। এই কোডের কার্যকরী ফলাফল হবে নির্বাচিত বৈশিষ্ট্যগুলির সাথে একটি টেবিল।-

ChatGPT 4 -

You
Write code to extract material information from PDF files in a given folder. The data in the PDF includes material name, quantity and cost. The result should be saved in a pandas dataframe and displayed on the screen.

ChatGPT
Below is a sample Python script that demonstrates this process using 'PyPDF2'. Please note that you might need to adjust the text parsing part based on the specific format of your PDF files.

```
python
import os
import PyPDF2
import pandas as pd

# Create a DataFrame from the extracted data
df = pd.DataFrame(data)

# Display the DataFrame
print(df)
```

Here's an example of how the output would look in a pandas DataFrame after extracting and processing the material information from the PDF files:

| | Material Name | Quantity | Cost |
|---|----------------|----------|--------|
| 0 | Copper Wire | 100 | 250.50 |
| 1 | Aluminum Sheet | 50 | 150.75 |
| 2 | Plastic Pipes | 200 | 100.00 |
| 3 | Steel Rods | 80 | 300.20 |

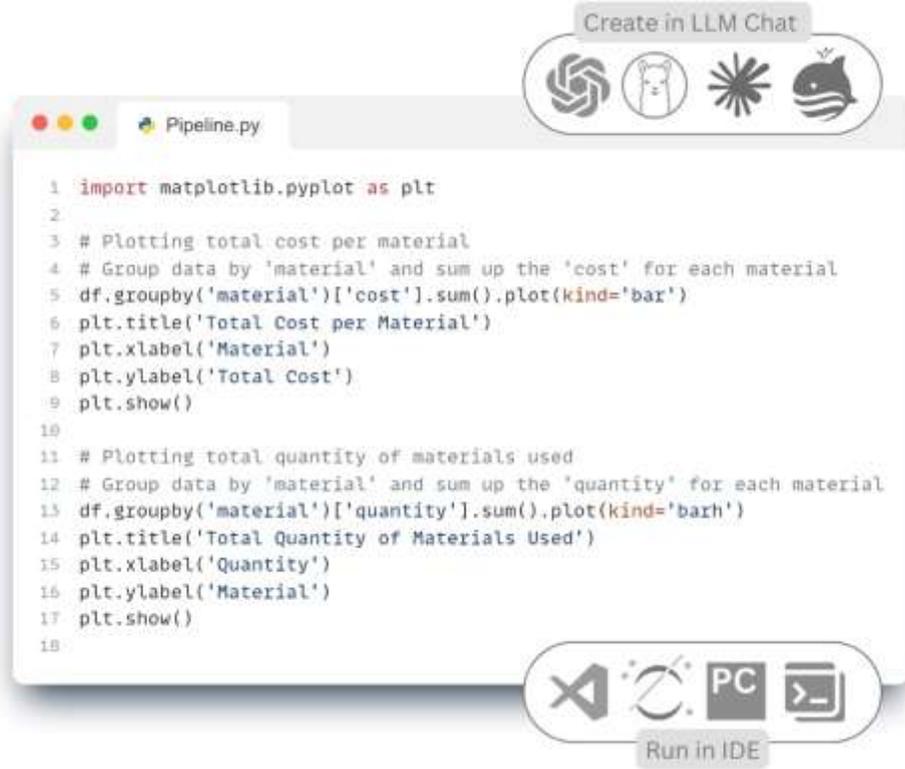
This table shows the material name, quantity, and cost as columns, with each row representing the data extracted from a PDF file. The actual content and structure of your DataFrame will depend on the specific format and data in your PDF files. [-]

চিত্র ৭.২১৯ LLM-এ কোডের কার্যকরী ফলাফল, যা নির্বাচিত বৈশিষ্ট্যগুলির সাথে কাঠামোবদ্ধ ডেটাক্রমে PDF ফাইল থেকে তথ্য আহরণ করে।

পরবর্তী পর্যায়ে, আমরা ভাষার মডেলকে প্রাপ্ত তথ্যের ভিত্তিতে – উদাহরণস্বরূপ, উপকরণের মূল্য এবং ব্যবহারের পরিমাণ তুলনা করতে এবং কয়েকটি ভিজ্যুয়লাইজেশনের উদাহরণ তৈরি করতে বলব, যা পরবর্তী বিশ্লেষণের ভিত্তি হিসেবে কাজ করবে।

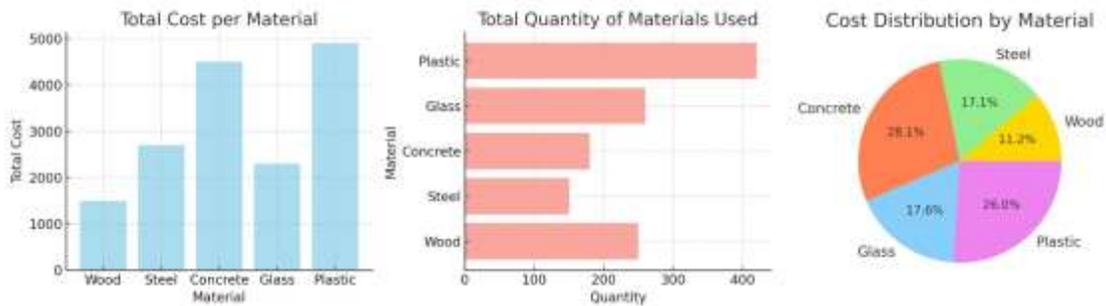
- চ্যাটে LLM-এর সাথে আলোচনা চালিয়ে যেতে, Transform পর্যায়ে প্রাপ্ত টেবিল থেকে কয়েকটি গ্রাফ তৈরি করতে বলুন (চিত্র ৭.২১৮): -

DataFrame থেকে প্রতিটি উপাদানের মোট খরচ এবং পরিমাণের ভিজ্যুয়লাইজ করুন (চিত্র ৭.২১৮) এ-



চিত্র ৭.২২০ LLM মডেলের প্রতিক্রিয়া Python কোডের আকারে, যা matplotlib লাইব্রেরি ব্যবহার করে ডেটা ভিজ্যুয়ালাইজেশন করে।

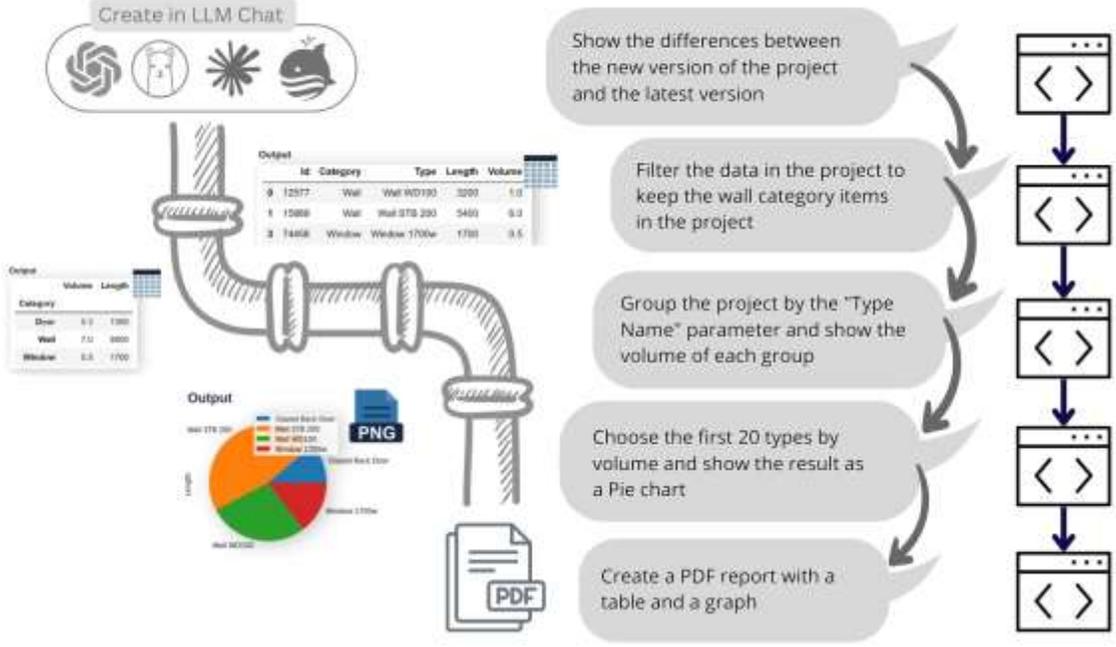
LLM স্বয়ংক্রিয়ভাবে Python কোড তৈরি এবং কার্যকর করে (চিত্র ৭.২২০) matplotlib লাইব্রেরি ব্যবহার করে। এই কোডটি কার্যকর করার পর, আমরা নির্মাণ প্রকল্পগুলিতে উপাদানের খরচ এবং ব্যবহারের পরিমাণের গ্রাফগুলি সরাসরি চ্যাটে পাই (চিত্র ৭.২২১), যা বিশ্লেষণাত্মক কাজকে উল্লেখযোগ্যভাবে সহজ করে।-



চিত্র ৭.২২১ DataFrame থেকে সংগৃহীত ডেটার ভিত্তিতে গ্রাফের আকারে LLM-এর প্রতিক্রিয়ার ভিজ্যুয়ালাইজেশন।

ETL কোড লেখার জন্য ধারণা তৈরি, বিশ্লেষণ এবং কোড কার্যকর করা, ফলাফল ভিজ্যুয়ালাইজেশন LLM-এর মাধ্যমে সহজ পাঠ্য অনুরোধের মাধ্যমে উপলব্ধ, প্রোগ্রামিংয়ের মৌলিক বিষয়গুলি শেখার প্রয়োজন ছাড়াই। LLM-এর মতো AI সরঞ্জামের আবির্ভাব অবশ্যই প্রোগ্রামিং এবং ডেটা প্রক্রিয়াকরণের স্বয়ংক্রিয়তার প্রতি দৃষ্টিভঙ্গি পরিবর্তন করছে (চিত্র ৭.২২)। -

PwC-এর রিপোর্ট অনুযায়ী "আপনার ব্যবসার জন্য কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তার প্রকৃত মূল্য কী এবং আপনি কীভাবে এর সুবিধা নিতে পারেন?" (২০১৭) [১৩৯], প্রক্রিয়াগুলির স্বয়ংক্রিয়করণ এবং উৎপাদনশীলতা বৃদ্ধি অর্থনৈতিক বৃদ্ধির প্রধান চালক হবে। এবং আশা করা হচ্ছে যে শ্রম উৎপাদনশীলতা বৃদ্ধির মাধ্যমে ২০১৭-২০৩০ সালের মধ্যে AI-এর মাধ্যমে মোট GDP বৃদ্ধির ৫৫% এর বেশি নিশ্চিত করবে।



চিত্র ৭.২২ AI LLM ভবিষ্যতের প্রকল্পগুলিতে ব্যবহারের জন্য কোডের খসড়া তৈরি করতে সহায়তা করে, LLM ব্যবহার না করেও /

ChatGPT, LLaMa, Mistral, Claude, DeepSeek, QWEN, Grok-এর মতো সরঞ্জামগুলি এবং ওপেন ডেটা ও ওপেন সোর্স সফটওয়্যার ব্যবহার করে, আমরা সেই প্রক্রিয়াগুলিকে স্বয়ংক্রিয় করতে পারি যা আগে শুধুমাত্র বিশেষায়িত, উচ্চ ব্যয়বহুল এবং রক্ষণাবেক্ষণে জটিল মডিউল প্রোপ্রাইটারি সিস্টেমের মাধ্যমে সম্পন্ন হত।

নির্মাণের প্রেক্ষাপটে, এর অর্থ হল যে কোম্পানিগুলি যারা স্বয়ংক্রিয় Pipeline ডেটা প্রক্রিয়াকরণ প্রক্রিয়া প্রথমে গ্রহণ করে তারা উল্লেখযোগ্য সুবিধা পাবে – প্রকল্প ব্যবস্থাপনায় দক্ষতা বৃদ্ধি থেকে শুরু করে আর্থিক ক্ষতি হ্রাস এবং বিচ্ছিন্ন অ্যাপ্লিকেশন ও বিচ্ছিন্ন ডেটা স্টোরেজ নির্মূল করা।

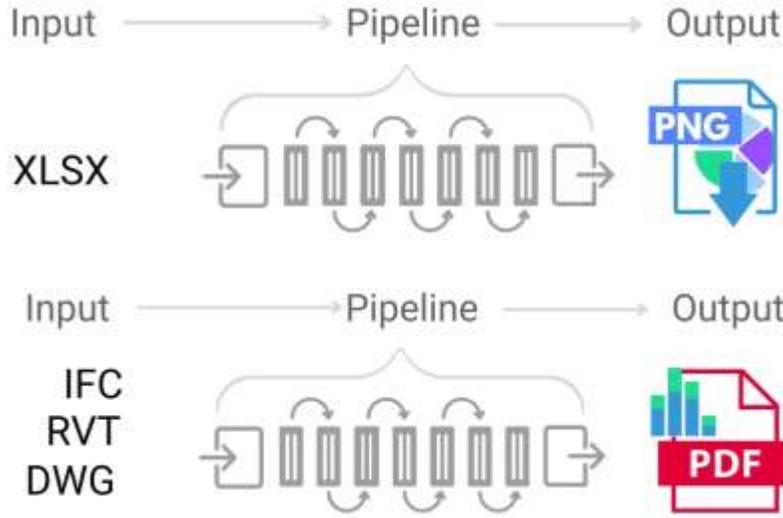
ETL প্রক্রিয়ায় ব্যবসায়িক কাজের সম্পাদনার বর্ণিত যুক্তি বিশ্লেষণ এবং ডেটা প্রক্রিয়াকরণের প্রক্রিয়াগুলির স্বয়ংক্রিয়করণের একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ, যা একটি বৃহত্তর ধারণার বিশেষ ধরনের – পাইপলাইন (Pipelines)।

অধ্যায় 7.3. স্বয়ংক্রিয় ETL পাইপলাইন

পাইপলাইন: স্বয়ংক্রিয় ETL ডেটা পাইপলাইন

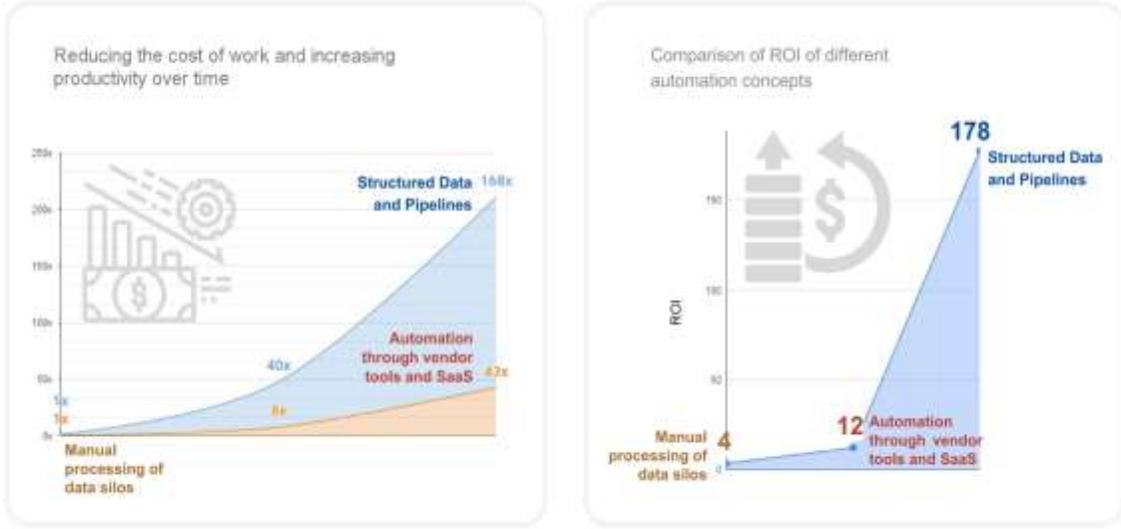
ETL প্রক্রিয়া ঐতিহ্যগতভাবে বিশ্লেষণাত্মক সিস্টেমে ডেটা প্রক্রিয়াকরণের জন্য ব্যবহৃত হয়, যা কাঠামোবদ্ধ এবং অ-কাঠামোবদ্ধ উভয় উৎসকে অন্তর্ভুক্ত করে। তবে আধুনিক ডিজিটাল পরিবেশে, আরও বিস্তৃত শব্দ – পাইপলাইন (Pipeline) প্রয়োগ করা হচ্ছে, যা যে কোনও ধারাবাহিক প্রক্রিয়াকরণের চেইন বর্ণনা করে, যেখানে একটি পর্যায়ের আউটপুট পরবর্তীটির ইনপুট হয়ে যায়।

এই পদ্ধতি কেবল ডেটার জন্যই নয়, বরং অন্যান্য স্বয়ংক্রিয়তার জন্যও প্রযোজ্য: কাজের প্রক্রিয়াকরণ, রিপোর্টিং তৈরি, সফটওয়্যারের সাথে সংহতকরণ এবং ডিজিটাল নথি পরিচালনা (চিত্র ৭.৩১)।-



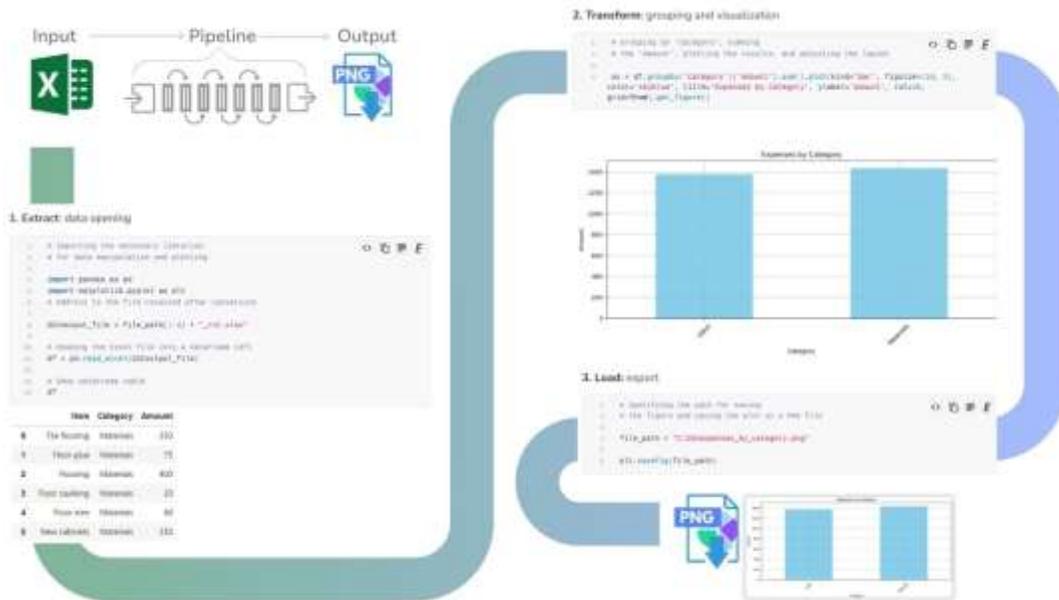
চিত্র ৭.৩১ পাইপলাইন – এটি একটি প্রক্রিয়াকরণের ক্রম, যেখানে একটি পর্যায়ের আউটপুট পরবর্তী পর্যায়ের ইনপুট হয়ে যায়।

পাইপলাইন ব্যবহারের মাধ্যমে স্বয়ংক্রিয়করণের একটি প্রধান উপাদান হিসেবে কাজ করে, বিশেষ করে বিভিন্ন ধরনের ডেটার সাথে কাজ করার সময়। কনভেইনার আর্কিটেকচার জটিল প্রক্রিয়াগুলিকে মডুলার, ধারাবাহিক এবং নিয়ন্ত্রিত ফরম্যাটে সংগঠিত করতে সক্ষম করে, যা কোডের পাঠযোগ্যতা বাড়ায়, রক্ষণাবেক্ষণকে সহজ করে এবং পর্যায়ক্রমে ডিবাগিং এবং স্কেলযোগ্য পরীক্ষার সম্ভাবনা তৈরি করে।



চিত্র ৭.৩২ ROI পাইপলাইন ডেটা যাচাই প্রক্রিয়ার সময়সীমা ক্লাসিক্যাল টুলগুলির তুলনায় দশগুণ এবং শতগুণ কমিয়ে দেয় /

প্রোপ্রাইটারি সিস্টেমগুলিতে (ERP, PMIS, CAD ইত্যাদি) ম্যানুয়াল কাজের তুলনায়, কনভেয়র ডেটা প্রক্রিয়াকরণ উল্লেখযোগ্যভাবে (চিত্র ৭.৩২) কাজের গতি বাড়ায়, পুনরায় কাজ এড়ায় এবং সময়মতো প্রক্রিয়াগুলি স্বয়ংক্রিয়ভাবে চালু করতে সক্ষম করে (চিত্র ৭.৩৩)।-

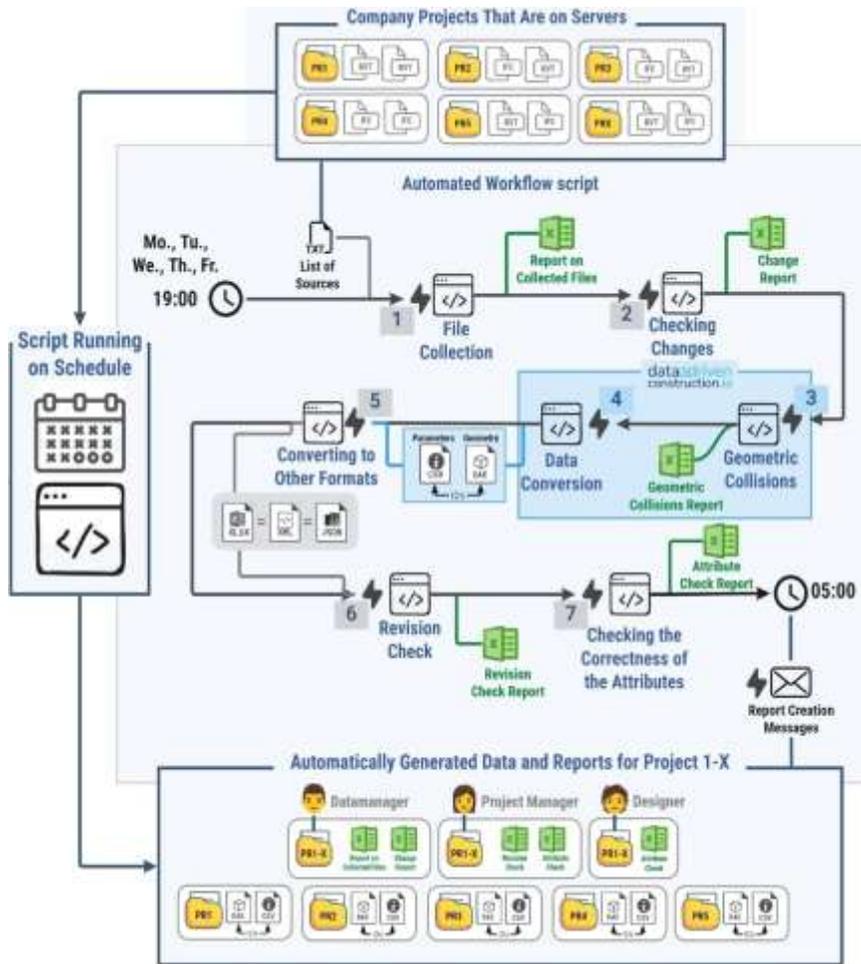


চিত্র ৭.৩৩ XLSX ফাইলের টেবিল ডেটা থেকে গ্রাফিক স্বয়ংক্রিয়ভাবে প্রাপ্ত করার জন্য ETL পাইপলাইনের উদাহরণ /

স্ট্রিমিং ডেটা প্রক্রিয়াকরণ এবং স্বয়ংক্রিয় পাইপলাইন নির্মাণের জন্য, ETL প্রক্রিয়ার মতো, পূর্বে ডেটার উৎস এবং তাদের সংগ্রহের সময়সীমা নির্ধারণ করা প্রয়োজন – নির্দিষ্ট ব্যবসায়িক প্রক্রিয়ার জন্য বা কোম্পানির সামগ্রিক প্রেক্ষাপটে।

নির্মাণ প্রকল্পগুলিতে ডেটা বিভিন্ন উৎস থেকে বিভিন্ন সময়ে আপডেট হয়। একটি নির্ভরযোগ্য ডেটা ভিউ তৈরি করতে তথ্য আহরণের এবং আপডেট করার সময় সঠিকভাবে নথিভুক্ত করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। এটি সময়মতো সিদ্ধান্ত গ্রহণ নিশ্চিত করে এবং প্রকল্প ব্যবস্থাপনায় কার্যকারিতা বাড়ায়।

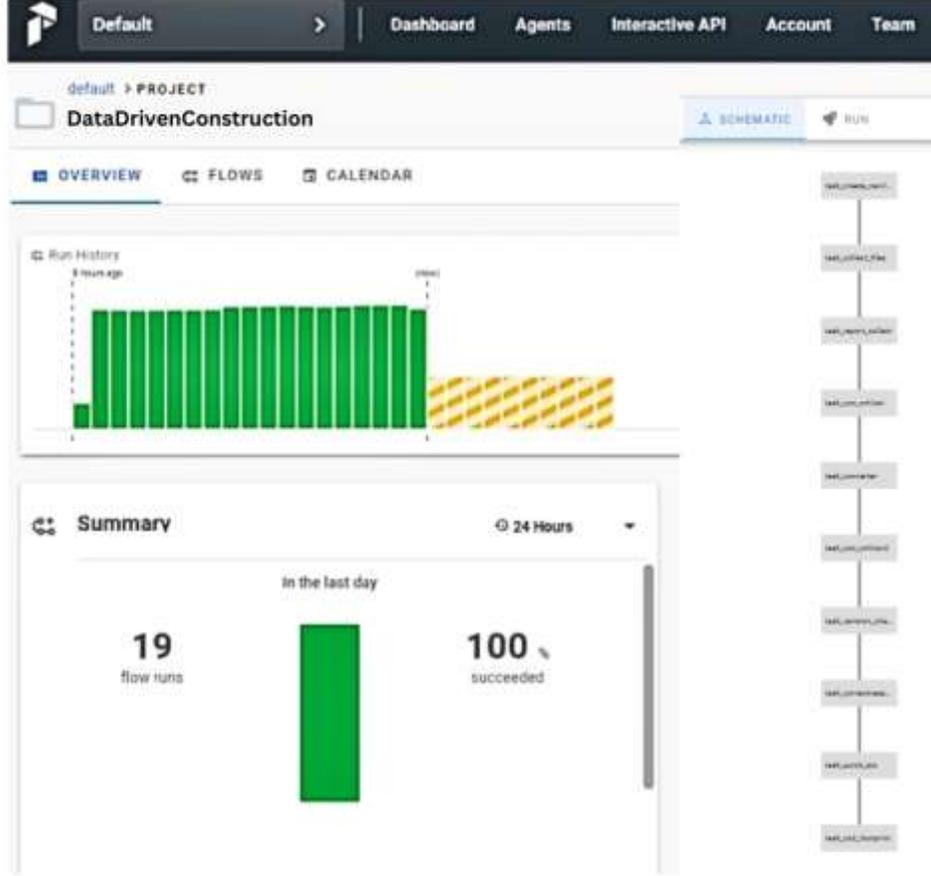
একটি বিকল্প হল নির্দিষ্ট সময়ে সংগ্রহ প্রক্রিয়া শুরু করা – উদাহরণস্বরূপ, ১৯:০০ টায়, কর্মদিবসের শেষে। এই সময় প্রথম স্ক্রিপ্ট সক্রিয় হয়, যা বিভিন্ন সিস্টেম এবং স্টোরেজ থেকে ডেটা একত্রিত করার জন্য দায়ী (চিত্র ৭.৩৪ পদক্ষেপ ১)। এরপর স্বয়ংক্রিয়ভাবে ডেটা প্রক্রিয়াকরণ এবং বিশ্লেষণের জন্য উপযুক্ত কাঠামোবদ্ধ ফরম্যাটে রূপান্তর করা হয় (চিত্র ৭.৩৪ পদক্ষেপ ২-৪)। চূড়ান্ত পর্যায়ে, প্রস্তুতকৃত ডেটা ব্যবহার করে স্বয়ংক্রিয়ভাবে রিপোর্ট, ড্যাশবোর্ড এবং পূর্ববর্তী অধ্যায়ে বর্ণিত অন্যান্য পণ্য তৈরি করা হয় (চিত্র ৭.৩৪ পদক্ষেপ ৬-৭)। ফলস্বরূপ, সকাল ০৫:০০ টায় ম্যানেজারদের কাছে প্রয়োজনীয় ফরম্যাটে প্রকল্পের বর্তমান অবস্থার রিপোর্ট থাকে (চিত্র ৭.৩৫)।--



চিত্র ৭.৩৪ পাইপলাইনে, স্বয়ংক্রিয়ভাবে সন্ধ্যায় সংগৃহীত ডেটা রাতের বেলায় প্রক্রিয়া করা হয়, যাতে সকালে ম্যানেজারদের কাছে বর্তমান রিপোর্ট এবং নতুন রিপোর্ট থাকে /

সময়মতো ডেটা সংগ্রহ, KPI নির্ধারণ, রূপান্তর প্রক্রিয়ার স্বয়ংক্রিয়করণ এবং তথ্য প্যানেলের মাধ্যমে ভিজ্যুয়ালাইজেশন – ডেটার ভিত্তিতে সফল সিদ্ধান্ত গ্রহণের মূল উপাদান।

এই ধরনের স্বয়ংক্রিয় প্রক্রিয়াগুলি (চিত্র ৭.৩৪) সম্পূর্ণ স্বয়ত্ত্বশাসনে সম্পন্ন হতে পারে: এগুলি সময়সূচী অনুযায়ী শুরু হয়, অপারেটরের অংশগ্রহণ ছাড়াই ডেটা প্রক্রিয়া করে এবং কোম্পানির নিজস্ব সার্ভারে বা ক্লাউডে স্থাপন করা যেতে পারে (চিত্র ৭.৩৫)। এটি বিদ্যমান আইটি অবকাঠামোর মধ্যে এই ETL কনভেয়ারগুলিকে একীভূত করতে সক্ষম করে, ডেটার উপর নিয়ন্ত্রণ বজায় রেখে এবং স্কেলিংয়ের সময় নমনীয়তা নিশ্চিত করে।-



চিত্র ৭.৩৫ স্বয়ংক্রিয় ETL কনভেয়ার প্রক্রিয়া (চিত্র ৭.৩৪) প্ল্যাটফর্ম Prefect-এ, যেখানে ১০টি পাইথন স্ক্রিপ্ট প্রতিদিন ১৯:০০ টার পরে পর্যায়ক্রমে চালু হয়।-

কর্মপ্রক্রিয়ার স্বয়ংক্রিয়করণ কেবল দলের উৎপাদনশীলতা বাড়ায় না, বরং এটি ব্যবসায়িক প্রক্রিয়ায় কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা (এআই) প্রযুক্তির প্রবর্তনের পথে একটি গুরুত্বপূর্ণ প্রথম পদক্ষেপ হিসেবেও কাজ করে, যা আমরা "ভবিষ্যদ্বাণী এবং মেশিন লার্নিং" অধ্যায়ে বিস্তারিত আলোচনা করব।

LLM এর মাধ্যমে পাইপলাইন-ETL ডেটা যাচাইকরণ প্রক্রিয়া

পূর্ববর্তী অধ্যায়গুলোতে, যা ডেটার প্রয়োজনীয়তা তৈরি এবং ETL স্বয়ংক্রিয়করণের উপর নিবেদিত ছিল, আমরা ধাপে ধাপে ডেটা প্রস্তুতি, রূপান্তর, যাচাইকরণ এবং ভিজুয়লাইজেশনের প্রক্রিয়া বিশ্লেষণ করেছি। এই কার্যক্রমগুলো পৃথক কোড ব্লকের আকারে বাস্তবায়িত হয়েছে (ছবি ৭.২১৮ - ছবি ৭.২২০), প্রতিটি নির্দিষ্ট কাজ সম্পাদন করেছে।-

এখন আমাদের সামনে পরবর্তী লক্ষ্য হলো এই উপাদানগুলোকে একটি একক, সংযুক্ত এবং স্বয়ংক্রিয় ডেটা প্রক্রিয়াকরণ পাইপলাইন - ETL-Pipeline - এ একত্রিত করা, যেখানে সব পর্যায় (লোডিং, যাচাইকরণ,

ভিজুয়লাইজেশন, রপ্তানি) একটি স্বয়ংক্রিয় স্ক্রিপ্ট ধারাবাহিকভাবে সম্পন্ন হয়।

পরবর্তী উদাহরণে ডেটা প্রক্রিয়াকরণের সম্পূর্ণ চক্র বাস্তবায়িত হবে: CSV ফাইল লোড করা → নিয়মিত অভিব্যক্তি ব্যবহার করে কাঠামো এবং মান যাচাই করা → ফলাফলের গণনা → PDF ফরম্যাটে ভিজুয়াল রিপোর্ট তৈরি করা।

❏ প্রাসঙ্গিক কোড পাওয়ার জন্য নিম্নলিখিত টেক্সট অনুরোধ LLM-এ ব্যবহার করা যেতে পারে:

দয়া করে একটি কোডের উদাহরণ লিখুন যা CSV থেকে ডেটা লোড করে, নিয়মিত অভিব্যক্তি ব্যবহার করে DataFrame ডেটা যাচাই করে, 'W-NEW' বা 'W-OLD' ফরম্যাটে আইডি যাচাই করে, 'A' থেকে 'G' পর্যন্ত অক্ষরের সাথে শক্তি দক্ষতা যাচাই করে, গ্যারান্টি সময় এবং পরিবর্তন চক্রের জন্য সংখ্যাগত মান যাচাই করে এবং শেষে পরীক্ষায় উত্তীর্ণ এবং ব্যর্থ হওয়া মানের গণনা সহ একটি রিপোর্ট তৈরি করে, ফলাফলের একটি হিস্টোগ্রাম সহ PDF তৈরি করে এবং একটি টেক্সট বর্ণনা যোগ করে।

LLM-এর উত্তর:

Create in LLM Chat


```

1 # Importing necessary libraries
2 import pandas as pd
3 import re
4 import matplotlib.pyplot as plt
5 from matplotlib.backends.backend_pdf import PdfPages
6
7
8 # Load data
9 df = pd.read_csv('path_to_csv_file.csv')
10
11 # Define patterns and verify data
12 patterns = {
13     'Window_ID': r'^(W-NEW|W-OLD[0-9]+|D-1[0-9]{2})$',
14     'Energy_Efficiency': r'^[A-G]\+\+$',
15     'Warranty_Period': r'^\d+\syears$',
16     'Replacement_Cycle': r'^\d+\syears$'
17 }
18
19 for column, pattern in patterns.items():
20     df['verified_' + column] = df[column].apply(lambda x: bool(re.match(pattern, str(x))))
21
22 # Create report
23 report = df.filter(like='verified_').apply(lambda x: x.value_counts()).T
24 report.columns = ['Passed', 'Failed']
25
26 # Generate PDF
27 pdf_path = '/mnt/data/verification_results_full_pipeline.pdf'
28 with PdfPages(pdf_path) as pdf:
29     # Plot and save bar chart
30     report.plot(kind='bar', stacked=True, color=['green', 'red'])
31     plt.title('Data Verification Summary')
32     plt.xlabel('Data Categories')
33     plt.ylabel('Count')
34     plt.tight_layout()
35     pdf.savefig()
36     plt.close()
37
38     # Add text page
39     plt.figure()
40     plt.axis('off')
41     text_str = "Verification Results Summary"
42     plt.text(0.1, 0.5, text_str, wrap=True)
43     pdf.savefig()
44     plt.close()
45
46 pdf_path
47

```


Run in IDE

ছবি ৭.৩৬ পাইপলাইন (ETL) সম্পূর্ণ ডেটা প্রক্রিয়াকরণের চক্র স্বয়ংক্রিয় করে: লোডিং এবং যাচাইকরণ থেকে শুরু করে PDF ফরম্যাটে একটি কাঠামোবদ্ধ রিপোর্ট তৈরি করা পর্যন্ত।

স্বয়ংক্রিয় কোড (ছবি ৭.৩৬) LLM চ্যাটের ভিতরে বা DIE-তে, কোড কপি করার পর, CSV ফাইল থেকে ডেটা যাচাই করবে নির্ধারিত নিয়মিত অভিব্যক্তি ব্যবহার করে, পরীক্ষায় উত্তীর্ণ এবং ব্যর্থ হওয়া রেকর্ডের সংখ্যা সম্পর্কে একটি রিপোর্ট তৈরি করবে, এবং তারপর যাচাইয়ের ফলাফল PDF ফাইল হিসেবে সংরক্ষণ করবে।

ETL পাইপলাইনের এই ধরনের কাঠামো, যেখানে প্রতিটি পর্যায় - ডেটা লোডিং থেকে রিপোর্ট তৈরির পর্যন্ত - একটি পৃথক মডিউল হিসেবে বাস্তবায়িত হয়, স্বচ্ছতা, স্কেলেবিলিটি এবং পুনরুৎপাদনযোগ্যতা নিশ্চিত করে। যাচাইকরণের যুক্তি সহজে পড়া যায় এমন Python কোডে উপস্থাপন করা প্রক্রিয়াটিকে স্বচ্ছ এবং বোঝার জন্য সহজ করে তোলে, শুধুমাত্র ডেভেলপারদের জন্য নয়, বরং ডেটা ম্যানেজমেন্ট, গুণমান এবং বিশ্লেষণের ক্ষেত্রে বিশেষজ্ঞদের জন্যও।

ডেটা প্রক্রিয়াকরণের স্বয়ংক্রিয়করণের জন্য পাইপলাইন পদ্ধতির ব্যবহার প্রক্রিয়াগুলোকে মানকীকরণ করতে, তাদের পুনরাবৃত্তিযোগ্যতা বাড়াতে এবং নতুন প্রকল্পগুলোর জন্য অভিযোজনকে সহজতর করতে সহায়তা করে। এর ফলে ডেটা বিশ্লেষণের একটি একক পদ্ধতি গড়ে ওঠে, উৎস বা কাজের ধরনের নির্বিশেষে - তা মানের সাথে সামঞ্জস্য যাচাই, রিপোর্ট তৈরি বা বাইরের সিস্টেমে ডেটা স্থানান্তর করা হোক।

এই ধরনের স্বয়ংক্রিয়করণ মানব ফ্যাক্টরের প্রভাব কমায়ে, মালিকানাধীন সমাধানের উপর নির্ভরতা হ্রাস করে এবং ফলাফলের সঠিকতা ও নির্ভরযোগ্যতা বাড়ায়, যা প্রকল্প স্তরে অপারেশনাল বিশ্লেষণ এবং কোম্পানি স্তরে কৌশলগত বিশ্লেষণের জন্য উপযুক্ত করে তোলে।

পাইপলাইন-ETL: CAD (BIM) প্রকল্পের উপাদানের তথ্য এবং ডেটা যাচাইকরণ

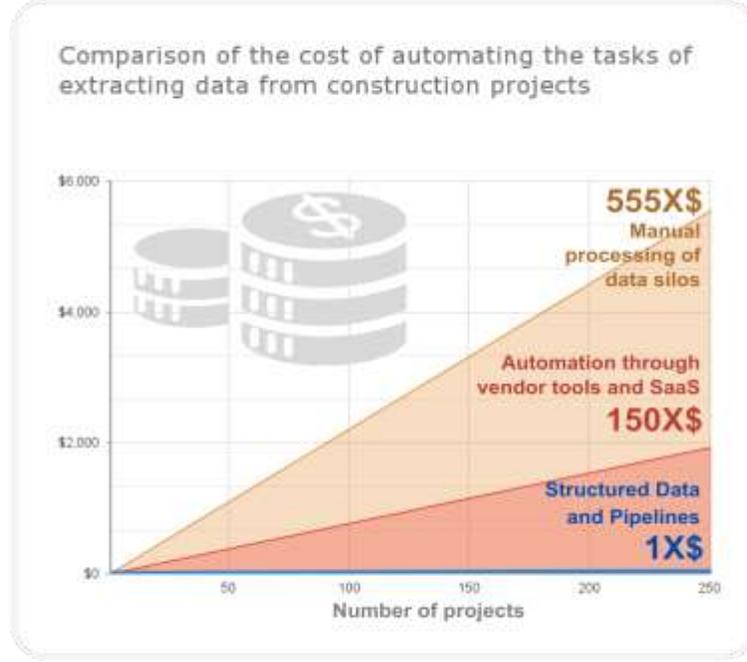
CAD (BIM) সিস্টেম এবং ডেটাবেস থেকে প্রাপ্ত তথ্যগুলি নির্মাণ কোম্পানির ব্যবসায়ের সবচেয়ে জটিল এবং গতিশীলভাবে আপডেট হওয়া তথ্যের উৎসগুলির মধ্যে একটি। এই অ্যাপ্লিকেশনগুলি কেবল প্রকল্পের জ্যামিতি বর্ণনা করে না, বরং এটি বহুস্তরীয় টেক্সট তথ্যের মাধ্যমে সম্পূরক করে: পরিমাণ, উপকরণের বৈশিষ্ট্য, কক্ষের উদ্দেশ্য, শক্তি দক্ষতার স্তর, অনুমতি, কার্যকরী সময়কাল এবং অন্যান্য বৈশিষ্ট্য।

CAD মডেলগুলিতে সত্তাগুলিকে বরাদ্দকৃত বৈশিষ্ট্যগুলি ডিজাইন পর্যায়ে গঠিত হয় এবং পরবর্তী ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলির ভিত্তি হয়ে ওঠে, যার মধ্যে খরচের হিসাব, সময়সূচী তৈরি, জীবনচক্রের মূল্যায়ন এবং ERP এবং CAFM সিস্টেমের সাথে সংহতকরণ অন্তর্ভুক্ত, যেখানে প্রক্রিয়াগুলির কার্যকারিতা অনেকাংশে প্রকল্প বিভাগের থেকে আসা তথ্যের গুণমানের উপর নির্ভর করে।

CAD-(BIM-) মডেলগুলিতে বৈশিষ্ট্যগুলির ঐতিহ্যগত যাচাইকরণ পদ্ধতি ম্যানুয়াল ভ্যালিডেশন (চিত্র 7.21) অনুমান করে, যা মডেলের বৃহৎ পরিমাণের কারণে একটি দীর্ঘ এবং ব্যয়বহুল প্রক্রিয়ায় পরিণত হয়। আধুনিক নির্মাণ প্রকল্পগুলির পরিমাণ এবং সংখ্যা এবং তাদের নিয়মিত আপডেটগুলি বিবেচনায় নিয়ে, তথ্য যাচাইকরণ এবং রূপান্তরের প্রক্রিয়া অস্থিতিশীল এবং অপ্রতিরোধ্য হয়ে ওঠে।-

প্রধান ঠিকাদার এবং প্রকল্প পরিচালকদের প্রকল্পের তথ্যের একটি বৃহৎ পরিমাণ প্রক্রিয়া করার প্রয়োজনের মুখোমুখি হতে হয়, যার মধ্যে একাধিক সংস্করণ এবং একই মডেলের টুকরো অন্তর্ভুক্ত। তথ্যগুলি প্রকল্প সংস্থাগুলির কাছ থেকে RVT, DWG, DGN, IFC, NWD এবং অন্যান্য ফরম্যাটে (চিত্র 3.114) আসে এবং শিল্প এবং কর্পোরেট মানগুলির সাথে সামঞ্জস্যের জন্য নিয়মিত যাচাইকরণের প্রয়োজন।

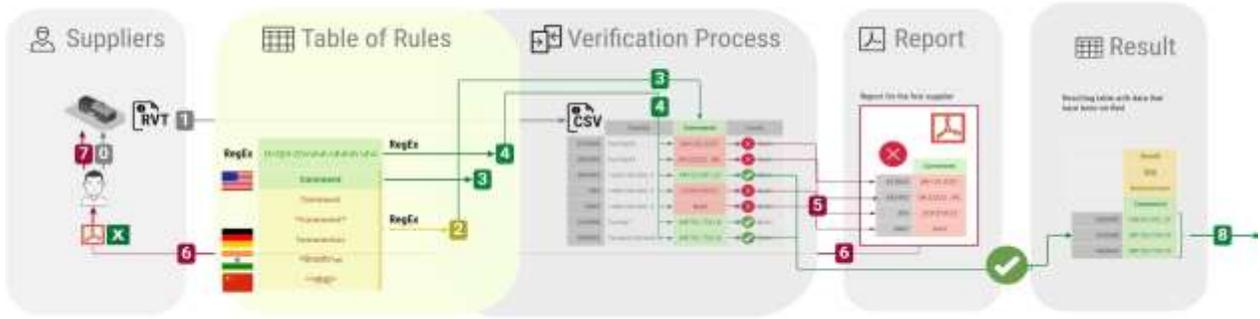
ম্যানুয়াল ক্রিয়াকলাপ এবং বিশেষায়িত সফটওয়্যারের উপর নির্ভরতার কারণে, তথ্য যাচাইকরণের প্রক্রিয়া কোম্পানির জন্য মডেলগুলির সাথে সম্পর্কিত কাজের প্রক্রিয়াগুলিতে একটি সংকীর্ণ স্থান হয়ে ওঠে। স্বয়ংক্রিয়করণ এবং কাঠামোগত প্রয়োজনীয়তার প্রয়োগ এই নির্ভরতা দূর করতে সক্ষম হয়, তথ্য যাচাইকরণের গতি এবং নির্ভরযোগ্যতা বহুগুণ বাড়িয়ে দেয় (চিত্র 7.37)।



চিত্র 7.37 স্বয়ংক্রিয়করণ তথ্য যাচাইকরণ এবং প্রক্রিয়াকরণের গতি বাড়ায়, যা কাজের খরচকে দশগুণ কমিয়ে দেয় [140] /

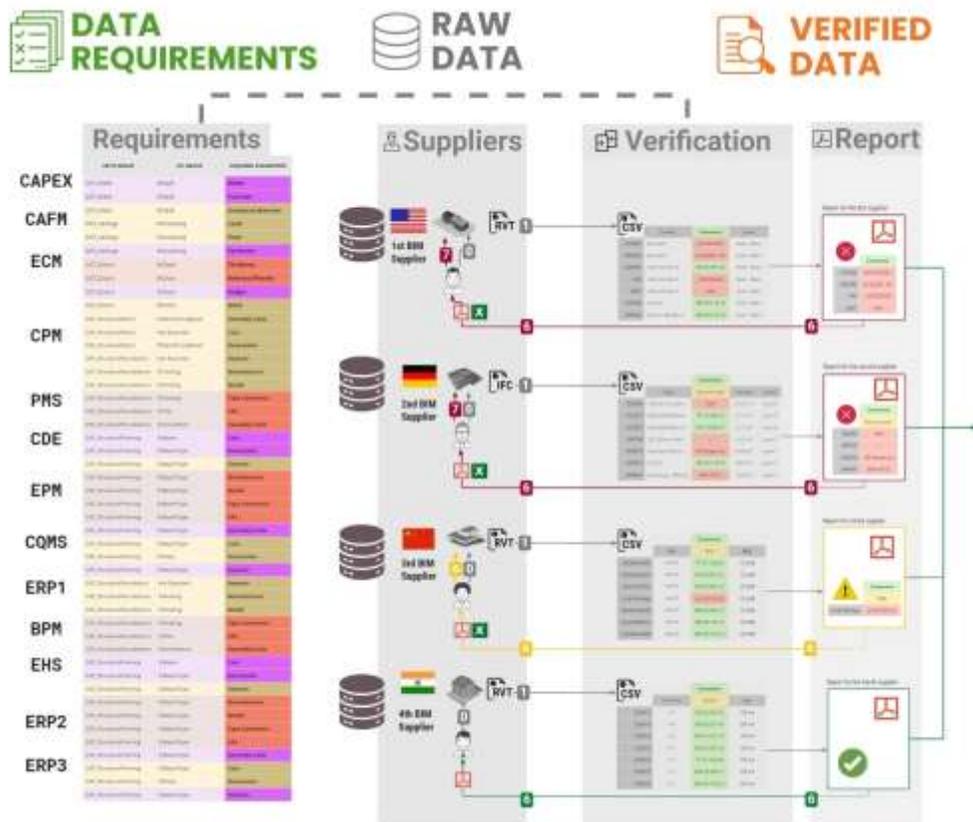
CAD তথ্য যাচাইকরণের প্রক্রিয়া বিভিন্ন বন্ধ (RVT, DWG, DGN, NWS ইত্যাদি) বা খোলা আধা-গঠনমূলক এবং প্যারামেট্রিক ফরম্যাট (IFC, CPXML, USD) থেকে তথ্যের রপ্তানি (ETL পর্যায় Extract) অন্তর্ভুক্ত করে, যেখানে প্রতিটি বৈশিষ্ট্য এবং এর মানগুলির জন্য নিয়মের টেবিল প্রয়োগ করা যেতে পারে (পর্যায় Transform) নিয়মিত অভিব্যক্তি RegEx ব্যবহার করে (চিত্র 7.38), এই প্রক্রিয়াটি আমরা বইয়ের চতুর্থ অংশে বিস্তারিতভাবে আলোচনা করেছি। -

ক্রটির রিপোর্ট PDF ফরম্যাটে তৈরি করা এবং সফলভাবে যাচাইকৃত রেকর্ডগুলি শুধুমাত্র যাচাইকৃত সত্তাগুলিকে বিবেচনায় নিয়ে কাঠামোগত ফরম্যাটে আউটপুট (পর্যায় Load) করতে হবে, যা পরবর্তী প্রক্রিয়াগুলির জন্য ব্যবহার করা যেতে পারে।



চিত্র 7.38 প্রকল্প তথ্য সরবরাহকারীদের থেকে চূড়ান্ত রিপোর্ট পর্যন্ত তথ্য যাচাইকরণের প্রক্রিয়া, যা নিয়মিত অভিব্যক্তির মাধ্যমে যাচাইকৃত।

CAD (BIM) সিস্টেম থেকে তথ্য যাচাইকরণের স্বয়ংক্রিয়করণ কাঠামোগত প্রয়োজনীয়তা এবং নতুন তথ্যের প্রবাহের উপস্থিতিতে, যা ETL-Pipelines (চিত্র 7.39) এর মাধ্যমে প্রক্রিয়া করা হয়, যাচাইকরণের প্রক্রিয়ায় ম্যানুয়াল অংশগ্রহণের প্রয়োজনীয়তা কমিয়ে দেয় (তথ্য যাচাইকরণ এবং ডেটা প্রয়োজনীয়তার প্রক্রিয়া প্রতিটি পূর্ববর্তী অধ্যায়ে আলোচনা করা হয়েছে)। -



চিত্র 7.39 ETL এর মাধ্যমে তথ্য যাচাইকরণের স্বয়ংক্রিয়করণ নির্মাণ প্রকল্পগুলির পরিচালনাকে সহজতর করে, প্রক্রিয়াগুলির গতি বাড়ানোর মাধ্যমে।

ঐতিহ্যগতভাবে, ঠিকাদার এবং CAD (BIM) বিশেষজ্ঞদের দ্বারা প্রদত্ত মডেলগুলির যাচাইকরণ কয়েক দিন থেকে

কয়েক সপ্তাহ সময় নিতে পারে। তবে স্বয়ংক্রিয় ETL প্রক্রিয়াগুলির প্রবর্তনের মাধ্যমে এই সময়কে কয়েক মিনিটে কমানো সম্ভব। একটি সাধারণ পরিস্থিতিতে, ঠিকাদার দাবি করে: "মডেল যাচাই করা হয়েছে এবং প্রয়োজনীয়তার সাথে সঙ্গতিপূর্ণ।" এই ধরনের একটি দাবি ঠিকাদারের তথ্যের গুণমান যাচাইয়ের একটি শৃঙ্খলা শুরু করে:

- ❶ প্রকল্প ব্যবস্থাপক – "ঠিকাদার দাবি করে: 'মডেল যাচাই করা হয়েছে, সবকিছু ঠিক আছে।'"
- ❷ তথ্য ব্যবস্থাপক – "যাচাইকরণ লোড করছি":
 - একটি সাধারণ Pandas স্ক্রিপ্ট কয়েক সেকেন্ডের মধ্যে লগঘন চিহ্নিত করে। স্বয়ংক্রিয়তা বিতর্কগুলি বাদ দেয়:
 - বিভাগ: OST_StructuralColumns, প্যারামিটার: FireRating IS NULL।
 - লগঘনের ID তালিকা তৈরি করি → Excel/PDF-এ রপ্তানি করি।

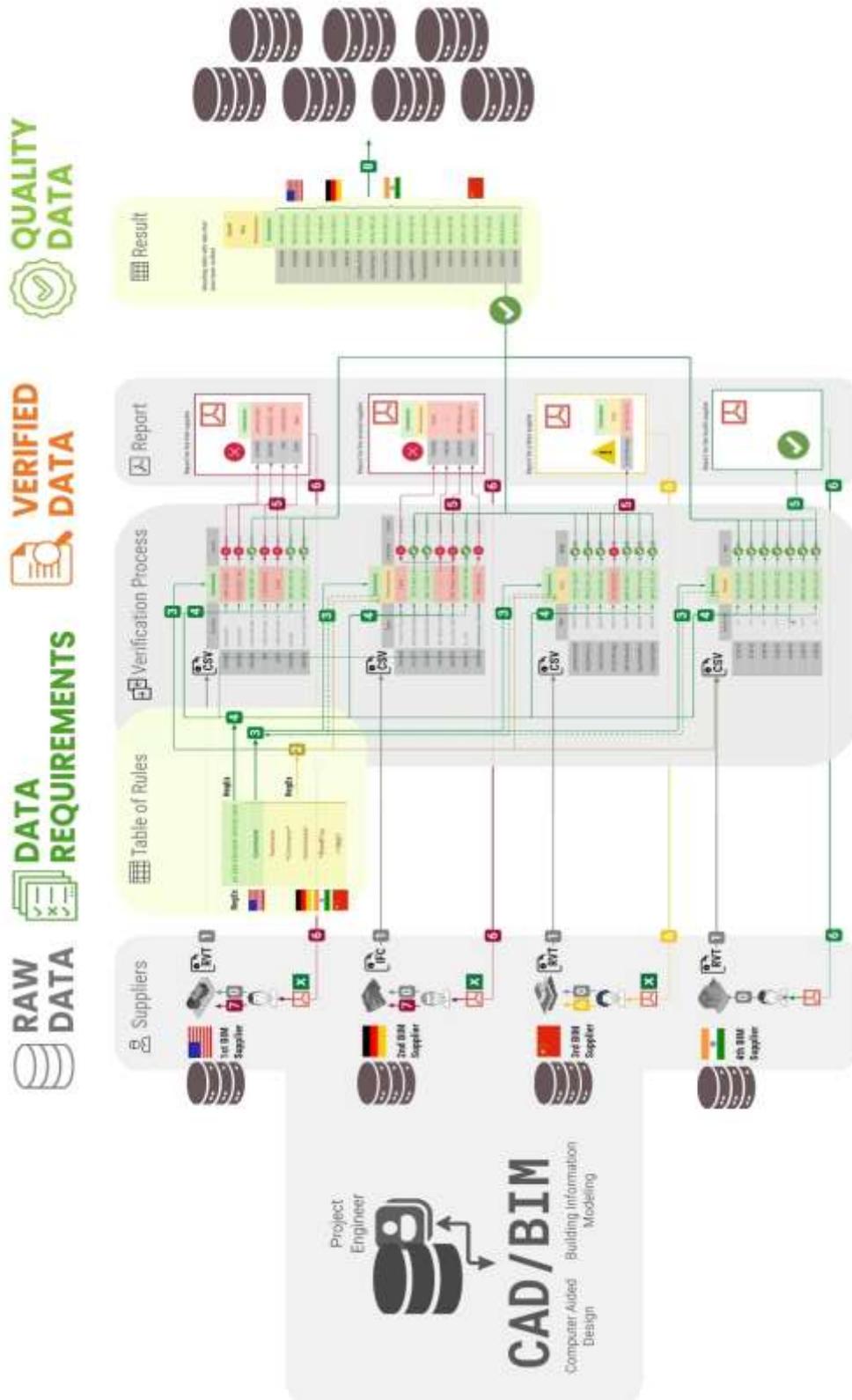
একটি সাধারণ Pandas স্ক্রিপ্ট কয়েক সেকেন্ডের মধ্যে লগঘন চিহ্নিত করে:

```
df = model_data[model_data["Category"] == "OST_StructuralColumns"] # সমস্যা ফিল্টারিং
issues = df[df["FireRating"].isnull()] # খালি মান
issues[["ElementID"]].to_excel("fire_rating_issues.xlsx") # ID রপ্তানি
```

- ❸ তথ্য ব্যবস্থাপক প্রকল্প ব্যবস্থাপককে – "যাচাইকরণ দেখিয়েছে যে 18টি কলামের জন্য FireRating প্যারামিটার পূর্ণ নয়।"
- ❹ প্রকল্প ব্যবস্থাপক ঠিকাদারকে – "মডেলটি পুনরায় সংশোধনের জন্য ফেরত দেওয়া হচ্ছে: FireRating প্যারামিটার বাধ্যতামূলক, এর অভাবে গ্রহণযোগ্যতা সম্ভব নয়"

ফলস্বরূপ, CAD মডেল গুণমান যাচাইকরণে উত্তীর্ণ হয় না, স্বয়ংক্রিয়তা বিতর্কগুলি বাদ দেয়, এবং ঠিকাদার প্রায় তাত্ক্ষণিকভাবে সমস্যায়ুক্ত উপাদানের ID সহ একটি কাঠামোবদ্ধ প্রতিবেদন পায়। এইভাবে যাচাইকরণের প্রক্রিয়া স্বচ্ছ, পুনরুৎপাদনযোগ্য এবং মানবিক ফ্যাক্টর থেকে সুরক্ষিত হয়ে ওঠে (ছবি 7.310)।

এই ধরনের একটি পদ্ধতি তথ্য যাচাইকরণের প্রক্রিয়াকে একটি প্রকৌশল কার্যক্রমে পরিণত করে, যা হাতে গুণমান নিয়ন্ত্রণের পরিবর্তে। এটি কেবল উৎপাদনশীলতা বাড়ায় না, বরং কোম্পানির সকল প্রকল্পে একই যুক্তি প্রয়োগের সুযোগ দেয়, ডিজিটাল রূপান্তরের প্রক্রিয়াগুলিকে ডিজাইন থেকে পরিচালনার দিকে এগিয়ে নিয়ে যায়।



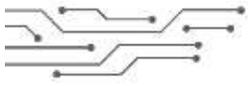
ছবি 7.310 স্বয়ংক্রিয়ভাবে উপাদানের বৈশিষ্ট্য যাচাইকরণ মানবিক ফ্যাক্টর বাদ দেয় এবং ত্রুটির সম্ভাবনা কমায় /

স্বয়ংক্রিয় কনভেইয়রগুলির প্রয়োগের মাধ্যমে (ছবি 7.310) সিস্টেমের ব্যবহারকারীরা, যারা CAD- (BIM-) সিস্টেম থেকে গুণমানের তথ্যের প্রত্যাশা করেন, তাত্ক্ষণিকভাবে তাদের প্রয়োজনীয় আউটপুট - টেবিল, নথি, চিত্র - পেতে পারেন এবং দ্রুত তাদের কাজের দায়িত্বে একীভূত করতে পারেন।

নিয়ন্ত্রণ, প্রক্রিয়াকরণ এবং বিশ্লেষণের স্বয়ংক্রিয়তা নির্মাণ প্রকল্প ব্যবস্থাপনায় পদ্ধতির পরিবর্তন ঘটায়, বিশেষ করে বিভিন্ন সিস্টেমের মধ্যে যোগাযোগের ক্ষেত্রে, জটিল এবং ব্যয়বহুল মডুলার মালিকানা সিস্টেম বা বিক্রেতাদের বন্ধ সমাধান ছাড়াই।

যখন ধারণা এবং বিপণন সংক্ষিপ্ত রূপগুলি আসে এবং চলে যায়, তথ্যের প্রয়োজনীয়তা যাচাইয়ের প্রক্রিয়াগুলি ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলির একটি অবিচ্ছেদ্য অংশ হয়ে থাকবে। নতুন নতুন বিশেষায়িত ফরম্যাট এবং মান তৈরি করার পরিবর্তে, নির্মাণ শিল্পের উচিত এমন সরঞ্জামগুলির দিকে মনোনিবেশ করা যা ইতিমধ্যে অন্যান্য অর্থনৈতিক খাতে তাদের কার্যকারিতা প্রমাণ করেছে। আজ শক্তিশালী প্ল্যাটফর্মগুলি বিদ্যমান যা তথ্য প্রক্রিয়াকরণ এবং প্রক্রিয়াগুলির একীকরণের স্বয়ংক্রিয়তা প্রদান করে, যা কোম্পানিগুলিকে রুটিন অপারেশনগুলিতে সময় উল্লেখযোগ্যভাবে কমাতে এবং Extract, Transform এবং Load প্রক্রিয়াগুলিতে ত্রুটিগুলি কমাতে সক্ষম করে।

ETL প্রক্রিয়াগুলির স্বয়ংক্রিয়করণ এবং অর্কেস্ট্রেশনের একটি জনপ্রিয় উদাহরণ হল Apache Airflow, যা জটিল গণনামূলক প্রক্রিয়াগুলি সংগঠিত করতে এবং ETL পাইপলাইনগুলি পরিচালনা করতে সক্ষম। Airflow-এর পাশাপাশি, Apache NiFi-এর মতো অন্যান্য সমাধানগুলি সক্রিয়ভাবে ব্যবহৃত হয়, যা ডেটা রাউটিং এবং স্ট্রিমিং প্রক্রিয়াকরণের জন্য, এবং n8n, যা ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলির স্বয়ংক্রিয়করণের জন্য ব্যবহৃত হয়।



অধ্যায় 7.4. ETL এবং কাজের প্রক্রিয়ার অর্কেস্ট্রেশন: ব্যবহারিক সমাধান

DAG এবং Apache Airflow: কাজের প্রক্রিয়া স্বয়ংক্রিয়করণ এবং অর্কেস্ট্রেশন

Apache Airflow একটি বিনামূল্যে ওপেন সোর্স প্ল্যাটফর্ম, যা ETL পাইপলাইনগুলির স্বয়ংক্রিয়করণ, অর্কেস্ট্রেশন এবং পর্যবেক্ষণের জন্য ডিজাইন করা হয়েছে।

প্রতিদিন বড় পরিমাণ ডেটার সাথে কাজ করার সময় প্রয়োজন:

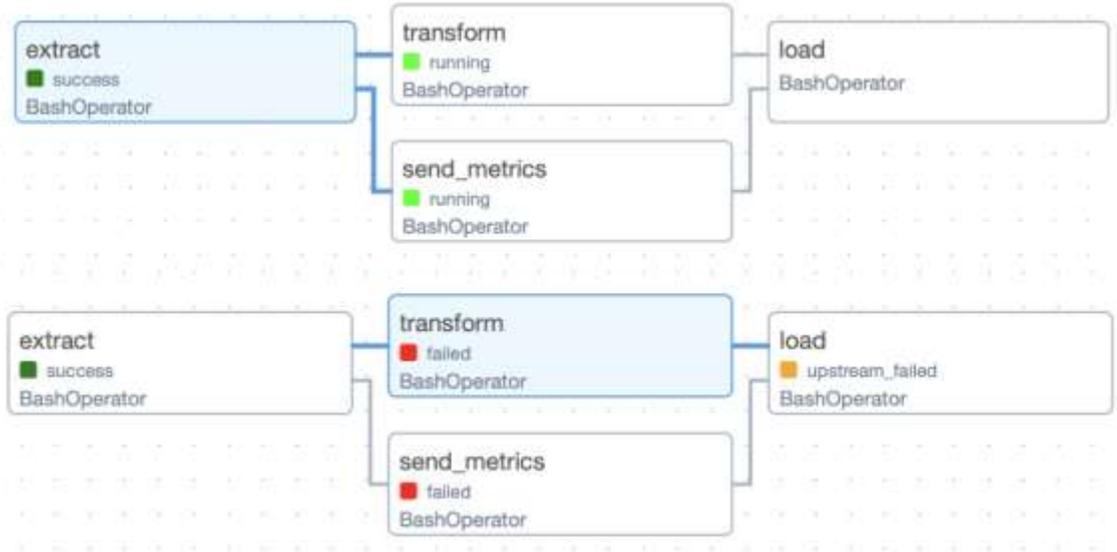
- বিভিন্ন উৎস থেকে ফাইল ডাউনলোড করা - Extract (যেমন, সরবরাহকারী বা ক্লায়েন্টদের কাছ থেকে)।
- এই ডেটাগুলিকে প্রয়োজনীয় ফরম্যাটে রূপান্তর করা - Transform (গঠন করা, পরিষ্কার করা এবং যাচাই করা)।
- ফলাফলগুলি যাচাইয়ের জন্য পাঠানো এবং রিপোর্ট তৈরি করা - Load (প্রয়োজনীয় সিস্টেম, নথি, ডেটাবেস বা ড্যাশবোর্ডে রপ্তানি করা)।

এই ধরনের ETL প্রক্রিয়াগুলির ম্যানুয়াল সম্পাদন উল্লেখযোগ্য সময় নেয় এবং মানবিক ত্রুটির সাথে সম্পর্কিত ত্রুটির ঝুঁকি বাড়ে। ডেটার উৎস পরিবর্তন বা একটি পর্যায়ে ব্যর্থতা বিলম্ব এবং ভুল ফলাফলের কারণ হতে পারে।

স্বয়ংক্রিয়করণের সরঞ্জামগুলি, যেমন Apache Airflow, একটি নির্ভরযোগ্য ETL পাইপলাইন তৈরি করতে, ত্রুটিগুলি কমাতে, ডেটা প্রক্রিয়াকরণের সময় কমাতে এবং প্রতিটি পর্যায়ে সঠিকতা নিশ্চিত করতে সক্ষম করে। Apache Airflow-এর ভিত্তিতে DAG (Directed Acyclic Graph) ধারণা রয়েছে - একটি নির্দেশিত অচক্রীয় গ্রাফ, যেখানে প্রতিটি কাজ (অপারেটর) অন্যান্য নির্ভরতার সাথে সংযুক্ত এবং নির্দিষ্ট ক্রমে সম্পাদিত হয়। DAG চক্রগুলি বাদ দেয়, যা কাজের সম্পাদনার একটি যৌক্তিক এবং পূর্বানুমানযোগ্য কাঠামো নিশ্চিত করে।

Airflow নির্ভরশীলতার ব্যবস্থাপনা, কার্য সম্পাদনের সময়সূচী নিয়ন্ত্রণ, অবস্থার পর্যবেক্ষণ এবং ব্যর্থতার প্রতি স্বয়ংক্রিয় প্রতিক্রিয়া গ্রহণের জন্য অর্কেস্ট্রেশন গ্রহণ করে। এই পদ্ধতি ম্যানুয়াল হস্তক্ষেপকে কমিয়ে আনে এবং পুরো প্রক্রিয়াটির নির্ভরযোগ্যতা নিশ্চিত করে।

কাজের অর্কেস্ট্রেশন - একটি সরঞ্জাম বা সিস্টেম, যা জটিল গণনামূলক এবং তথ্য পরিবেশে কাজের সম্পাদনা পরিচালনা এবং নিয়ন্ত্রণের জন্য ডিজাইন করা হয়েছে। এটি কাজের বাস্তবায়ন, স্বয়ংক্রিয়করণ এবং ব্যবস্থাপনার প্রক্রিয়াকে সহজতর করে, যা কাজের দক্ষতা বাড়াতে এবং সম্পদগুলি অপ্টিমাইজ করতে সহায়তা করে।



রিস. 7.41 Apache Airflow একটি সুবিধাজনক ইন্টারফেস প্রদান করে, যেখানে DAG-ETL ভিজ্যুয়ালাইজ করা যায়, কার্য সম্পাদনের লগগুলি দেখা যায়, কাজের চালনার স্থিতি এবং আরও অনেক কিছু দেখা যায়।

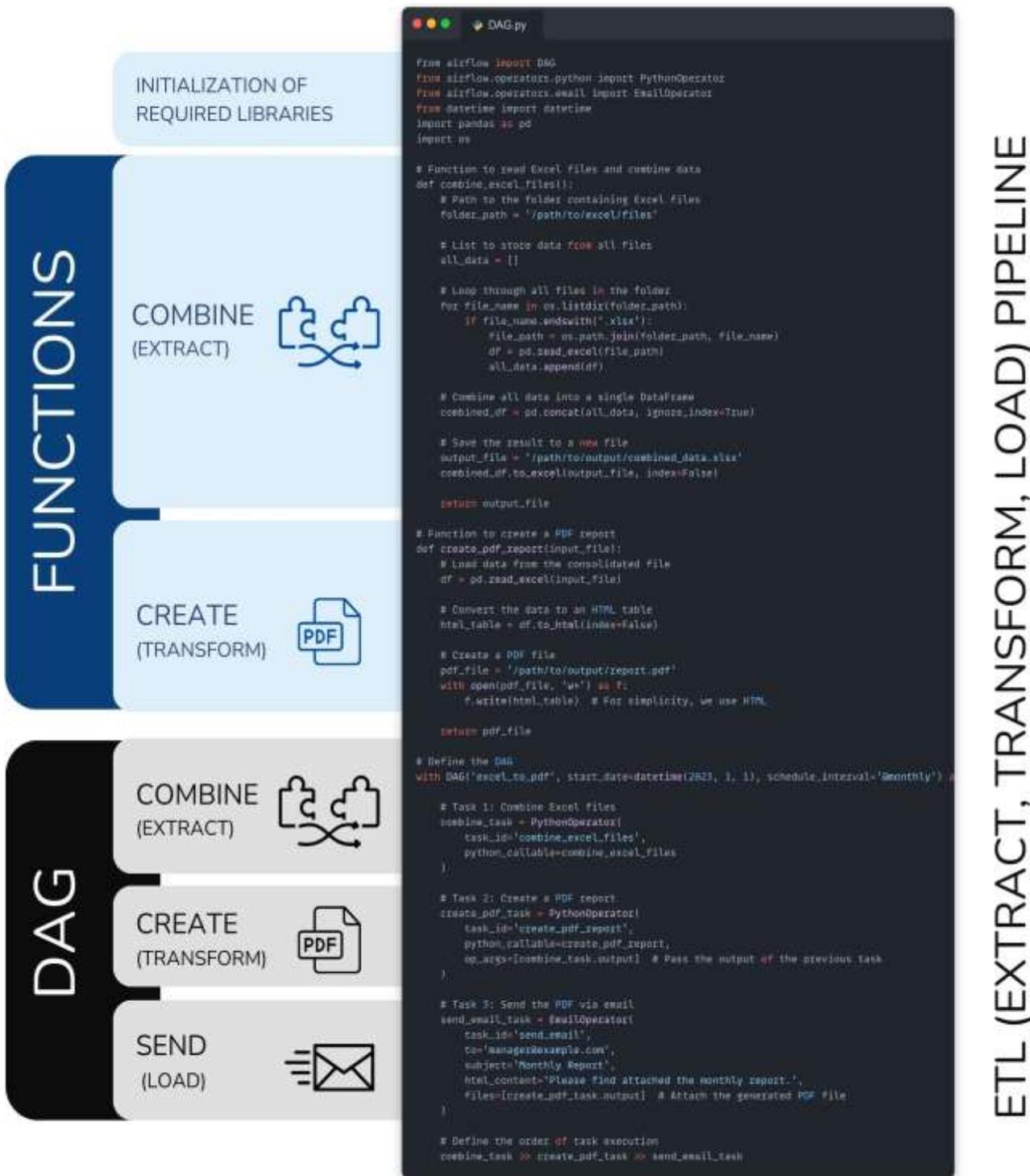
Airflow ব্যাপকভাবে বিতরণকৃত গণনা, ডেটা প্রক্রিয়াকরণ, ETL (Extract, Transform, Load) প্রক্রিয়াগুলির ব্যবস্থাপনা, কাজের সময়সূচী এবং ডেটার সাথে অন্যান্য কাজের দৃশ্যপটগুলির অর্কেস্ট্রেশন এবং স্বয়ংক্রিয়করণের জন্য ব্যবহৃত হয়। ডিফল্টভাবে Apache Airflow SQLite-কে ডেটাবেস হিসেবে ব্যবহার করে।

একটি সাধারণ DAG-এর উদাহরণ, ETL-এর মতো, কাজের সমন্বয়ে গঠিত - Extract, Transform এবং Load। গ্রাফটি ব্যবহারকারী ইন্টারফেসের মাধ্যমে পরিচালিত হয় (রিস. 7.41), যেখানে কাজের সম্পাদনার ক্রম নির্ধারিত হয় (কোডের টুকরোগুলি): উদাহরণস্বরূপ, প্রথমে extract সম্পাদিত হয়, তারপর transform (এবং sending_metrics), এবং কাজটি শেষ হয় load কাজের মাধ্যমে। যখন সমস্ত কাজ সম্পন্ন হয়, তখন ডেটা লোডিং প্রক্রিয়াটি সফল বলে বিবেচিত হয়।-

Apache Airflow: ETL স্বয়ংক্রিয়করণের জন্য ব্যবহারিক প্রয়োগ

অ্যাপাচ এয়ারফ্লো জটিল ডেটা প্রক্রিয়াকরণ প্রক্রিয়া সংগঠনের জন্য ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়, যা নমনীয় ETL পাইপলাইন তৈরি করতে সক্ষম করে। অ্যাপাচ এয়ারফ্লো ওয়েব ইন্টারফেসের মাধ্যমে এবং পাইথন কোডের মাধ্যমে প্রোগ্রাম্যাটিকভাবে চালানো যেতে পারে (চিত্র 7.42)। ওয়েব ইন্টারফেসে (চিত্র 7.43) প্রশাসক এবং ডেভেলপাররা DAG গুলি ভিজ্যুয়ালি ট্র্যাক করতে, কাজ চালু করতে এবং কার্যকরী ফলাফল বিশ্লেষণ করতে পারেন।-

DAG ব্যবহার করে, কাজের সম্পাদনের একটি স্পষ্ট ক্রম নির্ধারণ করা যায়, তাদের মধ্যে নির্ভরতা পরিচালনা করা যায় এবং উৎস ডেটাতে পরিবর্তনের জন্য স্বয়ংক্রিয়ভাবে প্রতিক্রিয়া জানানো যায়। অ্যারফ্লো ব্যবহার করে রিপোর্টিং প্রক্রিয়াকরণের স্বয়ংক্রিয়করণের একটি উদাহরণ বিবেচনা করা যাক (চিত্র 7.42)।-



চিত্র 7.42 অ্যাপাচ এয়ারফ্লো ব্যবহার করে ডেটা প্রক্রিয়াকরণের জন্য ETL পাইপলাইনের ধারণা /

এই উদাহরণে (চিত্র 7.42) একটি DAG বিবেচনা করা হয়েছে, যা ETL পাইপলাইনের অধীনে মূল কাজগুলি সম্পাদন

করে: -

- এক্সট্রাক্ট ফাইল পড়া (Extract): • নির্ধারিত ডিরেক্টরিতে সমস্ত ফাইলের সিকোয়েন্সিয়াল স্ক্যান। • প্যাডাস লাইব্রেরি ব্যবহার করে প্রতিটি ফাইল থেকে ডেটা পড়া। • সমস্ত ডেটা একক DataFrame এ একত্রিত করা।
- PDF ডকুমেন্ট তৈরি (Transform): • একত্রিত DataFrame কে HTML টেবিলে রূপান্তর করা। • টেবিলটি PDF ফরম্যাটে সংরক্ষণ করা (ডেমো সংস্করণে – HTML এর মাধ্যমে)।
- ইমেইলে রিপোর্ট পাঠানো (Load): • PDF ডকুমেন্টটি ইমেইলে পাঠানোর জন্য EmailOperator প্রয়োগ করা।
- DAG কনফিগারেশন: • কাজের সম্পাদনের ক্রম নির্ধারণ: ডেটা নিষ্কাশন → রিপোর্ট তৈরি → পাঠানো। • চালনার সময়সূচী নির্ধারণ (@monthly – প্রতি মাসের প্রথম দিন)।

স্বয়ংক্রিয় ETL উদাহরণে (চিত্র 7.42) দেখানো হয়েছে কিভাবে এক্সট্রাক্ট ফাইল থেকে ডেটা সংগ্রহ করা, PDF ডকুমেন্ট তৈরি করা এবং এটি ইমেইলে পাঠানো হয়। এটি এয়ারফ্লোর ব্যবহারের জন্য অসংখ্য সম্ভাব্য দৃশ্যের মধ্যে একটি মাত্র। এই উদাহরণটি যেকোনো নির্দিষ্ট কাজের জন্য অভিযোজিত করা যেতে পারে, যাতে ডেটা প্রক্রিয়াকরণের প্রক্রিয়াগুলি সহজ এবং স্বয়ংক্রিয় করা যায়।-

| DAG | Owner | Runs | Schedule | Last Run | Next Run | Percent Tasks | Actions |
|---|---------|------|------------------|----------------------|----------------------|---------------|---------|
| dataset_constants_1 | airflow | 1 | Interval: @daily | 2024-03-21, 14:15:47 | 2024-03-21, 14:15:47 | 100% | ▶ |
| dataset_constants_1_and_2 | airflow | 1 | Interval: @daily | 2024-03-21, 14:15:47 | 2024-03-21, 14:15:47 | 100% | ▶ |
| dataset_constants_1_newer_scheduled | airflow | 1 | Interval: @daily | 2024-03-21, 14:15:47 | 2024-03-21, 14:15:47 | 100% | ▶ |
| dataset_constants_1_newer_rever_scheduled | airflow | 1 | Interval: @daily | 2024-03-21, 14:15:47 | 2024-03-21, 14:15:47 | 100% | ▶ |
| dataset_producer_1 | airflow | 1 | Interval: @daily | 2024-03-21, 14:15:47 | 2024-03-21, 14:15:47 | 100% | ▶ |
| dataset_producer_2 | airflow | 1 | Interval: @daily | 2024-03-21, 14:15:47 | 2024-03-21, 14:15:47 | 100% | ▶ |
| example_bash_operator | airflow | 1 | Interval: @daily | 2024-03-21, 14:15:47 | 2024-03-21, 14:15:47 | 100% | ▶ |
| example_branch_datetime_operator | airflow | 1 | Interval: @daily | 2024-03-21, 14:15:47 | 2024-03-21, 14:15:47 | 100% | ▶ |
| example_branch_datetime_operator_2 | airflow | 1 | Interval: @daily | 2024-03-21, 14:15:47 | 2024-03-21, 14:15:47 | 100% | ▶ |
| example_branch_datetime_operator_3 | airflow | 1 | Interval: @daily | 2024-03-21, 14:15:47 | 2024-03-21, 14:15:47 | 100% | ▶ |
| example_branch_datetime_operator_v2 | airflow | 1 | Interval: @daily | 2024-03-21, 14:15:47 | 2024-03-21, 14:15:47 | 100% | ▶ |
| example_branch_sleep | airflow | 1 | Interval: @daily | 2024-03-21, 14:15:47 | 2024-03-21, 14:15:47 | 100% | ▶ |

চিত্র 7.43 DAG গ্রুপগুলির একটি পর্যালোচনা, সর্বশেষ চালনার তথ্য সহ /

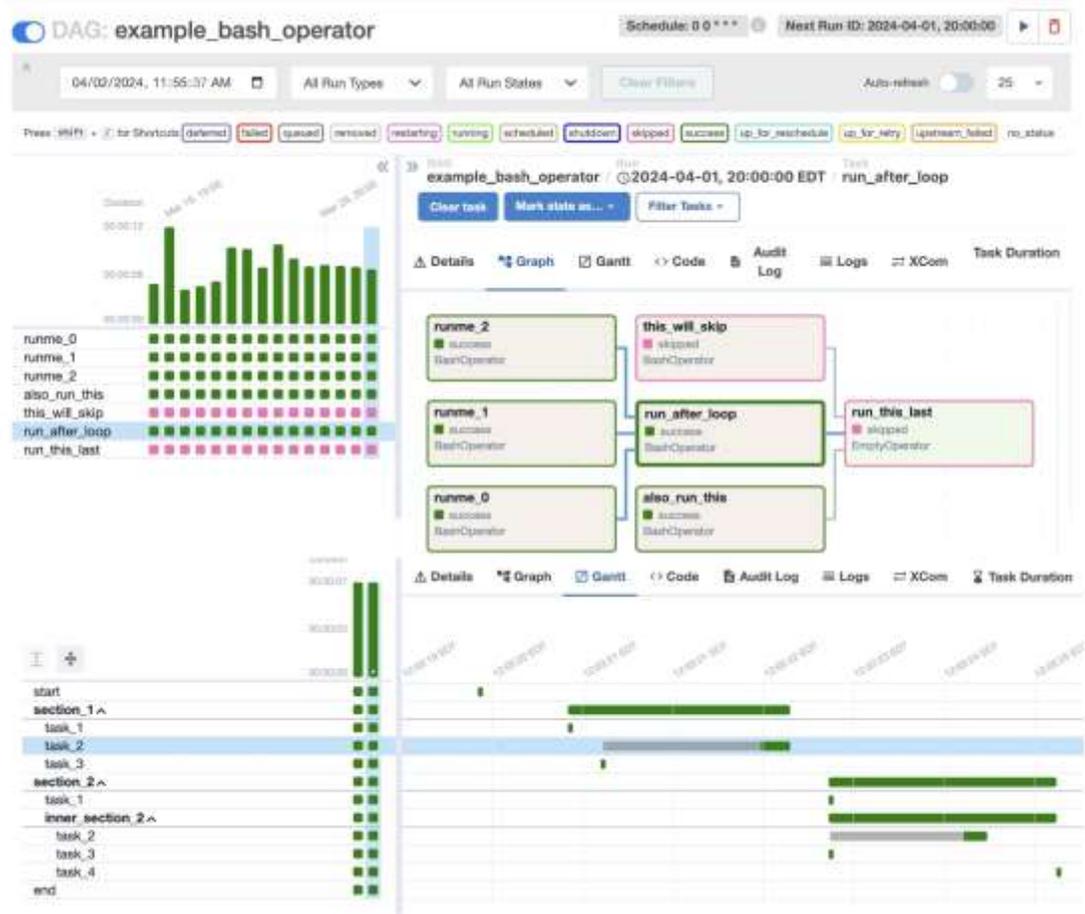
অ্যাপাচ এয়ারফ্লোর ওয়েব ইন্টারফেস (চিত্র 7.43) ডেটা কাজের প্রবাহ পরিচালনার জন্য একটি ব্যাপক ভিজুয়াল পরিবেশ প্রদান করে। এটি DAG গুলিকে ইন্টারেক্টিভ গ্রাফের আকারে প্রদর্শন করে, যেখানে নোডগুলি কাজকে উপস্থাপন করে এবং এজগুলি তাদের মধ্যে নির্ভরতাকে উপস্থাপন করে, যা জটিল ডেটা প্রক্রিয়াকরণ প্রক্রিয়াগুলি সহজে ট্র্যাক করতে সক্ষম করে। ইন্টারফেসে একটি মনিটরিং প্যানেল রয়েছে যা কাজের সম্পাদনের অবস্থা, চালনার ইতিহাস, বিস্তারিত লগ এবং কর্মক্ষমতার মেট্রিক্সের তথ্য প্রদর্শন করে। প্রশাসকরা ম্যানুয়ালি কাজ চালান

করতে, ব্যর্থ অপারেশন পুনরায় চালু করতে, DAG গুলি স্থগিত করতে এবং পরিবেশের পরিবর্তনগুলি কনফিগার করতে পারেন – সবকিছু একটি স্বজ্ঞাত ব্যবহারকারী ইন্টারফেসের মাধ্যমে।

এই ধরনের স্থাপত্য ডেটার ভ্যালিডেশন, সম্পাদনের স্থিতির নোটিফিকেশন, বাইরের API বা ডেটাবেসের সাথে ইন্টিগ্রেশন দ্বারা সম্পূরক হতে পারে। এয়ারফ্লো DAG গুলিকে নমনীয়ভাবে অভিযোজিত করতে দেয়: নতুন কাজ যোগ করা, তাদের ক্রম পরিবর্তন করা, চেইনগুলি সংমিশ্রণ করা – যা এটিকে জটিল ডেটা প্রক্রিয়াকরণের স্বয়ংক্রিয়করণের জন্য একটি কার্যকরী সরঞ্জাম করে তোলে। এয়ারফ্লোর ওয়েব ইন্টারফেসে DAG চালানোর সময় (চিত্র 7.43, চিত্র 7.44) কাজের সম্পাদনের অবস্থা ট্র্যাক করা যায়। সিস্টেম রঙের সংকেত ব্যবহার করে:--

- সবুজ – কাজ সফলভাবে সম্পন্ন হয়েছে।
- হলুদ – প্রক্রিয়া চলছে।
- লাল – কাজ সম্পাদনে ত্রুটি।

ত্রুটির ক্ষেত্রে (যেমন, ফাইল অনুপস্থিত বা ডেটার কাঠামো ভেঙে গেছে) সিস্টেম স্বয়ংক্রিয়ভাবে একটি নোটিফিকেশন পাঠানোর প্রক্রিয়া শুরু করে।



চিত্র ৭.৪৪ অ্যাপাচি এয়ারফ্লো সমস্যা নির্ণয়, প্রক্রিয়ার অপ্টিমাইজেশন এবং জটিল ডেটা প্রসেসিং পাইপলাইনে দলের সহযোগিতাকে উল্লেখযোগ্যভাবে সহজ করে তোলে।

অ্যাপাচি এয়ারফ্লো স্বয়ংক্রিয়ভাবে রুটিন কাজগুলো সম্পন্ন করে, যা হাতে করার প্রয়োজনীয়তা দূর করে। এটি প্রক্রিয়ার কার্যকারিতা পর্যবেক্ষণ এবং ত্রুটির ক্ষেত্রে তাৎক্ষণিক সতর্কতা প্রদান করে নির্ভরযোগ্যতা নিশ্চিত করে। সিস্টেমের নমনীয়তা নতুন কাজ যোগ করা বা বিদ্যমান কাজ পরিবর্তন করা সহজ করে, যা পরিবর্তিত চাহিদার সাথে কাজের প্রবাহকে অভিযোজিত করে।

অ্যাপাচি এয়ারফ্লোর পাশাপাশি, কাজের প্রবাহের অর্কেস্ট্রেশনের জন্য অনুরূপ সরঞ্জামও রয়েছে। উদাহরণস্বরূপ, ওপেন সোর্স এবং বিনামূল্যের প্রেফেক্ট (চিত্র ৭.৩৫) সহজতর সিনট্যাক্স প্রদান করে এবং পাইথনের সাথে আরও ভালভাবে সংহত হয়, লুইজি, যা স্পটিফাই দ্বারা তৈরি, অনুরূপ কার্যকারিতা প্রদান করে এবং বড় ডেটার সাথে ভাল কাজ করে। ক্রোনোস এবং ড্যাগস্টারও উল্লেখযোগ্য, যা পাইপলাইন তৈরির আধুনিক পদ্ধতি প্রদান করে এবং মডুলারিটি ও স্কেলেবিলিটির উপর ফোকাস করে। কাজের অর্কেস্ট্রেশন সরঞ্জামের নির্বাচন প্রকল্পের নির্দিষ্ট প্রয়োজনের উপর নির্ভর করে, তবে এগুলি সকলেই জটিল ইটিএল ডেটা প্রসেসিংকে স্বয়ংক্রিয় করতে সহায়তা করে।-

আলাদা উল্লেখযোগ্য হলো অ্যাপাচি নিফাই – একটি ওপেন সোর্স প্ল্যাটফর্ম, যা স্ট্রিমিং ডেটা প্রসেসিং এবং রাউটিংয়ের জন্য ডিজাইন করা হয়েছে। এয়ারফ্লোর তুলনায়, যা ব্যাচ প্রসেসিং এবং নির্ভরতা ব্যবস্থাপনায় মনোনিবেশ করে, নিফাই বাস্তব সময়ে, ডেটা পরিবর্তন এবং সিস্টেমের মধ্যে নমনীয় রাউটিংয়ের উপর ফোকাস করে।

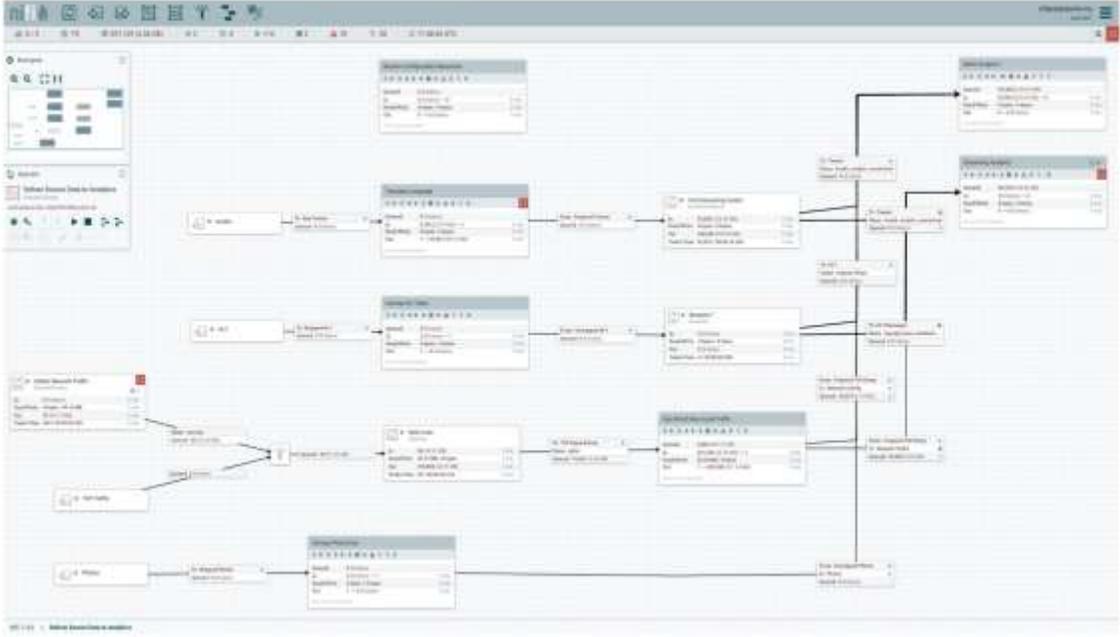
ডেটা রাউটিং এবং রূপান্তরের জন্য Apache NiFi

অ্যাপাচি নিফাই একটি শক্তিশালী ওপেন সোর্স প্ল্যাটফর্ম, যা বিভিন্ন সিস্টেমের মধ্যে ডেটার প্রবাহ স্বয়ংক্রিয় করার জন্য ডিজাইন করা হয়েছে। এটি ২০০৬ সালে মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের জাতীয় নিরাপত্তা সংস্থা (এনএসএ) দ্বারা "নিয়াগারা ফাইলস" নামে অভ্যন্তরীণ প্রয়োজনের জন্য তৈরি করা হয়েছিল। ২০১৪ সালে প্রকল্পটি উন্মুক্ত করা হয় এবং অ্যাপাচি সফটওয়্যার ফাউন্ডেশনের কাছে হস্তান্তর করা হয়, তাদের প্রযুক্তি স্থানান্তরের উদ্যোগের অংশ হিসেবে।

অ্যাপাচি নিফাই বাস্তব সময়ে ডেটা সংগ্রহ, প্রক্রিয়াকরণ এবং স্থানান্তরের জন্য ডিজাইন করা হয়েছে। এয়ারফ্লোর তুলনায়, যা ব্যাচ কাজের সাথে কাজ করে এবং সুনির্দিষ্ট সময়সূচীর প্রয়োজন, নিফাই স্ট্রিমিং প্রসেসিং মোডে কাজ করে, যা বিভিন্ন পরিষেবার মধ্যে অবিরাম ডেটা স্থানান্তর করতে সক্ষম করে।

অ্যাপাচি নিফাই আইওটি ডিভাইস, নির্মাণ সাইটের সেন্সর, মনিটরিং সিস্টেম এবং উদাহরণস্বরূপ, সার্ভারে ক্যাড ফরম্যাটের স্ট্রিমিং যাচাইকরণের সাথে সংহত করার জন্য আদর্শ। যেখানে ডেটায় পরিবর্তনের জন্য তাৎক্ষণিক প্রতিক্রিয়া প্রয়োজন।

অন্তর্নির্মিত ফিল্টারিং, রূপান্তর এবং রাউটিং সরঞ্জামের মাধ্যমে, নিফাই ডেটাকে মানক করতে (রূপান্তর পর্ব) সক্ষম করে, যা পরে (লোড) স্টোরেজ বা বিশ্লেষণাত্মক সিস্টেমে স্থানান্তরিত হয়। এর একটি প্রধান সুবিধা হলো নিরাপত্তা এবং অ্যাক্সেস নিয়ন্ত্রণের অন্তর্নির্মিত সমর্থন, যা গোপনীয় তথ্য প্রক্রিয়াকরণের জন্য এটি একটি নির্ভরযোগ্য সমাধান করে তোলে।



চিত্র ৭.৪৫ অ্যাপাচি নিফাইয়ের ইন্টারফেসে ডেটার প্রবাহের গ্রাফিক উপস্থাপন।

অ্যাপাচি নিফাই বাস্তব সময়ে ডেটা স্থানান্তর, ফিল্টারিং এবং রাউটিংয়ের কাজগুলো কার্যকরভাবে সম্পন্ন করে। এটি প্রযুক্তিগতভাবে সমৃদ্ধ পরিস্থিতির জন্য আদর্শ, যেখানে সিস্টেমের মধ্যে তথ্যের স্থিতিশীল স্থানান্তর এবং উচ্চ ব্যান্ডউইথ গুরুত্বপূর্ণ।

তবে এমন পরিস্থিতিতে, যেখানে মূল লক্ষ্য হল বিভিন্ন পরিষেবার একীকরণ, রুটিন অপারেশনগুলির স্বয়ংক্রিয়করণ এবং গভীর প্রোগ্রামিং জ্ঞান ছাড়াই দ্রুত কাজের প্রক্রিয়া সেটআপ করা, সেখানে নিম্ন প্রবেশের সীমা এবং সর্বাধিক নমনীয়তার সমাধানগুলির চাহিদা রয়েছে। এর মধ্যে একটি হল n8n – একটি লো-কোড/নো-কোড প্ল্যাটফর্ম, যা ব্যবসায়িক স্বয়ংক্রিয়করণ এবং ভিজুয়াল অর্কেস্ট্রেশন প্রক্রিয়ার উপর কেন্দ্রীভূত।

n8n লো-কোড, নো-কোড প্রক্রিয়া অর্কেস্ট্রেশন

n8n হল একটি ওপেন সোর্স লো-কোড/নো-কোড প্ল্যাটফর্ম যা স্বয়ংক্রিয় কাজের প্রক্রিয়া তৈরি করতে ব্যবহৃত হয়, যা ব্যবহারের সহজতা, নমনীয়তা এবং বহিরাগত পরিষেবার বিস্তৃত পরিসরের সাথে দ্রুত একীকরণের ক্ষমতার জন্য পরিচিত।

নো-কোড হল কোড লেখা ছাড়াই ডিজিটাল পণ্য তৈরি করার একটি পদ্ধতি। প্রক্রিয়ার সমস্ত উপাদান – লজিক থেকে ইন্টারফেস পর্যন্ত – সম্পূর্ণরূপে ভিজুয়াল টুলের মাধ্যমে বাস্তবায়িত হয়। নো-কোড প্ল্যাটফর্মগুলি প্রযুক্তিগত প্রস্তুতি ছাড়াই ব্যবহারকারীদের লক্ষ্য করে এবং দ্রুত স্বয়ংক্রিয়করণ, ফর্ম, একীকরণ এবং ওয়েব অ্যাপ্লিকেশন তৈরি করতে সক্ষম করে। উদাহরণস্বরূপ: ব্যবহারকারী প্রোগ্রামিং জ্ঞান ছাড়াই ড্র্যাগ-এন্ড-ড্রপ ইন্টারফেসের মাধ্যমে স্বয়ংক্রিয়ভাবে বিজ্ঞপ্তি পাঠানো বা Google Sheets-এর সাথে একীকরণ সেট আপ করে।

ওপেন সোর্স কোড এবং স্থানীয় স্থাপনার সম্ভাবনার কারণে, n8n স্বয়ংক্রিয়করণ এবং ETL পাইপলাইন তৈরির প্রক্রিয়ায়

কোম্পানিগুলিকে তাদের ডেটার উপর সম্পূর্ণ নিয়ন্ত্রণ প্রদান করে, নিরাপত্তা নিশ্চিত করে এবং ক্লাউড পরিষেবাদাতাদের উপর নির্ভরশীলতা কমায়।

Apache Airflow-এর বিপরীতে, যা কঠোর অর্কেস্ট্রেশন সহ গণনামূলক কাজের উপর কেন্দ্রীভূত এবং Python জ্ঞানের প্রয়োজন, n8n একটি ভিজ্যুয়াল সম্পাদক প্রদান করে, যা প্রোগ্রামিং ভাষা জানার প্রয়োজন ছাড়াই স্ক্রিপ্ট তৈরি করতে সক্ষম করে (চিত্র 7.46)। যদিও এর ইন্টারফেস কোড লেখা ছাড়াই স্বয়ংক্রিয় প্রক্রিয়া তৈরি করতে সক্ষম করে (নো-কোড), আরও জটিল পরিস্থিতিতে ব্যবহারকারীরা তাদের নিজস্ব JavaScript এবং Python ফাংশন যোগ করতে পারেন ক্ষমতা বাড়ানোর জন্য (লো-কোড)।

লো-কোড হল সফটওয়্যার উন্নয়নের একটি পদ্ধতি, যেখানে অ্যাপ্লিকেশন বা প্রক্রিয়ার মূল লজিক গ্রাফিক্যাল ইন্টারফেস এবং ভিজ্যুয়াল উপাদান ব্যবহার করে তৈরি করা হয়, এবং প্রোগ্রামিং কোড কেবল কাস্টমাইজেশন বা কার্যকারিতা বাড়ানোর জন্য ব্যবহৃত হয়। লো-কোড প্ল্যাটফর্মগুলি সমাধানগুলির উন্নয়নকে উল্লেখযোগ্যভাবে ত্বরান্বিত করতে সক্ষম করে, শুধুমাত্র প্রোগ্রামারদের নয়, বরং মৌলিক প্রযুক্তিগত দক্ষতা সহ ব্যবসায়িক ব্যবহারকারীদেরও প্রক্রিয়ায় অন্তর্ভুক্ত করে। উদাহরণস্বরূপ: ব্যবহারকারী প্রস্তুত ব্লকগুলি থেকে একটি ব্যবসায়িক প্রক্রিয়া তৈরি করতে পারে এবং প্রয়োজনে JavaScript বা Python-এ তাদের নিজস্ব স্ক্রিপ্ট যোগ করতে পারে।

যদিও n8n একটি নিম্ন প্রবেশের সীমার প্ল্যাটফর্ম হিসাবে অবস্থান করে, জটিল স্বয়ংক্রিয়করণ স্ক্রিপ্ট তৈরি করতে মৌলিক প্রোগ্রামিং জ্ঞান, ওয়েব প্রযুক্তির বোঝাপড়া এবং API-এর সাথে কাজ করার দক্ষতা উপকারী। সিস্টেমের নমনীয়তা এটিকে বিভিন্ন কাজের জন্য অভিযোজিত করতে সক্ষম করে – স্বয়ংক্রিয় ডেটা প্রক্রিয়াকরণ থেকে শুরু করে মেসেঞ্জার, IoT ডিভাইস এবং ক্লাউড পরিষেবার সাথে একীকরণ পর্যন্ত।

n8n ব্যবহারের মূল বৈশিষ্ট্য এবং সুবিধাসমূহ:

- ওপেন সোর্স কোড এবং স্থানীয় স্থাপনার সম্ভাবনা ডেটার উপর সম্পূর্ণ নিয়ন্ত্রণ, নিরাপত্তা প্রয়োজনীয়তার সাথে সামঞ্জস্য এবং ক্লাউড পরিষেবাদাতাদের থেকে স্বাধীনতা নিশ্চিত করে।
- 330টিরও বেশি পরিষেবার সাথে একীকরণ, যার মধ্যে CRM, ERP, ই-কমার্স, ক্লাউড প্ল্যাটফর্ম, মেসেঞ্জার এবং ডেটাবেস অন্তর্ভুক্ত রয়েছে।
- স্ক্রিপ্টগুলির নমনীয়তা: সহজ বিজ্ঞপ্তি থেকে শুরু করে API অনুরোধ প্রক্রিয়াকরণ, সিদ্ধান্ত গ্রহণের লজিক এবং AI পরিষেবার সংযোগ সহ জটিল চেইন পর্যন্ত।
- জাভাস্ক্রিপ্ট এবং পাইথনের সমর্থন: প্রয়োজনে ব্যবহারকারীরা কাস্টম কোড এম্বেড করতে পারেন, যা স্বয়ংক্রিয়করণের ক্ষমতা বাড়ায়।
- স্বজাত ভিজ্যুয়াল ইন্টারফেস: প্রক্রিয়ার সমস্ত পর্যায় দ্রুত কনফিগার এবং ভিজ্যুয়লাইজ করতে সক্ষম করে।

লো-কোড শ্রেণীর প্ল্যাটফর্মগুলি ডিজিটাল সমাধান তৈরি করার জন্য সরঞ্জাম সরবরাহ করে, যা কম কোডের প্রয়োজন হয়, ফলে এটি এমন দলের জন্য আদর্শ যারা গভীর প্রযুক্তিগত দক্ষতা নেই, কিন্তু প্রক্রিয়াগুলির স্বয়ংক্রিয়করণের প্রয়োজন।

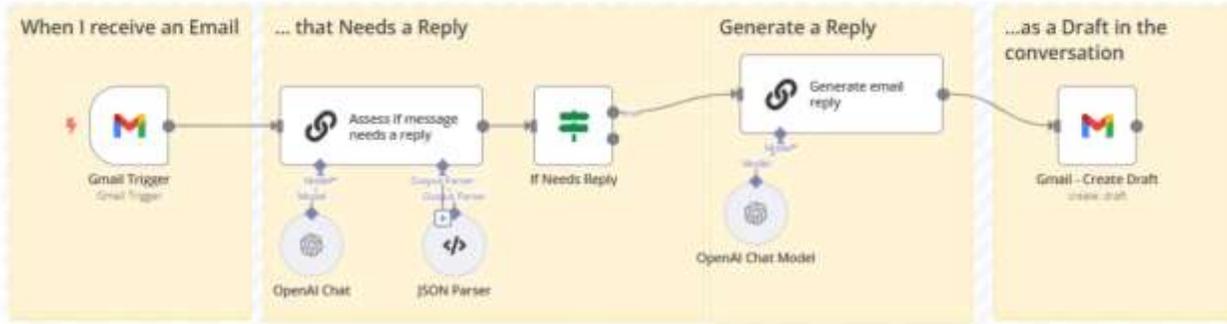
নির্মাণে n8n বিভিন্ন প্রক্রিয়া স্বয়ংক্রিয় করতে ব্যবহার করা যেতে পারে, যেমন প্রকল্প ব্যবস্থাপনা সিস্টেমের সাথে সংযোগ, প্রবাহের যাচাইকরণ, প্রস্তুত রিপোর্ট এবং চিঠি লেখা, স্বয়ংক্রিয়ভাবে উপকরণের স্টক তথ্য আপডেট করা, এবং দলের কাছে কাজের স্থিতি সম্পর্কে বিজ্ঞপ্তি পাঠানো। n8n-এ কনফিগার করা পাইপলাইনটি ম্যানুয়াল অপারেশনের সংখ্যা উল্লেখযোগ্যভাবে কমিয়ে আনে, ত্রুটির সম্ভাবনা হ্রাস করে এবং প্রকল্প সম্পাদনের জন্য সিদ্ধান্ত

গ্রহণের গতি বাড়ায়।

আপনি n8n.io/workflows ওয়েবসাইটে উপলব্ধ প্রায় দুই হাজার প্রস্তুত, বিনামূল্যে এবং ওপেন সোর্স n8n পাইপলাইন থেকে একটি নির্বাচন করতে পারেন, যা নির্মাণের কাজের প্রবাহ এবং ব্যক্তিগত কাজগুলি স্বয়ংক্রিয় করতে সহায়তা করে, রুটিন অপারেশনগুলি হ্রাস করে।

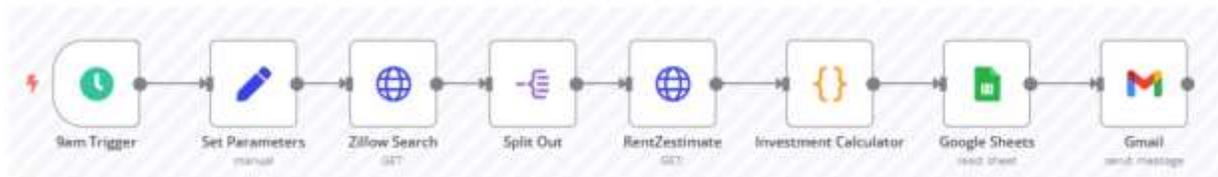
n8n.io [142] ওয়েবসাইটে উপলব্ধ একটি প্রস্তুত পাইপলাইন টেমপ্লেট গ্রহণ করুন, যা স্বয়ংক্রিয়ভাবে Gmail-এ উত্তর খসড়া তৈরি করে (চিত্র 7.46), ব্যবহারকারীদের জন্য সহায়ক যারা বিপুল পরিমাণ ইমেল পান বা উত্তর তৈরি করতে অসুবিধা অনুভব করেন।

n8n-এর এই টেমপ্লেট “Gmail AI Auto-Responder: Incoming Emails-এর জন্য খসড়া উত্তর তৈরি করুন” (চিত্র 7.46) ChatGPT-এর LLM ব্যবহার করে Incoming Messages বিশ্লেষণ করে, উত্তর দেওয়ার প্রয়োজনীয়তা নির্ধারণ করে, ChatGPT-এর মাধ্যমে একটি খসড়া তৈরি করে এবং টেক্সটকে HTML-এ রূপান্তর করে Gmail-এর বার্তা শৃঙ্খলায় যুক্ত করে। এই প্রক্রিয়ায় ইমেলটি স্বয়ংক্রিয়ভাবে পাঠানো হয় না, যা ব্যবহারকারীদের হাতে উত্তর সম্পাদনা এবং অনুমোদনের সুযোগ দেয়। কনফিগারেশন প্রায় 10 মিনিট সময় নেয় এবং এতে Gmail API-এর OAuth কনফিগারেশন এবং OpenAI API-এর সংযোগ অন্তর্ভুক্ত থাকে। ফলস্বরূপ, আমরা একটি সুবিধাজনক এবং বিনামূল্যে সমাধান পাই যা রুটিন ইমেল যোগাযোগের স্বয়ংক্রিয়করণ করে, বিষয়বস্তু নিয়ন্ত্রণের ক্ষতি ছাড়াই।



চিত্র 7.46 n8n-এর মাধ্যমে ইমেল উত্তর তৈরির স্বয়ংক্রিয় প্রক্রিয়া /

n8n-এর আরেকটি স্বয়ংক্রিয়করণের উদাহরণ হল রিয়েল এস্টেট মার্কেটে লাভজনক চুক্তির সন্ধান [143]। n8n পাইপলাইন “Zillow API, Google Sheets এবং Gmail-এর মাধ্যমে দৈনিক রিয়েল এস্টেট চুক্তির স্বয়ংক্রিয়করণ” প্রতিদিন বর্তমান প্রস্তাবগুলি সংগ্রহ করে, যা নির্ধারিত মানদণ্ডের সাথে মিলে যায়, Zillow API ব্যবহার করে। এটি স্বয়ংক্রিয়ভাবে মূল বিনিয়োগের মেট্রিকগুলি (Cash on Cash ROI, Monthly Cash Flow, Down Payment) গণনা করে, Google Sheets আপডেট করে এবং একটি সারসংক্ষেপ রিপোর্ট ইমেলে পাঠায় (চিত্র 7.47), যা বিনিয়োগকারীদের সময় সাশ্রয় করতে এবং সেরা প্রস্তাবগুলিতে দ্রুত প্রতিক্রিয়া জানাতে সহায়তা করে।



চিত্র 7.47 রিয়েল এস্টেটের বিনিয়োগের আকর্ষণীয়তা মূল্যায়নের স্বয়ংক্রিয় প্রক্রিয়া /

n8n-এর নমনীয়তা এবং সম্প্রসারণযোগ্যতার কারণে, এটি কোম্পানিগুলির জন্য একটি মূল্যবান সরঞ্জাম হয়ে উঠছে,

যারা ডিজিটাল রূপান্তর এবং বাজারে প্রতিযোগিতামূলকতা বাড়ানোর জন্য তুলনামূলকভাবে সহজ এবং বিনামূল্যে ওপেন সোর্স সরঞ্জাম ব্যবহার করতে চায়।

অ্যাপাচ নিফি, এয়ারফ্লো এবং n8n-এর মতো সরঞ্জামগুলোকে তথ্য প্রক্রিয়াকরণের তিনটি স্তর হিসেবে দেখা যেতে পারে (চিত্র ৭.৪৮)। নিফি তথ্যের প্রবাহ পরিচালনা করে, তাদের বিতরণ এবং রূপান্তর নিশ্চিত করে, এয়ারফ্লো কাজের সম্পাদনাকে সমন্বয় করে, তথ্যকে প্রক্রিয়াকরণের পাইপলাইনে একত্রিত করে, এবং n8n বাইরের পরিষেবাগুলির সাথে সংহতকরণ স্বয়ংক্রিয় করে এবং ব্যবসায়িক যুক্তি পরিচালনা করে।-



| | The main task | Approach |
|----------------|---|-------------------------------|
| Apache NiFi | Streaming and data transformation | Real-time stream processing |
| Apache Airflow | Task orchestration, ETL pipelines | Batch planning, DAG processes |
| n8n | Integration, automation of business logic | Low-code visual orchestration |

চিত্র ৭.৪৮ অ্যাপাচ এয়ারফ্লো, অ্যাপাচ নিফি এবং n8n-কে আধুনিক তথ্য ব্যবস্থাপনার আর্কিটেকচারের তিনটি পরস্পর পরিপূরক স্তর হিসেবে দেখা যেতে পারে।

একসাথে, এই বিনামূল্যে এবং উন্মুক্ত সরঞ্জামগুলো সম্ভাব্যভাবে নির্মাণ শিল্পে তথ্য এবং প্রক্রিয়াগুলির ব্যবস্থাপনার জন্য একটি কার্যকর ইকোসিস্টেম গঠন করে, কোম্পানিগুলোকে সিদ্ধান্ত গ্রহণ এবং প্রক্রিয়াগুলির স্বয়ংক্রিয়করণের জন্য তথ্যের কার্যকর ব্যবহার করতে সক্ষম করে।

পরবর্তী পদক্ষেপ: হাতে কাজ থেকে বিশ্লেষণ ভিত্তিক সমাধানে স্থানান্তর

আধুনিক নির্মাণ কোম্পানিগুলো উচ্চ অনিশ্চয়তার পরিস্থিতিতে কাজ করে: উপকরণের মূল্য পরিবর্তন, সরবরাহে বিলম্ব, শ্রমের অভাব এবং প্রকল্পের কঠোর সময়সীমা। বিশ্লেষণাত্মক ড্যাশবোর্ড, ETL পাইপলাইন এবং BI সিস্টেম ব্যবহার করে কোম্পানিগুলো দ্রুত সমস্যা চিহ্নিত করতে, সম্পদের কার্যকারিতা মূল্যায়ন করতে এবং পরিবর্তনগুলি আর্থিক ক্ষতির কারণ হওয়ার আগেই পূর্বাভাস দিতে সক্ষম হয়।

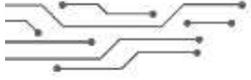
এই অংশের সারসংক্ষেপ করতে, কিছু মূল ব্যবহারিক পদক্ষেপ তুলে ধরা উচিত, যা আপনার দৈনন্দিন কাজগুলিতে আলোচিত প্রযুক্তিগুলো প্রয়োগ করতে সহায়তা করবে:

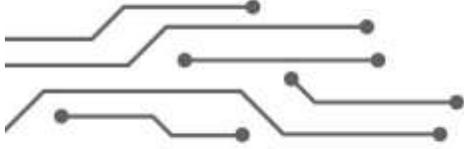
- তথ্যের ভিজ্যুয়ালাইজেশন এবং বিশ্লেষণাত্মক প্যানেলগুলি বাস্তবায়ন করুন
 - মূল কার্যকারিতা সূচক (KPI) পর্যবেক্ষণের জন্য তথ্য প্যানেল তৈরির প্রক্রিয়া শিখুন
 - আপনার তথ্যের জন্য ভিজ্যুয়ালাইজেশন সরঞ্জামগুলি ব্যবহার করুন (Power BI, Tableau, Matplotlib, Plotly)
- ETL প্রক্রিয়ার মাধ্যমে তথ্য প্রক্রিয়াকরণ স্বয়ংক্রিয় করুন

- বিভিন্ন উৎস থেকে তথ্যের স্বয়ংক্রিয় সংগ্রহ (ডকুমেন্টেশন, টেবিল, CAD) ETL প্রক্রিয়ার মাধ্যমে সেট আপ করুন
- স্ক্রিপ্টের মাধ্যমে তথ্যের রূপান্তর (যেমন নিয়মিত অভিব্যক্তির মাধ্যমে যাচাইকরণ বা গণনা) সংগঠিত করুন
- Excel ফাইল থেকে তথ্য ব্যবহার করে বা অন্যান্য PDF ডকুমেন্ট থেকে তথ্য বের করে FPDF লাইব্রেরির মাধ্যমে PDF (অথবা DOC) রিপোর্ট স্বয়ংক্রিয়ভাবে তৈরি করার চেষ্টা করুন
- স্বয়ংক্রিয়তার জন্য ভাষার মডেল (LLM) ব্যবহার করুন
 - অ-সংগঠিত ডকুমেন্ট থেকে তথ্য বের করতে এবং বিশ্লেষণ করতে সহায়তা করার জন্য কোড তৈরি করতে বড় ভাষার মডেল (LLM) ব্যবহার করুন
 - n8n স্বয়ংক্রিয়করণ সরঞ্জামের সাথে পরিচিত হন এবং তাদের সাইটে প্রস্তুতকৃত টেমপ্লেট এবং কেসগুলি অধ্যয়ন করুন। আপনার কাজের কোন প্রক্রিয়াগুলো সম্পূর্ণরূপে No-Code/Low-Code পদ্ধতির মাধ্যমে স্বয়ংক্রিয় করা যায় তা নির্ধারণ করুন

তথ্যের প্রতি বিশ্লেষণাত্মক দৃষ্টিভঙ্গি এবং প্রক্রিয়াগুলির স্বয়ংক্রিয়তা কেবল রুটিন অপারেশনগুলিতে সময় কমায়ে না, বরং গৃহীত সিদ্ধান্তগুলির গুণমানও বাড়ায়। ভিজ্যুয়াল বিশ্লেষণ এবং ETL পাইপলাইন সরঞ্জামগুলি বাস্তবায়নকারী কোম্পানিগুলো পরিবর্তনের প্রতি দ্রুত প্রতিক্রিয়া জানাতে সক্ষম হয়।

ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলির স্বয়ংক্রিয়করণ n8n, Airflow এবং NiFi-এর মতো সরঞ্জামগুলির ব্যবহার করে ডিজিটাল পরিপক্বতার প্রথম পদক্ষেপ। পরবর্তী পর্যায়ে হল স্বয়ংক্রিয়তার ভিত্তিতে থাকা তথ্যগুলির গুণগত সংরক্ষণ এবং পরিচালনা। অষ্টম অংশে আমরা বিস্তারিতভাবে আলোচনা করব কীভাবে নির্মাণ কোম্পানিগুলি নথির বিশৃঙ্খলা এবং বিভিন্ন ফরম্যাটের ফাইল থেকে কেন্দ্রীভূত স্টোরেজ এবং বিশ্লেষণাত্মক প্ল্যাটফর্মে স্থানান্তর করে একটি স্থায়ী তথ্য সংরক্ষণ স্থাপনা তৈরি করতে পারে।





VIII অংশ

নির্মাণে ডেটা সংরক্ষণ এবং ব্যবস্থাপনা

অষ্টম অংশ নির্মাণ শিল্পে তথ্য সংরক্ষণ এবং পরিচালনার আধুনিক প্রযুক্তিগুলি অন্বেষণ করে। এখানে বড় তথ্যের সাথে কাজ করার জন্য কার্যকর ফরম্যাটগুলি বিশ্লেষণ করা হয়েছে – সাধারণ CSV এবং XLSX থেকে শুরু করে আরও কার্যকর Apache Parquet এবং ORC-এর মধ্যে তাদের ক্ষমতা এবং সীমাবদ্ধতার বিস্তারিত তুলনা। ডেটা ওয়ারহাউস (DWH), ডেটা লেক (Data Lakes) এবং তাদের হাইব্রিড সমাধান (Data Lakehouse) এর ধারণাগুলি এবং তথ্য পরিচালনার (Data Governance) এবং তথ্যের সাথে কাজ করার সময় ন্যূনতমতার (Data Minimalism) নীতিগুলি আলোচনা করা হয়েছে। "ডেটা সোয়াম্প" (Data Swamp) সমস্যা এবং তথ্য সিস্টেমে বিশৃঙ্খলা প্রতিরোধের কৌশলগুলি বিস্তারিতভাবে আলোচিত হয়েছে। নতুন তথ্য পরিচালনার পদ্ধতিগুলি উপস্থাপন করা হয়েছে, যার মধ্যে ভেক্টর ডেটাবেস এবং নির্মাণে Bounding Box ধারণার মাধ্যমে তাদের প্রয়োগ অন্তর্ভুক্ত রয়েছে। এই অংশে DataOps এবং VectorOps-এর মতো নতুন মানদণ্ডের তথ্য পরিচালনার পদ্ধতিগুলিও আলোচনা করা হয়েছে।

অধ্যায় 8.1. তথ্য অবকাঠামো: সংরক্ষণ ফরম্যাট থেকে ডিজিটাল স্টোরেজ পর্যন্ত

ডেটার পরমাণু: তথ্য ব্যবস্থাপনার কার্যকর ভিত্তি

মহাবিশ্বের সবকিছু ক্ষুদ্রতম নির্মাণ ব্লক - পরমাণু এবং অণু দ্বারা গঠিত, এবং সময়ের সাথে সাথে সব জীবিত এবং অজীবিত অবশেষে এই প্রাথমিক অবস্থায় ফিরে আসে। প্রকৃতিতে এই প্রক্রিয়া বিস্ময়কর গতিতে ঘটে, যা আমরা মানুষের দ্বারা পরিচালিত প্রক্রিয়াগুলিতে স্থানান্তর করার চেষ্টা করছি।

বনে যেকোনো জীবন্ত প্রাণী সময়ের সাথে সাথে একটি পুষ্টিকর পদার্থে পরিণত হয়, যা নতুন গাছপালার ভিত্তি হিসেবে কাজ করে। এই গাছপালা পরবর্তীতে নতুন জীবন্ত সত্তার খাদ্য হয়ে ওঠে, যা সেই একই পরমাণু দ্বারা গঠিত, যা মিলিয়ন বছর আগে মহাবিশ্ব সৃষ্টি করেছিল।

ব্যবসায়ের জগতে জটিল বহুস্তরীয় কাঠামোগুলিকে সবচেয়ে মৌলিক, ন্যূনতম প্রক্রিয়াকৃত এককগুলিতে ভেঙে ফেলা গুরুত্বপূর্ণ – প্রকৃতিতে পরমাণু এবং অণুর মতো। এটি তথ্যের পরমাণুগুলিকে কার্যকরভাবে সংরক্ষণ এবং পরিচালনা করতে সক্ষম করে, যা একটি সমৃদ্ধ, উর্বর ভিত্তিতে পরিণত হয়, যা বিশ্লেষণ এবং সিদ্ধান্ত গ্রহণের গুণমানের জন্য একটি মূল সম্পদ হয়ে ওঠে।



রিস. 8.11 বিশ্লেষণ এবং সিদ্ধান্ত গ্রহণ পুনরায় ব্যবহৃত তথ্যের উপর ভিত্তি করে, যা একসময় প্রক্রিয়াকৃত এবং সংরক্ষিত হয়েছিল।

সঙ্গীত রচনাগুলি নোট থেকে গঠিত, যা একত্রিত হয়ে জটিল সঙ্গীত রচনা তৈরি করে, এবং শব্দগুলি প্রাথমিক একক -

অক্ষর-শব্দ থেকে তৈরি হয়। প্রকৃতি, বিজ্ঞান, অর্থনীতি, শিল্প বা প্রযুক্তি যাই হোক না কেন, বিশ্ব তার ধ্বংস, কাঠামো, চক্রবৃদ্ধি এবং সৃষ্টির প্রচেষ্টায় আশ্চর্যজনক ঐক্য এবং সঙ্গতি প্রদর্শন করে। ঠিক একইভাবে, খরচ হিসাবের সিস্টেমগুলির প্রক্রিয়াগুলি সবচেয়ে ক্ষুদ্র কাঠামোবদ্ধ একক - সম্পদের আইটেম - হিসাব এবং সময়সূচীর স্তরে বিভক্ত হয়। তারপর এই এককগুলি, নোটের মতো, আরও জটিল হিসাব এবং সময়সূচী গঠনের জন্য ব্যবহৃত হয়। একইভাবে স্বয়ংক্রিয় ডিজাইন সিস্টেমগুলি কাজ করে, যেখানে জটিল স্থাপত্য এবং প্রকৌশল প্রকল্পগুলি মৌলিক উপাদান - পৃথক উপাদান এবং লাইব্রেরি উপাদানগুলি থেকে তৈরি হয়, যার মাধ্যমে একটি জটিল ভবন বা স্থাপনার সম্পূর্ণ 3D মডেল তৈরি হয়।

প্রকৃতি এবং বিজ্ঞানের মধ্যে বিদ্যমান চক্রবৃত্ত এবং কাঠামোগত ধারণা আধুনিক তথ্যের জগতে প্রতিফলিত হয়। যেমন প্রকৃতিতে সব জীবন্ত সত্তা পরমাণু এবং অণুতে ফিরে আসে, তেমনি আধুনিক তথ্য প্রক্রিয়াকরণের সরঞ্জামগুলির জগতে তথ্য সবচেয়ে প্রাথমিক রূপে রূপান্তরিত হতে চায়।

ক্ষুদ্রতম উপাদানগুলি তাদের চূড়ান্ত অবিচ্ছেদ্যতার সাথে ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলির মূল নির্মাণ ব্লক। শুরু থেকেই এটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ যে, কীভাবে এই ক্ষুদ্র নির্মাণ ব্লকগুলি বিভিন্ন উৎস থেকে সংগ্রহ, কাঠামোবদ্ধ (অণুতে ভেঙে) এবং সংরক্ষণ করা হবে তা সাবধানে পরিকল্পনা করা। এ ক্ষেত্রে, তথ্যের সংগঠন এবং সংরক্ষণ শুধুমাত্র তাদের উপাদানগুলিতে ভাঙার বিষয় নয়। সমানভাবে গুরুত্বপূর্ণ হল তাদের একীকরণ এবং কাঠামোবদ্ধ সংরক্ষণ নিশ্চিত করা, যাতে তথ্য প্রয়োজন হলে সহজেই আহরণ, বিশ্লেষণ এবং সিদ্ধান্ত গ্রহণের জন্য ব্যবহার করা যায়।

তথ্যের কার্যকর প্রক্রিয়াকরণের জন্য তথ্য সংরক্ষণের ফরম্যাট এবং পদ্ধতি সাবধানে নির্বাচন করা প্রয়োজন - যেমন মাটিকে গাছের বৃদ্ধির জন্য প্রস্তুত করা উচিত। ডেটা স্টোরেজগুলি এমনভাবে সংগঠিত হওয়া উচিত যাতে তথ্যের উচ্চ মান এবং প্রাসঙ্গিকতা নিশ্চিত হয়, অপ্রয়োজনীয় বা অপ্রাসঙ্গিক তথ্য বাদ দেওয়া হয়। যতটা ভালোভাবে এই "তথ্য মাটি" কাঠামোবদ্ধ করা হয়, ব্যবহারকারীরা তত দ্রুত এবং সঠিকভাবে প্রয়োজনীয় তথ্য খুঁজে পাবে এবং বিশ্লেষণাত্মক কাজগুলি সমাধান করতে পারবে।

তথ্য সংরক্ষণ: ফাইল বা ডেটা

ডেটা স্টোরেজগুলি কোম্পানিগুলিকে বিভিন্ন সিস্টেম থেকে তথ্য সংগ্রহ এবং একত্রিত করতে সক্ষম করে, পরবর্তী বিশ্লেষণের জন্য একটি একক কেন্দ্র তৈরি করে। সংগৃহীত ঐতিহাসিক তথ্যগুলি কেবল প্রক্রিয়াগুলির গভীর বিশ্লেষণের সুযোগ দেয় না, বরং এমন প্যাটার্নগুলি চিহ্নিত করতে সহায়তা করে যা ব্যবসার কার্যকারিতাকে প্রভাবিত করতে পারে।

ধরুন, একটি কোম্পানি একসাথে একাধিক প্রকল্প পরিচালনা করছে। একজন প্রকৌশলী জানতে চান, কতটা কংক্রিট ইতিমধ্যে ঢালা হয়েছে এবং কতটা পরিমাণ এখনও ক্রয় করতে হবে। প্রচলিত পদ্ধতিতে, তাকে সার্ভারে ম্যানুয়ালি খুঁজে বের করতে হবে এবং একাধিক প্রাক্কলন টেবিল খুলতে হবে, সেগুলিকে সম্পন্ন কাজের অ্যাক্টগুলির সাথে তুলনা করতে হবে এবং বর্তমান গুদাম স্টকের অবস্থা পরীক্ষা করতে হবে। এটি ঘণ্টা, এমনকি দিনও সময় নেয়। ETL প্রক্রিয়া এবং স্বয়ংক্রিয় স্ক্রিপ্ট থাকা সত্ত্বেও, কাজটি এখনও অর্ধ-হাতের: প্রকৌশলীকেও সার্ভারে ফোল্ডার বা নির্দিষ্ট ফাইলের পথ ম্যানুয়ালি উল্লেখ করতে হয়। এটি স্বয়ংক্রিয়তার সামগ্রিক প্রভাবকে হ্রাস করে, কারণ এটি মূল্যবান কাজের সময়কে এখনও কেড়ে নেয়।

তথ্য পরিচালনার দিকে যাওয়ার সময়, সার্ভারের ফাইল সিস্টেমের পরিবর্তে, প্রকৌশলী একটি একক স্টোরেজ কাঠামোর অ্যাক্সেস পান, যেখানে তথ্য বাস্তব সময়ে আপডেট হয়। একটি অনুরোধ - কোড, SQL অনুরোধ বা এমনকি LLM এজেন্টের কাছে একটি কলের আকারে - তাৎক্ষণিকভাবে বর্তমান স্টকের সঠিক তথ্য, সম্পন্ন কাজের পরিমাণ

এবং আসন্ন সরবরাহ সম্পর্কে তথ্য পাওয়ার সুযোগ দেয়, যদি তথ্য পূর্বে পুনরায় প্রস্তুত এবং ডেটা স্টোরেজের আকারে একত্রিত করা হয়, যেখানে ফোল্ডারগুলোর মধ্যে ঘুরে বেড়ানো, দশটি ফাইল খোলা এবং মানগুলি ম্যানুয়ালি মেলানোর প্রয়োজন নেই।

দীর্ঘ সময় ধরে নির্মাণ কোম্পানিগুলি PDF ডকুমেন্ট, DWG অঙ্কন, RVT মডেল এবং শত শত এবং হাজার হাজার এক্সেল টেবিল এবং অন্যান্য বিচ্ছিন্ন ফরম্যাট ব্যবহার করেছে, যা কোম্পানির সার্ভারে নির্দিষ্ট ফোল্ডারে সংরক্ষিত থাকে, যা তথ্য খোঁজা, যাচাই এবং বিশ্লেষণকে জটিল করে তোলে। ফলস্বরূপ, প্রকল্পগুলি সম্পন্ন হওয়ার পরে ফাইলগুলি প্রায়শই আবার সার্ভারে আর্কাইভ ফোল্ডার-স্টোরেজে স্থানান্তরিত হয়, যা পরবর্তীতে প্রায় ব্যবহার করা হয় না। এই ধরনের ঐতিহ্যবাহী ফাইল স্টোরেজের তথ্যের প্রবাহ বাড়ানোর সাথে সাথে প্রাসঙ্গিকতা হারাচ্ছে, মানব ফ্যাক্টরের কারণে ত্রুটির প্রতি এর সংবেদনশীলতার কারণে।

একটি ফাইল কেবল একটি বিচ্ছিন্ন কন্টেন্টইনার, যেখানে তথ্য সংরক্ষিত হয়। ফাইলগুলি মানুষের জন্য তৈরি করা হয়, সিস্টেমের জন্য নয়, তাই এগুলি ম্যানুয়ালি খোলার, পড়ার এবং ব্যাখ্যা করার প্রয়োজন হয়। উদাহরণস্বরূপ, একটি এক্সেল টেবিল, PDF ডকুমেন্ট বা CAD অঙ্কন, যা প্রয়োজনীয় তথ্য অ্যাক্সেস করার জন্য নির্দিষ্ট একটি সরঞ্জামে বিশেষভাবে খোলার প্রয়োজন। কাঠামোগত নিষ্কাশন এবং প্রক্রিয়াকরণের অভাবে, এতে থাকা তথ্য অপ্রয়োগিত থাকে।

অন্যদিকে, তথ্য হল মেশিন-পঠনযোগ্য তথ্য, যা স্বয়ংক্রিয়ভাবে সম্পর্কিত, আপডেট এবং বিশ্লেষণ করা হয়। একটি একক ডেটা স্টোরেজে (যেমন, ডেটাবেস, DWH বা ডেটা লেক) তথ্য টেবিল, রেকর্ড এবং সম্পর্কের আকারে উপস্থাপিত হয়। এটি একক স্টোরেজ, স্বয়ংক্রিয় অনুরোধ সম্পাদন, মান বিশ্লেষণ এবং বাস্তব সময়ে রিপোর্টিং তৈরির সম্ভাবনা নিশ্চিত করে।

ফাইলের পরিবর্তে তথ্য ব্যবহার (চিত্র 8.11) ম্যানুয়াল অনুসন্ধানের প্রক্রিয়া থেকে মুক্তি দেয় এবং প্রক্রিয়াকরণের প্রক্রিয়াগুলিকে একীভূত করে। যেসব কোম্পানি ইতিমধ্যে এই ধরনের পদ্ধতি গ্রহণ করেছে, তারা তথ্যের অ্যাক্সেসের গতি এবং ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলিতে দ্রুত একীকরণের সম্ভাবনার কারণে প্রতিযোগিতামূলক সুবিধা অর্জন করেছে।

ফাইল ব্যবহারের পরিবর্তে তথ্যের দিকে যাওয়া একটি অবশ্যস্বাভাবী পরিবর্তন, যা নির্মাণ শিল্পের ভবিষ্যত নির্ধারণ করবে।

প্রতিটি নির্মাণ শিল্পের কোম্পানি একটি মূল পছন্দের মুখোমুখি হবে: বিচ্ছিন্ন ফাইল এবং সিলোসে তথ্য সংরক্ষণ করা, যা বিশেষ প্রোগ্রামের মাধ্যমে মানুষের দ্বারা পড়তে হবে, অথবা প্রাথমিক প্রক্রিয়াকরণের পর্যায়ে এটি কাঠামোবদ্ধ তথ্যের মধ্যে রূপান্তর করা, একটি একক একীভূত ডিজিটাল ভিত্তি তৈরি করা যা স্বয়ংক্রিয় প্রকল্প পরিচালনার জন্য।

| Files | Data |
|---|--|
| Stored in isolated structures | Open and accessible information flows |
| Stored in folders with limited access for a few employees | Stored in centralized databases and accessible across multiple processes |
| Require manual search, opening, and analysis | Can be automatically processed and analyzed in real time |
| Difficult to integrate between systems | Easily integrated and matched for analytics |

চিত্র 8.11 তথ্য প্রবাহের বিবর্তন: বিচ্ছিন্ন ফাইল থেকে একীভূত তথ্যের দিকে /

তথ্যের পরিমাণ দ্রুত বৃদ্ধির প্রেক্ষাপটে, ঐতিহ্যবাহী ফাইল সংরক্ষণ এবং প্রক্রিয়াকরণের পদ্ধতিগুলি ক্রমশ কম কার্যকর হয়ে উঠছে। নির্মাণ শিল্পে, অন্যান্য খাতের মতো, বিচ্ছিন্ন ফোল্ডারগুলিতে বিভিন্ন ফরম্যাটের ফাইল বা অপ্রাসঙ্গিক ডেটাবেসে নির্ভর করা আর যথেষ্ট নয়।

ডিজিটাল প্রযুক্তির যুগে প্রতিযোগিতামূলকতা বজায় রাখতে আগ্রহী কোম্পানিগুলি অবশ্যম্ভাবীভাবে একীভূত ডিজিটাল প্ল্যাটফর্মে স্থানান্তরিত হবে, বড় ডেটা প্রযুক্তি এবং স্বয়ংক্রিয় বিশ্লেষণ সিস্টেম ব্যবহার করবে।

ফাইল সংরক্ষণ থেকে ডেটার সাথে কাজ করার দিকে যাওয়া তথ্য ব্যবস্থাপনার পদ্ধতিগুলির পুনর্বিবেচনা এবং কেন্দ্রীভূত স্টোরেজে ভবিষ্যতের সংহতকরণের জন্য উপযুক্ত ফরম্যাটের সচেতন নির্বাচন প্রয়োজন। এই নির্বাচনের উপর নির্ভর করে, ডেটা কতটা কার্যকরভাবে প্রক্রিয়া করা হবে, কত দ্রুত তাদের অ্যাক্সেস করা যাবে এবং কোম্পানির ডিজিটাল প্রক্রিয়াগুলির সাথে তাদের সংহত করা কতটা সহজ হবে।

বড় ডেটা সংরক্ষণ: জনপ্রিয় ফরম্যাটের বিশ্লেষণ এবং তাদের কার্যকারিতা

সংরক্ষণ ফরম্যাটগুলি বিশ্লেষণাত্মক অবকাঠামোর স্কেলেবিলিটি, নির্ভরযোগ্যতা এবং কর্মক্ষমতা নিশ্চিত করতে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। ডেটা বিশ্লেষণ এবং প্রক্রিয়াকরণের জন্য – যেমন ফিল্টারিং, গ্রুপিং এবং অ্যাগ্রিগেশন – আমাদের উদাহরণগুলিতে প্যান্ডাস ডেটাফ্রেম ব্যবহার করা হয়েছে – যা -তে ডেটার সাথে কাজ করার জন্য একটি জনপ্রিয় কাঠামো।

তবে প্যান্ডাস ডেটাফ্রেমের নিজস্ব সংরক্ষণ ফরম্যাট নেই, তাই প্রক্রিয়াকরণের পরে ডেটা একটি বাইরের ফরম্যাটে রপ্তানি করা হয় – সাধারণত CSV বা XLSX। এই টেবিল ফরম্যাটগুলি বিনিময়ের জন্য সুবিধাজনক এবং বেশিরভাগ বাইরের সিস্টেমের সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ, তবে তাদের কিছু সীমাবদ্ধতা রয়েছে: সংরক্ষণের নিম্ন কার্যকারিতা, সংকোচনের অভাব এবং সংস্করণ নিয়ন্ত্রণের দুর্বল সমর্থন।

- CSV (কমা-সেপারেটেড ভ্যালুজ): একটি সহজ টেক্সট ফরম্যাট, যা বিভিন্ন প্ল্যাটফর্ম এবং সরঞ্জাম দ্বারা ব্যাপকভাবে সমর্থিত। এটি ব্যবহারে সহজ, তবে জটিল ডেটা প্রকার এবং সংকোচন সমর্থন করে না।

- XLSX (এক্সেল ওপেন XML স্প্রেডশীট): মাইক্রোসফট এক্সেলের ফাইল ফরম্যাট, যা সূত্র, চার্ট এবং স্টাইলিংয়ের মতো জটিল ফিচারগুলি সমর্থন করে। যদিও এটি ম্যানুয়াল বিশ্লেষণ এবং ডেটার ভিজুয়লাইজেশনের জন্য সুবিধাজনক, এটি বৃহৎ পরিসরে ডেটা প্রক্রিয়াকরণের জন্য অপ্টিমাইজ করা হয়নি।

জনপ্রিয় টেবিল ফরম্যাট XLSX এবং CSV ছাড়াও, কার্যকরভাবে কাঠামোবদ্ধ ডেটা সংরক্ষণের জন্য কয়েকটি জনপ্রিয় ফরম্যাট রয়েছে (ছবি 8.12), প্রতিটি নির্দিষ্ট সংরক্ষণ এবং ডেটা বিশ্লেষণের প্রয়োজনীয়তার উপর ভিত্তি করে অনন্য সুবিধা প্রদান করে।-

- অ্যাপাচি পারকেট: একটি ফাইল ফরম্যাট যা কলামভিত্তিক ডেটা সংরক্ষণের জন্য ডিজাইন করা হয়েছে, যা ডেটা বিশ্লেষণ সিস্টেমে ব্যবহারের জন্য অপ্টিমাইজ করা হয়েছে। এটি কার্যকরী সংকোচন এবং ডেটা কোডিং স্কিমা প্রদান করে, যা জটিল কাঠামোর ডেটা এবং বড় ডেটা প্রক্রিয়াকরণের জন্য আদর্শ।
- অ্যাপাচি ORC (অপ্টিমাইজড রো কলামার): পারকেটের মতো, ORC উচ্চ স্তরের সংকোচন এবং কার্যকরী ডেটা সংরক্ষণ নিশ্চিত করে। এটি ভারী পড়ার অপারেশনের জন্য অপ্টিমাইজ করা হয়েছে এবং ডেটা লেক সংরক্ষণের জন্য ভালভাবে উপযুক্ত।
- JSON (জোভাঙ্কি-স্ট অবজেক্ট নোটেশন): যদিও JSON পারকেট বা ORC-এর মতো বাইনারি ফরম্যাটগুলির তুলনায় ডেটা সংরক্ষণের ক্ষেত্রে ততটা কার্যকর নয়, এটি খুবই অ্যাক্সেসযোগ্য এবং কাজ করা সহজ, যা এটি এমন পরিস্থিতির জন্য আদর্শ করে যেখানে পাঠযোগ্যতা এবং ওয়েব প্রযুক্তির সাথে সামঞ্জস্য গুরুত্বপূর্ণ।
- ফেদার: একটি দ্রুত, হালকা এবং ব্যবহার করা সহজ বাইনারি কলাম ডেটা সংরক্ষণ ফরম্যাট, যা বিশ্লেষণের দিকে মনোনিবেশ করে। এটি পাইথন (প্যান্ডাস) এবং R-এর মধ্যে ডেটা কার্যকরভাবে স্থানান্তরের জন্য ডিজাইন করা হয়েছে, যা এই প্রোগ্রামিং পরিবেশগুলির সাথে জড়িত প্রকল্পগুলির জন্য একটি চমৎকার পছন্দ।
- HDF5 (হায়ারার্কিক্যাল ডেটা ফরম্যাট সংস্করণ 5): বড় পরিমাণ ডেটা সংরক্ষণ এবং সংগঠনের জন্য ডিজাইন করা হয়েছে। এটি বিভিন্ন ধরনের ডেটা সমর্থন করে এবং জটিল ডেটা সংগ্রহের সাথে কাজ করার জন্য চমৎকার। HDF5 বিশেষ করে বৈজ্ঞানিক গণনার ক্ষেত্রে জনপ্রিয়, কারণ এটি বড় ডেটাসেটগুলি কার্যকরভাবে সংরক্ষণ এবং অ্যাক্সেস করতে সক্ষম।

| | XLSX | CSV | Apache Parquet | HDF5 | Pandas DataFrame |
|---|---------------------------------|----------------------|---------------------|--------------------------------|-----------------------------|
|  Storage | Tabular | Tabular | Columnar | Hierarchical | Tabular |
|  Usage | Office tasks, data presentation | Simple data exchange | Big data, analytics | Scientific data, large volumes | Data analysis, manipulation |
|  Compression | Built-in | None | High | Built-in | None (in-memory) |
|  Performance | Low | Medium | High | High | High (memory dependent) |
|  Complexity | High (formatting, styles) | Low | Medium | Medium | Low |
|  Data Type Support | Limited | Very limited | Extended | Extended | Extended |
|  Scalability | Low | Low | High | High | Medium (memory limited) |

ছবি 8.12 ডেটা ফরম্যাটগুলির তুলনা, সংরক্ষণ এবং প্রক্রিয়াকরণের দিক থেকে প্রধান পার্থক্যগুলি নির্দেশ করে।

লোড পর্যায়ে ব্যবহৃত ফরম্যাটগুলির তুলনামূলক বিশ্লেষণের জন্য একটি টেবিল প্রস্তুত করা হয়েছে, যা ফাইলের আকার এবং তাদের পড়ার সময় প্রদর্শন করে (চিত্র ৮.১৩)। গবেষণার জন্য একই ধরনের ডেটা নিয়ে ফাইলগুলি ব্যবহার করা হয়েছিল: টেবিলটিতে ১০,০০০ সারি এবং ১০টি কলাম ছিল, যা এলোমেলো মান দ্বারা পূর্ণ ছিল।

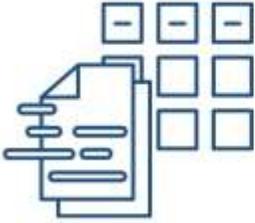
গবেষণায় নিম্নলিখিত স্টোরেজ ফরম্যাটগুলি অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে: CSV, Parquet, XLSX এবং HDF5, পাশাপাশি তাদের ZIP আর্কাইভে সংকুচিত সংস্করণ। প্রাথমিক ডেটা NumPy লাইব্রেরি ব্যবহার করে তৈরি করা হয়েছিল এবং Pandas DataFrame এর কাঠামোতে উপস্থাপন করা হয়েছিল। পরীক্ষার প্রক্রিয়াটি নিম্নলিখিত পর্যায়েগুলির সমন্বয়ে গঠিত ছিল:

- ফাইল সংরক্ষণ: ডেটাসেটটি চারটি ভিন্ন ফরম্যাটে সংরক্ষিত হয়েছিল: CSV, Parquet, XLSX এবং HDF5। প্রতিটি ফরম্যাটের ডেটা সংরক্ষণের পদ্ধতি অনুযায়ী অনন্য বৈশিষ্ট্য রয়েছে, যা ফাইলের আকার এবং তার পড়ার গতি প্রভাবিত করে।
- ZIP-এ ফাইল সংকুচিত করা: মানসম্মত সংকোচনের কার্যকারিতা বিশ্লেষণের জন্য, প্রতিটি ফাইল অতিরিক্তভাবে ZIP আর্কাইভে সংকুচিত করা হয়েছিল।
- ফাইল পড়া (ETL - লোড): ZIP থেকে আনজিপ করার পর প্রতিটি ফাইলের জন্য পড়ার সময় পরিমাপ করা হয়েছিল। এটি আর্কাইভ থেকে ডেটা বের করার পর ডেটার অ্যাক্সেসের গতি মূল্যায়ন করতে সহায়তা করে।

এটি উল্লেখযোগ্য যে, Pandas DataFrame সরাসরি আকার বা পড়ার সময় বিশ্লেষণের জন্য ব্যবহৃত হয়নি, কারণ এটি একটি স্বতন্ত্র স্টোরেজ ফরম্যাট নয়। এটি কেবল ডেটা তৈরি এবং বিভিন্ন ফরম্যাটে সংরক্ষণের জন্য একটি মধ্যবর্তী

কাঠামো হিসেবে কাজ করেছে।



| | | Original Size (MB) | ZIP Size (MB) | Read Time (s) |
|---|---------|--------------------|---------------|---------------|
| Structured table 100000 rows x 10 columns  | CSV | 18.82 | 8.73 | 0.48 |
| | Parquet | 9.67 | 9.22 | 0.17 |
| | XLSX | 12.59 | 12.59 | 41.73 |
| | HDF5 | 8.50 | 7.62 | 0.13 |

চিত্র ৮.১৩ ডেটা সংরক্ষণ ফরম্যাটগুলির আকার এবং পড়ার গতি তুলনা /

CSV এবং HDF5 ফাইলগুলি (চিত্র ৮.১৩) সংকোচনের ক্ষেত্রে উচ্চ কার্যকারিতা প্রদর্শন করে, ZIP-এ প্যাক করার সময় তাদের আকার উল্লেখযোগ্যভাবে হ্রাস পায়, যা সংরক্ষণের অপ্টিমাইজেশনের প্রয়োজনীয়তা থাকা পরিস্থিতিতে বিশেষভাবে উপকারী হতে পারে। XLSX ফাইলগুলি, অন্যদিকে, প্রায় সংকোচনের জন্য অযোগ্য, এবং তাদের আকার ZIP-এ মূল আকারের সাথে তুলনীয় থাকে, যা বৃহৎ ডেটা ভলিউম বা যেখানে ডেটার অ্যাক্সেসের গতি গুরুত্বপূর্ণ সেখানে তাদের ব্যবহারকে কম লাভজনক করে তোলে। তদুপরি, XLSX এর জন্য পড়ার সময় অন্যান্য ফরম্যাটের তুলনায় উল্লেখযোগ্যভাবে বেশি, যা দ্রুত ডেটা পড়ার অপারেশনের জন্য এটি কম পছন্দনীয় করে তোলে। Apache Parquet তার কলামভিত্তিক কাঠামোর কারণে বিশ্লেষণাত্মক কাজ এবং বৃহৎ ডেটা ভলিউমের জন্য উচ্চ কার্যকারিতা প্রদর্শন করেছে।

Apache Parquet দিয়ে ডেটা সংরক্ষণের অপ্টিমাইজেশন

বৃহৎ ডেটা সংরক্ষণ এবং প্রক্রিয়াকরণের জন্য একটি জনপ্রিয় ফরম্যাট হল Apache Parquet। এই ফরম্যাটটি বিশেষভাবে কলামভিত্তিক সংরক্ষণের জন্য ডিজাইন করা হয়েছে (যেমন Pandas), যা উল্লেখযোগ্যভাবে মেমরির আকার হ্রাস এবং বিশ্লেষণাত্মক প্রশ্নগুলির গতি বাড়াতে সহায়তা করে। ঐতিহ্যবাহী ফরম্যাট যেমন CSV এবং XLSX এর তুলনায়, Parquet অন্তর্নির্মিত সংকোচন সমর্থন করে এবং বৃহৎ ডেটা প্রক্রিয়াকরণ সিস্টেম, যেমন Spark, Hadoop এবং ক্লাউড স্টোরেজের সাথে কাজ করার জন্য অপ্টিমাইজ করা হয়েছে।

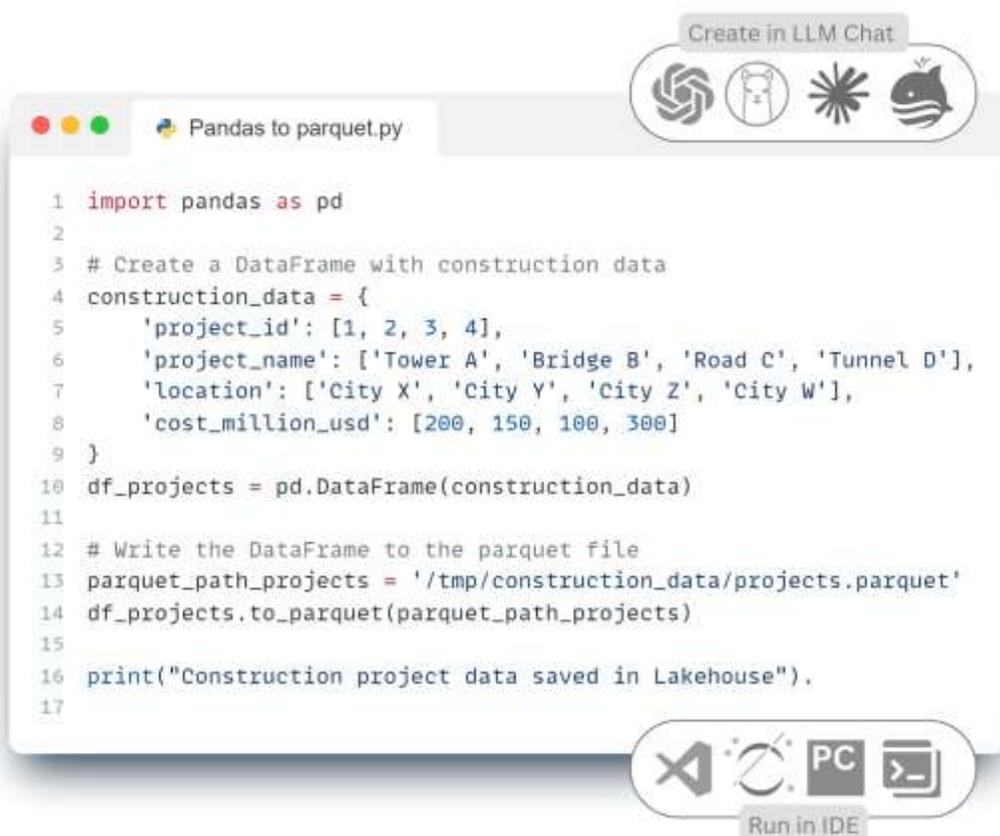
Parquet এর মূল বৈশিষ্ট্যগুলির মধ্যে সংকোচন এবং ডেটা কোডিংয়ের সমর্থন অন্তর্ভুক্ত রয়েছে, যা স্টোরেজের আকার উল্লেখযোগ্যভাবে হ্রাস করে এবং প্রয়োজনীয় কলামগুলির সাথে সরাসরি কাজ করার মাধ্যমে ডেটা পড়ার অপারেশনগুলিকে ত্বরান্বিত করে, সমস্ত ডেটা সারির সাথে নয়।

Apache Parquet এ ডেটা রূপান্তরের জন্য প্রয়োজনীয় কোড পাওয়ার জন্য একটি স্পষ্ট উদাহরণের জন্য, LLM ব্যবহার করা হবে।

- ❏ LLM চ্যাটে একটি টেক্সট অনুরোধ পাঠান (ChatGPT, LLaMa, Mistral DeepSeek, Grok, Claude, QWEN):

Pandas DataFrame থেকে Apache Parquet এ ডেটা সংরক্ষণের জন্য কোড লিখুন। এ

- ❏ LLM-এর উত্তর:



```
1 import pandas as pd
2
3 # Create a DataFrame with construction data
4 construction_data = {
5     'project_id': [1, 2, 3, 4],
6     'project_name': ['Tower A', 'Bridge B', 'Road C', 'Tunnel D'],
7     'location': ['City X', 'City Y', 'City Z', 'City W'],
8     'cost_million_usd': [200, 150, 100, 300]
9 }
10 df_projects = pd.DataFrame(construction_data)
11
12 # Write the DataFrame to the parquet file
13 parquet_path_projects = '/tmp/construction_data/projects.parquet'
14 df_projects.to_parquet(parquet_path_projects)
15
16 print("Construction project data saved in Lakehouse").
17
```

চিত্র ৮.১৪ কার্যকরী স্টোরেজ ফরম্যাট Apache Parquet এ ডেটা Dataframe স্থানান্তরের জন্য কয়েকটি লাইনের Python ব্যবহার।

পরবর্তী উদাহরণ: নির্দিষ্ট একটি বৈশিষ্ট্যের "cost_million_usd" মানের ভিত্তিতে প্রকল্পগুলির ফিল্টার করার জন্য

Parquet ফরম্যাটে সংরক্ষিত ডেটার সাথে ETL প্রক্রিয়া মডেল করা যাক (চিত্র ৮.১৪)।-

❏ চ্যাটের পরবর্তী অংশে, LLM-এ একটি টেক্সট অনুরোধ পাঠান:

কোড লিখুন, যেখানে আমরা টেবিলের ডেটা ফিল্টার করতে চাই এবং শুধুমাত্র সেই প্রকল্পগুলি (টেবিলের সারি) সংরক্ষণ করতে চাই যা Apache Parquet ডেটার মধ্যে ১৫০ মিলিয়ন ডলারের বেশি খরচ (প্যারামিটার cost_million_usd) রয়েছে। এ

❏ LLM-এর উত্তর:



```

1 # Loading construction project data
2 df_loaded_projects = pd.read_parquet(parquet_path_projects)
3
4 # Filtering out projects with a value greater than $150 million
5 df_filtered_projects = df_loaded_projects[df_loaded_projects['cost_million_usd'] > 150]
6
7 # Saving the filtered data to a new Parquet file
8 filtered_parquet_path_projects = '/tmp/construction_data/filtered_projects.parquet'
9 df_filtered_projects.to_parquet(filtered_parquet_path_projects)
10
11 print("Filtered construction projects data saved to Lakehouse.")

```

চিত্র ৮.১৫ Apache Parquet ডেটার সাথে ETL প্রক্রিয়া অন্যান্য কাঠামোগত ফরম্যাটের মতোই দেখা যায়।

Parquet ফরম্যাটের ব্যবহার (XLSX, CSV ইত্যাদির তুলনায়) সংরক্ষিত তথ্যের পরিমাণ উল্লেখযোগ্যভাবে কমিয়ে দেয় এবং অনুসন্ধানের কার্যক্রমকে ত্বরান্বিত করে। এই কারণে এটি তথ্য সংরক্ষণ এবং বিশ্লেষণের জন্য চমৎকারভাবে উপযুক্ত। Parquet বিভিন্ন প্রক্রিয়াকরণ সিস্টেমের সাথে একত্রিত হয়, হাইব্রিড আর্কিটেকচারে কার্যকরী অ্যাক্সেস নিশ্চিত করে।

তবে, কার্যকরী সংরক্ষণ ফরম্যাট শুধুমাত্র ডেটার সাথে পূর্ণাঙ্গ কাজের একটি উপাদান। একটি স্থিতিশীল এবং স্কেলযোগ্য পরিবেশ তৈরি করতে একটি সুস্পষ্টভাবে ডিজাইন করা ডেটা ম্যানেজমেন্ট আর্কিটেকচার প্রয়োজন। এই কাজটি DWH (ডেটা ওয়ারহাউজ) শ্রেণীর সিস্টেমগুলি করে। তারা বিভিন্ন উৎস থেকে ডেটার সমাহার, ব্যবসায়িক প্রক্রিয়ার স্বচ্ছতা এবং BI টুলস এবং মেশিন লার্নিং অ্যালগরিদম ব্যবহার করে সমন্বিত বিশ্লেষণের সুযোগ প্রদান করে।

DWH: ডেটা ওয়ারহাউস সংরক্ষণাগার

যেমন Parquet ফরম্যাট বৃহৎ তথ্যের কার্যকরী সংরক্ষণের জন্য অপ্টিমাইজ করা হয়েছে, তেমনি ডেটা ওয়ারহাউজ বিশ্লেষণ, পূর্বাভাস এবং ব্যবস্থাপনা সিদ্ধান্ত গ্রহণের সমর্থনের জন্য ডেটা একীকরণ এবং কাঠামোবদ্ধ করার জন্য

অপ্টিমাইজ করা হয়েছে।

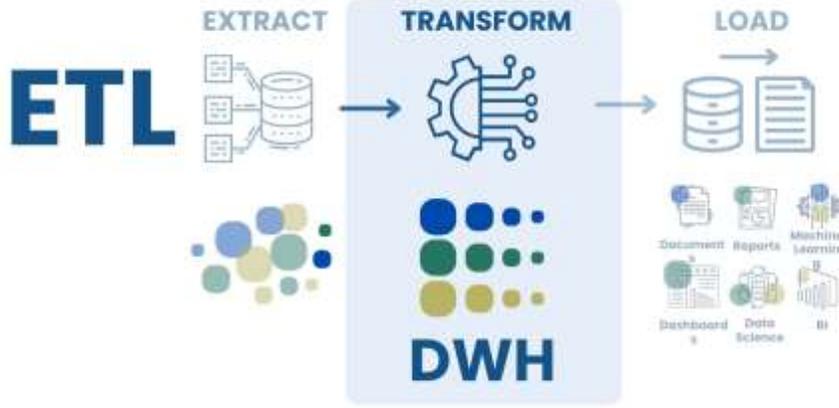
আধুনিক কোম্পানিগুলিতে ডেটা বিভিন্ন বিচ্ছিন্ন উৎস থেকে আসে: ERP, CAFM, CPM, CRM সিস্টেম, হিসাবরক্ষণ এবং গুদাম ব্যবস্থাপনা, ডিজিটাল CAD মডেল, IoT সেন্সর এবং অন্যান্য সমাধান। একটি পূর্ণাঙ্গ চিত্র পাওয়ার জন্য, কেবল ডেটা সংগ্রহ করা যথেষ্ট নয় - সেগুলিকে সংগঠিত, মানক এবং একটি কেন্দ্রীয় স্টোরেজে কেন্দ্রীভূত করতে হবে। এই কাজটি DWH করে - একটি কেন্দ্রীভূত স্টোরেজ সিস্টেম, যা বিভিন্ন উৎস থেকে তথ্য সংগ্রহ, কাঠামোবদ্ধ এবং বিশ্লেষণ ও কৌশলগত ব্যবস্থাপনার জন্য উপলব্ধ করে।

DWH (ডেটা ওয়ারহাউজ) হল একটি কেন্দ্রীভূত ডেটা স্টোরেজ সিস্টেম, যা বহু উৎস থেকে তথ্য সংগ্রহ করে, কাঠামোবদ্ধ করে এবং বিশ্লেষণ ও রিপোর্টিংয়ের জন্য উপলব্ধ করে।

অনেক কোম্পানিতে ডেটা বিভিন্ন সিস্টেমে ছড়িয়ে ছিটিয়ে থাকে, যা আমরা বইয়ের প্রথম অংশে আলোচনা করেছি (চিত্র ১.২৪)। DWH এই উৎসগুলিকে একীভূত করে, তথ্যের সম্পূর্ণ স্বচ্ছতা এবং নির্ভরযোগ্যতা নিশ্চিত করে। DWH ডেটা স্টোরেজ হল একটি বিশেষায়িত ডেটাবেস (বৃহৎ ডেটাবেস), যা বহু উৎস থেকে ডেটা সংগ্রহ, প্রক্রিয়া এবং সংরক্ষণ করে। DWH-এর প্রধান বৈশিষ্ট্যগুলি:-

- ETL প্রক্রিয়াগুলির ব্যবহার (Extract, Transform, Load) - উৎস থেকে ডেটা বের করা, সেগুলি পরিষ্কার করা, রূপান্তর করা, স্টোরেজে লোড করা এবং এই প্রক্রিয়াগুলির স্বয়ংক্রিয়করণ, যা বইয়ের সপ্তম অংশে আলোচনা করা হয়েছে।
- ডেটার গ্রানুলারিটি - DWH-তে ডেটা সংরক্ষিত হতে পারে সংকলিত রূপে (সারসংক্ষেপ প্রতিবেদন) এবং বিস্তারিত রূপে (কাঁচা ডেটা)। ২০২৪ সাল থেকে CAD-ভেন্ডররা গ্রানুলার ডেটার বিষয়ে আলোচনা শুরু করেছে, যা সম্ভবত শিল্পের বিশেষায়িত ক্লাউড স্টোরেজ ব্যবহারের জন্য প্রস্তুতির ইঙ্গিত দেয় যা ডিজিটাল বিল্ডিং মডেলের ডেটার সাথে কাজ করার জন্য।
- বিশ্লেষণ এবং পূর্বাভাসের সমর্থন - ডেটা স্টোরেজগুলি BI-টুলস, বিগ ডেটা বিশ্লেষণ এবং মেশিন লার্নিংয়ের জন্য একটি ভিত্তি প্রদান করে।

DWH ব্যবসায়িক বিশ্লেষণের জন্য একটি ভিত্তি হিসেবে কাজ করে, যা মূল কার্যকারিতা সূচক বিশ্লেষণ, বিক্রয়, ক্রয় এবং ব্যয়ের পূর্বাভাস দেওয়া, পাশাপাশি রিপোর্টিং এবং ডেটার ভিজ্যুয়ালাইজেশন স্বয়ংক্রিয় করতে সক্ষম করে।-



চিত্র ৮.১৬-এ DWH ETL প্রক্রিয়ায় কেন্দ্রীয় স্টোরেজ হিসেবে কাজ করতে পারে, যেখানে বিভিন্ন সিস্টেম থেকে আহত ডেটা রূপান্তর এবং রপ্তানির পর্যায়ে যায়।

DWH তথ্যের একীকরণ, পরিষ্কারকরণ এবং কাঠামোবদ্ধকরণের ক্ষেত্রে একটি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে, যা ব্যবসায়িক বিশ্লেষণ এবং সিদ্ধান্ত গ্রহণের প্রক্রিয়ার জন্য একটি শক্তিশালী ভিত্তি তৈরি করে। তবে আধুনিক পরিস্থিতিতে, যেখানে ডেটার পরিমাণ দ্রুত বৃদ্ধি পাচ্ছে এবং তাদের উৎসগুলি আরও বৈচিত্র্যময় হচ্ছে, DWH-তে তথ্য সংরক্ষণের ঐতিহ্যবাহী পদ্ধতি প্রায়শই ELT এবং ডেটা লেকের মতো পদ্ধতির মাধ্যমে সম্প্রসারণের প্রয়োজন হয়।

ডেটা লেক - ETL থেকে ELT এর বিবর্তন: ঐতিহ্যগত পরিষ্কারকরণ থেকে নমনীয় প্রক্রিয়াকরণের দিকে

ক্লাসিক DWH-ডেটা স্টোরেজগুলি বিশ্লেষণাত্মক প্রশ্নের জন্য অপ্টিমাইজ করা ফরম্যাটে কাঠামোবদ্ধ ডেটা সংরক্ষণের জন্য ডিজাইন করা হয়েছে, যা অ-সংরক্ষিত ডেটা এবং স্কেলেবিলিটির সাথে কাজ করার ক্ষেত্রে সীমাবদ্ধতার সম্মুখীন হয়েছে। এই সমস্যাগুলির প্রতিক্রিয়ায় ডেটা লেকগুলি উদ্ভূত হয়েছে, যা বিভিন্ন ধরনের ডেটার বৃহৎ পরিমাণের জন্য নমনীয় সংরক্ষণ প্রদান করে।

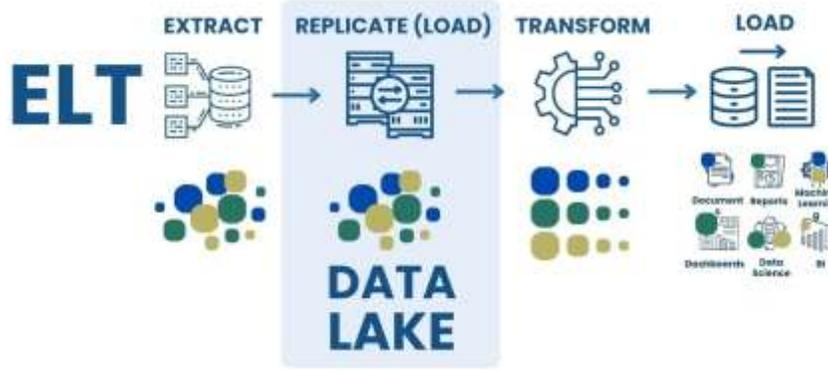
ডেটা লেক একটি বিকল্প DWH পদ্ধতি প্রদান করে, যা অ-সংরক্ষিত, অর্ধ-সংরক্ষিত এবং কাঁচা ডেটার সাথে কাজ করতে দেয় কোনও পূর্বনির্ধারিত কঠোর স্কিমা ছাড়াই। এই সংরক্ষণ পদ্ধতি প্রায়শই বাস্তব সময়ে ডেটা প্রক্রিয়াকরণ, মেশিন লার্নিং এবং উন্নত বিশ্লেষণের জন্য প্রাসঙ্গিক। DWH-এর বিপরীতে, যা ডেটা লোড করার আগে ডেটাকে কাঠামোবদ্ধ এবং সংকলিত করে, ডেটা লেক তথ্যকে তার মূল রূপে সংরক্ষণ করতে দেয়, ফলে নমনীয়তা এবং স্কেলেবিলিটি নিশ্চিত হয়।

ঐতিহ্যবাহী ডেটা স্টোরেজ (RDBMS, DWH) নিয়ে হতাশা এবং "বড় ডেটা" এর প্রতি আগ্রহ ডেটা লেকের উদ্ভব ঘটিয়েছে, যেখানে জটিল ETL-এর পরিবর্তে ডেটা কেবল দুর্বল কাঠামোবদ্ধ স্টোরেজে লোড করা হয়, এবং তাদের প্রক্রিয়াকরণ বিশ্লেষণের পর্যায়ে ঘটে।

- ঐতিহ্যবাহী ডেটা স্টোরেজে ডেটা সাধারণত লোড করার আগে প্রাথমিক প্রক্রিয়াকরণ, রূপান্তর এবং পরিষ্কারকরণের (ETL - Extract, Transform, Load) মাধ্যমে যায়। এর মানে হল যে ডেটা কাঠামোবদ্ধ এবং নির্দিষ্ট ভবিষ্যৎ বিশ্লেষণ এবং রিপোর্টিংয়ের কাজের জন্য অপ্টিমাইজ করা হয়। মূলত উচ্চ কার্যকারিতা প্রশ্ন

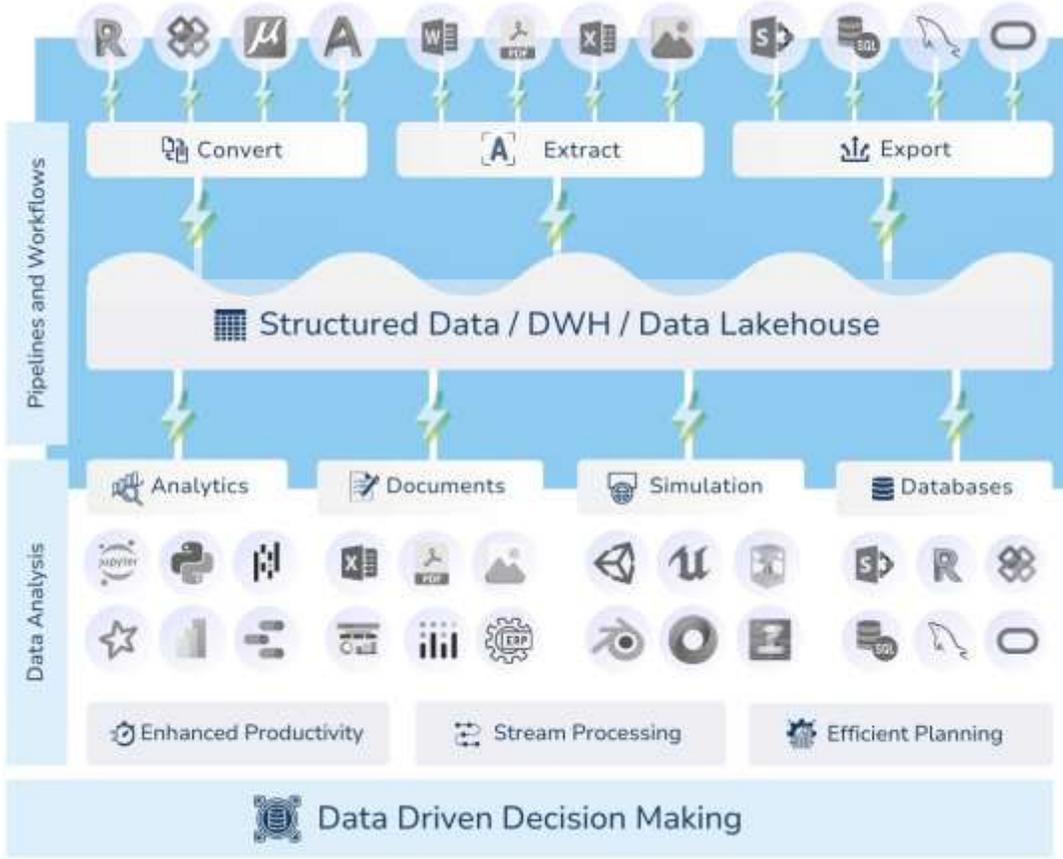
এবং ডেটার অখণ্ডতা বজায় রাখার উপর জোর দেওয়া হয়। তবে এই পদ্ধতি নতুন ধরনের ডেটা এবং দ্রুত পরিবর্তনশীল ডেটা স্কিমার সংহতকরণের দিক থেকে ব্যয়বহুল এবং কম নমনীয় হতে পারে।-

- ডেটা লেকগুলি, অন্যদিকে, তাদের মূল ফরম্যাটে বৃহৎ পরিমাণ অপক্রিয়াকৃত ডেটা সংরক্ষণের জন্য ডিজাইন করা হয়েছে (চিত্র ৮.১৭)। ETL (Extract, Transform, Load) প্রক্রিয়ার পরিবর্তে, ELT (Extract, Load, Transform) আসছে, যেখানে ডেটা প্রথমে "যেমন আছে" স্টোরেজে লোড করা হয় এবং পরে প্রয়োজন অনুযায়ী রূপান্তরিত এবং বিশ্লেষণ করা যেতে পারে। এটি বিভিন্ন ধরনের ডেটা, যেমন অ-সংগঠিত ডেটা, টেক্সট, ছবি এবং লগগুলি সংরক্ষণের জন্য বৃহত্তর নমনীয়তা এবং সম্ভাবনা প্রদান করে।



চিত্র ৮.১৭ ETL এর বিপরীতে, ডেটা লেকে ELT ব্যবহৃত হয়, যেখানে তথ্য প্রথমে "কাঁচা" অবস্থায় লোড করা হয় এবং রূপান্তরটি পরে নিষ্কাশনের পর্যায়ে সম্পন্ন হয়।

ঐতিহ্যবাহী ডেটা স্টোরগুলি উচ্চ কার্যকারিতা অনুসন্ধানের জন্য ডেটার প্রাক-প্রক্রিয়াকরণের উপর দৃষ্টি নিবদ্ধ করে, যখন ডেটা লেকগুলিতে নমনীয়তার প্রতি অগ্রাধিকার দেওয়া হয়: তারা অপক্রিয়াকৃত ডেটা সংরক্ষণ করে এবং প্রয়োজন অনুযায়ী সেগুলি রূপান্তর করে (চিত্র ৮.১৮)।-



চিত্র ৮.১৮ আধুনিক ধারণাগুলি সিদ্ধান্ত গ্রহণের উদ্দেশ্যে সমস্ত ধরনের ডেটা সংরক্ষণ এবং প্রক্রিয়াকরণের দিকে নির্দেশিত।

তবে, সমস্ত সুবিধার সত্ত্বেও, ডেটা লেকগুলি কিছু অসুবিধা থেকে মুক্ত নয়। কঠোর কাঠামোর অভাব এবং তথ্য পরিচালনার জটিলতা বিশৃঙ্খলার দিকে নিয়ে যেতে পারে, যেখানে ডেটা পুনরাবৃত্তি, পরস্পরবিরোধী বা অপ্রাসঙ্গিক হয়ে যায়। উপরন্তু, এমন একটি স্টোরেজে ডেটা খোঁজা এবং বিশ্লেষণ করা উল্লেখযোগ্য প্রচেষ্টার প্রয়োজন, বিশেষ করে বিভিন্ন ধরনের তথ্যের সাথে কাজ করার সময়। এই সীমাবদ্ধতাগুলি অতিক্রম করতে এবং ঐতিহ্যবাহী স্টোরেজ এবং ডেটা লেকের সেরা বৈশিষ্ট্যগুলি একত্রিত করতে, ডেটা লেকহাউস আর্কিটেকচার তৈরি করা হয়েছে।

ডেটা লেকহাউসের স্থাপত্য: সংরক্ষণাগার এবং ডেটা লেকের সহযোগিতা

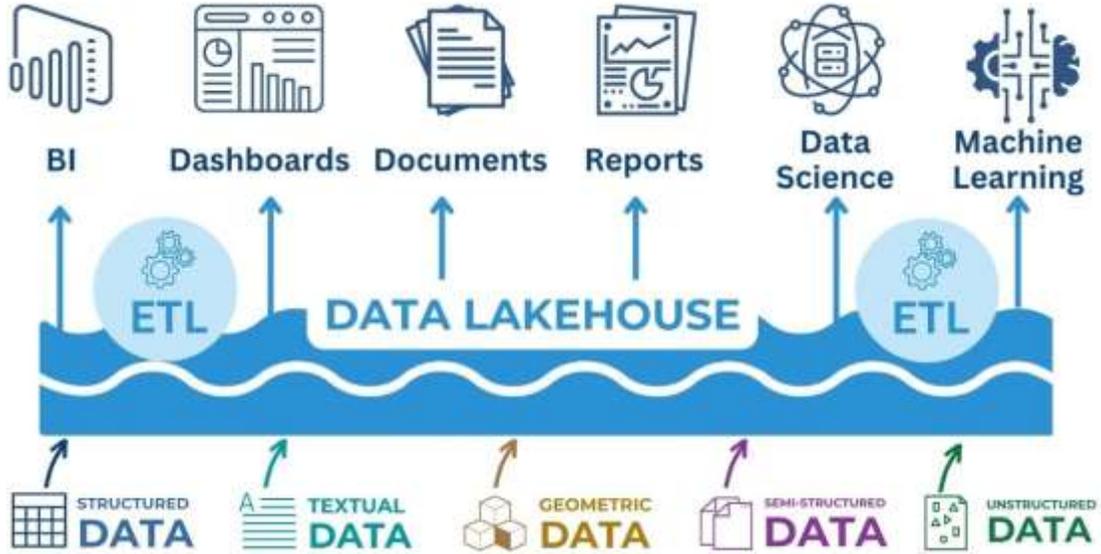
DWH (সংগঠিততা, পরিচালনাযোগ্যতা, উচ্চ বিশ্লেষণ কার্যকারিতা) এবং ডেটা লেক (স্কেলেবিলিটি, বিভিন্ন ধরনের ডেটার সাথে কাজ) এর সেরা বৈশিষ্ট্যগুলি একত্রিত করতে, ডেটা লেকহাউস পদ্ধতি তৈরি করা হয়েছে। এই আর্কিটেকচারটি ডেটা লেকের নমনীয়তা এবং ঐতিহ্যবাহী স্টোরেজের শক্তিশালী প্রক্রিয়াকরণ এবং পরিচালনার সরঞ্জামগুলিকে একত্রিত করে, সংরক্ষণ, বিশ্লেষণ এবং মেশিন লার্নিংয়ের মধ্যে একটি ভারসাম্য প্রদান করে। ডেটা লেকহাউস হল ডেটা লেক এবং ডেটা স্টোরেজের একটি সংশ্লেষ, যা প্রথমটির নমনীয়তা এবং স্কেলেবিলিটিকে দ্বিতীয়টির পরিচালনাযোগ্যতা এবং অনুসন্ধানের অপ্টিমাইজেশনের সাথে সংযুক্ত করে।

ডেটা লেকহাউস হল একটি আর্কিটেকচারাল পদ্ধতি যা ডেটা লেকের নমনীয়তা এবং স্কেলেবিলিটিকে ডেটা স্টোরেজের পরিচালনাযোগ্যতা এবং কার্যকারিতার সাথে একত্রিত করার চেষ্টা করে (চিত্র ৮.১৯)।-

ডেটা লেকহাউসের মূল বৈশিষ্ট্যগুলি অন্তর্ভুক্ত করে:

- ডেটা সংরক্ষণের জন্য খোলা ফরম্যাট: ডেটা সংরক্ষণের জন্য খোলা ফরম্যাটগুলি, যেমন Apache Parquet, কার্যকারিতা এবং অনুসন্ধানের অপ্টিমাইজেশন নিশ্চিত করে।
- শুধুমাত্র পড়ার জন্য স্কিমা: DWH তে শুধুমাত্র লেখার জন্য স্কিমার ঐতিহ্যবাহী পদ্ধতির বিপরীতে, লেকহাউস শুধুমাত্র পড়ার জন্য স্কিমা সমর্থন করে, যা ডেটার কাঠামোকে আরও নমনীয়ভাবে পরিচালনা করতে দেয়।
- নমনীয়তা এবং স্কেলেবিলিটি: সংগঠিত এবং অ-সংগঠিত ডেটা সংরক্ষণ এবং বিশ্লেষণ সমর্থন করে, স্টোরেজ স্তরে অপ্টিমাইজেশনের মাধ্যমে উচ্চ কার্যকারিতা অনুসন্ধান নিশ্চিত করে।

ডেটা লেকহাউস একটি আপস সমাধান প্রদান করে, যা উভয় পদ্ধতির সুবিধাগুলি একত্রিত করে, যা আধুনিক বিশ্লেষণাত্মক লোডের জন্য আদর্শ, যা ডেটা প্রক্রিয়াকরণের ক্ষেত্রে নমনীয়তার প্রয়োজন।



চিত্র ৮.১৯ ডেটা লেকহাউস - একটি নতুন প্রজন্মের ডেটা স্টোরেজ সিস্টেম, যা জটিল এবং ক্রমাগত পরিবর্তনশীল চাহিদাগুলি পূরণের জন্য তৈরি করা হয়েছে।

আধুনিক ডেটা স্টোরেজের ধারণাটি সহজ মনে হয়: যদি সমস্ত ডেটা একটি জায়গায় থাকে, তবে সেগুলি বিশ্লেষণ করা সহজ। তবে বাস্তবে সবকিছু এত সহজ নয়। কল্পনা করুন, একটি কোম্পানি সম্পূর্ণরূপে পরিচিত হিসাব এবং ব্যবস্থাপনা সিস্টেম (ERP, PMIS, CAFM ইত্যাদি) পরিত্যাগ করার সিদ্ধান্ত নিয়েছে এবং তাদের একটি বিশাল ডেটা লেক দ্বারা প্রতিস্থাপন করেছে, যার কাছে সকলের প্রবেশাধিকার রয়েছে। কি ঘটবে? সম্ভবত, বিশৃঙ্খলা শুরু হবে: ডেটা পুনরাবৃত্তি হবে, একে অপরের সাথে বিরোধ করবে, এবং গুরুত্বপূর্ণ তথ্য হারিয়ে যাবে বা বিকৃত হবে। এমনকি যদি ডেটা লেকটি শুধুমাত্র বিশ্লেষণের জন্য ব্যবহৃত হয়, তবে সঠিক ব্যবস্থাপনার অভাবে এর সাথে গুরুতর সমস্যা দেখা দেয়:

- ডেটা বোঝা কঠিন: সাধারণ সিস্টেমে ডেটার একটি স্পষ্ট কাঠামো থাকে, কিন্তু ডেটা লেকে কেবল একটি বিশাল ফাইল এবং টেবিলের সমাহার থাকে। কিছু খুঁজে পেতে, বিশেষজ্ঞকে বুঝতে হবে - প্রতিটি সারি এবং কলামের জন্য কি দায়ী।

- ডেটা অদ্ভুত হতে পারে: যদি একটি জায়গায় একই তথ্যের অনেক সংস্করণ সংরক্ষিত থাকে, তবে কোনটি বর্তমান তা বোঝা কঠিন। ফলস্বরূপ, পুরনো বা ভুল ডেটার ভিত্তিতে সিদ্ধান্ত নেওয়া হয়।
- কাজের জন্য ডেটা প্রস্তুত করা কঠিন: ডেটা কেবল সংরক্ষণ করা নয়, বরং রিপোর্ট, গ্রাফ, টেবিলের মতো সুবিধাজনক ফর্মে উপস্থাপন করা প্রয়োজন। ঐতিহ্যবাহী সিস্টেমে এটি স্বয়ংক্রিয়ভাবে করা হয়, কিন্তু ডেটা লেকে অতিরিক্ত প্রক্রিয়াকরণের প্রয়োজন।

ফলস্বরূপ, প্রতিটি ডেটা সংরক্ষণের ধারণার নিজস্ব বৈশিষ্ট্য, প্রক্রিয়াকরণের পদ্ধতি এবং ব্যবসায় প্রয়োগ রয়েছে। ঐতিহ্যবাহী ডেটাবেসগুলি লেনদেনের কার্যক্রমের দিকে মনোনিবেশ করে, ডেটা স্টোরেজ (DWH) বিশ্লেষণের জন্য কাঠামো প্রদান করে, ডেটা লেক (Data Lake) কাঁচা আকারে তথ্য সংরক্ষণ করে, এবং হাইব্রিড স্টোরেজ (Data Lakehouse) DWH এবং Data Lake এর সুবিধাগুলি একত্রিত করে।-

| | Traditional Approach | Data Warehouse | Data Lake | Data Lakehouse |
|--------------|-------------------------------|---|--|---|
| Data Types | Relational Databases | Structured, ready for analytics | Raw, semi-structured, or unstructured | Mix of structured and unstructured |
| Use Cases | Transactional Systems | Reporting, dashboards, BI | Big data storage, AI, advanced analytics | Hybrid analytics, AI, real-time data |
| Processing | OLTP – real-time transactions | ETL – clean and structure before analysis | ELT – store raw data, transform later | ELT with optimized storage and real-time processing |
| Storage | On-premise servers | Centralized, SQL-based | Decentralized, flexible formats | Combines advantages of DWH and DL |
| Common Tools | MySQL, PostgreSQL | Snowflake, Redshift, BigQuery | Hadoop, AWS S3, Azure Data Lake | Databricks, Snowflake, Google BigLake |

চিত্র 8.110 DWH, Data Lake এবং Data Lakehouse: ডেটার প্রকার, ব্যবহারের দৃশ্যপট, প্রক্রিয়াকরণের পদ্ধতি এবং সংরক্ষণের পদ্ধতিতে মূল পার্থক্য /

ডেটা সংরক্ষণের আর্কিটেকচার নির্বাচন একটি জটিল প্রক্রিয়া, যা ব্যবসার প্রয়োজন, তথ্যের পরিমাণ এবং বিশ্লেষণের প্রয়োজনীয়তার উপর নির্ভর করে। প্রতিটি সমাধানের নিজস্ব সুবিধা এবং অসুবিধা রয়েছে: DWH কাঠামোগততা প্রদান করে, Data Lake নমনীয়তা প্রদান করে, এবং Lakehouse উভয়ের মধ্যে ভারসাম্য বজায় রাখে। সংস্থাগুলি সাধারণত একটি ডেটা আর্কিটেকচারে সীমাবদ্ধ থাকে না।

নির্বাচিত আর্কিটেকচার নির্বিশেষে, স্বয়ংক্রিয় ডেটা ব্যবস্থাপনা সিস্টেমগুলি ম্যানুয়াল পদ্ধতির তুলনায় উল্লেখযোগ্যভাবে উন্নত। এগুলি মানবিক ত্রুটি কমাতে, তথ্য প্রক্রিয়াকরণকে ত্বরান্বিত করতে, এবং ব্যবসায়িক প্রক্রিয়ার প্রতিটি পর্যায়ে ডেটার স্বচ্ছতা এবং ট্রেসেবিলিটি নিশ্চিত করতে সহায়তা করে।

এবং যদি কেন্দ্রীভূত ডেটা স্টোরেজগুলি ইতিমধ্যে অনেক অর্থনৈতিক ক্ষেত্রে শিল্প মান হয়ে থাকে, তবে নির্মাণে পরিস্থিতি এখনও খণ্ডিত রয়েছে। এখানে ডেটা বিভিন্ন প্ল্যাটফর্মের মধ্যে বিতরণ করা হয়েছে (CDE, PMIS, ERP ইত্যাদি), যা ঘটনার একটি একক চিত্র তৈরি করা কঠিন করে তোলে এবং এই উত্সগুলিকে একটি সামগ্রিক, বিশ্লেষণযোগ্য ডিজিটাল পরিবেশে একত্রিত করার জন্য আর্কিটেকচারের প্রয়োজন।

CDE, PMIS, ERP অথবা DWH এবং ডেটা লেক

কিছু নির্মাণ এবং ডিজাইন সংস্থায় ইতিমধ্যে ISO 19650 অনুযায়ী সাধারণ ডেটা পরিবেশ (Common Data Environment, CDE) ধারণাটি প্রয়োগ করা হচ্ছে। মূলত, CDE অন্যান্য শিল্পে ডেটা স্টোরেজ (DWH) এর মতো একই কার্যকারিতা সম্পাদন করে: তথ্য কেন্দ্রীভূত করে, সংস্করণের নিয়ন্ত্রণ নিশ্চিত করে, এবং যাচাইকৃত তথ্যের অ্যাক্সেস প্রদান করে।

সাধারণ ডেটা পরিবেশ (CDE) হল একটি কেন্দ্রীভূত ডিজিটাল স্থান যা প্রকল্পের তথ্য পরিচালনা, সংরক্ষণ, বিনিময় এবং সহযোগিতার জন্য ব্যবহৃত হয়, যা সম্পদের জীবনচক্রের সকল পর্যায়ে কার্যকর। CDE প্রায়শই ক্লাউড প্রযুক্তির মাধ্যমে বাস্তবায়িত হয় এবং CAD (BIM) সিস্টেমের সাথে সংহত হয়।

আর্থিক খাত, খুচরা, লজিস্টিক এবং শিল্প দশক ধরে কেন্দ্রীভূত ডেটা ব্যবস্থাপনা সিস্টেম ব্যবহার করে আসছে, যা বিভিন্ন উৎস থেকে তথ্য একত্রিত করে, এর প্রাসঙ্গিকতা নিয়ন্ত্রণ করে এবং বিশ্লেষণ প্রদান করে। CDE এই নীতিগুলিকে উন্নত করে, যা ভবন ডিজাইন এবং জীবনচক্র ব্যবস্থাপনার জন্য অভিযোজিত।

DWH-এর মতো, CDE ডেটা গঠন করে, পরিবর্তনগুলি রেকর্ড করে এবং যাচাইকৃত তথ্যের জন্য একক অ্যাক্সেস প্রদান করে। ক্লাউড প্রযুক্তিতে স্থানান্তর এবং বিশ্লেষণাত্মক সরঞ্জামের সাথে সংহতির সাথে, তাদের মধ্যে পার্থক্যগুলি ক্রমশ কমে যাচ্ছে। CDE-তে গ্রানুলার ডেটা যোগ করে, যার ধারণা ২০২৩ সাল থেকে CAD বিক্রেতাদের দ্বারা আলোচনা করা হচ্ছে, ক্লাসিক DWH-এর সাথে আরও অনেক সমান্তরাল দেখা যায়।

পূর্বে "নির্মাণ ERP এবং PMIS সিস্টেম" অধ্যায়ে, আমরা ইতিমধ্যে PMIS (প্রকল্প ব্যবস্থাপনা তথ্য সিস্টেম) এবং ERP (এন্টারপ্রাইজ রিসোর্স প্ল্যানিং) পর্যালোচনা করেছি। নির্মাণ প্রকল্পগুলিতে CDE এবং PMIS একসাথে কাজ করে: CDE তথ্যের একটি স্টোরেজ হিসাবে কাজ করে, যার মধ্যে অঙ্কন, মডেল এবং প্রকল্পের ডকুমেন্টেশন অন্তর্ভুক্ত থাকে, এবং PMIS প্রক্রিয়াগুলি পরিচালনা করে, যেমন সময়, কাজ, সম্পদ এবং বাজেটের নিয়ন্ত্রণ।

ERP, যা ব্যবসার সামগ্রিক ব্যবস্থাপনার জন্য দায়ী (অর্থ, ক্রয়, কর্মী, উৎপাদন), PMIS-এর সাথে সংহত হতে পারে, কোম্পানির স্তরে খরচ এবং বাজেটের নিয়ন্ত্রণ নিশ্চিত করে। বিশ্লেষণ এবং রিপোর্টিংয়ের জন্য DWH ব্যবহার করা যেতে পারে, যা CDE, PMIS এবং ERP থেকে তথ্য সংগ্রহ, গঠন এবং একত্রিত করতে সহায়তা করবে, যা আর্থিক সূচক KPI (ROI) মূল্যায়ন এবং প্যাটার্ন চিহ্নিত করতে সহায়ক। অন্যদিকে, ডেটা লেক (DL) DWH-কে সম্পূরক করতে পারে, কাঁচা এবং অ-গঠনমূলক ডেটা (যেমন লগ, সেন্সর ডেটা, চিত্র) সংরক্ষণ করে। এই ডেটাগুলি প্রক্রিয়া করা এবং DWH-তে লোড করা যেতে পারে পরবর্তী বিশ্লেষণের জন্য।

সুতরাং, CDE এবং PMIS প্রকল্প ব্যবস্থাপনায় মনোনিবেশ করে, ERP ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলিতে, এবং DWH এবং ডেটা লেক বিশ্লেষণ এবং ডেটা পরিচালনায়।

CDE, PMIS এবং ERP সিস্টেমগুলির তুলনায় DWH এবং ডেটা লেকের মধ্যে স্বাধীনতা, খরচ, সংহতির নমনীয়তা, ডেটার স্বাধীনতা, পরিবর্তনের প্রতি অভিযোজনের গতি এবং বিশ্লেষণাত্মক ক্ষমতার ক্ষেত্রে উল্লেখযোগ্য পার্থক্য লক্ষ্য করা যায়। ঐতিহ্যবাহী সিস্টেম, যেমন CDE, PMIS এবং ERP, প্রায়শই নির্দিষ্ট সমাধান এবং বিক্রেতার মানের সাথে যুক্ত থাকে, যা তাদের কম নমনীয় করে এবং লাইসেন্স এবং সমর্থনের কারণে তাদের খরচ বাড়ায়। তদুপরি, এই ধরনের সিস্টেমগুলিতে ডেটা প্রায়শই প্রোপ্রাইটারি বন্ধ ফরম্যাটে আবদ্ধ থাকে, যা তাদের ব্যবহার এবং বিশ্লেষণকে সীমাবদ্ধ করে।-

| | | CDE, PMIS, ERP | DWH, Data Lake |
|---|--------------------------------|--|--|
|  | Vendor Dependency | High (tied to specific solutions and standards of vendors) | Low (flexibility in tool and platform choice) |
|  | Integration Flexibility | Limited (integration depends on vendor solutions) | High (easily integrates with various data sources) |
|  | Cost | High (licensing and support costs) | Relatively lower (use of open technologies and platforms) |
|  | Data Independence | Low (data often locked in proprietary formats) | High (data stored in open and accessible formats) |
|  | Adaptability to Changes | Slow (changes require vendor approval and integration) | Fast (adaptation and data structure modification without intermediaries) |
|  | Analytical Capabilities | Limited (dependent on vendor-provided solutions) | Extensive (support for a wide range of analytical tools) |

DWH এবং ডেটা লেক CDE, PMIS এবং ERP সিস্টেমগুলির তুলনায় ডেটার স্বাধীনতা এবং নমনীয়তা প্রদান করে।

তাদের তুলনায়, DWH এবং ডেটা লেক বিভিন্ন ডেটা উৎসের সাথে সংহতিতে আরও নমনীয়তা প্রদান করে, এবং তাদের খোলামেলা প্রযুক্তি এবং প্ল্যাটফর্মের ব্যবহার মোট মালিকানা খরচ কমাতে সহায়তা করে। তাছাড়া, DWH এবং ডেটা লেক একটি বিস্তৃত বিশ্লেষণাত্মক সরঞ্জামের পরিসর সমর্থন করে, যা বিশ্লেষণ এবং ব্যবস্থাপনার ক্ষমতাকে প্রসারিত করে।

CAD-ফরম্যাটের জন্য বিপরীত-ইঞ্জিনিয়ারিংয়ের সরঞ্জামগুলির উন্নয়নের সাথে এবং CAD-অ্যাপ্লিকেশনগুলির ডেটাবেসে প্রবেশের সুযোগ থাকলে, একটি গুরুত্বপূর্ণ প্রশ্ন উঠছে: প্রকল্পের তথ্যগুলি যদি বিভিন্ন ঠিকাদার এবং প্রকল্প সংস্থার মধ্যে কাজ করা বিশেষজ্ঞদের জন্য উপলব্ধ হতে হয়, তবে বন্ধ এবং বিচ্ছিন্ন প্ল্যাটফর্মগুলি ব্যবহার চালিয়ে যাওয়া কতটা যুক্তিসঙ্গত?

নির্দিষ্ট বিক্রেতার উপর এই প্রযুক্তিগত নির্ভরতা ডেটা পরিচালনার নমনীয়তাকে উল্লেখযোগ্যভাবে সীমাবদ্ধ করতে পারে, প্রকল্পে পরিবর্তনের প্রতি প্রতিক্রিয়া ধীর করতে পারে এবং অংশগ্রহণকারীদের মধ্যে কার্যকর সহযোগিতাকে বাধাগ্রস্ত করতে পারে।

ডেটা পরিচালনার প্রচলিত পদ্ধতিগুলি – DWH, Data Lake, CDE এবং PMIS সহ – প্রধানত তথ্য সংরক্ষণ, কাঠামোবদ্ধকরণ এবং প্রক্রিয়াকরণের দিকে মনোনিবেশ করে। তবে কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা এবং মেশিন লার্নিংয়ের বিকাশের সাথে, নতুন ডেটা সংগঠনের পদ্ধতির প্রয়োজনীয়তা বাড়ছে, যা কেবল তথ্য সংগ্রহ করতে নয়, বরং জটিল সম্পর্কগুলি

চিহ্নিত করতে, লুকানো নিয়মগুলি খুঁজে পেতে এবং সবচেয়ে প্রাসঙ্গিক তথ্যের প্রতি তাত্ক্ষণিক প্রবেশাধিকার নিশ্চিত করতে সক্ষম।

এই দিকনির্দেশনায় ভেক্টর ডেটাবেসগুলি বিশেষ ভূমিকা নিতে শুরু করেছে – একটি নতুন ধরনের স্টোরেজ, যা উচ্চ মাত্রার এমবেডিংগুলির সাথে কাজ করার জন্য অপ্টিমাইজ করা হয়েছে।



অধ্যায় 8.2.

ডেটা সংরক্ষণ ব্যবস্থাপনা এবং বিশৃঙ্খলা প্রতিরোধ

ভেক্টর ডেটাবেস এবং বাউন্ডিং বক্স

ভেক্টর ডেটাবেসগুলি একটি নতুন শ্রেণীর স্টোরেজ, যা কেবল ডেটা সংরক্ষণ করে না, বরং অর্থ অনুসারে অনুসন্ধান, বস্তুর মধ্যে সেমান্টিক সাদৃশ্যের ভিত্তিতে তুলনা এবং বুদ্ধিমান সিস্টেম তৈরি করতে সক্ষম: সুপারিশ থেকে শুরু করে স্বয়ংক্রিয় বিশ্লেষণ এবং প্রসঙ্গের উৎপাদন পর্যন্ত। প্রচলিত ডেটাবেসগুলির বিপরীতে, যা সঠিক মেলানোর উপর ভিত্তি করে, ভেক্টর ডেটাবেসগুলি বৈশিষ্ট্যগুলির ভিত্তিতে অনুরূপ বস্তুর সন্ধান করে – এমনকি সঠিক মেলানোর অভাব থাকলেও।

ভেক্টর ডেটাবেস হল একটি বিশেষায়িত ধরনের ডেটাবেস, যা ডেটাকে বহু-মাত্রিক ভেক্টরের আকারে সংরক্ষণ করে, প্রতিটি ভেক্টর নির্দিষ্ট বৈশিষ্ট্য বা গুণাবলী উপস্থাপন করে। এই ভেক্টরগুলির বিভিন্ন মাত্রা থাকতে পারে, ডেটার জটিলতার উপর নির্ভর করে (একটি ক্ষেত্রে এটি কয়েকটি মাত্রা হতে পারে, অন্য ক্ষেত্রে হাজার হাজার হতে পারে)।

ভেক্টর ডেটাবেসের প্রধান সুবিধা হল সেমান্টিক গুরুত্বের ভিত্তিতে অনুসন্ধান, সঠিক মানের মেলানোর পরিবর্তে। SQL এবং Pandas অনুসন্ধানগুলি "সমান" বা "ধারণ করে" ফিল্টার সহ ব্যবহার করার পরিবর্তে, বৈশিষ্ট্যগুলির স্থানে নিকটতম প্রতিবেশী অনুসন্ধান (k-NN) ব্যবহার করা হয় (k-NN সম্পর্কে বিস্তারিত আলোচনা পরবর্তী অংশে করা হবে)।

LLM (Large Language Models) এবং জেনারেটিভ মডেলের বিকাশের সাথে, ডেটাবেসের সাথে যোগাযোগের পদ্ধতি পরিবর্তিত হতে শুরু করেছে। এখন প্রাকৃতিক ভাষায় ডেটা অনুরোধ করা সম্ভব, নথিগুলির উপর সেমান্টিক অনুসন্ধান পাওয়া, স্বয়ংক্রিয়ভাবে মূল শব্দগুলি বের করা এবং বস্তুর মধ্যে প্রসঙ্গত সম্পর্ক তৈরি করা – সবকিছু SQL জানার বা টেবিলের কাঠামো সম্পর্কে জানার প্রয়োজন ছাড়াই। এই বিষয়ে "LLM এবং তাদের ডেটা প্রক্রিয়াকরণ এবং ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলিতে ভূমিকা" শিরোনামে আলোচনা করা হয়েছে।

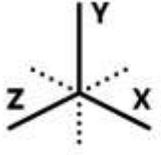
তবে এটি বোঝা গুরুত্বপূর্ণ যে LLM স্বয়ংক্রিয়ভাবে তথ্য কাঠামোবদ্ধ করে না এবং এটি সুশৃঙ্খল করে না। মডেলটি কেবল ডেটার একটি ভরতের মধ্যে "ভাসে" এবং অনুরোধের প্রসঙ্গের ভিত্তিতে সবচেয়ে উপযুক্ত টুকরোটি খুঁজে বের করে। যদি ডেটা পূর্বে পরিষ্কার বা রূপান্তরিত না হয়, তবে গভীর অনুসন্ধান (deep search) ডিজিটাল "আবর্জনা" উত্তর খুঁজে বের করার চেষ্টা করার মতো হবে – কাজ করা সম্ভব হবে, তবে ফলাফলের গুণমান কম হবে। আদর্শ হল, যদি ডেটাগুলি পূর্বে কাঠামোবদ্ধ করা যায় (যেমন, নথিগুলিকে Markdown-এ রূপান্তর করা) এবং ভেক্টর ডেটাবেসে লোড করা যায়। এটি ফলাফলের সঠিকতা এবং প্রাসঙ্গিকতা উল্লেখযোগ্যভাবে বাড়িয়ে দেয়।

প্রাথমিকভাবে ভেক্টর ডেটাবেসগুলি মেশিন লার্নিংয়ে ব্যবহৃত হত, কিন্তু আজকাল এগুলি এর সীমার বাইরে আরও বিস্তৃতভাবে ব্যবহৃত হচ্ছে - অনুসন্ধান সিস্টেম, কন্টেন্টের ব্যক্তিগতকরণ, এবং বুদ্ধিমান বিশ্লেষণে।

একটি নির্মাণে ভেক্টর পদ্ধতির সবচেয়ে স্পষ্ট উদাহরণ হল বাউন্ডিং বক্স (সীমাবদ্ধ প্যারালেলোপিপেড)। এটি একটি জ্যামিতিক কাঠামো যা তিন-মাত্রিক স্থানে একটি বস্তুর সীমানা বর্ণনা করে। বাউন্ডিং বক্সটি X, Y এবং Z অক্ষ বরাবর ন্যূনতম এবং সর্বাধিক সমন্বয় দ্বারা নির্ধারিত হয়, যা বস্তুর চারপাশে একটি "বাক্স" তৈরি করে। এই পদ্ধতিটি একটি

উপাদানের আকার এবং অবস্থান মূল্যায়ন করতে সহায়তা করে, সম্পূর্ণ জ্যামিতি বিশ্লেষণের প্রয়োজন ছাড়াই।

প্রতিটি বাউন্ডিং বক্সকে একটি বহুমাত্রিক স্থানে ভেক্টর হিসেবে উপস্থাপন করা যেতে পারে: উদাহরণস্বরূপ, [x, y, z, প্রস্থ, উচ্চতা, গভীরতা] – এটি ইতিমধ্যে ৬টি মাত্রা (ছবি ৮.২১)।-



Bounding Box

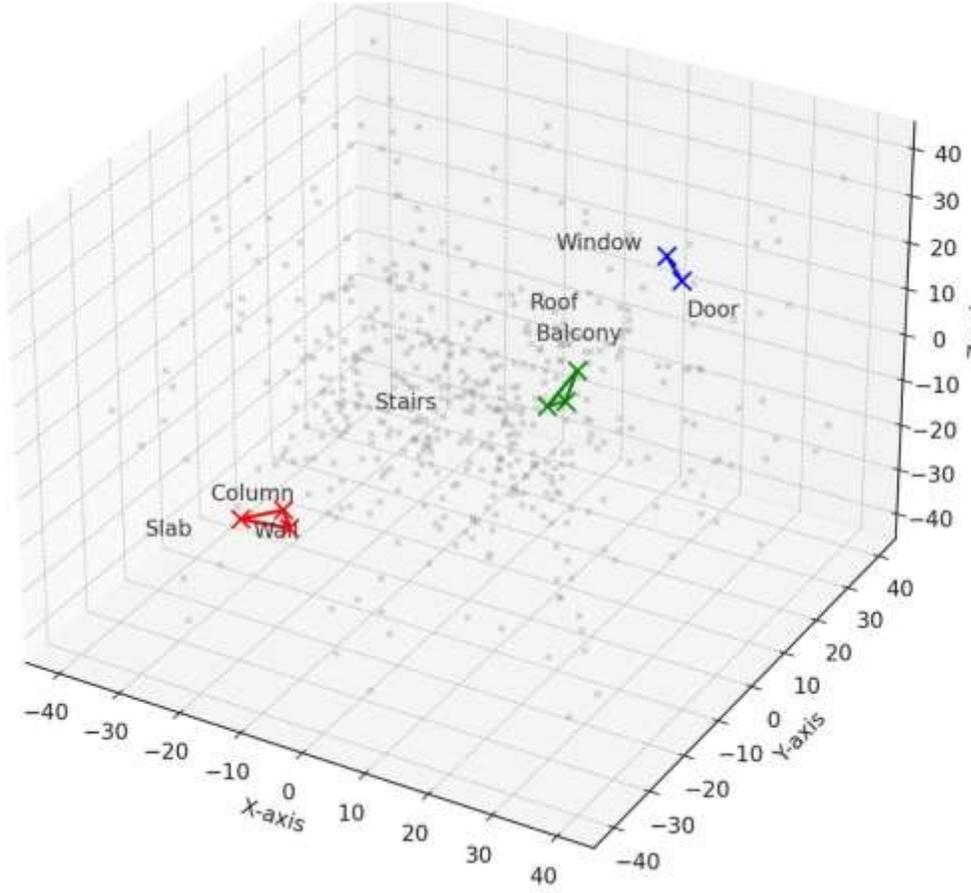
| | minX | maxX | minY | maxY | minZ | maxZ | Width | Height | Depth |
|---------|------|------|------|------|------|------|-------|--------|-------|
| Column | -15 | -5 | -25 | -15 | 0 | 10 | 10 | 10 | 20 |
| Stairs | -5 | 5 | -15 | -5 | 0 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Door | 5 | 15 | 5 | 15 | 0 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Window | 25 | 35 | -35 | -25 | 10 | 30 | 10 | 20 | 20 |
| Balcony | 15 | 25 | -5 | 5 | 20 | 40 | 10 | 20 | 20 |

ছবি ৮.২১ বাউন্ডিং বক্স উপাদানের সমন্বয় এবং প্রকল্প মডেলে তাদের অবস্থান তথ্য একটি ভেক্টর ডেটাবেসের সমান্তরাল /

এমন তথ্য উপস্থাপন পদ্ধতি বিভিন্ন কাজকে সহজতর করে, যার মধ্যে রয়েছে অবজেক্টগুলির মধ্যে সংঘর্ষ পরীক্ষা, ভবনের উপাদানের স্থানীয় বিতরণের পরিকল্পনা এবং স্বয়ংক্রিয় গণনা সম্পাদন। বাউন্ডিং বক্স জটিল ত্রিমাত্রিক মডেল এবং ঐতিহ্যবাহী ভেক্টর ডেটাবেসের মধ্যে একটি সেতু হিসেবে কাজ করতে পারে, যা স্থাপত্য এবং প্রকৌশল মডেলিংয়ে উভয় পদ্ধতির সুবিধাগুলি কার্যকরভাবে ব্যবহার করতে সক্ষম করে।

Bounding Box হল "জ্যামিতির ভেক্টরাইজেশন", এবং এম্ব্‌ডিং (কিছু বিমূর্তকে রূপান্তরিত করার পদ্ধতি) হল "অর্থের ভেক্টরাইজেশন"। উভয় পদ্ধতি আমাদের হাতে থাকা ম্যানুয়াল অনুসন্ধান থেকে বুদ্ধিমান অনুসন্ধানে স্থানান্তরিত হতে সহায়তা করে, তা 3D-অবজেক্টগুলি প্রকল্পের মডেলে হোক বা পাঠ্য ধারণাগুলি।

প্রকল্পে অবজেক্ট খোঁজা (যেমন, "সব উইন্ডো খুঁজুন যার প্রস্থ > ১.৫ মিটার") নিকটতম প্রতিবেশী খোঁজার (k-NN) সাথে তুলনীয় একটি ভেক্টর ডেটাবেসে, যেখানে মানদণ্ড "অঞ্চল" নির্ধারণ করে বৈশিষ্ট্যগুলির স্থানে। (নিকটতম k-NN প্রতিবেশী খোঁজার বিষয়ে আমরা পরবর্তী অংশে মেশিন লার্নিং সম্পর্কে আলোচনা করব) (ছবি ৮.২২)। যদি বাউন্ডিং বক্সের বৈশিষ্ট্যগুলিতে অতিরিক্ত প্যারামিটার (উপাদান, ওজন, উৎপাদনের সময়কাল) যোগ করা হয়, তবে টেবিলটি একটি উচ্চ মাত্রার ভেক্টরে পরিণত হয়, যেখানে প্রতিটি বৈশিষ্ট্য একটি নতুন মাত্রা। এটি আধুনিক ভেক্টর ডেটাবেসের আরও কাছাকাছি, যেখানে মাত্রাগুলি শত বা হাজারে গণনা করা হয় (যেমন, নিউরাল নেটওয়ার্ক থেকে এমবেডিং)।-



ছবি ৮.২২ প্রকল্পে ভেক্টর ডেটাবেস ব্যবহার করে অবজেক্ট খোঁজা /

বাউন্ডিং বক্সে ব্যবহৃত পদ্ধতি কেবল জ্যামিতিক অবজেক্টগুলির জন্যই নয়, বরং টেক্সট এবং ভাষার বিশ্লেষণের জন্যও প্রযোজ্য। ভেক্টর ভিত্তিক ডেটা উপস্থাপনাগুলি ইতিমধ্যে প্রাকৃতিক ভাষা প্রক্রিয়াকরণ (এনএলপি) এ সক্রিয়ভাবে ব্যবহৃত হচ্ছে। ঠিক যেমন একটি নির্মাণ প্রকল্পে অবজেক্টগুলিকে স্থানিক নিকটতার ভিত্তিতে গ্রুপ করা যায়, তেমনি একটি টেক্সটে শব্দগুলিকে তাদের অর্থগত এবং প্রসঙ্গগত নিকটতার ভিত্তিতে বিশ্লেষণ করা যেতে পারে।-

উদাহরণস্বরূপ, শব্দগুলি "আর্কিটেক্ট", "নির্মাণ", "প্রকল্পনামা" ভেক্টর স্পেসে কাছাকাছি অবস্থান করবে, কারণ এগুলির অর্থে সাদৃশ্য রয়েছে। LLM-এ এই প্রক্রিয়া স্বয়ংক্রিয়ভাবে, ম্যানুয়াল শ্রেণীবিভাগের প্রয়োজন ছাড়াই কাজ করে।

- পাঠ্যের থিম নির্ধারণ করা
- ডকুমেন্টের বিষয়বস্তু অনুযায়ী অর্থপূর্ণ অনুসন্ধান সম্পাদন করা।
- স্বয়ংক্রিয় নোট এবং টেক্সটের সারাংশ তৈরি করা
- সিনোনিম এবং পারস্পরিক সম্পর্কিত শব্দগুলি খুঁজে বের করা।

ভেক্টর ডেটাবেসগুলি টেক্সট বিশ্লেষণ করতে এবং এতে সম্পর্কিত শর্তগুলি খুঁজে পেতে সক্ষম, ঠিক যেমন বাউন্ডিং বক্স 3D মডেলে স্থানিক অবজেক্টগুলি বিশ্লেষণ করতে সহায়তা করে। প্রকল্পের উপাদানগুলির বাউন্ডিং বক্সের উদাহরণটি বোঝাতে সাহায্য করে যে ভেক্টর উপস্থাপনাটি কেবল "কৃত্রিম" ধারণা নয়, বরং প্রয়োগমূলক সমস্যাগুলি সমাধানের জন্য ডেটা সংগঠনের একটি স্বাভাবিক উপায়, তা সিএডি প্রকল্পে কলাম খোঁজা হোক বা একটি ডাটাবেসে

সেম্যান্টিক্যালি কাছাকাছি চিত্রগুলি খোঁজা হোক।

ডেটাবেসের সাথে কাজ করা বিশেষজ্ঞদের ভেক্টর স্টোরেজের প্রতি মনোযোগ দেওয়া উচিত। এগুলির বিস্তার একটি নতুন পর্যায়ের সূচক, যেখানে ক্লাসিক রিলেশনাল সিস্টেম এবং এআই-ভিত্তিক প্রযুক্তিগুলি একত্রিত হচ্ছে, ভবিষ্যতের হাইব্রিড সমাধান তৈরি করছে।

জটিল এবং ব্যাপক এআই অ্যাপ্লিকেশনগুলি তৈরি করা ব্যবহারকারীরা ভেক্টর অনুসন্ধানের জন্য বিশেষায়িত ডেটাবেস ব্যবহার করবেন। অন্যদিকে, যাদের শুধুমাত্র বিদ্যমান অ্যাপ্লিকেশনগুলিতে একীভূত করার জন্য কিছু এআই ফিচারের প্রয়োজন, তারা সম্ভবত ইতিমধ্যে ব্যবহৃত ডেটাবেসগুলিতে (PostgreSQL, Redis) ভেক্টর অনুসন্ধানের অন্তর্নির্মিত ক্ষমতাগুলি বেছে নেবেন।

যদিও DWH, ডেটা লেক, CDE, PMIS, ভেক্টর ডেটাবেস এবং অন্যান্য সিস্টেমগুলি ডেটা সংরক্ষণ এবং পরিচালনার জন্য বিভিন্ন পদ্ধতি প্রদান করে, তাদের কার্যকারিতা কেবল স্থাপত্যের উপর নির্ভর করে না, বরং কতটা দক্ষতার সাথে ডেটা সংগঠিত এবং পরিচালিত হয় তার উপরও নির্ভর করে। আধুনিক সমাধানগুলি ব্যবহার করার সময়—ভেক্টর ডেটাবেস, ক্লাসিক রিলেশনাল DBMS বা ডেটা লেকের মতো স্টোরেজ—ডেটার পরিচালনা, সংগঠন এবং আপডেটের জন্য স্পষ্ট নিয়মের অভাব ব্যবহারকারীদের জন্য বিচ্ছিন্ন ফাইল এবং বিভিন্ন ফরম্যাটের ডেটার সাথে কাজ করার সময় একই ধরনের সমস্যার সৃষ্টি করতে পারে।

সুপরিষ্কৃত ডেটা পরিচালনার অভাব (ডেটা গভর্নেন্স) থাকলে সবচেয়ে শক্তিশালী সমাধানগুলি অগোছালো এবং অগঠিত তথ্যের ভাঙারে পরিণত হতে পারে, ডেটা লেককে ডেটা সোয়াম্পে পরিণত করে। এটি এড়াতে, কোম্পানিগুলিকে কেবল উপযুক্ত স্টোরেজ স্থাপত্য নির্বাচন করতে হবে না, বরং ডেটার মিনিমালিজম (ডেটা মিনিমালিজম), অ্যাক্সেস পরিচালনা এবং গুণমান নিয়ন্ত্রণের কৌশলগুলি বাস্তবায়ন করতে হবে, যা ডেটাকে সিদ্ধান্ত গ্রহণের একটি কার্যকরী সরঞ্জামে পরিণত করতে সক্ষম করবে।

ডেটা গভর্নেন্স, ডেটা মিনিমালিজম এবং ডেটা সোয়াম্প

ডেটা গভর্নেন্স, ডেটা মিনিমালিজম এবং ডেটা সোয়াম্পের সৃষ্টি প্রতিরোধের ধারণাগুলি বোঝা এবং বাস্তবায়ন করা—ডেটা স্টোরেজের সফল ব্যবস্থাপনা এবং ব্যবসার জন্য তাদের মূল্য নিশ্চিত করার জন্য মূল ফ্যাক্টর।-

গার্টনারের (২০১৭) একটি গবেষণার অনুযায়ী, বড় ডেটার ক্ষেত্রে ৮৫% প্রকল্প ব্যর্থ হয়, এবং এর একটি প্রধান কারণ হল ডেটার গুণমান এবং পরিচালনার অভাব।



ডেটা পরিচালনার কিছু মূল দিক হল ডেটা গভর্নেন্স এবং ডেটা মিনিমালিজম /

ডেটা গভর্নেন্স হল ডেটা ব্যবস্থাপনার একটি মৌলিক উপাদান, যা সমস্ত ব্যবসায়িক প্রক্রিয়ায় ডেটার যথাযথ এবং কার্যকর ব্যবহারের নিশ্চয়তা দেয়। এটি কেবল নিয়ম এবং পদ্ধতি প্রতিষ্ঠার বিষয়ে নয়, বরং ডেটার প্রাপ্যতা, নির্ভরযোগ্যতা এবং নিরাপত্তা নিশ্চিত করার বিষয়ে।

- ডেটার সংজ্ঞা এবং শ্রেণীবিভাগ: সত্তাগুলির স্পষ্ট সংজ্ঞা এবং শ্রেণীবিভাগ সংস্থাগুলিকে বোঝাতে সহায়তা করে যে কোম্পানির জন্য কোন সত্তাগুলি প্রয়োজন এবং সেগুলি কীভাবে ব্যবহার করা উচিত।
- অ্যাক্সেসের অধিকার এবং পরিচালনা: ডেটার অ্যাক্সেস এবং পরিচালনার জন্য নীতিমালা এবং পদ্ধতি তৈরি করা নিশ্চিত করে যে শুধুমাত্র অনুমোদিত ব্যবহারকারীরাই নির্দিষ্ট ডেটাতে অ্যাক্সেস পাবে।
- বাইরের হুমকির বিরুদ্ধে তথ্য সুরক্ষা: বাইরের হুমকির বিরুদ্ধে তথ্য সুরক্ষা হল তথ্য ব্যবস্থাপনার একটি মূল দিক। এতে কেবল প্রযুক্তিগত ব্যবস্থা নয়, কর্মচারীদের তথ্য সুরক্ষার মৌলিক বিষয়গুলো শেখানোও অন্তর্ভুক্ত।

তথ্যের ন্যূনতমতা (Data Minimalism) – এটি একটি পদ্ধতি যা তথ্যকে সবচেয়ে মূল্যবান এবং গুরুত্বপূর্ণ উপাদানগুলিতে সংকুচিত করে (চিত্র ৮.২৪), যা খরচ কমাতে এবং তথ্য ব্যবহারের কার্যকারিতা বাড়াতে সহায়তা করে।-

- সিদ্ধান্ত গ্রহণের প্রক্রিয়া সহজ করা: বস্তু এবং তাদের উপাদানগুলির সংখ্যা সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণগুলিতে সংকুচিত করা সিদ্ধান্ত গ্রহণের প্রক্রিয়াকে সহজ করে, তথ্য বিশ্লেষণ এবং প্রক্রিয়াকরণের জন্য প্রয়োজনীয় সময় এবং সম্পদ কমিয়ে।
- গুরুত্বপূর্ণ বিষয়ে ফোকাস করা: সবচেয়ে প্রাসঙ্গিক উপাদান এবং উপাদানগুলির নির্বাচন ব্যবসার জন্য সত্যিই গুরুত্বপূর্ণ তথ্যের উপর মনোযোগ কেন্দ্রীভূত করতে সহায়তা করে, অপ্রয়োজনীয় তথ্য এবং শব্দ দূর করে।
- সম্পদের কার্যকর বিতরণ: তথ্যের ন্যূনতমকরণ সম্পদগুলিকে আরও কার্যকরভাবে বিতরণ করতে সহায়তা করে, তথ্য সংরক্ষণ এবং প্রক্রিয়াকরণের খরচ কমিয়ে, তাদের গুণমান এবং সুরক্ষা বাড়িয়ে।

তথ্যের সাথে কাজ করার যুক্তি তৈরি হওয়া উচিত তাদের সৃষ্টির প্রক্রিয়া থেকে নয় (চিত্র ৮.২৪), বরং এই তথ্যের ভবিষ্যৎ ব্যবহারের দৃশ্যপটগুলি বোঝার মাধ্যমে, যা তথ্য উপাদানের প্রক্রিয়া শুরু হওয়ার আগেই। এই পদ্ধতি উপাদানগুলির জন্য ন্যূনতম প্রয়োজনীয়তা, তাদের প্রকার এবং সীমাবদ্ধ মানগুলি পূর্বনির্ধারণ করতে সহায়তা করে। এই প্রয়োজনীয়তাগুলি তথ্য মডেলে সঠিক এবং স্থিতিশীল উপাদান তৈরি করার ভিত্তি গঠন করে। তথ্যের উদ্দেশ্য এবং

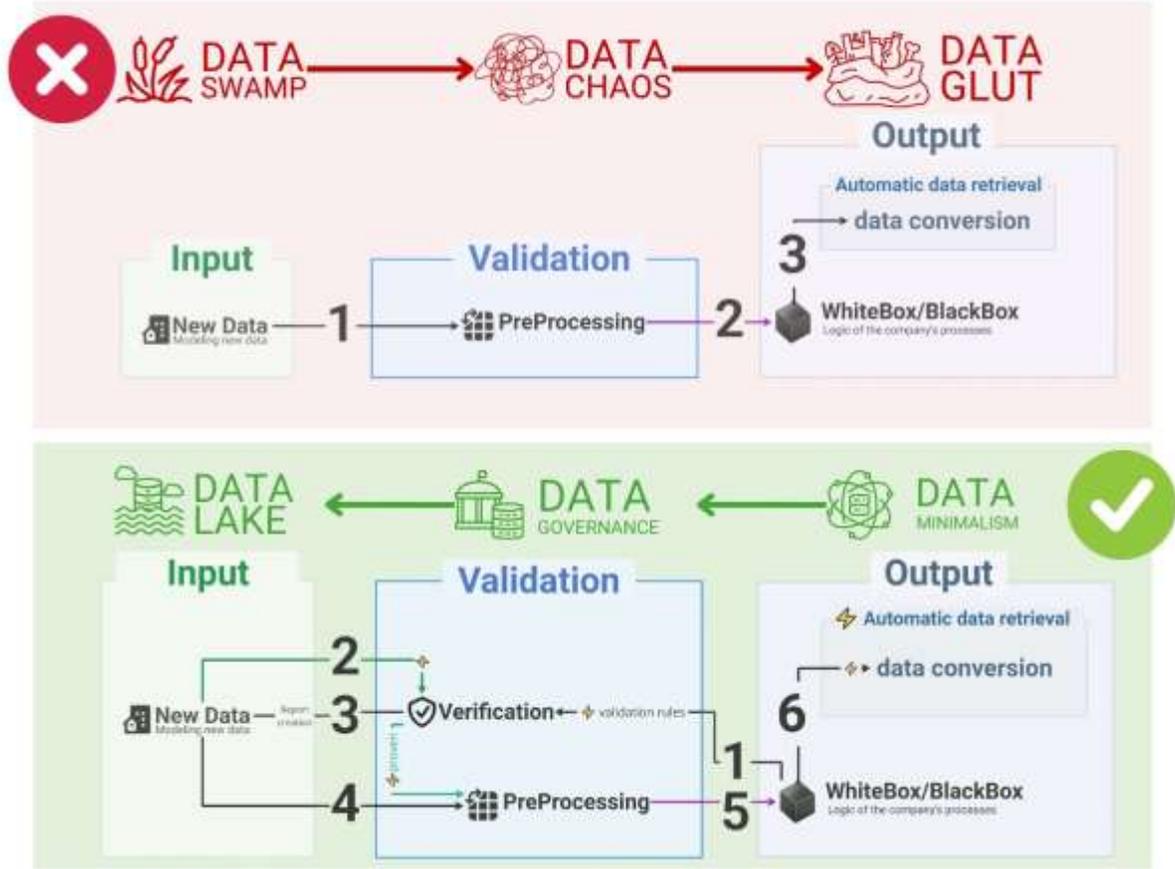
ব্যবহারের পদ্ধতিগুলির পূর্ববর্তী চিন্তা বিশ্লেষণের জন্য উপযোগী কাঠামো গঠনে সহায়তা করে। তথ্য মডেলিংয়ের ধারণাগত, যৌক্তিক এবং শারীরিক স্তরের পদ্ধতিগুলি সম্পর্কে আমরা "তথ্য মডেলিং: ধারণাগত, যৌক্তিক এবং শারীরিক মডেল" অধ্যায়ে আলোচনা করেছি।

ঐতিহ্যবাহী ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলিতে নির্মাণ কোম্পানির তথ্য প্রক্রিয়াকরণ প্রায়শই তথ্যের একটি জলাভূমিতে ফেলে দেওয়ার মতো, যেখানে প্রথমে তথ্য তৈরি করা হয় এবং পরে বিশেষজ্ঞরা সেগুলিকে অন্যান্য সিস্টেম এবং সরঞ্জামে একীভূত করার চেষ্টা করেন।

তথ্যের জলাভূমি (Data Swamp) – এটি তথ্য সংগ্রহ এবং সংরক্ষণের অযাচিত ফলাফল, যথাযথ সংগঠন, কাঠামো এবং ব্যবস্থাপনার অভাবে, যার ফলে তথ্য অগঠিত, ব্যবহার করা কঠিন এবং কম মূল্যবান হয়ে যায়।

তথ্যের প্রবাহকে জলাভূমিতে পরিণত হওয়া থেকে কীভাবে রোধ করবেন:

- তথ্যের কাঠামোর পরিচালনা: তথ্যের কাঠামোবদ্ধতা এবং শ্রেণীবিভাগ নিশ্চিত করা "তথ্যের জলাভূমি" প্রতিরোধ করতে সহায়তা করে, সেগুলিকে সুশৃঙ্খল এবং সহজলভ্য করে তোলে।
- তথ্য বোঝা এবং ব্যাখ্যা করা: তথ্যের উত্স, তাদের পরিবর্তন এবং মানগুলির স্পষ্ট বর্ণনা নিশ্চিত করে যে তথ্যগুলি সঠিকভাবে বোঝা এবং ব্যাখ্যা করা হবে।
- তথ্যের গুণমান বজায় রাখা: নিয়মিত রক্ষণাবেক্ষণ এবং তথ্য পরিষ্কার করা তাদের গুণমান, প্রাসঙ্গিকতা এবং বিশ্লেষণাত্মক ও ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলির জন্য মূল্য বজায় রাখতে সহায়তা করে।



চিত্র ৮.২৪ তথ্যের সংরক্ষণাগারে বিশৃঙ্খলা এড়াতে, তথ্য তৈরি করার প্রক্রিয়া শুরু করতে হবে উপাদানের প্রয়োজনীয়তা সংগ্রহের মাধ্যমে।

তথ্য ব্যবস্থাপনার নীতিগুলি এবং তথ্যের ন্যূনতমতা প্রক্রিয়াগুলিতে একীভূত করে, এবং তথ্যের সংরক্ষণাগারকে তথ্যের জলাভূমিতে পরিণত হওয়া থেকে সক্রিয়ভাবে প্রতিরোধ করে, প্রতিষ্ঠানগুলি তাদের তথ্যের সম্ভাবনাকে সর্বাধিক ব্যবহার করতে পারে।

ডেটা পরিচালনা এবং মিনিমালিজমের সমস্যাগুলির সমাধানের পর ডেটা ব্যবস্থাপনার পরবর্তী পর্যায় হল স্বয়ংক্রিয় প্রক্রিয়াকরণের মানকীকরণ, গুণমান নিশ্চিতকরণ এবং এমন পদ্ধতির বাস্তবায়ন যা ডেটাকে বিশ্লেষণ, রূপান্তর এবং সিদ্ধান্ত গ্রহণের জন্য সুবিধাজনক করে তোলে। এই কাজগুলোই DataOps এবং VectorOps পদ্ধতিগুলি করে, যা বড় তথ্য এবং মেশিন লার্নিং নিয়ে কাজ করা কোম্পানিগুলির জন্য গুরুত্বপূর্ণ সরঞ্জাম হয়ে উঠছে।

DataOps এবং VectorOps: ডেটার সাথে কাজের নতুন মান

যদি ডেটা গভর্নেন্স ডেটার নিয়ন্ত্রণ এবং সংগঠনের জন্য দায়ী হয়, তবে DataOps তাদের সঠিকতা, সামঞ্জস্য এবং কোম্পানির মধ্যে অবিচ্ছিন্ন গতিশীলতা নিশ্চিত করতে সহায়তা করে। এটি নির্মাণের জন্য কিছু ব্যবসায়িক ক্ষেত্রে বিশেষভাবে গুরুত্বপূর্ণ, যেখানে ডেটা অবিরাম উৎপন্ন হয় এবং সময়মতো প্রক্রিয়াকরণের প্রয়োজন হয়। উদাহরণস্বরূপ, যখন ভবনের তথ্য মডেল, প্রকল্পের প্রয়োজনীয়তা এবং বিশ্লেষণাত্মক রিপোর্টগুলি এক কর্মদিবসের

মধ্যে বিভিন্ন সিস্টেমের মধ্যে সমন্বয় করা প্রয়োজন, তখন DataOps-এর ভূমিকা গুরুত্বপূর্ণ হয়ে ওঠে। এটি ডেটা প্রক্রিয়াকরণের স্থিতিশীল এবং পুনরুত্পাদনযোগ্য প্রক্রিয়া তৈরি করতে সহায়তা করে, বিলম্ব এবং তথ্যের প্রাসঙ্গিকতা হারানোর ঝুঁকি কমায়।

ডেটা গভর্নেন্সের স্তরে পরিচালনা নিজেই যথেষ্ট নয় - এটি গুরুত্বপূর্ণ যে ডেটা কেবল সংরক্ষিত না হয়, বরং দৈনন্দিন অপারেশনগুলিতে সক্রিয়ভাবে ব্যবহৃত হয়। এখানেই DataOps সামনে আসে - একটি পদ্ধতি যা স্বয়ংক্রিয়করণ, সংহতি এবং ডেটার অবিচ্ছিন্ন প্রবাহ নিশ্চিত করার উপর দৃষ্টি নিবদ্ধ করে।

DataOps সংগঠনগুলিতে সহযোগিতা, সংহতি এবং ডেটার প্রবাহের স্বয়ংক্রিয়করণের উন্নতির উপর ফোকাস করে। DataOps-এর অনুশীলনগুলি ডেটার সঠিকতা, সামঞ্জস্য এবং প্রবেশযোগ্যতা বাড়াতে সহায়তা করে, যা ডেটা-ভিত্তিক অ্যাপ্লিকেশনের জন্য অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

DataOps-এর ইকোসিস্টেমের মূল সরঞ্জামগুলি হল Apache Airflow (চিত্র 7.44) - কাজের প্রবাহের অর্কেস্ট্রেশনের জন্য, এবং Apache NiFi (চিত্র 7.45) - ডেটার প্রবাহের রাউটিং এবং রূপান্তরের জন্য। এই প্রযুক্তিগুলি একসাথে মিলে নমনীয়, নির্ভরযোগ্য এবং স্কেলযোগ্য ডেটা পাইপলাইন তৈরি করতে সহায়তা করে, যা সিস্টেমগুলির মধ্যে তথ্যের স্বয়ংক্রিয় প্রক্রিয়াকরণ, নিয়ন্ত্রণ এবং সংহতি নিশ্চিত করে (বিস্তারিত জানার জন্য অধ্যায় "স্বয়ংক্রিয় ETL পাইপলাইন" দেখুন)। নির্মাণ প্রক্রিয়ায় DataOps পদ্ধতি বাস্তবায়নের সময় চারটি মৌলিক দিক বিবেচনায় নেওয়া গুরুত্বপূর্ণ:-

1. মানুষ এবং সরঞ্জাম ডেটার চেয়ে বেশি গুরুত্বপূর্ণ: বিচ্ছিন্ন ডেটা স্টোরেজকে প্রধান সমস্যা হিসাবে দেখা যেতে পারে, তবে বাস্তবে পরিস্থিতি আরও জটিল। ডেটার ফ্যাগমেন্টেশনের পাশাপাশি, দলের বিচ্ছিন্নতা এবং তাদের ব্যবহৃত সরঞ্জামগুলির বিচ্ছিন্নতা একটি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। নির্মাণে ডেটার সাথে কাজ করেন বিভিন্ন ক্ষেত্রের বিশেষজ্ঞরা: ডেটা ইঞ্জিনিয়ার এবং বিশ্লেষক, BI এবং ভিজ্যুয়লাইজেশন টিম, পাশাপাশি প্রকল্প এবং গুণমান ব্যবস্থাপনার বিশেষজ্ঞরা। তাদের প্রত্যেকেরই কাজ করার নিজস্ব পদ্ধতি রয়েছে, তাই একটি ইকোসিস্টেম তৈরি করা একটি গুরুত্বপূর্ণ ফ্যাক্টর হয়ে ওঠে, যেখানে ডেটা অংশগ্রহণকারীদের মধ্যে মুক্তভাবে স্থানান্তরিত হয়, একটি একক, সামঞ্জস্যপূর্ণ তথ্য সংস্করণ নিশ্চিত করে।
2. পরীক্ষণের স্বয়ংক্রিয়করণ এবং ত্রুটি সনাক্তকরণ: নির্মাণের তথ্য সর্বদা ত্রুটিযুক্ত থাকে, তা মডেলগুলির অযথা তথ্য, গণনার ভুল বা পুরনো স্পেসিফিকেশন হোক। নিয়মিত তথ্য পরীক্ষণ এবং পুনরাবৃত্ত ত্রুটিগুলি দূর করা তাদের গুণমান উল্লেখযোগ্যভাবে বাড়াতে সহায়ক। DataOps-এর আওতায়, স্বয়ংক্রিয় নিয়ন্ত্রণ এবং পরীক্ষার যন্ত্রগুলি প্রবর্তন করা আবশ্যিক, যা তথ্যের সঠিকতা পর্যবেক্ষণ করে, ত্রুটিগুলি বিশ্লেষণ করে এবং নিয়মিততা সনাক্ত করে, পাশাপাশি প্রতিটি কাজের চক্রে সিস্টেমিক ব্যর্থতাগুলি নথিভুক্ত এবং দূর করে। পরীক্ষণের স্বয়ংক্রিয়তার স্তর যত বেশি, তথ্যের সামগ্রিক গুণমান তত বেশি এবং চূড়ান্ত পর্যায়ে ত্রুটির সম্ভাবনা তত কম।
3. তথ্যকে ঠিক তেমনভাবে পরীক্ষা করা উচিত যেমন প্রোগ্রাম কোডকে: বেশিরভাগ নির্মাণ অ্যাপ্লিকেশন তথ্য প্রক্রিয়াকরণের উপর ভিত্তি করে, তবে তাদের নিয়ন্ত্রণ প্রায়শই গৌণ ভূমিকা পালন করে। যদি মেশিন লার্নিং মডেলগুলি অযথা তথ্যের উপর প্রশিক্ষিত হয়, তবে এটি ভুল পূর্বাভাস এবং আর্থিক ক্ষতির দিকে নিয়ে যায়। DataOps-এর আওতায়, তথ্যকে প্রোগ্রাম কোডের মতোই কঠোর পরীক্ষার মধ্য দিয়ে যেতে হবে: যৌক্তিক পরীক্ষা, চাপ পরীক্ষা, এবং ইনপুট মান পরিবর্তনের সময় মডেলগুলির আচরণের মূল্যায়ন। শুধুমাত্র পরীক্ষিত এবং নির্ভরযোগ্য তথ্যই ব্যবস্থাপনা সিদ্ধান্ত গ্রহণের ভিত্তি হিসেবে ব্যবহার করা যেতে পারে।
4. তথ্যের পর্যবেক্ষণ কর্মক্ষমতার ক্ষতি ছাড়াই: তথ্যের পর্যবেক্ষণ শুধুমাত্র মেট্রিক সংগ্রহ নয়, বরং গুণমান ব্যবস্থাপনার একটি কৌশলগত সরঞ্জাম। DataOps-এর কার্যকর কাজের জন্য, পর্যবেক্ষণকে তথ্যের সাথে কাজের প্রতিটি পর্যায়ে, নকশা থেকে শুরু করে কার্যকরী পর্যায়ে, অন্তর্ভুক্ত করা উচিত। এ ক্ষেত্রে, এটি গুরুত্বপূর্ণ যে পর্যবেক্ষণ সিস্টেমকে ধীর করে না। নির্মাণ প্রকল্পগুলিতে, তথ্য সংগ্রহ করা কেবল নয়, বরং এটি

এমনভাবে করা উচিত যাতে বিশেষজ্ঞদের (যেমন ডিজাইনারদের) কাজের উপর কোনও প্রভাব না পড়ে। এই ভারসাম্য গুণমান নিয়ন্ত্রণ করতে সহায়ক হয় কর্মক্ষমতার ক্ষতি ছাড়াই।

DataOps হল তথ্য বিশেষজ্ঞদের জন্য অতিরিক্ত বোঝা নয়, বরং তাদের কাজের ভিত্তি। DataOps প্রবর্তনের মাধ্যমে, নির্মাণ কোম্পানিগুলি তথ্য ব্যবস্থাপনার ক্ষেত্রে বিশৃঙ্খল ব্যবস্থাপনা থেকে একটি কার্যকর ইকোসিস্টেমে রূপান্তরিত হতে পারে, যেখানে তথ্য ব্যবসার জন্য কাজ করে।

VectorOps হল DataOps-এর পরবর্তী পর্যায়, যা বহু-মাত্রিক ভেক্টর তথ্যের প্রক্রিয়াকরণ, সংরক্ষণ এবং বিশ্লেষণের উপর দৃষ্টি নিবদ্ধ করে (যা পূর্ববর্তী অধ্যায়ে আলোচনা করা হয়েছিল)। এটি ডিজিটাল ডুয়াল, নিউরাল নেটওয়ার্ক মডেল এবং সেমান্টিক অনুসন্ধানের মতো ক্ষেত্রগুলিতে বিশেষভাবে প্রাসঙ্গিক, যা নির্মাণ শিল্পে আসতে শুরু করেছে। VectorOps ভেক্টর ডেটাবেসগুলির উপর নির্ভর করে, যা বহু-মাত্রিক বস্তুগুলির কার্যকরী সংরক্ষণ, সূচকায়ন এবং অনুসন্ধানের অনুমতি দেয়।

VectorOps হল DataOps-এর পরবর্তী পদক্ষেপ, যা নির্মাণে ভেক্টর তথ্যের প্রক্রিয়াকরণ, বিশ্লেষণ এবং ব্যবহারের উপর দৃষ্টি নিবদ্ধ করে। DataOps-এর তুলনায়, যা তথ্যের প্রবাহ, সামঞ্জস্য এবং গুণমানের উপর মনোযোগ কেন্দ্রীভূত করে, VectorOps বহু-মাত্রিক বস্তুগুলির প্রতিনিধিত্বের ব্যবস্থাপনায় মনোযোগ দেয়, যা মেশিন লার্নিংয়ের জন্য প্রয়োজনীয়।

ঐতিহ্যগত পদ্ধতির তুলনায়, VectorOps বস্তুগুলির আরও সঠিক বর্ণনা অর্জন করতে সক্ষম করে, যা ডিজিটাল ডুয়াল, জেনারেটিভ ডিজাইন সিস্টেম এবং CAD তথ্যের ভেক্টর ফরম্যাটে রূপান্তরিত ক্রটির স্বয়ংক্রিয় সনাক্তকরণের জন্য অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। DataOps এবং VectorOps-এর সমন্বিত প্রবর্তন একটি শক্তিশালী ভিত্তি গঠন করে বড় তথ্যের সাথে স্কেলযোগ্য, স্বয়ংক্রিয় কাজের জন্য – ক্লাসিক টেবিল থেকে শুরু করে সেমান্টিকভাবে সমৃদ্ধ স্থানীয় মডেল পর্যন্ত।

পরবর্তী পদক্ষেপ: বিশৃঙ্খল সংরক্ষণ থেকে কাঠামোগত সংরক্ষণে

ঐতিহ্যগত নির্মাণ তথ্য সংরক্ষণের পদ্ধতিগুলি প্রায়ই বিচ্ছিন্ন "তথ্যের সাইলো" তৈরি করে, যেখানে গুরুত্বপূর্ণ তথ্য বিশ্লেষণ এবং সিদ্ধান্ত গ্রহণের জন্য অপ্রাপ্য হয়ে পড়ে। আধুনিক তথ্য সংরক্ষণের ধারণাগুলি, যেমন ডেটা ওয়ারহাউস, ডেটা লেক এবং তাদের হাইব্রিডগুলি, বিচ্ছিন্ন তথ্যকে একত্রিত করতে এবং এটি কেন্দ্রীভূতভাবে ডেটা স্ট্রিমিং এবং ব্যবসায়িক বিশ্লেষণের জন্য উপলব্ধ করতে সক্ষম করে। উপযুক্ত সংরক্ষণ স্থাপত্য নির্বাচন করা গুরুত্বপূর্ণ, পাশাপাশি ডেটা পরিচালনার (ডেটা গভর্নেন্স) এবং ডেটা মিনিমালিজমের (ডেটা মিনিমালিজম) নীতিগুলি বাস্তবায়ন করা, যাতে সংরক্ষণাগারগুলি অর্থোডক্স "ডেটা সোয়াস্প" এ পরিণত না হয়।

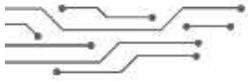
এই অংশের সারসংক্ষেপ করতে, কিছু মূল ব্যবহারিক পদক্ষেপ তুলে ধরা উচিত, যা আপনার দৈনন্দিন কাজগুলিতে আলোচিত ধারণাগুলি প্রয়োগ করতে সহায়তা করবে:

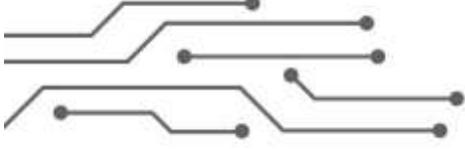
- কার্যকরী তথ্য সংরক্ষণের ফরম্যাট নির্বাচন করুন
 - বড় পরিমাণ তথ্য সংরক্ষণের জন্য CSV এবং XLSX থেকে আরও কার্যকরী ফরম্যাট (অ্যাপাচ পারকেট, ORC) এ যান
 - পরিবর্তনগুলি ট্র্যাক করার জন্য তথ্যের সংস্করণ নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা বাস্তবায়ন করুন
 - তথ্যের কাঠামো এবং উত্স বর্ণনা করতে মেটাডেটা ব্যবহার করুন
- কোম্পানির একটি একক তথ্য স্থাপত্য তৈরি করুন

- বিভিন্ন তথ্য সংরক্ষণ স্থাপত্যের তুলনা করুন: RDBMS, DWH এবং ডেটা লেক। আপনার স্কেলেবিলিটি, উত্সের একীকরণ এবং বিশ্লেষণাত্মক প্রক্রিয়াকরণের জন্য সবচেয়ে উপযুক্তটি নির্বাচন করুন
- আপনার কাজের জন্য বিভিন্ন উত্স থেকে তথ্য আহরণ, লোডিং এবং রূপান্তরের (ETL) প্রক্রিয়ার একটি মানচিত্র ডিজাইন করুন। Miro, Lucidchart বা Draw.io এর মতো ভিজ্যুয়লাইজেশন টুল ব্যবহার করুন যাতে মূল পদক্ষেপ এবং একীকরণের পয়েন্টগুলি স্পষ্টভাবে উপস্থাপন করা যায়
- ডেটা গভর্নেন্স এবং ডেটা মিনিমালিজমের অনুশীলনগুলি বাস্তবায়ন করুন
 - ডেটা মিনিমালিজমের পদ্ধতি অনুসরণ করুন - কেবলমাত্র সেই তথ্য সংরক্ষণ এবং প্রক্রিয়া করুন যা সত্যিই মূল্যবান
 - ডেটা গভর্নেন্সের নীতিগুলি বাস্তবায়ন করুন - তথ্যের জন্য দায়িত্ব নির্ধারণ করুন, গুণমান এবং স্বচ্ছতা নিশ্চিত করুন
 - ডেটা পরিচালনার নীতি এবং DataOps, VectorOps ধারণাগুলি সম্পর্কে আরও জানুন
 - DataOps এর আওতায় তথ্যের গুণমানের মানদণ্ড এবং যাচাইকরণের প্রক্রিয়া নির্ধারণ করুন

একটি ভালভাবে সংগঠিত তথ্য সংরক্ষণ কোম্পানির বিশ্লেষণাত্মক প্রক্রিয়াগুলির কেন্দ্রীকরণের ভিত্তি তৈরি করে। অযৌক্তিক ফাইল সংগ্রহ থেকে কাঠামোবদ্ধ সংরক্ষণাগারে স্থানান্তর তথ্যকে একটি কৌশলগত সম্পদে রূপান্তরিত করতে সক্ষম করে, যা যুক্তিসঙ্গত সিদ্ধান্ত গ্রহণে সহায়তা করে এবং ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলির কার্যকারিতা বাড়ায়।

একবার তথ্য সংগ্রহ, রূপান্তর, বিশ্লেষণ এবং কাঠামোবদ্ধ সংরক্ষণের প্রক্রিয়া স্বয়ংক্রিয় এবং মানক হয়ে গেলে, ডিজিটাল রূপান্তরের পরবর্তী পর্যায় হল বড় তথ্য (বিগ ডেটা) নিয়ে পূর্ণাঙ্গ কাজ করা।





IX অংশ

বড় ডেটা, মেশিন লার্নিং এবং পূর্বাভাস

নবম অংশটি বৃহৎ তথ্য, মেশিন লার্নিং এবং নির্মাণ শিল্পে পূর্বাভাসের উপর নিবেদিত। এখানে অন্তর্দৃষ্টিপূর্ণ সিদ্ধান্ত গ্রহণ থেকে ঐতিহাসিক তথ্যের ভিত্তিতে অবজেক্টিভ বিশ্লেষণে রূপান্তরের আলোচনা করা হয়েছে। বাস্তব উদাহরণগুলির মাধ্যমে নির্মাণে বৃহৎ তথ্যের বিশ্লেষণ প্রদর্শিত হয় - সান ফ্রান্সিসকোর নির্মাণ অনুমতির তথ্য সেট বিশ্লেষণ থেকে শুরু করে মিলিয়ন উপাদানের CAD প্রকল্পের প্রক্রিয়াকরণ পর্যন্ত। নির্মাণ প্রকল্পের খরচ এবং সময়ের পূর্বাভাসের জন্য মেশিন লার্নিং পদ্ধতিগুলির প্রতি বিশেষ মনোযোগ দেওয়া হয়েছে, যেখানে লিনিয়ার রিগ্রেশন এবং k -নিকটতম প্রতিবেশী অ্যালগরিদমের বিস্তারিত বিশ্লেষণ করা হয়েছে। দেখানো হয়েছে কিভাবে কাঠামোবদ্ধ তথ্য পূর্বাভাস মডেলের ভিত্তি হয়ে ওঠে, যা ঝুঁকি মূল্যায়ন, সম্পদ অপ্টিমাইজেশন এবং প্রকল্প ব্যবস্থাপনার দক্ষতা বাড়াতে সহায়তা করে। অংশটিতে প্রতিনিধিত্বমূলক তথ্য নির্বাচন করার জন্য সুপারিশও অন্তর্ভুক্ত রয়েছে এবং কেন কার্যকর বিশ্লেষণের জন্য সর্বদা বিশাল তথ্য ভাণ্ডার প্রয়োজন হয় না তা ব্যাখ্যা করা হয়েছে।

অধ্যায় 9.1. বড় ডেটা এবং তাদের বিশ্লেষণ

বৃহৎ তথ্য নির্মাণে: অন্তর্দৃষ্টি থেকে পূর্বাভাসযোগ্যতায়

"বৃহৎ তথ্য" শব্দটির কোনও কঠোর সংজ্ঞা নেই। মূলত এই ধারণাটি তখন উদ্ভূত হয়েছিল যখন তথ্যের পরিমাণ ঐতিহ্যগত প্রক্রিয়াকরণের ক্ষমতাকে অতিক্রম করতে শুরু করে। আজ, অনেক শিল্পে, নির্মাণ সহ, তথ্যের পরিমাণ এবং জটিলতা এতটাই বেড়ে গেছে যে এটি স্থানীয় কম্পিউটারের মেমরিতে ফিট হচ্ছে না এবং এর প্রক্রিয়াকরণের জন্য নতুন প্রযুক্তির প্রয়োজন।

বৃহৎ তথ্যের সাথে কাজ করার মূল বিষয় হল কেবল সংরক্ষণ এবং প্রক্রিয়াকরণ নয়, বরং পূর্বাভাস দেওয়ার ক্ষমতা। নির্মাণ শিল্পে বৃহৎ তথ্যগুলি অন্তর্দৃষ্টিপূর্ণ সিদ্ধান্ত থেকে যুক্তিসঙ্গত পূর্বাভাসের দিকে নিয়ে যায়, যা বাস্তব পর্যবেক্ষণ এবং পরিসংখ্যান দ্বারা সমর্থিত।

প্রচলিত ধারণার বিপরীতে, বৃহৎ তথ্যের সাথে কাজ করার উদ্দেশ্য হল "যন্ত্রকে মানুষের মতো চিন্তা করতে বাধ্য করা" নয়, বরং তথ্যের বিশাল ভাণ্ডারের বিশ্লেষণের জন্য গাণিতিক মডেল এবং অ্যালগরিদম প্রয়োগ করা, যাতে নিয়মগুলি চিহ্নিত করা, ঘটনাগুলির পূর্বাভাস দেওয়া এবং প্রক্রিয়াগুলিকে অপ্টিমাইজ করা যায়।

বৃহৎ তথ্য (Big Data) হল অ্যালগরিদমের একটি শীতল জগত, যা মানব প্রভাব থেকে মুক্ত নয়। বরং, বৃহৎ তথ্য আমাদের অন্তর্দৃষ্টি, ভুল এবং সৃজনশীলতার সাথে কাজ করে। মানব চিন্তার অপ্রকৃততা অস্বাভাবিক সমাধান খুঁজে বের করতে এবং অগ্রগতির জন্য সুযোগ তৈরি করতে সহায়তা করে।

ডিজিটাল প্রযুক্তির বিকাশের সাথে সাথে নির্মাণে IT ক্ষেত্র থেকে আসা তথ্য প্রক্রিয়াকরণের পদ্ধতিগুলি সক্রিয়ভাবে প্রয়োগ করা শুরু হয়েছে। Pandas এবং Apache Parquet-এর মতো সরঞ্জামের মাধ্যমে, কাঠামোবদ্ধ এবং অ-কাঠামোবদ্ধ তথ্য একত্রিত করা যেতে পারে, যা তথ্যের অ্যাক্সেসকে সহজতর করে এবং বিশ্লেষণে ক্ষতি কমাতে, এবং নথি বা CAD প্রকল্পের বৃহৎ তথ্য সেটগুলি (ছবি 9.210 - ছবি 9.212) প্রকল্পের জীবনচক্রের সকল পর্যায়ে তথ্য সংগ্রহ, বিশ্লেষণ এবং পূর্বাভাস দেওয়ার সুযোগ দেয়।-

বৃহৎ তথ্য নির্মাণ শিল্পে রূপান্তরকারী প্রভাব ফেলে, এটি সম্ভাব্যভাবে বিভিন্ন দিক থেকে প্রভাবিত করে। বৃহৎ তথ্য প্রযুক্তির প্রয়োগ কয়েকটি মূল ক্ষেত্রে ফলাফল নিয়ে আসে, যার মধ্যে উদাহরণস্বরূপ নিম্নলিখিতগুলি অন্তর্ভুক্ত রয়েছে:

- **বিনিয়োগের সম্ভাবনার বিশ্লেষণ - পূর্ববর্তী প্রকল্পের তথ্যের ভিত্তিতে প্রকল্পের লাভজনকতা এবং ফেরত সময়ের পূর্বাভাস।**
- **পূর্বাভাসমূলক রক্ষণাবেক্ষণ - প্রকৃত ঘটনার আগে যন্ত্রপাতির সম্ভাব্য ব্যর্থতা চিহ্নিত করা, যা অচলাবস্থার সময় কমাতে।**
- **সরবরাহ চেইন অপ্টিমাইজেশন - ব্যাঘাতের পূর্বাভাস এবং লজিস্টিকের কার্যকারিতা বৃদ্ধি।**
- **শক্তি দক্ষতার বিশ্লেষণ - কম শক্তি খরচের সাথে ভবন ডিজাইন করতে সহায়তা।**
- **নিরাপত্তা পর্যবেক্ষণ - নির্মাণস্থলে অবস্থার ট্র্যাকিংয়ের জন্য সেন্সর এবং পরিধানযোগ্য ডিভাইসের ব্যবহার।**
- **গুণমান নিয়ন্ত্রণ - বাস্তব সময়ে প্রযুক্তিগত মানের সাথে সামঞ্জস্য পর্যবেক্ষণ।**
- **শ্রম সম্পদ ব্যবস্থাপনা - কর্মক্ষমতা বিশ্লেষণ এবং জনশক্তির প্রয়োজনীয়তার পূর্বাভাস।**

নির্মাণের ক্ষেত্রে এমন কোনো ক্ষেত্র খুঁজে পাওয়া কঠিন যেখানে ডেটা বিশ্লেষণ এবং পূর্বাভাসের প্রয়োজনীয়তা নেই। পূর্বাভাসের অ্যালগরিদমগুলির প্রধান সুবিধা হল তাদের স্বশিক্ষণ এবং তথ্য সংগ্রহের সাথে সাথে ক্রমাগত উন্নতির ক্ষমতা।

আগামী ভবিষ্যতে কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা কেবল নির্মাতাদের সহায়তা করবে না, বরং ডিজাইন প্রক্রিয়া থেকে শুরু করে ভবনের পরিচালনার বিষয়গুলোতে মূল সিদ্ধান্ত গ্রহণ করবে।

পূর্বাভাস কিভাবে গঠিত হয় এবং শিক্ষণীয় মডেলগুলি কিভাবে ব্যবহার করা হয় সে সম্পর্কে বিস্তারিত আলোচনা করা হবে বইয়ের পরবর্তী অংশে: "যন্ত্র শেখা এবং পূর্বাভাস"।

বড় ডেটার সাথে পূর্ণাঙ্গ কাজের জন্য বিশ্লেষণের পদ্ধতির পরিবর্তন প্রয়োজন। যদি পূর্ববর্তী ক্লাসিক সিস্টেমগুলিতে কারণ-ফল সম্পর্কের উপর মূল মনোযোগ দেওয়া হয়, তবে বড় ডেটার বিশ্লেষণে পরিসংখ্যানগত নিয়ম এবং সম্পর্ক খোঁজার দিকে মনোযোগ দেওয়া হয়, যা গোপন সম্পর্কগুলি চিহ্নিত করতে এবং সমস্ত কারণের পূর্ণ বোঝাপড়া ছাড়াই বস্তুর আচরণ পূর্বাভাস করতে সহায়তা করে।

বড় ডেটার প্রয়োজনীয়তা: সম্পর্ক, পরিসংখ্যান এবং ডেটা স্যাম্পলিং।

ঐতিহ্যগতভাবে নির্মাণের ক্ষেত্রে ব্যক্তিগত অনুমান এবং অভিজ্ঞতার উপর নির্ভর করা হত। প্রকৌশলীরা অনুমান করতেন - একটি নির্দিষ্ট সম্ভাবনার সাথে - যে উপাদানটি কিভাবে আচরণ করবে, কোন লোডগুলি কাঠামো সহ্য করবে এবং প্রকল্পটি কতদিন চলবে। এই অনুমানগুলি প্রায়শই সময়, সম্পদ এবং ভবিষ্যতের ঝুঁকির মূল্য দিয়ে পরীক্ষিত হত।

বড় ডেটার আবির্ভাবের সাথে সাথে পদ্ধতি মৌলিকভাবে পরিবর্তিত হচ্ছে: এখন সিদ্ধান্তগুলি অন্তর্দৃষ্টির অনুমানের ভিত্তিতে নয়, বরং ব্যাপক তথ্য ভাণ্ডারের বিশ্লেষণের ফলস্বরূপ নেওয়া হচ্ছে। নির্মাণ ধীরে ধীরে অন্তর্দৃষ্টির শিল্প থেকে পূর্বাভাসের একটি সঠিক বিজ্ঞানে পরিণত হচ্ছে।

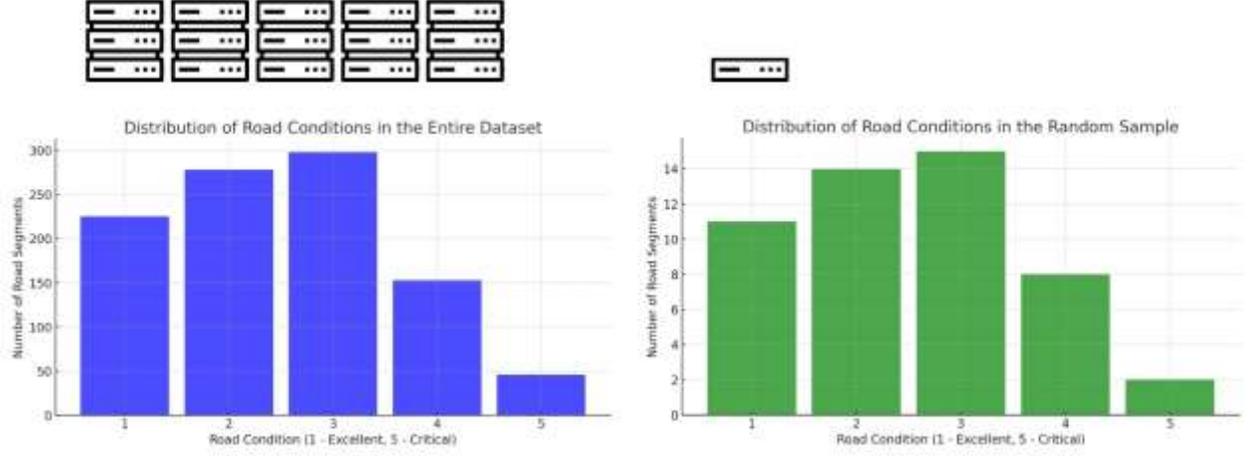
বড় ডেটা ব্যবহারের ধারণায় পরিবর্তন অনিবার্যভাবে একটি গুরুত্বপূর্ণ প্রশ্ন উত্থাপন করে: ডেটার পরিমাণ কতটা গুরুত্বপূর্ণ এবং নির্ভরযোগ্য পূর্বাভাস বিশ্লেষণের জন্য আসলে কত তথ্য প্রয়োজন? "যত বেশি ডেটা - তত বেশি সঠিকতা" এই প্রচলিত মতামতটি বাস্তবে পরিসংখ্যানের দৃষ্টিকোণ থেকে সর্বদা যুক্তিসঙ্গত নয়।

১৯৩৪ সালে পরিসংখ্যানবিদ ইজি নেমান প্রমাণ করেছিলেন যে পরিসংখ্যানগত সিদ্ধান্তগুলির সঠিকতার চাবিকাঠি ডেটার পরিমাণে নয়, বরং তাদের প্রতিনিধিত্ব এবং নমুনার এলোমেলোতায়।

এটি বিশেষভাবে নির্মাণ শিল্পে প্রাসঙ্গিক, যেখানে আইওটি সেন্সর, স্ক্যানার, নজরদারি ক্যামেরা, ড্রোন এবং এমনকি বিভিন্ন ফরম্যাটের সিএডি মডেলের মাধ্যমে বিশাল পরিমাণ ডেটা সংগ্রহ করা হয়, যা "অন্ধ স্থান", আউটলায়ার এবং ডেটায় বিকৃতি তৈরির ঝুঁকি বাড়ায়।

আসুন রাস্তার পৃষ্ঠের অবস্থার পর্যবেক্ষণের একটি উদাহরণ বিবেচনা করি। সমস্ত রাস্তার অংশের সম্পূর্ণ ডেটাসেট X জিবি জায়গা নিতে পারে এবং প্রক্রিয়াকরণের জন্য প্রায় এক দিন সময় লাগতে পারে। অন্যদিকে, শুধুমাত্র প্রতি 50 তম অংশ অন্তর্ভুক্ত একটি এলোমেলো নমুনা X/50 জিবি জায়গা নেবে এবং আধা ঘন্টায় প্রক্রিয়া হবে, এই সময় নির্দিষ্ট

গণনার জন্য সমান সঠিকতা নিশ্চিত করবে (চিত্র 9.11)।



চিত্র 9.11 রাস্তার পৃষ্ঠের অবস্থার হিস্টোগ্রাম: সম্পূর্ণ ডেটাসেট এবং এলোমেলো নমুনা একই ফলাফল দেখায় /

সুতরাং, সফল ডেটা বিশ্লেষণের একটি মূল ফ্যাক্টর প্রায়শই তাদের পরিমাণ নয়, বরং নমুনার প্রতিনিধিত্বশীলতা এবং ব্যবহৃত প্রক্রিয়াকরণের গুণমান। এলোমেলো নমুনায় এবং আরও নির্বাচনী পদ্ধতিতে যাওয়া নির্মাণ শিল্পে চিন্তাধারার পরিবর্তন প্রয়োজন। ঐতিহাসিকভাবে, কোম্পানিগুলি যুক্তি দিয়েছে: "যত বেশি ডেটা, তত ভাল", বিশ্বাস করে যে সমস্ত সম্ভাব্য সূচকগুলির অন্তর্ভুক্তি সর্বাধিক সঠিকতা নিশ্চিত করবে।

এই পদ্ধতি প্রকল্প ব্যবস্থাপনায় একটি জনপ্রিয় ভুল ধারণার সাথে সাদৃশ্যপূর্ণ: "যত বেশি বিশেষজ্ঞ আমি নিয়োগ করব, তত কার্যকরী হবে কাজ"। তবে, কর্মীদের ক্ষেত্রে যেমন, গুণমান এবং সরঞ্জামই পরিমাণের চেয়ে বেশি গুরুত্বপূর্ণ। ডেটা বা প্রকল্পের অংশগ্রহণকারীদের মধ্যে সম্পর্ক (কোরেলেশন) বিবেচনায় না নিলে, পরিমাণের বৃদ্ধি কেবল শব্দ, বিকৃতি, পুনরাবৃত্তি এবং অযৌক্তিক আউটলায়ার তৈরি করতে পারে।

ফলস্বরূপ, প্রায়শই দেখা যায় যে একটি ছোট, কিন্তু গুণগতভাবে প্রস্তুত ডেটাসেট থাকে অনেক বেশি উৎপাদনশীল, যা স্থিতিশীল এবং যুক্তিসঙ্গত পূর্বাভাস দিতে সক্ষম, বরং একটি বিশাল, কিন্তু বিশৃঙ্খল তথ্যের উপর নির্ভর করা, যা অনেক বিরোধী সংকেত ধারণ করে।

অতিরিক্ত ডেটার পরিমাণ কেবল বৃহত্তর সঠিকতা নিশ্চিত করে না, বরং বিকৃত ফলাফলের দিকে নিয়ে যেতে পারে - শব্দ, অতিরিক্ত বৈশিষ্ট্য, লুকানো সম্পর্ক এবং অপ্রাসঙ্গিক তথ্যের উপস্থিতির কারণে। এই অবস্থায়, মডেলগুলির অতিরিক্ত প্রশিক্ষণের ঝুঁকি বাড়ে এবং বিশ্লেষণাত্মক ফলাফলের নির্ভরযোগ্যতা কমে যায়।

নির্মাণে, বড় ডেটার সাথে কাজ করার প্রধান চ্যালেঞ্জ হল ডেটার সর্বোত্তম পরিমাণ এবং গুণমান নির্ধারণ করা। উদাহরণস্বরূপ, কংক্রিটের কাঠামোর অবস্থার পর্যবেক্ষণে হাজার হাজার সেন্সর ব্যবহার এবং প্রতি মিনিটে তথ্য সংগ্রহ করা সঞ্চয় এবং বিশ্লেষণ সিস্টেমকে অতিরিক্ত চাপ দিতে পারে। তবে, যদি সম্পর্কের বিশ্লেষণ করা হয় এবং 10% সবচেয়ে তথ্যবহুল সেন্সর নির্বাচন করা হয়, তবে প্রায় একই পূর্বাভাসের সঠিকতা পাওয়া যেতে পারে, অনেক কম সম্পদ ব্যয় করে, কখনও কখনও দশগুণ বা শতগুণ কম।

ছোট ডেটার একটি উপসেট ব্যবহার করা প্রয়োজনীয় সঞ্চয়ের পরিমাণ এবং প্রক্রিয়াকরণের সময় উভয়ই কমিয়ে দেয়, যা সঞ্চয় এবং ডেটা বিশ্লেষণের খরচ উল্লেখযোগ্যভাবে হ্রাস করে এবং প্রায়শই বড় অবকাঠামোগত প্রকল্পগুলির জন্য

বা বাস্তব সময়ে কাজ করার সময় এলোমেলো নমুনা পূর্বাভাস বিশ্লেষণের জন্য আদর্শ সমাধান করে। শেষ পর্যন্ত, নির্মাণ প্রক্রিয়ার কার্যকারিতা সংগৃহীত ডেটার পরিমাণ দ্বারা নয়, বরং তাদের বিশ্লেষণের গুণমান দ্বারা নির্ধারিত হয়। সমালোচনামূলক দৃষ্টিভঙ্গি এবং যত্নশীল বিশ্লেষণের অভাব থাকলে, ডেটা ভুল সিদ্ধান্তে নিয়ে যেতে পারে।

একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ ডেটার পরে, প্রতিটি নতুন তথ্যের একক ইউনিট আরও কম উপকারী ফলাফল দেয়। অসীম তথ্য সংগ্রহের পরিবর্তে, এর প্রতিনিধিত্বশীলতা এবং বিশ্লেষণের পদ্ধতিতে মনোনিবেশ করা গুরুত্বপূর্ণ (চিত্র 9.22)।

এই ফেনোমেননটি অ্যালেন ওয়ালিস দ্বারা ভালভাবে বর্ণিত হয়েছে, যিনি মার্কিন নৌবাহিনীর দুটি বিকল্প গোলাবারুদ ডিজাইনের পরীক্ষার উদাহরণে পরিসংখ্যানগত পদ্ধতির ব্যবহার চিত্রিত করেছেন।

মার্কিন নৌবাহিনী দুটি বিকল্প গোলাবারুদ ডিজাইন (A এবং B) পরীক্ষা করেছিল, জোড়া শটের একটি সিরিজ পরিচালনা করে। প্রতিটি রাউন্ডে A 1 বা 0 পায়, B এর তুলনায় তার বৈশিষ্ট্যগুলি ভাল বা খারাপ হলে, এবং বিপরীতভাবে। স্ট্যান্ডার্ড পরিসংখ্যানগত পদ্ধতি একটি নির্দিষ্ট পরীক্ষার সংখ্যা (যেমন 1000) পরিচালনা করা এবং শতাংশ বিতরণের ভিত্তিতে বিজয়ী নির্ধারণ করা (যেমন, যদি A 53% এর বেশি ক্ষেত্রে 1 পায়, তবে এটি সেরা হিসাবে বিবেচিত হয়)। যখন অ্যালেন ওয়ালিস এই সমস্যাটি নৌবাহিনীর ক্যাপ্টেন গ্যারেট এল. শাইলারের সাথে আলোচনা করেছিলেন, ক্যাপ্টেন বিরোধিতা করেছিলেন যে এই ধরনের পরীক্ষা, অ্যালেনের বর্ণনা অনুযায়ী, অকার্যকর হতে পারে। যদি শাইলারের মতো একজন জ্ঞানী এবং অভিজ্ঞ আর্টিলারি অফিসার সেখানে থাকতেন, তবে তিনি প্রথম কয়েকশো শটের পরে দেখতে পেতেন যে পরীক্ষাটি সম্পন্ন করার প্রয়োজন নেই হয় নতুন পদ্ধতি স্পষ্টভাবে খারাপ, অথবা এটি স্পষ্টভাবে আশা করা হয়েছে তার চেয়ে ভাল। দ্বিতীয় বিশ্বযুদ্ধের সময় কলম্বিয়া বিশ্ববিদ্যালয়ে মার্কিন সরকারী পরিসংখ্যান গবেষণা গ্রুপ

এই নীতি বিভিন্ন শিল্পে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়। উদাহরণস্বরূপ, চিকিৎসাবিজ্ঞানে নতুন ওষুধের ক্লিনিকাল গবেষণা এলোমেলোভাবে নির্বাচিত রোগীদের উপর পরিচালিত হয়, যা জনসংখ্যার পুরো অংশে ওষুধটি পরীক্ষা করার প্রয়োজন ছাড়াই পরিসংখ্যানগতভাবে গুরুত্বপূর্ণ ফলাফল অর্জন করতে সক্ষম করে। অর্থনীতি এবং সমাজবিজ্ঞানে প্রতিনিধিত্বমূলক জরিপ পরিচালিত হয়, যা দেশের প্রতিটি বাসিন্দাকে জিজ্ঞাসা না করেই সমাজের মতামত প্রতিফলিত করে।

রাষ্ট্র এবং গবেষণা সংস্থাগুলি সাধারণ সামাজিক প্রবণতাগুলি বোঝার জন্য জনসংখ্যার ছোট গ্রুপগুলির উপর জরিপ পরিচালনা করার মতো, নির্মাণ শিল্পের কোম্পানিগুলি কার্যকরভাবে প্রকল্প পরিচালনার জন্য ডেটার এলোমেলো নমুনা ব্যবহার করতে পারে।

বড় ডেটা সামাজিক বিজ্ঞানের পদ্ধতিকে পরিবর্তন করতে পারে, তবে পরিসংখ্যানগত সাধারণ বোধকে প্রতিস্থাপন করবে না।

- থমাস ল্যান্ডসাল-ওয়েলফেয়ার, "বর্তমানে জাতির মেজাজের পূর্বাভাস", সিগনিফিকেন্স v. 9(4), 2012

ভবিষ্যতের পূর্বাভাস এবং সিদ্ধান্ত গ্রহণের জন্য ডেটা সংগ্রহের সময় সম্পদের সাশ্রয়ের দৃষ্টিকোণ থেকে, গুরুত্বপূর্ণ প্রশ্ন হল: বিশাল ডেটা সংগ্রহ এবং প্রক্রিয়াকরণের জন্য উল্লেখযোগ্য অর্থ ব্যয় করা কি যুক্তিসঙ্গত, যখন একটি

উল্লেখযোগ্যভাবে ছোট এবং সস্তা পরীক্ষামূলক ডেটা সেট ব্যবহার করা যেতে পারে, যা ধাপে ধাপে স্কেল করা যায়? এলোমেলো নমুনার কার্যকারিতা দেখায় যে কোম্পানিগুলি ডেটা সংগ্রহ এবং মডেল প্রশিক্ষণের জন্য খরচ দশগুণ বা এমনকি হাজারগুণ কমাতে পারে, এমন ডেটা সংগ্রহের পদ্ধতি নির্বাচন করে যা সর্বজনীন কভারেজের প্রয়োজন হয় না, তবে যথেষ্ট সঠিকতা এবং প্রতিনিধিত্ব নিশ্চিত করে। এই পদ্ধতি এমনকি ছোট কোম্পানিগুলিকে বড় কর্পোরেশনের স্তরে ফলাফল অর্জন করতে সক্ষম করে, উল্লেখযোগ্যভাবে কম সম্পদ এবং ডেটার পরিমাণ ব্যবহার করে, যা কোম্পানিগুলির জন্য গুরুত্বপূর্ণ যারা খরচ অপ্টিমাইজ করতে এবং যুক্তিসঙ্গত সিদ্ধান্ত গ্রহণের প্রক্রিয়াকে ত্বরান্বিত করতে চায়, সীমিত সম্পদের ভিত্তিতে। পরবর্তী অধ্যায়গুলিতে পাবলিক ডেটা সেটের উপর ভিত্তি করে বিশ্লেষণ এবং পূর্বাভাসের উদাহরণগুলি আলোচনা করা হবে, বড় ডেটার সরঞ্জামগুলি ব্যবহার করে।

বৃহৎ তথ্য: সান ফ্রান্সিসকোর এক মিলিয়ন নির্মাণ অনুমতির ডেটাসেটের তথ্য বিশ্লেষণ

খোলা ডেটাসেটের সাথে কাজ করা পূর্ববর্তী অধ্যায়গুলিতে আলোচনা করা নীতিগুলিকে বাস্তবে প্রয়োগ করার একটি অনন্য সুযোগ প্রদান করে: যুক্তিসঙ্গত বৈশিষ্ট্য নির্বাচন, প্রতিনিধিত্বমূলক নমুনা, ভিজ্যুয়লাইজেশন এবং সমালোচনামূলক বিশ্লেষণ। এই অধ্যায়ে আমরা দেখব কীভাবে খোলা ডেটা ব্যবহার করে একটি বড় শহরে নির্মাণ কার্যকলাপের মতো জটিল ঘটনা তদন্ত করা যায় - বিশেষ করে সান ফ্রান্সিসকোর নির্মাণ অনুমতির এক মিলিয়নেরও বেশি রেকর্ড ব্যবহার করে।

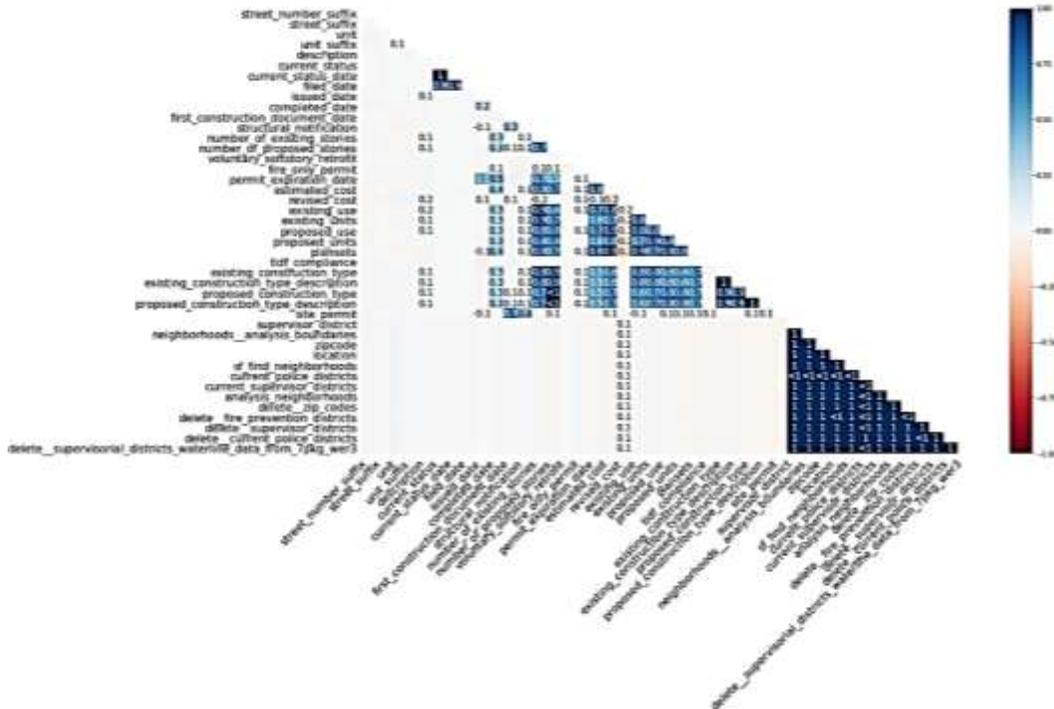
সান ফ্রান্সিসকোর "বিব্লিং ডিপার্টমেন্ট" থেকে প্রাপ্ত এক মিলিয়নেরও বেশি নির্মাণ অনুমতির (চিত্র 9.12) জনসাধারণের ডেটা আমাদেরকে কাঁচা CSV টেবিল ব্যবহার করে শহরের নির্মাণ কার্যকলাপের পাশাপাশি সান ফ্রান্সিসকোর নির্মাণ শিল্পের সাম্প্রতিক প্রবণতা এবং ইতিহাসের সমালোচনামূলক বিশ্লেষণ করার সুযোগ দেয়, যা 1980 থেকে 2019 সালের মধ্যে ঘটে।

ডেটাসেটের ভিজ্যুয়লাইজেশন তৈরির জন্য ব্যবহৃত কোডের উদাহরণ (চিত্র 9.13- চিত্র 9.18), পাশাপাশি কোড, ব্যাখ্যা এবং মন্তব্য সহ ভিজ্যুয়াল গ্রাফগুলি "সান ফ্রান্সিসকো। নির্মাণ খাত 1980-2019" অনুসন্ধানের মাধ্যমে Kaggle প্ল্যাটফর্মে পাওয়া যাবে।-

| permit_creation_date | description | current_status | current_status_date | filed_date | issued_date | completed_date |
|----------------------|-------------------------|----------------|---------------------|------------|-------------|----------------|
| 07/01/1998 | repair stucco | complete | 07/07/1998 | 07/01/1998 | 07/01/1998 | 07/07/1998 |
| 12/13/2004 | reroofing | expired | 01/24/2006 | 12/13/2004 | 12/13/2004 | NaN |
| 02/18/1992 | install auto fire spks. | complete | 06/29/1992 | 02/18/1992 | 03/18/1992 | 06/29/1992 |

| permit_number | permit_expiration_date | estimated_cost | revised_cost | existing_use | Zipcode | Location |
|---------------|------------------------|----------------|--------------|--------------|-------------------|--|
| 362780 | 9812394 | 11/01/1998 | 780.0 | NaN | 1 family dwelling | 94123.0 (37 7963488790498, -122 4322641443574) |
| 570817 | 200412131233 | 06/13/2005 | 9000.0 | 9000.0 | apartments | 94127.0 (37 729258518008388, -122 4644245667482) |
| 198411 | 9202396 | 09/15/1992 | 9000.0 | NaN | apartments | 94111.0 (37 79506002552974, -122 3959224461805) |

চিত্র 9.12 ডেটাসেটগুলি বিভিন্ন বৈশিষ্ট্যের সাথে নির্মাণ অনুমতি প্রদানের তথ্য ধারণ করে /

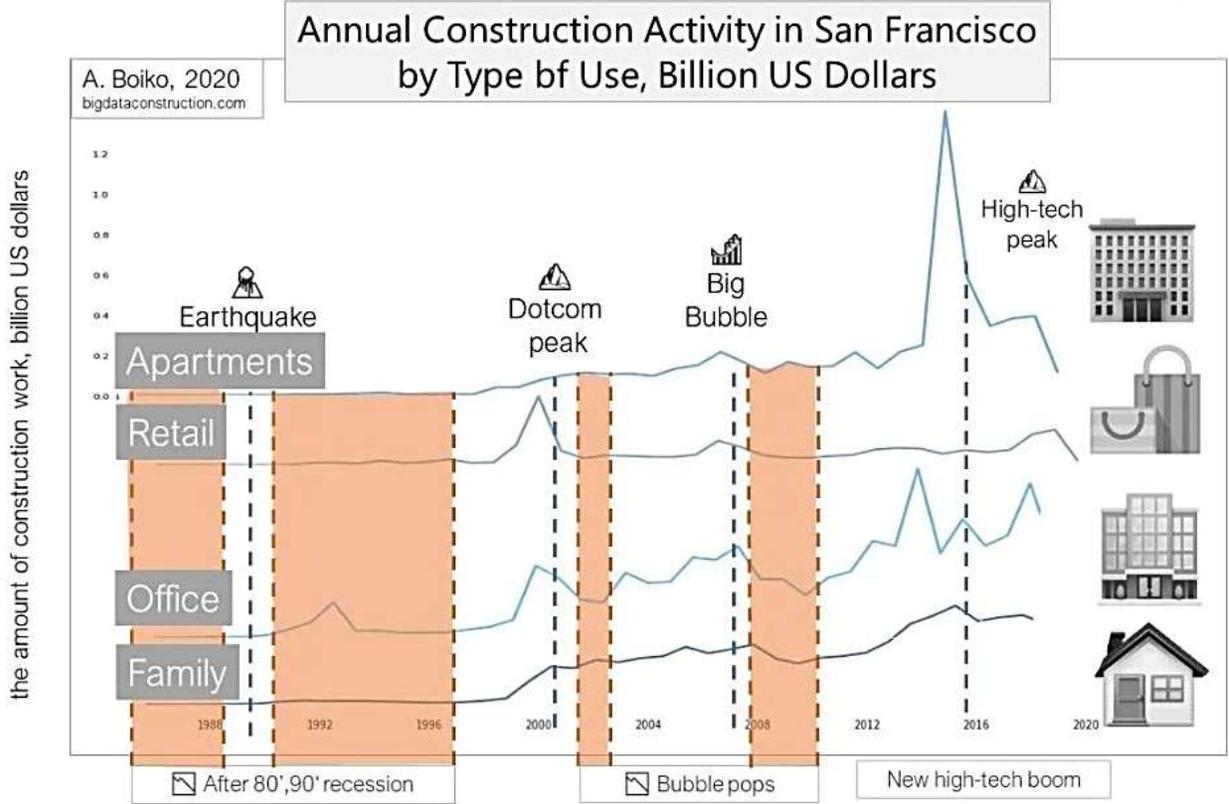
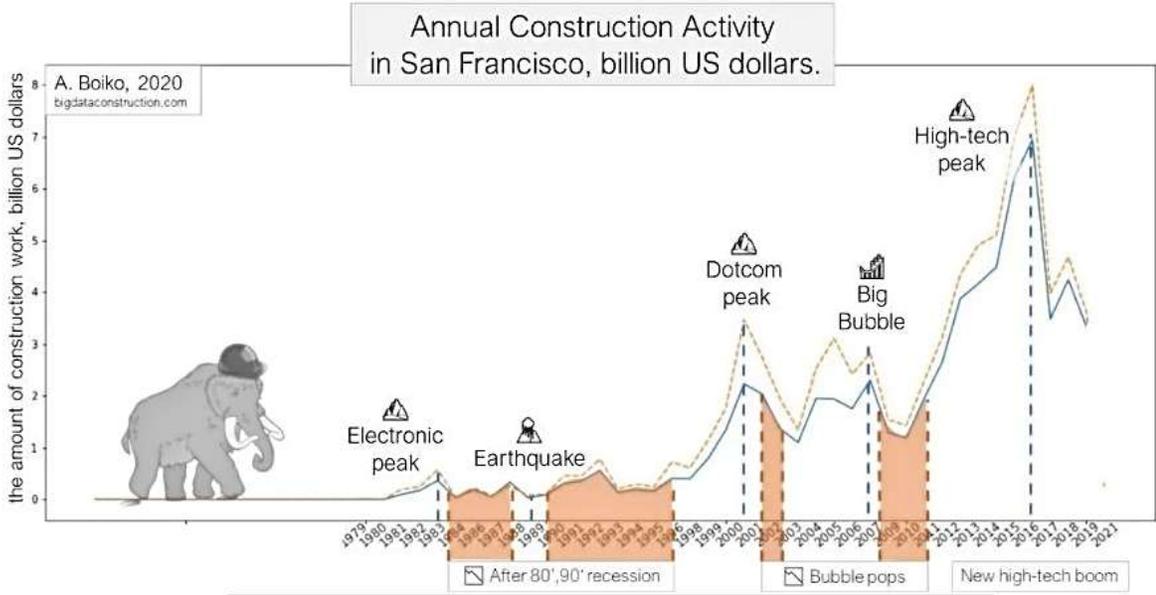


চিত্র 9.13 তাপমানের মানচিত্র (Pandas এবং Seaborn), যা ডেটাসেটের সমস্ত বৈশিষ্ট্যকে ভিজ্যুয়ালাইজ করে এবং বৈশিষ্ট্য জোড়ের মধ্যে সম্পর্কগুলি চিহ্নিত করতে সহায়তা করে।

সান ফ্রান্সিসকোর বিল্ডিং ডিপার্টমেন্ট দ্বারা প্রদত্ত টেবিল থেকে (চিত্র 9.12) কোনও প্রবণতা বা সিদ্ধান্ত দেখা যাচ্ছে না। টেবিলের আকারে শুষ্ক সংখ্যা সিদ্ধান্ত গ্রহণের ভিত্তি নয়। ডেটাগুলিকে দৃশ্যমানভাবে বোঝার জন্য, যা ডেটা ভিজ্যুয়ালাইজেশন অধ্যায়ে বিস্তারিত আলোচনা করা হয়েছে, সেগুলিকে বিভিন্ন লাইব্রেরির মাধ্যমে ভিজ্যুয়ালাইজ করতে হবে, যা বইয়ের সপ্তম অংশে "ETL এবং ফলাফলগুলির ভিজ্যুয়ালাইজেশন" বিষয়ে আলোচনা করা হয়েছে।

Pandas DataFrame এবং Python ভিজ্যুয়ালাইজেশন লাইব্রেরিগুলির সাহায্যে 1,137,695 অনুমতির ডেটা বিশ্লেষণ করে দেখা যায় যে সান ফ্রান্সিসকোর নির্মাণ কার্যকলাপ অর্থনৈতিক চক্রের সাথে ঘনিষ্ঠভাবে সম্পর্কিত, বিশেষ করে সিলিকন ভ্যালির প্রযুক্তিগত শিল্পের দ্রুত বিকাশের সাথে (চিত্র 9.14)।

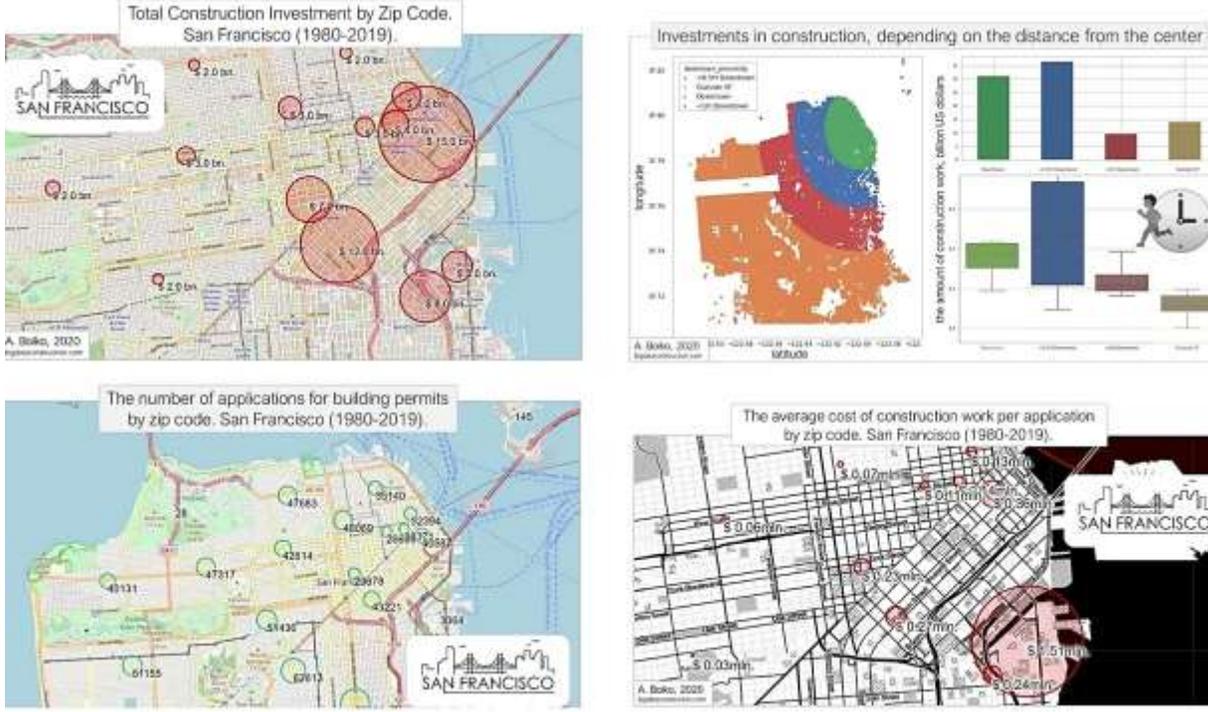
অর্থনৈতিক উত্থান এবং পতন নির্মাণ প্রকল্পের সংখ্যা এবং খরচে উল্লেখযোগ্য প্রভাব ফেলে। উদাহরণস্বরূপ, প্রথম নির্মাণ কার্যকলাপের শিখর 1980-এর দশকের মাঝামাঝি ইলেকট্রনিক্সের উত্থানের সাথে মিলে যায় (Pandas এবং Matplotlib ব্যবহার করা হয়েছে), এবং পরবর্তী শিখর এবং পতনগুলি ডটকম বুদ্ধি এবং সাম্প্রতিক বছরের প্রযুক্তিগত উত্থানের সাথে সম্পর্কিত।



চিত্র 9.14 সান ফ্রান্সিসকোর রিয়েল এস্টেট ক্ষেত্রে বিনিয়োগগুলি সিলিকন ভ্যালির প্রযুক্তিগত উন্নয়নের সাথে সম্পর্কিত /

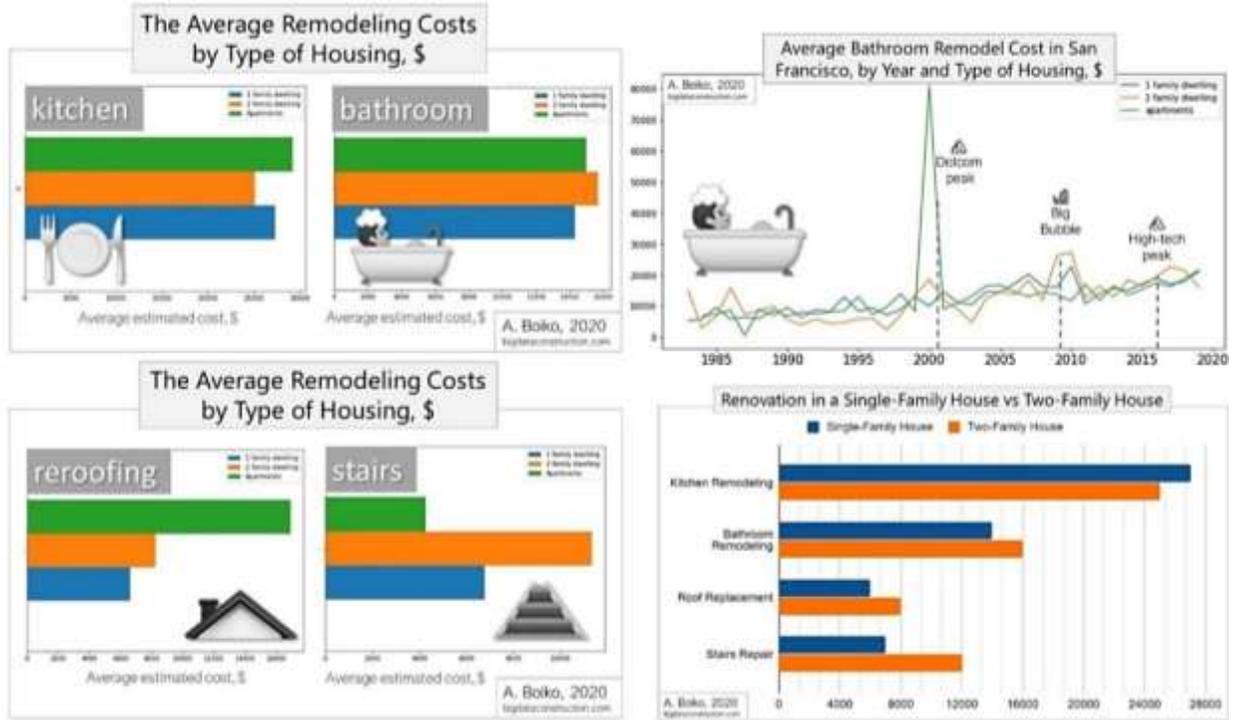
ডেটা বিশ্লেষণ অনুমান করে যে সান ফ্রান্সিসকোতে গত দশকে নির্মাণ এবং পুনর্নির্মাণে বিনিয়োগের 91.5 বিলিয়ন ডলারের মধ্যে প্রায় 75% - কেন্দ্র শহরে (চিত্র 9.15 - Pandas এবং Folium ভিজ্যুয়ালাইজেশন লাইব্রেরি ব্যবহার করা হয়েছে) এবং শহরের কেন্দ্র থেকে 2 কিমি ব্যাসার্ধের মধ্যে কেন্দ্রীভূত হয়েছে, যা এই কেন্দ্রীয় অঞ্চলে বিনিয়োগের উচ্চ ঘনত্বকে প্রতিফলিত করে।

নির্মাণ অনুমতির গড় মূল্য অঞ্চলভেদে উল্লেখযোগ্যভাবে পরিবর্তিত হয়, যেখানে শহরের কেন্দ্রে আবেদনগুলি শহরের বাইরের তুলনায় তিনগুণ বেশি খরচ হয়, যা জমির, শ্রমের, উপকরণের উচ্চতর খরচ এবং শক্তি দক্ষতা বাড়ানোর জন্য ব্যয়বহুল উপকরণ ব্যবহারের জন্য কঠোর নির্মাণ নিয়মের কারণে ঘটে।



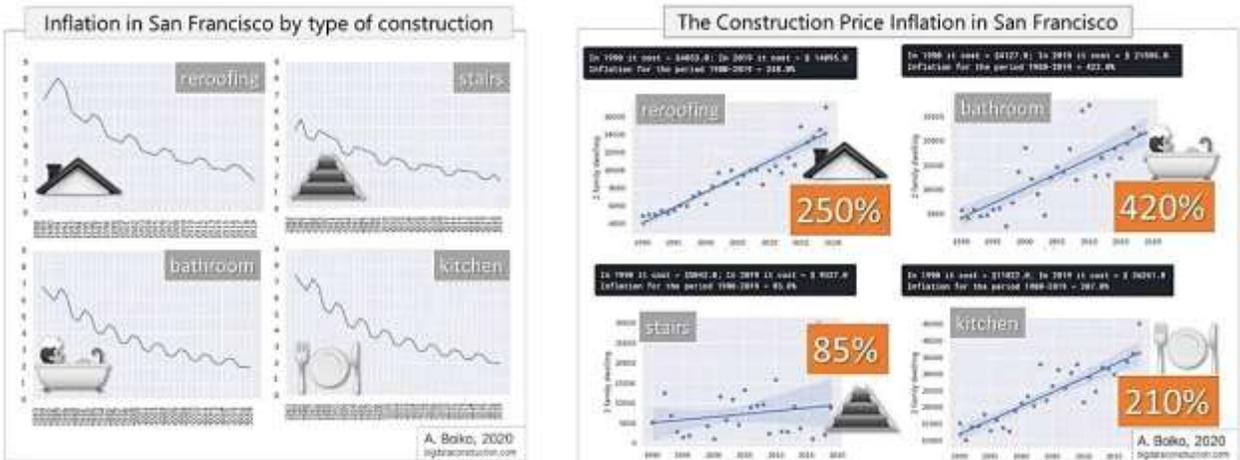
চিত্র ৯.১৫ সান ফ্রান্সিসকোতে ৭৫ শতাংশ নির্মাণ বিনিয়োগ (৯১.৫ বিলিয়ন ডলার) শহরের কেন্দ্রে কেন্দ্রীভূত।

ডেটাসেটটি বাড়ির প্রকার এবং শহরের বিভিন্ন অঞ্চল ও পৃথক ঠিকানাগুলির (পোস্টাল কোড) ভিত্তিতে গড় মেরামতের মূল্য হিসাব করার সুযোগও দেয়। সান ফ্রান্সিসকোতে আবাসিক মেরামতের খরচের গতিবিদ্যা বিভিন্ন প্রকারের মেরামত এবং আবাসনের জন্য স্পষ্ট প্রবণতা প্রদর্শন করে (চিত্র ৯.১৬ - প্যাডাস এবং ম্যাটপ্লটলিব ব্যবহার করা হয়েছে)। রান্নাঘরের মেরামত বাথরুমের মেরামতের তুলনায় উল্লেখযোগ্যভাবে বেশি ব্যয়বহুল: একক পরিবারের বাড়ির জন্য গড় রান্নাঘরের মেরামত প্রায় ২৮,০০০ ডলার, যেখানে দুই পরিবারের বাড়ির জন্য এটি ২৫,০০০ ডলার।



চিত্র ৯.১৬ সান ফ্রান্সিসকোতে রান্নাঘরের মেরামত বাথরুমের মেরামতের প্রায় দ্বিগুণ খরচ হয় এবং বাড়ির মালিকদের মূল আবাসিক মেরামতের খরচ কভার করার জন্য ১৫ বছর ধরে প্রতি মাসে ৩৫০ ডলার সঞ্চয় করতে হবে।

সান ফ্রান্সিসকোতে নির্মাণ খরচের মুদ্রাস্ফীতি সময়ের সাথে সাথে বিশ্লেষণ করা যায়, আবাসনের প্রকার এবং বছরের ভিত্তিতে সংগৃহীত ডেটা বিশ্লেষণ করে (চিত্র ৯.১৭ - প্যান্ডাস এবং সিবর্ন ব্যবহার করা হয়েছে), যা ১৯৯০ সাল থেকে গড় মেরামতের খরচের ধারাবাহিক বৃদ্ধিকে প্রদর্শন করে এবং বহুতল আবাসনের মেরামতের খরচে স্বল্পমেয়াদী তিন বছরের চক্রগুলি চিহ্নিত করে।

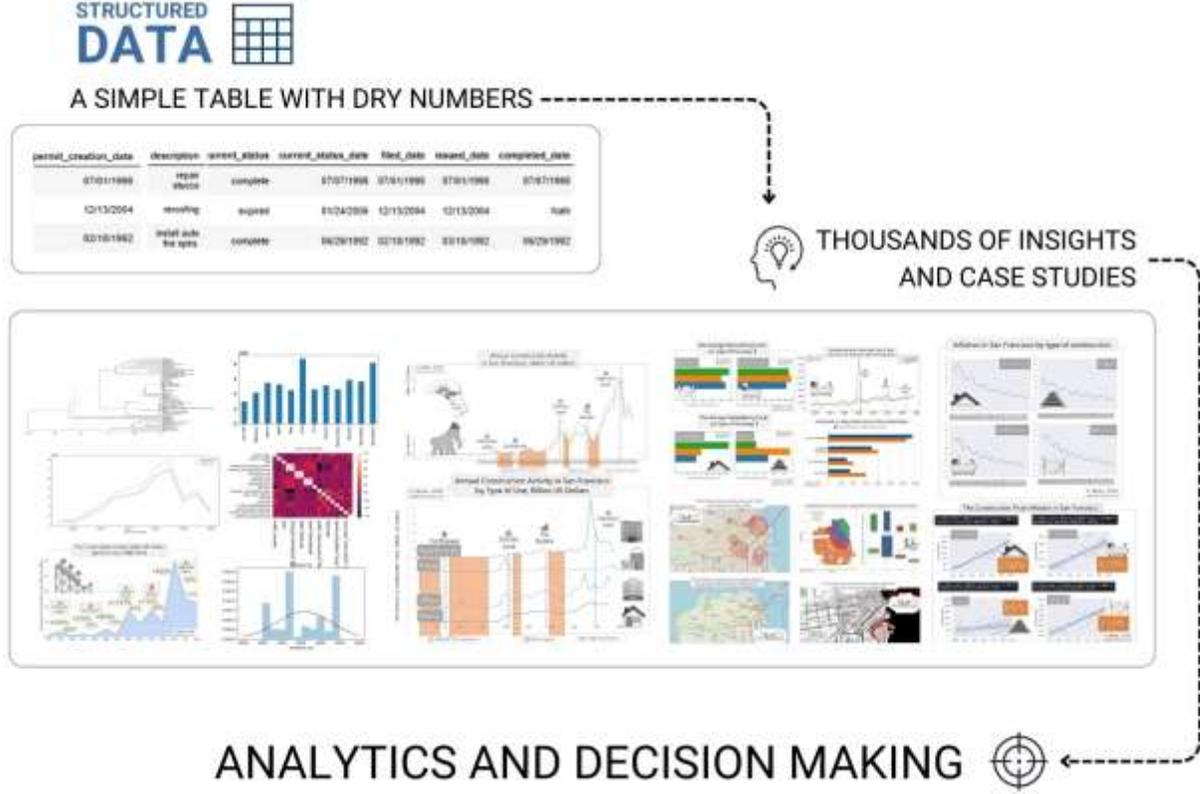


চিত্র ৯.১৭ ১৯৮০ থেকে ২০১৯ সালের মধ্যে সান ফ্রান্সিসকোতে বাথরুমের মেরামতের খরচ পাঁচগুণ বেড়েছে, যেখানে ছাদ এবং রান্নাঘরের মেরামত তিনগুণ এবং সিঁড়ির মেরামত মাত্র ৮৫% বেড়েছে।

সান ফ্রান্সিসকোর নির্মাণ বিভাগের খোলামেলা ডেটা গবেষণা (চিত্র ৯.১৩) দেখায় যে শহরের নির্মাণ খরচ অত্যন্ত

পরিবর্তনশীল এবং প্রায়শই অপ্রত্যাশিত, যা বিভিন্ন কারণে প্রভাবিত হয়। এই কারণগুলির মধ্যে রয়েছে অর্থনৈতিক বৃদ্ধি, প্রযুক্তিগত উদ্ভাবন এবং বিভিন্ন ধরনের আবাসনের অনন্য প্রয়োজনীয়তা।

অতীতে, এই ধরনের বিশ্লেষণ পরিচালনার জন্য প্রোগ্রামিং এবং বিশ্লেষণে গভীর জ্ঞান প্রয়োজন ছিল। তবে LLM-সরঞ্জামের আবির্ভাবের সাথে, এই প্রক্রিয়াটি নির্মাণ শিল্পের প্রকৌশলী থেকে শুরু করে কোম্পানির শীর্ষ ব্যবস্থাপনা পর্যন্ত বিস্তৃত পেশাদারদের জন্য উপলব্ধ এবং বোঝার জন্য সহজ হয়ে উঠেছে।



চিত্র ৯.১৮ দৃশ্যমান ডেটায় রূপান্তর সিদ্ধান্ত গ্রহণের প্রক্রিয়াকে স্বয়ংক্রিয় করতে সক্ষম করে গোপন প্যাটার্নগুলি চিহ্নিত করার মাধ্যমে /

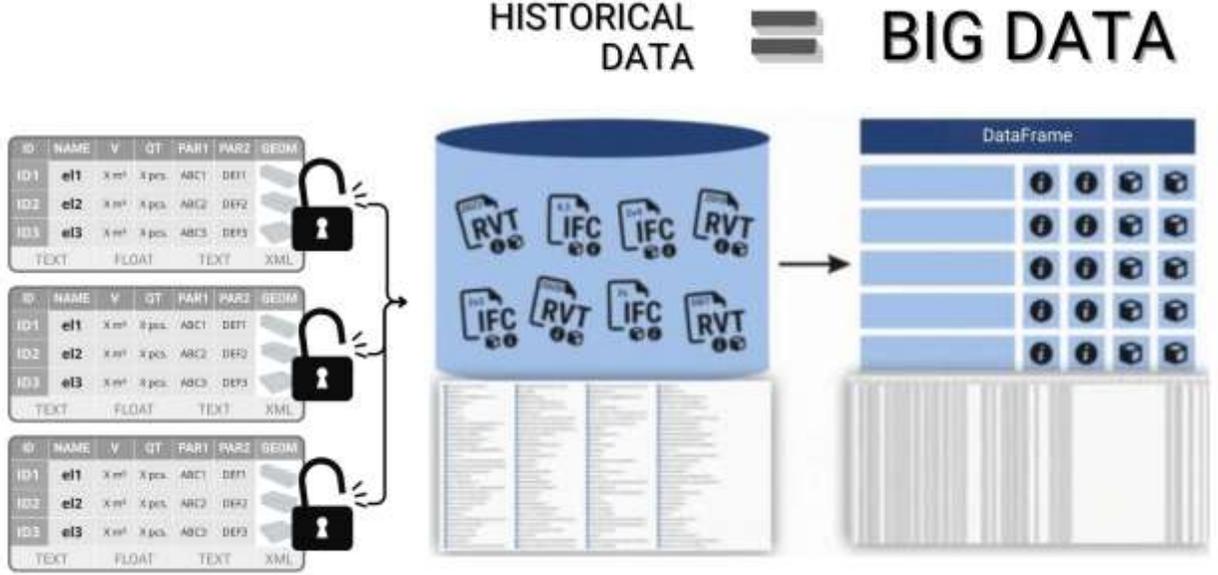
সান ফ্রান্সিসকোর নির্মাণ ব্যবস্থাপনার টেবিল ডেটা বিশ্লেষণের মতো, আমরা যে কোনও ডেটাসেট - ছবি এবং নথি থেকে শুরু করে আইওটি ডেটা বা CAD ডেটাবেস থেকে প্রাপ্ত ডেটা - ভিজুয়লাইজ এবং বিশ্লেষণ করতে পারি।

বড় ডেটার উদাহরণ CAD (BIM) ডেটার ভিত্তিতে।

পরবর্তী উদাহরণে, আমরা বিভিন্ন CAD (BIM) সরঞ্জাম থেকে তথ্য ব্যবহার করে একটি বৃহৎ ডেটাসেট বিশ্লেষণ করব। একটি বিশেষায়িত স্বয়ংক্রিয় ওয়েব ক্রলার (স্ক্রিপ্ট) ব্যবহার করে, যা স্বয়ংক্রিয়ভাবে প্রকল্পের ফাইলগুলি খুঁজে বের করতে এবং সংগ্রহ করতে কনফিগার করা হয়েছিল, বিনামূল্যে আর্কিটেকচারাল মডেল সরবরাহকারী সাইটগুলি থেকে RVT এবং IFC ফরম্যাটে প্রকল্পের ফাইল সংগ্রহ করা হয়েছে। কয়েক দিনের মধ্যে, ক্রলার সফলভাবে ৪,৫৯৬টি IFC ফাইল এবং ৬,৪৭১টি RVT ফাইল এবং ১৫৬,০২৪টি DWG ফাইল ডাউনলোড করেছে।

RVT এবং IFC বিভিন্ন সংস্করণের প্রকল্পগুলি সংগ্রহ করার পর, সেগুলিকে বিনামূল্যে SDK ব্যবহার করে CSV ফরম্যাটে রূপান্তর করা হয়েছে, প্রায় ১০,০০০ প্রকল্প RVT এবং IFC একত্রিত করে একটি বৃহৎ Apache Parquet টেবিল ফাইলে

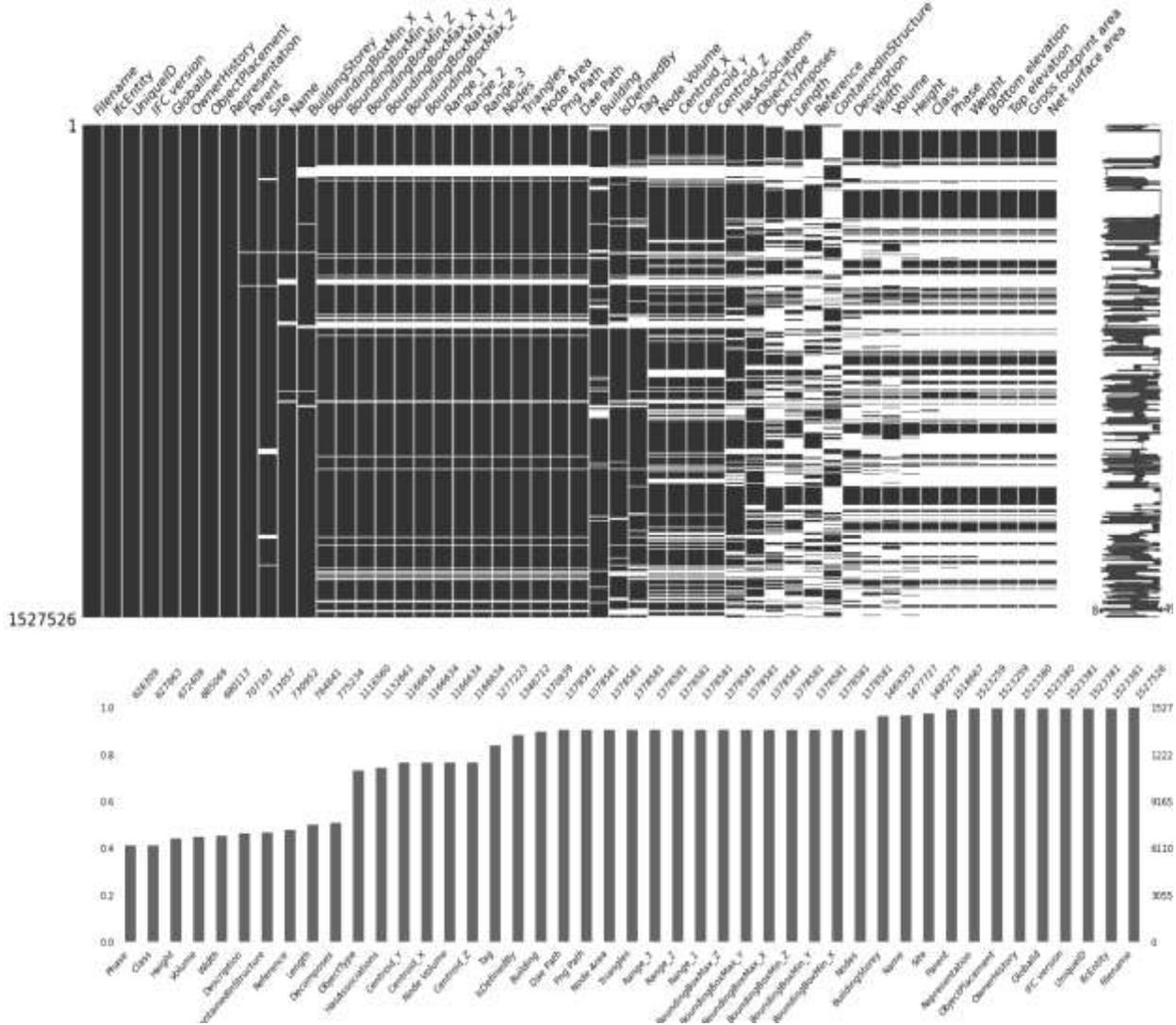
রূপান্তরিত করা হয়েছে এবং বিশ্লেষণের জন্য Pandas DataFrame-এ লোড করা হয়েছে।-



প্রকল্পের কাঠামোবদ্ধ তথ্য যে কোনও সংখ্যক প্রকল্পকে একটি দ্বিমাত্রিক টেবিলে একত্রিত করতে সক্ষম করে।

এই বিশাল সংগ্রহের তথ্যগুলিতে নিম্নলিখিত বিবরণ অন্তর্ভুক্ত রয়েছে: IFC ফাইলগুলির সেটে প্রায় ৪ মিলিয়ন সত্তা (লাইন) এবং ২৪,৯৬২টি বৈশিষ্ট্য (কলাম) রয়েছে, এবং RVT ফাইলগুলির সেটে প্রায় ৬ মিলিয়ন সত্তা (লাইন) রয়েছে, যা ২৭,০২৫টি বিভিন্ন বৈশিষ্ট্য (কলাম) ধারণ করে।

এই তথ্যের সেটগুলি (চিত্র ৯.১১০) মিলিয়নেরও বেশি উপাদানকে অন্তর্ভুক্ত করে, যার জন্য প্রতিটি উপাদানের জন্য অতিরিক্তভাবে Bounding Box (প্রকল্পে একটি বস্তুর সীমানা নির্ধারণকারী আয়তক্ষেত্র) এর জ্যামিতিক কোঅর্ডিনেট এবং প্রতিটি উপাদানের PNG ফরম্যাটে চিত্র এবং DAE (Collada) খোলামেলা ফরম্যাটে জ্যামিতি তৈরি করা হয়েছে।



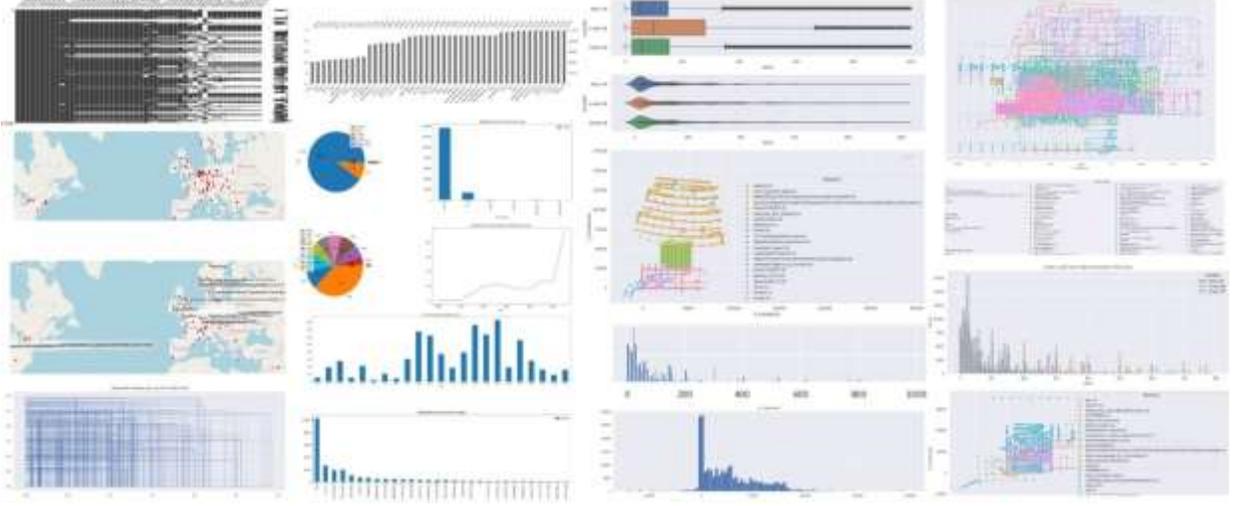
চিত্র ৯.১১০ ১.৫ মিলিয়ন উপাদানের সাবসেট এবং প্রথম ১০০টি বৈশিষ্ট্যের পূর্ণতার ভিজ্যুয়ালাইজেশন (missingno লাইব্রেরি) হিসাবের একটি হিস্টোগ্রাম।

এইভাবে, আমরা ৪,৫৯৬টি IFC প্রকল্প এবং ৬,৪৭১টি RVT প্রকল্প থেকে দশকগুলোর তথ্য সংগ্রহ করেছি, যেখানে সমস্ত বৈশিষ্ট্য-গুণাবলী এবং তাদের জ্যামিতি (Bounding Box) একটি টেবিলের (DataFrame) কাঠামোবদ্ধ রূপে রূপান্তরিত হয়েছে।-

বিশ্লেষণের প্রক্রিয়ায় নির্মিত হিস্টোগ্রামগুলি (চিত্র ৯.১১০, চিত্র ৯.২৬, চিত্র ৯.২৭) দ্রুত তথ্যের ঘনত্ব এবং কলামে মানগুলির উপস্থিতির ফ্রিকোয়েন্সি মূল্যায়ন করতে সহায়তা করে। এটি বৈশিষ্ট্যগুলির বিতরণ, অনুপস্থিতির উপস্থিতি এবং বিশ্লেষণ এবং মেশিন লার্নিং মডেল তৈরির সময় পৃথক বৈশিষ্ট্যের সম্ভাব্য উপযোগিতা সম্পর্কে প্রথম ধারণা প্রদান করে।-

এই ডেটাসেটের একটি ব্যবহারিক উদাহরণ (চিত্র ৯.১১০) হল "৫০০০ প্রকল্প IFC এবং RVT" প্রকল্প, যা Kaggle প্ল্যাটফর্মে উপলব্ধ। এতে একটি Jupyter Notebook রয়েছে যা সম্পূর্ণ পাইপলাইন সমাধান উপস্থাপন করে: পূর্বপ্রক্রিয়াকরণ এবং ডেটা বিশ্লেষণ থেকে শুরু করে ফলাফলের ভিজ্যুয়ালাইজেশন পর্যন্ত, Python লাইব্রেরি -

pandas, matplotlib, seaborn, folium এবং অন্যান্য ব্যবহার করে।-



চিত্র ৯.১১ CAD (BIM) ফরম্যাটের ডেটা বিশ্লেষণের উদাহরণগুলি Python ভিজ্যুয়লাইজেশন লাইব্রেরি এবং pandas লাইব্রেরি ব্যবহার করে।

মেটা তথ্যের ভিত্তিতে, নির্ধারণ করা যেতে পারে কোন শহরে নির্দিষ্ট প্রকল্পগুলি তৈরি করা হয়েছে এবং এটি মানচিত্রে চিত্রিত করা যেতে পারে (যেমন folium লাইব্রেরি ব্যবহার করে)। তাছাড়া, ডেটাতে সময়ের চিহ্নগুলি ফাইল সংরক্ষণ বা সম্পাদনার সময়ের প্রবণতাগুলি অনুসন্ধান করতে সহায়তা করে: সপ্তাহের দিন, সময় এবং মাস অনুযায়ী।



চিত্র ৯.১১২ প্রকল্পগুলির তালিকার নিচের অংশে সমস্ত কলাম এবং ৩ মিটার পর্যন্ত সমস্ত জানালার আকারের জ্যামিতিক অবস্থানের ভিজ্যুয়লাইজেশন।

মডেল থেকে নিষ্কাশিত Bounding Box আকারের জ্যামিতিক প্যারামিটারগুলি সমষ্টিগত বিশ্লেষণের জন্য উপযুক্ত। উদাহরণস্বরূপ, চিত্র ৯.১১২-এ দুটি গ্রাফ উপস্থাপন করা হয়েছে: বাম দিকের গ্রাফটি সমস্ত প্রকল্পের মধ্যে কলামগুলির

মধ্যে দূরত্বের বিতরণ শূন্য পয়েন্টের তুলনায় দেখায়, এবং ডান দিকের গ্রাফটি নির্বাচিত দশ হাজার জানালার উপাদানের মধ্যে ৩ মিটার উচ্চতার সমস্ত জানালার আকার দেখায় (যখন পুরো ডেটাসেটটি "Category" প্যারামিটারের ভিত্তিতে "OST_Windows", "IfcWindows" মানের জন্য গ্রুপ করা হয়)।

এই উদাহরণের জন্য বিশ্লেষণাত্মক পাইপলাইন কোড এবং ডেটাসেটটি Kaggle ওয়েবসাইটে "৫০০০ প্রকল্প IFC এবং RVT | DataDrivenConstruction.io" শিরোনামে উপলব্ধ। এই প্রস্তুতকৃত পাইপলাইন এবং ডেটাসেটটি Kaggle-এ অনলাইনে বিনামূল্যে কপি এবং চালানো যেতে পারে অথবা PyCharm, Visual Studio Code (VS Code), Jupyter Notebook, Spyder, Atom, Sublime Text, Eclipse প্লাগইন PyDev, Thonny, Wing IDE, IntelliJ IDEA প্লাগইন Python, JupyterLab বা জনপ্রিয় অনলাইন সরঞ্জামগুলি Kaggle.com, Google Collab, Microsoft Azure Notebooks, Amazon SageMaker-এ অফলাইনে চালানো যেতে পারে।

বিশাল পরিমাণে কাঠামোগত ডেটা প্রক্রিয়াকরণ এবং অধ্যয়নের মাধ্যমে প্রাপ্ত বিশ্লেষণাত্মক তথ্য নির্মাণ শিল্পে সিদ্ধান্ত গ্রহণের প্রক্রিয়ায় গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করবে।

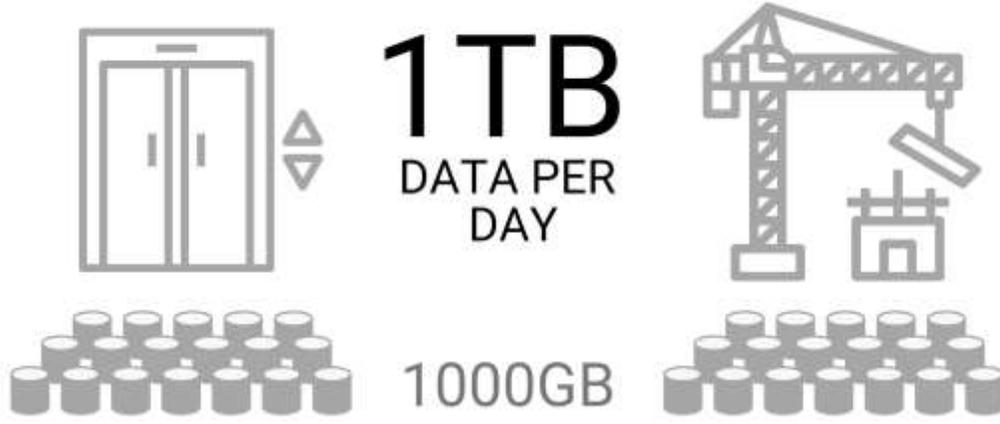
অতীত প্রকল্পের ডেটার ভিত্তিতে তথ্য বিশ্লেষণের মাধ্যমে বিশেষজ্ঞরা কার্যকরভাবে উপকরণ এবং শ্রমের প্রয়োজনীয়তা পূর্বাভাস দিতে এবং নির্মাণ শুরু হওয়ার আগেই প্রকল্পের সিদ্ধান্তগুলি অপ্টিমাইজ করতে সক্ষম হন।

তবে, যদি প্রকল্পের ডেটা বা নির্মাণের অনুমতি তুলনামূলকভাবে স্থির তথ্য হয়, যা ধীরে ধীরে পরিবর্তিত হয়, তবে নির্মাণ প্রক্রিয়া দ্রুত বিভিন্ন সেন্সর এবং IoT ডিভাইস দ্বারা সমৃদ্ধ হচ্ছে: ক্যামেরা, স্বয়ংক্রিয় মনিটরিং সিস্টেম, যা বাস্তব সময়ে ডেটা প্রেরণ করে - সবকিছু নির্মাণস্থলকে একটি গতিশীল ডিজিটাল পরিবেশে পরিণত করে, যেখানে ডেটা বিশ্লেষণ করা প্রয়োজন বাস্তব সময়ে।

আইওটি (ইন্টারনেট অব থিংস) এবং স্মার্ট কন্ট্রাক্ট।

IoT (ইন্টারনেট অফ থিংস) একটি নতুন ডিজিটাল রূপান্তরের তরঙ্গ, যেখানে প্রতিটি ডিভাইস একটি নিজস্ব IP ঠিকানা পায় এবং একটি বৈশ্বিক নেটওয়ার্কের অংশ হয়ে ওঠে। IoT একটি ধারণা যা শারীরিক বস্তুগুলিকে ইন্টারনেটে সংযুক্ত করার জন্য ডিজাইন করা হয়েছে, ডেটা সংগ্রহ, প্রক্রিয়াকরণ এবং প্রেরণের জন্য। নির্মাণে, এর মানে হল নির্মাণ প্রক্রিয়াগুলিকে বাস্তব সময়ে নিয়ন্ত্রণ করার, উপকরণের ক্ষতি কমানোর, যন্ত্রপাতির পরিধান পূর্বাভাস দেওয়ার এবং সিদ্ধান্ত গ্রহণের প্রক্রিয়াকে স্বয়ংক্রিয় করার সম্ভাবনা।

CFMA-এর "সংযুক্ত নির্মাণের মাধ্যমে ভবিষ্যতের জন্য প্রস্তুতি" শিরোনামের একটি নিবন্ধ অনুযায়ী, আগামী দশকে নির্মাণ শিল্প একটি ব্যাপক ডিজিটাল রূপান্তরের মধ্য দিয়ে যাবে, যার চূড়ান্ত ফলাফল হবে Connected Construction ধারণা - সম্পূর্ণভাবে একীভূত এবং স্বয়ংক্রিয় নির্মাণস্থল।



চিত্র ৯.১১৩ নির্মাণস্থলে IoT ডিভাইস বা ডেটা প্রেরণকারী ডিভাইসগুলি প্রতিদিন টেরাবাইট ডেটা উৎপন্ন এবং প্রেরণ করতে পারে।

ডিজিটাল নির্মাণ ক্ষেত্রের ধারণা হল যে নির্মাণের সমস্ত উপাদান - পরিকল্পনা এবং লজিস্টিক্স থেকে শুরু করে কাজের সম্পাদনা এবং নির্মাণ স্থলে স্থির ক্যামেরা এবং ড্রোনের মাধ্যমে গুণমান নিয়ন্ত্রণ - একটি একক গতিশীল ডিজিটাল ইকোসিস্টেমে একত্রিত হবে। পূর্বে, বইয়ের সপ্তম অংশে, আমরা ইতিমধ্যে Apache NiFi এর একটি বিনামূল্যে এবং খোলামেলা সরঞ্জামের সম্ভাবনা নিয়ে আলোচনা করেছি, যা বিভিন্ন উৎস থেকে তথ্য সংগ্রহ থেকে শুরু করে স্টোরেজ বা বিশ্লেষণাত্মক প্ল্যাটফর্মে প্রেরণের জন্য রিয়েল-টাইম ডেটা প্রবাহ প্রক্রিয়াকরণের ব্যবস্থা করে।

নির্মাণের অগ্রগতি, উপকরণের ব্যবহার, যন্ত্রপাতির অবস্থা এবং নিরাপত্তার তথ্য রিয়েল-টাইমে বিশ্লেষণাত্মক সিস্টেমে প্রেরিত হবে। এটি সম্ভাব্য ঝুঁকিগুলি পূর্বাভাস দিতে, বিচ্যুতির প্রতি দ্রুত প্রতিক্রিয়া জানাতে এবং স্থলে প্রক্রিয়াগুলি অপ্টিমাইজ করতে সক্ষম করে। ডিজিটাল নির্মাণ ক্ষেত্রের মূল উপাদানগুলির মধ্যে রয়েছে:-

- IoT সেন্সর - পরিবেশের পরামিতি ট্র্যাকিং, নির্মাণ যন্ত্রপাতির পর্যবেক্ষণ এবং শ্রমের শর্ত নিয়ন্ত্রণ।
- ডিজিটাল যমজ - ভবন এবং অবকাঠামোর ভার্চুয়াল মডেল, যা সম্ভাব্য বিচ্যুতিগুলি পূর্বাভাস দিতে এবং ত্রুটি প্রতিরোধ করতে সহায়তা করে।
- স্বয়ংক্রিয় লজিস্টিক সিস্টেম - রিয়েল-টাইমে সরবরাহ চেইন পরিচালনা করে, যা অচলাবস্থা এবং ব্যয় কমাতে সহায়তা করে।
- রোবোটাইজড নির্মাণ কমপ্লেক্স - রুটিন এবং বিপজ্জনক কাজ সম্পাদনের জন্য স্বায়ত্তশাসিত যন্ত্রপাতির ব্যবহার।

রোবোটাইজেশন, IoT এর ব্যাপক ব্যবহার এবং "Connected Site (Construction)" ডিজিটাল নির্মাণ ক্ষেত্রের ধারণা কেবল কার্যকারিতা বাড়াবে এবং ব্যয় কমাতে না, বরং নিরাপত্তা, টেকসই নির্মাণ এবং পূর্বাভাসযোগ্য প্রকল্প ব্যবস্থাপনার একটি নতুন যুগ খুলে দেবে।

IoT উপাদানের একটি গুরুত্বপূর্ণ উপাদান হল RFID (রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি আইডেন্টিফিকেশন) ট্যাগ। এগুলি নির্মাণ স্থলে উপকরণ, যন্ত্রপাতি এবং এমনকি কর্মীদের চিহ্নিতকরণ এবং ট্র্যাকিংয়ের জন্য ব্যবহৃত হয়, যা প্রকল্পের সম্পদের স্বচ্ছতা এবং পরিচালনাযোগ্যতা বাড়ায়।

RFID প্রযুক্তি বেতার সংকেতের মাধ্যমে বস্তুর স্বয়ংক্রিয় স্বীকৃতির জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি তিনটি মূল উপাদান নিয়ে গঠিত:

- RFID ট্যাগ (প্যাসিভ বা অ্যাক্টিভ) - একটি অনন্য শনাক্তকারী ধারণ করে এবং উপকরণ, সরঞ্জাম বা

যন্ত্রপাতিতে সংযুক্ত থাকে।

- স্ক্যানার - ডিভাইসগুলি ট্যাগ থেকে তথ্য পড়ে এবং এটি সিস্টেমে প্রেরণ করে।
- কেন্দ্রীভূত ডেটাবেস - বস্তুর অবস্থান, অবস্থা এবং গতিবিধির তথ্য সংরক্ষণ করে।

নির্মাণে RFID এর প্রয়োগ:

- স্বয়ংক্রিয় উপকরণের হিসাব - প্রস্তুতকৃত কংক্রিট পণ্য, রড বা স্যান্ডউইচ প্যানেলের প্যাকেজগুলিতে ট্যাগগুলি স্টক নিয়ন্ত্রণ এবং চুরি প্রতিরোধ করতে সহায়তা করে।
- কর্মীদের কাজের নিয়ন্ত্রণ - কর্মীদের RFID ব্যাজগুলি শিফটের শুরু এবং শেষ সময় রেকর্ড করে, যা কাজের সময়ের হিসাব নিশ্চিত করে।
- যন্ত্রপাতির পর্যবেক্ষণ - RFID সিস্টেম যন্ত্রপাতির গতিবিধি ট্র্যাক করে, অচলাবস্থা প্রতিরোধ করে এবং লজিস্টিকের কার্যকারিতা বাড়ায়।

এই প্রযুক্তিগত সেটআপকে ব্লকচেইন প্রযুক্তির ভিত্তিতে স্মার্ট চুক্তিগুলি সম্পূর্ণ করে, যা মধ্যস্থতাকারী ছাড়াই পেমেন্ট, সরবরাহের নিয়ন্ত্রণ এবং চুক্তির শর্তাবলী পালনকে স্বয়ংক্রিয় করতে সক্ষম করে, প্রতারণা এবং বিলম্বের ঝুঁকি কমায়।

আজ, একটি একক ডেটা মডেলের অভাবে, স্মার্ট কন্ট্রোলগুলি কেবল কোড যা অংশগ্রহণকারীরা সম্মত হয়। তবে ডেটা-কেন্দ্রিক পদ্ধতির মাধ্যমে চুক্তির প্যারামিটারগুলির একটি সাধারণ মডেল তৈরি করা সম্ভব, যা ব্লকচেইনে কোড করা যায় এবং শর্তগুলির কার্যকরী বাস্তবায়ন স্বয়ংক্রিয় করা যায়।

উদাহরণস্বরূপ, সরবরাহ ব্যবস্থাপনা সিস্টেমে স্মার্ট কন্ট্রোলটি আইওটি সেন্সর এবং আরএফআইডি ট্যাগ থেকে পণ্য পরিবহন ট্র্যাক করতে সক্ষম হবে এবং এর আগমনের সাথে সাথে স্বয়ংক্রিয়ভাবে অর্থ স্থানান্তর করবে। একইভাবে, নির্মাণস্থলে স্মার্ট কন্ট্রোলটি ড্রোন বা নির্মাণ সেন্সর থেকে প্রাপ্ত তথ্যের ভিত্তিতে কাজের পর্যায় সম্পন্ন হওয়ার সত্যতা নথিভুক্ত করতে পারে – যেমন, রড স্থাপন বা ভিত্তি ঢালাই – এবং স্বয়ংক্রিয়ভাবে পরবর্তী অর্থ প্রদান শুরু করতে পারে, ম্যানুয়াল যাচাই এবং কাগজপত্রের প্রয়োজন ছাড়াই।

তবে নতুন প্রযুক্তি এবং আন্তর্জাতিক সংস্থাগুলির মানকরণের প্রচেষ্টার সত্ত্বেও, বহু প্রতিযোগী মানগুলি আইওটির পরিবেশকে জটিল করে তোলে।

সিসকোর একটি গবেষণার অনুযায়ী, যা ২০১৭ সালে প্রকাশিত হয়েছিল, প্রায় ৬০% আইওটি উদ্যোগ প্রমাণের পর্যায়ে থেমে যায়, এবং মাত্র ২৬% কোম্পানি তাদের আইওটি প্রকল্পগুলিকে সম্পূর্ণ সফল মনে করে। তদুপরি, সম্পন্ন প্রকল্পগুলির এক তৃতীয়াংশ ঘোষিত লক্ষ্যগুলি অর্জন করতে ব্যর্থ হয় এবং বাস্তবায়নের পরেও সফল হিসাবে স্বীকৃত হয় না।

একটি মূল কারণ হল বিভিন্ন সেন্সর থেকে ডেটা প্রক্রিয়া করা প্ল্যাটফর্মগুলির মধ্যে অ-সামঞ্জস্যতা। ফলস্বরূপ, ডেটাগুলি পৃথক সমাধানের মধ্যে বিচ্ছিন্ন থাকে। এই পদ্ধতির বিকল্প, যেমন অন্যান্য অনুরূপ ক্ষেত্রে (যা আমরা এই বইয়ে আলোচনা করেছি) হল একটি স্থাপত্য যা ডেটাকে মূল সম্পদ হিসাবে কেন্দ্র করে নির্মিত।

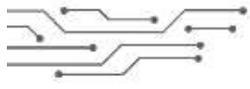
আইওটি সেন্সরগুলি কেবল যন্ত্রপাতির প্রযুক্তিগত অবস্থার পর্যবেক্ষণে নয়, পূর্বাভাসমূলক বিশ্লেষণেও গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে, নির্মাণস্থলে ঝুঁকি কমাতে এবং প্রক্রিয়াগুলির সামগ্রিক উৎপাদনশীলতা বাড়াতে সক্ষম হয়, ব্যর্থতা এবং বিচ্যুতি পূর্বাভাস দেওয়ার মাধ্যমে।

আইওটি সেন্সর এবং আরএফআইডি ট্যাগের মাধ্যমে সংগৃহীত ডেটা বাস্তব সময়ে মেশিন লার্নিং অ্যালগরিদম দ্বারা প্রক্রিয়া করা যেতে পারে, যা অস্বাভাবিকতা চিহ্নিত করতে এবং প্রকৌশলীদের সম্ভাব্য ত্রুটির বিষয়ে পূর্বাভাস দিতে

সক্ষম। এটি কংক্রিটের কাঠামোর মধ্যে মাইক্রোফ্র্যাকচারগুলির উদ্ভব বা টাওয়ার ক্রেনের অস্বাভাবিক বিরতিগুলি চিহ্নিত করতে পারে, যা প্রযুক্তিগত ব্যর্থতা বা নিয়মের লঙ্ঘনের ইঙ্গিত দেয়। তদুপরি, উন্নত আচরণ বিশ্লেষণ অ্যালগরিদমগুলি আচরণগত প্যাটার্নগুলি চিহ্নিত করতে সক্ষম, যা উদাহরণস্বরূপ, কর্মীদের শারীরিক ক্লান্তির ইঙ্গিত দিতে পারে, নির্মাণস্থলে কর্মীদের নিরাপত্তা এবং কল্যাণের প্রাক-সক্রিয় ব্যবস্থাপনা বাড়ায়।

নির্মাণ শিল্পে দুর্ঘটনা এবং ব্যর্থতা – তা যন্ত্রপাতি হোক বা মানুষ – সাধারণত হঠাৎ ঘটে না। সাধারণত, তাদের আগে ছোট ছোট বিচ্যুতি ঘটে, যা নজরে আসে না। পূর্বাভাসমূলক বিশ্লেষণ এবং মেশিন লার্নিং এই সংকেতগুলি প্রাথমিক পর্যায়ে চিহ্নিত করতে সক্ষম করে, এখনও গুরুতর পরিণতি আসার আগে।

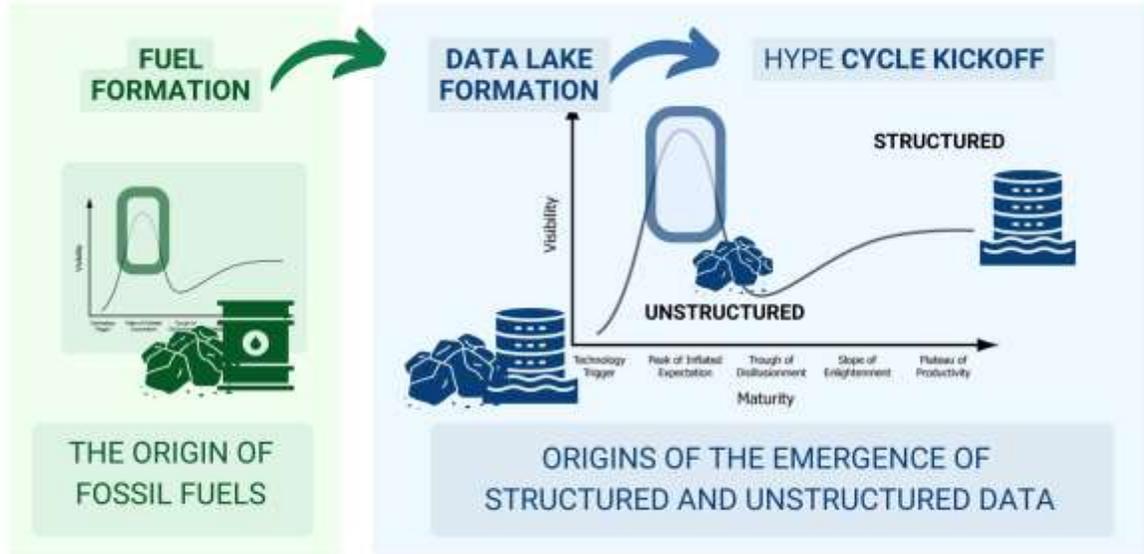
যদি নথি, প্রকল্পের ফাইল এবং আইওটি ডিভাইস এবং আরএফআইডি ট্যাগ থেকে প্রাপ্ত ডেটা নির্মাণ প্রকল্পগুলির ডিজিটাল ট্রেস তৈরি করে, তবে মেশিন লার্নিং এই থেকে উপকারী জ্ঞান আহরণ করতে সহায়তা করে। ডেটার পরিমাণ বৃদ্ধি এবং ডেটার অ্যাক্সেসের গণতান্ত্রিকীকরণের সাথে, নির্মাণ শিল্প বিশ্লেষণ, পূর্বাভাস এবং কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তার ক্ষেত্রে নতুন সুযোগ পায়।



অধ্যায় 9.2. যন্ত্র শিক্ষা এবং পূর্বাভাস

যন্ত্র শিক্ষণ এবং কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা আমাদের নির্মাণের পদ্ধতিকে পরিবর্তন করবে।

নির্মাণ ব্যবসায় বিভিন্ন সিস্টেমের ডেটাবেসগুলি - তাদের অবশ্যস্বাভাবিক পুরনো এবং জটিল অবকাঠামোর সাথে - ভবিষ্যতের সমাধানের জন্য একটি উর্বর পরিবেশ হয়ে উঠছে। কোম্পানির সার্ভারগুলি, একটি বনসদৃশ, গুরুত্বপূর্ণ তথ্যের জীববৈচিত্র্য সমৃদ্ধ, যা প্রায়শই মাটির নিচে, ফোল্ডার এবং সার্ভারের গভীরে লুকিয়ে থাকে। আজ তৈরি হওয়া বিভিন্ন সিস্টেমের বিশাল ডেটা, ব্যবহারের পর, সার্ভারের তলায় পড়ে যাওয়ার পর এবং বহু বছরের পাথরকরণের পর, ভবিষ্যতে মেশিন লার্নিং এবং ভাষার মডেলের জন্য জ্বালানি হয়ে উঠবে। এই অভ্যন্তরীণ মডেলগুলি কেন্দ্রীভূত স্টোরেজ ব্যবহার করে কোম্পানির অভ্যন্তরীণ চ্যাটগুলি (যেমন, স্থানীয়ভাবে কনফিগার করা ChatGPT, LLaMa, Mistral, DeepSeek-এর একটি পৃথক উদাহরণ) তৈরি করবে, যা দ্রুত এবং সুবিধাজনকভাবে তথ্য পাওয়া এবং প্রয়োজনীয় চার্ট, ড্যাশবোর্ড এবং ডকুমেন্ট তৈরি করতে সক্ষম করবে।



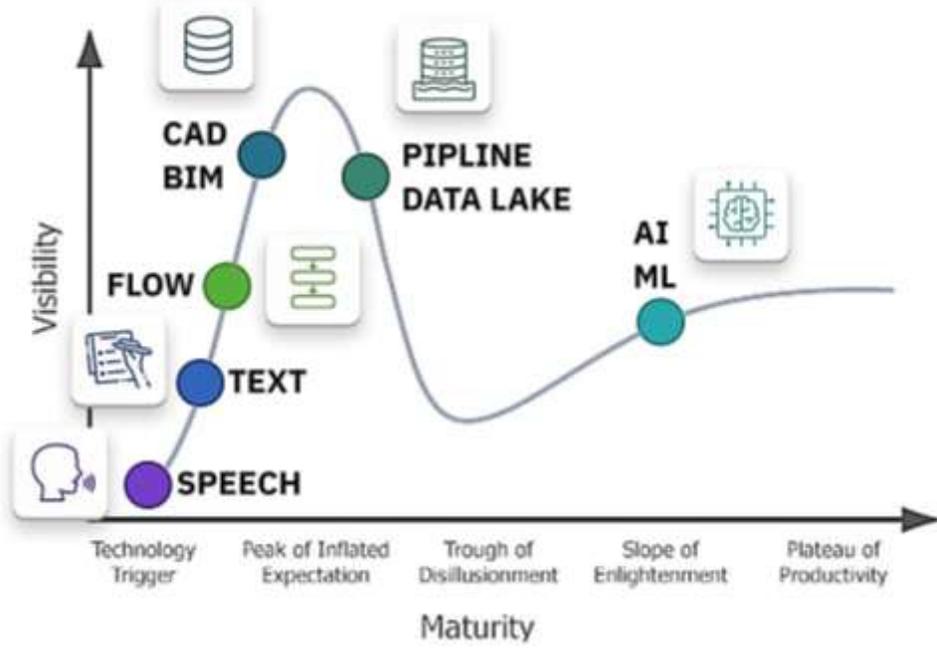
চিত্র 9.21 গাছগুলি কিভাবে কয়লায় পরিণত হয়, তেমনি সময়ের চাপ এবং বিশ্লেষকদের দ্বারা তথ্যও সময়ের সাথে সাথে ব্যবসার জন্য মূল্যবান শক্তির উৎসে পরিণত হয়।

উদ্ভিদ ভর পাথরকরণ, চাপ এবং তাপমাত্রার সংমিশ্রণে বিভিন্ন সময়ে বসবাসকারী বিভিন্ন প্রজাতির গাছের একটি সমজাতীয় এবং অনন্যভাবে গঠনকৃত সমজাতীয় ভর তৈরি করে - কাঠের কয়লা [152]। ঠিক তেমনি, বিভিন্ন ফরম্যাটে এবং বিভিন্ন সময়ে হার্ড ড্রাইভে রেকর্ড করা তথ্য, বিশ্লেষণ বিভাগের চাপ এবং গুণমান ব্যবস্থাপনার তাপমাত্রার অধীনে, শেষ পর্যন্ত মূল্যবান তথ্যের একটি সমজাতীয় গঠনকৃত ভর তৈরি করে (চিত্র 9.21)।

এই স্তরগুলি (অথবা প্রায়শই বিচ্ছিন্ন স্বর্ণকণা) তথ্যের একটি মূল্যবান অংশ বের করার জন্য অভিজ্ঞ বিশ্লেষকদের দ্বারা তথ্য সংগঠনের পরিশ্রমী কাজের মাধ্যমে তৈরি হয়, যারা ধীরে ধীরে, মনে হয় অনেক দিন ধরে অপ্রাসঙ্গিক তথ্য থেকে মূল্যবান তথ্য বের করতে শুরু করেন।

যখন এই পরিপক্ক ডেটার স্তরগুলি কেবল "জ্বালানো" বন্ধ করে দেয় রিপোর্টগুলিতে, বরং ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলিতে প্রবাহিত হতে শুরু করে, সিদ্ধান্তগুলিকে সমৃদ্ধ করে এবং প্রক্রিয়াগুলিকে উন্নত করে, কোম্পানি পরবর্তী পদক্ষেপের জন্য প্রস্তুত হয় - মেশিন লার্নিং এবং কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তায় রূপান্তরের জন্য (চিত্র 9.22)।

মেশিন লার্নিং (ML - Machine Learning) হল কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তার সমস্যাগুলি সমাধানের জন্য পদ্ধতির একটি শ্রেণী। মেশিন লার্নিং অ্যালগরিদমগুলি বৃহৎ ডেটা সেটে প্যাটার্নগুলি চিহ্নিত করে এবং সেগুলি স্ব-শিক্ষার জন্য ব্যবহার করে। প্রতিটি নতুন ডেটা সেট গাণিতিক অ্যালগরিদমগুলিকে উন্নত এবং অভিযোজিত হতে দেয় প্রাপ্ত তথ্যের ভিত্তিতে, যা সুপারিশ এবং পূর্বাভাসের সঠিকতা ক্রমাগত বাড়াতে সক্ষম করে।



চিত্র 9.22 ডেটা তৈরির প্রযুক্তির অবসান এবং বিশ্লেষণাত্মক সরঞ্জামগুলির প্রয়োগ মেশিন লার্নিংয়ের বিষয়ে একটি পথ উন্মোচন করে।

2023 সালের একটি সাক্ষাৎকারে বিশ্বের বৃহত্তম বিনিয়োগ তহবিলের প্রভাবশালী সিইও বলেছেন (যার কাছে নির্মাণ সফটওয়্যার তৈরির সবচেয়ে বড় কোম্পানির শেষারের মূল প্যাকেজ রয়েছে, পাশাপাশি বিশ্বের সবচেয়ে বড় সম্পত্তির মালিকানা রয়েছে [55]) - মেশিন লার্নিং নির্মাণের জগতকে পরিবর্তন করবে।

কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তার বিশাল সম্ভাবনা রয়েছে। এটি আমাদের কাজ করার পদ্ধতি, আমাদের জীবনযাপন করার পদ্ধতি পরিবর্তন করবে। কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা এবং রোবোটিক্স আমাদের কাজ করার এবং নির্মাণ করার পদ্ধতি পরিবর্তন করবে, এবং আমরা কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা এবং রোবোটিক্সকে অনেক বেশি উৎপাদনশীলতা তৈরির একটি উপায় হিসেবে ব্যবহার করতে পারব[153]। - বিশ্বের বৃহত্তম বিনিয়োগ তহবিলের সিইও, সাক্ষাৎকার, সেপ্টেম্বর 2023।

মেশিন লার্নিং (এমএল) বৃহৎ পরিমাণ তথ্য প্রক্রিয়াকরণের মাধ্যমে কাজ করে, মানব চিন্তার দিকগুলি অনুকরণ করার জন্য পরিসংখ্যানগত পদ্ধতি ব্যবহার করে। তবে বেশিরভাগ কোম্পানির কাছে এমন তথ্য সেট নেই, এবং যদি থাকে, তবে সেগুলি প্রায়শই যথেষ্টভাবে লেবেল করা হয় না। এখানে সেমান্টিক প্রযুক্তি এবং ট্রান্সফার লার্নিং সহায়ক হতে পারে - একটি পদ্ধতি যা এমএল-কে ছোট পরিমাণ তথ্যের সাথে কাজ করার সময় আরও কার্যকরী করে, যার যৌক্তিকতা এই অংশের পূর্ববর্তী অধ্যায়গুলিতে আলোচনা করা হয়েছে।

ট্রান্সফার লার্নিং-এর মূল বিষয় হল যে প্রতিটি কাজ শূন্য থেকে প্রক্রিয়া করার পরিবর্তে, সংশ্লিষ্ট ক্ষেত্রগুলিতে অর্জিত জ্ঞান ব্যবহার করা যায়। বোঝা উচিত যে অন্যান্য অর্থনৈতিক খাত থেকে প্যাটার্ন এবং আবিষ্কারগুলি নির্মাণ শিল্পে অভিযোজিত এবং প্রয়োগ করা যেতে পারে। উদাহরণস্বরূপ, খুচরা বিক্রয়ে উন্নত লজিস্টিক প্রক্রিয়ার অপ্টিমাইজেশন পদ্ধতিগুলি নির্মাণের সরবরাহ চেইন ব্যবস্থাপনার কার্যকারিতা বাড়াতে সহায়তা করে। অর্থনীতিতে সক্রিয়ভাবে ব্যবহৃত বড় তথ্য বিশ্লেষণ নির্মাণ প্রকল্পগুলিতে ব্যয় পূর্বাভাস এবং ঝুঁকি ব্যবস্থাপনার জন্য প্রয়োগ করা যেতে পারে। এবং শিল্পে বিকাশমান কম্পিউটার ভিশন এবং রোবোটিক্স প্রযুক্তিগুলি ইতিমধ্যে নির্মাণ সাইটে গুণমানের স্বয়ংক্রিয় নিয়ন্ত্রণ, নিরাপত্তা পর্যবেক্ষণ এবং সম্পত্তি ব্যবস্থাপনায় প্রয়োগ পাচ্ছে।

ট্রান্সফার লার্নিং কেবল নতুন উদ্ভাবনের বাস্তবায়নকে ত্বরান্বিত করে না, বরং অন্যান্য খাতের পূর্ববর্তী অভিজ্ঞতা ব্যবহার করে তাদের উন্নয়নের খরচও কমায়।

$$\text{labor productivity in construction} = f(\text{AI})$$

চিত্র 9.23 কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা এবং রোবোটিক্স প্রযুক্তিগুলি নির্মাণ শিল্পে উৎপাদনশীলতা বাড়ানোর জন্য ভবিষ্যতের প্রধান চালিকা শক্তি হয়ে উঠবে।

মানব চিন্তার গঠন একটি অনুরূপ নীতির উপর ভিত্তি করে: আমরা নতুন সমস্যার সমাধানের জন্য পূর্বে অর্জিত জ্ঞানের উপর নির্ভর করি। মেশিন লার্নিং-এ এই পদ্ধতিও কার্যকরী – ডেটা মডেলকে সহজ করে এবং এটি আরও মার্জিত করে, এমএল অ্যালগরিদমগুলির জন্য সমস্যার জটিলতা কমানো যায়। এর ফলে, বৃহৎ পরিমাণ তথ্যের প্রয়োজনীয়তা হ্রাস পায় এবং গণনামূলক খরচ কমে যায়।-

সাবজেক্টিভ মূল্যায়ন থেকে পরিসংখ্যানগত পূর্বাভাসে

সেই যুগ, যখন কৌশলগত সিদ্ধান্তগুলি একক পরিচালকদের অন্তর্দৃষ্টির উপর নির্ভর করত, তা অতীতের দিকে চলে যাচ্ছে। বাড়তে থাকা প্রতিযোগিতা এবং জটিল অর্থনৈতিক পরিস্থিতির মধ্যে, ব্যক্তিগত দৃষ্টিভঙ্গি অত্যন্ত ঝুঁকিপূর্ণ এবং অকার্যকর হয়ে উঠছে। কোম্পানিগুলি যদি ব্যক্তিগত মতামতের উপর নির্ভর করে, তবে তারা পরিবর্তনের প্রতি দ্রুত প্রতিক্রিয়া জানাতে সক্ষম হয় না।

প্রতিযোগিতামূলক পরিবেশের জন্য সঠিকতা এবং পুনরাবৃত্তি প্রয়োজন, যা তথ্য, পরিসংখ্যানগত নিয়ম এবং গণনাযোগ্য সম্ভাবনার উপর ভিত্তি করে। সিদ্ধান্তগুলি আর অনুভূতির উপর নির্ভর করতে পারে না, বরং সেগুলি বিশ্লেষণ এবং মেশিন লার্নিংয়ের মাধ্যমে প্রাপ্ত সম্পর্ক, প্রবণতা এবং পূর্বাভাস মডেলের উপর ভিত্তি করে হতে হবে। এটি কেবল সরঞ্জামের পরিবর্তন নয় – এটি চিন্তার একটি পরিবর্তন: অনুমান থেকে প্রমাণের দিকে, ব্যক্তিগত সম্ভাবনা থেকে পরিসংখ্যানগতভাবে গণনা করা বিচ্যুতির দিকে, অনুভূতি থেকে তথ্যের দিকে।



চিত্র 9.24 বড় তথ্য এবং মেশিন লার্নিংয়ের আগমনের সাথে HIPPO (সর্বোচ্চ বেতনপ্রাপ্ত কর্মচারীর মতামত) দ্বারা গৃহীত সিদ্ধান্তের যুগ অতীতের দিকে চলে যাবে।

নেতারা, যারা শুধুমাত্র নিজেদের অনুভূতির উপর নির্ভর করতে অভ্যস্ত, তারা নতুন বাস্তবতার মুখোমুখি হতে বাধ্য: কর্তৃত্ব আর নির্বাচন নির্ধারণ করে না। এখন ব্যবস্থাপনার কেন্দ্রে রয়েছে সিস্টেমগুলি, যা লক্ষ লক্ষ প্যারামিটার এবং ভেক্টর বিশ্লেষণ করে, গোপন নিয়মগুলি চিহ্নিত করে এবং সর্বোত্তম কৌশলগুলি প্রস্তাব করে।

কোম্পানিগুলি আজও মেশিন লার্নিং (এমএল) বাস্তবায়নে এড়িয়ে যাওয়ার প্রধান কারণ হল এর অস্বচ্ছতা। বেশিরভাগ মডেল ব্যবস্থাপকদের জন্য "কালো বাক্স" হিসেবে কাজ করে, যা ব্যাখ্যা করে না যে তারা কীভাবে তাদের সিদ্ধান্তে পৌঁছায়। এটি সমস্যার সৃষ্টি করে: অ্যালগরিদমগুলি স্টেরিওটাইপকে শক্তিশালী করতে পারে এবং এমনকি অদ্ভুত পরিস্থিতি তৈরি করতে পারে, যেমন মাইক্রোসফটের চ্যাটবটের ক্ষেত্রে, যা দ্রুত একটি বিষাক্ত যোগাযোগের সরঞ্জামে পরিণত হয়।

"ডিপ থিংকিং" বইয়ে, প্রাক্তন বিশ্ব চ্যাম্পিয়ন গ্যারি কাস্পারভ তার আইবিএম বিগ ব্লু কম্পিউটারের কাছে পরাজয়ের বিষয়ে চিন্তা করেন। তিনি দাবি করেন যে কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তার (এআই) প্রকৃত মূল্য মানব বুদ্ধিমত্তার অনুকরণে নয়, বরং আমাদের ক্ষমতাগুলির পরিপূরক হিসেবে। এআইকে সেই কাজগুলি সম্পন্ন করতে হবে যেখানে মানুষ দুর্বল, যখন মানুষ সৃজনশীলতা নিয়ে আসে। কম্পিউটারগুলি দাবার বিশ্লেষণের ঐতিহ্যবাহী পদ্ধতিকে পরিবর্তন করেছে। আকর্ষণীয় গল্প তৈরি করার পরিবর্তে, কম্পিউটার দাবার প্রোগ্রামগুলি প্রতিটি চালকে নিরপেক্ষভাবে মূল্যায়ন করে, শুধুমাত্র তার প্রকৃত শক্তি বা দুর্বলতার ভিত্তিতে। কাস্পারভ উল্লেখ করেন যে মানুষের প্রবণতা ঘটনাগুলিকে সংযুক্ত গল্প হিসেবে গ্রহণ করতে, পৃথক ক্রিয়াকলাপের পরিবর্তে, প্রায়ই ভুল সিদ্ধান্তে নিয়ে যায় - শুধুমাত্র দাবায় নয়, বরং জীবনের অন্যান্য ক্ষেত্রে।

সুতরাং, যদি আপনি পূর্বাভাস এবং বিশ্লেষণের জন্য মেশিন লার্নিং ব্যবহার করার পরিকল্পনা করেন, তবে এর মৌলিক নীতিগুলি বোঝা গুরুত্বপূর্ণ - অ্যালগরিদমগুলি কীভাবে কাজ করে এবং ডেটা কীভাবে প্রক্রিয়া করা হয়, মেশিন লার্নিং এবং এআই সরঞ্জামগুলি আপনার কাজে ব্যবহার করার আগে। শুরু করার সেরা উপায় হল ব্যবহারিক অভিজ্ঞতা।

মেশিন লার্নিং এবং পূর্বাভাসের বিষয়ে প্রাথমিক পরিচিতির জন্য সবচেয়ে সুবিধাজনক সরঞ্জালগুলির মধ্যে একটি হল জুপিটার নোটবুক এবং জনপ্রিয় ক্লাসিক ডেটাসেট টাইটানিক, যা মূল বিশ্লেষণ পদ্ধতি এবং এমএল মডেল নির্মাণের কৌশলগুলি স্পষ্টভাবে শিখতে সহায়তা করবে।

টাইটানিক ডেটাসেট: ডেটা বিশ্লেষণ এবং বিগ ডেটার জগতে হ্যালো ওয়ার্ল্ড

ডেটা বিশ্লেষণে এমএল ব্যবহারের সবচেয়ে পরিচিত উদাহরণগুলির মধ্যে একটি হল "টাইটানিক" ডেটাসেটের বিশ্লেষণ, যা প্রায়শই যাত্রীদের বেঁচে থাকার সম্ভাবনা অধ্যয়নের জন্য ব্যবহৃত হয়। এই টেবিলটি অধ্যয়ন করা প্রোগ্রামিং ভাষাগুলির জন্য "হ্যালো ওয়ার্ল্ড" প্রোগ্রামের সমতুল্য।

1912 সালে আরএমএস টাইটানিকের ডুবে যাওয়া 2224 জনের মধ্যে 1502 জনের মৃত্যু ঘটায়। টাইটানিক ডেটাসেটে কেবল যাত্রী বেঁচে থাকার তথ্যই নয়, বরং অন্যান্য বৈশিষ্ট্য যেমন: বয়স, লিঙ্গ, টিকিটের শ্রেণী এবং অন্যান্য প্যারামিটার অন্তর্ভুক্ত রয়েছে। এই ডেটাসেটটি বিনামূল্যে উপলব্ধ এবং এটি বিভিন্ন অফলাইন এবং অনলাইন প্ল্যাটফর্মে খোলা এবং বিশ্লেষণ করা যেতে পারে।

টাইটানিক ডেটাসেটের লিঙ্ক:

<https://raw.githubusercontent.com/datasciencedojo/datasets/master/titanic.csv>

"এলএলএম সমর্থিত আইডিই এবং প্রোগ্রামিংয়ে ভবিষ্যতের পরিবর্তন" অধ্যায়ে ইতিমধ্যে জুপিটার নোটবুক আলোচনা করা হয়েছে - ডেটা বিশ্লেষণ এবং মেশিন লার্নিংয়ের জন্য সবচেয়ে জনপ্রিয় উন্নয়ন পরিবেশগুলির মধ্যে একটি। জুপিটার নোটবুকের বিনামূল্যে ক্লাউড বিকল্পগুলির মধ্যে কাগল এবং গুগল কলাব রয়েছে, যা সফটওয়্যার ইনস্টল না করেই পাইথন কোড চালানোর অনুমতি দেয় এবং বিনামূল্যে কম্পিউটিং সম্পদে অ্যাক্সেস প্রদান করে।

কাগল – ডেটা বিশ্লেষণ, মেশিন লার্নিং প্রতিযোগিতার জন্য বৃহত্তম প্ল্যাটফর্ম, যা কোড কার্যকর করার জন্য একটি অন্তর্নির্মিত পরিবেশ প্রদান করে। অক্টোবর ২০২৩ সালের হিসাবে কাগলে ১৯৪টি দেশের ১৫ মিলিয়নেরও বেশি ব্যবহারকারী রয়েছে।

কাগল প্ল্যাটফর্মে টাইটানিক ডেটাসেটটি ডাউনলোড এবং ব্যবহার করুন (চিত্র ৯.২৫), যাতে ডেটাসেটের একটি কপি সংরক্ষণ করা যায় এবং ব্রাউজারে সরাসরি পূর্বনির্ধারিত লাইব্রেরি সহ পাইথন কোড চালানো যায়, বিশেষভাবে IDE ইনস্টল করার প্রয়োজন ছাড়াই।



চিত্র ৯.২৫ টাইটানিক টেবিলের পরিসংখ্যান – ডেটা বিশ্লেষণ এবং মেশিন লার্নিং শেখার জন্য সবচেয়ে জনপ্রিয় শিক্ষামূলক ডেটাসেট /

টাইটানিক ডেটাসেটে ১৯১২ সালে RMS টাইটানিকের দুর্ঘটনার সময় জাহাজে থাকা ২২২৪ জন যাত্রীর তথ্য অন্তর্ভুক্ত রয়েছে। সেটি দুটি পৃথক টেবিলের আকারে উপস্থাপিত – প্রশিক্ষণ (train.csv) এবং পরীক্ষামূলক (test.csv) নমুনা, যা মডেলগুলি প্রশিক্ষণ দেওয়ার পাশাপাশি নতুন ডেটার উপর তাদের সঠিকতা মূল্যায়নের জন্য ব্যবহার করা যায়।

প্রশিক্ষণ ডেটাসেটে যাত্রীদের বৈশিষ্ট্য-অ্যাট্রিবিউট (বয়স, লিঙ্গ, টিকিটের শ্রেণী এবং অন্যান্য) এবং যারা বেঁচে গেছেন তার তথ্য (বাইনারি মান "বেঁচে আছে" কলাম) অন্তর্ভুক্ত রয়েছে। প্রশিক্ষণ ডেটাসেট (চিত্র ৯.২৬ – ফাইল train.csv) মডেল প্রশিক্ষণের জন্য ব্যবহৃত হয়। পরীক্ষামূলক ডেটাসেট (চিত্র ৯.২৭ – ফাইল test.csv) শুধুমাত্র যাত্রীদের বৈশিষ্ট্য অন্তর্ভুক্ত করে, বেঁচে থাকার তথ্য ছাড়া (একটি মাত্র কলাম "বেঁচে আছে" ছাড়া)। পরীক্ষামূলক ডেটাসেট নতুন ডেটার উপর মডেলের কার্যকারিতা পরীক্ষা এবং এর সঠিকতা মূল্যায়নের জন্য ডিজাইন করা হয়েছে।-

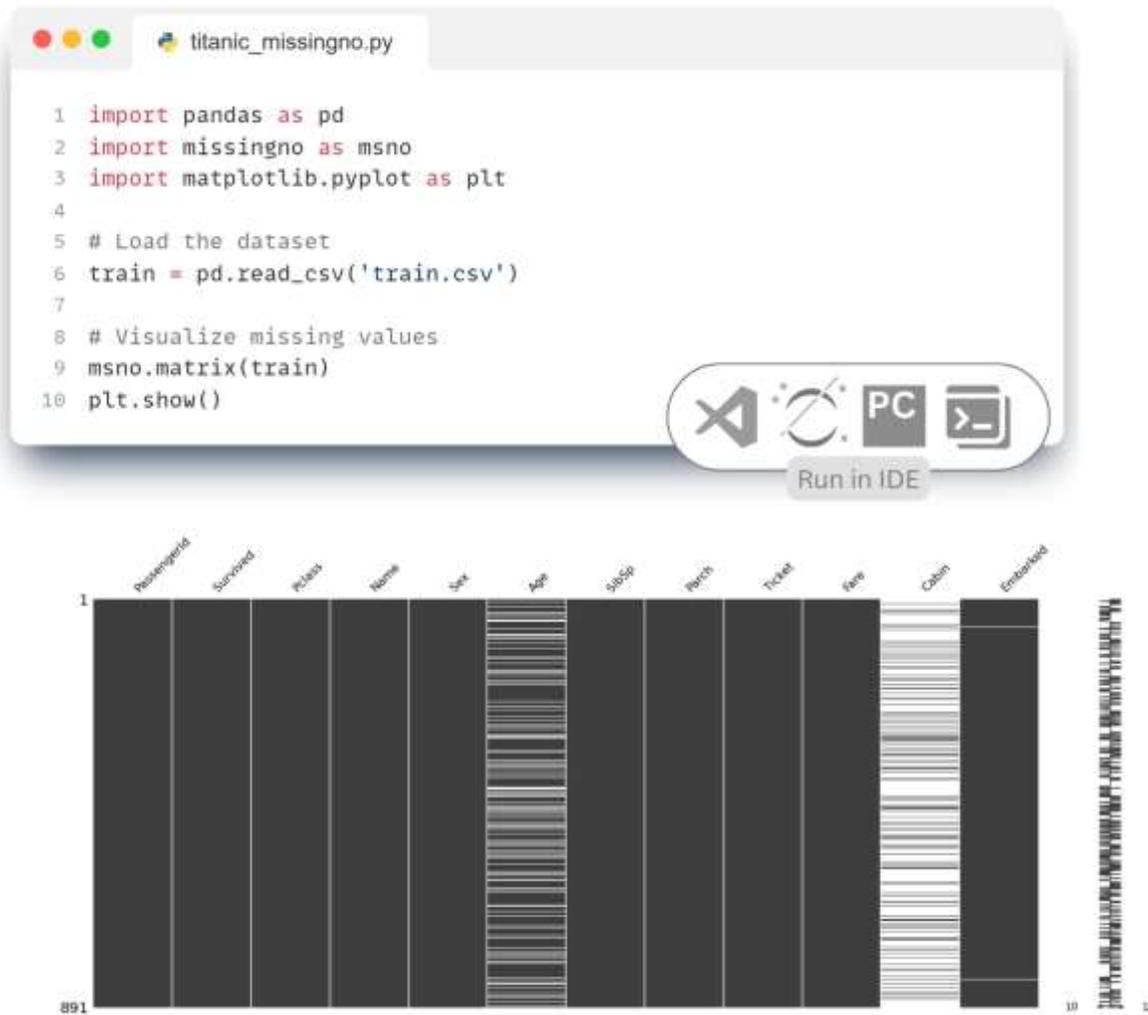
সুতরাং, আমাদের কাছে প্রশিক্ষণ এবং পরীক্ষামূলক ডেটাসেটে প্রায় একই যাত্রীদের অ্যাট্রিবিউট রয়েছে। একমাত্র মূল পার্থক্য হল যে পরীক্ষামূলক ডেটাসেটে আমাদের কাছে যাত্রীদের একটি তালিকা রয়েছে যার মধ্যে "বেঁচে আছে" – লক্ষ্য পরিবর্তনশীল, যা আমরা বিভিন্ন গাণিতিক অ্যালগরিদমের মাধ্যমে পূর্বাভাস দিতে শিখতে চাই। এবং মডেলটি তৈরি করার পরে, আমরা আমাদের মডেলের আউটপুটকে পরীক্ষামূলক ডেটাসেটের বাস্তব "বেঁচে আছে" প্যারামিটারের সাথে তুলনা করতে পারব, যা আমরা ফলাফলের মূল্যায়নের জন্য বিবেচনায় নেব।

প্রশিক্ষণ এবং পরীক্ষামূলক ডেটাসেটে যাত্রীদের মূল কলামগুলি, প্যারামিটারগুলি:

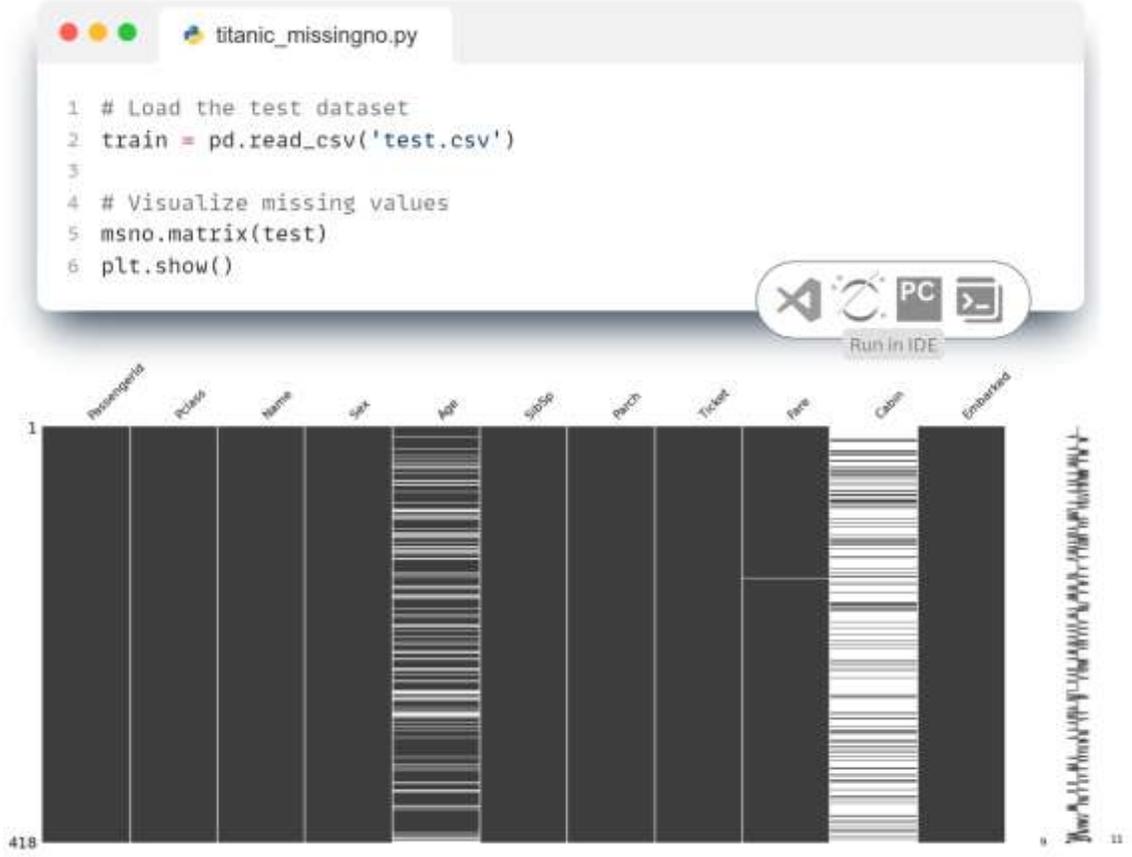
- PassengerId – যাত্রীর অনন্য পরিচয়পত্র
- Survived – ১, যদি যাত্রী বেঁচে থাকে, ০ – যদি মারা যায় (পরীক্ষামূলক সেটে অনুপস্থিত)
- Pclass – টিকিটের শ্রেণী (১, ২ বা ৩)
- Name – যাত্রীর নাম
- Sex – যাত্রীর লিঙ্গ (পুরুষ/মহিলা)
- Age – বয়স

- SibSp – জাহাজে ভাই/বোন বা স্বামী/স্ত্রীর সংখ্যা
- Parch – জাহাজে পিতামাতা বা সন্তানের সংখ্যা
- Ticket – টিকিটের নম্বর
- Fare – টিকিটের মূল্য
- Cabin – কেবিনের নম্বর (অনেক তথ্য অনুপস্থিত)
- Embarked – বোর্ডিং পোর্ট (C = শেরবুর্গ, Q = কুইনস্টাউন, S = সাউথহ্যাম্পটন)

উভয় টেবিলে অনুপস্থিত ডেটা ভিজ্যুয়ালাইজ করার জন্য missingno লাইব্রেরি ব্যবহার করা যেতে পারে (চিত্র ৯.২৬, চিত্র ৯.২৭), যা একটি হিস্টোগ্রামের আকারে অনুপস্থিত মানগুলি প্রদর্শন করে, যেখানে সাদা ক্ষেত্রগুলি অনুপস্থিত ডেটা নির্দেশ করে। এই ভিজ্যুয়ালাইজেশন ডেটা প্রক্রিয়াকরণের আগে দ্রুত ডেটার গুণমান মূল্যায়ন করতে সহায়তা করে।-



চিত্র ৯.২৬ কয়েকটি কোড লাইনের মাধ্যমে টাইটানিক প্রশিক্ষণ ডেটাসেটে অনুপস্থিত ডেটা ভিজ্যুয়ালাইজ করা হয়েছে, যেখানে প্রশিক্ষণের জন্য মূল প্যারামিটার হল "বেঁচে আছে" প্যারামিটার /



চিত্র ৯.২৭ টাইটানিক পরীক্ষামূলক ডেটাসেটে অনুপস্থিত তথ্যের ভিজ্যুয়ালাইজেশন, যা শুধুমাত্র যাত্রীদের বৈশিষ্ট্যগুলি ধারণ করে তথ্য ছাড়া।

হাইপোথিসিস তৈরি এবং ডেটাসেটের ভিত্তিতে পূর্বাভাস দেওয়ার আগে, ভিজ্যুয়াল বিশ্লেষণ ডেটাতে মূল প্রবণতাগুলি চিহ্নিত করতে, তাদের গুণমান মূল্যায়ন করতে এবং সম্ভাব্য সম্পর্কগুলি নির্ধারণ করতে সহায়তা করে। টাইটানিক ডেটাসেট বোঝার জন্য অনেক ভিজ্যুয়ালাইজেশন পদ্ধতি রয়েছে। আপনি যাত্রীদের বয়সের গ্রুপ বিশ্লেষণের জন্য বিতরণ গ্রাফ, লিঙ্গ এবং শ্রেণীর ভিত্তিতে বেঁচে থাকার চার্ট, এবং তথ্যের গুণমান মূল্যায়ন এবং ডেটা বোঝার জন্য অনুপস্থিত ডেটার ম্যাট্রিক্স ব্যবহার করতে পারেন।

- LLM-কে টাইটানিক ডেটাসেটের ডেটা ভিজ্যুয়ালাইজ করতে সাহায্য করতে বলুন, এজন্য আমরা যে কোনও LLM মডেলে (ChatGPT, LLaMa, Mistral DeepSeek, Grok, Claude, QWEN বা অন্য যেকোনো) নিম্নলিখিত টেম্প্লেট অনুরোধ পাঠাব।

দয়া করে টাইটানিক ডেটাসেটের জন্য কয়েকটি সহজ গ্রাফ দেখান। স্বয়ংক্রিয়ভাবে ডেটাসেট ডাউনলোড করুন এবং গ্রাফগুলি প্রদর্শন করুন।

- LLM-এর উত্তর কোড এবং গ্রাফগুলির আকারে, যা ডেটাসেটের প্যারামিটারগুলি ভিজ্যুয়ালাইজ করে।

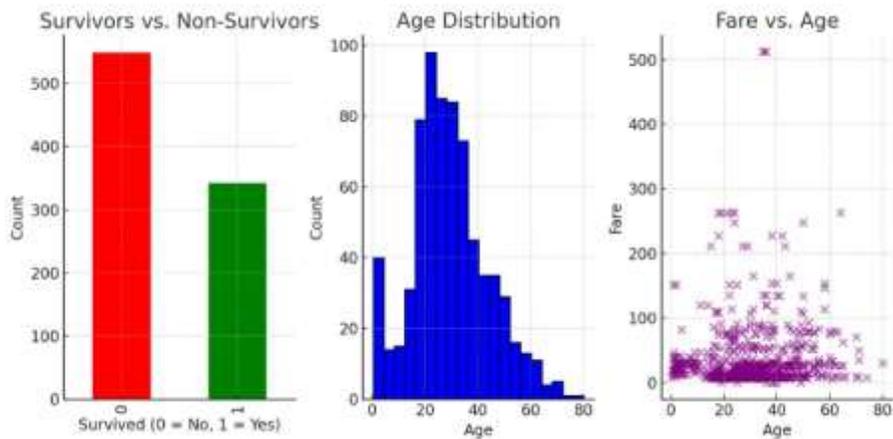
Create in LLM Chat

```

1 import pandas as pd
2 import matplotlib.pyplot as plt
3
4 # Load the dataset
5 file_path = "/mnt/data/titanic.csv"
6 df = pd.read_csv(file_path)
7
8 # Convert column names to lowercase for consistency
9 df.columns = df.columns.str.lower()
10
11 # Basic Plots
12 plt.figure(figsize=(10, 5))
13
14 # Bar Chart: Survival Count
15 plt.subplot(1, 3, 1)
16 df['survived'].value_counts().plot(kind='bar', color=['red', 'green'])
17 plt.title("Survivors vs. Non-Survivors")
18 plt.xlabel("Survived (0 = No, 1 = Yes)")
19 plt.ylabel("Count")
20
21 # Histogram: Age Distribution
22 plt.subplot(1, 3, 2)
23 df['age'].dropna().plot(kind='hist', bins=20, color='blue', edgecolor='black')
24 plt.title("Age Distribution")
25 plt.xlabel("Age")
26 plt.ylabel("Count")
27
28 # Scatter Plot: Fare vs. Age
29 plt.subplot(1, 3, 3)
30 plt.scatter(df['age'], df['fare'], alpha=0.5, color='purple')
31 plt.title("Fare vs. Age")
32 plt.xlabel("Age")
33 plt.ylabel("Fare")
34
35 # Show the plots
36 plt.tight_layout()
37 plt.show()

```

Run in IDE



চিত্র ৯.২৮ LLM ডেটাসেটের ভিজ্যুয়ালাইজেশন তাত্ক্ষণিকভাবে পাওয়ার জন্য সহায়তা করে।

ডেটার ভিজ্যুয়ালাইজেশন একটি গুরুত্বপূর্ণ পর্যায়, যা মেশিন লার্নিং মডেল তৈরির জন্য ডেটাসেট প্রস্তুত করতে সহায়তা করে, যা কেবল ডেটা বোঝার পরেই করা যেতে পারে।

মেশিন লার্নিং কার্যকরী: টাইটানিকের যাত্রীদের থেকে প্রকল্প ব্যবস্থাপনা পর্যন্ত

টাইটানিক ডেটাসেটের ভিত্তিতে মেশিন লার্নিংয়ের মৌলিক বিষয়গুলি অধ্যয়ন করার জন্য ব্যবহৃত প্রধান হাইপোথিসিস হল যে কিছু যাত্রী গোষ্ঠীর বেঁচে থাকার সম্ভাবনা বেশি ছিল।

টাইটানিকের একটি ছোট যাত্রী তালিকা বিশ্বজুড়ে জনপ্রিয় হয়ে উঠেছে, এবং মিলিয়ন মিলিয়ন মানুষ এটি ব্যবহার করে শিখতে, পরীক্ষামূলক কাজ করতে এবং মডেলগুলি পরীক্ষা করতে যে কোন অ্যালগরিদম এবং হাইপোথিসিসগুলি সর্বাধিক সঠিক বেঁচে থাকার পূর্বাভাস মডেল তৈরি করতে পারে।

টাইটানিক ডেটাসেটের আকর্ষণ তার সংক্ষিপ্ততায়: কয়েকশো সারি এবং বারোটি কলাম (চিত্র ৯.২৬) নিয়ে এটি বিশ্লেষণের জন্য বিস্তৃত সুযোগ প্রদান করে। ডেটাসেটটি একটি তুলনামূলকভাবে সহজ, ক্লাসিক্যাল উদাহরণ যা বাইনারি শ্রেণীবিভাগের সমাধান, যেখানে সমস্যার লক্ষ্য - বেঁচে থাকা - একটি সুবিধাজনক ০ বা ১ ফরম্যাটে প্রকাশিত।

জন হুইলার "It from Bit"-এ [৭] দাবি করেন যে বিশ্বজগতের ভিত্তিতে বাইনারি সিদ্ধান্ত রয়েছে। একইভাবে, মানুষের দ্বারা পরিচালিত ব্যবসা, যা অণু দ্বারা গঠিত, আসলে বাইনারি নির্বাচনের একটি ধারাবাহিকতার উপর ভিত্তি করে।

তদুপরি, ডেটাগুলি একটি বাস্তব ঐতিহাসিক ঘটনার উপর ভিত্তি করে, যা সেগুলিকে গবেষণার জন্য মূল্যবান করে তোলে, কৃত্রিমভাবে তৈরি উদাহরণগুলির তুলনায়। কাগল প্ল্যাটফর্মে, যা ডেটা পাইপলাইন এবং ETL-এর জন্য বৃহত্তম প্ল্যাটফর্মগুলির মধ্যে একটি, টাইটানিক ডেটাসেটের ভিত্তিতে সমস্যার সমাধানে ১,৩৫৫,৯৯৮ জন অংশগ্রহণ করেছেন, ৫৩,৯৬৩টি অনন্য ডেটা পাইপলাইন সমাধান তৈরি করেছেন [১৫৭] (চিত্র ৯.২৯)।-

অবিশ্বাস্য মনে হলেও, মাত্র ১০০০টি টাইটানিক যাত্রীদের ডেটা ১২টি প্যারামিটার নিয়ে মিলিয়ন মিলিয়ন হাইপোথিসিস, যুক্তির শৃঙ্খলা এবং অনন্য ডেটা পাইপলাইনগুলির জন্য ক্ষেত্র হয়ে উঠেছে। একটি ছোট ডেটাসেট থেকে অসীম অন্তর্দৃষ্টি, হাইপোথিসিস এবং ব্যাখ্যা জন্ম নেয় - সহজ বেঁচে থাকার মডেল থেকে শুরু করে জটিল অ্যানসেম্বল পর্যন্ত, যা লুকানো প্রবণতা এবং জটিল যুক্তির ল্যাবিরিন্থকে বিবেচনায় নেয়।

Machine Learning from Disaster Submit Prediction

Data Code Models Discussion Leaderboard Rules

| | |
|---|---------------|
| Titanic Tutorial Updated 3y ago 29858 comments · Titanic - Machine Learning from Disaster | 16916 Gold |
| Titanic competition w/ TensorFlow Decision Forests Updated 2y ago Score: 0.80143 · 318 comments · Titanic - Machine Learning from Disaster | 1098 Gold |
| Titanic Data Science Solutions Updated 6y ago 2590 comments · Titanic - Machine Learning from Disaster | 10723 Gold |
| Exploring Survival on the Titanic Updated 7y ago Score: 0.80382 · 1072 comments · Titanic - Machine Learning from Disaster | 3968 Gold |

চিত্র 9.29 মোট 53,963 প্রস্তুত এবং উন্মুক্ত পাইপলাইন থেকে প্রথম পাঁচটি সমাধান। প্রায় 1.5 মিলিয়ন মানুষ ইতিমধ্যেই কাগল-এ এই সমস্যার সমাধান করার চেষ্টা করেছেন [157]।

যদি এমন একটি ছোট টেবিল মিলিয়ন মিলিয়ন অনন্য সমাধান তৈরি করতে পারে (চিত্র 9.29), তবে বাস্তব শিল্প নির্মাণের ডেটাসেটগুলির ক্ষেত্রে কী বলা যায়, যেখানে পরামিতিগুলি হাজার হাজারে পরিমাপ করা হয়?-

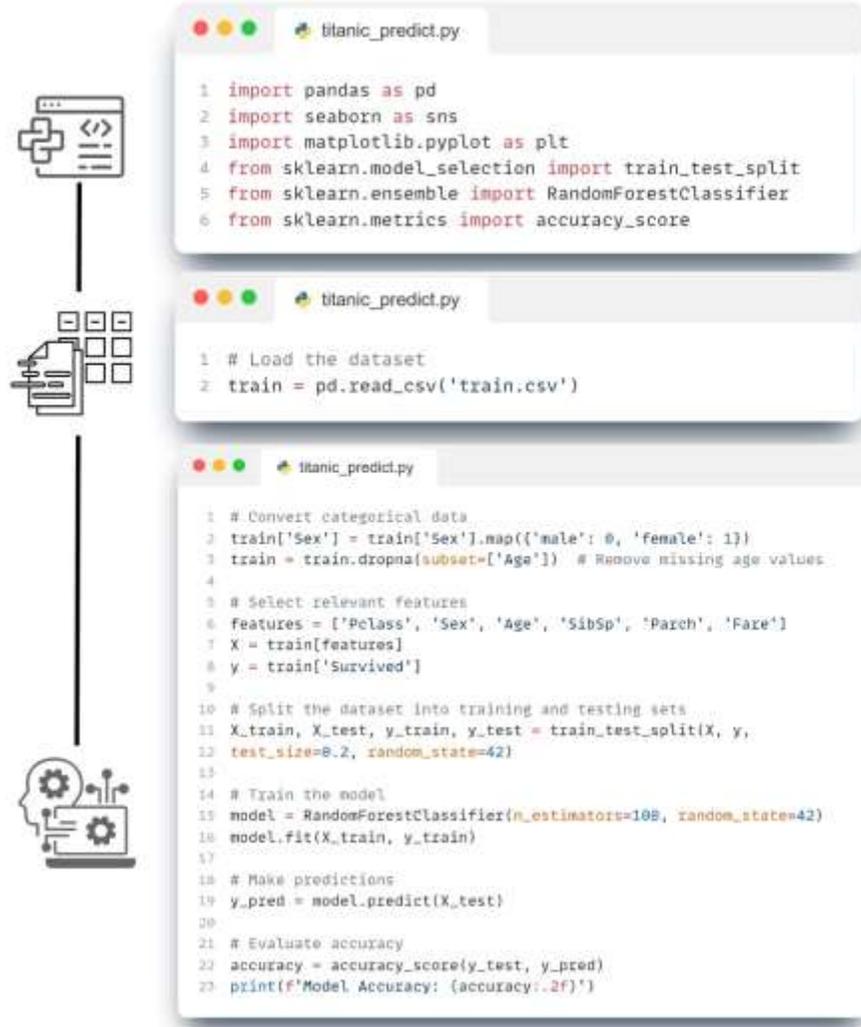
একটি স্ট্যান্ডার্ড CAD প্রকল্পের তুলনায় একটি ছোট ভবন দশ হাজারেরও বেশি সত্তা এবং হাজার হাজার পরামিতি ধারণ করে - জ্যামিতিক বৈশিষ্ট্য থেকে শুরু করে মূল্য এবং সময়ের অ্যাট্রিবিউট পর্যন্ত। কল্পনা করুন, আপনার কোম্পানির গত কয়েক বছরের সমস্ত প্রকল্পের ডেটাতে কতগুলি সম্ভাব্য অন্তর্দৃষ্টি, সম্পর্ক, পূর্বাভাস এবং ব্যবস্থাপনার অনুমান লুকিয়ে আছে। ঐতিহাসিক প্রকল্পের ডেটা কেবল একটি আর্কাইভ নয় - এটি একটি জীবন্ত স্মৃতি, এর ডিজিটাল ছাপ, যা বিশ্লেষণ করা যেতে পারে অনেক অনন্য অনুমানের নির্মাণের জন্য।

সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ বিষয় হল, কাগল সম্প্রদায় আপনার কোম্পানি বা আপনার ডেটাতে আগ্রহী হওয়ার জন্য অপেক্ষা করার প্রয়োজন নেই। আজই আপনি যা আছে তা নিয়ে কাজ শুরু করতে পারেন: আপনার নিজস্ব ডেটাতে বিশ্লেষণ চালানো, আপনার নিজস্ব ডেটাতে মডেল প্রশিক্ষণ দেওয়া, পুনরাবৃত্তি, অস্বাভাবিকতা এবং প্যাটার্ন চিহ্নিত করা। যেখানে আগে বছরের পর বছর পরীক্ষার এবং ব্যয়বহুল পরামর্শের প্রয়োজন ছিল, আজ যথেষ্ট উদ্যোগ, LLM, ডেটার প্রতি উন্মুক্ত দৃষ্টিভঙ্গি এবং শেখার জন্য প্রস্তুতি।

- একটি মেশিন লার্নিং অ্যালগরিদম তৈরি করতে, যা ট্রেনিং ডেটাসেটের ভিত্তিতে যাত্রীদের বেঁচে থাকার পূর্বাভাস দেবে train.csv, LLM-কে আমাদের জন্য এই কাজটি সমাধান করতে বলব:

টাইটানিকের যাত্রীদের ট্রেনিং ডেটাসেটের ভিত্তিতে বেঁচে থাকার পূর্বাভাস দেওয়ার জন্য একটি মেশিন লার্নিং মডেল তৈরি করুন এ

LLM-এর উত্তর:



```

1 import pandas as pd
2 import seaborn as sns
3 import matplotlib.pyplot as plt
4 from sklearn.model_selection import train_test_split
5 from sklearn.ensemble import RandomForestClassifier
6 from sklearn.metrics import accuracy_score

1 # Load the dataset
2 train = pd.read_csv('train.csv')

1 # Convert categorical data
2 train['Sex'] = train['Sex'].map({'male': 0, 'female': 1})
3 train = train.dropna(subset=['Age']) # Remove missing age values
4
5 # Select relevant features
6 features = ['Pclass', 'Sex', 'Age', 'SibSp', 'Parch', 'Fare']
7 X = train[features]
8 y = train['Survived']
9
10 # Split the dataset into training and testing sets
11 X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y,
12 test_size=0.2, random_state=42)
13
14 # Train the model
15 model = RandomForestClassifier(n_estimators=100, random_state=42)
16 model.fit(X_train, y_train)
17
18 # Make predictions
19 y_pred = model.predict(X_test)
20
21 # Evaluate accuracy
22 accuracy = accuracy_score(y_test, y_pred)
23 print(f'Model Accuracy: {accuracy:.2f}')

```

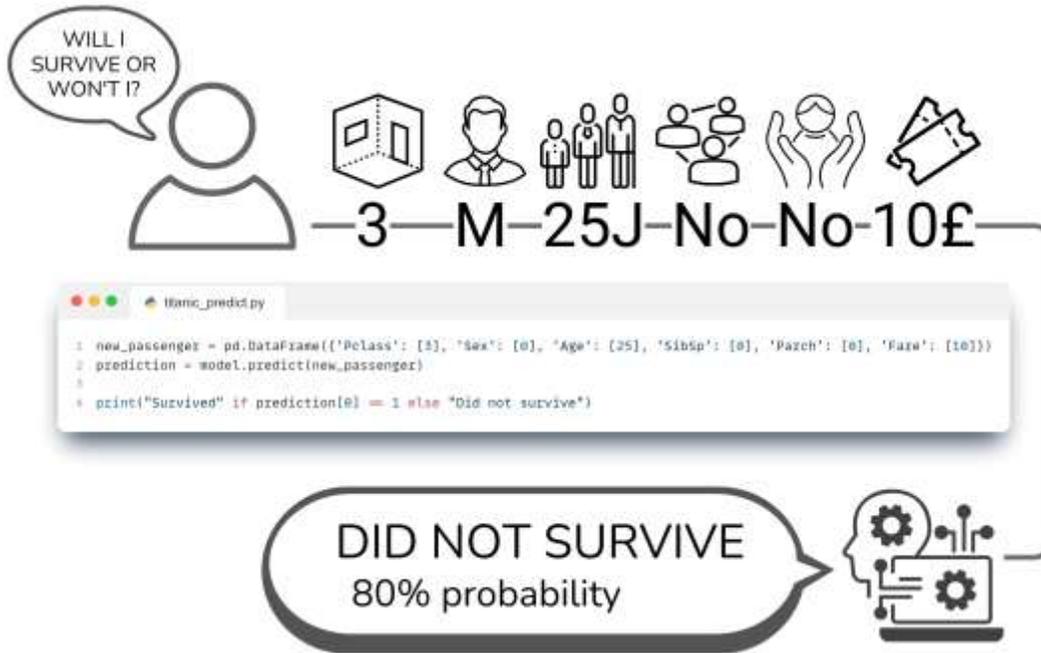
চিত্র 9.210 LLM টাইটানিকে বেঁচে থাকার পূর্বাভাস তৈরি করেছে মেশিন লার্নিং অ্যালগরিদম র্যান্ডম ফরেস্ট ব্যবহার করে।

LLM থেকে প্রাপ্ত কোড (চিত্র 9.210) টাইটানিকের যাত্রীদের ডেটা লোড করে, সেগুলি পরিষ্কার করে, ক্যাটেগরিক্যাল ভেরিয়েবলগুলিকে (যেমন, লিঙ্গকে সংখ্যাগত ফরম্যাটে) রূপান্তর করে এবং র্যান্ডমফরেস্টক্লাসিফায়ার অ্যালগরিদমের মাধ্যমে মডেলটি প্রশিক্ষণ দেয় যাতে পূর্বাভাস দেওয়া যায়, যাত্রীটি বেঁচে ছিল কিনা (জনপ্রিয় অ্যালগরিদম সম্পর্কে আমরা পরবর্তী অধ্যায়ে আলোচনা করব)।-

কোডের মাধ্যমে ডেটা প্রশিক্ষণের সময় প্রশিক্ষণ এবং পরীক্ষামূলক সেটে বিভক্ত হয় (কাগল সাইটে প্রশিক্ষণের জন্য ইতিমধ্যেই প্রস্তুত test.csv (চিত্র 9.27) এবং train.csv (চিত্র 9.26) তৈরি করা হয়েছে), তারপর মডেলটি প্রশিক্ষণ ডেটাতে প্রশিক্ষিত হয় এবং পরীক্ষামূলক ডেটাতে পরীক্ষা করা হয়, যাতে বোঝা যায় কোন মডেলটি পূর্বাভাসের জন্য কতটা ভাল। প্রশিক্ষণের পরে test.csv থেকে পরীক্ষামূলক ডেটা (যাদের বেঁচে থাকার বা না বেঁচে থাকার বাস্তব ডেটা) মডেলে প্রবাহিত হয়, এবং এটি পূর্বাভাস দেয়, কে বেঁচে ছিল এবং কে ছিল না। আমাদের ক্ষেত্রে, প্রাপ্ত মেশিন লার্নিং মডেলের সঠিকতা প্রায় 80%, যা দেখায় যে এটি যথেষ্ট ভালভাবে নিয়মগুলি ধরতে পারে।-

মেশিন লার্নিংকে একটি শিশুর সাথে তুলনা করা যেতে পারে, যে একটি আয়তাকার ব্লককে একটি গোলাকার গর্তে প্রবেশ করানোর চেষ্টা করছে। প্রাথমিক পর্যায়ে, অ্যালগরিদম বিভিন্ন পদ্ধতির চেষ্টা করে, ভুল এবং অমিলের সম্মুখীন হয়। এই প্রক্রিয়াটি অকার্যকর মনে হতে পারে, তবে এটি গুরুত্বপূর্ণ শিক্ষা প্রদান করে: প্রতিটি ভুল বিশ্লেষণ করে, মডেলটি তার পূর্বাভাসগুলি উন্নত করে এবং আরও সঠিক সিদ্ধান্ত গ্রহণ করে।

এখন এই মডেলটি (চিত্র 9.210) নতুন যাত্রীদের বেঁচে থাকার পূর্বাভাস দেওয়ার জন্য ব্যবহার করা যেতে পারে এবং উদাহরণস্বরূপ, যদি এতে একটি যাত্রীর তথ্য প্রদান করা হয় model.predict ফাংশনের মাধ্যমে: "পুরুষ", "৩য় শ্রেণী", "২৫ বছর", "বোর্ডে আত্মীয় নেই", মডেলটি পূর্বাভাস দেবে - যে যাত্রীটির ৮০% সম্ভাবনা রয়েছে যে তিনি ১৯১২ সালে টাইটানিক জাহাজে দুর্ঘটনার সময় বেঁচে থাকবেন না (চিত্র 9.211)।-



চিত্র 9.211 আমাদের তৈরি করা মডেলটি এখন ৮০% সম্ভাবনা সহ পূর্বাভাস দিতে পারে যে টাইটানিকের নতুন যাত্রীটি বেঁচে থাকবে বা বেঁচে থাকবে না।

"টাইটানিক" যাত্রীদের বেঁচে থাকার পূর্বাভাস মডেলটি একটি অনেক বিস্তৃত ধারণাকে চিত্রিত করে: প্রতিদিন হাজার হাজার বিশেষজ্ঞ নির্মাণ শিল্পে এমন "দ্বৈত" সিদ্ধান্ত গ্রহণ করেন - জীবন বা মৃত্যুর সিদ্ধান্ত, প্রকল্প, বাজেট, সরঞ্জাম, লাভ বা ক্ষতি, নিরাপত্তা বা ঝুঁকি। "টাইটানিক" উদাহরণের মতো, যেখানে ফলাফল বিভিন্ন ফ্যাক্টরের উপর নির্ভর করে (লিঙ্গ, বয়স, শ্রেণী), নির্মাণে প্রতিটি সিদ্ধান্তের দিকের উপর অনেকগুলি নিজস্ব ফ্যাক্টর এবং ভেরিয়েবল (তালিকার কলাম) প্রভাব ফেলে: উপকরণের খরচ, শ্রমিকদের দক্ষতা, সময়সীমা, আবহাওয়া, লজিস্টিক, প্রযুক্তিগত ঝুঁকি, মন্তব্য

এবং হাজার হাজার অন্যান্য প্যারামিটার।

নির্মাণ শিল্পে মেশিন লার্নিং অন্যান্য ক্ষেত্রের মতো একই নীতিতে প্রয়োগ করা হয়: মডেলগুলি ঐতিহাসিক ডেটার উপর প্রশিক্ষিত হয় - প্রকল্প, চুক্তি, বাজেট থেকে - বিভিন্ন অনুমান পরীক্ষা করার এবং সবচেয়ে কার্যকর সমাধানগুলি খুঁজে বের করার জন্য। এই প্রক্রিয়াটি অনেকাংশে একটি শিশুকে পরীক্ষার এবং ক্রটির মাধ্যমে শেখানোর মতো: প্রতিটি চক্রের সাথে মডেলগুলি অভিযোজিত হয় এবং আরও সঠিক হয়ে ওঠে।

সংগৃহীত ডেটা নির্মাণের জন্য নতুন দিগন্ত উন্মোচন করে। শ্রমসাধ্য হাতে গণনার পরিবর্তে, মডেলগুলি প্রশিক্ষিত করা যেতে পারে যা ভবিষ্যতের প্রকল্পগুলির মূল বৈশিষ্ট্যগুলি উচ্চ সঠিকতার সাথে পূর্বাভাস দিতে সক্ষম। এইভাবে, পূর্বাভাসমূলক বিশ্লেষণ নির্মাণ শিল্পকে এমন একটি স্থানে পরিণত করে যেখানে কেবল পরিকল্পনা করা নয়, বরং ঘটনাবলীর উন্নয়নকে আত্মবিশ্বাসের সাথে পূর্বাভাস দেওয়া যায়।

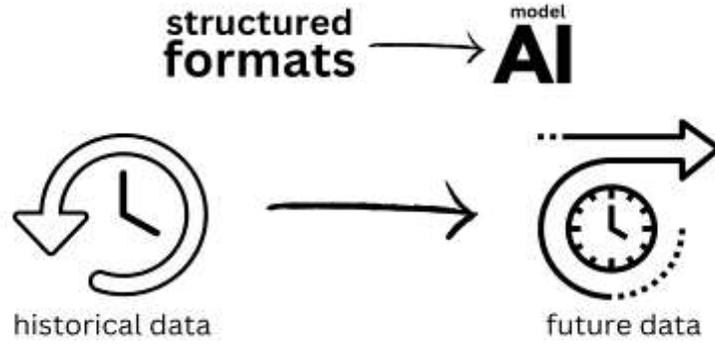
ঐতিহাসিক তথ্যের ভিত্তিতে পূর্বাভাস এবং পূর্বাণুমান

কোম্পানির প্রকল্পগুলির সম্পর্কে সংগৃহীত তথ্য ভবিষ্যতের, এখনও বাস্তবায়িত না হওয়া অবকাঠামোর খরচ এবং সময়ের বৈশিষ্ট্যগুলি পূর্বাভাস দেওয়ার জন্য মডেল তৈরি করার সুযোগ উন্মোচন করে - শ্রমসাধ্য হাতে গণনা এবং তুলনা ছাড়াই। এটি মূল্যায়নের প্রক্রিয়াগুলিকে উল্লেখযোগ্যভাবে ত্বরান্বিত এবং সহজতর করতে সক্ষম করে, যা বিষয়গত অনুমানের উপর নয় বরং যুক্তিসঙ্গত গাণিতিক পূর্বাভাসের উপর ভিত্তি করে।

বইয়ের চতুর্থ অংশে, আমরা প্রকল্পের বাজেট মূল্যায়নের ঐতিহ্যবাহী পদ্ধতিগুলি বিস্তারিতভাবে আলোচনা করেছি, যার মধ্যে রয়েছে সম্পদ ভিত্তিক পদ্ধতি, পাশাপাশি প্যারামেট্রিক এবং বিশেষজ্ঞ পদ্ধতিগুলি উল্লেখ করা হয়েছে। এই পদ্ধতিগুলি এখনও প্রাসঙ্গিক, তবে আধুনিক অনুশীলনে সেগুলি পরিসংখ্যানগত বিশ্লেষণ এবং মেশিন লার্নিংয়ের সরঞ্জামগুলির সাথে সমৃদ্ধ হচ্ছে, যা মূল্যায়নের সঠিকতা এবং পুনরুৎপাদনযোগ্যতা উল্লেখযোগ্যভাবে বাড়াতে সক্ষম করে।

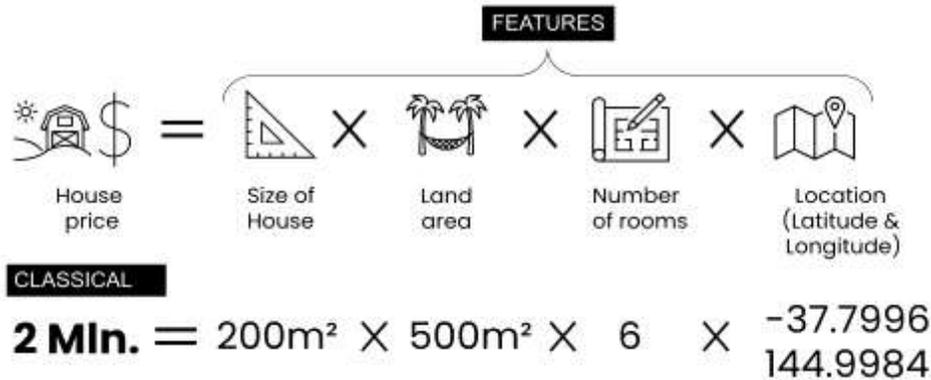
ভবিষ্যতে মূল্য এবং সময়ের বৈশিষ্ট্যগুলির হাতে গণনা এবং অর্ধ-স্বয়ংক্রিয় প্রক্রিয়াগুলি এমএল মডেলগুলির মতামত এবং পূর্বাভাস দ্বারা সম্পূরক হবে, যা ঐতিহাসিক ডেটা বিশ্লেষণ করতে, লুকানো নিয়মগুলি খুঁজে বের করতে এবং যুক্তিসঙ্গত সমাধানগুলি প্রস্তাব করতে সক্ষম। নতুন ডেটা এবং দৃশ্যগুলি ইতিমধ্যে বিদ্যমান তথ্য থেকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে তৈরি করা হবে - যেমন ভাষার মডেলগুলি (এলএলএম) বছরের পর বছর ধরে খোলা উৎস থেকে সংগৃহীত ডেটার ভিত্তিতে টেক্সট, চিত্র এবং কোড তৈরি করে।

যেমন আজকের মানুষ ভবিষ্যৎ ঘটনাবলীর মূল্যায়নে অভিজ্ঞতা, অন্তর্দৃষ্টি এবং অভ্যন্তরীণ পরিসংখ্যানের উপর নির্ভর করে, আগামী কয়েক বছরে নির্মাণ প্রকল্পগুলির ভবিষ্যৎ ক্রমশই সংগৃহীত জ্ঞান এবং মেশিন লার্নিংয়ের গাণিতিক মডেলের সংমিশ্রণের দ্বারা নির্ধারিত হবে।



চিত্র 9.212 কোম্পানির গুণগত এবং কাঠামোগত ঐতিহাসিক তথ্য - মেশিন লার্নিং মডেল এবং পূর্বাভাস তৈরির জন্য ভিত্তি /

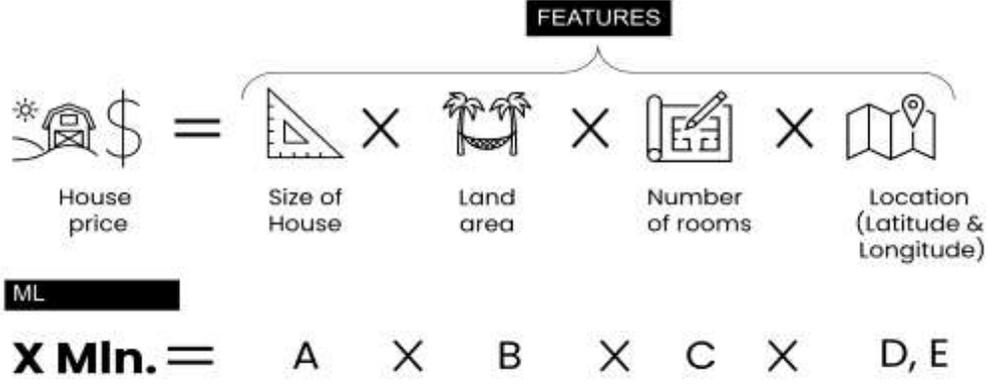
একটি সহজ উদাহরণ বিবেচনা করি: একটি বাড়ির মূল্য পূর্বাভাস দেওয়া তার আয়তন, জমির আকার, কক্ষের সংখ্যা এবং ভৌগোলিক অবস্থানের ভিত্তিতে। একটি পদ্ধতি হল একটি ক্লাসিক্যাল মডেল তৈরি করা, যা এই প্যারামিটারগুলি বিশ্লেষণ করে এবং অনুমানিত মূল্য হিসাব করে (চিত্র 9.213)। এই পদ্ধতির জন্য সঠিক এবং পূর্বনির্ধারিত সূত্রের প্রয়োজন, যা বাস্তব অভিজ্ঞতায় প্রায় অসম্ভব।



চিত্র 9.213 বাড়ির মূল্য নির্ধারণের জন্য একটি ক্লাসিক্যাল অ্যালগরিদম ব্যবহার করা যেতে পারে, যার জন্য একটি নির্দিষ্ট সূত্র খুঁজে বের করতে হবে /

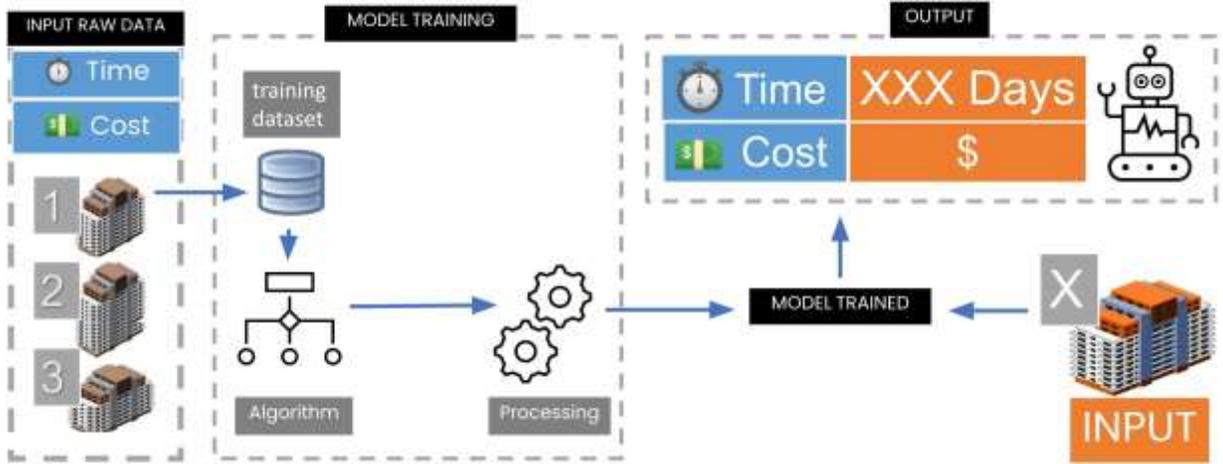
মেশিন লার্নিং ম্যানুয়াল সূত্র অনুসন্ধানের প্রয়োজনীয়তা থেকে মুক্তি দেয় এবং শিক্ষণীয় অ্যালগরিদমগুলির মাধ্যমে তাদের প্রতিস্থাপন করে, যা স্বয়ংক্রিয়ভাবে সম্পর্কগুলি চিহ্নিত করে, যা পূর্বনির্ধারিত সমীকরণগুলির চেয়ে অনেক বেশি সঠিক। বিকল্প হিসেবে, একটি মেশিন লার্নিং অ্যালগরিদম তৈরি করা যাক, যা সমস্যা সম্পর্কে প্রাথমিক বোঝাপড়া এবং অসম্পূর্ণ ঐতিহাসিক তথ্যের ভিত্তিতে মডেল তৈরি করবে (চিত্র 9.214)।-

মূল্য নির্ধারণের সমস্যার উদাহরণে, মেশিন লার্নিং বিভিন্ন ধরনের গাণিতিক মডেল তৈরি করতে সক্ষম, যা মূল্য গঠনের সঠিক প্রক্রিয়া জানার প্রয়োজন হয় না। মডেলটি পূর্ববর্তী প্রকল্পগুলির তথ্যের উপর "শিখে" বাস্তব সম্পর্কগুলির সাথে মানিয়ে নেয়, যা ভবনগুলির প্যারামিটার, তাদের মূল্য এবং সম্পন্ন করার সময়ের মধ্যে সম্পর্ক।



চিত্র 9.214 ক্লাসিক্যাল সূত্রের ভিত্তিতে মূল্যায়নের পরিবর্তে, মেশিন লার্নিং অ্যালগরিদম ঐতিহাসিক তথ্যের উপর ভিত্তি করে শিখে।

মেশিন লার্নিংয়ের প্রেক্ষাপটে, সুপারভাইজড মেশিন লার্নিংয়ের অধীনে, প্রশিক্ষণ ডেটাসেটে প্রতিটি প্রকল্পে ইনপুট অ্যাট্রিবিউট (যেমন, অনুরূপ ভবনের নির্মাণের খরচ এবং সময়ের তথ্য) এবং প্রত্যাশিত আউটপুট মান (যেমন, খরচ বা সময়) অন্তর্ভুক্ত থাকে। এই ধরনের ডেটাসেটটি মেশিন লার্নিং মডেল তৈরি এবং কনফিগার করার জন্য ব্যবহৃত হয় (চিত্র 9.215)। যত বড় ডেটাসেট এবং তত বেশি ডেটার গুণমান, তত সঠিক হবে মডেল এবং তত সঠিক হবে পূর্বাভাসের ফলাফল।



চিত্র 9.215 একটি ML মডেল, যা পূর্ববর্তী প্রকল্পগুলির খরচ এবং সময়সূচী সম্পর্কে তথ্যের উপর ভিত্তি করে প্রশিক্ষিত, একটি নতুন প্রকল্পের খরচ এবং সময়সূচী নির্ধারণ করবে একটি নির্দিষ্ট সম্ভাবনার সাথে।

একটি নতুন প্রকল্পের নির্মাণের জন্য মডেল তৈরি এবং প্রশিক্ষণের পরে, নতুন প্রকল্পের জন্য নতুন অ্যাট্রিবিউট প্রদান করা যথেষ্ট, এবং মডেল পূর্বে অধ্যয়ন করা সম্পর্কের ভিত্তিতে অনুমানিত ফলাফল প্রদান করবে একটি নির্দিষ্ট সম্ভাবনার সাথে।

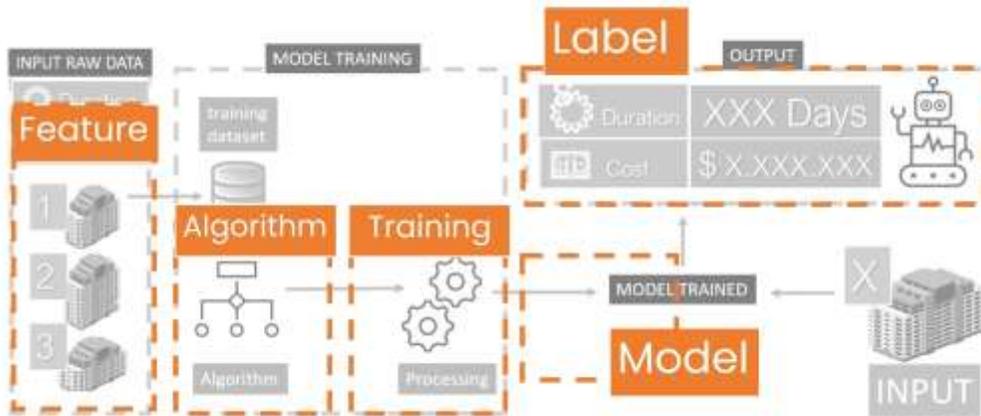
যন্ত্র শেখার মূল ধারণাসমূহ

মেশিন লার্নিং কোন জাদু নয়, বরং এটি কেবল গাণিতিক, তথ্য এবং সম্পর্কের অনুসন্ধান। এটি প্রকৃত বুদ্ধিমত্তা ধারণ করে না, বরং এটি একটি প্রোগ্রাম, যা ডেটার উপর ভিত্তি করে শিখতে সক্ষম, যাতে প্যাটার্নগুলি চিহ্নিত করতে এবং

মানুষের ক্রমাগত অংশগ্রহণ ছাড়াই সিদ্ধান্ত নিতে পারে।

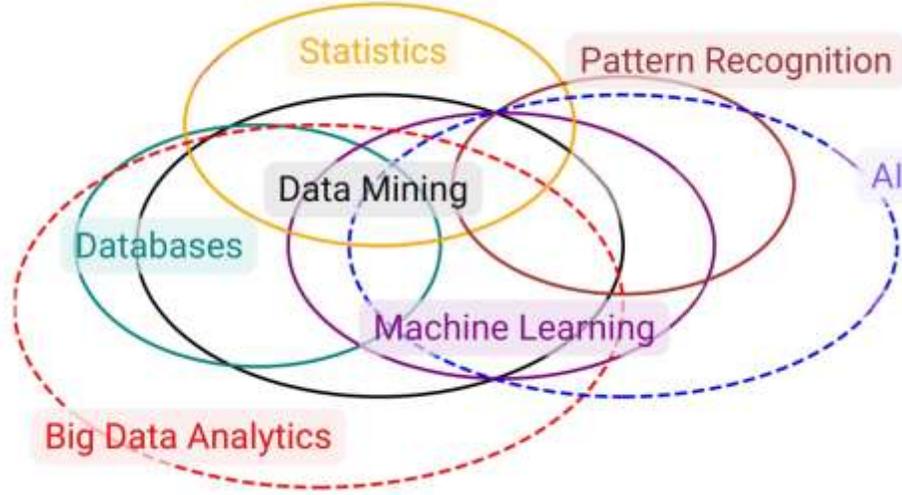
মেশিন লার্নিং তার কাঠামো বর্ণনা করতে একটি সিরিজের মূল ধারণা ব্যবহার করে (চিত্র 9.216):-

- লেবেল (Labels) হল লক্ষ্য ভেরিয়েবল বা অ্যাট্রিবিউট (টাইটানিক ডেটাসেটে "বেঁচে থাকা" প্যারামিটার), যা মডেলটি পূর্বাভাস দিতে হবে। উদাহরণ: নির্মাণের খরচ (যেমন, ডলারে), নির্মাণের সময়কাল (যেমন, মাসে)।
- বৈশিষ্ট্য (Features) হল স্বাধীন ভেরিয়েবল বা অ্যাট্রিবিউট, যা মডেলের জন্য ইনপুট ডেটা হিসেবে কাজ করে। পূর্বাভাস মডেলে, এগুলি লেবেলগুলির পূর্বাভাস দেওয়ার জন্য ব্যবহৃত হয়। উদাহরণ: জমির আয়তন (বর্গমিটারে), ভবনের তল সংখ্যা, ভবনের মোট আয়তন (বর্গমিটারে), ভৌগোলিক অবস্থান (অক্ষাংশ এবং দ্রাঘিমাংশ), নির্মাণে ব্যবহৃত উপকরণের প্রকার। বৈশিষ্ট্যের সংখ্যা ডেটার মাত্রাও নির্ধারণ করে।
- মডেল (Model) হল বিভিন্ন হাইপোথিসিসের একটি সেট, যার মধ্যে একটি লক্ষ্য ফাংশনকে পূর্বাভাস বা আপপ্রক্সিমেট করার জন্য সঠিক। উদাহরণ: একটি মেশিন লার্নিং মডেল, যা নির্মাণের খরচ এবং সময়ের পূর্বাভাস দেওয়ার জন্য রিগ্রেশন বিশ্লেষণ পদ্ধতি ব্যবহার করে।
- লার্নিং অ্যালগরিদম (Learning Algorithm) হল একটি প্রক্রিয়া, যা মডেলে সঠিক লক্ষ্য ফাংশনের সাথে সঠিকভাবে মিলে যাওয়া সেরা হাইপোথিসিস খুঁজে বের করে, প্রশিক্ষণ ডেটার সেট ব্যবহার করে। উদাহরণ: লিনিয়ার রিগ্রেশন অ্যালগরিদম, KNN বা র্যান্ডম ফরেস্ট, যা নির্মাণের খরচ এবং সময়ের ডেটা বিশ্লেষণ করে সম্পর্ক এবং নিয়মগুলি চিহ্নিত করে।
- প্রশিক্ষণ (Training) - প্রশিক্ষণের প্রক্রিয়ায়, অ্যালগরিদম প্রশিক্ষণ ডেটা বিশ্লেষণ করে, ইনপুট অ্যাট্রিবিউট এবং লক্ষ্য লেবেলগুলির মধ্যে সম্পর্কের সাথে সম্পর্কিত নিয়মগুলি খুঁজে বের করে। এই প্রক্রিয়ার ফলস্বরূপ একটি প্রশিক্ষিত মেশিন লার্নিং মডেল তৈরি হয়, যা পূর্বাভাস দেওয়ার জন্য প্রস্তুত। উদাহরণ: একটি প্রক্রিয়া, যেখানে অ্যালগরিদম নির্মাণের ইতিহাসের ডেটা (খরচ, সময়, অবকাঠামোর বৈশিষ্ট্য) বিশ্লেষণ করে পূর্বাভাস মডেল তৈরি করে।



চিত্র 9.216 মেশিন লার্নিং লেবেল এবং অ্যাট্রিবিউট ব্যবহার করে মডেল তৈরি করে, যা অ্যালগরিদমের মাধ্যমে ডেটার উপর প্রশিক্ষিত হয় ফলাফল পূর্বাভাস দেওয়ার জন্য /

মেশিন লার্নিং একাকী অস্তিত্ব নেই, বরং এটি একটি বৃহত্তর বিশ্লেষণাত্মক ডিসিপ্লিনের ইকোসিস্টেমের অংশ, যা পরিসংখ্যান, ডেটাবেস, ডেটা মাইনিং, প্যাটার্ন রিকগনিশন, বিগ ডেটা অ্যানালিটিক্স এবং কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা অন্তর্ভুক্ত করে। চিত্র 9.217 দেখায় কিভাবে এই ক্ষেত্রগুলি একে অপরের সাথে সংযুক্ত এবং পরিপূরক হয়, আধুনিক সিদ্ধান্ত গ্রহণ এবং স্বয়ংক্রিয়করণের জন্য একটি জটিল ভিত্তি তৈরি করে।-

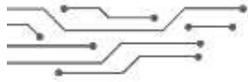


চিত্র 9.217 বিভিন্ন ডেটা বিশ্লেষণ ক্ষেত্রের মধ্যে সম্পর্ক: পরিসংখ্যান, মেশিন লার্নিং, কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা, বিগ ডেটা, প্যাটার্ন রিকগনিশন এবং ডেটা মাইনিং /

মেশিন লার্নিংয়ের মূল লক্ষ্য হল কম্পিউটারগুলিকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে জ্ঞান অর্জনের ক্ষমতা প্রদান করা, মানুষের হস্তক্ষেপ বা সহায়তা ছাড়াই এবং যথাযথভাবে তাদের কার্যক্রম সংশোধন করা।

অতএব, ভবিষ্যতে মানুষের ভূমিকা হবে কেবল মেশিনকে কগনিটিভ ক্ষমতা প্রদান করা - তিনি শর্ত, ওজন এবং প্যারামিটার নির্ধারণ করবেন, এবং মেশিন লার্নিং মডেল বাকি সবকিছু করবে।

পরবর্তী অধ্যায়ে অ্যালগরিদমের ব্যবহারিক উদাহরণগুলি আলোচনা করা হবে। বাস্তব টেবিল এবং সরল মডেলের মাধ্যমে ধাপে ধাপে পূর্বাভাস তৈরি করার প্রক্রিয়া প্রদর্শিত হবে।



অধ্যায় 9.3.

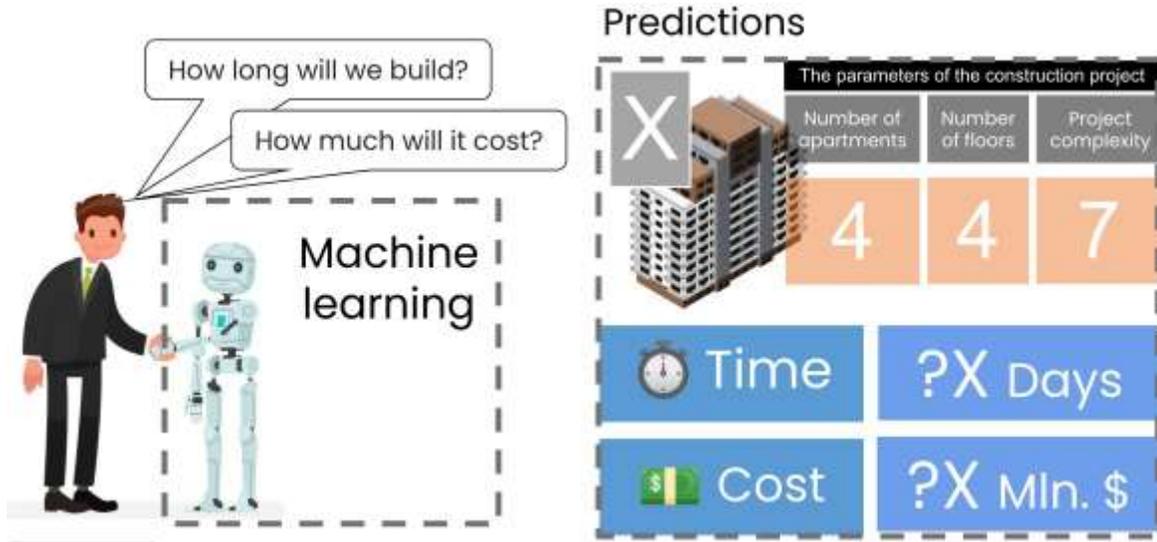
মেশিন লার্নিংয়ের মাধ্যমে খরচ এবং সময়ের পূর্বাভাস।

যন্ত্র শেখার ব্যবহার উদাহরণ প্রকল্পের মূল্য এবং সময়সীমা নির্ধারণের জন্য।

নির্মাণের সময় এবং খরচের মূল্যায়ন একটি নির্মাণ কোম্পানির কার্যক্রমে একটি মূল প্রক্রিয়া। ঐতিহ্যগতভাবে, এই ধরনের মূল্যায়ন বিশেষজ্ঞদের দ্বারা অভিজ্ঞতা, নির্দেশিকা এবং নিয়মিত ভিত্তির উপর ভিত্তি করে সম্পন্ন হয়। তবে ডিজিটাল রূপান্তর এবং তথ্যের প্রবাহ বৃদ্ধির কারণে, মেশিন লার্নিং (এমএল) মডেলগুলি ব্যবহার করার সুযোগ তৈরি হয়েছে যা এই ধরনের মূল্যায়নের সঠিকতা এবং স্বয়ংক্রিয়তা বাড়াতে পারে।

নির্মাণের খরচ এবং সময়ের হিসাবের প্রক্রিয়ায় মেশিন লার্নিংয়ের বাস্তবায়ন কেবল পরিকল্পনার কার্যকারিতা বাড়ায় না, বরং এটি অন্যান্য ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলিতে বুদ্ধিমান মডেলগুলির সংহতকরণের জন্য একটি প্রারম্ভিক পয়েন্ট হয়ে ওঠে – ঝুঁকি ব্যবস্থাপনা থেকে শুরু করে লজিস্টিক এবং ক্রেয়ের অপ্টিমাইজেশন পর্যন্ত।

একটি প্রকল্পের নির্মাণে কত সময় লাগবে এবং এর মোট খরচ কত হবে তা দ্রুত নির্ধারণ করা গুরুত্বপূর্ণ। এই সময় এবং খরচের প্রশ্নগুলি ঐতিহ্যগতভাবে নির্মাণ শিল্পের সূচনা থেকে গ্রাহক এবং নির্মাণ কোম্পানির উভয়ের মননে কেন্দ্রীয় স্থান দখল করে আছে।



চিত্র 9.31 নির্মাণ প্রকল্পগুলিতে সফলতার মূল উপাদানগুলি হল নির্মাণের সময় এবং খরচের মূল্যায়নের গতি এবং গুণমান।

পরবর্তী উদাহরণে, পূর্ববর্তী প্রকল্পগুলির মূল তথ্যগুলি বের করা হবে এবং সেগুলির ভিত্তিতে একটি মেশিন লার্নিং মডেল তৈরি করা হবে, যা আমাদের এই মডেলের সাহায্যে নতুন প্যারামিটার সহ নতুন নির্মাণ প্রকল্পগুলির খরচ এবং সময়ের মূল্যায়ন করতে সক্ষম করবে (চিত্র 9.31)।

তিনটি প্রকল্পের তিনটি মূল বৈশিষ্ট্য বিবেচনা করা যাক: অ্যাপার্টমেন্টের সংখ্যা (যেখানে 100টি অ্যাপার্টমেন্ট 10 সংখ্যার সমান, সহজ ভিজ্যুয়লাইজেশনের জন্য), তল সংখ্যা এবং নির্মাণের জটিলতার একটি শর্তসাপেক্ষ মাপ 1

থেকে 10 এর স্কেলে, যেখানে 10 হল সবচেয়ে উচ্চ জটিলতা। মেশিন লার্নিংয়ে, 100 কে 10 বা 50 কে 5 এ রূপান্তর এবং সহজীকরণের প্রক্রিয়াকে "স্বাভাবিকীকরণ" বলা হয়।

মেশিন লার্নিংয়ে স্বাভাবিকীকরণ হল বিভিন্ন সংখ্যাগত ডেটাকে একটি একক স্কেলে নিয়ে আসার প্রক্রিয়া, যা তাদের প্রক্রিয়াকরণ এবং বিশ্লেষণকে সহজতর করে। এই প্রক্রিয়াটি বিশেষভাবে গুরুত্বপূর্ণ যখন ডেটার বিভিন্ন স্কেল এবং পরিমাপের একক থাকে।

ধরা যাক, প্রথম প্রকল্পে (চিত্র 9.32) 50টি অ্যাপার্টমেন্ট ছিল (স্বাভাবিকীকরণের পরে - 5), 7 তলা এবং জটিলতার মূল্যায়ন 2, যা তুলনামূলকভাবে সহজ নির্মাণ বোঝায়। দ্বিতীয় প্রকল্পে 80টি অ্যাপার্টমেন্ট, 9 তলা এবং তুলনামূলকভাবে জটিল প্রকল্প ছিল। এই অবস্থায়, প্রথম এবং দ্বিতীয় বহুতল আবাসিক ভবন নির্মাণে যথাক্রমে 270 এবং 330 দিন সময় লেগেছিল, এবং প্রকল্পের মোট খরচ ছিল যথাক্রমে 4.5 এবং 5.8 মিলিয়ন ডলার।

| Construction project | The parameters of the construction project | | | The key parameters of the project | |
|----------------------|--|------------------|--------------------|-----------------------------------|----------------|
| | Number of apartment | Number of floors | Project complexity | Time | Cost |
| 1 | 5 | 7 | 2 | 270 | \$ 4.502.000 |
| 2 | 8 | 9 | 6 | 330 | \$ 5.750.000 |
| 3 | 3 | 5 | 3 | 230 | \$ 3.262.000 |
| X | 4 | 4 | 7 | ?X | \$?X. XXX.XXX |

চিত্র 9.32 পূর্ববর্তী প্রকল্পগুলির একটি সেটের উদাহরণ, যা ভবিষ্যতের প্রকল্প X এর সময় এবং খরচের মূল্যায়নের জন্য ব্যবহার করা হবে।

মেশিন লার্নিং মডেল তৈরি করার সময়, এই ধরনের ডেটার জন্য প্রধান কাজ হল পূর্বাভাস দেওয়ার জন্য সমালোচনামূলক বৈশিষ্ট্য (অথবা লেবেল) নির্ধারণ করা, এই ক্ষেত্রে - নির্মাণের সময় এবং খরচ। একটি ছোট ডেটাসেট নিয়ে, আমরা নতুন প্রকল্পগুলির পরিকল্পনার জন্য পূর্ববর্তী নির্মাণ প্রকল্পগুলির তথ্য ব্যবহার করব: মেশিন লার্নিং অ্যালগরিদম ব্যবহার করে, আমাদের নতুন প্রকল্প X এর খরচ এবং নির্মাণের সময় পূর্বাভাস দিতে হবে, নতুন প্রকল্পের নির্ধারিত বৈশিষ্ট্যগুলির ভিত্তিতে, যেমন 80টি অ্যাপার্টমেন্ট, 8টি তলা এবং প্রকল্পের আপেক্ষিক উচ্চ জটিলতা - ৭ (চিত্র ৯.৩২)। বাস্তব পরিস্থিতিতে, ইনপুট প্যারামিটারগুলির সংখ্যা উল্লেখযোগ্যভাবে বেশি হতে পারে - কয়েক ডজন থেকে শতাধিক ফ্যাক্টর পর্যন্ত। এর মধ্যে অন্তর্ভুক্ত হতে পারে: নির্মাণ সামগ্রীর প্রকার, জলবায়ু অঞ্চল, ঠিকাদারদের দক্ষতার স্তর, প্রকৌশল নেটওয়ার্কের উপস্থিতি, ভিত্তির প্রকার, কাজ শুরু করার মৌসুম, প্রকল্প ব্যবস্থাপকদের মন্তব্য ইত্যাদি।-

একটি পূর্বাভাস মডেল তৈরি করতে, আমাদের এটি তৈরি করার জন্য একটি অ্যালগরিদম নির্বাচন করতে হবে। মেশিন লার্নিংয়ে অ্যালগরিদম হল একটি গাণিতিক রেসিপি মতো, যা কম্পিউটারকে শেখায় কিভাবে পূর্বাভাস দিতে হয় (সঠিকভাবে প্যারামিটারগুলি মিশ্রিত করতে) বা ডেটার ভিত্তিতে সিদ্ধান্ত নিতে হয়।

পূর্ববর্তী নির্মাণ প্রকল্পগুলির ডেটা বিশ্লেষণ করতে এবং ভবিষ্যতের প্রকল্পগুলির সময় এবং খরচ পূর্বাভাস দিতে (চিত্র ৯.৩২), জনপ্রিয় মেশিন লার্নিং অ্যালগরিদমগুলির মধ্যে একটি ব্যবহার করা যেতে পারে:-

- লিনিয়ার রিগ্রেশন (Linear regression): এই অ্যালগরিদমটি বৈশিষ্ট্যগুলির মধ্যে সরাসরি সম্পর্ক খুঁজে বের করার চেষ্টা করে, উদাহরণস্বরূপ, তল সংখ্যা এবং নির্মাণের খরচের মধ্যে। অ্যালগরিদমের লক্ষ্য হল একটি লিনিয়ার সমীকরণ খুঁজে বের করা যা এই সম্পর্কটি সবচেয়ে ভালভাবে বর্ণনা করে, যা পূর্বাভাস দেওয়ার অনুমতি দেয়।
- ক-নিকটতম প্রতিবেশী অ্যালগরিদম (K-nearest neighbors (k-NN)): এই অ্যালগরিদমটি নতুন প্রকল্পকে পূর্ববর্তী প্রকল্পগুলির সাথে তুলনা করে, যা আকার বা জটিলতায় অনুরূপ। k-NN ডেটাগুলিকে শ্রেণীবদ্ধ করে সেই ভিত্তিতে যে k (সংখ্যা) প্রশিক্ষণ উদাহরণগুলি তাদের কাছে সবচেয়ে কাছাকাছি। রিগ্রেশনের প্রেক্ষাপটে, ফলাফল হল k নিকটতম প্রতিবেশীদের গড় বা মধ্যমা।
- সিদ্ধান্ত গাছ (Decision Trees): এটি একটি পূর্বাভাস মডেলিং মডেল, যা বিভিন্ন শর্তের ভিত্তিতে ডেটাগুলিকে উপসেটগুলিতে বিভক্ত করে, একটি গাছের কাঠামো ব্যবহার করে। প্রতিটি গাছের নোড একটি শর্ত বা প্রশ্ন উপস্থাপন করে, যা ডেটাগুলির আরও বিভাজনের দিকে নিয়ে যায়, এবং প্রতিটি পাতা - চূড়ান্ত পূর্বাভাস বা ফলাফল। অ্যালগরিদমটি বিভিন্ন বৈশিষ্ট্যের ভিত্তিতে ডেটাগুলিকে ছোট ছোট গ্রুপে বিভক্ত করে, উদাহরণস্বরূপ, প্রথমে তল সংখ্যা অনুযায়ী, তারপর জটিলতা অনুযায়ী ইত্যাদি, পূর্বাভাস দেওয়ার জন্য।

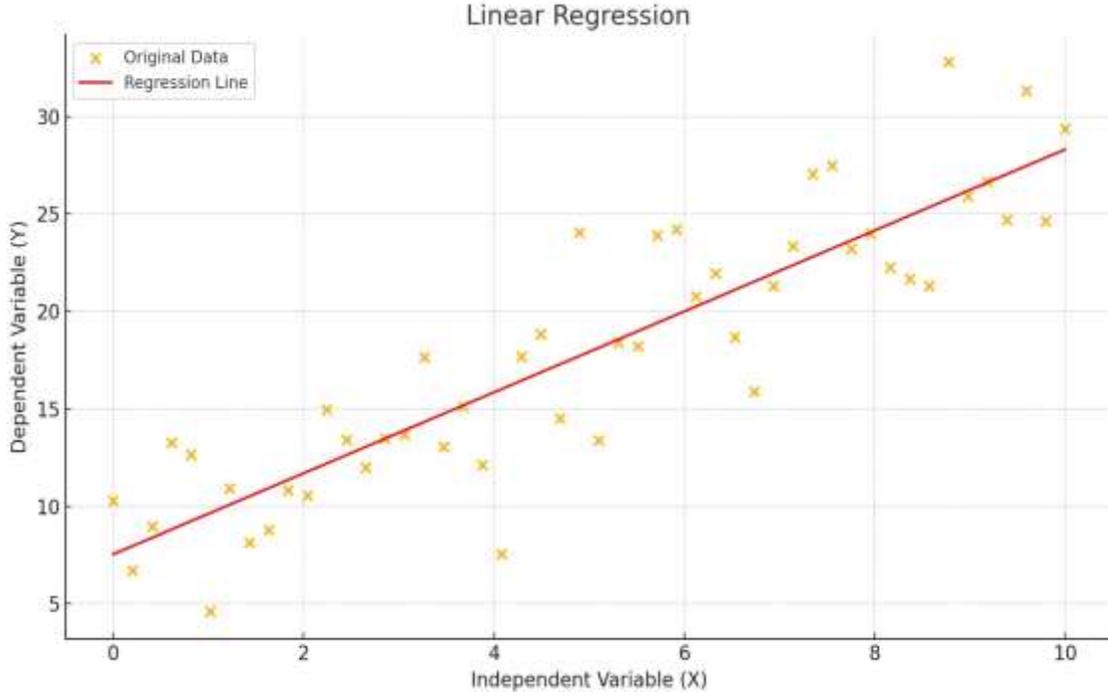
নতুন প্রকল্পের খরচ মূল্যায়নের জন্য মেশিন লার্নিং অ্যালগরিদমগুলি বিবেচনা করা যাক, দুটি জনপ্রিয় অ্যালগরিদমের উদাহরণ হিসেবে: লিনিয়ার রিগ্রেশন এবং ক-নিকটতম প্রতিবেশী অ্যালগরিদম।

প্রকল্পের মূল্য এবং সময়ের পূর্বাভাস লিনিয়ার রিগ্রেশন ব্যবহার করে

লিনিয়ার রিগ্রেশন হল একটি মৌলিক ডেটা বিশ্লেষণ অ্যালগরিদম, যা একটি বা একাধিক অন্যান্য পরিবর্তনের সাথে লিনিয়ার সম্পর্কের ভিত্তিতে একটি ভেরিয়েবলের মান পূর্বাভাস দিতে সক্ষম। এই মডেলটি ধারণা করে যে একটি নির্ভরশীল ভেরিয়েবলের এবং এক বা একাধিক স্বাধীন ভেরিয়েবলের মধ্যে একটি সরাসরি লিনিয়ার সম্পর্ক রয়েছে, এবং অ্যালগরিদমের লক্ষ্য হল এই সম্পর্কটি খুঁজে বের করা।

লিনিয়ার রিগ্রেশনের সরলতা এবং স্পষ্টতা এটিকে বিভিন্ন ক্ষেত্রে একটি জনপ্রিয় সরঞ্জাম করে তুলেছে। একক ভেরিয়েবলের সাথে কাজ করার সময়, লিনিয়ার রিগ্রেশন হল ডেটা পয়েন্টগুলির মধ্য দিয়ে যাওয়া সবচেয়ে ভালভাবে উপযুক্ত রেখা খুঁজে বের করা।

লিনিয়ার রিগ্রেশন সেরা সরলরেখা (লাল রেখা) খুঁজে বের করে, যা ইনপুট ভেরিয়েবল X এবং আউটপুট ভেরিয়েবল Y এর মধ্যে সম্পর্কের প্রাক্কলন করে। এই রেখাটি নতুন X মানের জন্য Y এর মান পূর্বাভাস দিতে সক্ষম করে, যা চিহ্নিত লিনিয়ার সম্পর্কের ভিত্তিতে (ছবি 9.33)।-



ছবি 9.33 লিনিয়ার রিগ্রেশনের কাজের নীতি, যা সেরা সরলরেখা খুঁজে বের করে, যা প্রশিক্ষণমূলক মানগুলির মধ্য দিয়ে যাবে।

এই রেখাটি একটি সমীকরণের মাধ্যমে উপস্থাপিত হয়, যেখানে স্বাধীন ভেরিয়েবল (X) এর মান প্রবেশ করালে নির্ভরশীল ভেরিয়েবল (Y) এর পূর্বাভাসিত মান পাওয়া যায়। এই প্রক্রিয়া Y এর পূর্বাভাস দেওয়ার জন্য কার্যকরী, যা X এর পরিচিত মানগুলির ভিত্তিতে লিনিয়ার সম্পর্ক ব্যবহার করে। সান ফ্রান্সিসকোতে নির্মাণ অনুমতির তথ্যের মূল্যায়নের উদাহরণে এই ধরনের পরিসংখ্যানগতভাবে গড় করা রেখার সন্ধান পাওয়া যায় (ছবি 9.17), যেখানে বিভিন্ন ধরনের প্রকল্পের জন্য লিনিয়ার রিগ্রেশন দ্বারা মুদ্রাস্ফীতি হিসাব করা হয়েছিল।

চলুন প্রকল্পের ডেটা টেবিলটি (ছবি 9.32 পূর্ববর্তী অধ্যায় থেকে) LLM এ লোড করি এবং এটি আমাদের জন্য একটি সহজ মেশিন লার্নিং মডেল তৈরি করতে বলি।

❏ LLM চ্যাটে একটি টেক্সট অনুরোধ পাঠান (ChatGPT, LLaMa, Mistral DeepSeek, Grok, Claude, QWEN:

নতুন প্রকল্প X এর খরচ এবং বাস্তবায়নের সময় পূর্বাভাস দেওয়ার জন্য একটি সহজ মেশিন লার্নিং মডেল তৈরি করা প্রয়োজন (ছবি 9.32 সংযুক্ত চিত্র হিসাবে) এ-

LLM-এর উত্তর:

```

1 from sklearn.linear_model import LinearRegression
2 import numpy as np
3
4 # Data from the image
5 # Features: Number of apartments, number of floors, project complexity
6 X = np.array([
7     [5, 7, 2],
8     [8, 9, 6],
9     [3, 5, 3]
10 ])
11
12 # Targets: Time (days), Cost ($)
13 y_time = np.array([270, 330, 230])
14 y_cost = np.array([4502000, 5750000, 3262000])
15
16 # Creating linear regression models for time and cost
17 model_time = LinearRegression()
18 model_cost = LinearRegression()
19
20 # Training the models
21 model_time.fit(X, y_time)
22 model_cost.fit(X, y_cost)
23
24 # The new project's features
25 X_new = np.array([[4, 4, 7]])
26
27 # Predicting the time and cost for the new project
28 predicted_time = model_time.predict(X_new)
29 predicted_cost = model_cost.predict(X_new)
30
31 predicted_time, predicted_cost
    
```

Result
(array([238.4444444]), array([3042337.77777778]))

ছবি 9.34 LLM মেশিন লার্নিং মডেল তৈরি করতে লিনিয়ার রিগ্রেশন বেছে নিয়েছে, যা প্রকল্পের খরচ এবং সময় পূর্বাভাস দেয়।

LLM স্বয়ংক্রিয়ভাবে সংযুক্ত চিত্র থেকে টেবিলটি চিহ্নিত করেছে এবং ভিজুয়াল ফরম্যাট থেকে টেবিলের অ্যারেতে ডেটা রূপান্তর করেছে (ছবি 9.34 - 6 তম সারি)। এই অ্যারেটি বৈশিষ্ট্য এবং লেবেল তৈরি করার ভিত্তি হিসেবে ব্যবহৃত হয়েছিল, যার ভিত্তিতে মেশিন লার্নিং মডেল তৈরি করা হয়েছিল (ছবি 9.34 - 17-22 তম সারি), যেখানে লিনিয়ার রিগ্রেশন ব্যবহার করা হয়েছিল।-

একটি মৌলিক লিনিয়ার রিগ্রেশন মডেল ব্যবহার করে, যা "অত্যন্ত ছোট" ডেটা সেটে প্রশিক্ষিত হয়েছিল, নতুন একটি কাল্পনিক নির্মাণ প্রকল্পের জন্য পূর্বাভাস দেওয়া হয়েছে, যা Project X হিসাবে চিহ্নিত। আমাদের কাজের জন্য এই

প্রকল্পটি 40টি অ্যাপার্টমেন্ট, 4টি তলা এবং জটিলতার স্তর 7 দ্বারা চিহ্নিত (ছবি 9.32)।

সীমিত এবং ছোট ডেটা সেটের ভিত্তিতে লিনিয়ার রিগ্রেশন মডেল দ্বারা পূর্বাভাস দেওয়া হয়েছে নতুন Project X এর জন্য (ছবি 9.34 - 24-29 তম সারি):-

- নির্মাণের সময়কাল প্রায় 238 দিন হবে (238,444,444)
- মোট খরচ প্রায় \$3,042,338 হবে (3042337,777)

প্রকল্পের খরচের হাইপোথিসিস আরও গভীরভাবে অধ্যয়ন করার জন্য বিভিন্ন অ্যালগরিদম এবং মেশিন লার্নিং পদ্ধতির সাথে পরীক্ষা করা উপকারী। তাই আমরা K-Nearest Neighbours (k-NN) অ্যালগরিদম ব্যবহার করে নতুন প্রকল্প X এর জন্য একই খরচ এবং সময়ের মান পূর্বাভাস দেব।

প্রকল্পের মূল্য এবং সময়ের পূর্বাভাস k-nearest neighbor (k-NN) অ্যালগরিদমের মাধ্যমে।

একটি অতিরিক্ত পূর্বাভাস হিসেবে নতুন প্রকল্পের মূল্য এবং সময়কাল নির্ধারণের জন্য k-Nearest Neighbours (k-NN) অ্যালগরিদম ব্যবহার করা হবে। K-Nearest Neighbors (k-NN) অ্যালগরিদম হল একটি পর্যবেক্ষণাধীন মেশিন লার্নিং পদ্ধতি, যা শ্রেণীবিভাগ এবং রিগ্রেশন উভয়ের জন্য ব্যবহৃত হয়। এছাড়াও, k-NN অ্যালগরিদমটি পূর্বে ভেক্টর ডেটাবেস অনুসন্ধানের প্রেক্ষাপটে আলোচনা করা হয়েছে, যেখানে এটি সবচেয়ে নিকটবর্তী ভেক্টরগুলি (যেমন, টেক্সট, চিত্র বা প্রযুক্তিগত বর্ণনা) খুঁজে বের করতে ব্যবহৃত হয়। এই পদ্ধতিতে, প্রতিটি প্রকল্পকে একটি বহুমাত্রিক স্থানে একটি বিন্দু হিসেবে উপস্থাপন করা হয়, যেখানে প্রতিটি মাত্রা প্রকল্পের একটি নির্দিষ্ট বৈশিষ্ট্যকে উপস্থাপন করে।

আমাদের ক্ষেত্রে, প্রতিটি প্রকল্পের তিনটি বৈশিষ্ট্য বিবেচনায় নিয়ে, আমরা সেগুলিকে তিন-মাত্রিক স্থানে বিন্দু হিসেবে উপস্থাপন করব। সুতরাং, আমাদের আসন্ন প্রকল্প X এই স্থানে ($x=4$, $y=4$, $z=7$) সমন্বয়ে অবস্থান করবে। উল্লেখযোগ্য যে, বাস্তব পরিস্থিতিতে বিন্দুর সংখ্যা এবং স্থানের মাত্রা অনেক বেশি হতে পারে।

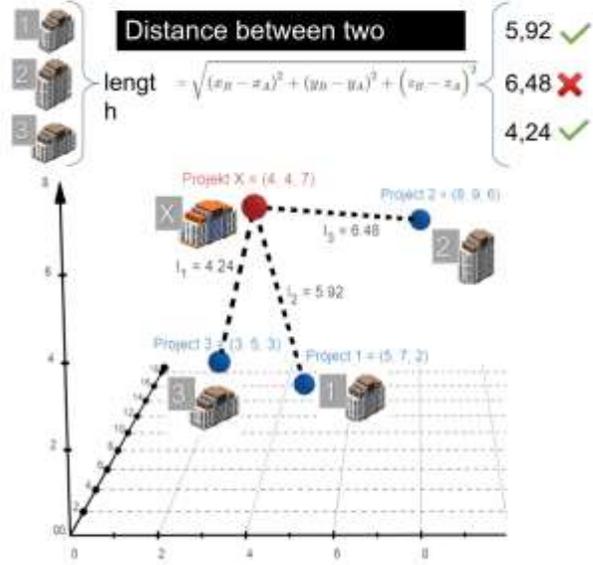
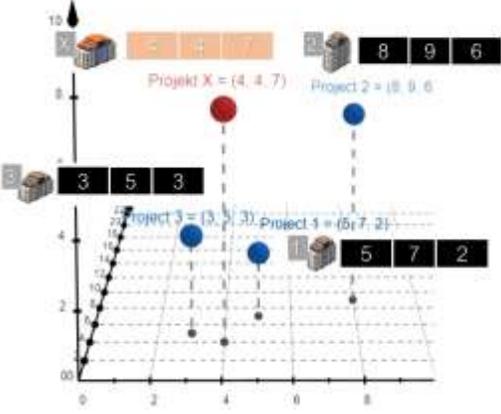
K-NN (k-nearest neighbors) অ্যালগরিদমটি কাঙ্ক্ষিত প্রকল্প X এবং প্রশিক্ষণ ডেটাবেসের প্রকল্পগুলির মধ্যে দূরত্ব পরিমাপের মাধ্যমে কাজ করে। এই দূরত্বগুলি তুলনা করে, অ্যালগরিদমটি নির্ধারণ করে কোন প্রকল্পগুলি নতুন প্রকল্প X-এর বিন্দুর নিকটবর্তী।

উদাহরণস্বরূপ, যদি দ্বিতীয় প্রকল্প ($x=8$, $y=9$, $z=6$) আমাদের প্রাথমিক ডেটাসেটে X থেকে উল্লেখযোগ্যভাবে দূরে অবস্থান করে, তবে এটি পরবর্তী বিশ্লেষণ থেকে বাদ দেওয়া যেতে পারে। ফলস্বরূপ, গণনার জন্য কেবল দুটি ($k=2$) নিকটতম প্রকল্প ব্যবহার করা যেতে পারে, যার ভিত্তিতে গড় মান নির্ধারণ করা হবে।

প্রতিবেশী অনুসন্ধানের মাধ্যমে এই ধরনের পদ্ধতি প্রকল্পগুলির মধ্যে সাদৃশ্য মূল্যায়ন করতে সক্ষম করে, যা পূর্বে বাস্তবায়িত অনুরূপ প্রকল্পগুলির ভিত্তিতে নতুন প্রকল্পের সম্ভাব্য মূল্য এবং বাস্তবায়নের সময়কাল সম্পর্কে সিদ্ধান্ত নিতে সহায়তা করে।

k-nearest neighbors algorithm

The KNN algorithm assumes that similar things exist in close proximity. In other words, similar things are near to each other.



K-NN অ্যালগরিদমে প্রকল্পগুলি বহুমাত্রিক স্থানে বিন্দু হিসেবে উপস্থাপিত হয়, এবং সাদৃশ্য মূল্যায়ন ও পূর্বাভাসের জন্য নিকটতম প্রকল্পগুলি দূরত্বের ভিত্তিতে নির্বাচিত হয়।

k-NN এর কাজের মধ্যে কয়েকটি মূল পর্যায় রয়েছে:

- ডেটা প্রস্তুতি: প্রথমে প্রশিক্ষণ এবং পরীক্ষামূলক ডেটাসেট লোড করা হয়। প্রশিক্ষণ ডেটা অ্যালগরিদমের "প্রশিক্ষণ" এর জন্য ব্যবহৃত হয়, এবং পরীক্ষামূলক ডেটা এর কার্যকারিতা যাচাইয়ের জন্য ব্যবহৃত হয়।
- K প্যারামিটার নির্বাচন: K সংখ্যা নির্বাচন করা হয়, যা নির্দেশ করে কতগুলি নিকটতম প্রতিবেশী (ডেটা পয়েন্ট) অ্যালগরিদমে বিবেচনা করা উচিত। "K" এর মান অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ, কারণ এটি ফলাফলের উপর প্রভাব ফেলে।
- পরীক্ষামূলক ডেটার জন্য শ্রেণীবিভাগ এবং রিগ্রেশন প্রক্রিয়া:
 - দূরত্ব গণনা: পরীক্ষামূলক ডেটার প্রতিটি উপাদানের জন্য প্রশিক্ষণ ডেটার প্রতিটি উপাদানের সাথে দূরত্ব গণনা করা হয়। এর জন্য বিভিন্ন দূরত্ব পরিমাপের পদ্ধতি ব্যবহার করা যেতে পারে, যেমন ইউক্লিডিয়ান দূরত্ব (সবচেয়ে সাধারণ পদ্ধতি), ম্যানহাট্টান দূরত্ব বা হ্যামিং দূরত্ব।
 - শ্রেণীবিভাগ এবং K নিকটতম প্রতিবেশী নির্বাচন: দূরত্বগুলি গণনা করার পর সেগুলি সাজানো হয় এবং পরীক্ষামূলক বিন্দুর নিকটতম K পয়েন্টগুলি নির্বাচন করা হয়।
 - পরীক্ষামূলক পয়েন্টের শ্রেণী বা মান নির্ধারণ: যদি এটি একটি শ্রেণীবিভাগের কাজ হয়, তবে পরীক্ষামূলক পয়েন্টের শ্রেণী K নির্বাচিত প্রতিবেশীদের মধ্যে সবচেয়ে সাধারণ শ্রেণীর ভিত্তিতে নির্ধারিত হয়। যদি এটি একটি রিগ্রেশন কাজ হয়, তবে K প্রতিবেশীদের মানগুলোর গড় (অথবা অন্য কোন কেন্দ্রীয় প্রবণতার পরিমাপ) হিসাব করা হয়।
- প্রক্রিয়ার সমাপ্তি: একবার সমস্ত পরীক্ষামূলক ডেটা শ্রেণীবদ্ধ বা তাদের জন্য পূর্বাভাস দেওয়া হলে, প্রক্রিয়াটি সম্পন্ন হবে।

k-nearest neighbors (k-NN) অ্যালগরিদম অনেক ব্যবহারিক অ্যাপ্লিকেশনে কার্যকর এবং মেশিন লার্নিং বিশেষজ্ঞদের অস্ত্রাগারে একটি মৌলিক সরঞ্জাম। এই অ্যালগরিদমটি তার সরলতা এবং কার্যকারিতার জন্য জনপ্রিয়, বিশেষ করে সেই কাজগুলিতে যেখানে ডেটার মধ্যে সম্পর্কগুলি সহজে ব্যাখ্যা করা যায়।

আমাদের উদাহরণে, K-ব্লিজন প্রতিবেশী অ্যালগরিদম প্রয়োগের পর, প্রকল্প X এর নিকটতম দূরত্বের সাথে দুটি প্রকল্প (আমাদের ছোট নমুনা থেকে) নির্ধারণ করা হয়েছে। এই প্রকল্পগুলির ভিত্তিতে, অ্যালগরিদম তাদের মূল্য এবং নির্মাণের সময়কাল গড় হিসাব করে। বিশ্লেষণের পর, অ্যালগরিদম, নিকটতম প্রতিবেশীদের গড় করে, সিদ্ধান্তে আসে যে প্রকল্প X এর মূল্য প্রায় \$ 3,800,000 এবং সময়কাল প্রায় 250 দিন হবে।-

k-nearest neighbors algorithm



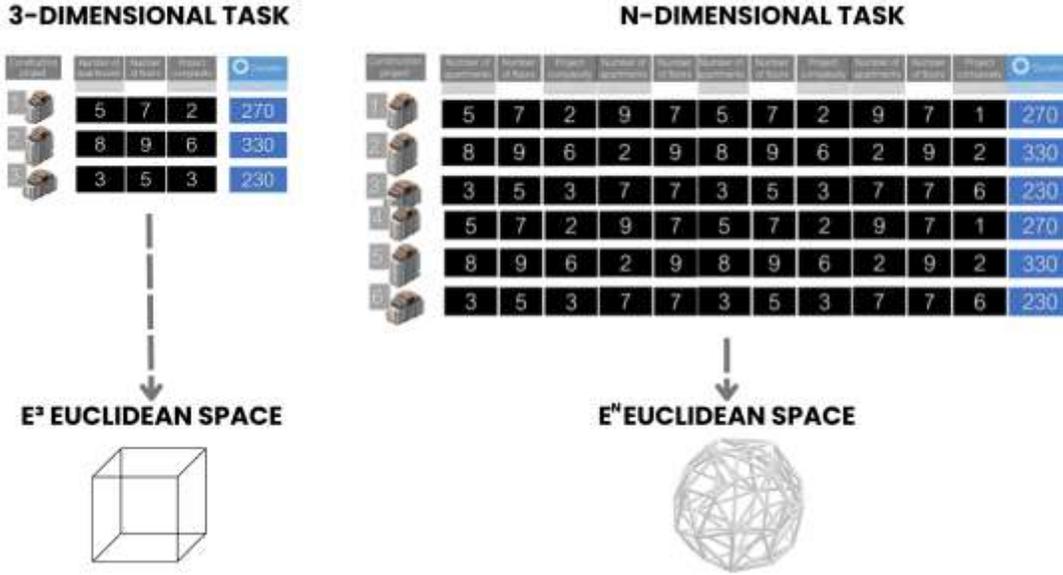
অঙ্কন 9.36 k-nearest neighbors অ্যালগরিদম প্রকল্প X এর মূল্য এবং সময়সূচী নির্ধারণ করে, নমুনায় দুটি নিকটতম প্রকল্প বিশ্লেষণ করে।

k-Nearest Neighbors (k-NN) অ্যালগরিদম বিশেষ করে শ্রেণীবিভাগ এবং রিগ্রেশন কাজগুলিতে জনপ্রিয়, যেমন সুপারিশকৃত সিস্টেমে, যেখানে এটি নির্দিষ্ট ব্যবহারকারীর আগ্রহের সাথে সাদৃশ্যযুক্ত পণ্য বা বিষয়বস্তু প্রস্তাব করতে ব্যবহৃত হয়। তাছাড়া, k-NN চিকিৎসা নির্ণয়ে রোগের প্রকার শ্রেণীবদ্ধ করতে, চিত্র শনাক্তকরণে এবং আর্থিক খাতে গ্রাহকদের ক্রেডিট যোগ্যতা মূল্যায়নে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়।

সীমিত ডেটা থাকা সত্ত্বেও, মেশিন লার্নিং মডেলগুলি উপকারী পূর্বাভাস দিতে পারে এবং নির্মাণ প্রকল্প ব্যবস্থাপনায় বিশ্লেষণাত্মক উপাদানকে উল্লেখযোগ্যভাবে শক্তিশালী করতে পারে। ঐতিহাসিক ডেটা সম্প্রসারণ এবং পরিষ্কার করার সময়, আরও জটিল মডেলগুলিতে স্থানান্তর সম্ভব – যেমন নির্মাণের প্রকার, অবস্থান, নির্মাণের শুরু মৌসুম এবং অন্যান্য ফ্যাক্টর বিবেচনায় নিয়ে।

আমাদের সহজীকৃত কাজের জন্য তিনটি বৈশিষ্ট্য ব্যবহার করে ত্রিমাত্রিক স্থানে ভিজুয়লাইজেশনের জন্য, কিন্তু

বাস্তব প্রকল্পগুলি গড়ে শত শত বা হাজার হাজার বৈশিষ্ট্য অন্তর্ভুক্ত করে (দেখুন "CAD (BIM) ডেটার উপর ভিত্তি করে বড় ডেটার উদাহরণ" অধ্যায়ের ডেটাসেট), যা স্থানটির মাত্রা এবং প্রকল্পগুলিকে ভেক্টর হিসাবে উপস্থাপনের জটিলতা উল্লেখযোগ্যভাবে বাড়িয়ে তোলে। -



অঙ্কন 9.37 সহজীকৃত উদাহরণে 3D ভিজুয়ালাইজেশনের জন্য তিনটি বৈশিষ্ট্য ব্যবহার করা হয়েছে, যখন বাস্তব প্রকল্পগুলির সংখ্যা বেশি।

প্রকল্প X এর জন্য একই ডেটাসেটে বিভিন্ন অ্যালগরিদম প্রয়োগ করার ফলে, যেখানে 40টি অ্যাপার্টমেন্ট, 4টি তলা এবং জটিলতার স্তর 7, বিভিন্ন পূর্বাভাসমূলক মান পাওয়া গেছে। লিনিয়ার রিগ্রেশন অ্যালগরিদম 238 দিনের সময়সীমা এবং \$3,042,338 মূল্য পূর্বাভাস দিয়েছে, যখন k-NN অ্যালগরিদম 250 দিন এবং \$3,882,000 পূর্বাভাস দিয়েছে।-

মেশিন লার্নিং মডেলের মাধ্যমে প্রাপ্ত পূর্বাভাসের সঠিকতা সরাসরি প্রাথমিক ডেটার পরিমাণ এবং গুণমানের উপর নির্ভর করে। যত বেশি প্রকল্প প্রশিক্ষণে অংশগ্রহণ করে এবং তাদের বৈশিষ্ট্য (ফিচার) এবং ফলাফল (লেবেল) যত বেশি সম্পূর্ণ এবং সঠিকভাবে উপস্থাপন করা হয়, তত বেশি নির্ভরযোগ্য পূর্বাভাস পাওয়ার সম্ভাবনা থাকে এবং ত্রুটির মান কম হয়।

এই প্রক্রিয়ায় প্রাথমিক ডেটা প্রক্রিয়াকরণের পদ্ধতিগুলি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে, যার মধ্যে রয়েছে:

- স্বাভাবিকীকরণ, যা বৈশিষ্ট্যগুলিকে একটি একক স্কেলে নিয়ে আসে;
- আউটলায়ার সনাক্তকরণ এবং নির্মূলকরণ, যা মডেলের বিকৃতি প্রতিরোধ করে;
- ক্যাটেগোরিকাল বৈশিষ্ট্যগুলির কোডিং, যা টেক্সট ডেটার সাথে কাজ করতে সক্ষম করে;
- অনুপস্থিত মান পূরণ, যা মডেলের স্থায়িত্ব বাড়ায়।

তদুপরি, মডেলের সাধারণীকরণ ক্ষমতা এবং নতুন ডেটা সেটের প্রতি এর স্থায়িত্ব মূল্যায়নের জন্য ক্রস-ভ্যালিডেশন পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়, যা অতিরিক্ত প্রশিক্ষণ সনাক্ত করতে এবং পূর্বাভাসের নির্ভরযোগ্যতা বাড়াতে সহায়তা করে।

বিশৃঙ্খলা হল একটি ব্যবস্থা যা ব্যাখ্যা করা প্রয়োজন। – জোসে সারামাগো, "ডুপ্লিকেট"

এমনকি যদি আপনার মনে হয় যে আপনার কাজের বিশৃঙ্খলা আনুষ্ঠানিকভাবে বর্ণনা করা সম্ভব নয়, তবে জানুন – বিশ্বের যে কোনও ঘটনা এবং বিশেষ করে নির্মাণ প্রক্রিয়া গাণিতিক নিয়মের অধীনে চলে, যার জন্য কঠোর সূত্রের মাধ্যমে নয় বরং পরিসংখ্যান এবং ঐতিহাসিক ডেটার সহায়তা প্রয়োজন হতে পারে।

যেমন ঐতিহ্যবাহী হিসাবনিকাশ, যা হিসাব বিভাগ দ্বারা সম্পন্ন হয়, তেমনি মেশিন লার্নিং মডেলগুলি অনিশ্চয়তা এবং সম্ভাব্য ত্রুটির উৎসের মুখোমুখি হয়। তবে যথেষ্ট পরিমাণে গুণগত ডেটা থাকলে, মেশিন লার্নিং মডেলগুলি বিশেষজ্ঞের মূল্যায়নের তুলনায় তুলনামূলকভাবে, কখনও কখনও আরও উচ্চতর সঠিকতা প্রদর্শন করতে পারে।

মেশিন লার্নিং সম্ভবত বিশ্লেষণের একটি নির্ভরযোগ্য সহায়ক সরঞ্জাম হয়ে উঠবে, যা: হিসাবগুলি স্পষ্ট করতে, বিকল্প দৃশ্যাবলী প্রস্তাব করতে এবং প্রকল্পের প্যারামিটারগুলির মধ্যে লুকানো সম্পর্কগুলি চিহ্নিত করতে সক্ষম হবে। এই ধরনের মডেলগুলি সর্বজনীনতার দাবি করবে না, তবে শীঘ্রই তারা হিসাব এবং প্রকল্প সিদ্ধান্ত গ্রহণের প্রক্রিয়ায় গুরুত্বপূর্ণ স্থান দখল করতে সক্ষম হবে। মেশিন লার্নিং প্রযুক্তিগুলি প্রকৌশলী, হিসাববিদ এবং বিশ্লেষকদের অংশগ্রহণকে বাদ দেবে না, বরং তাদের সক্ষমতাকে প্রসারিত করবে, ঐতিহাসিক ডেটার ভিত্তিতে একটি অতিরিক্ত দৃষ্টিভঙ্গি প্রদান করবে।

নির্মাণ কোম্পানির ব্যবসায়িক প্রক্রিয়ায় সঠিকভাবে সংহতকরণের মাধ্যমে, মেশিন লার্নিং একটি গুরুত্বপূর্ণ উপাদান হয়ে উঠতে পারে ব্যবস্থাপনা সিদ্ধান্ত সমর্থন সিস্টেমে – মানুষের প্রতিস্থাপন হিসেবে নয়, বরং তার পেশাদার অন্তর্দৃষ্টি এবং প্রকৌশল যুক্তির সম্প্রসারণ হিসেবে।

পরবর্তী পদক্ষেপ: সংরক্ষণ থেকে বিশ্লেষণ এবং পূর্বাভাসে।

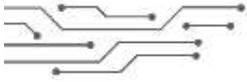
আধুনিক ডেটা পরিচালনার পদ্ধতিগুলি নির্মাণ শিল্পে সিদ্ধান্ত গ্রহণের নীতিগুলি পরিবর্তন করতে শুরু করেছে। অন্তর্দৃষ্টিমূলক মূল্যায়ন থেকে তথ্যের অবজেক্টিভ বিশ্লেষণে স্থানান্তর কেবল সঠিকতা বাড়ায় না, বরং প্রক্রিয়াগুলির অপটিমাইজেশনের জন্য নতুন সুযোগও উন্মোচন করে। এই অংশের সারসংক্ষেপ করতে, কিছু মূল ব্যবহারিক পদক্ষেপ তুলে ধরা উচিত, যা আপনার দৈনন্দিন কাজগুলিতে আলোচিত পদ্ধতিগুলি প্রয়োগ করতে সহায়তা করবে:

- একটি স্থিতিশীল ডেটা স্টোরেজ অবকাঠামো তৈরি করা।
 - বিচ্ছিন্ন নথি এবং প্রকল্পের তথ্যকে একটি টেবিল মডেলে একত্রিত করার চেষ্টা করুন, একটি ডেটাফ্রেমে মূল তথ্যকে একত্রিত করে পরবর্তী বিশ্লেষণের জন্য।
 - কার্যকরী ডেটা সংরক্ষণ ফরম্যাট ব্যবহার করুন - যেমন, Apache Parquet-এর মতো কলামভিত্তিক ফরম্যাটগুলি CSV বা XLSX-এর পরিবর্তে - বিশেষ করে সেই সেটগুলির জন্য, যা ভবিষ্যতে সম্ভাব্যভাবে মেশিন লার্নিং মডেল প্রশিক্ষণের জন্য ব্যবহার করা হতে পারে।
 - একটি ডেটা সংস্করণ নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা তৈরি করুন, যা প্রকল্পের পুরো সময় জুড়ে পরিবর্তনগুলি ট্র্যাক করতে সক্ষম।
- বিশ্লেষণ এবং স্বয়ংক্রিয়করণের সরঞ্জামগুলি বাস্তবায়ন করুন।
 - প্রকল্পের ঐতিহাসিক তথ্য বিশ্লেষণ করতে শুরু করুন - নথি, মডেল, এবং বাজেটের মাধ্যমে - প্যাটার্ন,

প্রবণতা এবং অস্বাভাবিকতা চিহ্নিত করার জন্য।

- ডেটা স্বয়ংক্রিয়ভাবে লোড এবং প্রস্তুত করার জন্য ETL প্রক্রিয়াগুলি (Extract, Transform, Load) শিখুন।
- বিভিন্ন বিনামূল্যের Python ভিজুয়লাইজেশন লাইব্রেরির সাহায্যে মূল মেট্রিকগুলি ভিজুয়লাইজ করতে শিখুন।
- পরিসংখ্যানগত পদ্ধতি এবং এলোমেলো নমুনা প্রয়োগ করতে শুরু করুন, যাতে প্রতিনিধিত্বমূলক এবং পুনরুৎপাদনযোগ্য বিশ্লেষণাত্মক ফলাফল পাওয়া যায়।
- ডেটার সাথে কাজ করার ক্ষেত্রে পরিপক্বতা বৃদ্ধি।
 - সহজ এবং বোঝার উপযোগী উদাহরণগুলির মাধ্যমে কিছু মৌলিক মেশিন লার্নিং অ্যালগরিদম শিখুন, যেমন টাইটানিক ডেটাসেট।
 - বর্তমান প্রক্রিয়াগুলি বিশ্লেষণ করুন এবং চিহ্নিত করুন, যেখানে কঠোর কারণ-ফল সম্পর্ক থেকে পরিসংখ্যানগত পূর্বাভাস এবং মূল্যায়ন পদ্ধতিতে স্থানান্তর করা যেতে পারে।
 - ডেটাকে একটি কৌশলগত সম্পদ হিসেবে বিবেচনা করতে শুরু করুন, একটি পার্শ্ববর্তী পণ্য হিসেবে নয়: সিদ্ধান্ত গ্রহণের প্রক্রিয়াগুলি ডেটা মডেলের ভিত্তিতে তৈরি করুন, নির্দিষ্ট সফ্টওয়্যার সমাধানের চারপাশে নয়।

নির্মাণ কোম্পানিগুলি, যারা ডেটার মূল্য বুঝতে পেরেছে, একটি নতুন উন্নয়ন পর্যায়ে প্রবেশ করেছে, যেখানে প্রতিযোগিতামূলক সুবিধা সম্পদের পরিমাণ দ্বারা নয়, বরং বিশ্লেষণের ভিত্তিতে সিদ্ধান্ত গ্রহণের গতির দ্বারা নির্ধারিত হয়।



মুদ্রিত সংস্করণের সর্বাধিক সুবিধা

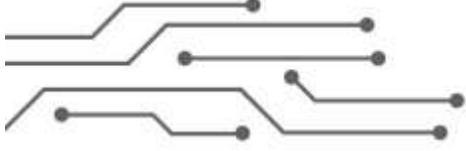
আপনি Data-Driven Construction এর একটি বিনামূল্যের ডিজিটাল সংস্করণ হাতে রেখেছেন। উপকরণগুলির দ্রুত অ্যাক্সেস এবং আরও সুবিধাজনক কাজের জন্য, মুদ্রিত সংস্করণের দিকে মনোযোগ দেওয়ার সুপারিশ করা হচ্ছে:



- সবসময় হাতের কাছে: মুদ্রিত ফরম্যাটের বই একটি নির্ভরযোগ্য কাজের সরঞ্জাম হবে, যা যেকোনো কাজের পরিস্থিতিতে প্রয়োজনীয় ভিজ্যুয়ালাইজেশন এবং স্কিমগুলি দ্রুত খুঁজে পেতে এবং ব্যবহার করতে সক্ষম করবে
- চিত্রের উচ্চ মান: মুদ্রিত সংস্করণে সমস্ত চিত্র এবং গ্রাফ সর্বাধিক মানের সাথে উপস্থাপিত হয়েছে
- তথ্যের দ্রুত অ্যাক্সেস: সুবিধাজনক নেভিগেশন, নোট নেওয়ার, বুকমার্ক করার এবং যেকোনো স্থানে বইয়ের সাথে কাজ করার সম্ভাবনা।

বইয়ের পূর্ণ মুদ্রিত সংস্করণ ক্রয় করে, আপনি তথ্যের সাথে আরামদায়ক এবং কার্যকরী কাজের জন্য একটি সুবিধাজনক সরঞ্জাম পান: দৈনন্দিন কাজগুলিতে ভিজ্যুয়াল উপকরণগুলি দ্রুত ব্যবহার করার সম্ভাবনা, প্রয়োজনীয় স্কিমগুলি দ্রুত খুঁজে পাওয়া এবং নোট নেওয়া। তাছাড়া, আপনার ক্রয় মুক্ত জ্ঞানের প্রচারকে সমর্থন করে।

বইয়ের মুদ্রিত সংস্করণ অর্ডার করতে পারেন: datadrivenconstruction.io/books



X অংশ ডিজিটাল ডেটার যুগে নির্মাণ শিল্প। সুযোগ এবং চ্যালেঞ্জ।

দশম এবং চূড়ান্ত অংশটি ডিজিটাল রূপান্তরের যুগে নির্মাণ শিল্পের ভবিষ্যতের একটি সমন্বিত দৃষ্টিভঙ্গি উপস্থাপন করে। এখানে কারণ-ফল বিশ্লেষণ থেকে বড় ডেটার সহিত সম্পর্ক বিশ্লেষণের দিকে স্থানান্তর বিশ্লেষণ করা হয়েছে। চিত্রশিল্পের বিবর্তন এবং নির্মাণে ডেটার সাথে কাজ করার উন্নয়নের মধ্যে সমান্তরাল টানা হয়েছে, দেখানো হয়েছে কিভাবে শিল্পটি বিস্তারিত নিয়ন্ত্রণ থেকে প্রক্রিয়াগুলির সামগ্রিক বোঝাপড়ায় চলে যাচ্ছে।

"উবারাইজেশন" ধারণাটি আলোচনা করা হয়েছে, যেখানে ডেটার স্বচ্ছতা এবং গণনার স্বয়ংক্রিয়তা ঐতিহ্যবাহী ব্যবসায়িক মডেলগুলিকে মৌলিকভাবে পরিবর্তন করতে পারে, মধ্যস্থতাকারীদের প্রয়োজনীয়তা দূর করে এবং স্পেকুলেশনের সুযোগগুলি হ্রাস করে। সমাধান না হওয়া সমস্যাগুলি বিস্তারিতভাবে আলোচনা করা হয়েছে, যেমন উপাদানের একটি সার্বজনীন শ্রেণীবিভাগ, যা নির্মাণ কোম্পানিগুলিকে নতুন পরিস্থিতির সাথে খাপ খাইয়ে নেওয়ার জন্য সময় দেয়। অংশটি একটি কৌশলগত ডিজিটাল রূপান্তরের কৌশল গঠনের জন্য নির্দিষ্ট সুপারিশের মাধ্যমে শেষ হয়, যা দুর্বলতা বিশ্লেষণ এবং পরিবর্তনশীল শিল্পে প্রতিযোগিতামূলকতা বজায় রাখার জন্য পরিষেবার পরিসর সম্প্রসারণ অন্তর্ভুক্ত করে।

অধ্যায় 10.1.

অবস্থানের কৌশল: প্রতিযোগিতামূলক সুবিধার গঠন

সম্বন্ধের পরিবর্তে হিসাব: নির্মাণ বিশ্লেষণের ভবিষ্যৎ

তথ্যের দ্রুত ডিজিটাইজেশনের কারণে আধুনিক নির্মাণ একটি মৌলিক রূপান্তরের মধ্য দিয়ে যাচ্ছে, যেখানে তথ্য কেবল একটি সরঞ্জাম নয়, বরং একটি কৌশলগত সম্পদ হয়ে উঠছে, যা প্রকল্প এবং ব্যবসা পরিচালনার প্রচলিত পদ্ধতিগুলিকে মৌলিকভাবে পরিবর্তন করতে সক্ষম।

হাজার হাজার বছর ধরে নির্মাণ কার্যক্রম নির্ধারিত পদ্ধতিতে নির্ভরশীল ছিল – সঠিক গণনা, বিশদ বিবরণ এবং কঠোর প্যারামিটার নিয়ন্ত্রণ। আমাদের সময়ের প্রথম শতাব্দীতে রোমান প্রকৌশলীরা জলপ্রবাহ এবং সেতু নির্মাণের জন্য গাণিতিক নীতিগুলি প্রয়োগ করেছিলেন। মধ্যযুগে স্থপতিরা গথিক গির্জার আদর্শ অনুপাতের দিকে মনোনিবেশ করেছিলেন, এবং 20 শতকের শিল্পবিপ্লবের সময় মানসম্মত নিয়ম এবং বিধিগুলির একটি সিস্টেম গঠিত হয়েছিল, যা ব্যাপক নির্মাণের ভিত্তি হয়ে দাঁড়িয়েছিল।

আজকের উন্নয়নের দিকটি কঠোর কারণ-ফল সম্পর্কের অনুসন্ধান থেকে সম্ভাব্য বিশ্লেষণ, সম্পর্ক এবং গোপন নিয়মাবলী খোঁজার দিকে স্থানান্তরিত হচ্ছে। শিল্পটি একটি নতুন পর্যায়ে প্রবেশ করছে – তথ্য একটি মূল সম্পদ হয়ে উঠছে, এবং এর ভিত্তিতে বিশ্লেষণ অন্তর্দৃষ্টি এবং স্থানীয়ভাবে অপ্টিমাইজড পদ্ধতিগুলিকে প্রতিস্থাপন করছে।



তথ্যের গোপন সম্ভাবনা: কোম্পানির বিদ্যমান গণনা কেবল ব্যবস্থাপনার জন্য বিশ্লেষণের জন্য দৃশ্যমান বরফের পাহাড়ের শীর্ষ।

কোম্পানির তথ্য ব্যবস্থা একটি বরফের পাহাড়ের মতো: কোম্পানির ব্যবস্থাপনার জন্য তথ্যের সম্ভাবনার একটি ক্ষুদ্র অংশ দৃশ্যমান, যখন মূল মূল্য গভীরতায় লুকানো। তথ্যগুলিকে কেবল তাদের বর্তমান ব্যবহারের ভিত্তিতে নয়, বরং ভবিষ্যতে তারা যে সম্ভাবনাগুলি উন্মোচন করবে তার ভিত্তিতেও মূল্যায়ন করা গুরুত্বপূর্ণ। ঠিক সেই কোম্পানিগুলি, যারা গোপন নিয়মাবলী বের করতে এবং তথ্য থেকে নতুন জ্ঞান তৈরি করতে শিখবে, তারা একটি স্থায়ী প্রতিযোগিতামূলক সুবিধা গঠন করতে সক্ষম হবে।

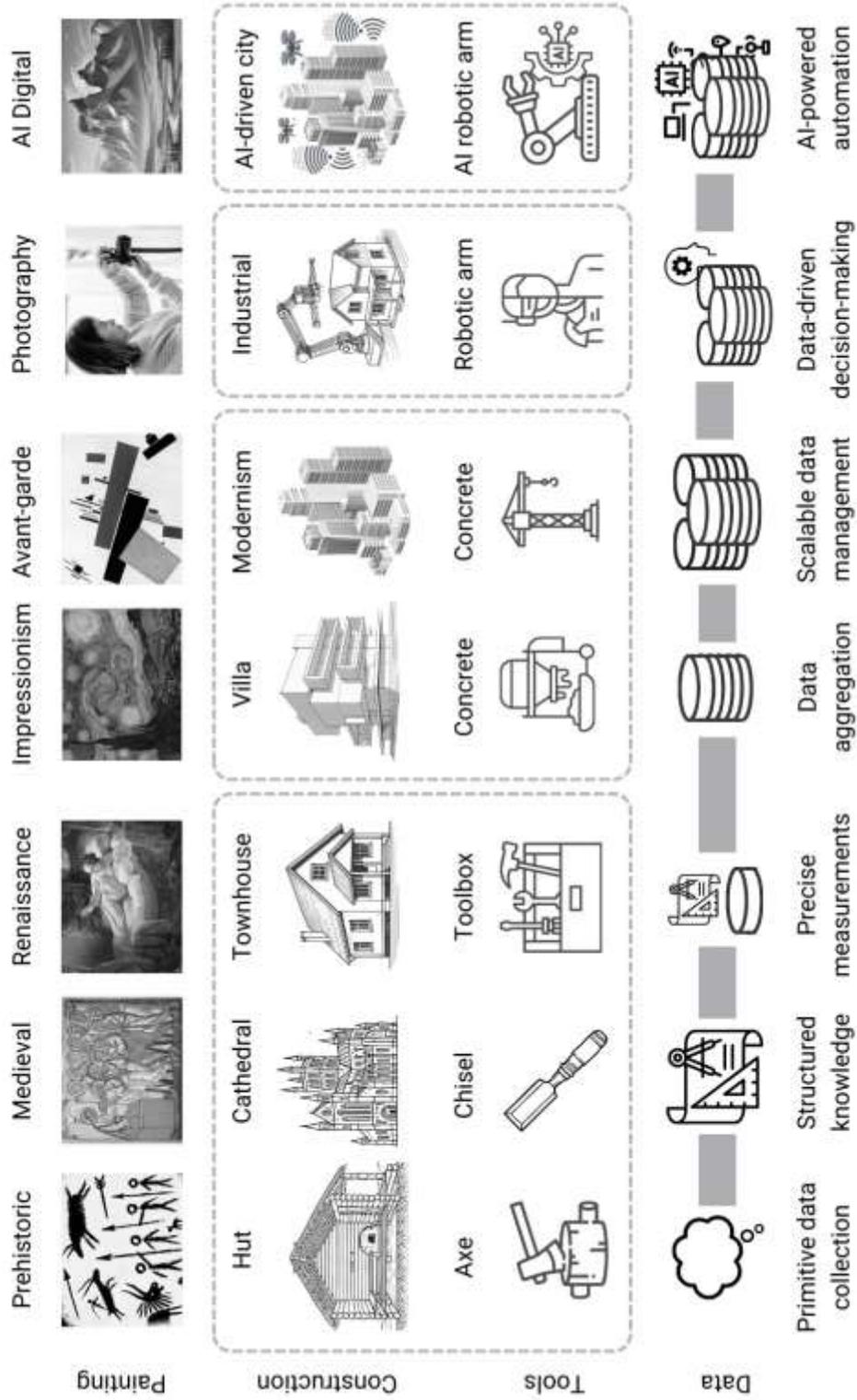
গোপন নিয়মাবলী খোঁজা এবং তথ্যের অর্থবোধ করা কেবল সংখ্যা নিয়ে কাজ করা নয়, বরং একটি সৃজনশীল প্রক্রিয়া, যা বিমূর্ত চিন্তাভাবনা এবং বিচ্ছিন্ন উপাদানগুলির মধ্যে একটি সমগ্র চিত্র দেখতে সক্ষমতার প্রয়োজন। এই অর্থে, তথ্যের সাথে কাজের উন্নয়নকে চিত্রশিল্পের বিবর্তনের সাথে তুলনা করা যেতে পারে।

নির্মাণের উন্নয়ন চিত্রশিল্পের অগ্রগতির সাথে আশ্চর্যজনকভাবে সাদৃশ্যপূর্ণ। উভয় ক্ষেত্রেই মানবতা প্রাথমিক পদ্ধতি থেকে জটিল ভিজুয়লাইজেশন এবং বিশ্লেষণের প্রযুক্তিতে অগ্রসর হয়েছে। প্রাগৈতিহাসিক সময়ে মানুষ দৈনন্দিন কাজের জন্য গুহাচিত্র এবং প্রাথমিক সরঞ্জাম ব্যবহার করেছিল। মধ্যযুগ এবং রেনেসাঁর যুগে স্থাপত্য এবং শিল্পের জটিলতার স্তর উল্লেখযোগ্যভাবে বৃদ্ধি পেয়েছিল। মধ্যযুগের শুরুতে নির্মাণের সরঞ্জামগুলি সাধারণ কুঠার থেকে বিস্তৃত সরঞ্জামের সেটে বিবর্তিত হয়েছিল, যা প্রযুক্তিগত জ্ঞানের বৃদ্ধির প্রতীক।

বাস্তববাদী যুগ চিত্রশিল্পে প্রথম বিপ্লব ছিল: শিল্পীরা সর্বাধিক বাস্তবসম্মত চিত্রায়ণের জন্য সূক্ষ্ম বিবরণ পুনরুত্পাদন করতে শিখেছিলেন। নির্মাণে এই সময়ের সমান্তরাল ছিল সঠিক প্রকৌশল পদ্ধতি, বিশদ অঙ্কন এবং কঠোরভাবে নিয়ন্ত্রিত গণনা, যা শতাব্দী ধরে প্রকল্পের অনুশীলনের ভিত্তি হয়ে দাঁড়িয়েছিল।

পরবর্তীতে, ইমপ্রেশনিজম শিল্পের বাস্তবতার উপলব্ধি পরিবর্তন করেছে: শিল্পীরা আকারের সঠিক উপস্থাপনার পরিবর্তে আবেগ, আলো এবং গতিশীলতা ধারণ করতে শুরু করেছেন, সাধারণ অনুভূতি প্রতিফলিত করার চেষ্টা করেছেন, নিখুঁত সঠিকতার পরিবর্তে। একইভাবে, নির্মাণ বিশ্লেষণে মেশিন লার্নিং কঠোর যুক্তিগত মডেল থেকে প্যাটার্ন এবং সম্ভাব্য নিয়মাবলীর স্বীকৃতির দিকে অগ্রসর হচ্ছে, যা ডেটাতে লুকানো সম্পর্কগুলি "দেখতে" সক্ষম করে, যা ক্লাসিক্যাল বিশ্লেষণের মাধ্যমে উপলব্ধ নয়। এই পদ্ধতির সাথে বাউহাউসের ন্যূনতমবাদ এবং কার্যকারিতার ধারণাগুলি সম্পর্কিত, যেখানে অর্থ (কার্যকারিতা) আকারের চেয়ে বেশি গুরুত্বপূর্ণ। বাউহাউস অপ্রয়োজনীয়তা দূর করতে এবং স্পষ্টতা, ব্যবহারিকতা এবং গণমানের জন্য অলঙ্কার পরিত্যাগ করতে চেয়েছিল। জিনিসগুলি বোঝা এবং উপকারী হওয়া উচিত, অতিরিক্ততা ছাড়া – নান্দনিকতা নির্মাণের যুক্তি এবং উদ্দেশ্য থেকে উদ্ভূত হয়।

19 শতকের শেষের দিকে ফটোগ্রাফির আবির্ভাব শিল্পকে বাস্তবতার সঠিক ধারণার জন্য একটি নতুন যন্ত্র প্রদান করেছে এবং চিত্রশিল্পের প্রতি দৃষ্টিভঙ্গি পরিবর্তন করেছে। একইভাবে, 21 শতকের শিল্প বিপ্লব নির্মাণে রোবোটিক প্রযুক্তি, লেজার, IoT, RFID এবং "কানেক্টেড কনস্ট্রাকশন" এর মতো ধারণাগুলির প্রয়োগের দিকে নিয়ে যাচ্ছে, যেখানে পৃথক প্যারামিটারগুলির সংগ্রহ একটি স্কেলযোগ্য বুদ্ধিমান নির্মাণ সাইটের পূর্ণ বাস্তবতার ধারণায় বিবর্তিত হয়েছে।



চিত্রশিল্পের বিবর্তনের যুগগুলি নির্মাণ শিল্পে ডেটা পরিচালনার পদ্ধতির বিকাশের সাথে সঙ্গতিপূর্ণ /
 আজ, যেমন চিত্রশিল্প AI এবং LLM সরঞ্জামগুলির আগমনের সাথে পুনর্বিবেচনার মধ্য দিয়ে যাচ্ছে, নির্মাণ শিল্পও একটি

নতুন Quantum লাফের মধ্য দিয়ে যাচ্ছে: কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা (AI) দ্বারা পরিচালিত বুদ্ধিমান সিস্টেম, LLM চ্যাটগুলি পূর্বাভাস দিতে, অস্পষ্টমাইজ করতে এবং মানুষের ন্যূনতম হস্তক্ষেপের সাথে সমাধান তৈরি করতে সক্ষম।

ডিজাইন এবং ব্যবস্থাপনায় ডেটার ভূমিকা নাটকীয়ভাবে পরিবর্তিত হয়েছে। আগে জ্ঞান মৌখিকভাবে স্থানান্তরিত হত এবং অভিজ্ঞতামূলক চরিত্রের ছিল – যেমন 19 শতকের আগে বাস্তবতা হাতে আঁকা ছবির মাধ্যমে ধারণা করা হত – আজকের কেন্দ্রে রয়েছে নির্মাণের "ছবির" সম্পূর্ণ ডিজিটাল ধারণা। মেশিন লার্নিং অ্যালগরিদমের মাধ্যমে এই ডিজিটাল ছবি নির্মাণের বাস্তবতার একটি ইমপ্রেশনিস্টিক উপস্থাপনায় রূপান্তরিত হয় – একটি সঠিক কপি নয়, বরং প্রক্রিয়াগুলির একটি সার্বিক, সম্ভাব্য বোঝাপড়া।

আমরা দ্রুত একটি যুগের দিকে এগিয়ে যাচ্ছি, যেখানে ভবনগুলির ডিজাইন, নির্মাণ এবং পরিচালনার প্রক্রিয়া কেবল সম্পূরক হবে না, বরং কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তার সিস্টেম দ্বারা ব্যাপকভাবে পরিচালিত হবে। যেমন আধুনিক ডিজিটাল শিল্প ব্রাশ ছাড়াই তৈরি হয় – টেক্সট প্রস্পট এবং জেনারেটিভ মডেলের মাধ্যমে – ভবিষ্যতের স্থাপত্য এবং প্রকৌশল সমাধানগুলি ব্যবহারকারীর দ্বারা নির্ধারিত মূল অনুসন্ধান এবং প্যারামিটারগুলির ভিত্তিতে গঠিত হবে।

21 শতকে ডেটার অ্যাক্সেস, তাদের ব্যাখ্যা এবং বিশ্লেষণের গুণমান প্রকল্পের সাফল্যের অপরিহার্য শর্ত হয়ে উঠছে। এবং ডেটার মূল্য তাদের পরিমাণ দ্বারা নয়, বরং বিশেষজ্ঞদের দ্বারা সেগুলি বিশ্লেষণ, যাচাই এবং কার্যক্রমে রূপান্তর করার ক্ষমতার দ্বারা নির্ধারিত হয়।

ডেটা-চালিত পদ্ধতি নির্মাণে: নতুন স্তরের অবকাঠামো

মানব ইতিহাসে প্রতিটি প্রযুক্তিগত উন্নতি মৌলিক পরিবর্তন নিয়ে এসেছে অর্থনীতি এবং সমাজে। আজ আমরা একটি নতুন রূপান্তরের ঢেউ দেখছি, যা 19 শতকের শিল্প বিপ্লবের সাথে তুলনীয়। তবে একশ বছর আগে পরিবর্তনের মূল চালক ছিল যান্ত্রিক শক্তি এবং শক্তি প্রযুক্তি, বর্তমানে তা হচ্ছে তথ্য এবং কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা।

মেশিন লার্নিং, LLM এবং AI এজেন্টগুলি অ্যাপ্লিকেশনগুলির মৌলিক স্বরূপ পরিবর্তন করছে, প্রচলিত সফটওয়্যার স্ট্যাকগুলি (যা বইয়ের দ্বিতীয় অংশে আলোচনা করা হয়েছে) অপ্রয়োজনীয় করে তুলছে। সমস্ত তথ্য পরিচালনার যুক্তি AI এজেন্টগুলির মধ্যে কেন্দ্রীভূত হচ্ছে, কঠোরভাবে কোড করা ব্যবসায়িক নিয়মগুলির মধ্যে নয়।-

তথ্যের যুগে অ্যাপ্লিকেশনগুলির প্রচলিত ধারণাগুলি মৌলিকভাবে রূপান্তরিত হচ্ছে। আমরা একটি মডেলের দিকে এগিয়ে যাচ্ছি যেখানে বৃহৎ কর্পোরেট মডুলার সিস্টেমগুলি অবশ্যস্বাভাবিকভাবে খোলামেলা, হালকা, বিশেষায়িত সমাধানগুলির কাছে পরাজিত হবে।

ভবিষ্যতে কেবল মৌলিক তথ্য কাঠামো থাকবে, এবং এর সাথে সমস্ত যোগাযোগ AI এজেন্টগুলির মাধ্যমে সরাসরি ডেটাবেসের সাথে হবে। আমি সত্যিই বিশ্বাস করি যে সমস্ত অ্যাপ্লিকেশন স্ট্যাক অদৃশ্য হয়ে যাবে, কারণ যখন কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা সরাসরি মূল ডেটাবেসের সাথে যোগাযোগ করে তখন এর প্রয়োজন নেই। আমি আমার পুরো ক্যারিয়ার SaaS-এ কাজ করেছি- কোম্পানি তৈরি করেছি সেখানে কাজ করেছি, এবং সত্যি বলতে, এখন আমি সম্ভবত নতুন SaaS ব্যবসা শুরু করব না। এবং সম্ভবত আমি এখন SaaS কোম্পানিতে বিনিয়োগ করব না। পরিস্থিতি খুব অনিশ্চিত। এর মানে এই নয় যে ভবিষ্যতে সফটওয়্যার কোম্পানি থাকবে না, তবে সেগুলি সম্পূর্ণ ভিন্নভাবে দেখা যাবে। ভবিষ্যতের সিস্টেমগুলি হবে ডেটাবেসের সাথে ব্যবসায়িক যুক্তি AI এজেন্টগুলির মধ্যে স্থানান্তরিত হবে। এই এজেন্টগুলি একাধিক ডেটা রিপোজিটোরির সাথে একসাথে কাজ করবে, একটি ডেটাবেসের মধ্যে সীমাবদ্ধ না হয়ে। সমস্ত যুক্তি কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তার স্তরে স্থানান্তরিত হবে। ম্যাথিউ বারম্যান, CEO ফরওয়ার্ড ফিউচার

নতুন প্যারাডাইমের মূল পার্থক্য হল প্রযুক্তিগত ভারসাম্য হ্রাস। বিশাল জটিল এবং বন্ধ সফটওয়্যার সিস্টেমের পরিবর্তে আমরা নমনীয়, খোলামেলা এবং দ্রুত কনফিগারযোগ্য মডিউল পাব, যা সত্যিই তথ্য প্রবাহের মধ্যে "বাঁচে"। ভবিষ্যতের প্রক্রিয়া ব্যবস্থাপনার স্থাপত্য মাইক্রো অ্যাপ্লিকেশনগুলির ব্যবহারকে নির্দেশ করে - সংক্ষিপ্ত, লক্ষ্যভিত্তিক সরঞ্জাম, যা বিশাল এবং বন্ধ ERP, PMIS, CDE, CAFM সিস্টেম থেকে মৌলিকভাবে আলাদা। নতুন এজেন্টগুলি সর্বাধিক অভিযোজিত, সংহত এবং নির্দিষ্ট ব্যবসায়িক কাজের দিকে মনোনিবেশ করবে (যেমন Low-Code/No-Code)।-

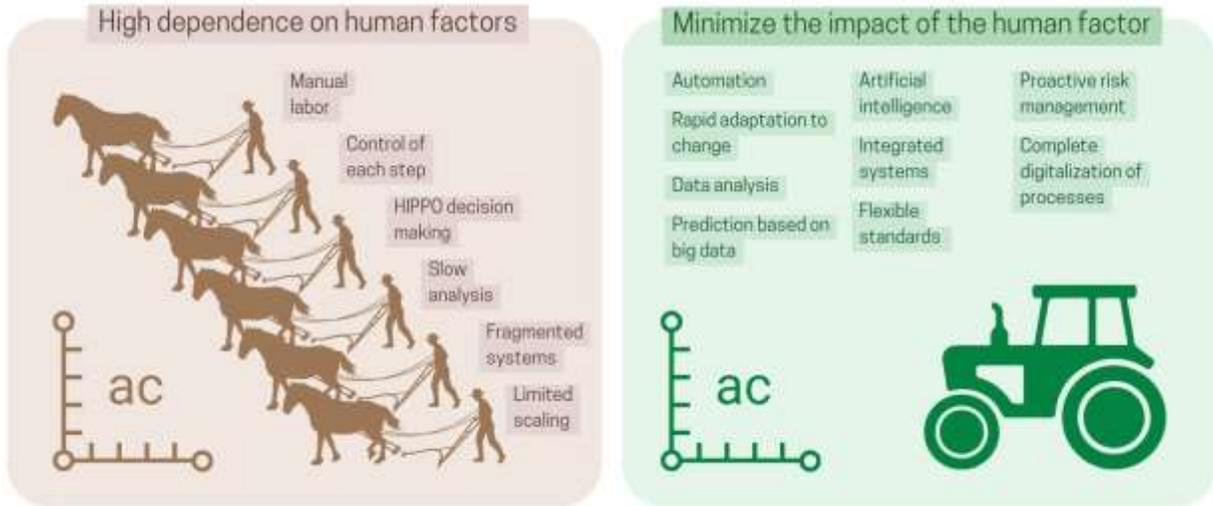
সমস্ত ব্যবসায়িক যুক্তি এই [এআই] এজেন্টগুলির কাছে চলে যাবে, এবং এই এজেন্টগুলি একাধিক রিপোজিটোরিতে CRUD [তৈরি, পড়া, আপডেট এবং মুছে ফেলা] অপারেশনগুলি সম্পাদন করবে, অর্থাৎ তারা কোন নির্দিষ্ট ব্যাকএন্ড ব্যবহৃত হচ্ছে তা আলাদা করবে না। তারা একাধিক ডেটাবেস আপডেট করবে, এবং সমস্ত যুক্তি তথাকথিত এআই স্তরে থাকবে। এবং যখন এআই স্তর সমস্ত যুক্তির স্থান হয়ে যাবে, তখন মানুষ ব্যাকএন্ডগুলি প্রতিস্থাপন করতে শুরু করবে। আমরা ইতিমধ্যে ডায়নামিক্স ব্যাকএন্ডের বাজারে একটি যথেষ্ট উচ্চ বিজয়ের শতাংশ দেখছি এবং আমরা সক্রিয়ভাবে এই দিকে এগিয়ে যাব, সবকিছু একত্রিত করার চেষ্টা করব। এটি গ্রাহক পরিষেবা ক্ষেত্রে হোক বা অন্যান্য ক্ষেত্রগুলিতে, যেমন কেবল CRM নয়, বরং আমাদের আর্থিক এবং অপারেশনাল সমাধানগুলিতেও। কারণ মানুষ আরও এআই-ভিত্তিক ব্যবসায়িক অ্যাপ্লিকেশনগুলি চায়, যেখানে যুক্তির স্তরটি এআই এবং এআই এজেন্ট দ্বারা পরিচালিত হতে পারে। [...] আমার জন্য সবচেয়ে উত্তেজনাপূর্ণ বিষয়গুলির মধ্যে একটি হল এক্সেল এবং পাইথন, যা গিটহাবের সাথে কো-পাইলটের তুলনীয়। অর্থাৎ, আমরা যা করেছি, এখন যখন আপনার কাছে এক্সেল রয়েছে, আপনাকে কেবল এটি খুলতে হবে, কো-পাইলট চালু করতে হবে এবং এর সাথে খেলতে শুরু করতে হবে। এটি আর কেবল বিদ্যমান সংখ্যাগুলির বোঝাপড়া নয় – এটি নিজেই একটি পরিকল্পনা তৈরি করবে। যেমন গিটহাব কো-পাইলট ওয়ার্কস্পেস একটি পরিকল্পনা তৈরি করে এবং তারপরে এটি সম্পন্ন করে, এটি ডেটা বিশ্লেষকের কাজের মতো, যিনি বিশ্লেষণের জন্য সারি এবং কলামের ভিজুয়লাইজেশন টুল হিসাবে এক্সেল ব্যবহার করেন। এইভাবে, কো-পাইলট এক্সেলকে তার সমস্ত সম্ভাবনার সাথে একটি টুল হিসাবে ব্যবহার করে, কারণ এটি ডেটা তৈরি করতে পারে এবং পাইথনের একটি ব্যাখ্যাকারী রয়েছে।- সত্য নাদেলা, সিইও, মাইক্রোসফট, ডিসেম্বর ২০২৪ এBG2 চ্যানেলে সাক্ষাৎকার[28]

অফিস অ্যাপ্লিকেশনগুলির যুক্তিতে যে রূপান্তর আমরা দেখছি – মডুলার, বন্ধ সিস্টেম থেকে সরাসরি খোলামেলা

ডেটার সাথে কাজ করা এআই এজেন্টগুলির দিকে – এটি একটি অনেক বৃহত্তর প্রক্রিয়ার একটি অংশ। এটি কেবল ইন্টারফেস বা সফটওয়্যার আর্কিটেকচারের পরিবর্তন নয়: পরিবর্তনগুলি শ্রম সংগঠন, সিদ্ধান্ত গ্রহণ এবং ব্যবসা পরিচালনার মৌলিক নীতিগুলিকে প্রভাবিত করবে। নির্মাণে, এটি একটি ডেটা-চালিত যুক্তির গঠন করবে, যেখানে ডেটা প্রক্রিয়াগুলির কেন্দ্রীয় উপাদান হয়ে উঠবে – ডিজাইন থেকে সম্পদ পরিচালনা এবং নির্মাণের অগ্রগতির নিয়ন্ত্রণ পর্যন্ত।

নতুন প্রজন্মের ডিজিটাল অফিস: কিভাবে এআই কর্মক্ষেত্রে পরিবর্তন করছে

প্রায় একশত বছর আগে মানবতা ইতিমধ্যে একটি প্রযুক্তিগত বিপ্লবের মধ্য দিয়ে গিয়েছিল। বাষ্পীয় ইঞ্জিন থেকে বৈদ্যুতিক ইঞ্জিনে স্থানান্তর করতে চার দশকেরও বেশি সময় লেগেছিল, তবে শেষ পর্যন্ত এটি একটি নিজস্ব ইতিহাস উৎপাদনশীলতার বৃদ্ধির ক্যাটালিস্ট হয়ে উঠেছিল – প্রধানত শক্তির বিকেন্দ্রীকরণ এবং নতুন সমাধানগুলির নমনীয়তার কারণে। এই পরিবর্তনটি কেবল ইতিহাসের গতিপথ পরিবর্তন করেনি, জনসংখ্যার মূল অংশকে গ্রাম থেকে শহরে স্থানান্তরিত করেছে, বরং আধুনিক অর্থনীতির ভিত্তিও স্থাপন করেছে। প্রযুক্তির ইতিহাস হল শারীরিক শ্রম থেকে স্বয়ংক্রিয়তা এবং বুদ্ধিমান সিস্টেমের দিকে যাওয়ার একটি পথ। যেমন ট্র্যাক্টর দশকের পর দশক কৃষকদের প্রতিস্থাপন করেছে, আধুনিক ডিজিটাল প্রযুক্তি নির্মাণ ব্যবস্থাপনার ঐতিহ্যবাহী পদ্ধতিগুলিকে প্রতিস্থাপন করেছে (চিত্র 10.13)। ২০ শতকের শুরুতে পৃথিবীর অধিকাংশ জনসংখ্যা হাতে জমি চাষ করত, যতক্ষণ না ১৯৩০-এর দশকে যন্ত্র এবং ট্র্যাক্টরের মাধ্যমে শ্রমের যান্ত্রিকীকরণ শুরু হয়।



চিত্র 10.13 কিভাবে ট্র্যাক্টর ২০ শতকের শুরুতে দশকের পর দশক মানুষকে প্রতিস্থাপন করেছিল, তেমনি মেশিন লার্নিং ২১ শতকে ব্যবসা এবং প্রকল্প ব্যবস্থাপনার ঐতিহ্যবাহী পদ্ধতিগুলিকে প্রতিস্থাপন করবে।

ঠিক যেমন মানবজাতি একশত বছর আগে প্রাথমিক যন্ত্রপাতি ব্যবহার করে পৃথক জমির অংশগুলোর প্রক্রিয়াকরণ থেকে ব্যাপক কৃষিতে প্রযুক্তির ব্যবহার শুরু করেছিল, আজ আমরা বিচ্ছিন্ন "সাইলো" তথ্যের প্রক্রিয়াকরণ থেকে শক্তিশালী "ট্র্যাক্টর" – ETL-পাইপলাইন এবং কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তার অ্যালগরিদমের মাধ্যমে ডেটার ভাণ্ডারগুলোর সাথে কাজ করার দিকে অগ্রসর হচ্ছি।

আমরা একটি অনুরূপ লাফের প্রান্তে দাঁড়িয়ে আছি – তবে ডিজিটাল স্তরে: ঐতিহ্যবাহী, হাতে পরিচালিত ব্যবসা থেকে ডেটা-ভিত্তিক মডেলগুলোর দিকে।

পূর্ণাঙ্গ ডেটা-ভিত্তিক স্থাপত্যের পথে যেতে সময়, বিনিয়োগ এবং সাংগঠনিক প্রচেষ্টার প্রয়োজন হবে। কিন্তু এই পথটি কেবল ধীরে ধীরে উন্নতির দিকে নয়, বরং গুণগত লাফের দিকে – বৃহত্তর কার্যকারিতা, স্বচ্ছতা এবং নির্মাণ প্রক্রিয়ার পরিচালনাযোগ্যতার দিকে নিয়ে যাবে। সবকিছুই ডিজিটাল সরঞ্জামগুলোর সিস্টেমিক বাস্তবায়ন এবং পুরনো ব্যবসায়িক অনুশীলনগুলো পরিত্যাগ করার শর্তে।

কাজের প্যারামিটারাইজেশন, ETL, LLM, IoT উপাদান, RFID, টোকেনাইজেশন, বড় ডেটা এবং মেশিন লার্নিং ঐতিহ্যবাহী নির্মাণকে ডেটা-ভিত্তিক নির্মাণে রূপান্তরিত করবে, যেখানে প্রকল্প এবং নির্মাণ ব্যবসার প্রতিটি অংশ ডেটার মাধ্যমে নিয়ন্ত্রণ এবং অপ্টিমাইজ করা হবে।

আগে তথ্য বিশ্লেষণের জন্য হাজার হাজার মানব-ঘণ্টার প্রয়োজন ছিল। এখন এই কাজগুলো অ্যালগরিদম এবং LLM দ্বারা সম্পন্ন হচ্ছে, যা বিচ্ছিন্ন ডেটার ভাণ্ডারগুলোকে প্রস্পটের মাধ্যমে কৌশলগত উৎসে রূপান্তরিত করেছে। প্রযুক্তিগত জগতে যা ঘটছে, তা কৃষির সাথে ঘটে যাওয়া পরিবর্তনের মতো: কাস্টে থেকে আমরা স্বয়ংক্রিয় কৃষি কমপ্লেক্সে চলে যাচ্ছি। ঠিক তেমনি নির্মাণের অফিসের কাজ – Excel ফাইল এবং হাতে তৈরি সারাংশ থেকে – একটি বুদ্ধিমান সিস্টেমে রূপান্তরিত হচ্ছে, যেখানে ডেটা সংগ্রহ, পরিষ্কার, কাঠামোবদ্ধ এবং অন্তর্দৃষ্টিতে রূপান্তরিত হচ্ছে।

ইতিমধ্যেই কোম্পানিগুলোকে তথ্যের ক্ষেত্রগুলো "চাষ" শুরু করতে হবে, মানসম্মত ডেটা সংগ্রহ এবং তথ্য কাঠামোবদ্ধ করার মাধ্যমে, এবং সেগুলোকে পরিষ্কার এবং স্বাভাবিকীকরণের সরঞ্জামগুলোর মাধ্যমে "সার" দিতে হবে, তারপর "ফসল" তুলতে হবে – পূর্বাভাসমূলক বিশ্লেষণ এবং স্বয়ংক্রিয় সমাধানের মাধ্যমে। যদি আধুনিক কৃষক একটি যন্ত্রের সাহায্যে শতাধিক কৃষককে প্রতিস্থাপন করতে পারে, তবে বুদ্ধিমান অ্যালগরিদমও কর্মীদের রুটিন কাজ থেকে মুক্ত করে তাদেরকে তথ্য প্রবাহের কৌশলগত ব্যবস্থাপক হিসেবে রূপান্তরিত করতে সক্ষম হবে।

তবে এটি বোঝা গুরুত্বপূর্ণ যে একটি সত্যিকার ডেটা-ভিত্তিক সংস্থা তৈরি করা একটি দ্রুত প্রক্রিয়া নয়। এটি একটি দীর্ঘমেয়াদী কৌশলগত দিক, যেমন একটি নতুন বন তৈরি করার মতো (চিত্র 1.25) সিস্টেমের, যেখানে এই ইকোসিস্টেমের প্রতিটি "গাছ" একটি পৃথক প্রক্রিয়া, দক্ষতা বা সরঞ্জাম, যা বৃদ্ধির এবং বিকাশের জন্য সময় প্রয়োজন। এবং প্রকৃত বনের ক্ষেত্রে যেমন, সাফল্য শুধুমাত্র রোপণের উপকরণের (প্রযুক্তি) গুণমানের উপর নির্ভর করে না, বরং মাটির (কর্পোরেট সংস্কৃতি), আবহাওয়া (ব্যবসায়িক পরিবেশ) এবং যন্ত্র (সিস্টেমিক পদ্ধতি) উপরও নির্ভর করে। -

কোম্পানিগুলো আর একচেটিয়া "বক্সড" সমাধানের উপর নির্ভর করতে পারবে না। প্রযুক্তির উন্নয়নের পূর্ববর্তী পর্যায়গুলির তুলনায়, বর্তমান পরিবর্তন – ডেটার ওপেন অ্যাক্সেস, কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তার ব্যবহার এবং ওপেন সোর্সের বিস্তারের দিকে – সম্ভবত বড় বিক্রেতাদের সমর্থন পাবে না, কারণ এটি তাদের প্রতিষ্ঠিত ব্যবসায়িক মডেল এবং প্রধান আয়ের উৎসকে সরাসরি হুমকি দেয়।

হার্ভার্ড বিজনেস স্কুলের একটি গবেষণায় [40] দেখা গেছে যে, যা চতুর্থ এবং পঞ্চম প্রযুক্তিগত বিপ্লবের অধ্যায়ে আলোচনা করা হয়েছে, সবচেয়ে ব্যবহৃত ওপেন সোর্স সমাধানগুলি শূন্য থেকে তৈরি করতে সমস্ত কোম্পানির জন্য খরচ প্রায় 4.15 বিলিয়ন ডলার হবে। তবে যদি প্রতিটি কোম্পানি ইতিমধ্যে বিদ্যমান ওপেন সোর্স সরঞ্জামগুলির অ্যাক্সেস ছাড়াই তাদের নিজস্ব বিকল্পগুলি তৈরি করতে শুরু করে, যা গত কয়েক দশক ধরে ঘটেছে, তবে ব্যবসার সম্মিলিত খরচ 8.8 ট্রিলিয়ন ডলারে পৌঁছাতে পারে - এটি অযৌক্তিক চাহিদার মূল্য, যা সফটওয়্যার বাজারকে মূল্যায়ন করতে পারে।

প্রযুক্তিগত অগ্রগতি অবশ্যম্ভাবীভাবে প্রতিষ্ঠিত ব্যবসায়িক মডেলগুলির পুনর্বিবেচনায় নিয়ে আসবে। আগে কোম্পানিগুলি জটিল, অস্বচ্ছ প্রক্রিয়া এবং বন্ধ ডেটার উপর উপার্জন করতে পারত, তবে কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা এবং বিশ্লেষণের বিকাশের সাথে এই পদ্ধতি ক্রমশ কম কার্যকর হয়ে উঠছে।

ফলস্বরূপ, ডেটা এবং সরঞ্জামের প্রতি গণতান্ত্রিক প্রবেশাধিকার ঐতিহ্যবাহী সফটওয়্যার বিক্রির বাজারকে উল্লেখযোগ্যভাবে সংকুচিত করতে পারে। তবে এর সাথে নতুন একটি বাজারও বৃদ্ধি পাবে - ডিজিটাল বিশেষজ্ঞতা, কাস্টমাইজেশন, ইন্টিগ্রেশন এবং সমাধান ডিজাইন করার বাজার। এখানে মূল্য লাইসেন্স বিক্রির মাধ্যমে নয়, বরং নমনীয়, খোলা এবং অভিযোজ্য ডিজিটাল প্রক্রিয়া তৈরি করার ক্ষমতার মাধ্যমে গঠিত হবে। যেমন বৈদ্যুতিকীকরণ এবং ট্রান্সমিটারের আবির্ভাব নতুন শিল্পের জন্ম দিয়েছে, তেমনি বড় ডেটা, কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা এবং এলএলএমের প্রয়োগ ব্যবসার জন্য সম্পূর্ণ নতুন দিগন্ত খুলে দিচ্ছে, যা প্রযুক্তিগত বিনিয়োগের পাশাপাশি চিন্তাভাবনা, প্রক্রিয়া এবং সাংগঠনিক কাঠামোর গভীর রূপান্তরের প্রয়োজন হবে। এবং যেসব কোম্পানি এবং বিশেষজ্ঞরা এটি বুঝতে পারবেন এবং আজই কাজ শুরু করবেন, তারা আগামী দিনের নেতা হবে।

একটি বিশ্বে যেখানে ওপেন ডেটা প্রধান সম্পদ হয়ে উঠছে, তথ্যের প্রবাহ খেলার নিয়ম পরিবর্তন করবে। বিনিয়োগকারী, ক্লায়েন্ট এবং নিয়ন্ত্রকরা ক্রমশ স্বচ্ছতার দাবি করবেন, এবং মেশিন লার্নিং অ্যালগরিদমগুলি স্বয়ংক্রিয়ভাবে বাজেট, সময়সীমা এবং ব্যয়ের অমিলগুলি চিহ্নিত করতে সক্ষম হবে। এটি একটি নতুন ডিজিটাল রূপান্তরের পর্যায়ের জন্য শর্ত তৈরি করে, যা ধীরে ধীরে আমাদের নির্মাণ শিল্পের "উবারাইজেশন"-এর দিকে নিয়ে যাচ্ছে।

খোলা তথ্য এবং উবারাইজেশন - এটি বিদ্যমান নির্মাণ ব্যবসার জন্য একটি হুমকি।

নির্মাণ একটি তথ্য ব্যবস্থাপনার প্রক্রিয়ায় পরিণত হচ্ছে। যতটা সঠিক, গুণগত এবং সম্পূর্ণ তথ্য থাকবে, ততটাই কার্যকর হবে ডিজাইন, হিসাব, বাজেটের হিসাব, নির্মাণ এবং ভবনের পরিচালনা। ভবিষ্যতে মূল সম্পদ হবে ক্রেন, কংক্রিট এবং রডের উপস্থিতি নয়, বরং তথ্য সংগ্রহ, বিশ্লেষণ এবং ব্যবহার করার ক্ষমতা।

নির্মাণ কোম্পানির ক্লায়েন্ট - বিনিয়োগকারী এবং নির্মাণের জন্য অর্থাৎকারী ক্লায়েন্টরা ভবিষ্যতে অবশ্যস্তাবীভাবে ওপেন ডেটা এবং ঐতিহাসিক ডেটার বিশ্লেষণের মূল্য ব্যবহার করবে। এটি প্রকল্পের সময়সীমা এবং খরচের হিসাবের স্বয়ংক্রিয়করণের সুযোগ খুলে দেবে, নির্মাণ কোম্পানিগুলিকে বাজেটের প্রশ্নে জড়িত না করে, যা ব্যয় নিয়ন্ত্রণ করতে এবং অতিরিক্ত খরচ দ্রুত চিহ্নিত করতে সহায়তা করবে।

একটি নির্মাণস্থল কল্পনা করুন যেখানে লেজার স্ক্যানার, ড্রোন এবং ফটোগ্রামেট্রি সিস্টেমগুলি বাস্তব সময়ে ব্যবহৃত কংক্রিটের পরিমাণের সঠিক তথ্য সংগ্রহ করছে। এই তথ্যগুলি স্বয়ংক্রিয়ভাবে সহজ সমতল MESH মডেলে রূপান্তরিত হয় মেটাডেটার সাথে, জটিল CAD (BIM) সিস্টেমগুলি এড়িয়ে, জটিল জ্যামিতিক কোর, ERP বা PMIS এর উপর নির্ভরতা ছাড়াই। নির্মাণস্থল থেকে সংগৃহীত এই তথ্যগুলি কেন্দ্রীয়ভাবে একক কাঠামোবদ্ধ স্টোরেজে স্থানান্তরিত হয়, যা ক্লায়েন্টের জন্য স্বাধীন বিশ্লেষণের জন্য উপলব্ধ, যেখানে বিভিন্ন নির্মাণ দোকান থেকে বাস্তব মূল্য এবং উদাহরণস্বরূপ বিভিন্ন প্যারামিটার যেমন ঋণের অর্থায়নের হার, আবহাওয়ার পরিবর্তনশীল ফ্যাক্টর, নির্মাণ সামগ্রীর শেয়ার বাজারের মূল্য, লজিস্টিক ট্যারিফ এবং শ্রমের মূল্য মৌসুমী পরিবর্তনের পরিসংখ্যান আপলোড করা হয়। এই অবস্থায়, প্রকল্পের এবং প্রকৃত উপকরণের পরিমাণের মধ্যে যেকোনো অমিল তাত্ক্ষণিকভাবে স্পষ্ট হয়ে ওঠে, যা ডিজাইন পর্যায়ে এবং প্রকল্পের হস্তান্তরের সময় বাজেটের হিসাবের সাথে কারচুপি করা অসম্ভব করে তোলে। ফলস্বরূপ, নির্মাণ প্রক্রিয়ার স্বচ্ছতা একটি নিয়ন্ত্রক এবং ব্যবস্থাপকের বাহিনী দ্বারা নয়, বরং অবজেকটিভ ডিজিটাল ডেটার মাধ্যমে অর্জিত হয়, যেখানে মানব ফ্যাক্টর এবং কল্পনার সম্ভাবনা সর্বনিম্নে হ্রাস পায়।

ভবিষ্যতে ডেটা নিয়ন্ত্রণের এই ধরনের কাজগুলি মূলত ক্লায়েন্টের পক্ষ থেকে ডেটা ম্যানেজারদের দ্বারা পরিচালিত হবে (চিত্র ১.২৪ CQMS ম্যানেজার)। বিশেষ করে প্রকল্পের হিসাব এবং প্রাক্কলন সংক্রান্ত ক্ষেত্রে: যেখানে আগে একটি পূর্ণ বিভাগ হিসাবরক্ষক হিসেবে কাজ করত, সেখানে আগামীকাল মেশিন লার্নিং এবং পূর্বাভাসের সরঞ্জামগুলি উপস্থিত হবে, যা নির্মাণ কোম্পানিগুলিকে মূল্যসীমা নির্ধারণে সহায়তা করবে, যাতে তারা সেই সীমার মধ্যে কাজ করতে পারে।

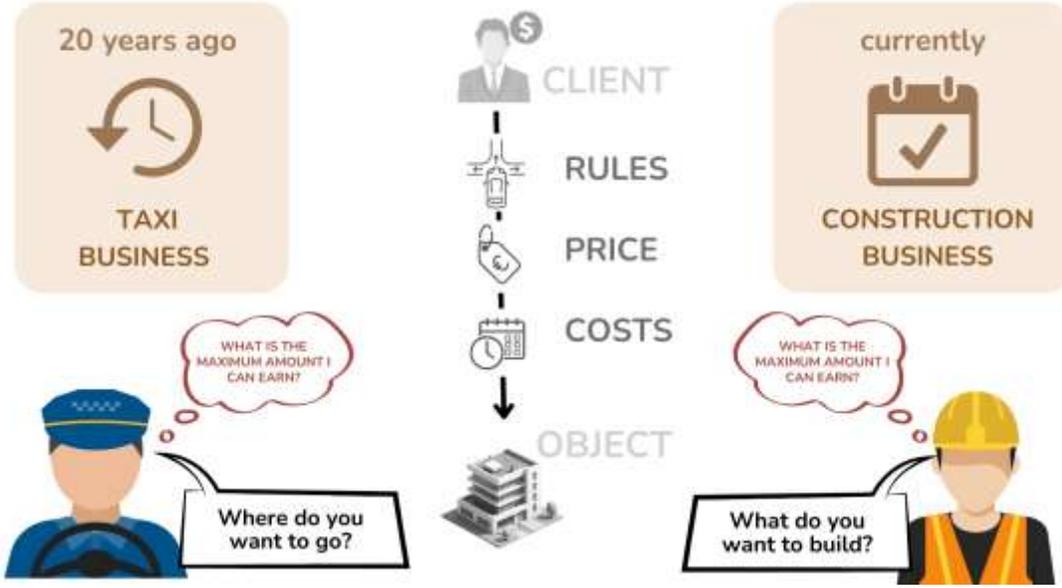
বিভক্ত প্রকৃতির[নির্মাণ] শিল্পকে বিবেচনায় নিয়ে, যখন অধিকাংশ সিস্টেম এবং উপ-সিস্টেম ছোট এবং মাঝারি উদ্যোগ দ্বারা সরবরাহ করা হয়, ডিজিটাল কৌশলটি গ্রাহকের দিক থেকে শুরু হওয়া উচিত। গ্রাহকদের সরবরাহ চেইনের ডিজিটাল সম্ভাবনাগুলি উন্মোচনের জন্য শর্ত এবং যন্ত্র তৈরি করতে হবে[20]।

এন্ড্রু ডেভিস এবং জুলিয়ানো ডেনিকোল, অ্যাকসেস্কার" পুঁজি প্রকল্পের মাধ্যমে অধিক মূল্য সৃষ্টি

এমন উন্মুক্ততা এবং তথ্যের স্বচ্ছতা নির্মাণ কোম্পানির জন্য একটি হুমকি উপস্থাপন করে, যারা প্রক্রিয়ার অস্বচ্ছতা এবং জটিল রিপোর্টের মাধ্যমে উপার্জন করতে অভ্যস্ত, যেখানে জটিল এবং বন্ধ ফরম্যাট এবং মডুলার প্রোপ্রাইটারি ডেটা ট্রান্সফার প্ল্যাটফর্মের মাধ্যমে স্পেকুলেশন এবং গোপন খরচ লুকানো সম্ভব। অতএব, নির্মাণ কোম্পানিগুলি, যেমন ওপেন সোর্স সমাধানের প্রচারের ক্ষেত্রে ভেভরদের ক্ষেত্রে, তাদের ব্যবসায়িক প্রক্রিয়ায় সম্পূর্ণরূপে উন্মুক্ত তথ্যের বাস্তবায়নে আগ্রহী হবে না। যদি তথ্যগুলি গ্রাহকের জন্য সহজলভ্য এবং সহজে প্রক্রিয়াকৃত হয়, তবে সেগুলি স্বয়ংক্রিয়ভাবে যাচাই করা সম্ভব হবে, যা পরিমাণ বাড়ানো এবং প্রাক্কলন নিয়ে কারচুপি করার সম্ভাবনা বাদ দেবে।

বিশ্ব অর্থনৈতিক ফোরামের "ভবিষ্যতের নির্মাণের গঠন" (২০১৬) প্রতিবেদনের অনুযায়ী, শিল্পের একটি মূল সমস্যা হলো গ্রাহকের নিষ্ক্রিয় ভূমিকা। তবুও, প্রকল্পের ফলাফলের জন্য গ্রাহকদেরকে অধিক দায়িত্ব নিতে হবে - প্রাথমিক পরিকল্পনা, টেকসই সহযোগিতার মডেল নির্বাচন থেকে শুরু করে কার্যকরী নিয়ন্ত্রণ পর্যন্ত। প্রকল্পের মালিকদের সক্রিয় অংশগ্রহণ ছাড়া নির্মাণ শিল্পের সিস্টেমিক রূপান্তর সম্ভব নয়।

নিয়ন্ত্রণ হারানোর ফলে পরিমাণ এবং খরচের হিসাবের উপর গত ২০ বছরে অন্যান্য অর্থনৈতিক খাতে রূপান্তর ঘটেছে, যা গ্রাহকদের সরাসরি, মধ্যস্থতাকারী ছাড়াই, তাদের লক্ষ্য অর্জনে সহায়তা করেছে। ডিজিটালাইজেশন এবং তথ্যের স্বচ্ছতা অনেক ঐতিহ্যবাহী ব্যবসায়িক মডেলকে রূপান্তরিত করেছে, যেমন উবারের আবির্ভাবে ট্যাক্সি চালকদের, এয়ারবিএনবির আগমনে হোটেল মালিকদের এবং অ্যামাজনের বিকাশের পর খুচরা বিক্রেতাদের এবং দোকানগুলির ক্ষেত্রে হয়েছে, পাশাপাশি ব্যাংকগুলির ক্ষেত্রেও – যেখানে নব্য ব্যাংক এবং বিকেন্দ্রীকৃত ফিনটেক-ইকোসিস্টেমের উত্থান সরাসরি তথ্যের অ্যাক্সেস এবং সময় ও খরচের হিসাবের স্বয়ংক্রিয়করণ মধ্যস্থতাকারীদের ভূমিকা উল্লেখযোগ্যভাবে হ্রাস করেছে।



নির্মাণ ব্যবসা উবারাইজেশনের মুখোমুখি হবে, যা গত ১০ বছরে ট্যাক্সি চালক, হোটেল মালিক এবং বিক্রেতাদের সম্মুখীন হয়েছে।

তথ্য এবং তাদের প্রক্রিয়াকরণের সরাসরি অ্যাক্সেসের প্রক্রিয়া অনিবার্য, এবং সময়ের সাথে সাথে প্রকল্পের সকল উপাদানের ওপেন ডেটা গ্রাহকের একটি দাবি এবং নতুন মানদণ্ড হয়ে উঠবে। সুতরাং, ওপেন ফরম্যাট এবং স্বচ্ছ হিসাবের বাস্তবায়নের প্রশ্নগুলি মূলত বিনিয়োগকারী, গ্রাহক, ব্যাংক এবং ব্যক্তিগত বিনিয়োগ তহবিল (প্রাইভেট ইকুইটি) দ্বারা অগ্রসর হবে – যারা শেষ পর্যন্ত নির্মিত অবকাঠামোর চূড়ান্ত ব্যবহারকারী এবং পরে দশক ধরে অবকাঠামোটি পরিচালনা করে।

বড় বিনিয়োগকারী, গ্রাহক এবং ব্যাংক ইতিমধ্যেই নির্মাণ খাতে স্বচ্ছতার দাবি করছে। অ্যাক্সেলের "ক্যাপিটাল প্রকল্পগুলির মাধ্যমে আরও বেশি মূল্য তৈরি" (২০২০) শীর্ষক গবেষণার অনুযায়ী, স্বচ্ছ এবং নির্ভরযোগ্য তথ্য নির্মাণে বিনিয়োগের সিদ্ধান্তের জন্য একটি নির্ধারক ফ্যাক্টর হয়ে উঠছে। বিশেষজ্ঞদের মতে, সংকটের পরিস্থিতিতে স্বচ্ছতা ছাড়া বিশ্বাসযোগ্য এবং কার্যকর প্রকল্প পরিচালনা সম্ভব নয়। তাছাড়া, সম্পদের মালিক এবং ঠিকাদাররা ক্রমবর্ধমানভাবে এমন চুক্তিতে চলে যাচ্ছে যা তথ্যের বিনিময় এবং সহযোগী বিশ্লেষণকে উৎসাহিত করে, যা বিনিয়োগকারী, ব্যাংক এবং নিয়ন্ত্রকদের দায়িত্ব এবং স্বচ্ছতার প্রতি বাড়তে থাকা দাবিকে প্রতিফলিত করে।

ভবিষ্যতে বিনিয়োগকারী এবং গ্রাহকের ধারণা থেকে প্রস্তুত ভবন পর্যন্ত যাত্রা স্বয়ংক্রিয় পাইলটের মতো হবে - নির্মাণ কোম্পানির মধ্যস্থতাকারী ছাড়াই, যা জুয়া এবং অনিশ্চয়তার উপর নির্ভরশীল হবে।

ওপেন ডেটা এবং স্বয়ংক্রিয়করণের যুগ নির্মাণ ব্যবসাকে অনিবার্যভাবে পরিবর্তন করবে যেমনটি ব্যাংকিং, বাণিজ্য, কৃষি এবং লজিস্টিকসে ইতিমধ্যেই ঘটেছে। এই খাতগুলিতে মধ্যস্থতাকারীদের ভূমিকা এবং ঐতিহ্যবাহী ব্যবসায়িক পদ্ধতিগুলি স্বয়ংক্রিয়করণ এবং রোবোটাইজেশনের জন্য স্থান ছেড়ে দিচ্ছে, অযৌক্তিক মূল্যবৃদ্ধি এবং জুয়ার জন্য কোন স্থান না রেখে।

মানুষের সকল অর্থনৈতিক কার্যকলাপের তথ্য এবং প্রক্রিয়াগুলি নির্মাণ খাতের পেশাদারদের সাথে মোকাবিলা করতে হয় এমন বিষয়গুলির থেকে আলাদা নয়। দীর্ঘমেয়াদে, আজকের বাজারে আধিপত্যকারী নির্মাণ কোম্পানিগুলি, যারা

মূল্য এবং পরিষেবার মানের মানদণ্ড স্থাপন করেছে, তারা গ্রাহক এবং তার নির্মাণ প্রকল্পের মধ্যে মূল মধ্যস্থতাকারীর ভূমিকা হারাতে পারে।

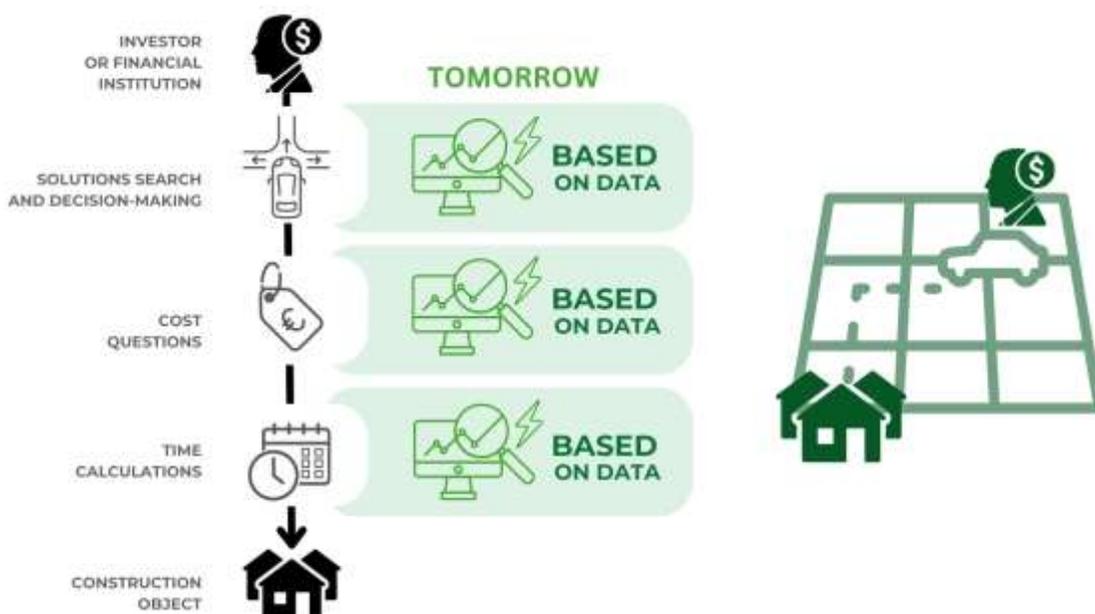
অবসানহীন সমস্যা উবারাইজেশন হিসেবে সময়ের ব্যবহারকে রূপান্তরের জন্য শেষ সুযোগ।

কিন্তু নির্মাণ শিল্পের বাস্তবতায় ফিরে আসা যাক। যখন একদিকে কিছু অর্থনৈতিক খাতে স্বায়ত্তশাসিত গাড়ি, বিকেন্দ্রীভূত আর্থিক ব্যবস্থা এবং কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তার ভিত্তিতে সমাধান উদ্ভাবিত হচ্ছে, তখন উল্লেখযোগ্য সংখ্যক নির্মাণ কোম্পানি এখনও কাগজপত্র ভিত্তিক প্রতিষ্ঠান হিসেবে রয়ে গেছে, যেখানে মূল সিদ্ধান্তগুলি মূলত বিশেষজ্ঞদের অভিজ্ঞতা এবং অন্তর্দৃষ্টির ভিত্তিতে নেওয়া হয়।

এই পরিপ্রেক্ষিতে, আধুনিক নির্মাণ কোম্পানিকে ২০ বছরের পুরনো ট্যাক্সি পরিষেবার সাথে তুলনা করা যেতে পারে, যা সম্পদ, রুট এবং ডেলিভারির সময় নিয়ন্ত্রণ করে, প্রকল্পের ধারণা (লজিস্টিক এবং ইনস্টলেশন প্রক্রিয়া) থেকে শুরু করে প্রকল্পের সমাপ্তি পর্যন্ত সময় এবং খরচের জন্য দায়ী। যেমন একসময় GPS (নির্মাণে IoT, RFID) এবং সময়/খরচের হিসাবের জন্য মেশিন লার্নিং অ্যালগরিদম পরিবহন খাতকে পরিবর্তন করেছিল, তেমনি তথ্য, অ্যালগরিদম এবং AI এজেন্টগুলি নির্মাণ ব্যবস্থাপনাকে রূপান্তরিত করতে সক্ষম – অন্তর্দৃষ্টিমূলক মূল্যায়ন থেকে পূর্বাভাসমূলক, পরিচালিত মডেলে। গত ২০ বছরে, অর্থনীতি, কৃষি, খুচরা এবং লজিস্টিকের মতো অনেক খাতে ধীরে ধীরে তথ্যের অস্বচ্ছতার মাধ্যমে স্পেকুলেট করার সুযোগ কমে গেছে। মূল্য, ডেলিভারি খরচ বা আর্থিক লেনদেন স্বয়ংক্রিয়ভাবে এবং পরিসংখ্যানগতভাবে যুক্তিসঙ্গতভাবে – ডিজিটাল প্ল্যাটফর্মে কয়েক সেকেন্ডের মধ্যে হিসাব করা হয়।

ভবিষ্যতের দিকে তাকিয়ে, নির্মাণ কোম্পানিগুলিকে বুঝতে হবে যে তথ্য এবং তাদের বিশ্লেষণের সরঞ্জামগুলির প্রতি গণতান্ত্রিক প্রবেশাধিকার প্রকল্পের মূল্যায়ন এবং বাস্তবায়নের সময়ের ঐতিহ্যগত পদ্ধতিকে ব্যাহত করবে এবং পরিমাণ এবং মূল্য সম্পর্কিত অস্বচ্ছ তথ্যের উপর স্পেকুলেট করার সুযোগকে বাতিল করবে।

নিয়ন্ত্রিত রাস্তায় ড্রাইভারের হস্তক্ষেপ ছাড়াই চলার মতো, ভবিষ্যতের নির্মাণ প্রক্রিয়াগুলি ক্রমবর্ধমানভাবে "উবারাইজড" সিস্টেমের মতো হয়ে উঠবে – স্বয়ংক্রিয় সময় এবং খরচের মূল্যায়ন, কাজের স্বচ্ছ রুটিন এবং মানব ফ্যাক্টরের উপর ন্যূনতম নির্ভরতা সহ। এটি ধারণা থেকে বাস্তবায়নের "যাত্রার" প্রকৃতিকে পরিবর্তন করবে – এটিকে আরও পূর্বাভাসযোগ্য, পরিচালিত এবং তথ্য-ভিত্তিক করে তুলবে।



রিস. ১০.১৫ নির্মাণ প্রক্রিয়ায় "পথের" খরচ এবং সময় মেশিন লার্নিং এবং পরিসংখ্যানগত সরঞ্জামের মাধ্যমে নির্ধারিত হবে।

প্রায় প্রতিটি দেশে নতুন নিয়ম এবং প্রয়োজনীয়তা ধীরে ধীরে চালু হওয়ার সাথে সাথে, যা CAD (BIM) মডেলগুলি ক্লায়েন্ট বা নির্মাণ প্রকল্পগুলির জন্য অর্থায়নকারী ব্যাংকগুলিতে হস্তান্তর করতে বাধ্য করে, ক্লায়েন্ট এবং অর্ডারকারী স্বয়ংক্রিয়ভাবে খরচ এবং কাজের পরিমাণের হিসাবের স্বচ্ছতা নিশ্চিত করার সুযোগ পায়। বিশেষ করে বড় অর্ডারদাতাদের এবং বিনিয়োগকারীদের জন্য, যারা পরিমাণ বিশ্লেষণ এবং বাজারমূল্য পর্যবেক্ষণের জন্য যথেষ্ট দক্ষতা এবং সরঞ্জাম ধারণ করে। বড় আকারের স্ট্যান্ডার্ড প্রকল্পগুলি বাস্তবায়নকারী কোম্পানিগুলির জন্য – দোকান, অফিস ভবন, আবাসিক কমপ্লেক্স – এই ধরনের অনুশীলনগুলি মান হয়ে উঠছে।

যেহেতু মডেলগুলির তথ্যগত পূর্ণতা আরও সম্পূর্ণ এবং মানক হয়ে উঠছে, সেহেতু কারচুপি এবং স্পেকুলেশনের সুযোগ প্রায় অদৃশ্য হয়ে যাচ্ছে। ডিজিটাল রূপান্তর ধীরে ধীরে নির্মাণ শিল্পের নিয়মগুলি পরিবর্তন করছে, এবং যেসব কোম্পানি এই পরিবর্তনের সাথে খাপ খাইয়ে নিতে ব্যর্থ হবে তারা গুরুতর চ্যালেঞ্জের সম্মুখীন হতে পারে।

প্রতিযোগিতার বৃদ্ধি, প্রযুক্তিগত ব্যবধান এবং মার্জিনের হ্রাস ব্যবসার স্থিতিশীলতাকে প্রভাবিত করতে সক্ষম। সীমিত তরলতার পরিস্থিতিতে, শিল্পের আরও বেশি অংশগ্রহণকারী কার্যকারিতা এবং প্রক্রিয়ার স্বচ্ছতা বাড়ানোর উপায় হিসেবে স্বয়ংক্রিয়করণ, বিশ্লেষণ এবং ডেটা প্রক্রিয়াকরণের প্রযুক্তির দিকে মনোনিবেশ করছে। এই সরঞ্জামগুলি পরিবর্তিত অর্থনৈতিক পরিবেশে প্রতিযোগিতামূলকতা বজায় রাখার জন্য একটি গুরুত্বপূর্ণ সম্পদ হয়ে উঠছে।

সম্ভবত, বাইরের পরিস্থিতি জরুরি পদক্ষেপ নিতে বাধ্য করার জন্য অপেক্ষা করা উচিত নয় - বরং আজ থেকেই প্রস্তুতি নেওয়া অনেক বেশি কার্যকর, ডিজিটাল দক্ষতা শক্তিশালী করা, আধুনিক সমাধানগুলি বাস্তবায়ন করা এবং ডেটার সাথে কাজ করার জন্য একটি সংস্কৃতি গড়ে তোলা।

নির্মাণ শিল্পের ব্যাপক ডিজিটাল রূপান্তরের পথে একটি সাম্প্রতিক মূল প্রযুক্তিগত বাধা হল নির্মাণ প্রকল্পের উপাদানগুলির স্বয়ংক্রিয় শ্রেণীবিভাগের সমস্যা, যা আগামী কয়েক বছরে প্রতিটি কোম্পানিকে প্রভাবিত করবে।

নির্ভরযোগ্য, সঠিক এবং স্কেলযোগ্য শ্রেণীবিভাগ ছাড়া পূর্ণাঙ্গ বিশ্লেষণ, প্রক্রিয়াকরণের স্বয়ংক্রিয়করণ এবং আইএআই এবং পূর্বাভাস মডেলের ব্যবহার করে সম্পদের জীবনচক্র পরিচালনার জন্য একটি ভিত্তি তৈরি করা সম্ভব নয়। যতক্ষণ না অভিজ্ঞ বিশেষজ্ঞদের - প্রকল্প ব্যবস্থাপক, ডিজাইনার, এবং প্রাক্কলনকারীদের - হাতে শ্রেণীবিভাগের উপর নির্ভরশীলতা রয়ে যায়, নির্মাণ শিল্পের জন্য একটি সুযোগের জানালা খোলা থাকে। এই সময়টি স্বচ্ছতার জন্য বাড়তি চাহিদা, সরঞ্জাম এবং ডেটার গণতন্ত্রায়ন, এবং স্বয়ংক্রিয় শ্রেণীবিভাগের সিস্টেমের উদ্ভবের জন্য প্রস্তুতির জন্য ব্যবহার করা যেতে পারে, যা খেলার নিয়মগুলি মৌলিকভাবে পরিবর্তন করবে।

নির্মাণ জগতের উপাদানগুলির স্বয়ংক্রিয় শ্রেণীবিভাগের কাজটি জটিলতার দিক থেকে স্বয়ংক্রিয় ড্রাইভিং সিস্টেমে অবজেক্ট শনাক্তকরণের সাথে তুলনীয়, যা প্রধান চ্যালেঞ্জগুলির মধ্যে একটি। একটি স্বয়ংক্রিয় গাড়ির কথা ভাবুন, যা A পয়েন্ট থেকে B পয়েন্টে চলমান (চিত্র 10.15)। আধুনিক স্বয়ংক্রিয় ড্রাইভিং সিস্টেমগুলি লিডার এবং ক্যামেরার মাধ্যমে শনাক্ত করা অবজেক্টগুলির শ্রেণীবিভাগের সমস্যা আটকে যায়। গাড়ির জন্য কেবল "দেখা" যথেষ্ট নয়, এটি ভুল না করে বুঝতে হবে যে এর সামনে কী রয়েছে: একজন পথচারী, একটি সড়ক চিহ্ন বা একটি আবর্জনার কন্টেইনার।

একই মৌলিক সমস্যা সমগ্র নির্মাণ শিল্পের সামনে রয়েছে। প্রকল্পের উপাদানগুলি - যেমন জানালা, দরজা বা কলাম - ডকুমেন্টেশনে রেকর্ড করা হতে পারে, CAD মডেলে উপস্থাপন করা হতে পারে, নির্মাণ সাইটে ফটোগ্রাফ করা হতে পারে বা লেজার স্ক্যানিং থেকে পয়েন্ট ক্লাউডে শনাক্ত করা হতে পারে। তবে প্রকল্প পরিচালনার একটি সত্যিকার স্বয়ংক্রিয় সিস্টেম তৈরি করতে, কেবল তাদের ভিজুয়াল বা রক্ষণ জ্যামিতিক শনাক্তকরণ যথেষ্ট নয়। প্রতিটি উপাদানের সঠিক এবং স্থিতিশীল শ্রেণীবিভাগ নিশ্চিত করা প্রয়োজন, যা পরবর্তী সমস্ত প্রক্রিয়ায় - প্রাক্কলন এবং স্পেসিফিকেশন থেকে শুরু করে লজিস্টিক, গুদাম ব্যবস্থাপনা এবং সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণভাবে - ব্যবহারের জন্য স্পষ্টভাবে চিহ্নিত করা হবে (চিত্র 4.26)।

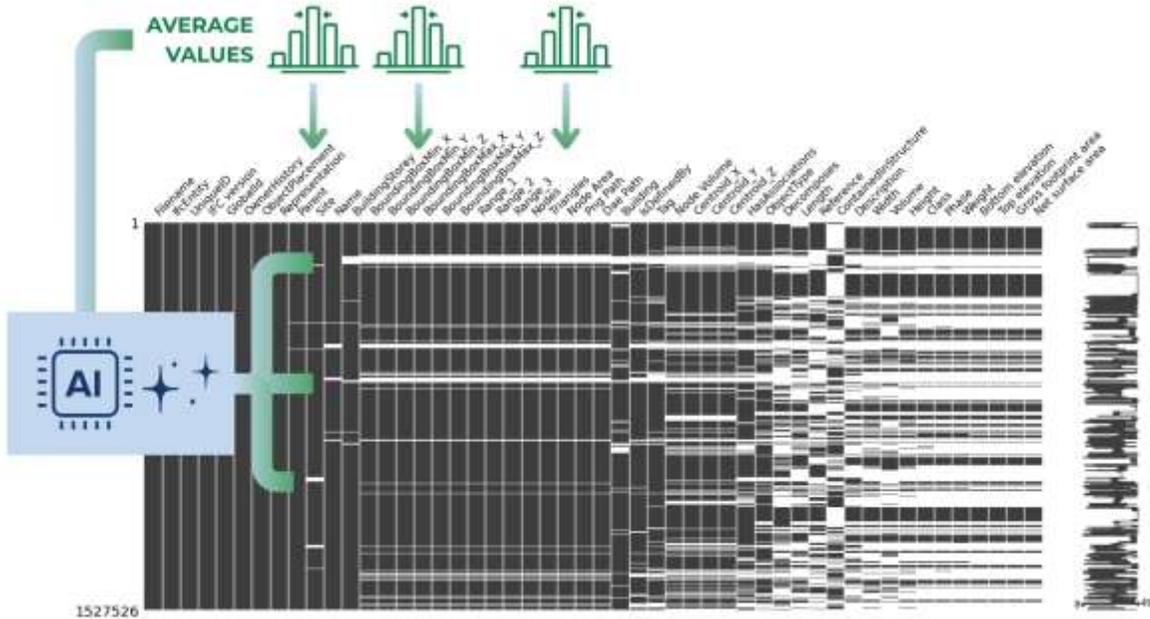
এই পর্যায়ে - স্বীকৃতি থেকে অর্থপূর্ণ শ্রেণীবিভাগে রূপান্তরের সময় - একটি মূল প্রতিবন্ধকতা উদ্ভব হয়। যদিও ডিজিটাল সিস্টেমগুলি প্রযুক্তিগতভাবে মডেল এবং নির্মাণস্থলে বস্তুগুলি চিহ্নিত এবং সনাক্ত করতে সক্ষম, মূল চ্যালেঞ্জ হল বিভিন্ন সফটওয়্যার পরিবেশের জন্য উপাদানের প্রকার সঠিক এবং প্রেক্ষিত-স্থিতিশীলভাবে সংজ্ঞায়িত করা। উদাহরণস্বরূপ, একটি দরজা CAD মডেলে ডিজাইনার দ্বারা "দরজা" শ্রেণীর উপাদান হিসাবে চিহ্নিত করা হতে পারে, তবে ERP বা PMIS সিস্টেমে স্থানান্তরের সময় এটি ভুল শ্রেণীবিভাগ পেতে পারে - ডিজাইনারের পক্ষ থেকে ভুল বা সিস্টেমগুলির মধ্যে অমিলের কারণে। তদুপরি, উপাদানটি প্রায়শই গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্যের একটি অংশ হারায় বা ডেটা রপ্তানি এবং আমদানির সময় সম্পূর্ণরূপে সিস্টেমের হিসাব থেকে অদৃশ্য হয়ে যায়। এটি ডেটার প্রবাহে একটি ফাঁক সৃষ্টি করে এবং নির্মাণ প্রক্রিয়ার সমগ্র ডিজিটাল ইজেশনের নীতিকে ক্ষুণ্ণ করে। এইভাবে, "দৃশ্যমান" এবং "বোধগম্য" অর্থগত মানের মধ্যে একটি সমালোচনামূলক ফাঁক তৈরি হয়, যা ডেটার অখণ্ডতাকে ক্ষুণ্ণ করে এবং নির্মাণ প্রকল্পের জীবনচক্র জুড়ে প্রক্রিয়াগুলির স্বয়ংক্রিয়করণকে উল্লেখযোগ্যভাবে জটিল করে তোলে।

নির্মাণ উপাদানের সার্বজনীন শ্রেণীবিভাগের সমস্যার সমাধান বড় ডেটা এবং মেশিন লার্নিং প্রযুক্তির ব্যবহার (চিত্র 10.16) পুরো শিল্পের রূপান্তরের জন্য একটি ক্যাটালিস্ট হবে - এবং সম্ভবত অনেক নির্মাণ কোম্পানির জন্য একটি অপ্রত্যাশিত আবিষ্কার। একটি একক, শিক্ষণীয় শ্রেণীবিভাগ ব্যবস্থা স্কেলযোগ্য বিশ্লেষণ, ডিজিটাল ব্যবস্থাপনা এবং নির্মাণ সংস্থাগুলির দৈনন্দিন অনুশীলনে কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তার বাস্তবায়নের ভিত্তি হবে।

NVIDIA এবং অন্যান্য প্রযুক্তিগত নেতারা ইতিমধ্যেই অন্যান্য অর্থনৈতিক খাতে সমাধানগুলি প্রদান করছে, যা স্বয়ংক্রিয়ভাবে বিশাল পরিমাণ পাঠ্য এবং ভিজুয়াল তথ্য শ্রেণীবদ্ধ এবং কাঠামোবদ্ধ করতে সক্ষম।

উদাহরণস্বরূপ, NVIDIA-এর NeMo Curator মডেল স্বয়ংক্রিয় শ্রেণীবিভাগ এবং পূর্বনির্ধারিত শ্রেণীতে ডেটা বিতরণের উপর বিশেষজ্ঞ, তথ্য প্রক্রিয়াকরণের পাইপলাইনগুলির অপ্টিমাইজেশনে একটি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে যা জেনারেটিভ AI মডেলগুলির সূক্ষ্ম টিউনিং এবং প্রাক-শিক্ষণের জন্য। Cosmos প্ল্যাটফর্ম বাস্তব ভিডিও এবং 3D দৃশ্যের উপর প্রশিক্ষিত হয়, যা স্বায়ত্তশাসিত সিস্টেম এবং ডিজিটাল যমজগুলির জন্য একটি ভিত্তি তৈরি করে, যা ইতিমধ্যেই NVIDIA-এর ইকোসিস্টেমে তৈরি হচ্ছে। NVIDIA Omniverse, যা 2025 সালের মধ্যে USD ফরম্যাটের সাথে কাজ করার জন্য একটি প্রধান সরঞ্জাম হয়ে উঠেছে - একটি সার্বজনীন দৃশ্য বর্ণনা, যা ভবিষ্যতে প্রকল্পের তথ্য স্থানান্তরের প্রক্রিয়ায় IFC ফরম্যাটকে প্রতিস্থাপন করতে সক্ষম। Isaac Sim - রোবটিক প্রক্রিয়ার সিমুলেটরের সাথে মিলিত হয়ে - NeMo Curator, Cosmos এবং Omniverse-এর মতো সমাধানগুলি স্বয়ংক্রিয়করণের একটি নতুন স্তর উপস্থাপন করে: ডেটা পরিষ্কার এবং ফিল্টার করা থেকে শুরু করে প্রশিক্ষণ সেট তৈরি, বস্তুর বৈশিষ্ট্য মডেলিং এবং নির্মাণস্থলে রোবটদের প্রশিক্ষণ দেওয়া। এবং এই সমস্ত সরঞ্জামগুলি বিনামূল্যে এবং উন্মুক্ত অ্যাক্সেসে বিতরণ করা হয়, যা প্রকৌশল এবং নির্মাণ অনুশীলনে বাস্তবায়নের জন্য বাধাগুলি উল্লেখযোগ্যভাবে কমিয়ে দেয়।

স্বয়ংক্রিয়ভাবে তথ্য শ্রেণীবিভাগ করা কাঠামোগত টেবিলের স্তরে একটি সহজ কাজ নয়, যেমনটি প্রথম দৃষ্টিতে মনে হতে পারে। পূর্ববর্তী অধ্যায়ে (চিত্র 9.110) আমরা দেখিয়েছি যে, যদি ইতিহাসগত তথ্য সংগ্রহ করা থাকে তবে অনুরূপ অন্যান্য উপাদানের প্যারামিটারগুলির ভিত্তিতে শ্রেণীর অনুপস্থিত বা ভুল মান পূরণ করা সম্ভব। যদি কয়েকটি সম্পন্ন প্রকল্পে অনুরূপ বৈশিষ্ট্যযুক্ত উপাদানগুলি সঠিকভাবে শ্রেণীবদ্ধ করা হয়ে থাকে, তবে সিস্টেমটি নতুন বা অসম্পূর্ণ উপাদানের জন্য একটি উপযুক্ত মান প্রস্তাব করতে পারে উচ্চ সম্ভাবনার সাথে (চিত্র 10.16)। এই ধরনের যুক্তি, গড় মান এবং প্রেক্ষাপট বিশ্লেষণের উপর ভিত্তি করে, CAD মডেল, স্পেসিফিকেশন বা প্রাক্কলনের মতো টেবিলের তথ্যের ব্যাপক প্রক্রিয়াকরণের সময় বিশেষভাবে কার্যকর হতে পারে।-

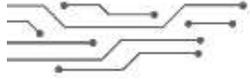


চিত্র 10.16 মেশিন লার্নিং স্বয়ংক্রিয়ভাবে পূর্ববর্তী প্রকল্পগুলির ভিত্তিতে পূরণ না করা (সাদা ক্ষেত্র) টেবিলের প্যারামিটারগুলির জন্য গড় মান খুঁজে পেতে সহায়তা করবে।

মেশিন লার্নিংয়ের এই দ্রুত অগ্রগতির প্রেক্ষাপটে, 2025 সালে স্বাভাবিকভাবে মনে করা ভুল হবে যে নির্মাণ উপাদানের স্বয়ংক্রিয় শ্রেণীবিভাগের সমস্যা দীর্ঘকাল ধরে অমীমাংসিত থাকবে। হ্যাঁ, আধুনিক অ্যালগরিদমগুলি এখনও সম্পূর্ণ পরিপক্বতা অর্জন করেনি, বিশেষ করে অসম্পূর্ণ বা অস্বচ্ছ তথ্যের ক্ষেত্রে, তবে অভিযোজনের সুযোগ দ্রুত বন্ধ হয়ে আসছে।

কোম্পানিগুলি যারা ইতিমধ্যেই তাদের তথ্য সংগ্রহ, পরিষ্কার এবং সংগঠিত করতে বিনিয়োগ করছে, পাশাপাশি ETL স্বয়ংক্রিয়তার সরঞ্জামগুলি শিখছে, তারা একটি সুস্পষ্ট সুবিধাজনক অবস্থানে থাকবে। অন্যরা সময়মতো প্রস্তুত না হতে পারে – যেমনটি একসময় পরিবহন এবং আর্থিক খাতে ডিজিটাল রূপান্তরের চ্যালেঞ্জগুলির সাথে মোকাবিলা করতে ব্যর্থ হয়েছিল।

যারা এখনও তথ্যের হাতে পরিচালনা এবং ঐতিহ্যবাহী মূল্যায়ন পদ্ধতির উপর নির্ভর করছে, তারা 2000-এর দশকের ট্যাক্সি পরিষেবাগুলির অবস্থানে পড়তে পারে, যারা 2020-এর দশকের শুরুতে মোবাইল অ্যাপ্লিকেশন এবং স্বয়ংক্রিয় রুট হিসাবের যুগে অভিযোজিত হতে পারেনি।



অধ্যায় 10.2.

ডেটা-ভিত্তিক পদ্ধতি বাস্তবায়নের জন্য ব্যবহারিক নির্দেশিকা

তত্ত্ব থেকে বাস্তবায়ন: নির্মাণ ক্ষেত্রে ডিজিটাল রূপান্তরের রোডম্যাপ

নির্মাণ শিল্প ধীরে ধীরে একটি নতুন উন্নয়ন পর্যায়ে প্রবেশ করেছে, যেখানে পরিচিত প্রক্রিয়াগুলি ক্রমবর্ধমানভাবে ডিজিটাল প্ল্যাটফর্ম এবং স্বচ্ছ সহযোগিতার মডেল দ্বারা পরিপূরক – কখনও কখনও প্রতিস্থাপিত হচ্ছে। এটি কোম্পানিগুলির জন্য শুধুমাত্র চ্যালেঞ্জ নয়, বরং উল্লেখযোগ্য সুযোগও উন্মোচন করে। যারা ইতিমধ্যেই দীর্ঘমেয়াদী ডিজিটাল কৌশল তৈরি করেছে, তারা কেবল বাজারে তাদের অবস্থান রক্ষা করতে সক্ষম হবে না, বরং আধুনিক পদ্ধতি এবং নির্ভরযোগ্য, প্রযুক্তিগতভাবে সমর্থিত সমাধানগুলি গ্রাহকদের অফার করে তাদের বাজার সম্প্রসারণ করতে সক্ষম হবে।

তবে এটি বোঝা গুরুত্বপূর্ণ: ধারণা এবং প্রযুক্তির জ্ঞান কেবল একটি সূচনা পয়েন্ট। ব্যবস্থাপকদের এবং বিশেষজ্ঞদের সামনে একটি বাস্তবিক প্রশ্ন দাঁড়ায়: তারা কীভাবে বাস্তবায়ন শুরু করবে এবং কীভাবে তাত্ত্বিক ধারণাগুলিকে বাস্তব মূল্যায়নে রূপান্তর করবে। তাছাড়া, ক্রমবর্ধমানভাবে প্রশ্ন উঠছে: ব্যবসাটি কী ভিত্তিতে নির্মিত হবে, যদি ঐতিহ্যবাহী মূল্যায়ন পদ্ধতিগুলি যে কোনও সময়ে গ্রাহকের দ্বারা পুনর্বিবেচনা করা যেতে পারে।

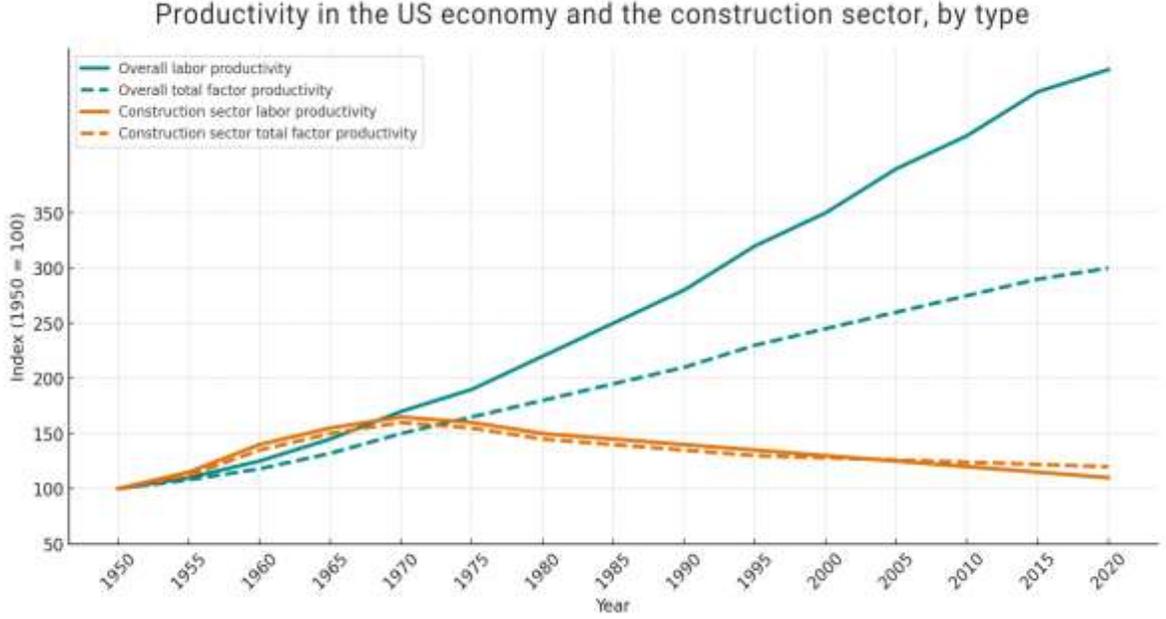
উত্তর সম্ভবত প্রযুক্তির চেয়ে নতুন পেশাদার সংস্কৃতি গঠনের মধ্যে নিহিত, যেখানে তথ্যের সাথে কাজ করা দৈনন্দিন অনুশীলনের একটি অবিচ্ছেদ্য অংশ হিসেবে বিবেচিত হয়। ডিজিটাল প্রযুক্তি এবং উদ্ভাবনের প্রতি অপ্রতুল মনোযোগ নির্মাণ শিল্পের জন্য একটি গুরুতর পিছিয়ে পড়ার কারণ হয়েছে, যা গত কয়েক দশক ধরে লক্ষ্য করা যাচ্ছে।

ম্যাককিনসির তথ্য অনুযায়ী, নির্মাণ শিল্পে গবেষণা ও উন্নয়নের ব্যয় আয়ের 1% এর কম, যেখানে গাড়ি এবং মহাকাশ শিল্পে এই হার 3.5-4.5% পর্যন্ত পৌঁছায়। একইভাবে, নির্মাণে আইটি প্রযুক্তির ব্যয় মোট আয়ের 1% এর নিচে রয়েছে।

ফলস্বরূপ, নির্মাণে স্বয়ংক্রিয়তার মাত্রা এবং শ্রম উৎপাদনশীলতা উভয়ই হ্রাস পাচ্ছে, এবং 2020 সালের মধ্যে নির্মাণ শ্রমিকরা ইতিমধ্যে পঞ্চাশ বছর আগে থেকে কম উৎপাদন করছে।

নির্মাণ খাতে উৎপাদনশীলতার এই ধরনের সমস্যা উন্নত এবং উন্নয়নশীল উভয় দেশের জন্য সাধারণ, (ওইসিডি'র 29টি দেশের মধ্যে 16টিতে নির্মাণ উৎপাদনশীলতা হ্রাস পেয়েছে), এবং এটি কেবল প্রযুক্তির অভাব নয়, বরং ব্যবস্থাপনা, প্রশিক্ষণ এবং উদ্ভাবনের বাস্তবায়নে মৌলিক পরিবর্তনের প্রয়োজনীয়তাকেও নির্দেশ করে।

ডিজিটাল রূপান্তরের সাফল্য কেবল সরঞ্জামের সংখ্যা এবং উপস্থিতির উপর নির্ভর করে না, বরং সংস্থাগুলির তাদের প্রক্রিয়াগুলি পুনর্বিবেচনা করার এবং পরিবর্তনের জন্য উন্মুক্ত সংস্কৃতি বিকাশের ক্ষমতার উপর নির্ভর করে। প্রযুক্তিগুলি নিজেই নয়, বরং মানুষ এবং প্রতিষ্ঠিত প্রক্রিয়াগুলি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে, যা তাদের কার্যকর প্রয়োগ নিশ্চিত করে, অবিরাম শেখার সমর্থন করে এবং নতুন ধারণাগুলির গ্রহণযোগ্যতা বাড়ায়।



চিত্র 10.21 মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের অর্থনীতি এবং নির্মাণ খাতে শ্রম উৎপাদনশীলতা এবং সামগ্রিক সম্পদ উৎপাদনশীলতার প্যারাডক্স (1950-2020) (উৎস [43] অনুযায়ী) /

বইয়ের প্রথম অংশগুলিতে ব্যবসায়িক পরিবেশের মডেলকে একটি বনভূমির বাস্তবত্বের সাথে তুলনা করা হয়েছিল। একটি সুস্থ বনে, সময়ে সময়ে আগুন, তার ধ্বংসাত্মক শক্তি সত্ত্বেও, দীর্ঘমেয়াদী পুনর্নবীকরণের জন্য একটি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। এটি পুরানো উদ্ভিদ থেকে মাটি পরিষ্কার করে, জমা হওয়া পুষ্টি ফিরিয়ে আনে এবং নতুন জীবনের জন্য স্থান তৈরি করে। কিছু প্রজাতির উদ্ভিদ এমনভাবে বিবর্তিত হয়েছে যে তাদের বীজগুলি কেবল উচ্চ তাপমাত্রার আগুনের প্রভাবে খুলে যায় - এটি একটি প্রাকৃতিক প্রক্রিয়া, যা অঙ্কুরোদগমের জন্য আদর্শ সময় নিশ্চিত করে।-

ব্যবসায়েও একইভাবে: সংকটগুলি "নিয়ন্ত্রিত পুড়িয়ে ফেলার" ভূমিকা পালন করতে পারে, নতুন পদ্ধতি এবং কোম্পানিগুলির উত্থানকে উৎসাহিত করে, যা পুরনো সিস্টেমের সাথে সম্পর্কিত নয়। এই ধরনের সময়গুলি অকার্যকর অনুশীলনগুলি পরিত্যাগ করতে বাধ্য করে, উদ্ভাবনের জন্য সম্পদ মুক্ত করে। আগুনের পরে বন পায় উদ্ভিদ-প্রথমদের, ঠিক তেমনি সংকটের পরে ব্যবসা নতুন, নমনীয় প্রক্রিয়া গঠন করে, যা পরিণত তথ্য পরিবেশের ভিত্তি হয়ে ওঠে।

কোম্পানিগুলি যারা এই "সিগন্যালিং ফায়ার" গুলিকে সঠিকভাবে ব্যাখ্যা করতে সক্ষম হয়েছে এবং তাদের ধ্বংসাত্মক শক্তিকে গঠনমূলক পরিবর্তনে রূপান্তরিত করতে পেরেছে, তারা নতুন স্তরের কার্যকারিতায় পৌঁছাবে - আরও স্বচ্ছ, অভিযোজিত তথ্য প্রক্রিয়াকরণের প্রক্রিয়া, যা সংস্থার পুনর্নবীকরণের এবং বৃদ্ধির প্রাকৃতিক ক্ষমতাকে বাড়িয়ে তোলে।

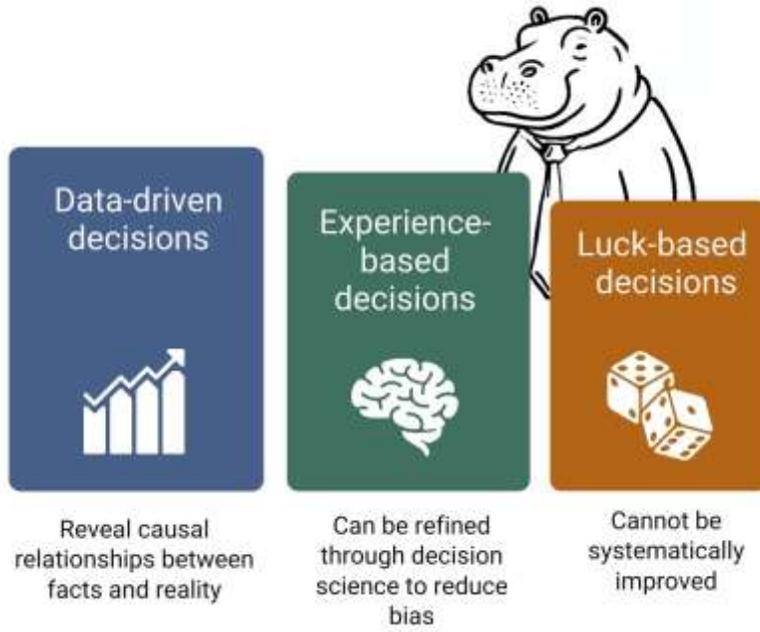
ব্যবসায়ে কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা এবং মেশিন লার্নিংয়ের বাড়তে থাকা প্রভাব আর সন্দেহের অবকাশ রাখে না। এটি কেবল একটি অস্থায়ী প্রবণতা নয়, বরং একটি কৌশলগত প্রয়োজনীয়তা। কোম্পানিগুলি যারা কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তাকে উপেক্ষা করে, তারা একটি বাজারে প্রতিযোগিতামূলকতা হারানোর ঝুঁকিতে রয়েছে, যা ক্রমাগত উদ্ভাবন এবং নমনীয়তাকে উৎসাহিত করছে।

ভবিষ্যৎ তাদের, যারা কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তাকে শুধুমাত্র একটি সরঞ্জাম হিসেবে নয়, বরং তাদের কার্যক্রমের প্রতিটি দিক পুনর্বিবেচনার একটি সুযোগ হিসেবে দেখেন – প্রক্রিয়াগুলির অপ্টিমাইজেশন থেকে শুরু করে ব্যবস্থাপনা সিদ্ধান্ত

গ্রহণ পর্যন্ত।

ডিজিটাল ভিত্তি স্থাপন: ডিজিটাল পরিপক্বতার ১-৫ ধাপ

এই অধ্যায়ে আমরা ডিজিটাল রূপান্তরের রোডম্যাপ পর্যালোচনা করব এবং ডেটা-চালিত পদ্ধতি বাস্তবায়নের জন্য প্রয়োজনীয় মূল পদক্ষেপগুলি নির্ধারণ করব, যা কর্পোরেট সংস্কৃতি এবং কোম্পানির তথ্য পরিবেশ উভয়কেই রূপান্তরিত করতে সহায়তা করতে পারে।



চিত্র 10.22 নিয়ন্ত্রিত আপডেট এবং কৌশল নির্বাচন: ঘটনা, অভিজ্ঞতা বা তথ্য /

ম্যাককিনসির গবেষণা "কেন ডিজিটাল কৌশলগুলি ব্যর্থ হয়" (2018) অনুযায়ী, কোম্পানিগুলি ডিজিটাল রূপান্তরের লক্ষ্য অর্জনে ব্যর্থ হওয়ার জন্য অন্তত পাঁচটি কারণ রয়েছে।

- অস্পষ্ট সংজ্ঞা: নির্বাহীরা এবং ব্যবস্থাপকরা "ডিজিটাল প্রযুক্তি" কী তা ভিন্নভাবে বোঝেন, যা বোঝাপড়া এবং কার্যক্রমে অমিল সৃষ্টি করে।
- ডিজিটাল প্রযুক্তির অর্থনীতির ভুল বোঝাপড়া: অনেক কোম্পানি ডিজিটাইজেশনের ফলে ব্যবসায়িক মডেল এবং শিল্পের গতিশীলতায় যে পরিবর্তনগুলি ঘটে তা কম মূল্যায়ন করে।
- ইকোসিস্টেম উপেক্ষা: কোম্পানিগুলি পৃথক প্রযুক্তিগত সমাধানগুলিতে (ডেটা সাইলোস) মনোনিবেশ করে, বৃহত্তর ডিজিটাল ইকোসিস্টেমে একীকরণের প্রয়োজনীয়তা উপেক্ষা করে।-
- প্রতিযোগীদের দ্বারা ডিজিটাইজেশনের অবমূল্যায়ন: নির্বাহীরা বিবেচনায় নেন না যে প্রতিযোগীরা সক্রিয়ভাবে ডিজিটাল প্রযুক্তি বাস্তবায়ন করছে, যা প্রতিযোগিতামূলক সুবিধা হারানোর দিকে নিয়ে যেতে পারে।
- ডিজিটাইজেশনের দ্বৈততা উপেক্ষা: সিইওরা ডিজিটাল রূপান্তরের দায়িত্ব অন্য নির্বাহীদের উপর অর্পণ

করেন, যা নিয়ন্ত্রণকে বুরোক্রেটিক করে এবং পরিবর্তনের প্রক্রিয়াকে ধীর করে।

এই সমস্যাগুলির সমাধানের জন্য, সংগঠনের সকল স্তরে ডিজিটাল কৌশলগুলির স্পষ্ট বোঝাপড়া এবং সমন্বয় প্রয়োজন। ডিজিটাল কৌশল তৈরি করার আগে, বর্তমান অবস্থান বোঝা গুরুত্বপূর্ণ। অনেক প্রতিষ্ঠান নতুন সরঞ্জাম এবং প্ল্যাটফর্ম বাস্তবায়নের চেষ্টা করে, বর্তমান অবস্থার সম্পূর্ণ চিত্র ছাড়াই।

পদক্ষেপ 1. বর্তমান সিস্টেম এবং ডেটার অডিট পরিচালনা করুন।

প্রক্রিয়াগুলি পরিবর্তন করার আগে, যা ইতিমধ্যে রয়েছে তা বোঝা গুরুত্বপূর্ণ। অডিট পরিচালনা করা দুর্বলতা চিহ্নিত করতে এবং কোন সম্পদগুলি ব্যবহার করা যেতে পারে তা বোঝার সুযোগ দেয়। এই ধরনের অডিট ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলির একটি "এক্স-রে" এর মতো। এটি আপনাকে ঝুঁকির অঞ্চলগুলি চিহ্নিত করতে এবং আপনার প্রকল্প বা ব্যবসার জন্য কোন ডেটা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ এবং কোনগুলি গৌণ তা নির্ধারণ করতে সহায়তা করবে।

প্রধান কার্যক্রম:

- আইটি পরিবেশের একটি মানচিত্র তৈরি করুন (Draw.io, Lucidchart, Miro, Visio বা Canva তে)। আপনার প্রক্রিয়াগুলিতে ব্যবহৃত সিস্টেমগুলি (ERP, CAD, CAFM, CPM, SCM এবং অন্যান্য) তালিকাভুক্ত করুন, যা আমরা "আধুনিক নির্মাণে প্রযুক্তি এবং ব্যবস্থাপনা সিস্টেম" অধ্যায়ে আলোচনা করেছি।-
- প্রতিটি সিস্টেমের জন্য ডেটার গুণগত মানের সমস্যা মূল্যায়ন করুন, প্রতিটি সিস্টেমে ডুপ্লিকেটের উপস্থিতি, সম্ভাব্য মিসিং ভ্যালু এবং ফরম্যাটের অমিলের ফ্রিকোয়েন্সি।
- "ব্যথার পয়েন্ট" চিহ্নিত করুন - সেগুলি যেখানে প্রক্রিয়াগুলি ভেঙে যেতে পারে বা প্রায়ই ম্যানুয়াল হস্তক্ষেপের প্রয়োজন হয় - আমদানি, রপ্তানি এবং অতিরিক্ত যাচাইকরণের প্রক্রিয়া।

যদি আপনি চান যে দলটি রিপোর্টগুলিতে বিশ্বাস করুক, তাহলে শুরু থেকেই ডেটার সঠিকতা নিশ্চিত করতে হবে।

একটি মানসম্মত ডেটা অডিট দেখাবে, কোন ডেটাগুলি:

- উন্নতির প্রয়োজন (স্বয়ংক্রিয় পরিষ্কারের প্রক্রিয়া বা অতিরিক্ত রূপান্তরের জন্য কনফিগারেশন প্রয়োজন)
- "ময়লা" যা কেবল সিস্টেমগুলিকে অশুদ্ধ করে এবং যা থেকে মুক্তি পাওয়া যেতে পারে, আর প্রক্রিয়াগুলিতে ব্যবহার না করে।

এই ধরনের অডিট আপনি স্বয়ংক্রিয়ভাবে করতে পারেন। তবে কখনও কখনও একটি বাইরের পরামর্শদাতাকে যুক্ত করা উপকারী – বিশেষ করে অন্যান্য অর্থনৈতিক খাত থেকে: একটি নতুন দৃষ্টিভঙ্গি এবং নির্মাণের "বিশেষত্ব" থেকে স্বাধীনতা বর্তমান অবস্থার সঠিক মূল্যায়নে সহায়তা করবে এবং নির্দিষ্ট সিদ্ধান্ত এবং প্রযুক্তির প্রতি পক্ষপাতিত্বের সাধারণ ফাঁদগুলি এড়াতে সাহায্য করবে।

পদক্ষেপ 2. ডেটার ইউনিফিকেশনের জন্য মূল মানগুলি নির্ধারণ করুন।

অডিট সম্পন্ন করার পর, ডেটার সাথে কাজ করার জন্য সাধারণ নিয়ম তৈরি করতে হবে। যেমন আমরা "মান: এলোমেলো ফাইল থেকে চিন্তাশীল ডেটা মডেল" অধ্যায়ে আলোচনা করেছি, এটি তথ্য প্রবাহের বিচ্ছিন্নতা দূর করতে সহায়তা করবে।

একটি একক মান ছাড়া, প্রতিটি দল "নিজের মতো" কাজ করতে থাকবে, এবং আপনি একটি "জুয়েলারি" ইন্টিগ্রেশন বজায় রাখবেন, যেখানে প্রতিটি রূপান্তরের সময় ডেটা হারিয়ে যাবে।

প্রধান কার্যক্রম:

- সিস্টেমগুলির মধ্যে তথ্য বিনিময়ের জন্য ডেটার মানগুলি নির্বাচন করুন:
 - টেবিলের ডেটার জন্য, এটি হতে পারে কাঠামোবদ্ধ ফরম্যাট যেমন CSV, XLSX বা আরও কার্যকরী ফরম্যাট যেমন Parquet
 - দুর্বল কাঠামোবদ্ধ ডেটা এবং নথির জন্য: JSON বা XML
- ডেটা মডেলের সাথে কাজ করা শিখুন:
 - ধারণাগত ডেটা মডেলের স্তরে কাজের প্যারামিটারাইজেশন দিয়ে শুরু করুন – যেমন "ডেটা মডেলিং: ধারণাগত, যৌক্তিক এবং শারীরিক মডেল" অধ্যায়ে বর্ণিত হয়েছে (চিত্র 4.32)-
 - ব্যবসায়িক প্রক্রিয়ার যুক্তিতে গভীরতা বাড়ানোর সাথে সাথে যৌক্তিক এবং শারীরিক মডেলগুলিতে প্যারামিটার ব্যবহার করে প্রয়োজনীয়তাগুলির আনুষ্ঠানিকীকরণের দিকে এগিয়ে যান (চিত্র 4.36) -
 - প্রক্রিয়ার মধ্যে মূল সত্তাগুলি, তাদের বৈশিষ্ট্য এবং সম্পর্কগুলি নির্ধারণ করুন এবং এই সম্পর্কগুলি ভিজুয়লাইজ করুন – সত্তাগুলির মধ্যে এবং প্যারামিটারগুলির মধ্যে (চিত্র 4.37)-
- ডেটা যাচাই এবং মানকরণের জন্য নিয়মিত অভিব্যক্তি (Regex) ব্যবহার করুন (চিত্র 4.47), যেমন আমরা "কাঠামোবদ্ধ প্রয়োজনীয়তা এবং নিয়মিত অভিব্যক্তি Regex" অধ্যায়ে আলোচনা করেছি। Regex একটি জটিল নয়, তবে শারীরিক ডেটা মডেলের স্তরে প্রয়োজনীয়তার নির্মাণে অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ একটি বিষয়।-

ডেটার স্তরে মান এবং প্রক্রিয়ার ভিজুয়লাইজেশন ছাড়া একটি সঙ্গতিপূর্ণ এবং স্কেলযোগ্য ডিজিটাল পরিবেশ নিশ্চিত করা সম্ভব নয়। মনে রাখবেন: "খারাপ ডেটা ব্যয়বহুল"। এবং ভুলের মূল্য বাড়ে যখন প্রকল্প বা সংস্থা জটিল হয়। ফরম্যাটের ইউনিফিকেশন, নামকরণের নিয়ম, কাঠামো এবং যাচাইকরণের সংজ্ঞা – এটি ভবিষ্যতের সমাধানের স্থায়িত্ব এবং স্কেলেবিলিটির জন্য বিনিয়োগ।

পদক্ষেপ 3. DataOps বাস্তবায়ন করুন এবং প্রক্রিয়াগুলিকে স্বয়ংক্রিয় করুন।

কোম্পানির একটি সুস্পষ্ট স্থাপত্য ছাড়া, অবশ্যস্বাভাবিক বিচ্ছিন্ন ডেটার মুখোমুখি হতে হবে, যা বিচ্ছিন্ন তথ্য সিস্টেমে বন্দী। ডেটা একত্রিত হবে না, বিভিন্ন স্থানে পুনরাবৃত্তি হবে এবং সমর্থনে উল্লেখযোগ্য ব্যয় প্রয়োজন হবে।

কল্পনা করুন যে তথ্য হল জল এবং তথ্যের স্থাপত্য হল একটি জটিল পাইপলাইন সিস্টেম, যার মাধ্যমে এই জল সংরক্ষণস্থল থেকে ব্যবহারের স্থানে পরিবহন করা হয়। তথ্যের স্থাপত্যই নির্ধারণ করে কিভাবে তথ্য সংগ্রহ, সংরক্ষণ, রূপান্তর, বিশ্লেষণ এবং চূড়ান্ত ব্যবহারকারীদের বা অ্যাপ্লিকেশনগুলির কাছে বিতরণ করা হয়।

ডেটা অপস (DataOps) হল একটি পদ্ধতি, যা তথ্য সংগ্রহ, পরিষ্কার, যাচাইকরণ এবং ব্যবহারের একটি স্বয়ংক্রিয় প্রক্রিয়ার মধ্যে একত্রিত করে, যা আমরা বইয়ের অষ্টম অংশে বিস্তারিত আলোচনা করেছি।

প্রধান কার্যক্রম:

- প্রক্রিয়াগুলিকে স্বয়ংক্রিয় করার জন্য ETL পাইপলাইন তৈরি এবং কনফিগার করুন:
 - এক্সট্রাক্ট: PDF ডকুমেন্ট (ছবি 4.12, ছবি 4.15, ছবি 4.17), Excel টেবিল, CAD মডেল (ছবি 7.24), ERP সিস্টেম এবং আপনার সাথে কাজ করা অন্যান্য উৎস থেকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে তথ্য সংগ্রহের ব্যবস্থা করুন।---
 - রূপান্তর: তথ্যকে একটি একক কাঠামোবদ্ধ ফরম্যাটে রূপান্তরের জন্য স্বয়ংক্রিয় প্রক্রিয়া কনফিগার করুন এবং সেই গণনাগুলি স্বয়ংক্রিয় করুন যা বন্ধ অ্যাপ্লিকেশনগুলির বাইরে হবে (ছবি 7.28)।-
 - লোড: চূড়ান্ত টেবিল, ডকুমেন্ট বা কেন্দ্রীভূত সংরক্ষণাগারে তথ্যের স্বয়ংক্রিয় রপ্তানির চেষ্টা করুন (ছবি 7.29, ছবি 7.213, ছবি 7.216)।---
- গণনা এবং QTO (Quantity Take-Off) প্রক্রিয়াগুলিকে স্বয়ংক্রিয় করুন, যেমন আমরা "QTO Quantity Take-Off: প্রকল্পের তথ্যকে অ্যাট্রিবিউট দ্বারা গ্রুপ করা" অধ্যায়ে আলোচনা করেছি।
 - CAD মডেল থেকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে ভলিউম বের করার জন্য API, প্লাগইন বা রিভার্স ইঞ্জিনিয়ারিং টুল ব্যবহার করে কনফিগার করুন (ছবি 5.25)। -
 - বিভিন্ন শ্রেণীর উপাদানের জন্য অ্যাট্রিবিউটের ভিত্তিতে টেবিলের আকারে গ্রুপিংয়ের নিয়ম তৈরি করুন (ছবি 5.212)।
 - মডুলার বন্ধ সিস্টেমের বাইরে প্রায়ই পুনরাবৃত্ত গণনা এবং খরচ স্বয়ংক্রিয় করার চেষ্টা করুন (ছবি 5.215)।
- তথ্য প্রক্রিয়াকরণের জন্য Python এবং Pandas ব্যবহার শুরু করুন, যেমন আমরা "Python Pandas: তথ্যের সাথে কাজ করার জন্য অপরিহার্য টুল" অধ্যায়ে আলোচনা করেছি।
 - XLSX ফাইল এবং টেবিলের তথ্য প্রক্রিয়াকরণের স্বয়ংক্রিয়তার জন্য DataFrame ব্যবহার করুন (ছবি 3.46)।-
 - বিভিন্ন Python লাইব্রেরির মাধ্যমে তথ্যের সংহতি এবং রূপান্তর স্বয়ংক্রিয় করুন।
 - প্রস্তুত কোড ব্লক এবং সম্পূর্ণ পাইপলাইন লেখার প্রক্রিয়া সহজ করার জন্য LLM ব্যবহার করুন (ছবি 7.218)।-
 - একটি পাইথন পাইপলাইন তৈরি করার চেষ্টা করুন, যা ত্রুটি খুঁজে পায় বা অস্বাভাবিকতা দেখতে পায় এবং দায়িত্বশীল ব্যক্তিকে (যেমন প্রকল্প ব্যবস্থাপক) বিজ্ঞপ্তি পাঠায় (ছবি 7.42)।-

DataOps এর ভিত্তিতে স্বয়ংক্রিয়করণ, তথ্যের সাথে হাতে-কলমে এবং খণ্ডিত কাজ থেকে স্থিতিশীল এবং পুনরুৎপাদনযোগ্য প্রক্রিয়াগুলিতে স্থানান্তর করতে সক্ষম করে। এটি শুধুমাত্র কর্মচারীদের উপর চাপ কমায়, যারা প্রতিদিন একই রূপান্তরের সাথে জড়িত থাকে, বরং পুরো তথ্য সিস্টেমের নির্ভরযোগ্যতা, স্কেলেবিলিটি এবং স্বচ্ছতা উল্লেখযোগ্যভাবে বাড়ায়।

পদক্ষেপ 4। ওপেন ডেটা ম্যানেজমেন্টের একটি ইকোসিস্টেম তৈরি করুন।

বন্ধ মডুলার সিস্টেমের উন্নয়ন এবং নতুন টুলগুলির সাথে তাদের সংহতির সত্ত্বেও, কোম্পানিগুলি একটি গুরুতর সমস্যার মুখোমুখি হচ্ছে - এই ধরনের সিস্টেমগুলির জটিলতার বৃদ্ধি তাদের উপযোগিতা অতিক্রম করেছে। একটি একক মালিকানাধীন প্ল্যাটফর্ম তৈরি করার প্রাথমিক ধারণা, যা সমস্ত ব্যবসায়িক প্রক্রিয়া কভার করে, অতিরিক্ত

কেন্দ্রীকরণের দিকে নিয়ে গেছে, যেখানে যেকোনো পরিবর্তন উল্লেখযোগ্য সম্পদ এবং অভিযোজনের জন্য সময় প্রয়োজন।

আমরা "কর্পোরেট মাইসেলিয়াম: কীভাবে তথ্য ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলিকে সংযুক্ত করে" অধ্যায়ে আলোচনা করেছি যে, তথ্যের কার্যকর ব্যবস্থাপনার জন্য একটি উন্মুক্ত এবং একক ইকোসিস্টেম তৈরি করা প্রয়োজন, যা সমস্ত তথ্যের উৎসকে একত্রিত করে।

ইকোসিস্টেমের মূল উপাদানগুলি:

■ উপযুক্ত ডেটা স্টোরেজ নির্বাচন করুন:

- টেবিল এবং গণনার জন্য ডেটাবেস ব্যবহার করুন - যেমন PostgreSQL বা MySQL (চিত্র 3.17) -
- নথি এবং রিপোর্টের জন্য ক্লাউড স্টোরেজ (Google Drive, OneDrive) বা JSON ফরম্যাট সমর্থনকারী সিস্টেমগুলি উপযুক্ত হতে পারে
- বড় পরিমাণ তথ্যের কেন্দ্রীভূত সংরক্ষণ এবং বিশ্লেষণের জন্য Data Warehouse, Data Lakes এবং অন্যান্য সরঞ্জামের সম্ভাবনা সম্পর্কে জানুন (চিত্র 8.18) -

■ প্রোপ্রাইটারি ডেটাতে অ্যাক্সেসের জন্য সমাধান বাস্তবায়ন করুন:

- যদি আপনি প্রোপ্রাইটারি সিস্টেম ব্যবহার করেন, তবে API বা SDK এর মাধ্যমে তাদের কাছে অ্যাক্সেস কনফিগার করুন যাতে বাইরের প্রক্রিয়াকরণের জন্য তথ্য পাওয়া যায় (চিত্র 4.12)-
- CAD ফরম্যাটের জন্য রিভার্স ইঞ্জিনিয়ারিং সরঞ্জামের সম্ভাবনা সম্পর্কে জানুন (চিত্র 4.113)-
- ETL-Pipeline কনফিগার করুন, যা নিয়মিতভাবে অ্যাপ্লিকেশন বা সার্ভার থেকে তথ্য সংগ্রহ করে, সেগুলিকে উন্মুক্ত কাঠামোবদ্ধ ফরম্যাটে রূপান্তর করে এবং স্টোরেজে সংরক্ষণ করে (চিত্র 7.23) -
- দলের মধ্যে প্রোপ্রাইটারি সফটওয়্যার ব্যবহার না করে তথ্যের অ্যাক্সেস নিশ্চিত করার বিষয়ে আলোচনা করুন
- মনে রাখবেন: তথ্য ইন্টারফেসের চেয়ে গুরুত্বপূর্ণ। দীর্ঘমেয়াদী মূল্য তথ্যের কাঠামো এবং অ্যাক্সেসযোগ্যতা, বিশেষ করে নির্দিষ্ট ব্যবহারকারী ইন্টারফেসের সরঞ্জাম নয়

■ আমরা "ডেটা মডেলিংয়ের জন্য কেন্দ্রের সেরা অভ্যাস (CoE)" অধ্যায়ে আলোচনা করেছি, ডেটার উপর একটি কেন্দ্রের সেরা অভ্যাস (CoE) তৈরি করার কথা ভাবুন অথবা কীভাবে অন্যান্য উপায়ে তথ্য ব্যবস্থাপনার দক্ষতা নিশ্চিত করা যায় (চিত্র 4.39) -

তথ্য ব্যবস্থাপনার ইকোসিস্টেম একটি একক তথ্যগত স্থান তৈরি করে, যেখানে প্রকল্পের সকল অংশগ্রহণকারী সমন্বিত, আপডেট এবং যাচাইকৃত তথ্যের সাথে কাজ করে। এটি স্কেলযোগ্য, নমনীয় এবং নির্ভরযোগ্য ডিজিটাল প্রক্রিয়াগুলির ভিত্তি।

ডেটার সম্ভাবনা উন্মোচন: ডিজিটাল পরিপক্বতার ৫-১০টি পদক্ষেপ

প্রযুক্তিগত সংহতির পাশাপাশি, ডিজিটাল সমাধানের সফল বাস্তবায়নের জন্য একটি গুরুত্বপূর্ণ ফ্যাক্টর হল তাদের শেষ ব্যবহারকারীদের দ্বারা গ্রহণযোগ্যতা। গ্রাহক বা ব্যবহারকারীদের কার্যকারিতা মূল্যায়নের বিষয়ে অন্তর্ভুক্ত করা হল ব্যবহারকারীর অভিজ্ঞতা উন্নত করার এবং কোম্পানিতে পরিবর্তন ব্যবস্থাপনার একটি কাজ। যদি সমাধানটি পরিচিত কাজের প্রবাহে না মেলে বা ব্যবহারকারীদের বা গ্রাহকদের প্রকৃত সমস্যাগুলি সমাধান না করে, তবে এটি ব্যবহার করা

হবে না, এবং কোনও অতিরিক্ত পদক্ষেপ এবং প্রণোদনা এটি সংশোধন করবে না।

রূপান্তর একটি পুনরাবৃত্তিমূলক প্রক্রিয়া, যা নতুন প্রক্রিয়াগুলির সাথে ব্যবহারকারীদের মিথস্ক্রিয়ার তথ্য বিশ্লেষণের উপর ভিত্তি করে, ঘন ঘন পরীক্ষার চক্র, স্থায়ী প্রতিক্রিয়া এবং সংশোধন সহ।

পদক্ষেপ 5. তথ্য ব্যবস্থাপনার সংস্কৃতি গড়ে তুলুন, কর্মীদের প্রশিক্ষণ দিন এবং প্রতিক্রিয়া সংগ্রহ করুন

সবচেয়ে উন্নত সিস্টেমও কর্মচারীদের সম্পৃক্ততা ছাড়া কাজ করবে না। একটি পরিবেশ তৈরি করা প্রয়োজন যেখানে তথ্য প্রতিদিন ব্যবহৃত হয় এবং দল তাদের মূল্য বুঝতে পারে।

যুক্তরাজ্যের সরকারের প্রকাশিত "Data Analytics and AI in Government Project Delivery" 2024 সালের প্রতিবেদনে উল্লেখ করা হয়েছে যে, তথ্য বিশ্লেষণ এবং AI এর সফল বাস্তবায়নের জন্য বিশেষজ্ঞদের প্রস্তুতি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ, যারা তথ্য প্রক্রিয়াকরণ এবং ব্যাখ্যার প্রয়োজনীয় দক্ষতা ধারণ করেন।

তথ্য বিশ্লেষণের ক্ষেত্রে জ্ঞানের অভাব ডিজিটাল রূপান্তরের একটি মূল সমস্যা। ব্যবস্থাপকেরা প্রতিষ্ঠিত প্রক্রিয়াগুলির প্রতি অভ্যস্ত: ত্রৈমাসিক চক্র, অগ্রাধিকারমূলক উদ্যোগ এবং প্রকল্পের প্রচারের ঐতিহ্যবাহী পথ। পরিবর্তনের জন্য একটি বিশেষ নেতার প্রয়োজন – যথেষ্ট উচ্চ পদমর্যাদার, যাতে প্রভাব থাকতে পারে, কিন্তু এতটা উচ্চ নয় যে তার দীর্ঘমেয়াদী রূপান্তর প্রকল্প পরিচালনার জন্য সময় এবং উদ্দীপনা থাকে না।

প্রধান কার্যক্রম:

- উচ্চ বেতনপ্রাপ্ত কর্মচারীর (HiPPO) মতামতের ভিত্তিতে সাবজেক্টিভ সিদ্ধান্ত থেকে তথ্য এবং ডেটার উপর ভিত্তি করে সিদ্ধান্ত গ্রহণের সংস্কৃতিতে পরিবর্তনের প্রয়োজনীয়তা উপলব্ধি করা, যেমন "HiPPO বা সিদ্ধান্ত গ্রহণে মতামতের বিপদ" অধ্যায়ে আলোচনা করা হয়েছে।-
- একটি সিস্টেম্যাটিক প্রশিক্ষণ সংগঠিত করুন:
 - কাঠামোগত ডেটা ব্যবহারের উপর প্রশিক্ষণ পরিচালনা করুন এবং অন্যান্য অর্থনৈতিক খাতের বিশেষজ্ঞদের আমন্ত্রণ জানান, যাদের আজকের নির্মাণ শিল্পে জনপ্রিয় পণ্য এবং ধারণাগুলির প্রতি পক্ষপাতিত্ব নেই।
 - সহকর্মীদের সাথে তথ্য বিশ্লেষণের পদ্ধতি এবং সরঞ্জাম নিয়ে আলোচনা করুন, পাশাপাশি Python, pandas এবং LLM-এর মতো সরঞ্জামগুলির সাথে ব্যবহারিক কাজ শিখুন।-
 - কাঠামোগত ডেটা এবং ডেটা মডেল তৈরির বিষয়ে শিক্ষামূলক উপকরণের একটি লাইব্রেরি তৈরি করুন (ভাল হয় যদি ছোট ভিডিও থাকে)।-
- আধুনিক শিক্ষার প্রযুক্তি ব্যবহার করুন:
 - কোড এবং ডেটার সাথে কাজ করার সময় সহায়তার জন্য ভাষার মডেল (LLM) ব্যবহার করুন, যার মধ্যে কোডের উৎপাদন, রিফ্যাক্টরিং এবং বিশ্লেষণ, পাশাপাশি টেবিলের তথ্যের প্রক্রিয়াকরণ এবং ব্যাখ্যা অন্তর্ভুক্ত রয়েছে।
 - LLM দ্বারা উৎপাদিত কোড কিভাবে অভিযোজিত এবং অফলাইন ডেভেলপমেন্ট এনভায়রনমেন্ট (IDE) এ পূর্ণাঙ্গ পাইপলাইন সমাধানে সংহত করা যায় তা শিখুন।-

যখন একজন ব্যবস্থাপক "পুরনো পদ্ধতিতে" সিদ্ধান্ত নিতে থাকেন, তখন কোন প্রশিক্ষণই মানুষকে বিশ্লেষণের প্রতি গুরুত্ব সহকারে নিতে রাজি করবে না।

ডেটার সাথে কাজ করার সংস্কৃতি গঠন করা সম্ভব নয় যদি না নিয়মিত প্রতিক্রিয়া থাকে। প্রতিক্রিয়া প্রক্রিয়া, সরঞ্জাম এবং কৌশলগুলির মধ্যে ত্রুটি চিহ্নিত করতে সহায়তা করে, যা অভ্যন্তরীণ রিপোর্ট বা আনুষ্ঠানিক KPI মেট্রিকের মাধ্যমে সনাক্ত করা সম্ভব নয়। আপনার সমাধানের ব্যবহারকারীদের প্রশংসাসূচক মন্তব্যগুলি বাস্তবিক মূল্য আনবে না। বাস্তবিক মূল্য হল সমালোচনামূলক প্রতিক্রিয়া, বিশেষ করে যদি এটি নির্দিষ্ট পর্যবেক্ষণ এবং তথ্যের উপর ভিত্তি করে হয়। তবে এই ধরনের তথ্য পাওয়ার জন্য প্রচেষ্টা প্রয়োজন: প্রক্রিয়া তৈরি করতে হবে যেখানে অংশগ্রহণকারীরা – অভ্যন্তরীণ এবং বাহ্যিক উভয়ই – মন্তব্য শেয়ার করতে পারে (সম্ভবত এটি গোপনে করা উচিত) বিকৃতির ছাড়াই এবং তাদের মতামত তাদের নিজস্ব কাজকে প্রভাবিত করবে এমন ভয়ের ছাড়াই। তাদের এটি বিকৃতির ছাড়াই এবং নিজেদের জন্য নেতিবাচক পরিণতির ভয় ছাড়াই করতে হবে।

যে কোন প্রশিক্ষণ শেষ পর্যন্ত স্ব-শিক্ষা।

- মিল্টন ফ্রিডম্যান, আমেরিকান অর্থনীতিবিদ এবং পরিসংখ্যানবিদ।

বিশ্লেষণাত্মক সরঞ্জামগুলির বাস্তবায়নকে নিয়মিতভাবে তাদের কার্যকারিতা (ROI, KPI) যাচাইয়ের সাথে যুক্ত করা উচিত, যা শুধুমাত্র কর্মচারী, ক্লায়েন্ট এবং অংশীদারদের থেকে কাঠামোগত প্রতিক্রিয়া দ্বারা অর্জন করা সম্ভব। এটি কোম্পানিগুলিকে কেবল ভুল পুনরাবৃত্তি এড়াতে সহায়তা করে না, বরং পরিবেশের পরিবর্তনের সাথে দ্রুত অভিযোজিত হতে সক্ষম করে। প্রতিক্রিয়া সংগ্রহ এবং বিশ্লেষণের একটি মেকানিজমের উপস্থিতি হল একটি প্রতিষ্ঠানের পরিপক্বতার একটি চিহ্ন, যা ঘটনাক্রমে ডিজিটাল উদ্যোগ থেকে একটি স্থায়ী ধারাবাহিক উন্নয়ন মডেলে রূপান্তরিত হচ্ছে।

পর্যায় ৬। পাইলট প্রকল্প থেকে স্কেলিং এ।

প্রাসঙ্গিক এবং গুরুত্বপূর্ণ যুদ্ধগুলি নির্বাচন করুন, যা যথেষ্ট বৃহৎ, এবং যথেষ্ট ক্ষুদ্র, যাতে আপনি বিজয়ী হতে পারেন। জনাথন কোজল

ডিজিটাল রূপান্তরের "একসাথে এবং সর্বত্র" শুরু করা অত্যন্ত ঝুঁকিপূর্ণ। একটি আরও কার্যকরী পদ্ধতি হল পাইলট প্রকল্পগুলি দিয়ে শুরু করা এবং সফল অনুশীলনগুলি ধাপে ধাপে সম্প্রসারণ করা।

প্রধান কার্যক্রম:

■ উপযুক্ত পাইলট প্রকল্প নির্বাচন করুন:

□ নির্দিষ্ট একটি ব্যবসায়িক সমস্যা বা প্রক্রিয়া চিহ্নিত করুন যার পরিমাপযোগ্য ফলাফল রয়েছে (KPI,

ROI) (ছবি 7.15)।-

- ETL স্বয়ংক্রিয়করণের একটি প্রক্রিয়া নির্বাচন করুন, যেমন ডেটার স্বয়ংক্রিয় যাচাইকরণ বা Python এবং Pandas ব্যবহার করে কাজের পরিমাণ (QTO) গণনা (ছবি 5.210)।-
- সাফল্যের জন্য স্পষ্ট মেট্রিক স্থাপন করুন (যেমন - পরীক্ষার স্পেসিফিকেশন বা ডেটা পরীক্ষার রিপোর্ট তৈরির সময়কে এক সপ্তাহ থেকে এক দিনে কমানো)।

■ পুনরাবৃত্তিমূলক পদ্ধতি প্রয়োগ করুন।

- সরল তথ্য রূপান্তর প্রক্রিয়া এবং আপনার প্রক্রিয়ার জন্য প্রয়োজনীয় ফরম্যাটে বিভিন্ন ধরনের তথ্যের স্ট্রিম কনভার্সন তৈরি করা শুরু করুন (চিত্র 8.1২, চিত্র 8.1৫)।-
- ধীরে ধীরে কাজের জটিলতা বাড়ান এবং প্রক্রিয়াগুলির স্বয়ংক্রিয়তা সম্প্রসারিত করুন, একটি পূর্ণাঙ্গ পাইপলাইন গঠন করুন উন্নয়ন পরিবেশে (IDE) নথিভুক্ত কোড ব্লকের ভিত্তিতে (ছবি 4.17, ছবি 7.218)।-
- ডকুমেন্ট করুন এবং রেকর্ড করুন (সর্বোত্তমভাবে সংক্ষিপ্ত ভিডিওর মাধ্যমে) সফল সমাধানগুলি এবং সেগুলি সহকর্মীদের বা পেশাদার কমিউনিটিতে শেয়ার করুন।

■ টেমপ্লেট এবং সহায়ক ডকুমেন্টেশন তৈরি করুন যাতে এই ধরনের সমাধানগুলি পুনরায় ব্যবহার করা যায়, যাতে আপনার সহকর্মীরা (অথবা পেশাদার সম্প্রদায়ের সদস্যরা, সামাজিক মিডিয়ার ব্যবহারকারীদের অন্তর্ভুক্ত করে) সেগুলি কার্যকরভাবে ব্যবহার করতে পারে।

পর্যায়ক্রমিক "নাকাট" উচ্চ মানের পরিবর্তনগুলি বজায় রাখতে এবং সমান্তরাল বাস্তবায়নের বিশৃঙ্খলায় পড়ে যাওয়া থেকে রক্ষা করে। "ছোট থেকে বড়" কৌশলটি ঝুঁকি কমিয়ে আনে এবং ছোট ছোট ভুল থেকে শেখার সুযোগ দেয়, যা তাদের গুরুতর সমস্যায় পরিণত হতে দেয় না।

প্রকল্প ভিত্তিক পদ্ধতি থেকে স্থায়ী দলের (যেমন, বিশেষজ্ঞ কেন্দ্র - CoE) গঠন করার মাধ্যমে কর্মচারীদের সম্পূর্ণরূপে জড়িত করা সম্ভব হয়, যা পণ্যের স্থায়ী উন্নয়ন নিশ্চিত করে, এমনকি তার প্রথম সংস্করণ প্রকাশের পরেও। এই দলগুলি কেবল বিদ্যমান সমাধানগুলিকে সমর্থন করে না, বরং সেগুলিকে উন্নত করতে অব্যাহত রাখে।

এটি দীর্ঘমেয়াদী সমন্বয়ের উপর নির্ভরতা কমায়ে: দলের সদস্যরা তাদের দায়িত্বের পরিধির মধ্যে সিদ্ধান্ত গ্রহণের অধিকার পায়। ফলস্বরূপ, ব্যবস্থাপকরা মাইক্রোম্যানেজমেন্টের প্রয়োজনীয়তা থেকে মুক্তি পান, এবং দলগুলি বাস্তব মূল্য তৈরি করার উপর মনোনিবেশ করতে পারে।

নতুন সমাধানগুলির উন্নয়ন একটি স্প্রিন্ট নয়, বরং একটি ম্যারাথন। যারা প্রাথমিকভাবে দীর্ঘমেয়াদী, ধারাবাহিক কাজের দিকে মনোনিবেশ করে, তারা এতে সফল হয়।

এটি বোঝা গুরুত্বপূর্ণ যে প্রযুক্তিগুলির ক্রমাগত উন্নয়নের প্রয়োজন। প্রযুক্তিগত সমাধানের দীর্ঘমেয়াদী উন্নয়নে বিনিয়োগ করা সফল কাজের ভিত্তি।

পদক্ষেপ ৭। খোলা ডেটা ফরম্যাট এবং সমাধানগুলি ব্যবহার করুন

মডুলার প্ল্যাটফর্মগুলির (ERP, PMIS, CAFM, CDE ইত্যাদি) উপর আলোচনা করা হয়েছে, খোলা এবং সার্বজনীন ডেটা ফরম্যাটগুলির উপর মনোনিবেশ করা গুরুত্বপূর্ণ, যা ভেদুর সমাধানের উপর নির্ভরশীলতা কমায়ে এবং প্রক্রিয়ার সকল অংশগ্রহণকারীর জন্য তথ্যের প্রবেশযোগ্যতা বাড়ায়।

প্রধান কার্যক্রম:**■ বন্ধ ফরম্যাট থেকে খোলা ফরম্যাটে যান:**

- প্রোপ্রাইটারি ফরম্যাটের পরিবর্তে খোলা ফরম্যাট ব্যবহার করুন, অথবা বন্ধ ফরম্যাটগুলির স্বয়ংক্রিয় রপ্তানি বা রূপান্তরের সুযোগ খুঁজুন।
- Parquet, CSV, JSON, XLSX এর সাথে কাজ করার জন্য সরঞ্জামগুলি প্রয়োগ করুন, যা আধুনিক সিস্টেমগুলির মধ্যে তথ্য বিনিময়ের মানদণ্ড।
- যদি 3D-জ্যামিতির সাথে কাজ আপনার প্রক্রিয়াগুলিতে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে, তবে USD, glTF, DAE বা OBJ এর মতো খোলা ফরম্যাটগুলি ব্যবহার করার সম্ভাবনা বিবেচনা করুন।

■ তথ্য বিশ্লেষণ এবং অনুসন্ধানের জন্য ভেক্টর ডেটাবেস ব্যবহার করুন:

- 3D-জ্যামিতির সাথে কাজকে সহজতর করার জন্য Bounding Box এবং অন্যান্য পদ্ধতি ব্যবহার করুন।
- ভেক্টরাইজেশন ডেটা প্রয়োগের বিষয়ে চিন্তা করুন - পাঠ্য, অবজেক্ট বা নথিগুলিকে সংখ্যাগত উপস্থাপনায় রূপান্তর করা।

■ বড় ডেটা বিশ্লেষণের সরঞ্জামগুলি প্রয়োগ করুন:

- সংগৃহীত ঐতিহাসিক ডেটাগুলিকে (যেমন PDF, XLSX, CAD) বিশ্লেষণের জন্য উপযুক্ত ফরম্যাটে সংরক্ষণ করুন। -
- মৌলিক পরিসংখ্যানগত পদ্ধতিগুলি প্রয়োগ করা শুরু করুন এবং প্রতিনিধিত্বমূলক নমুনার সাথে কাজ করুন - অথবা অন্তত পরিসংখ্যানের মৌলিক নীতিগুলি সম্পর্কে পরিচিত হন।
- ডেটা এবং ডেটার মধ্যে সম্পর্কের ভিজ্যুয়লাইজেশন সরঞ্জামগুলি প্রয়োগ করুন এবং অধ্যয়ন করুন, বিশ্লেষণের ফলাফলগুলির স্পষ্ট উপস্থাপনার জন্য। মানসম্মত ভিজ্যুয়লাইজেশন ছাড়া, ডেটা এবং তাদের ভিত্তিতে প্রক্রিয়াগুলি সম্পূর্ণরূপে বোঝা সম্ভব নয়।

খোলা ডেটা ফরম্যাটে রূপান্তর এবং তথ্য বিশ্লেষণ, সংরক্ষণ এবং ভিজ্যুয়লাইজেশনের জন্য সরঞ্জামগুলির প্রয়োগ স্থায়ী এবং স্বাধীন ডিজিটাল ব্যবস্থাপনার ভিত্তি স্থাপন করে। এটি কেবল ভেন্ডরদের উপর নির্ভরতা কমায় না, বরং প্রক্রিয়ার সকল অংশগ্রহণকারীর জন্য ডেটার সমান প্রবেশাধিকার নিশ্চিত করে।

পদক্ষেপ ৮। পূর্বাভাসের জন্য মেশিন লার্নিং প্রয়োগ করা শুরু করুন।

অনেক কোম্পানিতে ব্যাপক তথ্যের ভাণ্ডার জমা হয়েছে - এক ধরনের "তথ্য গিজার" যা এখনও ব্যবহার করা হয়নি। এই তথ্যগুলি শত শত এবং হাজার হাজার প্রকল্পের আওতায় সংগ্রহ করা হয়েছে, কিন্তু প্রায়শই একবারের জন্যই ব্যবহার করা হয় বা পরবর্তী প্রক্রিয়ায় সম্পূর্ণরূপে অন্তর্ভুক্ত হয়নি। বন্ধ ফরম্যাট এবং সিস্টেমে সংরক্ষিত নথি এবং মডেলগুলি প্রায়ই পুরনো এবং অপ্রয়োজনীয় বোঝা হিসেবে বিবেচিত হয়। তবে প্রকৃতপক্ষে, এগুলি অত্যন্ত মূল্যবান সম্পদ - ভুল বিশ্লেষণ, রুটিন অপারেশনগুলির স্বয়ংক্রিয়করণ এবং ভবিষ্যতের প্রকল্পগুলিতে উপাদানগুলির স্বয়ংক্রিয় শ্রেণীবিভাগ এবং সনাক্তকরণের জন্য উদ্ভাবনী সমাধান তৈরির ভিত্তি।

মূল কাজ হল এই তথ্যগুলি বের করা এবং সেগুলিকে ব্যবহারিক উপকারে রূপান্তরিত করা শিখতে হবে। "যন্ত্র শেখা এবং পূর্বাভাস" অধ্যায়ে আলোচনা করা হয়েছে যে যন্ত্র শেখার পদ্ধতিগুলি নির্মাণের সাথে সম্পর্কিত বিভিন্ন প্রক্রিয়ায় মূল্যায়ন এবং পূর্বাভাসের সঠিকতা উল্লেখযোগ্যভাবে বাড়াতে সক্ষম। সংগৃহীত তথ্যের পূর্ণাঙ্গ ব্যবহার কার্যকারিতা

বাড়ানোর, ঝুঁকি কমানোর এবং স্থায়ী ডিজিটাল প্রক্রিয়া নির্মাণের পথ খুলে দেয়।

প্রধান কার্যক্রম:

■ সহজ অ্যালগরিদম দিয়ে শুরু করুন:

- পুনরাবৃত্তি সূচকগুলির পূর্বাভাস দেওয়ার জন্য লিনিয়ার রিগ্রেশন প্রয়োগ করার চেষ্টা করুন - LLM থেকে প্রাপ্ত পরামর্শ ব্যবহার করে - এমন ডেটাসেটগুলিতে যেখানে অনেক ফ্যাক্টরের উপর নির্ভরশীলতা নেই বা ন্যূনতম (চিত্র 9.34)।
- আপনার প্রক্রিয়ার কোন পর্যায়ে তাত্ত্বিকভাবে k-নিকটতম প্রতিবেশী (k-NN) অ্যালগরিদম প্রয়োগ করা যেতে পারে তা বিবেচনা করুন - উদাহরণস্বরূপ, শ্রেণীবিভাগ, বস্তুগুলির সাদৃশ্য মূল্যায়ন বা ঐতিহাসিক অনুরূপের ভিত্তিতে পূর্বাভাস দেওয়ার জন্য (চিত্র 9.35)।

■ মডেলগুলি প্রশিক্ষণের জন্য তথ্য সংগ্রহ এবং কাঠামোবদ্ধ করুন:

- প্রকল্পগুলির ইতিহাসগত তথ্য একটি জায়গায় এবং একক ফরম্যাটে সংগ্রহ করুন (চিত্র 9.110)।
- স্বয়ংক্রিয় ETL এর মাধ্যমে প্রশিক্ষণ নমুনার গুণমান এবং প্রতিনিধিত্বযোগ্যতার উপর কাজ করুন (চিত্র 9.28)।
- আমরা টাইটানিক ডেটাসেটের উদাহরণে যেমন করেছি, তথ্যকে প্রশিক্ষণ এবং পরীক্ষামূলক সেটে ভাগ করতে শিখুন (চিত্র 9.26, চিত্র 9.27)।

■ প্রকল্পের বাস্তবায়নের সময়সীমা পূর্বাভাস দেওয়া থেকে শুরু করে লজিস্টিক অপ্টিমাইজেশন, সম্পদ ব্যবস্থাপনা এবং সম্ভাব্য সমস্যাগুলির প্রাথমিক সনাক্তকরণের জন্য যন্ত্র শেখার পদ্ধতিগুলির প্রয়োগের সুযোগগুলি বিবেচনা করুন।

যন্ত্র শেখা একটি সরঞ্জাম, যা আর্কাইভ তথ্যকে পূর্বাভাস, অপ্টিমাইজেশন এবং যুক্তিসঙ্গত সিদ্ধান্ত গ্রহণের জন্য মূল্যবান সম্পদে রূপান্তরিত করতে সক্ষম। ছোট ডেটাসেট (চিত্র 9.25) এবং সহজ মডেল দিয়ে শুরু করুন, ধীরে ধীরে জটিলতা বাড়ান।

পদক্ষেপ 9. IoT এবং আধুনিক তথ্য সংগ্রহ প্রযুক্তি একত্রিত করুন।

নির্মাণের জগত দ্রুত ডিজিটাল হচ্ছে: প্রতিটি নির্মাণের ছবি, প্রতিটি Teams বার্তা - এটি ইতিমধ্যে বাস্তবতার প্যারামিটারাইজেশন এবং টোকেনাইজেশনের একটি বৃহৎ প্রক্রিয়ার অংশ। যেমন GPS একসময় লজিস্টিককে রূপান্তরিত করেছিল, তেমনি IoT, RFID এবং স্বয়ংক্রিয় তথ্য সংগ্রহ প্রযুক্তিগুলি নির্মাণ শিল্পকে পরিবর্তন করেছে। "IoT ইন্টারনেট অফ থিংস এবং স্মার্ট কন্ট্রোল" অধ্যায়ে আলোচনা করা হয়েছে যে সেন্সর এবং স্বয়ংক্রিয় পর্যবেক্ষণের সাথে ডিজিটাল নির্মাণস্থল - শিল্পের ভবিষ্যৎ।

প্রধান কার্যক্রম:

■ আইওটি ডিভাইস, আরএফআইডি ট্যাগ প্রবর্তন করুন এবং এর সাথে সম্পর্কিত প্রক্রিয়াগুলিকে বিস্তারিত করুন:

- মূল্যায়ন করুন, কোন অঞ্চলে বা প্রকল্পের কোন পর্যায়ে সেন্সর স্থাপন করা সর্বাধিক রিটার্ন অন ইনভেস্টমেন্ট (আরওআই) দিতে পারে - উদাহরণস্বরূপ, তাপমাত্রা, কম্পন, আর্দ্রতা বা যন্ত্রপাতির গতির পর্যবেক্ষণের জন্য
- লজিস্টিক চেইনের সকল পর্যায়ে উপকরণ, সরঞ্জাম এবং যন্ত্রপাতির ট্র্যাকিংয়ের জন্য

আরএফআইডি ব্যবহারের বিষয়ে বিবেচনা করুন

- সংগ্রহ করা তথ্যগুলি একটি একক তথ্য ব্যবস্থায়, যেমন অ্যাপাচে নিফাই, স্বয়ংক্রিয় প্রক্রিয়াকরণ এবং বাস্তব সময়ে বিশ্লেষণের জন্য কীভাবে সংহত করা যায় তা পরিকল্পনা করুন-
- বাস্তব সময়ে পর্যবেক্ষণ ব্যবস্থা তৈরি করুন:
 - স্ট্রিমলিট, ফ্লাস্ক বা পাওয়ার বিআই-এর মতো ভিজুয়লাইজেশন টুল ব্যবহার করে প্রক্রিয়া বা প্রকল্পের মূল সূচকগুলি ট্র্যাক করার জন্য ড্যাশবোর্ড তৈরি করুন
 - স্বয়ংক্রিয় বিজ্ঞপ্তিগুলি সেট আপ করুন, যা পরিকল্পনা বা মান থেকে গুরুত্বপূর্ণ বিচ্যুতির সংকেত দেবে -
 - সংগৃহীত তথ্য এবং চিহ্নিত প্যাটার্নের ভিত্তিতে যন্ত্রপাতির পূর্বাভাস রক্ষণাবেক্ষণের সম্ভাবনা মূল্যায়ন করুন-
- বিভিন্ন উৎস থেকে তথ্য একত্রিত করুন:
 - তথ্যের মডেল ভিজুয়লাইজেশন শারীরিক স্তরে শুরু করুন - সিএডি সিস্টেম, আইওটি ডিভাইস এবং ইআরপি প্ল্যাটফর্ম থেকে আসা তথ্য প্রবাহ এবং মূল প্যারামিটারগুলির কাঠামো প্রতিফলিত করুন -
 - তথ্য বিশ্লেষণ এবং ব্যবস্থাপনা সিদ্ধান্ত গ্রহণের সমর্থনের জন্য একটি একক প্ল্যাটফর্মের খসড়া বর্ণনা তৈরি করতে শুরু করুন। মূল কার্যকারিতা, তথ্যের উৎস, ব্যবহারকারীদের এবং সম্ভাব্য ব্যবহারের দৃশ্যপটগুলি নথিভুক্ত করুন -

যত তাড়াতাড়ি আপনি বাস্তব প্রক্রিয়াগুলিকে ডিজিটাল জগতের সাথে সংযুক্ত করতে শুরু করবেন, তত দ্রুত আপনি তথ্যের মাধ্যমে সেগুলি কার্যকরভাবে, স্বচ্ছভাবে এবং বাস্তব সময়ে পরিচালনা করতে পারবেন।

পদক্ষেপ 10। শিল্পে পরিবর্তনের জন্য প্রস্তুতি নিন

নির্মাণ কোম্পানিগুলি ক্রমাগত বাইরের পরিবেশের চাপের মধ্যে রয়েছে: অর্থনৈতিক সংকট, প্রযুক্তিগত অগ্রগতি, নিয়ন্ত্রক পরিবর্তন। একটি বন যেমন বৃষ্টি, তুষার, খরা এবং তীব্র সূর্যের আলো সহ্য করতে বাধ্য হয়, কোম্পানিগুলি অবিরাম অভিযোজনের অবস্থায় বসবাস করে। এবং যেমন গাছগুলি গভীর শিকড়ের মাধ্যমে তুষার এবং খরার প্রতি স্থিতিস্থাপকতা অর্জন করে, তেমনই কেবলমাত্র সেই প্রতিষ্ঠানগুলি, যাদের স্বয়ংক্রিয় প্রক্রিয়াগুলির একটি শক্তিশালী ভিত্তি রয়েছে, পরিবর্তনগুলি পূর্বাভাস দেওয়ার ক্ষমতা এবং কৌশলগুলি নমনীয়ভাবে অভিযোজিত করার ক্ষমতা রয়েছে, তারা টেকসই এবং প্রতিযোগিতামূলক থাকে।

"অবশিষ্ট কৌশল: প্রতিযোগিতামূলক সুবিধার গঠন" অধ্যায়ে উল্লেখ করা হয়েছে, নির্মাণ শিল্প একটি মৌলিক রূপান্তরের পর্যায়ে প্রবেশ করেছে। গ্রাহক এবং কার্যকরীর মধ্যে যোগাযোগ একটি উবারাইজেশন মডেলের দিকে এগিয়ে যাচ্ছে, যেখানে স্বচ্ছতা, পূর্বাভাসযোগ্যতা এবং ডিজিটাল টুলগুলি ঐতিহ্যবাহী পদ্ধতিগুলিকে প্রতিস্থাপন করেছে। এই নতুন বাস্তবতায়, সবচেয়ে বড় নয়, বরং সবচেয়ে নমনীয় এবং প্রযুক্তিগতভাবে পরিণতরা জয়ী হয়।

প্রধান কার্যক্রম:

- ব্যবসার দুর্বলতাগুলির বিশ্লেষণ করুন খোলামেলা তথ্যের প্রেক্ষাপটে:
 - মূল্যায়ন করুন, উবারাইজেশনের আওতায় তথ্যের গণতান্ত্রিক প্রবেশাধিকার কীভাবে আপনার প্রতিযোগিতামূলক সুবিধা এবং আপনার ব্যবসায় ধ্বংসাত্মক প্রভাব ফেলতে পারে।

- অস্বচ্ছ এবং বিচ্ছিন্ন প্রক্রিয়া থেকে উন্মুক্ত সমাধান, সিস্টেমের সামঞ্জস্য এবং তথ্যের স্বচ্ছতার উপর ভিত্তি করে ব্যবসায়িক মডেলে রূপান্তরের কৌশল নিয়ে ভাবুন (চিত্র ২.২৫)-
- একটি দীর্ঘমেয়াদী ডিজিটাল কৌশল তৈরি করুন:
 - নির্ধারণ করুন, আপনি কি উদ্ভাবনের নেতা হতে চান নাকি "পিছনে থাকা" দৃশ্যকল্প বেছে নেবেন, যেখানে আপনি আপনার সম্পদ সাশ্রয় করবেন
 - পর্যায়গুলি নির্ধারণ করুন: স্বল্পমেয়াদী (প্রক্রিয়ার স্বয়ংক্রিয়করণ, তথ্যের কাঠামোবদ্ধকরণ), মধ্যমেয়াদী (এলএলএম এবং ইটিএল বাস্তবায়ন), দীর্ঘমেয়াদী (ডিজিটাল ইকোসিস্টেম, কেন্দ্রীভূত স্টোরেজ)
- পরিষেবার পোর্টফোলিও সম্প্রসারণের বিষয়ে চিন্তা করুন:
 - নতুন পরিষেবাগুলি (শক্তি দক্ষতা, ইএসজি, তথ্য প্রক্রিয়াকরণের পরিষেবাগুলির দিকে) অফার করার সম্ভাবনা বিবেচনা করুন। নতুন ব্যবসায়িক মডেল সম্পর্কে আমরা পরবর্তী অধ্যায়ে আলোচনা করব
 - নিজে থেকে একটি নির্ভরযোগ্য প্রযুক্তিগত অংশীদার হিসেবে অবস্থান করার চেষ্টা করুন, যা প্রকল্পনির্মাণ থেকে পরিচালনা পর্যন্ত সম্পূর্ণ জীবনচক্রের সাথে যুক্ত। আপনার প্রতি বিশ্বাস একটি সিস্টেমিক দৃষ্টিভঙ্গি, প্রক্রিয়ার স্বচ্ছতা এবং স্থায়ী প্রযুক্তিগত সমাধান প্রদান করার ক্ষমতার উপর ভিত্তি করে হওয়া উচিত

রূপান্তরের পরিস্থিতিতে, যারা পরিবর্তনের প্রতি কেবল প্রতিক্রিয়া জানায় তারা জয়ী হয় না, বরং যারা অগ্রগতির জন্য কাজ করে। নমনীয়তা, উন্মুক্ততা এবং ডিজিটাল পরিপক্বতা আগামী দিনের নির্মাণের স্থায়িত্বের ভিত্তি।

রূপান্তরের রোডম্যাপ: বিশৃঙ্খলা থেকে ডেটা-চালিত কোম্পানিতে

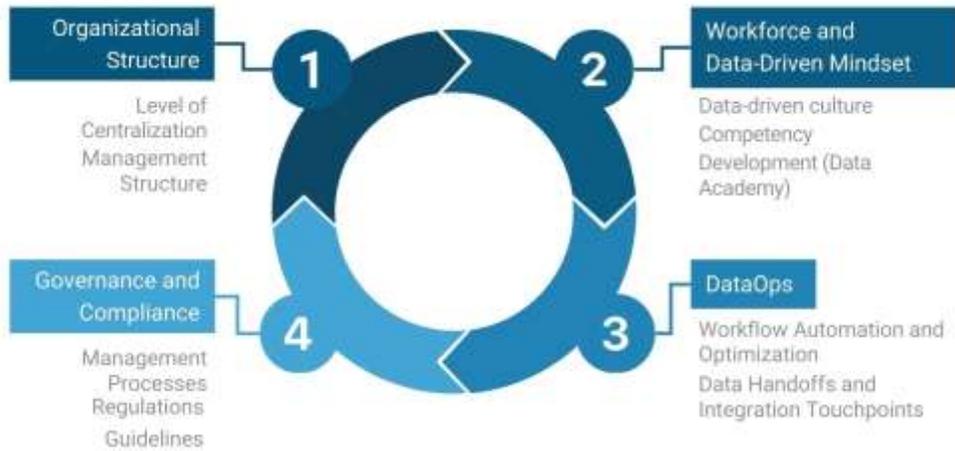
নিম্নলিখিত পরিকল্পনা একটি প্রাথমিক নির্দেশক হিসেবে কাজ করতে পারে – তথ্যের উপর ভিত্তি করে আপনার নিজস্ব ডিজিটাল রূপান্তরের কৌশল গঠনের জন্য একটি সূচনা পয়েন্ট:

- অডিট এবং মান: বর্তমান অবস্থার বিশ্লেষণ করুন, তথ্যকে একীকৃত করুন
- তথ্যের কাঠামোবদ্ধকরণ এবং শ্রেণীবিভাগ: অ-সংগঠিত এবং দুর্বলভাবে সংগঠিত তথ্যের রূপান্তর স্বয়ংক্রিয় করুন
- গ্রুপিং, গণনা এবং হিসাবের স্বয়ংক্রিয়করণ: স্বয়ংক্রিয়করণের জন্য উন্মুক্ত সরঞ্জাম এবং লাইব্রেরি ব্যবহার করুন
- ইকোসিস্টেম এবং সেন্টার অফ এক্সেলেন্স: একটি অভ্যন্তরীণ দল তৈরি করুন যা কোম্পানির মধ্যে একটি একক তথ্য ইকোসিস্টেম গঠন করবে
- সংস্কৃতি এবং শিক্ষা: হাইপো-সিদ্ধান্ত থেকে তথ্যের ভিত্তিতে সিদ্ধান্তে সরে আসুন
- পাইলট, প্রতিক্রিয়া এবং স্কেলিং: ধাপে ধাপে কাজ করুন: সীমিত পরিসরে নতুন পদ্ধতিগুলি পরীক্ষা করুন, যুক্তিসঙ্গত প্রতিক্রিয়া সংগ্রহ করুন এবং ধীরে ধীরে সমাধানগুলি স্কেল করুন
- উন্মুক্ত ফরম্যাট: সফটওয়্যার ভেভরের উপর নির্ভরশীলতা থেকে মুক্তির জন্য সার্বজনীন এবং উন্মুক্ত ফরম্যাট ব্যবহার করুন

- মেশিন লার্নিং: পূর্বাভাস এবং অপ্টিমাইজেশনের জন্য প্রক্রিয়াগুলিতে এমএল অ্যালগরিদম বাস্তবায়ন করুন
- আইওটি এবং ডিজিটাল নির্মাণস্থল: প্রক্রিয়াগুলিতে আধুনিক তথ্য সংগ্রহ প্রযুক্তি সংহত করুন
- কৌশলগত অভিযোজন: শিল্পের ভবিষ্যৎ পরিবর্তনের জন্য প্রস্তুত থাকুন

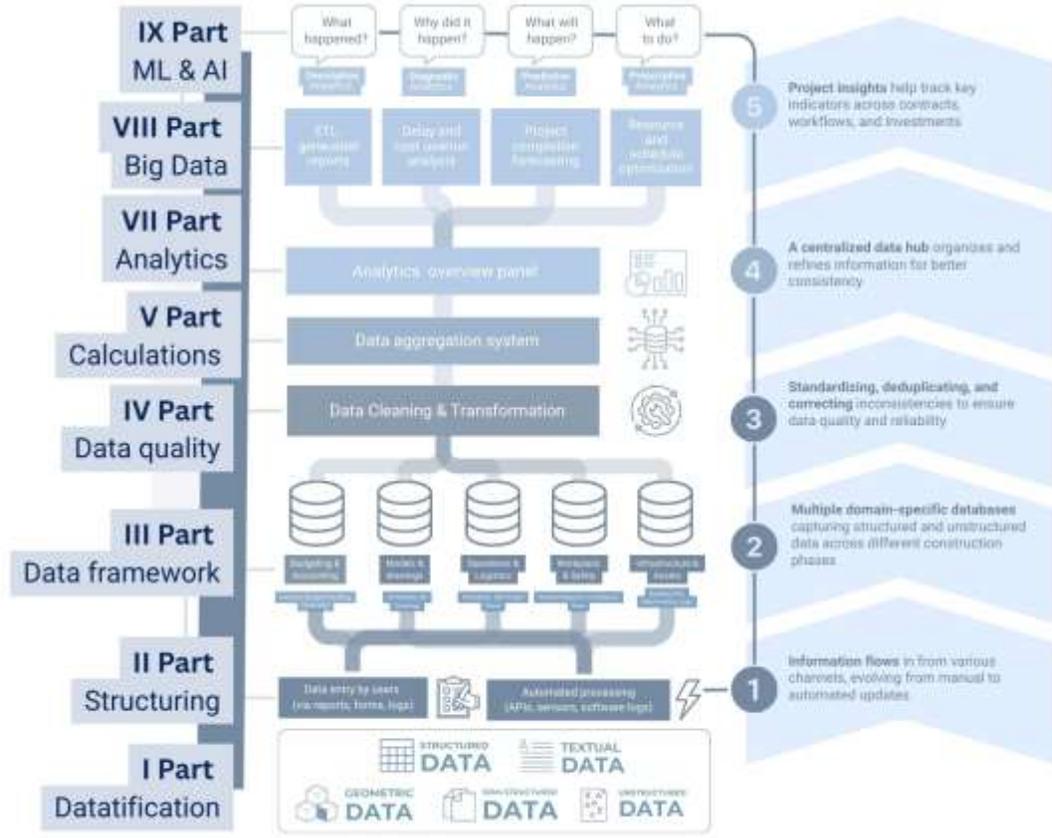
প্রধান বিষয় হল মনে রাখা যে "তথ্য নিজে কোম্পানিকে পরিবর্তন করে না: এটি মানুষ যারা এই তথ্যের সাথে কাজ করতে পারে তাদের দ্বারা পরিবর্তিত হয়।" সংস্কৃতি, স্বচ্ছ প্রক্রিয়া এবং ধারাবাহিক উন্নতির প্রতি মনোযোগ দিন।

সিস্টেম্যাটিক পদ্ধতি বিচ্ছিন্ন ডিজিটাল উদ্যোগ থেকে একটি পূর্ণাঙ্গ ডেটা-চালিত ব্যবস্থাপনা মডেলে স্থানান্তরিত হতে সহায়তা করে, যেখানে সিদ্ধান্তগুলি অন্তর্দৃষ্টি বা অনুমানের ভিত্তিতে নয়, বরং তথ্য, বাস্তবতা এবং গাণিতিকভাবে হিসাব করা সম্ভাবনার ভিত্তিতে নেওয়া হয়। নির্মাণ শিল্পের ডিজিটাল রূপান্তর কেবল প্রযুক্তির প্রবর্তন নয়, বরং একটি ব্যবসায়িক ইকোসিস্টেমের গঠন, যেখানে প্রকল্পের তথ্য বিভিন্ন সিস্টেমের মধ্যে নির্বিঘ্ন এবং পুনরাবৃত্তিমূলকভাবে স্থানান্তরিত হয়। এই প্রক্রিয়ায় মেশিন লার্নিং অ্যালগরিদম স্বয়ংক্রিয়, অবিরাম বিশ্লেষণ, পূর্বাভাস এবং প্রক্রিয়াগুলির অপ্টিমাইজেশন নিশ্চিত করে। এমন একটি পরিবেশে অনুমান এবং গোপন তথ্য প্রাসঙ্গিকতা হারায় – শুধুমাত্র পরীক্ষিত মডেল, স্বচ্ছ হিসাব এবং পূর্বনির্ধারিত ফলাফল থাকে।



রিস. 10.23 কোম্পানির স্তরে সফল ডেটা ব্যবস্থাপনার মূল উপাদান /

বইয়ের প্রতিটি অংশ নির্মাণ প্রকল্পগুলিতে ডেটা প্রক্রিয়াকরণ এবং বিশ্লেষণের একটি নির্দিষ্ট পর্যায়ের সাথে সম্পর্কিত (রিস. 2.25)। যদি আপনি পূর্বে আলোচনা করা একটি বিষয়ের দিকে ফিরে যেতে চান এবং এটি ডেটা ব্যবহারের প্রবাহের একটি সমগ্র দৃষ্টিকোণ থেকে দেখতে চান – আপনি রিস. 10.24-এ উল্লেখিত অংশগুলির শিরোনামের দিকে নির্দেশ করতে পারেন।-



রিস. 10.24 ডেটা প্রক্রিয়াকরণের কনভেইনার কনটেক্সটে বইয়ের অংশগুলি (রিস. 2.25): তথ্য ডিজিটাইজেশন থেকে বিশ্লেষণ এবং কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা পর্যন্ত /-

আপনার সংস্থার আকার, প্রযুক্তিগত পরিপক্বতার স্তর বা বাজেট নির্বিশেষে, আপনি আজই একটি ডেটা-চালিত পদ্ধতির দিকে অগ্রসর হতে শুরু করতে পারেন। সঠিক দিকের দিকে ছোট ছোট পদক্ষেপও সময়ের সাথে সাথে ফলাফল নিয়ে আসবে।

ডেটা-চালিত রূপান্তর একটি এককালীন প্রকল্প নয়, বরং একটি অবিরাম, পুনরাবৃত্তিমূলক উন্নয়নের প্রক্রিয়া, যা নতুন সরঞ্জামগুলির প্রবর্তন, প্রক্রিয়াগুলির পুনর্বিবেচনা এবং তথ্যের ভিত্তিতে সিদ্ধান্ত গ্রহণের সংস্কৃতির উন্নয়ন অন্তর্ভুক্ত করে।

শিল্প ৫.০-এ নির্মাণ: কিভাবে উপার্জন করবেন, যখন আর গোপন রাখা সম্ভব নয়

দীর্ঘ সময় ধরে নির্মাণ কোম্পানিগুলি প্রক্রিয়াগুলির অস্বচ্ছতার উপর আয় করেছে। মূল ব্যবসায়িক মডেলটি ছিল অনুমান – উপকরণের মূল্য, কাজের পরিমাণ এবং বন্ধ ERP-, PMIS-সিস্টেমগুলিতে গোপন অতিরিক্ত শতাংশ বাড়ানো, যা বাইরের অডিটের জন্য অপ্রাপ্য। প্রকল্পের মূল তথ্যের প্রতি গ্রাহক এবং তাদের বিশ্বস্ত প্রতিনিধিদের সীমিত প্রবেশাধিকার যাচাইয়ের জন্য একটি ভিত্তি তৈরি করেছিল, যেখানে হিসাবের সঠিকতা যাচাই করা প্রায় অসম্ভব হয়ে পড়েছিল।

তবে এই মডেলটি দ্রুত প্রাসঙ্গিকতা হারাচ্ছে। তথ্যের প্রবাহের গণতন্ত্র, LLM-এর উত্থান, খোলামেলা তথ্যের আগমন এবং ETL স্বয়ংক্রিয়তার সরঞ্জামগুলির সাথে শিল্পটি নতুন কাজের মানে স্থানান্তরিত হচ্ছে।

ফলস্বরূপ, অস্বচ্ছতা প্রতিযোগিতামূলক সুবিধা হতে বন্ধ করে দেয় – শীঘ্রই এটি একটি বোঝা হয়ে উঠবে, যা ত্যাগ করা কঠিন হবে। স্বচ্ছতা একটি বিকল্প থেকে বাজারে টিকে থাকার জন্য একটি বাধ্যতামূলক শর্তে পরিণত হয়।

নতুন ডিজিটাল বাস্তবতায় ক্লায়েন্টরা – ব্যাংক, বিনিয়োগকারী, ব্যক্তিগত গ্রাহক, প্রাইভেট ইকুইটি, সরকারি গ্রাহক – কাদের সাথে কাজ করবে? উত্তরটি স্পষ্ট: তাদের সাথে যারা কেবল ফলাফলই নয়, বরং সেই ফলাফলের দিকে যাওয়ার প্রতিটি পদক্ষেপের ভিত্তি প্রদান করতে সক্ষম। খোলামেলা তথ্যের পরিমাণ বৃদ্ধির প্রেক্ষাপটে, অংশীদার এবং গ্রাহকরা সেই কোম্পানিগুলিকে বেছে নেবেন যারা স্বচ্ছতা, সঠিকতা এবং ফলাফলের পূর্বনির্ধারণের গ্যারান্টি দেয়।

এই প্রেক্ষাপটে নতুন ব্যবসায়িক মডেলগুলি গঠিত হচ্ছে, যার ভিত্তি হল না অনুমান, বরং তথ্যের ব্যবস্থাপনা এবং বিশ্বাস।

- প্রক্রিয়ার বিক্রয় বর্গমিটার বিক্রয়ের পরিবর্তে: মূল সম্পদ এখন আর কংক্রিটের ছাড়ের চুক্তি নয়, বরং বিশ্বাস এবং কার্যকারিতা। মূল মূল্য হবে ফলাফলের পূর্বানুমানযোগ্যতা, যা নির্ভরযোগ্য এবং যাচাইকৃত তথ্যের উপর ভিত্তি করে। আধুনিক কোম্পানিগুলি আর নির্মাণের বস্তু বিক্রি করবে না, বরং:
 - সঠিক সময়সীমা এবং স্বচ্ছ কাজের সময়সূচী;
 - যুক্তিসঙ্গত বাজেট, যা গণনার মাধ্যমে নিশ্চিত করা হয়েছে;
 - প্রকল্পের প্রতিটি পর্যায়ে সম্পূর্ণ ডিজিটাল ট্রেসেবিলিটি এবং নিয়ন্ত্রণের সম্ভাবনা।
- প্রকৌশল এবং বিশ্লেষণ পরিষেবা হিসেবে: “ডেটা-এজ-এ-সার্ভিস” মডেল (ইন্টারনেটের মাধ্যমে ব্যবহারকারীদের জন্য প্রস্তুত তথ্য সরবরাহের একটি উপায়), যেখানে প্রতিটি প্রকল্প ডিজিটাল তথ্যের শৃঙ্খলার একটি অংশ হয়ে ওঠে, এবং ব্যবসার মূল্য – এই শৃঙ্খল পরিচালনার ক্ষমতার উপর। কোম্পানিগুলি বুদ্ধিমান প্ল্যাটফর্মে রূপান্তরিত হচ্ছে, যা স্বয়ংক্রিয়তা এবং বিশ্লেষণের ভিত্তিতে সমাধান প্রদান করে:
 - স্বয়ংক্রিয় এবং স্বচ্ছ বাজেট এবং পরিকল্পনা তৈরি;
 - মেশিন লার্নিং অ্যালগরিদমের ভিত্তিতে ঝুঁকি এবং সময়ের মূল্যায়ন;
 - পরিবেশগত সূচকগুলির (ESG, CO₂, শক্তি দক্ষতা) হিসাব;
 - যাচাইযোগ্য উন্মুক্ত উৎস থেকে রিপোর্টিং তৈরি।
- প্রকৌশল অভিজ্ঞতার পণ্যায়ন: কোম্পানির অর্জনগুলি কোম্পানির ভিতরে একাধিকবার ব্যবহার করা যেতে পারে এবং পৃথক পণ্য হিসেবে বিতরণ করা যেতে পারে – ডিজিটাল পরিষেবার মাধ্যমে অতিরিক্ত আয়ের উৎস তৈরি করে। নতুন পরিস্থিতিতে কোম্পানিগুলি কেবল প্রকল্পই তৈরি করে না, বরং ডিজিটাল সম্পদও

তৈরি করে:

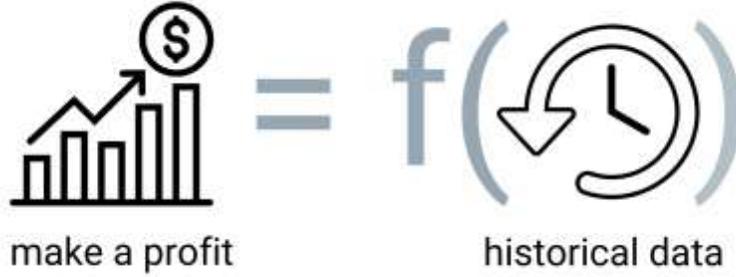
- উপাদান এবং বাজেটের টেমপ্লেটের লাইব্রেরি;
 - স্বয়ংক্রিয় যাচাইকরণের মডিউল;
 - ডেটার সাথে কাজ করার জন্য ওপেন-সোর্স প্লাগইন এবং স্ক্রিপ্ট (পরামর্শের বিক্রয়)।
- নতুন ধরনের কোম্পানি: ডেটা-ড্রিভেন ইন্টিগ্রেটর: এমন একটি বাজার অংশগ্রহণকারী, যা নির্দিষ্ট সফটওয়্যার বা মডিউল সিস্টেমের উপর নির্ভরশীল নয় এবং একক সফটওয়্যারের ইন্টারফেসে “বন্দী” নয়। এটি স্বাধীনভাবে তথ্য পরিচালনা করে – এবং এর উপর ভিত্তি করে প্রতিযোগিতামূলকতা তৈরি করে। ভবিষ্যতের নির্মাণ কোম্পানি কেবল একটি ঠিকাদার নয়, বরং তথ্যের ইন্টিগ্রেটর, যা ক্লায়েন্টের জন্য নিম্নলিখিত কার্যাবলী সম্পাদন করতে সক্ষম:
- বিচ্ছিন্ন উৎস থেকে তথ্য একত্রিত করা এবং বিশ্লেষণ করা;
 - প্রক্রিয়াগুলির স্বচ্ছতা এবং নির্ভরযোগ্যতা নিশ্চিত করা;
 - ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলির অপটিমাইজেশনের বিষয়ে পরামর্শ দেওয়া;
 - উন্মুক্ত তথ্য, LLM, ETL এবং পাইপলাইনগুলির ইকোসিস্টেমে কাজ করার জন্য সরঞ্জাম তৈরি করা।

শিল্প 5.0 (ছবি 2.112) “হাতের গড় সমন্বয়” এবং সন্ধ্যায় পরিচালকদের সাথে বাজেট এবং হিসাব বিভাগের বৈঠকের যুগের সমাপ্তি নির্দেশ করে। যা আগে গোপন ছিল – গণনা, বাজেট, পরিমাণ – তা উন্মুক্ত, যাচাইকৃত এবং এমনকি অ-বিশেষজ্ঞের জন্যও বোঝার যোগ্য হয়ে উঠছে। যারা প্রথমে পুনঃমুখী হবে তারা লাভবান হবে। অন্যরা – নতুন ডিজিটাল অর্থনীতির নির্মাণ খাতের বাইরে থাকবে।

উপসংহার

নির্মাণ শিল্প মৌলিক পরিবর্তনের যুগে প্রবেশ করেছে। মাটির টেবিলের প্রথম লেখাগুলি থেকে ডিজিটাল ডেটার বিশাল ভাণ্ডার পর্যন্ত, যা প্রকল্প সার্ভার এবং নির্মাণ সাইট থেকে আসে, নির্মাণে তথ্যের সাথে কাজ করার ইতিহাস সবসময় তার সময়ের প্রযুক্তির পরিপক্বতার স্তরকে প্রতিফলিত করেছে। আজ, স্বয়ংক্রিয়তা, খোলামেলা ফরম্যাট এবং বুদ্ধিমান বিশ্লেষণ সিস্টেমের আগমনের সাথে, শিল্পটি ধীরে ধীরে বিবর্তনের পরিবর্তে দ্রুত ডিজিটাল রূপান্তরের মুখোমুখি হচ্ছে।

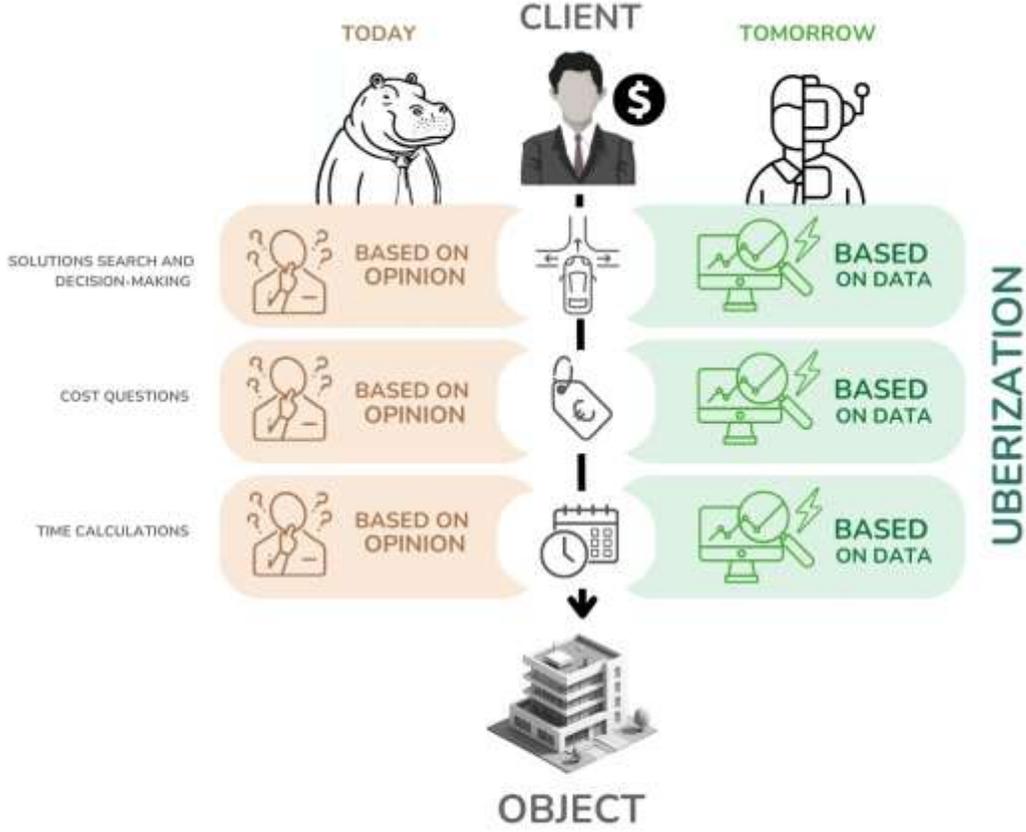
অন্যান্য অর্থনৈতিক খাতের মতো, নির্মাণ শিল্পকেও কেবল সরঞ্জাম নয়, বরং কাজের নীতিগুলিও পুনর্বিবেচনা করতে হবে। কোম্পানিগুলি, যারা আগে বাজারকে নির্দেশিত করত এবং গ্রাহক ও প্রকল্পের মধ্যে প্রধান মধ্যস্থতাকারী হিসেবে কাজ করত, তাদের অনন্য অবস্থান হারাচ্ছে। বিশ্বাস এবং তথ্যের সাথে কাজ করার ক্ষমতা সামনে আসছে: তথ্য সংগ্রহ এবং কাঠামোবদ্ধকরণ থেকে শুরু করে বিশ্লেষণ, পূর্বাভাস এবং সিদ্ধান্তের স্বয়ংক্রিয়করণ পর্যন্ত।



রিস. 10.21 কাঠামোবদ্ধ ঐতিহাসিক তথ্য – কার্যকর এবং পরিচালিত ব্যবসার জন্য জ্বালানি /

এই বইয়ে নির্মাণ শিল্পে তথ্য ব্যবস্থাপনার মূল নীতিগুলি বিস্তারিতভাবে আলোচনা করা হয়েছে – অডিট এবং মানকরণ থেকে শুরু করে প্রক্রিয়াগুলির স্বয়ংক্রিয়করণ, ভিজুয়লাইজেশন টুলগুলির ব্যবহার এবং বুদ্ধিমান অ্যালগরিদমের বাস্তবায়ন। আমরা দেখেছি, সীমিত সম্পদ থাকা সত্ত্বেও কীভাবে একটি কার্যকরী তথ্য স্থাপত্য তৈরি করা যায় এবং সিদ্ধান্ত নেওয়া যায় যা কেবল অন্তর্দৃষ্টি নয়, বরং যাচাইযোগ্য তথ্যের ভিত্তিতে। তথ্যের সাথে কাজ করা শুধুমাত্র আইটি বিভাগের কাজ নয় – এটি ব্যবস্থাপনা সংস্কৃতির ভিত্তি হয়ে উঠছে, যা কোম্পানির নমনীয়তা, অভিযোজন এবং দীর্ঘমেয়াদী স্থায়িত্বের উপর নির্ভর করে।

মেশিন লার্নিং প্রযুক্তি, স্বয়ংক্রিয় প্রক্রিয়াকরণ সিস্টেম, ডিজিটাল ডুয়াল এবং খোলামেলা ফরম্যাটের প্রয়োগ ইতিমধ্যেই মানব ফ্যাক্টরকে বাদ দিতে সক্ষম হচ্ছে যেখানে এটি আগে অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ ছিল। নির্মাণ স্বায়ত্তশাসন এবং পরিচালনাযোগ্যতার দিকে এগিয়ে যাচ্ছে, যেখানে ধারণা থেকে প্রকল্পের বাস্তবায়নে যাওয়া একটি অটোপাইলট মোডে নেভিগেশনের সাথে তুলনা করা যেতে পারে: বিষয়গত সিদ্ধান্তের উপর নির্ভরশীলতা ছাড়াই, প্রতিটি পর্যায়ে ম্যানুয়াল হস্তক্ষেপের প্রয়োজন ছাড়াই, তবে সম্পূর্ণ ডিজিটাল ট্রেসেবিলিটি এবং নিয়ন্ত্রণের সাথে (রিস. 10.22)।-



রিস. 10.22 গুরুত্বপূর্ণ বিশেষজ্ঞদের মতামতের ভিত্তিতে সিদ্ধান্ত গ্রহণ থেকে তথ্য বিশ্লেষণের দিকে অগ্রসর হওয়া প্রথমত গ্রাহকের দ্বারা হবে।

এই বইয়ে উপস্থাপিত পদ্ধতি, নীতি এবং সরঞ্জামগুলি অধ্যয়ন করে, আপনি আপনার কোম্পানিতে সিদ্ধান্ত নিতে পারবেন যা তথ্যের ভিত্তিতে, অন্তর্দৃষ্টির ভিত্তিতে নয়। আপনি LLM-এ মডিউলগুলির চেইন চালু করতে পারবেন, আপনার উন্নয়ন পরিবেশে (IDE) প্রস্তুত ETL পাইপলাইনগুলি কপি করতে পারবেন এবং স্বয়ংক্রিয়ভাবে তথ্য প্রক্রিয়া করতে পারবেন, প্রয়োজনীয় ফর্মে তথ্য পেতে পারবেন। ভবিষ্যতে, বইয়ের অধ্যায়গুলির উপর ভিত্তি করে, যা বড় তথ্য এবং মেশিন লার্নিংয়ের উপর কেন্দ্রীভূত, আপনি আরও জটিল দৃশ্যকল্পগুলি বাস্তবায়ন করতে পারবেন – ঐতিহাসিক তথ্য থেকে নতুন জ্ঞান আহরণ করা এবং আপনার প্রক্রিয়াগুলির পূর্বাভাস এবং অপ্টিমাইজেশনের জন্য মেশিন লার্নিং অ্যালগরিদম প্রয়োগ করা।

খেলামেলা তথ্য এবং প্রক্রিয়াগুলি প্রকল্পের ব্যয় এবং বাস্তবায়নের সময়সীমার জন্য আরও সঠিক মূল্যায়নের ভিত্তি হয়ে উঠবে, নির্মাণ কোম্পানিগুলিকে অস্বচ্ছ তথ্যের উপর স্পেকুলেট করার সুযোগ থেকে বঞ্চিত করবে। এটি শিল্পের জন্য একটি চ্যালেঞ্জ এবং একটি সুযোগ উভয়ই, যেখানে স্বচ্ছতা এবং কার্যকারিতা সফলতার মূল ফ্যাক্টর হয়ে উঠবে।

জ্ঞান গ্রহণ এবং তা ব্যবহার করার প্রস্তুতি - ডিজিটাল রূপান্তরের যুগে সাফল্যের চাবিকাঠি।

যে কোম্পানিগুলি প্রথমে এটি উপলব্ধি করবে, তারা নতুন ডিজিটাল প্রতিযোগিতার পরিস্থিতিতে সুবিধা পাবে। তবে এটি বোঝা গুরুত্বপূর্ণ: তথ্য নিজে কিছু পরিবর্তন করে না। অনেকের জন্য তাদের পরিচিত চিন্তাভাবনার ধরণ পরিবর্তন করতে হবে, এবং এর জন্য একটি উদ্দীপনা প্রয়োজন। আপনার কোম্পানিকে তথ্য বিনিময়ের প্রতি তার দৃষ্টিভঙ্গি পুনর্বিবেচনা করতে হবে।

কোম্পানিকে পরিবর্তন করে সেই মানুষরা, যারা এই তথ্যগুলির সাথে কাজ করতে পারে, সেগুলি ব্যাখ্যা করতে পারে, অপ্টিমাইজেশনের জন্য ব্যবহার করতে পারে এবং সেগুলির ভিত্তিতে নতুন প্রক্রিয়ার স্থাপত্য তৈরি করতে পারে।

যদি আপনি এই লাইনগুলি পড়ছেন, আপনি পরিবর্তনের জন্য প্রস্তুত এবং আপনি ইতিমধ্যে এক ধাপ এগিয়ে আছেন। এই পথটি বেছে নেওয়ার জন্য ধন্যবাদ। ডিজিটাল রূপান্তরের যুগে আপনাকে স্বাগতম!



লেখকের সম্পর্কে

আমার নাম আর্থেম বয়কো। ২০০৭ সালে আমার নির্মাণ ক্ষেত্রের যাত্রা শুরু হয়েছিল - আমার জন্ম শহরের শেল মাইনিংয়ে খনিশ্রমিক হিসেবে কাজ করার মাধ্যমে, সেন্ট পিটার্সবার্গের খনির বিশ্ববিদ্যালয়ে "শিল্প ও ভূগর্ভস্থ নির্মাণ" বিষয়ে পড়াশোনা করার সময়। বইটির পিছনের কভারে আপনি একটি বিস্ফোরক বিশেষজ্ঞকে দেখতে পাবেন, যেখানে আমরা শত শত ঘনফুট জ্বালানী শেল উত্তোলন এবং বিস্ফোরণ ঘটিয়েছিলাম। আমার ক্যারিয়ার বিভিন্ন দিক থেকে বিকশিত হয়েছে - খনিতে শ্রমিক হিসেবে কাজ করা থেকে শুরু করে মেট্রো নির্মাণ, শিল্প আলপাইন কাজ, ছাদ এবং লিফট সরঞ্জাম স্থাপনের কাজ পর্যন্ত। আমাকে বিভিন্ন আকারের প্রকল্পে অংশগ্রহণের সুযোগ দেওয়া হয়েছে: ব্যক্তিগত বাড়ি নির্মাণ থেকে শুরু করে বিভিন্ন অঞ্চলে বৃহৎ শিল্প প্রকল্প পর্যন্ত।



সময়ের সাথে সাথে, আমার কাজ শারীরিক নির্মাণ থেকে তথ্য এবং ডিজিটাল প্রক্রিয়ার ব্যবস্থাপনায় স্থানান্তরিত হয়েছে। ২০১৩ সাল থেকে আমি জার্মানির বিভিন্ন অঞ্চলে ছোট, মাঝারি এবং বড় নির্মাণ কোম্পানিতে বিভিন্ন পদে কাজ করেছি, ডিজাইনার থেকে শুরু করে তথ্য ব্যবস্থাপনা ব্যবস্থাপক পর্যন্ত। তথ্য ব্যবস্থাপনায়, আমার অভিজ্ঞতা বিভিন্ন ERP, CAD (BIM), MEP, FEM, CMS সিস্টেমে তথ্যের সাথে কাজ করার মধ্যে রয়েছে। আমি প্রক্রিয়াগুলির অপ্টিমাইজেশন, স্বয়ংক্রিয়করণ, পাশাপাশি নির্মাণের পরিকল্পনা, হিসাব এবং বাস্তবায়নের পর্যায়ে তথ্য বিশ্লেষণ, মেশিন লার্নিং এবং প্রক্রিয়াকরণের কাজ করেছি, যা শিল্প, আবাসিক, অবকাঠামো এবং পৌর প্রকল্প নির্মাণে নিযুক্ত কোম্পানিগুলির জন্য।

২০০৩ সাল থেকে আমি ওপেন সোর্স সফটওয়্যার এবং ওপেন ডেটার সাথে কাজ করছি। এই সময়ের মধ্যে আমি অনেকগুলি ওয়েব প্রকল্প বাস্তবায়ন করেছি - সাইট এবং ই-কমার্স থেকে শুরু করে পূর্ণাঙ্গ ওয়েব অ্যাপ্লিকেশন পর্যন্ত, ওপেন সোর্স সমাধান এবং ওপেন CMS ব্যবহার করে। এই প্ল্যাটফর্মগুলি, আধুনিক নির্মাণ ERP-এর সাথে অনেকটাই সাদৃশ্যপূর্ণ, মডুলার আর্কিটেকচার, উচ্চ অভিযোজনযোগ্যতা এবং প্রবেশযোগ্যতা রয়েছে। এই অভিজ্ঞতা আমার পেশাদার দৃষ্টিভঙ্গির ভিত্তি স্থাপন করেছে - ওপেন প্রযুক্তি এবং সহযোগী উন্নয়নের সংস্কৃতির প্রতি মনোযোগ। আমি নির্মাণ শিল্পে ওপেন সোর্সের ব্যবহার এবং তথ্যের মুক্ত বিনিময়ের প্রতি শ্রদ্ধা প্রচার করার চেষ্টা করি। নির্মাণ শিল্পে তথ্যের প্রবেশযোগ্যতা বাড়ানোর জন্য আমার কাজটি বিভিন্ন সামাজিক মিডিয়া সম্প্রদায় তৈরি করা, যেখানে তথ্যের স্বচ্ছতা এবং নির্মাণে ওপেন সোর্স ব্যবহারের বিষয়ে আলোচনা হয়, এবং বিভিন্ন বন্ধ সিস্টেম এবং প্ল্যাটফর্ম থেকে তথ্যের প্রবেশাধিকার নিশ্চিত করার জন্য কয়েকটি স্টার্টআপ চালু করা।

আমার পেশাদার সম্প্রদায়ে অবদান সম্মেলনে বক্তা হিসেবে অংশগ্রহণের মাধ্যমে প্রকাশ পায়, যা CAD (BIM), ERP, 4D-5D, LLM মেশিন লার্নিং এবং কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তার আন্তঃঅপারেবিলিটির বিষয়গুলোকে অন্তর্ভুক্ত করে, পাশাপাশি ইউরোপীয় প্রকাশনায় প্রকাশিত নিবন্ধগুলোর মাধ্যমে, যা নির্মাণ শিল্পকে নিবেদিত। আমার একটি উল্লেখযোগ্য অর্জন হলো "BIM ইতিহাস" তৈরি করা, যা নির্মাণ শিল্পে ডেটা ব্যবস্থাপনার জন্য গুরুত্বপূর্ণ সফটওয়্যার সমাধানের একটি ব্যাপক মানচিত্র। আমার ৭ পর্বের নিবন্ধের সিরিজ "BIM এর উন্নয়ন এবং লবিং খেলা", যা একাধিক ভাষায় অনূদিত হয়েছে, ডিজিটাল মানের উন্নয়নের গোপন গতিশীলতা উন্মোচনের প্রচেষ্টার জন্য ব্যাপক স্বীকৃতি পেয়েছে।

এভাবে আমি খনিজ উত্তোলন থেকে শুরু করে নির্মাণ ডেটা সংগ্রহ এবং সিস্টেম্যাটাইজেশনের পথে অগ্রসর হয়েছি। আমি সবসময় পেশাদার আলোচনার জন্য উন্মুক্ত, নতুন ধারণা এবং সহযোগী প্রকল্পের জন্য প্রস্তুত। আমি যে কোনো প্রতিক্রিয়া গ্রহণ করব এবং আপনার বার্তা বা সামাজিক যোগাযোগ মাধ্যমে আমাকে অনুসরণ করতে পেরে আনন্দিত হব। এই বইটি শেষ পর্যন্ত পড়ার জন্য আপনাকে ধন্যবাদ! আমি আনন্দিত হব যদি এই বইটি আপনাকে নির্মাণ শিল্পে ডেটার বিষয়টি আরও ভালোভাবে বুঝতে সাহায্য করে।

প্রতিক্রিয়া

পাঠকদের মতামত ভবিষ্যতের প্রকাশনার উন্নয়ন এবং অগ্রাধিকার বিষয় নির্বাচন করতে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। বিশেষ করে, কোন ধারণাগুলি উপকারী হয়েছে এবং কোনগুলি সন্দেহ সৃষ্টি করেছে এবং অতিরিক্ত ব্যাখ্যা বা সূত্রের নির্দেশনা প্রয়োজন, সে সম্পর্কে মন্তব্যগুলি অত্যন্ত মূল্যবান। বইটিতে বিভিন্ন ধরনের উপকরণ এবং বিশ্লেষণমূলক মূল্যায়ন অন্তর্ভুক্ত রয়েছে, যার কিছু বিতর্কিত বা বিষয়গত মনে হতে পারে। যদি আপনি পড়ার সময় কোনো অসঙ্গতি, ভুলভাবে উল্লেখিত সূত্র, যুক্তির অসঙ্গতি বা টাইপোগ্রাফিক্যাল ত্রুটি খুঁজে পান – আমি আপনার মন্তব্য, চিন্তা বা সমালোচনার জন্য কৃতজ্ঞ থাকব, যা আপনি পাঠাতে পারেন: boikoartem@gmail.com। অথবা LinkedIn-এ বার্তার মাধ্যমে: [linkedin.com/in/boikoartem](https://www.linkedin.com/in/boikoartem)

আমি সামাজিক যোগাযোগ মাধ্যমে Data-Driven Construction বইটির সম্পর্কে যে কোনো উল্লেখের জন্য কৃতজ্ঞ হব - পাঠের অভিজ্ঞতা বিনিময় খোলামেলা ডেটা এবং সরঞ্জামগুলির বিষয়ে তথ্য ছড়িয়ে দিতে সহায়তা করে এবং আমার কাজকে সমর্থন করে।

অনুবাদের মন্তব্য

এই বইটি কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তার প্রযুক্তির মাধ্যমে অনূদিত হয়েছে। এটি অনুবাদের প্রক্রিয়াকে উল্লেখযোগ্যভাবে ত্বরান্বিত করেছে। তবে, যেকোনো প্রযুক্তিগত অপারেশনের মতো, ত্রুটি বা অসঙ্গতি ঘটতে পারে। যদি আপনি কিছু খুঁজে পান যা ভুল বা অযৌক্তিক মনে হয়, দয়া করে আমাকে লিখুন। আপনার মন্তব্যগুলি অনুবাদের গুণমান উন্নত করতে সহায়তা করবে।

ডেটা-চালিত নির্মাণ সম্প্রদায়

এটি একটি স্থান যেখানে আপনি স্বাধীনভাবে প্রশ্ন করতে এবং আপনার সমস্যা ও সমাধানগুলি শেয়ার করতে পারেন:

DataDrivenConstruction.io: <https://datadrivenconstruction.io>

LinkedIn: <https://www.linkedin.com/company/datadrivenconstruction/>

Twitter: <https://twitter.com/datadrivenconst>

Telegram: <https://t.me/datadrivenconstruction>

YouTube: <https://www.youtube.com/@datadrivenconstruction>

অন্যান্য দক্ষতা এবং ধারণাসমূহ

DataDrivenConstruction বইয়ে নির্মাণ শিল্পে ডেটার সাথে কাজ করার জন্য প্রয়োজনীয় মূল নীতিগুলির পাশাপাশি বিভিন্ন অতিরিক্ত ধারণা, প্রোগ্রাম এবং দক্ষতাগুলি আলোচনা করা হয়েছে। এর মধ্যে কিছু কেবল সারসংক্ষেপে উপস্থাপন করা হয়েছে, তবে এগুলি বাস্তবায়নে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

আগ্রহী পাঠকরা DataDrivenConstruction.io ওয়েবসাইটে যেতে পারেন, যেখানে মূল দক্ষতার উপর অতিরিক্ত উপকরণের লিঙ্কগুলি উপস্থাপন করা হয়েছে। এই উপকরণগুলির মধ্যে পাইথন এবং প্যান্ডাসের সাথে কাজ করা, ETL প্রক্রিয়া তৈরি করা, CAD নির্মাণ প্রকল্পগুলিতে ডেটা প্রক্রিয়াকরণের উদাহরণ, বড় ডেটা প্রক্রিয়াকরণের সিস্টেম, এবং নির্মাণ ডেটার ভিজুয়লাইজেশন ও বিশ্লেষণের আধুনিক পদ্ধতিগুলি অন্তর্ভুক্ত রয়েছে।

"DataDrivenConstruction" বইটি প্রস্তুত করার সময় এবং সমস্ত ব্যবহারিক উদাহরণে অনেক ওপেন সোর্স টুল এবং সফটওয়্যার ব্যবহার করা হয়েছে। লেখক নিম্নলিখিত সমাধানগুলির বিকাশকারীদের এবং সহলেখকদের প্রতি কৃতজ্ঞতা প্রকাশ করেন:

- পাইথন এবং প্যান্ডাস - ডেটা এবং স্বয়ংক্রিয়তার সাথে কাজ করার ভিত্তি
- সাইপাই, নিউম্পাই, ম্যাটপ্লটলিব এবং সাইকিট-লার্ন - ডেটা বিশ্লেষণ এবং মেশিন লার্নিংয়ের জন্য লাইব্রেরি
- SQL এবং অ্যাপাচে পারকেট - বড় নির্মাণ ডেটা সংরক্ষণ এবং প্রক্রিয়াকরণের জন্য টুল
- ওপেন সোর্স CAD (BIM) - ওপেন ফরম্যাটে ডেটার সাথে কাজ করার জন্য ওপেন টুল
- N8n, অ্যাপাচে এয়ারফ্লো, অ্যাপাচে নিফাই - কাজের প্রবাহের অর্কেস্ট্রেশন এবং স্বয়ংক্রিয়তার সিস্টেম
- DeepSeek, LLaMa, Mistral - ওপেন সোর্স LLM

আমি বিশেষভাবে সকল অংশগ্রহণকারীদের ধন্যবাদ জানাই যারা পেশাদার সম্প্রদায় এবং সোশ্যাল মিডিয়ায় ওপেন ডেটা এবং টুলগুলির বিষয়ে আলোচনা করেছেন, যাদের সমালোচনা, মন্তব্য এবং ধারণাগুলি এই বইয়ের বিষয়বস্তু এবং কাঠামো উন্নত করতে সহায়তা করেছে।

DataDrivenConstruction.io ওয়েবসাইটে প্রকল্পের উন্নয়ন অনুসরণ করুন, যেখানে বইয়ের আপডেট এবং সংশোধনগুলি ছাড়াও নতুন অধ্যায়, প্রশিক্ষণ উপকরণ এবং বর্ণিত পদ্ধতিগুলির ব্যবহারিক উদাহরণ প্রকাশিত হয়।

মুদ্রিত সংস্করণের সর্বাধিক সুবিধা

আপনি Data-Driven Construction এর একটি বিনামূল্যের ডিজিটাল সংস্করণ হাতে রেখেছেন। উপকরণগুলির দ্রুত অ্যাক্সেস এবং আরও সুবিধাজনক কাজের জন্য, মুদ্রিত সংস্করণের দিকে মনোযোগ দেওয়ার সুপারিশ করা হচ্ছে:



- সবসময় হাতের কাছে: মুদ্রিত ফরম্যাটের বই একটি নির্ভরযোগ্য কাজের সরঞ্জাম হবে, যা যেকোনো কাজের পরিস্থিতিতে প্রয়োজনীয় ভিজ্যুয়ালাইজেশন এবং স্কিমগুলি দ্রুত খুঁজে পেতে এবং ব্যবহার করতে সক্ষম করবে
- চিত্রের উচ্চ মান: মুদ্রিত সংস্করণে সমস্ত চিত্র এবং গ্রাফ সর্বাধিক মানের সাথে উপস্থাপিত হয়েছে
- তথ্যের দ্রুত অ্যাক্সেস: সুবিধাজনক নেভিগেশন, নোট নেওয়ার, বুকমার্ক করার এবং যেকোনো স্থানে বইয়ের সাথে কাজ করার সম্ভাবনা।

বইয়ের পূর্ণ মুদ্রিত সংস্করণ ক্রয় করে, আপনি তথ্যের সাথে আরামদায়ক এবং কার্যকরী কাজের জন্য একটি সুবিধাজনক সরঞ্জাম পান: দৈনন্দিন কাজগুলিতে ভিজ্যুয়াল উপকরণগুলি দ্রুত ব্যবহার করার সম্ভাবনা, প্রয়োজনীয় স্কিমগুলি দ্রুত খুঁজে পাওয়া এবং নোট নেওয়া। তাছাড়া, আপনার ক্রয় মুক্ত জ্ঞানের প্রচারকে সমর্থন করে।

বইয়ের মুদ্রিত সংস্করণ অর্ডার করতে পারেন: datadrivenconstruction.io/books



কৌশলগত অবস্থান নির্ধারণের জন্য অনন্য সুযোগ

আমরা আপনাকে DataDrivenConstruction এর বিনামূল্যে সংস্করণে বিজ্ঞাপন উপকরণ স্থাপন করার প্রস্তাব দিচ্ছি। প্রকাশনার প্রথম বছরের জন্য পেইড সংস্করণটি 50টিরও বেশি দেশের বিশেষজ্ঞদের দৃষ্টি আকর্ষণ করেছে - লাতিন আমেরিকা থেকে এশিয়া-প্রশান্ত মহাসাগরীয় অঞ্চলে। সহযোগিতার জন্য ব্যক্তিগত শর্তাবলী আলোচনা এবং স্থাপনের সুযোগগুলির বিস্তারিত তথ্য পেতে, দয়া করে datadrivenconstruction.io অফিসিয়াল পোর্টালে প্রতিক্রিয়া ফর্ম পূরণ করুন অথবা বইয়ের শেষে উল্লেখিত যোগাযোগের মাধ্যমে লিখুন।



বইয়ের অধ্যায়গুলি DataDrivenConstruction.io ওয়েবসাইটে উপলব্ধ

আপনি Data-Driven Construction বইয়ের অধ্যায়গুলি ওয়েবসাইটে পড়তে পারেন, যেখানে ধাপে ধাপে বইয়ের অংশগুলি প্রকাশিত হচ্ছে, যাতে আপনি দ্রুত প্রয়োজনীয় তথ্য খুঁজে পেতে এবং আপনার কাজে ব্যবহার করতে পারেন। এছাড়াও, আপনি সাদৃশ্যপূর্ণ বিষয়গুলির উপর অনেক অন্যান্য প্রকাশনা এবং অ্যাপ্লিকেশন ও সমাধানের উদাহরণ পাবেন, যা আপনাকে আপনার দক্ষতা উন্নয়ন এবং নির্মাণে ডেটা প্রয়োগ করতে সহায়তা করবে।



সর্বশেষ সংস্করণগুলি অফিসিয়াল ওয়েবসাইট থেকে ডাউনলোড করুন

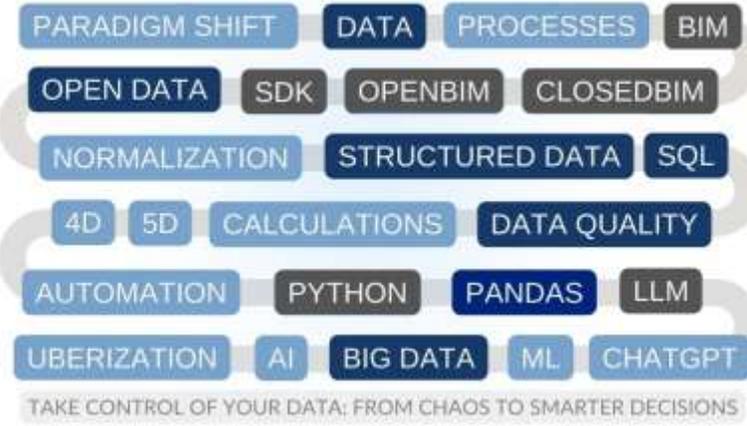
DataDrivenConstruction বইয়ের বর্তমান এবং সর্বশেষ সংস্করণগুলি datadrivenconstruction.io ওয়েবসাইট থেকে ডাউনলোডের জন্য উপলব্ধ। যদি আপনি বইয়ের নতুন অধ্যায়, ব্যবহারিক পরামর্শ বা নতুন অ্যাপ্লিকেশনগুলির পর্যালোচনা সহ আপডেটগুলি পেতে চান, তাহলে নিউজলেটারে সাবস্ক্রাইব করুন:

- আপনি বইয়ের নতুন অধ্যায়গুলির সাথে প্রথম পরিচিত হবেন
- নির্মাণে বিশ্লেষণ এবং স্বয়ংক্রিয়তার জন্য ব্যবহারিক কেস এবং পরামর্শ পেতে।
- প্রবণতা, প্রকাশনা এবং অ্যাপ্লিকেশনের উদাহরণগুলির উপর নজর রাখা

সাবস্ক্রিপশন করতে datadrivenconstruction.io-তে যান!

DATADRIVENCONSTRUCTION: পরামর্শ, কর্মশালা এবং প্রশিক্ষণ

DataDrivenConstruction-এর প্রশিক্ষণ প্রোগ্রাম এবং পরামর্শ সারা বিশ্বের শীর্ষ নির্মাণ কোম্পানিগুলিকে কার্যকারিতা বাড়াতে, খরচ কমাতে এবং সিদ্ধান্তের গুণমান উন্নত করতে সহায়তা করেছে। DataDrivenConstruction-এর ক্লায়েন্টদের মধ্যে রয়েছে বিলিয়ন ইউরোর টার্নওভারের বৃহত্তম বাজার খেলোয়াড়রা, নির্মাণ, পরামর্শ এবং আইটি কোম্পানিগুলি।



আমাদের কেন নির্বাচন করবেন?

- প্রাসঙ্গিকতা: শিল্পের প্রধান প্রবণতা এবং অন্তর্দৃষ্টি সম্পর্কে আলোচনা করি
- প্রয়োগ: পেশাদারদের দৈনন্দিন কাজগুলি কার্যকরভাবে সমাধান করতে PoC-এর মাধ্যমে সহায়তা করি।
- ব্যক্তিগতকৃত পদ্ধতি: আপনার ব্যবসার বৈশিষ্ট্যগুলি বিবেচনায় নিয়ে প্রশিক্ষণ এবং পরামর্শ থেকে সর্বাধিক সুবিধা নিশ্চিত করি।

DataDrivenConstruction দলের প্রধান কার্যক্রমের দিকগুলি:

- ডেটার গুণমান ব্যবস্থাপনা: আমরা কাজের প্যারামিটার নির্ধারণ, প্রয়োজনীয়তা সংগ্রহ, ডেটা যাচাই এবং স্বয়ংক্রিয় প্রক্রিয়াকরণের জন্য ডেটা প্রস্তুত করতে সহায়তা করি।
- ডেটা মাইনিং - ডেটা নিষ্কাশন এবং কাঠামোবদ্ধকরণ: আমরা ETL প্রক্রিয়া সেট আপ করি এবং ইমেইল, PDF, Excel, চিত্র এবং অন্যান্য উৎস থেকে ডেটা নিষ্কাশন করি।
- BIM এবং CAD বিশ্লেষণ: আমরা RVT, IFC, DWG এবং অন্যান্য CAD (BIM) ফরম্যাটের ফাইল থেকে তথ্য সংগ্রহ, কাঠামোবদ্ধ এবং বিশ্লেষণ করি।
- বিশ্লেষণ এবং ডেটা রূপান্তর: বিচ্ছিন্ন তথ্যকে কাঠামোবদ্ধ ডেটা, বিশ্লেষণ, সিদ্ধান্ত এবং সমাধানে রূপান্তর করি।
- ডেটা সংহতি এবং প্রক্রিয়াকরণের স্বয়ংক্রিয়করণ: স্বয়ংক্রিয়ভাবে নথি তৈরি করা থেকে শুরু করে অভ্যন্তরীণ সিস্টেম এবং বাইরের ডেটাবেসের সাথে সংহতকরণ।

DataDrivenConstruction.io-এর সাথে যোগাযোগ করুন, কীভাবে স্বয়ংক্রিয়করণ আপনার কোম্পানিকে উল্লেখযোগ্য ব্যবসায়িক ফলাফল অর্জনে সহায়তা করতে পারে তা জানার জন্য।

শব্দকোষ

AI (Artificial Intelligence) – কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা; কম্পিউটার সিস্টেমগুলির ক্ষমতা এমন কাজগুলি সম্পাদন করা যা সাধারণত মানব বুদ্ধিমত্তার প্রয়োজন, যেমন চিত্র সনাক্তকরণ, শেখা এবং সিদ্ধান্ত গ্রহণ।

Apache Airflow – একটি ওপেন সোর্স প্ল্যাটফর্ম যা কাজের প্রবাহের অর্কেস্ট্রেশনকে সক্ষম করে, DAG (Directed Acyclic Graphs) ব্যবহার করে কাজের প্রবাহ এবং ETL তৈরি, পরিকল্পনা এবং ট্র্যাক করতে।

Apache NiFi – সিস্টেমগুলির মধ্যে ডেটা প্রবাহের স্বয়ংক্রিয়করণের জন্য একটি টুল, যা ডেটার রুটিন এবং রূপান্তরের উপর বিশেষজ্ঞ।

Apache Parquet – একটি কার্যকরী ফাইল ফরম্যাট যা কলামভিত্তিক ডেটা সংরক্ষণের জন্য অপ্টিমাইজ করা হয়েছে, বড় ডেটা বিশ্লেষণ সিস্টেমগুলিতে ব্যবহারের জন্য। এটি উল্লেখযোগ্য সংকোচন এবং দ্রুত প্রক্রিয়াকরণের নিশ্চয়তা দেয়।

API (Application Programming Interface) – একটি ফরমালাইজড ইন্টারফেস যা একটি প্রোগ্রামকে অন্যটির সাথে যোগাযোগ করতে দেয়, সোর্স কোডে প্রবেশ ছাড়াই, মানক অনুরোধ এবং প্রতিক্রিয়ার মাধ্যমে ডেটা এবং কার্যকারিতা বিনিময় করে।

অ্যাট্রিবিউট – একটি বস্তুর বৈশিষ্ট্য বা গুণ, যা তার বৈশিষ্ট্যগুলি বর্ণনা করে (যেমন, এলাকা, ভলিউম, মূল্য, উপাদান)।

ডেটাবেস – তথ্য সংরক্ষণ, পরিচালনা এবং অ্যাক্সেসের জন্য সংগঠিত কাঠামো, যা ডেটা কার্যকরভাবে অনুসন্ধান এবং প্রক্রিয়া করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

BEP (BIM কার্যকরী পরিকল্পনা) – তথ্য মডেলিং বাস্তবায়নের পরিকল্পনা, যা প্রকল্পে BIM বাস্তবায়নের লক্ষ্য, পদ্ধতি এবং প্রক্রিয়া নির্ধারণ করে।

Big Data (বড় তথ্য) – উল্লেখযোগ্য পরিমাণ, বৈচিত্র্য এবং আপডেটের গতি সহ তথ্যের ভাণ্ডার, যা প্রক্রিয়াকরণ এবং বিশ্লেষণের জন্য বিশেষ প্রযুক্তির প্রয়োজন।

BI (Business Intelligence) – ব্যবসায়িক বিশ্লেষণ; তথ্যকে সিদ্ধান্ত গ্রহণের জন্য অর্থপূর্ণ তথ্যে রূপান্তর করার প্রক্রিয়া, প্রযুক্তি এবং সরঞ্জাম।

BIM (Building Information Modeling) – ভবন তথ্য মডেলিং; নির্মাণের শারীরিক এবং কার্যকরী বৈশিষ্ট্যগুলির ডিজিটাল উপস্থাপনাগুলি তৈরি এবং পরিচালনার প্রক্রিয়া, যা কেবল 3D মডেল নয়, বরং বৈশিষ্ট্য, উপকরণ, সময়সীমা এবং খরচ সম্পর্কিত তথ্যও অন্তর্ভুক্ত করে।

BlackBox/WhiteBox – সিস্টেমের বোঝাপড়ার পদ্ধতি: প্রথম ক্ষেত্রে অভ্যন্তরীণ যুক্তি গোপন, কেবল ইনপুট এবং আউটপুট দৃশ্যমান; দ্বিতীয় ক্ষেত্রে - প্রক্রিয়াকরণের প্রক্রিয়া স্বচ্ছ এবং বিশ্লেষণের জন্য উপলব্ধ।

Bounding Box – তিন-মাত্রিক স্থানে একটি বস্তুর সীমানা বর্ণনা করার জন্য একটি জ্যামিতিক কাঠামো, যা X, Y এবং Z অক্ষের সর্বনিম্ন এবং সর্বাধিক সমন্বয় দ্বারা "বাক্স" তৈরি করে।

BREP (Boundary Representation) – বস্তুর জ্যামিতিক উপস্থাপন, যা তাদের পৃষ্ঠের সীমানার মাধ্যমে সংজ্ঞায়িত করে।

CAD (Computer-Aided Design) – স্বয়ংক্রিয় ডিজাইন সিস্টেম, যা স্থাপত্য, নির্মাণ, যন্ত্র প্রকৌশল এবং অন্যান্য শিল্পে সঠিক অঙ্কন এবং 3D মডেল তৈরি, সম্পাদনা এবং বিশ্লেষণের জন্য ব্যবহৃত হয়।

CAFM (Computer-Aided Facility Management) – রিয়েল এস্টেট এবং অবকাঠামো পরিচালনার জন্য সফটওয়্যার, যা স্থান পরিকল্পনা, সম্পদ পরিচালনা, রক্ষণাবেক্ষণ এবং খরচ পর্যবেক্ষণ অন্তর্ভুক্ত করে।

CDE (Common Data Environment) – প্রকল্পের তথ্য পরিচালনা, সংরক্ষণ, বিনিময় এবং সহযোগিতার জন্য কেন্দ্রীভূত ডিজিটাল স্থান, যা বস্তুটির জীবনচক্রের সকল পর্যায়ে ব্যবহৃত হয়।

কেন্দ্রের শ্রেষ্ঠত্ব (Center of Excellence, CoE) – একটি সংস্থায় একটি বিশেষায়িত কাঠামো, যা নির্দিষ্ট জ্ঞানের ক্ষেত্রের উন্নয়ন, মান এবং সেবা অনুশীলনগুলির উন্নয়ন, কর্মীদের প্রশিক্ষণ এবং উদ্ভাবনের বাস্তবায়নে সহায়তা করার জন্য দায়ী।

CoClass – তৃতীয় প্রজন্মের নির্মাণ উপাদানের আধুনিক শ্রেণীবিভাগ ব্যবস্থা।

ধারণাগত তথ্য মডেল – মৌলিক সত্তা এবং তাদের পারস্পরিক সম্পর্কের উচ্চ-স্তরের উপস্থাপন, যা ডেটাবেস ডিজাইনের প্রাথমিক পর্যায়ে ব্যবহার করা হয়।

CRM (Customer Relationship Management) – গ্রাহকদের সাথে যোগাযোগ পরিচালনার জন্য একটি সিস্টেম, যা বিক্রয় এবং পরিষেবা প্রক্রিয়াগুলিকে স্বয়ংক্রিয় করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

DAG (Directed Acyclic Graph) – একটি নির্দেশিত অচক্রিত গ্রাফ, যা ডেটা অর্কেস্ট্রেশন সিস্টেমে (Airflow, NiFi) কাজের ক্রম এবং নির্ভরশীলতা নির্ধারণের জন্য ব্যবহৃত হয়।

Dash – তথ্যের ইন্টারেক্টিভ ওয়েব ভিজুয়লাইজেশন তৈরির জন্য একটি পাইথন ফ্রেমওয়ার্ক।

ড্যাশবোর্ড (Dashboard) – একটি তথ্য প্যানেল, যা বাস্তব সময়ে মূল কার্যকারিতা সূচক এবং মেট্রিকগুলি ভিজুয়ালভাবে উপস্থাপন করে।

Data-Centric পদ্ধতি – একটি পদ্ধতি, যা ডেটাকে অগ্রাধিকার দেয়, অ্যানালিকেশন বা সফটওয়্যার কোডের পরিবর্তে, ডেটাকে সংস্থার কেন্দ্রীয় সম্পদ হিসেবে বিবেচনা করে।

Data Governance – একটি সংস্থায় ডেটার যথাযথ এবং কার্যকর ব্যবহারের জন্য প্রক্রিয়া, নীতি এবং অনুশীলনের একটি সমন্বয়, যা প্রবেশাধিকার, গুণমান এবং নিরাপত্তার নিয়ন্ত্রণ অন্তর্ভুক্ত করে।

ডেটা লেক – একটি স্টোরেজ যা অপরিশোধিত ডেটার বৃহৎ পরিমাণ সংরক্ষণের জন্য ডিজাইন করা হয়েছে, তাদের মূল ফরম্যাটে ব্যবহারের সময় পর্যন্ত।

ডেটা লেকহাউস – একটি আর্কিটেকচারাল পদ্ধতি যা ডেটা লেকের নমনীয়তা এবং স্কেলেবিলিটিকে ডেটা ওয়ারহাউসের (DWH) ব্যবস্থাপনা এবং কর্মক্ষমতার সাথে একত্রিত করে।

ডেটা-ড্রিভেন কনস্ট্রাকশন – একটি কৌশলগত পদ্ধতি যেখানে প্রকল্পের জীবনচক্রের প্রতিটি পর্যায় – ডিজাইন থেকে শুরু করে অপারেশন পর্যন্ত – স্বয়ংক্রিয়, আন্তঃসংযুক্ত সিস্টেম দ্বারা সমর্থিত হয়। এই পদ্ধতি তথ্যের ভিত্তিতে ধারাবাহিক শেখার সুযোগ দেয়, অনিশ্চয়তা কমাতে এবং কোম্পানিগুলিকে শিল্পে স্থায়ী নেতৃত্ব অর্জনে সহায়তা করে।

ডেটা-ড্রিভেন ইন্টিগ্রেশন – একটি কোম্পানি যা বিচ্ছিন্ন উৎস থেকে ডেটা একত্রিত করা এবং ব্যবস্থাপনা সিদ্ধান্ত গ্রহণের জন্য তাদের বিশ্লেষণ করার উপর বিশেষজ্ঞ।

ডেটা-ড্রিভেন পদ্ধতি (ডেটা-কেন্দ্রিক পদ্ধতি) – একটি পদ্ধতি যেখানে ডেটাকে একটি কৌশলগত সম্পদ হিসেবে দেখা হয় এবং সিদ্ধান্তগুলি তথ্যের অবজেক্টিভ বিশ্লেষণের ভিত্তিতে নেওয়া হয়, ব্যক্তিগত মতামতের পরিবর্তে।

ডেটা মিনিমালিজম – ডেটাকে সবচেয়ে মূল্যবান এবং গুরুত্বপূর্ণ তথ্যের মধ্যে সংকুচিত করার একটি পদ্ধতি, যা তথ্যের প্রক্রিয়াকরণ এবং বিশ্লেষণকে সহজতর করে।

ডেটা সোয়াম্প – অগঠিত ডেটার একটি বিচ্ছিন্ন সংগ্রহ যা তথ্যের অযাচিত সংগ্রহ এবং সংরক্ষণের ফলে তৈরি হয়, যথাযথ সংগঠনের অভাবে।

ডেটা অপস – একটি পদ্ধতি যা ডেভঅপস, ডেটা এবং বিশ্লেষণের নীতিগুলিকে একত্রিত করে, ডেটা প্রবাহের সহযোগিতা, সংহতি এবং স্বয়ংক্রিয়তা উন্নত করার দিকে মনোনিবেশ করে।

তথ্যের ডিজিটলাইজেশন – নির্মাণ কার্যক্রমের সমস্ত দিককে একটি ডিজিটাল ফর্মে রূপান্তরিত করার প্রক্রিয়া, যা বিশ্লেষণ, ব্যাখ্যা এবং স্বয়ংক্রিয়তার জন্য উপযুক্ত।

ডেটাফ্রেম – প্যান্ডাস লাইব্রেরিতে একটি দ্বিমাত্রিক টেবিলের ডেটা স্ট্রাকচার, যেখানে সারিগুলি পৃথক রেকর্ড বা অবজেক্টকে উপস্থাপন করে এবং কলামগুলি তাদের বৈশিষ্ট্য বা অ্যাট্রিবিউটকে উপস্থাপন করে।

বর্ণনামূলক বিশ্লেষণ – অতীতের ইতিহাসগত ডেটার বিশ্লেষণ যা বোঝার জন্য যে অতীতে কী ঘটেছে।

নির্ণায়ক বিশ্লেষণ – ডেটার বিশ্লেষণ যা নির্ধারণ করে কেন কিছু ঘটেছে।

গ্যান্ট চার্ট – একটি প্রকল্প পরিকল্পনার টুল যা কাজগুলিকে একটি সময়সীমার উপর অনুভূমিক রেখার আকারে উপস্থাপন করে, কাজের ক্রম এবং স্থায়িত্বকে দৃশ্যমান করে।

ডেটা ওয়ারহাউস (DWH) – একটি কেন্দ্রীভূত ডেটা স্টোরেজ সিস্টেম যা বিভিন্ন উৎস থেকে তথ্য সংগ্রহ করে, এটি সংগঠিত করে এবং বিশ্লেষণ এবং রিপোর্টিংয়ের জন্য উপলব্ধ করে।

ESG (পরিবেশগত, সামাজিক, শাসন) – একটি কোম্পানি বা প্রকল্পের পরিবেশগত, সামাজিক এবং শাসনগত প্রভাব মূল্যায়নের জন্য একটি মানদণ্ডের সেট।

ELT (এক্সট্র্যাক্ট, লোড, ট্রান্সফর্ম) – একটি প্রক্রিয়া যেখানে ডেটা প্রথমে উৎস থেকে বের করা হয় এবং একটি স্টোরেজে লোড করা হয়, তারপর বিশ্লেষণাত্মক উদ্দেশ্যে রূপান্তরিত করা হয়।

ETL (এক্সট্র্যাক্ট, ট্রান্সফর্ম, লোড) – বিভিন্ন উৎস থেকে ডেটা বের করার, প্রয়োজনীয় ফরম্যাটে রূপান্তর করার এবং বিশ্লেষণের জন্য লক্ষ্য স্টোরেজে লোড করার প্রক্রিয়া।

ইআর-ডায়াগ্রাম (এন্টিটি-রিলেশনশিপ) – একটি ভিজুয়াল স্কিমা যা সত্তাগুলি, তাদের অ্যাট্রিবিউট এবং তাদের মধ্যে সম্পর্কগুলি প্রদর্শন করে, যা ডেটা মডেলিংয়ের সময় ব্যবহৃত হয়।

ইআরপি (এন্টারপ্রাইজ রিসোর্স প্ল্যানিং) – একটি সমন্বিত মডুলার সিস্টেম যা নির্মাণ প্রক্রিয়ার বিভিন্ন দিক পরিচালনা এবং অপ্টিমাইজ করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

বৈশিষ্ট্য (Features) – মেশিন লার্নিংয়ে, স্বাধীন পরিবর্তনশীল বা অ্যাট্রিবিউটগুলি, যা মডেলের জন্য ইনপুট ডেটা হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

তথ্যের শারীরিক মডেল – ডেটাবেসের কাঠামোর বিস্তারিত উপস্থাপনা, যা টেবিল, কলাম, ডেটার প্রকার, কী এবং সূচক অন্তর্ভুক্ত করে, নির্দিষ্ট ডেটাবেস ম্যানেজমেন্ট সিস্টেমের জন্য অপ্টিমাইজ করা।

FPDF – PDF ডকুমেন্ট তৈরি করার জন্য একটি পাইথন লাইব্রেরি।

জ্যামিতিক কোর – একটি সফটওয়্যার উপাদান, যা CAD, BIM এবং অন্যান্য প্রকৌশল অ্যাপ্লিকেশনে জ্যামিতিক বস্তু তৈরি, সম্পাদনা এবং বিশ্লেষণের জন্য মৌলিক অ্যালগরিদম প্রদান করে।

HiPPO (Highest Paid Person's Opinion) – সিদ্ধান্ত গ্রহণের একটি পদ্ধতি, যা সংস্থার সবচেয়ে উচ্চ বেতনের ব্যক্তির মতামতের উপর ভিত্তি করে, পরিবর্তে নিরপেক্ষ ডেটার উপর।

IDE (Integrated Development Environment) – একটি সমন্বিত উন্নয়ন পরিবেশ, কোড লেখার, পরীক্ষার এবং ডিবাগ করার জন্য একটি সমন্বিত সরঞ্জাম (যেমন, PyCharm, VS Code, Jupyter Notebook)।

IDS (Information Delivery Specification) – তথ্যের স্থানান্তরের স্পেসিফিকেশন, যা প্রকল্পের বিভিন্ন পর্যায়ে ডেটার প্রয়োজনীয়তা নির্ধারণ করে।

IFC (Industry Foundation Classes) – BIM ডেটা বিনিময়ের একটি ফরম্যাট, যা বিভিন্ন সফটওয়্যার সমাধানের মধ্যে সামঞ্জস্য নিশ্চিত করে।

Industry 5.0 – শিল্পের উন্নয়নের একটি ধারণা, যা ডিজিটলাইজেশন, অটোমেশন এবং কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তার সম্ভাবনাগুলিকে মানবিক সম্ভাবনা এবং পরিবেশগত স্থায়িত্বের সাথে একত্রিত করে।

ডেটা ইন্টিগ্রেশন – বিভিন্ন উৎস থেকে ডেটাকে একত্রিত করার প্রক্রিয়া, একটি একক, সমন্বিত সিস্টেমে তথ্যের একটি একক উপস্থাপন নিশ্চিত করার জন্য।

তথ্যের সাইলোস – বিচ্ছিন্ন ডেটা সংরক্ষণ সিস্টেম, যা অন্যান্য সিস্টেমের সাথে তথ্য বিনিময় করে না, ফলে ডেটার কার্যকর ব্যবহারের জন্য বাধা সৃষ্টি করে।

IoT (Internet of Things) – শারীরিক বস্তুগুলিকে ইন্টারনেটে সংযুক্ত করার ধারণা, ডেটা সংগ্রহ, প্রক্রিয়াকরণ এবং স্থানান্তরের জন্য।

k-NN (k-Nearest Neighbors) – একটি মেশিন লার্নিং অ্যালগরিদম, যা প্রশিক্ষণ সেটে নিকটতম প্রতিবেশীদের সাথে সাদৃশ্যের ভিত্তিতে বস্তু শ্রেণীবদ্ধ করে।

Kaggle – ডেটা বিশ্লেষণ এবং মেশিন লার্নিং প্রতিযোগিতার জন্য একটি প্ল্যাটফর্ম।

ক্যালকুলেশন – নির্দিষ্ট পরিমাপের জন্য নির্মাণ কাজ বা প্রক্রিয়ার খরচ গণনা (যেমন, 1 ম^২ জিপসাম ওয়াল, 1 ম^৩ কংক্রিটের জন্য)।

KPI (Key Performance Indicators) – মূল কার্যকারিতা সূচক, পরিমাণগতভাবে পরিমাপযোগ্য মেট্রিক, যা একটি কোম্পানি বা নির্দিষ্ট প্রকল্পের কার্যকারিতা মূল্যায়নের জন্য ব্যবহৃত হয়।

লেবেলস (Labels) – মেশিন লার্নিংয়ে, লক্ষ্য পরিবর্তনশীল বা অ্যাট্রিবিউট, যা মডেলটি পূর্বাভাস দিতে হবে।

লার্নিং অ্যালগরিদম (Learning Algorithm) – মডেলে সেরা হাইপোথিসিস খোঁজার প্রক্রিয়া, যা লক্ষ্য ফাংশনের সাথে সঙ্গতিপূর্ণ, প্রশিক্ষণ ডেটার সেট ব্যবহার করে।

লিনিয়ার রিগ্রেশন (Linear Regression) – একটি পরিসংখ্যানগত পদ্ধতি, যা নির্ভরশীল পরিবর্তনশীল এবং এক বা একাধিক স্বাধীন পরিবর্তনশীলের মধ্যে সম্পর্ক মডেল করে।

LLM (Large Language Model) – একটি বৃহৎ ভাষার মডেল, কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা, যা বিশাল ডেটা সেটের ভিত্তিতে পাঠ্য বোঝার এবং তৈরি করার জন্য প্রশিক্ষিত, যা প্রসঙ্গ বিশ্লেষণ এবং প্রোগ্রামিং কোড লেখার সক্ষমতা রাখে।

LOD (Level of Detail/Development) – মডেলের বিস্তারিততার স্তর, যা জ্যামিতিক সঠিকতা এবং তথ্যের পূর্ণতার ডিগ্রি নির্ধারণ করে।

যৌক্তিক তথ্য মডেল – সত্তা, বৈশিষ্ট্য, কী এবং সম্পর্কের বিস্তারিত বর্ণনা, যা ব্যবসায়িক তথ্য এবং নিয়ম প্রতিফলিত করে, ধারণাগত এবং শারীরিক মডেলের মধ্যে একটি মধ্যবর্তী পর্যায়।

মেশিন লার্নিং – কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তার একটি পদ্ধতি, যা কম্পিউটার সিস্টেমগুলিকে ডেটার ভিত্তিতে শেখার এবং পূর্বাভাস দেওয়ার অনুমতি দেয়, স্পষ্ট প্রোগ্রামিং ছাড়াই।

মাস্টারফরম্যাট – নির্মাণ স্পেসিফিকেশনগুলিকে বিভাগ এবং শৃঙ্খলার মাধ্যমে সংগঠিত করার জন্য ব্যবহৃত প্রথম প্রজন্মের শ্রেণীবিভাগ ব্যবস্থা।

এমইপি (যান্ত্রিক, বৈদ্যুতিক, প্লাস্টিং) – ভবনের প্রকৌশল সিস্টেম, যা যান্ত্রিক, বৈদ্যুতিক এবং স্যানিটারি উপাদানগুলি অন্তর্ভুক্ত করে।

মেশ – 3D-অবজেক্টগুলির একটি জালিক উপস্থাপনা, যা শীর্ষ, প্রান্ত এবং পৃষ্ঠাগুলি নিয়ে গঠিত।

মডেল – মেশিন লার্নিংয়ে, বিভিন্ন অনুমানের একটি সেট, যার মধ্যে একটি লক্ষ্য ফাংশনকে পূর্বাভাস বা আপ্রিক্সিমেন্ট করার জন্য প্রায় কাছাকাছি।

তথ্য মডেলিং – তথ্য এবং তাদের সম্পর্কের একটি কাঠামোগত উপস্থাপনা তৈরি করার প্রক্রিয়া, যা তথ্য সিস্টেমগুলিতে বাস্তবায়নের জন্য ধারণাগত, যৌক্তিক এবং শারীরিক স্তরগুলি অন্তর্ভুক্ত করে।

n8n – একটি ওপেন সোর্স টুল যা স্বয়ংক্রিয় কাজের প্রবাহ এবং অ্যাপ্লিকেশনগুলির সংহতকরণের জন্য লো-কোড পদ্ধতির মাধ্যমে ব্যবহৃত হয়।

নরমালাইজেশন – মেশিন লার্নিংয়ে, বিভিন্ন সংখ্যাগত ডেটাকে একটি একক স্কেলে নিয়ে আসার প্রক্রিয়া, যা তাদের প্রক্রিয়াকরণ এবং বিশ্লেষণকে সহজতর করে।

রিভার্স ইঞ্জিনিয়ারিং – একটি বস্তুটির গঠন, কার্যকারিতা এবং উৎপাদন প্রযুক্তি অধ্যয়ন করার প্রক্রিয়া, এর গঠন, কার্য এবং কাজ বিশ্লেষণের মাধ্যমে। তথ্যের প্রেক্ষাপটে – প্রোপ্রাইটারি ফরম্যাট থেকে তথ্য বের করা, যা খোলামেলা সিস্টেমে ব্যবহারের জন্য।

ওসিআর (অপটিক্যাল ক্যারেক্টার রিকগনিশন) – একটি প্রযুক্তি যা চিত্রের পাঠ্য (স্ক্যান করা ডকুমেন্ট, ফটোগ্রাফ) কে মেশিন-পঠনযোগ্য পাঠ্য ফরম্যাটে রূপান্তর করতে সক্ষম।

ওম্নিক্লাস – নির্মাণের তথ্য পরিচালনার জন্য দ্বিতীয় প্রজন্মের আন্তর্জাতিক শ্রেণীবিভাগ মান।

অন্টোলজি – ধারণার পারস্পরিক সম্পর্কের একটি ব্যবস্থা, যা একটি নির্দিষ্ট জ্ঞানের ক্ষেত্রকে ফরমালাইজ করে।

ওপেন সোর্স – সফটওয়্যার উন্নয়ন এবং বিতরণের একটি মডেল, যার ওপেন সোর্স কোড মুক্ত ব্যবহারের, অধ্যয়নের এবং পরিবর্তনের জন্য উপলব্ধ।

ওপেন BIM – একটি ওপেন BIM ধারণা, যা বিভিন্ন সফটওয়্যার সমাধানের মধ্যে তথ্য বিনিময়ের জন্য ওপেন স্ট্যান্ডার্ড এবং ফরম্যাট ব্যবহারের প্রস্তাব করে।

ওপেন স্ট্যান্ডার্ড – নির্দিষ্ট কাজ অর্জনের জন্য জনসাধারণের জন্য উপলব্ধ স্পেসিফিকেশন, যা বিভিন্ন সিস্টেমকে পারস্পরিকভাবে কাজ করতে এবং তথ্য বিনিময় করতে সক্ষম করে।

প্যাশাস – ডেটা প্রক্রিয়াকরণ এবং বিশ্লেষণের জন্য একটি ওপেন সোর্স পাইথন লাইব্রেরি, যা টেবিলের তথ্যের সাথে কার্যকরভাবে কাজ করার জন্য ডেটাফ্রেম এবং সিরিজের ডেটা স্ট্রাকচার প্রদান করে।

ওপেন ডেটা প্যারাডাইম – ডেটা প্রক্রিয়াকরণের একটি পদ্ধতি, যেখানে তথ্য ব্যবহারের, পুনরায় ব্যবহারের এবং বিতরণের জন্য মুক্তভাবে উপলব্ধ হয়।

প্যারামেট্রিক পদ্ধতি – নির্মাণ প্রকল্পের মূল্যায়নের একটি পদ্ধতি, যা প্রকল্পের প্যারামিটারগুলির ভিত্তিতে মূল্য নির্ধারণের জন্য পরিসংখ্যানগত মডেল ব্যবহার করে।

পিআইএমএস (প্রকল্প তথ্য মডেল) – একটি ডিজিটাল সিস্টেম, যা সমস্ত প্রকল্পের তথ্য সংগঠিত, সংরক্ষণ এবং বিনিময়ের জন্য ডিজাইন করা হয়েছে।

পাইপলাইন – তথ্য প্রক্রিয়াকরণের একটি ক্রম, যা তথ্য আহরণ এবং রূপান্তর থেকে শুরু করে বিশ্লেষণ এবং ভিজুয়লাইজেশন পর্যন্ত বিস্তৃত।

PMIS (প্রকল্প তথ্য ব্যবস্থাপনা সিস্টেম) – একটি প্রকল্প ব্যবস্থাপনা সিস্টেম, যা একটি নির্দিষ্ট নির্মাণ প্রকল্পের স্তরে কাজের সম্পাদনের বিস্তারিত নিয়ন্ত্রণের জন্য ডিজাইন করা হয়েছে।

পূর্বাভাসমূলক বিশ্লেষণ (Predictive Analytics) – বিশ্লেষণের একটি শাখা, যা ঐতিহাসিক তথ্যের ভিত্তিতে ভবিষ্যৎ ফলাফল পূর্বাভাস দেওয়ার জন্য পরিসংখ্যানগত পদ্ধতি এবং মেশিন লার্নিং ব্যবহার করে।

নির্দেশমূলক বিশ্লেষণ (Prescriptive Analytics) – বিশ্লেষণের একটি শাখা, যা ভবিষ্যৎ ফলাফলগুলি পূর্বাভাস দেওয়ার পাশাপাশি কাঙ্ক্ষিত ফলাফল অর্জনের জন্য সর্বোত্তম পদক্ষেপ প্রস্তাব করে।

প্রোপ্রাইটারি ফরম্যাট – বন্ধ ফরম্যাটের তথ্য, যা একটি নির্দিষ্ট কোম্পানির দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়, যা তথ্য বিনিময়ের সম্ভাবনাকে সীমিত করে এবং নির্দিষ্ট সফটওয়্যারের উপর নির্ভরশীলতা বাড়ায়।

QTO (পরিমাণ গ্রহণ) – প্রকল্পের নথিপত্র থেকে উপাদানের পরিমাণগত বৈশিষ্ট্যগুলি আহরণের প্রক্রিয়া, যা প্রকল্প বাস্তবায়নের জন্য প্রয়োজনীয় উপকরণের পরিমাণ হিসাব করতে ব্যবহৃত হয়।

গুণমান ব্যবস্থাপনা সিস্টেম – একটি গুণমান ব্যবস্থাপনা সিস্টেম, যা প্রক্রিয়া এবং ফলাফলগুলি নির্ধারিত প্রয়োজনীয়তার সাথে সঙ্গতিপূর্ণতা নিশ্চিত করে।

RAG (রিট্রিভাল-অগমেন্টেড জেনারেশন) – একটি পদ্ধতি, যা ভাষার মডেলের জেনারেটিভ ক্ষমতাগুলিকে কর্পোরেট ডেটাবেস থেকে প্রাসঙ্গিক তথ্য আহরণের সাথে সংযুক্ত করে, যা উত্তরগুলির সঠিকতা এবং প্রাসঙ্গিকতা বাড়ায়।

RDBMS (রিলেশনাল ডেটাবেস ম্যানেজমেন্ট সিস্টেম) – একটি রিলেশনাল ডেটাবেস পরিচালনার সিস্টেম, যা তথ্যকে পারস্পরিক সম্পর্কিত টেবিলের আকারে সংগঠিত করে।

RegEx (নিয়মিত অভিব্যক্তি) – একটি ফরমালাইজড ভাষা যা স্ট্রিং অনুসন্ধান এবং প্রক্রিয়াকরণের জন্য ব্যবহৃত হয়, যা নির্দিষ্ট মানদণ্ডের উপর ভিত্তি করে টেক্সট ডেটার সাথে সঙ্গতি যাচাই করার জন্য প্যাটার্ন নির্ধারণ করতে সক্ষম।

রিগ্রেশন (Regression) – পরিবর্তনশীলগুলির মধ্যে সম্পর্ক বিশ্লেষণের জন্য একটি পরিসংখ্যানগত পদ্ধতি।

CO₂ হিসাব – নির্মাণ উপকরণ এবং প্রক্রিয়ার উৎপাদন ও ব্যবহারের সাথে সম্পর্কিত কার্বন ডাইঅক্সাইড নিগমনের মূল্যায়নের একটি পদ্ধতি।

রিসোর্স পদ্ধতি – একটি বাজেট প্রস্তুতির পদ্ধতি, যা নির্মাণ কাজ সম্পাদনের জন্য প্রয়োজনীয় সমস্ত সম্পদের (উপকরণ, শ্রম, যন্ত্রপাতি) বিস্তারিত বিশ্লেষণের উপর ভিত্তি করে।

RFID (রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি আইডেন্টিফিকেশন) – একটি প্রযুক্তি যা রেডিও সিগন্যালের মাধ্যমে বস্তুগুলির স্বয়ংক্রিয় শনাক্তকরণে ব্যবহৃত হয়, যা উপকরণ, যন্ত্রপাতি এবং কর্মীদের ট্র্যাকিংয়ের জন্য ব্যবহৃত হয়।

ROI (রিটার্ন অন ইনভেস্টমেন্ট) – একটি সূচক, যা লাভ এবং বিনিয়োগকৃত অর্থের মধ্যে অনুপাত প্রতিফলিত করে, যা বিনিয়োগের কার্যকারিতা মূল্যায়নের জন্য ব্যবহৃত হয়।

SaaS (সফটওয়্যার অ্যাজ আ সার্ভিস) – একটি সফটওয়্যার সরবরাহের মডেল, যেখানে অ্যাপ্লিকেশনগুলি প্রদানকারীর দ্বারা হোস্ট করা হয় এবং ব্যবহারকারীদের জন্য ইন্টারনেটের মাধ্যমে উপলব্ধ।

SCM (সাপ্লাই চেইন ম্যানেজমেন্ট) – সরবরাহ চেইনগুলির ব্যবস্থাপনা, যা উপকরণ ক্রয় থেকে প্রস্তুত পণ্য বিতরণ পর্যন্ত সমস্ত প্রক্রিয়ার সমন্বয় এবং অপ্টিমাইজেশন অন্তর্ভুক্ত করে।

ডেটা সাইলোস – একটি প্রতিষ্ঠানে বিচ্ছিন্ন তথ্য সংরক্ষণাগার, যা অন্যান্য সিস্টেমের সাথে সংহত নয়, যা তথ্য বিনিময়কে কঠিন করে এবং কার্যকারিতা কমিয়ে দেয়।

SQL (স্ট্রাকচারড কুয়েরি ল্যাঙ্গুয়েজ) – একটি স্ট্রাকচারড কুয়েরি ভাষা, যা রিলেশনাল ডেটাবেসের সাথে কাজ করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

SQLite – একটি হালকা, এমবেডেবল, ক্রস-প্ল্যাটফর্ম ডেটাবেস ম্যানেজমেন্ট সিস্টেম, যা পৃথক সার্ভারের প্রয়োজন ছাড়াই এবং SQL এর মৌলিক ফিচারগুলি সমর্থন করে, যা মোবাইল অ্যাপ্লিকেশন এবং এমবেডেড সিস্টেমে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়।

কাঠামোগত তথ্য – একটি নির্দিষ্ট ফরম্যাটে সংগঠিত তথ্য, যার একটি স্পষ্ট কাঠামো রয়েছে, যেমন রিলেশনাল ডেটাবেস বা টেবিলগুলিতে।

দুর্বল-সংগঠিত তথ্য – আংশিকভাবে সংগঠিত এবং নমনীয় কাঠামোর তথ্য, যেমন JSON বা XML, যেখানে বিভিন্ন উপাদান বিভিন্ন সেটের বৈশিষ্ট্য ধারণ করতে পারে।

সত্তা (ইংরেজি: entity) হল বাস্তব বিশ্বের একটি নির্দিষ্ট বা বিমূর্ত বস্তু, যা স্পষ্টভাবে চিহ্নিত, বর্ণনা এবং ডেটার আকারে উপস্থাপন করা যায়।

সুপারভাইজড লার্নিং (শিক্ষকের সাথে শিক্ষা) – একটি ধরনের মেশিন লার্নিং, যেখানে অ্যালগরিদম লেবেলযুক্ত তথ্যের উপর প্রশিক্ষিত হয়, যেখানে প্রতিটি উদাহরণের জন্য কাঙ্ক্ষিত ফলাফল জানা থাকে।

ট্যাক্সোনমি – একটি শ্রেণীবিভাগের হায়ারার্কিকাল সিস্টেম, যা সাধারণ বৈশিষ্ট্যের ভিত্তিতে উপাদানগুলিকে শ্রেণীতে সিস্টেম্যাটিকভাবে বিতরণ করতে ব্যবহৃত হয়।

টাইটানিক ডেটাসেট – মেশিন লার্নিং মডেলগুলির প্রশিক্ষণ এবং পরীক্ষার জন্য একটি জনপ্রিয় ডেটাসেট।

প্রশিক্ষণ (ট্রেনিং) – একটি প্রক্রিয়া, যেখানে মেশিন লার্নিং অ্যালগরিদম তথ্য বিশ্লেষণ করে প্যাটার্ন চিহ্নিত করে এবং একটি মডেল তৈরি করে।

ট্রান্সফার লার্নিং – মেশিন লার্নিংয়ের একটি পদ্ধতি, যেখানে একটি কাজের জন্য প্রশিক্ষিত মডেল অন্য কাজের জন্য একটি প্রারম্ভিক পয়েন্ট হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

ডেটা ট্রান্সফারমেশন – তথ্যের ফরম্যাট, কাঠামো বা বিষয়বস্তু পরিবর্তনের প্রক্রিয়া, যাতে সেগুলি পরবর্তী ব্যবহারের জন্য প্রস্তুত করা যায়।

ডেটার প্রয়োজনীয়তা – আনুষ্ঠানিকভাবে নির্ধারিত মানদণ্ড, যা ব্যবসায়িক প্রক্রিয়াগুলিকে সমর্থন করার জন্য প্রয়োজনীয় তথ্যের কাঠামো, ফরম্যাট, পূর্ণতা এবং গুণমান নির্ধারণ করে।

নির্মাণ শিল্পের উবারাইজেশন – ডিজিটাল প্ল্যাটফর্মগুলির প্রভাবে নির্মাণে ঐতিহ্যবাহী ব্যবসায়িক মডেলগুলির রূপান্তরের প্রক্রিয়া, যা মধ্যস্থতাকারী ছাড়াই গ্রাহক এবং কর্মীদের সরাসরি যোগাযোগ নিশ্চিত করে।

ইউনিক্লাস – দ্বিতীয় এবং তৃতীয় প্রজন্মের নির্মাণ উপাদানের শ্রেণীবিভাগের একটি সিস্টেম, যা যুক্তরাজ্যে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়।

ইউএসডি (ইউনিভার্সাল সিন ডিসক্রিপশন) – একটি ডেটা ফরম্যাট, যা কম্পিউটার গ্রাফিক্সের জন্য তৈরি করা হয়েছে, কিন্তু সহজ কাঠামো এবং জ্যামিতিক কোর থেকে স্বাধীনতার কারণে প্রকৌশল সিস্টেমগুলিতে প্রয়োগ পেয়েছে।

ডেটা ভ্যালিডেশন – তথ্যের একটি প্রক্রিয়া, যা প্রতিষ্ঠিত মানদণ্ড এবং প্রয়োজনীয়তার সাথে সঙ্গতি যাচাই করে, তথ্যের সঠিকতা, পূর্ণতা এবং সামঞ্জস্য নিশ্চিত করে।

ভেক্টর ডেটাবেস – একটি বিশেষ ধরনের ডেটাবেস, যা মাল্টিডাইমেনশনাল ভেক্টর আকারে তথ্য সংরক্ষণ করে, কার্যকরী সেমান্টিক অনুসন্ধান এবং বস্তু তুলনার জন্য।

ভেক্টর উপস্থাপন (এস্বেডিং) – তথ্যকে মাল্টিডাইমেনশনাল সংখ্যাগত ভেক্টরে রূপান্তরের একটি পদ্ধতি, যা মেশিন অ্যালগরিদমগুলিকে কার্যকরভাবে তথ্য প্রক্রিয়া এবং বিশ্লেষণ করতে সক্ষম করে।

ভেক্টরঅপস – মাল্টিডাইমেনশনাল ভেক্টর ডেটার প্রক্রিয়াকরণ, সংরক্ষণ এবং বিশ্লেষণের উপর দৃষ্টি নিবদ্ধ করা একটি পদ্ধতি, যা ডিজিটাল ডুয়েল এবং সেমান্টিক অনুসন্ধানের মতো ক্ষেত্রগুলিতে বিশেষভাবে প্রাসঙ্গিক।

ভিজুয়লাইজেশন – তথ্যের গ্রাফিক উপস্থাপন, যা তথ্যের আরও কার্যকরী উপলব্ধি এবং বিশ্লেষণের জন্য।

শর্তাবলী আলফাবেটিকভাবে তাদের ইংরেজি নামের ভিত্তিতে বিভক্ত করা হয়েছে।

সাহিত্য তালিকা এবং অনলাইন উপকরণ

- [1] গার্টনার, "আইটি কী মেট্রিক্স ডেটা 2017: প্রকাশিত নথি এবং মেট্রিক্সের সূচক," 12 ডিসেম্বর 2016। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://www.gartner.com/en/documents/3530919>। [তারিখে প্রবেশ: 1 মার্চ 2025]।
- [2] কেপিএমজি, "পরিচিত চ্যালেঞ্জ - নতুন পদ্ধতি। 2023 গ্লোবাল কনস্ট্রাকশন সার্ভে," 1 জানুয়ারি 2023। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmgsites/xx/pdf/2023/06/familiar-challenges-new-solutions-1.pdf>। [তারিখে প্রবেশ: 5 মার্চ 2025]।
- [3] এফ. আর. বার্নার্ড, "একটি ছবি হাজার শব্দের সমান," ১০ মার্চ ১৯২৭। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: https://en.wikipedia.org/wiki/A_picture_is_worth_a_thousand_words। [অভিগমন তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [৪] এম. ব্যাস্টিয়ান, মাইক্রোসফটের সিইও সত্য নাদেলা বলেছেন যে স্ব-দাবি করা এজিআই "অর্থহীন বেঞ্চমার্ক হ্যাকিং"। ২১ ফেব্রুয়ারি ২০২৫। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://the-decoder.com/microsoft-ceo-satya-nadella-says-self-claiming-agi-is-nonsensical-benchmark-hacking/>। [অভিগমন তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [৫] W. E. ফোরাম, ফোরাম নির্মাণের ভবিষ্যত গঠন – একটি রূপান্তরিত দৃশ্যপট, ১ জানুয়ারি ২০১৬। [ইন্টারনেটে উপলব্ধ]। https://www3.weforum.org/docs/WEF_Shaping_the_Future_of_Construction.pdf। [অভিগমন তারিখ: ২ মার্চ ২০২৫]।
- [৬] স. ডি. গিল্লেসপি, গ্লে: পৃথিবীর জটিলতা মাটির যুগে, ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://ufl.pb.unizin.org/imos/chapter/clay/>।
- [৭] পাপিরাস ৩শ শতাব্দী পূর্ব খ্রিস্টাব্দ। ভাষা - গ্রীক। ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://www.facebook.com/429710190886668/posts/595698270954525>।
- [৮] মনিটরিং: উপলব্ধ সরঞ্জামগুলির ব্যবহার করা, 1980। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10246720/>। [অবস্থান তারিখ: 15 মার্চ 2025]।
- [৯] পিডব্লিউসি, "ডেটা চালিত: দ্রুত পরিবর্তনশীল ব্যবসায়িক জগতের জন্য শিক্ষার্থীদের সফল হওয়ার প্রয়োজনীয়তা," ১৫ ফেব্রুয়ারি ২০১৫। [ইন্টারনেটে উপলব্ধ]। <https://www.pwc.com/us/en/faculty-resource/assets/PwC-Data-driven-paper-Feb2015.pdf>। [অভিগমন তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [১০] স্কান্সকা ইউএসএ, "পতন নির্মাণ বাজারের প্রবণতা," ২ নভেম্বর ২০২৩। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://x.com/SkanskaUSA/status/1720167220817588714>।
- [১১] অক্সফোর্ড এসেনশিয়াল কোডেশনস (৪র্থ সংস্করণ), অক্সফোর্ড ইউনিভার্সিটি প্রেস, ২০১৬। [ইন্টারনেটে উপলব্ধ]। <https://www.oxfordreference.com/display/10.1093/acref/9780191826719.001.0001/q->

- oro-ed4-00006236। [অবস্থান তারিখ: ১ মার্চ ২০২৫]।
- [১২] সন্দারগার্ড ডেটা অ্যানালিটিক্স সম্পর্কে, [ইন্টারনেটে]. উপলব্ধ:
<https://www.causeweb.org/cause/resources/library/r2493>. [অ্যাক্সেসের তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫].
- [১৩] কিভাবে বৈশ্বিক এআই আগ্রহ ডেটা ব্যবস্থাপনা বাজারকে উত্সাহিত করেছে, ২৮ মে ২০২৪। [ইন্টারনেটে]।
 উপলব্ধ: <https://iot-analytics.com/how-global-ai-interest-is-boosting-data-management-market/>
 [অভিগমন তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [১৪] ই. ম্যাককিউ, "ইআরপি ইতিহাস," ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ:
<https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/erp/erp-history.shtml>।
- [১৫] এআরপি স্কাউট, «এআরপি মূল্য: একটি এআরপি সিস্টেমের খরচ কত?», [ইন্টারনেটে]. উপলব্ধ:
<https://erpscout.de/en/erp-costs/>. [অভিগমন তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫].
- [১৬] সফটওয়্যারপাথ, ১,৩৮৪টি ইআরপি প্রকল্প আমাদের ইআরপি নির্বাচন সম্পর্কে কী বলে (২০২২ ইআরপি
 রিপোর্ট), ১৮ জানুয়ারী ২০২২। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://softwarepath.com/guides/erp-report/>
 [অভিগমন তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [১৭] ডেলয়েট, "ডেটা-চালিত ব্যবস্থাপনা ডিজিটাল মূলধন প্রকল্পে," ১৬ ডিসেম্বর ২০১৬। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ:
[https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/Real%20Estate/us-engineering-
 construction-data-driven-management-digital-capital-projects.pdf](https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/Real%20Estate/us-engineering-construction-data-driven-management-digital-capital-projects.pdf)। [অভিগমন তারিখ: ১ মার্চ ২০২৫]।
- [১৮] ম্যাককিন্সি, "২০২৫ সালের ডেটা-চালিত প্রতিষ্ঠান," ২৮ জানুয়ারী ২০২২। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ:
[https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-data-driven-enterprise-of-
 2025](https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-data-driven-enterprise-of-2025)। [অভিগমন তারিখ: ২২ মে ২০২৪]।
- [১৯] উইকিপিডিয়া, "মুরের আইন," [ইন্টারনেটে]. উপলব্ধ: https://en.wikipedia.org/wiki/Moore%27s_law.
 [অবস্থান তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫].
- [২০] অ্যাকসেঞ্চার, "পুঁজি প্রকল্পের মাধ্যমে আরও মূল্য তৈরি করা," ১ জানুয়ারী ২০২০। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ:
[https://www.accenture.com/content/dam/accenture/final/a-com-migration/r3-3/pdf/pdf-
 143/accenture-industryx-building-value-capital-projects-highres.pdf](https://www.accenture.com/content/dam/accenture/final/a-com-migration/r3-3/pdf/pdf-143/accenture-industryx-building-value-capital-projects-highres.pdf)। [তারিখে প্রবেশ: ৩ মার্চ ২০২৪]।
- [২১] বি. মার, "প্রতিদিন আমরা কত ডেটা তৈরি করি? মাইন্ড-ব্লোয়িং পরিসংখ্যান যা সবার পড়া উচিত," ২০১৮।
 [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: [https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/05/21/how-much-data-do-
 we-create-every-day-the-mind-blowing-stats-everyone-should-read/](https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/05/21/how-much-data-do-we-create-every-day-the-mind-blowing-stats-everyone-should-read/)।
- [২২] প্রতিদিন কত পরিমাণ তথ্য উৎপন্ন হয়?, 2024। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ:
<https://graduate.northeastern.edu/resources/how-much-data-produced-every-day/>.
- [২৩] টি. স্যালিভান, "এআই এবং বৈশ্বিক 'ডেটাফিয়ার': ২০২৫ সালের মধ্যে মানবজাতির কাছে কত তথ্য থাকবে?"
 ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://www.datauniverseevent.com/en-us/blog/general/AI-and-the->

Global-Datasphere-How-Much-Information-Will-Humanity-Have-By-2025.html |

- [২৪] Statista, "পশ্চিম ইউরোপের বিভিন্ন অঞ্চলে 1454 থেকে 1800 সালের মধ্যে প্রতি অর্ধশতকে উৎপাদিত মুদ্রিত বইয়ের মোট সংখ্যা," [ইন্টারনেটে]. উপলব্ধ: <https://www.statista.com/statistics/1396121/europe-book-production-half-century-region-historical/>. [অভিগমন তারিখ: 1 মার্চ 2025].
- [২৫] প্রিমার সিজনিং, ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://cloud.google.com/storage/pricing-examples> |
- [২৬] এম. আশারে, "প্রতিষ্ঠানগুলি জটিলতা বাড়ার সাথে সাথে ডেটা স্টোরেজ আউটসোর্স করছে," ১০ মে ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://www.ciodive.com/news/enterprises-outsource-data-storage-complexity-rises/715854/>। [অভিগমন তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [২৭] JETSOFTPRO, SaaS কি মৃত? মাইক্রোসফটের সিইওর চমকপ্রদ পূর্বাভাস ব্যাখ্যা করা হয়েছে, ১৩ জানুয়ারী ২০২৫। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://jetsoftpro.com/blog/saas-is-dead/> |
- [২৮] BG2 পড, সংঘ নাদেলা | BG2 উইথ বিল গার্লি ও ব্র্যাড গারস্টনার, ১২ ডিসেম্বর ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: https://www.youtube.com/watch?v=9NtsnzRFJ_o। [অ্যাক্সেসের তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [২৯] গুডরিডস, টিম বার্নার্স-লি, [ইন্টারনেটে]. উপলব্ধ: <https://www.goodreads.com/quotes/8644920-data-is-a-precious-thing-and-will-last-longer-than>. [অবস্থান তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫].
- [৩০] KPMG, কিউ কনস্ট্রাকশন ৪.০: মেক-অর-ব্রেক টাইম, ১ জানুয়ারী ২০২৩। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://kpmg.com/ca/en/home/insights/2023/05/cue-construction-make-or-break-time.html> | [তারিখে প্রবেশ: ৫ মার্চ ২০২৫]।
- [৩১] আই. ডাইনিংগার, বি. কোচ, আর. বাউকনেহট এবং এম. লাংহাস, "ডিজিটাল মডেল ব্যবহার করে উৎপাদন স্থানের কার্বন নিঃসরণ কমানো: ভবন মডেল, উৎপাদন মডেল এবং শক্তি মডেল সংযোগের একটি কেস স্টাডি," ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: https://www.researchgate.net/publication/374023998_Using_Digital_Models_to_Decarbonize_a_Production_Site_A_Case_Study_of_Connecting_the_Building_Model_Production_Model_and_Energy_Model |
- [৩২] ম্যাককিন্সি, "নির্মাণ পুনঃআবিষ্কার: উচ্চ উৎপাদনশীলতার একটি পথ," ১ ফেব্রুয়ারি ২০১৭। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%20functions/operations/our%20insights/reinventing%20construction%20through%20a%20productivity%20revolution/mgi-reinventing-construction-a-route-to-higher-productivity-full-report.pdf> |
- [৩৩] কনস্ট্রাকশন টাস্ক ফোর্স, ডেপুটি প্রাইম মিনিস্টারের উদ্দেশ্যে, «নির্মাণের পুনর্বিবেচনা,» ১ অক্টোবর ২০১৪। [ইন্টারনেটে উপলব্ধ]. https://constructingexcellence.org.uk/wp-content/uploads/2014/10/rethinking_construction_report.pdf.

- [৩৪] ফোর্বস, "মতামত ছাড়া, আপনি কেবল একটি ডেটা সহ অন্য একজন ব্যক্তি," ১৫ মার্চ ২০১৬। [ইন্টারনেটে]।
উপলব্ধ: <https://www.forbes.com/sites/silberzahnjones/2016/03/15/without-an-opinion-youre-just-another-person-with-data/>। [অভিগমন তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [৩৫] উইকিউট, চার্লস ব্যাবেজ, [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: https://en.wikiquote.org/wiki/Charles_Babbage।
[অভিগমন তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [৩৬] এসএপি, "নতুন গবেষণা প্রকাশ করেছে যে প্রায় অর্ধেক নির্বাহী তাদের উপর এআইকে বেশি বিশ্বাস করেন," ১২ মার্চ ২০২৫। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://news.sap.com/2025/03/new-research-executive-trust-ai/>।
[অভিগমন তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [৩৭] কানাডিয়ান কনস্ট্রাকশন অ্যাসোসিয়েশন এবং কেপিএমজি কানাডা, ২০২১, "ডিজিটাল জগতের নির্মাণ," ১ মে ২০২১। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ:
<https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/ca/pdf/2021/05/construction-in-the-digital-age-report-en.pdf>। [অভিগমন তারিখ: ৫ মার্চ ২০২৫]।
- [৩৮] জেডসিএস, "পঞ্চম শিল্প বিপ্লবের ডিকোডিং," [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://www.pwc.in/decoding-the-fifth-industrial-revolution.html>। [অবস্থান তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [৩৯] এম. কে, ব্যক্তিগত অধিকার এবং জনসাধারণের সমস্যা: বৈশ্বিক অর্থনীতির, পিটারসন ইনস্টিটিউট ফর ইন্টারন্যাশনাল ইকোনমিকস, ২০১২।
- [৪০] এফ. এন. এ. ওয়াই. জেড. হার্ডার্ড বিজনেস স্কুল: ম্যানুয়েল হফম্যান, ওপেন সোর্স সফটওয়্যারের মূল্য, ২৪ জানুয়ারি ২০২৪। [ইন্টারনেটে উপলব্ধ]। পাওয়া গেছে:
<https://www.hbs.edu/faculty/Pages/item.aspx?num=65230>। [অভিগমন তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [৪১] নৌবাহিনী কেন্দ্রের খরচ বিশ্লেষণ, বিমান বাহিনীর খরচ বিশ্লেষণ সংস্থা, সফটওয়্যার উন্নয়ন খরচ নির্ধারণের হ্যান্ডবুক, ১ সেপ্টেম্বর ২০০৮। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ:
<https://www.dau.edu/sites/default/files/Migrated/CopDocuments/SW%20Cost%20Est%20Manual%20Vol%20I%20rev%2010.pdf>।
- [৪২] ম্যাককিন্সি, "নির্মাণ উৎপাদনশীলতা উন্নয়ন," [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ:
<https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/improving-construction-productivity>। [অবস্থান তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [৪৩] এ. জি. এ. সি. সিভারসন, "মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের নির্মাণ খাতে উৎপাদনশীলতার অদ্ভুত এবং ভয়াবহ পথ," ১৯ জানুয়ারি ২০২৩। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://bfi.uchicago.edu/insight/research-summary/the-strange-and-awful-path-of-productivity-in-the-us-construction-sector/>। [অভিগমন তারিখ: ১ মার্চ ২০২৫]।
- [৪৪] ম্যাককিন্সি, "নির্মাণ উৎপাদনশীলতার উপর কার্যকরীভাবে কাজ করা আর বিকল্প নয়," ৯ আগস্ট ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/delivering-on->

- construction-productivity-is-no-longer-optional। [অভিগমন তারিখ: ৫ মার্চ ২০২৫]।
- [৪৫] ING গ্রুপ, নির্মাণে উৎপাদনশীলতার পিছিয়ে পড়া নির্মাণ খরচ বাড়িয়ে দিচ্ছে, ১২ ডিসেম্বর ২০২২। [ইন্টারনেটে উপলব্ধ]। <https://think.ing.com/articles/lagging-productivity-drives-up-building-costs-in-many-eu-countries/>। [অভিগমন তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [৪৬] এম. বেরম্যান, «মাইক্রোসফট সিইওর চমকপ্রদ পূর্বাভাস: “এজেন্টগুলি সমস্ত সফটওয়্যার প্রতিস্থাপন করবে”,» ১৯ ডিসেম্বর ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://www.youtube.com/watch?v=uGOLYz2pgr8I>। [অভিগমন তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [৪৭] বিজনেস ইনসাইডার, «অ্যানথ্রোপিকের সিইও বলেছেন যে ৩ থেকে ৬ মাসের মধ্যে, কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা সফটওয়্যার ডেভেলপারদের দ্বারা পরিচালিত ৯০% কোড লিখবে», ১৫ মার্চ ২০২৫। [ইন্টারনেটে উপলব্ধ]। পাওয়া গেছে: <https://www.businessinsider.com/anthropic-ceo-ai-90-percent-code-3-to-6-months-2025-3/>। [অভিগমন তারিখ: ৩০ মার্চ ২০২৫]।
- [৪৮] স্ট্যাটিস্টা, «জুন ২০২৪ অনুযায়ী বিশ্বব্যাপী ডেটাবেস ম্যানেজমেন্ট সিস্টেম (ডিবিএমএস) এর জনপ্রিয়তা তুলনা, বিভাগ অনুযায়ী», জুন ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://www.statista.com/statistics/1131595/worldwide-popularity-database-management-systems-category/>। [তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [৪৯] DB-Engines, DB-Engines র‍্যাঙ্কিং, [ইন্টারনেটে উপলব্ধ]। উপলব্ধ: <https://db-engines.com/en/ranking>। [অবস্থান তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- ৫০ স্ট্যাক ওভারফ্লো ডেভেলপার জরিপ ২০২৩, ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://survey.stackoverflow.co/2023/>।
- [৫১] এসকিউএল, ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://en.wikipedia.org/wiki/SQL>।
- [৫২] স্ট্রাকচারড এবং নন-স্ট্রাকচারড ডেটা: পার্থক্য কী?, ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://www.ibm.com/blog/structured-vs-unstructured-data/>।
- [৫৩] ডেটা ড্রিভেন কনস্ট্রাকশন, «নির্মাণ প্রকল্পের জন্য ডেটা ফরম্যাটের তুলনা», ২৩ এপ্রিল ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://datadrivenconstruction.io/wp-content/uploads/2024/10/COMPARISON-OF-DATA-FORMATS-FOR-CONSTRUCTION-PROJECTS-1.pdf>।
- [৫৪] বিল্ডিং ইনফরমেশন মডেলিং হোয়াইটপেপার সাইট, ২০০৩। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://web.archive.org/web/20030711125527/http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/item?id=2255342&siteID=123112>।
- [৫৫] এ. বয়কো, লবিস্ট যুদ্ধ এবং বিআইএমের উন্নয়ন। অংশ ৫: ব্ল্যাকরক - সকল প্রযুক্তির মাস্টার। কিভাবে কর্পোরেশনগুলি ওপেন সোর্স নিয়ন্ত্রণ করে, ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://bigdataconstruction.com/autodesk-oracle-blackrock-open-source/>।

- [৫৬] ডি. উশাকভ, ডাইরেক্ট মডেলিং - কে এবং কেন এর প্রয়োজন? প্রতিযোগিতামূলক প্রযুক্তির একটি পর্যালোচনা, ১৪ ১১ ২০১১। [ইন্টারনেটে]. উপলব্ধ: https://isicad.net/articles.php?article_num=14805। [তারিখ অনুসন্ধান: ০২ ২০২৫]।
- [৫৭] C. Eastman এবং A. Cthers, Eastman, Charles; And Cthers, সেপ্টেম্বর ১৯৭৪। [ইন্টারনেটে উপলব্ধ]. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED113833.pdf>। [অবস্থান তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [৫৮] ডি. উশাকভ, ডাইরেক্ট মডেলিং - কে এবং কেন এর প্রয়োজন? প্রতিযোগিতামূলক প্রযুক্তির একটি পর্যালোচনা, ১১ নভেম্বর ২০১১। [ইন্টারনেটে]. উপলব্ধ: https://isicad.net/articles.php?article_num=14805। [অবস্থান গ্রহণের তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [৫৯] ডি. ওয়েইসবার্গ, "সিএডির ইতিহাস," ১২ ডিসেম্বর ২০২২। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: https://www.shapr3d.com/blog/history-of-cad?utm_campaign=cadhistorynet। [অভিগমন তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [৬০] ADSK, "হোয়াইট পেপার বিল্ডিং ইনফরমেশন মডেলিং," ২০০২। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: https://web.archive.org/web/20060512180953/http://images.adsk.com/apac_sapac_main/files/4525081_BIM_WP_Rev5.pdf#expand। [তারিখে প্রবেশ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [৬১] ADSK, "হোয়াইট পেপার বিল্ডিং ইনফরমেশন মডেলিং ইন প্র্যাকটিস," [ইন্টারনেটে]. উপলব্ধ: https://web.archive.org/web/20060512181000/http://images.adsk.com/apac_sapac_main/files/4525077_BIM_in_Practice.pdf। [অভিগমন তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [৬২] এ. বয়কো, "লবিস্ট যুদ্ধ এবং BIM এর উন্নয়ন। অংশ ২: খোলা BIM বনাম বন্ধ BIM। ইউরোপ বনাম অন্যান্য বিশ্ব," ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://bigdataconstruction.com/lobbyist-wars-and-the-development-of-bim-part-2-open-bim-vs-closed-bim-revit-vs-archicad-and-europe-vs-the-rest-of-the-world/>।
- [৬৩] এ. বয়কো, "নির্মাণ ক্ষেত্রে তথ্যের জন্য লবিস্ট যুদ্ধ। প্রযুক্তিগত-ফিউডালিজম এবং বিআইএম-এর ইতিহাস," ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: https://youtu.be/S-TNdUgfHxk?si=evM_v28KQbGOG0k&t=1360।
- [৬৪] ADSK, "হোয়াইটপেপার বিআইএম," ২০০২। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: https://web.archive.org/web/20060512180953/http://images.autodesk.com/apac_sapac_main/files/4525081_BIM_WP_Rev5.pdf#expand। [অভিগমন তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [৬৫] ADSK, "একীভূত ডিজাইন-থ্রু-ম্যানুফ্যাকচারিং: সুবিধা এবং যুক্তি," [ইন্টারনেটে]. উপলব্ধ: https://web.archive.org/web/20010615093351/http://www3.adsk.com:80/adsk/files/734489_Benefits_of_MAI.pdf। [অভিগমন তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [৬৬] এম. শেকলেট, "গঠনমূলক এবং অগঠনমূলক তথ্য: মূল পার্থক্য," ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://www.datamation.com/big-data/structured-vs-unstructured-data/>।

- [৬৭] ক. ভুলার্ড, "অসংগঠিত ডেটার বৃদ্ধির অর্থবোধ," ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ:
<https://automationhero.ai/blog/making-sense-of-the-rise-of-unstructured-data/>
- [৬৮] এ. সি. ও. জে. এল. ডি. জে. এ. এল. টি. জি. মাইকেল পি. গ্যালাহার, "অপর্যাপ্ত আন্তঃসংযোগের খরচ বিশ্লেষণ," ২০০৪। [ইন্টারনেটে উপলব্ধ]। <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/gcr/2004/nist.gcr.04-867.pdf>। [অভিগমন তারিখ: ০২ ২০২৫]।
- [৬৯] ক্রাউডফ্লাওয়ার, ডেটা সায়েন্স রিপোর্ট ২০১৬, ২০১৬। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: https://visit.figure-eight.com/rs/416-ZBE-142/images/CrowdFlower_DataScienceReport_2016.pdf। [অভিগমন তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- ৭০ অ্যানালিটিক্সইন্ডিয়াম্যাগ, «ডেটা বিজ্ঞানীদের জন্য ৬টি সবচেয়ে সময়সাপেক্ষ কাজ,» ১৫ মে ২০১৯। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://analyticsindiamag.com/ai-trends/6-tasks-data-scientists-spend-the-most-time-doing/>.
- [৭১] বিজ্ঞ রিপোর্ট, "রিপোর্ট: ডেটা বিজ্ঞানীরা তাদের অধিকাংশ সময় পরিষ্কার করার কাজে ব্যয় করেন," ০৬ জুলাই ২০১৫। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ:
<https://web.archive.org/web/20200824174530/http://www.bizreport.com/2015/07/report-data-scientists-spend-bulk-of-time-cleaning-up.html>। [অভিগমন তারিখ: ৫ মার্চ ২০২৫]।
- [৭২] এস. হকিং, «বিজ্ঞান AMA সিরিজ: স্টিফেন হকিং AMA উত্তর!», ২৭ জুলাই ২০১৫। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ:
https://www.reddit.com/r/science/comments/3nyn5i/science_ama_series_stephen_hawking_ama_answers/। [অভিগমন তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [৭৩] বি. সাইফার্স এবং ক. ডাক্টোরো, "গোপনীয়তা ছাড়া একচেটিয়া: তথ্য সুরক্ষা এবং আন্তঃসঙ্গততা," ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://www.eff.org/wp/interoperability-and-privacy>।
- [৭৪] ম্যাককিন্সি গ্লোবাল ইনস্টিটিউট, ওপেন ডেটা: তরল তথ্যের মাধ্যমে উদ্ভাবন এবং কর্মক্ষমতা উন্মোচন, ১ অক্টোবর ২০১৩। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/open-data-unlocking-innovation-and-performance-with-liquid-information>। [অবস্থান তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- ৭৫ এ. বয়কো, "নির্মাণ শিল্পে উন্মুক্ত তথ্যের জন্য সংগ্রাম। AUTOLISP, intelliCAD, openDWG, ODA এবং openCASCADE-এর ইতিহাস," ১৫ ০৫ ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ:
<https://boikoartem.medium.com/the-struggle-for-open-data-in-the-construction-industry-2b97200e6393>। [অভিগমন তারিখ: ১৬ ০২ ২০২৫]।
- [৭৬] উইকিপিডিয়া, «মাইক্রোসফট এবং ওপেন সোর্স,» [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ:
https://en.wikipedia.org/wiki/Microsoft_and_open_source। [অভিগমন তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [৭৭] টাইম, "খোলা এবং বন্ধ এআই মডেলের মধ্যে ফাঁক সংকুচিত হতে পারে। কেন এটি গুরুত্বপূর্ণ," ৫ নভেম্বর ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://time.com/7171962/open-closed-ai-models-epoch/>। [অভিগমন

- তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [৭৮] দ্য ভার্জ, "গুগলের নতুন কোডের এক চতুর্থাংশেরও বেশি এআই দ্বারা তৈরি," ২৯ অক্টোবর ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://www.theverge.com/2024/10/29/24282757/google-new-code-generated-ai-q3-2024>। [অভিগমন তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [৭৯] ম্যাককিন্সি ডিজিটাল, "অ্যানালিটিক্স প্রক্রিয়াকে ত্বরান্বিত করতে জিপিইউ ব্যবহারের ব্যবসায়িক কারণ," ১৫ ডিসেম্বর ২০২০। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/tech-forward/the-business-case-for-using-gpus-to-accelerate-analytics-processing>। [অভিগমন তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- ৮০ পিডব্লিউসি, পিডব্লিউসি ওপেন সোর্স মনিটর ২০১৯, ২০১৯। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://www.pwc.de/de/digitale-transformation/open-source-monitor-research-report-2019.pdf>। [অভিগমন তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [৮১] ট্রাবার্স স্মিথ, ওপেন সিক্রেট: ওপেন সোর্স সফটওয়্যার, ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://www.traverssmith.com/knowledge/knowledge-container/the-open-secret-open-source-software/>। [অ্যাক্সেসের তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [৮২] ডেলয়েট, "কর্পোরেট রূপান্তরে তথ্য স্থানান্তর প্রক্রিয়া," ২০২১। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/finance/us-the-data-transfer-process-in-corporate-transformations.pdf>। [অভিগমন তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [৮৩] gov.uk, সরকারী প্রকল্প বাস্তবায়নে ডেটা অ্যানালিটিক্স এবং কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা, ২০ মার্চ ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://www.gov.uk/government/publications/data-analytics-and-ai-in-government-project-delivery/data-analytics-and-ai-in-government-project-delivery>। [অভিগমন তারিখ: ৫ মার্চ ২০২৫]।
- ৮৪ সবকিছু যতটা সম্ভব সহজ করা উচিত, কিন্তু তার চেয়ে সহজ নয়, ১৩ মে ২০১১। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://quoteinvestigator.com/2011/05/13/einstein-simple/>। [অভিগমন তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- ৮৫ ট্রান্সফরমার (গভীর শিক্ষার স্থাপত্য), [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: [https://en.wikipedia.org/wiki/Transformer_\(deep_learning_architecture\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Transformer_(deep_learning_architecture))। [অ্যাক্সেসের তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [৮৬] পাইথন প্যাকেজ ডাউনলোড পরিসংখ্যান, ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://www.pepy.tech/projects/pandas>।
- [৮৭] ইন্টারভিউ বিট, "শীর্ষ ১০ পাইথন লাইব্রেরি," ২০২৩। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://www.interviewbit.com/blog/python-libraries/#:~:text=With%20more%20than%20137%2C000%20libraries,data%20manipulation%2C%20and%20many%20more>। [অভিগমন তারিখ: ৩০ মার্চ ২০২৫]।
- ৮৮ NVIDIA এবং HP ডেটা বিজ্ঞান এবং জেনারেটিভ এআইকে ওয়ার্কস্টেশনগুলিতে সুপারচার্জ করছে, ৭ মার্চ

২০২৫। [ইন্টারনেটে উপলব্ধ]। পাওয়া গেছে: <https://nvidianews.nvidia.com/news/nvidia-hp-supercharge-data-science-generative-ai-workstations>। [অভিগমন তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।

[৮৯] আর. ওরাক, "কিভাবে মিলিয়ন লাইনের ডেটাফ্রেমকে সেকেন্ডের মধ্যে প্রক্রিয়া করবেন," ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://towardsdatascience.com/how-to-process-a-dataframe-with-millions-of-rows-in-seconds>।

৯০ ড. Uslu, "ক্যাগল কী?", 2024. [ইন্টারনেটে]. উপলব্ধ: <https://www.datacamp.com/blog/what-is-kaggle>.

"এনভিডিয়া সিইও জেনসেন হুয়াংয়ের মূল বক্তব্য COMPUTEX 2024 এ," 2 জুন 2024. [ইন্টারনেটে]. উপলব্ধ: <https://www.youtube.com/live/pKXDVsWZmUU?si=Z3Rj1Las8wiPII2w>. [অ্যাক্সেসের তারিখ: 15 মার্চ 2025].

"সদস্য: প্রতিষ্ঠাতা এবং কর্পোরেট সদস্য," 2024. [ইন্টারনেটে]. উপলব্ধ: <https://www.opendesign.com/member-showcase>.

A. Бойко, "পরিবর্তনের যুগ: IFC অতীতের একটি বিষয় বা কেন ADSK এবং অন্যান্য CAD বিক্রেতারা 14টি মূল তথ্যের জন্য USD ত্যাগ করতে ইচ্ছুক," 24 নভেম্বর 2024. [ইন্টারনেটে]. উপলব্ধ: <https://boikoartem.medium.com/the-age-of-change-ifc-is-a-thing-of-the-past-or-why-adsk-and-other-cad-vendors-are-willing-to-3f9a82ccd10a>. [অ্যাক্সেসের তারিখ: 23 ফেব্রুয়ারি 2025].

A. Бойко, "পোস্ট-বিম বিশ্ব। তথ্য এবং প্রক্রিয়াগুলিতে রূপান্তর এবং নির্মাণ শিল্পের জন্য কি সেমান্টিক্স, ফরম্যাট এবং আন্তঃসংযোগের প্রয়োজন," 20 ডিসেম্বর 2024. [ইন্টারনেটে]. উপলব্ধ: <https://boikoartem.medium.com/the-post-bim-world-7e35b7271119>. [অ্যাক্সেসের তারিখ: 23 ফেব্রুয়ারি 2025].

N. I. o. Health, "NIH ডেটা বিজ্ঞান জন্য কৌশলগত পরিকল্পনা," 2016. [ইন্টারনেটে]. উপলব্ধ: https://datascience.nih.gov/sites/default/files/NIH_Strategic_Plan_for_Data_Science_Final_508.pdf. [অ্যাক্সেসের তারিখ: 23 ফেব্রুয়ারি 2025].

হার্ভার্ড বিজনেস রিভিউ, "খারাপ ডেটা প্রতি বছর মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রকে \$3 ট্রিলিয়ন খরচ করে," 22 সেপ্টেম্বর 2016. [ইন্টারনেটে]. উপলব্ধ: <https://hbr.org/2016/09/bad-data-costs-the-u-s-3-trillion-per-year>.

ডেলফা, "ডেটা গুণমানের প্রভাব," 1 জানুয়ারি 2025. [ইন্টারনেটে]. উপলব্ধ: <https://delpha.io/impacts-of-data-quality/>.

W. B. D. গাইড, "রক্ষণাবেক্ষণের জন্য ডিজাইন: নির্মাণ প্রকল্পের ডিজাইন পর্যায়ে অপারেশন এবং রক্ষণাবেক্ষণের বিবেচনার গুরুত্ব," [ইন্টারনেটে]. উপলব্ধ: <https://www.wbdg.org/resources/design-for-maintainability>. [অ্যাক্সেসের তারিখ: 15 মার্চ 2025].

O. o. D. C. P. a. Oversight, "সেনাবাহিনীর সিস্টেম এবং সরঞ্জামের জন্য ক্ষয় প্রতিরোধ এবং নিয়ন্ত্রণ পরিকল্পনা গাইডবুক," এপ্রিল 2014. [ইন্টারনেটে]. উপলব্ধ: <https://www.dau.edu/sites/default/files/Migrated/CopDocuments/CPC%20Planning%20Guidebook>

- %204%20Feb%2014.pdf. [অ্যাক্সেসের তারিখ: 15 মার্চ 2025].
- গার্টনার, "ডেটা গুণমান: সঠিক অন্তর্দৃষ্টির জন্য সেবা অনুশীলন," 1 জানুয়ারি 2025. [ইন্টারনেটে]. উপলব্ধ: <https://www.gartner.com/en/data-analytics/topics/data-quality>.
- "একটি নখের অভাবে," [ইন্টারনেটে]. উপলব্ধ: https://en.wikipedia.org/wiki/For_Want_of_a_Nail. [অ্যাক্সেসের তারিখ: 15 মার্চ 2025].
- ম্যাককিন্সি গ্লোবাল ইনস্টিটিউট, "খোলা ডেটা: তরল তথ্যের মাধ্যমে উদ্ভাবন এবং কর্মক্ষমতা উন্মোচন," অক্টোবর 2013. [ইন্টারনেটে]. উপলব্ধ: https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%20functions/mckinsey%20digital/our%20insights/open%20data%20unlocking%20innovation%20and%20performance%20with%20liquid%20information/mgi_open_data_fullreport_oct2013.pdf. [অ্যাক্সেসের তারিখ: 15 মার্চ 2025].
- EY, "কার্বন নিরপেক্ষতার পথ," 10 মার্চ 2023. [ইন্টারনেটে]. উপলব্ধ: https://www.ey.com/ru_kz/services/consulting/the-path-to-carbon-neutrality. [অ্যাক্সেসের তারিখ: 15 মার্চ 2025].
- ১০৫ জি। হ্যামল্ড, «এম্বডিড কার্বন - দ্য ইনভেন্টরি অফ কার্বন অ্যান্ড এনার্জি (আইসিই),» ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://greenbuildingencyclopaedia.uk/wp-content/uploads/2014/07/Full-BSRIA-ICE-guide.pdf>।
- [১০৬ CO2 অন্তর্ভুক্ত কার্বনের হিসাব করা, 2024। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: https://github.com/datadrivenconstruction/CO2_calculating-the-embodied-carbon।
- [১০৭] ম্যাককিন্সি, "নির্মাণের ডিজিটাল ভবিষ্যৎ কল্পনা করা," ২৪ জুন ২০১৬। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/imagining-constructions-digital-future>। [অভিগমন তারিখ: ২৫ ফেব্রুয়ারি ২০২৫]।
- [১০৮] বুন্ড ডের স্টেয়ারজাহলার ডয়েচল্যান্ড ই.ভি., ডাস শোয়ার্জবুখ, ১০ অক্টোবর ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://steuerzahler.de/aktuelles/detail/das-schwarzbuch-202425/>। [তারিখে প্রবেশ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [১০৯] এসএসএস, "ডেটা লেক এবং ডেটা ওয়ারহাউস - পার্থক্য জানুন," [ইন্টারনেটে]. উপলব্ধ: https://www.sas.com/en_is/insights/articles/data-management/data-lake-and-data-warehouse-know-the-difference.html. [অবস্থান তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫].
- [১১০] ADSK, «বিব্ডিং ইনফরমেশন মডেলিং,» ২০০২। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: https://www.laiserin.com/features/bim/autodesk_bim.pdf। [অভিগমন তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [১১১] এ. বয়কো, "বিআইএম-এর ইতিহাসের মানচিত্র," ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://bigdataconstruction.com/history-of-bim/>।
- [১১২] এ. এস. বর্কোভস্কি, «সংগঠন এবং মান দ্বারা BIM এর সংজ্ঞা,» ২৭ ডিসেম্বর ২০২৩। [ইন্টারনেটে]. উপলব্ধ:

- <https://encyclopedia.pub/entry/53149> [অভিগমন তারিখ: ৫ মার্চ ২০২৫]।
- [১১৩] CAD বিক্রেতা, ওপেন BIM প্রোগ্রাম, ২০১২। [ইন্টারনেটে]. উপলব্ধ:
https://web.archive.org/web/20140611075601/http://www.graphisoft.com/archicad/open_bim/.
[অভিগমন তারিখ: ৩০ মার্চ ২০২৫]।
- [১১৪] উইকিপিডিয়া, «ইন্ডাস্ট্রি ফাউন্ডেশন ক্লাসেস», [ইন্টারনেটে]. উপলব্ধ:
https://en.wikipedia.org/wiki/Industry_Foundation_Classes. [অবস্থান গ্রহণের তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫].
- [১১৫] উইকিপিডিয়া, «IGES», [ইন্টারনেটে]. উপলব্ধ: <https://en.wikipedia.org/wiki/IGES>. [অভিগমন তারিখ: ৩০ মার্চ ২০২৫].
- [১১৬] এ. বয়কো, "সিএডি (বিআইএম) এর ইতিহাস," ১৫ ডিসেম্বর ২০২১। [ইন্টারনেটে]. উপলব্ধ:
https://miro.com/app/board/o9J_lJaML2cs/. [অভিগমন তারিখ: ২৪ ফেব্রুয়ারি ২০২৫]।
- [১১৭] টি. কে. কে. এ. ও. এফ. বি. সি. ই. এল. এইচ. এইচ. ই. এল. পি. এন. এস. এইচ. টি. জে. ভি. এল. এইচ. জি. ডি. এইচ. টি. কে. সি. এল. এ. ডাব্লু. জে. এস. ফ্রান্সেসকা নোয়ার্দো, «আইএফসি সফটওয়্যার সমর্থনের রেফারেন্স স্টাডি: জিওবিম বেঞ্চমার্ক ২০১৯ – প্রথম অংশ», ৮ জানুয়ারি ২০২১। [ইন্টারনেটে]. উপলব্ধ:
<https://arxiv.org/pdf/2007.10951>। [তারিখে প্রবেশ: ৫ মার্চ ২০২৫]।
- [১১৮] ই. রোগাচেভ, "বিম সম্পর্কে আলোচনা: ম্যাক্সিম নেচিপোরেকো | রেঙ্গা | আইএফসি | দেশীয় বিম," ১৩ এপ্রিল ২০২১। [ইন্টারনেটে উপলব্ধ]। পাওয়া গেছে:
<https://www.youtube.com/watch?t=3000&v=VO3Y9uuzF9M&feature=youtu.be>। [অভিগমন তারিখ: ৫ মার্চ ২০২৫]।
- [১১৯] ডি. এরেস, "রিয়াল এস্টেটে আরইটিএস: কেন এটি দক্ষতা ও বৃদ্ধির জন্য গুরুত্বপূর্ণ," ১৭ ডিসেম্বর ২০২৪। [ইন্টারনেটে]. উপলব্ধ: <https://www.realalpha.com/blog/rets-importance-in-real-estate-explained>। [অভিগমন তারিখ: ৫ মার্চ ২০২৫]।
- ১২০ ফ্লেক্স টোকেন খরচ, ২০২৪। [ইন্টারনেটে]. উপলব্ধ: <https://www.adsk.com/buying/flex?term=1-YEAR&tab=flex>।
- [১২১] এ. বয়কো, "বিম সম্পর্কে ভুলে যান এবং তথ্যের অ্যাক্সেসকে গণতান্ত্রিক করুন (১৭তম কলোকুইয়াম ইনভেস্টর - হোচশুল - নির্মাণ শিল্প)," ২০২৪। [ইন্টারনেটে]. উপলব্ধ: <https://www.bim.bayern.de/wp-content/uploads/2023/06/Kolloquium-17-TUM-Bauprozessmanagement-und-Bay-Bauindustrie.pdf>।
- [১২২] ডি. হিল, ডি. ফোল্ডজি, সি. ফেরের, এম. ফ্রিডম্যান, ই. লোহ এবং এফ. প্লাশকে, নির্মাণ শিল্পের উৎপাদনশীলতার ধাঁধা সমাধান, ২০১৫। [ইন্টারনেটে]. উপলব্ধ:
<https://www.bcg.com/publications/2015/engineered-products-project-business-solving-construction-industrys-productivity-puzzle>।
- [১২৩] SCOPE – প্রকল্প তথ্য পরিবেশ এবং বহুমুখী নির্মাণ পণ্যের মডেলিং, যা ভবন আবরণে মনোযোগ কেন্দ্রীভূত করে, ১ জানুয়ারী ২০১৮। [ইন্টারনেটে উপলব্ধ]:

- <https://www.ise.fraunhofer.de/de/forschungsprojekte/scope.html> | [অভিগমন তারিখ: ২ মার্চ ২০২৫]।
- [১২৪] অ্যাপল.কম, পিক্সার, অ্যাডোবি, অ্যাপল এবং এনভিডিয়া ওপেনUSD এর জন্য জোট গঠন করেছে 3D কনটেন্টের জন্য উন্মুক্ত মানসমূহকে এগিয়ে নিয়ে যাওয়ার জন্য, ১ আগস্ট ২০২৩। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://www.apple.com/newsroom/2023/08/pixar-adobe-apple-adsk-and-nvidia-form-alliance-for-openusd/> | [অভিগমন তারিখ: ২ মার্চ ২০২৫]।
- ১২৫ এইসিএম্যাগ, অ্যাডিএসকির সূক্ষ্ম তথ্য কৌশল, ২৫ জুলাই ২০২৪। [ইন্টারনেটে উপলব্ধ]। <https://aecmag.com/technology/autodesks-granular-data-strategy/> | [অভিগমন তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [১২৬ এ. বয়কো, "পরিবর্তনের যুগ: IFC অতীতের বিষয় বা কেন ADASK এবং অন্যান্য CAD বিক্রেতারা ১৪টি মূল তথ্যের মধ্যে IFC ত্যাগ করতে ইচ্ছুক," ২৪ নভেম্বর ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://boikoartem.medium.com/the-age-of-change-ifc-is-a-thing-of-the-past-or-why-adsk-and-other-cad-vendors-3f9a82ccd10a> | [তারিখে প্রবেশ: ২৩ ফেব্রুয়ারি ২০২৫]।
- ১২৭ এ. বয়কো, ENG BIM ক্লাস্টার ২০২৪ | নির্মাণে ডেটা এবং LLM ও ChatGPT এর প্রয়োগের জন্য যুদ্ধ, ৭ আগস্ট ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: ENG BIM ক্লাস্টার ২০২৪ | নির্মাণে ডেটা এবং LLM ও ChatGPT এর প্রয়োগের জন্য যুদ্ধ। [অভিগমন তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [১২৮ জেফ্রি জেল্ডম্যান উপস্থাপন করে, ৬ মে ২০০৮। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://zeldman.com/2008/05/06/content-precedes-design/> | [অভিগমন তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [১২৯] এ. বয়কো, "ডব্লিউডব্লিউজি বিশ্লেষণ চ্যাটজিপিটি সহ | ডেটা-ড্রিভেন কনস্ট্রাকশন," ৫ মার্চ ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://www.kaggle.com/code/artemboiko/dwg-analyse-with-chatgpt-datadrivenconstruction> | [অভিগমন তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [১৩০] ম্যাককিন্সি, ম্যাককিন্সির ডিজিটাল এবং কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তার যুগে প্রতিযোগিতায় এগিয়ে থাকার গাইড, ২০২৩। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-on-books/rewired> | [অভিগমন তারিখ: ৩০ মার্চ ২০২৫]।
- [১৩১] ফোর্বস, "ডেটা স্টোরিটেলিং: সকলের প্রয়োজনীয় ডেটা সায়েন্স দক্ষতা," ৩১ মার্চ ২০১৬। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://www.forbes.com/sites/brentdykes/2016/03/31/data-storytelling-the-essential-data-science-skill-everyone-needs/> | [অভিগমন তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [১৩২] জে. বাট্টিন, "গ্রাফিক্স এবং গ্রাফিক তথ্য প্রক্রিয়াকরণ," ৮ সেপ্টেম্বর ২০১১। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: https://books.google.de/books/about/Graphics_and_Graphic_Information_Process.html?id=csqX_xnm4tcc&redir_esc=y | [তারিখ প্রবেশ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [১৩৩ CauseWeb, ওয়েলস/উইক্সস পরিসংখ্যান চিন্তার উপর, [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://www.causeweb.org/cause/resources/library/r1266>. [অভিগমন তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।

- [১৩৪] মন্ত্রণালয় ম্যাগাজিন, "কিভাবে বিজ্ঞান সৃষ্টিকে আবিষ্কার করল," জানুয়ারী 1986। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ:
<https://www.ministrymagazine.org/archive/1986/01/how-science-discovered-creation>। [অভিগমন
 তারিখ: 15 মার্চ 2025]।
- [১৩৫] বিসিজি, "ডেটা-চালিত রূপান্তর: এখন স্কেলে দ্রুততর করুন," ২৩ মে ২০১৭। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ:
] [https://www.bcg.com/publications/2017/digital-transformation-transformation-data-driven-
 transformation](https://www.bcg.com/publications/2017/digital-transformation-transformation-data-driven-transformation)। [অভিগমন তারিখ: ১৫ মে ২০২৪]।
- [১৩৬] কিভাবে একটি ডেটা আর্কিটেকচার তৈরি করবেন যা উদ্ভাবনকে চালিত করবে—আজ এবং আগামীকাল, ৩
] জুন ২০২০। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: [https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-
 insights/how-to-build-a-data-architecture-to-drive-innovation-today-and-tomorrow](https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/how-to-build-a-data-architecture-to-drive-innovation-today-and-tomorrow)। [অভিগমন তারিখ:
 ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [১৩৭] অক্সফোর্ড, «উড্রো উইলসন ১৮৫৬–১৯২৪,» [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ:
[https://www.oxfordreference.com/display/10.1093/acref/9780191866692.001.0001/q-oro-ed6-
 00011630](https://www.oxfordreference.com/display/10.1093/acref/9780191866692.001.0001/q-oro-ed6-00011630)। [তথ্য গ্রহণের তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [১৩৮] কনভার্টারস, ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://datadrivenconstruction.io/index.php/convertors/>
]
- [১৩৯] পিডব্লিউসি, "সাইজিং দ্য প্রাইজ: আপনার ব্যবসার জন্য এআই-এর প্রকৃত মূল্য কী এবং আপনি কীভাবে এটি
] কাজে লাগাতে পারেন?", ১ জানুয়ারি ২০১৭। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ:
<https://www.pwc.com/gx/en/issues/analytics/assets/pwc-ai-analysis-sizing-the-prize-report.pdf>
 [তারিখ: ১৮ ফেব্রুয়ারি ২০২৫]।
- [১৪০] ট্রান্সপোর্টেশন ইন কনস্ট্রাকশন, ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ:
<https://datadrivenconstruction.io/index.php/pipeline-in-construction/>
- [১৪১] উইকিপিডিয়া, «অ্যাপাচ নিফাই,» ১ জানুয়ারি ২০২৫। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ:
https://de.wikipedia.org/wiki/Apache_NiFi। [অভিগমন তারিখ: ৫ মার্চ ২০২৫]।
- [১৪২] n8n, «জিমেইল এআই অটো-রেসপন্ডার: Incoming ইমেইলের জন্য খসড়া উত্তর তৈরি করুন,» ১ মে ২০২৪।
 [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: [https://n8n.io/workflows/2271-gmail-ai-auto-responder-create-draft-replies-to-
 incoming-emails/](https://n8n.io/workflows/2271-gmail-ai-auto-responder-create-draft-replies-to-incoming-emails/)। [অভিগমন তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [১৪৩] n8n, "রিয়াল এস্টেট ডেইলি ডিলস অটোমেশন উইথ জিলো এপিআই, গুগল শীটস অ্যান্ড জিমেইল," ১ মার্চ
 ২০২৫। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: [https://n8n.io/workflows/3030-real-estate-daily-deals-automation-with-
 zillow-api-google-sheets-and-gmail/](https://n8n.io/workflows/3030-real-estate-daily-deals-automation-with-zillow-api-google-sheets-and-gmail/)। [অভিগমন তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [১৪৪] বি. টি. ও'নিল, «বিশ্লেষণ, কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা এবং বড় ডেটা প্রকল্পের ব্যর্থতার হার = ৮৫% – ভয়াবহ!», ১ জানুয়ারি
 ২০২৫। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: [https://designingforanalytics.com/resources/failure-rates-for-
 analytics-bi-iot-and-big-data-projects-85-yikes/](https://designingforanalytics.com/resources/failure-rates-for-analytics-bi-iot-and-big-data-projects-85-yikes/)

- [১৪৫] জে. নেম্যান, প্রতিনিধিত্বমূলক পদ্ধতির দুটি ভিন্ন দিক সম্পর্কে: স্তরিত নমুনা পদ্ধতি এবং উদ্দেশ্যমূলক নির্বাচন পদ্ধতি, অক্সফোর্ড ইউনিভার্সিটি প্রেস, ১৯৩৪।
- [১৪৬ টি. জে. এস. এ. জে. এস. জেসি পেরলা, «মিল্টন ফ্রিডম্যানকে বিভ্রান্ত করা একটি সমস্যা,» কুয়ান্টিটেটিভ
] ইকোনমিক্স উইথ জুলিয়া, ১ জানুয়ারী ২০২৫। [ইন্টারনেটে উপলব্ধ।
https://julia.quantecon.org/dynamic_programming/wald_friedman.html | [অভিগমন তারিখ: ১ মে ২০২৪]।
- [১৪৭] টি. ল্যান্ডসাল-ওয়েলফেয়ার, জাতির মনোভাবের পূর্বাভাস বর্তমানে, গুরুত্ব, ২০১২।
- [১৪৮] এ. বয়কো, "সান ফ্রান্সিসকো। নির্মাণ খাত 1980-2019," 2024। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ:
https://www.kaggle.com/search?q=San+Francisco.+Building+sector+1980-2019।
- [১৪৯] এ. বয়কো, "ক্যাগল: আরভিটি আইএফসি ফাইল ৫০০০ প্রকল্প," ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ:
https://www.kaggle.com/datasets/artemboiko/rvtifc-projects।
- ১৫০ CFMA, "সংযুক্ত নির্মাণের সাথে ভবিষ্যতের জন্য প্রস্তুতি," [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ:
https://cfma.org/articles/preparing-for-the-future-with-connected-construction. [অ্যাক্সেসের তারিখ:
১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [১৫১] সিস্কো, "সিস্কো জরিপ প্রকাশ করে যে আইওটি প্রকল্পগুলির প্রায় তিন-চতুর্থাংশ ব্যর্থ হচ্ছে," ২২ মে ২০১৭।
[ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: https://newsroom.cisco.com/c/r/newsroom/en/us/a/y2017/m05/cisco-survey-reveals-close-to-three-fourths-of-iot-projects-are-failing.html।
- [১৫২] শাক-সবজি জীবাশ্ম সংরক্ষণের জন্য প্রয়োজনীয় শর্তাবলী, ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ:
https://ucmp.berkeley.edu/IB181/VPL/Pres/PresTitle.html।
- [১৫৩ ফিঙ্ক ব্ল্যাকরকের পক্ষ থেকে বন্দ, মিশ্রণ ও অধিগ্রহণ, মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রে মন্দা এবং নির্বাচনের বিষয়ে: পূর্ণ
] সাক্ষাৎকার, ২০২৩। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: https://www.bloomberg.com/news/videos/2023-09-29/blackrock-s-fink-on-m-a-recession-election-full-intv-video।
- [১৫৪] সিও, «১২টি বিখ্যাত এআই বিপর্যয়,» ০২ অক্টোবর ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ:
https://www.cio.com/article/190888/5-famous-analytics-and-ai-disasters.html। [অভিগমন তারিখ:
১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [১৫৫ জি. কাম্পারভ, ডিপ থিঙ্কিং, পাবলিক অ্যাফেয়ার্স, ২০১৭।
]
- [১৫৬ উইকিপিডিয়া, «ক্যাগল», ১ জানুয়ারী ২০২৫। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: https://en.wikipedia.org/wiki/Kaggle।
] [অভিগমন তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [১৫৭] কাগল, "টাইটানিক - বিপর্যয় থেকে মেশিন লার্নিং," ১ জানুয়ারী ২০২৫। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ:

- <https://www.kaggle.com/competitions/titanic/overview> | [অভিগমন তারিখ: মার্চ ১০, ২০২৫]।
- [১৫৮ শ. ইয়োখরি, "চ্যাটজিপিটি তৈরি: তথ্য থেকে সংলাপে," ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ:
] <https://sitn.hms.harvard.edu/flash/2023/the-making-of-chatgpt-from-data-to-dialogue/>।
- [১৫৯ প. ডোমিংগোস, "মেশিন লার্নিং সম্পর্কে জানার জন্য কিছু উপকারী বিষয়," ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ:
<https://homes.cs.washington.edu/~pedrod/papers/cacm12.pdf>।
- [১৬০ জে. সারামাগো, «উদ্ধৃতিযোগ্য উক্তি,» [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ:
] <https://www.goodreads.com/quotes/215253-chaos-is-merely-order-waiting-to-be-deciphered>.
[অবস্থান তারিখ: ১৭ মার্চ ২০২৫]।
- [১৬১] NVIDIA, "নতুন NVIDIA NeMo কিউরেটর ক্লাসিফায়ার মডেল দিয়ে আপনার প্রশিক্ষণ ডেটা উন্নত করুন," ১৯ ডিসেম্বর ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://developer.nvidia.com/blog/enhance-your-training-data-with-new-nvidia-nemo-curator-classifier-models/>। [অভিগমন তারিখ: ২৫ মার্চ ২০২৫]।
- [১৬২ NVIDIA মহৎ মুক্তির ঘোষণা করেছে কসমস ওয়ার্ল্ড ফাউন্ডেশন মডেল এবং শারীরিক AI ডেটা টুলস, ১৮ মার্চ
] ২০২৫। [ইন্টারনেটে উপলব্ধ]। লিঙ্ক: <https://nvidianews.nvidia.com/news/nvidia-announces-major-release-of-cosmos-world-foundation-models-and-physical-ai-data-tools>। [অভিগমন তারিখ: ২৫ মার্চ ২০২৫]।
- [১৬৩ NVIDIA, NVIDIA আইজ্যাক সিম, [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://developer.nvidia.com/isaac/sim>.
] [অভিগমন তারিখ: ২৫ মার্চ ২০২৫]।
- [১৬৪ এম. কোয়ার্টারলি, ডিজিটাল কৌশলগুলি কেন ব্যর্থ হয়, ২৫ জানুয়ারী ২০১৮। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ:
] <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/why-digital-strategies-fail>।
[অভিগমন তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [১৬৫ এম. জে. পেরি, আমার প্রিয় মিল্টন ফ্রিডম্যানের উক্তি, ১৭ নভেম্বর ২০০৬। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ:
] <https://www.aei.org/carpe-diem/my-favorite-milton-friedman-quotes/>। [অভিগমন তারিখ: ১ মার্চ ২০২৫]।
- [১৬৬ জে. এ. হুইলার, "তথ্য, পদার্থবিজ্ঞান, কোয়ান্টাম: সংযোগের সন্ধান," ১৯৯০।
]
- [১৬৯ এ. বয়কো, "লবিষ্ট যুদ্ধ এবং বিআইএমের উন্নয়ন। অংশ ৫: ব্ল্যাকবক - সমস্ত প্রযুক্তির মাস্টার। কিভাবে
] কর্পোরেশনগুলি ওপেন সোর্স নিয়ন্ত্রণ করে," ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ:
<https://boikoartem.medium.com/lobbyist-wars-and-the-development-of-bim-d72ad0111a7d>।
- [১৭০] টি. ক্রেইনেন এবং জে. বেটজ, এফসিএফ বিল্ডিং মডেলের জন্য একটি স্পার্কএল কুয়েরি ইঞ্জিন, অ্যাডভান্সড
ইঞ্জিনিয়ারিং ইনফরমেটিক্স, ২০২৪।

- [১৭১] ২০২১ সালে যুক্তরাজ্যের নির্মাণ খাতে প্রতিষ্ঠানগুলোর সংখ্যা, প্রতিষ্ঠান আকার অনুযায়ী, ২০২৪। [ইন্টারনেটে].
উপলব্ধ: <https://www.statista.com/statistics/677151/uk-construction-businesses-by-size/>.
- [১৭২] ৫০০০ প্রকল্প IFC&RVT, ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ:
<https://www.kaggle.com/code/artemboiko/5000-projects-ifc-rvt-datadrivenconstruction-io>
- [১৭৩] এম. পোপোভা, "ইট ফ্রম বিট: পথপ্রদর্শক পদার্থবিদ জন আর্কিবাল্ড হুইলার তথ্য, বাস্তবতার প্রকৃতি এবং কেন আমরা একটি অংশগ্রহণমূলক মহাবিশ্বে বাস করি," ২০০৮। [ইন্টারনেটে উপলব্ধ]। উপলব্ধ:
<https://www.themarginalian.org/2016/09/02/it-from-bit-wheeler/>। [অভিগমন তারিখ: ফেব্রুয়ারি ২০২৫]।
- [১৭৪] *লবিং যুদ্ধ নির্মাণে তথ্যের জন্য। প্রযুক্তিগত-ফিউডালিজম এবং বিআইএম-এর গোপন অতীতের ইতিহাস। [ফিল্ম]। জার্মানি: আর্টেম বয়কো, ২০২৩।*
- [১৭৫] এ. বয়কো, CHATGPT WITH REVIT AND IFC। প্রকল্প থেকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে নথি এবং তথ্য আহরণ, ১৬ নভেম্বর ২০২৩। [ইন্টারনেটে]. উপলব্ধ: https://www.youtube.com/watch?v=ASXolti_YPs&t। [অভিগমন তারিখ: ২ মার্চ ২০২৫]।
- [১৭৬] এম. অ্যান্ড কোম্পানি, "একটি ডিজিটাল রূপান্তরের পূর্ণ মূল্য ধারণ করার জন্য তিনটি নতুন আদেশ," ২২ জানুয়ারী ২০২২। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/three-new-mandates-for-capturing-a-digital-transformations-full-value>। [অ্যাক্সেসের তারিখ: ১৫ ফেব্রুয়ারী ২০২৫]।
- [১৭৭] KPMG, "ডিজিটাল বিশ্বে নির্মাণ," ১ মে ২০২১। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ:
<https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/ca/pdf/2021/05/construction-in-the-digital-age-report-en.pdf>। [অভিগমন তারিখ: ৫ এপ্রিল ২০২৪]।
- [১৭৮] এলএলপি, কেপিজিএম, কিউ কনস্ট্রাকশন ৪.০: মেক-অর-ব্রেক টাইম, ১৭ মার্চ ২০২৩। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ:
<https://kpmg.com/ca/en/home/insights/2023/05/cue-construction-make-or-break-time.html>। [তারিখে প্রবেশ: ১৫ ফেব্রুয়ারি ২০২৫]।
- [১৭৯] ও. বিজনেস, স্যাট্য নাদেলা 'কিভাবে এআই এজেন্টগুলি SaaS মডেলগুলিকে বিঘ্নিত করবে' প্রকাশ করেন, ১০ জানুয়ারী ২০২৫। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://www.outlookbusiness.com/artificial-intelligence/microsoft-ceo-satya-nadella-reveals-how-ai-agents-will-disrupt-saas-models>। [তারিখে প্রবেশ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [১৮০] ফোর্বস, "বড় ডেটা পরিষ্কার করা: সবচেয়ে সময়সাপেক্ষ, সবচেয়ে অপ্রিয় ডেটা বিজ্ঞান কাজ, জরিপ বলছে," ২৩ মার্চ ২০১৬। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://www.forbes.com/sites/gilpress/2016/03/23/data-preparation-most-time-consuming-least-enjoyable-data-science-task-survey-says/>। [তারিখে প্রবেশ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।
- [১৮১] বিদেশী বিষয়ক মন্ত্রণালয়, কমনওয়েলথ ও উন্নয়ন বিষয়ক যুক্তরাজ্য, ডিজিটাল উন্নয়ন কৌশল ২০২৪ থেকে

২০৩০, ১৮ মার্চ ২০২৪। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://www.gov.uk/government/publications/digital-development-strategy-2024-to-2030/digital-development-strategy-2024-to-2030>। [অভিগমন তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।

[১৮২] ভবন ডিজাইন শিল্পে দৃষ্টি এবং কৌশল, ৭ নভেম্বর ২০০৩। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://web.archive.org/web/20030711125527/http://usa.adsk.com/adsk/servlet/item?id=2255342&siteID=123112>। [অভিগমন তারিখ: ৫ মার্চ ২০২৫]।

[১৮৩ এম. বোচারভ, "তথ্য মডেলিং," মার্চ ২০২৫। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://www.litres.ru/book/mihail-evgenevich-bocharov/informacionnoe-modelirovanie-v-rossii-71780080/chitat-onlayn/?page=5>। [অভিগমন তারিখ: ১৫ মার্চ ২০২৫]।

[১৮৪] ইন্টিগ্রেটেড ডিজাইন-ফ্র-ম্যানুফ্যাকচারিং: সুবিধা এবং যুক্তি, ২০০০। [ইন্টারনেটে উপলব্ধ]। https://web.archive.org/web/20010615093351/http://www3.autodesk.com:80/adsk/files/734489_Benefits_of_MAI.pdf। [অ্যাক্সেসের তারিখ: ২৫ মার্চ ২০২৫]।

[১৮৫ CAD বিক্রেতা, ওপেন BIM প্রোগ্রাম একটি বিপণন প্রচারণা, ১২ মার্চ ২০১২। [ইন্টারনেটে]। উপলব্ধ: <https://web.archive.org/web/20120827193840/http://www.graphisoft.com/openbim/>। [অভিগমন তারিখ: ৩০ মার্চ ২০২৫]।

বিষয়সূচী সূচক

তড়ি, চ, ১৪, ৭১, ৭৩, ৮৪, ১৯১, ২১০, ২১৫, ২৩২, ২৩৪,
২৬৩, ২৭৬, ২৭৭, ২৮৭, ২৯৮, ২৯৯, ৩০২, ৩০৩, ৩০৬,
৩০৭, ৩৩৭, ৩৭৫, ৩৯৩, ৩৯৪, ৪৪৮, ৪৬৮, ৪৮০

৪ডি, ৮৪, ১৭২, ১৯৬, ১৯৯, ২১০, ২২৯, ২৩৪, ২৩৭, ২৮৭
৪র্থ শিল্প বিপ্লব, ৪৩

৫ডি, ৮৪, ১৭২, ১৯৬, ২১০, ২৩৭, ২৮৭, ৪৯২

৬ডি, ১৭২, ১৯৬, ২২৯, ২৩২, ২৩৩, ২৩৪, ২৩৫

৭ডি, ২৩২, ২৩৩, ২৩৪, ২৮৭

৮ডি, ১৭২, ১৯৬, ২২৯, ২৩২, ২৩৩, ২৩৪, ২৮৭

এটি

এআই, ৩, ৫০, ৫২, ১০০, ১০২, ১০৩, ১০৬, ১০৭, ১১৬,
৩৯৫, ৪৫৭, ৪৫৯, ৪৬১, ৪৭৭

এআইএ, ২৮৯

এআইএম, ৩, ২৮৯

এএমএস, ১৪, ৮৪, ১৫১, ১৫৩

অ্যাপাচ এয়ারফ্লো, ৩১১, ৩৬১, ৩৬২, ৩৬৩, ৩৬৪, ৩৬৬,
৩৬৭, ৩৬৯, ৩৭১, ৩৯৯, ৪৯৪

অ্যাপাচ নিফি, ১১৬, ৩১১, ৩৬১, ৩৬৭, ৩৬৮, ৩৭১, ৩৯৯,
৪৮২, ৪৯৪

অ্যাপাচি ওআরসি, ৬২, ৩৩০, ৩৭৮

অ্যাপাচ পারকেট, ৬২, ৬৭, ৩৮০, ৩৮১, ৪৯৪

এপিআই, ৫৪, ৯৪, ৯৫, ৯৭, ১০৯, ১৩৭, ১৩৮, ১৫৪, ১৬৮,
২১৮, ২১৯, ২৫৬, ২৫৭, ২৬০, ২৭১, ২৭৩, ২৯৪, ২৯৫,
২৯৬, ২৯৭, ৩০০, ৩০৮, ৩২৬, ৩২৯, ৩৪২, ৩৬৬,
৩৬৯, ৩৭০, ৪৮৮

বি

বিডিএস, ২৫৮, ২৫৯

বৃহৎ তথ্য, ৯, ৬৭, ২৪৫, ৩৮৩

বিআইএম, ২, ৩, ৪, ৬, ৩, ১৪, ১৭, ২৪, ৫৬, ৫৮, ৬০, ৬৩,
৭০, ৭১, ৭২, ৭৩, ৭৪, ৭৫, ৭৬, ৭৭, ৭৮, ৭৯, ৮০, ৮১,
৮৪, ৯২, ১৩৭, ১৩৮, ১৩৯, ১৪০, ১৪১, ১৪২, ১৪৪, ১৫০,
১৫৪, ১৫৬, ১৬৬, ১৭২, ১৮৩, ১৮৪, ১৮৬, ১৮৭, ১৯০,
১৯৫, ১৯৬, ২০৮, ২১০, ২১১, ২১৩, ২১৬, ২১৭, ২১৮,

২১৯, ২২০, ২২১, ২২২, ২২৭, ২২৮, ২৩৭, ২৩৮, ২৩৯,
২৪২, ২৪৩, ২৪৬, ২৫০, ২৫১, ২৫২, ২৫৫, ২৫৬, ২৫৭,
২৫৮, ২৫৯, ২৬০, ২৬১, ২৬২, ২৬৩, ২৬৬, ২৭১, ২৭২,
২৭৩, ২৭৫, ২৭৬, ২৭৭, ২৭৮, ২৭৯, ২৮০, ২৮২, ২৮৫,
২৮৭, ২৮৮, ২৮৯, ২৯০, ২৯১, ২৯২, ২৯৩, ২৯৪, ২৯৫,
২৯৬, ২৯৭, ২৯৮, ২৯৯, ৩০০, ৩০১, ৩০৮, ৩০৯, ৩২৪,
৩২৮, ৩৩৭, ৩৫১, ৩৫৬, ৩৫৮, ৩৬১, ৩৮৯, ৪১৩,
৪১৬, ৪৪৮, ৪৬২, ৪৬৬, ৪৭৫, ৪৭৬, ৪৯২, ৪৯৪, ৪৯৭

ব্ল্যাকবক্স, ২৪০, ২৪২, ২৪৩

বিএমএস, ৮

বোকে, ৩২০, ৩৩৭

বিওএম, ৭৬, ৭৭, ৭৯, ২৫৭, ২৬৩

বাউল্ডিং বক্স, ২৩৪, ৩৭৩, ৩৯২, ৩৯৩, ৩৯৪, ৪১৪, ৪১৫,
৪৮০

বিআরইপি, ১৪২, ২৩৪, ২৬৩, ২৬৪, ২৭৬, ২৮৩, ২৮৪

সি

ক্যাড, ৬, ১৪, ১৮, ২৪, ৫৬, ৫৭, ৫৮, ৬৩, ৭০, ৭১, ৭২, ৭৩,
৭৪, ৭৫, ৭৬, ৭৭, ৭৮, ৭৯, ৮০, ৮৪, ৮৫, ৯৫, ৯৭, ১১১,
১২৬, ১৩৭, ১৩৮, ১৩৯, ১৪০, ১৪১, ১৪২, ১৪৪, ১৪৬,
১৪৭, ১৫২, ১৫৩, ১৫৫, ১৫৬, ১৬৬, ১৭২, ১৭৫, ১৮৩,
১৮৪, ১৮৬, ১৮৭, ১৯০, ১৯৫, ১৯৬, ২০৬, ২০৮, ২১১০,
২১১, ২১৩, ২১৪, ২১৫, ২১৬, ২১৭, ২১৮, ২১৯, ২২৮,
২২১, ২২২, ২২৪, ২২৭, ২২৮, ২৩২, ২৩৪, ২৩৭, ২৩৮,
২৩৯, ২৪২, ২৪৩, ২৫১, ২৫২, ২৫৫, ২৫৬, ২৫৭, ২৫৮,
২৫৯, ২৬০, ২৬১, ২৬২, ২৬৩, ২৬৪, ২৬৫, ২৬৬,
২৭১, ২৭২, ২৭৩, ২৭৪, ২৭৫, ২৭৬, ২৭৭, ২৭৮, ২৭৯,
২৮০, ২৮১, ২৮২, ২৮৩, ২৮৪, ২৮৫, ২৮৬, ২৮৭,
২৮৮, ২৮৯, ২৯১, ২৯২, ২৯৩, ২৯৪, ২৯৫, ২৯৬, ২৯৭,
২৯৮, ২৯৯, ৩০০, ৩০১, ৩০৩, ৩০৮, ৩০৯, ৩২৪, ৩২৮,
৩৩৭, ৩৪৪, ৩৫১, ৩৫৬, ৩৫৮, ৩৬১, ৩৬৭, ৩৭২,
৩৭৬, ৩৮৩, ৩৮৯, ৪০২, ৪০৩, ৪০৫, ৪১৩, ৪১৬, ৪৩১,
৪৪৮, ৪৬২, ৪৬৬, ৪৭৫, ৪৭৬, ৪৮০, ৪৯২, ৪৯৪, ৪৯৭।

সিএই, ১৬, ২৮৩

সিএএফএম, ১৪, ২৪, ৬২, ৮৪, ১৫১, ১৫৩, ১৭২, ২৩৩,
২৭৮, ৩২৬, ৩৫৬, ৩৮৭, ৪৫৮, ৪৭৩

ক্যাম, ১৬, ৭৮

ক্যাপেক্স, ১৪, ৮২

সিডিই, ৮৪, ১৭৫, ৩৮৮, ৩৮৯, ৩৯০

চ্যাটজিপিটি, ১০৩, ১০৪, ১০৯, ১১০, ১২৪, ১২৯, ২২১, ৩০৩,
৩০৭, ৩৪৩, ৩৪৯, ৪২১

ক্লড, ১০৩, ১০৪, ১০৯, ১২৯, ১৩৩, ১৬৬, ২১৯, ২২১, ৩০০,

৩২৯, ৩৪৩, ৩৪৯, ৩৮১, ৪২৯, ৪৪৩
 CO2, ৭২
 CO₂, ২২৯, ২৩৪, ২৩৫, ২৩৬, ২৩৭, ২৩৮, ২৩৯, ২৪৩
 কোবি, ১৫৬, ২৮৯, ২৯২
 কেন্দ্র অফ এঞ্জেলস, ৫৬, ১৬৮, ১৬৯, ১৭০, ৪৭৭
 কোপাইলট, ১১৪, ১১৬, ৪৫৯
 সিপিআইএক্সএমএল, ১৪৩, ২৭২, ২৭৩, ২৭৬, ২৭৭, ২৭৯,
 ২৮৫, ২৯৬
 সিপিএম, ১৪, ১৭, ৬২, ১৬৬, ১৭৫, ২৩৩, ৩২৬, ৪৭৩
 CQMS, ১৪, ৮৪, ১৭৭, ১৭৮, ৪৬২
 সিআরএম, ১০৯, ৩৬৯, ৪৫৯
 CRUD, ৫১, ৪৫৯
 সিএসজি, ২৬৩
 সিএসভি, ৬১, ৬২, ৮৮, ৮৯, ১২০, ১২৩, ১২৮, ১২৯, ১৩০,
 ১৩১, ১৩৫, ১৬৮, ২৬৮, ২৭২, ২৮০, ৩২৯, ৩৩৩, ৩৪৪,
 ৩৫৪, ৩৫৬, ৩৭৩, ৩৭৭, ৩৭৮, ৩৭৯, ৩৮০, ৪০১, ৪০৭,
 ৪১৪, ৪৭৪, ৪৮০

ডি

ডিএই, ২৭৬, ২৭৭, ২৭৮, ২৮০, ২৮১, ২৮৪, ২৮৫, ৪১৪
 ডিএজি, ৩৬২, ৩৬৩, ৩৬৫, ৩৬৬
 ড্যাশ, ৩২০, ৩৩৬, ৩৩৭
 ডেটা গভর্নেন্স, ৩৭৩, ৩৯৫, ৩৯৬, ৩৯৮, ৪০০, ৪০১
 ডেটা লোক, ২১৪, ৩৭৩, ৩৭৬, ৩৮৪, ৩৮৫, ৩৮৬, ৩৮৭,
 ৩৮৮, ৩৮৯, ৩৯০, ৪০০
 ডেটা লোকহাউস, ৬৭, ৩৭৩, ৩৮৬, ৩৮৭, ৩৮৮
 ডেটা মিনিমালিজম, ৩৭৩, ৩৯৫, ৩৯৬, ৪০০, ৪০১
 ডেটা সোয়াম্প, ৩৭৩, ৩৯৫, ৩৯৭, ৪০১
 ডেটা ওয়্যারহাউস, ৩৮২, ৩৮৩, ৪০০
 ডেটা-এ-সার্ভিস, ৪৮৭
 ডেটা-চালিত, ৫০, ১৭০, ৪৬০, ৪৬১, ৪৮৪, ৪৮৬
 ডেটা ফ্রেম, ৬৭, ১১৭, ১২১, ১২২, ১২৩, ১২৫, ১২৯, ১৩০,
 ১৩১, ১৩৩, ১৩৪, ১৩৫, ১৩৭, ২১৯, ২২০, ২২৪, ২৩৭,
 ৩০৮, ৩২৮, ৩২৯, ৩৩০, ৩৩২, ৩৩৩, ৩৪৪, ৩৪৫,
 ৩৪৭, ৩৪৮, ৩৫৪, ৩৬৫, ৩৭৭, ৩৮১, ৪০৯, ৪১৪, ৪১৫,
 ৪৭৫
 ডেটা অপারেশনস, ১৭০, ৩৭৩, ৩৯৮, ৩৯৯, ৪০০, ৪০১,
 ৪৭৫
 ডিপসিক, ১০৩, ১০৪, ১০৭, ১০৯, ১১০, ১২৪, ১২৯, ১৩৩,
 ১৬৬, ২১৯, ২২১, ৩০০, ৩২৯, ৩৪৩, ৩৪৯, ৩৮১, ৪২১,
 ৪২৯, ৪৪৩, ৪৯৪
 ডিজিএন, ৮, ১৪০, ১৮৬, ২২৭, ৩৫৭
 ডব্লিউজি, ৮, ৭০, ৭১, ৭৩, ৯৭, ১৪০, ১৮৬, ২১১, ২২৭, ২৭২,
 ২৮৭, ৩০২, ৩০৩, ৩০৪, ৩০৭, ৩৫৭, ৩৭৬, ৪৯৭
 ডেটা ওয়্যারহাউস, ৬৭, ৩৭৩, ৩৭৬, ৩৮২, ৩৮৩, ৩৮৪,
 ৩৮৬, ৩৮৭, ৩৮৮, ৩৮৯, ৩৯০

ডিএক্সএফ, ৮, ৭৩, ২৭৭

ই

ইসিএম, ৫৮, ১৭৫
 ইসিএস, ১৪২
 ইআইআর, ২৮৯
 ইএলওডি, ২৮৯
 ইএলটি, ৩৮৪, ৩৮৫
 ইপিএম, ১৪, ১৬৬, ১৯৮
 ইআরপি, ২, ১১, ১২, ১৪, ১৭, ১৮, ২৪, ২৫, ৫৮, ৬২, ১০৯,
 ১৫৩, ১৬৬, ১৭২, ১৭৫, ১৯৬, ১৯৮, ২১০, ২৩২, ২৩৯,
 ২৪০, ২৪১, ২৪২, ২৪৩, ২৪৪, ২৪৫, ২৪৬, ২৪৭, ২৪৯,
 ২৭২, ২৭৭, ২৭৮, ২৭৯, ২৮২, ৩২৬, ৩৫১, ৩৫৬, ৩৬১,
 ৩৬৯, ৩৮৭, ৩৮৮, ৩৮৯, ৩৯০, ৪৫৮, ৪৬২, ৪৭৩,
 ৪৭৫, ৪৮৭, ৪৯২।
 ইএসজি, ১৯৬, ২৩৫, ২৩৬, ২৩৮
 ইটিএল, ৬, ১.১-৮, ৩২, ৪৯, ৮১, ১১৩, ১১৬, ১১৯, ১২৮,
 ১৮৮, ১৯৩, ২১৯, ২৯১, ৩১১, ৩১২, ৩১৭, ৩২৩, ৩২৪,
 ৩২৫, ৩২৬, ৩২৭, ৩২৮, ৩৩০, ৩৩১, ৩৩৩, ৩৩৮,
 ৩৩৯, ৩৪০, ৩৪৩, ৩৪৪, ৩৪৮, ৩৪৯, ৩৫০, ৩৫১,
 ৩৫৩, ৩৫৪, ৩৫৬, ৩৬১, ৩৬২, ৩৬৩, ৩৬৪, ৩৬৫,
 ৩৬৭, ৩৭১, ৩৭২, ৩৮১, ৩৮২, ৩৮৩, ৩৮৪, ৩৮৫,
 ৩৯৯, ৪০৯, ৪৩০, ৪৭৫, ৪৮১, ৪৯৪।
 এক্সেল, ৫৭, ৬১, ৬২, ৬৫, ৬৬, ৮৫, ৮৮, ১১১, ১২০, ১২৩,
 ১২৫, ১৩২, ১৫৪, ১৬৭, ১৮৭, ২১০, ২২৩, ২২৪, ২২৬,
 ২২৭, ২২৮, ২৭৮, ২৯১, ৩২৯, ৩৩৩, ৩৪২, ৩৫১, ৩৬৫,
 ৩৭৬, ৩৭৮, ৪৫৯, ৪৭৫, ৪৯৭
 এক্সট্রাক্ট, ৮১, ১২৮, ১৩৪, ১৯৩, ৩১১, ৩২৩, ৩২৪, ৩২৬,
 ৩২৮, ৩৩০, ৩৪৫, ৩৬১, ৩৬২, ৩৬৩, ৩৬৫, ৩৮৩,
 ৩৮৪, ৪৫০, ৪৭৫

এফ

ফেদার, ৬২, ১২৩, ৩৩০, ৩৭৮
 এফপিডিএফ, ৩৩৯, ৩৪০, ৩৪১, ৩৪২, ৩৪৩

জি

জিডিপিআর, ১০৯
 জিআইএস, ৫৮
 জিএলটিএফ, ১৪৩, ২৭৮
 গুগল শীটস, ৩৬৮, ৩৭০
 গ্রোক, ১০৩, ১০৪, ১২৯, ১৩৩, ১৬৬, ২১৯, ২২১, ৩০০,
 ৩২৯, ৩৪৩, ৩৪৯, ৩৮১, ৪২৯, ৪৪৩

এইচ

এইচডিএফএ, ৬২, ৬৭, ১২৩, ৩২৯, ৩৩০, ৩৭৮, ৩৭৯,
৩৮০

হাইপ্লো, ২৯, ৩৭, ৯৫, ৪২৪, ৪৭৭, ৪৮৪, ৪৯০

এইচটিএমএল, ১২৩, ৩৪০, ৩৬৫, ৩৭০

আমি

আইডিএস, ২৮৯, ২৯০, ২৯১

আইএফসি, ৮, ৭৩, ১৩৮, ১৪২, ১৮৬, ২২৭, ২৬১, ২৬২,
২৬৩, ২৬৪, ২৬৫, ২৬৬, ২৬৭, ২৬৮, ২৭২, ২৭৩,
২৭৬, ২৭৭, ২৭৮, ২৭৯, ২৮০, ২৮৪, ২৮৬, ২৯২, ২৯৬,
৩০২, ৩২৯, ৩৫৭, ৪১৪, ৪১৫, ৪১৭, ৪৯৭

আইজিইএস, ২৬২, ২৬৩, ২৭৬

আইএলগুডি, ২৮৯

আইগুটি, ১০, ১৮, ৬৭, ২৭১, ৩৬৭, ৩৬৯, ৪০৫, ৪১৩, ৪১৭,
৪১৮, ৪১৯, ৪৫৫, ৪৬০, ৪৬৫, ৪৮২, ৪৮৪

আইএসও ১৯৬৫০, ৩৮৮

জ

জাভাস্ক্রিপ্ট, ৩২০, ৩৬৯, ৩৭৮

জেসন, ৮৮, ৮৯, ৯০, ৯২, ১২৩, ১২৮, ১৪২, ২৬৯, ২৭২,
২৮০, ৩২৯, ৩৩০, ৩৩৩, ৩৭৮, ৪৭৪, ৪৮০

জুপিটার নোটবুক, ১১৪, ১১৫, ১১৬, ১৩০, ১৮৭, ২২৪, ৩৩০,
৩৪৬, ৪১৭, ৪২৫

কে

ক্যাগল, ১১৫, ১২১, ১৩০, ১৮৭, ২২৪, ৩০৩, ৩০৭, ৩৩০,
৩৪৬, ৪০৮, ৪১৫, ৪১৭, ৪২৫, ৪২৬, ৪৩০, ৪৩১, ৪৩৩

কেএনএন, ৩৯২, ৩৯৩, ৪৪২, ৪৪৫, ৪৪৬, ৪৪৭, ৪৪৮

কেপিআই, ২৪৫, ৩১১, ৩১৭, ৩১৮, ৩১৯, ৩২০, ৩২১, ৩২৪,
৩৫৩, ৩৭২, ৩৮৯, ৪৭৮, ৪৭৯

এল

LEED, ২৩৫, ২৩৬, ২৩৮

ল্যামা, ১০৩, ১০৪, ১২০, ১২৪, ১২৯, ১৩৩, ১৬৬, ২১৯, ৩০০,
৩২৯, ৩৪৩, ৩৪৯, ৩৮১, ৪২১, ৪২৯, ৪৪৩, ৪৯৪

এলএলএম, ৩, ৪, ২৪, ২৯, ৫০, ৫১, ৫২, ৫৫, ৫৬, ৯২, ৯৫,
৯৯, ১০২, ১০৩, ১০৪, ১০৫, ১০৬, ১০৭, ১০৮, ১০৯, ১১০,
১১১, ১১২, ১১৩, ১১৪, ১১৫, ১১৬, ১১৮, ১২০, ১২৪, ১২৫,
১২৬, ১২৯, ১৩১, ১৩৩, ১৩৪, ১৩৫, ১৬৬, ১৮৭, ২১৯,
২২০, ২২১, ২২২, ২২৪, ২২৫, ২২৬, ২৩১, ২৩৭, ২৩৮,
২৫১, ২৯৪, ৩০০, ৩০১, ৩০২, ৩০৩, ৩০৪, ৩০৫, ৩০৬,
৩০৭, ৩০৮, ৩০৯, ৩২৮, ৩২৯, ৩৩২, ৩৩৩, ৩৩৪,

৩৩৫, ৩৩৬, ৩৩৮, ৩৩৯, ৩৪০, ৩৪৩, ৩৪৪, ৩৪৫,
৩৪৬, ৩৪৭, ৩৪৮, ৩৪৯, ৩৫৪, ৩৭০, ৩৭২, ৩৭৬, ৩৮১,
৩৮২, ৩৯২, ৩৯৪, ৩৯৯, ৪১৩, ৪২৫, ৪২৯, ৪৩০, ৪৩২,
৪৩৩, ৪৩৫, ৪৪৩, ৪৪৪, ৪৫৭, ৪৬০, ৪৬১, ৪৭৬, ৪৮৮,
৪৯৪।

লোড, ৮১, ১২৮, ১৩৪, ১৯৩, ৩১১, ৩২৩, ৩২৫, ৩২৬,
৩৩৩, ৩৩৪, ৩৩৮, ৩৩৯, ৩৪২, ৩৪৩, ৩৬১, ৩৬২,
৩৬৩, ৩৬৫, ৩৬৭, ৩৮৩, ৩৮৪, ৪৫০, ৪৭৫

এলগুডি, ২৮৭, ২৮৯

এলগুআই, ২৮৭

লোমড, ২৮৭

লো-কোড, ৩৬৮, ৩৬৯

এম

ম্যাটপ্লটলিব, ১২৩, ৩০৬, ৩২০, ৩৩৩, ৩৩৫, ৩৪২, ৩৭২,
৪০৯, ৪১১, ৪৯৪

এমসিএডি, ৭৭, ৭৮, ২৫৭, ২৮৪

এমইপি, ১৪, ১৭৫, ৪৯২

মেশ, ২৩৪, ২৮৩, ২৮৪, ২৮৫, ২৯৬, ৪৬২

মাইক্রোসফট এসকিউএল, ৬৫

মিস্ট্রাল, ১০৩, ১০৪, ১০৭, ১১০, ১২৯, ১৩৩, ১৬৬, ২১৯,
২২১, ৩০০, ৩২৯, ৩৪৩, ৩৪৯, ৩৮১, ৪২১, ৪২৯, ৪৪৩,
৪৯৪

এমআরপি, ১১, ১২

এমএস প্রকল্প, ৭০

মাইএসকিউএল, ৬৩, ৬৪, ৬৫, ২৯১, ৩২৯, ৩৩০

এন

এন৪এন, ১১৬, ৩১১, ৩৬১, ৩৬৮, ৩৬৯, ৩৭০, ৩৭১, ৩৭২

এনএলপি, ৬৯, ৩৯৪

নো-কোড, ৩৬৮, ৩৬৯

এনইউআরবিএস, ১৪২, ২৮২, ২৮৩, ২৮৪, ২৮৫

এনডব্লিউসি, ৮, ২৭৬

ও

অবজেক্ট, ১৪৩, ২৭৩, ২৭৬, ২৭৭, ২৭৮, ২৮০, ২৮১, ২৮৪,
২৮৫

ওসিটি, ২৭৩

ওসিআর, ৬৯, ১২৮, ১৩২, ১৩৪

অমিক্রাস, ১৫৪, ১৫৫, ১৫৬

ওপেন বিআইএম, ১৪২, ২১৬, ২১৯, ২৫৬, ২৬১, ২৭৮, ২৯১
ওপেন সোর্স, ৪৫, ৫৫, ৯৭, ৯৮, ১০৭, ১০৮, ২৭৩, ২৭৫,
৪৯৪

ওএল, ২৬৭, ২৬৮, ২৬৯

পি

পাল্লাস, ৫৬, ৬৭, ১০৩, ১১৭, ১১৮, ১১৯, ১২০, ১২১, ১২২, ১২৩, ১২৫, ১৩০, ১৩৪, ১৩৮, ১৮৬, ১৮৭, ২২০, ২২১, ২২৫, ২২৭, ২৬৯, ৩০০, ৩০৩, ৩২৮, ৩২৯, ৩৩০, ৩৭৭, ৩৭৮, ৩৮০, ৩৮১, ৪০৩, ৪০৮, ৪০৯, ৪১০, ৪১১, ৪১২, ৪১৪, ৪৭৫, ৪৭৯, ৪৯৪
 পারকেট, ৬৭, ১২৩, ৩২৯, ৩৩০, ৩৭৩, ৩৭৮, ৩৭৯, ৩৮০, ৩৮১, ৩৮২, ৩৮৬, ৪০১, ৪০৩, ৪১৪, ৪৭৪, ৪৮০
 পিডিএফ, ৬৯, ৭০, ৭১, ৮৫, ১১১, ১২৬, ১২৭, ১২৮, ১২৯, ১৩০, ১৩১, ১৩২, ১৩৪, ১৪৬, ১৪৭, ১৭৭, ১৮৬, ১৯০, ১৯১, ২১১, ২১৫, ২৭৮, ৩৩৮, ৩৩৯, ৩৪০, ৩৪১, ৩৪২, ৩৪৪, ৩৪৫, ৩৪৬, ৩৪৭, ৩৫৪, ৩৫৫, ৩৫৬, ৩৫৭, ৩৬৫, ৩৭৬, ৪৭৫, ৪৮০, ৪৯৭।
 পিডিএম, ১৬
 পিএইচপি, ৬৩, ৩৩৯
 পাইপলাইন, ৪৪, ৫৩, ১১৫, ১২৮, ১৮৩, ৩০৩, ৩০৭, ৩০৮, ৩১১, ৩১২, ৩৪৯, ৩৫০, ৩৫১, ৩৫২, ৩৫৪, ৩৫৫, ৩৫৬, ৩৬৭, ৩৭০, ৪১৭, ৪৩০, ৪৭৬
 পিএলএম, ১৬, ২৪৬
 পিএলএন, ৮, ২৭২, ২৯৬
 প্লটলি, ৩২০, ৩৩৬, ৩৩৭, ৩৭২
 পিএমআইএস, ৩, ২৪, ৩২, ৬২, ১৫২, ১৯৬, ১৯৮, ২১১, ২৩৯, ২৪০, ২৪৫, ২৪৬, ২৪৭, ২৪৮, ২৪৯, ২৫০, ২৭২, ৩২৬, ৩৫১, ৩৮৭, ৩৮৮, ৩৮৯, ৩৯০, ৪৫৮, ৪৬২, ৪৮৭
 পিএমএস, ৮৪, ১৫১, ২৩৩
 পোস্টগ্রেসকিউএল, ৬৩, ৬৪, ৬৫, ৩২৯, ৩৯৫
 পাওয়ার বি আই, ৩২০, ৩৭২, ৪৮২
 প্রাইভেট ইকুইটি, ৪৬৪, ৪৮৭
 পাইথন, ৫৬, ৬৩, ১০৩, ১০৫, ১১২, ১১৪, ১১৫, ১১৭, ১১৮, ১১৯, ১২৯, ১৩০, ১৩১, ১৩৩, ১৩৪, ১৩৫, ১৬৬, ১৬৭, ১৭৯, ১৮৭, ২১৯, ২২৪, ২২৫, ২২৭, ৩০৩, ৩০৪, ৩০৮, ৩২০, ৩২৯, ৩৩০, ৩৩২, ৩৩৩, ৩৩৬, ৩৪০, ৩৪৬, ৩৪৮, ৩৫৬, ৩৬৭, ৩৬৯, ৩৭২, ৩৭৮, ৪০৯, ৪১৭, ৪২৬, ৪৫৯, ৪৭৫, ৪৭৬, ৪৭৯, ৪৯৪।

কিউ

কিউটিও, ৭২, ১৯৬, ২১৪, ২১৫, ২১৬, ২১৭, ২১৮, ২১৯, ২২১, ২২৩, ২২৫, ২২৬, ২২৮, ২৩৭, ২৩৮, ২৪২, ২৪৩, ২৫১, ৩০১, ৩০২, ৪৭৫, ৪৭৯
 কিউওইএন, ১০৩, ১০৪, ১২৪, ১২৯, ১৩৩, ১৬৬, ২১৯, ২২১, ৩০০, ৩২৯, ৩৪৩, ৩৪৯, ৩৮১, ৪২৯, ৪৪৩

আর

আরএজি, ১১১, ১১৬
 আরডিবিএমএস, ৬৩, ৬৪, ৬৫, ৮২, ৮৯
 আরডিএফ, ২৬৭, ২৬৮, ২৬৯
 রেগেঞ্জ, ১২৬, ১৩৬, ১৭৭, ১৭৯, ৩৩১, ৩৩২, ৩৩৩, ৩৫৭, ৪৭৪
 আরএফআইডি, ৮, ১৮, ৫৮, ৮৪, ৪১৮, ৪১৯, ৪৫৫, ৪৬০, ৪৬৫, ৪৮২
 আরওআই, ৩১১, ৩১৭, ৩১৯, ৩২১, ৩৫১, ৩৭০, ৩৮৯, ৪৭৯
 আরপিএম, ১৪, ৮৪, ১৫১, ৩৩১, ৩৩৩, ৩৩৪
 আরভিটি, ৮, ৭৩, ৭৭, ১৪০, ১৮৬, ২২৭, ২৭২, ২৯৬, ৩০০, ৩০২, ৩২৯, ৩৫৭, ৩৭৬, ৪১৪, ৪১৫, ৪১৭, ৪৯৭

এস

সফটওয়্যার অ্যাজ আ সার্ভিস, ২৪, ৫০, ৫১, ৫২, ৪৫৮
 সীমা, ২৭৩, ২৭৭
 এসডিকে, ১৩৯, ১৪১, ২৫৭, ২৬৪, ২৭৩, ২৮১, ২৮৬, ২৯৬, ৩২৯, ৪১৪
 সীবার্ন, ১২৩, ৩২০, ৩৩৬, ৩৩৭, ৪০৮, ৪১২
 এসপিএআরকিউএল, ২৬৯
 এসকিউএল, ৬৩, ৬৫, ৬৬, ৮৮, ৮৯, ১০৩, ১০৫, ১১৯, ১২৩, ১৬৬, ১৬৮, ২৬৮, ২৬৯, ২৭৬, ২৭৭, ৩০০, ৩২৯, ৩৭৬, ৩৯২, ৪৯৪
 এসকিউএলাইট, ৬৩, ৬৪, ৬৫, ১৬৬, ১৬৭, ২৯৬, ৩২৯, ৩৬৩
 স্টেপ, ২৬১, ২৬২, ২৬৩, ২৬৬, ২৭২, ২৭৬, ২৭৭, ২৯২
 স্ট্রিমলিট, ৩৩৬, ৩৩৭
 এসভিএফ, ১৪২, ২৭৬, ২৮৫

টি

রাপান্তর, ১২৮, ১৯৩, ৩১১, ৩২৩, ৩২৫, ৩২৬, ৩৩০, ৩৩১, ৩৩৩, ৩৩৪, ৩৪০, ৩৪১, ৩৪২, ৩৪৪, ৩৪৭, ৩৬১, ৩৬২, ৩৬৩, ৩৬৫, ৩৬৭, ৩৮৩, ৩৮৪, ৪৫০, ৪৭৫

আপনি

ইউনিক্লাস, ১৫৪, ১৫৫, ১৫৬
 মার্কিন ডলার, ১৪২, ১৪৩, ২৫৫, ২৭৬, ২৭৭, ২৭৮, ২৭৯, ২৮০, ২৮১, ২৮৪, ২৮৫, ২৮৬, ২৯২, ২৯৬

ভি

ভেক্টরঅপস, ৩৭৩, ৩৯৮, ৪০০, ৪০১
 ভিআর, ৮৪, ২৭১, ২৮৫

ডল্লিউ

হোয়াইটবক্স, ২৪০, ২৪২, ২৪৩

এক্স

এক্সএলএসএক্স, ৮, ৬১, ৬২, ১২৩, ১২৮, ১২৯, ২৩১, ২৬৮,

২৭৬, ২৭৭, ২৮০, ২৯৬, ২৯৯, ৩০৮, ৩৫১, ৩৭৩, ৩৭৭,
৩৭৮, ৩৭৯, ৩৮০, ৪০১, ৪৭৪, ৪৮০

এক্সএমএল, ৬১, ৮৮, ৮৯, ৯২, ১২৮, ১৪৩, ২৬৯, ২৭২,
২৭৭, ২৮০, ২৯১, ২৯৯, ৩২৯, ৩৭৮, ৪১৪, ৪৭৪