

3D Spatial Data Infra-SW For Smart Factory & Mobility

Kairos Spatial 3D™

제품 및 기술 소개

REAL TIME TECH

(주)리얼타임테크

2026.11

Contents

Kairos Spatial 3D™ 제품 및 기술 소개



01 제품 개요

- 문제 정의
- 제품 포지셔닝
- 제품의 핵심 개념
- 제품의 핵심 가치

02 기능 및 특징

- 제품 구성
- Kairos Spatial 소개
- Kairos Builder 소개

03 적용 및 활용

- FAB 인프라 디지털트윈 (SK하이닉스)
- 실·가상 연계형 이종 모빌리티 통합 플랫폼

Chapter Ⅰ

제품 개요

1) 문제 정의
2) 제품 포지셔닝
3) 제품의 핵심 개념
4) 제품의 핵심 가치



01 문제 정의

AI는 현장을 '보지만', 구조를 모릅니다

반도체 FAB·플랜트·AIDC·함정처럼 복잡한 물리 시스템에서는 **3D 형상보다 관계·연결·상태**가 더 중요합니다.

01 데이터가 분산

BIM·CAD·P&ID·센서·자산·정비 데이터가 시스템별로 분리되어 있습니다.

02 형상만 있고 관계는 없음

보기 좋은 3D 모델만으로는 '무엇과 연결되어 있는지'를 계산하기 어렵습니다.

03 응용마다 다시 구축

AI·로봇·시뮬레이션이 매번 공간·설비 관계를 별도로 재구성합니다.

04 운영 변화가 반영되지 않음

설비 상태 · 교체 · 경로 변경이 3D 모델과 운영 시스템 사이에서 끊깁니다.



공통 Spatial Context가 없으면, 모든 AI·Robot·Digital Twin 프로젝트가'현실 세계'를 이해하고 해석하는 데 한계가 있습니다.

02 제품 포지셔닝(Positioning)

Viewer도, 시뮬레이션 Solver도 아닙니다. '운영 공간 컨텍스트'를 위한 데이터 계층입니다

Kairos는 기존 시스템을 대체하지 않고, AI·Robot·Simulation이 공통으로 사용하는 공간·연결관계 기반을 제공합니다.



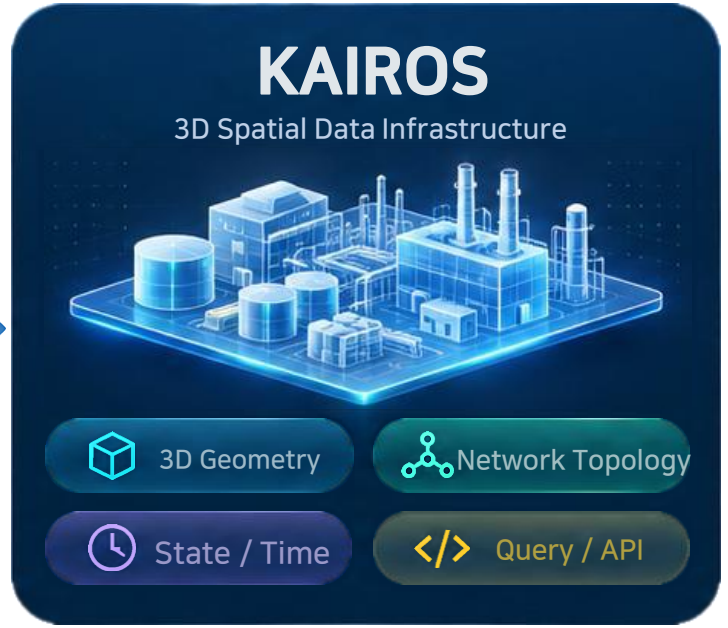
Source Systems

- BIM · CAD · P&ID
- PLM · Asset · GIS
- DCIM/BMS/MES
- Sensor · Alarm · CMMS



Kairos Builder

- 변환 · 정제 · 검증
- 객체 ID 정규화
- 좌표/단위 정합
- 네트워크 추출 지원





Applications

- AI Agent · Copilot
- Simulation / What-if
- Robot/ROS/AMR
- XR / 3D Portal
- MRO/Ops/Decision



Kairos의 역할 = '무엇이 존재하고, 어디에 있고, 무엇과 연결되어 있으며, 지금 어떤 상태인지'를 지속적으로 유지하는 **Operational Spatial Context Layer**

03 제품의 핵심 개념

물리 세계를 '질의 가능한 컨텍스트'로 바꿉니다

객체의 3D 위치, 연결관계, 운영 상태, 시간 변화가 하나의 데이터 모델로 이어집니다.



QUERY EXAMPLES "이 밸브 고장이 영향을 주는 장비는?" · "로봇이 안전하게 접근할 경로는?" · "어느 랙이 이 냉각 루프에 연결되어 있나?"

04 제품의 핵심 가치

Digital Twin 및 Physical AI를 위한 운영 맥락을 하나의 통합된 엔진에서 지원합니다.

단일 프로젝트용 3D 모델이 아니라, 여러 응용이 재사용하는 "공간 데이터 인프라"를 지향합니다.

01 Real 3D



3D 객체·볼륨·포함·근접 관계를 DB 수준에서 저장하고 질의합니다.

02 Network / Topology



배관·덕트·전력·통신·유틸리티의 종단 간 연결성을 추적합니다.

03 State / Time



운영 상태와 변화 이력을 공간 객체와 결합해 지속 가능한 모델을 만듭니다.

04 Enterprise Integration



API·기존 DB·설계도구·운영시스템과 연계해 기존 투자를 유지합니다.

ONE ENGINE · MULTI Data Domain



관계형 데이터



2D / 3D 공간



시공간 상태



2D / 3D 네트워크



경로·추적·영향도



API / 서비스



핵심은 '3D를 보여주는 것'이 아니라, 복잡한 물리 시스템을 반복해서 계산·질의·연계할 수 있는 데이터 구조로 만드는 것입니다.

Chapter Ⅱ

기능 및 특징

1) **제품 구성**
2) Kairos Spatial™ 소개
3) **Kairos Builder 소개**



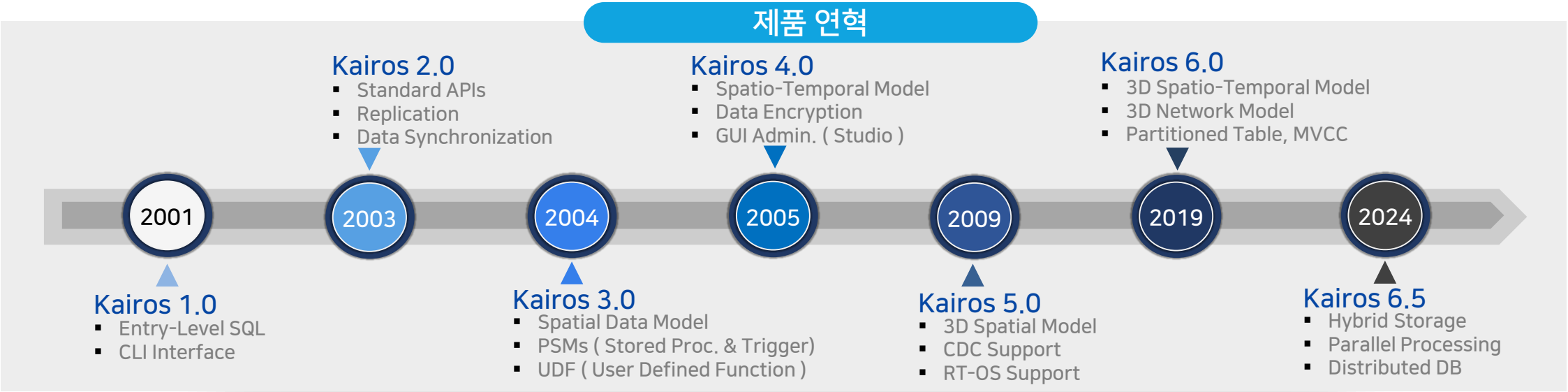
01 제품 구성


Ecosystem
설계/엔지니어링
BIM/CAD
운영시스템
SCADA/EMS
자산/설비관리
EAM/CMMS
업무/ERP
ERP/MES
IoT/센서
IoT/Edge
외부데이터
GIS/기타
연계 데이터
BIM / CAD
IFC, DWG, Revit
설비/자산 데이터
설비, 자산, 문서
네트워크 데이터
배관, 전력, 통신 등
운영/시계열 데이터
Sensor, IoT, SCADA
외부 데이터
GIS, 지도, 날씨 등
수집/연계
ETL/ELT
변환/정제
(1) 코어 엔진 (Kairos Spatial 3D)
Operational Spatial Context Layer (공간 맥락 통합 엔진)
서비스 계층 (Service / API Layer)
공간 객체
조회/검색
위상 분석
연결/포함/거리
네트워크 분석
경로/up·down stream
시공간 분석
궤적/상태 변화/ 객체간 위상 관계
권한/보안
접근제어/감사
데이터 모델 계층 (Data Model Layer)
관계형 모델
2D/3D 공간 모델
2D/3D 네트워크 모델
2D/3D 시공간 모델
모델 Exchange (ex. OpenUSD)
시계열 모델 연계
데이터 저장/엔진 계층 (DB Engine Layer)
인메모리 처리
실시간 초처저연
하이브리드 처리
메모리 + 디스크
분산/클러스터 처리
확장성, 고가용성
API / Query
실시간 응답
연계 서비스
Digital Twin
시뮬레이션/모니터링
AI / Agent
분석/의사결정
Solver / SIM
해석/최적화
Robot / ROS
이동/물류 로봇 제어
(2) 3D 공간 DB 구축 도구 (Kairos Builder)
BIM/CAD
자동 변환
데이터
정제/검증
모델 품질
검사
3D 시각화
/검토

02 Kairos Spatial™ - 개요

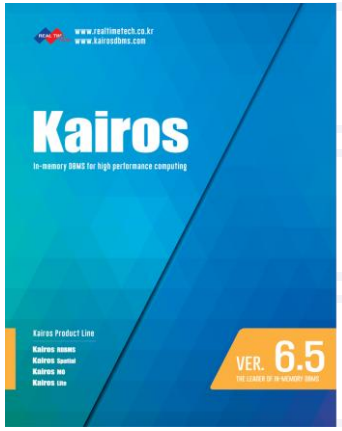
Kairos Spatial™는 리얼타임테크가 독자개발한 고성능 In-Memory 3D 공간 DBMS로, 공간 컴퓨팅 서비스 개발에 최적화된 솔루션입니다. 본 제품의 **고성능** 공간 및 시공간 분석을 통해 Physical AI 구현과 산업 혁신을 가속화합니다.

- 세계최초 인메모리 방식의 공간 DBMS
- 세계 유일의 real 3D 공간/네트워크 분석 기능 제공
- 군,관.산.학.연과 해외 레퍼런스 및 GS인증,세계일류상품 선정 등을 통해 시장과 국가에서 성능과 품질 검증
- 신SW 대통령상 수상(2015년)
- 국산 공간 DBMS 선두 제품
- 국방무기체계에 국산DBMS 로는 최초 공급



02 Kairos Spatial™ - 제품 라인업

제품 라인업



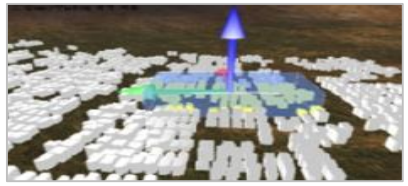
Kairos RDBMS
- 관계형(Relational) 데이터 모델을 지원하는 인메모리 DBMS
- 고속 트랜잭션 처리 및 고가용성, 디스크와 메모리 Hybrid 스토리지 지원
- 통신, 보안, 금융 및 인터넷 서비스 등 실시간 처리 서비스에 적합

Kairos Spatial
- 2D/3D 공간(Spatial) 데이터 모델을 지원하는 인메모리 DBMS
- 공간 객체 간 위상 분석, 경로(라우팅) 최적화 및 지오코딩 지원
- 전통적인 GIS/LBS 서비스, 교통 및 국방 분야 등 공간 정보 융합 분석 서비스에 적합

Kairos MO
- 이동체(Moving Object) 데이터 모델을 지원하는 인메모리 DBMS
- 궤적 분석 및 시·공간 분석 기능 지원
- Indoor/Outdoor 이동체 관제, 표적관리(국방) 등 시공간 정보 융합 서비스에 적합

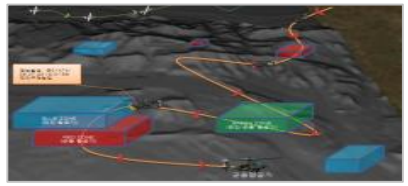
Kairos의 주요 기능

2D/3D 공간 분석



- 2D/3D공간 ISO 표준 모델
- 고성능 공간 색인 기반 분석
- 융·복합 질의 최적화 기능
- IndoorGML/CityGML 저장

2D/3D 시공간 분석



- 2D/3D 이동객체 모델 제공
- 고성능 색인 기반 분석 기능
- 이동객체+속성정보 통합처리
- 대용량 Hybrid 저장구조

네트워크 분석



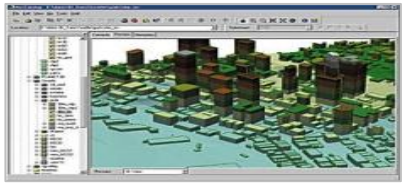
- ISO 표준 네트워크 모델 제공
- In-Database 라우팅 엔진
- Multi-modal 라우팅
- 2D/3D 네트워크 모델 제공

지오코딩



- In-Database Geocoding
- 국내 지번/도로명 기반 지원
- 다국 주소체계 지원
- Indoor 지오코딩 지원

GUI 도구



- 3D 공간객체 시각화
- 3D 이동객체 시각화
- 3D 네트워크 시각화
- GUI 기반 데이터 로더

02 Kairos Spatial™ - Key Features

초고속 인메모리 트랜잭션 처리

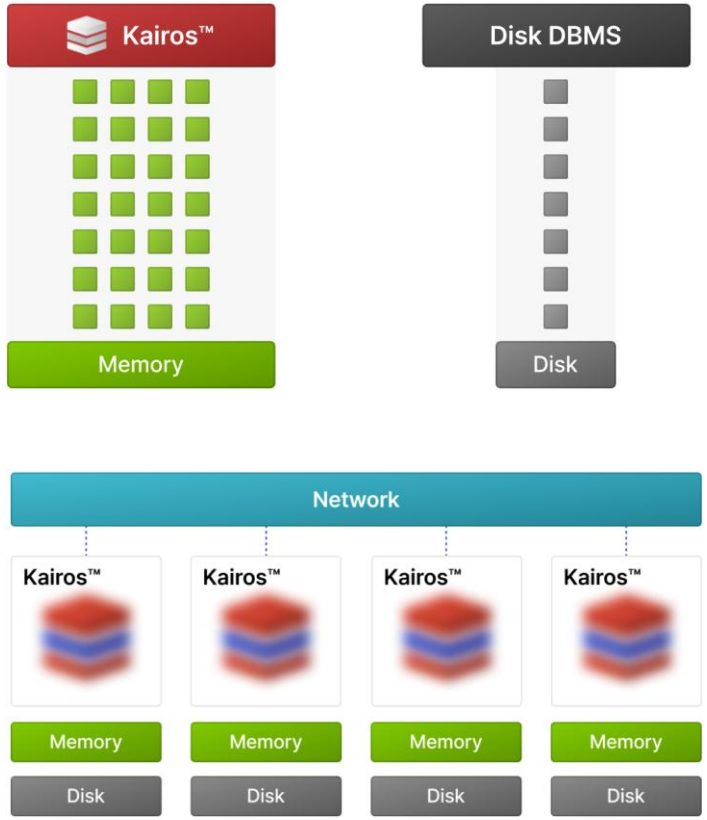
디스크 I/O 병목을 제거하고 메모리에 최적화된 트랜잭션 엔진을 적용해
디스크 기반 DBMS 대비 탁월한(5~10배) 처리 성능 제공

관계형·시공간 데이터 통합 모델 지원

관계형, 2D/3D 공간, 시공간, 네트워크 모델을 단일 엔진에서 통합 지원하는 세계 최초의 다차원 데이터베이스 엔진

대용량 처리를 위한 하이브리드·확장형 아키텍처

실시간 데이터는 메모리에, 비실시간 데이터는 디스크에 자동 저장하는 하이브리드 구조
분산 클러스터를 지원해 대규모 데이터 환경에서도 손쉽게 확장



02 Kairos Spatial™ - 경쟁력

- 경쟁제품에 비해 성능이 뛰어나며 3D 공간 및 네트워크 분석에 특화되어 있음
- 전통적인 GIS 뿐만 아니라 제조 디지털 트윈 및 Physical AI를 구현하기 위한 핵심 기능을 유일하게 제공

항목 / 제품	Kairos Spatial	Oracle	ArcGIS
SW 유형	In-Memory Spatial DBMS	Spatial DBMS	GIS 엔진
3D 객체 지원	Yes	Yes	Yes
상대 비교 성능 (구조적 차이점)	상 (메모리 DB 엔진에서 공간연산)	중 (DB 엔진에서 공간연산)	하 (미들웨어에서 공간 연산)
제조 분야에 적합한 설비/배관 네트워크 모델 지원 여부	Yes	No	No
실시간 네트워크 데이터 갱신 지원	Yes	No	No
엔진 수준 커스터마이징	Yes	No	No

02 Kairos Spatial™ - 레퍼런스 & 지적재산권

주요 레퍼런스

국방 분야

양산: 소해함-1, 소해함-2, C4I ATCIS, 장보고-1,항만감시

개발: 특수작전함, 육군워게임, 함정 유도무기 체계 관리 LGINEXT LBTS, 페루함

제조 분야

- SK 하이닉스
- 현대오토에버
- 현대자동차
- 한국타이어 등

공공 분야

- 통계청, 대전시, ETRI
- LX 공사, LH 공사
- 가스기술공사
- 인천국제공항공사
- KAERI(누리호)

금융 분야

- KCB
- 동부 증권
- 카부탓컴(일본)

지적재산권 확보 현황

50 건 — 특허 등록/출원

11 건 — 프로그램 등록

5 건 — 상표 등록/출원

솔루션 관련 주요 특허

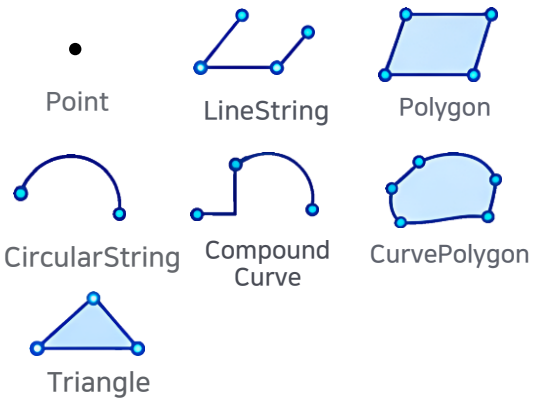
번호	특허 출원/등록 일자	고안의 명칭
1	(등록)2026.12.xx	공장 인프라 관체 네트워크의 무결성 네트워크 데이터 생성 및 경로 분석 제공 방법 및 시스템(등록결정되어 등록 진행 중)
2	(등록)2026.04.22	분산 대피 경로 생성 방법
3	(등록)2024.03.22	전체 실내 공간에 대한 위치 기반 데이터 제공을 위한 실내 공간 정보 기반 센서 설치 위치 선정 방법
4	(등록)2019.11.12	차선 기반 도로 네트워크상에서의 최단경로 탐색 방법

02 Kairos Spatial™ - 세부 기능(1) : 자료형

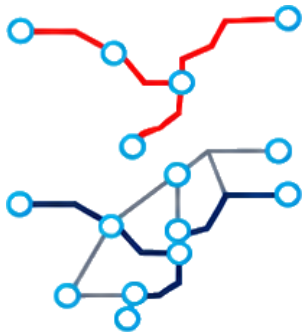
2D Spatial Data Types | 2차원 공간 자료형

- Point, LineString, Polygon, CircularString, CompoundCurve, CurvePolygon, Triangle 등 표준 2차원 공간 자료형
- 위상(Topological) 네트워크 모델 자료형(Node, Link)

주요 2D 공간 자료형 (예시)



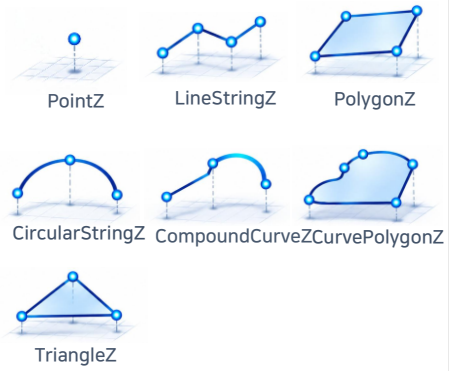
위상 네트워크 모델 (Topological Network Model)



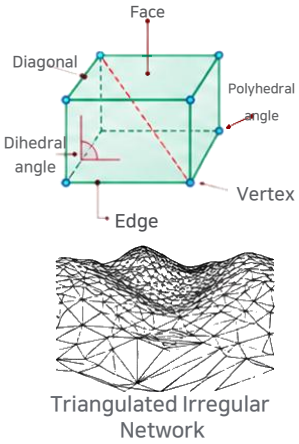
3D Spatial Data Types | 3차원 공간 자료형

- PointZ, LineStringZ, PolygonZ, CircularStringZ, CompoundCurveZ, CurvePolygonZ, TriangleZ, …
- Solid 객체 저장을 위한 Polyhedra 자료형
- 지형 데이터 저장을 위한 TIN(Triangulated Irregular Network) 자료형

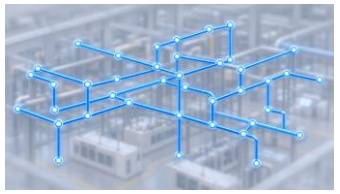
주요 3D 공간 자료형 (예시)



Polyhedra & TIN



3D 네트워크 모델

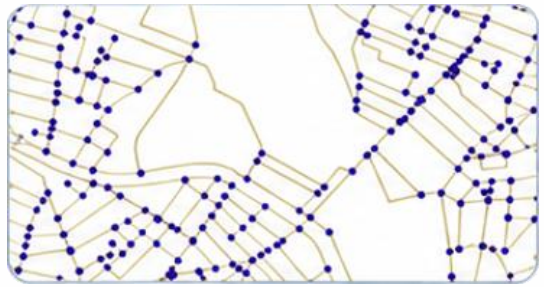


주요 특징 및 지원 범위

- 2D/3D 통합 지원
- 위상 네트워크 모델 지원
- Polyhedra 지원
- TIN 지원

02 Kairos Spatial™ - 세부 기능(2) : 네트워크 모델

네트워크 모델의 개요



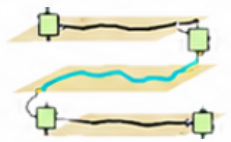
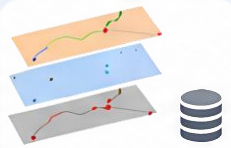
- 연결 정보
- 저장 및 분석 기능

네트워크 데이터 저장

점과선으로 연결 정보가 구성된
네트워크 형태 공간 데이터

네트워크 데이터 분석

네트워크 내에서의
최단경로탐색 도달가능성분석

최단경로 탐색	TSP 경로탐색	이중 네트워크 경로분석	네트워크 데이터 변환
			

* TSP (Traveling Salesman Problem)

3D 네트워크 모델 (배관분석용 모델확장)





	2D/3D 도로 네트워크	3D 배관 네트워크
구성	• 2D/3D 점 : 교차로, 커브 등 • 2D/3D 선 : 도로, 철로, 항로 등 • 3D 면 : 건물, 호수, 강 등	• 3D 점 : 밸브, 피팅, 장비, 분기 등 • 3D 선 : 배관, 덕트, 케이블 등 • 3D 큐브 : 룸, 공간 등
노드 연결	• 노드 1개(교차로)에 최대 8개 링크 연결	• 장비도 노드로 표현 • 노드 1개에 150개 이상 링크 연결
특성	• 2D/3D 동작 구조 큰 차이 없음 • 노드 크기 없음 • 링크 크기(너비)는 있지만 일부 분석에 활용	• 다양한 크기의 노드 존재 • 다양한 링크 크기(배관 직경) 존재하며 거리 계산 시 고려 대상 • 배관 특성, 유체 종류, 마찰계수 등 다양한 속성 부여
분석	• 최단 경로 탐색 • TSP 경로 탐색 • 이종 네트워크 탐색	• 동일 속성 배관 탐색 • 배관 경로 주변 객체 탐색 • 유체 누수 대응 위치 탐색(밸브 탐색) • 주변 위험물 탐색 • 압력, 유량 분석

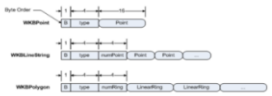
주요 특징 및 활용

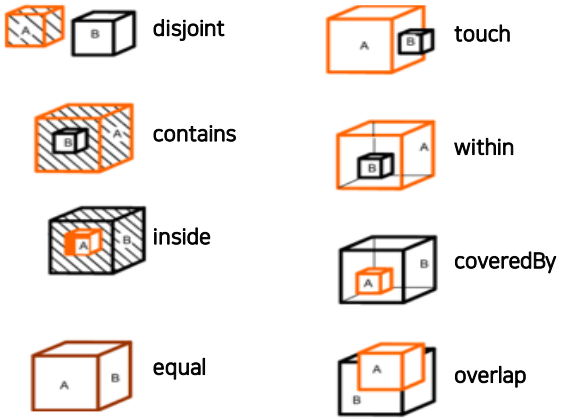
- 연결 정보 기반 네트워크 저장
- 경로 탐색 및 도달가능성 분석
- 3D 배관 네트워크 모델 확장
- 압력·유량 분석 지원

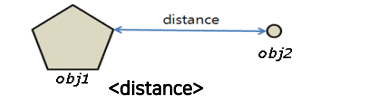
02 Kairos Spatial™ - 세부 기능(3) : 분석 연산

- 표준/비표준 공간분석함수 및 편집 연산을 200여개 제공하며(2D/3D), 다양한 함수 조합으로 공간 분석 가능

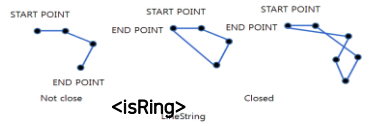
표준(OGC/ISO) 연산자

Relational Operators	▪ 두 공간객체 사이의 공간적 위상 관계를 평가 ▪ Intersects, Overlaps, Crosses, Within, Contain, Disjoint, Equals, Touches	
Set Operators	▪ 공간객체 사이의 합집합/차집합/교집합 객체를 반환. ▪ Union, Difference, Intersection, SymmDifference	
Import/Export Operators	▪ WKT/WKB로 입력된 공간 데이터를 공간 객체로 변환 ▪ 공간 데이터를 WKT/WKB로 변환 하여 Import/Export	
Analyze Operators	▪ 공간 객체의 기하학적 속성이나 여러가지 공간 분석에 사용될 수 있는 연산자 ▪ Length,Area,Volume,Buffer, Distance, Nearest, ShortestPath, …	

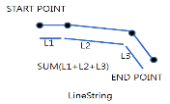




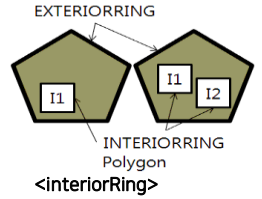
<distance>



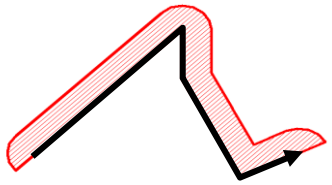
<isRing>



<length>

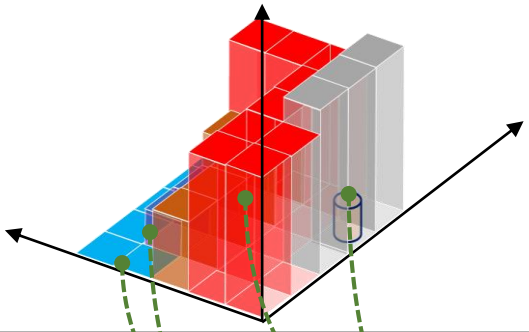


<interiorRing>


<leftBuffer>

02 Kairos Spatial™ - 세부 기능(4) : 객체 저장 관리

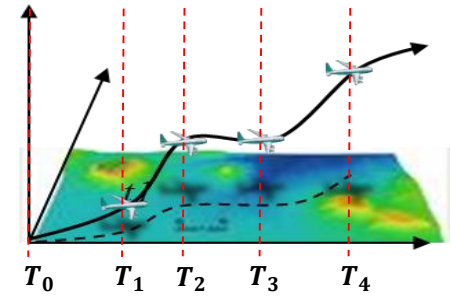
3D 공간 객체 저장 관리



관리 기관	객체 ID	공간 정보 (3D Spatial Type)	통제 시간 (Temporal Type : Period)
A	AREA001		10:00 – 14:00
A	AREA002		-
A	AREA003		11:00 – 14:00
A	AREA004		09:00 – 18:00

- 공간 정보(객체)가 테이블 컬럼의 3D 공간 자료형으로 저장 관리
- In-Database 분석을 통한 고성능 지원. (NDP : Near Datea Processing)
- Hybrid(메모리+디스크) 저장 엔진을 통한 대용량 지원

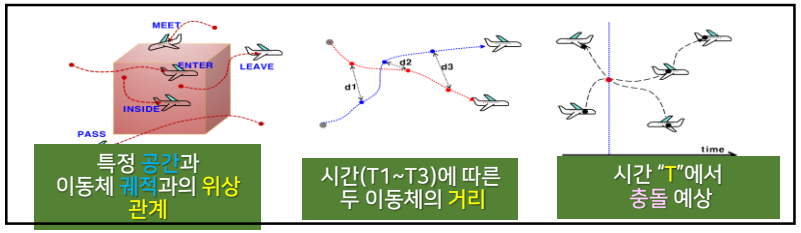
3D 이동체 궤적 저장 관리



객체ID	이동객체 컬럼(MPOINT)
KAL-012	(T0, 100, 100) (T1, 250, 180) (T2, 300, 250) (T3, 450, 270) (T4, 550, 400)

궤적 분석 연산

In-Database Analytics

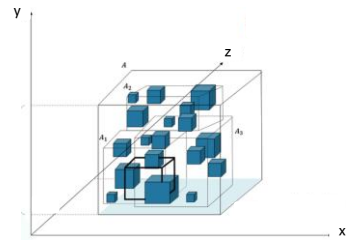


- 보고된 이동체의 주기 별 위치 정보가 궤적 객체(Moving Point)로 통합 저장 관리 됨
- 실내 조업자 / 모빌리티(감시로봇·물류 로봇) 등 이동체 위치(궤적) 기반 분석 활용
- 고성능 궤적 정보 추출 및 궤적 간 위상 관계 분석

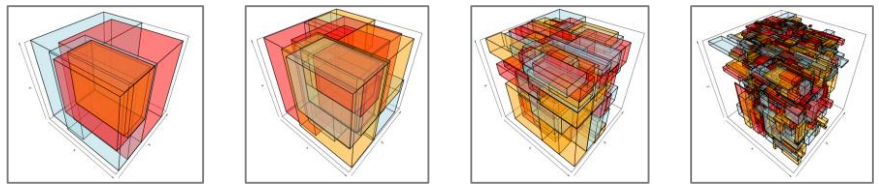
02 Kairos Spatial™ - 세부 기능(5) : 공간 색인

2D/3D 공간 데이터를 효율적으로 색인하여 빠른 데이터 검색을 지원함

3차원 R-Tree 색인 기술



1. 3차원 공간데이터를 효율적으로 관리하고 검색하기 위한 계층적 색인 구조
2. 3차원 객체(점,선,면,부피)를 포함하는 최소 경계 상자 *MBB를 사용하여 계층적 분할
3. 노드 겹침을 최소화 하기위한 알고리즘 적용하지만 완전히 없애는 것을 불가능
4. 공간 범위 검색 및 교차 검색에 뛰어난 성능
5. 삽입, 삭제 시 트리 구조를 동적으로 재구성

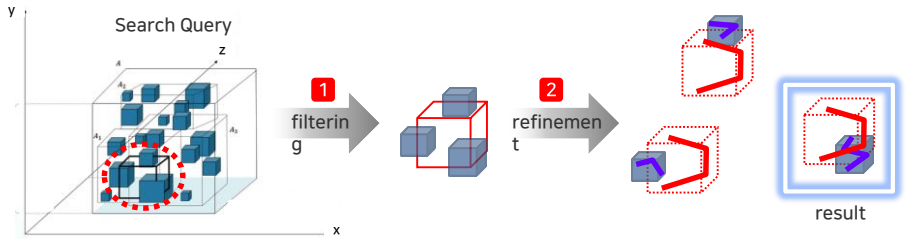


- 3차원 데이터 검색을 위한 주요 기능

  - 객체 크기를 고려한 *MBB 추출 및 삽입, 삭제, 노드 분할, 색인 구축
  - 3차원 데이터의 크기를 고려한 거리 계산 적용
  - 객체 주변 일정 거리 내 객체 검색(반경 검색)
  - 특정 위치 주변 최근접 객체 검색
  - 3차원 범위 검색

* MBB(Minimum Bounding Box)

3차원 공간 색인을 이용한 데이터 검색



3차원 공간 색인의 검색 과정은 주어진 질의(범위 검색 또는 교차 검출 등)에서 불필요한 계산을 줄이고 정확한 결과를 얻는 과정(refinement)을 수행

- 공간 데이터 검색 단계

  1. 필터링 단계(Filter Phase)
     - R-Tree의 계층 구조를 탐색 하면서 질의 객체와 겹치는 MBB 가진 노드 선택
     - MBB 교차 여부만 확인. 세부 데이터를 확인하지 않음(거짓 긍정 발생 가능)
  2. Refinement 단계(Refinement Phase)
     - 거짓 긍정 제거 : 질의 조건을 만족하지 않는 데이터 제거
     - 구체적인 연산 수행 : 실제 3D 객체 좌표로 객체간 정밀한 교차 검증

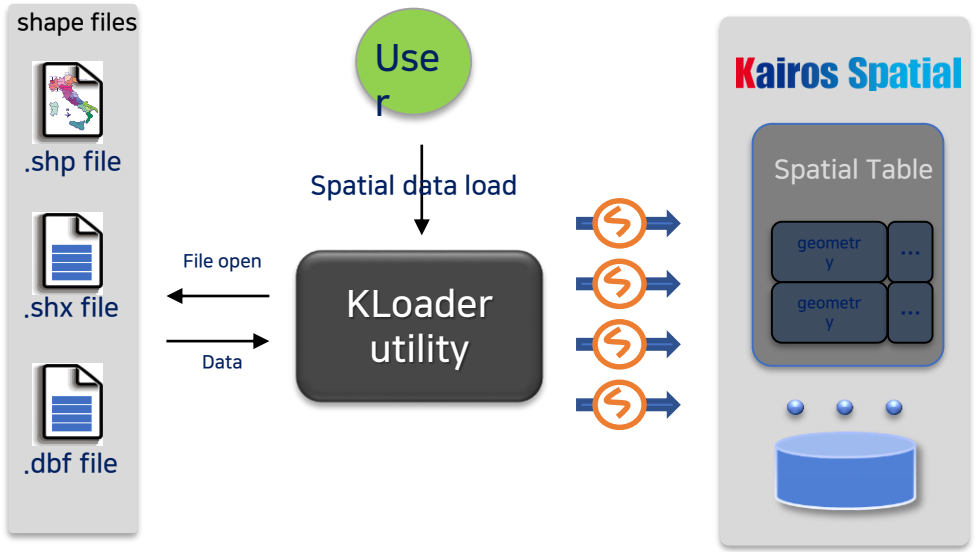
- 질의 유형별 Refinement 과정

  - 범위, 교차 검색 : 필터링 단계에서 선택된 MBB가 질의 범위 내에 있는지 확인 후, 실제 객체간 정밀한 확인 연산
  - 근접질의 : 필터링 단계에서 근접 가능성 있는 MBB 후보 선택 후 실제 계산을 통해 최근접 찾음

02 Kairos Spatial™ - 세부 기능(6) : 데이터베이스 구축

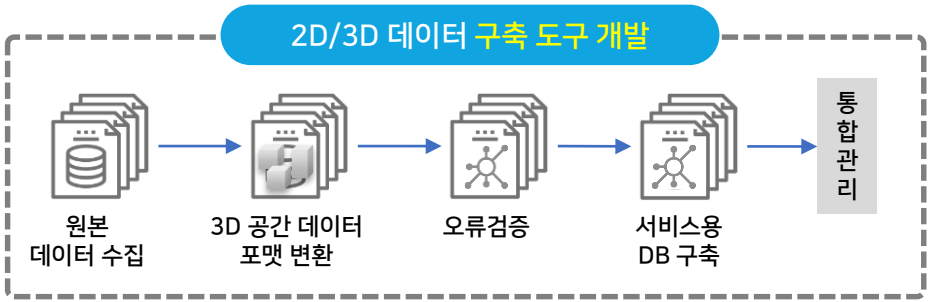
- 2D / 3D SHP 포맷의 파일 로딩 도구 제공
- 3D 데이터의 경우 별도의 데이터 로딩 도구 개발 지원

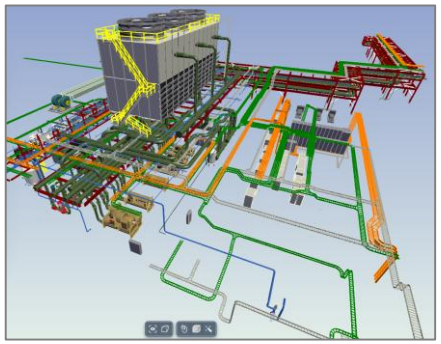
2D/3D shape files



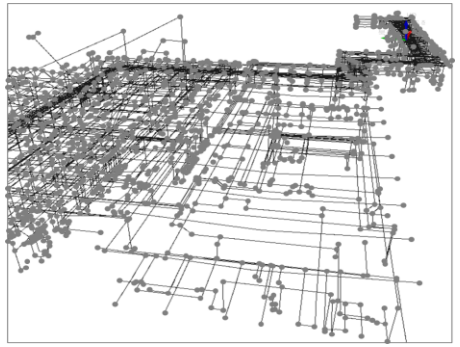
- 산업계 표준인 shp 파일 포맷을 로딩 하는 도구 지원 (2D/3D)
- 공간 테이블 자동 생성 및 데이터 로딩
- Import 및 Export 기능 지원

미지원 공간 데이터





[원본BIM데이터]



[3D DB구축]

- 3차원 데이터는 제공 되는 포맷이 매우 다양함
- Kairos 로 DB 구축하기 위한 도구 개발 지원
- 3차원 shp 파일 포맷 로딩 도구 기본 지원

02 Kairos Spatial™ - 세부 기능(7) : 성능

대표적인 공간 검색 연산인 위상관계 연산 및 경로탐색 성능

위상관계 연산 성능

구분		세부 규격
시험 환경	시험대상	• Kairos Spatial • A 사 공간 DBMS
	데이터	• 전국 지적 데이터 500만 건
	질의	• 위상관계 연산자(distjoint 제외) • Intersect, equal, cross, touch, contain, within, overlap
	시험방법	• 질의 도형(box) 랜덤 생성 (맵 전체 영역의 가로길이 1% 크기) • 1000회 반복 수행 후 평균값 산출
	시험장비	• CentOS • Intel Xeon E3-1230 v5 3.4GHz • 16GB RAM, 200GB SSD, 1TB HDD



[질의 도형 랜덤 생성]

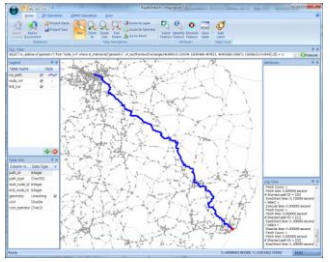
연산	평균소요시간(sec)			배수	
	Kairos (SSD)	Kairos (HDD)	A 사 (SSD)	Kairos(SSD) vs. A 사(1)	Kairos(HDD) vs. A 사(2)
intersects	0.001517	0.001541	0.027729	18.27	18.00
equals	0.001125	0.001121	0.026620	23.67	23.74
crosses	0.001223	0.001292	0.041244	33.72	31.92
touches	0.001375	0.001347	0.034425	25.04	25.56
contains	0.001117	0.001116	0.030526	27.34	27.35
within	0.001856	0.001762	0.032840	17.70	18.64
overlaps	0.001650	0.001577	0.037670	22.84	23.88
평균	**0.001409**	**0.001394**	**0.033008**	**23.43**	**23.68**

배수 : Kairos(SSD) 대비 A사의 질의처리시간 비율

경로 탐색 연산 성능

최단 경로 탐색 성능

시험 환경				
시험대상	• Kairos Spatial	데이터	• 전국 노드 데이터 156만 건 • 전국 링크 데이터 187만 건	
질의	• ShortestPath	시험방법	• 서울/부산 간 경로 탐색	



- 서울역~부산역 간 경로탐색 속도 : **0.1초**
- 결과 링크 수 : 16,347 nodes

Record count	LV4(화면가시화)	LV1(검색용)
Node	18,994	1,562,017
Link	27,226	1,869,299

TSP(Traveling salesman problem) 탐색 성능

시험 환경				
시험대상	• Kairos Spatial • T-MAP	데이터	• 전국 노드 데이터 167만 건 • 전국 링크 데이터 216만 건	
질의	• TSP(+ShortestPath)	시험방법	• 출발/도착 및 경유지를 랜덤으로 생성 • TSP탐색 후 경로탐색 수행	
시험장비	• Windows 10, Intel i5-3570 3.4GHz • 8GB RAM, 2TB HDD			

경유지 개수	경로 길이		수행 시간	
	Kairos Spatial	T-MAP	Kairos Spatial	T-MAP
20개	9.02 km	11.1 km	0.04초	약 1초
30개	11.49 km	15.32 km	0.13 초	약 1초
100개	26.07 km	40.4 km	0.34 초	약 15초



[Kairos Spatial] 100개 경유지 TSP



[T-MAP] 100개 경유지 TSP

03 Kairos Builder™ - 개요(1)

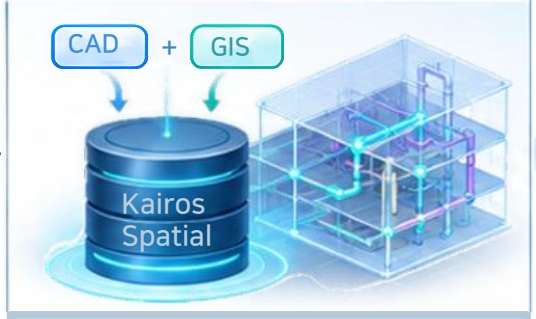
Kairos Builder 주요 기능

1. BIM 기반 3D 공간정보 자동 생성



- BIM 데이터에서 기본 정보 추출
- 계통 연결성 등 3D 공간정보 자동 생성
- 연결 누락, 중복 등 데이터 정제

2. 3D 공간 DB 엔진 기반 저장·분석



- CAD·GIS 융합 방식으로 3D 공간 데이터베이스화
- 고성능 3D 공간 DBMS (Kairos Spatial) 기반 데이터 관리
  - 공장 전체 공간정보·연결성 통합 저장·관리

3. 시뮬레이션 파라미터 자동 생성



- Kairos Spatial 분석 기술 활용
- 최종 시뮬레이션 파라미터 자동 생성
- 기존 수작업 중심 구축 과정 최소화

4. 공장 전역 범위 시뮬레이션 자동화



- 시뮬레이션 대상 배관 형상/연결 정보 수작업 생성 불필요
- 구간별 Sim. → 공장 인프라 통합 Sim.
- 인프라(배관/설비) 변경 시 자동 갱신 시뮬레이션 정확도 향상

기대효과 및 활용

운영 개선 효과



- Sim. 자동화(자율화 ↑)
- 수율 향상(TTTM 분석)
- 신속 비상 대응
- 다운타임 감소 (가시성↑ ➡ 사전 예방)

기술 차별성



- CAD·GIS 융합 접근
- 글로벌 수준 코어 엔진 : Kairos Spatial
- 대형 첨단 제조 인프라 디지털 트윈 실현

사업화 실증



- SK하이닉스 제조 FAB 대상
- 글로벌 기업과 경쟁 후 PoC 통과
- 2025~2026년 DT 사업 참여 중

기존 수동 방식으로는 어려웠던
대규모 공장 인프라 디지털 트윈 구축을
자동화 기반으로 실현

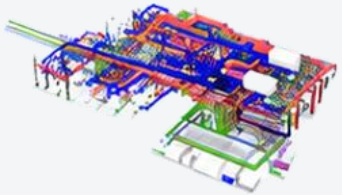


03 Kairos Builder™ - 개요(2)

Kairos Builder 와 기존 수작업 기반 시뮬레이션 방식 비교

I. BIM data 수집 → II. Parameter 생성 → III. Simulation 진행

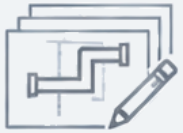
기존 방식



공장 구간별 BIM Data 수집
(CAD 도면)

수작업 진행

- 파라미터 수동 생성
- 계통 추적용 연결성 등 3D 공간정보 수작업 구축



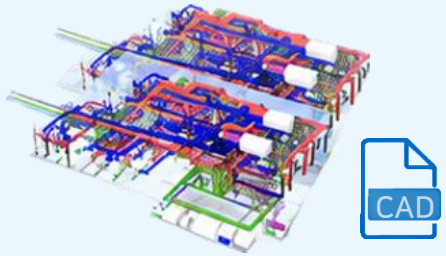
구간별 / 수작업 (비효율 · 비연속)



공장 구간별 수동 입력

- 공장 구간별 파라미터 수동 입력하여 배관/배기 시뮬레이션 진행

Kairos Builder (+ Kairos Spatial)



공장 전체 BIM Data 수집
(CAD 도면)

Kairos Builder

자동 변환 → 데이터 자동 정제 → 분석 서비스

실시간 3차원 공간 분석 엔진 — Powered by Kairos Spatial

공장 전체/ 자동화.통합



공장 전체 파라미터 자동 입력

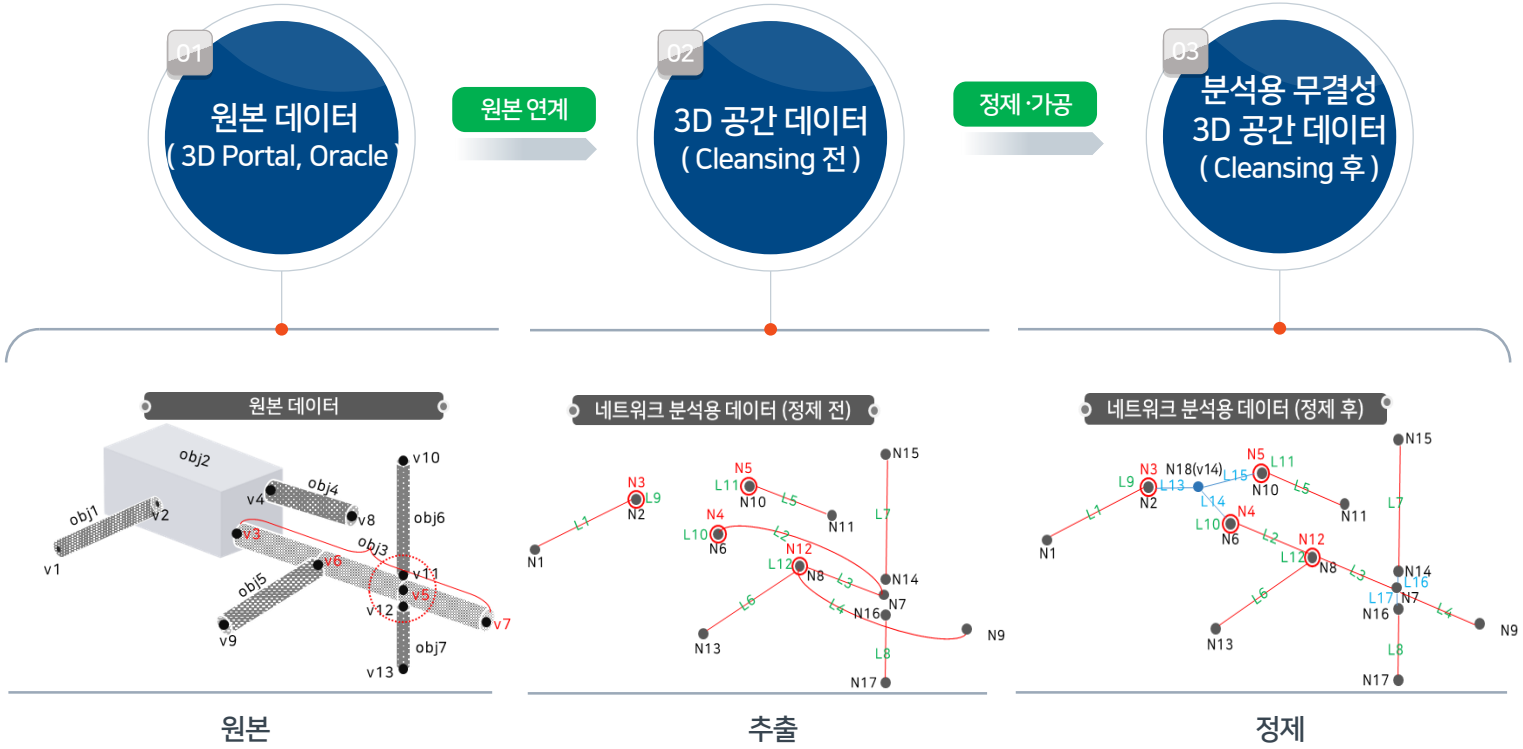
- 독자개발한 In-Memory 기반 고성능 3D 공간 데이터베이스엔진을 data infra로 활용
- 잦은 신규 설비 변동이 있는 반도체 FAB에서 자동화, 수율향상 등 개선

주요 효과

- 시뮬레이션 구축 시간 단축
- 데이터 일관성 및 정확도 향상
- 운영 효율 및 수율 향상

03 Kairos Builder™ - 개요(3)

Kairos Builder 기반 분석용 3D 공간정보 DB 구축 개념



공간 DBMS 엔진 기반의 배관 데이터 정제(Data Cleansing) 도구

- 네트워크 데이터의 객체간 연결 정보가 완전하지 않으면 배관 추적이 불가능 함
- 원본 데이터로부터 추출한 데이터는 연결 정보가 불완전 함
- 이를 보완하고 완전한 연결성을 확보

배관 데이터 구성 요소간 연결 정보기반 공간/네트워크 분석 API

- 배관 연결 추적, 배관 특성/유체 추적, 주변 탐색 등 3D 공간 및 다중 속성 활용한 분석 API 제공
- 산업 현장의 요구에 대응하기 위한 다양한 분석 기능 추가 등 유연한 기능 확장을 위한 커스터마이징 제공

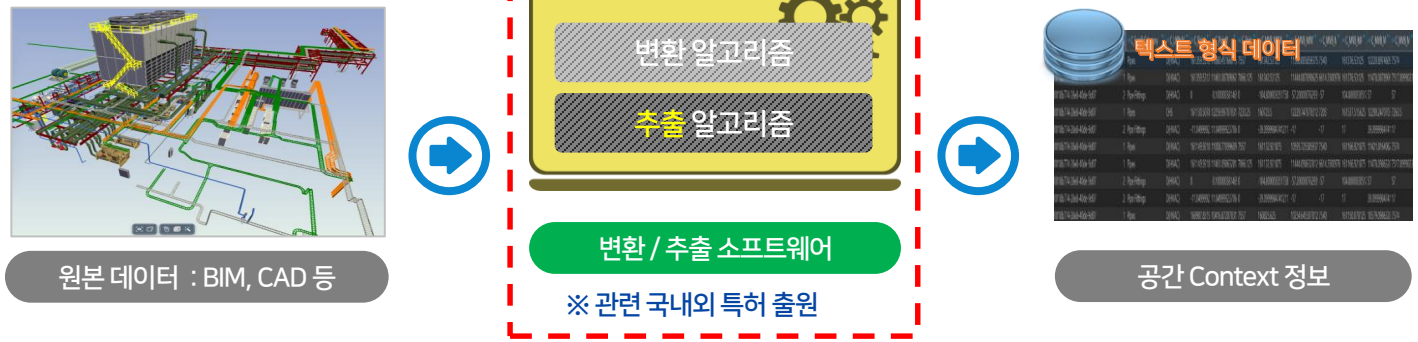
03 Kairos Builder™ - Key Feature 1

자동 변환 (Auto-Conversion)

기존 구축된 설계 데이터에서 계통 추적 및 공간 분석에 필요한 자료를 자동으로 추출·변환하는 기능을 제공합니다.

자동 변환 » 데이터 정제 » 분석 서비스

- 설비, 장비 및 연결장치(파이프, 덕트) 등 기존 설계 데이터를 활용해 계통 추적에 필요한 기초 정보를 자동 생성
- 자산 간 연결 정보를 3D 공간 데이터로 자동 변환하여 공장 전체의 E2E 종단간 계통 추적 지원
- BIM, CAD, P&ID 등 다양한 설계 데이터 연계를 통해 분석 정확성과 서비스 확장성 확보
- 병렬·분산 고성능 처리로 대용량 설계 데이터를 고속 변환



03 Kairos Builder™ - Key Feature 2

데이터 정제 (Data Cleansing)

자동 변환 과정에서 발생하는 연결 및 속성 불일치를 자동 검출·보정하여 데이터 무결성을 보장합니다.

자동 변환 » 데이터 정제 » 분석 및 서비스

- 불완전한 연결·속성 정보를 자동으로 정제해 공장 전체 자산 간 계통 추적이 가능한 무결성 데이터 구축
- 부분 갱신(Incremental Update) 기능으로 신규 장비 도입·라인 공사 등 환경 변화를 즉시 반영
- 정제(Cleansing) 연산 병렬화를 통해 대용량 데이터도 신속하게 운영 데이터베이스로 구축
- 샘플링 및 시나리오 기반 검증으로 고품질 데이터 품질관리(QC) 기능 제공



[공장 인프라 관체 네트워크의 무결성 네트워크 데이터 생성 및 경로 분석 제공 방법 및 시스템]

03 Kairos Builder™ - Key Feature 3

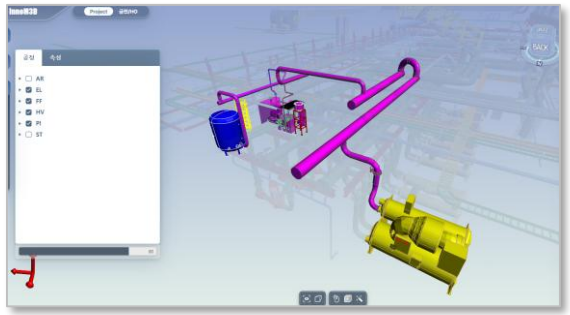
분석 서비스 (Analytics Service)

기존의 육안 식별이나 복잡한 분석 없이 공장 내 자산 간 계통 추적과 3D 공간 분석을 수행하여 API를 통하여 맞춤형으로 시뮬레이션에 필요한 분석데이터를 제공합니다.

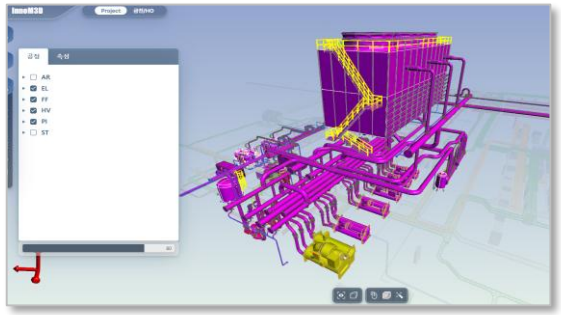
자동 변환 » 데이터 정제 » **분석 및 서비스**

- 수율 분석, 설비 시뮬레이션, 동선·간섭 분석 등 복잡한 현업 분석 업무를 손쉽게 구현할수 있도록 지원
- E2E 계통 분석, 특정 장비 연결 분석, 공간(간섭) 분석 등 핵심 3D 공간 API와 커스텀 API 제공
- 이동체 궤적·경로 분석 API를 통해 현장 조업자 안전 모니터링, 모빌리티(로봇, AMR, AGV, OHT) 기반 제조 물류 최적화 등 운영 서비스 개발 지원
- 유연한 기능 확장성을 기반으로 다양한 산업 현장 요구에 탄력적으로 대응

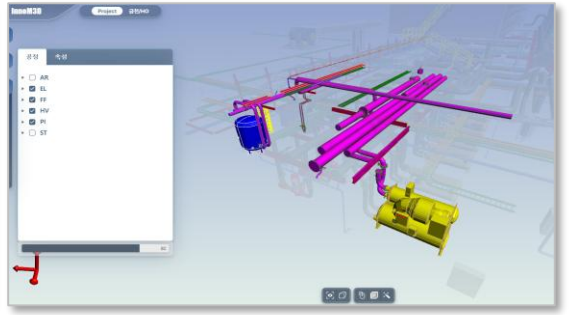
장비 A에서 장비 B까지 연결된 배관 추적



장비 A와 연결된 모든 배관 검색



추적 경로 주변 일정 범위내 객체 추출



03 Kairos Builder™ - 적용 가능한 분석 서비스

01 Connectivity Trace
연결성 추적 및 네트워크 분석



- 설비·배관·Utility의 End-to-End / Upstream / Downstream 추적
- Connected Component 분석
- Loop / Dead-end / Break 탐지 및 밸브 상태 변화에 따른 위상 재계산

02 Utility Path
설비 운전 경로 분석 및 최적 경로 탐색



- 최단경로, 최소 압력손실/비용 경로
- 운전가능 밸브 상태 기반 경로 분석
- 위험설비 회피 경로 및 K-Shortest / Alternative Path 지원

03 Spatial Relation
공간 관계 분석 및 간섭·접근성 검토



- Path Corridor / 3D Buffer
- 배관·Cable·위험물 근접·교차·간섭 분석
- Network Trace + 3D Geometry 결합 질의, 유지보수 접근성 분석

BIM 기반 공간 DB + Connectivity Intelligence

BIM 기반 공간 데이터 구조화, 연결성 추적, 운영 분석 지원

04 Impact Analysis
변경·장애시영향분석및전파추적



- Valve Open/Close, Pipe Failure, Leakage 등 Maintenance Event 기반 영향 전파 분석
- Upstream/Downstream 영향 추적
- 영향 Utility·생산장비 자동 식별, What-if / Recovery 분석

05 Optimization
운영 최적화 및 리소스 효율화



- 밸브 차단 / 대체 공급 경로 분석
  -> 유지보수 시간/ 센서 배치 위치 최적화
- Impact·Cost·Risk·Energy 다목적 최적화
- 대규모 Batch Trace와 Optimization을 위한 CPU/GPU Hybrid 가속 구조

대표 활용 시나리오

- E2E 연결 추적 및 계통 가시화
- 장애/누출/차단 시 영향 범위 신속 파악
- 대체 공급 경로 및 운전 경로 탐색
- 유지보수·공간 간섭·안전거리 분석

03 Kairos Builder™ - 시연



Chapter Ⅲ

적용 및 활용

1) FAB 인프라 디지털트윈 (SK하이닉스)
2) 실·가상 연계형 이종 모빌리티 통합 플랫폼



01 FAB 인프라 디지털트윈 (SK 하이닉스)

프로젝트 개요

- SK hynix제조 FAB 인프라 디지털트윈 프로젝트
- BIM(Revit)데이터 기반 3D 공간 DB 구축 수행
- Kairos Spatial 납품 및 적용
- 대형 FAB 인프라의 연결성 분석과 추적성 확보 지원

사업화 실증

- 글로벌 기업과의 경쟁을 거쳐 PoC 통과
- 2025~2026년 시범사업 수행 중
- 실제 제조 환경 적용 사례 확보

핵심 수행 흐름

1. BIM(Revit) 데이터 수집



2. 설비·배관·Utility 정보 추출



3. 연결성 포함 3D 공간정보 자동 생성



4. Kairos Spatial 기반 3D 공간 DB 구축·관리



5. E2E 연결성 분석 및 추적성 확보



당사 수행 범위

- BIM 데이터 분석 및 구조화
- 계통 연결성 등 3D 공간정보 생성
- 대형 FAB 공간 DB 설계·구축
- Kairos Spatial기반 저장·관리 환경 제공
- 연결성 추적/분석 기반 마련

핵심 기술 포인트

- CAD·GIS 융합 접근 기반
- In-memory 고성능3D Spatial DBMS
- 설비/배관/Utility 통합 표현
- FAB 전역 단위의 데이터 관리 확장성
- 기존 수작업 한계를 극복하는 자동화 기반

고객 가치

- 정합 공간 데이터 확보
- 신속한 연결성 추적
- 대형 FAB 전역 가시화
- 디지털트윈 분석 기반 마련

02 실·가상 연계형 이종 모빌리티 통합 플랫폼 (원천기술 개발 R&D)

사업 개요

- **사업명**: 2026년 4극3특 중부권 과학기술혁신지원사업 (첨단 모빌리티)
- **최종목표**: 실·가상환경 연계 4D 디지털트윈 기반 이종 모빌리티 운영형 통합 관제·검증 플랫폼
- **대상**: 자율주행차, 배송로봇 등 이종 이동체

실제 도심 환경 (실환경 데이터)



- 정적 지도·네트워크
- 이동체 위치·상태
- 실시간 센서 데이터 (CCTV, V2X 등)

4D World 데이터 인프라 (공통 데이터 기반)



- ✓ 공통 시공간 데이터 모델(3D/4D)
- ✓ 실시간 저장·색인·질의
- ✓ Real-Twin 동기화(실환경↔가상)
- ✓ Simulation-Ready 데이터 생성

공통 플랫폼 기반 이종 통합 시뮬레이션



- ✓ 차량·로봇 모델 통합 실행/관리
- ✓ 실환경 동적정보 연계
- ✓ 시나리오 기반 시뮬레이션

위험성 정량평가 및 안전성 검증



- ✓ 위험요인 분석 및 정량평가
- ✓ 안전성 기준 기반 검증 (ADS L3+ 등)

통합관제 및 위험대응



- ✓ 이종 이동체 통합 모니터링
- ✓ 이상 상황 탐지·알림
- ✓ 운영 의사결정 지원

실환경 운영 및 데이터 환류



- ✓ 실증 운영(도심 거점)
- ✓ 운영 데이터 수집·분석
- ✓ 모델·시나리오·운영전략 지속 개선

① 시뮬레이션 기반 사전 검증 (Virtual Loop) → ② 실환경 운영·피드백 (Real Loop)

실환경 - 시뮬레이션 - 검증 - 관제 - 운영 - 피드백의 연속적 Closed-loop 체계 구축

핵심 개발기술·추진체계·기대효과 | 이종 모빌리티의 안전한 운영과 실증 확산을 위한 핵심기술 개발 및 단계적 고도화 추진

핵심 개발기술 (중점기술)

① 실·가상환경 통합 4D World 데이터 인프라	② 공통 플랫폼 기반 이종 통합 시뮬레이션	③ 위험성 평가 및 안전성 검증	④ 통합관제 및 위험 대응	⑤ 실증거점·실환경 데이터 확보
리얼타임테크 (총괄주관)	KAIST · 국립한밭대 · 충남대	한국자동차연구원	에이텍모빌리티	대전테크노파크 등

추진 로드맵

- **시범사업** 2026.10 ~ 2027.03 (핵심 기술 타당성 검증)
- **본사업 1단계** 2027 ~ 2028 (가상환경·기반기술 구축)
- **본사업 2단계** 2029 ~ 2030 (실환경 연계 고도화)

핵심 정량 목표 (목표치)	1단계 → 2단계
디지털트윈정합도	90% → 95%
데이터 동기화 지연	250ms → 100ms
검증 시나리오	7건 이상 → 10건 이상
관제 가동률	98% → 99%
환류 반영	5건 이상 → 10건 이상



감사합니다.

REAL TIME TECH

(주)리얼타임테크

Backup - 1 주요 개발 실적 (R&D)

분야	과제명	수행기간
빅 데이터 플랫폼 구축 및 서비스 개발	빅데이터 대상의 빠른 질의 처리가 가능한 탐사 데이터 분석 지원 근사질의 DBMS 기술 개발	2021.04~2024.12
	산업용 로봇 예지보전을 위한 개방형 통합 플랫폼 개발	2022.05~2024.03
	DNA+ 드론 플랫폼 기술 개발 및 검증	2023.01~2024.12
	익스트림 트랜잭션 및 분산 확장성을 제공하는 대용량 비휘발성 메모리(SCM) 기반의 차세대 인메모리 빅 데이터베이스 시스템 상용 기술 개발	2016.05~2021.04
	공간정보 융합 서비스를 위한 3D 고성능 공간 DBMS 개발	2014.04~2016.02
	실시간 부분 맵 업데이트를 위한 내비게이션 전용 모바일 DB 솔루션 개발	2011.12~2013.11
영상 AI 서비스 개발	1POPS급 디지털 뉴로모픽 이벤트 프로세서 풀스택 개발	2025.04~2029.12
	실시간 대규모 영상 데이터 이해·예측을 위한 고성능 비주얼 디스커버리 플랫폼 개발	2014.04~2024.02
	AI 영상인식 기반 계류장 지상이동차량 경로 감시	2020.10~2022.10
	Vision 기반 공정 추이분석 및 이상 탐지 솔루션 개발	2022.03~2022.11
	실리카 웨이퍼 기반 배열형 도파로 격자(AWG) 소자 영상 AI 불량 감시 솔루션 개발	2021.04~2021.10
AIOT 기반 실시간 모니터링 서비스 개발	다중복합시설 화재・피난 실시간 시뮬레이션 SaaS 개발 및 실증	2025.06~2025.12
	화재발생시 공간분석을 통한 실시간 분산대피 계획수립 및 대피로 유도	2023.06~2025.12
	BLE MESH 네트워크망 활용 위한 모니터링 디바이스 및 통합관리시스템 개발	2022.04~2024.12
	산업 현장에서의 안전을 위한 1ms 이내 실시간 데이터 분산 처리가 가능한 초저지연 IoT 게이트웨이 기술개발	2021.04~2023.12
	LIGHT-HVAC 에너지 최적화 시스템 및 BM 개발	2018.05~2021.04

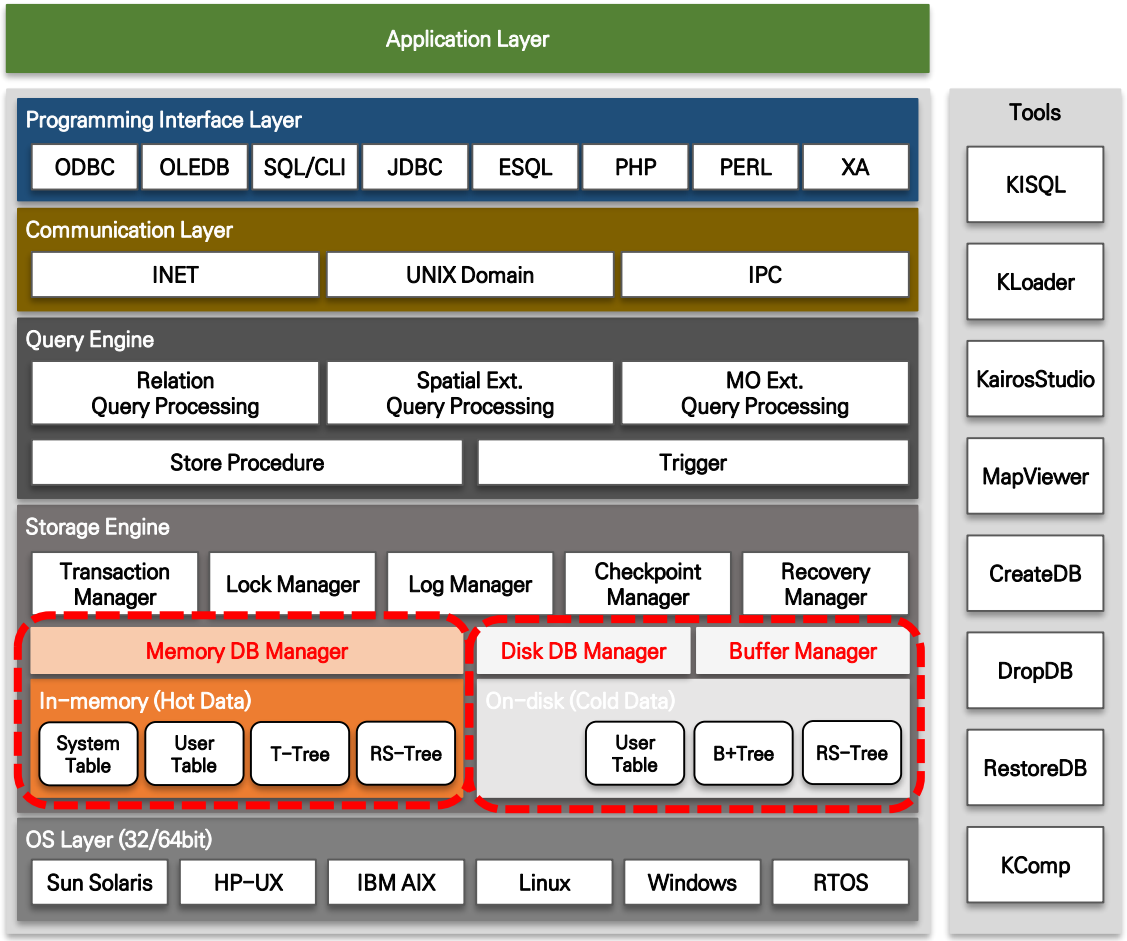
Backup - 1 주요 개발 실적 (개발 용역)

분야	과제명	수행기간
빅 데이터 플랫폼 구축 및 서비스 개발	Array DB 기반 위성영상 저장 및 관리기술 고도화 연구 개발	2023.08~2025.06
	수소 충전소 점검 체크 리스트 App 고도화	2024.06~2024.08
	수소충전소 압축패키지 정비점검 체크리스트 입력 연구용 시범 컨텐츠 개발	2022.09~2023.06
	4D 항공기상 데이터 큐브 개념 검증 및 분석용 시작품 제작	2022.10~2022.11
	위성영상 빅데이터 처리 및 분석 시스템 성능 개선 및 고도화	2021.05~2021.11
	산업 빅데이터(시뮬레이션,IIOT)플랫폼 개발을 위한 요소기술 개발	2021.05~2021.11
	위성 영상 특성을 활용하는 KOMPSAT-5 영상 적재 기능 개발	2021.05~2021.11
	자율주행 로그데이터 관리 시스템 구현	2021.07~2021.11
	드론 센서 데이터 구축용 데이터베이스 개발	2020.08~2020.11
	위성영상 빅데이터 처리 및 분석 시스템 성능 개선 및 안정화	2020.06~2020.12
	제조/산업 서비스 지원을 위한 빅데이터&AI 플랫폼 고도화 및 서비스 운영환경개발	2020.05~2020.11
	위성영상 빅데이터 입출력 자동화 도구 및 웹기반 GUI 개선	2019.08~2019.11
	천연가스설비 정비이력 분석 운용환경 구축 용역	2019.07~2021.12
	클라우드 서버 정밀 맵 컨텐츠 공유 응용 구현	2019.06~2019.10
영상 AI 서비스 개발	토지조사 인공지능 학습데이터셋 및 콜롬비아 도로 탐지 인공지능 모델 제작	2022.11~2023.06
	인공지능 기반 토지 피복 자동분류 시스템 고도화	2022.05~2022.12
	토지조사 인공지능 학습데이터셋 및 콜롬비아 도로 탐지 인공지능 모델 제작	2022.11~2023.06
	인공지능 기반 토지 피복 자동분류 시스템 고도화	2022.05~2022.12
	지능형 토지 피복 자동분류 시스템 구축	2020.06~2020.12
	인공지능에 의한 토지 피복 지도 분류 방안 및 방법론 검증	2019.07~2019.12
	영상 학습 모델을 활용한 배경객체 제어 GUI 개발	2019.07~2019.10
AIOT 기반 실시간 모니터링 서비스 개발	디지털 아카이브 입출력 인터페이스 최적화 모듈 개발	2024.04~2024.10
	디지털 트윈 아카이브 모니터링 도구 개발	2023.05~2023.11
	디지털 트윈 아카이브 시뮬레이션 및 성능 측정	2022.04~2022.11
	디지털 트윈을 위한 표준 ROM 실행환경 및 프론트엔드 개발	2022.06~2022.11
	건설현장 엣지 컴퓨팅 플랫폼 데이터 분석 도구 및 인터페이스 고도화 제작	2022.09~2022.11
	건설현장 스트리밍 데이터 처리 및 모바일 모듈 제작	2021.08~2021.11
	자연재해 사회 현안 서비스 인적 피해 대응 통합 시나리오 실험 시작품 제작	2021.08~2021.10
	건설현장 다중 센싱 데이터 수집 및 관리 컴포넌트 구현	2019.07~2019.11

Backup - 2 코어 엔진 기술(1) : Hybrid Storage Engine

주요 특징

- Hybrid DBMS는 메모리 테이블(In-memory Table)과 디스크 테이블(On-disk Table)을 함께 지원하는 데이터베이스 시스템임
- 즉, 빠른 속도가 필요한 데이터는 메모리에 저장하고, 대용량 데이터는 디스크에 저장하여 메모리와 디스크 기반의 장점을 결합하여 속도와 비용 효율성을 모두 극대화한 솔루션임



○ 기능

▣ 인-메모리 DBMS의 데이터 저장용량에 대한 단점을 보완하기 위한 디스크 테이블 제공

▣ 접근 빈도가 높은 데이터(Hot Data)는 메모리에, 대용량이 필요한 데이터(Cold Data)는 디스크에 저장하여 고성능, 대용량 정보처리를 하나의 DBMS에 통합

▣ 메모리 테이블은 빠른 조회를 위해 T-Tree를 디스크 테이블은 대용량 데이터 최적화를 위해 B+Tree를 지원하여 인덱스를 최적화함

▣ 디스크 테이블도 기존 메모리 테이블과 동일한 수준의 SQL 처리 및 툴 지원 가능

▣ 스키마 설계단계에서 서비스 용도에 맞도록 메모리 테이블과 디스크 테이블을 구분하여 설계 필요

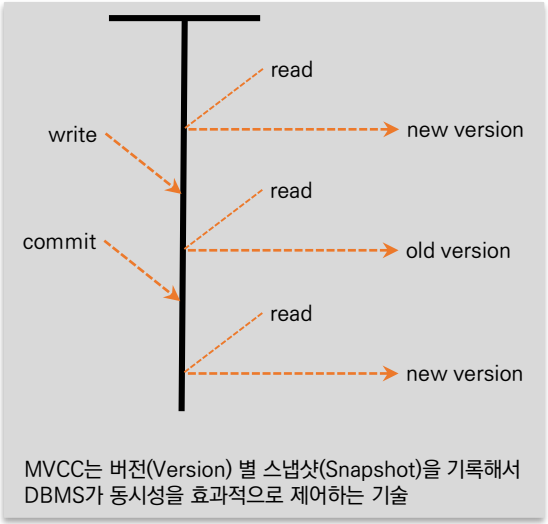
○ 장점

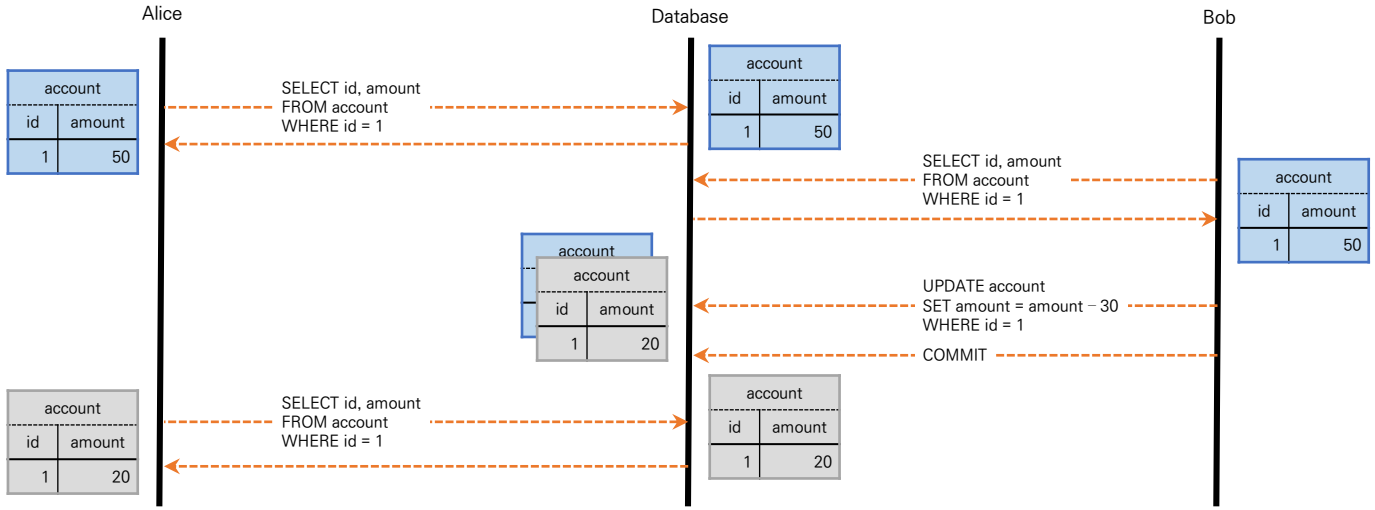
1) 성능 향상
   - 핫 데이터(Hot Data)는 메모리에 저장하여 빠른 속도로 접근
   - 콜드 데이터(Cold Data)는 디스크에 저장하여 효율적인 스토리지 관리
2) 비용 효율성
   - 모든 데이터를 메모리에 저장할 경우 RAM 비용이 매우 높아짐
   - 하이브리드 방식은 접근 빈도가 높은 데이터만 메모리에 저장하여 비용 절감
3) 다양한 워크로드 최적화
   - OLTP(Online Transaction Processing): 실시간 트랜잭션 처리를 위해 메모리 테이블 활용
   - OLAP(Online Analytical Processing): 대량의 데이터 분석을 위해 디스크 테이블 활용

Backup - 2 코어 엔진 기술(2) : MVCC(Multi Version Concurrency Control)

주요 특징

- MVCC는 여러 트랜잭션이 동시에 데이터를 읽고 쓰는 경우에도 일관성을 유지하도록 여러 버전의 데이터를 관리하는 동시성 제어 기법임
- 즉, 트랜잭션이 실행되는 동안 다른 트랜잭션의 변경 사항을 보지 않고, 트랜잭션이 시작했을 때의 데이터 스냅샷을 유지하는 방식이며, 이를 통해 락(Locking) 없이 읽기 작업을 수행할 수 있어 성능이 향상됨





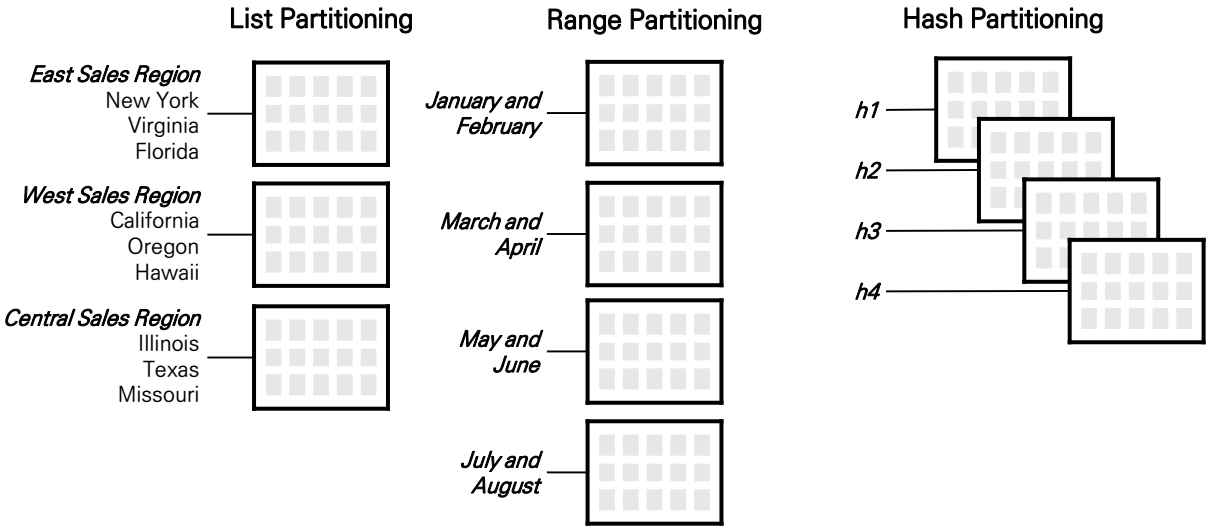
○ 장점

1) 락(Locking) 없이 동시성 제어 가능
   - 기존의 2PL(Tow-Phase Locking) 방식은 READ와 WRITE 간의 충돌이 발생하여 성능 저하
   - MVCC는 READ 작업에서 락을 사용하지 않기 때문에 트랜잭션 성능이 향상됨
2) 빠른 읽기 성능
   - 트랜잭션이 실행될 때의 스냅샷 데이터를 사용하여 빠르게 읽기 가능
   - SELECT 트랜잭션이 UPDATE 트랜잭션과 충돌하지 않음
3) 데드락(Deadlock) 방지
   - 기존의 락 기반 방식에서는 두 트랜잭션이 서로를 기다리는 데드락 발생 가능성이 있음
   - MVCC는 읽기 작업이 쓰기 작업을 방해하지 않기 때문에 데드락이 발생하지 않음

Backup - 2 코어 엔진 기술(3) : Partitioned Table

주요 특징

- 데이터베이스의 Partitioned Table은 데이터를 여러 개의 작은 테이블(Partition, 파티션)로 나누어 저장하는 기술임
- 이를 통해 성능을 최적화하고, 데이터 관리의 효율성을 높일 수 있음



List Partitioning

- 특정한 값(Value) 목록을 기준으로 데이터를 나누는 방식
- 컬럼의 구체적인 값들에 대해 파티션을 명확하게 컨트롤하고자 할 때 효율적
- 지역별, 제품별, 부서별 데이터 분할로 자주 사용됨

Range Partitioning

- 특정 범위(Range) 기준으로 데이터를 나누는 방식
- 논리적인 범위의 분산에 효율적이며, 관리가 용이하며 이력 데이터에 적합
- 날짜, 숫자, ID 등을 기준으로 자주 사용됨

Hash Partitioning

- 특정 컬럼 값을 해시 함수(Hash Function)를 이용해 나누는 방식
- 데이터의 균등 분할을 통해 성능을 향상하고자 하는 경우에 효율적

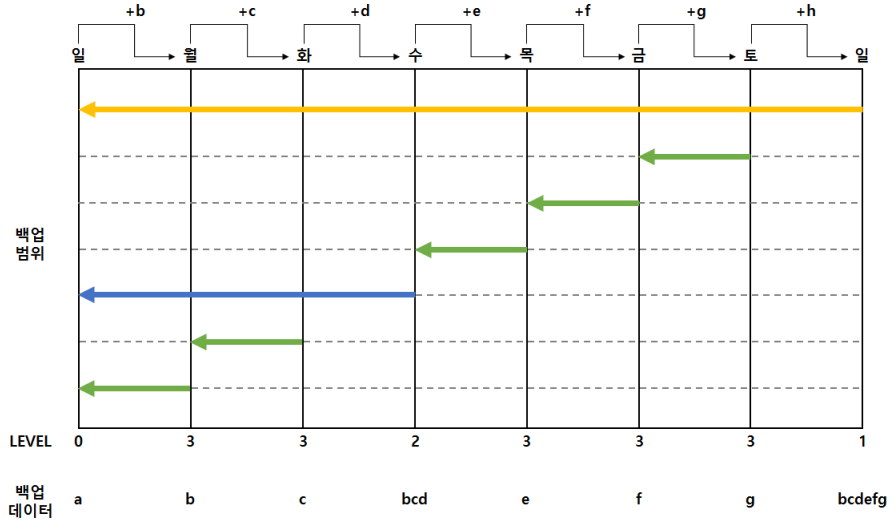
○ 장점

1) 성능 향상
   - 하나의 큰 테이블을 논리적으로 나누어 관리하여 특정 파티션만 검색하면 되므로 쿼리 속도가 증가
   - 각 파티션마다 별도의 인덱스를 적용하므로 인덱스 크기가 작아져 빠른 조회 가능
2) 데이터 관리 용이
   - 특정 파티션만 삭제하거나 아카이빙(백업, 보관)이 가능
   - 오래된 데이터를 쉽게 제거 가능
3) 로드 밸런싱
   - 해시 파티션을 이용해 데이터를 고르게 분산 저장 가능

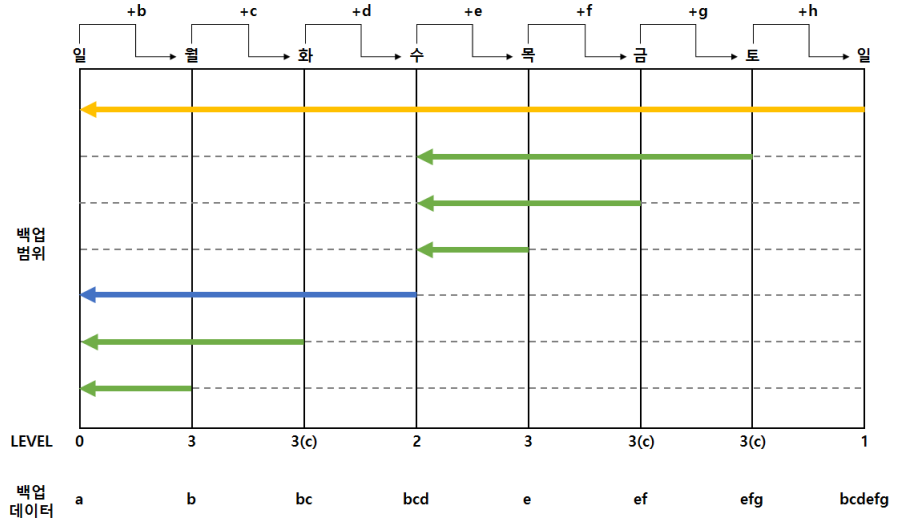
Backup - 2 코어 엔진 기술(4) : Incremental backup (증분 백업)

주요 특징

- Incremental Backup은 Full Backup(전체 백업)을 기반으로, 이전 백업 이후 변경된 데이터만 백업하는 방식임
- 복구 시 기본적으로 Full Backup 데이터와 여러 Incremental Backup 데이터를 순서대로 적용하는 방식이며, 백업 속도가 빠르고, 저장 공간을 절약할 수 있는 장점이 있음



〈Differential Incremental Backup〉



〈Cumulative Incremental Backup〉

○ 장점

1) 저장 공간 절약
   - 변경된 데이터만 저장하므로 전체 백업보다 저장 공간을 절약
2) 백업 속도 향상
   - 변경된 데이터만 백업하므로 전체 백업보다 빠르게 백업 가능
3) 시스템 리소스 사용량 감소
   - 백업 크기가 작기 때문에 디스크 I/O나 네트워크 트래픽을 줄일 수 있음

구분	Differential Incremental Backup	Cumulative Incremental Backup
백업 대상	이전 백업 이후 변경된 데이터만 백업	가장 최근 Full Backup 이후 변경된 모든 데이터 백업
백업 속도	빠름 (최소한의 변경된 데이터만 저장)	중간 (Full 이후 변경된 모든 데이터 저장)
복구 속도	느림 (Full + 여러 Incremental을 차례로 복구)	중간 (Full + 마지막 Incremental만 복구)
저장 공간 사용량	작음	점점 증가함
중간 백업 손실 시 영향	손실된 Incremental 이후 데이터 복구 불가능	마지막 Incremental만 있으면 복구 가능

Backup - 2 코어 엔진 기술(5) : Offline Replication (오프라인 이중화)

주요 특징

- Offline Replication은 Active 서버가 비정상 종료된 경우에 사용되며, Active 서버가 Standby 서버로 전송하지 못한 일부 변경 데이터를 SAN(Storage Area Network) 또는 NFS(Network File System)을 통해 Standby 서버가 로컬 데이터베이스에 직접 반영하여 데이터 손실없이 빠르게 클라이언트에게 서비스를 제공할 수 있는 기능

※ 로그파일은 별도의 스토리지 서버에 저장 및 관리

