

Pretendar 온디바이스 GIS AI 에이전트



Pretendar

로컬 LLM과 DuckDB로 구현하는 보안형 공간 데이터 분석 시스템

Zero-Cost, High-Security, Ultra-Fast

EXECUTIVE SUMMARY

LLM의 언어 이해 능력과 분석형 DB의 속도를 결합한 100% 오프라인 통합 대시보드.



"No Internet: 외부 네트워크 연결 없는
완전한 로컬 환경 구동."



"Zero Cost: OpenAI API 비용 '0',
무거운 서버 인프라 비용 제거."



"TB-Scale: 테라바이트급 대용량 공간
데이터의 지연 없는(Latency-free) 처리."



왜 온디바이스(On-Device)인가?

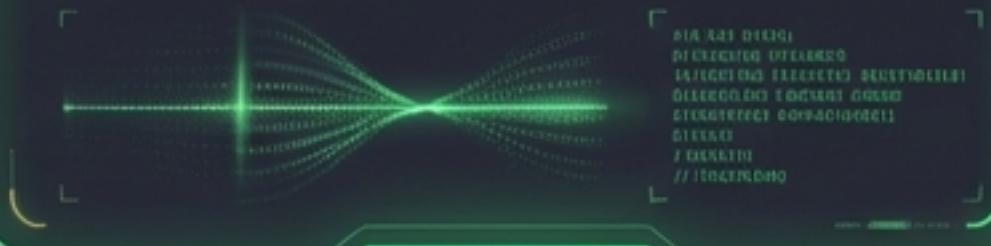
3대 핵심 가치



**Security
(Data Sovereignty)**

// Air-gapped Environment

데이터가 PC를 절대 떠나지 않음.
폐쇄망(Air-gapped) 및
공공/기업 내부망 환경에 최적화.



**Cost
(Operational Efficiency)**

// Zero API Cost

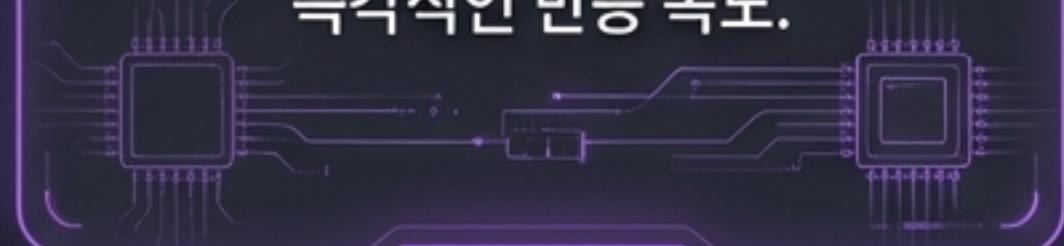
외부 LLM(OpenAI 등) API
사용료 및 구독료 완전 제거.
PostGIS 등 고비용 서버 인프라
구축 불필요.



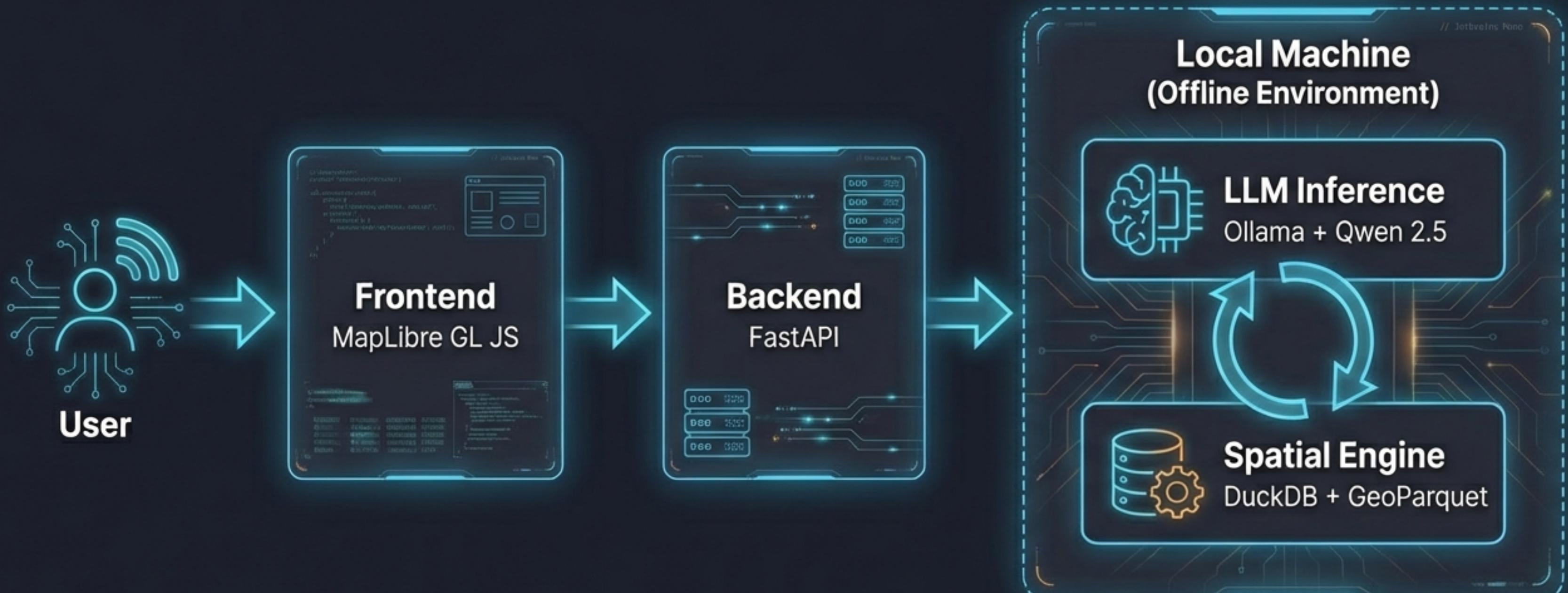
**Performance
(Latency)**

// Latency-free Processing

네트워크 대기 시간(Network Latency) 없음.
In-process 데이터 처리를 통한
즉각적인 반응 속도.



시스템 아키텍처 (System Architecture)



단일 머신 내에서 완결되는 Serverless 구조.

핵심 기술 스택 (Tech Stack)

LLM (The Brain)



Qwen 2.5 (7B)
Ollama 기반 로컬 구동, 사용자 의도 파악 및 JSON 추출.

Database (The Muscle)



DuckDB (Spatial Extension)
In-process OLAP 엔진, 고속 공간 쿼리 수행.

Data Format



GeoParquet
컬럼 지향(Column-oriented) 저장 방식으로 대용량 처리 최적화.

Visualization



MapLibre GL JS
WebGL 기반의 고성능 대화형 지도 렌더링.

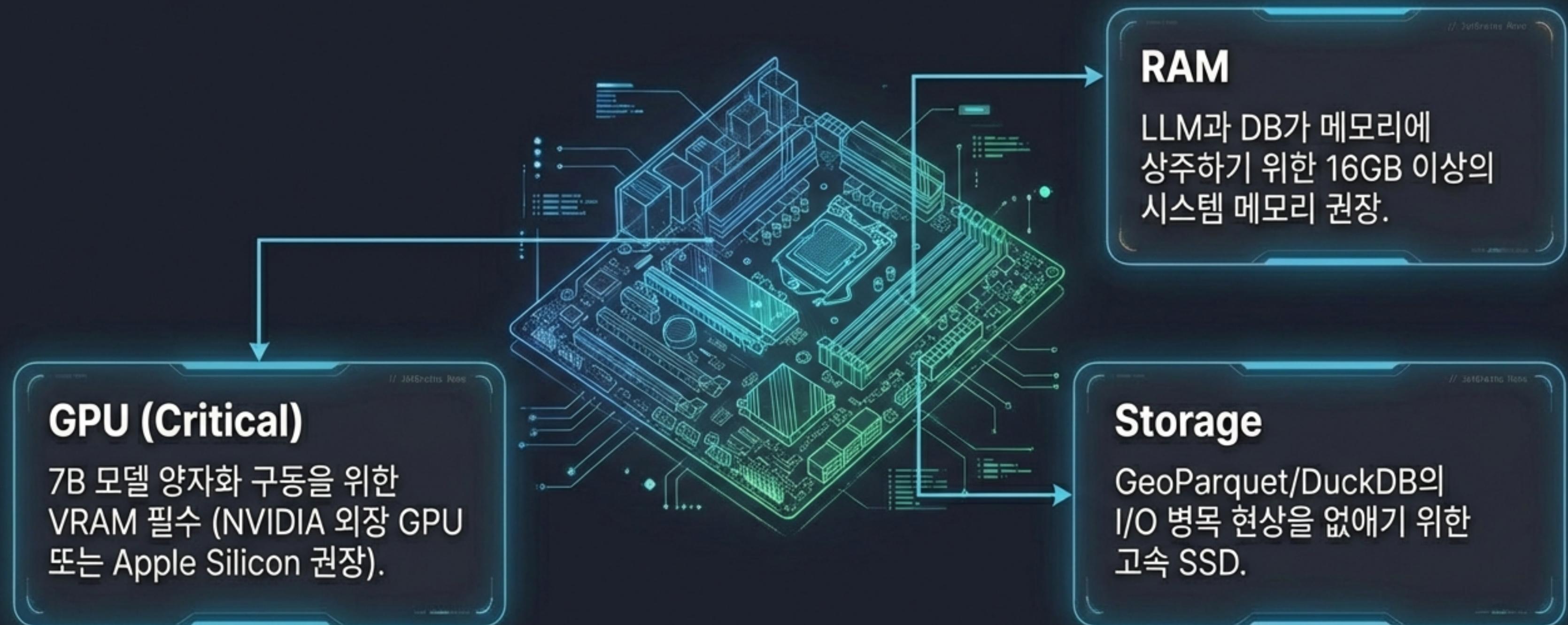
Backend



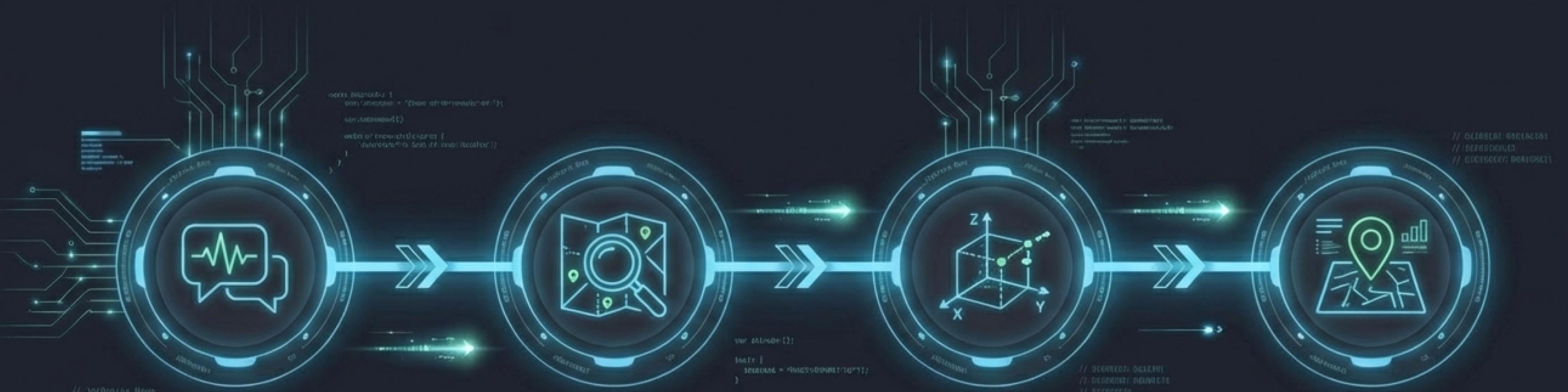
FastAPI
비동기 통신 및 로직 통합.

권장 하드웨어 사양 (Hardware Requirements)

Qwen 2.5 (7B) 구동과 대용량 DuckDB 처리를 위한 최적 환경



4단계 데이터 파이프라인 (The 4-Step Pipeline)



1. 의도 파악 (LLM)

질문 분석 및 엔티티 추출

2. 공간 쿼리 (DuckDB)

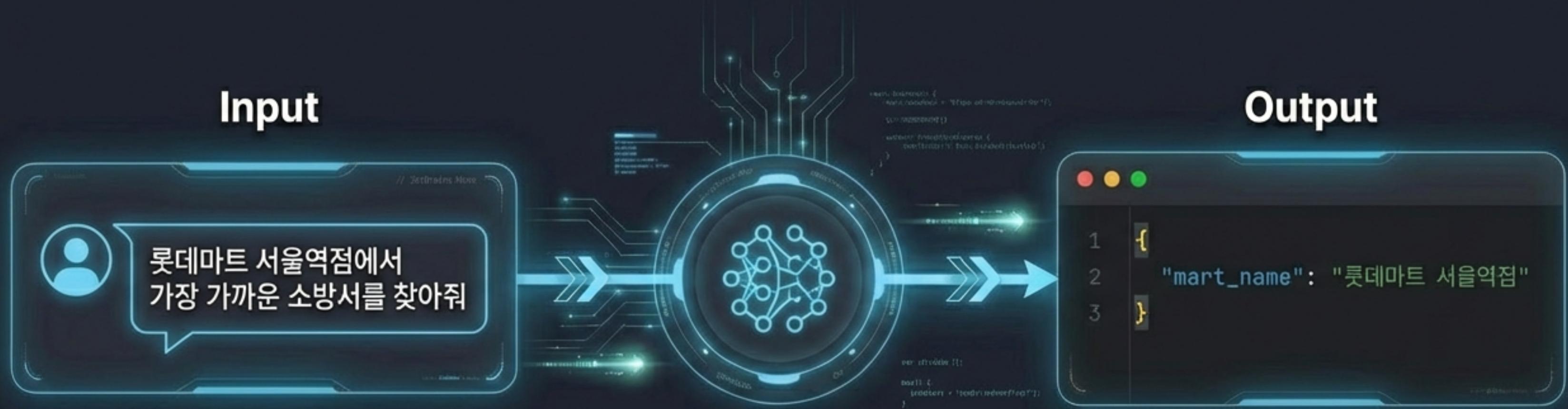
위치 검색 및 거리 계산

3. 좌표 변환 데이터 규격화 (EPSG 변환)

4. 시각화 (Frontend)

지도 렌더링 및 정보 표시

Step 1. 의도 파악 및 엔티티 추출 (LLM)



Key Insight: LLM은 직접 거리를 계산하지 않고, DB가 이해할 수 있는 **정형 데이터(Structured Data)**를 생성하는 역할 수행.

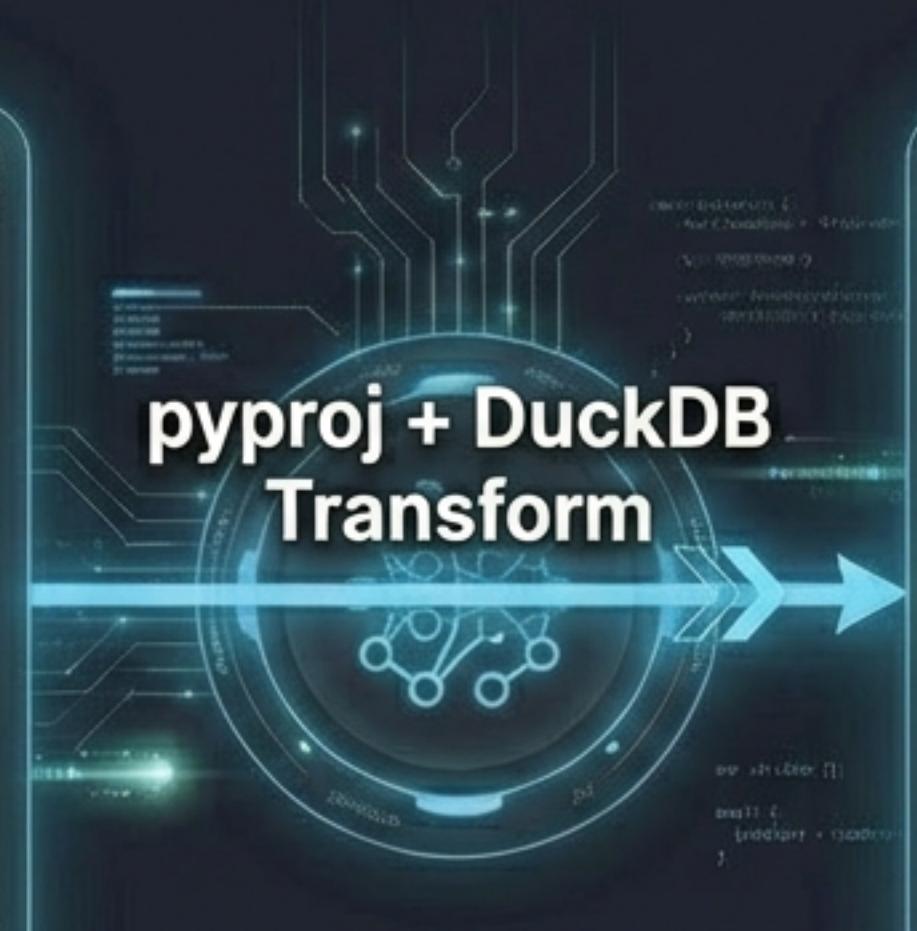
Step 2. 고속 공간 쿼리 실행 (DuckDB)



Step 3. 좌표계 변환 (Coordinate Transformation)



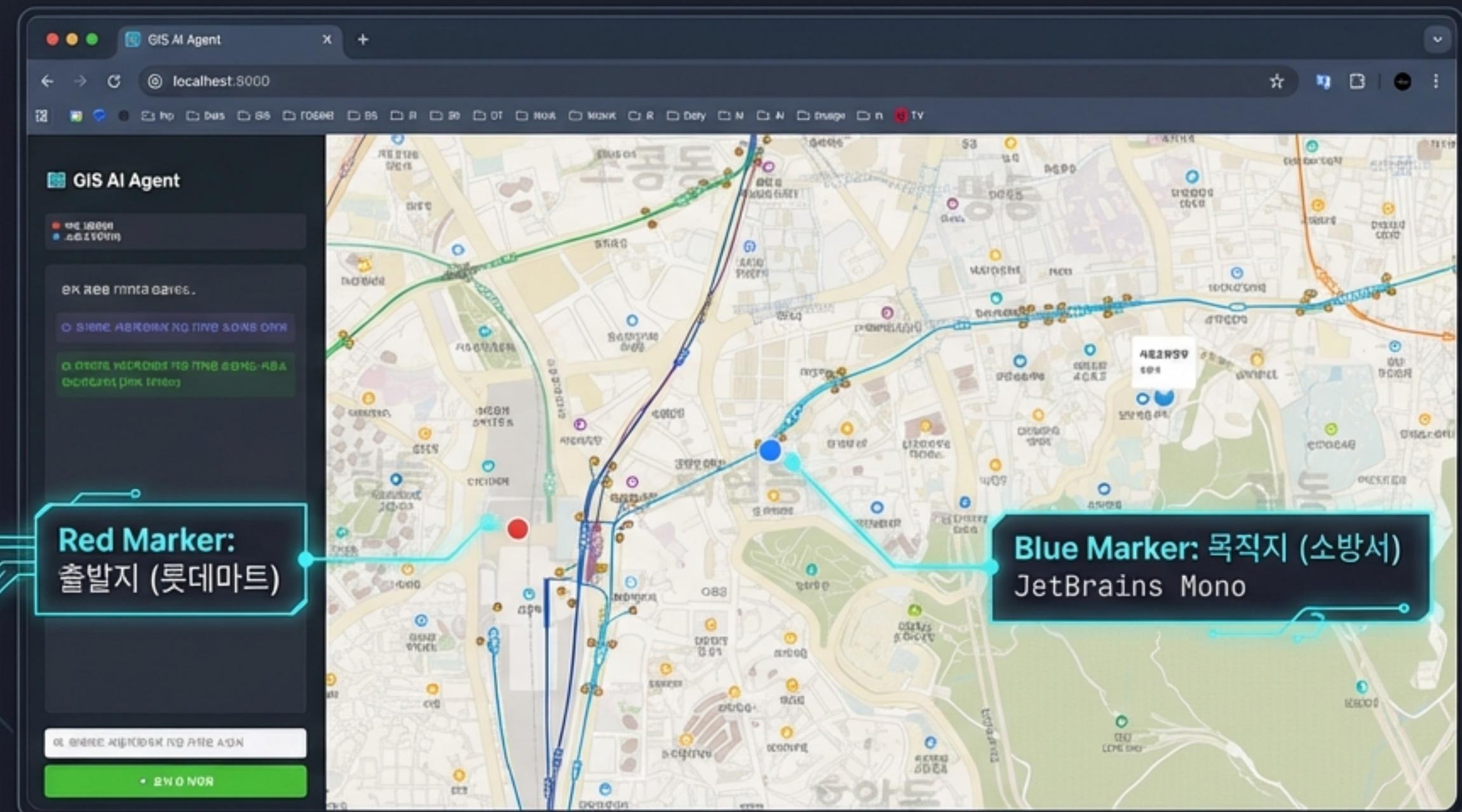
한국형 도로명주소 좌표계



웹 표준 위경도 (WGS84)

Result: 웹 브라우저가 이해할 수 있는 표준 데이터 포맷 완성.

Step 4. 동적 시각화 (Dynamic Visualization)



Frontend Action (MapLibre)

(JetBrains Mono)

GeoJSON 데이터를 수신하여 지도 위에 렌더링.

User Feedback

(JetBrains Mono)

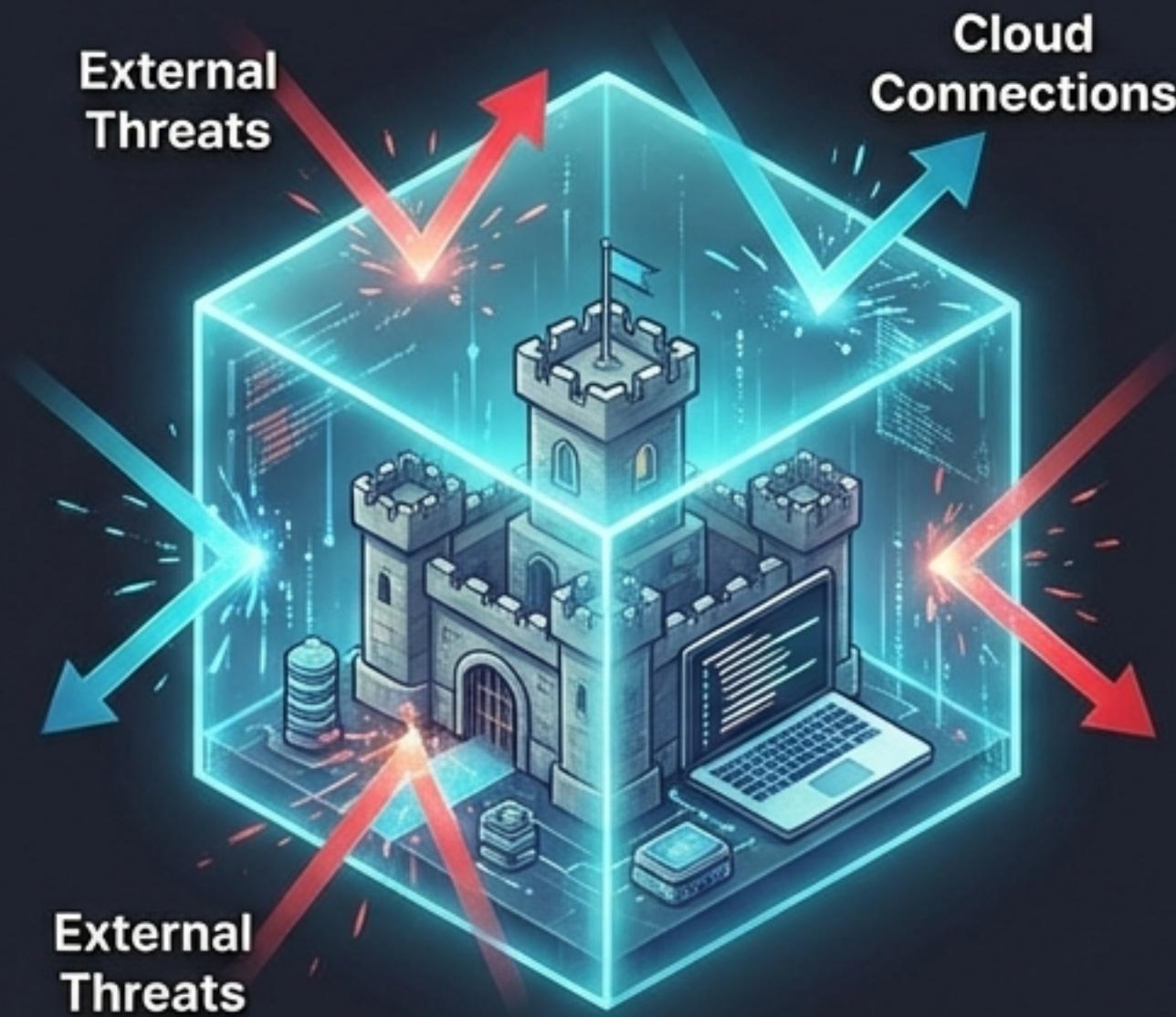
텍스트 패널에 분석 결과 출력 ('거리: 1676m').

Summary

자연어 질문이 별도의 SQL 작성 없이 즉각적인 시각 정보로 변환됨.

완벽한 데이터 주권 (Data Sovereignty & Security)

****ChatGPT 등 사용 시:****
민감한 비즈니스 데이터와
프롬프트가 외부 서버로
전송됨.



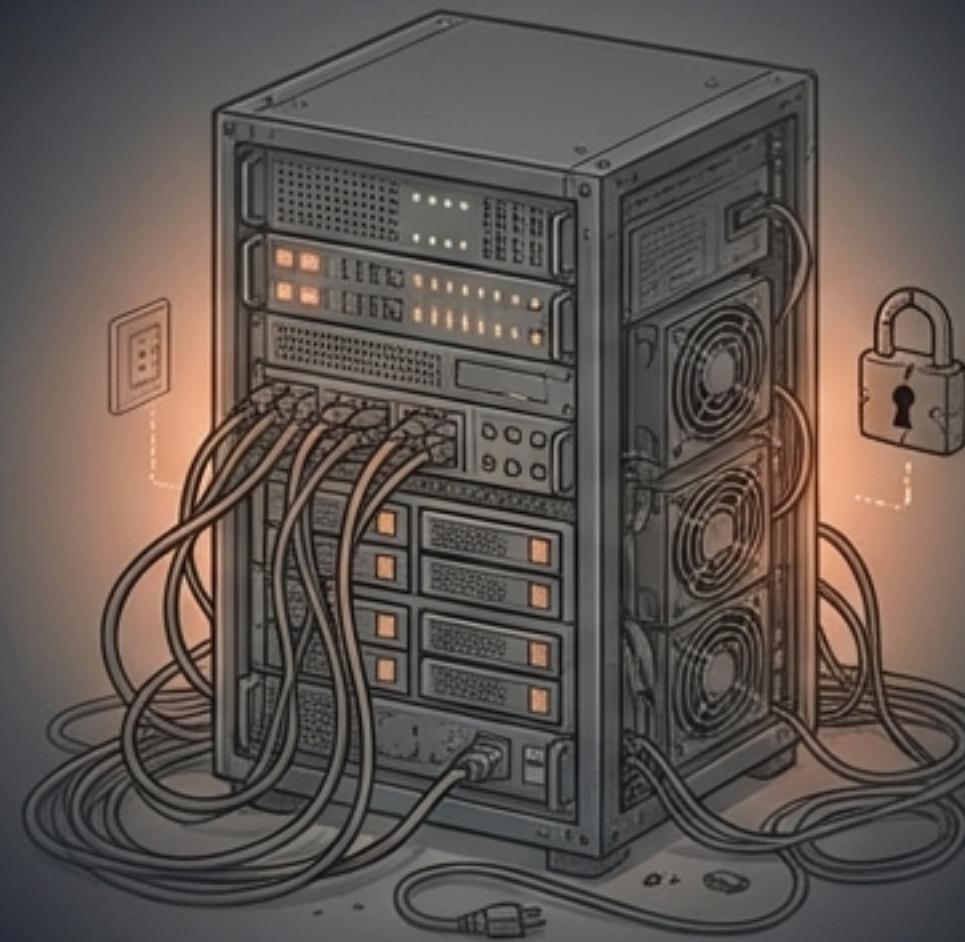
****Local Processing:****
모든 연산이 사용자 PC 내부에
서 완결.

****Protection:****
민감한 위치 정보(시설물 좌표,
이동 경로) 및 기업 고유의 분석
로직 보호.

보안 규정이 엄격한 공공기관 및 기업 내부망(Private Network) 환경에 최적.

압도적인 효율성 (DuckDB vs PostGIS)

Legacy Way (PostGIS)



무거운 DB 서버 설치 필요,
높은 하드웨어 사양 요구, 복잡한 관리.

New Way (DuckDB + Parquet)



Single Binary: 별도 서버 설치 없는 In-process 엔진.

Columnar Storage: GeoParquet의 컬럼 지향 읽기 방식으로 I/O 최소화.

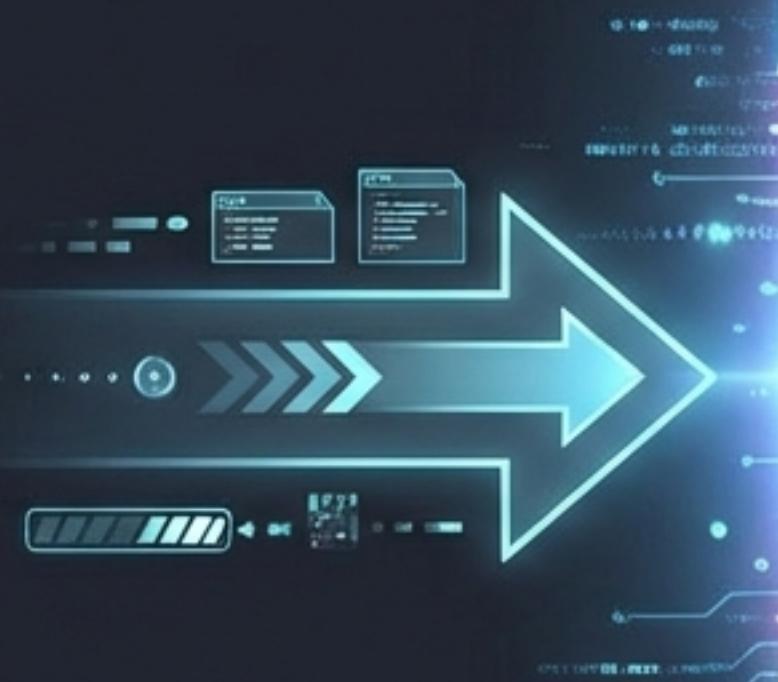
Performance: 테라바이트(TB)급 데이터도 지연 없이(Without Delay) 로컬 조회 가능.

진화하는 시스템 (RAG & Roadmap)

Current State

단순 근접 분석
(Simple Proximity Analysis)

‘가장 가까운 곳은 어디인가?’



**Future Vision: RAG 기반 지능형 공간 비서

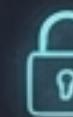


1. **Contextual**: 법규, 지역 특성 등 외부 지식과 공간 데이터를 결합한 복잡한 의사결정 지원.
2. **Routing**: 실시간 교통 상황을 고려한 최적 경로 탐색(Routing) 기술 연계.

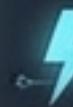
Goal: 단순 검색 도구를 넘어선 ‘공간 의사결정 파트너’.

결론 (Conclusion)

****Secure****
외부 유출 없는 완벽한 보안



****Fast**** ⚡
대용량 데이터의 실시간 처리



****Efficient**** ⚡
인프라 및 API 비용 제로



클라우드 없이도 가능한 고성능 GIS의 민주화.

(The democratization of high-performance GIS—no cloud required.)