

Last Mile

모세의 기적

PM: 곽민석

팀원: 김영서, 남진우, 이준혁

발표자 김영서

발표날짜 2026.04.03

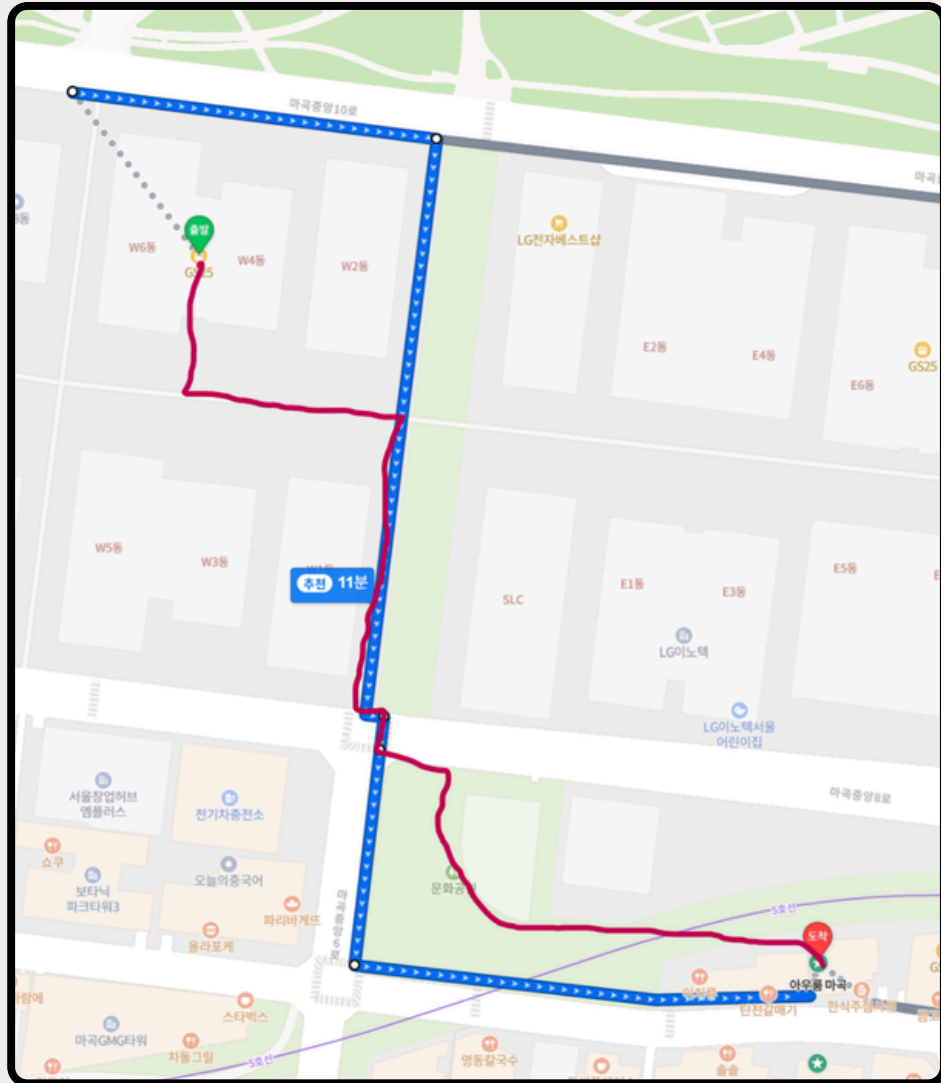
INDEX

01	문제 정의
02	프로젝트 개요
03	서비스 페이지 소개

04	결과
05	시연
06	Q&A

문제 정의

문제 정의



문제 1

현실 경로 정보 반영 부족

지도는 최단 경로를 제공하지만 실제로는 더 빠른 길이 존재
골목길, 지름길 등 현실 경로 정보 반영 부족



문제 2

안전 요소 미반영

CCTV, 가로등 등 안전 요소가 경로에 반영되지 않음
체감 안전을 고려한 길찾기 기능 부재

선행 연구 및 기존 서비스

기존 서비스는 ‘길 안내’는 가능하지만,
사용자 맞춤형 ‘경로 추천’은 제공하지 못한다

네이버 & 카카오

특정 기준 경로 미제공

- 가로등·CCTV 등 야간 안전 요소 반영 부족
- 도로 중심 경로로 실제 체감 안전성 부족
- ‘계단 회피’ 등 기능은 있으나 안전 경로 선택은 제한적

도로 교통 CCTV만 제공

- 도로 교통 중심 CCTV 데이터
- 골목길, 보행로 등 실제 보행 안전과 연계 부족
- 경로 탐색 시 CCTV 활용 불가

안심이

각 기능마다 따로 제공

- CCTV, 가로등, 비상벨 등 기능 분리
- 사용자가 직접 비교해야 하는 비효율적인 구조
- 통합된 경로 추천이 아닌 단순 정보 제공 수준

프로젝트 개요

목표 정의

데이터 정교화

CCTV, 가로등, 경사로, 계단 등
다양한 환경 데이터 활용

사용자 맞춤

기능별 가중치 기반
사용자 맞춤 경로 제공

확장성

전국 단위 서비스 확장 고려
다양한 데이터의 실시간 반영

프로젝트 개요

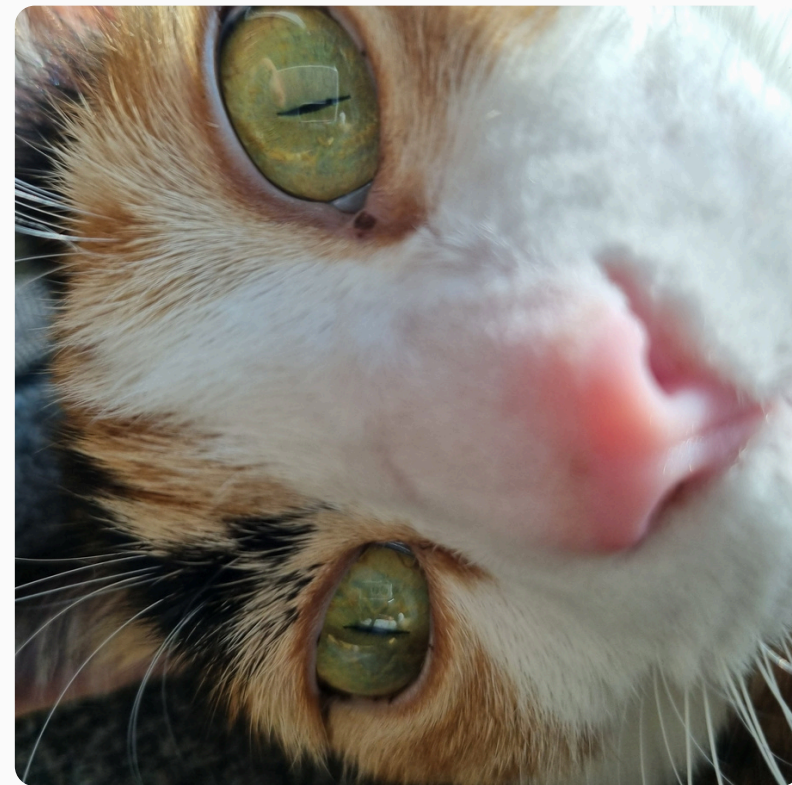
프로젝트 소개

팀 소개



곽민석

- 가중치 기반 경로 탐색 알고리즘 설계 및 구현
- 다익스트라 기반 3종 경로 (최단·균형·안전) 개발
- 사용자 선호 반영 커스텀 경로 로직 구현



김영서

- 공공데이터(OSM, CCTV, 가로등 등) 수집 및 정제 파이프라인 구축
- 안전 요소를 경로 그래프(edges)에 반영
- GPX 기반 신규 경로 후보 추출 및 데이터 확장



남진우

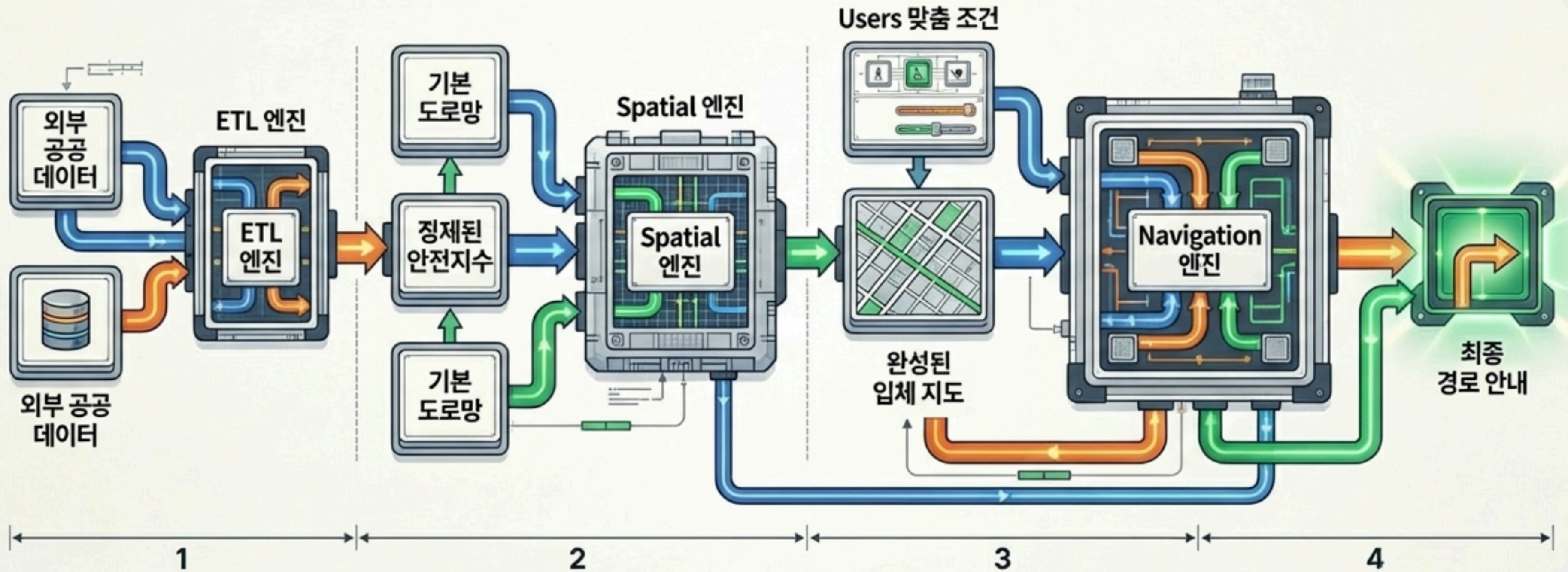
- JWT 기반 인증 및 사용자 관리 시스템 구축
- 사용자 가중치 설정 및 개인화 기능 구현
- 제보 시스템 및 관리자 승인 워크플로 설계
- 프론트엔드 구현



이준혁

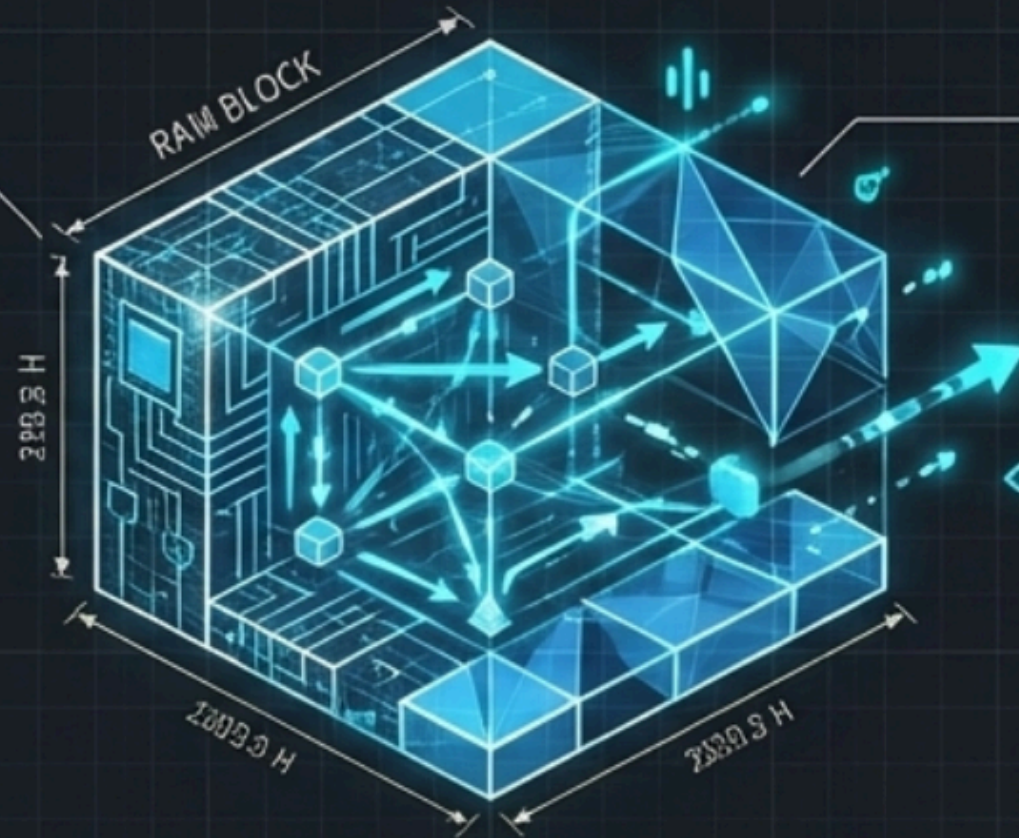
- PostGIS 기반 공간 데이터 처리 및 최적화
- 장소 검색 및 지도 데이터 API 연동
- 공원/광장 가시 그래프 및 지름길 처리 로직 구현

서비스 파이프라인



핵심 기능 - NAVIGATION

순수 인메모리(In-memory)
다익스트라 엔진



ALGORITHMIC CORE

- Min-Heap 기반 구조 (container/heap)
- 이중 트래킹 (Dual Tracking):
'가중치가 적용된 비용(Cost)'과
'물리적 실제 거리(Real Distance)'
동시 계산

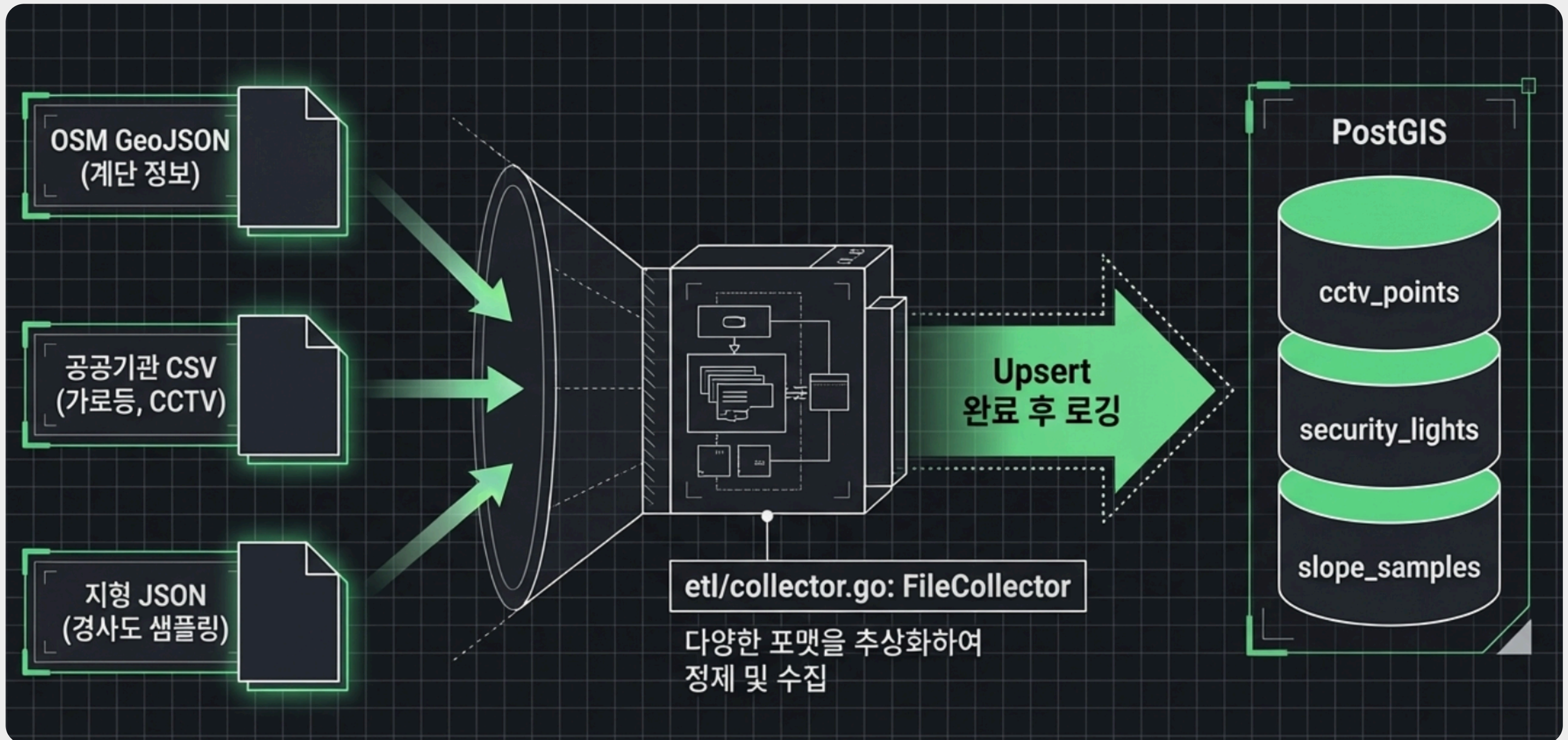
ISOLATION BARRIER

ZERO DEPENDENCY ZONE

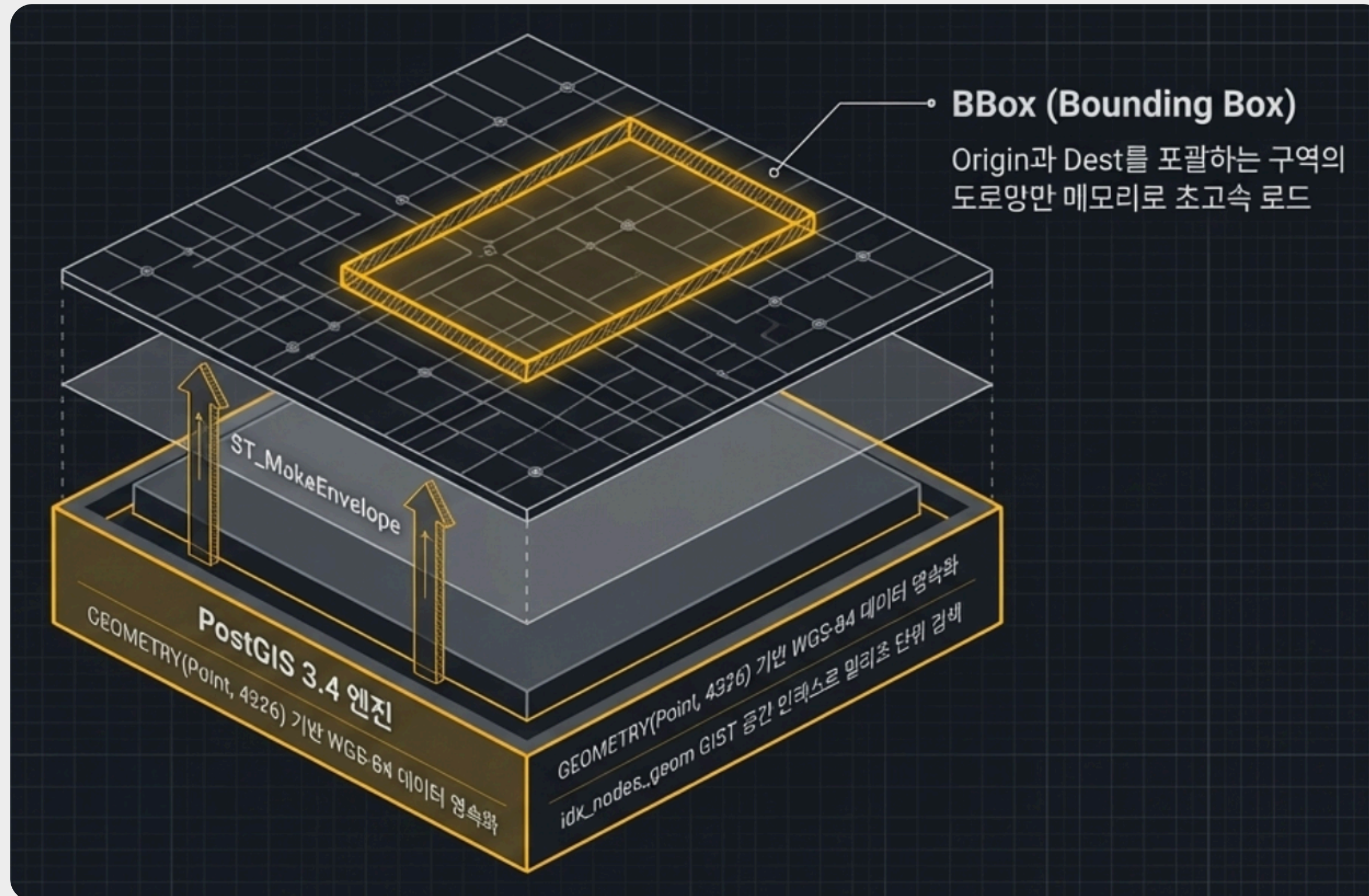
DB Dependency Zero:
외부 DB나 라이브러리에
전혀 의존하지 않음



핵심 기능 - ETL

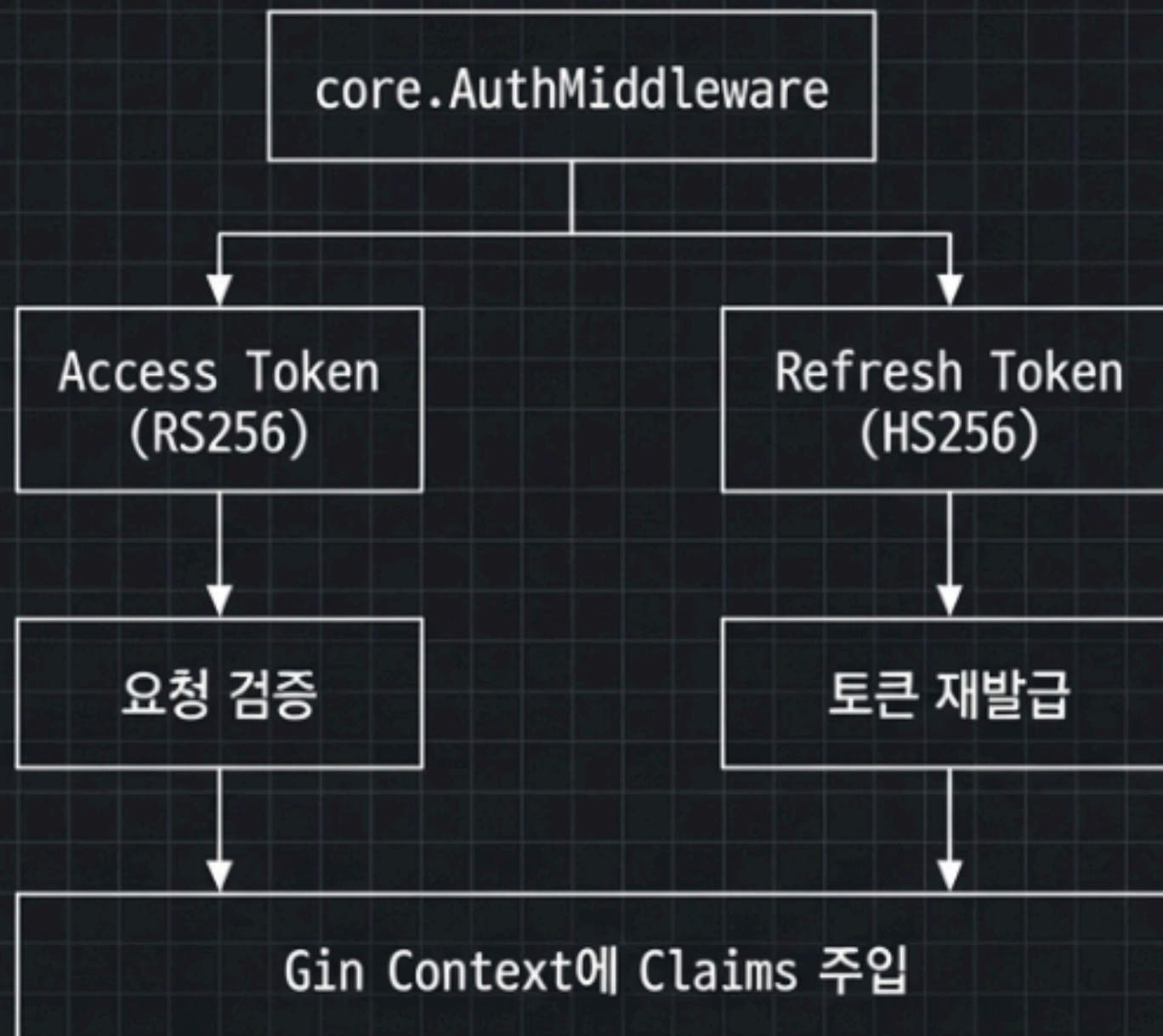


핵심 기능 - SPATIAL



핵심 기능 - USERS

인증 아키텍처: JWT Manager 투트랙 전략



권한 및 데이터 정책

RBAC (Role-Based Access Control)

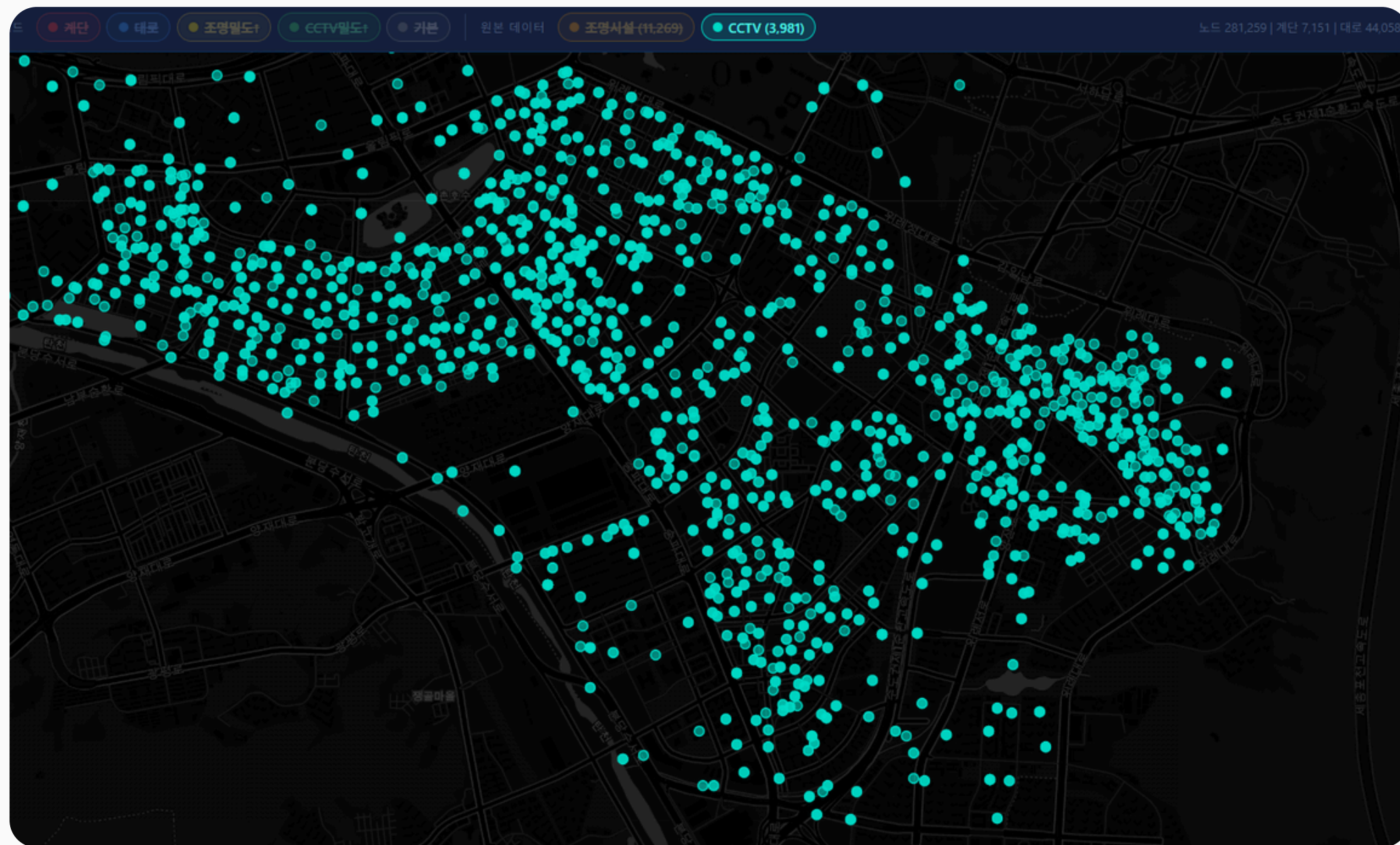
- AdminMiddleware를 통한 관리자 엔드포인트 분리
- ADMIN_SIGNUP_CODE 환경변수 기반 초대

GDPR 준수 (Soft Delete)

1. deleted_at 처리 
2. 이메일 익명화 (deleted_<uuid>@removed.invalid) 
3. 비밀번호 해시 삭제 및 토큰 강제 폐기  → 

데이터 구성

CCTV



서울시 안심이 CCTV 연동

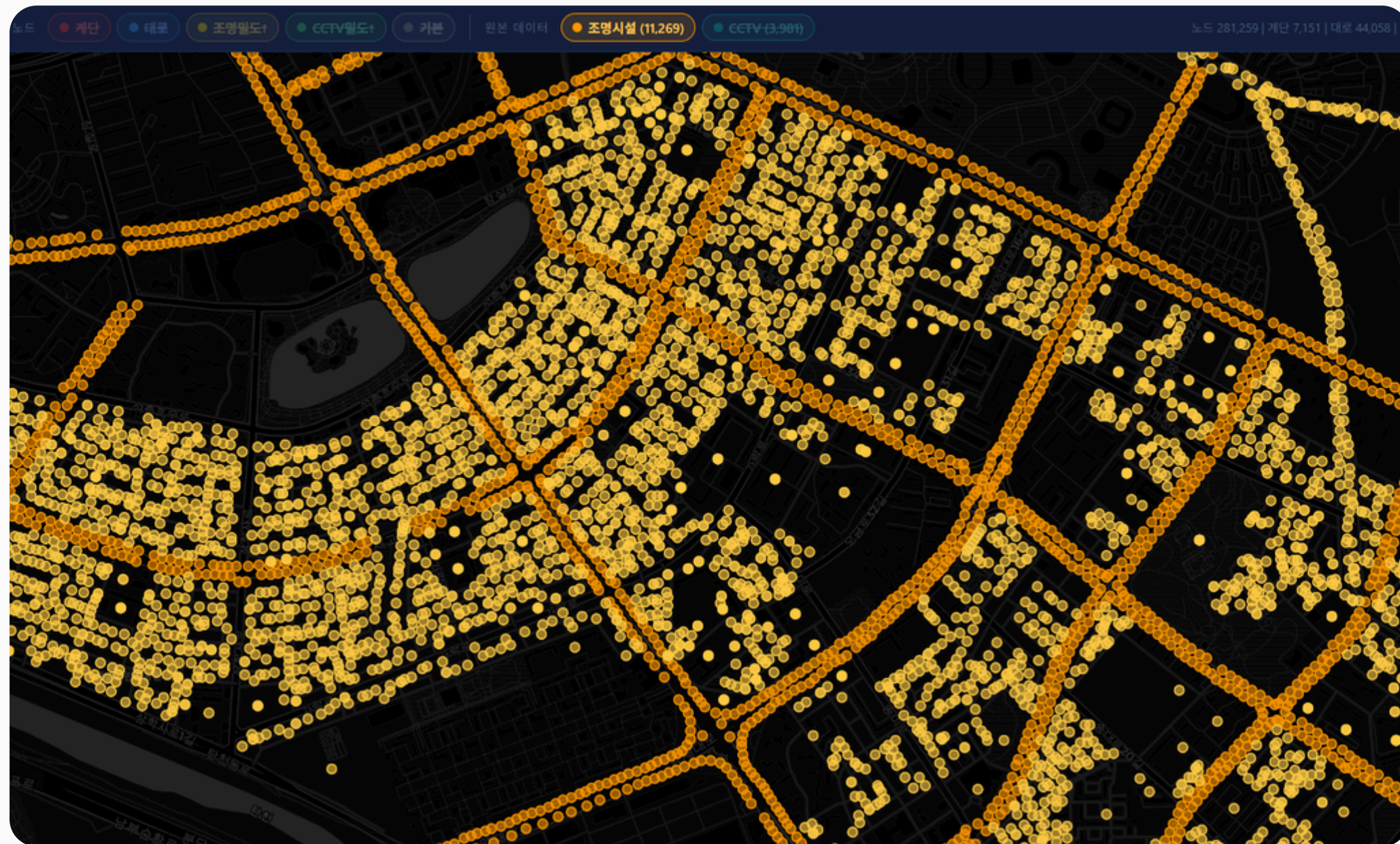
서울시는 안심이 지도 서비스를 통해
시민들에게 CCTV 위치 정보를 제공 중

이 중 송파구의 CCTV 개수는 4910대



데이터 구성

가로등 & 보안등



공공데이터포털_가로등 위치 정보

서울시는 공공데이터포털을 통해 가로등 위치 데이터를 제공 중

3,008개의 가로등, 8,261개의 보안등 데이터 확보

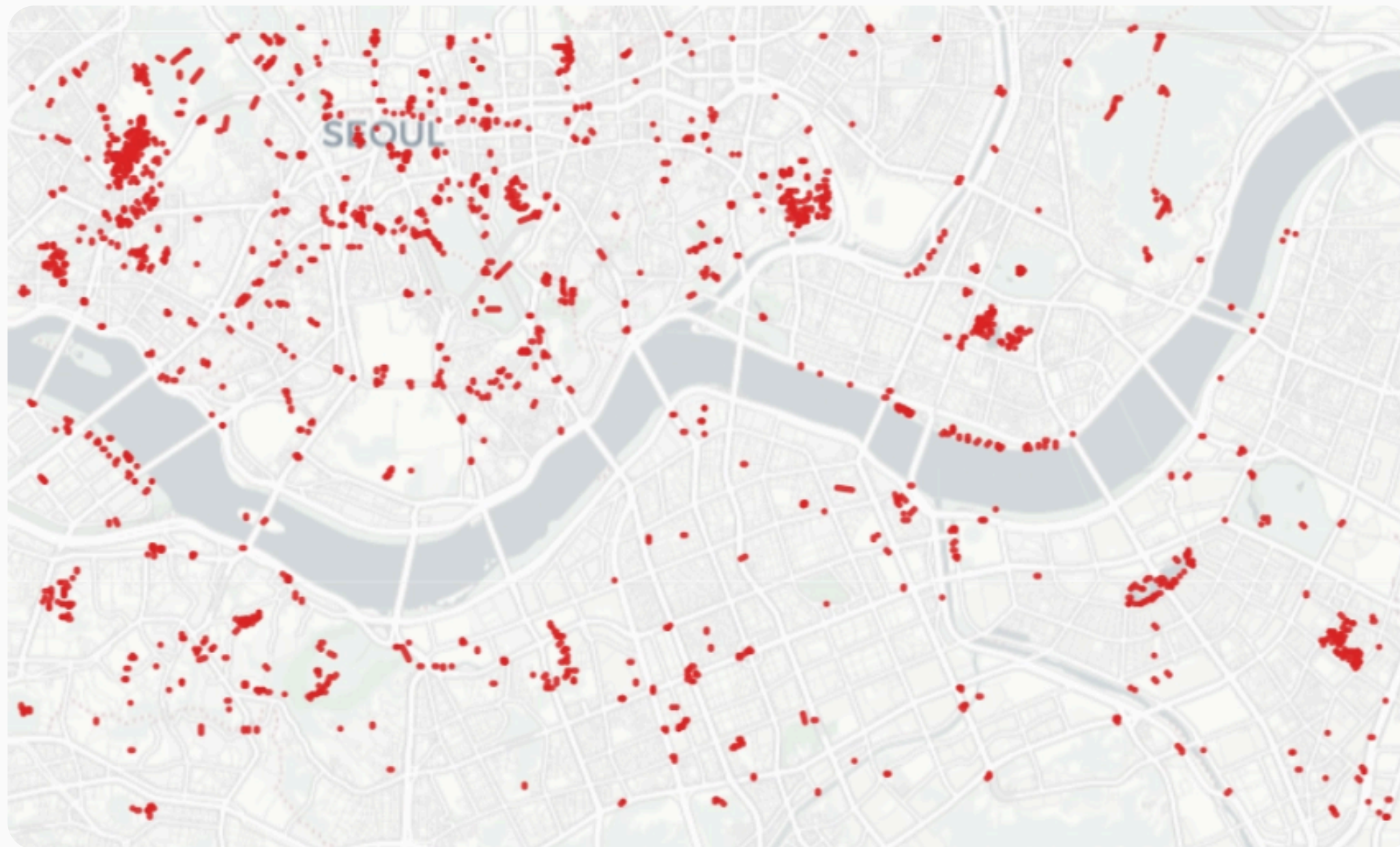
※가로등: 폭 12m 이상 대로변에 설치

※보안등: 폭 12m 미만 골목에 설치

DATA.
공공데이터포털
GO.KR

데이터 구성

계단



Open Street Map 연동

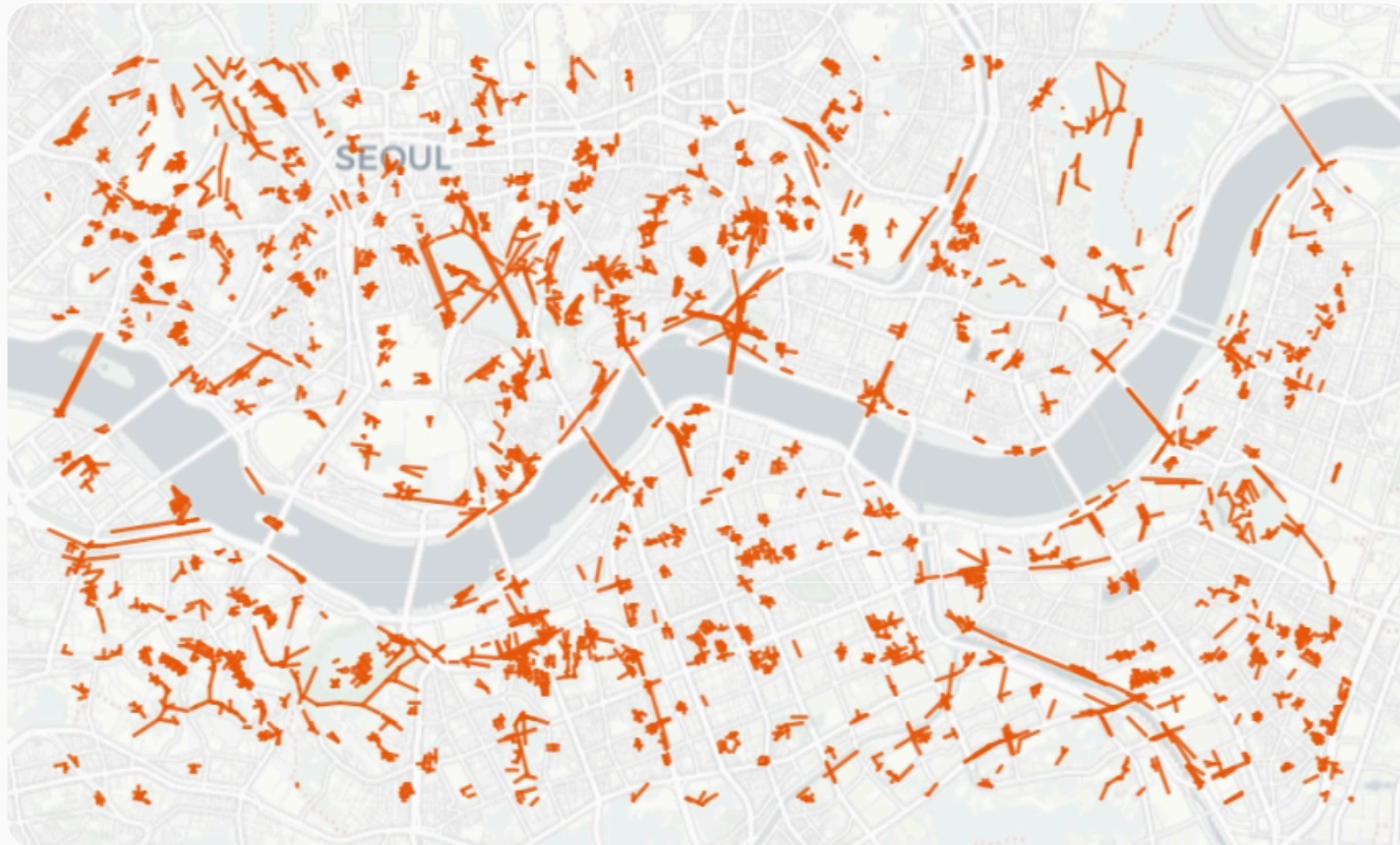
Overpass API 를 활용해
way["highway"="steps"]; 쿼리 전송

이후 질의 결과를 GeoJSON 형식으로
받아와 DB에 매핑



데이터 구성

경사도



국토교통부 V-월드 등고선

V-월드는 국토교통부에서 제공하는
공공 지도 서비스

그 중 등고선 데이터는 지형의 높낮이
를 시각적으로 표현하기에 고도 정보를
추출하는 데 활용함

V-WORLD

노드와 엣지

지도의 구성 요소: 노드와 엣지

노드 (Node)

정의: 노드는 지도 상의 특정 지점을 나타내며, 각 노드는 고유한 ID, 위도(Lat), 경도(Lng)를 가집니다.

예류



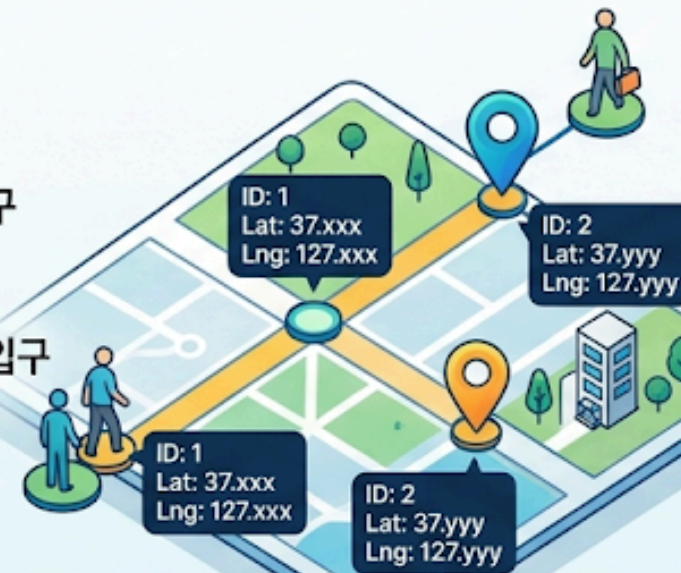
교차로



공원 입구



건물 출입구



사용 목적:

경로 탐색에서 출발지와 도착지를 정의하는 기본 단위입니다.

엣지 (Edge)

정의: 엣지는 두 노드를 연결하는 경로를 나타냅니다. 각 엣지는 거리, 특성(예: 계단 유무, 경사도, 안전성 등)을 가집니다.

예류



도로



보도



공원 내 경로



사용 목적:

경로 탐색에서 한 지점에서 다른 지점으로 이동할 때의 "길"을 나타냅니다.

우리가 보는 지도는, 수많은 노드들과 그 노드를 잇는 엣지들의 집합으로 볼 수 있음

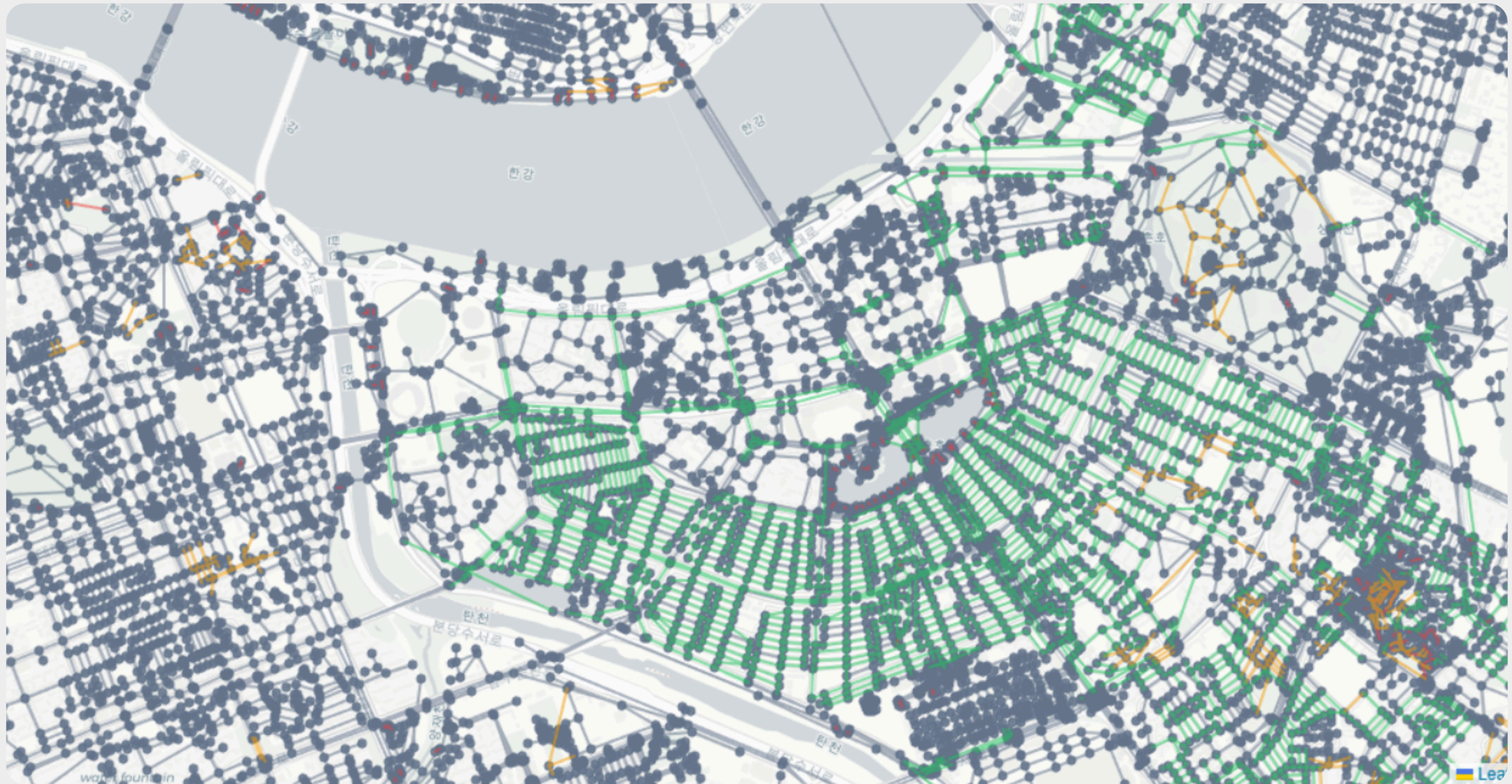
교차로, 분기점, 횡단보도 등 도로의 기본적인 지점들이 노드 데이터로 매핑

계단, 가로등, CCTV, 경사도 등의 데이터는 엣지 데이터로 매핑됨

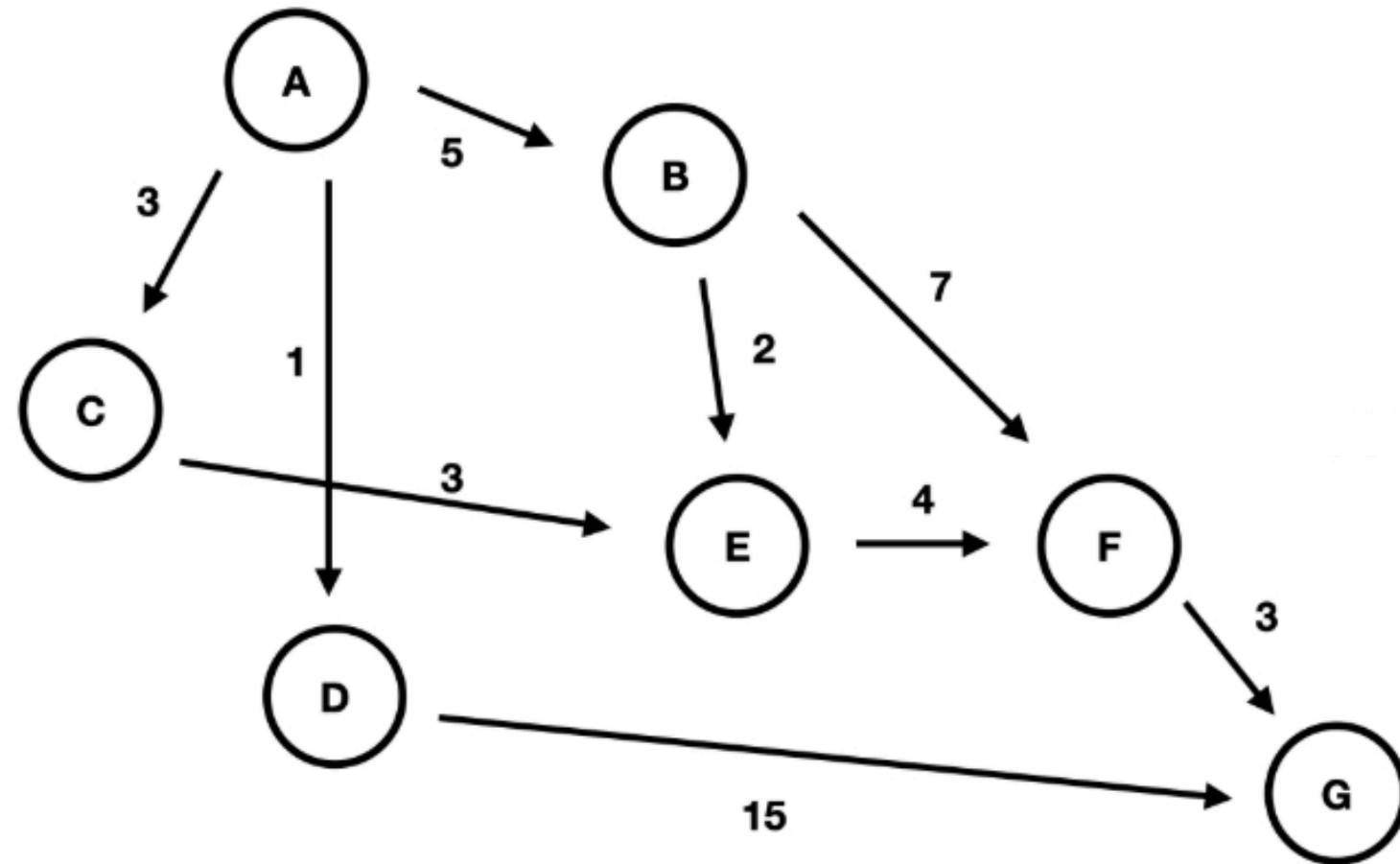
엣지 번호	지점 A	지점 B	계단 유무	가로등 유무	CCTV 유무
1	노드_1935번	노드_937번	0	1	1
2	노드_1935번	노드_8299번	1	0	1

알고리즘

노드 - 엣지 형상화

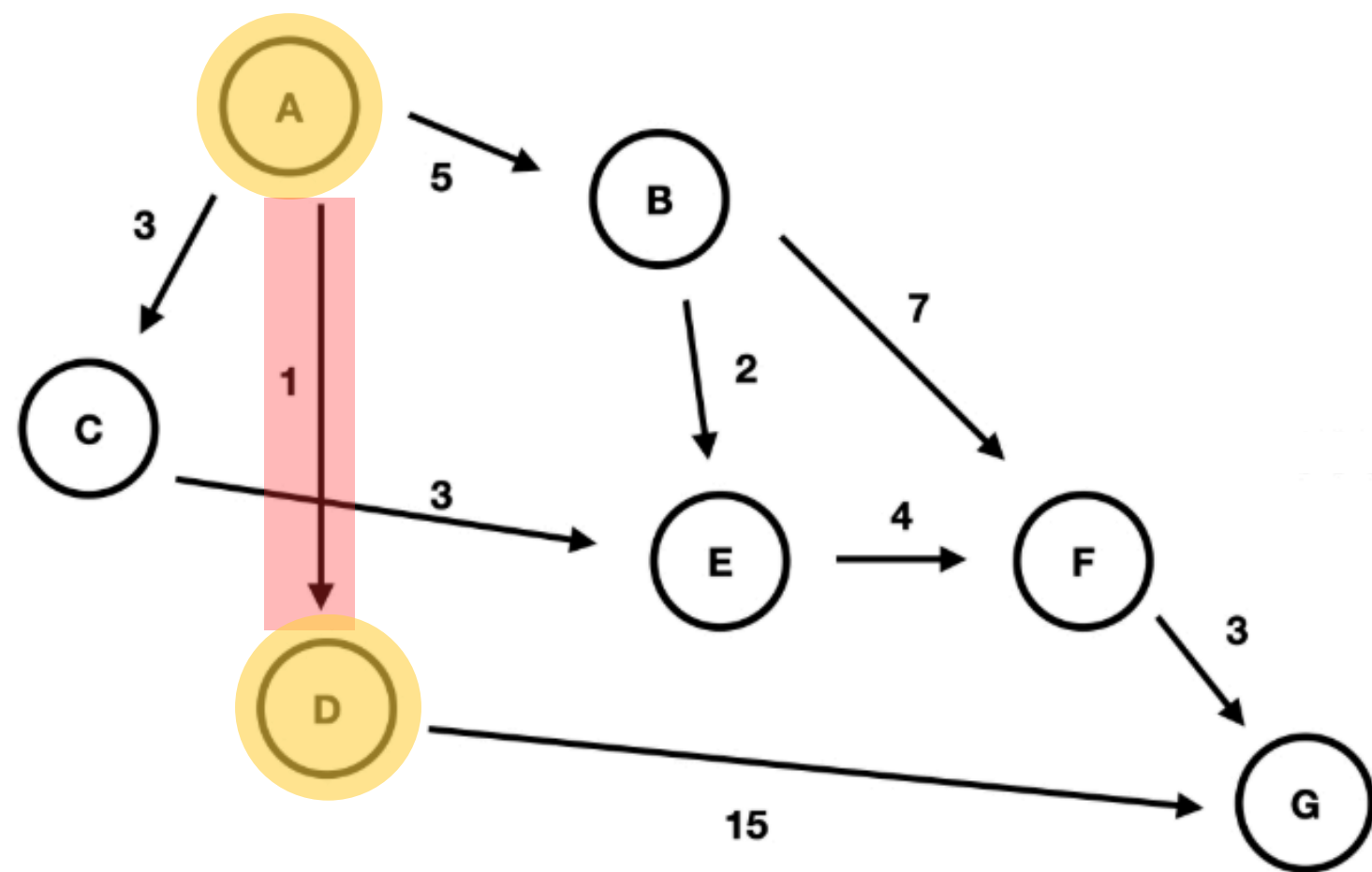


경로 탐색 - Dijkstra



다익스트라는 하나의 출발점에서
여러 목적지까지의 최단 거리를
한 번에 계산할 수 있어
다중 목적지 탐색에 효율적

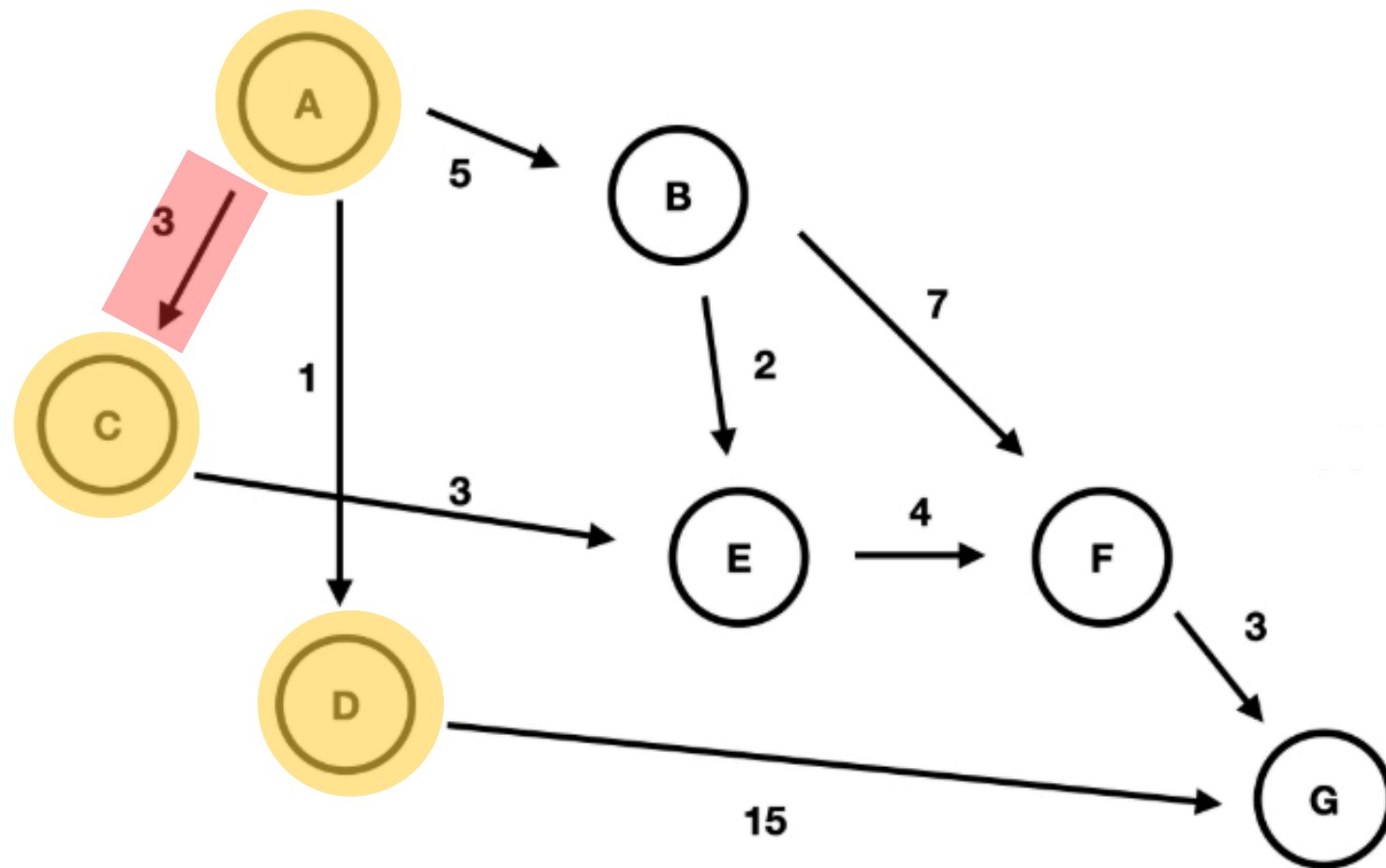
경로 탐색 - Dijkstra



A	B	C	D	E	F	G
0	5	3	1	∞	∞	16

경로: A → D
 지나가는 노드: D
 총 비용: 1

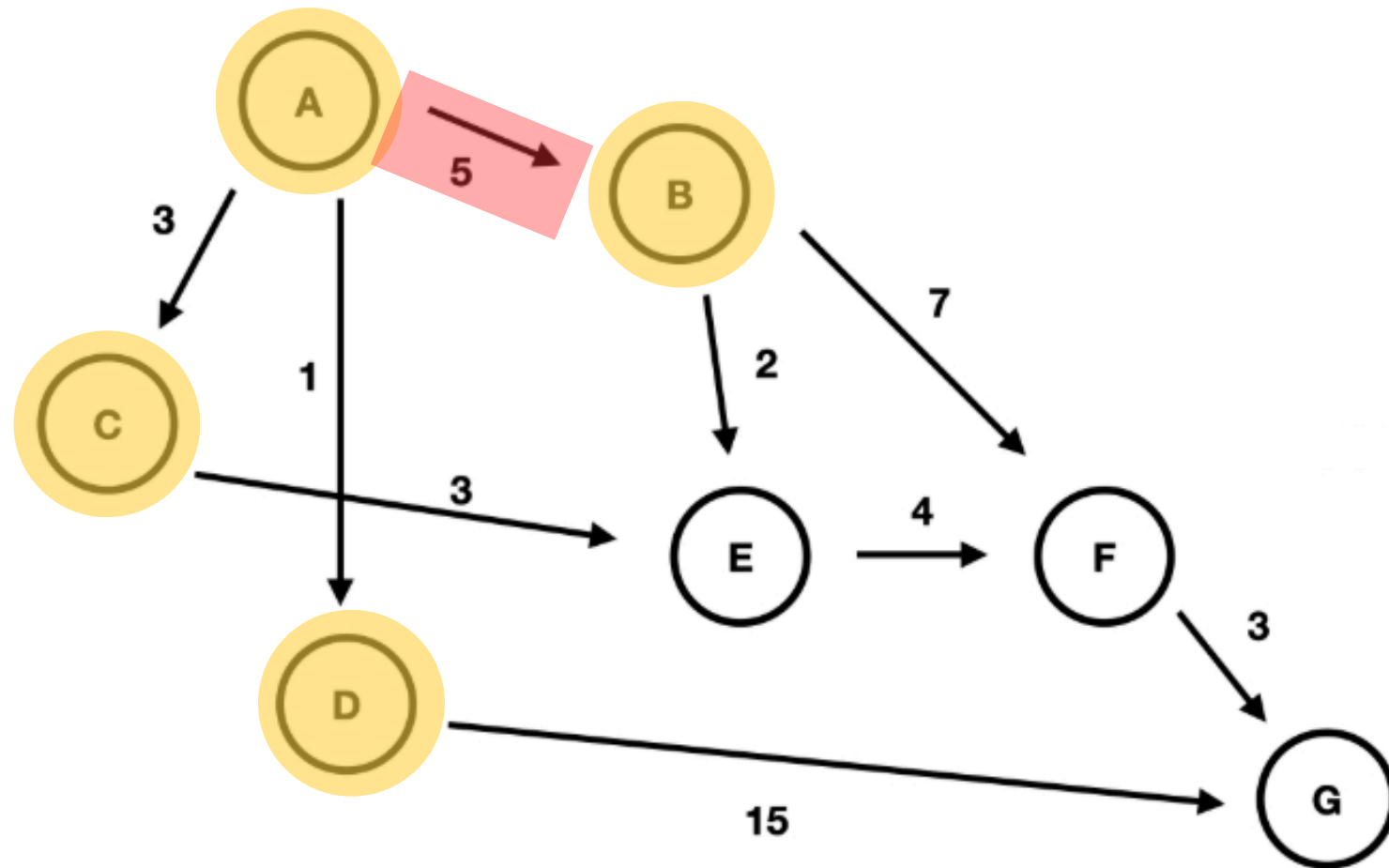
경로 탐색 - Dijkstra



A	B	C	D	E	F	G
0	5	3	1	6	∞	16

경로: A → C
 지나가는 노드: C
 총 비용: 3

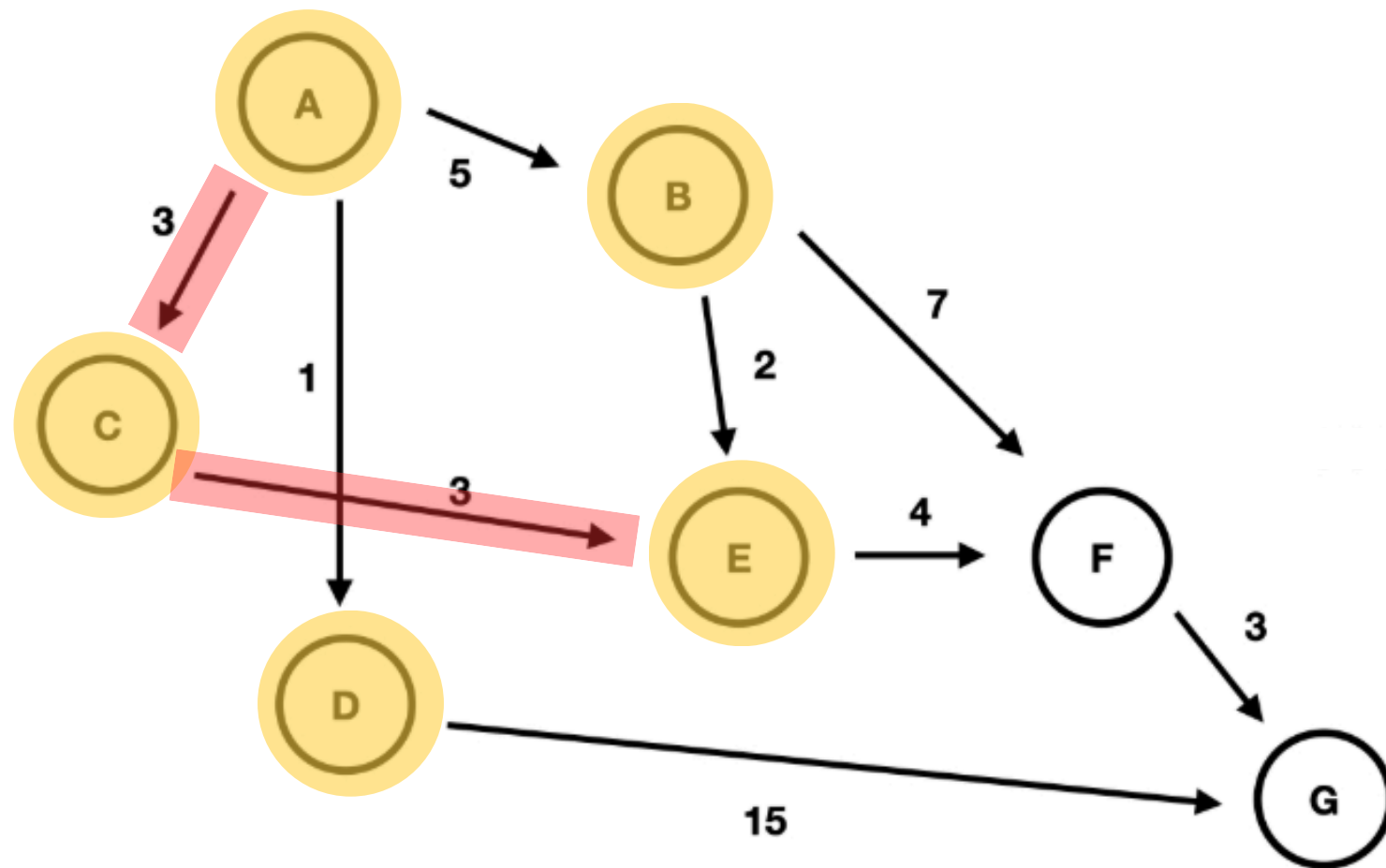
경로 탐색 - Dijkstra



A	B	C	D	E	F	G
0	5	3	1	6	12	16

경로: A → B
 지나가는 노드: B
 총 비용: 5

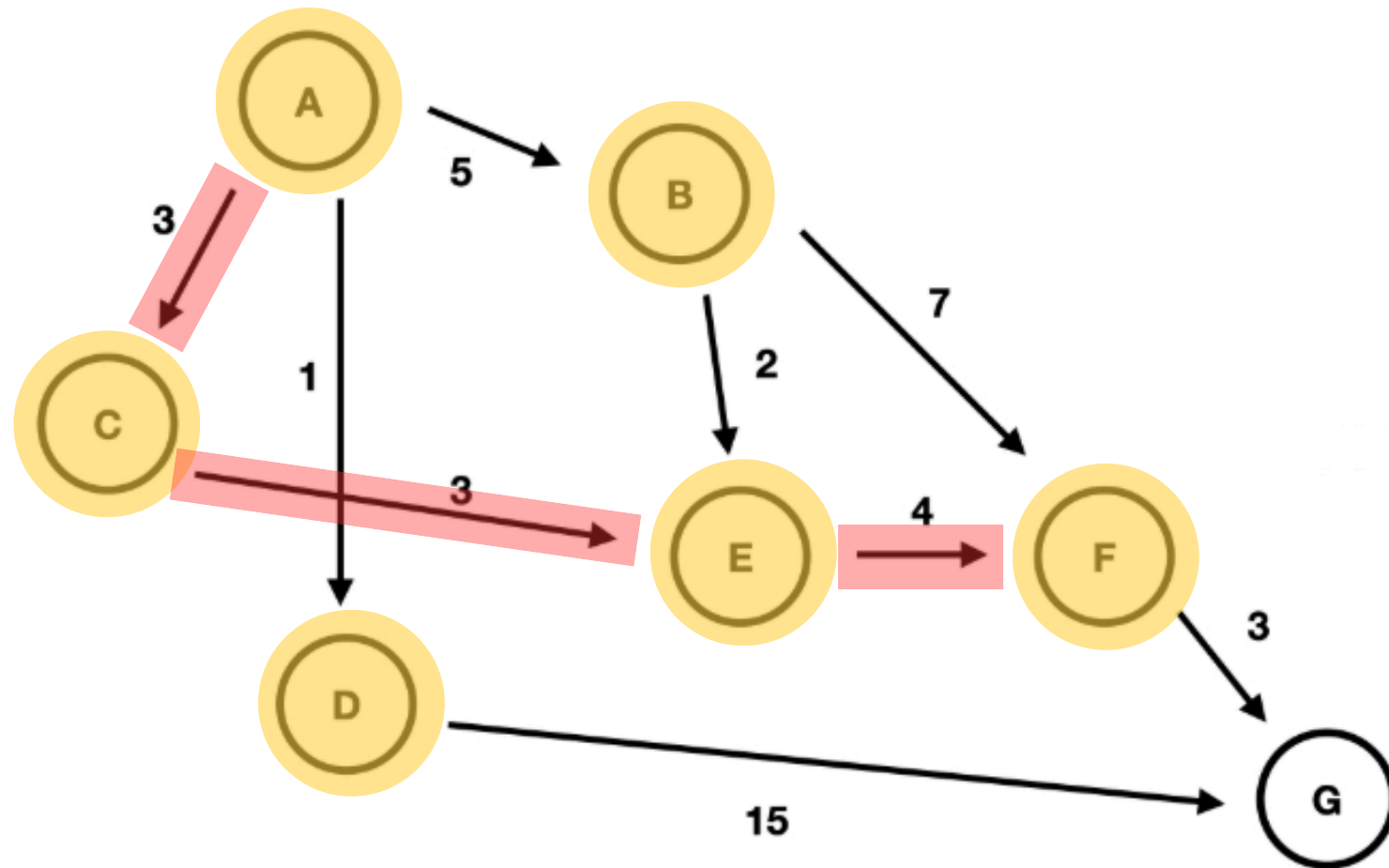
경로 탐색 - Dijkstra



A	B	C	D	E	F	G
0	5	3	1	6	10	16

갈 수 있는 방법:
 $A \rightarrow C \rightarrow E = 3 + 3 = 6$
 $A \rightarrow B \rightarrow E = 5 + 2 = 7$
 최단 경로
 경로: $A \rightarrow C \rightarrow E$
 지나가는 노드: C, E
 총 비용: 6

경로 탐색 - Dijkstra



A	B	C	D	E	F	G
0	5	3	1	6	10	13

갈 수 있는 방법:

$$A \rightarrow B \rightarrow F = 5 + 7 = 12$$

$$A \rightarrow B \rightarrow E \rightarrow F = 5 + 2 + 4 = 11$$

$$A \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow F = 3 + 3 + 4 = 10$$

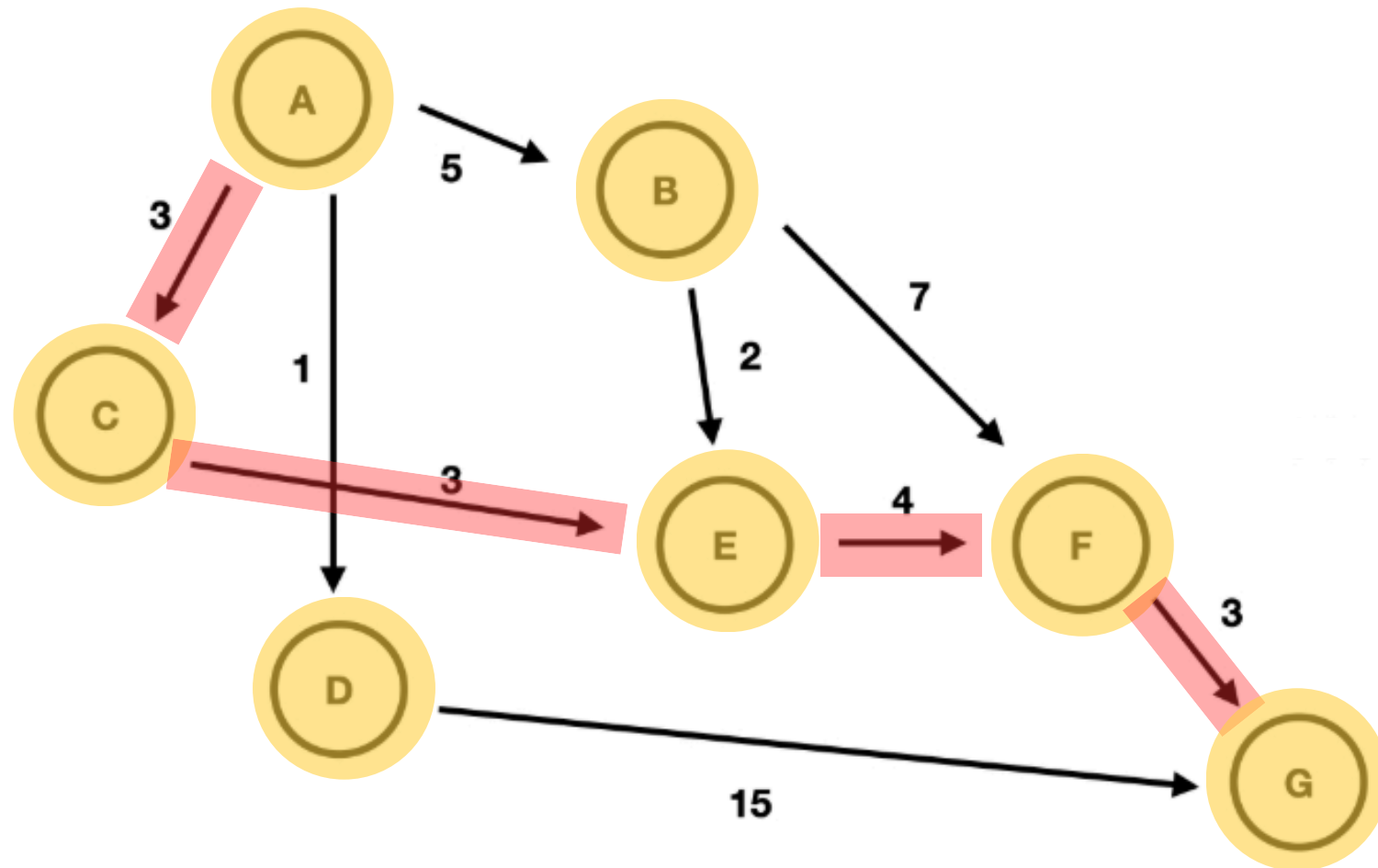
최단 경로

경로: $A \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow F$

지나가는 노드: C, E, F

총 비용: 10

경로 탐색 - Dijkstra



A	B	C	D	E	F	G
0	5	3	1	6	10	13

갈 수 있는 방법:

$$A \rightarrow D \rightarrow G = 1 + 15 = 16$$

$$A \rightarrow B \rightarrow F \rightarrow G = 5 + 7 + 3 = 15$$

$$A \rightarrow B \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow G = 5 + 2 + 4 + 3 = 14$$

$$A \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow G = 3 + 3 + 4 + 3 = 13$$

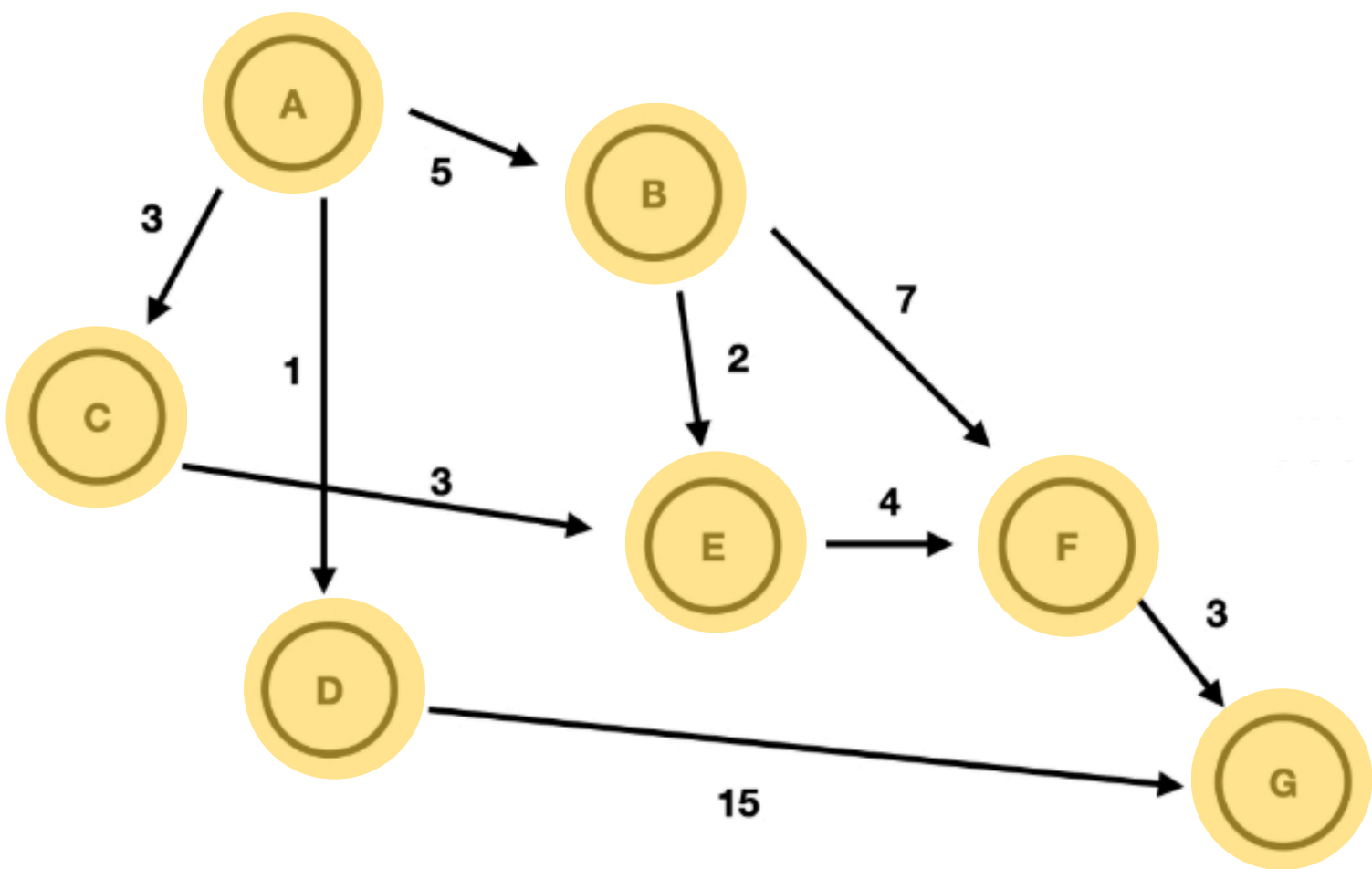
최단 경로

경로: $A \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow G$

지나가는 노드: C, E, F, G

총 비용: 13

경로 탐색 - Dijkstra



도착 노드	최단 경로	총 비용
B	$A \rightarrow B$	5
C	$A \rightarrow C$	3
D	$A \rightarrow D$	1
E	$A \rightarrow C \rightarrow E$	6
F	$A \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow F$	10
G	$A \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow G$	13

알고리즘

프리셋 경로 가중치

최단 경로

Shortest

계단  OFF

경사  OFF

안전  OFF

대로  OFF

순수 거리만 계산
모든 가중치 비활성

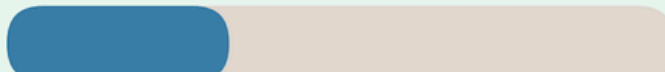
균형 경로

Balanced

계단  중

경사  하

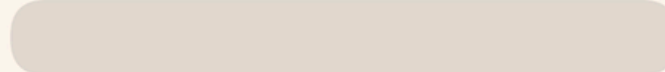
안전  하

대로  하

사용자 선호도 반영
거리 + 편의 절충

안심 경로

Safe

계단  OFF

경사  OFF

안전  상

대로  중

조명·대로 최우선
계단·경사 가중치 비활성

커스텀 경로 가중치

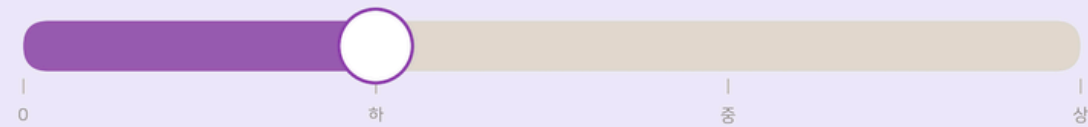
커스텀 경로

Custom Route — 슬라이더로 직접 조절

계단



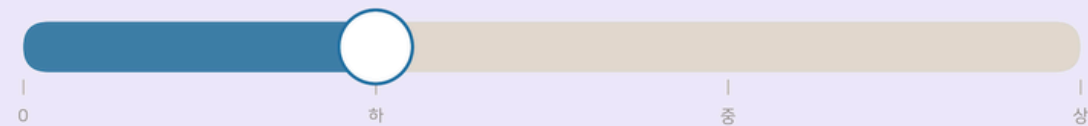
경사



안전



대로



0~3 단계로 자유롭게 조합

계단 회피

· coeff : 0→0.0 / 1→0.5 / 2→2.0 / 3→5.0

$$\text{stair_penalty} = \text{coeff} \times 1.0$$

경사 회피

· SlopeGrade : 0.0(평지) ~ 1.0(급경사)

$$\text{slope_penalty} = \text{coeff} \times \text{SlopeGrade}$$

안전 우선

· LightDensity(조명밀도) / CCTVDensity(CCTV밀도)

$$\text{safety} = (\text{coeff} \times (1 - \text{Light}) + \text{coeff} \times (1 - \text{CCTV})) / 2$$

대로 선호

· 비대로(골목·이면도로) 구간에만 적용

$$\text{road_penalty} = \text{coeff} \times 0.3$$

$$\text{Cost} = \text{Distance} \times (1 + \text{stair} + \text{slope} + \text{safety} + \text{road})$$

서비스 페이지 소개

서비스 소개

페이지 소개 - 개인 설정

내 정보

tester@gmail.com

일반

프로필

경로 설정

계정 관리

이메일

tester@gmail.com

가입일

2026. 4. 3.

계정 유형

일반 사용자

보행 유형

일반

기본 보행자

휠체어

배리어 프리 경로

유모차

평탄한 경로 우선

보행 유형 변경은 아직 지원되지 않습니다 (v2 예정)

내 정보

tester@gmail.com

일반

프로필

경로 설정

계정 관리

기본 가중치를 설정하면 경로 찾기 시 자동으로 적용됩니다.

☐

계단 회피

중

☐

오르막 회피

OFF

☒

안심 경로

상

☒

대로 우선

하

설정 저장 →

페이지 소개 - 경로 찾기 화면



페이지 소개 - 경로 찾기 화면

◆ 홈

◎ 경로 찾기

● 지름길

◇ 내 정보

🛡️ 승인 대시보드

🗺️ 안전 데이터 지도

📊 반영 그래프

경로 찾기

출발지

장소 또는 주소 검색

도착지

장소 또는 주소 검색

출발지 · 지도에서 찍기

도착지 · 지도에서 찍기

버튼을 켜 뒤 지도를 탭하면 해당 위치의 주소가 출발/도착선에 들어갑니다. 다시 누르면 선택 모드가 꺼집니다.

회피 / 선호 강도

경로를 이미 찾은 뒤에는 슬라이더를 바꾸면 잠시 후 자동으로 다시 계산됩니다. 이때 슬라이더 값은 "커스텀 경로"에만 반영되며, 최단/균형/안심은 기본 로직을 유지합니다. 구간에 계단/경사 데이터가 거의 없으면 선이 비슷해 보일 수 있습니다.

계단 회피

경사로 우선

오르막 회피

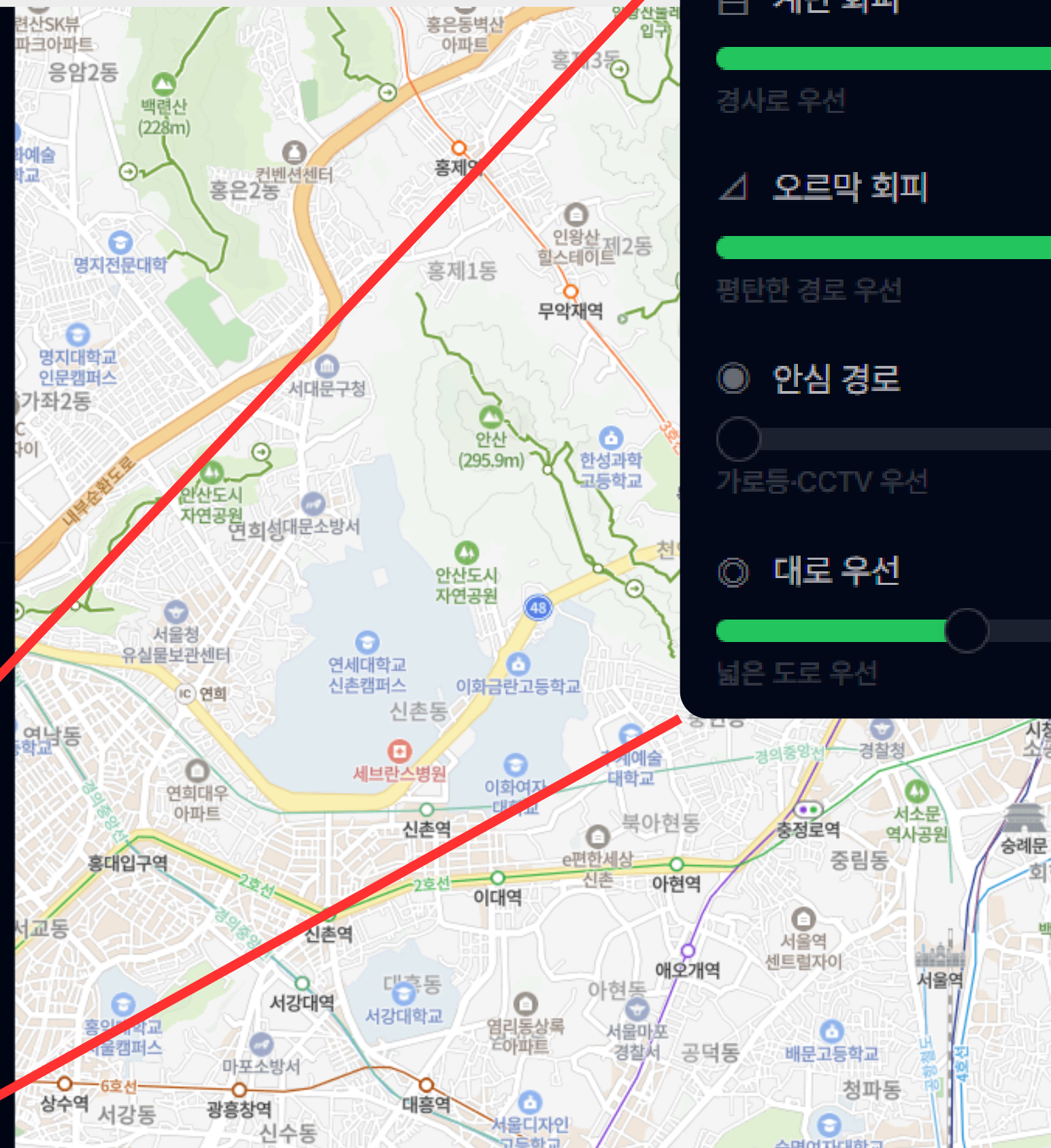
평탄한 경로 우선

안심 경로

가로등 CCTV 우선

대로 우선

넓은 도로 우선



계단 회피

경사로 우선

오르막 회피

평탄한 경로 우선

안심 경로

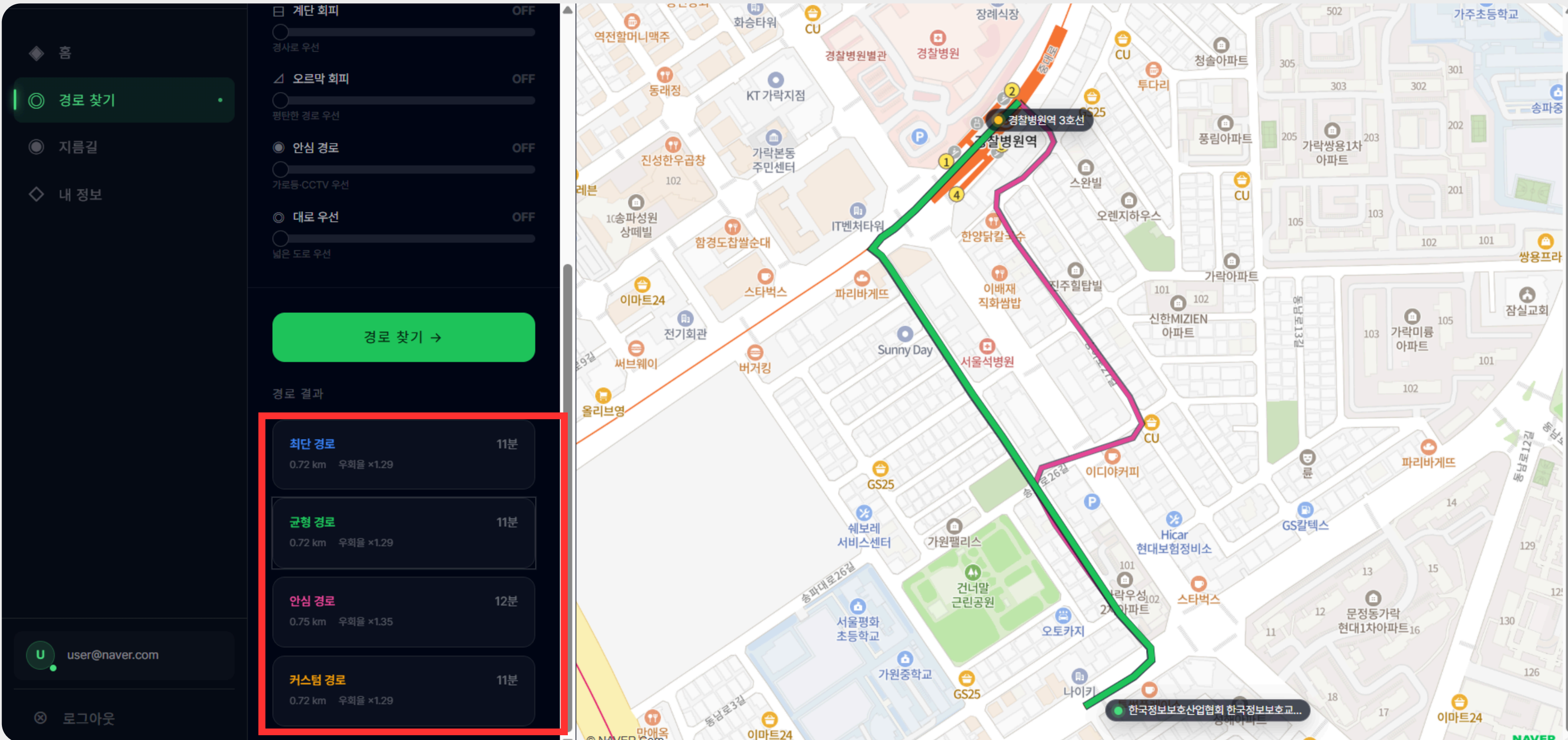
가로등 CCTV 우선

대로 우선

넓은 도로 우선

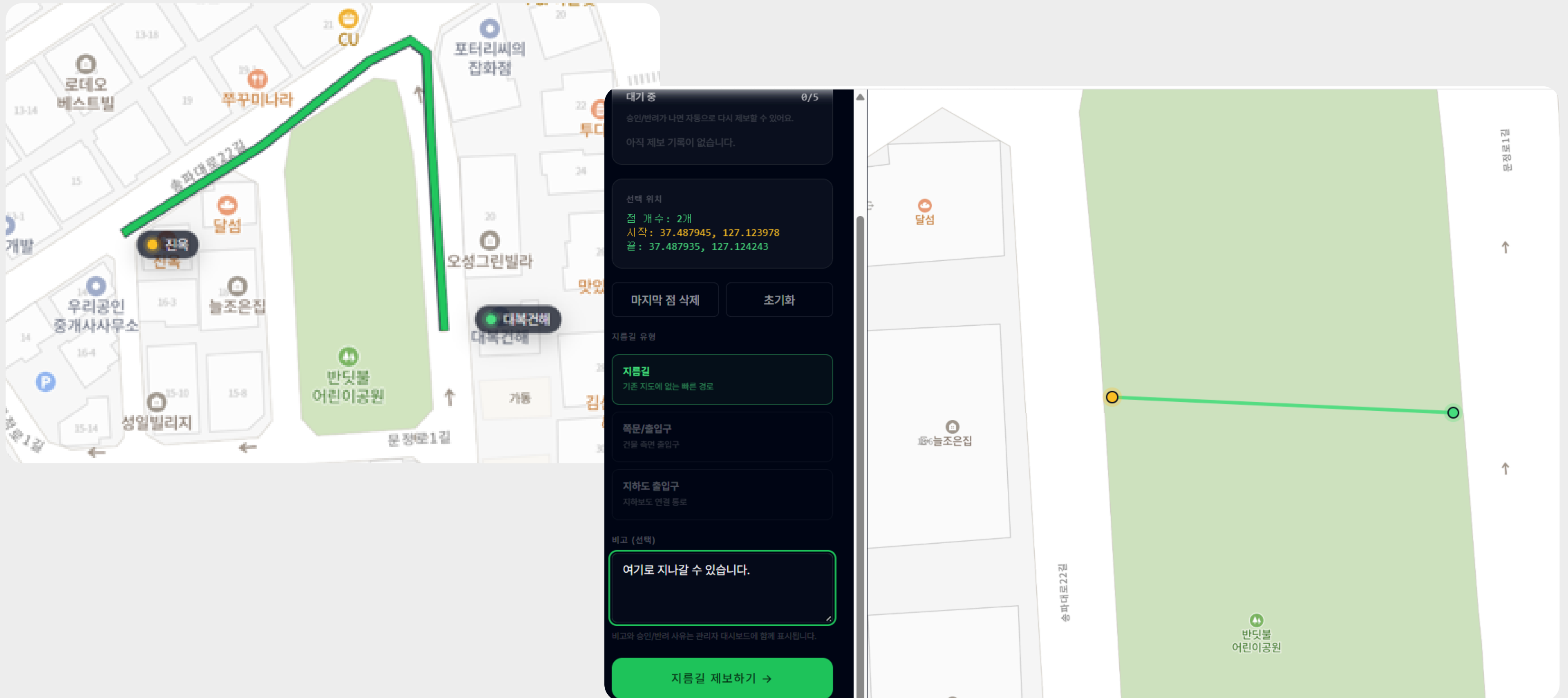
서비스 소개

페이지 소개 - 경로 찾기 화면



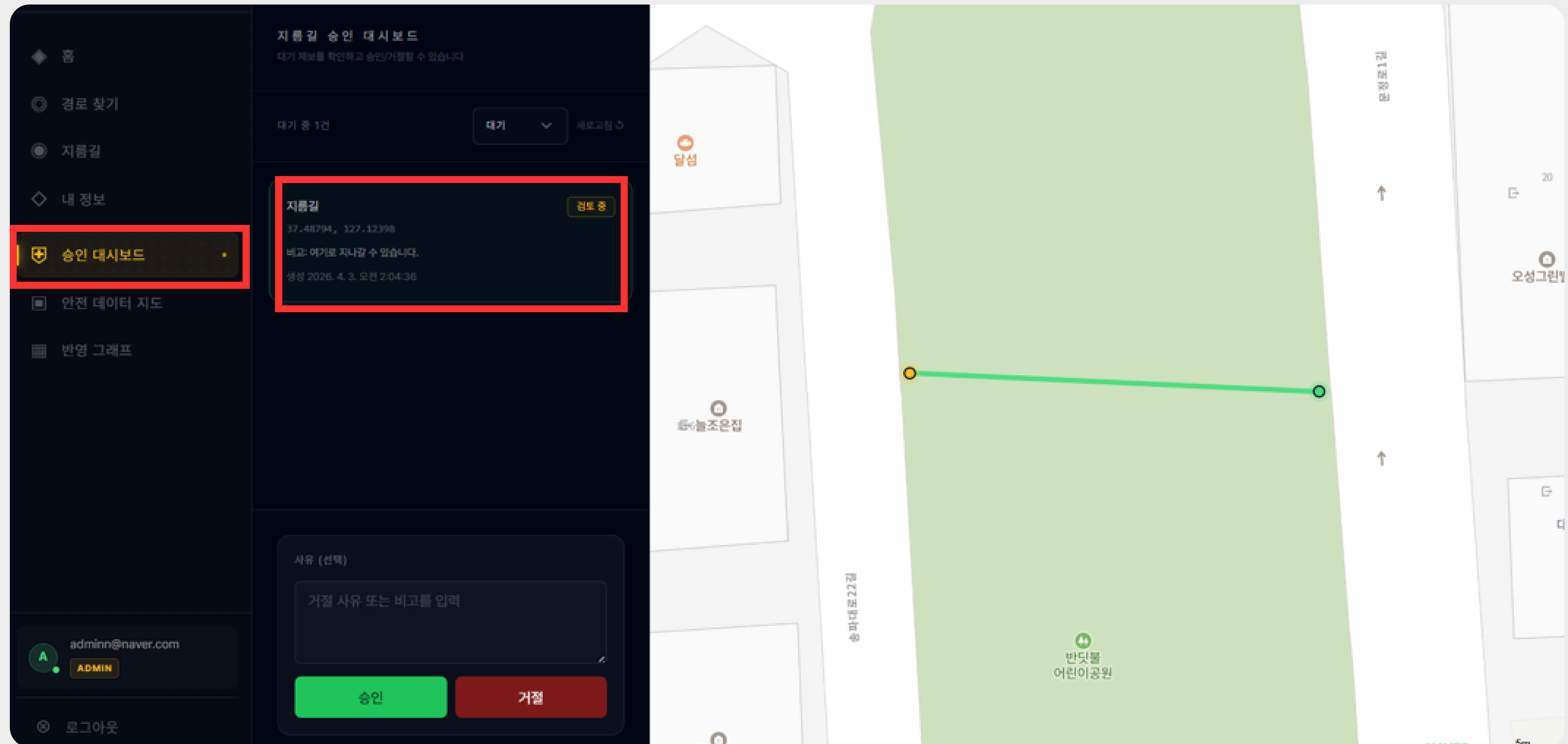
서비스 소개

페이지 소개 - 제보 화면



서비스 소개

[Admin] 페이지 소개 - 제보 승인 화면



서비스 소개

[Admin] 페이지 소개 - 반영 그래프 화면

지름길

37.48794, 127.12398

비고: 여기로 지나갈 수 있습니다.

생성 2026. 4. 3. 오전 2:04:36

반영된 그래프 미리보기

BBox 안의 활성 노드/엣지를 불러와 지도에 표시합니다. 응답이 커질 수 있으니 박스를 작게 설정하고, 노드/엣지 렌더링 캡을 사용하세요.

min_lat: 37.48 min_lng: 126.92 max_lat: 37.58 max_lng: 127.14 node cap (0=전체): 0 edge cap (0=전체): 0 이 범위로 조회

☒ 노드 ☒ 엣지 ☒ 편집

노드 추가

엣지 연결(선택 2개)

선택 노드 삭제

마지막 엣지 삭제

선택된 노드: 12044916823, 12044916816

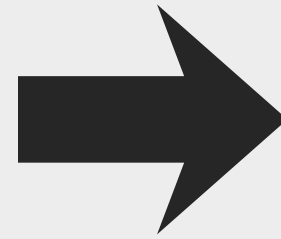
엣지 생성 원료: admin_edge_a83bc8b3-cecc-4dad-9bb1-5aaf992d9248

렌더링: nodes 77342 / edges 107475



서비스 소개

[Admin] 페이지 소개 - 반영 결과



[Admin] 페이지 소개 - 데이터 조회 화면

◆ LAST MILE ◆

◆ 홈

◎ 경로 찾기

◎ 지름길

◇ 내 정보

🛡️ 승인 대시보드

🗒️ 안전 데이터 지도

📊 반영 그래프

안전 데이터 미리보기

PostGIS에 적재된 CCTV 포인트, edges.has_stair 계단 구간, edges.slope_grade 경사 구간, security_lights 가로등·보안등, slope_samples 점을 밝은 단색 베이스맵(OSM-CARTO Light) 위에 표시합니다. 네이버 지도 API는 사용하지 않습니다.

표시 건수는 입력한 위·경도 박스 안에 있는 행이며, 레이어(CCTV / 가로등 / ...)마다 같은 limit까지 잘립니다. 같은 구역에서도 가로등·보안등이 CCTV보다 훨씬 많은 것이 일반적이라 숫자 비율이 크게 벌어질 수 있습니다.

CCTV이 0건이면 cctv_points 테이블이 비어 있거나, 입력한 위·경도 범위 안에 포인트가 없는 경우입니다. OSM 시드 후 last_mile_backend에서 ./scripts/import_songpa_safety.sh 로 송파 CSV(CCTV·조명)을 넣거나, 서울 전역 데이터는 import_seoul_safety_data.sh 로 적재하세요. (기존 DB는 불륨을 새로 만들거나 00_create_safety_tables.sql 을 한 번 실행해야 테이블이 생길 수 있습니다.) 경사 간선은 OSM 시드만 하면 slope_grade가 0이라 안 보입니다. slope_latlng_samples.json 임포트(import_slope_json 또는 시드 파이프라인 [3/3]) 후 edges.slope_grade가 채워져야 합니다.

min_lat37.48

min_lng126.92

max_lat37.58

max_lng127.14

limit (레이어별)15000

이 범위로 조회

적용 limit: 15000

☒ CCTV (3528)

☒ 가로등·보안등 (9319)

☒ 계단 간선 (1757)

☒ 경사 간선 (7301)

☒ 경사 샘플 (2351)

+

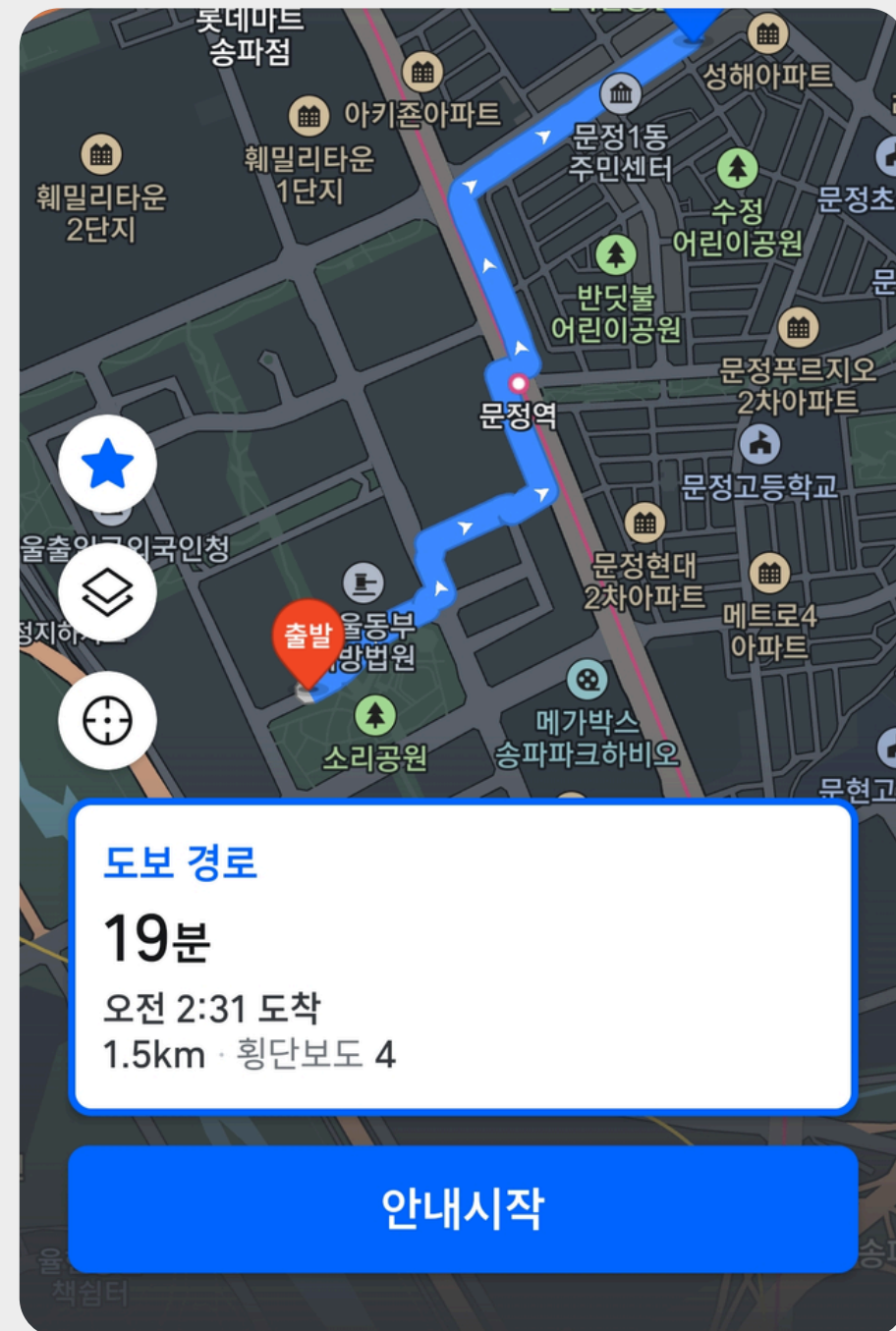
-

결과

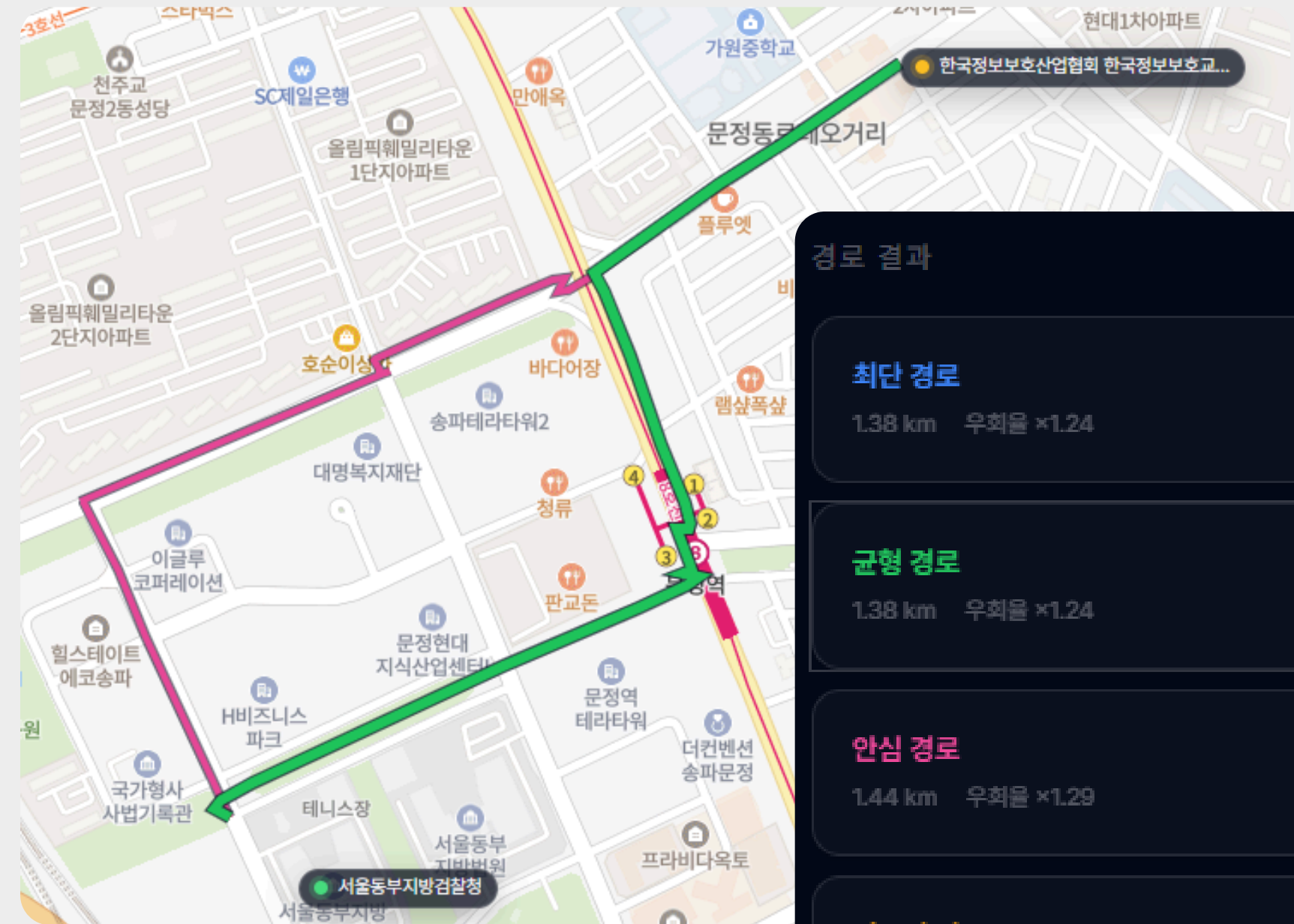
결과

경로 비교

Tmap



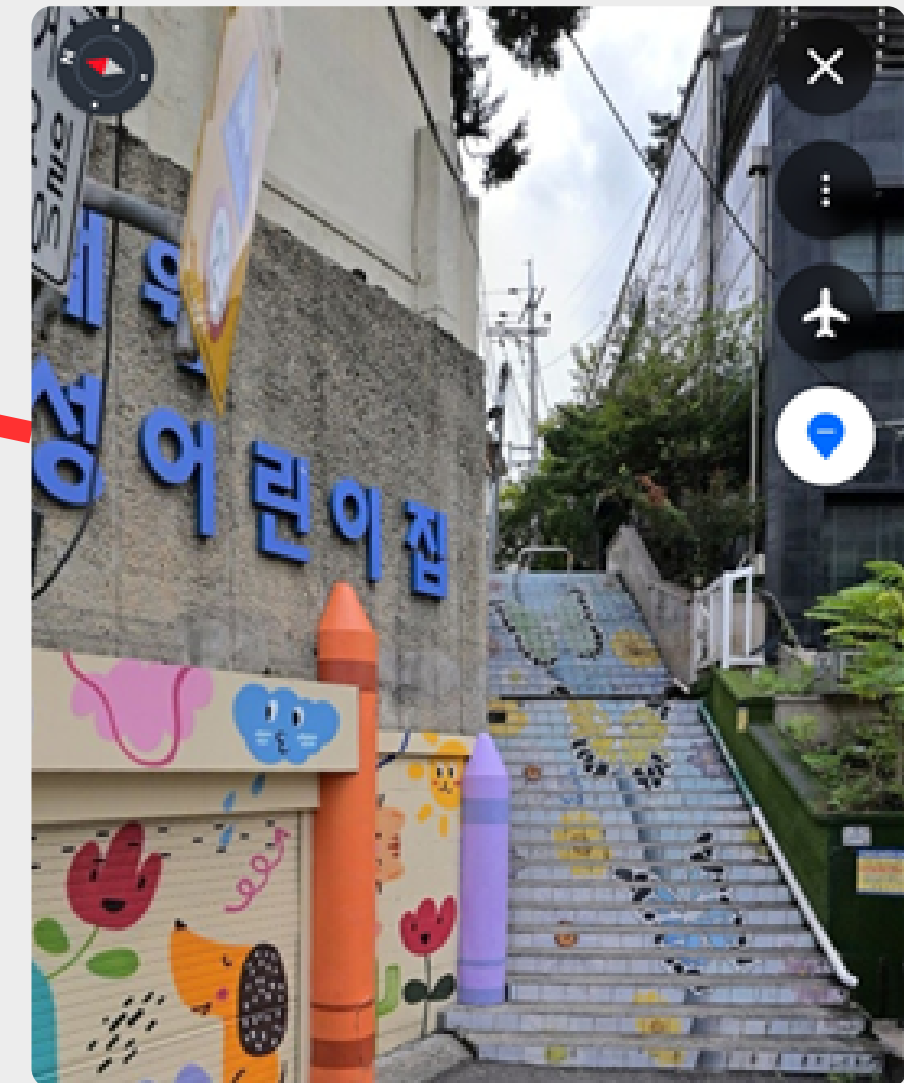
Last Mile



결과

가중치별 경로 비교

계단 회피 경로



계단 회피

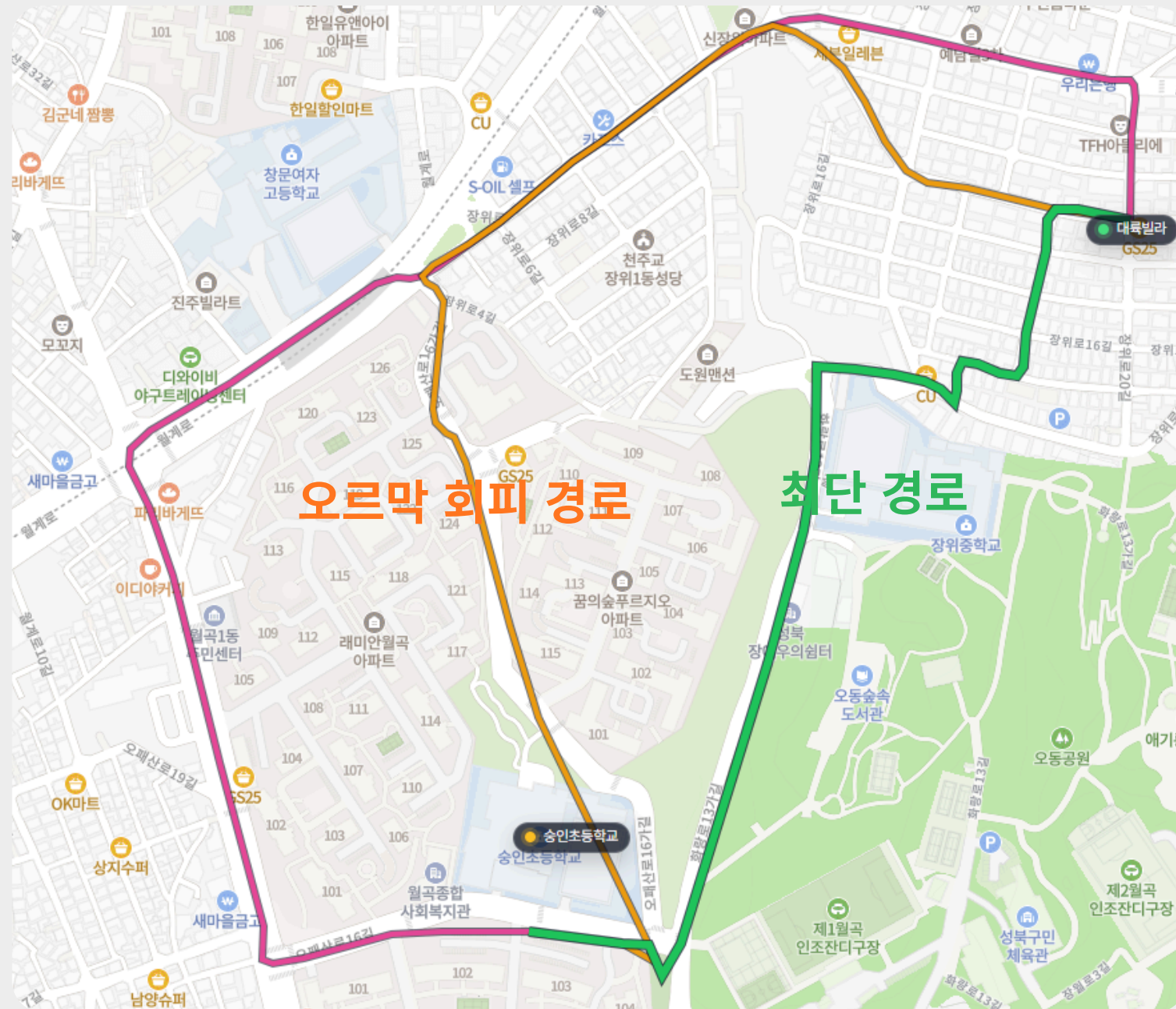
상

경사로 우선

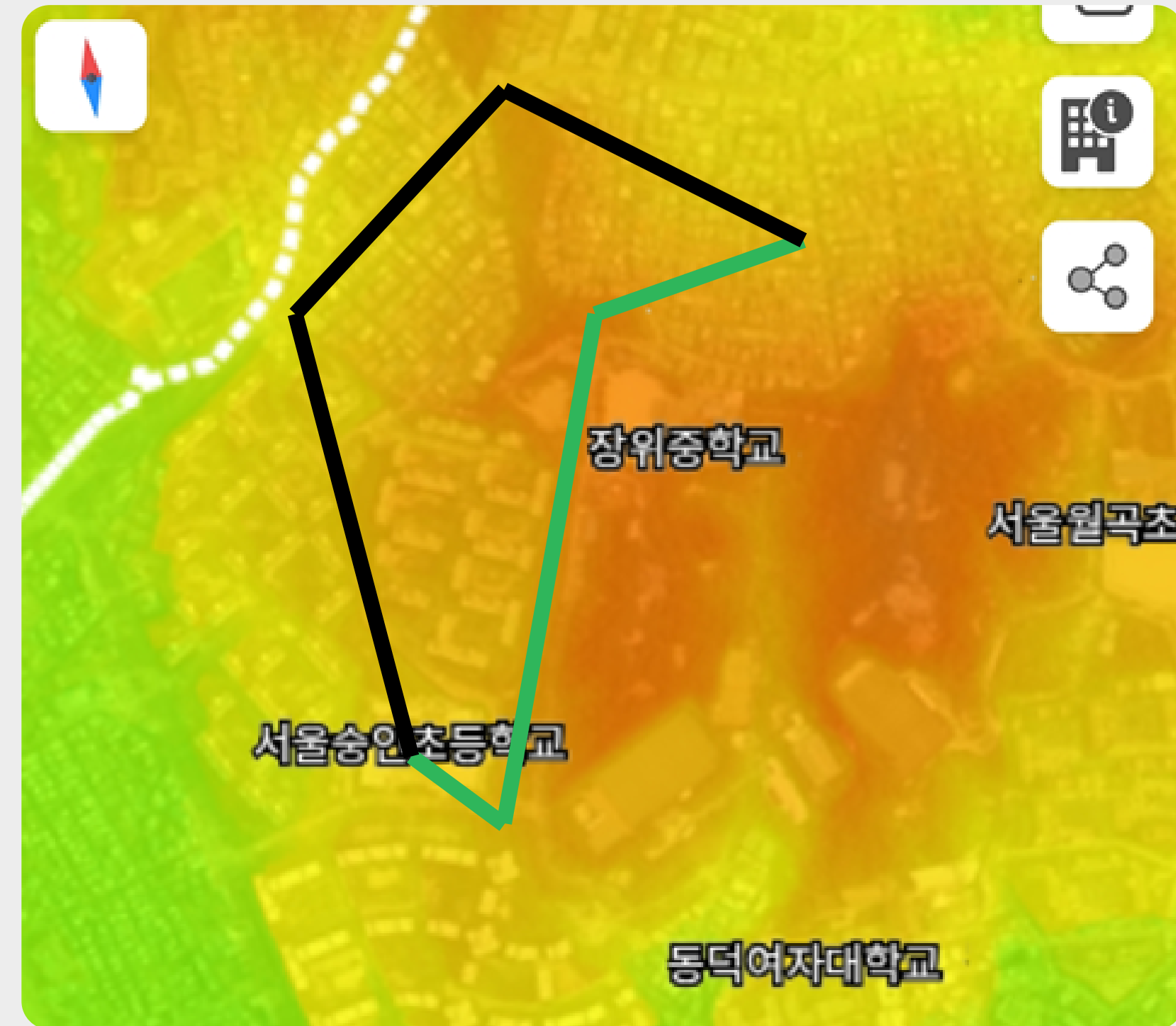
결과

가중치별 경로 비교

출처: S-MAP 경사도 시각화



오르막 회피 경로



오르막 회피

상

평탄한 경로 우선

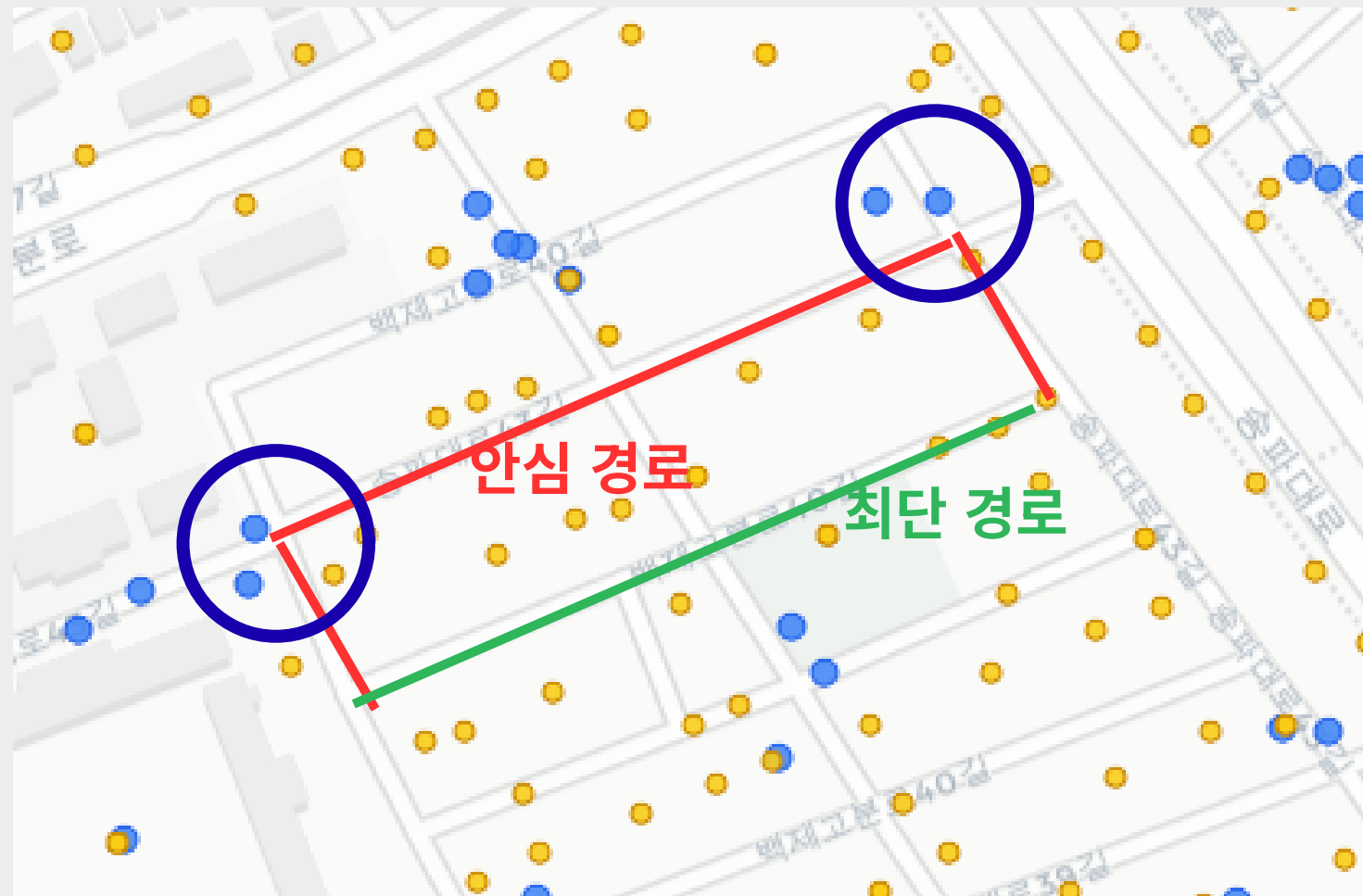
경사지도 범례 (단위 : m)

0 10 40 100 200 250 이상

결과

가중치별 경로 비교

안심 경로



◎ 안심 경로

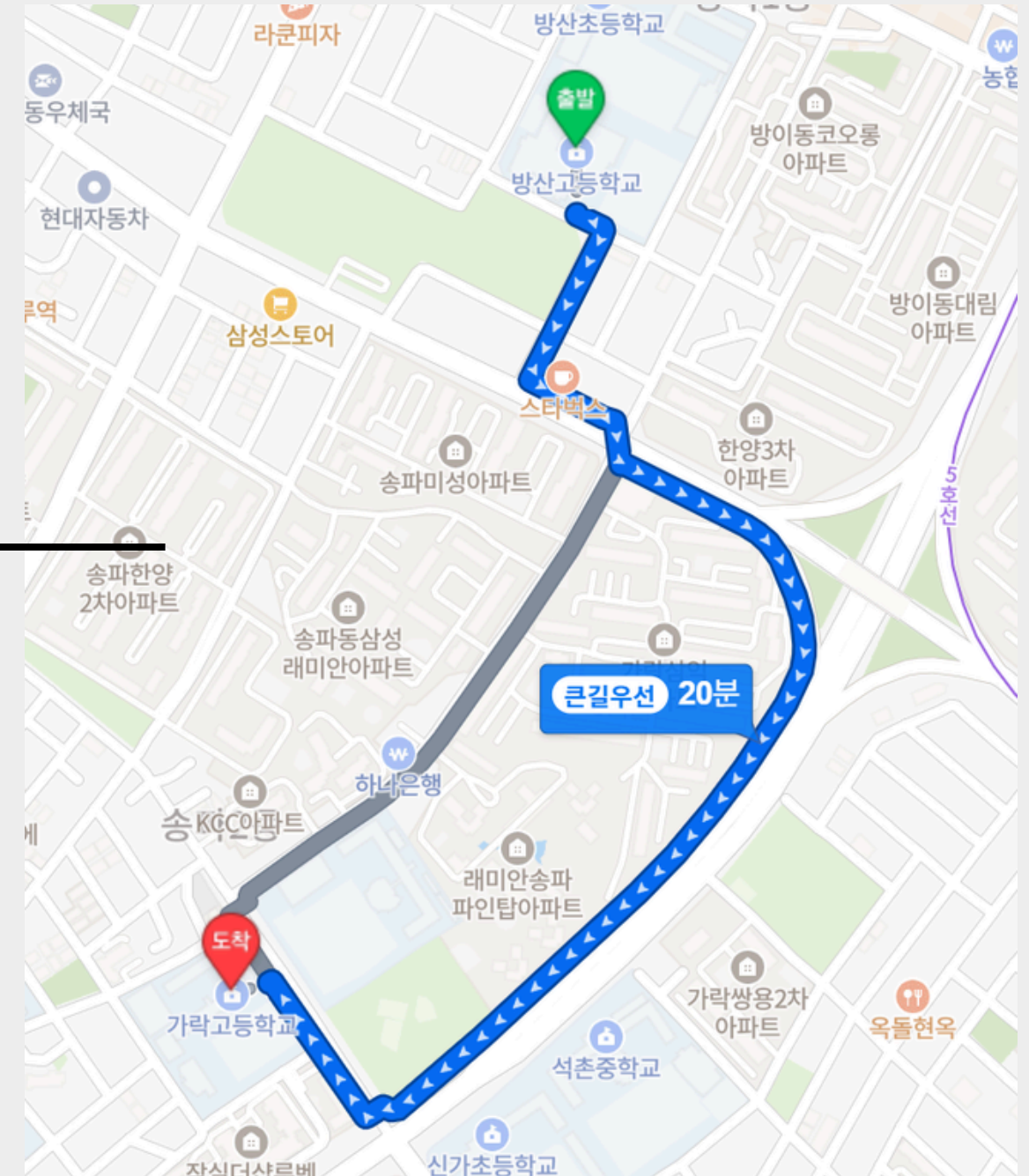
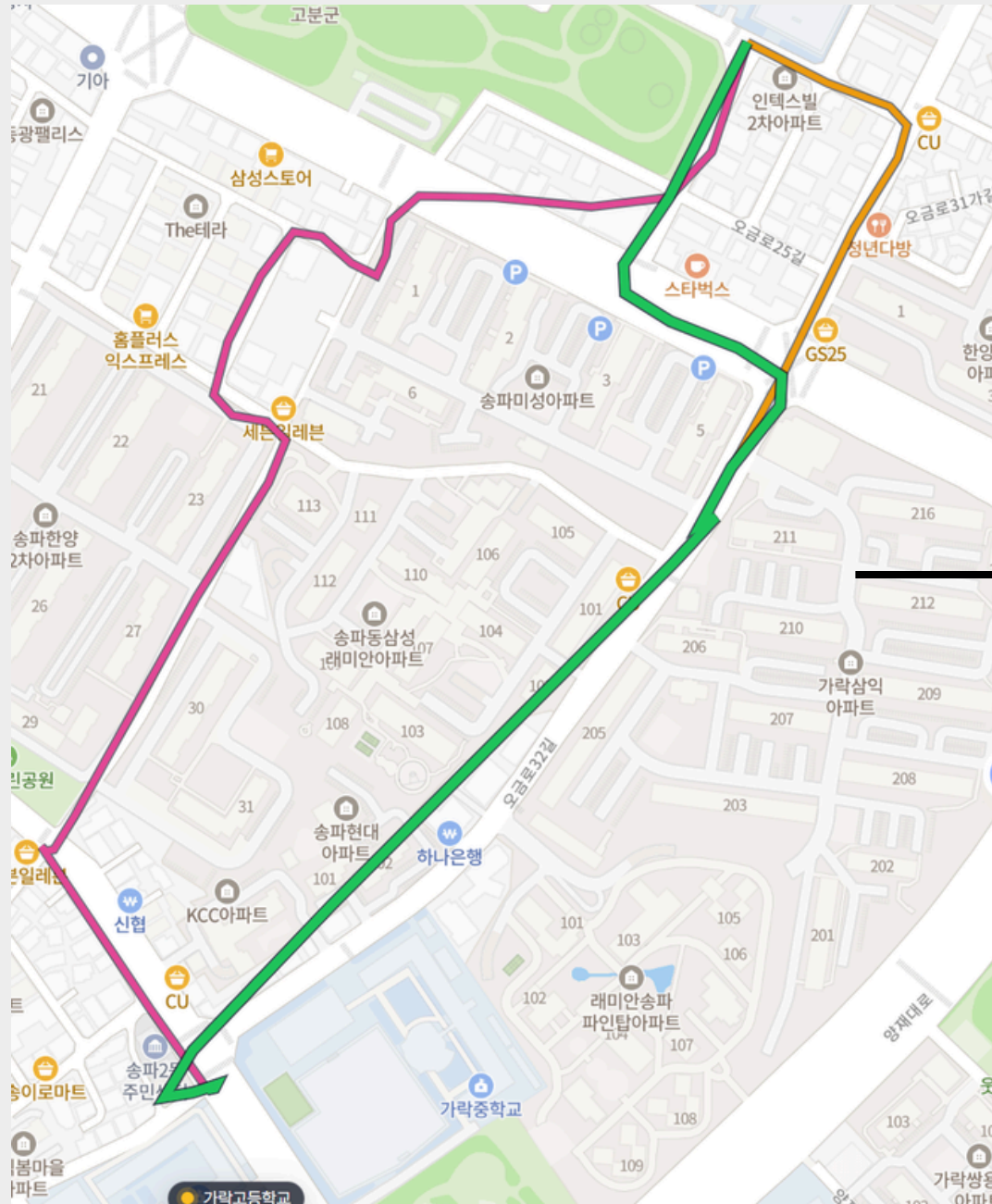
상

가로등·CCTV 우선

결과

가중치별 경로 비교

대로 우선 경로



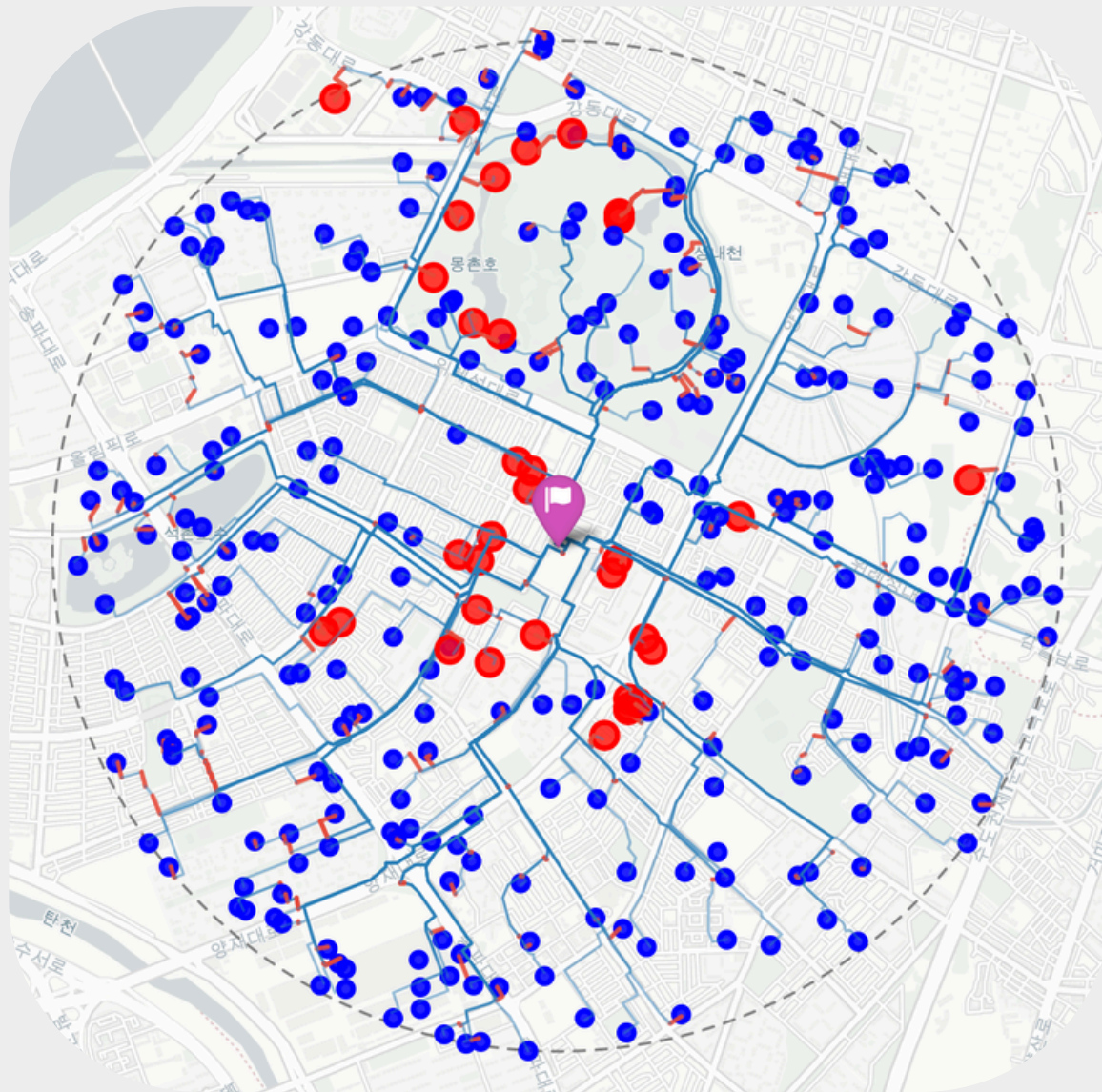
◎ 대로 우선

상

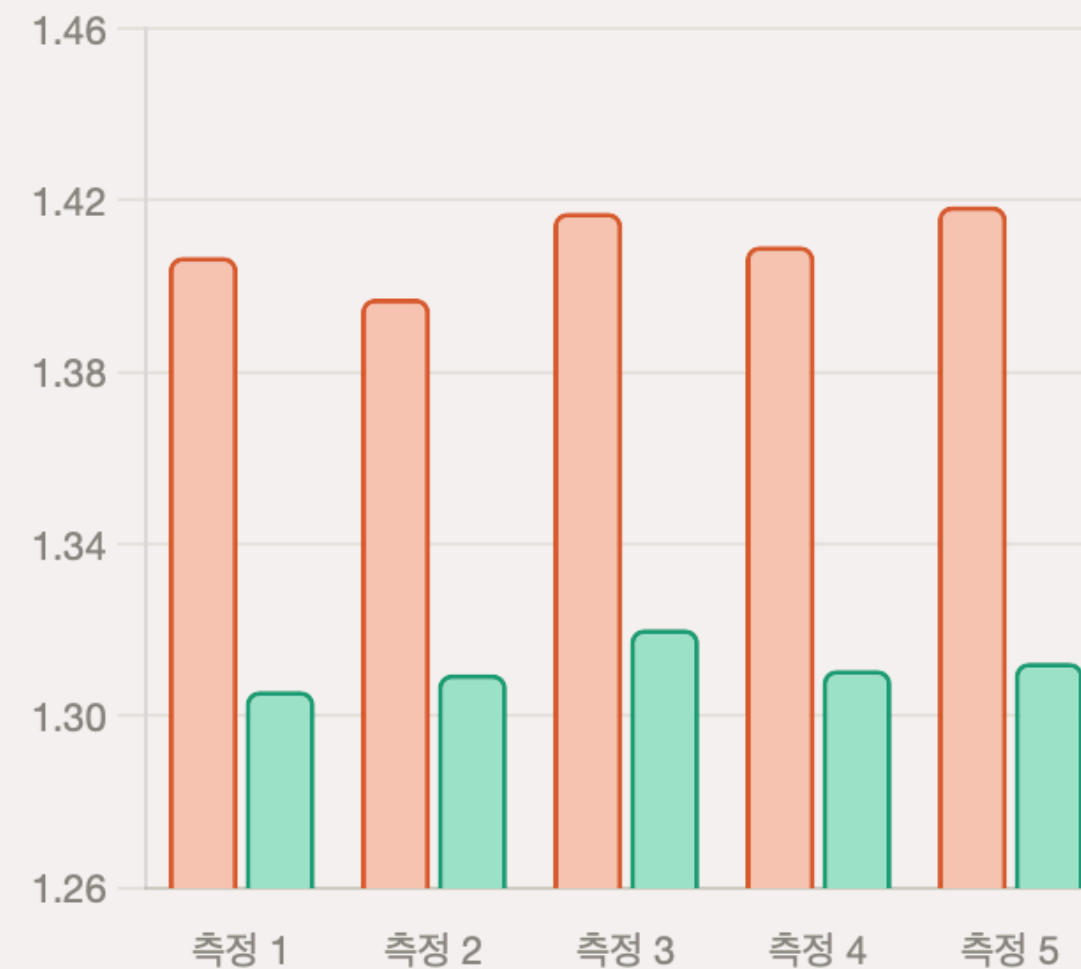
넓은 도로 우선

결과

개선 효과 - DI 지수



■ Tmap API ■ LastMile



전체 DI 평균

1.410 → 1.311

▼ 7.0% 개선

상위 30% DI 평균

1.563 → 1.476

▼ 5.6% 개선

● 전체 경로에서 일관된 우회율 감소

5회 반복 측정 모두에서 LastMile DI가 Tmap 대비 낮게 유지됐습니다. 단발성이 아닌 구조적 개선임을 의미합니다.

● 고우회 구간에서 효과 더욱 두드러짐

상위 30% 고우회 구간에서 평균 $\Delta 0.087$ 감소. 기존 지도가 비효율적으로 처리하던 복잡한 경로를 Dijkstra 엔진이 더 짧게 탐색합니다.

● 330개+ 출발지 기반 통계적 신뢰도

송파구·강남구 주요 보행 출발지 330개 이상, 5회 반복 측정. 특정 구간 편향 없이 광역 평균으로 검증된 결과입니다.

● DI 1.0에 가까울수록 직선에 가까운 경로

DI = 실제 경로 / 직선 거리. LastMile의 평균 1.311은 동일 출발·도착지 대비 약 31%의 우회만 발생함을 나타냅니다.

결과

계획

동행·매력
특별시 서울

SEOUL
MY SOUL

2026 서울시 빅데이터 활용 경진대회



서울시 빅데이터 활용 경진 대회

- ~ 5월 13일

추가 예정 기능

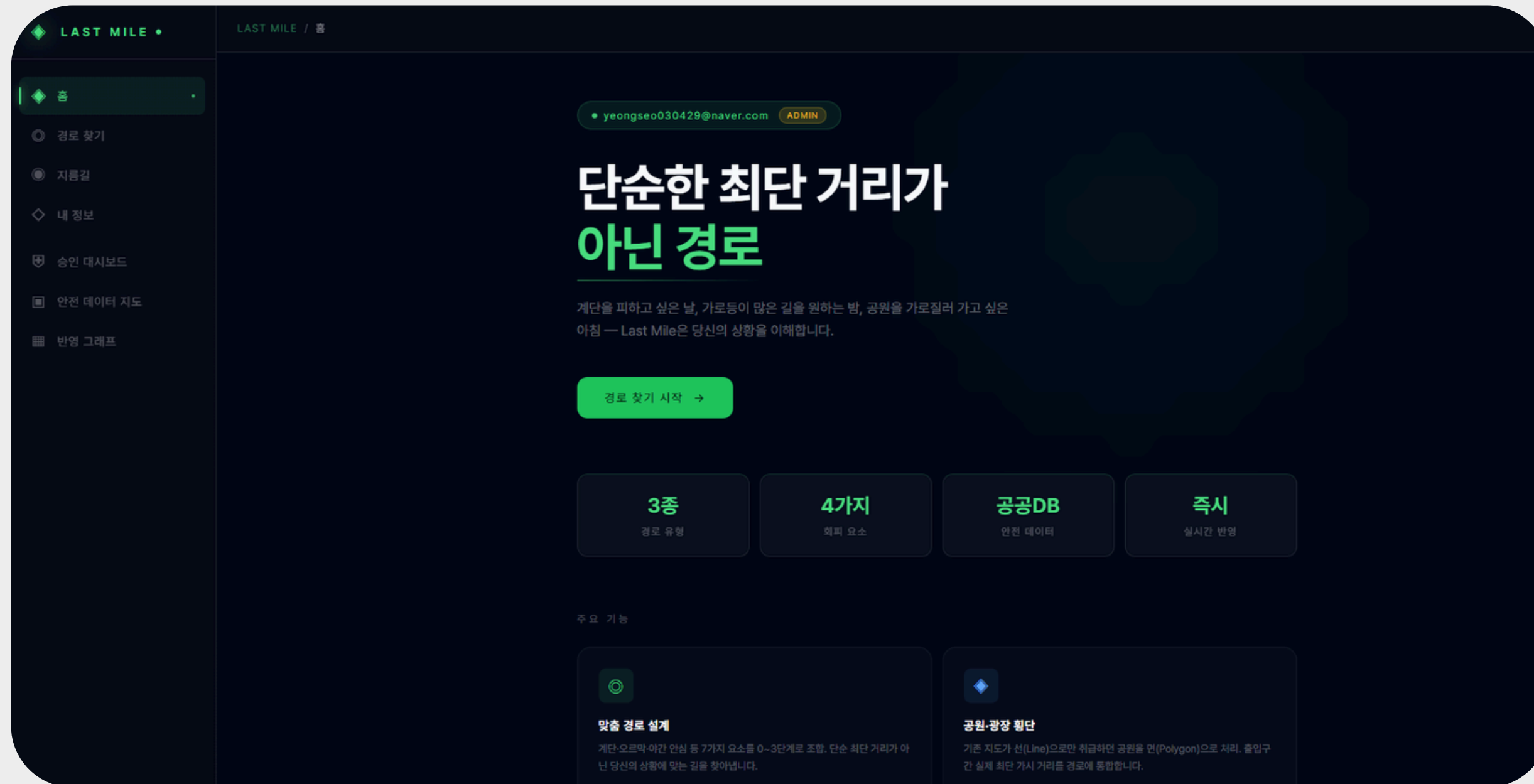
- 노드, 엣지 정교화
- 전국 데이터르 확장
- 서비스 기능 추가

시연

결과

시연

<https://lastmilefe.njinu.kr/welcome>



모세의 기적

THANK YOU

감사합니다

Q&A