

신도시 교통 인프라 데이터 분석을 통한

3기 신도시 취약계층
교통안전 대안제시

SYSTEM PUSAN



서론

1. 분석배경
2. 분석목적
3. 대상지 소개
4. 사용 데이터

사고현황 분석

1. 위반 유형별 현황
2. 연령별 현황
3. 취약지역별 현황
4. 사고발생 요인

지역적 특성 및 사고 원인 도출

1. 클러스터링 분석
2. 지역적 특성 및
사고 원인 도출

하남교산 적용 분석

1. 모델 설계
2. 위험 지점 예측

결론 및 대안 제시

1. 시설물 효과 추정
2. 교통 시설물 설치
3. Appendix



1

서론

1. 분석배경

2. 분석목적

3. 대상지 소개

4. 사용 데이터



ETRI Demonstrates Korea's First Predictive
Pedestrian Safety AI Service

정부, 2025년 보행자 안전대책 발표...
"보행약자 보호 집중"

데이터·AI 기반 스마트도시에 대한 요구가 커지고 있다.

동시에 교차로 우회전 구간에서 교통약자 사고가 증가하며,
정책적 대응도 확대되고 있다.

따라서 도시 안전 취약 요인을 사전에 관리하는
데이터 기반 안전 관리 체계 구축이 필요하다.

2025.02.12

한국 연구원들은
패러다임 전환의
사고를 크게 감소

ETRI는 2025년
서비스" 시연을
계약을 체결한 스

험도가 높은 이면도로를
통해 운전자에게 안내할

70곳 늘리고, 교차로와

단지를
역사,

템과
도와

발생하게 했으며, 세모난
불편함이 있었습니다. 무엇보다도, 보행자가 이미 도로에 진입한
시간이 충분하지 않았습니다. 또한 탐지 구역 외의 도로 구간이 안전하

ETRI가 개발한 "예측 보행자 안전 서비스"는 교통 사고 가능성을 사전에 인식
이 시스템은 현장 CCTV 카메라와 운전자, 컨트롤러, 그리고 원격 비디오 분석 서버에 연결
CCTV가 촬영한 영상을 기반으로 시스템은 2초 이내에 자동으로 지정

어린이 안전을 위해서는 보호구역 내 보도 신설, 차량용 방호울타리, 스마트 횡단보도 설치 등을
확대하며, 이를 위해 특별교부세 152억 원을 지원한다. 또한 내년 3월까지 어린이 보호구역의
지정·해제와 유지관리를 위한 '통합관리시스템'을 구축할 계획이다.

데이터 분석 개요

분석 대상지

동탄 신도시

판교 신도시

위례 신도시

미사 강변도시

적용 대상지

하남교산

01

사고 현황 분석

교통사고 원시데이터 전처리 및 탐색적 데이터 분석(EDA)

결측치 처리, 공간 좌표 정합 등 데이터 품질 확보

위반유형·연령·시간대·취약지역별 빈도, 심각도 지표 산출 및 히트맵 시각화

Pandas / NumPy

Matplotlib / Seaborn

GeoPandas / QGIS

02

사고 패턴 및 원인 분석

공간 자기상관 검정 및 비지도 군집화 기반 패턴 추출

Moran's I 전역 군집성 검정 → LISA로 고위험 Hot Spot 격자 도출

HDBSCAN 밀도 기반 클러스터링으로 사고 군집 유형 분류 및 지역별 원인 인자 해석

PySAL / libpysal

scikit-learn HDBSCAN

GeoPandas

03

위험도 예측 및 적용

머신러닝 기반 격자별 사고 위험도 스코어링 모델 구축

도로 구조·유동인구·시설물 등 공간 피처 엔지니어링 후 XGBoost / Random Forest 학습

LOO 검증 후 2기 신도시 학습 모델을 하남교산 신도시 격자에 전이 적용

sckit-learn

XGBoost

GeoPandas

04

위험도 예측 및 적용

시설물 효과 검증 및 맞춤형 교통안전 대책 도출

DID 분석으로 CCTV·과속방지턱 등 시설물 설치 전후 사고 감소 효과 계량화 시도

위험도 스코어·공간 특성을 결합한 우선순위 기반 스마트 안전 대책 제안

Statsmodels

GeoPandas

Folium

분석 목적

- 도로상에서 발생하는 ①②교통약자 대상 교통사고를 저감하기 위한 데이터 기반 교통안전 대책 도출
- 초등학교 주변 ③스쿨존 · 통학로, ④교차로 우회전 구간 등에서 발생하는 어린이 교통사고 예방에 중점

분석 범위 축소

1

어린이

12세 이하

2

노인

65세 이상

3

스쿨존

4

교차로

교통약자의 정의

어린이, 노인, 장애인 등 신체적 이유로 인해 활동에 제약을 받는 사람들. - 한국교통장애인협회

스쿨존 = 통학로

[문제 정의]

개별 통학로의 분석 필요

[개별 통학로 분석의 한계]

경로 개인별, 가변적

- 어린이 보호구역 활용
- 학교 반경 약 300m 통학 영향권 포함
- 법적으로 정의된 표준 공간 데이터

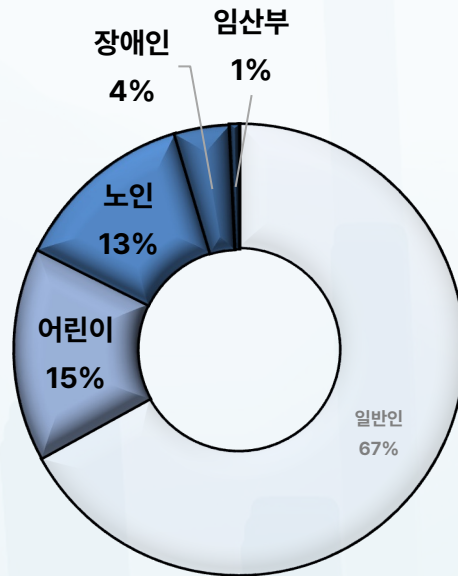
최종 판단

스쿨존 = 통학로 영향권 간주

분석 대상지 소개

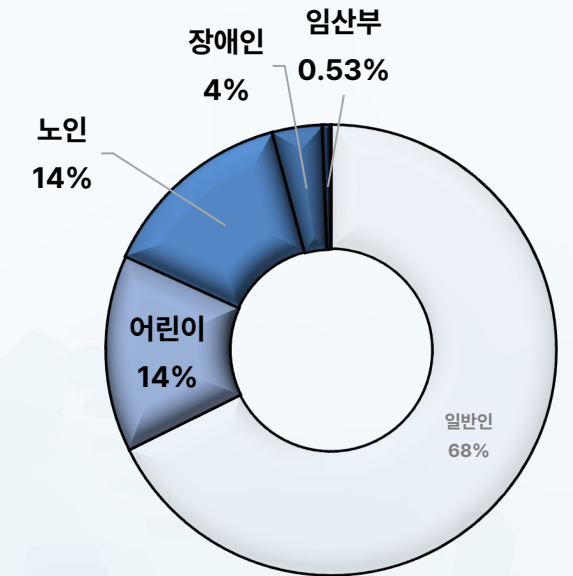
판교신도시

첨단 산업과 일자리가 결합된
수도권 핵심 자족형 도시



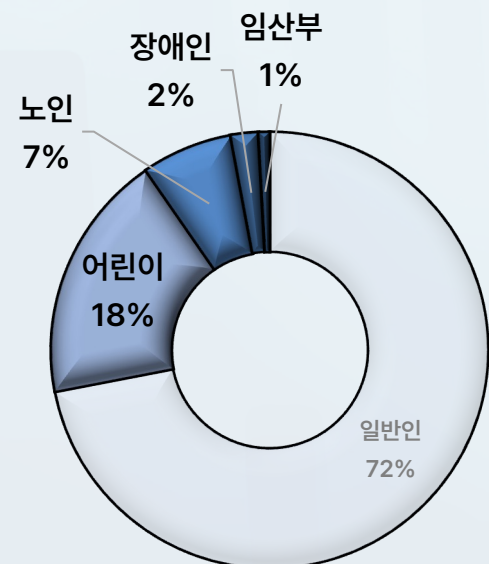
미사강변도시

한강과 공원 인프라를 기반으로
한 친환경 주거 특화 도시



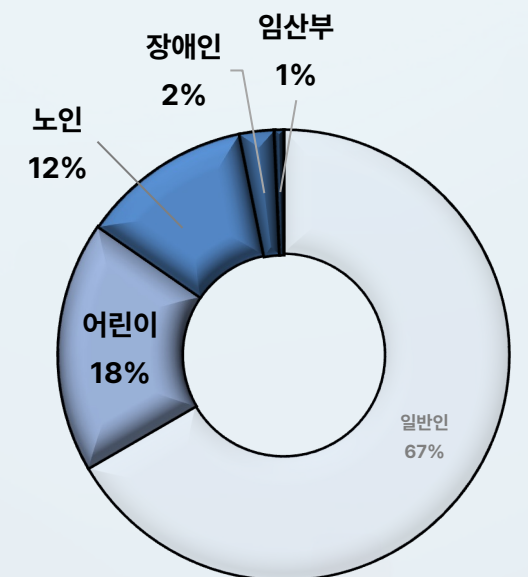
동탄 신도시

수도권 남부 핵심
주거·업무·중심지 역할



위례신도시

강남 접근성을 기반으로 한
고밀도 주거 중심 신도시





적용 대상지 소개

교산 신도시

교산 신도시는 주택 33,000호 · 인구 78,000명을 목표로 하는 3기 신도시이다.

서울 동남권과 인접한 입지를 기반으로 대규모 주택 공급을 추진하면서,

광역교통망 확충과 자족 기능 확보를 동시에 고려한다.

단순한 주거 중심 개발을 넘어 기업이전단지 및 자족시설 용지를 함께 조성하여

일자리와 생활 인프라가 결합된 자족형 도시를 지향하며, GTX 및 도시철도 등

교통 개선을 통해 서울 주요 업무지구와의 접근성을 강화하는 것을 목표로 한다.



사람중심 공감[共感]도시
하남교산 공공주택지구

사용 데이터 구성

1. GeoJSON 파일 (공간 데이터) · 총 6개

- (1) 격자 데이터 01.격자(4개_시·구).geojson, 02.격자(하남교산).geojson
- (2) 도로·사고 네트워크 08.상세도로망_네트워크.geojson, 13.교통사고이력.geojson
- (3) 토지이용계획 22.토지이용계획도(4개).geojson, 23.토지이용계획도(하남교산).geojson

2. CSV 파일 (속성·통계·시설 데이터) · 총 18개

- (1) 인구 데이터 03.성연령별_거주인구.csv, 04.성연령별_유동인구.csv
- (2) 교통 흐름·속도 09.평균속도.csv, 10.추정교통량.csv
- (3) 교통 보호구역 14.어린이보호구역.csv (사고는 GeoJSON에 포함)
- (4) 교육·보육 시설 15.학교.csv, 16.유치원.csv, 17.어린이집현황.csv
- (5) 교통 인프라 위치 18.횡단보도_위치정보.csv, 19.버스정류장_위치정보.csv
- (6) 안전 보완 시설 20.CCTV_현황.csv, 21.과속방지턱_현황.csv
- (7) 기타 데이터 25.교통데이터_코드표.csv

3. 참고자료 · 총 1개

- (1) 참고자료 24._(참고자료)하남교산_공공주택지구_지구계획_변경(4차)_승인_고시문.pdf

데이터 전처리

1. 신도시 구역에 한해 필터링

- (1) 기준 22.토지이용계획도(4개).geojson, 23.토지이용계획도(하남교산).geojson
- (2) 적용 데이터 1~21 데이터
- (3) 결과 용량 2.74gb ->358.2mb
- (4) 기타 하남 초이동은 신도시가 아니지만, 데이터에 포함되어 있어서 삭제함.
- (5) 요약 목적에 남는 데이터만 남겨, 분석 효율성과 결과 해석 가능성을 높임.

사용도구



2

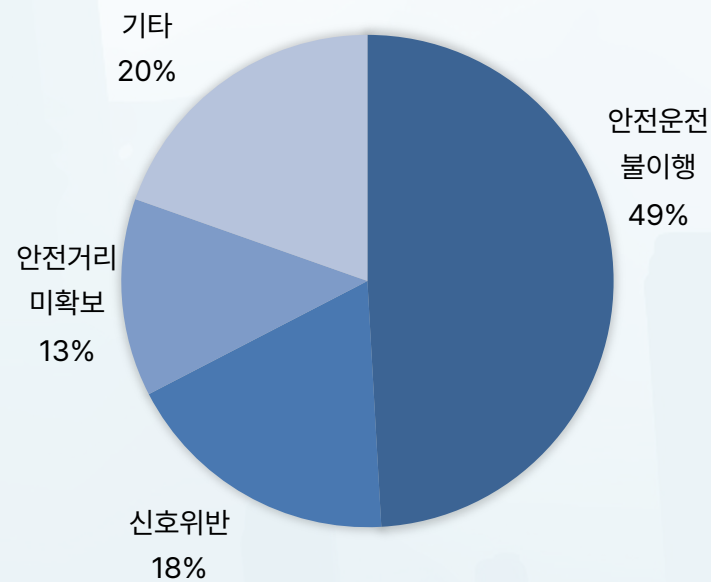
사고현황 분석

1. 위반유형별 현황
2. 연령별 현황
3. 취약지역별 현황
4. 사고발생 요인



사고 특성 분석 - 위반유형별 현황

위험유형별 현황 사고



안전운전 불이행

: 전지역 공통 행태 위험

신호위반

: 교차로 중심 구조적 위험

안전거리 미확보

: 고속·고교통량 구간 연관

일상적 행태 위험

안전운전 불이행
광범위 분포

안전거리 미확보
교차로 중심

신호위반
특정 교통상황 증폭

행태 개선

- 이동식 단속·계도형 단속·경고표지 확대
- 속도 관리 및 추돌예방 유도시설 보강
- 신호위반 예방을 위해 교차로 중심 단속 강화

신호·시인성 개선

- 신호운영 개선
- 시인성 보완 필요

전체 교통사고

2,138건

4개 신도시

안전운전불이행

49.1%

1,045건·최다위반

신호위반

18.3%

390건·교차로 연관

신도시	안전운전 불이행	신호 위반	고속도로 안전거리	안전거리 미확보	기타	보행자보호 의무위반	중앙선 침범
동탄신도시	41.1	51.1	7	8	6.3	4.5	2.5
미사신도시	42	26.3	38.1	5.4	2.7	3.8	1.9
판교신도시	11.6	31.6	34.9	30.3	6.8	1.1	1.6
위례신도시	99	20.2	5.2	7.6	3.8	1.8	1

모든 신도시에서 사고는 안전 불이행 + 신호위반이 핵심 원인

운전자 행태가 사고 발생의 주된 요인임을 시사



사고 특성 분석 - 연령별 현황

연령 집단별 사고 분석

- 일반 성인: 1,881건 (88.3%)
- 노인: 165건 (7.7%) — 판교 등 높은 중상률
- 어린이: 84건 (3.9%) — 학교·생활권 주변 국지적 군집

취약계층 핵심 시사점

- 사고 집중 시간: 출근(7~10시) + 퇴근(17~19시)
→ 통근 교통과 생활권 활동 중첩 시간대 충돌 위험
- 어린이: 보호구역 인접 보행환경의 질이 핵심
- 노인: 교차로 통과시간, 시인성, 회전차량 상충
→ 생활권 내부 단일로 속도관리가 핵심 변수

전체 교통사고

2,138건

4개 신도시

노인 사고

7.7%

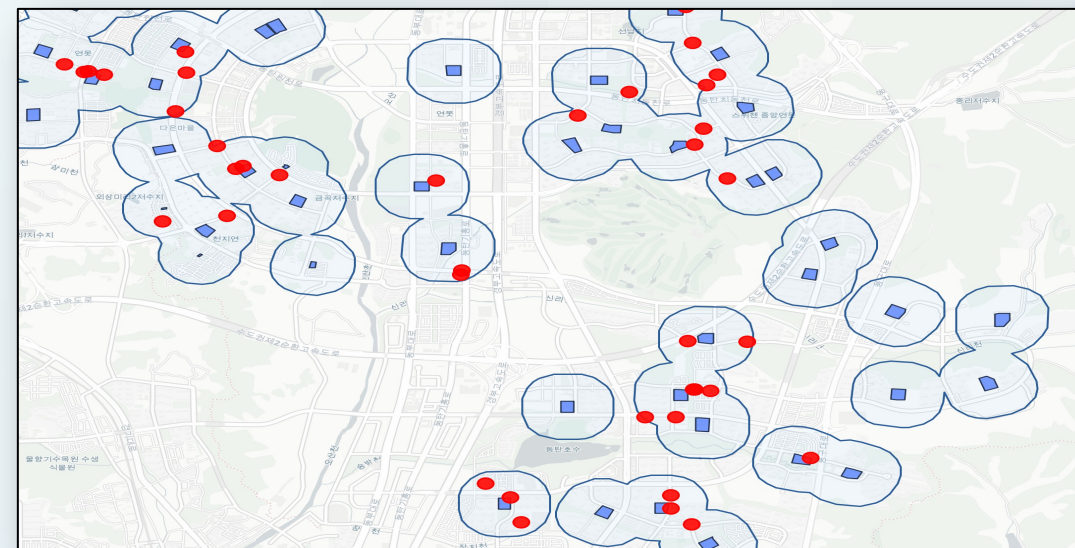
165건 · 높은 중상률

어린이 사고

3.9%

84건 · 스쿨존에서 사고 군집 형성

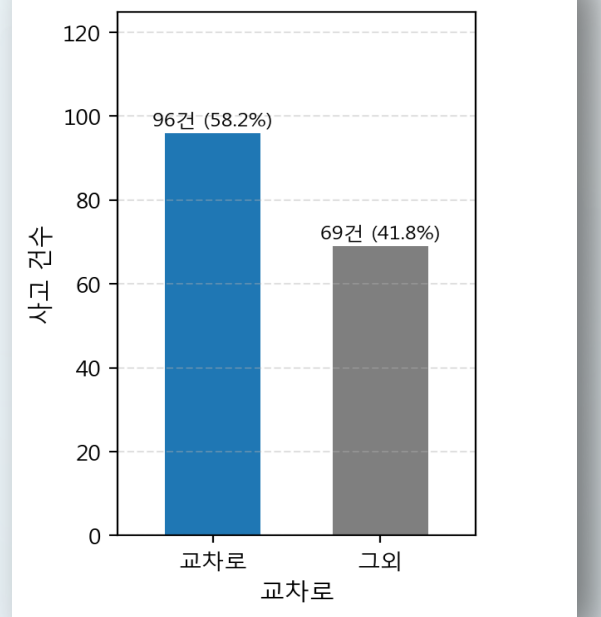
연령별 도로 특성 비교



초등학교 300m buffer 내에서 어린이 교통사고 다수 발생

- 어린이 사고는 초등학교 주변 300m 통학권에서 집중 발생 → 통학로 중심 사고 군집 형성
- 노인 사고는 교차로 포함 구간 비중이 가장 높음 → 복잡한 교차로 환경에 대한 취약성 확인

65세 이상 사고: 교차로 포함 vs 기타





사고 특성 분석 - 연령별 현황

연령 집단별 사고 분석

- 일반 성인: 1,881건 (88.3%)
- 노인: 165건 (7.7%) — 판교 등 높은 중상률
- 어린이: 84건 (3.9%) — 학교·생활권 주변 국지적 군집

취약계층 핵심 시사점

- 사고 집중 시간: 출근(7~10시) + 퇴근(17~19시)
→ 통근 교통과 생활권 활동 중첩 시간대 충돌 위험
- 어린이: 보호구역 인접 보행환경의 질이 핵심
- 노인: 교차로 통과시간, 시인성, 회전차량 상충
→ 생활권 내부 단일로 속도관리가 핵심 변수

전체 교통사고

2,138건

4개 신도시

노인 사고

7.7%

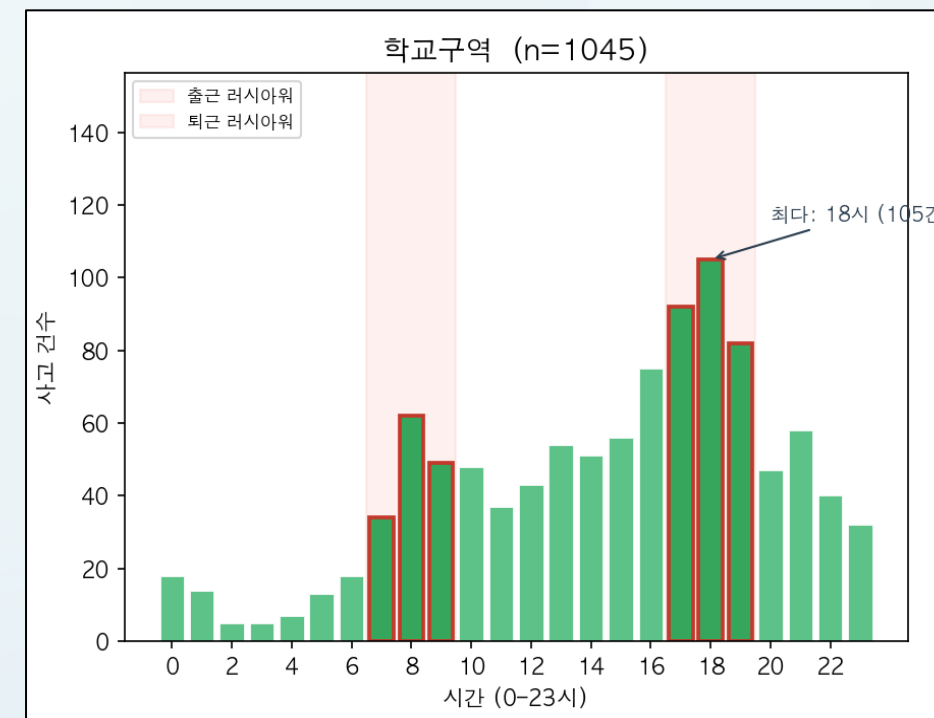
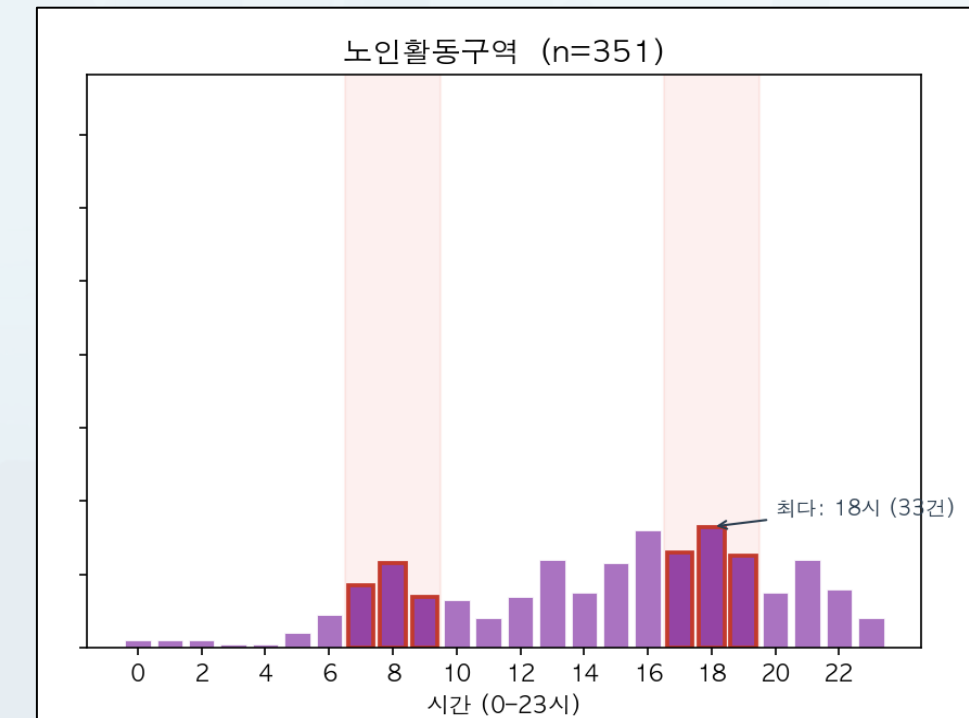
165건 · 높은 중상률

어린이 사고

3.9%

84건 · 스쿨존에서 사고 군집 형성

VRU 활동 반경 인근 사고



학교구역 · 노인활동구역 모두 출·퇴근 시간대 사고 다수 발생

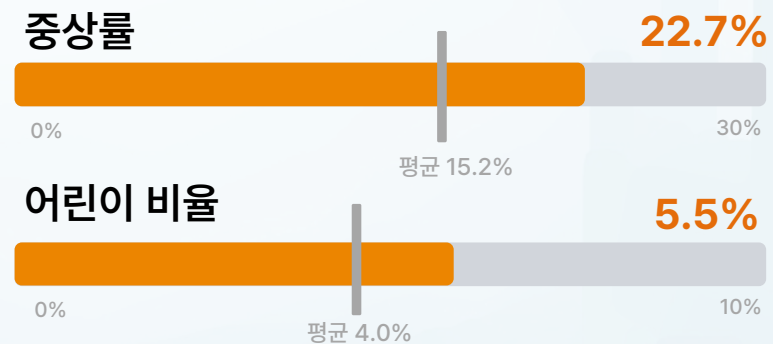
러시아워 집중 관리가 필요

교통안전 취약구역 분석

스쿨존 사고

학교 반경 300m
1,045건

VRU 13.3%

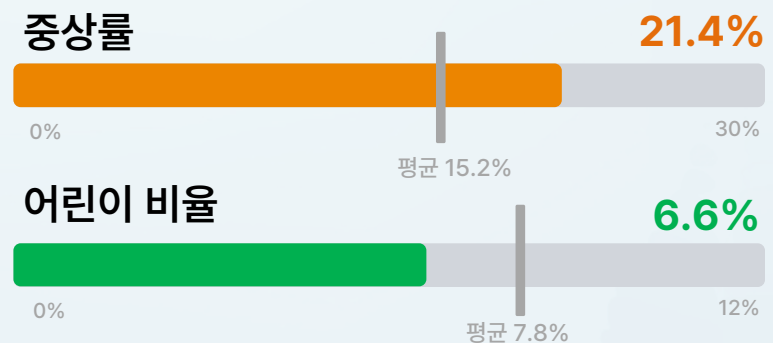


차량 상충 구조 개선 필요
운전자 주의의무 미이행이 핵심

노인활동구역

노인활동 반경 300m
351건

VRU 12.0%



교차로 차량 감속
횡단시간 확보
시인성 개선 필요

고령자를 위한 도로설계 가이드라인
- 노인활동구역 노인시설 반경 300m로 정의, 교차로 차량 감속, 횡단시간 확보, 시인성 개선 필요 주장

교차로 사고

2,128건 중
1,219건

최대 취약지역

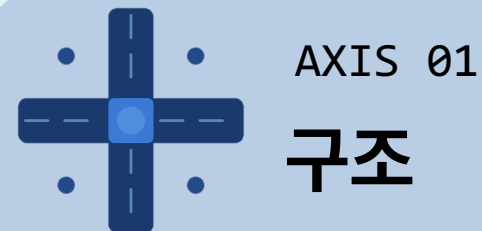
교차로는 모든 취약구역에 공통으로 등장

**“모든 취약지역의
핵심 공간 단위”**

“교차로-생활권-보행로” 통합 관리 필요

신도시의 교통사고를 어떻게 바라볼 것인가?

구조 · 행태 · 환경 세 축으로 사고 원인을 분류



AXIS 01

구조

교차로 · 스쿨존 등 도로 구조와 토지이용 패턴이 사고 발생의 물리적 기반을 형성

Insights

사고를 개인의 실수가 아니라, **사고를 유발하는 구조의 문제**로 보고 설계단계에서의 예방이 필요

교차로와 같은 근본적인 도시구조적 문제에서 출발



AXIS 02

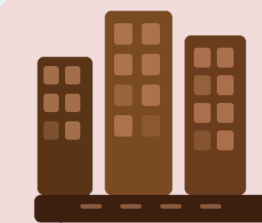
행태

운전자의 위반 행태가 구조적 취약지점에서 실제 충돌로 이어지는 매개 요인

Insights

사고는 단순 교통량보다 **위험한 운전행태가 집중될 때** 커지므로, 행태 교정이 필수

운전자·보행자의 인지와 행동이 사고 발생에 직접적으로 작용



AXIS 03

환경

유동인구 밀도 · 등하교 시간대 등 시간 · 공간 환경이 취약계층 노출 수준을 결정

Insights

위험은 교통량만으로 설명되지 않고, **생활활동이 많은 환경과 혼잡한 공간조건**에서 증폭

활동이 집중되어 혼잡한 환경이 사고 위험을 높이는 요인으로 작용

3

지역적 특성 및 사고 원인 도출

1. 클러스터링 분석

2. 지역적 특성 및
사고 원인 도출



분석지의 사고원인 · 지역적 특성을 도출하기 위한 HDBSCAN 기반 클러스터링

HDBSCAN

불균형 분포, 다양한 밀도 패턴, 미지의 클러스터 수라는 특성을 가지는
교통사고 데이터에서 Hot Spot을 왜곡 없이 탐지하는 최적의 방법

선택이유

공간 자기 상관 확인: Moran's I 0.3507

- 사고는 유의미한 군집 패턴을 보임
- 단순 분포가 아닌, 밀도 기반 군집 분석이 필요

비정형 클러스터

형태 무관 밀도 기반으로 구분,
도시 공간 패턴에 강점

노이즈 자동 분류

일회성 · 고립 사고를 노이즈로
자동 처리

K값 지정 불필요

데이터 자체 구조에서 밀도 패턴
자동 파악

Hot Spot 왜곡 없음

불균형 분포, 다양한 밀도에서도
정확한 추출

전체 사고 클러스터링 결과

2,067

전체사고



HDBSCAN

79개

1차 클러스터링



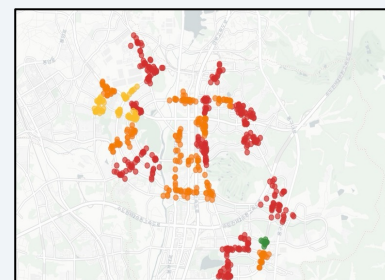
노이즈 처리

70개

최종 클러스터링

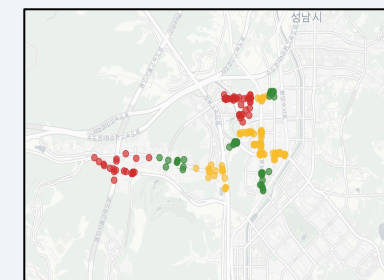
- 79개의 클러스터 중 9개의 클러스터를 노이즈 처리
- 밀도 기반 클러스터링은 반복적으로 사고가 집중된 지점만 군집으로 인정하고 기준을 만족하지 못하는 산발적 · 저밀도 사고들은 노이즈로 분류하기 때문에 큰 비율의 노이즈로 나올 수 있다

동탄 신도시



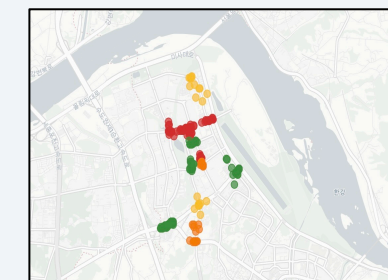
- 전체 사고: 1208
- 노이즈 수 609

판교 신도시



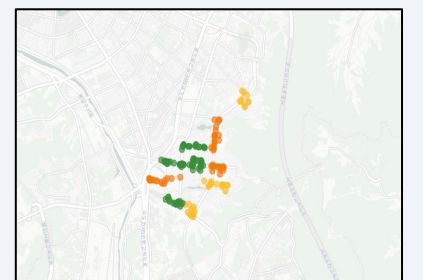
- 전체 사고: 1208
- 노이즈 수 609

미사 강변도시



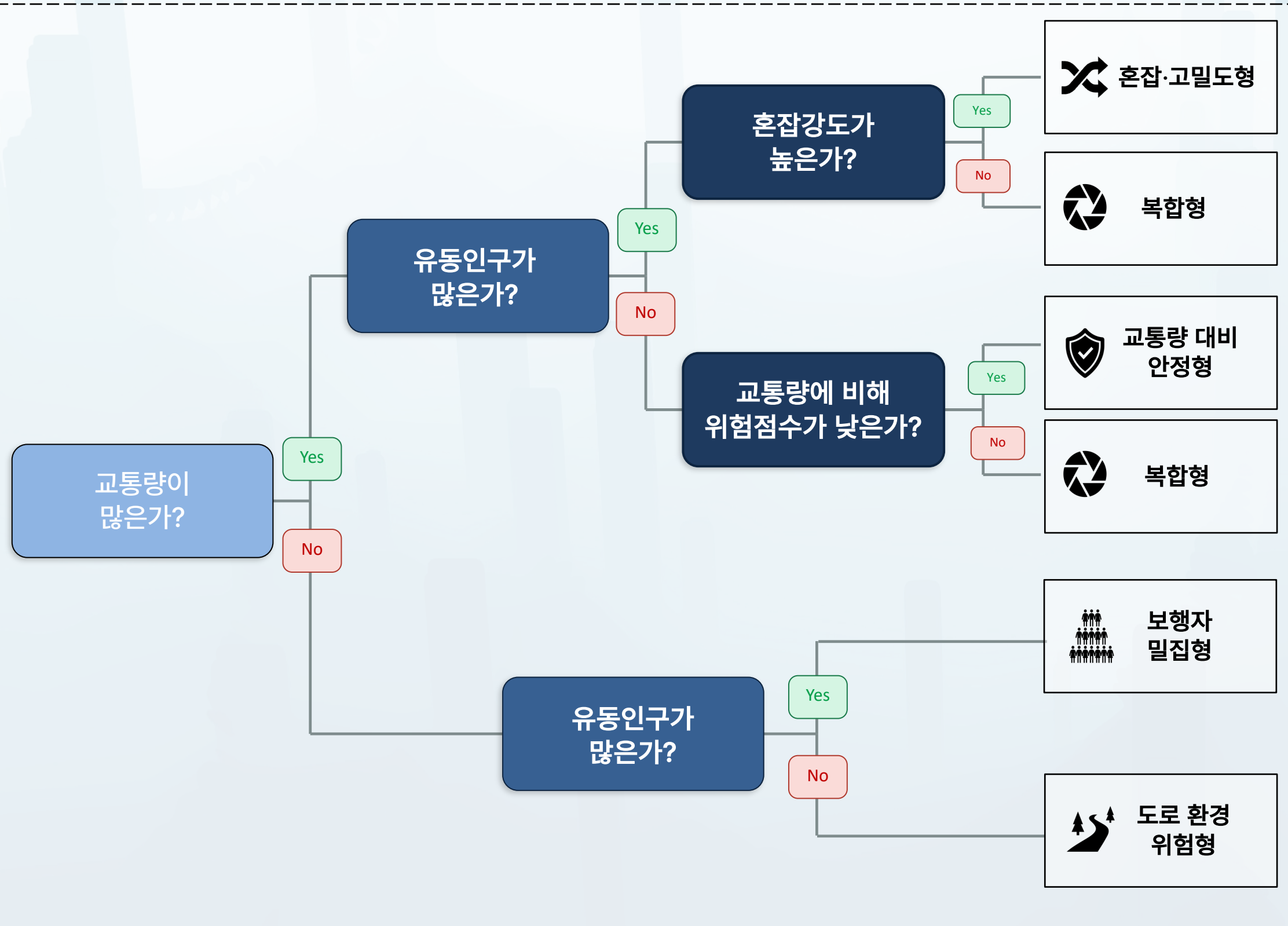
- 전체 사고: 1208
- 노이즈 수 609

위례 신도시

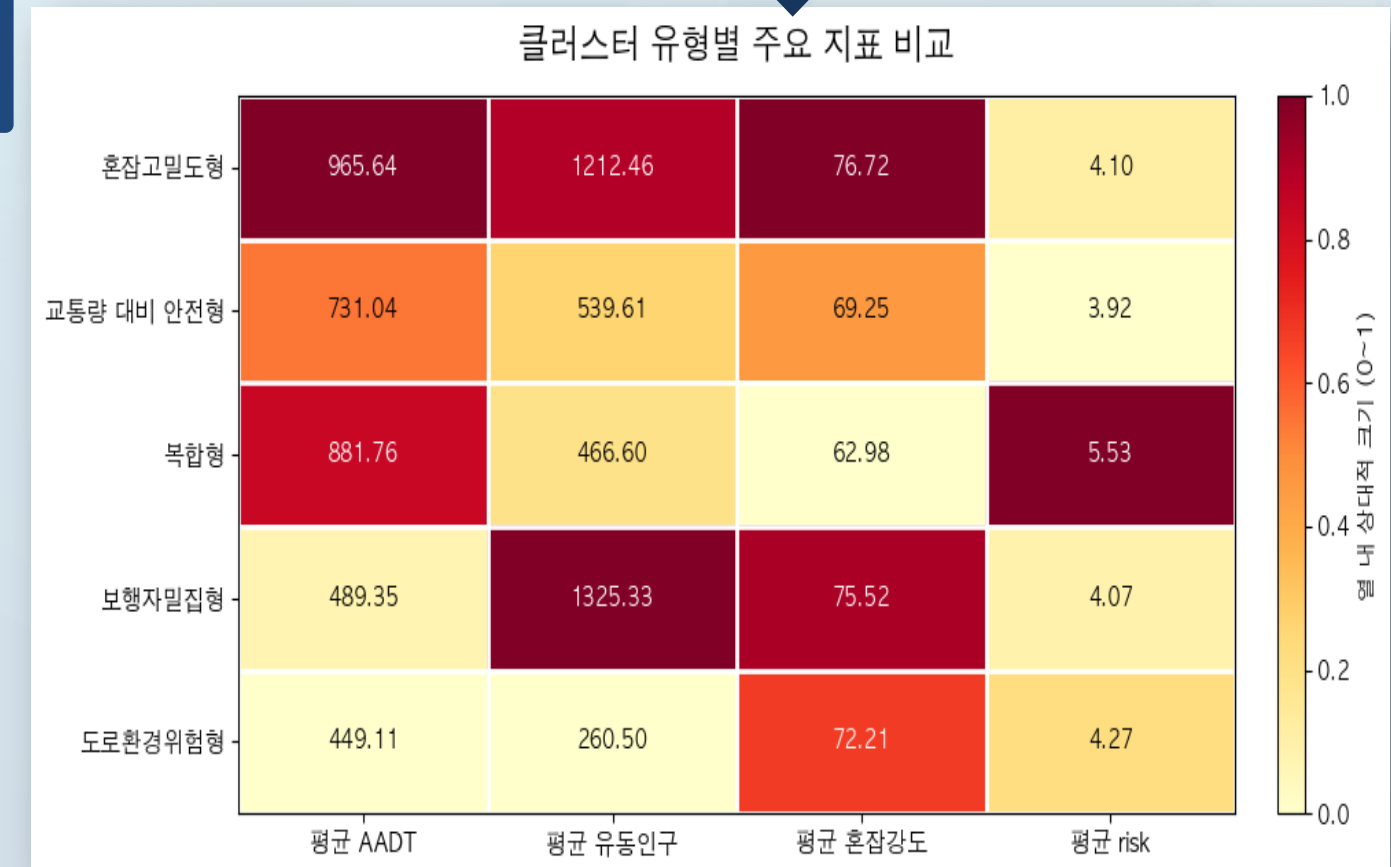


- 전체 사고: 1208
- 노이즈 수 609

사고 클러스터링 분석 - 사고 환경 패턴별



혼잡 · 고밀도형	교통량 · 유동인구 · 혼잡강도가 높은 핵심 사고 밀집 클러스터
교통량 대비 안정형	교통량은 많지만, 위험 점수가 낮은 클러스터
복합형	교통량이 많지만 혼잡 · 고밀도형이 아니고, 교통량 대비 안정형도 아닌 클러스터
보행자 밀집형	교통량이 적고 유동인구가 많은 클러스터, 사고 관리 관점에서 차량 관리보다 보행 안전 대책 우선
도로환경 위험형	밀집이나 혼잡이 아닌 도로 구조, 시인성 등 환경 리스크에 사고 요인이 있는 클러스터



사고 클러스터링 분석 - 전체 클러스터 내용

혼잡·고밀도형

8개

교통량·유동인구·혼잡이
함께 높은 고밀도 구간

AADT 934

유동인구 1922

혼잡강도 76.7

평균위험도 4.1

9.7% 18.9%
VRU 비율 증상률

교통량 대비 안정형

11개

교통량 높지만 위험도 상대적 낮음

AADT 775

유동인구 396

혼잡강도 70.0

평균위험도 4.0

11.9% 18.2%
VRU 비율 증상률

복합형

16개

위험도·증상률 5개 유형 중 최고
— 고위험 복합 구간

AADT 882

유동인구 362

혼잡강도 63.0

평균위험도 5.5

5.9% 29.8%
VRU 비율 증상률

보행자 밀집형

18개

유동인구 최고, 보행 노출이 큰
생활권 중심 구간

AADT 472

유동인구 1567

혼잡강도 75.6

평균위험도 4.2

15.6% 19.0%
VRU 비율 증상률

도로환경 위험형

17개

교차로·도로구조 환경 위험이
상대적으로 큰 유형

AADT 465

유동인구 173

혼잡강도 71.9

평균위험도 4.2

11.9% 20.3%
VRU 비율 증상률

항목별 최고값 비교

- 유동인구
- AADT
- 평균위험도
- 증상률

혼잡·고밀도형

1위

1위

3위

4위

교통량 대비 안정형

3위

2위

5위

5위

복합형

4위

3위

1위

1위

보행자 밀집형

2위

4위

2위

3위

도로환경 위험형

5위

5위

3위

2위



사고 클러스터링 분석 - 최고위험도 클러스터



복합형

CLUSTER: 36

미사 강변도시

미사 사거리



교통량은 낮지만 러시아워 때 교차로에서
안전운전 불이행으로 중상사고가 집중되는 고위험 클러스터

10

중상 사고건수

3

부상 사고건수

중상비율

76.92 %

혼잡강도

60.79

AADT

716.54

위험 원인 플로우

안전운전 불이행

교차로

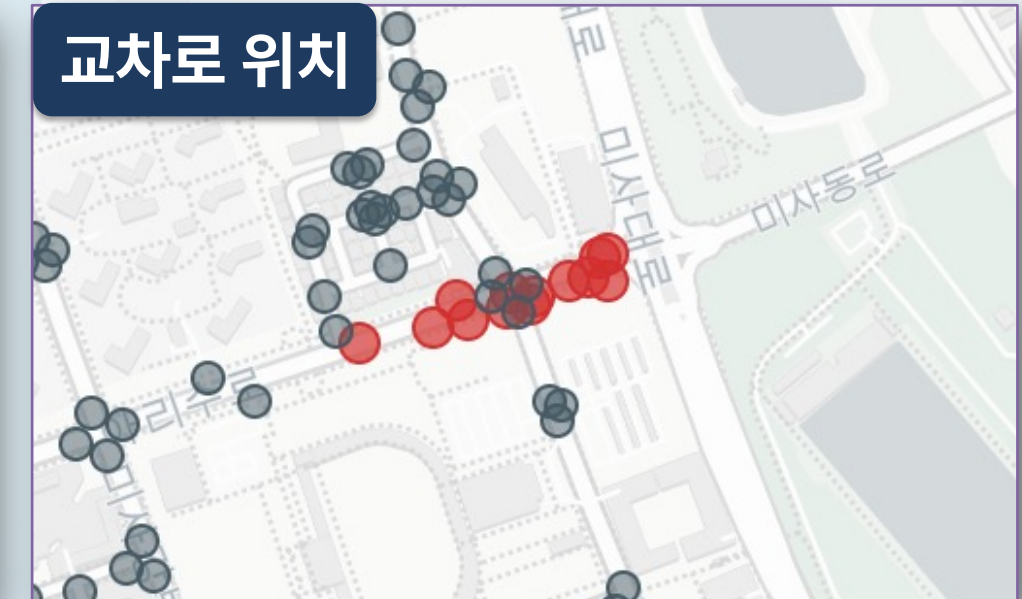
러시아워

복합위험형

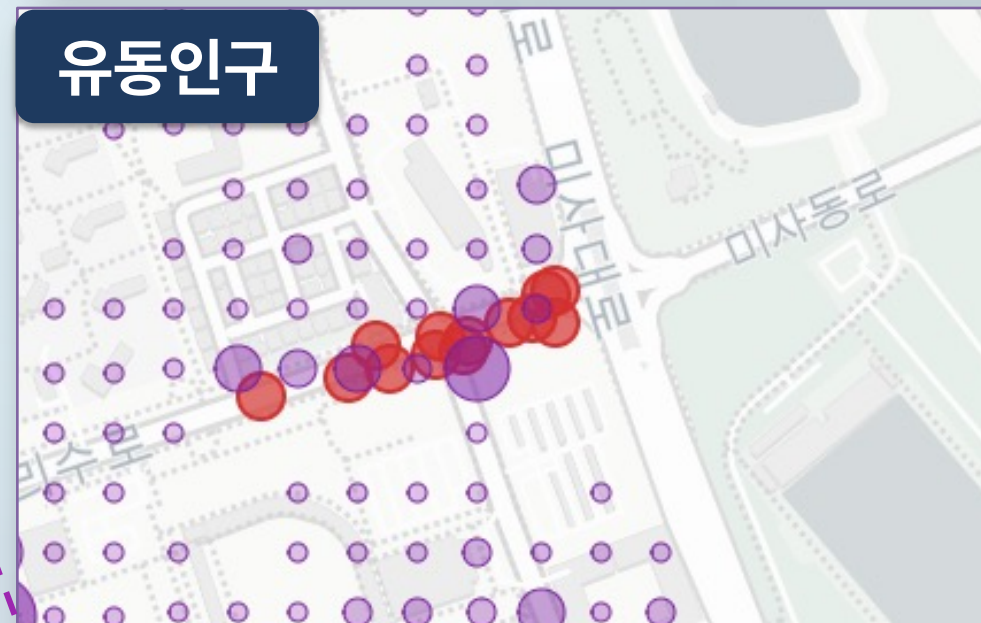
사고 위치



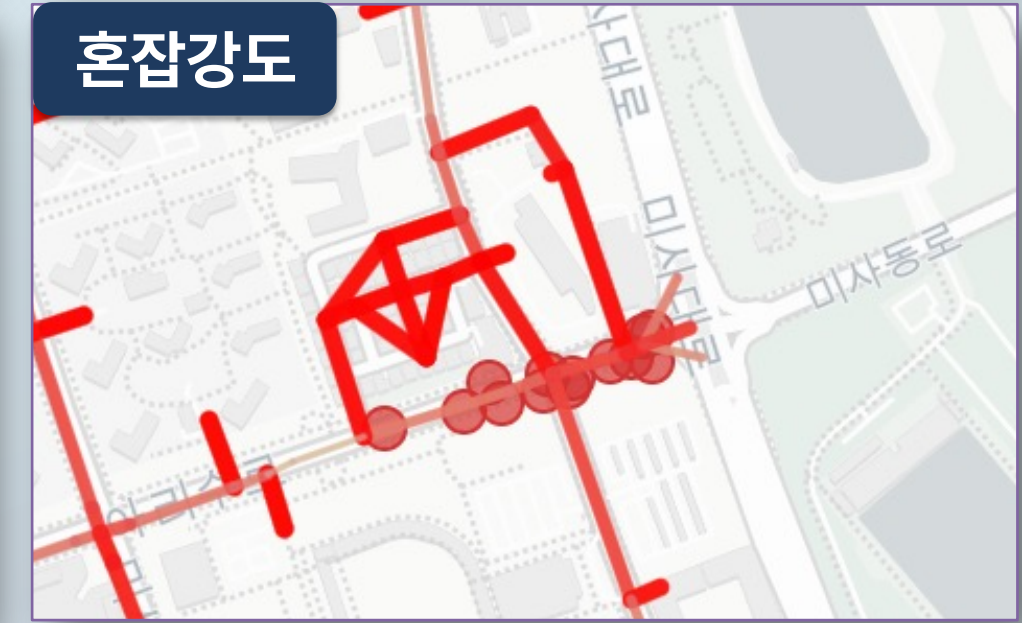
교차로 위치



유동인구



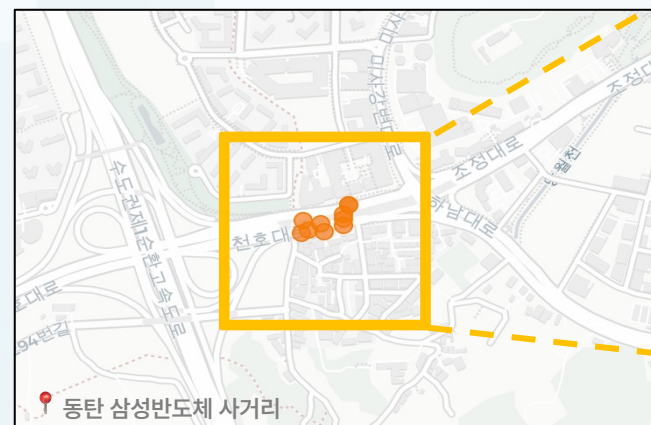
혼잡강도



사고 클러스터링 분석 - 사고 환경 패턴별 혼잡 고밀도형

CLUSTER: 57

동탄 신도시



혼잡한 교차로에서 운전자 부주의로 사고가 반복되는 클러스터

11

총 사고건수

0

VRU 사고건수

5.09

위험도

평균 위험도: 4.41, 최고 위험도: 8.23
Max: 8.23

VRU 비율



혼잡강도

73.59

AADT

622

위험 원인 플로우

혼잡고밀도형

유동인구 1,726

높은 혼잡강도

cluster53: 미사

낮 시간 교차로 부근
신호위반 중심
스쿨존·노인사고, 중상위주

스쿨존

노인사고

중상위주

cluster20: 미사

러시아워 교통광장 단일로
안전거리 미확보 중심
교통량·유동인구 ↑

러시아워

안전거리

교통량

cluster30: 판교

러시아워 기타도로
안전운전 불이행 중심
스쿨존 집중, 경상위주

러시아워

스쿨존

경상위주

핵심 insight

- 교통량과 유동인구가 모두 높은 혼잡 구간에서 사고가 반복적으로 발생
- 스쿨존 사고가 다수 클러스터에 공통적으로 집중되어 어린이 보행안전 취약성 확인

사고 원인 3축 분석



구조

교차로 보행자와 차량의 동선 분리 미흡



행태

운전자 혼잡 상황에서 주의력 저하 + 인지 부담 증가



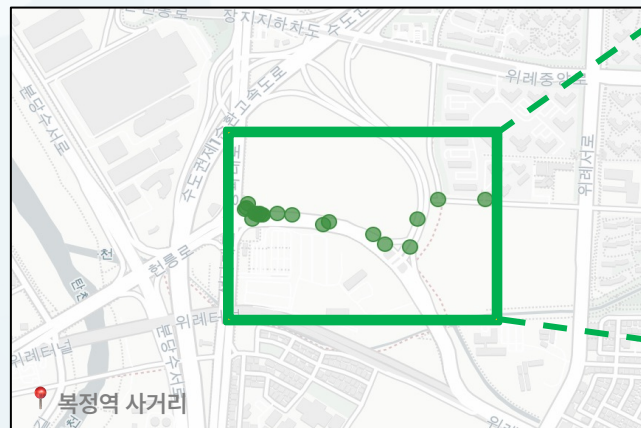
환경

가시성 보행자 밀집과 시야 혼잡이 중첩된 환경

사고 클러스터링 분석 - 사고 환경 패턴별 교통량 대비 안정형

CLUSTER: 5

위례 신도시



교통량이 많은 도로에서 차량 간 추돌 중심으로 사고가 발생하는 클러스터

20

총 사고건수

3

VRU 사고건수

4.20

위험도

평균 위험도: 4.41, 최고 위험도: 8.23
Max: 8.23

위험도



혼잡강도

77.06



AADT

1,216



위험 원인 플로우

최고교통량

안전거리미확보

노인 VRU 15%

cluster18: 위례

낮 시간 교차로 내부
안전운전 불이행 중심
교통량 ↑, 경상 위주

교차로

교통량

경상위주

cluster8: 미사

낮 시간 교차로 내부
신호위반 중심
유동인구 ↑, 경상 위주

신호위반

유동인구

경상위주

cluster48: 동탄

낮 시간 교차로 내부
안전운전 불이행 중심
교통량 ↑, 스쿨존 포함

스쿨존

교통량

저위험

핵심 insight

- 교통량은 많지만 특정한 구조적·환경적 위험요인이 두드러지지 않음

사고 원인 3축 분석

 구조

 행태

 환경

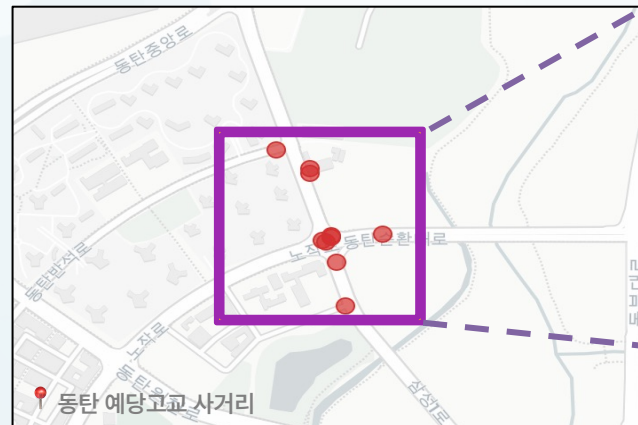
사고 클러스터링 분석 - 사고 환경 패턴별



복합형

CLUSTER: 41

동탄 신도시



차량이 많은 교차로에서 운전자 부주의로 사고가 반복되는 경상 중심 클러스터

10

총 사고건수

3

중상 건수

7.30

위험도

위험도

평균 위험도: 4.41, 최고 위험도: 8.23
Max: 8.23

혼잡강도

60.01

AADT

617

위험 원인 플로우

최고위험등급

중상률 30%

복합위험형

cluster27: 동탄

낮 시간 교차로 내부
신호위반 중심
교통량 ↑, 사망사고 포함

신호위반

교차로

사망사고

cluster29: 판교

낮 시간 교차로 부근
신호위반 중심
스쿨존·유동인구·중상사고

스쿨존

신호위반

중상위주

cluster50: 동탄

러시아워 교차로 부근
안전운전 불이행 중심
VRU 비중 ↑, 교통량 ↑

중심상업

노인 ↑

경상위주

핵심 insight

- 교차로 중심으로 사고가 집중되어 구조적 위험과의 연관성 높음
- 교차로 내 복잡한 차량·보행 동선이 사고를 유발하는 핵심 요인으로 작용
- 높은 교통량과 유동인구가 시야 혼잡과 인지 부담을 가중시킴

사고 원인 3축 분석



구조

교차로 복잡한 교차로 구조 + 보행자·차량 동시 진입



행태



환경

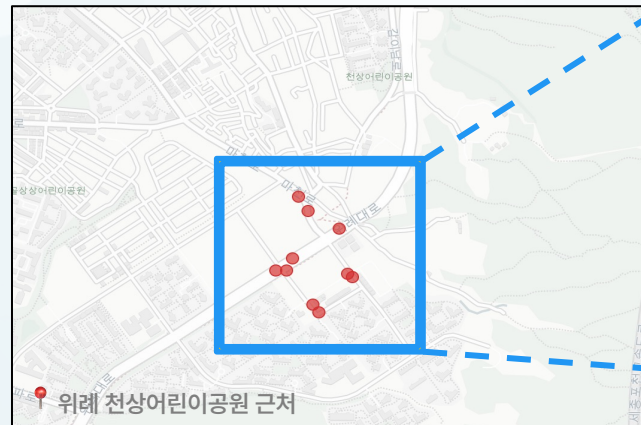
가시성 교통량·유동인구 집중에 따른

사고 클러스터링 분석 - 사고 환경 패턴별



보행자밀집형

CLUSTER: 0
위례 신도시



보행자 밀집 단일로에서 **운전자 부주의로 사고가 반복되는** 생활형 보행자 사고 중심 클러스터

10
총 사고건수

4
VRU 사고건수

40%
VRU 비율

VRU 비율

40%

혼잡강도
76.32

유동인구
396

위험 원인 플로우

최고위험등급

VRU 40%

어린이·노인

cluster22: 판교

교차로 부근 안전운전
불이행 중심
스쿨존 · 노인 사고 집중

스쿨존

노인사고

유동인구

cluster39: 동탄

단일로에서
운전자 부주의 중심
경상 위주 유동인구 다발

단일로

경상위주

cluster54: 미사

중심상업지역 안전거리
미확보
노인사고 비중 ↑, 경상위주

중심상업

노인 ↑

경상위주

핵심 insight

- 러시아워 시간대가 클러스터 전반의 주요 사고 발생 시간대
- 안전운전 불이행 · 신호위반이 반복적으로 등장하는 핵심 행태 원인
- 일반상업지역 · 종합의료시설을 포함한 **고유동 클러스터** 특성
- 높은 유동인구가 보행자 밀집을 심화시키는 환경적 요인

사고 원인 3축 분석

구조

행태

운전자 차량의 보행자 인지 부족 + 신호위반 반복 발생 | 보행자 무단횡단 빈발

환경

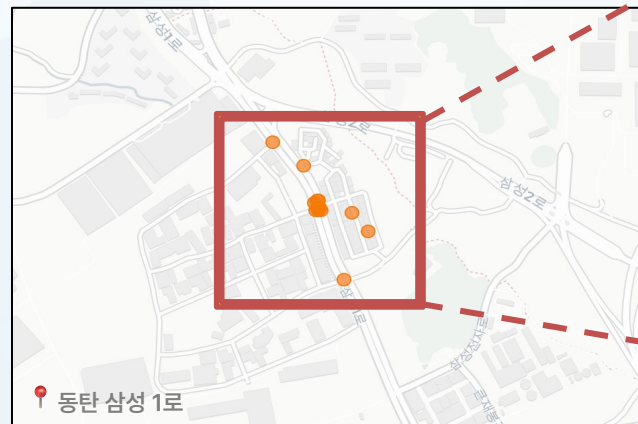
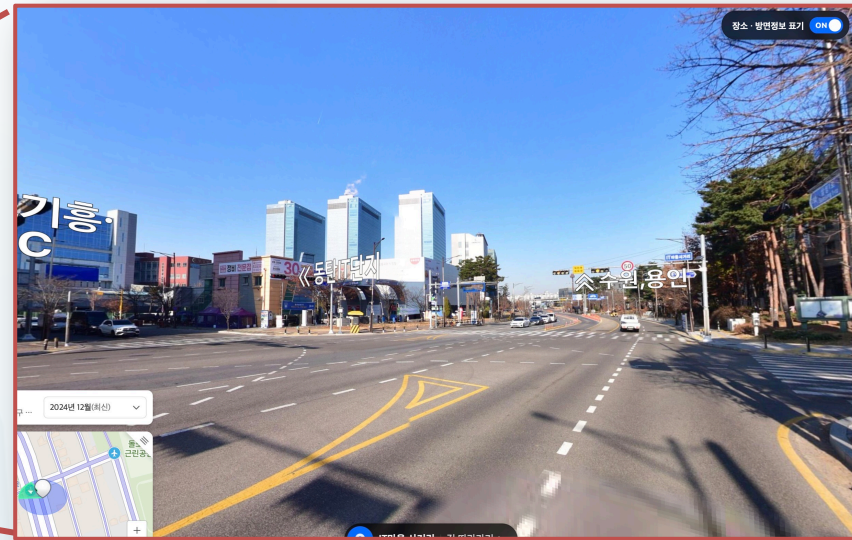
토지이용 상업시설 밀집으로 유동인구 집중 | 가시성 불법 주정차로 인한 시야 혼잡

사고 클러스터링 분석 - 사고 환경 패턴별

도로환경위험형

CLUSTER: 46

동탄 신도시



혼잡한 교차로에서 신호위반으로 사고가 발생하는 중상 중심 클러스터

13

총 사고건수

2

VRU 사고건수

5.69

위험도

평균 위험도: 4.41, 최고 위험도: 8.23
Max: 8.23

위험도

혼잡강도
82.09

AADT
508

위험 원인 플로우

신호위반 주요

저교통량

도로환경 위험

cluster67: 동탄

낮 시간 교차로 내부
안전운전불이행 중심
스쿨존·중상사고 비중 ↑

교차로

스쿨존

중상위주

cluster10: 위례

러시아워 교차로 내부
안전운전불이행 중심
VRU·중심사고 비중 ↑

러시아워

경상위주

VRU

cluster42: 동탄

러시아워 교차로 내부
안전운전불이행 중심
어린이·스쿨존 사고 중심

어린이

스쿨존

중상위주

핵심 insight

- 사고 지점이 교차로 및 인접 구간에 집중되어 교차로 구조 자체의 위험성이 크게 작용
- 높은 교통량과 유동인구로 차량·보행자 동선이 중첩되며 시야 혼잡과 인지 부담 증가
- 단순 과실보다 구조적 위험과 혼잡 환경이 결합된 사고 유형으로 해석 가능

사고 원인 3축 분석



구조

교차로 곡선도로 + 시야 사각지대 + 보행자와 차량의 동선 분리 미흡



행태

운전자 과속 + 안전거리 미확보 반복 발생



환경

시인성 스쿨존에서의 어린이 시인성 저하로 위험성 가중



교산 신도시 시사점

CASE 01

어린이

구조

행태

차량의 보행자 인지 부족	과속
무단횡단 · 신호위반	혼잡 상황에서 주의력 저하

환경

어린이 시인성 저하	시야 혼잡
------------	-------

시설물 제안

- 스마트폴
- 속도제한강화

CASE 02

노인

구조

보행자와 차량의
동선 분리 미흡

행태

차량의 보행자 인지 부족	혼잡 상황에서의 주의력 저하
무단횡단 · 신호위반	과속

환경

보행밀집

시설물 제안

- 노인상호인식물
- 보행신호연장
- 속도제한강화

CASE 03

교차로

구조

복잡한 교차로 구조	보행자와 차량의 동선 분리 미흡
보행자-차량 동시 진입 구조	시야 사각지대

행태

차량의 보행자 인지 부족	안전거리 미확보
------------------	----------

환경

--

시설물 제안

- LPI 기반 신호기
- 안전교통섬
- 속도제한강화

CASE 04

스쿨존

구조

행태

차량의 보행자 인지 부족	과속
------------------	----

환경

어린이 시인성 저하	시야 혼잡
------------	-------

시설물 제안

- 스마트폴
- 과속방지턱

4

교산 적용 분석

1. 모델 설계

2. 위험 지점 예측



교산 위험도 점수 산출 파이프라인

2기 신도시에서 학습한 최적 모델을 활용하여 교산 격자의 위험도를 예측

STEP1 2기 신도시 사고 데이터 기반 학습 데이터 구축

STEP2 격자별 토지이용 비율 산출
(자신 격자 + 인접 격자 기반 공간 맥락 반영)

STEP3 LOO 검증을 통해 타깃별 최적 모델 선정

STEP4 OOF 방식으로 격자별 위험 점수(proba) 산출

STEP5 교산 신도시에 적용하여 위험도 기반 우선순위 도출
(분포 이탈로 인해 절댓값 대신 상대순위 중심으로 활용)

입력 데이터

02.격자(하남교산).geojson
23.토지이용계획도(하남교산).geojson

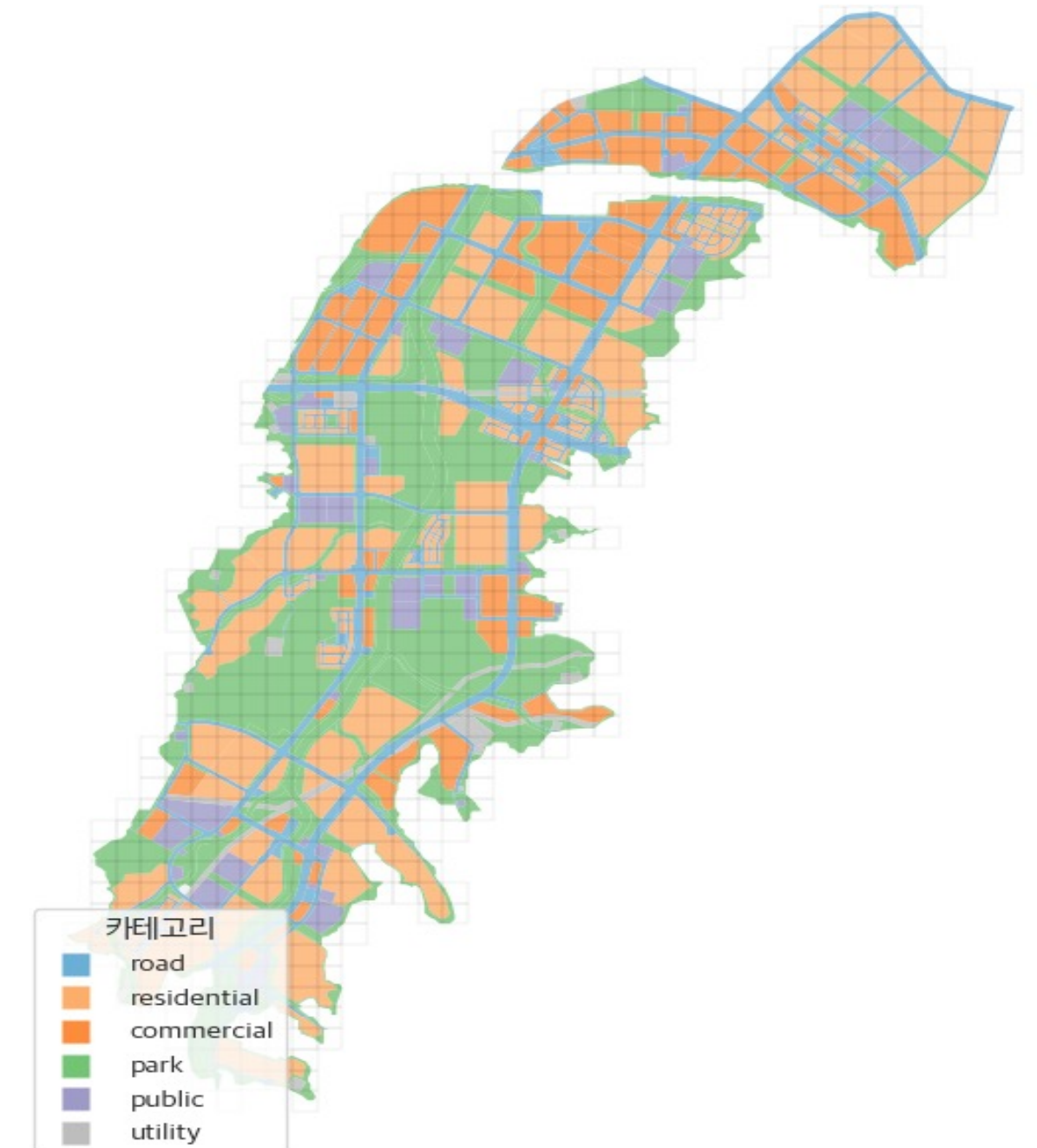
자신 격자 6개

residential_ratio
commercial_ratio
park_ratio
road_ratio
public_ratio
utility_ratio

인접 격자 6개

neighbor_residential_ratio
neighbor_commercial_ratio
neighbor_park_ratio
neighbor_road_ratio
neighbor_public_ratio
neighbor_utility_ratio

교산 토지이용계획(c_23) + 격자(c_02) 오버레이



데이터 전처리

Spatial Join 프로세스

13.교통사고이력.geojson

POINT: 사고 발생 좌표

- 각 행 = 사고 1건
- geometry에 위 · 경도 저장

Spatial Join

ESPG: 5179 좌표계 동일

- ESPG: 4326 → 5179 통일
- within : spatial join 진행

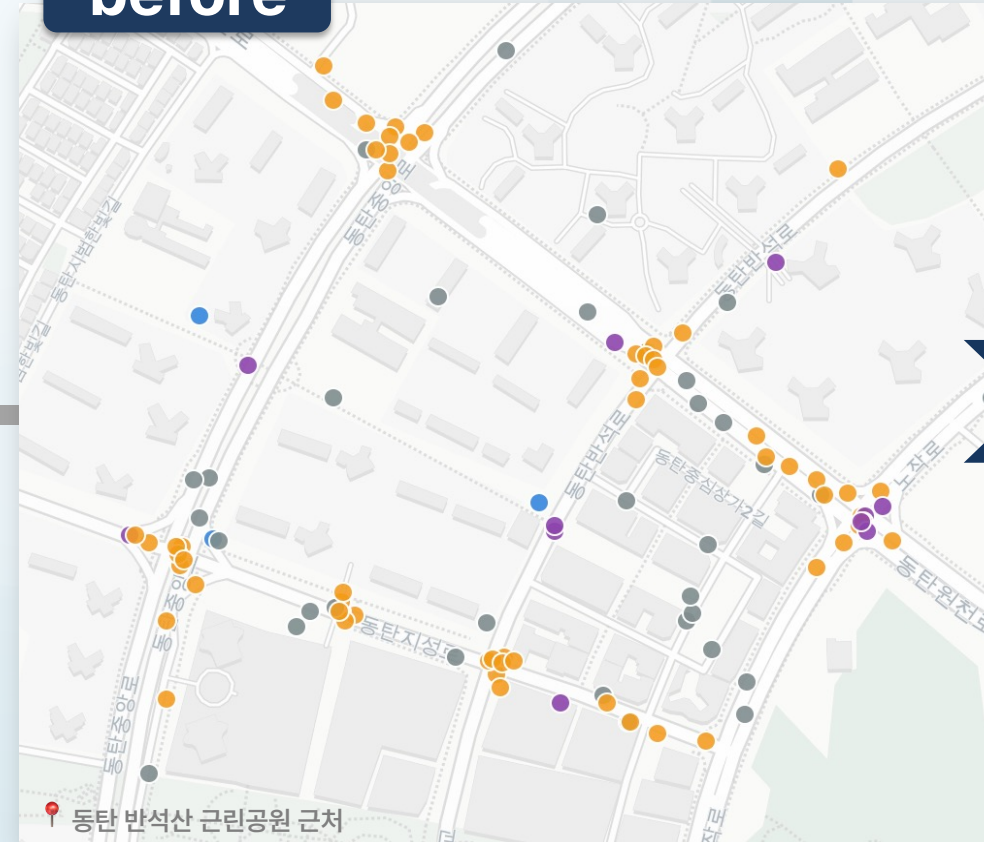
acc_joined

사고원본 + (gbn, gid) 키

- gid 단독 불가: 4개 도시간 중복
- gbn+gid 복합키: 격자별 고유 식별
- groupby(['gbn', 'gid']): 라벨집계

서로 다른 공간 단위의 데이터를 격자 기준으로 통합함으로써, 사고 이력을 비교 가능한 분석 단위로 변환하고 이후 위험도 라벨 생성의 기반을 마련

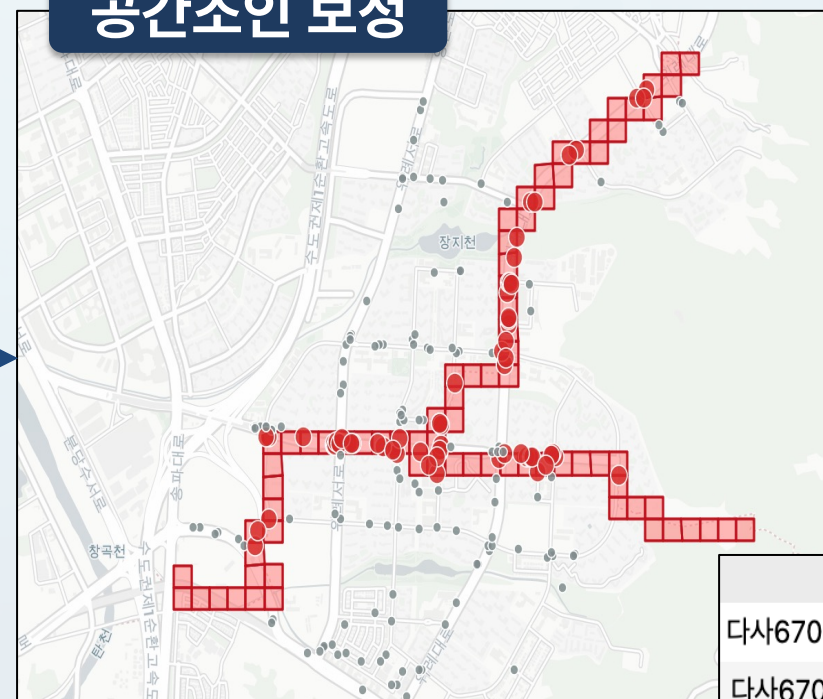
before



after



공간조인 보정



- 위례 신도시의 행정 경계 구역 (서울 송파구 + 성남시)에서 동일한 격자가 중복 기록되어, 동일 사고가 복수 격자에 매칭 → 이를 방지하기 위해 **동일 geometry 중복을 1개로 통일**
- within 기준 미매칭 사고는 최근접 격자 1개에 보정 할당하여 **사고 1건당 1개의 격자에만 대응하도록 전처리 진행**

gid	row_count	gbn_count	gbn_list	geom_count	same_geometry
다사670410	2	2	[경기도 성남시, 서울특별시 송파구]	1	True
다사670411	2	2	[경기도 성남시, 서울특별시 송파구]	1	True

피처 설계 [STEP 1] : 토지이용계획도 기반 blockType 대분류

22(4개 신도시) · 23(하남교산)의 blockType을 공통 공간 피처로 변환

학습 [22.토지이용계획도(4개).geojson] - 88종, 5337개 피처

[22,23.토지이용계획도.geojson]

컬럼	타입	설명
zoneCode	str	지구 코드
zoneName	str	지구 명
blockName	str	블록 번호 / 이름
blockType	str	토지이용 유형
geometry	geometry	폴리곤

[설계 원칙]

- 22번, 23번 간 컬럼 일치성 확보 - 두 데이터 셋에서 동일하게 추출 가능한 카테고리 확보
- 교산 전이 적용 가능성 - 교산에 없는 blockType이 포함된 대분류라도 비율로 표현하여 0으로 처리 가능
- 희소성 억제: 88종에서 6종으로 집계, 격자별 비율 값의 분산 안정화

대분류	blockType 고유값
주거	단독주택(1204), 아파트(152), 공동주택(112), 연립(27), 주상복합(33), 준주거용지(24), 기숙사(1)
상업업무	근린생활시설용지(148), 도시지원시설용지(151), 업무시설(72), 근린상업(70), 상업시설(62), 중심상업(36), 일반상업(54), 주상복합(33), 자족기능확보시설(26), 주유소용지(14), 복합(21), 산업용지(12) 등
공원녹지	공공공지(621), 녹지(273), 공원(280), 완충녹지(134), 하천(123), 보행자전용도로(615), 경관녹지(56), 연결녹지(30), 근린공원(32), 어린이공원(25), 소공원(10), 체육공원(3) 등
교육공공	학교(112), 주차장(173), 종교시설용지(85), 유치원(29), 고등학교(10), 중학교(10), 초등학교(17), 사회복지시설(23), 공공청사(27), 종합의료시설(5), 도서관(1) 등
도로교통	도로(41), 광장(79), 교통광장(16), 일반광장(15), 철도시설용지(27), 복합환승센터(1)
유틸리티	수도공급시설(64), 전기공급설비(19), 위험물저장(19), 저류시설(23), 오수중계펌프장(7), 배수시설(4) 등

적용 [23.토지이용계획도(하남교산).geojson] - 37종, 761개 피처

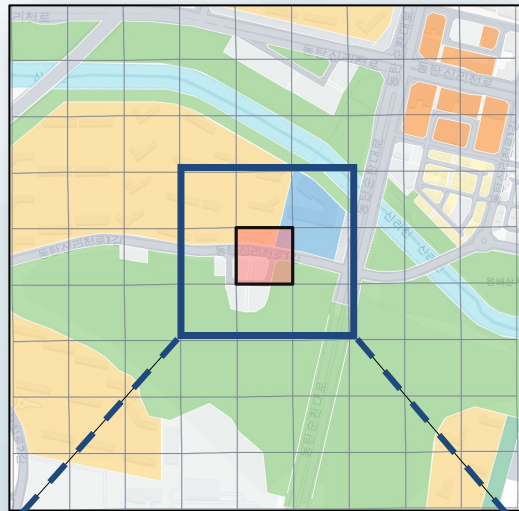
대분류	blockType 고유값
주거	단독주택(115), 공동주택(38), 주상복합(13), 연립(1)
상업업무	자족기능확보시설(36), 근린생활시설용지(25), 복합시설용지기타(13), 복합용지(4), 상업시설(3), 주유소용지(6)
공원녹지	공원(128), 완충녹지(51), 하천(50), 보행자전용도로(50), 경관녹지(25), 공공공지(41), 연결녹지(10), 유수지(5)
교육공공	교육시설(24), 주차장(24), 종교시설용지(16), 사회복지시설(7+1), 공공청사(9), 문화시설(2), 도서관(1), 종합의료시설(1)
도로교통	도로(3), 광장(7), 도로(보행전용)(50)
유틸리티	수도공급시설(33), 전기공급설비(10), 오수중계펌프장(1), 배수시설(2), 열공급설비(1), 가압장(2)

- 22번 88종 → 6대분류 완전 포괄 (미분류 0개)
- 23번 37종 → 6대분류 거의 포괄 (미분류 1개: 개행문자 오염 데이터).....

blockType	blockType_clean	blockName	zoneName	zoneCode
사회복지시설\r\n사회복지시설사회복지시설\r\n사회복지?	사회복지시설 사회복지시설사회복지시설 사회복지?	복3	하남교산 공공주택지구	41450MX2019001

피처 설계 [STEP 2] : 격자별 blockType 비율 산출

동탄 창의고등학교 근처



01 자신격자 비율 계산

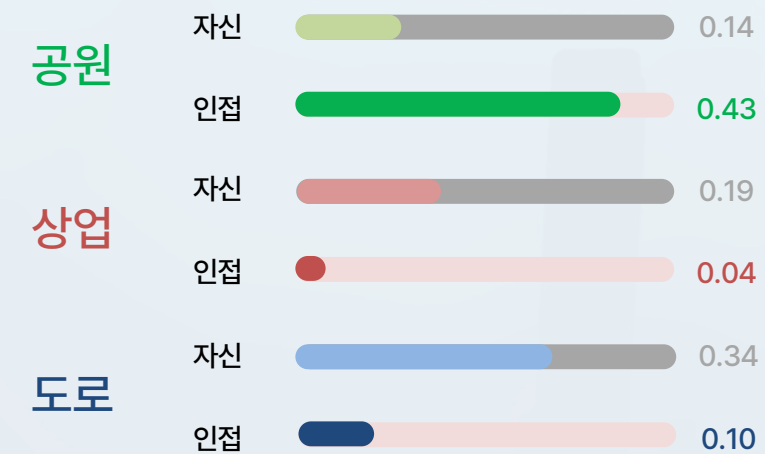
카테고리	피처명	예시
도로기반	road_ratio	0.34
주거	residential_ratio	0.22
상업업무	commercial_ratio	0.19
공원녹지	park_ratio	0.14
교육공공	publice_ratio	0.16
유틸리티	utility_ratio	0

- 앞에서 나눈 토지이용계획도(blocktype)의 6개 대분류를 기반으로 자신격자의 blocktype 비율 계산
- 하나의 격자는 단독으로 위험이 결정되지 않고, 주변이 주거 밀집인지 혹은 상업지 인접인지와 같은 **공간 맥락의 영향을 받는다.**

02 인접격자 비율 계산

카테고리	피처명	예시
공원녹지	neighbor_park_ratio	0.43
주거	neighbor_residential_ratio	0.27
교육공공	neighbor_publice_ratio	0.16
도로기반	neighbor_road_ratio	0.10
상업업무	neighbor_commercial_ratio	0.04
유틸리티	neighbor_utility_ratio	0

자신 vs 인접 비교



다사662090 분석

내부: 상업 · 도로 밀집 격자
인접: 공원녹지가 지배적

라벨 구성 - 격자 단위 사고 발생 여부 정의

라벨정의

라벨명	양성 정의	양성 격자 수	비율
y_child	'age_group' : 12세 이하	80개	3.8%
y_elderly	'age_group' : 65세 이상	147개	7.1%
y_intersection	'road_type' : '교차로' 포함	600개	29.3%
y_schoolzone	sz_grid AND 사고 발생 격자 교집합	414개	20.0%

- (gbn,gid) 복합키는 도시구분 + 격자 id 를 결합한 라벨 병합 및 격자 식별용 키
- 공간조인 geometry 처리 단계와는 별개로 운용

y_schoolzone 정의 과정 - 보조 공간정보 활용

1. [14.어린이보호구역.csv] 포인트 → GeoDataFrame 변환, EPSG 5179 투영
2. 각 포인트에 300m buffer 생성 → 격자 centroid 포함 여부 판별
3. buffer 내 격자를 후보 격자로 지정
4. 후보 격자중 사고 발생 격자에만 y_schoolzone =1 부여

어린이 보호구역 포인트를 300m buffer로 확장 후,
격자 centroid 포함 여부와 사고 발생여부를 함께 반영하여 정의

추가 데이터 활용

[15~17. 학교 · 유치원 · 어린이집]

- 운영 중인 시설만 필터링
- 300m 내 시설 수 산출 n_child_fac_300m

변수 정합성 검토

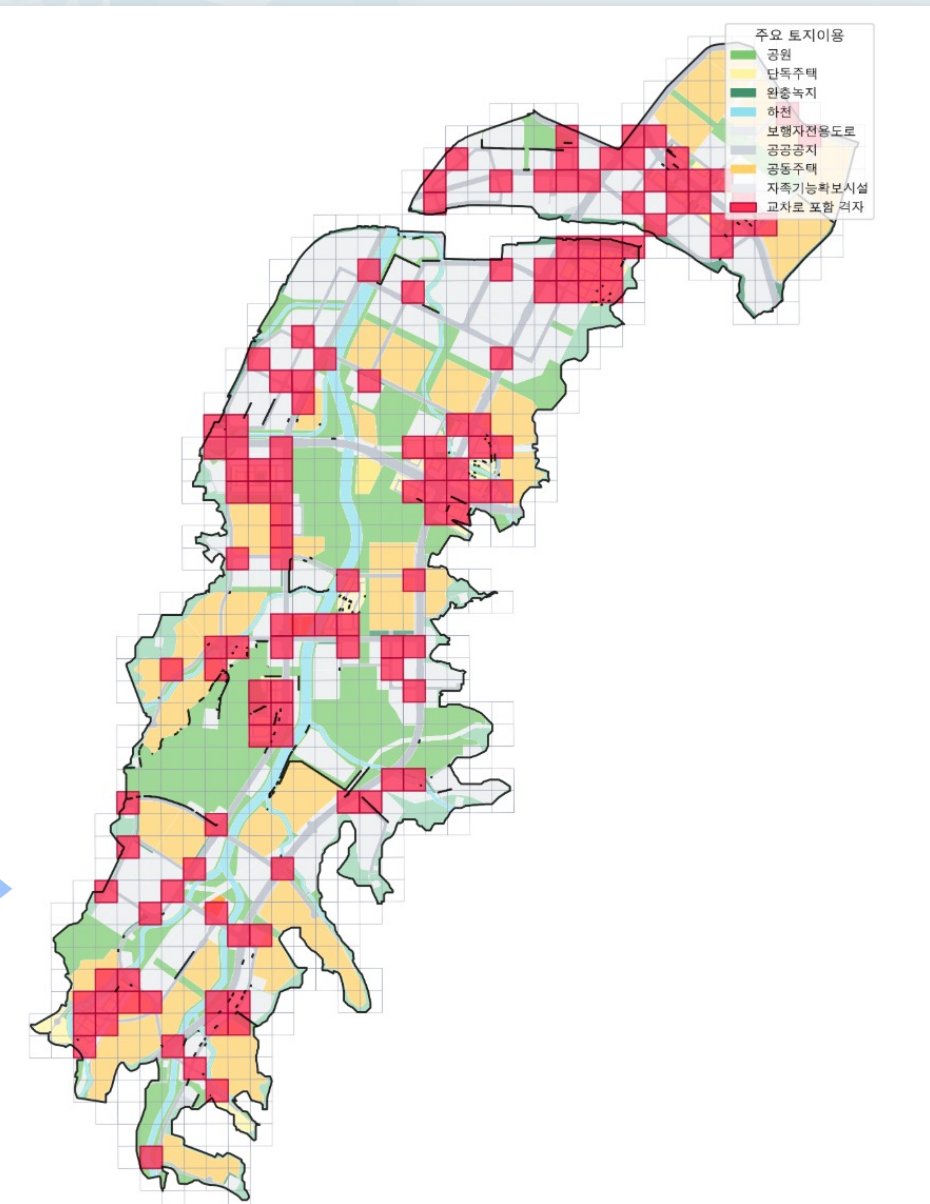
[intersection_gyosan]

- 토지이용계획도 기반
intersection_list 수기 입력

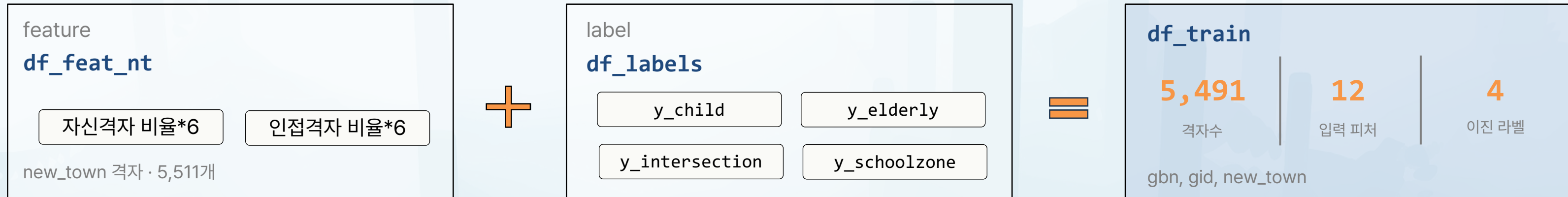
결과 공간 정합성 검토

폐지/휴지인 시설 (1565 개) 모두 삭제

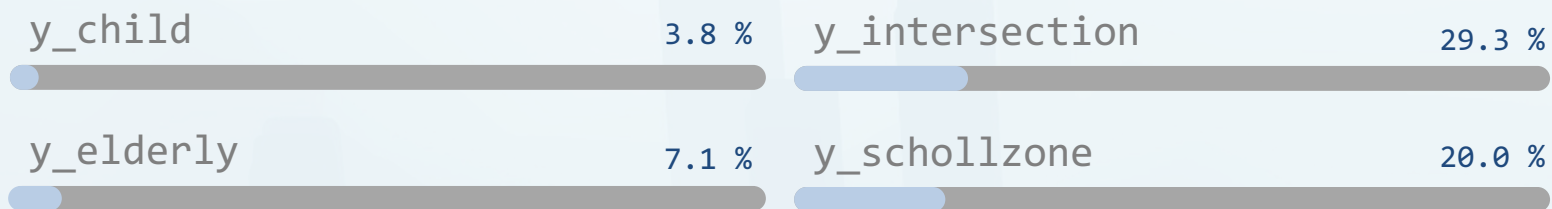
	cc_name	cc_type	oper_stat	appr_dt	close_dt	appr_cap	curr_cnt	lon	lat
0	별나라어린이집	민간	폐지	2000-02-25	2011-11-08	39	0	127.164608	37.457915
1	우리만의어린이집	가정	폐지	2009-12-10	2011-11-08	20	0	127.114760	37.393019



학습 데이터셋 구성 및 검증 설계 12개 blockType 피쳐 x 4개 위험 라벨



신도시별 라벨 양성 분포



	동탄	미사	판교	위례
y_child	1.5 %	2.2%	0.4%	1.9%
y_elderly	2.2%	5.2%	3.1%	2.3%
y_inter.	10.7%	19.4%	8.1%	9.1%
y_school	7.6%	10.8%	4.6%	8.3%

- 라벨 양성 비율이 신도시별로 차이가 많이나므로, 단순 랜덤 분할은 **특정 도시(동탄)에 과적합될 위험** → 도시 하나를 통째로 hold-out하는 LOO 방식으로 일반화 성능을 평가

도시 단위 LOO 검증 – Leave One Out (4folds)



□ 학습 □ 검증 □ 교산 – 전이 적용 대상

- 교산은 학습에 포함되지 않으므로, LOO 검증으로 “**보지 않은 도시로의 전이 가능성**”을 사전에 점검하고 모델 선정 기준으로 활용



모델 소개 - 6개 분류 모델 비교 학습

Light Gradient Boosting Machine LGBM

손실을 줄이는 방향으로 트리를 추가하여
복잡한 패턴을 효율적으로 학습

KeyPoint

- 변수간 비선형 상호작용 포착
- 토지이용 조합값 미세 차이 반영

Logistic Regression LR

선형 경계로 확률을 예측하는 기본 분류기

KeyPoint

- 비율형 피처(0~1)에 대해 방향성 해석 용이
- 희소 라벨에 `class_weight='balanced'`의 기준선 모델

Gradient Boosting GB

오차를 줄이는 방향으로 트리를 순차적으로 추가

KeyPoint

- 약한 신호를 누적 학습하여 복잡한 패턴에 반영 가능
- 토지이용 조합의 미세 차이 반영에 좋음

Random Forest RF

여러 트리를 배깅해 평균을 내는 앙상블

KeyPoint

- 피처간 비선형 · 상호작용을 안정적으로 포착
- 데이터 규모가 중간(5000건)일때 튜닝 부담 대비 고성능

Extra Tree ET

분할 지점까지 randomization한 트리 앙상블

KeyPoint

- 도시간 분포 차이가 있을 때 분산을 크게 낮춰 일반화 용이
- 비선형 · 상호작용을 강하게 포착하며 과적합 억제

XGBoost XGB

규제, 최적화가 강한 고성능 부스팅

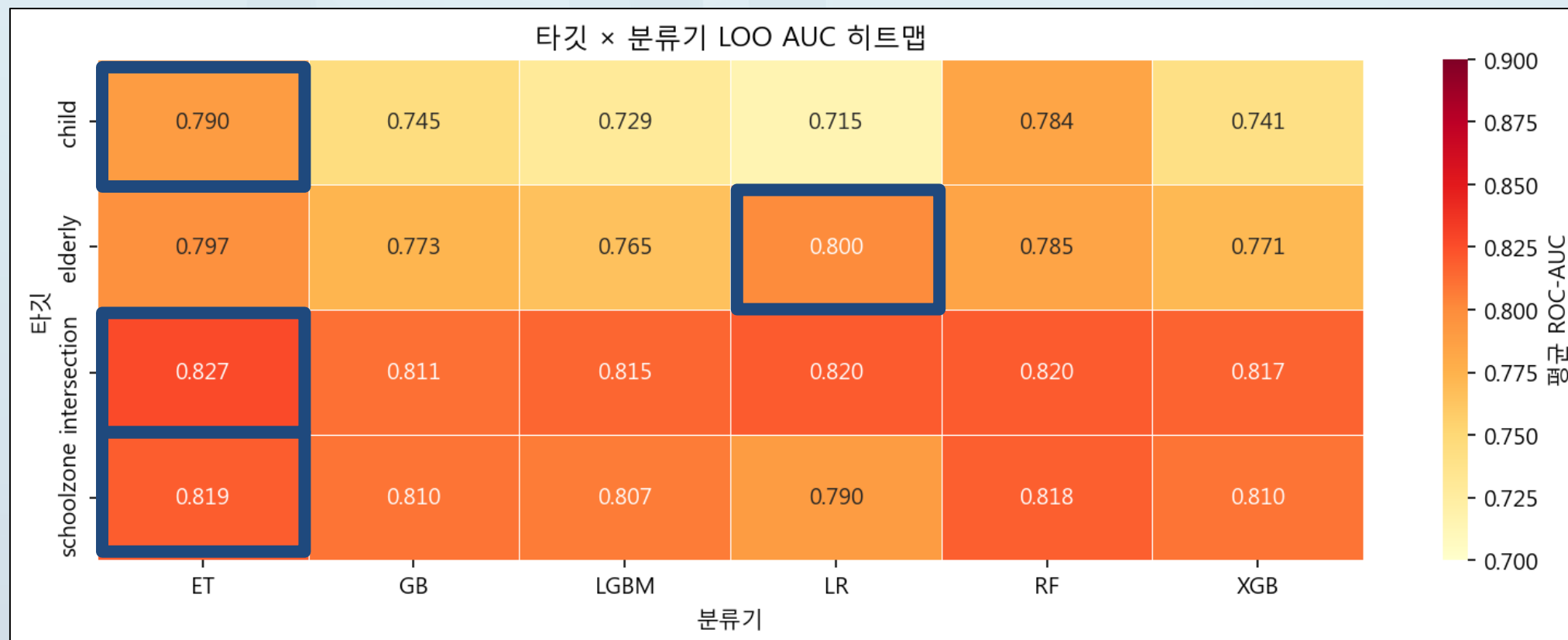
KeyPoint

- 불균형 데이터에서 `scale_pos_weight`로 희소 라벨 대응
- 복잡한 패턴에 학습력 우수

LOO 성능 결과 - 타깃별 최우수 모델 선정

4개 라벨별로 LR, RF, GB, ET, XGB, LGBM의 ROC-AUC/PR-AUC 비교

- 어린이, 교차로, 스쿨존 : ET가 비선형·상호작용 패턴을 효과적으로 반영하여 높은 성능 도출
- 노인 : LR이 단순한 구조에서도 안정적인 예측 성능 확보
- 트리 기반 모델(ET, RF, XGB)은 복잡한 공간 패턴 학습에 유리하며 선형 모델(LR)은 해석력과 안정성 측면에서 일부 타깃에 적합
- 특히 교차로 및 스쿨존에서 PR-AUC가 높게 나타나며, 이는 사고 밀집 구간의 패턴을 효과적으로 학습했음을 의미함
- 불균형 데이터를 고려하여 ROC-AUC를 기준으로 최종 모델 선정 - 클래스 불균형이 극단적이지 않고 양성·음성이 전체적으로 균형 있게 구분하는 성능을 평가하기 위해 ROC-AUC를 선택



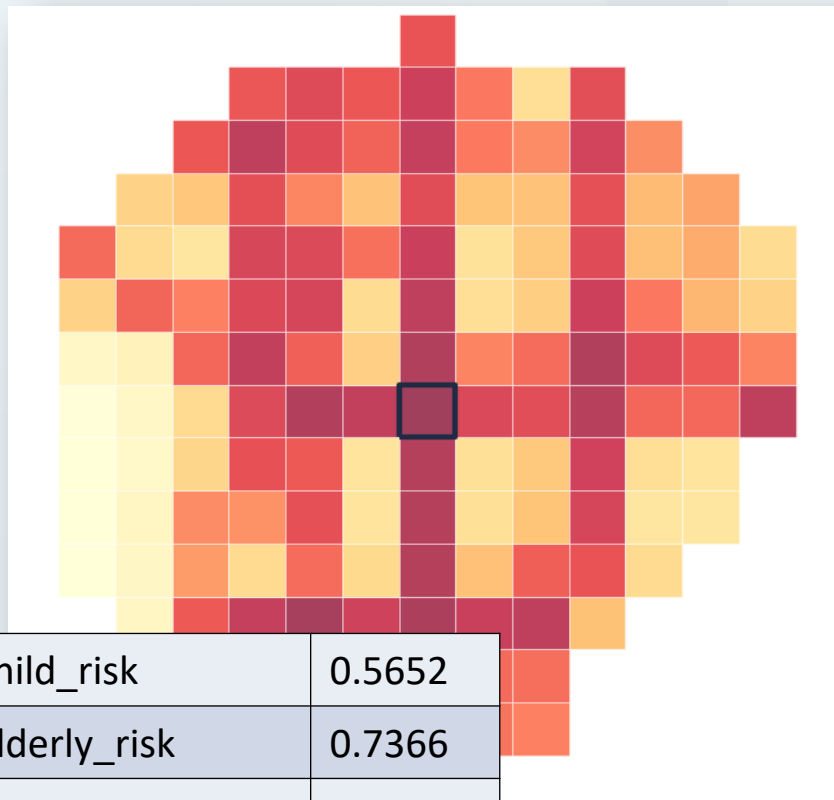
타깃	최우수 분류기	ROC-AUC	PR-AUC	PR-AUC / baseline
어린이	ET	0.790	0.071	4.73
노인	LR	0.800	0.115	4.26
교차로	ET	0.827	0.335	3.07
스쿨존	ET	0.819	0.287	3.83

- LOO기반 2기 신도시 OOF(out of fold) 위험점수 산출
- OOF(out of fold) : LOO 검증으로 생성된 비학습 데이터 예측값
- 과적합 없이, 실제 적용 상황에 가까운 위험 점수
 - 예를 들어 판교의 격자 점수는 미사+동탄+위례로 학습한 모델이 만든 proba(위험도 점수)

proba

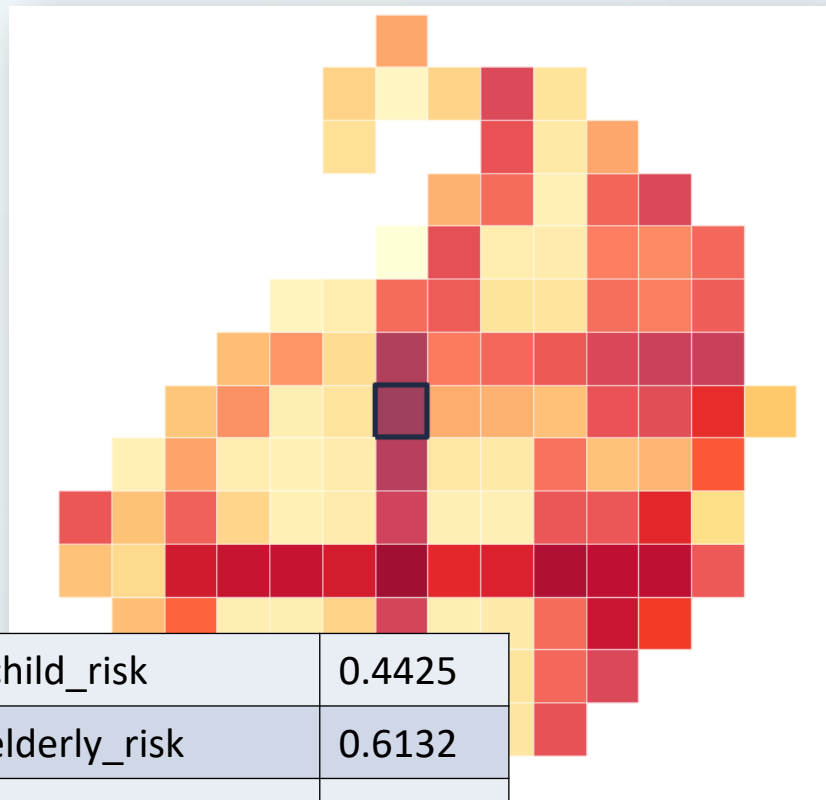
각 격자에서 사고가 발생할 확률 (0~1) → 값이 높을수록 위험도 ↑

[TOP1 | 판교 - 다사657325]



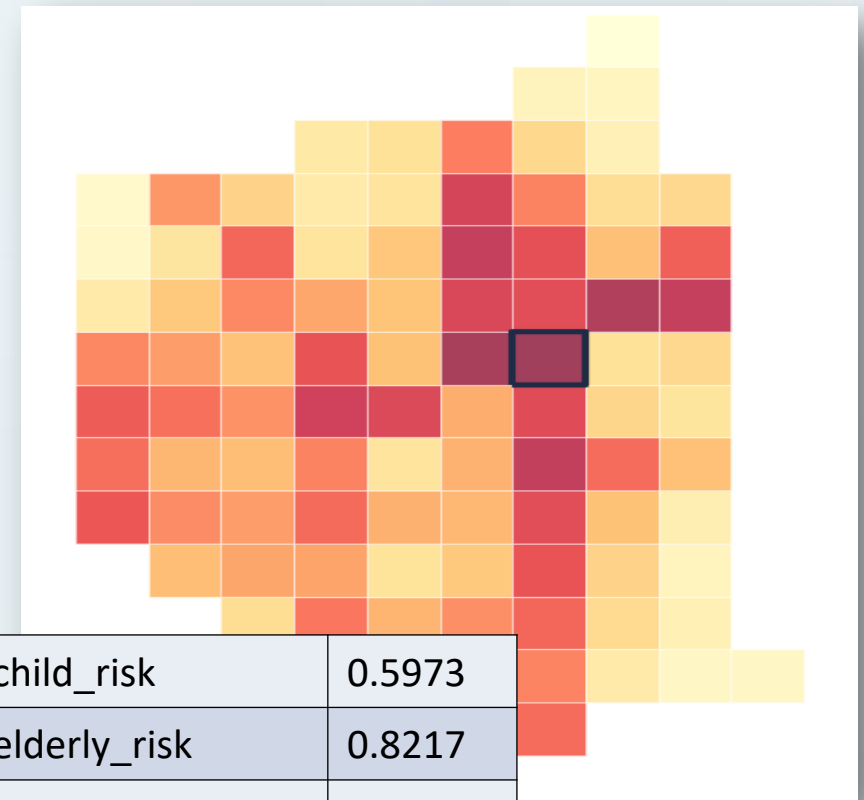
child_risk	0.5652
elderly_risk	0.7366
intersection_risk	0.6794
schoolzone_risk	0.6089

[TOP2 | 위례 - 다사679420]



child_risk	0.4425
elderly_risk	0.6132
intersection_risk	0.6066
schoolzone_risk	0.5465

[TOP3 | 판교 - 다사660339]



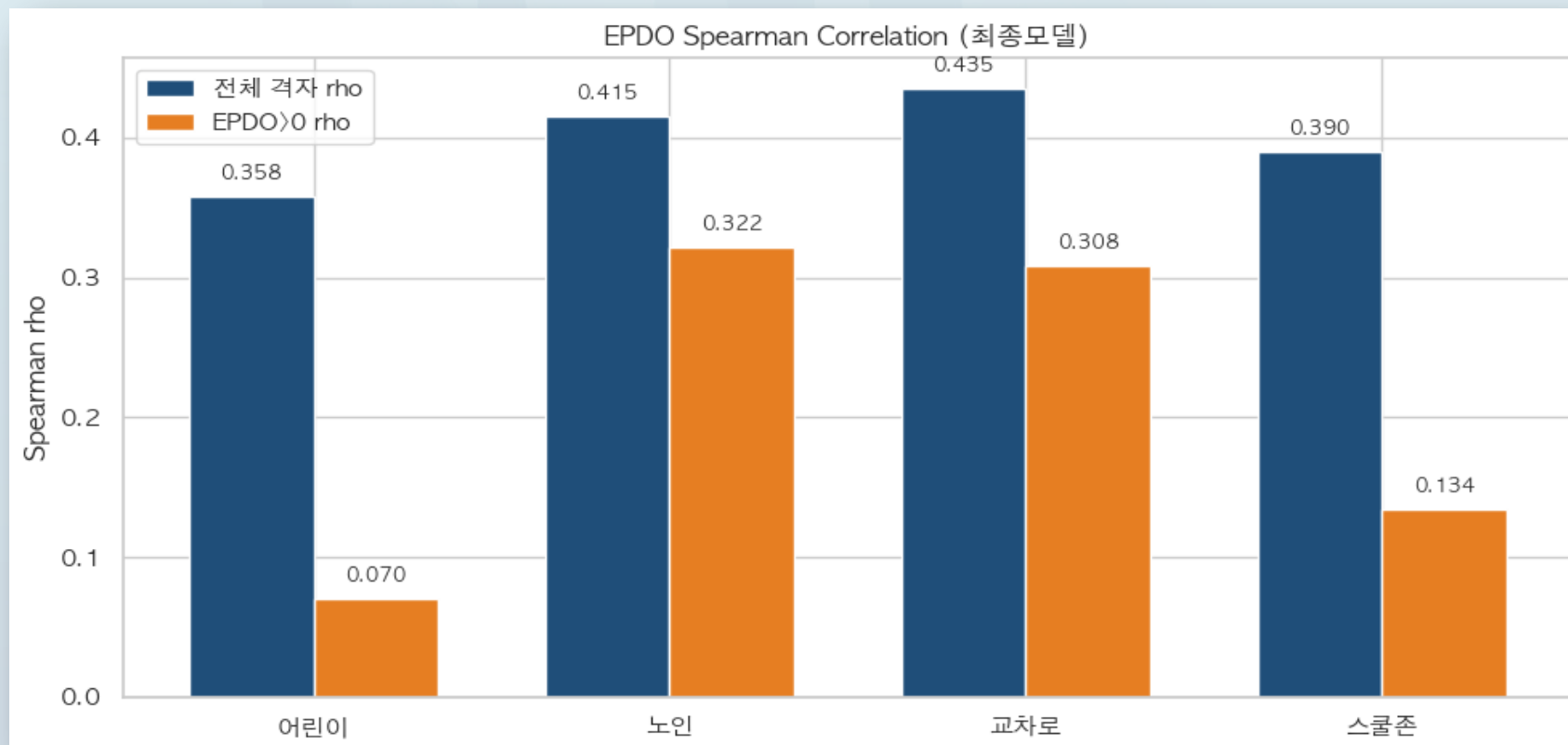
child_risk	0.5973
elderly_risk	0.8217
intersection_risk	0.7256
schoolzone_risk	0.6770

EPDO(Equivalent Property Damage Only) 타당성 검증

LOO로 선택한 최종 모델의 위험도 점수가 EPDO(실제 사고 심각도)와 같은 방향으로 움직이는지 검증

- 하남교산은 사고 실측치가 존재하지 않기에 직접 검증이 불가능
- 주어진 4개의 신도시에서 **LOO(일반화)**와 **EPDO(심각도 정합성)**로 모델 신뢰성을 사전 검증
- Spearman 상관분석 (전체격자, EPDO > 0 격자 분리) → 사고가 있는 격자의 정합성만 확인하기 위해

$$\text{EPDO} = 12 \times \text{사망} + 5 \times \text{중상} + 3 \times \text{경상} + 1 \times \text{부상자수}$$



타깃/최종모델	전체 격자 ρ	EPDO>0 격자 ρ
어린이 / ET	0.334	0.062
노인 / LR	0.423	0.325
교차로 / ET	0.436	0.298
스쿨존 / ET	0.382	0.123

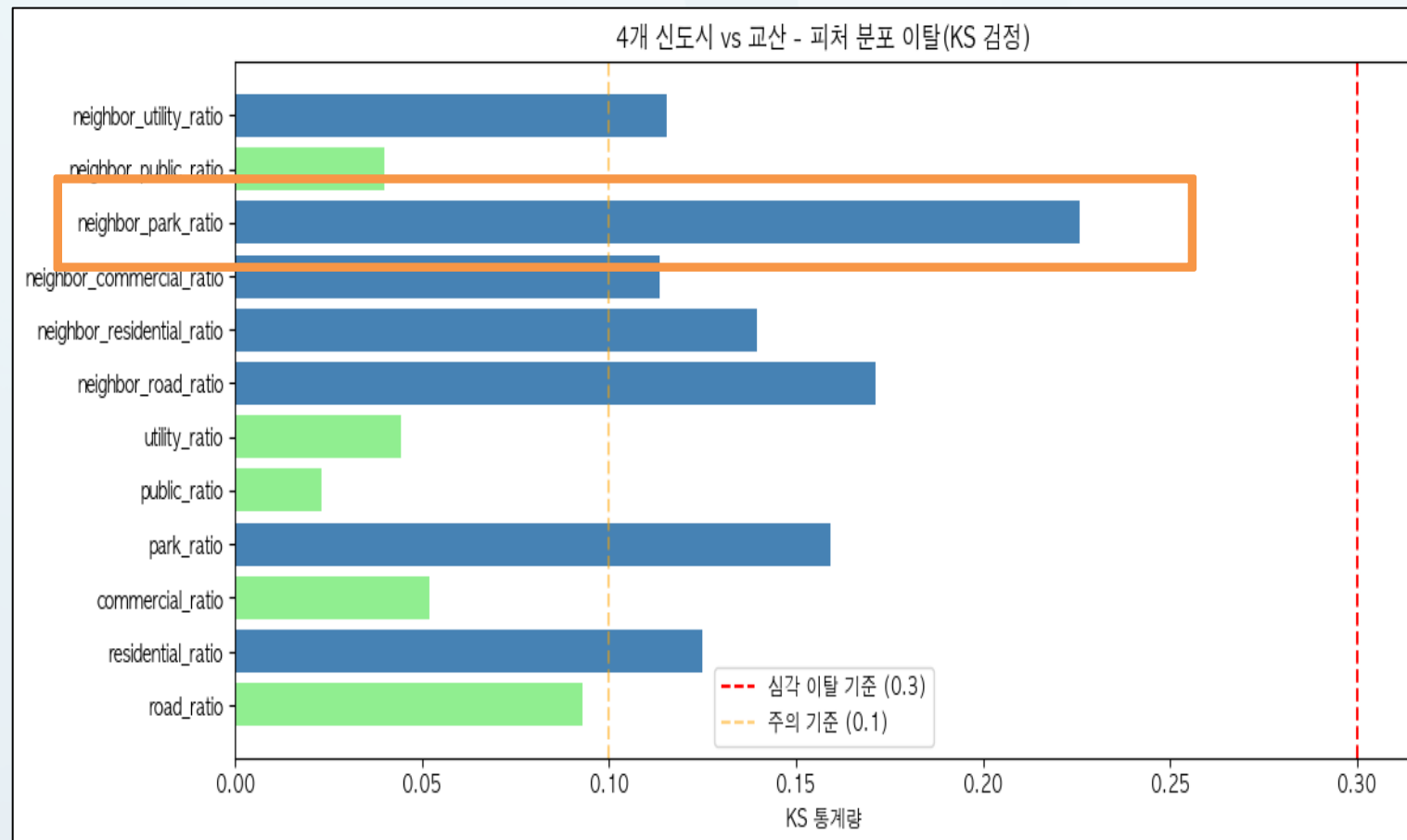
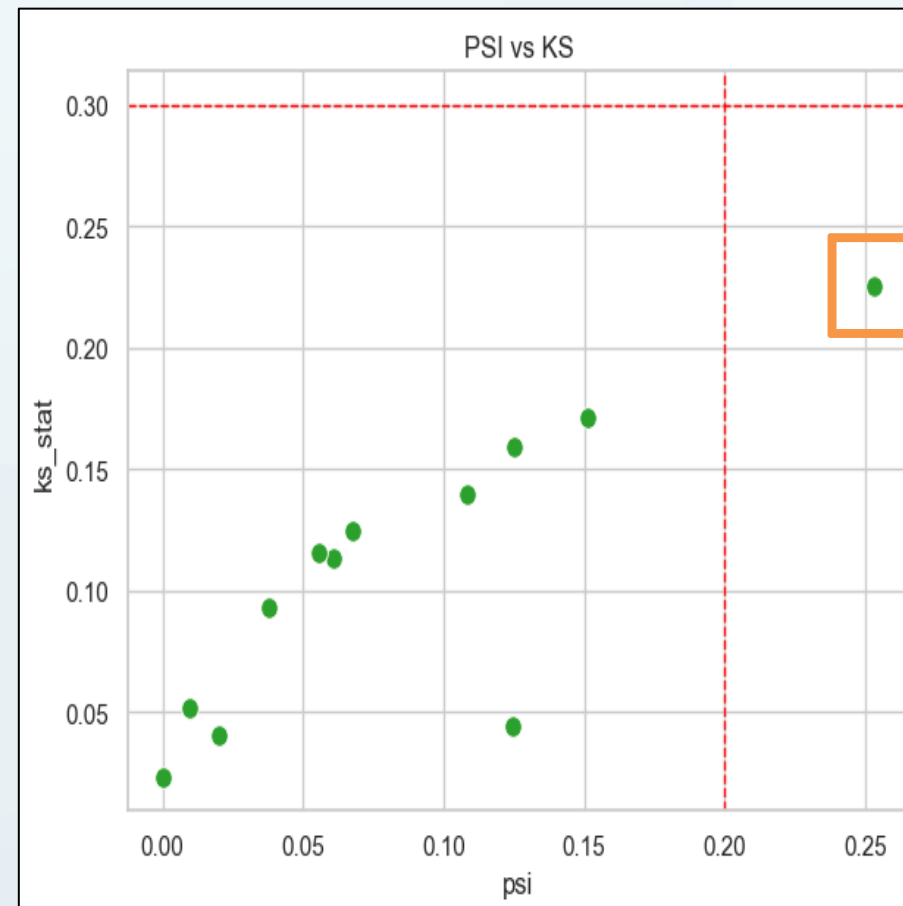
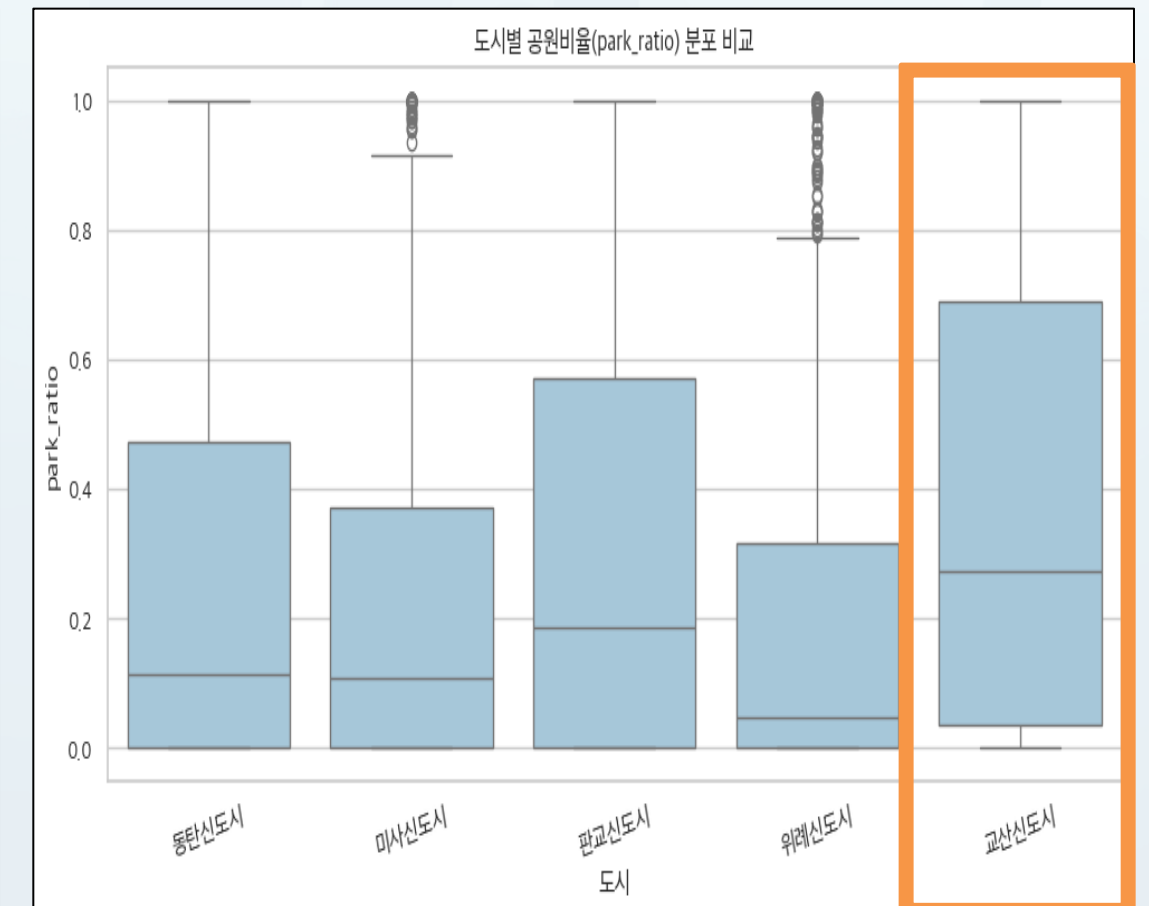
- 노인(0.325)/교차로(0.298) → 중간 수준 정합성
- 어린이(0.062)/스쿨존(0.123) → 희소 라벨의 한계

교산 적용 전 분포이탈 점검 (PSI/KS)

학습 데이터와 교산 입력 피쳐 분포가 얼마나 다른지 정량 점검하여 예측 해석 가능 범위 확인 - 분포 차이 작을수록 모델 전이 적용에 유리

- PSI (Population Stability Index): 학습 분포와 적용 분포의 비율 차이 (전체 변화에 민감)
- KS (Kolmogorov-Smirnov statistic) : 두 분포의 누적분포 함수 최대 거리 (최대 이탈 지점에 민감)

극단적 이탈은 없지만
부분 이탈이 있어 확인 필요



▶ PSI > 0.2 : 1개 피쳐(park 계열)

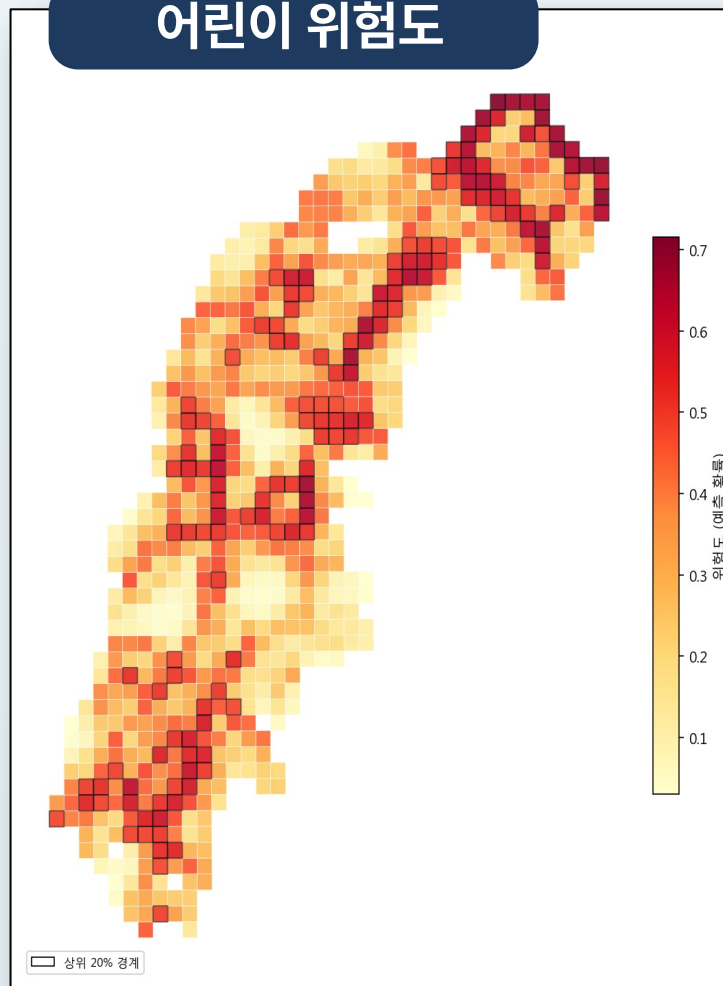
▶ KS > 0.3 : 0개 피쳐

▶ 교산은 계획 단계에서 공원 비중이 커 실제 공원 피쳐가 분포 이탈을 보임

교산 위험도 예측 결과

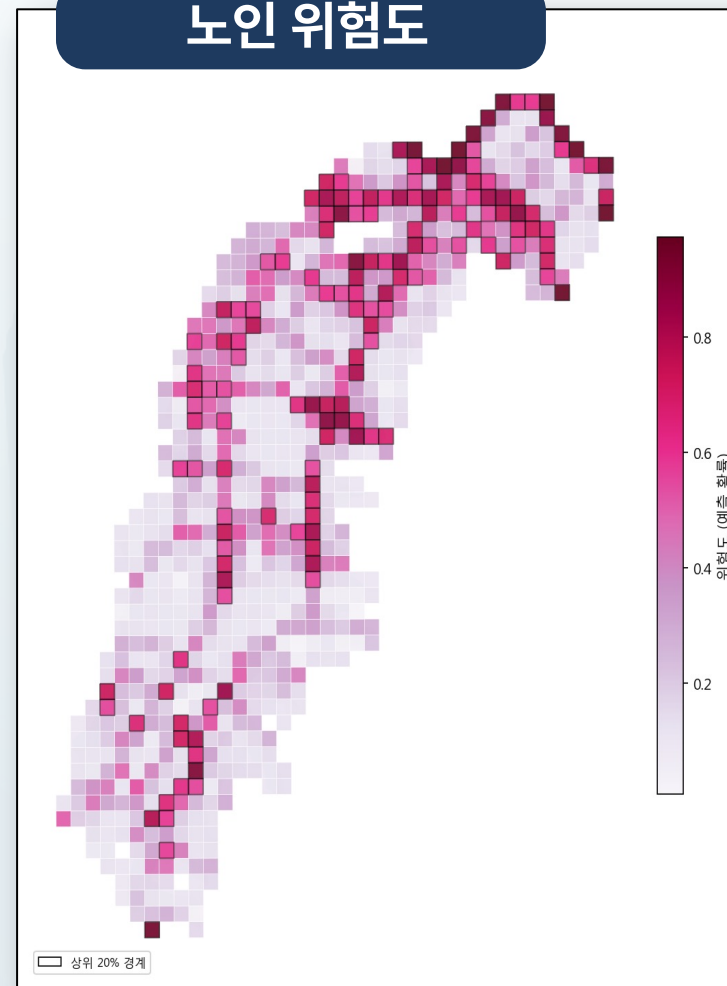
target별 최종모델로 하남교산 770개 격자 위험도 점수 산출

어린이 위험도



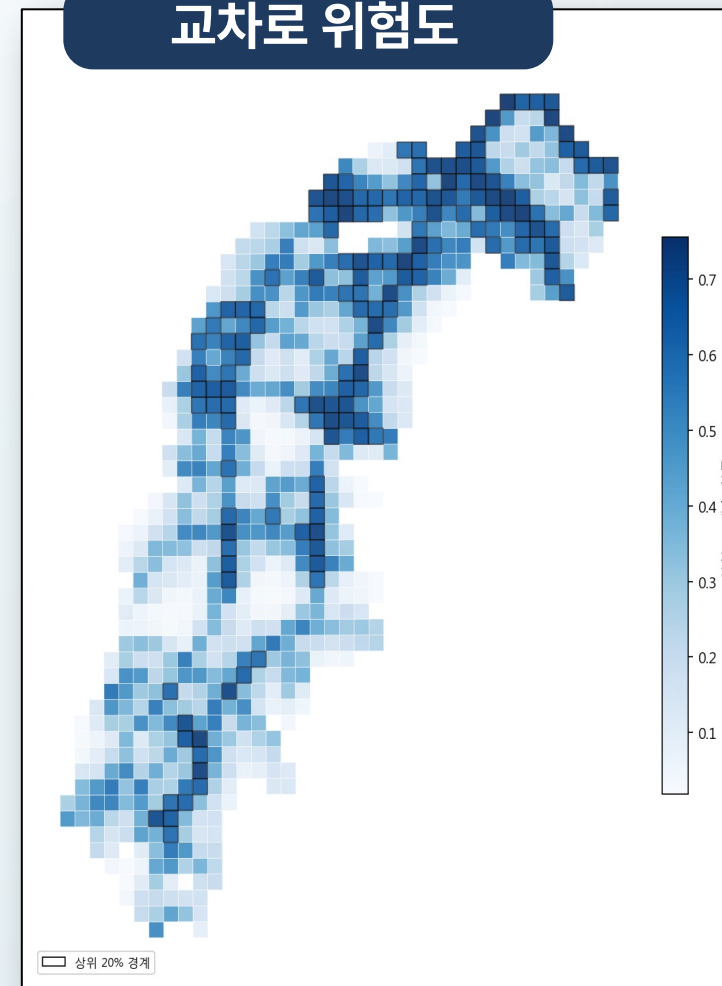
- 스마트폴
- 속도 제한 강화

노인 위험도



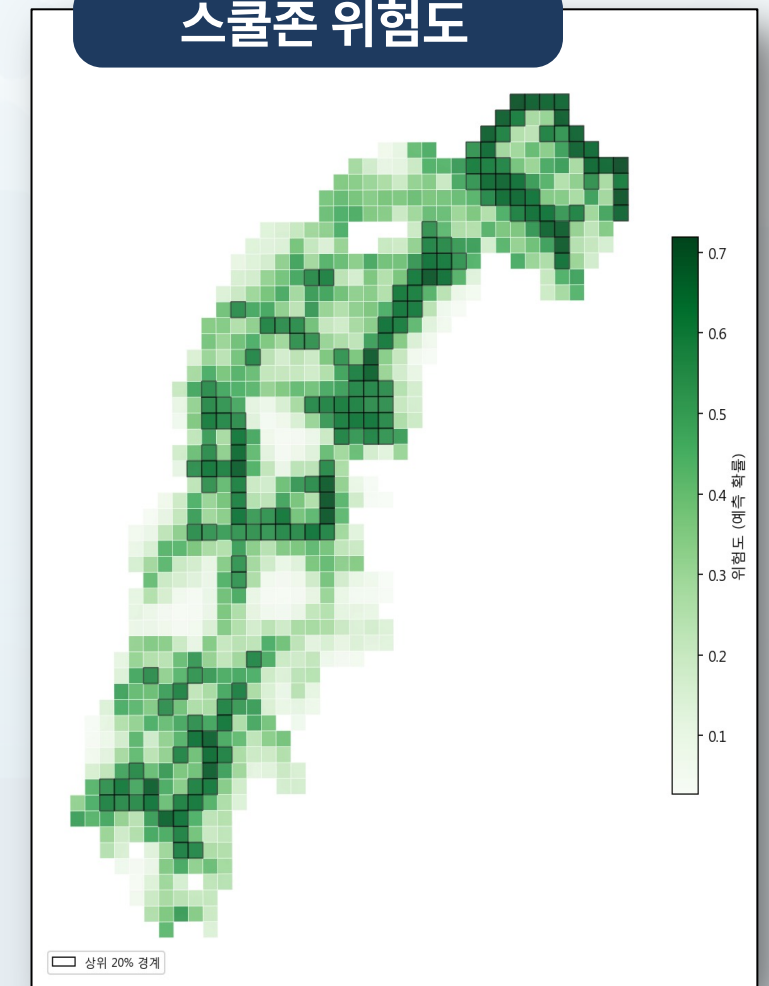
- 상호인식 교통 안전 시설물
- 보행 신호 연장
- 속도 제한 강화

교차로 위험도



- LPI기반 스마트 신호기
- 안전 교통섬
- 속도 제한 강화

스쿨존 위험도



- 스마트폴
- 과속방지턱

5

결론 및 대안 제시

1. 시설물 효과 추정
2. 교통 시설물 설치
3. Appendix



시설물에 따른 교통량 · 사고율 변화 효과 산출의 한계

유사 격자 매칭

유사한 교통·보행 환경을 가진
격자 간 비교를 통해,
시설물의 설치 여부 및 수량이 사고
발생 수준에 미치는 차이를 평가

[방식]

GNN(Greedy Nearest Neighbor)
Matching

[조건]

- 동일 gbn 내에서만 매칭 (지역 통제)
- 모든 변수 Z-score 표준화
- 유클리디안 거리 기반 최근접 매칭

[매칭 구조]

1:3 매칭 without replacement

처리군과 대조군의 비교

비교	처리군	대조군
0 vs 1	CCTV = 1	CCTV 0
0 vs 1+	CCTV ≥ 1	CCTV 0
0 vs 2+	CCTV ≥ 2	CCTV 0

공변량 (matching 변수)

변수	의미
log1p_flow_total	유동인구
log1p_traffic_all_aadt	교통량
log1p_crosswalk_count	횡단보도 수
log1p_service_pop_total	서비스 인구
avg_speed_mean	평균 속도
low_speed_share	저속 주행 비율
log1p_speed_hump_count	과속방지턱

▶ cctv 현황 데이터의 inst_prup 중 [차량방법, 교통단속, 어린이보호, 교통정보수집, 다목적] 필터링

사고 평균 비교 (Welch t-test)

비교	처리군	대조군	배율	p-value
1 vs 0	1.68	0.65	2.59배	<0.001
1+ vs 0	1.39	0.58	2.41배	<0.001
2+ vs 0	0.97	0.64	1.51배	0.053

전반적으로 cctv가 있는 격자의 사고가 더 많은 이유

[선택 편의]

표본이 모집단을 대표하지 않거나
비교 집단이 무작위로 선택되지
않아 추정량이 편향되는 현상
→ cctv설치는 원래
고위험격자에 선택적 설치

[내생성]

설명변수가 오차항과
상관했을 때 발생하는 문제
→ cctv 변수에 자체에
해당지역의 고위험 정보가 포함

따라서 시차변수를 만들지 않는 이상,
'사고가 많이 나는 곳에 cctv가 많이 설치 된다'라는 패턴 포착으로만 연결

시설물에 따른 교통량 · 사고율 변화 효과 산출의 한계

ZINB (Zero Inflated Negative Binomial) 모델

교통사고 데이터와 같이 0이 과도하게 많고, 분산이 평균보다 큰
과산포 문제를 동시에 가지는 데이터를 분석하기 위한 통계 모델

사고건수가 0인 격자가 82.4%

시설물 설치 효과를 추정하기 위해 시차 변수 생성 - [20.CCTV_현황.csv] 'inst_ym' 이용

변수 종류	변수명	변수 설명	변수 유형
종속변수	accidents	격자 i, 시점 t에서의 교통사고 발생 건수	사고 건수
독립변수	count_new_cctv_lag1	1시점 전 cctv 설치	시차 변수
	count_new_cctv_lag2	2시점 전 cctv 설치	시차 변수
	count_log1p_traffic_all_aadt	차량 통행량	교통량
	count_log1p_flow_total	보행/활동 인구	유동인구
	count_log1p_service_pop_total	상업/활동 인구 규모	서비스 인구
	count_log1p_crosswalk_count	횡단보도 개수	시설

모델 결과 (교차로 사고 기준)

지표	값	해석
McFadden Pseudo R ²	0.129	카운트 모델 기준 양호

변수	계수	p-value
new_cctv_lag1	0.739	0.125
new_cctv_lag2	0.367	0.616

cctv 시차 변수에 대한 p-value가 유의하지 않은 이유

- cctv 설치 효과를 확인하기 위해
count_new_cctv_lag1, count_new_cctv_lag2 활용
→ 유효 관측치가 극도로 제한적이라는 문제 발생
- 전체 패널 데이터는 수만 개 수준이지만 (시차변수 ≠ 0) 인 격자 = 9개
→ 이 중 실제 사고 발생 격자도 매우 제한적 - 어린이 1개, 노인1개, 교차로 2개, 스쿨존 0개
- 시차 변수는 사고 발생을 충분히 설명하기 어려우며, 계수 추정의 불안정성 및
신뢰도 저하 문제 발생

주어진 데이터만 이용해 교통량 및 사고율 변화 효과를
정량적으로 산출하기에는 구조적 한계 존재

어린이·스쿨존, 노인, 교차로 사고 방지 스마트 안전 시설물과 그 효과

어린이·스쿨존 사고 방지 스마트 시설물

[스마트폴 - 조명 + CCTV + IoT 센서 + 과속감지 경고]

: 기존 가로등에 ICT 기술을 결합한 도시 통합 안전·관리 플랫폼

[기대 효과]

- 어린이 보호구역 내 교통사고: 월평균 14% 감소 (설치 전 115.8건 → 후 99.5건)
- 보행·운전자 시야 개선: 14% 향상

출처: 서울특별시 디지털서울 소식

노인 사고 방지 스마트 시설물

[상호인식 교통 안전 시설물 - 스마트 차량인식 LED + 횡단보도 스마트 펜스]

: 보행자와 차량을 센서로 감지하여 서로에게 위험을 알려주는 양방향 스마트 교통 안전 시설물

[기대 효과]

- 교통 변화: 차량 평균 속도 (설치 전 33.8 km/h → 후 26.7 km/h: 23.9% 감소)
- 사고 변화: 중상 가능성 (설치 전 25.9% → 후 4.6%: 21.3%p 감소)

출처: 상호인식 교통안전시설물 현장적용에 따른 효과검증 연구 - 충남대학교 토목공학과

교차로 사고 방지 스마트 시설물

[LPI 기반 스마트 신호기]

: 보행자에게 차량보다 먼저 횡단 신호를 부여하여 시인성 높이고, 차량과 충돌 위험을 감소시키는 신호 제어 시설물

[기대 효과]

사고 변화: 보행자 - 차량 충돌 약 46~71% 감소 (평균 약 58.7%)

출처: TECH BRIEF [Safety Evaluation of Leading Pedestrian Intervals on Pedestrian Safety

'스마트폴' 교통사고·설치비 ↓ 서울시, 내년 어린이보호구역 중심 확대

2025.12.26

서울시가 '20년부터 어린이 보호구역 등을 중심으로 설치해 온 스마트폴 1천여 기를 대상으로 운영 효과를 분석한 결과, 보행자·운전자 시야가 개선되었다

...

설치 전 월 평균 115.8건에서 설치 후 월평균 99.5건으로 평균 14% 감소했다.
특히 어린이보호구역에서 사고 감소 폭이 컸으며 위험 상황을 사전에 파악하

...

뿐만 아니라 지주·시설물 등이 곳곳에 난립했던 보도와 차도 환경이 정리되면서 스마트폴 설치 후 도로 밝기·명도·채도 지표가 전반적으로 상승했으며, 보행자·운전자 시야 확보 지표도 약 14% 개선돼 교통 환경 및 안전 전반의 질적 개선에도 기여하는 것으로 나타났다. OpenCV를 활용해 분석해 본 결과,



총 7개의 시설물 · 교통대책에 대한 적용지 선정

어린이

- 스마트폴
- 속도 제한 강화

노인

- 상호인식 교통 안전 시설물
- 보행 신호 연장
- 속도 제한 강화

교차로

- LPI 기반 스마트 신호기
- 안전 교통섬
- 속도 제한 강화

스쿨존

- 스마트폴
- 과속 방지턱

어린이 · 노인 · 교차로 · 스쿨존 4개 타겟에
7개의 시설물 · 교통대책을 데이터 기반으로 적용하여,
하남교산 신도시의 **교통약자 보행 안전을 단계적으로 강화하고, 보행 사고를 구조적으로 예방**

교통시설물 위치 제안



스마트폴

151개 격자 대상

대상

어린이 위험도 상위 20% OR
스쿨존 위험도 상위 20%
AND 도로 인근 TRUE

기대 효과

- 가로등·CCTV·비상벨 통합으로 설치비용 절감 및 관리 효율화
- IOT 센서 기반 실시간 보행자·차량 흐름 모니터링 이상 감지
- 노인 낙상·사고 감지 연계로 신속한 응급 대응 체계 구축
- 교통 데이터 장기 축적으로 위험 구역 추가 시설물 배치 근거 마련
- 보행·운전자 시야 개선 : 14% 향상
- 어린이 보호구역 내 교통사고 : 월평균 14% 감소



과속방지턱

151개 격자 대상

대상

스쿨존 위험도 상위 20%
AND 도로 인근 TRUE
AND 학교 인근 TRUE

기대 효과

- 스쿨존·학교 인근 차량 속도 물리적 강제 감속으로 어린이 사고 예방
- 단속 카메라 의존 없이 구조적으로 속도 저감 효과 지속 유지
- 스쿨존 위험구역 상위 20% 지점 집중 설치로 사고 고위험 구간 해소
- 보행신호 연장·속도제한 강화와 병행 시 스쿨존 안전 시너지 극대화

교통시설물 위치 제안



상호인식 교통안전 시설물

162개 격자 대상

대상

노인 위험도 상위 20%

AND 도로 인근 TRUE

기대 효과

- 스마트 차량인식 LED를 통해 보행자 감지 시 차량·보행자 동시 경고로 쌍방향 안전 확보
- 야간·우천 등 저시인성 환경에서 광학 센서·조명 연계로 사고 위험 감소
- 노인 위험구역 집중 배치로 고령 보행자 사고율 현저히 감소 기대
- 횡단보도 스마트 펜스를 통해 보행자 대기·횡단 동선을 정리하고 무단횡단 및 돌발진입 억제



보행신호 연장

162개 격자 대상

대상

노인 위험도 상위 20%

AND 도로 인근 TRUE

기대 효과

- 노인·어린이 보행 속도 반영한 신호 시간 확보로 횡단 중 잔류 위험 제거
- 압박 버튼 연동 시 개인 이동 속도에 맞춘 맞춤형 신호 제공
- 노인보호구역 적용으로 고령 보행자 교통사고 사망 위험 감소
- 신호 변환 시 교차로 내 보행자 잔류 상황을 구조적으로 차단



교통시설물 위치 제안



LPI기반 스마트 신호기

214개 격자 대상

대상

교차로 위험도 상위 20%
AND 도로 인근 TRUE

기대 효과

- 보행자 선행 신호 제공으로 차량과의 상충 감소
- 좌회전 차량과 직진 보행자 간 충돌 위험을 구조적으로 감소
- 교차로 위험구역 상위 20% 지점의 사고율 감소 기대
- 보행량·교통량 연동 실시간 신호 최적화로 교통 흐름 개선
- 보행자 - 차량 충돌 약 46~71% 감소



안전교통섬

214개 격자 대상

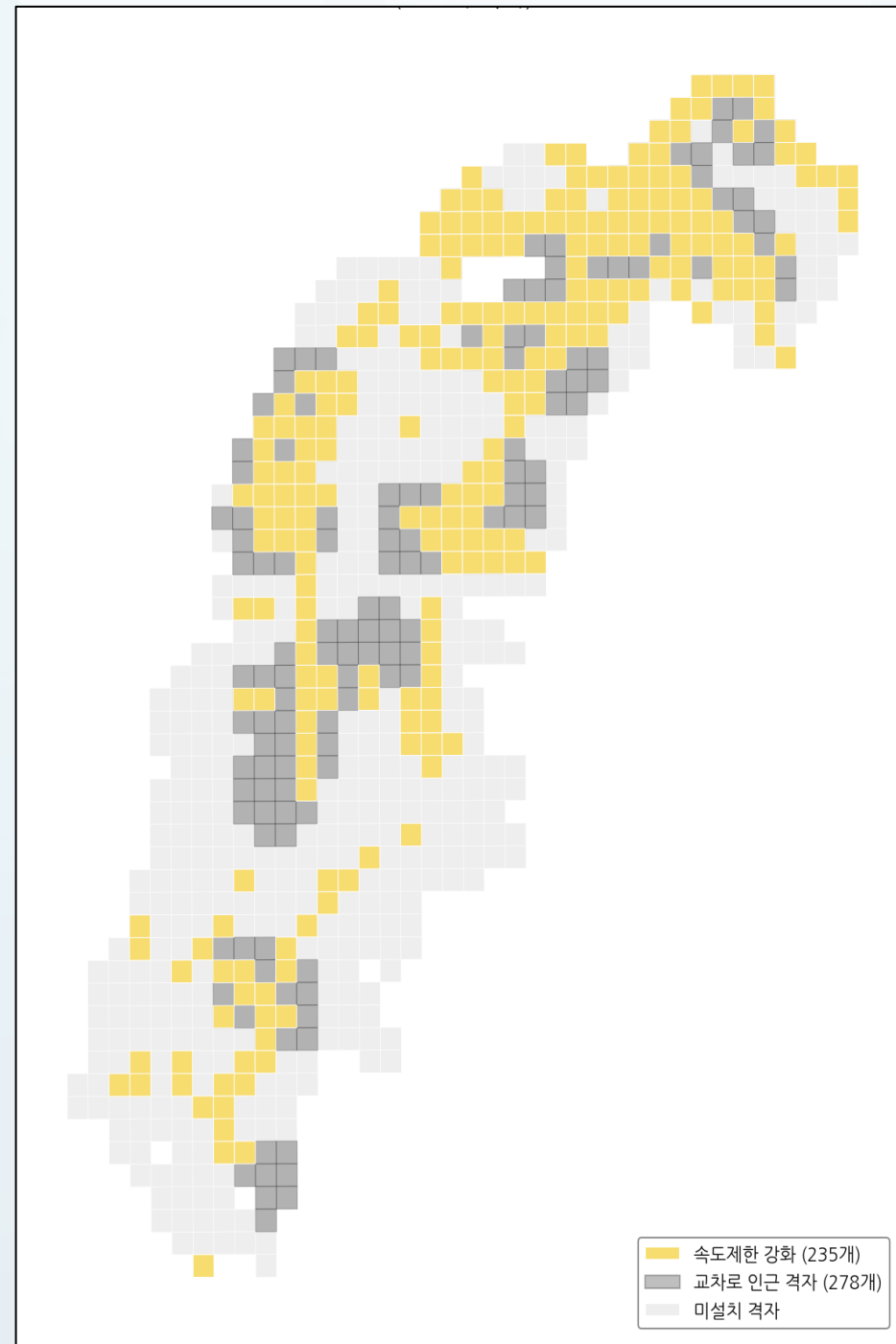
대상

교차로 위험도 상위 20%
AND 도로 인근 TRUE

기대 효과

- 우회전 차량의 사각지대를 줄여 보행자 충돌 위험 낮춤
- 도로 중앙 대피공간 제공으로 무단횡단 및 무리한 횡단 억제
- 차선 폭 축소 효과로 차량 자연 감속 유도
- 2단계 횡단 구조로 노인·보행약자의 안전한 도로 통과 지원
- 야간 반사체 부착 시 시인성 향상으로 야간 사고 예방

교통시설물 위치 제안



속도제한 강화

235개 격자 대상

대상

어린이 위험도 상위 20% OR
 노인 위험도 상위 20% OR
 교차로 위험도 상위 20%

AND 도로 인근 TRUE

기대 효과

- 저속 주행 시 충돌 충격량 감소로 보행자 사망 위험 대폭 저감
- 제동 거리 단축으로 돌발 보행자 상황 대응력 향상
- 단속 카메라 병행으로 보호구역 속도 준수율 실질적 향상
- 생활도로 속도 하향으로 보행 친화 환경 조성 및 주민 안전 체감 향상



임산부 - 보행 권역 기반 주요 거점 분석

전용 면적 59 m² 이하 주거지

blockName	세대수	분양 종류
A-1	723	통합공공임대
A-2	1,115	공공분양
A-3	1,100	통합공공임대
A-4	1,720	통합공공임대
A-5	492	공공분양
A-6	268	공공분양
A-7	208	민간임대
A-8	763	통합공공임대 + 공공분양
A-9	244	공공분양
A-10	707	통합공공임대
A-11	511	공공분양
A-12	788	통합공공임대
A-13	622	공공분양
A-14	1,459	공공분양
A-15	915	통합공공임대
A-16	1,146	통합공공임대
A-17	398	통합공공임대 + 공공분양
A-18	664	공공분양
A-19	543	공공분양
A-20	249	공공분양
A-21	347	공공분양

전용 면적 59 m² 이하 공공복합용지

blockName	세대수	분양 종류
공복1	199	통합공공임대
공복2	416	통합공공임대
공복3	194	통합공공임대
공복4	238	통합공공임대

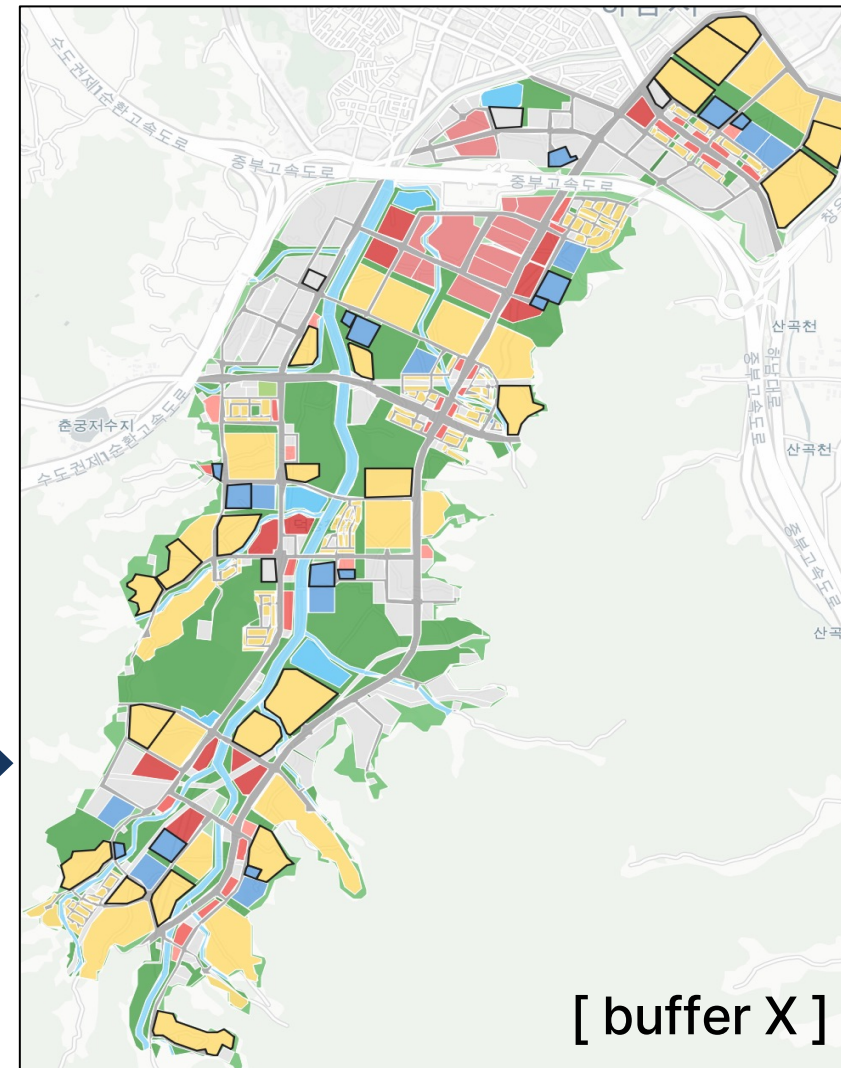
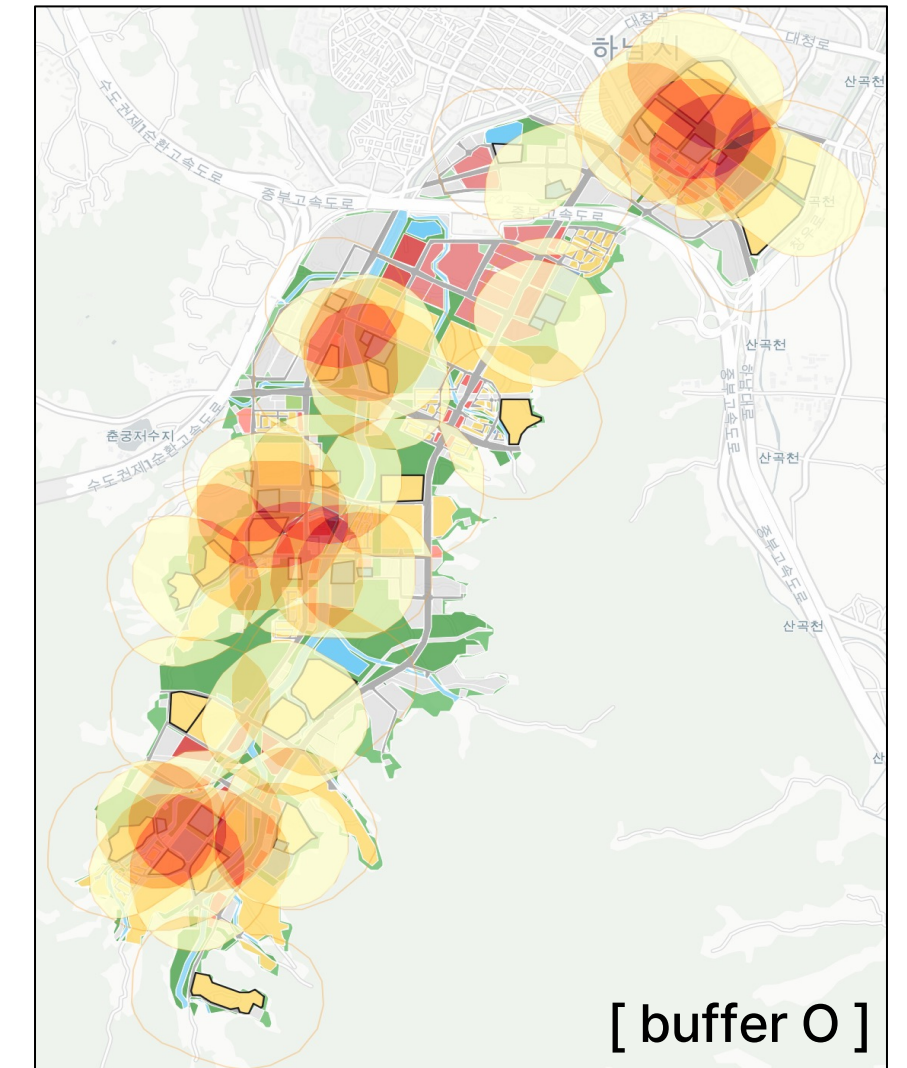
교육시설

blockName	개수	비고
유1 ~ 유7	7개	유치원
초1 ~ 초7	7개	초등학교
특1	1개	특수학교

의료시설

blockName	개수	비고
의료1	1개	병원 부지

▶ 최근 청약 시장 전용면적 59타입 강세를 반영,
국민평형(84타입)이 아닌 59타입을 기준으로 선정



59 m² 주거지 + 공공복합용지 + 교육시설 + 의료시설의 300m 반경의 buffer 생성
→ 버퍼가 중첩될수록 색이 진해지도록 시각화

임산부는 보행 속도가 느리고 장거리 이동 부담이 크므로 (도보 10분 기준 300m 이동)
일반 보행 생활권인 400m보다 보수적인 300m 보행 생활권 기준으로 적용



임산부 - 스마트 보행 인프라 제안

핑크 배지 태깅형 보행신호 연장



- 임산부가 핑크 배지를 횡단보도 신호기에 태깅하면 횡단보도 보행 시간을 자동으로 연장
- 임산부만 시간 연장을 요청할 수 있어 장난이나 불필요한 작동을 줄일 수 있음

임산부 자동 인식 ai 카메라



- ai 카메라가 임산부를 인식하면 보행 시간을 자동으로 연장
- 현재 북미에서 임산부·노약자를 감지하면 횡단보도 신호가 자동으로 연장되는 서비스를 실시 중

무장애 보행로



- 횡단보도 턱과 단차, 미끄러운 구간 등을 개선
- 임산부와 유모차 이용자 등 교통약자가 안전하고 편리하게 이동할 수 있는 보행 환경 조성

횡단보도 대기쉼터



- 횡단보도 인근에 그늘막과 간이의자를 설치
- 임산부가 보행 중 잠시 휴식을 취할 수 있도록 보행 편의를 제공

장애인 - 보행 권역 기반 주요 거점 분석

교육시설 현황

대상블록

특1

교육시설 구역

시설 수

1개소

특수학교

특수학교 재학생 이동 특성

보행 느린 학생

이동 속도 저하

휠체어 이용

접근 환경 민감

시각장애

시각 정보 의존 불가

청각장애

청각 신호 인지 불가

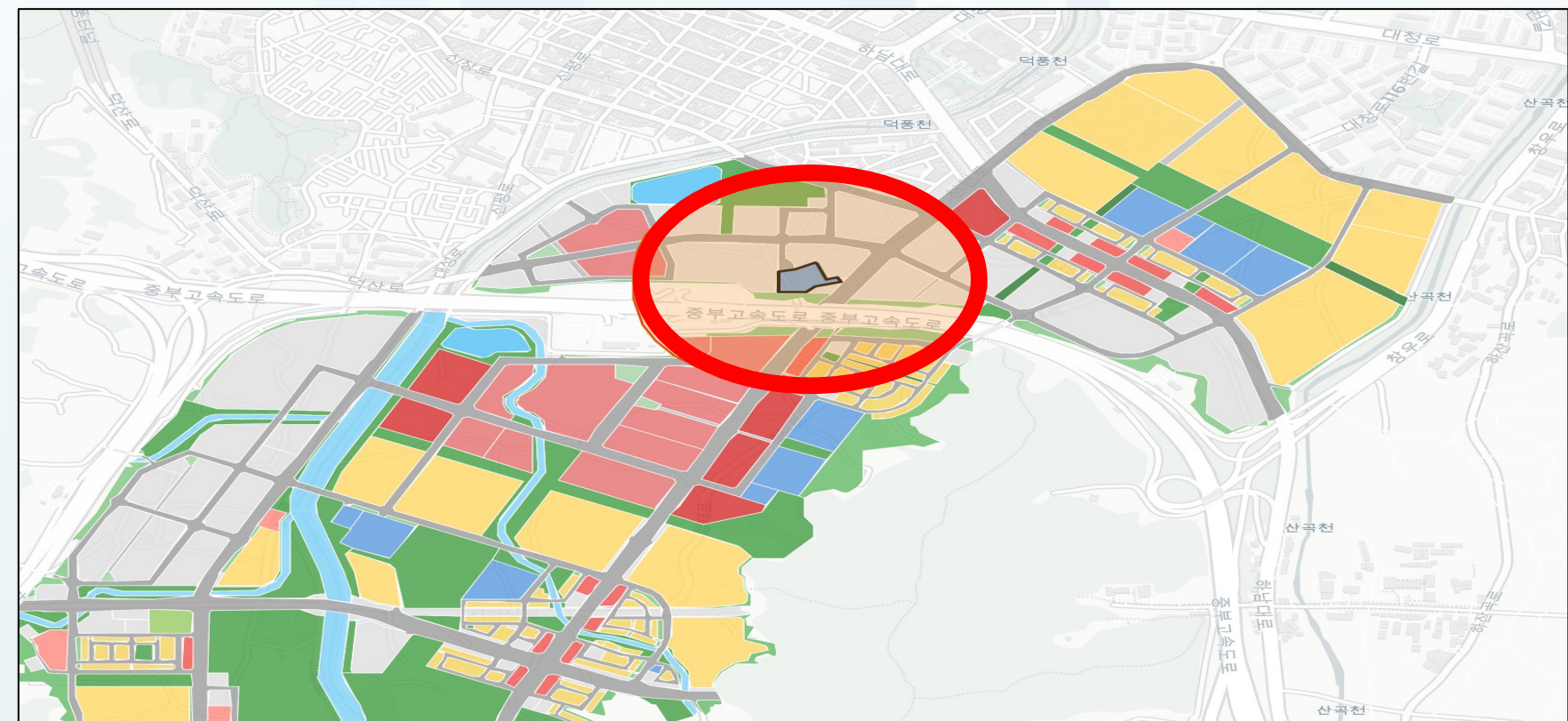
발달장애 학생

행동 예측 어려움 - 이동 특성·안전 취약 요인이 복합적으로 작용

복합적 교통 안전 패키지 필요

단일 시선 개선이 아닌, 유형별 맞춤 대응이 요구됨

이동 목적지 - 특수학교 위치



이동 목적지 특징

교통약자(장애인 학생)의
명확한 이동 목적지 → 특수학교

안전 패키지 적용 범위 도출

생활권 내 교통시설물 현황 파악
→ 복합 개선안 도출

보행 생활권 기준 설정

특수학교 주변을 장애인 보행 생활권의
기준점으로 설정

특수학교 주변을 장애인 보행 생활권 기준으로 설정, 복합적 교통 안전 패키지를 단계적으로 적용



장애인 - 스마트 보행 인프라 제안

촉각 신호기



- 신호 버튼에 **진동 기능**을 추가하여 보행신호를 촉각으로 전달
- 영국, 일본 등에서 표준 보행 신호 장치로 활용 중

스마트 보행 유도 시스템



- **스마트폰과 블루투스 비콘**을 활용한 음성 기반 보행 안내 시스템
- 횡단보도 위치, 보행 신호 등 실시간으로 안내
- 유럽 국가에서 시행 중

무장애 보행로



- 횡단보도 턱과 단차, 미끄러운 구간 등을 개선
- 교통약자가 안전하고 편리하게 이동할 수 있는 보행 환경 조성

차량속도 저감 교통안전 시설



- 고원식 횡단보도, 과속 방지턱 등을 통해 차량의 **물리적 감속** 유도
- 특수학교 주변 **보행자 안전 확보** 및 교통사고 위험 감소

출처

행정안전부. 주민등록 인구통계.
통계청(KOSIS). 국가통계포털.
송파구청, 성남시청, 하남시청.
경기도. 경기데이터드림.
행정안전부. 공공데이터포털.
서울특별시. 디지털서울 소식.
서울특별시. (2024.01.23). 스마트폴(S-Pole).

충남대학교 토목공학과. 상호인식 교통안전시설물 현장적용에 따른 효과검증 연구.
서울연구원. (2023.08). 서울시 교통약자 버스접근성 평가모형 개발과 활용방안 (연구책임: 김승준·류청한).
TECH BRIEF. *Safety Evaluation of Leading Pedestrian Intervals on Pedestrian Safety*.

SmartToday. <https://www.smarttoday.co.kr/ko-kr/articles/93400>

MBN. https://mbnmoney.mbn.co.kr/news/view?news_no=MM1005760487

T-Daily. <https://www.tdaily.co.kr/news/view.php?idx=52966>

Newswise. <https://www.newswise.com/articles/etri-demonstrates-korea-s-first-predictive-pedestrian-safety-ai-service>

작가 GarryKillian 출처 Freepik