

# CPTED 기반 GIS를 활용한 범죄 위험 분석 및 안전 시설물 위치 선정

박지홍\*<sup>1</sup>, 김주영\*<sup>2</sup>, 임소희\*<sup>3</sup>, 김건우\*\*

## Crime Risk Analysis and Safety Facility Location Selection Exploiting GIS based on CPTED

Ji-Hong Park\*<sup>1</sup>, Ju-Young Kim\*<sup>2</sup>, So-Hee Lim\*<sup>3</sup>, and Gun-Woo Kim\*\*

본 논문은 2022년도 정부(교육부)의 지원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된  
기초연구사업(NRF-2021R1G1A1006381)의 연구결과임

### 요 약

진주시는 경상남도 내에서 3년 연속 범죄지수 최하위 등급을 기록하며, 특히 대학가 일대에서 발생하는 범죄로 인해 학생들과 지역 주민들의 불안감이 증가하고 있다. 본 연구는 진주시 대학가 원룸 지역 주변의 범죄 위험 구역을 분석하고, 범죄 예방을 위한 안전 시설물의 최적 설치 위치를 선정하는 데 목적을 두고 있다. GIS 기반 공간 데이터 분석을 통해 위험 구역을 식별하고, 요인평정법을 활용하여 범죄에 영향을 미치는 주요 요인들의 가중치를 산출하였다. 이후, HDBSCAN 클러스터링 기법을 적용하여 이상치를 제거한 뒤, CCTV, 화분, 그림자 조명 설치의 최적 위치를 선정하였다. 이러한 연구 결과는 범죄 예방과 지역 주민들의 안전성을 높이는 데 기여할 뿐만 아니라, 다른 지역의 안전 시설물 배치에도 적용 가능한 효율적인 방안을 제시한다.

### Abstract

Jinju City has been ranked at the bottom of the crime index in Gyeongsangnam-do for three consecutive years, and students and local residents are increasingly worried about crime, especially in the university district. The purpose of this study is to analyze crime risk areas around a one-room village in Jinju City's university district and select the optimal location of safety facilities to prevent crime. GIS-based spatial data analysis was used to identify the risk areas, and factor balancing method was used to calculate the weights of the main factors affecting crime. The HDBSCAN clustering technique was then applied to remove outliers, and the optimal locations for CCTV, planters, and shadow lighting were selected. The results of this study not only contribute to crime prevention and enhancing the safety of local residents, but also provide an efficient method that can be applied to the placement of safety facilities in other areas.

### Keywords

CPTED, GIS, crime vulnerability analysis, Safety facility optimization, clustering

\* 경상국립대학교 컴퓨터공학부

- ORCID<sup>1</sup>: <https://orcid.org/0009-0005-3625-8243>

- ORCID<sup>2</sup>: <https://orcid.org/0009-0006-9000-7258>

- ORCID<sup>3</sup>: <https://orcid.org/0009-0003-1095-8351>

\*\* 경상국립대학교 컴퓨터공학과 교수(교신저자)

- ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5643-4797>

· Received: Dec. 13, 2024, Revised: Jan. 02, 2025, Accepted: Jan. 05, 2025

· Corresponding Author: Gun-Woo Kim

Dept. of Computer Science and Engineering, College of IT Engineering,  
Gyeongsang National University, Jinju, Korea

Tel.: +82-55-772-3323, Email: [gunwoo.kim@gnu.ac.kr](mailto:gunwoo.kim@gnu.ac.kr)

## 1. 서 론

진주시는 경상남도 내에서 3년 연속 범죄지수 최하위 등급을 기록하며, 시민들의 불안이 커지고 있다. 행정안전부가 발표한 2023년 전국 지역 안전지수에 따르면[1], 표 1과 같이 진주시의 2023년 범죄 안전 지수는 다른 지역에 비해 낮은 5등급으로 나타났다. 특히, 대학가 일대에서 발생하는 범죄로 인해 학생들의 불안감이 더욱 증가하고 있다. 경상국립대학교 가좌캠퍼스는 진주경찰서 개양지구대와 학업범죄예방위원회의 관리 대상에 포함되어 있으나, 인력과 관심 부족으로 인해 범죄 예방에 어려움을 겪고 있는 상황이다.

표 1. 2023년 경상남도 범죄 안전 지수  
Table 1. Gyeongsangnam-do crime safety score for 2023

Region	Rating	Region	Rating
Changwon	4	Haman	4
Jinju	5	Changnyeong	4
Tongyeong	4	Goseong	4
Sacheon	3	Namhae	3
Gimhae	5	Hadong	2
Milyang	2	Sancheong	2
Geoje	4	Hamyang	3
Yangsan	4	Geochang	3
Uiryeong	2	Hapcheon	2

범죄 예방을 위한 안전 시설물 중 하나인 그림자 조명(고보라이트)은 어둡고 음산한 골목을 환하게 밝혀 잠재적 범죄자의 범행 의지를 억제하고, 안전 취약 계층 보행자의 심리적 안정감을 높이는 데 효과적이다. 이러한 이유로, 지자체는 범죄 발생 위험이 높은 구간에 그림자 조명을 설치하는 추세를 보이고 있다[2]. 또한, CCTV 감시 카메라는 범죄 억제 효과를 강화하여 범죄 감소에 크게 기여한다. 이는 범죄자의 이동 경로, 범행 시간, 범행 양상 등의 증거를 확보하는 데 유용한 정보를 제공함으로써 범죄 수사 및 사후 처리에도 높은 가치를 발휘한다. 특히, 주거 지역에서는 더욱 높은 범죄 감소 효과를 보이는 것으로 나타났다[3][4].

CPTED(Crime Prevention Through Environmental Design)는 도시와 건축 환경을 적절히 설계하고 효율적으로 활용하여 범죄와 불안감을 줄이고, 삶의 질

을 향상시키기 위한 실천 전략이다[5]. CPTED의 핵심 개념은 감시, 접근 통제, 공동체 강화로 구성된다.

본 연구는 CPTED의 개념 중 감시에 해당하는 기계적 감시(조명 및 CCTV 설치)와 환경 개선을 중심으로, 폭력, 절도, 성폭행과 같은 범죄 위험 구역을 분석하고, 안전 시설물의 최적 위치를 선정하는 것을 목표로 한다. 이를 위해 CPTED의 개념과 실천 원칙을 기반으로 진주시 대학가 주변의 범죄 데이터를 수집하고 분석한다.

본 연구는 2장에서 머신러닝을 활용한 범죄 발생 위험 구역 예측 방법과 입지 선정을 위한 분석 기법을 다루었다. 3장에서는 연구에 사용된 데이터, 설문조사, 분석 계획, 그리고 GIS 시각화 과정에 대해 기술하였다. 4장에서는 범죄 취약 구역 분석 및 안전 시설물의 최적 위치 선정 과정을 상세히 설명하였다. 마지막으로, 5장에서는 본 연구의 결론과 기대효과를 제시하였다.

## II. 관련 연구

### 2.1 머신러닝 기반 범죄 발생 위험 구역 예측

범죄 발생 위험 구역을 예측하는 연구에서는 나이브 베이즈 모델, 로지스틱 회귀 모델, 서포트 벡터 머신(SVM, Support Vector Machine), 신경망 모델 등 다양한 머신러닝 알고리즘이 활용된다. S. Y. Heo et al.[6]은 절도 및 폭력 범죄 발생 위험 구역을 예측하기 위해 의사결정트리, 랜덤포레스트, 서포트 벡터 머신을 활용하여 범죄 예측 모델을 구축하고 성능을 비교·분석하였다. 분석 결과, 의사결정트리가 가장 높은 예측력을 보인 것으로 나타났다.

D. Y. Kim[7]은 분석 대상지인 서울시 동작구를 GIS를 활용해 100m×100m 크기의 그리드로 분할한 후, 각 셀에 이전에 발생한 범죄와 물리적 환경에 관한 데이터를 삽입하였다. 이어서, 물리적 환경 데이터를 기준으로 공간적 유사도에 따라 대상지를 클러스터링하였다. 이를 통해 공간적 유사성을 분석하는 것이 모델의 예측 성능을 향상시키는 데 중요하다는 점을 도출하였으며, 변수 간 중요도를 분석하여 특정 시·공간에서 범죄가 집중되는 장소가 있음을 실증적으로 확인하였다.

J. W. Kim et al.[8]은 범죄가 과거 발생 지역을 중심으로 군집하는 특징을 보이며, 이러한 범죄들 간의 강한 상호 연관성이 있음을 확인했다. 약 2년간의 범죄 자료를 Geo-coding한 후, 18개의 변수를 사회경제, 도시공간, 범죄 방어기재 시설물, 범죄 발생 지표로 구분하여 군집 분석과 공간 통계 분석을 수행했다. 또한, Nearest Neighbor Hierarchical Spatial Clustering 기법을 활용하여 5대 범죄, 절도 범죄, 폭력 범죄, 성폭력 범죄의 위험 지역을 선정하고, 중첩 분석을 통해 연구 지역 내 총 105개의 군집을 도출하였다.

## 2.2 입지 선정을 위한 점수 기반 분석 기법

요인평정법(Factor rating method)은 입지 요인별 가중치를 고려하여 각 요인의 점수를 평가한 결과를 바탕으로 최적의 입지를 선택하는 방법이다. 해당 방법은 요인의 점수를 체계적으로 반영할 수 있어 객관적인 입지 선정 도구로 널리 활용되고 있다.

S. H. Yun et al.[9]은 전동휠체어 충전소의 최적 위치를 선정하기 위해 요인평정법을 적용하여 각 후보지의 총점을 계산하고, 이를 전동휠체어 예상 이용 인구로 나눠 최적 입지를 도출하였다.

Y. J. Hwang et al.[10]은 공공 와이파이 배치를 최적화하기 위해, 최적 위치 조건을 만족하는 격자를 선정한 후 예측 점수를 기반으로 목표별 격자를 평가하고, 가중치를 부여하여 최적 위치를 도출하였다. 이후 와이파이 반경이 중복되는 경우, 격자 위치를 재조정하였다.

D. Y. Kim[11]은 인천시 대형 할인점의 최적 입지를 선정하기 위해 인구적 요인, 경제적 요인, 교통 및 토지 이용 요인, 경쟁 요인을 분석하고, 각 요인에 가중치를 부여하여 현실성 있는 최적 입지를 도출하였다.

본 연구에서는 범죄에 영향을 미치는 변수들을 GIS를 활용하여 분석하고, 요인평정법을 통해 요인별 가중치를 도출한 뒤, 이를 기반으로 총점을 산출하였다. 이후 HDBSCAN 클러스터링 기법을 활용하여 이상치 격자를 제거하고, 최종적으로 CCTV, 화분, 그림자 조명의 설치 위치를 선정하였다.

## III. 데이터 및 분석 계획 수립

### 3.1 데이터 수집

본 연구에 사용된 데이터세트는 표 2에 제시되어 있다. 이 중 진주시 가로등 정보, 보안등 정보, CCTV 정보, 버스정류장 데이터, 건축물 연령 정보, 경남 GIS 건물 통합 정보, 그리고 한국 도로 및 읍면동 경계 데이터는 공공데이터포털에서 수집하였다. 가좌동 112 신고 데이터와 사건 발생 데이터는 지역 경찰서에서 제공받았으며, 진주시 유동인구 데이터는 통신사로부터 제공받았다. 또한, 가호동의류수거함 위치 데이터는 직접 현장 조사로 수집하였다.

표 2. 연구에 사용한 데이터세트  
Table 2. Datasets used for the research

Category	Dataset
Facility status	Jinju city street lamp information
	Jinju city security light information
	Jinju city CCTV information
	Jinju city bus stops
Risk environment	Jinju city building age information
Crime	Gaho-dong 112 reports
	Gaho-dong incident occurrences
Geography	Gyeongnam GIS building information
	South Korea roads and elevation data
	Safemap API
Population	Jinju city floating population data
Location selection	Gaho-dong clothing collection box location

### 3.2 설문조사

범죄 예방을 위한 안전 시설물 설치 위치와 필요한 대책을 조사하기 위해 경상국립대학교 가좌캠퍼스와 연암공과대학교 인근 가호동 주민을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 해당 설문조사에는 총 33명이 참여하였으며, 결과는 그림 1에 제시되어 있다.

설문 결과, 안전 시설물이 필요한 지역으로는 원룸 지역이 18명으로 가장 많은 응답을 받았으며, 그 뒤를 이어 어두운 산책로 및 공원(13명), 상가 및 기타 장소(2명) 순으로 나타났다.

범죄 예방을 위한 방안으로 위험 구역 감시를 위한 CCTV 설치가 12명으로 가장 높은 응답을 받았고, 어두운 곳을 밝히는 그림자 조명 설치(10명), 노후 건물 외벽 단장을 위한 벽화 조성(6명), 거리 미화를 위한 화분 설치(5명)가 뒤를 이었다. 이 중 CCTV 설치가 가장 시급한 대책으로, 그림자 조명

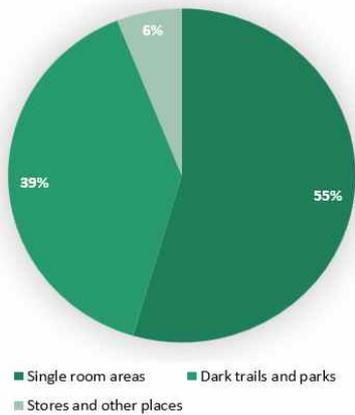
설치가 다음으로 중요한 대책으로 평가되었다.

### 3.3 분석 계획 수립 및 QGIS 시각화

범죄 위험 구역 분석 및 안전 시설물 최적 위치 선정을 위한 로드맵은 그림 2에 제시되어 있다.

CPTED 관점에서 보면, 노후 건축물은 거리의 분위기를 저하시키고 범죄 위험을 높이는 요인 중 하나로 간주된다.

Which regions are required



Which is the most necessary

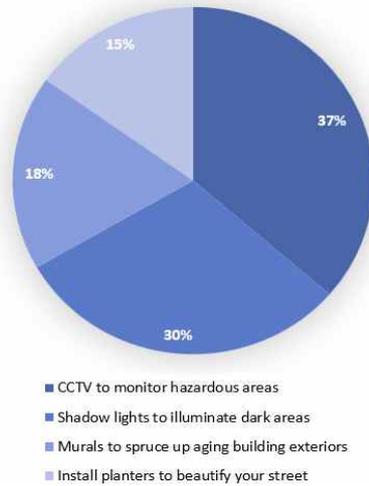


그림 1. 진주시 가호동 주민 대상 설문조사 결과

Fig. 1. Results of a survey of residents in Gaho-dong, Jinju-si, Korea

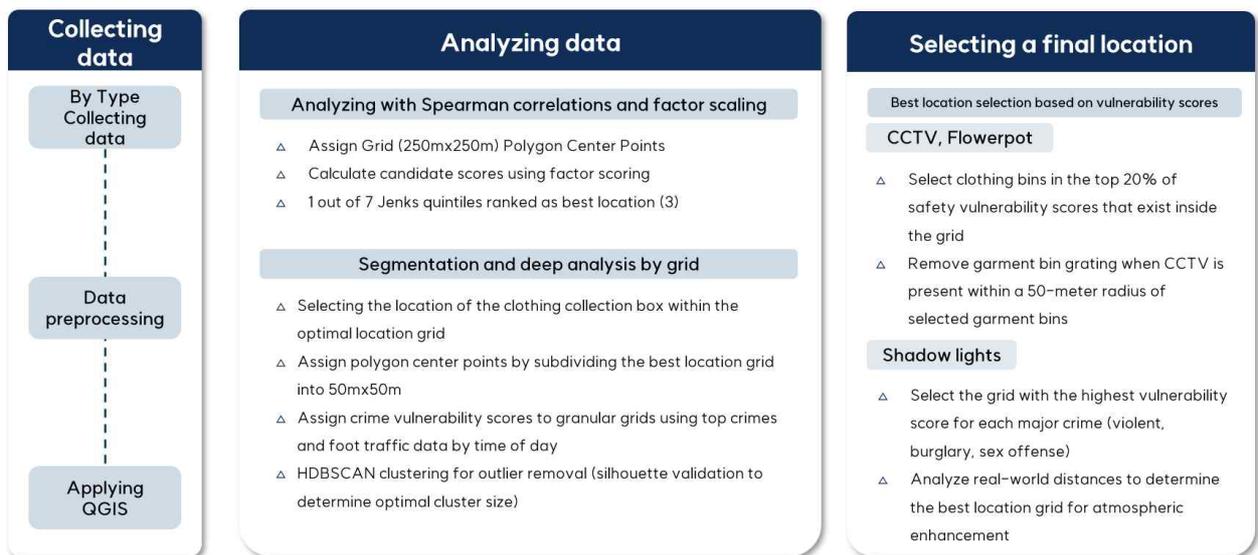


그림 2. 범죄 위험 구역 분석 및 안전 시설물 최적 위치 선정 로드맵

Fig. 2. Roadmap for analyzing crime hotspots and optimizing locations for safety features

노후 건축물은 도시 및 주거환경정비법 제2조 제 3항에 따라 “준공된 후 20년 이상 30년 이하의 범위에서 조례로 정한 기간이 지난 건축물”로 정의된다. 따라서 범죄 위험 구역 요인을 분석하기 위해 건축물 연령 데이터를 활용하였으며, 25년 이상 된 건축물을 추출한 뒤, 실제로 외관이 낡은 건물만을 선별하여 분석에 포함하였다.

터미널, 음식점, 유흥주점 등 유동 인구가 많은 지역은 범죄 발생 위험이 높은 것으로 알려져 있다 [6]. 이를 반영하여, 본 연구에서는 버스 정류장 데이터를 활용하여, 각 버스 정류장을 기준으로 반경 100m 내 지역을 후보군 점수 산정에 포함하였다.

의류 수거함, 가로등, 보안등, CCTV 정보 등을 가호동 범위만 추출하여 그림 3과 같이 시각화하였다. 범죄 현황을 분석하기 위해서 19년~23년까지 주요 범죄 종류(폭력, 절도, 성범죄)에 따른 시간대별 112 신고 데이터를 분석했다.

가호동의 평균 유동인구 분석을 위해 좌표 데이터를 GeoPandas를 활용하여 WGS84 좌표계로 변환하였다. 이후, 4월과 5월 두 달간의 데이터를 기반으로 위경도에 따른 시간대별 평균 유동인구 수를 추출하고, 이를 그림 4와 같이 시각화하였다.

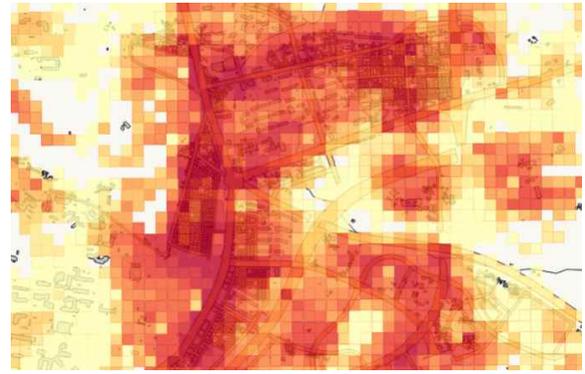


그림 4. 진주시 가호동 유동인구 시각화  
Fig. 4. Visualize the flow of people in Gaho-dong, Jinju-si, Korea

범죄 취약 구역 분석을 위해 시간대별 112 신고 데이터에 z-score를 적용하여 가중치로 사용하였다. 평균 유동인구 데이터에 가중치를 적용한 후 정규화를 거쳐 주요 범죄 취약 구역을 선정하였다.

생활안전지도는 국민이 주변의 위험, 사고 이력, 안전 정보를 지도 형태로 제공하여 스스로 안전을 지킬 수 있도록 돕는 서비스이다. 이 지도는 범죄 주의 구간을 1에서 10등급으로 나누어 표시하며, 10 등급일수록 범죄 위험이 높은 구간을 나타낸다. 특히, 빨간색이 진할수록 10등급에 가까운 위험 구간임을 의미한다.

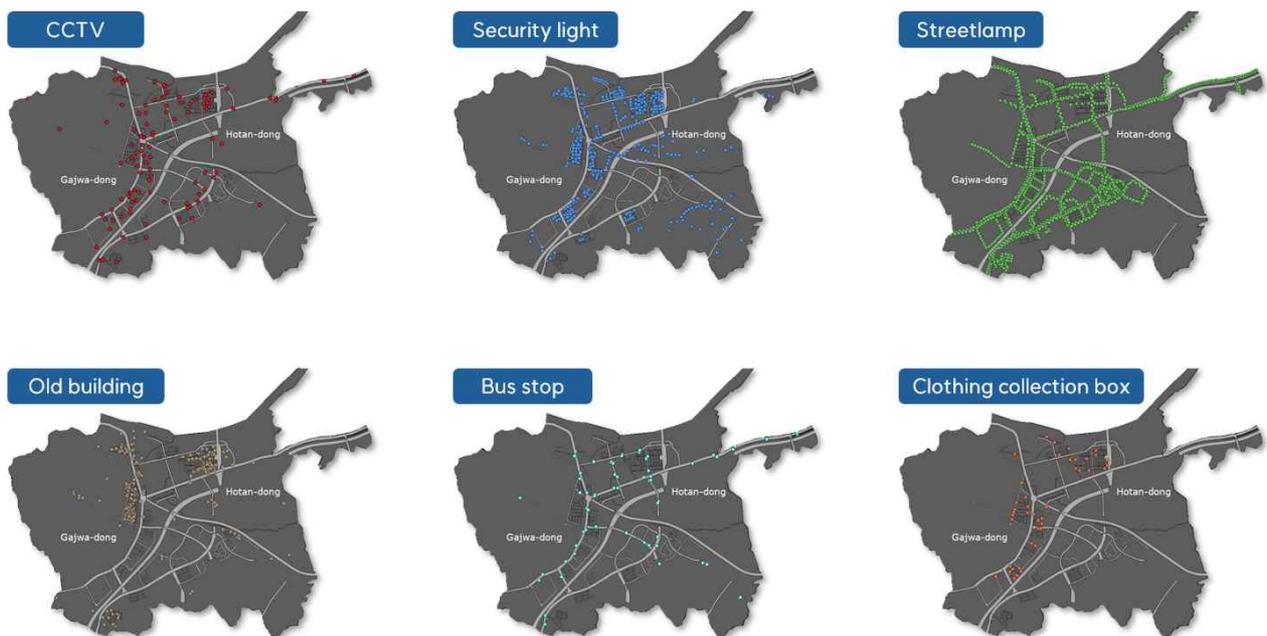


그림 3. 요인별 QGIS 시각화  
Fig. 3. QGIS visualization by factor

GIS 분석을 위해 진주시 가호동을 250m×250m 격자로 나누고, 그림 5와 같이 해당 데이터를 크롤링하여 진주시 가호동의 범죄 위험 구간을 시각화하였다.

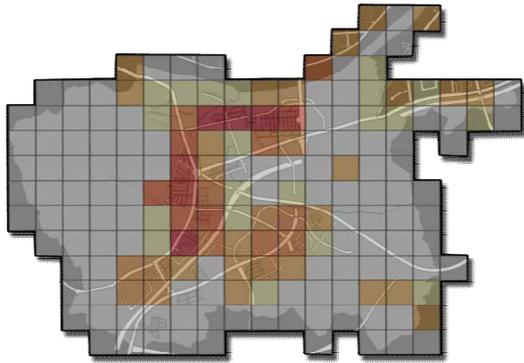


그림 5. 진주시 가호동 생활안전지도(치안) 시각화  
Fig. 5. Visualization of life safety guidance (police) in Gaho-dong, Jinju-si

#### IV. 범죄 취약 구역 분석 및 최적 위치 선정

##### 4.1 범죄 취약 구역 분석

스피어만 상관계수는 두 변수 간 순위의 일관성을 측정하는 통계적 방법이다. 본 연구에서는 생활안전지도(치안) 점수와 다른 변수들간의 상관관계를 분석하였으며, 결과는 그림 6에 나타나 있다.

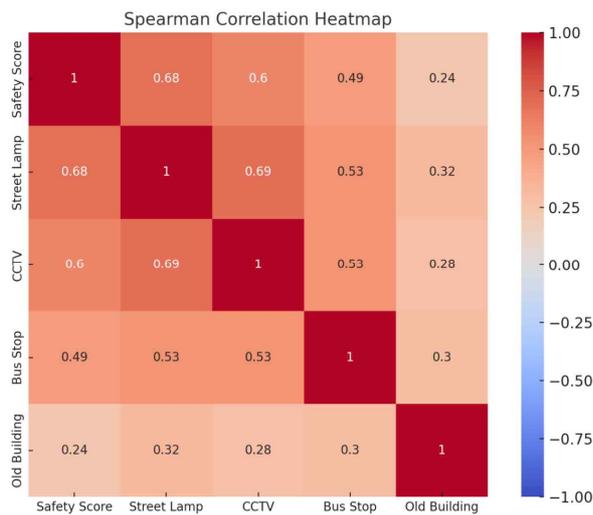


그림 6. 요인별 스피어만 상관관계 히트맵  
Fig. 6. Spearman correlation heatmap by factor

가로등은 0.68로 가장 높은 상관관계를 보였으며, 그다음으로 CCTV가 0.6으로 높은 상관관계를 나타냈다. 표 3에 제시된 각 요인별 스피어만 상관계수를 기반으로 가중치(Weight)를 계산하였으며, 이를 사용하여 총점을 산출하였다. 스피어만 상관계수는 각 요인의 상대적 중요도를 평가하는 데 활용되었으며, 이를 통해 계산된 가중치는 최종 점수에 반영했다.

표 3. 스피어만 상관계수를 통해 도출한 요인별 가중치  
Table 3. Weights for each factor derived through spearman correlation coefficient

Factors	Spearman correlation	Weight
Safety score	1.0000	0.33
Street lamp	0.6830	0.23
CCTV	0.5961	0.20
Bus stop	0.4873	0.16
Older building	0.2411	0.08

후보군  $j$ 의 총점( $TS_j$ , Total Score)은 각 요인( $i$ )의 가중치  $W_i$ 와 해당 요인( $i$ )에 대한 후보군  $j$ 의 점수( $S_j$ , Score)의 가중합으로 계산된다. 이를 수식으로 표현하면 식 (1)과 같다.

$$TS_j = \sum W_i S_{ij} \tag{1}$$

Jenks 7분위 중 최고 분위에 해당하는 후보군을 선택했으며, 최종적으로 후보군은 그림 7(a)과 같이 총 3개를 선택하였다.

##### 4.2 격자 세부 분석

그림 7(b)과 같이 선택된 3개의 후보군을 50m×50m 크기로 추가 분할한 뒤, 각 폴리곤의 중심점을 재할당하였다. 이후, 추가로 분할된 격자별로 폭력, 절도, 성폭행 범죄에 따른 범죄 취약 점수를 계산하기 위해 유동 인구 데이터와 시간대별 각 범죄 건수를 활용하여 점수를 산출하였다. 폭력( $v$ ), 절도( $b$ ), 성폭행( $s$ )을 범죄( $X$ ;  $v, b, s \in X$ )라고 했을 때, 범죄 취약 점수( $CS_{Xj}$ )는 후보군  $j$ 에 대한 범죄( $X$ )의 취약 점수를 뜻한다.

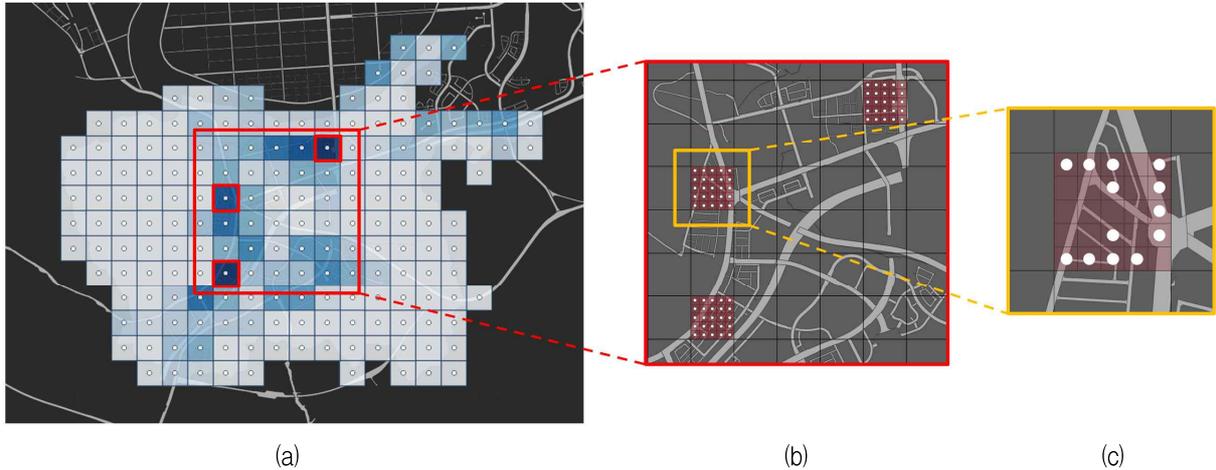


그림 7. 범죄 취약 구역 분석 과정 (a) 250m×250m 격자로 매핑한 후 각 격자에 폴리곤 중심점을 할당하고, Jenks 7분위 중 최고 분위에 해당하는 3개의 후보군을 선정함 (b) 선정된 격자를 50m×50m로 세분화한 뒤 폴리곤 중심점을 다시 할당한 모습 (c) HDBSCAN을 적용하여 이상치를 제거한 격자

Fig. 7. Crime vulnerable area analysis process (a) Mapping into 250m×250m grids, assigning polygon center points to each grid, and selecting the three best candidates that correspond to the highest Jenks quartile. (b) Subdividing the selected grid into 50m×50m grids and reassigning polygon center points (c) Grid with outliers removed by applying HDBSCAN

주요 범죄에 해당하는 시간대별 범죄 건수 데이터에 Z-score를 적용해 가중치를 생성한 뒤, 이를 시간대별 유동 인구 데이터에 반영하였다. 이후 Min-Max 정규화를 수행하여 격자별로 주요 범죄에 대한 범죄 취약 점수를 계산하였다. 범죄( $X$ )에 대한 특정 시간  $t$ 의 가중치( $W_{xt}$ )와 후보군  $j$ 에 대한 특정 시간  $t$ 의 유동인구( $F_{jt}$ )의 곱의 합으로 범죄 취약 점수를 구한다. 후보군  $j$ 에 대한 각 범죄별 취약 점수는 식(2)(3)(4)으로 나타낼 수 있다.

$$CS_{vj} = \sum W_{vt}F_{jt} \quad (2)$$

$$CS_{bj} = \sum W_{bt}F_{jt} \quad (3)$$

$$CS_{sj} = \sum W_{st}F_{jt} \quad (4)$$

HDBSCAN(Hierarchical Density-Based Spatial Clustering of Applications With Noise)은 데이터의 밀도 기반 계층적 클러스터링 기법으로, 클러스터 개수를 자동으로 결정하고 노이즈를 식별할 수 있는 모델이다. 후보군  $j$ 의 각 격자에 대한 범죄별 취약 점수를 구한 뒤 이상치를 제거하기 위해 HDBSCAN

을 사용하였다.

실루엣 검증은 클러스터 간의 거리를 측정하는 지표로, 값은 -1에서 1 사이를 가진다. 실루엣 값이 1에 가까울수록 클러스터 간 거리가 멀고 성능이 우수함을 의미한다.

본 연구에서는 최적의 클러스터 개수를 결정하기 위해 실루엣 검증을 활용하였으며, 각 범죄 유형별 실루엣 검증 결과는 그림 8에 제시되어 있다. 분석 결과, 모든 범죄 유형에서 클러스터 개수가 3일 때 가장 우수한 성능을 보였다.

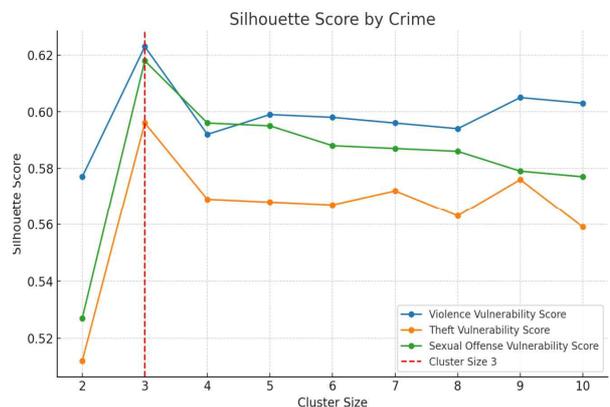


그림 8. 범죄별 실루엣 점수  
Fig. 8. Silhouette score by crime

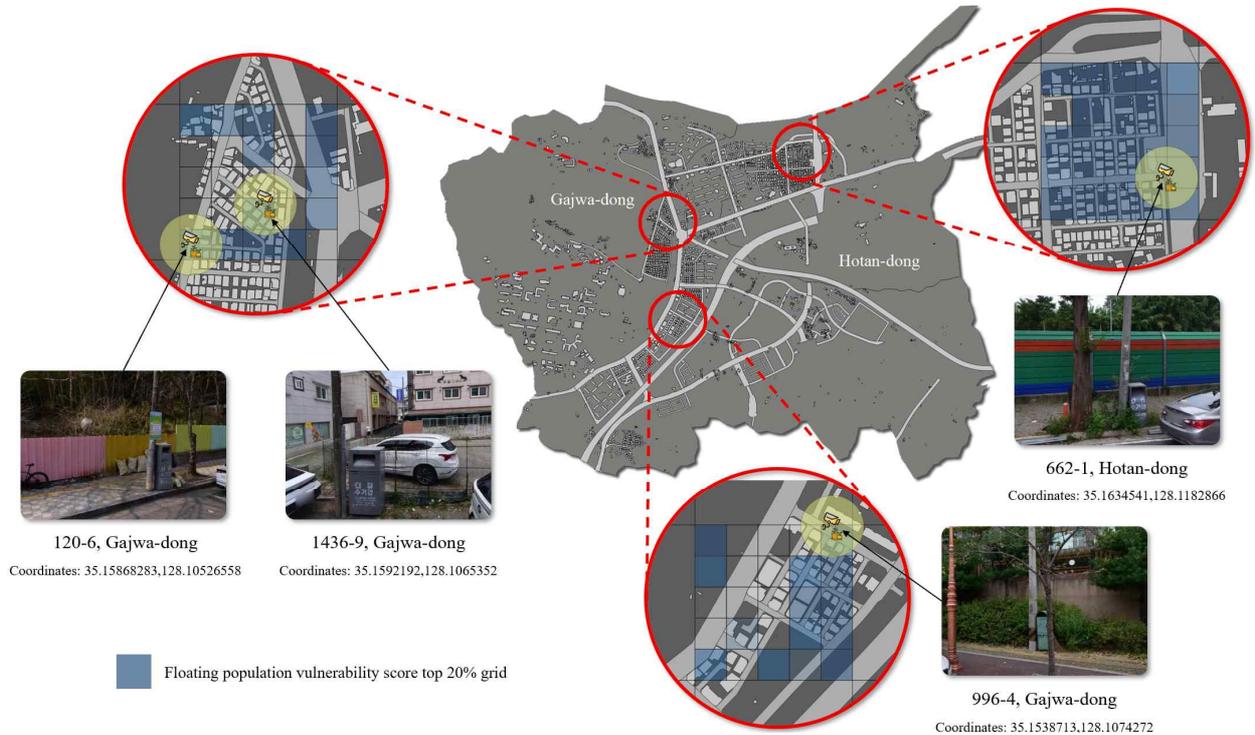


그림 9. 3개의 후보군 내에서 최종적으로 선정된 CCTV와 화분 위치  
Fig. 9. CCTV and flower pot locations finally selected from among the three candidate groups

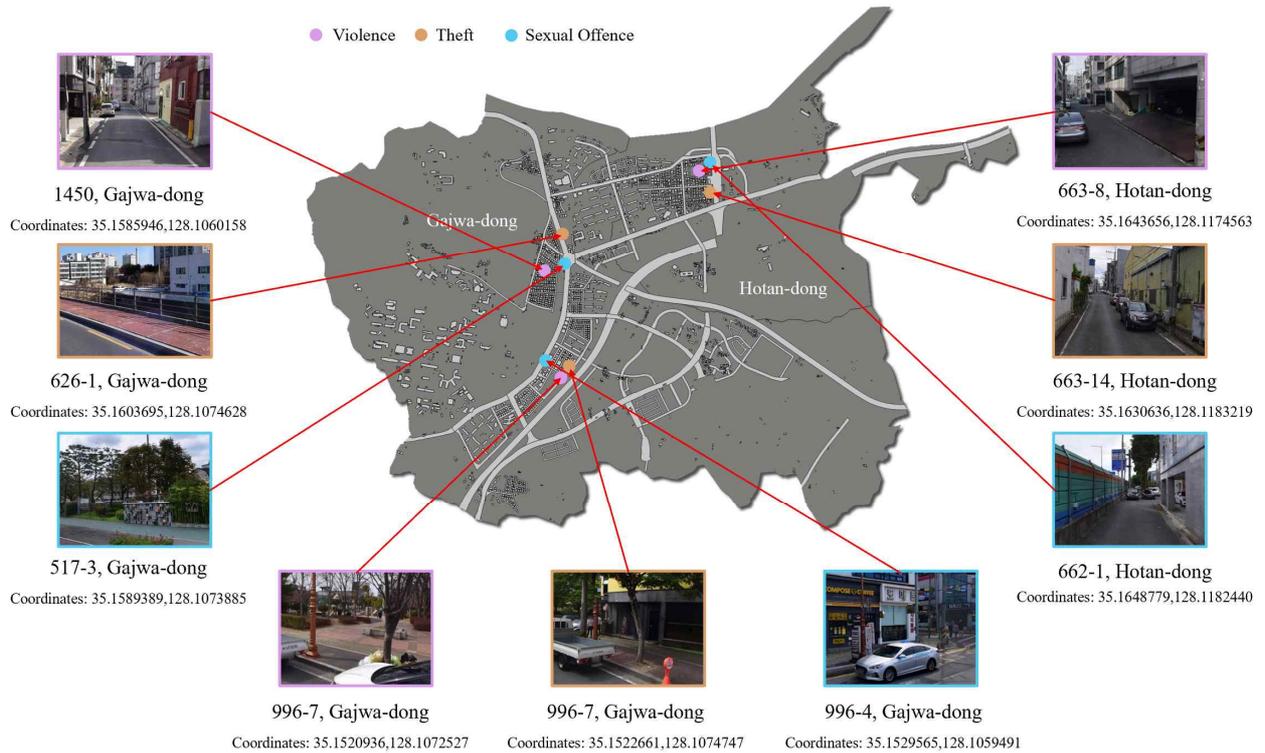


그림 10. 3개의 후보군 내에서 범죄(폭력, 절도, 성범죄) 유형에 따른 취약 점수가 가장 높은 격자 분석 후, 실제 거리 환경을 고려해 선정된 그림자 조명 설치 위치  
Fig. 10. After analyzing the grid with the highest vulnerability score for each crime within the three candidate groups, the shadow lighting installation location was selected considering the actual street environment

### 4.3 안전 시설물 최적 위치 선정

현장 조사 결과, 대부분의 의류 수거함은 제대로 관리되지 않아 낡은 외관을 가지고 있으며, 주변에 많은 쓰레기가 쌓여 있는 상태였다. CPTED에 따르면, 낡고 지저분한 지역은 범죄에 취약하기 때문에 범죄 예방을 위해 환경 개선이 필요하다. 이를 위해 CCTV를 설치하여 쓰레기 무단 투기를 예방하고, 화분을 설치해 주변 분위기를 개선할 수 있다.

CCTV와 화분 위치 선정을 위해 유동인구 취약 점수 상위 20%에 해당하는 격자 내에 위치한 의류 수거함을 선정하였으며, 그 결과 총 6개의 의류 수거함이 선정되었다. 이후, 선정된 의류 수거함 중 반경 50m 내에 이미 CCTV가 설치된 의류 수거함은 제외하여 최종적으로 4개의 위치를 선정하였다. 최종 선정된 CCTV와 화분 설치 위치는 그림 9에 나타나 있다.

그림자 조명을 설치하여 그림자 조명 위치를 선정하기 위해 각 범죄(폭력, 절도, 성범죄)의 취약 점수가 가장 높은 격자를 선택했다. 선택된 격자에서 실제 거리 분석을 통해 분위기 개선이 필요한 위치를 선정했다. 3개의 후보군에서 선정된 범죄 유형에 따른 그림자 조명 설치 위치는 그림 10과 같다.

## V. 결론 및 기대효과

본 연구는 대학가 주변 원룸 지역이라는 특정 환경에서 범죄 위험 구역을 분석하고, 머신러닝 모델과 GIS 기반 시각화를 활용하여 정밀한 분석을 수행하였다. 나아가, 객관적인 데이터 기반으로 안전 시설물의 최적 설치 위치를 도출함으로써 실질적이고 효과적인 범죄 예방 방안을 제시하였다. 이러한 연구는 범죄 예방을 위한 데이터 기반 의사결정 과정을 제안하는 동시에, 지역 특성에 최적화된 맞춤형 솔루션을 제공한다는 점에서 중요한 의의를 가진다.

안전 시설물 중 하나인 CCTV 설치를 통해 24시간 범죄 현장을 감시하고 신속한 용의자 추적이 가능해짐으로써, 명확한 증거 수집과 범죄자 검거 가능성을 높여 범죄 억제 효과를 기대할 수 있다. 화분 설치하는 CCTV 주변 환경을 미화하고 쾌적하게 개선하여 지역 주민들에게 안정감을 제공할 뿐만 아니라, 관리되고 있는 장소라는 인식을 심어줘 범

죄율 감소에 기여할 수 있다. 또한, 그림자 조명 설치하는 어두운 공간을 밝히고 은폐 장소를 제거하여 지역의 안전성을 높이고, 자연스럽게 유동 인구를 증가시켜 범죄 예방 효과를 강화할 수 있다.

추가적으로, 범죄 유형(폭력, 절도, 성폭행)에 따른 맞춤형 위치 선정을 통해 특정 범죄 예방에 초점을 맞춘 홍보 활동이 가능하다. 이외에도 범죄 예방 홍보 포스터와 맨홀 뚜껑 페인팅을 활용해 범죄 주의 구역, 인근 파출소 위치 등의 유용한 정보를 제공할 수 있다. 또한, 위급 상황에서 신속한 신고가 가능하도록 비상벨 설치를 고려하거나, 노후 건물 외벽에 벽화를 조성하여 지역 분위기를 개선하는 것도 범죄 예방에 효과적이다.

한편, 본 연구의 한계점으로는 제한적인 범죄 데이터를 사용할 수밖에 없었던 점이 있다. 보안상의 이유로 범죄 발생 위치를 정확히 파악할 수 없어 시간대별 유동 인구나 112 신고 데이터를 활용하여 범죄 취약 점수를 기반으로 예측 및 분석을 진행했다. 만약 정확한 사건 발생 위치 데이터를 활용할 수 있었다면, 범죄 취약 구역에 대한 보다 정밀한 분석이 가능했을 것이다.

## References

- [1] Disaster Safety Inspection Division, 2023 National Community Safety Index released, [https://www.mois.go.kr/frt/bbs/type010/commonSelectBoardArticle.do?bbsId=BBSMSTR\\_000000000008&ntId=107181#none](https://www.mois.go.kr/frt/bbs/type010/commonSelectBoardArticle.do?bbsId=BBSMSTR_000000000008&ntId=107181#none) [accessed: Dec. 04, 2024]
- [2] S. I. Park and S. J. Chang, "A Case Study on Application of Citizen Participatory Living Lab for Urban Problem Solving - Focusing on Shadow-Lighting Smart Living Lab in Hwajeong-dong, Goyang City", KIEAE Journal, Vol. 21, No. 2, pp. 43-51, Apr. 2021. <http://dx.doi.org/10.12813/kieae.2021.21.2.043>.
- [3] E. L. Piza, B. C. Welsh, D. P. Farrington, and A. L. Thomas, "CCTV surveillance for crime prevention: A 40-year systematic review with meta-analysis", Criminology & public policy, Vol. 18, No. 1, pp. 135-159, Mar. 2019.

<https://doi.org/10.1111/1745-9133.12419>.

[4] H. L. Kim, S. Y. Heo, and T. H. Moon, "Analysis of Crime Prevention Effects of CCTV Installation", Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies, Vol. 26, No. 4, pp. 188-199, Dec. 2023. <https://doi.org/10.11108/kagis.2023.26.4.188>.

[5] P. Cozens and T. Love, "A Review and Current Status of Crime Prevention through Environmental Design (CPTED)", Journal of Planning Literature, Vol. 30, No. 4, pp. 393-412, Aug. 2015. <https://doi.org/10.1177/0885412215595440>.

[6] S. Y. Heo, J. Y. Kim, and T. H. Moon, "Predicting Crime Risky Area Using Machine Learning", Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies, Vol. 21, No. 4, pp. 64-80, Dec. 2018. <https://doi.org/10.11108/kagis.2018.21.4.064>.

[7] D. Y. Kim, "A Study on the Grid-Based Theft Crime Prediction Model Using Machine Learning : Focused on Spatio-Temporal Analysis and Spatial Clustering", Sejong University Graduate School, Feb. 2021.

[8] J. H. Kim and D. H. Nam, "Visualized Determination for Installation Location of Monitoring Devices using CPTED", The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol. 15, No. 2, pp. 145-150, Jan. 2015. <http://dx.doi.org/10.7236/IIBC.2015.15.2.145>.

[9] S. H. Yun, S. Y. Kang and G. W. Kim, "Optimization of Electric Wheelchair Charging Station Locations Using Density-Based Cluster Analysis", Journal of Korea Multimedia Society, Vol. 27, No. 1, pp. 51-70, Jan. 2024. <http://dx.doi.org/10.9717/kmms.2024.27.1.051>.

[10] Y. J. Hwang and H. J. Kim, "Optimal Location Analysis Model for Public Wi-Fi Deployment in a 100x100 Grid: A Case Study of Gimhae City", The Journal of Korean Institute of Information Technology, Vol. 22, No. 3, pp. 79-88, Mar. 2024. <http://doi.org/10.14801/jkiit.2024.22.3.79>.

[11] D. Y. Kim, "The Location Analysis and Optimum Location Choice for Large-scale Discount Store using GIS", The Geographical Journal of Korea, Vol. 44, No. 4, pp. 661-670, Dec. 2010.

### 저자소개

박 지 흥 (Ji-Hong Park)



2019년 3월 ~ 현재 :  
경상국립대학교 컴퓨터공학부  
학사과정  
관심분야 : 인공지능, 데이터분석,  
컴퓨터 비전, 디지털 헬스케어

김 주 영 (Ju-Young Kim)



2019년 3월 ~ 현재 :  
경상국립대학교 컴퓨터공학부  
학사과정  
관심분야 : 인공지능, 컴퓨터 비전,  
이미지 생성, 온디바이스 AI

임 소 희 (So-Hee Lim)



2020년 3월 ~ 현재 :  
경상국립대학교 컴퓨터공학과  
학사과정  
관심분야 : 인공지능, 데이터 분석,  
자연어 처리

김 건 우 (Gun-Woo Kim)



2006년 12월 : 호주뉴캐슬대학교  
컴퓨터공학과(공학사)  
2007년 9월 : 호주뉴캐슬대학교  
정보공학과(공학석사)  
2017년 8월 : 한양대학교  
컴퓨터공학과(공학박사)  
2021년 9월 ~ 현재 :  
경상국립대학교 컴퓨터공학과 조교수  
관심분야 : 인공지능, 시멘틱 헬스케어, 데이터마이닝