

# 전이학습을 이용한 로드 뷰 데이터 기반 안전인프라 (CCTV, 가로등)와 범죄 발생률의 상관관계 연구

류경민<sup>1</sup>, 김지원<sup>2</sup>, 최일준<sup>3</sup>, 이정일<sup>4</sup>  
<sup>1,2</sup> 한국폴리텍대학 인공지능소프트웨어과 학부생  
<sup>3</sup>엔에스웍스(주) 이사  
<sup>4</sup> 한국폴리텍대학 인공지능소프트웨어과 교수

gksdldma00@gmail.com, kjw3301@naver.com, cij0319@naver.com, ain@kopo.ac.kr

## A Study on the Correlation Between Safety Infrastructure (CCTV, Streetlights) Based on Road View Data and Crime Rates Using Transfer Learning

Kyung-Min Ryu<sup>1</sup>, Ji-Won Kim<sup>2</sup>, Il-Jun Choi<sup>3</sup>, Jeong-Il Lee<sup>4</sup>  
<sup>1,2,4</sup>Dept. of Artificial Intelligence Software, Korea Polytechnics  
<sup>3</sup>NSworks Co., Ltd, Seoul, Republic of Korea, Executive Director

### 요약

본 연구는 CCTV, 가로등과 같은 안전 인프라를 전이 학습된 객체 인식 모델로 식별하고, 이를 차지구별 범죄 발생 건 수와 비교하여 상관관계를 분석한다. 이를 통해 안전 인프라 배치가 범죄 예방에 중요한 역할을 한다는 점을 입증하는 것이 목표이며, 인구 수 대비 CCTV 설치 수가 많을수록 범죄 발생률이 낮다는 결과가 도출되었다.

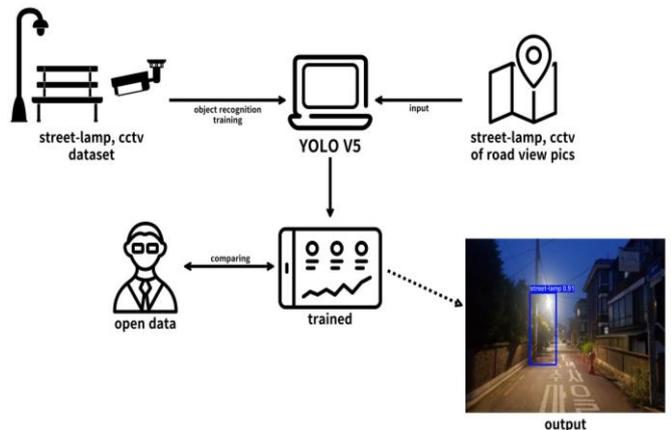
### 1. 서론

오늘날 도시 환경에서 범죄 예방과 안전 강화는 중요한 사회적 과제이다. 특히 CCTV, 가로등과 같은 안전 인프라는 범죄 발생률을 줄이는 데 중요한 역할을 할 수 있다[1]. 하지만 이러한 인프라가 조성된 위치와 범죄 발생률 간의 정확한 상관관계는 아직까지는 명확히 밝혀지지 않았다.

안전 인프라가 구축된 지역을 직접 방문할 수 없는 인력적 한계와 안전 인프라 위치 관련 공공데이터 부족 등 여러 한계점을 보완하고자 딥러닝 객체 인식 모델과 전이학습 기술을 이용하였다[2]. 본 연구에서는 로드 뷰 이미지에서 안전 인프라를 식별한 후, 이 데이터를 실제 범죄 발생률과 비교하여 안전 인프라와 범죄 예방 효과 간의 상관관계를 규명하고자 한다.

### 2. 로드 뷰 객체 인식 및 전이 학습

먼저 Google Street View 와 같은 로드 뷰 이미지를 사용하여 CCTV 와 가로등을 식별하는 객체 인식 모델을 구축하였다.



(그림 1) YOLOv5 및 로드 뷰 객체인식 개념도

학습 모델로는 YOLOv5 를 선택했으며, Roboflow Universe 의 오픈 소스 데이터 셋을 이용해 해당 모델이 가로등과 CCTV 를 인식할 수 있도록 전이학습 시켰다.

데이터 전처리과정에서는 크기 조정, 밝기 조절, 이미지 회전 등 다양한 데이터 증강 기법을 적용하여 모델의 일반화 성능을 향상시켰다.

학습 과정에서는 사전 학습된 YOLO 모델의 마지막 몇 개의 층을 고정된 후, 새로운 로드 뷰 이미지에 대한 객체 인식을 위해 나머지 층을 재학습시켰다.

아래 그림은 용산구의 이태원동과 보광동 지역 로드 뷰에서 안전 인프라를 탐지한 결과와 자치구별 CCTV 수 및 인구 수 대비 CCTV 비율을 나타낸 것이다.



(그림 2) 로드 뷰 객체 인식 및 CCTV 데이터

### 3. 공공데이터와의 비교 및 상관관계 분석

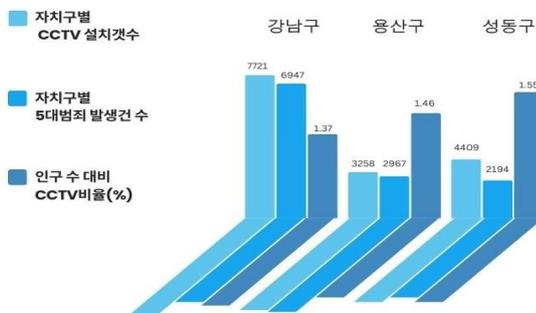
#### 3-1. 실험 목표

식별된 안전 인프라 데이터를 국가 또는 지방자치단체의 공공데이터 포털에서 제공하는 실제 CCTV, 가로등의 설치 갯수데이터와 결합하여 비교 분석하고자 한다. 각 지역의 범죄 발생률 데이터 또한 공공데이터를 통해 수집하여 이를 기반으로 식별된 안전 인프라와 실제 범죄 발생률 간의 상관관계를 도출한다.

#### 3-2. 상관관계 분석

Pearson 상관계수를 사용하여 안전 인프라의 밀도와 범죄 발생률 간의 관계를 분석하였다. 이 과정에서 CCTV 개수와 범죄율 두 변수간의 상관관계가 음의 값에 가까워 두 변수가 반비례하였고 안전인프라가 많이 설치될수록 범죄율이 감소하는 것으로 추정할 수 있다.

### 자치구별 비교



(그림 3) 자치구별 범죄 발생 건수 및 CCTV 비율 비교 데이터

위 사진은 서울시 3 개의 자치구에 설치된 CCTV 개수 및 각 자치구별 인구 수 대비 CCTV 비율과 범죄 발생 건수를 비교하여 나타낸 것이다.

자료에 따르면 성동구에는 강남구의 약 절반인 4,409 개의 CCTV 가 설치되어 있지만, 인구 수 대비 CCTV 설치 비율이 약 1.55%로 높기 때문에 범죄 발생율이 낮은 것을 볼 수 있었다.

강남구는 서울 소재 자치구들 중 설치된 CCTV 개수가 7,721 개로 가장 많지만, 일어나는 범죄 발생 건수 또한 6,947 건으로 매우 높다는 사실을 알 수 있다. 이러한 현상은 유동인구가 많고 인구 수 대비 CCTV 비율이 약 1.38%로 낮기 때문에 일어난 것이라고 추정할 수 있다.

### 4. 결론

본 연구에서는 딥러닝 기반 전이 학습된 객체 인식 모델을 통해 로드 뷰 이미지에서 안전 인프라를 식별하고, 이를 실제 범죄 발생건 수와 비교 분석하여 안전 인프라 설치가 범죄 예방에 미치는 영향을 규명하고자 하였다.

그 과정에서 모델 학습에 사용한 데이터 셋이 해외 위주로 구축된 안전 인프라 데이터 셋이었기에, 대한민국의 로드 뷰 내에 존재하는 안전 인프라 탐지에는 다소 낮은 성능을 보였던 관계로 앞으로 개선이 필요한 것이라 판단하였다.

마지막으로 이 연구를 통해 안전 인프라가 잘 구축된 지역일수록 범죄 건수가 낮다는 상관관계가 존재함을 추정할 수 있었고, 이는 요즘 부각되고 있는 CPTED 도시 계획 및 안전 정책 수립에 중요한 시사점을 제공할 것이다[3].

### 5. 향후 연구 방안

향후 연구에서는 대한민국의 안전 인프라 이미지를 포함한 더 많은 양의 데이터 셋을 확보하여 학습 모델의 객체 인식 정확도를 더욱 정교하게 향상시키고자 한다. 그 후, 지역적 특이점을 수용한 다양한 지역 데이터를 포함하거나 다른 유형의 안전 인프라와의 상호 연관성을 심층적으로 분석함으로써 연구의 범위와 깊이를 확장할 계획이다.

※ 본 논문은 과학기술정보통신부 대학디지털교육역량강화 사업의 지원을 통해 수행한 ICT 멘토링 프로젝트 결과물입니다.

### 참고 문헌

[1] 김혜림, 허선영, 문태현, “CCTV 설치로 인한 도시공간 범죄예방효과 분석”, Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies, pp.188-199, Apr.26 2023

[2] 이동구, 선영규, 김수현, 심이삭, 이계산, 송명남, 김진영, “YOLO 네트워크를 활용한 전이학습 기반 객체 탐지 알고리즘”, The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication (IIBC) Vol. 20, No. 1, pp.219-223, Feb. 29, 2020

[3] 박광현, “환경설계를 통한 범죄예방 및 개선방안”, Journal of Digital Contents Society Vol. 18, No. 4, pp. 733-738, July. 2017