

실외 자율 순찰 로봇 운용 환경에서 이상 및 위험 상황 판별 기술 개발

오픈소스 URL : <https://github.com/ultralytics/ultralytics>

2025학년도 2학기 SW 캡스톤디자인 경진대회

팀 명
비용비용
지도교수
고광신

팀 원
박수빈(IT정보공학과, 4), 이수진(IT정보공학과, 4),
김근혁(수학과, 4), 조재영(컴퓨터인공지능학부, 2)
산업체
한국전자기술연구원

개발 동기 및 목적



- 전주 천변 일대는 지형적 특성과 주변 환경 요인으로 인해 시야가 제한되거나 조도가 낮은 구간이 다수 존재, 이로 인해 범죄 사각지대가 형성되는 문제가 지속적으로 제기됨.
- 순찰 인력을 배치하거나 관제센터에서 CCTV를 모니터링하는 방식이 사용되고 있으나, 인적 관제 방식만으로는 모든 위험 상황을 실시간으로 감지하는 데 어려움이 존재.
- 이에 실제 야간 전주천변 환경에서 수집한 이상행위 데이터를 기반으로, 현장의 특성을 반영한 이상행위 탐지 시스템을 구축하고자 함. 향후 관제 인력의 부담을 줄이고 보다 효과적인 안전 관리 체계를 마련하는 것을 목표로 함.

개발 내용

본 과제는 전주 천변에서의 범죄 문제 해결을 위해 열화상 카메라 기반 딥러닝 객체 탐지 기술을 활용하여 납치(kidnap), 실신(fall), 잠복(ambush)의 세 가지 주요 이상행위를 자동으로 탐지하는 시스템을 개발함. 다양한 모델을 이용해 학습 후 비교해본 결과, 제한된 데이터 환경에서 효과적인 모델 학습을 위해 최종적으로 경량화된 YOLOv8s 모델을 선택하고, 프레임 단위 객체 탐지 방식을 채택하여 실시간 처리가 가능하도록 설계함.

데이터 수집 및 전처리

- 전주천변 실외 환경에서 열화상 카메라 부착 순찰 로봇으로 야간·저조도 상황의 이상행동(납치, 실신, 잠복) 촬영
- 총 11개 영상 확보 (ambush 4, fall 4, kidnap 6)
- 어노테이션 : CVAT로 프레임별 바운딩 박스 라벨링.
객체 위치·클래스 정보 XML로 추출. YOLOv8용 포맷으로 변환

주요 기술

YOLOv8s 모델을 선정하여, 사전학습된 COCO 기반 yolov8s.pt 가중치를 활용해 transfer learning 방식으로 진행. Epoch 50, Batch size 16, Learning rate 0.01로 설정하여 안정적 학습을 진행. Optimizer는 AdamW가 자동 선택되었으며, 데이터 증강은 중간 강도로(hsv_v=0.2, translate=0.1, scale=0.5, flip_lr=0.5, mosaic=0.2) 적용하여 일반화 성능을 강화함.

데이터 양이 충분하지 않다는 점을 고려하여 **과적합 방지 전략**을 함께 사용.

- Early stopping(patience=20)으로 불필요한 학습 반복 방지
- 다양한 **data augmentation**을 적용해 데이터 다양성 확보.
- Pretrained weights 기반 transfer learning을 적용해 초기 성능 향상
- fine-tuning을 통해 모델 최적화.

결과 및 분석

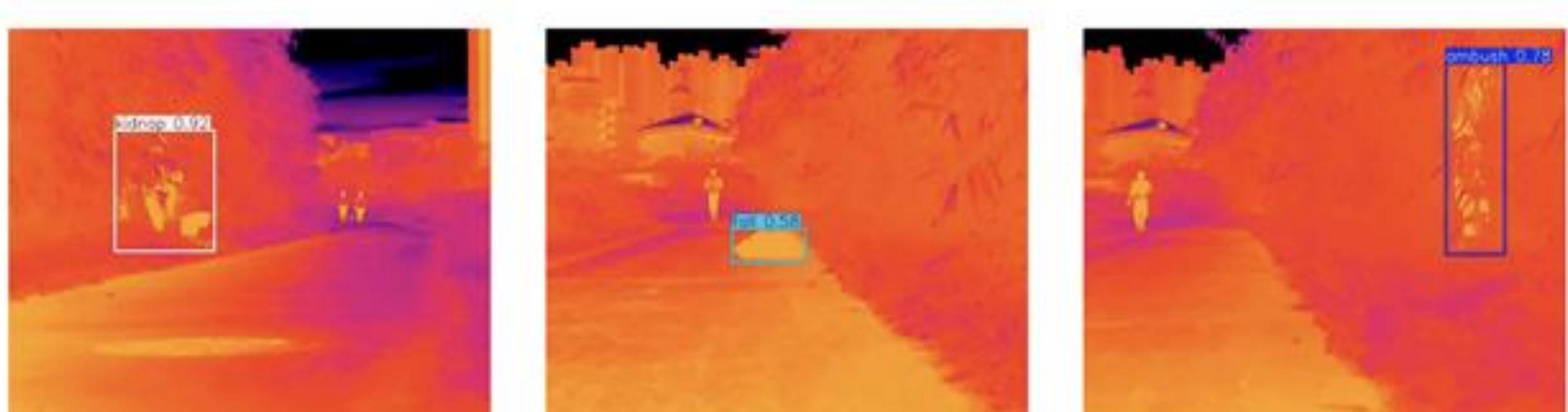
모델 성능 분석

모델 버전	Precision	Recall	mAP@0.5	mAP@0.5:0.95	Best Epoch
train (초기)	0.761	0.756	0.831	0.550	9
train_finetune	0.916	0.729	0.822	0.585	26

최적화 과정에서 Fine-tuning을 적용하여 성능 개선.

False Positive를 크게 줄임으로써, 모델의 실용성을 강화함.

단, Recall이 소폭 하락하여, 정밀도 향상 과정에서의 trade-off 발생.



기대효과

로봇 기반 24시간 무인 순찰을 통한 인건비 절감과 보안 효율 향상이 기대되며, 능동적으로 이동하며 순찰함으로써 사각지대를 효과적으로 줄일 수 있음. 이러한 기능은 야간 범죄 예방과 안전 사고 감지 등 사회적 안전 강화에 기여할 수 있을 것으로 기대함.