

사전 훈련된 딥러닝 자세 추정 모델의 지하공동구 작업자 검출 성능 조사

김정수*

*한국건설기술연구원 구조연구본부

e-mail: jeongsookim@kict.re.kr

Investigation on Capacities of Detecting Workers in Underground Utility Tunnels by Pre-trained Deep Learning Models

Jeongsoo Kim*

*Dept. of Structural Engineering Research, KICT

요약

본 논문은 사전 훈련된 딥러닝 자세 추정 모델의 지하공동구 환경에서의 작업자 인식 성능을 조사한다. 딥러닝 자세 추정 모델은 COCO 데이터셋으로 학습된 사전 훈련 모델을 제공하는 YOLOv8-pose와 OpenPose 패키지를 사용하였으며, 지하공동구 환경 작업자에 대한 인식 성능을 조사한다. 이를 통해 사전 훈련 모델 활용으로도 작업자 이상행동 감지 모델 구축이 가능한지 분석한다.

1. 서론

지하공동구는 중요 사회기반시설물이 집약된 보안시설로, 일반인의 접근은 제한되나 관리자에 의해 내부가 순찰되도록 규정되어 있고 시설 유지보수를 위한 작업자가 출입한다. 지하공동구 내부는 공기 순환이 원활하지 않아 종종 질식사 사고가 발생한다. 지하공동구 내부는 미로와 같이 길고 복잡해 접근성이 낮고, CCTV 외에는 사고 발생을 인지하기 위한 수단이 사실상 제약되므로 작업자의 이상 상황에 대한 조기 인식이 어렵다. 따라서 이를 자동으로 인식하기 위한 안전 모니터링 방법이 요구되며, 최근 이미지 기반의 딥러닝 모델을 활용하려는 시도가 이뤄지고 있다[1].

다수의 딥러닝 기반의 작업자 이상행동 검출 모델은 딥러닝 추론 결과를 토대로 작업자의 이상행동을 추론한다. 예를 들어 딥러닝 결과의 기하학적 특징이나 변화율 정보를 활용하여 낙상과 같은 이상 상황을 추정할 수 있다. 이와 같은 방법을 사용한 딥러닝 이상행동 검출 모델은 사람에 대한 인식 성능이 높을 때 유효하게 작동할 수 있으므로, 딥러닝 모델의 사람 인식 성능이 중요하며, 이를 위해 해당 환경의 작업자 인식 성능을 높일 수 있도록 딥러닝 모델 학습이 필요하다.

일반적으로 딥러닝 모델의 목표 객체의 인식 성능을 확보하기 위해, COCO 데이터셋 등 방대한 이미지 데이터에 바탕한 공개된 사전 훈련 모델을 사용하거나 공개 데이터셋 또는

소량의 데이터셋을 구축하여 사전 훈련 모델을 전이 학습하게 된다. 모델의 훈련을 위한 데이터 구축에는 많은 노력이 요구되며, 지하공동구와 같이 목표 대상에 따라 관련 데이터의 확보를 위한 접근성이 제한되기도 한다. 따라서 사전 훈련 모델을 활용할 수 있다면, 여러 지하공동구 환경에 대해 효율적으로 딥러닝 모델 기반의 작업자의 안전 모니터링 체계를 구축할 수 있다.

본 논문은 YOLOv8-pose와 OpenPose 모델의 사전 훈련 모델의 지하공동구 환경 작업자의 인식 성능을 분석함으로써, 두 모델이 별도의 추가 학습 없이 지하공동구 작업자 이상 상황 모니터링에 활용 가능한지를 조사하였다.

2. 연구방법

2.1 딥러닝 자세 평가 모델

본 논문에서 채택한 딥러닝 자세 평가 모델은 YOLOv8-pose와 OpenPose이다[2, 3]. YOLOv8-pose 모델은 각각COCO Keypoint 2017과 BODY-25 뼈대 모델을 사용한다. 전자의 경우 17 절점으로 사람을 모사하며, 후자의 경우 25개 절점으로 사람을 모사한다. 사람의 중요 관절점을 추론하고, 관절점과의 상관관계를 부여함으로써 얼굴, 몸통, 팔다리 등을 판단한다. 두 뼈대 모델은 신체 중심선을 지나는 관절점의 존재 여부와 발목 이하의 관절점 개수에서 차이가 난

다. YOLOv8-pose는 사람에 해당되는 영역을 먼저 감지하고, 이후 해당 영역에서 관절점을 추론하며, OpenPose는 관절점을 먼저 추론하고 이후 개별 사람 단위로 관절점을 구분한다.

YOLOv8-pose의 사용된 사전 훈련 모델은 사용된 OpenPose의 사전 훈련 모델과 유사한 크기의 Extra Large 모델을 사용하였다(YOLOv8-pose: 133 Mb, OpenPose: 105 Mb).

2.2 지하공동구 작업자 영상 및 데이터 구축

지하공동구 환경에서의 작업자 인식 성능을 파악하기 위해 전력선이 배치된 지하공동구 구간에서 안전모, 조끼 등을 착용한 인원이 도보, 쓰러짐, 주저앉음 등의 동작을 수행해 영상을 확보하였다. 영상 촬영은 상수관 및 통신선이 배치된 구간에서 각각 수행되었다. 영상을 초당 1 프레임을 추출해 이미지 파일로 저장하였다.

3. 연구결과 및 결론

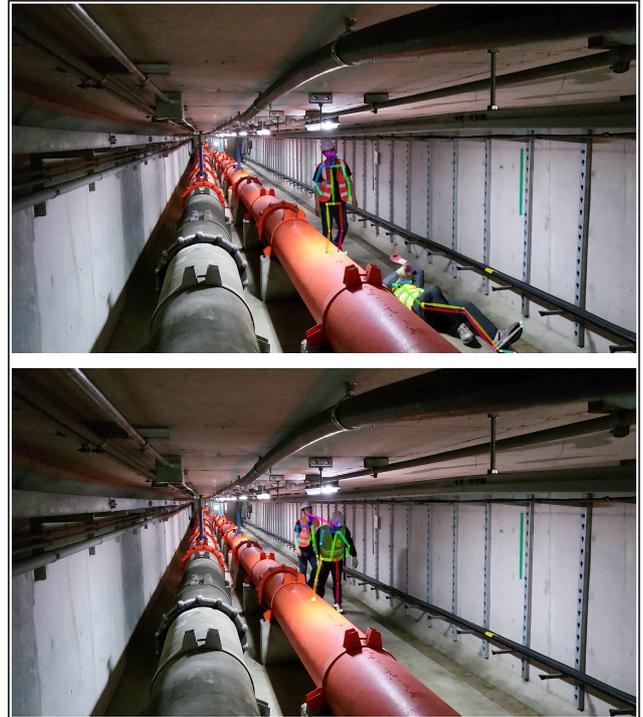
지하공동구 작업자 영상에 대해 YOLOv8-pose와 OpenPose 모델을 사용해 추론 결과를 확인하였다. 먼저 OpenPose의 사전 훈련 모델은 작업자를 미탐하는 결과가 다수 확인되었으며, 그림 1와 같이 2인 이상 작업자 인접해 있는 경우에 이를 제대로 분할하지 못하는 경우도 관찰되었다. 반면 YOLOv8-pose의 경우 OpenPose 대비 작업자 인식 성능이 우수하였으며, 그림 2과 같이 작업자 간 관절점이 혼재되는 문제는 발생하지 않았으나 상수관을 작업자의 다리 부분으로 인식하는 오탐 문제가 확인되었다. 다만 YOLOv8-pose의 경우 작업자 추론 신뢰도가 높고 오탐한 상수관의 추론 신뢰도가 낮으므로, 현장 상황을 고려해 기준 신뢰값을 조정함으로써 작업자 인식 성능을 개선할 수 있다고 판단된다.

감사의 글

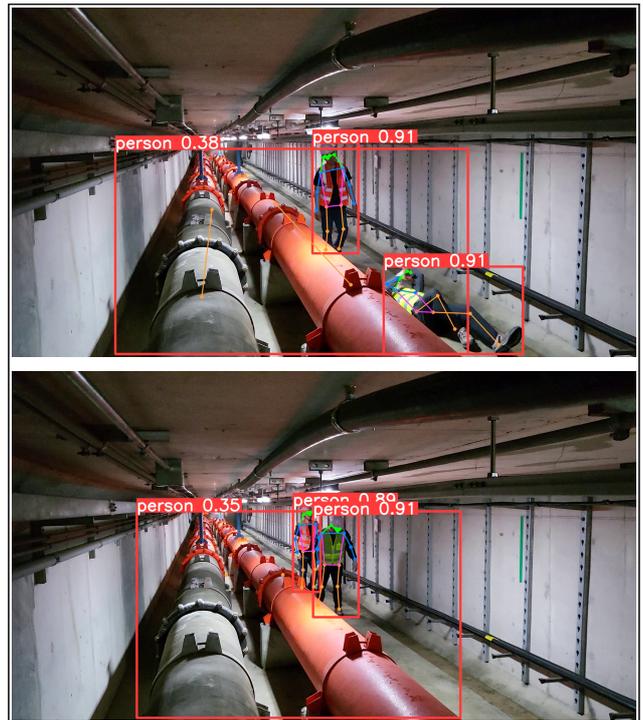
본 논문은 과학기술정보통신부 정보통신기획평가원의 연구사업(No. 2020-0-00061, 디지털트윈 기반의 지하공동구 화재·재난 지원 통합플랫폼 기술개발)의 지원을 받았습니다.

참고문헌

- [1] 김정수, 박상미, 홍창희, “이중 딥러닝 기법을 활용한 지하 공동구 작업자의 쓰러짐 검출 연구”, 한국재난정보학회 논문집, 제 19권 3호, pp. 498-509, 9월, 2023년.
- [2] Jocher, G. (2023) YOLOv8 by Ultralytics <https://github.com/ultralytics/ultralytics>
- [3] Cao, Z., Simon, T., Wei, S.-E., Sheikh, Y. "Realtime multi-person 2d pose estimation using part affinity fields", IEEE Conference on Computer Vision and



[그림 1] OpenPose 사전 훈련 모델의 작업자 인식 결과



[그림 2] YOLOv8-pose 사전 훈련 모델의 작업자 인식 결과