

# 아파트 건설 현장 작업자 특징 추출 및 다중 객체 추적 방법 제안

## A Suggestion for Worker Feature Extraction and Multiple-Object Tracking Method in Apartment Construction Sites

강 경 수\*                      조 영 운\*                      류 한 국\*\*  
Kang, Kyung-Su              Cho, Young-Woon              Ryu, Han-Guk

### Abstract

The construction industry has the highest occupational accidents/injuries among all industries. Korean government installed surveillance camera systems at construction sites to reduce occupational accident rates. Construction safety managers are monitoring potential hazards at the sites through surveillance system; however, the human capability of monitoring surveillance system with their own eyes has critical issues. Therefore, this study proposed to build a deep learning-based safety monitoring system that can obtain information on the recognition, location, identification of workers and heavy equipment in the construction sites by applying multiple-object tracking with instance segmentation. To evaluate the system's performance, we utilized the MS COCO and MOT challenge metrics. These results present that it is optimal for efficiently automating monitoring surveillance system task at construction sites.

키 워 드 : 건설 안전, 컴퓨터 비전, 개체 분할, 다중 객체 추적

Keywords : construction safety, computer vision, instance segmentation, multiple object tracking

## 1. 서 론

건설 현장에서 발생하는 업무상 재해를 예방하고 절감하기 위해 정부는 2020년부터 아파트 건설 현장에 CCTV 설치 의무화를 진행하고 있다. 본 연구는 아파트 건설 현장에서 안전 관리자가 안전관리를 효율적으로 수행할 수 있도록 CCTV 영상을 통해 딥러닝 기반 컴퓨터 비전 모형을 적용한 다중 객체 추적 시스템을 개발하고자 한다. CCTV 관제 업무에서 인력의 개입을 최소화하여 화면상 작업자들을 자동으로 탐지하고 추적할 수 있다면, 안전 관리자들이 숨은그림찾기처럼 작업자를 찾는 과정을 생략하고 이상징후를 더 빠르게 탐지할 수 있다. 또한, 장시간 관제 업무로 인한 피로도 절감이 가능해 CCTV를 활용한 효율적인 안전관리가 가능할 것으로 판단된다.

## 2. 연구 방법 및 실험 결과

### 2.1 건설 이미지 데이터셋과 개체 분할 모형

딥러닝 기반 개체 분할 모형 학습에 사용된 데이터셋은 총 1,268개의 이미지 데이터로 구성되어 있다. 폴리곤 어노테이션으로 작업한 객체들의 개수는 작업자( $C_1$ )는 2,453개(80.11%), 덤프트럭( $C_2$ ) 609개(19.89%)이다. 이미지 분할(image segmentation)은 이미지에 있는 객체들의 위치를 파악하고 각 객체의 경계를 나눈다. 이미지 분할은 두 가지 접근 방법이 있다. 의미론적 분할(semantic segmentation)은 객체를 객체 별로 분할하고, 개체 분할(instance segmentation)은 객체를 개체 단위로 나눠 개체들의 윤곽을 추출한다. YOLACT<sup>1)</sup>는 2019년 Boyal에 의해 실시간 개체 분할 모형으로 처음 제안된 모형이다.

### 2.2 다중 객체 추적

다중 객체 추적은 영상에서 수많은 객체를 구분하고 개별 고유 번호를 할당하는 기법이다. 일반적으로 객체 추적은 오프라인(offline)과 온라인(online)으로 분류한다. 온라인은 현재 프레임과 직전 프레임만 사용해 객체를 추적하고 오프라인은 전체 프레임 즉, 현재, 과거, 미래의 모든 프레임을 사용해 추적하는 방식이다. 본 연구는 객체 추적에 SORT(simple online and real-time tracking)를 적용했다. SORT는 Bewley et al.이 제안한 추적 기법으로 칼만 필터와 헝가리안 알고리즘을 사용한다.<sup>2)</sup> 표 1은 건설 이미지 데이터셋

\* 삼육대학교 건설기술관리연구소 연구원

\*\* 삼육대학교 건축학과 교수, 교신저자(ryuhanguk333@gmail.com)

을 학습한 YOLACT에 기반한 SORT의 성능 평가 결과이다. 평가에 사용한 영상은 모두 600프레임이며 첫 번째 영상은 그림 1a처럼 YOLACT 모형에서 덤프 트럭의 전면부를 예측하지 못했기에 성능이 낮으며, 두 번째 영상에서 작업자에 대한 데이터가 많아서 성능이 매우 높다.

표 1. YOLACT 기반 다중 객체 추적 SORT MOT 평가지표 성능 평가

| Video (Class)        | MOTA  | MOTP  | FP  | FN  | Recall | Precision | MT (GT) | IDs |
|----------------------|-------|-------|-----|-----|--------|-----------|---------|-----|
| #1 (C <sub>2</sub> ) | 0.689 | 0.869 | 200 | 250 | 0.827  | 0.857     | 3(2)    | 0   |
| #2 (C <sub>1</sub> ) | 0.980 | 0.783 | 24  | 12  | 0.993  | 0.987     | 6(6)    | 0   |

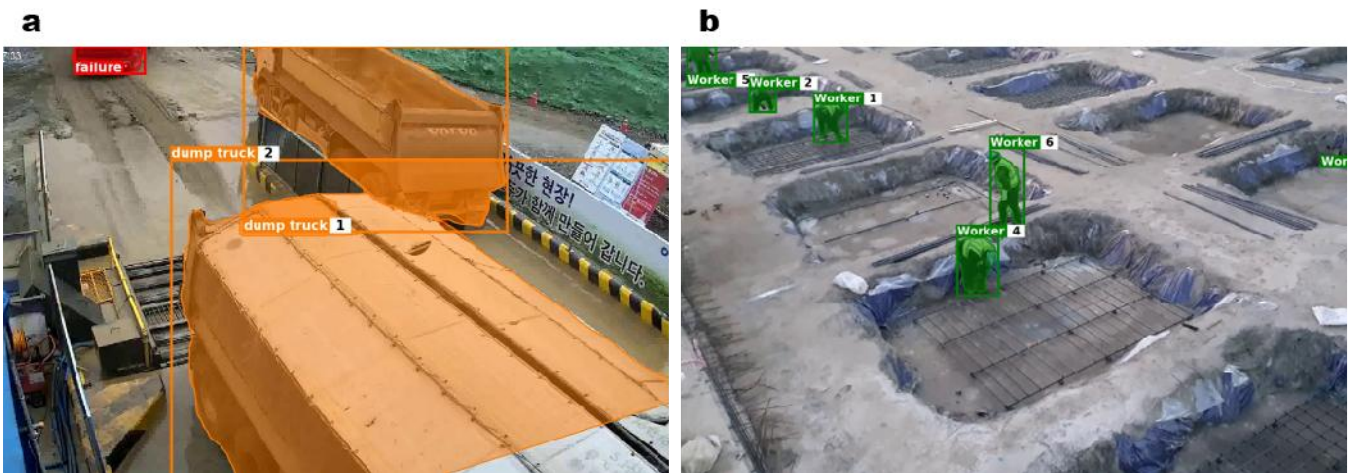


그림 1. 개체 분할 모형인 YOLACT와 다중 객체 추적 기법인 SORT의 결과를 시각화

### 3. 결 론

본 연구는 CCTV를 이용해 안전관리를 하는 안전 관리자를 보조하기 위해 딥러닝 기반 컴퓨터 비전 모형 중 개체 분할인 YOLACT와 다중 객체 추적 기법인 SORT를 적용하여 다중 클래스 다중 객체 추적 시스템을 개발하였다. 건설 현장에서 촬영한 영상으로 제안한 프레임워크의 성능을 MS COCO와 MOT 평가지표로 평가하였다. SORT는 YOLACT의 의존성이 높아서 예측할 객체들의 다양한 뷰포인트가 포함된 데이터가 많이 필요한 것으로 나타났다. 본 연구로 인해 딥러닝 기반 컴퓨터 비전 기법들의 CCTV를 활용한 안전 관제 업무에 보조 역할로 업무상 재해를 예방할 수 있을 것으로 기대한다. 향후 영상에서 다중 클래스를 추적할 수 있는 다중 클래스 다중 객체 추적을 수행할 수 있도록 연구를 진행하겠다.

### Acknowledgement

본 논문은 2021년 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다. (No. 2020R1A2B5B01001609)

### 참 고 문 헌

1. Bolya, D., Zhou, C., Xiao, F., & Lee, Y. J., Yolact: Real-time instance segmentation. In Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision, pp.9157~9166, 2019.
2. Bewley, A., Ge, Z., Ott, L., Ramos, F., & Upcroft, B., Simple online and realtime tracking, In 2016 IEEE international conference on image processing (ICIP) IEEE, pp.3464~3468, 2016.9