

# YOLO-v4를 활용한 작업장의 위험 객체와 작업자 간 거리 예측 모델의 구현

이태준<sup>1</sup> · 조민우<sup>1</sup> · 김한길<sup>2</sup> · 김택천<sup>3</sup> · 정희경<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>배재대학교 · <sup>2</sup>한국영상대학교 · <sup>3</sup>(주)레딕스

## Implementation of a Model for Predicting the Distance between Hazardous Objects and Workers in the Workplace using YOLO-v4

Taejun Lee<sup>1</sup> · Minwoo Cho<sup>1</sup> · Hangil Kim<sup>2</sup> · Taekcheon Kim<sup>3</sup> · Heokyung Jung<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>PaiChai University · <sup>2</sup>University of Korea Media Arts · <sup>3</sup>Ledix(co)

E-mail : marlrero@kakao.com / kcjmw1208@naver.com / khg0482@pro.ac.kr /

kct3373@naver.com / hkjung@pcu.ac.kr

### 요 약

산업재해로 인한 사망사고와 함께 시민재해로 인한 사망사고 발생 등이 사회적 문제로 지적됨에 따라 작업장에서 발생하는 중대재해 처벌 등에 관한 법률이 제정되어 시민의 안전권 보장과 중대재해를 사전에 방지하기 위한 노력이 요구되는 실정이다. 본 논문에서는 지게차와 같은 중장비에 작업자가 치이는 경우와 관련해 거리 예측 모델을 제안한다. 데이터는 실제 지게차와 작업자가 배회하는 환경을 CCTV로 직접 촬영한 영상을 사용했으며 유클리디안 거리 기반으로 진행하였다. 산업 현장에서 데이터셋을 직접 구축해 YOLO-v4를 학습하고 이를 통해 거리를 예측하여 위험한 상황인지 판정하는 모델을 구현하여 종합 위험 상황 판단 모델의 기초 자료로 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

### ABSTRACT

As fatal accidents due to industrial accidents and deaths due to civil accidents were pointed out as social problems, the Act on Punishment of Serious Accidents Occurred in the Workplace was enacted to ensure the safety of citizens and to prevent serious accidents in advance. Effort is required. In this paper, we propose a distance prediction model in relation to the case where an operator is hit by heavy equipment such as a forklift. For the data, actual forklift trucks and workers roaming environments were directly captured by CCTV, and it was conducted based on the Euclidean distance. It is thought that it will be possible to learn YOLO-v4 by directly building a data-set at the industrial site, and then implement a model that predicts the distance and determines whether it is a dangerous situation, which can be used as basic data for a comprehensive risk situation judgment model.

### 키워드

Distance estimation, Forklift, Industrial safety, Object detection, YOLO

### 1. 서 론

중대재해 처벌 등에 관한 법률(중대재해처벌법)이 2022년 1월 27일부터 시행됨에 따라 산업재해나 시민의 사고와 같은 문제가 사회적으로 대두되고 있다. 이러한 법령을 제정한 이유는 사업장의

안전 조치 의무를 위반하여 발생한 사고나 시스템 문제로 인한 것을 원인으로 보고 있으며 이러한 중대재해를 사전에 방지하고자 한 것으로 풀이된다[1].

이에 본 논문에서는 YOLO-v4 모델을 활용하여 실제 지게차와 작업자가 나타난 CCTV 영상을 통해 학습하고 거리 예측을 진행하였다. 지게차와 작

\* corresponding author

업자가 가까운 경우에 대해 위험 알리를 출력하도록 구현하였다.

## II. 본 론

### 2.1 관련 연구

Faster R-CNN을 활용하여 건설 현장에서 작업자가 안전모를 착용했는지를 판단한 모델을 구현한 연구가 존재한다[2]. YOLO-v3를 활용하여 건설업에서 사용하는 건설 중장비 기계를 다루는 운전자와 그 주변에서 일하는 작업자 간의 위험 상황을 인지하는 알고리즘을 제안한 연구도 존재한다[3].

### 2.2 YOLO-v4

YOLO-v4는 신경망의 해상도와 컨볼루션 계층의 수, 필터의 개수 가운데 최적의 균형을 찾는 목적과 수용장(receptive field)을 늘리는 기법의 효과를 얻기 위해 고안된 모델이다[4]. CSPNet과 DarkNet을 혼합한 모델을 사용하였고, SPP(Spatial Pyramid Pooling) 기법과 PANet을 적용한 모델이다. CSPNet과 SPP를 사용한 이유는 수용장을 늘릴 수 있는 효과적인 방법이고 PANet을 적용한 이유는 작은 물체 탐지가 어려우므로 이전 모델인 YOLO-v3에서 적용한 기법을 사용한 것이다.

CSPNet(Cross Stage Partial Network)은 모델 아키텍처 관점에서 추론이 너무 무거운데 이는 중복 기술기 문제를 원인으로 생각하고 이를 완화하기 위해 네트워크의 시작과 끝 단계에서 특징 맵을 통합해 기술기의 가변성(variability)을 존중한 모델이다[5].

### 2.3 모델 하이퍼파라미터 설정

NMS(Non-Maximum Suppression)은 greedyNMS를 사용하였고, 모멘텀(Momentum)은 0.949, 학습률 감쇄 기법(decay)는 0.0005를 사용하였다. 반복횟수(epoch)는 10,000으로 하였다. 아래 표 1은 모델을 학습한 하드웨어 사양을 표로 나타낸 것이다.

표 1. System specification

OS	Windows 10
CPU	i7-10700 (2.9 Ghz, Core x8)
GPU	Nvidia RTX 3070 (8GB)
RAM	64GB
Storage	SSD 500GB & HDD 2TB

Darknet 빌드 환경은 Visual Studio 2015와 OpenCV 3.2.0-vc14를 이용하였고, 거리 측정 관련 개발 환경은 Anaconda3에서 Python 3.8.10, Tensorflow 2.3.0rc0, Opencv-python 4.2.0을 사용하였다.

### 2.4 학습 데이터

2021년 5월 28일에 15분 동안 촬영한 CCTV 영

상으로 아래 그림 1과 같다. 영상은 프레임 개수는 15,000장이다. 객체는 작업자, 지게차, 트럭만을 어노테이션(annotation)하였다.



그림 1. Some examples of video captured by CCTV

### 2.5 학습 결과

표 2는 작업자(worker), 지게차(forklift), 트럭(truck)에 대한 TP(True Positive)와 FP(False Positive)를 나타낸 것이다. 추가적으로 FN(False Negative)는 6,614가 나왔다. YOLO-v4의 최종 결과는 아래 그림 2와 같다.

표 2. System specification

	True Positive	False Positive
Worker	7035	4433
Forklift	3932	461
Truck	13500	0

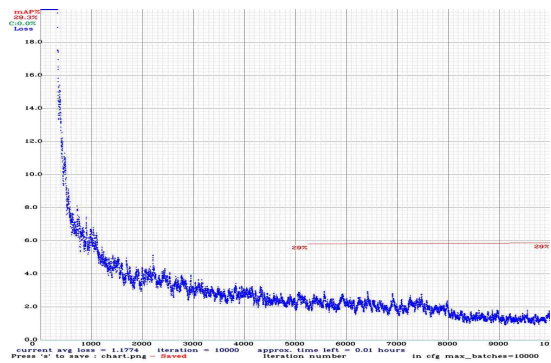


그림 2. YOLO-v4 learning results

정밀도(precision)는 0.83, 재현율(recall)은 0.79가 나왔으며, F1-score는 0.81이 나왔다. 최종 결과 mAP@0.50 지표를 사용했을 때 0.293167이 나왔으며 이는 15분 동안 사용한 영상을 이용해 이러한 지표가 나온 것으로 생각된다.

위 모델을 사용해 유클리디안 거리(Euclidean distance)를 측정해 위험한 사람을 카운트하였다. 아

래 그림 3의 왼쪽 위를 보면 위험한 사람의 수를 표현한 것이고, 작업자는 위험 상황이면 빨간색, 위험하지 않은 경우는 초록색으로 표시하였다. 트럭이나 지게차의 경우는 위험한 상황이면 빨간색, 위험하지 않았을 때 노란색으로 표시하였다.



그림 3. Distance prediction result

### III. 결 론

건설업이나 제조업에서 산업재해 방지에 관한 관심이 높아지고 있으며 이에 본 논문에서는 작업장 CCTV 영상을 YOLO-v4 모델에 학습하여 유클리디안 거리를 활용해 거리 예측을 하였다. 하지만 실거리와의 오차를 분석하고, 적은 양의 데이터만을 이용해서 진행했다는 점에서 한계가 있다. 향후 연구에서 이러한 문제를 보완하여 종합 위험 상황 판정 모델 연구를 수행하고자 한다.

### Acknowledgement

This work was supported by the Korea Medical Device Development Fund grant funded by the Korea government (the Ministry of Science and ICT, the Ministry of Trade, Industry and Energy, the Ministry of Health & Welfare, the Ministry of Food and Drug Safety) (Project Number: P0015365)

### References

- [1] Ministry of Legislation - National Legal Information Center. the Act on Punishment of Serious Accidents, etc [Internet]. Available: [https://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9%EC%A4%91%EB%8C%80%EC%9E%AC%ED%95%B4%EC%B2%98%EB%B2%8C%EB%93%B1%EC%97%90%EA%B4%80%ED%95%9C%EB%B2%95%EB%A5%A0/\(20220127,17907,20210126\)](https://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9%EC%A4%91%EB%8C%80%EC%9E%AC%ED%95%B4%EC%B2%98%EB%B2%8C%EB%93%B1%EC%97%90%EA%B4%80%ED%95%9C%EB%B2%95%EB%A5%A0/(20220127,17907,20210126)).
- [2] D. Kim, J. Kong, J. Lim, and B. Sho, "A Stud

- y on Data Collection and Object Detection using Faster R-CNN for Application to Construction Site Safety," in *Journal of Korean Society of Hazard Mitigation*, vol. 20, no. 1, pp. 119-126, Feb. 2020.
- [3] S. Shim and S. Choi, "Development on Identification Algorithm of Risk Situation around Construction Vehicle using YOLO-v3," in *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, vol. 20, no. 7, pp. 622-629, Jul. 2019.
- [4] A. Bochkovskiy, C.-Y. Wang, and H.-Y. M. Liao, "YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection," *arXiv preprint arXiv:2004.10934*, 2020.
- [5] C.-Y. Wang, H.-Y. M. Liao, and Y.-H. Wu, "CSPNet: A New Backbone that can Enhance Learning Capability of CNN," in *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition workshops*, pp. 390-391, 2020.