

CONSTRUCTION SITE ACCIDENT PREVENTION SYSTEM BASED ON YOLOV8 AI

조웅현 · 손정완 · 권나현 | Visionaries팀

YOLOv8 AI 기반 건설 현장 사고 예방 시스템

건설 산업은 여전히 높은 산업재해 발생률을 보이며, 그 주요 원인으로 작업자의 부주의와 불완전한 작업 자세가 지적된다. 본 졸업작품은 이러한 문제를 해결하기 위해 YOLOPose 기반 인공지능 영상 분석을 적용하여 작업자의 위험 동작을 실시간으로 포착하고, 안전사고를 예방하고자 한다.
이를 통해 건설 현장의 재해율을 낮추고 안전한 작업 환경 조성에 기여하는 것을 목표로 한다.

시공

CONSTRUCTION &
MANAGEMENT



조웅현 Jo Woong Hyun
학번 : 2001699
e-mail : defly2@naver.com



손정완 Son Jeong Wan
학번 : 2001663
e-mail : thswjddhks123@naver.com



권나현 Kwon Na Hyun
학번 : 2201376
e-mail : tonab0811@gmail.com

CONSTRUCTION & MANAGEMENT

YOLOv8 AI 기반 건설 현장 사고 예방 시스템

Index	Key point
0	Nose
1	Left-eye
2	Right-eye
3	Left-ear
4	Right-ear
5	Left-shoulder
6	Right-shoulder
7	Left-elbow
8	Right-elbow
9	Left-wrist
10	Right-wrist
11	Left-hip
12	Right-hip
13	Left-knee
14	Right-knee
15	Left-ankle
16	Right-ankle

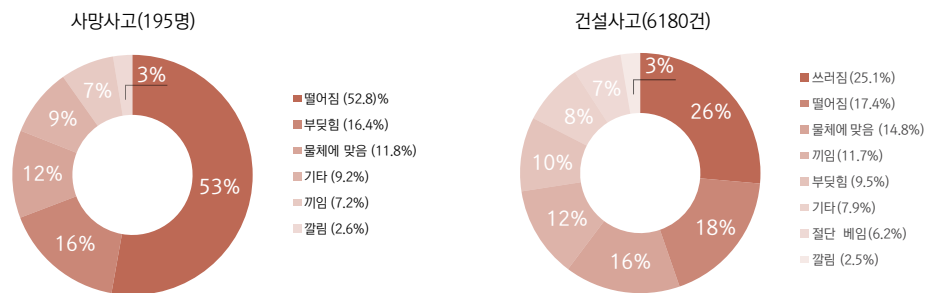
YOLOv8 AI

Construction Site Accident Prevention System Based on YOLOv8 AI

YOLOv8 AI 기반 건설 현장 사고 예방 시스템

문제상황

사공현장은 여전히 다양한 사고가 반복되고 있기에, 우리는 안전 확보를 핵심 목표로 삼았다. 이를 위해 고용노동부 2024년 사고 통계를 참고했으며, 자료에 따르면 쓰러짐, 떨어짐 등 유사한 유형의 사고와 사망사고가 반복되고 있다.



도입된 시스템 설명

• Yolo Pose-estimation

Index	Key point
0	Nose
1	Left-eye
2	Right-eye
3	Left-ear
4	Right-ear
5	Left-shoulder
6	Right-shoulder
7	Left-elbow
8	Right-elbow
9	Left-wrist
10	Right-wrist
11	Left-hip
12	Right-hip
13	Left-knee
14	Right-knee
15	Left-ankle
16	Right-ankle

YOLO Pose-Estimation은 영상 속 사람의 신체를 17개의 주요 관절로 나누어 각각을 x, y 좌표로 나타낸다. 이렇게 추출된 좌표를 기반으로 사람의 동작을 실시간으로 분석하며, 단순 탐지를 넘어 행동 인식까지 수행한다. 이를 통해 사람의 자세 변화를 정확하게 파악할 수 있다.

• Vscod-Python

```

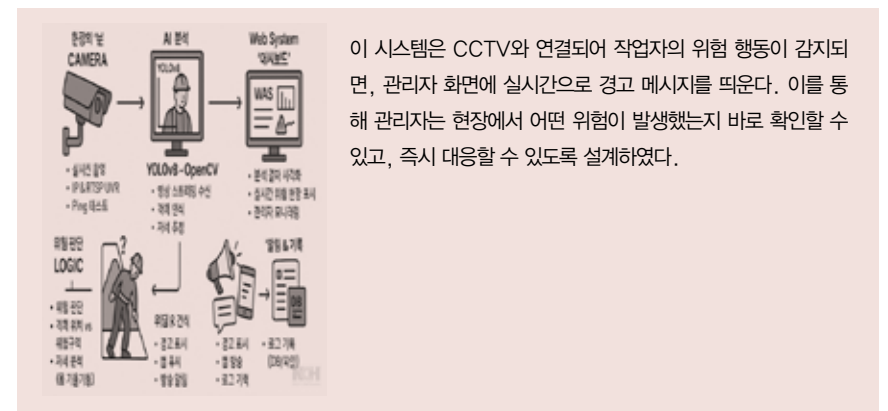
1: import cv2
2: import numpy as np
3: from ultralytics import YOLO
4:
5: # Load the YOLOv8 model
6: model = YOLO('yolo11n.pt')
7:
8: # Initialize variables
9: frame_count = 0
10:
11: # Open the video file
12: cap = cv2.VideoCapture('video.mp4')
13:
14: # Loop through the video frames
15: while cap.isOpened():
16:     # Read a frame
17:     ret, frame = cap.read()
18:     if not ret:
19:         break
20:
21:     # Run YOLOv8 inference on the frame
22:     results = model(frame)
23:
24:     # Draw the bounding boxes and keypoints
25:     for result in results:
26:         box = result.xyxy[0].cpu().numpy()
27:         keypoints = result.keypoints[0].cpu().numpy()
28:
29:         # Draw the bounding box
30:         cv2.rectangle(frame, box[0], box[2], (0, 255, 0), 2)
31:
32:         # Draw the keypoints
33:         for i, keypoint in enumerate(keypoints):
34:             cv2.circle(frame, keypoint, 5, (255, 0, 0), -1)
35:
36:         # Draw the skeleton
37:         for i, keypoint in enumerate(keypoints):
38:             for j, keypoint2 in enumerate(keypoints):
39:                 if i < j:
40:                     cv2.line(frame, keypoint, keypoint2, (0, 255, 0), 2)
41:
42:     # Display the frame
43:     cv2.imshow('YOLOv8 Pose Estimation', frame)
44:
45:     # Press 'q' to quit
46:     if cv2.waitKey(1) & amp; ord('q'):
47:         break
48:
49: # Release the video capture object and close the window
50: cap.release()
51: cv2.destroyAllWindows()

```

VS Code는 코드를 쉽게 작성하고 실행할 수 있는 개발 환경이며, Python은 간단한 계산부터 인공지능까지 폭넓게 활용되는 언어이다.

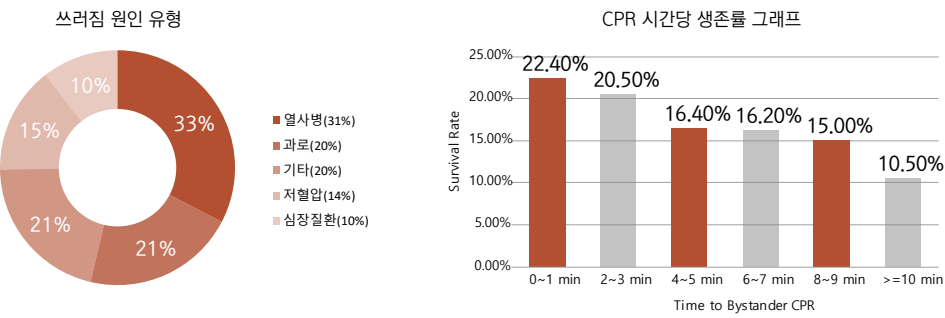
YOLO Pose에서 추출한 17개의 Key Point를 이 환경에 적용하여 실행하였다.

• CCTV 연동



적용 방법

• CCTV 연동



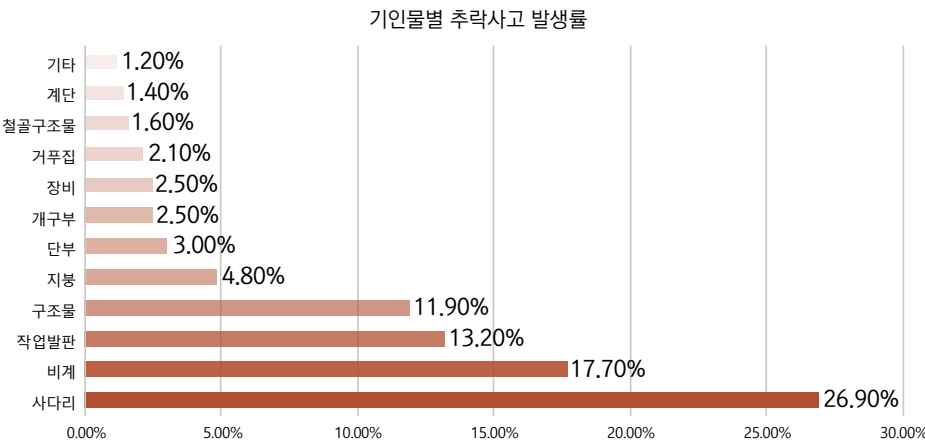
YOLO Pose 시스템을 적용한 첫 번째 유형은 ‘쓰러짐’이다. 쓰러짐은 이미 사고가 발생한 상태이므로, YOLO Pose 만으로 사고 자체를 예방하기는 어렵다. 하지만 그래프 4를 보면, 응급환자에게 CPR을 신속하게 시행할수록 생존률이 높아진다는 것을 알 수 있다. 따라서 작업자가 쓰러졌을 때 관리자가 상황을 즉시 인지하고 CPR이나 119 신고 등 신속한 조치를 취할 수 있다면, 생존률을 높이고 질병 악화를 막는 데 도움이 될 것으로 판단하였다.



경고 메시지를 띄우기 위해서는 프로그램이 “쓰러진 자세”를 인식할 수 있어야 한다. 이를 위해 사람의 17개 관절 좌표를 기반으로, 그 사람을 감싸는 직사각형 형태의 바운딩 박스를 생성하였다. 사진의 바운딩 박스는 사람의 자세에 따라, 너비(w)와 높이(h)가 달라지며, 좌측 상단 모서리를 기준으로 잡았다. 서 있는 자세를 |hl|가 |wl|보다 큰 경우로 하였고 역전된 경우를 쓰러짐으로 설정하였다. 그러나 사진 7처럼 앞으로 쓰러진 경우에도 |hl|가 |wl|보다 큰 경우로 나타나는 문제가 발생한다. 이를 보완하기 위해, 코 관절이 발목 관절보다 아래쪽에 위치하는 경우도 앞으로 쓰러진 상태로 판단하도록 설정하였다.

3D 디자인 구상

• 떨어짐



두 번째 유형은 떨어짐이다. 떨어짐은 사다리나 구조물 등 다양한 환경에서 발생하지만, 그중에서도 A형 사다리에서의 사고 발생률이 가장 높게 나타났다.

작업 높이 (발을 딛는 디딤대의 높이)	안전작업 지침	
	1.2m미만	○ 반드시 안전모 착용
	1.2m이상 ~ 2m미만	○ 반드시 안전모 착용 ○ 2인 1조 작업 ○ 최상부 발판에서 작업금지
	2m이상 ~ 3.5m이하	○ 반드시 안전모 착용 ○ 2인 1조 작업 및 안전대 착용 ○ 최상부 발판 + 그 하단 디딤대 작업금지
	3.5m초과	○ 작업발판으로 사용금지

공통사항

- 평탄·견고하고 미끄럼이 없는 바닥에 설치
- 경작업*, 고소작업대·비계 등의 설치가 어려운 협소한 장소에서 사용
- * 손 또는 팔을 가법계 사용하는 작업으로서 전구교체 작업, 전기·통신 작업, 평탄한 곳의 조정 작업 등
- ※ 사다리 구조 등 그외 안전보건조치는 「산업안전보건 기준에 관한 규칙」 준수

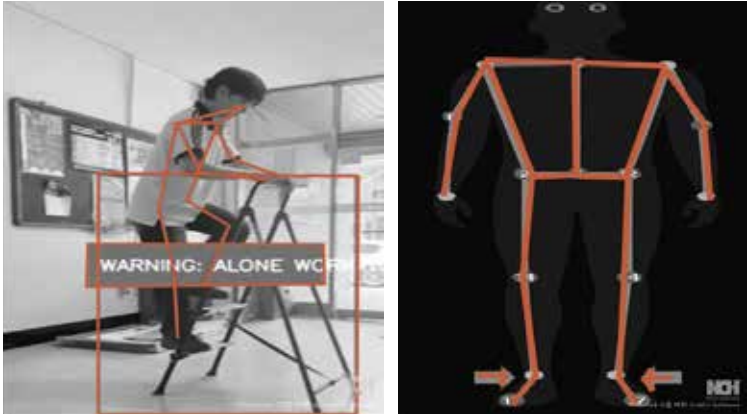
사진 8과 같이, 사다리 사용 시 2인 1조 작업이 기본 안전수칙으로 명시되어 있지만, 현장에서는 이를 지키지 않는 경우가 많아 사고가 반복되고 있다.

그렇기에 혼자 A형 사다리를 사용하는 위험상황을 자동 인식하도록 설정하였다.

•라벨링



YOLO-Pose는 기본적으로 사람의 관절이나 차량 등은 인식할 수 있지만, 사다리는 인식하지 못한다. 그래서 A형 사다리 사진 약 50장을 직접 수집하고 라벨링 하여, 사람과 사다리를 동시에 인식하는 모델을 새롭게 학습시켰다.



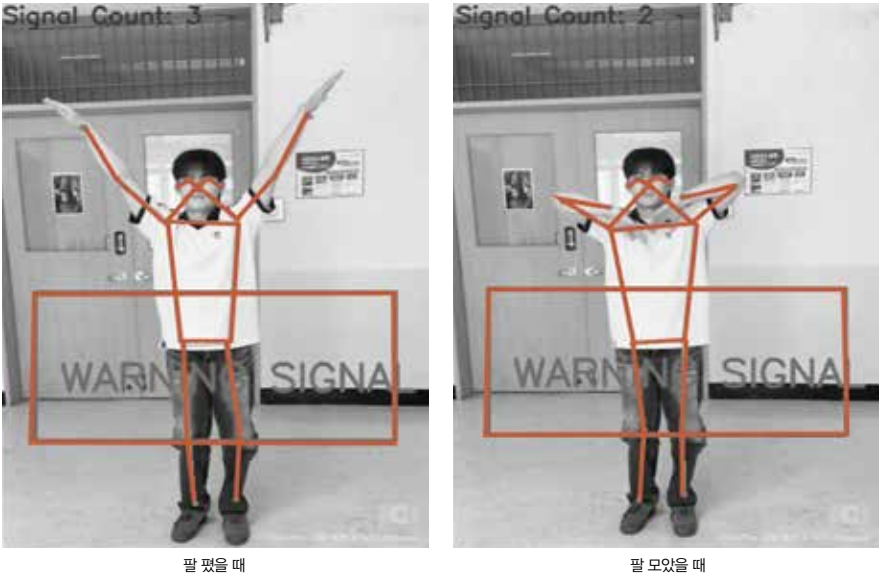
다음은 사다리 작업 시, 혼자 작업 중인지 판단하는 기준이다.
첫째, 작업자의 발목 위치가 사다리 높이의 절반 이상일 것.
둘째, 사다리 내부에 다른 사람의 관절이 전혀 없을 것.
이 두 조건을 모두 만족하면, 혼자 작업 중인 상황으로 설정하였다.

•기타 : 수신호

구분	발생 연도 범위	사망자 수	부상자 수
불안정한 구조물/자재 사고	2004 ~ 2025	17명	37명
개구부 안전 미흡 관련 사고	2022	3명	2명
합계	-	20명	39명

- 기타 사고
세 번째 유형은 수신호이다. 현장에는 다양한 사고들이 존재하는데, 수신호와 같은 경우 구조물 및 자재의 불안정한 상황, 개구부 안전 미흡 발견 상황에서 활용될 수 있다.
이러한 사고를 예방하기 위해, 공사 전 안전교육 시 작업자들에게 수신호 영상을 통해 자세한 내용을 인식시켜야 한다. 작업자들은 수신호를 통해 위험 상황을 신속하게 관리자에게 알릴 수 있으며, 이를 통해 사고를 미연에 방지할 수 있다.

•수신호 동작



다음은 수신호를 감지하기 위한 조건 설정이다. 먼저 어깨 관절을 기준으로 팔꿈치 관절이 손목 관절보다 아래에 있을 때는 팔을 핀 동작, 그리고 팔꿈치 관절이 손목 관절보다 위에 있을때는 팔을 모은 동작으로 조건을 설정하였다.
이 두 동작을 하나의 세트로 설정하고 동작이 2회 이상 카운트되면 경고 메시지를 화면 중앙에 띄우도록 하였다.