BSP: Bench Saftey Project

Team 가오가이거
권오준
김정대
이윤혁

목차

배경

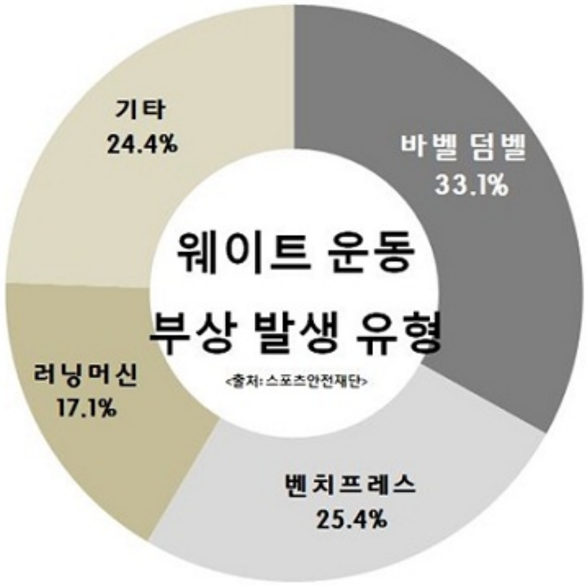

Smart Factory!
제조업 혁신을 위한 최고의 솔루션, 스마트 팩토리!
대한상공회의소 서울기술교육센터가 함께합니다.
What is the Smart Factory?
What is SCADA solution?
What is SCADA?
What is IoT device?
대한상공회의소
서울기술교육센터

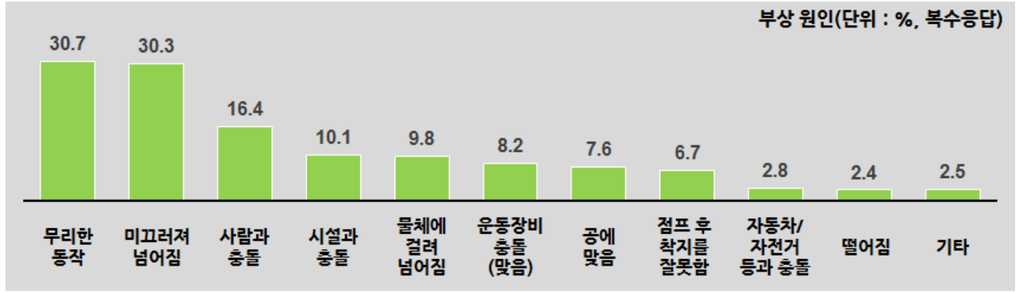
문제 분석

헬스장 환경

- 도움 요청 소리를 듣지 못하는 경우, 즉각적인 대응 어려움
- 일부 헤드폰 착용자의 경우 더욱 알기 어려움

문제 분석





[서울스포츠재단의 웨이트 트레이닝 경험자 3031명 설문 결과]

무리한 동작으로 인한 부상

- 부상 빈도가 높은 바벨 벤치프레스
- 무리한 동작과 무게로 인한 부상 위험 존재

구현 목표

벤치프레스 사고 알림 시스템

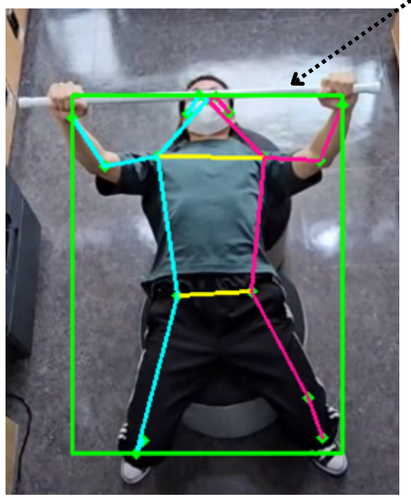
위험 동작

- 바벨을 더 이상 들지 못하는 상황
- 위험 동작 10초 지속 후 알림

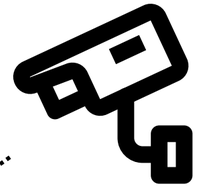
긴급 상황

- 바벨이 목으로 떨어지는 상황
- 감지 즉시 알림

High Level Design



웹캠 이미지

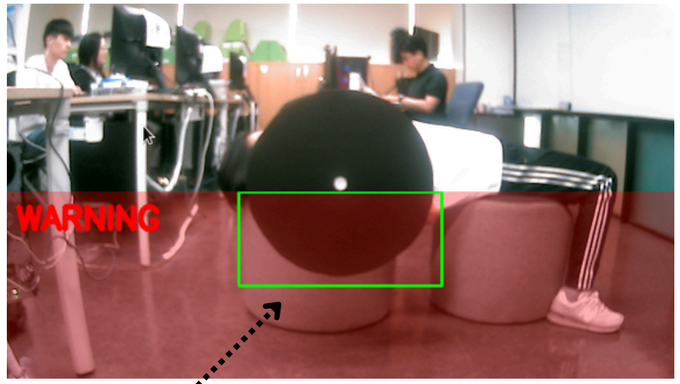


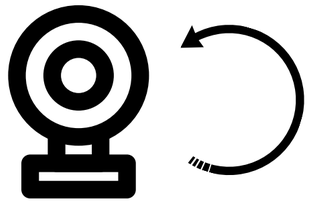
부저 동작 명령

서버

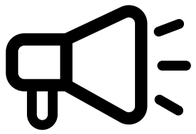
위험 동작 추론
팝업창 알림

메시지 전송



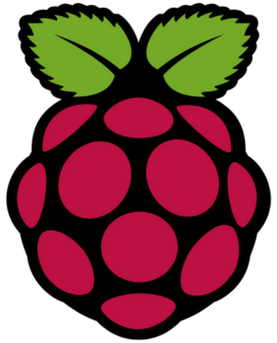


긴급 상황 추론
부저 동작



개발 환경

OS



Raspbian 64bit

Ubuntu 22.04

개발 툴 및 언어

VS Code 1.90.1

Python 3.10

사용 모델

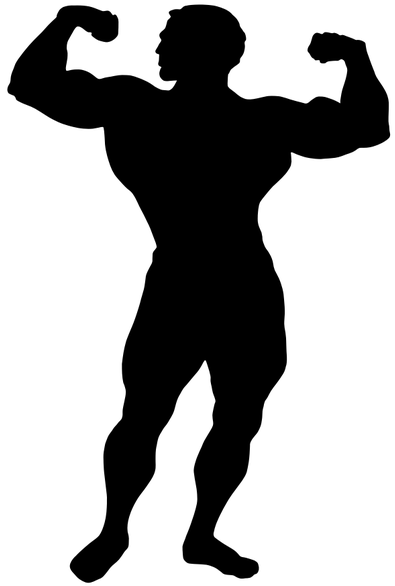
YOLOv5

2024.2

역할 분담

권오준

모델 학습
위험 동작 알고리즘 설계
서버-클라이언트 통신



김정대

데이터셋 수집
위험 동작 알고리즘 설계
보정 알고리즘 설계

이윤혁

바벨 감지 모델 학습
긴급 상황 알고리즘 설계
알림 기능 구현

프로젝트 계획

프로젝트 일정

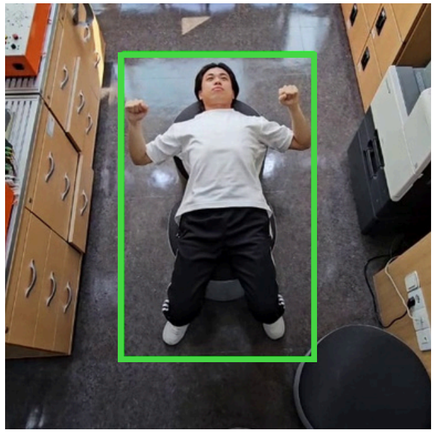
	1주차							2주차							3주차	
	17(월)	18(화)	19(수)	20(목)	21(금)	22(토)	23(일)	24(월)	25(화)	26(수)	27(목)	28(금)	29(토)	30(일)	1(월)	2(화)
아이디어 기획																
위험 동작 시나리오																
모델 선정 및 테스트																
위험 동작 데이터 수집																
위험 동작 데이터 학습																
위험 동작 감지 알고리즘 설계																
위험 동작에 따른 알림 기능 적용																
테스트 및 디버깅																
긴급 상황 시나리오																
바벨 데이터 수집																
바벨 데이터 학습																
긴급 상황 감지 알고리즘 설계																
긴급 상황에 따른 알림 기능 적용																
테스트 및 디버깅																
기능 병합																
서버 - 클라이언트 통신																
부저를 활용한 알림 기능 구현																
기능 병합																
테스트 및 디버깅																
발표 준비																
문서 작성																
시연 영상 제작																
발표																

모델 선정

Object Detection

person-detection-0202

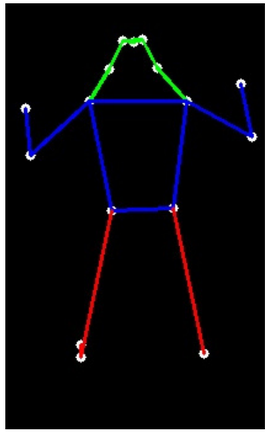
사람 탐지 및 좌표 추출



Landmark Detection

MoveNet-singlepose-thunder

사람의 keypoints 추출



Classification

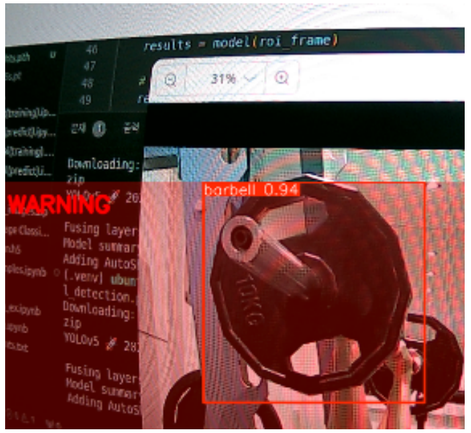
MobileNet-V3-large (Custom)

현재 자세 추론

Object Detection

YOLOv5s (Custom)

위험 영역 내 바벨 탐지



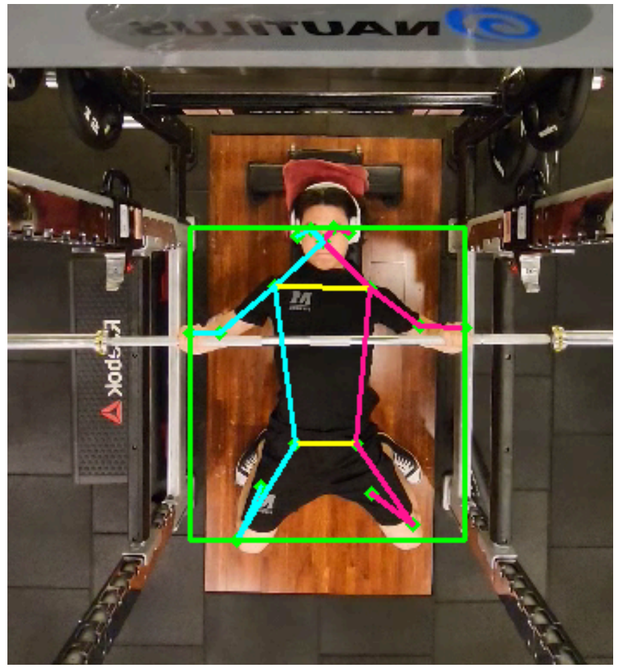
카메라 각도 설정

전신 범위

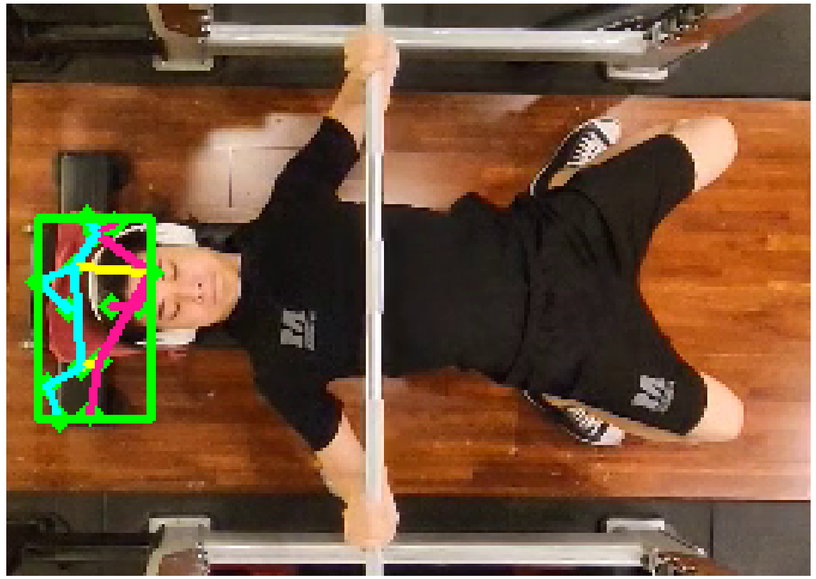
전신 범위 X

카메라 각도 설정

세로 영상



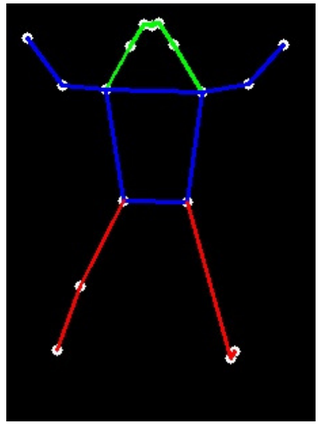
가로 영상

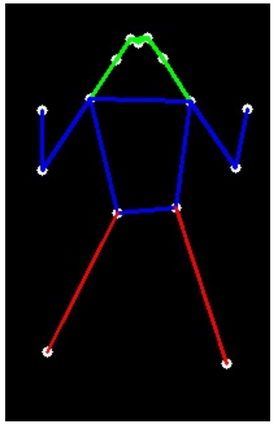


데이터셋 수집 - 위험 상황

실제 영상을 프레임 단위로 캡쳐

배경을 제거한 뒤 관절 이미지만 추출

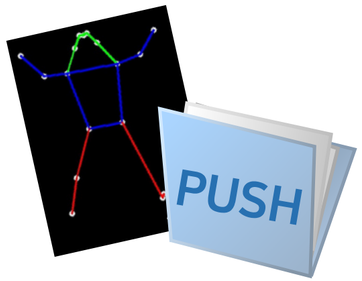




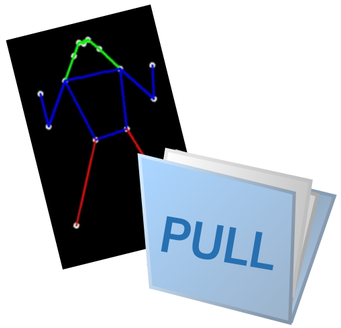
1,371 장

1,384 장

모델 학습 - 위험 상황



1,371 장



1,384 장

OpenVINO™
Training Extensions
(OTX)

Model	Inference per Sec*
MobileNet-V3-large	86.98
EfficientNet-B0	72.79
EfficientNet-V2-S	42.27
DeiT-Tiny	55.94

Custom
Classification Model
(MobileNet-V3-large)

*처리한 프레임 수를 총 수행 시간으로 나눈 값

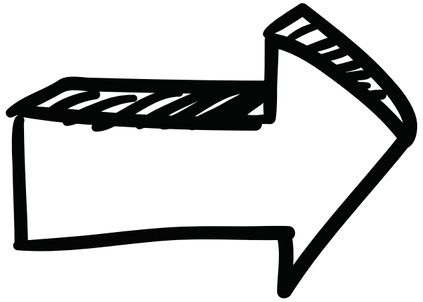
모델 학습 - 긴급 상황

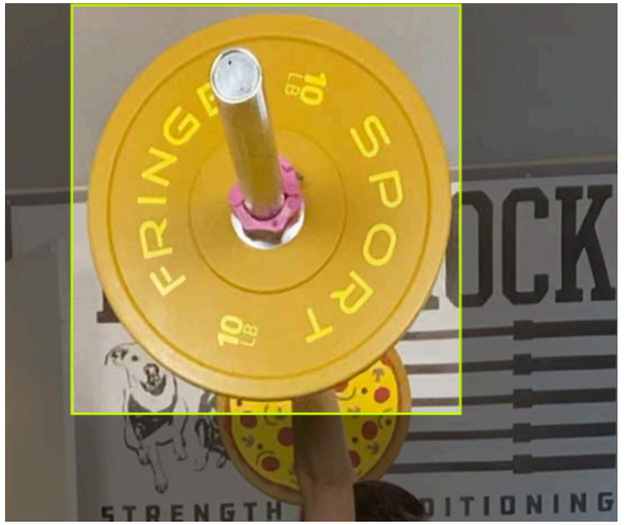
Roboflow 바벨 데이터셋
+
크롤링 코드를 사용하여
구축한 데이터셋
(Bing 검색 엔진)

1,129 장

모델 학습 - 긴급 상황

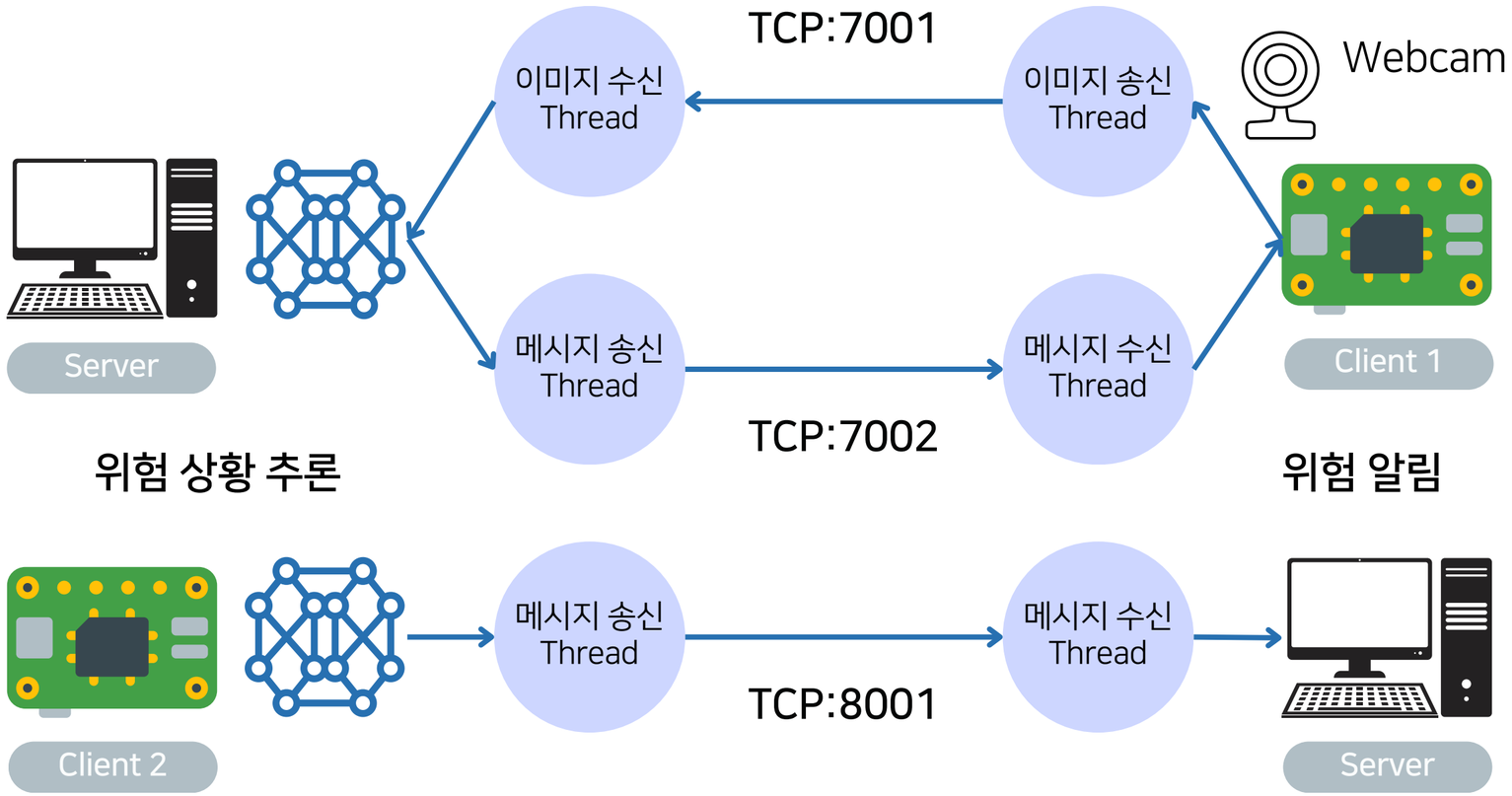
바벨 끝부분만 학습
실제 시연 시 정확도 60%



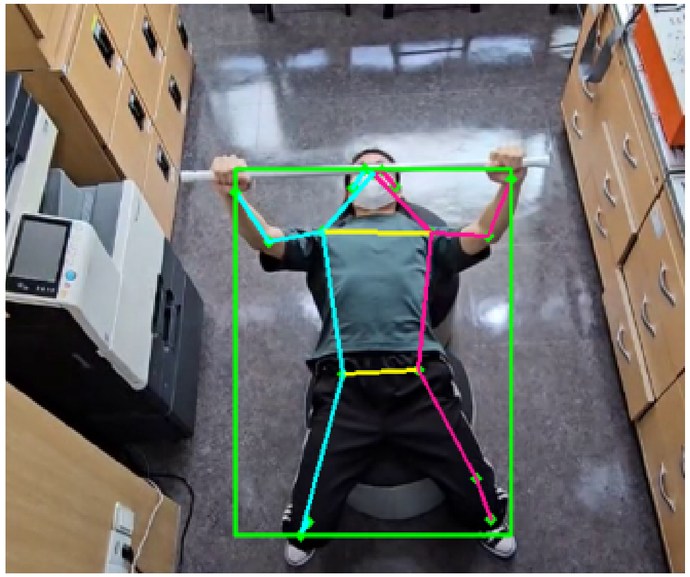


원판을 학습시켜 데이터셋 구축
정확도 95%

서버 통신

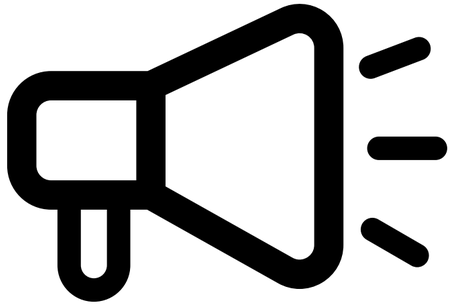

TCP:7001
이미지 수신 Thread
이미지 송신 Thread
Webcam
Server
메시지 송신 Thread
메시지 수신 Thread
Client 1
TCP:7002
위험 상황 추론
위험 알림
메시지 송신 Thread
메시지 수신 Thread
TCP:8001
Client 2
Server

동작 예시(위험 동작)



평상시
(PULL - PUSH 반복)

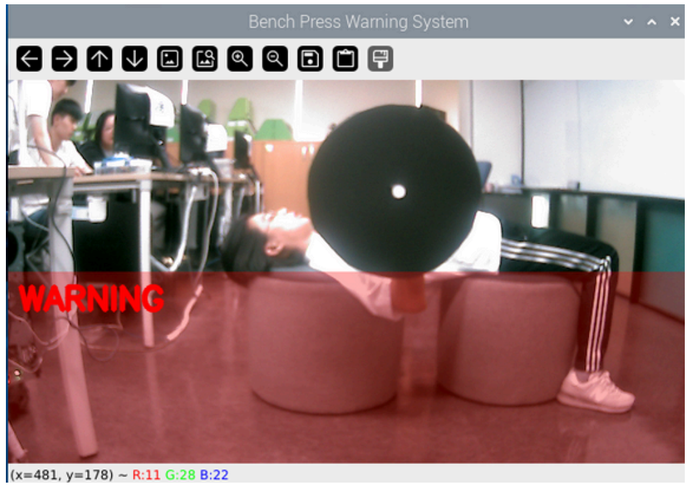
위험 상황
(PULL 동작 10초 지속)



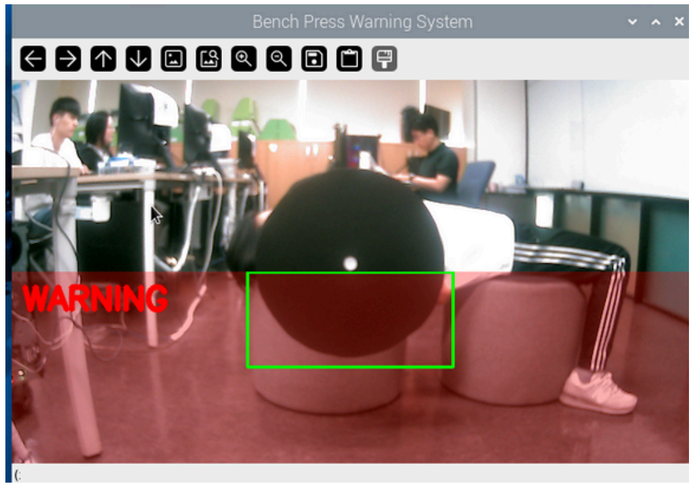
경고 부저 울림

관리자의 서버(PC)로 위험 감지
메세지 송신 및 경고창 팝업

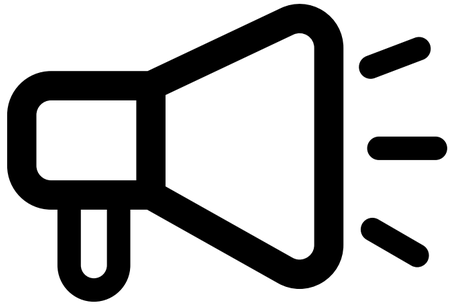
동작 예시(긴급 상황)



평상시
(바벨이 Warning 존에 진입X)



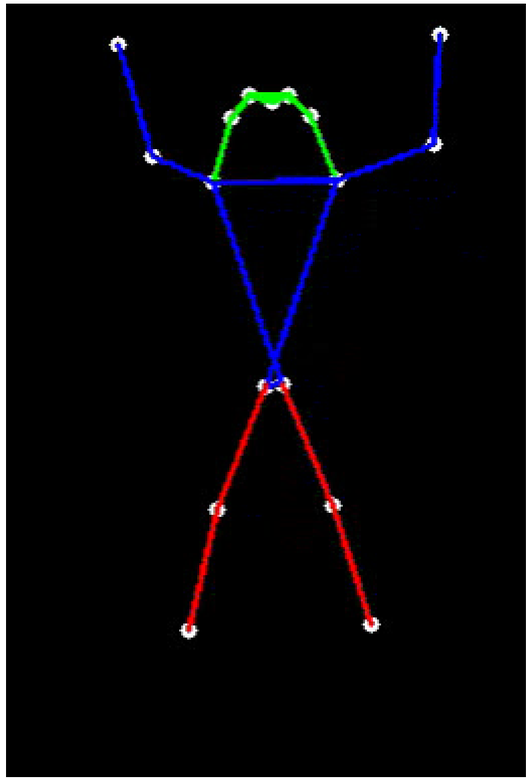
위험 상황
(바벨이 Warning 존에 진입)



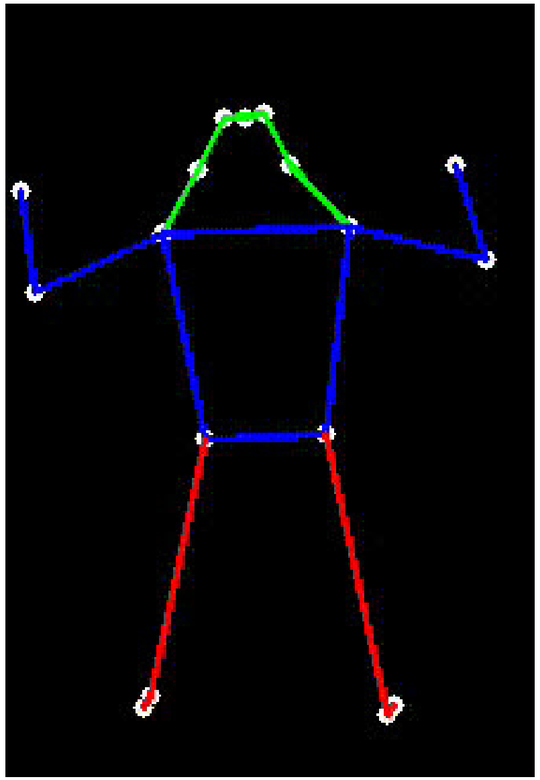
즉시 경고 부저 울림

관리자의 서버(PC)로 위험 감지
메세지 송신 및 경고창 팝업

랜드마크 성능 향상



ROI 내에서만 추정



선별적 데이터 처리

```
# 결과의 신뢰도가 pose_threshold를 넘은 경우
if confidence > POSE_THRESHOLD:
    # 결과와 신뢰도를 기록
    state.result_history.append(predicted_index)
    state.conf_history.append(confidence)

    # result_history.maxlen 주기로 중간값 필터링
    if len(state.result_history) == state.result_history.maxlen:
        state.selected_index = int(np.median(state.result_history))
```

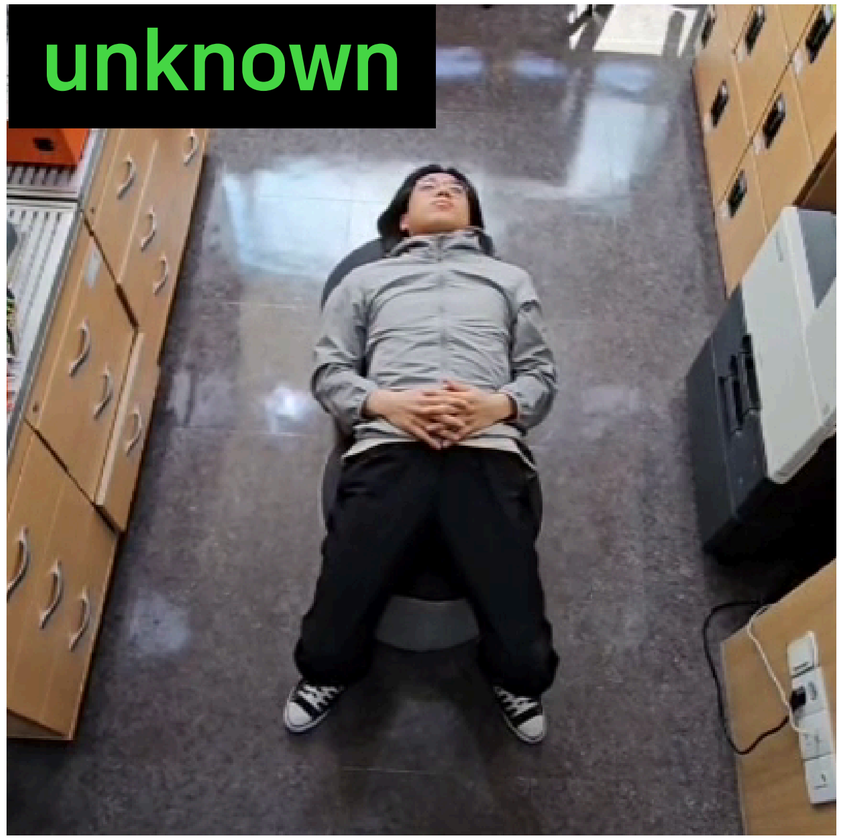
Threshold를 넘은 고신뢰도 결과만 큐에 저장

고신뢰도 결과 내에서 중간값 필터링 적용

초기 안정화 작업


```python
# 사람이 감지되면
if state.person_detected:
    state.person_detected_frame_count += 1
    # detection_frame_threshold만큼 프레임 소모 후 포즈 측정 활성화
    if state.person_detected_frame_count > DETECTION_FRAME_THRESHOLD:
        self._inference_pose(frame, boxes, state)
```

분류외 동작 처리

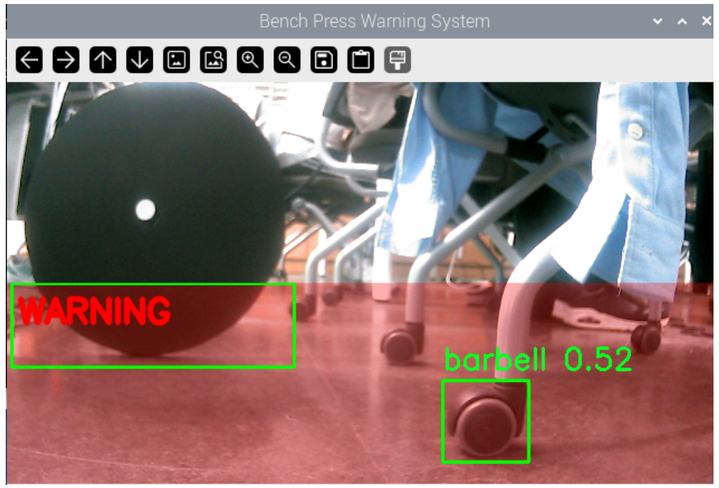



```
# 신뢰도가 pose_threshold보다 낮은 경우
else:
    state.low_confidence_count += 1
    # 연속으로 5번 낮은 결과가 나오면 unknown 상태
    if state.low_confidence_count >= 5:
        state.selected_index = 2  # unknown
        state.low_confidence_count = 0
```

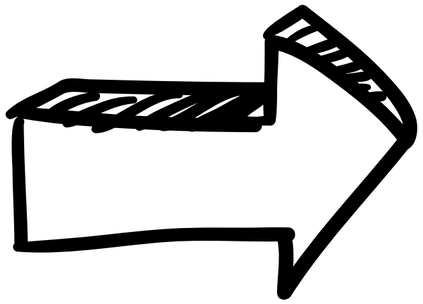
사람 유무에 따른 초기화


```
# 사람이 감지되지 않으면 변수 초기화
else:
    if state.warning_active:
        self.on_reset_warning()
    state.reset_state()
```

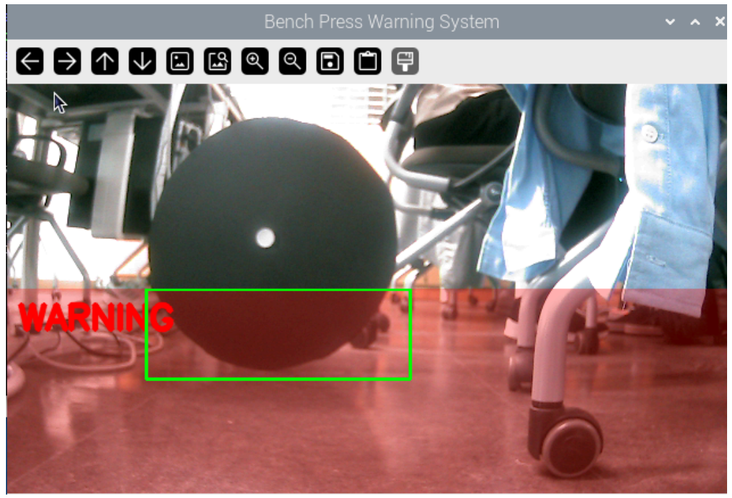
임계값 적용



바벨 이외의 물체를 원판으로 인식

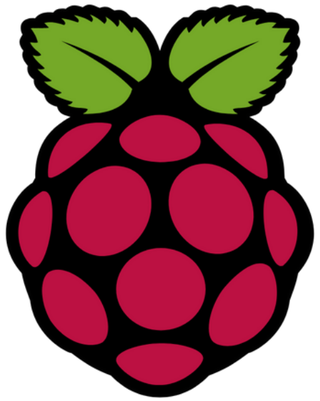


Threshold를
0.7이상으로 설정



적용 후 바벨만 인식

멀티 스레딩



모든 프레임에 객체 탐지

초기 딜레이 2초 이상

멀티 스레딩 적용

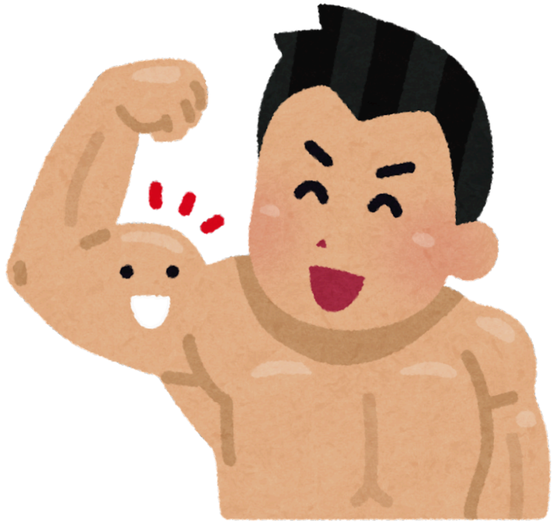
```python
# 프레임 캡처 스레드와 처리 스레드 생성
capture_thread = threading.Thread(target=capture_frames)
process_thread = threading.Thread(target=process_frames)

# 스레드 시작
capture_thread.start()
process_thread.start()

# 스레드 종료 대기
capture_thread.join()
process_thread.join()
```

객체 탐지와 프레임 캡쳐를 병렬로 처리

웹캠 입력 속도에 따른 지연 감소

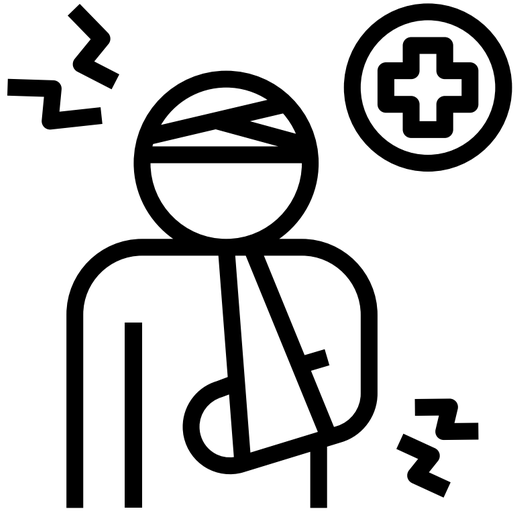
딜레이 1초 이내로 감소

기대 효과



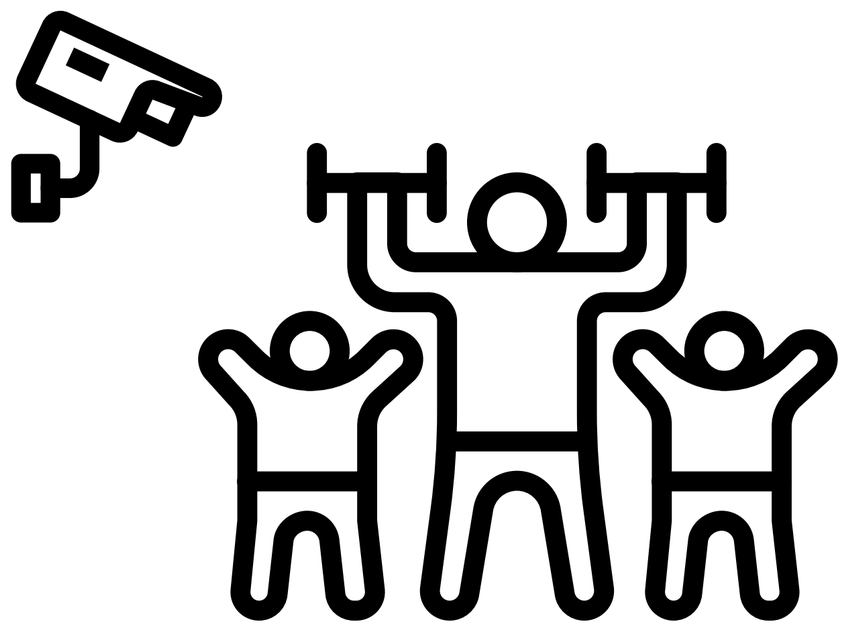
사용자들은 안심하고 운동에
전념 할 수 있음

시스템을 통해 실시간으로 헬스장의
안전 상태를 효과적으로 관리

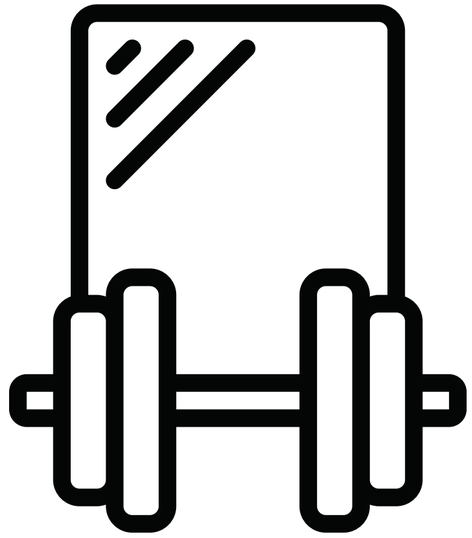


운동시 발생할 수 있는 사고의
골든타임을 놓치지않아 부상 최소화

추후 개발 계획



Multi-Estimation
동시에 여러 명을 인식



Smart - Mirror
헬스장 거울에 웹캠을
내장하여 공간 확보

시연

Q&A