

산학연계 프로젝트

(사용자 인식을 통한 지능화 built-in 에어컨 sw 개발)

스마트응용기술Lab

DA 현장실습생

사공훈

목차

□ 목차

- 프로젝트 소개
- 시나리오 구상
- Object Detection (Yolov7)
- 카메라 해상도 설정
- Object Tracking (SORT)
- 개선 방안
- 실험 및 Data 추출
- 보완점 (3D Pose Estimation)
- 결론 및 한계

프로젝트 목표

□ 목표

- 사용자 상태 인식을 통한 지능화 built-in 에어컨 SW 개발

□ 세부 목표

- 1) 사람 유/무 및 사람의 수, 위치(tracking), 사용자 상태(운동 중, 수면 중) 확인
- 2) 확인된 정보를 이용해 전원 ON/OFF, 풍향, 온도 등 자동 조절



Process flow

□ Process flow

1. Object Detection

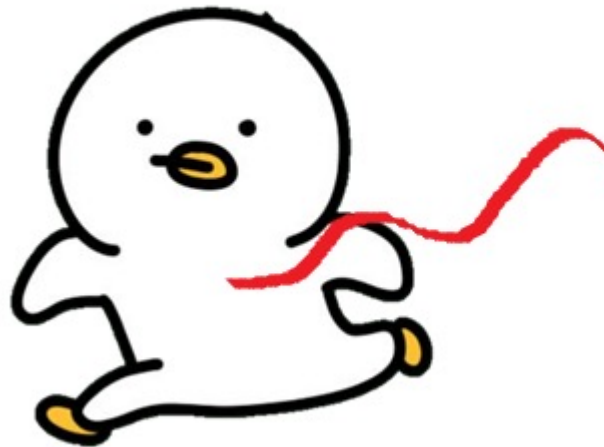
오리



사람 유/무, 수

2. Tracking

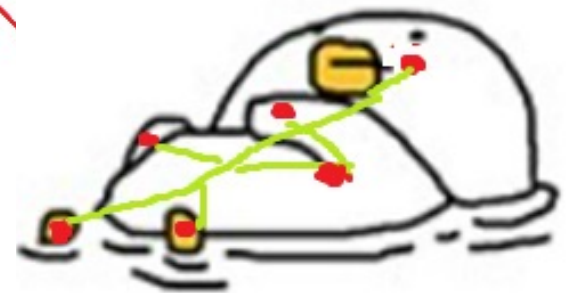
Speed: 1.0m/s



위치, 속도

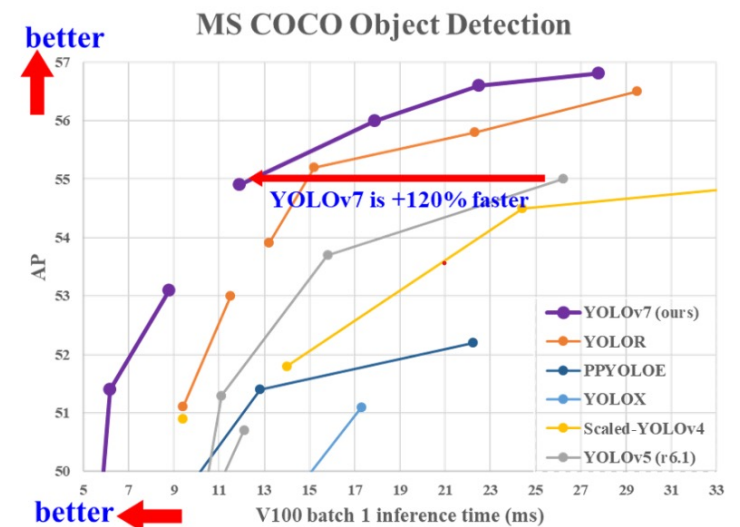
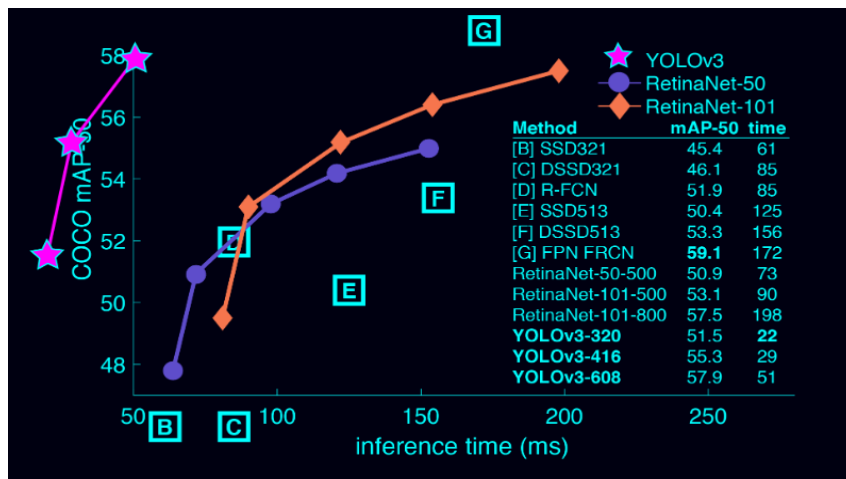
3. 3D Pose Estimation

Sleeping

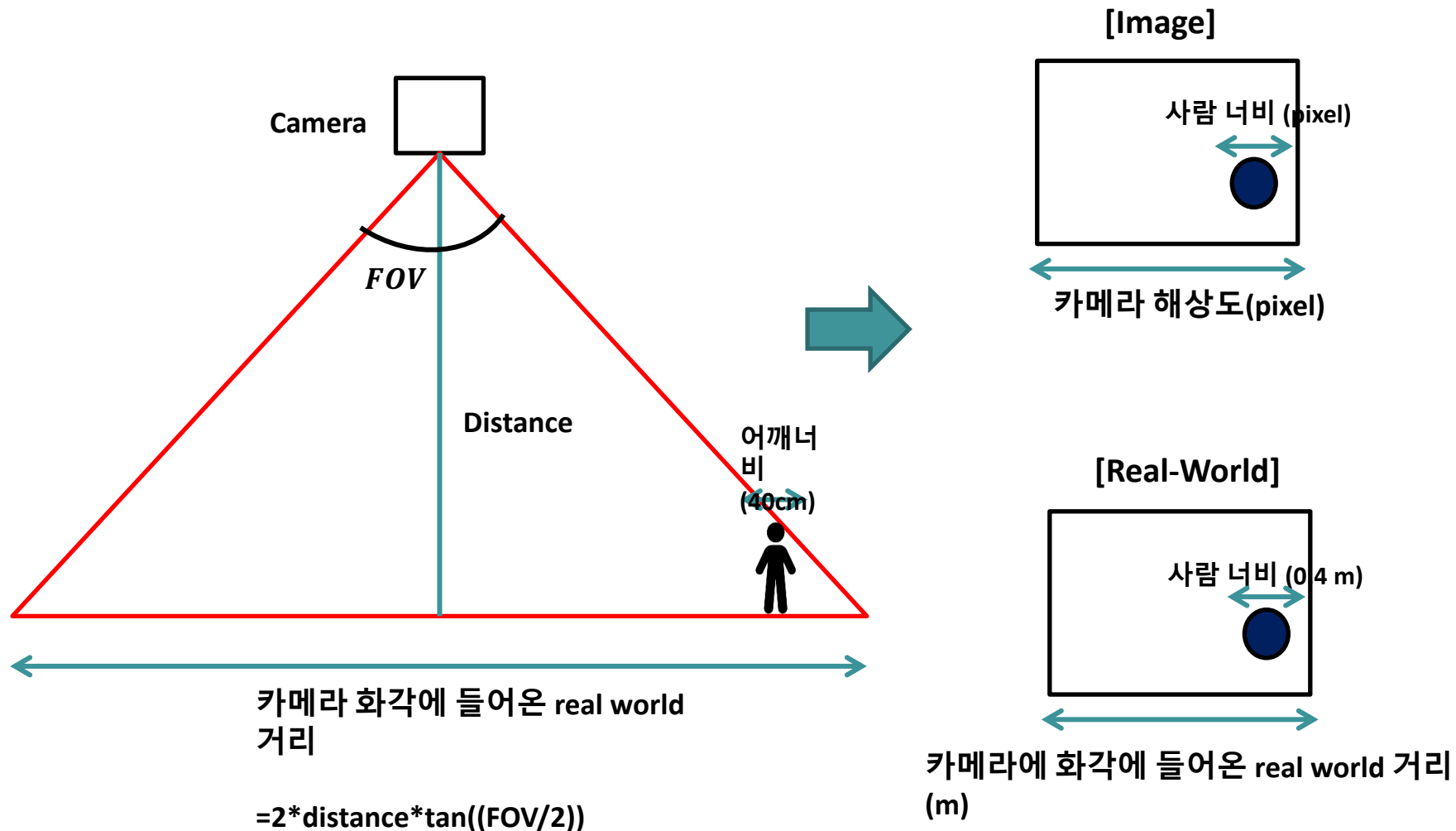


이용자 상태

Object Detection (YOLOv7)



카메라 해상도



□ 카메라 해상도

카메라 해상도(pixel) : 카메라상에서의 사람 너비(pixel) = 카메라에 담긴 실제 길이(m) : 실제 사람 너비(m)

카메라 해상도

□ 카메라 해상도

$$\text{카메라 해상도} \geq \frac{\text{사람 너비에 요구되는 최소(pixel) * 카메라에 담긴 실제 길이}}{\text{실제 사람 너비(m)}}$$

-가로 7m 세로 7m 높이 2.2m의 방

-distance = 2.2m ~ 10.14m

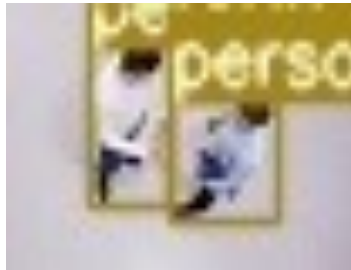
-사람의 길이 : 어깨너비 40cm로 측정

-Detection 가능한 최소 픽셀 수 : 대략 15px(YOLOv7, overhead view 기준)

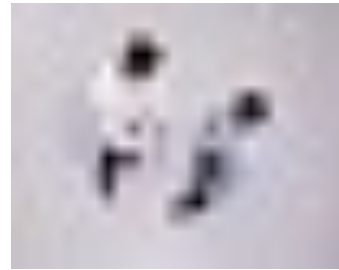
-FOV = 120



26~42 Pixel



12~21 Pixel



6~10 Pixel

카메라 해상도

□ 카메라 해상도

-Distance에 따라 285~1317 pixel 해상도의 카메라 필요 (SD ~ FHD)

```
# parameters
distance = 2.2 # m
human_height = 0.4 # m
min_pixel = 15 # pixel
FOV = 120 # degree

FOV_rad = FOV * math.pi / 180

resolution = (min_pixel / human_height) * (2*distance*math.tan(FOV_rad/2))
```

해상도 종류	가로픽셀	세로픽셀	픽셀수 (가로X세로)	화소
SD Standard Definition	720	480	345,600	30만화소
HD High Definition	1280	720	921,600	100만화소
FHD Full High Definition	1920	1080	2,073,600	200만화소

SORT(Simple Online and Realtime Tracking)

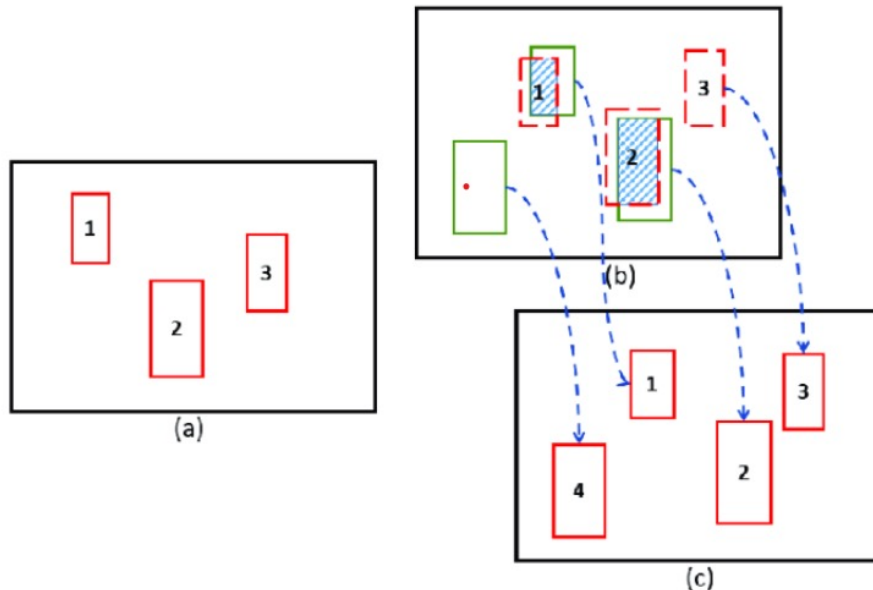


Table 2. Performance of the proposed approach on MOT benchmark sequences [6].

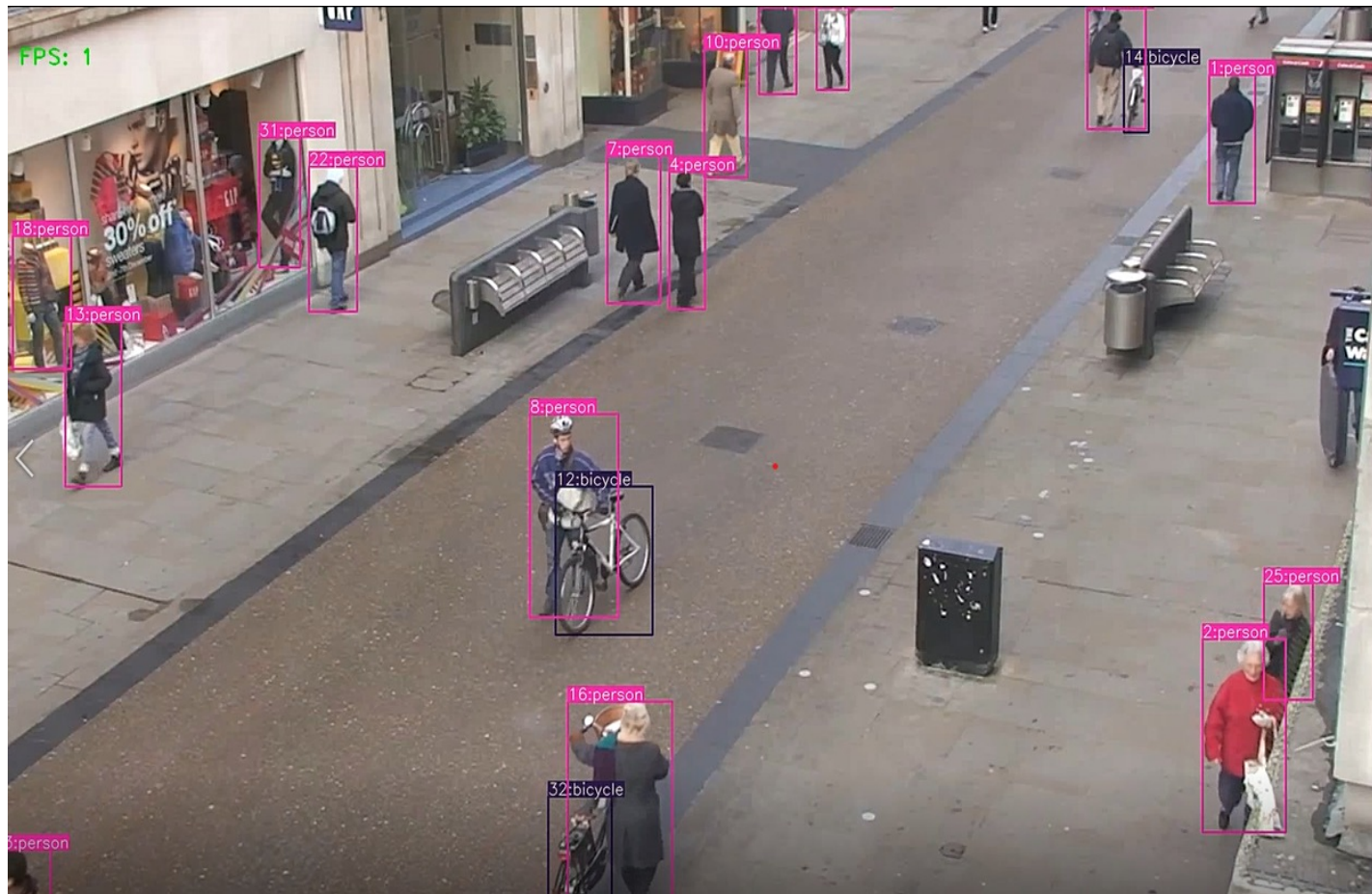
Method	Type	MOTA↑	MOTP↑	FAF↓	MT↑	ML↓	FP↓	FN↓	ID sw↓	Frag↓
TBD [20]	Batch	15.9	70.9	2.6%	6.4%	47.9%	14943	34777	1939	1963
ALExTRAC [5]	Batch	17.0	71.2	1.6%	3.9%	52.4%	9233	39933	1859	1872
DP_NMS [23]	Batch	14.5	70.8	2.3%	6.0%	40.8%	13171	34814	4537	3090
SMOT [1]	Batch	18.2	71.2	1.5%	2.8%	54.8%	8780	40310	1148	2132
NOMT [11]	Batch	33.7	71.9	1.3%	12.2%	44.0%	7762	32547	442	823
RMOT [4]	Online	18.6	69.6	2.2%	5.3%	53.3%	12473	36835	684	1282
TC_ODAL [17]	Online	15.1	70.5	2.2%	3.2%	55.8%	12970	38538	637	1716
TDAM [18]	Online	33.0	72.8	1.7%	13.3%	39.1%	10064	30617	464	1506
MDP [12]	Online	30.3	71.3	1.7%	13.0%	38.4%	9717	32422	680	1500
SORT (Proposed)	Online	33.4	72.1	1.3%	11.7%	30.9%	7318	32615	1001	1764

□ SORT

- 객체의 속도를 추정하여 다음 프레임 위치를 예측하여 tracking하는 방식

- 적은 연산, 높은 정확도로 복수의 object detection 가능

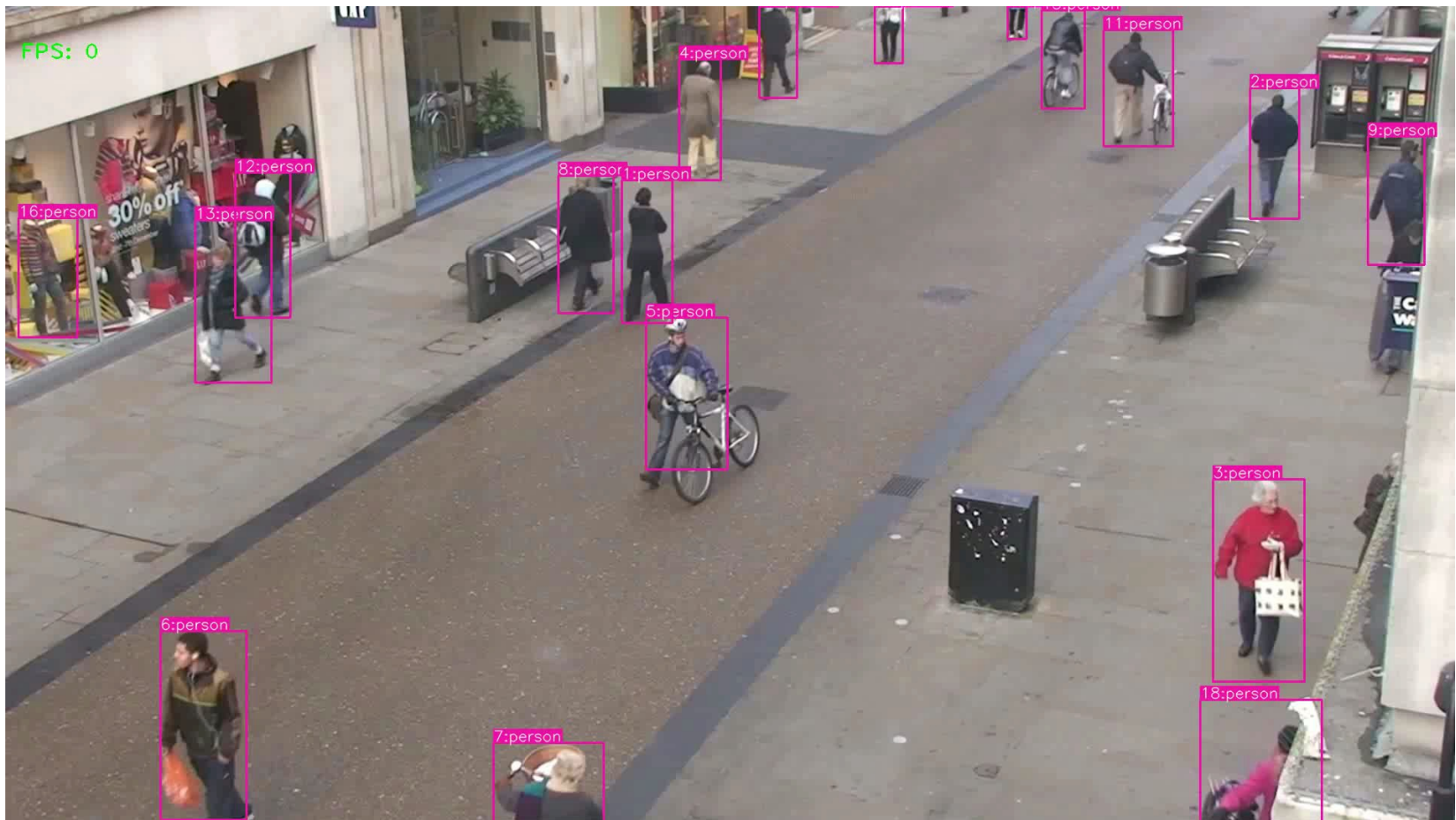
YOLOv7 + SORT



❑ YOLO v7 + SORT

- object 별로 indexing, tracking 가능
- 1FPS. 속도 측면에서 최적화 과정 추가 필요 (실시간 > 30FPS)

Yolov7-tiny + SORT per 10 frame



❑ Yolov7-tiny + SORT per 10 frame

- 10 frame씩 끊어서 할 경우, tracking 정확도를 유지하면서 real time processing 가능

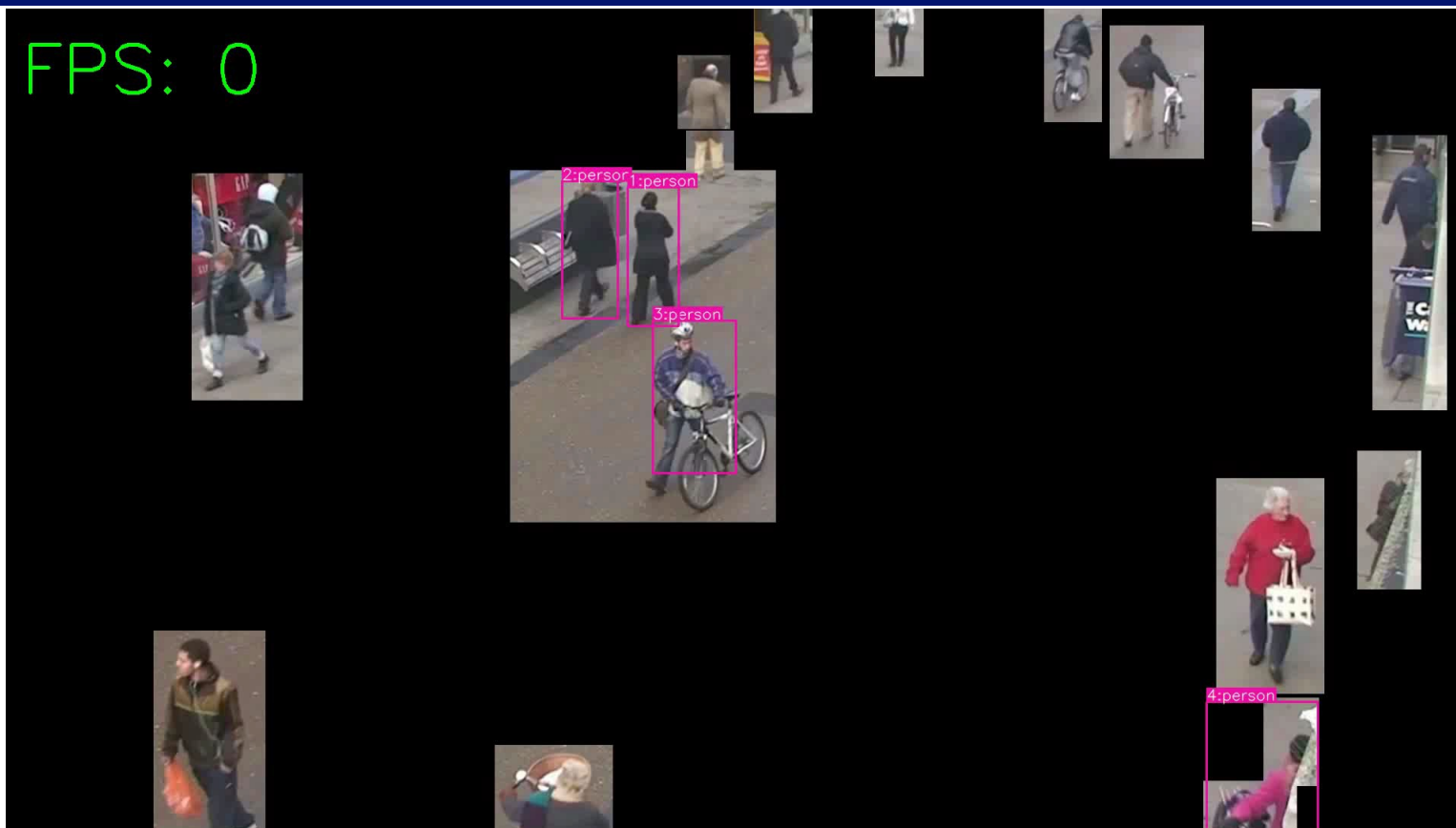
개선할 점



□ 개선할 점

- 1. 고정된 물체 Detect 하지 않기 (마네킹, 인물사진, 그림 등)
- 2. 보다 높은 정확도의 모델(Yolov7)을 적용하기 위한 속도 향상

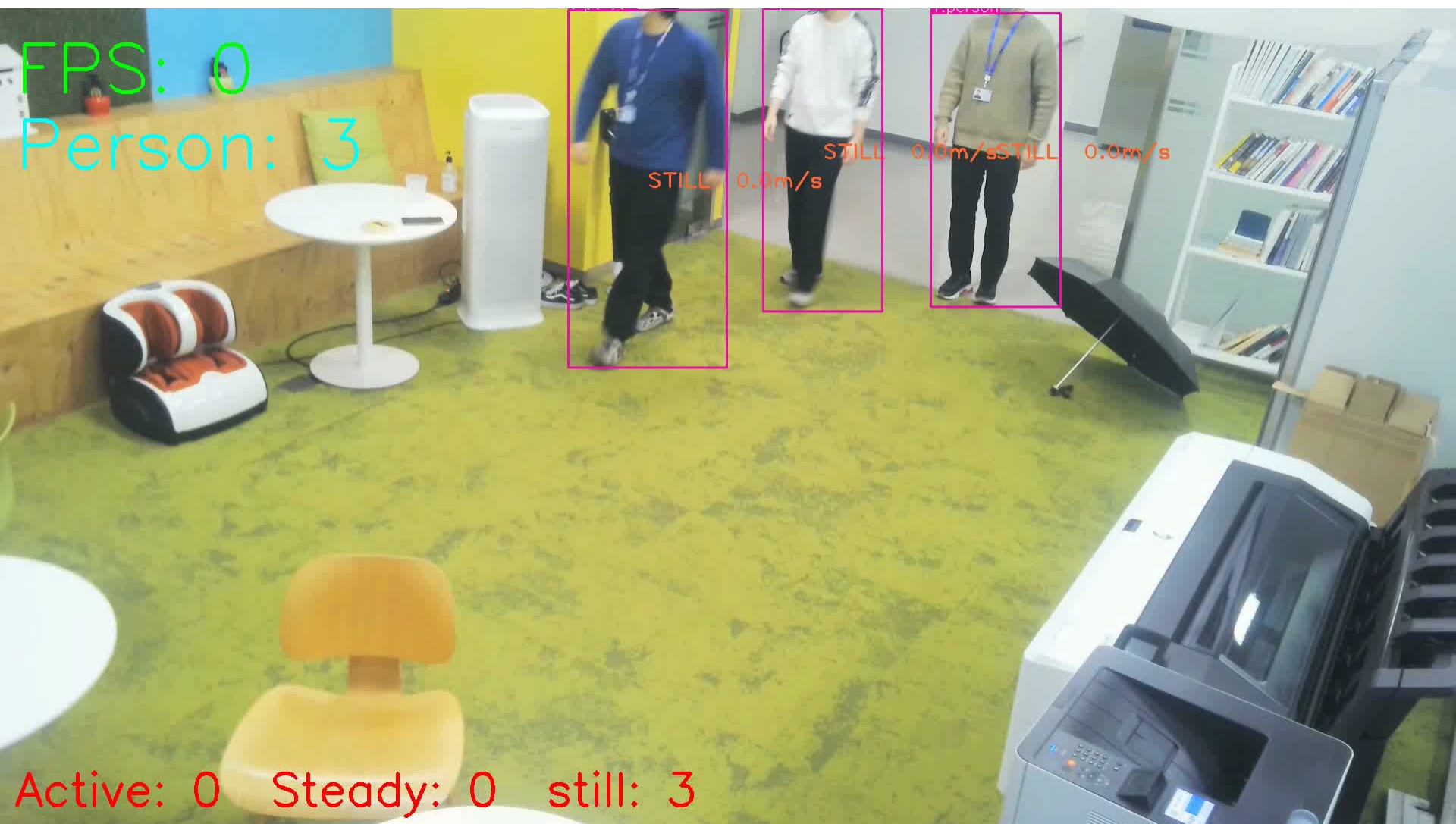
Yolov7-tiny + SORT with Background Subtraction



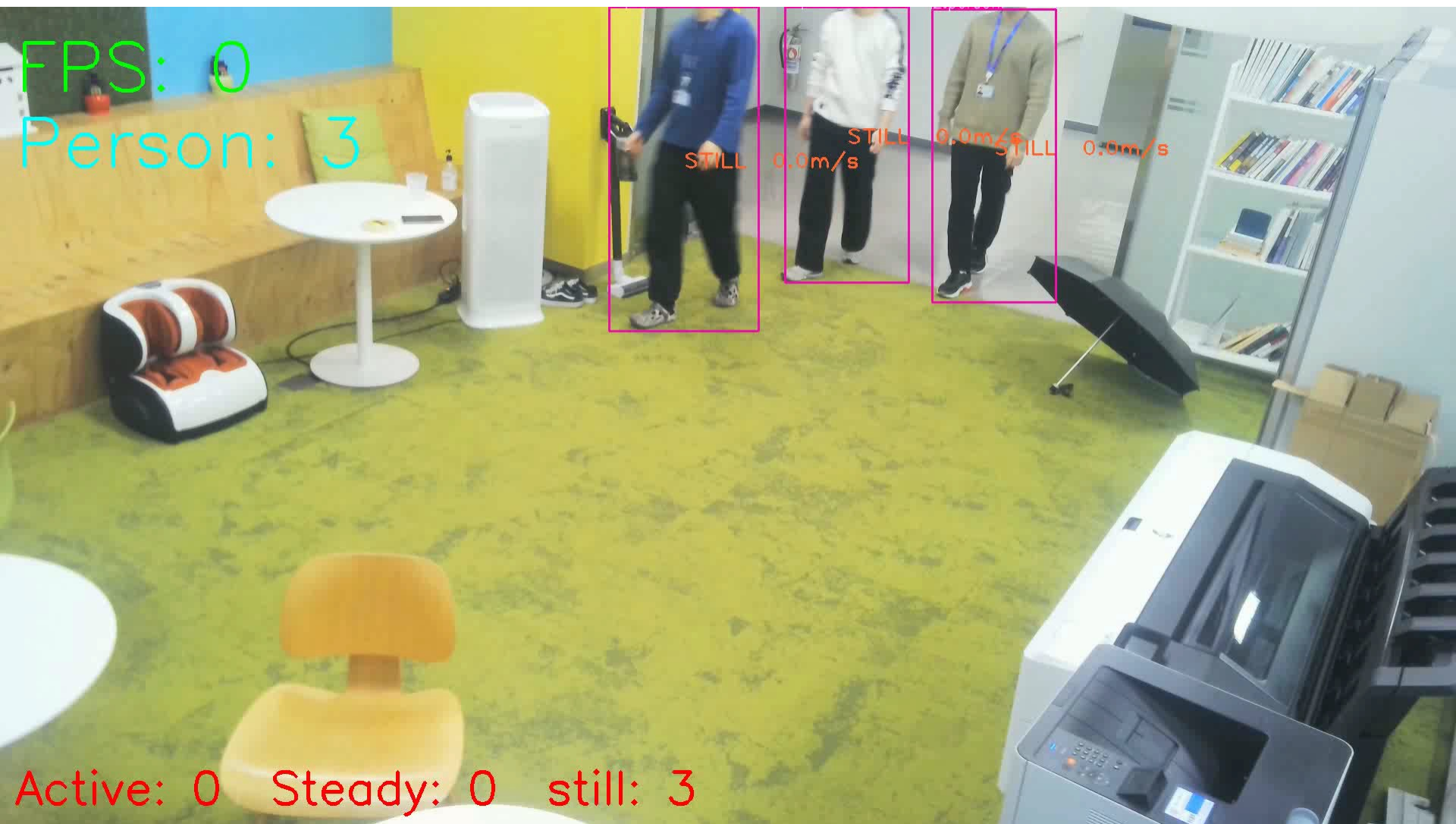
❑ Yolov7-tiny + SORT with Background Subtraction

- Background Subtraction 결과를 input으로 수행
- 고정된 물체를 detect하는 문제는 해결되었으나 속도는 거의 변화 없음
- 이미지를 잘라냄으로써 오히려 detection 정확도가 떨어지는 문제 발생

실험 결과(FHD, 8frame_cut)



실험 결과 (FHD)

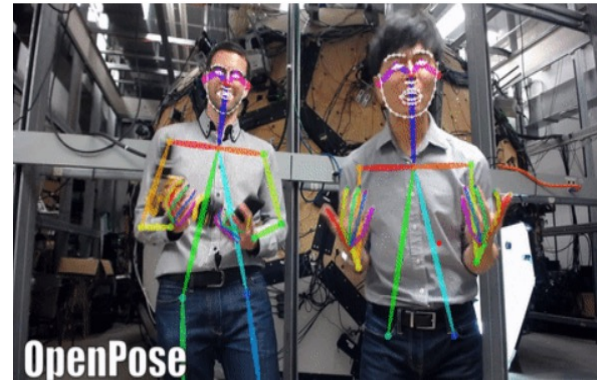


□ 추출한 Data

- 1) 사람 유/무 및 사람의 수 : YOLO로 detection 된 사람 수 추출
- 2) 위치 확인(tracking) : SORT로 개인별 위치 tracking
- 3) 사용자의 상태 : 위치 변화로 부터 속도 계산.

Active($\sim 3\text{m/s}$), Steady($1\sim 3\text{m/s}$), Still($0\sim 1\text{m/s}$) 의 3단계로 구분

개선 방향 (3D Pose Estimation)

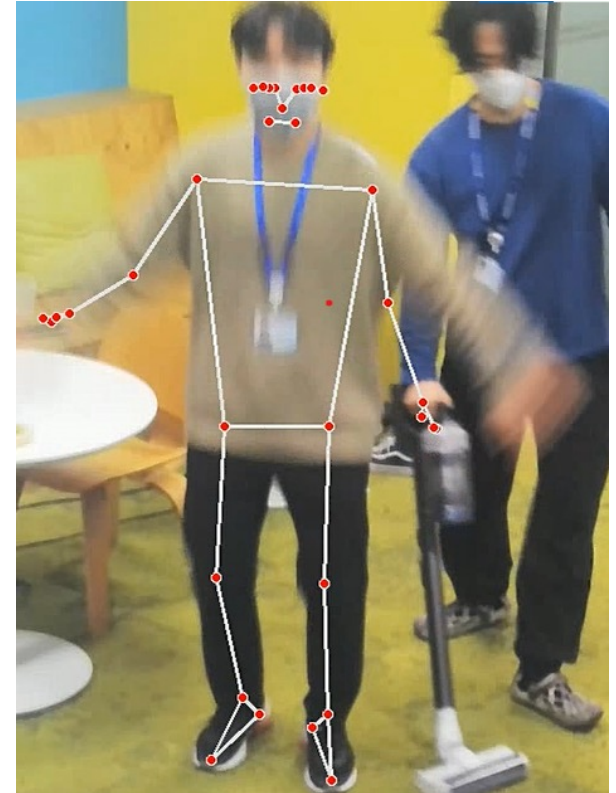
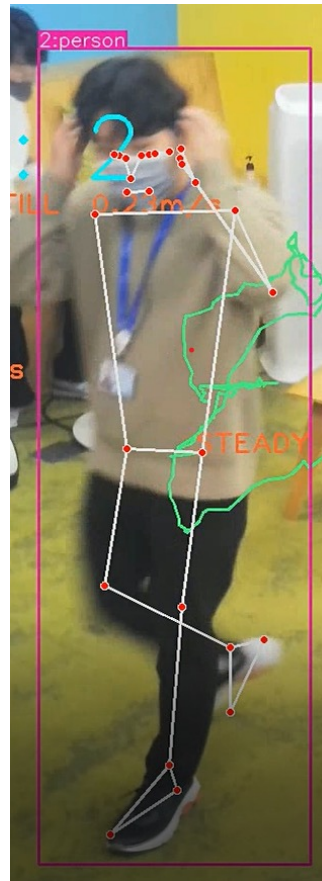
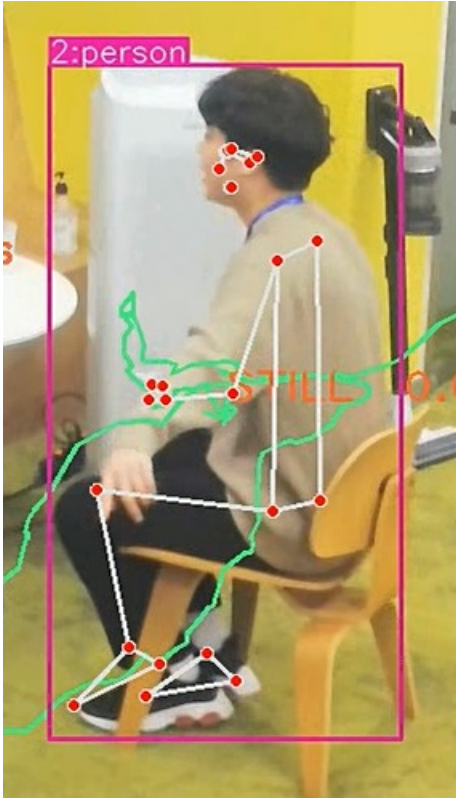


□ 3D pose estimation

- 사람의 pose를 통해 상태 확인 -> 사람의 골격, 부피 및 수면중, 운동

중 등등

3D Pose Estimation(MediaPipe)



□ 3D pose estimation

- 사람의 pose를 통해 상태 확인 -> 사람의 골격, 부피 및 수면중, 운동중 등등

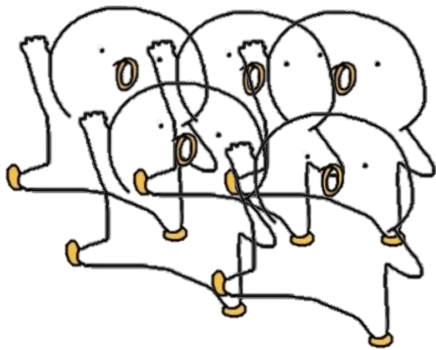
결론 및 한계



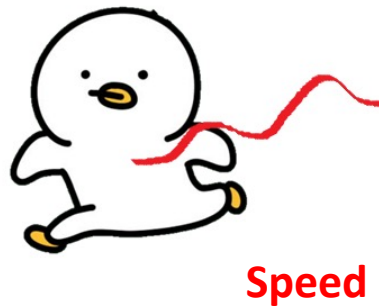
1. 사람 유/무
-> ON/OFF



2. 사람 수
-> 온도 Control



3. 이동속도
-> 온도 control



Speed

4. 이용자 상태
-> 온도, 풍향control

Sleeping



결론 및 한계

- 사용자의 상태 구체화 (3D Pose Estimation)
- CPU 성능에 따른 현실 적용 가능성
- IR 센서 필요 (for Night Vision)

감사합니다

