

# 프로젝트 #1 발표평가

딥러닝 기반 논문 리뷰

[8조] 박길순(팀장), 정용석

[kilsoon.park@nucaremed.com](mailto:kilsoon.park@nucaremed.com) , [solucionemos@chungbuk.ac.kr](mailto:solucionemos@chungbuk.ac.kr)

충북대학교 산업인공지능학과



## CONTENTS

I

### 프로젝트 #1 개요

프로젝트 개요 및 선정 논문 소개, 팀 구성원 소개 및 업무분장

II

### 서론 (Introduction)

연구 배경, 연구 필요성, 문제 정의

III

### 방법 및 구현 (Methodology & Implementation)

리뷰 논문의 연구 방법론, 구현 결과, 코드 설명 등

IV

### 실험 구성 및 평가 방법 (Experiment Settings)

데이터셋, 하이퍼파라미터, 컴퓨팅 환경, 평가지표

V

### 결과 및 분석 (Results & Analysis)

학습 결과, 정확도, 혼동행렬, 비교 평가, 결과 분석

## CONTENTS



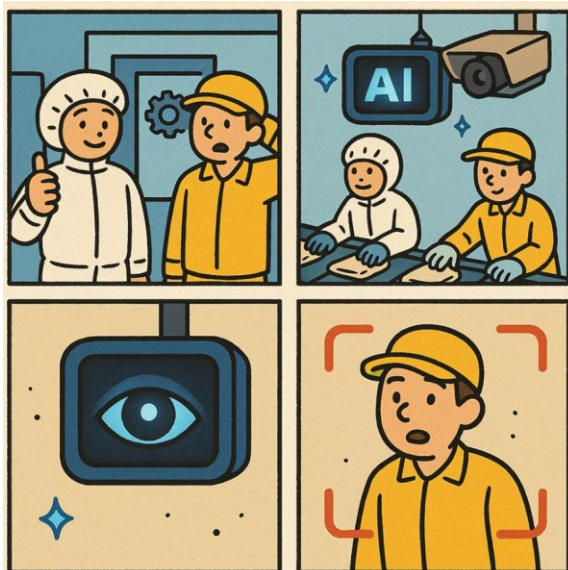
### 한계점 및 토론 (Limitations & Discussions)

본 주제의 연구 방향에 있어 리뷰 논문의 한계점 등 논의



### 향후 연구 방안

리뷰 논문의 개선 방안, 본 주제로의 적용 방안 등



## ■ 프로젝트 목표

식품 공장 위생복/위생모 규정 위반 Daily 분석 보고서 모델

## ■ 프로젝트 배경 및 필요성

### 1) 프로젝트 배경

- ✓ 최근 식품 산업 전반에서 HACCP(식품안전관리인증) 기준 강화
- ✓ 스마트팩토리 전환과 비용 절감을 동시에 달성해야 하는 경영 환경
- ✓ 수기 문서의 신뢰성 문제와 현장 실시간 점검의 어려움

### 2) 프로젝트 필요성

- ✓ 점검인원의 육안 검사 한계 : 점검 인원의 단편적인 육안 검사로 인한 단편적인 모니터링의 한계를 극복하기 위한 CCTV영상을 통한 자동화 시스템
- ✓ 기존 시설에 추가적인 장비 설치 없이 현장에 적용 가능한 분석 보고서 모델 필요
- ✓ 식품 공장 내의 위생복장 착용 감지 자동화로 식품 안전 사고 방지 및 기업 신뢰도 향상

## ■ 선정 논문

논문 제목	Fast Personal Protective Equipment Detection for Real Construmction Sites Using Deep Learning Approaches
출판사/저널	MDPI/SENSORS
IF/JCR	3.4/Q1
인용횟수	170

## ■ 팀 구성원 소개 및 역할분담

이름	소속	직위	역할
박길순	뉴케어	이사	팀장(논문분석 및 구현)
정용석	정푸드코리아	실장	팀원(모델 구현 및 결과분석)

## 연구배경

- **건설현장은 산업재해 발생률이 높은 산업 분야 :**
  - 미국: 2015년 985명 → 2018년 1038명으로 매년 2% 증가
  - 중국: 2018년 기준 건설사고로 840명 사망 (52.2%는 고소 추락)
  - 영국: 2018~2019년 147명 사망, 주요 원인 고소 추락
- **재해의 대부분은 PPE(개인 보호 장비) 착용으로 예방 가능**
  - 헬멧, 조끼, 장갑, 보호안경 등

## 연구 필요성

- 과거 연구는 대부분 헬멧만 탐지
- 실제 현장과는 다른 환경(광고이미지, 실내촬영 등) 기반 수행
- 비용이 발생하는 센서기반 연구대신 저비용으로 적용가능한 비전기반 연구 필요

## 문제정의

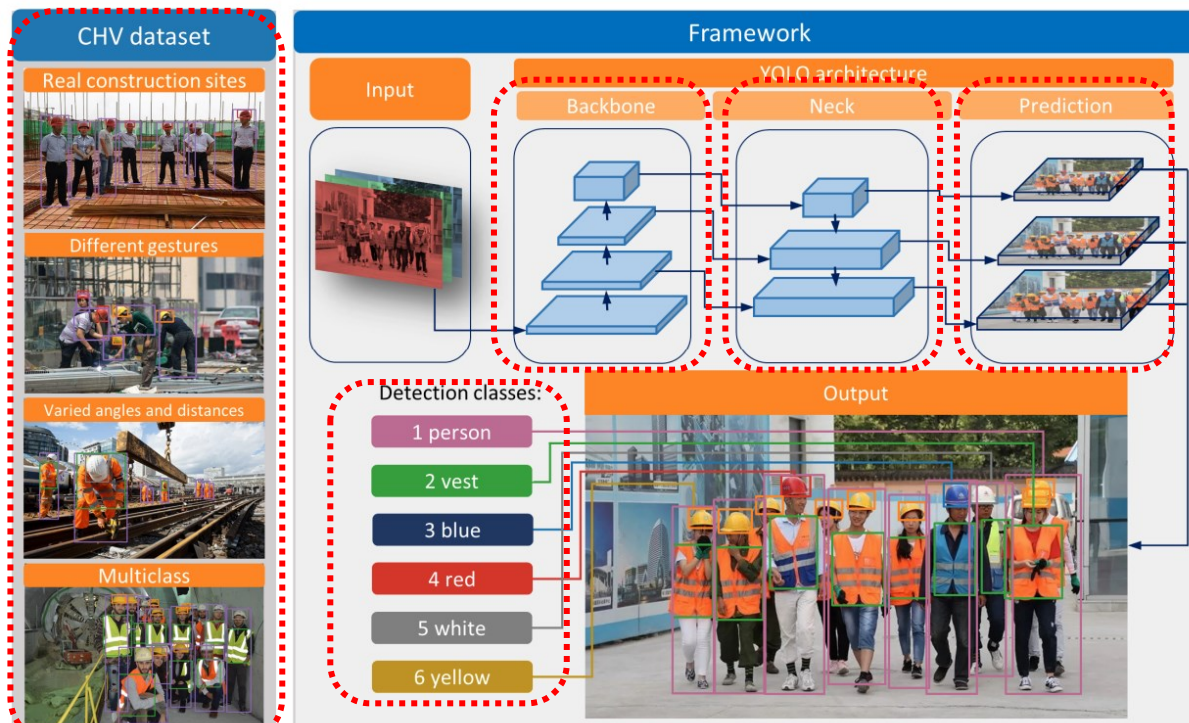
- **기존 PPE감지는 헬멧 기반 감지**
  - 헬멧 색상 감지 불가
  - 조끼나 다른 안전장구 감지 불가
- **공개된 PPE 데이터셋의 한계**
  - 공개된 데이터셋은 광고용 이미지가 많음
  - 표준 포즈만 존재
  - 실제 건설 현장 배경, 다양한 제스처, 각도 등을 고려한 고품질 데이터셋
  - 클래스의 다양성 부족
- **블러 이미지에 대한 PPE 탐지 연구 부족**
  - 개인정보 보호를 위해 얼굴을 흐리게 하는 경우가 늘고 있지만 이에 대한 연구가 없음.

구분	센서 기반	비전 기반
정확도	환경 영향 적음	딥러닝 모델로 고정밀 감지 가능
비용	장치 설치/유지비 높음	기존 인프라 활용 가능
확장성	대규모 적용 시 비용 문제	클라우드 연동으로 확장 용이
실시간성능	즉각적 데이터 전송	YOLOv8 기준 9.11 FPS
작업자편의성	추가 장치 부착 필요	무장치 감지 가능



## Framework(Darknet, PyTorch)

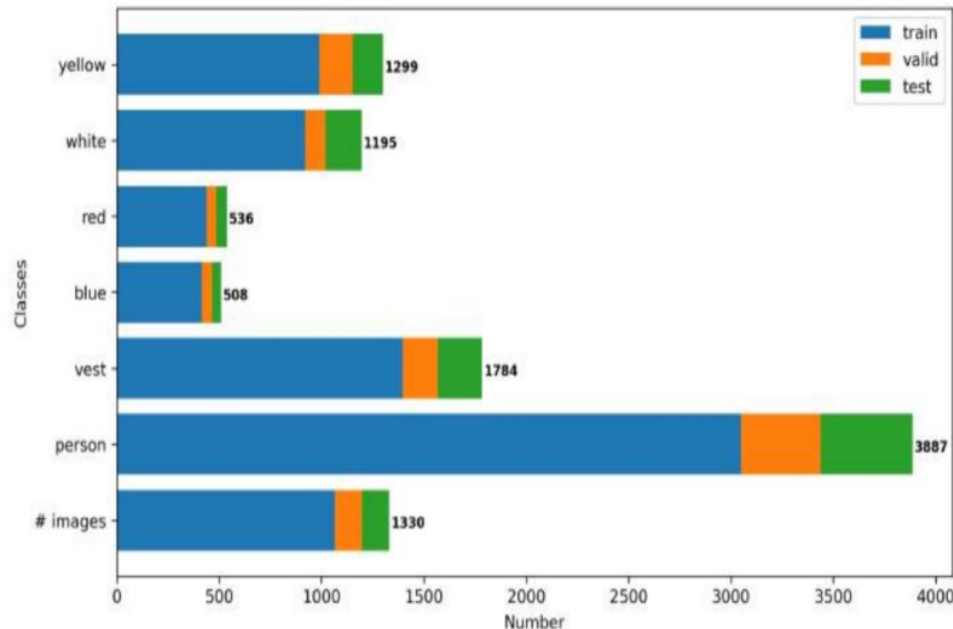
- PPE 감지 모델 : **YOLO(You Only Look Once)**
- YOLO는 기본적으로 **Backbone, Neck, Prediction** 세가지 주요 부분이 모델별로 공정한 구조
- 본 논문에서는 이미지를 입력시 6가지 클래스 구분 : 사람, 조끼 파란색 헬멧, 빨간색 헬멧, 흰색 헬멧, 노란색 헬멧
- **CHV(Color Helmet and Vest)** 데이터 셋 구축 : 1330장 현장사진





## CHV 데이터셋

- 헬멧 색상 및 사람을 감지하기 위한 새로운 데이터셋 구성
  - 관련 건설 배경
  - 사람의 제스처(굽힘, 무릎 꿇기)
  - 객체 각도(왼쪽, 오른쪽, 앞, 뒤) 및 거리(근거리, 원거리)
  - 클래스 수
- 조끼
  - 소매길이의 기존 구분이 아닌 수직 또는 수평 플래시 라인이 있는 상의
- 데이터셋
  - 10,000개에 이미지중 위의 조건을 만족하는 1330개 선택
  - 80%(1064개의 이미지)는 훈련 데이터
  - 10%(133개의 이미지)는 검증 데이터
  - 10%(133개의 이미지)는 테스트 데이터



## 데이터셋

- 건설 현장 실사 이미지 : 1,330장 수집
  - Train 80% (1,064장)
  - Validation 10% (133장)
  - Test 10% (133장)
- PPE 종류 : 헬멧, 조끼(vest)

## 하이퍼파라미터 설정

- Epochs : 100
- Batch size : 16
- Input size : 640x640
- Optimizer : SGD
- Learning Rate : 0.01

## 컴퓨팅 환경

- GPU : NVIDIA RTX 3090
- RAM : 128 GB
- Framework : PyTorch

## 평가지표

- 정확도(mAP)
- 프레임 처리속도(FPS)
- Confusion Matrix
- Precision / Recall / F1 Score

## 실험목표

## YOLO기반 다양한 테스트

- YOLO V3 모델에 대한 다양한 계층의 성능을 평가(3개계층/5개계층)

- YOLO v4 모델에 대한 학습 이미지 크기의 효과를 평가

- 다양한 크기의 YOLO v5 모델의 크기에 따른 성능을 평가

YOLO v5x를 기반으로 얼굴 이미지를 흐리게 처리하여 YOLO 모델을 테스트

## Training Process

- 1단계
  - 원하는 객체를 선택하고 대상 객체에 따라 구성 파일 설정
- 2단계
  - 네트워크 내에서 초기 매개변수를 제공
  - 훈련 프로세스를 가속화 하는 사전 훈련된 가중치를 채택
- 3단계
  - 훈련 매개 변수 설정하고 훈련 프로세스 시작
- 확률적 경사 하강법(SGD) : 초기 학습률 0.001로 채택
- 최대 배치 : 클래스 \* 2000, mAP가 가장 높은 배치가 최상의 가중치
- YOLO V5는 PyTorch 환경에서 학습
- 학습 프로세스는 YOLO v3/4와 유사

Table 2. Training hyperparameters.

Model	DL Library	Optimizer	Initial Learning Rate	Momentum	Decay	Batch Size
YOLO v3/4	Darknet	SGD	0.001	0.949	0.0005	64
YOLO v5	PyTorch	SGD	0.01	0.937	0.0005	32

## Results

- 정밀도 X재현율 곡선의 경우 재현율이 증가함에 따라 정밀도가 큰 값을 유지할 때 예측 능력이 더 좋음을 확인
- 더 좋은 성능을 나타내는 곡선은 오른쪽 모서리에 가깝게 형성
- YOLO v3(3개 레이어) 모델의 4개 클래스(파란색, 사람, 빨간색, 조끼)의 AP는 YOLO v3(5개 레이어) 모델보다 높게 나옴
- YOLO v4(416)의 조끼, 흰색, 노란색의 AP는 YOLO v4(608)보다
- 큰 크기의 YOLO v5 모델은 더 나은 성능을 보임

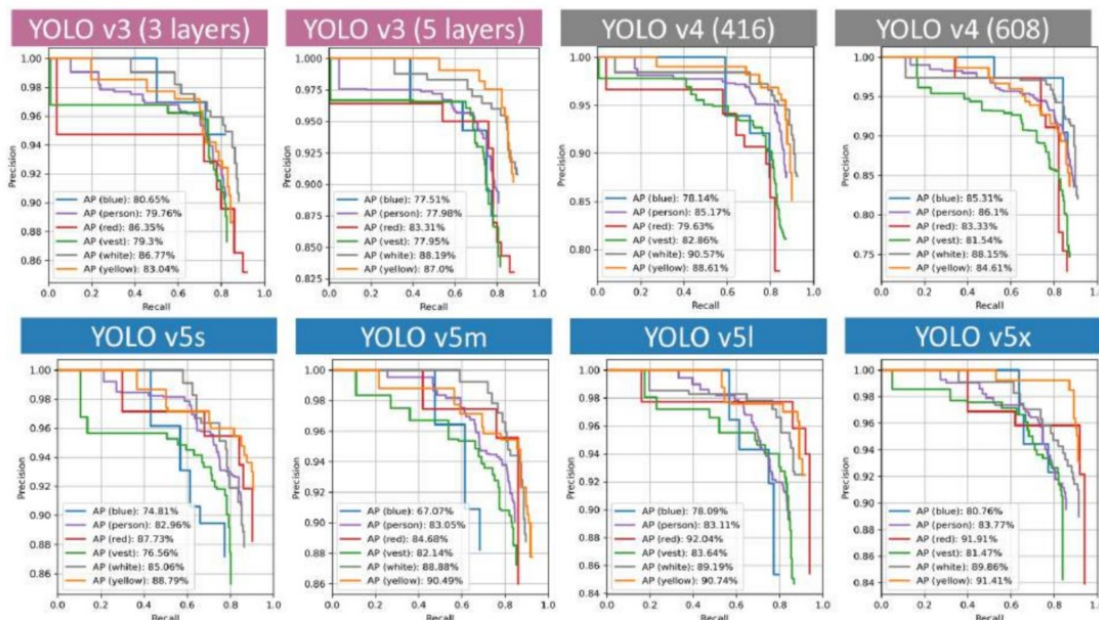


Figure 8. Precision × Recall curves.

## All YOLO Models

- YOLO v5x는 86.55%의 가장 좋은 mAP를 얻는 반면 YOLO v3(5개 레이어)는 81.99%의 mAP로 비교적 성능이 좋지 않음
- YOLO v3 모델은 모든 클래스 감지에서 균형 잡힌 성능
- YOLO v5s 모델은 블루 헬멧 감지에서 상대적으로 열악하여 전반적인 성능에 영향

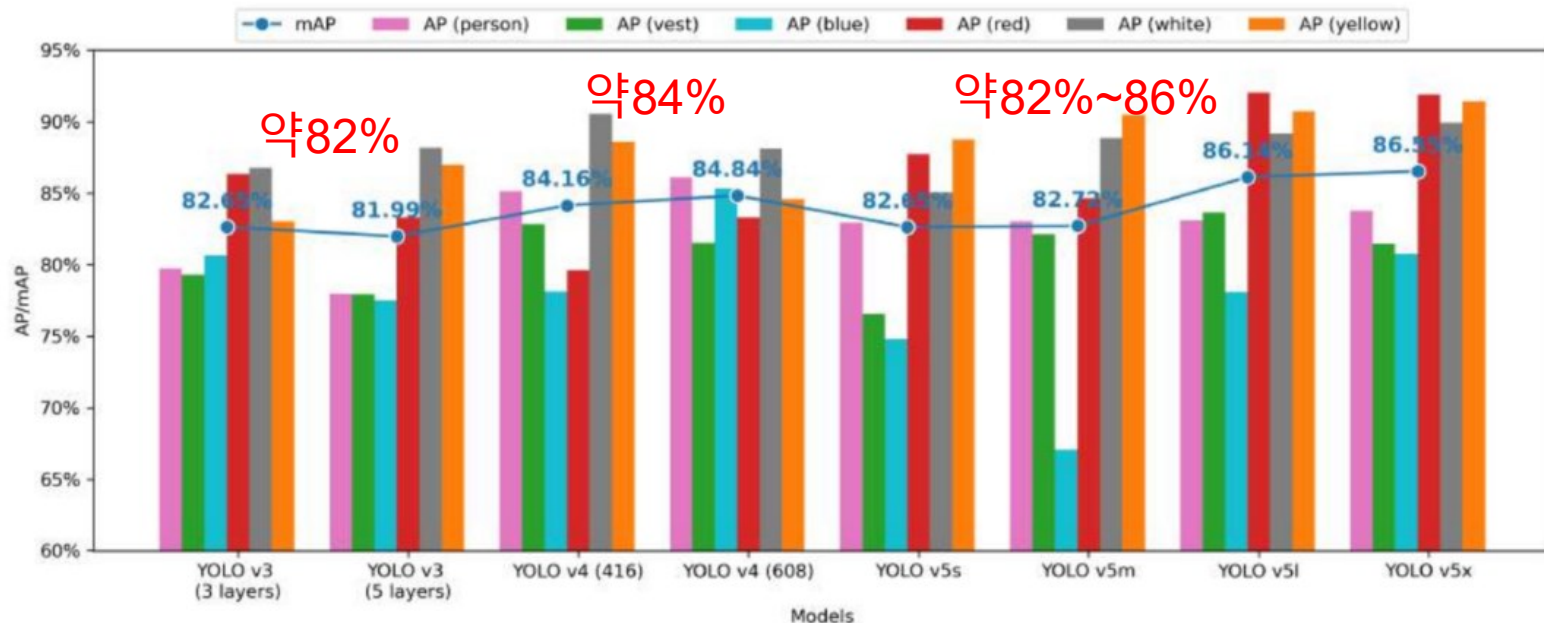


Figure 12. Mean average precision in each model.

## Conclusions

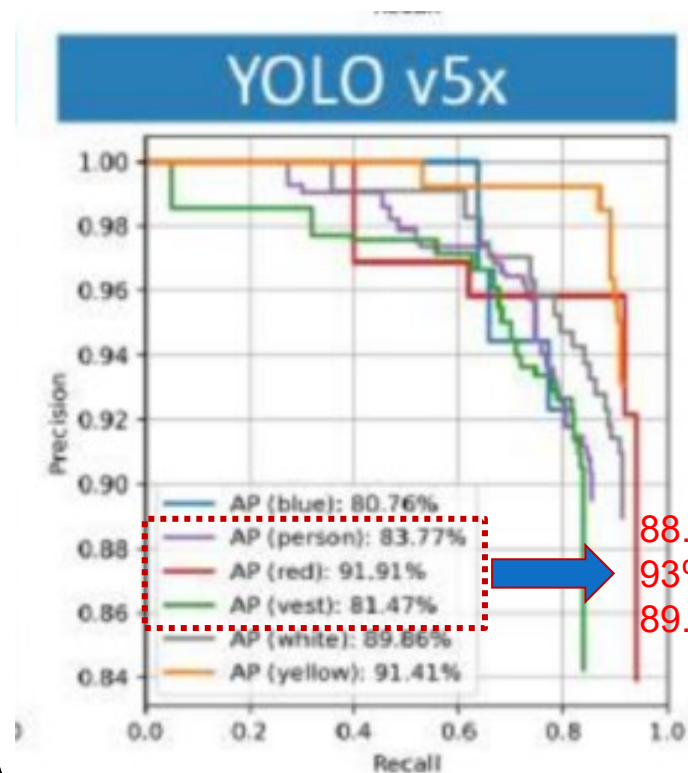
- YOLO 모델을 기반으로 여러 효과적인 PPE 감지 소개, 훈련 및 평가
- 주요 사항
  - 새로운 데이터 셋인 CHV를 이용한 6가지 PPE 클래스 감지
  - 10000개의 이미지에서 1330개의 실제 현장 사진
  - 사람, 헬멧 감지에서 사람, 조끼, 헬멧(4가지) 감지로 확대 -> 안전 준수 측정 관리 기여
  - YOLO의 다양한 버전을 정확도와 속도 측면에서 체계적으로 테스트
    - ✓ YOLO v3 < YOLO v4 < YOLO v5 순으로 성능이 좋음
  - YOLO v5x의 감지 오류에 대한 분석
    - ✓ False Negative(미검출) : 작은 크기의 객체, 가려진 객체, 또는 특이한 자세를 취한 객체는 감지하기 어려운 것으로 나타남.
    - ✓ False Positive(오검출) : 헬멧 색상을 잘못 분류하거나 초록색 옷을 조끼로 오인식, 감지된 클래스가 맞더라도 감지된 객체의 크기가 실제 객체 크기와 일치하지 않는 경우가 있음.
  - 흐릿한 얼굴 이미지 테스트 결과
    - ✓ 흐릿한 영역이 조끼와 사람 감지에 영향을 주지 않음
    - ✓ 흐릿한 영역이 헬멧 부분을 덮었을 경우 헬멧 생식 구분에서 평균 7%정도 감소
- 개선사항
  - 헬멧 생식 및 초록색 티셔츠 오검출 문제
  - 작은 객체 감지 문제
  - 추가 PPE 클래스 탐지 필요성 : 마스크, 안경, 장갑 등





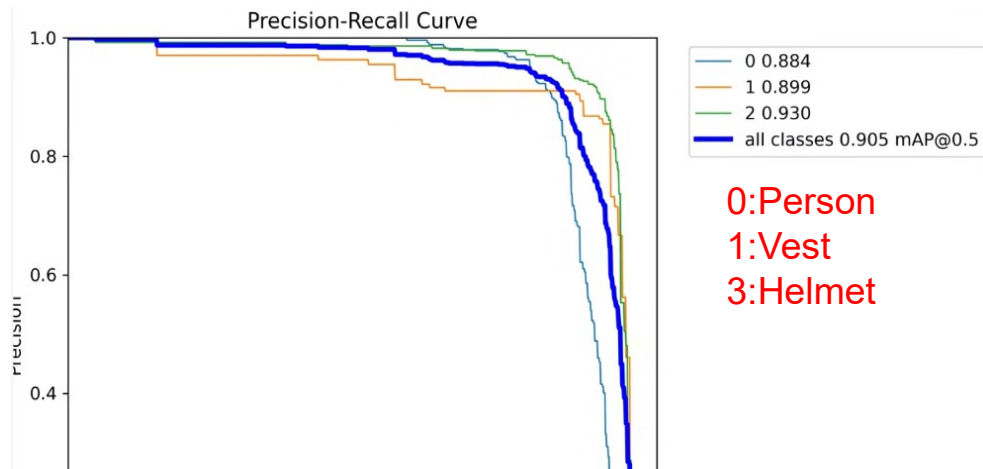
## YOLO v5 Vs v12

### 구현 결과 비교



88.4%  
93%  
89.9%

### YOLO v12



## ■ 선정 논문의 한계점

- ✓ 건설현장과 식품공장간의 현장사진 불일치
- ✓ 식품공장에서의 위생복장 데이터셋을 구축이 필요함

## ■ 개선점

- ✓ Daily 레포트 생성
  - 흰색 옷, 흰색 모자에 대한 오검출 방지 대책
  - 동일 인물에 대한 위생복장 불량 횟수 중복 감지 방지 알고리즘 필요



## ■ 프로젝트 연구방향

### 1) CCTV에서 이미지 추출

- ✓ 데이터셋을 만들기 위한 CCTV 영상에서 사람을 감지하는 모델을 이용하여 이미지 획득

### 2) 이미지 라벨링 및 학습 진행

- ✓ CCTV 영상에서 획득한 이미지를 대상으로 라벨링 작업
- ✓ 다양한 각도에서 캡처된 이미지를 활용하여 모델 학습

### 3) Daily 분석 보고서 모델

- ✓ CCTV에서 획득한 이미지에서 위생복장 불량 검출
- ✓ 위생복장 불량 검출된 이미지를 분석하여 일일 보고서 작성

1. U.S. Bureau of Labor Statistics. Industries at A Glance: Retail. 2018. Available online: <https://www.bls.gov/iag/tgs/iag23.htm> (accessed on 10 May 2020).
2. Ministry of Housing and Urban-Rural Development. The Report of Fatal Accidents in China's Building Construction Activities in 2018. 2019. Available online: [http://www.mohurd.gov.cn/wjfb/201903/t20190326\\_239913.html](http://www.mohurd.gov.cn/wjfb/201903/t20190326_239913.html) (accessed on 10 May 2020).
3. Fatal Injuries in Great Britain. Technical Report. 2017. Available online: <https://www.hse.gov.uk/statistics/fatals.htm> (accessed on 10 June 2020).
4. OSHA. Worker Safety Series Construction. 2005. Available online: <https://www.osha.gov/Publications/OSHA3252/3252.html> (accessed on 10 May 2020).
5. Hume, A.; Mills, N.J. Industrial head injuries and the performance of the helmets. Biomech. Impacts 1995, 217–231. Available online: [https://doi.org/http://www.ircobi.org/wordpress/downloads/irc1995/pdf\\_files/1995\\_15.pdf](https://doi.org/http://www.ircobi.org/wordpress/downloads/irc1995/pdf_files/1995_15.pdf) (accessed on 10 May 2020).
6. Suderman, B.L.; Hoover, R.W.; Ching, R.P.; Scher, I.S. The effect of hardhats on head and neck response to vertical impacts from large construction objects. Accid. Anal. Prev. 2014, 73, 116–124. [CrossRef]

# 감사합니다

## Q&A

