

NVIDIA Jetson AGX Xavier 환경에서 경량화된 실시간 안전모 탐지 모델 개발

조홍석⁰, 이수형, 장현수, 이수안

세명대학교 컴퓨터학부

dvelopfutureman@gmail.com, kissoo3245@gmail.com, above1999@gmail.com,

suanlee@semyung.ac.kr

Development of a lightweight real-time hard helmet detection model in the NVIDIA Jetson AGX Xavier environment

Hongseok Cho⁰, SuHyeong Lee, HyenSoo Jang, Suan Lee

School of Computer Science, Semyung University

요 약

최근 공사현장 및 건설현장에서 빈번히 발생하는 안전사고를 예방하고자 개인안전장비(PPE, Person Protective Equipment)를 착용해야 하며, 전동 킥보드와 자전거와 같은 이동 수단에서도 안전모를 착용해야 하는 법적 의무가 있다. 본 논문에서는 임베디드 모듈에서 동작 가능한 경량화된 실시간 안전모 탐지모델 연구를 진행하였다. 최근 객체탐지 분야에서 빠른 속도와 높은 성능을 보이는 YOLOv5 모델을 이용하였고, 외부나 공사현장에서 안전모 착용 여부를 탐지할 수 있도록 임베디드 환경인 NVIDIA Jetson AGX Xavier에서 개발하였다. 실제 사람이 안전모를 착용하거나 미착용한 경우에 대해서 실시간으로 잘 탐지하는 것을 확인하였으며, 본 연구결과를 통해 공사현장이나 이동 수단 이용 시에 단순 안전모 미착용으로 발생하는 안전사고 예방에 도움이 되는 데 의의가 있다.

1. 서 론

최근에는 전동 킥보드 운행에도 안전모 착용에 관한 법이 개정되었는데 기존에는 안전모 착용에 관한 강제조항이 없었으나, 앞으로는 전동킥보드 주행 시 안전모를 착용하지 않으면 20만원 이하의 벌금이 부과된다. 또한, 산재 사고사망자는 2020년을 기준으로 882명으로 2019년에 비해 증가했고 그 중 건설업 사고사망자는 458명으로 전체의 51.9%를 차지했다. 건설업에서 발생하는 재해 유형은 ‘떨어짐’ (236명), ‘물체에 맞음’ (42명), ‘부딪힘’ (38명), ‘화재’ (36명), ‘갈림·뒤집힘’ (33명), ‘무너짐’ (24명) 순으로 사고사망자가 다수 발생했다. 이러한 사고유형들은 건설업뿐만 아니라 제조업에서도 발생하고 있다. 따라서 고용노동부에서는 사고사망 감축을 위해 산재 사망사고 감축을 추진해나가기로 했으며 그에 대한 방안으로 첫째, 사망사고 발생위험 사업장의 안전관리 강화, 둘째, 안전관리 불량 사업장에 대한 엄정한 지도, 감독을 강화, 셋째로 사업장 안전보건관리체계 구축을 추진할 계획이다.

우리는 현재 발생하고 있는 산재 사고의 감축 방안들을 보았을 때 현재 가장 빠르고 효과적으로 개선할 수 있는

부분은 안전관리 감독 강화라 생각되었고, 이를 위해 안전장비에 대한 탐지 모델의 필요성을 고려하게 되었다. 최근 컴퓨터 비전과 딥러닝 기술들이 빠르게 발전함에 따라 CNN과 YOLO와 같은 학습 모델들을 활용해 사물이나 사람과 같은 객체를 탐지하는 기술과 성능이 발전하고 있고, 그 기술들을 응용한 서비스들이 사회에 필요해지고 있다. 본 연구에서는 최근에 산업에서 많이 활용되는 엣지 디바이스(Edge Device)인 NVIDIA Jetson AGX Xavier를 활용해 외부에서도 실시간으로 안전모를 탐지할 수 있는 모델을 개발하였다.

본 논문의 결과를 통해 공사현장 및 건설현장, 더 나아가 전동 킥보드와 자전거와 같은 이동 수단을 운행할 수 있는 외부에서 현장 작업자와 운행자들이 안전모를 착용했는지 실시간으로 탐지할 수 있도록 안전모 탐지 모델을 NVIDIA Jetson AGX Xavier 환경에서 개발하였다.

2. 안전모 탐지 모델

객체 탐지(Object Detection)는 딥러닝 기술 중 영상처리와 컴퓨터 비전 분야에서 자주 활용되며 실생활 애플리케이션에도 많이 적용되는 기술이다. 객체 탐지 분야에

서 기존에 대표적으로 사용되는 모델들은 R-CNN 계열과 같은 모델들이었지만, 산업에서 활용하기 위해서는 실시간 객체 탐지가 가능한 YOLO(You Only Look Once) 모델이 우리 연구에서 사용되었다. YOLO 모델은 이미지 내에 존재하는 객체와 해당 객체의 위치를 이미지를 한 번만 보고 예측할 수 있는 알고리즘이다. 전체적인 구조를 간소화함으로써 훈련 및 검출 속도를 높인 모델이다.

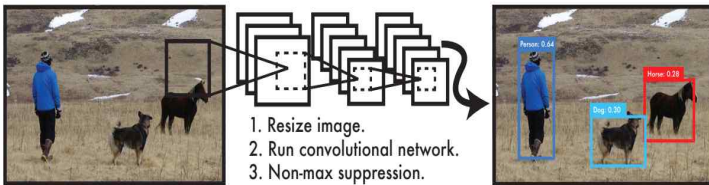


그림 1. YOLO 객체 탐지 모델[1]

YOLO 모델 시리즈 중 최근에 발표된 YOLOv5 모델은 이전 모델들에 비해 작은 크기와 빠른 속도를 가지고 있는데, 이는 모델의 깊이와 레이어의 너비에 따라 YOLOv5s, YOLOv5m, YOLOv5l, YOLOv5x로 분류된다. YOLOx로 갈수록 배수가 높아지고 그에 따라 속도와 정확도의 차이가 나타난다. 그림 3을 보면, 학습 시간은 이전 버전인 YOLOv4 모델에 비해 1/10가량 짧고, 그림 4를 보면, 모델 용량은 YOLOv5x 모델을 제외하면 모두 YOLOv4 모델에 비해 1/3 가량 혹은 그 이상으로 작은 것을 알 수 있다.

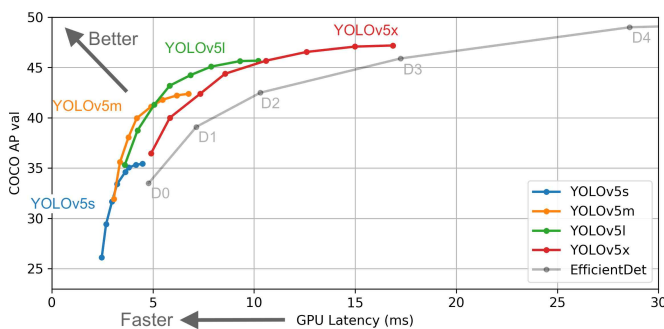


그림 2. YOLOv5 performance[2]

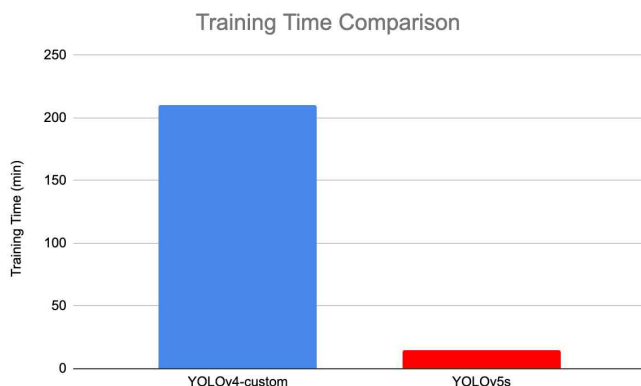


그림 3. YOLOv4 vs YOLOv5s 학습시간 비교[3]

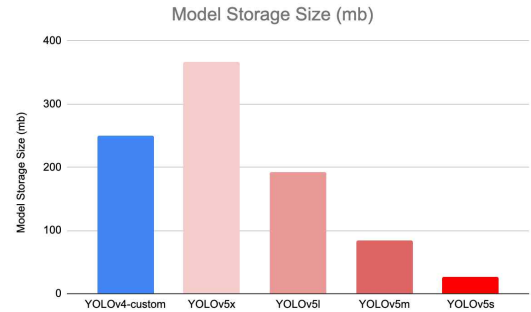


그림 4 YOLOv4 vs YOLOv5 모델별 용량 비교[3]

3. 실험

3.1 안전모 데이터셋

객체 탐지를 위해선 모델을 학습시키기 위해서는 데이터셋 확보가 필요하다. 우리 연구에서는 안전모 착용에 관련된 이미지 데이터셋을 확보하기 위해서 학습 데이터 전처리 및 증강 기능을 제공하는 Roboflow[4]에서 약 7,000장의 안전모 착용 사진에 대한 데이터셋을 다운받은 후 학습을 진행했다. 안전모 데이터셋의 클래스(Class)는 'head', 'helmet', 'person' 으로 총 3가지이다. 안전모를 착용하고 있다면 안전모가 위치한 곳의 바운딩 박스(Bounding Box)에 'helmet' 이라 표시되며 안전모를 미착용하고 있다면 'head' 라 표시된다.



그림 5. 안전모 데이터셋 예시

3.2 실험 환경

실제 산업에서는 현장에서 활용되기 위해서는 소형기기 로 개발될 필요가 있다. NVIDIA Jetson AGX Xavier[5]는 엔비디아의 임베디드 컴퓨팅 보드 시리즈 중 하나로서 임베디드 애플리케이션에 AI 성능을 제공하는 소형 컴퓨터이다. 이는 현재 로봇틱스, 제조업 및 산업 자동화, 서비스 로봇, 창고 물류, 건설, 농업, 의료 등 다양한 산업

분야에서 쓰이고 있다.



그림 6. NVIDIA Jetson AGX Xavier[5]

3.3 YOLOv5 모델 학습

본 연구에서는 컴퓨팅 파워가 제한된 임베디드 환경에서 동작할 수 있도록 YOLOv5s 모델을 사용해 학습을 진행시켰다. YOLOv5s 모델이 다른 YOLOv5m과 YOLOv5l 모델에 비해 정확도는 떨어지지만, 속도는 가장 빠르다는 장점이 있다. 그림 7을 보면, 학습한 YOLOv5s 모델의 mAP 결과를 볼 수 있다.

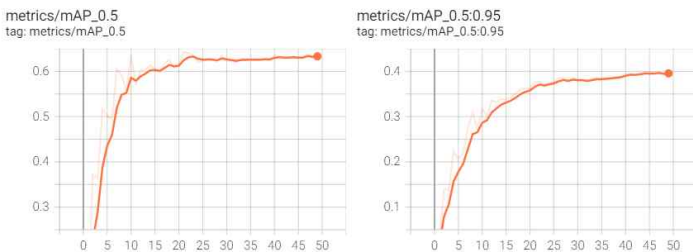


그림 7. YOLOv5s 모델 mAP결과

3.4 안전모 탐지 추론 결과

본 논문에서 학습한 모델을 통해 카메라로 실시간으로 촬영되는 상황에서 안전모를 추론한 결과 일부를 가져왔다. 결과를 보면, 다양한 방향과 자세에서도 사람과 안전모 탐지 여부를 잘 추론하는 것을 알 수 있다.



그림 8. 안전모 탐지 모델 결과 (앞모습)



그림 9. 안전모 탐지 모델 결과 (뒷모습)



그림 10. 안전모 탐지 모델 결과 (옆모습, 앉은 모습)

4. 결론

본 논문에서는 YOLOv5라는 객체 탐지 모델을 이용해 NVIDIA Jetson AGX Xavier 환경에서 안전모 탐지를 진행했다. YOLOv5 모델은 낮은 용량과 빠른 속도로 실시간으로 객체를 탐지하는 데 적합하다고 판단되어 사용하였다. 향후에는 YOLOv5 모델 외에도 추후에 더 발전된 성능으로 나오는 모델들도 이용하여 안전모 뿐만 아니라 산업현장에서 필요로 하는 고글, 조끼, 벨트와 같은 안전 장비에 대해서도 실시간으로 착용 여부를 판단할 수 있게 개발할 예정이다. 또한, 본 논문에서 제시한 방법들과 같이 안전장비뿐만 아니라 화재 발생 예측, 건물 균열, 이상 물체 감지 등 더 광범위한 산업 분야에 쓰일 수 있도록 추가적인 연구를 진행할 계획이다.

참고문헌

- [1] Joseph Redmon, Santosh Divvala, Ross Girshick, Ali Farhadi, "You Only Look Once: Unified, Real-time Object Detection", IEEE Conference on Computer.
- [2] Github, YOLOv5, <https://github.com/ultralytics/yolov5>.
- [3] roboflow, "Responding to the Controversy about YOLOv5", <https://blog.roboflow.com/yolov4-versus-yolov5/>.
- [4] roboflow, "roboflow", <https://roboflow.com/>.
- [5] NVIDIA, "Jetson AGX Xavier Developer Kit", <https://developer.nvidia.com/embedded/jetson-agx-xavier-developer-kit>