

# YOLO 기반 PM 불법 운전 과태료 자동 징수 시스템

임영훈, 오성현, 김정곤\*

한국공학대학교 전자공학부

dladjwlsrh@naver.com, osh119@tukorea.ac.kr, jgkim@tukorea.ac.kr\*

## YOLO-based PM Illegal Driving Fine Automatic Collection System

Young Hoon Lim, Sung Hyun Oh, Jeong Gon Kim\*

Dept. of Electronic Engineering, Tech University of Korea

### 요약

최근 몇 년간 PM(Personal Mobility)과 관련된 사고 및 위법 행위의 증가는 사회적 이슈로 대두되고 있다. 이에 따라, 정부차원에서 PM 탑승에 관한 도로교통법을 개정하고 있지만, 사용자들의 규제 준수가 부족한 한계점이 있다. 따라서, 본 연구는 YOLOv8(You Only Look Once Version 8)을 활용하여 PM 위법 행위 감지 및 과태료를 자동 징수하는 시스템을 제안한다. 적외선 카메라를 이용하여 PM의 주행 상태를 실시간으로 촬영하고, YOLOv8을 통해 헬멧 미착용 및 다인승 탑승 여부를 검출한다. 위와 같은 불법 주행이 감지되면 PM의 GPS(Global Positioning System) 정보를 획득하고, 데이터베이스에서 사용자 정보를 조회하여 경찰에 전송한다. 이를 통해 교통 단속의 효율성이 향상되고, 규제 강화 및 안전 의식 증가에 기여할 것으로 예상된다.

### 1. 서론

최근 몇 년간 교통안전과 관련된 사고 및 위법 행위의 증가는 사회적 이슈로 대두되고 있다. 특히, PM(Personal Mobility) 분야에서의 위반 행위는 도로 안전 및 교통흐름에 부정적인 영향을 미치고 있다. 통계적인 자료에 따르면, 2018년부터 2022년까지 PM 위법 행위 사고 건수가 급격하게 증가하고 있다. 2018년에는 225건, 2019년에는 447건, 2020년에는 897건, 2021년에는 1735건, 그리고 2022년에는 2386건의 위법 행위가 보고되었다[1].

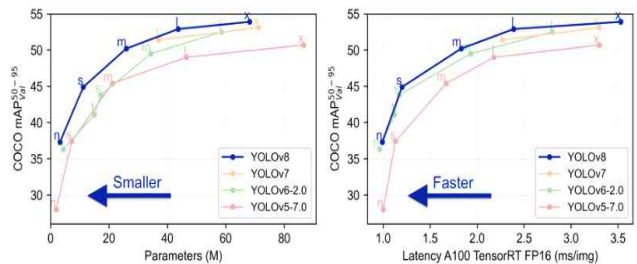
그러나 2021년에 도로교통법이 개정되었음에도 불구하고 안전 문제가 여전히 지속되고 있다. 개정된 규정에도 불구하고 PM과 관련된 교통사고가 늘어나고 있으며, 특히 사용자들의 규제 준수가 부족한 상황이다. 특히, 안전모 착용은 단속 시에만 이루어지고 그 외에는 불편하다는 이유로 착용하지 않는 경우가 많다는 보도가 있다[2].

이러한 상황에서 규제의 실효성에 대한 의문이 제기되고 있다. 도로교통법 개정 이후 경기 남부지역에서 발생한 PM 관련 교통사고가 전년 대비 증가하였으며, 규제 강화에도 불구하고 효과가 미미하다는 의견이 나오고 있다.

따라서, 본 연구에서는 PM 운행 중 발생한 위법 행위 감지 시스템을 구축하여 위와 같은 문제에 대응하고자 한다. 이를 위해, 본 연구에서는 YOLOv8(You Only Look Once Version 8)[3]을 활용하여 헬멧 미착용 및 다인승 탑승 등 객체 인식하여 사용자를 식별 후 과태료를 자동으로 징수하는 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템의 특성상 여러 객체를 검출하는데 높은 성능(mAP)을 달성하고, 촬영되는 영

상에서 헬멧 착용과 다인승 탑승을 실시간으로 감지하기 위해 YOLOv8을 선택했다. YOLOv8 모델의 성능은 [그림 1] 및 [그림 2]에서 확인할 수 있다[4].

이를 통해 위법 행위를 신속하게 감지하고, 감지된 정보를 데이터베이스(DB)에 저장한 후 경찰에 불법주행 데이터를 전송한다. 이를 통해 교통 단속의 인력 효율을 향상시키고, 특히 헬멧 미착용에 대한 자동화된 단속이 가능하며 규제 강화에 도움이 될 것으로 기대된다. 또한, 안전 의식을 확대



[그림 1] YOLO 버전에 따른 성능 그래프

Model	size (pixels)	mAP <sup>val</sup> <sub>50-95</sub>	Speed CPU ONNX (ms)	Speed A100 TensorRT (ms)	params (M)	FLOPs (B)
YOLOv8n	640	37.3	80.4	0.99	3.2	8.7
YOLOv8s	640	44.9	128.4	1.20	11.2	28.6
YOLOv8m	640	50.2	234.7	1.83	25.9	78.9
YOLOv8l	640	52.9	375.2	2.39	43.7	165.2
YOLOv8x	640	53.9	479.1	3.53	68.2	257.8

[그림 2] YOLOv8 모델의 성능 비교표

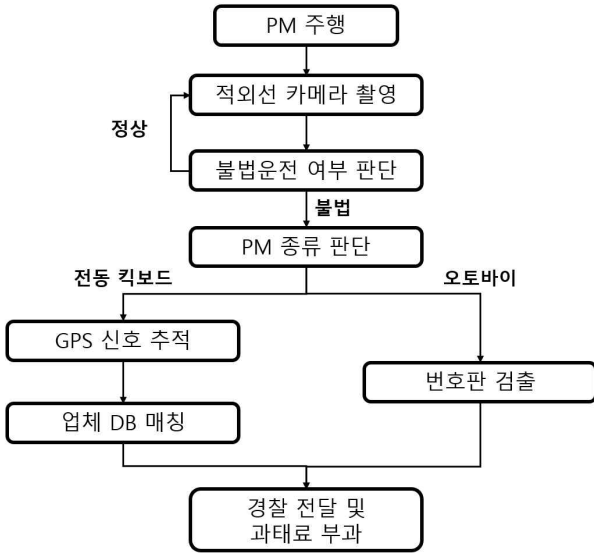
\* : 교신저자

하기 위해 헬멧 착용의 중요성과 교통 규칙을 강조하여 사용자들의 안전 의식을 높이는 데 기여할 것으로 기대된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 제안하는 시스템의 전체 구성 및 개발 내용에 대해 설명한다. 끝으로, 3절에서는 본 논문의 결론과 추후 연구방안에 대해 기술한다.

## II. 본론

### 1. 동작 원리



[그림 3] 제안 시스템 흐름도

본 논문에서 제안하는 시스템 흐름도는 [그림 3]에서 확인할 수 있다. 가로등에 설치된 적외선 카메라를 활용하여 도로를 감시하고, 이를 통해 PM의 주행 상태를 실시간으로 촬영한다. 촬영된 영상은 무선 통신을 통해 서버로 전송된다. 전송된 영상은 사전에 학습된 YOLOv8 모델을 이용하여 PM 불법 주행을 검출한다. 불법 주행이 감지되면 전동 킥보드에 내장된 GPS 모듈을 활용하여 사용자를 식별하고, 업체의 데이터베이스에서 등록 정보, 소유자 정보, 이용 기록 등을 조회한다. 추가적으로, 오토바이는 번호판을 감지하여 사용자를 식별한다. 위와 같이 불법 주행이 확인되면 해당 사용자의 개인정보와 함께 GPS 정보가 경찰에 제공되어 과태료 등의 조치가 이루어지도록 한다.

### 2. 불법운전 검출 결과

본 절에서는 YOLOv8을 기반으로 전동킥보드, 오토바이 및 헬멧에 대한 검출 결과를 제시 및 분석한다. 검출 결과는 [그림 4]에 제시하였다. 오토바이 객체 감지에서는 테스트 데이터 79개, 학습데이터 496개, 그리고 검증데이터 140개를 사용했다. 이에 대한 결과로는 mAP가 50.2%로 나타났다. Precision는 73.8%이며, Recall은 45.3%이다.

반면에 전동킥보드 객체 감지에서는 테스트 데이터 21개, 학습데이터 2,738개, 검증데이터 53개를 사용했다. 이 경우, 킥보드의 객체 감지는 뛰어난 성능을 보여준 것을 확인할 수 있다. mAP는 93.4%로 측정되었으며, Precision는 91.3%, Recall은 96.5%이다.



[그림 4] 객체 인식 결과

### III. 결론 및 추후 연구방안

본 연구에서 제안한 PM 불법 주행 감지시스템은 전동킥보드 및 오토바이 이용자의 교통 규칙 준수를 촉진하고 도로 안전을 강화하는데 기여하고자 한다. 이를 위해, 불법 주행 검출 시 과태료가 자동 징수되도록 설계하였다. 이를 위해, YOLOv8 모델을 이용하여, 불법 행위에 대한 검출 시스템을 개발하였으며, 성능 평가를 수행하였다. 성능 평가 결과 오토바이 객체 감지시스템의 성능이 상대적으로 낮은 것으로 나타났다. 이러한 결과를 통해 오토바이 객체 감지 정확성을 개선하기 위한 방안이 필요하다. 또한, 시스템의 확장성을 고려하여 더 많은 PM 유형과 교통수단을 포함하는 다양한 환경에서의 성능을 평가하는 것이 필요하다. 이는 다양한 도로 조건 및 교통 상황에서의 실용성을 보장하기 위함이다.

추후 연구방안으로는 실제 도로 환경에서의 실험 및 검증이 필요하며, 특히 실시간 데이터 처리 및 응답 시간 개선에 중점을 두어 효율성을 높이는 방안을 연구할 필요가 있다. 또한, 서버에서 과태료 징수 방안에 대한 DB 매칭 관련 연구가 필요할 것으로 보인다.

### 참고 문헌

- [1] Park, J. M., Lee, J. S., "Study on Improvement of Transportation Environment for Safety of PM in Public Transportation Linkage Function," Journal of the Korean Society for Railway, pp.264-273.
- [2] Kim, H. H., Park, T. H., "Auto Traffic Laws Violations Detection System for Motorcycle using YOLO," Information and Control Symposium, pp.348-349.
- [3] NamGung, D. H., Kim, D. H., "Proposal of New Labeling Method for Detection Improvement of Two-People Riding on E-Scooter in YOLOv8n," Journal of Digital Contents Society, pp.1575-1581.
- [4] Jang, Y. H., Park, D. J., Jeong, S. C., Kim, M. Y., "Implementation of Android Application for Crosswalk Assistance for the Visually Impaired based on YOLOv8," Proc. KIIT Conference, pp.570-573, June 2023.