

AI 및 GPS 기반 전동킵보드 불법운전 검출 방안

오성현, 임영훈, 김정곤*

한국공학대학교 전자공학부

osh119@tukorea.ac.kr, dladjwlsrh@tukorea.ac.kr, jgkim@tukorea.ac.kr*

AI and GPS Based Electric Scooter Illegal Driving Detection Method

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

Dept. of Electronic Engineering Tech University of Korea

요 약

최근 PM(Personal Mobility) 이용이 증가하면서 전동킵보드의 불법운전이 사회적 이슈가 되고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 일부 지자체에서는 도로교통법을 개정하여 교통안전을 강화하는 등 다양한 대책을 시행하고 있다. 하지만, 현재 대부분의 단속 방법은 시민 신고에 의존하고 있어 효율성을 개선할 필요가 있다. 본 연구는 AI(Artificial Intelligence) 기술을 활용해 공유 전동킵보드의 불법운전 문제를 체계적으로 관리하고 해결하는데 초점을 맞추었다. 이를 위해 YOLOv5(You Only Look Once version 5) 기술을 활용한 불법운전 검출 시스템을 제안한다. 실험을 통해 제안된 시스템의 성능을 검증하였으며, 빠른 처리속도 및 높은 정확도를 기반으로 불법운전을 검출하였다. 또한, GPS(Global Positioning System)를 추가하여, 불법 운전자에 대한 분류가 가능하도록 설계하였다. 이를 통해, 불법운전 중인 전동킵보드를 실시간으로 검출하고 위반시 과태료를 결정한다. 따라서, 개발된 시스템은 공유 전동킵보드의 불법운전 문제를 효율적으로 관리하고 해결하기 위해 관련 기관에 유용한 정보를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

I. 서 론

최근 PM(Personal Mobility)은 단거리 이동의 편리한 교통수단으로 자리 잡았으며, 매년 이용자가 늘고 있다[1]. 시장조사기관 Grand View Research에 따르면, 세계 PM 시장은 2020년 13조원에서 2028년까지 연평균 5.8% 성장할 것으로 전망되며, 국내 시장은 그보다 더 빠른 속도로 성장하고 있다. 또한, 한국교통연구원은 국내 PM 시장이 연평균 20% 이상 성장할 것으로 예측하고 있다[2]. 각국 정부는 PM의 편의성을 높이기 위해 다양한 교통법을 제정하고 있다. 현재, PM이 교통체계에 통합되면서 교통 이동성 향상에 긍정적인 영향을 미치고 있다. 하지만 부정적인 측면도 제기되고 있다. 이 가운데 가장 큰 문제는 PM 사용자 대부분이 교통법을 위반한다는 것이다[3]. PM 사용자가 위반하는 대표적인 교통법규로는 안전모 미착용, 승객 정원 초과, 무면허 운전, 음주운전 등이 있다.

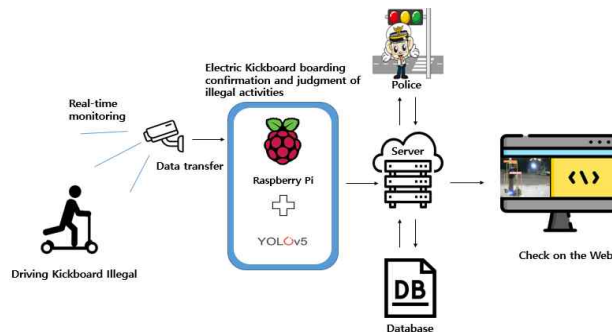
본 연구에서는 전동킵보드를 탑승 시 발생하는 불법 행위에 대한 검출 시스템을 구축하여 도로 안전과 교통흐름 개선에 기여하고자 한다. 이를 위해 YOLOv5(You Only Look Once version 5)를 사용하여 헬멧 미착용 및 다인승 탑승을 실시간으로 검출한다. 기존의 R-CNN(Regions with Convolutional Neural Networks)[4] 방식은 이미지를 여러 조각으로 나누어 CNN(Convolutional Neural Networks) 모델을 사용하여 이미지를 분석한다. 따라서 하나의 이미지를 보는 것은 여러 이미지를 분석하는 것과 같았다. 하지만 YOLO는 이러한 과정을 건너뛰고 이미지를 한 번만 보는 특징이 있다. 이는 기존 R-CNN보다 6배 빠른 성능을 달성할 수 있다. 이후 웹에서 GPS(Global Positioning System) 정보를 기반으로 사용자를 식별하고 과태료를 징수하는 시스템을 개발했다. 또한, MariaDB(DataBase)를 사용하여 시스템을 통해 검출된 불법 행위에 대한 과태료

를 자동으로 징수하고 AWS(Amazon Web Services)를 사용하여 검출된 데이터를 서버로 전송했다.

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

본 논문에서 제안하는 시스템의 구성은 [그림 1]에서 확인할 수 있다. 제안된 시스템은 다양한 PM 중 전동킵보드를 주요 검출 대상으로 선택하였다.



[그림 1] 시스템 전체 구성도

그림에서 볼 수 있듯이, 제안된 시스템은 세 가지 구성 요소로 나눌 수 있다. 첫 번째 구성 요소는 도로를 실시간으로 촬영하여 데이터를 캡처하는 영상 촬영부이다. 두 번째 구성 요소는 훈련된 모델을 활용하여 PM 사용자의 불법운전을 감지하는 AI(Artificial Intelligence) 엔진이다. 마지막으로, 세 번째 구성 요소는 AI 엔진의 검출 결과를 데이터베이스와 경찰

* : 교신저자

에 전송하는 서버이다.

먼저, 촬영된 영상에서 불법 운전을 검출하는 AI 엔진에 대해 설명한다. 본 연구에서는 YOLOv5를 AI 모델로 활용하여 불법 운전을 검출했다. 그 중, YOLOv5s 모델은 높은 프레임 속도를 유지하면서 일정 수준의 객체 검출 성능을 제공하는 경량 모델이다. 제안하는 시스템은 실시간 검출 성능이 필요하므로 YOLOv5s 모델을 채택하였다.

이후, YOLOv5s 모델의 학습이 수행되었다. 이 연구의 목적은 PM 이용자가 전동킥보드를 사용하는지 여부를 판단하고 PM 이용자가 행한 불법 행위를 검출하는 것이다. 따라서, 두 개의 YOLOv5s 모델을 순차적으로 적용하였다. 첫 번째 객체 인식 모델은 "RIDE"이다. 이는 전동킥보드 이용자와 비이용자를 구분하기 때문에 클래스로 Ride만 사용하였다. 두 번째 객체 인식 모델은 "Violation"이다. 이 시스템은 "RIDE" 모델을 통해 Crop된 이미지에서 위반 행위를 판단한다. 이를 위해, 총 5개의 클래스를 활용하였다. 각 클래스는 헬멧 착용 여부에 따라 Helmet과 Non-Helmet으로 구분하고, 오류를 방지하기 위해 전동킥보드의 유무를 나타내는 Kickboard, 그리고 사람 수에 따라 Person과 People로 구분하였다.

위에서 언급한 다양한 클래스를 구분하기 위해 실제 환경에서 데이터 세트를 수집했다. 또한, 제안된 시스템의 강력한 성능을 보장하기 위해 데이터는 낮과 밤 시간대를 이용하여 균일하게 수집되었고, 수집된 데이터는 Roboflow를 사용하여 라벨링을 수행했다. 이후, 라벨링이 완료된 데이터를 이용하여 각 모델의 학습을 수행하였다. 학습에 사용된 파라미터는 다음과 같다. 먼저, YOLOv5s 모델은 Windows 환경에서 학습되었고, 가중치 파일을 Raspberry Pi에 업로드했다. 이때, 학습 설정은 Batch size를 32로 설정하고 epoch를 250으로 설정했습니다. 첫 번째 모델은 총 327개 데이터 세트 중 226개의 train set, 66개의 valid set, 35개의 test set을 사용하여 학습되었으며, 비율은 약 7:2:1입니다. 두 번째 모델은 총 2,074개 데이터 세트 중 1,454개의 train set, 410개의 valid set, 210개의 test set을 사용하여 학습되었으며, 비율은 약 7:2:1입니다. 학습 결과는 표 1에서 확인할 수 있다.

[표 1] 각 모델별 학습 성능

모델명	mAP50-95	mAP50	정확도	재현율
RIDE	99.457	99.5	0.99969	1
Violation	86.521	99.433	0.99755	0.99885

이후, 학습이 완료된 모델을 이용하여 실제 환경에서 테스트를 수행하였다. 먼저, RIDE 모델의 테스트 결과는 [그림 2]와 같다. 그림에서 볼 수 있듯이, 전동킥보드 탑승자는 Ride로 검출하고, 보행자는 Non-Ride로 검출됨을 확인할 수 있다. 이후, Ride로 검출된 이미지에서 불법증행을 검출하기 위해 Violation 모델이 적용된다. [그림 3]에서 볼 수 있듯이, Violation 모델은 앞서 언급한 5개의 클래스를 구



[그림 2] RIDE 모델 검출 결과



[그림 3] Violation 모델 검출 결과

분한다. 그림에서, 주황색은 Non-Helmet, 빨간색은 Helmet, 노란색은 Person, 주황색은 People이고 분홍색은 Kickboard 검출결과를 나타낸다. 이때, 불법운전이 검출된 전동킥보드의 GPS 신호를 이용하여 현재 전동킥보드 이용자를 식별한다. 검출 결과는 텍스트 형태로 저장되며, 주기적으로 서버에 업로드되도록 설계하였다. 서버에 업로드된 정보를 기반으로 웹페이지에 과태료 납부 기능을 구현하였다. 구현된 웹 UI는 [그림 4]에서 확인할 수 있다.

Manager님의 벌금내역 확인하기

사건		위반 목적		과태료		
사진	이름	날짜	위반 장소	위반 내용	벌금	과제 날짜
	Seung Hyun	2024-07-15, 14:58:44-080753	TechUniversity	Not wearing a helmet	20000원	과제하기
	Seung Hyun	2024-07-15, 14:58:47-080983	TechUniversity	Multi-person ride	40000원	과제하기

[그림 4] 과태료 납부 웹 UI

III. 결론

본 연구는 전동킥보드의 불법운전을 효율적으로 검출하고, 위반 시 자동으로 과태료를 징수하는 것을 목표로 한다. 이를 위해, AI 기반 불법운전 검출 시스템을 제안했다. YOLOv5를 활용하여 불법 활동을 실시간으로 검출하고 AWS를 사용하여 과태료를 자동으로 부과하는 웹페이지를 구축했다. 성능 평가 결과, 구현된 YOLOv5s 모델은 전반적으로 높은 정확도를 보였다. 그러나, 객체가 카메라로부터 멀어질 경우, 이미지의 해상도가 저하되어 Violation 모델에서 인식률이 낮아짐을 확인할 수 있다. 추후, 이러한 문제를 해결하기 위해 특정 상황에 맞는 추가 데이터 라벨링 및 모델 최적화를 수행해야한다. 또한, 최적화된 FPS(Frames per Second) 성능을 제공하는 카메라가 필요할 것으로 사료된다. 따라서, 고화질 카메라와 이를 처리하기 위한 NVIDIA 사의 고성능 MCU(Main Control Unit)를 사용하여 제안된 시스템의 성능을 개선하고자 한다.

참 고 문 헌

- [1] D. H. Lee, D. Camacho, and J. J. Jung, "Smart Mobility with Big Data: Approaches, Applications, and Challenges," Applied Sciences, vol. 13, pp. 7244, June 2023.
- [2] Grand View Research, "Personal Mobility Devices Market Size, Share, & Trends Analysis Report By Product," Feb. 2021.
- [3] J. M. Kim, and J. S. Lee, "Study on Improvement of Transportation Environment for Safety of PM in Public Transportation Linkage Function," J. KSR, vol. 24, pp. 264-273, Mar. 2021.
- [4] D. U. Kim, and J. W. Jung, "Deep Learning-based Electric Kickboard Helmet Detection under Night Driving Conditions," J. KIEE, vol 71, pp. 1411-1419, Oct. 2022.