

AI 기술을 이용한 스마트 전동 킥보드 안전 시스템

김정은¹, 김현진¹, 박효영¹, 이민영¹, 이주영²

¹덕성여자대학교 컴퓨터공학전공 학부생

²덕성여자대학교 컴퓨터공학전공 교수

{wjdsilver, 20200242, 19013, dlscjssk36, jylee}@duksung.ac.kr

Smart Personal Mobility Safety System Using AI Technology

Jungeun Kim¹, Hyunjin Kim¹, Hyoyoung Park¹, Minyoung Lee¹, Jooyoung Lee²

¹Undergraduate Computer Engineering at Duksung Women's university

²Professor of Computer Engineering at Duksung Women's university

요약

교통사고분석 시스템(TAAS, 도로교통공단) 통계에 따르면 PM(Personal Mobility) 관련 교통사고는 2023년 2389건으로, 2019년 447건 대비 5배 이상 증가하였다. 증가하는 교통사고를 예방하기 위해 본 논문에서는 AI 기술을 이용한 스마트 전동 킥보드 안전 시스템을 제시한다. AI 딥러닝 기반 모델을 적용해 헬멧 착용, 2인 이상 탑승, 횡단보도 주행, 교통안전에 위배되는 무단 주차를 제한한다. 본 시스템을 통해 전동 킥보드 이용자들의 도로교통법 준수와 공공의 안전 강화를 기대한다.

1. 서론

공유 전동 킥보드 서비스 사용이 꾸준히 증가함에 따라 전동 킥보드 관련 사고도 증가하고 있다. 2021년, 정부는 전동 킥보드 관련 도로교통법을 개정하였으며, 지자체는 단속을 강화하였다. 하지만 공유형 모빌리티 사업은 안전보다는 대중화가 목적이기 때문에 안전장치는 필수가 아닌 권고 사항으로서 위법 행위를 단속하기 어렵다는 한계가 있다. 또한, 교통사고분석 시스템(TAAS, 도로교통공단) 통계에 따르면 PM(Personal Mobility) 관련 교통사고는 2019년 447건, 2021년 1735건, 2023년 2389건으로 급증하고 있다.[1]

본 연구는 AI 기술을 활용한 전동 킥보드 시스템을 제안하여, 이용자가 도로교통법을 준수하도록 강제함으로써 사고를 예방하고 교통안전의식을 고취할 수 있도록 한다. 나아가, 지자체와 공유 모빌리티 사업자들이 보다 효율적으로 안전을 관리할 수 있는 기반을 제공하여 안전 시스템 도입의 필요성을 강화할 수 있다. 본 논문의 2절에서는 관련된 연구 및 애플리케이션을 기술하고, 3절에서는 본 논문에서 제안하는 시스템의 구성도를 기술하고, 4절에서는 AI 기술을 활용하여 인식하는 방법을 기술한다. 그리고 5절에서는 결론과 향후 연구를 기술한다.

2. 관련 연구 및 애플리케이션

현재 딥러닝 모델을 활용한 전동 킥보드 관련 연구는 주로 헬멧 착용 여부[2],[3]와 2인 이상 탑승 여부[4]를 판별하는 데 중점을 두고 있다. 하드웨어적으로는 압력센서와 무게센서를 이용해 2인 이상 탑승을 감지하는 연구[5]가 진행되고 있으나, 그 범위가 제한적이다. 상용화된 애플리케이션들(예: 뉴런[6], 알파캐기[7]) 또한 헬멧 착용 여부를 판단하여 사용자에게 혜택을 제공하는 방식으로 기능이 한정되어 있다. 이러한 접근방법으로는 도로교통법에서 규정하는 법규를 준수하도록 하는데 한계가 있다.

본 연구에서는 기존의 한계를 극복하고자, 전동 킥보드에 장착한

전후면 카메라를 통해 수집한 영상 데이터를 기반으로 주행 안전과 교통법규 준수를 종합적으로 관리할 수 있는 시스템을 개발하였다. 얼굴인식 기반 동일한 판별 기법으로 회원 가입 대상과 킥보드 대여 적격성을 검토하며 헬멧 착용, 2인 이상 탑승, 횡단보도 주행 여부 및 불법 주차 시 반납을 제한하는 기능을 포함하고 있다. 이러한 접근을 통해 전동 킥보드의 안전한 이용을 유도하고, 효과적인 도로교통법 준수 제도도 가능할 것으로 기대된다.

3. 애플리케이션 설계

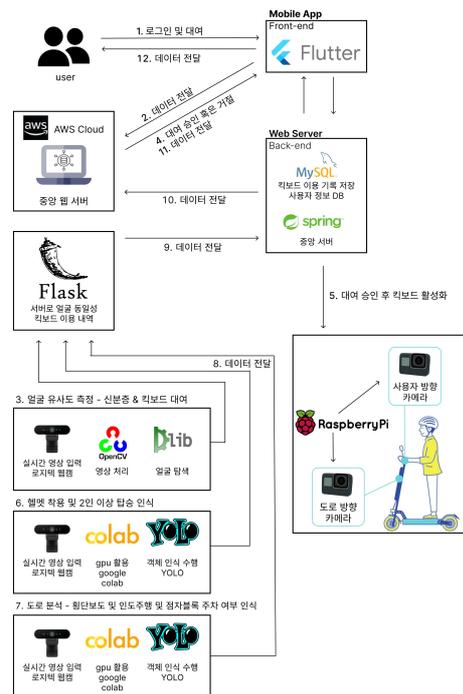


그림 1 서비스 구성도

모바일 애플리케이션은 Flutter를 사용하여 크로스 플랫폼으로 개발되었다. AI 기반 감지 기능들은 Dlib와 YOLO 알고리즘을 사용하였다. 백엔드 관리 시스템은 Spring Boots와 Flask로 구현 되어 있으며, 주요 기능으로부터 데이터를 수신하고 처리한다.

4. 주요 기능

4.1 얼굴 동일성 판별 기능

Dlib의 face recognition 라이브러리를 활용하여 얼굴의 특징점 데이터를 비교하여 동일인 여부를 판단하는 시스템을 제작하였다. 회원 가입할 때 신분증과 이용자 얼굴 특징 값 비교를 통해 동일인 여부를 판단하여 신분증 도용을 방지하였다. 대여할 때 이용자의 계정에 등록된 얼굴 특징점 데이터와 대여하는 사람의 얼굴 비교를 통해 동일인 여부를 판단해 계정 도용을 방지한다.

4.2 헬멧 착용 감지 기능

Roboflow의 헬멧 관련 데이터를 라벨링 하여 클래스와 박스 크기를 지정하였다. 헬멧 미착용을 나타내는 'without_helmet', 헬멧 착용을 나타내는 'with_helmet'으로 클래스를 설정하였다. 정확도 개선을 위해 '모자 착용 데이터 셋'과 '다양한 각도의 데이터 셋', 얼굴 데이터 등을 추가하여 총 3,600여 장의 이미지 데이터를 학습하였다. with_helmet 인식률이 0.8 이상, 'without_helmet' 인식률이 0.5 이상일 때 감지하도록 하였으며 특정 시간 동안 감지가 유지되면 벌점이 부여되도록 하였다.

4.3 2인 이상 탑승 감지 기능

2인 이상 탑승을 감지하는 기능은 YOLO 기본 데이터셋인 YOLOv8을 이용하였다. YOLOv8 클래스 1번에 해당하는 'person'을 이용하였으며 'person' 클래스가 2개 이상 감지된 후에 특정 시간 동안 유지되면 벌점이 부여된다.

4.4 횡단보도 주행 감지 기능

Roboflow의 횡단보도 이미지 데이터셋을 전처리 및 증강하여 모델 학습 다양성을 도모하였다. 전동 킥보드의 차도 통행 특성을 고려하여, 차량 진행 방향에서의 횡단보도는 'width'로, 보행자 진행 방향의 횡단보도는 'length'로 라벨링 하였다. 라벨링 된 데이터를 YOLOv8에 적용하여 학습시켰으며, 'length'로 라벨링 된 횡단보도가 0.5 이상으로 감지될 경우, 횡단보도 주행으로 인지하여 벌점을 부여하도록 하였다.

4.5 주차 공간 자동 분석 기능

Roboflow의 점자 블록 및 횡단보도 관련 데이터셋을 전처리하고 추가 라벨링하여 'block'과 'crosswalk' 클래스로 구분하여 학습하였다. YOLOv8 모델과 GPS 기능을 활용하여 전동 킥보드의 주차 공간 자동 분석 기능을 구현하였다. 점자 블록과 횡단보도를 감지하여 반납 가능한 구역과 교통안전에 위배되는 반납 불가능한 구역을 구분한다. 이를 통해 반납이 불가능한 구역에서의 반납 기능을 비활성화하고, 이용자에게 안내 메시지를 전달한다.

5. 결론 및 향후 연구

본 연구는 YOLOv8 모델과 Dlib 모델을 이용하여 법규 위반 행위를 실시간으로 감지하고 벌점을 자동으로 부여하는 기능을 구현하였다. 이용자의 법규 위반 행위에 대한 즉각적인 대응을 가능하게 하여 전동 킥보드의 안전 운행에 기여할 수 있다.

본 연구는 AI 기반 전동 킥보드 안전 시스템의 실현 가능성을 제시하며, 향후 교통안전 분야에서 중요한 기초 자료가 될 것으로 기대된다. 추후 오토바이, 자전거 등 다양한 교통수단의 법규 준수 및 교통안전 정책에도 기여할 수 있다.

향후 YOLOv8과 Dlib 모델의 정확도와 반응속도를 더욱 개선하기 위한 연구가 필요하며, 다양한 교통수단으로의 확대 가능성을 검토하고 각 교통수단에 적합한 법규 위반 행위 감지 및 법규 위반 예방 시스템을 개발하는 연구가 필요하다.

본 논문은 과학기술정보통신부 대학디지털교육역량강화 사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

- [1] 박재민, and 이진선. "대중교통연계시 PM 의 안전성을 고려한 교통환경 개선연구." *한국철도학회 논문집* 24.3 (2021): 264-273.
- [2] 김선형, 최유라, and 권영우. "공유형 전동킥보드 안전모 대여 및 착용 감지 시스템." *한국통신학회 학술대회논문집* (2021): 1133-1134.
- [3] 김다운, 윤하영, and 정진우. "딥러닝 기반 전동킥보드 헬멧 착용여부 감지 기법의 제안 및 성능 평가." *대한인간공학회 2021추계학술대회* (2021): 354-354.
- [4] 남궁동혁, and 김동희. "YOLOv8n 에서 2인 탑승 전동 킥보드 탐지 개선을 위한 새로운 라벨링 방법 제안." *Journal of Digital Contents Society* 24.7 (2023): 1575-1581.
- [5] 김태환, 유동현, and 장병화. "캡스톤디자인 전동킥보드 다중 인원 탑승 방지." *대한전기학회 워크샵* (2022): 110-111.
- [6] 윤희일기자. 2021.06.14 "'헬멧착용샷' 올리면 전동킥보드 탈 때마다 1000원 할인...어디서?". 경향신문. <https://www.khan.co.kr/national/national-general/article/202106141005001>
- [7] 윤선훈기자. 2021.06.22 "알파카, 새로운 전동 킥보드 안전 규제 도입." *아이뉴스*24. <https://www.inews24.com/view/1378111>