

컴퓨터 비전과 딥러닝을 활용한 이륜차 신호위반 탐지 연구

김인곤^o, 신수용

국립금오공과대학교 IT 융복합공학과

20246104@kumoh.ac.kr, wdragon@kumoh.ac.kr

Detection of Two-Wheeled Vehicles Traffic Violations using Computer Vision and Deep Learning

In Gon Kim^o, Soo Young Shin

Kumoh National Institute of Technology

요 약

본 논문은 도로 교통 환경에서 운행되는 이륜차의 신호위반 감지를 위한 시스템을 제안한다. 이륜차 운전자의 교통 신호 준수는 도로 안전성과 통행 효율성에 중요한 역할을 한다. 그러나 이륜차는 자동차와는 다른 특징을 가지고 있어 기존의 차량 감지 및 신호 인식 기술을 적용하기 어렵다. 본 연구에서는 도로 환경에서 이륜차에 최적화된 신호위반 감지 시스템을 구현한다. YOLO 객체 탐지 알고리즘을 활용하여 교통 신호를 효과적으로 감지하고 분류한다. 실제 교통 환경에서 수집된 다양한 데이터셋을 사용하여 모델을 학습하고, 효과적인 성능 평가를 위해 다양한 실험을 수행하였다. 본 연구는 도로 교통 안전성 향상과 교통 흐름 최적화에 기여하는 것을 목표로 하며, 제안된 시스템의 확장 가능성과 실제 도입 가능성을 논의한다.

1. 서론

최근 도로 교통 환경에서 이륜차의 증가로 인한 교통 안전성과 관련된 문제가 부각되고 있다. 도로교통공단의 2022 년 이륜차 교통사고 건수는 총 18,295 건으로 집계되어, 이륜차 교통사고의 빈도가 상당히 높은 것으로 나타났다[1]. 이에 따라 도로 안전에 대한 우려가 높아지고 있으며, 특히 교통신호 위반과 관련된 사고 비율이 상당히 높아져 이에 대응이 시급하게 요구되고 있다. 그러나 이륜차는 자동차와 비교해 크기와 형태의 다양성이 높아, 차량 감지에 어려움이 있다. 더불어 이륜차 운전자는 자유로운 주행 패턴을 보이며, 서로 다른 차량 디자인과 다양한 신호 위치로 예측과 식별이 어려워진다. 이런 특징은 기존 차량 감지 및 신호인식 기술의 제약을 만들어낸다. 이를 극복하기 위해 본 연구에서는 이륜차 신호위반의 효과적인 감지 및 예방을 위해 컴퓨터 비전과 딥러닝 기술을 결합한 시스템을 제안한다. 제안한 방법은 YOLOv8 과 딥러닝 알고리즘을 결합하여 신호등과 신호위반의 기준점이 되는 객체를 탐지하고, 검출된 객체의 경계박스(bounding box)정보를 활용하여 신호위반을 신속하게 감지한다. 더불어, 감지 시스템을 기반으로 한 주행 평가시스템을 구현하여 교통법규 위반이 감지되면 이를 바탕으로 주행 점수를 평가한다[2].

2. 본론

2.1) 시스템 구성

그림 1 은 시스템구성을 나타내고 있다. 이륜차 블랙박스에서 수집된 정보는 임베디드 시스템을 거쳐 서버로 전송되며, 서버에서는 YOLOv8 모델을실행하여 객체를 식별한다. YOLO 는 기존 딥러닝 알고리즘과 비교하여, 객체 검출과 인식을 하나로 통합한 CNN 기반 시스템으로, 빠른 속도와 높은 인식률을 제공한다[3].

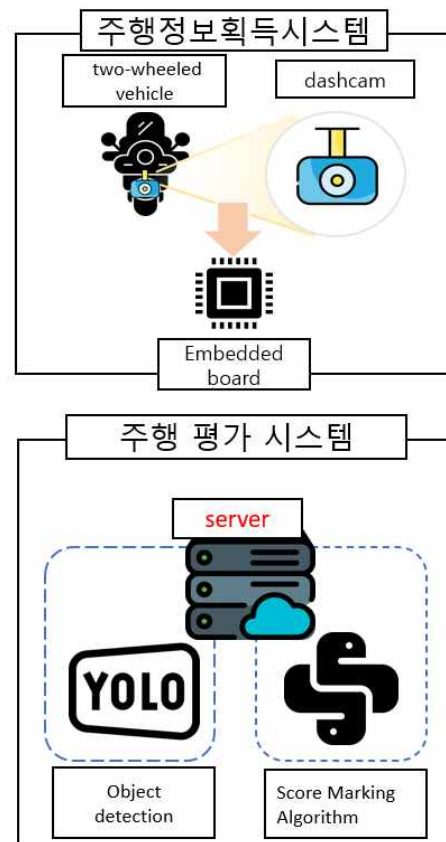


그림 1. 시스템 구성

Image						
Data set	2000 images					
Size	640*640					
Class	Red light	Green light	Yellow light	Left light	pedestrian light	Stop line

표 1. 이미지 정보

표 1 은 학습 및 라벨링에 활용된 데이터셋의 정보이다. 수집된 데이터는 이륜차 운전 환경에서의 실제 시야와 조건을 반영하기 위해 오토바이 블랙박스에서 추출하였다. 입력 데이터는 신호등의 빨간불, 초록불, 노란불, 좌회전 신호, 그리고 인도용 신호등, 정지선 총 6 개의 클래스를 가진다. 보행자용 신호등은 그림 3 과 같이 이륜차의 시야에서 차량용 신호등과 보행자용 신호등이 함께 포착될 때, 차량용 신호등으로 오해할 소지를 방지하기 위함이다. 또한 정지선은 차량이 정지선을 넘어갔을 때, 해당 지점에서 빨간불이 감지되면 이를 신호위반으로 판단하기 위한 지표로 활용하기 위해 추가하였다.



그림 2. 인도용 신호등

추출한 데이터는 서버에 전송되어 주행 영상에 대한 객체 인식을 실행한다. YOLO 를 사용한 추론 결과를 그림 3 에 나타내었다.

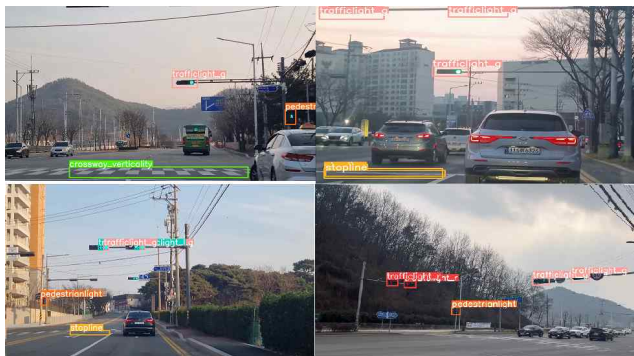


그림 3.객체 데이터 검출

2.2) 알고리즘 구성

운전 환경을 판별하는 초기 단계에서 정지선을 감지한다. 100 점을 기준으로 한 점수 시스템을 통해, 정지선이 감지되면 해당 지점의 신호등의 색상을 분석한다. 만약 운전자가 빨간불 신호에서 정지선을 넘어간 경우, 신호위반으로 간주하고 신호 위반이 감지될 때마다 점수를 차감한다[4].

3. 결론

본 연구는 이륜차 신호위반 감지를 위해 YOLOv8 기반

신호위반 감지 알고리즘을 제안한다. 시스템 성능을 확인하기 위해 11 개의 오토바이 주행 영상을 사용하였다. 실험 영상의 해상도는 1980 x 1080 픽셀이고 프레임속도는 30fps 이다. 실험 결과 6 개의 클래스에 대한 감지 확신도는 평균 0.8 이상 나왔고 11 개의 영상에 대한 신호위반 감지 정확도는 표 2 에 나타내었다. 이 평가 시스템은 운전자의 교통 규칙 준수 여부를 정량적으로 측정하여, 안전 운전을 촉진하고 교통사고 예방에 기여할 것으로 예상된다.

Number of video	Detection Rate
7	82%

표 2. 신호위반 감지율

향후 신호위반 단속을 넘어 이륜차 법규 위반 단속 범위를 확장하여 중앙선침범 및 인도 주행과 같은 다양한 법규 위반 사항에 대한 감시와 단속을 추가할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 지역지능화혁신인재양성사업(IITP-2024-RS-2020-II201612, 50%)과 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원·학·석사연계 ICT 핵심인재양성 지원을 받아 수행된 연구임(IITP-2024-2022-00156394, 50%)

참고문헌

- [1] Road Traffic Authority, Traffic Accident Analysis System Statistical Analysis (2022) Retrieved March 4,2024
https://taas.koroad.or.kr/web/shp/mik/main.do?menuId=WEB_KMP
- [2] Kang, J. S., Shim, S. E., Jo, S. M., & Chung, K. (2020). Yolo based Light Source Object Detection for Traffic Image Big Data Processing. *Journal of Convergence for Information Technology*, 10(8), 40-46.
- [3] Jiang, P., Ergu, D., Liu, F., Cai, Y., & Ma, B. (2022). A Review of Yolo algorithm developments. *Procedia Computer Science*, 199, 1066-1073
- [4] Huang, R., Pedoeem, J., & Chen, C. (2018, December). YOLO-LITE: a real-time object detection algorithm optimized for non-GPU computers. In *2018 IEEE international conference on big data (big data)* (pp. 2503-2510). IEEE.