

딥러닝 기반 지정차로제 단속 시스템 설계

배가형* · 장종욱 · 장성진

동의대학교

Design of a designated lane enforcement system based on deep learning

Ga-hyeong Bae* · Jong-wook Jang · Sung-jin Jang

Dong-eui University

E-mail : 20192333@office.deu.ac.kr / jwjang@deu.ac.kr / jsj@deu.ac.kr

요 약

현 도로교통법상 도로 이용의 효율성과 교통안전 확보의 목적으로 차로 별 통행 가능 차종을 지정한 제도로써, 2020년 개정안이 현재 시행되고 있다. 독일과 국내의 자동차 1만 대당 교통사고 사망자 수를 비교하였을 때, 독일의 교통사고 사망자는 국내보다 현저히 낮은 수치를 기록하고 있다. 대표적으로 속도의 제한을 두지 않은 독일 아우토반의 사례는 한국의 속도위반법만이 사고율의 경감에 정답이 되지 않는다는 점을 시사한다. 아우토반 고속도로의 킵 라이트 원칙(keep right principle)에 따라 준수되는 지정차로제는 교통사고 감소에 큰 역할을 한다. 이러한 사실을 기반으로 지정차로제 위반 차량의 단속과 준수율 향상을 위한 교통 단속 시스템을 제안한다. 딥러닝 객체 인식 모델인 Yolo5를 이용하여 차종을 인식하고 OpenCV를 이용하여 차량 번호판과 차선을 인식 및 추출된 데이터를 서버에 저장하여 법규의 위반 여부를 판별하는 지정차로제 단속시스템을 개발한다. 이에 따라 운전자의 제도 인식 및 준수율의 향상을 통한 교통사고율의 감소 효과가 있을 것으로 기대된다.

ABSTRACT

According to the current Road Traffic Act, the 2020 amendment bill is currently in effect as a system that designates vehicle types for each lane for the purpose of securing road use efficiency and traffic safety. When comparing the number of traffic accident fatalities per 10,000 vehicles in Germany and Korea, the number of traffic accident deaths in Germany is significantly lower than in Korea. The representative case of the German autobahn, which did not impose a speed limit, suggests that Korea's speeding laws are not the only answer to reducing the accident rate. The designated lane system, which is observed in accordance with the keep right principle of the Autobahn Expressway, plays a major role in reducing traffic accidents. Based on this fact, we propose a traffic enforcement system to crack down on vehicles violating the designated lane system and improve the compliance rate. We develop a designated lane enforcement system that recognizes vehicle types using Yolo5, a deep learning object recognition model, recognizes license plates and lanes using OpenCV, and stores the extracted data in the server to determine whether or not laws are violated. Accordingly, it is expected that there will be an effect of reducing the traffic accident rate through the improvement of driver's awareness and compliance rate.

키워드

Deep Learning, Designated Lane System, Object Detection, Vehicle number recognition,
Vehicle Type Classification

1. 서 론

지정차로제란 차량의 종류와 성능에 따라 차종을 구분 및 통행할 수 있는 차선을 지정하는 제도

* speaker

로써 도로 이용의 효율성과 교통안전을 확보하여 교통사고율을 줄이고자 시행 중인 제도이다. 독일의 아우토반은 지정차로제의 대표적인 성공사례로 꼽을 수 있다. 킵 라이트 원칙에 따른 지정차로제 준수에 속도 제한이 없는 고속도로의 적은 교통사고율로 이어진 사례이다. 자동차 1만 대당 교통사고 사망자 수가 독일의 경우 0.5(명)에 반해 국내의 경우 1.2(명)로 대략 2배가량의 차이가 나타난다. 이러한 결과의 원인으로 국민의 교통안전 문화의식 수준 차이를 제기한다. 국내 교통사고 발생수는 교통문화지수의 지속적인 상승에 따라 감소하는 추이를 나타낸다. 하지만 타 OECD 국가의 10만 명당 교통사고 사망자 수의 평균은 5.2(명)이지만 국내의 경우 6.5(명)의 더 높은 지표를 가진다[1]. 「교통안전법」, 「도로교통법」 등 교통과 관련된 현행 법률 내에서 도로요인 및 차량 등에 관한 물리적 측면의 노력은 다양하게 규정되어 있다. 그러나, 교통안전 문화 수준 향상 및 시행 법령의 준수 여부를 판단에 대한 제도적 노력 및 지원은 타 선진국에 비교하여 아직 미흡한 상황이다.

따라서 본 연구는 교통 영상 데이터를 Open CV, 차량 번호 모듈과 차선 인식 모듈, Yolov5를 사용해 데이터를 추출한다. 또한, 가공된 데이터를 이용하여 준수 여부를 판단하여 지정차로제 단속 강화에 잇따른 제도의 효용성을 높이고자 한다.

II. 관련 연구

지정차로제는 효율성의 문제로 이전에 폐지되었던 제도이다. 하지만 교통사고 발생 빈도 및 심각성을 비교하였을 때 지정차로 외에서 발생한 사고가 더 높은 수치를 보여 재시행 중이다[2]. 도로교통법 제39조 ‘고속도로에서의 차로에 따른 통행 구분’의 통행 차량 기준에 맞추어 차종을 구별하고, 차로에 따라 판단 기준을 달리하는 프로세스 제작의 필요성을 가진다[3].

전반적인 교통 단속 시스템은 지속적이고 정확한 단속 강화를 목적으로 두고 있다. 이를 위해 AI가 판단하여 단속하는 무인 단속 시스템의 개발 필요성이 대두되었다. 현재 법규에 맞추어 무인 단속 시스템을 제작하는 연구가 지속해서 진행되고 있다.

적재 불량 차량의 단속을 위해 진행된 연구는 Yolov3를 이용하여 객체를 인지하고 Mask RCNN 기법을 사용하여 픽셀에서의 차량에 적재된 영역을 추출한다. 그리고, 불량 정도의 학습을 위하여 자체적인 라벨링 시스템을 법률의 근거에 따라 도입, 학습시켜 판단하는 프로세스이다. 하지만 기존 설치된 CCTV를 이용하여, 고정식으로 운용하는 한계점을 가진다[4].

좌회전 끼어들기를 검출하고자 tiny_yolov3-prn 모델과 DeepSORT 알고리즘을 이용한 TVS 시스템

역시 Yolo를 이용한다. 차량 객체를 이미지 픽셀에서 인식 및 추적하고, 위반 장면 검출 알고리즘으로 위반 차량을 검출한다. 하지만 이 역시 기존 고정식 무인 교통 단속 장치를 기준으로 설계되어 각도에 따라 식별 불가능한 차량이 나타나는 문제점을 가진다[5].

전반적인 AI 단속 시스템의 프로세스는 영상 데이터에서 데이터 셋과 객체 검출 모델(Yolo)을 사용하여 객체를 인식한다. 그리고 인식한 객체가 실제 단속 범위 내 속하였는지를 판단하기 위한 알고리즘을 현행 법률을 근거로 구축한다. 따라서 본 연구에서는 Yolov5 모델과 라벨링 한 데이터 셋을 이용하여 차량 객체를 현행법상의 기준에 따라 차종을 분류하며 인식한다. 또한 지정차로제 법규에 근거하여 준수 여부를 판단하는 이동식 지정차로제 교통단속시스템을 개발하고자 한다.

III. 지정차로제 단속 시스템 설계 및 구현

본 연구는 지정차로제 준수 여부를 판별하고 위반 차량 정보 및 벌금 부과를 위한 단속 시스템을 설계 및 구현하고자 한다. 그림1은 지정차로제 단속 시스템의 처리 절차를 나타내는 순서도이다.

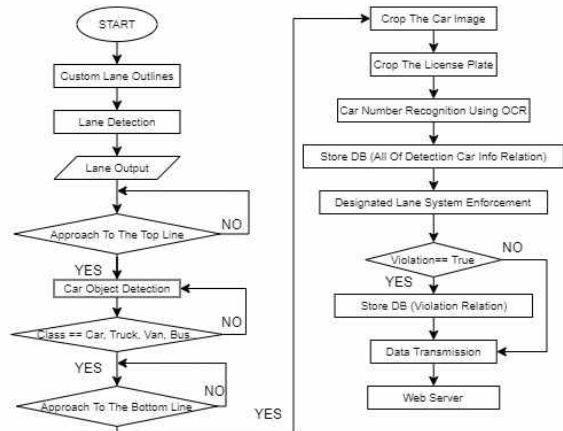


그림 1. 지정차로제 단속 시스템 흐름도

python opencv 모듈을 이용하여 사용자가 지정된 좌표로 마스크 작업을 거쳐, 차선의 가장 외곽선의 검출을 진행한다. 이후, 외곽선 내부 차선을 추출 및 가장 위와 아래 좌표를 메인 시스템에 반환한다. 2개 이상의 카메라와 가상 트리거 라인을 이용하여 Yolov5로 차량 객체의 인식 및 차종을 분류한다. 차량 객체 중 추월 차로를 이용할 수 없는 차종을 검출하기 위해 다수의 트리거 라인을 설정하였다. 본 연구에서는 추월을 이유로 차선을 사용하는 데에 걸리는 시간을 대략 30초로 설정하였다. 동시에 객체 이미지에서 번호판을 추출 및 가공한다. 해당 데이터를 DB에 전송하여 동 시간

대 단속 결과를 찾아 차선 번호와 차종이 준수되었는지 판별하며, 결과에 따라 준수되지 않은 점에 대한 사항을 저장한다. 마지막으로 웹 시스템을 통해 위반 차량을 판별할 수 있다.

본 연구의 지정차로제 시스템은 한 대의 카메라로 시뮬레이션을 진행하였다. 그림2는 사용자가 외곽 좌표를 지정하여, 검출된 차선을 나타낸다[6]. 그림3은 Yolov5와 검출된 차선 좌표를 이용하여 주행하는 차량과 번호판을 추출하여 해당 차량의 차량 번호를 인식한다.

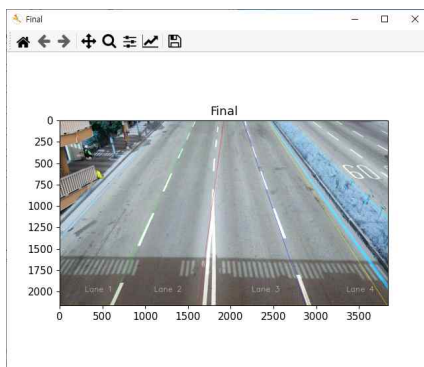


그림 2. 내부 차선 검출 결과

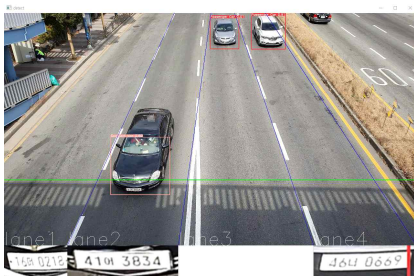


그림 3. 차량 인식 및 번호판 추출 결과

IV. 결 론

본 연구는 교통정체 완화 및 교통사고 감소를 위해 이동식 지정차로제 단속 시스템을 개발하였다. 차선 인식 모듈을 통해 도로의 차선을 인식하고 Yolov5를 적용하여 각 차선의 차량 종류와 차량 번호를 추출하였다. 교통법규 및 추출된 정보를 통해 지정차로제 위반 여부를 판별하였다. 현재, 설계된 위반 차량 판별 알고리즘을 통해 웹 기반의 단속 시스템의 개발이 진행되고 있다.

향후 연구 과제로, 차선마다 인식되는 차량 종류와 차량 번호 검출의 정확도와 성능 향상을 위해 멀티 스레드 기술을 적용하여 이동식 지정차로제 단속시스템을 개발하고자 한다.

Acknowledgement

본 논문은 부산광역시 및 (재)부산인재평생교육진흥원의 BB21플러스 사업으로 지원된 연구임. 또한, 본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 지역지능화혁신인재양성(Grand ICT연구센터) 사업의 연구결과로 수행되었음.(IITP-2022-2020-0-01791)

References

- [1] Number of traffic accident deaths per 100,000 population in OECD countries in 2019 [Internet]. Available : <http://taas.koroad.or.kr/>.
- [2] J. H. Kim, S. B. Lee, D. H. Kim, and J. Y. Hong, "The Relationship between Violation of Designated Lane Usage and Accident Severity on Freeways," *Journal of Korean Society of Transportation*, Vol. 30, No. 3, pp. 119-127, June. 2012.
- [3] Article 39 of the Road Traffic Act 'Classification of traffic according to lanes on expressways [Internet]. Available : <https://www.law.go.kr/>.
- [4] D. M. Shin, Y. E. Yang, S. R. Baek, and J. H. Chung, "Development of a loaded vehicle enforcement system using learning-based image processing analysis," *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 22, No. 11, pp. 788-793, Nov. 2021.
- [5] J. S. Lim, and Y. S. Shin, "A Study on Traffic Violation Surveillance System Based on Edge AI -Detecting a car which cuts in left-turn waiting lines," *Proceedings of Symposium of the Korean Institute of communications and Information Sciences*, pp. 1315-1316. Aug. 2020.
- [6] D. Y. Kim, J. W. Jang, and S. J. Jang, "Multi-lane Road Recognition Model Applying Computer Vision," *Proceedings of the Korean Institute of Information and Commucation Sciences Conference*, pp. 317-319, Oct. 2021.