

CCTV 이미지 분석을 통한 객체 감지

홍지윤, 이지원*, 김나현, 현해리, 김민철, 김종훈

제주대학교*

99dlwldnjs@gmail.com*, mck1292@jejunu.ac.kr

Object Detection through CCTV Image Analysis

Hong Ji Yun, Lee Ji Won*, Kim Na Hyun, Hyun Hae Ri, Kim Min Cheol, Kim Jong Hoon

Jeju Univ*.

요약

본 연구는 객체 인식 프로세스에 대한 새로운 접근 방법을 Roboflow와 YOLO 알고리즘을 활용하여 탐구하였다. Roboflow를 통해 다양한 환경에서 발생할 수 있는 Vehicles 객체를 포함한 이미지 데이터를 수집한 후, YOLO 알고리즘을 적용하여 모델을 훈련시켰다. 학습된 모델을 평가하기 위해 TensorBoard를 활용하여 정밀도와 재현율을 분석하였으며, 실제 데이터에 모델을 적용하여 객체 인식의 성능을 평가하였다. 실험 결과, 제안된 방법론이 객체 인식의 정확도와 속도를 향상시킬 수 있음을 확인하였으며, 실제 응용 분야에 적용 가능성을 입증하였다. 이러한 결과는 객체 인식 기술의 발전에 새로운 가능성을 제시하며, 향후 더 많은 연구와 개발이 이루어질 것으로 기대된다.

I. 서론

객체 인식은 컴퓨터 비전 분야에서 중요한 주제로, 이미지나 비디오에서 특정 객체를 자동으로 식별하는 기술을 의미한다[1]. 최근 몇년간 딥러닝 기술의 발전과 함께 객체 인식 기술은 급속히 발전하고 있다[2]. 이는 다양한 응용 분야에서 큰 관심을 받고 있으며, 특히 도로 교통상의 위험 상황을 실시간으로 모니터링하고 대응하는 객체 인식 기술 연구가 주목받고 있다[3, 4].

교통사고분석시스템(TAAS)에 의하면, 2020년부터 2022년까지 전국에서 교통 사고가 연평균 약 203,207건 정도 발생하고 있다고 한다[5].

이러한 교통사고를 예방하기 위해서는 사고 발생 직전의 위험 상황을 감지하고 신속하게 대응하는 것이 중요하다.

이에 본 논문에서는 YOLO 기반의 실시간 객체 인식 기술을 각 단계별로 자세히 분석하고, 이를 도로 교통상황이 담긴 CCTV 및 블랙박스 영상 데이터에 적용하여 도로 상의 교통사고를 예방 및 대응하고자 한다.

II. 본론

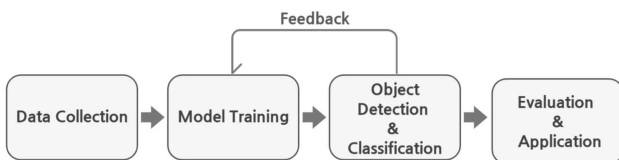


그림 1 객체 인식 프로세스

객체 인식 과정을 데이터 수집, 모델 학습, 평가 및 실제 적용 등의 단계로 구성하였다.

객체 인식을 위한 데이터 수집은 학습에 사용될 이미지 데이터를 수집하는 과정을 포함한다. 다양한 환경에서 다양한 객체를 포함한 이미지를 수집하여 학습 데이터의 다양성을 보장하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 Roboflow의 데이터셋을 활용하여 자동차 및 보행자 객체가 확인 가능한 'Vehicles-Openimages'와 'car and pedestrian' 데이터셋을 수집하였다.

수집된 데이터셋은 바운딩 박스를 포함하고 있는 'Vehicles-Openimages' 데이터셋의 총 627장의 이미지와 'car and pedestrian' 데이터셋의 총 200장의 이미지로 구성되어 있다.

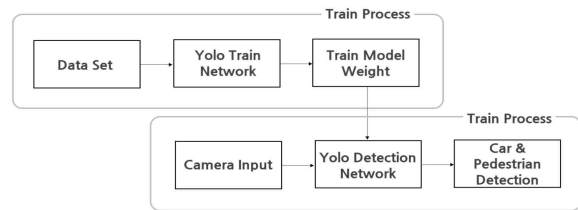


그림 2 YOLO를 활용한 객체 학습 및 검출 과정[6]

수집된 데이터셋을 바탕으로 딥러닝 모델을 학습시키는 과정은 객체 인식의 핵심 단계이다. 본 연구에서는 수집된 Roboflow 데이터셋을 구글 드라이브로 마운트하여 Google Colaboratory 상에서 모델을 학습시켰으며, 이를 통해 객체를 인식하고 분류하는 능력을 향상시켰다. 또한, YOLO 알고리즘을 적용하여 실시간 객체 감지를 수행하였다. 그림 2는 학습에 활용된 YOLO 기반 모델의 학습과정과 검출 과정을 구조도로 나타낸 것이다. 학습 시에는 YOLOv5 버전을 활용하였는데, YOLOv5는 교통 영상에서 자동차, 자전거, 보행자 등 다양한 객체를 정확하게 검출할 수 있는 능력을 갖추고 있다. 특히, YOLOv5는 작은 객체와 부분적으로 가려진 객체, 저조도 환경에서 촬영된 객체 등을 검출하는 데 장점을 가지고 있으며, 실시간 처리 속도가 빠라 교통 영상을 실시간으로 분석하는데 적합하다[7, 8]. 이러한 특성들로 인해, 본 연구에서는 YOLOv5 버전의 모델을 학습에 사용하였다.

도로 상에서 인식해야 할 객체를 자동차와 보행자로 설정하여 총 2가지의 Class를 구성하였으며, 학습 이미지의 크기는 416x416 픽셀로 입력하여 총 50번의 학습을 진행하였다.

학습된 모델의 성능을 평가하고, 필요에 따라 수정하거나 개선하는 과정은 객체 인식의 품질을 보장하는 데 있어 중요하다. 본 연구에서는 TensorBoard를 활용하여 정밀도와 재현율을 분석하고, 실제 데이터에 모

델을 적용하여 객체 인식의 성능을 정량적으로 평가하였다.

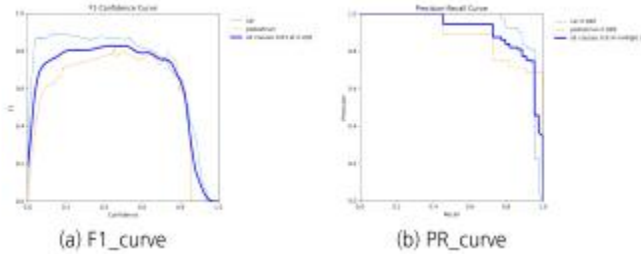


그림 3 생성된 모델의 F1_curve 와 PR_curve

그림 3의 (a), (b)는 앞서 생성한 모델의 F1_curve(F1-confidence curve)와 PR_curve(Precision Recall curve)를 각각 나타낸다.

우선, F1_curve의 F1 score를 살펴보면, confidence 값이 0.436일 때 모든 클래스의 F1 score 평균이 0.83으로 높은 성능을 보이는 것을 확인할 수 있다.

다음으로, PR_curve를 보면, 모든 클래스가 0.88 이상의 값을 갖는 것을 확인할 수 있다. 또한, PR_curve가 정상적으로 우하향 곡선을 그리는 것을 살펴볼 수 있다. PR_curve의 AUC(Area Under Curve) 영역, 즉 모든 클래스에 대한 평균값이 0.914로 나타났으며, 이는 1에 가까운 성능을 보이고 있음을 보여준다.



그림 4 Test 이미지 기반의 성능 평가[9]

그림 4는 Test 이미지를 활용하여 객체 인식의 정도를 시각화한 것이다.¹⁾

위의 단계를 통해 본 연구는 객체 인식 기술의 발전에 새로운 기여를 하였으며, 실제 응용 분야에 적용 가능한 객체 인식 시스템의 구축을 목표로 하고 있다.

III. 결론

본 논문에서는 도로 CCTV 및 블랙박스 데이터를 활용하여 딥러닝 기반의 객체 인식 기술을 연구하였다. 도로 상의 교통사고를 감지하기 위해서는 자동차와 보행자 간의 충돌, 자동차 간의 충돌이라는 전제가 존재해야 한다. 이를 위해 자동차와 보행자 객체를 인식 클래스로 설정하였으며, 실시간 처리와 객체 인식 측면에서 우수한 성능을 보이는 YOLOv5 모델을 활용하여 학습을 진행하였다. 제안한 모델에 관한 성능을 평가하고자 F1_curve와 PR_curve를 활용하였다. 그 결과, F1_curve에서는 confidence 값이 0.436일 때 모든 클래스의 평균 F1-score가 0.83으로 나타났다. 또한, PR_curve에서는 모든 클래스가 0.88 이상의 정확도를 보였

으며, AUC 영역인 모든 클래스에 대한 평균값은 0.914로 나타나 우수한 성능을 보였다.

따라서, 본 논문에서 제안하는 객체 인식 모델은 도로 위에서 발생하는 교통사고에 신속하게 대응할 수 있다. 즉, 제안하는 모델을 통해 도로를 실시간으로 모니터링하고, 위험 상황을 미리 감지함으로써 운전자에게 중요한 보조 기능을 제공하는 동시에, 여러 공공기관이 빠른 조치를 취하는데 도움을 줄 것으로 기대된다. 향후 연구에는 자동차 간의 충돌과 자동차와 보행자 간의 충돌 이외에도 신호위반으로 인한 사고, 교차로 상에서의 사고, 계절적 상황으로 인한 사고 등 다양한 경우의 교통사고를 감지할 수 있도록 클래스를 추가하여 모델을 확장할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 과제는 2024년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력기반 지역혁신 사업의 결과입니다. (2023RIS-009)

참 고 문 헌

- [1] Amit, Y., Felzenszwalb, P., & Girshick, R. (2021). Object Detection. In K. Ikeuchi (Ed.), *Computer Vision* (pp. xxx-xxx). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-63416-2_660
- [2] Zhao, Z. -Q., Zheng, P., Xu, S. -T., & Wu, X. (2019). Object Detection With Deep Learning: A Review. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, 30(11), 3212-3232. doi: 10.1109/TNNLS.2018.2876865
- [3] Molloy, D., et al. (2024). Analysis of the Impact of Lens Blur on Safety-Critical Automotive Object Detection. *IEEE Access*, 12, 3554-3569. doi: 10.1109/ACCESS.2023.3348663
- [4] Kumar, V., Subramanian, S. C., & Rajamani, R. (2024). Autonomous Emergency Braking of a Heavy Road Vehicle Using a Low-Density Flash Lidar. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 73(2), 1879-1889. doi: 10.1109/TVT.2023.3314534
- [5] Korea Road Traffic Authority. (2024). "교통사고 현황." 국토교통안전공단. Retrieved from https://taas.koroad.or.kr/sta/acs/gus/selectTransportCndTfcacdSttus.do?menuId=WEB_KMP_OVT_MVT_TAC_TCT#\#popup-sitemap
- [6] 디지털콘텐츠학회논문지(J. DCS), 20(10), 2087-2096. Retrieved from <http://journal.dcs.or.kr/xml/21499/21499.pdf>
- [7] Joo, E., & Kim, M. S. (2022). Real-time traffic light information recognition based on object detection models. *Journal of Cadastre & Land InformatiX*, 52(1), 81-93. doi: 10.22640/lxsiri.2022.52.1.81
- [8] Bae, G. -h., Jang, S., & Jang, J. (2023-05-25). A Study on Deep Learning Object Recognition Model for Integrated Traffic Enforcement System. *한국정보통신학회 종합학술대회 논문집, 충북*.
- [9] Vehicles-Openimages Dataset, Car and Pedestrian Detection Dataset: Roboflow로부터 수집됨

1) 최종적으로 도로 CCTV와 블랙박스 영상 데이터에 모델을 적용하여 시각화하였으나 개인정보 보호의 이유로 본 논문에 게재하지 않음