

# 전이 학습 기반 소형 교통 표지판 탐지 시스템 구현에 관한 연구

박시윤, 최건호, \*김석찬  
부산대학교, \*부산대학교

houju4@pusan.ac.kr, cgh2022@pusan.ac.kr, \*sckim@pusan.ac.kr

## A Study on the Implementation of Small Traffic Sign Detection System based on Transfer Learning

Siyeon Park, Geonho Choi, \*Suk Chan Kim  
Pusan National Univ., \*Pusan National Univ.

### 요 약

자율 주행 자동차의 영상센서에서 작은 크기의 교통 표지판은 정확하게 탐지하기 어렵다. 본 논문에서는 기존의 객체 탐지 모델 구조 수정 및 전이 학습을 통한 소형 교통 표지판 탐지 시스템을 구현한다. 제안하는 시스템의 성능 평가를 위해 mAP를 활용하고, 객체 탐지를 진행하여 기존 모델 대비 소형 객체에 대한 탐지 성능 향상을 확인했다.

### I. 서론

교통 표지판 인식(Traffic Sign Recognition, TSR) 기술은 차량에 설치된 영상센서를 활용하여 교통 표지판에 내재된 정보를 추출하는 기술이다. 자율 주행 자동차에 대한 관심이 높아지면서 교통 표지판 인식 기술에 대한 수요가 증가하고 있으며, 차량의 안전도 향상을 위해 지속적인 연구가 진행되고 있다[1].

영상센서에서 작은 크기의 교통 표지판은 정확한 탐지가 어렵다. 소형 객체 탐지에 실패하여 도로 정보를 얻지 못하면 사고로 이어질 위험이 있기 때문에 소형 객체에 대한 탐지 정확도 향상이 필요하다.

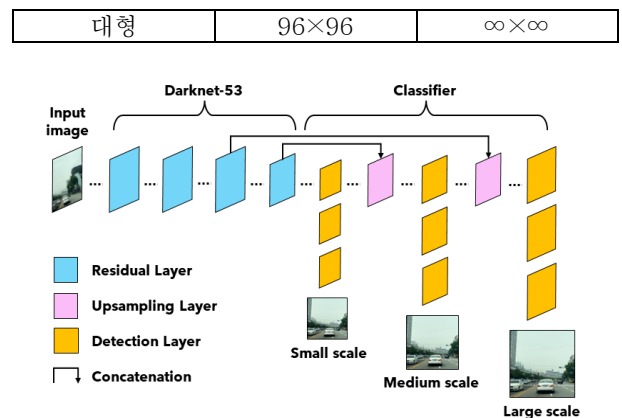
본 논문에서는 딥러닝 기반 객체 탐지 모델의 구조를 수정하고 전이 학습을 통해 소형 객체 탐지 성능이 향상된 교통 표지판 탐지 시스템을 구현한다. 객체 탐지 모델과 수정 방법, 학습에 사용한 데이터셋, 전이 학습에 대해 설명하고 테스트 데이터를 이용한 객체 탐지 정확도와 mAP(mean Average Precision) 측정을 통해 기존 모델과 성능을 비교한다.

### II. 객체 탐지 모델

자율 주행 자동차는 주행 중 실시간 객체 탐지를 하기 위해 추론 속도가 빠른 객체 탐지 모델이 필요하다. 객체 위치 추정과 분류를 동시에 수행하는 1-stage detector의 경우 추론 속도는 빠르지만 정확도가 낮다.

[표 1] MS COCO 가 정의한 객체 크기

	최소	최대
소형	0×0	32×32
중형	32×32	96×96



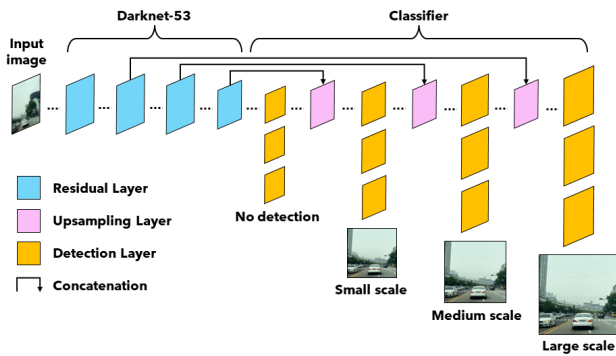
[그림 1] YOLOv3 구조

특히 소형 객체 탐지 정확도는 중대형 객체 탐지 정확도에 비해 낮다. 객체 크기에 대한 정의는 [표 1]과 같다. 본 논문에서는 1-stage detector 중 하나인 YOLOv3[2] 모델을 수정하여 소형 객체에 대한 탐지 성능이 향상된 모델을 제안한다.

YOLOv3 모델은 [그림 1]과 같이 FPN(Feature Pyramid Network)[3] 구조의 분류기를 사용하여 다중 스케일 특성 맵을 추출하고 이를 기반으로 객체를 탐지한다. FPN 구조는 단계별로 특성 맵을 생성하고 다시 합치는 방법으로 상위 및 하위 레벨의 특징을 모두 활용한다.

FPN 구조에서 고수준 특성 맵은 유의미한 객체 정보가 많지만 해상도가 낮고 위치 정보가 부족해서 소형 객체 탐지에 불리하다. 수정된 YOLOv3 모델은 13×13 크기의 고수준 특성 맵 대신 객체 위치 정보가 보존된 104×104 크기의 고해상도 특성 맵을 활용하여

객체를 탐지한다[그림 2].



[그림 2] 수정된 YOLOv3 구조

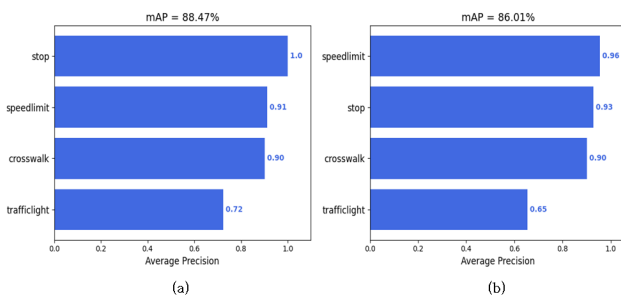
### III. 데이터 수집 및 전이 학습

제안하는 모델은 데이터로 Kaggle에서 제공된 데이터셋[4]을 사용한다. 총 900장의 도로 표지판 이미지를 수집하고 신호등, 정지 표지판, 속도 제한 표지판, 횡단보도 표지판 4개의 클래스로 나누었다. 수집한 데이터를 'labellmg'라는 라벨링 프로그램을 활용해 라벨링했다. 900장의 이미지 중 800장은 학습 데이터로 사용하였고, 100장은 테스트 데이터로 사용했다.

전이 학습은 이미 학습된 모델의 가중치를 활용하여 적은 양의 데이터로 짧은 시간에 정확도를 높일 수 있는 학습 방법이다[5]. 부족한 데이터로 인한 성능 열화를 방지하기 위해 기존의 COCO 데이터셋으로 학습된 모델의 가중치를 미세 조정하여 전이 학습을 진행한다. 모델 학습 시 배치 크기는 8로 설정하고, 0.0001의 학습률로 100 epochs 동안 학습한다.

### IV. 실험 결과 및 분석

[그림 3]는 테스트 데이터 100장에 대해 mAP를 측정한 결과이다. 제안하는 모델은 기존 모델 대비 mAP가 2.46% 감소했지만, 86.01%라는 높은 mAP 성능을 보인다.



[그림 3] (a) 기존 YOLOv3의 mAP (b) 수정된 YOLOv3의 mAP

테스트 데이터에 대한 탐지 결과 중 일부를 [그림 4]에 나타냈다. 기존의 YOLOv3로는 탐지하지 못했던 신호등과 속도 제한 표지판을 수정된 YOLOv3가 탐지했다. 탐지된 신호등과 속도 제한 표지판의 크기는 각각  $9 \times 13$ 과  $37 \times 37$ 이다.

본 논문이 제안하는 모델은 기존 모델에 비해 소형 객체에 대한 탐지 성능이 향상되었다. 제안하는 모델에 고수준 특성 맵을 추가하여 탐지한다면 유의미한 객체 정보가 많아져 정확도가 증가할 것으로 보인다.



[그림 4] (a) 원본 도로 이미지 (b) 기존 YOLOv3 객체 탐지 결과 (c) 수정된 YOLOv3 객체 탐지 결과

### V. 결론

본 논문에서는 모델 구조 수정과 전이 학습을 통해 소형 교통 표지판 탐지 시스템을 개발하고 성능을 평가했다. mAP는 기존 모델에 비해 2.46% 감소했지만 기존 모델에서 찾지 못했던 소형 객체를 탐지했다. 추후 정확도를 더 높인다면 자율 주행 자동차의 교통 표지판 인식 기술로 활용이 기대된다.

### ACKNOWLEDGMENT

“이 논문은 국토교통부의 스마트시티 혁신인재육성사업으로 지원되었습니다.”

이 연구는 2022 년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원 (KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임('00144500')

### 참 고 문 헌

- [1] 김영민, 김형수, “첨단차량의 TSR(Traffic Sign Recognition) 기술 향상을 위한 교통안전표지 기준 개선 방향”, 대한교통학회 학술대회지, 469-473, 2016.
- [2] J. Redmon and A. Farhadi, “YOLOv3: An Incremental Improvement”, arXiv preprint arXiv:1804.02767, 2018.
- [3] Tsung-Yi Lin, “Feature Pyramid Networks for Object Detection”, arXiv preprint arXiv:1612.03144, 2017.
- [4] Kaggle, “Road Sign Detection”, <https://www.kaggle.com/datasets/andrewmvd/road-sign-detection>, 2022.10.05.
- [5] S. Pan and Q. Yang, “A survey on transfer learning” in IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, vol.22, no.10, pp.1345-1359, 2010