

딥러닝 기반 신호등 검출에 관한 연구

박명숙, 김상훈*

국립한경대학교 전기전자제어공학과
e-mail:kimsh@hknu.ac.kr

A Study on Traffic Light Detection based on Deep Learning

Myeong-Suk Pak, Sang-Hoon Kim*

Dept of Electrical, Electronic and Control Engineering, Han-Kyong National University

요 약

차량의 자율주행을 위해서 신호등의 검출은 매우 중요한 부분이며, 최근 딥러닝 기술이 자율주행 및 운전자 보조 시스템에 적용되고 있다. 본 논문에서는 객체 검출을 위한 잘 알려진 딥러닝 기법을 신호등 검출에 적용해 본다. 공개된 데이터셋을 이용하였으며 일반적인 컴퓨터 구성에서 실험하여 신호등 검출을 하였다.

1. 서론

최근 딥러닝 기술이 다양한 분야에 적용되고 있고, 자율주행에 적용되고 있다. 자율주행 자동차란 스스로 주변 환경을 인지하고 위험을 판단하며 목적지까지 주행이 가능한 자동차로, 자율주행 기술은 크게 5단계(NHTSA 기준)로 분류된다. 현재 수준은 ADAS(Advanced Driver Assistance System, 첨단 운전자 보조 시스템)에서 자율주행으로 진화하는 단계이며, 2019년에는 3단계(Conditional automation, 제한적 자율주행) 이상의 자율주행자동차가 상용화될 것으로 전망된다[1,2]. 인공지능은 자율주행 자동차에서 주로 인지 기능을 담당하고 있으며[2], 보행자, 표지판, 신호등 검출 등에 적용되고 있다. 도시 환경에서 신호등 검출은 자율주행에 중요한 부분이다. 본 논문에서는 사전정보 없이 비전기반의 신호등 검출을 위해 딥러닝 기법을 적용한다. 객체 검출에 좋은 성능을 보여준 딥러닝 알고리즘을 이용하여 공개된 데이터셋으로 훈련하고 신호등 검출 실험을 하였다.

2. 딥러닝 기반 신호등 검출

2.1 객체 검출을 위한 딥러닝 방법

객체 검출을 위한 딥러닝 방법은 Faster R-CNN[3], SSD[4]와 YOLO[5,6] 등이 영상인식 대회에서 좋은 성능을 보였고 많이 사용되고 있다. YOLO[5]는 경계 상자(bounding box) 예측 및 클래스 확률에 따라 객체를 검출하는 단일 컨볼루션 신경망(convolutional neural network)으로 입력 이미지를 SxS 그리드(grid)로 나누고 각 그리드 셀마다 객체의 유무를 예측한다. 기존 방법을 개선하여 YOLOv2[6]가 소개되었다. 초당 40프레임 이상의 속도로 VOC 2007에서 좋은 결과를 얻었으며, Faster R-CNN

과 SSD 보다 빠르면서 정확도를 높게 유지하였다. 모든 컨볼루션 레이어에 배치 정규화를 추가, 앵커 박스(anchor box)를 초기값으로 사용하여 경계 상자를 처음부터 예측, 학습데이터의 크기를 다양한 스케일(scale)로 학습, Darknet-19로 불리는 새로운 네트워크를 사용하는 등의 성능향상 원인을 설명하였다. Darknet-19는 19개의 컨볼루션 계층과 5개의 맥스 풀링 계층(maxpooling layer)으로 구성되어 있으며, 전체 구성을 그림 1에 나타내었다.

Type	Filters	Size/Stride	Output
Convolutional	32	3 × 3	224 × 224
Maxpool		2 × 2/2	112 × 112
Convolutional	64	3 × 3	112 × 112
Maxpool		2 × 2/2	56 × 56
Convolutional	128	3 × 3	56 × 56
Convolutional	64	1 × 1	56 × 56
Convolutional	128	3 × 3	56 × 56
Maxpool		2 × 2/2	28 × 28
Convolutional	256	3 × 3	28 × 28
Convolutional	128	1 × 1	28 × 28
Convolutional	256	3 × 3	28 × 28
Maxpool		2 × 2/2	14 × 14
Convolutional	512	3 × 3	14 × 14
Convolutional	256	1 × 1	14 × 14
Convolutional	512	3 × 3	14 × 14
Convolutional	256	1 × 1	14 × 14
Convolutional	512	3 × 3	14 × 14
Maxpool		2 × 2/2	7 × 7
Convolutional	1024	3 × 3	7 × 7
Convolutional	512	1 × 1	7 × 7
Convolutional	1024	3 × 3	7 × 7
Convolutional	512	1 × 1	7 × 7
Convolutional	1024	3 × 3	7 × 7
Convolutional	1000	1 × 1	7 × 7
Avgpool		Global	1000
Softmax			

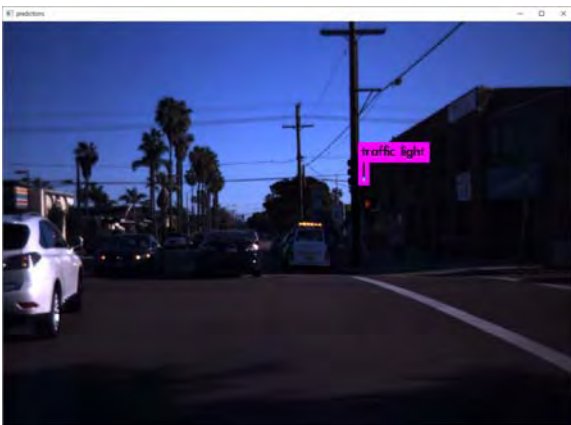
(그림 1) Darknet-19의 전체 구조[6]

2.2 신호등 데이터셋

딥러닝 기술을 적용하기 위해서는 많은 양의 훈련 데이터(training data)가 필요하다. 기존 방법들은 각 연구에서 필요한 데이터를 수집하여 실험하여 성능 비교에 어려움이 있었다. 본 논문에서는 공개된 신호등 데이터셋인 LISA Traffic Light Dataset[7]을 이용하였다. LISA 신호등 데이터셋은 미국 캘리포니아주 샌디에고에서 낮과 밤의 시간대에서 1280x960의 해상도로 캡처되었다.

3. 실험

신호등 검출 실험을 위하여 Intel i5 6600 3.3GHz CPU, 8GB RAM과 NVIDIA GTX 1060 6GB GPU가 장착된 일반적인 컴퓨터에서 Yolo-v2 Windows 소스코드[8]를 Windows 10 64bits에서 Visual C++ 2015를 이용하여 컴파일한 후 사용하였다. 공식 홈페이지[9]에서 제공하는 사전 훈련된 가중치(pretrained weight)와 설정(cfg)을 사용하여 신호등 데이터를 훈련시켰다. 훈련시간은 약 48시간 소요되었으며, 테스트한 결과는 그림 2와 그림 3에 나타났다. 너비 10픽셀 이상의 신호등이 검출되었다.



(그림 2) 단일 신호등 검출결과



(그림 3) 다중 신호등 검출결과

4. 결론

본 논문에서는 차량의 자율주행을 위한 인지 기술 중 신호등의 검출을 위해 딥러닝 기술을 적용하였다. 객체 검출을 위한 딥러닝 방법 중에 속도와 정확도가 좋은 YOLO를 이용하여 공개된 LISA 신호등 데이터셋을 일반적인 컴퓨터 구성에서 훈련시켜 신호등 검출을 하였다. 향후에는 다른 객체 검출 방법과 또한 다른 신호등 데이터셋을 추가하여 신호등 검출의 성능을 비교하고 개선된 방법에 대해 연구하고자 한다.

감사의 글

이 논문은 2016년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단 기초연구사업의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2015R1D1A1A01057518).

참고문헌

- [1] KIAT, "유럽의 자율주행자동차", 글로벌기술협력기반 육성사업 심층분석보고서, 2017
- [2] 황영배, 조희영, "자율주행을 위한 인공지능 기술 동향", KEIT PD Issue Report, Vol. 16-11, 2016
- [3] Ren S., He K., Girshick R. and Sun J., "Faster r-cnn: Towards real-time object detection with region proposal networks", Proceedings of the 28th International Conference on Neural Information Processing Systems, 2015, pp.91-99
- [4] Liu Wei et al., "Ssd: Single shot multibox detector", European Conference on Computer Vision, 2016, pp.21-37
- [5] Redmon J., Divvala S., Girshick R. and Farhadi A., "You only look once: Unified, real-time object detection", IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2016, pp.779-788
- [6] Redmon J. and Farhadi A., "Yolo9000: Better, faster, stronger", arXiv preprint arXiv:1612.08242, 2016
- [7] Jensen M.B., Philipsen M.P., Møgelmoose A., Moeslund T.B. and Trivedi M.M., "Vision for Looking at Traffic Lights: Issues, Survey, and Perspectives", IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, Vol. 17, No. 7, 2016, pp.1800-1815
- [8] Windows and Linux version of Darknet Yolo v2 Neural Networks for object detection, <https://github.com/AlexeyAB/darknet>, (2017)
- [9] YOLO: Real-Time Object Detection, <https://pjreddie.com/darknet/yolo/>, (2017)