

# 길 안내 로봇의 신호등 없는 횡단보도 보행 안내를 위한 차량 인식 및 거리 측정 모듈 개발

최인훈, 홍승준, 김서현, 정홍주, 박수용, 허의남\*

경희대학교

{inhun321, hongsj1022, seok02h, sub06038, clapd10, \*johnhuh}@khu.ac.kr

## An Implementation of Vehicle Recognition and Distance Estimation Module for Guiding Pedestrian Crossing without Traffic Lights of Road Guide Robot

Inhun Choi, Seungjun Hong, Seo-Hyun Kim,

Hong-Ju Jeong, Suyong Bahk, Eui-Nam Huh\*

Kyung Hee Univ.

### 요 약

본 연구에서는 차량 인식 및 거리 정보를 제공하는 모듈 개발을 진행하였다. 이 모듈은 길 안내 로봇이 신호등 없는 횡단보도에서 주변 차량의 위치, 거리, 속도 정보를 이용하여 보행 가능 여부를 판단할 수 있도록 하였다. 이를 통해 보행약자들이 안정적인 횡단보도 보행 안내 서비스를 제공 받을 수 있다.

### 1. 서 론

기계 학습 기술이 발전함에 따라 최근 보행에 불편을 느끼는 시각장애인, 어린이, 노인 등의 보행약자들을 위한 길 안내 로봇에 활발히 개발되고 있다. 길 안내 로봇은 목적지까지의 길 안내뿐만 아니라 보행 시 마주칠 수 있는 위험 상황에 대해서도 안전하게 대처해야 한다. 특히 신호등 없는 횡단보도에서 보행약자들이 안전하게 횡단할 수 있도록 안내해야 한다.

따라서 본 논문은 딥러닝 기반 차량 인식 및 거리 측정 모듈을 사용하여 주변의 차량 정보들을 이용하여 사용자가 신호등 없는 횡단보도를 안전하게 보행할 수 있는 서비스를 제공하는 것을 목표로 한다. 차량 추적 알고리즘을 통해 움직이는 영상 속 동일한 차량을 판단하고 거리 데이터를 통해 차량들의 속도를 계산하여 길 안내 로봇이 보행약자들이 안전하게 횡단보도를 횡단할 수 있도록 돕는 모듈을 개발하였다.

### 2. 본론

#### 2.1 객체 인식(Object Detection)

객체 인식은 객체의 클래스를 판단하는 Classification과 존재하는 위치를 판단하는 Localization으로 이루어진다. 객체 인식 모델 크게 객체가 있을만한 후보 영역들을 만들고 이 후 분류기에 통과시키는 비교적 정확도가 높지만 연산량이 많은 2-Stage Detector와 한번의 CNN (Convolution Neural Network) 연산으로 클래스 정보와 위치 정보를 판단하는 비교적 정확도가 낮지만 연산량이 적은 1-Stage Detector로 나눌 수 있다.

실제 도로 상황에서 사용하기 위해서 실시간성이 보장되어야 하므로 1-Stage-Detector 중 VGG16[1]을 특징추출 모델로 사용하는 SSD (Single Shot MultiBox Detector)[2] 모델을 선택하였다. 차량 인식이 목표이기 때문에 차량 인식 모델 학습을 위한 데이터셋으로 차량 이미지와

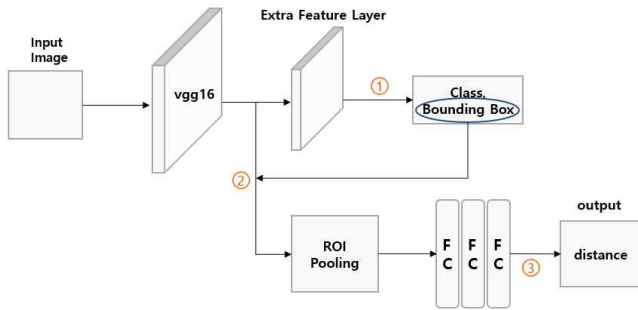
이미지에 존재하는 차량들의 Bounding Box가 포함된 KITTI Dataset[3]을 사용하였다.

#### 2.2 단안 카메라 거리 측정(Monocular Camera based Distance Estimation)

카메라를 통한 거리측정 기술로는 크게 양안 카메라를 이용한 기술과 단안 카메라를 이용한 기술로 나눌 수 있다. 양안 카메라를 이용한 경우 정확도는 높지만 움직이는 물체에 카메라를 장착할 경우 충격이나 흔들림에 의해 교정된 값이 비틀릴 수 있고 비용이 비싸다는 단점이 있다[4]. 움직이는 로봇에 카메라를 장착해야하기 때문에 본 연구에서는 단안 카메라를 이용해서 거리를 측정[5]하기로 했다.

SSD를 통해 얻은 차량이 위치하는 Bounding Box정보를 이용하여 특징 맵에 투영시키고 Fully Connected Layer의 입력으로 사용하기 위해 ROI Pooling을 진행하여 모두 같은 크기의 특징 맵으로 만든다. 이 후 Fully Connected Layer들을 이용하여 카메라로부터 차량까지의 거리 값을 출력한다. 거리 측정 모델 학습을 위한 데이터셋도 차량 이미지와 카메라와 차량까지의 거리 데이터를 포함하고 있는 KITTI Dataset 을 사용하였다.

특징 맵을 얻기 위한 특징 추출모델로 Resnet, VGG16, Darknet을 이용하여 학습을 진행하였다. Darknet의 경우 차량이 아주 가까이에 있거나 아주 멀리 있을 경우 결과값이 실제 거리값과 차이가 많이 나는 결과를 얻었고 Resnet의 경우 RMSE 10.4325, VGG16의 경우 RMSE 6.7512의 오차를 얻었다. 따라서 최종적으로 VGG16을 특징 추출 모델로 선택하였다. 객체 인식 모델인 SSD모델에서도 VGG16을 특징 추출 모델로 사용하기 때문에 연산량을 줄일 수 있을 것으로 보인다. 이때의 ROI Pooling을 위한 피라미드 사이즈는 2\*2이다.

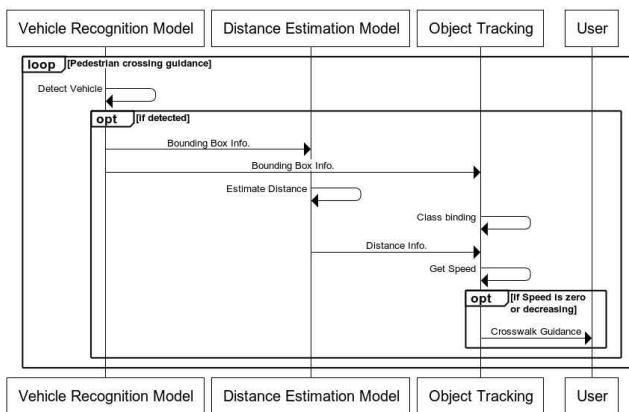


[그림 1] 차량 인식 및 거리 측정 모델 전체 구조

그림 1은 차량 인식 및 거리 측정 모델 전체 구조이다. 우선 SSD모델을 통해 차량의 위치 정보를 구한 후, 위치 정보를 통해 ROI Pooling을 이용해 크기가 일정한 특징 맵으로 만든 후 Fully Connected Layer를 통해 거리값을 출력한다.

### 2.3 객체 추적(Object Track)

차량의 속도값을 얻기 위해 움직이는 영상 속 동일한 차량을 Tracking 하는 과정이 필요하다. 이전 frame에서 얻은 Bounding Box정보들과 현재 frame에서 얻은 Bounding Box정보들을 이용하여 교집합 영역 넓이를 합집합 영역 넓이로 나눈 값인 IoU (Intersection over Union)이 일정값보다 크면 같은 객체라고 판단한 후 같은 ID를 부여한 후 Tracking[6]한다. 해당 차량의 거리 데이터를 이용하여 접근하는 속도를 계산한다. 차량이 정지해 있거나 일정 속도 이하로 줄어들면 보행 가능하다고 판단한 후 보행자에게 보행 가능 여부를 알려준다. 그림 2는 횡단보도 보행 안내 시퀀스 다이어그램이다.



[그림 2] 차량 인식 및 거리 측정 모델을 이용한 횡단보도 보행 안내 시퀀스 다이어그램

### 2.4 성능 평가

[그림 3]은 차량 인식 및 거리 측정 모델의 추론 결과이다. 차량 인식 모델은 정확도 약 93%, 거리 측정 모델은 약 RMSE: 6.7512의 오차를 보였다. 하지만 라즈베리 파이4에서의 평균 처리 시간이 500ms 이상이 걸리는 것을 확인하였다. 실제 도로 환경에서 실시간으로 처리하기 어려운 것을 알 수 있다. 따라서 엣지 컴퓨팅 서버를 두어 실시간 이미지 전송을 통해 모델 처리 속도를 높여야 할 것이다.



[그림 3] 차량 인식 및 거리 측정 모델 추론 결과

### 3. 결론

본 연구는 횡단보도에서의 보행 가능 여부를 판단하기 위해 차량 인식 및 거리 측정을 통해 길안내 로봇에게 주변 차량의 정보를 제공해주는 모듈을 개발하였다. 약 93%의 정확도를 보이는 차량 인식 모델과 약 RMSE 6.7512의 오차를 보이는 거리 측정 모델을 이용하여 높은 성능의 네트워크와 엣지 서버를 이용한다면 안정적인 길안내 로봇의 성능을 기대할 수 있을 것으로 기대된다.

향후, 본 논문에서 제시한 모듈을 길 안내를 위해 제작된 로봇에 적용하여 실제 도로 환경에서 처리 속도 및 정확도를 실험하고자 한다.

### ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2021년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2017-0-00294, (대학 ICT 기초 연구실) 서비스 이동 지원을 위한 분산형 클라우드 핵심 원천기술 연구)

### 참고 문헌

- [1] Karen Simonyan and Andrew Zisserman, "Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition", International Conference on Learning Representations, 2015
- [2] Wei Liu, "SSD: Single Shot MultiBox Detector", ECCV 2016
- [3] Andreas Geiger, Piilip Lenz, and Raquel Urtasun. Are we ready for autonomous driving? the kitti vision benchmark suite. Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2012
- [4] [IITP] "딥러닝 기반 거리측정 기술 동향" - 김해진 한국전자통신연구원 선임연구원
- [5] Jing Zhu. "Learning Object-specific Distance from a Monocular Image", ICCV 2019
- [6] Himani S, "A Survey on Object Detection and Tracking Methods" International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering, pp. 2970-2978, 2014