

mmWave 레이더와 CNN 기반 자율주행 차량 운전자 센싱

유민재, 정소이, 김중헌
고려대학교

mj7015@korea.ac.kr, jungsoyi@korea.ac.kr, joongheon@korea.ac.kr

User Mobility Sensing using mmWave Radar and CNN for Autonomous Driving Applications

Minjae Yoo, Soyi Jung, Joongheon Kim
Korea University

요약

자율주행 기술의 발달과 다양한 운전자 지원 시스템의 개발됨에 따라, 현대의 운전자들은 기술에 의존하여 운전자의 부주의로 발생하는 교통사고 사례가 있다. 본 논문에서는 자율주행의 기술을 보다 강화하기 위한 방안으로 mmWave 레이더와 CNN 을 이용해 측정 정확도를 향상시킨 방식을 제안한다. 제안하는 방식은 94.9%의 정확도로 운전자의 핸들 조작 여부를 인식함을 확인하였다.

I. 서론

자율주행 기술은 운전자가 수행하는 주변 환경을 인지하고, 운전자 대신 의사 결정을 내려 자동차 스스로 운행이 가능한 기술로 이와 관련된 다양한 기술들이 연구, 개발되고 있다[1]. 국제자동차기술자협회(Society of automotive engineers international, SAE)에서는 운전자의 개입 정도에 따라 자율주행 단계를 0 단계부터 5 단계까지로 정의하였다. 현재 상용화 된 승용차의 자율주행 기술은 운전자의 주행을 보조해주는 레벨 2 수준이다[2]. 레벨 2 의 핵심 기술인 Advanced Driver Assistance Systems (ADAS)는 첨단 운전자 지원 시스템으로, 운전 중 발생할 수 있는 수많은 상황 중 일부를 차량 스스로 인지하고 상황을 판단하며, 기계장치들을 제어함으로써 운전을 보조한다[3]. 뿐만 아니라, ADAS 는 부분 자동화 시스템으로서 무게 센서 등을 이용하여 운전자가 핸들을 잡지 않거나 조작하지 않는 등 운전 집중도가 낮으면, 몇차례 경고 후 주행 지원 시스템이 강제 종료되도록 설계한 제품들이 대다수이다. 하지만 무게센서를 이용하는 방식은 핸들에 무게추를 달거나 물병을 끼우는 등의 물리적 치팅 방식에 취약할 수 있다. 이러한 상황에서 운전자가 ADAS 에 의존하여 핸들을 잡지 않은 상태로 운행하게 되면 심각한 사고를 유발할 수 있으며, 실제 이와 관련된 사고사례가 다수 존재한다.

따라서, 본 논문에서는 자율주행 기술들이 탑재된 차량에서 운전자가 핸들을 잡고 있는지를 구별하는 Convolution Neural Network (CNN)과 mmWave 레이더를 이용한 센싱 기법에 대해 설명한다.

II. 본론

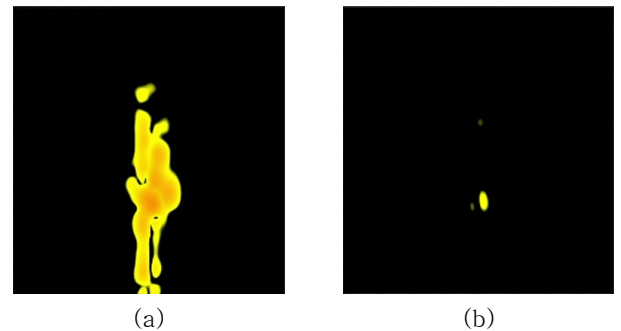


그림 1. Range Doppler Map 이미지: (a) 핸들을 잡고 있는 경우, (b) 핸들을 잡지 않고 있는 경우

본 논문에서는 실제 차량 내부에서 핸들을 잡지 않거나, 다양한 자세로 잡으며 mmWave 레이더를 이용하여 다수의 Range Doppler Map 이미지를 얻는다. 그림 1 은 실험에 사용된 Range Doppler Map 의 샘플 이미지이다. 실험을 통하여 수집한 이미지를 CNN 에 적용해 높은 분류 정확도를 얻고자 한다.

실험에 사용된 mmWave 레이더는 BGT60TR13C 로 60 GHz 대역 주파수를 사용하며, 1Tx, 3Rx 안테나로 구성 되어있다. 이 레이더에서 송신한 신호는 움직이는 물체에 의해서 반사되고, 수신한 신호와의 위상변화로 물체의 움직임 종류를 구분할 수 있다. 수신한 신호에 Fast Fourier Transform (FFT)를 수행하여 도플러 속도와 거리를 얻고, 이를 바탕으로 Range Doppler Map 을 만들 수 있다. 핸들을 잡고 있을 때의 Range Doppler map 과 핸들을 잡지 않을 때의 Range Doppler map 을 구별하는 분류 정확도를 높이기 위해 CNN 을 적용하였다.

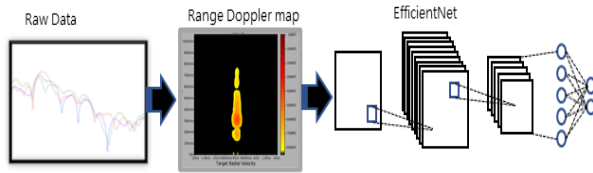


그림 2. 실험 전체적인 구성도

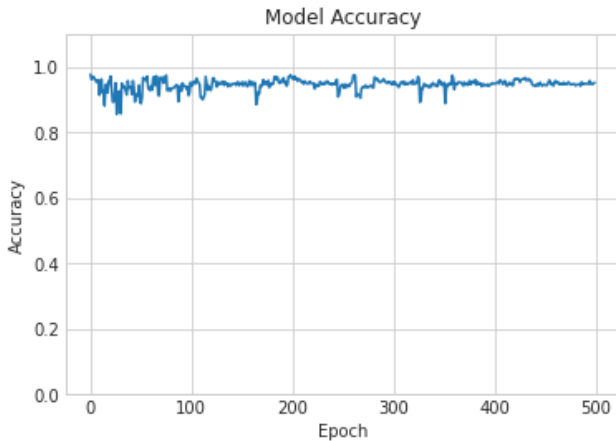


그림 3. 운전자의 핸들 동작 인식 정확도

본 실험에서 사용한 CNN 구조는 EfficientNet 으로 다른 CNN 구조와 다르게 모델의 Depth, Width, Resolution 을 적절하게 설정하여 적은 파라미터 수를 사용하며 계산자원이 한정된 환경에서도 원활히 동작할 수 있다[4]. 일반적인 컴퓨터에 비해 자동차에서는 계산 자원이 한정된다는 가정하에 EfficientNet 중에서 가장 간단한 모델인 B0 를 적용하였다. 그림 2 에서 전체적인 구성도를 볼 수 있다. 레이더를 통해서 받은 raw data 를 FFT 를 수행하여 얻은 거리, 도플러 속도를 Range Doppler Map 이미지로 만든다. 이 이미지를 EfficientNet 의 입력으로 넣은 후 학습시킨 후 핸들을 잡고 있을 때와 잡지 않을 때 두가지로 구별하는 과정이다. 그림 3 은 실험 결과로 핸들 동작 인식 정확도가 94.9%로 수렴함을 알 수 있다.

III. 결론

본 논문에서는 mmWave 레이더와 CNN 을 이용하여 운전자의 핸들 동작 인식을 높은 정확도로 인식함을 알 수 있었다. 실험 결과로 핸들 동작 여부를 94.9 %의 정확성을 달성하였음을 확인하였다. 이는 설치되는 장소에 따라 운전자의 핸들 조작 여부 외에도 차량 내 동승자 여부, 차량 인포테인먼트 조작 등 여러 분야에서 움직이는 물체에 대한 인식, 구별 방법을 적용 가능할 것으로 예상된다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 대학 ICT 연구센터지원사업의 연구결과로 수행되었음 (IITP-2021-2017-0-01637)

참 고 문 헌

- [1] E. Yurtsever, J. Lambert, A. Carballo and K. Takeda, "A Survey of Autonomous Driving: Common Practices and Emerging Technologies," in *IEEE Access*, vol. 8, pp. 58443-58469, 2020.
- [2] SAE Levels of driving automation, <https://www.sae.org/news/2019/01/sae-updates-j3016-automated-driving-graphic>
- [3] A. Paul, R. Chauhan, R. Srivastava, and M. Baruah, "Advanced driver assistance systems," *SAE Technical Paper*, Tech. Rep., 2016
- [4] M. Tan and Q. Le, "EfficientNet: Rethinking model scaling for convolutional neural networks.", in *Proceedings of the 36th International Conference on Machine Learning.*, California, USA, pp. 6105-6114, May, 2019.