

## MEC 서버를 이용한 자율주행 서비스 연구

### Study on a Self-Driving Service through a MEC server

김 대 현<sup>1</sup>, ○배 홍 섭<sup>2\*</sup>, 손 재 성<sup>3</sup>, 박 재 성<sup>4</sup>

<sup>1)</sup> 광운대학교 정보융합학부 (TEL: 010-3539-8476; E-mail: kdh138711@kw.ac.kr)

<sup>2)</sup> 광운대학교 정보융합학부 (TEL: 010-8953-1738; E-mail: bhs8931@kw.ac.kr)

<sup>3)</sup> 광운대학교 정보융합학부 (TEL: 010-9138-8743; E-mail: son99@kw.ac.kr)

<sup>4)</sup> 광운대학교 정보융합학부 (TEL: 02-940-8124; E-mail: jaesungpark@kw.ac.kr)

#### Abstract

This paper is an experimental study that tests a self-driving service through an MEC system. This study analyzes the correlation between computing power, which is an important issue in the field of self-driving and proposes an efficient solution using wireless communication. To conduct the experiment, we imported two different self-driving service models (i.e., Nvidia and ResNet-50) on a Raspberry Pi model 3B+, model 4, and a laptop equipped with an Intel i5 processor. Then, we compare driving performance of these two models under the same environment. Through several comparative experiments, efficient wireless communication points could be identified.

**Keywords** mobile edge computing (MEC), wireless communication, self-driving, task offloading, response time

#### 1. 서론

최근 대두되고 있는 자율주행 로봇은 산업용 로봇, 서비스로봇, 로봇 플랫폼 등 다양한 분야에서 활용되고 있으며 특히, 코로나 19 로 인해 비대면 서비스의 수요가 증가함에 따라 음식 배달 로봇, 청소 로봇 등의 서비스 로봇 개발이 활발히 진행되고 있다. 이러한 자율주행 로봇을 사용하면 로봇의 지능이 부족하여 인식 오류가 발생하거나, 주행 경로를 잘못 선택하는 등의 문제를 마주할 수 있는데, 이는 자율주행 로봇에 사용되는 MCU(Microcontroller Unit)의 성능한계에 따른 모델 제약 문제에서 비롯되기도 한다. 따라서 본 연구는 MCU 성능과 관계없이 최근 개발된 고도화 모델의 예측값을 활용하여 자율주행 서비스의 인식 능력 및 상황 대처 기술을 향상시키기 위해 MEC(Mobile Edge Computing) 서버의 적용 가능성을 실험을 통해 검증한다. 구체적으로 다음과 같은 변수들이 자율주행 서비스가 상황을 인지한 후 반응할 때까지 걸리는 시간인 응답시간 (RT : Response Time)에 미치는 영향을 실험을 통해 고찰한다.

- MCU 성능이 RT 에 미치는 영향
- 딥러닝 모델이 RT 에 미치는 영향
- 응답을 결정하는 서비스의 위치가 RT 에 미치는 영향

#### 2. 실험환경

실험을 위해 카메라로 입력되는 이미지를 이용하여 이동 방향을 결정하는 간단한 자율주행 서비스를 구현하였다. 이미지는 OpenCV 를 통해 획득하였으며 방향을 결정하는 서비스는 Nvidia 모델 [1]과 ResNet-50 모델 [2]을 적용하였다. PC 에서 Tensorflow 1.14, keras 2.2.4, h5py 2.10.0 를 이용하여 이들 딥러닝 모델들을 학습하였다. 학습 모델을 라즈베리파이(Raspberry Pi)와 laptop 에서 실행하여 자율주행 서비스의 반응 시간을 비교 분석하였다.

#### 3. 실험결과

표 1 에 컴퓨팅 성능과 프레임 획득 주기에 따른 RT 의 변화를 표기하였다. 표기한 RT 값은 100 번의 실험 결과값들의 중앙값을 나타낸다.

\* 본 과제(결과물)는 교육부와 한국연구재단의 재원으로 지원을 받아 수행된 첨단분야 혁신융합대학 사업의 연구결과입니다.

실험에서 RT 는 자율주행 서비스 모듈이 카메라를 통해 이미지를 입력 받는 순간부터 전처리 및 모델 예측 후 이동 방향을 결정할 때까지 소요되는 시간으로 정의하였다. 표에서 볼 수 있듯이 컴퓨팅 성능과 FPS 가 증가할수록 RT 는 감소한다.

표 1. 컴퓨팅 파워에 따른 RT 비교  
(Nvidia model, FPS=Frame/sec)

	FPS10	FPS20	FPS30
라즈베리파이3B+	86ms	89ms	86ms
라즈베리파이4	65ms	55ms	34ms

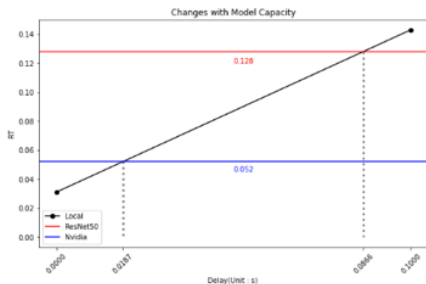


그림 1. 라즈베리파이 4 에서 Nvidia, ResNet-50 각각 RT 100 개의 중앙값을 나타낸 그래프

Nvidia 모델의 경우 8 개의 layer 로 이루어져 있으며 ResNet-50 모델의 경우 50 개의 layer 로 이루어져 있다. 그림 1 에서 보이는 것과 같이 layer 가 더 깊은 모델일수록 모델의 추론시간이 증가하여 RT 값이 증가한다. Nvidia 모델과 ResNet-50 모델 외에 다른 모델들의 추론 시간은 이 두 모델 들의 RT 와 선형적인 관계가 있다고 가정하고 Nvidia 모델을 기준으로 이미지 획득 시간을 증가시킨 후 RT 를 측정하였다. 모델의 복잡도가 증가할 수록 결과를 예측하는데 소요되는 시간이 오래 걸린다고 가정할 수 있으며 그림 1 과 같이 결과를 확인할 수 있다.

표 2 에 이미지 획득, 전처리 및 이동방향 결정 기능이 모두 라즈베리파이에서 동작하는 경우의 RT (향후 local 로 표기)와 전처리된 이미지가 무선랜을 통해 MEC 서버로 전달되고 MEC 서버가 딥러닝 모델을 통해 이동 방향을 결정 후 결과를 다시 라즈베리파이에 전달하는 경우의 RT 를 비교하였다. 표 2 에서 확인할 수 있듯 네트워크 성능에 따라 RTT(Round Trip Time)의 차이를 확인할 수 있다.

표 2. 네트워크 성능에 따른 RTT 비교

		Nvidia		ResNet-50	
		5GHz	2.4GHz	5GHz	2.4GHz
속도	Server	120Mbps	31Mbps	120Mbps	31Mbps
	Raspberry Pi	46Mbps	17Mbps	46Mbps	17Mbps
RTT		9ms	20ms	6ms	23ms

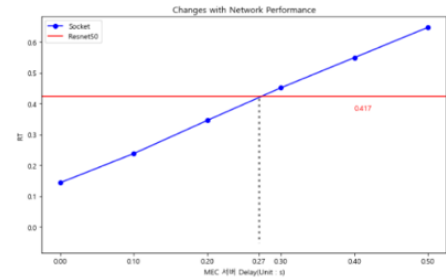


그림 2. local 에서 ResNet-50 RT 와 MEC 통신 RT (Socket) 비교 그래프

MEC 서버를 이용한 방식의 타당성을 검증하기 위해 ResNet-50 모델을 local 에 적용한 경우와 MEC 서버에 적용한 경우 RT 를 측정하고 결과를 그림 2 에 도시하였다. 그림에서 보는 바와 같이 네트워크 속도가 일정 수준 이상이면 MEC 서버에 자율주행 서비스를 구현하고 통신망을 통해 이를 이용하는 것이 MCU 성능이 낮은 local에서 자율주행 서비스를 구현하는 것보다 RT 측면에서 효율적이다.

#### 4. 결론

본 논문의 목표는 MCU 에서 딥러닝 모델을 이용할 수 있는 방법을 탐구하는 것이다. 기여한 부분은 솔루션으로 MEC 서버 통신을 제시한 점과 MEC 서버 통신시 네트워크 상태와 사용 모델의 Capacity 에 따라 달라지는 교차점을 확인한 점이다. 결론적으로는 실험환경 수준의 AP 에서 ResNet-50 정도 Capacity 를 가진 모델을 활용하기 위해서는 MEC 서버 통신을 사용하는 것이 효율적임을 확인했다.

#### 참고문헌

- [1] Bojarski, Davide Del Testa, Daniel Dworakowski, Bernhard Fimer, Beat Flepp, Prasoon Goyal, Lawrence D. Jackel, et al. "End to End Learning for Self-Driving Cars." arXiv:1604.07316 [cs], April 25, 2016.
- [2] Kaiming He, Xiangyu Zhang, Shaoqing Ren, and Jian Sun. "Deep Residual Learning for Image Recognition." In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2016, pp. 770-778.