

자율주행을 위한 멀티 카메라 상호운용 프레임워크에 관한 연구

이현중, 박대진
경북대학교

guswnd0403@naver.com

A Study on the Multi-Camera Interoperable Emulation Framework for Autonomous Vehicle Driving

Hyunjoong Lee and Daejin Park
Kyungpook National University

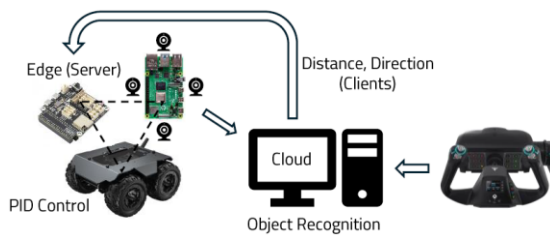
요약

본 논문은 자율주행의 개발을 위한 멀티 카메라 상호운용 프레임워크를 제안한다. 자율주행을 위한 보조 시스템인 ADAS의 대표적인 SCC, LKA 시스템을 단안 카메라만으로 직접 구현해보고 성능을 측정 해봄으로써 제안하는 프레임워크가 실제 자율주행 개발에 사용될만한 구조인지 파악해보았으며, 이를 통해 자율주행 기술의 개발 과정에서 더 편리하고 안전한 개발이 진행되는 것을 기대해볼 수 있음을 제시하였다.

I. 서론

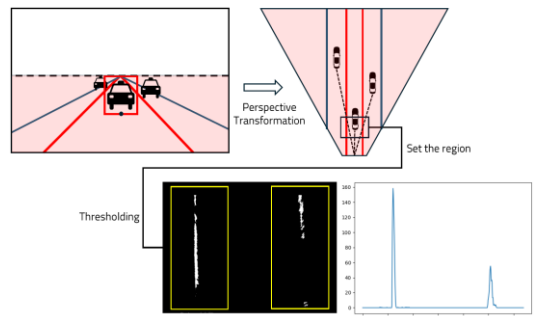
본 논문에서는 현재 완전한 자율주행의 구현은 아직 불가능하기 때문에 자율주행 기술의 개발이 계속해서 진행되고 있음을 인지하고, 상용화되고 있는 대표적인 자율주행 보조 시스템들을 새로운 구조로 구현해보고자 한다. 자율주행에 많이 사용되는 라이다 센서의 비용적인 측면과 날씨의 영향을 많이 받는 단점을 고려하여 단안 카메라만으로 자율주행 보조 시스템 SCC, LKA를 구현해보았으며, 또한 자율주행 기술의 개발을 더 편리하고 안전하게 진행할 수 있도록 원격으로 차량의 제어와 자율주행 보조 시스템의 동작이 가능한 멀티 카메라 상호운용 프레임워크를 제안하고 있다.

II. 본론



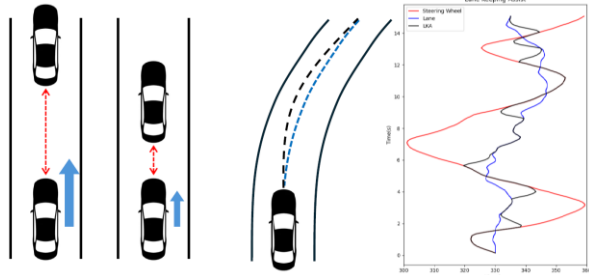
본 논문에서는 엣지 디바이스(라즈베리파이)에 연결된 카메라 총 4 대를 통해 자율주행 보조 시스템을 구현하였다. 각 카메라는 Flask를 통해 웹으로 실시간 스트리밍 해주며, PC에서는 스트리밍 화면의 프레임을 받아 객체 인식을 기반으로 한 차량과의 거리정보, 차선정보를 최종 서버에 TCP/IP 통신을 통해 전달한다.

또한 PC에 연동되어 있는 스티어링 휠의 방향 정보도 최종 서버에 전달된다. 서버를 담당하는 엣지 디바이스(ESP32)에서는 전달받은 정보들을 통해 최종 차량의 속도와 방향을 정의하여 차량을 제어한다.



차량이 주행 상태에 있을 때, 화면에 인지된 차량들은 화면의 하나의 점으로 향하게 되고 이를 소실점이라고 한다. 소실점의 좌표를 바탕으로 소실점 아래의 화면을 원근 변환을 적용해 도로 위의 차선들이 평행 상태를 이루어 마치 위에서 내려다보는 것처럼 변환해준다. 변환 과정에서 객체를 인식하는 박스의 좌표도 변환이 되기 때문에 변환된 화면과 좌표 정보를 바탕으로 객체와의 거리를 추정할 수 있다. 또한 color filter와 thresholding을 통해 차선이 검은색 배경에서 하얀색으로 보이도록 하여 전체 화면의 가장 밝은 부분의 x 좌표를 바탕으로 차선의 좌표를 추출할 수 있다.

차량의 속도는 추정된 거리를 바탕으로 앞의 차량과 안전한 거리를 유지하도록 정의되며, 차량의 방향은 기본적으로 PC 와 연동된 스티어링 휠의 각도 정보를 통해 제어되지만 차량이 차선을 이탈할 경우 차선의 좌표가 제어에 사용되어 차량이 차선을 유지하면서 주행하도록 보조해준다. 이러한 모든 제어는 운전자가 차량에 직접 탑승하지 않아도 원격으로 이루어지게 된다.



제안하는 모델의 효율성을 알아보기 위해선 실제 상황의 실시간성을 잘 반영하는지가 중요하다. 각 시스템의 동작에 걸리는 딜레이를 측정해본 결과 카메라 화면의 스트리밍 딜레이는 약 0.03 초, 차량을 인식하고 추정된 거리를 전송하는데 걸리는 딜레이는 약 0.04 초, 핸들과 차선 인식을 통한 최종 방향 정보를 전송하는데 걸리는 딜레이는 약 0.11 초가 소요되었다. SCC 와 LKA 는 서로 독립적으로 동작하기 때문에 전체적으로 실시간 상황을 제어에 적용하기 까지는 약 0.15 초 정도가 걸린다는 사실을 확인할 수 있었으며, 이는 기본적으로 사람이 상황을 인지하고 제어하는데 걸리는 시간과 크게 차이가 없기 때문에 제안하는 프레임워크가 자율주행 개발에 사용되기에 전혀 무리가 없다고 볼 수 있다.

III. 결론

본 논문에서 제안하는 멀티 카메라 상호운용 프레임워크를 활용하게 된다면 원격으로 알고리즘을 업데이트하고 차량을 제어하는 방법을 통해 더 편리하게 개발을 진행할 수 있으며, 불완전한 여러 자율주행 알고리즘들을 개발하고 시뮬레이션 해보는 과정에서 발생할 수 있는 안전사고 등을 예방할 수 있다. 또한 단안 카메라로 구현한 SCC, LKA 시스템들이 더 정교화되고 최적화된다면 비용적인 측면에서도 효율적이며, 실제 주행상황에서 운전자의 피로도를 낮춰주고 운전자가 미처 인지하지 못한 다양한 돌발 상황들에 대처할 수 있을 것이다.

ACKNOWLEDGMENT

This study was supported by the BK21 FOUR project (4199990113966), the Basic Science Research Program~(NRF-2018R1A6A1A03025109, 10%), (NRF-2022R1I1A3069260, 10%) through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education, and (2020M3H2A1078119) by Ministry of Science and ICT. This work was partly supported by an

Institute of Information and communications Technology Planning and Evaluation (IITP) grant funded by the Korean government (MSIT) (No. 2021-0-00944, Metamorphic approach of unstructured validation/verification for analyzing binary code, 30%) and (No. 2022-0-01170, PIM Semiconductor Design Research Center, 20%) and (No. RS-2023-00228970, Development of Flexible SW-HW Conjunctive Solution for On-edge Self-supervised Learning, 30%). The EDA tool was supported by the IC Design Education Center (IDEC), Korea.

참 고 문 헌

- [1] A. Pidurkar, R. Sadakale, and A. Prakash, "Monocular camera based computer vision system for cost effective autonomous vehicle," in 2019 10th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies (ICCCNT), 2019, pp. 1-5.
- [2] M. Philip, M, A, Kurian, R. Joseph, R. Sruthi, and S. Thomas, "A computer vision approach for lane detection and tracking," in 2021 2nd International Conference on Advances in Computing, Communicatio, Embedded and Secure Systems (ACCESS), 2021, pp. 188-192.