

현실-가상정보 융합형 자율주행 시뮬레이션 SW 기술

이선영, 심영보, 박창규, 민경원
한국전자기술연구원

drleesy@keti.re.kr

Autonomous driving simulation SW technology for reality-virtual information convergence

Seonyoung Lee, Youngbo Shim, Changgug Park and Kyungwon Min
Korea Electronics Technology Institute

요 약

본 논문은 자율주행차의 국내의 운전환경에서 도로 주행시 각종 사고 위험 및 예상치 못한 상황에 대해 자율 주행 알고리즘 테스트를 지원할 수 있는 자율 주행 시뮬레이션 SW 에 대해 설명한다. 본 논문의 시뮬레이션 SW 는 국내 도로 환경에 맞는 주행 특성을 가상환경을 통해 모사하고 센서 융합 기반 자율 주행 알고리즘의 기능 검증에 지원하기 위해 카메라, 라이다, 레이더, GPS 등에 대해 감쇄 특성을 반영한 센서 모사를 통해 센서 데이터를 지원한다. 또한 현실환경의 자율주행 차량과 엣지 서버의 인지, 판단 등의 기능을 연계하여 자율주행 SW 의 동작을 정밀하게 모의실험이 가능하다. 본 논문의 자율주행 시뮬레이션 SW 를 통해 자율주행 알고리즘의 인지, 판단, 경로 제어 기능을 선행적으로 검증하여 알고리즘의 안정성을 향상시킬 수 있다.

I. 서 론

자율주행에 사용되는 알고리즘의 검증은 센서, 통신 등의 기술 뿐만 아니라 인공지능과 같은 최선의 기술이 복합적으로 융합되어 사용되므로 기존의 단품 중심 및 ADAS(Advanced Driver Assistance Systems) 기반의 차량 안전성 검사 및 검증 기술로는 완벽한 검증이 어렵다. 특히, 최근에 증가하고 있는 자율주행자동차 관련 교통사고는 자율주행 자동차에 대한 불안감을 높이고 있다. RAND research 의 연구[1]에 따르면 자율주행차가 사람 운전자보다 20 퍼센트 이상 안전하게 운전하는 실력을 가지려면 실 도로에서 약 177 억 킬로미터 이상의 긴 거리를 주행하면서 다양한 경우에 대한 자료를 수집하고 분석하여 자율주행차의 판단/제어 로직을 개발 및 검증해야 한다. 이것은 약 40Km/h 속도의 자율주행차 100 대를 이용하여 검증할 경우 약 400 년의 시간이 필요하다. 또한 다양한 사고 위험 및 돌발 상황들을 실 도로 주행환경에서 재현하여 자율주행 자동차를 검증하기 어려운 문제가 있다. 이러한 문제들을 해결하기 위해 선진사들은 자율주행 시뮬레이터에서 가상의 주행환경을 구성하고 자율주행 자동차의 기능 및 성능을 검증하는 과정을 진행하고 있다. 시뮬레이터 기반의 가상 주행 환경은 그림 1 과 같이 현실에서 재현이 불가능한 각종 위험 상황과 자율주행차가 주행 중에 발생할 수 있는 다양한 돌발 상황 및 다양한 날씨 환경을 제공하여 안전하게 검증이 가능하다.



그림 1. 시뮬레이터를 이용한 코너 케이스 재현의 예

본 논문에서는 국내 도로환경과 정밀한 엣지연동의 가상환경에서 정밀한 센서 특성 모사와 엣지서버 연계를 통한 자율주행 SW 의 검증을 가능하게 하는 자율주행 시뮬레이션 SW 에 대해 설명한다.

II. 본론

본 논문의 자율주행 시뮬레이션 SW 는 그림 2 와 같이 특정 시나리오 테스트를 위해 가상의 주행환경을 정밀하게 모사하고 가상센서를 통해 센서 데이터를 생성하여 현실과 가상정보의 융합을 통한 자율주행 SW 의 정밀한 모의실험이 가능하게 할 뿐만 아니라 현실환경의 자율주행 차량과 엣지 서버의 인지, 판단, 제어 동작을 연동하여 자율주행 SW 를 정밀하게 모의실험이 가능하게 하는 것을 목표로 한다.



그림 2. 현실-가상정보 융합 시뮬레이터의 개념

현실-가상정보 융합형 자율주행 시뮬레이션 SW 는 그림 3 과 같이 가상환경 제작 도구, 시뮬레이션 엔진, 정밀 센서 모델, Co-simulation 프레임워크로 구성된다. 본 시뮬레이션 SW 를 통해 합성 데이터셋 생성이 가능하고 시뮬레이터 외부 확장을 통해 VILS(Vehicle in the Loop Simulation) 등의 시뮬레이션이 가능하다.



그림 3. 현실-가상정보 융합 시뮬레이터 구조

자율주행 SW 를 시뮬레이션 SW 와 연동하기 위해 인지/판단/제어 로직에 센서 데이터를 제공하고 자동차 다이내믹스 등의 차량 상태 정보를 제공할 수 있는 인터페이스가 필요하다. 본 논문의 시뮬레이터는 VIL 테스트 및 자율주행 SW 검증에 위해 그림 4 와 같이 자율주행 알고리즘 개발에 많이 이용하는 ROS bridge 및 센서 인터페이스 표준인 OSI(Open Simulation Interface), 기존의 시뮬레이터에서 외부 확장을 위해 사용되는 FMI(Functional Mockup Interface) 등의 외부 연계를 지원한다. 이를 통해 카메라, 라이다, 레이더, GPS 등의 센서 정보와 자율주행차를 움직이기 위한 제어정보들을 시뮬레이션 SW 와 자율주행 SW 사이에서 서로 교환하여 기능 검증이 가능하게 한다.

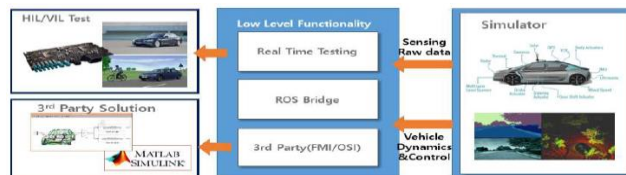
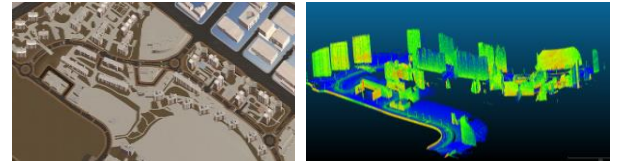


그림 4. 자율주행 알고리즘과 시뮬레이터의 연동

본 논문의 자율주행 시뮬레이터 SW 는 가상의 주행환경에서 카메라, 라이다, 레이더, GPS 등의 센서에 대한 정밀 모사 기능을 제공한다. 이를 통해 자율주행차에 탑재하는 자율주행 SW 의 기능을 기존 시뮬레이터에서 보다 정밀하게 검증할 수 있다. 자율주행 시뮬레이션 SW 에서 카메라 모사는 그림 5 와 같이 렌즈 및 센서 특성을 반영하여 센서 데이터를 제공하고 라이다 모사는 그림 6 과 같이 가상의 주행환경에 대해 점군(PoC, Points of Cloud) 데이터를 생성하여 제공한다. 그리고 자율주행 기능 검증을 위해 그림 7 과 같이 자율주행차가 주행 중에 발생할 수 있는 다양한 상황에 대해 검증 시나리오를 생성하여 자율주행 SW 의 기능과 성능을 향상시킬 수 있도록 한다.



그림 5. 카메라 센서의 모사 결과의 예



(a) 가상환경 구성 (b) 라이다의 점군 모사 결과
그림 6. 라이다 센서의 모사 결과의 예

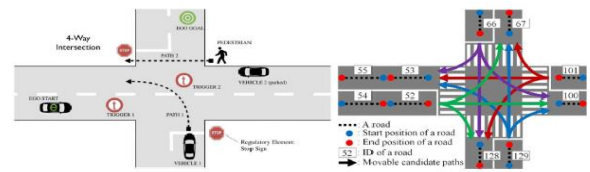


그림 7. 자율주행 검증 시나리오의 예

III. 결론

본 논문의 현실-가상정보 융합형 자율주행 시뮬레이션 SW 는 국내의 도로, 신호체계, 차량 및 보행자, 조명, 날씨 등과 같은 주행환경에 대해 자율주행차에 탑재하는 자율주행 SW 를 정밀하게 모의실험이 가능하게 한다. 이를 위해 자율주행차에 탑재하는 각종 센서의 특성을 정밀하게 모사하고 실제 자율주행 차량과 엣지서버 등과의 연동을 지원할 수 있는 프레임워크를 제공한다. 이를 통해 자율주행 SW 뿐만 아니라 자율주행 기반 서비스의 안정성 향상에 기여할 수 있다.

ACKNOWLEDGMENT

This work was supported by Institute of Information & communications Technology Planning & Evaluation (IITP) grant funded by the Korea government(MSIT) (No. 2021-0-01414, Development of reality-virtual information convergence and edge-based autonomous driving simulation SW technology).

참고 문헌

- [1] N. Kalra, and S. M. Paddock, "Driving to Safety - How Many Miles of Driving Would It Take to Demonstrate Autonomous Vehicle Reliability?," RAND Corporation, 2016.
- [2] Fan ming, 김효영, 이인재, 고성제, "단일 LDR 영상을 이용한 역 톤 매핑을 위한 최적화 프레임워크," 한국통신학회 하계종합학술대회, pp.345-346, Aug. 2020.
- [3] 이규석, 천장우, 이임평, "차량용 라이다 모델링과 시뮬레이션," 한국통신학회 하계종합학술대회, pp.343-344, Aug. 2020.