

## 비정형 주행환경 자율주행 시뮬레이션 SW 개발

이선영, 심영보, 손행선, 민경원  
한국전자기술연구원

drleesy@keti.re.kr

### Development of autonomous driving SW for atypical driving environment

Seonyoung Lee, Youngbo Shim, Haengson Son and Kyungwon Min  
Korea Electronics Technology Institute

#### 요 약

본 논문은 국내 비정형 주행 환경을 포함하는 다양한 주행 환경에서 자율주행 SW 의 실도로 주행시 한계점을 발견하고 위험상황 발생시 능동적인 대응을 선행 검증이 가능하게 하는 비정형 주행환경 자율주행 시뮬레이션 SW 에 대해 설명한다. 비정형 환경에서의 시뮬레이션을 지원하기 위해 자율주행 시뮬레이션 SW 는 가상의 비정형 주행환경 콘텐츠와 우천, 안개 등과 같은 악의조건에서의 환경 렌더링을 지원한다. 또한 국내 도로 환경에 맞는 주행 특성과 센서 특성을 모사하는 기능을 지원하여 자율주행 알고리즘의 인지, 판단, 경로 제어 기능을 검증하고 알고리즘의 안정성을 향상시킬 수 있다. 그리고 자율주행 시뮬레이터의 외부 확장을 위한 연동을 위해 표준 규격을 준수하는 시뮬레이션용 인터페이스를 지원한다.

#### I. 서 론

정부는 2027 년까지 레벨 4 수준의 자율주행 기술 및 인프라를 완성해 전국의 주요도로에서 완전 자율주행을 구현할 것이라고 밝혔다. 현재의 자율주행 기술은 고속도로와 자동차 전용도로에서 운용 가능하지만 도심에서 자율주행이 가능하도록 하기 위해 V2X (Vehicle to Everything communication), 자율주행 전용차선 등의 인프라가 뒷받침 돼야할 뿐만 아니라 고속도로나 자동차전용도로에서의 자율주행에 비해 훨씬 까다로운 검증 과정을 필요로 한다. 이에 따라 자율주행 기술의 발전과 상용화에 있어 자율주행의 검증을 책임지는 시뮬레이션 기술의 중요성이 더욱 부각되고 있다. 자율주행 시뮬레이션 기술은 현실과 동일한 가상의 도로 환경을 디지털 트윈으로 구축하여 실제 도로에서 발생하는 수만 가지의 사고 및 위험 상황을 재현할 수 있다. 특히 최근에 자율주행 관련 교통사고가 증가하면서 자율주행 자동차에 적용되는 자율주행 기술에 대한 검증 요구가 늘어나고 있다. 실 도로 환경에서 자율주행 자동차가 사람 운전자보다 20 퍼센트 이상 운전을 잘하려면 약 177.02 억 킬로미터 이상의 긴 거리를 주행[1]하면서 다양한 케이스에 대한 데이터 수집 및 분석을 수행하고 차량의 인지/판단/제어 로직을 개발해야 한다. 이것은 자율주행 자동차 100 대가 약 40Km/h 속도로 365 일 동안 계속 주행 시험을 할 경우, 400 년의 시간이 필요하다. 또한 자율주행 자동차를 실 도로 주행환경에서 개발하고 검증하기 위해서는 다양한 사고 위험 및 돌발 상황에 대해 테스트가 가능해야 하지만 재현이 어려운 문제가 있다. 본 논문의 비정형 주행환경 자율주행 시뮬레이터는 가상의 주행환경에서 자율주행 자동차의 주행 성능 테스트를 가능하게 하는 SW 플랫폼이다. 가상의 주행 환경은 실 도로에서 재연이

불가능한 각종 사고 및 위험 상황과 자동차의 주행 중에 발생할 수 있는 다양한 돌발 상황 그리고 악의조건을 포함하는 날씨 등을 제공하여 안전사고에 대한 염려없이 안전하게 자율주행 자동차의 기능을 테스트할 수 있다. 자율주행 자동차의 안전성 확보에 오랜 시간이 걸리는 문제에 대해서도 시뮬레이터에서 테스트를 수행하는 자율주행 자동차의 대수를 늘려서 병렬로 검증을 진행할 수 있다.

본 논문은 국내 비정형 주행 환경을 포함하는 다양한 주행 환경에서 자율주행 SW 의 한계점을 발견하고 위험상황에서의 테스트 수행을 통해 알고리즘의 선행 검증을 지원할 수 있는 비정형 주행환경용 자율주행 시뮬레이션 SW 에 대해 설명한다. 비정형의 주행환경은 이면도로, 골목길, 농로와 같은 교통법규에 의해 제어되지 않는 도로와 야간, 우천, 안개 등의 날씨 상황과 같은 열악한 상황을 의미한다. 미국 자동차공학회의 완전자율주행[2]은 다양한 운용 환경 및 상황에 대해 광범위한 데이터를 구축이 요구되는데 이를 실 도로 환경 기반으로 구현하는 것은 어렵다. 따라서 시뮬레이터를 활용하여 실 도로 환경에서 테스트가 어려운 다양한 운용 환경 및 조건을 생성하고 검증을 수행하여 문제점들을 선행적으로 검증할 수 있다. 본 논문의 자율주행 시뮬레이터는 국내 비정형 도로 환경에 맞는 주행 특성과 센서 특성을 모사하는 기능을 지원하여 자율주행 알고리즘의 인지, 판단, 경로 제어 기능을 검증하여 알고리즘의 안정성 향상시킬 수 있다.

#### II. 본론

본 논문의 비정형 주행환경용 자율주행 시뮬레이션 SW 는 시뮬레이터 전체를 관리하여 렌더링 및 차량 다이내믹스 등을 지원하는 ‘시뮬레이션 HOST 시스템’,

센서 모사를 통해 자율주행 시스템에 센서 데이터를 공급하는 ‘센서 에뮬레이션 시스템’, 자율주행차를 움직이는 ‘자율주행 인지/판단/제어 시스템’, 외부의 HILS(Hardware in the Loop) 및 SW 연동을 통해 기능 확장을 지원하는 ‘외부 확장시스템’, 그리고 테스트를 위한 주행 시나리오와 지형/도로를 생성하고 편집하는 ‘저작물 시스템’으로 그림 1 과 같이 구성된다.

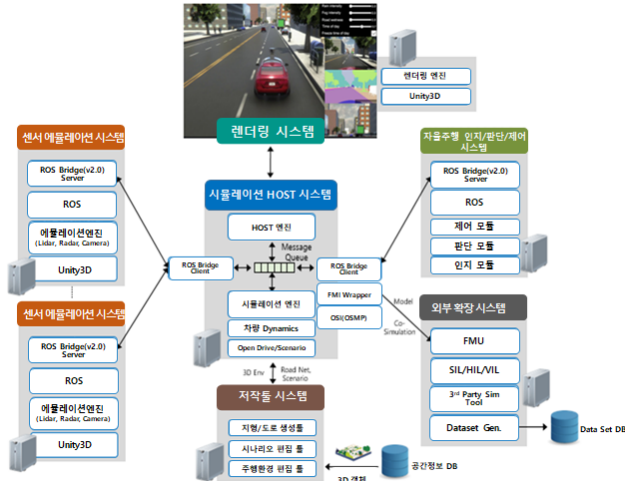


그림 1. 비전형 주행환경 자율주행 시뮬레이터 구성

자율주행 시뮬레이션 SW 는 그림 2 와 같은 분산 시뮬레이션 프레임워크로 구성되어 고성능을 요구하는 환경에 대해 분산처리 및 이를 위한 동기화, 병렬화 기능을 지원한다. 이를 통해 자율주행차에 탑재하는 센서를 확장하여 탑재 가능하고 더욱 정밀한 환경 모사를 지원할 수 있다. 시뮬레이션 SW 는 다수의 정밀한 센서/카메라 렌더링과 그림 3 과 같은 안개, 우천 상황과 같은 날씨 환경에서 포토-리얼리스틱한 렌더링 결과를 제공한다. 자율주행 알고리즘을 시뮬레이터와 연계하기 위해서는 그림 4 와 같이 시뮬레이터 내의 센서로부터 데이터를 수집하여 인지/판단/제어 로직에 데이터를 전달할 수 있는 Bridge 지원이 필요하다. 본 논문의 자율주행 시뮬레이션 SW 는 자율주행 알고리즘 개발에 많이 이용되는 ROS bridge 와 시뮬레이션용 센서 인터페이스 표준인 OSI(Open Simulation Interface)를 지원한다. 이러한 인터페이스를 통해 카메라, 라이다, 레이더 등의 센서 정보와 자율주행 자동차를 움직이기 위한 제어정보들이 시뮬레이터와 자율주행 알고리즘 사이에 서로 교환하게 된다. 그림 5 는 비전형 주행환경에서의 시뮬레이션을 위해 구축한 시골의 농로와 이면도로에서 갑자기 뛰어드는 어린이에 대해 콘텐츠를 구축한 예를 나타낸 것이다.

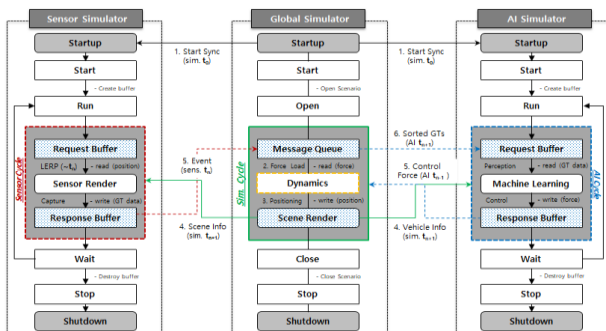
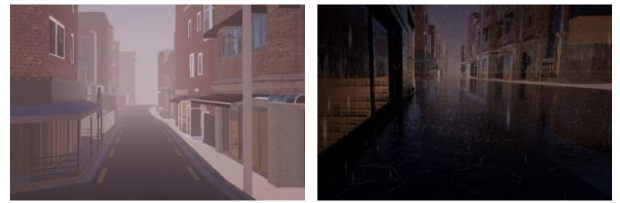


그림 2. 분산 시뮬레이션 프레임워크



(a) 열린 안개 낀 도로 (b) 우천시 도로  
그림 3. 시뮬레이터 지원 환경 렌더링 결과

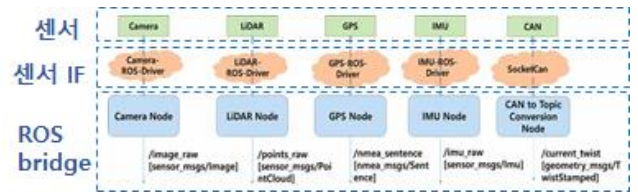
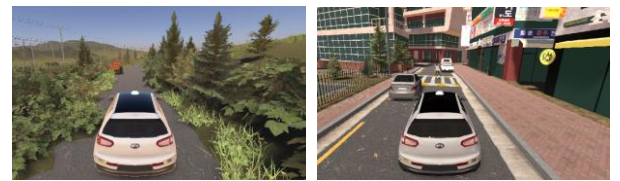


그림 4. 시뮬레이터의 기능확장 인터페이스 구조



(a) 수풀이 우거진 농로 (b) 도로에 뛰어드는 어린이  
그림 5. 비전형 주행환경 위한 콘텐츠 구축



그림 6. 자율주행 시뮬레이터와 Autoware 연동

### III. 결론

본 논문의 비전형 주행환경용 자율주행 시뮬레이터는 그림 6 과 같이 오픈 플랫폼 기반의 Autoware 연동을 통해 국내의 비전형 도로 환경 특성을 반영하여 시뮬레이션을 수행하였고 이를 통해 자율주행 로직의 기능 및 동작의 안정성을 향상됨을 확인할 수 있다.

### ACKNOWLEDGMENT

This work was supported by Institute of Information & communications Technology Planning & Evaluation (IITP) grant funded by the Korea government(MSIT) (No.2019-0-00268, Development of SW technology for recognition, judgement and path control algorithm verification simulation and dataset generation).

### 참 고 문 헌

- [1] Nidhi Kalra, and Susan M. Paddock, "Driving to Safety - How Many Miles of Driving Would It Take to Demonstrate Autonomous Vehicle Reliability?," RAND Corporation, 2016.
- [2] "Automated Driving -Levels of Driving Automation are Defined in New SAE International Standard J3016," SAE International, 2014.