

# 현실-가상 정보 융합을 위한 차량, AI솔루션, 엣지서버연계 Co-simulation 프레임워크 개발

윤형석\*, 김세영, 김봉섭, 윤경수

\*지능형자동차부품진흥원

\*gudtjr0124@kiapi.or.kr, ksy26@kiapi.or.kr, bskim@kiapi.or.kr, kadbonow@kiapi.or.kr

## Development of co-simulation framework linked to vehicle, AI solution, and edge server for convergence of real and virtual information

Yun Hyeong Seok\*, Kim Se Yeong, Kim Bong Seob, Yun Kyung Su

\*Korea Intelligent Automotive Parts Promotion Institute (KIAPPI)

### 요 약

레벨 4 이상의 자율주행 기술 구현을 위해서는 다양한 운용환경에 대한 광범위의 데이터 구축 및 공유를 기반으로 하는 유효성 검증이 필수로 요구된다. 그러나 실제 환경에서 차량의 검증을 진행하기에는 규제 및 비용 등의 문제가 존재하기 때문에 실제 환경을 모사한 가상 환경에서의 검증이 필요하다. 본 논문은 실제 환경이 모사된 가상환경을 이용한 실차 기반 자율주행 검증시스템을 구축하기 위하여, 현실-가상정보 융합을 하고자 하며, 이를 위한 co-simulation 프레임워크를 제안한다. 차량, AI솔루션, 엣지서버 연계를 위한 시스템 구성 및 인터페이스를 정의하고 데이터 동기화를 진행하였으며, 지능형자동차부품진흥원 내 주행시험장에서의 실험을 통해 차량, AI솔루션 및 엣지 데이터를 포함하는 co-simulation 프레임워크가 구성됨을 확인하였다. 추후, 자율주행 시뮬레이터와 연계하여 다양한 운용환경에서 자율주행 기능 검증이 가능하다.

### I. 서 론

최근 자율주행 관련 사고가 다수 발생함에 따라 자율주행 자동차의 안전성에 대한 불안감이 증폭되고 있다. 레벨 4 이상의 자율주행 기술 구현을 위해서는 다양한 운용환경에 대한 광범위의 데이터 구축 및 공유를 기반으로 하는 유효성 검증이 필수로 요구된다. 운전자가 제어하는 일반 차량과 달리, 자율주행 차량은 여러 가지의 기술(차량, 센서 통신)에 대한 검증이 복합적으로 수행되어야 한다. 그러나 실제 환경에서는 사고위험, 주변 환경 조건 등의 문제로 자율주행 차량을 검증하기 어렵다. 이에 따라 최근 시뮬레이터 기반의 자율주행 실증 기술들이 많이 개발되고 있다.

VIL(Vehicle-In-the-Loop) 시스템[1,2]은 가상(주변환경)과 실제(차량)을 연동한 실차 기반의 시뮬레이션 시스템[3]이다. 기존의 MILS(Model-In-the-Loop Simulation), SILS(Software-In-the-Loop Simulation), HILS(Hardware-In-the-Loop Simulation)와 같이 시뮬레이션만을 이용하는 것이 아닌 실차의 특성들이 포함된다. 또한, 가상의 환경을 이용하기 때문에 주변의 객체나 도로환경 등 다양한 운용환경 구축이 가능하고 동시에 충돌 사고에 대한 위험성을 줄일 수 있다.

자율주행 시뮬레이션을 위한 VIL 시스템은 시뮬레이터, 자율주행 차량, 엣지 서버 및 통신 인터페이스 총 4가지로 구성된다. 시뮬레이터는 가상의 환경, 객체와 도로 모델 등을 제공하며, 주행 시나리오를 구현할 수 있다. 자율주행 시스템이 포함된 자율주행 차량은 차량 내부 정보와 센서 데이터를 실시간으로 제공한다. 엣지 서버는 실제 환경에 구축된 인프라 데이터를 전송하며, 통신 인터페이스는 시뮬레이터와 자율주행 차량 간의 연결성을 제공한다.

본 논문은 가상환경에서 제공되는 데이터와의 융합을 위해 실제 자율주행 차량에서 수행 가능한 차량 정보, 자율주행 차량의 AI솔루션 및 엣지 서버의 인프라 데이터가 통합된 Co-simulation 프레임워크를 제안한다.

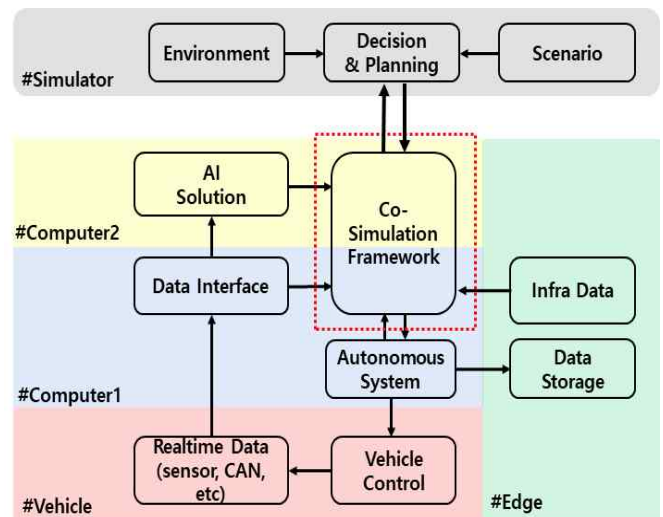


그림 1. Co-simulation 프레임워크 구조

### II. 본론

Co-simulation 프레임워크는 자율주행 차량과 시뮬레이터의 인터페이스 역할 뿐만 아니라 자율주행 차량의 데이터 통합 등의 역할을 할 수 있다. 본 논문은 자율주행 차량을 중심으로 하는 데이터 통합 방법에 대해 정의하였다. Co-simulation 프레임워크는 차량, 자율주행 시스템(computer1), AI 시스템(computer2) 및 엣지 시스템으로 구성되어 있으며, 구조는 그림 1과 같다.

#### 1. Co-simulation 프레임워크 구성

차량은 카메라, 라이다, 레이더, GPS/IMU 등의 센서가 장착되어 있으며,

실시간으로 계속되는 차량 정보(위치, 속도, 조향각, 가속도 값 등)와 센서 데이터들을 자율주행 시스템으로 송신하고 자율주행 시스템에서 전달하는 제어 명령을 이용하여 주행한다.

엣지 시스템은 지능형자동차부품진흥원의 주행 시험장 내 구축된 인프라 시스템을 기준으로 연동된다. 자율주행 차량 내 OBU(On Board Unit)를 장착하였으며, 자율주행 시스템과 이더넷 연결(TCP/IP 방식)을 통해 데이터 송수신이 가능하다. 엣지 시스템은 인접 차량의 기본 안전 정보 BSM (Basic Safety Message), 교차로의 신호등 현시 정보 SPaT(Signal Phase and Timing message), 합류로/분기로/터널 등의 교통량 정보 RSA(Road Side Alert message)를 수신할 수 있다.

자율주행 시스템은 실제 환경에서 자율주행을 위한 기본적인 인지, 판단 및 제어 알고리즘들이 포함되어 있으며, 차량에서 제공되는 센서 데이터들을 AI 시스템으로 전송하는 등의 차량, 엣지 시스템 및 AI 시스템 간의 데이터 인터페이스의 역할도 포함하고 있다.

AI 시스템은 차량에 장착된 센서(카메라, 라이다 등)에서 계속되는 데이터들을 자율주행 시스템으로부터 수신하여 AI 알고리즘을 작동시키며, 여기에는 카메라의 이미지 데이터 기반의 신호등 인지 알고리즘과 라이다의 포인트 클라우드 데이터 기반의 객체 인지 알고리즘이 포함되어 있다.

## 2. Co-simulation 프레임워크 개발

현실-가상정보 융합을 위한 차량, AI솔루션, 엣지서버의 데이터 통합은 co-simulation 프레임워크 내 자율주행 시스템에서 수행된다. 차량, AI 및 엣지 시스템과 데이터 송수신을 위한 인터페이스가 자율주행 시스템에 구축되었으며, 그 방법은 아래 표 1과 같다. 다만, 차량 정보는 센서와 자율주행 시스템 간 인터페이스를 의미한다. 자율주행 차량에 장착된 센서들이 자율주행 시스템과 연결되어 있기 때문이다. 자율주행-AI-엣지 시스템 사이의 데이터 통신은 그림 2와 같이 인터페이스를 이용하여 데이터를 주고받는다. 최종적으로 자율주행은 차량 정보(차량), 인지 정보(AI 솔루션), 인프라 정보(엣지 서버) 들을 통합할 수 있으며, 통합된 데이터들의 동기화를 통해 co-simulation 프레임워크를 구축할 수 있다. Co-simulation 프레임워크를 시각화한 결과는 그림 3과 같다.

시스템	통신방식	비고
차량	CAN, Ethernet, Usb cable	-
AI 시스템	Ethernet	TCP/IP
엣지 시스템	Ethernet	TCP/IP

표 1. 자율주행 시스템과의 인터페이스 방법

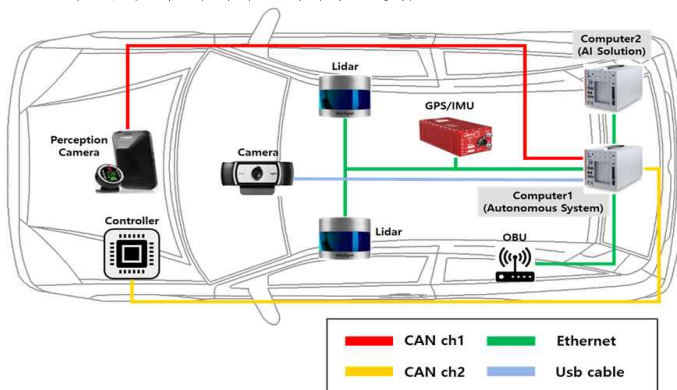


그림 2. 자율주행 차량의 인터페이스 구성도



그림 3. Co-simulation 프레임워크의 시각화 결과

## III. 결론

본 논문은 현실-가상정보 융합을 위한 차량, AI솔루션, 엣지서버연계 co-simulation 프레임워크를 제안하였다. Co-simulation 프레임워크를 위한 시스템 구성에 대해 정의하였으며, 자율주행 시스템을 중심으로 다른 시스템들과의 인터페이스 방법에 대해서도 정의하였다. 마지막으로, 각각의 시스템들에서 제공되는 데이터를 동기화하여 현실-가상정보 융합을 위한 co-simulation 프레임워크를 구성하고 시각화한 결과를 확인하였다. 향후에는 자율주행 시뮬레이터와 연계하여 통합 VIL 시스템을 구축하고 자율주행 기술의 검증을 진행할 계획이다.

## 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] B.S. Kim, K.S. Yun, "Development of VILS system for Physical and virtual linkage autonomous driving evaluation", Korea Auto-vehicle Safety Association Spring Conference, 2022
- [2] Y.H. Hwang, M.S. Lee, B.S. Kim, T.H. Lim, K.S. Yun, "A Study on the Actual Vehicle-Based Virtual Environment for the Safety Evaluation of Autonomous Driving System", Summer Conference of KICS, 2022
- [3] M.S. Lee, I.G. Lee, B.S. Kim, B.G. Jo, T.H. Lim, "A Study on Simulation Environment Construction Method for VIL system Design of Artificial Intelligence based Autonomous Driving", Winter Conference of KICS, 2022