

엣지 기반 자율주행 기능의 Fall back MRC에 따른 운영권 SW 안전성 및 대응방안 검증 기술

김봉섭, 이명수, 임태호

지능형자동차부품진흥원

gudtjr0124@kiapi.or.kr, bskim@kiapi.or.kr, thlim@kiapi.or.kr

Development of Validation Technology for Operation Rights SW Safety and Response according to Fallback MRC of Edge-Based Autonomous Driving Function

Bongsuob Kim, Myungsu Lee, Taeho Lim

Korea Intelligent Automotive Parts Promotion Institute (KIAPI)

요약

안전한 자율주행(Lv.4)은 돌발 및 긴급 상황에 대해 차량이 유연한 대처 능력을 갖도록 요구되나, 자율주행차량만으로는 센서의 공간적 한계성과 즉각적인 상황인지 능력의 한계가 발생하여 안전한 주행이 어려운 상황에 직면할 수 있다. 이러한 위험 상황을 미연에 판단하여 대응 방안을 도출하고 안전하게 자율주행차량이 운행할 수 있도록 하는 검증 방법이 도출될 필요가 있다.

본 논문에서는 오작동에 대한 시스템 가동 중단이 허용되지 않는 지능화 된 초연결 사회에서 Lv.4급 엣지 기반 자율주행 시스템에 대한 핵심 기능을 정의하고 이에 대한 안전성 평가 및 대응 체계 검증 방안 수립하여 오작동에 대해 최소위험상태(MRC: Minimal Risk Condition) 도달까지 비상상황 대처(DDT fallback)가 주체적으로 동작여부를 판단하고 검증하는 방법에 관한연구를 제안한다.

I. 서론

국내·외 자율주행관련 대표기업인 Aptive, Audi, Baidu, BMW, Daimler, Intel 등은 자율주행자동차의 표준화된 설계 및 안전성 검증용 가이드라인 (SAFETY FIRST FOR AUTOMATED DRIVING)을 공동으로 제안하였다. 그 외 Waymo, Nvidia, GM등은 자체 개발을 통해 실증 중인 자율주행차량에 대한 Safety Report를 발행하고 있다. 또한, UN/ECE WP29 ACSF(Automatically Commanded Steering Function)에서는 Fall Back MRC(MRM)과 관련된 고장 안전 기술 관련 시험 방안을 제정하고 있다.[1] 국내에서도 국토교통부가 자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙과 부분 자율주행시스템 안전기준을 제정하면서 자율주행 기술 상용화 상황시 발생할 수 있는 안전 기준 수립에 대하여 관심이 높은 상황이다

자율주행 Lv.2급 이하인 첨단운전자안전장치의 경우 EuroNCAP, KNCAP, IIHS에서 진행되는 안전성 평가 실험을 통해 양산된 차량에 기술이 적용되고 있으나, Lv.3 이상에 대한 차량 평가 방법에 대해서는 명확한 검증 방안이 도출되지 않고 있다. Lv.3 이상의 자율주행 차량이 실제 도로에서 운행가능함을 평가하기 위해서는 운행설계영역(Operational Design Domain)을 정의하고, 운행설계영역 내에서 발생하는 이벤트에 능동적으로 대응(Object and Event Detection and Response)이 가능한지 검증하는 방법을 도출 할 필요가 있다.[2]

본 논문에서는 자율주행 차량이 운행 중에 발생할 수 있는 돌발 및 긴급상황 (운전자와 자율주행 시스템 문제, 운행설계영역 범위 이탈 등)를 자율주행 차량, 엣지 인프라, 클라우드, 시뮬레이션으로 데이터를 수집하여 시스템의 성능 저하, 복구 가능성 등에 대해 분석하고, 법·가이드라인에 위반 사항이 없는지 검토하여 자율주행 시스템의 안전성과 신뢰성 검증용 평가 프로세스를 구축을 목표로 한다.

II. 본론

1. 자율주행차량, 엣지인프라, 서버와 연계된 데이터 수집 방법



그림 1. 자율주행차량, 엣지인프라, 서버와 연계된 데이터 수집 방법

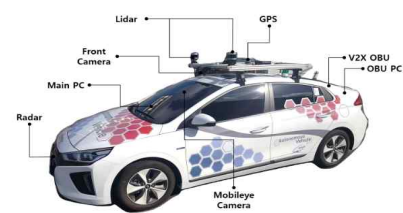


그림 2. 기 보유중인 데이터 수집용 자율주행차량시스템 구성

본 논문에서는 대구 테크노폴리스로 일대 15.3km(자동차전용도로 11.9km, 도심로 3.4km)에 지능형자동차부품진흥원에서 구축한 인프라, 서버, 통신망을 활용하여 기 개발된 자율주행차량으로 실증하면서 수집된 데이터를 기반으로 엣지 기반 자율주행 기능의 Fall back MRC에 따른 운영권 SW 안전성 및 대응방안 검증 기술 개발을 목표로 하고 있다. 기 보유한 차량데이터 및 주행환경 데이터 등이 포함된 베이스 데이터를 활용하여 시나리오 개발을 진행하고, 이를 통해 자율주행차량을 위한 운행설계영역, 이벤트에 능동적으로 대응 등을 도출하여 차량의 Fall back MRC(Minimal Risk Condition)로 검출하고 이를 통해 SW의 안전성을 검증할 수 있는 SW Tool 개발을 목표로 하고 있다. [3]

자율주행차량, 엣지인프라, 서버 데이터를 수집하기 위해서 자율주행 시스템에 대한 운행설계영역을 분석하고 이에 따른 차량, 인프라, 서버에서 각각 수집이 필요한 데이터를 정의하게 된다. 정의된 수집데이터로 Fall back MRC(Minimal Risk Condition)에 따른 운영권 SW 안전성을 검증할 수 있는 서술적, 구체적, 논리적 시나리오를 도출하게 된다. 실제 데이터를 수집할 때는 일반 주행상황(Natural Driving Study), 정해진 상황에 대한 시나리오 기반 실차시험(Field Operational Tests) 데이터 수집을 진행한다. 일반 주행상황을 데이터로 수집할 경우 특정 상황에 맞춰진 내용이 시나리오와 유사성을 갖는 데이터 분류 작업이 추가로 필요하지만 실제 상황과 동일한 데이터를 수집할 수 있다는 장점을 갖고 있고, 정해진 상황에 대한 시나리오 기반 실차시험을 진행한 데이터는 동일한 상황을 반복 구현하여 정확한 평가 기준을 수립할 수 있는 장점을 갖고 있어 복합적인 데이터 수집이 필요하다.

2. Fall back MRC 검증 프로세스

자율주행 시스템이 주도권을 갖는 DDT (Dynamic Driving Task)의 Fall back MRC(Minimal Risk Condition)에 대한 기술 개발과 평가방법이 미흡한 관계로 본 논문에서는 그림 2와 같이 운행설계영역에 따른 시스템 요구사항을 분석하고 이를 4가지의 시나리오(인지/판단/제어 검증용 시나리오, 기능 안전 시나리오, 사고 상황 기반 시나리오, 사이버 복원력 검증 시나리오) 개발을 도출하는 것을 제안한다. 이렇게 도출된 시나리오로 시험을 통해 이벤트에 능동적으로 대응, 기능안전, 주행 안전성, 사이버 복원력 등의 핵심 평가 항목을 도출하여 자율주행 차량의 SW 안전성을 검증할 수 있는 평가 체계를 제안한다.

3. 자율주행 SW안전성 검증 평가 프로세스

자율주행 SW안전성 검증 평가 프로세스를 검증하기 위해서는 차량의 핵심 데이터를 정의하고, 실시간으로 수집되는 데이터를 자동 분석하여 특이점을 갖는 데이터를 찾아내고 이를 기반으로 4가지 판단기준(정상 운행 가능, 기능 저하 운행 가능, 갓길 정차, 정지)에 대하여 판단을 할 수 있도록 그림 4와 같이 기능에 대한 정의, 시나리오 목록, 기능적 계층, 매개변수 공간, 평가기준 설계, 시험의 단계로 구성되는 자율주행 SW안전성 검증 평가 프로세스 절차 제안한다.

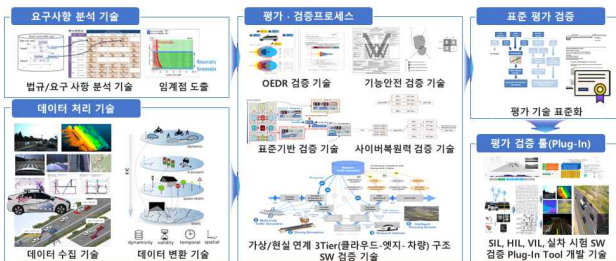


그림 3. Fall back MRC 검증 프로세스 예시

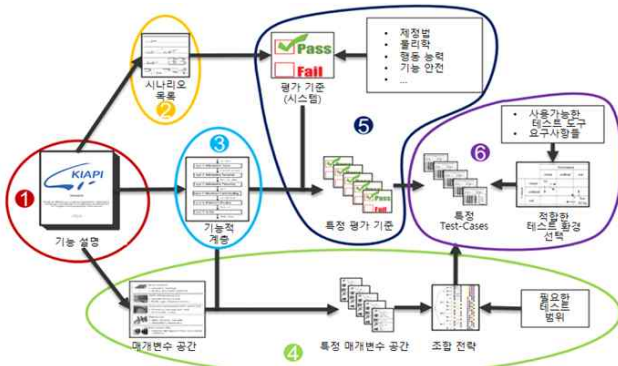


그림 4. 자율주행 SW안전성 검증 평가 프로세스 예시

III. 결론

시스템의 가동 중단이 허용되지 않는 초 연결 사회에서 자율주행 시스템은 오류 및 고장을 실시간으로 인식하고 자가 수리 가능 상태, 기능 저하 운행 가능 상태, 긴급 정지 후 도움 요청 상태를 판단하여 운전자에게 개입 없이 차량의 안전을 확보하도록 하는 기술 개발이 매우 중요한 상황이다. 이를

본 논문에서는 자율주행 차량, 엣지 인프라, 시뮬레이션에서 수집된 데이터 및 법·가이드라인 등을 기반으로 요구사항을 분석하고, 자율주행 시스템의 위험 사항을 정의하여 안전성과 신뢰성을 검증할 수 있는 엣지 기반 자율주행 기능의 Fall back MRC(Minimal Risk Condition)에 따른 운영권 SW 안전성 및 대응방안 검증 기술을 통해 자율주행 SW 신뢰성 확보가 가능하도록 하는 방법을 제안하고자 한다.

ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 정보통신기획평가원 자율주행 기술개발 혁신 사업(과제 번호 :2021-0-00697)의 지원을 받아 수행된 연구임 (과제명: 엣지 기반 자율주행 기능의 Fall back MRC에 따른 운영권 SW 안전성 및 대응방안 검증 기술 개발)

참 고 문 헌

- [1] SAE, Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-road Motor Vehicles, Standard No.J3016, 2018.
- [2] Chung, S. et al. (2018) “실도로 주행 조건 기반의 자율주행자동차 고위험도 평가 시나리오 개발 및 검증에 관한 연구,” 자동차안전학회지. 한국자동차안전학회, 10(4), pp. 40 - 49. doi: 10.22680/KASA 2018.10.4.040.
- [3] J.H Park, T.H Kim, J.H Heo, B.S Kim, K.S Yun, “Measurement and Reliability Assessment of Peripheral Vehicle Data for Empirical Assessment of Autonomous Vehicle System Utilizing the V2X-Based Mobile Control Vehicle”, in Proc. KICS Winter Conference 2021, pp. 1119-1120