

자율주행 성능평가를 위한 비정형 주행환경 기반 시나리오 설계 방법 연구

이명수, 전기완, 윤윤기, 조봉균, 임태호*

지능형자동차부품진흥원

trust@kiapi.or.kr, gwjeon@kiapi.or.kr, ykyoon@kiapi.or.kr, jbggg1@kiapi.or.kr, *thlim@kiapi.or.kr

A Study on Atypical driving environment based Scenario design method of Autonomous Driving Performance

Myungsu Lee, Giwan Jeon, Yunki Yoon, Bonggyun Jo, Taeho Lim*

Korea Intelligent Automotive Parts Promotion Institute

요 약

본 논문은 자율주행 관련 안전기준과 법 제도에서 추가로 논의되어야 할 열악한 주행환경 내 자율주행 기술에 대한 안정성 평가방안 도출을 목적으로 정형화되지 않은 비정형 주행환경 자율주행 평가 시나리오 설계 방법을 제안한다. 미국 교통부(DOT, Department of Transportation)과 미국 도로교통안전국(NHTSA, National Highway Traffic Safety Administration)에서 자율주행 시스템을 개발하기 위한 안전 지침 ADS 2.0(Autonomous Drive System : A Vision for Safety 2.0)과 유럽의 PEGASUS 프로젝트 내 자율주행 평가 시나리오 설계 방법을 기반으로 4단계로 구성된 시나리오 설계 방법을 제안한다.

I. 서 론

최근 자율주행 기술의 고도화로 인한 소비자의 자율주행 수용성 확대에 의해 ADAS(Advanced Driver Assist System) 장착 차량의 보급이 급격하게 증대됨에 따라 자율주행 기술이 교통사고 예방과 사회 문제를 해결하는 중요한 기술로 논의되고 있다. 세계보건기구(WHO, World Health Organization)의 'GLOBAL STATUS REPORT ON ROAD SAFETY 2018' 보고서에 따르면 차량 보급의 증대됨에 따라 연간 교통사고 사상자가 135만 명에 이르고 있으며 인적 요인(졸음, 전방주시 태만 등)으로 인한 교통사고 최소화를 위해 차량 내 첨단운전자 보조 장치 장착을 권고하고 있다[1]. 이러한 첨단운전자 보조 장치의 안전성을 평가하기 위해 NCAP(New Car Assessment Program) 제도 기준이 신설되었으며, 본 테스트를 통해 차량의 안전성 높일 수 있다고 발표하였다. 이러한 근거를 검토하기 위해 국내 교통사고분석시스템(TAAS, Traffic Accident Analysis System)을 활용하여 조사한 결과 2019년을 기준 총인구는 전년 대비 51,709,098명으로 0.2% 증가하였으며 차량 등록은 27,500,403대로 1.9% 증가하였다. 반면 국내 교통사고 사상자가 2018년 3,781명에서 2019년 3,349명으로 전년 대비 11.4% 감소하였다[2]. 차량의 자율주행 0~2단계기능인 첨단운전자 보조 장치의 장착증대의 영향이 포함된 결과로 확인된다.

현재 자동차 업계는 차량 내 전방 충돌 경고(FCW, Forward Collision warning), 자동 긴급 제동(AEB, Autonomous emergency braking), 사각지대 감지(BSD, Blind spot detection), 차선 변경 보조 시스템(LCA, Lane Change assist) 등 ADAS 적용 차종을 확장하고 있으며 이를 기반으로 센서기반 자율주행의 한계성을 보완하기 위해 차량의 V2X(Vehicle to Everything communication), Localization, Fail Safe와 같이 차량과 보행자의 안전성 확보를 위한 연구가 활발히 진행되고 있다[3][4].

자율주행기술에 대한 정의를 위해 국제자동차기술자협회(SAE, Society of Automotive Engineers)에서는 자율주행 레벨을 0단계에서 5단계까지 총 6단계로 구분하여 정의하고 있다. 미국 교통부(DOT, Department of Transportation)과 미국 도로교통안전국(NHTSA, National Highway Traffic Safety Administration)에서는 2017년 9월 자율주행 시스템을 개

발/검증을 위한 안전 지침 ADS 2.0(Autonomous Drive System : A Vision for Safety 2.0)을 발표하였으며 System Safety, Vehicle Cyber security, Fallback 등 12가지 안전성 설계 요소에 대한 가이드라인을 제시하였다. 국내에서는 2020년 1월 국토교통부에서는 3단계 조건부 자율주행(Conditional Automation or Limited Self-Driving Automation)에 대한 안전 기준 제정을 통해 자율주행 상용화를 추진하고 있다[5].

이러한 자율주행 관련 안전 기준과 법 제도와 더불어 열악한 주행환경에서의 자율주행 기술의 안전성 평가가 필요하다. 본 논문에서는 일반적인 도로 환경이 아닌 자율주행 기능이 동작하기 어려운 비정형 주행환경에서의 자율주행 평가 시나리오 설계방법을 제안한다.

II. 본론

자율주행 성능평가를 위한 비정형 주행환경 기반 시나리오 설계 방법은 그림1과 같이 4단계로 구성되어 있다.

단계	설정
1단계	실증지역 환경기반 비정형 주행환경 정의
2단계	실증지역 환경기반 비정형 주행환경 분석
3단계	실증지역 환경기반 운영설계범위 임계치 설정
4단계	비정형 주행환경 시나리오 작성

표. 1 비정형 주행환경 기반 시나리오 설계 단계

첫 번째 단계로, 자율주행 성능평가를 위한 실증지역 환경을 기준으로 운영설계영역에 대한 임계치 설정을 통해 비정형 주행환경을 정의하였다. 그림1과 같이 NHTSA ADS 2.0 안전성 설계 요소 중 운영설계영역(ODD, Operation Design Domain) 요소와 유럽의 PEGASUS 프로젝트 6-Layer Model과 융합하여 그림2와 같이 설계하였으며 도로 유형별 위험도 분석과 도로 상태와 사회기반시설과 같은 범법 기준을 지키지 아니한 경우 비정형 주행환경으로 추가 설정이 가능하도록 설계하였다.

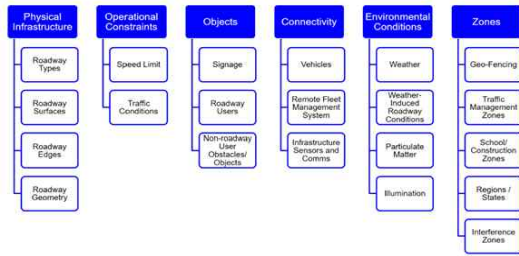


그림 1. NHTSA-ODD 분류체계 및 항목 요소

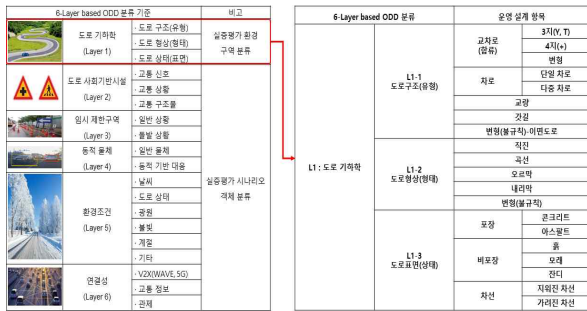


그림 2. 실증지역 환경기반 비정형 주행 환경 정의방법 예시

두 번째 단계와 세 번째 단계에서는 그림 3과 같이 실증지역 내 비정형 실증 환경분석을 통하여 평가 시나리오 구간설결과 구간별 운영설계범위를 작성 후 임계치를 설정한다. 마지막 단계에서는 실증지역에서 설계된 정보를 바탕으로 그림 4와 같이 비정형 주행환경 시나리오를 작성한다.

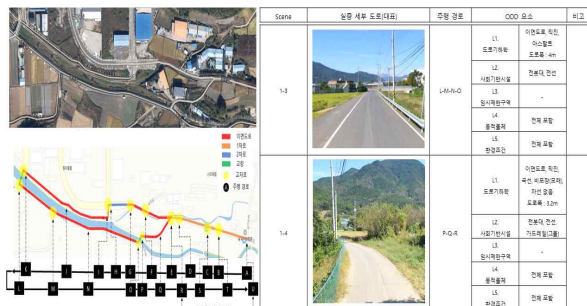


그림 3. 실증지역 환경기반 비정형 주행 환경 분석방법 예시

시나리오	목적물 평가 시나리오			
시나리오 분류	환경 케이스, 단일 차선			
평가 방법	시나리오 설계, 분석, 통제 구역(차선 내 차량)			
시나리오 범위	Target 차량에 대한 적대 거리 분석			
시나리오 설명	출발 1차선에서 도착지까지 Target 차량과 Target 차량을 위한 주행 구간 설정			
그라운드 truth	이동	Graph Cluster	ITC LaneLine	그라운드 truth
	차량(속도)	Danger Zone	Danger Zone	3차선
		Warning Zone	Warning Zone	2차선
		Caution Zone	Caution Zone	1차선
ODD 범위	제한	제한	제한	제한
	도로 기하학	도로 구조, 도로 형상, 도로 상태	도로 구조, 도로 형상, 도로 상태	도로 구조, 도로 형상, 도로 상태
	시계방향성	교통 신호, 교통 상황, 교통 구조물	교통 신호, 교통 상황, 교통 구조물	교통 신호, 교통 상황, 교통 구조물
	통제 구역	통제 구역, 통제 구역 기원 대응	통제 구역, 통제 구역 기원 대응	통제 구역, 통제 구역 기원 대응
주행 조건	날씨	날씨	날씨	날씨
	도로 상태	도로 상태	도로 상태	도로 상태
	교통 상황	교통 상황	교통 상황	교통 상황
	시계방향성	시계방향성	시계방향성	시계방향성
ODD 범위	임시 구역	임시 구역	임시 구역	임시 구역
	제한 구역	제한 구역	제한 구역	제한 구역
	통제 구역	통제 구역	통제 구역	통제 구역
	환경 조건	환경 조건	환경 조건	환경 조건
차량 설계	주행 조건	주행 조건	주행 조건	주행 조건
	주행 속도	주행 속도	주행 속도	주행 속도
	주행 방향	주행 방향	주행 방향	주행 방향
	주행 방향	주행 방향	주행 방향	주행 방향

그림 4. 비정형 주행 환경 시나리오 작성 예시

III. 결론

본 논문에서는 자율주행 성능평가를 위한 비정형 주행환경 기반 시나리오 설계 방법에 관한 연구를 진행하였다.

향후 OEDR(Object and Event Detection and Response)과 Fallback에 관한 기술을 비정형 주행환경 시나리오에 추가 적용하여 시나리오 평가 방법에 관한 연구를 진행할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2020년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2019-0-00399, 비정형 주행 환경 대응이 가능한 자율차 탑재용 AI기반 인지, 판단 및 제어 솔루션 개발)

참 고 문 헌

- [1] World Health Organization, 'GLOBAL STATUS REPORT ON ROAD SAFETY 2018', 2018.
- [2] Road Traffic Authority, Traffic Accident Analysis System, 2019, (<http://taas.koroad.or.kr/>).
- [3] K. Mahadevan, S. Somanath, E. Sharlin, "Communicating Awareness and Intent in autonomous Vehicle-Pedestrian Interaction," in Proc. 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pp. 1-12, 2018.
- [4] Byungyong You, Korea Contents Association v.15 no.2, pp. 14- 20, 2017.
- [5] SAE, Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-road Motor Vehicles, Standard No.J3016, 2018.