

자율주행 성능평가를 위한 V2V 기반 운영설계영역 연구

이명수, 이인규, 김봉섭, 임태호

지능형자동차부품진흥원

trust@kiapi.or.kr, ielee@kiapi.or.kr, bskim@kiapi.or.kr, thlim@kiapi.or.kr

A Study on Vehicle to vehicle based Operational design domain for the Evaluation of Autonomous driving Performance

Myungsu Lee, Ingyu Lee, Bongsuob Kim, Taeho Lim

Korea Intelligent Automotive Parts Promotion Institute

요약

안전한 자율주행을 설계하기 위해서는 시스템의 운행 요구사항에 맞춰 시스템의 동작범위를 설계하는 기술이 매우 중요하며 이러한 기술을 운영설계영역으로 정의할 수 있다. 이러한 운영설계영역 내에서 자율주행 시스템이 운영되면 안전성이 보장됨과 동시에 긴급 상황에 대한 차량의 유연한 대처 능력을 보유할 수 있다. 현재 자율주행시스템에서 핵심으로 사용하는 센서의 경우 중복 검사(Redundancy Check)를 통해 공간적 인지 능력 한계, 오인지 가능성, 시스템 오류 등을 해결이 시급한 상황이다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 시스템 설계, 개발, 시험, 평가에 자율주행 시스템 운행 요구사항에 따른 운영설계영역 분류 방법과 V2X 통신 WAVE 표준 내 SAE J2735 BSM 기반 운영설계영역 전송 방법에 대하여 제안한다.

I. 서론

2018년 세계보건기구(WHO, World Health Organization)에서 발표한 'Global Status Report on Road Safety 2018'에 따르면, 차량 보급 확대에 의한 전 세계 교통사상자가 연간 135만 명에 이르고 있으며 2015년 교통 사상자와 비교하여 연간 약 10만 명씩 사망자가 증가하고 있다.[1] 또한, 국내 교통사고분석시스템(TAAS, Traffic Accident Analysis System)에 따르면, 국내 전체 인구는 2019년 기준으로 51,709,098명으로 전년 대비 0.2% 증가하였으며, 차량 등록은 27,500,403대로 약 1.9% 증가하였다. 반면 교통사고 사상자는 전년 3,781명에서 3,349명으로 약 11% 감소하였다.[2]

교통사고 감소 원인을 분석한 결과 차량 내 첨단 운전자 보조 기능의 효과로 추정할 수 있으며 교통사고 예방에 있어 첨단 운전자 보조 장치의 보급과 함께 자율주행 기술 고도화를 위한 연구가 가속화되고 있다. 국제자동차기술자협회(SAE, Society of Automotive Engineers)에서는 자율주행 레벨을 6단계로 구분하여 각 단계에 대해 정의하고 있으며, 미국 교통부(DOT, Department of Transportation)와 미국 도로교통안전국(NHTSA, National Highway Traffic Safety Administration)에서는 안전한 자율주행 시스템 개발을 위한 ADS 2.0(Autonomous Drive System : A Vision for Safety 2.0)을 2017년 9월에 발표하였다[3].

국내의 경우 국토교통부에서 2020년 12월 자율주행차 윤리 가이드라인, 사이버 보안 가이드라인, 레벨4 제작-안전 가이드라인을 발표하였다. 안전한 자율주행 레벨 4단계를 위해서는 운영설계영역(ODD, Operational design domain) 내에서 자율주행 작동의 안전성이 보장됨과 동시에 긴급 상황에 대한 차량의 유연한 대처 능력이 요구되나 자율주행 차량 센서의 공간적 인지 능력의 한계성이 존재한다. 이를 극복하기 위해 차량 간 사물통신(V2X, Vehicle to everything) 기술 융합이 필요하다.

본 논문에서는 자율주행 운영설계영역 분류 방법과 V2V 통신 WAVE(Wireless access in vehicular environment) 표준 내 SAE J2735 BSM(Basic safety message) 기반 운영설계영역 전송 방법에 대하여 제안하고자 한다.

II. 본론

ISO TC22 SC33 Vehicle dynamics and chassis components에서는 자율주행 테스트 시나리오 표준 제정에 있어 운영설계영역에 대한 정의 포함과 속성간의관계 표현법의 표준안인 ISO/WD 34501에 있어 위원회 단계로 개발 진행중에 있기에 본 논문에서는 NHTSA의 A Framework for Automated Driving System Testable Cases and Scenarios 문서와 BSI(British Standards Institution)의 Operational Design Domain(ODD) taxonomy for an automated driving system(ADS) - Specification 문서를 기반으로 그림 1과 같이 운영설계영역을 재구성하였다.

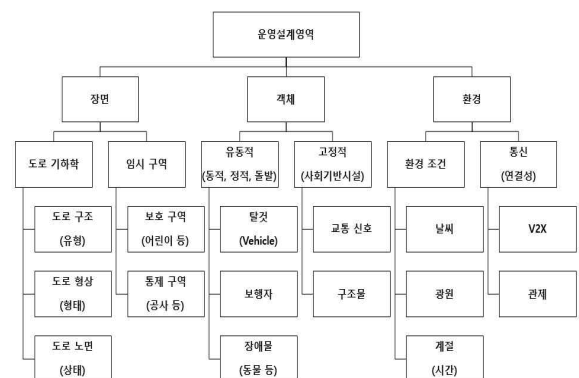


그림 1. 운영설계영역 분류 예시

이를 기반으로 자율주행 차량의 주행경로에 대한 운영설계영역과 OEDR(Object Event Detection and Response)와 Fallback-Minimal Risk Condition에 대한 프로세서 문서화를 권고하고 있으나 운영설계영역의 물리적 특성 변화와 돌발적 운영설계영역에 대한 요소가 생길 가능성이 있다. 그림 2와 같이 운영설계영역 중 장면-임시구역-통제구역 상황이 생겼을 경우, (A) 차량은 통제구역 상황을 인지하였으나 (B)차량은 인지

하지 못한 상황이 발생할 수 있다. 이러한 상황에서 (A)차량은 (B)차량에게 현재 주행 영역에 대한 돌발 운영설계영역에 대한 정보를 차량 간 통신을 통해 (B)차량의 주행경로 변경 및 대처 능력을 사전에 수립할 수 있다.

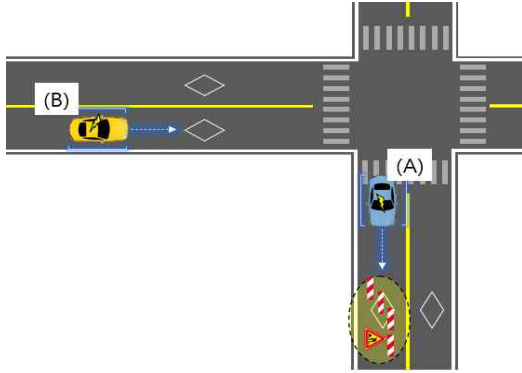


그림 2. 돌발적 운영설계영역에 따른 차량간 통신 응용 예시

운영설계영역에 대한 정보는 WAVE 통신 내 J2735 규격 내 BSM을 활용한다. BSM은 표 1과 같이 위치정보와 차량의 상태정보를 포함한 Part1과 차량의 이벤트 정보를 포함한 Part2로 구성이 있다. Part2에서는 경고 등, ABS 활성화, 급정지, 타이어 상태, 에어백 등 차량 관점 이벤트와 도로 패쇄 및 작업 구간과 장애물 및 사고 등 Emergency Vehicle에 대한 이벤트가 있다. 본 논문에서는 기존 Emergency 상황에 있어 운영설계영역에 대한 정보와 환경변수 및 돌발 이벤트 정보 조합을 추가하는 방법으로 Part2의 Content의 ITIS.ITIS codes를 생성을 통해 운영설계영역에 대한 정보를 기반으로 자율주행 운행 가능 여부 판단 결과를 주변 차량에 전달하고자 한다.

BSM	Part 1 (Core)	Msg Count
		TemporaryID, DSecond
		Latitude, Longitude
		Elevation, PositionalAccuracy
		TransmissionState, Speed
		Heading, SteeringWheelAngle
		AccelerationSet4Way, BrakeSystemStatus
		VehicleSize
	Part 2	Vehicle Safety Extensions (VehicleEventFlags, PathHistory...)
		Special Vehicle Extensions (EmergencyDetails, EventDescription ...)
		Supplemental Vehicle Extensions (BasicVehicleClass, VehicleData...)

표 1 . BSM 메시지 셋 예시

상기와 같은 시스템 구성이 된다면 운영설계영역을 기반 자율주행 운행 가능 여부 판단을 사전에 판단 가능할 것으로 예상된다. 그리고 자율주행 시스템 설계 시 운영설계영역에 대한 범위를 표준, 법규, 교통사고 분석 등 다양한 전문가 지식기반 데이터를 활용하여 명확한 근거가 필요할 것으로 생각된다.

III. 결론

본 논문에서는 자율주행 운영설계영역 분류 방법과 V2V 통신 WAVE(Wireless access in vehicular environment) 표준 내 SAE J2735 BSM(Basic safety message) 기반 운영설계영역 전송 방법에 대하여 제안

하였다. 최근 자동차의 자동화 기능에 대한 국제 규격인 SAE J3016가 2021년 4월 기준 문서 업데이트가 완료되었다. Remote driving, Fallback, Failure mitigation strategy의 대한 단어 정의와 내용이 추가되었다. 향후 연구주제로는 본 논문에서 제안하는 시스템의 고도화 연구로 Fallback MRC(Minimal Risk Condition), Failure mitigation strategy와 상호 연계된 V2V 통신 메시지 셋 프로토콜 설계를 통해 실차 기반 자율주행 안전성 평가를 진행할 예정이다.

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] World Health Organization, 'GLOBAL STATUS REPORT ON ROAD SAFETY 2018', 2018, from <https://www.who.int/publications/i/item/global-status-report-on-road-safety-2018>.
- [2] Road Traffic Authority, 'Traffic Accident Analysis System', 2019, from <http://taas.koroad.or.kr>.
- [3] SAE, Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-road Motor Vehicles, Standard No.J3016, 2018.