

# 디지털 트윈 구현을 위한 비정형 주행환경 기반 실도로 자율주행 운영설계영역 연구

이윤화, 이명수, 허준호, 조봉균

지능형자동차부품진흥원

yhlee@kiapi.or.kr, trust@kiapi.or.kr, heojh@kiapi.or.kr, jbggg1@kiapi.or.kr

## A Study on the Operational Design Domain for Self-Driving Road based on Atypical Driving Environment for Digital Twin

Lee Yun Hwa, Lee Myung Su, Heo Jun Ho, Jo Bong Gyun

Korea Intelligent Automotive Parts Promotion Institute

### 요 약

최근 도시의 극심한 교통체증 문제를 해결하기 위한 다양한 정책이 시행되고 있는 반면 농촌은 여전히 교통 취약 지역으로 이동에 어려움을 겪고 있으며, 이는 교통 서비스로부터의 소외, 안전 문제와 같은 사회 문제와 직결되므로 해결책이 필요하다. 이를 위해 농촌과 같은 비정형 주행환경에 특화된 자율주행 기술개발이 필요하며 이에 본 논문에서는 농촌과 같은 비정형 환경에서 자율주행 시스템이 운영되기 위한 운영설계영역을 제안한다.

### I. 서 론

도시의 극심한 교통체증 문제를 해결하기 위한 다양한 정책이 시행되고 있는 반면 농촌은 여전히 교통 취약 지역으로 이동성에 어려움을 겪고 있다. 농촌은 고령화로 교통약자인 노인층이 다수인 데 반해 노선버스의 운행 빈도가 낮아 대중교통 이용에 어려움이 있으며, 개인 자가용, 농기계, 오토바이 등을 이용하는 노인들의 경우 인지와 반응 속도의 저하로 교통사고 위험에 노출되어 있다.[1]

이러한 농촌의 주행환경은 도시와는 다른 도로 기하학 요소와 다양한 돌발 객체의 특성을 가지므로 일반 운전자의 사소한 부주의도 큰 사고를 초래할 수 있으며, 현재 자율주행 기술과 시뮬레이션의 경우 도시의 정형화된 도로를 위주로 평가가 진행되고 있으므로 농촌과 같은 비정형 주행환경에 특화된 자율주행 기술개발이 필요하다. 본 논문에서는 농촌과 같은 비정형 환경에서 자율주행 시스템이 운영되기 위한 운영설계영역을 제안하고, 향후 디지털 트윈기반 시뮬레이션 적용에 대한 가능성을 알아보고자 한다.

### II. 본론

농촌과 같은 비정형 주행환경 운영설계영역을 제안하기 위하여 실증지역 선정 및 환경 분석, 운영설계영역 분류 순으로 연구를 진행하였다. 실증지역은 대구광역시 달성군 유가면 유곡 1리 일대로 선정하였으며, 해당 지역의 마을입구에서부터 버스정류장까지의 이동 구간은 마을 버스노선을 분석한 결과 그림 1의 A1정류장이 대표적이며, 마을입구에서 A1까지의 이동거리는 약 2.3km정도이다. 이 거리는 도보로는 33분 정도 소요되는 곳으로 나이가 많은 지역 주민들이 걸어서 이동하기는 어려워, 다른 이동 서비스가 필요하다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 자율주행 서비스가 필요하지만, 주행환경이 인도와 차도의 구분이 없으며, 분기로에서 급커브 구간이 존재해 시야 확보가 어려워, 기존 공도 위주의 자율주행 차량으로는 한계가 존재한다. 이에 본 논문에서는 신뢰성 있는 비정형 자율


주행을 위하여 상기 구간에서 운영설계영역을 제안한다.





그림 1. 실증 지역

자율주행의 안전한 서비스를 위해 자율주행 시스템은 사전 정의된 운영설계범위 내에서 작동의 안전성이 보장되어야 하므로, A1까지의 실도로 운영설계영역을 페가수스 프로젝트 정밀지도 6계층[2] 기반을 바탕으로 분류하였다. 분류된 실증지역 실도로를 바탕으로 일반 도시 환경에서 볼 수 없는 요소를 비정형 주행환경으로 특정 짓고, 해당 운영설계영역 요소를 분석해 Layer의 구분에 따른 서비스 주행 케이스를 분류하였다. 표 1은 제안하는 비정형 주행환경 운영설계영역 분류 예시이다.

표 1. 비정형 주행환경 운영설계영역 요소에 따른 주행 케이스 분류

실도로 대표	Layer 구분	운영설계영역 요소
	L1. 도로기하학	왕복2차선, 직진, 아스팔트, 흙/모래, 도로폭 : 8m
	L2. 사회기반시설	나무, 전봇대, 풀숲, 농작물, 곤포사일리지,

		주차된 차량
	L3. 임시제한구역	-
	L4. 물체	전체 포함
	L5. 환경조건	전체 포함
	L1. 도로기하학	이면도로, 직진, T자 교차로, 코너, 아스팔트, 지워진 차선, 가장 좁은 도로폭 : 4.2m
	L2. 사회기반시설	고등학교, 나무, 전봇대, 풀숲, 주택, 담, 장안 캐노피천막
	L3. 임시제한구역	-
	L4. 물체	전체 포함
	L5. 환경조건	전체 포함
	L1. 도로기하학	이면도로, 직진, 흙/모래, 가려진 차선, 도로폭 : 6.8m
	L2. 사회기반시설	전봇대, 나무, 농작물, 아스팔트, 흙/모래, 풀숲, 주차된 차량, 농기계, 곤포사일리지
	L3. 임시제한구역	-
	L4. 물체	전체 포함
	L5. 환경조건	전체 포함

실증지역의 운행설계영역 분류를 통해 농촌 환경의 경우 농사의 비율이 높아 일반 도시에서 볼 수 없는 도로 기하학과, 농기계, 곤포사일리지 등과 같은 사회기반시설이 있었으며, 계절의 변화에 따라 주행환경의 변화에도 많은 영향을 끼치는 것을 확인하였다. 본 연구를 통해 제안한 운행설계영역 요소들을 시뮬레이터에 활용해 실제와 유사한 디지털 트윈 기반 시뮬레이터 구현이 가능할 것으로 예상되며, 계절, 밤/낮, 날씨와 같은 환경조건에 대한 분석을 바탕으로 자율주행 기술개발 최적화에 활용된다면 자율주행 시스템 작동 범위가 확장되며, 안전성이 확보될 수 있다.

### III. 결론

본 논문에서는 비정형 환경 기반 실도로 운영설계영역 연구를 통해 자율주행 시스템 동작 범위를 명확화하고, 디지털 트윈 기반 시뮬레이터에 적용 가능성을 확인해 자율주행 기술의 안전성을 확보하였다. 향후 디지털 트윈 기반 시뮬레이터 설계 및 평가를 통해 농촌과 같은 비정형 주행환경

실도로에서의 First-mile/Last-mile 대국민 서비스에 본 연구를 활용하고자 한다.

### ACKNOWLEDGMENT

This work was supported by Institute of Information & communications Technology Promotion (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] 김용욱, 성주민, 민경찬, “농촌 주민의 교통서비스 이용 여건과 개선 과제”, 한국농촌경제연구원, 1-23(23page), 2018. 8
- [2] Karsten Lemmer, PEGASUS PROJECT Summary 2019, Aug., 04, 2020, from <https://www.pegasusprojekt.de/en/pegasus-symposium-2019>