

혼합 교통류 상에서 돌발상황 발생 대응 전략 및 시나리오 설계

김세영, 윤형석, 김태형, 윤윤기, 윤경수*

*지능형자동차부품진흥원

ksy26@kiapi.or.kr, gudtjr0124@kiapi.or.kr

thkim@kiapi.or.kr, ykyoon@kiapi.or.kr, *kadbonow@kiapi.or.kr

Strategy and scenario design for respond to unexpected situations on roads with mixed autonomous vehicles

Kim Se Yeong, Yun Hyeong Seok, Kim Tae Hyeong, Yoon Yun Ki, Yun Kyung Su*

*Korea Intelligent Automotive Parts Promotion Institute (KIAPI)

요약

본 논문은 Lv. 4 이상의 자율주행자동차가 혼재된 도로에서 돌발상황 발생 시 자율주행자동차가 대응할 수 있는 전략과 시나리오를 제안하고자 한다. 자동차·도로교통분야 ITS 성능평가기준 기반 자율주행자동차가 혼재된 상황을 고려한 돌발유형을 추가하고, 정의된 각 돌발유형별 시나리오를 설계한다. 또한 시나리오에 따른 인프라 및 자율주행자동차 대응 전략 등을 통해 도로 지·정체를 감소시키고, 자율주행자동차로 인한 2차 사고를 예방하고자 한다.

I. 서론

자율주행자동차 기술이 고도화됨에 따라 정부가 2022년에 발표한 「모빌리티 혁신 로드맵」에서는 2024년까지 주요 고속도로, 2027년까지 도심 및 전국 주요 도로, 2030년에는 전국 도로에 C-ITS 통신 인프라 구축을 한다는 계획을 발표했다[1].

국토교통부가 발표한 지능형 교통체계(ITS) 기본계획 2030에서는 2027년 완전자율주행(Lv.4) 상용화에 대비하여 전국 주요 도로에 C-ITS 통신 인프라를 구축하고, V2X 보안인증체계를 구축하여 자율주행차의 원활한 운영을 지원하겠다고 발표했다.

이러한 정책에 따라 자율주행자동차 관련 요소 기술 고도화뿐만 아니라 자율주행자동차가 도로 위에서 안전하게 운행될 수 있는 인프라 구축 및 운영이 필수이다. 유럽에서는 자율협력주행을 위한 CoExist, MAVEN, TransAID 등 인프라 관련 프로젝트를 진행하고 있으며, 해당 프로젝트에서는 인프라 개발 가이드라인을 제시한다[2-4]. 현재 구축되어 있는 인프라는 돌발상황 감지에 한계가 있으며, 자율주행자동차가 고려된 돌발상황 발생 대응 전략이 부족한 실정이다. 이에 따라 자율주행자동차로 인해 사고 규모가 커질 수 있으며, 오히려 교통정체를 유발할 수 있다.

본 연구는 자율주행자동차가 혼재된 도로에서 돌발상황 발생 시 이에 대응하기 위한 전략을 제시하고 있으며, 돌발상황 시나리오를 설계하여 다양한 돌발상황 유형에 대응하고자 한다.

II. 본론

자율주행자동차가 혼재된 도로의 돌발감지 유형 및 돌발 유형은 표 1과 같다. 정지차량, 역주행 차량, 낙하물, 보행자, 이동물체는 자동차·도로교통분야 ITS 성능평가기준이며, 불법주정차, 긴급차량, 고장차량, 교통사고 유형은 자율주행자동차가 혼재된 상황을 고려하여 새롭게 제시하는 돌발 유형이다.

표 1. 돌발유형 분류

종류	내용	비고
정지 차량	•5km/h 이하 서행 혹은 정지 차량	자동차·도로교통분야 ITS 성능평가기준
역주행 차량	•역방향으로 주행하는 차량 (30~40km/h)	자동차·도로교통분야 ITS 성능평가기준
낙하물	•크기, 색상, 재질 등 협의하여 수행	자동차·도로교통분야 ITS 성능평가기준
보행자	•성인 50kg / 160cm 이상인 자로 도로상에서 무작위로 보행(2~6km/h) 하는 자	자동차·도로교통분야 ITS 성능평가기준
이동 물체	•크기, 색상, 재질 등 협의하여 수행	자동차·도로교통분야 ITS 성능평가기준
불법 주정차	•검지 영역 기준 불법주정차 구역 내 정지 차량	돌발유형 추가
긴급 차량	•경찰차, 소방차, 구급차 검지	돌발유형 추가
고장 차량	•자율주행차량이 전송한 고장 메시지를 바탕으로 고장을 검지	돌발유형 추가
교통 사고	•두 개 이상의 객체가 기준거리 (threshold) 이하인 정지차량	돌발유형 추가

PEGASUS 프로젝트 6-Layer Model을 기반으로 돌발유형별 시나리오를 그림 1과 같이 설계하였으며, 차량 주행 조건 및 시나리오와 관련된 사고 사례와 법규를 추가하였다. 그림 2는 일반운전자와 비교하여 돌발상황에 따른 자율주행자동차 대응 전략을 나타낸다.

시나리오		교차로			
유형	· 돌발유형 : 낙하물 · 시나리오 객체 분류 : 2차로 도로 중 2차선 낙하물				
대응	장애물 감지 및 차선 변경				
시나리오 이미지					
시나리오 설명	· 전방 낙하물 감지 및 차선 변경				
ODD 범위	계속	도로 기하학	· 도로 구조 · 도로 형태 · 도로 표면	· 도로 폭: 3.7m · 교차로 · 아스팔트	비고
		사회기반시설	· 교통 상황	· Ego차량 1대	
	동적 물체	구조물	· 없음		
		인물	· 승용차 1대		
	환경 조건	동적 기반 대응	· 없음		
		날씨	· 온도(25℃)		
		도로상태	· Dry 75%		
		시계감조율	· 없음		
	연결성(통신)	통신	· 없음		
		관제센터	· 없음		
OBDR 평가 영역	인지 영역	· 전방 카메라(식별) or 센서(거리)를 통한 차선 인지 및 객체 인지 · 객체 인지 거리 : 50m 전방에서 인지			
	판단 영역	· 전방 장애물과의 충돌 시간(TTC)에 따른 차량 가감속 판단			
	제어 영역	· Ego차량 전방 장애물 감지 및 차선 변경			
	설명속도	· Vmax, Vmin [km/h] : 차량 속도 파라미터 나열 가능, 30, 40, 50 · Vtarget, Ytarget [km/h] : 단일차로 2차선 중 2차선			
차량 설계	주행 조건	주행차선	· y0 [m] : Middle of lane(1.5m)		
		주행위치	· 전방 y0 [m] : Middle of lane(1.5m)		
		진행방향	· 중앙합		
		자율주행 기능	· ABB, ACC, LKAS, Lane Change, 교통상황 연계, WAVE(BSM)		
사고 사례	사고 상황	· 후행하는 차량이 동일방향에서 선행하는 차량에서 떨어진 낙하물을 충격			
	관련 법규	· 도로교통법 제19조 1항 · 도로교통법 제39조 4항			
	판례	서울중앙지방법원 2018.3.6. 선고 2017나47047 판결 야간에 선행하는 차량이 자율주행차로 1차로를 선행하던 중 요로운 못바리가 튀면서 2차로에 정차하였고, 대마질 2차로를 추월하던 차량이 3차로로 빠져나가려다가 2차로에 선행 차량의 튀긴 타이어가 있는 것을 도둑개 발견하고 다시 2차로로 변경하다가 선행 차량을 추월한 사고 : B 과실 80%			

그림 1. 돌발유형별 시나리오 예시

설명	· 도로 내 낙하물	
문제상황		
	일반 운전자는 사전에 낙하물을 인지하여 대응이 가능하지만 자율주행자동차는 대응 전략을 못하여 돌발상황으로 인식함	
종류	일반자동차	자율주행자동차
계단 및 돌발상황 유무	돌발상황	돌발상황
대응 전략	· 운전자가 상황을 보고 판단 <대응1> 운전자가 낙하물을 확인 후 회피주행	· 인프라 및 자율주행 시스템 설계에 따라 판단 <대응1> 인프라에서 낙하물 감지 및 해당 정보 및 회피 경로를 자율주행자동차에 송신 <대응2> 인프라로부터 전송받은 정보를 기반으로 회피주행 실시

그림 2. 자율주행자동차 대응 예시

III. 결론

본 논문에서는 돌발유형에 따른 시나리오 설계 및 돌발유형별 자율주행자동차 대응전략을 제시하였다. 이를 통해 자율주행자동차가 혼재된 도로에서 자율주행자동차가 돌발상황에 대응하여 2차 사고를 예방할 것으로 기대된다.

향후에는 설계된 시나리오 및 대응전략을 기반으로 주행시험장 내에서 시연 및 검증을 진행하고자 한다.

ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 2024년도 정부(경찰청)의 재원으로 과학치안진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.092021C29S02000, 돌발 상황 및 재난 발생 시 도로교통 네트워크 통제를 위한 현장제어 기술개발)

참고 문헌

- [1] 모빌리티 혁신 로드맵(<https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156526389>)
- [2] ‘AV-Ready’ transport models and road infrastructure for the coexistence of automated and conventional vehicles (<https://cordis.europa.eu/project/id/723201/reporting>)
- [3] “Integration final report”,<http://adas.cvc.uab.es/maven/wp-content/uploads/sites/16/2019/09/D64.pdf>
- [4] Transition Areas for Infrastructure-Assisted Driving (<https://cordis.europa.eu/project/id/723390>)