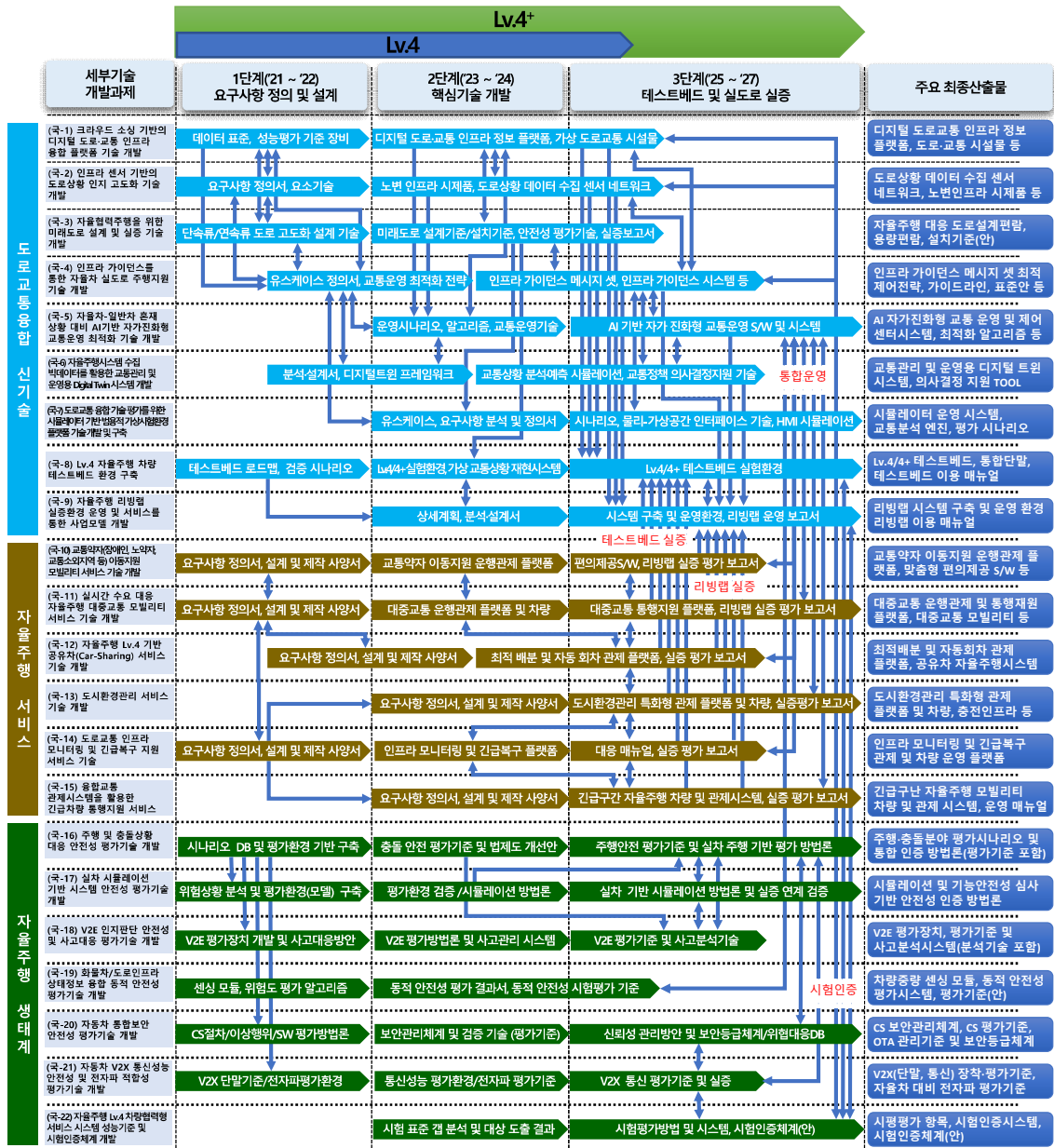

“자율주행 기술개발 혁신사업” 상세보완기획서

2021. 1. 15



국토교통과학기술진흥원 R&D사업본부
교통물류실 자율주행사업팀

국토교통부 전략분야 및 22개 세부기술개발과제간 연계도

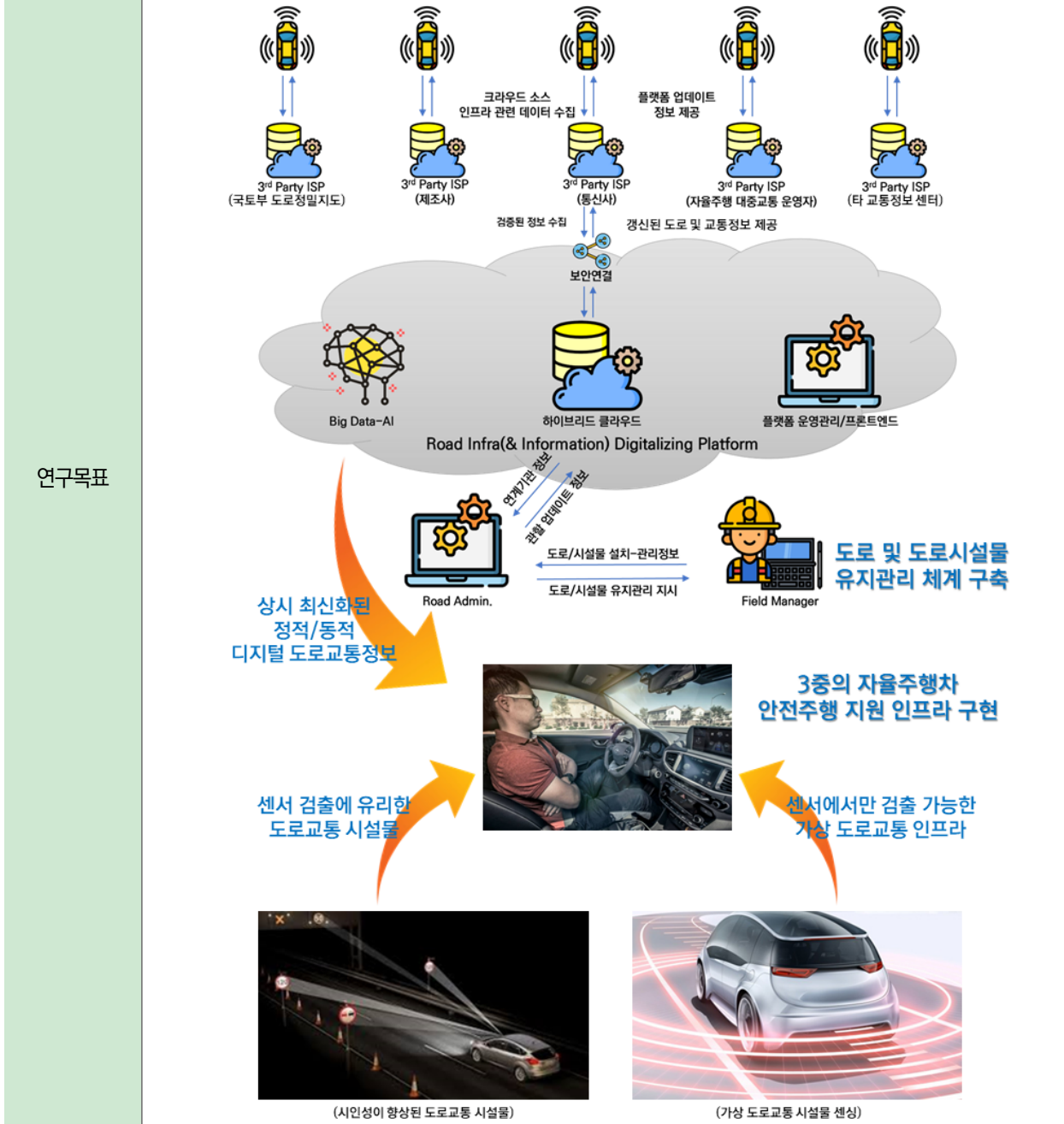


자율주행 기술개발 혁신사업 보완기획서

중점분야 자율주행 Lv.4 대응 도로인프라 기술

세부과제명 클라우드 소싱 기반의 디지털 도로·교통 인프라 융합 플랫폼 기술 개발

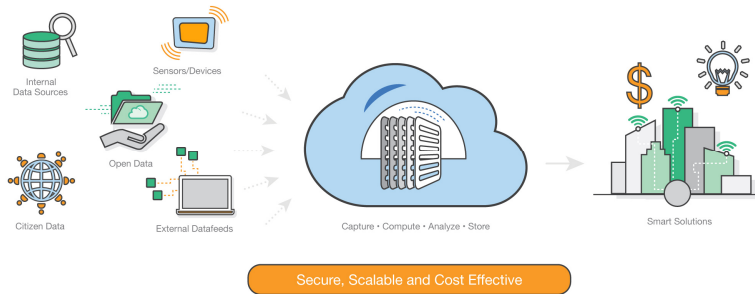
※ 클라우드 소싱 기반의 인프라 관련 디지털 데이터 자동관리를 통해 자율주행차의 안전한 주행을 위한 도로·교통 시설물 정보의 인식 정확도(위치, 속성)를 향상시키는 것을 목표로 함. 이는 '자율주행 기술개발 혁신사업'의 Fast-Track 과제인 "도심도로 자율협력주행 안전·인프라 연구개발사업"의 성과물인 LDM의 확장 개념으로, 상시 최신화된 정적/동적 디지털 도로교통정보를 상시 유지할 수 있어야 함. 또한, 리던던시 확보를 위한 보조수단으로, 국토교통부 관할 도로·교통시설물에 대한 물리적 시설물의 시인성 개선 및 가상 도로교통 인프라 개발을 포함함



〈그림〉 전체 개념도

	<ul style="list-style-type: none"> • 디지털 도로·교통 인프라 정보 플랫폼 기반기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 플랫폼의 지속성과 대표성을 고려한 IT 거버넌스 및 엔터프라이즈 아키텍처(EA) 개발 - 플랫폼의 논리적·물리적 구성을 고려한 상위레벨(HLA, High Level Architecture) 개발 - 디지털화 대상 도로교통 인프라의 데이터 표준규격 및 연계·교환 표준규격 개발 - 디지털 도로·교통 정보 활성화 구간* 운영 기술 개발 - 구간별 실시간 정보 갱신 및 최신화 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> * 디지털 도로·교통 정보 활성화 구간: 자율주행 기술개발 혁신사업에서 개발하는 '디지털 도로·교통 인프라 정보 플랫폼'에서 정보를 제공하는 단위구간으로, 정보를 제공받는 시점부터 경로선택/안전운전에 필요한 최소단위의 정보 제공 구간 • 디지털 도로·교통 인프라 정보 플랫폼 데이터 처리 및 활용 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 디지털 도로·교통 인프라 정보 플랫폼-공공(도로정밀지도)/민간 자율협력주행 클라우드간 데이터 연계기술 및 자동 업데이트 기술 개발 - CAV/CV 크라우드 소싱 데이터 검증 및 적용(갱신) 기법 개발 - 수집·연계 데이터 무결성 검증기법 개발 - 도로교통 시설물 데이터 CRUD(Create-Read-Update-Delete)적용 방안 및 데이터 품질관리기법 연구 - 정보화 플랫폼 백엔드/프론트엔드 개발 - AI, Big Data 기반 도로교통 시설물 관리기술 개발 • 물리적 도로·교통 인프라의 최소 성능기준 수립 및 평가 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - Lv.4/4++ 자율주행 기술 구현을 위한 도로·교통 시설물**의 Marginal 도로·교통 인프라 시설 성능 기준 개발 <ul style="list-style-type: none"> ** 도로법에 의거 설치 및 관리 대상 도로·교통 시설물: 시선유도시설(시선유도표지, 갈매기표지, 표지병), 조명시설, 차량방호시설, 기타안전시설(미끄럼방지시설, 과속방지턱, 도로반사경, 장애인안전시설, 낙석방지시설, 도로전광표지, 긴급제동시설, 노면요철포장, 무단횡단금지시설, 약천후 구간·터널 및 장대교량 설치 시설) 대상 - 도로·교통 시설물의 성능 평가 장비 개발 - 표준화된 성능 평가 방법론 개발 • 가상 도로·교통 시설 표출 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 상시 센서로 검출 가능한 가상 도로·교통 시설물 표출 기술 개발: 도로법에 의거 설치 및 관리 대상인 시설 대상, 추가적 수집장치 없이 자율주행차량이 해당 정보 취득이 가능 - 가상 도로·교통 시설물을 활용한 자율주행 기능 검증
<p style="text-align: center;">연구개발 필요성</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행 Lv.4 기술은 2020년대 후반 실용화 될 것으로 전망되며, 이에 대한 선제적 기반 마련 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 자율주행차량의 Stand alone(차량 부착 센서 100% 의존형) 기술을 활용한 Lv.4 기술은 상기 제시된 기간보다 더 많은 시간이 필요할 것으로 예상 - 이와 같은 한계를 극복하기 위해 우리나라에서는 도로인프라를 활용하여 자율주행차의 기능을 보완하는 자율협력주행기술을 국토교통부를 중심으로 과제를 수행하고 있음(도심도로 자율협력주행 안전·인프라 연구 사업(자율주행 기술개발 혁신사업의 국토부 Fast-Track 과제)) - 그러나 상기 과제는 동적정보를 제공하기 위한 Local Dynamic Map(이하, LDM) 기술 개발로 그 내용이 한정되어 있으며, 도심도로 구간으로 공간적 영역 또한 제한적임 • 자율주행 시장을 선도하기 위해서는 자율주행 Safety Mode 전환*최소화를 위한 ODD-RSD**기반 상용화 기술력 확보 및 자율주행기술 신뢰성 향상(융합형 Lv.4+ ODD 환경에서 Safety Mode 전환빈도가 100,000km 당 5회 이하) 목표 달성을 위한 기술 개발 필요 <ul style="list-style-type: none"> * 자율주행 Safety Mode 전환: 융합형 Lv.4+ ODD 환경에서 자율주행차량의 Fail-operational 상황 발생시, 안전지대로 차량 시스템이 스스로 안전하게 이동 ** ODD-RSD: Operational Design Domain-Responsible System Design • 디지털 도로·교통 인프라 정보화 플랫폼 기반기술 개발 필요성 <ul style="list-style-type: none"> - 자율주행 서비스 기술의 구현 및 신시장 창출, 국민 수용성 제고를 위해서는 국민 체감형 실증을 통한 혁신기술 수용성을 높은 수준까지 향상시켜야 하며, 이를 위한 기반이 되는 보다 끊임 없는(Seamless) 도로·교통 정보를 정확하게 제공하기 위한 기술이 반드시 개발되어야 함 - 자율주행 기능이 상시 유지하기 위해서는 상시 도로·교통정보를 자율주행차량이 취득하여 분석할 수 있으며 함에도 불구하고 현 시점 기준 자율주행 핸디캡(Handicap 또는 Challenging) 구간 및 상황에 대한 정의 부재 및 이를 극복하기 위한 H/W 및 S/W적 보완방안이 체계적으로 수립된 바 없음 - 또한 이와 같은 기술의 상용화를 위해 표준을 포함한 제도적 기반, 개발 기술의 활용이 용이하도록 하기 위한 표준 프로토콜의 정의 등 관련 지원 인프라의 확대 필요

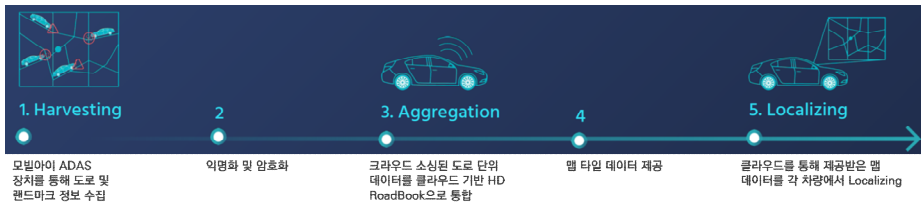
	<ul style="list-style-type: none"> - 협력기반 자율주행 지원 인프라의 영속성(Persistence)과 플랫폼 생태계(Eco-System) 확립을 위해 IT거버넌스 및 EA를 개발하여 지속발전 가능한 플랫폼의 청사진을 마련 - 플랫폼의 논리적·물리적 구성을 고려한 HLA 개발을 통해 플랫폼 구축에 따른 데이터 처리 및 정보 서비스의 활용을 구조화하여 정보화 플랫폼으로서의 확장성과 수용성을 고려한 시스템의 최적 구성방안을 구상하고 이를 통해 개별서비스의 궁극적 통합을 지향 - 기존의 관련연구개발 사업 및 도로교통 정보 인프라 관련 데이터 표준규격을 수용하고 자율협력주행차량과 관련 써드파티 사업자들과의 연계성을 확보한 플랫폼 데이터 표준규격 및 연계·교환 표준규격 개발 • 디지털 도로교통 인프라 정보화 플랫폼 데이터 처리기술 개발 필요성 <ul style="list-style-type: none"> - 플랫폼으로부터 제공되는 도로 인프라 정보는 안전과 직결된 자율협력주행에 직·간접적으로 활용되어야 하므로 수집되거나 연계된 갱신데이터의 무결성(Data Integrity)이 완벽하게 확보되어야 함. 이를 위해 데이터 무결성을 검증하기 위한 기법이 개발되어야 함 - 목표 플랫폼은 다양한 기관과 써드파티 서비스 제공자들이 참여하는 것이 예상됨에 따라 다양한 연계기관, 도로관리기관, 민간 자율주행플랫폼 운영자들로부터 수집·연계되는 방대한 데이터를 통합하고 통합된 데이터를 항상 최신의 상태로 유지해야 하는 실시간 도로교통 시설물 데이터 CRUD 기법 및 데이터 품질관리 기법이 연구되어야 함 - 공공 주도의 플랫폼 콘텐츠 데이터 갱신은 조직운영상 기능적 한계로 인해 실시간성 확보가 어려울 수 있음. 이에 따라 보급이 지속적으로 확대되고 있는 자율협력주행차량과 커넥티드카로부터 수집되는 클라우드 소싱 데이터를 적극적으로 활용하여 데이터의 최신성을 유지하는데 활용해야 함. 이를 위해 클라우드 소싱 데이터의 무결성을 검증하고 데이터 적용 및 갱신 기법을 개발해야 함 - 또한 안전한 도로교통 환경의 구현을 위해 국토교통부의 도로정밀지도도를 포함한 정적정보 및 개별차량 데이터를 포함한 동적정보를 실시간으로 최신화 기술이 필요함 • 디지털 도로교통 인프라 정보화 플랫폼 서비스 개발 필요성 <ul style="list-style-type: none"> - 자율주행차량은 탑재된 정밀전자지도의 정보뿐만 아니라 카메라, 라이다 등으로부터 수집되고 판단된 도로표지, 노면표시에 의해 현재 주행 중인 세부링크의 도로교통 속성을 판단하므로 도로교통 시설물의 파손 또는 인위적인 변형에 의해 도로교통 시설물에 대한 유지관리 및 보수필요성을 AI·Big Data 기술을 활용하여 도로관리자의 도로운영 지원도구로서 활용할 수 있는 서비스 개발 필요 - 목표 플랫폼의 서비스 활용은 크게 도로관리기관의 시스템 운영자, 현장 작업자, 써드파티 서비스 운영자 등으로 구분할 수 있음. 각각의 플랫폼 활용목적 및 사용자별 필요 기능에 따른 프론트엔드 서비스를 개발하고 각 사용목적에 따른 서비스 모듈과 UX/UI 디자인을 통해 플랫폼 활용을 활성화하여 지속가능한 자율협력주행 지원 플랫폼으로서 정착할 수 있는 기반기술 개발이 필요함 - 아울러 각 도로관리기관, 써드파티 서비스 제공자가 플랫폼 서비스 활용도를 높이고 디지털 도로교통 인프라 정보화 플랫폼 생태계(Eco-System)를 활성화하기 위한 SDK 개발이 필요함
기술동향	<p>[디지털 도로교통 인프라 정보화 플랫폼 관련]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 클라우드 기반 공공교통관리 플랫폼 <ul style="list-style-type: none"> - 캘리포니아 교통국(Caltrans)과 UC 버클리 PATH가 추진하는 Connected Corridors 프로젝트는 미국에서 가장 정체가 심한 로스앤젤레스 카운티의 I-210도로를 대상으로 이동성, 교통정보, 안전, 시스템 효율성을 개선하는 목표로 시행되고 있음 - 이 프로젝트에서의 데이터 허브, 실시간 교통 모델링 및 예측, 실시간 의사결정지원 시스템의 컴퓨팅 자원을 보안성과 확장성이 뛰어난 클라우드 기반 플랫폼에 탑재하고 있음 - 프로젝트 시행자가 클라우드 기반 컴퓨팅 플랫폼을 선택한 이유는 구축과 확장이 용이한 시스템을 온-프레미스(On-Premis) 방식에 비해 효율적이고 경제적으로 구축할 수 있기 때문임 - 또한 클라우드 방식의 데이터 허브 구축은 IoT 센서로 부터의 데이터 소스에 접근하기 용이하며 민간 교통데이터 사업자(INRIX, HERE 등)와의 협업이 용이함 - 향후 방대한 지역에 ICM(Integrated Corridor Management)을 적용을 고려할 때 클라우드 기반 교통관리 시스템 적용이 적합하다고 판단함



〈그림〉 클라우드 기반 교통관리 솔루션 개념 (출처 : AWS 블로그)

• 모바일 Road Experience Management

- 모바일은 영상기반 ADAS 장치 공급 세계 1위 기업으로서 안전자율주행에서의 센서데이터의 보안 및 백업 리턴던시를 제공하기 위한 솔루션으로서 REM을 운영하고 있음
- 모바일은 각 차량에 설치된 카메라 기반 ADAS 장치에서 근실시간성(near-real-time) 도로 단위 데이터(Road Segment Data)를 클라우드에서 집계하고 맵핑하여 Roadbook이라고 명명한 지도플랫폼을 통해 갱신주기가 아주 짧은 도로 구간 데이터를 자율주행차에 제공함



〈그림〉 REM 프로세스 (출처: 2020 CES 발표자료)

- 모바일은 2021년까지 하루에 600만 킬로미터의 RSD를 수집할 계획이라고 홍보하고 있으며 2020년 현재 BMW, VW 등 6개 차량제조사와 협약을 체결함
- REM은 스마트시티 솔루션으로서 도로인프라 자동수집, 포장상태 분석 등에 활용을 홍보

[물리적 인프라 개선 및 가상 인프라 개발 관련]

• 센서 중심 자율주행차의 사고 발생 및 이에 따른 안전 증진 관련 사회적/기술적 대응방안에 대한 요구사항 증대

- 2016년 1월 중국 허베이성 테슬라 모델S 차량 사고: 전방에 정지한 트럭을 감지하지 못하여 충돌
- 2016년 5월 미국 플로리다 테슬라 모델S 차량 사고: 트레일러와 배경(하늘)을 구분하지 못하여 충돌
- 2018년 3월 미국 애리조나 우버 택시(자율주행 Lv.3 차량의 첫 사고 및 첫 보행자 사망사고): 도로 횡단 보행자를 감지하지 못하여 충돌



〈그림〉 우버 사고 관련 보도자료 (좌, 사고 후 / 우, 사고 1.3초전 센싱 데이터)

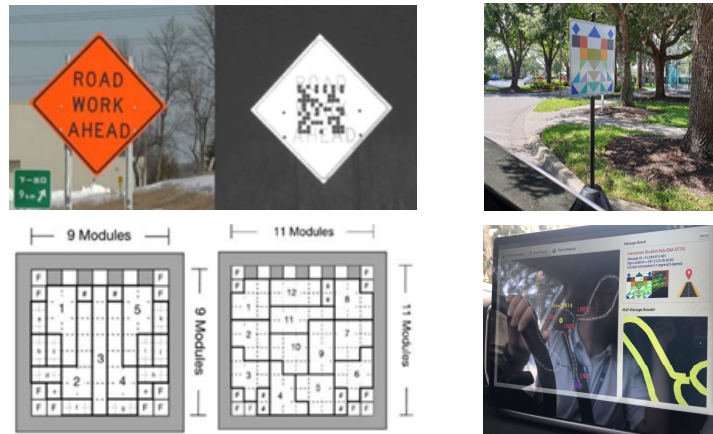
- 현재 수준의 도로시설이 자율주행차의 안전한 행을 보장할 수 있는가에 대한 진단 필요성이 점차 강조되고 있으며, 현재보다 고도화된 자율주행 Lv.3 기술 및 그 이상의 자율주행 기술의 실용화를 위해서는 도로인프라에 대한 기술적 보완이 많이 필요함에 대해 자율주행기술 전문가 집단에서 지적함(AVS(Automated Vehicle Symposium) 2019의 Breakout Session)

• 이를 극복하기 위한 노력으로 다양한 협업체계 구성 및 기술개발이 이루어지고 있음

- 미국 3M의 Connected Roads Program: 교통안전시설 중 표지, 도로포장, 차선과 관련된 연구를

진행하고 있으며, 미국의 미네소타, 미시건 주정부와 공동 연구를 통해 개발한 도로 시설물(표지)에 대한 파일럿 프로그램(OR코드 형태) 진행

- 미국 플로리다주의 스타트업 기업인 Connected Wise에서는 특정 지점의 교통정보(주의, 금지 등)를 자율주행차량이 취득할 수 있는 가변 전용 표지판을 개발
- 호주 Austroads, AIMES: Austroads는 일반 차량의 주행 안전성 향상과 CAV(Connected Autonomous Vehicle), ADS(Automated Driving System) 도입에 대비하여 기존의 교통안전시설 중 도로표지에 대한 분석과 관계자 인터뷰, TSR(Traffic Sign Recognition)에 대한 자체 인식실험을 진행. 멜버른 지역의 IMES(Australian integrated multimodal Ecosystem) 프로젝트는 도심 지역에서의 자율주행자동차 관련 시험주행과 함께 시범지역 내의 도로 시설물에 IoT 센서를 연결하여 정보전달 및 안전성 향상의 실효성을 확인하는 연구를 진행



〈그림〉 3M의 파일럿 프로그램(좌)과 Connected Wise 표지판(우)



〈그림〉 Austroads 연구 개념도

- HERE Road Signs
 - 아우디, BMW, 다임러가 소유한 내비게이션 전자지도 공급사인 HERE는 내비게이션 기반 완전자율주행을 위한 지원서비스인 HERE Road Signs 서비스를 아우디, BMW, 다임러 차량에 공급하고 있음
 - 모바일의 REM 플랫폼과 유사한 프로세스를 가진 솔루션으로서 HERE HD Map 클라우드와 연결된 차량으로부터 근실시간성 데이터를 SENSORIS 규격의 데이터를 통해 클라우드로 집계하고 지역화된 정보를 유통함
 - HERE HD Map에 저장된 도로구간별 제한속도, 도로교통표지 데이터와 커넥티드카로부터 실시간으로 수집되는 데이터를 조합하여 HERE Cloud와 연결된 차량에 정보를 제공함
 - 한편 BMW와 Intel은 자신들의 자회사인 HERE Road Signs와 Mobileye REM에서 보유한 데이터를 각 플랫폼에 참여하고 있는 OEM들과 공유하고 2021년까지 완전자율주행을 위한 협력방안을 2016년 7월에 발표함



〈그림〉 HERE Road Signs 서비스 개념 (출처: HERE 홈페이지)

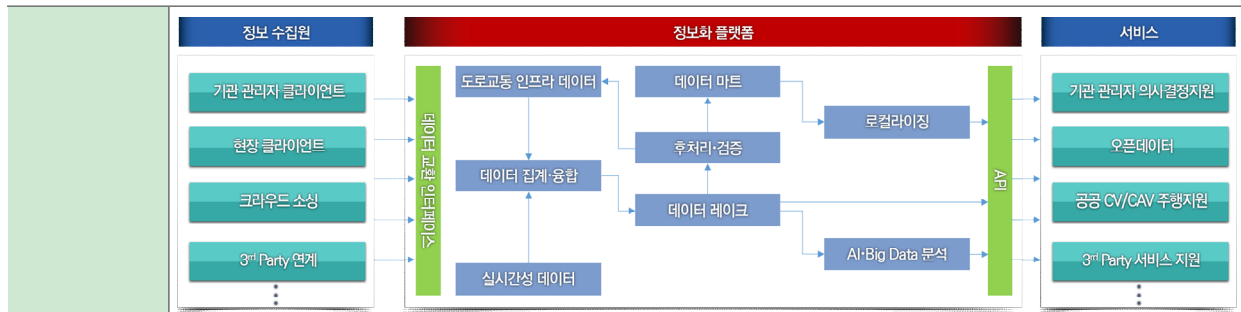
- 대부분이 자율주행차량의 인지를 기반으로 한 도로표지와 같은 교통안전시설물 관련 연구 및 기술 개발이 주를 이루고 있음
- 그러나 이와 같은 기술은 특정 센서 또는 통신장치를 부착한 차량만이 정보를 취득할 수 있으며, 극복해야 하는(핸디캡) 대상 구간 및 현상에 대한 연구가 아닌 현 표지판(도로구간 정보)에 대한 센서정보 취득을 위해서만 이루어짐
- 따라서 강우, 강설, 역광, GPS음영 구간 등 자율주행 Lv.4 기능을 저해할 수 있는 구간 및 상황을 극복하기 위한 기술개발에 대한 필요성 증대

연구내용
(Spec. 포함)

- 디지털 도로·교통 인프라 정보화 플랫폼 기반기술 개발
 - 디지털 도로·교통 인프라 정보화 플랫폼 거버넌스 개발
 - 플랫폼 참여 주체간 역할을 정립하고 지속적 발전방향을 고려하여 IT거버넌스 및 EA 개발
 - EA의 각 분야별 아키텍처에 따른 논리적·물리적 상위레벨 아키텍처 개발
 - 시스템의 기본개념 및 범위를 설정하여 플랫폼의 목표 및 목적에 대한 정확한 이해를 위한 기반을 마련하고 착수단계 부터 연구개발 내용을 체계화 및 구체화 함
 - 디지털 도로·교통 인프라 데이터 표준규격 개발
 - 도로교통 인프라의 디지털화(Digitalization) 방법 및 데이터 속성에 대한 표준규격을 개발하여 디지털 도로 인프라 정보화 플랫폼의 지원을 통한 자율협력주행 생태계(Eco-System) 조성기반을 마련하며 유럽과 북미의 관련 서비스의 국제표준 및 산업계 표준규격 분석
 - 디지털 도로·교통 인프라 레퍼런스 데이터 베이스 구축
 - 기존 국토교통부의 국가표준노드링크체계, 지자체별로 운영되고 있는 교통안전시설물 관리시스템(T-GIS)의 구축현황 및 개선사항을 분석하고 자율협력주행 지원 인프라로서의 도로교통 인프라 레퍼런스 데이터 베이스를 시범 구축함
 - 디지털 도로·교통 정보 활성화 구간 운영 기술 개발
 - 자율주행에 필요한 디지털 도로·교통 인프라 정보를 제공할 수 있는 최소단위를 산출(차량이동 속도, 통신기술, 데이터 처리 및 저장 기술 기준)하고, 디지털 도로·교통의 끊임없는 제공을 위한 최소단위 구간 운영 기술을 도출함
 - 디지털 도로·교통 정보 활성화 구간별 실시간 정보 갱신 및 최신화 기술 개발
 - ‘도심도로 자율협력주행 안전-인프라 연구개발사업’을 통해 도출된 차량-RSE-센터간 동적정보 연계 기술 및 동적정보 플랫폼을 포함하여 정보 갱신기술을 개발
 - 활성화 구간이 연속적으로 이어지도록 설계하되, 끊임없는 디지털 도로·교통 정보 제공을 위한 구간 중첩 구간 설계, 중복 정보 처리 기술, 정보제공 단말(RSE)간 정보 최신화 및 동일화 기술 개발
- 디지털 도로·교통 인프라 정보화 플랫폼 데이터 처리 및 활용 기술 개발
 - 디지털 도로·교통 인프라 정보 플랫폼-공공(도로정밀지도)/민간 자율협력주행 클라우드간 데이터 연계기술 및 자동 업데이트 기술 개발
 - LDM의 가장 기본(Layer 1)이 되는 국토교통부의 도로정밀지도의 실시간 자동 수집 및 갱신, 도로상의 인프라 위치 및 속성정보 자동 관리 기술, 등 공공 인프라 관리 기존 인프라와 연계·갱신 기술 개발
 - 자율협력주행 관련 민간사업자들과의 연계성 및 향후 시스템 확장성을 고려한 퍼블릭 클라우드와 프라이빗 클라우드의 장점을 결합한 하이브리드 클라우드 기반 PaaS 구축기술 연구, 자율협력주행의 리던던시(Redundancy) 제공을 위한 플랫폼으로서의 역할을 고려한 플랫폼-플랫폼 간 및 플랫폼-종단 간 보안기술 적용방안 연구
 - 도로교통 시설물데이터 CRUD(Create-Read-Update-Delete) 프로세스 및 생애주기 관리기법 개발
 - 데이터 무결성 검증기법 개발 : 다수의 수집원(관리기관, 크라우드 소싱 등)으로 부터 수집되는 갱신정보의

- 검증기법 및 갱신데이터 자동검증 시스템 개발
- 플랫폼 백엔드/프론트엔드 개발
- AI·빅데이터 기반 도로교통 시설물 관리기술 개발
- 물리적 도로·교통 인프라의 최소 성능기준 수립 및 평가 기술 개발: 자율협력주행차(승용) 제작 후 검증
 - 자율주행 Lv.4/4+ 대응 및 도로환경 핸디캡 구간*** 및 상황**** 극복을 위한 도로·교통 인프라 성능 기준
 - 자율주행시 제어권 전환이 발생하는 핸디캡 구간 및 상황을 제거하기 위한 최소 Marginal 도로·교통 인프라 시설 성능 기준 개발
 - 핸디캡 구간 및 상황별 극복을 위한 도로안전 및 교통관리 시설 정의 및 시설물 설계기준 개발
 - *** 핸디캡 구간(Handicap/Challenging sections): 고층 구조물 주변 구간, 보호구역(노인/어린이), 차선 불량구간, 공사구간, 합류구간, 딜레마 구간, 비포장 구간, 터널구간 등
 - **** 핸디캡 상황(Handicap/Challenging situation): 직사광선, 폭우 및 폭설, 미세먼지 및 안개, 대형차량 정차(전방시아 차단), 인근 긴급차량 존재, 낙하물 발생, 도로 주변 돌발, 포트홀 상황 등
- 도로·교통 인프라 성능평가 방법론 및 기준장비 개발
 - 핸디캡 구간 및 상황별 도로·교통 인프라의 최소 Marginal 성능 평가 방법 및 기준장비 개발 및 상용화
 - 성능평가 방법론에 대한 표준화 포함
- 도로·교통 인프라 성능평가에 적합한 도로·교통 인프라 개선
 - 자율주행차량의 센서 검출능력 상시 확보를 위한 도로·교통 인프라 시인성 개선
- 가상 도로·교통 시설물 표출 기술 개발
 - 상시 센서로 검출 가능한 가상 도로·교통 시설물 표출 기술 개발
 - LDM 정보 미수신(통신 단절) 및 일부 센서 고장상황에서도 자율주행 기능 유지를 위한 도로·교통 인프라 리던던시 확보 기술 개발
 - 영상 및 비전 센서 등 가시광선을 이용한 센서를 제외하고, 라이다·레이더·초음파 등 자율주행 기술개발 혁신사업에서 개발하는 자율주행차량에 부착한 센서로만 검출 가능한 가상의 도로·교통 시설물 및 정보표출 인프라 개발 (도로선형: 중앙분리대/가드레일 등, 시선유도시설: 시선유도표지, 갈매기표지 등)
 - 가상 도로·교통 시설물을 활용한 자율주행 기능 검증: 자율협력주행차(승용) 제작 후 검증
 - 자율주행차량 및 ADAS 차량을 이용한 가상 도로·교통 시설물 검출능력 시험
 - 가상 도로·교통 시설물만을 대상으로 한 자율주행 검증
- 도로·교통 인프라 개선 및 가상 도로·교통 시설물 표출 대상 인프라 범위
 - 국토교통부 관할 시설물로 한정: 도로법에 의거 설치·관리 대상 시설

구분	세부시설명	세부 내용	관련 법	대상 여부
도로 안전 시설	시선유도시설	시선유도시설: 시선유도표지, 갈매기표지, 표지병	도로법	○
		시인성증진안전시설: 장애물표적표지, 구조물 도색 및 빗금표지, 시선유도봉	도로교통법	×
	조명시설	연속조명, 국부조명, 터널조명	도로법	○
	차량방호안전시설	방호울타리, 충격흡수시설	도로법	○
	기타안전시설	미끄럼방지시설, 과속방지턱, 도로반사경, 장애인안전시설, 낙석방지시설, 도로전광표시, 약천후구간·터널 및 정대교량 설치 시설, 긴급제동시설, 노면요철포장, 무단횡단금지시설	도로법	○
교통 관리 시설	교통안전시설	교통신호기, 교통안전표지, 교통노면표시	도로교통법	×
	도로표지	경계표지, 이정표지, 방향표지, 노면표지, 기타표지	도로법	○
		안전표지, 안내표지, 보조표지	도로교통법	×
	도로명판	-	도로법	○
	긴급연락시설	-	도로법	○
	과적차량검문소	-	도로법	○
지능형교통체계	-	도로법	○	



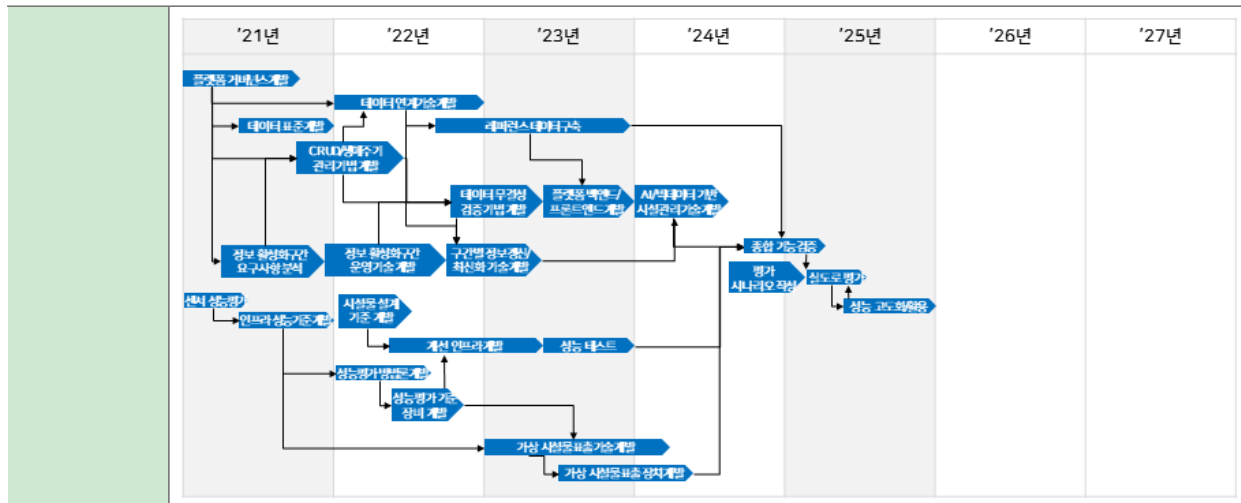
〈그림〉 도로교통 인프라 정보화 플랫폼 구성(예)

성과항목	단위	세계최고수준 (보유국, 기업)	현재 국내 최고수준	개발 목표치	평가방법	가중치 (%)
디지털 도로·교통 인프라 레퍼런스 데이터	%	기술 도입기 수준(미국)	미국 대비 70%	95	기술수준	20
디지털 도로·교통 인프라 아키텍처	%	기술 도입기 수준(미국)	미국 대비 70%	95	기술수준	15
디지털 도로·교통 인프라 정보화 플랫폼	%	기술 도입기 수준(미국)	미국 대비 70%	85	기술수준	20
도로·교통 인프라 시설 성능 기준	건	기술 도입기 수준(미국)	미국 대비 70%	1	법·제도 제언	10
도로·교통 인프라 성능평가 기준장비	건	기술 도입기 수준(미국)	미국 대비 50%	1	특허	10
센서 검출능력이 개선된 도로·교통 인프라	%	기술 도입기 수준(미국)	미국 대비 50%	90	기술수준	10
가상 도로·교통 시설물	건	기술 도입기 수준(미국)	미국 대비 70%	1	특허	15
계						100%

- 최종성과물**
- 디지털 도로·교통 인프라 정보 플랫폼(H/W 및 S/W 시스템)
 - 디지털 도로·교통 인프라 정보 플랫폼 논리·물리 아키텍처
 - 디지털 도로·교통 인프라 데이터별 표준규격서 및 연계·교환 표준규격서
 - 디지털 도로·교통 인프라 정보 플랫폼 백엔드/프론트엔드
 - 도로·교통 인프라 성능 평가 표준 및 기준장비
 - 가상 도로·교통 시설물(3종 이상)
 - 시인성이 개선된 도로·교통 시설물(3종)
- ※ 연구성과물(디지털 도로교통 인프라 정보 플랫폼, 도로교통 시설물)을 이용한 자율협력주행이 가능한 차량(승용) 2대 (차량플랫폼 및 시스템 최적화 개발)

- 활용방안 및 기대효과**
- 수요자(이용자, 관리자 등) 요구사항 기반 도로·교통 정보 표준 플랫폼 및 시스템 개발
 - 사회적 변화에 따라 변화하는 도로·교통 서비스 개발 기반 마련
 - 실제 도로상황에서 자율주행 핸디캡 상황 극복 구현
 - 차량과 차량, 인프라와 차량이 통신으로 연결된 환경에서 안전 측면의 완성도 높은 자율주행 구현
 - 연구개발 종료 시점 및 향후 개발될 자율주행차(Level 1~4), C-ITS차량 및 정보수신 단말이 부착된 일반차량 모두 단일화된 정적/동적 도로·교통정보 제공 체계 구축 완료
 - 자율주행 기술을 이용한 서비스 확대 및 관련 기술 개발에 용이한 환경 구축으로 관련 사업 발전에 초석 마련
 - 기상 및 도로 환경 조건에 따라 안전을 가장 확보할 수 있는 차량 주행 가이드로 교통사고 제로화 구현

기술로드맵



- 인프라 센서 기반의 도로 상황 인지 고도화 기술 개발(도로상황 및 상태 정보)
- 인프라 가이던스를 통한 자율차 실도로 주행지원 기술 개발(정보 플랫폼을 통한 가이던스 정보 제공)
- 자율차-일반차 혼재상황 대비 AI 기반 자가진화형 교통운영 최적화 기술 개발(정보 플랫폼을 통한 가이던스 정보 제공)
- 자율주행 서비스 분야 과제에서 필요한 정적/동적/도로·교통/가이던스 정보 제공(정보 플랫폼을 통해 제공)

타 연구과제 연계·협력 및 성과연계도

- 〈대상 과제〉
- 교통약자(장애인, 노약자, 교통소외지역 등) 이동지원 모빌리티 서비스 기술 개발
 - 실시간 수요 대응(Static/Dynamic) 자율주행 대중교통 모빌리티 서비스 기술 개발
 - 자율주행 Lv.4 기반 공유차 (Car-Sharing) 서비스 기술 개발
 - 도시환경관리 서비스 기술 개발
 - 도로교통 인프라 모니터링 및 긴급복구 지원 서비스 기술 개발
 - 융합교통 관제시스템을 활용한 긴급차량 통행 지원 서비스

- 기타
- 도로·교통 시설물 인식성능 개선을 위한 인프라 융합기술 개발에서 '통합추진'으로 세부과제명 변경
 - 디지털 도로·교통 인프라 정보 플랫폼은 '도심도로 자율협력주행 안전·인프라 연구개발사업(Fast-Track 사업)의 2세부(자율협력주행을 위한 동적정보 제공기술 개발) 성과물(동적정보 플랫폼)을 기초로 하며, 해당 과제와 중복된 영역(취득된 동적정보의 활용)은 기존 성과물을 활용해야 함
 - 센서 대응 시설물의 물리적 시인성 향상은 '외부자극 및 통행차량의 특성을 고려한 도로교통 안전 향상 기술 개발' 과제의 성과물과의 중복성이 없어야 함
 - 디지털 및 물리적 도로·교통 인프라는 본 사업의 타 세부과제와 조건 없이 연동되어야 함
 - 또한 타 자율주행차(Level 1~3), C-ITS차량 및 정보수신 단말이 부착된 일반차량도 정보 활용이 가능해야 함: 상기 제시된 차량에서도 활용 가능한지 성능테스트를 시행하여 최종연차에 그 결과를 제시해야 함

연구기간 (57) 개월

정부출연금(억 원) 및 소요인력(명)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	7차년도	합 계
	40	20	25	30	5			120

자율주행 기술개발 혁신사업 보완기획서

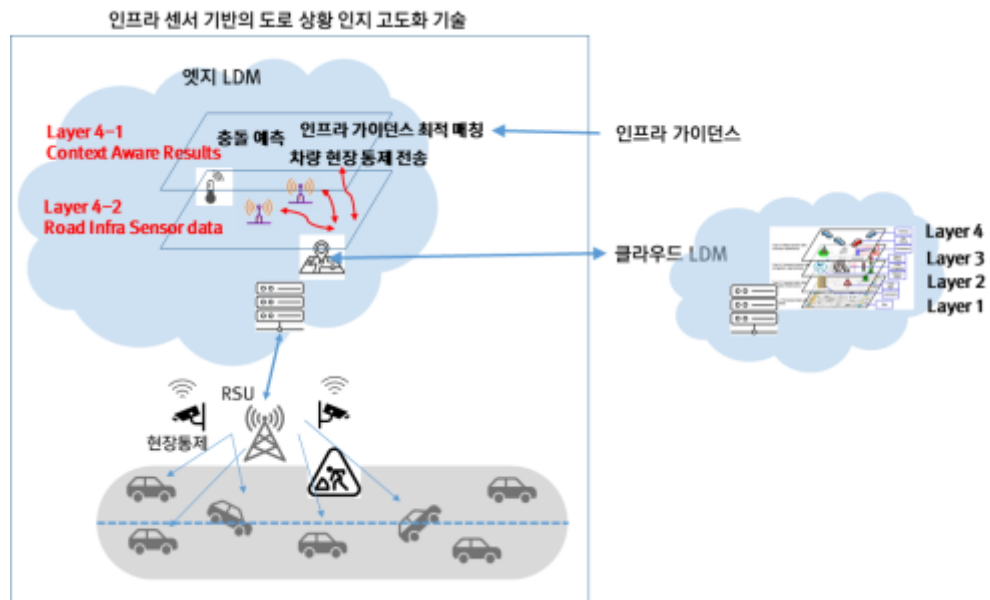
중점분야	자율주행 Lv.4 대응 도로인프라 기술
세부과제명	인프라 센서 기반의 도로 상황 인지 고도화 기술 개발
연구목표	<ul style="list-style-type: none"> • 인프라 센서 기반으로 도로 상황 인지를 고도화하고 이에 기반하여 도로 상황에 적합한 인프라 가이드를 자율주행 차량에 제공함으로써, 도로 혼잡 및 돌발 상황에서 자율주행 Lv.4 차량의 유연한 대처를 지원하는 기술 개발 • 자율주행 차량 단독으로 센싱 및 인지 할 수 있는 능력의 한계를 극복하기 위해, 도로 상황에 최적화된 인프라 센서 네트워크를 구축하고 수집된 센서 정보를 저지연으로 처리하기 위한 무선 네트워크 기술 및 데이터 처리 지능화 기술 개발 • 교통센터 및 클라우드 LDM(Local Dynamic Map)과 연계하여, 인프라 센서 네트워크에서 센싱된 데이터를 수집, 융복합, 그리고 분석하여 초저지연 도로상황 인지를 수행하고, 이에 기반하여 자율주행 인프라 가이드를 도로 상황에 최적으로 매칭하고 이를 저지연 및 고신뢰 전송하는 기술 개발 • 다양한 교통환경에서 안전하고 효율적인 자율주행 Lv.4 지원을 위한 스마트 도로 상황 인지 노변 플랫폼을 통합 개발하고 현장 구축하여, 핵심 요구사항인 초저지연과 고신뢰에 대한 평가와 검증을 체계적으로 수행
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행 Lv.4는 혼잡 및 돌발 황에 대한 차량의 유연한 대처 능력이 요구되므로, 자율주행 차량 단독으로 인지 및 판단할 수 있는 능력의 한계를 극복할 필요가 제기됨 <ul style="list-style-type: none"> - 클라우드 컴퓨팅 기반의 센싱 데이터 융복합 및 상황인지는 지연을 발생시키기 때문에 혼잡 및 돌발 상황을 초 저지연으로 차량에 전달하지 못함 - 따라서, 지역의 도로 인프라에서 수집된 센싱 데이터를 수집하고 처리하여 도로상황을 인지하고, 인지정보의 우선 순위에 따라 V2X 통신을 통해 차량들에게 직접적으로 브로드캐스팅을 수행함으로써, 이러한 전체 과정을 고신뢰, 초저지연, 실시간으로 처리하는 기술과 노변 장치 개발이 필요 - 도로 인프라의 라이더, 카메라, 각종 센서(온도, 습도 등)와 같은 다중센서 융복합을 통해 종합적으로 도로상황을 인지하고, 이를 V2X 통신을 통해 차량에 전달하여 차량의 인지 및 판단 능력을 향상시키는, 초저지연 고신뢰 차량-인프라 협력 도로상황인지 기술 개발 필요 - 도로 및 운용 환경에 따라 다양한 검지 장치 및 센서들을 다양한 규격의 무선 센서 네트워크를 통해 용이하게 접속 및 추가하고, 다양한 센싱 정보들을 융복합하여 도로 상황인지 능력을 개선하는 개방형 인지 플랫폼 개발이 필요 • 다양한 도로 및 교통상황에 대응하는 상황인지를 위해서 초 저전력 무선 센서 네트워크 기반 도로상황 데이터 수집 기술 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 라이더와 카메라 기반의 인프라 센서는 눈, 비, 바람 등의 기상 영향에 따라 센싱 및 측위 성능이 열화되므로, 이를 보완할 수 있는 센서들과 이를 연결하는 네트워크 기술 개발이 필요함 - 도로 상황에 대하여 무선 통신기반의 신뢰성 높은 데이터 수집을 위해서는 다양한 도로환경의 전파환경을 분석하여 도로환경에 최적화된 안테나 기술 적용과 무선네트워크 운용 기술이 요구됨. - 도로 및 운용 환경에 따라 다양한 검지 장치 및 센서들을 다양한 규격의 무선 센서 네트워크를 통해 용이하게 접속 및 추가하고, 다양한 센싱 정보들을 융복합하기 위한 도로 인프라 정보 필요 - 전원 공급이 용이하지 않은 도로 인프라 정보 수집에 대한 유지보수 및 관리 비용 최소화를 위한 저전력 제어 및 에너지 자가 획득 기술이 필요. - 도로 및 도로변 보수 공사, 교통사고 등 이동형 도로교통 정보 표시를 위해 운영되는 이동형 임시 도로교통 시설물 및 표시 장치의 센서네트워크 접속 및 관리를 용이하게 운영하기 위한 분산형 센서 네트워크 접속 및 관리 기술 개발이 필요 - 자율주행 자동차의 안전 주행과 관련된 도로교통 시설물에 대한 정보는 저지연 전송을 보장하기 위해 센서 데이터를 센서 네트워크 전송단계에서 선별, 식별하는 기술 개발이 필요 • 다양한 교통 혼잡상황에 대응하면서 다중 표준의 V2X 통신 기술을 사용하는 차량들에게 상황 인지 정보를 초저지연 고신뢰 전송할 수 있는 기술 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 우선 순위와 시급성, 전송 범위(unicasting, multicasting, broadcasting)에 있어서 매우 상이한 메시지와 데이터가 혼재되어 전송될 것이며, 센싱 데이터 수집 및 처리와 전송 단계에서부터 이를 고려하여 처리함으로써 개별 메시지와 데이터에 요구되는 QoS(Quality of Service)를 만족시킬 수 있는 기술 개발 필요 - 도로 및 교통 혼잡도가 증가함에 따라 V2X 통신의 전송 지연 및 신뢰도가 열화되어 요구되는 QoS를 만족시킬 수 없게 되기 때문에, 도로 및 교통 상황을 종합적으로 인지하고 이에 기반하여 V2X 통신 자원을 배분함으로써 개별 메시지와 데이터가 요구하는 초저지연 고신뢰 성능을 만족시킬 수 있는 기술

	<p>개발 필요</p> <ul style="list-style-type: none"> • 스마트 도로 상황 인지 노변장치 시스템 개발 및 검증을 통해 다양한 교통환경에서 안전하고 효율적인 자율주행 Lv.4 지원 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 도심 환경의 일반자동차와 혼용하는 교통류 조건인 경우에, 자율주행 자동차의 인지능력이 제한 또는 저하되는 곳(비신호교차로, 회전교차로, 돌발상황 처리구간, 공사구간 등)에서는 인프라 기반의 협력 센싱 지원이 필요하며, 협력 센싱 시스템의 핵심 요구사항인 초저지연과 고신뢰에 대한 검증이 요구됨 - 돌발상황 및 공사구간의 교통처리는 비정형화 또는 수신호 등이 사용되고 있는 바, 안전성이 보장된 도로상황정보를 제공하여 자율주행 차량의 인지능력을 보완하고 안전하고 도로교통 상황에 조화로운 통행을 할 수 있도록 지원하는 서비스 개발과 적용이 필요
기술동향	<ul style="list-style-type: none"> • 초 저전력 무선 센서 네트워크 기반 도로상황 데이터 수집 기술 개발 동향 <ul style="list-style-type: none"> - TTA에서는 사물인터넷 네트워킹 관련하여 LPWA IoT 통신기술, 통신 프로토콜을 표준화 하고 있으며, 자율주행을 위한 IoT 기반 교통안전 장치에 대한 표준화도 함께 진행되고 있음 - 경찰청은 “IoT 기반 교통안전시설 정보제공 및 운영관리 기술 개발”과제 (2019년~2021년)에서 IoT 기반 교통안전시설(안전표지, 노면표시, 신호기) 정보를 실시간으로 제공하고 관리하는 기술을 개발 중임 • 초저지연 고신뢰 차량-인프라 협력 상황인지 공유 기술 동향 <ul style="list-style-type: none"> - IEEE 802.11p/WAVE와 3GPP LTE C-V2X가 개발 및 상용화 되어 100ms의 전송 지연과 90%의 신뢰도를 갖는 브로드캐스팅 모드를 제공하고 있으나, 자율주행 서비스에서 필요한 전송 지연과 신뢰도 성능에 미치지 못하고 있음 - 3GPP Rel.16에서 자율주행에서 요구되는 초저지연 고신뢰 통신을 위해 NR(New Radio) C-V2X의 파형 및 채널 구조 등 기본적인 프레임워크를 표준화하였으며(2020년), 원격주행(remote driving), 자율주행 차량간 센서 데이터 공유, 자율주행 차량간 머뉴버 공유 서비스 제공을 목표로 99.999% 신뢰도와 1 ms 전송 지연을 성능 목표로 하고 있음 - 센싱 정보 수집, 처리, 상황인지 정보 공유의 전 단계에 걸친 종단간 전송 지연 및 신뢰도를 요구 수준 QoS를 만족하기 위한 통합적 기술 개발은 이루어지지 않고 있음 - 채널 혼잡도에 따라 V2X 통신의 메시지 전송 주기를 조절하는 분산혼잡제어 기술이 개발되어 IEEE 802.11p/WAVE에 표준화 되었으며, 3GPP LTE C-V2X는 해당 기술을 개발 중임. 다양한 교통 혼잡상황에 대응하여 자율주행의 다양한 QoS를 만족시킬 수 있는 DCC 기술 개발은 이루어지지 않고 있음 • 스마트 도로 플랫폼 기술 개발 동향 <ul style="list-style-type: none"> - 미국 텍사스 오스틴대 WNCG(Wireless Networking and Communications Group)이 추진하고 있는 SAVES(Situation-Aware Vehicular Engineering Systems) 이니셔티브는 센서 데이터 융합, 안전 및 트래픽 관리와 데이터의 관련성 도출, 기지국 및 클라우드 기반 인프라에 대한 센서 데이터 전송을 위한 광대역 통신 등 차량 자체 인지 능력의 한계를 극복하는 연구를 수행 중임 - 플랫폼으로써의 스마트 도로 인프라에 대한 수요가 있지만, 국내외적으로 다양한 센서 및 검지장치를 이용한 도로의 지능화와 이를 기반으로 하는 협력형 자율주행차 운행지원을 위한 스마트 도로 인프라 통합 플랫폼과 시스템 개발은 아직 초기 단계에 있음
연구내용 (Spec. 포함)	<ul style="list-style-type: none"> • 초 저전력 무선 센서 네트워크 기반 도로상황 데이터 수집 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 도로 전파환경 분석 및 안테나 최적화 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> ; 도로면 위, 도로변, 교통관리 시설물 등 다양한 도로 환경에 대한 전파환경 분석 ; 고신뢰 센서 네트워크 운용을 위한 도로환경 최적화 소형 안테나 및 고감도 안테나 기술 개발 - 도로상황 적합형 저전력 무선센서 네트워크 전송 및 접속 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> ; 도로환경 적합형 무선 센서네트워크 구조 연구 및 무선 자원 운용 기술 개발 ; 도로환경 적합형 저전력 센서네트워크 전송방식 및 무선 제어 기술 개발 ; 센서노드 접속·데이터 처리·운용을 위한 보안기술 개발 ; 센서 네트워크와 V2X 인프라 통신망 간의 상호 연동 기술 개발 - 분산형 도로교통 인프라의 무선센서 네트워크 자율 접속 및 관리 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> ; 이동형 도로 관리 시설물(임시 도로 표지판, 공사 시설물 등)의 센서네트워크 자율 접속 및 도로교통 정보 수집 기술 개발 ; 도로결빙 및 원거리 도로 시설물 상태 관리 및 운용을 위한 저전력 또는 에너지 하베스팅 기술 개발 - 센서 정보 저지연 전송 지원을 위한 데이터 수집 및 전송 처리 지능화 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> ; 다양한 센서정보의 센서네트워크 단계 융복합화 및 상황인지 기술 개발 ; 센서정보 우선순위(센싱주기, 데이터량 등) 기반 데이터 전송 및 처리 기술 개발



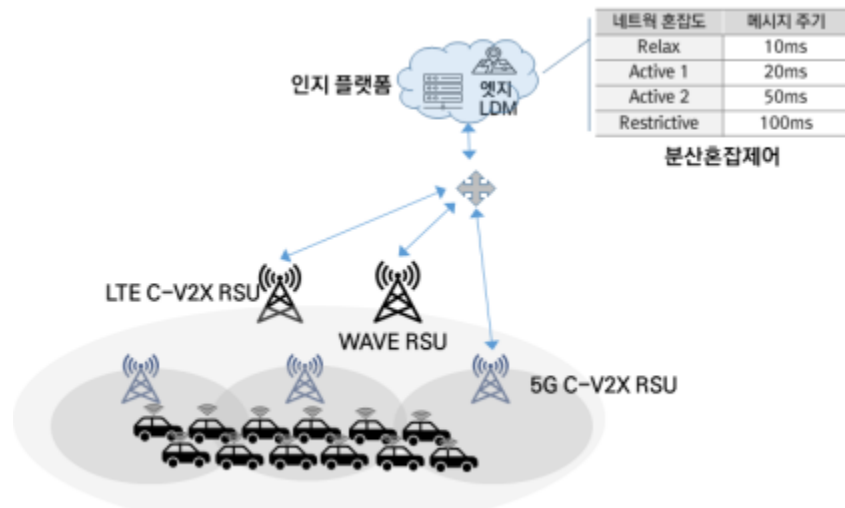
〈그림〉 초 저전력 무선 센서 네트워크 기반 도로상황 데이터 수집 개념도

- 개방형 초저지연 고신뢰 도로상황 인지플랫폼 기술 개발
 - 자율주행자동차 운행과 관련하여 다양한 환경과 조건 등을 고려한 시나리오 개발과 이를 기반으로한 시스템 설계의 적합성과 유효성 검증(Verification)
 - : SILS(Software In the Loop Simulation) 및 HILS(Hardware In the Loop Simulation)을 구축하고, 이를 통한 시스템 설계의 적합성과 유효성을 검증
 - 클라우드와 연계하여, 현장 무선 센서 네트워크 및 인프라 검지기에 의해 센싱된 데이터에 대한 실시간 수집 및 융복합 분석을 수행하는 개방형 플랫폼 기술 개발
 - : 무선 센서 네트워크 및 인프라 검지기에서 수집되는 이종의 데이터를 수집 및 융복합하는 엣지 개방형 플랫폼 기술 개발
 - : 다수의 RSU 및 클라우드 LDM 서버와 연계하여, 현장 인프라 검지기 및 무선 센서 네트워크의 센싱 데이터에 대한 실시간으로 상황인지 분석 기술 개발
 - : 향후 새로운 이종의 검지 장치 및 센서 추가 등을 고려한 상황 인지 알고리즘이 쉽게 플랫폼에 통합되도록 지원하는 기술 개발
 - : 검지 장치 및 무선 센서 네트워크에 대한 추상화 및 Open API 제공을 통한 장치 및 네트워크 추가 삭제, 유지보수를 용이하게 하는 기술 개발
 - : 연합 심층 학습 기술에 기반하여 실시간 인지된 상황을 “자율주행 인프라 가이드스”에 연계 및 최적 매핑하고, 이를 통해 자율주행자동차 등을 대상으로 사고 회피 및 원활한 통행이 가능하도록 현장을 제어하는 기술 개발



〈그림〉 RSU-Cloud 협력 엣지 LDM 관리 및 상황인지 개념도

- 인지정보를 우선 순위와 한계 시간 내에 처리를 수행하고 V2X 통신을 통해 초저지연 고신뢰 전송하는 기술 개발
 - : 인지정보에 대한 하드 실시간(hard realtime) 처리를 수행할 수 있도록 인지 정보의 우선순위와 한계 처리시간(Deadline)을 부여하는 기술 개발
 - : 추출한 인지정보의 우선순위와 한계시간을 고려하여 V2X 통신의 전송 지연 및 신뢰도를 요구 수준 QoS으로 달성하기 위한 기술 개발
 - : 다양한 교통 혼잡상황에 대응하여 자율주행 지원 서비스의 다양한 QoS을 만족시킬 수 있는 분산혼잡제어 기술 개발



〈그림〉 인프라-차량 간 초저지연 고신뢰 인지 정보 공유 기술 개념도

- 인프라-차량 협력 도로 상황 인지 고도화 위한 센서-통신-컴퓨팅 통합 노변 인프라 시스템 개발 및 현장 평가
 - 도로상황 인지 센서-통신-컴퓨팅 통합 노변 인프라 시스템 시제품 제작
 - : 인프라-차량 협력의 도로 상황인지가 필요한 도로교통 시나리오 기반 시스템 요구 사항(환경조건, RAMS 등) 분석
 - : 각 단위 장치(수집-가공-공유) 기술의 시스템 통합(System Integration) 설계 및 시제품 제작
 - : 수요를 고려한 시제품 제작

- 도로 상황인지 노변 시스템 설계 검증(Verification)과 안전무결성수준(SIL; Safety Integrity Level) 인증
 - : 자율주행 차량 단독의 인지 및 판단 능력 한계로 인해 발생할 수 있는 위험도(Risk) 분석을 통한 시스템 운용 시나리오 개발 및 국제표준기반 SIL2 인증
- 도로 상황인지 노변 시스템의 현장 실증
 - : 테스트 베드(교차로, 고속도로 IC 및 JTC)에 도로 상황인지 노변 시스템(무선 센서 네트워크, V2X 통신 네트워크, 인지플랫폼 등)을 구축하고, 인프라-차량간 협력 상황인지에 대한 안전성과 신뢰성, 초저지연성 평가를 현장에서 수행

성과항목		단위	세계최고수준 (보유국, 기업)	현재 국내 최고수준	개발 목표치	평가방법	가중치 (%)
센서-통신-컴퓨팅 통합 노변 인프라 시스템	E2E (End-to-End) 지연	ms	-	-	100	기술수준	40
	인지 정확도	%	-	-	99%		
무선센서 네트워크	최대 전송 거리	km	2(미국, Semtech)	1	2	기술수준, 특히	15
	통신 성공률	%	99(미국, Semtech)	95	99		
V2X 통신네트워크	V2X 전송 거리 (PDR ≥ 95%)	m	65 (미국, Qualcomm)	110	150	기술수준, 특히	15
	IPG (95% 이상 패킷)	ms	730 (미국, Qualcomm)	660	100		
센서-통신-컴퓨팅 통합 노변 인프라 시스템		식	-	-	1	SIL2 인증	15
엣지 개방형 인지 플랫폼 규격		건	-	-	1	국제표준제안	15
계							100%

- 성과항목 별 평가방법
 - E2E 지연 : 이벤트 발생 - 센싱 - 상황 인지 - 공유의 전 단계에서 소요되는 시간을 측정
 - 인지 정확도 : 자율주행 차량 가이던스가 필요한 상황을 유효한 시간 안에 인지하는지를 측정. 대표적인 도로형태 및 상황(도심 교차로, 고속도로, 스쿨존 등)상황인지 정확도를 시뮬레이션을 통해 측정
 - 무선센서 네트워크 최대 전송 거리 : IoT통신 기반 도로인프라 시설물과 IoT게이트웨이간 무선 전송 거리 측정(@+20dBm, 도로환경, 안테나 높이 5m)
 - 무선센서 네트워크 통신 성공률 : 무선센서 네트워크 프로토콜 기준 도로현장에서 도로인프라 IoT단말과 IoT게이트웨이간의 데이터 수신 성공률 측정
 - 통신 네트워크 V2X 전송거리 : 2km내에 1,000대의 V2X 단말이 분포하는 밀집도에서 PDR(Packet Delivery Ratio) 95% 이상을 만족시키는 전송거리를 시뮬레이션을 통해 측정
 - 통신 네트워크 IPG(Inter Packet Gap) : 2km내에 1,000대의 V2X 단말이 분포하는 밀집도에서 전체 패킷의 95% 이상이 만족하는 수신 성공된 패킷 간 시간을 시뮬레이션을 통해 측정

- 최종성과물
 - 도로상황 데이터 수집 센서 네트워크(도로인프라용 IoT통신단말, IoT게이트웨이, 고감도 안테나)
 - RSU-클라우드를 연계한 실시간 상황인지 LDM 그래프 플랫폼 SW
 - 다양한 혼잡도에 대응하는 V2X 분산혼잡제어 알고리즘 SW
 - 도로 상황인지 노변 시스템에 대한 SILS 및 HILS 각 1식
 - 도로상황 인지 센서-통신-컴퓨팅 통합 노변 인프라 시스템 시제품

- 활용 방안
 - 자율주행 차량 단독의 인지 및 판단 능력 한계로 인해 발생할 수 있는 위험 상황(공사구간, 교통사고 처리)과 회전교차로/무신호 교차로에서 고도의 상황인지를 바탕으로 인프라 가이던스를 제공 할 수 있는 이동식/고정식 노변 시스템으로 활용

	<ul style="list-style-type: none"> - 자율주행 차량 확산 보급을 위한 지능형 인프라 구축에 적용 • 기대 효과 - 인프라-차량 협력 도로 상황 인지 및 인프라 가이드선 제공 노변 시스템의 상용화 - 스마트 도로를 위한 플랫폼 시장의 선점을 통해 큰 폭으로 증가가 예상되는 자율주행차 지원을 위한 스마트 도로 인프라 시장의 선점 - 지능형 인프라 구축을 통한 Lv.4 자율주행 차량의 운행가능 영역(ODD)의 확대에 기여 																														
기술로드맵	<table border="1"> <thead> <tr> <th>'21년</th> <th>'22년</th> <th>'23년</th> <th>'24년</th> <th>'25년</th> <th>'26년</th> <th>'27년</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">요구사항 분석 및 정의</td> <td colspan="2">요소 기술 개발</td> <td colspan="2">단위 시스템 상세설계, 개발, 최적화</td> <td colspan="2">통합 시스템 SILS와 HILS 개발 및 평가</td> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> <td colspan="2">통합 시스템 구축 및 테스트베드 평가</td> <td colspan="2"></td> </tr> </tbody> </table>								'21년	'22년	'23년	'24년	'25년	'26년	'27년	요구사항 분석 및 정의		요소 기술 개발		단위 시스템 상세설계, 개발, 최적화		통합 시스템 SILS와 HILS 개발 및 평가						통합 시스템 구축 및 테스트베드 평가			
'21년	'22년	'23년	'24년	'25년	'26년	'27년																									
요구사항 분석 및 정의		요소 기술 개발		단위 시스템 상세설계, 개발, 최적화		통합 시스템 SILS와 HILS 개발 및 평가																									
				통합 시스템 구축 및 테스트베드 평가																											
타 연구과제 연계·협력 및 성과연계도	<ul style="list-style-type: none"> • AI 기반 다중 통신기술 네트워크 로드 밸런싱 기술 개발 • 자율주행을 위한 광역(Cloud), 지역(Edge), Car 지능 분산공유 기술 개발 • 클라우드 소싱 기반의 디지털 도로·교통 인프라 융합 플랫폼 기술 개발 • 인프라 가이드선을 통한 자율차 실도로 주행 지원기술 개발 • 자율차-일반차 혼재상황 대비 AI기반 자가진화형 교통운영 최적화 기술 개발 																														
기타																															
연구기간	(57) 개월																														
정부출연금(억 원) 및 소요인력(명)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	7차년도	합 계																							
	10	20	25	30	5			90																							

자율주행 기술개발 혁신사업 보완기획서

중점분야	자율주행 Lv.4 대응 도로인프라 기술
세부과제명	자율협력주행을 위한 미래도로 설계 및 실증 기술 개발
연구목표	<ul style="list-style-type: none"> • (도로고도화 설계기술 및 기준 개발) 자율주행차량과 도로 시스템의 Connectivity 확보와 자율주행의 안전성 및 효율성 향상을 위한 자율협력주행 도로시스템의 계획, 설계, 설치 및 운영을 위한 세부 기술사양 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 자율협력주행 도로의 기반 시스템 요소기술 및 요구사항 정의 - 안전한 자율협력주행을 위한 도로 고도화 설계기술 및 시스템 세부 기술사양 개발 - 자율협력주행 도로시스템 설치기준(안) 제정 및 제도화 • (미래도로 실증 및 안전성 평가 기술개발) 실도로 기반 기술사양, 설치기준 실증 및 서비스 지원 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 도로교통상황을 고려한 자율주행 전용차로(도로) 등 설치 기준 및 기술 개발 - 도로 고도화 설계기술 실증 및 안전성 평가기술 개발 - 자율협력주행 차로(도로) 실 구축을 통한 기술사양 적정성 평가기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> *자율협력주행 미래도로 설계 및 실증 기술은 테스트베드, 리빙랩 등에서 검증
연구개발 필요성	<p>(도로고도화 설계기술 및 기준 개발)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 자율주행을 대비한 자율협력주행 도로시스템 도입을 위한 세부 기준 부재 <ul style="list-style-type: none"> - 자율차법*에서 정의하고 있는 “자율주행협력시스템” 구축을 위한 세부 구성요소 및 도입·설치·운영을 위한 세부 기술사양에 대한 연구개발 부족 <ul style="list-style-type: none"> *자율주행자동차 상용화 촉진 및 지원에 관한 법률(‘19.4.30) *자율주행협력시스템(법 제2조) : 「도로교통법」 제2조 제15호에 따른 신호기, 같은 조 제16호에 따른 안전표지, 「국가통합교통체계효율화법」 제2조 제4호에 따른 교통시설 등을 활용하여 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 자율주행기능을 지원·보완하여 효율성과 안전성을 향상시키는 「국가통합교통체계효율화법」 제2조 제16호에 따른 지능형교통체계를 말한다. - 자율협력주행 도로시스템의 세부 구성요소 (물리, 디지털 인프라 등)에 대한 단편적, 산발적 연구개발로 인하여 여러 요소기술들이 종합적으로 구축되어 유기적으로 운영되어야 하는 도로시스템의 기능발휘 개선 필요 - 자율주행시대를 대비하기 위한 도로 인프라 구축 관점에서 필요한 기본적인 요소기술과 이에 대한 요구사항 및 세부 기술사양 개발 필요 • 자율주행차량 대응 도로 고도화를 위한 설계기술 부재 <ul style="list-style-type: none"> - 기존 도로 설계는 일반차량과 운전자 인지반응 특성이 반영된 기준들을 적용한 것으로, 자율주행 Lv.4 환경에서는 도로의 핵심 설계요소에 대한 근본적 검토가 필요하나(예, 운전자와 Lv.4 자율주행차량의 인지반응 속도를 반영한 도로종단곡선 최소길이 개선 등) 국내외 기반기술 연구는 매우 부족 - 또한 기존 연구는 주로 자율주행차량의 운행안전성만을 고려한 반면, 자율주행차량 운전자(탑승자)의 심리적 안전성을 충분히 반영하지 못하는 한계 - 기존 설계방식에 따른 정형화된 도로구조(예, 차선 폭, 차선 수, 연석, 차선 Marking, 횡단보도 등)와 운영방식(신호기반 도로, 도로 교차방식 등)으로는 당초 자율주행차량의 통행으로 기대했던 효율성 극대화에 한계가 있으며, 자율주행 특성이 충분히 고려된 도로 구조 설계 및 운영 기술 개발 필요 • 자율협력주행을 위한 도로시스템 구축을 위한 설치기준 제도화 및 기술지원 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 자율주행 시대를 대비한 도로 시스템의 구축을 위한 구체적인 설치기준의 제도화를 통한 도로 인프라의 첨단화, 지능화, 디지털화 시급 - 국가 차원에서의 자율협력주행 도로시스템 구축을 위해서는 통일되고 조화로운 설치기준이 필요하며 이를 위한 설치기준 제도화의 필요성이 높음 - 또한, 자율협력주행 도로시스템 설계, 구축 및 운영 담당기관의 시설기준 등에 대한 이해, 설명자료 및 유지관리 관련 기술지원 필요 <p>(미래도로 실증 및 안전성 평가 기술개발)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 실도로 기반 기술사양, 설치기준에 대한 실증기술 개발 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 자율주행 Lv.4 대응 일부 이론적 연구가 진행되었으나 실도로 검증사례가 부족하고, 또한 도로 핵심 설계요소도 경험식(Empirical Study)에 의해 결정되기 때문에 실도로 기반 시험 및 평가 기술 개발은 핵심적 요소임 - 현재 자율협력주행 도로시스템의 여러 구성 요소중 일부의 시설에 대한 연구개발이 진행되었으나, 이를

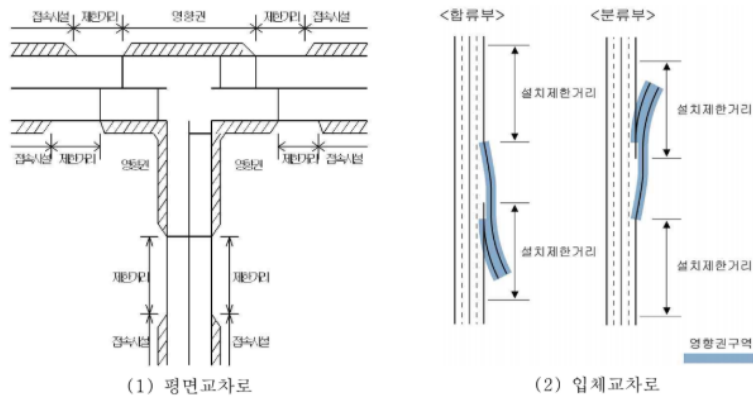
종합적으로 연계시켜 검증할 수 있는 실도로 검증사례가 부족

- 또한 자율주행 지원을 위한 도로 인프라의 핵심 설계요소도 일정 구역(구간) 대상으로 단편적으로 개발되거나 구현되어 실도로 주행환경에서의 시험 및 평가 기술 개발 필요
- 자율협력주행 도로시스템은 다수의 이해관계자와 서로 상이한 베이스를 갖는 기술들이 종합적으로 구현되는 시스템으로 시스템간 호환성과 seamless한 연계를 위한 검증과 실증 필요
- 자율주행차량 대응 도로 안전성 평가기술 개발 필요
 - 자율주행 Lv.4는 연속류인 주요 간선도로 고속주행, 단속류인 도시부 도로 주행을 위해 충분한 안정성을 확보할 필요가 있으며 이는 차량장치(센서, LDM 등)만으로는 고유의 한계 존재
 - 자율주행 차량의 안전한 도로주행을 위해서는 다양한 도로환경에서 안전성을 확보할 필요가 있으며 따라서 도로 고도화 설계에 대한 적정기준에 의한 안정성 평가가 요구됨
 - 특히 미래 자율주행시대에 대형 화물차량 군집주행이 증가할 것으로 기대되는데 이는 교량의 하중설계, 도로 곡선 반경, 회전교차로(Roundabout) 반경 등 핵심 설계요소에 대한 안전성을 확보하는 고도화가 필수적 사항임

(도로설계 및 기준 관련)

- 도로용량편람(국토교통부, 2013)
 - 도로 위계별, 구성요소에 따른 시설별 용량 분석 기법과 서비스 수준 평가 기술 마련
 - 통행속도, 통행시간, 통행 자유도, 안락감, 안전도 등 도로 운행상태를 설명하는 서비스 수준은 현재 단계에서 A-F까지 6등급으로 구분되고 있음
 - 도로설계의 기반이 되는 설계시간교통량 및 계수(K), 중방향 계수(D) 등이 제시되어 있음 (도시, 지방, 관광지역으로 구분되어 있으나 자율주행차의 실도로에 대한 계수값 부재)
- 도로설계기준 (국토교통부, 2016)
 - 도로구조에 관한 설계기준이 구축되었으며, 횡단면(차도, 차로, 중앙분리대, 길어깨, 주정차대, 자전거도로, 횡단경사, 측도 등)과 선형설계(시거, 편경사, 종단선형), 평면교차로(기하구조, 설치간격, 연결부분, 안전시설, 회전교차로), 입체교차로에 관한 제반적 사항을 포함
 - 자율주행차량 운행 실도로의 경우 변속차로의 길이 및 설치 제한거리 등이 줄어들 것으로 판단되나 안전성 확보를 위한 도로설계 지침에 명시될 수 있는 기준값 산출에 대한 연구 부재

기술동향



〈그림〉 교차로 주변의 영향권 및 설치 제한거리 예시도

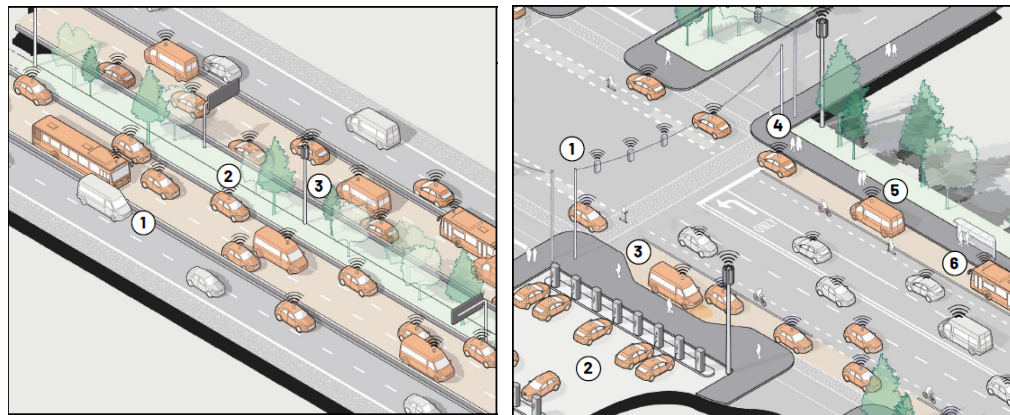
(실도로 기반 기술 관련)

- 미국 Canvue 프로젝트
 - 미시간 남동부 전역의 교통을 개선하고 스마트 인프라 및 미래 모빌리티 분야 리더십 확보를 목표로 기존 차로를 CAV 전용 또는 새로운 CAV 차로를 추가하여 고속도로 또는 처리량이 많은 대로(주간선)를 개선하는 프로젝트
 - Alphabet이 투자한 Sidewalk Infrastructure Partners가 설립한 Canvue를 주 사업자로 Ford, GM, Argo AI, Arrival, BMW, Honda, Toyota, TuSimple, Waymo, 미시간 대, UMTRI, M-city 등이 자문위원회로 참여
 - 프로젝트 대상구간은 디트로이트 다운타운과 앤아버 및 이를 연결하는 I-94, 275도로 40마일 이며 추진일정은 다음과 같음
 - 6개월(초기 테스트) ⇒ 18개월(종합 테스트) ⇒ 24개월(시제품) ⇒ 36개월(시범사업) ⇒ 36개월 이후(전체)

도입 및 다양한 지역 적용)



<그림> Cavvue 프로젝트 사업 대상구간, 미국 디트로이트



Highway

Boulevard (Principal Arterials)

<그림> 자율차 전용차로 구축 개념도, Cavvue 프로젝트

- EU 프로젝트 (MANTRA)
 - MANTRA : 공공도로에 Connected and Automated mobility의 도입시 인프라에 대해 예상되는 영향을 검토하고 안전한 자율주행 도입을 담보할 수 있는 ODD 제공의 필요성에 대한 요구에 대한 검토 시행
 - 물리 및 디지털 인프라의 상호의존성이 CAV의 장래에 더욱 뚜렷해질 것으로 판단하고 예를 들어 노면표시 및 교통표지의 경우 자동화 차량은 물리적인 표시와 표지뿐만 아니라 디지털 지도를 통한 디지털 트윈의 "Hybrid"를 통해 편익을 향상 시킬 수 있으며,
 - 적절한 물리적 인프라없이 고도로 개발된 디지털 인프라는 수동조작 도는 자율차량 모두의 이동성에 필요한 요구를 충족시킬 수 없으므로 물리 인프라 설치에 대한 투자는 디지털화에 대한 잠재성을 고려하고 다양한 수준의 자동화 기능을 탑재한 장래 차량의 요구사항을 고려하여야한다고 결론내며 합니다. 도로기관이 cooperative connected automated mobility (CCAM) 형태의 도입을 지원하기 위한 도로 인프라 개선 (주로 포장, 교량, 구조물 등에 대한 권장사항을 개발함

Table 47. Recommendations for new roads planning & building

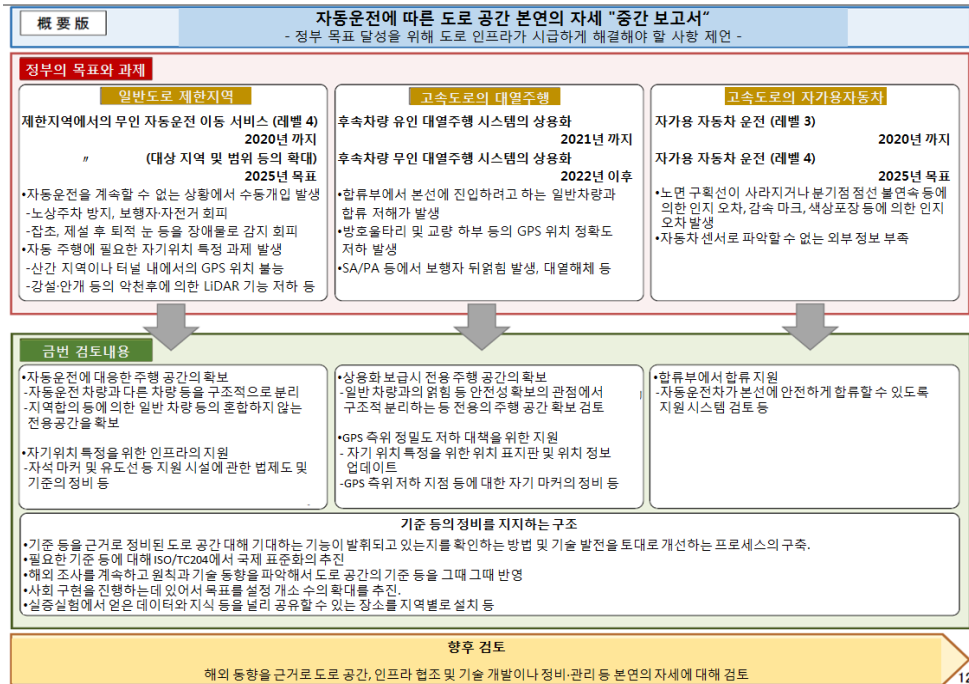
Action	2021-25	2026-30	2031-40
Road categorization ISAD levels also for digital and physical infrastructure	Further specification and official introduction of ISAD levels for digital and physical infrastructure	Consideration of vehicle sensor evolution in further development of infrastructure specifications. Annual review of new roads design guidelines	Consideration of vehicle sensor evolution in further development of infrastructure specifications. Annual review of new roads design guidelines
Provision of digital twin and digital data of new road	BIM approach and data structure to be clearly defined and applied already in planning of all new roads planning	Use	Use

〈그림〉 자율주행 도입에 따른 도로설계, 건설 권고사항, MANATRA

(관련 기준 및 제도 관련)

• 일본 - 도로법 개정(안)

- 일본 “자율주행에 따른 도로 공간에 관한 검토회”에서는 자율주행 도입에 따른 도로공간의 변화에 대한 중간보고서(‘19.11)에서 도로 관리자가 정비된 도로 공간에 대해 기대하는 기능과 성능이 발휘되고 있는지를 확인하는 구조를 구축할 필요가 있으며 특히 자율주행 기술은 나날이 발전하고 있어 필요에 따라 개선해 나가는 과정의 구축이 필요하다고 제언하면서 해외 조사를 계속하고 원칙과 기술 동향을 파악하면서 도로 공간의 기준 등에 반영시키는 것이 중요하며, 관련 기관과의 연계 및 정보 공유도 함께 진행하는 것이 중요하다고 제시
- 이러한 권고에 따라 일본 정부는 안전하고 원활한 교통의 확보 및 도로의 효과적인 이용의 추진을 도모하기 위해,令和 2년(2020년) 2월 4일 「도로법 등의 일부를 개정하는 법률안」을 내각에서 중의원에 제출하였는데 이중 자율주행 지원을 위한 일부 도로 보조시설의 설치와 관련된 내용을 포함하고 있음.



〈그림〉 자율주행에 따른 도로기준 정비 등의 방향, 자율주행에 따른 도로 공간에 관한 검토회, 일본

国土交通省 Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism Press Release 令和2年2月4日 道路局 路政課

「道路法等の一部を改正する法律案」を閣議決定

大型車両の通行に係る手続の合理化、特定車両停留施設及び自動運行補助施設の道路の附属への追加、歩行者利用促進道路の指定制度の創設等の措置を講ずるとともに、種別化する自然災害への対応を強化するため、地方公共団体が管理する道路の災害復旧等の国土交通大臣による権限代行制度の拡充の措置を講ずる「道路法等の一部を改正する法律案」が、本日、閣議決定されました。

1 概要

近年の大型車両による物流需要の増大に伴い、特殊車両の通行許可手続の長期化など事業者負担が大きいとされており、通行手続の合理化への対応が課題となっています。また、ラストマイル等新たな交通結節点づくりの推進、地域を豊かにする歩行者中心の道路空間の構築、自動運転による移動サービスへの対応などによる道路の効率的な利用を推進する必要があるほか、震災、傾斜化する自然災害時に、道路の迅速な災害復旧等を期し、道路の安全性の向上を図ることが急務となっております。

2 概要

(1) 物流生産性の向上のための特殊車両の新たな通行制度の創設

特殊車両のうち国土交通大臣による登録を受けたものを通行させようとする者は、国土交通大臣による確認を求め、回答を受けた通行経路に従って通行する場合、許可を受けることなく通行できること等を規定

(2) 民間と連携した新たな交通結節点づくりの推進

交通量の緩和や物流の円滑化のため、バス、タクシー、トラック等の事業者専用の停留施設を道路附属物として位置付けること、当該施設の運営についてはコンセッション（公共施設等運営権）制度を活用することができること等を規定

(3) 地域を豊かにする歩行者中心の道路空間の構築

賑わいのある道路空間を構築するための道路を歩行者利用促進道路として指定し、当該道路では、歩行者が安心・快適に通行・滞留できる空間の構築を可能とすること、無電柱化に対する国土地方公共団体による無利子貸付けを可能とすること等を規定

(4) 自動運転を補助する施設の道路空間への整備

自動運転車の運行を補助する施設を道路附属物、古用物件として位置付けること、当該施設の整備に対する国土地方公共団体による無利子貸付けを可能とすること等を規定

(5) 国土による地方管理道路の災害復旧等を代行できる制度の拡充

災害が発生した場合において、地方公共団体からの要請に基づき、国土交通大臣が道路管理・災害復旧を代行できる道路の効果を拡大すること等を規定

国土交通省代表者番号 03-5253-8111
国土交通省 道路局路政課 小宮、岸本、河野、川倉、吉岡 内線37-333、37-334
直通番号 03-5253-8480 F A X 03-5253-1616

● 道路法等の一部を改正する法律案 <予算関連法律案>

前段・必要性

- 大型車による物流需要の増大に伴い、特殊車両の通行許可手続の長期化など事業者負担が増大し、生産性が低下 (運輸効率の低下) となること。⇒ 歩行者中心の道路空間を確保する必要がある
- 主要駅周辺にバス停留所等が分散し、安全かつ円滑な交通の確保に支障
- バイパスの整備等による自動車交通が減少する道路が生じる一方、コンパクトシティの進展等により歩行者交通量が増加する道路を生じており、歩行者を中心とした道路空間の構築が必要
- 2020年を目途として以上の自動運転の実用化に向け、車間だけでなくインフラとしての道路からも積極的に支援する必要
- 災害発生時における道路の迅速な災害復旧等が必要 ⇒ 安全かつ円滑な交通の確保と道路の効率的な利用を推進する必要

1. 物流生産性の向上のための特殊車両の新たな通行制度の創設 (道路法、道路特例法)

- デジタル化の推進により、登録を受けた特殊車両が即時に通行できる制度を創設
- 事業者は、あらかじめ、特殊車両を国土交通大臣に登録
- 事業者は、登録時、停留施設を兼ねて利用して通行可能な経路を確保
- 国土交通大臣は、ETC2.0を通じて実際に通行した経路等を把握
- 国土交通大臣は、登録の事務を一定の条件を業主が申請人に行わせることができる

2. 民間と連携した新たな交通結節点づくりの推進 (道路法、道路特例法)

- 交通量の緩和や物流の円滑化のため、バス、タクシー、トラック等の事業者専用の停留施設を道路附属物として位置付け (特殊事業用停留施設)
- 施設の運営についてはコンセッション (公共施設等運営権) 制度の活用を可能とする
- 事業者 (民間事業者) は、利用料金を徴収することが可能
- 協議の成立をもって占用許可とみなす

3. 地域を豊かにする歩行者中心の道路空間の構築 (道路法、新特例法)

- 賑わいのある道路空間を構築するための道路の指定制度を創設 (歩行者利用促進道路)
- 指定道路では、歩行者が安心・快適に通行・滞留できる空間を整備
- 新たな道路構造基準を適用
- 指定道路の特別整備では、
 - ・ 購買施設や広告塔等の利用の基準を緩和
 - ・ 公園や広場として長年使用可能な活用が可能
 - ・ 無電柱化に対する国土地方公共団体による無利子貸付け (※予算関連)

4. 自動運転を補助する施設の道路空間への整備 (道路法、道路特例法、新特例法)

- 自動運転車の運行を補助する施設 (電気カー等専用道路) を道路附属物として位置付け (民間事業者の場合は占用物件とする)
- 電気カー等専用道路の整備に対する国土地方公共団体による無利子貸付け (※予算関連)

5. 国土による地方管理道路の災害復旧等を代行できる制度の拡充 (道路法、道路特例法)

- 国土交通大臣が地方管理道路の道路管理・災害復旧を代行できる制度を拡充

【特例・留意】安全かつ円滑な交通の確保と道路の効率的な利用のため

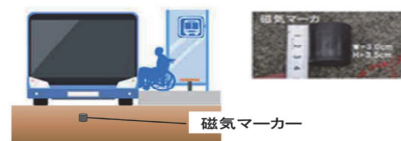
- 特殊車両の通行に係る手続の簡便化 (2020年12月1日までに国土交通大臣の登録) による歩行者中心の道路空間の確保
- 歩行者中心の道路空間の確保 (2020年12月1日までに国土交通大臣の登録) による歩行者中心の道路空間の確保
- 歩行者中心の道路空間の確保 (2020年12月1日までに国土交通大臣の登録) による歩行者中心の道路空間の確保

〈그림〉 도로법 개정(안) 설명자료, 일본 국토교통성

- 자율주행 보조시설의 설치 : 2020년을 목표로 레벨 3 이상 자율주행 레벨 4의 실용화를 위해 현재까지 실증사업 등이 각지에서 행해지고 있지만, 이들 실시 결과에서 터널·산간지역 등에서의 GPS 위치 정확도 저하, 강설·안개 등의 기상 변화에 따른 차량 센서의 성능 저하 등으로 인한 자차 측위에 관한 과제가 분명해지고 있으며, 도로 측에서도 유도선이나 자석 마커 등을 통한 자차 측위에 관한 운영 보조의 필요성이 높아지고 있음
- 본 법률안은 전자·자기적 방법 등에 의해 자율주행 장비를 갖춘 자동차의 자율주행을 보조하기 위한 시설 등을 "자율주행 보조시설 (自動運行補助施)"로 규정하고 도로 부속물에 동 시설을 도로 관리자는 물론에 민간 사업자가 동 시설의 정비를 염두하고 동 시설의 점용을 규정하고, 무여지성 기준의 적용 제외를 하고 있음



▲電磁誘導線による自車位置特定による運行の補助



▲磁気マーカーによる自車位置特定による運行の補助



▲位置情報表示施設による自己位置補正の補助



▲車両センサーの届かない箇所における道路状況把握の補助

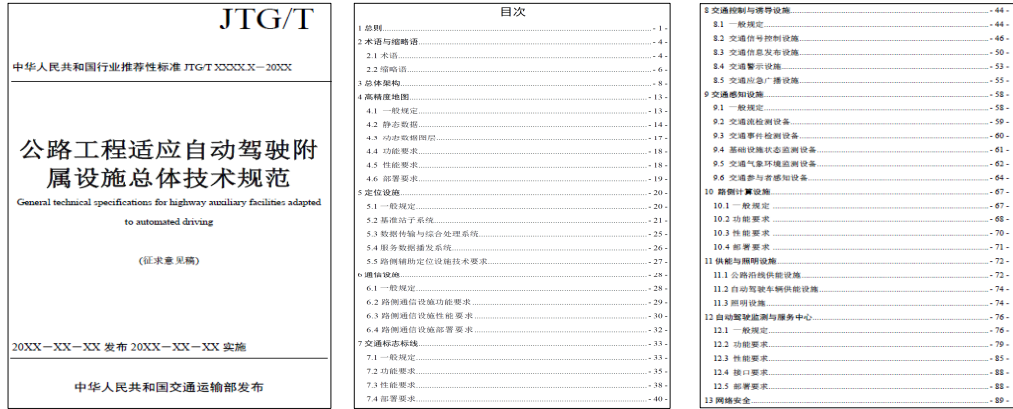
(出所) 国土交通省資料

〈그림〉 자율주행 보조시설 이미지, 일본 국토교통성

- 중국 - "고속도로 자율주행 보조시설 기술사양(안)" 공고
 - 중국 정부의 베이징 남서쪽 승안신구(Xiongan New Area) 신도시와 베이징을 잇는 100km 고속도로에 자율주행차 전용차로 설치 계획에 따라, 자율주행 지원을 위한 도로시스템의 기술사양을 개발하고 '20.4월 기술사양(안)을 공고하고 의견수렴을 거쳐 '20년 연말 최종 기술사양을 공고할 예정으로 진행중에 있음
 - 중국 교통부는 교통부 문서 2019년 No.427 "2019년 고속도로 엔지니어링 산업표준 수정 프로젝트 계획 발행에 관한 교통부 통지"에 따라 교통부 고속도로 교통과학연구소 주관으로 "고속도로 공학을 위한 자율주행 보조시설에 대한 일반 기술사양"의 공식화 작업을 시작
 - 이 규격을 준비하는 동안 연구팀은 중국에서 건설계획 또는 건설중인 고속도로 프로젝트의 보조시설에 대한 심층적인 기술조사를 수행하고, 국내·외 자율주행 기술 관련 정보를 분석하고, 국내 자율주행 시험도로 및 시범도로 조사 실시
 - 고속도로 보조시설의 건설 및 운영관리 경험과 교훈은 외국 선진국의 관련 표준과 첨단기술을 참조하여 고속도로에서 부분 또는 완전 자율주행차를 더 잘 지원하고 고속도로 보조시설의 계획 및 건설을 안내하기

위해 기술사양을 준비

- 이 사양은 13개의 장과 3개의 부록으로 구성되어 있으며 자율주행 보조시설에 적용하기 위해 고속도로 공학의 전체 기술 요구사항을 규정하고 있음. 일반규칙, 용어 및 약어, 전체 아키텍처, 정밀도로지도, 측위시설, 통신시설, 교통표지, 교통 통제 및 안내시설, 교통 금지시설, 엠티 컴퓨팅 시설, 전력공급 및 조명시설, 자율주행 모니터링 및 서비스 센터, 네트워크 보안 등을 포함하여 자율주행 보조시설에 적용하기 위한 고속도로 엔지니어링에 대한 전반적인 기술 요구사항을 포괄

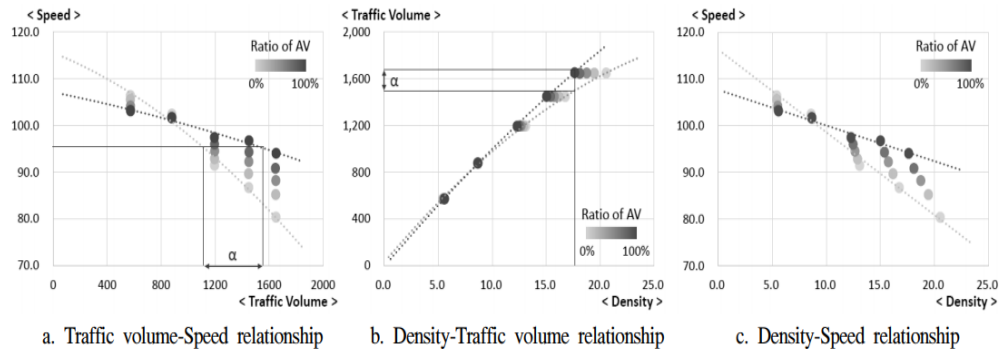


<그림> 고속도로 자율주행 보조시설 기술사양(안)

(도로고도화 설계기술 및 기준 개발)

- 자율주행 대응 도로 고도화를 위한 핵심 설계요소 기반기술 개발
 - Lv.4 대응 교통류 이론 정립 및 영향 분석 모델 개발
 - 도로의 핵심 설계요소 재정립을 위한 이론적 체계 및 모형 정립
 - 자율주행 자율주행차량 확대에 따른 교통의 영향 분석
 - (예) 교통류 영향 분석 : 교통량-속도-밀도 관계식, 차두간격(Headway) 변화에 따른 용량 분석 이론, 차량추종모형, 충격파이론, 출발지체시간 변화에 따른 신호 산정, 신호교차로 포화교통량 산정 등
 - 자율주행 대응 간선도로, 도시부 도로 등 교통 운영을 위한 기반기술 개발
 - 자율주행차량과 일반차량 혼재 상황을 고려한 도로 혼잡모형, 혼잡 영향범위와 지속시간의 변화 등 효율적 교통운영을 위한 기반기술 개발
 - 자율주행 대응 교통운영을 위한 미시적 교통분석 시뮬레이션 개발
 - 자율주행 대응 간선도로, 도시부 도로 교통수요예측을 위한 기반기술 개발
 - 자율주행 차량의 소비자 구입의사(Ownership), 통행행태 변화(통행횟수 변화, 통행거리 변화 등), 활동행태 변화(쇼핑, 여가, 출퇴근 활동 변화) 등 교통수요예측 모델 개발
 - 자율주행 대응 교통수요예측을 위한 활동 기반 교통시뮬레이션 개발

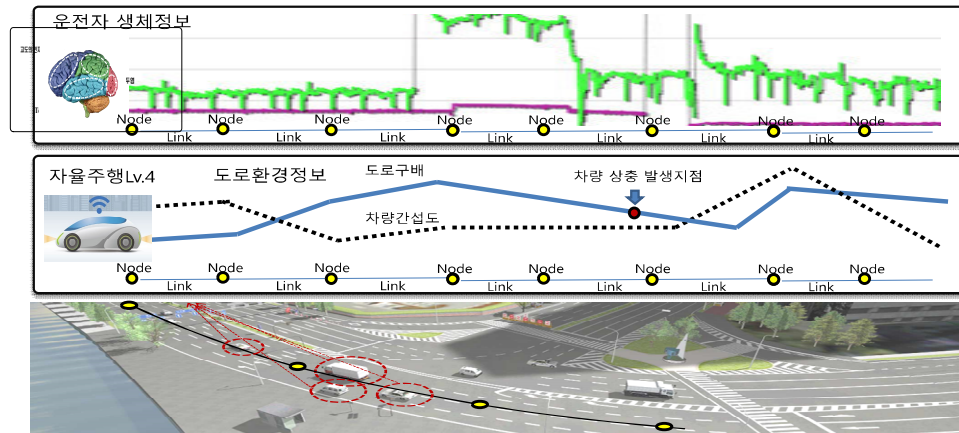
연구내용
(Spec. 포함)



<그림> 자율주행차량 비율에 따른 교통류 변화

- 자율주행 대응 도로 주행 중 운전자의 인간공학적 요소(생체정보)를 고려한 안전도 평가 시스템 개발
 - 생체정보 기반 자율주행 차량운행-도로환경-운전자(탑승자)의 심리적 안전도 분석기술 개발

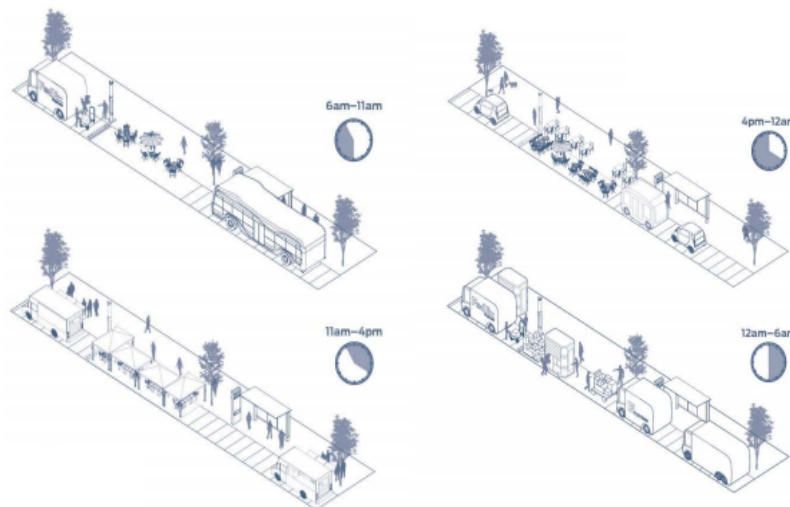
- * 운전자의 생체정보(예, 시각, 뇌파, 몸 움직임 등) 기반으로 자율주행 실 도로 주행 실험 등을 통해 다양한 도로상황에 따른 자율주행 차량 운행행태와 이에 따른 운전자의 심리적 안전도 분석 기술 개발
- 운전자(탑승자)의 심리적 안전도를 고려한 자율주행 대응 도로설계 핵심요소 평가 모형 구축
- * 도로종류(연속류, 단속류), 도로설계요소(시거, 정지거리, 평입체 교차로, 도로 접속부, 종횡단 구배, 일반차량 간섭 등) 등을 고려한 실 도로 대상 실증실험



〈그림〉 운전자의 인간공학적 요소를 고려한 자율주행 차량 운행 안전도 평가 모형(안)

- 자율주행 대응 연속류(간선도로) 안전운행을 위한 도로 고도화 설계 기술 개발
 - 자율주행 대응 연속류 도로(간선도로) 안전도 성능평가 기술 개발
 - 주행성능 데이터 융합 및 분석, 설계 단계의 영향 분석 기술개발
 - 자율주행 대응 연속류 도로(간선도로) 도로 시설별 고도화 설계기술 개발
 - (관리·운영기술) 연속류 도로의 배수, 포장, 안전시설 등의 관리·운영 기술 개발
 - (간선도로) 도로 폭, 포장, 차선, 종단곡선 최소길이 등 도로 설계기술 개발
 - (터널 및 지하도로) 도로 설계기술 개발
 - (교량) 도로 설계기술 개발
 - 비상차로 등 기타 간선도로 안전시설물 설계기술 개발
 - 자율주행 대응 연속류 도로(간선도로) 주요시설 설계 지침(안) 개발
 - 주요시설별(간선도로, 터널, 지하도로, 교량 등) 설계지침 개정(안) (예. 도로설계편람)
 - 재정립된 모델 및 이론을 활용한 관련 지침 개정 마련(안) (예. 도로용량편람 등)
- 자율주행 대응 단속류(도시부도로) 안전운행을 위한 도로 고도화 설계 기술 개발
 - 자율주행 대응 단속류 도로(도시부도로) 안전도 성능평가 기술 개발
 - 주행성능 데이터 융합 및 분석, 설계 단계의 영향 분석 기술개발
 - 자율주행 대응 단속류 도로(도시부도로) 시설별 고도화 설계기술 개발
 - (관리·운영기술) 단속류 도로의 배수, 포장, 안전시설 등의 관리·운영 기술 개발
 - (도시부도로) 도로 폭, 포장, 차선 등 도로 설계기술 개발
 - (지하도로) 도로 설계기술 개발
 - (교차로) 입체 및 평면, 신호 및 비신호 등 도로 설계기술 개발
 - 자율주행 대응 도시계획 교통안전 시설물 고도화 설계기술 개발
 - 도로안전시설, 교통안전시설, 도로 구조시설 기준 등 관련 안전시설물 등
 - 어린이 보호구역, 실버구역 등 교통약자 보호구역 도로 설계 및 설계 가이드라인 개발
 - 자율주행 대응 도시부 주요 차량 정차 및 환승 시설 고도화 설계기술 개발
 - (주차장) 자동주차 기술을 바탕으로 대중교통 환승시설과 연계된 원스톱 주차시설 설비 기술 개발 (도심부 주차시설 및 유도도로 설계)
 - (버스정류장 및 환승시설) 자율주행시대에는 간선 버스 노선을 중심으로 높은 빈도의 대중교통 운행이 가능하므로 시설 용량 및 차외 정산 캐시리스(Cashless) 결제의 도입 등 신속한 승하차를 위한 시설 설계안 개발
 - (도시철도 환승시설) Park and Ride 가 아닌 Drive thru-Transfer 시스템이 가능토록 하는 역사 설계 기술 및 관련 운영기술 개발

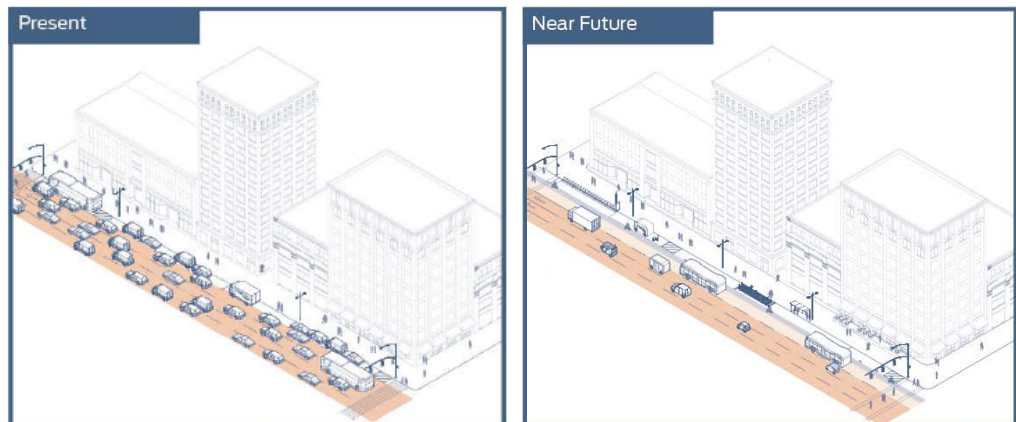
- 자율주행 대응 도시부 자율주행 전용차로(전용도로) 설계 및 성능평가 기술 개발
 - 도시부 자율주행 전용차로 설치 도입 타당성 및 효율성, 필요 지원 시설 등
- 자율주행 대응 도시부 도로 주요시설 설계 지침(안) 개발
 - 주요시설별(도시부도로, 지하도로, 교차로 등) 설계지침(안) (예. 도로설계편람)
 - 주요안전시설 설계 및 관리지침(안) 개정(도로안전시설 설치 및 관리지침 등)
 - 주요 차량 정차 및 환승시설 설계지침(안)
 - 도시부 자율주행 전용차로(전용도로) 설계지침(안)
 - 재정립된 모델 및 이론을 활용한 관련 지침 개정 마련(안) (예. 도로용량편람 등)
- 자율주행 대응 도로 FLEX ZONE* 계획 및 설계 기술 개발
 - 도심부 도로의 FREX 존 계획 및 Time of day 에 따라 가변적 운영이 가능토록 하는 도로 설계 및 운영, 관련 시설물 개발
 - * FLEX ZONE이란, 러시아워에는 더 많은 공간을 자율주행 차량 운행에 배정하고 오후 택배 및 화물 배달이 많은 시간대에는 물류전용차선 (또는 배달 드론의 착륙 공간), 그리고 저녁 non-peak시에는 무인 택시 대기 전용 공간 등으로 활용
- 자율주행 대응 도시부 도로 공간 재활용 및 설계 기술 개발
 - 도시부 내 자율주행차 확대로 차로수 감소가 가능한 경우, 횡단보도, 신호, 연접 공간 등 도로 가로망 전체에 대한 새로운 공간 재활용 방안 및 설계 기술 개발 (예) 보도 확장 및 자전거 전용 도로 설치, EV용 충전 스테이션과 수요 응답형 교통의 주차장 등



〈그림〉 시간대별 도로 공간 활용방안 예시
(출처: <https://wired.jp/2018/01/05/nacto-streets-self-driving-cars/>)

- 자율협력주행 도로시스템 기술사양(안) 확정을 위한 공청회, 전문가 평가 등을 통한 기준 정립 및 제도화
 - 기술사양(안)의 제도화를 위한 절차개발 및 시행
 - (전문가 참여) 교통, 토목, 전산, 자동차, 통신 등 관련 전문가 풀 구성 및 기술사양(안) 작성 초기부터 전문가 참여, 관련 학회 등을 통한 협력체계 확보
 - (연구개발 기관 협의체) 자율협력주행 도로시스템 관련 연구개발을 수행하는 기관들과의 협의체를 구성하여 개발단계 초기부터 기술사양 등 협의
 - (공청회) 개발된 기술사양(안)에 대한 공청회 및 의견수렴
 - (제도화 건의) 관련 정부기관(국토부, 경찰청 등)에 기술사양(안)에 대한 제도화 건의 및 제도화 지원 활동
 - 기술사양 해설서 및 유지관리 매뉴얼 작성을 통해 관련 기술자 및 관계자들의 이해를 증진시킬 수 있도록 지원
- (미래도로 실증 및 안전성 평가 기술개발)
 - 자율협력주행 도로시스템 테스트베드, 리빙랩 실증 평가기준 개발
 - 테스트베드 기반 자율협력주행 도로시스템 실증평가

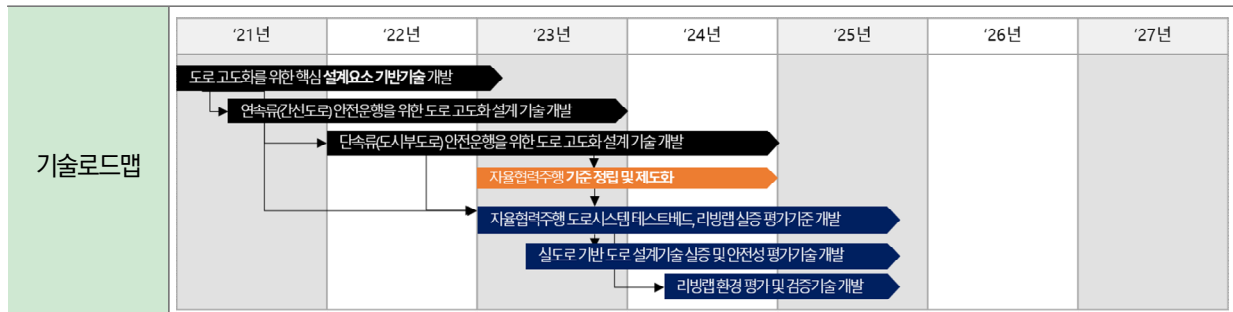
- 테스트베드 기반 자율협력주행 도로시스템 실증평가 시나리오(절차) 개발
- 테스트베드 기반 자율협력주행 도로시스템 실증평가 성능 측정, 검증 항목, 기준 및 방식 개발
- 테스트베드 기반 자율협력주행 도로시스템 실증 성능 평가, 측정 시스템(환경, 장비) 구축, 개발
- 각 세부기술 등에서 개발된 사양에 대하여는 연구개발 기관과의 협력을 통한 실증 데이터 확보 및 검토
- 실도로 기반 실증평가 및 피드백
 - 리빙랩 기반 자율협력주행 도로시스템 실도로 평가를 위한 시나리오(절차) 개발
 - 리빙랩 기반 자율협력주행 도로시스템 실도로 평가 성능 측정, 검증 항목, 기준 및 방식 개발
 - 리빙랩 기반 자율협력주행 도로시스템 실도로 성능 평가, 측정 시스템(환경, 장비) 구축, 개발
 - * 혁신사업 세부기술에서 개발되는 기술과 사양에 대하여는 연구개발 기관과의 협력을 통한 검증 및 실증 데이터를 통한 검증
- 실도로 기반 도로 고도화 설계기술 실증 및 안전성 평가기술 개발
 - 도로 설계의 이론적 검토를 바탕으로 실증평가 기반 구축
 - 시험용 자율주행차량은 설계기준자동차(도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙)에 준하며 자율주행 기능을 가진 대형 자동차 2대 이상과 소형 자동차 2대 이상, 일반주행 기능의 소형 자동차 2대 이상
 - * 단, 자율주행 수준은 연관과제(차량 융합신기술의 산업표준자율주행차량플랫폼 기술)에서 제시하는 표준자율주행차량 핵심 기준을 만족하는 차량 기술 활용
 - 시험평가 공간은 도로 설계기준(도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙)이 적용되는 주요설계요소(시거, 도로선형, 도로횡단구성, 평면 및 입체교차, 터널, 지하도로, 교량, 도로 안전시설 및 부대시설 등)에 대해 시험평가가 가능하도록 구축
 - * 단, 시험평가 공간은 기존 자동차 도로시험장을 활용한 단위평가와 리빙랩 등을 통한 실도로 평가로 구분하여 구축
- 도로 고도화 설계의 이론적 검토를 바탕으로 실도로 기반 안전성 평가 및 피드백
 - 적정 도로 설계기준 도출을 위해 핵심 설계 요소에 대한 실도로 기반 실증평가 및 피드백
 - 주요 평가항목은 도로의 사고위험도(상충분석), 운전자의 심리적 안전도, 타당성(경제성) 등을 기준으로 적정 설계기준 도출
 - 핵심 설계 요소별 단위평가는 자동차 도로시험장을 활용하고 요소별 최소 운행횟수 50회 이상
 - 리빙랩을 통한 실도로 평가는 연속류와 단속류를 모두 포함하고, 다양한 도로환경에서 평가될 수 있도록 도로특성을 반영하여 단위구간을 설정(단위구간은 약 10km로 구성), 구간별 최소 운행횟수 100회 이상, 단, 계절별 특성을 반영하기 위해 분기별로 구분하여 실증평가 실시
- 자율협력주행 도로시스템 리빙랩 환경 평가 및 검증기술 개발
 - 혁신사업을 위하여 지정된 리빙랩 실도로 환경에 자율주행전용차로(도로) 구축 및 운영을 통한 자율협력주행 도로시스템의 구축을 위한 환경평가 기술 개발
 - 리빙랩 환경에서 버스전용차로, HOV(High Occupancy Vehicle)와 같은 교통효율성 증대를 위한 시설환경 활용
 - 단계별 구축 vs. 대상구간 일관 구축 등 다양한 방안에 대한 효과분석 및 교통영향 기법 개발 및 평가



〈그림〉 리빙랩 자율차 전용차로 구축 개념도

- 리빙랩 운영을 통한 전용차로 효과분석 방법론 개발 및 기술사양(안) 보완 등 피드백
- 교통안전, 교통소통, 교통운영 기법 적용 등 다양한 활용 사례 및 효과분석 측면을 고려한 분석 방법론

개발							
성과지표	성과항목	단 위	세계최고수준 (보유국, 기업)	현재 국내 최고수준	개발 목표치	평가방법	가중치 (%)
	자율주행 대응 교통 영향 분석 모델 개발	%	기술성장기 (미국, 유럽)	70%	95	기술수준	5
	자율주행 대응 교통시뮬레이션	%	기술성장기 (미국, 유럽)	70%	95	기술수준	10
	자율주행 대응 연속류 도로(간선도로) 설계편람(안)	건	기술도입기 (미국)	-	1	법제도 제안	10
	자율주행 대응 연속류 도로(간선도로) 용량편람(안)	건	기술도입기 (미국)	-	1	법제도 제안	5
	자율주행 대응 도시부 자율주행 전용차로(전용도로) 설계지침(안)	건	기술도입기 (미국)	-	1	법제도 제안	10
	자율주행 대응 주요시설별(도시부도로, 지하도로, 교차로 등) 설계지침(안)	건	기술도입기 (미국)	-	1	법제도 제안	5
	자율주행 대응 주요 차량 정차 및 환승시설 설계지침(안)	건	기술도입기 (미국)	-	1	법제도 제안	5
	자율주행 대응 단속류 도로(도시부도로) 용량편람(안)	건	기술도입기 (미국)	-	1	법제도 제안	10
	자율협력주행 도로시스템 실도로 테스트 베드 구축 및 실증	%	기술도입기 (미국, 유럽)	70%	95	전문가 평가서	20
	자율협력주행 도로시스템 안정성 평가지침	건	기술도입기 (미국)	-	1	법제도 제안	10
	자율주행 대응 실도로 단위시험 평가	누적 천km	기술성장기 (미국, 유럽)	-	50	실증거리	10
계						100%	
최종성과물	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행 대응 미래도로 설계 및 운영, 계획, 평가를 위한 기반기술(1식) • 자율주행 대응 도로(연속류, 단속류) 설계 편람 및 용량 편람(2식) • 자율주행 대응 신개념 도로 구상과 설계기술(5건) • 자율주행 대응 실도로 시험평가 시스템 및 Feed-back 보완체계(1식) • 자율협력주행 도로 설치기준(안) 제정 및 제도화 • 자율협력주행 도로시스템 설치기준 및 유지관리 메뉴얼 						
활용방안 및 기대효과	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행 대응 도로 계획 및 설계에 활용 <ul style="list-style-type: none"> - 운전자 인지반응 특성에 기반 한 기존 도로 계획 및 설계 방식을 자율주행 성능을 반영한 새로운 설계 및 용량 편람을 제시, 국내 도로 건설 산업 전반의 고도화 및 관련 산업 확대에 핵심적 영향 - 국내외 관련 연구는 도입단계로 국내기술의 글로벌 경쟁력 강화, 도로 분야 새로운 신산업 발굴 및 해외 도로건설 사업 수출 확대에 기여 • 자율주행 차량 운행의 안전성 확보 및 확산 <ul style="list-style-type: none"> - 자율주행 대응 도로 설계기술 고도화로 자율주행 차량의 운행 안전성 향상 및 이용 확산 도모 - “자율차법”에 의한 자율주행협력시스템 구축을 위한 설계기준 제시를 통한 자율주행 안전구간 구축을 통한 자율주행 안전성 확보 - 도로관리기관 등에 자율협력주행 도로시스템 구축을 위한 통일되고 일관된 도로시스템 기준 제공 가능 - 산별적, 개별적으로 연구개발되고 있는 자율주행시대를 대비한 도로시스템에 대한 체계화된 미래상 제공 • 자율주행차량관련 도로산업의 발전에 기여 <ul style="list-style-type: none"> - 국내외 관련 연구는 도입단계로 국내기술의 글로벌 경쟁력 강화, 도로 분야 새로운 신산업 발굴 및 해외 도로건설 사업 수출 확대에 기여 - 자율협력주행 도로시스템에 대한 합리적 설계기준 제공과 기술확보를 통한 민간의 기술개발 방향 제시 및 기술력 확보 유도 가능 						



- 자율주행 융합 실증 기술 : 자율주행 리빙랩 실증환경 운영 및 서비스를 통한 사업 모델 개발
 - 자율주행 대응 연속류 및 단속류 도로 설계 및 용량 편람 → 리빙랩 실증환경 구축을 위한 가이드라인 활용
 - 자율주행 대응 교통운용 및 수요예측을 위한 교통시뮬레이션 → 리빙랩 실증환경 효과평가 활용
 - 자율주행 대응 실도로 시험평가 시스템 → 리빙랩 실증환경 구축을 위한 가이드라인 활용
- 자율주행 융합 실증 기술 : 도로교통 융합 기술 평가를 위한 시뮬레이터 기반 범용적 가상시험환경 플랫폼 기술 개발 및 구축
 - 자율주행 대응 연속류 및 단속류 도로 설계 및 용량 편람 → 자율주행차 행동 모사 시뮬레이터 운영기술 개발을 위한 가이드라인 활용
- 자율주행 융합 실증 기술 : 자율주행 차량 테스트베드 환경 구축
 - 자율주행 대응 연속류 및 단속류 도로 설계 및 용량 편람 → Lv.4 자율협력주행 기반 자율주행 테스트베드 구축을 위한 가이드라인 활용
 - 자율주행 대응 실도로 시험평가 시스템 → 테스트베드 구축을 위한 가이드라인 활용
- 자율주행 Lv.4 융합 도로인프라 기술 : 클라우드 소싱 기반의 디지털 도로·교통 인프라 융합 플랫폼 기술 개발
 - 도로교통 인프라 시설 성능기준 → 자율주행 대응 연속류 및 단속류 도로설계 및 용량 편람 활용
- 자율주행 자율주행 대응 주행 가이드선스 기술 : 인프라 가이드선을 통한 자율차 실도로 주행 지원 기술 개발
 - 자율주행 지원 도로 부대시설 표준안 및 운영기술 → 자율주행 대응 연속류 및 단속류 도로 설계 및 용량 편람 활용
- 자율주행 대응 주행 가이드선스 기술 : 자율차-일반차 혼재상황 대비 시 기반 자가진화형 교통운영 최적화 기술 개발
 - 자율주행 지원 도로 부대시설 표준안 및 운영기술 → 자율주행 대응 연속류 및 단속류 도로 설계 및 용량 편람 활용
- ICT융합신기술 : 자율주행 서비스 검증 시뮬레이션 기술
 - 자율주행 대응 연속류 및 단속류 도로 설계 및 용량 편람 → 다수 자율주행차량 예지 연계 도심 자율주행서비스 검증을 위한 테스트 시나리오 생성 및 시뮬레이션 기술 개발에 활용
- 자율주행 대응 도로인프라 기술
 - 클라우드 소싱 기반의 디지털 도로·교통 인프라 융합 플랫폼 기술 개발
 - 인프라 센서 기반의 도로 상황 인지 고도화 기술 개발
 - 인프라 가이드선을 통한 자율차 실도로 주행 지원 기술 개발
 - 자율차-일반차 혼재상황 대비 시 기반 자가진화형 교통운영 최적화 기술 개발
 - 자율주행시스템 수집 빅데이터를 활용한 교통관리 및 운영용 Digital Twin 시스템 개발
- 스마트 교통안전 인프라 기술
 - 자율협력주행을 위한 차량지원 교통안전시설물 기술 개발
 - 자율협력주행 교통안전시설물 실시간 운용기술 개발
 - 자율주행 교통안전시설물 표준 및 평가기술 개발
 - 도심부 신호교차로 자율협력주행 지원 인프라 기술 개발
 - 가상의 교통안전시설 표준 및 설계운영기술 개발
- 주행 가이드선스 기술
 - 인프라 가이드선을 통한 자율차 실도로 주행지원 기술 개발
 - 자율차-일반차 혼재상황 대비 시 기반 자가진화형 교통운영 최적화 기술 개발
 - 자율차량간 통신기반 주행협상 기술 및 프로토콜 기술개발
 - 인프라 연계 실시간 주행협상 및 가이드선스 프로토콜 기술개발

	<ul style="list-style-type: none"> - 운전자 불확실성 환경 자율주행기능 및 단계 맞춤형 자율주행차를 위한 주행 가이드스 기술 개발 • 융합교통운영 관리기술 <ul style="list-style-type: none"> - 자율주행시스템 수집 빅데이터를 활용한 교통관리 및 운영용 Digital Twin 시스템 개발 - 도시부 간선도로의 자율협력 그룹주행 지원형 신호운영 제어기술 개발 - 자율주행 전용도로를 위한 Signal Free 운영기술 개발 - 자율주행 경로관리 기반의 신호운영 최적화 기술 개발 - 자율주행 능동형 신호관제시스템 구축 및 운영기술 개발 - 자율주행자동차 비정형 유고상황 시 수신호 인지 기술을 활용한 제어시스템 개발 - 긴급상황·재난 대응 자율주행 운행지원 및 경로관리 기술 개발 - 협력적 교통제어전략 도입을 위한 교통정보 음영구간 정보생성 및 운영·관리 기술개발 - 네트워크 제어를 위한 교통정체 및 혼잡 운영관리 기술 개발 • 융합 실증기술 <ul style="list-style-type: none"> - 도로교통 융합 기술 평가를 위한 시뮬레이터 기반 범용적 가상시험환경 플랫폼 기술 개발 및 구축 - Lv.4 자율주행 차량 테스트베드 환경 구축 - 자율주행 리빙랩 실증환경 운영 및 서비스를 통한 사업 모델 							
기타								
연구기간	(57) 개월							
정부출연금(억 원) 및 소요인력(명)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	7차년도	합 계
	20	20	20	25	5			90

자율주행 기술개발 혁신사업 보완기획서

중점분야	자율주행 Lv.4 융합 실증 기술
세부과제명	Lv.4 자율주행 차량 테스트베드 환경 구축
연구목표	<ul style="list-style-type: none"> • Lv.4/4+ 자율협력주행 테스트베드 로드맵 수립 <ul style="list-style-type: none"> - 국내/외 자율차 및 자율협력주행 테스트베드 기술동향 조사 - Lv.4/4+ 자율차 테스트를 위한 기술수요 조사(사업단 및 외부 전문가 대상) - Lv.4/4+ 자율차 테스트를 위한 테스트베드 로드맵 수립 • Lv.4/4+ 자율협력주행 기술의 인프라·자율차 실험환경 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 옛지기반 자율주행 관련 기술 실험환경 구축(전략분야 2. ICT융합신기술 분야 실증환경) - 도로 상황인지 및 가이던스 관련 기술 실험환경 구축(전략분야 3. 도로교통융합 신기술 분야 실증환경) - Lv.4/4+ 자율협력주행 테스트베드 기반 환경 조성을 위한 설계 및 구축 - 테스트베드 내 시험편의를 위한 통합단말시스템 환경 조성 • 차량기반 가상교통상황 재현 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 자율주행 테스트베드 3D 모델링 및 디지털 트윈 시뮬레이션 환경 구축 - 시나리오 주입을 위한 시나리오 정의 및 편집 인터페이스 개발 - 가상의 시나리오와 실제 차량을 혼합한 테스트 프로세스 및 차량기반 가상교통상황 재현시스템 개발 • 시스템 기반 자율협력주행 평가시나리오 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - Lv.4/4+ 자율주행 및 자율협력주행 검증 시나리오 개발 - Lv.4/4+ 자율주행 서비스 안전성 검증 시나리오 개발
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> • 안전한 기술개발 공간 필요 <ul style="list-style-type: none"> - Lv.4+ 자율주행 기술은 동작영역(ODD)내 시스템이 사고의 책임을 가져야 하는 기술로 다양한 상황에 대한 반복실험으로 기술을 안정화 하는 것이 반드시 필요한 기술 - 하지만, 실제 공로환경에서 기술을 개발하는 것은 사고와 관련된 안전측면, 실험 시나리오를 구현하는 측면, 특정상황을 반복·재현하는 측면 등 다양한 측면에서 많은 문제 유발함 - 따라서, 별도의 폐쇄된 공간에서 실도로의 인프라 환경, 통신환경, 교통환경 등을 반영하여 안정적으로 다양한 시나리오를 구현하며 실험할 수 있는 기술개발 공간 필요 • 자율협력을 위한 다양한 신기술 반영 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 옛지기반 자율주행 기술개발 환경 - 인프라 정보제공 및 가이던스 기술개발 환경 • 도심부, 교외지역 등에서의 다양한 교통환경 제공 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 물리적 시설 및 시스템의 구축·운영으로 제공할 수 있는 인프라환경, 통신환경 등에 비해 실도로와 같은 다양한 교통환경은 테스트베드 내에서 제공하는 것이 상대적으로 한계를 가짐 - Lv.4/4+ 자율협력주행은 복잡한 도심 내에서의 안전한 주행능력을 검증해야 함으로 테스트베드 차량내에서 주변 교통상황을 가상으로 만들어 이에 대응하는 기술을 개발하는 것이 필요함 • 시스템 기반의 자율협력주행 평가시나리오 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 리빙랩 내 공로 설치 및 주행을 목표로 개발하는 본 사업의 실도로 이전 최종 검증단계로 종합적인 기술평가환경 구축 필요 - 다양한 시나리오가 필요, 무인운전에 대한 시스템 기반 자료수집, 결과도출 등 평가환경 구축 필요
기술동향	<ul style="list-style-type: none"> • 한국, 자율주행실험도시(K-City) <ul style="list-style-type: none"> - 국토교통부는 안전한 실도로 환경에서 반복·재현을 통해 자율차 기술개발이 수월하도록 자동차안전연구원 주행시험장(경기도, 화성) 내 테스트베드(K-City)를 2018년 12월 구축하였고, 도로인프라 외에도 WAVE, LTE 등 종합통신환경을 제공하여 표준기반의 자율협력주행시스템(C-ITS, Co-operative Intelligent Transportation Systems) 서비스가 가상으로 제공하고 있음 <ul style="list-style-type: none"> • 위 치 : 한국교통안전공단 자동차안전연구원 주행시험장 내 (경기도 화성시) • 구 성 : 자동차전용도로, 도심부, 교외부, 커뮤니티부(스쿨존), 자율주차부 총 5개 구간 • 크 기 : 36m²(11만평), 5.5km



[도심부]



[커뮤니티부, 자율주차시설]



[자동차전용도로부]

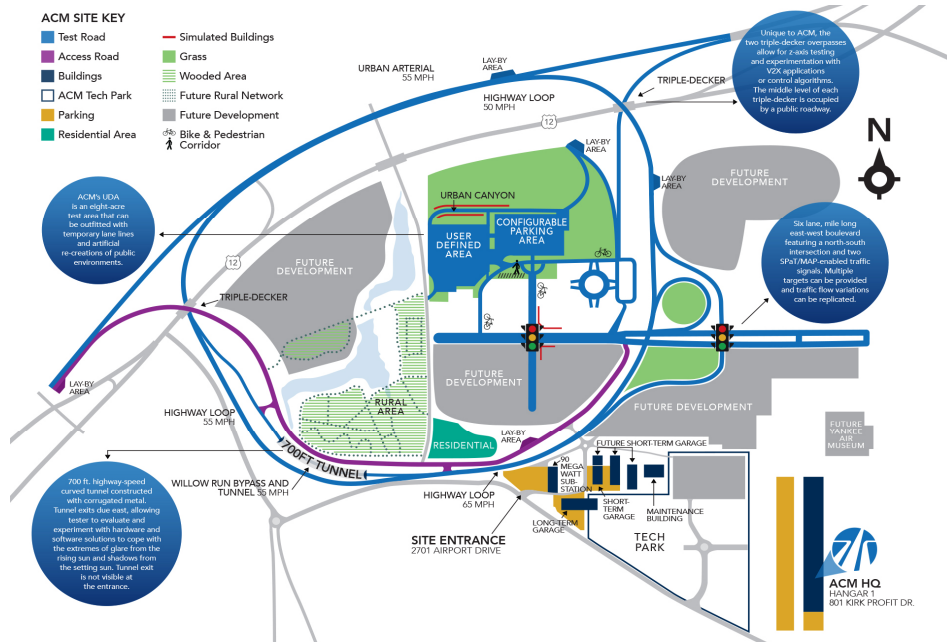


[교외부]

• 미국, ACM

- 미시건 주정부를 중심으로 기존 컨소시엄 주관으로 운영하는 M-City와 달리 자율주행 및 커넥티드카를 대상으로 각종 주행 상황, 기후 환경 등 시험 평가 및 검증 조건을 세밀하게 설정하고 반복, 재현 실험을 할 수 있는 최적의 테스트베드 환경 조성

- 위 치 : 미시건주 디트로이트 임실런타운십(Ypsilanti Eownship) 외곽 윌로우런 공항 내
- 구 성 : 고속도로, 상가 및 주택지역, 비포장도로, 터널 등 실도로와 연결된 테스트베드
- 크 기 : 약 200m²(60만평)

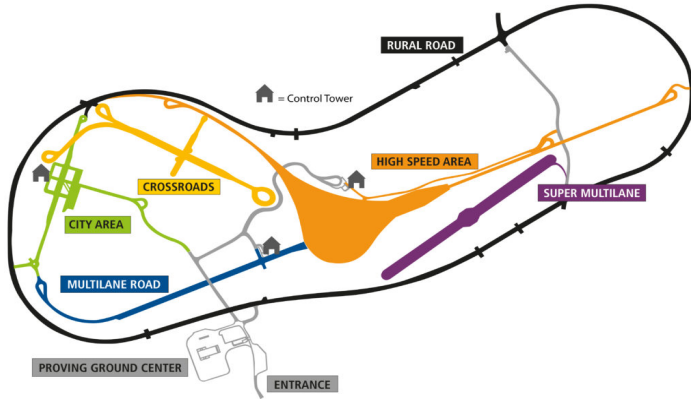
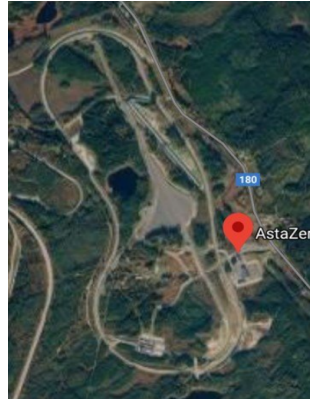


• 스웨덴, AstaZero

- AstaZero는 능동적 안전테스트 시설(Active Safety Test Area)의 약자와 교통사고 발생률 0%를 의미하는 제로의 합성어로 2014년 스웨덴에서 ADAS 기능을 보유한 레벨 1, 2 단계를 포함한 자율주행차 전용 테스트베드로 자율주행기술, 커넥티드카, 도로 인프라 등을 모두 시험할 수 있는 환경 구축

- 위 치 : 스웨덴 샌드헨트 SE-504 91

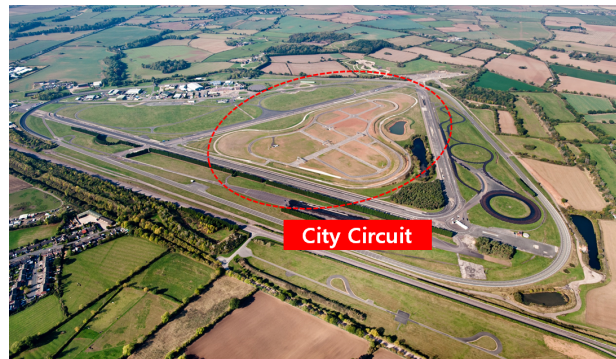
- 구 성 : 고속도로, 모의도심, 시골길 등 5개 구간
- 크 기 : 약 200m²(60만평)



- 영국, MIRA

- 영국의 대표적인 자동차 시험 테스트베드인 MIRA는 1946년 정부기관으로 출범해 1975년 민자회사로 전환 이후 다양한 자동차회사들과 연합하여 자동차 관련 기술을 테스트할 수 있는 환경을 구축하였고, 이와 함께 차량 및 시험장(P.G) 엔지니어링 파트를 주 사업영역으로 확장하여 전 세계 600명의 직원이 신규 시험장의 컨설팅을 주도하고 있음

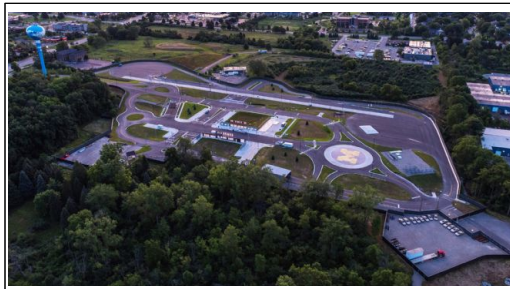
- 위 치 : 스웨덴 샌드헨트 SE-504 91
- 구 성 : 고속도로, 시티서킷 등 4개 구간
- 크 기 : 약 300m²(92만평)



- 미국, M-City

- 세계 최초의 자율주행차 테스트베드(M-City) 구축('15.7), 자율주행차의 성능 및 안전성 확인
- 미시건 주정부를 중심으로 자율주행차 관련 기업(자동차, 보험, 통신사 등) 중심의 컨소시엄 주관으로 운영

- 위 치 : 미시건주 미시건대학교 내
- 구 성 : 도시부(가건물, 교차로, 횡단보도 등)와 교외부(자갈길, 철도건널목, 4차선 도로 등)로 구성
- 크 기 : 약 13m²(3.9만평)



• 중국, Nice City

- 상하이시 상하이시 자딩 자동차파크 통지대 자딩캠퍼스 일대의 시험도로 15km에 조성
- 중국 공신부(工信部, 공업정보화부)의 승인을 받은 지능형 커넥티드카 실증구역으로, 전체 면적은 약 151만 평(500만m²)으로 세계 최대 규모
- 자율주행 및 V2X 커넥티드 카의 테스트 및 검증을 위해 29종의 테스트 환경 제공
- 비공개 테스트존(F-Zone) 개장 이후 200개 이상의 테스트 시나리오가 완료
 - 위 치 : 중국 상하이시 자딩구
 - 구 성 : 고속도로, 시티서킷 등 4개 구간
 - 크 기 : 약 500m²(151만평)



• 일본, J-Town

- 일본 자동차연구소(JARI)는 자율주행차의 성능 시험 지원을 위해 자율주행차 평가 시험장(J-Town) 건설
 - 위 치 : 일본 이바리키현
 - 구 성 : 3개 시험시설(특히 환경시험장, V2X 시가지, 다목적 시가지)
 - ✓ (특히 환경시험장) 비와 안개를 일으키는 설비 등을 완비하고, 악천후 시에 전방의 표식과 신호를 차량 시스템의 확인 가능 여부 시험
 - ✓ (V2X 시가지) 시가지를 모방한 코스로, 자율주행차에 탑재된 통신설비와 정보를 주고받을 수

- 있는 환경 구현
- ✓ (다목적 시가지) 100m 사방 아스팔트 위에 실제 교통환경에서 차선과 공사 표시 등을 배치할 수 있어, 자율주행차가 대응 가능 여부를 시험
 - 크 기 : 약 16m²(5만평)

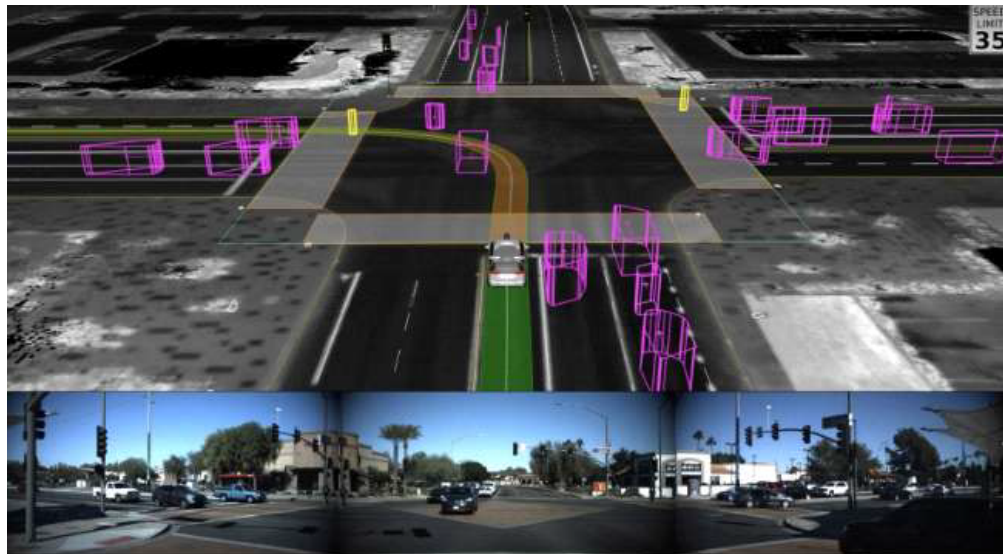
특이 환경 시험	악천후 시험 열악한 조도 환경 시험
도시 지역 시험	신호 확인·식별 시험 타인 인식 시험
다목적 시험	차선 유지 성능 시험 교차로 주행 시험

특이환경 시험장
Testing sensors in adverse environment/sight conditions

- Heavy rain & Splash: obstacle recognition
- Dense fog: traffic light recognition
- Rain & Reflection: obstacle recognition
- Fog & Sunlight: traffic light recognition
- Backlight: lane marker detection
- Backlight: traffic light and obstacle recognition

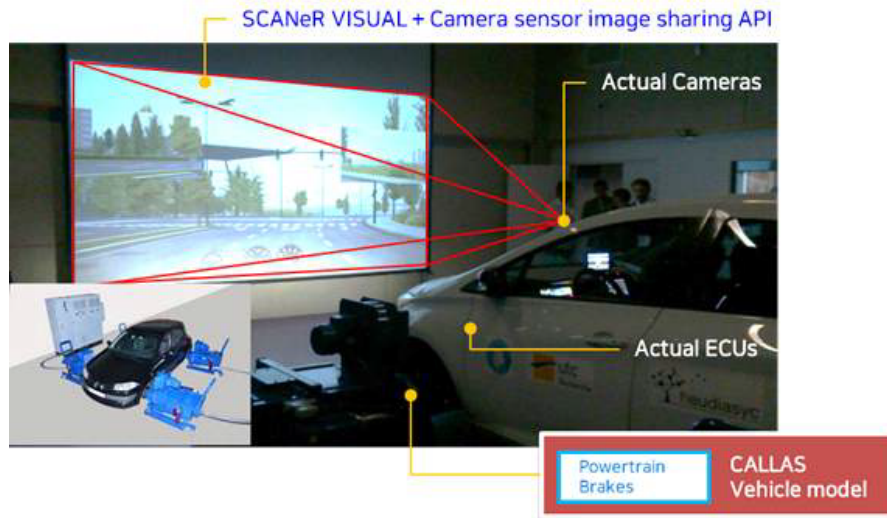
강우 : 30~80mm/h
안개 : 15m~85m
일사 : 2만~3.5만 룩스

- 자율주행 시뮬레이션 평가
 - 자율주행 기술의 안전성을 검증하기까지는 10년 이상의 시간이 필요하며 사람보다 더 잘 운전하기 위해서는 100년 이상의 시간이 걸린다는 발표(도요타와 랜드 연구소의 연구 결과)
 - 자율주행 차량의 안전성을 효율적으로 검증하고 상용화에 걸리는 시간을 줄이기 위해 시뮬레이션을 통해 100만 마일을 달성하고 자율주행 차량의 안전성을 검증하겠다고 밝힘(웨이모)



〈그림〉 Waymo 시뮬레이션 100억 마일 주행 관련 사진

- VILS(Vehicle In the Loop Simulation)
 - 자율주행차를 임의 주행공간(특정 시험로 등)에서 주행하면서, 실제차량의 위치를 매핑한 가상의 도로환경(터널, 공사구간 등)에서 주변 VRU(대항차/주변차, 보행자, 이륜차 등)의 교통환경(끼여들기 등)을 포함하는 다양한 시나리오 및 use case를 적용한 평가 및 검증 수행
 - Digital Twin 가상 환경 하에서의 실시간 시뮬레이션 기술을 연구 개발하고 이를 표준플랫폼으로 활용하여 실제 차량의 검/인증을 위한 도구로 활용하기 위한 VILS 개발을 진행하고 있음
 - * 자율주행 센서융합시스템 성능시험
 - * 자율주행 제어시스템 성능시험
 - * 자율주행시스템과 다양한 교통상황(교통체증, 급정지, 악의조건 등)과의 상관성시험
 - * 실제 더미로 모사할 수 없는 다양한 교통상황 재현시험 등

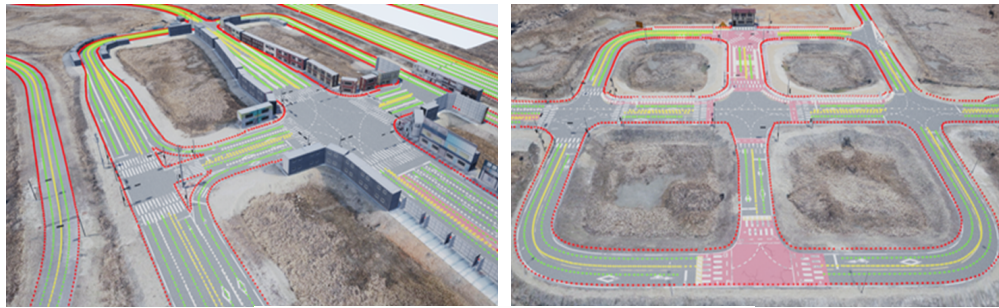


- 자율주행 테스트베드 운영 및 테스트 관련 국제 협력 현황
 - (I-FACT) International consortium of independent Facilities for Automated and Connected Transportation
 - (협약기관) 3개국 3개 기관(자율주행차 관련 비영리/독립 테스트베드 보유기관)
 - * 한국 K-City, 미국 ACM, 스웨덴 AstaZero
 - (목적) 자율주행차 관련 시험 시나리오 및 국가별 정책(제도) 및 안전기준, 평가환경 다양성 등 관련 정보와 노하우 공유, 상호 기술 교류를 위한 기반 공동 구축 등
 - (IAMTS) International Alliance for Mobility Testing and Standardization
 - (협약기관) 29개 기관(자율주행차 관련 테스트베드, IT기관 등 스마트 모빌리티 생태계 종사 기관)
 - * (창립) TUV SUD, SAE, iTic, CATARC, AVL, Nice City
 - (목적) 지능형 커넥티드 차량 시나리오 및 시험방법에 관한 국제 규격 및 표준 개발 등 논의
 - 멤버십제 운영으로 회원 등급에 따라 연회비(annual) 및 가입비를 지불 필요

연구내용
(Spec. 포함)

- Lv.4/4+ 자율협력주행 테스트베드 로드맵 수립
 - 국내/외 자율차 및 자율협력주행 테스트베드 기술동향 조사
 - Lv.4 자율주행 및 자율협력기술은 도심부 주행을 목표로 하는 기술로 고속도로를 주 대상으로 하는 Lv.3 자율주행기술에 비해 몇 배 이상의 다양하고, 복잡한 상황에 능동적으로 대응해야 할 필요가 있음
 - 국내뿐만 아니라 세계적으로도 이를 위한 폐쇄 환경에서의 테스트베드가 경쟁적으로 구축되어 운영 중이고, 자국의 차량과 함께 해외에서 제조된 차량들도 각국의 인프라 환경에 적응하기 위해 공로 주행 전 다양한 시나리오로 테스트하며 기술개발에 박차를 가하고 있음
 - 나아가 Lv.4 자율주행기술은 차량 센서 위주의 단독 주행에서 점차 발전하는 ICT 기술기반으로 인프라의 정보를 활용하여 보다 안전하게 주행할 수 있는 자율협력주행 기술을 개발하고 있음
 - 따라서 본 사업의 기술검증을 위한 본격적인 테스트베드 환경 구축에 앞서 국내/외 테스트베드 및 실도로(公路), 테스트 시나리오 관련 기술 동향 조사 수행
 - Lv.4/4+ 자율차 테스트를 위한 기술수요 조사(사업단 및 외부 전문가 대상)
 - 폐쇄된 환경의 자율차 시험환경 기반으로 Lv.4 자율주행 기술 중 테스트베드 내에서 기술개발지원 및 검증이 필요한 테스트베드 내 인프라/ICT/교통 환경에 대한 기술수요 조사
 - 본 사업의 테스트베드는 리빙랩 주행 전 최종 기술검증을 목표로 하고 있지만, 이와 함께 기술개발 지원을 위한 환경 구축도 병행되는 목표임
 - 따라서 사업단 내부적으로는 ICT, 인프라, 자율주행 서비스 각 분야별로 테스트베드에 요구하는 수요조사와 함께 다양한 분야의 외부 전문가(차량제조사, ICT, 인프라, 자율주행 서비스 등)를 대상으로 하드웨어 및 인프라, 서비스 등에 관련한 수요조사 실시
 - Lv.4/4+ 자율차 테스트를 위한 테스트베드 로드맵 수립
 - 기 구축 테스트베드 환경과 국내/외 기술동향 및 기술수요조사 결과를 분석하여 본 사업에서 기술개발 지원 및 검증을 위한 시스템 또는 서비스 선정(실차기반 테스트 기술과 차량 시뮬레이터 기반 테스트 기술 분리 필요)
 - 실차기반으로 선정된 기술을 테스트 및 검증할 수 있도록 Lv.4 자율차 및 자율협력주행 기술의 테스트

- 환경 구축 로드맵 수립(공간, 범위, 내용, 방법 등 상세 계획 수립)
- ICT, 인프라 등 실질적 구축 가능한 환경 이외의 주변 교통상황환경(대향차, 주변차, 보행자 등) 제공을 위한 차량기반 가상 시뮬레이터 구축 로드맵 수립
- 교통 환경(고속/저속 등 교통상황, 운영제어 전략 등), 기술 환경(C-ITS, LDM, 5G 등), 악의 환경(강우/안개/일조 등 악천후 기상환경, 통신음영 등 통신환경), 도로환경(오거리/경사로/비포장로 등 도로구조 및 시설) 등 다양한 Lv.4 자율차 및 자율협력주행 관련 기술 테스트를 위한 상세 표준 시나리오 수립을 위한 로드맵 수립
- 시뮬레이션-테스트베드-자율주행 리빙랩 기반의 실증을 통한 범용성, 상호운영성, 검증 및 보안 수행에 관한 로드맵 수립
- Lv.4/4+ 자율협력주행 기술의 인프라·자율차 실험환경 구축
 - 엣지 기반 자율주행 관련 기술 실험환경 구축(전략분야 2. ICT융합신기술 분야 실증환경)
 - “자율주행 기술개발 혁신사업” 내 엣지 기반 자율주행 및 자율주행 협력 기술 국내/외 기술 동향 파악
 - 인공지능(AI) 학습용, 자율주행 기술 활용용 등 다양한 목적의 도로변 데이터 처리 기술, 클라우드 기반 자율주행 인지, 판단 기술 등 엣지 기반 자율주행 기술개발 지원 및 검증을 위한 세부기술 선정
 - 선정된 세부기술의 테스트베드 내 환경구축을 위한 기존 시스템 분석 및 연계·통합을 위한 기본 및 실시설계(또는 정보화계획(ISP)) 시행
 - 엣지 기반 자율주행 관련 기술 실험환경 구축
 - 도로 상황인지 및 가이던스 관련 기술 실험환경 구축(전략분야 3. 도로교통융합 신기술 분야 실증환경)
 - “자율주행 기술개발 혁신사업” 내 도로상황인지 및 가이던스 관련 자율주행 및 자율주행 협력 기술 국내/외 기술 동향 파악
 - 도로교통 시설물 인식 강화 기술, 도로상황 인지 고도화 기술, 인프라 가이던스 기술 등 도로 상황인지 및 가이던스 관련 기술개발 지원 및 검증을 위한 세부기술 선정
 - 선정된 세부기술의 테스트베드 내 환경구축을 위한 기존 시스템 분석 및 연계·통합을 위한 기본 및 실시설계(또는 정보화계획(ISP)) 시행
 - 도로 상황인지 및 가이던스 관련 기술 실험환경 구축
 - Lv.4/4+ 자율협력주행 테스트베드 기반 환경 조성을 위한 설계 및 구축
 - 테스트베드 정밀지도 구축, 동적정보(LDM) 제공 플랫폼 등 Lv.4 자율협력주행 기술개발 지원 및 검증을 위한 환경 조성
 - 테스트베드 내 야간 시험 환경 조성
 - 테스트베드 내 인프라 이력 데이터 관리 및 분석환경 조성
 - Lv.4 자율주행 및 자율협력주행 테스트를 위한 사용자 편의를 고려한 시나리오 입력 환경 및 시스템 기반 테스트 평가/분석 환경 조성
 - “자율주행 기술개발 혁신사업” 내 서비스 실증 대상인 Lv.4 자율주행 7대 서비스 기술 검증 환경 조성
 - 개별 사용자 맞춤형 테스트 시나리오 수정 및 이력 관리 등 자율주행 시나리오 적용 시스템 개발
 - GPS, 인프라, 자율차 등 실험요소간 시각동기화 시스템, 자율주행 테스트 데이터 수집, 저장 등 데이터 관리시스템, 시나리오별 자율주행 테스트 데이터 분석시스템 등 자율주행 테스트 데이터 관리 및 분석시스템 개발
 - 테스트베드 내 시험편의를 위한 통합단말시스템 환경 조성
 - 정의된 표준(J2735 등)에 따른 메세지 기반의 C-ITS 방식을 지원하는 단말 기능설계
 - 차량 내 정밀 네이게이션, 정밀지도 등의 지도기반의 동적정보(LDM 등) 방식을 지원하는 단말 기능설계
 - WAVE, Cellular(4G LTE, 5G 등) 등 다양한 통신환경에 대응 가능하고, 하나의 차내 단말화면(HMI)에 표출하며, 기타 테스트베드 내 지원기능을 포함한 모듈형 통합단말 기능설계 및 제작
- 차량기반 가상교통상황 재현 기술 개발
 - 자율주행 테스트베드 3D 모델링 및 디지털 트윈 시뮬레이션 환경 구축
 - 테스트베드 자율주행 실제 데이터와 시뮬레이션 가상 데이터 비교/분석을 위한 자율주행 테스트 베드 디지털 트윈 환경 구축



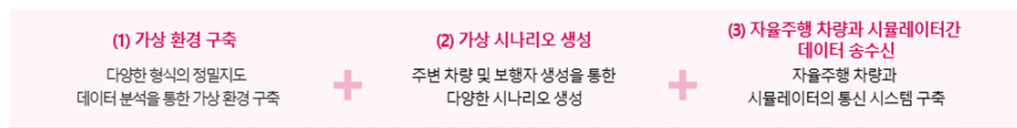
--- Road Edge --- Lane --- Vehicle Path

- 실제 차량에 탑재된 자율주행 시스템과 데이터를 송수신 할 수 있는 통신 인터페이스 정의
- 시나리오 주입을 위한 시나리오 정의 및 편집 인터페이스 개발
- 자율주행차량 ODD 기반 시나리오 설정 및 인터페이스 라이브러리 구축
- 대량의 시나리오를 자동으로 설정할 수 있는 시나리오 주입 인터페이스 개발
- 차량 내 그래픽기반 HMI 시스템 개발



* 정밀도로지도(Local Dynamic Map과 연동) 기반 주행환경 3D 모델링 자동화 기술 개발

- 가상의 시나리오와 실제 차량을 혼합한 테스트 프로세스 및 차량기반 가상교통상황 재현시스템 개발
- 가상과 현실을 혼합한 Vehicle-in-th-Loop 시뮬레이션 환경 구축(In-vehicle Simulation)
- 주행시험장(PG, Proving Ground)에서 자율주행차와 가상 환경기반 주행환경(교통류, 장애물 등)이 융합된 VILS(Vehicle-in-th-Loop) 시뮬레이션 환경 구축(In-vehicle Simulation)
- 주변 VRU(차량, 보행자, 이륜차 등)를 실제로 동기화·구현하기에는 공간 및 비용적인 면에서 어려움이 있고, 사고위험이 상존하므로 주변환경은 가상으로 재현하고 평가대상 자율주행시스템은 실차로 구현
- 실 환경을 자동으로 모사한 가상 환경에서 테스트 시나리오를 생성하여, 기술적 유효성과 안정성을 용이하게 테스트 할 수 있는 시뮬레이션 환경 구축 및 평가, 검증기술 개발
- * 테스트베드 실주행 환경과 비교한 가상환경 시뮬레이션의 정합성 연구
- * 타 분야 산출물 연계 시험 평가 및 기술 검증을 위한 시뮬레이터 표준시험 평가체계 구축으로 다양한 시나리오 재현 가능성 확보
- * 가상 시뮬레이션 생성 시나리오 정보(대향차, 주변차, 보행자/자전거이용자 등) 및 센터 기반 교통인프라 정보(신호현시 등) 연계(또는 생성) 통한 자율주행차량의 안전성 검증 프로세스 구축



* PG의 관제시스템 및 V2X 인프라와 연계하여 가상의 시나리오 개발(K-City 적용 예)



- 시나리오 라이브러리
- * 개별 테스트 시나리오 정의를 만족시키는 적응형 시나리오 개발 및 테스트 자동화 기능 개발 (Adaptive Scenario Execution)
 - * 시나리오가 실행되는 지역을 관제 시스템에서 자동으로 할당할 수 있는 지역별 시나리오 자동 할당 시스템 개발
 - * 주요 KPI 설정 및 테스트 결과 리포트 제공 기술 개발
 - 시스템 기반 Lv.4/4+ 자율협력주행 검증 시나리오 기술 개발
 - Lv.4 자율주행 및 자율협력주행 검증 시나리오 개발
 - Lv.4 차량 기반(Stand alone) 자율주행 기술 검증을 위한 시나리오 개발
 - Lv.4 자율협력주행 기술 검증을 위한 시나리오 개발(엠텔 기반, 도로인프라 기반 모두 포함)
 - 향후 테스트베드의 확장 및 활용성 제고를 위한 자율주행 임시운행 기술평가, 한국형 신차안전도평가 (KNCAP) 등 다양한 분야의 확장 시나리오 개발
 - Lv.4/4+ 자율주행 서비스 안전성 검증 시나리오 개발
 - * “자율주행 기술개발 혁신사업” 내 이용자 편의증진 서비스(교통약자, 수요대응 대중교통, 공유차), 도시기능 효율화 서비스(환경관리, 인프라 모니터링), 국민안전서비스(긴급차량 통행지원, 순찰) 안전성 검증을 위한 시나리오 개발

성과지표	성과항목	단 위	세계최고수준 (보유국, 기업)	현재 국내 최고수준	개발 목표치	평가방법	가중치 (%)
------	------	-----	------------------	------------	--------	------	---------

	Lv.4 자율차 테스트베드 구축	건	-	-	1	전문가 평가 (다양한 평가 가능 여부 판단)	40	
	Lv.4 자율차 테스트베드 운영	년			2	테스트베드 가동율 > 30% (주중 1일 8시간 기준)	20	
	차량기반 시뮬레이터 현실 모사 신뢰성	%	-	-	90	전문가 평가 (실차 평가 기준)	20	
	Lv.4 자율차 테스트 시나리오 수립	건	-	-	25종	전문가 평가 (국제기준, 시나리오 동향을 고려)	20	
	계						100%	
최종성과물	<ul style="list-style-type: none"> • Lv.4 자율협력기반의 자율주행 기술개발 및 안전성 평가를 위한 테스트베드 구축(1식) • Lv.4 차량기반 자율주행 시뮬레이터 개발(1식) • 테스트베드 내 통합단말 개발(1식) • 사용자 편의성 증진을 위한 이용매뉴얼(1건) • 자율주행 서비스 실증을 통한 Feed-back 보완건수(20건 이상) 							
활용방안 및 기대효과	<ul style="list-style-type: none"> • 본 사업의 세부과제별 융합형 Lv.4/4+ 자율주행 및 자율협력주행 기술지원 기술검증 공간으로 활용 • 융합형 Lv.4/4+ 자율주행 및 자율협력주행 안전성 검증을 위한 실도로 환경의 평가수행 활용 • 자율주행 및 자율협력주행 관련 개방형 실험 및 테스트 환경 조성으로 기술개발 지원 기반 마련 • 실도로로 주행 전 다양한 시나리오 기반의 기술검증을 통해 공로상의자율주행 기술의 안전성 향상 도모 							
기술로드맵								
타 연구과제 연계·협력 및 성과연계도	<ul style="list-style-type: none"> • 2, 3, 4분야(ICT, 도로교통, 자율주행서비스) 테스트베드 내 환경조성 선정 과제 • 자율주행 리빙랩 실증환경 운영 및 서비스를 통한 사업 모델 개발 							
기타								
연구기간	(81) 개월							
정부출연금(억 원) 및 소요인력(명)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	7차년도	합 계
	5.6	10	10	40	35	12.2	7.2	120

자율주행 기술개발 혁신사업 보완기획서

중점분야	이용자 편의증진 서비스 기술						
세부과제명	교통약자(장애인, 노약자, 교통소외지역 등) 이동지원 모빌리티 서비스 기술 개발						
연구목표	<ul style="list-style-type: none"> • 초고속무선통신 및 인공지능을 활용한 관제센터 교통약자 이동지원 자율주행 차량 원격제어 기술 개발 • 인공지능 기반 교통약자 이동지원 자율주행 차량 기반 교통소외지역 이동지원 서비스 운영 기술 연구 • 딥러닝 기반 교통약자 편의시설 안내 서비스(음성/영상) 및 차내 노령자 케어기술 개발 연구 • 교통약자 이동지원 서비스를 위한 서비스 특화형 자율주행 시스템 개발 및 리빙랩 실증 <ul style="list-style-type: none"> - 교통약자 이동지원 서비스 요구사항 개발에 따른 차량플랫폼 및 시스템 최적화 개발 - 교통약자 이동지원 자율주행차량 10대 이상 도입(개발 포함) 및 40,000km 이상 서비스 운영을 통한 자율주행 시스템 기능·서비스 검증 						
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> • 교통소외지역 자율주행 기반 교통약자 이동지원 서비스 필요성 <ul style="list-style-type: none"> - 교통소외지역은 도심지에 비해 상대적으로 대중교통의 배차간격이 크고 노선이 적어 대중교통의 효율성 및 이용률이 떨어짐 - 교통약자 이동지원을 위해 여러 지자체에서 별도의 예약을 통한 수요대응형 이동지원 서비스가 제공중이나 운전자 동승 서비스 차량이 이용가능한 시간대(운영시간대)에만 서비스 제공이 가능하고, 그 역시 서비스 차량의 확보대수에 따라 서비스 이용에 제한이 있음 - 교통소외지역에서의 운전자 동승이 필요 없는 언제나(24시간) 이용가능한 자율주행 기반 교통약자 이동지원 서비스가 필요하며, 특히 이는 긴급상황 발생 시 교통약자를 신속하게 이동시키는 긴급 서비스에 역시 효과적일 것으로 예상 - 교통소외지역 특성상 복잡한 도심지 교통환경 대비 기술적 제약사항이 적어 자율주행 기반 교통약자 이동지원 서비스 구현 용이 • 관제센터와 교통약자 이동지원 차량 간 위험감지 공유/원격제어 기술 연구 필요성 <ul style="list-style-type: none"> - 교통약자에 대한 실시간 관리(케어) 및 교통소외지역의 예측불가능한 교통상황 대응을 위해 관제센터 기반의 교통약자 이동지원 차량의 원격제어가 차량 단독 자율주행에 비해 더욱 효과적 - 안전한 무인 교통약자 이동지원 서비스 제공을 위한 자율차 센서정보에 기반한 자율차량과 관제센터 간 차량 상태 정보 및 주변 교통상황 실시간 전송기술 필요 - 관제센터의 교통약자 이동지원 차량 원격제어 기술 제공을 통한 자율주행 Lv.4/4+ 무인 교통약자 이동지원 서비스 제공 • 교통약자 특성을 고려한 안전지원 및 이동편의 서비스 제공 필요성 <ul style="list-style-type: none"> - 일반인과 상이한 이동특성을 갖는 교통약자에게는 최단경로 기반의 출도착지 정보 제공과 함께 탑승자의 신체적 제약에 기반한 안전한 출도착지 정보가 함께 제공되어야 함 (맞춤형 도착지점 추천 및 안내 서비스) - 주변 교통약자 편의시설 데이터 기반 탑승자 신체적 제약조건에 따른 맞춤형 도착지점 추천 및 안내 서비스 필요 - 차내 교통약자 이동 편의 및 안전 지원을 위한 운영센터, 경찰서, 병원 등의 긴급 호출, 영상통화, 경로(도착지) 변경 서비스 제공 필요 						
기술동향	<ul style="list-style-type: none"> • 국내·외 자율주행 이동지원 서비스 기술개발 동향 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 자율주행 이동지원 서비스는 주로 기술에 관한 연구가 주를 이루고 있으며, 그 외 시범 운영을 통한 효과분석에 관한 연구도 수행 중임 - 국내의 경우 트럭과 버스(대형운송수단)의 자율주행 기술 경우 해외기술에 의존성이 높음 - 해외 선진국은 국내에 비해 기술 개발이 선행되어 현재는 기술 적용 단계에서 이용자 수용성에 관한 연구가 이루어지고 있음 - 자율주행 이동지원 서비스 구현을 위해 국내·외적으로 차종별로 개발 중에 있으며, 승용차의 경우 온디맨드 차량(자율주행 택시) 시범 서비스를 시작하고 있으며, 상용차의 경우 유럽과 미국 20여 지역에서 시범 사업이 진행 중 <p style="margin-top: 10px;">〈표〉 국내 자율주행 이동지원 서비스 연구 현황</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">연도</th> <th style="width: 60%;">연구내용</th> <th style="width: 30%;">연구기관</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">2016</td> <td>판교 창조경제밸리 자율주행차 운행 지원방안 연구</td> <td style="text-align: center;">경기연구원</td> </tr> </tbody> </table>	연도	연구내용	연구기관	2016	판교 창조경제밸리 자율주행차 운행 지원방안 연구	경기연구원
연도	연구내용	연구기관					
2016	판교 창조경제밸리 자율주행차 운행 지원방안 연구	경기연구원					

2016	차세대 무인대중교통 인프라 구축을 위한 완전자율주행차 플랫폼 개발사업	한국전자통신연구원
2018	자율주행 버스를 활용한 효율적 대중교통 운영방안에 관한 연구	국토연구원
2018	자율주행 기반 대중교통시스템 실증 연구 기획	한국철도기술연구원
2018	장애물 및 제한구역 클러스터링을 통한 자율주행 shuttle 경로탐색에 관한 연구	한국전자통신연구원
2019	스마트도시를 위한 공유형 자율주행차량 기반 교통시스템 구축 기술 개발	한국과학기술원

- (미국) 자율주행차량 원격제어 기술개발 ‘Phantom Auto’
 - 미국의 자율주행 차량 회사 Phantom Auto는 세계 최초로 원격제어 기술을 통한 자동차를 원격 조정을 공공도로에서 시연한 기업으로서 자율주행 차량이 처리하기 힘든 상황 시 원격 운전자가 개입하는 기술을 개발하고 있음
 - 캘리포니아주는 Phantom Auto 기업이 보유한 자율주행차량 원격제어 기술을 첨단 드라이브 보조 시스템(ADAS, Advanced Driver Assistance System)으로 규정하였고, 캘리포니아주 차량교통국(DMV, Department of Motor Vehicles)과의 협약을 통해 자율자동차 원격제어 시험운영 중에 있음
 - Phantom Auto는 자율주행차량 원격제어를 시작으로 트럭 원격제어로 차량 범위를 확장해 나갈 예정이며, 기존 LTE 무선 네트워크망에서 시험운영 되었던 자율주행차량 원격제어를 5G 무선 네트워크망 환경에서의 구현을 목표로 함
 - Phantom Auto는 2020년까지 원격제어 기능이 포함된 자율주행차량 수천 대를 확보 예정
- (국내) 서울시 은평구 교통약자 전용 내비게이션 ‘맵퍼스’
 - 교통약자 전용 이동 경로 지원 모바일앱 서비스
 - 횡단보도, 과속방지턱 등 교통약자 이동 불편 최소화를 위한 이동 편의시설 위치 정보 제공
 - 교통약자 신체적 제약조건에 따른 도착지점 추천 서비스 부재
- (독일) 첨단 드라이브 보조 시스템(ADAS) ‘Continental Automotive Electronics’
 - 세계적 자동차 부품 관련 회사 중 하나인 콘티넨탈 오토모티브 일렉트로닉스(Continental Automotive Electronics)는 로드 앤 드라이브(Road and Camera) 기술을 통해 차량 내부 및 외부 상태를 포함한 전체 환경 모니터링이 가능한 모델을 개발중에 있음
 - 로드 앤 드라이브 기술은 차량 탑승자의 위치, 시선 방향 및 손의 위치를 정확하게 감지하며, 또한 탑승자 안전 모니터(Occupant Safety Monitor) 소프트웨어 기능을 통해 안전 벨트, 에어백 등의 수동 안전 시스템을 상황에 맞게 조정해주는 기능을 함
 - 로드 앤 드라이브 시스템은 일반 탑승자의 안전성 향상을 위한 차량 내·외부의 상황 분석에만 중점을 두고 있는 한계를 가지고 있으며, 교통약자 이동성 편의 증진을 위해 휠체어 사용자를 위한 차량 내부의 환경 모니터링 기술이 요구됨

- 연구내용 (Spec. 포함)
- 교통약자/소외지역 이동권 개선을 위한 맞춤형 서비스 요구사항 도출 및 목표 동작영역(ODD) 설정을 위한 자율차 기능 도출
 - 교통약자(장애인 유형/등급, 고령자 등) 행태를 고려한 서비스 니즈 도출 및 서비스 피드백 방안
 - 교통약자용 자율차량 요구사항 도출 및 서비스 정의
 - 자율협력주행 기반의 소외지역 이동권 개선을 위한 동작영역(ODD) 설정 및 인프라 제공 서비스 정의
 - 교통약자 유형별 이동권 격차 해소 및 서비스 기반 기술 개발
 - 교통약자 이동지원 모빌리티 서비스 유스케이스 및 시스템 요구사항 개발
 - 도시내 및 도시간 교통약자 이동지원 서비스 공급을 위한 최적운영 시나리오 개발
 - 교통약자 이동지원 적정서비스 공급 및 의사결정지원시스템 개발
 - 자율주행차 기반 교통 소외지역 이동권 확보 및 공공교통 정책지원 기술개발
 - 자율주행 기반 교통소외지역 이동권 개선 서비스 구현 우선순위 도출 및 시스템 요구사항 개발
 - 지방도시 소멸위험 단계별 이동권 개선을 위한 공공교통서비스 자율주행 차량 최적운영 시나리오 개발
 - 교통 소외지역 자율주행차량 기반 교통서비스 운영평가 및 정책결정 지원시스템 개발
 - 교통약자/소외지역 이동권 개선을 위한 자율주행 기반 주행상황 정보 실시간 공유기술 개발
 - 자율차량 상태정보/위치정보/주행정보/탑승정보 등의 관제센터 실시간 전송체계 개발
 - 자율주행 Lv.4 차량의 영상기반 위험감지상황 센터 공유 및 전송기술 개발
 - 수동운전 전환상황 감지 및 이용자 상황 공유 방안 개발
 - 교통약자 및 소외지역 이동지원 차량(Fleet) 관제 및 서비스 기술 개발
 - 인프라 기반 자율주행차량 주변 교통상황 인지 및 상황판단(위험감지 포함) 연계 기술 개발

- 자율차 센서와 인프라 센서간 데이터 통합 수집 및 가공 기술 개발
- 센터(엣지) 기반 자율주행차량 원격제어 및 돌발상황 대응 운행 기술 개발
- 교통약자 및 교통소외지역 이용자 맞춤형 실시간 자율주행차량 배차(dispatch) 및 인프라 상황을 고려한 경로배정(assign) 기술 개발
- 교통약자 특성을 고려하여 편의성 높은 예약 및 적기 안내 정보 제공을 위한 효율적인 웹(또는 앱) 서비스 이용환경 개발
- 이용자 서비스 이용환경 모니터링 및 실시간 소통기술(서비스 이용만족도 포함) 개발
- 교통약자 및 소외지역 이동지원 모빌리티 서비스를 위한 데이터 모델 개발
- 교통약자 유형별 이동경로 데이터 분석 및 가공 기술 개발(서비스 기·종점과 실제 통행 기·종점과의 차이를 최소화 할 수 있는 방안 도출 포함)
- 교통 소외지역 이동권 개선 네트워크 모델 개발 및 최적 이동수단 최적화 안내 서비스 개발
- 교통약자 및 교통 소외지역 자율차 운행 최적화 통합 DB 구축
- 교통약자 및 교통소외지역 이동지원 모빌리티 서비스 실증 운영
- 교통약자 및 교통소외 지역 이동지원 서비스를 위한 자율주행 Lv.4 차량 시스템 고도화
- 차량 요구대수 : 자율주행 교통약자 이동지원 차량 10대 이상(차량플랫폼 및 시스템 최적화 개발)
- 실증지역 : 리빙랩을 대상으로 서비스 대상지역 선정 예정

평가항목	단 위	세계최고수준 (보유국, 기업)	현재국내 최고수준	개발 목표치	평가방법	가중치
차량주행상황 정보공유 정확도	%	미국, 팸텀오토	N/A	95%	기술수준 (자체평가)	10
인프라 기반 차량 위험감지 정확도	%	N/A	N/A	95%	기술수준 (자체평가)	10
차량 수동운전 전환상황 검지 정확도	%	N/A	N/A	95%	기술수준 (자체평가)	10
차량 원격제어 운행 정확도	%	미국, 팸텀오토	N/A	95%	기술수준 (자체평가)	10
교통약자 및 교통 소외지역 통행 DB	건	N/A	N/A	10건	기술수준 (자체평가)	5
교통약자 맞춤형 주행 경로 탐색 프로그램 S/W	건	N/A	N/A	1건	기술수준 (자체평가)	10
실증거리	km	-	-	40,000	실증거리	15
서비스 이용만족도	%	-	-	80%	서비스 이용만족도	15
빅데이터 수집량	TB			1,800	빅데이터 수집량	15
계						100%




- 최종성과물**
- (설계서) 교통약자 이동지원을 위한 자율주행 모빌리티 서비스 요구사항 정의서
 - (설계서) 교통약자 이동지원 자율주행 서비스 특화 자율주행시스템 설계 사양서
 - (시스템·하드웨어) 교통약자 이동지원 자율주행 서비스 특화형 자율주행 및 원격제어 시스템(센터시스템)
 - (장비·시제품) 교통약자 이동지원 서비스 특화형 자율주행차량 시스템
 - (소프트웨어) 교통약자 이동지원 자율주행차량 원격제어 시스템 S/W
 - (소프트웨어) 시 기반 교통약자 이동지원 자율주행차량 배차 최적화 알고리즘
 - (소프트웨어) 교통약자 이동지원 자율주행 서비스 운영성과 평가 모델
 - (소프트웨어) 교통약자 이동지원 자율주행차량 운행관제 플랫폼
 - (소프트웨어) 자율주행 Lv.4 기반 교통약자 맞춤형 도착지점 안내 및 교통약자 편의기능 제공 시스템 S/W
 - (소프트웨어) 이용자 중심 교통약자 이동지원 서비스 운영 평가 플랫폼 (앱, 서비스 플랫폼)
 - (가이드·매뉴얼) 교통약자 이동지원 서비스 특화 자율주행 유스케이스 및 시나리오 개발 보고서
 - (보고서) 교통약자 이동지원 서비스 리빙랩 실증 평가 보고서

<p>활용방안 및 기대효과</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Lv.4 자율주행/원격제어 기술 기반의 교통약자 이동편의 증진 및 교통소외지역 대중교통 서비스 강화 <ul style="list-style-type: none"> - 교통약자/교통소외지역에서의 언제(24시간)/어디서든(탄력적노선) 이용가능한 모빌리티 서비스 제공 - 자율주행/원격제어를 통한 서비스 제공이 가능하여 운행인력(운전자)의 제한 없는 상시 서비스 제공 가능 - 교통소외지역 특성상 복잡한 도심지 교통환경 대비 기술적 제약사항이 적어 자율주행 기반 교통약자 이동지원 서비스 구현 용이 - Lv.4 자율주행 기술 기반의 교통약자/교통소외지역 모빌리티 서비스를 제공함으로써 자율주행 기술에 대한 국민들의 긍정적 이미지 제고 - 정부주도로 Lv.4 자율주행 기술을 개발하는 것에 대한 당위성 확보 • Lv.4 자율주행/원격제어 기술 및 교통약자 특화 서비스 차량 분야 산업 생태계 활성화 <ul style="list-style-type: none"> - 자율주행/원격제어 기술은 초고속무선통신, 차량센서-인프라센서간 데이터 퓨전, AI 기반 상황 인지 및 판단 기술 등 다양한 기술이 융합되어 가능한 기술로, 교통약자 서비스 차량에 대한 원격제어 기술은 기술개발의 당위성이 크고, 연관기술분야 산업 생태계 활성화에 크게 기여할 것으로 예상 - 교통약자 서비스 차량 내의 교통약자 편의를 위한 각종 시스템(휠체어-차량간 정보 공유, 교통약자편의시설 안내, 차량 탑승/하차 지원 시스템 등) 기술 개발을 통해 ICT와 AI 기반의 차량내 교통약자 특화 시스템 기술 개발 분야 산업 생태계 활성화 기대 • 교통약자/교통소외지역 자율주행 모빌리티 서비스 제공을 통한 정부의 대중교통 지원예산 절감 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 자율주행/원격제어 기술 적용을 통한 운행인력(운전자) 제한 없는 상시 서비스 제공이 가능하여, 교통약자/교통소외지역 대중교통 서비스 확대에 대한 부담 감소 및 중장기적 차원의 대중교통 서비스 지원 예산 절감 가능 																
<p>기술로드맵</p>																	
<p>타 연구과제 연계·협력 및 성과연계도</p>																	
<p>기타</p>																	
<p>연구기간</p>	<p>(69) 개월</p>																
<p>정부출연금(억 원) 및 소요인력(명)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>1차년도</th> <th>2차년도</th> <th>3차년도</th> <th>4차년도</th> <th>5차년도</th> <th>6차년도</th> <th>7차년도</th> <th>합 계</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>35</td> <td>5</td> <td></td> <td>150</td> </tr> </tbody> </table>	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	7차년도	합 계	30	25	25	30	35	5		150
1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	7차년도	합 계										
30	25	25	30	35	5		150										

자율주행 기술개발 혁신사업 보완기획서

중점분야	이용자 편의증진 서비스 기술
세부과제명	실시간 수요 대응 자율주행 대중교통 모빌리티 서비스 기술 개발
연구목표	<ul style="list-style-type: none"> • 실시간 수요에 대응하고 환승 없이 Door-to-door(D2D) 레벨의 대중교통 서비스를 제공할 수 있는 동적노선 기반 자율주행 대중교통 운영 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - D2D레벨의 실시간 이용수요 예측 기반 실시간 동적노선 최적화 기술 등 자율주행 대중교통 서비스 운영기술 개발 - 자율주행 셔틀(미니버스)기반 대중교통 서비스 및 운영기술 개발 - 이용자-센터-자율주행 차량을 연계하고, 원격제어 및 운영이 가능한 운행관리기술 개발 • 이용자들의 평균적 니즈가 아닌 개별 이용자들의 모빌리티 니즈를 맞출 수 있는 개인기반(Personalized & Customized) 자율주행 대중교통 서비스 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 개별 이용자의 이용패턴과 잠재된 선호를 분석하여 (자율주행) 대중교통 이용을 극대화 할 수 있는 최적 대안 수립기술 및 서비스 고도화 기술 개발 • 자율주행 대중교통 모빌리티 서비스 특화(공공성 강화)형 자율주행 시스템 개발 및 리빙랩 실증 <ul style="list-style-type: none"> - 자율주행 대중교통 모빌리티 서비스의 공공성 평가를 포함한 서비스 검증 - 실시간 수요대응 자율주행 대중교통 서비스 요구사항 개발에 따른 차량플랫폼 및 시스템 최적화 개발 - 자율주행 셔틀(미니버스)기반 최적 서비스 커버리지(용도 및 공간) 도출, 도시단위 서비스 운영계획 수립 및 의사결정지원시스템 개발 - 실시간 수요대응 자율주행차량 15대 이상 서비스(개발 포함) 및 60,000km 이상 서비스 운영을 통한 Lv.4/4+ 자율주행 시스템 기능·서비스 검증
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> • 지속가능한 교통체계 수립을 위해 전통적 대중교통체계의 혁신 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 전통적 대중교통체계는 정류장기반, 노선기반, (고정적)운행스케줄 기반이라는 제약조건을 가지고 있으며, 이는 지나친 장거리 노선과 우회 노선, 노선의 편중 및 중복, 이용패턴과 배차운영의 불일치, 접근성(First mile/Last mile) 문제, 환승불편 등 고질적이고 다양한 문제를 나타내고 있음 - 이러한 고질적이고 다양한 한계를 단순히 극복하기 위해서는 수요기반, 동적노선, 가변적 스케줄 등 새로운 관점의 혁신적 기술 필요 • 자율주행기반 대중교통 서비스 고도화로 친환경 미래 모빌리티 시스템 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 자율주행 기술은 대중교통 서비스를 실시간 수요대응형, 개별 이용자 맞춤형 등으로 고도화시킬 수 있으며, 이는 개인교통 중심에서 대중교통 중심으로 도시교통체계가 대전환하는 계기가 될 수 있음 • 자율주행 서비스의 공공성 확보 및 국민수용성 제고 <ul style="list-style-type: none"> - 자율주행 기술이 자가용 필요성을 낮추고 도시를 지속가능하게 발전시키는 것에 기여할 수 있다는 것을 증명하여, 시민들이 자율주행산업에 대한 올바른 인식을 형성하는데 기여할 수 있음
기술동향	<ul style="list-style-type: none"> • 세계적으로 자율주행 기반 대중교통은 대중버스, 미니버스, 택시의 3축을 중심으로 개발 및 실증이 진행되고 있음 <ul style="list-style-type: none"> - 자율주행 셔틀은 기존 20km/h 이하에서 주행속도가 100km/h 수준으로 발전될 전망이며, 자율주행 택시와 버스가 2027년경부터 완전자율주행(Lv.4) 형태로 도로에 나타날 것으로 전망됨 - GM과 구글, 우버 등은 2019년부터 경쟁적으로 Lv.4 자율주행 택시 출시를 공언하고 있으며, 실제 출시되는 경우 시장의 게임체인저 역할을 할 전망이다 • 자율주행 셔틀버스는 대중교통 혁명을 선도할 자율주행 서비스로, 다양한 국가에서 셔틀을 개발하고 실제 주행을 하고 있으며, 이를 이용한 다양한 서비스를 개발하기 위한 전략을 수립 중 <ul style="list-style-type: none"> - 미국과 유럽은 자율주행 셔틀버스를 투입하여, 도심운행 차량 감차, 차선 수 감소 및 자전거/보행자 도로 확대, 노약자·장애인 이동복지 제공 등에 활용을 추진 중임

〈표〉 세계 주요 자율주행 셔틀버스 현황

차종 (제조사)	Olli (Local Motors)	EZ10 (EasyMile)	ARMA (Navya, 1위)
사진			
탑승객	12	12	15
구동 방식	전기버스	전기버스	전기버스
센서	라이다, 카메라 등	라이다, 카메라 등	라이다, 카메라 등
운영자	운영자 모니터링형	운영자 비탑승 가능	운영자 비탑승 가능
운영 지역	(美) 워싱턴 D.C., 마이아미, L.A. 등	헬싱키(핀), 콩코드 (美), 싱가포르 등	퀵른(獨), 런던(英), 오스트레일리아 등

- 자율주행 셔틀 서비스 개발·활용을 위해 EU회원국의 역량을 결집하여 공동 투자 및 연구를 추진 중이며, 대표적인 과제가 CityMobil2 사업임
- CityMobil2는 4년간 6만명 이상 탑승하는 실증성과를 거두었으며, 특히, 공공 교통수단이 도달하지 못하는 지역에서 주요 정류장까지의 운송을 제공함으로써 시민의 교통 소외문제를 해소



〈그림〉 EU의 자율주행 셔틀버스 프로젝트인 CityMobil2

- 일본은 향후 5천개 이상으로 증가할 인구 1만 이하 과소지에서 수익성 악화로 인하여 대중교통이 붕괴되는 것에 대한 대안으로 자율주행 셔틀버스를 제시



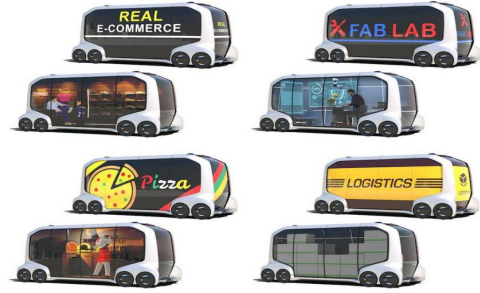
※ 출처: ITS Japan based on 'Grand Design of National Spatial Development toward 2050'

〈그림〉 과소지에 자율주행 기반 대중교통을 제공하는 일본의 계획

- 도요자동차는 다목적 모빌리티 서비스 자율주행 셔틀인 '이팔레트 콘셉트(e-Palette Concept)'를 발표하였으며, 이팔레트는 이동과 물류, 판매 등 하나의 셔틀이 다양한 목적의 서비스로 변화하여 활용가능한 컨셉임



〈그림〉 이팔레트 차량



〈그림〉 이팔레트 기반 모빌리티 서비스 예

- 대중교통서비스가 실시간 수요대응형으로 진화하려는 노력은 다양하게 시도되고 있으며, 이용자 친화적 모바일 플랫폼과 시 기반 실시간 경로산출(수요매칭 및 배차)을 통한 실증 서비스들이 국내에서도 수행되고 있음
 - 현대자동차와 인천광역시는 9인승 유인셔틀(솔라티)을 활용한 실시간 수요대응형 대중교통 서비스인 "사회참여형 I-MOD 서비스"를 제안하고 인천 영종도에 시범사업을 수행함(2019)
 - 시범사업 기간동안 일평균 399명의 인원이 이용하였으며, 시범사업결과 국토교통부의 스마트시티 챌린지사업 본사업으로 선정되었음



I-MOD 버스 차량 외부



I-MOD 버스 차량 내부



〈그림〉 I-MOD 서비스 개념도

연구내용 (Spec. 포함)	<ul style="list-style-type: none"> • 실시간 수요 대응 자율주행 대중교통 모빌리티 서비스 및 운행관리 시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 실시간 이용정보(출발시간, 승하차위치정보, Virtual station, 예상도착시간 등) 생성 및 제공 플랫폼 기술개발 - AI기반 대중교통 모빌리티 실시간 동적 노선 최적화 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> * 단기 예측기반 Fleet단위 실시간 최적 경로 생성기술 개발 * 실시간 교통상황 및 연계교통수단을 고려한 최적 배분 및 재배치 기술 개발 - 실시간 수요 대응 자율주행 대중교통 최적 운행계획수립 시뮬레이터 개발 - 실시간 수요 대응 자율주행 대중교통 상태 모니터링, 원격관제 등 센터시스템 개발 - 유고상황 대응체계 및 알고리즘 기술 개발 • 개별 이용자 맞춤형(Personalized & Customized) 자율주행 대중교통 통행지원 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 빅데이터 기반 대중교통 D2D 이용 수요예측 기술개발 (1일 단위 예측) - AI기반 개별 이용자 이용패턴 및 선호경로 분석 및 예측 기술 개발 - 이용자 행태 및 잠재선호 기반 실시간 자율주행 대중교통 모빌리티 수요예측 기술 개발 - 도시 단위 서비스 공급을 위한 최적 운행계획 수립 기술 개발 • 실시간 수요대응 자율주행 대중교통 모빌리티 서비스 구현 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 실시간 수요대응 자율주행 대중교통 모빌리티 공공성 평가지표 개발 - 이용자-센터-자율주행 대중교통 등의 연계 표준 기술개발 - 실시간 수요대응 자율주행 대중교통 모빌리티 서비스 시스템 통합 검증 절차서 개발 및 설계 적합성 검증 - 실시간 수요대응 자율주행 대중교통 운영 및 서비스 평가 시스템 개발 • 실시간 수요 대응 자율주행 대중교통 모빌리티 서비스 실증 운영 및 검증 <ul style="list-style-type: none"> - 차량 요구 대수 : 자율주행 대중교통 차량 15대 이상 (차량플랫폼 및 시스템 최적화 개발) - 실증 지역 : 자율주행 서비스 리빙랩 - 실증거리 : 60,000km 이상 - 빅데이터 수집량 : 2,500TB 이상
--------------------	--

성과항목	단 위	세계최고수준 (보유국, 기업)	현재 국내 최고수준	개발 목표치	평가방법	가중치 (%)
현행 운행계획 대비 운행회수 절감율	%	-	-	20%	자체측정	15
현행 운행계획 대비 운행대수 절감율	%	-	-	10%	자체측정	15
대중교통 수단분담률 증가율	%	-	-	10%	자체측정	10
실증거리	km	-	-	60,000	실증거리	20
서비스 이용만족도	%	-	-	80%	서비스 이용만족도	20
빅데이터 수집량	TB	-	-	2,500	빅데이터 수집량	20
계						100%

최종성과물	<ul style="list-style-type: none"> • (설계서) 실시간 수요 대응 자율주행 대중교통 모빌리티 서비스 요구사항 정의서 • (설계서) 실시간 수요 대응 자율주행 대중교통 모빌리티 서비스 특화 자율주행시스템 설계 사양서 • (시스템·하드웨어) 실시간 수요 대응 자율주행 대중교통 모빌리티 서비스 특화형 자율주행 시스템 (센터시스템) • (장비·시제품) 실시간 수요 대응 자율주행 대중교통 모빌리티 서비스 특화형 자율주행차량 시스템 (차량 탑재형) • (소프트웨어) AI기반 Fleet 단위 자율주행 대중교통 모빌리티 노선 최적화 알고리즘 • (소프트웨어) AI기반 자율주행 대중교통 모빌리티 배분 최적화 알고리즘 • (소프트웨어) 자율주행 대중교통 운행 성과 평가 모델 • (소프트웨어) 실시간 수요 대응 자율주행 대중교통 운행관제 플랫폼
-------	--

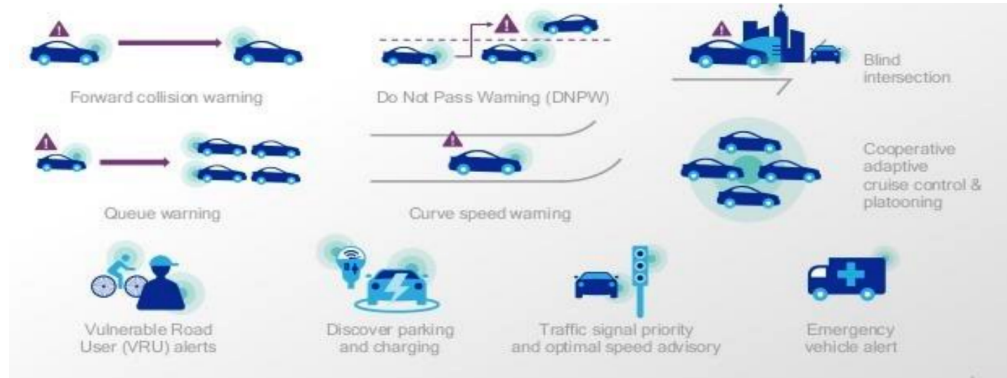
	<ul style="list-style-type: none"> • (소프트웨어) 개별 이용자 맞춤형(Personalized & Customized) 자율주행 대중교통 통행지원 플랫폼 • (소프트웨어) 이용자 중심 자율주행 대중교통 모빌리티 운영 평가 플랫폼 • (가이드·매뉴얼) 실시간 수요대응 모빌리티 서비스 특화 자율주행 유스케이스 및 시나리오 개발 보고서 • (보고서) 실시간 수요 대응 자율주행 대중교통 모빌리티 서비스 실증 평가 보고서 																
<p>활용방안 및 기대효과</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Lv.4 자율주행 기술 및 서비스의 공공성 강화 <ul style="list-style-type: none"> - Lv.4 자율주행 기술을 모든 시민들이 이용할 수 있는 대중교통 시스템 고도화에 활용함으로써 자율주행 기술에 대한 국민들의 긍정적 이미지 제고 - 정부주도로 Lv.4 자율주행 기술을 개발하는 것에 대한 당위성 확보 • 이용자 중심의 지속가능한 대중교통체계 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 대중교통 이용자 편의 증대(접근성 개선, 환승불편 해소, 대기시간 zero) - 승용차 중심에서 대중교통 중심으로 대전환되는 획기적 기반 마련 - 승용차 이용 증가로 인한 혼잡, 교통사고 및 환경오염 문제를 해결하고, 시민들의 니즈를 충족시킬 수 있는 지속가능한 교통체계 완성 • 대중교통운영효율 향상을 통한 정부예산 증대효과 <ul style="list-style-type: none"> - 현재 비효율적 대중교통 시스템으로 발생하는 적자 노선 손실보조금 지출 절감가능 																
<p>기술로드맵</p>																	
<p>타 연구과제 연계·협력 및 성과연계도</p>	<ul style="list-style-type: none"> • (ICT융합신기술) 현실·가상 정보 융합형 엣지기반 자율주행 시뮬레이터 및 시스템 프레임워크 개발 • (도로교통융합신기술) 자율차-일반차 혼재상황 대비 시기반 자가진화형 교통운영 최적화 기술 개발 • (도로교통융합신기술) 자율주행시스템 수집 빅데이터를 활용한 교통관리 및 운영용 Digital Twin 시스템 개발 • (도로교통융합신기술) 자율주행 리빙랩 실증환경 운영 및 서비스를 통한 사업 모델 개발 • (자율주행서비스) 교통약자(장애인, 노약자, 교통소외지역 등) 이동지원 모빌리티 서비스 기술 개발 																
<p>기타</p>																	
<p>연구기간</p>	<p>(81) 개월</p>																
<p>정부출연금(억 원) 및 소요인력(명)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>1차년도</th> <th>2차년도</th> <th>3차년도</th> <th>4차년도</th> <th>5차년도</th> <th>6차년도</th> <th>7차년도</th> <th>합 계</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>33</td> <td>33</td> <td>26</td> <td>32</td> <td>34</td> <td>12</td> <td>10</td> <td>180</td> </tr> </tbody> </table>	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	7차년도	합 계	33	33	26	32	34	12	10	180
1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	7차년도	합 계										
33	33	26	32	34	12	10	180										

자율주행 기술개발 혁신사업 보완기획서

중점분야	도시기능 효율화 서비스 기술										
세부과제명	도로교통 인프라 모니터링 및 긴급복구 지원 서비스 기술 개발										
연구목표	<p>자율주행에 위험요인이 될 수 있는 도로 상태, 통신 상태, 자율주행 안전 시설물 상태 등 자율주행 도로교통 인프라를 자율주행 차량을 이용하여 실시간으로 모니터링하고 긴급복구 지원할 수 있는 서비스 개발 및 실증을 목표로 함</p> <ul style="list-style-type: none"> • 자율주행 도로교통 인프라 모니터링 및 긴급복구 지원을 위한 도로상황 자동 대응 서비스 개발 및 실증 • V2X 기반 다차원 검지정보를 활용한 실시간 도로상황 진단 및 추론 기술 개발 • 자율주행을 위한 취약구간 모니터링 및 복구대상 구간 검지 기술 개발 • 자율주행 인프라 모니터링 및 긴급복구 지원을 위한 서비스 특화형 차량 자율주행 시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> ※ 자율주행 도로교통 인프라: 자율주행차와 일반차량의 안전하고 효율적 주행을 지원하는 모든 인프라 (도로시설물, 도로교통정보 수집 및 통신 노변 설치물(RSE), 정밀지도기반 동적 정보 시스템(LDM), GPS지역 수신제어국 등) 										
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> • Lv.4 자율주행 시스템은 V2X기반 도로 및 주행상황에 대한 다차원 검지(도로 인프라 검지정보, 자율주행차 검지정보 등)가 가능하므로 자율주행 도로교통 인프라의 상태와 실시간 교통상황에 대하여 보다 고도화된 정보수집이 가능해짐 <div style="text-align: center;"> </div> <ul style="list-style-type: none"> • 다차원 검지정보를 활용하여 (자율주행을 위한) 실시간 도로상태와 교통상황을 파악하고 이를 실시간으로 대응하는 서비스를 제공하는 것은 자율주행의 성능 및 효율을 향상시킬 뿐만 아니라 전반적인 도시교통상황 개선에 직접적 도움이 될 것으로 예상 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr style="background-color: #e0f2f1;"> <th style="width: 40%;">자율주행 도로교통 인프라</th> <th>추진 방향</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>도로시설물</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • 자율주행차량의 인지성능 향상을 위한 차선 표시 방안 • 자율주행차량 카메라의 시인성을 향상할 수 있는 도로표지 • 교통 상충점의 기하구조 개선 </td> </tr> <tr> <td>교통상황정보 수집 노변 설치물</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • 기 설치된 RSE를 통해 다양한 정보를 송신하고, 선택적 정보를 수신할 수 있는 서비스 개발 </td> </tr> <tr> <td>정밀지도기반 동적정보시스템</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • 정적·동적데이터의 가공 및 처리가 가능한 정밀전자지도 개발을 통해 차량센서의 한계를 극복 </td> </tr> <tr> <td>GPS 지역수신 제어국</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • 차량 및 특정 상황의 정밀한 위치정보를 수집 및 가공할 수 있는 능력 </td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> • 자율주행차량이 인지하기 어렵거나 검지가 불가능한 도로구간이 존재한다면 정보 단절구간이 발생하며, 이는 자율차량의 사고와 직결될 수 있음 • 도로인프라의 자율주행 성능을 모니터링하고 정보를 축적하여 성능을 평가/분석하는 기술이 필요하며, 이를 기반으로 자율주행 취약구간이 존재할 시 이를 개선하고 긴급히 복구하는 시스템 및 서비스가 요구됨 	자율주행 도로교통 인프라	추진 방향	도로시설물	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행차량의 인지성능 향상을 위한 차선 표시 방안 • 자율주행차량 카메라의 시인성을 향상할 수 있는 도로표지 • 교통 상충점의 기하구조 개선 	교통상황정보 수집 노변 설치물	<ul style="list-style-type: none"> • 기 설치된 RSE를 통해 다양한 정보를 송신하고, 선택적 정보를 수신할 수 있는 서비스 개발 	정밀지도기반 동적정보시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 정적·동적데이터의 가공 및 처리가 가능한 정밀전자지도 개발을 통해 차량센서의 한계를 극복 	GPS 지역수신 제어국	<ul style="list-style-type: none"> • 차량 및 특정 상황의 정밀한 위치정보를 수집 및 가공할 수 있는 능력
자율주행 도로교통 인프라	추진 방향										
도로시설물	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행차량의 인지성능 향상을 위한 차선 표시 방안 • 자율주행차량 카메라의 시인성을 향상할 수 있는 도로표지 • 교통 상충점의 기하구조 개선 										
교통상황정보 수집 노변 설치물	<ul style="list-style-type: none"> • 기 설치된 RSE를 통해 다양한 정보를 송신하고, 선택적 정보를 수신할 수 있는 서비스 개발 										
정밀지도기반 동적정보시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 정적·동적데이터의 가공 및 처리가 가능한 정밀전자지도 개발을 통해 차량센서의 한계를 극복 										
GPS 지역수신 제어국	<ul style="list-style-type: none"> • 차량 및 특정 상황의 정밀한 위치정보를 수집 및 가공할 수 있는 능력 										
기술동향	<ul style="list-style-type: none"> • 네덜란드, 미국, 일본 등은 미래 자율주행을 위해 기존 도로 인프라의 쉽고 효과적인 개선을 위해 표준제정, 규제 개선, 인프라 확충 등을 지속적으로 추진하고 있음 										

* Advanced on-road Telematics, Smart Curbs, Smart Lanes 등

- 5GAA에서는 미래 지능형 교통 시스템에서 안전하고 경제적이며, 환경영향을 최소화할 수 있는 서비스를 제공하기 위해 유스케이스를 정의하고 분석하여 이에 필요한 QoS 및 가능한 대응방안을 연구하고 있음
 - 원격제어 드라이빙, 군집주행, 주행위험구간, 차선합류, 인포테인먼트, 소프트웨어 업데이트 등과 관련된 유스케이스별 QoS 및 대응방안을 연구중



〈그림〉 V2X기반 Use Case 예

- 국토부는 자율주행을 지원하는 첨단도로 인프라 개발을 목표로 스마트 자율협력주행 도로시스템을 개발을 지원하고 있음
 - 자율협력주행을 위한 도로기반시설 고도화 기술, 도로시스템 운영·관리 기술, 자율주행차 연계 협력주행 실증, 도로시스템 테스트베드 및 평가기술 개발

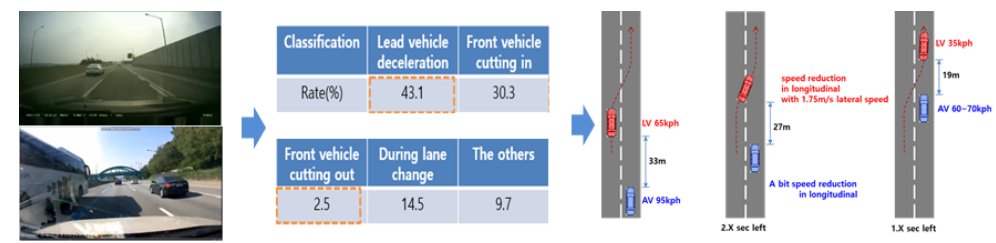
연구내용
(Spec. 포함)

- 자율주행 도로교통 인프라 모니터링 및 긴급복구 지원을 위한 도로상황 자동 대응 서비스 개발 및 실증
 - 자율주행 인프라 모니터링 및 긴급복구 지원 자동 대응 서비스 요구사항 정의 및 시스템 설계
 - 교통상황 대응 기반 인프라 모니터링을 위한 실시간 자율주행차량 배분(patrol) 및 배치(dispatch) 기술
 - 자율주행 기반 긴급복구 지원 (주의표지 배치, 조명, 주요 복구재료 및 장비 수송 등) 기술
 - 돌발상황 대응 교통통제 알고리즘 및 정보제공 기술
 - 돌발상황시 예측정보기반 단기(우회)최적경로 생성기술 및 정보제공 기술
 - 실시간 도로상황 자동대응 서비스 시스템 개발 및 서비스 실증 운영
 - * 차량형태 : 인프라 모니터링 및 긴급복구 지원 목적 자율주행 차량
 - * 실증지역 : 리빙랩내 도로교통환경 난이도(혹은 요구사항, operational design domain)가 높지 않은 도로구간(도심도로 및 국도 등) 선정
 - * 서비스 운영방식 : 비첨두 시간대(혹은 야간)를 활용한 자율주행 기반 도로교통 인프라 모니터링 및 긴급복구 지원 서비스 제공
- V2X 기반 다차원 검지정보를 활용한 실시간 도로상황 진단 및 추론 기술 개발
 - Lv.4 자율주행 인프라-차량에서 수집 가능한 다차원 검지정보(도로 인프라 검지정보, 자율주행 모니터링차량 검지정보 등) 융합 데이터 전처리 기술
 - 다차원 융합정보 상황 추론 및 예측 기술
 - 다차원 융합정보를 이용한 엣지 서버기반 도로 인프라 및 주행 상태 자동 진단 기술
- 자율주행 도로교통 인프라 취약구간 모니터링 및 복구대상 구간 검지 기술 개발
 - 자율주행 취약구간 선정 기준 마련 및 유스케이스 도출
 - 자율주행 도로 인프라 성능 분석 및 개선 솔루션(안) 제공 기술
 - 자율주행 취약구간 긴급복구 우선순위 결정 및 대응 매뉴얼
- 자율주행 인프라 모니터링 및 긴급복구 지원을 위한 서비스 특화형 차량 자율주행 시스템 개발
 - 서비스 요구사항 기반 서비스 특화형 자율주행 차량 요구사항 정의 및 차량 시스템 개발(차량플랫폼 및 시스템 최적화 개발)
- 자율주행 기반 실증 운영
 - 차량대수 : 5대 이상 (차량플랫폼 및 시스템 최적화 개발)
 - 실증지역 : 도시형 리빙랩 지역의 일반도로 선정
 - 실증목표거리 : 30,000km 이상
 - 빅데이터 수집량 : 1,300TB 이상

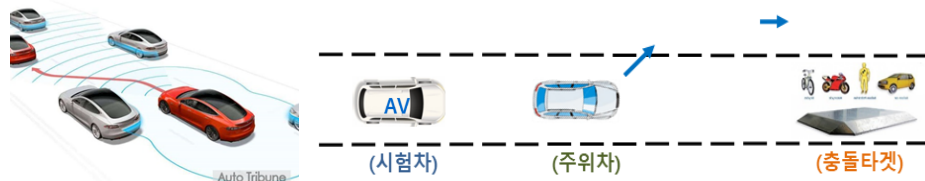
성과지표	성과항목	단 위	세계최고수준 (보유국, 기업)	현재 국내 최고수준	개발 목표치	평가방법	가중치 (%)
	교통상황 대응기반 실시간 자율주행 차량 배분 및 배차 정확도	%	-	-	90%	기술수준	10
	도로교통 인프라 및 주행 상태 자동 진단 알고리즘 정확도	%	98% (미국, Waymo)	-	98	기술수준	10
	자율주행 취약구간 시급성 기준 레벨 설정	단계	-	-	4단계 이상	법제도 제안	10
	자율주행 취약구간 선정 정확도	%	98% (미국, Waymo)	-	98	기술수준	10
	대상 자율주행 도로교통 인프라 개수	EA	-	-	10종 이상	-	10
	엠펙 기반 단기 (우회)최적 경로 정확도 (시간, 거리, 교통량 기준)	%	95% (미국, GM)	-	98	기술수준	10
	서비스 이용만족도	%	-	-	80	서비스 이용만족도	10
	실증거리	km	-	-	30,000 이상	실증거리	15
	빅데이터 수집량	TB	-	-	1,300 이상	빅데이터 수집량	15
계						100%	
최종성과물	<ul style="list-style-type: none"> • 교통상황 대응 기반 인프라 모니터링 자율주행차량 배분 및 배차 알고리즘 • 다차원 검지정보 융합 데이터 전처리 엔진 • 엠펙 기반 도로 인프라 및 주행 상태 자동 진단 알고리즘 • 자율주행 취약구간 긴급복구 우선순위 결정 및 대응 매뉴얼 • 돌발상황 대응 교통통제 및 우회정보 생성 알고리즘 및 제공 시스템 • 자율주행 기반 도로교통 인프라 모니터링 및 긴급복구 차량 운영 플랫폼 						
활용방안 및 기대효과	<ul style="list-style-type: none"> • Lv.4 자율주행 인프라의 성능 및 안전성, 신뢰성 확보 등을 통해 자율주행 시대의 조기 개막에 기여하여, 국민 생활수준 향상을 이끌고 고부가가치 창출과 함께 지속 가능한 성장을 이끌 것으로 기대 • 자율주행 도로교통 인프라 모니터링 및 긴급복구 지원 서비스로 발생할 수 있는 교통사고를 미연에 방지함으로써 교통사고로 인한 손실을 최소화하고, 이로 인한 사회적 비용 절감 및 불필요한 차량 부품 비용 절감 가능 • 돌발상황 대응 교통통제 및 우회정보 제공 기술을 통해 도로상황 및 운전자에 기인한 교통 혼잡의 완화효과 기대 • 자율주행에 영향을 줄 수 있는 도로 인프라 모니터링 및 응급복구 기술을 스마트 도로 관리시스템에 활용 • 자율주행 취약구간 실시간 분석을 통한 위험·취약구간 알림/관제 시스템에 활용 • Lv.4 이상 자율주행차 기술개발에 필요한 돌발상황 대응 주행 협상 알고리즘 및 시뮬레이션에 활용 • 본 서비스로 수집된 데이터는 자율주행 인지·판단·제어 엔진의 학습용으로 활용 						
기술로드맵							

	'21년	'22년	'23년	'24년	'25년	'26년	'27년	
	Use Case 발굴 및 정의 서비스 요구사항 분석 및 정의 시스템 요구사항 분석 및 정의 서비스 및 시스템 상세 설계	다차원 검지 융합 데이터 전처리 기술	V2X 기반 실시간 도로상황 진단 및 추론 인프라 적역구간 모니터링 인프라 복구대상 구간검지	실시간 자율주행차량 배분 및 배차 기술 리빙랩 도로센서 인프라 상세설계 및 구축	모니터링 및 긴급복구 자동 대응 서비스 시스템 및 실증			
타 연구과제 연계·협력 및 성과연계도	<ul style="list-style-type: none"> • (도로교통융합 신기술) 자율협력주행을 위한 미래도로 설계 및 실증 기술 개발(미래도로 설계기술) • (도로교통융합 신기술) 도로교통 융합 기술 평가를 위한 시뮬레이터 기반 범용적 가상시험환경 플랫폼 기술 개발 및 구축 • (ICT융합 신기술) 클라우드 소싱 주행환경 데이터 스티칭 기술개발 • (ICT융합 신기술) 클라우드 기반 자율주행 지능 학습 데이터 수집·가공 기술개발 							
기타								
연구기간	(69) 개월							
정부출연금(억 원) 및 소요인력(명)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	7차년도	합 계
	20	20	20	20	15	5		100

자율주행 기술개발 혁신사업 보완기획서

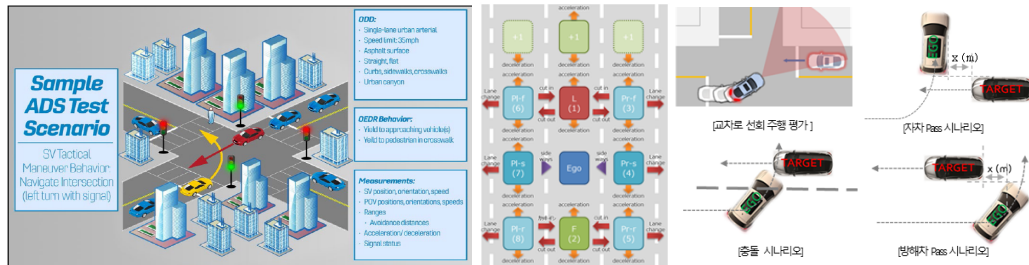
중점분야	Lv.4 자율주행차 안전성 평가기술												
세부과제명	주행 및 충돌상황 대응 안전성 평가 기술 개발												
연구목적	<ul style="list-style-type: none"> • Lv.4 자율주행시스템의 안전성 평가를 위해 다양한 도로교통기상 환경 등을 감안한 평가시나리오를 개발하고, ODD(운행가능영역, Operational Design Domain) 내에서 운전조작행위(Dynamic Driving Task) 및 제어불가상황에 대한 대응(Fall back) 능력의 안전성을 확인하고 검증하기 위한 기술 확보 <ul style="list-style-type: none"> - Lv.4 자율주행시스템(전용도로 기반, 도심 기반)의 안전한 주행능력 평가시나리오로 활용하기 위해 다양한 운행환경 및 조건을 반영한 시나리오 DB 구축 - 운전자 없는 Lv.4 자율주행시스템에 대해 기존 자동차 안전성검증(인증)기술 및 체계 적용시 문제점과 개선 방안 도출(제도화 지원 통한 상용화 기술 확보) - 운전자를 대신하는 시스템의 DDT 및 Fall back 상황 대응 기준 확보 • 본 과제의 연구범위에 속한 ODD 내에서 Lv.4 자율주행시스템 도입에 따른 다양한 착좌유형 가능성에 대비하여 충돌사고 시 탑승객 안전을 확보하고 관련 장치의 적정한 성능 기준을 정하기 위한 안전성 확인(검증) 기반 마련 • 자율주행 Lv.4 상용화에 대비하여 자동차안전관리 및 교통물류서비스 촉진을 위한 법제 개선안 마련 												
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행의 상용화 목표 <ul style="list-style-type: none"> - 정부는 자율주행을 통한 혁신성장을 위해 상용화 정책 수립(2020년 Lv.3 상용화, 2022년 Lv.4 자율주행 기반 마련)을 통해 2030년 완전자율주행 실현을 목표로 하고 있으며, 업계도 이에 발맞춰 상용화 기술 개발에 매진하고 있음 - 전용도로 기반 Lv.3 자율주행시스템 안전성평가기술에 이어 전용도로 기반 Lv.4 자율주행시스템에 대한 안전성평가기술 개발 필요 - 도심 기반의 자율주행 셔틀 등의 글로벌 확산에 대응하여 안전성 평가기술개발 필요 • 인간 운전자를 대신하여 자율주행차의 안전성을 확인하기 위해서는 다양한 도로교통상황 및 운행조건을 반영하는 주행데이터 DB 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 기존 운전자지원장치(Driving Assist System)과 달리 Lv.4 자율주행시스템은 인간 운전자가 담당했던 모든 운전조작행위(DDT)를 시스템이 대신하여 수행 - 하지만, 운전자지원장치의 단편적 기능에 대한 안전성평가와 달리 Lv.4 시스템의 경우 모든 주행상황을 커버하는 안전성평가기술을 도출하는 것이 현실적으로 불가능하며, 다양한 도로(도로 구조, 표지판, 장애물 등) 및 교통환경(타차량, 보행자 등)을 커버하는 주행상황 DB 구축과 이에 대한 Safety evaluation에 통한 대표적인 안전성평가 대상 시나리오(또는 기준 시나리오) 선정 필요 <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <table border="1" style="margin: 10px auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Classification</th> <th>Lead vehicle deceleration</th> <th>Front vehicle cutting in</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rate(%)</td> <td style="border: 2px dashed orange;">43.1</td> <td>30.3</td> </tr> <tr> <th>Front vehicle cutting out</th> <th>During lane change</th> <th>The others</th> </tr> <tr> <td style="border: 2px dashed orange;">2.5</td> <td>14.5</td> <td>9.7</td> </tr> </tbody> </table> <p style="margin-top: 10px;"><그림> 주행상황 DB 및 평가시나리오화 예시</p> </div>	Classification	Lead vehicle deceleration	Front vehicle cutting in	Rate(%)	43.1	30.3	Front vehicle cutting out	During lane change	The others	2.5	14.5	9.7
Classification	Lead vehicle deceleration	Front vehicle cutting in											
Rate(%)	43.1	30.3											
Front vehicle cutting out	During lane change	The others											
2.5	14.5	9.7											
	<ul style="list-style-type: none"> • 새로운 형식의 자동차(무인셔틀, 무인택시, 무인화물 등) 도입에 대비하여 현행 자동차안전성 인증 및 평가제도(안전기준, KNCAP 등) 적용 및 안전성 검증을 위한 새로운 평가방안(평가방법론) 개발 필요 <ul style="list-style-type: none"> - Lv.4 자율주행차도 자동차에 해당되므로, 현행 자동차안전성평가기술(안전기준 또는 KNCAP)은 동일하거나 또는 유사한 수준으로 적용되어 안전성에 대한 검증평가가 수행되어야 함 - 하지만, 기존의 안전기준(또는 KNCAP 평가기준)은 인간 운전자를 전제로 하여 개발된 기준으로, 인간이 아닌 시스템에 의해 모든 운전조작행위(DDT)가 수행되는 Lv.4 이상 시스템에서는 평가 수행이 어려울 수 있음(운전자의 운전조작행위를 포함하는 유형의 Lv.4 자율주행차인 경우에는 현행 기준이 그대로 적용 가능) - 특히, 無핸들·無페달 형식의 시스템인 경우 주행 관련 장치(조향, 제동, 가속) 관련 시험의 대부분이 현행 평가기준에 적합하지 않을 수 있으며 새로운 평가방법론을 개발해야 함 												

- 단계적 Lv.4 자율주행기술 도입에 대비하여 기존 자동차안전성 인증 및 평가제도(안전기준, KNCAP 등)에 의해 담보되지 않는 새로운 유형의 기능 또는 기술에 대해 테스트베드 기반의 안전성 검증 필요
 - Lv.4 자율주행시스템은 합리적인 판단범위에서 예측가능하고 회피할 수 있는 범위 내의 모든 위험상황에 대해 시스템 자체 성능에 의존하여 대응해야 하며, 대응이 불가능한 상황이 발생하는 경우 이를 사전에 감지하여 시스템 스스로 차량을 안전한 상태(안전장소 이동 등)로 유지하여 사고 위험을 최소화하는 신뢰도 높은 기능을 포함하여야 함
 - 기존의 자동차의 경우 차량시스템 자체의 안전성(구조 및 장치의 안전성 → 자동차관리법에서 규정)과 운전능력 및 운전자격(운전자 요건 → 도로교통법에서 규정)이 명확히 구분되었으나, 특히 Lv.4 이상 자율주행차의 경우는 시스템이 운전자의 역할을 대신하기 때문에, 특히, 안전과 관련된 운전능력과 운전자격에 대한 시스템 차원의 안전성을 새롭게 검증하기 위한 평가 기법 필요
 - 기존 레벨2~3 요소기술에 대한 안전검증 방법을 확장하여 다양한 주행환경에 대한 DB에 근거한 복합 시나리오(기존 시나리오)에 기반하여 안전성확인 및 검증기술(평가환경 및 평가기준 등) 개발 필요
 - 운전자 Back-up이 없는 상황에서 긴급상황에 대응하기 위한 시스템의 안전기능에 대한 검증기술 마련
 - 보다 다양한 주행환경을 모사하여 구현하기 위한 실차기반 평가환경(평가용 더미 등) 구축 필요



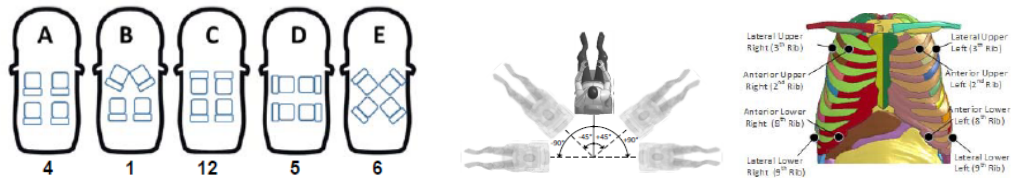
〈그림〉 평가용 더미 환경

- 자율주행중 실도로에서 발생 가능한 다양한 주행상황에서 대비하여 Lv.4 자율주행시스템의 주행안전성능을 평가하기 위한 실도로 실증 기반 평가기술(방법론) 개발 필요
 - 자율주행시스템의 안전운전능력 등 기존 자동차안전성평가제도에서는 담보되지 않는 다양하고 포괄적인 시나리오에 대한 실도로 운행에 의한 안전성 검증 필요 (안전성 판단기준 포함)



〈그림〉 자율차 평가 시나리오 개발 예시

- 탑승객 보호 안전기준 적용성 검토
 - 전통적인 차량 내 운전자, 탑승객 개념이 무너진 자율주행차에서 충돌 시 차량 내 탑승객을 보호하기 위한 Passive Safety 개념의 안전기준의 적용 필요성, 적용범위 및 방법 검토 필요
 - 자율주행차의 경우 존재하지 않는 차량 내 장치(조향장치, 계기판넬, 감속 페달 등), 기존 차량 내 착석기준점을 중심으로 운전자 및 탑승객의 차량 내 충격 범위 개념의 재검토, 충격범위 내 탑승객 안전장치 기준적용 당위성, 타당성, 적용성 검토
- 착좌유형을 고려한 신개념 충돌안전장치 평가기술 연구
 - 차량 내 좌석의 배열이 자유롭고, Rotatable 혹은 Movable 좌석이 개발, 적용됨에 따라 전통적인 SgRP(착석 기준점) 개념이 무너짐
 - 차량 내 탑승객은 착좌방식에 따라 충돌 시 입을 수 있는 인체상해의 부위 및 정도가 다르기에 착좌유형을 고려한 인체상해 메커니즘, 상해기준 연구 우선 수행필요(자율주행차 충돌시험 시 새로운 평가기준으로 적용)



〈그림〉 자율주행차 내 좌석 배열 방식의 예 〈그림〉 탑승객 착좌유형(충돌각도)에 따른 인체상해연구

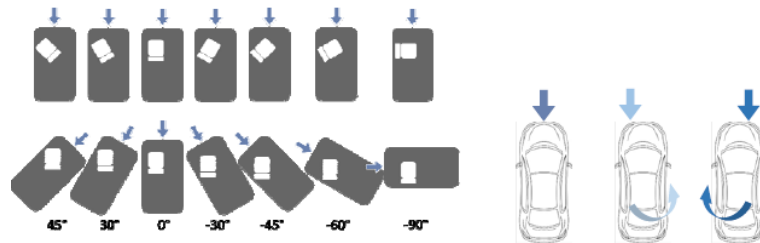
- 자율주행차 내 자유도가 높은 착좌유형을 고려한 새로운 개념의 안전장치가 개발됨에 따라, 이러한 안전장치가 충돌상황에서 어느 정도의 역할을 하고 충돌안전성을 확보하는지 검토 필요



〈그림〉 자율주행차 내 신개념 충돌안전장치열 방식의 예

• 자율주행차 충돌 평가기술 연구

- 자율주행차 내 착좌유형이 혼재, 이에 따라 충돌 시 탑승객의 상호작용이 전통적인 개념과 다르게 발생
- 안전장치 또한 착좌유형, 충돌방법에 따라 다양하게 적용될 것으로 예상되기에 다양한 충돌시나리오를 검토, 이를 토대로 한 평가기술 연구가 필요
- 또한 도출된 평가기술의 법규화를 위해서는 평가기준이 가져야하는 반복성, 재현성 등의 검토도 수반되어야 함



〈그림〉 자율주행차 착좌유형을 고려한 충돌 평가 시나리오 연구

• Lv.4 자율주행기술 도입에 대비하고 자율주행 활용 서비스산업 혁신을 위한 법제도 마련 필요

- 자율주행차가 본격적으로 도입되는 경우 자동차 등록·관리·인증·결합 등 현행 자동차관리제도로는 한계가 있을 수 있으며, 이를 대비하기 위한 새로운 형태의 자동차(자율차) 운영관리제도 마련 필요
- 현행 자기인증제도에서 자율주행기술의 안전성평가 어려움을 극복하기 위해 형식승인적인 요소 마련(병행 필요)
- 자율주행자동차를 이용한 운수 및 운송사업 관련하여 현행 규정에 부합하지 않는 새로운 유형의 서비스 등에 대비하여 제도적 미비점을 보완할 필요 있으며, 다양한 형태의 인포테인먼트 서비스산업을 가능하도록 하기 위해 자율주행데이터를 활용한 혁신적 서비스플랫폼 산업 태동을 준비해야 함

• 고속도로 기반 Lv.4 자율주행시스템에 대한 글로벌 수요 확산 및 자율주행 무인셔틀 등 도심 기반 자율주행시스템 연구 개발 가속화

기술동향

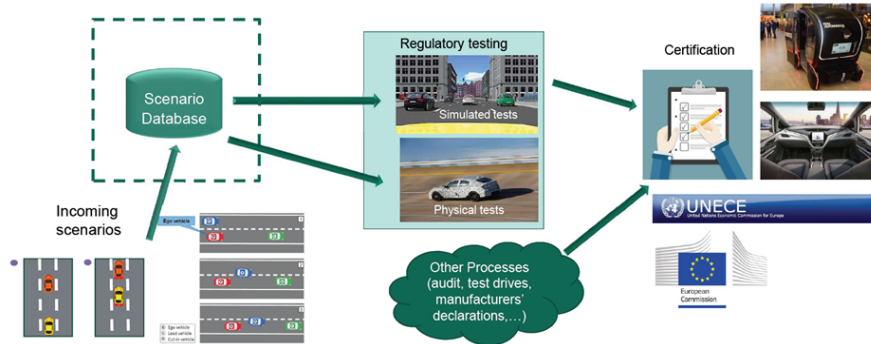


〈그림〉 Lv.4 자율주행 셔틀



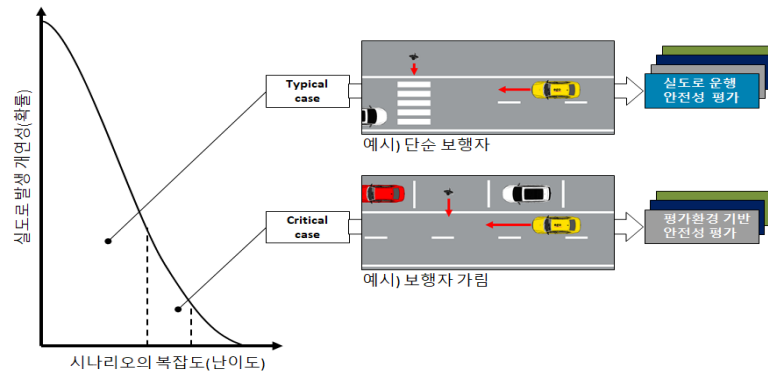
〈그림〉 Lv.4 자율주행 배송 차량

- 일본, 영국 등에서는 다양한 환경의 운행상황(도로, 주변자동차, 통행객체 등) 모니터링을 통해 시나리오화하고 이를 기반으로 실차 또는 시뮬레이션등에 의한 안전성평가가 가능하도록 하기 위한 DB 구축 연구 진행 중



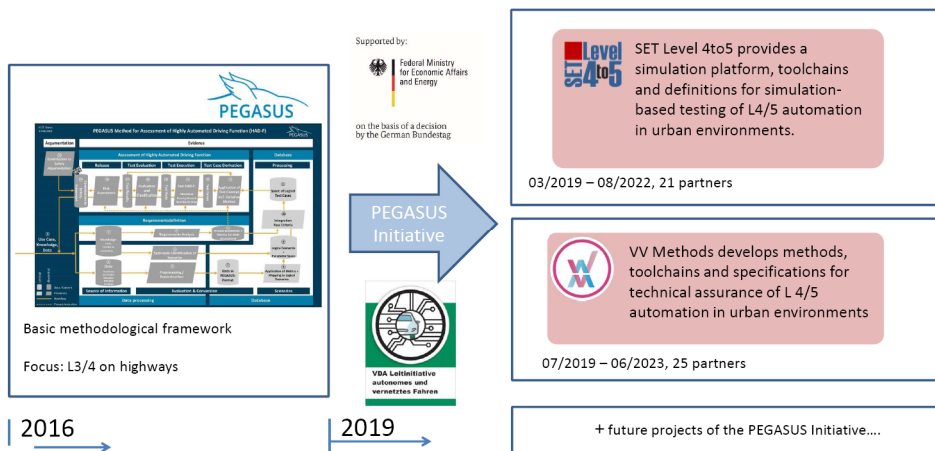
〈그림〉 자율주행차 평가시나리오 DB 구축 연구

- UNECE WP29 등 국제기준 논의기구에서 다양한 주행상황 및 위험상황에 대비한 자율주행시스템의 안전운전 능력을 확인하고 평가하기 위한 방안 검토 중
 - 매우 빈번하게 접할 수 있는 일반적인 주행상황(Typical cases)에 대해서는 실도로를 주행하며 시스템의 안전운행 능력 확인 (확인방법 : 실차 실도로 주행에 의한 Check sheet 검증)
 - 위험상황이나 한계상황(Critical cases)에 대해서는 평가시나리오에 의해 PG 환경에서 시스템의 대응능력 확인 (확인방법 : PG 내 실차 시험에 의한 시나리오 수행 검증)
- ※ UNECE WP29 내에 Lv.3~5 단계 자율주행에 대비한 새로운 패러다임의 자동차 기준 제시를 위한 논의기구(UNECE WP29 / GRVA, VMAD 등, 2018년) 신설



〈그림〉 자율주행차 시나리오에 대한 실도로 평가, 테스트베드 평가 메커니즘

- 독일에서는 Highway 기반의 Lv.3 안전성을 확인하기 위한 평가기술과 툴을 연구했던 「Pegasus」 프로젝트 ('16.1~'19.6)에 이어 Family project의 일환으로 도심환경 Lv.4~5의 평가기술을 연구하기 위한 「VV Methods」 프로젝트('19.7~'23.6), 도심환경 Lv.4~5의 시뮬레이션 기반 평가기술을 연구하기 위한 「Set Level 4to5」 프로젝트('19.3~'22.8) 등이 정부 주도로 진행 중



〈그림〉 독일 정부 주도의 Lv.4 평가기술 개발 프로젝트

- VV Methods 프로젝트 개요(총 645억원 규모)



48 months Term

July 1, 2019 – June 30, 2023

23 Partners

OEM: BMW (lead), Audi, Daimler, Ford, Opel, Volkswagen
 Tier 1: Bosch (lead), Continental, Visteon, ZF, Valeo
 Other industry: AVL, PROSTEP, DSPACE
 Certification: TÜV-SÜD, BAST
 Scientific institutes: DLR, Fraunhofer, FZI, OFFIS, RWTH Aachen, TU Braunschweig, TU Darmstadt, OFFIS

48 m € project budget

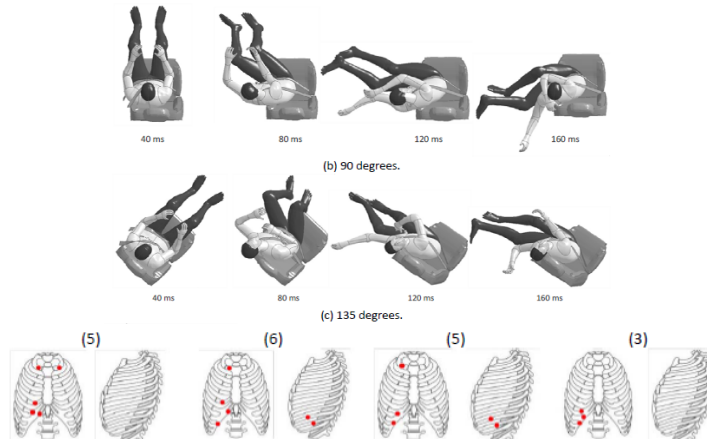
- 미국의 경우 전형적인 자동차와 달리 無핸들·無페달인 새로운 형식의 자율주행차에 대한 연방자동차안전기준 (FMVSS) 적용방안에 대한 연구(Virginia Tech Transportation Institute) 진행 중
 - 우선적으로 사고회피시스템에 대한 안전기준 FMVSS 571.100 Series 및 충돌안전성기준 FMVSS 571.200 Series 중 30개 항목에 대한 검토 진행 중

Category	Functionality	102	108	114	118	138	141	101	103	104	110	111	113	124	125	126
Driving Tasks	Steering control			•		•	•				•	•				•
	Speed control (vehicle/engine)			•		•	•		•	•	•	•		•		•
	Service brake application			•		•	•		•	•	•	•		•		•
	Parking brake			•		•	•		•	•	•	•		•		•
Vehicle Communications	Gear selection	•		•		•		•	•	•	•	•		•		•
	Telltails/warnings/indicators	•	•	•		•		•						•		•
Key/Ignition Function	Key insertion/removal			•		•										
	Ignition start/stop	•		•		•		•	•	•	•	•		•		•
	Accessory mode			•		•										
Non-driving Tasks	Door open/close			•		•										
	Non-driving controls		•	•				•	•	•	•	•		•		•
Environment Awareness	Visibility							•	•	•	•	•				

〈그림〉 美 FMVSS 자율주행차 안전기준 검증시험 방안 검토

- 탑승객 보호 안전기준 적용성 검토
 - 미국 NHTSA는 자율주행차 대상 현존하는 미국의 자동차 안전기준인 FMVSS의 적용 가능성 여부를 검토
 - 충돌안전성 분야 기준 중 차량 내부 충격성능, 좌석 머리지지대, 조향장치 충격성능 및 후방이동량, 그리고 창유리에 관한 기준 적용성을 1단계로 우선 검토
 - 우선 검토된 5개의 기준은 운전자가 있고, 운전자 및 탑승객이 자동차 전방으로 착석한 경우 충돌시 탑승객 충돌안전성에 대한 기준을 규정하고 있는 것으로 자율주행차에 적용 시 전통적인 개념의 착석 유형이라고 한다면 기준의 기준을 적용할 수 있으나,
 - 전통적인 운전자 및 탑승객 개념이 적용되지 않는 형태의 자율주행차인 경우 적용을 재검토해야함을 주장하고 있음. 즉 자율주행차가 어떤 착석형태를 가지느냐에 따라 부분적으로 적용 혹은 비 적용할 수 있음을 주장

- 착좌유형을 고려한 신개념 충돌안전장치 평가기술 연구
 - 자율주행차 개념이 소개된 초기부터 전통적인 운전자 및 탑승객의 탑승, 착석유형이 무너질 것으로 고려, 유럽, 미국 등에서 다양한 착좌형태에 따른 탑승객 인체상해 메커니즘 연구, 안전장치 기술개발 그리고 착석유형, 안전장치 등을 고려한 자율주행차 특성을 고려한 충돌시나리오 연구를 진행
 - 탑승객 착석 유형 등을 고려한 인체상해 연구는 주로 Rotatable 혹은 Movable 좌석의 경우 다양한 조절 범위 내에서 충돌 시 탑승객의 가슴 상해 등에 관한 컴퓨터 해석 연구가 주로 유럽을 중심으로 이루어지고 있음



〈그림〉 좌석 조절범위(각도)에 따른 충돌상해 컴퓨터 해석 연구

- 차량 내 좌석의 배열이 자유롭고, Rotatable 혹은 Movable 좌석이 개발, 적용됨에 따라 이러한 환경을 고려한 신개념의 탑승객 충돌안전장치가 개발 중에 있음 대표적으로 Seat-in-Belt와 Mushroom Airbag 임. 현재 자율주행차를 고려한 평가기술 연구는 착석유형만을 고려한 탑승객 상해정도를 평가하는 연구가 대부분을 이루고 있으며, 안전장치의 경우 각 제작사가 개별적인 개발 기준을 적용하여 개발하고 있음
- 탑승객의 착좌뿐만 아니라 개발 완료된 안전장치가 적용되었을 경우의 충돌안전성 평가가 필요한 상황임
- 자율차와 기존 차량의 혼재 상황에서의 충돌시나리오 연구
 - 유럽 OSCCAR 프로젝트는 현재의 사고데이터 기반, 자율차 혼재 시 일어날 수 있는 사고 시나리오 예측을 위해, Pre-crash simulation study를 통한 충돌 상황 연구를 진행



〈그림〉 자율차 혼재 상황에서의 충돌 사고 시나리오 연구의 예

- 고려될 수 있는 몇 가지 충돌 상황에서 Human driver일 경우와 Automated car일 경우 사고 시나리오 연구를 통해, 기존의 전통적인 사고발생 상황, 충돌 상황과는 차별되는 충돌 시나리오 연구 수행 중에 있음

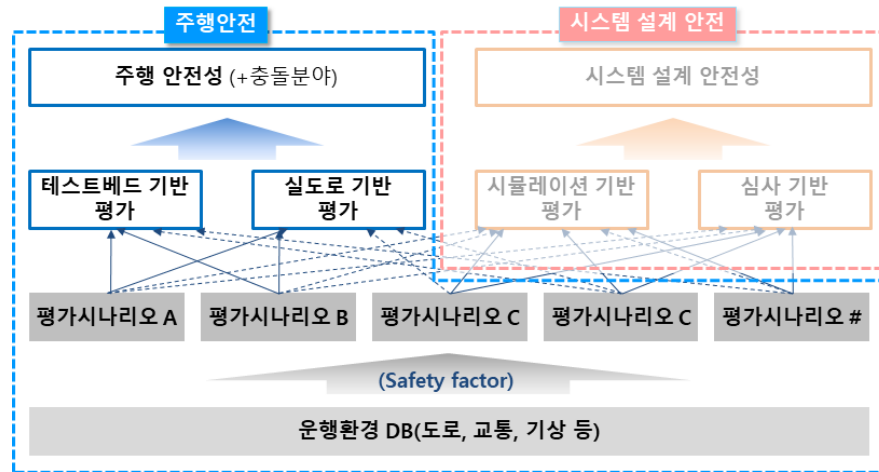
Visualization	CA main causer [°]	CA opponent [°]	yaw [°]	Cluster share	main causer V [km/h]	opponent V [km/h]
	24	-4	258	27%	15	28
				15%	42	13
				12%	31	45
				8%	18	67
	-24	15	121	16%	16	44
				12%	27	27
				6%	49	24
				4%	48	58

〈그림〉 자율차의 교차로 충돌사고 시나리오 연구의 예

- 또한 다양한 충돌 상황에서 Seating position에 따른 탑승객별 주요 상해부위, 상해 메커니즘 연구를 통해 최종적으로 충돌 시나리오별, 탑승객 위치별, 탑승 유형별, 상해 기준 도출을 위한 연구를 진행 중에 있음

#	Vehicle	Delta V [km/h]	AIS2+	Position	Injured body region	Graphic
1	Red	18	Yes	Driver	Thorax	
	Blue	12	No	-	-	
2	Red	8	Yes	Passenger	Upper extremity	
	Blue	8	No	-	-	
3	Red	22	Yes	Driver	Thorax	
	Blue	19	No	-	-	

〈그림〉 충돌 상황별, 탑승 유형별 인체상해에 관한 연구의 예



〈그림〉 시나리오 기반 안전성 평가기술 연구 - 주행안전 연구(충돌 제외)

연구내용
(Spec. 포함)

- Lv.4 도로주행상황 기반 DB 구축 및 시나리오 연구
 - Lv.4 자율주행 관련 기술동향 및 정부의 상용화 정책 니즈에 부합한 대상시스템 및 운행가능영역(ODD) 선정
 - ODD 內 도로, 교통, 기상 및 주행환경 분석에 의한 Use case DB 개발
 - 사고상황 분석, 도로유형분석, 실도로 기반 주행데이터 등에 의한 시나리오 유형화 연구
 - 사고상황 분석에 의한 대표 유형 분류
 - 실도로 주행데이터 게더링(방법론 연구 및 게더링 환경 구축 포함)에 의한 시나리오 구체화
 - 운행안전성 판단기준(국내외 법령이나 사회적 인식 기반) 연구 등 통한 시나리오 일반화
 - 안전성 평가 시나리오 선정 연구
 - 안전성 평가 시나리오 선정 위한 방법론 연구(위험도 지수, 분류기준, 분류지표 등)
 - 평가 시나리오((Test case) 선정(기준 시나리오, 종속 시나리오 등)
- 주행안전성 관련 안전성 확인 및 검증기술 개발
 - Lv.4 자율주행 기능의 ODD에 따른 안전성 확인 및 검증방법 연구
 - 조향, 제동 등 주행안전성 분야 현행 안전성 평가기준 적용성(Feasibility) 연구 및 평가방법론 개발(Lv.4 자율주행시스템에 적합한 평가기술 연구 수행)
 - 자율주행시스템의 정상상황 DDT 수행성능 및 다양한 위험상황 대응성능(Fall back)의 안전성을 평가하기 위한 기술 개발
 - '자율주행 기술개발 혁신사업' 內 대표 ODD 환경(리빙랩 감안)에서 자율주행 기반 상용 서비스 위한 안전성 평가기술 개발
- 실차 기반 평가환경 구축 및 평가방법론 개발
 - 실차 기반 Lv.4 자율주행 안전성 확인 및 검증에 적합한 평가항목 등 평가환경 구축
 - Lv.4 자율주행 안전성 확인 위한 실차 평가용 시스템 개발
 - 실차 평가를 위한 시나리오 구체화 및 평가환경 기반 실차 평가 수행 방법론 개발
 - 테스트베드 이외의 다양한 자율주행 Lv.4 ODD에 대응하여 자율주행시스템의 안전성능을 확인 및 검증하기 위한 실도로 기반 운행안전성 확인 방법론 개발

- 운행안전성 평가항목 선정하고 확인 또는 검증하기 위한 방법 개발
- 실증(실도로/리빙랩) 통한 실차 기반 평가방법론 검증 연구 수행
- 탑승객 보호 현행 안전성 평가기준 적용성 검토
 - 자율주행차 상용화에 따른 기존 탑승객 보호 관련 현행 안전성 평가기준(좌석, 안전띠, 조향장치, 계기판넬 등) 적용성 연구
 - 탑승객 보호를 위한 현행 안전성 평가기준의 삭제, 부분 적용, 선택 적용, 전면 개정 적용 등 기준 개정(안) 검토, 도출
- 착좌유형을 고려한 신개념 충돌안전장치 평가기술 연구
 - 충돌상황 별, 착좌방식 별 인체상해 메커니즘 연구
 - 착좌유형을 고려한 신개념 충돌안전장치(Belt-in-Seat, Mushroom airbag) 평가기술 연구
- 자율주행차 충돌 평가기술 연구
 - 다양한 충돌 상황, 차량 내 다양한 착좌방식, 착좌유형의 혼재에 따른 평가기술(동일 차량 내 충돌방향 혼재, 차량 내 탑승객 간 interaction 등) 연구
 - 충돌 시나리오별, 착좌유형별, 상해유형별 충돌시험 평가방법 표준화(Clustering)
 - 실차평가를 통한 평가기술의 재현성, 반복성, 적용성 검토
- 자율주행 Lv.4 대응 법제 연구
 - 자율주행 Lv.4 대비 자동차관리제도 변화에 대응한 법제 개선 연구
 - 자율주행 Lv.4 대응 운수·운송산업 규제 대응 방안 및 新 자율주행모빌리티 및 新산업 진흥 위한 교통물류서비스 법제 연구

성과항목	단 위	세계최고수준 (보유국, 기업)	현재 국내 최고수준	개발 목표치	평가방법	가중치 (%)
시나리오 DB 구축	%	기술도입기 (미국, 유럽, 일본)	-	90	- ODD 구조화 완성도(기술수준) - 제작사, 전문가 등 검증	15
KMVSS 주행안전항목 평가기술	건	기술도입기 (미국)	-	1	제작사, 전문가 등 검증 또는 법제도 개선안 제출	15
자율주행 DDT 안전성 평가기술	건	기술검토기 (유럽)	-	1	제작사, 전문가 등 검증 또는 법제도 개선안 제출	15
실차 기반 안전성 평가방법론	건	기술도입기 (미국, 유럽)	-	1	제작사, 전문가 등 검증 또는 법제도 개선안 제출	15
탑승객 보호 안전성 평가기술 적용성 검토 결과	건	미국(NHTSA)	-	1	자체 평가 (법제도 개선안)	10
Lv.4 자율차 신개념 충돌안전장치 평가기술	건	유럽(OSCCAR)	-	1	제작사, 전문가 등 검증 또는 법제도 개선안 제출	10
Lv.4 자율차 충돌안전성 평가기술	건	유럽(OSCCAR)	-	1	제작사, 전문가 등 검증 또는 법제도 개선안 제출	15
자동차관리 및 교통물류 신서비스 법제안	건	-	-	1	정책제안서안(자체측정)	5
계						100%

- 최종성과물**
- 연속류 및 단속류에 대한 주행상황 시나리오 DB
 - 연속류(물리적 중앙분리대를 포함하는 보행자 등 통행 금지 구간) 및 단속류 기반 자율주행 Lv.4 안전성 평가 시나리오로 활용
 - 현행 자동차안전성 평가기준 중 주행안전 평가기준 개정(안)
 - 운전자 요인과 연관된 주행안전 평가기준에 대한 개정(안)으로 현행 자동차안전성 평가기준에 대한 적용성 검토결과 반영(삭제, 부분 적용, 선택 적용, 전면 개정 적용 등)
 - 자율주행차 실도로 운행 관련한 운행허가요건 연구 및 요구기준 개정(안)

	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행 Lv.4의 정상운행 불가상황에 대비한 안전성 평가기술 <ul style="list-style-type: none"> - 다양한 운행불가상황 시나리오에 기반하여 위험최소화운행(Minimum Risk Maneuver) 수행 위한 안전성 평가기준(안) • 주행안전성 평가 방법론 <ul style="list-style-type: none"> - 테스트베드 기반 주행안전성 평가 방법론(평가수행 절차 제안) - 실도로 기반 주행안전성 평가 방법론(평가수행 절차 제안) • 자율주행 Lv.4 상용화 및 서비스기술 촉진 대응 법제 및 정책 제안 <ul style="list-style-type: none"> - 자율주행 Lv.4 대비 자동차관리제도 변화 대응 법제 개편(안) - 자율주행 Lv.4 대응 교통물류 서비스산업 법제 개편(안) - 교통서비스 기술 촉진 및 신산업·서비스 진흥 법제 개편(안) • 현행 자동차 안전성 평가기준 중 탑승객 보호 관련 기준 개정(안) <ul style="list-style-type: none"> - Lv. 4 자율차에 대한 기존 국내 자동차 탑승객 보호 관련 안전성 평가기준 적용성 검토결과 반영한 개정(안) (삭제, 부분 적용, 선택 적용, 전면 개정 적용 등) • Lv.4 자율차 신개념 충돌안전장치 평가기술 <ul style="list-style-type: none"> - 착좌 방식, 신개념 충돌안전장치(Belt-in-Seat, Mushroom airbag 등) 고려한 인체상해(Injured occupant) 기준(안) • Lv.4 자율주행차 충돌안전성 평가기술 <ul style="list-style-type: none"> - 충돌 시나리오별(Crash configuration), 착좌유형별(Seating position), 상해유형별(Injury description) 충돌시험 평가방법 표준화
<p style="text-align: center;">활용방안 및 기대효과</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 주행시 발생하는 다양한 교통상황을 유형별로 구분하여 정리(시나리오 DB)함으로써 향후 자율주행차 관련 다양한 평가 및 검증 위한 시나리오 연구 시 기초자료로 활용 가능 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 도로·교통상황 및 운전실태에 맞는 시나리오 개발 지원으로 자율주행차에 기인한 사고감소 기여 • 자율주행 Lv.4 기술의 안전성 평가기술 개발 및 관련 법제 지원 <ul style="list-style-type: none"> - ODD 내에서 안전한 실도로 운행 판단 기준을 확보하여 안전한 자율주행 환경을 조성하고 자율주행기술의 상용화 촉진 - 자율주행 평가기준의 국제기준 도출에 참여함으로써 글로벌 Lv.4 자율주행 안전기준 선도 토대 마련 • 자율주행시스템에 의한 운전행위 적합성에 대한 판단기준 및 평가방법론을 제시하여 자율주행차의 실도로 운행에 대한 안전성능 인증 프로세스 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 테스트베드 기반 안전성능 인증 프로세스와 실도로 기반 안전성능 인증 프로세스를 중복 적용(평가항목 및 사안에 따라)함으로써 자율주행시스템의 복잡하고 다양한 안전주행성능에 대한 검증 신뢰도 향상 • 현행 자동차 관리제도의 문제점을 개선하고 자율주행차에 적합한 새로운 관리제도를 제안함으로써 자율주행차 상용화 촉진 및 안전관리 기능 개선(자율주행으로 인한 새로운 규제질서에 부합하도록 안전관리제도 개선) • 자율주행 Lv.4 모빌리티 및 산업·서비스 기술에 대한 법제 지원으로 안정적인 기술 및 서비스 개발 환경 조성 • 자율차 내 운전자 및 탑승객은 기존 자동차 내 탑승객과는 달리 단순히 “이동”만을 목적으로 하지 않음에 따라, 자동차 사고 시 탑승객의 충돌안전성은 전통적인 기준과 방법보다 다양한 경우의 수와 가능성을 고려한 접근 필요 • Automated vehicle이 관여한 충돌 시나리오(Crash configuration), 차량 내 탑승객의 Seating position, 그리고 각각의 상황이 결합된 경우에서의 다양한 인체상해 메커니즘을 고려한 충돌안전성 평가기술 및 기준을 도출하고 이를 근간으로 보다 현실적인 차량 내 탑승객의 충돌안전성 확보 및 향상 • 심각도, 위험도 등을 고려한 평가 시나리오 및 기준의 표준화를 통해 실현가능한 평가기술 마련

	'21년	'22년	'23년	'24년	'25년	'26년	'27년	
기술로드맵	운행데이터 DB 구축/보유/관리/분석	운행데이터 DB 구축(고속)	운행데이터 DB 구축(도시/저속)	운행데이터 DB 보유중				
		위험도 지수 및 분류기준 연구		주행안전 평가시나리오 도출				
	주행안전 평가기준 적용성 분석 연구	주행안전 평가기준 적용성 평가 도출	주행안전 성능기준 적용성 평가 도출(승용차/기타)			주행안전 평가 기준에 따라 실도로 안전성 실험		
					주행안전 성능기준 적용성 도출(승용차/기타)			
				Fail back(CA, MRA) 안전성 검증기준 연구(고속)	Fail back(CA, MRA) 안전성 검증기준 연구(저속) 및 실험		Lv.4 자율주행 주행안전 평가기준	
				사물 속 ODD 경로 위한 시뮬레이션/안전성 측정요건 연구				
	실도로 기반 주행안전성 시계 연구	실도로 기반 주행안전성 협력 실험	실도로 기반 주행안전성 협력 실험 및 보류 연구			실도로 기반 주행안전성 검증기준 실험		
	실차 기반 평가측정 관련 연구	실차 기반 평가측정 구축		실차 기반 평가수행 방법론 연구				
		승승차 보조 안전기준 적용성 검토						
		중립성, 독립성, 불연성, 불연성, 불연성 연구	자율주행 선제형 안전성 평가기준 연구					
			자율주행 성능 평가기준 연구					
	자율주행 제어기 기반 연구	자율주행 제어기 기반 연구	공명해 및 개선안 도출	제어기		제어기		
		서비스 신사업 플랫폼 시 시뮬레이션	서비스 신사업 제어기 연구 및 플랫폼		서비스 플랫폼(주행/보조)		제어기	
	타 연구과제 연계·협력 및 성과연계도	<ul style="list-style-type: none"> • 실차 시뮬레이션 기반 시스템 안전성 평가기술 개발 • V2E 인지판단 안전성 및 사고대응 평가기술 개발 • Lv.4 자율주행 차량 테스트베드 환경 구축 • 자율주행 리빙랩 실증환경 운영 및 서비스를 통한 사업모델 개발 						
기타								
연구기간	(81) 개월							
정부출연금(억 원) 및 소요인력(명)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	7차년도	합 계
	36.97	49.81	29.35	25.13	27.53	16.35	12.86	198

자율주행 기술개발 혁신사업 보완기획서

중점분야	Lv.4 자율주행차 안전성 평가기술
세부과제명	실차 시뮬레이션 기반 시스템 안전성 평가 기술 개발
연구목표	<ul style="list-style-type: none"> • 종래의 안전성 평가기술(테스트베드 또는 실도로 기반 평가)을 보완하여 보다 다양한 상황 및 조건에서 Lv.4 자율주행시스템의 안전성을 평가하고 확인하기 위한 신규 안전성 평가기술(평가방법론) 개발 및 관련 법제 개정안 도출 - ‘고속도로 및 도심 Lv.4’ 기반 자율주행시스템의 안전성 확인 위한 신규 평가기술 방법론 개발 - 특이상황 및 고장상황 등을 대표하는 안전성 평가 수행 시나리오 도출 및 자율주행시스템의 인지판단제어 기능의 안전성 확인 절차 방법론 개발 - 시뮬레이션 및 기능안전성 심사 기반 안전성 평가 및 검증기술(또는 관련 프로세스) 연구
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행의 상용화 목표 <ul style="list-style-type: none"> - 정부는 자율주행을 통한 혁신성장을 위해 상용화 정책 목표(2020년 Lv.3 상용화, 2022년 Lv.4 자율주행 기반 마련) 제시를 통해 2030년 완전자율주행 실현을 목표로 하고 있으며, 업계도 이에 발맞춰 상용화 기술 개발에 매진하고 있음 - 고속도로 기반 Lv.3 자율주행시스템 안전성평가기술에 이어 고속도로 기반 Lv.4 자율주행시스템에 대한 안전성평가기술 개발 필요 - 도심 기반의 자율주행 셔틀 등의 글로벌 확산에 대응하여 안전성 평가기술개발 필요 • 새로운 평가 기법의 필요 <ul style="list-style-type: none"> - Lv.4 자율주행차는 센서 또는 제어기의 고장 시에도 수분 이상 정상 주행이 가능하여야 하며, Lv.3와 달리 제어권 전환 절차가 없으므로 시스템 스스로 차량을 안전한 장소로 이동하는 등 사고 위험을 최소화하는 신뢰도 높은 기능을 포함하여야 함 - 기존의 자동차의 경우 차량시스템 자체의 안전성(구조 및 장치의 안전성 → 자동차관리법에서 규정)과 운전능력 및 운전자격(운전자 요건 → 도로교통법에서 규정)이 명확히 구분되었으나, 특히 Lv.4 이상 자율주행차의 경우는 시스템이 운전자의 역할을 대신하기 때문에 운전능력과 운전자격에 대한 시스템 차원의 안전성을 새롭게 검증하기 위한 평가 기법이 필요 - 기존의 안전성 평가기술(또는 안전성 인증기술)이 대부분 실차 조건에서 PG 또는 Lab 기반에 의존하고 있으며, 운전자가 없는 Lv.4 자율주행시스템의 경우 종래의 방법에만 따르는 경우 충분한 안전성 확보 및 검증이 어려워 이를 보완하기 위한 새로운 안전성 평가기법 개발 필요 • 자율주행시스템의 특수성 <ul style="list-style-type: none"> - Lv.4 자율주행차는 운전자의 인지, 판단, 제어 기능을 모두 수행하여 운전자의 추가적인 조작 없이 자동차 스스로 고장 또는 시스템 이상 상황에서 안전을 확보하는 안전 컨셉을 적용하여 차량의 안전한 주행을 보장하여야 하므로, 이에 대한 객관적인 평가 기술의 제시가 필요함 • 자율주행 안전성 확보 <ul style="list-style-type: none"> - 자율주행시스템은 ‘전자제어장치’ 및 ‘센서시스템’의 무결성에 의해 전체의 안전성이 좌우되므로, 안전한 시스템 설계 기준 확보 필요 - 자율주행시스템은 운전자의 모든 운전능력을 대신해야 하기 때문에 PG 또는 실도로상에서 안전한 주행능력 기반 평가가 불가능한 상황을 포함하여 보다 다양한 조건에서도 안전성 검증 방안이 제시되어야 함 - 자율주행은 주변 환경 조건과 교통 상황에 따라 많은 변수로 포함할 수 있어, 센서 및 제어장치의 고장 상황에서 안전이 보장되기 위해서는 자율주행차의 운행 가능한 다양한 상황(환경, 도로, 교통, 인프라)에서의 재현 가능한 객관적 평가 기술의 제시가 필요함 • 시스템 안전성 관련 국제기준과의 조화 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 자동차 산업 보호 및 수출 활성화를 위한 국제조화(WP29)와 병행 진행해야 함. UNECE WP29를 포함한 국제기준 논의기구에서도 시스템 자체의 안전성 검증 절차를 제작사에 요구하기 위한 논의 진행 중이며, 국제기준화에 뒤처지지 않기 위해서는 관련 연구개발이 시급함 ※ UNECE WP29 내에 Lv.3~5 단계 자율주행에 대비한 새로운 패러다임의 자동차 기준 제시를 위한 논의기구(UNECE WP29 / GRVA, VMAD 등, 2018년) 신설
기술동향	<ul style="list-style-type: none"> • 고속도로 기반 Lv.4 자율주행시스템에 대한 글로벌 수요 확산 및 자율주행 무인셔틀 등 도심 기반 자율주행시스템 연구 개발 가속화



〈그림〉 Lv.4 자율주행 셔틀



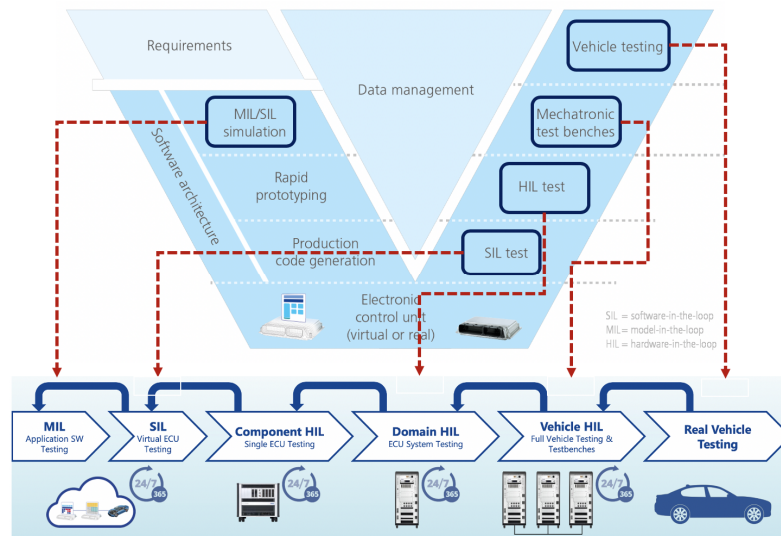
〈그림〉 Lv.4 자율주행 배송 차량

● 자율주행차의 안전 개발

- 자동차의 전기·전자부품의 고장 시 위험을 감소하여 상해를 줄이기 위한 자동차 기능안전 표준이 제정되어 2011년 1판 출시 이후, 차량 시스템(제동, 조향, 구동)에 적극 도입되어 차량 시스템의 안전성 향상 수행
- 반도체, 이륜차, 상용차에 대한 부분을 포함하여 자동차 기능안전에 대한 2판 표준이 2019년 1월 제정 공표되었으며, 이와 함께 인지 센서의 성능의 한계로 인한 위험 대응(SOTIF)과 사이버보안이 함께 자율주행차 안전을 위해 필요한 주요 사항으로 부각됨
- NHTSA에서는 자율주행차의 안전한 개발을 위해 가이드라인을 제시하였으며, 여기에, System Safety, Fallback 등의 내용을 포함하여 고장 발생 가능성을 최소화하고 고장 시에 차량을 안전하게 제어하도록 하는 대응 기술의 탑재를 제시함

● 자율주행시스템 개발 및 검증 환경

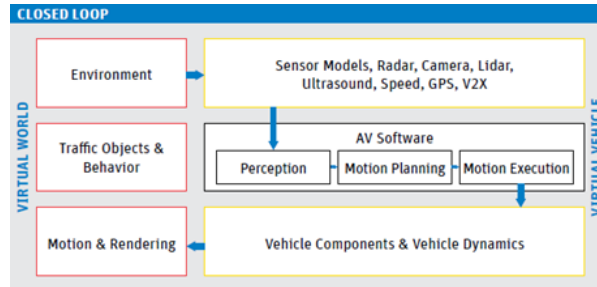
- ANSYS에서는 ‘An integrated simulation platform to validate autonomous vehicle safety’를 통해 자율주행 검증의 특수성을 반영하여, 가상환경에서 개발 및 검증하기 위한 플랫폼 개발 필요성을 강조
- 자율주행의 개별 시스템(센서 인지, 제어 로직 등)에 대한 검증 가능한 플랫폼 개발
- 가상 시스템과 SILS, HILS 시스템과 연동하여 검증 가능한 플랫폼 개발
- 자율주행시스템을 가상환경에서 개발 및 검증하기 위한 플랫폼은 (1)보행자, 차량과 같은 장애물, (2) 도로와 노면 상태, (3) 차량의 특성과 그에 따른 거동, (4) 외부 환경 요소에 대한 높은 수준의 정합성 확보가 필수적



〈그림〉 자율주행 핵심부품 개발 프로세스 및 검증단계

☞ MILS, HILS, VILS 등의 다양한 검증 환경의 특성에 따라 검증 효율성을 증가시킬 수 있는 연구가

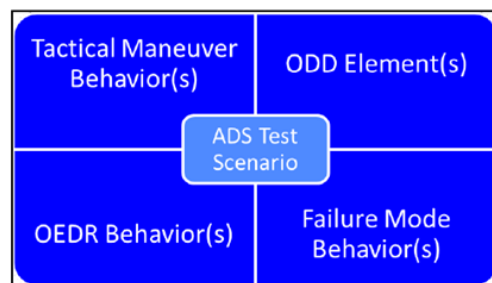
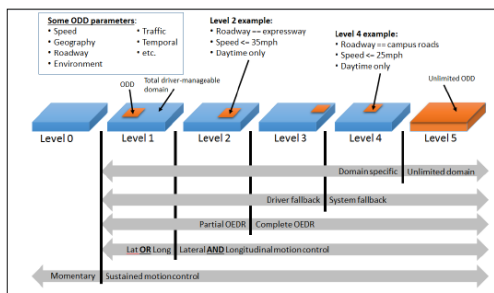
필요. 일반적으로 MILS > SILS > HILS 등의 검증 프로세스를 거쳐 개발되지만, 비교적 가장 높은 실차량 유사성을 갖는 VILS 기반 검증을 통해 차량 동역학적 특성 및 실차량 특성을 적용할 수 있으며, 검증 위험성이 낮아 고장 진단에 대한 연구까지 폭을 넓힐 수 있음.



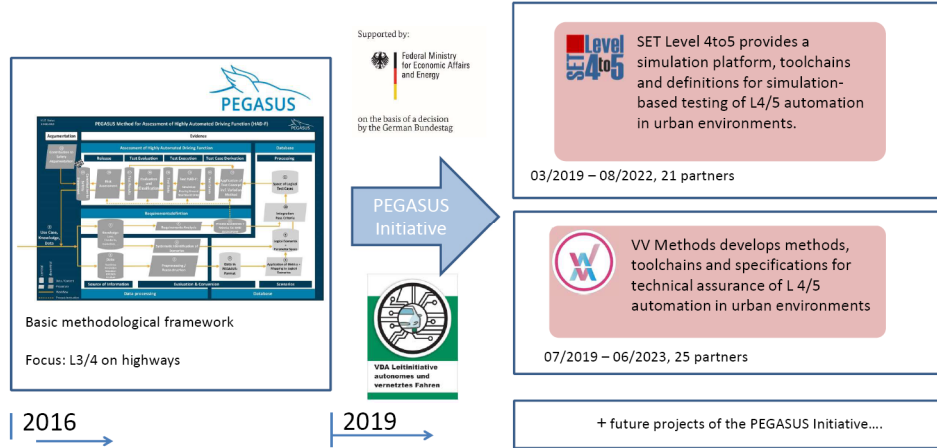
〈그림〉 시뮬레이션 연계 실차 시험환경, AVL-Driving Cube

• 자율주행 검증 시나리오 개발

- 국내 자율주행 안전기준에 지정된 조건, 특정 상황의 책임에 대한 조건 명시
- NHTSA에서는 'A Framework for Automated Driving System Testable Cases and Scenarios'를 통해 자율주행시스템 검증 시나리오 개발에 대한 프레임워크를 제시
- 대상 시스템의 ODD, OEDR, TMB, FMB를 조합한 형태의 검증 시나리오 구성
 - ODD(Operational Design Domain): 자율주행시스템의 작동 범위로, 시스템 개발시 정의된 ODD 이외 상황에서는 자율주행시스템에서 운전자로 제어권 전환 수행 해야 함
 - OEDR(Object and Event Detection and Response): 주행상황에 대한 모니터링 및 객체/이벤트에 대한 응답으로, OEDR에 따라 제어권 전환 및 자율주행의 대응이 가능해야함
 - TMB(Tactical Maneuver Behaviors) : 정의된 대상 시스템의 기능
 - FMB(Failure Mode Behaviors) : 시스템 요소 고장시 대책



- ☞ 자율주행시스템을 평가하기 위한 체계, 시나리오 선정에 관한 연구가 수행되었지만, Lv.4 이상의 자율주행시스템의 주행시 발생할 수 있는 다양한 주행 상황에 대한 연구와 추가로 고려가 필요한 탑승자 승차감, 충돌 안전성, 통신 문제에 대한 안전기준과 평가방법에 대한 연구가 필요
- 독일에서는 Highway 기반의 Lv.3 안전성을 확인하기 위한 평가기술과 툴을 연구했던 「Pegasus」 프로젝트('16.1~'19.6)에 이어 Family project의 일환으로 도심환경 Lv.4~5의 평가기술을 연구하기 위한 「VV Methods」 프로젝트('19.7~'23.6), 도심환경 Lv.4~5의 시뮬레이션 기반 평가기술을 연구하기 위한 「Set Level 4to5」 프로젝트('19.3~'22.8) 등이 정부 주도로 진행 중



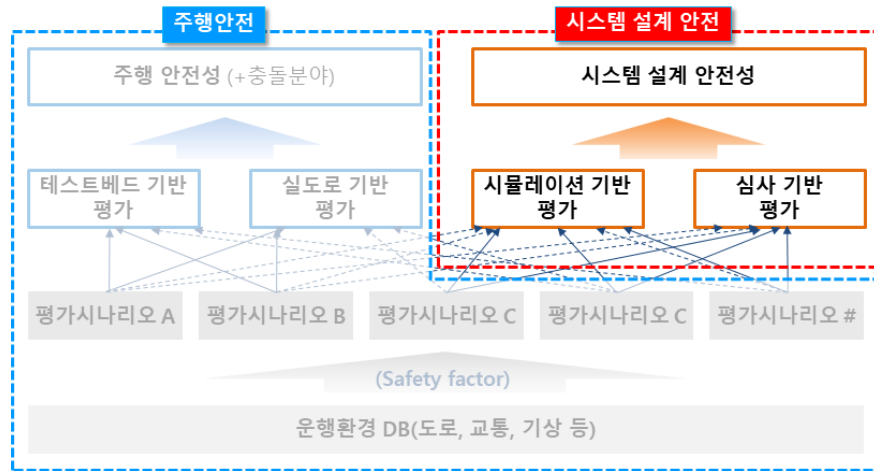
〈그림〉 독일 정부 주도의 Lv.4 평가기술 개발 프로젝트

- SET Level 4To5 프로젝트 개요(총 380억원 규모)

42 months Term	01. March 2019 – 31. August 2022
20 Partners	OEM: Audi, BMW (lead), Ford, MAN, Opel, Volkswagen Tier 1: Continental, Bosch, ZF SME: IPG, PROSTEP IT: ETAS, dSpace Scientific institutes : DLR (lead), FZD, LBF, FZI, OFFIS, Ika, IfR
29 m € project budget	

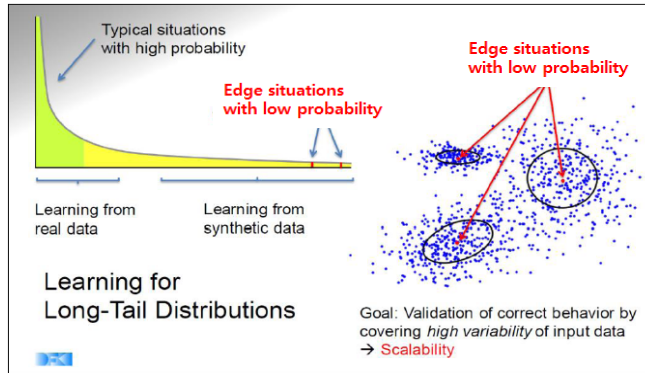
- 자율주행시스템 고장안전 및 고장 대책 기준
 - 자율주행시스템 운용을 위한 환경 센서나 ECU, Actuator의 고장에 대한 Fail-Safe 시스템 아키텍처 설계, 고장시 deep learning, 적응형 threshold 기반, 차량 모델 기반 고장 검출 시스템 개발
 - 자율주행시스템 고장시 주행 상황의 위험도에 따라 안전을 확보할 수 있는 제어 전략의 적정성에 대한 세계적인 기술적 공유를 위해 국제표준과 WP29 안전 기준에 대한 검토 수행
 - 미 인증기관 UL은 UL4600 규격을 통해 자율주행차의 성능, 기능안전, SOTIF, 기타 안전 관련 인증 사항에 대한 평가가 가능한 표준을 제안
- ☞ 자율주행시스템의 특정 엘리먼트의 고장시 고장 검출 및 대책에 관한 연구가 수행되었지만, 자율주행의 운행영역 및 책임이 증가함에 따라, 자율주행시스템 검증시 SOTIF를 포함한 기능, 고장 안전의 대상 영역을 확대하여 고장 시 다양한 주행상황에서의 신뢰성을 확보할 수 있는 시스템 단위의 대책에 대한 개발 및 검증 연구 수행

연구내용
(Spec. 포함)

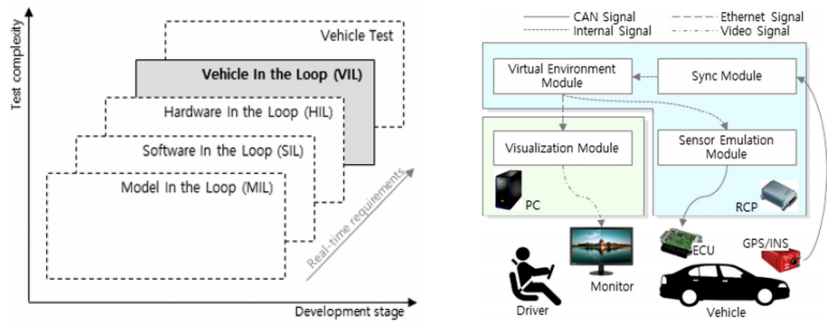


<그림> 시나리오 기반 안전성 평가기술 연구 - 시스템설계안전 연구

- Lv.4 자율주행시스템(고속도로/도심) 기능 위험성 분석 및 시나리오 도출
 - Lv.4 자율주행시스템 기능 및 요건 및 ODD에 따른 작동 시나리오 도출
 - 주행 안전성 평가기술 개발 과제에서 도출된 시나리오 DB 활용
(→ 주행 안전성 평가 시나리오 보완)
 - 특이상황, 고장상황 등에 대응하기 위한 신규 평가 시나리오 도출
 - 센서, 제어기, 액추에이터 고장 및 센서한계 등으로 인한 자율주행차의 위험 상황 분석
 - 시나리오별 복잡도와 위험도를 기반으로 한 시나리오 분류 및 시스템안전성 검증 위한 평가 시나리오 도출 (해외 사례 비교 등 도출된 시나리오의 타당성 및 우선순위 검증 절차 포함)



- 시뮬레이션 기반 Lv.4 자율주행시스템(고속도로/도심) 평가/검증 환경 구축
 - 센서, 제어로직, 액추에이터, 차량 플랫폼 등에 대한 시뮬레이션 모델 구성 (Lv.4 자율주행시스템 종/횡방향 제어 및 위험상황 대응 제어 요구사항 포함)
 - xILS의 다양한 시뮬레이션 검증 환경 구축 방안 연구
(환경적 요소들이 성능 평가에 포함되어야 하기 때문에 일반적인 상황에서 단독 실차검증이 불가능, 개발 및 검증의 유효성을 보장하기 위해 MILS, SILS, HILS, VILS와 같은 시스템 특성(차량 동역학적, 환경 특성)을 반영할 수 있는 형태의 검증 방법 개발)
 - xILS 자율주행 검증 환경 구축



〈그림〉 Validation method / Vehicle-in-the-Loop Architecture

- 시뮬레이션 기반 Lv.4 자율주행 평가/검증 환경 적용 연구
 - 실차와의 인터페이스 일반화 방법론 연구
 - 실차/시뮬레이션간 상관적합성 검증 연구(별도 시나리오 포함)
 - 시뮬레이션 결과의 유효성 검증기준 연구
(2개 이상의 시뮬레이션 평가환경 및 실차 검증시험 결과 비교 평가)
- Lv.4 자율주행시스템 설계 안전성 평가기술 개발(고속도로/도심)
 - 심사 및 시뮬레이션 기반 기능 안전성 확인 및 검증 절차(방법론) 연구
 - 심사 및 시뮬레이션 기반 안전성 평가 인증제도 적용방안 연구
 - 운행 중 위험상황(ODD 이탈 포함), 고장, 센서한계 및 의도치 않은 시스템 기능 구현에 대한 기준안 연구
 - 리빙랩 환경에서 ViLS 통한 Lv.4 자율주행시스템 안전성 실증 연구

성과지표

성과항목	단 위	세계최고수준 (보유국, 기업)	현재 국내 최고수준	개발 목표치	평가방법	가중치 (%)
시스템 안전성 평가 시나리오	건수	- (독일, 일본)	-	20	제작사, 전문가 등 검증	10
ViLS 시뮬레이션 환경개발	건수	-	-	2	자체 평가	20
MiLS 시뮬레이션 환경개발	건수	-	-	2	자체 평가	10
Lv.4 자율주행시스템 안전성 평가 지표	건수	-	-	4	자체 평가	10
Lv.4 자율주행시스템 위험분석 및 안전설계 지침	건수	-	-	1	자체 평가 (법제도 개선안)	15
ViLS 의 실차와의 상관적합성	%	-	-	95%	시험결과 비교 (항목별 비교 평균)	15
심사 및 시뮬레이션 기반 안전성 검증 방법론(또는 기준안)	건수	-	-	1	시험 방법론 제도 개선안 (세칙 또는 기준개정안)	15
특허	건수	-	-	4	-	5
계	-	-	-	-	-	100%

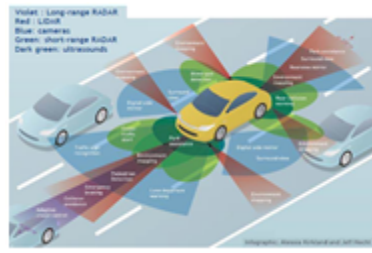
최종성과물

- 고장주입 시나리오 (센서, 제어기, 액츄에이터 고장) 및 위험 상황 평가 시나리오 (MRM, EM)
- Lv.4 자율주행시스템 위험상황 분석 방법론
- Lv4 자율주행시스템 기술검증을 위한 MiLS, ViLS 환경 구축 (차량 포함)

	<ul style="list-style-type: none"> • Lv.4 자율주행시스템 기술검증을 위한 MiLS, ViLS 고장 주입 환경 구축 • Lv.4 자율주행시스템 안정성 평가 지표 및 평가 방법론(시뮬레이션 기반/기능안전 기반) • Lv.4 자율주행시스템 평가 대상 기술 설계안 (SW, HW) • Lv.4 자율주행시스템 설계 가이드라인 (시스템 대응 요구사항 / 센서, 제어기, 액추에이터 기능 요구사항) • Lv.4 자율주행시스템 안전성 검증(인증) 제도 개선안(기준안 또는 적용방안) 																
<p>활용방안 및 기대효과</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 활용방안 <ul style="list-style-type: none"> - Lv.4 자율주행시스템 상용화에 앞서 시스템 설계 안전성 확보를 위한 평가 기술개발을 통해 자동차 제작사, 부품사 및 시험능력 평가 대행사 등에 기술개발을 지원하여 신뢰성있는 Lv.4 자율주행시스템 안전성 평가 절차 확립 - 국내 관련 기업 및 연구기관과 기술 교류를 통해 시스템 안전성 평가 기술 완성도를 높이고, 국내 OEM 및 부품사로 기술이전을 통해 Lv.4 자율주행차 기술 개발을 촉진시켜 시장 점유율 확보 • 기대효과 <ul style="list-style-type: none"> [기술적 측면] <ul style="list-style-type: none"> - ViLS 기반의 자율주행차 안전성 평가 기술 개발을 통해 기술적 구현이 제한되는 평가 시나리오를 실차 기반에서의 평가 환경을 구축함으로써 제조사 별 개발된 이종의 차량들을 다양한 시나리오에서의 반복, 객관적인 평가 재현이 가능 [사회적 측면] <ul style="list-style-type: none"> - Lv.4 자율주행시스템 양산화 계획에 따라 탑승객의 Second Task 증가하게 되고, 안전성에 대한 소비자의 요구가 높아질 것으로 예상되며, 이에 자율주행차 안전성 평가 기술을 통해 자율주행차량에 대한 신뢰를 확보하고 사회적 수용성을 제고할 수 있을 것으로 기대됨 [경제적 측면] <ul style="list-style-type: none"> - 2030년을 기점으로 국내외 Lv.3, Lv4 자율주행차 시장의 급속한 성장이 예상됨에 따라 기술 선점을 통해, 국내 자동차 산업이 세계 자율주행자동차 분야를 선도할 수 있는 세계적 경쟁력 확보 및 시장 가속화가 이루어질 것으로 예상 																
<p>기술로드맵</p>																	
<p>타 연구과제 연계·협력 및 성과연계도</p>	<ul style="list-style-type: none"> • (차량융합신기술) 자율주행차 내 딥러닝 알고리즘에 대한 Fail-operational 기술 개발 • 환경센서 인식성능 및 판단기능 부족으로 인한 사고위험(Sotif) 대응기술 																
<p>기타</p>																	
<p>연구기간</p>	<p>(81) 개월</p>																
<p>정부출연금(억 원) 및 소요인력(명)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>1차년도</th> <th>2차년도</th> <th>3차년도</th> <th>4차년도</th> <th>5차년도</th> <th>6차년도</th> <th>7차년도</th> <th>합 계</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20.33</td> <td>29.2</td> <td>29.56</td> <td>31.29</td> <td>27.99</td> <td>13.93</td> <td>11.7</td> <td>164</td> </tr> </tbody> </table>	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	7차년도	합 계	20.33	29.2	29.56	31.29	27.99	13.93	11.7	164
1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	7차년도	합 계										
20.33	29.2	29.56	31.29	27.99	13.93	11.7	164										

자율주행 기술개발 혁신사업 보완기획서

중점분야	Lv.4 자율주행차 안전성 평가기술
세부과제명	V2E 인지판단 안전성 및 사고대응 평가기술 개발
연구목표	<ul style="list-style-type: none"> • 도로기상환경 등 예상치 못한 직접적 전방 시야방해물질(Blockage)로부터, 환경인지시스템 성능을 최적으로 관리하는 기술 및 평가방법 개발을 통한 자율주행차 환경인지시스템 안전도 확보 실현 <ul style="list-style-type: none"> - 다양한 환경인지 센서 특성에 따른 적합한 환경인지시스템 성능확보장치 기술 수준 향상 - 자율주행차 환경인지시스템 송수신·인식율 등 인지성능 및 성능확보장치 평가 기술 확보 • V2H(Vehicle-to-Human) 커뮤니케이션 기술 평가방법론 개발을 통한 도로이용자 안전성 확보 <ul style="list-style-type: none"> - 커뮤니케이션 시스템 시제품 제작 및 도로이용자 시인성 평가를 통한 안전성 평가지표 확보 - V2H 커뮤니케이션 방법론 및 기술 도출로 도로이용자와 자율주행차(Lv.4)의 안전한 교통 생태계 조성 • 자율주행차 정보 기록장치(DSSAD) 데이터 기록 방법 개발 및 신속한 사고 분석을 통해 Lv4 자율차에 대한 대국민 신뢰도 확보 <ul style="list-style-type: none"> - 사고기록장치(EDR), 자율주행차 정보 기록장치(DSSAD) 데이터 기록항목, 기록방법, 데이터 보존방법 등에 대한 데이터 기록관련 세부 평가기술 개발 - 자율주행차 사고의 책임소재 및 사고원인 규명을 위한 사고기록장치(EDR), 자율주행차 정보 기록장치(DSSAD)의 신뢰성 평가방법 개발
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행차 사용자 신뢰성 확보를 위해 자율주행 환경 정보 수집역할을 하는 환경인지시스템에 대한 환경악조건 및 고장조건에서 주행안전성 향상을 통해 사용자 신뢰성 확보 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 자율주행차 환경인지시스템의 직접적 시야방해물질(Blockage)로 인한 주행 불안전 해소를 위한 제거장치 장치개발 필요 - 자율주행차 환경인지시스템 성능기준 및 고장안전진단 평가기술 전략방안 도출 필요 - 주위 환경변화 또는 고장상황에 따른 자율주행차 가속제어장치 복귀능력시험 방법 마련 필요 • 운전자의 인지기능을 담당하는 자동차용 센서(Sensor)의 중요성에 따라 기능신뢰성 검증기술 확보 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 전 세계 자동차용 센서 시장은 '16년 270억 달러에서 연평균 7% 이상 성장률을 나타내며, '21년 380억 달러에 이를 것으로 전망(연구개발특구진흥재단) - 자율주행차를 비롯한 커넥티드카 연구 확대 및 상용화에 따라 자동차용 센서의 중요성 지속 증가 - 명암대비로 인한 카메라센서 인지요류에 따른 비상자동제동장치(AEBS) 오작동 등 위험사례 증가에 따라, 자동차용 센서의 인지성능 평가방안 연구 필요 • 자율주행 Lv.4 이상 자동차의 페이크드라이버(Fake Driver) 등장에 따라 도로이용자 사고예방을 위한 자율주행차 간의 커뮤니케이션 기술의 필요성 부각 <ul style="list-style-type: none"> - 교차로 등 보행자와 자동차가 교차상태에 놓였을 때, 약 80%의 보행자는 운전자의 눈동자를 주시하여 보행 여부를 결정하는 것으로 나타남(Semicon) - 미국 NHTSA에서는 자율주행차(ADS)의 주행상태 정보를 다른 도로이용자에게 알려주기 위한 기능을 장착하도록 권고하고 있음(NHTSA) - '12년부터 미국과 유럽을 중심으로 보행자 등 도로이용자의 사고예방을 위한 자율차-도로이용자 간 커뮤니케이션 필요성에 관한 연구 추진중(SAE J3134, EU CityMobil2, GRE AVSR-TF) • 사고기록장치(EDR), 자율주행차 정보 기록장치(DSSAD)에 기록되는 데이터의 신뢰성 검증 등 자율주행차 결함(사고)분석 결과에 대한 신뢰도 확보 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 자율주행차의 사고원인 규명을 위한 사고기록장치 기록항목 확대(기존 45개) 필요 - 자율주행차 정보 기록장치(DSSAD) 설치 의무화 되었으나, 운전자 모니터링 및 운전주체 규명을 위한 세부 기록항목, 기록방법, 데이터 보존방법에 대한 기준 및 평가방안 마련 필요 - 자율주행차 보급확대 및 자율주행기술 선도를 위해, 자율차 결함의심 사고에 대한 과학적 원인규명을 통한 국민 불안 및 의혹 해소 필요
기술동향	<ul style="list-style-type: none"> • 자동차에 적용되는 센서는 약 30종의 200여개가 장착되고 있으며, 자율주행기능을 보조하기 위한 인지센서로 초음파(장애물 인지), 카메라(물체 식별), 레이더(거리, 속도, 방향, 높이 측정 등), 라이더(형태 인식) 등의 첨단 스마트 센서가 적용 <ul style="list-style-type: none"> - 최근 적용되는 다수의 첨단 센서는 측정 대상물의 물리·화학적 정보를 감지하는 일반 센서에 나노 또는 MEMS(Micro Electro Mechanical Systems) 기술을 접목하여 데이터 처리, 보정, 자가진단, 의사결정, 통신 등의 중요한 기능을 수행



〈그림〉 자동차 적용 센서 현황

	Camera	Long Range RADAR (Range: 200m)	Short & Mid Range RADAR (Range: 200m)	Ultrasonounds (40 to 500)	LIDAR (CMOS - 1.5km)	LIDAR (SWIR - 1.5km)
Object detection	●	●	●	●	●	●
Object classification	●	●	●	●	●	●
Environment analysis	●	●	●	●	●	●
Distance estimation	●	●	●	●	●	●
Speed measurement	●	●	●	●	●	●
Object edge precision	●	●	●	●	●	●
Lane tracking	●	●	●	●	●	●
Range of visibility	●	●	●	●	●	●
Operation in bad weather	●	●	●	●	●	●
Operation in poor light conditions	●	●	●	●	●	●
Operation in dark	●	●	●	●	●	●

〈그림〉 센서 종류별 특성

- 자동차에 장착되는 다양한 첨단안전장치는 주행 중인 차량의 주변 환경을 운전자에게 알리는 등 차량의 안전운행을 중심으로 개발되고 있으며 약 11개의 센서에 관한 안전기준은 주행·조향기준에 맞춰 제정

장 치 명	기 능	적용센서
차로이탈경고장치(LDWS)	차로를 운전자의 의도와 무관하게 벗어나는 것을 방지	카메라
차로유지지원장치(LKAS)	운전자의 의도와 무관한 차선 이탈시 주행차로로 복귀	카메라
비상자동제동장치(AEBS)	주행차량이 전방의 대상과 충돌위험 시 감속	카메라/레이다
전방충돌경고장치(FCWS)	주행차량이 전방의 대상과 충돌위험 시 경고	카메라/레이다
지능형최고속도제한장치(ISA)	주변환경에 따라 차량의 최고속도를 자동으로 제한	카메라
사각지대감시장치(BSD)	주행중인 차량의 사각지대 대상 감지시 운전자에게 경고	레이다/초음파
후측방접근경고장치(RCTA)	주행중인 차량의 후측방 접근대상 감지시 운전자에게 경고	레이다/초음파
후방충돌경고등(RCW)	주행중인 차량이 후방의 주행차량을 감지	레이다
후방보행자안전장치(RPSD)	차량이 후방의 보행자 감지시 운전자에게 경고	카메라/초음파
하이빔제어장치(HBA)	주행빔 운행시, 선행차가 가까워지면 자동으로 하향전환	카메라
차간거리유지장치(ASCC)	전방 차량과의 일정거리를 유지하며 주행	카메라/레이다

- 외부의 다양한 도로·환경적인 요인에 의한 센서의 내구적인 문제점을 감안해야 한다는 문제제기와 및 주요 인지센싱시스템의 감지성능 등 자체 성능에 관한 기준이 전무하여 안전성우려 지속 증가
 - ISO 26262에서는 전기/전자 안전 관련 시스템의 상호작용을 포함하여 오작동에 의해 유발될 수 있는 위험원을 시스템 레벨, 하드웨어 레벨, 소프트웨어 레벨로 구분하여 규정
 - SAE J3088(Active Safety System Sensors)에서는 능동 안전 센서 14종의 기능과 성능, 센서 작동방식, 센서 시험방법, 기술적 요구사항, 시험 대상의 요구사항 및 기능 설명 등을 기술
 - 인지센싱시스템의 주요 역할을 담당하는 카메라, 레이더, 라이다 센서 별 인지성능 및 작동 원리가 상이하여 자동차 실차상태에서 시스템 단위 평가 뿐 아니라 개별 센서에 대한 평가방법 제정 필요
 - 자동차에 사용되는 첨단 센서는 설치위치 및 조건, 역할 등에 따라 가혹한 도로주행 및 환경조건에 노출되기 때문에 적합한 내구성과 성능확보는 필수적
- 자율주행차 환경인지센서에 관한 자체 성능향상 및 센서 간 퓨전기술을 통한 연구는 다방면으로 진행되고 있으나, 센서 성능확보를 위한 별도의 장치 및 시험방법에 대한 연구는 미진
 - 세계적으로 Lv.4에 가장 근접하다고 볼 수 있는 W사는 라이다 기반으로 레이더, AI 영상인식 기술을 접목하는 방법의 자율주행 기술로, 최근 볼보자동차와 로보택시(무인택시) 개발 추진
 - W사는 주행 중 센서부에 직접 접촉되는 Blockage 제거를 위한 워셔, 와이퍼 기술을 환경인지시스템에 직접 적용 등 다양한 방법이 검토
 - 해외 T사가 만든 자율주행 기능인 오토파일럿은 차량의 카메라나 레이더 등을 이용해 능동적인 차량 주변 감시를 통해 차선 및 전방 차량과의 일정거리를 유지 기술 개발
 - 해외 V사는 라이다 기술개발을 통해 비용을 1/10 수준의 경감을 이루었으며, RGB기술을 접목하여 라이다를 통한 색상인식 기술 개발 진행
 - 국내 H사는 고성능 카메라 센서의 딥러닝을 활용한 영상인식 기술개발을 통한 센서융합 기술에 영상인식 분야 영역 확장
 - 전방인식 카메라는 대체적으로 앞 창유리 내부에 장착되어 있어 기존 일반자동차의 창담이기 장치(와이퍼, 워셔)기술을 활용가능



〈그림〉 램프 크리닝 기술



〈그림〉 無 와이어기술

- ISO 26262(Road vehicles-Functional safety)는 자동차 기능 안전성 표준으로 최근 전기/전자 안전 관련 시스템의 오작동에 의해 유발될 수 있는 위험요소 검출 및 Limp-Home 모드 등의 내용으로 구성
 - 전기적 충격, 화재, 부식 등 다양한 상황에서의 위험요소로부터의 오작동 상태의 기능안전성 확인
- Lv.4 자율주행차의 가장 중요한 문제는 안전으로, 반도체와 소프트웨어로 이루어진 자율주행차의 제어기의 외부요인, 노후화 등으로 인한 시스템 오류로 인한 사고 예방 고장진단 연구 진행
 - 일본 L사는 ISO 26262 요구를 맞추기 위해 ASIL 등급으로 신뢰성 증명하는 엔진 제어용 마이크로컨트롤러 (MCU)개발하고 독일의 L사는 ISO 26262 2nd Edition 권고 사항을 맞춰 MCU 개발
- '12년부터 미국과 유럽을 중심으로 자율차-도로이용자 간 커뮤니케이션에 관한 연구 추진 중
 - EU의 CityMobil2 사업은 664명의 피실험자를 대상으로 다양한 V2H 커뮤니케이션 수단의 효과를 분석하였으며, 보행자들은 시각(Lights) 및 청각(Audit)신호를 가장 선호한다는 결론을 도출
 - 스웨덴의 AVIP와 미국의 Ghost Driver 연구는 창유리에 LED를 장착하여 커뮤니케이션하는 실험을 통해, 이러한 시각적 신호가 도로이용자가 자율주행차를 마주하였을 때 자율주행차의 움직임 및 의도에 대한 인지도를 높여준다는 연구결과를 발표
 - 미국의 Duke Display 연구는 자율주행차와 보행자간 대치 상황에서 외부 디스플레이를 통해 다양한 신호 및 메시지를 전달함으로써 정보전달 필요성 및 반응시간의 중요성을 시사



〈그림〉 스웨덴, AVIP

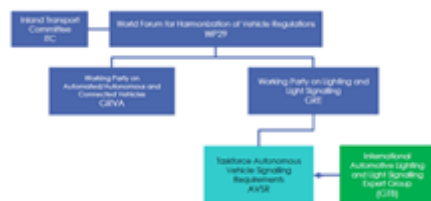


〈그림〉 미국, Ghost Driver



〈그림〉 미국, Duke Display

- 국제기구(WP.29, ISO)과 미국(NHTSA, SAE)은 자율자동차와 도로이용자 간 커뮤니케이션 기술의 필요성을 인식하고 TF조직 등을 구성하여 설계 가이드라인 도출 및 선행연구 추진
 - SAE J3134에서는 자율주행(ADS) 등화기능의 심볼, 문구, 설치위치, 색상 등을 연구하여 기술적 가이드라인 (Recommended Practice)을 제시
 - '17년 미국 NHTSA는 AUTOMATED DRIVING SYSTEMS 2.0을 발표하여 자율주행(ADS) 상태에서 도로이용자와 커뮤니케이션 하기 위한 HMI 설계를 고려하도록 규정하고 있음
 - '18년 WP.29는 GRE WG으로 AVSR-TF를 조직하여 자율주행 Lv.3 이상에서 도로이용자와 커뮤니케이션 기술의 필요성 및 방안을 논의하였으며, 도로이용자에게 혼란을 유발하지 않는 시각적/청각적 장치로 주행상태(Driving mode indicator)를 나타낼 수 있어야 한다는 결론을 도출



〈그림〉 WP.29 GRE AVSR TF 조직구성



〈그림〉 미국 NHTSA ADS 2.0-A Vision for Safety

- 현재 자동차와 보행자 간 커뮤니케이션 기술은 자동차 등화장치를 중심으로 기술개발 추진 중
 - 국내 H사는 CES 2019에 Lv.4 수준의 자율주행차 엠비전(M.Vision)에 커뮤니케이션 라이팅 시스템(자율주행 모드 표시, 보행자에게 양보의 메시지 전달, 보행자를 위한 노면상 횡단보도 표시 등)을 적용하여 공개
 - 스웨덴의 S사는 자율주행차량 그릴 부분에 램프를 설치해 정지 시 미소를 짓는 컨셉트카를 제시
 - 독일 M사는 CES에서 DMD(Digital Micro-mirror Device) 전조등을 활용한 노면에 횡단보도표 등의 기능을 적용한 F015 컨셉트카를 선보였으며, EC 규정 661/2009을 준용하여 프로젝션 기능을 적용한 디지털 헤드램프 관련 신기술 특허 시범운영 승인('19.7.5~'22.9.17)



〈그림〉 미국, Ford

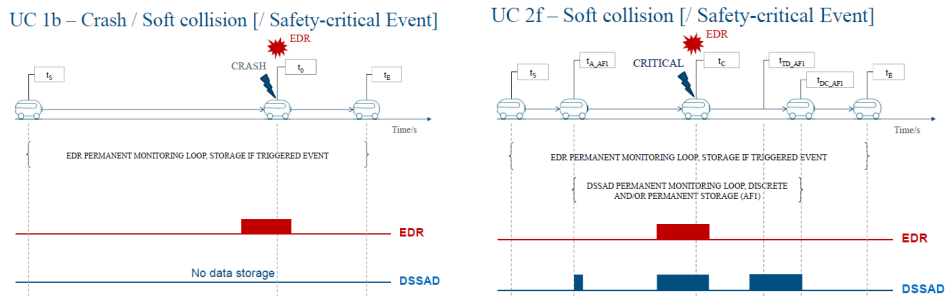


〈그림〉 스웨덴, Semcon



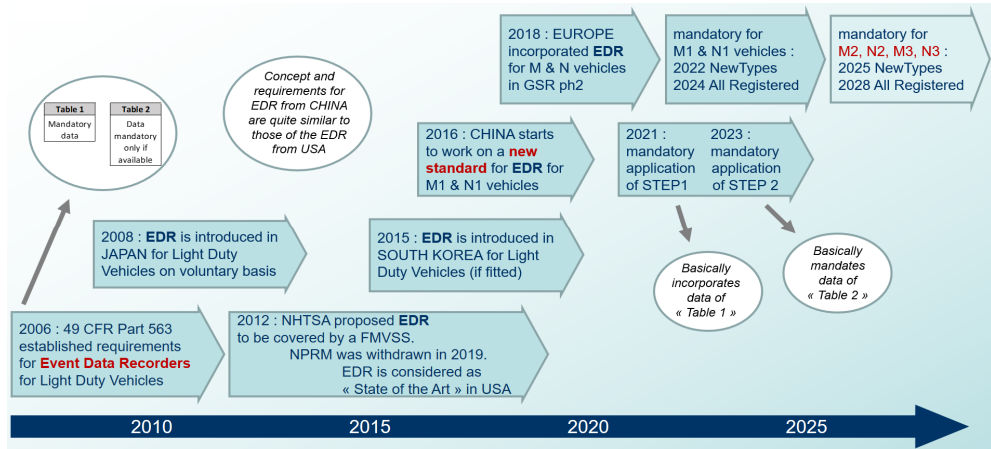
〈그림〉 독일, Mercedes-Benz

- UN WP29에서 사고기록장치(EDR)와 자율주행차 정보기록장치(DSSAD)를 구분하여 UN기준 마련을 위한 논의 중(EDR - 사고원인 규명, DSSAD - 자율주행시 운전자 모니터링 및 운전주체 규명)



〈그림〉 자율주행차 사고분석 (EDR / DSSAD)

- 사고기록장치(EDR)
 - 자동차 사고원인 규명에 도움이 되는 장치로 한국과 미국만 사고기록장치 관련 제도 운영중
 - (일반자동차) 에어백이 전개되는 수준의 사고 발생시, 최대 45개 항목에 대해 사고 전 5초(0.5초 간격), 사고후 0.3초(0.01초 간격)의 데이터 저장(안전기준)
 - UN WP29 EDR 전문가 그룹에서 사고기록장치 관련 UN Regulation(안)을 마련 및 GRSG에서 채택 완료하였으며, '20년 11월 최종 공표 예정(한·미 사고기록장치 규정 수준)
 - 최근 자율주행보조기능 등 첨단안전장치 장착 차량이 증가하면서, 제작자 자율적으로 사고기록장치에 기록하는 항목 확대(SCC, FCW, FCA, 브레이크 압력, 변속레버 위치 등)
 - (자율주행차) 자율주행차의 사고기록장치에 데이터 기록시간, 기록항목, 기록방법 등 세부 기준을 마련한 국가 없으며, UN WP29에서 세부항목 마련을 위한 논의중('20년 11월 이후 본격 논의)
 - EDR 전문가 그룹에서 자율주행차 사고기록장치에 기록해야 하는 항목(180여개), 기록방법(New Trigger), 기록횟수(3회 이상) 등에 대한 논의 중



〈그림〉 EDR 기술개발 로드맵

- 자율주행차 정보기록장치(DSSAD)
 - 자율주행시 운전자 모니터링 및 운전주체 규명을 위한 장치로 UN WP29 DSSAD전문가 그룹에서 ALKS 장착차량에 대한 DSSAD기록 기준 마련('20.3월)
 - 사고기록장치와 자율주행차 정보기록장치 기록데이터의 동기화를 위해 EDRT리거를 DSSAD에 기록
- 자율주행차 정보기록장치(DSSAD) UN Regulation 주요내용 및 기록항목
 - 주요내용
 - 데이터저장은 시간이벤트 기록으로 2500 이벤트 및 6개월 데이터 저장
 - 자율주행 데이터 용량 초과시 시간순으로 덮어쓰는 방식
 - 충돌 후 데이터 추출 (표준화 방식의 OBD포트 사용), 설명서 제공
 - 데이터 조작 방지 보호 및 임의조작은 엄격히 금함
 - 기록항목
 - ALKS의 활성화 여부, ALKS에 의한 전환요구, 운전자 입력억제 및 감소, 비상운행 시작/종료, EDRT리거 입력, 충돌감지, 시스템에 의한 위험 최소화 운행, 심각한 ALKS/차량 고장, 비상운행 또는 최소화 운행 동안 감지된 차로 이탈

연구내용
(Spec. 포함)

- 자율주행차 환경인지시스템 성능확보장치 개발
 - 창뎁이기, 오염물질 제거 기술, 센서 유형, 성능, 민감도에 따른 성능확보 방안 마련
 - Lv.4 도입에 따른 국내외 성능기준(창유리, 등화 성능확보장치 등) 재개정 검토
 - Blockage 요소환경동향(대기, 날씨, 도로환경 등) 검출 및 구체화 연구
 - 환경인지시스템 성능확보장치(Washer tank, Pump, Wiper 등) 기초설계 연구
 - 환경인지시스템 Blockage 재현장치(먼지 입자별 특성 및 분사장치 연구 및 안개/눈 등) 개발
 - 환경인지시스템 성능확보장치 시제품(밀폐·차단형·원천차단형, Washer, Air 연계 타입 등) 개발
 - 환경인지시스템 성능확보장치 시제품 간편 장착을 위한 모듈화 연구
 - 성능확보장치 시제품 실증을 통한 성능검증 연구 및 개선방안 연구
 - 성능확보장치 시제품 장치 단순화, 일체화 등을 통한 경제성 등 개선방안 연구
 - 성능확보장치 개발 시제품 실도로 성능검증 연구(테스트베드 등 활용)
 - Blockage 재현장치 시제품 성능검증(내구성 테스트, 시험환경 조성 등) 및 고도화
- 자율주행차 환경인지시스템 성능 및 성능확보장치 등 평가기술 연구
 - 자율주행차 환경인지시스템 개발 컨셉 구체화(대상선정 등) 연구
 - 센서 기술별 핵심특허 확보 현황 조사 및 특허회피 방안 연구
 - 자율주행차 환경인지 센서 간 상호연계 특성 연구
 - 인지센싱시스템(레이저, 전파, 영상 등) 성능평가 시나리오 연구
 - 센서 설치위치, 온도, 시험방법별 분류 등 내구·환경적 시험항목 선정을 통한 성능 평가 시나리오 도출
 - 레이저, 전파 송수신율 기준화 연구 및 영상 인지성능 적합성 연구(일반자동차 매칭 연구)
 - 환경인지시스템 센서 특성에 따른 성능확보장치 평가 시나리오 도출
 - 자율주행차 환경인지시스템 시험모드 연구

- 자율주행차 환경인지 분야 안전 평가기술 도출
- 외기 환경변화에 따른 자율주행 관련 가속복귀시스템 안전 진단 및 평가기술 개발
- V2H(Vehicle to Human) 커뮤니케이션 안전성 평가기술 개발
 - Lv.4 도입에 따른 자동차안전성 검증기술 연계 안전성 전장시스템(시계, 등화 등) 평가지표 정비 방안 연구
 - 도로이용자 사고예방을 위한 V2H 커뮤니케이션 방법론 연구
 - V2H 커뮤니케이션 대상 도로이용자 범위 선정 및 방법론 선정
 - 커뮤니케이션 시스템 시제품 제작 및 도로이용자 시인성 평가
 - 자율주행차 등화 및 외부 표시장치 등 안전성 평가지표 및 방법론 개발
 - 국제 거버넌스 (GTB) 협업 국제기준 조화를 위한 기술 프로토콜 및 기준 제안
- 과학적 사고원인 규명을 위한 자율주행차 사고기록장치(EDR), 정보기록장치(DSSAD) 평가항목(기술) 연구
 - 사고원인(제어권, 기계적·전자적 결함) 분석을 위해 자율주행 데이터 항목별 기록 방법 및 시간 선정(필수항목, 선택항목)
 - 에어백 전개/미전개 사고에 대한 사고기록장치 기록 표준(기준) 개발(New Trigger)
 - 사고기록장치(EDR) 정보기록장치(DSSAD) 기록 데이터 보존 및 평가기술 표준화 개발(화재, 충격, 침수 등)
 - 자율주행차 정보기록장치(DSSAD) 기록 데이터 신뢰성 평가 기술 개발
 - 테스트베드 기반 자율주행차 데이터 기록장치 평가 방안 개발
 - 자율주행차에 기록된 데이터(EDR, DSSAD)를 활용한 표준 사고재현 기법 개발
- 사고원인 분류 및 분석방법 연구 및 사고관리 대응체계 개발
 - 사고보험처리 데이터 분석을 통해 사고유형 분류
 - 사고유형별 신속한 원인 규명을 위한 사고분석 표준기법(가이드라인 등) 개발
 - 자율주행차 사고관련 정보(사고원인, 차량, 현장, 구난, 사후관리 등) 관리 프로세스 및 시스템 개발
- 자율주행 Lv.4에 대응하는 이해관계자(제조사, 운전자, 소유자, 도로관리자 등) 책임소재 및 자동차 관리책임 변화 등 신뢰기반에 관한 법제 개발 연구 및 사고조사보험제도 개선 연구

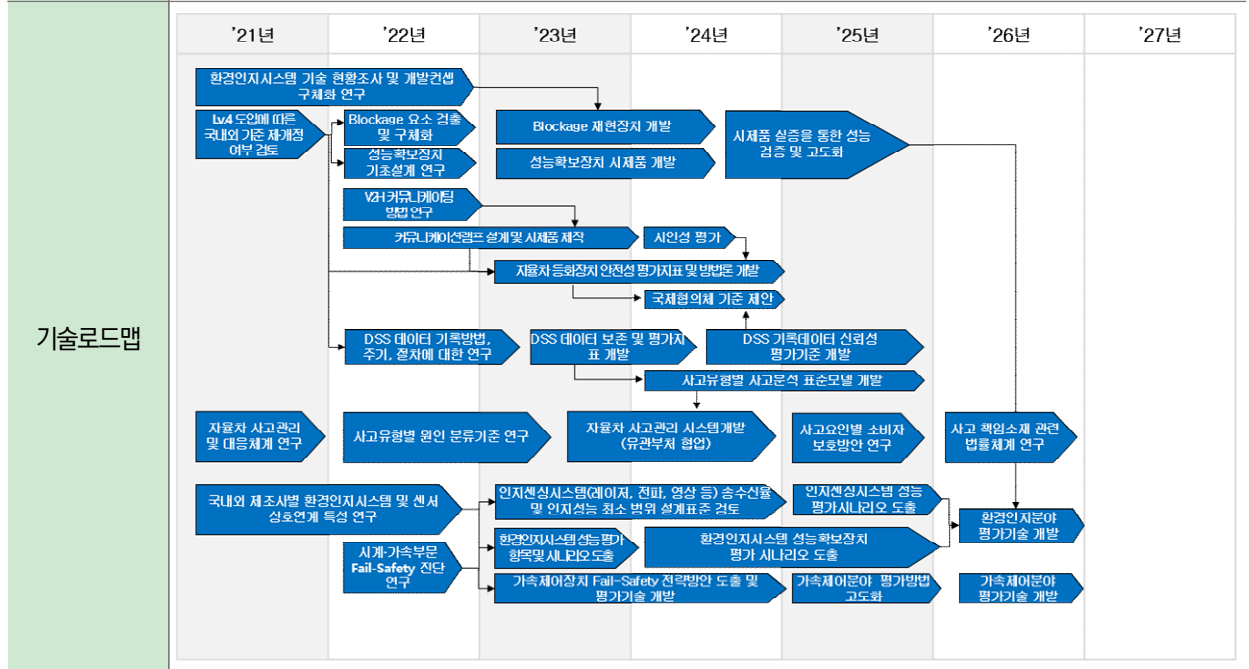
성과항목	단 위	세계최고수준 (보유국, 기업)	현재 국내 최고수준	개발 목표치	평가방법	가중치 (%)
자율주행차 환경인지시스템 성능확보장치 등 안전성 평가기술	건	없음	없음	3	제조사, 전문가 등 검증 또는 법제도 개선안 제출	15
자율주행차 환경인지시스템 성능확보장치 등 시제품	건	미국, 구글웨이모	없음	3	세계최고 수준 동등이상, 신호 송수신율 80% 이상	10
자율주행 전장시스템(ADS) 성능 평가표 도출	건	미국 SAE J3088, ISO 26262	없음	1	제조사, 전문가 등 검증 또는 법제도 개선안 제출	10
V2H 커뮤니케이션 등화장치 개발	건	미국, 유럽(독일, 스웨덴)	없음	2	커뮤니케이션 기능 작동 시 최소광도 0.5 cd 이상만족	10
V2H 커뮤니케이션 시스템 평가기술	건	미국 SAE J3134	없음	2	제조사, 전문가 등 검증 또는 법제도 개선안 제출	15
EDR 데이터 및 신뢰성 평가기술 개발	건	미국 SAE1698 (일반자동차)	없음	1	제조사, 전문가 등 검증	10
DSSAD 데이터 및 신뢰성 평가기술 개발	건	-	없음	1	제조사, 전문가 등 검증	10
사고유형별 사고분석 표준기법	건	-	없음	1	유형별 분석 매뉴얼 (차대차, 차대보험자)	10

사고책임 관련 법제 제안	건	-	-	2	정책제안서안(자체측정)	5
특허	건	-	-	3	특허출원서	5
계						100%

최종성과물	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행차 환경인지시스템 성능확보장치 등 안전성 평가기술(환경인지 성능확보장치, 가속제어 등) • 자율주행차 환경인지시스템 성능확보장치 등 시제품(와이퍼, 워셔, 필름, Blockage 재현장치 등) • V2H 커뮤니케이션 기능을 지원 가능한 등화장치(디스플레이 등) • V2H 커뮤니케이션 시스템 관련 안전성 평가기준(안) • 환경인지 센싱시스템 성능평가항목 및 기준(안) • EDR 안전기준 및 시행세칙(안) • DSSAD 안전기준 및 시행세칙(안) • 사고유형별 사고분석 표준모델(가이드라인) • 자율주행 Lv.4 대응 민·형사행정상 책임에 관한 법률체제개편(안) 및 사고조사·보험 제도(안) <ul style="list-style-type: none"> - 「자동차손해배상 보장법」 및 「도로교통법」, 「자동차관리법」 등 개정안
-------	---

활용방안 및 기대효과	<p><활용방안></p> <ul style="list-style-type: none"> • 자율주행차 환경인지시스템 성능확보장치 및 평가기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 환경인지시스템 성능확보장치 시제품을 다양한 센서 적용을 통한 실증화 활용 - 국가연구과제 성과물 기술이전 등의 형태로 중소기업 이전을 통한 양산화 제품개발 활용 - 환경인지시스템 성능확보장치 모듈화 개발 등 표준기술 도입을 통한 다양한 공급형태 제안 - 환경인지시스템 성능확보장치 안전성 평가기술 대외 홍보를 통한 제안 • 자율주행차 가속제어장치 평가방법 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 일반자동차와 차별성 있는 자율주행차 가속제어 안전성 평가방법 기준 제안 - 제작사 자기인증시험을 위한 자율주행차 가속제어 시험 모드 도입 제안 • 자율주행차와 도로이용자 간 직관적 소통기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 자율주행차와 도로이용자 간 커뮤니케이션 기술 규격 정립을 설계 가이드라인 제공 - 자율주행차의 주행의사에 관련 된 단방향 소통기술을 통한 도로이용자 수용성 확보 • 자율주행차 커뮤니케이션 시스템 안전성 평가기술(안) 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 자율주행차 적용 등화장치 안전성 평가지표 제시 - V2H 커뮤니케이션 시스템 평가 시나리오 및 활용장비 목록 등 평가 방법(안) 도출 - V2H 커뮤니케이션 기술 프로토콜 관련 국제 거버넌스(GTB) 제안 • 자율주행 전장시스템(ADS) 관련 성능평가 지표 확보 <ul style="list-style-type: none"> - 기존 법규 연계 자율주행차 적용 안전성 평가지표 체계 정비(안) 도출 - 인지센싱시스템 성능 평가항목 도출 및 평가시나리오(안) 제시 • 자율주행차 사고기록장치(EDR), 정보기록장치(DSSAD) 신뢰성 평가항목(기술) 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 데이터 기록 조건, 기록 간격, 기록 항목 등 세부규정 마련 - 국내외 자율주행차량에 장착된 기록장치에 대한 신뢰성 평가 방안 마련 - 국내 세부기준·평가방안 등 연구내용을 바탕으로 국제 기준마련 주도적 역할 수행 • 자율주행차 사고 발생 시 신속한 사고 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 사고분석 표준모델(가이드라인)을 활용한 신속한 자율차 사고원인 규명 - 사고분석 사례 DB구축 및 사고분석 프로세스 개발 기초자료로 활용 - 체계화된 사고분석 표준모델을 바탕으로 경찰·보험 등 자율주행차 사고 초기대응 자료로 활용 <p><기대효과></p> <ul style="list-style-type: none"> • 자율주행차 환경인지시스템 성능확보장치 및 평가기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 개발기술 이전 등을 통한 관련기술 기술 장벽을 낮춤으로 중소기업 부담감소 효과 - 자율주행차 환경인지시스템 성능확보장치 모듈활용을 통해 체계적 공급체계 구축 - 성능확보장치 모듈화 기술 등 다양한 사업 기회 모색을 통한 중소기업 시장진입 기반 마련 - 성능확보장치에 따른 안전성 확보 차원의 지속적 홍보를 통한 성능확보장치에 대한 성능수준 향상 기대 - 잠재적 자율주행차 개발업체 및 사용자 대상 자율주행 안전 신뢰성 확보 • 자율주행차 가속제어장치 평가기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 운전 안전성의 주요 측면이 가속분야에 대한 기능고장안전에 대한 필요성 인식 고취
-------------	---

- 급발진 등 자율주행 시스템이 의도하지 않는 가속문제로 인한 사고 예방
- 도로이용자 중심형 커뮤니케이션 기술 안전성평가방법 연구를 통한 자율주행차 Lv.4 상용화 대비 보행자 교통사고 예방
- 한국형 V2H 커뮤니케이션 시스템 기술개발을 통한 국내 자동차 및 부품 산업 기술경쟁력 확보
- 자율주행차 사고기록장치(EDR), 정보기록장치(DSSAD) 신뢰성 평가항목(기술) 개발
 - 자율주행차 사고발생시, 운전주체 확인 및 사고원인 규명에 필요한 데이터 표준화를 통해 신속한 사고원인 규명
 - 다양한 환경(충격, 침수, 화재)에 대한 데이터 보존 성능 평가를 통해 기록된 데이터 유실 방지 및 신뢰도 확보 등 자율주행차 관련 대국민 불안 및 데이터 오류 의혹 해소
 - 국제기준 마련을 위한 국제활동에 주도적 역할을 수행함으로써 자동차 강국의 위상 제고
- 자율주행차 사고 발생시 신속한 사고 분석
 - 신속한 사고원인 규명을 통해 자율주행차에 대한 대국민 신뢰도 및 투명성 확보
 - 사고원인 규명으로 자율주행차 안전기술 개발 지원 가능하며, 자율주행차 산업 성장과 국민의 생명과 재산 보호에 기여



- 타 연구과제 연계·협력 및 성과연계도
- 환경센서 인식성능 및 판단기능 부족으로 인한 사고위험(SOTIF) 대응기술
 - 자율주행자동차 운행기록장치 데이터 추출 및 분석시스템 개발
 - 자율주행자동차 교통사고 분석기법 및 재현 S/W개발

기타								
연구기간	(69) 개월							
정부출연금(억 원) 및 소요인력(명)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	7차년도	합 계
	22.5	30	28.94	24.7	21.6	11.2		138.94

자율주행 기술개발 혁신사업 보완기획서

중점분야	자율주행 Lv.4 대응 도로인프라 기술
세부과제명	화물차/도로인프라 상태정보 융합 동적 안전성 평가기술 개발
연구목표	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행 화물차를 위한 동적 안전성 평가기술 개발 및 실증 <ul style="list-style-type: none"> - 실시간 주행정보 기반 상용차 하중 및 도로 기울기 연산 로직 개발 - 차량 동적상태 및 도로인프라 상호작용에 따른 기계학습 기반 실시간 위험도 평가 알고리즘 개발 - 주행방향/횡방향 동적 안전성 평가 알고리즘 개발 및 평가 체계 구축 - 실 도로 기반 동적 안전성 시험평가 기준(안) 도출 - 화물차 동적 안전성 평가 시스템의 실 도로 기반 실증 평가 • 자율주행 화물차를 위한 도로 인프라 상태정보 융합 동적 안전성 센싱 시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 화물차 동적 운행중량 및 도로 선형 실시간 센싱 모듈 - 동적 운행 축/총중량 산출용 자율구동형 전원 모듈 (다축, 자가발전 Plug & Play) - 통합 인터페이스 모듈 무선 데이터 전송 및 상태정보 융합 동적 안전 평가 시스템
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행 화물차 도로인프라 상태정보 융합 동적 안전성 평가기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 국가통계포털(kosis.kr)에 따르면 2015년 교통사고 인명피해는 승용차보다 상용차가 약 2.3배 높은 것으로 나타났으며, 인명의 보호를 위해서는 상용차의 사고를 예방하는 것이 중요함 - 화물차는 일반 승용차와 달리 적재량 및 적재위치에 따라 차량의 축중량의 변동이 크고 이에 따라 제동거리가 급격히 증가되므로 전방 추돌에 대한 사고의 치명도 및 사고 발생 가능성이 높으며, 과적으로 인한 제동거리 증가는 화물차 추돌사고의 주요 원인으로 지목됨 - 따라서 화물차의 안전성은 추돌 안전보다는 사고 자체를 예방할 수 있는 예방 안전에 초점을 맞추어야 함 - 화물차의 예방 안전을 위해서는 화물차의 특성 즉, 차량의 크기뿐만 아니라 자중 대비 동적 운행 중량을 관리해야 하는데, 화물차의 특성상 동적 중량의 편차가 매우 크고 이에 따른 각종 추돌(주행방향) 및 전복(횡방향)의 위험성까지 반영해야 함 - 특히 화물차의 추돌 안전성 향상을 위해 도로인프라(차속, 차량무게, 도로기울기) 특성을 실시간으로 측정하고 제동거리를 연산할 수 있는 동적 안전성 평가기술 개발이 필요함 - 신뢰성 높은 전방추돌 평가 통합 인터페이스 개발을 위해서는 화물차의 동적 운행 중량 등 상태정보 및 차상에서 측정된 실시간 도로선형 등 도로인프라 정보의 실시간 융합이 반드시 요구됨 - 이러한 도로인프라 정보의 실시간 융합을 수행하기 위해서는 동일 코스로 구성된 도로에서 화물차를 반복 주행하며 습득된 도로인프라 정보의 비교분석을 통하여 신뢰성 검증이 필요함 - 또한 신뢰성이 확보된 도로인프라 정보와 제동거리 연산알고리즘을 통해 산출된 화물차 제동거리와의 교정(Calibration) 작업을 통하여 전방추돌방지시스템의 평가 통합 인터페이스를 구축할 수 있음 - 화물차를 이용한 주행 시험의 경우 시험이 까다롭고 위험 요소가 많다 보니, 공공 도로를 이용할 경우 교통이 통제된 조건에서 시험평가가 이루어져야 함 - 한편, 공공도로를 통제된 상태에서 수년이 걸리는 전방추돌 평가 통합 인터페이스를 개발한다는건 사실상 불가능한 부분이기에 화물차를 전문으로 시험할 수 있는 주행시험장이 반드시 필요함 <ul style="list-style-type: none"> • 자율주행 화물차를 위한 도로 인프라 상태정보 융합 동적 안전성 센싱 시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 국토교통부에서는 2021년 화물자동차 교통사고 감소 및 과적차량 근절을 위한 법령 개정을 통해 그동안 단속대상 화물차의 적재중량을 10톤 이상에서 4.5톤 이상으로 확대 적용하기로 함으로써 크게 늘어난 단속대상 차량을 효과적으로 단속하기 위한 새로운 단속체계 및 시스템의 구축이 시급함. - 2019년 10월~2020년 9월까지 화물차의 단속실태에 따르면 고속국도에서 16,571대를 검측·분석한 결과, 운행제한 위반차량 중 화물차의 70.4%(11,662대)가 적재중량(도로교통법) 110%를 위반하고 있으며, 그 중 10톤 이하 화물차는 59.8%(9,909대)가 적재중량 위반하는 것으로 조사되어 이를 예방, 단속하기 위한 차량자체에서의 중량센싱 시스템의 필요성이 커지고 있음 - 또한 2018년 12월 개정된 「자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙」에 의하면 화물자동차 및 특수자동차에 상하로 움직일 수 있는 가변축을 설치하는 경우에는 가변축 인접축에 축중을 초과하거나 「자동차관리법 시행규칙」 별지 제25호서식에 따른 자동차체원표에 기재된 축별설계허용하중을 초과하는 적재하중이 가해지면 자동으로 가변축을 하향시키고 상

	<p>승조작이 불가능한 구조로 설치해야 한다고 규정되어 화물차량의 상시 축중량의 측정이 반드시 필요함을 지적하고 있음.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 현재 양산차에 적용되고 있는 유일한 하중측정 기술은 화물차의 현가장치에 압력센서를 설치하여 압력으로 하중을 계산하는 방법임. 하지만 이 방법은 공기압 현가장치가 있는 초대형·고가의 대형화물차에만 적용 가능하며, 90%이상을 차지하는 중소형화물차에 적용 불가 - 기타, 화물의 적재량에 따라 적재함 높이 측정 센서(Height sensor)의 변화량 계산 방법 및 판스프링의 변화량을 이용해 계산하는 방법 등이 있으나 운영중 오차율 개선이 필요함 - 해당 기술들은 이러한 기술적인 한계성외에도, 공용플랫폼 기술이 아니어서 향후에 화물차 자율주행 기술과의 연계에 한계가 있음 - 다축 상용 자율주행차량 및 기존 운행중인 화물차량 등의 설치 한계 극복 등을 위한 Plug & Play 방식의 자기발전 센싱 기반 상용 자율주행차량 동적 운행중량 및 운행 도로선형 도로인프라 상태정보를 실시간으로 융합하여 자율주행차량의 차간, 안전제동거리 및 전복 등의 사고를 예방하고 동적 안전성을 평가할 수 있는 기술 개발이 필요함. 또한 안전경고 UI 및 자율주행도로교통체계로 전송할 수 있는 기술 개발 필요함 - 자율구동형 차량중량 센싱 : 기존 및 자율운전 화물차량의 차량 축중량을 실시간으로 측정하고 무선으로 전송함, 배선 없는 독립 설치 및 작동으로 기존 화물차 및 신규 자율주행 화물차 모두 적용 가능, 차량 하부 및 트레일러와 같은 연결된 화물차량에도 추가 배선 없이 적용 가능* (Easy Installing, Fit & Forget) <p>* 자동차 평균수명은 약 10년이므로, 기존 차량에 부착하는 것이 첨단안전장치의 확산에 매우 중요하며, 기존 하중예측 방식(로드셀, 압력센서 등)은 기존 차량에 적용하기 위한 개선이 필요함</p>
기술동향	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행 화물차 · 도로인프라 상태정보 융합 동적 안전성 평가기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 화물차의 경우에는 승용차와 달리 화물 적재량에 따라서 수시로 중량이 변하기 때문에 전방추돌 방지를 위한 최소제동거리 계산 방법에 대한 연구가 다양하게 시도되고 있음 - 승용차에서는 전방 추돌 경보 장치(FCWS)나 전방 차량 추종 자동 항속 장치(ACCS)가 대부분의 차종에 적용되고 있으나 화물차의 경우 사고 예방 장치들의 적용이 제한적임 - 화물차에 차로 이탈 경고장치, 비상제동시스템 등 운전자보조장치(ADAS) 장착을 의무화 해야 하는 필요성이 대두되고 있는 상황이나, 화물차 분야의 자율주행기술 지원이 제한적임 - 볼보는 대형 추돌사고 예방 및 인명피해를 최소화 시키기 위해 주행 중 예상치 못한 상황 발생 시 단계별로 능동적 시스템이 작동할 수 있는 추돌 경고장치를 화물차에 도입하기 위한 연구가 진행되고 있음 - 벤츠는 액티브 브레이크 어시스트 5(ABA 5)라는 긴급제동 보조 시스템을 개발하였으며, 레이더와 카메라 시스템의 결합으로 작동되는 시스템이어서 차량 적재중량을 고려하지 못한 제동 제어를 한다는 한계가 있음 - 자동차부품진흥원에서는 대구 달성에 기존의 ITS 기반 지능형 자동차부품시험장을 활용하여 자동차 부품 업체의 실증 및 ITS 기반 지능형 자동차 부품 전반의 실험에 관한 주행시험장을 구축하였음 - 한국건설기술연구원에서는 국토교통과학기술진흥원 R&D 연구를 통해 경기도 연천군에 기상환경 재현도로 성능평가 실험시설을 구축하였음 - 스웨덴은 2014년에 미래형 도로교통수단 전반에 관한 안전 실증 시험장으로 ASTAZero를 구축하였으며, 세계 최대 규모의 실제 도로 재현 자동차 시험장으로서 도심 환경에 대한 현대적 기반시설 내 도로교통 상황을 다양하게 재현 및 평가 가능 - 일본에서는 2016년 약 13만㎡ 부지에 날씨모사 환경 시험장, V2X 시험장, 다목적 도로 시험장 세 가지 종류의 실도로 환경 시험시설로 구성된 J-Town을 구축하였음 • 자율주행 화물차를 위한 도로 인프라 상태정보 융합 동적 안전성 센싱 시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 차량 하중을 측정할 수 있는 연구는 1990년대 초부터 시작하였고, 대표적인 방법이 로드셀 (Load cell)을 차량 적재함 아래에 설치하여 하중을 측정하는 방법인데 고가의 로드셀과 설치의 곤란함 및 주행중 측정 불가능 특성 때문에 양산 적용에 어려움을 겪고 있음 - 호주에서는 2007년부터 Transport Certification Australia (www.tca.gov.au)에서 주도하여 여러 종류의 중량센서를 비교 검증하는 연구를 진행하여 화물차량에 대한 관리를 IT기술과 접목하여 고도화하기 위해서 트럭의 운행정보를 관리하는 IAP(Intelligent Access Program)를 구축함.(성과지표2) - 이 연구에서 2009년 6월까지 18개월 동안 13개의 중량측정센서 시스템을 9개의 대표차량에 설치하여 장기모니터링하여 도출한 결과에 따르면 로드셀과 에어센서 등에서 5% 내외의

	<p>오차를 보인다고 보고하였으나 정적시험위주로 실제 동적측정 시에는 10%이상을 상회할 것으로 예측되어 동적측정이 가능한 기술의 개발이 요구됨 (성과지표 3)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 볼보는 일부 화물차에 중량 측정 장치가 부착되어 있으며, 차량이 계량대에 접근하면 차량에 부착된 송신기가 무선 네트워크를 통해 중량 데이터를 계량대로 전송하여 트럭이 화물 무게 규제를 준수하고 있는지 자동으로 확인할 수 있으나 실시간 무게 측정, 도로 기울기를 고려하여 중량을 측정할 수 있는 알고리즘은 구축되지 않음 - 스카니아의 경우 샤시 프레임과 차체 사이에 로드셀을 설치하여 적재하중을 운전자가 모니터링 할 수 있게 하였으나, 단순히 적재중량만을 측정하였음 - 한국건설기술연구원에서는 2018~2020년 국토교통과학기술진흥원 R&D 연구를 통해 “중량 센서를 이용한 과적예방정책연구”를 수행하였으며 국내외 화물차량용 중량센서의 품질기준보고서를 통해 화물차량에 적용하기 위한 중량센서의 성능요구조건을 도출하여 제시한 바 있음 - 또한 “화물차 중량센서 시범적용을 통한 과적예방효과분석 보고서”를 통해 운행 중인 화물차량의 운행패턴을 검출하여 동적 중량측정 데이터의 활용방안을 제시하였음.
<p>연구내용 (Spec. 포함)</p>	<p>[자율주행 화물차를 위한 동적 안전성 평가기술 개발 및 실증]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 실시간 화물차 (12종차종분류 4~12종 화물차 대상) 동적 운행중량(총중량, 축중량) 및 도로 기울기 연산로직 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 실시간 주행정보 실차데이터 분석, 운행중량 및 도로 기울기 연산 알고리즘 구현, 노면조건에 따른 테스트베드 검증 - 딥러닝 기반의 기계학습을 통한 실시간 위험도 예측 연산 로직 개발 - 실시간 동적 운행중량 및 도로 기울기 연산 알고리즘 실 도로 검증 • 차량 동적상태 및 도로인프라 상호작용에 따른 실시간 위험도 평가 알고리즘 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 실시간 위험도 평가 파라미터 분석 및 주행조건 도출 - 동적 주행 및 도로조건(노면상태 포함) 정보기반 실시간 위험도 평가 모델 개발 - 실시간 위험도 평가 모델 주행시험장/실도로 실증 • 실시간 전방추돌 위험도 평가 통합 인터페이스 모듈 개발 및 평가 체계 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 외부 네트워크 인터페이스 호환성 분석 및 시제품 설계 - 통합 인터페이스 모듈 시제품 개발 및 실험실 실증 - 주행방향 및 횡방향 동적 안전성 평가기준(안) 도출 - 주행방향 및 횡방향 동적 안전성 평가기준 개정 및 검증 • 실도로 기반 동적 안전성 시험평가 기준 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 실도로 환경조건 분석 및 적용 센서 적합성 검토 - 주행정보 측정용 센서 구조 건전성 및 내구성 평가 • 화물차 동적 안전성 평가 시스템의 실 도로기반 실증 시험 <ul style="list-style-type: none"> - 실증 사이트 분석 및 선정 - 동적 안전성 알고리즘의 주행시험장 및 가혹 실도로 실증 - 동적 안전성 알고리즘 최종 실증 / 동적 안전성 평가시스템 실증 <p>[자율주행 화물차를 위한 도로 인프라 상태정보 융합 동적 안전성 센싱 시스템 개발]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 상용 자율주행차량 동적 축중량 및 도로 선형 실시간 센싱 모듈 <ul style="list-style-type: none"> - 화물차 장착 환경을 고려한 센싱모듈 사양 및 인터페이스 사양 선정 - 운행중량, 도로선형 측정 성능 고도화 - 동적 운행중량 및 도로선형 센싱 성능 안정화 및 시제품 실증 • 동적 축중량 산출용 자율구동형 전원 모듈 (다축, 자가발전 Plug & Play) <ul style="list-style-type: none"> - 전원 모듈 적용 가능한 화물차 내 가용에너지원 분석 및 메커니즘 연구 - 자율 구동형 전원 모듈 메커니즘 구현 및 전력 관리 회로 개발 - 자율 구동형 전원 모듈 시제품 설계 및 환경 성능 평가 • 통합 인터페이스 모듈 무선 데이터 전송 및 상태정보 융합 동적 안전 평가 시스템 <ul style="list-style-type: none"> - 무선 네트워크 토폴로지 & 센싱 최적 위치 선정 - 저전력 센싱 네트워크 운영 로직 및 시스템 HW 설계/제작 - 인터페이스 정합 테스트, 로직 탑재 HW 성능 고도화 및 데이터 가시화를 위한 UI 설계 및 제작 - 자가진단 기반의 안전 평가 시스템 실증을 통한 안정화

성과지표	성과항목	단 위	세계최고수준 (보유국, 기업)	현재 국내 최고수준	개발 목표치	평가방법	가중치 (%)
	자율주행차량/ 도로인프라 실시간 상태정보 융합 동적 안전 시스템	-	100% (독일, Benz)	70	(동적 운행중량 및 도로선형 단일모듈 동시 구현)	입회시험성적서 (시스템 성능 개발)	10
	자율주행차량 동적운행중량 측정기술 적용 대상 차종	-	전 차종 (영국, Vishay)	일부 4~7종	도로교통량조사 12종 차종분류의 4~12종 화물차	입회시험성적서 (테스트베드 평가)	10
	자율주행차량 실시간 동적 운행중량 (축중량 및 총중량) 측정 정확도	%	±10% 오차 이내 (영국, Vishay)	±15% 오차 이내	정지시 하중 및 주행 중 축중량 및 총중량 측정 오차율 ±10% 이내	입회시험성적서 (차종별, 속도별, 중량 단계별 실차 주행시험 평가)	10
	자율주행차량 급가속 또는 급제동시 각 축별 중량 변화 측정 정확도	%	±10% 오차 이내 (영국, Vishay)	±15% 오차 이내	급가속 또는 급제동시 변화되는 축중량 측정 오차율 ±10% 이내	입회시험성적서 (테스트베드 평가)	5
	자율주행차량 실시간 동적 위험도 평가 기술	-	100% (독일, Benz)	70	동적 상태 및 도로선형 반영 알고리즘 구현	입회시험성적서 (테스트베드 평가)	10
	안전경고 UI 및 자율도로교통체 계 전송 모듈	-	100% (미국, 구글)	85	주행중 차상 실시간 전송 구현	입회시험성적서 (시제품)	10
	주행방향 실시간 동적 안전성(제동거 리) 예측 정확도	%	100% (독일, Benz)	50	내리막 기울기 5% 이상 평균 도로에서의 제동거리(오차율 10% 이하)	입회시험성적서	10
	종방향 실시간 동적 안전성(롤오버) 연산 데이터 제공	%	100% (독일, Benz)	60	5% 이상의 평균 도로 기울기 상태 안전성동적중량, 오차율 10% 이하)	입회시험성적서	10
	주행 차량 에너지원을 활용한 자가발전 모듈	%	100% (미국, Levant)	50	Road Roughness Level C 조건에서의 발전량	입회시험성적서 (실차 또는 주행 환경 모사 장치)	15
자율주행차량 동적 위험 감지 센서 모듈	%	100% (독일, Benz)	70	동적중량 (오차율 10% 이하) ,차량 기울기 상태 측정 (오차율 5% 이하)	입회시험성적서	10	
계						100%	
최종성과물	<ul style="list-style-type: none"> • 상용 자율주행차량 동적 축중량 및 도로 선형 실시간 센싱 모듈 • 자율구동형 전원 모듈 (다축, 자가발전 Plug & Play) • 상용 자율주행차량/도로인프라 상태정보 융합 실시간 동적 안전성 평가 알고리즘 평가 및 실증 • 실증시험 데이터 기반 상용 자율주행차량 주행방향 및 횡방향 롤오버 시뮬레이션 기술 • 관련 특허, 논문, 보고서, 평가 지표, 매뉴얼, 지침서 등 • 상태정보 융합 동적 안전 평가 시스템 • 상용 자율주행차량 동적 안전성 평가(안) 						

<p>활용방안 및 기대효과</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 차간거리 최적화로 인한 화물차 군집주행 효과 향상 • 도로인프라 및 차량 연료 상태 기반 주행 가능거리 예측 정확도 향상 • 자율차량에 요구되는 도로인프라 상태 기반 전국 도로망의 실시간 노면상태 평가 시스템 확장 • 보다 정확한 물류량 및 물류 흐름 분석 가능 • 자율차량 동적장치 기반 과적 및 적재량 초과에 대한 예방 효과 향상 • 향후 중량센싱시스템과 DTG의 연계를 통한 과적 관제시스템으로의 활용 가능 • 가변축 자동제어를 위한 인접축 중량정보 수집시스템으로 활용 • 공유 자동차의 동적상태 정보를 기반으로 최적 운행상태 유지 및 운행효율성 제고 • 실시간 모니터링으로 상태진단을 통한 부품교체 등 新 서비스 시장 개척 • 하중의 상태 진단으로 차량의 stability 유지를 통한 주행 Performance 향상 • 모터 최적 제어를 통한 효율적인 추진/제동 Control, 에너지 효율 관리 • 주행안정성 예측 오차 감소 																
<p>기술로드맵</p>																	
<p>타 연구과제 연계·협력 및 성과연계도</p>																	
<p>기타</p>																	
<p>연구기간</p>	<p>(57) 개월</p>																
<p>정부출연금(억 원) 및 소요인력(명)</p>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>1차년도</td> <td>2차년도</td> <td>3차년도</td> <td>4차년도</td> <td>5차년도</td> <td>6차년도</td> <td>7차년도</td> <td>합 계</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>10</td> <td></td> <td></td> <td>50</td> </tr> </table>	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	7차년도	합 계	10	10	10	10	10			50
1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	7차년도	합 계										
10	10	10	10	10			50										

자율주행 기술개발 혁신사업 보완기획서

중점분야	Lv.4 자율주행차 안전성 평가기술
세부과제명	자율협력주행 통합보안 안전성 평가기술 개발
연구목표	<ul style="list-style-type: none"> • 자율협력주행 상용화의 필수 선제조건인 사이버보안 확보를 위해 자동차 사이버보안 위협에 대응하기 위한 체계 마련 및 사이버보안과 소프트웨어 업데이트 안전성을 검증/평가하기 위한 기술 개발과 관련 법제도안 마련 - 자동차의 사이버보안 관리시스템 검증/평가기술 개발 - 자동차 사이버위협에 대한 보안 안전성 평가기술 개발 - 자동차 소프트웨어 업데이트 안전성 평가기술 개발 - 자율주행 Lv.4 대응 데이터 보호법제 개발
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> • 정부는 [미래차 산업발전 전략]을 통해 자율주행 상용화를 위하여 2024년 Lv.4 제도완비, 2027년 완전 자율주행 상용화를 목표로 차량제작 안전기준(레벨3,4), 자율차 성능검증을 위한 제도 기반을 구축하겠다고 제시하였고, 업계도 이에 발맞춰 상용화 기술 개발에 매진하고 있음 • Lv.4~5 자율주행자동차는 V2X통신을 통해 외부와 연결되고 자율주행을 위한 ECU 전장장치의 비중이 더욱 높아짐 따라, 사이버보안 취약성 및 위협이 매우 크게 증가하게 됨 <ul style="list-style-type: none"> * 한 건의 사이버해킹으로 인한 자동차 제작사 발생비용 최대 \$11억, 현 추세 지속 시 2023년까지 업계 총비용은 매년 \$240억 발생 (Juniper Research 세계 자동차 보안 동향 보고서, 2019) • 자동차의 해킹 피해는 최악의 경우 사망에 이르는 인명사고로 직접 이어질 수 있으므로 자동차의 사이버보안 안전성 확보가 필수임 <ul style="list-style-type: none"> - Lv.4~5 자율주행자동차는 각종 센서 및 통신을 통해 데이터 및 개인정보를 수집하고 활용하므로 개인정보 침해 및 악용 가능성이 높아지므로 데이터 및 개인정보 안전성 확보 필요. - Lv.4~5 자율주행자동차에서는 소프트웨어 업데이트 기능이 필수이므로, 소프트웨어 업데이트의 안전성을 확보하기 위한 평가기술 필요 • 미국, 영국 등을 비롯한 각 국가들은 자율주행 관련 법규(AV START Act, Self Drive Act 등) 및 가이드라인 등을 통해 사이버보안 및 데이터 보호의 중요성을 강조하고 있으며, 자동차 안전의 기본 전제인 사이버보안을 위하여 연구개발 등에 적극투자 중임 • UN WP29(국제 자동차 기준 논의기구)에서는 2020년 6월 국제적으로 조화되고 구속력이 있는 자동차 사이버보안 및 소프트웨어 업데이트에 관한 최초의 규범을 채택하였으며, ITU, ISO와 같은 표준 기구들에서는 WP.29 기준을 기반으로 사이버보안 및 소프트웨어 업데이트 표준 개발을 진행 중임 <ul style="list-style-type: none"> - 따라서, 사이버보안 및 소프트웨어 업데이트 성능검증을 위한 제도 기반 구축을 위해 자동차 통합보안 안전성 평가기술 개발이 필수적임 - 자율주행자동차의 필수 선제조건인 사이버보안 및 소프트웨어 업데이트 분야를 선도하기 위해서 국가 간 협력과 경쟁이 매우 치열하게 전개되고 있으므로, 국제기준 조화에 적극 대응하고 선도해 나가기 위해 자동차의 완성차 측면에서 사이버보안 및 소프트웨어 업데이트의 안전성을 확보하고 평가하기 위한 연구가 필요함 <ul style="list-style-type: none"> * 자동차에 대해 표준화된 보안성 시험방법은 없으며, 보안취약성에 대한 사전 검증 기술 부재로 잠재적 위협 내재화 (정보통신기술진흥센터, 2017) • 영국은 2019년 3월 발표한 “Future of Mobility: Urban Strategy”에서 Connected and Self-driving vehicles의 세계시장규모가 2035년에 약 1,350조원(£907 billion) 규모가 될 것으로 예측하고 있으며, 실시간 정보의 활용과 연결성이 교통을 편리하게 할 것임과 동시에 이용자의 프라이버시에 대한 위협이 될 수 있음을 밝히고 있음
기술동향	<ul style="list-style-type: none"> • 국내 동향 <ul style="list-style-type: none"> - 정부는 자율주행을 통한 혁신성장을 위해 상용화 정책 목표(2020년 Lv.3 상용화, 2022년 Lv.4-5 자율주행 기반 마련) 제시를 통해 2030년 완전자율주행 실현을 목표로 하고 있으며, 업계도 이에 발맞춰 상용화 기술 개발에 매진하고 있음 - 자율주행자동차의 필수 선제조건인 사이버보안 및 소프트웨어 업데이트 분야를 선도하기 위해서 국가 간 협력과 경쟁이 매우 치열하게 전개되고 있으나, 자동차 통합적인 측면에서의 사이버보안 및 소프트웨어 업데이트의 안전성을 평가하기위한 연구는 없는 실정임 <ul style="list-style-type: none"> * 차량의 일부 도메인(통신채널 중 CAN, V2V(WAVE)의 보안) 수행

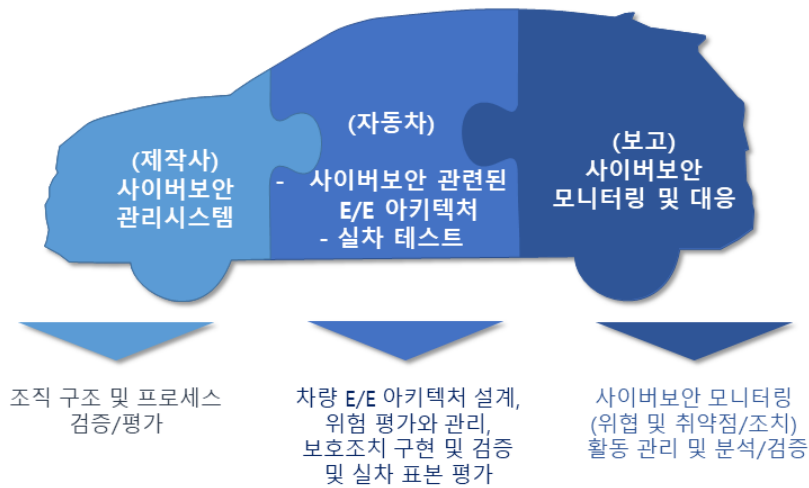
* 자동차에 대해 표준화된 보안성 시험평가방법은 없으며, 보안취약성에 대한 사전 검증 기술 부재로 잠재적 위협 내재화 (정보통신기술진흥센터, 2017)

- 현대자동차는 2020년 '자동차 전자제어 장치 무선업데이트 서비스'에 대한 임시허가를 신청하였고, 2년내 소프트웨어 OTA 방식의 기술 양산화를 기대하고 있음

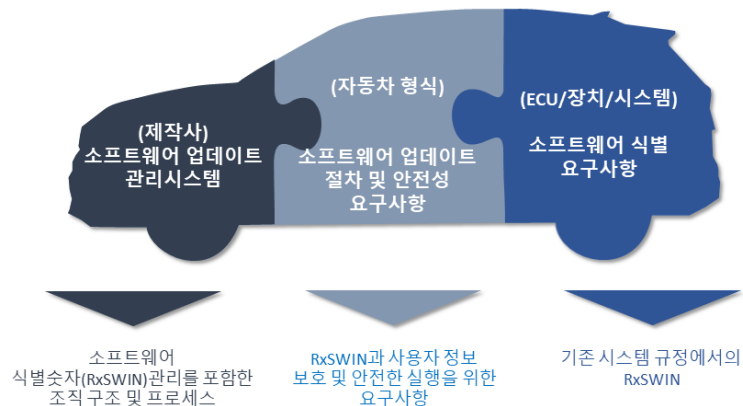
• 해외 동향

- 미국, 영국 등을 비롯한 각 국가들은 자율주행 관련 법규(AV START Act, Self Drive Act 등) 및 가이드라인 등을 통해 사이버보안의 중요성을 강조하고 있으며, 자동차 안전의 기본 전제인 사이버보안을 위하여 연구개발 등에 적극투자 중임

- UNECE WP29(국제 자동차 기준 논의기구)에서는 2020년 6월 국제적으로 조화되고 구속력이 있는 자동차 사이버보안 및 소프트웨어 업데이트에 관한 최초의 규범을 채택하고, 사이버보안 전문가그룹을 확대하여 사이버보안 및 소프트웨어 업데이트를 위한 성능평가 기술기준을 개발 중에 있으며, ITU, ISO와 같은 표준 기구들에서는 WP.29 기준을 기반으로 사이버보안 및 소프트웨어 업데이트 표준 개발을 진행 중임



〈그림〉 UN WP.29 자동차 사이버보안을 위한 검증/평가 영역



〈그림〉 UN WP.29 소프트웨어 업데이트를 위한 검증/평가 영역

- 미국 NHTSA에서는 소프트웨어 업데이트를 위한 제도화를 진행 중에 있으며, 산업체에서는 소프트웨어 업데이트 상용화 시행을 공표하고 기술개발 중에 있음

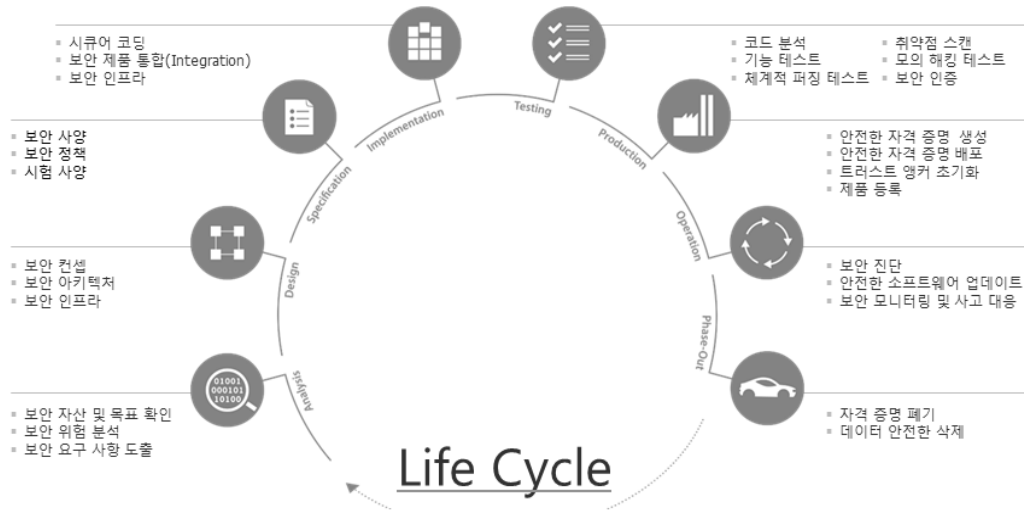
- 미국 CAMP는 기기고장에 따른 이상행위 일부시나리오에 대해 실도로 테스트를 진행(2019)하였고, 유럽 ETSI는 이상행위 시나리오에 대한 시뮬레이션을 해볼 수 있는 시뮬레이터(룩셈부르크, 파리 도로 환경)를 만들어 검증 중이며 이상행위관리관련 ETSI 규격 개발 중('20.12 발표예정)

- 자동차 산업은 보안을 위하여 소프트웨어 품질관리 프로세스인 A-SPICE를 통해 자동차 라이프사이클 전체에 걸쳐서 보안을 비롯한 품질관리를 하고 있으며, AUTOSAR라는 표준 미들웨어 플랫폼과 MISRA((Motor Industry Software Reliability Association)라는 프로그래밍 표준인을 적용하고 있음

- NHTSA(미국 도로교통안전위원회) Cybersecurity Best Practice For Modern Vehicle (DOT HS 812 333) Vulnerability / Exploit / Incident Response Process를 의무화하고 있음
- 미국은 제어시스템의 임베디드 장치에서 보안 사고를 방지하기 위하여 'ISASecure EDSA인증'을 부여하여 보안 특성과 능력이 검증되었음을 보장하고 있음.
 - * EDSA-CRT (Embedded Device Security Assurance-Communication Robustness Test)

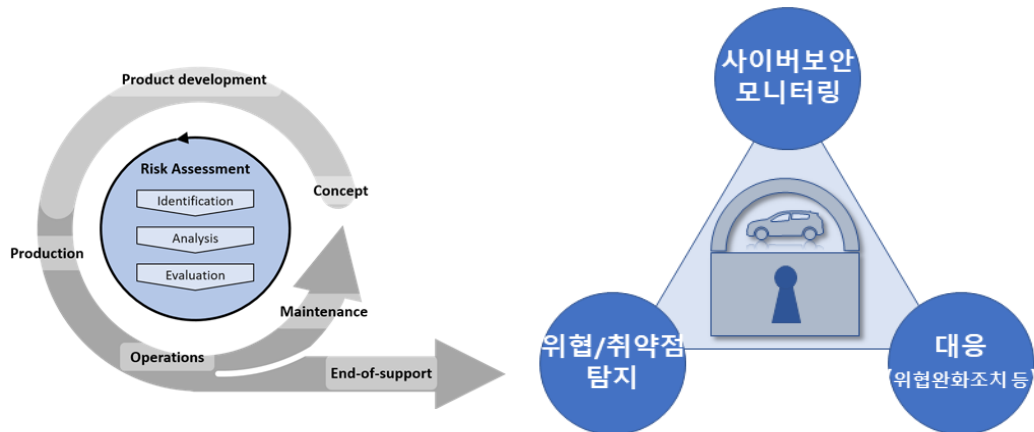
연구내용
(Spec. 포함)

- 자동차의 사이버보안 관리시스템 검증/평가기술 개발
 - 자동차의 사이버보안 안전성 확보를 위하여, 자동차(제품) 뿐 아니라 자동차 수명주기에 걸쳐서 보안 수준을 관리하는 사이버보안 프로세스에 대한 검증/평가기술 개발
 - 자동차 사이버보안 프로세스(조직, 자산식별, 위험평가, 모니터링 및 대응 등) 검증 기술 연구
 - 자동차 시스템용 개발보안(시큐어코딩, SDLC 등)관리 수준 측정 기법 개발(* SDLC 사이버보안 개발수명주기)



〈그림〉 자동차 수명주기(LifeCycle)에 따른 개발보안관리 예

- 자동차 보안 관리 시스템 평가 도구 및 관리 체계 개발
- 자동차 보안 취약점 검증 기술 및 사이버위협 대응 체계 개발
 - 차량의 사이버보안 모니터링 및 대응을 위하여, 차량의 수명주기(개발, 생산, 운행 단계)에서 나타나는 다양한 보안 위협과 차량의 취약점을 수집관리하고 분석하여 효율적으로 대응할 수 있도록, 정보공유체계를 수립하고 시뮬레이션 및 실차기반의 사이버보안(위협, 취약점 및 이에 따른 대응방안) 검증 기술 개발 및 DB 구축
 - 보안 취약점 수집 · 관리 체계 및 보안 검증 기술(시뮬레이션 및 실차기반) 개발
 - 사이버 위협 및 대응 정보 공유체계(*운영 프로토콜, 데이터 교환방식 및 정책, 표준 위협정보 취득 절차 및 배포 절차 등) 개발
 - 보안 위협 대응방안 연구 및 DB 구축

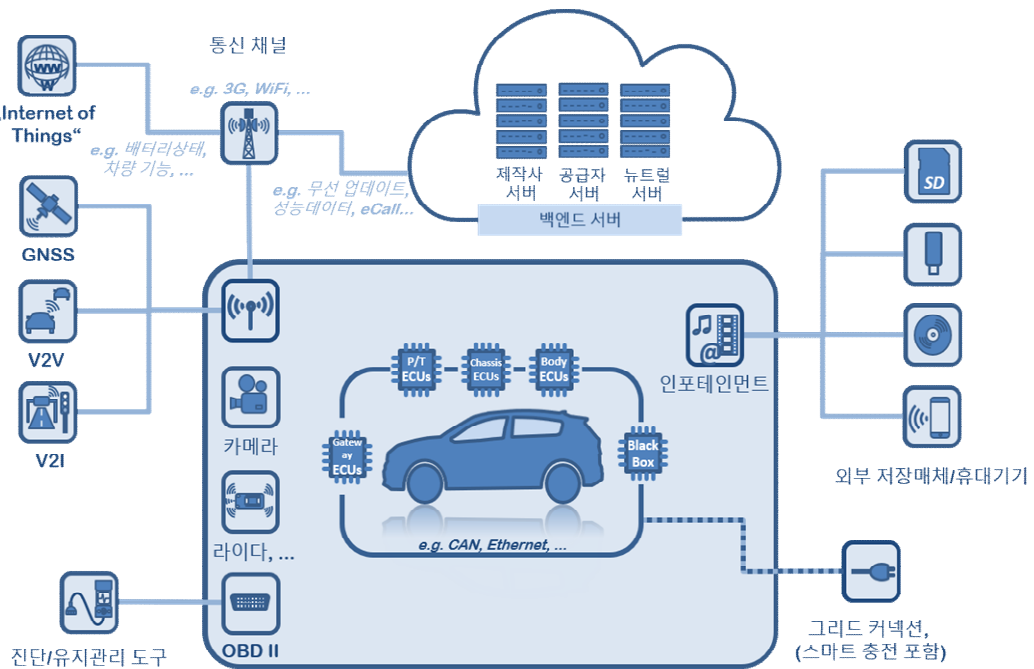


〈자동차 수명주기에 걸친 보안위험 분석/평가〉

〈사이버 위험 및 대응 - 정보공유체계〉

* 자동차 사이버보안 모니터링- 위협/취약점 탐지- 위험평가(식별/분석/산정)- 대응(위험완화 조치)

- 자동차(실차)의 다양한 사이버위험에 대한 보안 안전성 평가기술 개발
 - 평가 범위 : 자동차 데이터 및 코드, 차량의 통신(내부/외부)채널, 차량의 외부연결 및 접속, 차량 업데이트 절차, 차량 백엔드서버, 암호 알고리즘 등 잠재적 위험 등



GNSS - 글로벌 내비게이션 위성 시스템, V2V - 차량 대 차량, V2I - 차량 대 인프라, P/T - 파워 트레인, ECU - 전자 제어 장치, OBD - 온보드 진단

〈그림〉 자동차(실차)에서의 사이버보안 고려 범위

- 차량 실차 수준에서 보안을 위한 평가기술 및 평가시스템의 개발
- 자동차 보안기능 성능평가(침입탐지 등) 연구

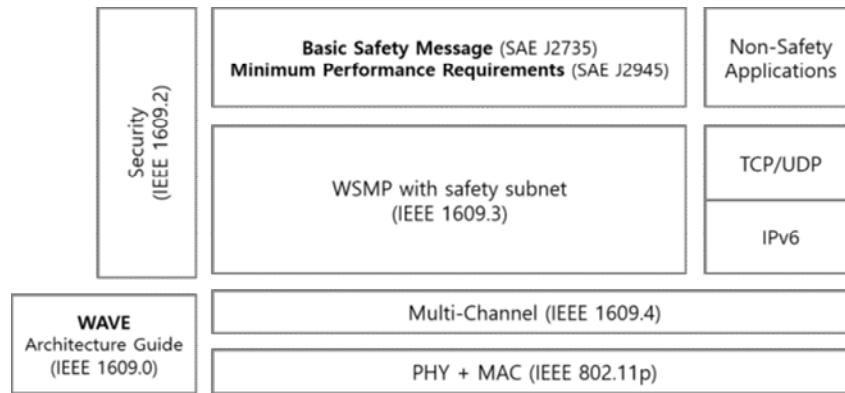
- 자동차 사이버보안 등급 체계 개발
 - 자동차 사이버보안 진단 및 보증 방법 연구
 - 자동차 보안 등급 체계 개발
- 자동차 소프트웨어 업데이트 안전성 평가기술 개발
 - 운행단계 소프트웨어 업데이트 관리기법 및 안전성 검사기법 개발

	<ul style="list-style-type: none"> - 국제기준 조화기반 무선 소프트웨어 업데이트(OTA) 기능 및 조건 개발 • 자율주행 Lv.4 대응 데이터보호 법제 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 자율협력주행자동차 및 자율협력주행 서비스의 기술적·관리적 기준과 침해대응 등 자율협력주행의 신뢰기반 구축을 위한 데이터 보호법제 개발 - 자율협력주행자동차의 운행자와 자율협력주행기술·서비스 및 인포테인먼트를 이용한 탑승자, 비자율주행 자동차 운전자·운행자, 보행자 등의 개인정보·위치정보·영상정보 등 합리적 프라이버시 보호법제 개발 - 정책개발, 연구개발 및 공익서비스 등을 위한 자율협력주행 데이터의 활용 법제 개발 																																																	
성과지표	<table border="1"> <thead> <tr> <th>성과항목</th> <th>단 위</th> <th>세계최고수준 (보유국, 기업)</th> <th>현재 국내 최고수준</th> <th>개발 목표치</th> <th>평가방법</th> <th>가중치 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>자동차 사이버보안 안전성 평가기술</td> <td>건</td> <td>- (미국)</td> <td>-</td> <td>2</td> <td>자체측정 (국내/국제기준제안서)</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>위험 대응 지식기반 DB 구축</td> <td>%</td> <td>- (미국)</td> <td>-</td> <td>80</td> <td>자체측정 (제작사, 전문가 등 검증)</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>자동차 사이버보안 시스템 평가 기술</td> <td>건</td> <td>- (네덜란드, 독일)</td> <td>-</td> <td>1</td> <td>자체측정 (국내/국제기준제안서)</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>자동차 소프트웨어 업데이트 안전성 평가기술</td> <td>건</td> <td>- (네덜란드, 독일)</td> <td>-</td> <td>2</td> <td>자체측정 (국내기준제안서)</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>데이터보호 법 제·정책안</td> <td>건</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>1</td> <td>자체측정 (정책제안서안)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>계</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table>	성과항목	단 위	세계최고수준 (보유국, 기업)	현재 국내 최고수준	개발 목표치	평가방법	가중치 (%)	자동차 사이버보안 안전성 평가기술	건	- (미국)	-	2	자체측정 (국내/국제기준제안서)	25	위험 대응 지식기반 DB 구축	%	- (미국)	-	80	자체측정 (제작사, 전문가 등 검증)	20	자동차 사이버보안 시스템 평가 기술	건	- (네덜란드, 독일)	-	1	자체측정 (국내/국제기준제안서)	25	자동차 소프트웨어 업데이트 안전성 평가기술	건	- (네덜란드, 독일)	-	2	자체측정 (국내기준제안서)	25	데이터보호 법 제·정책안	건	-	-	1	자체측정 (정책제안서안)	5	계						100%
성과항목	단 위	세계최고수준 (보유국, 기업)	현재 국내 최고수준	개발 목표치	평가방법	가중치 (%)																																												
자동차 사이버보안 안전성 평가기술	건	- (미국)	-	2	자체측정 (국내/국제기준제안서)	25																																												
위험 대응 지식기반 DB 구축	%	- (미국)	-	80	자체측정 (제작사, 전문가 등 검증)	20																																												
자동차 사이버보안 시스템 평가 기술	건	- (네덜란드, 독일)	-	1	자체측정 (국내/국제기준제안서)	25																																												
자동차 소프트웨어 업데이트 안전성 평가기술	건	- (네덜란드, 독일)	-	2	자체측정 (국내기준제안서)	25																																												
데이터보호 법 제·정책안	건	-	-	1	자체측정 (정책제안서안)	5																																												
계						100%																																												
최종성과물	<ul style="list-style-type: none"> • 자동차 사이버보안 안전성 평가 기술 <ul style="list-style-type: none"> - 평가절차 및 기준(또는 지침/고시) • 자동차 사이버보안 위험 및 대응 방안 DB 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 자동차 사이버보안 관련 위험/취약점 및 대응 방안 사례/기술에 대한 DB를 구축하여, 정보공유 및 검증 방법으로 활용 • 자동차 사이버보안 시스템 평가 기술 <ul style="list-style-type: none"> - 평가절차 및 기준(또는 지침/고시) • 자동차 소프트웨어 업데이트 안전성 평가 기술 <ul style="list-style-type: none"> - 제도개선안 및 기준(또는 지침/고시) • UNECE WP29 국제 자동차 기준 및 국내 기준 제안 • 자율협력주행 Lv.4 대응 자율주행 관련 데이터 보호법제 개편(안) 및 프라이버시 법체계개편(안) 																																																	
활용방안 및 기대효과	<ul style="list-style-type: none"> • 자율협력주행 Lv.4 시대에 대비한 자동차 사이버보안 안전 환경 확보 • 관련 국제표준 선도를 통한 국내 자동차 보안 능력 향상 • 자율주행 관련 데이터의 적법한 유통보장으로 프라이버시 보호 및 관련 산업 활성화 																																																	
기술로드맵																																																		

	'21년	'22년	'23년	'24년	'25년	'26년	'27년	
자동차 사이버보안 시스템 검증 평가 기술 및 자동차 사이버보안 시험 평가 기술	자동차 사이버보안 프로세스 연구	자동차 사이버보안 관리 체계 도출 자동차 사이버보안 프로세스 검증 기술 연구	자동차 사이버보안 관리 체계 평가 기술 및 평가 테스트 방법 개발	자동차 사이버보안 검증 체계 개발	자동차 사이버보안 검증 체계 개발	자동차 사이버보안 검증 체계 개발	자동차 사이버보안 검증 체계 개발	
소프트웨어 업데이트 안전성 평가 기술	업데이트의 범위 정의 및 검증 기준 마련 안전성 분석	검증 안전 기준과의 연계 방안 연구	운영원의 업데이트 이력 관리 방안	운영원의 소프트웨어 업데이트 관리 방안 연구	운영원의 소프트웨어 업데이트 관리 방안 연구	운영원의 소프트웨어 업데이트 관리 방안 연구	운영원의 소프트웨어 업데이트 관리 방안 연구	
자율주행 Lv.4 대응 데이터 보호법 제 개발	동경 분석 및 사행력 수립 연구	기술적 관리 기준 및 데이터 보호 정책 개발	프라이버시 보호정책 개발	데이터 접근 정책 개발	데이터 접근 정책 개발	데이터 접근 정책 개발	데이터 접근 정책 개발	
타 연구과제 연계·협력 및 성과연계도								
기타								
연구기간	(81) 개월							
정부출연금(억 원) 및 소요인력(명)	1차년도 10	2차년도 20	3차년도 20	4차년도 20	5차년도 19	6차년도 8	7차년도 3	합 계 100

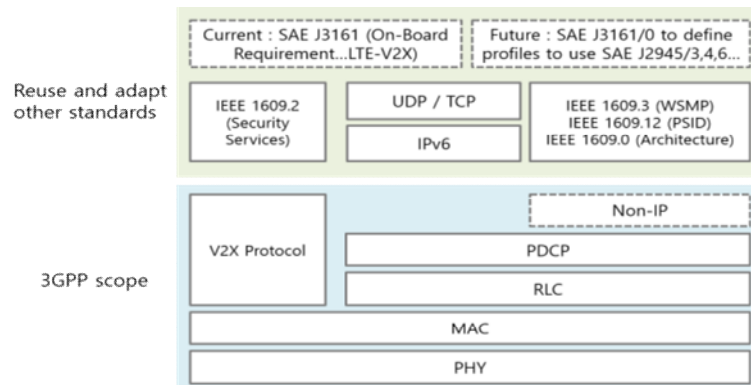
자율주행 기술개발 혁신사업 보완기획서

중점분야	Lv.4 자율주행차 안전성 평가기술
세부과제명	자동차 V2X 통신성능 안전성 및 전자파 적합성 평가기술 개발
연구목표	<ul style="list-style-type: none"> • V2X 단위 장치 실차 장착 기준 개발 <ul style="list-style-type: none"> - V2X 장치의 충격·환경·전기적 안전성 등을 고려한 설치 기준 개발 - 송·수신 성능 확보를 위한 안테나 설치 기준 개발 • V2X 실차 안전성 평가 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - V2X 실차 통신 안전성 평가방법 개발 - V2X 실차 주행 상황(충돌, 약천후 등)을 고려한 안전도 평가방법 개발 • Lv.4 자율주행 기술(안전 및 통신)의 전자파 적합성 평가방법 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 자율주행기술 기능별 단위장치 및 V2X 관련 평가 환경구축 및 방법 연구 - 전자파 국제표준 위원회(IEC CISPR/ISO) 평가규격 제안
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> • ADAS시스템 등 센서 기반의 자율차는 장착된 센서의 인식 범위 내에서만 활용할 수 있으며 주변 환경에 따라 많은 제약 조건이 발생함 • V2X 기술은 무선 통신 기술을 사용하여 자율차에 장착된 센서의 인식 범위 한계를 극복할 수 있으며 주변상황 인식이 어려운 다양한 상황에서도 주변 환경을 인지할 수 있음 따라서 Lv.4 이상의 완전 자율주행을 구현을 위해서는 V2X 통신 기술이 필수적임 • 차량용 통신 기술은 무선 랜 기반의 WAVE를 시작으로 이동통신 기술 LTE 기반의 C-V2X 및 5G 기술을 V2X 통신 기술로 적용하기 위해 기술 개발 및 단위 부품 단위의 성능 개발이 활발하게 진행되고 있음 • UNECE WP29에서도 ITS와 관련된 통신기술 및 시스템 등을 자동차 성능 측면에서 고려하기 위해 IWG(Informal Working Group)를 설립하고 지속적으로 논의를 해오고 있으며 최근에는 2020년 이후의 로드맵을 수립하기 위한 논의를 시작하였음 • V2X 장치를 차량에 장착하기 위해 필요한 기준 및 다양한 실차 주행 환경을 고려한 통신 성능 관련해서는 평가 절차 및 방법이 전무하여 실차 무선 통신 성능의 안전성을 확보하고 평가하기 위한 기술뿐만 아니라 안전기준 및 관련 법규 등의 제도가 필요함 • 자율주행기술 신규 안전장치 대한 전자파 기능 및 환경 다변화로 전자파 안전성 확보 요구 <ul style="list-style-type: none"> - 차량통신분야(V2X), 단위 안전장치(충돌방지 레이더, 비상자동제동장치 등 자동차 센싱), 무인이동체(차량 포함)의 기술관련 신규 주파수 분배가 검토 중(제3차 전파진흥기본계획 '19~'23, WRC(세계전자파통신회의))으로 자동차분야 기술 가속화 전망 - '18 자율자동차 모빌아이(Lv.4 자율주행차) 시연 중 교통신호 인식 실패는 차량에 탑재된 방송용 카메라 무선송신기 전자파 간섭으로 인한 자율차 오동작 사례로 전자파 환경에서의 검증이 중요하게 부각 • 국내외 기준 및 규격의 자율자동차 신기술 평가방법 부재 <ul style="list-style-type: none"> - 현재, 전자파 평가방법(ECE/UN R10, 국내 자동차 안전기준)은 보편적 자동차 안전장치(엔진, 시계, 등화 등)수준이며, Lv.4 기술에 대응하는 장치별 전자파 적합성 시험조건 및 기준 개발이 시급 - CISPR/D(자동차 방사) 및 ISO/TC22(자동차 내성)분과에서 통신장치 정의 및 주파수 확대 등 진행 중으로 전자파 검증방법에 대한 필요성 공감, 우리나라 자율주행 상용화 정책목표(Lv.4 '23)에 맞게 안전기준 도입을 위한 규격 연구제안 필요
기술동향	<ul style="list-style-type: none"> • WAVE 표준 동향 <ul style="list-style-type: none"> - IEEE 802.11a 무선 랜 기술을 기반으로 물리 계층을 자동차 주행 환경에 적합하도록 개정된 802.11p를 2010년에 개발한 이후 2016년에 네트워크 및 전송 계층 표준으로 IEEE 1609.3, 채널할당 표준으로 1609.4, 보안 통신 표준으로는 1609.2를 개발하였음 - 미국자동차공학회(SAE)에서는 상위 계층 표준인 메시지 표준 J2735와 차량간 통신을 위한 성능 요구사항을 정의한 J2945/1을 개발하였음 - WAVE는 IEEE 및 SAE 표준을 기반으로 다양한 연구 및 성능 검증을 통해 차량용 통신 기술로 발전되어 왔음 - 2018년에는 기존 WAVE(802.11p) 기술과 호환성을 유지하면서 통신 성능을 개선하기 위한 NGV(Next Generation V2X) 표준화(802.11bd) 작업을 시작하였음



〈그림〉 WAVE 프로토콜 스택

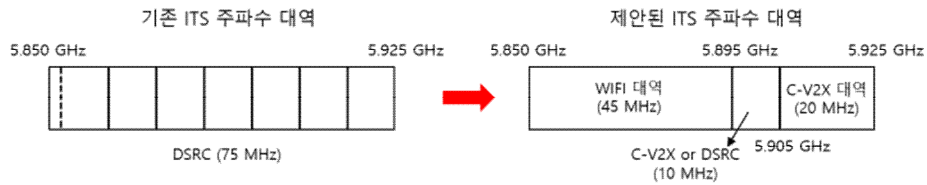
- 2019년까지 NGV 표준에서 논의되고 있는 주요 기능은 다음과 같음
 - Interoperability : 802.11bd 장치가 보낸 11p 메시지를 11p 장치가 해석할 수 있어야함(반대의 경우도 포함)
 - Coexistence : 802.11p 장치가 802.11bd 메시지를 해석할 수는 없지만 인지할 수 있어야 함
 - Backward compatibility : 802.11bd 장치가 802.11p 모드로 전송 가능해야 함
 - Fairness : 802.11bd와 802.11p 장치의 공존하는 상황에서 두 장치는 동일한 채널 접속 기회가 주어져야 함
- 또한 NGV 표준에서는 다양한 통신 환경(채널 복잡도, 가시·비가시 환경 등)을 고려하기 위한 채널 모델을 제안하고 그러한 환경에서 통신 성능을 보장하기 위한 기술들을 논의하고 있음
- C-V2X 및 5G 표준 동향
 - 이동통신 LTE 기술을 사용하여 단말간 직접 통신(PC5 인터페이스)에 적합하도록 정의된 LTE-V2X(3GPP Rel. 14) 표준을 2017년 개정하였음
 - 2018년에 표준화된 LTE-eV2X(3GPP Rel. 15)에서는 군집주행, 원격 및 향상된 주행 등 5개의 큰 카테고리를 분류하고 25개의 유즈케이스와 각 유즈케이스에 해당되는 통신 요구사항(멀티캐리어 동작 및 추가 변조 방식 지원 등)을 정의함
 - 3GPP Rel. 16 의 5G 기술은 고신뢰성 및 저지연(URLLC), 네트워크 슬라이스, 고속 이동성 지원 등의 성능을 바탕으로 5G-V2X 서비스를 지원하기 위한 표준 기술들을 정의하고 있으며 2020년 7월 표준화를 완료하였음
 - 미국자동차공학회에서는 2017년 C-V2X 기술 위원회를 구성하고 LTE-V2X 및 5G-V2X의 응용 및 요구사항을 정의하고 PC5 인터페이스 상에서 WAVE와 같이 J2735 표준에 정의된 다양한 메시지를 전송할 수 있는 프로토콜 구조를 목표로 표준화를 진행하고 있음



〈그림〉 SAE C-V2X 프로토콜 스택

- 미국 동향
 - 미국은 2017년 초 V2V 통신을 위한 WAVE 단말기 의무 장착 및 성능 요구사항이 포함된 NPRM(FMVSS No.150)을 발의하였으나 C-V2X 기술 진영의 기술 중립성 유지를 이유로 부결되었음
 - 5GAA 와 WIFI 진영에서는 FCC에 5.9GHz ITS 주파수 대역에 대해 지속적으로 사용 요청을 해 왔으며 그 결과 2019년 12월에 FCC는 기존 ITS 주파수 대역을 재배치하는 NPRM(FCC 19-129)을 발표함

- FCC NPRM의 주요 내용은 ITS 주파수 대역 하위 45 MHz 대역은 WIFI 대역, 중위 10 MHz 대역은 DSRC, 상위 20 MHz 대역은 C-V2X에 할당함

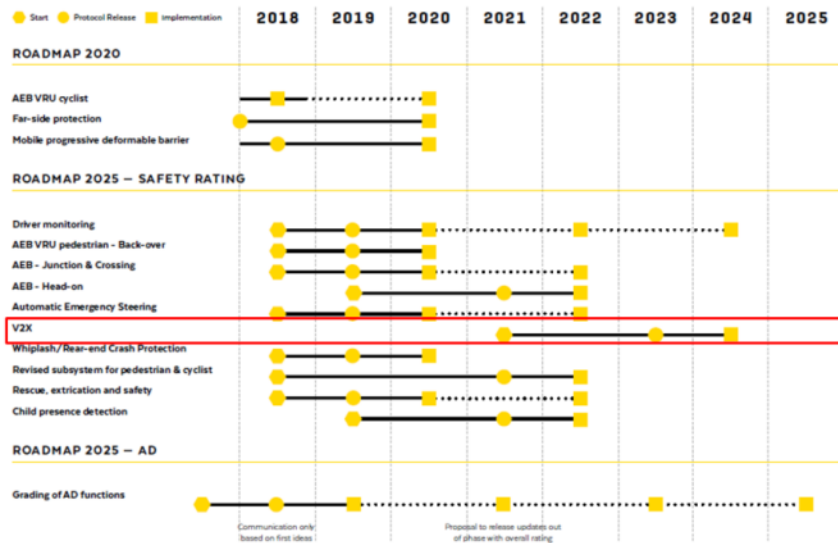


〈그림〉 FCC NPRM(19-129) ITS 주파수 재배치 내용

- 이와 관련하여 2020년 6월까지 다양한 의견이 제출되었지만 대체로 전체 75 MHz의 ITS 주파수 대역을 30 MHz로 축소하는 것은 차량 안전과 미래 교통안전에 심각한 위협이 될 수 있으므로 V2X 통신을 위한 ITS 대역은 기존 75 MHz 대역을 유지해야 한다는 의견이 지배적임

• 유럽 동향

- 유럽은 ITS 비안전 서비스를 위해 ITS-G5B(5.855~5.875 GHz), 도로 안전 서비스를 위해 ITS-G5A(5.875~5.905 GHz), 미래 ITS 서비스를 위해 ITS-G5D(5.905~5.925 GHz) 대역을 할당하고 관련 통신 기술 표준들을 검토해 왔음
- 2019년 초 V2V 통신을 위한 기술로 WAVE와 같은 표준인 ITS-G5와 V2I의 장거리 통신을 위한 기술로 C-V2X를 사용하여 C-ITS의 서비스 및 시스템 요구사항 등을 입법화(delegated act C-ITS) 하려고 하였으나 다수의 유럽 국가, C-V2X 단체 및 협회 등의 반대로 부결되었음
- Euro NCAP 로드맵에 따르면 2024년부터 V2X 기능에 대한 신차안전도 평가를 수행할 예정임



〈그림〉 유럽 신차안전도 평가 로드맵

• 국내 동향

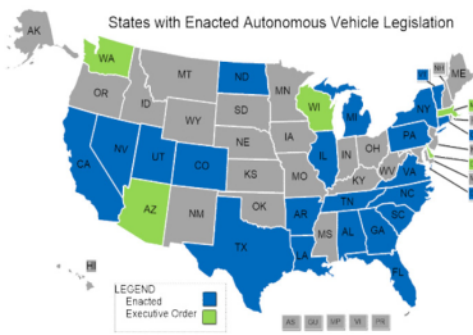
- 국토교통부는 WAVE 통신 기술을 사용하여 2014년 7월부터 C-ITS 확대기반 조성을 위한 기술·서비스 개발 및 검증, 인프라 구축, 표준·인증 체계 마련, 법제도 정비 등을 목표로 하는 시범 사업을 추진하였음
- 과학기술정보통신부는 C-ITS 서비스를 위해 70 MHz 대역(5.855~5.925 GHz)을 할당하고 지능형교통시스템용 무선설비 기술 기준을 2016년 9월에 고시하였으며 특정 통신 기술을 지정하지 않음
 - 점주파수대역폭은 10 MHz 이하일 것
 - 변조방식은 디지털 변조일 것
 - 발사하는 전파의 중심주파수는 다음 표를 따를 것. 다만 차량 안전을 위해 5번 채널은 제어용으로만 사용할 것

채널	1	2	3	4	5	6	7
주파수(MHz)	5860	5870	5880	5890	5900	5910	5920

- 안테나공급전력은 100 mW 이하, 등가등방복사전력은 2 W 이하일 것
- 주파수허용편차는 $\pm 20 \times 10^{-6}$ 이내일 것
- 스푸리어스 영역에서의 불효발사는 다음의 기준값 이하일 것

주파수 범위	기준값	분해대역폭
1 GHz 미만	-36 dBm	100 kHz
1 GHz 이상	-30 dBm	1 MHz

- 2019년부터 국토교통부와 과학기술정보통신부는 V2X공동연구반을 구성하고 V2X 통신방식을 결정하기 위해 다양한 관점에서 관련 기술 및 성능에 대한 논의를 진행하고 있음
- 교통사고 긴급통보단말기(e-Call) 안전기준 동향
 - 차량 단독사고 및 운전자 의식 불명 등으로 인한 사망자 수 감소를 위해 유럽에서는 UNECE Regulation 144 제정을 통해 '18년 7월부터 신규 승용차(M1) 및 3.5톤 이하의 소형 화물차(N1)에 긴급통보단말기 의무 장치를 단계적으로 추진
 - 유럽은 HeERO 프로젝트를 통해 UN Regulation 144를 기반으로 EU 2015/758, 2017/79기준을 제정하여 '18년 4월부터 M1 및 N1 차량에 의무 장치를 시행하고 있으며, 단계적으로 eSAFe 프로젝트를 통해 After-market 등에 대한 의무 장치 확대를 추진 중
 - 러시아는 ERA-GLONASS 프로젝트를 통해 '15년부터 신규차량에 대한 의무장치를 수행 중
 - UNECE Regulation 144 국제 기준 조화를 기반으로 국내에서 다부처 기획 사업으로 과기정통부는 2015년~2017년까지 After-market 관련 연구개발을 수행하였으며, 국토부는 2017~2019년까지 Before-market 관련 안전기준 개발 및 센터 연계 등을 연구개발 수행함
 - 국토부 연구개발 과제를 통해 개발된 안전기준(안)에서는 긴급통보단말기의 차량 충돌 등에 의한 사고 정보 전송 및 비상콜 발생 등 중요 기능 및 성능에 관련하여 장치기준, 성능기준(위치 정보 수신기, 이동통신망 연결, 단말기 제원 등), 사고 정보의 기준 등을 규정하였으며 이에 대한 성능을 확인할 수 있는 평가방법 및 절차는 시행세칙에 규정하였음
 - 현재 긴급통보단말기의 안전기준을 제정하기 위한 절차를 진행 중이며 입법화가 될 경우 국내 제작사의 자기 인증을 위한 시험 방법을 제시하고 부품 제조사들에게는 단말기 개발에 대한 비용 최소화 및 개발 효율성을 제공할 수 있을 것으로 기대됨
- 자율주행자동차의 국내외 자동차 안전기준 검토 및 대응
 - NHTSA에서는 최근 'ADS 차량관련 FMVSS 고려사항' 연구보고서에서 Lv.4 단계의 자율주행자동차의 평가방법에 대해 검토를 진행하였으며 세계 각국에서 자율주행이슈에 대한 검토를 활발히 진행 중

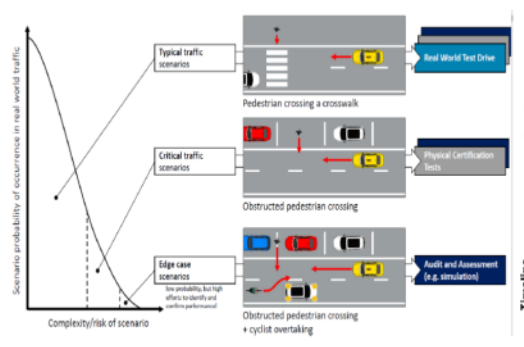


〈그림〉 미국 주별 자율주행관련 법안 제정 현황

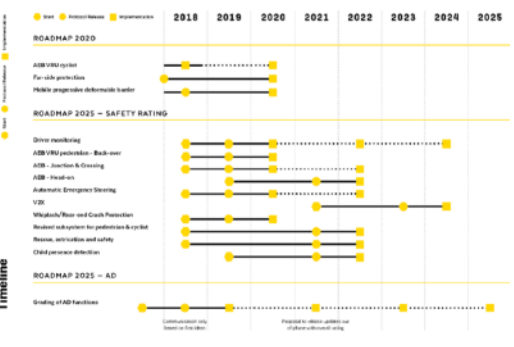
항목	ETRAC	EPOS	IHS	RAND	CMU	NHTSA	UNECE
자율주행기술 정의							○ ○
주변환경 인지 능력	○			○			
신뢰성, 안전성, 장기간 기술성숙도 검증	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
eSafety	○ ○	○ ○	○ ○			★ ★	★ ★
DM, 운전자 인지(정동력 및 운전자 개입 (Overmode))	○ ○			○ ○			○ ○
일반적 평가절차 및 기준 (Track Test or Simulation)	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	★ ★
법-제도 (안전기준, 도로교통법, 신호체계 등)	○ ○	○ ○		○ ○	○ ○		○ ○
사고책임 (사고기록장치, 보험)	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○		○ ○
인도리에 대한 요구 기준 (통신, 차량법, 도로표시 등)	○ ○			○ ○	○ ○		
eSecurity, Privacy	○ ○	○ ○	★ ○	○ ○	○ ○	★ ★	★ ★
시뮬레이션 및 수동성 (비행, Ethic 등)	○ ○	○ ○			○ ○		
산업화 지원 (에너지효율, 사고 감소 등)	○ ○	○ ○					
운전자 교육프로그램						○ ○	
Driver License			○ ○	○ ○		○ ○	

〈그림〉 자율주행 이슈 검토사항

- 자율주행자동차의 평가방법 개발
 - Euro NCAP에 중장기 로드맵에 따르면 V2X의 평가와 관련된 차대차 복합 시나리오 및 VRU 시나리오에 대한 시험방법을 논의할 예정이며 V2X기술을 포함한 자율주행 기술에 대한 별도의 평가방법 도입 예정



〈그림〉 자율주행차의 평가 방법

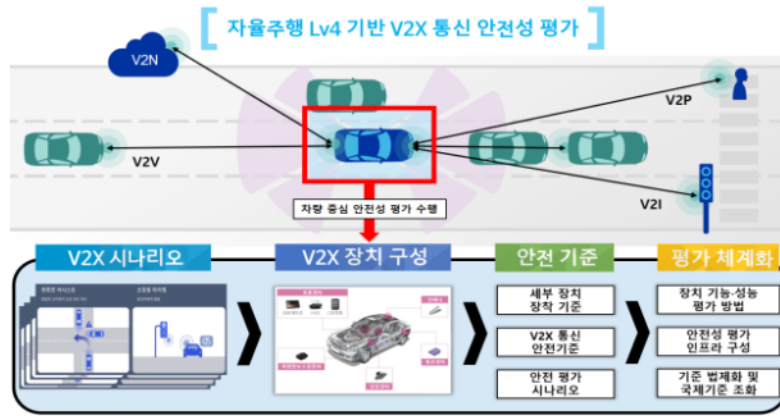


〈그림〉 Euro NCAP Roadmap

- 자율주행자동차의 고장 안전성에 대한 이슈 증대
 - 자율주행 가이드선스 정책 포함
 - ISO 26262, SOTIF 자율주행 기능 고장에 대한 연구 진행 중
- 국·내외 전자파 환경의 변화와 대응
 - 전자파는 혁신성장 8대 선도사업(‘18년 경제 정책방향) 중 6개 사업(미래자동차, 드론, 바이오헬스 등)의 상용화 및 확산에 필수자원으로 전 산업 범용화로 기능이 확대
 - 신기술 이용을 위한 전파 질서유지가 관건으로 국제기준(UN/ECE/WP29) 및 규격(CISPR/ISO) 참여국가(미국, 독일 등)의 경우 6GHz이상(5G, 레이더, 무인이동), 전기자동차 무선전력전송 등을 대응하기 위한 기술 및 표준화 선도

연구내용
(Spec. 포함)

- V2X 통신 기술 관련 국제 동향 조사
 - WAVE, NGV(Next Generation V2X), C-V2X, 5G 관련 표준화 및 국제기준 조사
- V2X 단위 장치 실차 장착 요구사항 개발
 - V2X 장치의 충격내성, 환경조건, 전기적 안전성 등을 고려한 설치 기준 개발
 - 다양한 환경(차중, 차량 내부 환경, 도로 노면환경)이 V2X 장치 안전성에 미치는 영향 분석
 - 통신 송·수신 성능 및 위치정보 수신 성능 확보를 위한 안테나 성능 및 설치 기준 개발
 - 설치 기준 관련 평가방법 연구
- V2X 실차 안전성 평가 기술 개발
 - V2X 주행환경, 통신 기술, 안전 시나리오 및 혼합환경 등을 고려한 평가환경 요구사항 개발
 - 평가항목(메시지 내용, 통신거리, 패킷에러율, 지연시간, 안테나 성능 등) 도출 및 성능 기준 개발
 - V2X 실차 통신성능 안전성 평가 수행 기반 통신 성능 요구사항 개발
 - 다양한 V2X 실차 주행 상황(충돌, 약천후 등)을 고려한 안전도 평가방법 개발
 - 평가환경 요구사항 및 평가 시나리오 개발
 - 평가항목 도출 및 기준 개발
- V2X 통신 성능 안전성 평가 환경 구축
 - 통신 안전성 평가 기술 검증을 위한 장치 개발
 - V2X 실차 통신 성능 평가 시스템 개발(H/W, S/W)
 - 차량 장착 안테나 성능 평가를 위한 평가 장비 구축
 - V2X 실차 혼합상황(채널사용률, 차량밀도)에 대한 성능 평가 가능한 에뮬레이터 개발
 - V2X 장치와 인프라간 통신 성능 평가를 위한 에뮬레이터(V2I, I2V) 개발
 - WAVE, C-V2X(LTE, 5G), SAE 등 관련 분야 표준 적용 및 평가항목(메시지 내용, 통신거리, 패킷에러율, 지연시간, 안테나 성능 등) 측정 기능 개발
 - SAE 메시지 표준에 따라 송수신 메시지 생성 및 편집 기능 개발
 - V2X 통신성능 평가 결과 실시간 분석 및 결과 표출 기능 개발
 - 개발된 평가 장비 및 기능 연동을 위한 종합평가툴 개발
 - 통신 안전성 평가 수행을 통한 평가방법 및 평가 시스템 보완



〈그림〉 V2X 통신 안전성 평가기술 개발

- Lv.4 자율주행 기술(안전 및 통신)의 전자파 적합성 평가방법 개발
 - Lv.4 자율차 도입에 따른 자동차 전자파 적합성 평가방법(기준, 규격) 검토 및 항목 선정



차로이탈 경고장치(LDWS)

차로이탈 경보장치 차선검출 및 경고제공

자동비상제어장치(AEBS)

자차간거리 검출/제동시스템 작동

- 자율주행기술 기능별 단위장치(AEB, LDWS, SCC 등) 및 V2X(통신장치) 관련 기술 및 평가방법 연구



〈그림〉 LDWS 평가 시나리오 예시



〈그림〉 BSD 실차 평가 예시



〈그림〉 차량 통신장치 연구

- 실차기반 전자파 적합성 검증을 위한 평가환경(자율차 센서 기능 활성화를 위한 지그제작 등) 구축
- 단위 안전장치 및 실차기반 평가 수행 및 방법 검증
- Lv.4 자율차 전자파 적합성 평가방법 도출

성과항목	단 위	세계최고수준 (보유국, 기업)	현재 국내 최고수준	개발 목표치	평가방법	가중치 (%)
차량 간 통신(V2X) 장치 설치 기준	건	1 (미국)		1	제조사, 전문가 등 검증 또는 법제도 제출	20
V2X 통신 성능 안전성	건	- (미국)		1	제조사, 전문가 등 검증 또는 법제도 제출	40

	평가기술							
	자율주행 기술 관련 자동차 전자파 적합성(내성 및 방사) 평가기술	건	- (독일)		2	제조사, 전문가 등 검증 또는 법제도 개선안 제출		40
	계							100%
최종성과물	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행 Lv.4 V2X 통신성능 안전성 평가기술 <ul style="list-style-type: none"> - 평가방법 및 평가절차, 성능안전기준(인)(지침 또는 고시) - 차량 주행 조건을 고려한 V2X 통신동작 모드 및 성능 평가시스템 셋업 • 자율주행 Lv.4 V2X 통신장치 설치 기준 • 자율주행 Lv.4 자동차의 전자파 적합성 평가기술 (실차 내성 및 방사) <ul style="list-style-type: none"> - 평가방법 및 평가절차/기준(안)(또는 지침/고시) - 차량 주행 조건을 고려한 V2X 통신동작 모드 및 전자파 적합성 평가시스템 셋업 • 국제기준 (UNECE WP29, CISPR/D, ISO TC22 등), 국내기준 (자동차 안전기준, K-NCAP 등) 제언 							
활용방안 및 기대효과	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행 Lv.4 V2X 통신 기술에 대한 평가기술 개발로 안정적인 통신성능 제공 • 자율의 종합적인 전자파 적합성 평가기술 개발로, 통신/IT비중이 높아지는 자율차 기능 작동 신뢰성 제고 • 관련 국제기준 선도를 위한 국내 기술경쟁력 강화 							
기술로드맵	<p>The chart details the following milestones:</p> <ul style="list-style-type: none"> V2X 통신성능 안전성 평가 기술 개발: <ul style="list-style-type: none"> '21년: V2X 통신 기술 국제 동향 조사 (표준화, 국제기준 등) '22년: V2X 장치 기술·성능을 고려한 설치 요구조건 도출; 인태나 최소 성능 요구사항 도출 '23년: 평가방법 도출 및 평가방법 개발 '24년: 통신 안전성 평가환경 정의 및 평가방법 개발 '25년: 안전도 평가를 위한 V2X 실차 동작 조건 정의 및 평가방법 도출; 통신 안전성 평가 수립 및 검증 '26년: 통신 성능 안전성 평가 환경 구축; 질적기준 개발 '27년: V2X 통신 안전 기준(안) 및 안전도평가 기준(안) 도출 전자파 적합성 평가기술 개발: <ul style="list-style-type: none"> '21년: 전자파 국제동향 조사 '22년: 전자파 평가방법 도출 '23년: 자율자동차 전자파적합성 평가 환경 구축; 자율주행 전자파 평가방법 연구 '24년: V2X 차량통신 전자파 평가방법 연구 '25년: 전자파 적합성 평가 기준(안) 도출 							
타 연구과제 연계·협력 및 성과연계도	<ul style="list-style-type: none"> • Lv.4 자율협력주행 대응 인프라 연계기술 개발 • Lv.4 자율주행 차량 테스트베드 환경 구축 • 자율주행 리빙랩 실증환경 운영 및 서비스를 통한 사업 모델 개발 • 자율주행 Lv.4 차량 협력형 서비스 시스템 성능기준 및 시험인증체계 개발 							
기타								
연구기간	(69) 개월							
정부출연금(억 원) 및 소요인력(명)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	7차년도	합 계
	6	8	12	11	13	10		60

□ 전체사업 개념도

1-1 자율주행 차량용 컴퓨팅

다중 AI 병렬컴퓨팅 모듈
10G급 이더넷 및 V2X 통신통합 동기화 (산)

1-2 차량탑재형 인지예측 센싱

주변상황인식 4중 융합센서
비정형객체 인식 및 의도예측 (산, 과)

1-3 차량탑재형 자율주행 측위

고정밀 자차위치 인식
AI 학습기반 MAP 자기진화 (산)

1-4 N2N 협력형 제어

V2X 기반 복수개체 협력형 차량제어
긴급상황 대응제어 (산, 과)

1-5 자율주행-탑승자 상호작용

탑승자 상태인식
커넥티드 콕핏 및 가변형 캐빈 (산)

1-6 자율주행 시스템 안전설계

AI 이종화 설계(Fail-Operation)
AI 성능원계 대응 SOTIF 및 보안기술 (산, 과)

1-7 산업표준 자율주행 차량플랫폼

서비스 실증에 필요한
표준형 자율주행 차량플랫폼 5종 (산)

1-8 차량탑재형 부품 및 시스템 평가

부품/시스템 신뢰성 검증
TDP 개발 및 혼합현실/실차 평가환경 (산, 과)

2-1 자율주행 빅데이터

수집/전처리/개인정보 비식별화
스티칭, 검색, 패키징, 공유 (과)

2-2, 2-3 V2X통신/사이버 보안

최적화, 로드밸런싱,
사용자 인증/보안, 블록체인 (산, 과)

2-4 자율주행 클라우드/엣지 AI

인지/판단 학습, DNN관리, 배포,
엣지-차량 협력 AI 추론, Planning (과)

2-5 자율주행 평가·검증

안정성, 대응방안 검증,
운영SW 통합 검증 (과)

2-6 디지털트윈 시뮬레이션

엣지기반 인지판단 가상 검증
엣지연동 채널 및 패킷 모델링 (과)

2-7 서비스 검증 시뮬레이션

가상컨텐츠 자동 생성
테스트 시나리오 자동생성 (과)

2-8 서비스 지능화 플랫폼

자능분산 공유, 엣지 커버리지/
핸드오버 (과)



3-1 자율주행 Lv.4 대응 인프라 기술

디지털 도로인프라 자동관리, 인식성능
및 도로상황인지 고도화, 미래도로 설계 (국)

3-2 자율주행 Lv.4 대응 교통안전 인프라 기술

교통안전 인프라 진단, 유관관리
가상교통안전 시설 설계 (경)

3-3 자율주행 Lv.4 대응 주행 가이드선 기술

인프라 가이드선 주행지원,
인프라 융합 교통운영 최적화 (과, 국)

3-4 자율주행 Lv.4 대응 융합 교통운영관리 기술

디지털트윈 기반 교통운영관리, 예측기반
맞춤형 레퍼런스, 신호운영 최적화 (국, 경)

3-5 자율주행 Lv.4 기반 도로교통 정보 융합기술

국가통합 관제 시스템 운영 및
교통정보 생성, 분석, 처리 (경)

3-6 자율주행 Lv.4 융합 실증 기술

가상시험→테스트베드→리빙랩을 통한
단계별 Lv.4+ 자율주행 기술 실증 (국)

4-1 이용자 편의증진 서비스

교통약자 이동지원, 수요대응 대중교통
공공 공유차 서비스 (산, 과, 국)

4-2 도시기능 효율화 서비스

도시환경관리, 인프라 모니터링 및
긴급복구, 오류대응 자동원격제어 서비스 (산, 과, 국)

4-3 국민안전 서비스

긴급차량 통행지원, 생활안전 지원,
교통사고 예방순찰 서비스 (산, 과, 국, 경)

5-1 Lv.4 자율주행차 안전성 평가 기술

주행 안전성, 시스템 설계 안전성,
충돌안전성, 사고분석, 통합보안 평가기술 (국)

5-2 자율주행 Lv.4 도로교통 안전관리 기술

운영기록 분석, 사고위험 예측 및 재현
시뮬레이션, 고위험 사고인자 단속기술 (경)

5-3 운전능력평가시스템 및 기술환경 개발

AI 운전능력 평가 및 플랫폼 개발,
운전능력 상용화 지원기술 (경)

5-4 자율주행 Lv.4 대응 제도 개발

메이디 보호-활용 법적, 교통사고
대응 법제도, 사고처리 법제기술 등 (산, 과, 국, 경)

5-5 자율주행 Lv.4 구현을 위한 표준체계 기술

표준 아키텍처 및 프레임워크 개발,
시스템 성능기준 및 인증체계 개발 (산, 국)

