
“자율주행 기술개발 혁신사업” 상세보완기획서

- ‘22년 신규공고 3개 연구개발과제 -

2021. 10.



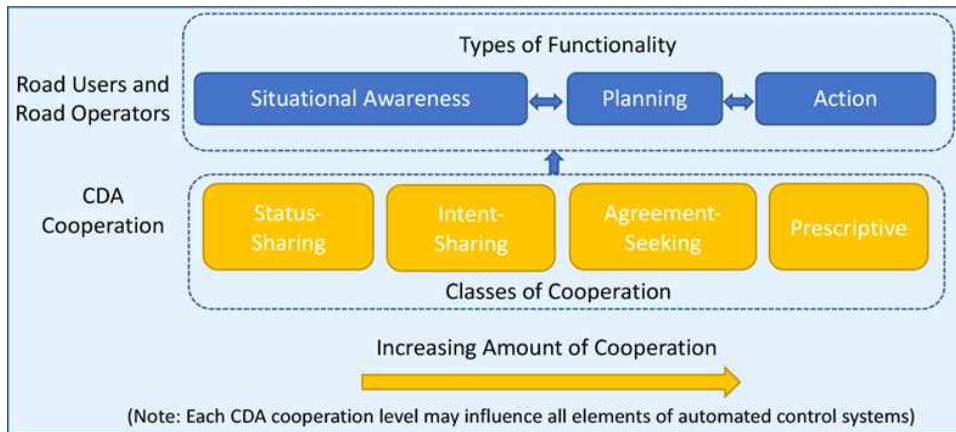
국토교통과학기술진흥원 교통물류실 자율주행사업팀

(재)자율주행기술개발혁신사업단 교통서비스융합팀

자율주행 기술개발 혁신사업 보완기획서

중점분야	자율주행 Lv.4 대응 주행 가이드نس 기술
세부과제명	인프라 가이드نس를 통한 자율차 주행지원 기술 개발
연구목표	<ul style="list-style-type: none"> • 도로/교통 상황을 고려한 인프라 가이드نس 서비스 및 전략 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 자율주행차량의 기반ODD/실운행 데이터 인프라 가이드نس 기술 필요요건 정의 - 인프라 가이드نس 협력 등급을 고려한 서비스 유스케이스 및 아키텍처 개발 • 자율차-일반차 혼재 교통류 상황에서의 인프라 가이드نس 활용 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 인프라 가이드نس 협력 등급별 데이터 요구사항 및 연계 인터페이스 설계 - 협력등급을 고려한 로컬 스테이션에서의 인프라 가이드نس 서비스 알고리즘 개발 • 인프라 가이드نس 협력등급을 고려한 서비스 아키텍처 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 협력형 자율주행 구현을 위한 참조표준 분석(ISO, 지역표준, De-facto* 등) - 인프라 가이드نس 서비스를 위한 물리적(서브시스템) 구성요소 및 논리적(데이터) 연계방안 도출 • 인프라 가이드نس 서비스 구현 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 인프라 가이드نس 서비스를 위한 로컬 스테이션, Smart RSU/OBU 어플리케이션 스택(Stack), HMI(Human Machine Interface)개발 - 비 커넥티드 차량과의 교통류 조화를 위한 가이드نس 정보제공 기술 개발 • 인프라 가이드نس 서비스 시험/검증 및 실도로 환경 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 인프라 가이드نس 서비스 검증을 위한 테스트(시뮬레이션, 실도로 등) 환경 개발 - 인프라 가이드نس 협력 등급을 고려한 서비스의 정책적 추진 기반 마련
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행 차량의 ODD 운행조건의 한계성 극복 <ul style="list-style-type: none"> - 자율주행시스템(Automated Driving System)은 운행설계범위(ODD)내에서 DDT(Dynamic Driving Task)를 통합적으로 수행하게 되며 SAE J3016 하에서 Lv.3, Lv.4, Lv.5 자율주행 차량이 해당됨 - 여기서 Lv.4 자율주행차량은 ODD내에서 차량의 제어/판단/주행이 가능하나 도로상황, 교통상황, 차량이상 등의 상황으로 ODD 조건을 만족하지 못하여 DDT Fallback 상황이 발생할 수 있음 - ODD 운행조건을 만족시키지 못해 문제가 발생할 여지가 높은 상황(도로상황, 교통상황 등)에 대하여 명확하게 하고 이러한 경우 인프라와의 협력을 통하여 ODD 운행조건의 한계성을 극복할 필요성이 존재함 • 협력형 자율주행시스템(Cooperative-Automated Driving System) 활용이 가능한 인프라 가이드نس 기술을 통하여 혼재 교통류의 안전한 흐름 보장 <ul style="list-style-type: none"> - 자율주행차량의 협력 기술 수준에 따라 인프라 측면에서 다양한 자율주행수준 차량의 혼재된 상황의 운행에 대한 교통류 흐름을 원활히 하고 안전하게 유도할 수 있음 • 따라서 Lv.4 단계의 자율주행차 상용화를 위해서는 자율주행차량 주행의 한계를 보완하기 위해, 도로인프라 관점에서 도로교통정보(거시적인 도로 네트워크 특면 및 미시적인 자율주행차 주변부 포함)를 활용할 수 있도록 도로 인프라가 가이드하고 지원하는 기술 개발이 필요함
기술동향	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행 Lv.4 대응 인프라 융합 운영관리 기술 동향 <ul style="list-style-type: none"> - (미국) US DOT CARMA 프로젝트 <ul style="list-style-type: none"> · 협력형 운전자동화(Cooperative driving automation)을 통하여 교통, 신뢰성, 화물 분야의 유스케이스에 대한 기술적 지원을 수행하고 Class A: Status-sharing, Class B: Intent-sharing, Class C: Agreement-seeking, Class D: Prescriptive 에 따른 실증을 수행 · C-ITS에서 개발된 INFOW(SPDRM, CACC, Q-Warn) 서비스를 자율차량과 연동하는 기술로 제어프로그램을 오픈소스로 개발(많은 완성차가 자유롭게 참여하도록 유도) - (유럽) MAVEN 프로젝트 <ul style="list-style-type: none"> · 도시 환경에서 자율주행차를 관리하기 위한 솔루션을 제공하는 것을 목표로 진행 · 인프라 지원을 통해 자율주행차의 흐름을 구성하고, 교통 효율을 높이고, 인프라 용량 활용도를 높이고, 배출량을 줄이기 위해 차량과 인프라 간의 협상 프로세스를 구성하는 알고리즘 개발 - (유럽) CoEXist 프로젝트 <ul style="list-style-type: none"> · 자율주행차의 자율주행 수준이 높아짐에 따라 공유 도로 네트워크로 전환할 준비를 목표로 진행되며 도로 당국이 점점 더 많은 수의 자율주행차의 영향을 상세하게 이해하고 이에 따라 계획을 수립할 수 있도록 지원

- (유럽) TransAID 프로젝트
 - 도시환경에서 자율주행차와 커넥티드 자동차, 기존 일반자동차의 원활한 공존을 가능하게 하는 교통 관리 절차 및 프로토콜을 개발하고 시연하는 것을 목표로 함
- (국내) 국토교통과학기술진흥원은 도심도로 자율협력주행 안전·인프라 연구사업('19~'21)에서 도심에서 V2X통신을 기반으로 주변 차량, 인프라와 협력하여 레벨4수준의 자율주행을 구현할 수 있는 기반기술 및 동적맵(Layer 4) 제공기술을 개발 중
- (국내) 국토교통과학기술진흥원은 V2X 기반 화물차 군집주행 운영기술 개발('18~'21)에서 화물차를 대상으로 자율주행 기술을 적용하여 군집주행 기술을 구현하고, 자동차 전용도로에서 V2X기반으로 차량과 협력하여 안전과 운영 효율성을 향상시키는 군집주행 서비스 운영기술 개발하여 관련 데모를 진행함
- (국내) 2019년 10월 관계부처합동 미래차 산업 발전전략에 따르면, 자율주행차를 친환경차, 공유 모빌리티와 함께 2030년 미래차 발전전략을 제시, '21년 「제1차 자율주행 교통물류 기본계획(2021~2025)」을 공표하고, '25년 자율주행 서비스 상용화를 위한 지원방안'을 발표하는 등 상용화를 위하여 활발히 정책적 기반 마련 중
- SAE J3216 (Service vehicle information report, 2020.05)
 - 협력형 자동화 운행 중에 교환할 정보의 유형, 협력형 자동화를 활성화하는 데 필요한 협력 능력(상태 공유, 의도 공유, 합의 모색, 지시적), 협력형 자동화 표준, 사양, 기술적 요구사항 및 오픈소스 플랫폼 개발에 유용한 프레임워크 제공



- C-ITS 및 Connected Vehicle를 위한 실도로 테스트 동향
 - (국외) 유럽은 다양한 분야의 현장 작동 테스트(FOT)를 통한 C-ITS 평가, V2X(Vehicle-to-Everything) 통신 시스템, 유럽 전역의 이동성 서비스를 위한 개방형 플랫폼 개발, C-ITS 서비스용 아키텍처 개발 등을 진행함(SAFERIDER (2017), euroFOT (2017), SISCOGA (FOT-NET DATA), PRESERVE (2017), COMeSafety2 (2017), FOTsis (2017), ITSSv6 (2017), MOBiNET (2017), P4ITS (2017), VRUITS (2014), COMPANION (2014), HeERO2 (2017), TeleFOT (2017), DRIVE C2X (2014), eCoMove (2017), interactiVe (2017), OVERSEE (2017))
 - (국외) 미국 교통부는 Wyoming, Tampa, New York에서 Connected Vehicle Pilot에 대한 2번째 단계로 넘어가고 있음 (USDOT, 2018)

연구내용
(Spec. 포함)

- 도로/교통 상황을 고려한 인프라 가이드선 전략 설계 및 서비스 정의
 - Lv.4/4+ 자율주행차량의 ODD 및 실운행 데이터 기반 인프라 가이드선 서비스 유스케이스 정의(SAE J3216 협력등급 고려)
 - 인프라 가이드선 서비스 협력 등급*을 고려한 서비스 레벨 구분 / 정의
 - * 본 기술의 범위는 SAE J3216에서 정의한 협력등급(A:상태-공유, B:의도-공유, C:합의-모색, D:지시) 중 Class B~D에 해당
 - 협력등급별 인프라 가이드선 서비스의 유스케이스와 유스케이스별 시나리오 정의
 - 유스케이스 정의 시 아래 공간적, 상황적 범위를 반드시 고려하고, 비 커넥티드 차량 및 커넥티드 차량의 혼재를 고려한 서브 유스케이스를 포함하여야 함

구분	내용
공간적 범위	- 분·합류 및 엇갈림 구간 - 차로수 감소 등 도로용량 변화 구간 - CAV(Connected Automated Vehicles) 전용차로 운영구간 진·출입 상황 - 도시부 무신호교차로, 회전교차로
상황적 범위	- 반복 지정체 상황 - 비반복 지·정체 상황(돌발, 공사 등)

[협력등급의 고려]

- SAE J3216에서 정의한 협력등급(CDA Cooperation Class, A:상태-공유(Status-sharing), B:의도-공유(Intent-Sharing), C:합의-모색(Agreement-seeking), D:지시(Prescriptive))에서 본 기술의 범위는 아래와 같이 Class B~Class D 이며, 인프라 가이던스로부터 송수신 받을 수 있는 데이터를 기반의 Lv.4/4+ 이상 자율차 유스케이스를 대상으로 함

		SAE Driving Automation Levels							
		No Automation Level 0 No Driving Automation (human does all driving)	Driving Automation System Level 1 Driver Assistance (longitudinal OR lateral vehicle motion control)		Automated Driving System (ADS) Level 3 Conditional Driving Automation			Level 4 High Driving Automation	Level 5 Full Driving Automation
CDA Cooperation Classes	No cooperative automation	(e.g., Signage, TCD)	Relies on driver to complete the DDT and to supervise feature performance in real-time		Relies on ADS to perform complete DDT under defined conditions (fallback condition performance varies between levels)				
	Class A: Status-sharing Here I am and what I see	(e.g., Brake Lights, Traffic Signal)	Limited cooperation: Human is driving and must supervise CDA features (and may intervene at any time), and sensing capabilities may be limited compared to C-ADS		C-ADS has full authority to decide actions Improved C-ADS situational awareness beyond on-board sensing capabilities and increased awareness of C-ADS state by surrounding road users and road operators				
	Class B: Intent-sharing This is what I plan to do	(e.g., Turn Signal, Merge)	Limited cooperation (only longitudinal OR lateral intent that may be overridden by human)	Limited cooperation (both longitudinal AND lateral intent that may be overridden by human)	C-ADS has full authority to decide actions Improved C-ADS situational awareness through increased prediction reliability, and increased awareness of C-ADS plans by surrounding road users and road operators				
	Class C: Agreement-seeking Let's do this together	(e.g., Hand Signals, Merge)	N/A	N/A	C-ADS has full authority to decide actions Improved ability of C-ADS and transportation system to attain mutual goals by accepting or suggesting actions in coordination with surrounding road users and road operators				
	Class D: Prescriptive I will do as directed	(e.g., Hand Signals, Lane Assignment by Officials)	N/A	N/A	C-ADS has full authority to decide actions, except for very specific circumstances in which it is designed to accept and adhere to a prescriptive communication				

과제 범위
주변 도로 사용자 및 도로 운영자와 협력하여 행동을 수락/제안

** 출처: SAE J3216, Taxonomy and Definitions for Terms Related to Cooperative Driving Automation for On-Road Motor Vehicles

- 인프라 가이던스 서비스 아키텍처 개발
 - 협력형 자율주행 구현을 위한 참조표준 분석(ISO, 지역표준, De-facto* 등)
 - * 업계 또는 시장에서 통상적으로 사용되는 실질적 지배 형태의 사실 표준
 - 참조표준의 메시지 적용기법 및 요구사항 분석
 - 인프라 가이던스 서비스 구현을 위한 표준 및 보완기술 분석
 - 참조표준 준용, 활용, 별도 표준 마련 등 표준 기술 개발 요건 및 방향 정립
 - 인프라 가이던스 서비스 구현을 위한 기술 분석 및 보완기술 도출
 - ※ 공동 인지 서비스(Collective Perception Services), 협력형 인지 서비스(Cooperative Perception Services) 등 인프라 가이던스 서비스 적용 기술 분석 포함
 - 인프라 가이던스 서비스를 위한 물리적 구성요소 및 논리적 연계방안 도출(CV/CAV ↔ Edge RSU ↔ 자율주행센터 간)
 - 인프라 가이던스 서비스 유스케이스별 상황, 절차, 요소, 연계 요건 등 세부 명세 작성
 - 유스케이스 명세는 시스템 내 물리요소별 역할/기능/성능, 연계를 위한 메시지의 규격과 데이터 규격/요소, 시퀀스 다이어그램(Sequence Diagram) 등을 포함하여야 함

Scenario	Scenario Action	Physical Element RV-1 (BSM Transmitter)	Standard Section (for the RV)	Requirement Category (for the RV)	Physical Element HV (BSM receiver)	Standard Section (for the HV)	Requirement Category (for the HV)
Startup (5.1.4)	Power-On	OBE Control Processor ECU			OBE Control Processor ECU		
	Retrieve stored data	OBE Control Processor ECU	6.3.7.1 - Heading 6.3.7.2 - Path History	V2V-BSMTX-DATAPERSIST	OBE Control Processor ECU	6.3.7.1 - Heading 6.3.7.2 - Path History	V2V-BSMTX-DATAPERSIST
	Randomize ID	OBE Control Processor ECU	6.5.1 - Identification Randomization	V2V-SECPRIV-IDRAND	OBE Control Processor ECU	6.5.1 - Identification Randomization	V2V-SECPRIV-IDRAND
Shutdown (5.1.4)	Power-Off		6.3.7.1 - Heading 6.3.7.2 - Path History	V2V-BSMTX-DATAPERSIST			V2V-BSMTX-DATAPERSIST

* BSM 어플리케이션 요구사항 추적 매트릭스의 예(출처:SAE J2945/1)

※ 인프라 가이던스 서비스 구현을 위한 도로상황* 데이터는 도로상황 인지 플랫폼 (국-2) 과제와의 연계를 통해 수집하고, 연계에 필요한 인프라 센서 요구사항, 인터페이스 등은 과제간 협력하여 도출

* 유스케이스에서 정의한 공간적(예:경사/곡선부, 터널, 교량부, 분·합류부, 비선호 교차로 등), 상황적(예:상충 발생 가능한 위험 상황 및 차량간 협상 지원이 필요한 상황 등) 범위에 대한 인지정보

● 인프라 가이던스 서비스 구현 기술 개발

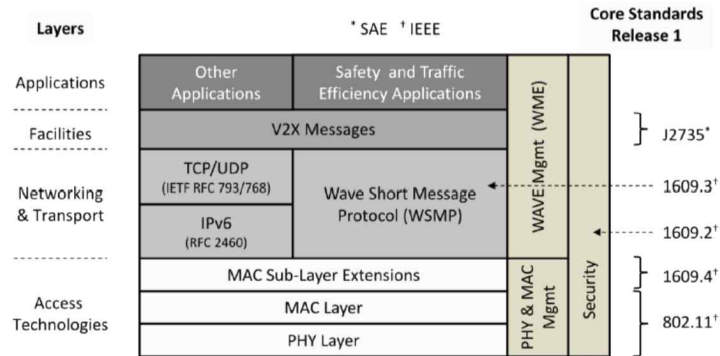
- 인프라 가이던스 서비스를 위한 로컬 스테이션 개발

· (국-2) 과제에서 수집되는 도로상황 데이터에 기반한 '인지 → 분석 → 판단 → 가이던스' 프로세스 구동 현장 시스템

※ 실도로 환경 구현시 연계과제와 인터페이스 표준을 통해 정보교환

- 인프라 가이던스 서비스정보 송수신 차량 자율주행제어시스템(ECU 등) 지원을 위한 Smart RSU/OBU 어플리케이션 스택(Stack) 개발

· Layer별 물리/네트워크/어플리케이션 계층 및 보안/메시지 적용 표준등을 정의한 Protocol



* 예시) DSRC Protocol Stack

※ 안전한 차량거동(Maneuvering)을 위한 부드러운 가감속 구현 모델(OBU내 차량 LDM 탑재 어플리케이션), 차로변경 수락간격(Gap Acceptance) 탐색 및 결정 모델(OBU내 차량 LDM 및 Smart RSU 탑재 어플리케이션) 개발

· 오픈소스 지향 인프라 가이던스 서비스를 위한 인터페이스 및 정보교환 프로토콜 정의

- 인프라 가이던스 정보 제공 및 확인을 위한 HMI(Human Machine Interface) 개발

· (차량) CAV/CV 운전자 및 탑승자 정보 제공 인터페이스(음향, 디스플레이 등) 기술 개발

· (민간 서비스사)* 민간 서비스(플랫폼) 연계를 위한 메타데이터 및 인터페이스 정의

* 내비게이션 서비스 제공자 등

- 비 커넥티드 차량과의 교통류 조화를 위한 가이던스 정보제공 기술 개발

· 비 커넥티드 차량을 고려한 인프라 가이던스 정보제공 전략 수립

· 표지, 표시, 조명기술, VMS 등 현장인프라 장치를 활용한 정보제공 기술 개발

● 인프라 가이던스 서비스 시험/검증 및 실도로 환경 개발

- 인프라 가이던스 서비스 효과검증을 위한 시뮬레이션 환경 개발

· 협력등급(SAE J3216, CDA Cooperation Class B~D) 및 차량구성 비율(일반/CV/CAV)별 시나리오 편집이 가능한 오픈소스 기반 시뮬레이션 툴 연동모듈 개발

- 가이던스 서비스 서브시스템 검증을 위한 랩테스트 환경 구현

· 교통시뮬레이터, GNSS 시뮬레이터, 인프라 가이던스 서비스 대응 Smart RSU 및 OBU, CAN 에뮬레이터, 데이터 로거, HMI 에뮬레이터 등으로 구성된 검증환경을 통해 실차 주행환경에 근접하게 모사

- 실도로 기반 통합 실증 모니터링 시스템 구축(국-1, 국-2 연계)

· 인프라 가이던스 실도로 실증 환경 조사

· 실도로 기반 통합 실증에 따른 유스케이스별 차량단위 데이터 모니터링

· 서비스 실증을 위한 시설물 모니터링, 개방형 데이터 수집·가공·저장·공유 기능 구현

· 실증 모니터링 지역에서의 인증/평가 활용 시스템의 지속적 운영 방안

- 인프라 가이던스 협력 등급을 고려한 서비스의 정책적 추진 기반 마련

· 인프라 가이던스 설치 요건 분석, 설치/운영 관련 법제도 조사 및 분석

· 인프라 가이던스 기술 실용화를 위한 거버넌스 전략 수립(정부/지자체 도입, 민간 참여 등)

※ 본사업은 (1단계) 가상시험환경, (2단계) 테스트베드(K-City), (3단계) 리빙랩 등 단계별 실증계획이 수립되어 있으며, 본 과제의 각 유스케이스들은 (2단계)와 (3단계) 실증/운영/평가를 반드시 수행하여야 함

성과지표	성과항목	단위	세계최고수준 (보유국, 기업)	현재 국내 최고수준	개발 목표치	평가방법	가중치 (%)
	인프라 가이던스 협력 등급별 핵심 전략(알고리즘)	%	기술 도입기 (미국)	미국 대비 70%	≥99	시뮬레이션/실도로 시험환경하 제어정보 정확도	15
	공간적-상황적 범위 및 CDA협력등급을 고려한 인프라 가이던스 서비스 유스케이스	건	기술 도입기 (미국)	미국 대비 70%	1	국제표준 제안 (요구사항 및 유스케이스 15개이상)	15
	인프라 가이던스 협력 등급별 메시지 셋 표준 규격	건	기술 도입기 (미국)	미국 대비 70%	1	국제표준 제안 (메시지 셋 표준규격 1건)	10
	인프라 가이던스 서비스 로컬 스테이션	개	기술 도입기 (미국)	미국 대비 70%	6	시제품 제작	10
	인프라 가이던스 서브시스템 개발	건	기술 도입기 (미국)	미국 대비 70%	1	삼극특허	10
	인프라 가이던스를 위한 시뮬레이션 모듈	%	기술 도입기 (미국)	미국 대비 50%	≥90	현장조사 기반 실도로 도로/ 교통 정확도	10
	인프라 가이던스 정보교환 인터페이스 규격서	건	-	-	1	자율차 회사 회람	10
	인프라 가이던스를 위한 현장 및 실도로 구현 (Smart RSU/OBU 포함)	%	기술 도입기 (미국)	미국 대비 70%	≥95	기술수준	10
	인프라 가이던스 정보 제공 HMI	개	기술 도입기 (미국)	미국 대비 70%	1	시제품 제작	5
계						100	
최종성과물	<ul style="list-style-type: none"> 인프라 가이던스 협력등급별 핵심 전략 협력등급의 고려한 인프라 가이던스 서비스 유스케이스 인프라 가이던스 서비스 아키텍처 인프라 가이던스 유스케이스별 요구사항 매트릭스 및 데이터 연계/교환 정의서 인프라 가이던스 서비스 로컬 스테이션 인프라 가이던스 서비스 차내장치(HMI) 및 어플리케이션 스택 개발 비 커넥티드 차량 정보제공 시스템 인프라 가이던스를 위한 시뮬레이션 모듈 인프라 가이던스를 위한 현장 구축(Smart RSU/OBU 포함) 실도로 기반 인프라 가이던스 통합 운영 						
활용방안 및 기대효과	<ul style="list-style-type: none"> Lv.4/4+ 자율주행차량이 도로 인프라로부터 제공되는 가이던스를 협력형 자율주행을 위한 부가정보로서 활용하여 인지/판단/제어를 수행함으로써 Lv.4/4+ 자율주행의 운행 안전성 확보 가능 인프라 가이던스 서비스를 통해 차량 단독으로 수행하기 어려운 ODD를 극복함으로써 안전한 통행 우선권 제공과 효율적인 교통류 제어전략 확보 가능 						
기타	<ul style="list-style-type: none"> 타 세부과제와의 상세 연계·협력 및 실증전략 제시 - 본 과제는 국-1, 국-2, 국-5, 국-8, 서비스과제(국-10, 11, 12, 13, 14, 15) 등과 연계 및 실증전략, 로드맵을 상세 제시하여야 함 						

자율주행 기술개발 혁신사업 보완기획서

중점분야	자율주행 Lv.4 대응 융합 교통운영관리 기술
세부과제명	자율주행 Lv.4/4+ 빅데이터를 활용한 도로교통 디지털트윈 개발
연구목표	<ul style="list-style-type: none"> • 교통 운영관리 인사이트 지원 교통관리 운영용 디지털트윈(Digital Twin) 프레임워크 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 현실 모사능력 95% 이상 실시간 교통상황 분석 및 문제 진단이 가능한 교통관리 및 운영용 디지털트윈 모델 개발 - 디지털트윈 통합데이터 관리시스템 개발 - 교통관리 전략 수립을 위한 디지털 모델 생성, 데이터 연계, 현장제어 설정 등 손쉬운 HMI(Human Machine Interface) 기술 개발 • 교통류 최적화 운영 및 교통관리 정책 의사결정 지원을 위한 디지털트윈 기반 도로교통 상황 관리·대응 토달 솔루션 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 인사이트(Insight) 향상을 위한 디지털트윈 기반 교통상황 분석·예측 시뮬레이터 개발 - 자율차 혼재기 불안정 교통상황 예측 및 비정상 교통류 예방을 위한 도로교통 상황관리 서비스 모델 개발 - 국내 자율차 혼재기 교통정책 및 제도 도입을 위한 의사결정 지원기술 개발 • 교통관리 및 운영용 디지털트윈 실증 및 효과평가 <ul style="list-style-type: none"> - 리빙랩 교통관리 및 운영용 디지털트윈 구축 및 운영 - 서비스모델 적용을 통한 리빙랩 안전도 향상 및 혼잡도 감소
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> • 자율차 상용화에 따른 예기치 못한 돌발상황으로 인한 교통사고 증가 등 당초 기대했던 도로의 효율성 향상에 어려움이 예상되는 바 교통류 최적화를 위한 도로교통운영관리 서비스 모델 필요 <div style="text-align: center;"> <p>〈그림〉 미국 장래 자율주행차량 등록대수 증가 예측 (출처:국토정책 Brief No.637)</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> - 자율주행차량의 기존 도로인프라에 대한 인식 한계, 도로·교통 및 환경조건 등의 갑작스러운 변화에 대한 대응력 부족으로 인해 교통사고 증가 가능성 높음 - 자율주행차량은 도로이용자(일반 운전자, 보행자, 자전거 이용자 등)의 예측 불가능한 행태를 이해하는데 한계가 있어 안전문제 대두 - 자율주행과 일반차량 혼재 시 짧은 차간거리의 군집주행이 불가능하므로 도로 효율의 향상 측면에서 어려움이 많을 것으로 예상되며, 오히려 지체가 증가할 것이라는 전망 <ul style="list-style-type: none"> · Le Vine, S(2015)는 자율주행차가 25%, 유인(有人)차가 75%인 상황에서 신호교차로 지체는 최대 50% 증가, 도로용량은 21% 감소될 것으로 전망 • 자율차량과 일반차량이 혼재된 미래교통체계의 교통류 최적화를 위해서는 미래교통 센터의 교통제어 및 운영 지원을 위한 데이터사이언스가 적용된 분석 플랫폼 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 자율차 시대에는 차량-도로인프라-센터간 “초연결성”을 가지게 되며 이로부터 센터는 도로의 실시간 교통현상 뿐 아니라 차량 상태에 이르는 아주 세세한 데이터까지도 수집 가능 - 실시간 교통 빅데이터와 연계하여 묘사/분석/예측/검증 등을 통해 도로교통환경 변화를 예측하고, 교통류 최적화에 필요한 교통관리 운영전략을 수립할 수 있는 디지털트윈 필요 <ul style="list-style-type: none"> · 디지털트윈은 교통류가 혼재된 도로교통 상황을 최적화하기 위하여 현실의 도로교통상황을 디지털화한

- “아바타”로서 데이터 기반 시뮬레이션 분석을 통해 교통류 최적화를 달성할 수 있는 솔루션 제시가 가능
- 도로, 교통, 환경 조건 및 자율차 혼입 조건 등을 자유롭게 조절하며 서비스모델을 가상으로 테스트할 수 있는 교통운영 관리용 디지털트윈에 적합한 메타버스 형식 통합시뮬레이터 개발 필요
- 디지털트윈 개발을 통하여 “서비스 모델 효과 예측→안정화된 서비스 모델의 실도로 적용→실 데이터 기반의 서비스모델 고도화” 로 이어지는 순환체계 마련 가능
- 자율주행 시대에는 기존 전통적인 교통류 모의실험 분석 방식만으로 분석 및 예측에 한계가 예상되는 바 다양한 교통환경 분석 및 예측을 위한 파라미터 및 통행행태/활용서비스 관련 레퍼런스 데이터 필요
 - 자율차가 상용화 되는 미래교통 상황에서는 운전자들의 자율주행 모드에서의 이용행태나 수용성, 교통수단 선택 패턴, 통행수요와 도로용량간의 관계 등이 변화할 것으로 예상
 - 분석 목적에 따라 미세한 시뮬레이션 분석을 위한 다양한 활동기반 행태모형 개발 필요

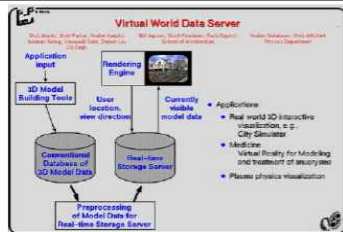
- (디지털트윈 - 미국) 국민생활 밀착형 대규모 가상물리시스템(Cyber Physical System, CPS) 추진
 - 도시 교통망 관리를 위해 디지털트윈을 활용하고자 출범된 민간협의체 Open Mobility Foundation은 디지털트윈을 이용하여 실시간 관리 및 안전하고 효율적인 도시 교통 시스템 구축 및 시뮬레이션 계획
 - Smart America Challenge를 추진(2013)하고 도시의 도로교통 시스템을 디지털트윈화하여 안전 개선, 도로 혼잡 감소, 도로 시스템의 성능 개선을 통한 경제적 이익 변환을 위해 노력
 - 첨단 제조업 리더십 확보 전략 일환으로 미국 국가과학기술위원회(National Science and Technology Council)는 빅데이터 분석, 첨단 센서 및 제어기술, 모델링 및 시뮬레이션 등의 디지털트윈 관련 스마트 제조를 포함한 5대 전략 목표 설정함(2018)
 - 미국 대학 UCLA는 가상세계 데이터 서버(VWDS; Virtual World Data Server) 프로젝트로 실시간 가상 환경 데이터베이스를 구축하고 도시를 3차원으로 재현하여 재난 재해 등 도시 실제 문제에 대응



3D 모델링



접근성 분석



데이터 서버 구조



건물재건 실험

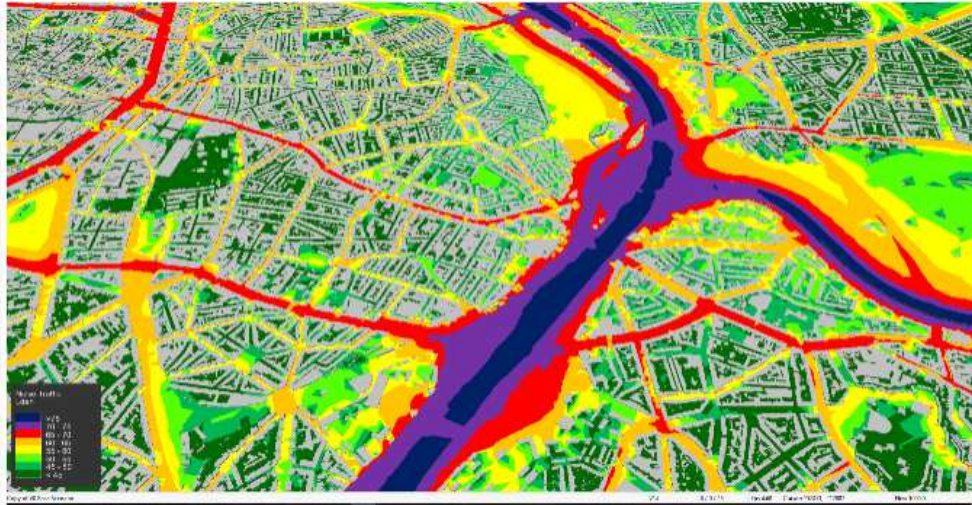
기술동향

〈그림〉 버추얼 LA 프로젝트 (출처: The Virtual Los Angeles Project 홈페이지)

- (디지털트윈 - 영국) 국가 인프라를 디지털트윈으로 구현 추진 중
 - 국가 디지털트윈 구축을 위해 CDBB(Centre for Digital Built Britain) 내 DFTG(Digital Framework Task Group, 공익을 위한 데이터 사용 보장 단체) 발족(2018)
 - 프롭테크(Prop Tech) 기업인 ‘VU.CITY’는 런던, 맨체스터, 비밍햄, 벨파스트, 뉴욕, 파리, 옥스퍼드, 시티브라이트 등 영국의 도시들을 게임 엔진기술을 통해 3D 모델로 구축, 교통, 날씨, 환경정보 등 실시간 데이터를 연동하여 가상 도시 공간을 구축하고, 도시계획, 경관 분석, 건물 영향평가, 의사결정 지원 등 다양한 공공 거버넌스 의사결정을 지원하는 서비스 제공
 - 도시계획에 미치는 영향의 시뮬레이션을 통해 가상공간에서 건물의 세부사항을 확인하고, 환경 분석 및 잠재적인 개발 가능성 분석 가능하게 함
- (디지털트윈 - 네덜란드) 디지털트윈 구축 후 도시 및 환경 측면에서 적극 활용
 - 네덜란드 연구소인 TNO의 도시전략 시뮬레이션 플랫폼을 기반으로 도시 내 이산화탄소, 배출량, 소음 및 교통 오염을 줄이고 지속가능한 도시로 유지하기 위한 전략으로 디지털트윈 개발(2018)
 - 디지털트윈 플랫폼을 통해 소음, 공해 데이터와 대기오염 및 교통량의 실시간 센서 정보를 컴퓨터 모델과

결합하여 영향을 시뮬레이션하고 테스트함

- 교통, 소음 및 대기 질에 대한 특정 시나리오 영향 예측함으로써 정책입안자 의사결정을 지원



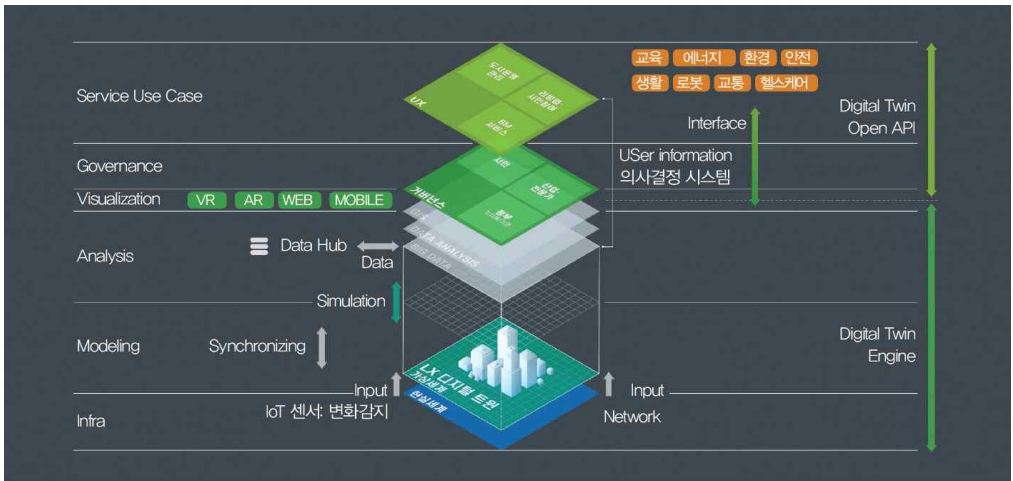
〈그림〉 네덜란드 도시환경 부문 디지털트윈 분석 사례

- (디지털트윈 - 싱가포르) 디지털트윈 도시인 버추얼 싱가포르(Virtual Singapore) 구축하여 싱가포르의 모습을 3차원으로 재현하고 도시 서비스 시뮬레이션을 통해 정책수립의 근거를 마련 중
 - 싱가포르 국립연구재단(National Research Foundation Singapore)이 싱가포르 국토청(Singapore Land Authority, SLA), 싱가포르 정보개발청(Infocomm Development Authority of Singapore, IDA)과 공동으로 버추얼 싱가포르는 추진
 - 버추얼 싱가포르는 가상실험, 가상테스트베드, 계획 및 의사결정, 연구 및 개발 기능을 제공 (차량 흐름이나 통행에 불편을 야기할 시, 불편 최소화하기 위한 보완 방안 구축에 대한 추가 시뮬레이션 진행, 더 나은 설계로 변경하기 위한 여러 테스트를 큰 비용 소모 없이 수월하게 검토)
 - 건물이나 공원 건설 등의 프로젝트를 계획 시, 버추얼 싱가포르 플랫폼 내에서 주변 경관과의 조화, 교통에 미치는 영향, 일조권 침해 여부 등의 사전 조사 항목을 빠르고 정교하게 파악



〈그림〉 버추얼 싱가포르 응용서비스 (출처: 서울시 공간정보정책 개선방안, 서울연구원, 2019)

- 버추얼 싱가포르 프로젝트는 시간의 흐름에 따른 인구증가, 새로운 건축, 주요 행사, 사건 등을 통해 미래 도시 발전 방향을 3D 시뮬레이션을 통해 시각화하고, 2D/3D의 통합운영 구조를 통해 기존의 지도서비스, 행정자료와의 연계, 융합 기능(가상실험, 디지털트윈 시뮬레이션, 도시계획 및 관리, 태양광 에너지 생산 예측 등의 다양한 서비스 제공)
 - 긴급 상황 발생 시, 건물 내 다양한 변수에 대해 시뮬레이션하여 직관적 시각화 제공
- 주민, 기업, 정부 기관 및 연구소를 3차원 가상화하여 비상 대피 시나리오 및 야경 구축 등 도시 운영 전반 계획에 활용(일반에게 개방하여 노인보호구역, 비즈니스 밀집 지역, 교통 운영 등 상황에 맞는 정보 실시간 제공)
- (디지털트윈 - 우리나라) 디지털트윈은 가상의 제어 기능을 현실 세계와 연결하여 물리적 시스템을 제어한다는 측면에서 CPS(Cyber-Physical System)와 유사한 개념이며 다양한 형태 디지털트윈 추진됨
 - 우리나라는 과거 공간정보 기반 융·복합 목적의 3차원 공간정보 구축사업 진행(2010)한 바 있으나 기술기준 미흡, 법제도 및 유지 갱신 방안 부재, 민간 활용 방안 미흡 문제 발생(감사원, 2014)
 - 서울특별시도 '도시'분야에서 '버추얼 서울 통합 플랫폼'사업(2019)으로 도시계획 의사결정 지원, 정책지원부서 협업 기능 등을 개발함 (Mapprime 3D, WebGL 기반 멀티브라우저, 실내 360도 카메라 기반 실내외 연동 운영을 통한 공간 소개 서비스 활용)
 - 인천경제자유구역(IFEZ)도 '도시'분야에서 공간 정보를 확인하는 용도로 항공사진, 정사영상, 수치표고모형, 입체모형 등 3차원 공간정보(영상매칭 방식을 이용하여 60.95km에 대한 LoD3 수준의 입체모형 구축 및 1년 주기 갱신 수행, 영상매칭 및 드론 활용) 활용하여 도시 완공 전·후의 모습(조망권, 일조권, 일조량, 스카이라인 등)을 디지털트윈 시뮬레이션 방식으로 분석
 - 한국국토정보공사는 '도시' 분야에서 전주시를 대상으로 지형정보, 실내외 통합 건물정보, 도로·지하 등의 시설 및 활용 시나리오 개발하였음(2020)



〈그림〉 우리나라 전주 디지털트윈 시스템 개념도

- (디지털 교통류 분석) 가상공간 기반 교통류 운영관리 인사이트 지원 모의실험 모형
 - 교통 운영관리 정책수립 인사이트를 지원하기 위해 가상 공간에서 교통류 분석을 하는 방식은 미국 및 유럽(독일, 영국, 스페인)에서 개발한 상용 모의실험 모형(VISSIM, CORSIM, PARAMICS, AIMSUN, ANYLOGIC)이 전세계적으로 널리 활용됨
 - 국내의 경우도 이들을 프로젝트 내용에 따라 선택적으로 활용하고 있는 수준이며, 국내 교통류 특성을 반영하는 연구가 국토교통부에서 기획한 바 있으나 기술개발로 연계되지 못하였음
 - 기존 상용 모형들은 자율주행 분석 기술 모듈을 탑재하고 있지 않고, API를 통해 필요에 따라 마련해야 하기 때문에 사용자들의 자유로운 자율차 도로주행 환경 분석에 한계 존재함
 - 서울시는 다양한 도로교통 운영 및 관련 교통정책 평가를 위하여 도시전체 TOPIS 이력자료를 시간대별로 구분하여 비교 평가하고 이를 가상 공간에서 가시화하는 ESPRESSO 모형을 서울시 및 경찰 거버넌스 체계와 온라인 연계 활용하고 있음(디지털트윈과 연계 기능 없으나 도시 전체 도로 네트워크를 대상으로 교통정책 효과 평가를 수행하는 기술임)
- (메타버스) 디지털트윈 가상공간의 다중 복제공간 관리 및 활용 기술
 - 메타버스(Metaverse)는 디지털트윈 공간에 미래 교통운영 기술 및 정책이 반영되어 더 이상 현실과 가상공간이 동일하지 않지만 많은 관련 사용자들이 다중 접속하는 가상 공간으로 타 분야에서 유사 기술

개발되고 있음

구분	분석대상 교통운영 및 교통정책 미적용 시	분석대상 교통운영 및 교통정책 적용 시
내용	디지털트윈 (현실 = 가상공간)	메타버스 (현실 ≠ 가상공간)



〈그림〉 메타버스 플랫폼 생태계 예시(출처: 대한민국 정책브리핑)

- 현실과 가상이 융복합된 디지털 세계, 초월 세계를 의미함. 최근 5G와 가상기술(AR 및 VR)을 토대로 여가생활과 경제활동을 하는 가상융합공간으로 부상돼 게임, SNS 등 기존 가상세계 활동을 넘어 온라인 경험이 현실세계의 경제, 사회, 문화 활동과 연결되는 개념으로 확장됨
- 우리나라 정부도 한국판 뉴딜 2.0 정책을 발표(2021)하며 핵심 과제로 메타버스 등 초연결 신산업을 육성하기로 새롭게 추가했고, 향후 글로벌 시장을 선도할 미래 신산업을 육성하기 위해 '개방형 메타버스 플랫폼'을 구축하고 메타버스 콘텐츠 제작, 핵심 기술 개발을 종합 지원할 계획임
- 국토/교통 공공분야에서는 디지털트윈 위주의 사업을 추진중이며, 대부분 도시를 3D로 모델링하고 조망권 분석, 바람길, 홍수 등의 시뮬레이션에 활용. 모빌리티 분야에서는 자율주행차량의 시연용으로 적용하고 있으며 실제 데이터 기반의 모니터링 및 시뮬레이션에는 적용하지 못하고 있음
- 국외의 경우 Nvidia의 Omniverse-Drive Sim을 통해 메타버스 환경에서 자율주행 등의 다양한 테스트 수행이 가능한 환경을 구축함

연구내용
(Spec. 포함)

- 교통관리 운영용 디지털트윈 프레임워크 개발
 - 교통관리 및 운영용 Virtual Pair 모델링
- 교통관리 운영용 Digital Twin의 Virtual Pair 구현범위 및 구성요소, 시스템 모델, Time-Space 시각화 기술 개발
- 디지털트윈 기반 교통상태 관제, 운영, 최적화 전주기 정보 연계를 위한 디지털 스레드(Thread) 개발



〈그림〉 교통관리 및 운영용 디지털트윈 개념도

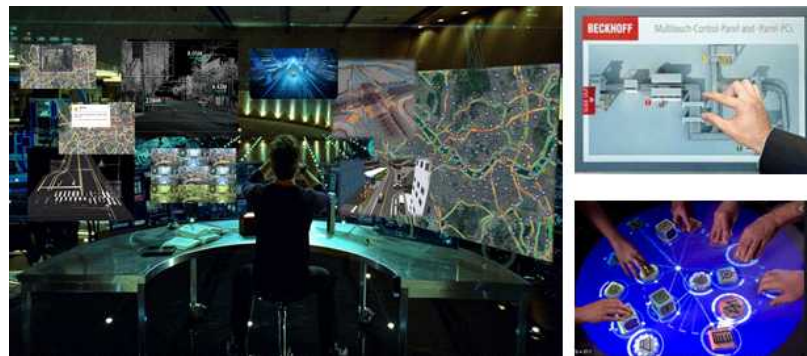
- 교통관리 및 운영용 디지털트윈 융복합 데이터 통합관리시스템 개발

- 디지털트윈 데이터 매니지먼트 흐름 체계 개발
- 실데이터 연계 디지털트윈 객체 속성 자동갱신 및 가상환경 자동모사를 위한 데이터 전처리 기술
- 디지털 모델 생성에 필요한 운용 데이터 식별/수집 및 데이터 상호 연계를 위한 표준 인터페이스 및 데이터 사전 개발
- 개방형 공공 및 민간 서비스 연계 체계 개발
- 2023년 리빙랩 도시 선정 시 대상도시의 디지털트윈 데이터 확보 및 통합관리 방안 마련



〈그림〉 디지털트윈 데이터 매니지먼트 흐름 체계 개념도

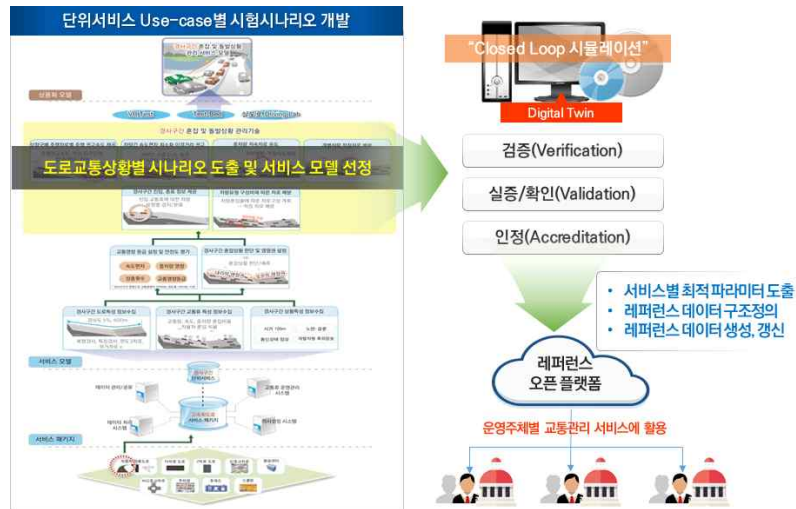
- 인사이트(Insight) 향상을 위한 딥러닝 기반 교통상황 분석·예측 시뮬레이터 개발
 - 자율주행 혼재 상황 대비 교통관리 및 운영용 인사이트 향상을 위한 Closed Loop 시뮬레이션 개발
 - 교통상황 분석 예측을 위한 시나리오 설정 및 LVC(Live, Virtual, Construction) 환경 적용 Configuration 기능 설계
 - 교통환경 분석, 예측을 위한 가상시나리오 설정 및 디지털 모델링 기술 개발
 - 시뮬레이션 신뢰성 보장을 위한 검증(Verification), 실증/확인(Validation), 인정(Accreditation) 프로세스 개발
 - 시뮬레이터 Viewer 개발
- 시뮬레이션을 위한 디지털 모델 생성, 데이터 연계, 현장제어 설정이 손쉬운 HMI(Human Machine Interface) 기반 Easy Control 기술 개발



〈그림〉 시뮬레이션 모델 생성 및 적용을 위한 Easy Control HMI 예

- 교통특성, 상황(기상, 이벤트 등) 특성 설정, CAV 혼입율 조절, 도로인프라 구성 및 조정, 센터 운영전략 설정 등 시나리오 구현 및 설정을 위한 Easy Control 인터페이스 기술
- 운영자 인사이트 향상을 위한 데이터 추출 및 필터링 적용 도표 그래프 등 시각화 도구 개발
- 혼재 교통류 운영평가를 위한자율차 주변상황 중심의 마이크로 시뮬레이션 모듈 개발(사용자 친화형 UI/UX, 시각화 도구 등 포함)
 - 자율주행모드 선택에 관한 운전자 행태 모형
 - 혼재교통류 교통운영효율성 (혼잡도, 충격파 해소시간, 총차량통행시간 등) 평가 모형
 - 혼재 교통류 교통안전성(차량간 속도편차, 대체안전지표(Surrogate Safety Measure) 등) 평가 모형
 - 혼재 교통류 교통환경성(대기오염, 소음 등) 평가 모형
- 자율주행차 도입에 따른 네트워크 중심의 거시적 교통수요분석 시뮬레이션 모듈 개발
- 활동 기반 기존 4단계 수요추정 모형 수정 보완

- 자율차 및 인프라 정보 활용 교통수요분석 입력자료 자동구축 기술 개발
- 다층복합구조의 도로교통상황을 반영한 교통관리 서비스 모델 레퍼런스 레파지토리 오픈플랫폼 개발
- 일반차 교통특성 반영을 위한 이용자 행태 참조 레퍼런스 모델 개발
- 유스케이스별 맞춤형 교통관리 서비스 모델 레퍼런스 DB 개발
- 사용자 참여 클라우드 소싱 서비스 개발 지원 오픈 플랫폼 개발
- 레퍼런스 레파지토리 활용성 향상을 위한 유스케이스 매칭 및 서비스 탐색 기술 개발자



〈그림〉 교통관리 서비스모델 레퍼런스 오픈플랫폼 개념

- 자율차 혼재기 운영에 관한 교통정책 및 제도 도입을 위한 의사결정 지원기술 개발
 - 시뮬레이터 연계 기반 교통정책 및 제도 도입 등 의사결정 지원을 위한 분석 Tool 아키텍처 및 컴포넌트 구성
 - 에너지/환경 영향분석, 접근성 분석, 토지이용 분석, 도로 유휴 공간 분석, 경제성 분석
 - 컴포넌트별 평가지표 및 평가모형 개발
 - 교통수요관리 대안 도출
 - 자율주행 전용차로 노선 계획 방법, 공유 모빌리티 활용방안, 교통수단 간 연계 방안, 교통축 접근성 관리 방안 등
 - 교통수요관리 대안 효과평가 지표 분석 및 경제성 분석을 통한 정책 도입 여건 평가



〈그림〉 의사결정지원을 위한 기술 컴포넌트 구성 예시

- 교통관리 및 운영용 디지털트윈 실증 및 효과평가
 - 리빙랩 교통관리 및 운영용 디지털트윈 구축 및 운영
 - 디지털트윈 성능검증 및 교통관리 솔루션 효과평가 검증계획 수립 및 수행
 - 리빙랩 교통관리 적용 교통운영효율성 (혼잡도, 충격파 해소시간, 총차량통행시간 등) 평가

	<ul style="list-style-type: none"> · 리빙랩 교통관리 적용 교통안전성(주행 속도 편차, 대체안전지표(Surrogate Safety Measure), 대기오염, 소음 등) 평가 - 교통관리 서비스 시나리오 수정 보완 및 디지털트윈 레퍼런스 데이터 갱신·보완 						
성과지표	평가항목	단 위	세계최고수준 (보유국, 기업)	현재국내 최고수준	개발 목표치	평가방법	가중치 (%)
	현실 모사 능력	%	기술 도입기 수준(미국)	미국 대비 50%	≥95	기술수준	8
	갱신데이터 매칭 정확도	%	기술 도입기 수준(미국)	미국 대비 50%	≥95	기술수준	8
	데이터업로드 속도	ms	기술 도입기 수준(미국)	미국 대비 50%	≤100	기술수준	8
	응답시간	초	기술 도입기 수준(미국)	미국 대비 50%	≤15	기술수준	8
	시스템 오류율	%	기술 도입기 수준(미국)	미국 대비 50%	<1	기술수준	9
	서비스 신뢰도	%	기술 성장기 수준(미국)	미국 대비 50%	≥95	기술수준	10
	플랫폼 제공 서비스에 대한 성공률(총 성공률/총시도율)	%	기술 성장기 수준(미국)	미국 대비 50%	≥99	기술수준	8
	요구기능 구현율	%	기술 성장기 수준(미국)	미국 대비 50%	100	기술수준	7
	처리데이터량	%	기술 성장기 수준(미국)	미국 대비 50%	100M이상의 조건에서 256kbytes/sec 이상 성공률 95% 이상	기술수준	6
	데이터 허브 연계율	%	기술 성장기 수준(미국)	미국 대비 50%	≥99	기술수준	6
	3D 가시화와 그래프 애니메이션 기능 정확도 및 실시간성	초	기술 성장기 수준(미국)	미국 대비 50%	1테라바이트 sclice 데이터의 애니메이션 동기화 사용자 응답시간 3초 이내	기술수준	7
	데이터 처리 오류율	%	기술 성장기 수준(미국)	미국 대비 50%	<1	기술수준	7
	딥러닝 기반 교통상황 분석·예측 시뮬레이터	건	-	-	1	삼극특허	8
계						100	
최종성과물	<ul style="list-style-type: none"> • 교통관리 및 운영용 Digital Twin 시스템(리빙랩 내 자율주행 모빌리티 센터에 설치, 운영 예정) • 교통관리 인사이트 향상을 위한 디지털트윈 기반 Closed loop 시뮬레이터(시스템) • 시뮬레이션을 위한 디지털 모델, 데이터 연계, 현장제어를 위한 HMI(SW) • HMI Easy Controller(HW, SW) • 혼재 교통류 운영평가를 위한 자율차 주변상황 중심의 미시적 시뮬레이션 모듈(SW) • 네트워크 중심의 거시적 교통수요분석 시뮬레이션 모듈(SW) • 자율차 혼재기 불안정 교통상황을 고려한 딥러닝 등 AI 기술 기반 분석·예측 서비스 모델 및 알고리즘 • 교통상황 관리서비스 Use-case 모델(알고리즘) • 디지털트윈용 교통관리 서비스 모델 레퍼런스 레파지토리 데이터 오픈 플랫폼(시스템) • 교통정책 및 제도도입을 위한 의사결정 지원 Tool(SW) • 교통관리 및 운영용 디지털 트윈 효과평가 검증계획 및 평가결과 보고서(기타) 						
활용방안 및 기대효과	<ul style="list-style-type: none"> • 딥러닝 기반 Digital Twin 모델을 적용한 데이터분석 클라우드를 이용하여 신뢰도 높은 교통정보서비스 제공 가능 • 정체, 사고 등 다양한 교통상황을 발생 시 Digital Twin 미래교통 상황관리 운영기술을 활용한 최적 대안 제시 가능 • 빅데이터 분석 기반 레퍼런스 시스템을 활용한 실시간 도로교통상황관리 서비스 제공 기대 • 일반차량과 자율주행차량이 혼재되는 미래 도로교통체계에서 교통계획 시뮬레이터를 통한 도로교통 계획 						

	<p>및 투자정책 수립을 위한 의사결정 능력 향상 기대</p> <ul style="list-style-type: none"> • 다양한 교통서비스 제공을 통해 운전자의 이동성 증대, 교통혼잡 감소 등 도로 이용자 만족도 증가 • 교통안전(safety) 서비스 제공은 교통사고 감소 및 사고 발생 시 2차 사고 예방을 통해 교통사고 피해 최소화 가능 • 동 사업은 ICT 융·복합 기술 연구개발 이후 ICT 센터로 확장되는 등 새로운 신시장/산업이 창출될 것으로 기대 • 교통정보플랫폼 포럼과 같이 이해관계자 구성 및 대체시장(교통정보센터, Tmap 등 민간정보서비스 등)을 고려시 새로운 시장이 창출될 것이며, 동 사업을 통해 국내시장 뿐만 아니라 해외시장의 점유율도 향상될 것으로 전망 • 기술개발 이후 각 교통정보센터나 의사결정기관의 예측, 예보 기술에 대한 대체 시장이 창출될 것으로 기대 • 본 사업을 기반으로 한 수요예측, 계획, 평가 등에 대한 시장으로 확대 가능 							
기타								
연구기간	(57) 개월							
정부출연금(억원)	'21년	'22년	'23년	'24년	'25년	'26년	'27년	합 계
및 소요인력(명)		25	30	30	30	5		120

자율주행 기술개발 혁신사업 보완기획서

중점분야	이용자 편의증진 서비스 기술
세부과제명	자율주행 Lv.4/4+ 기반 공유차(Car-Sharing) 서비스 기술 개발
연구목표	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행 기반 편도/프리플로팅(One-way trip/Free-floating) 형태의 공유차(Car-Sharing) 서비스를 수행할 수 있도록 하는 자율주행 서비스 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 공유차 서비스에 편도/프리플로팅 형태로 자율주행차를 서비스할 수 있도록 거점구역 내에서, 또는 거점구역 간 이동을 지원할 수 있는 High level global path planning 기술을 포함한 차량 공유 서비스 기술 개발 - 서비스 대기 차량을 통제할 수 있는 거점구역내 자율주행 재배치 기술 및 local path planning 기술 개발 - 자율주행 공유차 편도/프리플로팅 서비스 수요 예측 및 시뮬레이션 기술 개발 - 긴급 상황 및 운영 상 필요에 따른 자율주행차 주행통제기능의 Remote Access 기술 개발 • 소유차 의존성을 혁신적으로 감소시킬 수 있는 자율주행기반 공유차 서비스 고도화 및 최적 운영기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 공유차 접근 및 사용 권한을 고객 또는 현장 관리자에게 원격으로 인가하고 탑승 확인을 할 수 있는 자율차 접근 권한 관리 기술 개발 - 차량과 탑승자 간, 관제 센터와 탑승자 간 소통을 돕기 위한 HMI 기술 개발 - 자율주행차 차량 및 IoT 공유 제어기에서 취득할 수 있는 데이터를 기반으로 한 차량 정비 및 공유 시스템 건전성 최적화 기술 개발 - 외관 및 내관 데이터를 기반으로 한 차량 청결도 최적화 기술 개발 - 시각(Vision) 데이터와 물리량 데이터가 융합된 사고 탐지, 대응 및 고객안전 확보 최적화 기술 개발 - 운영을 위한 기술이 집약되고, 자율주행 서비스 실황과 운영-서비스에 대응할 수 있는 원격 통합 관제 센터 운영 • 리빙랩 플랫폼을 이용한 자율주행 Lv.4 기반 공유차(Car-Sharing) 서비스 실증 <ul style="list-style-type: none"> - 20대 자율주행 공유차 서비스를 리빙랩 플랫폼 내 구현하여 서비스 운영-실증 - 자율주행 공유차 서비스를 지원하지 않는 지역의 접근을 위한 왕복(Roundtrip) 형태의 공유차 (Car-Sharing) 서비스를 함께 제공하는 연계 서비스 실증 - 공공 데이터 생성 및 자율주행 서비스 통합 관제 연계를 위한 데이터 인터페이스 기술 개발
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행차량 기반 서비스 노출 확대를 통한 이용자 및 사회적 인식 개선 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 자율주행기술에 대한 막연한 우려와 궁금증을 해소하고 사회적 수용도를 확보하기 위해 정규 목적지 외 편도/프리플로팅 공유차 서비스를 이용해 이동할 수 있는 서비스 도입 필요 - 법적 제도 개선을 통한 Lv4, Lv4+ 자율주행차 서비스 도입을 위해서는 앞서 사회적 수용도가 전제됨 • 공유차 서비스의 이용 편의성 및 운영 효율화 제고 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 현재 서비스의 pain point <ul style="list-style-type: none"> · 이용자 관점: 차량을 직접 픽업/운전해야 하는 번거로움. 현 위치 기반 공급 물량/선택 제약 · 운영자 관점: 차고지 기반 배차로 인한 수요 한계, 배차지 주차공간 확보 이슈, free-floating 운영비용 증가 등의 이슈가 공존 - 자율주행차량을 도입하여 편도/프리플로팅 공유차 서비스를 지원한다면 이용자/운영자 관점의 이슈를 해결할 수 있음 <ul style="list-style-type: none"> · 이용자는 현재 위치에서 차량을 탑승하고, 하차 지점까지 자율주행 기능을 활용하여 이동 후 차량 반납 가능 · 운영자는 서비스 이용 희망자의 라운드 트립(Round-trip)에 국한되었던 수요 제한을 일부 해소 가능 · 운영자는 대규모의 주차공간 확보 니즈에서 벗어나 주차공간 리소스를 효율적으로 분산 가능 · 운영자는 편도/프리플로팅에 필요한 인력 및 비용을 절감 가능 • 서비스 운영을 위한 기반 기술 및 인프라 개발 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 다양한 시공간에서 발생하는 실시간 수요에 대응가능한 공유차 자동 최적배분 알고리즘, 최적화 기술 등이 개발 필요 - 데이터 기반 자율주행차 서비스 연계 플랫폼 및 접근 권한 관리 기술등 서비스 기술 개발 필요 - 고객 안전 확보 및 비상상황에 대비할 수 있는 자율주행차 통제 목적의 원격 조종 기술 개발 필요 - 단기 공유차 수요예측 및 교통상황 예측에 기반한 시뮬레이션 환경 마련 필요

• 국내

[서비스]

- 자율주행기술의 경우, 다양한 업체가 시범서비스를 운영하고 있으나 아직 상용서비스를 운영 중인 업체는 없음. 또한 기 구축된 HD Map상 정해진 waypoint를 따라 이동하고 사전에 정의된 승/하차 지점에 정차하는 것은 가능하지만 임의의 경로/승하차 지점을 구현한 사례는 없음
- 2019년 고속도로 전구간 정밀도로지도 구축 완료, 2022년까지 전국 일반도로 약 14,000km 정밀도로지도 구축사업을 통해 간선도로를 포함한 일반도로의 정밀도로지도가 구축될 것으로 예상함. 현재 이러한 차량-도로 간 협력주행체계의 기본 인프라를 사용하여 간선도로를 통과하는 거점 기반 자율주행 경로/승하차 지점을 구현한 사례는 없음
- 라이드플렉스와 쏘카는 국내 최초로 민간이 주도하는 승객 수요응답형 자율주행 공유차 시범 서비스를 2020년 선보임. 교통 통제 속에서 단기로 진행되는 기존의 자율주행 시범 서비스와 달리 차량이 혼잡하게 운행되는 도로에서 실제 이동 수요가 있는 승객을 대상으로 운영되었음

[차량 기술]

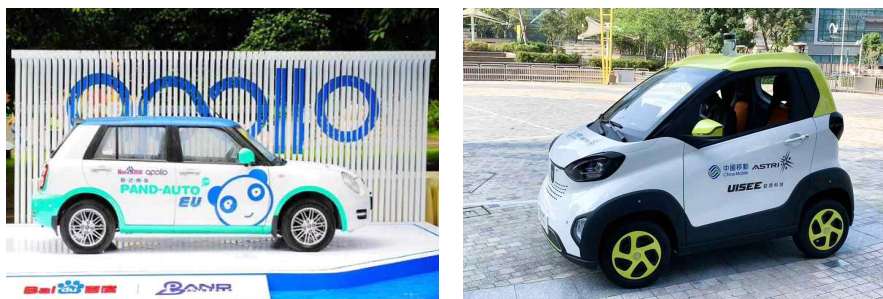
- 많은 자율주행 차량들이 센서와 액추에이터 튜닝을 통해 그 기술을 구현하고 있는 반면, 현대자동차그룹은 다양한 모빌리티 서비스에 대응할 수 있도록 자율주행에 필요한 센서와 액추에이터가 임베디드된 차량 플랫폼인 아이오닉5 로보택시를 설계하고 있고, 이를 2024년까지 상용화 할 계획을 발표함



- 실시간 최적 배분 알고리즘의 경우 자율주행차에 직접 적용된 사례는 없으나, 상용화된 Ride hailing 솔루션 또는 car sharing matching 솔루션을 개조하여 개발 가능
- 자율주행 공유차를 위한 시뮬레이션 기술과 원격 제어 기술은 공개된 바 없음

• 중국

- Autonomous Valet Parking(AVP)을 기반으로 Car sharing(time share rental) 에 적용 중
- Baidu(+Pand Auto), UISEE, ZongMu Technology 등이 기술 개발 및 시연 중이나 아직 상용화한 사례는 없음
- (국내와 동일) Car sharing 특화 자율주행차 배분 알고리즘 및 시뮬레이션 기술 상용화 없음



- 중국 자동차 제조사인 니오는 모바일이와 손잡고 ES8 플랫폼 기반의 Lv.4급 자율주행을 수행할 수 있는 공유차용 차량 개발하여 2022년 뮌헨에서 서비스를 개시하기로 선언함



• 미국

- Ridecell (美 San Francisco 소재, Car-sharing, Ride-sharing, Autonomous 향 Fleet Management Solution 업체)이 2017년 10월 인수한 Auro Robotics 솔루션이 대표적인 사례
- 자율주행차 기반 초기 상용화 application의 일환으로 car-sharing에 자동 픽업/리턴을 지원하기 위한 자율주행기술 개발 중
- 우선적으로 대학 캠퍼스 또는 회사 캠퍼스 등에서 실증 운영을 통해 자율주행 기술을 보완함과 동시에, car-sharing에 적용할 수 있는 기술 개발 병행 중
- 헤일로 (美 Las Vegas 소재, 자동차 원격 조종 기술 개발 업체)는 원격 차량운전 시스템을 5G에 기반하여 운전하는 기술을 개발하고, 2021년 말 라스베이거스 일부 지역에서 시범주행을 실시할 계획임



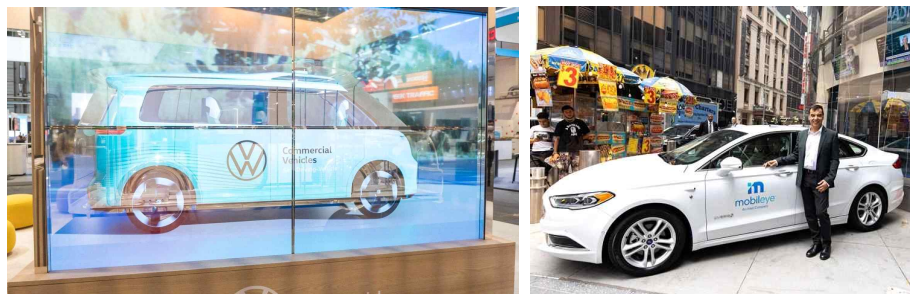
• 유럽

[서비스]

- 모빌이사는 2022년까지 50개 로보택시차량을 이용하여 앱을 통해 서비스받을 수 있는 자율주행 라이드헤일링 시범 서비스를 거대 렌트카 기업인 SixT와 함께 출시하고, 궁극적으로 독일과 다른 유럽 내 국가들에게 10년 안에 상용화 수준의 서비스로 확대할 것을 발표함. 또한, 지금은 법적 한계로 인해 시스템 문제를 대비하여 안전운전자가 차량 내 상주하지만, 2022년까지 이 한계를 벗어날 수 있을 것으로 기대하고 있음
- 안텍스는 러시아 이노폴리스 대학도시 캠퍼스에서 자율주행 라이드헤일링 시범 서비스를 출시함. 약 1.25마일 반경 안에서 도요타 프리우스 차량 2대를 개조한 자율주행자동차로 시범 서비스를 준비하였으며, 약 100명의 시범서비스 체험단이 모집됨. 안텍스의 서비스 또한 자율주행차량에 안전운전자가 상주함

[차량 기술]

- 독일 스타트업 베이는 차량 Remote Access 기술이 도입된 원격 제어 라이드헤일링 서비스를 2022년 출시할 계획이라고 함. 또한 자율주행차 서비스를 위해서는 꼭 거쳐가야 하는 기술임을 이야기함. - 독일에서 2017년 만들어진 레벨 3 자율주행 시스템을 따라 메르세데스 벤츠에서는 2021년 말 까지 특정 모델에서 최대 60km/h 제한속도로 레벨 3 자율주행 기능을 제공함. 차주는 전방주시, 스티어링 휠 핸드온을 하지 않은 상태에서 주행을 차에 맡기는 레벨3 자율주행을 실제 도로에서 사용할 수 있고, 합법적으로 전화를 하고, 인터넷 서핑을 하고, 이메일을 보내고 온라인에서 미팅을 수행하는 등 다른 일을 할 수 있게 됨
- 폭스바겐은 자율주행차 공유 서비스, 자율주행차 라이드 헤일링 서비스에서 사용할 수 있는 자율주행 차량인 ID버즈를 2023년까지 대량 생산 모델화하여 판매를 개시할 계획을 발표함



연구내용
(Spec. 포함)

- 자율주행 공유차량 서비스를 위한 차량 시스템 개발
 - 사용자 또는 관리자별 자율주행 공유차량 접근 권한 관리 기술 개발
 - 차량의 시동 상태, 문 잠금 및 개폐 상태 정보를 수집할 수 있는 기술 개발
 - 통신을 통해 사용자 정보를 인지-확인하고 접근 권한을 부여할 수 있는 액세스 기술 개발

- 통신을 이용하지 않고 비통신 기반으로 암호화되어 긴급 접근 권한을 부여할 수 있는 액세스 기술 개발
- 차량 내 관리자, 사용자인지 및 상태 파악 기술 개발
- 탑승자를 위한 HMI 서비스기술 개발
 - 차량과 탑승자, 관제센터와 탑승자 간 비상, 임시 목적지 설정, 최종 목적지 변경 및 서비스 인력과 이야기 할 수 있는 운영 서비스기술 개발
 - 차량 내 기초 UX환경 조성이 가능한 HMI 서비스기술 개발
- 차량 내·외부 청결도 인지 및 최적화 기술 개발
 - 탑승자 프라이버시를 보호할 수 있는 영상 기반 차량 내부 청결도 확인 시스템 구축
 - 차고지를 기반으로 차량 외관상태 변화를 추적할 수 있는 영상 기반 차량 외부 청결도 및 접촉사고 발생 확인 시스템 구축
- 차량 이상 탐지 및 탐지 정보 센터 전송 기술 개발
 - GPS 및 자이로센서 데이터 모니터링 시스템 구축
 - 축 가속도센서 데이터 모니터링 시스템 구축
 - 스냅샷 또는 하이퍼랩스 동영상, 그리고 선별된 영상을 수집할 수 있는 자동차 외부를 촬영하는 대쉬캠 시스템 구축
 - 상기 데이터(GPS, 자이로, 3축 가속도, 영상) 기반 사고 발생 감지 및 탐지 정보 센터 전송 기술 개발
- 서비스 대기 차량 통제를 위한 기술
 - 거점구역 내 또는 거점구역 간 자율주행 차량 재배치 기술 개발
 - 일정 반경 이내에 운영 인력이 개입하지 않는 차량 대기 안전공간을 판단하고 이동하여 대기 상태로 전환할 수 있는 기술 개발
 - 운영 인력이 개입하지 않는 일정 반경 이내 차량 배회 기술 개발
- 자율주행 공유차량 서비스 플로우 유지를 위한 서비스기술 개발
 - ※ 서비스 플로우 : 공유차 이용자 관점에서 예약부터 반납까지의 일련의 프로세스
 - 사용자 APP 서비스기술 개발
 - 실시간 차량 정보 확인, 예약, 요금결제 등이 가능한 사용자 App 서비스기술 개발
 - 도시 거점구역 내 또는 거점구역 간의 이동 수요 매칭 기반 서비스 기술 개발
 - 서비스 가능 지역에서 발생한 편도/프리플로팅 이동 수요를 자율주행차에 연계시킬 수 있는 목적지 설정과 경로 설정이 가능한 High level global path planning 기술 개발
 - 차량기술과 연결된 서비스 application 개발
 - 수요 예측 시뮬레이션 기술 개발 및 수요 예측 수행
 - 일중/주중으로 시간/공간 수요 편중에 따른 수요 예측 기술 및 재배치 기술 연계
 - 일중/주중으로 수요 시뮬레이션에 필요한 확률 분포 모델 및 이벤트 모델 개발
 - 차량 정비 및 공유 시스템 건전성 최적화 기술 개발
 - 헬스 체크 기반 차량 및 공유 시스템에 대한 MDP(모니터링-진단-처방)시스템 구축
 - 차량의 이상상태(타이어 공기압 이상 발생, AUX배터리 방전) 정보 취득이 가능한 모니터링 시스템 구축
 - 차량의 주행거리 및 소모품 상태 정보 취득이 가능한 모니터링 시스템 구축
 - ※ 시스템 건전성 : 차량 고장, 정비상태 불량 등으로 공유차 이용에 불편을 발생시키지 않고 편리하게 서비스를 이용할 수 있는 상태
- 자율주행 공유차량의 최신성을 유지하고 긴급상황 발생 시 고객 안전을 확보할 수 있는 운영 기술 개발
 - 차량 내·외부 청결도 인지 및 최적화 기술 개발
 - 탑승자 프라이버시를 보호할 수 있는 영상 기반 차량 내부 청결도 확인 시스템 구축
 - 차고지를 기반으로 차량 외관 상태 변화를 추적할 수 있는 영상 기반 차량 외부 청결도 및 접촉사고 발생 확인 시스템 구축
 - 사고 대응 및 고객안전 확보 최적화에 필요한 서비스 기술 개발
 - 사고 발생 시 자동 레포트 생성 기술 개발
 - 사고 발생 시 고객 대응 및 안전 확보 운영 프로토콜 구축 및 검증
- 자율주행 공유차량 서비스 실행과 운영-서비스에 대응할 수 있는 원격 관제 시스템 개발(UI 등 포함)
 - 자율주행 차량의 주행통제기능 Remote Access 기술 개발
 - 운영상, 서비스상 필요에 따른 Remote Access 필요 여부 판정 인공지능 판단모델 기술 개발
 - 탑승자 HMI와 연계된 Remote Access 서비스 플로우 개발
 - 차량 주변 환경 인지 메타데이터와 직접 데이터가 결합된 차량 환경 인지 기술 개발
 - 차량 원격 주행자 Control Interface 기술 개발
 - 통신 음영을 대비할 수 있도록 가까운 통신 가능 지역으로 자율적으로 이동할 수 있는 local path planning

	<p>인공지능 기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> · 원격 차량 주행 기술 개발 - 실시간 자율주행 공유차 서비스 운영자를 위한 UI 개발 - 긴급상황을 다룰 수 있는 프로토콜 및 인력 연계 시스템 개발 <p>• ODD확장을 위한 Lv.4+ 자율협력주행 기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - ODD기반 거점구역 및 서비스구역 설정 기술 개발 · 일정 반경의 크기를 가진 거점구역을 설정하고, 자율주행 서비스가 가능한 영역에 대한 지오펜스 응용기술 개발 및 적용 · 거점구역 간의 이동에 필요한 간선도로 구간을 설정하고, 간선도로 내 자율주행 서비스가 가능한 영역에 대한 지오펜스 응용기술 개발 및 적용 - ODD확장을 위한 Lv.4+ 연계 V2X 통신 기술 및 자율협력주행 연계 기술 개발 <p>• 자율주행 공유차량 서비스 지원 및 플랫폼 평가 기술 개발(공공센터)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 서비스에 도입될 자율주행 공유차량의 사용성 및 운영효율성 평가 기술 개발 - 서비스 플로우 형성을 위한 서비스 및 운영 지원 요소를 포함한 서비스 수행 적절성 평가 - 유동적 수요에 능동적으로 대응하기 위한 공유차 운영 모빌리티 모니터링 상세지표 개발 - 공유차 서비스의 안전성 향상을 위한 차량 주행 안정성 모니터링 기술 개발 - 공공 자율주행 관제와 연동할 수 있는 데이터 인터페이스 기술 개발 <p>• 리빙랩 운영(실증 목표거리 80,000km 이상, 빅데이터 수집량 3,200TB 이상)으로 검증</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lv.4/4+ 자율주행 공유차 20대 이상(차량플랫폼 및 시스템 최적화 개발) - 자동 Pick-up/Return 및 서비스 이용 중 자율주행/수동운전 선택 이용 - 실증지역 : 리빙랩 구역 내에서 진행, 운영기간 2년 이상 - 성과지표 기반 자율주행 공유차량 배차/픽업/리턴 서비스 만족도에 대한 유의미한 통계 확보
--	---

	성과항목	단위	세계최고수준 (보유국, 기업)	현재 국내 최고수준	개발 목표치	평가방법	가중치 (%)
성과지표	자율주행차 프리플로팅 거점서비스 면적	km	6.6km (미국, Waymo)	-	≥5	기술수준	10
	자율주행차 프리플로팅 도시 내 거점구역 개수	개	5개 도시 (미국, Waymo)	-	≥3	기술수준	10
	차량 상태 정보 정확도 (프리플로팅, 사용자탑승, 대기 등)	%	- (미국, 팬텀오토)	-	≥99	기술수준	10
	자율주행 공유차량 예상도착 시간 예측치 정확도	%	- (미국, Waymo)	-	≥95	기술수준 (기존 유인 기반 free-floating 시스템 대조)	10
	차량 원격제어 운행 정확도	%	- (미국, 팬텀오토)	-	≥99	기술수준	10
	실증거리	km	-	-	80,000	실증거리	15
	서비스 이용만족도	%	-	-	80	서비스 이용만족도	15
	빅데이터 수집량	TB	-	-	3,200	빅데이터 수집량	15
	서비스 이용자 Application S/W	건	-	-	1	S/W	5
	계						100

최종성과물	<ul style="list-style-type: none"> • (설계서) 자율주행 공유차 서비스 요구사항 정의서 • (설계서) 자율주행 공유차 서비스 특화 자율주행시스템 설계 사양서 • (설계서) 자율주행 공유차 서비스 특화 원격주행시스템 설계 사양서 • (시스템·하드웨어) 자율주행 공유차 서비스 특화형 자율주행 시스템 (센터 시스템) • (시스템·하드웨어) 자율주행 공유차 서비스 특화형 자율주행 원격제어 시스템 (센터 시스템) • (장비·시제품) 자율주행 공유차 서비스 특화형 자율주행차량 시스템 (차량 탑재형) • (장비·시제품) 자율주행 공유차 서비스 특화형 원격주행차량 시스템 (차량 탑재형) • (소프트웨어) 시 기반 Fleet 단위 자율주행차 거점구역 내 재배치 알고리즘 • (소프트웨어) 자율주행 공유차 운행 성과 평가 모델
-------	---

	<ul style="list-style-type: none"> • (소프트웨어) 시 기반 자율주행 공유차 수요 예측 및 시뮬레이션 알고리즘 • (소프트웨어) 자율주행 공유차 서비스 특화형 원격주행 운전자 UX기술 • (소프트웨어) 자율주행 공유차 접근 및 사용 권한 관리 기술 • (소프트웨어) 시 기반 자율주행 공유차 청결도 예측 및 관리 기술 • (소프트웨어) 자율주행 공유차 Lane-level 실시간 최적경로 산출 알고리즘 • (소프트웨어) 자율주행 공유차 예상 도착시간 산정 알고리즘 • (소프트웨어) 도착시간 기반의 자율주행 공유차량 최적배분 및 자동 회차 관제 플랫폼 • (소프트웨어) 자율주행 공유차 서비스 운영 시뮬레이션 시스템 • (소프트웨어) 자율주행 공유차 서비스 사용자 Application(예약, 요금결제 등 포함) • (가이드·매뉴얼) 자율주행 공유차 서비스 특화 자율주행 유스케이스 및 시나리오 개발 보고서 • (보고서) 자율주행 공유차 서비스 특화 자율주행 모비리티 리빙랩 실증 평가 보고서 							
활용방안 및 기대효과	<ul style="list-style-type: none"> • 공유차 서비스에 과제 결과물을 적용하여, 기존 운영 상 불편요소 해결 및 운영 효율성 달성 <ul style="list-style-type: none"> - 이용자의 차량 픽업/반납 자유도 증가로 접근성 개선 - 이용자는 차량 주행에 자율주행기능을 사용하여 주행 편의성 개선 - 운영자는 서비스 이용자 위치 제약 해소로 수요 확대 가능 - 운영자는 편도/프리플로팅 서비스 제약 해소로 수요 확대 가능 - 운영자는 차량 재배치 등 free-floating에 필요한 인력 및 비용을 절감 가능 • 자율주행차량 기반 서비스에 대한 이용자/사회적 인식 개선을 통한 사업 기회 확장성 제공 <ul style="list-style-type: none"> - 자율주행기술에 대한 사용접점을 확대하여 사회적 수용도를 확보 - 사업 영역 확대로 다양한 생태계 참여자 육성 및 산업 활성화 효과 기대 							
기타								
연구기간	(57) 개월							
정부출연금(억 원) 및 소요인력(명)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	7차년도	합 계
		25	30	40	40	10	5	150