발간등록번호 11-B552989-000511-01

최종보고서(연구단 총괄용)

보안등급
일반[✔], 보안[ ]

중앙행정기관명	국토교통부	사업명	사업명	교통물류연구
전문기관명	국토교통과학기술진흥원		내역사업명	
공고번호	공고-제11호	총괄연구개발 식별번호		21TLRP-B146733-04
		연구개발과제번호		-

국가과학기술 표준분류						
	EA0907	50%	EI0201	25%	EI0504	25%

총괄연구개발명	국문	자율주행기반 대중교통시스템 실증연구	
	영문	Connected and Automated Public Transport Innovation	
연구개발 과제명 1세부	국문	자율협력주행 기반 친환경 대중교통 플랫폼 기술 개발	
	영문	Development of the Connected and Automated Driving based Eco-Transit Platform Technology	
연구개발 과제명 2세부	국문	지능형 인프라 연계 자율주행지원 관제 시스템 개발	
	영문	Development of the Traffic Control Center System connected with the Intelligent Infrastructure for Automated Driving	
연구개발 과제명 3세부	국문	사용자 중심 대중교통 운영환경 구축 및 실증 평가기술 개발	
	영문	Development of Proving and Evaluation Technology and Building User-oriented Transit Operational Lab.	

주관연구기관	기관명	한국교통연구원	사업자등록번호	120-52-01804
	주소	(우)세종특별자치시 시청대로 370, 세종국책연구단지 과학인프라동(B)	법인등록번호	
주관연구책임자	성명	강경표	직위	선임연구위원
	연락처 직장전화	044-211-3177	휴대전화	010-4018-9600
	연락처 전자우편	kpkang@koti.re.kr	국가연구자번호	10172662

연구개발기간	전체 2018. 04. 27 - 2021. 12. 31(45 개월)
	1년차 2018. 04. 27 - 2018. 12. 31(9 개월)
	2년차 2019. 01. 01 - 2019. 12. 31(12 개월)
	3년차 2020. 01. 01 - 2020. 12. 31(12 개월)
	4년차 2021. 01. 01 - 2021. 12. 31(12 개월)

연구개발비 (단위 : 천원)	정부지원 연구개발비	기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금				합계			연구개발비 외 지원금
				지방자치단체		기타( )					
	현금	현금	현물	현금	현물	현금	현물	현금	현물	합계	
총계	26,779,000	1,103,021	7,664,810	-	-	-	-	27,882,021	7,664,810	35,546,831	-
1년차	961,000	63,198	410,802	-	-	-	-	1,024,198	410,802	1,435,000	-
2년차	9,118,000	398,363	2,642,977	-	-	-	-	9,516,363	2,642,977	12,159,340	-
3년차	10,460,000	442,419	3,118,764	-	-	-	-	10,902,419	3,118,764	14,021,183	-
4년차	6,240,000	199,041	1,492,267	-	-	-	-	6,439,041	1,492,267	7,931,308	-

주관(협동) 연구기관	기관명	책임자	직위	휴대전화	전자우편	비고 역할	비고 기관유형
1세부	서울대학교	이경수	교수	010-3223-0455	kyi@snu.ac.kr	협동	학
2세부	㈜세스트	서대화	대표이사	010-4808-6560	dwseo@cest.co.kr	협동	산
3세부	한국교통연구원	강경표	선임연구원	010-4018-9600	kpkang@koti.re.kr	협동	연

연구개발담당자 실무담당자	성명	김탁영	직위	연구원	
	연락처 직장전화	044-211-3089	휴대전화	010-4178-0511	
	연락처 전자우편	noogoona@koti.re.kr	국가연구자번호	10202848	

이 최종보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 제재 처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2022 년 3 월 18 일

주관연구책임자 : 강 경 표 (직인)

주관연구기관의 장 : 한국교통연구원 오 재 학 (직인)

국토교통과학기술진흥원장 귀하

< 요 약 문 >

사업명		교통물류연구사업			총괄연구개발 식별번호	21TLRP-B146733-04	
내역사업명					연구개발과제번호	-	
국가과학기술 표준분류		EA0907	500%	EI0201	25%	EI0504	25%
총괄연구개발명		자율주행기반 대중교통시스템 실증연구					
연구개발 과제명	1세부	자율협력주행 기반 친환경 대중교통 플랫폼 기술 개발					
	2세부	지능형 인프라 연계 자율주행지원 관제 시스템 개발					
	3세부	사용자 중심 대중교통 운영환경 구축 및 실증 평가기술 개발					
전체 연구개발기간		2018. 04. 27 - 2021. 12. 31(3년 9개월)					
총 연구개발비		총 35,546,831천원 (정부지원연구개발비 : 26,779,000천원, 기관부담연구개발비 : 8,767,831천원, 지방자치단체 : 천원, 그 외 지원금 : 천원)					
연구개발단계		기초[ ] 응용[ ] 개발[✔] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[ ]			기술성숙도	착수시점 기준(TRL 4~5) 종료시점 목표(TRL 6~7)	
연구개발과제 유형		지정공모 [✔] 자유공모 [ ]					
연구개발과제 특성		실용화					
연구개발 목표 및 내용	최종 목표	○ 교통혼잡과 배기배출물/미세먼지로 인한 환경오염 등의 도심교통 문제 해결 및 기존에 개발된 자율주행 기술을 활용하여 체험형 서비스 R&D를 구현하는 실증연구 추진으로 개발 완료 후 국민이 직접 체감할 수 있는 육상용 신교통서비스(Transit as a Service, TaaS) 제공 ○ 자율협력주행 기반 육상용 친환경 스마트 대중교통(소형/중·대형 버스) 시스템 기술 개발, 지능형 인프라 연계 운영/검증 기술 개발 및 실증을 통한 대중교통시스템 혁신의 교두보 확보					
	전체 내용	○ [1세부] 자율협력주행 기반 친환경 대중교통 플랫폼 기술 개발 ○ [2세부] 지능형 인프라 연계 자율주행지원 관제시스템 개발 ○ [3세부] 사용자 중심 대중교통 운영환경 구축 및 실증 평가기술 개발					
	1년차	목표	○ 자율협력주행 기반기술 개발				
		내용	○ 자율주행기반 대중교통 시스템 구축을 위한 알고리즘 적용 및 개발(서울대학교) ○ 자율협력주행 기술 및 C-IPTS 연동 차량서비스 확장을 위한 SW 플랫폼(에스더블유엠) ○ 자율협력주행 기술적용을 위한 소형 및 중/대형 버스 개조기술 개발(현대자동차) ○ 자율협력주행을 위한 영상 인식 알고리즘 성능 개선(스트라드비젼)					
		목표	○ 지능형 인프라 연계 자율주행지원 관제시스템 개발				
		내용	○ 동적정보 수집/제공을 위한 기능/인터페이스 설계(SK텔레콤) ○ C-IPTS 기반 자율협력주행 대중교통관제시스템 통합 방안 수립(한국교통연구원) ○ 차상제어모니터링 및 유지 관리데이터 기반 통합 실시간 신뢰성 평가 시스템 개발(엔제로) ○ C-IPTS를 위한 통신요구사항 분석 및 WAVE/LTE 기반 OBU 개발(세스트)					
		목표	○ 사용자 중심 대중교통 운영 환경 구축 및 실증 평가기술 개발				
		내용	○ 실증연구 수행방안 수립 및 시뮬레이션/편의 서비스 핵심 기술 개발(한국교통연구원) ○ 스마트 대중교통 운영 효율성 평가 시뮬레이션 개발(텔레컨스) ○ 스마트 대중교통 이용자 편의 서비스 및 빅데이터 활용 시스템 개발(인포뱅크) ○ 실증단지 구축 및 실용화 추진을 위한 법·제도 정비(한국법제연구원)					
	2년차	목표	○ 중소형 디젤버스(2대) 기반 자율협력주행 시스템 개발				

		내용	○ 자율주행기반 대중교통 시스템 구축을 위한 알고리즘 적용 및 개발(서울대학교) ○ 자율협력주행 기술 및 C-IPTS 연동 차량서비스 확장을 위한 SW 플랫폼(에스더블유엠) ○ 자율협력주행 기술적용을 위한 소형 및 중/대형 버스 개조기술 개발(현대자동차) ○ 자율협력주행을 위한 영상 인식 알고리즘 성능 개선(스트라드비젼)
		목표	◯ 지능형 인프라 연계 자율주행지원 관제시스템 개발
		내용	○ 자율협력주행을 위한 C-IPTS 디지털 인프라 기술 개발(SK텔레콤) ○ C-IPTS 기반 자율협력주행 대중교통 관제시스템 통합방안 수립(한국교통연구원) ○ 실시간 차량-관제시스템 모니터링 및 신뢰성 평가기술 개발(엔제로) ○ C-IPTS 및 C-IPTS를 위한 RSU 구축 및 시스템 간 프로토콜 개발(세스트) ○ 자율협력주행을 위한 HD map 서버 관련 기술개발(엠큐닉)
		목표	○ 사용자 중심 대중교통 운영 환경 구축 및 실증 평가기술 개발
		내용	○ 실증연구 수행방안 수립 및 시뮬레이션/편의 서비스 핵심 기술 개발(한국교통연구원) ○ 스마트 대중교통 운영 효율성 평가 시뮬레이터 설계(텔레컨스) ○ 스마트 대중교통 이용자 편의 서비스 및 빅데이터 활용 시스템 개발(인포뱅크) ○ 실증단지 구축 및 실용화 추진을 위한 법·제도 정비(한국법제연구원) ○ C-IPTS 기반 개방형 데이터 플랫폼 아키텍쳐 구상 및 정의(데이터위즈)
	3년차	목표	○ 대형 전기버스(3대) 기반 자율협력주행 시스템 개발
		내용	○ 자율주행기반 대중교통 시스템 구축을 위한 알고리즘 적용 및 개발(서울대학교) ○ 관제시스템 및 V2V 연계를 위한 자율협력주행 기술 개발(서울대학교) ○ 자율협력주행 기술 및 C-IPTS 연동 차량서비스 확장을 위한 SW 플랫폼(에스더블유엠) ○ 자율협력주행 기술적용을 위한 소형 및 중/대형 버스 개조기술 개발(현대자동차) ○ 자율협력주행을 위한 영상 인식 알고리즘 성능 개선(스트라드비젼)
		목표	◯ 지능형 인프라 연계 자율주행지원 관제시스템 개발
		내용	○ WAVE/5G를 활용한 차량통신 단말 구성 및 Hd map/관제 시스템과 연계한 통신 서비스 개발(세스트) ○ C-IPTS 기반 자율협력주행 대중교통 관제시스템 구축(한국교통연구원) ○ 실시간 차량-관제시스템 모니터링 및 신뢰성 평가기술 개발(엔제로) ○ 자율협력주행을 위한 C-IPTS 디지털 인프라 기술 개발(SK텔레콤) ○ 자율협력주행을 위한 C-IPTS 디지털 인프라 기술 개발(엠큐닉)
		목표	○ 사용자 중심 대중교통 운영 환경 구축 및 실증 평가기술 개발
		내용	○ 실증연구 수행방안 수립 및 시뮬레이션/편의 서비스 핵심 기술 개발(한국교통연구원) ○ 스마트 대중교통 운영 효율성 평가 시뮬레이터 개발(텔레컨스) ○ 스마트 대중교통 이용자 편의 서비스 및 빅데이터 활용 시스템 개발(인포뱅크) ○ 특허 분석을 통한 특허 포트폴리오 작성 및 계획수립(인포뱅크) ○ 실증단지 구축 및 실용화 추진을 위한 법 · 제도 정비(한국법제연구원) ○ C-IPTS 데이터의 특성을 반영하고 범용적으로 활용할 수 있는 데이터 카탈로그 작성 표준 제시(데이터위즈) ○ 특허 분석을 통한 특허 포트폴리오 작성 및 계획 수립(데이터위즈)
	4년차	목표	○ 중소형 전기버스(5대) 기반 자율협력주행 시스템 개발 및 중소형/대형 자율협력주행 실증
		내용	○ 자율주행기반 대중교통 시스템 구축을 위한 알고리즘 적용 및 개발(서울대학교) ○ 자율협력주행 기술 및 C-IPTS 연동 차량서비스 확장을 위한 SW 플랫폼(에스더블유엠) ○ 자율협력주행 기술적용을 위한 소형 및 중/대형 버스 개조기술 개발(현대자동차) ○ 자율협력주행을 위한 영상 인식 알고리즘 성능 개선(스트라드비젼)
		목표	○ 지능형 인프라 연계 자율주행지원 관제시스템 개발
		내용	○ WAVE/5G Hybrid 통신 실차 운영 테스트 및 C-IPTS 서비스 통합 테스트(세스트) ○ C-IPTS 기반 자율협력주행 대중교통 관제시스템 검증 및 실용화 목적 최적화(한국교통연구원) ○ 실시간 차량-관제시스템 모니터링 및 신뢰성 평가 검증 및 실용화 목적 최적화(엔제로) ○ HD map 서버 성능 개선 및 최적화(엠큐닉)

		목표	○ 사용자 중심 대중교통 운영 환경 구축 및 실증 평가기술 개발
		내용	○ 실증연구 수행방안 수립 및 시뮬레이션/편의 서비스 핵심 기술 개발(한국교통연구원) ○ 스마트 대중교통 운영 효율성 평가 시뮬레이션 개선 및 검증(텔레컨스) ○ 실시간 연계 데이터 기반의 시뮬레이션 결과 도출 및 실증을 통한 데이터 분석(텔레컨스) ○ 스마트 대중교통 이용자 편의 서비스 및 빅데이터 활용 시스템 개발(인포뱅크) ○ 특허 분석을 통한 특허 포트폴리오 작성 및 계획수립(인포뱅크) ○ 실증단지 구축 및 실용화 추진을 위한 법·제도 정비(한국법제연구원) ○ GIS 데이터(HD map과 SD map)를 위한 카탈로그 작성과 상호 변환 방법 정의의 실증(데이터위즈) ○ 4차년도 실증단지 운영을 위한 행정 지원 및 자율주행차 시범운행지구 운영 방안 마련(세종도시교통공사) ○ 실증 이후 대중교통시스템 운영·관리를 위한 대안 마련(세종도시교통공사)
연구개발성과			○ C-IPTS 자율협력주행 기반 친환경 대중교통 제작(중소형: 5대 이상, 대형 : 3대 이상) ○ C-IPTS 기반 관제시스템(H/W, S/W 포함) ○ 실도로 모사 자율주행 시스템 안전성 평가용 실증연구 테스트베드 ○ 복합 실증 시나리오(5건 이상) 및 대중교통 수단별 시나리오(5건 이상) ○ 사용자 중심 시스템 평가 및 운용환경 구축을 위한 핵심 알고리즘 등 S/W ○ 실증단지 계획, 구축, 운영을 위한 효과분석 및 법·제도 개선 등 보고서
연구개발성과 활용방안 및 기대효과			○ 활용계획 - 자율협력주행 기반 중소형 대형 버스 셔틀 활용 - C-IPTS 기반 자율협력주행 대중교통 관제시스템 서비스 적용 - 수요 대응형 스마트 대중교통 이용자 서비스의 범용적 활용 ○ 기대효과 - 대중교통에 적합한 자율주행기술 개발 선도 - 관제센터 정보를 이용한 자율주행으로 자율주행 고도화 및 협력주행으로 기술 선도 - 특정 도시지역 또는 시골지역 저수익 대중교통시스템 혁신 - 한국형 자율주행 S/W 플랫폼 개발을 통한 자율주행 요소기술 개발 생태계 구축
연구개발성과의 비공개여부 및 사유			해당없음

연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문	특허	보고서 원문	연구시설·장비	기술요약정보	소프트웨어	표준	생명자원		화합물	신품종	
								생명정보	생물자원		정보	실물
	42	51	32	-	-	35	3	-	-	-	-	-

연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황	구입기관	연구시설·장비명	규격(모델명)	수량	구입연월일	구입가격(천원)	구입처(전화)	비고(설치장소)	ZEUS 등록번호
	-	-	-	-	-	-	-	-	-

국문핵심어 (5개 이내)	자율협력주행기술	자율협력주행버스	협력형 지능형 대중교통시스템	교통관제센터	디지털인프라
영문핵심어 (5개 이내)	Connected and Automated Driving Technology	Connected and Automated Driving Bus	Cooperative Intelligent Public Transportation Systems	Traffic Control Center	Digital Infrastructure

〈 목 차 〉

1. 연구개발과제의 개요

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성)

5. 사전점검의견 조치결과

6. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여 정도

7. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

별첨자료(참고문헌 등)

1. 연구개발과제의 개요

1) 연구개발과제의 최종 목표

(1) [1세부] 자율협력주행 기반 친환경 대중교통 플랫폼 기술 개발
○ 자율협력주행 기반 대중교통시스템 알고리즘 적용 기술 개발(서울대학교)
○ 자율협력주행 기술(인지/측위/판단/제어) 및 C-IPTS 연동 차량서비스 확장을 위한 SW & HW 플랫폼 개발(에스더블유엠)
○ 자율협력주행 기술 적용을 위한 소형 및 대형 버스 개조기술 개발(현대자동차)
○ 자율협력주행 및 승객 안전을 위한 비전 센서 기반 인지 최적화 기술 개발(스트라드비젼)
(2) [2세부] 지능형 인프라 연계 자율주행지원 관제시스템 개발
○ C-ITS 사업 연계와 5G 기반의 V2X 진화를 고려한 WAVE/C-V2X Hybrid 방식의 협력형 차량통신/보안 기술 적용 및 표준 개발(세스트)
○ 자율협력주행 대중교통 관제센터 구축 기술 개발(한국교통연구원)
○ 안정적인 무인 자동운행을 위한 실시간 신뢰성 평가 및 차량 상태기반 고장예측 진단 시스템 개발(엔제로)
○ 실시간 교통 정보 및 사고 정보 등 동적 정보를 반영한 자율협력주행 디지털 인프라(HD map) 구축(SK텔레콤)
○ 자율협력주행을 위한 HD map 서버 관련 기술개발 (엠큐닉)
(3) [3세부] 사용자 중심 대중교통 운영환경 구축 및 실증 평가기술 개발
○ 실증단지 선정/설계/구축/평가 및 가이드라인 개발 (한국교통연구원)
○ 자율협력주행 대중교통 및 자율협력주행차량/일반차량 혼재 상황 모사 가능한 시뮬레이션 개발 (한국교통연구원, 텔레컨스)
○ 스마트 대중교통 운영 효율성 평가 시스템 개발 (한국교통연구원, 텔레컨스)
○ 수요 대응형 스마트 대중교통 이용자 편의 서비스 첨단화 시스템 개발 및 적용 (한국교통연구원, 인포뱅크)
○ C-IPTS 기반 개방형 빅데이터 플랫폼 구상 및 기술 개발(데이터위즈, 인포뱅크)
○ 실증단지 구축 및 실용화 추진을 위한 법·제도 정비 (한국법제연구원)
○ 자율협력주행기반 대중교통시스템 실증을 위한 세종시 대중교통시스템 운영·관리 지원 (세종도시교통공사)

2) 연구개발과제의 년차별 목표

(1) 1차년도
① 1세부
가. 1세부과제 협동연구기관(서울대학교)
○ 자율주행기반 대중교통시스템 구축을 위한 알고리즘 적용 및 개발
- 대중교통 자율협력주행개발 기술 동향조사
- 중소형 버스 자율주행 시스템 기본 설계
- 중소형 버스 인지 및 측위 알고리즘 개발
- 중소형 버스 동측성 기반 정밀 추종 제어 시뮬레이션
- 중소형 버스 센서 고장 진단/대응기술 개발

나. 1세부과제 공동연구기관(에스더블유엠)
○ 자율협력주행 기술 및 C-IPTS 연동 차량서비스 확장을 위한 SW 플랫폼
- 자율주행 SW & HW 플랫폼

다. 1세부과제 공동연구기관(현대자동차)
○ 자율협력주행 기술적용을 위한 소형 및 중/대형 버스 개조기술 개발

- 중소형 디젤버스 조향제어 시스템 적용 및 협조제어 사양 개발
- 중소형 디젤버스 구동/제동 시스템 협조제어 사양 개발

라. 1세부과제 공동연구기관(스트라드비젼)

○ 자율협력주행을 위한 영상 인식 알고리즘 성능 개선
- 적용 가능한 알고리즘 확인

② 2세부

가. 2세부과제 협동연구기관(SK텔레콤)

○ 동적정보 수집/제공을 위한 기능/인터페이스 설계
- Crowd sourcing용 단말기를 통해 수집된 데이터는 HD map 클라이언트로 통합되어 관제센터와 연동
- 관제센터를 통해, C-ITS 등 외부로부터 받을 수 있는 동적 정보 활용방안 설계

나. 2세부과제 공동연구기관(한국교통연구원)

○ C-IPTS 기반 자율협력주행 대중교통관제시스템 통합 방안 수립
- 아키텍쳐 개발방법 검토
- 서비스 분석(서비스 요구사항 도출)
- C-IPTS 기반 관제시스템 빅데이터 수집/처리/분석/저장 기술개발

다. 2세부과제 공동연구기관(엔제로)

○ 차상제어모니터링 및 유지 관리데이터 기반 통합 실시간 신뢰성 평가 시스템 개발
- 소형/중대형 자율주행 플랫폼연계 시스템 요구분석
- 실시간 신뢰성 평가기술 설계
- 고장유지보수 통합 신뢰성 평가기술 설계

라. 2세부과제 공동연구기관(세스트)

○ C-IPTS를 위한 통신요구사항 분석 및 WAVE/LTE 기반 OBU 개발
- C-IPTS를 위한 통신 요구사항 분석
- WAVE/LTE Hybrid 차량 단말기 프로토타입 개발 및 C-ITS 서비스 탑재
- SK텔레콤-QRNG 기반 서비스 보안 적용 검토
- 디지털 인프라 성능 요구사항 현황 분석 및 표준개발

마. 2세부과제 공동연구기관(엠큐닉)

○ 자율주행차량 및 관제센터와 HD map 연동
- HD map 요구사항 분석
- 시스템 간의 인터페이스 설계
- 실증단지 HD map 구축 계획

③ 3세부

가. 3세부과제 협동연구기관(한국교통연구원)

○ 실증연구 수행방안 수립 및 시뮬레이션/편의 서비스 핵심 기술 개발
- 실증단지 선정 전략 수립 및 실증 시나리오 개발
- 실증연구 경제적/재무적 타당성 및 도입지역 인센티브 정책 검토
- 실증연구 지역 선정을 위한 기술적·정책적 타당성 검토

나. 3세부과제 공동연구기관(텔레컨스)

○ 스마트 대중교통 운영 효율성 평가 시뮬레이션 개발
- 시뮬레이터 기능요소 및 수행절차 분석
- 시뮬레이터 성능 비교 검토
- 시뮬레이터 기능 수행 절차 개선 방안 도출

다. 3세부과제 공동연구기관(인포뱅크)

○ 스마트 대중교통 이용자 편의 서비스 및 빅데이터 활용 시스템 개발

- 시범 서비스를 위한 기본 개념 구상 및 기초 연구
- 실증 서비스를 위한 모바일 디바이스 SW 구축을 위한 기본 개념 구상
- 시민체감형 서비스 개발을 위한 기초 연구

라. 3세부과제 공동연구기관(한국법제연구원)

○ 실증단지 구축 및 실용화 추진을 위한 법·제도 정비
- 법·제도 동향 및 정책적 현황조사 및 요구사항 도출
- 쟁점별 법제도적 개념정립 및 다면적 분석을 통한 정책방향 도출

(2) 2차년도

① 1세부

가. 1세부과제 협동연구기관(서울대학교)

○ 중소형 자율주행 기술 적용 및 대형 버스 자율주행 시스템 기본설계
- 중소형 버스 인지/측위/판단/제어 알고리즘 적용 및 실차 실험
- 대형 버스 자율주행시스템 기본설계
- 대형 버스 인지/측위 기능 개발

나. 1세부과제 공동연구기관(에스더블유엠)

○ 자율주행 정기차량 특화 전력관리 시스템 개발 및 Falt operation 시스템 설계/구축
- Connected 자율주행 구현을 위한 차량 내부 통신 환경 구축
- HD map 연동 시의 HD map 포맷 범용성 확보를 위한 HD map Engine 개발
- 친환경 전기상용차의 전력관리 최적화를 위한 전력관리장비 개발
- 시스템 오작동 시 비상 정지를 위한 별도 제동 장치 설계

다. 1세부과제 공동연구기관(현대자동차)

○ 스마트 대중교통 이용자 편의 서비스 및 빅데이터 활용 시스템 개발
- 자율협력주행을 위한 중소형 디젤버스 차량 2대 개조
- 자율협력주행을 위한 대형 전기버스 차량 1대 개조
- 자율협력주행을 위한 중소형 전기버스 시작차 1대 제작 검토
- 대형 전기버스 기반 조향/구동/제동제어 시스템 적용 검토

라. 1세부과제 공동연구기관(스트라드비젼)

○ 표지판/신호등 검출을 위한 알고리즘 개발
- Deep Learning 방식의 영상인식 알고리즘 설계 (검출만 가능)
- DB 수집과 학습을 통해 검출 성능 향상

○ 표지판 인식 알고리즘 개발
- 검출된 표지판의 종류 구분하여 출력 (표지판의 종류 인식 가능)
- DB 수집과 학습을 통해 검출 성능 향상

② 2세부

가. 2세부과제 협동연구기관(SK텔레콤)

○ 자율협력주행을 위한 C-IPTS 디지털 인프라 기술 개발
- 실증단지 내 정적 DB 프로토타입 개발 및 서비스 시연을 위한 1차 구축
- 동적 정보 취득/제공을 위한 설계

나. 2세부과제 공동연구기관(한국교통연구원)

○ C-IPTS 기반 자율협력주행 대중교통 관제시스템 통합방안 수립
- C-IPTS 기반 자율협력주행 대중교통시스템 아키텍쳐 개발
- 센터의 관제/운영기능 및 차량-인프라 요구사항 도출
- C-IPTS 서비스를 위한 기술 및 장비기준 분석
- C-IPTS 기반 관제시스템 빅데이터 분석 아키텍쳐 개발 및 데이터베이스화

다. 2세부과제 공동연구기관(엔제로)

○ 실시간 차량-관제시스템 모니터링 및 신뢰성 평가기술 개발

- C-ITS/BIS/BMS/민간운용 교통정보센터 자율협력주행 연계 기술 개발
- 수요 대응형 스마트 대중교통서비스 제공을 위한 사용자-센터-버스 연계 기술 개발
- 차상 운행정보 현시 및 모니터링 기술 개발
- 소형/중대형 자율주행 플랫폼과 연계 시스템 설계
- 실시간 신뢰성 평가 알고리즘 개발
- 유지보수 및 차상제어모니터링 통합 신뢰성 평가 알고리즘 개발

라. 2세부과제 공동연구기관(세스트)

○ C-IPTS 및 C-IPTS를 위한 RSU 구축 및 시스템 간 프로토콜 개발

- C-ITS 및 C-IPTS를 위한 노변 통신 인프라(RSU) 및 서비스 구축
- C-IPTS 시스템 간 인터페이스 정의 및 프로토콜 개발
- QRNG 적용 V2X 서버 설계 및 개발
- WAVE+5G 기반 차량 통신 단말기를 위한 SK텔레콤 아키텍처 검토 및 HW 설계
- C-IPTS 서비스를 위한 데이터 및 메시지 셋 표준 제안

마. 2세부과제 공동연구기관(엠큐닉)

○ 자율협력주행을 위한 HD map 서버 관련 기술개발

- 실증단지 내 HD map 서버 프로토타입 개발 및 서비스 시연을 위한 1차 구축
- 관제시스템과 HD map 프로토타입 1차 연동

③ 3세부

가. 3세부과제 협동연구기관(한국교통연구원, (위탁)한국과학기술원)

○ 실증연구 수행방안 수립 및 시뮬레이션/편의 서비스 핵심 기술 개발

- 자율협력주행 대중교통 실증단지 설계
- 자율협력주행 대중교통 관련 서비스 검토 및 도입지역 적용가능 서비스 도출
- 스마트 대중교통 운영 효율성 평가 시뮬레이터 평가 지표 및 핵심 알고리즘 개발
- 수요 대응형 스마트 대중교통 이용자 편의 서비스 핵심 기술 개발

나. 3세부과제 공동연구기관(텔레컨스)

○ 스마트 대중교통 운영 효율성 평가 시뮬레이터 설계

- 사용자 요구사항을 반영한 시뮬레이션 요구사항 명세서
- 자율주행 통행 특성 알고리즘 및 핵심기술이 반영된 아키텍처 설계서
- 사용자 편의성이 고려된 UI 설계서
- 관제 데이터와 연계 가능한 시뮬레이션용 데이터베이스 설계
- 정밀지도를 활용한 도로네트워크 적용 모델 수립 및 테스트베드 구성

다. 3세부과제 공동연구기관(인포뱅크)

○ 스마트 대중교통 이용자 편의 서비스 및 빅데이터 활용 시스템 개발

- 개방형 데이터 플랫폼 설계
- 서비스 핵심 구성 요소별 세부기획 및 UI/UX 설계 및 개발
- 교통정보 인프라와 대중교통 이용자편의 핵심 기술을 연계한 서비스 시스템의 설계 및 구축
- 사용자를 위한 모바일 어플리케이션 기본 기능 및 핵심 편의서비스 기능 개발
- 2세부 관제와의 양방향 인터페이스 설계
- 3세부 최적경로산정 백엔드 시스템 설계

라. 3세부과제 공동연구기관(한국법제연구원)

○ 실증단지 구축 및 실용화 추진을 위한 법·제도 정비

- 실증단지 구축 및 운행을 위한 정책적 정비방안 제시
- 자율협력주행버스 임시운행을 위한 법제도 정비방안 및 한국형 규제샌드박스 등과 관련성 연구

- 자율협력주행버스 상용화를 위한 법제도 추가쟁점 발굴 및 한국형 규제샌드박스 등과 관련한 법제 개선 전략 제시

마. 3세부과제 공동연구기관(데이터위즈)

○ C-IPTS 기반 개방형 데이터 플랫폼 아키텍쳐 구상 및 정의
- C-IPTS 기반 개방형 데이터 플랫폼 요구사항 검토
- C-IPTS 기반 개방형 데이터 플랫폼(ODP: Open Data Platform) 논리 아키텍쳐 정의
- C-IPTS 기반 개방형 데이터 플랫폼 모듈 구성 및 기능적 요구사항 정의
- C-IPTS 기반 개방형 데이터 플랫폼의 서비스 포털 화면 구성 디자인

(3) 3차년도

① 1세부

가. 1세부과제 협동연구기관(서울대학교)

○ 중소형 버스 자율협력주행 기술 고도화 및 대형 버스 자율주행기술 적용
- 중소형 버스 자율협력주행 기능 고도화
- 대형 버스 인지/측위/판단/제어 알고리즘 적용, 실차 실험 및 시연 구간 성능 검증
- 대형 버스 시연을 위한 자율주행 임시운행면허 허가 취득 (20년 7월 내 취득 목표)

○ 자율주행 제어 로직 관련 특허분석을 통한 특허 포트폴리오 작성 및 계획 수립

나. 1세부과제 공동연구기관(에스더블유엠)

○ 동일 품질 다 차량 자율주행 구현을 위한 자율주행 SW 버전관리환경 구축 및 친사용자적 자율 주행 HMI 개발
- 다수 차량 자율주행시스템 버전관리를 위한 OTA 업데이트 시스템 구축
- 자율주행 SW 탑재 Computing HW 플랫폼 이중화 시스템 구축
- 자율협력주행 기반 대중교통 이용편의성 확보를 위한 승객용 HMI 개발
- 자율주행시스템 작동 및 조작편의성 확보를 위한 운전자용 HMI 개발
- HD Map Engine 인터페이스 개발
- 대형버스 전용 인지환경 설치 키트 개발
- 대형 버스 시연을 위한 알고리즘 적용 가능 수준의 차량 개발 및 시연 테스트

○ 자율주행 SW/HW 플랫폼 관련 특허 분석을 통한 특허 포트폴리오 작성 및 계획 수립

다. 1세부과제 공동연구기관(현대자동차)

○ 자율협력주행을 위한 중소형/대형 전기버스 차량 제작 및 개조
- 자율협력주행을 위한 대형 전기버스 차량 2대 개조
- 자율협력주행을 위한 중소형 전기버스 차량 2대 개조
- 대형 전기버스 기반 조향/구동/제동제어 시스템 검토 및 적용
- 중소형 전기버스 기반 조향/구동/제동제어 시스템 검토

라. 1세부과제 공동연구기관(스트라드비젼)

○ 승객 안전을 위한 비젼 센서 기반의 인지 최적화 기술개발
- Deep Learning 방식의 승객 인식 기술개발
- 대형 버스 대상 승객 인식 알고리즘 적용 및 차량 테스트

② 2세부

가. 2세부과제 협동연구기관(세스트)

○ WAVE/5G를 활용한 차량통신 단말 구성 및 Hd map/관제 시스템과 연계한 통신 서비스 개발
- BRT 구간 통신 장치 실차 운영 및 협력형 자율주행을 위한 V2X 통신 최적화
- 통합 교통 관제 시스템과 연계한 복수 교차로 신호 협력 서비스를 위한 프로토콜 설계 및 개발
- C-IPTS 서비스를 위한 데이터 및 메시지 셋 표준 제정 진행 및 디지털 인프라 연동 규격 제안
- Hd map 실증단지 내 구축지역 확대(90% 이상 수준)
- 실증단지 시연을 위한 협력 및 지원

- 특허 분석을 통한 특허 포트폴리오 작성 및 계획 수립

나. 2세부과제 공동연구기관(한국교통연구원)

○ C-IPTS 기반 자율협력주행 대중교통 관제시스템 구축

- 자율협력주행 관제 서비스 기능 설계 및 구축
- C-IPTS 기반 관제시스템 빅데이터 수집/처리/분석/저장 기술 개발
- C-IPTS 기반 관제시스템 빅데이터 분석 통합 데이터베이스 구축

다. 2세부과제 공동연구기관(엔제로)

○ 실시간 차량-관제시스템 모니터링 및 신뢰성 평가기술 개발

- 스마트 대중교통 서비스 제공을 위한 연계기술 개발
- 메시지 브로커를 활용한 중앙집중형 데이터 공유 시스템 구축
- 중소형/대형 자율주행 플랫폼 연계시스템 개발
- 대중교통 안전서비스를 위한 데이터 융복합 처리기술 개발
- 실시간 신뢰성 평가 모니터링 시스템 구현
- 차량상태기반 고장예측진단 시스템 구현
- 실증단지 시연을 위한 협력 및 지원
- 특허 분석을 통한 특허 포트폴리오 작성 및 계획수립

라. 2세부과제 공동연구기관(SK텔레콤)

○ 자율협력주행을 위한 C-IPTS 디지털 인프라 기술 개발

- 통신 연계 서비스 설계
- 단말의 버스 탑재 및 시험
- 맵 업데이트 및 동적 정보 시연
- 1,2차년도 2세부 진행 내용 및 향후 진행 전략에 관해 신규 협동기관에게 공유
- 2차년도 서버 설계 내용 엠큐닉 공유
- 실증단지 시연을 위한 협력 및 지원

마. 2세부과제 공동연구기관(엠큐닉)

○ 자율협력주행을 위한 C-IPTS 디지털 인프라 기술 개발

- 실시간 동적 교통 정보 업데이트 기술 구현
- HD map 서버 확장 구축
- 관제시스템과 디지털 HD map 구축 및 연동
- 실증단지 시연을 위한 협력 및 지원
- 크라우드 소싱 단말과 연계한 서비스 서버 기능 개발
- 특허 분석을 통한 특허 포트폴리오 작성 및 계획수립

③ 3세부

가. 3세부과제 협동연구기관(한국교통연구원, (위탁)한국과학기술원)

○ 실증연구 수행방안 수립 및 시뮬레이션/편의 서비스 핵심 기술 개발

- 실증단지 구축 및 지자체 협력 지원
- 대형 및 중소형 자율협력주행버스 실증 서비스 검토
- 스마트 대중교통 운영 시뮬레이션 핵심 알고리즘 고도화
- 수요 대응형 스마트 대중교통 이용자 편의 서비스 핵심 기술 고도화
- 최적경로산정 백엔드 시스템 개발
- 특허 분석을 통한 특허 포트폴리오 작성 및 계획수립

나. 3세부과제 공동연구기관(텔레컨스)

○ 스마트 대중교통 운영 효율성 평가 시뮬레이터 개발

- 스마트 대중교통 운영 효율성 평가 시뮬레이터 핵심 알고리즘 적용
- 효과성 분석 프로그램 개발
- 관제센터 데이터와 연계가 가능한 시뮬레이션용 데이터베이스 적용

- 관제센터 정보연계를 위한 연계 프로토콜 구현

다. 3세부과제 공동연구기관(인포뱅크)

○ 스마트 대중교통 이용자 편의 서비스 및 빅데이터 활용 시스템 개발
- 개방형 데이터 플랫폼 개발
- 관제시스템 빅데이터 및 인프라 활용 시스템 개발
- 수요 대응형 이용자 편의 서비스 첨단화 시스템 개발
- 세종시 도시통합정보센터 BIS/BMS, ATMS 및 신호현시 정보 연계

○ 특허 분석을 통한 특허 포트폴리오 작성 및 계획수립
- 서비스 상용화 대비, 지적재산권 확보
- 편의 서비스 관련 특허 정보 조사를 통한 선행 특허 파악 및 특허 동향 분석

라. 3세부과제 공동연구기관(한국법제연구원)

○ 실증단지 구축 및 실용화 추진을 위한 법·제도 정비
- 자율협력주행버스 임시운행을 위한 법제도 정비
- 자율주행기반 대중교통시스템 실증단지 운영을 위한 입법지원
- 자율주행기반 대중교통시스템 상용화를 위한 정책적 정비방안 및 법제도 정비방안 연구

마. 3세부과제 공동연구기관(데이터위즈)

○ C-IPTS 데이터의 특성을 반영하고 범용적으로 활용할 수 있는 데이터 카탈로그 작성 표준 제시
- 데이터 카탈로그 작성 표준 제정 및 Class, 속성 정의 및 데이터맵 작성
- 카탈로그 표준에 GIS 자료(HD map과 SD map)의 상호 변환과 연관 관계 설정 표준 개발

○ 특허 분석을 통한 특허 포트폴리오 작성 및 계획 수립

(4) 4차년도

① 1세부

가. 1세부과제 협동연구기관(서울대학교)

○ 중소형 전기버스 자율협력주행 기술 개발
- 중소형 전기버스 연구용 차량 1대의 자율주행 시스템 설계 및 차량 개발
- 중소형 전기버스 실증용 차량 4대의 알고리즘 적용
- 중소형 전기버스 판단/제어 알고리즘 적용
- 중소형 전기버스 인지 및 측위 알고리즘 적용

○ 중소형 및 대형 전기버스 자율협력주행 기술 개발
- 중소형 전기버스 센서 구성 및 제원을 고려한 인지, 측위, 판단, 제어 알고리즘 적용
- 대형 전기버스 인지 및 측위 알고리즘 개선
- 관제센터 연계한 인지, 판단 및 주행 제어 등 기능 추가
- 관제센터 연계 판단 및 주행 제어 등 기능 추가

○ 관제센터 인터페이스 대응 및 고장진단 대응기술 적용
- 관제센터 모니터링 연계를 위한 중소형 및 대형 전기버스 상태 정보 송신 기능 개발
- 중소형 전기버스 센서 고장 진단/대응 기술 개발 및 적용

나. 1세부과제 공동연구기관(에스더블유엠)

○ 중소형 전기버스 차량 개조 및 부품개발

○ 실증운영 및 차량 유지관리

○ 자율협력주행 취약시나리오 DB화를 통한 자율주행기술 시험 환경 구축 기본 연구

다. 1세부과제 공동연구기관(현대자동차)

○ 자율협력주행을 위한 중소형 전기버스 차량 제작 및 개조
- 자율협력주행을 위한 중소형 전기버스 차량 3대 제작 및 개조
- 중소형 전기버스 기반 조향/구동/제동제어 시스템 적용

○ 중소형/대형 전기버스 기반 차량 제어 성능 육성 및 실증 테스트 진행

- 중소형/대형 전기버스 기반 조향/구동/제동제어 기능/성능 육성
- 중소형/대형 전기버스 실증 투입

라. 1세부과제 공동연구기관(스트라드비젼)

○ 자율협력주행에 최적화된 알고리즘 개발
- 대중교통 플랫폼(실증 차량)에 알고리즘 최적화
- 시연 및 실증을 통한 알고리즘 기능 보완

② 2세부

가. 2세부과제 협동연구기관(세스트)

○ WAVE/5G Hybrid 통신 실차 운영 테스트 및 C-IPTS 서비스 통합 테스트
- C-IPTS 서비스/표준제안 메시지셋 차량 장치 탑재 및 V2X 기반 서비스 실증
- WAVE/LTE(또는 5G(C-V2X)) Hybrid 통신 성능 및 서비스 응답성 분석
- WAVE/LTE(또는 5G(C-V2X)) 통신 기반 디지털 인프라(Hd map) 연동 규격 표준 제정(제안)
- 온라인 신호 연계를 위한 연동 규격 표준 제정(제안)
- ROS 연계를 통한 자율주행 버스 상태 정보 수집 및 연계 테스트
- 실증단지 실증을 위한 협력 및 지원
- 자율주행제어시스템을 위한 HD Map과 V2X 통신 연계 모듈 개발 및 통합 테스트

나. 2세부과제 공동연구기관(한국교통연구원)

○ C-IPTS 기반 자율협력주행 대중교통 관제시스템 검증 및 실용화 목적 최적화
- 센터 실용화 전략 연구
- C-IPTS 기반 관제시스템 통합 기술 개발
- C-IPTS 자율협력주행 대중교통 빅데이터 활용 서비스 검증 기술 개발

다. 2세부과제 공동연구기관(엔제로)

○ 실시간 차량-관제시스템 모니터링 및 신뢰성 평가 검증 및 실용화 목적 최적화
- 실증단지 리빙랩 데이터 활용을 위한 데이터 가공 및 연계 기술 개발
- 클라우드 시스템 관리 및 최적화
- 중소형/대형 자율주행 플랫폼 연계시스템 실증연구
- 실시간 신뢰성 평가 모니터링 시스템 실증연구
- 차량상태기반 고장예측진단 시스템 실증연구
- 실증단지 실증을 위한 협력 및 지원

라. 2세부과제 공동연구기관(엠큐닉)

○ HD map 서버 성능 개선 및 최적화
- HD map 서버 안정성/신뢰성 강화
- 자율협력 주행을 위한 동적 정보 수집 확대
- 최신 정밀도로지도 갱신 구축

③ 3세부

가. 3세부과제 협동연구기관(한국교통연구원, (위탁)한국과학기술원)

○ 실증연구 수행방안 수립 및 시뮬레이션/편의 서비스 핵심 기술 개발
- 실증단지 운영 안전대책 수립
- 실증단지 적용 서비스 평가 및 분석
- 자율협력주행버스 실증
- 스마트 대중교통 운영 시뮬레이션 핵심 알고리즘 검증 및 보정
- 수요 대응형 스마트 대중교통 이용자 편의서비스 최적화 기술 개발 및 효과성 분석
- 최적경로산정 백엔드 시스템 개발

나. 3세부과제 공동연구기관(텔레컨스)

○ 스마트 대중교통 운영 효율성 평가 시뮬레이션 개선 및 검증
- 스마트 대중교통 운영 효율성 평가 시뮬레이션 기능 추가 및 입력단 사용자 편의성 개선
- 스마트 대중교통 운영 효율성 평가 시뮬레이션 표출 성능 개선 및 검증
- 실증을 통한 시뮬레이션 실시간 데이터 연동
○ 실시간 연계 데이터 기반의 시뮬레이션 결과 도출 및 실증을 통한 데이터 분석
- 스마트 대중교통 운영효율성 평가 시뮬레이션 결과 리포트 생성
- 실증에 따른 알고리즘 백엔드 시스템과 시뮬레이션 프론트엔드 시스템간의 데이터 처리 프로세스 및 소요시간 분석 리포트

다. 3세부과제 공동연구기관(인포뱅크)
○ 스마트 대중교통 이용자 편의 서비스 및 빅데이터 활용 시스템 개발
- 개방형 데이터 플랫폼 사용성 및 접근성 향상
- 관제시스템 빅데이터 및 인프라 활용을 통한 연동 시스템 통합 개발 및 실증
- BRT, 수요 대응형 대중교통 편의 서비스 상용화를 통한 서비스 사용성 향상
○ 특허 분석을 통한 특허 포트폴리오 작성 및 계획수립
- 전년도 출원 특허의 등록을 위한 선행 기술 조사보고 및 의견제출 대응

라. 3세부과제 공동연구기관(한국법제연구원)
○ 실증단지 구축 및 실용화 추진을 위한 법·제도 정비
- 자율협력주행버스 상용화를 위한 법제도 제·개정안 도출
- 자율협력주행버스 상용화를 위한 입법지원

마. 3세부과제 공동연구기관(데이터위즈)
○ GIS 데이터(HD map과 SD map)를 위한 카탈로그 작성과 상호 변환 방법 정의의 실증
- 다른 맵 체계를 가진 데이터를 융합 연계와 활용을 위한 데이터 카탈로그 작성 및 관련 서비스 화면 개발 및 수정
- 특허 등록을 위한 선행 기술 조사 및 의견제출 대응
- 데이터 카탈로그 활용방안 제시

바. 3세부과제 공동연구기관(세종도시교통공사)
○ 4차년도 실증단지 운영을 위한 행정 지원
- 자율협력주행버스(대형, 중소형) 운전자 운영 지원
- 실증단지 인프라(차고지, 충전소 등) 운영을 위한 행정 지원
○ 자율주행차 시범운행지구 운영 방안 마련
- 자율주행차 시범운행지구 실증 관련 운영계획 수립
- 자율협력주행버스 실증 및 운영 관련 행정 사항 추진
○ 실증 이후 대중교통시스템 운영·관리를 위한 대안 마련
- 과제 종료 이후 실증단지 관리·활용계획 수립

구분	연구개발목표	핵심 연구개발성과 (연구개발성과물)	현재 국내・외 기술수준	연구개발 목표치	목표치 설정 근거	가중치 (%)
1년차 (2018)	자율주행기반 대중교통 시스템 구축을 위한 알고리즘 적용 및 개발	대중교통 자율협력주행 개발 기술 동향 조사	국내/외에서 폐쇄 도로, 제한적인 구역에서 저속주행으로 시연 및 실증 테스트 진행 중	사례 4건	국/내외 기술 사례 수집	10
		중소형 버스 자율주행 시스템 기본 설계	승용차 위주의 기술 개발	설계도 1건	중소형 버스 자율주행 시스템 개발을 위한 기본 설계 결과 도출	20
		중소형 버스 인지 및 측위 알고리즘 개발	승용차 위주의 기술 개발	알고리즘 1건	승용차용 자율주행 알고리즘의 중소형 버스 적용을 위한 개발	20
		중소형 버스 동특성 기반 정밀 추종 제어 시뮬레이션	승용차 위주의 기술 개발, 버스 차량에 대해서는 ADAS 기능을 개발하는 단계	알고리즘 1건	중소형 버스 동특성을 고려한 제어 개발전략 수립	30
		중소형 버스 센서 고장 진단/대응기술 개발	국내에서는 자율주행 법규상에서 기능 개발을 규정하고 있음	알고리즘 1건	중소형 버스 센서 구성을 고려한 고장 진단/대응기술 개발	20
	자율협력주행 기술 및 C-IPTS 연동 차량서비스 확장을 위한 SW 플랫폼	자율주행 SW 플랫폼	국내에서 제한된 지역에서 테스트 및 시연 진행 중	1건(보고서)	해당 플랫폼을 자율주행 차량에 적용 개발	80
		자율주행 HW 플랫폼	국내에서 제한된 지역에서 테스트 및 시연 진행 중	1건(보고서)	해당 플랫폼을 자율주행 차량에 적용 개발	20
	자율협력주행 기술적용을 위한 소형 및 중/대형 버스 개조기술 개발	중소형 디젤버스 조향제어 시스템 적용 및 협조제어 사양개발	공개된 제어 사양 미비	보고서 및 중소형 디젤버스 조향제어 시스템 시작품 1개 제작	자율협력주행 제어인터페이스 개발	80
	자율협력주행을 위한 영상 인식 알고리즘 성능 개선	중소형 디젤버스 구동/제동 시스템 협조제어 사양 개발	공개된 제어 사양 미비	보고서	자율협력주행 제어인터페이스 개발	20
	자율협력주행을 위한 영상 인식 알고리즘 성능 개선	적용 가능한 알고리즘 확인	승용차 적용 사양의 자율주행차 2등급(L2) 수준	1. HW 성능 확인 1건 2. 카메라 성능 확인 1건	상용차 처음 적용 사례에 따른 기초 성능 확인 각 1건	100
	세스트 C-IPTS를 위한 통신요구사항 분석 및 WAVE/LTE 기반 OBU 개발	V2X 통신 구축 시나리오 도출	-	1건	통신요구사항 분석서	20
		WAVE+LTE 기반 차량통신 단말기 개발	-	1건	LTE+WAVE Hybrid 단말기 개발	40
		C-ITS 서비스(15개) 연동	-	1건	C-ITS 서비스 연계	40
		디지털 인프라 성능 요구사항 분석	-	1건	디지털 인프라 성능 요구사항 표준 초안	20
	C-IPTS 통합연계 시스템 개발	C-IPTS 통합연계시스템 통신 인터페이스 설계	-	1식	시스템 요구사항 분석	30
			-	1건	인터페이스 설계	30
		수요 대응형 스마트	-	1건	연계기술 분석	40

		대중교통서비스 연계 기술 검토				
	C-IPTS 기반 자율협력주행 대중교통 관제시스템 개발	차상 운행정보 현시모니터링 및 관제시스템 분석설계	-	1건	현시 모니터링 요구사항 분석	20
			-	1건	현시 모니터링 설계	30
		관제시스템 대중교통기반 빅데이터 분석설계	-	1건	대중교통기반 데이터 요구사항 분석	20
			-	1건	대중교통기반 데이터 설계	30
	차상제어모니터링 데이터 기반 실시간 신뢰성 평가 시스템 개발	소형/중대형 자율주행 플랫폼연계 시스템 요구분석	TRL 2 (기존기술수준)	TRL 6 (개발기술수준)	시스템 요구사항 분석	30
		실시간 신뢰성 평가기술 상세설계	TRL 2 (기존기술수준)	TRL 6 (개발기술수준)	신뢰성평가 지표 및 요구사항 분석	20
			TRL 2 (기존기술수준)	TRL 6 (개발기술수준)	신뢰성평가 설계	50
	차상제어모니터링 및 고장·유지관리 데이터 기반 고장예측진단 시스템 개발	고장유지보수 통합 신뢰성 평가기술 상세설계	TRL 2 (기존기술수준)	TRL 6 (개발기술수준)	고장유지보수 지표 및 통합 신뢰성 평가 요구사항 분석	40
			TRL 2 (기존기술수준)	TRL 6 (개발기술수준)	통합 신뢰성 평가 설계	60
	자율협력주행을 위한 C-IPTS 디지털 인프라 기술 개발	관제센터 - HD map 간 인터페이스 설계	-	1건	인터페이스 설계	50
		자율주행차량 - HD map 간 인터페이스 설계	-	1건	인터페이스 설계	50
	실증연구 수행방안 수립 및 시뮬레이션/편의 서비스 핵심기술 개발	실증단지 선정 전략 수립	기존문헌 有	- 전략수립	기존문헌 참고	30
		실증단지 선정	유사사례 有	- 실증단지 선정	유사사례 참고	30
		스마트 대중교통 운영 효율성 평가 시뮬레이터 기본 연구	TRL 5~6	- 평가 요소 검토 보고서	현재 국내·외 기술수준 참고	10
		수요 대응형 스마트 대중교통 이용자 편의 서비스 핵심 기술 개발을 위한 기초 연구	TRL 5~6	- 알고리즘 요구사항 분석서 - 특허 출원 - 논문 2건	현재 국내·외 기술수준 참고	30
	자율주행기반 대중교통 운영 효율성 평가 시뮬레이터 기본구상	시뮬레이터 기능요소 및 수행절차 분석	유사사례 有	- 분석 보고서	유사사례 참고	30
		시뮬레이터 성능 비교 검토	유사사례 有	- 비교 검토 보고서	유사사례 참고	30
		시뮬레이터 기능 수행 절차 개선방안 도출	유사사례 有	- 시뮬레이터 기본 구조도 - 논문 1건	유사사례 참고	40
	스마트 대중교통 운영 이용자 편의 서비스 핵심 기술 개발	시민 체감형 서비스 개발을 위한 기초연구	기존문헌 有	- 서베이 보고서	교통약자 DRT 서비스 표준모델 기획연구 (2017.12, 교통안전공단)	40
		시범 서비스를 위한 기본 개념 구상 및 기초 연구	기존문헌 有	- 시나리오 도출 보고서	수도권 대중교통의 교통복지 정책방향 보고서 (2017, 경기연구원)	20
		기초연구를 통한 시민 체감형 도출 및 도출	무	- 기술 타당성 보고서	최초 작성	20

		된 서비스의 기술적 타당성 검토				
		시민 체감형 서비스 도출	기존문헌 有	- 서비스 도출 보고서	서비스 디자인 방법론을 통한 백화점의 서비스 개선 사례연구 (2015.03.20, 서비스경영학회지 제 16권 1호)	20
	실증단지 구축 및 실용화 추진을 위한 법제도 정비	법·제도 및 정책적 현황조사 및 요구사항 도출	기존문헌 有	- 규제분석서	기존문헌 참고	25
		쟁점별 국내외 연구사례 및 법·제도동향 분석	유사사례 有	- 동향 보고서	유사사례 참고	25
		쟁점별 법제도적 개념 정립 및 다면적 분석을 통한 정책방향 연구	무	- 논문	최초 작성	50
	빅데이터 분석을 통한 자율협력주행 기반 대중교통 운영 파생 서비스 구상	국내외 관련 자료 수집 및 검토	기존문헌 有	- 학회 홍보	기존문헌 참고	20
		시사점 도출	-	- 보고서	-	30
		빅데이터 분석을 통한 자율협력주행 기반 대중교통 운영 파생 서비스 구상	유사사례 有	- 파생서비스 구상 보고서	유사사례 참고	50

구분	연구개발목표	핵심 연구개발성과 (연구개발성과물)	현재 국내·외 기술수준	연구개발 목표치	목표치 설정 근거	가중치 (%)
2년차 (2019)	자율주행기반 대중교통 시스템 구축을 위한 알고리즘 적용 및 개발	대형 버스 기본설계	국외에서 제한된 지역에서 테스트 진행 중	보고서 1건	3차년도 대형 자율주행 버스 개발을 위한 기본 설계	10
		중소형 버스 인지 및 측위 알고리즘 적용	국외에서 제한된 지역에서 테스트 진행 중. 국내에서는 일부 지자체에서 개발 중	알고리즘 1건	중소형 버스 실차 적용을 위한 인지 및 측위 알고리즘 개발	30
		중소형 버스 장애물 회피 및 주행 가능 경로 설정 기능 개발		알고리즘 1건	중소형 버스 실차 적용을 위한 판단 기능 개발	10
		중소형 버스 지정 경로 기반, 경로 추종 제어 기능 개발		알고리즘 1건	중소형 버스 실차 적용을 위한 제어 기능 개발	15
		대형 버스 판단 및 제어 알고리즘 적용 방안 검토 및 해석	국외에서 제한된 지역에서 테스트 진행 중	알고리즘 1건	3차년도 대형 자율주행 버스 개발을 위한 기본 제어성능 해석 및 알고리즘 검토	15
		중소형 버스 센서 고장 진단/대응기술 개발	국내에서는 자율주행 법규상에서 기능 개발을 규정하고 있음	알고리즘 1건	중소형 버스 실차 적용을 위한 고장 진단/대응기술 개발	20
	자율협력주행 기술 및 C-IPTS 연동 차량서비스 확장을 위한 SW 플랫폼	Connected 기능 추가 “암스트롱(Armstrong)” 자율주행 SW 플랫폼 ver.1.5	국내에서 제한된 지역에서 테스트 및 시연 진행 중	1건(보고서)	해당 플랫폼을 자율주행 차량에 적용 개발	20

		HD Map Engine	제한된 차량에서 테스트 및 시연 진행 중	1건(보고서)	해당 HDMap을 자율주행 차량에 응용 활용	20
		전기 자율주행차량 전력관리장비	제한된 차량에서 테스트 및 시연 진행 중	1건(시작품)	해당 시작품을 자율주행 차량에 적용 및 운행	20
		비상정지 제동장치	제한된 차량에서 테스트 및 시연 진행 중	1건(시작품)	해당 시작품을 자율주행 차량에 적용 및 운행	20
		대형버스 전용 인지환경 설치 키트 설계도	제한된 차량에서 테스트 및 시연 진행 중	4건(시작품)	해당 시작품을 자율주행 차량에 적용 및 운행	20
	자율협력주행 기술적용을 위한 소형 및 중/대형 버스 개조기술 개발	중소형 디젤버스 조향제어 시스템 검증	기존 사례 없음	보고서	자율협력주행 제어인터페이스 개발	10
		중소형 디젤버스 조향제어 시스템 시작품	기존 사례 없음	중소형 디젤버스용 조향시스템 시작품 2개 제작	자율협력주행 제어인터페이스 개발	30
		중소형 디젤버스 구동/제동 시스템 협조제어 사양	기존 사례 없음	보고서	자율협력주행 제어인터페이스 개발	10
		중대형 전기버스 조향제어 시스템 검토 보고서	기존 사례 없음	보고서	자율협력주행 제어인터페이스 개발	10
		중대형 전기버스 조향 협조제어 사양	기존 사례 없음	보고서	자율협력주행 제어인터페이스 개발	10
		중대형 전기버스 조향제어 시스템 시작품	기존 사례 없음	대형 전기버스용 조향시스템 시작품 1개 제작	자율협력주행 제어인터페이스 개발	20
		중대형 전기버스 구동/제동 시스템 협조제어 사양	기존 사례 없음	보고서	자율협력주행 제어인터페이스 개발	10
	자율협력주행을 위한 영상 인식	알고리즘 재학습을 위한 DB수집 및 Data labeling	국내 첫 사례	알고리즘 재학습을 위한 DB 수집 및 Data labeling	논리적 합성, SW 개발 1건	50
		Data 재학습 및 알고리즘 최적화	국내 첫 사례	Data 재학습 및 알고리즘 최적화	논리적 합성, SW 개발 1건	50
	C-V2X(5G/LTE)+ WAVE를 융합한 Hybrid 차량 통신 단말 시제품 개발	WAVE+5G 기반 차량 통신 단말기 설계	-	1건	시연	20
		C-IPTS를 위한 V2X 서버 개발	-	1건	시연	40
		V2X 통신 연동 시뮬레이터를 위한 통신 라이브러리 개발	-	1건	보고서	20
		C-IPTS 서비스를 위한 데이터 및 메시지 셋 표준 제안	-	1건	단체표준제정	20
	C-IPTS 통합연계 시스템 개발	C-IPTS 통합 연계시스템 프로토타입 개발	-	1식	연계시스템 프로토타입 제작	60
		수요 대응형 대중교통서비스 연계 프로토타입 개발	-	1식	수요 대응형 서비스 연계 프로토타입 제작	40

	C-IPTS 기반 자율협력주행 대중교통 관제시스템 개발	차상 운행정보 현시모니터링 프로토타입 개발	-	1식	차상 현시 모니터링 프로토타입 제작	20
			-	1식	안전성 및 효율성 지표 산정 알고리즘 및 데이터 플로우 설계	20
		관제시스템 대중교통기반 빅데이터 아키텍처 및 데이터베이스화	-	1건	빅데이터 아키텍쳐 설계	20
			-	1건	자율협력주행 대중교통 빅데이터 활용 주요 서비스 선정 및 설계	20
			-	1건	데이터베이스 프로토타입 제작	20
	차상제어모니터링 데이터 기반 실시간 신뢰성 평가 시스템 개발	중소형/대형 자율주행 플랫폼 연계 시스템 프로토타입 개발	TRL 2 (기존기술수준)	TRL 6 (개발기술수준)	연계시스템 프로토타입 제작	30
		신뢰성 평가 알고리즘 및 프레임워크 개발	TRL 2 (기존기술수준)	TRL 6 (개발기술수준)	신뢰성 평가 알고리즘 설계	30
			TRL 2 (기존기술수준)	TRL 6 (개발기술수준)	신뢰성 평가 프레임워크 프로토타입 제작	40
		차상제어모니터링 및 고장·유지관리 데이터 기반 고장예측진단 시스템 개발	고장예측진단 알고리즘 및 프레임워크 개발	TRL 2 (기존기술수준)	TRL 6 (개발기술수준)	고장예측진단 알고리즘 설계
			TRL 2 (기존기술수준)	TRL 6 (개발기술수준)	고장예측진단 프레임워크 프로토타입 제작	50
	자율협력주행 위한 C-IPTS 디지털 인프라 기술개발	HD map 정적 정보 DB 구축	-	1건	HD map 정적 DB	60
		동적 정보 수집 설계 (Crowdsourcing 관제센터 기반)	-	1건	동적 정보 수집 설계	40
		인터페이스 설계	-	보고서		20
		HD map 서버 구축	-	SW구축		80
		HD map 시각화 프로그램 개발	-	SW구축		10
	실증 단지 선정/설계/구축/평가 가이드라인 개발	자율협력주행 대중교통 실증단지 설계	기존문헌 有	- 설계서 및 가이드라인	기존문헌 참고	40
		자율협력주행 대중교통 관련 서비스 검토 및 선정	유사사례 有	- 서비스 정의서	유사사례 참고	20
		도입지역 적용 가능 서비스 도출	TRL 5~6	- 보고서	현재 국내·외 기술수준 참고	10
		중소형 버스 시연	TRL 5~6	- 현장 검증 및 시연 보고서	현재 국내·외 기술수준 참고	30
	스마트 대중교통 운영 효율성 평가 시뮬레이션 핵심 기술 개발	스마트 대중교통 운영 환경 평가 지수 개발	TRL 3~4	- 보고서	현재 국내·외 기술수준 참고	50
		스마트 대중교통 운영 시뮬레이션 핵심 알고리즘 개발	TRL 3~4	- 분석서	현재 국내·외 기술수준 참고	50
	스마트 대중교통 운영 이용자 편의 서비스 핵심 기술	수요데이터 기반 버스 정류장 선정 기술 개발	TRL 3~4	- 알고리즘 분석서	현재 국내·외 기술수준 참고	30

	개발	수요 대응형 대형 및 소형 버스 서비스 단일 노선 최적 운영 방법론 개발	TRL 3~4	- 알고리즘 분석서	현재 국내·외 기술수준 참고	30
		서비스 이용 승객들의 정류장 도착시간 추정 기술 개발	TRL 3~4	- 알고리즘 분석서	현재 국내·외 기술수준 참고	20
		편의서비스, 관제시스템 시뮬레이션과의 연계를 위한 인터페이스 설계	TRL 3~4	- 아키텍쳐 설계서	현재 국내·외 기술수준 참고	20
	스마트 대중교통 운영 효율성 평가 시뮬레이터 설계	시뮬레이션 요구사항 명세서	유사사례 有	- 요구사항 명세서	유사사례 참고	30
		시뮬레이션 아키텍처 설계서	유사사례 有	- 아키텍쳐 설계서	유사사례 참고	30
		시뮬레이션 UI설계서	유사사례 有	- UI 설계서	유사사례 참고	20
		시뮬레이션 데이터베이스 설계	TRL 3~4	- 데이터베이스 설계서	현재 국내·외 기술수준 참고	10
		도로네트워크 적용모델 수립 및 테스트베드	TRL 3~4	- 도로네트워크 적용 분석서	현재 국내·외 기술수준 참고	10
	스마트 대중교통 운영 이용자 편의 서비스 개발	개방형 데이터 플랫폼 설계	TRL 4~5	- 설계서	현재 국내·외 기술수준 참고	40
		서비스 핵심 구성 요소별 세부기획 및 UI/UX 설계·개발	TRL 4~5	- 설계서 - 특허출원	현재 국내·외 기술수준 참고	10
		교통정보 인프라와 대중교통 이용자 편의 서비스 핵심 기술을 연계한 서비스 시스템의 설계 및 구축	TRL 4~5	- 설계서	현재 국내·외 기술수준 참고	20
		사용자를 위한 모바일 어플리케이션 기본 기능 개발	TRL 4~5	- 기능작동테스트 보고서 - 연동시험 보고서	현재 국내·외 기술수준 참고	30
	임시운행을 위한 법제도 정비안 개발	실증단지 구축 및 운행을 위한 정책적 정비방향 제시	유사사례 有	- 논문	유사사례 참고	50
		자율협력주행버스 임시운행을 위한 법제도 정비방안 연구	유사사례 有	- 전문가 검토 보고서	유사사례 참고	50
	상용화를 위한 법제도 정비안 개발	자율협력주행버스 상용화를 위한 법제도 추가쟁점 발굴 및 법제정비 개선 방향성 연구	유사사례 有	- 전문가 검토 분석서	유사사례 참고	100
	C-IPTS 기반 개방형 데이터 플랫폼(Open Data Platform) 구상 및 실증	C-IPTS 기반 개방형 데이터 플랫폼 요구사항 검토	무	- 요구사항 검토서	최초작성	30
		C-IPTS 기반 개방형 데이터 플랫폼(ODP: Open Data Plarform) 논리 아키텍쳐 정의	무	- 논리아키텍쳐 구상안	최초작성	30
		C-IPTS 기반 개방형 데이터 플랫폼 모듈 구성 정의	무	- 논문	최초작성	40

구분	연구개발목표	핵심 연구개발성과 (연구개발성과물)	현재 국내·외 기술수준	연구개발 목표치	목표치 설정 근거	가중치 (%)
3년차 (2020)	자율주행기반 대중교통시스템 구축을 위한 알고리즘 적용 및 개발	대형버스 인지 및 측위 알고리즘 개발 및 적용	국외에서 제한된 지역에서 테스트 진행 중	알고리즘 1건	대형버스 실차 적용을 위한 알고리즘 개발	30
		중소형 전기버스 지정경로 기반, 경로 추종 제어 기능 개발 및 적용	국외에서 제한된 지역에서 테스트 진행 중. 국내에서는 일부 지자체에서 개발 중	알고리즘 1건	4차년도 중소형 자율주행 버스 개발을 위한 기능 개발	15
		대형버스 지정 경로 기반 경로 추종 제어 기능 개발 및 적용	국외에서 제한된 지역에서 테스트 진행 중	알고리즘 1건	대형버스 실차 적용을 위한 알고리즘 개발	15
		중소형 전기버스 센서 고장 진단/대응기술 개발 및 적용	국외에서 제한된 지역에서 테스트 진행 중. 국내에서는 일부 지자체에서 개발 중	알고리즘 1건	4차년도 중소형 자율주행 버스 개발을 위한 기능 개발	20
		대형버스센서 고장 진단/대응기술 개발 및 적용	국내에서는 자율주행 법규상에서 기능 개발을 규정하고 있음	알고리즘 1건	대형버스 실차 적용을 위한 고장 진단/대응기술 개발	20
	관제시스템 및 V2V 연계를 위한 자율협력주행 기술 개발	HD MAP 활용 복합측위 알고리즘 개발 및 적용	국내에서는 GPS 기반의 알고리즘을 주로 사용함	알고리즘 1건	도심도로 실차량 자율주행을 위한 로직 적용	40
		V2X 통신 및 관제센터 정보, 센서정보 통합 대형 버스 교차로 판단 알고리즘 개발 및 적용	국내 실증단지에 적용/활용중인 기술임	알고리즘 1건	인프라 연계기능으로 자율협력주행 기술 적용 목적	30
		관제센터 정보 기반 중소형 버스 실시간 노선 변경 대응 경로 추종 알고리즘 개발 및 적용	자율주행 차량에는 미적용	알고리즘 1건	인프라 연계기능으로 자율협력주행 기술 적용 목적	30
	자율협력주행 기술 및 C-IPTS 연동 차량서비스 확장을 위한 SW 플랫폼	다수 차량 자율주행시스템 버전관리를 위한 OTA 업데이트 시스템 구축	제한된 차량에서 테스트 및 시연 진행 중	1건(보고서)	해당 시스템을 자율주행 차량에 적용 개발	20
		자율주행 SW 탑재 Computing HW 플랫폼 이중화 시스템 구축	제한된 차량에서 테스트 및 시연 진행 중	1건(보고서)	해당 이중화를 자율주행 기술 적용 목적	20
		자율협력주행 기반 대중교통 이용편의성 확보를 위한 승객용 HMI 개발	제한된 차량에서 테스트 및 시연 진행 중	1건(시작품)	해당 모듈을 자율주행 차량에 적용 개발	20
		자율주행시스템 작동 및 조작편의성 확보를 위한 운전자용 HMI 개발	제한된 차량에서 테스트 및 시연 진행 중	1건(시작품)	해당 모듈을 자율주행 차량에 적용 개발	10
		HD Map Engine 인터페이스 개발	제한된 차량에서 테스트 및 시연 진행 중	1건(보고서)	해당 HDMap을 HMI 표출에 적용 활용	10
		대형버스 전용 인지환경 설치 키트 개발	제한된 차량에서 테스트 및 시연 진행 중	1건(보고서)	해당 시스템을 자율주행 차량에 적용 개발	10

		차량 개조 및 시연 계획 수립/시행	제한된 차량에서 테스트 및 시연 진행 중	1건(보고서)	자율주행 기술 적용 목적	10
	자율협력주행 기술적용을 위한 소형 및 중/대형 버스 개조기술 개발	중소형/대형 전기버스 3차년도 시연 테스트를 위한 조향 시스템 협조제어 사양개발 및 검증	해당 차량으로 제어 인터페이스 개발된 사례 없음	전기버스 구동/제동시스템 협조제어 사양 개발 및 소내 주행 검증	자율협력주행 제어인터페이스 개발	20
		중소형/대형 전기버스 조향 시스템 시작품	해당 차량으로 제어 인터페이스 개발된 사례 없음	MAHS 조향 시스템 시작품 4개 (중소형 전기버스 2개, 대형 전기버스 2개)	자율협력주행 제어인터페이스 개발	50
		중소형/대형 전기버스 3차년도 시연 테스트를 위한 구동/제동 시스템 협조제어 사양 개발 및 검증	해당 차량으로 제어 인터페이스 개발된 사례 없음	구동/제동/조향시스템 제어 성능 정확도 개선 및 소내 주행 검증	자율협력주행 제어인터페이스 개발	30
	자율협력주행을 위한 영상 인식 알고리즘 성능 개선	승객 검출 알고리즘 최적화	국내 첫 사례	알고리즘 재학습을 위한 DB 수집 및 Data labeling	논리적 합성, SW 개발 1건	50
		Data labeling tool 개선	국내 첫 사례	Data 재학습 및 알고리즘 최적화	논리적 합성, SW 개발 1건	50
	C-V2X(5G/LTE)+WAVE를 융합한 Hybrid 차량 통신 단말 시제품 개발	관제 시스템과 연계한 복수 교차로 신호 협력 서비스 프로토콜 개발	-	95%	외부 전문가 평가 보고서	30
		대중교통을 위한 자율주행 대형버스에 통신단말 적용 및 V2X 최적화	-	95%	시험 성적서, 외부 전문가 평가 보고서	30
		C-IPTS를 위한 데이터 및 메시지 셋 표준 제정	-	100%	표준 제정 결과서, 표준 과제 채택 결과서	30
		HD map 구축	-	90%	보고서	10
	C-IPTS통합 연계시스템 개발	실시간 수집 데이터의 DB 저장 기술 개발 및 적용	국내: 자율주행데이터 보정 사례 없음. (교통 상황에 따라) 고속도로상 자동차 속도 데이터 보정 정확도 80~90% (5~14km/h 차이) 국외: 자율주행 실시간 데이터 보정 사례 없음.	90%	손실/이상 데이터의 보정 정확도	50
		통신 기반 자율협력주행관련 수집 데이터 처리 및 저장 기술 개발 및 적용	국내: 자율주행데이터 기반 이벤트 추출 사례 없음. DTG 데이터 기반	80%	자율협력 주행 데이터 기반 이벤트 추출 정확도	50

			위반 위험 교통 흐름 분류 정확도 84.71% 국외: 자율주행데이터 기반 이벤트 추출 사례 없음. 자율주행시스템 안전 framework만 준수하고 있는 수준임			
	C-IPTS기반 자율협력주행 대중교통 관제시스템 개발	자율협력주행 관제 서비스 기능 설계 및 구축	국내: 주행궤적 예측 정보제공 사례 없음. 주행 궤적 생성 정확도 ±2m (메타빌드) 국외:주행궤적 예측 정보제공 사례 없음. 주행 궤적 생성 정확도 RMSE ±0.25m (smartmicro)	오차20%이내 (±1m 기준)	실시간 주행 궤적 생성 정확도	50
		C-IPTS 자율협력주행 대중교통 빅데이터 활용 서비스 구축	국내: 자율주행데이터 기반 안전성 평가 지수 적용 사례 없음 국외: 자율주행데이터 기반 안전성 평가 지수 적용 사례 없음. 자율주행시스템 안전 framework만 준수하고 있는 수준임	7개 이상	안전성 평가를 위한 적용 지수의 개수	50
	차상제어모니터링 데이터 기반 실시간 신뢰성 평가 시스템 개발	중소형/대형 자율주행 플랫폼 연계 시스템 개발	TRL 2 (기존기술수준)	95% / 100%	데이터 연계율(연계대상 시스템 수 : 실적/목표 * 100)	40
		실시간 신뢰성 평가 모니터링 시스템 개발	TRL 2 (기존기술수준)	95% / 100%	적용 서비스 달성율(적용서비스수:실적/목표* 100)	60
	차상제어모니터링 데이터 기반 고장예측진단 시스템 개발	차량상태기반 고장예측진단 시스템 개발	TRL 2 (기존기술수준)	95% / 100%	적용 서비스 달성율(적용서비스수:실적/목표* 100)	100
	자율협력주행 위한 C-IPTS 디지털 인프라 기술 개발	Crowd sourcing 용 ADAS 단말 기반 동적 정보 수집	-	80%	크라우드소싱 ADAS 단말을 통한 도로의 동적 변화 (포트홀 등) 검출 성공율	40
		통신 연계 서비스 제공	-	1m	HD Map update를 위한 자차 위치 측위 정확도	60
		실시간 동적 교통정보 업데이트 Layer 개발률	-	개발율 100%	공인시험기관 시험성적서	20

		Dynamic HD Map 의 NDS Encoding을 위한 데이터 전처리 기술 및 Data 갱신 여부 판단 기술 기능 테스트	-	기능테스트 95%	공인시험기관 시험성적서	50
		이용자 맞춤형 타일별 HD map 제공 및 조회 방법 응답시간 평균	-	응답시간 1000ms	공인시험기관 시험성적서	20
		HD Map 표출 프로그램 신규 표출 시간	-	표출시간 1000ms	공인시험기관 시험성적서	10
	실증 단지 선정/설계/구축/평가 가이드라인 개발	실증단지 구축 및 지자체 협력 지원	기존사례 有	- 보고서 1건	기존사례 참고	40
		실증단지 적용 가능 서비스 검토	TRL 5~6	- 보고서 1건	현재 국내・외 기술수준 참고	10
		대형 자율협력주행 버스 시연	TRL 5~6	- 대형버스 시연 보고서 - 자율협력주행버스 안전 매뉴얼	현재 국내・외 기술수준 참고	50
	스마트 대중교통 운영 효율성 평가 시뮬레이션 핵심 기술 개발	스마트 대중교통 운영 시뮬레이션 핵심 알고리즘 고도화	TRL 3~4	- 보고서 1건 - SW 저작권 1건	현재 국내・외 기술수준 참고	70
		관제 데이터와 연계 평가가 가능한 시뮬레이션 기능 설계	TRL 3~4	- 보고서 1건 - 공인기관인증(TTA) 1건	현재 국내・외 기술수준 참고	30
	스마트 대중교통 운영 이용자 편의 서비스 핵심 기술 개발	빅데이터 기반 소형버스 서비스 다중 노선 산출 방법론 개발	TRL 3~4	- 분석서 1건 - 보고서 1건 - 외부전문가 검증 의견서 - 논문 1건 - 특허 출원 1건	현재 국내・외 기술수준 참고	30
		SILS 기반 중소형 셔틀 노선 생성 알고리즘 구현 및 검증	TRL 3~4	- 논문 1건	현재 국내・외 기술수준 참고	40
	스마트 대중교통 운영 효율성 평가 시뮬레이션 개발	시뮬레이션 Data Manager 구현	TRL 5~6	- 보고서 1건 - 시작품 1건 - SW등록증 2건 - 외부전문가 검증 평가	현재 국내・외 기술수준 참고	40
		시뮬레이션 구현 (자율협력주행 시뮬레이션 시연 지원 포함)	TRL 5~6	- 보고서 1건 - SW등록증 2건 - 특허(출원) 1건 - 외부전문가 검증 평가 - 논문 1건	현재 국내・외 기술수준 참고	60
	스마트 대중교통 운영 이용자 편의 서비스 개발	개방형 데이터 플랫폼 구축	TRL 5~6	- ODP 인터페이스 정의 및 설계서 - ODP 구축 및 연동 보고서	현재 국내・외 기술수준 참고	20
		관제시스템 빅데이터 및 인프라 활용 시스템 개발	TRL 5~6	- 2세부 관제와 양방향 인터페이스 연동 보고서	현재 국내・외 기술수준 참고	20

		자율협력주행 연계 시스템 구축	TRL 5~6	- 편의서비스 UI,UX 설계서 - 특허 출원서, 등록증 - 특허정보조사 보고서 2건 - 최적경로산정 알고리즘 연동 보고서 OSRM 서버 구축 보고서 - 시제품	현재 국내·외 기술수준 참고	30
		서비스 관리용 GUI 개발	TRL 5~6	- 서비스 관리자용 UI/UX 설계서	현재 국내·외 기술수준 참고	10
		도시통합정보 센터 API 서버 개발	TRL 5~6	- 도시통합정보센터 BIS, ATMS 연계시스템 개발 보고서	현재 국내·외 기술수준 참고	20
	임시운행을 위한 법제도 정비안 개발	자율협력주행버스 임시운행을 위한 법제도 정비	유사사례 有	- 논문	유사사례 참고	50
		자율주행기반 대중교통시스템 실증단지 운영을 위한 입법지원	유사사례 有	- 보고서	유사사례 참고	50
	상용화를 위한 법제도 정비안 개발	자율주행기반대중교통시스템 상용화를 위한 정책적 정비방안 및 법제도 정비방안 연구	유사사례 有	- 보고서	유사사례 참고	100
	C-IPTS 데이터의 특성을 반영한 데이터 카탈로그 작성 표준 제시	데이터 카탈로그 기능적 요구사항 정의 및 데이터 맵 작성	무	- 보고서 - 논문	최초작성	50
		GIS 데이터를 위한 카탈로그 작성 방법 정의 및 데이터 변환 방법 개발	무	- 논문 - 특허 출원	최초작성	50

구분	연구개발목표	핵심 연구개발성과 (연구개발성과물)	현재 국내·외 기술수준	연구개발 목표치	목표치 설정 근거	가중치 (%)
4년차 (2021)	중소형 전기버스 및 대형 전기버스 인지, 측위 알고리즘 고도화	V2X 통신 및 관제센터 정보 기반 중소형 버스 복합측위 알고리즘 개발	국내에서는 GPS 기반의 알고리즘을 주로 사용함	주행환경 측위 알고리즘 처리 속도	실도로 주행성능 확보를 위한 요구 조건	20
		V2X 통신 및 관제센터 정보 기반 대형 버스 복합측위 알고리즘 개발	국내에서는 GPS 기반의 알고리즘을 주로 사용함	주행환경 측위 알고리즘 처리 속도	실도로 주행성능 확보를 위한 요구 조건	20
	관제기반 판단, 제어 알고리즘 적용	V2X 통신 및 관제센터 정보 기반 수요응답형 경로 추종 알고리즘 개발	국내 개발사례 없음	주행제어 처리 속도	실도로 주행성능 확보를 위한 요구 조건	20
		관제센터 정보 및 V2X 통신 기반 대형 버스 실시간 경로 추종	국내 개발사례 없음	주행제어 처리 속도	실도로 주행성능 확보를 위한 요구 조건	20

		알고리즘 개발				
	관제센터 인터페이스 대응 및 Fail safe 로직 적용	V2X 통신 및 관제센터 정보 기반, 대형 버스 비상 신호 대응 알고리즘 개발	국내 개발사례 없음	관제센터 신호 송수신 속도	실시간 연동 인터페이스 대응을 위한 요구 조건	10
		중소형 및 대형 전기버스 ODD 설정 및 대응 기술 적용	국내에서는 자율주행 법규상에서 기능 개발을 규정하고 있음	알람 및 제어권 전환 기능 적용	개발 차량 실증 투입을 위한 요구 조건	10
	자율주행기술개발 데이터 인프라	자율협력주행 버스(중소형 및 대형)의 주행 가능 도로 환경 도출 및 취약 시나리오 발굴	제한된 차량에서 테스트 및 시연 진행 중	10건(시나리오)	자율주행 기술 적용 목적	40
	중소형 전기버스 차량 개조 및 부품 개발	관제센터 및 인프라 연동을 위한 V2X I/F 모듈 (C-IPTS) 개발	제한된 차량에서 테스트 및 시연 진행 중	1건(시험성적서)	해당 모듈을 자율주행 차량에 적용 개발	20
		탑승자 정보 제공 등을 위한 차내 HMI 개발 및 적용	제한된 차량에서 테스트 및 시연 진행 중	1건(시험성적서)	해당 모듈을 자율주행 차량에 적용 개발	20
	차량개조/시연	차량 개조 및 시연 계획 수립/시행	제한된 차량에서 테스트 및 시연 진행 중	1건(보고서)	자율주행 기술 적용 목적	20
	중소형 전기버스 기반 조향시스템 적용	중소형 전기버스 조향 시스템 시작품 중소형전기버스 조향시스템 시작품 제작 및 차량 적용	해당 차량으로 제어 인터페이스 개발된 사례 없음	중소형 전기버스용 조향시스템 시작품 3개 제작	자율협력주행 제어인터페이스 개발	70
	중소형 전기버스 구동/제동시스템 협조제어 사양	중소형 전기버스 구동/제동 시스템 협조제어 사양	해당 차량으로 제어 인터페이스 개발된 사례 없음	구동/제동시스템 제어성능 사양 개발 및 소내 주행 검증	자율협력주행 제어인터페이스 개발	10
	중소형/대형 전기버스 기반 조향/구동/제동제어 시스템 성능 개선	중소형/대형 전기버스 조향/구동/제동 협조제어 성능 개선	해당 차량으로 제어 인터페이스 개발된 사례 없음	구동/제동/조향 시스템 제어성능 정확도 개선 및 소내 주행 검증	자율협력주행 제어인터페이스 개발	20
	교통표지판/신호등 검출 알고리즘과 승객 검출 알고리즘 통합	알고리즘 최적화	국내 첫 사례	1. 보행자,표지판,신호등 검출 SW 개발 2. 검출기능 별 성능 평가	1.논리적 합성, SW 개발 1건 2.성능평가 보고서 1건	100
	C-V2X(5G/LTE)+ WAVE를 융합한 Hybrid 차량 통신 단말 시제품 개발	V2X 기반 시스템 통합 및 실차 테스트 수행	-	100%	테스트 결과 보고서의 전문가 평가	30
		C-IPTS 서비스 통신성능 및 응답성 테스트 및 상세 분석	-	100%	공인인증 평가	30
		디지털 인프라 (HD map) 연동 규격 표준 제정	-	100%	단체 표준 제안	30
		HD map 구축	-	90%	정밀지도 구축보고서	10

	C-IPTS 통합연계 시스템 개발 C-IPTS 기반 자율협력주행 대중교통 관제시스템 개발	센터 실용화 전략 연구	-	1건	수집 데이터 다종화에 대응하기 위한 아키텍처 안	30
		C-IPTS 기반 관제시스템 통합 기술 개발	국외: 1~2초 (HERE)	1초 이내	안전주행속도 산정 시간	70
		C-IPTS 자율협력주행 대중교통 빅데이터 활용 서비스 검증 기술 개발	국내: 자율주행데이터 기반 이벤트 추출 사례 없음. DTG 데이터 기반 위반 위험 교통 흐름 분류 정확도 84.71% 국외: 자율주행데이터 기반 이벤트 추출 사례 없음. 자율주행시스템 안전 framework만 준수하고 있는 수준임	90%	자율협력주행 데이터 기반 이벤트 추출 정확도	100
	차상제어 모니터링 데이터 기반 실시간 신뢰성 평가 시스템 개발	중소형/대형 자율주행 플랫폼 연계 시스템 실증	TRL 2 (기존기술수준)	95% / 100%	차량위치정보 기반의 HDMap 차로매핑 정확도	67
		실시간 신뢰성 평가 모니터링 시스템 실증	TRL 2 (기존기술수준)	95% / 100%	계층적 구조기반 기능안전 상태 매칭 정확도	33
	차상제어 모니터링 데이터 기반 고장예측 진단 시스템 개발	차량상태기반 고장예측진단 시스템 실증	TRL 2 (기존기술수준)	95% / 100%	차량 센서 정보의 이상검지기분 기반의 실시간 진단 정확도	100
	자율협력주행 위한 C-IPTS 디지털 인프라 기술 개발	HD map 서버 고도화/ 성능분석	-	표출시간 500ms	공인시험기관 시험성적서	100
	실증 단지 선정/설계/구축/평가 가이드라인 개발	실증단지 안전지침 개발	기존사례 有	- 실증단지 안전 가이드라인	기존사례 참고	60
		실증단지 적용 서비스 평가 및 분석	TRL 5~6	- 서비스 평가 결과서 - 서비스 분석서	현재 국내・외 기술수준 참고	10
		자율협력주행 버스 실증	TRL 5~6	- 시연	현재 국내・외 기술수준 참고	30
	스마트 대중교통 운영 효율성 평가 시뮬레이션 핵심 기술 개발	스마트 대중교통 운영 시뮬레이션 핵심 알고리즘 검증 및 보정	TRL 3~4	- 공인기관 인증서	현재 국내・외 기술수준 참고	100
	스마트 대중교통 운영 이용자 편의 서비스 핵심 기술 개발	수요 대응형 차량 경로 생성 알고리즘 통합기술 개발	TRL 3~4	- 공인기관 인증서	현재 국내・외 기술수준 참고	30
		실증단지 내 실제 데이터 기반의 중소형 셔틀 경로 생성 알고리즘 검증 및 평가	TRL 3~4	- 알고리즘 검증 및 평가 보고서	현재 국내・외 기술수준 참고	70
	스마트 대중교통 운영 효율성 평가 시뮬레이션 개발	스마트 대중교통 운영 효율성 평가 시뮬레이션 기능 추가 및 개선	TRL 3~4	- 공인기관 시험성적서	현재 국내・외 기술수준 참고	30
		스마트 대중교통 운영	TRL 3~4	- 공인기관 시	현재 국내・외	70

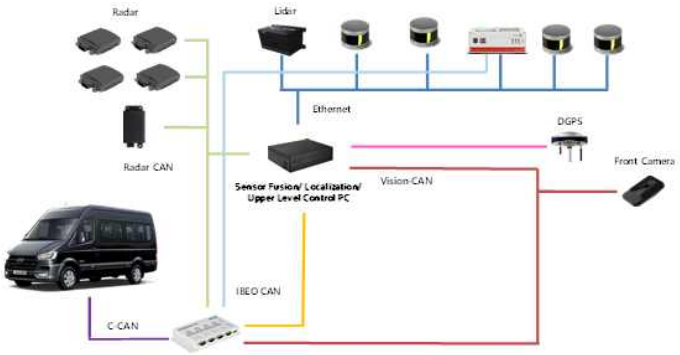
		효율성 평가 시뮬레이션 결과 데이터 표출 속도 개선 및 검증		험성적서	기술수준 참고	
	스마트 대중교통 운영 이용자 편의 서비스 개발	개방형 데이터 플랫폼 확장 개발	TRL 6~7	- 공인기관 인증서	현재 국내·외 기술수준 참고	20
		사용자 서비스를 위한 자율협력주행 연동 시스템 통합 개발 및 실증	TRL 6~7	- 공인기관 인증서	현재 국내·외 기술수준 참고	30
		시범 서비스 인프라 연동 시스템 검증 및 개선	TRL 6~7	- 공인기관 인증서	현재 국내·외 기술수준 참고	30
		세종시 도시통합정보센터 연계 서버 확장 개발	TRL 6~7	- 공인기관 인증서	현재 국내·외 기술수준 참고	20
	상용화를 위한 법제도 정비안 개발	자율협력주행버스 실증과정에서 발생하는 문제 또는 갈등사안에 대한 법제지원	유사사례 有	- 외부 전문가 검증 보고서	유사사례 참고	30
		자율협력주행버스 상용화를 위한 법제도 정비	유사사례 有	- 법률제개정안	유사사례 참고	30
		자율주행기반 대중교통시스템 상용화를 위한 입법지원	유사사례 有	- 외부 전문가 검증 보고서	유사사례 참고	40
	C-IPTS 데이터의 특성을 반영한 데이터 카탈로그 작성 표준 제시	GIS 데이터를 위한 카탈로그 작성과 데이터 변환 실증	무	- 공인기관 인증서	최초작성	100
	자율협력주행기반 대중교통시스템 실증을 위한 세종시 대중교통시스템 운영·관리 지원	4차년도 실증단지 운영을 위한 행정 지원	유사사례 有	- 교육시행 결과서 - 운행일지	유사사례 참고	20
		자율주행차 시범운행지구 운영방안 마련	유사사례 有	- 전문가 검증 보고서	유사사례 참고	50
		실증 이후 대중교통시스템 운영·관리를 위한 대안 마련	유사사례 有	- 전문가 검증 보고서	유사사례 참고	30

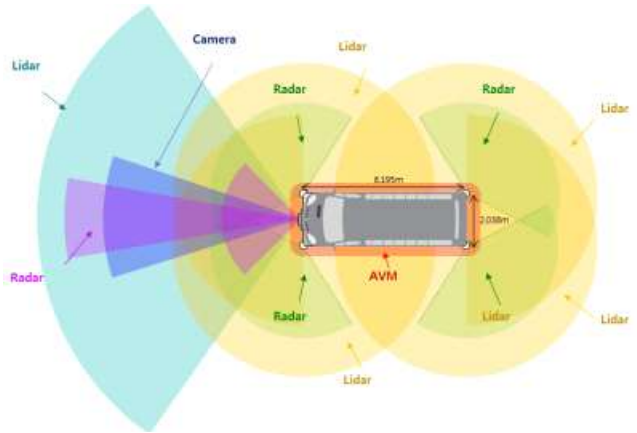
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

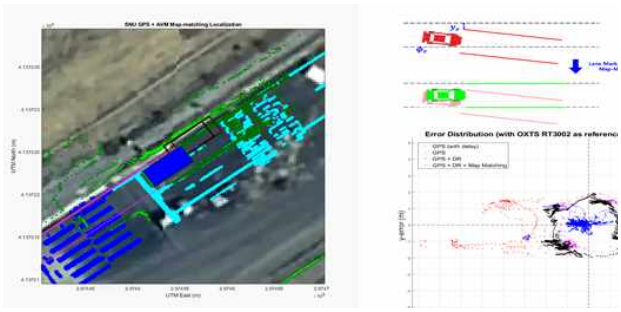
1) 1차년도

○ 연구 범위 및 연구 수행 방법

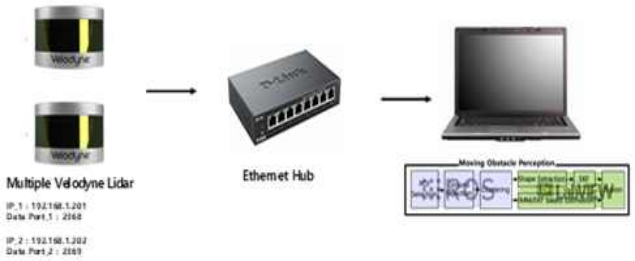
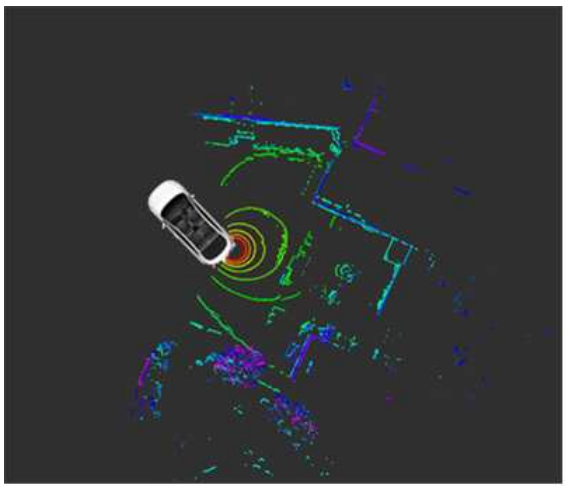
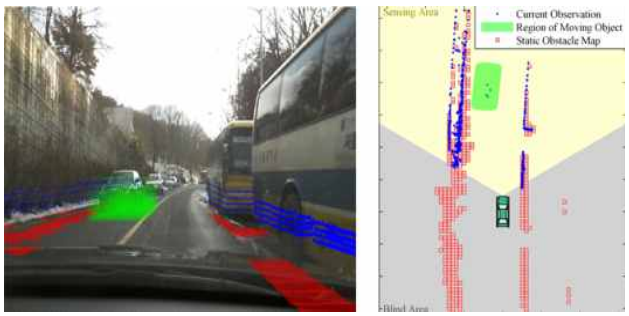
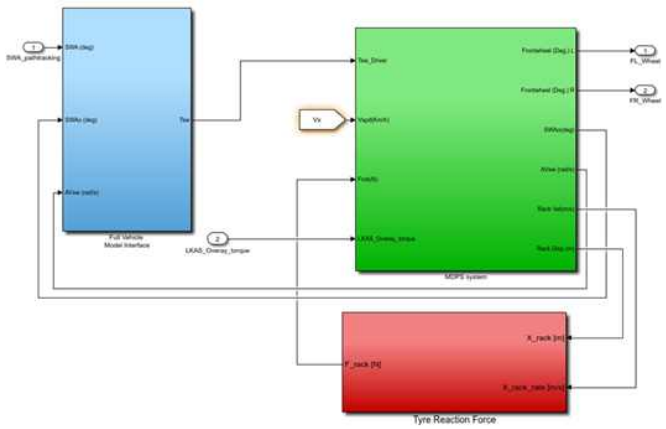
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
대중교통 자율협력주행 개발 기술 동향 조사	문헌 조사, 사례 조사	○ 국내 대중교통 자율주행 개발 현황 조사 - 대중교통 자율협력주행 기술 개발 현황 조사 - 자율협력주행 요소 기술 식별 및 분류 ○ 해외 대중교통 자율주행 개발 현황 조사
중소형 버스 자율주행 시스템 기본 설계	문헌 조사, 사례 조사	○ 중소형 및 대형 버스 제원 검토 ○ 센서 배치 위치에 따른 계측 거리 및 시야각 계산 ○ 센서 구성안 정리 - 중소형 버스의 제원을 검토하여 센서 배치 위치에 따른 센서 계측 거리 및 시야각(FOV: Field Of View) 점검

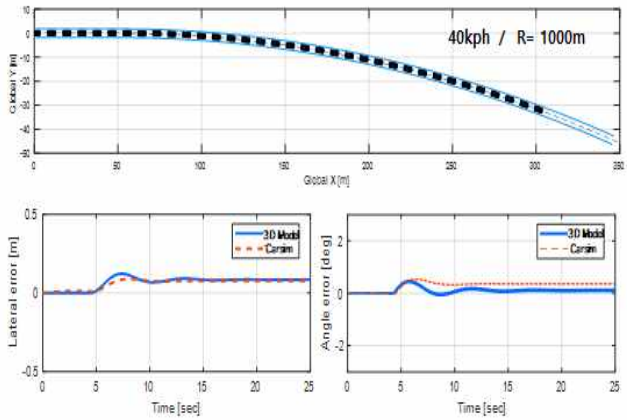
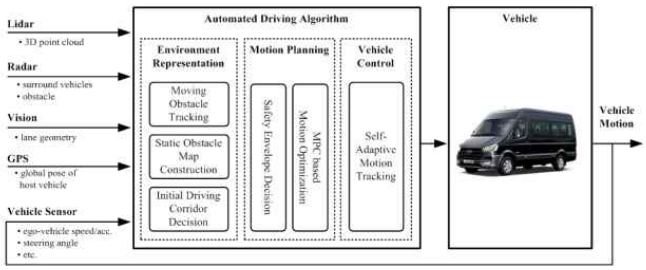
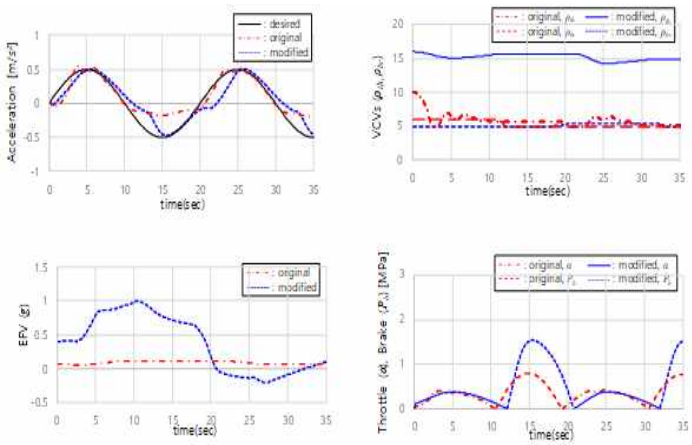
<table>
<tr><th>연구 범위</th><th>연구 수행 방법
(이론적·실험적
접근방법)</th><th>구체적인 내용</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td>
- 센서 배치 위치 및 설치 방안 검토
- 센서 및 제어기 전원, 통신 인터페이스 사양 분석
- 센서 및 제어기 전력 부하 계산, 전원 및 통신 계통 설계


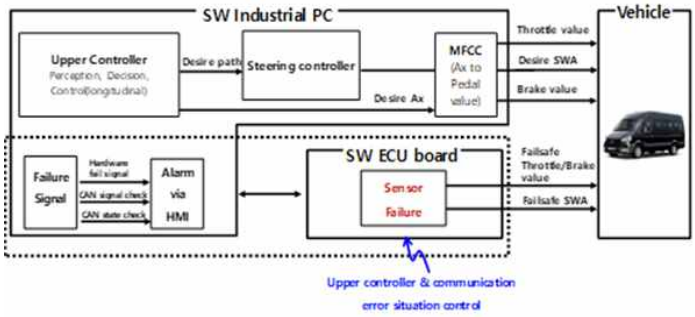
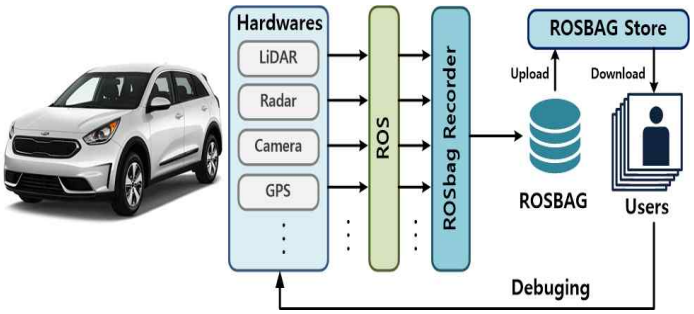
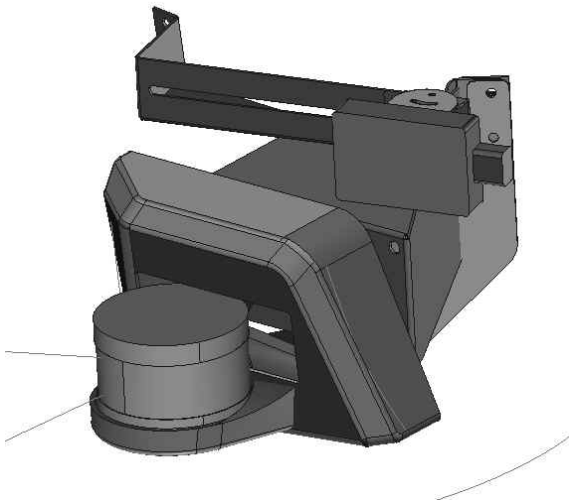
<table>
<tr><th colspan="4">항목</th><th>수량</th></tr>
<tr><td rowspan="2">제어부</td><td>하위 제어기</td><td>AutoBox</td><td>dSPACE사</td><td>1</td></tr>
<tr><td>상위 제어기</td><td>산업용 PC</td><td>산업용 PC 2대 이상</td><td>2</td></tr>
<tr><td rowspan="8">센서부</td><td rowspan="3">전방</td><td>Camera</td><td>Mobileye사 'Eye 630'</td><td>1</td></tr>
<tr><td>Radar</td><td>Delphi사 'ESR 2.5'</td><td>1</td></tr>
<tr><td>Lidar</td><td>ibeo사 'Lux 8L'</td><td>1</td></tr>
<tr><td rowspan="2">측전방</td><td>Radar</td><td>Delphi사 'SRR2'</td><td>2</td></tr>
<tr><td>Lidar</td><td>Velodyne사 'Puck VLP-16'</td><td>2</td></tr>
<tr><td rowspan="2">측후방</td><td>Radar</td><td>Delphi사 'SRR2'</td><td>2</td></tr>
<tr><td>Lidar</td><td>Velodyne사 'Puck VLP-16'</td><td>2</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">기타</td><td>GPS</td><td>OxTS사 'RT 2002' 등등 이상</td><td>1</td></tr>
<tr><td>AVM</td><td>-</td><td>1</td></tr>
</table>
<중소형 버스 센서 구성안>


<센서 계측 거리 및 시야각 분석>
</td></tr>
<tr><td>중소형 버스 인지 및 측위 알고리즘 개발</td><td>데이터 수집,
시뮬레이션 수행</td><td>
○ 측위 알고리즘 적용 검토
○ AVM 카메라 차선정보를 이용한 측위 알고리즘 연구


<AVM 카메라를 이용한 차선 정보 활용 측위 알고리즘 연구>
</td></tr>
</table>

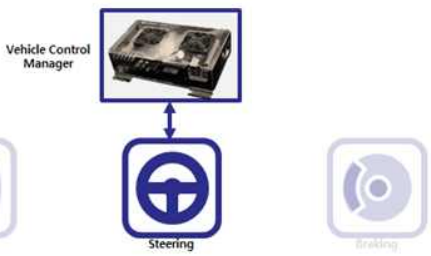
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		○ 취득 데이터 기반 측위 알고리즘 적용 가능 여부 시뮬레이션 수행 ○ 라이다 기반 인지 알고리즘 적용 검토  <라이다 센서 데이터 취득을 위한 하드웨어 구성>  <라이다 센서 데이터 가시화 테스트>  <비전 센서 기반 차선, 정지 장애물, 이동 장애물 인지 알고리즘 적용>
중소형 버스 동특성 기반 정밀 추종 제어 시뮬레이션	모델링 및 시뮬레이션 수행	○ 중소형 버스 물성치 이용 3D Vehicle Model 구성  <중소형 버스 3D Model 개발 결과>

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		○ 차량 제원 검토 ○ 횡방향 제어 시뮬레이션 수행으로 상용 해석프로그램과 비교 검증 수행  <개발 시뮬레이션 모델과 상용 프로그램과의 성능 비교> ○ 종방향 제어 기법 적용하여 시뮬레이션 수행, 제어 성능 검토  <소형 콜버스용 자율주행을 위한 인지/측위/판단/제어 알고리즘 적용>  <종방향 제어 성능 시뮬레이션>

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
중소형 버스 센서 고장 진단/대응기술 개발	사양 분석, 사례 조사	○ 센서 고장 진단/대응 기술 동향 조사 ○ 버스용 센서 고장 진단/대응 모듈 개념 설계  <버스용 센서 고장 진단/대응 모듈 개념 설계>
자율주행 SW 플랫폼	S/W 구현 및 포팅	○ Realtime Kernel patch의 포팅 ○ Runtime framework Source code 개발 ○ Docker Image를 바탕으로 한 버전관리 체계 구축 ○ ROS기반 IPC(Inter Process Communication) 체계 구축 ○ ROSBag을 바탕으로 한 Sensor data Record & Replay 시스템 구축  <Rosbag을 활용한 자율주행 모듈 개발 및 디버깅>
자율주행 HW 플랫폼	기구 설계 및 시제품 제작	○ Radar,LiDAR를 소형버스에 장착 가능한 브라켓 개발 ○ 3D Scanner로 차량 Scan을 진행, 세부 설계 진행 ○ 설계를 바탕으로 시제품 제작  <브라켓 설계도>
중소형 디젤버스 조향제어 시스템 적용 및 협조제어 사양개발	사례조사, 당사 선행연구 적용검토, 요구사항 도출 및 분석	○ 중소형 디젤버스 전자식 조향 시스템 적용 검토 - 전자식 조향 시스템 적용 검토완료 - 당사 기존 선행개발 R-MDPS 시제품 수정 적용 - 장착 패키지 검토 완료 - 기존SUB FRAME Rework 검토 ○ 시제품 제작 및 실차장착을 위한 검토

<table>
<tr><th>연구 범위</th><th>연구 수행 방법
(이론적·실험적
접근방법)</th><th>구체적인 내용</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td>- 차량 Rework 11월 예정
- Rework 후, 조향 서포트 기본기능 점검 및 요구조향 토크 제어 개발 예정

<조향 협조제어 시스템 시작품 시스템 구성도></td></tr>
<tr><td>중소형 디젤버스
구동/제동 시스템
협조제어 사양 개발</td><td>사례조사,
당사 선행연구
적용검토,
개발 협의</td><td>◯ 중소형 디젤버스 구동 제어 검토
- 엔진토크 제어 사양 검토 및 개발 진행 중
- J1939기반 엔진 ECU로직 변경 사양 검토 완료
- 당사 기존 선행개발 협조제어 사양 수정 적용
◯ 중소형 디젤버스 제동 제어 검토
- 제동 압력 제어 SW 사양 검토
- 제동 감속도 제어 추진하였으나, ESC 업체 대응한계로 제동압력 제어로 변경
- 조향 시스템 Rework 후 SW 튜닝 추진 예정
- 시제품 제작 및 실차장착을 위한 검토

<중소형 디젤버스 구동/제동/조향 협조제어 구성>
 

<table><tr><th>Signal</th><th>용도</th><th>비고</th><th>VCM
입장TX/RX</th></tr><tr><td>MDPS 상태</td><td>자율주행 모드 가능 여부 판단</td><td></td><td rowspan="2">RX</td></tr><tr><td>핸들 조향각</td><td>조향제어</td><td></td></tr><tr><td>요구각도</td><td>조향제어</td><td>모델 내부 signal</td><td rowspan="2">TX</td></tr><tr><td>자율주행
ON/OFF정보</td><td>자율주행 ON/OFF 정보 전달</td><td>모델 내부 signal</td></tr></table>
<구동/제동/조향 협조제어 인터페이스 개념도></td></tr>
</table>

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
영상인식용 카메라 선정 및 HW/SW 환경 결정	샘플 영상 촬영 후 영상인식에 적합한 카메라 선정 테스트를 위한 HW/SW 환경 구성	○ 교통표지판, 신호등, 승하차 승객 검출에 최적화된 카메라 성능 확인 및 최종 선정(Gopro Hero5 , FOV of 37.2 degree(V), 64.4 degree(H) and 73.6 degree) ○ 테스트를 위한 환경 구성 - Hardware: PC(CPU : intel i7 , GPU : GTX1080), OS : Linux (Ubuntu 16.04) - Software: SVNet_16FP_GP
적용 가능한 영상인식 알고리즘 확인	선정된 카메라로 샘플 영상 촬영 후, 해당 영상으로 알고리즘 성능 간이 검증	○ 교통표지판 영상 테스트 후 알고리즘 선정 ○ 신호등 영상 테스트 후 알고리즘 선정 ○ 차량 외부에 설치한 카메라를 통해 승객 및 보행자 영상 취득 후, 테스트를 통해 인식 알고리즘 선정
아키텍쳐 개발방법 검토	문헌고찰, 사례조사	○ 국제표준기반 C-IPTS 관련 아키텍쳐 개발방법론 검토 ○ 국가 ITS 아키텍쳐 개발 방법 검토
서비스 분석 (서비스 요구사항 도출)	분석 및 설계	○ 세부과제별 요구사항, 지자체별 서비스 수요(요구사항) 도출 ○ 단위 서비스 시나리오 작성
C-IPTS 기반 관제시스템 빅데이터 수집/처리/분석/저장 기술 개발	문헌고찰, 분석 및 설계	○ 자율협력주행 대중교통 특성 기반 데이터 설계 및 요구사항 분석 ○ 분석 인프라의 각 노드별 분석을 통한 빅데이터 플랫폼 구성
HD map 요구사항 분석	문헌 연구, 사례 조사	○ 자율주행을 위한 기존 HD map 요구사항 분석 ○ 대중교통 차량을 위한 추가 요구사항 분석 ○ 관제/협력주행을 위한 추가 요구사항 분석 ○ HD map 관련, 산업계 표준/프로세스 분석 ○ 클라우드/서버 관련 기술 동향 분석

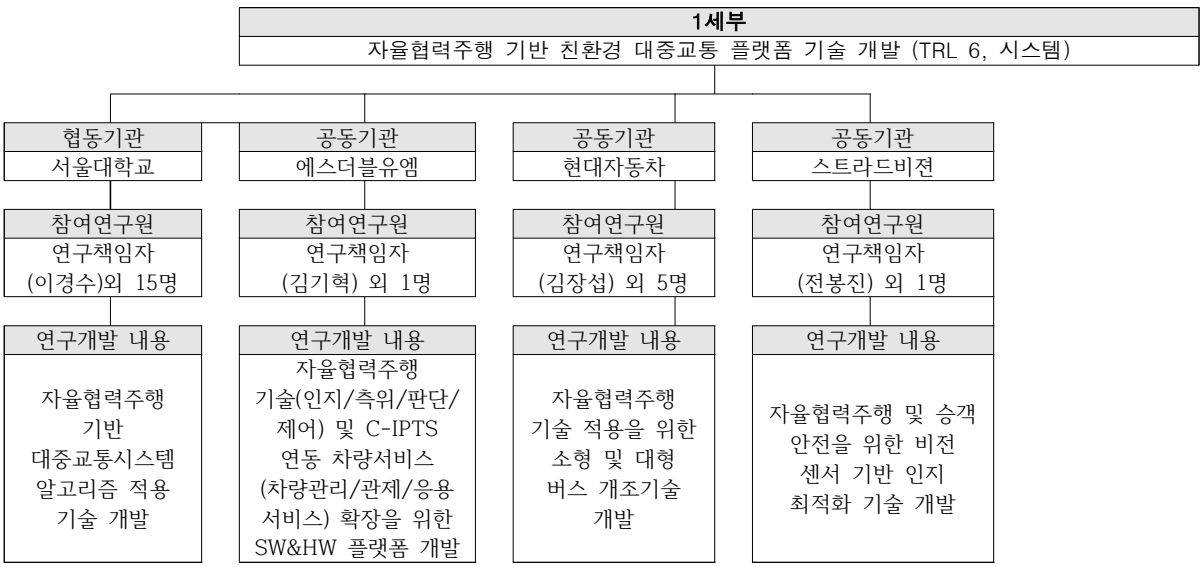
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
시스템 간 인터페이스 설계	사례 조사, 연구 기관 간 협력	○ 기존 대중교통/자율주행 관련 프로젝트 사례 분석 ○ 차량과의 인터페이스 논의 ○ 관제 시스템과의 인터페이스 논의 ○ 클라우드/서버 기술에 바탕한 요소기술 분석
실증단지 HD map 구축 계획	경험 활용, 계획 수립	○ 기존 국책/상용 과제에서의 HD map 구축 경험 활용 ○ 추가 요구사항을 반영한 구축 계획 수립 ○ 실증단지 선정 시 추가 업무 예측
소형/중대형 자율주행 플랫폼연계 시스템 요구분석	문헌고찰, 사례 조사, 교통관련 안전서비스 및 데이터 분석	○ 소형/중·대형 자율주행 플랫폼과 연계 시스템 요구 분석 - 소형/중대형 자율주행 플랫폼과 연계를 위한 요구사항 분석 및 설계 - 소형/중대형 자율주행 플랫폼과 연계를 위한 인터페이스 방안 검토 및 설계 - 연계 데이터 항목 정의
실시간 신뢰성 평가기술 상세설계	문헌/사례 조사, 평가기술 분석 및 모델링 기법연구	○ 대중교통 안전 서비스 필수기능 및 안전 서비스 요구사항 분석 - C-IPTS 교통상황정보 서비스의 정의 - 기존 센터 및 내/외부 통신 인터페이스 설계 ○ 수요 대응형 스마트 대중교통 서비스 제공을 위한 자율협력주행 대중교통 데이터 현황 분석 - 자율협력주행 대중교통 데이터 현황 파악 ○ 자율협력주행 대중교통 관제 및 안전운행서비스 요구사항 분석 - 자율협력주행 대중교통 관제 필수기능 설계 - 관제 필수 기능에 따른 안전운행서비스 요구사항 분석 ○ 차상제어 모니터링 데이터에 의한 실시간 신뢰성 평가 기술 기본/상세 설계 - 실시간 차상 모니터링 평가 지표 정의 및 효과척도 방안 제시 - 실시간 노선운행 신뢰성 평가 방향(기준) 수립 - 신뢰성 평가 기술 기본/상세 설계
고장유지보수 통합 신뢰성 평가기술 상세설계	문헌/사례 조사, 고장예측유지보수 최적화 기술 분석 및 모델링 기법 연구	○ 유지보수 및 차상제어모니터링 기반 고장진단예측 통합 신뢰성 평가 기술 기본/상세 설계 - 고장유지보수 및 차량상태기반 유지보수체계 방향 수립 - 차상제어모니터링 기반 고장 진단예측 통합 신뢰성 평가 기술 기본/상세 설계
C-IPTS를 위한 통신 요구사항 분석	사례조사, Data 분석	○ C-IPTS 사업과 연계한 지원시스템/인프라 공동 활용을 위한 통신 요구사항 검토 및 분석 ○ 자율협력주행 기반 대중교통 서비스를 위한 통신 요구사항/인터페이스 검토 및 분석

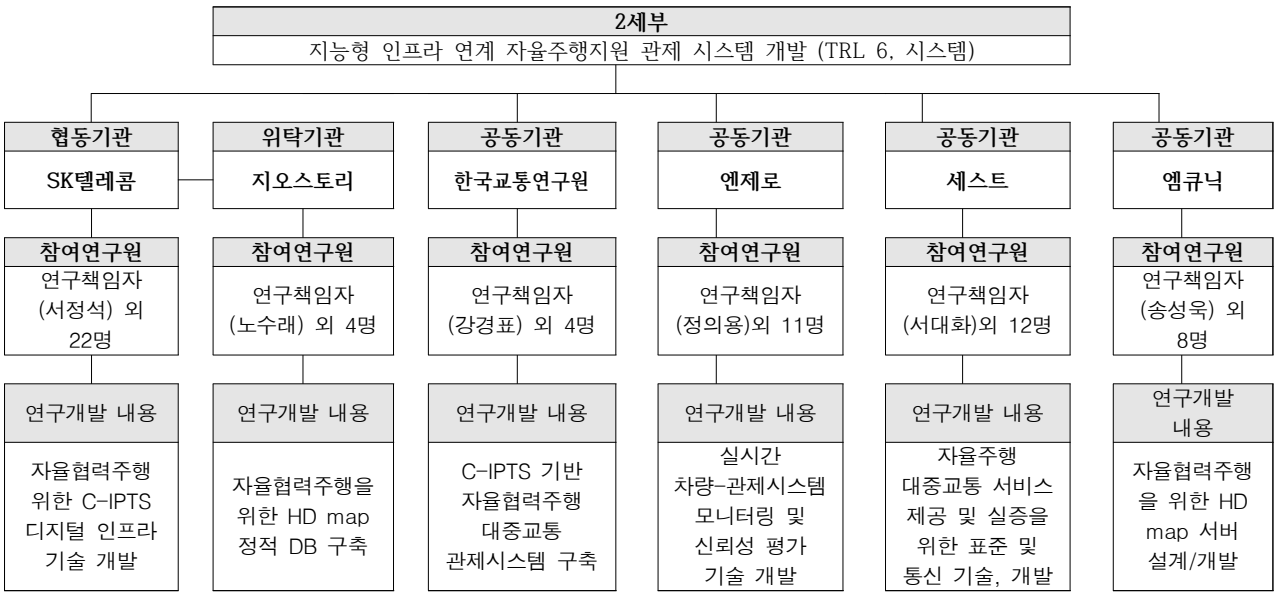
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
WAVE/LTE Hybrid 차량 단말기 프로토타입 개발 및 C-ITS 서비스 탑재	기존 시스템 분석, Data 분석	○ WAVE/LTE 시제품 개발을 위한 HW 부품 선정 및 검토(인터페이스 검토) ○ HW 설계 및 통신 성능 최적화를 위한 연구 개발 ○ C-ITS 서비스 호환성을 위한 표준 적용 및 최적화 연구 ○ LTE 기반 Virtual-V2V/Virtual-I2V 서비스 연구 및 개발
디지털 인프라 성능 요구사항 현황 분석 및 표준 개발	문헌고찰, 선행연구 분석, Data 분석	○ 국내외 디지털 인프라 관련 기술 현황 및 표준화 분석 ○ 국내 자율주행 대중교통을 위한 디지털 인프라 성능 요구사항 분석 ○ 디지털 인프라 기반 차량통신을 위한 국내 표준화 실무팀 활동 및 단체 표준 실무팀 활동 수행
디지털 인프라 성능 요구사항 현황 분석 및 표준 개발	문헌고찰, 선행연구 분석, Data 분석	○ 국내외 디지털 인프라 관련 기술 현황 및 표준화 분석 ○ 국내 자율주행 대중교통을 위한 디지털 인프라 성능 요구사항 분석 ○ 디지털 인프라 기반 차량통신을 위한 국내 표준화 실무팀 활동 및 단체 표준 실무팀 활동 수행
HD map 정적 DB	요구사항 분석, HD map 스키마 정의, 국제 표준 활용, 현지 측량/구축	○ 자율협력 주행을 위해 필요한 HD map 정적 DB의 요구사항 분석 (w/ 1,3세부) ○ 국체 표준인 NDS 및 NDS Open Lane Model을 분석하여, 필요 스펙 활용 ○ 세종 실증 단지에서의 MMS 차량 측량을 통한 데이터 수집 ○ 수집된 자료를 기반으로 구조화 편집을 통한 DB 구축
실증단지 선정 전략 수립	문헌고찰, 사례조사	○ 도입절차 연구 및 시범서비스 방안 마련 ○ 실증단지 선정 및 시범서비스 도출 ○ 서비스 도출 후 실증단지 구축 및 평가 진행 ○ C-IPTS 기반 자율협력주행 대중교통 실증 시나리오 개발 ○ 실증 시나리오 개발 방향 ○ 일반 주행 시나리오 ○ 특정 이벤트 대응 주행 시나리오 ○ 수요대응 주행 시나리오 ○ 실증연구 경제적/재무적 타당성 및 도입지역 인센티브 정책 검토 ○ 경제적/재무적 타당성 분석방법 검토 ○ 도입지역 인센티브 정책 검토 ○ 실증연구 지역 선정을 위한 기술적·정책적 타당성 검토 ○ 사회적 지표, 인프라 연계 등 기술적 타당성 검토 수행 ○ 정책의 일관성 및 추진의지, 사업추진 시 고려사항 검토를 통한 정책적 타당성 검토
실증단지 선정	사례조사, 선정 및 평가	○ 실증단지 선정 절차 ○ 신청기관의 구비조건 및 기본 여건 검토 ○ 후보 지자체 조사(확장여건 검토 등) 및 최종지자체 선정 ○ 실증연구 지역 선정을 위한 기초 기술분석 및 지역특성, 추진 현황 및 계획 등 검토

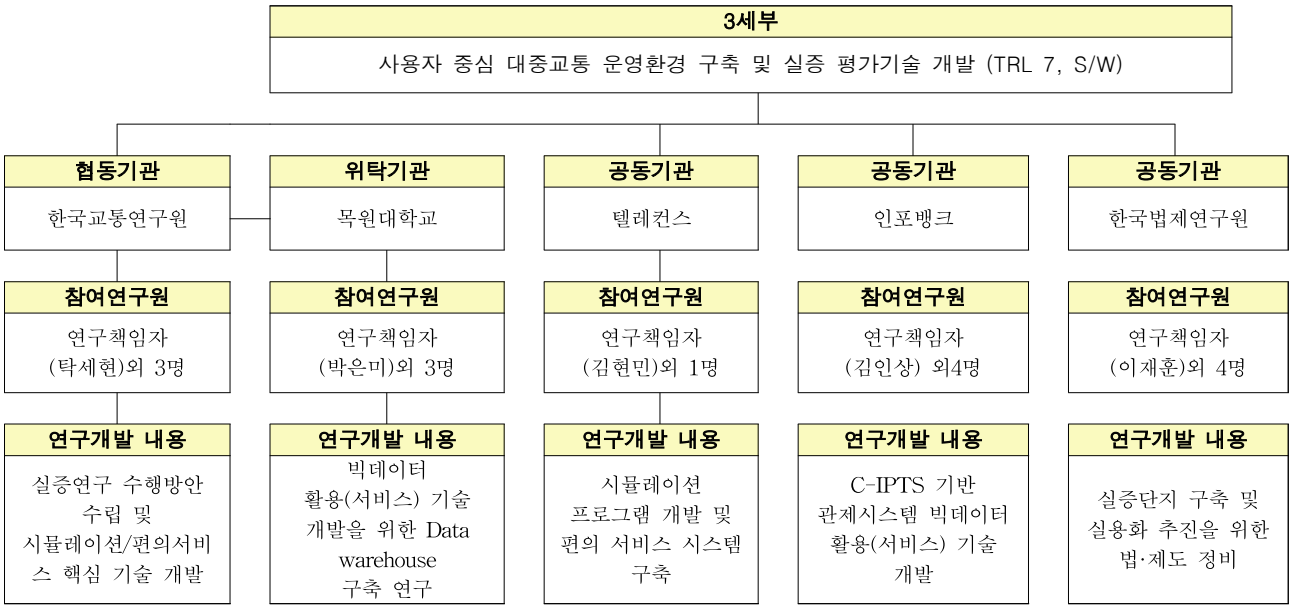
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
스마트 대중교통 운영 효율성 평가 시뮬레이터 기본 연구	문헌고찰, 기존 Simulation 분석 및 모델링	○ 스마트 대중교통 운영환경 평가 지수 개발 ○ 차량의 운용을 위한 최소기준 검토 ○ 인프라 레벨에 따른 최소기준 검토 ○ 관제 연계 성능에 대한 최소기준 검토 ○ Multi-level 통합 시뮬레이션 분석 체계 기본 개념 구상 ○ 3가지 레벨의 기본 개념 구상 ○ 3가지 레벨의 연계형 모듈화
수요 대응형 스마트 대중교통 이용자 편의 서비스 핵심 기술 개발을 위한 기초 연구	문헌고찰, 선행연구 분석, 자문 및 Data 분석	○ 수요 대응형 대중교통 서비스 개념 연구 ○ 다구간 경로 생성 및 최적 경로 선정 방법론 검토 ○ 실시간 이용자 기종점 정보 융합 및 가공 기술 개발
시뮬레이터 기능요소 및 수행절차 분석	문헌고찰, 기존 Simulation 분석	○ 기존 시뮬레이터관련 논문 등 문헌 고찰 ○ 기존 상용 시뮬레이터 중 SUMO, VISSIM 기능 및 절차 분석
시뮬레이터 성능비교 검토	문헌고찰, 기존 Simulation 분석	○ 기존 시뮬레이터관련 논문 등 문헌 고찰 ○ 기존 상용 시뮬레이터 중 SUMO, VISSIM 성능, UI 분석
시뮬레이터 기능 수행절차 개선방안 도출	분석결과를 토대로 한 개선방안 도출 및 시뮬레이터 구조 모델링	○ 대중교통 운영효율성 평가 연구 추진 방향 설정 ○ 기능요소, 수행절차, 성능 비교를 토대로 한 개선방안 도출 ○ 분석 네트워크 자동생성 편의성 측면 개선방안 도출 ○ 분석 네트워크 입력 편의성 측면 개선방안 도출 ○ 대중교통 운영효율성 평가 항목 개념 연구 ○ 운행관리, 배차관리 효율성 평가를 위한 방법론 개발 ○ 레이터 기본 구조도 도출
시범 서비스를 위한 기본개념 구상 및 기초연구	퍼소나 기반 시나리오 개발 방법론을 통한 시나리오 도출	○ 수요 응답형 교통체계 필요 대상군 선정 ○ 現 대중교통 이용 시나리오 도출 ○ 시나리오를 통한 現 대중교통 문제점 도출 ○ 도출된 문제점에 대한 해결 방안 모색 ○ 스마트 대중교통 이용 시나리오 도출
시민 체감형 서비스를 개발을 위한 기초 연구	문헌고찰, 사례조사 선행연구 분석, 설문조사	○ 국내 교통약자 및 장애인을 위한 대중교통 운영 현황 ○ 국내 대중교통 취약지역 및 시간대 대중교통 운영 현황 ○ 국내·외 농어촌 인구변화 및 대중교통 개선 연구 ○ 국내·외 수요응답형 교통체계 도입 사례 ○ 국내·외 통합 스마트 모빌리티 서비스 현황 ○ 해외 자율주행 서비스 운행 현황 ○ 자율주행시대를 바라보는 일반인의 시각 파악
기초 연구를 통한 시민체감형 대상 서비스 도출 및 도출된 서비스의 기술적 타당성 검토	기술적 타당성 검토, 교통관련 정보조사 및 분석	○ 이용자 편의 서비스 핵심 기술(빅데이터, 최적경로산정등)의 데이터 연계방안 정의 및 검토 ○ 교통정보관련 접근 제공 수준 파악 (API등) ○ BIS 및 ITS/C-ITS 인프라 제공 수준 파악 ○ 지자체별 데이터 구축 현황 파악
시민 체감형 서비스 도출	서비스 디자인, 해외사례 벤치마킹	○ 서비스 방향성 및 주 이용대상 확정 ○ 서비스 핵심 구성요소 도출 ○ 요구사항 분석 및 기능별 정의
법·제도 및 정책적 현황조사 및 요구사항 도출	문헌연구	○ 자율주행 대중교통 실증 관련 법제도 현황 조사 및 요구사항 분석 도출
쟁점별 국내외 연구사례 및 법·제도동향 분석	문헌연구	○ 자율주행차 관련 해외 법제도 동향 및 국내 문헌 동향 분석

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
쟁점별 법제도적 개념정립 및 다면적 분석을 통한 정책방향 연구	문헌연구	○ 자율주행 대중교통 실증 및 상용화를 위해 필요한 법제도 개선 방향 도출
국내외 관련 자료 수집 및 검토	문헌고찰, 사례조사	○ 국내외 관련 자료 수집 및 검토 ○ 빅데이터 정의 및 종류 ○ 빅데이터 및 자율협력주행 관련 국내외 사례(활용방안) 수집 및 검토 : 정책, 이력 시스템, 서비스 분석 분야 등 - 빅데이터 분석을 통한 제공 가능 서비스 유형, 서비스 목표, 필요 데이터, 분석 기법, 서비스 구상 등에 대해 검토
시사점 도출	문헌 조사, 사례 조사	○ 문헌 고찰 및 사례조사 검토 결과 제시 ○ 기존 서비스 개선을 목표로 신규 서비스 구상 ○ 정책 활용, 시스템 측면을 고려하여 대부분 구상 ○ 기존 ITS 이력 데이터, 기존 ITS 실시간 데이터, C-ITS 데이터 등을 활용한 서비스 시나리오 제안 ○ 각 서비스에 적합한 데이터 유형을 도출한 후, 서비스별 목표 수립, 필요(요구) 데이터, 분석 기법 등을 제시
빅데이터 분석을 통한 자율협력주행 기반 대중교통 운영 파생 서비스 구상	기술조사, 사례조사	○ 서비스 발굴 및 구상 ○ 문헌 고찰을 통해 도출한 서비스 유형 중 구현 가능성, 적합성 등을 고려하여 서비스 선정 ○ 데이터 활용 유형에 따라 3가지로 시나리오를 구분 - 1차년도에는 시나리오 1을 대상으로 서비스 구상 수행 - 시나리오 1 : 기존 ITS 데이터/이력데이터 활용 - 시나리오 2 : 기존 ITS 데이터/이력+실시간 데이터 활용 - 시나리오 3 : C-ITS/자율주행데이터 활용 ○ 서비스 기반 구축을 위한 개방형 빅데이터 플랫폼 구축 방향 제시

○ 연구개발 추진 체계







○ 연구개발 추진 일정

1세부 : 자율협력주행기반 친환경 대중교통 플랫폼 기술 개발 (서울대학교)																
일련번호	연구내용	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	기간	기관	산출물
1-1-1	대형 버스 동특성 기반 정밀 추종 제어 시뮬레이션													6	서울대학교	보고서
1-1-2	대형 버스 센서 목록, 센서 배치도, 결선도, 전원 사양 등 기본설계													6	서울대학교	
1-1-3	중소형 버스 인지 및 측위 알고리즘 개발													6	서울대학교	알고리즘
1-1-4	중소형 버스 장애물 회피 및 주행 가능 경로 설정 기능 개발													6	서울대학교	
1-1-5	중소형 버스 지정 경로 기반, 경로 추종 제어 기능 개발													6	서울대학교	
1-1-6	중소형 버스 센서 고장 진단/대응기술 개발													6	서울대학교	

1-1-7	대형 버스 인지 및 측위 알고리즘 개발													6	서울대학교	
1-1-8	대형 버스 장애물 회피 및 주행 가능 경로 설정 기능 개발													6	서울대학교	
1-1-9	대형 버스 센서 고장 진단/대응기술 개발													6	서울대학교	
1-2-1	자율주행차량 내 외부 통신 게이트웨이 장비 설계 및 장착													6	에스더블유엠	시작품
1-2-2	“암스트롱(Armstrong)” Framework 내 Wireless 통신 인터페이스 확장													2	에스더블유엠	알고리즘
1-2-3	측위 시스템 HDmap 연동시의 HDmap 포맷 범용성 확보를 위한 HDmap Engine 개발													6	에스더블유엠	알고리즘
1-2-4	자율주행시스템 부팅 시퀀스 제어 기능 개발													2	에스더블유엠	알고리즘
1-2-5	자율주행시스템 내 전자 장비 개별 전원 제어 기능 확보													2	에스더블유엠	알고리즘
1-2-6	자율주행시스템 사용 전력 로그 데이터 분석을 통한 자율주행시스템 구축시의 기준 전기용량 가이드라인 제안													1	에스더블유엠	보고서
1-2-8	답력↔제동력 간 데이터 취득을 통한 모터 용량 결정													1	에스더블유엠	보고서
1-2-8	운전석 내부 3D Scanning을 통한 기구부 간섭 요소 확인													1	에스더블유엠	보고서
1-2-9	운전자 제동기능 오버라이드 가능 제동 장치 설계													1	에스더블유엠	시작품
1-2-10	모터 제어 PCB 보드 설계 및 제어 알고리즘 설계													3	에스더블유엠	알고리즘
1-2-11	설치 위치 조정 용이성 확보를 위한 센서별 전용 마운트 및 브라켓 설계(대형버스)													6	에스더블유엠	보고서
1-2-12	다수 차량 자율주행시스템 버전관리를 위한 OTA 업데이트 시스템 선행 시작품 개발													10	에스더블유엠	보고서, 시작품
1-2-13	자율주행 SW 탑재 Computing HW 플랫폼 이중화 시스템 구축 선행 시작품 개발													10	에스더블유엠	보고서, 시작품
1-3-1	중소형 전기버스 조향제어 시스템 적용 및 협조제어 사양 개발													10	현대자동차	보고서, 시작품
1-3-2	중소형 전기버스 구동/제동 시스템 협조제어 사양 개발													10		보고서
1-3-3	중대형 전기버스 조향제어 시스템 적용 및 협조제어 사양 개발													7		보고서, 시작품
1-3-4	중대형 전기버스 구동/제동 시스템 협조제어 사양 개발													7		보고서
1-4-1	카메라 센서를 통한 학습 DB 수집													12	스트라드비젼	알고리즘
1-4-2	알고리즘 성능 개선 및 최적화													12		

3세부 : 사용자 중심 대중교통 운영환경 구축 및 실증 평가기술 개발													
일련번호	연구내용	4	5	6	7	8	9	10	11	12	기간	기관	산출물
3-1-1	실증단지 선정 전략 수립										5	한국교통연구원	보고서
3-1-2	실증 단지 선정										4	한국교통연구원	보고서
3-2-1	스마트 대중교통 운용환경 평가 요소 도출										5	한국교통연구원	보고서
3-2-2	Muilti-level 토압 시뮬레이션 분석 체계 기본 개념 구상										7	한국교통연구원	보고서
3-3-1	수요 대응형 대중교통 서비스 개념 연구										6	한국교통연구원	보고서
3-3-2	다구간 경로 생성 및 최적 경로 선정 방법론 검토										6	한국교통연구원	보고서
3-3-3	실시간 이용자 기종점 정보 융합 및 가공 기술 개발										6	한국교통연구원	분석서
3-4-1	시뮬레이터 기능요소 및 수행절차분석										3	텔레컨스	분석서
3-4-2	시뮬레이터 성능 비교 검토										3	텔레컨스	분석서
3-4-3	시뮬레이터 기능 수행 절차 개선 방안 도출										4	텔레컨스	보고서 논문 (일반)
3-5-1	시범 서비스를 위한 기본 개념 구상 및 기초 연구										3	인포뱅크	보고서
3-5-2	시민체감형 서비스 개발을 위한 기초 연구										6	인포뱅크	보고서
3-5-3	해외 동향 조사를 통한 시민체감형 서비스 도출 도출된 시민체감형 서비스의 기술적 타당성 검토										3	인포뱅크	보고서
3-5-4	시민체감형 서비스 도출										4	인포뱅크	보고서
3-6-1	법·제도 및 정책적 현황조사 및 요구사항 도출										6	한국한국법제연구원	보고서
3-6-2	쟁점별 국내외 연구사례 및 법·제도동향 분석										7	한국법제연구원	`보고서
3-6-3	쟁점별 법제도적 개념정립 및 다면적 분석을 통한 정책방향 연구										6	한국법제연구원	논문 (일반)

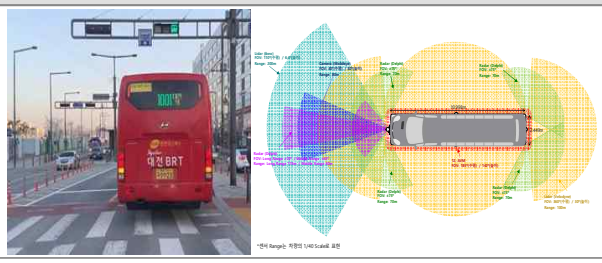
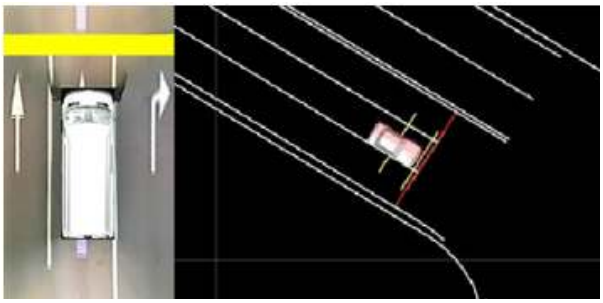
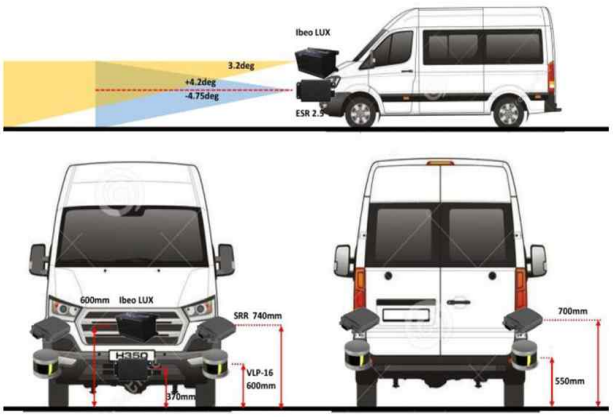
2세부 : 지능형 인프라 연계 자율주행지원 관제시스템 개발													
일련번호	연구내용	4	5	6	7	8	9	10	11	12	기간	기관	산출물
2-1-1	C-IPTS 교통상황정보 서비스의 정의										4	한국교통연구원	설계서
2-1-2	수요 대응형 스마트 대중교통서비스 연계기술 검토										6	한국교통연구원	보고서
2-1-3	차상 운행정보 현시모니터링 및										4	한국교통	설계서

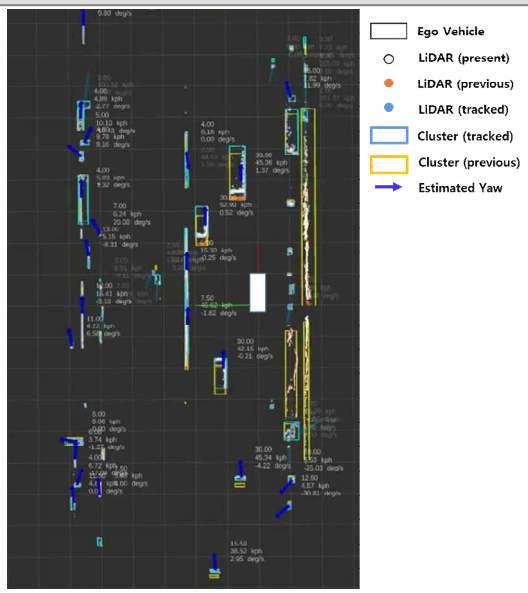
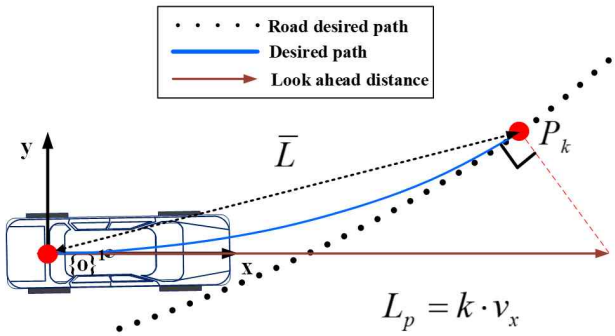
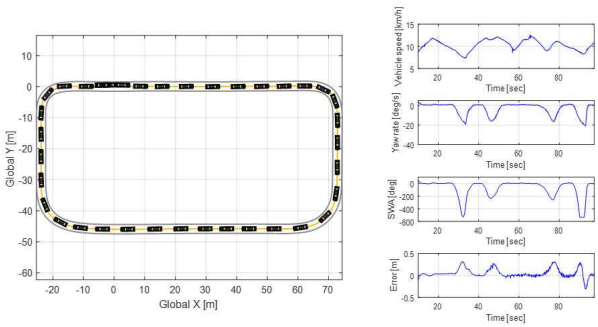
	관제시스템 분석/설계											연구원	
2-1-4	관제시스템 대중교통기반 빅데이터 분석/설계										3	한국교통 연구원	설계서
2-1-5	자율협력주행 대중교통 관제 필수기능 설계										4	한국교통 연구원	설계서
2-1-6	관제 필수 기능에 따른 안전운행서비스 요구사항 분석										3	한국교통 연구원	분석서
2-1-7	자율협력주행 대중교통 특성 기반 데이터 설계 및 요구사항 분석										3	한국교통 연구원	분석서
2-1-8	분석 인프라의 각 노드별 분석을 통한 빅데이터 플랫폼 구성										6	한국교통 연구원	문서
2-2-1	관제센터 -HD map 간 인터페이스 설계										9	SK 텔레콤	설계서
2-2-2	자율주행차량 -HD map 간 인터페이스 설계										9	SK 텔레콤	설계서
2-3-1	소형/중·대형 자율주행 플랫폼 연계 시스템 요구 분석										4	엔제로	분석서
2-3-2	실시간 신뢰성 평가기술 상세설계										5	엔제로	설계서
2-3-3	고장·유지보수 통합 신뢰성 평가 기술 상세 설계										5	엔제로	설계서
2-4-1	C-IPTS 기반 통신 요구사항 정의 및 V2X 구축 시나리오 도출										4	세스트	설계서
2-4-2	WAVE+LTE 기반 차량 통신 단말기 개발 및 C-ITS 서비스 탑재										4	세스트	HW
2-4-3	디지털 인프라 성능 요구사항 분석 및 정의										6	세스트	분석서

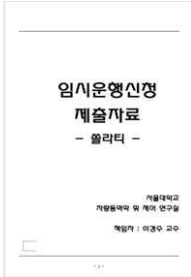
2) 2차년도

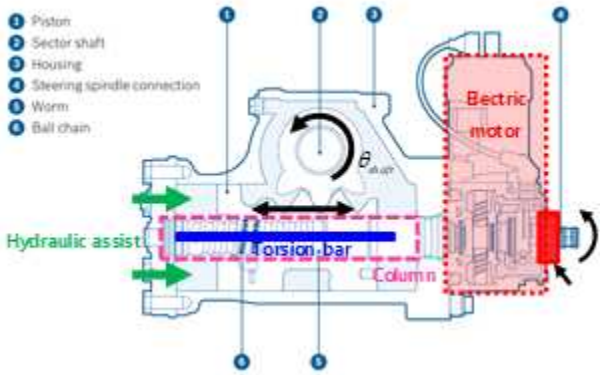
○ 연구 범위 및 연구 수행 방법

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
대형 버스 기본설계	문헌 조사, 사례 조사	○ 대형 버스 자율주행을 위한 센서 및 제어기 구성, 사양 기본 설계 - 대형 버스의 전용 도로 주행에 따른 주행 목적 리스트 작성 ○ 주행 목적 별 필요 센서 구성 안 정리 - 대형 버스 실증 대상 지역의 도로 상황을 고려하여 센서 사양 선정 - 대형 버스의 자율주행을 위한 필수 가능 및 대중교통 안전 기능을 고려한 센서 배치 검토 ○ 대형 버스 제원 기반 자율주행 시스템 기본 설계 - 대형 버스의 형상을 고려한 센서 배치 위치에 따른 센서 계측 거리 및 시야각(Field Of View) 점검 - 센서 배치 위치 및 설치 방안 검토 - 센서 및 제어기 전원, 통신 인터페이스 사양 분석 - 센서 및 제어기 전력 부하 계산, 전원 및 통신 계통 설계

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		
중소형 버스 인지 및 측위 알고리즘 적용	시뮬레이션 수행, 로직 구현 및 실차 테스트	○ 센서 장착 위치에 따른 성능 시험 - 센서 장착 위치에 따른 음영 구역 점검 - 센서 위치에 따른 센서 보정 및 알고리즘 점검 - 실증 대상 지역 도로 상황 점검 ○ 차선 기반 도심로 측위 알고리즘 기본 설계 - 비전 센서의 차선 정보 및 GPS를 이용한 자 차량 측위 알고리즘 적용  <정지선 인지 및 종 방향 측위보정 알고리즘> ○ 레이다, 라이다, 비전 센서 사용 인지 알고리즘 설계 - 형상 추출을 통한 차량 분류 알고리즘 적용 - 취득 정보 필터링을 통한 주변 차량 상태(위치, 속도 등) 추정, 거동 예측 알고리즘 적용 -  <중소형 버스 센서 구성>

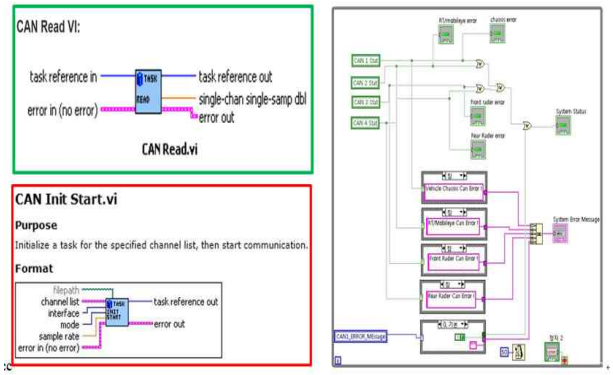
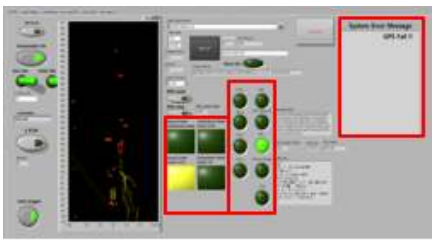
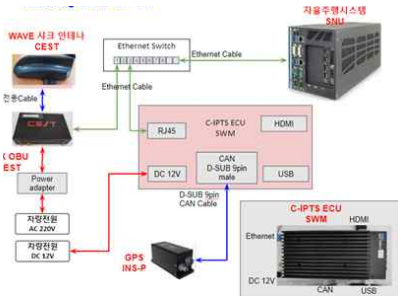
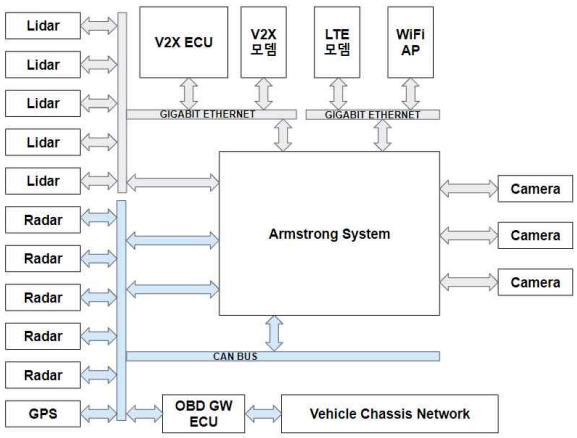
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		 <인지 모듈 동작 결과>
중소형 버스 장애물 회피 및 주행 가능 경로 설정 기능 개발	시뮬레이션 수행, 로직 구현 및 실차 테스트	○ 중소형 버스의 경로 생성 및 횡 방향 경로 추종 제어 테스트 ○ 도심로 교차로(좌회전/우회전) 대응을 위한 횡제어 기능 개발  <조향 제어 알고리즘 개발>
중소형 버스 지정 경로 기반, 경로 추종 제어 기능 개발		○ 중소형 버스의 속도 제어를 위한 종방향 가속도 제어기 개발 ○ 중소형 디젤버스 기반 자율주행시스템 개발 및 차량에 로직 구현 후 실차 테스트, 임시운행면허 허가 취득  <KATRI K-city 시험로 조향제어 알고리즘 테스트 결과>

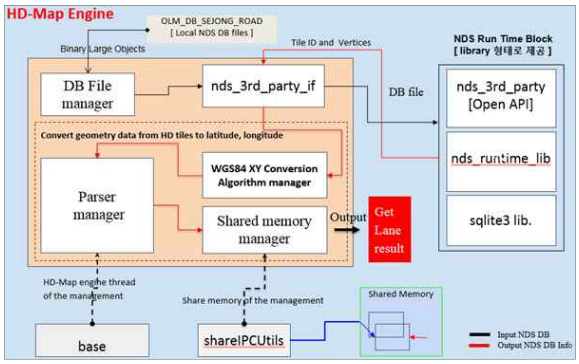
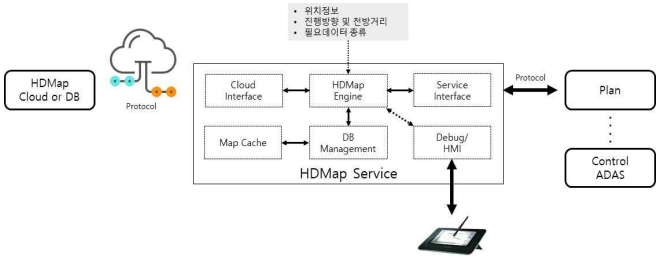
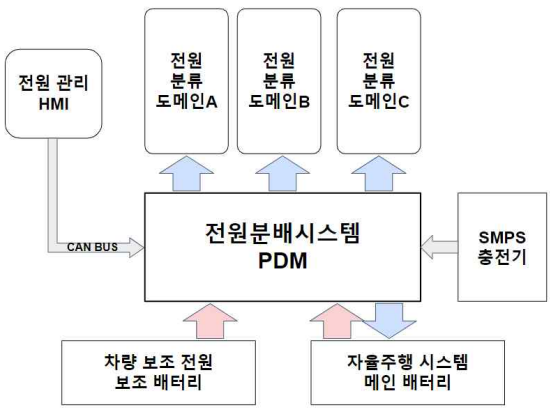
<table>
<tr><th>연구 범위</th><th>연구 수행 방법
(이론적·실험적 접근방법)</th><th>구체적인 내용</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td>


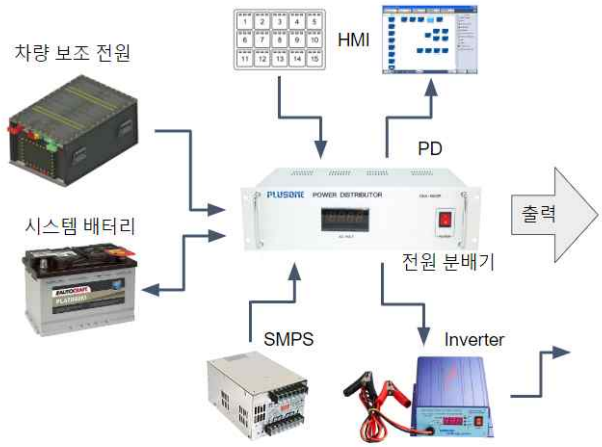
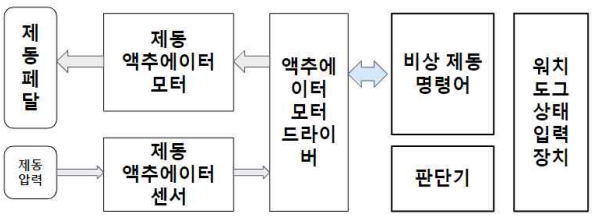
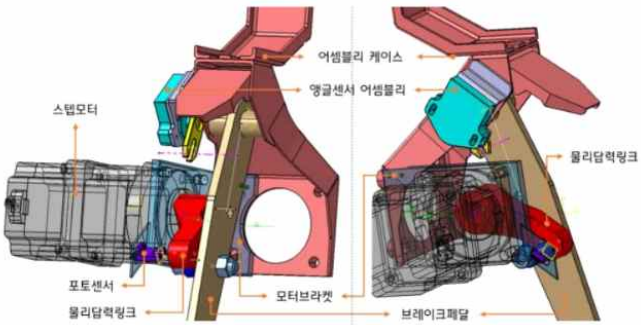
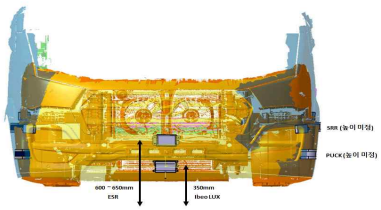
<중소형 버스 2대 자율주행 임시운행허가 취득></td></tr>
<tr><td>대형 버스 판단 및 제어 알고리즘 적용 방안 검토 및 해석</td><td>모델링 및 시뮬레이션 수행</td><td>○ 대형 버스 조향 제어를 위한 시스템 구성 검토
 

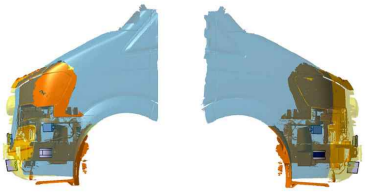
<Bosch 社 Servotwin electrohydraulic steering system>

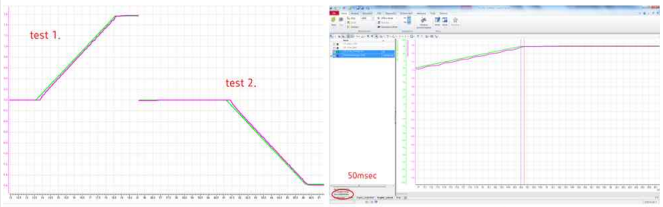
○ 대형 버스 조향 제어 시스템 시뮬레이션
<table>
<tr><th>Characteristics</th><th>PID</th><th>SMC</th></tr>
<tr><td>Robustness to uncertainty</td><td>Poor</td><td>Fair</td></tr>
<tr><td>Feedforward input</td><td>Unavailable</td><td>Available</td></tr>
<tr><td>Feedback input</td><td>Available</td><td>Available</td></tr>
<tr><td>Pros</td><td>Easy</td><td>Easy</td></tr>
<tr><td>Cons</td><td>Gain tuning problem (requires scheduling)</td><td>High frequency oscillation (chattering)</td></tr>
</table>
<대형 버스 조향 제어 시스템 제어기 개발 및 시뮬레이션 결과 비교>
○ 대형 버스 동특성을 고려한 경로 추종 제어 성능 분석</td></tr>
<tr><td>중소형 버스 센서 고장 진단/대응기술 개발</td><td>로직 구현 및 실차 테스트</td><td>○ 중소형 버스 센서 및 통신 인터페이스 상태 모니터링 기능 개발
○ 센서 고장 및 통신 불가 시 알람 및 자율주행 모드 해제 기능 개발</td></tr>
</table>

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		 <CAN signal 오류 모니터링을 위한 Labview 프로그램 구성>  <오퍼레이터 화면 상태 표시 구성>
Connected 기능 추가 “암스트롱(Armstrong)” 자율주행 SW 플랫폼 ver.1.5	하드웨어 설계 및 개발 SW설계 및 개발	○ 자율주행 내 외부 통신 게이트 웨이 장비 설계 및 장착 ○ V2X OBU를 통한 수신된 데이터를 필요한 메시지 형식으로 변환하는 기능 개발, GPS 위/경도와 차량 heading정보 이용하여 V2X 메시지에서 차량 접근 교차로 신호등 정보 송신 기능 개발  < 차량 내 네트워크 설계 안 예시 >  **< 자율주행 차량 내부 통신 블록다이어그램 >**

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
HD Map Engine	시뮬레이션, 설계 및 개발	○ HD Map Engine 개발 : OLM기반의 HD Map 정보 추출기능 설계, 2세부 SKT사의 Map Engine정보 중 Lane정보 위도/경도 추출 및 가시화 기능 개발 ○ 차년도에는 SKT Map에서 제공하는 데이터 중 자율주행에 필요한 데이터 가공 및 전송을 위한 통신방법 확정, 데이터 메시지 확정 후 후속 개발 진행 예정  <HD map engine 시스템 구성도>  < HDMap 및 MapEngine 연계 개념도 >
전기 자율주행차량 전력관리장비	하드웨어 설계 및 개발 SW설계 및개발	○ 자율주행시스템 부팅 시퀀스 제어 기능 개발 ○ 자율주행시스템 내 전자장비 개별 전원 제어 기능 확보 <전기차량 기반 자율주행 시스템 최적전력관리 장치 개념도> 

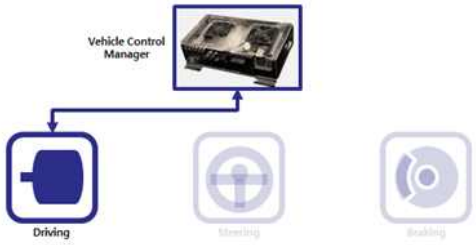
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		< 전원 분배 시스템 구조도 >  <전원 분배 시스템 기능 컨셉>
비상정지 제동장치	하드웨어 설계 및 개발	○ 자율주행 시스템이 오작동하는 경우 차량을 긴급 제동할 수 있는 별도 제동 장치를 개발함 ○ 답력과 제동력 간 데이터 취득을 통한 모터 용량 결정 ○ 모터제어 PCB보드 설계 및 제어 알고리즘 설계 ○ 운전자 제동기능 오버 라이드 가능 제동 장치 설계  < 비상 정지 시스템 블록다이어그램 >  < 비상 정지용 별도 제동 장치 설계안>
대형버스 전용 인지환경 설치 키트 설계도	CAD 모델링	○ 설치위치 조정 용이성 확보를 위한 센서별 전용 마운트/브라켓 설계 

<table>
<tr><th>연구 범위</th><th>연구 수행 방법
(이론적·실험적 접근방법)</th><th>구체적인 내용</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td>  </td></tr>
<tr><td>중소형 디젤버스
조향제어 시스템 검증</td><td>중소형 디젤버스
R-MDPS의 성능 검증
테스트 진행</td><td>○ R-MDPS 적용을 통해 자율주행제어기 명령에 대한 강건한 응답성 확보 및 직진조향성 기능 향상
○ Sine, Linear 값을 일정 주기(s) 및 진폭(deg) Input으로 넣어 실제 steering angle값을 도출하여 Max error, Max Delay, Average error 측정한 결과, 목표 성능 만족

<table>
<tr><th>차속</th><th>성능인자</th><th>최종요구조향각/도달시간</th></tr>
<tr><td rowspan="2">0kph</td><td></td><td>90deg/5sec</td></tr>
<tr><td>Steady State error (deg)</td><td>0.4/1.0</td></tr>
<tr><td></td><td>Max. delay(msec)</td><td>110/150</td></tr>
</table>


0kph, 90degree linear input overall graph　　Max delay : 50ms

<조향제어 시스템 성능 검증></td></tr>
<tr><td>중소형 디젤버스
조향제어 시스템 시작품</td><td>중소형 디젤버스의
R-MDPS 장착을 위한 조향 부품 및 차량 리워크 작업 및 검증</td><td>○ 중소형 디젤버스가 자율주행이 가능할 수 있도록 조향제어 시스템 설계 및 시작품 제작
○ 전자식 스티어링 시스템인 R-MDPS를 중소형 디젤버스에 맞추어 설계 및 제작
 </td></tr>
<tr><td>중소형 디젤버스
구동/제동 시스템
협조제어 사양</td><td>중소형 디젤버스 구동/제동 제어를 위한 인터페이스 및 기능/성능 개발</td><td>○ 엔진 토크제어 SW 사양 개발 및 엔진 ECU 업데이트 적용
○ 제동압력 제어 개발 및 ESC SW 업데이트 적용</td></tr>
</table>

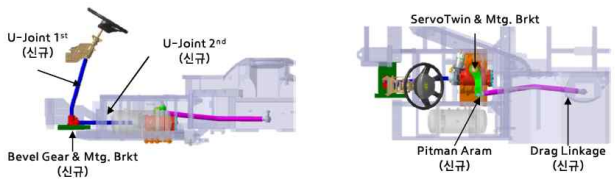
<table>
<tr><th>연구 범위</th><th>연구 수행 방법
(이론적·실험적 접근방법)</th><th>구체적인 내용</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td>


signal	용도	비고	VCM 입장TX/RX
크루즈 컨트롤 설정 속도	구동/제동 제어		RX
크루즈 컨트롤 enable 여부			
크루즈 컨트롤 상태			
크루즈 컨트롤 활성화 여부			
브레이크 페달 on/off 여부(0,1)			
액셀 페달 on/off(0 ~ 100%)			
자율주행 ON/OFF정보	자율주행제어기 -> 구동	모멜 내부 signal	TX
요구가속도 (+ or -)	자율주행제어기 -> 구동/제동	모멜 내부 signal	

<구동 협조제어 인터페이스 개발>

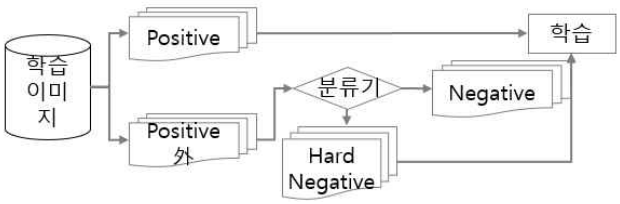
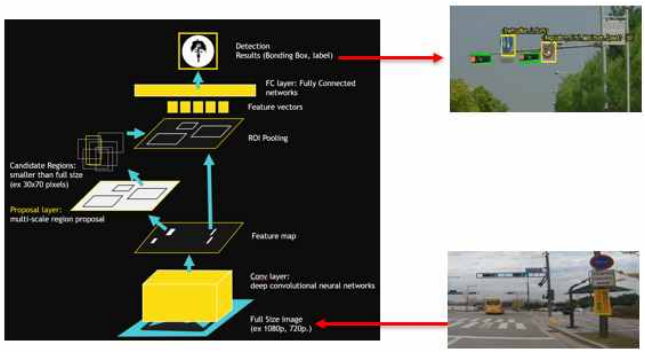
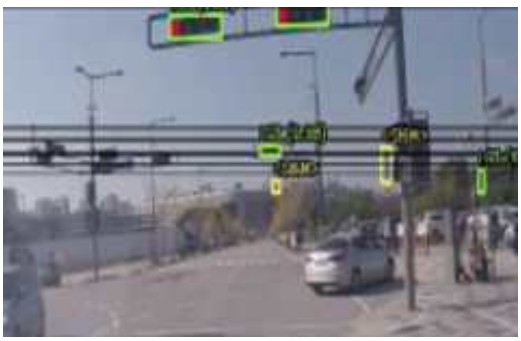
signal	용도	비고	VCM 입장TX/RX
크루즈 컨트롤 설정 속도	구동/제동 제어		RX
크루즈 컨트롤 enable 여부			
크루즈 컨트롤 상태			
크루즈 컨트롤 활성화 여부			
브레이크 페달 on/off 여부(0,1)			
앞축 왼쪽바퀴 속도	차속 보정		
앞축 오른쪽바퀴 속도			
뒷축 왼쪽바퀴 속도			
뒷축 오른쪽바퀴 속도			
자율주행 ON/OFF정보	VCM -> 구동	모멜 내부 signal	TX
요구가속도 (+ or -)	VCM -> 구동/제동	모멜 내부 signal	

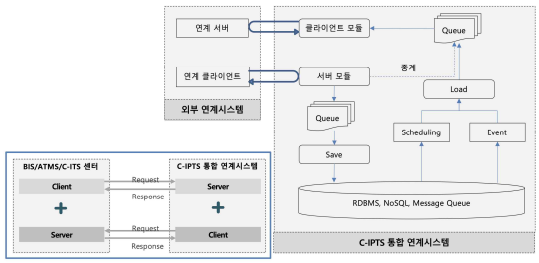
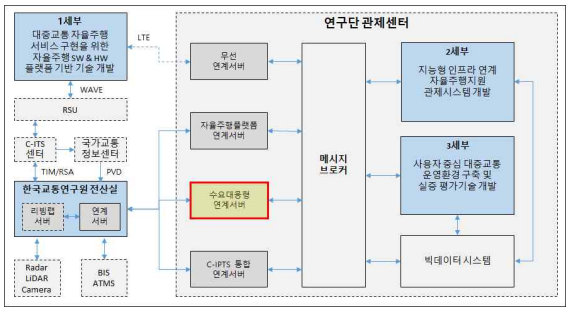
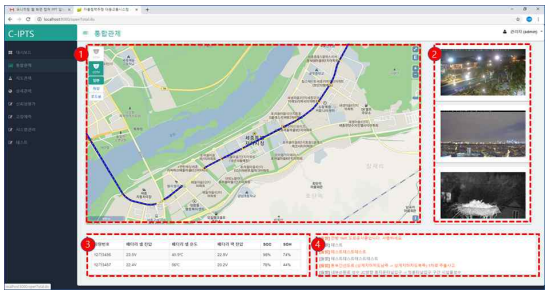
<제동 협조제어 인터페이스 개발>
</td></tr>
<tr><td>중대형 전기버스 조향제어 시스템 검토 및 시작품 제작</td><td>중대형 전기버스의 MAHS 장착을 위한 조향 부품 및 차량 리워크 작업 및 검증</td><td>○ 대형전기버스가 자율주행이 가능하도록 조향제어 시스템 설계 및 시스템 사양 검토

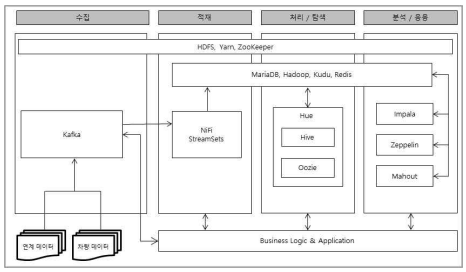
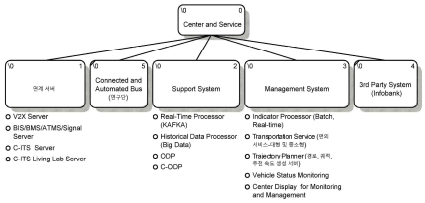
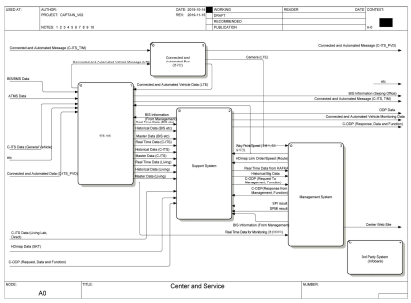
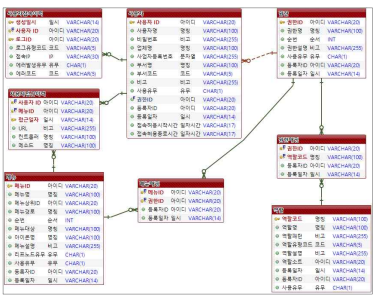


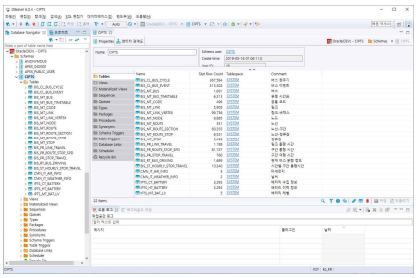
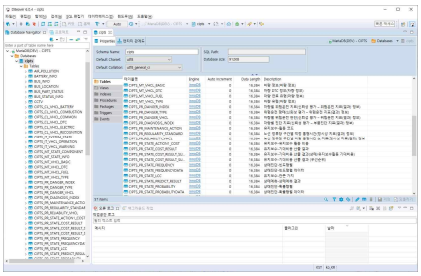
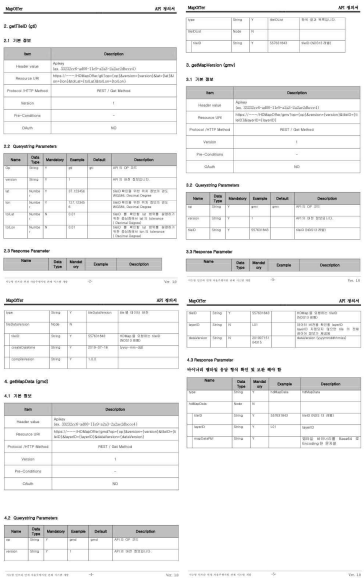
<조향제어 부품 장착 검토>

<조향제어 시작품 제작></td></tr>
<tr><td>중대형 전기버스 구동/제동 시스템 협조제어 사양</td><td>중대형 전기버스 구동/제동 제어를 위한 인터페이스 및 기능/성능 개발</td><td>○ 전기모터 토크제어를 통한 구동제어 SW 사양 검토
○ 감속도 제어를 통한 제동제어 SW 사양검토
○ 개발용 VCU(전기버스 최상위제어기) 로직 변경 검토 중</td></tr>
</table>

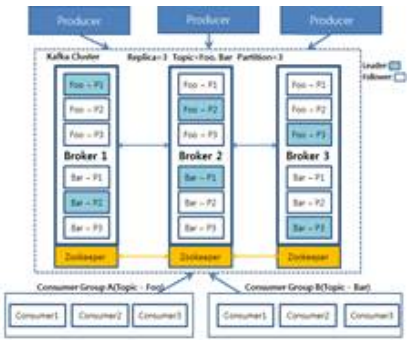
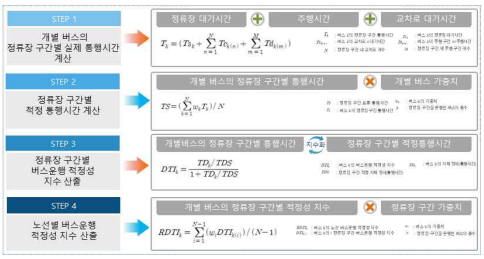
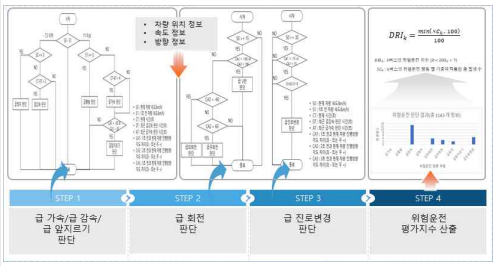
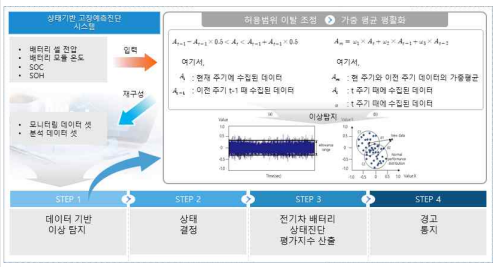
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
알고리즘 재학습을 위한 DB수집 및 Data Labeling	카메라로 학습용 데이터 수집 Labeling을 통한 학습용 데이터 생성	○ Gopro 카메라로 신호등/표지판 등의 주행 영상 수집 ○ 데이터 분류 체계 수립 및 데이터 추출 설계 ○ Labeling Tool을 사용하여 학습에 필요한 데이터 생성
알고리즘 재학습 및 알고리즘 최적화	알고리즘 개발 및 성능 최적화	○ 학습용 서버를 활용하여 기존 SVNet 알고리즘 재학습 ○ 초기에 정/부정합 간 화실한 구분, 후반에 정교한 구분을 통해 인식 정확도 향상 ○ 학습 후반으로 갈수록 정합에 가까운 부정합 데이터 다수 입력하여 성능 개선  ○ 튜닝을 통해 알고리즘 성능 최적화 ○ 실차 적용 및 인지 성능 분석  <교통 표지판 및 신호등 검출 알고리즘 개요>  <실차 적용 결과 : 2차년도 시연 구간>

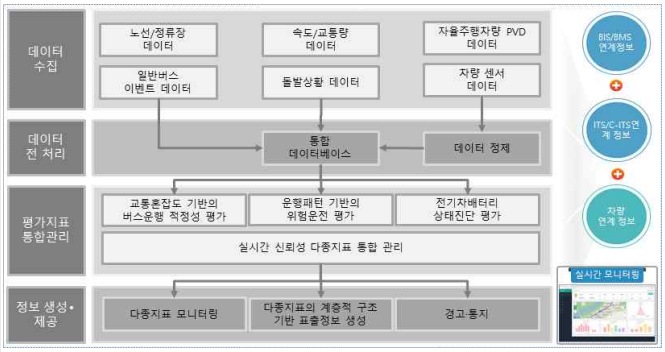
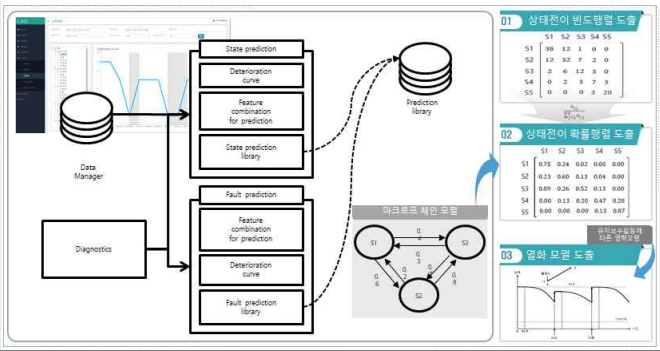
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
연계시스템 프로토타입 제작	시스템 설계 및 구축 문헌 조사 및 현장조사	○ MS AZURE 클라우드 기반의 메시지 브로커를 활용한 C-IPTS 통합 연계시스템 프레임워크 개발  ○ 외부서버에서 수집한 데이터 및 2, 3세부에서 생성한 데이터를 메시지 브로커(KAFKA)에 적재 ○ 자가망 및 임대망을 활용하여 BIS/ATMS/C-ITS 데이터 및 센서 데이터, C-ITS데이터 송수신 등 외부서버와 연계
수요 대응형 서비스 연계 프로토타입 제작	시스템 설계 및 구축 문헌 조사 및 현장조사	○ 관제센터에서 생성한 추천 속도 및 경로 데이터의 중앙 집중형 메시지 브로커(KAFKA)를 통한 연계 
차상 현시 모니터링 프로토타입 제작	DFD(Data Flow Diagram) 기반 모델링, 시스템 설계 및 구축 문헌 조사 및 현장조사	○ 자율협력주행버스의 운행 및 상태정보, BIS/ATMS/C-ITS 수집한 정보를 이용하여 차량의 현재 위치와 상태정보, 연구단 센터에서 생성한 정보를 조회 및 모니터링 
안전성 및 효율성 지표 산정 알고리즘 및 데이터 플로우 설계	모델링 및 데이터 기반 알고리즘 개발 문헌 조사 및 현장조사	○ 안전(Safety) 부문 7개, 효율(Efficiency) 부문 5개, 편의(Comfort) 부문 7개의 KPMI(Key Performance Monitoring Index) 개발 KPMI(Key Performance Monitoring Index) 안전(Safety) • Number of emergency decelerations per km • Mean and maximum longitudinal acceleration and deceleration • Lateral position variation while traveling within a lane • Mean and maximum time-headway to the vehicle in front in car following situations • Average Risk based on time-headway per Link • Minimum accepted gap in lane changes 효율(Efficiency) • Peak period travel time along a route • False Alarm when Detecting Lane Changing • Real-time monitoring of LTE and WAVE communication latency • Compare and Analysis of LTE and WAVE communication latency by service • Compare communication latency and Latency Maximum Acceptance per service 편의(Comfort) • 초과 소요 시간 • 승객 환승 총 대기시간 • 단위 운행거리당 평균 재차인원 • 출·도착지별 평균 재차인원 • 운행 중 정차 횟수 평균 • 가변정류장 승차 서비스 요청 수락률 • 가변정류장 승차 서비스 요청 이행률 ○ 실시간/비실시간 데이터 플로우 개발

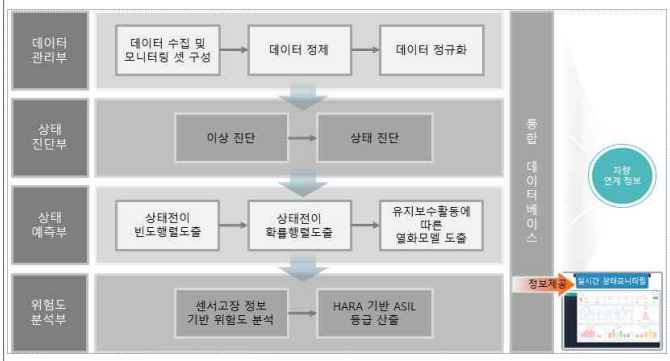
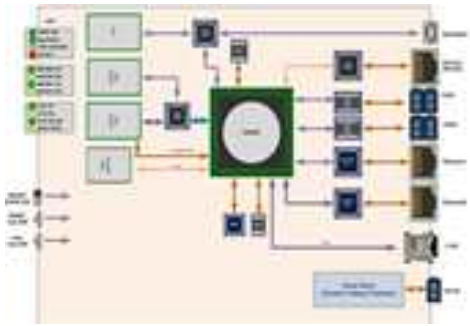
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
빅데이터 아키텍쳐 설계	모델링 및 데이터 기반 알고리즘 개발 문헌 조사 및 현장조사 기반 기존 시스템 DB 분석	○ 수집, 적재, 처리/탐색, 분석/응용의 4개의 레이어로 빅데이터 프로토타입 환경 구성  <빅데이터 아키텍쳐> ○ 로컬 시스템에 빅데이터 프로토타입 프로젝트 수행을 위한 3대의 분산 서버로 빅데이터 HW 구축 및 테스트 ○ 클라우데라 매니저, NiFi, StreamSets, KAFKA, Redis를 활용하여 빅데이터 SW 구축
자율협력주행 대중교통 빅데이터 활용 주요 서비스 선정 및 설계	전문가 자문 및 유사 사례 분석을 통한 서비스 도출, 데이터 기반 설계	○ 센터 서버를 연계서버, 자율협력주행버스(1세부), 서포트 시스템, 매니지먼트 시스템, 서드파티 시스템(3세부)으로 구성  ○ 시스템 내부 상위 데이터, 연계서버 데이터, Support System, Management System, Management System-Indicator Processor의 플로우 및 기능 설계  <예시: 시스템 내부 상위 데이터 플로우>
데이터베이스 프로토타입 제작	시스템 설계 및 구축 문헌 조사 및 현장조사	○ 사용자, 공통 코드, 지도, 인프라, 관제서비스, ATMS 시스템, BIS 시스템, C-ITS, 신호관리에 대한 ER-D(Entity Relationship Diagram) 구성  <예시: 사용자 ER-D>

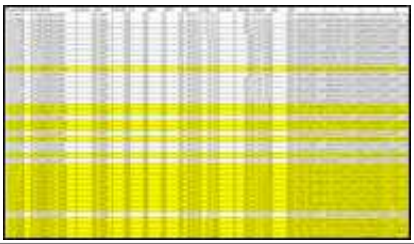
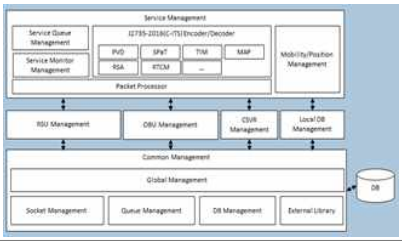
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		○ 로컬 환경에 OracleXE와 Maria DB를 설치하여 데이터 구축  <오라클 데이터베이스>  <Maria DB 데이터베이스>
인터페이스 설계	HD map 서버 내부 및 차량/관제서버와의 인터페이스 설계	○ 지능형 인프라 연계 자율주행지원 관제시스템 개발에 적용되는 HD map의 인터페이스 정의 
HD map 서버 구축	오픈레인 기반의 HD map을 변환하고 제공할 수 있는 기능 구현	○ NDS 중 HD map과 관련있는 Open Lane Model을 사용하고 HD map을 PreProcess과정을 거쳐 중간 포맷으로 표준화 가공 기능 개발 저작권 등록증 한국저작권위원회

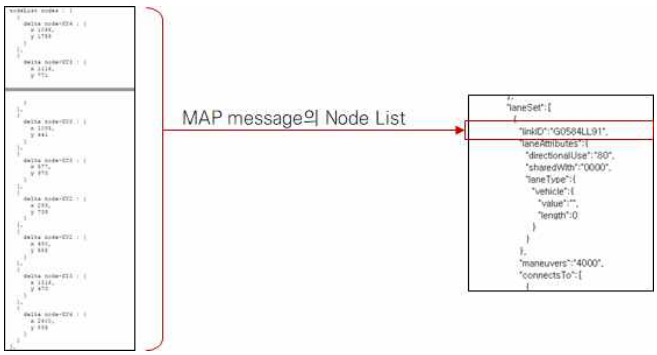
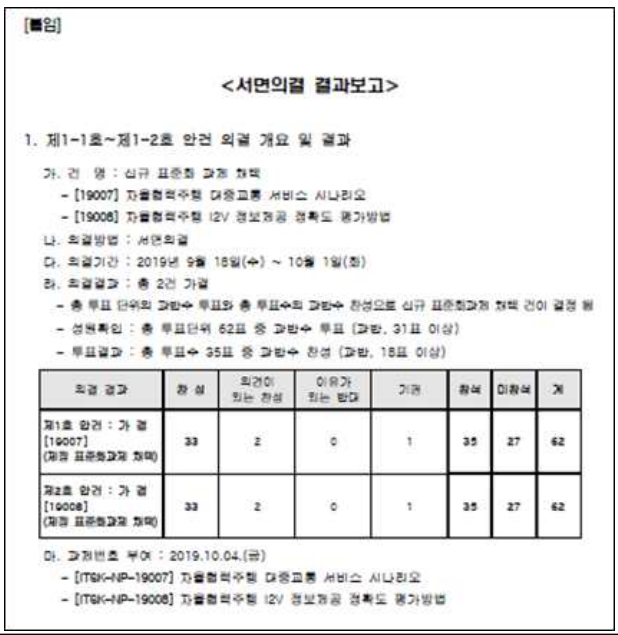
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		○ NDS 13레벨 타일 단위로 Map 데이터 관리 및 제공, 타일별 레이어별 과거 이력 등 조회 기능 개발 저작권 등록증
HD map 시각화 프로그램 개발	2D visualization 구현	○ 다양한 NDS 타일 조회 기능 개발 • 현재 지도 화면 중심의 Lane Group, Lane Connectivity 조회 옵션 제공 • NDS 바이너리를 Linestring으로 변환 기능 제공 • 바이너리 속성 Inspector 제공 • WGS84 좌표를 NDS 인덱스로 변환 저작권 등록증
HD map 정적 DB	요구사항 분석, HD map 스키마 정의, 국제 표준 활용, 현지 측량/구축	○ 자율협력 주행을 위해 필요한 HD map 정적 DB의 요구사항 분석 (w/ 1,3세부) ○ 국체 표준인 NDS 및 NDS Open Lane Model을 분석하여, 필요 스펙 활용 ○ 세종 실증 단지에서의 MMS 차량 측량을 통한 데이터 수집 ○ 수집된 자료를 기반으로 구조화 편집을 통한 DB 구축
동적 정보 수집 설계	요구사항 분석, 아키텍쳐 설계, 자료 흐름 설계	○ 도로의 동적 변화상태 추적을 위한 필요 정보 요구사항 분석 ○ 도로의 동적 변화 사항으로는, 사업 과정에서 발굴된 두 가지 요구사항 (포트홀, 공사중)을 활용하였음. 이는 LDM에서는 semi-static, NDS에서는 Dynamic Lifetime 정보에 해당하는 정보임. (결빙이나 안개구간 등도 포함될 수 있으며, Infra에서 정보 제공되는 것을 가정하여 개발) ○ 단말, 서버를 아우르는 전체 프로세싱 아키텍쳐 정의 ○ AI SoC 기반으로 고효율적으로 동적 정보를 수집할 수 있는 단말 설계 ○ Public Cloud 기반으로 수집된 정보를 처리하여 다시 단말로 제공할 수 있는 서버 구조 설계

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
연계시스템 프로토타입 제작	프로토타입 제작 및 테스트	○ OBU, RSU, RSU-SERVER 시뮬레이터 개발을 통한 연계 시스템 프로토타입 개발 및 통신 테스트 ○ 메시지 브로커를 활용한 중앙집중형 데이터 공유시스템 구축 및 통신 테스트 
신뢰성 평가 알고리즘 설계	문헌 조사, 사례 조사	○ 버스운행 적정성 평가 설계 - 정류장 구간별 통행 적정성 산출 - 노선별 버스운행 적정성 산출  ○ 운행패턴 기반의 위험운전 평가 설계 - 위험운전 형태 및 산출방식 정의  ○ 전기차배터리 상태진단 평가 설계 - 데이터 기반 이상탐지 및 상태결정 - 가중치 기반의 상태진단지수 산출 

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
신뢰성 평가 프레임워크 프로토타입 제작	프레임워크 제작 및 테스트	○ 신뢰성 평가 모니터링 프레임워크 구성 - 노선 · 정류장, 자율협력차량 정보 관리 - 데이터 정제 및 통합데이터베이스 관리 - 다종지표 통합관리/모니터링 및 제공  ○ 신뢰성 평가 모니터링 프레임워크 프로토타입 제작 및 테스트
고장예측진단 알고리즘 설계	문헌 조사, 사례 조사	○ 데이터기반 패턴매칭기법을 활용한 상태진단 알고리즘 설계 - 데이터 샘플링 및 매칭 수행 - 로컬 데이터 매칭 및 유사도 판단진행 ○ 마르코프 체인모델을 활용한 상태예측 알고리즘 설계 - 상태전이 빈도행렬, 확률행렬 도출 - 계획대상기간까지의 열화모델 도출 

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
고장예측진단 프레임워크 프로토타입 제작	프레임워크 제작 및 테스트	○ 상태기반 고장예측진단 프레임워크 구성 - 데이터 수집 및 정제 - 데이터기반의 이상진단 및 상태진단 - 상태전이확률행렬 및 열화모델 도출 - 위험도분석  ○ 프로토타입 제작 및 테스트
5G+WAVE Hybrid 단말기 설계	기존 시스템 분석 및 설계	○ WAVE/5G 시제품 개발을 위한 HW 부품 선정 및 검토(인터페이스 검토) (5G 외부 독립형 단말로 구성함) - 자율주행시스템 연동을 위한 인터페이스 고려 - 환경 요구사항 고려 부품 선정  ○ HW 설계 및 통신 성능 최적화를 위한 연구 개발 - 5G 통신 대응을 위한 외부 독립형 단말로 구성 - 단독 BSM, PVD 전송을 위한 독립 GPS 모듈 - 시작품 WAVE 물리규격 통신 적합성 시험 통과

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		○ C-ITS 서비스 호환성을 위한 표준 적용 및 최적화 연구 - 차량 정보 모니터링 및 디지털 인프라 정보 연계를 위하여 정보교환 규격 최적화 및 C-ITS 서비스 호환 연구 
V2X 서버 개발	시스템 설계/개발/통합 테스트를 통한 서비스 응답성 분석	○ LTE 기반 Virtual-V2V/Virtual-I2V 서비스 연구 및 개발 - LTE 통신을 이용하여 차량의 위치 기반 V2X 서비스 제공을 위한 차량 통신 단말기 위치 관리 및 서비스 영역 분배 알고리즘 개발 - 차량 통신 단말기 및 차량 통신 인프라(이동형 RSU) 접속 관리, 데이터 송수신 관리 및 트래픽 관리 기능 개발 ○ 차량통신 단말의 LTE 통신을 통해 PVD를 수집하도록 설계 및 개발 ○ 시뮬레이터를 통해 서버로 수집된 현시 정보를 차량의 실시간 위치(PVD)를 기반으로 SPaT, MAP, TIM을 전송하도록 설계 및 개발 - 송수신 메시지의 UPER 인코딩/디코딩 기능 확인 - 송수신 패킷의 처리 시간 최소화를 위한 SW 최적화 개발(평균 5.9ms) 
시뮬레이션 연동 모듈	설계 및 개발, 시스템 통합 및 시연 적용	○ 가상의 현시 정보를 생성할 수 있고, 실제 교차로의 현시 정보 주기를 입력할 수 있도록 설계 및 개발 - CVIB(Connected Vehicle Interface Board)와 동일한 기능을 제공하도록 SW 설계/ 개발 - CVIB 정보교환 규격에 맞춰 신호상태정보 제공 ○ 입력된 교차로 현시 정보를 통해 실제 RSU에 송출 가능하도록 설계 및 개발 ○ 이동형 RSU(7기)와 연계하여 자율차와 통합 시연을 수행함 - RSU 및 신호제어기 미구축 교차로에 대한 신호현시정보(J2735 SPaT 메시지) 제공 - 신호 시뮬레이터와 연계하여 HDmap 정보

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		기반의 J2735 MAP 메시지 생성 및 제공
장치간 연동 데이터 및 메시지 표준 설계	선행연구 분석, Data 분석	○ 3세부의 서비스 시나리오 및 설계 방향에 대한 논의 및 검토 진행 - 자율주행 안정성 향상을 위한 관제센터-자율주행 시스템 간 서비스 연동 고려 - WAVE 및 5G(LTE) 통신 기술의 특성 고려 ○ 국내 C-ITS 및 자율주행 관련 표준화 분석 및 검토  ○ '자율주행 대중교통을 위한 서비스 시나리오'를 제정하는 것으로 표준화 기고 채택 완료 

[붙임]

<서면의결 결과보고>

1. 제1-1호~제1-2호 안건 의결 개요 및 결과

가. 건 명 : 신규 표준화 과제 채택
- [19007] 자율협력주행 대중교통 서비스 시나리오
- [19008] 자율협력주행 I2V 정보제공 정확도 평가방법

나. 의결방법 : 서면의결

다. 의결기간 : 2019년 9월 18일(수) ~ 10월 1일(화)

라. 의결결과 : 총 2건 가결
- 총 투표 단위의 과반수 투표와 총 투표수의 과반수 찬성으로 신규 표준화과제 채택 건이 결정 됨
- 성립특임 : 총 투표단위 62표 중 과반수 투표 (과반, 31표 이상)
- 투표결과 : 총 투표수 35표 중 과반수 찬성 (과반, 18표 이상)

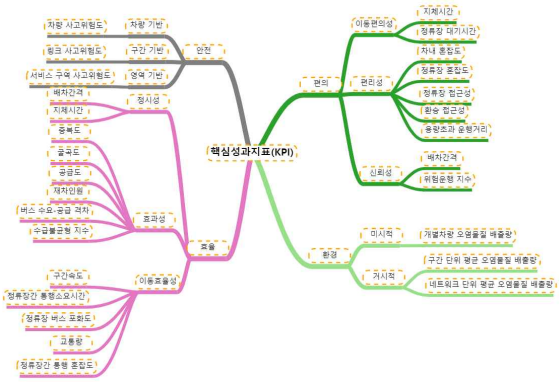
의결 결과	찬 성	의견이 있는 찬성	이유가 있는 반대	기권	참석	미참석	계
제1호 안건 : 가 결 [19007] (제정 표준화과제 채택)	33	2	0	1	35	27	62
제2호 안건 : 가 결 [19008] (제정 표준화과제 채택)	33	2	0	1	35	27	62

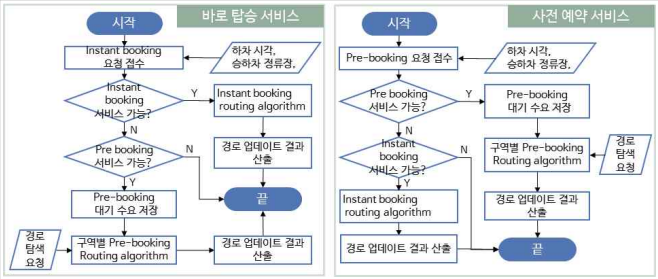
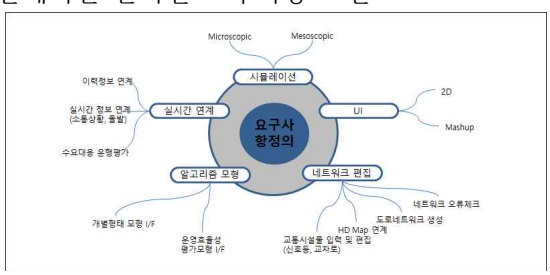
마. 과제번호 부여 : 2019.10.04.(금)
- [ITGK-NP-19007] 자율협력주행 대중교통 서비스 시나리오
- [ITGK-NP-19008] 자율협력주행 I2V 정보제공 정확도 평가방법

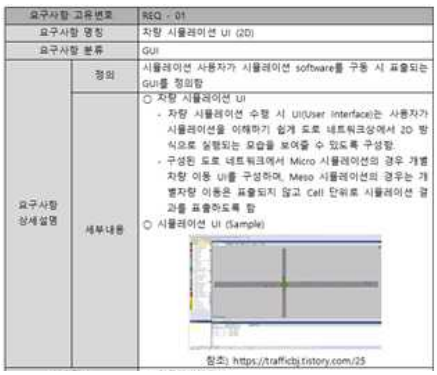
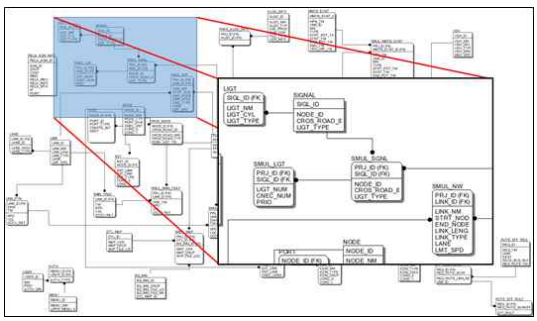
<table>
<tr><th>연구 범위</th><th>연구 수행 방법
(이론적·실험적 접근방법)</th><th>구체적인 내용</th></tr>
<tr><td>자율협력주행 대중교통 실증단지 설계</td><td>실증단지 설계서, 실증단지 설계 가이드라인</td><td>○ 실증단지 개요 및 인프라 현황 정리
○ 세종시 구축 BRT 인프라를 활용한 실증구간 설계
- 2차년도 실증단지 설계 및 구성도
<table>
<tr><th>도로명</th><th>연장
(km)</th><th>실증구간</th></tr>
<tr><td>도움4로</td><td>0.2</td><td rowspan="5">
</td></tr>
<tr><td>다솜3로</td><td>0.5</td></tr>
<tr><td>도움8로</td><td>1.4</td></tr>
<tr><td>갈매로</td><td>0.3</td></tr>
<tr><td>절재로</td><td>1.1</td></tr>
</table>

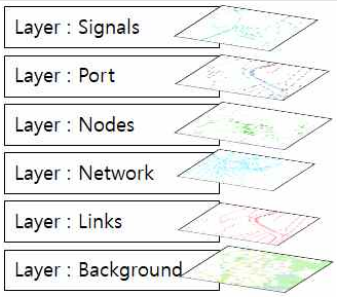
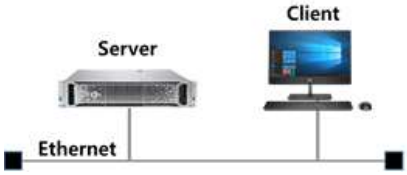
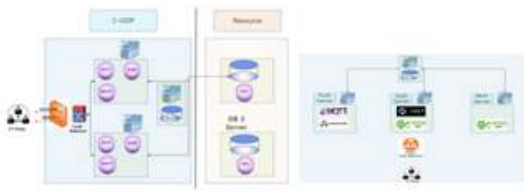
○ 실증단지 설계에 필요한 가이드라인 구축
○ 도로 인프라, 차량 단말, 센터시스템별 가이드라인 설계</td></tr>
<tr><td>자율협력주행 대중교통 관련 서비스 검토 및 선정</td><td>자율협력주행 대중교통 서비스 정의서</td><td>○ 실증단지 내 제공 가능한 서비스 검토 및 선정
○ 교통제어센터 기반, 버스정거장, 신호교차로 협력, 사용자 편의 서비스 관련 제공 가능 서비스 정의

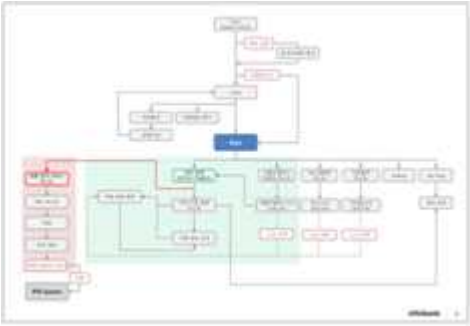
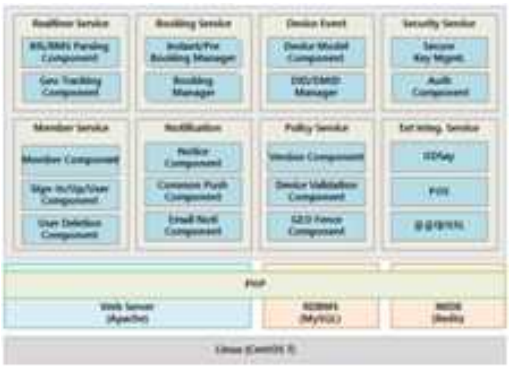
<주요 서비스 구성(안)></td></tr>
<tr><td>도입지역 적용 가능 서비스 도출</td><td>서비스 적용 검토서</td><td>○ 2차년도 적용 가능 서비스 선정 및 서비스 개념도 구상
<table>
<tr><th>분야</th><th>서비스</th><th>서비스 설명</th><th>서비스 개념도</th></tr>
<tr><td>버스 정거장 안전지원 서비스</td><td>- 정거장 정밀 정차 서비스</td><td>- 초정밀 제어 알고리즘을 통한 정거장 자동 정차 서비스 제공</td><td> </td></tr>
<tr><td>교통제어센터 기반 안전 서비스</td><td>- 도로환경 모니터링 및 운전자 제어권 안전전환 서비스</td><td>- 자율주행 가부 여부 판단서비스 및 운전자 제어권 안전전환 서비스 제공</td><td> </td></tr>
<tr><td>신호 교차로 협력 자율주행 서비스</td><td>- 버스와 신호 양방향 협력제어 서비스</td><td>- 양방향 통신 기반 긴급버스 신호 우선 서비스 및 버스 속도 제어 서비스 제공</td><td> </td></tr>
<tr><td>기타
(추가)</td><td>- 고속주행서비스</td><td>- 일반 차량과 혼재된 상태에서 50km/h이상 고속 주행 서비스 제공</td><td> </td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>중소형 버스 시연</td><td>시연보고서, 현장검증</td><td>○ 2차년도 도출 자율협력주행기술기반 서비스를 실증단지 일반도로에서 실제 시연 및 구현 가능성 검토
- 시연 및 현장 테스트</td></tr>
</table>

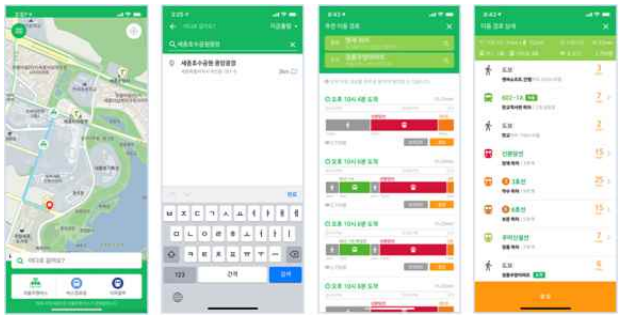
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
스마트 대중교통 운영환경 평가 지수 개발	평가지수 개발 보고서	○ 자율주행기반 대중교통 버스 수송서비스의 서비스 수준 및 현황파악을 위한 평가 지수 설계 ○ 대중교통 서비스를 이용하는 이용자 관점에서의 서비스 수준 파악을 위한 자율주행 대중교통 버스 수송 서비스 제공 행태를 다방면으로 모니터링할 수 있는 평가 기준 제시 ○ 안전, 편의, 효율 및 환경 4대분야로 구분하여 지수 개발 설계 
스마트 대중교통 운영 시뮬레이션 핵심 알고리즘 개발	알고리즘 개발 및 검증	○ 스마트 대중교통 운영 시뮬레이션 구조 설계 - 링크별 미시/중시 행태를 구분하는 방식의 Multi-level 통합 시뮬레이션 구조 제안 ○ 고속화 알고리즘 적용을 위한 구조 설계 ○ 차종 및 상황별 행태 모델 개발 - 도심 교차로 주행 행태 및 버스 행태, 자율주행 행태 모드 개발 ○ 관제 데이터와 연계 평가가 가능한 시뮬레이션용 데이터베이스 설계
수요데이터 기반 버스 정류장 선정 기술 개발	문헌 조사, 데이터 분석	○ 과거 이동 궤적 데이터 기반 인구 이동 패턴 분석 - 비주기적으로 경로가 그룹화되는 도시 내 이동 수요를 타겟으로, 실시간 예약 시스템, 실시간 최적 경로 업데이트 알고리즘, 대형 버스 및 지하철 간의 환승 연계 시스템의 특징을 가지는 수요 대응형 버스 서비스 개발을 목표로 함 ○ 클러스터링(clustering) 기반 승하차 지점 선정 ○ 추출된 승하차 지점 분석을 통한 주요 정류장 및 비주요 정류장 선정
수요 대응형 대형 및 소형 버스 서비스 단일 노선 최적 운영 방법론 개발	데이터 분석 및 알고리즘 개발	○ 수요 대응형 자율주행 중소형 버스 서비스 개발 필요성 - 바로 탑승 서비스와 사전 예약 서비스로 구분하여 서비스 설계

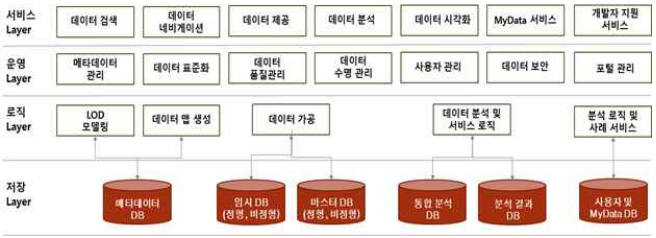
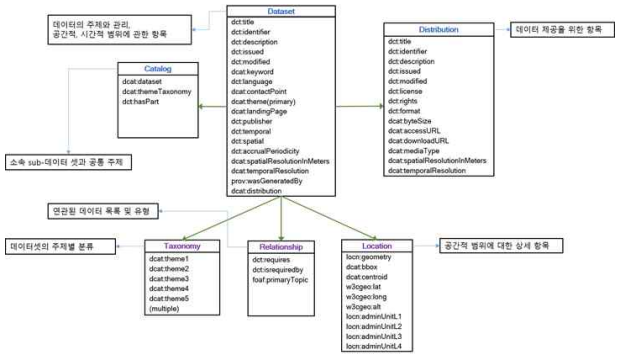
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		 ○ 자율주행 중소형 셔틀 차량 계획 수요 기반 주행 경로 생성 방법론 - 계획 수요 기반 주행 경로 생성 알고리즘 설계 - SVD 기반 주요 수요 추출 및 flow 클러스터링 기반 주요 정류장 선정
서비스 이용 승객들의 정류장 도착시간 추정 기술 개발	데이터 분석 및 모델링	○ 정류장 별 보행 시간 데이터 기반 정류장 도착 시각 추정 방법론 - 서비스 구역 별로 보행자 행태 모형을 적용하여 여러 번의 시뮬레이션을 실행하고, 서비스 구역 내 지점별 정류장 간 이동시간 데이터를 축적함 정류장 ID | 정류장 간 거리 | 통행 시간 1750430 | 102m | 1분 1750430 | 213m | 2분 1750430 | 321m | 3분 <정류장 별 보행 시간 데이터 기반 정류장 도착 시각 추정>
편의서비스, 관제시스템 시뮬레이션과의 연계를 위한 인터페이스 설계	인터페이스 설계	○ 편의 서비스, 관제 시스템, 시뮬레이션 모듈 간의 인터페이스 설계
시뮬레이션 요구사항 명세서	요구사항 수렴, 자문 및 세미나	○ 소프트웨어 사업 요구사항 분석■적용가이드 기준 적용 ○ 시뮬레이션 분야별 요구사항 도출 

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		○ 요구사항 명세서 작성  요구사항 고유번호: REQ - 01 요구사항 명칭: 차량 시뮬레이션 UI (2D) 요구사항 분류: GUI 요구사항 상세설명 – 정의: 시뮬레이션 사용자가 시뮬레이션 software를 구동 시 표출되는 GUI를 정의함 요구사항 상세설명 – 세부내용: ○ 차량 시뮬레이션 UI - 차량 시뮬레이션 수행 시 UI(User Interface)는 사용자가 시뮬레이션을 이해하기 쉽게 도로 네트워크상에서 2D 방식으로 실행되는 모습을 보여줄 수 있도록 구성함. - 구성된 도로 네트워크에서 Micro 시뮬레이션의 경우 개별 차량 이동 UI를 구성하며, Meso 시뮬레이션의 경우는 개별차량 이동은 표출되지 않고 Cell 단위로 시뮬레이션 결과를 표출하도록 함 ○ 시뮬레이션 UI (Sample) 참조) https://trafficbj.tistory.com/25
시뮬레이션 아키텍처 설계서	요구사항 분석, 전문가 자문	○ 요구사항 분석을 통한 시뮬레이션 아키텍처 설계 ○ 실시간 교통정보를 연계하고 24시간 시뮬레이션 할 수 있는 아키텍처 설계
시뮬레이션 UI설계서	기존 시뮬레이션 UI 고찰, CBD S/W방법론 적용	○ 정밀지도를 활용한 UI 설계 ○ 지도기반의 시뮬레이션 UI 설계
시뮬레이션 데이터베이스 설계	DATA분석, DATA 관계모형 기술	○ 시뮬레이션 관계형 데이터베이스 설계 ○ 정규화 및 비정규화 과정을 통한 논리적 및 물리적 데이터베이스 설계 
도로네트워크 적용모델 수립 및 테스트베드	GIS Data공간 분석, 정밀지도 Layer 분석,	○ 정밀지도와 표준노드를 분석하여 시뮬레이션 도로네트워크 적용모델 수립

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		 도로네트워크 모델 ○ Client/Server 아키텍처의 테스트베드 구성  ○ 테스트베드를 통한 기술검토
개방형 데이터 플랫폼 설계	문헌고찰, 사례조사, 기술적 타당성 검토	○ 아키텍처 설계 - Platform Reference Architecture - Software 및 Dynamic Architecture - Physical & Security Architecture - Functional Structure Diagram 정의 - System Classification/구성요소 정의 - Interface (System간, Client간) 설계 
서비스 핵심 구성 요소별 세부기획 및 UI/UX 설계·개발	서비스 디자인 방법론, 해외 서비스 벤치마킹	○ 세부기획 - Service Requirement Specification 정의

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		 ○ 화면설계 - Man-to-Machine Interface 설계
교통정보 인프라와 대중교통 이용자 편의 서비스 핵심 기술을 연계한 서비스 시스템의 설계 및 구축	교통정보 API 조사 및 분석, 기술적 타당성 검토, 시스템 개발	○ 아키텍처 설계 - Platform Reference Architecture - Software Architecture - Physical &Security Architecture - Functional Structure Diagram 정의 - System Classification/구성요소 정의  ○ Interface (System간, Client간) 설계/개발

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		 ○ 서비스 시스템 백엔드 개발 - 대중교통 정류장, 노선, 환승 API 적용 - Client간 API 개발
사용자를 위한 모바일 어플리케이션 기본 기능 개발	어플리케이션 개발, 데모 시연	○ 모바일앱 개발 - iOS 및 Android용 모바일앱 개발 (Mockup, Demo) - 기본 기능 개발 및 ITF 전시회 데모 ○ 데모 및 연동 시험 - 핵심 편의 서비스 기능 적용 데모 시연 - 테스트 케이스 작성 및 연동 시험 
실증단지 구축 및 운행을 위한 정책적 정비방향 제시	문리적 해석 방법론, 체계적 해석 방법론, 입법평가 방법론 등 법학 관련 방법론 활용	○ 자율주행자동차법에 따른 규제특례제도 분석 및 이를 활용한 자율주행자동차 기술 및 서비스 실증에 관한 사항 검토 및 타법제도와의 비교검토를 통한 개선 방안 제시 ○ 자동차관리법상 임시운행허가 관련 입법사적 검토 및 자율주행자동차법에 대한 입법사적 검토 및 체계적 검토, 도로교통법에 대한 입법사적 검토 및 개선 방안 제시
자율협력주행버스 임시운행을 위한 법제도	문리적 해석 방법론, 체계적 해석 방법론,	○ 연구사업단-선정 지방자치단체 간 협약서 입안 - 연구단-세종시 간 체결된 실증협약에 반영

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
정비방안 연구	법사학적 해석 방법론, 입법평가 방법론 등 법학 관련 방법론 활용	○ 자율주행자동차법에 의한 자율협력주행버스 임시운행 가능성 및 한국형 규제샌드박스법을 통한 자율협력주행 버스 임시운행 가능성 비교 분석 ○ 자율협력주행버스의 임시운행이라는 관점에서 각종 법률들에 담겨 있는 제도의 기능성 평가
자율협력주행버스 상용화를 위한 법제도 추가쟁점 발굴 및 법제정비 개선 방향성 연구	비교법적 방법론, 전문가 회의 및 면담 등 사회학적 방법론 활용	○ 자율협력주행버스 상용화의 제도적 기반이 될 수 있는 자율협력주행버스 도입 및 활용 목적 등과 관련하여 해외 주요 국가의 자율주행자동차 실증 관련 논의 등을 분석하여 법정책적 쟁점을 발굴하고 이를 통한 법제정비 개선 방향성 내지 법정책적 개선 방향성 검토
C-IPTS 기반 개방형 데이터 플랫폼 요구사항 검토	문헌 조사, 사례 조사, 연관 데이터 분석	○ 국내외 ODP 검토 ○ ODP 이용자의 유형 분석 ○ C-ITS, 기존 BIS/ITS 등 관련 데이터 테이블 검토를 통해 C-IPTS 데이터 구성 유추
C-IPTS 기반 개방형 데이터 플랫폼(ODP: Open Data Plarform) 논리 아키텍쳐 정의	사례 조사, 기술 문헌 조사	○ 타 ODP의 아키텍처 검토 ○ 논리 아키텍처 정의 
C-IPTS 기반 개방형 데이터 플랫폼 모듈 구성 정의	사례 조사, 교통 데이터 분석, 기술 문헌 조사	○ 기능적 요구사항 정의 ○ 논리 아키텍처에 따른 모듈의 역할 정의 ○ 플랫폼과 데이터 관리를 위한 데이터카탈로그 작성 표준 제안 

○ 연구개발 추진 체계

1세부

자율협력주행 기반 친환경 대중교통 플랫폼 기술 개발 (TRL 6, 시스템)

협동기관	공동기관	공동기관	공동기관
서울대학교	에스더블유엠	현대자동차	스트라드비젼
연구책임자 (이경수)외 33명	연구책임자 (김기혁) 외 23명	연구책임자 (김장섭)외 9명	연구책임자 (전봉진) 외 1명
담당기술개발내용	**담당기술개발내용**	**담당기술개발내용**	**담당기술개발내용**
자율협력주행 기반 대중교통시스템 알고리즘 적용 기술 개발	자율협력주행 기술(인지/측위/판단/제어) 및 C-IPTS 연동 차량서비스 (차량관리/관제/응용서비스) 확장을 위한 SW&HW 플랫폼 개발	자율협력주행 기술 적용을 위한 소형 및 대형 버스 개조기술 개발	자율협력주행 및 승객 안전을 위한 비전 센서 기반 인지 최적화 기술 개발

2세부

지능형 인프라 연계 자율주행지원 관제 시스템 개발 (TRL 6, 시스템)

협동기관	위탁기관	공동기관	공동기관	공동기관	공동기관
SK텔레콤	지오스토리	한국교통연구원	엔제로	세스트	엠큐닉
연구책임자 (서정석) 외 22명	연구책임자 (노수래) 외 7명	연구책임자 (탁세현) 외 8명	연구책임자 (정의용)외 17명	연구책임자 (서대화)외 19명	연구책임자 (송성욱) 외 21명
담당기술개발내용	**담당기술개발내용**	**담당기술개발내용**	**담당기술개발내용**	**담당기술개발내용**	**담당기술개발내용**
자율협력주행 위한 C-IPTS 디지털 인프라 기술 개발	자율협력주행을 위한 HD map 정적 DB 구축	C-IPTS 기반 자율협력주행 대중교통 관제시스템 구축	실시간 차량-관제시스템 모니터링 및 신뢰성 평가 기술 개발	자율주행 대중교통 서비스 제공 및 실증을 위한 표준 및 통신 기술, 개발	자율협력주행을 위한 HD map 서버 설계/개발

3세부

사용자 중심 대중교통 운영환경 구축 및 실증 평가기술 개발 (TRL 7, S/W)

협동기관	위탁기관	공동기관	공동기관	공동기관	공동기관
한국교통연구원	한국과학기술원	텔레컨스	인포뱅크	한국법제연구원	데이터위즈
연구책임자 (강경표)외 17명	연구책임자 (여화수)외 4명	연구책임자 (김현민)외 31명	연구책임자 (김인상)외 18명	연구책임자 (이재훈)외 4명	연구책임자 (박은미)외 3명
담당기술개발내용	**담당기술개발내용**	**담당기술개발내용**	**담당기술개발내용**	**담당기술개발내용**	**담당기술개발내용**
실증연구 수행방안 수립 및 시뮬레이션/편의서비스 핵심 기술 개발	자율협력주행 시뮬레이션 behavior model 및 수요응답 경로 산출 알고리즘 개발	스마트 대중교통 운영 효율성 평가 시뮬레이션 프로그램 개발	C-IPTS 기반 관제시스템 빅데이터 활용(서비스) 기술 개발	실증단지 구축 및 실용화 추진을 위한 법·제도 정비	C-IPTS에 사용되는 데이터의 활용을 위한 데이터 관리 표준 개발

○ 연구개발 추진 일정

1세부 : 자율협력주행기반 친환경 대중교통 플랫폼 기술 개발 (서울대학교)																
일련번호	연구내용	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	기간	기관	산출물
1-1-1	중소형 전기버스 지정 경로 기반, 경로 추종 제어 기능 개발													6	서울 대학교	알고리즘
1-1-2	중소형 전기버스 센서 고장 진단/대응기술 개발													6	서울 대학교	
1-1-3	대형 버스 인지 및 측위 알고리즘 개발													12	서울 대학교	
1-1-4	대형 버스 지정 경로 기반 경로 추종 제어 기능 개발 및 실차 실험, 시연 구간 성능 검증													12	서울 대학교	
1-1-5	HD Map 활용 복합측위 알고리즘 개발													10	서울 대학교	
1-1-6	대형 버스 센서 고장 진단/대응기술 개발													10	서울 대학교	
1-1-7	V2X 통신 및 관제센터 정보, 센서정보 통합 대형 버스 교차로 판단 알고리즘 개발													10	서울 대학교	
1-1-8	관제센터 정보 기반 중소형 버스 실시간 노선 변경 대응 경로 추종 알고리즘 개발													12	서울 대학교	
1-2-1	릴리즈 버전 관리 체계 구축 및 각 모듈별 동시 개발 환경 구축													4	에스더블유엠	보고서
1-2-2	“암스트롱(Armstrong)” Framework 내 OTA 기능 구현													6	에스더블유엠	알고리즘
1-2-3	Main Computing HW 작동 상태 모니터 기능 개발													1	에스더블유엠	알고리즘
1-2-4	문제상황 발생시 Secondary Computing HW로의 제어권 전환 프로토콜 설계													1	에스더블유엠	보고서
1-2-5	제어권 전환시 제어신호 송출 연속성 확보													1	에스더블유엠	알고리즘
1-2-6	차량 주행 정보 표시 및 승하차 알림 기능 확보													2	에스더블유엠	알고리즘
1-2-7	자율주행시스템 오퍼레이터(버스 운전자, 관제센터) 간 핫라인 통신 기능													2	에스더블유엠	알고리즘
1-2-8	사용자 친화적 환경인지 센서 상태 정보 및 자율주행 SW 연산 정보 표현													1	에스더블유엠	알고리즘
1-2-9	자율주행시스템 조작 환경 일원화													2	에스더블유엠	시작품
1-2-10	자율주행시스템 Computing HW 내 HMI 신호 송수신 인터페이스 개발													3	에스더블유엠	알고리즘
1-2-11	HD Map Engine 인터페이스 개발													6	에스더블유엠	알고리즘
1-2-12	대형버스 전용 인지환경 설치 키트 개발													6	에스더블유엠	보고서
1-2-13	대형버스 차량 개조 및 시연 계획 수립/시행													9	에스더블유엠	보고서
1-3-1	중소형/대형 전기버스 기반 조향제어 시스템 적용													10	현대 자동차	시작품

1-3-2	중소형/대형 전기버스 구동/제동 시스템 협조제어 사양													10	현대 자동차	보고서
1-4-1	승객 검출 알고리즘 성능 개선, 자율협력주행 대형 버스에 최적화 및 실차 실험													12	스트라드 비젼	알고리즘

2세부 : 지능형 인프라 연계 자율주행지원 관제시스템 개발																
일련번호	연구내용	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	기간	기관	산출물
2-1-1	C-IPTS 통합 연계시스템 프로토타입 개발													10	한국교통 연구원	SW
2-1-2	수요 대응형 스마트 대중교통서비스 연계 프로토타입 개발													6	한국교통 연구원	SW
2-1-3	차상 운행정보 현시모니터링 프로토타입 개발													6	한국교통 연구원	논문/지식재산권
2-1-4	관제시스템 대중교통기반 빅데이터 아키텍처 및 데이터베이스화													6	한국교통 연구원	논문/지식재산권
2-2-1	HD map 서버 내부 및 차량/관제서버와의 인터페이스 설계													12	엠큐닉	문서
2-2-2	HD map 서버 구축													12	엠큐닉	SW
2-2-3	HD map 정적 정보 DB 구축													12	SK 텔레콤	SW
2-2-4	동적 정보 수집 설계 (Crowd sourcing, 관제 센터 기반)													9	SK 텔레콤	문서
2-3-1	소형/중대형 자율주행 플랫폼 연계 시스템 프로토타입 개발													8	엔제로	문서
2-3-2	신뢰성 평가알고리즘 및 프레임워크 개발													12	엔제로	논문/지식재산권
2-3-3	고장예측진단 알고리즘 및 프레임워크 개발													12	엔제로	논문/지식재산권
2-4-1	장치 간 인터페이스 설계 및 프로토콜 설계													6	세스트	설계서 SW
2-4-2	WAVE+5G 차량 단말기 HW 설계													6	세스트	설계서
2-4-3	C-IPTS 서비스를 위한 데이터 및 메시지 셋 표준 설계													12	세스트	문서

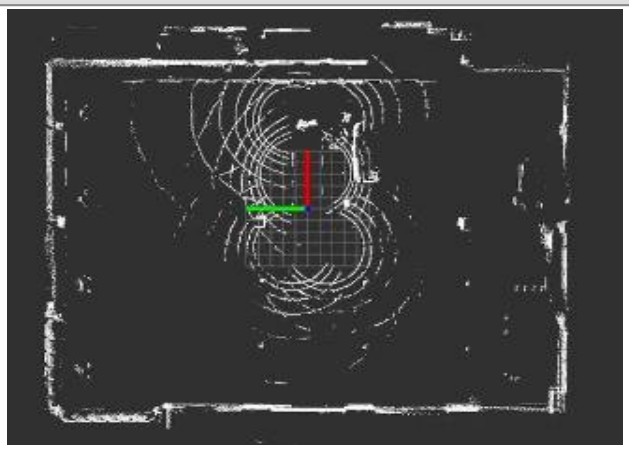
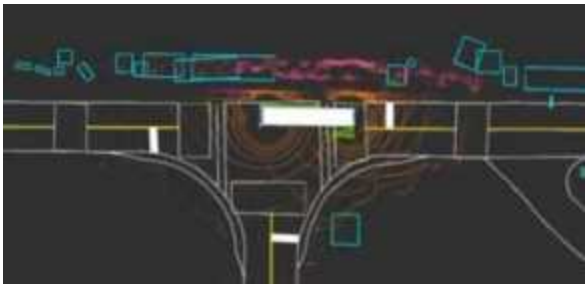
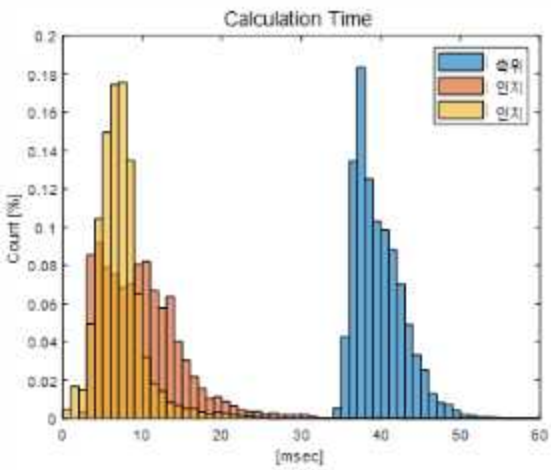
3세부 : 사용자 중심 대중교통 운영환경 구축 및 실증 평가기술 개발																
일련번호	연구내용	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	기간	기관	산출물
3-1-1	자율협력주행 대중교통 실증단지 설계													4	한국교통 연구원	보고서
3-1-2	자율협력주행 대중교통 관련 서비스 검토 및 선정													4	한국교통 연구원	분석서
3-1-3	도입 지역 적용 가능 서비스 도출													5	한국교통 연구원	보고서/논문(일반)
3-1-4	중소형 버스 시연													4	한국교통 연구원	현장 시연

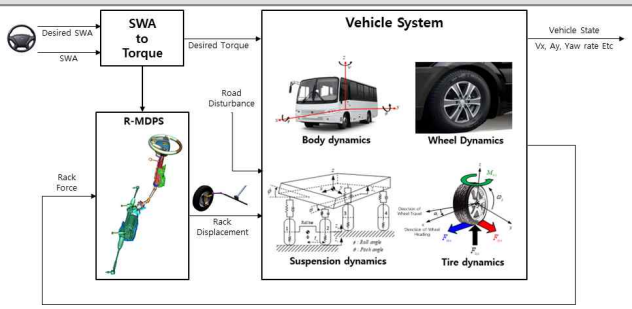
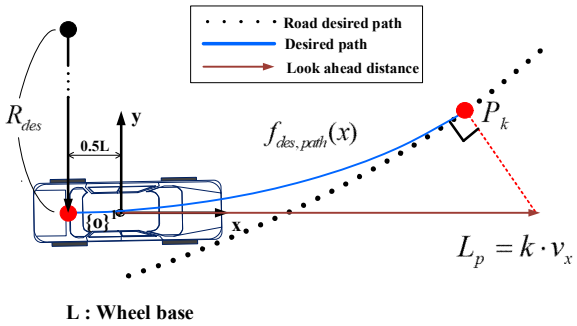
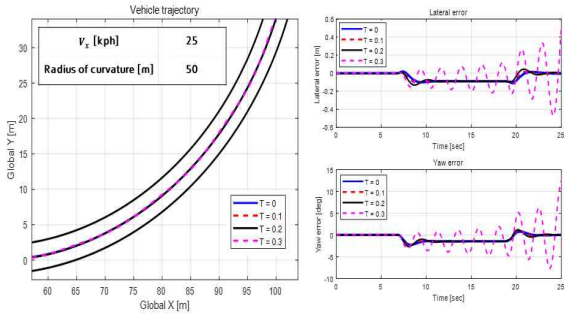
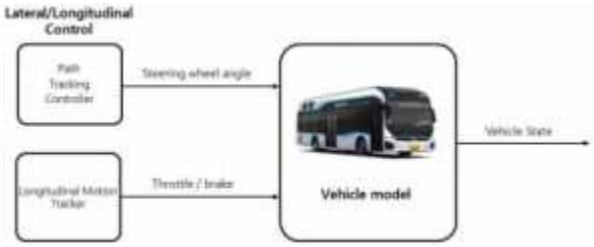
3-2-1	스마트 대중교통 운용환경 평가 지수 개발													5	한국교통연구원	보고서/논문(일반)
3-2-2	스마트 대중교통 운영 시뮬레이션 핵심 알고리즘 개발													12	한국교통연구원	보고서/논문(일반)
3-3-1	데이터 기반 버스 취약지역 분석 기술 개발													8	한국교통연구원	분석서
3-3-2	실시간 Multi-OD 대응형 다중 경로 생성 기술 개발													6	한국교통연구원	분석서/논문(일반)
3-3-3	실시간 승하차 지점 선정 및 변경 기술 개발													6	한국교통연구원	분석서
3-3-4	통행자 이용 예상 시간 추정 및 예측 기술 개발													6	한국교통연구원	분석서/논문(일반)
3-4-1	시뮬레이션 UI 설계서													4	텔레컨스	설계서
3-4-2	시뮬레이션 요구사항 명세서													3	텔레컨스	시험 성적서
3-4-3	아키텍쳐 설계서													5	텔레컨스	설계서
3-5-1	시범서비스를 위한 일반 버스용 시스템 개발													12	인포뱅크	SW
3-5-2	시범 서비스를 위한 시스템 개발 (관제 시스템 빅데이터 활용)													9	인포뱅크	SW
3-6-1	실증단지 구축 및 운행을 위한 정책적 정비방향 제시													9	한국법제연구원	논문(일반)
3-6-2	자율협력주행버스 임시운행을 위한 법제도 정비방안 연구													11	한국법제연구원	보고서
3-6-3	자율협력주행버스 상용화를 위한 법제도 추가쟁점 발굴 및 법제정비 개선 방향성 연구													6	한국법제연구원	분석서

3) 3차년도

○ 연구 범위 및 연구 수행 방법

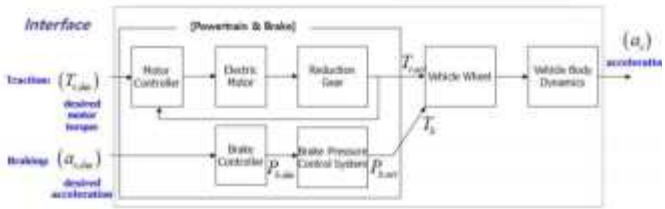
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
자율주행기반 대중교통시스템 구축을 위한 알고리즘 적용 및 개발	대형버스 인지 및 측위 알고리즘 개발 및 적용 주행환경 인지/측위 알고리즘 적용	○ 센서 장착 위치에 따른 성능 시험 및 차량 제원, 차량의 각 부분에 장착된 라이다의 calibration을 통한 인지로직 적용

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		 <일렉시티 센서 위치에 따른 데이터 보정> ○ AVM 카메라 및 전방 카메라의 차선 정보를 이용한 측위 알고리즘 적용  <측위 알고리즘 적용 결과> ○ 알고리즘 처리속도 : 인지알고리즘 평균 10~20ms, 측위알고리즘 평균 40ms로 알고리즘 처리속도 100ms 이내 확보(이하 상동)  <알고리즘 처리속도>
	중소형 전기버스 지정경로 기반, 경로 추종 제어 기능 개발 및 적용	○ 중소형 전기버스 차량모델 검토 및 제원 분석 ○ 알고리즘 튜닝 및 경로 추종 제어 시뮬레이션 진행 - 제어 알고리즘은 중소형 디젤버스 개발 시 사용한 로직과 동일하게 적용 - 휠베스이스 변경사항과 조향제어 액추에이터 변경사항을 반영하여 파라미터를 수정한 후 제어 알고리즘 튜닝 - 차량 제어 인터페이스의 shift delay의 크기에 따른 제어 성능 영향 분석 후 제어 시스템 요구사양 정리

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		 <중소형 버스 조향 모델 - R-MDPS>  <경로 추종 제어 로직 - pure pursuit algorithm>  <제어 시스템 delay와 제어 성능 영향 분석>
	대형버스 지정 경로 기반 경로 추종 제어 기능 개발 및 적용	○ 대형 버스 차량모델 개발 ○ 대형 버스 경로 추종 제어 기능 시뮬레이션 및 성능 분석 - 대형 버스의 조향시스템의 속력에 따른 rate limit과 saturation 설계 인자 확인 후 경계 조건 설정 - 차량의 목표 조향각 및 실제 조향각 간의 delay 수준, backlash 고려한 시뮬레이션 모델 구성  <대형 버스 차량 모델 개발> ○ 종방향 속도 제어 알고리즘 적용 - 모터 토크 제어 및 브레이크 압 제어 인터페이스에 대한 응답 특성 분석 - 적응형 제어기법을 이용한 종방향 속도 제어기 개발

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용

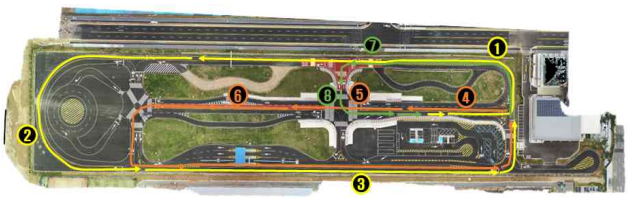
- 시뮬레이션과 실차 테스트 결과를 통해 승용차량의 ADAS 시스템의 제어 성능 동등 수준의 제어 성능 확보 확인



<종방향 속도 제어 알고리즘 적용>

○ 실 차량 알고리즘 적용/개발, 임시운행면허 허가 취득

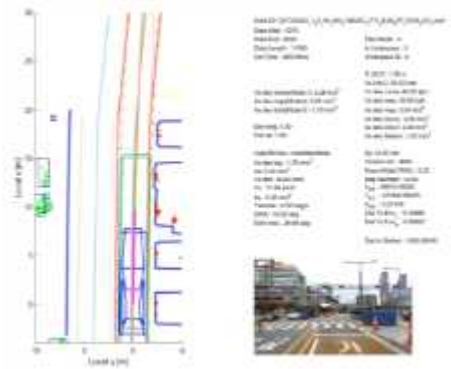
- 서울대 시흥캠퍼스 테스트 트랙에서 BRT 노선의 주행 상황을 고려한 테스트 시나리오 설정
- 테스트 시나리오 : 곡선/직선로, 전방 차량 대응, 신호 교차로 정치, 횡단보도 보행자 대응 등
- 자율주행 임시운행허가 테스트 진행 및 허가 취득 완료



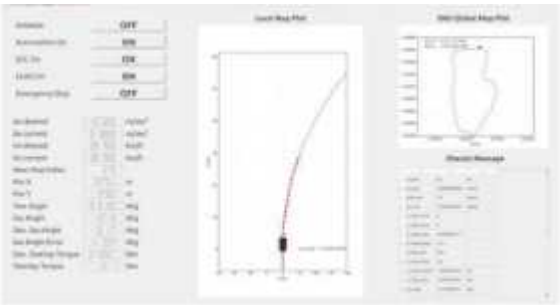
No.	시나리오	상세
1	• 지하차도(모사)	• GPS 미수신 상태 모의, GPS 미수신 상태에서 주행
2	• 곡선도로	• 곡선도로 대응 감속 및 주행 대응
3	• 고가도로	• 고가도로 주행 및 고속 주행 (최대 50kph)
4	• 전방 차량 대응	• 전방 차량 대응, cut-in/cut-out 대응
5	• 신호교차로	• 신호교차로 정지/통과
6	• 버스정거장	• 버스정거장 정차/승차/출발
7	• 횡단보도	• 횡단보도 보행자 대응
8	• 신호교차로	• 신호교차로 좌회전 정지/통과
9	• 곡선도로	• 곡선도로 대응
10	• 신호교차로	• 신호교차로 정지/통과

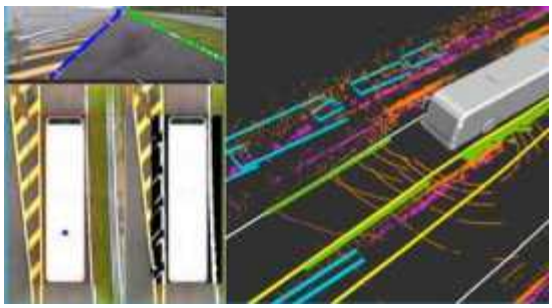
<자율주행 임시운행허가 테스트 시나리오>

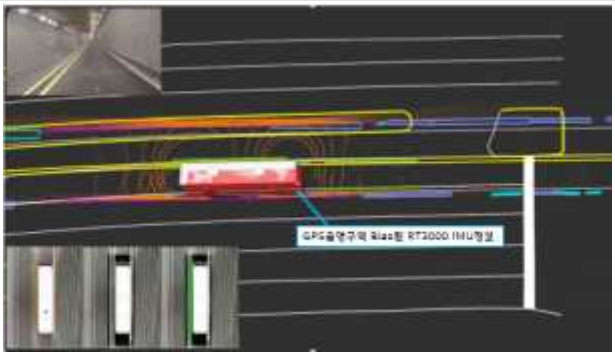
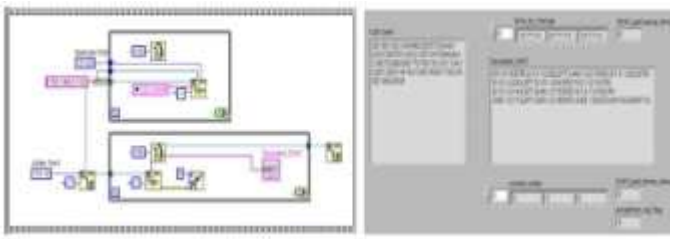
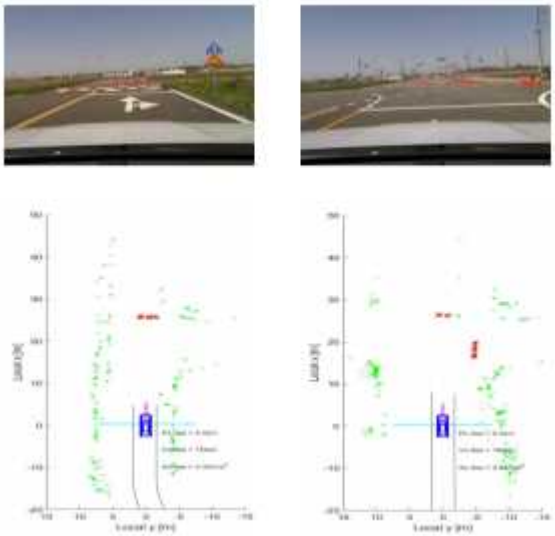
○ BRT노선 내 주행테스트 및 시연대응을 통한 경로 추종 및 종방향 속도 제어 알고리즘 적용/테스트 완료

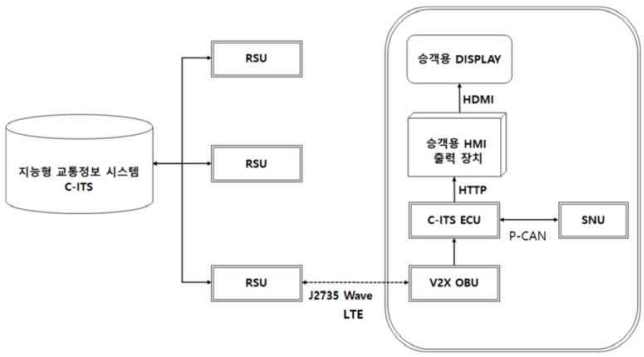


<BRT 노선 내 주행테스트 및 성능검증/분석>

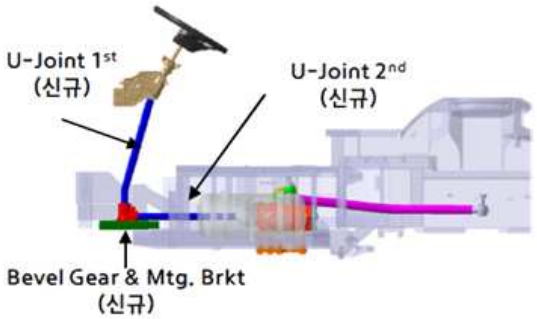
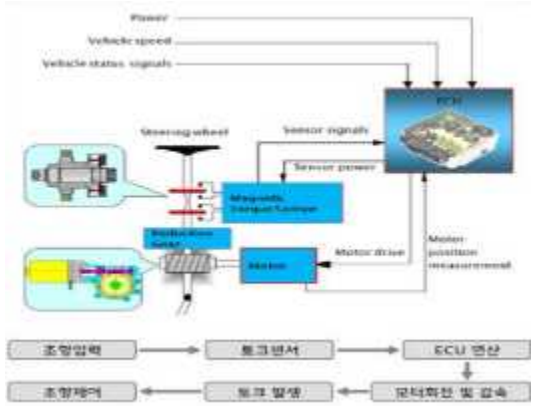
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		  <BRT 노선 내 주행테스트 결과 AVM화면 - 고속주행>
	중소형 전기버스 센서 고장 진단/대응기술 개발 및 적용	○ 센서 고장 모니터링 알고리즘 개발 ○ 고장 신호 사용자 알람 기능 및 UI 개발 - 센서/통신/제어기 고장 진단 검출 개수 : 총 11개 고장 진단 검출  <중소형 버스 사용자 알람 UI>
	대형버스센서 고장 진단/대응기술 개발 및 적용	○ 센서 고장 모니터링 시스템 개발 및 실차량 적용 ○ 임시운행 허가 대응을 위한 모니터링 HMI 및 기능, 통신 기능 모니터링 기능개발 및 실차 검증 - 센서/통신/제어기 고장 진단 검출 개수 : 총 14개 고장 진단 검출 <대형버스 센서/통신 이상 알람 모니터링 HMI> <대형버스 보조운전자용 모니터링 HMI 설치현황>

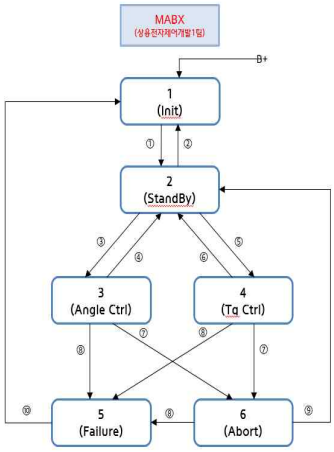
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
관제시스템 및 V2V 연계를 위한 자율협력주행 기술 개발	HD MAP 활용 복합측위 알고리즘 개발 및 적용	○ HD map 정보 추출 및 활용 기술 개발 - 실증 구간을 대상으로 제공된 hdmap에서 차선 정보를 추출 - 차선 정보 중 실제 주행 결과와 비교하여 오 개발 구간 확인/검증 - 차선 정보 중 BRT노선 구간을 추출하고 차선의 형식을 map matching을 위한 포맷으로 변환 ○ 측위 알고리즘을 위한 차선 인식 알고리즘 대형버스 차량 적용 ○ 테스트 주행도로 내 악의 환경을 모사하여 차량 기능 검토 및 세종시 BRT노선 시험주행을 통한 알고리즘 기능검증 - 테스트 주행도로 내에서 좌/우회전과 같이 일부 차선이 차량 몸체에 의해 유실되는 구간에서의 기능 검증 - GPS의 NTRIP 보정정보를 강제로 미수신한 후 주행 테스트 - GPS의 안테나 2개 중 1개를 강제로 탈거한 후 주행 테스트  <대형버스 차선인식 알고리즘 적용> <GPS 안테나 정보 미 수신 상황에서의 알고리즘 검증> ○ BRT노선 내 GPS음영지역 파악 및 HDmap과 실제 도로 정보간의 오차 분석 ○ BRT노선 지하차도 내 HD Map 기반 측위알고리즘을 활용하여 주행 시연 완료

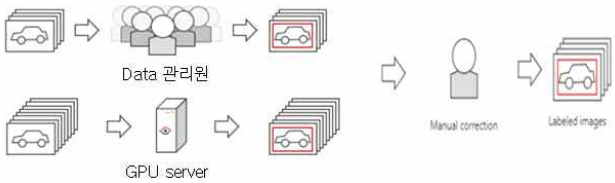
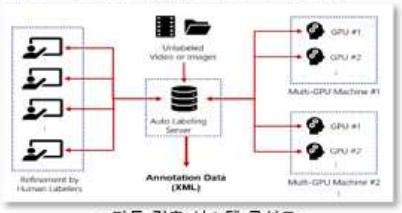
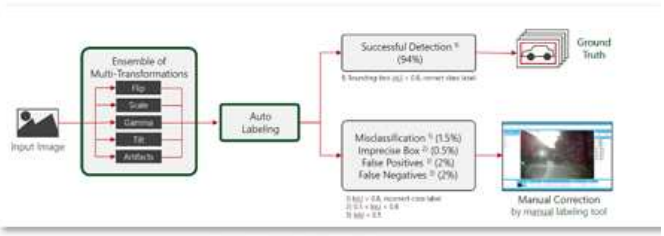
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		 <BRT노선 지하차도 주행테스트 결과> ○ 알고리즘 처리속도 : 평균 처리속도 40ms로 100ms 이내로 성능 확보
	V2X 통신 및 관제센터 정보, 센서정보 통합 대형 버스 교차로 판단 알고리즘 개발 및 적용	○ 관제센터 연동을 위한 통신 인터페이스 개발 ○ 교차로 주행 알고리즘을 통한 종방향 거동계획 기능개발 및 실차 적용, 테스트 트랙 및 세종시 BRT 도로 내 기능 적용/실차 검증 테스트 완료  <통신 인터페이스 개발 (Labview)>
	관제센터 정보 기반 중소형 버스 실시간 노선 변경 대응 경로 추종 알고리즘 개발 및 적용	○ 정지장애물 인지를 통한 경로 우회 알고리즘 개발 - 근 거리의 로컬 경로에 대한 주행 위험도 cost를 고려한 최적화 목적함수 설정 - 주행 경로 진입 전 위험도가 낮은 구간을 계산한 후 주행 경로로 진입 ○ 테스트 트랙 내 경로 변경 대응 로직 테스트 진행  <정지장애물(라바콘)을 이용한 경로 우회 알고리즘 테스트>

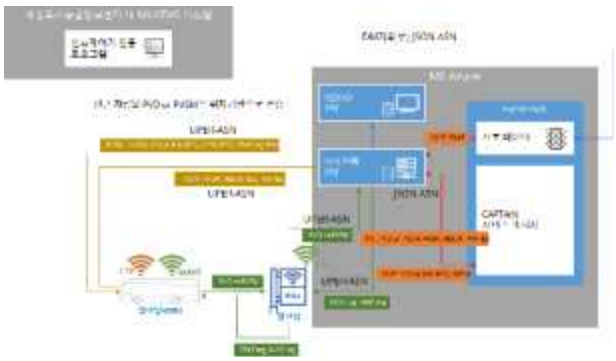
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
자율협력주행 기술 및 C-IPTS 연동 차량서비스 확장을 위한 SW 플랫폼	다수 차량 자율주행시스템 버전관리를 위한 OTA 업데이트 시스템 구축	○ 자율주행시스템 버전관리를 위한 OTA방식의 업데이트 시스템 개발 ○ 자율주행 시스템 모듈 1개를 대상으로 하여 개발한 시스템의 작동 테스트 진행 ○ OTA 테스트 및 차량설치를 고려한 테스트 ECU개발
	자율주행 SW 탑재 Computing HW 플랫폼 이중화 시스템 구축	○ Computing HW 플랫폼 이중화를 위하여 알고리즘이 구동 가능한 보드를 2개로 이중화 하여 하드웨어 구성 ○ 2개의 이더넷 데이터를 bridge로 구성하여 각 장비에 한 개의 센서 데이터가 동일하게 입력되는지 테스트 진행 ○ 개발 결과를 다수의 센서 및 인터페이스 장비에 확대 적용/추가 기능개발 예정
	C-IPTS 연동 V2X I/F 개발	○ 자율주행 내 외부 통신을 위한 V2X 연동 기능 적용 ○ 자율주행 C-ITS ECU는 OBU와 통신함. OBU는 V2V, V2I와의 통신에 WAVE, LTE를 사용하며, 관제센터와의 통신에 LTE를 사용함. ○ "Armstrong" Framework내 V2X 메시지 게이트웨이 기능 적용 ○ "Armstrong" Framework내 SPaT 메시지와 GPS 위치정보 기반의 능동적인 신호등 정보 제공기능 적용 ○ 자율주행 내 외부 통신망 연결에 대한 구조 검토  <차량정보 및 교통정보 처리 경로 및 C-ITS 데이터 송수신 블록도>
	자율협력주행 기반 대중교통 이용편의성 확보를 위한 승객용 HMI 개발	○ 자율주행 차량의 대중교통 시스템 시연/실증을 위한 승객용 HMI 기능개발 ○ 관제센터 및 V2X 정보 연계를 통한 화면 표출 기능 개발 <승객용 HMI>

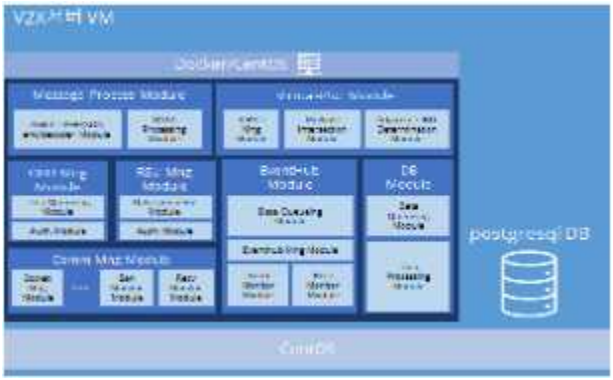
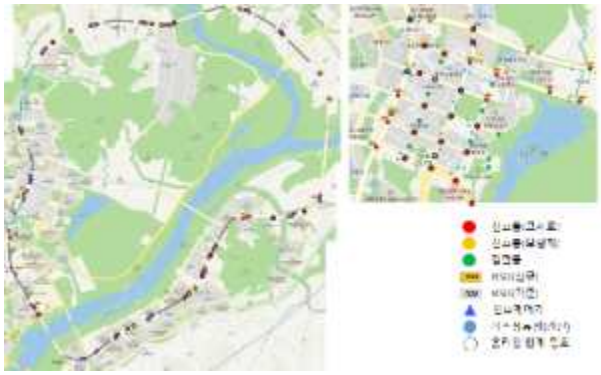
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
	자율주행시스템 작동 및 조작편의성 확보를 위한 운전자용 HMI 개발	○ 자율주행 차량 운전자가 자율주행 로직의 상태 및 센서 상태를 모니터링하여 사고 발생에 대비하기 위한 표시장비 개발, 대형버스 3대에 적용완료 <운전자용 HMI 차량 적용 및 기능 구동 결과> <운전자용 HMI 하드웨어 개발결과>
	HD Map Engine 인터페이스 개발	○ 2세부 엠큐닉에서 제공한 NDS포맷의 고정밀 지도를 서울대 알고리즘에서 사용하기 위한 데이터 parsing 및 통신 기능 개발 ○ 실 차량 테스트 및 기능 구현 완료 <HD map 인터페이스 차량 테스트>
	대형버스 전용 인지환경 설치 키트 개발	○ 대형버스 제원 및 센서 별 인지거리를 고려하여 사각지대를 최소화하는 센서 위치 검토 ○ 차량 3D scanning을 통한 센서 브라켓 설계/제작 ○ 센서 전원 요구사양을 고려한 전원 분배장치 개발 ○ 차량 기능테스트를 통한 센서 정상 작동 확인 <대형버스 센서 성능을 고려한 설치위치 검토>
자율협력주행 기술적용을 위한 소형 및 중/대형 버스 개조기술 개발	중소형/대형 전기버스 조향시스템 협조제어사양 및 검증, 대형 전기버스 조향시스템 개발	○ 중소형 전기버스 조향제어 시스템 사양 개발 : 쏠라티 차량 조향제어 인터페이스와 동일한 방식의 제어 사양 개발 ○ 대형 전기버스 조향제어 시스템 사양 개발 : 제어 CAN 인터페이스 개발, 각도/토크 제어 인터페이스 기능개발, 조향제어 기능 테스트 및 성능분석 후 서울

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		대 전달, 서울대와 인터페이스 테스트 진행 ○ 대형 전기버스 조향제어 시스템 시작품 제작 : Bosch 사 서보트윈 모델 적용을 위한 구조보강, 장비장착/적용 <대형 전기버스 조향제어 시작품>  <대형 전기버스 구조 보강 및 장비 장착 설계> ○ 중소형 전기버스 조향제어 시스템 시작품 제작 : 카운티 EV용으로 기존 MAHS 시스템을 개조하여 개발, 2SET 개발완료  <중소형 전기버스 조향제어 시스템 구성> <중소형 전기버스 조향제어 개조 결과>
	중소형/대형 전기버스 구동/제동시스템 협조제어사양 및 검증, 대형 전기버스 구동/제동 기능개발	○ 중소형 전기버스 구동/제동제어 시스템 개발 ○ 대형 전기버스 구동/제동제어 시스템 개발 ○ 대형 전기버스 차량에 시스템 개발 적용 및 CAN 인터페이스 기능 적용, 차량 테스트 진행

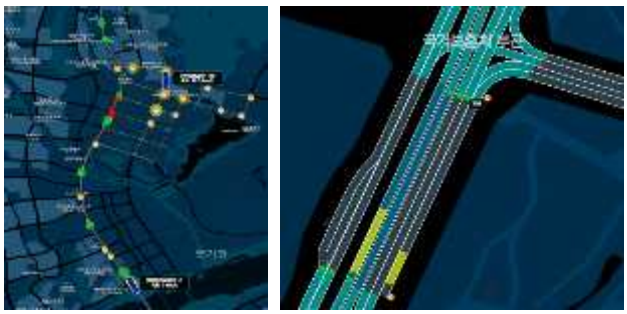
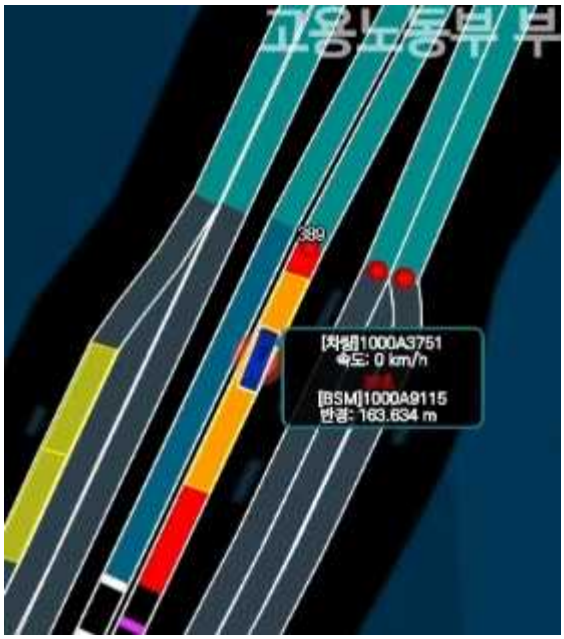
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		 abc : CAN sig. abc : MABX 내부 변수 No / 조건 ① Mahs_Ada_Stat == 1 ② Mahs_Ada_Stat == 5 ③ Mahs_Ada_Stat == 2 && LAC_ON == 1 && LAC_Mode == 1 ④ Mahs_Ada_Stat == 3 && LAC_ON == 0 ⑤ Mahs_Ada_Stat == 2 && LAC_ON == 1 && LAC_Mode == 2 ⑥ Mahs_Ada_Stat == 4 && LAC_ON == 0 ⑦ Mahs_Ada_Stat == 6 ⑧ Mahs_Ada_Stat == 5 ⑨ LAC_ON == 0 ⑩ LAC_ON == 0 <협조제어 인터페이스 flow chart 설계> signal / 용도 / 비고 / VCM 입장기기/MX 크루즈 컨트롤 설정 속도 크루즈 컨트롤 enable 여부 크루즈 컨트롤 상태 크루즈 컨트롤 활성화 여부 브레이크 페달 on/off 여부(0,1) 구동/제동 제어 RX 앞축 전륜바퀴 속도 앞축 오른쪽바퀴 속도 뒤축 전륜바퀴 속도 뒤축 오른쪽바퀴 속도 자율주행 ON/OFF정보 VCM -> 구동 모델 내부 signal 요구가속도 (+ or -) VCM -> 구동/제동 모델 내부 signal TX <구동/제동제어 시스템 인터페이스 기능 개발 개념도>
자율협력주행을 위한 영상 인식 알고리즘 성능 개선	승객 검출 알고리즘 최적화	○ 자율주행 차량 정류장 정차 시 출입문 개폐를 위하여 출입문 주변의 승객 승하차 유무를 알려주기 위한 탑승객 인식 및 알람 기능 개발 ○ 알고리즘 실차 테스트를 통한 기능 작동 확인 ○ 3차년도 시연 데모를 위한 시연용시스템 개발/전시 <출입문 주변 승객 검출 알고리즘 테스트 결과> <세종시 정류장 승차면 검토를 통한 알고리즘 보완>

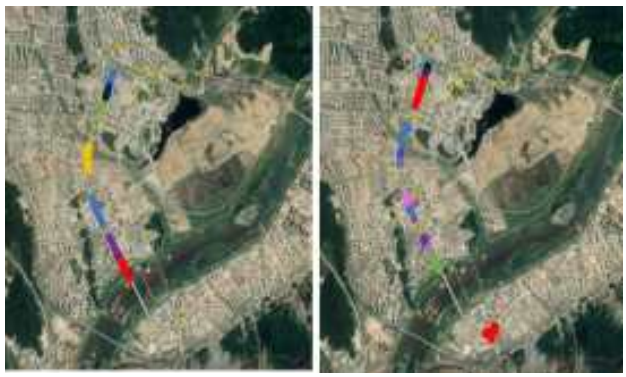
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		  <3차년도 시연 데모시스템>
Data Labeling Tool 개선	자동 검출 기능을 활용한 Data Labeling 작업 효율성 제고	○ 데이터 Labeling 자동화를 통하여 학습 데이터 준비 소요 기간 단축 ○ 객체 검출 알고리즘을 활용하여 자동 데이터 태깅 및 Labeling 기능 구현 ○ 1차 라벨링을 기계가 수행한 후, 작업자가 검수 및 수정하는 방식으로 라벨링 기능 개발, 상기 알고리즘 개발에 활용  <기존 Data Annotation 방법과 비교> - 자동 검출 시스템 이용한 데이터 전처리  <자동 검출 시스템 구성도>  <자동 검출 시스템 작업 흐름도>
관제 시스템과 연계한 복수 교차로 신호 협력 서비스 프로토콜 개발	세종시 온라인 신호를 연계하여 온라인/SPaT/TOD 기반 현시 분석을 통한 현시 제공 방안 제시 및 시연 적용	○ 세종시 BRT 구간/지선 일부 구간의 교차로 신호 제어기의 TOD 분석 및 현시/잔여시간 제공 기능 구현 - TOD(Time of Day)를 이용하여 현재시각에서 신호현시정보를 생성하는 알고리즘 및 SW 개발 <TOD 데이터 DB화>

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		 <TOD 분석 및 TOD 기반 데이터 생성> <TOD 정보를 활용한 signal 생성> <TOD plan/ring time 기반 현시예측 및 생성> ○ 세종시 온라인 신호 연계를 통한 현시/잔여 시간 제공 기능 구현(약 71개소 교차로) - 세종 정부청사 부근 BRT 및 지선 구간 약 70개소 교차로 대상 신호현시정보 제공  <온라인 신호 및 Even Hub 연계 설계>

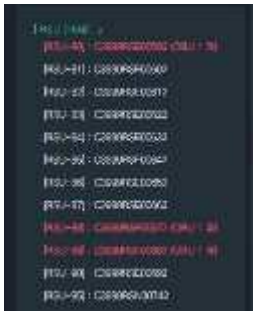
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		 <V2X서버 VM 및 내부 기능별 구성>  <세종시 온라인 신호 연계 구간-간선/지선> ○ TOD 기반 현시 정보, 온라인 신호 연계 기반 현시 정보, 그리고 SPaT 기반 현시 정보의 latency 및 실제 현시와의 오차 분석 - 9개 교차로 대상 공인시험 결과, 신호현시정보의 오차시간 -556 ~ +366ms와 전체 주기대비 오차율 0.145% <TOD 잔여시간과 SPaT 잔여시간 측정 환경>

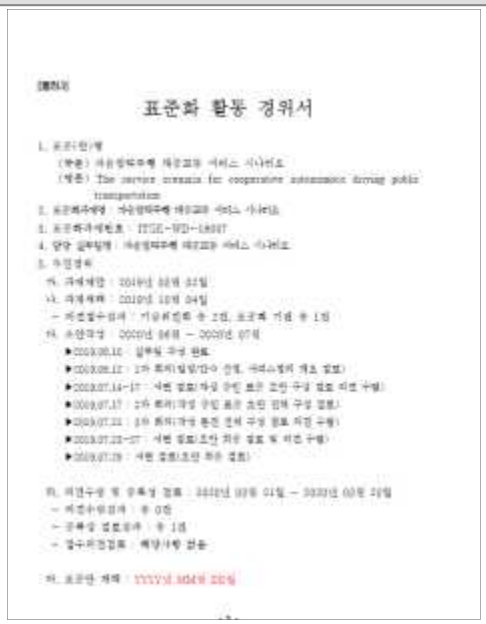
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		   <영상 분석을 통한 잔여시간 오차 분석> <SPaT과 TOD 신호 오차 분석 결과> ○ 관제 시스템과 연계하여 자율주행 대중교통 버스의 경로 생성 알고리즘에 활용될 수 있도록 최적화된 현시 정보 생성 및 제공 - 관제센터에서의 신호현시정보 수집을 위한 MS Azure Event Hub 연동 - 70개 교차로의 신호현시정보 생성부터 Event Hub 수신까지 50ms 이내 <Event-Hub에 TOD 현시/온라인 현시 제공> ○ 3차년 시연 당일 온라인 현시 로그 및 전송 주기 패턴 확인 (시간 오차 1sec 이내)

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		<일렉시티 OBU 실시간 현시 로그 확인 UI> <wireshark 로그 기반 SPaT 수신 패턴 분석>  <실시간 모니터링 서버 UI를 통한 온라인 신호 및 잔여시간 확인>  <지하도 출구와 인접한 교차로의 온라인 신호(잔여시간)와 연계한 자율주행>
대중교통을 위한 자율주행 대형버스에 통신단말 적용 및 V2X 최적화	대형버스 실차 기반 통신 테스트 수행 및 최적화 수행 및 시연 적용	○ 세종시 BRT/지선 시연/실증 구간 통신 환경 테스트 및 분석을 통한 V2X 최적화 (5월~9월까지 8회 현장실사 수행) - BRT 상·하행/ 지선 구간 C-ITS 서비스 제공 현황 및 통신 커버리지 분석 - 세종시 시내버스 대상 실차 기반 통신시험을 통해 통신 안테나 설치방안 최적화 수행

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		- WAVE 통신 음영구역 분석을 통해 LTE 통신 수행 최적화 <세종시 BRT 버스에 OBU 장착 모습>  <세종시 BRT 구간 상행/하행 통신환경 분석>

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		  <세종시 C-ITS RSU별 대형버스에서의 통신 수신율 상세 분석> ○ 지하도/고가도로 등 WAVE 통신 음영 구역에서 위치 기반 V2X 정보 제공 및 3차년 시연 적용 예정 ○ 1세부 일렉시티 버스에 OBU 및 안테나 설치 <일렉시티 연구단 OBU 설치 모습> ○ 3차년 시연 당일 실시간 모니터링 UI를 통해 V2X 통신 상태 모니터링(현재 운영 중) - OBU의 WAVE 및 LTE 통신 상태 모니터링 및 서비스 프로토콜 준수 확인을 위한 웹기반 SW 개발 <실시간 V2X 모니터링>

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		  <LTE/WAVE 수신감도 실시간 모니터링-지하차도 출구 인근 WAVE 신호를 다시 받기 시작함> <V2X 상태 정보 상세-BSM 상태도 모니터링>  <실시간 추적중인 OBU가 정보를 받는 RSU 상태>
C-IPTS를 위한 데이터 및 메시지 셋 표준 제정	자율주행 대중교통 서비스 시나리오 표준 제정 및 메시지 정의 표준 제안	○ 자율주행 대중교통 서비스 시나리오 표준 초안 개발을 위한 실무팀 운영 - 자율주행 대중교통에 대한 서비스 시나리오의 정의 및 기존 C-ITS 시스템과의 호환성 확보를 위한 표준 제정 - 4대 핵심 서비스 및 7개 하위 서비스 표준화 완료

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		 표준화 활동 경위서 <표준화 활동 경위서-표준안 채택 심의자료> ○ 서비스 시나리오 표준 초안 및 ITSK 기술위원회 표준 채택 가결(12월 제정완료) 지능형 교통시스템 표준 제정일 : 2020년XX월XX ITSK - DITS - 19007 지능형 교통 서비스 시나리오 The service scenario for cooperative autonomous driving public transportation 2020 (Ver 1.5) 한국지능형교통체계협회 2020 <표준안 표지>

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용

표준 중복성 검토 의견서 (2)

대상 표준번호	[ITSK-WD-19007] 및 [ITSK-WD-00045v2]	
대상 표준명	[ITSK-WD-19007] 자율협력주행 대중교통 서비스 시나리오 [ITSK-WD-00045v2] DSRC 기반 교통정보시스템 응용인터페이스 - 제2부 : 교통정보수집	
항목	검토결과	
관련 표준 (중복되는 표준)	유무(O, X)	표준단계(개발 중, 제정완료)
	X	-
관련 표준명(표준번호)	-	
중복내용 대상 표준 관련	-	
중복내용 관련 표준 중 중복되는 내용	-	
중복내용 설명	-	
검토 의견(필요 조치사항 등)	1)[ITSK-WD-19007] 관련, TTA 중복 표준 또는 진행중인 유사 없음 2)[ITSK-WD-00045v2] "6.1. 서비스 표준문서" 내용 중 b) TTA 표준 제자에 따른 작성 필요 * TTAK.KO-06.0005, DSRC를 이용한 차량요금징수 시스템의 응용 인터페이스 표준, 2005.12(제정일) 2010.6.10)	
첨부자료	□ 관련 표준(안) □ 기타	

대상 표준에 대해 해당 부처의 관련 표준과의 중복성 검토를 알기와 같이 통보합니다.

2020년 8월 28일

표준화기관 명 : 한국정보통신기술협회

담당자 명 : 유 영 욱

한국지능형교통체계협회장 귀하

<표준초안 서면의결-중복성없음>

○ 서비스 메시지 정의 설계 및 표준 제안 - ITSK 기술위원회 표준화 과제 채택 (표준 과제 번호 부여 : ITSK-NP-20024)

ITS 단체표준 (제정, 개정) 제안서

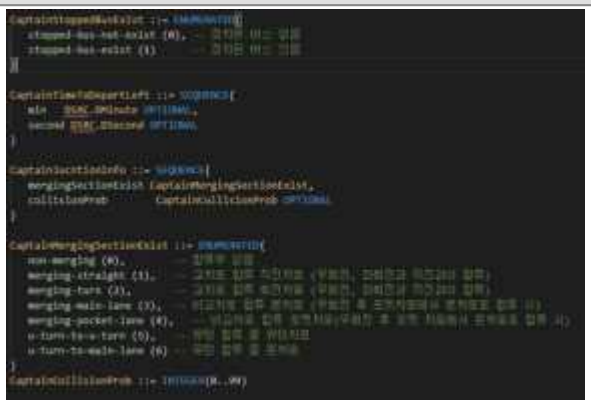
1. 제안자

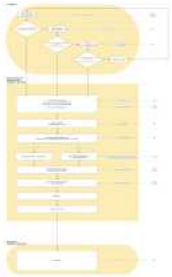
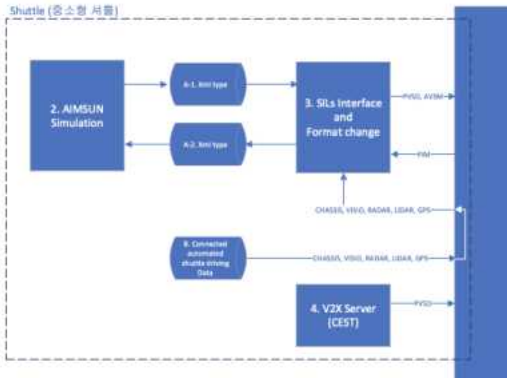
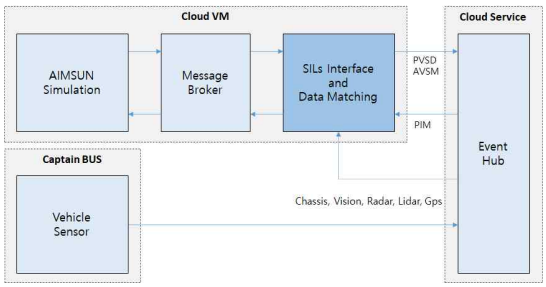
2. 제안표준명

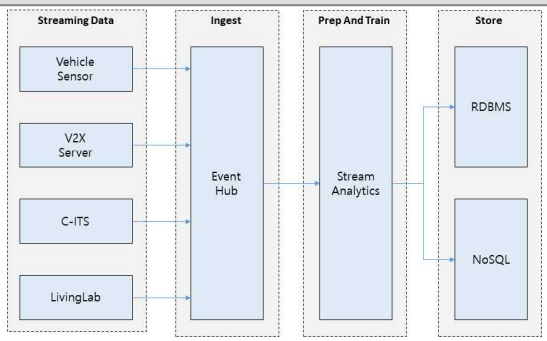
3. 제목구분 ■ 일반과제 □ 신속과제

한국지능형교통체계협회장 귀하

<자율협력주행 대중교통을 위한 정보교환 규격 표준 과제 채택>

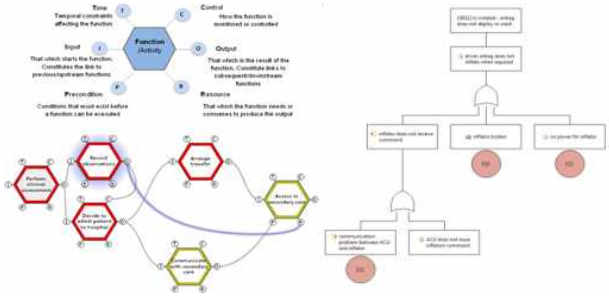
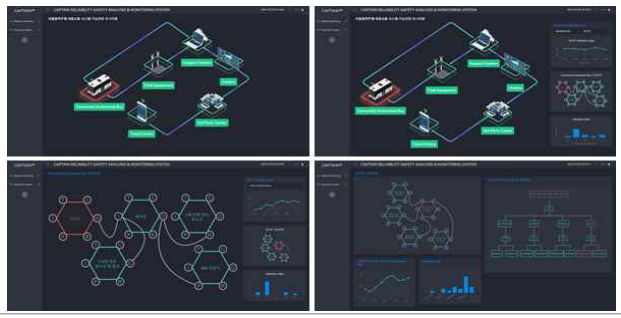
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		 <정보교환 규격 초안을 적용한 ASN.1>
HD map 정적 DB 구축	요구사항 분석, HD map 스키마 정의, 국제 표준 활용, 현지 측량/구축	○ 자율협력 주행을 위해 필요한 HD map 정적 DB의 요구사항 분석 (w/ 1,3세부) ○ 국제 표준인 NDS 및 NDS Open Lane Model을 분석하여, 필요 스펙 활용 ○ 세종 실증 단지에서의 MMS 차량 측량을 통한 데이터 수집 ○ 수집된 자료를 기반으로 구조화 편집을 통한 DB 구축
실시간 수집 데이터의 DB 저장 기술 개발 및 적용	시스템 설계 및 구축, 알고리즘 개발	○ Azure 클라우드 기반 실시간 데이터(Event-Hub) 데이터베이스 설계 및 구축(부록 2-1-1①) ○ 실시간 자율주행차량 데이터 이상/에러 패턴 분석 및 보정 기술 개발(부록 2-1-1②) ○ 자율주행차량 데이터 실시간 처리 알고리즘 개발(부록 2-1-1③, 2-1-1④)
통신 기반 자율협력주행 관련 수집 데이터 처리 및 저장 기술 개발 및 적용	데이터기반 알고리즘 개발, 현장조사	○ 자율협력주행 데이터 연계 및 수집(부록 2-1-2②) ○ 자율협력주행 차량 주행데이터 기반 이벤트 탐지 정보 추출(부록 2-1-2①) ○ 탐지 이벤트 설계 및 탐지 정확도 추출(부록 2-1-2①)
빅데이터 분석을 위한 통합 데이터베이스 구축	시스템 설계 및 구축	○ Azure 클라우드 기반 비실시간 데이터(RDBMS, NoSQL) 데이터베이스 설계 및 구축(부록 2-1-3①)
자율주행버스의 실시간 주행 궤적 생성 및 제공을 위한 센터 알고리즘 개발 및 구축	딥러닝 기반 알고리즘 개발, 문헌조사 및 현장조사	○ 관제센터 아키텍쳐 구성(부록 2-2-1①) ○ 관제센터 주요 서비스 설계(부록 2-2-1②) ○ 속도 추천 알고리즘 개발 및 적용(부록 2-2-1③)

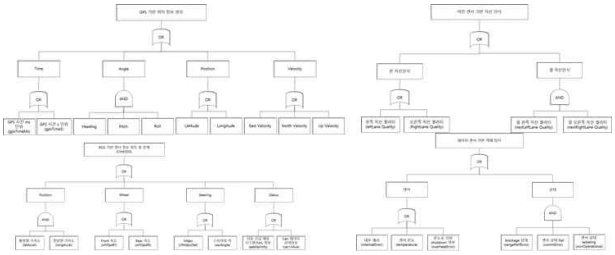
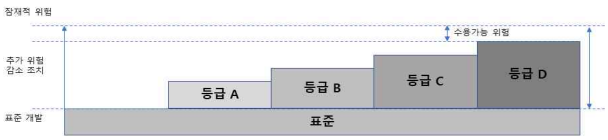
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		 ○ 실시간 주행 궤적 생성 알고리즘 개발 및 테스트(부록 2-2-1④, 2-2-1⑤, 2-2-1⑥)
자율협력주행 관제 서비스의 구현을 위한 AIMSUN 기반 SILS 환경 구축 및 적용	시스템 설계 및 구축, 알고리즘 개발	○ SILS 인터페이스 설계 및 아키텍쳐 구성(부록 2-2-1⑦) 
자율협력주행 기반 대중교통 시스템의 안전성 평가 시스템 개발 및 적용	전문가 자문 및 문헌조사	○ 안전성 평가 지수(7개) 개발 및 프로세스, 아키텍쳐 정의(부록 2-2-2①) ○ 안전성 평가 지수 산출(부록 2-2-2②) ○ 자율협력주행 서비스별 리스크 산출 및 대처 방안 수립(부록 2-2-2③, 2-2-2④)
자율협력주행 지원을 위한 HD map기반 도로 정보 표출 기술 개발 및 적용	시스템 설계 및 구축, 모델링 및 데이터 기반 알고리즘 개발	○ 영상 데이터 기반 차량 및 보행자 탐지 추출 데이터의 HD map 매칭 및 저장 기술 개발 및 테스트(부록 2-2-2⑤) ○ 돌발 상황 정보의 HD map 매칭 및 저장 기술 개발(부록 2-2-2⑥, 2-2-2⑧, 2-2-2⑨) ○ 신호 정보의 HD map 매칭(부록 2-2-2⑦)
중소형/대형 자율주행 플랫폼 연계 시스템 개발	설계서를 기반으로 클라우드 서비스 적용 및 시스템 기능 구현	○ SILS 인터페이스 구성  ○ 데이터 공유시스템 구성

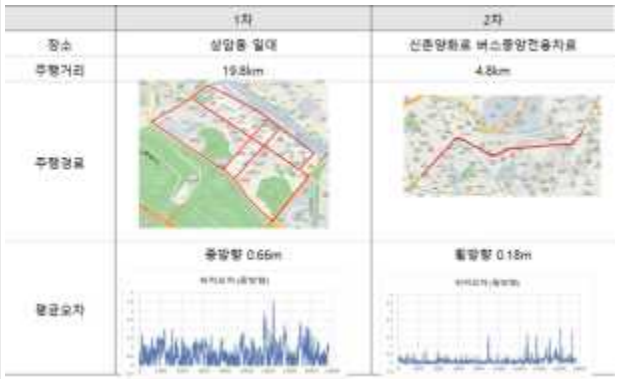
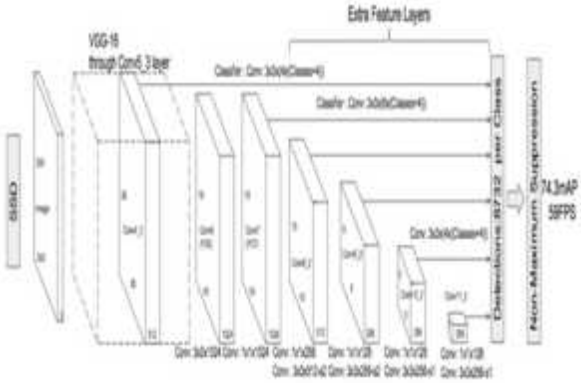
<table>
<tr><th>연구 범위</th><th>연구 수행 방법
(이론적·실험적 접근방법)</th><th>구체적인 내용</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td>


○ 클라우드 Event-Hub 서비스 적용

○ 클라우드 RDBMS/NoSQL 서비스 적용

○ 시스템 기능 개발 및 테스트
</td></tr>
<tr><td>실시간 신뢰성 평가 모니터링 시스템 개발</td><td>데이터 구축 및 분석을 통한 시스템 기능 구현</td><td>
○ 시스템 기능안전 분석 Viewer 개발

○ 시스템 기능 안전 분석기반의 신뢰성 평가 모니터링 시스템 개발

</td></tr>
<tr><td>차량상태기반 고장예측진단 시스템 개발</td><td>데이터 수집 및 모델링을 통한 시스템 기능 구현</td><td>○ 차량 센서 및 이벤트 데이터를 로깅하여 통합</td></tr>
</table>

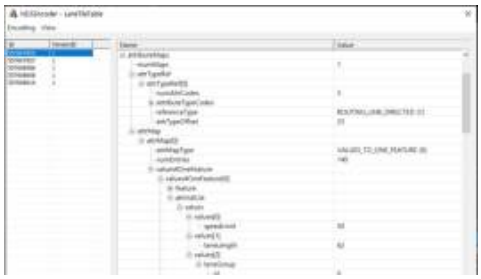
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		데이터베이스 구축 ○ 센서 로깅데이터 Replay를 통해 시스템 개발 ○ 차량센서 정보기반의 위험도 분석 및 FT(Fault Tree) 모델 개발  ○ 차량센서정보기반의 위험분석평가 및 안전수준 등급결정  ○ 차량센서 고장진단 모니터링 시스템개발
자율협력주행 위한 C-IPTS 디지털 인프라 기술 개발	단말 개발, HD map 기반 자차측위 기술 개발, 포트홀 인식기술 개발	○ 단말 개발

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		○ HD map 기반 자차 측위 기술 개발  ○ 포트홀 인식 기술 개발 
Open Lane Model 외에 Localization 모델을 활용한 실시간 동적 교통정보 업데이트 기술 개발	실시간 동적 교통정보(Landmark, Volatile)를 반영하여 NDS Encoding 및 갱신 기술 개발	○ NDS (NaviationDataStandard) 최신버전(2.5.4) 기준으로 정밀도로지도 Encoding ○ 크라우드 소싱 단말로부터 수집되는 정보를 기준으로 갱신된 정보를 NDS의 버전으로 관리하며 갱신하는 체계마련 : 디렉토리 구조 및 파일 명명 규칙 〈HD_MAP/TILEID/[LayerID]_YMDHMS.pbf HD_MAP_HIST/TILEID/[LayerID]_YMDHMS.pbf> ○ 정적지도 위에 동적정보(포트홀 및 Rubbercone 정보)를 결합할 수 있는 업데이트 기술 개발 : NDS Volatile DB를 설계에 반영 ○ HD map Contents와 NDS 사양 매핑 : NDS 변환대상(Routing,Lane,Localization, Obstacles, Volatile)확인하여 NDS 적용 : HD map 구축포맷에 제한속도 속성정보를 NDS 제공포맷에 반영(Routing/Lane 모델) ○ HD map을 NDS map으로 전환을 위한 데이터 전처리 기술 개발 및 전처리 진행

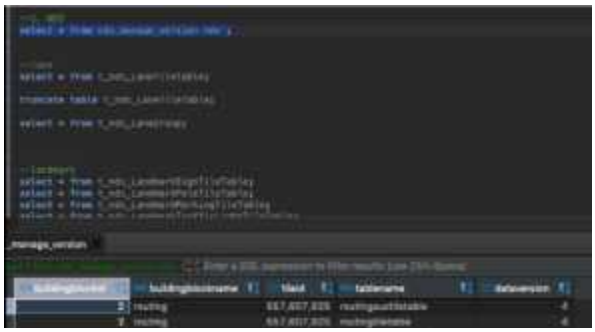
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용

<실시간 동적 업데이트 Layer 개발>

○ NDS Encoding
: NDS Building Block의 Table 단위 Encoding



<NDS Encoding 화면>

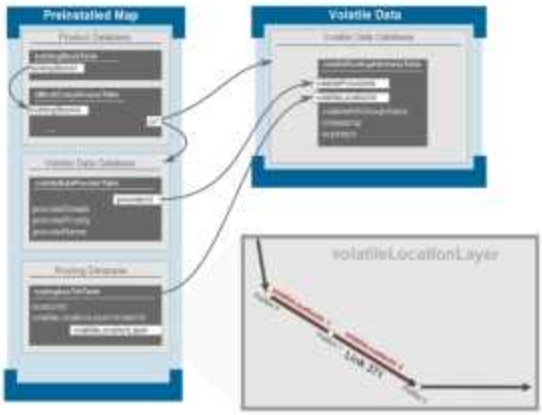
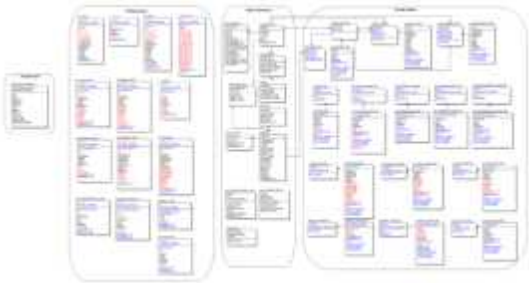


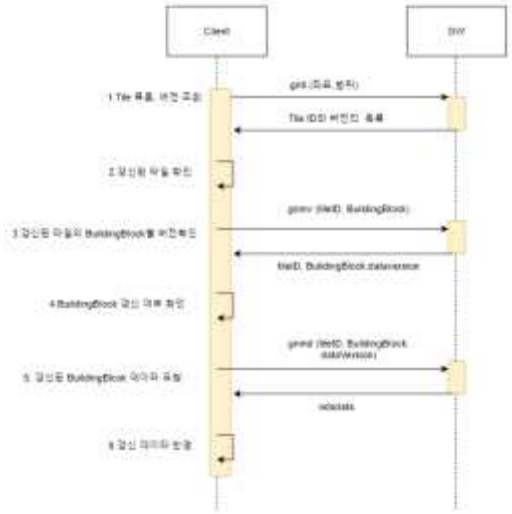
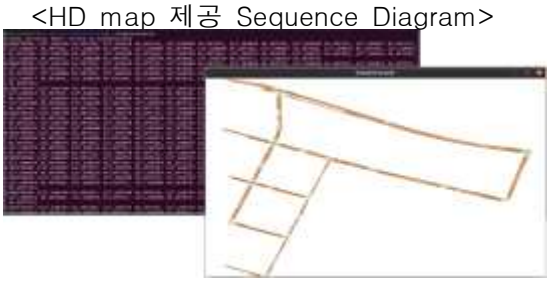
<NDS 기능 개발>

○ NDS 2.5.4 정리
: OLM 과 NDS 2.5.4버전 차이점 확인 및 정리하여 구현 대상 스펙 정의

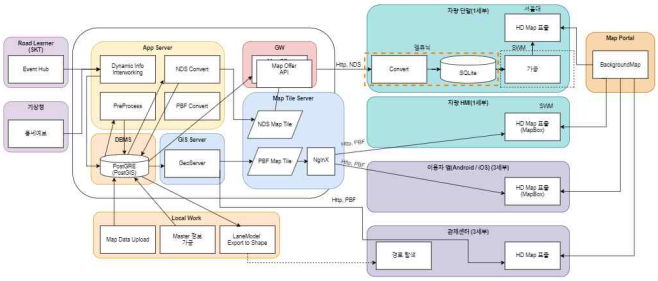
Column	Desc	NDS Ver
idxID		
LANE_GROUP_ID		
laneType		OLM
laneConnectivityElementType	The lane type of this path	2.5.4
hasLaneConnectivity		OLM
hasSourceLaneConnectorId	Flag to indicate if connectivity has a source connector	2.5.4
hasDestLaneConnectorId	Flag to indicate if connectivity has a destination connector	2.5.4
sourceLaneConnectorId	if hasSourceLaneConnectorId == true	
destLaneConnectorId	if hasDestLaneConnectorId == true	
hasGeometry		
geometryInternal	Flag to indicate whether the lane geometry is stored internally or in LaneGeometryFile if hasGeometry == true	2.5.4
numWktLatLonWD	This defines the number of bits excluding the sign bit for storing latitude/longitude values of the first coordinate Usually the first coordinate requires higher precision due to the possible distance of all from the tile center This value 0 is not allowed.	2.5.4
numWktLatLon		
numWktHeightDelta		
wD	First vertex of the 3D line. It is defined relatively to the tile reference point.	2.5.4
numVertices		
null		
geometryIndex	Reference to an existing lane geometry stored in LaneGeometryFile	2.5.4

<OLM vs. NDS2.5.4>

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		 <Volatile Data Building Block> ○ NDS Landmark, Volatile DB 설계 :실시간 동적정보(Pothole/Rubbercone)를 업데이트 할 수 있도록 DB 설계 및 기능 개발  <DB 설계 ERD>
HD map Localization 모델 서버 확장 구축	이용자 맞춤형 HD map 제공 및 HD map 표출프로그램 개발	○ 갱신관리되는 정밀도로지도를 온라인으로 이미지와 Vector로 각각 제공하는 맵 플래폼 개발 ○ 온라인으로 제공받은 정밀도로지도를 단말에서 2.5D를 포함하여 표출하는 기술 개발 ○ NDS로 Encoding된 정밀도로지도를 포함한 맵정보를 온라인으로 제공하는 API 체계 마련 [특허출원 1건] ○ 차량 단말에서 제공 받은 NDS 데이터를 활용할 수 있도록 조회 API 개발 및 테스트 표출 ○ HD map제공을 위한 제공/조회 시나리오작성 ○ 차량 단말 NDS 조회 API 개발 :1 세부 서울대/SWM 요청사항 반영하여 차량용 NDS 조회 API 제공 및 확인 완료

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		 <HD map 제공 Sequence Diagram>  <차량 단말 NDS API 제공을 통한 NDS 조회 결과> ○ 세종시 시연구간 HD map을 적용하여 HD map Viewer 기능 최적화 및 2.5D 구현 :건물 시설물을 입체적으로 구현하여 HDmap에 적용 <세종시 시연구간 HD map>
크라우드 소싱 단말과 연계되어, 도로의 정적/동적 구조물에 대한 변화 제공	크라우드 소싱단말(SKT)과 연계하여 도로의 정적/동적 구조물 업데이트 기능개발	○ 크라우드 소싱 정보를 수집 가공하여 정밀도로 지도와 비교하고 갱신 여부를 판단 후 갱신하는 기술 개발(특허 출원 2건) ○ 크라우드 소싱 단말에서 감지/업로드 되는 도로의 정적/동적 구조물 변화를 수집/가공하여 관제 시스템 및 차량에 제공할수 있는 서버 기능 개발 : 크라우드 소싱 단말에서 수집한 정적정보(표지판, 신호등) 및 동적정보(Pothole,Rubbercone)를 가공하여 HD map에 갱신 ○ 크라우드 소싱 단말과 연계한 HD map 업데이트 기능개발 및 알고리즘 최적화 진행 : SKT의 HD map 서버 요구사항(2차년도)을 반영

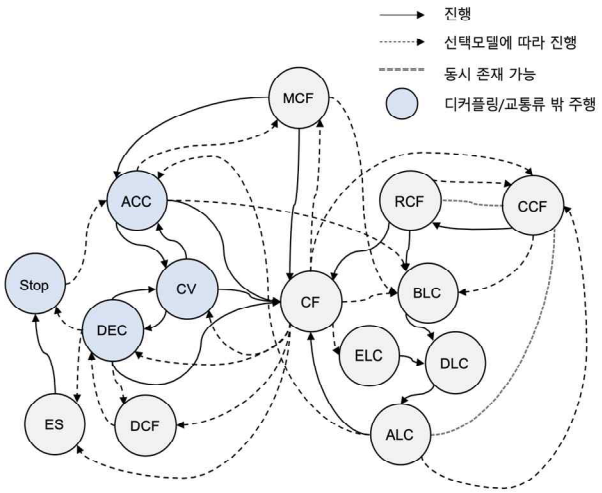
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		○ 크라우드 소싱 단말과 연계하여 HD map 업데이트 알고리즘에 활용할 수 있도록 최적화 <HD map Update Flow> <HD map add/delete 화면개발> ○ HD map 업데이트 관련 데이터 설계 및 HD map 업데이트 기능개발 <HD map Update 서버 아키텍쳐> ※ 크라우드소싱 단말기와 연계한 HD map 갱신: 도로변화 수집(SKT) -> 수집서버 -> DBMS -> HD map 가공 -> HD map 변환 및 검수 -> HD map 제공 ① HD map가공: 데이터검수(중복,Geometry), HD map 구축 포맷과 NDS Building Block을 매핑하여 Localization 모델 및 LaneModel 가공 ② HD map 변환 및 검수: 타일변환(to PBF) 및 갱신타일 검수 ③ HD map 제공: REST API 로 관제센터, 이용자 App, 차량용 HMI로 제공

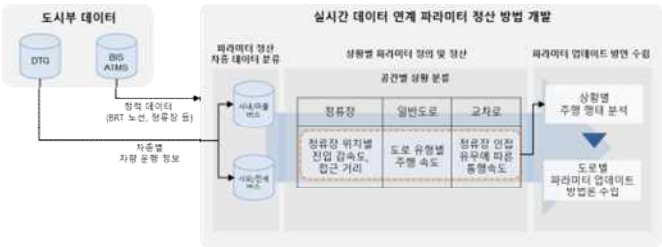
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		 <HD map 갱신 및 제공과정>
특허 분석을 통한 특허 포트폴리오 작성 및 계획수립	특허 분석, 전문가 자문	○ 외부전문기관(윕스)와 특허 분석을 통한 특허 포트폴리오 작성 <정밀지도 특허분석 내용> ○ 특허 포트폴리오 계획을 토대로 특허(3건) 작성 및 출원완료
실증단지 구축 및 지자체 협력 지원	실증단지 구축을 위해 자율협력주행시 필요한 데이터 수요 분석 후 지자체 등의 협력을 통해 데이터 수집·연계	○ 자율협력 주행시 필요한 데이터를 기관별로 수요조사 ○ 세종시와의 협력을 통해 BIS, ATMS, 신호 데이터를 수집 ○ 대전-세종 C-ITS 시범사업'과 연계하여 C-ITS, 리빙랩 데이터를 수집 ○ 수집된 모든 데이터를 클라우드 서버(MS Azure)를 통해 연계 <BIS 데이터 Azure 이벤트 허브 연계 현황(예)> ○ 모든 필요 데이터를 대상으로 연계 완료하였으며 (연계율 100%), 외부전문가를 통해 데이터 연계에 대한 평가도 진행

<table>
<tr><th>연구 범위</th><th>연구 수행 방법
(이론적·실험적 접근방법)</th><th>구체적인 내용</th></tr>
<tr><td>실증단지 적용 가능
서비스 검토</td><td>도입지역 적용 가능 서비스
도출,
외부 전문가 자문</td><td>○ 3차년도 (2020년) 시연 대상지의 적용가능 서비스 도출 (9개 서비스)
- 정거장 정밀 정차 서비스
- 승하차 탑승자 알림 서비스
- 일반차 혼재시 자율주행제어 서비스
- 도로환경 모니터링 및 운전자 제어권 안전전환 서비스
- 자율협력주행차량 상태기반 고장위험진단 모니터링 서비스
- 버스와 신호 단방향 협력제어 서비스
- 차내 편의서비스 정보 제공 서비스
- 고속주행 서비스
- V2V 통신 기반 주행정보 제공
<table>
<tr><th>분 야</th><th>서 비 스</th><th colspan="2">시연 실증 연도</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td>2019</td><td>2020</td></tr>
<tr><td rowspan="3">버스 정거장 안전지원 서비스</td><td>정거장 정밀 정차 서비스</td><td>○</td><td>○</td></tr>
<tr><td>V2X기반 버스 속도 제어 서비스</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>승하차 탑승자 알림 서비스</td><td></td><td>○</td></tr>
<tr><td rowspan="3">교통관제센터 기반 안전서비스</td><td>일반차 혼재시 자율주행제어 서비스</td><td></td><td>○</td></tr>
<tr><td>도로환경 모니터링 및
운전자 제어권 안전전환 서비스</td><td>○</td><td>○</td></tr>
<tr><td>자율협력주행차량 상태기반
고장위험진단 모니터링 서비스</td><td></td><td>○</td></tr>
<tr><td>신호교차로협력 자율주행서비스</td><td>버스와 신호 단방향 협력제어 서비스</td><td>○</td><td>○</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사용자 편의 최적화 서비스</td><td>수요 응답형 버스 노선 제공 서비스</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>실시간 수요 응답형 경로 변경 서비스</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>차내 편의서비스 정보 제공 서비스</td><td></td><td>○</td></tr>
<tr><td rowspan="2">기타(추가)</td><td>고속 주행 서비스(50km/h 속도 주행)</td><td>○</td><td>○</td></tr>
<tr><td>V2V 통신 기반 주행정보 제공</td><td></td><td>○</td></tr>
</table>
<연차별 서비스 적용계획*>
* 기존 2020년 서비스 적용계획보다 3개서비스 추가하여 시연</td></tr>
<tr><td>대형 자율협력주행 버스
시연</td><td>3차년도 대형
자율협력주행버스 시연회
개최,
현장검증</td><td>○ 3차년도에는 세종시 간섭급행버스체계(BRT)에서 실제 적용 가능한 자율협력주행기술을 기반으로 주행 및 서비스를 시연
○ 일반차량과 혼재 상황에서 안전하고 안정적인 자율협력주행을 시연
○ 대상: 대형 자율협력주행 전기버스 3대 (모델명: 현대자동차 일렉시티)
○ 구간: 세종시 BRT 노선,
세종고속시외버스터미널→도담동 정류장 (약 6km)
○ 내용: 자율협력주행을 통해 해당구간에서 9개의 서비스를 구현

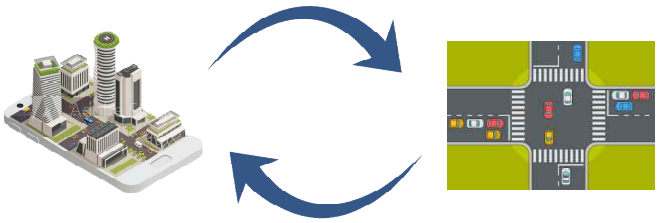
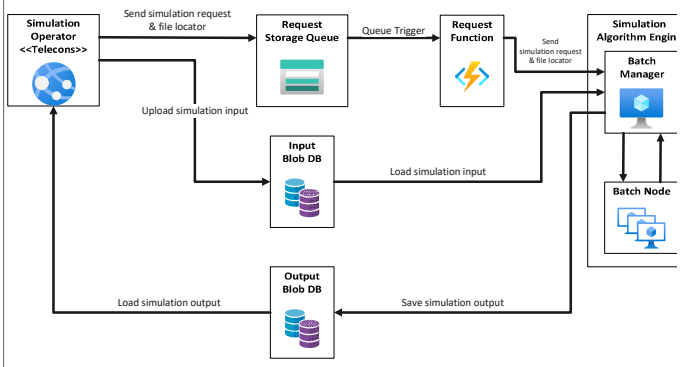
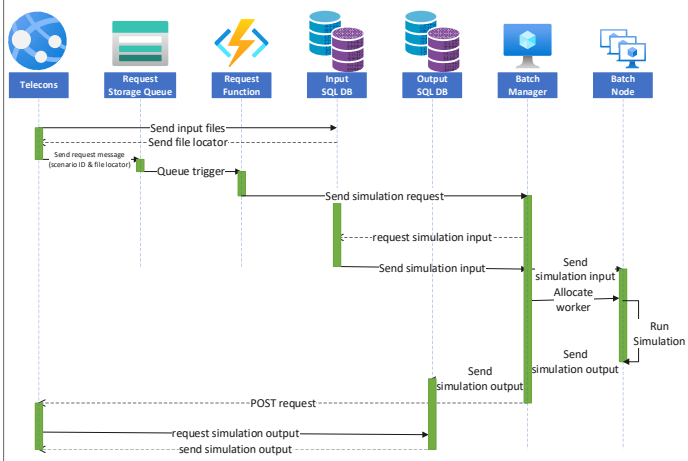
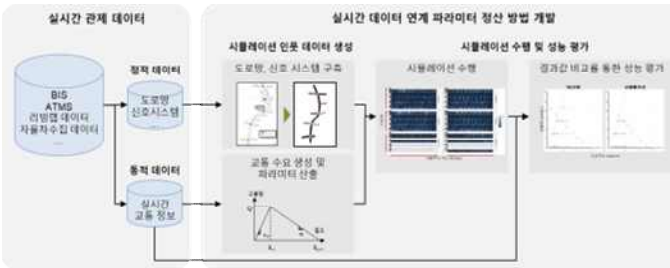
<3차년도 시연 서비스></td></tr>
</table>

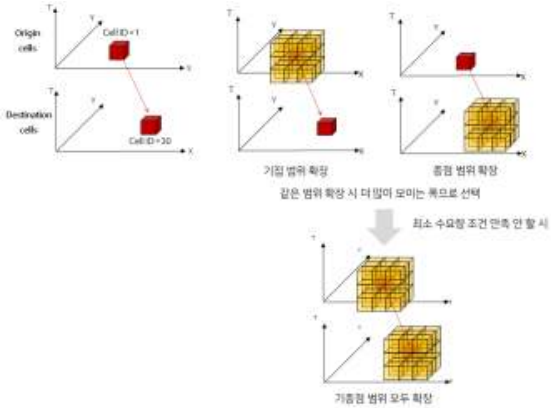
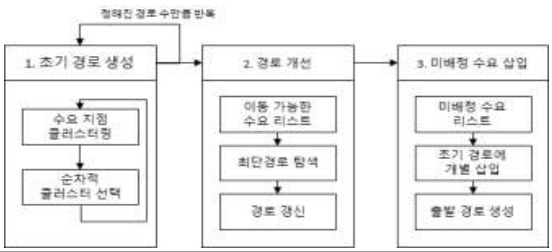
<table>
<tr><th>연구 범위</th><th>연구 수행 방법
(이론적·실험적 접근방법)</th><th>구체적인 내용</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td>

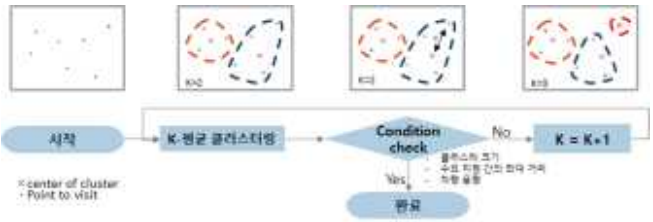
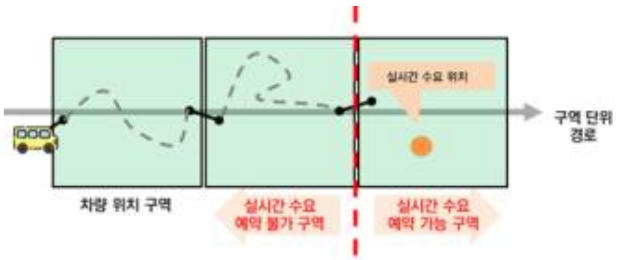
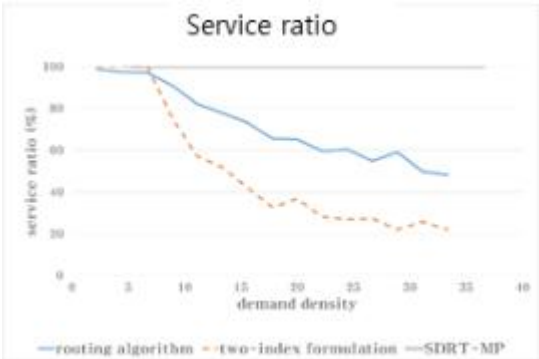
< 3차년도 시연 결과>
</td></tr>
<tr><td>스마트 대중교통 운영 시뮬레이션 핵심 알고리즘 고도화</td><td>시뮬레이션 핵심 알고리즘 기능 설계 및 구현</td><td>
종 및 상황별 주행행태 알고리즘 고도화
- 도심지 내 주행 행태 구현을 위한 계층적 차량 주행 전략 수립 및 통합 차량 주행 행태 모델 개발
<table>
<tr><th></th><th>주행 전략</th><th>개요</th><th>인풋</th><th>아웃풋</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Mission Planning</td><td>링크 내 중간 목표 설정
>1min, >100m</td><td>링크 단위 경로</td><td>중간 목표지점
(위치, 차로, 속도, 도착시각)</td></tr>
<tr><td>2</td><td>Behavioral Planning</td><td>중간 목표 달성을 위한 행동 전략
1s~1min, 10~100m</td><td>중간 목표지점
차량 위치, 도로 형태, 신호</td><td>태스크</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Action Planning</td><td>개별 차량 움직임
0.1s~1s, ~10m</td><td>태스크
차량 위치, 속도, 주변 차량 상태</td><td>가속도</td></tr>
</table>


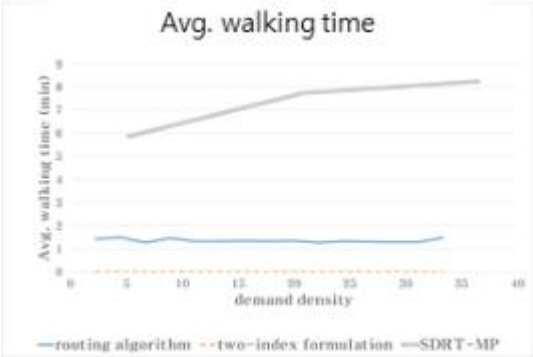
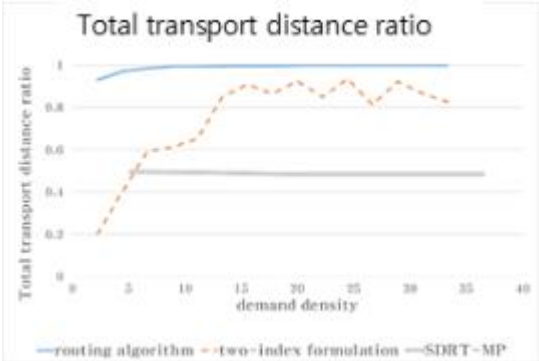
<ITFA 차량 주행 모드 흐름도>
○ 도시부 데이터 활용을 통한 차종 및 상황별 주행행태 모델의 파라미터 정의 및 정산


</td></tr>
</table>

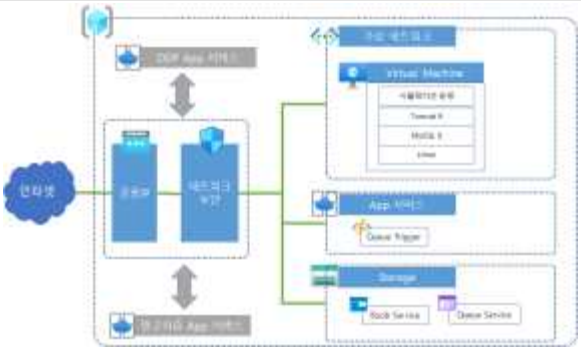
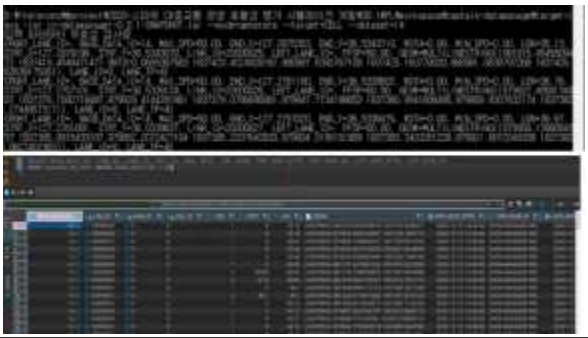
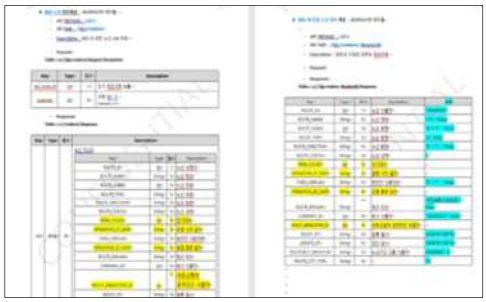
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
관제 데이터와 연계 평가가 가능한 시뮬레이션 기능 설계	관제 데이터 연계 기능 설계 및 구현 외부 기관 평가	○ 관제 데이터 연계 기능 설계  ○ 관제 데이터 연계 기능 클라우드 기반 구현   ○ 관제 데이터 연계 기능 외부기관 평가 

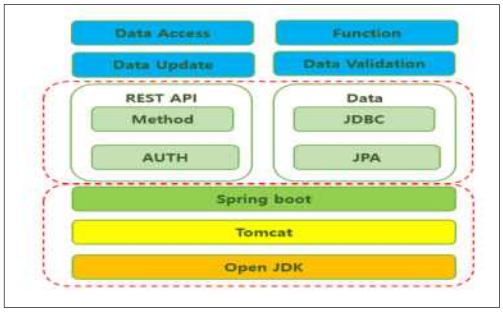
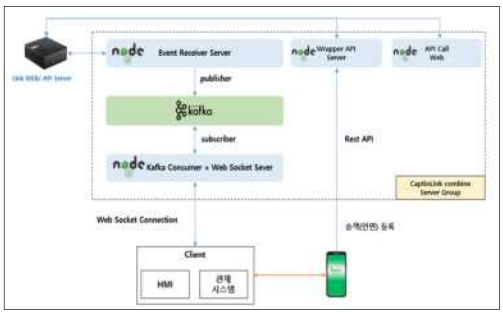
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
빅데이터 기반 소형 버스 서비스 다중 노선 산출 방법론 개발	세종시-서울시 대중교통 데이터 분석을 통한 수요 패턴 분석, 경로 산출 알고리즘 프레임워크 제안	○ 기종점 수요 데이터 분류 방법론 및 세종-서울 결과 - 세종시와 서울시 스마트카드 데이터를 활용하여 기종점 데이터 수요 크기와 발생 빈도 등 대중교통 이용 현황 모빌리티 분석 - 기종점 수요를 시공간 차원에서 그룹화하는 알고리즘을 기반으로 수요를 분류함  <세종시 수요 데이터 분류 결과> <서울시 수요 데이터 분류 결과> - SVD 기반 세종시 모빌리티 주요 패턴 추출 및 분석 ○ 데이터 분석 결과를 통한 경로 산출 알고리즘 프레임워크 제안 

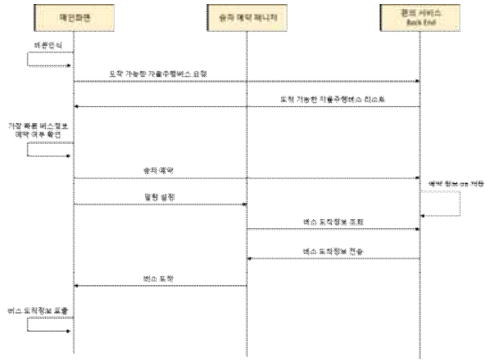
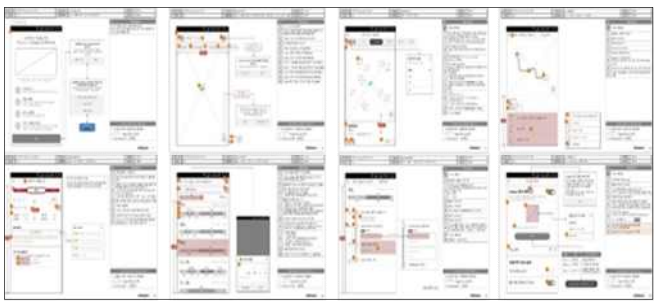
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
SILS 기반 중소형 셔틀 노선 생성 알고리즘 구현 및 검증	경로 생성 및 갱신 알고리즘 개발 및 구현, 전문가 검증 통한 알고리즘 성능 평가	○ K-means 기반 수요 클러스터링 과정  ○ 수요 클러스터링 기반 경로 생성 방법론 - 데이터를 소수의 그룹으로 묶는 알고리즘을 k-means 클러스터링 알고리즘을 기반으로 수요를 군집화 - 순차적으로 클러스터를 선택하여 초기 경로를 생성 - 미배정된 수요 삽입 및 경로 최적화 ○ 실시간 경로 갱신 알고리즘 - 차량의 운행 상태에 따라 실시간 수요 feasibility check를 통해 경로 배정 여부 판단  ○ 시뮬레이션을 통한 알고리즘 구현 및 검증 결과 - 기존 알고리즘과의 효과성 비교 검증  (a) 서비스 비율

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		 (b) 평균 도보시간 (c) 평균 우회시간  (d) 차량 운송거리 비율
시뮬레이션 Data Manager구현	도로네트워크 편집 프로그램과 실시간 데이터 연계 프로그램 구현	○ 시뮬레이션 Data Manager는 ODP 연계를 통하여 실시간 데이터를 수집하고 저장/관리하는 모듈과 정밀도로지도(HDMap)를 이용하여 시뮬레이션에서 사용하는 도로 네트워크를 구성하기 위해 구현됨. ○ 시스템의 구성 ○ 도로네트워크 편집 프로그램

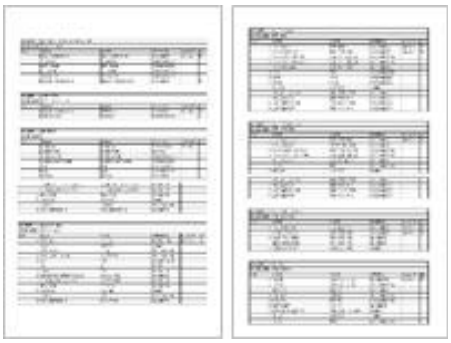
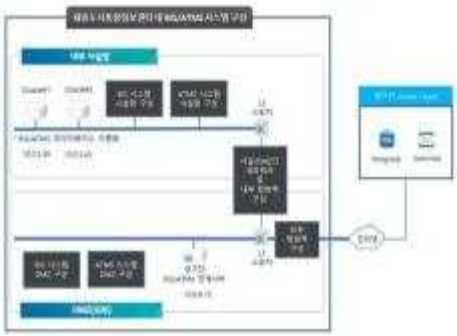
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		    ○ 실시간 데이터 연계 프로그램
시뮬레이션 구현 (자율협력주행 시뮬레이션 시연 지원 포함)	시뮬레이션 운영데이터 관리 프로그램과 시뮬레이션 운영 프로그램 구현	○ 알고리즘을 구동하기 위한 시뮬레이션은 프로젝트와 시나리오를 생성하고 알고리즘을 구동하는 시뮬레이션 운영 S/W와 그에 대한 데이터를 관리하는 운영데이터 관리 S/W로 구성됨 ○ 시스템 구성도 ○ 시뮬레이션 운영 프로그램

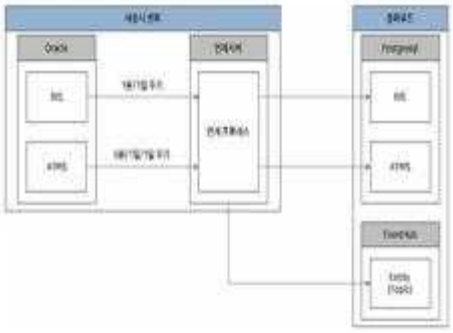
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		 ○ 시뮬레이션 운영데이터 관리 프로그램 
개방형 데이터 플랫폼 구축	BIS/ATMS 데이터 연동을 통한 개방형 데이터 플랫폼 API 및 코어 개발	○ 인터페이스 정의 및 설계를 통한 BIS/ATMS 데이터 연동 정의서 작성  ○ RESTful API 연동 개발 ○ Azure 개발 환경 구축

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		 ○ Spring Boot 플랫폼을 활용한 API 서버 개발  ○ 개방형 데이터 플랫폼 API 적용률 검증
관제시스템 빅데이터 및 인프라 활용 시스템 개발	2세부 관제와 양방향 인터페이스 연동	○ 편의 서비스 App에서 발생되는 이벤트 및 요청 데이터의 상호 교환  <시스템 구성도> ○ 모바일 어플리케이션을 이용한 승하차 예약 API 제공

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		 <승차 예약 시나리오> ○ 승하차 지원 서비스 API 제공을 통한 승하차 예정 인원 수 HMI 표출 <자율협력주행버스 내 승객용 HMI 표출화면>
자율협력주행 연계 시스템 구축	수요 대응형 자율협력주행 대중교통 서비스 제공을 위한 시스템 구축, 시연을 통한 전문가입회 검증평가, 특허 분석	○ 모바일 추가 기능 및 핵심 구성 요소별 UI/UX 설계  <Man-to-Machine Interface (MMI)> ○ 사용자를 위한 모바일 어플리케이션(iOS, Android) 추가 기능 개발 <편의 서비스 추가 기능 개발> ○ 최적경로산정 알고리즘 연동 테스트

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		 <최적경로산정 알고리즘 연동 검증> ○ 특허 조사 및 분석을 통한 특허 포트폴리오 작성 및 계획 수립 ○ 시연을 통한 전문가 입회 검증 평가 진행 <질적 목표 항목 평가표>
서비스 관리용 GUI 개발	편의 서비스 관리자용 UI/UX 설계, 외부 전문가 평가	○ Service Requirement Specification 정의 ○ Man-to-Machine Interface 설계

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		 ○ 외부 전문가 평가를 통한 검증
도시통합정보 센터 API 서버 개발	세종시 도시통합정보센터 BIS/BMS, ATMS 및 신호현시 정보 연계	○ 세종시 BIS/BMS, ATMS 테이블 정의를 통한 연계 대상 테이블 목록 관리  <BIS/BMS, ATMS 테이블 정의서> ○ 세종도시통합정보센터 내 BIS, ATMS 시스템 구성  <연계시스템 구성도>

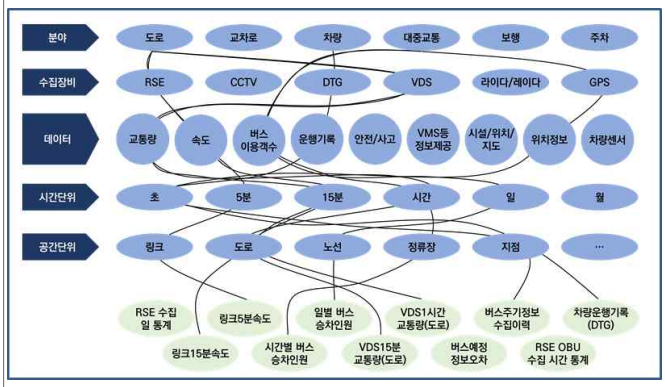
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		 <연계시스템 데이터 흐름도> ○ Entity-Relationship Diagram(ERD) 설계 ○ API 정의를 통한 연계 프로세스 구성 및 관리 <세종시 도시통합정보센터 연계 시스템 API>
자율협력주행버스 임시운행을 위한 법제도 정비	규범해석 방법론, 법제도비교분석, 결과재향적 행정법 방법론	○ 논문 작성 및 게재
자율주행기반 대중교통시스템 실증단지 운영을 위한 입법지원	규범해석 방법론, 결과지향적 행정법학 방법론	○ 자율주행대중교통 실증 관련 현행 법제 분석 및 사업단 대응 방향성 도출 및 법제 관련 개선 방안 도출
자율주행기반대중교통시스템 상용화를 위한 정책적 정비방안 및 법제도 정비방안 연구	법령입안심사방법론, 행정법학방법론, 법단례론, 혁신지향적·결과지향적 행정법학 방법론	○ 수요응답형 자율주행 대중교통 상용화를 위한 관련 법제 개선안 도출 - 현재의 협소한 “수요응답형 여객자동차운송사업 대상범위”를 확대함으로써, 수요대응형 자율주행 자동차 여객운송사업 도입을 허용하는 「여객자동차 운수사업법 일부개정법률안」 개발
데이터 카탈로그 기능적	세종시 ITS/BIS 데이터,	○ 세종시 ITS/BIS 수집 데이터 분류

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
요구사항 정의 및 데이터 맵 작성	DTG 데이터 활용 데이터 분류 데이터 제공 화면 구상	

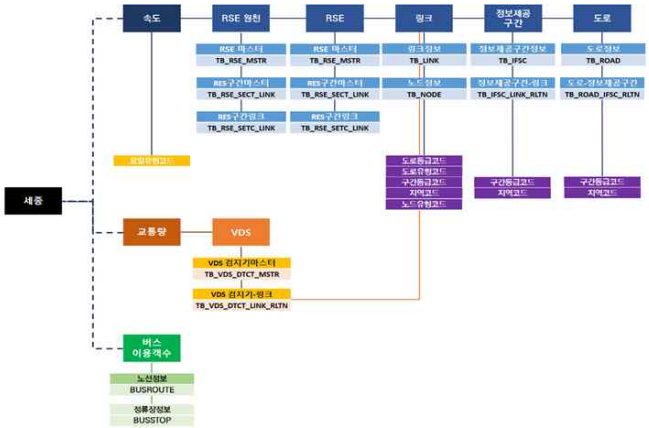
카테고리	데이터 테이블		기초 및 마스터 테이블		코드 테이블
링크	링크소통상황이력	TB_LINK_TRAF_HS	링크정보	TB_LINK	도로등급, 도로유형, 구간등급코드,지역코드
	15분통계	TB_LINK_15M_STAT	노드정보	TB_NODE	노드유형
	시간통계	TB_LINK_HH_STAT	요일유형코드		
	일통계	TB_LINK_DD_STAT			
	월통계	TB_LINK_MN_STAT			
	년도통계	TB_LINK_YY_STAT			
	5분패턴	TB_LINK_5M_PTRN			
	5분패턴공휴일	TB_LINK_5M_PTRN_LHDY			
	15분패턴	TB_LINK_15M_PTRN			
	15분패턴공휴일	TB_LINK_15M_PTRN_LHDY			
	시간패턴	TB_LINK_HH_PTRN			
	시간패턴공휴일	TB_LINK_HH_PTRN_LHDY			
도로	도로소통상황이력	TB_ROAD_TRAF_HS	도로정보	TB_ROAD	구간등급코드, 지역코드
	15분통계	TB_ROAD_15M_STAT	도로정보제공구간관계	TB_ROAD_IFSC_RLTN	
	시간통계	TB_ROAD_HH_STAT	정보제공구간	TB_IFSC	구간등급코드, 지역코드
	일통계	TB_ROAD_DD_STAT	정보제공구간 링크관계	TB_IFSC_LINK_RLTN	
	월통계	TB_ROAD_MN_STAT	링크정보	TB_LINK	노로등급, 도로유형, 구간등급코드,지역코드
	년도통계	TB_ROAD_YY_STAT	노드정보	TB_NODE	노드유형
	5분패턴	TB_ROAD_5M_PTRN	요일유형코드		
	5분패턴공휴일	TB_ROAD_5M_PTRN_LHDY			
	15분패턴	TB_ROAD_15M_PTRN			
	15분패턴공휴일	TB_ROAD_15M_PTRN_LHDY			
	시간패턴	TB_ROAD_HH_PTRN			
	시간패턴공휴일	TB_ROAD_HH_PTRN_LHDY			
VDS	원시수집	TB_VDS_DTCT_RAW_CLCT	VDS검지기마스터	TB_VDS_DTCT_MSTR	
	15분통계	TB_VDS_DTCT_15M_STAT	VDS검지기-링크관계	TB_VDS_DTCT_LINK_RLTN	
	시간통계	TB_VDS_DTCT_HH_STAT	링크정보	TB_LINK	도로등급, 도로유형, 구간등급코드,지역코드
	일통계	TB_VDS_DTCT_DD_STAT	노드정보	TB_NODE	노드유형
	월통계	TB_VDS_DTCT_MN_STAT			
버스속도	버스속도정보	MF_BUS_SPEED_INFO	버스노선정보	BUSROUTE	
			버스정류장구성	BUSSTOP	
버스이용객	시간별승차	MF_BHH_BUS_CARD_BRD_DEAL_INFO	버스노선정보	BUSROUTE	
	시간별하차	MF_BHH_BUS_CARD_ALIT_DEAL_INFO	버스정류장구성	BUSSTOP	
	일별승차	MF_BDY_BUS_CARD_BRD_DEAL_INFO			
	일별하차	MF_BDY_BUS_CARD_ALIT_DEAL_INFO			

<세종시 ITS/BIS 관련 테이블 유형 분류 결과>

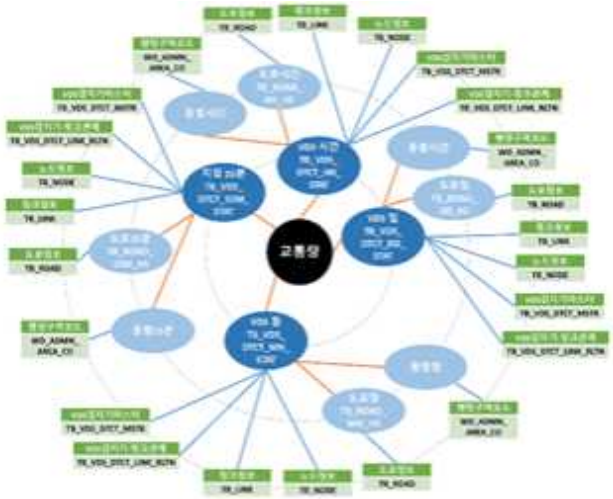
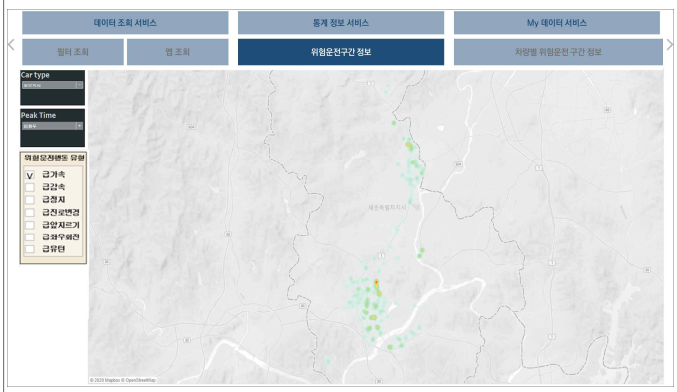
○ C-IPTS 데이터 기반 데이터 카탈로그 및 데이터 맵 작성



<교통 데이터 관계도>



<교통 데이터 계통도>

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		 <데이터별 관계도>
GIS 데이터를 위한 카탈로그 작성 방법 정의 및 데이터 변환 방법 개발	DTG 데이터 활용 데이터 분류 맵 기반 서비스 화면 개발	○ DTG 데이터를 이용하여 맵 기반 위험운전행동 서비스 화면 개발  <위험운전구간 정보 예시>
	관련 특허 조사 데이터 카탈로그 관련 특허 출원	○ 데이터카탈로그 관련 특허 동향 분석 및 특허 출원

○ 연구개발 추진 체계

1세부
자율협력주행 기반 친환경 대중교통 플랫폼 기술 개발 (TRL 6, 시스템)

협동기관	공동기관	공동기관	공동기관
서울대학교	에스더블유엠	현대자동차	스트라드비젼
연구책임자 (이경수)외 33명	연구책임자 (김기혁) 외 23명	연구책임자 (김장섭)외 9명	연구책임자 (전봉진) 외 3명
담당기술개발내용	**담당기술개발내용**	**담당기술개발내용**	**담당기술개발내용**
자율협력주행 기반 대중교통시스템 알고리즘 적용 기술 개발	자율협력주행 기술(인지/측위/판단/제어) 및 C-IPTS 연동 차량서비스(차량관리/관제/응용서비스) 확장을 위한 SW&HW 플랫폼 개발	자율협력주행 기술 적용을 위한 소형 및 대형 버스 개조기술 개발	자율협력주행 및 승객 안전을 위한 비전 센서 기반 인지 최적화 기술 개발

2세부

지능형 인프라 연계 자율주행지원 관제 시스템 개발 (TRL 6, 시스템)

협동기관	위탁기관	공동기관	공동기관	공동기관	공동기관
세스트	지오스토리	한국교통연구원	엔제로	SK텔레콤	엠큐닉
연구책임자 (서대화)외 22명	연구책임자 (노수래) 외 7명	연구책임자 (탁세현) 외 12명	연구책임자 (정의용)외 17명	연구책임자 (서정석) 외 3명	연구책임자 (송성욱) 외 44명
담당기술개발내용	**담당기술개발내용**	**담당기술개발내용**	**담당기술개발내용**	**담당기술개발내용**	**담당기술개발내용**
자율주행 대중교통 서비스 제공 및 실증을 위한 표준 및 통신 기술, 개발	자율협력주행을 위한 HD map 정적 DB 구축	C-IPTS 기반 자율협력주행 대중교통 관제시스템 구축	실시간 차량-관제시스템 모니터링 및 신뢰성 평가 기술 개발	자율협력주행 위한 C-IPTS 디지털 인프라 기술 개발	자율협력주행을 위한 HD map 서버 설계/개발

3세부

사용자 중심 대중교통 운영환경 구축 및 실증 평가기술 개발 (TRL 7, S/W)

협동기관	위탁기관	공동기관	공동기관	공동기관	공동기관
한국교통연구원	한국과학기술원	텔레컨스	인포뱅크	한국법제연구원	데이터위즈
연구책임자 (강경표)외 17명	연구책임자 (여화수)외 4명	연구책임자 (김현민)외 31명	연구책임자 (김인상)외 18명	연구책임자 (이재훈)외 4명	연구책임자 (박은미)외 3명
담당기술개발내용	**담당기술개발내용**	**담당기술개발내용**	**담당기술개발내용**	**담당기술개발내용**	**담당기술개발내용**
실증연구 수행방안 수립 및 시뮬레이션/편의서비스 핵심 기술 개발	자율협력주행 시뮬레이션 behavior model 및 수요응답 경로 산출 알고리즘 개발	스마트 대중교통 운영 효율성 평가 시뮬레이션 프로그램 개발	C-IPTS 기반 관제시스템 빅데이터 활용(서비스) 기술 개발	실증단지 구축 및 실용화 추진을 위한 법·제도 정비	C-IPTS에 사용되는 데이터의 활용을 위한 데이터 관리 표준 개발

○ 연구개발 추진 일정

1세부 : 자율협력주행기반 친환경 대중교통 플랫폼 기술 개발 (서울대학교)																
일련번호	연구내용	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	기간	기관	산출물
1-1-1	중소형 전기버스 지정 경로 기반, 경로 추종 제어 기능 개발													6	서울 대학교	알고리즘
1-1-2	중소형 전기버스 센서 고장 진단/대응기술 개발													6	서울 대학교	
1-1-3	대형 버스 인지 및 측위 알고리즘 개발													12	서울 대학교	
1-1-4	대형 버스 지정 경로 기반 경로 추종 제어 기능 개발 및 실차 실험, 시연 구간 성능 검증													12	서울 대학교	
1-1-5	HD Map 활용 복합측위 알고리즘 개발													10	서울 대학교	
1-1-6	대형 버스 센서 고장 진단/대응기술 개발													10	서울 대학교	
1-1-7	V2X 통신 및 관제센터 정보, 센서정보 통합 대형 버스 교차로 판단 알고리즘 개발													10	서울 대학교	

1-1-8	관제센터 정보 기반 중소형 버스 실시간 노선 변경 대응 경로 추종 알고리즘 개발													12	서울 대학교	
1-1-9	대형버스 임시운행면허 취득													7	서울 대학교	보고서
1-2-1	릴리즈 버전 관리 체계 구축 및 각 모듈별 동시 개발 환경 구축													4	에스더블유엠	보고서
1-2-2	“암스트롱(Armstrong)” Framework 내 OTA 기능 구현													6	에스더블유엠	알고리즘
1-2-3	Main Computing HW 작동 상태 모니터 기능 개발													1	에스더블유엠	알고리즘
1-2-4	문제상황 발생시 Secondary Computing HW로의 제어권 전환 프로토콜 설계													1	에스더블유엠	보고서
1-2-5	제어권 전환시 제어신호 송출 연속성 확보													1	에스더블유엠	알고리즘
1-2-6	차량 주행 정보 표시 및 승하차 알림 기능 확보													2	에스더블유엠	알고리즘
1-2-7	자율주행시스템 오퍼레이터(버스 운전자, 관제센터) 간 핫라인 통신 기능													2	에스더블유엠	알고리즘
1-2-8	사용자 친화적 환경인지 센서 상태 정보 및 자율주행 SW 연산 정보 표현													1	에스더블유엠	알고리즘
1-2-9	자율주행시스템 조작 환경 일원화													2	에스더블유엠	시작품
1-2-10	자율주행시스템 Computing HW 내 HMI 신호 송수신 인터페이스 개발													3	에스더블유엠	알고리즘
1-2-11	HD Map Engine 인터페이스 개발													6	에스더블유엠	알고리즘
1-2-12	대형버스 전용 인지환경 설치 키트 개발													6	에스더블유엠	보고서
1-2-13	대형버스 차량 개조 및 시연 계획 수립/시행													9	에스더블유엠	보고서
1-3-1	중소형/대형 전기버스 기반 조향제어 시스템 적용													10	현대 자동차	시작품
1-3-2	중소형/대형 전기버스 구동/제동 시스템 협조제어 사양													10	현대 자동차	보고서
1-4-1	승객 검출 알고리즘 성능 개선, 자율협력주행 대형 버스에 최적화 및 실차 실험													12	스트라드 비젼	알고리즘

2세부 : 지능형 인프라 연계 자율주행 지원 관제시스템 개발 (세스트)																
일련 번호	연구내용	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	기간	기관	산출물
2-1-1	자율협력주행 관제 서비스 기능 설계 및 구축													10	한국교통 연구원	보고서
2-1-2	자율협력주행 관제 서비스의 구현을 위한 AIMSUN기반 SILS 환경 구축 및 적용													8	한국교통 연구원	SW
2-1-3	실시간 수집 데이터의 DB저장 기술 개발 및 적용													6	한국교통 연구원	보고서

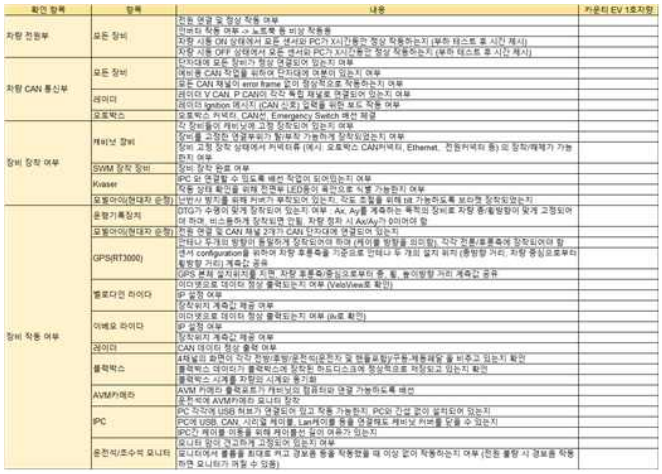
2-1-4	통신 기반 자율협력주행관련 수집 데이터 처리 및 저장 기술 개발 및 적용													6	한국교통 연구원	SW
2-1-5	자율협력주행 기반 대중교통 시스템의 안전성 평가 시스템 개발 및 적용													8	한국교통 연구원	SW
2-1-6	자율협력주행 기반 대중교통 시스템의 효율성 모니터링 시스템 개발 및 적용													8	한국교통 연구원	SW
2-1-7	자율협력주행 지원을 위한 HDmap기반 도로 정보 표출 기술 개발 및 적용													6	한국교통 연구원	보고서
2-2-1	OpenLaneModel 외에 Localization 모델을 활용한 실시간 동적 교통정보 업데이트 기술 개발													6	엠큐닉	SW (맵 DB) 보고서
2-2-2	HD map Localization 모델 서버 확장 구축													12	엠큐닉	SW (맵 DB)
2-2-3	Crowd sourcing 용 ADAS 단말 기반 동적 정보 수집													12	SK 텔레콤	문서
2-2-4	통신 연계 서비스 적용													12	SK 텔레콤	문서
2-3-1	중소형/대형 자율주행 플랫폼 연계 시스템 개발 / 시연 지원													12	엔제로	SW
2-3-2	실시간 신뢰성 평가 모니터링 시스템 개발													12	엔제로	SW
2-3-3	차량상태기반 고장예측진단 시스템 개발													12	엔제로	SW
2-4-1	복수 교차로 신호 협력 서비스를 위한 프로토콜 설계 및 개발													9	세스트	SW 특허
2-4-2	차량 통신 단말 연동 시스템(관제서버, 노변 장치 등) 통합 및 실차 기반 테스트													4	세스트	논문
2-4-3	C-IPTS 서비스를 위한 데이터 및 메시지 셋 표준 개발													12	세스트	문서

3세부 : 사용자 중심 대중교통 운영환경 구축 및 실증 평가기술 개발 (한국교통연구원)																
일련 번호	연구내용	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	기간	기관	산출물
3-1-1	실증단지 구축 및 지자체 협력 지원													10	한국교통 연구원	설계서/ 시작품
3-1-2	실증단지 적용 가능 서비스 검토													6	한국교통 연구원	보고서
3-1-3	자율협력주행버스 현장테스트 및 시연													4	한국교통 연구원	시연
3-2-1	스마트 대중교통 운영 시뮬레이션 핵심 알고리즘 고도화													12	한국교통 연구원	SW 저작권

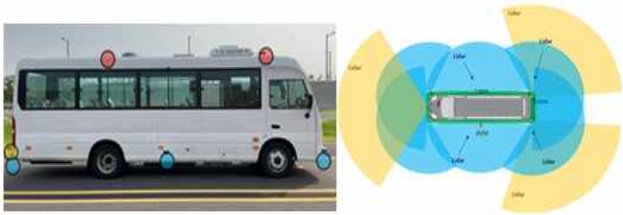
3-2-2	관제 데이터와 연계 평가가 가능한 시뮬레이션 기능 설계													6	한국교통 연구원	보고서
3-3-1	빅데이터 기반 소형 버스 서비스 다중 노선 산출 방법론 개발													6	한국교통 연구원	논문 (일반)/ 특허
3-3-2	다중 노선 산출 시뮬레이션 시나리오 도출 및 결과 분석													7	한국교통 연구원	논문 (일반)
3-4-1	시뮬레이션 Data Manager구현													6	텔레컨스	SW
3-4-2	시뮬레이션 구현													12	텔레컨스	SW
	자율협력주행 시뮬레이션 시연 지원													3	텔레컨스	SW
3-5-1	개방형 데이터 플랫폼 구축													12	인포뱅크	시작품
3-5-2	관제시스템 빅데이터 및 인프라 활용 시스템 개발													9	인포뱅크	보고서
3-5-3	자율협력주행 연계 시스템 구축													12	인포뱅크	시제품
	자율협력주행 연계 시연 지원													4	인포뱅크	시연
3-5-4	서비스 관리용 GUI 개발													7	인포뱅크	설계서
3-5-5	도시통합정보 센터 API 서버 시스템 구축													10	인포뱅크	설계서
3-6-1	자율주행기반 대중교통시스템 상용화를 위한 정책적 정비방안 및 법제도 정비방안 연구													11	한국법제 연구원	법률 제개정 안
3-6-2	자율주행기반 대중교통시스템 실증단지운영을 위한 입법지원													7	한국법제 연구원	문서(법 안해설 자료)
3-7-1	자율주행기반 대중교통시스템 상용화를 위한 정책적 정비방안 및 법제도 정비방안 연구													10	한국법제 연구원	보고서
3-8-1	데이터 카탈로그 작성 표준 제정 및 Class, 속성 정의와 데이터맵 작성													7	㈜데이터 위즈	논문
3-8-2	GIS자료의 상호 변환, 연관 관계 정의를 위한 카탈로그 표준 작성													9	㈜데이터 위즈	논문

4) 4차년도

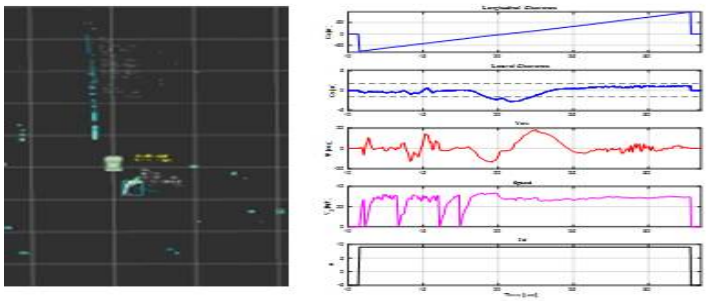
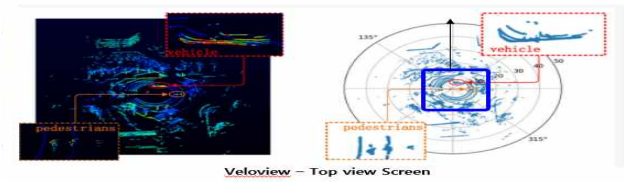
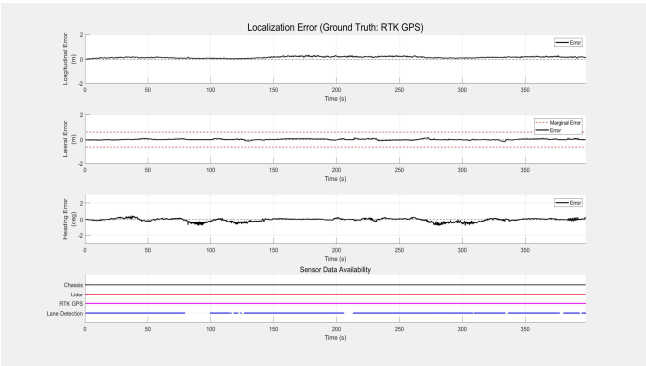
○ 연구 범위 및 연구 수행 방법

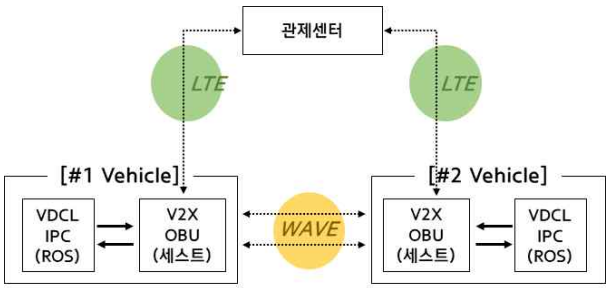
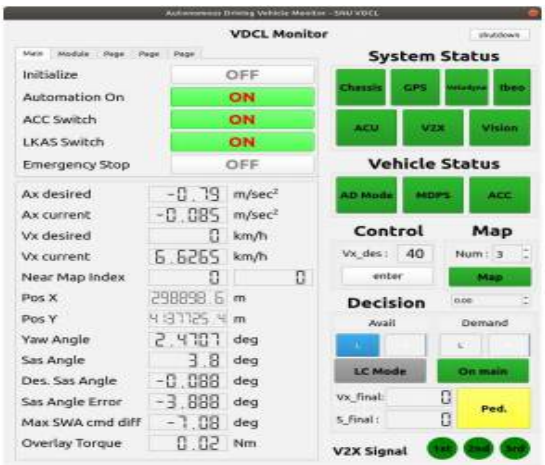
<table>
<tr><th>연구 범위</th><th>연구 수행 방법
(이론적·실험적
접근방법)</th><th>구체적인 내용</th></tr>
<tr><td>중소형 전기버스
자율협력주행 차량 개발</td><td>중소형 전기버스의 센서 구성, 네트워크 구성, 배선 등 개조 사양 설계, 인지/측위, 판단/제어 알고리즘 적용</td><td>○ 센서 구성, 센서 장착 위치 선정
○ CAN/Ethernet/Serial 네트워크 배선 및 구성도 작성
- 차량 통신 인터페이스 구성
- 각 통신 인터페이스에 대한 장비간 배선도 및 구성도 작성
- 실내 랙 설치 위치, 모니터 배치, emergency switch 위치, usb 허브 위치 등 상세 협의 후 개조 사양서에 반영
- 개조 사양서를 기반으로 개조 결과 검수 check list 작성
- 모든 차량이 동일하게 작업될 수 있도록 개조 업체와 상호 점검함
 

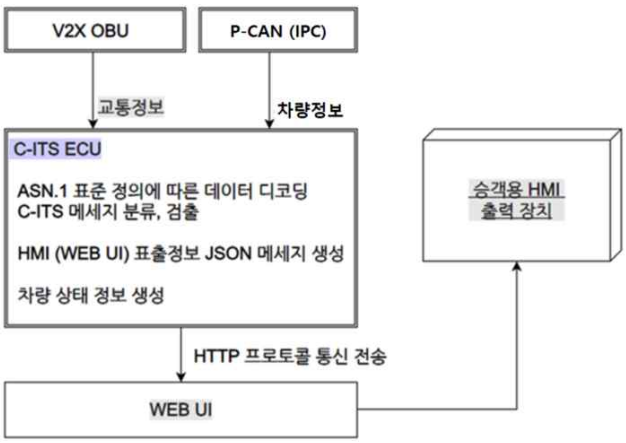
<개조 결과 검수 Check List>

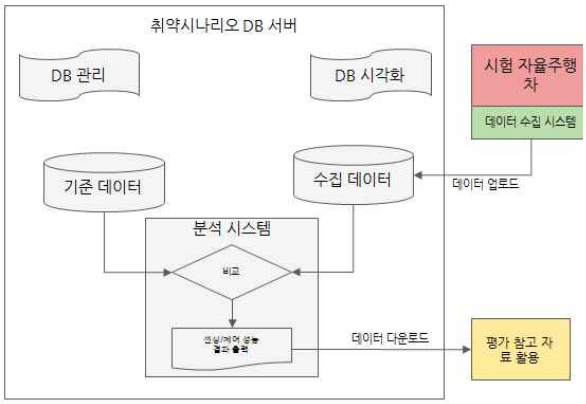
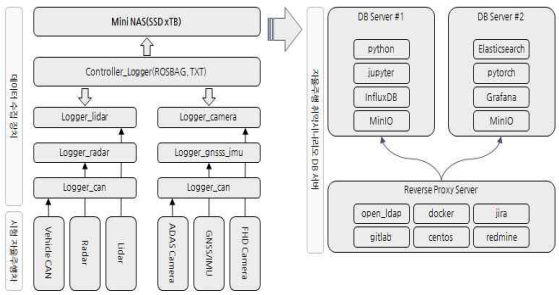
<중소형 전기버스 개조 사양 설계>


<중소형 전기버스 센서 구성 및 설치 위치 설계>
○ 중소형 전기버스 센서 구성을 고려한 인지 및 측위 알고리즘 적용
○ 중소형 전기버스 판단/제어 알고리즘 적용 및 차량 동특성, 제원에 맞는 알고리즘 보완</td></tr>
</table>

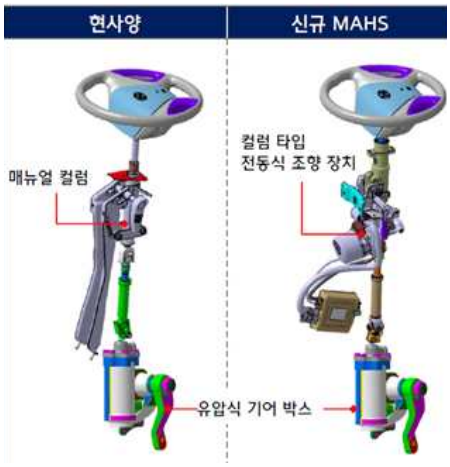
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
중소형 및 대형 전기버스 자율협력주행 기술 개발	중소형 전기버스 센서 구성을 고려한 인지 및 측위 알고리즘 적용	○ 중소형 전기버스 연구용 차량 1대에서 테스트 한 인지/측위/판단/제어 알고리즘을 실증용 차량 4대에 추가 적용 ○ 주행 테스트를 통하여 알고리즘 작동 점검 및 테스트 ○ 개조사양서를 기반으로 개조한 차량의 개조 완료 점검 ○ 대형 전기버스 인지 및 측위 알고리즘 개선 및 고도화. 실도로 주행데이터 기반 측위 성능 최적화 : 대형 전기버스 실도로 주행 시 도로의 횡경사 (bank angle)로 인한 편향 주행이 지하차도, 고가도로 구간에서 발생하였음. 자율주행 실증/시연 시 해당 구간은 저속 주행 하였음. 외란 추정기 추가 구현 및 편향 보정 알고리즘을 후속연구로 진행 중  <인지 알고리즘 적용 및 인지 가능 거리 정량적 분석>  <LiDAR Hardware Calibration>  <주행데이터 기반 측위성능 분석>
관제센터 인터페이스 대응 및 고장진단 대응기술 적용	관제센터 정보 연계 수요대응형 경로 추종 및 속력 제어 알고리즘 개발, V2X 통신 단말기 인터페이스 개발	○ 관제센터 정보 기반 수요 대응형 경로 추종 알고리즘 개발 : 관제센터 연계 경로 추종 알고리즘 구현 시 비 신호 교차로에는 도로 구조에 대한 HD map parsing 및 실시간 업데이트 기능 구현의 제약으로 제외하였음. 후속연구로 HD map의 도로 네트워크 연결 구조를 이용한 lanelet 기반 HD map parsing 및 자율주행 연계 기능 구현 예정 ○ 관제센터의 제한속력 정보를 이용한 차량 속력 제어 알고리즘 개발 ○ V2X 통신 단말기 인터페이스 개발 : 자율주행 차량의 센서 정보 및 인지 정보의 실시간 연계를 위해 자율주행 로직의 데이터를 2세부 세스트의

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		S/W가 실시간으로 로컬 네트워크로 통신하며, 해당 통신으로 제공한 정보는 OBU를 통해 관제센터로 전송함 : 관제센터에서 제공하는 경로 및 제한 속력 정보는 OBU에서 수신 후 2세부 세스트의 S/W에서 경로와 속력을 연계 가공 후 자율주행 로직으로 제공함 ○ V2V 정보를 이용한 로컬 센서 음영지역 주행 제어 기능 개발 ○ V2I를 활용한 신호등 정보 기반 교차로 주행성능 개선 ○ 관제센터 인터페이스 대응 및 고장진단 대응기술 적용 ○ 자율주행 C-ITS ECU는 OBU와 통신함. OBU는 V2V, V2I와의 통신에 WAVE, LTE를 사용하며, 관제센터와의 통신에 LTE를 사용함. WAVE/LTE 통신 시 지연시간을 OBU로부터 입력받고, 해당 정보를 V2X 정보 보정에 사용함  <차량간, 차량-관제센터 통신 인터페이스 구성> <실차에서의 차량간 통신 인터페이스 테스트>  <오퍼레이터 HMI 화면 : 상태 모니터링, 제어권 전환 알람 기능 구현>

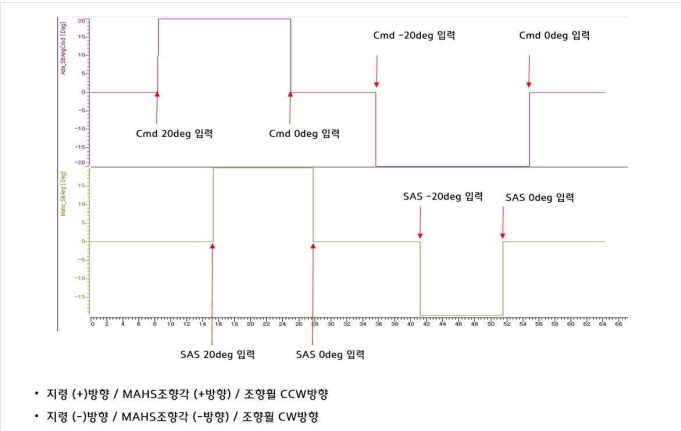
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
중소형 전기버스 차량 개조 및 부품개발	신호/교차로 V2X 정보 및 차량 상태 I/F 모듈 개발	○ 신호/교차로 V2X 정보 및 차량 상태를 차량 상태/운행 정보 표출 승객용 HMI 개발 ○ 자율주행 알고리즘 및 OBU와의 인터페이스 모듈 개발 ○ CAN I/F을 통한 자율주행 차량 정보 이용한 HMI 모듈 개발 ○ V2X LTE PIM 정보를 이용한 미니 맵, 정류장 정차 및 도로환경 대응 차로변경 표시 ○ V2X LTE VCAM 정보를 이용한 시스템 제어권 전환 표시 및 추천 제한 속도 표시 ○ BSM 정보를 이용한 고장차량 표시 및 시연 차량 8대 모두 표시 <교통/차량 정보 표시 화면>  <C-IPTS ECU 데이터 처리 블록도>
실증운영 및 차량 유지관리	실증운영 및 차량 관리	○ 시연 차량 8대 유지관리 및 실증 테스트 및 운영 ○ 대형버스(일렉시티) 충전시설은 세종시 보유 시설 활용 ○ 차량보관부지, 중소형버스(카운티EV) 충전시설, 운전원, 사무공간 지원 ○ 자율주행 주행데이터(ROSbag, CAN로깅장치, 운행기록장치, 블랙박스) 취득
자율협력주행 취약시나리오 DB화를 통한 자율주행기술 시험 환경 구축 기본연구	자율협력주행 취약시나리오 발굴 및 DB화	○ 센서 또는 제어 데이터 취득 및 분석을 통한 자율주행 시스템 오작동 조건 발굴 ○ 기술 고도화 소요 시간 단축 ○ 자율주행기술개발 생태계 구축 ○ 암스트롱(Armstrong)” 자율주행 SW의 대용량 자율주행 데이터 저장 기술 이용

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		 <SWM Logger>  <자율협력주행 데이터 수집 시스템 및 취약시나리오 분석 데이터 흐름도>  <자율협력주행 데이터 수집 및 스토리지 구축>
중소형 전기버스 기반 조향/구동/제동제어 시스템 사양 개발 및 적용	중소형 전기버스 차량제어 인터페이스 개발 및 기능/성능 검증	○ 자율주행제어기와 협조제어 가능한 조향/구동/제동제어 인터페이스 사양 구축 ○ 중소형 전기버스 양산 구동/제동 시스템을 활용한 협조제어 적용 개발 ○ 중소형 전기버스 자율협력주행을 위한 차량제어 협조제어 사양 적용 개발 <중소형 전기버스 시작품 3대 추가 제작>

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용

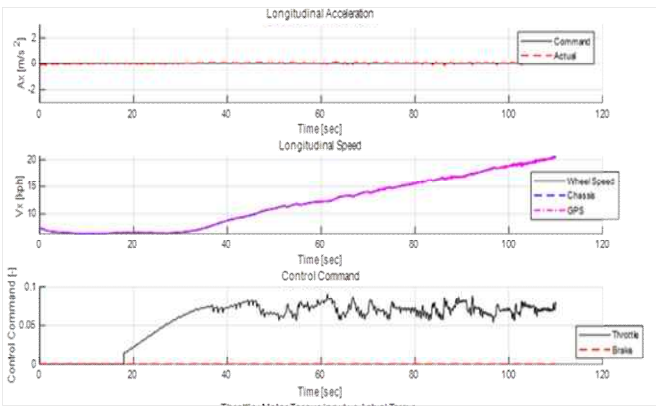


<중소형 전기버스 조향제어기 적용>

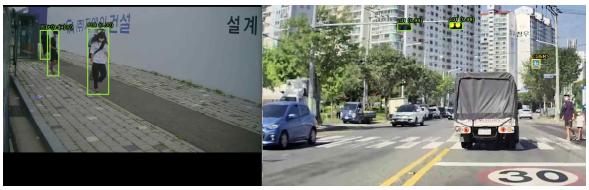


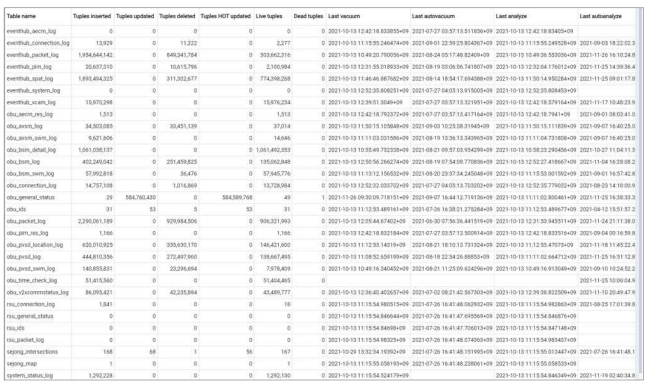
<조향 협조제어 시스템 동특성 분석 및 성능 검증>

○ 중소형 전기버스 기반 조향/구동/제동제어 시스템 차량 적용 검토
○ 차량 제어를 위한 인터페이스 일원화
○ 차량 제어 시스템 기능/성능 검증
○ 조향/구동/제동제어시스템 SW 업데이트



<서울대와 구동/제동/조향 시스템 공동 성능 검증 및 이슈사항 발굴, SW 업데이트 진행>

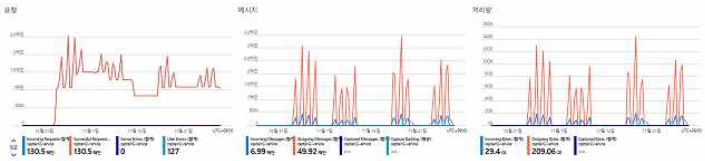
<table>
<tr><th>연구 범위</th><th>연구 수행 방법
(이론적·실험적
접근방법)</th><th>구체적인 내용</th></tr>
<tr><td>자율협력주행에
최적화된 알고리즘 개발</td><td>○보행자,표지판,신호등 검출 통합 SW 개발
○통합된 SW 검출기능별 성능평가
○실증을 통한 알고리즘 성능 개선</td><td>○ 표지판/신호등 검출기와 승객 검출기 통합
○ 정상 동작 여부 및 성능 유지 확인
 
< 통합 SW 동작 시연 영상>
○ 성능시험용 데이터셋을 이용하여 통합SW의 표지판/신호등/승객 검출 성능 테스트
○ 발견된 False Positive(오검출) 개선을 위해 Hard negative/positive mining & training 작업 수행
○ 실증지역에서 취득한 데이터를 통해 검출 기술에 대한 성능평가를 공인기관을 통해 진행하였으며 검출 정확도는 기 제시한 90% 이상을 달성하였음

○ 승객(PED)/표지판(TS)/신호등(TL) 검출 결과 confusion matrix
<table><tr><th></th><th>PED</th><th>TS</th><th>TL</th></tr><tr><td>PED</td><td>96.20</td><td>0.00</td><td>0.00</td></tr><tr><td>TS</td><td>0.01</td><td>96.27</td><td>0.06</td></tr><tr><td>TL</td><td>0.01</td><td>0.01</td><td>96.54</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>C-IPTS
서비스/표준제안
메시지셋 차량 장치 탑재 및 V2X 기반 서비스 실증</td><td>C-IPTS
서비스/정보교환 규격 탑재 및 실시간 서비스
연계(1세부/2세부/3세부) 통합 실증</td><td>○ 관제 센터와 실시간 정보 연계를 통한 실증
- 대형버스 및 중소형버스 대상 100회 실차 운행을 통한 V2X 서비스 실증 수행
- 자율주행 대중교통을 위한 정보교환 규격 메시지인 차량의 실시간 주행 정보(PVSD), 자율차 센서 정보(AVSM), 동적 경로(PIM), 권장제한속도(ASL) 등 V2X 서비스 실증
 
<table><tr><th>Table name</th><th>Tuples inserted</th><th>Tuples updated</th><th>Tuples deleted</th><th>Tuples HOT updated</th><th>Live tuples</th><th>Dead tuples</th><th>Last vacuum</th><th>Last autovacuum</th><th>Last analyze</th><th>Last autoanalyze</th></tr><tr><td>eventhub_aecm_log</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>2021-10-13 12:42:18.833855+09</td><td>2021-07-27 03:57:13.511856+09</td><td>2021-10-13 12:42:18.834054+09</td><td></td></tr><tr><td>eventhub_connection_log</td><td>13,929</td><td>0</td><td>11,222</td><td>0</td><td>2,277</td><td>0</td><td>2021-10-13 11:15:55.246474+09</td><td>2021-09-01 22:59:25.804267+09</td><td>2021-10-13 11:15:55.249528+09</td><td>2021-09-03 18:22:02.3</td></tr><tr><td>eventhub_packet_log</td><td>1,954,644,142</td><td>0</td><td>849,343,784</td><td>0</td><td>303,662,316</td><td>0</td><td>2021-10-13 10:49:20.790056+09</td><td>2021-08-24 05:17:48.824009+09</td><td>2021-10-13 10:49:36.553036+09</td><td>2021-11-26 16:10:24.8</td></tr><tr><td>eventhub_pim_log</td><td>20,637,310</td><td>0</td><td>10,615,796</td><td>0</td><td>2,100,984</td><td>0</td><td>2021-10-13 12:31:55.018933+09</td><td>2021-08-19 03:06:06.741807+09</td><td>2021-10-13 12:32:04.176012+09</td><td>2021-11-25 14:39:36.4</td></tr><tr><td>eventhub_spat_log</td><td>1,893,494,325</td><td>0</td><td>311,302,677</td><td>0</td><td>774,398,268</td><td>0</td><td>2021-10-13 11:46:46.887682+09</td><td>2021-08-14 18:54:17.694088+09</td><td>2021-10-13 11:50:14.950284+09</td><td>2021-11-25 09:01:17.9</td></tr><tr><td>eventhub_system_log</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>2021-10-13 12:52:35.808251+09</td><td>2021-07-27 04:05:13.915005+09</td><td>2021-10-13 12:52:35.808453+09</td><td></td></tr><tr><td>eventhub_vcam_log</td><td>15,970,298</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>15,976,234</td><td>0</td><td>2021-10-13 12:39:51.3649+09</td><td>2021-07-27 03:57:13.321951+09</td><td>2021-10-13 12:42:18.379164+09</td><td>2021-11-17 10:48:23.9</td></tr><tr><td>obu_aecm_res_log</td><td>1,513</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1,513</td><td>0</td><td>2021-10-13 12:42:18.792372+09</td><td>2021-07-27 03:57:13.417164+09</td><td>2021-10-13 12:42:18.7941+09</td><td>2021-09-01 08:03:41.0</td></tr><tr><td>obu_avsm_log</td><td>34,503,085</td><td>0</td><td>33,451,139</td><td>0</td><td>37,014</td><td>0</td><td>2021-10-13 11:50:15.105848+09</td><td>2021-09-03 10:23:38.31945+09</td><td>2021-10-13 11:50:15.111839+09</td><td>2021-09-07 16:40:25.0</td></tr><tr><td>obu_avsm_swm_log</td><td>9,621,606</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>14,646</td><td>0</td><td>2021-10-13 11:11:03.031586+09</td><td>2021-08-19 12:36:13.343965+09</td><td>2021-10-13 11:11:04.731808+09</td><td>2021-09-07 16:40:25.0</td></tr><tr><td>obu_bsm_detail_log</td><td>1,061,036,137</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1,061,492,353</td><td>0</td><td>2021-10-13 10:55:49.792338+09</td><td>2021-08-21 09:57:03.054299+09</td><td>2021-10-13 10:58:23.290456+09</td><td>2021-10-27 11:04:11.3</td></tr><tr><td>obu_bsm_log</td><td>402,349,042</td><td>0</td><td>251,459,825</td><td>0</td><td>135,062,848</td><td>0</td><td>2021-10-13 12:50:56.266274+09</td><td>2021-08-19 07:54:09.770836+09</td><td>2021-10-13 12:52:27.418667+09</td><td>2021-11-04 16:28:08.2</td></tr><tr><td>obu_bsm_swm_log</td><td>57,992,818</td><td>0</td><td>36,476</td><td>0</td><td>57,945,776</td><td>0</td><td>2021-10-13 11:13:12.156032+09</td><td>2021-08-20 23:37:34.245048+09</td><td>2021-10-13 11:15:53.001592+09</td><td>2021-09-01 16:57:42.8</td></tr><tr><td>obu_connection_log</td><td>14,757,108</td><td>0</td><td>1,016,869</td><td>0</td><td>13,728,984</td><td>0</td><td>2021-10-13 12:52:32.003702+09</td><td>2021-07-27 04:05:13.703002+09</td><td>2021-10-13 12:52:32.779002+09</td><td>2021-08-23 14:10:00.9</td></tr><tr><td>obu_general_status</td><td>29</td><td>584,760,430</td><td>0</td><td>584,589,768</td><td>49</td><td>1</td><td>2021-11-26 09:30:09.718131+09</td><td>2021-09-07 16:44:12.731938+09</td><td>2021-10-13 11:11:02.800461+09</td><td>2021-11-25 16:38:33.3</td></tr><tr><td>obu_ids</td><td>31</td><td>53</td><td>5</td><td>53</td><td>31</td><td>0</td><td>2021-10-13 11:12:53.489161+09</td><td>2021-07-26 16:38:21.275284+09</td><td>2021-10-13 11:12:53.489677+09</td><td>2021-08-12 15:51:57.2</td></tr><tr><td>obu_packet_log</td><td>2,290,061,189</td><td>0</td><td>929,984,506</td><td>0</td><td>936,321,993</td><td>0</td><td>2021-10-13 12:05:44.67402+09</td><td>2021-06-30 07:56:36.441519+09</td><td>2021-10-13 12:31:53.945511+09</td><td>2021-11-24 21:11:38.0</td></tr><tr><td>obu_pim_res_log</td><td>1,166</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1,166</td><td>0</td><td>2021-10-13 12:42:18.832184+09</td><td>2021-07-27 03:57:13.500914+09</td><td>2021-10-13 12:42:18.833516+09</td><td>2021-09-04 00:16:59.8</td></tr><tr><td>obu_pvsd_location_log</td><td>620,010,925</td><td>0</td><td>335,630,170</td><td>0</td><td>146,421,600</td><td>0</td><td>2021-10-13 11:12:53.14319+09</td><td>2021-08-21 18:10:13.731324+09</td><td>2021-10-13 11:12:53.47073+09</td><td>2021-11-18 11:45:22.4</td></tr><tr><td>obu_pvsd_log</td><td>444,810,336</td><td>0</td><td>272,497,960</td><td>0</td><td>138,667,495</td><td>0</td><td>2021-10-13 11:08:52.659199+09</td><td>2021-08-18 22:34:26.858553+09</td><td>2021-10-13 11:11:02.664712+09</td><td>2021-11-25 16:51:12.8</td></tr><tr><td>obu_pvsd_swm_log</td><td>140,855,851</td><td>0</td><td>23,296,684</td><td>0</td><td>7,978,409</td><td>0</td><td>2021-10-13 10:49:16.340452+09</td><td>2021-08-21 11:25:09.624296+09</td><td>2021-10-13 10:49:16.913049+09</td><td>2021-09-10 10:24:52.2</td></tr><tr><td>obu_time_check_log</td><td>51,415,560</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>51,404,465</td><td>0</td><td></td><td></td><td></td><td>2021-11-25 10:06:04.9</td></tr><tr><td>obu_v2xcommstatus_log</td><td>86,093,421</td><td>0</td><td>42,235,894</td><td>0</td><td>43,489,777</td><td>0</td><td>2021-10-13 12:36:40.402657+09</td><td>2021-07-02 08:21:42.567763+09</td><td>2021-10-13 12:39:38.822509+09</td><td>2021-11-10 20:49:47.9</td></tr><tr><td>rsu_connection_log</td><td>1,841</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>18</td><td>0</td><td>2021-10-13 11:15:54.980515+09</td><td>2021-07-26 16:41:48.062902+09</td><td>2021-10-13 11:15:54.982663+09</td><td>2021-08-25 17:01:39.8</td></tr><tr><td>rsu_general_status</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>2021-10-13 11:15:54.846644+09</td><td>2021-07-26 16:41:47.695569+09</td><td>2021-10-13 11:15:54.846876+09</td><td></td></tr><tr><td>rsu_ids</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>2021-10-13 11:15:54.846984+09</td><td>2021-07-26 16:41:47.706013+09</td><td>2021-10-13 11:15:54.847149+09</td><td></td></tr><tr><td>rsu_packet_log</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>2021-10-13 11:15:54.983254+09</td><td>2021-07-26 16:41:48.074065+09</td><td>2021-10-13 11:15:54.983457+09</td><td></td></tr><tr><td>sejong_intersections</td><td>168</td><td>68</td><td>1</td><td>56</td><td>167</td><td>0</td><td>2021-10-20 13:52:34.193929+09</td><td>2021-07-26 16:41:48.151995+09</td><td>2021-10-13 11:15:55.033447+09</td><td>2021-07-26 16:41:48.1</td></tr><tr><td>sejong_map</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>2021-10-13 11:15:55.058193+09</td><td>2021-07-26 16:41:48.238061+09</td><td>2021-10-13 11:15:55.058533+09</td><td></td></tr><tr><td>system_status_log</td><td>1,292,228</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1,292,190</td><td>0</td><td>2021-10-13 11:15:54.524179+09</td><td></td><td>2021-10-13 11:15:54.846349+09</td><td>2021-11-19 02:40:34.8</td></tr></table>
<송수신 데이터베이스 통계 자료></td></tr>
</table>

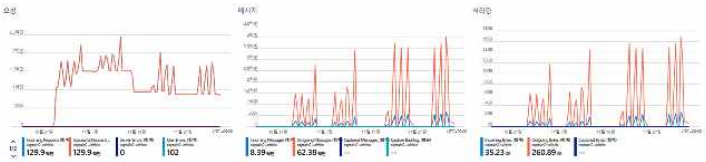
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용

<데이터베이스에 적재된 시스템 로그 현황>

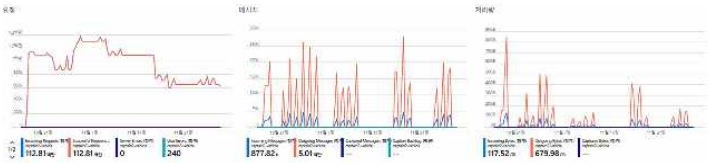
○ 관제 센터의 클라우드 플랫폼(Azure)에 실시간 메시지 입력을 통한 서비스 연계 통합



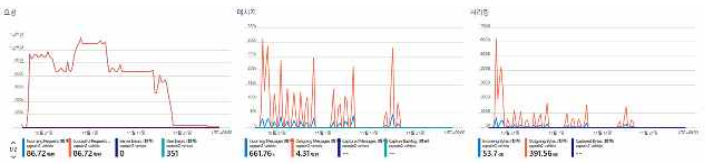
<대형버스-PVSD의 Event-Hub 입력 및 정보 사용 현황>



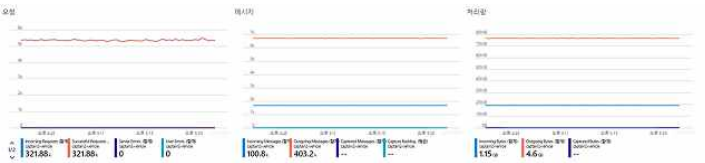
<중소형버스-PVSD의 Event-Hub 입력 및 정보 사용 현황>



<대형버스-AVSM의 Event-Hub 입력 및 정보 사용 현황>



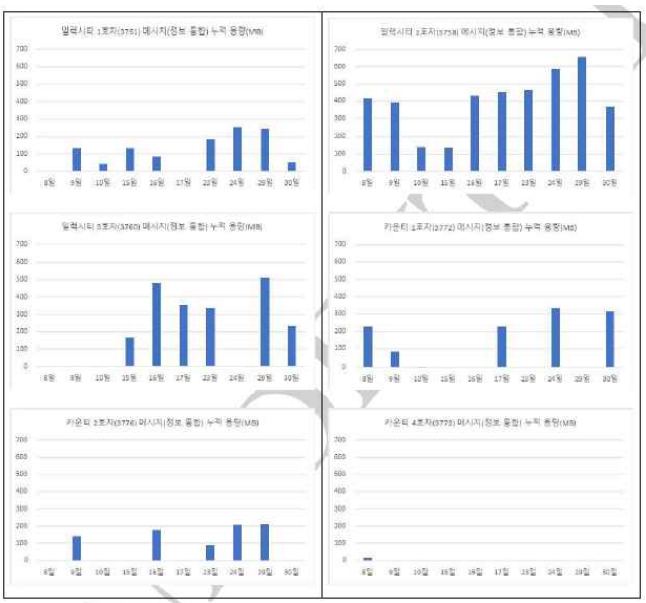
<중소형버스-AVSM의 Event-Hub 입력 및 정보 사용 현황>



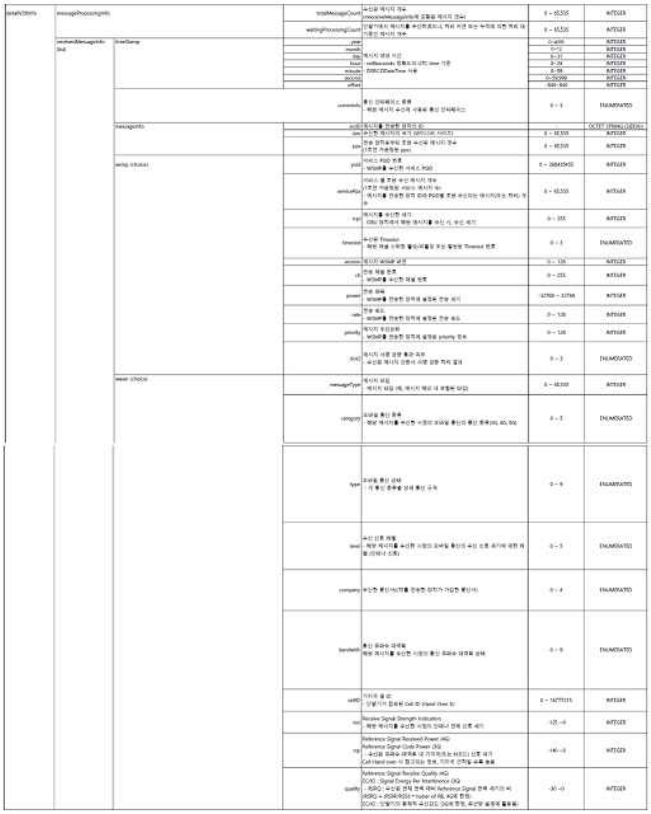
<BRT-SPaT의 Event-Hub 입력 및 정보 사용 현황>

<지선구간-SPaT의 Event-Hub 입력 및 정보 사용 현황>

○ 실차 기반 각 차량이 주행한 날짜별 누적 테스트 현황

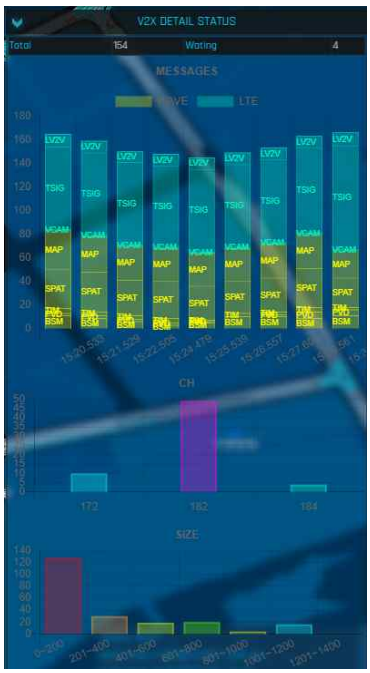
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		(통합한 메시지 현황 및 통합 정보 용량) 분석 - 보고서 평가를 위한 전문가 2인 기술자문 결과, 분석 보고서 적절 판단  ○ 테스트 회차별 상세 분석 (시간대별 테스트 현황, 메시지 통합 현황 분석)
WAVE/LTE(또는 5G(C-V2X)) Hybrid 차량 통신 성능 및 서비스 응답성 분석	V2X 상태 상세 모니터링을 통한 통신 성능 및 서비스 응답성 분석	○ 차량 통신 성능 및 통신 상태를 상세하기 모니터링 하기 위한 VCOM(Vehicle Communication Status Message) 신규 정의 - 데이터 항목 : 메시지 생성시간, GPS 신호 수신 상태, WAVE 상태 정보, WWAN 상태 정보, 수신감도 및 상태, 수신한 메시지 상태 - 1초간 수신한 평균 데이터 수, V2V 기반 수신한 메시지 수, C2V 기반 수신한 메시지 수, V2C 기반 전송한 메시지 수, I2V 기반 수신한 메시지 수, 그리고 V2I 기반 전송한 메시지 수(예비)를 정의하여 실시간 OBU의 송수신 메시지의 모니터링이 가능하도록 함

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용



<V2X Status Details 정의 발췌>

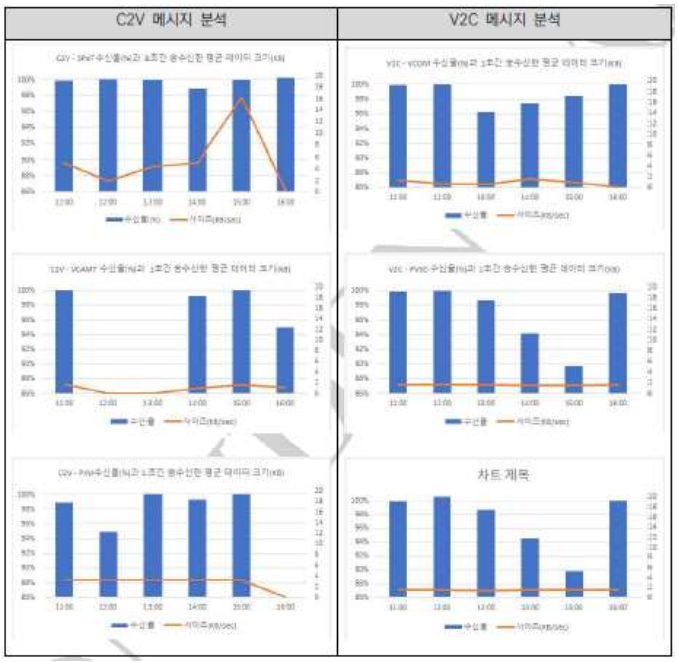
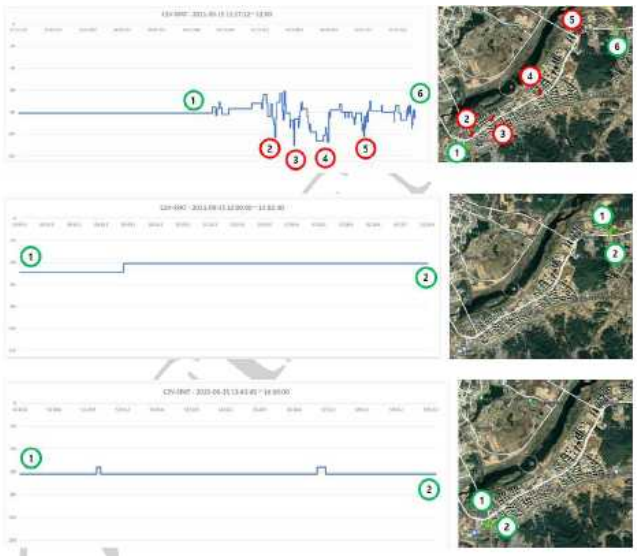
○ VCOM 메시지를 실시간 표출하여 V2X 모니터링 서버를 통해 현재 처리되고 있는 메시지 수, 수신되는 메시지 분포, 사용되는 채널, 그리고 초당 평균 메시지 크기 등의 정보를 시각화함



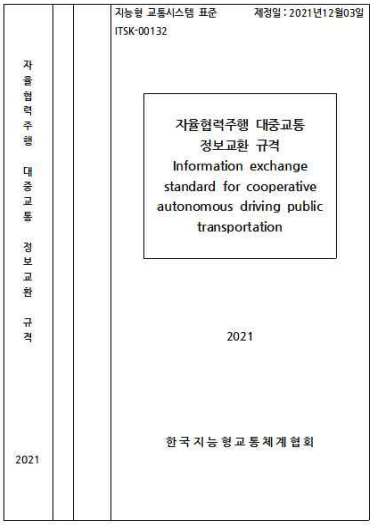
<VCOM의 V2X Status details의 정보 시각화>

○ C-IPTS 서비스의 통신 성능 및 응답성(수신율) 분석 (C2V/V2C 메시지에 대한 시간대별 통신 성능(수신율)과 1초당 처리한 데이터 크기(KB) 분석

- 보고서 평가를 위한 전문가 2인 기술자문 결과, 분석

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		보고서 적절 판단  ○ 시간대별 차량 주행 경로 기반 수신감도 상세 분석 
C-IPTS를 위한 정보교환 규격 표준 제정	자율협력주행 대중교통 정보교환 규격 표준 제정	○ 정보교환 규격 표준 개발 - 표준 제정(21.12.03) - 자율주행 대중교통 V2X 서비스 구현을 위한 서비스 시나리오 및 필요한 정보형식에 대한 정의 - V2C 메시지 : PVSD(Probe Vehicle Safety Data), VCOM(V2X Communication Status Message) - C2V 메시지 : PIM(Path ID Message), VACM(Vehicle Control Advisory Message)

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용



<정보교환 규격 제정-표지>

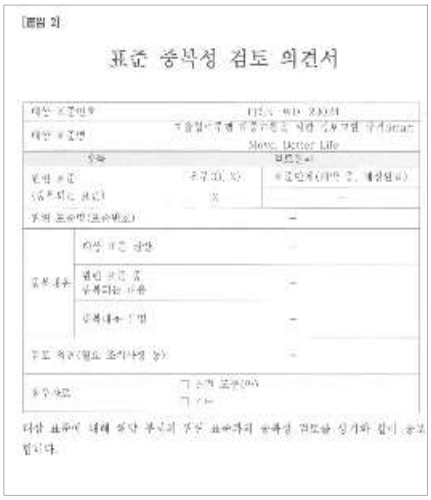
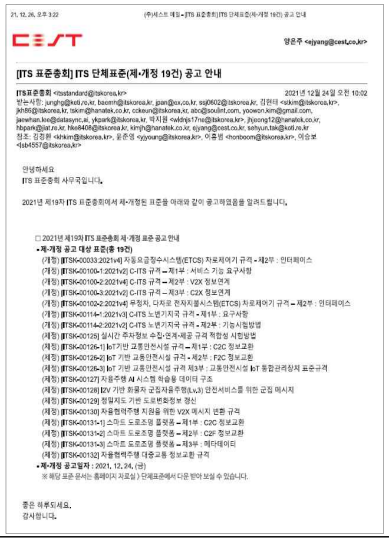
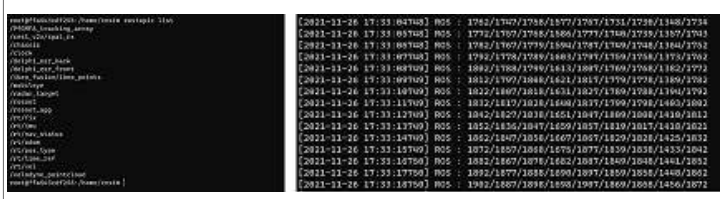
○ 자율협력주행 대중교통 정보교환 규격 표준 초안 개발을 위한 실무팀 운영

<표준안 채택 심의자료 중 표준화 활동 경위서 발췌>

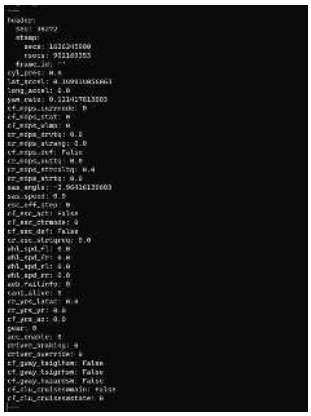
○ 정보교환 규격 표준 초안의 ITSK 기술위원회 표준 채택 가결(11월 2일 가결, DITS 번호 부여)

<ITS 표준총회 기술위원회 서면의결 결과>

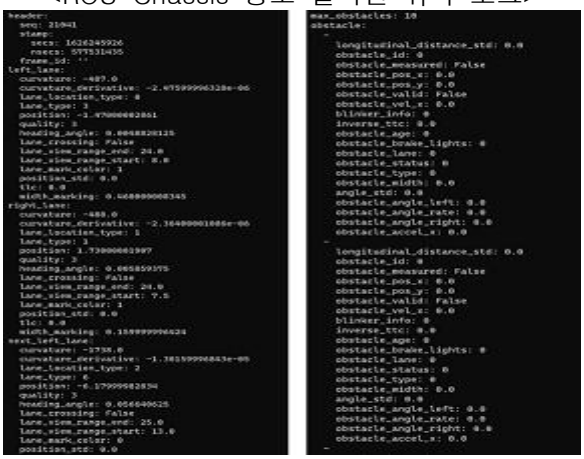
○ 정보교환 규격 표준 초안의 표준 중복성 검토 (검토 의견서 결과 중복 없음)

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		 [붙임 3] 표준 중복성 검토 의견서 Story, Better Life 다음 표준에 대해 상단 부분의 중복 표준과의 중복성 검토를 상기와 같이 공고합니다. <표준초안 서면의결-중복성없음> ○ 정보교환 규격 표준 공고(표준제정번호 : ITSK-00132) - 국내 단체 표준 공고(21.12.24)  21. 12. 24. 오후 3:22 (주)서스트 메일 - [ITS 표준총회] ITS 단체표준(제·개정 19건) 공고 안내 CEST 양준주 <cejyang@cest.co.kr> [ITS 표준총회] ITS 단체표준(제•개정 19건) 공고 안내 2021년 12월 24일 오전 10:02 ITS표준총회 <itsstandard@itskorea.kr> 반송사항: jungfg@ksti.co.kr, baemh@itskorea.kr, jpan@ex.co.kr, ssj0602@itskorea.kr, 김현태 <ckkim@itskorea.kr>, jkh86@itskorea.kr, tskim@hanatek.co.kr, cckeun@itskorea.kr, atoc@soulint.com, yoowon.kim@gmail.com, jaewhan.kke@datasync.kr, ykpark@itskorea.kr, 박지원 <wldnjs17ns@itskorea.kr>, jhjeong12@hanatek.co.kr, hbpark@iiat.re.kr, Nie8408@itskorea.kr, kimjh@hanatek.co.kr, ejyang@cest.co.kr, sehyun.bae@soft.re.kr 참조: 김정환 <dhkim@itskorea.kr>, 윤준영 <yjyoung@itskorea.kr>, 이종범 <honbeom@itskorea.kr>, 이승보 <lsb4557@itskorea.kr> 안녕하세요 ITS 표준총회 사무국입니다. 2021년 제19차 ITS 표준총회에서 제•개정된 표준을 아래와 같이 공고하였음을 알려드립니다. □ 2021년 제19차 ITS 표준총회 제·개정 표준 공고 안내 • 제·개정 공고 대상 표준(총 19건) (개정) [ITSK-00033:2021v4] 자동요금징수시스템(ETCS) 차로제어기 규격 - 제2부 : 인터페이스 (개정) [ITSK-00100-1:2021v2] C-ITS 규격 – 제1부 : 서비스 기능 요구사항 (개정) [ITSK-00100-2:2021v4] C-ITS 규격 – 제2부 : V2X 정보연계 (개정) [ITSK-00100-3:2021v2] C-ITS 규격 – 제3부 : C2X 정보연계 (개정) [ITSK-00102-2:2021v4] 무정차, 다차로 전자지불시스템(ETCS) 차로제어기 규격 – 제2부 : 인터페이스 (개정) [ITSK-00114-1:2021v3] C-ITS 노변기지국 규격 - 제1부 : 요구사항 (개정) [ITSK-00114-2:2021v2] C-ITS 노변기지국 규격 - 제2부 : 기능시험방법 (개정) [ITSK-00125] 실시간 주차정보 수집·연계·제공 규격 적합성 시험방법 (개정) [ITSK-00126-1] IoT기반 교통인프라성 규격 – 제1부 : C2C 정보교환 (개정) [ITSK-00126-2] IoT 기반 교통인프라성 규격 - 제2부 : F2C 정보교환 (개정) [ITSK-00126-3] IoT 기반 교통인프라성 규격 제3부 : 교통인프라성 IoT 통합관리장치 표준규격 (제정) [ITSK-00127] 자율주행 AI 시스템 학습용 데이터 구조 (제정) [ITSK-00128] EV 기반 화물차 군집자율주행(L4,5) 안전서비스를 위한 군집 메시지 (제정) [ITSK-00129] 정밀지도 기반 도로변화정보 갱신 (제정) [ITSK-00130] 자율협력주행 지원을 위한 V2X 메시지 변환 규격 (제정) [ITSK-00131-1] 스마트 도로조명 플랫폼 – 제1부 : C2C 정보교환 (제정) [ITSK-00131-2] 스마트 도로조명 플랫폼 – 제2부 : C2F 정보교환 (제정) [ITSK-00131-3] 스마트 도로조명 플랫폼 – 제3부 : 메타데이터 (제정) [ITSK-00132] 자율협력주행 대중교통 정보교환 규격 • 제·개정 공고일자 : 2021. 12. 24. (금) ※ 해당 표준 문서는 홈페이지 자료실) 단체표준에서 다운 받아 보실 수 있습니다. 좋은 하루되세요. 감사합니다.
ROS 연계를 통한 자율주행 버스상태 정보 수집 및 연계테스트	자율주행 시스템의 ROS Master 연계를 통한 실시간 차량센서 취득 및 AVSM 메시지 생성	○ ROS Master를 통한 Chassis, Vision, Lidar, Radar(front), Radar(back), GPS(Time), GPS(Fix), GPS(IMU), GPS(RAW) 데이터 실시간 취득  <ROS Master 접속 및 Topic List 관리>

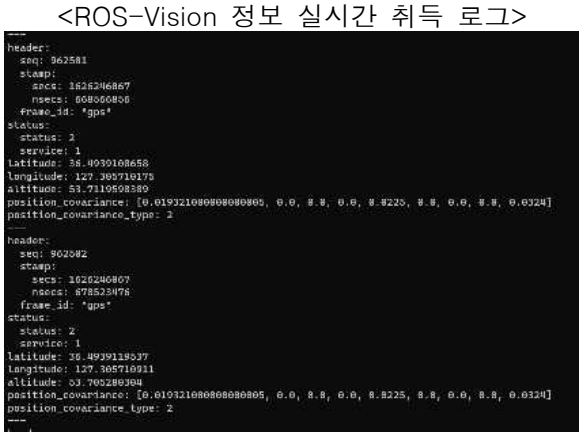
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용



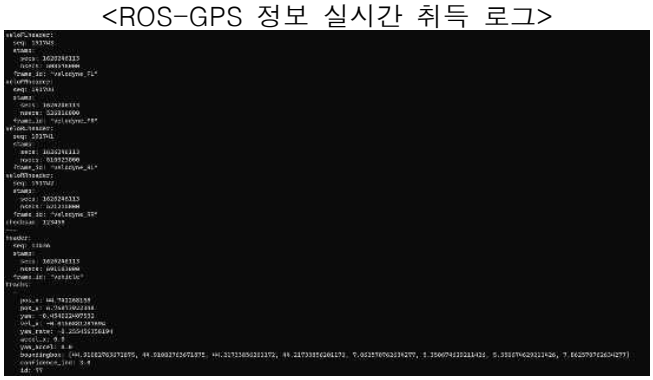
<ROS-Chassis 정보 실시간 취득 로그>



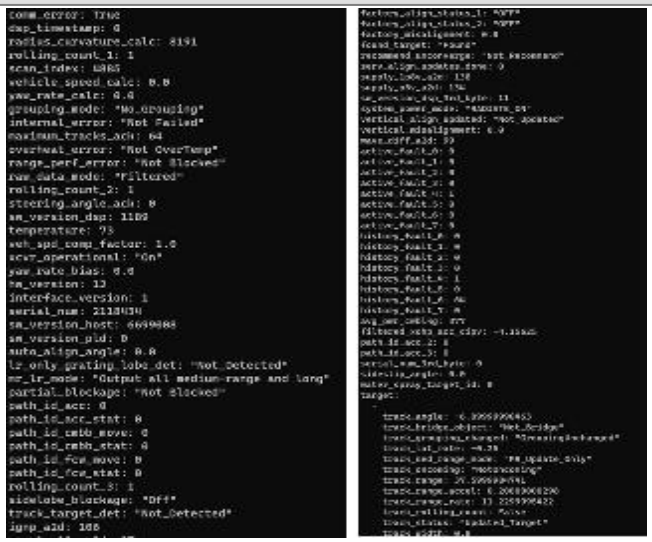
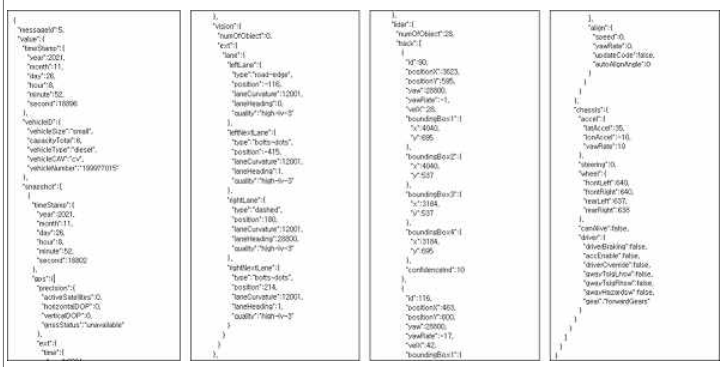
<ROS-Vision 정보 실시간 취득 로그>



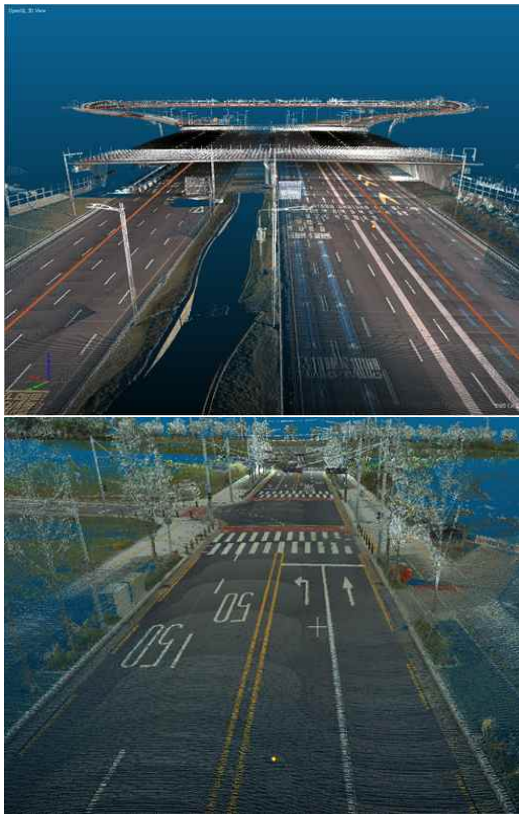
<ROS-GPS 정보 실시간 취득 로그>



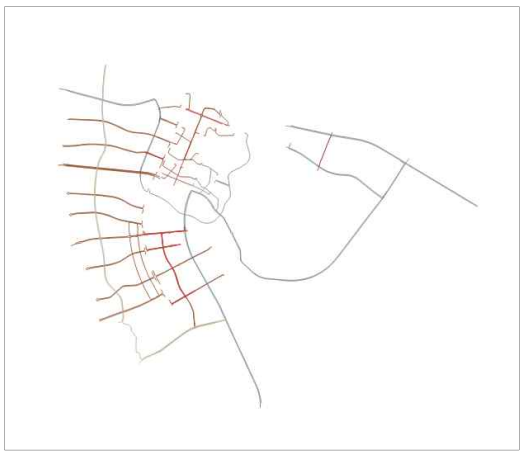
<ROS-Lidar 정보 실시간 취득 로그>

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		 <ROS-Radar 정보 실시간 취득 로그> ○ ROS로부터 실시간 취득한 센서 정보를 AVSM 메시지로 변환 및 전송 (1Hz 주기로 송출되며 snap-shot을 1~10개까지 추가할 수 있도록 정의함)  <AVSM 메시지 일부 발췌>
자율협력 대중교통을 위한 지선구간 정밀지도 신규 구축	실증 구간 중 중소형 대중교통을 위한 약 40km 구간 신규 HD map 구축	○ 지선 구간 정밀지도 신규 구축 <세종청사 부근 지선 & 아름동~한솔동 지선 구간>

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용



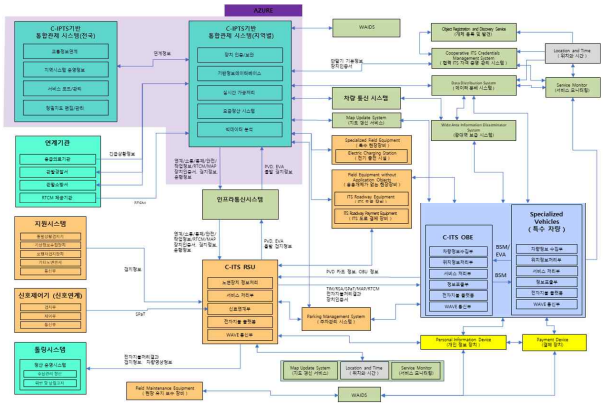
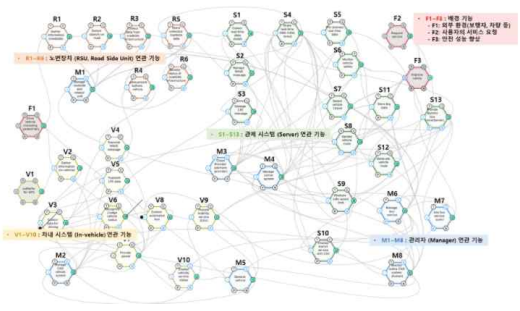
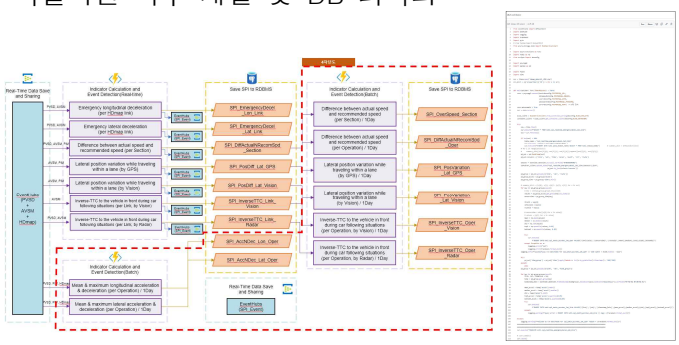
<점군 및 사진 데이터 수집>

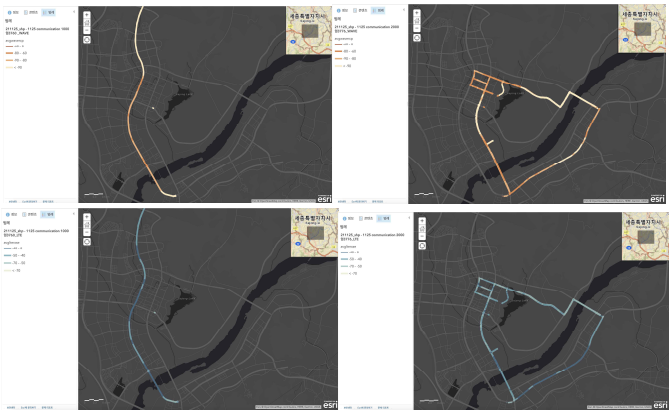
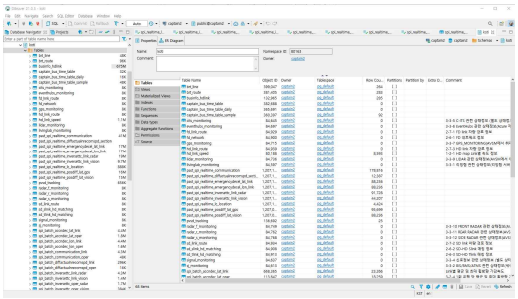
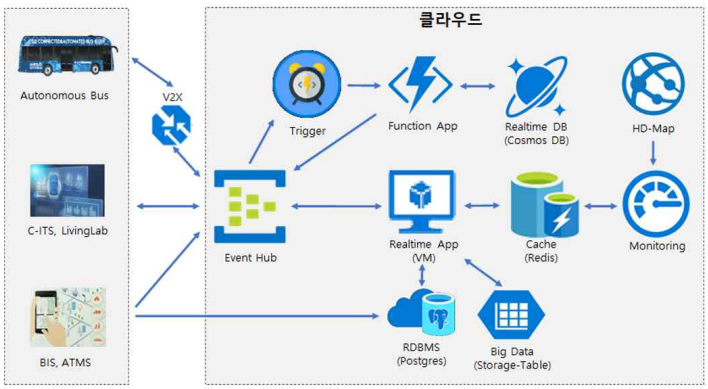


<GNSS/ISN 궤적 정보>

NO	설치 지점	CCTV 교차로	CCTV 돌발	라이더	레이더	음원검지기	실제 설치 수량
1	양지중학교 (청사교차로)	3	2	1	4	1	11대
2	청부청사관리본부앞 (갈매로,도움8로)	3	1	-	4	1	9대
3	해양수산부-기재부4거리 (다솜2로,도움8로)	1	2	-	2	1	6대
4	호수공원교차로	1	1	-	2	2	6대
5	세종프라미스교회앞 (다솜3로,도움8로)	2	1	1	2	2	8대
6	세종청사터미널앞 (도움5,6로,한누리대로)	1	2	1	1	1	6대
7	국가보훈처앞 (도움3,4로,한누리대로)	2	1	1	4	1	9대
8	행정안전부별관앞 (도움1,2로,한누리대로)	4	2	-	2	1	9대
9	어진교차로	6	2	-	4	3	15대
10	타이어뱅크앞 (다정북로,한누리대로)	2	1	-	2	2	7대
11	세종블루지움앞 (새롬다정로,한누리대로)	2	2	-	1	1	6대
합 계		23	16	4	28	16	92대

<C-ITS 시설물 정보 HD map에 구축>

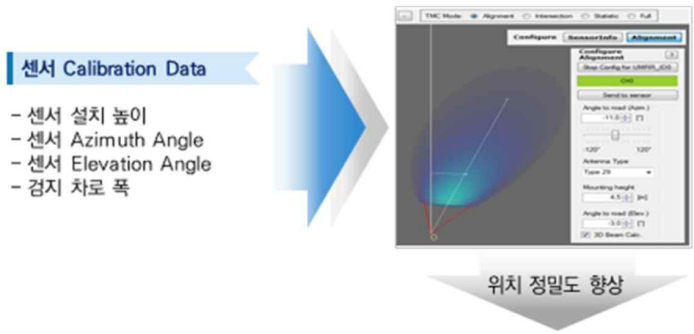
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
실증단지 실증을 위한 협력 및 지원	서비스 시나리오 통합 시연을 위한 실시간 V2X 통신 연계 모니터링	○ 서비스 시나리오 통합 시연을 위해 자율주행 시스템과 V2X 통신 연계 장치의 체크리스트 관리 ○ 서비스 시나리오를 위한 메시지/정보의 실시간 모니터링 및 관련 기관과 공유 ○ 시연을 위한 안전요원 지원
실증단지 내 HD map 구축 및 분석	HD map 스키마 정의, 국제 표준 활용, 3D 측량	○ 자율협력주행을 위해 필요한 정적 정밀도로 지도 DB 구축 ○ 대중교통서비스 제공을 위한 시설물 DB 구축 ○ NDS Open Lane Model 기능 구현을 위한 HD map 구축 ○ MMS(Mobile Mapping System) 측량을 통한 3차원 데이터, 영상정보, 위치정보 데이터 취득
C-IPTS 기반 자율협력주행 대중교통서비스 요구사항을 고려하여 개발된 아키텍처 실증 적용을 통한 통합 아키텍처 개발	문헌조사 및 시스템 설계 및 구축	○ 기존 legacy system 포함 통합 연계 아키텍처 구성 ○ 수집 데이터 다종화 대응 아키텍처 구성 
관제 센터 기반 주요 서비스 및 시스템의 통합 테스트 및 모니터링 기술 개발	전문가 자문 및 문헌조사, 강화학습 기반 알고리즘 개발 및 적용	○ 관제 서비스 기능 안전 성능 평가 기술 개발 및 적용 ○ 자율협력주행 서비스 안전주행속도 산출 기술 개발 및 적용 ○ 자율협력주행 서비스 안전주행속도 기능 설계서 
실시간 수집 데이터의 DB 저장 기술 추가 구축 및 비실시간 지수 개발	시스템 설계 및 구축	○ 비실시간 지수 개발 및 DB 최적화 

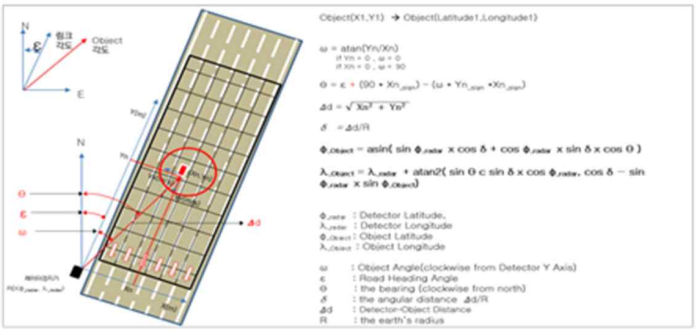
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
통신 기반 자율협력주행관련 수집 데이터 실시간/비실시간 처리 및 모니터링 기술 개발	Data Visualization 기반 모니터링	○ 통신 기반 모니터링 기술 개발 및 적용 
실주행 테스트를 통한 제안 서비스 검증 시나리오 수립	현장조사 및 테스트	○ 차량위치기반 안전주행속도 제공 현장적용 ○ 보행자탐지 기반 안전주행속도 제공 현장적용 ○ 차량탐지 기반 안전주행속도 제공 현장적용 ○ 신호연동형 안전주행속도 제공 현장적용
실주행 테스트를 통한 제안 서비스 검증 및 표출 기술 개발	알고리즘 개발 및 테스트, Data Visualization 기반 표출	○ 자율협력주행 취득 데이터 기반 실시간 지수 산출 및 이벤트 탐지  ○ 자율협력주행 안전모니터링 프로그램 ○ 자율협력주행 실시간 안전모니터링 현장적용 ○ 비실시간 지수 분석 설계서 ○ HD map기반 도로 정보 표출 기술 개발
중소형/대형 자율주행 플랫폼 연계시스템 실증연구	실시간 센서 및 차량 데이터 수집 및 검지/분석을 통한 시스템 개발 및 실증	○ 클라우드 시스템 최적화 및 관리  ○ 실증단지 관제센터 상황판 시스템 개발 및 실증

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용

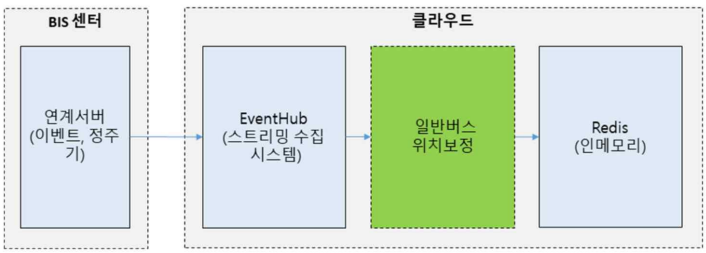
<관제센터 상황판 화면>

○ 실증단지 BIS 일반 버스와 C-ITS 차량의 관제 통합을 위한 HD map 변환 기술 개발 및 실증

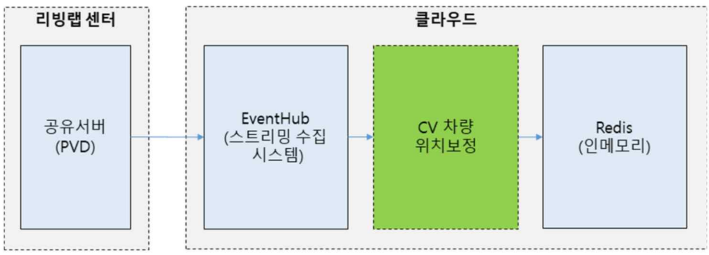




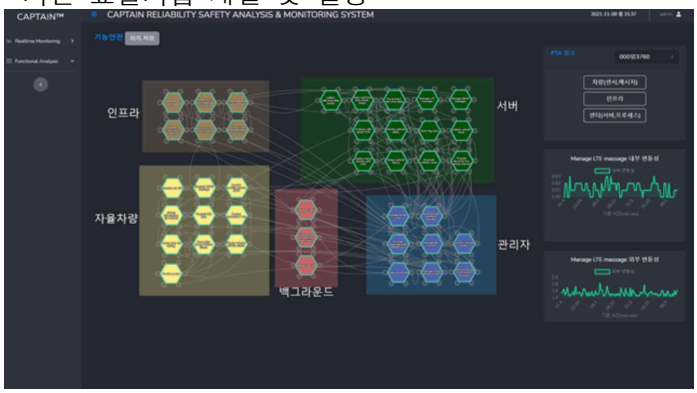
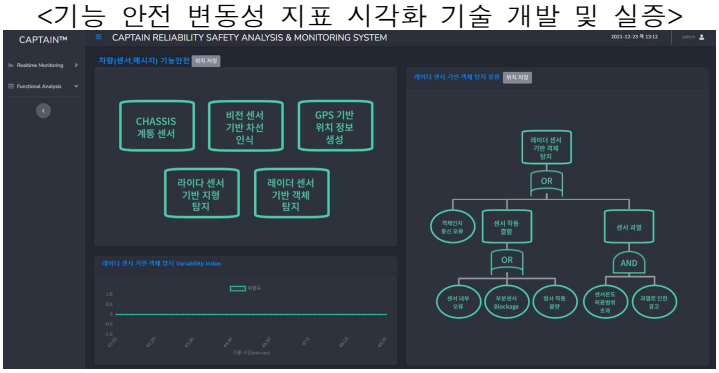
<센서데이터 상대좌표 -> 절대좌표변환 프로그램 개발>

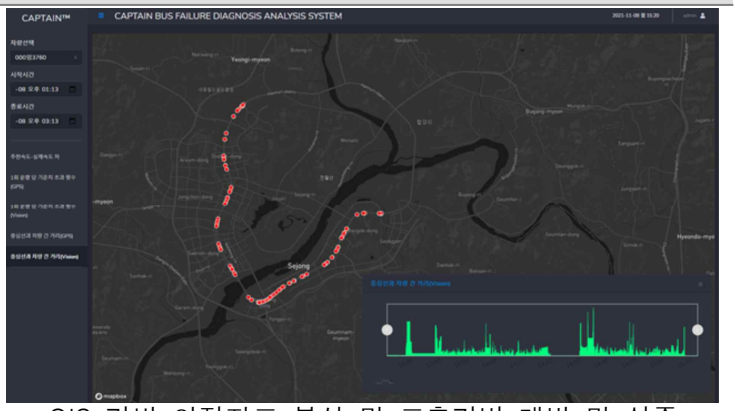
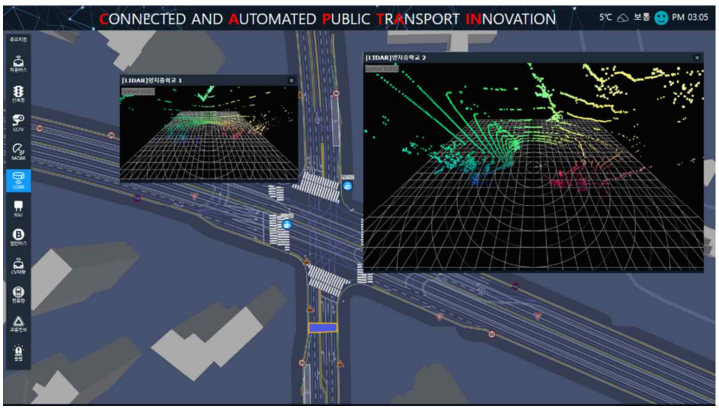
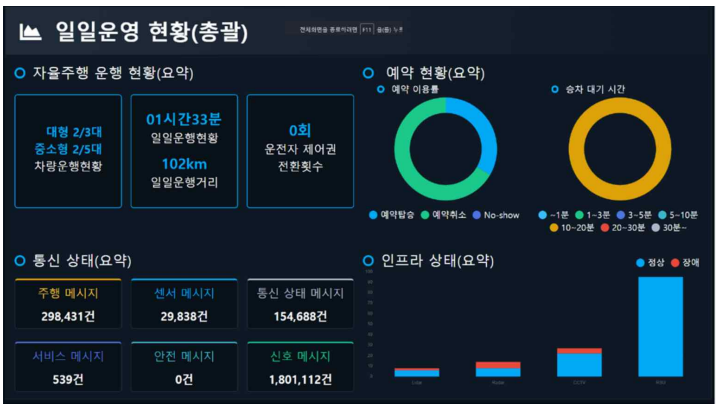


<BIS 일반버스 위치 HD map 변환 시스템 개발 및 실증>

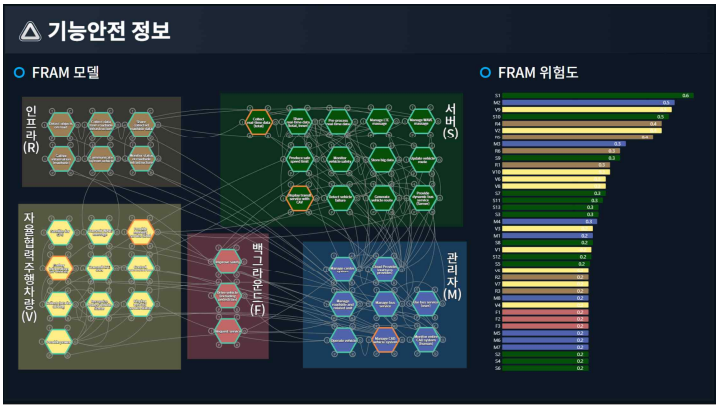


<C-ITS 차량 위치 HD map 변환 시스템 개발 및 실증>

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		○ 사전점검 조치계획 검토 의견 - 전체 CCTV를 쉽게 볼 수 있는 스크린 기능 및 UI을 추가하면 좋을 듯 함(연구종료 시 까지 어렵다면, 구체적 방향성 제시 필요) ○ 조치 내용 - 관제상황판에 인프라 CCTV 영상을 한눈에 볼 수 있는 전용 페이지를 추가 개발 - 실시간 인프라 CCTV 영상을 그리드 형태로 배치하고 페이지 로드시에 저장된 정보를 읽어와 바로 영상을 볼 수 있도록 함.
실시간 신뢰성 평가 모니터링 시스템 실증연구	전체 시스템 통합 및 심층 분석을 통한 시스템 기능 구현 및 실증	○ 자율협력주행 대중버스 시스템 기능 안전 계층적 구조 기반 표출기법 개발 및 실증  <기능 안전 변동성 지표 시각화 기술 개발 및 실증>  <안전성 평가 결과 표출 기술 개발 및 실증> ○ 자율협력주행 대중버스 실시간/비실시간 안전지표 표출 기술 개발 및 실증

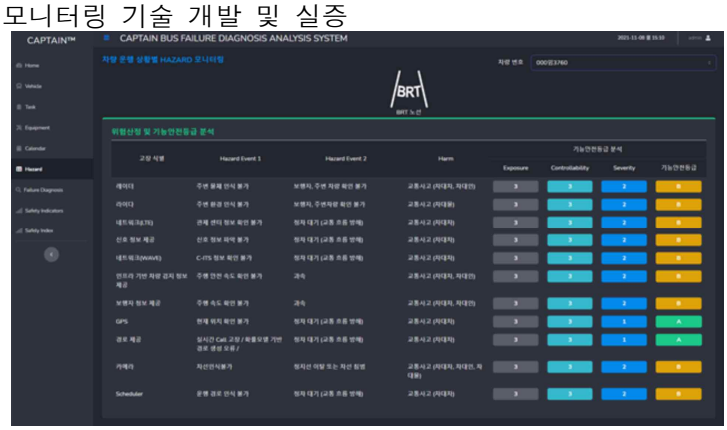
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		 <GIS 기반 안전지표 분석 및 표출기법 개발 및 실증>  <센서 데이터 분석을 통한 시각화 및 모니터링>  <차량, 통신, 인프라, 예약정보 모니터링>
차량상태기반 고장예측진단 시스템 실증연구	실증 차량 대상 실시간 데이터 수집 및 모델링을 통한 시스템 기능 구현 및 실증	○ 자율협력주행 대중버스의 센서 고장정보 기반의 운행 안전성 분석 개발 및 실증 <자율주행성능 모니터링 개발 및 실증>

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용

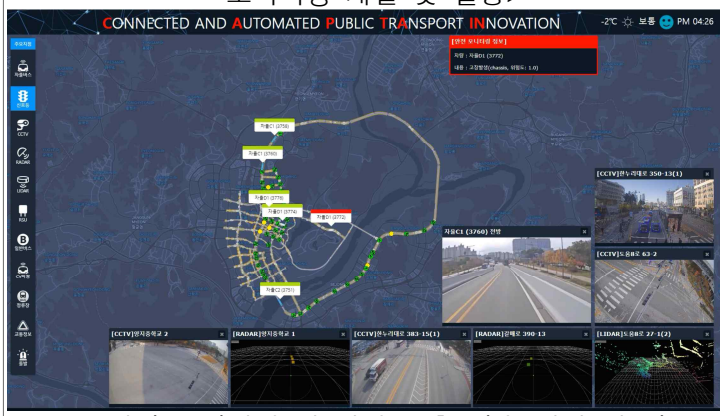


<시스템 위험도 수집 및 진단을 통한 기능안전 시각화 기술 개발 및 실증>

○ 자율협력주행 대중버스 운행상황 시나리오별 안전추적 모니터링 기술 개발 및 실증

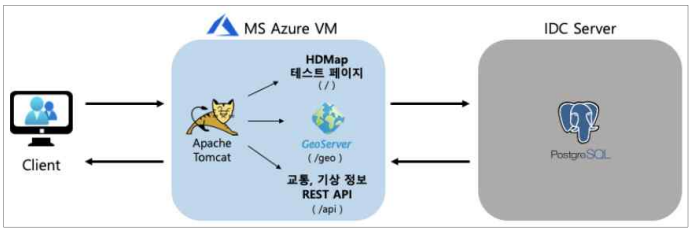
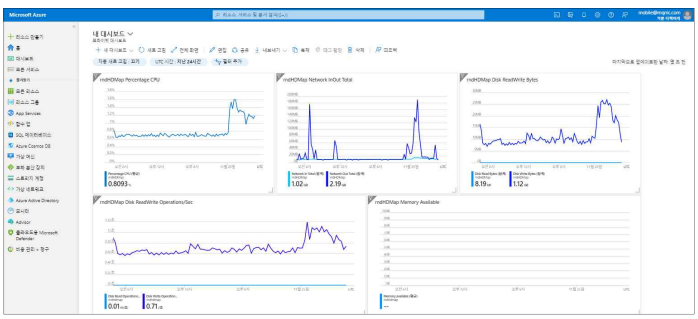


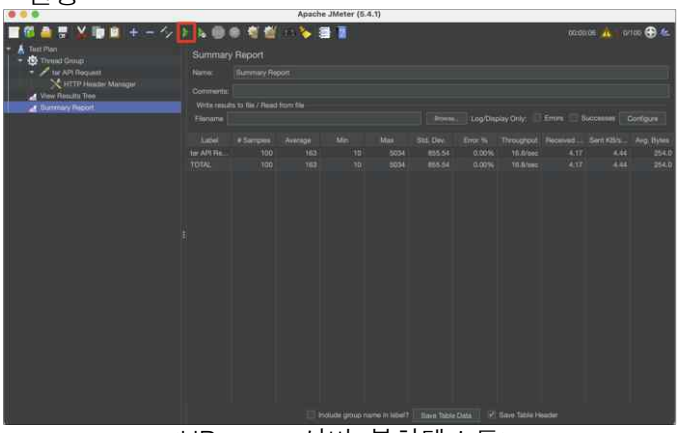
<차량 운행상황 시나리오별 안전 목표 수준에 따른 추적 모니터링 개발 및 실증>



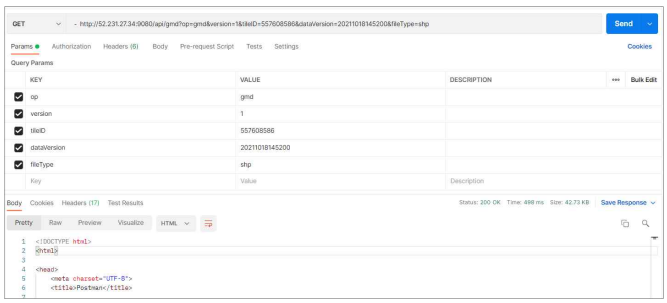
<주요지점 모니터링 및 알림 표출 기술 개발 및 실증>

<센터 시스템 안전 모니터링>

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		  <인프라 운영현황 모니터링> <차량 안전 모니터링>
실증단지 시연을 위한 협력 및 지원	차량운행 통합 시연을 위한 실시간 데이터 모니터링	○ 차량 주행 상태 모니터링 ○ 인프라 상태 모니터링 ○ 연계시스템 모니터링 ○ 클라우드 상태 정보 모니터링
HD map 서버 안정성/신뢰성 강화	서버의 안정성 확인 및 보완	○ MS Azure 기반의 클라우드 시스템 Migration진행을 통하여 HD map 서버의 안정성 및 확장성 강화 – 서버의 안정적 운영을 위하여 로컬서버에서 클라우드 시스템으로 Migration 진행 ○ 인프라 아키텍쳐 설계 및 구축완료  <MS Azure 인프라 아키텍쳐>  <MS Azure 인프라 구축>

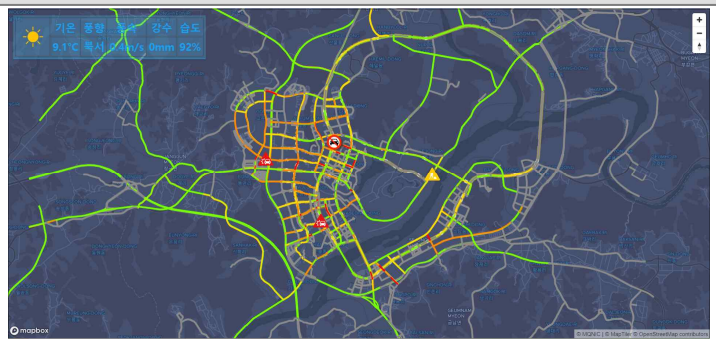
<table>
<tr><th>연구 범위</th><th>연구 수행 방법
(이론적·실험적
접근방법)</th><th>구체적인 내용</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td>○ HD map 서버 부하테스트를 통해 서버의 안정성 및 신뢰성 확인
- 안정적인 실증 서비스 지원을 위해 서버 부하테스트 진행
 

<HD map 서버 부하테스트>

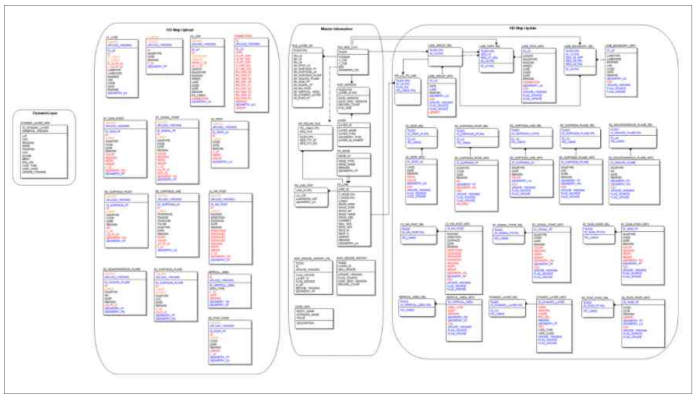
○ 상용서비스 활용성 향상을 위한 맵포맷 추가(Shapefile)
- Shapefile 및 PBF 지원하여 HDMap 활용성 향상
 

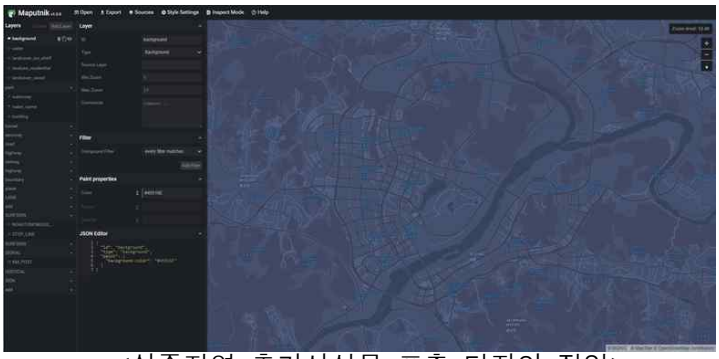
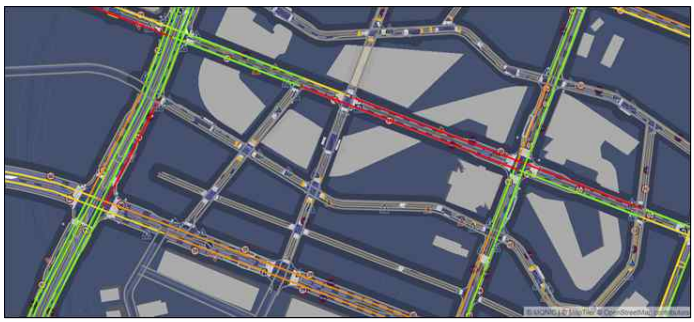
<API 테스트 결과(Shapefile제공)>

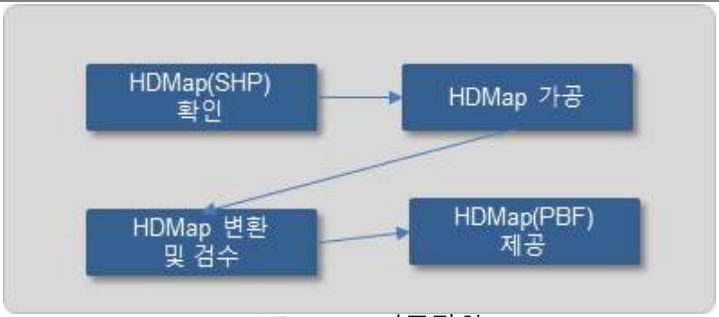
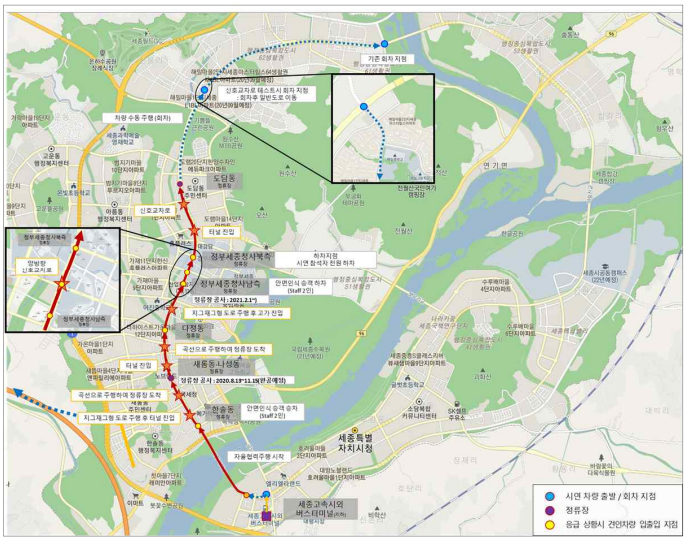
○ API 인증(Access code) 적용을 통한 서비스 보안강화
- 서비스 보안 강화를 위해 Access code 활용한 인증
<table><tr><th>Item</th><th>Description</th></tr><tr><td>Header value</td><td>Apikey
(ex. 33232cc6-ad00-11e9-a2a3-2a2ae2dbcce4)</td></tr><tr><td>Resource URI</td><td>https://~~~/HDMapOffer/gti?op={op}&version={version}&lat={lat}&lon={lon}&tolLat={tolLat}&tolLon={tolLon}</td></tr><tr><td>Protocol /HTTP Method</td><td>REST / Get Method</td></tr><tr><td>Version</td><td>2</td></tr><tr><td>Pre-Conditions</td><td></td></tr><tr><td>OAuth</td><td>NO</td></tr></table>
<API 사양서></td></tr>
<tr><td>자율협력주행을 위한 동적 정보 수집 확대</td><td>외부 교통정보센터 및 기상청과 연계하여 도로변화 상황 및 기상정보를 HD map에 반영</td><td>○ 외부 교통정보센터와 연계 및 기상청 날씨정보를 HD map에 적용하여 동적 업데이트 범위 확대
- 도로변화 상황 (소통/돌발정보) 및 기상정보(날씨정보)를 HD map에 적용함</td></tr>
</table>

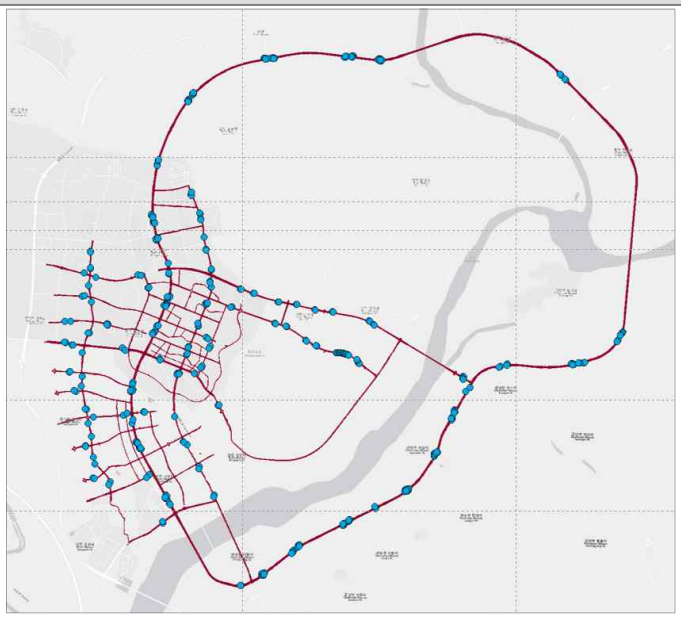
<table>
<tr><th>연구 범위</th><th>연구 수행 방법
(이론적·실험적
접근방법)</th><th>구체적인 내용</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td>


<도로변화(소통/돌발) 및 기상정보 표출 화면>

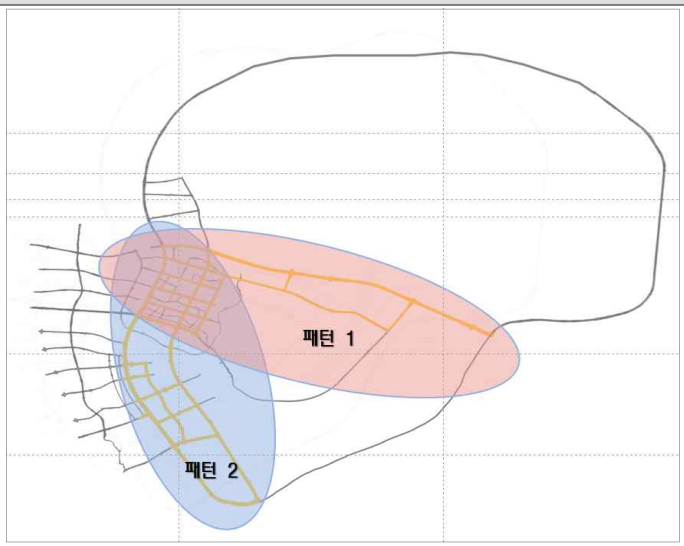
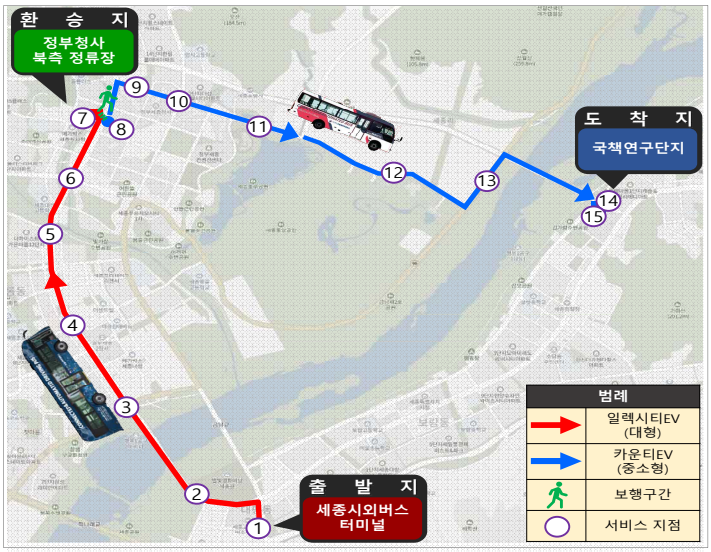
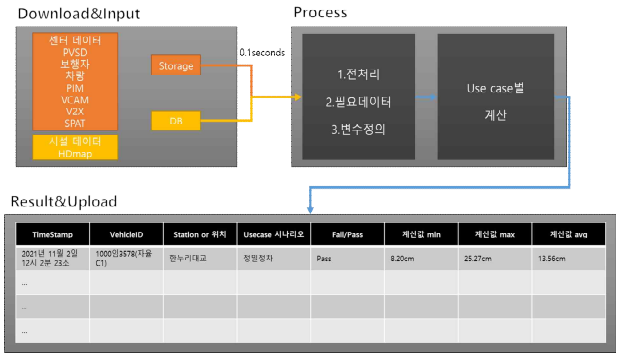
○ 동적 정보제공(소통/돌발<사고,공사정보등>,포트홀 등)을 위한 API 보완
– 동적정보제공을 위하여 API 개발 및 API 사양서 작성
5. API 사양서
5.1 getTileID (gti)
○ 기본정보 : 응답 정보에 tile별 데이터 버전 추가함.
<table>
<tr><th>Item</th><th>Description</th></tr>
<tr><td>Header value</td><td>Apikey
(ex. 33232cc6-ad00-11e9-a2a3-2a2ae2dbcce4)</td></tr>
<tr><td>Resource URI</td><td>https://~~~/HDMapOffer/gti?op={op}&version={version}&lat={lat}&lon={lon}&tolLat={tolLat}&tolLon={tolLon}</td></tr>
<tr><td>Protocol /HTTP Method</td><td>REST / Get Method</td></tr>
<tr><td>Version</td><td>2</td></tr>
<tr><td>Pre-Conditions</td><td></td></tr>
<tr><td>OAuth</td><td>NO</td></tr>
</table>
○ Querystring Parameters
<table>
<tr><th>Name</th><th>Data Type</th><th>Mandatory</th><th>Example</th><th>Default</th><th>Description</th></tr>
<tr><td>version</td><td>String</td><td>Y</td><td>1</td><td></td><td>API의 버전 정보입니다.</td></tr>
<tr><td>tolLon</td><td>Number</td><td>N</td><td>0.01</td><td></td><td>tileID를 확인할 lat 범위를 설명하기 위한 중심점에서 lon의 tolerance (Decimal Degree)</td></tr>
<tr><td>tolLat</td><td>Number</td><td>N</td><td>0.01</td><td></td><td>tileID를 확인할 lat 범위를 설명하기 위한 중심점에서 lat의 tolerance (Decimal Degree)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>tileID확인을 위한 위치 정보의 경도</td></tr>
</table>
<외부데이터 연계(기상,교통정보) API사양서>
○ 동적 정보(소통/돌발<사고,공사정보등>) 반영을 위한 DB 설계 보완
– 동적정보를 DB설계서에 반영

<DB 설계서></td></tr>
<tr><td>최신 정밀도로지도 갱신 구축</td><td>실증단지 최신 정밀도로 구축 사양 반영</td><td>○ 실증단지 실증 지원을 위하여 최신 HD map DB 사양을 반영하여 HD map 서버 구축 및 테스트 페이지 제공
– 4차년도 실증구간 반영하여 참여기관(KOTI 및 SWM 등)에 제공
– HD map에 날씨정보,소통/돌발정보를 반영</td></tr>
</table>

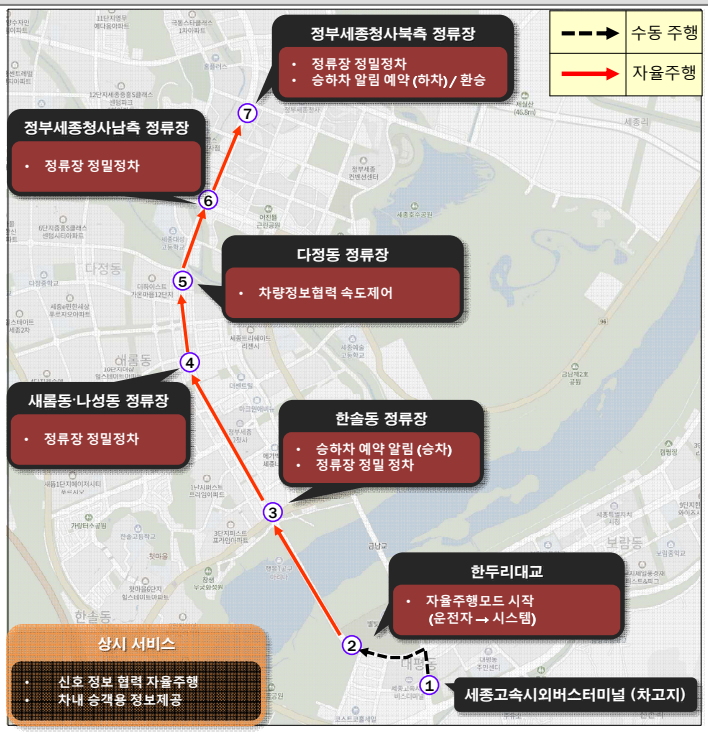
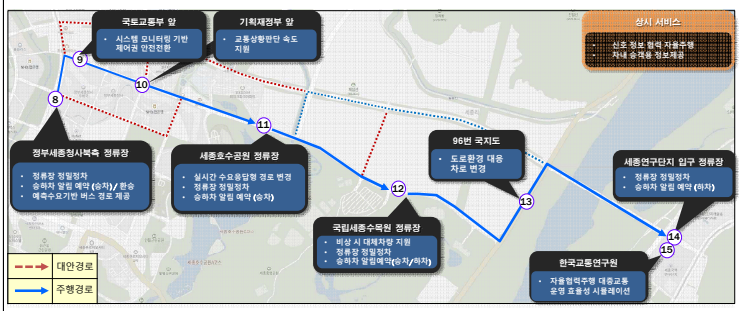
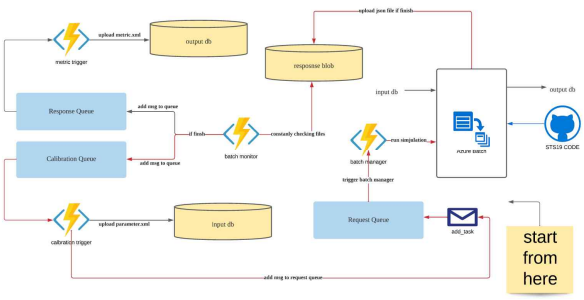
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		 <실증지역 HD map 테스트 페이지 구축 및 제공>  <실증지역 추가시설물 표출 디자인 작업>  <실증지역 시설물 구축> ※ 지오스토리에서 구축한 실증단지 HD map(SHP)을 HD map(PBF)으로 가공: HD map(SHP) 확인 -> 데이터 가공 -> HD map 변환 및 검수 -> HD map 제공 ① HD map(SHP) 확인: 실증단지 데이터 확인 ② HD map가공: 표출데이터 가공(신규데이터 및 추가시설물 반영하여 가공) 및 디자인 ③ HD map 변환 및 검수: 타일변환(to PBF) 및 갱신타일 검수 ④ HD map 제공: REST API 로 관제센터(3세부), 이용자 App(3세부), 차량단말(1세부), 차량용 HMI(1세부)로 제공

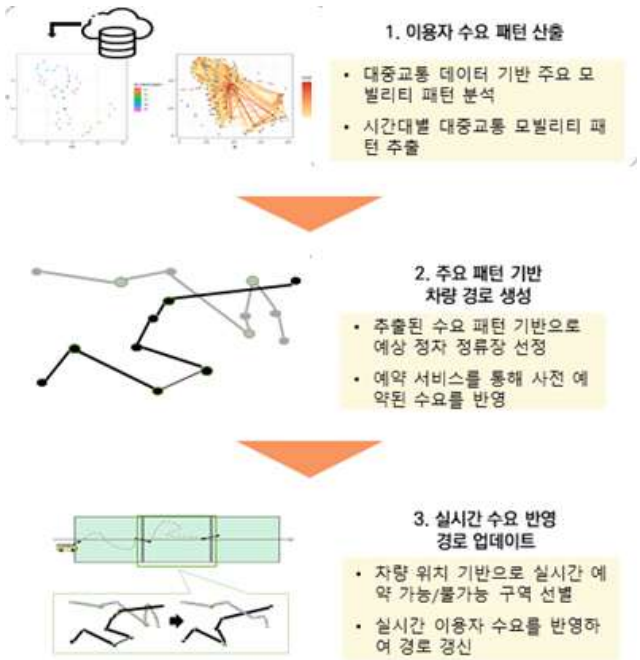
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		 <HD map 가공절차> http://52.231.27.34:9080/#15.26/36.499891/127.244815
실증단지 안전 가이드라인 개발	자율협력주행 시 발생가능한 안전문제 도출 및 사전대비책/현장대응책 마련, 모빌리티 평가단 검증	○ 주행안전, 시스템 안전, 실증단지 운영 및 관리별로 안전상의 문제를 일으킬 수 있는 상황에 대해 사전대비 및 현장대응 방법을 제시함 ○ 안전사고 발생 시 신속한 처리 및 피해 최소화를 위해 긴급상황 대처 방안을 각 상황별 긴급연락망 체계와 함께 개발함  <긴급상황 시 견인차량 입출입 지점> ○ 모빌리티 평가단을 통해 적정성을 검증하고 일부 보완사항을 반영하여 실증단지 안전 가이드라인을 도출함
동적정류장 적합성 분석 및 적용	수요대응형 버스 운영을 위한 동적정류장 적용 기준을 통행 적합성 분석 후 현장적용	○ 동적 정류장 적용 기준으로, 15인승 중소형 버스의 물리적 접근 가능 여부, 주정차 가능 여부, 교통류 영향 최소를 제시함 ○ 기준에 적합한 동적정류장으로 현재 실증지역에 운영되는 기존 지선버스 정류장과 더불어 총 235개를 현장에 적용함 (정차면으로 구분) ○ 자율협력주행 중소형 버스 (15인승) 통한 해당 동적정류장의 현장검증을 완료함

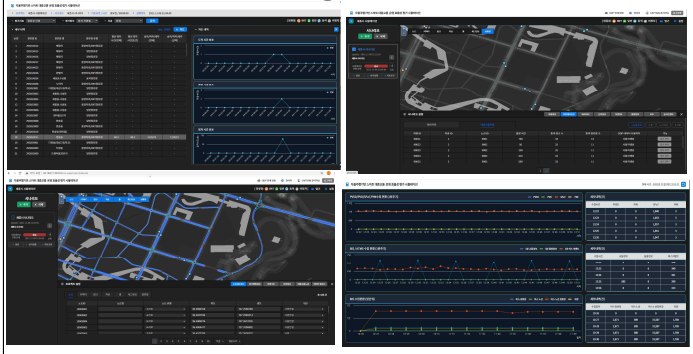
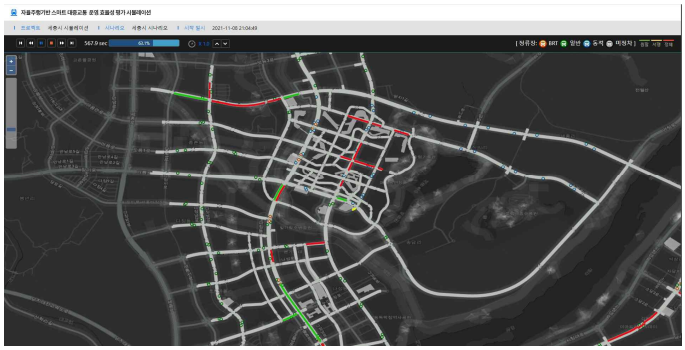
<table>
<tr><th>연구 범위</th><th>연구 수행 방법
(이론적·실험적
접근방법)</th><th>구체적인 내용</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td> 

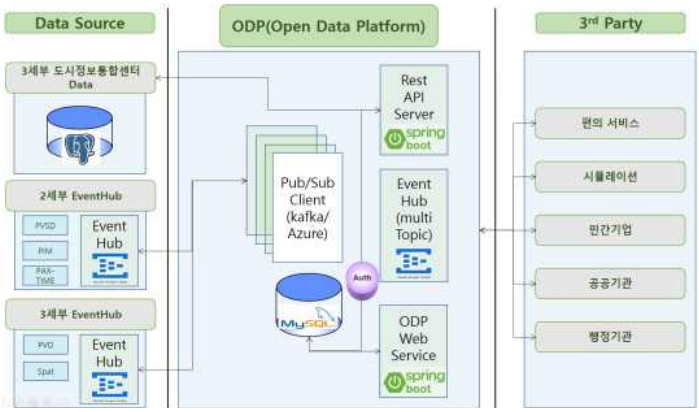
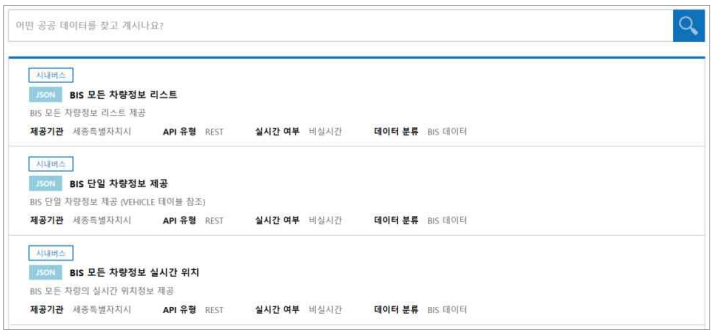
<실증지역 내 현장적용된 동적정류장></td></tr>
<tr><td>실증 시나리오 수립 및 적용</td><td>자율협력 시스템의 actor에 따른 Use-case 수립 및 적용 여부 결정</td><td>○ 시스템에 대한 Use case 조사를 통해 자율협력시스템과 상호작용을 하는 프로세스에서 Actor 역할을 하는 버스, 외부환경, 시스템을 기준으로 Use-case 수립 및 Use-case 구현 가능성 확인을 통한 적용 여부 결정
<table>
<tr><th>시스템</th><th></th><th>Use case</th><th>실증여부</th></tr>
<tr><td rowspan="8">승강장 자동 정차 시스템
(Automated Docking System)</td><td rowspan="7">버스 측면</td><td>정류장의 연석과 버스측면의 간격 15cm 이하로 정차(일반인 정차)</td><td>O</td></tr>
<tr><td>정류장의 연석과 버스측면의 간격 5cm 이하로 정차(장애인 정차)</td><td></td></tr>
<tr><td>정류장 정지선과 버스전면의 간격 10cm 이하로 정차</td><td>O</td></tr>
<tr><td>정류장에서 -2.94m/s² 이상으로 smooth하게 정차</td><td>O</td></tr>
<tr><td>곡선반경 30m 이상의 도로위 정류장 정차</td><td></td></tr>
<tr><td>버스베이가 있는 정류장에서의 정차</td><td>O</td></tr>
<tr><td>연석이 경사진 곳에서의 정차</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">협력형</td><td>Hdmap 기준점으로 정의된 동적 정류장 정차</td><td>O</td></tr>
<tr><td>정류장 인근 혼잡 상황에서의 정차</td><td>O</td></tr>
<tr><td colspan="3">공사로 인해 기존 정류장의 전반에 설치된 임시정류장에서의 정차</td></tr>
<tr><td rowspan="12">HMI 기반 제어권 전환 시스템
(Take Over Request System based on HMI)</td><td rowspan="2">system failure</td><td>주행 중 타이터 윙크로 제어권 전환(rear right, rear left, front left, front right).</td><td></td></tr>
<tr><td>주행 중 자율주행 센서 고장으로 고장진단 시스템 작동으로 인한 제어권 전환(카메라, 라이다, 레이더, GPS).</td><td>O</td></tr>
<tr><td rowspan="10">도로 및
주변 환경</td><td>신호등 20m 전후방에서 신호 통신 에러로 인한 신호 미수신시(약 2초동안) 제어권 전환 (시속 30km/h기준).</td><td>O</td></tr>
<tr><td>악천후로 인한 센서 인지 정확도 저하로 제어권 전환(전방 40~90m 시야 확보 가능시).</td><td></td></tr>
<tr><td>기존 차선 표시와 새로운 차선 표시가 공존하는 도로에서의 제어권 전환</td><td></td></tr>
<tr><td>최수된 도로에서 제어권 전환 (차선 식별 불가능한 정도).</td><td></td></tr>
<tr><td>차선이 가려 보이지 않은 상태(주행 차선 및 양옆 차선 모두 가린 상태)에서 제어권 전환(ex. 낙엽, 잔해).</td><td></td></tr>
<tr><td>공사로 인한 교통 통제 구역에 진입하여 제어권 전환.</td><td></td></tr>
<tr><td>경찰 및 응급 요원이 차선 폐쇄하는 도로에서 역주행 시 제어권 전환</td><td></td></tr>
<tr><td>날아다니는 잔해가 있는 도로에서 제어권 전환(ex. 트럭에서 물건이 떨어지는 상황에서의 주행).</td><td></td></tr>
<tr><td>회전 교차로에서의 제어권 전환</td><td>O</td></tr>
<tr><td>스쿨존 및 어린이 보호구역에서 제어권 전환</td><td>O</td></tr>
<tr><td rowspan="8">협력형 ACC 시스템
(Cooperative ACC system)</td><td rowspan="7">도로 및 주변 환경</td><td>작은 차전거 전용 도로가 있는 환경에서 주행</td><td>O</td></tr>
<tr><td>어린애 가족들이 존재하는 도로에서의 주행</td><td>O</td></tr>
<tr><td>악천후로 인한 센서 인지 정확도 저하된 경우 주행 (전방 90m 이상 시야 확보 시).</td><td></td></tr>
<tr><td>다른 차량이 주행 중 차선을 부분적으로 침범하는 상황에서 주행.</td><td></td></tr>
<tr><td>곡률이 심한 (반지름 80m 이하) 도로에서 주행</td><td></td></tr>
<tr><td>차량 전/측/후방 3m 거리에 차량이 갑자기 주행</td><td></td></tr>
<tr><td>차량 전/측/후방 3m 거리에 차량이 아니 움직이는 물체를 감지 하여 주행.</td><td></td></tr>
<tr><td>교통체증의 상황 상태(LOS 수준 E 상태)에서의 주행</td><td></td></tr>
<tr><td>드라이브 스루가 포함된 요금소 통과 주행</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="4">협력형</td><td>경로 제공 시스템으로 부터 경로를 수신하여 주행</td><td>O</td></tr>
<tr><td>경로 제공 시스템으로 부터 변경된 경로를 실시간으로 수신하여 주행</td><td>O</td></tr>
<tr><td>센터로 부터 운행 제한 속도를 수신하여 주행</td><td>O</td></tr>
<tr><td>센터로 부터 추천 속도를 수신하여 주행</td><td>O</td></tr>
</table>
<자율협력주행 서비스를 위한 시스템 별 유즈케이스 및 실증 여부></td></tr>
<tr><td>실증 시나리오 도출</td><td>대형과 중소형 자율협력버스를 연계한 경로 및 서비스를 실증 시나리오 도출</td><td>○ 세종시 대중교통 수요의 통행 패턴을 분석하여 실증 구간 선정</td></tr>
</table>

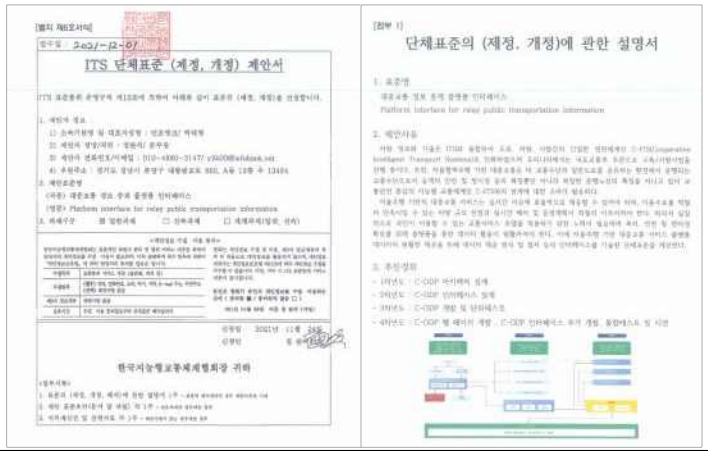
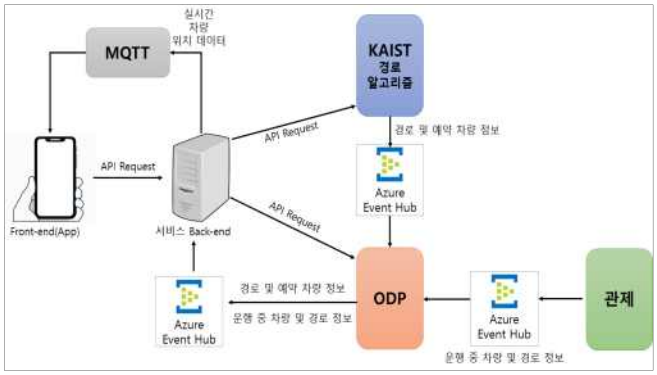
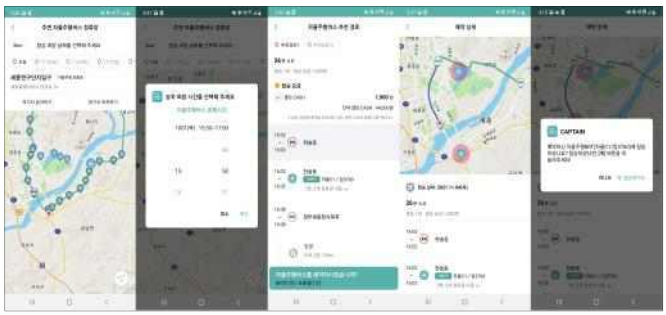
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		 <대중교통 수요를 이용한 통행패턴 분석> ○ 패턴 1은 대형 중소형 자율협력버스, 패턴 2는 대형 자율협력버스를 대상으로 환승을 고려한 경로를 계획하고 인프라 설치 지점 및 도로교통상황을 반영하여 서비스를 해당 경로에 적용한 시나리오 도출  < 4차년도 실증 시나리오>
실증 연구결과 평가	시스템 도출된 Use-Case	○ 실제 및 데이터 확인  <데이터 기반 실증 연구결과 평가>
자율협력주행버스 현장 테스트 및 실증	도출된 시나리오를 대형과 중소형 자율협력버스가	○ 4차년도 총 12개의 서비스가 포함된 시나리오를 대형(BRT)과 중소형(지선) 자율협력주행버스를 연계하여 다양한 교통상황과 기상상황에서 현장테스트를 진행함

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
	연계된 현장테스트 및 실증, 시연을 통한 검증	 < 대형 (BRT) 자율협력버스 시나리오>  <중소형 (지선) 자율협력버스 시나리오> ○ 국토교통부, 세종시, 모빌리티 평가단, 일반시민 등을 대상으로 시연을 통해 검증하고, 시연과정 중에 제시된 의견들을 수렴하여 자율주행안전성 및 서비스구현수준을 보다 향상함
스마트 대중교통 운영 시뮬레이션 핵심 알고리즘 검증 및 보정	스마트 대중교통 운영 시뮬레이션 핵심 알고리즘 검증 및 보정	○ 자율주행차량 및 자율협력주행 차량 핵심 알고리즘 고도화
수요 대응형 차량 경로 생성 알고리즘 통합기술 개발	관제 데이터와 시뮬레이션의 연계를 통한 알고리즘 검정	○ 관제 데이터와 시뮬레이션 연계를 위한 Azure 프레임워크 구성  < 관제 데이터와 시뮬레이션 연계를 위한 Azure

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		프레임워크> ○ 관제 데이터와 온라인 시뮬레이션 연계를 통한 실시간 차량 상태 반영 모듈을 설계하고 Azure 상에 구현 ○ 관제 데이터 기반 시뮬레이션 모수 정산 모형 개발 및 공인기관 인증을 통한 시뮬레이션 성능 검증 수행
	수요 대응형 차량 경로 생성 알고리즘 구현 및 고도화	○ 수요 대응형 차량 경로 생성 알고리즘을 구현하고 클라우드 컴퓨팅 플랫폼 Microsoft Azure에 구현하여 관제 및 실제 이용자 데이터와의 연계로 고도화함. ○ 실제 대중교통 수요 데이터의 특성을 분석해 주요 수요 패턴을 반영한 검증 시나리오를 생성 및 결과 분석  <수요 응답형 스마트 대중교통의 실시간 경로 생성 및 업데이트 방법론 설명>
실증단지 내 실제 데이터 기반의 중소형 셔틀 경로 생성 알고리즘 검증 및 평가	관제 및 실제 이용자 데이터와의 연계 구현 및 검증 시나리오를 통한 알고리즘 평가	○ 도로의 차량 움직임을 시뮬레이션 할 수 있는 상용 교통시뮬레이션 소프트웨어 AIMSUN을 활용 ○ 교통 시뮬레이션을 활용한 운영 시스템의 성능평가와 알고리즘 고도화를 위해, AIMSUN 소프트웨어로 실제 도로와 동일하게 실증단지 구역의 SILS 환경을 구축함.

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		   <실증단지 범위로 구축된 SILS 환경 도로 네트워크> <시뮬레이션에 구현된 전체 도로 네트워크> ○ SILS 환경의 교통시뮬레이션에서는 경로 생성 알고리즘이 산출하여 전달하는 최적경로대로 셔틀 차량이 주행하고, 그 상황의 도로 교통 상황과 셔틀 차량의 주행 정보를 출력함. ○ SILS 환경에서 주행 경로 산출 및 갱신 알고리즘의 성능 분석을 위해 실시간 수요 수락율 산정 및 성능 검증 $\text{실시간 수요 수락율}(\%) = \frac{\text{요청 수락 수}}{\text{실시간 수요 요청 승객 수}} \times 100$
스마트 대중교통 운영효율성 평가 시뮬레이션 기능 추가 및 개선	시뮬레이션 추가요구 사항 구현 및 UI개선	○ 평가지표 기능 추가 ○ 프로젝트, 시나리오 설정 변경 ○ ODP Data 연계 모니터링 추가 
스마트 대중교통 운영효율성 평가 시뮬레이션 결과 데이터 표출 속도 개선 및 검증	시뮬레이션 표출속도 개선 및 공인 시험성적서 취득	○ 빅데이터 처리 방식으로 시뮬레이션 데이터 처리방식 변경 ○ 시뮬레이션 화면 표출  ○ 공인 시험성적서 취득
개방형 데이터 플랫폼 확장 개발	데이터 추가요청에 따른 API 추가 개발 및 테스트, 실시간 데이터 추가에	○ 연구사업을 진행하면서 생성된 자율주행차량, 세종시 BIS/ATMS, 신호 관제, 리빙랩 등의 데이터를 활용하기 용이한 형태로 정제, 가공하여 개방된 양질의 대용량 데이터로 제공

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
	따른 추가 연동 개발 및 테스트, ODP 웹페이지 기획 및 개발 배포	 <ODP Architecture> <ODP Event Hub 총 연동데이터 그래프> ○ ODP 웹페이지 기획 및 개발 배포를 통한 자율협력주행 데이터의 제공 창구 마련 <ODP 웹페이지 Main 화면> ○ ODP 웹페이지에서의 데이터 사용요청 및 승인 절차를 통한 Open API 제공 및 이를 활용한 민간기업, 공공기업, 행정기관 등의 서비스, 애플리케이션 개발 지원  <ODP 웹페이지 공공 데이터 검색화면>

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		○ 대중교통 정보 중계 플랫폼 인터페이스 표준 초안 개발 및 표준 제안 
사용자 서비스를 위한 자율협력주행 연동 시스템 통합 개발 및 실증	CAPTAIN 편의서비스 앱 개발 및 연동 시스템 구축, 실증을 통한 자율주행 BRT, On-demad 예약 및 탑승 검증	○ CAPTAIN 편의서비스 연동 시스템 구축  ○ 사용자 편의서비스 앱에서 자율주행 BRT, Ondemand 차량 예약 후 탑승, 예약 상세를 통한 차량의 실시간 위치 파악, 곧 도착 및 승하차 알림 서비스를 실증함 
시범 서비스 인프라 연동 시스템 검증 및 개선	시험성적평가를 통한 서비스 안정성 및 연동시스템 검증 서버 이중화 시스템 구축, PVSD 연동 개발 및 검증	○ 스마트 대중교통 운영 이용자 편의서비스 시스템 구축 개발 결과물을 시료로 한 시험성적 평가 진행

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		 ○ 서버 이중화 시스템 구축 및 테스트 ○ PVSD 연동 검증 및 개선
세종시 도시통합정보센터 연계 서버 확장 개발		○ BIS/ATMS 테이블별 수집주기 최소화 배치시스템 구성 ○ 데이터 병렬처리 방식 개선을 통한 데이터 처리속도 향상 ○ BRT 실시간 버스 위치 및 BIS 버스 도착 정보연계 및 관제 상황판 표출 ○ 실시간 버스 위치 정보 딜레이 최소화를 위한 메시징 시스템 개발 ○ 데이터 저장 용량 증가에 따른 속도 저하 방지를 위한

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		파티션 테이블 구성 ○ 데이터 저장 용량 증가에 따른 속도 저하 방지를 위한 파티션 테이블 구성 ○ 세종시 도시통합정보센터 BIS/ATMS 수집주기 개선 테이블 수를 확인하는 시험성적 평가 진행
자율협력주행버스 실증과정에서 발생하는 문제 또는 갈등사안에 대한 법제지원	비교법적 방법론, 전문가 회의 및 면담 등 사회학적 방법론 활용	○ 자율주행대중교통 실증 관련 법제적 논점 검토
자율협력주행버스 상용화를 위한 법제도 정비	문리적 해석 방법론, 체계적 해석 방법론, 법사학적 해석 방법론, 입법평가 방법론 등 법학 관련 방법론 활용	○ 논문 작성 및 게재
자율주행기반 대중교통시스템 상용화를 위한 입법지원	비교법적 방법론, 전문가 회의 및 면담 등 사회학적 방법론 활용	○ 수요기반형 자율주행 대중교통 상용화를 위한 관련 법제 정비안 도출 - 시범운행지구에서의 자율주행자동차를 사용한 여객 유상운송의 특례의 범위를 노선(路線)사업에서 노선사업과 구역(區域)사업, 수요응답형사업, 간선급행버스사업으로 확대하는 방안 등에 관한「자율주행자동차 상용화 촉진 및 지원에 관한 법률 일부개정법률안」개발
GIS 데이터를 위한 카탈로그 작성과 데이터 변환 실증	선행 기술조사 데이터 융합 연계 활용을 위한 데이터 카탈로그 작성 데이터 카탈로그 활용방안 제시	○ 교통데이터 특성을 수용하기 위해 DCAT 표준에서 보완되어야 할 사항 정의 ○ 데이터 카탈로그의 메타데이터 구축 방향 정립 ○ 교통데이터 특성에 적합하며, 검색의 효율성을 확보할 수 있도록 네임스페이스 dctrans에 속성과 통제어휘(Controlled vocabulary) 정의 ○ 3차년도까지 정의된 클라스에 dctrans 속성을 추가하여 교통데이터를 위한 DCAT 기반 메타데이터 표준안 제시 - 첫 번째 분류 관련 내용은 DCAT Dataset, Catalog, Taxonomy 클라스의 dcat:theme을 대체하여 사용

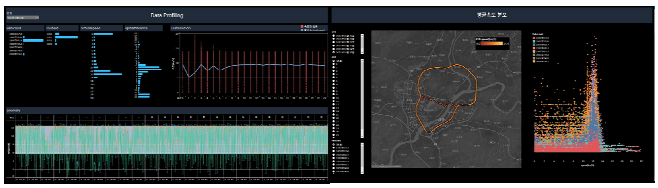
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용

- Relation과 Lineage 관련하여 정의된 속성과 어휘는 DCAT Relation 클라스의 속성을 대체
- 지도 및 위치 참조체계는 DCAT Location 클라스에 추가

Class		Property	Definiton / Controlled vocabulary
Dataset	기존	dct:title dct:description dct:issued dct:modified dct:identifier dct:keyword dct:language dcat:contactPoint dcat:landingPage dct:publisher dct:temporal dct:spatial dct:accrualPeriodicity dcat:distribution dcat:spatialResolutionInMeters dcat:temporalResolution prov:wasGeneratedBy	DCAT 표준 참조
	추가	dctrans: domain_data dctrans: domain_admin dctrans: type dctrans: theme_collector dctrans: theme_location dctrans: theme_mode	Taxonomy Class 참조
Catalog	기존	dcat: dataset(multiple)	DCAT 표준 참조
	추가	dctrans: domain_data dctrans: domain_admin dctrans: type dctrans: theme_collector dctrans: theme_location dctrans: theme_mode	Taxonomy Class 참조
Taxonomy	대체	dctrans: domain_data dctrans: domain_admin dctrans: type dctrans: theme_collector dctrans: theme_location dctrans: theme_mode	/속도, 교통량, 위치(경로), 사고, 감가속, 통행시간 운행기록 데이터 수집기관 단위/지자체(도시), 광역, 도로관리청 등 /수집데이터, 가공데이터, 마스터데이터, 맵핑데이터, 코드n파라메터데이터 데이터가 수집된 장비/OBU-RSE, GPS, DTG, Lidar, Radar, VDS, CCTV, Bus Card 수집위치/ 차로지점, 차로구간, 지점, 구간, 교차로 수단/ 승용차, 버스, 택시, 화물차

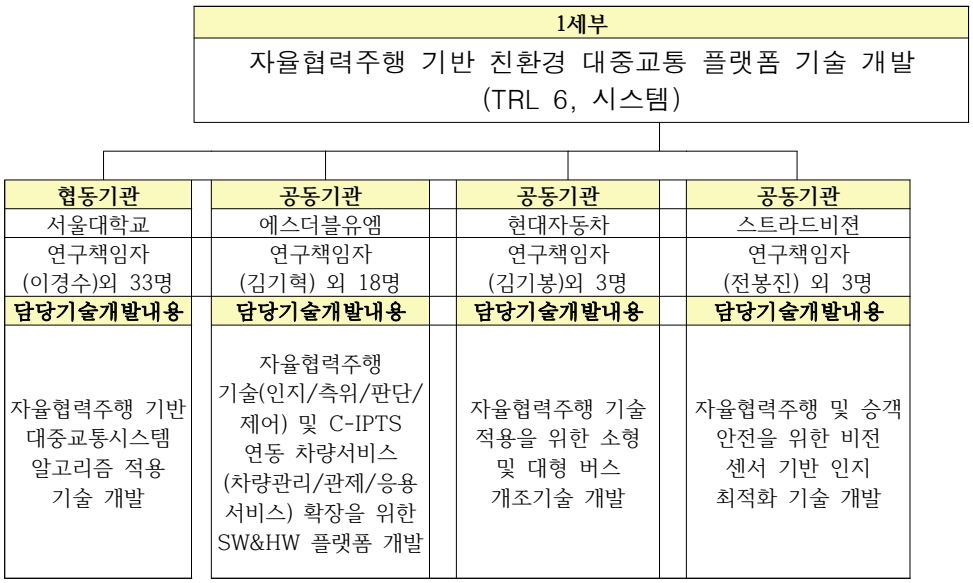
Class		Property	Definiton / Controlled vocabulary
Location	기존	locn:geometry dcat:bbox dcat:centroid w3cgeo:lat w3cgeo:long w3cgeo:alt locn:adminUnitL1 locn:adminUnitL2 locn:adminUnitL3 locn:adminUnitL4	DCAT 표준 참조
	추가	dctrans: geoRef	/HD map, 표준노드링크, WGS84, Bessel1841, UTM-K(GRS80)
Relationship	대체	dctrans: requires dctrans:spatio_temporal_related dctrans: collected from dctrans: is spatio_aggregated from dctrans: is temporal_aggregated from dctrans: is spatio_temporal_aggregated from	수집 및 가공데이터를 이해하고 분석하기 위해 요구되는 기초데이터들의 관계를 지정하기 위한 속성 동일시공간에 있는 다른 관점의 데이터 관계 표현 원천데이터 data source 원천데이터와 가공데이터와의 관계를 정의-공간적집계 원천데이터와 가공데이터와의 관계를 정의-시간적집계 원천데이터와 가공데이터와의 관계를 정의-시공간적집계
Distribution	기존	dct:title dct:identifier dct:distribution dct:issued dct:modified dct:license dct:rights dct:format dcat:byteSize dcat:accessURL dcat:downloadURL dcat:mediaType dcat:spatialResolutionInMeters dcat:temporalResolution	DCAT 표준 참조

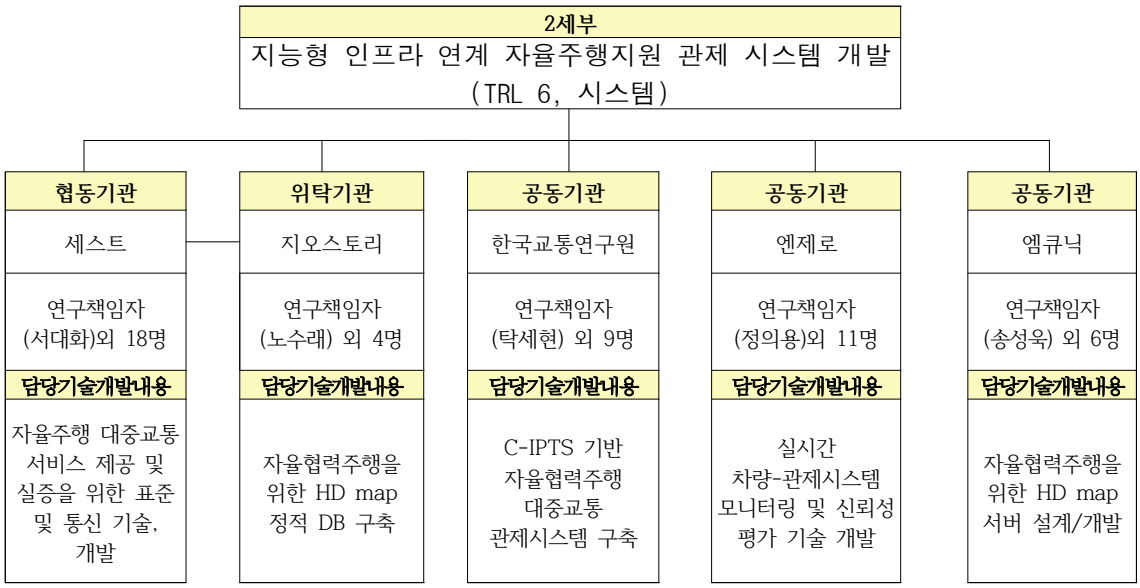
<DCAT 교통 메타데이터 표준안 개발 >

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
		○ 교통 메타데이터 표준안에 의한 RDF 그래프 형식 교통 데이터 맵 작성 - 노드(Node) : 데이터 테이블 단위와 속성 값을 각 노드로 하며, 각 노드는 고유식별자(URI: Unifrom Resource Identifier)로 정의 - 속성(Property): 노드와 노드 사이 관계를 아크(Arc)에 속성 값으로 제공 - 속성 값 : 속성에 대한 데이터테이블 노드가 갖는 값을 말하여, 검색의 효율성과 이용자의 편의성을 위해 통제어휘 (Controlled Vocabulary)를 사용 <RDF 기반 속도 데이터 맵 개발 > ○ 데이터 서비스를 위한 데이터 프로파일링 화면 개발  <자율주행 데이터 값 이상치감지(좌), 자율주행 차량의 속도값 분포(우) >
4차년도 실증단지 운영을 위한 행정 지원	차량운영(단말기, 차고지 등) 및 운전자 운영(채용, 행정 등) 지원	○ 차량 내 통합운영단말기(티머니) 운영 지원 ○ 차량 차고지 제공 및 과제참여자 사무실 지원 ○ 운전자 채용 및 운영 등 버스 운전원 관련 행정지원
자율주행차	세종시와 세부내용	○ 공사 주도적으로 자율주행차 시범운행지구 운영방안을

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
시범운행지구 운영방안 마련	협의중	마련을 할 수 없으며, 세종시와 세부내용을 협의 필요 ○ 세종시와 향후 운영방안은 협의중에 있으며, 세부내용 협의 후 해당내용 보고서 기재 예정
실증 이후 대중교통시스템 운영·관리를 위한 대안 마련	세종시와 세부내용 협의중	○ 공사 주도적으로 실증이후 대중교통시스템 운영 · 관리를 위한 대안 마련을 할 수 없으며, 세종시와 세부내용 ○ 세종시와 향후 운영 · 관리 방안은 협의중에 있으며, 세부내용 협의 후 해당내용 보고서 기재 예정

○ 연구개발 추진 체계





3세부
사용자 중심 대중교통 운영환경 구축 및 실증 평가기술 개발 (TRL 7, S/W)

협동기관	위탁기관	공동기관	공동기관	공동기관	공동기관	공동기관
한국교통연구원	한국과학기술원	텔레컨스	인포뱅크	한국법제연구원	데이터위즈	세종도시교통공사
연구책임자 (강경표)외 17명	연구책임자 (여화수)외 4명	연구책임자 (김현민)외 21명	연구책임자 (김인상)외 18명	연구책임자 (이재훈)외 4명	연구책임자 (박은미)외 3명	연구책임자 (오상혁)외 12명
담당기술개발내용	**담당기술개발내용**	**담당기술개발내용**	**담당기술개발내용**	**담당기술개발내용**	**담당기술개발내용**	**담당기술개발내용**
실증연구 수행방안 수립 및 시뮬레이션/편의 서비스 핵심 기술 개발	자율협력주행 시뮬레이션 behavior model 및 수요응답 경로 산출 알고리즘 개발	스마트 대중교통 운영 효율성 평가 시뮬레이션 프로그램 개발	C-IPTS 기반 관제시스템 빅데이터 활용(서비스) 기술 개발	실증단지 구축 및 실용화 추진을 위한 법·제도 정비	C-IPTS 데이터의 특성을 반영한 데이터 카탈로그 작성 표준 제시	자율협력주행기반 대중교통시스템 실증을 위한 세종시 대중교통시스템 운영·관리 지원

○ 연구개발 추진 일정

1세부 : 자율협력주행기반 친환경 대중교통 플랫폼 기술 개발 (서울대학교)																
일련번호	연구내용	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	기간	기관	산출물
1-1-1	중소형 전기버스 인지 및 측위 알고리즘 적용 및 실도로 기술 실증				기술 적용			현장 테스트 및 실증 평가						9	서울대학교	알고리즘
1-1-2	대형 전기버스 복합측위 알고리즘 적용 및 실도로 기술 실증	기술 적용 및 개발						현장 테스트 및 실증 평가						9	서울대학교	
1-1-3	관제센터 정보 및 V2X 통신 기반 중소형 및 대형 전기버스 실시간 판단 및 제어 알고리즘 개발 및 현장 테스트				기술 개발			현장 테스트 및 실증 평가						9	서울대학교	
1-1-4	관제센터 모니터링 연계를 위한 중소형 및 대형 전기버스 상태 정보 송신 기능 개발 및 현장 테스트							현장 테스트 및 실증 평가						9	서울대학교	
1-1-5	중소형 전기버스 센서 고장 진단/대응 기술 개발 및 적용													10	서울대학교	
1-2-1	자율협력주행 취약시나리오 DB화													10	에스더블유엠	보고서
1-2-2	자율주행데이터 관리 서버 구축 방안 계획													1	에스더블유엠	보고서
1-2-3	개발 HW & SW 플랫폼 자율주행차량 적용 및 실도로 기술 실증	기술 적용						현장 테스트 및 실증 평가						12	에스더블유엠	보고서
1-2-4	차량 개조 및 실증 계획 수립/시행				차량개조 및 실증 평가									9	에스더블유엠	보고서

1-2-5	차량 실증 운영 및 차량 유지 관리													8	에스더블유엠	보고서
1-3-1	중소형 전기버스기반 조향시스템 적용													10	현대 자동차	시작품
1-3-2	중소형 전기버스 구동/제동시스템 협조 제어 사양													10	현대 자동차	보고서
1-3-3	중소형/대형 전기버스 기반 조향/구동/제동제어 시스템 성능 개선 및 실도로 기술 실증			성능 개선				현장 테스트 및 실증 평가						10	현대 자동차	보고서
1-4-1	표지판/신호등 검출 알고리즘과 탑승자 검출 알고리즘 통합 SW 제공													6	스트라드비젼	알고리즘
1-4-2	실도로 기술 실증 및 알고리즘 성능 개선							현장 테스트 및 실증 평가						6		

2세부 : 지능형 인프라 연계 자율주행 지원 관제시스템 개발																
일련번호	연구내용	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	기간	기관	산출물
2-1-1	실도로 기술 실증 기반 통신 시스템 운영 및 통신 성능/응답성 분석							현장 테스트 및 실증 평가						12	세스트	논문(SCI)/특허출원/특허등록/SW
2-1-2	디지털 인프라(Hd map) 연동 규격 표준 개발 및 실도로 기술 실증	기술 개발						현장 테스트 및 실증 평가						12	세스트	표준/논문(일반)
2-1-3	HD Map과 V2X 통신 연계 모듈 개발 및 통합 테스트					기술 개발			현장 테스트 및 실증 평가					7	세스트	SW
2-2-1	센터 실용화 전략 연구													4	한국교통연구원	보고서
2-2-2	관제 센터 기반 주요 서비스 모니터링 기술 개발 및 실도로 기술 실증	기술 개발						현장 테스트 및 실증 평가						8	한국교통연구원	보고서
2-2-3	실시간 수집 데이터의 DB 저장 기술 추가 구축 및 비실시간 지수 개발													6	한국교통연구원	보고서
2-2-4	통신 기반 자율협력주행관련 수집 데이터 실시간/비실시간 처리 및 모니터링 기술 개발													6	한국교통연구원	SW
2-2-5	제안 서비스 검증 시나리오 수립 및 실도로 기술 실증	검증 시나리오 수립						현장 테스트 및 실증 평가						12	한국교통연구원	시작/SW품
2-2-6	제안 서비스 검증 및 표출 기술 개발													12	한국교통연구원	SW

2-3-1	중소형/대형 자율주행 플랫폼 연계 시스템 개발 및 실도로 기술 실증	기술 개발						현장 테스트 및 실증 평가						12	엔제로	SW/ 보고서/ 시험결과서
2-3-2	실시간 신뢰성 평가 모니터링 시스템 개발 및 실도로 기술 실증	기술 개발						현장 테스트 및 실증 평가						12	엔제로	
2-3-3	차량상태기반 고장예측진단 시스템 개발 및 실도로 기술 실증	기술 개발						현장 테스트 및 실증 평가						12	엔제로	SW/ 보고서
2-4-1	자율협력 주행을 위한 동적 정보 수집 확대 및 실도로 기술 실증							현장 테스트 및 실증 평가						12	엠큐닉	SW/ 특허출원
2-4-2	HD map 서버 안정성/신뢰성 강화 및 최신 정밀도로지도 갱신 구축													12	엠큐닉	

3세부 : 사용자 중심 대중교통 운영환경 구축 및 실증 평가기술 개발 (한국교통연구원)																
일련번호	연구내용	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	기간	기관	산출물
3-1-1	실증단지 운영 안전대책 수립	안전대책 수립						테스트를 통한 수정 및 보완						10	한국교통연구원	보고서
3-1-2	실증단지 적용 서비스 평가 및 분석													4	한국교통연구원	현장평가/논문(일반)
3-1-3	자율협력주행버스 현장테스트 및 시연 · 실증													12	한국교통연구원	보고서/시연
3-2-1	스마트 대중교통 운영 시뮬레이션 핵심 알고리즘 검증 및 보정													12	한국교통연구원	특허출원/논문(일반)
3-3-1	수요 대응형 차량 경로 생성 알고리즘 고도화													7	한국교통연구원	논문(SCI)
3-3-2	중소형 셔틀 경로 생성 알고리즘 실도로 기술 실증							현장 테스트 및 실증 평가						6	한국교통연구원	특허출원
3-3-3	최적경로산정 백엔드 시스템 개발													7	한국교통연구원	설계서
3-4-1	시뮬레이션 기능 추가 및 사용자 편의성 개선	사용자 편의성을 위한 UI 개선				지표 적용 개선 및 시각화 작업								12	텔레컨스	SW
3-4-2	시뮬레이션 표출 성능 개선 및 검증	실시간 표출 시스템 개발						현장 테스트 및 실증 평가						12	텔레컨스	보고서

3-5-1	개방형 데이터 플랫폼 확장 개발			기술 개발 및 적용				타 기관과의 연계 현장 테스트 및 실증 평가						10	인포뱅크	시작품
3-5-2	관제시스템 빅데이터 및 인프라 활용 시스템 통합 개발 및 실증		기술 개발					현장 테스트 및 실증 평가						11	인포뱅크	보고서
3-5-3	수요 대응형 이용자 편의 서비스 첨단화 시스템 보완 및 실증	시스템 개발						현장 테스트 및 만족도 조사 기반 서비스 보완						12	인포뱅크	시제품
3-5-4	세종시 도시통합정보센터 연계 서버 확장 개발													12	인포뱅크	시작품
3-6-1	자율협력주행버스 실증과정에서 발생하는 문제 또는 갈등사안에 대한 법제지원	실도로 실증 지원을 위한 관련 약관 등 법적 서식 준비 및 검토												12	한국법제연구원	문서
3-6-2	자율협력주행버스 상용화를 위한 법제도 정비 및 실도로 실증 기반 이슈 도출							실도로 실증 기반 이슈 도출 및 대안 마련						12	한국법제연구원	법률제개정안, 논문
3-6-3	자율주행기반 대중교통시스템 상용화를 위한 입법지원 (실도로 실증과정에서 도출된 이슈 기반)							실도로 실증 기반 이슈 도출 및 대안 마련						12	한국법제연구원	문서
3-7-1	GIS 데이터 카탈로그 작성과 상호 변환 기술 개발 및 실증 기반 리뷰	자율주행데이터 수집, 전처리 및 서비스 화면 개발						실증구간 데이터를 활용한 서비스 제공 실증 리뷰						12	㈜데이터위즈	논문/특허
3-8-1	실증단지 구축을 위한 인프라 지원													12	세종도시교통공사	보고서
3-8-2	실증단지 운영·관리 방안 마련													12	세종도시교통공사	보고서

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

1) 연구수행 결과

(1) 정성적 연구개발성과

① 1차년도

세부 과제명	세부 연구 목표	연구개발 수행 내용	연구 결과
자율협력주행 기반 친환경 대중교통 플랫폼 기술 개발	자율주행기반 대중교통 시스템 구축을 위한 알고리즘 적용 및 개발	대중교통 자율협력주행 개발 기술 동향 조사	- 보고서
		중소형 버스 자율주행 시스템 기본 설계	- 보고서
		중소형 버스 인지 및 측위 알고리즘 개발	- 보고서
		중소형 버스 동특성 기반 정밀 추종 제어 시뮬레이션	- 보고서
		중소형 버스 센서 고장 진단/대응기술 개발	- 보고서
	자율협력주행 기술 및 C-IPTS 연동 차량서비스 확장을 위한 SW 플랫폼	자율주행 SW 플랫폼	- 보고서
		자율주행 HW 플랫폼	- 보고서
	자율협력주행 기술적용을 위한 소형 및 중/대형 버스 개조기술 개발	중소형 디젤버스 조향제어 시스템 적용 및 협조제어 사양개발	- 보고서 - 시작품
		중소형 디젤버스 구동/제동 시스템 협조제어 사양 개발	- 보고서 - 특허 출원 - 특허 출원
	자율협력주행을 위한 영상 인식 알고리즘 성능 개선	적용 가능한 알고리즘 확인	- 보고서
지능형 인프라 연계 자율주행지원 관제시스템 개발	C-IPTS 기반 자율협력주행 대중교통 관제시스템 통합 방안 수립	아키텍쳐 개발방법 검토	- 시스템 요구사항 분석
		서비스 분석(서비스 요구사항 도출)	- 연계기술 분석
		C-IPTS 기반 관제시스템 빅데이터 수집/처리/분석/저장 기술 개발	- 기술 분석, 설계
	자율협력주행을 위한 C-IPTS 디지털 인프라 기술 개발	HD map 요구사항 분석	- HD map 요구사항
		시스템 간의 인터페이스 설계	- 시스템 간의 인터페이스 설계
		실증단지 HD map 구축계획	- HD map 구축계획
	차상제어모니터링 및 유지관리데이터 기반 통합 실시간 신뢰성 평가 시스템 개발	소형/중대형 자율주행 플랫폼연계 시스템 요구분석	-
		실시간 신뢰성 평가기술 설계	-
		고장유지보수 통합 신뢰성 평가기술 설계	-
	C-IPTS를 위한 통신요구사항 분석 및 WAVE/LTE 기반 OBU 개발	C-IPTS를 위한 통신 요구사항 분석	- 논문
		WAVE/LTE Hybrid 차량 단말기 프로토타입 개발 및 C-ITS 서비스 탑재	- 시제품 제작, 디자인, 특허 출원, SW
		SK텔레콤-QRNG 기반 서비스 보안 적용 검토	- 보안 적용 검토 완료
		디지털 인프라 성능 요구사항 현황 분석 및 표준 개발	- 국내 표준 실무팀 활동

사용자 중심 대중교통 운영환경 구축 및 실증 평가기술 개발	실증연구 수행방안 수립 및 시뮬레이션/편의 서비스 핵심 기술 개발	실증단지 선정 전략 수립	- 전략수립
		실증단지 선정	- 실증단지 선정
		스마트 대중교통 운영 효율성 평가 시뮬레이터 기본 연구	- 평가 요소 검토 보고서
		수요 대응형 스마트 대중교통 이용자 편의 서비스 핵심 기술 개발을 위한 기초 연구	- 알고리즘 요구사항 분석서 - 특허 출원 - 논문 2건
	자율주행기반 대중교통 운영 효율성 평가 시뮬레이터 기본구상	시뮬레이터 기능요소 및 수행절차 분석	- 분석 보고서
		시뮬레이터 성능 비교 검토	- 비교 검토 보고서
		시뮬레이터 기능 수행 절차 개선방안 도출	- 시뮬레이터 기본 구조도 - 논문 1건
	스마트 대중교통 이용자 편의 서비스 시스템 개발	시민 체감형 서비스 개발을 위한 기초연구	- 서베이 보고서
		시범 서비스를 위한 기본 개념 구상 및 기초 연구	- 시나리오 도출 보고서
		기초연구를 통한 시민체감형 도출 및 도출된 서비스의 기술적 타당성 검토	- 기술 타당성 보고서
		시민 체감형 서비스 도출	- 서비스 도출 보고서
	실증단지 구축 및 실용화 추진을 위한 법제도 정비	법·제도 및 정책적 현황조사 및 요구사항 도출	- 규제분석서
		쟁점별 국내외 연구사례 및 법·제도동향 분석	- 동향 보고서
		쟁점별 법제도적 개념정립 및 다면적 분석을 통한 정책방향 연구	- 논문
	빅데이터 분석을 통한 자율협력주행 기반 대중교통 운영 파생 서비스 구상	국내외 관련 자료 수집 및 검토	- 학회 홍보
		시사점 도출	- 보고서
		빅데이터 분석을 통한 자율협력주행 기반 대중교통 운영 파생 서비스 구상	- 파생서비스 구상 보고서

② 2차년도

○ 당해연도 개발 목표 및 정성적 연구개발 성과

세부 과제명	세부 연구목표	연구개발 수행 내용	연구 결과
자율협력주행 기반 친환경 대중교통 플랫폼 기술 개발	자율주행기반 대중교통 시스템 구축을 위한 알고리즘 적용 및 개발	대형 버스 자율협력주행시스템 개본설계	- 보고서
		중소형 버스 인지 및 측위 알고리즘 적용	- 보고서
		중소형 버스 장애물 회피 및 주행 가능 경로 설정 기능 개발	- 보고서
		중소형 버스 지정 경로 기반, 경로 추종 제어 기능 개발	- 보고서
		대형 버스 판단 및 제어 알고리즘 적용 방안 검토 및 해석	- 보고서
		중소형 버스 센서 고장 진단/대응기술 개발	- 보고서
	자율협력주행 기술 및 C-IPTS 연동 차량서비스 확장을 위한 SW 플랫폼	Connected 기능 추가 “암스트롱(Armstrong)” 자율주행 SW 플랫폼 ver.1.5	- 보고서
		HD Map Engine	- 보고서
		전기 자율주행차량 전력관리장비	- 시작품
		비상정지 제동장치	- 시작품

		대형버스 전용 인지환경 설치 키트 설계도	- 시작품
	자율협력주행 기술적용을 위한 소형 및 중/대형 버스 개조기술 개발	중소형 디젤버스 조향제어 시스템 검증	- 보고서
		중소형 디젤버스 조향제어 시스템 시작품	- 시작품
		중소형 디젤버스 구동/제동 시스템 협조제어 사양	- 보고서
		중대형 전기버스 조향제어 시스템 검토 보고서	- 보고서
		중대형 전기버스 조향 협조제어 사양	- 보고서
		중대형 전기버스 조향제어 시스템 시작품	- 시작품
		중소형 전기버스 구동/제동 시스템 협조제어 사양	- 보고서
	자율협력주행을 위한 영상 인식	알고리즘 재학습을 위한 DB 수집 및 Data Labeling	- 논리적 합성, SW 1건
		Data 재학습 및 알고리즘 최적화	- 논리적 합성, SW 1건
지능형 인프라 연계 자율주행지원 관제 시스템 개발	C-IPTS 기반 자율협력주행 대중교통 관제시스템 통합방안 수립	C-IPTS 통합 연계시스템 프로토타입 개발	- 현장적용, 학술발표
		수요 대응형 대중교통서비스 연계 프로토타입 개발	- 현장적용, 학술발표
		차상 운행정보 현시모니터링 프로토타입 개발	- 논문, 특허출원, 설계서
		관제시스템 대중교통기반 빅데이터 아키텍처 및 데이터베이스화	- 논문, 특허출원, 설계서 - 학술발표
	자율협력주행 위한 C-IPTS 디지털 인프라 기술개발	인터페이스 설계	- 설계서
		HD map 서버 구축	- SW 등록
		HD map 시각화 프로그램 개발	- SW 등록
		HD map 정적 DB	- SW 등록
		동적 정보 수집 설계	- 보고서
	차상제어모니터링 데이터 기반 실시간 신뢰성 평가 시스템 개발	연계시스템 프로토타입 제작	- 보고서
		신뢰성 평가 알고리즘 설계	- 보고서
		신뢰성 평가 프레임워크 프로토타입 제작	
	차상제어모니터링 데이터 기반 고장예측진단 시스템 개발	고장예측진단 알고리즘 설계	- 보고서
		고장예측진단 프레임워크 프로토타입 제작	
	C-V2X(5G/LTE)+ WAVE를 융합한 Hybrid 차량 통신 단말 시제품 개발	5G+WAVE Hybrid 단말기 설계	- 설계서, 보고서 - 논문, SW, 특허출원
		V2X 서버 개발	- 보고서, 특허출원 - 특허등록
		시뮬레이션 연동 모듈	- 보고서, SW
		장치간 연동 데이터 및 메시지 표준 설계	- 표준제안, 표준초안
사용자 중심 대중교통 운영환경 구축 및 실증 평가기술 개발	실증 단지 선정/설계/구축/평가 가이드라인 개발	자율협력주행 대중교통 실증단지 설계	- 설계서 및 가이드라인
		자율협력주행 대중교통 관련 서비스 검토 및 선정	- 서비스 정의서
		도입지역 적용 가능 서비스 도출	- 보고서
		중소형 버스 시연	- 현장 검증 및 시연 보고서
	스마트 대중교통 운영 효율성 평가	스마트 대중교통 운영환경 평가 지수 개발	- 보고서

	시뮬레이션 핵심기술 개발	스마트 대중교통 운영 시뮬레이션 핵심 알고리즘 개발	- 분석서
	스마트 대중교통 운영 이용자 편의 서비스 핵심 기술 개발	수요데이터 기반 버스 정류장 선정 기술 개발	- 알고리즘 분석서
		수요 대응형 대형 및 소형 버스 서비스 단일 노선 최적 운영 방법론 개발	- 알고리즘 분석서
		서비스 이용 승객들의 정류장 도착시간 추정 기술 개발	- 알고리즘 분석서
		편의서비스, 관제시스템 시뮬레이션과의 연계를 위한 인터페이스 설계	- 아키텍쳐 설계서
	스마트 대중교통 운영 효율성 평가 시뮬레이션 개발	시뮬레이션 요구사항 명세서	- 요구사항 명세서
		시뮬레이션 아키텍처 설계서	- 아키텍쳐 설계서
		시뮬레이션 UI설계서	- UI 설계서
		시뮬레이션 데이터베이스 설계	- 데이터베이스 설계서
		도로네트워크 적용모델 수립 및 테스트베드	- 도로네트워크 적용 분석서
	스마트 대중교통 운영 이용자 편의 서비스 개발	개방형 데이터 플랫폼 설계	- 설계서
		서비스 핵심 구성 요소별 세부기획 및 UI/UX 설계 · 개발	- 설계서 - 특허출원
		교통정보 인프라와 대중교통 이용자 편의 서비스 핵심 기술을 연계한 서비스 시스템의 설계 및 구축	- 설계서
		사용자를 위한 모바일 어플리케이션 기본 기능 개발	- 기능작동테스트 보고서 - 연동시험보고서
	임시운행을 위한 법제도 정비안 개발	실증단지 구축 및 운행을 위한 정책적 정비방향 제시	- 논문
		자율협력주행버스 임시운행을 위한 법제도 정비방안 연구	- 전문가 검토 보고서
	상용화를 위한 법제도 정비안 개발	자율협력주행버스 상용화를 위한 법제도 추가쟁점 발굴 및 법제정비 개선 방향성 연구	- 전문가 검토 분석서
	C-IPTS 기반 개방형 데이터 플랫폼(ODP: Open Data Plarform) 구상 및 실증	C-IPTS 기반 개방형 데이터 플랫폼 요구사항 검토	- 요구사항 검토서
		C-IPTS 기반 개방형 데이터 플랫폼(ODP: Open Data Plarform) 논리 아키텍쳐 정의	- 논리아키텍쳐 구상안
		C-IPTS 기반 개방형 데이터 플랫폼 모듈 구성 정의	- 논문

③ 3차년도

○ 당해연도 개발 목표 및 정성적 연구개발 성과

세부 과제명	세부 연구목표	연구개발 수행 내용	연구 결과
자율협력주행 기반 친환경 대중교통 플랫폼 기술 개발	자율주행기반 대중교통 시스템을 구축을 위한 알고리즘 적용 및 개발	대형 버스 인지 및 측위 알고리즘 개발	- 보고서
		중소형 전기 버스 지정 경로 기반, 경로 추종 제어 기능 개발	- 보고서
		대형 버스 지정 경로 기반 경로 추종 제어 기능 개발	- 보고서
		중소형 전기 버스 센서 고장 진단/대응기술 개발	- 보고서
		대형 버스 센서 고장 진단/대응기술 개발	- 보고서
	관제시스템 및 V2X 연계를 위한 자율협력주행 기술 개발	HD MAP 활용 복합측위 알고리즘 개발	- 보고서
		V2X 통신 및 관제센터 정보, 센서정보 통합 대형 버스 교차로 판단 알고리즘 개발	- 보고서
		관제센터 정보 기반 중소형 버스 실시간 노선 변경 대응 경로 추종 알고리즘 개발	- 보고서
	자율협력주행 기술 및 C-IPTS 연동 차량서비스 확장을 위한 SW 플랫폼	다수 차량 자율주행시스템 버전관리를 위한 OTA 업데이트 시스템 구축	- 보고서
		자율주행 SW 탑재 Computing HW 플랫폼 이중화 시스템 구축	- 보고서
		자율협력주행 기반 대중교통 이용편의성 확보를 위한 승객용 HMI 개발	- 시작품
		자율주행시스템 작동 및 조작편의성 확보를 위한 운전자용 HMI 개발	- 시작품
		HD Map Engine 인터페이스 개발	- 보고서
		대형버스 전용 인지환경 설치 키트 개발	- 보고서
		차량 개조 및 시연 계획 수립/시행	- 보고서
	자율협력주행 기술적용을 위한 소형 및 중/대형 버스 개조기술 개발	중소형/대형 전기버스 조향 시스템 협조제어 사양	- 보고서
		중소형/대형 전기버스 조향 시스템 시작품	- 시작품
		중소형/대형 전기버스 구동/제동 시스템 협조제어 사양	- 보고서
	자율협력주행을 위한 영상 인식 알고리즘 개선	알고리즘 재학습을 위한 DB 수집 및 Data Labeling	- 논리적 합성, SW 1건
		Data 재학습 및 알고리즘 최적화	- 논리적 합성, SW 1건
지능형 인프라 연계 자율주행지원 관제시스템 개발	C-V2X(5G/LTE)+ WAVE를 융합한 Hybrid 차량 통신 단말 시제품 개발	관제 시스템과 연계한 복수 교차로 신호 협력 서비스 프로토콜 개발	- 특허등록 - 특허출원, - S/W 등록, 보고서
		대중교통을 위한 자율주행 대형버스에 통신단말 적용 및 V2X 최적화	- 논문 - 보고서 - 시험성적서
		C-IPTS를 위한 데이터 및 메시지 셋 표준 제정	- 보고서, 표준제정, 표준 제안
		HD map 구축	- 보고서

	C-IPTS 기반 자율협력주행 대중교통 관제시스템 구축	C-IPTS 기반 관제시스템 빅데이터 수집/처리/분석/ 저장 기술 개발	- S/W등록, 보고서 - 특허등록
		자율협력주행 관제 서비스 기능 설계 및 구축	- 특허 등록 - 보고서
		C-IPTS 자율협력주행 대중교통 빅데이터 활용 서비스 구축	- 논문(SCI), S/W 등록,보고서, 학술발표
	자율협력주행 관제 서비스 기능 설계 및 구축	자율주행버스의 실시간 주행 궤적 생성 및 제공을 위한 센터 알고리즘 개발 및 구축	- 특허 등록 - 보고서
		자율협력주행 관제 서비스의 구현을 위한 AIMSUN 기반 SILS 환경 구축 및 적용	- 보고서
	C-IPTS 자율협력주행 대중교통 빅데이터 활용 서비스 구축	자율협력주행 기반 대중교통 시스템의 안전성 평가 시스템 개발 및 적용	- 논문(SCI) - S/W등록 - 보고서
		자율협력주행 지원을 위한 HDmap기반 도로 정보 표출 기술 개발 및 적용	- 학술발표 - 보고서
	차상제어모니터링 데이터 기반 실시간 신뢰성 평가 시스템 개발	중소형/대형 자율주행 플랫폼 연계 시스템 개발	- 특허등록 - S/W 등록 - 외부전문가평가 - 현장적용 - 보고서
		실시간 신뢰성 평가 모니터링 시스템	
	차상제어모니터링 데이터 기반 고장예측진단 시스템 개발	차량상태기반 고장예측진단 시스템 개발	- S/W 등록 - 외부전문가평가 - 보고서
	자율협력주행 위한 C-IPTS 디지털 인프라 기술 개발	Crowd sourcing 용 ADAS 단말 기반 동적 정보 수집	- 보고서
		통신 연계 서비스 제공	
	자율협력주행 위한 C-IPTS 디지털 인프라 기술 개발	OpenLaneModel 외에 Localization 모델 활용한 실시간 동적 교통정보 업데이트 기술 개발	- 특허출원 - S/W등록 - 보고서 - 시험성적서
		HD map Localization 모델 서버 확장 구축	- 특허출원 - S/W등록 - 시험성적서
사용자 중심 대중교통 운영환경 구축 및 실증 평가기술 개발	실증 단지 선정/설계/구축/평가 가이드라인 개발	관제센터 데이터 연계율 (연계대상시스템수 실적/목표*100)	- 보고서 1건
		적용 서비스수 달성율 (적용가능서비스수 실적/목표*100)	- 보고서 1건
		대형버스 시연 달성율 (시연횟수 실적/목표*100)	- 대형버스 시연 보고서 - 자율협력주행버스 안전 매뉴얼
	스마트 대중교통 운영 효율성 평가 시뮬레이션 핵심기술 개발	미시 주행 파라미터 정산 정확도	- 보고서 1건 - SW 저작권 1건
		링크별 평균속도 추정 정확도	- 보고서 1건 - 공인기관인증(TTA) 1건
	스마트 대중교통 운영 이용자 편의 서비스 핵심 기술 개발	기존 알고리즘 대비 총 효율 증가율(제안 알고리즘 효율/기존 알고리즘 효율*100%)	- 분석서 1건 - 보고서 1건 - 외부전문가 검증 의견서 - 논문 1건 - 특허 출원 1건
		실시간 수요 수락율	- 논문 1건
	스마트 대중교통 운영 효율성 평가	시뮬레이션 도로네트워크 데이터 생성 관리 S/W 구현 전문가 검증 및	- 보고서 1건 - 시작품 1건

	시뮬레이션 개발	SW 등록 2건 (S/W 기능 구현 적정 이상 검증 및 SW저작권 등록 2건 실적/목표*100)	- SW등록증 2건 - 외부전문가 검증 평가
		자율협력주행 시뮬레이션 운영 S/W 구현 전문가 검증 및 SW 등록 2건 (S/W 기능 구현 적정 이상 검증 및 SW저작권 등록 2건 실적/목표*100)	- 보고서 1건 - SW등록증 2건 - 특허(출원) 1건 - 외부전문가 검증 평가 - 논문 1건
	스마트 대중교통 운영 이용자 편의 서비스 개발	개방형 데이터 API 적용 성공률	- ODP 인터페이스 정의 및 설계서 - ODP 구축 및 연동 보고서
		2세부 관제와 양방향 인터페이스 연동 백엔드 구축	- 2세부 관제와 양방향 인터페이스 연동 보고서
		최적경로산정 알고리즘 연계 기술 개발	- 편의서비스 UI,UX 설계서 - 특허 출원서, 등록증 - 특허정보조사 보고서 2건 - 최적경로산정 알고리즘 연동 보고서 - OSRM 서버 구축 보고서 - 시제품
		관리자용 UI/UX 개발	- 서비스 관리자용 UI/UX 설계서
		시스템 아키텍처 설계 및 구축	- 도시통합정보센터 BIS, ATMS 연계시스템 개발 보고서
	임시운행을 위한 법제도 정비안 개발	법률 제개정안 도출 관련성 사항 검토	- 논문
		실증단지 운영 관련 법제 현안 분석	- 보고서
	상용화를 위한 법제도 정비안 개발	자율주행기반대중교통시스템 상용화 관련 법정책적 검토	- 보고서
	C-IPTS 기반 개방형 데이터 플랫폼(ODP: Open Data Plarform) 구상 및 실증	C-IPTS 데이터의 데이터맵의 관련 데이터 3개 목록	- 보고서 - 논문
		CAPTAIN플랫폼에 사용되는 GIS데이터의 상호 변환 로직의 데이터 검토율	- 논문 - 특허 출원

④ 4차년도

○ 당해연도 개발 목표 및 정성적 연구개발 성과

세부 과제명	세부 연구목표	연구개발 수행 내용	연구 결과
자율협력주행 기반 친환경 대중교통 플랫폼 기술 개발	관제시스템 및 V2X 연계를 위한 자율협력주행 기술 개발	V2X 통신 및 관제센터 정보 기반 중소형 버스 복합측위 알고리즘 개발	- 보고서
		V2X 통신 및 관제센터 정보 기반 대형 버스 복합측위 알고리즘 개발	- 보고서
		V2X 통신 및 관제센터 정보 기반 수요응답형 경로 추종 알고리즘 개발	- 보고서
		관제센터 정보 및 V2X 통신 기반 대형 버스 실시간 경로 추종 알고리즘 개발	- 보고서
		V2X 통신 및 관제센터 정보 기반, 대형 버스 비상 신호 대응 알고리즘 개발	- 보고서
		중소형 및 대형 전기버스 ODD 설정 및 대응 기술 적용	- 보고서

	자율협력주행 기술 및 C-IPTS 연동 차량서비스 확장을 위한 SW 플랫폼	자율협력주행 버스(중소형 및 대형)의 주행 가능 도로 환경 도출 및 취약 시나리오 발굴	- 10건
		관제센터 및 인프라 연동을 위한 V2X I/F 모듈 (C-IPTS) 개발	- 시험성적서
		탑승자 정보 제공 등을 위한 차내 HMI 개발 및 적용	- 시험성적서
		차량 개조 및 시연 계획 수립/시행	- 보고서
	자율협력주행 기술적용을 위한 소형 및 중/대형 버스 개조기술 개발	중소형 전기버스 조향 시스템 시작품 개발	- 시작품
		중소형 전기버스 구동/제동 시스템 협조제어 사양 개발	- 보고서
		중소형/대형 전기버스 조향/구동/제동 협조제어 성능 개선	- 보고서
	교통표지판/신호등 검출 알고리즘과 승객 검출 알고리즘 통합	보생자, 표지판, 신호등 검출 SW개발	- 논리적 합성, SW 1건
		검출 기능별 성능 평가	- 성능평가 보고서 1건
지능형 인프라 연계 자율주행지원 관제시스템 개발	C-V2X(5G/LTE)+ WAVE를 융합한 Hybrid 차량 통신 단말 시제품 개발	V2X 기반 시스템 통합 및 실차 테스트 수행	- 특허(등록), 학술대회발표 - 연구개발 관련 홍보 - 논문, 특허 출원, 표준 제안 - S/W, 보고서, 규격서
		C-IPTS 서비스 통신성능 및 응답성 테스트 및 상세 분석	
		디지털 인프라 (HD map) 연동 규격 표준 제정	
		HD map 구축	
	C-IPTS 기반 자율협력주행 대중교통 관제시스템 검증 및 실용화 목적 최적화	센터 실용화 전략 연구	- 보고서
		C-IPTS 기반 관제시스템 통합 기술 개발	- S/W 등록, 시험성적서, 설계서, 학술발표
		C-IPTS 자율협력주행 대중교통 빅데이터 활용 서비스 검증 기술 개발	- S/W등록, 시작품, 시험성적서, 현장적용 - 설계서, 논문(SCI)
	차상제어 모니터링 데이터 기반 실시간 신뢰성 평가 시스템 개발	중소형/대형 자율주행 플랫폼 연계 시스템 실증	- S/W, 보고서, 시험성적서
		실시간 신뢰성 평가 모니터링 시스템 실증	
	차상제어 모니터링 데이터 기반 고장예측 진단 시스템 개발	차량상태기반 고장예측진단 시스템 실증	- 특허(등록), S/W, 보고서
	자율협력주행 위한 C-IPTS 디지털 인프라 기술 개발	HD map 서버 고도화/ 성능분석	- 특허(출원), S/W, 보고서
사용자 중심 대중교통 운영환경 구축 및 실증 평가기술 개발	실증 단지 선정/설계/구축/평가 가이드라인 개발	실증단지 안전 가이드라인 전문가 평가결과 (평가척도, 10점만점)	- 실증단지 안전 가이드라인
		적용 서비스수 달성율 (적용가능서비스수 실적/목표*100)	- 서비스 평가 결과서 - 서비스 분석서

		자율협력주행 버스 실증 달성율 (실증횟수 실적/목표*100)	- 시연
	스마트 대중교통 운영 효율성 평가 시뮬레이션 핵심기술 개발	3차년도 대비 시뮬레이션 모사 성능 향상율	- 공인기관 인증서
	스마트 대중교통 운영 이용자 편의 서비스 핵심 기술 개발	서비스 시간 준수율	- 공인기관 인증서
		실시간 수요 수락율	- 알고리즘 검증 및 평가 보고서
	스마트 대중교통 운영 효율성 평가 시뮬레이션 개발	시뮬레이션 SW의 ODP 실시간 데이터 연계 모니터링 기능을 포함한 구현 기능에 대한 확인 및 검증시험 (구현기능평가/목표*100)	- 공인기관 시험성적서
		알고리즘 결과 데이터 사용자 웹화면 표출시점까지의 시간 (100회 테스트 10초 이내 90회 이상/목표*100)	- 공인기관 시험성적서
	스마트 대중교통 운영 이용자 편의 서비스 개발	확장 API 개발 및 단체 표준화 작업 진행	- 단체표준(안) - ITS 단체표준 제안서 - ODP 인터페이스 정의 및 설계서 - ODP 구축 및 연동보고서
		사용성 분석을 통한 서비스 효율성 및 안정성 (평가척도, 10점만점)	- 공인기관 시험성적서 - 편의서비스 시제품(AOS, iOS) 개발 보고서 - 특허정보조사 보고서 2건 - 특허 출원 2건 - 특허 등록 4건
		시범서비스 인프라 연동 시험 및 시스템 검증	- 공인기관 시험성적서 - 자율협력주행 연동시스템 구축 및 연동보고서
		시스템 아키텍처 구조 및 수집 주기 개선 (수집주기 개선 테이블수 실적/목표*100)	- 공인기관 시험성적서 - 도시통합정보센터 BIS, ATMS 연계시스템 고도화 개발 보고서
	상용화를 위한 법제도 정비안 개발	자율협력주행버스 실증관련 법제적 논점 검토	- 외부 전문가 검증 보고서
		상용화 관련 법제도 정비안 도출	- 법률제개정안
		법제개선 관련 현안분석자료	- 외부 전문가 검증 보고서
	C-IPTS 데이터의 특성을 반영한 데이터 카탈로그 작성 표준 제시	CAPTAIN플랫폼에 사용되는 GIS데이터의 상호 변환 달성 1건	- 공인기관 인증서
		C-IPTS 데이터와 데이터 카탈로그와의 연계맵 작성 1건	- 공인기관 인증서
		C-IPTS 데이터 활용 및 관리 시나리오 제시 1건	- 공인기관 인증서
		대중교통 데이터, C-IPTS(리빙랩) 데이터 반영 여부 1건	- 공인기관 인증서
	자율협력주행기반 대중교통시스템 실증을 위한 세종시 대중교통시스템 운영·관리 지원	실증단지 운전자 운영관리 (운전자교육 횟수, 운행일지 작성)	- 교육시행 결과서 - 운행일지
		자율주행차 시범운행지구 실증 관련 운영 방안 마련 1건	- 전문가 검증 보고서
		자율협력주행버스 및 관제센터 등 실증단지 관리 관련 사후 활용방안 마련 1건	- 전문가 검증 보고서

(2) 정량적 연구개발성과

① 1차년도

○ 1세부과제 정량적 연구개발 성과

구분			목표	달성도(%)	비 고
국외 논문 게재	SCI		-	-	
	비SCI		-	-	
	계		-	-	
국내 논문 게재	SCI		-	-	
	비SCI		1	100	서울대학교(1건)
	계		-	-	
특허 출원	국내		2	100	현대자동차(2건)
	국외		-	-	
	계		-	-	
특허 등록	국내		-	-	
	국외		-	-	
	계		-	-	
인력 양성	석사		-	-	
	박사		-	-	
	계		-	-	
기술 이전	계약 건수		-	-	
	계약액		-	-	
	징수액		-	-	
국제 표준화	기고서 제출		-	-	
	기고서 채택		-	-	
	표준안 채택		-	-	
국내 표준화	기고서 제출		-	-	
	기고서 채택		-	-	
	표준안 채택		-	-	
등록・기탁 대상 성과물	보고서 원문		-	-	
	연구시설·장비		-	-	
	기술요약정보		-	-	
	생명자원	생명정보	-	-	
		생물자원	-	-	
		신품종	-	-	
	소프트웨어		-	-	
	화학물		-	-	
기타	시작품		1	100	현대자동차(1건)
	설계서		-	-	
	시나리오		-	-	
	가이드라인		-	-	
	보고서		3	100	에스더블유엠(2건) 현대자동차(1건)
	규제분석서		-	-	
	동향보고서		-	-	
	학술대회 발표		-	-	
	법 제정		-	-	
	정책제안		-	-	
	실증단지 선정		-	-	
	연구개발 관련 홍보		-	-	

○ 2세부과제 정량적 연구개발 성과

구분			목표	달성도(%)	비고
학술적 성과	국외 논문 게재	SCI			
		비SCI	1	100	세스트 1건
		계	**1**	**100**	
	국내 논문 게재	SCI			

		비SCI			
		계			
	국내외 학술회의 발표	학술대회 발표	0	100	한국교통연구원 1건(초과달성)
		계			
공공적 성과		법 제정			
		정책제안			
		계			
기술적 성과	특허 출원	국내	2	100	세스트 2건
		국외			
		계	**2**	**100**	
	특허 등록	국내			
		국외			
		계			
	등록·기탁 대상 성과물	보고서 원문			
		소프트웨어	1	100	세스트 1건
		계	**1**	**100**	
	시제품 제작	시작품	1	100	세스트 1건
		계	**1**	**100**	
기타		설계서	7	128	한국교통연구원 3건, 엔제로 2건 SK텔레콤 4건(초과달성 2건)
		문서			
		분석서			
		보고서			
		현장적용			
		시연			
		표준제안			
		표준제정			
		시나리오			
		가이드라인			
		시험성적서			
		계	**7**	**128**	

○ 3세부과제 정량적 연구개발 성과

구분		목표	달성도(%)	비고
특허 출원	국내	2	100	부록 3-2-1 부록 3-3-1
	국외	-	-	
	계	**2**	**100**	
논문	SCI(E)	-	초과달성 (2건)	부록 3-3-2 부록 3-3-3
	국내(일반)	2	50%	부록 3-4-4
	국외(일반)	-	-	
	계	**2**	**50%**	
기타	시나리오	5	100	부록 3-1-1
	법 제정	-	초과달성 (1건)	부록 3-1-1 (Ⅲ.연구성과)
	정책제안	-	초과달성 (1건)	부록 3-1-1 (Ⅲ.연구성과)
	학술대회 발표	-	초과달성 (7건)	부록 3-1-1 (Ⅲ.연구성과)
	연구개발 관련 홍보	-	초과달성 (3건)	부록 3-1-1 (Ⅲ.연구성과)
	가이드라인	1	100	부록 3-1-2
	파생 서비스 구상 보고서	-	초과달성 (2건)	부록 3-1-3

구분		목표	달성도(%)	비고
	서베이 보고서	1	100%	부록 3-5-1
	시나리오 도출 보고서	5	100%	부록 3-5-2
	기술 타당성 검토 보고서	1	100%	부록 3-5-3
	서비스 구성요소 분석 및 서비스 검토 도출 보고서	1	100%	부록 3-5-3
	규제분석서	1	100%	부록 3-6-1
	동향보고서	1	100%	부록 3-6-2
	계	12	100%	

② 2차년도

○ 1세부과제 정량적 연구개발 성과

구분			목표	달성도(%)	비 고
국외 논문 게재	SCI		-	-	
	비SCI		-	-	
	계		-	-	
국내 논문 게재	SCI		-	-	
	비SCI		2	115	서울대학교(2.3건)
	계				
특허 출원	국내		2	100	서울대학교(1건) 에스더블유엠(1건)
	국외		-	-	
	계		-	-	
특허 등록	국내		-	-	
	국외		-	-	
	계		-	-	
인력 양성	석사		-	-	
	박사		-	-	
	계		-	-	
기술 이전	계약 건수		-	-	
	계약액		-	-	
	징수액		-	-	
국제 표준화	기고서 제출		-	-	
	기고서 채택		-	-	
	표준안 채택		-	-	
국내 표준화	기고서 제출		-	-	
	기고서 채택		-	-	
	표준안 채택		-	-	
등록・기탁 대상 성과물	보고서 원문		-	-	
	연구시설·장비		-	-	
	기술요약정보		-	-	
	생명자원	생명정보	-	-	
		생물자원	-	-	
		신품종	-	-	
	소프트웨어		1	100	스트라드비젼(1건)
	화학물		-	-	
기타	시작품		5	100	에스더블유엠(2건) 현대자동차(3건)
	설계서		-	-	
	시나리오		-	-	
	가이드라인		-	-	
	보고서		6	233	서울대학교(5건)

구분		목표	달성도(%)	비 고
				에스더블유엠(3건) 현대자동차(5건) 스트라드비젼(1건)
	규제분석서			
	동향보고서	-		
	학술대회 발표	-	1400	서울대학교(14건)
	법 제정			
	정책제안	-		
	실증단지 선정	-		
	연구개발 관련 홍보	0	1400	서울대학교(14건)

◯ 2세부과제 정량적 연구개발 성과

구분			목표	달성도(%)	비고
학술적 성과	국외 논문 게재	SCI	3	100	한국교통연구원 2건, 세스트 1건
		비SCI			
		계	**3**	**100**	
	국내 논문 게재	SCI			
		비SCI	2	100	엔제로 2건
		계	**2**	**100**	
	국내외 학술회의 발표	학술대회 발표	0	700	한국교통연구원 5건(초과달성 5건) SK텔레콤 2건(초과달성 2건)
		계			
공공적 성과		법 제정			
		정책제안			
		계			
기술적 성과	특허 출원	국내	5	120	한국교통연구원 2건, 엔제로 2건, 세스트 2건(초과달성 1건)
		국외			
		계			
	특허 등록	국내			
		국외			
		계			
	등록・기탁 대상 성과물	보고서 원문			
		소프트웨어	4	150	세스트 2건, SK텔레콤 1건, 엠큐닉 3건(초과달성 2건)
		계			
	시제품 제작	시작품	2	100	한국교통연구원 1건, 세스트 1건
		계	**2**	**100**	
기타		설계서	4	125	한국교통연구원 2건, 엔제로 1건, 엠큐닉 1건, 세스트 1건(초과달성 1건)
		문서	1	100	SK텔레콤 1건
		분석서			
		보고서	1	300	세스트 3건(초과달성 3건)
		현장적용	4	100	한국교통연구원 2건, 엔제로 2건
		시연			
		표준제안	1	100	세스트 1건
		표준제정			
		시나리오			
		가이드라인			
		시험성적서			
		계	**10**	**140**	

◯ 3세부과제 정량적 연구개발 성과

구분	목표	달성도(%)	비고

구분			목표	달성도(%)	비고
학술적 성과	국외 논문 게재	SCI	0		
		비SCI	0		
		계	**0**		
	국내 논문 게재	SCI	0		
		비SCI	6	100.0	(총 6건) 부록 3-3-1-3(1건) 부록 3-3-1-4(1건) 부록 3-4-3-3(1건) 부록 3-6-1(1건) 부록 3-8-2(1건) 부록 3-8-3(1건)
		계	**6**	**100.0**	
	국내외 학술회의 발표	학술대회 발표	0	400.0	(총 3건) 부록 3-1-6(2건) 부록 3-8-4(1건)
		계	**0**	**400.0**	
공공적 성과		법 제정	1	200.0	(총 2건) 부록 3-6-2(1건) 부록 3-7-1(1건)
		정책제안			
		계	**1**	**200.0**	
기술적 성과	특허 출원	국내	8	125.0	(총 10건) 부록 3-3-1-5(1건) 부록 3-4-3-2(1건) 부록 3-5-3-2(6건) 부록 3-8-3(2건)
		국외			
		계	**8**	**125.0**	
	특허 등록	국내	2	150.0	(총 3건) 부록 3-1-5(2건) 부록 3-5-3-2(1건)
		국외			
		계	**2**	**150.0**	
	등록・기탁 대상 성과물	보고서 원문			
		소프트웨어	5	100	(총 5건) 부록 3-2-1-2(1건) 부록 3-4-3-1(4건)
		계	**5**	**100**	
	시제품 제작	시작품	4	100.0	(총 4건) 부록 3-1-1-2(1건) 부록 3-4-3-4(1건) 부록 3-5-1-2(1건) 부록 3-5-5(1건)
		시제품	2	100.0	(총 2건) 부록 3-5-3-7(2건)
		계	**4**	**100.0**	
기타		설계서	2	200.0	(총 4건) 부록 3-1-1-2(1건) 부록 3-5-1-1(1건) 부록 3-5-3-1(1건) 부록 3-5-3-4(1건)
		분석서	1	100.0	(총 1건) 부록 3-3-1-1(1건)
		보고서	3	266.6	(총 8건)

구분		목표	달성도(%)	비고
				부록 3-3-1-2(1건) 부록 3-5-1-2(1건) 부록 3-5-2(1건) 부록 3-5-3-3(1건) 부록 3-5-3-4(1건) 부록 3-5-3-5(1건) 부록 3-5-3-6(1건) 부록 3-5-5(1건)
	시연	1	100.0	(총 1건) 부록 3-1-3(1건)
	계	**9**	**171.4**	
합계		**35**	**131.4**	

③ 3차년도

○ 1세부과제 정량적 연구개발 성과

구분		목표	달성도(%)	비 고
국외 논문 게재	SCI	1	200	서울대학교(2건)
	비SCI	-	-	
	계	-	-	
국내 논문 게재	SCI	-	-	
	비SCI	2	150	서울대학교(3건)
	계	-	-	
특허 출원	국내	3	0	2건 4차년도 이월
	국외	-	-	
	계	-	-	
특허 등록	국내	2	50	에스더블유엠(1건) 1건 4차년도 이월
	국외	-	-	
	계	-	-	
인력 양성	석사	-	-	
	박사	-	-	
	계	-	-	
기술 이전	계약 건수	-	-	
	계약액	-	-	
	징수액	-	-	
국제 표준화	기고서 제출	-	-	
	기고서 채택	-	-	
	표준안 채택	-	-	
국내 표준화	기고서 제출	-	-	
	기고서 채택	-	-	
	표준안 채택	-	-	
등록・기탁 대상 성과물	보고서 원문	-	-	
	연구시설·장비	-	-	
	기술요약정보	-	-	
	생명자원 - 생명정보	-	-	
	생명자원 - 생물자원	-	-	
	생명자원 - 신품종	-	-	
	소프트웨어	3	100	서울대학교(1건) 스트라드비젼(2건)
	화학물			
기타	시작품	6	100	에스더블유엠(2건) 현대자동차(4건)
	설계서	-	-	

구분		목표	달성도(%)	비 고
	시나리오	-	-	
	가이드라인	-	-	
	보고서	5	260	서울대학교(3건) 에스더블유엠(5건) 현대자동차(2건)
	규제분석서	-	-	
	동향보고서	-	-	
	학술대회 발표	-	-	
	법 제정	-	-	
	정책제안	-	-	
	실증단지 선정	-	-	
	연구개발 관련 홍보	-	-	

○ 2세부과제 정량적 연구개발 성과

구분			목표	달성도(%)	비고
학술적 성과	국외 논문 게재	SCI	-	200	초과달성 1건(한국교통연구원), 논문(일반)을 논문(SCI)로 상향달성 1건(세스트)
		비SCI	1		
		계	**1**	**200(2건)**	
	국내 논문 게재	SCI			
		비SCI			
		계			
	국내외 학술회의 발표	학술대회 발표	0	200	한국교통연구원 2건(초과달성 2건)
		계	**0**	**200**	
공공적 성과		법 제정			
		정책제안			
		계			
기술적 성과	특허 출원	국내	4	100	세스트 1건, 엠큐닉 3건
		국외			
		계	**4**	**100**	
	특허 등록	국내	2	200	세스트 1건, 엔제로 1건 한국교통연구원 3건(초과달성 2건, 4차년 목표 조기달성 1건)
		국외			
		계	**2**	**200**	
	등록・기탁 대상 성과물	보고서 원문			
		소프트웨어	10	100	세스트 1건, 한국교통연구원 2건, 엔제로 3건, 엠큐닉 4건
		계	**10**	**100(10건)**	
	시제품 제작	시작품			
		계			
기타		설계서			
		문서			
		분석서			
		보고서	3	500	세스트 3건(초과달성 2건) 한국교통연구원 5건(초과달성 4건), 엔제로 3건(초과달성 3건), 엠큐닉 2건(초과달성 2건) SK텔레콤 1건, 지오스토리 1건
		현장적용	2	150	엔제로 3건(초과달성 1건)
		시연			
		표준제안	1	100	세스트 1건
		표준제정	0	100	세스트 1건(초과달성 1건)
		시나리오			
		가이드라인			

	시험성적서	1	300	세스트 2건(초과달성 1건), 엠큐닉 1건(초과달성 1건)
	연구관련홍보			세스트 1건(초과달성 1건)
	계	**17**	**129**	

○ 3세부과제 정량적 연구개발 성과

구분			목표	달성도(%)	비고
학술적 성과	국외 논문 게재	SCI	0		
		비SCI	0		
		계	**0**		
	국내 논문 게재	SCI	0		
		비SCI	6	83.3	(총 5건) 부록 3-3-1-3(1건) 부록 3-3-1-4(1건) 부록 3-4-3-3((기간내미달성) 부록 3-6-1(1건) 부록 3-8-2(1건) 부록 3-8-3(1건)
		계	**6**	**83.3**	
	국내외 학술회의 발표	학술대회 발표	0	400.0	(총 3건) 부록 3-1-6(2건) 부록 3-8-4(1건)
		계	**0**	**400.0**	
공공적 성과		법 제정	1	200.0	(총 2건) 부록 3-6-2(1건) 부록 3-7-1(1건)
		정책제안			
		계	**1**	**200.0**	
기술적 성과	특허 출원	국내	8	125.0	(총 10건) 부록 3-3-1-5(1건) 부록 3-4-3-2(1건) 부록 3-5-3-2(6건) 부록 3-8-3(2건)
		국외			
		계	**8**	**125.0**	
	특허 등록	국내	2	150.0	(총 3건) 부록 3-1-5(2건) 부록 3-5-3-2(1건)
		국외			
		계	**2**	**150.0**	
	등록・기탁 대상 성과물	보고서 원문			
		소프트웨어	5	100	(총 5건) 부록 3-2-1-2(1건) 부록 3-4-3-1(4건)
		계	5	100	
	시제품 제작	시작품	4	100.0	(총 4건) 부록 3-1-1-2(1건) 부록 3-4-3-4(1건) 부록 3-5-1-2(1건) 부록 3-5-5(1건)
		시제품	2	100.0	(총 2건) 부록 3-5-3-7(2건)

구분		목표	달성도(%)	비고
	계	4	100.0	
기타	설계서	2	200.0	(총 4건) 부록 3-1-1-2(1건) 부록 3-5-1-1(1건) 부록 3-5-3-1(1건) 부록 3-5-3-4(1건)
	분석서	1	100.0	(총 1건) 부록 3-3-1-1(1건)
	보고서	3	266.6	(총 8건) 부록 3-3-1-2(1건) 부록 3-5-1-2(1건) 부록 3-5-2(1건) 부록 3-5-3-3(1건) 부록 3-5-3-4(1건) 부록 3-5-3-5(1건) 부록 3-5-3-6(1건) 부록 3-5-5(1건) 부록 3-8-1(1건)
	시연	1	100.0	(총 1건) 부록 3-1-3(1건)
	계	9	171.4	
합계		35	131.4	

④ 4차년도

○ 1세부과제 정량적 연구개발 성과

구분		목표	달성도(%)	비 고
국외 논문 게재	SCI	1	100	서울대학교(1건)
	비SCI	-	-	
	계	-	-	
국내 논문 게재	SCI	-	-	
	비SCI	2	50	서울대학교(1건)
	계	-	-	
특허 출원	국내	4	100	서울대학교(1건) 에스더블유엠(3건)
	국외	-	-	
	계	-	-	
특허 등록	국내	4	75	서울대학교(1건) 에스더블유엠(2건)
	국외	-	-	
	계	-	-	
인력 양성	석사	-	-	
	박사	-	-	
	계	-	-	
기술 이전	계약 건수	-	-	
	계약액	-	-	
	징수액	-	-	
국제 표준화	기고서 제출	-	-	
	기고서 채택	-	-	
	표준안 채택	-	-	
국내 표준화	기고서 제출	-	-	
	기고서 채택	-	-	
	표준안 채택	-	-	
등록・기탁 대상 성과물	보고서 원문	-	-	
	연구시설·장비	-	-	

구분			목표	달성도(%)	비 고
	기술요약정보		-	-	
	생명자원	생명정보	-	-	
		생물자원	-	-	
		신품종	-	-	
	소프트웨어		1	200	서울대학교(1건) 스트라드비젼(1건)
	화학물		-	-	
기타	시작품		3	100	현대자동차(3건)
	설계서		-	-	
	시나리오		10	100	에스더블유엠(10건)
	가이드라인		-	-	
	보고서		2	100	에스더블유엠(1건) 스트라드비젼(1건)
	규제분석서		-	-	
	동향보고서		-	-	
	학술대회 발표		-	-	
	법 제정		-	-	
	정책제안		-	-	
	실증단지 선정		-	-	
	연구개발 관련 홍보		-	-	

◯ 2세부과제 정량적 연구개발 성과

구분			목표	달성도(%)	비고
학술적 성과	국외 논문 게재	SCI	1	200	한국교통연구원 1건(초과달성) 세스트 1건(완료예정)
		비SCI	1	100	세스트 1건(완료예정)
		계	**2**	**150**	
	국내 논문 게재	SCI			
		비SCI			
		계			
	국내외 학술회의 발표	학술대회 발표	0	200	세스트 1건(초과달성), 한국교통연구원 1건(초과달성)
		계			
공공적 성과		법 제정			
		정책제안			
		계			
기술적 성과	특허 출원	국내	2	100	세스트 1건, 엠큐닉 1건
		국외			
		계			
	특허 등록	국내	3	100	세스트 2건, 엔제로 1건
		국외			
		계			
	등록・기탁 대상 성과물	보고서 원문			
		소프트웨어	8	113	세스트 3건(초과달성 1건), 한국교통연구원 2건 엔제로 3건, 엠큐닉 1건
		계			
	시제품 제작	시작품	1	100	한국교통연구원 1건
		계			
기타		설계서	0	200	한국교통연구원 2건(초과달성)
		문서			
		분석서			
		보고서	5	160	세스트 2건(초과달성예정 2건) 한국교통연구원 1건, 엔제로 3건, 엠큐닉 2건(초과달성 1건)

	현장적용		500	한국교통연구원 5건(초과달성)
	시연			
	표준제안			
	표준제정	1	100	세스트 1건
	시나리오			
	가이드라인			
	시험성적서	2	200	한국교통연구원 2건(초과달성), 엔제로 1건, 엠큐닉 1건
	연구관련홍보	0	100	세스트 1건(초과달성)
	규격서	0	100	세스트 1건(초과달성예정)
	계	**8**	**275**	

○ 3세부과제 정량적 연구개발 성과

구분			목표	달성도(%)	비고
국외 논문 게재	SCI		1	100	
	비SCI				
	계		**1**	**100**	
국내 논문 게재	SCI				
	비SCI		6	100	
	계		**6**	**100**	
특허 출원	국내		2	100	
	국외				
	계		**2**	**100**	
특허 등록	국내		4	100	
	국외				
	계		**4**	**100**	
국제 표준화	기고서 제출				
	기고서 채택				
	표준안 채택				
국내 표준화	기고서 제출		0	200	표준제안 1건 초과달성
	기고서 채택				
	표준안 채택				
등록・기탁 대상 성과물	보고서 원문				
	연구시설·장비				
	기술요약정보				
	생명자원	생명정보			
		생물자원			
		신품종			
	소프트웨어		4	100	
	화학물				
	계		**4**	**100**	
기타	시작품				
	가이드라인		1	100	
	분석서				
	보고서		3	267	보고서 5건 초과달성
	시제품				
	시나리오				
	시연		1	100	
	현장적용		1	100	
	학회홍보				
	시험성적서				
	법률제개정안		1	100	
	계		**7**	**171**	
합 계			**24**	**125**	

(3) 세부 정량적 연구개발성과

[과학적 성과]

□ 논문(국내외 전문 학술지) 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCIE 여부 (SCIE/비SCIE)	게재일	등록번호 (ISSN)	기여율
1	다중 슬라이딩 모드 관측기를 이용한 모델 예측 기반 종방향 자율주행 센서 고장 탐지 알고리즘	대한기계학회논문집A	오광석	32	한국	대한기계학회	비SCI	2019.03		
2	안전 영역 기반 자율주행 차량용 주행 경로 생성 및 추종 알고리즘 성능평가 연구	자동차안전학회지	유진수	11	한국	한국자동차안전학회	비SCI	2019.06		
3	자율주행 인지를 위한 마코브 모델 기반의 정지 장애물 추정 연구	자동차안전학회지	윤정식	11	한국	한국자동차안전학회	비SCI	2019.06		
4	자율주행 차량을 위한 종경사 추정기 연구	자동차안전학회지	조아라	4	한국	한국자동차안전학회	비SCI	2019.12		
5	A New Control Approack for Automtaed Drifting in Consideration of the Driving Characteristics of an Expert Human Driver	Control Engineering Practice	Eunhyek Joa	96	Netherlands	Elsevier	SCI	2020.03		
6	Machine Learning-based Estimation for Tilted Mounting angle of Automotive Radar Sensor	IEEE Sensors Journal	Jung Jaehoon	20(6)	USA	IEEE	SCI	2020.05		
7	자율주행 버스의 종방향 제어를 위한 질량 및 종경사 추정기 개발	자동차안전학회지	조아라	2	한국	한국자동차안전학회	비SCI	2020.06		
8	자율주행 경로 추종 성능 개선을 위한 차량 조향 시스템 특성 분석	자동차안전학회지	김창희	2	한국	한국자동차안전학회	비SCI	2020.06.		
9	CNN-based estimation of heading direction of vehicle using automotive radar sensor	IET Radar, Sonar & Navigation	Sohee Lim	15	영국	Wiley	SCI	2021.04		
10	A control strategy for efficient slip ratio regulation of a pneumatic brake system for commercial vehicles	Proc. IMecheE PArt D	Jayu Kim	22	영국	Saga	SCI	2021.07		

11	Interaction-Aware Probabilistic Trajectory Prediction of Cut-In Vehicles Using Gaussian Process for Proactive Control of Autonomous Vehicles	IEEE Access	Youngmin Yoon	9	USA	IEEE	SCI	2021.04		
12	Target Vehicle Motion Prediction-Based Motion Planning Framework for Autonomous Driving in Uncontrolled Intersections	IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems	Yonghwan Jeong	22	USA	IEEE	SCI	2021.01		
13	Virtual Target-Based Longitudinal Motion Planning of Autonomous Vehicles at Urban Intersections: Determining Control Inputs of Acceleration with Human Driving Characteristic-Based Constraints	IEEE Vehicular Technology Magazine	Jinsoo You	16	USA	IEEE	SCI	2021.09		
14	혼잡 교통류에서의 V2V 기반 Cut-in 차량 양보 거동 계획 알고리즘	자동차안전학회지	김창희	4	한국	한국자동차안전학회	비SCI	2021.12		
15	자율주행을 위한 라이다 기반의 실시간 그라운드 세그멘테이션 알고리즘	자동차안전학회지	이아영	4	한국	한국자동차안전학회	비SCI	2021.12		
16	V2V 통신 기반 교차로 구간 타겟 인지 및 종방향 모션 계획	자동차안전학회지	김동영	4	한국	한국자동차안전학회	비SCI	2021.12		
17	An Adaptive EKF based Sensor Fusion Method for Lane-level Vehicle Positioning	Sensors	Rinara Woo, Dae-Wha Seo	-	스위스	MDPI	비SCIE	투고 완료 (2018)	-	
18	A Fuzzy-Innovation-Based Adaptive Kalman Filter for Enhanced Vehicle Positioning in Dense Urban Environments	Sensors	Rinara Woo, Eun-Ju Yang, Dae-Wha Seo	19	스위스	MDPI	SCIE	2019.03	1424-8220	100%

19	Impact of Autonomous-Vehicle-Only Lanes in Mixed Traffic Conditions	Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board	Hwapyeong Yu	2673(9)	미국	Transportation Research Board	SCI	2019.05	-	
20	Development of Risk Predictive Collision Avoidance System and Its Impact on Traffic and Vehicular Safety	Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board	Donghoun Lee	2673(7)	미국	Transportation Research Board	SCI	2019.06	-	
21	상태기반 유지보수 기법을 적용한 차량고장 진단 및 예측 시스템 연구	한국ITS학회 논문지	송길종	제4호	대한민국	(사)한국ITS학회	비SCIE	2019.08	1738-0774;2384-1729	100%
22	GPS 운행궤적정보를 이용한 표준링크기반 통행속도 산출 시스템 연구	한국ITS학회 논문지	송길종	제5호	대한민국	(사)한국ITS학회	비SCIE	2019.10	1738-0774;2384-1729	100%
23	Implementation and Performance Evaluation for DSRC-based Vehicular communication system	IEEE Access	Jung-Kyu Bae, Myung-Chul Park, Eun-Ju Yang, Dae-Wha Seo	9	미국	IEEE	SCIE	2020.12	2169-3536	100%
24	Sectional Information-Based Collision Warning System Using Roadside Unit Aggregated Connected-Vehicle Information for a Cooperative Intelligent Transport System	Journal of Advanced Transportation	Sehyun Tak	2020	Egypt	Hindawi Limited	SCI	2020.07	-	
25	신호현시 정보 제공 시스템의 시간지연 특성 연구	자동차안전학회지	배정규 서경덕 서우창 양은주 서대화	제1호	대한민국	한국자동차안전학회	비SCIE	2022.03	–	
26	LTE 기반 차량용 V2X 통신단말에 대한 신호 교차로 C-ITS 메시지의 타이밍 데이터 최적화 기법	자동차안전학회지	박수인 서우창 양은주 서대화	제1호	대한민국	한국자동차안전학회	비SCIE	2022.03	–	
27	Development of AI-Based Vehicle Detection and Tracking System for C-ITS Application	Journal of Advanced Transportation	Sehyun Tak	2021	Egypt	Hindawi Limited	SCI	2021.08	-	
28	Measuring Health of Highway Network Configuration against Dynamic Orgin-Destination Demand Network using Weighted Complex Network Analysis	PLOS ONE	탁세현	13(11)	US	PLOS	SCI(E)	2018.11		

29	A Comparison Analysis of Surrogate Safety Measures with Car-Following Perspectives for Advanced Driver Assistance System	Journal of Advanced Transportation	탁세현	Volume 2018	United Kingdom	Hindawi	SCI(E)	2018.11		
30	도로 인프라 수준을 고려한 자율주행 기반 모빌리티 서비스 도입 방향 고찰	한국ITS학회 논문지	탁세현	18 (5)	대한민국	한국ITS학회	비SCI	2019.10		
31	인공신경망을 활용한 V2I2V 통신 기반 차량 추돌방지 지원 서비스 개발	한국ITS학회 논문지	탁세현	18 (5)	대한민국	한국ITS학회	비SCI	2019.10		
32	Impact of Autonomous-Vehicle-Only Lanes in Mixed Traffic Conditions	Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board	Hwapyeong Yu	2673(9)	미국	Transportation Research Board	SCI	2019.05	0361-1981	100%
33	Development of Risk Predictive Collision Avoidance System and Its Impact on Traffic and Vehicular Safety	Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board	Donghoun Lee	2673(7)	미국	Transportation Research Board	SCI	2019.06	0361-1981	100%
34	보행자 특성을 고려한 예측형 보행자 충돌 경고 서비스 개발	한국ITS학회 논문지	가동호	Vol.18, No.3	대한민국	한국ITS학회	비SCI	2019.06	1738-0774	100%
35	딥러닝 기반의 도시 지역 차량궤적 예측 알고리즘 개발 연구	대한교통학회지	최성진	Vol.37, No.5	대한민국	대한교통학회	비SCI	2019.09	1299-1366	100%
36	예측 행태를 고려한 보행자 경로 계획 모형	대한교통학회지	김정윤	Vol.37, No.5	대한민국	대한교통학회	비SCI	2019.10	1299-1366	100%
37	자율주행자동차 기술 및 서비스 실증에 대한 특례에 관한 소고	법조	이재훈	68권 5호	대한민국	법조협회	비SCI	2019.10	1598-4729	
38	자율주행자동차 관련 국내 법제 동향	경제규제와 법	이재훈	12권2호	대한민국	서울대학교 법학연구소	비SCI	2019.11	2005-0372	
39	교통 분야 Data 관리와 공유를 위한 DCAT 기반 Data Catalogue 표준 연구:DCAT-Trans	대한교통학회지	신도겸	37 (5)	대한민국	대한교통학회	비SCI	2019.11	1229-1366	100%
40	BRT 구간에서의 자율주행실증을 위한 행정법제 개선 방안 연구	과학기술법연구	이재훈	26-3	대한민국	한남대학교 과학기술과법 연구원	비sci	2020.08	-	

41	주성분분석을 이용한 기종점 데이터의 압축 및 주요 패턴 도출에 관한 연구	한국ITS학회 논문지	김정윤	Vol.19 No.4	대한민국	한국ITS학회	비SCI	2020.08	1738-0774	100%
42	수요응답형 대중교통체계를 위한 클러스터링 기반의 다중차량 경로탐색 방법론 연구	한국ITS학회 논문지	김지후	Vol.19 No.5	대한민국	한국ITS학회	비SCI	2020.10	1738-0774	100%
43	디지털운행기록장치 데이터를 활용한 세종시 버스 유형별 위험운전 행동 분석	대한교통학회지	박은미	38(6)	대한민국	대한교통학회	비SCI	2020.12	1229-1366	100%
44	데이터 카탈로그 실증을 위한 교통데이터 서비스 개발	대한교통학회지	박은미	38(6)	대한민국	대한교통학회	비SCI	2020.12	1229-1366	100%
45	TrajGAIL: Generating urban vehicle trajectories using generative adversarial imitation learning	Transport Reasearch Part C	Seongjin Choi	128	United Kingdom	Elsevier	SCI	2021.07	0968-090X	100%
46	기계학습과 시뮬레이션 기법을 융합한교통 상태 예측 방법 개발 연구	한국ITS학회 논문지	김예은	Vol.20 No.5	대한민국	ITS학회지	비SCI	2021.10	1738-0774	100%
47	Specific Area Style Transfer on Real-Time Video	IJITEE	GeunTae Kim Hyunmin Kim HyungHwa Ko	Volume-10 Issue-5, March 2021	인도	IJITEE	비SCIE)	2021.03	2278-3075	100%
48	독일 자율주행법(Gesetz zum autonomen Fahren)에 대한 일고찰	공법학연구	이재훈	22-3	대한민국	한국비교공법학회	비sci	2021.08	-	
49	교통데이터 특성을 고려한 RDF 메타데이터 속성 및 어휘 정의	대한교통학회지	박은미	40(1)	대한민국	대한교통학회	비SCI	2022.02.28	1229-1336	100%
50	교통데이터 유통을 위한 RDF 메타데이터 그래프 구축방안	한국ITS학회 논문지	박은미	20(6)	대한민국	한국ITS학회	비SCI	2021.12.31	1738-0774	100%
51	Specific Area Style Transfer on Real-Time Video	International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)	김현민	Volume-10 Issue-5, March 2021	인도	International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)	비SCI	2021.03	2278-3075	100%

□ 국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표 내용	발표자	발표 일시	장소	국명
1	한국자동차안전학회 추계학술대회	자율주행 인지를 위한 베이지안 필터 기반 정지 장애물 맵 생성 연구	윤정식	2018.11.8~9	호텔인터불고 원주	한국
2	한국자동차안전학회 추계학술대회	도심 환경에서 이동 차량 추적을 위한 LiDAR/Radar 퓨전 시스템	이호준	2018.11.8~9	호텔인터불고 원주	한국
3	한국자동차안전학회 추계학술대회	자율주행 차량을 위한 주행 영역 기반 주행 경로 생성 및 추종 알고리즘	유진수	2018.11.8~9	호텔인터불고 원주	한국
4	한국자동차안전학회 추계학술대회	차량의 자율주행을 위한 레이저 스캐너와 비전 센서의 퓨dpp전을 통한 보행자 상태 추정 성능 개선 알고리즘 개발	서호태	2018.11.8~9	호텔인터불고 원주	한국

5	대한기계학회 추계학술대회	자율주행 버스를 위한 모델 독립식 종 방향 가속도 제어기의 동특성 연구	조아라	2018.12.12~15	강원랜드 컨벤션센터	한국
6	자동차안전학회 춘계학술대회	서포트 벡터 머신을 이용한 운전자 차선변경 의도 판단에 따른 주변차량 미래거동 예측	박종철	2019.05.02	서울시립대학교	한국
7	자동차안전학회 춘계학술대회	자율주행 차량의 다중 타겟 상황 하 선행 차량 추종 경로 계획	서장필	2019.05.02	서울시립대학교	한국
8	자동차안전학회 춘계학술대회	공압 브레이크 특성을 고려한 상용 차량 요 안정성 제어	송민주	2019.05.02	서울시립대학교	한국
9	자동차안전학회 춘계학술대회	다중 보행자 인지 및 추적을 위한 센서 융합 알고리즘 개발	문종식	2019.05.03	서울시립대학교	한국
10	자동차안전학회 춘계학술대회	자율주행 버스의 종방향 제어를 위한 질량 및 종 경사 추정기 개발	조아라	2019.05.03	서울시립대학교	한국
11	자동차안전학회 춘계학술대회	전륜 인휠모터 후륜구동 eLSD 차량의 토크벡터링 엑츄에이터 모델링 및 선회 민첩성을 위한 요모멘트 제어	차현수	2019.05.03	서울시립대학교	한국
12	자동차안전학회 춘계학술대회	포인트 클라우드 데이터 기반 강우 조건에 의한 자율주행 차량 라이다 센서의 성능 저하 현상 분석	윤영민	2019.05.03	서울시립대학교	한국
13	자동차안전학회 춘계학술대회	보행자 확률 모델 기반의 자율주행 차량 종방향 거동 계획	김유진	2019.05.03	서울시립대학교	한국
14	자동차안전학회 추계학술대회	AVM 정지선인지기반 도심환경 종방향 측위보정 알고리즘	김종호	2019.11.07	국토교통인재개발원	한국
15	자동차안전학회 추계학술대회	자율주행 경로 추종 성능 개선을 위한 차량 조향 시스템 특성 분석	김창희	2019.11.07	국토교통인재개발원	한국
16	자동차안전학회 추계학술대회	V2I통신을 이용한 교차로 신호 정보 기반 자율주행 차량 종방향 속도 계획	유진수	2019.11.07	국토교통인재개발원	한국
17	자동차안전학회 추계학술대회	로봇 운영체제 기반 자율주행 차량 고장-안전 통합 알고리즘 개발	윤영민	2019.11.07	국토교통인재개발원	한국
18	자동차안전학회 추계학술대회	자율주행 차량을 위한 종경사 추정기 연구	조아라	2019.11.07	국토교통인재개발원	한국
19	자동차안전학회 춘계학술대회	자율주행을 위한 라이다 기반의 실시간 그라운드 세그멘테이션 알고리즘	이아영	2021.04.29	강릉 세인트존스호텔	한국
20	자동차안전학회 춘계학술대회	V2V 통신 기반 교차로 구간 타겟 인지 및 종방향 모션 계획	김동영	2021.04.29	강릉 세인트존스호텔	한국
21	자동차안전학회 추계학술대회	자율주행을 위한 이미지 기반의 실시간 다중 객체 추적 시스템	이아영	2021.10.28	여수소노캄호텔	한국
22	자동차안전학회 추계학술대회	자율주행 자동차 GPS의 고장 안전 알고리즘 개발	노한석	2021.10.28	여수소노캄호텔	한국
23	대구 국제 미래자동차엑스포	자율주행차량의 안전 및 서비스 성능 강화를 위한 C-ITS의 역할	탁세현	2018.11.02	EXCO	한국
24	2019 TRB Annual Meeting	Development of Risk Predictive Collision Avoidance System and Impact on Traffic and Vehicular Safety	탁세현	2019.01.14	워싱턴DC	미국
25	2019년 한국ITS학회 춘계학술대회	안전한 자율주행 지원을 위한 도로환경 평가에 관한 연구	탁세현	2019.04.19	제주도	한국
26	2019년 한국ITS학회 춘계학술대회	C-ITS 서비스 만족도 개선을 위한 미시적 차량 정보 및 거시적 V2I2V 통신 정보를 활용한 충돌 경고 서비스에 관한 연구	윤진수	2019.04.19	제주도	한국
27	2019 ITS World Congress	Role of the Digital Infrastructure for Future Multi-Modal Autonomous Transit Service	여화수	2019.10.21	싱가포르	싱가포르
28	2019년 한국ITS학회 추계학술대회	특이값 분해(SVD)를 활용한 대중교통 출발-도착 데이터의 저장/처리 및 분석에 관한 연구	탁세현	2019.11.15	강릉	한국
29	2019 NDS Conference	Building Coorperative Automated Public Transportation System and HD Map	조승모	2019.06.14	뮌헨	독일
30	대한전기학회 제 50회 하계학술대회	딥러닝 기반의 라이다 오도메트리 추정기법	현수환	2019.07.11	고성	한국
31	대한교통학회 제83회 학술발표회	C-ITS 데이터 수집·분석을 위한 플랫폼 및 표출 기술에 관한 연구	윤진수	2020.10.30	강릉 세인트존스호텔	한국

32	대한교통학회 제83회 학술발표회	고속도로 기하구조에 따른 자율주행차량의 주행 안전성 분석	김사리	2020.10.30	강릉 세인트존스호텔	한국
33	대한교통학회 제84회 학술발표회	인프라 탐지정보를 활용한 자율협력주행버스 적정주행속도 제공에 관한 연구	김사리	2021.02.26	서울 SETEC 컨벤션센터	한국
34	2021 한국자동차안전학회 춘계학술대회	자율협력주행 대중교통을 위한 V2X 통신 기술	양은주	2021.04.30	강릉 세인트존스 호텔	한국
35	제81회 대한교통학회 학술대회	C-IPTS 기반 개방형 빅데이터 플랫폼 구상	신도겸	2019.09.27	여수엑스포 컨벤션센터	한국
36	2019 한국ITS학회 춘계학술대회	정류장 및 교차로에서의 버스차량별 지체 산출에 관한 연구	조아해	2019.04.19	제주한라대학교	한국
37	The 11th International Conference on Ambient Systems, Networks and Technologies (ANT-2020)	Extended Urban Cell Transmission Model Using Agent-based Modeling	Yeeun Kim	2020.04.06	Warsaw, Poland	폴란드
38	2020년 한국ITS학회 추계학술대회	수요응답형 대중교통 시스템 효율성 향상을 위한 다중차량 경로탐색 방법론 연구	김지후	2020.11.20	제주	대한민국
39	2020년 한국ITS학회 추계학술대회	도시 교통 시뮬레이션을 위한 중시 CTM 개발 및 검증	김예은	2020.11.20	제주	대한민국
40	2020년 한국ITS학회 추계학술대회	전이 가능한 교통신호 제어 모델의 개발: 그래프 표현 기반의 강화학습 활용	윤진원	2020.11.19	제주	대한민국
41	2020년 한국ITS학회 추계학술대회	모방학습 기반 차량궤적 생성모델 개발	최성진	2020.11.19	제주	대한민국
42	2020년 한국ITS학회 추계학술대회	영상 정보를 활용한 deep LSTM 신경망 및 통계적 추론 기법 기반의 차량 및 보행자의 잠재적 위험 영역 추정 시스템	노병준	2020.11.19	제주	대한민국
43	2020년 한국ITS학회 추계학술대회	주성분 분석을 이용한 기종점 데이터 복원 및 압축 방법론 연구	김정윤	2020.11.19	제주	대한민국
44	제83회 대한교통학회 학술대회	세종시 DTG 데이터를 활용한 차종별 위험운전 행동 분석	이상화, 박은미, 강정현, 전성옥	2020.10.30	강릉 세인트존스 호텔	대한민국
45	제83회 대한교통학회 학술대회	자율주행차량의 안전모니터링을 위한 데이터 수집 주기 산정에 관한 연구	이지원, 탁세현, 윤진수, 강경표	2020.10.30	강릉 세인트존스 호텔	대한민국
46	제83회 대한교통학회 학술대회	특이값 분해(SVD)를 활용한 대중교통 출발-도착 데이터의 통행 특성 분석에 관한 연구	탁세현, 김정윤, 윤진원, 여화수	2020.10.30	강릉 세인트존스 호텔	대한민국
47	2021년 한국ITS학회 춘계학술대회	영상 기반의 차량-보행자간 잠재적 위험 인식 및 위험도 분류 시스템	노병준	2021.04.23	강릉	대한민국
48	2021년 한국ITS학회 춘계학술대회	안전한 자율주행을 위한 도로 등급화 연구	유화평	2021.04.23	강릉	대한민국

□ 보고서 원문

번호	연도	보고서 명	발간일	등록 번호
1	2018	대중교통 자율협력주행을 위한 기술 동향 조사 및 중소형 버스 기본 설계 보고서	2018.11	
2	2018	중소형 버스 자율주행 알고리즘 적용 연구 보고서	2018.11	
3	2018	중소형 버스 센서 고장 진단/대응을 위한 기반기술 조사 보고서	2018.11	
4	2018	중소형 디젤버스 조향제어 시스템 검토 및 협조제어 사양 개발	2018.11	
5	2018	중소형 디젤버스 구동/제동 시스템 협조제어 사양 개발	2018.11	
6	2019	대형 버스 기본설계	2019.11	
7	2019	중소형 버스 인지 및 측위 알고리즘 적용	2019.11	
8	2019	중소형 버스 지정 경로 기반 경로 추종 제어 기능 개발	2019.11	
9	2019	대형 버스 판단 및 제어 알고리즘 적용 방안 검토 및 해석	2019.11	
10	2019	중소형 버스 센서 고장 진단/대응 기술 개발	2019.11	
11	2019	중소형 디젤버스 조향제어 시스템 검증	2019.11	
12	2019	중소형 디젤버스 구동/제동 시스템 협조제어 사양	2019.11	
13	2019	대형 전기버스 조향제어 시스템 검토 보고서	2019.11	
14	2019	대형 전기버스 조향 협조제어 사양	2019.11	
15	2019	대형 전기버스 구동/제동 시스템 협조제어 사양	2019.11	
16	2019	중소형버스(쏠라티)전용 인지환경 설치 키드 설계	2019.11	
17	2019	비상정지 제동장치 개발	2019.11	
18	2019	전기 자율주행차량 전력관리 장비 개발	2019.11	
19	2019	Armstrong 자율주행 SW플랫폼 설계	2019.11	
20	2019	HDMap Engine 설계	2019.11	
21	2020	대형버스 인지 및 측위 알고리즘 개발 및 적용 주행환경 인지/측위 알고리즘 적용	2020.11	
22	2020	중소형 전기버스 지정경로 기반, 경로 추종 제어 기능 개발 및 적용	2020.11	
23	2020	대형버스 지정 경로 기반 경로 추종 제어 기능 개발 및 적용	2020.11	
24	2020	중소형 전기버스 센서 고장 진단/대응기술 개발 및 적용	2020.11	
25	2020	대형버스센서 고장 진단/대응기술 개발 및 적용	2020.11	
26	2020	HD MAP 활용 복합측위 알고리즘 개발 및 적용	2020.11	
27	2020	V2X 통신 및 관제센터 정보, 센서정보 통합 대형 버스 교차로 판단 알고리즘 개발 및 적용	2020.11	
28	2020	관제센터 정보 기반 중소형 버스 실시간 노선 변경 대응 경로 추종 알고리즘 개발 및 적용	2020.11	
29	2020	중소형/대형 전기버스 조향시스템 협조제어사양 및 검증	2020.11	
30	2020	중소형/대형 전기버스 구동/제동시스템 협조제어사양 및 검증	2020.11	
31	2020	다수 차량 자율주행시스템 버전 관리를 위한 OTA 업데이트 시스템 구축	2020.11	
32	2020	자율주행 SW 탑재 Computing HW 플랫폼 이중화 시스템 구축	2020.11	
33	2020	자율협력주행 기반 대중교통 이용 편의성 확보를 위한 승객용 HMI 개발	2020.11	
34	2020	자율주행시스템 작동 및 조작편의성 확보를 위한 운전자용 HMI 개발	2020.11	
35	2020	HD Map Engine 인터페이스 개발	2020.11	
36	2020	대형버스 전용 인지환경 설치 키트 개발	2020.11	
37	2021	자율협력주행 취약시나리오 DB화	2021.11	

[기술적 성과]

□ 지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신품종, 프로그램)

번호	구분	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원			등록			기여율	활용 여부
				출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호		
1	특허	PCC(MCC) 정보를 이용한 종방향 차량 안전제어	한국	현대자동차	18.09.17	10-2018-0110649				100%	
2	특허	차량의 자율주행 제어 장치 및 방법	한국	현대자동차	18.12.10	10-2018-0158618				100%	
3	특허	버스 카드 단말기를 활용한 적응형 순항 제어 장치 및 방법	한국	이경수, 조아라	19.10.31	10-2019-0137767				100%	
4	특허	적응형 순항 제어를 위한 버스의 종방향 가속도 제어 방법 및 이를 수행하기 위한 시스템	한국	이경수, 조아라	20.04.06	10-2020-0041701	이경수, 조아라	21.02.17	10-2219366-0000	100%	
5	특허	자율주행 버스의 승객 승하차 보조 시스템	한국	이경수, 조아라	21.04.06	10-2021-0044553				100%	
6	특허	자율주행차량의 차간거리 인식장치	한국	에스더블유엠	21.04.27	10-2021-0054383					
7	특허	고정밀도로지도 내 객체 고도값 예측 방법	한국	에스더블유엠	21.10.20	10-2021-0139961					
8	특허	전자식 동력조형장치의 토오크 제어방법	한국	에스더블유엠	21.10.20	10-2021-0139956					
9	특허	자가진단 기능을 갖는 차량 비상제동 장치	한국				에스더블유엠	21.06.11	10-2266048-0000		
10	특허	노변 기지국의 송신 전력 제어 장치 및 방법	대한민국	서대화 배정규 양은주	18.12.03	10-2018-0153651	서대화 배정규 양은주	21.06.21	10-2269206	100%	-
11	특허	WAVE 기반의 교통정보 처리 시스템 및 이를 이용한 교통정보 처리방법	대한민국	서대화 정미나 김치성 양은주	18.11.23	10-2018-0146268	-	-	-	100%	-
12	특허	V2X 통신 시스템 및 그 처리 방법	대한민국	서대화 정미나 양은주	19.08.28	10-2019-0105853	정미나 양은주 서대화	20.04.17	10-2103823	100%	-
13	특허	WAVE 기반 신호위반차량 감지시스템 및 그 감지방법	대한민국	서우창 박수인 양은주 서대화	19.10.07	10-2019-0123628	-	-	-	100%	-
14	특허	보행자 충돌 경고 시스템 및 방법	한국	탁세현 이동훈 김사리	19.10.31	10-2019-0137410	탁세현 이동훈 김사리	20.04.10	10-2101986	100%	N
15	특허	실시간 추돌 경고 시스템 및 방법	한국	탁세현 이동훈 윤진수	19.10.31	10-2019-0137396	탁세현 이동훈 윤진수	20.04.10	10-2101975	100%	N
16	특허	자율주행 대중버스에 대한 실시간 버스 신뢰성 통합지표 모니터링 시스템 및 방법	대한민국	㈜엔제로	19.08.28	10-2019-0105968	㈜엔제로	20.07.31	10-2141988	100%	-
17	특허	자율주행 대중버스에 대한 차량 고장 진단 및 예측 방법	대한민국	㈜엔제로	19.08.28	10-2019-0105972	㈜엔제로	21.01.12	10-2204199	100%	-
18	특허	전자지도를 이용한 교차로 차로정보 생성방법	대한민국	박은미 양은주 정미나 서대화	20.10.05	10-2020-0127850	박은미 양은주 정미나 서대화	21.09.10	10-2303245	100%	-
19	특허	고정밀 전자지도의 갱신 시스템 및 방법	대한민국	장양중 외 5명	20.11.03	10-2020-0144848	-	-	-	100%	활용

20	특허	고정밀 전자지도의 삭제 시스템 및 방법	대한민국	장양중 외 5명	20.11.03	10-2020-0144849	-	-	-	100%	활용
21	특허	NDS포맷 기반의 고정밀 전자지도 갱신 시스템 및 방법	대한민국	장양중 외 5명	20.11.03	10-2020-0144850	-	-	-	100%	활용
22	특허	분산 예측 기반의 교통신호 제어 시스템 및 그 방법	한국	-	-	-	여화수 김성훈 이동훈 탁세현	20.11.10	10-2179433	50%	N
23	특허	교통신호정보 제공 방법 및 이를 이용하는 장치	대한민국	서경덕 서우창 정미나 양은주 서대화	21.11.23	10-2021-0162526	-	-	-	100%	-
24	특허	자율 주행을 위한 정밀도로지도 갱신 시스템 및 방법	대한민국	장양중 외 5명	21.10.15	10-2021-0137766	-	-	-	100%	활용
25	특허	스마트폰 기반 실시간 차량 추돌 경고 클라우드 서비스 및 그 방법	한국	탁세현	18.11.16	10-2018-0142101				100%	
26	특허	서버 및 정보 처리 방법	대한민국	여화수, 이동훈, 탁세현	18.11.16	10-2018-0142101				50%	
27	특허	고속도로 교통 제어 시스템	한국	탁세현 외 3인	19.01.31	10-2019-0137361				100%	
28	특허	분산 예측 기반의 교통신호 제어 시스템 및 그 방법	대한민국	여화수, 김성훈, 이동훈, 탁세현	19.01.21	10-2019-0007658				50%	
29	특허	정밀지도를 이용한 도로네트워크 자동 생성과 실시간 교통정보 연계를 통한 교통 시뮬레이션 데이터 생성 시스템과 그 방법	한국	㈜텔레컨스	19.09.27	10-2019-0119858				100%	
30	특허	교통시뮬레이션 결과를 이용한 다중 사용자의 실시간 반응처리와 개별화된 표출방식 구현을 위한 시스템	한국	㈜텔레컨스	20.11.12	10-2020-0151133				100%	
31	특허	자율주행버스의 제동력 차등화 장치 및 방법	한국	강홍석 외 1명	19.09.30	10-2019-0120506	강홍석 외 1명	21.01.05	10-2200803	100%	
32	특허	자율주행버스의 동적 정류장 생성 장치 및 방법	한국	강홍석 외 2명	19.09.30	10-2019-0120508	강홍석 외 2명	21.01.05	10-2200804	100%	
33	특허	자율주행버스의 동적 정류장 생성 장치 및 방법	한국	정완석 외 2명	19.09.30	10-2019-0120512	정완석 외 2명	20.05.06	10-2109779	100%	
34	특허	자율주행차량의 운행 제어 방법	한국	정완석	19.11.22	10-2019-0150945				100%	
35	특허	교통안내 보조장치 및 이를 이용한 자율주행 제어 방법	한국	정완석	19.11.22	10-2019-0150946				100%	
36	특허	교통분야 데이터 관리방법	한국	박은미외 1인	19.10.18	10-2019-0130291				100%	

37	특허	퍼스널 모빌리티 예약기능을 가지는 자율주행버스의 동적 정류장 생성 장치 및 방법	한국	정완석 외 2명	20.04.07	10-2020-0042134	정완석 외 2명	21.03.08	10-2227350	100%	
38	특허	탑승객 접근 인지를 통한 자율주행버스의 정차 유지 장치 및 방법	한국	노영기 외 2명	20.05.06	10-2020-0053543				100%	
39	특허	자율주행차량의 휴게소 정차 제어 장치 및 방법	한국	강홍석 외 2명	20.05.06	10-2020-0053544	강홍석 외 2명	21.01.05	10-2200808	100%	
40	특허	자율주행 차량내 탑승자 선호 콘텐츠 표시 장치 및 방법	한국	강홍석 외 2명	20.06.23	10-2020-0076225				100%	
41	특허	자율주행차량의 외부의 위험상황 처리 장치 및 방법	한국	노영기 외 2명	20.08.19	10-2020-0104096				100%	
42	특허	수요응답형 자율주행버스의 실시간 상태변화에 기반한 포장 주문 서비스 장치 및 방법	한국	임수정 외 2명	20.08.19	10-2020-0104097				100%	
43	특허	교통 시뮬레이션 결과를 이용한 다중 사용자의 실시간 반응처리와 개별화된 표출방식 구현을 위한 시스템	KR	최광섭 외1명	20.11.12	10-2020-0151133				100%	
44	특허	도로 분기점 방향별 통행시간 산출 기반의 교통정보 서비스 방법	대한민국	여화수, 김성훈, 유화평	20.11.09	10-2020-0148888				100%	
45	특허	교통 데이터 융합 활용을 위한 교통 데이터 제공 시스템의 교통 데이터 제공 방법	KR	박은미	20.12.11	10-2020-0172982				100%	
46	특허	교통 데이터 융합 활용을 위한 교통 수집 데이터 제공 시스템	KR	박은미	20.12.11	10-2020-0172867				100%	
47	특허	스마트기기의 타겟어플리케이션 실행 방법 및 그 방법이 적용된 어플리케이션	대한민국	㈜텔레컨스	19.11.29	10-2019-0157202	㈜텔레컨스	21.06.02	10-2262158	100%	
48	특허	교통 수집 데이터 제공 시스템의 교통 수집 데이터 제공방법	한국				박은미	2021.11.29.	제10-2333994호	100%	
49	특허	자율주행버스의 하차 대상자 인지를 통한 정차시간 결정 방법 및 장치	한국	임수정 외 1명	21.11.17	10-2021-0158947				100%	
50	특허	자율주행버스의 하차 대상자 인지를 통한 정차시간 결정 방법 및 장치	한국	임수정 외 1명	21.11.24	10-2021-0163026				100%	

□ 저작권(소프트웨어, 서적 등)

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록번호	저작권자명	기여율
1	자율주행 차량의 보조 운전자용 모니터링 GUI(사용자화면)	20.05.01	서울대학교 산학협력단	2020.08.12	C-2020-026995	서울대학교 산학협력단	100%
2	자율주행 알고리즘용 종방향 제어기	21.05.01	서울대학교 산학협력단	2021.05.28	C-2021-021982	서울대학교 산학협력단	100%
3	SVNet TSTLD (에스브이넷 교통 표지판/신호등 검출기)	2019.07.01	스트라드비젼	2019.09.06	C-2019-024906	스트라드비젼	100%
4	SVNet PD (에스브이넷 보행자 검출기)	2020.05.01	스트라드비젼	2020.06.19	C-2020-020214	스트라드비젼	100%
5	Auto labeling tool (자동 데이터 레이블링 소프트웨어)	2020.05.01	스트라드비젼	2020.09.04	C-2020-030201	스트라드비젼	100%
6	SVNet for PD_Traffic Sign_Traffic Light	2021.09.01	스트라드비젼	2021.11.09	심사중	스트라드비젼	100%
7	V2X 통신 단말장치 서비스 메시지 관리 및 연계 응용프로그램	2019.10.17.	㈜세스트	2019.11.15	C-2019-033696	㈜세스트	100%
8	가상신호교차로 정보생성 및 전송 프로그램	2019.08.28.	㈜세스트	2019.11.15	C-2019-033697	㈜세스트	100%
9	자율협력주행 실증을 위한 HD Map 1차	2019.11.25.	SK텔레콤	2019.12.02	C-2019-036972	SK텔레콤	100%
10	오픈레인 기반의 고정밀지도 변환프로그램	2019.07.31	㈜엠큐닉	2019.11.01	C-2019-031182	㈜엠큐닉	100%
11	오픈레인 기반의 고정밀지도 제공프로그램	2019.08.13	㈜엠큐닉	2019.11.01	C-2019-031183	㈜엠큐닉	100%
12	오픈레인 기반의 고정밀지도 시각화 프로그램	2019.11.12	㈜엠큐닉	2019.11.13	C-2019-033096	㈜엠큐닉	100%
13	TOD 기반 교차로별 신호 메시지 생성 프로그램	2020.09.18.	㈜세스트	2020.11.09	C-2020-040558	㈜세스트	100%
14	실시간 자율주행차량 센서 데이터 처리 프로그램	2020.09.24.	한국교통 연구원	2020.09.29	C-2020-033584	한국교통 연구원	100%
15	자율주행서비스 안전지수 산출 프로그램	2020.09.24.	한국교통 연구원	2020.09.29	C-2020-033585	한국교통 연구원	100%
16	중소형/대형 자율주행 플랫폼 연계시스템	2020.09.28.	㈜엔제로	2020.10.06	C-2020-034050	㈜엔제로	100%
17	실시간 신뢰성 평가 모니터링 시스템	2020.09.28.	㈜엔제로	2020.10.06	C-2020-034051	㈜엔제로	100%
18	차량 상태기반 고장예측진단 시스템	2020.09.28.	㈜엔제로	2020.10.06	C-2020-034052	㈜엔제로	100%
19	실시간 동적 교통정보 업데이트 알고리즘	2020.11.6	㈜엠큐닉	2020.11.11	C-2020-041110	㈜엠큐닉	100%
20	NDS Encoder 및 데이터 전처리 프로그램	2020.11.6	㈜엠큐닉	2020.11.12	C-2020-041216	㈜엠큐닉	100%
21	이용자 맞춤형 타일별 HD map 제공 및 조회 API	2020.11.6	㈜엠큐닉	2020.11.12	C-2020-041217	㈜엠큐닉	100%
22	HDMap 표출 프로그램	2020.11.6	㈜엠큐닉	2020.11.12	C-2020-041218	㈜엠큐닉	100%
23	자율협력주행 소형/중대형 대중교통 서비스를 위한 V2X Engine(브이투엑스엔진) 통신 응용 프로그램	2021.11.12.	㈜세스트	2021.11.25	C-2021-050575	㈜세스트	100%
24	자율주행대중교통차량 ROS(알오에스)시스템 중계 프로그램	2021.11.15.	㈜세스트	2021.11.25	C-2021-050576	㈜세스트	100%
25	OBU(오비유) 차량 데이터 확인 프로그램	2021.10.30.	㈜세스트	2021.11.25	C-2021-050577	㈜세스트	100%
26	자율협력주행 서비스 안전주행속도 산출 프로그램	2021.07.25.	한국교통 연구원	2021.10.15	C-2021-040940	한국교통 연구원	100%
27	자율협력주행 안전모니터링 프로그램	2021.09.09.	한국교통 연구원	2021.10.15	C-2021-040941	한국교통 연구원	100%
28	실시간 신뢰성 평가 모니터링 시스템 v2.0	2021.10.07.	㈜엔제로	2021.10.13	C-2021-040477	㈜엔제로	100%

29	차량상태기반 고장예측진단 시스템 v2.0	2021.10.07.	㈜엔제로	2021.10.13	C-2021-040478	㈜엔제로	100%
30	중소형대형 자율주행 플랫폼 연계 시스템 v2.0	2021.10.07.	㈜엔제로	2021.10.13	C-2021-040479	㈜엔제로	100%
31	HDMap(고정밀 지도) 고도화 표출 프로그램	2021.10.18	㈜엠큐닉	2021.10.26	C-2021-043017	㈜엠큐닉	100%
32	스마트 교통 시뮬레이션 소프트웨어 STSIM (Smart Traffic Simulator)	2020.05.25	여화수, 최성진, 김재우, 정재환	2020.07.29	C-2020-025123	한국과학기술원	50%
33	시뮬레이션 운영데이터 관리 소프트웨어 (TS-DM, Data Management)	2020.10.22	김현민	2020.10.27	C-2020-037933	㈜텔레컨스	100%
34	도로네트워크 편집 프로그램 (TS-MDM, Map Data Management)	2020.10.22	김현민	2020.10.27	C-2020-037934	㈜텔레컨스	100%
35	실시간 데이터 연계프로그램 (TS-RDP, Realtime Data Processing)	2020.10.27	김현민	2020.10.29	C-2020-038604	㈜텔레컨스	100%
36	대중교통 운영 효율성 평가 시뮬레이션 운영 프로그램 (TS-OP, Operation Program)	2020.10.27	김현민	2020.10.29	C-2020-038605	㈜텔레컨스	100%
37	대중교통 운영 효율성 평가 시뮬레이션 웹 시스템	2021.11.09	김현민	2021.11.17	C-2021-047564	㈜텔레컨스	100%
38	ODP(오픈 데이터 플랫폼) 데이터 연계 수집 시스템	2021.11.09	김현민	2021.11.17	C-2021-047565	㈜텔레컨스	100%
39	시뮬레이션 시스템 모니터링 프로그램	2021.11.09	김현민	2021.11.17	C-2021-047566	㈜텔레컨스	100%

□ 기술 및 제품 인증

번호	인증 분야	인증기관	인증 내용		인증 획득일	국가명
			인증명	인증번호		
1	V&V (Verification & Validation) 시험	한국정보통신기술협회	도심지 교통 예측을 위한 메조스코픽 시뮬레이션 프로그램 v1.0	BT-A-20-0054	2020.03.17	대한민국
2	V&V (Verification & Validation) 시험	한국시험인증원(주)	수요 대응형 스마트 대중교통의 서비스 시간 준수율 산출을 위한 시뮬레이션 프로그램 v1.0	KST-21-051	2021.07.30	대한민국
3	V&V (Verification & Validation) 시험	한국시험인증원(주)	미시 차량 시뮬레이션 모수 정산 프로그램 v1.0	KST-21-097	2021.10.21	대한민국

□ 표준화

ㅇ 국내표준

번호	인증구분	인증여부	표준명	표준인증기구명	제안주체	표준종류	제안/인증일자
1	표준제안 (기고서 채택)	자율협력주행 대중교통 서비스 시나리오			㈜세스트	ITSK	2019.10.04
2	표준제정 (표준안 채택)	자율협력주행 대중교통 서비스 시나리오			㈜세스트	ITSK	2020.10.30
3	표준제안 (기고서 채택)	자율협력주행 대중교통 정보교환 규격			㈜세스트	ITSK	2020.10.30
4	표준제정 (표준안 채택)	자율협력주행 대중교통 정보교환 규격			㈜세스트	ITSK	2021.11.02
5	ITS 단체표준	제안	대중교통 정보 중계 플랫폼 인터페이스 (Platform interface for relay public transportation information)	한국지능형교통체계협회(ITS Korea)	인포뱅크	신규	2021.12.01

[경제적 성과]

□ 시제품 제작

번호	시제품명	출시/제작일	제작업체명	설치장소	이용분야	사업화 소요 기간	인증기관 (해당 시)	인증일 (해당 시)
1	중소형 디젤버스 조향제어 시스템 시작품	2019.06.10	현대모비스, 영신정공, 남양공업, 태양기계, 현대위아, 대진정공, 헌트레이싱	중소형 디젤버스 차량	조향제어 시스템	시작품		
2	중소형 디젤버스 조향제어 시스템 시작품	2019.03.04	현대모비스, 영신정공, 남양공업, 태양기계, 현대위아, 대진정공, 헌트레이싱	중소형 디젤버스 차량	조향제어 시스템	시작품		
3	대형 전기버스 조향제어 시스템 시작품	2019.11.04	보쉬, 태양기계, 비알엠, 티앤지, 만도, 동일기계, 대진정공	대형 전기버스 차량	조향제어 시스템	시작품		
4	대형 전기버스 조향제어 시스템 시작품	2020.06.15	보쉬, 태양기계, 비알엠, 티앤지, 만도, 동일기계, 대진정공	대형 전기버스 차량	조향제어 시스템	시작품		
5	대형 전기버스 조향제어 시스템 시작품	2020.06.17	보쉬, 태양기계, 비알엠, 티엔지, 만도, 동일기계, 대진정공	대형 전기버스 차량	조향제어 시스템	시작품		
6	중소형 전기버스 조향제어 시스템 시작품	2020.10.20	현대모비스, 대진정공	중소형 전기버스 차량	조향제어 시스템	시작품		
7	중소형 전기버스 조향제어 시스템 시작품	2020.10.20	현대모비스, 대진정공	중소형 전기버스 차량	조향제어 시스템	시작품		
8	중소형 전기버스 조향제어 시스템 시작품	2021.04.23	현대모비스, 대진정공	중소형 전기버스 차량	조향제어 시스템	시작품		
9	중소형 전기버스 조향제어 시스템 시작품	2021.04.23	현대모비스, 대진정공	중소형 전기버스 차량	조향제어 시스템	시작품		
10	중소형 전기버스 조향제어 시스템 시작품	2021.04.23	현대모비스, 대진정공	중소형 전기버스 차량	조향제어 시스템	시작품		
11	전기 자율주행차량 전력관리장비	2020.05	에스더블유엠	중대형 버스	전원관리	-	KC	2021.07
12	비상정지 제동장치	2020.05	에스더블유엠	중대형 버스	긴급제동	-		
13	자율협력주행 기반 대중교통 이용편의성 확보를 위한 승객용 HMI 개발	2020.11	에스더블유엠	중대형 버스	사용자편의 시스템	시작품		
14	자율주행시스템 작동 및 조작편의성 확보를 위한 운전자용 HMI 개발	2020.11	에스더블유엠	중대형 버스	사용자편의 시스템	시작품		
15	웹기반 시뮬레이션	2020.11	㈜텔레컨스	Web	시뮬레이션			

□ 현장적용

번호	적용기술명	적용일	적용 연구개발기관명	적용현장명(장소)
1	신뢰성 평가알고리즘 및 프레임워크 개발	2019	(주)엔제로	엔제로 본사 서버
2	고장예측진단 알고리즘 및 프레임워크 개발	2019	(주)엔제로	엔제로 본사 서버
3	중소형/대형 자율주행 플랫폼 연계프로그램	2020	(주)엔제로	MS AZURE 클라우드
4	실시간 신뢰성 평가 모니터링 프로그램	2020	(주)엔제로	MS AZURE 클라우드
5	차량센서 상태기반 고장진단 프로그램	2020	(주)엔제로	MS AZURE 클라우드
6	C-IPTS 통합연계 프로그램	2019	한국교통연구원	MS AZURE 클라우드
7	수요 대응형 서비스 연계 프로그램	2019	한국교통연구원	MS AZURE 클라우드
8	차량위치기반 안전주행속도 제공	2021	한국교통연구원	MS AZURE 클라우드
9	보행자탐지 기반 안전주행속도 제공	2021	한국교통연구원	MS AZURE 클라우드
10	차량탐지 기반 안전주행속도 제공	2021	한국교통연구원	MS AZURE 클라우드
11	신호연동형 안전주행속도 제공	2021	한국교통연구원	MS AZURE 클라우드
12	자율협력주행 실시간 안전모니터링	2021	한국교통연구원	MS AZURE 클라우드

□ 사업화 계획 및 무역 수지 개선 효과

1) 서울대학교

성과			자율주행 협조제어 사양이 탑재된 완성차 제작		
사업화 계획	사업화 소요기간(년)		미정		
	소요예산(천원)		-		
	예상 매출규모(천원)		현재까지	3년 후	5년 후
			-	-	-
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년 후	5년 후
		국내	-	-	-
		국외	-	-	-
	향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획		전기차 및 수소차 모델을 베이스로 한 자율주행 차량 개발 예정		
무역 수지 개선 효과(천원)	수입대체(내수)		현재	3년 후	5년 후
			-	-	-
	수 출		-	-	-

2) ㈜세스트

성과			C-ITS 서비스 연계 및 C-IPTS를 위한 V2X 통신 기술 활용 단말기 상용화		
사업화 계획	사업화 소요기간(년)		2018 ~ 2021년		
	소요예산(천원)				
	예상 매출규모(천원)		현재까지	3년 후	5년 후
			550,000	6,000,000	10,000,000
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년 후	5년 후
		국내	1	5	10
		국외	-	-	-
	향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획		○ 자율주행 관련 정부 부처와 도로공사 등의 공공기관 과제 및 용역 사업 참여로 인프라 구축 장비 납품 ○ 산학연 협력 시스템 구축을 통해 신규 서비스 시스템, 시제품 개발, 비즈니스 모델 발굴과 C-ITS 사업에 서비스 제안 ○ 자동차 부품 업체(1차 벤더사, 통신 장비 업체)에 S/W 판매 및 H/W 공동 개발 ○ 국내 완성차 업체에 사전 탑재 모델 제안 및 국내에 진출 예정인 해외 자동차 회사와의 협력을 통한 차량용 통신 장비 판매		
무역 수지 개선 효과(천원)	수입대체(내수)		현재	3년 후	5년 후
	수 출				

3) ㈜엔제로

성과			C-IPTS 기반 관제, 신뢰성 평가 기술 활용 서비스 및 시스템 상용화		
사업화 계획	사업화 소요기간(년)		2018 ~ 2021년		
	소요예산(천원)		400,000		
	예상 매출규모(천원)		현재까지	3년 후	5년 후
			600,000	3,000,000	10,000,000
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년 후	5년 후
		국내	1	3	5
		국외		0.1	0.2
	향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획		○ 자율주행차량 실증단지 구축사업 참여(정부 및 지방자치단체 주도사업) ○ 실시간 자율주행 신뢰성 평가 플랫폼 형태의 솔루션·제품판매(IT 서비스업체) ○ 실시간 차량 신뢰성 평가 및 고장예측진단 시스템 운영 대행(민간운수업체, 버스운송회사) ○ 실시간 신뢰성 평가 기술라이센스 판매(기술사업 융복합 업체) ○ 자율주행차량의 장치별 성능 평가와 효과 분석 도구 판매(보험사)		
무역 수지 개선 효과(천원)	수입대체(내수)		현재	3년 후	5년 후
			-	-	-
	수 출		-	-	-

□ 고용 창출

번호	사업화명	사업화 업체명	고용창출 인원(명)				합계(명)
			2018년	2019년	2020년	2021년	
1	WAVE/C-V2X 기반 도로교통정보 수집시스템 및 자율주행 대중교통 서비스 제공 및 실증을 위한 표준 개발	㈜세스트	2	3	8	1(예정)	13
합계							

[사회적 성과]

□ 신진연구자 채용

번호	채용 연구개발기관명	채용일	근로기간	채용인원(명)	채용인원 중 청년인력(명)
1	㈜엔제로	2020.12.21.	10개월	1	1
2	㈜엔제로	2020.04.13.	1년 7개월	1	1
3	㈜엔제로	2020.01.13.	1년 10개월	1	1
4	㈜엔제로	2020.01.01.	1년 10개월	1	-
5	㈜엔제로	2019.12.23.	1년 10개월	1	-
6	㈜엔제로	2019.02.12.	2년 9개월	1	-
7	㈜엔제로	2018.10.14.	2년 8개월	1	1
8	㈜엔제로	2019.09.01.	8개월	2	-
9	㈜엔제로	2019.09.01.	4개월	1	-
10	㈜엔제로	2018.02.01.	3년 9개월	1	-
11	㈜엔제로	2018.01.22.	3년 6개월	1	1
12	㈜엔제로	2018.01.01.	3년 10개월	1	-
13	㈜세스트	2018.08.01.	3년 5개월	1	1
14	㈜세스트	2018.09.01.	3년 4개월	1	1
15	㈜세스트	2019.03.11.	2년 10개월	2	2
16	㈜세스트	2019.08.01.	2년 5개월	1	1
17	㈜세스트	2020.01.01.	8개월	1	-
18	㈜세스트	2020.01.15	2년	1	1
19	㈜세스트	2020.03.01.	1년10개월	1	-
20	㈜세스트	2020.03.16.	1년 4개월	1	1
21	㈜세스트	2020.03.16.	1년 5개월	1	1
22	㈜세스트	2020.06.01.	1년 7개월	1	1
23	㈜세스트	2020.09.14	1년 4개월	1	1
24	㈜세스트	2020.11.01.	2개월	1	-
25	텔레컨스			18	5

□ 전문 연구 인력 양성

번호	분류	연도	현황(명)										
			학위별				성별		지역별				
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타
	한국과학기술원	2019		1			1			1			

□ 홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일
1	간행물발간	Standard ITS 제30호	- 자율주행기반 대중교통시스템 실증연구	2020.03.26
2	간행물발간	Standard ITS 제33호	- 자율주행 대중교통 서비스 시나리오	2021.07.06
1	시연	2019 자율주행 모빌리티 국제 컨퍼런스	- 자율협력주행기술 기반 서비스 시연	2019.10.29
2	시연	2019 자율주행 모빌리티 국제 컨퍼런스	- 편의 서비스 시작품 데모 시연 - 자율협력주행 수요응답 서비스 시연 - 대중교통과 타 이동수단(퍼스널모빌리티) 연계 시연	2019.10.29
3	시연	자율협력주행버스 시연회	- 세종시BRT 노선에서 일반 버스와 혼재상황에서 자율협력주행버스(대형3대) 시연 완료	2020.12.14

[인프라 성과]

□ 연구시설・장비

번호	구축기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	개발여부 (○/×)	연구시설・장비 종합정보시스템* 등록여부	연구시설・장비 종합정보시스템* 등록번호	구축일자 (YY.MM.DD)	구축비용 (천원)	비고 (설치 장소)
1	서울대학교	차량용 멀티 레이저 검출 스캐너 융합 시스템1	IBEO Lux 2010	×	O	NFEC-2019-07-256834	2019.06.27	37,766	서울대학교
2	서울대학교	차량용 멀티 레이저 검출 스캐너 융합 시스템2	IBEO Lux 2010	×	O	NFEC-2019-07-256835	2019.06.27	37,766	서울대학교
3	서울대학교	차량용 멀티 레이저 검출 스캐너 융합 시스템3	IBEO Lux 2010	×	O	NFEC-2019-07-256832	2019.06.27	37,766	서울대학교
4	서울대학교	차량용 멀티 레이저 검출 스캐너 융합 시스템4	IBEO Lux 2010	×	O	NFEC-2019-07-256830	2019.06.27	37,766	서울대학교
5	서울대학교	차량용 멀티 레이저 검출 스캐너 융합 시스템5	IBEO Lux 2010	×	O	NFEC-2019-07-256830	2019.06.27	37,766	서울대학교
6	서울대학교	차량용 멀티 레이저 검출 스캐너 융합 시스템6	IBEO Lux 2010	×	O	NFEC-2019-07-256833	2019.06.27	37,766	서울대학교
7	서울대학교	자율주행용 제어 Rapid Prototyping 장비	Micro AutoboxII	×	O	NFEC-2019-08-257470	2019.08.09	43,040	서울대학교
8	한국교통연구원	AIMSUN		×			2020.10	58,051	한국 교통연구원

[그 밖의 성과](해당 시 작성)

① 1차년도

○보고서

- 정성적 평가항목별 보고서 작성을 1차년도 3건에 대하여 총 9건으로 6건 초과 달성

○설계서 9건

- C-IPTS 통합 연계시스템 통신 인터페이스 설계서(한국교통연구원)
- 차상 운행정보 현시모니터링 및 관제시스템 분석설계서(한국교통연구원)
- 관제시스템 대중교통기반 빅데이터 분석설계서(한국교통연구원)
- 관제센터 및 차량과의 인터페이스 설계서 각 1건(SK텔레콤)
- 요구사항 분석 설계서 2건(SK텔레콤)
- 2차년도 실증단지 HD map 구축 계획 설계서(SK텔레콤)
- 실시간 신뢰성 평가기술 설계서(엔제로)
- 고장유지보수 통합 신뢰성 평가기술 설계서(엔제로)

○ 시작품 1건

- WAVE+LTE 기반 차량 통신 단말기(세스트)

② 2차년도

○ 국내 논문
- 2차년도 국내 논문 2건에 대하여 총 3건으로 1건 초과 달성
○ 보고서
- 정성적 평가항목별 보고서 작성을 2차년도 5건에 대하여 총 15건으로 10건 초과 달성
○ 설계서 5건
- 차상 운행정보 현시 모니터링 설계서(한국교통연구원)
- 관제시스템 대중교통기반 빅데이터 아키텍쳐 및 데이터베이스화 설계서(한국교통연구원)
- WAVE+5G 기반 차량 통신 단말기 설계서(세스트)
- 고장예측진단 알고리즘 설계(엔제로)
- HDMap 서버 내부 및 차량/관제 서버와의 인터페이스 설계서(엠큐닉)
○ 보고서 3건
- WAVE+5G 기반 차량 통신 단말기 시작품제작 보고서(세스트)
- C-IPS를 위한 V2X 서버 개발 및 통합 테스트 결과 보고서(세스트)
- 이동형 RSU와 연계를 위한 V2X 통신 연동 시뮬레이터 라이브 러리 개발 보고서(세스트)
○ 시작품 2건
- C-ITS 데이터 연계용 서버 및 빅데이터 처리 서버(한국교통연구원)
- WAVE+5G 기반 차량 통신 단말기(세스트)
○ 당초 4건 출원 목표에서 총 8건으로 4건 초과 달성
- 플랫폼 운영에 필수적인 기능인 카탈로그 작성법에 대한 표준에 관한 특허 출원하였으며, 본 과제 직접 관련 및 향후 사업화시 실질적 적용 가능한 특허를 출원

○ 당초 2차년도 성과 목표인 사용자 편의서비스 “기본 기능” 대비 “편의서비스 핵심기능(수요대응 서비스)” 과 “부가 편의서비스 기능(대중교통 이동지원 및 퍼스널모빌리티 연계)” 기능 추가를 통한 목표 초과 달성

③ 3차년도

○ 국내/국외 논문
- 국내 논문: 3차년도 국내 논문 2건에 대하여 총 3건으로 1건 초과 달성
- 국외 논문: 3차년도 국외 논문 1건에 대하여 총 2건으로 1건 초과 달성
○ 보고서
- 정성적 평가항목별 보고서 작성을 당초 5건에 대하여 총 15건으로 10건 초과 달성
○ 보고서 14건
- 외부 전문가 평가 보고서(세스트)
- BRT/지선 구간 통신 환경 시험 보고서(세스트)
- 표준 실무팀 운영 보고서(세스트)
- 정밀 지도 구축 완료 보고서(세스트_지오스토리)
- 실시간 수집 데이터의 DB 저장 기술 개발 및 적용 보고서(한국교통연구원)
- 통신 기반 자율협력주행 관련 수집 데이터 처리 및 저장 기술 개발 및 적용 보고서(한국교통연구원)
- 빅데이터 분석을 위한 통합 데이터베이스 구축 보고서(한국교통연구원)
- 자율주행버스의 실시간 주행 궤적 생성 및 제공을 위한 센터 알고리즘 개발 및 구축 및 자율협력주행 관제 서비스의 구현을 위한 AIMSUN 기반 SILS 환경 구축 및 적용 보고서(한국교통연구원)
- 자율협력주행 기반 대중교통 시스템의 안전성 평가 시스템 개발 및 적용 및 자율협력주행 지원을 위한 HDmap기반 도로 정보 표출 기술 개발 및 적용 보고서(한국교통연구원)
- 중소형/대형 자율주행 플랫폼 연계 시스템 개발(엔제로)
- 실시간 신뢰성 평가 모니터링 시스템 개발(엔제로)
- 차량상태기반 고장예측진단 시스템 개발(엔제로)
- DB설계보고서(엠큐닉)
- NDS 소개 및 교육(엠큐닉)

○ 시험성적서 3건
- KC 인증 시험(세스트)
- 환경시험(세스트)
- 실시간 동적 교통정보 업데이트 Layer 개발률(100%)외 4건(엠큐닉)
○ 당초 0건 학술대회 발표 목표에서 4건으로 4건 초과 달성
○ 당초 1건 법제정 목표에서 총 2건으로 1건 초과 달성
○ 당초 8건 특허 출원 목표에서 총 10건으로 2건 초과 달성
○ 당초 2건 특허 등록 목표에서 총 3건으로 1건 초과 달성
○ 당초 2건 설계서 목표에서 총 4건으로 2건 초과 달성
○ 당초 3건 보고서 목표에서 총 8건으로 5건 초과 달성

(4) 계획하지 않은 성과 및 관련 분야 기여사항(해당 시 작성)

① 1차년도

○ 학술대회발표 당초 계획 없었으나, 1건 초과달성
- 대구 국제 미래자동차엑스포 '자율주행차량의 안전 및 서비스 성능 강화를 위한 C-ITS의 역할' (한국교통연구원)

② 2차년도

○ 학술대회발표 당초 계획 없었으나, 7건 초과달성
- 2019 TRB Annual Meeting 'Development of Risk Predictive Collision Avoidance System and Impact on Traffic and Vehicular Safety'(한국교통연구원)
- 2019년 한국ITS학회 춘계학술대회 '안전한 자율주행 지원을 위한 도로환경 평가에 관한 연구'(한국교통연구원)
- 2019년 한국ITS학회 춘계학술대회 'C-ITS 서비스 만족도 개선을 위한 미시적 차량 정보 및 거시적 V2I2V 통신 정보를 활용한 충돌 경고 서비스에 관한 연구'(한국교통연구원)
- 2019 ITS World Congress 'Role of the Digital Infrastructure for Future Multi-Modal Autonomous Transit Service'(한국교통연구원)
- 2019년 한국ITS학회 추계학술대회 '특이값 분해(SVD)를 활용한 대중교통 출발-도착 데이터의 저장/처리 및 분석에 관한 연구'(한국교통연구원)
- 2019 NDS Conference 'Building Coorperative Automated Public Transportation System and HD Map'(SK텔레콤)
- 대한전기학회 제 50회 하계학술대회 ' 딥러닝 기반의 라이다 오도메트리 추정기법 '(SK텔레콤)
○ 특허출원 당초 6건 목표였으나 1건 초과달성으로 총 6건 달성
- WAVE 기반 신호위반차량 감지시스템 및 그 감지방법(세스트)
○ SW 당초 4건 목표였으나 2건 초과달성으로 총 6건 달성
- 오픈레인 기반의 고정밀지도 제공프로그램(엠큐닉)
- 오픈레인 기반의 고정밀지도 시각화 프로그램(엠큐닉)
○ 설계서 당초 3건 목표였으나 1건 초과달성으로 총 4건 달성
- WAVE+5G 기반 차량 통신 단말기 설계서(세스트)
○ 보고서 당초 1건 목표였으나 3건 초과달성으로 총 4건 달성
- WAVE+5G 기반 차량 통신 단말기 시작품제작 보고서(세스트)
- C-IPS를 위한 V2X 서버 개발 및 통합 테스트 결과 보고서(세스트)
- 이동형 RSU와 연계를 위한 V2X 통신 연동 시뮬레이터 라이브 러리 개발 보고서(세스트)

③ 3차년도

○ 논문(SCI) 당초 계획 없었으나, 1건 초과달성, 1건 상향달성으로 총 2건 달성
- Implementation and Performance Evaluation for DSRC-based Vehicular communication system(세스트)
- Sectional Information-Based Collision Warning System Using Roadside Unit Aggregated Connected-Vehicle Information for a Cooperative Intelligent Transport System(한국교통연구원)

○ 학술대회발표 당초 계획 없었으나, 2건 초과달성
- 대한교통학회 제83회 학술발표회 ‘ C-ITS 데이터 수집·분석을 위한 플랫폼 및 표출 기술에 관한 연구’(한국교통연구원)
- 대한교통학회 제83회 학술발표회 ‘ 고속도로 기하구조에 따른 자율주행차량의 주행 안전성 분석’(한국교통연구원)

○ 특허등록 당초 2건 목표였으나 3건 초과달성으로 총 5건 달성
- 보행자 충돌 경고 시스템 및 방법(한국교통연구원)
- 실시간 추돌 경고 시스템 및 방법(한국교통연구원)
- 분산 예측 기반의 교통신호 제어 시스템 및 그 방법(한국교통연구원)

○ 보고서 당초 3건 목표였으나 11건 초과달성으로 총 15건 달성
- BRT/지선 구간 통신 환경 시험 보고서(세스트)
- 표준 실무팀 운영 보고서(세스트)
- 통신 기반 자율협력주행 관련 수집 데이터 처리 및 저장 기술 개발 및 적용 보고서(한국교통연구원)
- 빅데이터 분석을 위한 통합 데이터베이스 구축 보고서(한국교통연구원)
- 자율주행버스의 실시간 주행 궤적 생성 및 제공을 위한 센터 알고리즘 개발 및 구축 및 자율협력주행 관제 서비스의 구현을 위한 AIMSUN 기반 SILS 환경 구축 및 적용 보고서(한국교통연구원)
- 자율협력주행 기반 대중교통 시스템의 안전성 평가 시스템 개발 및 적용 및 자율협력주행 지원을 위한 HDmap기반 도로 정보 표출 기술 개발 및 적용 보고서(한국교통연구원)
- 중소형/대형 자율주행 플랫폼 연계 시스템 개발(엔제로)
- 실시간 신뢰성 평가 모니터링 시스템 개발(엔제로)
- 차량상태기반 고장예측진단 시스템 개발(엔제로)
- DB설계보고서(엠큐닉)
- NDS 소개 및 교육(엠큐닉)

○ 현장적용 당초 2건 목표였으나 1건 초과달성으로 총 3건 달성
- 차량센서 상태기반 고장진단 프로그램(엔제로)

○ 표준제정 당초 계획 없었으나, 1건 초과달성
- 자율협력주행 대중교통 서비스 시나리오(세스트)

○ 연구관련홍보 당초 계획 없었으나, 1건 초과달성
- Standard ITS 제30호 ‘ 자율주행기반 대중교통시스템 실증연구’(세스트)

○ 시험성적서 당초 1건 목표였으나 2건 초과달성으로 총 3건 달성
- 환경시험(세스트)
- 실시간 동적 교통정보 업데이트 Layer 개발률(100%)외 4건(엠큐닉)

④ 4차년도

○ 논문(SCI) 당초 1건 목표였으나 1건 초과달성으로 총 2건 달성
- Development of AI-Based Vehicle Detection and Tracking System for C-ITS Application (한국교통연구원)

○ 학술대회발표 당초 계획 없었으나, 2건 초과달성
- 대한교통학회 제84회 학술발표회 ‘인프라 탐지정보를 활용한 자율협력주행버스 적정주행속도 제공에 관한 연구 ’(한국교통연구원)
- 2021 한국자동차안전학회 춘계학술대회 ‘자율협력주행 대중교통을 위한 V2X 통신 기술’(세스트)

○ 소프트웨어 당초 8건 목표였으나 1건 초과달성으로 총 9건 달성
- OBU(오비유) 차량 데이터 확인 프로그램(세스트)
○ 설계서 당초 계획 없었으나, 2건 초과달성
- 자율협력주행 서비스 안전주행속도 기능 설계서(한국교통연구원)
- 비실시간 지수 분석 설계서 (한국교통연구원)
○ 보고서 당초 5건 목표였으나 3건 초과달성으로 총 8건 달성
- API 기능 테스트 결과 보고서(엠큐닉)
○ 규격서 당초 계획 없었으나, 1건 초과달성
○ 현장적용 당초 계획 없었으나, 5건 초과달성
- 차량위치기반 안전주행속도 제공 현장적용(한국교통연구원)
- 보행자탐지 기반 안전주행속도 제공 현장적용(한국교통연구원)
- 차량탐지 기반 안전주행속도 제공 현장적용(한국교통연구원)
- 신호연동형 안전주행속도 제공 현장적용(한국교통연구원)
- 자율협력주행 실시간 안전모니터링 현장적용(한국교통연구원)
○ 연구관련홍보 당초 계획 없었으나, 1건 초과달성
- Standard ITS 제33호 ‘ 자율주행 대중교통 서비스 시나리오’(세스트)
○ 시험성적서 당초 2건 목표였으나 2건 초과달성으로 총 4건 달성
- 자율협력주행 데이터 기반 이벤트 추출 소프트웨어 시험성적서(한국교통연구원)
- 자율협력주행 서비스 안전주행속도 산출 소프트웨어 시험성적서(한국교통연구원)

2) 목표 달성 수준

구분	연 구 개 발 목 표	달 성 내 용	달성도(%)
1차 년도	○ 중소형 버스 시스템 설계 및 중소형/대형 버스 기반 기술 개발 (서울대학교) - 전용/비전용 대중교통 노선 자율주행을 위한 정밀 인지/측위/판단/제어 기술 개발 - 관제센터, 네비게이션, V2X 정보 연계 자율협력주행 기술 개발 - 차량 안전성 향상을 위한 센서 고장 진단/대응 기술 개발	○ 대중교통 자율협력주행 개발 기술 동향 조사 ○ 중소형 버스의 자율주행시스템 기본 설계 - 중소형 버스 자율주행을 위한 센서 및 제어기 구성, 사양 기본 설계 - 중소형 버스 제원 기반 센서 배치, 센서 및 제어기 전력/전장 계통 설계 ○ 중소형 버스의 인지 및 측위 알고리즘 연구 - 비젼 센서 (카메라, AVM) 활용 인지/측위 알고리즘 적용 연구 ○ 중소형 버스의 거동 특성 분석 및 제어 성능 확보 - 중소형 버스의 기본 종/횡방향 거동 특성 분석 및 제어 성능 확보 ○ 센서 고장 진단/대응 기술 동향 조사	100
	○ 자율주행 SW 플랫폼 구조 설계 및 중소형 디젤버스용 센서 장착 키트 설계 (에스더블유엠) - 자율주행 SW 플랫폼 구조설계 및 개발 - 상용차량 특화 인지 센서 설치 위치 조정 및 탈부착이 용이한 센서 장착 키트 설계	○ 자율주행 SW 플랫폼 구조설계 및 개발 - 자율주행 SW 모듈 아키텍처 정의 및 버전관리 기술 개발 - 상용차량 특화 인지 센서 설치 위치 조정 및 탈부착이 용이한 센서 장착 키트 설계	100

	○ 자율협력주행 기술 적용을 위한 소형 및 대형 버스 개조기술 개발 (현대자동차) - 자율협력주행을 위한 중소형 디젤 버스 제작 - 중소형 디젤버스 기반 조향제어 시스템 적용 검토	○ 자율협력주행을 위한 중소형 디젤 버스 1대 제작 ○ 중소형 디젤버스 기반 조향제어, 구동/제동제어 시스템 적용 검토 - 조향제어 시스템 사양 검토 및 설계 - 양산 구동/제동 시스템을 활용한 제어 시스템 개발	100
	○ 자율협력주행 및 승객 안전을 위한 센서정보 기반 인지 최적화 기술 개발 (스트라드비젼) - HW 및 카메라 센서 성능에 따른 인식 알고리즘 최적화 방안 수립 - 인식 알고리즘 성능 개선을 위한 학습 DB 수집 방안 수립	○ HW 및 카메라 센서 성능에 따른 인식 알고리즘 최적화 방안 수립 - 카메라 센서 특성 및 인식 가능 영역 확인, HW 성능 검토 ○ 인식 알고리즘 성능 개선을 위한 학습 DB 수집 방안 수립 - 환경 및 대상 별 데이터 수집 계획 수립	100
	○C-IPTS를 위한 통신요구사항 분석 및 WAE/LTE 기반 OBU 개발	– C-IPTS를 위한 통신 요구사항 분석 – WAVE/LTE Hybrid 차량 단말기 프로토타입 개발 및 C-ITS 서비스 탑재(시작품 1건, SW 1건, 특허출원 2건) – SK텔레콤-QRNG 기반 서비스 보안 적용 검토 – 디지털 인프라 성능 요구사항 현황 분석 및 표준 개발(논문(일반) 1건)	100
	○ 자율협력주행 대중교통 관제시스템 구축 기술 개발(한국교통연구원) - C-IPTS 통합연계 시스템 개발 - C-IPTS 기반 자율협력주행 대중교통 관제시스템 개발	○ C-IPTS 통합연계 시스템 개발 - C-IPTS 통합연계시스템 요구사항 분석 및 인터페이스 설계(설계서1건) - 수요 대응형 스마트 대중교통서비스 연계 기술 분석(보고서) ○ C-IPTS 기반 자율협력주행 대중교통 관제시스템 개발 - 차상 운행정보 현시 모니터링 요구사항 분석 및 설계(설계서1건, 학술대회발표 1건) - 관제시스템 대중교통기반 빅데이터 요구사항 분석 및 설계(설계서1건)	100 (설계서 100%, 학술대회발표 1건 초과달성)
	○ 차상제어모니터링 데이터 기반 실시간 신뢰성 평가 시스템 개발 - 소형/중대형 플랫폼 연계시스템 요구분석 - 실시간 신뢰성 평가 기술 상세 설계 ○ 차상제어모니터링 및 고장·유지관리 데이터 기반 고장예측진단 시스템 개발 - 고장유지보수 통합 신뢰성 평가기술 상세 설계	○ 소형/중대형 플랫폼 연계시스템 요구분석 - 시스템 요구사항 분석 ○ 실시간 신뢰성 평가기술 상세설계 - 신뢰성 평가 지표 및 요구사항 분석 - 신뢰성평가 설계 ○ 고장유지보수 통합 신뢰성 평가기술 상세 설계 - 고장유지보수 지표 및 통합 신뢰성 평가 요구사항 분석 - 통합 신뢰성 평가 설계	100
	○ 실증 단지 선정/설계/구축/평가 가이드라인 개발 - 실증단지 선정 전략 수립 - 실증단지 선정 - 빅데이터 활용(서비스) 기술 개발을 위한 Data	○ 실증단지 선정 전략 수립 - 실증단지 선정 전략 보고서 - 복합실증 시나리오 ○ 실증단지 선정	100

	warehouse 구축 연구	- 실증단지 대상지역 특성 조사·분석서 - 실증단지 선정 가이드라인 ○ 빅데이터 활용(서비스) 기술 개발을 위한 Data warehouse 구축 연구 - 파생 서비스 구상 보고서 - 연구개발 관련 홍보	
	○ 스마트 대중교통 운영 효율성 평가 시뮬레이션 핵심 기술 개발 - 스마트 대중교통 운용환경 평가 요소 도출 - Multi-level 통합 시뮬레이션 분석 체계 기본 개념 구상	○ 스마트 대중교통 운용환경 평가 요소 도출 - 보고서 ○ Multi-level 통합 시뮬레이션 분석 체계 기본 개념 구상 - 알고리즘 요구사항 분석서 - 보고서	100
	○ 스마트 대중교통 운영 이용자 편의 서비스 핵심 기술 개발 - 수요 대응형 대중교통 서비스 개념 연구 - 다구간 경로 생성 및 최적 경로 선정 방법론 검토 - 실시간 이용자 기종점 정보 융합 및 가공 기술 개발	○ 수요 대응형 대중교통 서비스 개념 연구 - 보고서 ○ 다구간 경로 생성 및 최적 경로 선정 방법론 검토 - 보고서 ○ 실시간 이용자 기종점 정보 융합 및 가공 기술 개발 - 기종점 산출 및 융합 알고리즘 설계	100
	○ 스마트 대중교통 운영 효율성 평가 시뮬레이터 설계 - 시뮬레이터 기능요소 및 수행절차분석 - 시뮬레이터 성능 비교 검토 - 시뮬레이터 기능 수행 절차 개선 방안 도출	○ 시뮬레이터 기능요소 및 수행절차분석 - 교통시뮬레이션의 정의 및 기능 분석 ○ 시뮬레이터 성능 비교 검토 - 상용 교통시뮬레이터 성능 비교 ○ 시뮬레이터 기능 수행 절차 개선 방안 도출 - 교통시뮬레이션 개발 시 개선사항 도출	100
	○ 스마트 대중교통 운영 이용자 편의 서비스 개발 - 시민체감형 서비스 개발을 위한 기초 연구 - 시범 서비스를 위한 기본 개념 구상 및 기초 연구 - 기초연구를 통한 시민체감형 도출 및 도출된 서비스의 기술적 타당성 검토 - 시민체감형 서비스 도출	○ 시민체감형 서비스 개발을 위한 기초 연구 - 서베이 보고서 ○ 시범 서비스를 위한 기본 개념 구상 및 기초 연구 - 스마트 대중교통 이용 시나리오 도출 보고서 ○ 기초연구를 통한 시민체감형 도출 및 도출된 서비스의 기술적 타당성 검토 - 기술 타당성 검토 보고서 ○ 시민체감형 서비스 도출 - 서비스 구성요소 분석 및 서비스 도출 보고서	100
	○ 임시운행을 위한 법제도 정비안 개발 - 실증단지 구축 및 운행을 위한 정책적 정비방향 제시 - 자율협력주행버스 임시운행을 위한 법제도 정비방안 연구	○ 실증단지 구축 및 운행을 위한 정책적 정비방향 제시 - 논문 ○ 자율협력주행버스 임시운행을 위한 법제도 정비방안 연구 - 보고서	100
	○ 상용화를 위한 법제도 정비안 개발 - 자율협력주행버스 상용화를 위한 법제도 추가쟁점 발굴 및 법제정비 개선 방향성 연구	○ 자율협력주행버스 상용화를 위한 법제도 추가쟁점 발굴 및 법제정비 개선 방향성 연구 - 분석서	100
2차 년도	○ 중소형 자율주행 기술 적용 및 대형 버스 자율주행 시스템 기본설계 - 중소형 버스 인지/측위/판단/제어 알고리즘	○ 중소형 버스 인지/측위/판단/제어 알고리즘 적용 및 실차 실험 - 센서 장착 위치에 따른 성능 시험	100

	적용 및 실차 실험 - 대형 버스 자율주행시스템 기본설계 및 자율주행 알고리즘 적용 방안 해석	- 차선 기반 도심도로 측위 알고리즘 개발 - 레이더/라이다/비젼센서 기반 인지 로직 개발 - 중소형 버스 동특성 기반 경로 및 속력 추종 제어 기능 고도화 ○ 대형 버스 자율주행시스템 기본 설계 및 자율주행 알고리즘 적용 방안 해석 - 대형 버스 자율주행을 위한 센서 및 제어기 구성, 사양 기본 설계 - 대형 버스의 판단 및 제어 알고리즘 적용 방안 검토 및 시뮬레이션 모델 해석 - 대형 버스의 경우 승차 인원에 따른 질량 변동, 조향 제어기의 backlash 특성으로 인해 승용차와 상이한 동특성을 보임. 동특성에 대한 사전 검토 및 차량 대상 System ID 수행	
	○ 자율주행 전기차량 특화 전력관리 시스템 개발 및 Fault operation 시스템 설계/구축 - HD map 연동 시의 HD map 포맷 범용성 확보를 위한 HD map Engine 개발 - 친환경 전기상용차의 전력관리 최적화를 위한 전력관리장비 개발 - 시스템 오작동 시 비상 정지를 위한 별도 제동 장치 설계	○ HD map 연동 시의 HD map 포맷 범용성 확보를 위한 HD map Engine 개발 - HDmap 서버와 인터페이스 API를 이용한 차선 데이터 parsing 기능 개발 ○ 친환경 전기상용차의 전력관리 최적화를 위한 전력관리장비 개발 - 자율주행 시스템 전자 장비 개별 전원 관리 기능 개발 ○ 시스템 오작동 시 비상 정지를 위한 별도 제동 장치 설계 - 자율주행 시스템 오작동 시 차량의 긴급 제동을 위한 별도 제동 장치 개발 - 제동장치는 상용차량의 비상정지를 위하여 고용량의 전원사양으로 개발되었으며, 승용차량에도 활용할수 있는 모듈 구조로 제작함	100
	○ 자율협력주행을 위한 중소형 디젤/전기버스 차량 제작 및 개조 - 자율협력주행을 위한 중소형 디젤버스 차량 2대 개조 - 자율협력주행을 위한 대형 전기버스 차량 1대 개조 - 대형 전기버스 기반 조향/구동/제동제어 시스템 적용 검토	○ 자율협력주행을 위한 중소형 디젤버스 차량 2대 개조 - 조향제어를 위한 시스템 제작 및 개조 - 구동/제동제어 소프트웨어 사양 적용 ○ 자율협력주행을 위한 대형 전기버스 차량 1대 개조 - 조향제어 가능한 부품 및 사양 검토 ○ 대형 전기버스 기반 조향/구동/제동제어 시스템 적용 검토 - 협조제어 사양 개발	100
	○ 신호등 검출을 위한 알고리즘 개발 ○ 표지판 인식 알고리즘 개발	○ 신호등 검출을 위한 알고리즘 개발 - Deep Learning 방식의 신호등 검출	100

		영상인식 알고리즘 설계 - DB 수집과 학습을 통해 검출 성능 향상 ○ 표지판 인식 알고리즘 개발 - 검출된 표지판의 종류 구분하여 출력(표지판의 종류 인식 가능) - DB 수집과 학습을 통해 검출 성능 향상	
	○C-ITS 및 C-IPTS를 위한 RSU 구축 및 시스템 간 프로토콜 개발	- C-ITS 및 C-IPTS를 위한 노변 통신 인프라(RSU) 및 서비스 구축 - C-IPTS 시스템 간 인터페이스 정의 및 프로토콜 개발 - QRNG 적용 V2X 서버 설계 및 개발(보고서 1건, 특허출원 1건) - WAVE+5G 기반 차량 통신 단말기를 위한 SK텔레콤 아키텍쳐 검토 및 HW 설계(시작품 1건) - C-IPTS 서비스를 위한 데이터 및 메시지셋 표준 제안(표준제안 1건) - 설계서 1건, 보고서 3건, 논문(SCI) 1건, SW 2건, 특허출원 2건	100
	○ 자율협력주행 대중교통 관제시스템 구축 기술 개발(한국교통연구원) - C-IPTS 통합연계 시스템 개발 - C-IPTS 기반 자율협력주행 대중교통 관제시스템 개발	○ C-IPTS 통합연계 시스템 개발 - 연계시스템 프로토타입 제작(현장적용 1건, 시작품 1건) - 수요 대응형 대중교통서비스 연계 프로토타입 제작(현장적용 1건) ○ C-IPTS 기반 자율협력주행 대중교통 관제시스템 개발 - 차상 현시 모니터링 프로토타입 제작(설계서1건) - 안전성 및 효율성 지표 산정 알고리즘 및 데이터 플로우 설계(SCI논문 1건, 특허출원 1건, 학술발표 3건) - 관제시스템 대중교통기반 빅데이터 아키텍처 설계(설계서1건) - 관제시스템 대중교통 빅데이터 활용 서비스 설계 및 데이터베이스화(SCI논문 1건, 특허출원 1건, 설계서 1건, 학술발표 2건)	100 (현장적용 100%, 설계서 100%, 특허출원 100%, 논문(SCI) 100%, 시작품 100%, 학술발표 5건 초과달성)
	○ 차상제어모니터링 데이터 기반 실시간 신뢰성 평가 시스템 개발 - 중소형/대형 자율주행 플랫폼 연계시스템 프로토타입 개발 - 신뢰성 평가 알고리즘 및 프레임워크 개발 ○ 차상제어모니터링 및 고장·유지관리 데이터 기반 고장예측진단 시스템 개발 - 고장예측진단 알고리즘 및 프레임워크 개발	○ 중소형/대형 자율주행 플랫폼 연계시스템 프로토타입 개발 - 연계시스템 프로토타입 제작 ○ 신뢰성 평가 알고리즘 및 프레임워크 개발 - 신뢰성 평가 알고리즘 설계 - 신뢰성 평가 프레임워크 프로토타입 제작 ○ 고장예측진단 알고리즘 및 프레임워크 개발 - 고장예측진단 알고리즘 설계 - 고장예측진단 프레임워크 프로토타입 제작	100
	○ 지능형 인프라 연계 자율주행지원 관제 시스템	○ HD map 서버 내부 및 차량/관제서버	100

	개발	와의 인터페이스 설계 - HDMap 서버 내부 및 차량/관제서버와의 인터페이스 설계 및 보고서 작성(1건) ○ HD map 서버 구축 - 오픈레인 기반의 HDMap을 변환하고 제공할수 있는 기능 구현 및 SW등록(2건) ○ HDMap 시각화 프로그램 개발 - 다양한 NDS타일 조회 기능 개발 및 2D visualization 구현, SW 등록(1건)	
	○ 실증 단지 선정/설계/구축/평가 가이드라인 개발 - 자율협력주행 대중교통 실증단지 설계 - 자율협력주행 대중교통 관련 서비스 검토 및 선정 - 도입 지역 적용 가능 서비스 도출 - 중소형 버스 시연	○ 자율협력주행 대중교통 실증단지 설계 - 자율협력주행 대중교통 실증단지 설계서 - 실증단지 설계 가이드라인 ○ 자율협력주행 대중교통 관련 서비스 검토 및 선정 - 자율협력주행 대중교통 서비스 정의서 ○ 도입 지역 적용 가능 서비스 도출 - 실증단지 서비스 적용 검토서 ○ 중소형 버스 시연 - 중소형 자율협력주행 버스 주행 가능 여부	100
	○ 스마트 대중교통 운영 효율성 평가 시뮬레이션 핵심 기술 개발 - 스마트 대중교통 운용환경 평가 지수 개발 - 스마트 대중교통 운영 시뮬레이션 핵심 알고리즘 개발	○ 스마트 대중교통 운용환경 평가 지수 개발 - 보고서 ○ 스마트 대중교통 운영 시뮬레이션 핵심 알고리즘 개발 - 행태 모델 알고리즘 및 통신 라이브러리	100
	○ 스마트 대중교통 운영 이용자 편의 서비스 핵심 기술 개발 - 수요 데이터 기반 버스 정류장 선정 기술 개발 - 수요 대응형 대형 및 소형 버스 서비스 단일 노선 최적 운영 방법론 개발 - 서비스 이용 승객들의 정류장 도착 시간 추정 기술 개발 - 편의 서비스, 관제 시스템, 시뮬레이션과의 연계를 위한 인터페이스 설계	○ 수요 데이터 기반 버스 정류장 선정 기술 개발 - 알고리즘 ○ 수요 대응형 대형 및 소형 버스 서비스 단일 노선 최적 운영 방법론 개발 - 알고리즘 ○ 서비스 이용 승객들의 정류장 도착 시간 추정 기술 개발 - 알고리즘 ○ 편의 서비스, 관제 시스템, 시뮬레이션과의 연계를 위한 인터페이스 설계 - 아키텍처 설계서	100
	○ 스마트 대중교통 운영 효율성 평가 시뮬레이터 설계 - 시뮬레이션 요구사항 명세서 - 시뮬레이션 아키텍처 설계서 - 시뮬레이션 UI 설계서 - 시뮬레이션 데이터베이스 설계 - 도로네트워크 적용 모델 수립 및 테스트베드	○ 시뮬레이션 요구사항 명세서 - 요구사항 명세서 ○ 시뮬레이션 아키텍처 설계서 - 아키텍처 설계서 ○ 시뮬레이션 UI 설계서 - UI 설계서 ○ 시뮬레이션 데이터베이스 설계 - 데이터베이스 설계서 ○ 도로네트워크 적용 모델 수립 및 테스트베드 - 도로네트워크 적용 분석서	100
	○ 스마트 대중교통 운영 이용자 편의 서비스 개발 - 개방형 데이터 플랫폼 설계	○ 개방형 데이터 플랫폼 설계 - 인터페이스 정의 및 설계	100

	- 서비스 핵심 구성요소별 세부기획 및 UI/UX 설계·개발 - 교통정보 인프라와 대중교통 이용자편의 서비스 핵심 기술을 연계한 서비스 시스템의 설계 및 구축 - 사용자를 위한 모바일 어플리케이션 기본 기능 개발	- 플랫폼 설계 ○ 서비스 핵심 구성요소별 세부기획 및 UI/UX 설계·개발 - UI/UX 설계 ○ 교통정보 인프라와 대중교통 이용자편의 서비스 핵심 기술을 연계한 서비스 시스템의 설계 및 구축 - 시스템 설계 ○ 사용자를 위한 모바일 어플리케이션 기본 기능 개발 - 연동 시험	
	○ 임시운행을 위한 법제도 정비안 개발 - 실증단지 구축 및 운행을 위한 정책적 정비방향 제시 - 자율협력주행버스 임시운행을 위한 법제도 정비방안 연구	○ 실증단지 구축 및 운행을 위한 정책적 정비방향 제시 - 논문 ○ 자율협력주행버스 임시운행을 위한 법제도 정비방안 연구 - 보고서	100
	○ 상용화를 위한 법제도 정비안 개발 - 자율협력주행버스 상용화를 위한 법제도 추가쟁점 발굴 및 법제정비 개선 방향성 연구	○ 자율협력주행버스 상용화를 위한 법제도 추가쟁점 발굴 및 법제정비 개선 방향성 연구 - 분석서	100
	○ C-IPTS 기반 개방형 데이터 플랫폼(Open Data Platform) 구상 및 실증 - C-IPTS 기반 개방형 데이터 플랫폼 요구사항 검토 - C-IPTS 기반 개방형 데이터 플랫폼(ODP: Open Data Plarform) 논리 아키텍쳐 정의 - C-IPTS 기반 개방형 데이터 플랫폼 모듈 구성 정의	○ C-IPTS 기반 개방형 데이터 플랫폼 요구사항 검토 - 요구사항 검토서 ○ C-IPTS 기반 개방형 데이터 플랫폼(ODP: Open Data Plarform) 논리 아키텍쳐 정의 - 논리 아키텍처 구상안 ○ C-IPTS 기반 개방형 데이터 플랫폼 모듈 구성 정의 - 논문	100
3차 년도	○ 중소형 버스 자율협력주행 기술 고도화 및 대형 버스 자율주행 기술 적용 - 중소형 버스 자율협력주행 기능 고도화 - 대형 버스 인지/측위/판단/제어 알고리즘 적용, 실차 실험 및 시연 구간 성능 검증 - 대형 버스 시연을 위한 자율주행 임시운행면허 허가 취득	○ 중소형 버스 자율협력주행 기능 고도화 - HD map활용한 복합 측위 알고리즘 개발 - 관제센터 기반 실시간 노선 변경 대응 알고리즘 개발 및 시뮬레이션 ○ 대형 버스 인지/측위/판단/제어 알고리즘 적용, 실차 실험 및 시연 구간 성능 검증 - 센서 장착 위치에 따른 성능 시험 - 차량 센서 기반 인지 및 복합 측위 알고리즘 적용 - 대형 버스 판단/제어 알고리즘 적용 ○ 대형 버스 시연을 위한 자율주행 임시운행면허 허가 취득 - 대형 전기버스 자율주행 임시운행 허가 취득 및 세종시 BRT 실도로 주행 시험 - BRT 실도로 주행 시 도로 노면의 차선이 노후화 되어, 차선 검출 성능이 더 강건한 알고리즘을 적용하였음	100

	○ 자율주행용 SW 및 HW 개발 - 다수 차량 자율주행시스템 버전관리를 위한 OTA 업데이트 시스템 구축 - 자율주행 SW 탑재 Computing HW 플랫폼 이중화 시스템 구축 - 자율협력주행 기반 대중교통 이용편의성 확보를 위한 승객용 HMI 개발 - 자율주행시스템 작동 및 조작편의성 확보를 위한 운전자용 HMI 개발	○ 다수 차량 자율주행시스템 버전관리를 위한 OTA 업데이트 시스템 구축 - 동시 버전 관리를 위한 업데이트 시스템 프로토타입 개발 - 개발한 OTA는 자율주행 C-IPTS 인터페이스 장비에 적용하여 테스트를 진행하였음 - C-IPTS 인터페이스 장비는 OBU와 암호화 메시지를 상호 교환함 - 업데이트 펌웨어 변조 방지 기능을 포함한 사이버 보안 체계를 후속 연구로 구축할 계획임 ○ 자율주행 SW 탑재 Computing HW 플랫폼 이중화 시스템 구축 - HW 플랫폼 이중화 시스템 프로토타입 개발 ○ 자율협력주행 기반 대중교통 이용편의성 확보를 위한 승객용 HMI 개발 - 차량 주행정보 및 V2X 연계정보 표출을 위한 승객용 HMI 개발 ○ 자율주행시스템 작동 및 조작편의성 확보를 위한 운전자용 HMI 개발 - 자율주행 시스템 상태 표출을 위한 차량 정보 연계 표출 HMI 개발 - 운전자용 HMI는 모듈화를 통해 CAN 사양 변경 시 다른 차량에도 적용 가능 ○ 개발한 하드웨어 플랫폼의 모듈화를 통해 다른 차량의 유형에 적용 시도될 수 있도록 구현함 - 운전자용 HMI : 인터페이스에 사용하는 CAN 통신은 private CAN으로 개발되어, 인터페이스 규약에 따라 승용차에 적용 가능. 입력 전압은 12~24V로 승용차에 적용 가능 - C-IPTS ECU : V2X 통신용 장비로 CAN, USB, Ethernet Interface 하드웨어 구성함. 입력전압은 9~20V로 버스 차량에는 12V로 연결됨. 승용차에는 감압 없이 12V로 이용 가능함. OBU와의 인터페이스는 J2735 규격을 사용하여 범용적으로 적용 가능함 - 전력관리장비 : 전기버스 차량의 고전압/저전압 전력 별 분배 및 모니터링, 부하 관리를 위해 개발하였음. 기개발한 장비는 5V~24V DC를 대상으로 개발되었으므로 승용차의 12V도 지원함. 따라서 전기 차량 기반의 자율주행 차량 플랫폼 개발에 적용 가능함	100

	○ 자율협력주행을 위한 중소형/대형 전기버스 차량 제작 및 개조 - 자율협력주행을 위한 대형 전기버스 차량 2대 개조 - 자율협력주행을 위한 중소형 전기버스 차량 2대 개조 - 대형 전기버스 기반 조향/구동/제동제어 시스템 검토 및 적용 - 중소형 전기버스 기반 조향/구동/제동제어 시스템 검토	○ 자율협력주행을 위한 대형 전기버스 차량 2대 개조 - 일렉시티 기반 조향시스템 장착 및 차량 구조 개조 ○ 자율협력주행을 위한 중소형 전기버스 차량 2대 개조 - 카운티 일렉트릭 기반 조향시스템 장착 ○ 대형 전기버스 기반 조향/구동/제동제어 시스템 검토 및 적용 - 조향/구동/제동제어 협조제어 인터페이스 개발 및 기능/성능 테스트 ○ 중소형 전기버스 기반 조향/구동/제동제어 시스템 검토 - 중소형 전기버스 협조제어 인터페이스 요구기능 및 인터페이스 정의	100
	○ 승객 안전을 위한 비젼 센서 기반 인지 최적화 기술 개발 - Deep learning 방식의 승객 인식 기술 개발 - 대형 버스 대상 승객 인식 알고리즘 적용 및 차량 테스트	○ Deep learning 방식의 승객 인식 기술 개발 - 시연 지역 테스트 영상 취득 및 알고리즘 재학습/튜닝 ○ 대형 버스 대상 승객 인식 알고리즘 적용 및 차량 테스트 - 시연 차량에 카메라 설치 및 테스트 영상 기반 알고리즘 테스트	100
	○ WAVE/5G를 활용한 차량통신 단말구성 및 Hd map/관제 시스템과 연계한 통신서비스 개발	- BRT 구간 통신 장치 실차 운영 및 협력형 자율주행을 위한 V2X 통신 최적화 (논문(SCI) 1건, 논문(SCI) 1건, 보고서 1건, 시험성적서 2건) - 통합 교통 관제 시스템과 연계한 복수 교차로 신호 협력 서비스를 위한 프로토콜 설계 및 개발 (특허출원 1건, 특허등록 1건, S/W 1건, 보고서 1건) - C-IPTS 서비스를 위한 데이터 및 메시지셋 표준 제정 진행 및 자율협력주행 대중교통 정보교환 규격 제안(보고서 1건, 표준제안 1건, 표준제정 1건) - Hd map 실증단지 내 구축지역 확대(90% 이상 수준) - 실증단지 시연을 위한 협력 및 지원 - 특허 분석을 통한 특허 포트폴리오 작성 및 계획 수립	100
	○ 자율협력주행 대중교통 관제시스템 구축 기술 개발(한국교통연구원) - C-IPTS 통합연계 시스템 개발 - C-IPTS 기반 자율협력주행 대중교통 관제시스템 개발	○ C-IPTS 통합연계 시스템 개발 - 실시간 수집 데이터의 DB 저장 기술 개발 및 적용(보고서 1건, S/W등록 1건) - 통신 기반 자율협력주행 관련 수집 데이터 처리 및 저장 기술 개발 및 적용(보고서 1건, 특허등록 1건)	100 (S/W등록 100%, 보고서 400%(4건 초과달성),

		- 빅데이터 분석을 위한 통합 데이터베이스 구축(보고서 1건) ○ C-IPTS 기반 자율협력주행 대중교통 관제시스템 개발 - 자율주행버스의 실시간 주행 궤적 생성 및 제공을 위한 센터 알고리즘 개발 및 구축, 자율협력주행 관제서비스의 구현을 위한 AIMSUN 기반 SILS 환경 구축 및 적용(보고서 1건, 특허등록 1건) - 자율협력주행 기반 대중교통 시스템의 안전성 평가 시스템 개발 및 적용, 자율협력주행지원을 위한 HDmap기반 도로 정보 표출 기술 개발 및 적용(보고서 1건, S/W등록 1건, SCI논문 1건, 학술발표 2건, 특허등록 1건)	논문(SCI) 1건 초과달성, 학술발표 2건 초과달성, 특허(등록)3건 초과달성)
	○ 차상제어모니터링 데이터 기반 실시간 신뢰성 평가 시스템 개발 - 중소형/대형 자율주행 플랫폼 연계시스템 프로토타입 개발 - 신뢰성 평가 알고리즘 및 프레임워크 개발 ○ 차상제어모니터링 데이터 기반 고장예측진단 시스템 개발 - 고장예측진단 알고리즘 및 프레임워크 개발	○ 중소형/대형 자율주행 플랫폼 연계시스템 프로토타입 개발 - 연계시스템 프로토타입 제작 ○ 신뢰성 평가 알고리즘 및 프레임워크 개발 - 신뢰성 평가 알고리즘 설계 - 신뢰성 평가 프레임워크 프로토타입 제작 ○ 고장예측진단 알고리즘 및 프레임워크 개발 - 고장예측진단 알고리즘 설계 - 고장예측진단 프레임워크 프로토타입 제작	100
	○ 자율협력주행 위한 C-IPTS 디지털 인프라 기술 개발	○ OpenLaneModel 외에 Localization 모델 활용한 실시간 동적 교통정보 업데이트 기술 개발 - 실시간 동적 교통정보(Landmark, Volatile)를 반영하여 NDS Encoding 및 갱신 기술 개발 및 보고서 작성(1건) - 실시간 동적 업데이트 Layer 개발 및 외부공인시험기관 시험성적서 발급 - NDS 기능 개발, NDS 소개 연구단 대상으로 교육진행 및 보고서 작성(1건) - NDS Encoder 및 데이터 전처리 프로그램 개발 및 SW등록(1건) - 데이터 전처리 기술 및 Data 갱신여부 판단 기술 개발 및 외부 공인시험기관 시험성적서 발급 ○ HD map Localization 모델 서버 확장 구축 - 이용자 맞춤형 HD Map 제공 및 HD Map 표출프로그램 개발 - 차량 단말 NDS 조회 API 개발 및 SW등록(1건) - HDMap 2.5D 표출 프로그램 개발 및 SW등록(1건) 및 신규 표출 응답시간(1,000ms 이하) 확인 및 외부 공인시험기관 시험성적서 발급 - 이용자 맞춤형 타일별 HDMap 조회 응답시간(1,000ms이하) 확인 및	100

		외부공인기관 시험성적서 발급 ○ 크라우드 소싱 단말과 연계되어, 도로의 동적/정적 구조물에 대한 변화 제공 - 크라우드 소싱단말(SKT)과 연계하여 HDMap과 Pothole 업데이트 기능개발 - 실시간 동적 교통정보 업데이트 알로리즘 개발 및 SW등록 1건 ○ 특허 분석을 통한 특허 포트폴리오 작성 및 계획수립 - 특허분석, 전문가 자문을 통한 특허포트폴리오 작성 - 특허포트 폴리오 계획을 토대로 특허(출원) 3건	
	○ 실증 단지 선정/설계/구축/평가 가이드라인 개발 - 실증단지 구축 및 지자체 협력 지원 - 실증단지 적용 가능 서비스 검토 - 대형 자율협력주행버스 시연	○ 실증단지 구축 및 지자체 협력 지원 - 관제센터 데이터 연계율(연계대상시스템 수 실적/목표*100) ○ 실증단지 적용 가능 서비스 검토 - 적용 서비스수 달성율(적용가능서비스수 실적/목표*100) ○ 대형 자율협력주행버스 시연 - 대형버스 시연 달성율(시연횟수 실적/목표*100)	100
	○ 스마트 대중교통 운영 효율성 평가 시뮬레이션 핵심 기술 개발 - 스마트 대중교통 운영 시뮬레이션 핵심 알고리즘 고도화 - 관제 데이터와 연계 평가가 가능한 시뮬레이션 기능 설계	○ 스마트 대중교통 운영 시뮬레이션 핵심 알고리즘 고도화 - 미시 주행 파라미터 정산 정확도 ○ 관제 데이터와 연계 평가가 가능한 시뮬레이션 기능 설계 - 링크별 평균속도 추정 정확도	100
	○ 스마트 대중교통 운영 이용자 편의 서비스 핵심 기술 개발 - 빅데이터 기반 소형 버스 서비스 다중 노선 산출 방법론 개발 - SILS 기반 중소형 셔틀 노선 생성 알고리즘 구현 및 검증	○ 빅데이터 기반 소형 버스 서비스 다중 노선 산출 방법론 개발 - 기존 알고리즘 대비 총 효율 증가율(제안 알고리즘 효율/기존 알고리즘 효율*100%) ○ SILS 기반 중소형 셔틀 노선 생성 알고리즘 구현 및 검증 - 실시간 수요 수락율	100
	○ 스마트 대중교통 운영 효율성 평가 시뮬레이션 개발 - 시뮬레이션 Data Manager구현 - 시뮬레이션 구현(자율협력주행 시뮬레이션 시연 지원 포함)	○ 시뮬레이션 Data Manager구현 - 시뮬레이션 도로네트워크 데이터 생성 관리 S/W 기능검증 및 저작권 등록(외부전문가 평가 적정 이상 및 S/W 등록 2건 실적/목표*100) ○ 시뮬레이션 구현(자율협력주행 시뮬레이션 시연 지원 포함) - 자율협력주행 시뮬레이션 운영 S/W 기능검증 및 저작권 등록(외부전문가 평가 적정 이상 및 S/W 등록 2건 실적/목표*100)	100
	○ 스마트 대중교통 운영 이용자 편의 서비스 개발 - 개방형 데이터 플랫폼 구축 - 관제시스템 빅데이터 및 인프라 활용 시스템 개발 - 자율협력주행 연계 시스템 구축 - 서비스 관리용 GUI 개발 - 도시통합정보 센터 API 서버 개발	○ 개방형 데이터 플랫폼 구축 - 개방형 데이터 API 적용 성공률 ○ 관제시스템 빅데이터 및 인프라 활용 시스템 개발 - 2세부 관제와 양방향 인터페이스 연동 백엔드 구축	100

		○ 자율협력주행 연계 시스템 구축 - 최적경로산정 알고리즘 연계 기술 개발 ○ 서비스 관리용 GUI 개발 - 관리자용 UI/UX 개발 ○ 도시통합정보 센터 API 서버 개발 - 시스템 아키텍처 설계 및 구축	
	○ 임시운행을 위한 법제도 정비안 개발 - 자율협력주행버스 임시운행을 위한 법제도 정비 - 자율주행기반 대중교통시스템 실증단지 운영을 위한 입법지원	○ 자율협력주행버스 임시운행을 위한 법제도 정비 - 법률 제개정안 도출 관련성 사항 검토 ○ 자율주행기반 대중교통시스템 실증단지 운영을 위한 입법지원 - 실증단지 운영 관련 법제 현안 분석	100
	○ 상용화를 위한 법제도 정비안 개발 - 자율주행기반대중교통시스템 상용화를 위한 정책적 정비방안 및 법제도 정비방안 연구	○ 자율주행기반대중교통시스템 상용화를 위한 정책적 정비방안 및 법제도 정비방안 연구 - 자율주행기반대중교통시스템 상용화 관련 법정책적 검토	100
	○ C-IPTS 데이터의 특성을 반영한 데이터 카탈로그 작성 표준 제시 - 데이터 카탈로그 기능적 요구사항 정의 및 데이터 맵 작성 - GIS 데이터를 위한 카탈로그 작성 방법 정의 및 데이터 변환 방법 개발	○ 데이터 카탈로그 기능적 요구사항 정의 및 데이터 맵 작성 - C-IPTS 데이터의 데이터맵의 관련 데이터 3개 목록 ○ GIS 데이터를 위한 카탈로그 작성 방법 정의 및 데이터 변환 방법 개발 - CAPTAIN플랫폼에 사용되는 GIS데이터의 상호 변환 로직의 데이터 검토율	100
4차 년도	○ 중소형 전기버스 자율협력주행 기술 개발 및 관제센터 인터페이스 자율협력주행 기술 고도화 - 중소형 전기버스 자율협력주행 기술 개발 - 중소형 및 대형 전기버스 자율협력주행 기술 개발 - 관제센터 인터페이스 대응 및 고장진단 대응 기술 적용	○ 중소형 전기버스 자율협력주행 기술 개발 - 중소형 전기버스 연구용 차량 1대에 자율주행 시스템 설계 및 차량 개발 - 중소형 전기버스 실증용 차량 4대에 알고리즘 적용 - 중소형 전기버스 자율주행 임시운행 허가 취득 ○ 중소형 및 대형 전기버스 자율협력주행 기술 개발 - V2X 통신 및 관제센터 정보 기반 인지 알고리즘 개발 - 관제센터 연계 경로 추종 알고리즘, 속력 추종 알고리즘 개발 및 실차 실험 ○ 관제센터 인터페이스 대응 및 고장진단 대응기술 적용 - 관제센터 연계를 위한 V2I 인터페이스 통신 모듈 개발 및 통합 테스트 - 자 차량 고장진단 기술 적용 - 고장 진단 대응 기술은 현재 자율주행 상태 모니터링 후 제어권 전환으로 개발/적용함. 이는 level 3 수준의 대응 기술임 - 추후 level 4 수준의 고장 안전 기술	100

		을 개발하기 위해서 비상제동장치를 개발하였음 - Level 4 자율주행을 위해서는 fall-back operation이 필요함. 향후 연구방안으로 기존의 모니터링에 추가하여 센서의 fail 상황 검지를 위한 연구 진행 중 - 기존 제어기와 IPC의 고장이 발생할 경우, 보조 제어기와 비상제동장치를 이용한 비상정지 로직을 시뮬레이션 수준으로 진행한 바 있음. 실제 차량에 적용할 경우 운전자의 개입의 발생 여부 모니터링, 다중 제어기 간 역할 전환 기능 개발이 필요하며, 이를 자율주행 차량에 적용하는 후속 연구를 진행 중	
	○ 중소형 전기버스 차량 자율주행 센서 장착을 위한 차량 개조 및 부품 개발, 실증 차량 관리 - 중소형 전기버스 차량 개조 및 부품개발 - 실증운영 및 차량 유지관리 - 자율협력주행 취약시나리오 DB화를 통한 자율주행기술 시험 환경 구축 기본 연구	○ 중소형 전기버스 차량 개조 및 부품 개발 - 중소형 전기버스 5대 자율주행을 위한 센서 장착, 전원 개조 - 운전자용 HMI, 승객용 HMI 및 전원분배모듈 적용 ○ 실증운영 및 차량 유지관리 - 실증 운영 차량 주행데이터 로깅 및 차량 관리 운영 ○ 자율협력주행 취약시나리오 DB화 - 자율주행 센서 데이터 취득 장비 개발	100
	○ 중소형 전기버스 차량 제작 및 개조 - 자율협력주행을 위한 중소형 전기버스 차량 3대 제작 및 개조 - 중소형 전기버스 기반 차량 제어 성능 육성 및 실증 테스트	○ 자율협력주행을 위한 중소형 전기버스 차량 3대 제작 및 개조 - 조향제어 시스템 시작품 3개 제작 및 차량 적용을 위한 개조 - 조향/구동/제동 소프트웨어 업데이트를 통한 협조제어 인터페이스 적용 ○ 중소형 전기버스 기반 차량 제어 성능 육성 및 실증 테스트 - 차량 제어 시스템 기능/성능 검증, SW 업데이트	100
	○ 자율협력주행에 최적화된 알고리즘 개발 - 대중교통 플랫폼(실증 차량)에 알고리즘 최적화 - 시연 및 실증을 통한 알고리즘 기능 보완	○ 대중교통 플랫폼(실증 차량)에 알고리즘 최적화 - False Positive 개선 ○ 시연 및 실증을 통한 알고리즘 기능 보완 - 실증 차량 주행데이터 취득 및 재학습을 통한 승객 알고리즘 성능 개선	100

	○ WAVE/5G Hybrid 통신 실차 운영 테스트 및 C-IPTS 서비스 통합 테스트	- C-IPTS 서비스/표준제안 메시지셋 차량 장치 탑재 및 V2X 기반 서비스 실증 - WAVE/LTE(또는 5G(C-V2X)) Hybrid 통신 성능 및 서비스 응답성 분석(보고서 1건 예정) - 자율협력주행 대중교통 정보교환 규격 표준 제정(표준제정 1건) - ROS 연계를 통한 자율주행 버스 상태 정보 수집 및 연계 테스트 - 실증단지 실증을 위한 협력 및 지원 - 자율주행제어시스템을 위한 HD Map과 V2X 통신 연계 모듈 개발 및 통합 테스트(보고서 1건 예정) - 논문(SCI) 1건 예정, 논문(일반) 1건 예정, 규격서 1건 예정, 특허출원 1건 예정, SW 2건 예정,특허등록 2건, 학술대회발표 1건, 연구관련홍보 1건	100
	○ 자율협력주행 대중교통 관제시스템 구축 기술 개발(한국교통연구원) - C-IPTS 통합연계 시스템 개발 - C-IPTS 기반 자율협력주행 대중교통 관제시스템 개발	○ C-IPTS 통합연계 시스템 개발 - C-IPTS 기반 자율협력주행 대중교통서비스 실증 적용을 위한 통합 아키텍처 개발(설계서 1건) - 관제 센터 기반 주요 서비스 및 시스템 통합 테스트 및 모니터링 기술 개발(S/W등록 1건, 시험성적서 1건, 보고서 1건, 현장적용 1건, 학술발표 1건) - 실시간 수집 데이터의 DB 저장 기술 추가 구축 및 비실시간 지수 개발 및 통신 기반 자율협력주행관련 수집 데이터 실시간/비실시간 처리 및 모니터링 기술 개발(설계서 1건) ○ C-IPTS 기반 자율협력주행 대중교통 관제시스템 개발 - 실주행 테스트를 통한 제안 서비스 검증 시나리오 수립 및 검증, 표출 기술 개발(S/W등록 1건, 시험성적서 1건, 시작품 1건, 현장적용 4건)	100 (S/W등록 100%, 시작품 100%, 보고서 100%, 현장적용 5건 초과달성, 설계서 2건 초과달성), 학술대회발표 1건 초과달성
	○ 차상제어모니터링 데이터 기반 실시간 신뢰성 평가 시스템 개발 - 중소형/대형 자율주행 플랫폼 연계시스템 실증 - 실시간 신뢰성 평가 모니터링 시스템 실증 ○ 차상제어모니터링 데이터 기반 고장예측진단 시스템 개발 - 차량상태기반 고장예측진단 시스템 실증	○ 중소형/대형 자율주행 플랫폼 연계시스템 실증 ○ 실시간 신뢰성 평가 모니터링 시스템 실증 ○ 차량상태기반 고장예측진단 시스템 실증	100
	○자율협력주행 위한 C-IPS 디지털 인프라 기술개발	○ HDMap 서버 고도화 및 성능분석 - 클라우드 기반 시스템 구축완료 - 상용서비스에서 활용성 향상을 위한 Shape	100

		File 포맷 지원 기능 개발 - Access code 활용한 서비스 보완 강화 - 실증단지 실증지원을 위한 최신 HDMap 구축 ○ 자율협력주행을 위한 동적 정보제공 확대 - 외부교통정보센터와 연계하여 교통정보(소통/돌발) 및 기상청 날씨정보 제공 - API 사양서 보완 및 API 테스트 결과 보고서작성(1건) - 고정밀 전자지도 갱신시스템 특허(출원) 1건 - HDMap(고정밀 지도) 고도화 표출 프로그램 SW 등록 1건 - API 테스트 결과 보고서 1건 - 부하(Stress)테스트 및 결과 Report 보고서 1건 - HDMap 표출 프로그램 신규 표출 시간(500ms 이내)확인 및 외부공인기관 시험성적서 발급	
	○ 실증 단지 선정/설계/구축/평가 가이드라인 개발 - 실증단지 안전지침 개발 - 실증단지 적용 서비스 평가 및 분석 - 자율협력주행 버스 실증	○ 실증단지 안전지침 개발 - 실증단지 안전 가이드라인 전문가 평가결과(평가척도, 10점만점) ○ 실증단지 적용 서비스 평가 및 분석 - 적용 서비스수 달성율(적용가능서비스수 실적/목표*100) ○ 자율협력주행 버스 실증 - 자율협력주행 버스 실증 달성율(테스트 및 실증 시 서비스 실적/목표*100)	100
	○ 스마트 대중교통 운영 효율성 평가 시뮬레이션 핵심 기술 개발 - 스마트 대중교통 운영 시뮬레이션 핵심 알고리즘 검증 및 보정	○ 스마트 대중교통 운영 시뮬레이션 핵심 알고리즘 검증 및 보정 - 3차년도 대비 시뮬레이션 모사 성능 향상율	100
	○ 스마트 대중교통 운영 이용자 편의 서비스 핵심 기술 개발 - 수요 대응형 차량 경로 생성 알고리즘 통합기술 개발 - 실증단지 내 실제 데이터 기반의 중소형 셔틀 경로 생성 알고리즘 검증 및 평가	○ 수요 대응형 차량 경로 생성 알고리즘 통합기술 개발 - 경로 생성 알고리즘 성능 안정성 ○ 실증단지 내 실제 데이터 기반의 중소형 셔틀 경로 생성 알고리즘 검증 및 평가 - 실시간 수요 수락 율	100
	○ 스마트 대중교통 운영 효율성 평가 시뮬레이션 개발 - 스마트 대중교통 운영효율성 평가 시뮬레이션 기능 추가 및 개선 - 스마트 대중교통 운영효율성 평가 시뮬레이션 결과 데이터 표출 속도 개선 및 검증	○ 스마트 대중교통 운영효율성 평가 시뮬레이션 기능 추가 및 개선 - 시뮬레이션 SW의 ODP 실시간 데이터 연계 모니터링 기능을 포함한 구현 기능에 대한 확인 및 검증시험(구현기능평가/목표*100) ○ 스마트 대중교통 운영효율성 평가 시뮬레이션 결과 데이터 표출 속도 개선 및 검증 - 알고리즘 결과 데이터 사용자 웹화면 표	100

		출시점까지의 시간 검증(100회 테스트 10초 이내 90회 이상/목표*100)	
	○ 스마트 대중교통 운영 이용자 편의 서비스 개발 - 개방형 데이터 플랫폼 확장 개발 - 사용자 서비스를 위한 자율협력주행 연동 시스템 통합 개발 및 실증 - 시범 서비스 인프라 연동 시스템 검증 및 개선 - 세종시 도시통합정보센터 연계 서버 확장 개발	○ 개방형 데이터 플랫폼 확장 개발 - 확장 API 개발 및 단체 표준화 작업 진행 ○ 사용자 서비스를 위한 자율협력주행 연동 시스템 통합 개발 및 실증 - 사용성 분석을 통한 서비스 효율성 및 안정성 평가 결과(평가척도, 10점만점) ○ 시범 서비스 인프라 연동 시스템 검증 및 개선 - 시범서비스 인프라 연동 시험 및 시스템 검증 ○ 세종시 도시통합정보센터 연계 서버 확장 개발 - 시스템 아키텍처 구조 및 수집 주기 개선 (수집주기 개선 테이블수 실적/목표*100)	100
	○ 상용화를 위한 법제도 정비안 개발 - 자율협력주행버스 실증과정에서 발생하는 문제 또는 갈등사안에 대한 법제지원 - 자율협력주행버스 상용화를 위한 법제도 정비 - 자율주행기반 대중교통시스템 상용화를 위한 입법지원	○ 자율협력주행버스 실증과정에서 발생하는 문제 또는 갈등사안에 대한 법제지원 - 자율협력주행버스 실증관련 법제적 논점 검토 ○ 자율협력주행버스 상용화를 위한 법제도 정비 - 자율주행자동차법 개정안 및 여객운수사업법 개정안 등 자율협력주행버스 상용화 관련 법제도 정비안 도출 ○ 자율주행기반 대중교통시스템 상용화를 위한 입법지원 - 법제개선 관련 현안분석자료	100
	○ C-IPTS 데이터의 특성을 반영한 데이터 카탈로그 작성 표준 제시 - GIS 데이터를 위한 카탈로그 작성과 데이터 변환 실증	○ GIS 데이터를 위한 카탈로그 작성과 데이터 변환 실증 - CAPTAIN플랫폼에 사용되는 GIS데이터의 상호 변환 달성 1건 - C-IPTS 데이터와 데이터 카탈로그와의 연계맵 작성 1건 - C-IPTS 데이터 활용 및 관리 시나리오 제시 1건 - 대중교통 데이터, C-IPTS(리빙랩) 데이터 반영 여부 1건	100
	○ 자율협력주행기반 대중교통시스템 실증을 위한 세종시 대중교통시스템 운영·관리 지원 - 4차년도 실증단지 운영을 위한 행정 지원 - 자율주행차 시범운행지구 운영방안 마련 - 실증 이후 대중교통시스템 운영·관리를 위한 대안 마련	○ 4차년도 실증단지 운영을 위한 행정 지원 - 실증단지 운전자 운영관리(운전자교육 횟수, 운행일지 작성) ○ 자율주행차 시범운행지구 운영방안 마련 - 자율주행차 시범운행지구 실증 관련 운영방안 마련 1건 ○ 실증 이후 대중교통시스템 운영·관리를 위한 대안 마련 - 자율주행차 및 관제센터 등 실증단지 관리 관련 사후 활용방안 마련 1건	100

3) 자율주행 차량의 실증 운영에 따른 로직 별 실증 적합성 및 안전성 관련 결과

기술 항목	실증 이슈 사항	실증 적합성 및 안전성 분석
인지	○ 라이다/카메라 기반 알고리즘의 오인지 및 미인지 발생 가능성에 따른 실증 위험 최소화 - 라이다 및 카메라 기반 인지 알고리즘으로 정지/이동 장애물의 식별 및 상태 추정, 차량/보행자 분류 수행 - 딥러닝 기반 알고리즘의 경우 오인지 및 미인지 가능성 존재 - 정지/이동 장애물의 식별 및 상태 추정에는 칼만필터 기반의 알고리즘을 사용하였으며, 딥러닝 기반 인지 및 분류 알고리즘과 병렬로 작동하도록 하여 미인지 발생 가능성을 최소화함	○ 인지 알고리즘의 미 인지율 최소화 필요 - 자율주행 차량의 실증 운영 시 인지 알고리즘의 미 인지율을 최소화 하기 위하여 인지 알고리즘 설계 필요 - 인지 성능 대비 미 인지율이 존재하는 알고리즘의 경우, 보완적으로 미 인지 발생 시 fail-safe 형태로 작동하는 알고리즘 추가 적용 필요 - 본 실증에서는 인지 알고리즘의 이중화로 오 분류가 발생하더라도 정지 장애물로 인지하여 정차 대응할 수 있도록 구성하여 안전성을 확보함
측위	○ HDmap의 정확도에 따른 측위 로직 결과의 정확성 확보 이슈 - 실증 운영할 때 기 개발된 HDmap을 활용하거나, 과거에 개발된 HDmap을 사용할 수 있음 - 도로 개발에 따라 도로의 형상, 차선의 위치가 변할 수 있음 - HDmap 개발 시 보장하는 정확도의 한계 : 버스의 경우 차량 폭으로 인해 횡 방향 위치 정확도가 0.1m 이하로 요구되나 실제 HDmap에서 보장하는 정확도는 0.3m 이하인 경우 발생 - 실증운영 이전에 동일 구간에서 여러번 취득한 수동 주행데이터를 이용하여 측위로직 결과와 비교/분석하여 불특정한 bias가 발생하는 구역 확인, HDmap과 주행 데이터 취득 결과 분석. HDmap 담당 기관과 협의하여 보완 - HDmap 보정이 어려울 경우 주행데이터의 궤적 정보, 차선 인식 정보를 이용하여 HDmap을 자체적으로 수정하여 사용하였음 ○ 차선 정보 등의 오인지 및 미 인지 이슈 - 실증 주행 구간 내 차선 외에 교차로 가이드선 (색상이 있는 점선 등) 으로 인하여 HDmap과의 매칭 오류 발생 - 제공 받은 HDmap상에는 교차로 가이드 선이 없었으며, 부근에 있는 차선과 잘못 매칭되었음 - HDmap상에 가이드 선을 수작업으로 추가하여 다른 차선으로 잘못 매칭하는 오류 수정함	○ 실증을 위한 HDmap의 지속적인 갱신 및 공유 필요 - 차선 재도색, 도로 공사 발생 시 해당 사항을 사전에 공유 필요 - HDmap 정보의 정기적인 업데이트 필요 - HDmap 정보 정확도를 0.1m 이하로 확보하고, 확보가 어려운 구간은 보완책 (로컬 경로 업데이트 등) 마련을 위하여 보고서 등을 통해 사전에 공유 필요 - 구축된 HDmap에 대해 구축 결과의 타 기관에서의 결과 확인 및 검증 작업 필요
판단 / 제어	○ 인지 범위 제약에 대한 판단/제어로직 대응 - 자율주행 차량의 센서를 이용해 인지 로직으로 안정적으로 인식되는 범위는 본 과제에서 40m~80m 수준으로 수동 주행 데이터를 이용해 분석하였음 - 안전한 실증을 위해 최대 주행 속력을 당초 50 kph에서 30-45 kph 수준으로 하향 조정함 - 추가적으로 교차로/지하차도와 같이 도로 형상의 복	○ 인지 범위의 사전 확인 및 인지 가능 범위에 따른 최대 주행 속력 제어 필요 - 최대 주행 속력은 센서 및 도로 형상에 따른 인지 범위를 고려해 설정되어야 함. 인지 범위를 고려하지 않은 주행 속력은 자율주행 차량의 승차 안전성에 악영향을 끼침

	잡성으로 인한 인지 범위 제약이 발생하는 구간은 가상타겟 개념을 이용해 구간 진입 전 속력을 줄이는 플래닝 로직 적용 ○ 측위 로직 및 외란 추정을 통한 차량 제어 - 측위 로직의 정확도는 좁은 도로에서의 차량의 주행 안전성 및 성능과 연계됨 - 지하차도 및 교차로와 같이 측위 로직의 의존도가 높은 구간에서, 측위 로직에서 활용하는 계측값의 부정확도도 증가함 - 본 실증에서는 차량 동역학 모델을 이용하여 외란 추정 후 지하차도 및 교차로 주행에 활용함 ○ 승객 승차감 확보를 위한 속력 계획 로직 - 버스정류장 및 정지선 정차 시 주행성능 외에 승객의 승차감 측면의 실증 이슈 발굴 - 차량 주행 성능/기능 외에 실증 운영을 위한 승객 승차감 확보 필요 - 본 실증에서는 승차감 확보를 위해 속력 계획 로직을 보완하였음. 특히 정차/재출발 상황에서 가속도 및 가속도 변화량을 저감하도록 로직을 수정하였음	- 본 실증에서는 실증 구역에서의 주행데이터를 분석하여 주행 속력을 설정함으로써 안전성을 확보하였음 - 추후 인지 로직의 보완 및 개선된 상용 센서를 활용하여 제한 속력까지 판단/제어할 수 있도록 개선 필요 ○ 승객 승차감 확보를 위한 속력 계획 로직 적용 필요 - 실증에 적합한 판단/제어 로직을 위해 주행 속력 최적화를 더 긴 시계열 영역에서 진행해야 함 - 본 실증에서는 정차/재출발 시 감속도 제한, 가속도 및 가속도 변화량에 대한 가중치 변경을 통해 실증 적합성을 확보하였음

4) 타 과제/연구 활용방안

(1) 2세부

구분	활용방안
WAVE+LTE Hybrid V2X 단말기 개발	- 자율협력주행 시스템의 C-ITS 서비스 연동 및 디지털 인프라 정보 연계시 통신단말 활용가능
자율협력주행 대중교통 정보교환 규격 표준 제정	- 대중교통 뿐만 아니라 일반 자율협력주행 시스템의 제어 안정성 향상을 위하여 PIM, VCAM, PVSD, AVSM 등의 정보교환 규격 활용 가능
LTE 기반 Virtual V2V/ I2V 서비스 개발	- LTE 통신을 이용하는 자율협력주행 차량의 위치 기반으로 구역별 서비스 제공하는 V2X 서버 시스템에 적용 가능 - 실시간 통신상태 모니터링 UI 시스템을 이용하여 자율협력주행 V2X 시스템의 동작 상태의 실시간 모니터링이 필요한 실증사업에 적용하고 서비스 프로토콜 개발 시 검증장치로 활용 가능 - C-IPTS 서비스 통신성능 및 응답성 테스트 및 상세 분석으로 V2X 통신 인프라 구축과 서비스 실증시 성능 분석을 위한 참고자료로 활용 가능
TOD 기반 신호현시 제공 시스템 개발	- RSU 및 신호제어기 미구축 교차로에 대한 신호현시정보(J2735 SPaT 메시지) 제공 가능
C-IPTS 통합연계 시스템, C-IPTS 기반 자율협력주행 대중교통 관제시스템	- BIS/BMS, ITS, C-ITS 및 빅데이터 연계를 위한 분석 기초자료로 활용 가능 - 차상 운행정보 현시 모니터링, 실시간/비실시간 데이터 및 빅데이터 분석을 위한 DB 구축 시 활용 가능 - 자율협력주행을 위한 관제센터 주요 아키텍처 및 안전주행속도 산출, 안전성 평가지수 산출내용을 기반으로 타 연구/과제에 활용 가능 - 자율협력주행 데이터 기반 이벤트 탐지 정확도 최소 기준, 자율협력주행 안전주행속도 산출시간 최소 기준으로 활용 가능

중소형/대형 자율주행 플랫폼 연계 시스템	- 데이터 연계 인터페이스 및 자율협력주행 통합 교통정보 플랫폼 기술에 활용 가능
실시간 신뢰성 평가 모니터링 시스템	- 실시간 신뢰성 평가 기술을 통해 자율주행협력 센터 시스템의 안정적 운영 솔루션 기술에 활용 가능
차량상태기반 고장예측진단 시스템	- 차상 운행정보 시각적 모니터링 기술이 내장된 고장예측진단 시스템을 통해 사고 및 상충 자동 검지에 활용 가능
HDMap(정밀맵)표출 프로그램	- 자율주행 차량의 안정성 향상 및 도로 및 시설물에 대한 모니터링에 활용 가능

(2) 3세부

연구 개발 기관	주요 성과물	용도 및 기능	필요사항
한국교통연구원	실증단지 안전가이드라인	- 실증단지 내 자율주행 서비스 운영 시 발생가능한 문제에 대한 대응방안을 주행, 시스템, 실증단지 운영 및 관리 측면에서 제시	- 자율협력주행 서비스의 모니터링 시스템 구축 - 실증 단지 내 도로 구조 파악 - 연락망 체계 구축
	대중교통 자율주행 서비스 평가방안	- 대중교통 자율주행차량을 활용한 서비스 개발 - 해당 서비스에 대한 구현 수준을 평가하기 위한 내용, 세부사항, 참고기준 제시	- 자율주행차량 및 통신 시스템의 설정 값 확인 - 서비스의 목적(안전 또는 효율 증대 등)과 대상(운전자, 이용자, 운영자 등) 구체화
한국과학기술원	스마트 대중교통 운영 시뮬레이션 알고리즘	- 차량의 종적, 횡적 거동을 자율주행차, 일반차량을 구분하여 시뮬레이션 할수 있는 알고리즘 개발	- 현재 운영되는 자율주행차의 제원 및 통신 시스템 확인 - 시뮬레이션을 위한 시나리오 설정
	수요 대응형 차량 경로생성 알고리즘	- 서비스 효용성(통행시간 최소화)을 위한 수용 대응형 차량의 경로를 사전예약 또는 실시간 예약 기반으로 생성	- 자율주행 수요 대응형 차량이 주행가능한 도로 네트워크 설정 - 사전 예약 및 실시간 예약 정보 연동
텔레컨스	스마트 대중교통 운영효율성 평가 시뮬레이션	- 실시간 교통 및 자율주행차량 정보와 연계하여 자율주행차량과 혼재한 현재 교통상황을 구현 - 임의의 교통상황에 대한 운영효율성 평가 및 해결책 마련 가능	- 시뮬레이션에서 필요한 입력자료(교통량, 통행시간, 신호정보 등) 실시간 연계 - 실증단지에 대한 도로 네트워크 구축 - 운영효율성 평가를 위한 평가지표 마련
인포뱅크	개방형 데이터 플랫폼	- 자율주행 서비스를 통해 생성되거나 가공되는 정보에 대해 제3자에게 공유가능	- 자율주행 서비스 시 생성되는 데이터를 실시간으로 수집 및 저장하기 위한 서버 (본연구에서는 MS Azure 사용) - 정보 제공시 보안성 검토 필요(본 연구에서는 토큰 방식 사용)

	스마트 대중교통 이용자 모바일 어플리케이션	- 이용자가 사전 또는 실시간으로 자율주행 대중교통 서비스를 스마트폰 앱을 통해 예약하고 현재 예약된 차량의 실시간 위치 파악	- 자율주행차량의 위치 및 운행 스케쥴 등을 통해 예약한 차량의 출발 및 도착 예상 시간 제공 - 경로생성 알고리즘과 실시간 연동 필요
데이터위즈	C-IPTS 데이터 특성 반영한 데이터 카탈로그	- 자율주행기반 대중교통 서비스 시 생성되는 데이터에 대한 질(Quality) 모니터링 및 특성별 분류를 통해 데이터 이용자 사용 목적에 따른 접근 가능	- 자율주행 시 생성되거나 가공되는 데이터 목록 및 특성 파악 - 데이터 분류 기준 설정 - 해당 데이터 실시간 수집 및 저장을 위한 서버 필요
세종도시교통공사	자율주행차 시범운행지구 운영방안	- 자율주행 서비스의 상용화를 위해 현재 인프라 및 운영 인력 등 검토	- 자율주행 유상운송을 위한 운전원 채용, 버스 및 부가장비 등 관리 계획 수립

4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성)

1) 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용

(1) 1차년도

○ 서울대학교 국내 일반 논문 목표 1건에 대해 2018년 당시 “한국자동차 안전 학회 학술지” 심사중
- 2차년도 국내 일반논문 목표를 1건 -> 2건으로 상향조정하여 보완 진행

○ 특허 1건은 현재 출원 완료하였으나 1건은 현재 특허 사무소와 관련 내용 협의 중에 있음
- 부족분 1건에 대한 부분은 2차년도로 이월하여 진행

○ 일반 논문 2건은 미달성 되었지만 이를 한국교통연구원의 SCI 논문 2편으로 추가 달성. 논문의 양적 평가로 볼때에는 동일한 수치이지만, 상대적으로 게재가 어려운 SCI 논문임을 감안할 때 학술적 성과가 우수한 것으로 판단
- 일반 논문에서 미달성 부분은 2차년도 성과로 이월하여 진행

(2) 2차년도

○ 일반 논문 게재 건은 주제 변경으로 3차년도 목표로 1건 이월
- 논문 성과 대신 특허 1건을 추가로 출원

(3) 3차년도

○ 서울대학교 특허출원 1건, 특허등록 1건 미달성
- 4차년도 특허에 관하여 출원과 등록 각각 1건 상향 조정

○ 에스더블유엠 특허출원 2건 미달성
- 4차년도 특허출원 2건 상향 조정

(4) 4차년도

○ 서울대학교 특허 등록 1건 미달
- 특허 등록 진행 중
○ 에스더블유엠 특허 등록 1건 미달
- 특허 등록 진행 중
○ 특허 등록 미달 건은 연내 등록 진행 후 보완하여 시스템에 입력 예정
- 총 4건의 출원 건에 대해 등록 심사 대기 중
- 분기 별 특허 등록 진행 상황 기관별로 확인 예정
- 특허 등록 달성 시 연구성과관리시스템 등록

2) 자체 보완활동

(1) 1차년도

○ 서울대학교 2차년도 국내 일반논문 목표를 1건 -> 2건으로 상향조정하여 보완 진행
○ 특허 부족분 1건에 대한 부분은 2차년도로 이월하여 진행
○ 일반 논문 2건은 미달성 되었지만 이를 한국교통연구원의 SCI 논문 2편으로 추가 달성함. 논문의 양적 평가로 볼때에는 동일한 수치이지만, 상대적으로 게재가 어려운 SCI 논문임을 감안할 때 학술적 성과가 우수한 것으로 판단
- 일반 논문에서 미달성 부분은 2차년도 성과로 이월하여 진행

(2) 2차년도

○ 일반 논문 게재 건은 주제 변경으로 3차년도 목표로 1건 이월

(3) 3차년도

◯ 서울대학교 4차년도 특허에 관하여 출원과 등록 각각 1건 상향 조정
◯ 에스더블유엠 4차년도 특허출원 2건 상향 조정

(4) 4차년도

○ 서울대학교
- SW 등록 1건 추가 달성
- 논문 (SCI) 2.8건 추가 달성
- 논문 (일반) 1건 추가 달성

(5) 변경사항 및 향후 고려사항

○ 본 연구에서 달성하지 못한 연구내용은 없으나, 관리 및 운영 소관 문제 또는 이용자 개인정보 노출 소지 등으로 인해 실증 단계에서 변경한 연구는 존재함
- 복수 교차로 신호협력 서비스: 주행하려는 경로상의 여러개 교차로의 신호정보를 제공받아 정지수 최소화 등 이동성을 증진하기 위해 최적 차량 속도를 제공하려는 서비스이나, 신호 제어를 담당하는 경찰청과 신호정보를 관리하는 지자체와의 협의가 지체되어 다른 서비스로 변경함. 이처럼 주행 경로상의 전방 복수의 신호정보를 받아 연동 속도를 산출 및 차량에 제공·제어 시 경찰청 및 해당 지자체와의 협의가 선제적으로 이루어져야함
- 버스와 신호 양방향 협력제어 서비스: 차량이 신호정보를 수신하는 것 뿐만 아니라, 차량정보를 제공하여, 녹색 신호현시 유지길이 조절 등을 통해 긴급버스 신호 우선 서비스를 제공하고자 함. 하지만, 신호제어를 담당하는 경찰청과의 충분한 협의가 이루어지지 않아 직접적인 신호제어가 불가하여 단방향 통신 기반으로 수신된 신호정보를 통해 차량 제어를 하는 서비스로 변경함. 직접적인 신호제어가 필요한 서비스 개발 시, 경찰청과의 협의가 우선시 되어야함
- 승하차 인원 안면인식 식별: 차량 내 AI 안면인식 카메라를 통해서 승차 시 자율협력주행버스를 예약

한 인원과 실제 탑승한 인원을 확인하고 하차 시에도 안면인식을 통해 해당인원이 하차함을 확인함. 승하차 인원을 식별함으로서 승하차 예약인원과 실제 승하차 인원을 비교하고 이를 통해 현재 탑승인원을 산출함(100% 예약으로 운영 가정). 예약자 정보와 탑승자 정보 비교를 위해 개인정보가 사용되고 관제센터 및 차량 내 HMI에 표출되어 개인정보 노출의 위험성이 있어 실증단계에서 제외함(국토부 및 전문가 의견). 향후 예약제로 운영되는 모빌리티 서비스에서 예약자/탑승자 확인 시 안면인식 기술을 사용할 경우 개인정보가 노출되지 않도록 함(주요 개인정보 및 이용자 사진 미표출)

분야	서비스	내용	변경사유	관련기관
신호교차로 협력 자율주행 서비스	복수 교차로 신호협력 서비스	○ 복수의 신호교차로의 신호 정보 및 정체 정보를 기반으로 한 최적 차량 속도 제어 서비스 제공	○ 경찰청, 지차체와의 협의 지연으로 인하여 다른 서비스 (자율협력주행차량 상태기반 고장위험 진단 모니터링 서비스)로 대체	경찰청 지자체
	버스와 신호 양방향 협력제어 서비스	○ 양방향 통신을 기반으로 한 긴급버스 신호 우선 서비스 제공 및 버스 속도 제어 서비스 제공	○ 녹색 신호현시 유지길이 조절 등 직접적인 신호제어가 불가함에 따라, 단방향 통신 기반의 신호현시 정보 제공을 바탕으로 차량 제어 정보를 제공하는 방식으로 운영	경찰청
버스정류장 승하차 지원	승하차 탑승자 알림 서비스 中 승하차 인원 안면인식 식별	○ 버스 내 설치된 AI 안면인식 카메라를 사용하여 승하차 인원을 식별하고 해당정보를 HMI에 표출	○ 안면인식을 통한 예약자 확인 및 식별을 위해 일부 개인정보가 요구되고 이를 센터 또는 차량 내 HMI에서 표출 시, 개인정보 노출 문제가 대두되어 실증단계에서 제외함 (국토부 및 전문가 의견)	-

3) 연구개발 과정의 성실성

(1) 1차년도

○ 1차년도 보고서 3건 달성에 대하여 총 9건 달성으로 6건 초과 달성
○ 국내 논문 미달성분 1건에 대하여 2차년도로 이월하여 진행
○ 특허 부족분 1건에 대한 부분은 2차년도로 이월하여 진행
○ 일반 논문 2건은 미달성 되었지만 이를 한국교통연구원의 SCI 논문 2편으로 추가 달성함. 논문의 양적 평가로 볼때에는 동일한 수치이지만, 상대적으로 게재가 어려운 SCI 논문임을 감안할 때 학술적 성과가 우수한 것으로 판단
- 일반 논문에서 미달성 부분은 2차년도 성과로 이월하여 진행

(2) 2차년도

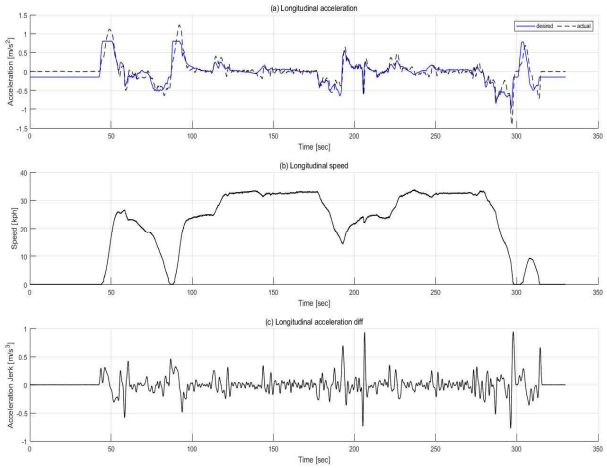
○ 국내 논문 미달성 성과를 보완하기 위하여 논문 게재 건을 1건에서 2건으로 상향 조정
- 1차년도 국내 논문 미달성 성과 포함 2건의 국내 논문 성과에 대하여 총 3건으로 1건 초과 달성
○ 2차년도 보고서 작성 5건에 대하여 총 15건을 달성하여 10건 초과 달성
○ 2차년도의 미달성 성과를 보완하기 위하여 특허 출원 성과를 상향 조정
- 2차 년도 특허 출원 1건 → 2차 년도 특허 출원 2건(1건 추가)
○ 2차년도 4건 출원 목표에서 총 8건으로 4건 초과 달성
○ 2차년도 설계서에 대한 성과 목표인 사용자 편의서비스 “기본 기능” 대비 “편의서비스 핵심기능(수요대응 서비스)” 과 “부가 편의서비스 기능(대중교통 이동지원 및 퍼스널모빌리티 연계)” 기능 추가를 통해 목표 초과 달성

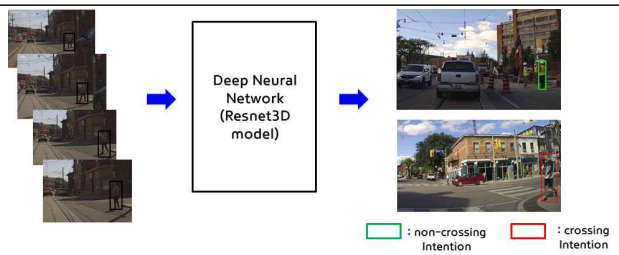
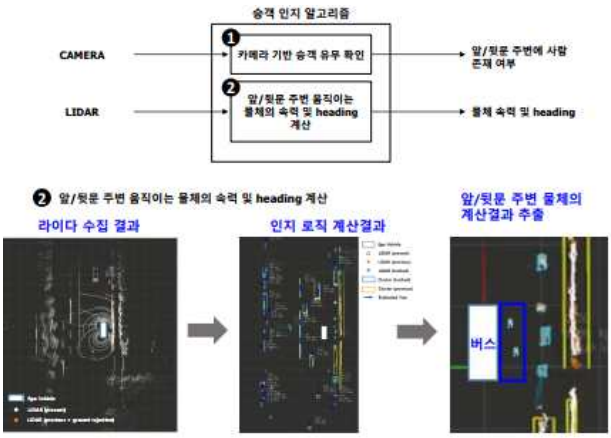
(3) 3차년도

○ 3차년도 국내 논문 목표 2건에 대하여 총 3건으로 1건 초과 달성
○ 3차년도 국외 논문 목표 1건에 대하여 총 2건으로 1건 초과 달성
○ 3차년도 정성적 평가항목별 보고서 작성 목표 5건에 대하여 총 15건을 달성하여 10건 초과 달성
○ 3차년도 0건 학술대회 발표 목표에서 4건으로 4건 초과 달성
○ 3차년도 1건 법제정 목표에서 총 2건으로 1건 초과 달성
○ 3차년도 8건 특허 출원 목표에서 총 10건으로 2건 초과 달성
○ 3차년도 2건 특허 등록 목표에서 총 3건으로 1건 초과 달성
○ 3차년도 2건 설계서 목표에서 총 4건으로 2건 초과 달성
○ 3차년도 3건 보고서 목표에서 총 8건으로 5건 초과 달성

5. 사전점검의견 조치결과

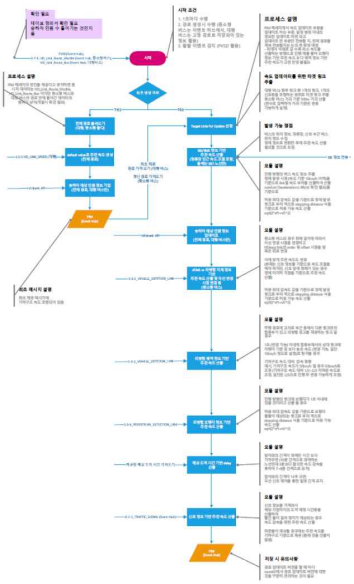
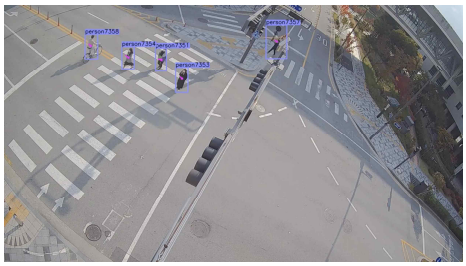
1) 1세부과제

점검 항목	검토 의견	조치 결과
주행 안전성 관련	○ 교차로, 정류장 정차 시 급정거가 아닌 속도를 서서히 감속할 필요가 있음	- 차로 및 정류장 정차 로직의 최적 제어 계수를 조정하여 서서히 감속하도록 보완하였으며 11월 23일(화) 로직 변경을 완료함 - 동일한 교차로/정류장에서 로직 보완 결과, 정차 시 발생한 최대 감속도는 약 -0.5~-1.3 m/s^2 수준으로 일반 운전자와 유사함 - 감속 후 저속에서 정차하는 순간 작동하는 감속도 값이 큰 경우 가속도의 변화량으로 인해 승차감에 영향이 있음. 정차 시점의 감속도를 제한하여 가속도 변화량을 축소함으로써 급정거 현상을 저감하였음  <정차 로직 보완 결과>
	○ 무단횡단 등 돌발상황 대처를 위해 관제센터-주행차 간 0.1초 reaction-gap이 발생하는데, 0.1초 gap이 무단횡단, 전동퀵보드, 오토바이 등의 돌발상황 대처가 가능한지에 대해 검토 필요	- 관제센터-주행 차량 간 통신은 1초 주기이며, 해당 데이터를 처리하여 차량제어에 반영하는 reaction time은 0.1초 이내임 - 돌발상황은 자율주행 차량의 자체 센서로 감지한 데이터를 주로 사용함 - 관제센터로부터 수신받은 제안 속력 및 검지 확률 정보는 위험 상황에 대한 사전 인식, 자율주행 차량의 자체 센서로 감지가 어려운 원거리 상황 검지 결과 활용 및 감속 주행을 통한 대응 시간 확보에 활용함
	○ 자율버스 안을 모니터링 하여 정차, 출발에 반영하는 방안에 대한 향후 연구 방향성 제시 필요(탑승한 고령 승객이 자리에 앉은 후 출발해야 안전할 것으로 판단됨)	- 자율버스 내부 모니터링 및 승객 착석 여부에 대한 모니터링을 검토하였으나 탑승객 밀도 증가 시 탑승객을 인지할 수 있는 영상 취득이 어려워 오인지 및 미인지가 증가할 수 있어 본 개발에는 제외하였음(1차년도 연구 계획 시 검토하였으나 제외하여 중간평가 통과) - 보완책으로 보행자의 움직임을 영상 기반으로 추정하는 기법을 내부적으로 연구 중이며, 이를 차량 내부 승객 모니터링에 적용하면 승객의 움직임과 차량의 출발 속력을 연계할 수 있을 것으로 사료됨

		 <보행자 움직임 추정 기법>
주행 기능 관련	○ 버스 정차 시 브레이크가 부드럽게 걸려 정차될 필요가 있음(이 외의 주행은 부드러움)	- 정차 로직의 최적 제어 계수를 조정하여 서서히 감속하고, 정차 시 브레이크 제어 입력값을 제한하였음. 이를 통해 정차 감속이 부드럽도록 보완하였으며 11월 23일(화) 로직 변경을 완료함
관제 시스템 관련	○ 하차 시 진입하는 오토바이, PM 등과의 충돌 예방을 위해 카메라, 검지기로 인지하여 진입 시 하차문이 열리지 않고 위험 상황이 지나간 후 열리도록 하는 방안으로 향후 연구 방향성 제시 검토 필요	- 본 과제에서 승하차 문 주변의 승객을 검지하는 연구를 진행하였음 <탑승객 검지 로직> - 검지 결과를 검지 대상의 이동 방향과 속력 추정에 활용하여 승하차 주변 지역과의 충돌 가능성을 계산한 후 출입문 개폐와 연계할 수 있음 - 해당 내용으로 4차년도에 특허 1건 출원 완료, 특허 등록 심사 진행 중 (발명 명칭 : 자율주행 버스의 승객 승하차 보조 시스템) - 검지 대상을 승객 및 오토바이, PM으로 확대하는 연구 필요  <충돌 위험도를 고려한 하차문 개폐 알고리즘>

2) 2세부과제

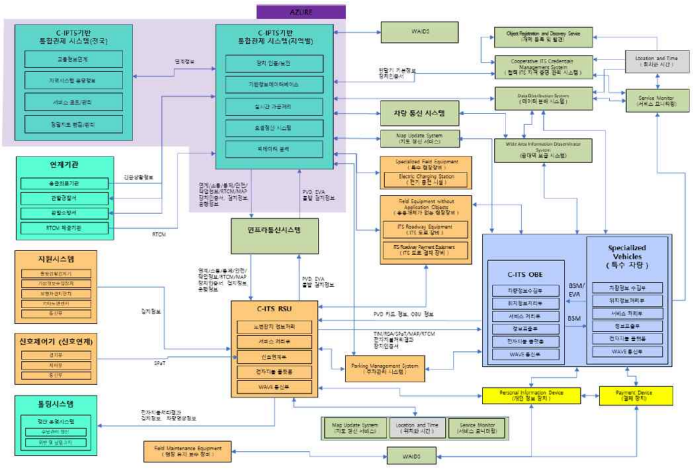
(1) 주행 안전성 관련

검토 의견	○ 무단횡단 등 돌발상황 대처를 위해 관제센터-주행차 간 0.1초 reaction-gap이 발생하는데, 0.1초 gap이 무단횡단, 전동퀵보드, 오토바이 등의 돌발상황 대처가 가능한지에 대해 검토 필요
조치 계획	- 현재 관제 센터에서는 검지기→정보처리→메세지 생성 후 전달까지 적게는 0.1초 많게는 0.3초의 딜레이가 발생하고 있으며, 이러한 지연 시간을 반영하여 현재 관제센터에서는 3초 동안의 미래 정보를 기반으로 권장제한속도(ASL)을 생성하고 있음 - 예측 정보 기반 권장제한속도(ASL) 관련 부분은 3차년 연차 실적 보고서 성과물(연구 보고서)에 수록되어 있음
조치 결과	- 최종보고서 pp.32~3 - 3차년 성과증빙자료(2-2-1③ 속도 추천 알고리즘 설명서, 2-2-1④ 실시간 주행 궤적 생성 알고리즘 설명서, 2-2-2⑤ 차량 및 보행자 정보의 HDmap 매칭 및 저장 기술 설명서)  <속도추천 알고리즘> <교차로 내 보행자 탐지 및 속도 지원 서비스>  <보행자 탐지>

(2) 주행 기능 관련

검토 의견	○ 관제 구역의 전체 교통상황도 관제 화면에 오버랩되는 기능이 있었으면 함
조치 계획	- HD-map 서버에 이미 교통정보를 제공하고 있으며, 소통정보(실시간 도로상황<교통 혼잡도>) 및 돌발정보(실시간 자동차 사고, 공사, 재해, 통제 등의 정보)를 제공하고 있음 - 4차년 최종보고서 성과물(연구 보고서)에 해당 기능을 제시할 예정임
조치 결과	- 최종보고서 p.59(기상/교통정보(소통,돌발) API 기능 테스트 결과 보고서), - 4차년 성과증빙자료 (2-3-6-①) <도로 변화(소통/돌발) 및 기상정보 표출 화면>

(3) 관제시스템 관련

검토 의견	○ 기존 ITS(BMS, C-ITS) 시스템 연계 기반 플랫폼으로 모든 데이터의 관제, 운영이 가능토록 되어 있어 인상적, 향후 BMS 확장 플랫폼으로 확립되길 바람
조치 계획	- 센터 실용화 연구에 포함이 되어 있으며, 기존의 legacy system까지를 포함한 센터 아키텍처 연구를 진행하였음 - 기존 legacy system 포함 통합·연계 아키텍처 관련 부분은 4차년도 연차실적보고서 성과물(연구 보고서)에 수록되어 있음
조치 결과	- 최종보고서 p50 - 4차년 성과증빙자료 (2-2-1① 센터 실용화 전략 연구 보고서)  <시스템 아키텍처>
검토 의견	○ 전체 CCTV를 쉽게 볼 수 있는 스크린 기능 및 UI을 추가하면 좋을 듯 함 (연구종료 시 까지 어렵다면, 구체적 방향성 제시 필요)
조치 계획	- 인프라 CCTV 영상을 한번에 볼 수 있는 전용 페이지를 추가 개발하여 관제상황판 시스템에 적용함 - 실시간 인프라 CCTV 영상을 그리드 형태로 배치하고 페이지 로드시에 저장된 정보를 읽어와 바로 영상을 볼 수 있도록 조치함
조치 결과	- 4차년도 성과증빙자료 (2-3-1) <인프라 CCTV 영상 표출 화면>

3) 3세부과제

점검 항목	검토의견	조치결과	비고
주행 기능 관련	○ CCTV가 없는 지역에서의 돌발상황에 대비할 수 있는 보완책 마련 필요	- 자율협력주행은 인프라 수집장비(예: CCTV, 레이다, 라이다)뿐만 아니라, 차대차(V2V), 차대보행자(V2P) 등 다양한 교통시스템 구성요소간 연계(V2X)가 가능함 - 따라서, 해당 노선에 운행하는 모든 버스에 통신단말기 확대정책(예: 단말기 장착의무화)에 따라 인프라 수집범위를 벗어날 경우에 V2V 등 다양한 연계방식으로 돌발상황에 대처가 가능할 것으로 판단됨 - 4차년도 최종보고서에서 관련 서비스(예: 차량정보협력 속도제어서비스)에 대한 use cases로서 주행시거 제한, 정지, 돌발상황에 대한 속도제어기능을 명시	보고서 44p 및 4차년도 성과증빙자료 (3-1-2-②)
관제 시스템 관련	○ 기존 ITS(BMS, C-ITS) 시스템 연계 기반 플랫폼으로 모든 데이터의 관제, 운영이 가능토록 되어 있어 인상적, 향후 BMS 확장 플랫폼으로 확립되길 바람	- 센터 실용화 연구에 포함이 되어 있으며, 기존의 legacy system까지를 포함한 센터 아키텍처 연구를 진행하였음 - 4차년 최종보고서 성과물(연구 보고서)에 해당 아키텍처를 제시	보고서 51p
	○ 앱을 이용하지 못하시는 분들을 위해 정류장에서 예약을 눌러 버스 탑승하는 방안 등을 향후 연구 방안으로 방향성 제시 검토 필요	- 앱을 이용하지 못하는 승객들을 위하여 현장 단말기(예: KIOSK, 안내전화)를 활용한 서비스 이용 확대방안을 제시	보고서 79p (연구개발성과 관리 및 활용계획)
기타 의견 사항	○ 앱 예약자 승차시 따라서 무단승차하는 것에 대한 제재방안 필요	- 앱기반 서비스 예약 및 지불 외에도 무단 승차를 방지하기 위하여 승객확인방법(안면인식, QR코드인식 등)을 적용방안을 최종성과물에 제시	3차년도 성과증빙자료 (3-5-2)
	○ 해당 연구의 서비스 대상 승객이 누구인지, 서비스 시나리오는 어떻게 도출했는지에 대해 명시 필요	- 12개 서비스는 기존 버스대중교통의 문제점(주행안전성, 운영효율성 등)을 개선하고자 개발함 - 이에 따라 4개 서비스군을 바탕으로 연차별 개발기술을 검증 및 활용가능한 서비스를 개발, 시연, 검증결과를 최종성과물에 제시	보고서 19p, 27p, 44p~46p

6. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

○ 대중교통에 적합한 자율주행기술 개발 선도
- 현재 대중교통 자율주행차량 연구는 일반 승용차량 연구에 비해 상대적으로 진행이 늦고, 특히 대중교통의 경우 도심 구간에서의 운행이 전부이기에 자율주행 난이도 또한 높은 편
- 자율주행기반 대중교통시스템 실증 연구 과제를 통해, 대중교통에 적합한 자율주행기술을 선도할 수 있고, 향후 스마트시티 교통 체계에 적용 가능한 기술을 보유할 수 있음
- 승용차 자율주행에 비해 상용차는 사업용으로 이용되기 때문에 가동률이 높아, 자율주행기술의 검증 또는 성능육성 목적으로 매우 효과적임
- 상용차의 운행패턴이 승용차에 비해 단순하고 용도가 제한적이어서 기술적인 어려움을 운영 시스템으로 해결할 수 있어 안정성을 향상할 수 있음

○ 관제센터 정보를 이용한 자율주행으로 자율주행 고도화 및 협조주행으로 기술 선도
- 현재 자율주행기술은 차량 1대가 스스로 자율주행할 수 있게 만드는 것에 집중되어 있고, 신호 또한 부착된 센서로 인식하는 정보가 대부분임
- 관제 시스템을 이용하게 되면 HD Map, 다른 차량의 정보 등 여러 정보가 추가되어 좀 더 고도화된 자율주행을 이룰 수 있고, 차량 1대의 제어를 넘어서 여러 대가 상호 작용하는 교통시스템의 제어 기술의 발전을 도모할 수 있음

○ 교통 소외지역 저수익 대중교통 시스템 보완
- 인구 저밀집 지역의 경우, 대중교통 시스템의 수익구조 악화가 심화
- 저수익 구조의 대중교통 시스템은 교통 서비스 제공 및 접근성 악화로 이어짐
- 자율주행 기반 대중교통 체계를 활용, 저수익 대중교통 시스템의 보완 및 대체가 가능

○ 안전한 교통환경 조성을 통한 사회적 비용 감소
- 대형차량 운전자의 졸음운전으로 인한 사고 등, 대형차량 운전자의 경우 업무 목적으로 운전하므로 피로감 등으로 인한 사고 확률이 높고, 사고 발생 시 피해 규모도 큼
- 자율주행기반 대중교통시스템 구축으로 운전자의 피로 등으로 발생하는 사고 위험을 줄일 수 있고, 사회적으로 비용이 절감될 것으로 예상
- 자율주행 대중교통의 도입으로 운영비 절감이 가능하며, 대형사고 발생률을 낮춰 처리비용을 줄이고 가동률을 높일 수 있음
- 민간에 맡기는 승용차 자율주행 대비 대중교통 자율주행은 국가 차원에서 육성이 가능한 구조로 국내 관련 산업체 육성을 통해 사회적 비용을 절감할 수 있음

○ 교통 혼잡 완화
- 최근 자동차 등록 대수의 증가율은 그 이전 10여 년간 지속되는 증가율보다 더 급격히 높아진 것으로 조사되며 우리나라의 2015년 기준 가구당 자가용 등록 대수는 1.05대/가구 수준으로 최근 3년 사이에 크게 증가한 패턴을 보이고 있음
- 자동차등록 대수의 증가로 인해 교통 혼잡이 점차 증가 될 것이라 예상됨
- 본 과제에서 제안하는 자율주행 대중교통 시스템을 통해 도심지에서 8% 정도의 교통 혼잡을 완화할 수 있음
- 아래 그래프는 한국교통연구원의 ‘미래교통수요의 변화 예측’ 보고서 참조함

○ 자율주행 대중교통 시스템을 통한 신 서비스 창출
- 자율주행 대중교통 시스템과 민간의 커넥티비티 서비스의 결합을 유도하여 지역광고, 쿠폰 서비스, 구매연계 등, 신산업 생태계를 육성할 수 있음
- 도심 자율주행 대중교통 기술 육성을 통해 도심 자율주행 물류 시스템에도 확대 적용이 가능하며, 자율주행 대중교통 시스템의 도입비용을 물류 시스템으로 절감할 수 있음

○ 경제성 확보 용이
- 상용차는 사업용으로 가동률이 높아 총 보유비용 중 차량 구입비 비중은 낮고, 연료비와 인건비 등 운영비 비중은 높음
- 열악한 노동 환경과 높은 노동 강도로 인한 젊은 층 유입 감소 및 기존 운전자 노령화로 평균 연령이 상승하고 장거리/장시간 운행, 대형차체 등으로 인해 교통사고 발생 위험 및 대형사고 비중이 높음
- 자율주행 대중교통 도입을 통해 인건비를 절감할 수 있고, 가속/제동 효율화를 통한 연비 개선 및 불필요한 조작 감소로 부품수명이 증가함에 따라 운영비를 절감할 수 있으며, 상용차의 높은 대형사고 발생률을 낮춰 처리비용도 줄이고 가동률도 높일 수 있음

○ 한국형 자율주행 S/W 플랫폼 개발을 통한 자율주행 요소기술 개발 생태계 구축
- 개별 회사가 완성도를 갖춘 인지/측위/판단/제어 자율주행 핵심 요소기술 토탈 솔루션을 제공하기는 어려움
- 전 세계적으로도 ’ 모빌아이 ‘ 등 특정 요소기술에 특화한 스타트업이 수 조의 기업가치를 지니는 경우가 많음
- 국내에서도 각 기능별 특화 기술 개발 요구가 산업계에 존재하지만, 전체 시스템 속에서 하나의 구성요소로

서 역할 수행하는 것을 확인하기 위해 개방형 자율주행 S/W 플랫폼이 필요
- 한국형 자율주행 S/W 플랫폼을 개발함으로써, 세계적인 경쟁력을 갖춘 자율주행 요소기술 개발 벤처를 육성할 수 있는 생태계 구축에 활용 가능
○ 관제시스템과 연계된 자율주행기술 개발로 스마트 시티에 적용 가능한 기술을 갖춰 국가 기술력 발전에 기여
- 관제센터 정보 및 V2X 통신모듈 연계 자율협력주행의 경우 스마트 시티 인프라에 적용하기가 적합하고, 해외 스마트 도시에 기술력 수출 등 사회적 이익을 창출할 수 있음
- 관제시스템과 연계된 자율주행기술 개발은 스마트 시티 건설 등 복합작용효과를 가져올 것이며 이로 인해 자율주행 연구 활성화를 통한 연구력 상승 및 국가경쟁력 향상
- 국내 도시, 교통 분야의 기술 수준을 세계 최고 수준으로 끌어올릴 수 있으며, C-ITS 기술 및 스마트 도시 분야의 리더십을 확보하여 국가경쟁력 향상
○ 자율주행기술 일반인 보급을 통한 사회적 평등 기여
- 한국교통연구원의 '미래교통수요의 변화 예측' 보고서에 따르면 2020년 이후에 고령화가 급진전하고 2026년에는 고령화 비율이 20%를 상회하는 초고령화 시대에 진입할 것으로 예측되며 이에 따라 대중교통 수송 분담률이 2015년 32.6%에서 2050년 42%까지 증가 가능할 것으로 전망
- 사람의 평균 수명이 늘어났지만, 노화 때문에 신체 능력이 떨어져 운전하지 못하거나 대중교통 시설이 부족한 지역의 사람들은 '이동의 자유'를 누리지 못하는 기간이 늘어나고 있음
- 자율주행 기반 대중교통 시스템은 수송용량의 한계를 극복하고 교통약자에 대한 편의시설을 제공하는 진보된 대중교통 수단으로써 미래 예상되는 대중교통 수요를 충당하는 것이 가능함
- 대중교통의 친환경 전기구동 시스템과 자율주행기술 적용은 일반인의 기술적 수용성을 높이고, 사회적 파급력이 높아 4차 산업혁명으로 대표되는 여러 기술의 도입 및 적용 속도를 높일 수 있음. 또한 자율주행 기반 대중교통 시스템을 통한 대중교통 소외지역 및 교통약자에 대한 이동권 보장으로 사회적 평등을 가능하게 함
○ 시연/실증 시 실시간 정보 연계가 가능한 V2X 통신 장치 및 인터페이스 개발
- 실시간(차량 센서 정보의 수집부터 관제센터 클라우드 서버에 정보를 입력하기까지 평균 200ms 이내) 정보 연계 및 높은 수신율(평균 98% 이상)을 보장할 수 있는 V2X 통신 장치 및 인터페이스 개발
- 또한, 관제센터와 자율주행 차량 간 정보 교환시 발생할 수 있는 전송 지연시간에 대하여 전송하고자 하는 정보와 함께 정보의 생성 시간을 메시지에 포함하여 전송하면 자율주행 시스템에서 지연시간에 따른 신호현시정보 실시간성을 보상할 수 있는 방안에 대하여 연구를 진행함.
- 메시지 별 처리 프로세스를 분리하여 초당 수신되는 메시지(WAVE/LTE)가 평균 110개 이상이어도 누락되거나 지연이 되지 않는 SW 플랫폼을 개발하였으며 이를 통해 2세부 관제센터에서 실시간 권장 속도 제한을 제공하는 것이 가능하도록 하고 3세부에서 고객의 수요응답 정보와 실시간 차량 위치 정보를 기반으로 동적경로를 생성하면 자율협력주행 대중교통차량에 실시간으로 정보 제공이 가능하도록 함
○ 자율협력주행 대중교통을 위한 서비스 시나리오 표준 및 정보 교환 규격 표준 제정 완료
- 자율협력주행 대중교통을 위해 필요한 서비스 시나리오(관제센터 기반 정보 제공 시나리오와 수용응답형 서비스 시나리오) 표준 및 서비스 시나리오를 구현하기 위한 정보 교환 규격 표준을 국내 단체 표준으로 제정하여 향후 관련 연구 및 상용화 시에 적용 및 활용이 가능하도록 정의함
- 특히 정보교환 규격의 경우 기존 C-ITS 메시지와의 호환성 및 확장성을 고려하여 정의하여 자율주행 대중교통을 적용하고자 하는 C-ITS 실증 단지에 적용 가능하도록 함
- 현재 자율주행 차량과의 연계에 있어 규정되어 있는 인터페이스 규격은 없고 협력형 자율주행기술을 개발하기 위해 V2X 통신 메시지 규격인 SAE J2735의 데이터 정의를 최대한 적용하였으며, 향후 인터페이스 규격이 정해지면 ADASIS 3.0 등의 규격을 적용할 예정
○ 자율협력주행 대중교통 관제센터 구축 기술 개발
- legacy 시스템과 통합된 자율협력주행 관제 아키텍처 개발
· 현재까지의 관제 센터는 ITS 혹은 C-ITS를 대상으로 교통 및 주행 상황 모니터링에 국한된 기능을 수행하고 있음. 하지만 본 연구에서 제안한 자율협력주행 관제 센터는 자율협력주행 차량을 대상으로 차량의 속도 조절, 경로 등을 실시간으로 전송하는 기능을 최초로 구축하였음. 특히, 자율주행차량 정보와 기존의 ITS 및 C-ITS 와 같은 legacy 시스템과 통합할 수 있는 아키텍처를 최초로 제안 및 구축하였음
· AZURE 클라우드 기반으로 구축·설계된 자율협력주행 대중교통 관제센터는 클라우드 복제/마이그레이션 혹은 계정관리자 추가/삭제 기능을 통해 多지자체 및 타국가에 확장/이전 시 빠르게 이전 가능하도록 함
- 안전 권장 속도 제한 기술
· 안전 권장 속도는 현재 일부 논문에만 알고리즘 차원에서 존재하는 기술로 실제로 도로에서 취득된 정보를 기반으로 차량에게 안전 권장 속도를 제공하는 경우는 존재하지 않고 있음. HERE 등의 일부 맵회사에서 LDM의 Level 3에 해당 하는 정보를 공사 등이 발생하였을 때 제공하는 경우가 있기는 하지만 API 기술을 기반으로 하고 있어 실시간 정보의 제공에는 한계를 가지고 있음

· 본 연구에서는 실시간으로 수집된 정보를 기반으로 1초 이내에 차량별 권장 제한 속도를 빠르게 제공하고 있어 현재 국내/외 기술을 고려하였을 기능과 속도 면에서 탁월한 성능을 보여주고 있음

- 안전 모니터링 기술

· 현재 차량의 안전을 모니터링하는 기술은 대부분 사후 처리를 기반으로 이루어 지고 있으며 분석의 영역 또한 운전자의 위험 행동을 파악하는데에 초점이 맞추어져 있음. 미국 및 유럽의 일부 기관에서 자율주행차량의 위험 상황을 모니터링하는 지수에 관한 연구가 수행되어 지고 있지만, 상위에서 개념 정도 만을 정의내리고 있음

· 본 연구에서는 차량의 안전을 모니터링하는 지수를 차량의 센서 정보를 기반으로 산출할 수 있도록 개발하였으며, 이러한 측면에서 자율협력주행차량의 안전 상황을 실시간으로 모니터링할 수 있는 최초의 시도임

· 또한, Safey 2 개념을 적용하여 위험 상황이 발생하기 이전에 운영 상에서 발생할 수 있는 시스템간의 위험도를 산출하여 실시간으로 표출하는 기술은 아직 일부 학계에서 개념적 접근만 이루어 지고 있으며 UBER 등의 회사에서 차량만을 대상으로 수행하고 있음. 이에 본 연구에서 실제 센터를 기반으로 차량-인프라-관제서버-서비스의 운영상 발생하는 위험도를 추정하는 것은 최초의 시도임

– 싱가포르, 유럽, 미국 등 교통 선진국에서도 유사시스템을 개발·시험 중에 있어, 해외에 비해 앞선 자율주행차량를 활용한 대중교통 모니터링 핵심기술 선점에 기여

– 대중교통과 자율주행차량 융합에 의한 교통시스템의 고부가치화 및 대외 경쟁력 강화에 기여

– 실시간 신뢰성 평가 기술을 통해 보행자 및 대중교통 안전사고 예방을 위한 핵심기술 확보에 기여

– 차상제어모니터링 고장 예측 기술은 해외에서도 이제 시작단계라 해당 기술의 조기 사업화로 세계 경쟁력 확보에 기여

○ 리빙랩 기반의 모의실험 기술 개발을 통한 시뮬레이션 기반 평가 기술 선도

- 자율협력주행 대중교통시스템 구현 시뮬레이터는 실제 자율협력주행관련 기술과 시스템을 도입하기 前에 다양한 전략과 시나리오에 따른 시행착오를 최소화시킬 수 있는 리빙랩 기반 모의실험도구로서,

- 실증단지 기획과 계획 단계에 필요한 기술적 요구사항을 다양한 도로교통환경에서 구현할 수 있으므로 실제 실증단지 구축 및 운영관리의 효율성을 높여 다양한 방안에 소요되는 비용을 절감할 수 있음

○ C-IPTS 기반 관제시스템 동기화

- 대중교통정보, 부가정보, 유고 정보, 개인별 정보 연계/가공

- 기 구축된 버스정보시스템(BIS)은 버스운행관리시스템과 가장 밀접한 관련을 가지며 BMS와 더불어 TOPIS(교통관리센터)에 연계되어 있고, 관련 정보는 ITS의 주요 요소로 사용자 중심의 대중교통 이용자에 편리성을 제공 할 수 있다.
  통신 기술, 발전에 따른 차량 실시간 모니터링, 교통 흐름 모니터링, 차량 배차 가능

- 현재 대중교통 전체의 승용차 대비 경쟁력을 강화하기 위해 지하철과 버스체계를 통합하여 대중교통 서비스를 일원화 할 수 있음

○ 법제적 지원 제도 구축을 통한 관련 기술 개발 촉진 및 상용화 촉진에 기여

○ 실증 특화 시뮬레이션 개발을 통한 S/W 구입비용 절감

- 현재 도로교통분야의 상용 시뮬레이터는 자율주행과 커넥티드 기반 협력주행기능을 구현할 수 없으며, 기존 시뮬레이터에 필요한 시스템 및 운영제어 파라메터를 수정하여 자율협력주행 환경을 가정하고 있는 상황임

- 따라서, 연구단이 개발하는 자율협력주행 기반 대중교통시스템 운용환경 평가 시뮬레이터는 기존 도로교통시스템 구현 시뮬레이터의 한계를 극복할 수 있으므로, 값비싼 S/W 구입비용을 절감할 수 있음

○ 자율주행 유관산업을 활성화하기 위한 기초를 마련함으로써 일자리 창출 등 국내산업 발전 및 국민의 교통편익을 확보하게 함

- 자율협력주생버스 상용화 시 경제적으로 성장가능성과 산업적 측면의 조화 가능성

- 자동차산업 및 대중교통산업의 경쟁력 강화를 통한 산업발전 이바지 및 자율주행 유관 기업의 성장을 통한 일자리 창출

○ 기존 민간 교통 정보 활용으로 크게 3가지 산업적 상태를 조성

- 교통체계 운영 및 관리 분야(실시간 정보)

• 교통상황 모니터링 유고 검지 및 알림, 도로 공사구간 정보 및 교통관리

- 여행자 교통정보 분야

• 일반 교통 및 대중교통 정보제공, 휴대폰이나 웹 사이트를 통한 통행시간정보 제공, 고속도로 및 주요 간선도로에 설치된 통행시간 안내표지

- 교통 계획분야(패턴자료 이용)
  - 교통 수요예측모형(교통량, 통행속도, 통행시간)검증, 교통체계의 성능을 평가

○ 안전한 교통환경 조성을 통한 사회적 비용 감소
- 대형차량 운전자의 졸음운전으로 인한 사고 등, 대형차량 운전자의 경우 업무 목적으로 운전하므로 피로감 등으로 인한 사고 확률이 높고, 사고 발생 시 피해 규모도 큼

○ 자율주행 유관산업을 활성화하기 위한 기초를 마련함으로써 일자리 창출 등 국내산업 발전 및 국민의 교통편익을 확보하게 함
- 자율협력주행버스 상용화 시 경제적으로 성장가능성과 산업적 측면의 조화 가능성
- 자동차산업 및 대중교통산업의 경쟁력 강화를 통한 산업발전 이바지 및 자율주행 유관 기업의 성장을 통한 일자리 창출

○ 법제적 기반 구축을 통한 관련 산업 및 경제 활성화 촉진

○ 안정적 도시 운영을 통한 도시민들의 만족감/기대감 향상
- 상기한 바와 같이 자율협력주행 기반 대중교통시스템은 일반적으로 알려진 개인소유 기반 승용차의 자율주행보다 조기 상용화 가능성이 매우 높으며, 여기에는 개인소유에 따른 사고 시 법적책임 문제가 아직 해결되지 않고 있기 때문임
- 하지만, 셔틀/버스와 같은 상업용 차량인 경우 제한된 공간에서 운행하므로, 필요한 지능형 도로교통인프라와 연계를 조속히 구축할 수 있고, 시스템 차원의 운영관리가 가능함
- 뿐만 아니라, 차량 중심 자율주행기술(AV)은 스스로 도로교통환경 모니터링을 위한 시간적/공간적 한계가 존재하므로 주변 도로교통인프라와 연계한 자율협력주행기술(CAV)은 이러한 시간적/공간적 한계를 극복하여 안정성을 향상시킬 수 있음
- 따라서, 이용자는 기존 개인소유의 자율주행차 이용에 따른 안전성과 법적책임 등으로 수용성이 낮은 상태이나, 대중교통시스템은 이러한 안전성과 법적책임 등의 부담을 덜어줄 수 있어, 도시지역에 자율협력주행기반 대중교통시스템 혁신을 조기에 구현할 수 있음

○ 자율주행기반 대중교통시스템과 연관된 자동차산업과 대중교통산업을 활성화하기 위한 기초를 마련함으로써 일자리 창출 등 국내산업 발전 및 국민의 교통편익을 확보하게 함

○ 교통약자를 배려한 대중교통 서비스 제공
- 농어촌지역의 현저한 버스 이용수요 감소, 버스 재정지원을 위한 지자체 부담 증가, 그리고 지역 주민들의 고령화에 따른 이동권 보장 등의 문제 개선 필요
- 교통약자의 지속적인 증가에 따라 교통약자의 이동 편의성을 증진시키는 서비스 요구가 증대되고 있음
- 국민에게 안전한 이동수단을 제공하여 사회 문제인 교통사고를 저감 시키고, 고령자 장애인등 운전 취약자에게 이동의 편의를 제공하는 등 사회적 편익 증가

○ 법이론적·입법기술적 관점에서 종합적으로 개선·정비함으로써, 자동차·도로교통환경 변화에 따른 제도개선의 효과를 극대화하고, 자율협력주행버스의 임시운행 및 상용화를 위한 법령체계의 정합성 강화에 기여함
- 「자동차관리법」 및 「도로법」, 「도로교통법」, 「개인정보보호법」, 「위치정보의 보호 및 이용 등에 관한 법률」, 「위치정보의 보호 및 이용에 관한 법률」 등과 각 법률 하위법령 등 자율주행기반 대중교통시스템 운영에 관한 규제 합리화 정책마련에 기여
- 자율주행기반 대중교통시스템과 관련 산업 활성화를 위한 제도 합리화 정책마련에 기여하고, 자율주행기반 대중교통시스템의 상용화 촉진을 위한 사회적 신뢰 향상에 기여함
- 자율주행기반 대중교통시스템 상용화를 위한 법제도 정비방안 및 관련 특별법 등을 제안하여 사회 내 자율주행기반 대중교통시스템 도입에 국민적 합의와 신뢰도 형성에 기여

○ 법제도 개선을 통한 자율협력주행 기반 대중교통 관련 사회적 분쟁 선제적 검토 및 해결책 도출

○ 자율주행기반 대중교통시스템과 연관된 자동차산업과 대중교통산업을 활성화하기 위한 기초를 마련함으로써 일자리 창출 등 국내산업 발전 및 국민의 교통편익을 확보하게 함

1) (1세부) 자율협력주행 기반 친환경 대중교통 플랫폼 기술 개발

○ **자율협력주행 기반 중소형 버스 셔틀 활용**

- 최근 화두가 되고 있는 스마트 시티 내 자율주행 도심 교통시스템에 적용 가능한 스마트 대중교통 시스템의 표준 차량 모델로 활용
- 향후 스마트 시티, 대규모 단지 내 승객 운송을 위한 교통의 친환경 자율주행차량으로 활용
- 도심/근교 수요응답형 자율주행 모빌리티 서비스 구현 차량으로 적합하며, 특히 교통약자에 대한 모빌리티 서비스에 다양한 접근이 가능한 차량
- 승객 뿐 아니라 물류의 Last Mile에 활용하기에 적합한 차량으로 빠르게 증가하고 있는 택배시장에 적합하며, 이동형 소형 허브(Hub)로 활용 가능
- 스마트폰 및 IoT와 연계한 새로운 모빌리티 서비스의 중심 플랫폼으로 활용
- 해외 유사 차량(Ez-10 등)에 비해 검증된 전기구동 및 차량 시스템을 적용함으로써, 기능적인 안정성이 확보 가능하여 양산 및 보급 가능
- 친환경 전기구동 시스템과 자율주행시스템의 결합으로 건물, 지하 내부에서 승객 물류 운송의 신개념 운송수단으로 활용

○ **자율협력주행 기반 중대형 버스 활용**

- 도심 간선/지선망의 자율주행 대중교통시스템에 적용할 수 있는 차량 제품군으로 활용 가능
- 커넥티비티 기술과 연계하여 기존 대중교통 소외지역을 개선을 목적으로 활용 가능하며, 교통약자를 위한 이동권을 보장하는 전용 버스로 활용될 수 있음
- 자율주행 기반 중대형 버스의 조향/제동/구동 제어 기반 기술은 상용차 안전성 향상을 위한 ADAS 기술에 적용될 수 있어 대형 상용차 안전기술 개발에 활용할 수 있음
- 전기구동 시스템을 통한 도심 배출가스 감축과 IoT를 활용한 교통신호 연계, 승용차 쉐어링/헤일링과의 통합적인 운영으로 대중교통 효율성을 극대화 가능센서정보 융합 정밀위치보정 기술 활용
- 센서정보 융합을 통한 정밀위치보정 기술의 개발로 자율주행차량의 GPS 측위 의존도를 감소시킴으로 악천후, 통신 음영지역 등에서의 주행 기술 개발에 활용 가능
- 센서정보 융합을 통한 주행 제어 기술 개발로 자율주행차량의 안전한 주행을 도모, 향후 도심 자율주행 혹은 스마트 시티 개발에 활용 가능

○ **관제센터, 네비게이션 정보 연계 자율협력주행 기반 기술 활용**

- 센서기반 차량 주변정보(차선, 보행자, 장애물 등) 인식 기술 활용
  - · 차선, 보행자, 기타 장애물 인지기술은 자율주행에 필수적이며, 특히 보행자 인식 기술의 경우 다양한 환경에서의 자율주행에 활용 가능
  - · 보행자 및 기타 주행로 장애물 인지기술은 주행가능영역 설정 및 돌발상황에서의 제동제어를 가능하게 하여, 자율주행의 안전성 증가에 활용 가능
- 관제센터와 네비게이션 정보 연계한 최적주행경로 설계 기술 활용
  - · 센서기반 인지 및 측위 성능의 한계를 극복하고, 주행 경로 내 보행자, 장애물 등의 이중 확인을 통한 안전성 증가 및 주행경로 신뢰도 증가
- 전용/비전용 대중교통 노선 자율협력주행을 위한 인지/판단/제어 시스템 기술 활용
  - · 전용/비전용 노선 범용 사용 가능한 자율협력주행 알고리즘은 향후 스마트 도시뿐만 아니라 근교 도시로 자율주행기반 대중교통시스템을 확장할 경우 적용 가능성이 크고 광범위하게 활용 가능
  - · 자율협력주행 기술을 스마트 도시 규모로 확대 및 통합 관리하게 되었을 경우 교통 체증 극복 연구에 활용 가능
- C-IPTS 기반 관제센터 정보 및 V2X 통신모듈 연계 자율협력주행 기술 활용
  - · 협조제어 기술 개발을 통해 개발한 자율주행차량 간 제어 신호 교환 및 피드백 기능을 다차량 자율주행 혹은 군집주행에서 활용 가능

○ **차량 안전성 향상을 위한 센서 고장 진단/대응 기술 활용**

- 센서 고장/진단 대응 기술 개발로 비상상황 시 안전한 대응을 할 수 있고 이는 모든 자율주행 관련 실험 및 운행에 활용 가능

○ **향후 세종시 자율주행 시범지구 운영 시 개발된 연구성과물 운영 및 지원**

- 세종시 자율주행 시범지구에 본 과제의 개발 차량 투입, 자율주행 로직 적용에서의 이슈 사항 전달 및 연계 예정
- 시범지구 운영 시에는 측위로직의 정밀성 향상, 대형 버스차량의 제어 정확도 향상, 탑승객 안전 관련 인지 로직 보완을 진행 예정임

2) (2세부) 지능형 인프라 연계 자율주행지원 관제시스템 개발

○ **WAVE/C-V2X 기반 도로교통정보 수집 시스템 개발 자율주행 대중교통 서비스 제공 및 실증을 위한 표준 개발**

- 국내 C-ITS는 시범사업이 종료되고 각 지자체에서 실증사업이 활발히 진행되고 있으며 해당 개발 결과물은 C-ITS 서비스 분만 아니라 지자체 자율주행 대중교통 실증사업 및 실용화 사업에 기반으로 활용되어질 수 있음. 향후 본 과제의 결과물과 관련된 타 표준의 표준화 작업 진행 시 표준실무팀으로 참여하고, 실증사업 참여시에도 참조 및 활용될 수 있도록 반영할 계획
- 기존 C-ITS 사업의 WAVE 통신 기반 V2X 통신 기술에 국한되지 않고 LTE 기반 C-V2X Hybrid 단말기뿐만 아니라 보다 고도화된 5G를 접목한 Hybrid 차량 통신 단말을 통해 진화되고 있는 V2X 서비스를 접목하여 확장할 수 있음
- C-IPTS를 위한 차량통신 프로토콜 설계 및 개발을 통해 자율차가 아닌 대중교통에 관련 서비스를 접목하여 보다 효율적인 C-ITS 기반 대중교통 시스템 운영에 활용 가능함
- Hybrid 단말기를 활용하여 기 개발 서비스를 확장 및 고도화한 협력형 자율주행차 대중교통에 활용 가능하며 나아가 신규 서비스 및 프로토콜을 도출하는데 활용할 수 있음
- 협력형 자율주행을 위해 수동 운행 버스(기존 지선버스/BRT버스)에도 V2X통신 장치(기술)가 탑재되면 자율주행 대중교통이 실제 교통환경으로 확장되었을 때, 자율주행차량과 V2V 통신 뿐만 아니라 자율협력주행버스 서비스의 일부를 제공하여 자율주행 버스와 일반 버스가 혼재한 상황에서 자율협력주행버스와 일반 버스가 협력하는 것이 가능함
- 수동 운행 버스에 V2X통신 장치(기술)의 전면 확대가 현실적으로 어려울 경우, 3세부의 BIS/BMS 연계 인터페이스를 활용하여 기존 버스에 장착된 단말에서 자율주행차의 접근과 상태 정보를 인지하도록 하고, 자율주행차에서도 수동 운행 버스의 접근 정보(위치, 속도 등)와 정류장 정차 정보를 연계하여 자율주행버스와 수동 운행 버스가 간접적으로 협력하는 것이 가능함

○ V2X 통신 시스템 성능 개선

- V2X 통신 시스템의 도심부 활용을 위한 성능 개선 연구 지속 추진 예정. V2X 단말기가 증가하는 도심의 밀집한 차량 환경에서는 통신지연 및 정보의 구분 문제가 발생할 수 있을 것으로 예상됨. 이에 대해 실내에서 OBU 대수를 증가시켜 실제 환경과 유사한 환경으로 연구가 가능할 것으로 판단되고, 이러한 시험환경을 이용하여 OBU 메시지 전송 시점을 분산할 수 있는 방안과 차량 이동속도에 따른 적절한 메시지 전송 주기에 대한 연구를 진행
- C-ITS와 자율주행을 위한 V2X 서비스를 위해 서로 다른 메시지가 필요하고, 각 메시지가 전송되어야 할 최소 주기와 최대 전송 거리도 매우 상이함. 따라서 서비스 시나리오 별 전송주기와 전송거리의 차별화에 대한 연구와 이를 위한 알고리즘 개발에 대한 연구 진행
- 이를 위하여 머신러닝 및 딥러닝 기술의 V2X 통신 시스템에 적용 가능한지에 대한 연구를 진행하고, 이를 기반으로 메시지 전송 시점 분산과 전송주기 및 전송거리 차별화 알고리즘에 적용

○ **C-IPTS 통합연계 시스템**

- 기존 legacy system (지능형 교통 시스템, 버스 정보 시스템 등)과 새롭게 등장하고 있는 자율협력주행 시스템의 관제 센터 통합에 활용
- 자율협력주행 차량 시스템-관제 센터-스마트 인프라 기술의 시스템 통합 및 변동성 기반의 안전성 평가 및 모니터링에 활용

○ **C-IPTS 기반 자율협력주행 대중교통 관제시스템**

- 안전한 자율협력주행 지원을 위한 권장 제한 속도 및 차선 변경 시점 정보 제공을 통하여 도시내 자율

협력주행 차량의 안전성 향상에 활용. 제안 기술을 일반 차량에게 확대하여 자율협력주행차량과 일반 차량간에 발생할 수 있는 위험성 감소 및 도로 전반의 안전성 향상에 활용
- 실시간 자율주행차량의 모니터링 기술을 일반 차량 및 전체 차량에 확대하여 주행 관점에서의 차량 안전성 평가에 활용
- 지점 및 구간별 자율주행차량의 안전성 평가를 통한 자율주행차량 취약 지역 도출 및 이를 기반으로 한 대책 마련에 활용
- 클라우드 기반 관제시스템 구축의 특성을 활용하여 자율주행 실용화 단계 시 클라우드 기반 DevOps기능을 활용한 관제시스템 및 Edge computing과 융합, VM/application 자동 스케일링 기능을 활용한 클라우드 컴퓨팅 기반 분산 처리 기법, 혹은 브로드 캐스트 방식으로의 전환 방식을 고려하여 대규모 차량 운행, 비젼 기반 신호등/표지판 인식 및 처리 등 관제센터 운영 효율성 및 안전성 확보에 활용

□ 엔제로

○ C-IPTS 기반 관제 상황판 시스템
- 기존 센터 시스템(BIS, ATMS, C-ITS, 리빙랩)의 데이터를 연계하여 교통관련 모든 데이터의 관제 및 운영이 가능하도록 되어 있어, 향후 교통정보 플랫폼으로 확장이 가능함

○ 차상제어모니터링 데이터 기반 실시간 신뢰성 평가 시스템 개발
- 자율주행시스템에 실질적으로 적용 가능한 자율주행 신뢰성 평가기술 및 지원 도구 확보 가능
- 본 과제를 통해 개발된 자율주행차량 신뢰성 분석을 위한 새로운 방법론 및 기술은 사고 리스크 모니터링을 위한 원천기술로 활용
- 자율주행 신뢰성 평가를 개발하여 정확한 차상 운행정보 자료를 수집, 정부의 자율주행자동차 교통안전 관련부처(국토교통부 또는 경찰청)와 지자체의 자율주행자동차 교통안전 정책 수립에 적용

○ 차상제어모니터링 및 고장유지관리 데이터기반 고장예측진단 시스템개발
- 자율주행차량 교통안전 평가 및 사고분석 기술의 개발을 통한 획기적인 교통사고 예방 및 심각도 최소화에 활용
- 차상 운행정보 시각적 모니터링 기술이 내장된 고장예측진단기술을 개발함으로써 사고 및 상충 자동검지, 유관기관과의 신속한 대응 체계 구축에 활용

□ 엠큐닉

○ 자율주행지원을 위한 HD map 서버 구축
- 크라우드 소싱단말(SKT)과 연계를 통한 도로의 동적/정적 구조물(포트홀,표지판 및 시설물등)에 대한 변화정보와 실시간 동적 교통정보(돌발,소통) 및 기상정보를 관제시스템 및 자율주행 차량에 제공하여 자율주행 차량의 안정성 향상을 도모하고 도로 및 시설물에 대한 모니터링을 통해 신속한 유지보수에 활용

3) (3세부) 지능형 인프라 연계 자율주행지원 관제시스템 개발

○ **자율협력주행 관련 테스트베드 실증단지 선정방법 적용**
- 최적인 실증단지를 선정하기 위해서는 다양한 고려사항, 즉 자율협력주행기반 대중교통(버스)의 기술적 요구사항, 실증단지의 도로교통현황, 자율협력주행을 위한 C-ITS 인프라, 기타 ITS 기반 버스정보시스템 등을 종합적이고 체계적인 검토가 필요함
- 제시하는 실증단지 선정방법은 개발기술의 적정성, 기존 국가 연구개발 기술 또는 시범 및 실증사업의 활용성 극대화, 기존 ITS 인프라 연계 및 활용방안 등을 반영하므로 <u>다양한 지자체 상황 및 연구개발의 실증단지 선정에 활용</u>할 수 있음

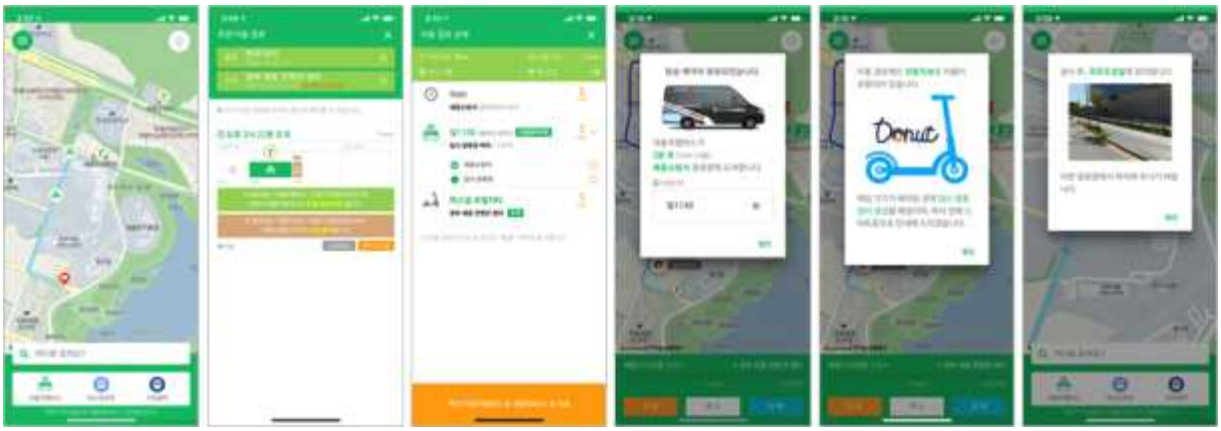
○ **리빙랩 기반 시뮬레이터를 이용한 도시지역의 자율협력주행 대중교통시스템 도입전략 구상**
- 현재 자율주행기술 및 서비스의 상용화 로드맵을 살펴보면, 개인소유의 승용차보다 버스/셔틀, 트럭 등 상업용 차량의 운행구간/지역에 특화된 자율주행서비스 중심으로 조기 상용화가 확실함
- 따라서, 최근 동향에서도 알 수 있듯이, 향후 지자체별 자율주행버스(셔틀) 도입을 경쟁적으로 추진할 것이므로, <u>본 연구개발 사업에서 제시하는 리빙랩 기반 시뮬레이터는 자율협력주행 대중교통시스템 도입 前 준비와 後의 평가 등 도입전략을 마련하는데 필요한 도구임</u>

○ **수요 대응형 스마트 대중교통 이용자 서비스의 범용적 활용**

- 수요 대응형 스마트 모빌리티 서비스는 실시간 동적 운송서비스로서 이용자의 다양한 이동패턴 및 가용 정보, 요구사항 및 서비스 등에 따라 엄청난 데이터 분석과 솔루션 도출이 필수임
- 본 연구개발 사업에서 제시하는 실시간 라우팅 및 운송서비스는 실증단지 구역의 도로교통 및 환경에 특화된 서비스 전략과 알고리즘이 아니며, 실증단지 확장성 및 타 지역에도 적용할 수 있도록 범용성을 강조함

○ **사용자 중심의 차량 호출 시스템 개발에 활용**

- 기존의 관행적인 대중교통 운영체계에서 변형된 사용자 중심 대중교통 체계는 이용승객의 요구 및 수요에 따라 고정된 노선 없이 자유롭게 운행되는 차량 호출 시스템 개발
- 이용자의 개별적인 통행목적 및 의도에 최대한 부합되도록 대중교통 서비스를 제공하는 운영기법으로 택시와 버스의 중간적인 교통 시스템 형태임



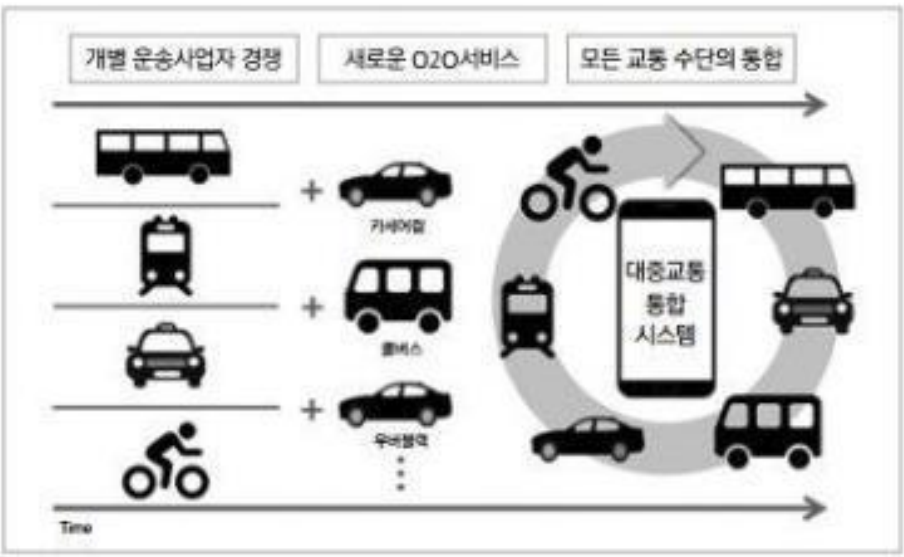
<차량 호출 시스템 예시도>

○ **실시간 이용자 위치 및 관련 교통시설 연계 기술 개발에 활용**

- 버스와 BIS/ITS에서 연계가 필요한 구성 요소를 도출하고 교통연구원의 알고리즘을 활용하여 수요대응형 App 사용자에게 데이터를 응답하는 기술 확보
- 관제 연계시스템에서는 실시간으로 대응해야 하는 사항에 대해서는 Fast Track으로 처리하고 통행자 이용 예상시간 추정 및 예측에 관한 것들은 Slow Track으로 처리하는 기술 개발하여 신속한 대응 체계 구축
- App 이외의 KIOSK 및 ARS 등과 연계한 실시간(사전) 예약 서비스 기술 개발에 활용

○ **C-IPTS 디지털 인프라 기술 이용한 시범 서비스를 위한 APP 개발에 활용**

- 관제시스템 빅데이터 활용하여 도로를 주행하는 다른 차량들과 능동적적인 안전성을 확보하기 위해 차량의 도로, 차량과 차량이 유기적인 정보를 연계하도록 지원하는 APP기술을 기술 확보



<대중교통 정보 통합 시스템 예시도>

○ C-IPTS 연계한 대중교통 정보 통합 시스템 구축에 활용

- 대중교통 환승 스케줄링 체계화 기술을 확보하여 사용자의 목적지 최단 시간에 도착 할 수 있는 정보를 제공하는 APP 개발

○ 지자체 자율협력주행 대중교통시스템 실증 및 도입에 적용가능한 법제도

- 본 연구개발에서 제시하는 법제도는 기존 자동차관리법의 자율주행차 임시운행 안전운행요건뿐만 아니라 실제 지자체 도로교통환경에서 제한된 대중교통시스템에 실증 및 운영이 가능할 수 있는 관련 법(자동차관리법, 도로교통법 등)의 개정을 제시하게 됨
- 특히, 자율주행의 기술수준 고도화(L3+, L4+)에 따라 인간운전자의 개념을 차내 및 센터 운영자(Operators)로 확대할 수 있고, 사고 시 법적책임도 운전자뿐만 아니라 시스템 운영관리자로 제한적 확대를 통해 지자체 실증 및 도입이 가능하게 됨

○ 실증단지 구축 및 실용화 추진을 위한 법제도 정비

- 제시된 개선안에 대한 구체적인 해설을 추가하여 향후 법률 또는 기술기준 등의 시행에 대한 편의성과 최종보고서의 실무적 가치를 제고함으로써 자율주행기반 대중교통시스템 관련 법·제도 개선에 활용
- 자율주행자동차와 관련된 법규별로 문제점을 검토하고, 향후 각 법의 개선 및 운영방안 제시하여 향후 자율주행기반 대중교통시스템 관련 법령 및 정책의 입안자료로 활용
- 현행 법규의 적합성을 검토하고 외국 정책 등과의 비교·분석을 통해 효과적인 입법방안을 제시함으로써, 대중교통수단으로서 자율주행기술을 도입하고자 하는 부처, 지자체, 관련 서비스 제공자 등에 가이드라인으로 활용
- 자율주행기반 대중교통시스템 관련 규제의 합리적 개선을 통해 자율주행기반 대중교통시스템의 상용화를 위한 사회기반환경을 조성함으로써, 기술발전에 따른 관련 산업 발전을 촉진시키는 자료로 활용

< 별첨 >

별첨 자료
1. 총 연구개발기간 성과점검기준표 및 증빙자료

[뒷면지]

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통과학기술 연구개발사업 '자율주행기반 대중교통시스템 실증연구' 연구개발과제 최종보고서이다.

2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 국토교통부(국토교통과학기술진흥원)에서 시행한 국토교통과학기술 연구개발사업의 결과임을 밝혀야 한다.

3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 된다.