

자율주행기반 카셰어링 서비스 시험운영 연구 최종보고서

2019. 02. 10.

주관연구기관 / SK텔레콤

참여연구기관 / SWM.ai

쏘카

한국도로공사

국 토 교 통 부

국토교통과학기술진흥원

자율주행기반 카셰어링 서비스 시험운영 연구

자율주행기반

카셰어링

서비스

시험운영

연구

최종보고서

2019

국
토
교
통
부

국토교통과학기술진흥원

제출문

제 출 문

국토교통과학기술진흥원장 귀하

‘교통물류연구사업’(연구개발 기간 : 2017. 12. 27 ~ 2018. 12. 26) 과제의 최종보고서를 제출합니다.

2019. 2. 10.

주관연구기관명 : SK텔레콤(주) 박정호 (인)

참여기관명 : SWM.ai
쏘카
한국도로공사

주관연구기관책임자: 김영락

참여기관책임자: 성종훈, 김명훈, 김시한

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제29조에 따라 최종보고서 열람에
동의합니다.

보고서 요약서

과제 고유 번호	17TLRP-C1384 66-01	해당 단계 연구 기간	2017. 12. 27 ~ 2018. 12. 26	단계구분	1차 연도/총 1년						
연구사업명	중사업명	교통물류연구사업									
	세부사업명										
연구과제명	대과제명	자율주행 기반 카셰어링 서비스 시험운영 연구									
	세부과제명										
연구책임자	김영락	해당단계 참여연구원 수	총: 28명 내부: 25명 외부: 3명	해당단계 연구비	정부: 320,000 천원 민간: 320,000 천원 계: 640,000 천원						
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 13명 내부: 13명 외부: 명	총 연구비	정부: 320,000 천원 민간: 320,000 천원 계: 640,000 천원						
연구기관명 및 소속 부서명	SK텔레콤 ICT기술센터 New Mobility TF			참여기업명 SWM.ai, 쏘카, 한국도로공사							
위탁연구	연구기관명: 서울대학교			연구책임자: 이경수							
※ 국내·외의 기술개발 현황은 과제결과보고서에 기재한 내용으로 같음											
연구개발성과의 보안등급 및 사유	해당 사항 없음										
9대 성과 등록·기탁번호											
구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설 · 장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기 탁 번호											
국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황											
구입기관	연구시설 · 장비명	규격 (모델명)	수량	구입연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	NTIS 등록번호			
- 관제(운영)시스템, 인프라 연계 통신(V2X) 적용 자율주행 시스템 개발 - 자율주행 카셰어링 시스템 연동 서비스 소규모 관제 기본 기술 개발 - 카셰어링 서비스 기반 소프트웨어(어플리케이션) 기본 구조 개발 - 자율주행 기반 카셰어링 전용 자율주행 V2X연계 시스템 개발 (차량 5대 이상) - 자율주행 공유교통 서비스 실증 사업을 위한 서비스 체계 구축								보고서 면수 120			

요약문

연구의 목적 및 내용	- 관제(운영)시스템, 인프라 연계 통신(V2X) 적용 자율주행 시스템 개발 - 시험운영 연구단지 HD MAP 활용 및 자율주행 정밀측위 기술 개발 - 시험운영 연구단지 내 HD MAP 제작 및 운영기술 개발 - 자율주행 카셰어링 시스템 연동 서비스 소규모 관제 기본 기술 개발 - 카셰어링 서비스 기반 소프트웨어(어플리케이션) 기본 구조 개발 - 자율주행 공유교통 시대를 대비한 실증사업 실험 환경(안) 설정 - 실증사업 추진 체계 수립 - 자율주행 공유교통 실증사업을 위한 기술 항목별 성과지표 체계 및 활용 방안 연구				
연구개발성과	- 자율주행 기반 카셰어링 전용 자율주행 V2X연계 시스템 개발(차량 5대 이상) - 자율주행 기반 카셰어링 전용 시험운영 서비스 관제 및 인프라 시스템 개발 - 자율주행 공유교통 서비스 실증 사업을 위한 서비스 체계 구축 연구				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	- 자율주행 차량 기반 대중교통 서비스 환경 조성 및 서비스 제공자 비즈니스 모델 개발 방향 제시 - 대중교통 수요-공급 불균형 해소를 통한 사회적 비용 절감 - 신규 시장 진입을 통한 미래 성장 동력 확보 - 국가적 시범사업 “스마트시티 조성사업”내 스마트 모빌리티 혁신을 위한 원천 기술 확보				
국문핵심어 (5개 이내)	자율주행	카셰어링	관제시스템	V2X	어플리케이션

〈Summary〉

Purpose	– Identification of service environment and strategy through technology development and trial operation of elements necessary for autonomous driving car based car-sharing service, and estimation of test items and key performance indicators for future demonstration project				
Contents	– Development of autonomous driving system for control(operation) system, infrastructure related communication(V2X) application – Development of HD map for test operation site and autonomous driving precision positioning technology – Development of autonomous driving recognition technology using autonomous driving car-sharing based sensor fusion technology – Development of autonomous driving judgement and control technology for road safety driving – Development of HD map production and operation technology in test operation site area – Development of autonomous driving based car-sharing system interworking with main control system – Study on development and operation strategy of software(application) based on autonomous driving based car-sharing service – Experimental environment setting for autonomous driving based shared transportation – Establishment of demonstration strategy for car-sharing test operation – Study on the performance indicator and utilization plan for autonomous driving based shared transportation demonstration project				
Development Results	– Development of C-V2X based autonomous driving car-sharing system(more than 5 autonomous vehicles) – Development of autonomous driving based car-sharing service control system and infrastructure system – Study on construction of service system for demonstration project of autonomous driving based shared transportation				
Expected Contribution	– Establishment of environment for public transportation service based on autonomous driving vehicles and development of business model of service – Reducing social costs by eliminating public transportation demand-supply imbalances – Securing future growth by entering new market – Establishing source technology for smart mobility innovation in national demonstration project “Smart City Creation Project”				
Keywords	Autonomous Driving	Car-sharing	Control System	V2X	HD map

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	8
가. 연구개발의 목표 및 내용	
나. 국내외 기술개발 동향	
2. 연구수행내용 및 성과	43
가. 연구수행 내용	
나. 연구수행 결과	
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	117
가. 목표 달성 기준	
나. 성과점검기준표	
4. 연구개발성과의 활용 계획 등	119

< 별첨자료 >

[별첨1] 성과증빙자료 1부

[별첨2] 자체평가의견서 1부

[별첨3] 집행실적대비표 1부

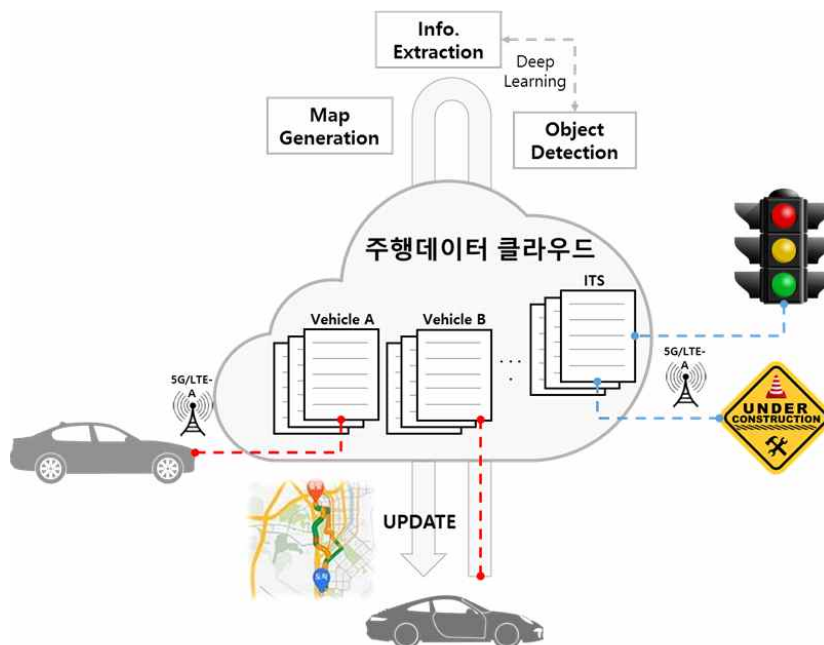
[별첨4] 연구개발성과활용계획서 1부

1. 연구개발과제의 개요

가. 연구개발의 개요 및 목표

(1) 연구개발의 개요

- 「자율주행 기반 카셰어링 서비스 체계 구축 연구」 과제는 차량의 안전성(Safety), 자율주행성(Autonomous Driving), 연결성(Connected Service) 및 공유형 모빌리티 서비스(Shared mobility)의 기술 개발 성장이 기대 됨에 따라 자율주행 승용차 기반 카셰어링 서비스 도입에 필요한 요소기술 개발과 시험운영을 통한 서비스 환경 및 전략 파악
- 자율주행 HD(High Definition) Map 구축 및 데이터 클라우드 연동
 - 자율주행을 위한 HD Map (정밀지도) 구축
 - 정적 정밀지도 정보 (차선, 랜드마크, 표지판, 구간별 제한속도 등)
 - 동적 정밀지도 정보 (도로공사, 사고, 정체구간, 신호등정보 등)
 - HD Map 구축 시범 지역 선정
 - T-Map 등 기존 차량 내비게이션 업체와의 협력으로 시범 지역 HD Map 연동 자율주행 시범 지역 지정
 - Road Survey 차량 일정주기 도시 순환 주행
 - 주행 데이터 클라우드를 통한 HD Map 실시간 업데이트
 - 클라우드에 저장된 주행 데이터를 처리하는 객체 추출, 속성 입력 및 구조화 편집 기능 필요
 - 객체 추출, 속성 입력 및 구조화 편집 작업에 기계학습기법을 도입 하여 데이터 수신부터 HD Map 정보 추출까지 자동화 시스템 구축 필요
 - 업데이트된 HD Map 정보는 사용자의 개인 단말로 실시간 송신 필요
 - 개인 단말에서 실행되는 HD Map은 중앙 관제 서버의 Branch 역할을 해야하며, 도시 교통량 분산 등이 가능한 Route Planning 기능이 필요



[그림 1. 자율주행 데이터 클라우드 연동 HD Map 개념도]

- 교통량 정보 빅데이터 활용을 통한 도시 교통 계획 반영
 - 시험지역 내의 교통정보 빅데이터 구축
 - 시험 지역 내 발생하는 V2X 등 차량 주행 정보 및 위치 정보, 도시 정보의 실시간 데이터 클라우

딩 공유를 통한 데이터 DB 확보

- 자율 주행 차량 관련 업체들이 차량 CAN 정보 및 센서 정보 공유를 통해 빅데이터 DB에 기여
- 통신사, 한국도로공사와의 교통정보 공유를 통한 데이터 정확도 향상
- 자율 주행 차량의 정확한 판단을 위한 최대한 많은 양의 데이터 확보
- 자율 주행 시스템이 최대한 정확한 판단을 내리기 위해선 여러 가지 경우(빅데이터)를 학습해야 하고 차량에 탑재된 인공지능 알고리즘이 오류를 범하지 않도록 하는 것이 관건
- 자율 주행 차량 및 환경 정보를 누적한 시험 지역 내 교통 관련 정보 빅데이터 구성
- 교통 관제 시스템의 교통정보 빅데이터 운영 및 관리

(2) 연구개발의 최종 목표

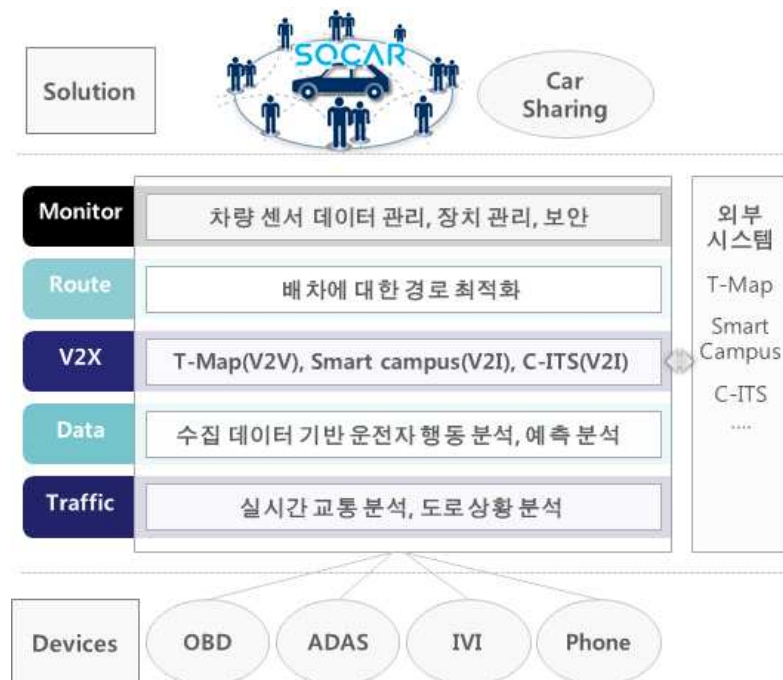
구분	내용
목표	○ 자율주행 기반 카셰어링 전용 자율주행 V2X연계 시스템 개발(차량 5대 이상) - 관제(운영)시스템·인프라 연계 통신(V2X) 적용 자율주행 시스템 개발 - 시험운영 연구단지 HD MAP 활용 및 자율주행 정밀측위 기술 개발 - 자율주행 카셰어링 시험운영 시나리오 개발(5건 이상) ○ 자율주행 기반 카셰어링 전용 서비스 관제 및 인프라 시스템 개발 - 시험운영 연구단지 내 HD MAP 개발 - 자율주행 시스템 연동 서비스 소규모 관제 기본 기술 개발 ○ 자율주행 기반 카셰어링 서비스 운영 프레임워크 개발 - 카셰어링 서비스 기반 소프트웨어(어플리케이션) 기본 구조 개발 ○ 자율주행 공유교통 서비스 실증 사업을 위한 서비스 체계 구축 연구 - 실증 사업 실험 환경 제시(운영 시나리오 등) - 실증 사업 추진 체계 수립 - 실증 사업을 위한 기술 항목별 성과지표 체계 및 활용 방안 연구

(3) 연구개발의 상세 목표

가. 주관연구기관(SKT):

○ 관제시스템 및 관제센터 구축

- 자율주행 차량의 관제를 위해서는 자율주행 플랫폼을 포함한 관제 시스템 구축이 필요함
- 자율주행기반 카셰어링 서비스 시험운영 연구에서 발생하는 통신요금은 연구과제비를 이용하여 SK텔레콤에서 지불하며 상용화 시 서울시 등 지자체와 논의를 통해 추후결정 할 예정
- 그림 57은 자율주행 차량 기반 카셰어링을 위한 관제 시스템 구조도를 나타냄
 - 관제 시스템은 솔루션, 자율주행 플랫폼, 차량 디바이스의 3개 계층으로 구분됨
 - 솔루션으로서 카셰어링 서비스를 지원하며, 차량 디바이스는 OBD(On-Board Diagnostics), ADAS(Advanced Driver Assistance Systems), IVI(in-vehicle infotainment), 스마트폰 등을 나타냄
 - 자율주행 플랫폼은 모니터/차량경로/V2X/데이터분석/교통정보 등의 엔진으로 구성됨
 - 특히, V2X 엔진의 경우 T-map, Smart campus, C-ITS 등의 외부 시스템과 연계 가능함



[그림 2. 관제 시스템 구조도]

- 자율주행 기반 카셰어링 관제시스템은, 카셰어링을 위한 회원 관리 및 예약시스템과 연동하는 운행 관제 시스템 (기존 카셰어링 서비스 시스템의 운영 관리 부분)과 연동하면서, C-ITS 인프라 및 자율주행차의 각종 센서 (OBD, ADAS, V2X)의 정보를 기반으로 자율주행 환경에서 일반 차량과 자율주행차의 위치 및 상태, 교통 환경을 통합 고려한 자율주행차 관제시스템을 구축함



[그림 3. 자율주행차 기반 카셰어링 관제 시스템 개념도]

- 자율주행차 관제시스템은 SK텔레콤에서 차량 관제를 위한 플랫폼으로 개발한 Smart[Fleet] Platform에서 제공하는 REST API를 활용하여 자율주행 관제를 위한 Application으로 개발하여 제공하며, 자율주행차 관제시스템과 각종 센서 및 단말의 연동은 별도 제공되는 단말 SDK를 활용함
- Smart[Fleet] Platform은 Monitor (차량 관제), Route (배송/배차), V2X (T-map V2V, C-ITS 연동), Data (운행 패턴, 예지정비), Traffic (실시간 교통)의 5가지 Core Function을 갖도록 SK 텔레콤 자체 구축중인 Vehicle 특화 플랫폼으로서, 센서/단말 연동을 위해서는 simple한 API를 제공하고, Application을 위해서는 Rich한 REST API를 제공하도록 설계되어 있음
- 통신 시스템은 서비스 시스템 구축 시 소요되는 통신방식에 따라 다음의 성과물 활용을 검토
 - WAVE 전용 단말장치 및 기지국은 기 개발되어 대전~세종 구간에 통신 인프라를 설치하여 C-ITS 시범사업 추진 중
 - 현재 국토교통과학기술진흥원 주관으로 추진 중인 “자율협력주행을 위한 LDM 및 V2X 기반 도로시스템 개발” 과제를 통하여 WAVE방식과 이동통신 방식을 융합한 단말장치를 개발 중
 - : 2017년 말까지 시작품 제작 및 시험실 테스트를 완료하였으며, 2018년에 공용도로 테스트 예정



V2X 기지국



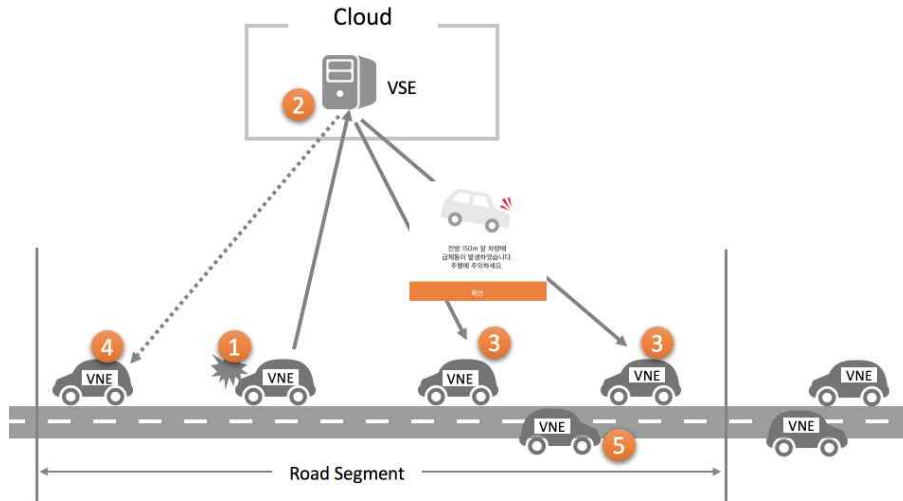
V2X 단말장치

[그림 4. WAVE기지국 및 단말장치 모습]

- 관제센터를 이용한 대표 서비스로 ‘T Map 기반 카셰어링 안전 목적의 V2X 서비스’와 ‘자율주행 데이터 분석 기반 보험 서비스’ 제시하고자 함
- T Map 기반 카셰어링 안전 목적의 V2X 서비스
 - 상기 공공 안전 목적의 V2X 서비스는 선행 차량 이상 발생, 차량 사고, 갓길 주차 알람 및 응급

차량의 진입 알람 등을 의미

- 구체적으로 선행 차량의 이상 상황 발생 시 후방 차량 알람 기능의 실증모델은 다음과 같음
: 같은 도로의 같은 방향을 주행 중인 선행 차량이 급제동 및 사고 등의 이상 현상으로 후행 차량의 주행을 방해하는 요소가 발생할 것으로 예상되는 경우, 해당 상황을 후행차량의 T Map을 통해 운전자에게 알람을 주는 기능



[그림 5. 선행 차량의 이상 상황 발생 시]

후행 차량 알람 기능의 개념도

: 상기 그림에 기술된 각 항목의 특성은 다음과 같음

- ① 특정 도로 구간에 특정 차량이 도로 내 안전사고를 유발한 이상 현상 발생
 - ② VSE(V2X Service Entity)는 상기 이상 현상을 수신 받아 같은 도로 구간 내 그룹 VNE(Vehicle Navigation Entity)에 멀티캐스팅
 - ③ 후행 차량이라고 판단되는 VNE는 이를 받아 알람을 발생
 - ④ 선행 차량이라고 판단되는 VNE는 알람을 발생하지 않음
 - ⑤ 같은 도로 구간이 아닌 VNE는 멀티캐스팅 그룹 내 있지 않기 때문에 알람 발생 할 수 없음
- 현재 SK텔레콤에서는 T Map에 실제 적용되어 테스트 중에 있음



[그림 6. SKT에서 수행한 실제 테스트 모습]

- 자율주행 데이터 분석 기반 보험 서비스
- 자율주행 데이터 분석이란 OBD/ADAS 등과 같은 자율주행차 내부 센서, HD Map 등과 같은 외부 시스템과 연동을 통해 수집된 데이터를 기반으로 운전자 행동 분석 및 차량 상태를 확인하는 서비스
- 자율주행 데이터 분석과 보험을 연계한 서비스를 제시하고자 하며, 현재 구체적 실증모델은 다

음과 같음

- SKT는 T Map에 '운전습관'을 추가한 'T map 4.6버전'을 2016년 4월 28일 출시
- 보험사인 동부화재도 T Map 운전습관 주행 데이터를 기반으로 보험료를 할인해주는 세계 최초 내비게이션 연계 보험 상품인 'smarT-UBI 안전운전 특약'을 출시
- 운전습관은 운전자들에게 본인의 평소 주행습관을 점수화하고 이를 다른 운전자들과 비교해 보다 안전하고 경제적이며 친환경적 주행에 도움을 주기 위한 목적으로 추가된 메뉴
- smarT-UBI 안전운전 특약은 운전습관 메뉴 동의 후 500km 이상의 주행기록을 토대로 일정 점수(100점 만점에 61점)를 넘길 경우 특약 가입 시 5%의 할인 혜택을 제공. 2017년 5월부터 10%로 할인 혜택 인상



[그림 7. smarT-UBI 안전운전 특약 상품]

- smarT-UBI를 자율주행 카셰어링 서비스에 확대 적용하고자 함

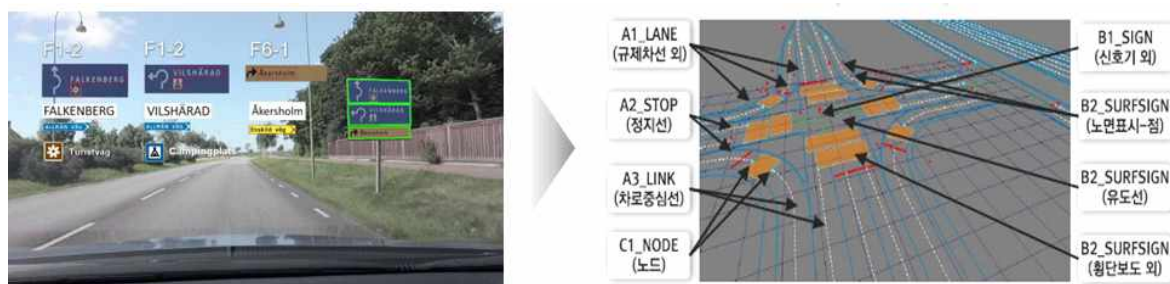


[그림 8. SOCAR/보험사/SKT 간 협력관계]

- 그림 61은 SOCAR/보험사/SKT 간 협력 관계를 나타냄
- SKT는 사고 발생 시 차량외부 환경 모니터링 정보, 운전자 모니터링 정보 그리고 차량 자체 모니터링 정보를 5G 기반 실시간으로 수집
- 보험사는 SKT로부터 제공받는 상기 정보를 기반으로 보험 가입자들의 보험료 할인 및 인상 정책 수립
- SOCAR는 자율주행차 앱을 통해 보험과 패키지로 예약가능하게 함

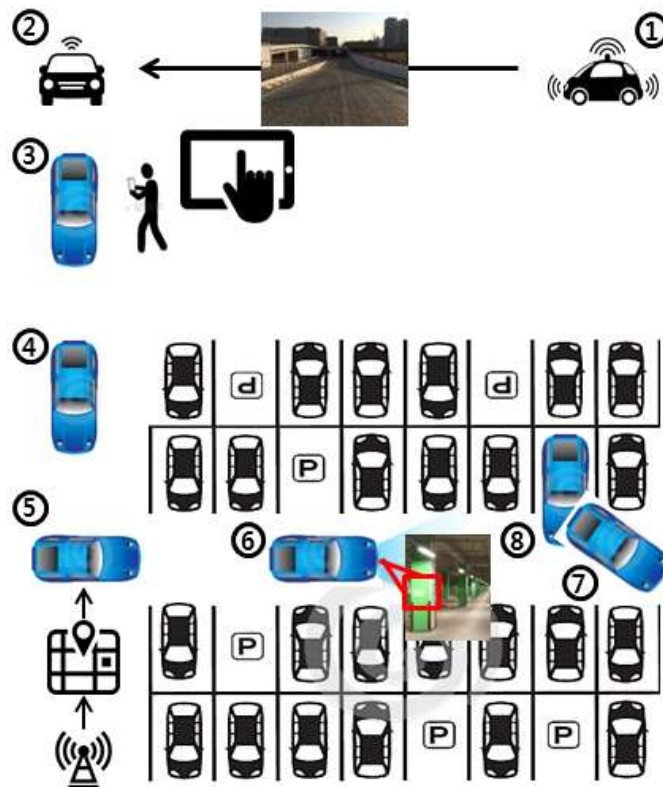
○ HD Map 개발

- HD Map은 Pol(Point of Interest), 동적 교통상황 정보가 복합되어 제공 지도로써 자율 주행 차량의 위치 및 이동 경로 파악을 위해 반드시 필요함
- 실제 도로 상황에서 생성되는 방대한 데이터로부터 차선, 신호등, 표지판 등의 정확한 위치 정보를 추출해야 하며, 지속적으로 변화되는 도로 상황에 대한 효율적인 업데이트 방안이 필요함



[그림 9. HD Map 개념도]

- 그림 9는 HD Map의 개념도를 나타내는데, HD Map 개발을 위해 크게 4단계를 거침
 - Raw data 수집(Road survey): MMS(Mobile Mapping System) 차량의 Lidar, Camera, INS(Inertial Navigation System)/GPS(Global Positioning System) 등을 이용하여 도로 데이터 수집
 - 데이터 정합/보정: 수집된 raw data를 정합함. 즉, 서로 다른 Lidar, Camera에서 취득한 데이터를 하나의 Map에 표시 할 수 있도록 하는 과정임. 또한 GPS 음영지역에서는 IMU(Inertial Measurement Unit)를 이용하여 차량 궤적을 파악함
 - 맵 생성: 크게 2형태로 나뉘는데, 첫 번째는 ‘update’로써 영상 내 landmark를 검출함으로써 이루어지며 두 번째는 ‘creation’으로써 point-cloud 기반 landmark를 검출함으로써 이루어짐
 - 자동검수/보정: Deep learning 기반의 자동 업데이트 기술로써, in-vehicle 실시간 landmark 인식, 미검출 landmark 보정을 통해 이루어짐
- HD Map을 이용한 대표 서비스로 HD Map 기반 ‘자율주차 서비스’와 ‘교통 안전정보 제공 서비스’가 있음
- 자율주차 서비스
 - 공유하는 차량은 특정 주차 장소에서 영상인식 기반 landmark 인식을 통해 실내 주차장 측위 수행 및 자율주행을 이용한 자율주차



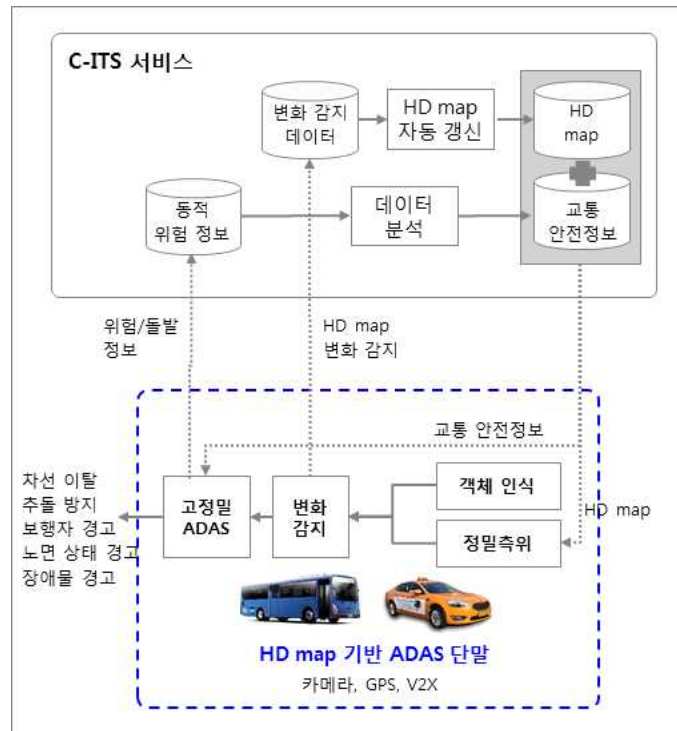
[그림 10. 자율주차 시나리오 개념도]

- 그림 10은 자율주차 시나리오의 개념도를 나타내고 있으며 시간 흐름에 따른 각 항목의 특성은 다음과 같음

- ①운전자 탑승 상태로 주차장 부근 목적지까지 이동 (수동 주행)
- ②운전자 하차 위치로 차량 이동 (수동 주행)
- ③운전자 하차, 운전자 스마트폰 내 주차장 지도에 주차 위치 선택 및 자율주차 시작
- ④주차장까지 자율주행으로 차량 이동
- ⑤주차장 입구에서 정해진 프로토콜을 통해 주차장 지도와 주차 위치 수신 및 주차 위치까지 주차 주행 경로 탐색 및 계산
- ⑥영상 인식과 랜드마크 인식을 통해 주차 위치 탐색 및 판단, 주차 위치 도달까지 자율주행
- ⑦주차 위치에서 주차 경로 계산 및 자율주차 수행
- ⑧주차 완료

- 교통 안전정보 제공 서비스

- HD map 기반의 정밀측위 기술을 적용한 단말을 쏘카에 도입하여 향상된 ADAS/네비게이션 기능을 제공하고, 교통 안전정보와 HD Map 갱신 자동화를 위한 데이터 수집



[그림 11. 교통 안전정보 제공 서비스 개념도]

- 그림 11은 교통 안전정보 제공 서비스의 개념도를 나타냄
 - 교통 안전 서비스
 - : HD map 기반 차량과 인식 객체의 고정밀 측위
 - : 차선 이탈, 추돌 방지의 정밀도 향상
 - : 차선 단위 경로 안내
 - : GPS 음영 구역 안내 정확도 향상
 - 교통 안전 데이터 수집
 - : 무단 횡단 보행자 검출을 통해 상습 무단횡단 구역 경고
 - : 포트홀, 결빙 등 노면 상태
 - : 도로상의 낙하 장애물 검출
 - : 차선, 표지판, 신호등의 변경(신규/변경/삭제) 여부를 추정
 - : 다수의 수집된 변경 감지 데이터에 기반한 HD map 자동 업데이트
- HD map update 정량적 개발 목표
- 위치 정밀도 : 25cm이하
 - 지도 갱신 주기 : 업데이트 필요시 1주일 내 수행(날씨 등 외부 환경 고려)
- 2.참여연구기관(성우모바일):
- 자율주행 차량 내 고객을 위한 HMI 구현
- 가) 고객을 위한 차량내 편의 기능 제공이 필요함
 - 나) Tablet 형태의 Display에 고객을 위한 다양한 서비스를 제공
 - 다) 목적지까지 남은 시간, 현재 위치 및 차속등의 정보를 표시, 환경 인지 정보 표시
 - (1) 출발버튼 및 하차버튼등의 차량제어를 위한 HMI의 필요성에 대한 검토
 - 라) 예시
 - (1) 출발버튼 : 승객이 누르면 출발
 - (2) 하차버튼 : 승객이 누르는 즉시 가장 가까운 정차 가능 지역 정차
 - (3) 고객센터연결 : 이용자들을 응대하는 전문 부서와 통화 가능

(4) 광고, VOD 서비스



[그림 12. 항공기에서 제공하는 HMI 예시]

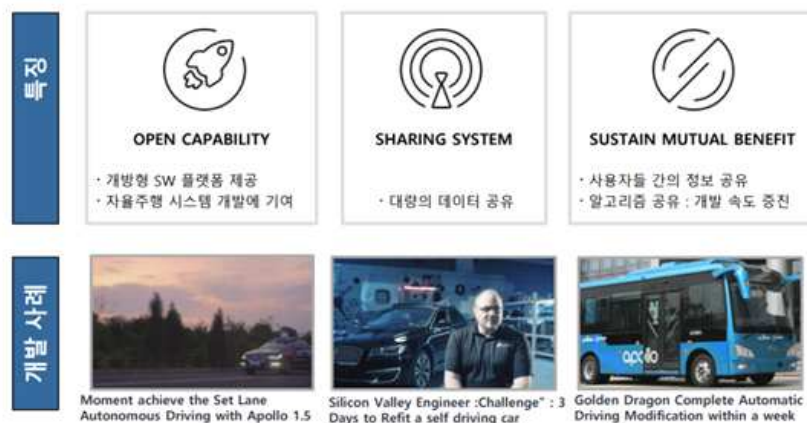


[그림 13. Social Car를 위한 HMI 표시 예시]

- 경제적인 자율주행 차량 개발을 위한 자율주행 Platform 연구
 - 자율주행 Social car 서비스를 위해서는 합리적인 가격으로 자율주행 플랫폼을 구축할 수 있는 방안을 확보할 필요가 있음
 - 현재 자율주행 차량개조에는 최소 2~3억원 이상이 소요되는데, Social car 서비스를 위해 많은 차량을 제작한다고 할 때 개조비용이 엄청나게 많이 발생 됨
 - 자율주행 Platform 구축방안을 연구하여 dSpace사의 autobox등의 고가 장비를 사용하지 않고 센서 데이터를 처리하는 과정 및 시뮬레이션 과정을 분석하여 실증과제 진행할 때 최적의 차량 개조 방향을 참조하고자 함
 - 관련 Open source project 검토

· Open Platform : autonomous vehicle

- 업계 최초로 기술, 플랫폼 모두 공개
- 자율주행을 위한 다량의 데이터, 알고리즘 등 제공
- 다양한 회사들과 파트너 제휴



[그림 14. 자율주행 Open Source Project 개요]

· Framework : Update

- 개방형 플랫폼을 통한 지속적 업데이트
- 자율주행 시스템을 구성하는 각 요소 개발 및 보완

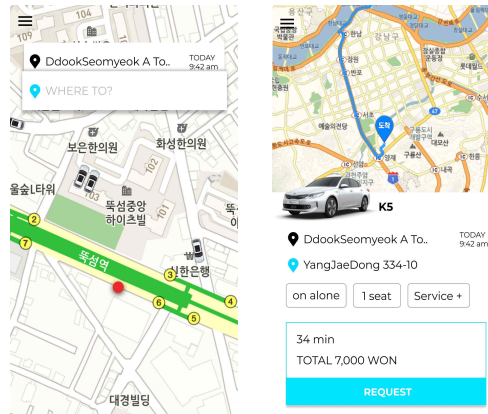


[그림 15. 자율주행 Framework 구조]

3. 참여연구기관(쏘카):

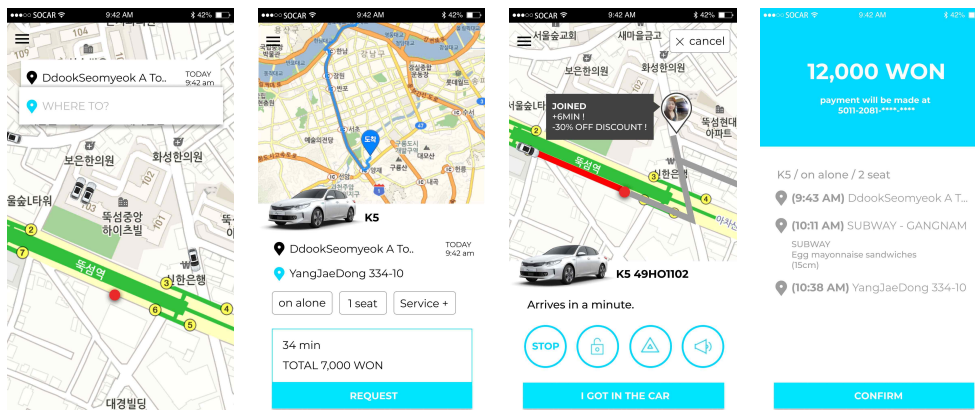
- 카셰어링 서비스 기반 소프트웨어 (어플리케이션) 개발 및 운영·전략 연구
 - 시험운영 연구단지 주행코스 내에 자율주행 카셰어링 서비스 시나리오 가능성 타진 중심의 프로토타입용 개발.
 - 자율주행 카셰어링 상용시, 편도 중심 이용 시나리오를 예측하므로 과제에서 또한 편도 중심의 시나리오 개발.
 - 외부 시스템 연동에 용이한 안드로이드 앱 개발.
 - 자율주행 카셰어링의 핵심 시나리오인 위치기반 자율주행을 중심으로 개발(결제/정산 등은 연구 범위에서 벗어남)
 - 서비스 확장을 위한 카풀, 경유지, 오프라인 서비스 연계 등 적극적인 자율주행 카셰어링 시나리오는 차후 과제로 진행 예정.
- 자율 주행 카셰어링 서비스 주요 시나리오
 - 1차 : 요청 위치에까지 도착하는 카셰어링 서비스

- 사용자 위치로 이동중인 자율주행 차량 상태 실시간 및 도착 예상 시간 표시
- 현재 소카에 사용자가 원하는 장소와 시간에 차량을 배달하는 “부름” 서비스가 있으나, 탁송 인건비 및 관리 비용 발생.
- 자율주행 카셰어링을 통해 특정존까지 이동하여 카셰어링을 이용했던 사용자들의 불편함 감소, 탁송 비용 없이 사용자가 설정한 차량, 위치, 시간에 차량 인도 받을 수 있음.
- 필요 기술 : 위치 파악 (차량, 사용자 위치) / 차량 5대 중 최단 거리 차량 배차 / 차량 제어 / 도착 예상 시간 측정



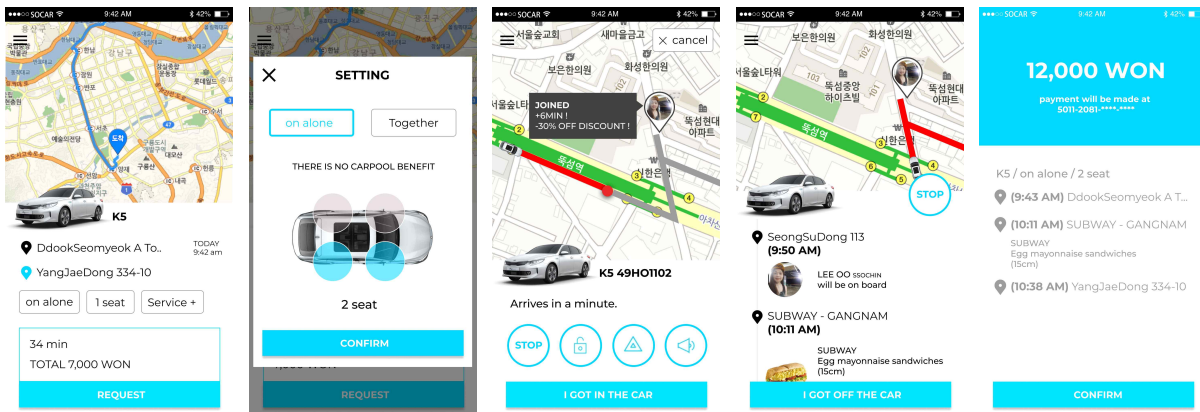
[그림 16. 어플리케이션 개발 예상도 1]

- 2차 : 편도 중심 카셰어링 서비스
- 편도 서비스가 제공되고 있으나, 지역적인 제약사항 및 운영 비용 발생.
- 현재 사용자는 일반적으로 “왕복” 서비스를 사용하며, 차량을 이용하고 있지 않은 시간에 대한 비용까지 지불.
- 자율주행 카셰어링으로 “출발지 ~ 목적지”의 이동시간만 비용을 결제.
- 차량 내 운전 부담이 축소로 인해 독서, 영상 콘텐츠 시청, 수면 등 다양한 개인 활동 가능



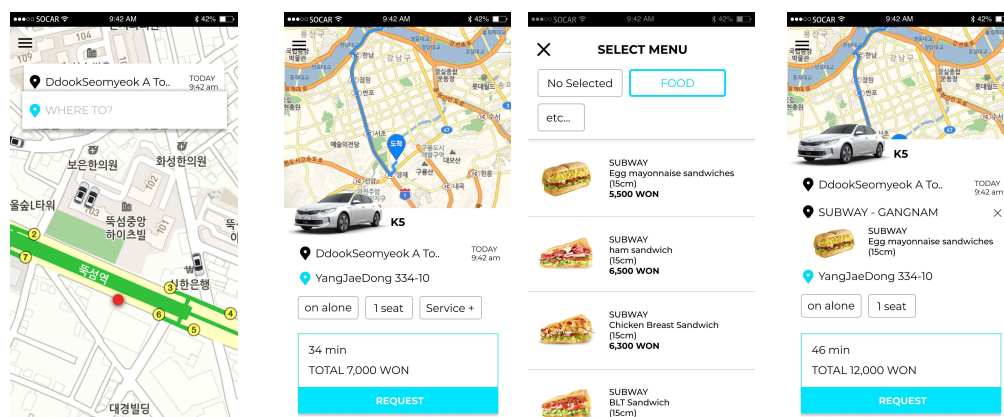
[그림 17. 어플리케이션 개발 예상도 2]

- 3차 : 교통비용 교통량 축소, 카풀 서비스 이용
- 카풀 서비스와 결합하여 시간 및 경로가 유사한 사용자간 매칭을 통해 현 사용자들이 부담하는 교통비용 및 도시 전반 교통량 축소
- 필요 기술 : 2차 범위 + 경유지 위치 데이터 / 경유지 포함 최적 경로 / 2개 이상 경유지 최적 경로 / 각 목적지별 예상 도착 시간
- 자율 주행 서비스 확장을 위한 시나리오로 차후 과제로 진행 예정



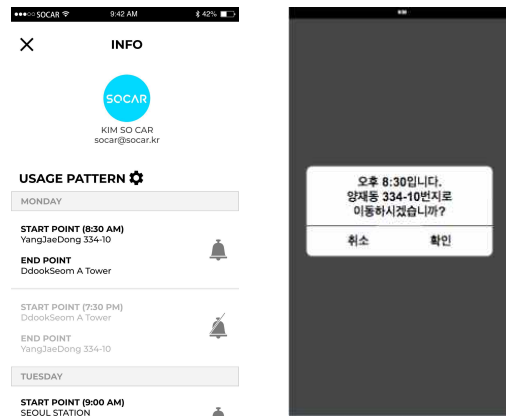
[그림 18. 어플리케이션 개발 예상도 3]

- 4차 : 오프라인 매장 경유 및 연계
- 차량내 운전 부담 축소로 인해 다양한 개인 활동의 범위를 확장
- 오프라인 서비스 경유 및 연계로 인해 이동과 이동 중 활동 경험 통합
- 통합 플랫폼 확장을 통한 새로운 수익 구조 발생 가능
- 필요 기술 : 2차 범위 + 경유지(오프라인 매장) 제공 상품 파악 / 경유지(오프라인 매장) 선 주문 커뮤니케이션 시스템
- 자율 주행 서비스 확장을 위한 시나리오로 차후 과제로 진행 예정



[그림 19. 어플리케이션 개발 예상도 4]

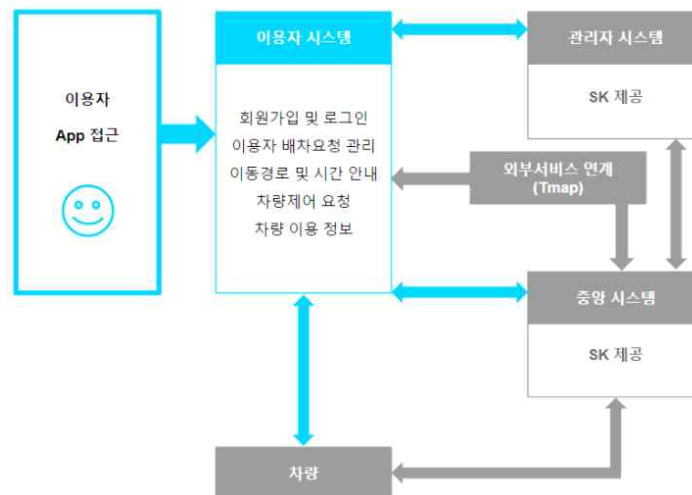
- 5차 : 사용자 이용패턴 분석 반영
- 사용자의 이용패턴 분석 반영된 리스트 / 사용자가 주기 이용 스케줄 설정 가능
- 패턴에 따른 알림 메시지 제공으로 사용자에게 이용 유도



[그림 20. 어플리케이션 개발 예상도 5]

○ 어플리케이션과 관제센터와 통신서비스 제공

- 실제 서비스가 구현/운영되기 위해 사용자 시스템의 각 기능을 운영에 필요한 중앙시스템과 통신
- Tmap과 이용자시스템 연계를 통해 사용자에게 차량 이동 경로 및 시간 안내
- 차량 도착 시 사용자가 원활히 탑승하기 위한 차량제어 부분 통신 필요



[그림 21. 어플리케이션 시스템 개념도]

[표 1. 이용자 시스템 기능]

이용자 시스템 기능	사용자 스마트폰 어플리케이션과 관제센터 간 통신
	가입 및 개인정보 관리
	차량 위치 정보 안내
	이용 가능 차량 및 정보 안내
	출발지, 도착지 설정에 따른 이동경로 및 소요시간 안내
	배차 요청 관리(요청, 조회, 취소)
	차량 제어 기능 제공(문 개폐, 비상등, 경적, 차량 정지, 탑승알림, 하차알림)

○ 자율주행 기반 카셰어링 시험 운영 이용자 만족도 조사 및 효용성 평가 진행
나. 조사 계획

- 목적 : 자율 주행 카셰어링 서비스 수용성 및 만족도 검증
- 일시 : 조사 준비 - 2018년 11월 01일 ~12월 10일, 설문조사 - 2018년 12월 10일 ~ 12월 20일
- 방식 : '자율주행 시험 서비스 탑승전 매뉴얼 숙지, 자율주행 시험 서비스 이용, 설문조사' 순으로 진행
- <대상 세분화>
 - 가) 자율주행 카셰어링 서비스 경험자 100명 대상
 - (1) 일반 카셰어링 서비스 경험 有
 - (2) 자율 주행 시범운영 지역(서울대 예정) 내 주 3회 이상 방문
 - (3) 20~60대 운전면허 소지 및 발급일 1년 이상
 - (4) 조사 기간 내 실제 자율 주행 카셰어링 서비스를 3회 이상 이용 예정
 - 나) 일반 카셰어링 서비스 경험자 100명 대상
 - (1) 최근 6개월 이내 쏘카 서비스 3회 이상 이용
 - (2) 20~40대 운전면허 소지 및 발급일 1년 이상

[표 2. 설문 조사 대상 연령 분포] (기준: 명)

성별	20대	30대	40대
남	25	15	10
여	25	15	10

다) 리크루팅 상황에 따라 변동 가능

라) 대상자 시험 운행 이용 시나리오 : 본 제안서의 <자율 주행 카셰어링 서비스 주요 시나리오> 중, 요청 위치에까지 도착하는 카셰어링 서비스, 편도 중심 카셰어링 서비스

2. 시험 운영 안전성 확보

- 시험 운영 서비스는 자율주행 카셰어링 서비스이나, 안전 확보를 위해 운전면허 1년 이상 소지자를 대상으로 함
- 사용자는 기본적으로 직접 운전하지 않지만, 현재 자율주행 임시 번호판을 취득한 법적 허용 범위에 따라 자율주행 관련 엔지니어 동승
- 기타 대상자 탑승전 주의사항 매뉴얼 숙지
- 자율주행 차량은 최고 속력은 60km 이하로 주행 제한
- 대상자가 탑승한 차량은 위치, CCTV 지속 확인
- 위급 상황에 대처 할 수 있는 방법 준비

3. 조사 설계

- 추후 이용자 만족도 조사 수행시 설계 예정

4. Pilot 테스트

- 쏘카 내부 1인을 선정하여 pilot test 진행
- 설계 된 방법으로 매뉴얼 및 설문조사 진행
- 진행방안, 매뉴얼, 설문지 수정 및 보완

5. 설문 조사

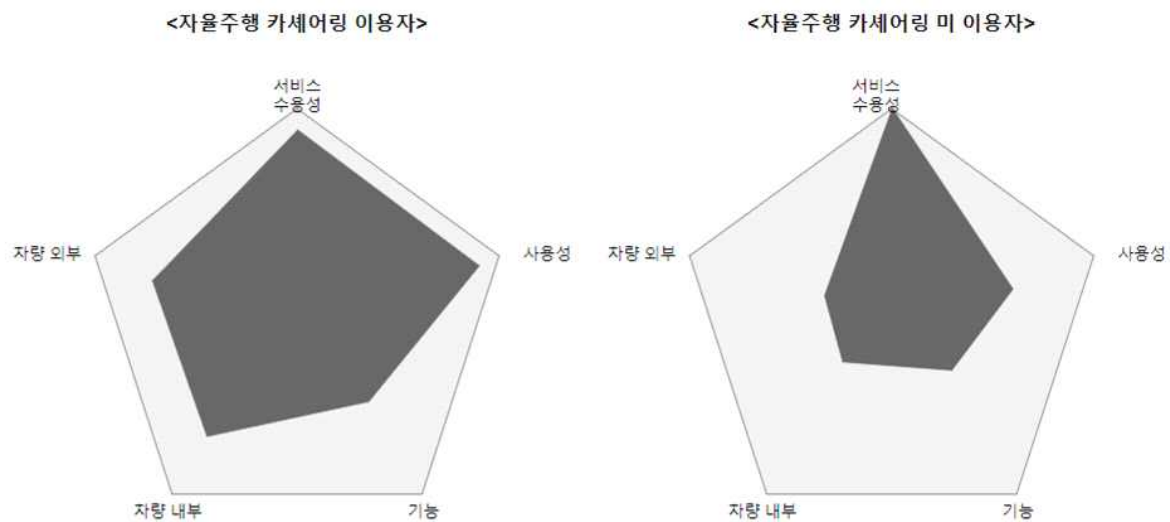
- 서비스 수용성 / 제공 사용성 / 기능 / 차량내부 / 차량 외부 5가지 측면에서 5점 척도 설문
- 설문조사 예시

표 3. 설문 조사 내용 (간략)

서비스 수용성	차량 탑승시 불안감을 표시해주세요.
사용성	차량 예약과정의 난이도를 표시해주세요.
기능	차량 내부 조작 방법 난이도를 표시해주세요. 예상한 조작 방법과 결과를 잘 예측했는지 표시해주세요.
차량 내부	승차감 정도를 표시해주세요.
차량 외부	외관 거부감을 표시해주세요.

6. 결과 분석

- 결과 : 자율주행 카셰어링 서비스 이용 횟수에 따른 5가지 만족도 증가 추이 분석, 자율주행 카셰어링 이용 / 일반 카셰어링 이용 경험의 5가지 항목의 만족도 비교
- 추가 사용성 문제점 및 니즈 수집



- 해당 내용은 시험운영 상황에 따라 달라질 수 있음

2) 시험운영을 통한 서비스 제공자의 각 역할별 기술과제, 문제점, 수정·보완 방안 등 도출

가) 시험 운영을 통한 기술과제

- (1) 사용자 요청지와 자율주행 차량의 목적지 오차범위 축소
- (2) 목적지 도달 시, 오프라인 상황에서 차량과 사용자의 최소 거리 매칭을 위해, 차량이 사용자를 분별할 수 있는 시스템
- (3) 요청 우선순위에 따른 1순위 경로 선정 및 유사경로 판단에 따른 매치 (예. 유사경로 = 선경로 반경 내 요청경로 유무 + 도로방향에 따른 물리적 이동거리)
- (4) 여러 유사경로를 고려하여 효율적인 동승여정을 만들 수 있는 경유지 선정
- (5) 실시간 요청지 모수 분석에 따른 차량 배차 시스템
- (6) 차량배차 불가시 차량상태에 따른 운영적 알림 및 차량의 특정 목적지 회귀 자동화
- (7) 사용자 편의성을 위한 개인 사용데이터 분석을 통해 요일, 시간별 차량 배차 추천

(8) 프로토타입 이후의 사용자 모수확보를 위한 서비스 플랫폼 채널 다양화

나) 예상 문제점 및 개선 방안

(1) 각 스마트폰 기기에 따른 GPS오차로 인한 사용자 실 요청지 장소와 자율주행 차량의 목적지 도착 거리간의 오차

(2) 개선방향

- 스마트폰 기기에 따른 각 GPS 오차값에 대한 평균치 계산 및 서비스 반영
- GPS 오차값 평균치와 사용자의 실 사용 시, 자율주행 차량의 목적지 도착 거리와의 평균 온오프라인 상 오차범위, 환경을 분석하여 사용자가 차량을 분별할 수 있는 오프라인 거리 축소

(3) 사용자가 출발지에서 이동을 할 경우의 차량과의 매칭 불가요소

(4) 선방향

- 사용자에게 요청 받은 요청지와 근거리 도보이동을 할 경우 사용자 현 위치의 차이에 대해 서비스 상에서 피드백. 사용자가 오차범위 외로 이동하지 않도록, 또는 이동했을 경우 사용자가 실 요청지로 이동할 수 있도록 유도
- Bluetooth 등 센서를 통해 정확한 사용자 위치 파악 및 기술적 개선방향 검토

다) 사용성 검증을 통한 추가 개발 범위 검토

(1) 서비스 만족도 평가를 통해 도출된 추가 사용성 보안 및 개발 검토

(2) 자율주행을 경험하지 않은 사용자와 비교하여 사용자의 기대치에 필요한 수준에 따른 범위 확인

라) 상용 서비스 적용시, 운영 효율성 확인

(1) 쏘카에서 제공 중인 "부름," "편도" 서비스에 적용 할 수 있는 케이스 검토 및 상용 가능성 여부 확인

(2) 자율 주행 카셰어링을 통해 감소되는 운영비용, 관리 비용 절감 범위 확인

4. 참여연구기관(한국도로공사):

3) C-ITS 연계된 카셰어링 서비스 구현방안 정의

4) C-ITS 서비스 운영결과 분석 (세종시 구간)

5) C-ITS 서비스 연계된 자율차 기반 카셰어링에 적용 가능한 서비스 발굴

6) C-ITS시범사업 분석을 통한 카셰어링 서비스 모델 도출

가) 위치기반 차량데이터 수집 : 차량의 위치정보와 속도, 급가속 등 상태를 실시간 수집

나) 위치기반 교통정보 제공 : 소통상태 및 통행시간, 돌발상황 등 정보를 개별차량위치에 따라 제공

다) 스마트 통행료 징수(WAVE기반 톨링) : 전자적 수단을 이용하여 감속없이 무정차 통행료 정산

라) 도로위험구간 정보제공 : 급커브 등 도로위험구간에서 낙하물, 역주행 차량 등을 센서로 검지

마) 노면상태기상정보 제공 : 국지적 안개, 결빙, 수막 등 장애요소를 센서로 검지하여 주의운전 정보를 제공

바) 도로 작업구간 주행 지원 : 도로에서의 공사, 청소 등 작업으로 인한 사고를 예방

사) 교차로 신호위반 위험경고 : 운전자에게 교차로의 현시정보를 제공하여 신호위반 위험 경고

아) 우회전 안전운행 지원 : 차량 우회전시 운전자가 인지 못한 교차로 접근차량과의 상충 경고

자) 버스 운행관리 : 버스, 개문발차 등 버스 운행계통의 상황을 제공

차) 옐로우 버스 운행안내 : 옐로우버스 정차시 통학버스 위치 및 승하차 여부를 후미차량에게 전달

카) 스쿨존 속도제어 : 스쿨존, 실버존 구간 및 제한속도 정보를 접근차량에게 제공

타) 보행자 충돌방지 경고 : 횡단보도 보행자 및 자전거 유무를 검지하여 진입차량에 경고

파) 차량충돌방지 지원 : 전방차량의 속도 및 사고, 급정거, 급감속 등을 후미차량에 전달

하) 긴급차량 접근경고 : 소방차, 구급차 등 긴급차량의 주행상황을 전방차량에 전달

거) 차량 긴급상황 경고 : 차량고장 및 사고시 운전자가 차내버튼 수동입력하여 위험정보를 전달



[그림 23. C-ITS 개념도 및 서비스]

7) C-ITS 서비스 연계된 자율차 기반 카셰어링 서비스

가) 개발범위 : 기 개발된 WAVE기반의 15개 C-ITS 서비스 중 수집가능 정보, 카셰어링 서비스 적용 가능여부, 통신방식 변경(LTE 등), 기존 C-ITS HMI 활용성 등을 검토하여 시험운용단지에서 2종 이상의 서비스를 개발

나) 테스트 : 서비스 제공 여부를 서비스 상황을 가상으로 설정한 후 테스트 시행을 시행하고 향후 실제 서비스 적용성에 필요한 요구사항 도출

8) C-ITS 서비스 관점에서 카셰어링 서비스 실증결과 분석

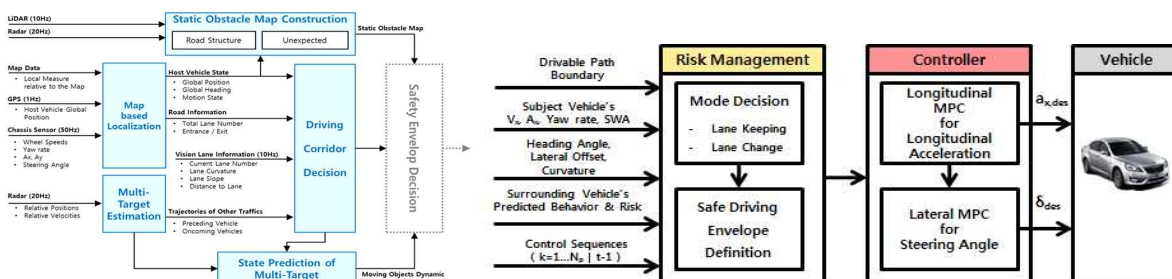
9) 자율주행 공유교통 시대를 대비한 실증사업 실험 환경(안) 설정

가) HD MAP, C-ITS 활용가능 여부를 고려한 주요 인프라 최적위치 연구

나) 자율주행 알고리즘 기술, 차량 주행 기능 및 인프라 지원 등을 고려한 실증운영이 가능한 시나리오

5. 위탁연구기관(서울대 학교):

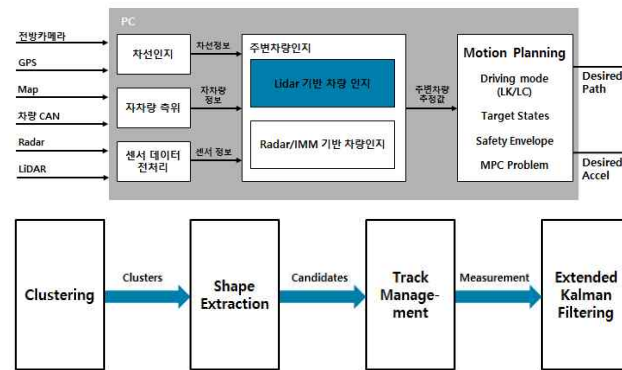
10) 자율주행 기반 카셰어링 전용 자율주행 시스템을 위한 알고리즘 개발(TRL 2)



[그림 24. 자율주행 알고리즘 : 주변 상황 인지, 측위 알고리즘/ 위험 및 주행 영역 판단, 제어 알고리즘 개발]

가) 자율주행 카셰어링 기반 센서융합기술 적용 자율주행 인지 기술 개발

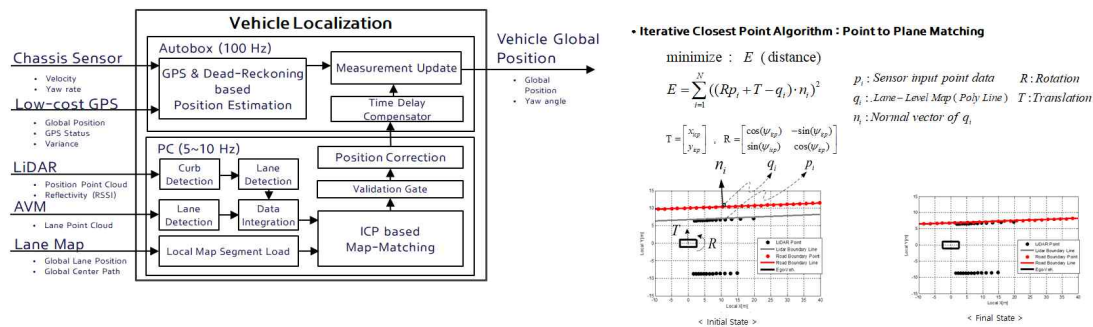
(1) 센서융합을 통한 차량, 보행자, 정지 장애물 인지 기술 개발



[그림 25. 다중 정보 활용 복합정밀 측위 알고리즘 개발]

나) 시험운영 연구단지 HD MAP 활용 및 자율주행 정밀측위 기술 개발

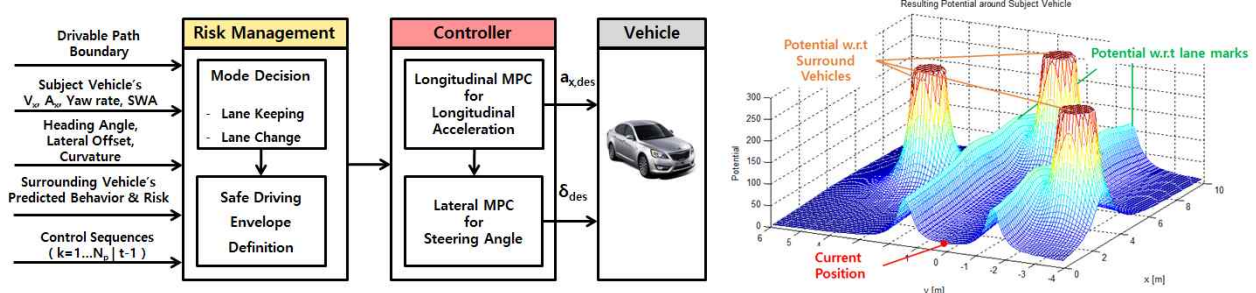
(1) 시험운영 연구단지 HD MAP, 차선, 정지 장애물 정보 활용을 통한 복합정밀 측위 기술 개발



[그림 26. 다중 정보 활용 복합정밀 측위 알고리즘 개발]

다) 시험운영 연구단지 경로 안전 주행을 위한 자율주행 판단 및 제어 기술 개발

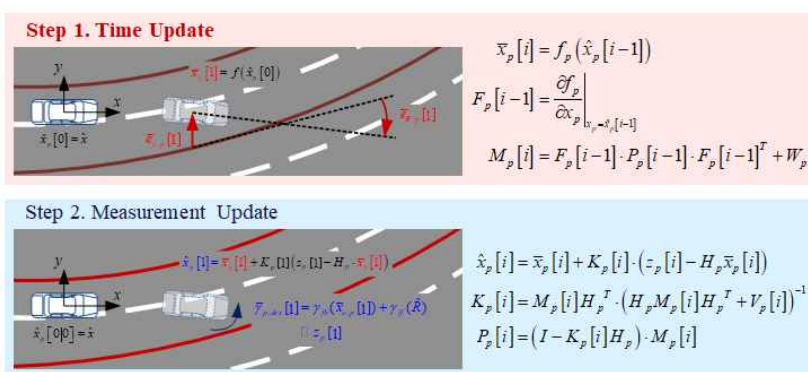
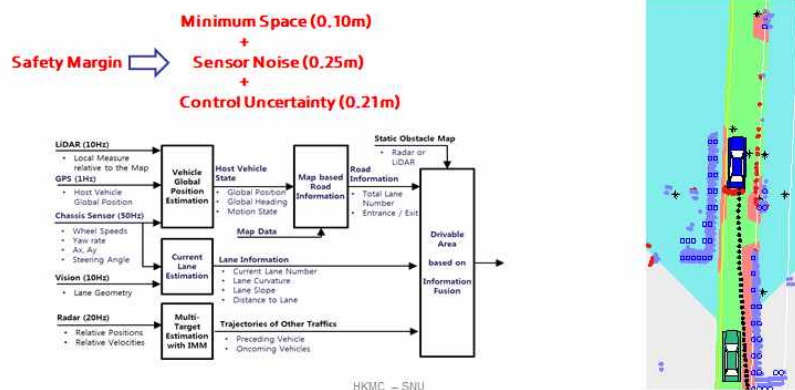
(1) 위험 감지 및 관리를 통한 주행 안전성 유지 판단 및 제어 기술 개발



[그림 27. 위험 평가 알고리즘 및 주행 안정성 판단 알고리즘 개발]

· 시험운영 연구단지 주행 코스 내에 주행 가능 경로 판단 및 최적 제어 기술 개발

- **Initial Corridor Decision**
 - Vision based Lane / Map based Path / Trajectories of Other Traffic
- **Static Obstacle Map Construction**
 - Safety Margin : guarantee minimum space in any case



[그림 28. 주행 가능 경로 판단 알고리즘 및 최적 제어기술 개발]

라) V2X 통신을 이용한 자율주행 시스템 구축

- 관제시스템과의 통신을 통해 글로벌 맵 정보 수신 및 목표지점까지의 경로 설정 알고리즘 개발
- 자율주행 공유교통 시대를 대비하여 승객 상하차를 목적으로 정해진 정류장에 목표하는 시간에 도달하여 자율 정차 및 출발 가능 알고리즘 구현

나. 국내외 기술개발 동향

○ 자율주행 자동차 기술 현황

- 자율주행 자동차는 4차 산업혁명의 핵심 기술인 CPS(Cyber Physical System)와 ICBM(IoT, Cloud, Big Data, Mobile)이 모두 필요한 분야
- 운전자보조시스템(ADAS, Advanced Driver Assistance System)을 통한 제한적인 자율주행에서 센서 및 인공지능 등 첨단기술을 통한 완전자율주행까지 기술개발이 꾸준히 이루어지고 있음.
- 이노센터에 따르면 자율주행 자동차 보급률이 90%까지 확대될 경우, 연간 4771억 달러의 경제적 부가가치가 발생할 것으로 전망
- 세계보건기구(WHO, World Health Organization)에 따르면 자율주행 자동차가 사용화 될 경우, 교통사고로 인한 인명피해도 크게 줄어듦 것으로 전망

○ 자율주행 자동차 시장 및 기술

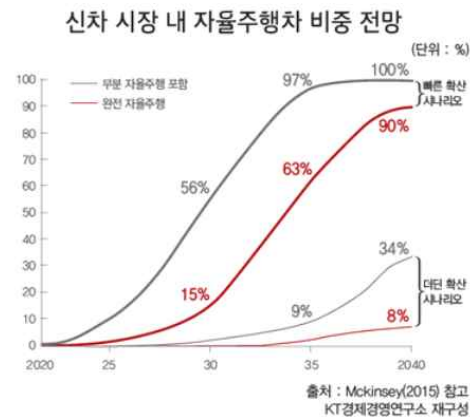
- (시장전망) KT경제경영연구소에 따르면, 전세계 자율주행 자동차의 출하량은 2015년부터 연간 134%로 성장하여, 2020년에 약 천만대를 돌파할 것으로 전망
- 부분 자율주행 자동차의 경우, 신차 내 비중은 2030년에 50%가 넘을 것으로 보이며, 2040년에는 100%에 달할 것으로 전망
- 완전 자율주행 자동차의 경우, 신차 내 비중은 2030년에 15%, 2040년에는 90%에 달할 것으로 전망



[그림 29. 글로벌 자율주행차 출하량 전망]

출처 : BI Intelligence, IHS 참고 KT

경제경영연구소 재구성



[그림 30. 신차 시장 내 자율주행차 비중 전망]

출처 : Mckinsey 참고 KT 경제경영연구소 재구성

- (기술 트렌드) 자율주행 자동차의 기술수준은 0부터 4까지 총 다섯 단계로 나뉘며, 현재 상용화된 기술은 Level 2의 수준임.
- 테슬라는 모델S에 Level 3 수준의 자율주행 기술을 탑재하였으며, Audi, BMW 및 현대자동차 등 글로벌 OEM도 Level 3 수준의 자율주행 기술을 준비 중에 있음.

[표 2] 미국 자동차기술 학회(SAE)의 자율주행기술 발전 6단계

자율화단계	특징	내용
사람이 주행환경을 모니터링 함		
Level 0 (No Automation)	비자율	운전자가 전적으로 모든 조작을 제어하고, 모든 동적 주행을 조정하는 단계
Level 1 (Driver Assistance)	운전자 지원	자동차가 조향 지원시스템 또는 가속/감속 지원시스템에 의해 실행되지만 사람이 자동차의 동적 주행을 위한 모든 기능을 수행하는 단계
Level 2 (Partial Automation)	부분 자동화	자동차가 조향 지원시스템 또는 가속/감속 지원시스템에 의해 실행되지만 주행환경의 모니터링은 사람이 하여 안전운전 책임도 운전자가 부담
자율주행 시스템이 주행환경을 모니터링 함		
Level 3 (Conditional Automation)	조건부자동화	시스템이 운전 조차의 모든 측면을 제어하지만, 시스템이 운전자의 개입을 요청하면 운전자가 적절하게 자동차를 제어해야하며, 그에 따른 책임도 운전자가 보유
Level 4 (High Automation)	고도 자동화	주행에 대한 핵심제어, 주행환경 모니터링 및 비상시의 대처 등을 모두 시스템이 수행하지만 시스템이 전적으로 항상 제어하는 것은 아님
Level 5 (Full Automation)	완전 자동화	모든 도로조건과 환경에서 시스템이 항상 주행 담당

※ 자료 : 자율주행기술동향-기술수준 구분, 한국교통연구원, 2016.04.

[그림 31. 자율주행기술 발전 6단계]

출처 : 미국 자동차 기술 학회 (SAE)

Self-driving cars are on their way



* Levels 1 and 2 are assistance systems only. From level 3, the vehicle constantly monitors traffic. From level 4, driver intervention is not required even in an emergency.
 ** To June (Tesla)/August 2016 (Google)

Sources: LSP Digital research, manufacturer information, SAE, RAND

statista

[그림 32. 現OEM업체 자율주행 수준 비교]

출처 : 미국 자동차 기술 학회 (SAE)

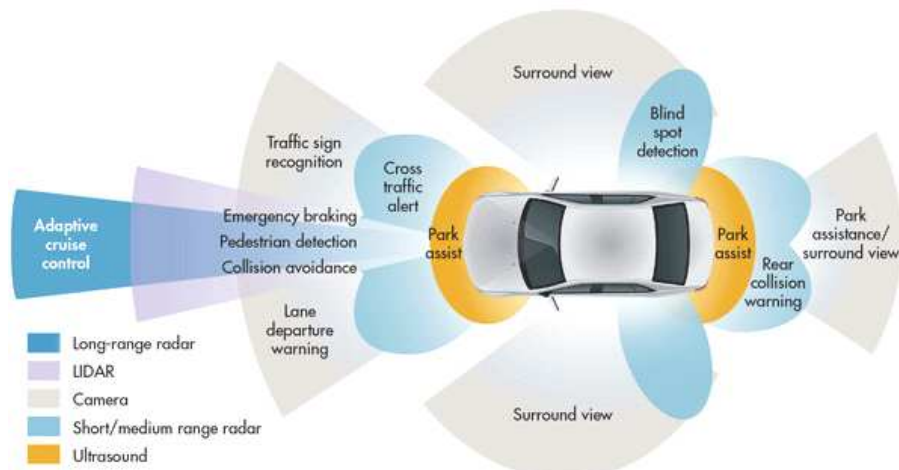
- (핵심기술) 자율주행 자동차의 운행을 위해서는 관제센터, 자율주행 자동차, 주변 인프라가 구축되어야 함.



[그림 33. 자율주행 인프라]

○ 자율주행 센서

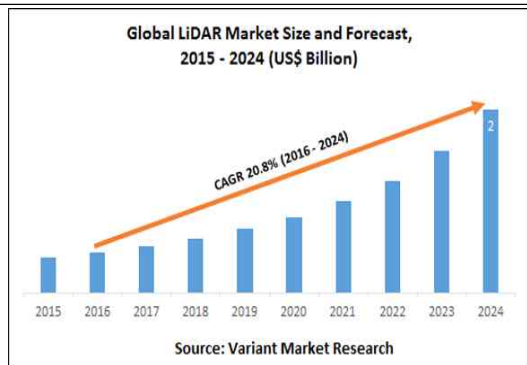
- 자율주행 자동차에 탑재되는 센서는 차선, 교통신호 및 보행자 인지를 위해 필수적이며, Lidar, Radar, Ultrasonic 및 Camera 등 크게 4가지로 구분됨.
- Lidar는 유사한 물체를 구분, Radar는 물체의 위치 파악, Ultrasonic은 근거리 물체 인지, Camera는 색깔 및 글씨를 인지해 센서별로 주요 역할이 정해져 있음.



[그림 34. 자율주행차에서의 각종 센서의 사용용도]

출처: SAE INTERNATIONAL

- (시장규모) 자동차용 센서는 Radar가 31.35%로 가장 높은 성장률을 보이며, Camera 센서가 23.6%, Lidar가 20.8%, 마지막으로 Ultrasonic이 17.7% 성장을 할 것으로 전망
- 2020년에는 Camera 센서가 67억8천백만 달러로 시장규모가 가장 크며, Radar가 50억3백만 달러, Lidar가 7억8천7백만 달러, 마지막으로 Ultrasonic이 6억8천5백만 달러를 기록할 것으로 전망



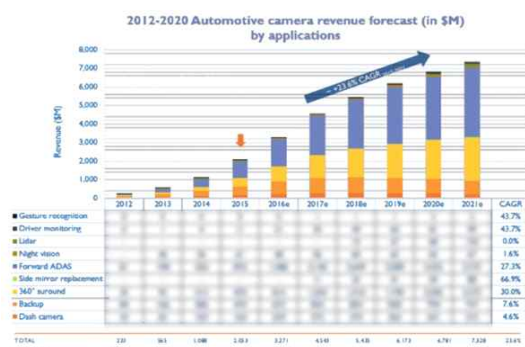
[그림 35. 세계 라이더 시장규모]

출처: Variant Market Research



[그림 36. 세계 울트라소닉 시장규모]

출처: Variant Market Research



[그림 37. 세계 카메라 시장규모]

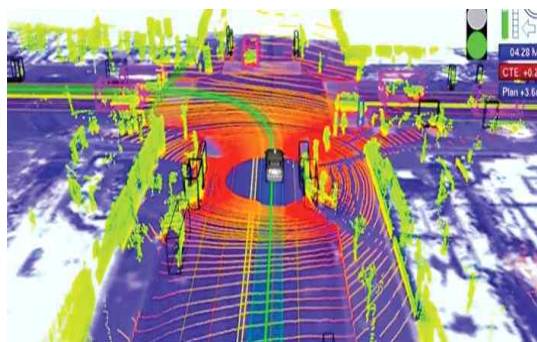
출처: Yole Development



[그림 38. 세계 레이더 시장규모]

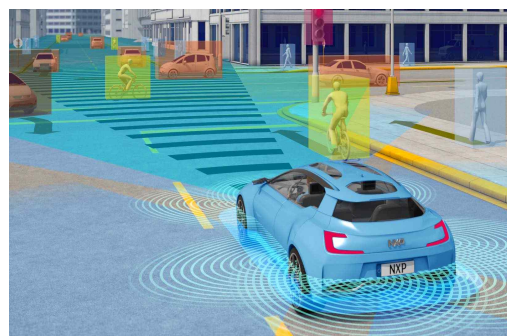
출처: Hebronnstar Analysis

- (기술 트렌드) 여러 가지 센서 중 Lidar의 가격이 가장 높아 자율주행 자동차의 상용화가 어려웠으나, 7만 달러에서 현재 250 달러까지 하락해 자율주행차 상용화에 한발짝 다가섬.
- Radar의 경우, 2D 인식 기술이 주를 이루고 있으나 향후 3D 기술이 개발되면, 외부 물체의 위치를 3차원으로 인식해 더욱 정확한 자율주행을 구현할 것으로 전망.
- Ultrasonic의 경우, 광각기능 향상을 통해 인지 가능한 각도가 점차 늘어나고 있으며, Camera의 경우, 스테레오 카메라를 통해 더욱 정확한 물체 인지가 가능할 것으로 예상



[그림 39. 라이더 인식]

출처: Spar3d



[그림 40. 카메라&레이더 인식]

출처: Electronics Weekly.com

- (주요업체)
- Velodyne(미국)
- 360도로 주위의 모든 환경을 감지하여 자율주행, 3D 맵핑 등 3D 데이터 제공 부분에서 핵심적인 역할을 하는 Lidar 제조업체로서 높은 품질을 바탕으로 Lidar 시장에서 우위 선점

- VOLVO, TomTom, Here, Tencent 등 여러 유명 기업에서 Velodyne 제품을 사용 중이고, 최근에는 Ford와 Baidu로부터 1억5000만 달러 (약 1680억 원)를 투자 받음
- BOSCH(독일)
- 독일 전장 기업인 보쉬는 60여 개 국에 진출해있는 440여개의 자회사 및 현지 법인으로 구성
- 보쉬는 빠르게 변화하는 시장 흐름에 맞춰 전 세계 적으로 이미 3,000여명의 개발자들이 자동화 주행 같은 운전자 조력시스템 분야에서 근무 중이고 매년 4억 유로를 전기 모빌리티에 투자하고 있고, 추후에 전기 모빌리티 전담 신규조직으로 개편될 예정



[그림 41. 벨로다인 라이더]

출처: Velodyne 홈페이지



[그림 42. 보쉬 울트라소닉 센서]

출처: BOSCH 홈페이지



[그림 43. 보쉬 스테레오 카메라]

출처: BOSCH 홈페이지

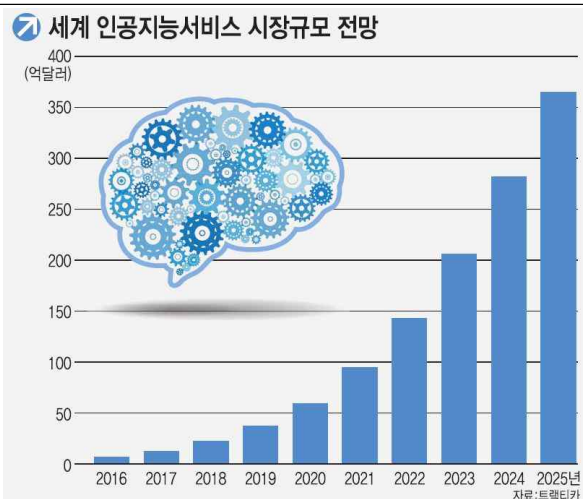


[그림 44. 보쉬 레이더]

출처: BOSCH 홈페이지

○ 인공지능

- 인공지능은 센서를 통해 취득한 정보를 토대로 자율주행차가 인간 대신 운전 판단을 내리게 하는 기술-보행자 및 차선인식 등의 정보 인지 단계부터, 급정거 및 차선변경 등의 운전 판단까지 자율주행 자동차 구동 전반에 활용
- 학습량에 따라 정확도가 높아지는 AI의 특성 상, 다량의 자율주행 데이터를 확보하는 것이 관건이며, 자율주행 자동차 업체들은 도로주행을 통해 데이터 확보에 힘쓰고 있음.
- (시장규모) 시장조사업체 트랙티카에 따르면, 전세계 인공지능 서비스 시장 규모는 2016년 6억 4000만 달러에서 CAGR 21.45%로 성장해 2025년 368억 달러를 기록할 것으로 전망
- 팻스냅에 따르면, 2016년 기준 국가별 인공지능 특허출원 건수는 미국이 9,786건으로 가장 많으며, 중국이 6,900건으로 2위, 일본이 5,000건으로 3위를 차지하였음. 한국은 2,638건으로 많이 뒤처지는 것으로 나타남.



[그림 45. 세계 인공지능서비스 시장규모 전망]

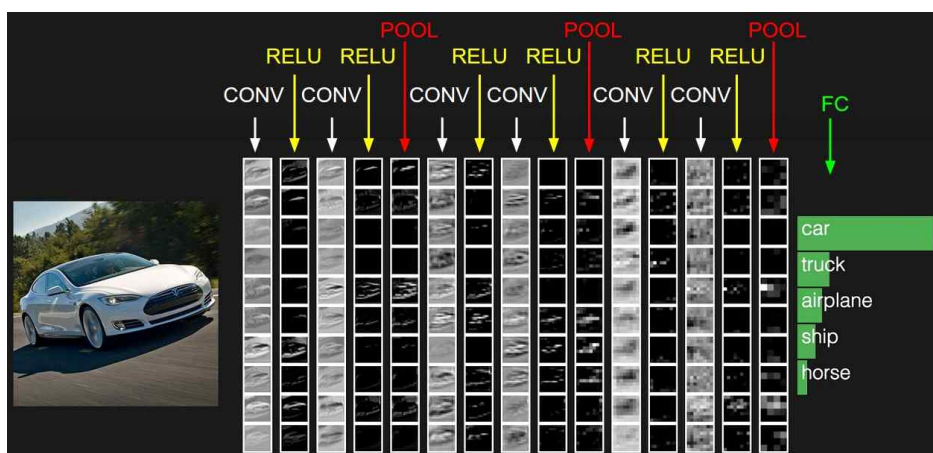
출처 : 트랙티카



[그림 46. 국가별 인공지능 특허출원 건수]

출처 : 팻스냅

- (기술트렌드) 인공신경망(ANN, Artificial Neural Network)을 이용한 딥러닝(Deep Learning)이 핵심 기술이며, 주로 합성곱 신경망(CNN, Convolutional Neural Network) 알고리즘을 통해 학습
- 물체의 특징 추출(Convolution), 사이즈 축소(Max-Pooling) 과정을 반복하여 한 물체로부터 여러 가지 특징을 학습해, 해당 물체를 구분해내는 원리로 작동
- 인공신경망을 이용한 딥러닝 기술은 연산능력의 한계에 부딪혀 큰 발전을 이루지 못하였으나, 비메모리 반도체인 CPU(Central Processing Unit)와 GPU(Graphic Processing Unit)의 연산능력이 크게 향상되면서, AI의 핵심기술로 자리매김하였음



[그림 47. 합성곱신경망(CNN)의 활용]

출처 : CS231n Convolutional Neural Networks for Visual Recognition, Stanford

- (주요기업) 중국 인터넷 포털업체 바이두(Baidu)는 50개 이상의 협력사들과 함께 자율주행 데이터 및 알고리즘을 공유하는 Apollo 프로젝트를 통해 개방형 자율주행 생태계를 조성하고자 함
- Apollo 프로젝트를 통해 생성되는 자율주행 알고리즘은 오픈소스로 공개되고 있어, 일반 개발자들도 접근해 바이두의 자율주행 알고리즘을 기반으로 새로운 알고리즘을 개발할 수 있음

scripts	Dreamview: Fix sim_control start script
third_party	Revert ros so path change
tools	bazel: fix slow recompile problem.
.clang-format	Added .clang-format
.gitignore	Fix gnss conf setup.
.travis.yml	Pick up targets for ci build and test.
AUTHORS.md	Apollo 1.0.0 release

[그림 48. Apollo 프로젝트 개발자 파일]

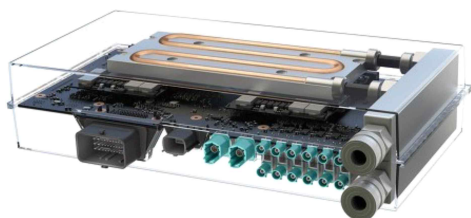
출처 : Github.com/apolloauto/apollo



[그림 49. Apollo1.0 실제 개발 모습]

출처 : Github.com/apolloauto/apollo

- 미국 그래픽카드 개발업체 엔비디아(nVidia)는 뛰어난 연산능력을 자랑하는 자사의 GPU를 바탕으로 자율주행 슈퍼컴퓨터인 DRIVE PX2를 개발하였음
- 엔비디아는 연내에 100대의 볼보 XC90 차량을 자율주행이 가능하도록 개조해 일반도로에서 주행하는 드라이브 미(Drive Me) 프로젝트를 진행하고 있으며, 여기에 DRIVE PX2가 장착됨



[그림 50. nvidia DRIVE PX2]

출처 : nvidia 홈페이지

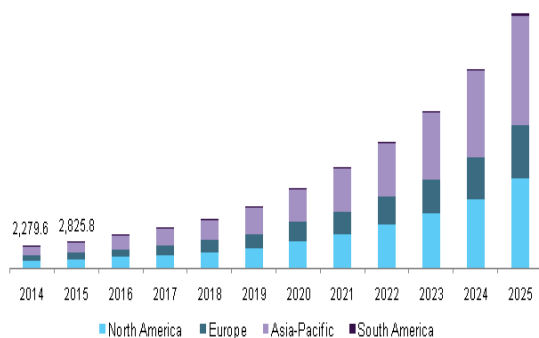


[그림 51. Drive Me 프로젝트의 볼보 XC90]

출처 : CFP photo

○ 차량통신 기술

- V2X(Vehicle to X, X는 임의의 물체를 지칭)기술은 차량과 차량 내외부의 임의의 물체 간 연결을 지원하는 통신기술로, 최대 200km/h로 이동하는 차량에서 최대 54Mbps급의 전송속도를 지원하는 WAVE (Wireless Access in Vehicular Environment)통신을 기반으로 함
- V2V(Vehicle to Vehicle), V2I(Vehicle to Infrastructure), V2N(Vehicle to Network), V2P(Vehicle to Person)등 차량과 다른 사물 간의 끊임없는 정보 교류를 통해 위험상황을 미리 피할 수 있는 미래형교통체계(C-ITS, Cooperative-Intelligent Transportation System) 구축이 가능
- (시장규모) V2X의 시장 규모는 2014년 2,279.6백만 달러에서 연간 약 24.5%로 성장해 2025년 25,413.3백만 달러를 기록할 것으로 전망
- 지역별로는 아시아 시장이 가장 큰 규모를 가질 것으로 예상되며, 그 뒤를 북미, 유럽, 남미 순으로 따라올 것으로 추정
- 모듈 설치 의무화 법안이 확정되면서 세계 V2X시장은 2020년에 약 1900만대 규모에 다 다룰 것이고, 보급률은 약 16% 이 될 것으로 전망



[그림 52. 지역별 V2X 시장규모]

출처: Grand view research



[그림 53. 세계시장의 V2X 보급상황]

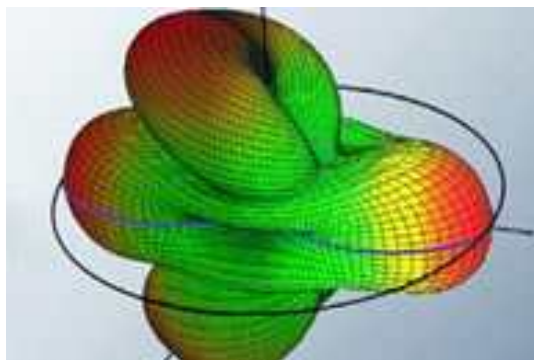
출처: 유화증권, 정보통신기술진흥센터 재구성

- (기술 트렌드) 국제 전기전자 기술자 협회(IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers)는 2004년부터 V2X를 위한 표준화 작업을 시작하여, 현재는 IEEE 802.11p WAVE로 지정하였음.
- 완전한 V2X통신을 위해서는 통신 커버리지가 중요하며, 이를 위해서는 안테나가 설치되는 위치와 이에 따른 Signal Strength분석이 중요
- V2X 사용이 가능한 주파수 대역은 국가별로 다르며, 유럽과 미국이 5.9GHz, 일본이 755.5~764.4MHz를 사용

● 표 1 IEEE 802.11p WAVE 주요 특징

주요 특징	내용
통신 대역폭	5.850 ~ 5.925 GHz
채널 수	7개
채널 대역폭	10 MHz (가용 : 20 MHz)
최대 전송 속도	54 Mbps
전송 범위	최대 1 km
지원 가능한 차량 이동 속도	최대 200 km/h

[그림 54. IEEE 802.11p WAVE 주요 특징]

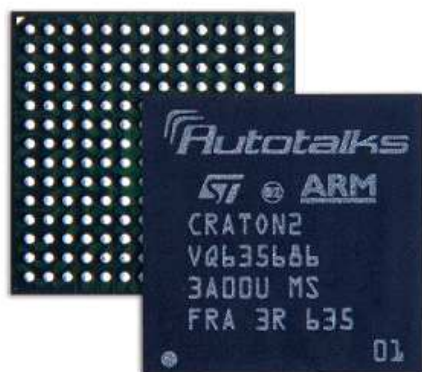


[그림 55. 통신 커버리지 및 Signal Strength

시뮬레이션]

출처 : Antonics GmbH 홈페이지

- (주요업체) 이스라엘 소재 V2X반도체 칩셋 제조업체 Autotalks는 올해 6월 단거리 전용통신(DSRC, Dedicated Short Range Communication)을 이용해 오토바이와 자동차를 연결하는 B2V(Bike to Vehicle) 통신을 선보였음
- 올해 3월에는 제미니 이스라엘 기금, 마그마 벤처 파트너, 삼성 등으로부터 총 3,000만 달러의 투자를 유치했으며, 7월 아시아 시장 확장을 위해 한국에 3번째 지사를 설립했음



[그림 56. Autotalks의 V2X프로세서 CRATON2]

출처. Autotalks 공식 홈페이지



[그림 57. Autotalks V2X모듈 PANGEA]

출처 : Autotalks 공식 홈페이지

- 캘리포니아에 본사를 둔 SAVARI는 완성차 제조사들이 사용할 수 V2X 솔루션을 공급하고 있으며, 현재 시장 점유율이 1위임
- SAVARI의 S/W인 V2X Stack and Security Layer는 미국의 WAVE와 유럽의 ETSI(European Telecommunication Standard Institution) 기준을 따르며, 차량 인포테인먼트 플랫폼 및 모바일 기기용 V2X 어플리케이션 개발에 사용됨
- V2X H/W인 RSU(Road Side Unit)은 차량, 보행자, 자전거 운전자를 신호등과 연결시켜주며, OBU(On Board Unit)은 일반 차량을 커넥티드카로 만들어줌
- 현재까지 Delta Electronics Capital Company와 SAIC Capital로부터 총 8백만 불의 투자를 받았고, Autotalks, Planet M, Qualcomm, Texas Transportation institute 등 총 14곳의 기업 및 교육기관과 파트너십을 맺음



[그림 58. V2X Middleware]

출처: SAVARI



[그림 59. V2X Application]

출처: SAVARI



[그림 60. RSUs]

출처: SAVARI44

○ 자율주행 자동차 기반 서비스

- 해외에서는 자율주행 자동차를 제조하는 데에 그치는 것이 아니라, 자율주행 자동차를 기반으로 한 서비스가 많이 논의되고 있음.
- 미국과 중국을 중심으로 자율주행 기술을 기반의 신규 비즈니스 모델을 발굴하려는 스타트업들이 많이 생겨나고 있으며, 많은 벤처캐피털리스트들의 투자를 이끌어 내고 있음.
- 이러한 서비스에는 리테일, 물류, 렌탈, 보험 등 다양한 서비스가 있으며, 특히, 자율주행 전기버스 서비스가 여러 국가에서 시행되고 있음

○ 자율주행 전기버스 서비스

- 자율주행 전기버스 서비스는 자율주행이 가능하도록 개조한 전기버스를 제한된 구간에서 제한된 속도로 운행하는 서비스로, 자율주행 차량에 대한 기술적인 지식 및 안전성, 법률적 책임, 프라이버시 문제 등을 검토하기 위한 시범적인 서비스

- 주로 길이 4m, 폭 2m 크기의 12인승 미니버스가 주로 사용되며, Navya, Easymile과 같은 자율주행 전기버스 스타트업 업체들을 위주로 파리, 헬싱키, 런던, 미시간, 라스베이거스 등 여러 지자체와 협력하여 서비스를 운영하고 있음.
- Navya, Easymile, SB drive 등 주요 자율주행 전기버스 스타트업 업체들은 각각 한화 430억, 170억, 50억에 해당하는 투자를 유치했으며, 이를 토대로 서비스 지역을 확대하려는 계획을 가지고 있음.

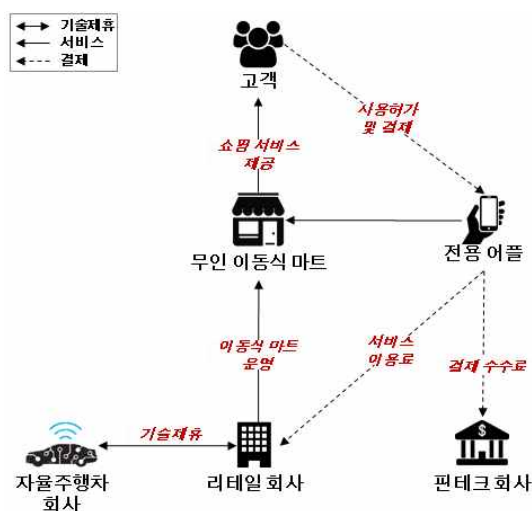


[그림 61. 자율주행 전기버스]

출처: easymile 홈페이지

○ 그 외 자율주행 자동차 기반 서비스

- (리테일) 스웨덴의 카페 푸드트럭 업체인 Wheelys는 상하이에서 전용 앱을 통해 고객의 위치로 무인 자율주행 스토어 모비마트(Moby Mart)가 찾아가는 서비스를 테스트 중에 있음
- Wheelys는 리테일 전문기업 Himalafy, 중국 소재 대학교 Hefei university of Technology와 제휴를 맺어 해당 서비스를 운영 중에 있으며, 태양열 패널 장착, 드론배송 등 다양한 기술을 접목하고 있음.
- 2016년 8월 크라우드 펀딩을 통해 4억 원 가량의 투자금을 유치했으며, 현재까지 총 39억 원의 펀딩을 받음



[그림 62. 모비마트 운영 구조]

출처 : Hebronstar Analysis

24시간 무인 이동식 마트 서비스



어플 이용한 출입 및 결제



식품, 패션, 엔터테인먼트 등 다양



[그림 63. 모비마트 다양한기능]

출처 : Hebronstar Analysis

- (물류) 미국 택시 서비스 업체인 우버(Uber)가 인수한 자율주행 트럭 스타트업인 OTTO는 자율주행이 가능한 물류트럭을 개발 중
- OTTO는 지난해 10월 버드와이저와 협력해 200km 구간의 실제 고속도로에서 매주 2,000 박스를 운송

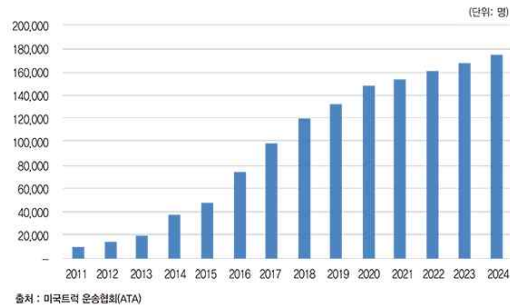
하는 데에 성공했으며, 트럭 플래투닝 기술을 이용해 대량의 화물을 운송하는 것을 목표로 하고 있음.

- 지난해 6월 사우디아라비아 국부펀드(PIF, Public Investment Fund)로부터 3억 5,000만 달러 투자유치에 성공했으며, 같은 해 8월, 680만 달러에 우버에 인수되었음
- 자율주행을 이용한 물류 서비스는 트럭 운전자 부족문제 및 안전사고를 크게 줄일 수 있을 것으로 전망



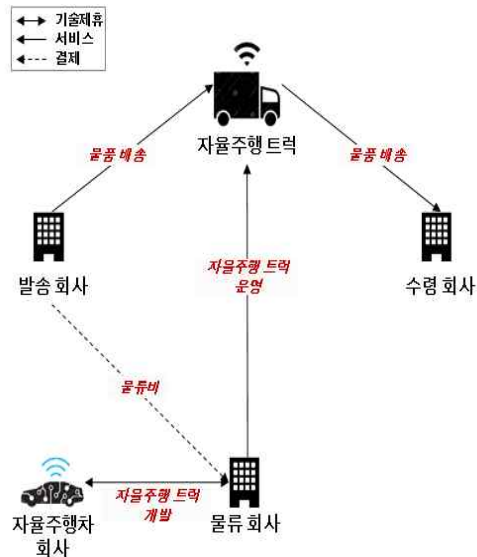
[그림 64. OTTO 자율주행 트럭]
출처: 테크M

미국 내 부족한 화물차 운전자 수 예측



출처: 미국트럭운송협회(ATA)

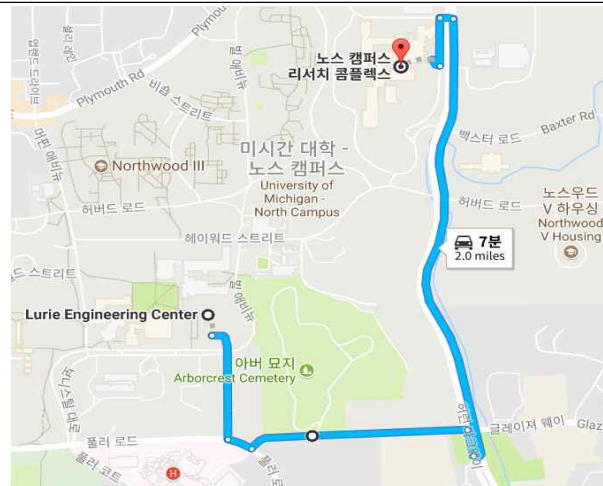
[그림 65. 줄어드는 미국 화물차 운전자]
출처: 미국트럭운송협회



[그림 66. 자율주행트럭 서비스]
출처: Hebronstar Analysis

○ 자율주행 전기버스 해외 사례

- 핀란드(헬싱키)
- (개요) 프랑스 자율주행 전기버스 업체인 Easymile이 핀란드의 도시 헬싱키와 협력하여, 세계 최초로 무인 자율주행 전기버스를 일반 도로에서 시험운행
- (운행구간) 헬싱키 남부 Hernesaari 지구에 위치한 Hernesaaren Ranta에서 Artholmsstraden 3까지 약 400m의 직진 노선 구간에서 운행



[그림 67. 미국 Navya 무인셔틀버스 운행구간.]

출처: Hebronstar Analysis

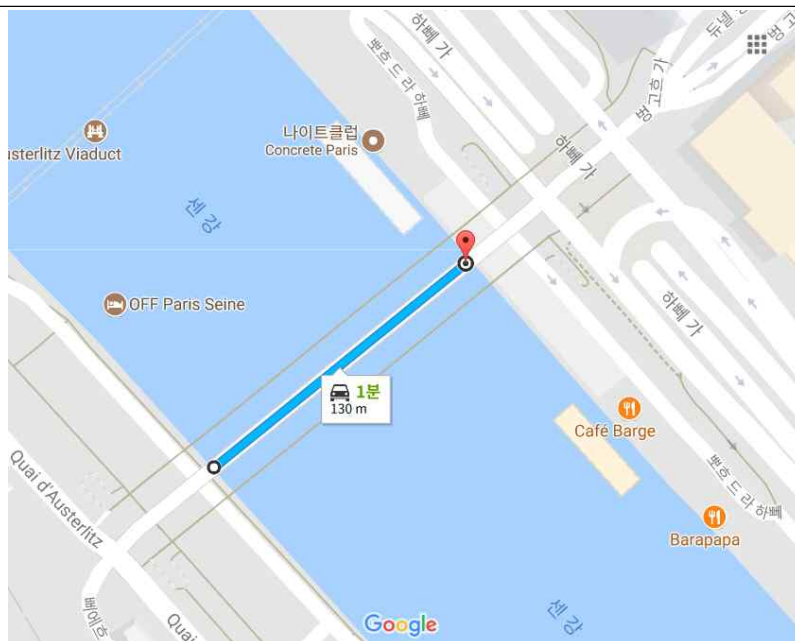
- (전기버스) EasyMile에서 제조한 EZ-10은 스티어링 휠이 없는 자율주행 Level 5의 무인버스로, 최대 12명(착석 6명, 입석 6명)의 인원이 탑승 가능하며, 최대 40km/h의 속도로 주행이 가능



[그림 68. 핀란드의 무인전기버스]

출처: sohjoa

- 프랑스(파리)
- (개요) 프랑스 자율주행 전기버스 스타트업인 Navya와 Easymile은 파리시와 협력해 Civaux 핵발전소와 Seine강에서 운행서비스를 제공
- (운행구간) 220만평 크기의 Civaux 핵발전소 내의 2.5km 구간에서 직원들을 위한 사내 셔틀버스로 운행 중이며, 5분의 배차간격으로 총 6대를 운영하고 있음.
- Seine강 주변의 Gare de Lyon역에서 Austerlitz train station까지 매일 오후 2시부터 저녁 8시까지 운행하며, 샤를 드 골 다리의 130m구간에서 완전 자율주행으로 주행



[그림 69. 샤를 드 골 자율주행 전기버스 루트]

출처: Hebronstar Analysis

- (전기버스) Civaux 핵발전소 및 샤를 드 골 모두 스티어링 휠과 가속 및 감속 페달이 없는 자율주행 Level 5에 해당하는 전기차를 운영 중- Civaux 핵 발전소의 Navya 전기차는 최대 15명이 탑승 가능하며, 최고 45km/h의 속도로 주행이 가능- Seine강의 EasyMile 전기버스 EZ-10 minibus 최대 12명(착석 6명, 입석 6명)의 인원이 탑승 가능하며, 25km/h의 주행속도로 운행



[그림 70. 프랑스의 자율주행 전기버스]

출처: NAVYA 홈페이지



[그림 71. 프랑스의 자율주행 전기버스]

출처: AFP/게티 이미지

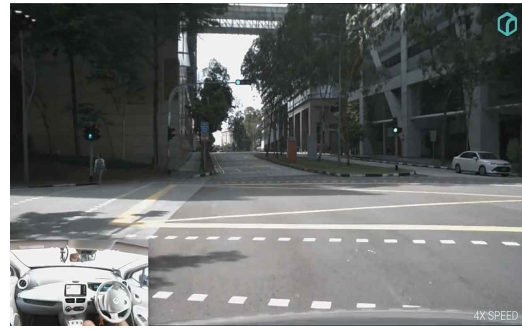
○ 자율주행 택시 서비스 사례

- 싱가포르
- (개요) 싱가포르의 자율주행 S/W 개발업체인 Nuro와 싱가포르 정부가 협력하여 2018년 2분기에 무인 자율주행차 서비스 시행을 목표로 시범 운행 중
- (세부사항) Nuro는 현재 Mitsubishi의 i-MiEV와 Renault의 Zoe를 사용하고 있고 Peugeot와 Citroen도 Nuro와 협력해 자율주행 차량을 테스트하기 위해 준비 중
- 차량 루프에 360도 라이더 1대를 포함해 총 6대의 라이더가 차량에 장착되어 있고, 대시보드에 2대의 카메라가 장애물 및 신호등을 감지
- 전용 앱을 이용해 Nuro의 자율주행 택시 호출이 가능하며, 앱에 등록된 카드를 통해 자동결제 가능



[그림 72. 싱가포르 자율주행 택시서비스]

출처: techworld.com



[그림 73. Nuro 자율주행 도로테스트]

출처: Nuro 홈페이지

○ 자율주행 전기버스 국내사례

- 판교
- (개요): 경기도 판교제로시티에서 운행할 자율주행자동차를 융합기술원이 중심이 되어 차체와 부품, 전장 등 분야별로 국내기업이 참여하는 자율주행차를 만들 예정.
- (운행구간) 제한속도 3km, 판교역에서 판교제로시티까지 운영할 계획
- (전기버스) 시속 30km로 서행하며, 'V2X' 통신, 지능형 교통시스템 등 기반시설을 이용하여 중앙관제센터에서 도로 환경과 주행 데이터를 실시간 전송받아 셔틀 운행상황을 모니터링



[그림 74. 판교 자율주행 셔틀버스]

- 울릉도
- (개요) 경상북도는 영국의 자동차 업체 웨스트필드 스포츠카와 자율주행차 상호협력을 위한 합의서에 체결하고 울릉도에 무인 자율주행차 울트라 포드 2대를 들여옴. 이후, 내년 하반기 중에는 3대를 추가 투입해 경산, 경주, 안동 등에도 배치할 방침.
- (운행구간) 우선 울릉군 천부리에서 나리분지까지 3km 구간에 6인승 무인 셔틀을 운행.
- (전기버스) 영국 히스로 공항 제 5 터미널에서 2011년부터 운행, 300만 시간 무사고 실증을 끝낸 영국의 자율주행 경험과 기술을 공유



[그림 75. 울릉도 자율주행 전기버스]

출처 : 경상북도 홈페이지



[그림 76. 울릉도 자율주행 전기버스]

출처 : 경상북도 홈페이지

- 화성(K-City)
- (개요) 화성시는 내년까지 약 110억원을 투입, 자율주행차 실험을 위한 32만㎡(약 11만평) 규모의 가상 도시 'K-City'를 구축하기로 함.
- (목적) 자율주행 자동차의 일반 도로 주행에는 큰 문제가 없지만 각종 사고 위험 상황 등은 일반 도로 위에서 재현하는 것이 사실상 불가능하기 때문에 K-City와 같은 실험도시의 역할이 중요함. 다양한 사고 위험 상황 등 연구자가 필요한 조건을 반복 재현 시험해볼 수 있어 자율주행 관련 기술 개발 및 평가에 큰 도움이 될 것



[그림 77. K-City 전도]

출처 : 교통안전공단 홈페이지

(4) 본 연구개발의 창의성 및 혁신성

-
- 현재 카셰어링 시스템 시장이 폭발적으로 성장하고 있지만 자율주행 기술을 이용한 카셰어링 서비스 시스템 기술 개발은 미비함. 향후 자율주행과 카셰어링 시스템은 불가분의 관계를 가질 것으로 전망됨. 본 연구는 우리나라뿐만 아니라 전 세계적으로도 표준화된 기술이 나오지 않은 상태임으로 충분한 창의성, 혁신성을 가짐
 - V2X 기술과 어플리케이션 시스템을 자율주행 기술과 접목시켜 소비자로 하여금 자율주행 시스템 이용을 구매하도록 하는 것은 전례 없는 사례임
 - HD MAP을 이용한 측위 방법은 기술적으로 우수성이 인정되었으나, HD MAP 체계 구축과정에서의 비용과 시간, 인프라 등의 현실적 문제에 가로막혀 구현이 되지 않았음. 본 과제에서는 이러한 인프라 구축을 실현한다는 점에서 혁신성을 가짐
-

2. 연구수행내용 및 성과

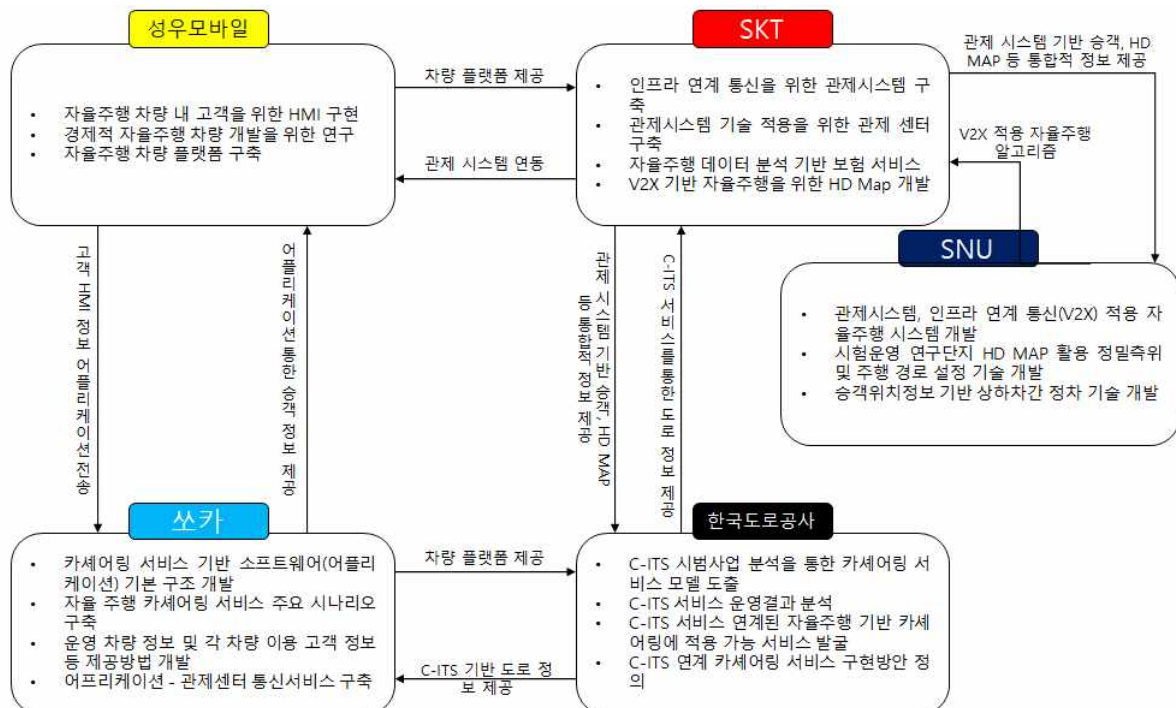
가. 연구수행 내용

(1) 연구개발 추진 전략 및 방법

- 본 과제는 1차년도 기준으로 주관기관인 SKT와 참여기관인 성우모바일, 쏘카, 위탁기관인 서울대학교로 구성되며, 각 기관별 역할과 과제 구성 체계는 자율주행 플랫폼 구축, 관제센터 개발, 앱 개발로 나눌 수 있음
- 자율주행 플랫폼 구축 관련 연구는 성우모바일이 하드웨어 개발을 담당하고, 서울대학교가 위탁과제의 형식으로 알고리즘을 개발함
- 자율주행 플랫폼 구축 관련 연구는 성우모바일이 하드웨어 개발을 담당하고, 서울대학교가 위탁과제의 형식으로 알고리즘을 개발함 차량 대수는 V2X 차량 5대 이상으로 하고, 알고리즘은 인지, 측위, 판단 및 제어가 가능해야 함

(2) 연구개발 추진체계

- ‘자율주행 기반 카셰어링 시스템 체계 구축 연구’ 과제는 12개월의 기간동안 과제 목표를 달성하도록 구성하였음
- 본 과제는 국토교통부가 사업을 총괄하며 전문기관(국토교통과학기술진흥원)이 과제의 관리·평가를 담당하며, 연구단은 본 연구목표 달성을 위하여 효율적인 계획 및 체계를 구성·추진함
 - (국토교통부) 본 과제 추진과 관련된 정책적 판단 및 의사결정, 기본 및 시행계획 수립 등의 역할을 담당함
 - (국토교통과학기술진흥원) 수요 발굴·기획·평가·성과관리 등 과제 전주기의 실무를 담당
- 연구기관의 협력체계는 하기와 같음



[그림 78. 카셰어링 시스템 연구 협력 체계]

(3) 연구개발 추진일정

[illegible]

연차별 월별 추진 일정														
21	API 개발													김명훈 (쏘카)
22	관제센터 연동													김명훈 (쏘카)
23	만족도 평가													김명훈 (쏘카)
24	C-ITS시험사업 분석을 통한 카셰어링 서비스 모델 도출													김시한 (도로공사)
25	C-ITS 서비스 연계된 자율차 기반 카셰어링 서비스 실증													김시한 (도로공사)

나. 연구수행 결과

(1) SKT

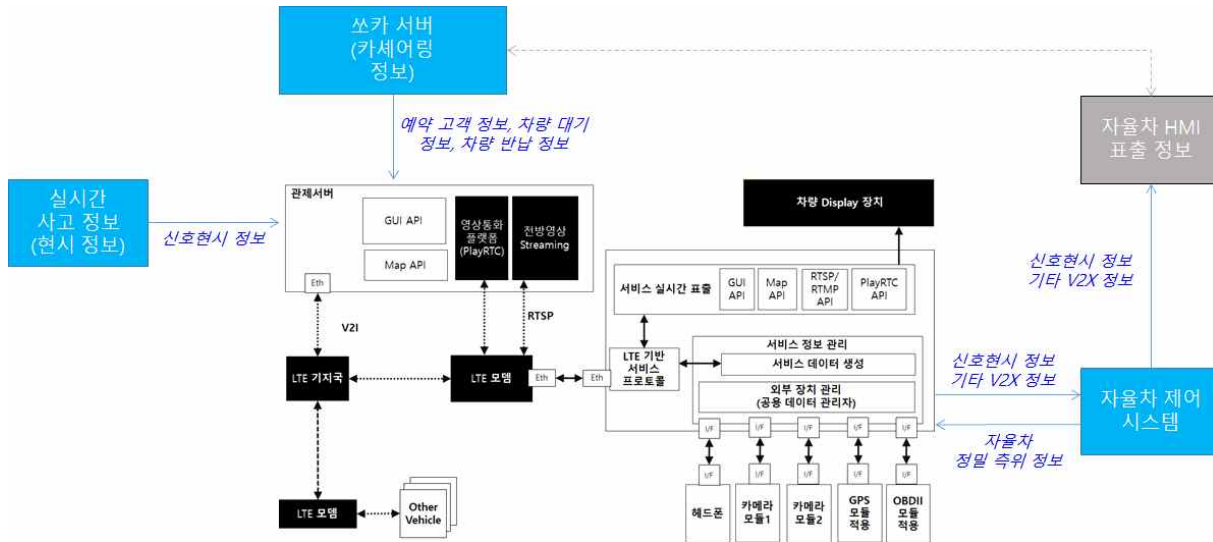
1.1 통합관제시스템

연구범위 및 개발 내용 (자율주행 모니터링 등 4가지 기능 지원)	○ 자율주행 자동차 연동을 통한 자율차 모니터링 관제 ○ 카셰어링 서비스 연동을 통한 서비스 통합 관제 - 쏘카 서버 연동을 통해 차량 도착 대기/반납 정보, 운행 정보 등 카셰어링 서비스 및 자율주행 차량 관제 정보 수집 및 관리 - 카셰어링 서비스 및 자율주행 차량 관제 정보 표출 ○ 자율주행 자동차와 신호등 시스템 연동(관제시스템 내 신호등 모니터링 포함) - 신호제어기 연동을 통한 교차로 현시정보를 관제서버 및 자율차에 제공함 ○ 자율주행 카셰어링 차량 HMI 시스템 연동 - 자율차 HMI 프로토콜(V2X-Client 프로토콜) 연동 및 통합 - 자율차의 GPS 정보 수집 및 통합 - 실시간 사고 검지 정보(현시 정보) 제공 및 통합
---	---

1.1.1 시스템 구성

○ 카셰어링 서비스 연동을 위한 추가 시스템 구성

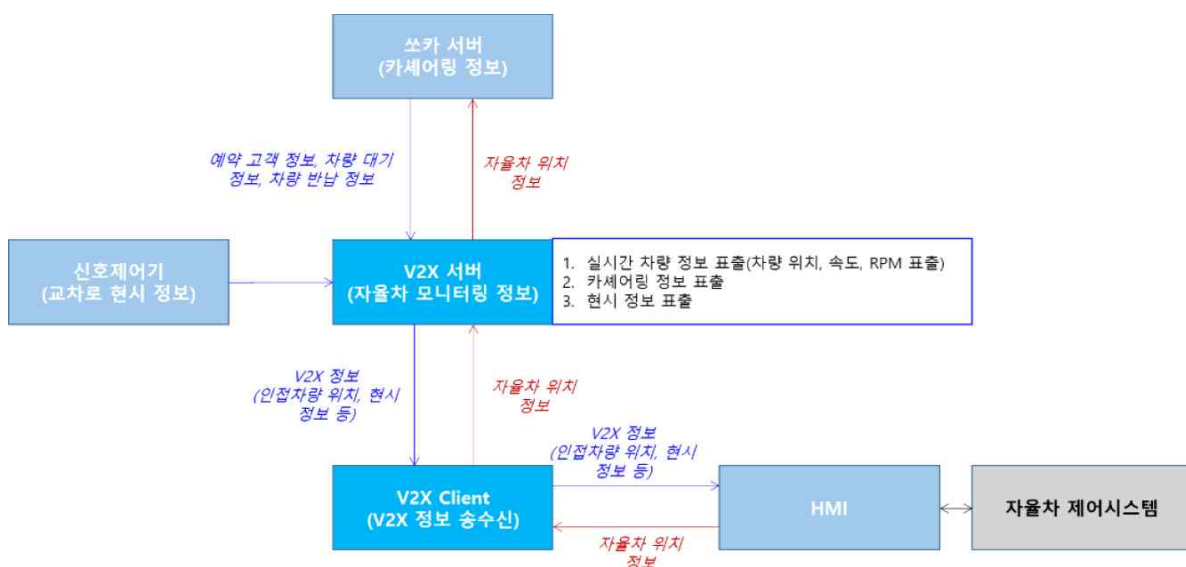
- 쏘카 서버 : 쏘카 예약 고객 정보, 차량 도착 대기 정보, 차량 운행 시작 알림 정보, 차량 반납 상태 정보를 수집하여 관제서버 UI에 표출되도록 함
- 신호제어기(실시간 사고 정보, 도로공사) : 신호제어기 옵션보드를 통해 실시간 신호 현시 정보 수집하여 관제서버 UI에 표출하고 자율차에 현시 정보를 전송함
- 자율차 제어 시스템(Embedded PC Windows, 서울대) : 자율차의 정밀 GPS 정보를 수집하여 고정밀 좌표 기반으로 관제서버 UI에 표출함. 실시간 신호 현시 정보 및 기타 V2X 정보 를 자율차에 제공하여 차량 HMI에 표출되도록 함



[그림 79. 카셰어링 서비스 연동을 위한 시스템 구성도]

○ 쏘카 서버 연동을 통한 카셰어링 정보 수집 및 표출

- 쏘카 서버 - 통합관제 서버 간 연동 규격 분석 및 개발(연동 규격서 설계 : 쏘카)
- 쏘카 예약 정보 수집 및 표출 : 예약 고객명(또는 ID), 고객탑승위치, 목적지, 예상소요시간 등의 정보 수집 및 표출 기능 개발
- 쏘카 도착 대기 정보 수집 및 표출 : 차량 도착 5분전 알림, 차량 도착 알림, 차량 운행 시작 알림 등의 정보 수집 및 표출 기능 개발
- 쏘카 반납 정보 수집 및 표출 : 차량 반납 상태(결제 완료 여부, 키 반납 여부 등) 정보 수집 및 표출 기능 개발
- 카셰어링 서비스 표출을 위한 UI Layer 구성 설계 및 디자인
- 수집 및 표출을 위한 상세 정보에 대해서는 협의 필요, 또는 제공되는 연동 규격의 정보를 따르는 것으로 함



[그림 80. 시스템 개요]

○ 신호제어기 연동 및 표출

- 신호제어기 현시 정보 수집 및 표출 기능 개발
- 현시 정보 표출을 위한 UI Layer 구성 설계 및 디자인
- 현시 정보를 자율차에 전송하기 위한 프로토콜 제공 및 통합 검토
- 현시 정보는 자율차 시스템(관제서버)로 전송하며 단방향 (V2X-Client to 자율차) 통신함



[그림 81. 현시 정보 제공 반경 테스트]

○ 자율차 HMI 프로토콜 연동

- 현시 정보 및 기타 V2X 정보를 자율차 HMI에 표출될 수 있도록 정보 전송
- HMI를 위한 정보는 자율차 시스템(서울대)로 전송하며 단방향(V2X-Client to 자율차) 통신함

○ 자율차의 GPS 정보 연동 및 통합

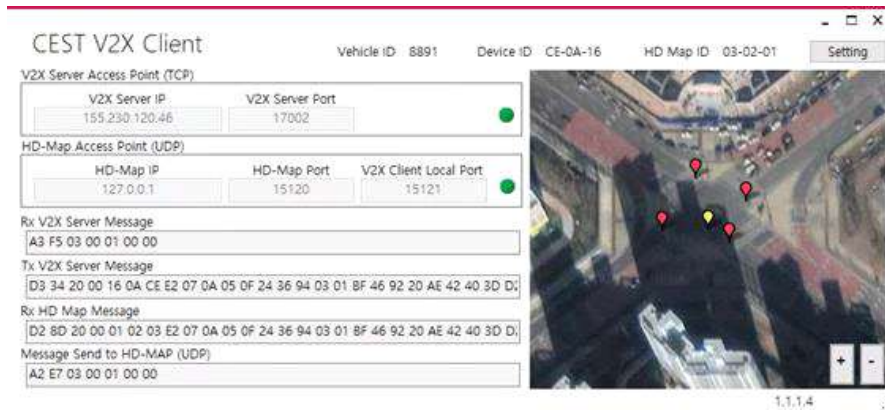
- 관제서버 UI에서 정밀한 위치 모니터링을 위해 자율차의 정밀측위 정보 (GPS)를 수집함
- 관제서버에 전송되는 차량의 위치 정보는 자율차로부터 수신한 정밀측위 정보를 우선순위로 하며, 자율차로부터 정밀측위 정보가 수신되지 않을 경우 기존의 GPS 좌표를 관제서버로 전송함
- 자율차의 자율차 시스템(서울대)로부터 정밀위치정보를 수신하며 단방향 (자율차 to V2X-Client) 통신함

○ 자율차에 V2X Client 시스템 설치

- V2X Client 구동을 위한 Mini-PC, OBDII 동글, 그리고 GPS 모듈 설치
- 최종 통합 시, 자율차 HMI는 V2X Client를 기반으로 LTE 기반 차량 데이터 수집 및 처리와 표출을 태블릿 단말로 통합함
- 서울대 3대, 연세대 1대, SKT 1대 자율주행자동차 설치 및 시연 진행 ('18.11.07)



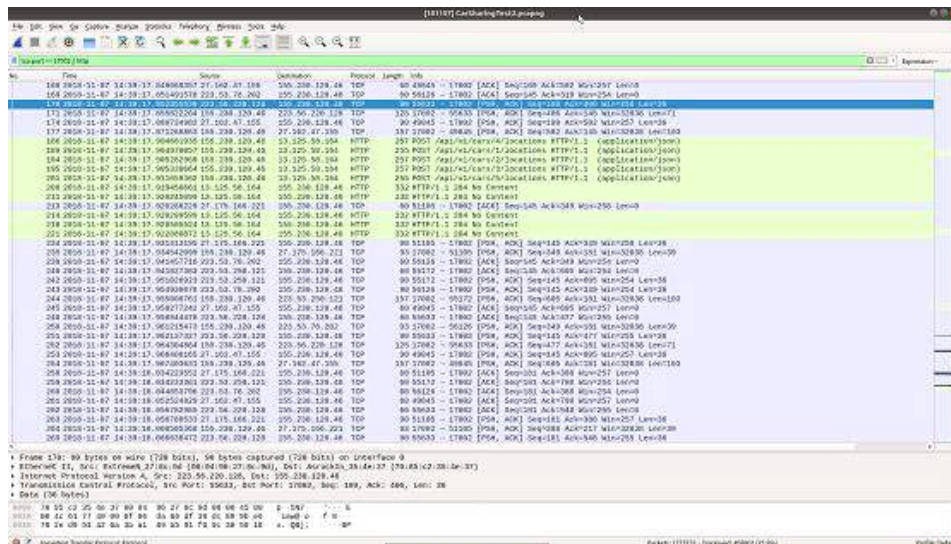
[그림 82. 자율주행자동차 시스템 설치]



[그림 83. 자율주행자동차 - V2X 연동 테스트]

○ 시스템 통합 및 안정화 수행(2018.10~11월)

- 현장 통합 및 관제서버 UI 기능 피드백을 위해 관제서버 UI 어플리케이션 배포 (통합 피드백을 실시간으로 반영하여 총 5회에 걸친 배포 진행)
- V2X 서버 통합에 대한 통신 패킷 실시간 모니터링 및 안정화 수행



[그림 84. 통신 패킷 실시간 모니터링]

○ 카셰어링 전용 관제 UI 설계

- 일러스트레이션 맵 사용 및 차량 정보 다이내믹 표출 요구사항 분석
- 기존 자율주행차량 모니터링 전용UI에서 카셰어링 전용 신규 레이아웃 디자인 적용
- 현시 정보 및 기타 V2X 정보를 관제 서버 UI 표출
- 지도 및 위치 정보는 좌측, 차량 및 예약 정보 우측에 출력
- SKT 전기버스에 모바일 관제 시스템 구축 및 운용(2018.11월)

○ 관제UI 확인 가능 정보

- 차량ID, 속도, 위치정보, 출발지 & 목적지까지의 남은 거리, 도착 예정 시간, 현재 차량의 상태 (운행 중, 예약가능, 고장), 신호등 현시 정보 등
- ※ 자율주행 카셰어링 서비스에 특화되어 관제시스템에 개발된 내용: 출발지 & 목적지까지의 남은 거리, 도착 예정 시간, 현재 차량의 상태 (운행 중, 예약가능, 고장) 정보



< 기존 관제 UI >



< 개선 후, 카셰어링용 UI >



< SKT 전기버스 및 이동식 관제센터 운용 >

[그림 85. 관제센터 UI 구성 및 이동식 관제센터 설치 운용]

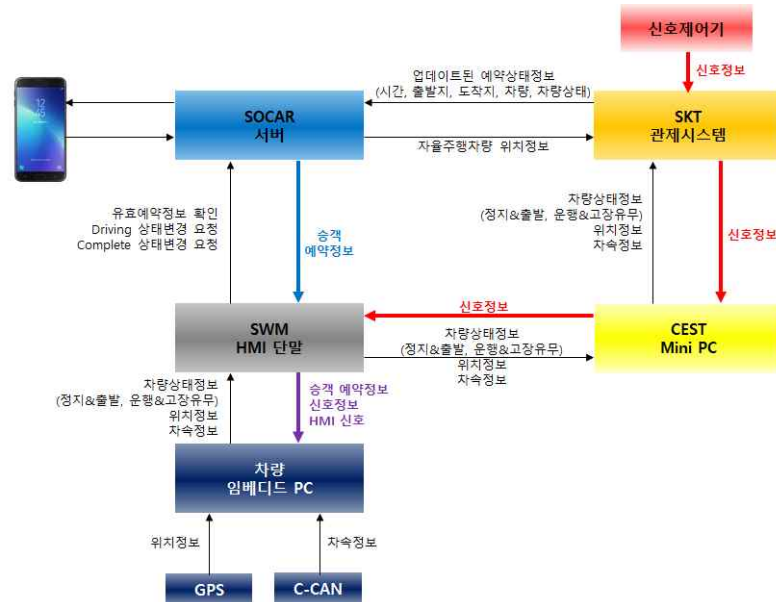
- 자율주행 카셰어링 서비스를 위한 관제시스템의 고도화를 위해 후속 연구로 자율주행 카셰어링 서비스 실증을 통한 다수 자율차량 관제를 위한 시스템 최적화 연구가 필요함
 - 실시간으로 모니터링 할 수 있어야 함에 따라 관제센터와 5G 연계 방안 설계 및 개발
 - 관제 서버에서 다수 자율차량 히스토리 및 상태를 파악을 위한 매니지먼트 방안 설계 및 개발
- 향후 자율주행 카셰어링 서비스 관제시스템을 이동형 관제센터로 활용하기 위해서는 다수의 자율차량을 모니터링하면서 시스템 성능(차량 상태 모니터링 지연시간 2초 이내, 다수 자율차량 모니터링)할 수 있으면서 소비전력을 최소화(관제시스템 내부 배터리 또는 전기버스의 내부 배터리 용량에 따라 용량은 상이)하여 이동 가능한 요구사항을 만족할 필요가 있음

1.2 차량 - V2X 시스템 통합

연구범위	○ 카셰어링 시스템 설계 및 자율주행차 적용
------	--------------------------

- 카셰어링 과제 통신시스템 전체 개요

- 쏘카 서버와 관제시스템, 신호제어기, 차량용 V2X 단말, 차량용 HMI 단말기, 자율주행차량 내 Embedded PC 간 SKT Network 망을 이용하여 통신

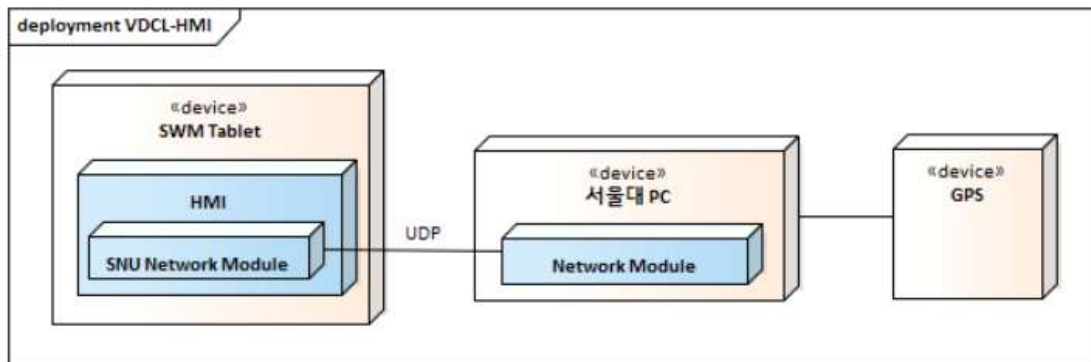


[그림 86. 통신 전체 개요도]

- ㉔ 운전자가 어플을 통해 유효가능차량에 대해 예약을 진행
- ㉕ 쏘카 서버가 SKT 관제 시스템과 SWM HMI 단말과 새롭게 업데이트된 예약정보, 차량 위치정보, 승객 예약정보등을 동시에 공유함
- ㉖ 신호제어기를 통해 SKT 관제 시스템은 신호 정보를 전송받고 정보를 차량에 장착되어있는 차량용 V2X 단말을 Target으로 전송
- ㉗ 차량용 V2X 단말에는 신호정보, 차량상태정보를 차량에 장착되어 있는 차량용 HMI 단말에 전송
- ㉘ 차량용 HMI 단말은 차량 PC에 최종적으로 승객예약정보, 신호정보, HMI 신호, 차량상태유무에 대해 공유
- ㉙ 차량은 차량의 정보(Chassis CAN 및 GPS 위치정보)를 차량용 HMI와 공유

○ 하드웨어 구성도

- UDP 통신을 사용
- 통신을 위해 동일 인터넷 망 접속(라우터&무선공유기사용)



[그림 87. 차량-HMI 간 통신 하드웨어 구성도]

○ 프로토콜 구성 내역(차량-HMI)

- 송수신 대상 주요 정보 목록은 아래와 같음

- Device id, Start Index, End Index, Time-Stamp, intersection info, Traffic Light Count, Traffic Light info Link ID, Traffic Light Position, Status, Movement Status 등

구분	기능	Value	설명		
			Message Name	Sender	Receiver
1	고객 정보	0x01	CUSTOMER_POS	HMI	SNU PC
2	HMI 신호	0x02	HMI_SIGNAL	HMI	SNU PC
3	신호등 정보	0x03	TRAFFIC_LIGHT_INFO	HMI	SNU PC
4	GPS 정보	0x04	GPS_INFO	SNU PC	HMI

[그림 88. 네트워크 프로토콜 주요 송수신 대상 정보 목록]

○ V2X 정보 송수신 목록

- 하기 프로토콜을 기반으로 수신1, 2, 3 구성 및 개발 진행

	Header			Body		
Field name	Magic word	Sequence Number	Size of msg	Device id	Start Index	End Index
Byte length	1	1	2	3	1	1
Value	0x01	0~255	6	MAC Addr. 하위 3byte	1~10 (정류장 index)	1~10 (정류장 index)

	Header			Body		
Field name	Magic word	Sequence Number	Size of msg	Device id	Start Index	End Index
Byte length	1	1	2	3	1	1
Value	0x01	0~255	5	MAC Addr. 하위 3byte	정류장 index (default = 255)	정류장 index (default = 255)

	Header			
Field name	Magic word	Sequence Number	Size of msg	
Byte length	1	1	2	
Value	0x03	0~255	26+(33*Traffic Light Count)	

	Body							
Field name	Time Stamp							
	year	month	day	hour	minute	second	millisecond	
Byte length	2	1	1	1	1	1	2	
Value	(yyyy)	(mm)	(dd)	(hh)	(mm)	(ss)	(sss)	

	Body (계속)			
Field name	Intersection Basic Info			
	Intersection Position			Traffic Light Count
	Latitude		Longitude	
Byte length	8		8	1
Value	dd.mmmmmmm		ddd.mmmmmmm	-

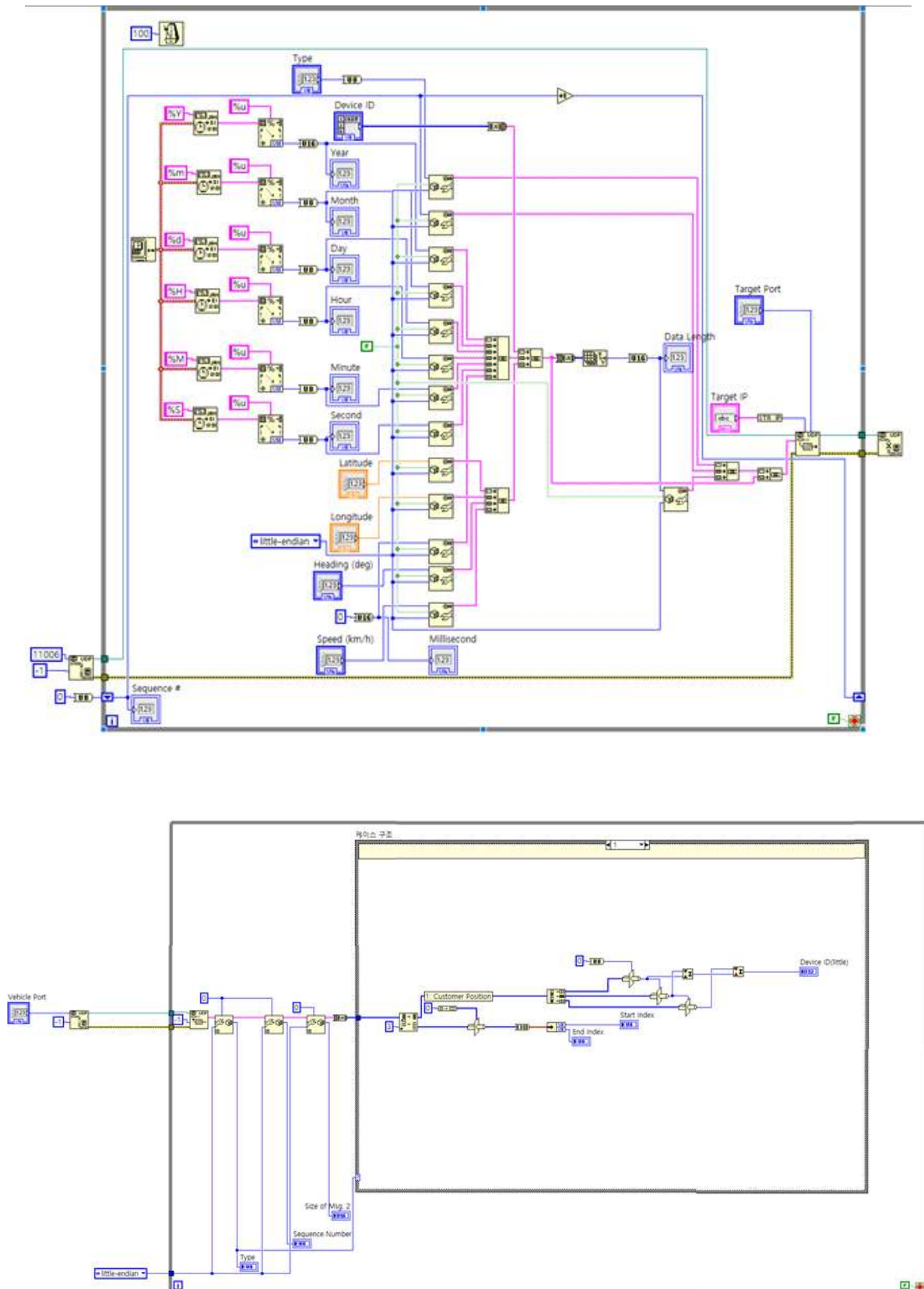
	Body (계속)					
Field name	Traffic Light Info					
	Link ID	Traffic Light Position		Status	Movement States	
		Latitude	Longitude		Current State	Time to Change
Byte length	8	8	8	1	4	4
Value	아래 참고	dd.mmmmmmmm	ddd.mmmmmmmm	0, 1, 2	-	msec

[그림 89. 수신 정보: 고객/HMI/신호등 정보]

○ 자율주행기반 카셰어링 서비스 관제시스템에 적용한 표준은 SAE J2735이며, 관련 메시지 셋으로 프로브데이터메시지(PVD)를 적용하였음

ProbeVehicleData				설명	내용
msgID				메세지ID	SAEJ2735 PVD ID
ProbeSegmentNumber					
vehicleIdent				Descriptivename	CITSOBE-0001
				VIN	
				ownercode	
				ID	random
				VehicleType	
				VehicleClass	OBU에 입력된 차량용도
FullPositionVector				DDatTime	
				long	GPS 경도 정보 사용
				lat	GPS 위도 정보 사용
				elevation	GPS 고도 정보 사용
				heading	
				speed	GPS 우선 수신불가 시 차량정보1(속도)
				posaccuracy	
				timeconfidence	
				posconfidence	
				speedconfidence	
Snap Shots	Safety Extension	events	HazardLights	비상등	차량정보11(비상등)
			StopLineViolation	정지선위반	교차로 GID정지선 위치와 GPS 위치 방향 비교
			ABSactivated	ABS 작동	브레이크 압력이 0에서 4이상으로 변환된 경우
			Traction ControlLoss	견인제어 불가	미지원
			Stability Controlactivated	차체보정작동	미지원
			Hazardous Materials	위험물질	미지원
			Emergency Response	긴급 차량	OBU에 입력된 차량용도와 운영단말 긴급버튼 작동
			HardBraking	급브레이크	브레이크를 사용하면 초당 속도가 11KM/H이상 감속 된 경우
			LightsChanged	깜빡이 변경	차량정보 11 (좌우 비상등)
			WipersChanged	와이퍼 변경	미지원
			FlatTire	타이어 압 부족	속도가 < 4Km/H 문이 열린경우
			DisabledVehicle	엔진 정지	쓰로틀>0, 기어비>0 인 경우
			AirBagDeployment	에어백 전개	미지원
		extevents	GetOnDown	승하차	속도가 <4KM/H 문이 열린 경우
			Trouble	이상	브레이크를 사용하지 않고 속도<4KmH 경우
			HardDeceleration	급감속	브레이크를 사용하지 않고 초당속도 14Km/H이상 감속 경우
			HardStop	급정지	브레이크를 사용하면서 초당속도 14Km/H 이상 감속 속도0인경우
			HardTurn	급회전	초당 15Km/H 이상 속도를 유지하며 45° 변하는경우
			UTurn	유턴	초당 15Km/h 이하 속도를 유지하면서 망위각 60° 변하는 경우
	VehicleStatus		Roadwork	도로작업	OBU에 입력된 차량 용도와 운영단말 긴급버튼 작동
			lights	비상등 작동	차량정보11 (비상등)
			lightbar	경광등 작동	운영단말 긴급버튼 작동
			brakestatus	브레이크 상태	차량정보6 (브레이크상태)
			throttlepos	쓰로틀 개도율	차량정보4(쓰로틀)
			gpsstatus	GPS 상태	GPS 수신 상태
			transitstatus	운송 상태	문 열림
			acceleration	초당 가속도	초당 가속도 km/h 단위
			worklanes	차로	도로작업 차로 사용
			curlane	현재차로	현재차로 (map Data 영역 내)
			vehiclcnt	차량대수	초당BSM으로 수신된 차량 대수
		servicelog	id	서비스 번호	서비스효과 분석을 위해 임시추가
			msgid	메세지 id	서비스효과 분석을 위해 임시추가
			posid	위치 id	서비스효과 분석을 위해 임시추가
			event	이벤트	서비스효과 분석을 위해 임시추가
			time	서비스 시각	서비스효과 분석을 위해 임시추가

○ 차량PC - HMI 간 연동 작업 (Labview 개발 코드)



[그림 90. GPS 정보 송신부 랩뷰 구성 및 신호등 및 HMI 정보 수신부 랩뷰 구성]

Vehicle Port	Type	Size of Msg. 2	Sequence Number
12007	3	158	113

Device ID(little)	Start Index	End Index
60	1	0

Device ID	HMI Signal
60	1

Year	Month	day	hour	minute	second	millisecond	Intersection Latitude	Intersection Longitude
57863	8	16	10	10	43	0	6.1816+	-9.2406
Traffic Light Count	Link ID	Traffic Light Latitude	Traffic Light Longitude	Status	Current State	Time to Change		
1	7.1218+	-5.2605	4.899E+	1	167772	404409		

year(little)	Month(little)	day(little)	hour(little)	minute(little)	second(little)	millisecond(little)	Latitude Intersection(little)	Longitude Intersection(little)
2018	8	16	10	10	43	0	37.360+	126.71+
Traffic Light Count(little)	Link ID(little)	Traffic Light Latitude(little)	Traffic Light Longitude(little)	Status(little)	Current State(little)	Time to Change(little)		
1	361729	37.360+	126.71+	1	1	3313		

[그림 91. 수신부 통신 test 수행 결과]

Target IP	Type	Sequence #	Data Length	Device ID			
127.0.0.1	4	60	32	0 FE 17 16			
Target Port	Year	Month	Day	Hour	Minute	Second	Millisecond
12005	2018	9	5	23	24	25	0
	Latitude	Longitude	Heading (deg)	Speed (km/h)			
	37.0473	127.0348	50	70			

```

year      2018 0x7E2:
month     9 0x09:
day       5 0x05:
hour      23 0x17:
minute    25 0x19:
second    17 0x11:
millisecond 0 0x00:
Latitude  37.0473:
Longitude 127.0348:
Heading   50 0x32:
GPS_Speed 70 0x46:
Send to Port 12007 System.Byte[] size 63

Receive Data
Packet_Type      4 0x04:
Current_Sequence 66 0x42:
Payload_size     32 0x20:
Device_Id        2542322 0xFE1716:
year      2018 0x7E2:
month     9 0x09:
day       5 0x05:
hour      23 0x17:
minute    25 0x19:
second    17 0x11:
millisecond 0 0x00:
Latitude  37.0473:
Longitude 127.0348:
Heading   50 0x32:
GPS_Speed 70 0x46:

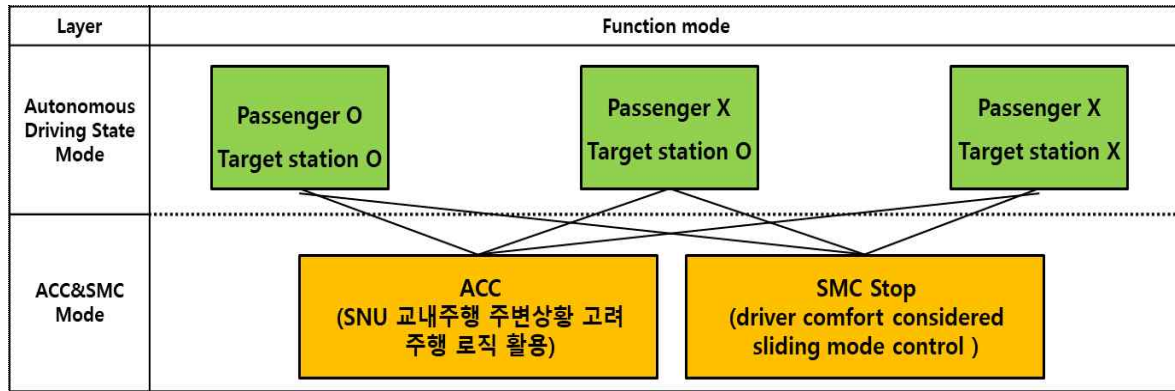
```

[그림 92. 송신부 통신 test 수행 결과]

1.3 차량 제어를 위한 전체 알고리즘 구조

연구 범위	○ V2I 정보 활용 신호정보 기반 제어 알고리즘 구성
-------	--------------------------------

○ 알고리즘 기능별 모드 구분도



[그림 93. 알고리즘 기능별 자율주행 모드 구분]

○ 승객과 목표 정류장이 존재 유무에 따라 모드 구분

- 사람 탑승여부 & 자율주행 여부(행선지 유무 포함) - 총 3개 모드로 구성

[output : AD_state_indicator (1=Person_in_2_target , 2=Person_out_2_target, 3=Person_out_no_target)]

- 1) 사람이 탑승했고 자율주행 중이다. (Target station 유)
- 2) 사람이 없고 자율주행 중이다. (Target station 유 - 호출 받은 상황)
- 3) 사람이 없고 자율주행 중이다. (Target Station 무 - 호출 없는 상황)

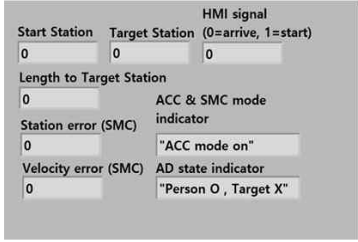
○ 상위모드에 따라 하위제어기의 모드를 구분

- ACC & SMC 모드 : 1.에서 언급한 3개의 모드 마다 ACC & SMC 모드 구성

[output : Start Station(1-10), Target Station(1-10), HMI start signal(0 도착 1출발), ax desire, station to Target station, station error, velocity error, SMC mode on (text indicate), ACC mode on (text indicate)]

○ 기능별 Labview 가시화 변수 정의

- 위에서 언급한 모드 및 기능에 따라 운전석에 앉아있는 오퍼레이터에게 지금 상황에 대한 변수를 가시화 하는 것을 목표로 하였고 그로 인해 운전자가 직접 운전하지는 않지만 차량의 상태에 대해서 아는 것을 목표로 진행

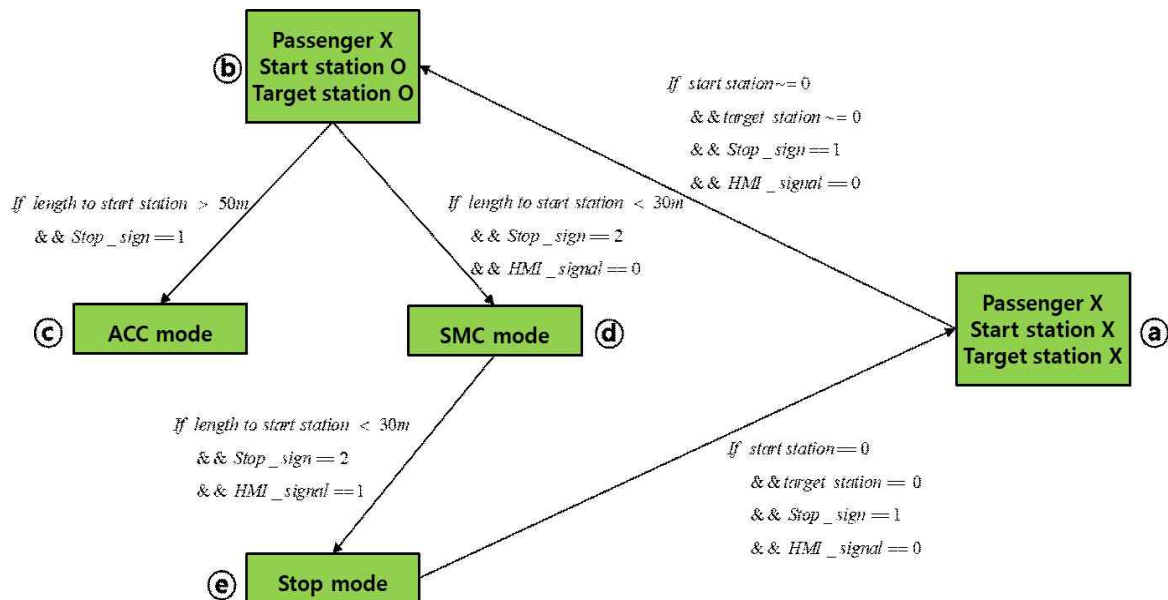
변수 정의			
Input		output	
Start_station	고객 호출 위치	Start_station	고객 호출 위치
Target_station	고객 도착 위치	Target_station	고객 도착 위치
HMI_signal	0=도착(탑승자가 내리면서 입력시 1 수신), 1=출발(탑승자가 탑승 후 입력시 1 수신)	HMI_signal	0=도착(탑승자가 내리면서 입력시 1 수신), 1=출발(탑승자가 탑승 후 입력시 1 수신)
Traffic_Light_pos	Lat, Lon	Ax_des	Longitudinal desire acceleration
Current_State	1-4	L_2_Target_station	Target station 과의 거리
Time_2_change	(~ ~ msec)	Station_error	(m)
 Fig. Labview interface		Velocity_error	(m/s)
		SMC_mode_on	"SMC mode on" (test indicate)
		ACC_mode_on	"ACC mode on" (test indicate)
		AD_state_indicator	1="Person_in_2_target" 2="Person_out_2_target" 3="Person_out_no_target" (test indicate)

[그림 94. 가시화 변수 정의]

○ 입력 변수 정의

- 고객 호출 위치, 고객 도착 위치, 도착, 출발 신호, 신호등

○ 알고리즘 상태 흐름도 및 정의



[그림 95. 알고리즘 상태 흐름도]

○ 사용된 슬라이딩 모드 기반 제어 기법

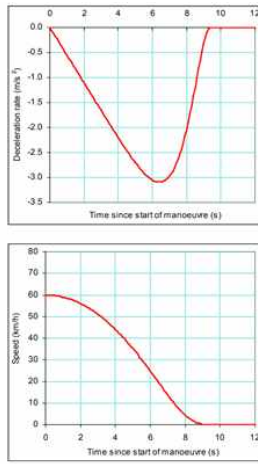


Fig. Reference model Ax & Vx

$$a(t) = ra_m \theta (1 - \theta^m)^2$$

$$V(t) = V_0 + 3.6ra_m t_d \theta^2 \left[\frac{1}{2} - \frac{2\theta^m}{(m+2)} + \frac{\theta^{2m}}{(2m+2)} \right]$$

$$S(t) = V_0 t / 3.6 + ra_m t_d^2 \theta^3 \cdot \left[\frac{1}{6} - \frac{2\theta^m}{(m+2)(m+3)} + \frac{\theta^{2m}}{(2m+2)(2m+3)} \right]$$

V_0 = initial speed(km/h)

a_m = maximum deceleration rate(m/s^2)

t_d = deceleration time

θ = time ratio($\theta = t/t_d$)

m = model calibration parameter

r = model parameter, $r = \frac{(1+2m)^{2+\frac{1}{m}}}{4m^2}$

[그림 96. 운전자 데이터 기반 종방향 제어 모델]

- 슬라이딩 모드 기반 제어 방법을 사용하여 긴급제동 알고리즘에 적용 및 실차 테스트
- 종방향 컨트롤러의 비선형성 특성을 고려하여 제어방법을 사용하였고 Sliding surface의 reference 를 만들기 위해 그림 20과 같은 모델을 사용하였다. 슬라이딩 서페이스를 설정하고 제어 입력을 계산하여 슬라이딩 서페이스를 따라가는 입력을 만들어 차량의 SCC 모듈에 제어 입력으로 함

$$e(t) = S_{ref}(t) - S_{vehicle}(t) \quad - \text{Error}$$

$$s(t) = \dot{e}(t) + \lambda \cdot e(t) \quad - \text{Sliding surface}$$

$$V(s(t)) = \frac{1}{2} s(t)^2 \quad - \text{Lyapunov function}$$

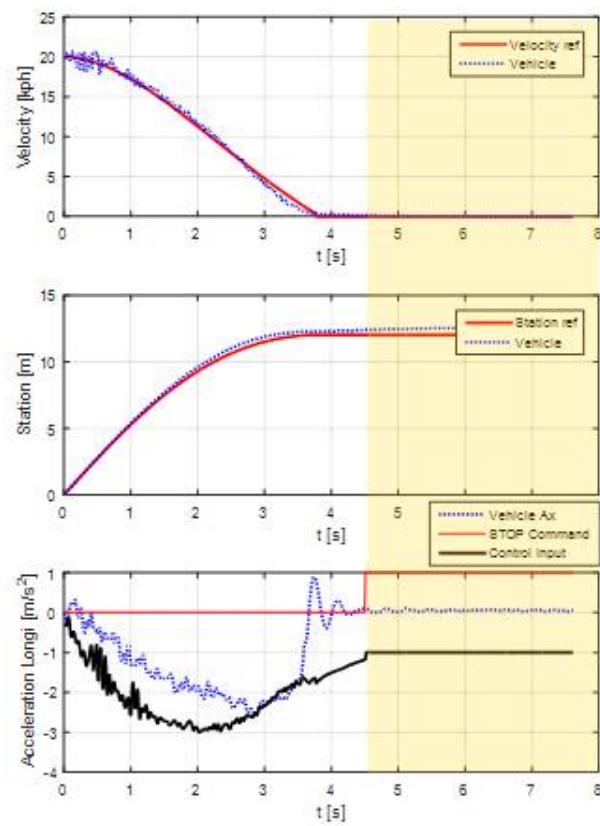
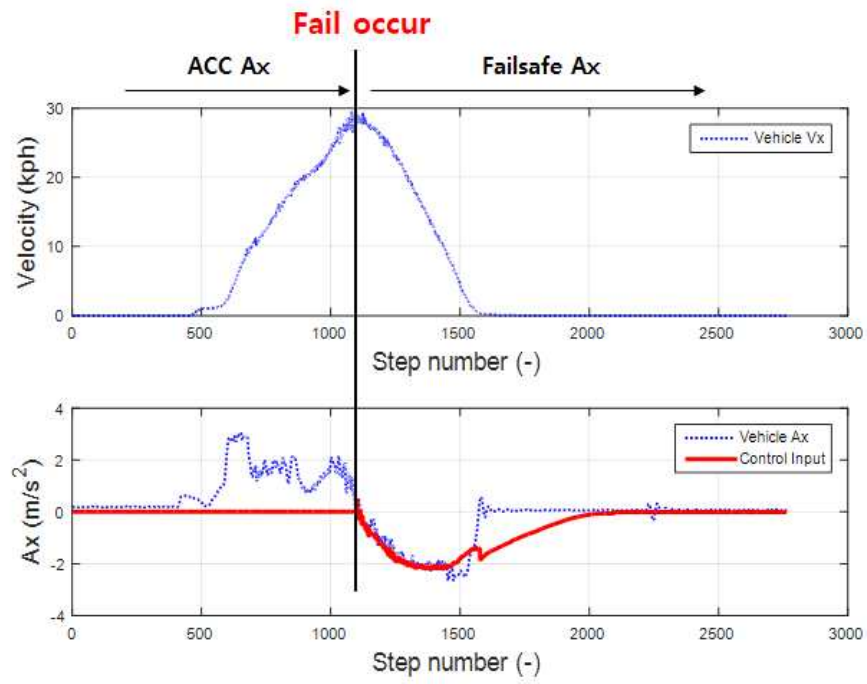
$$\dot{s}(t) = \ddot{e}(t) + \lambda \cdot \dot{e}(t) = -K \cdot \text{atan}(s(t))$$

$$u = a_{x,ref} - \lambda \cdot \dot{e}(t) - K \cdot \text{atan}(s(t)) \quad - \text{Equivalent control Input}$$

$$\lambda, K \quad - \text{Tuning parameter}$$

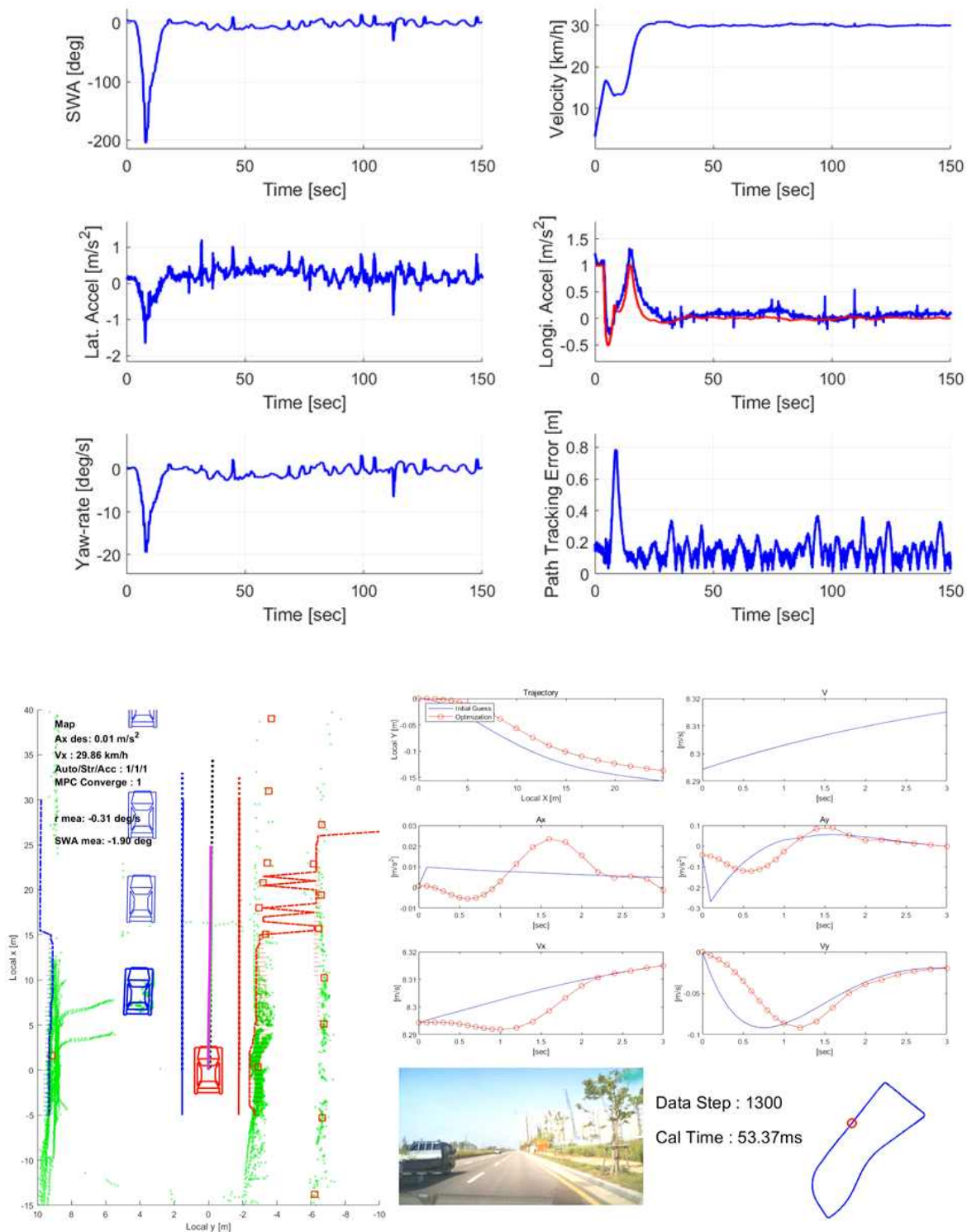
[그림 97. 슬라이딩 서페이스 및 제어입력 계산]

○테스트 시나리오 및 실험 결과



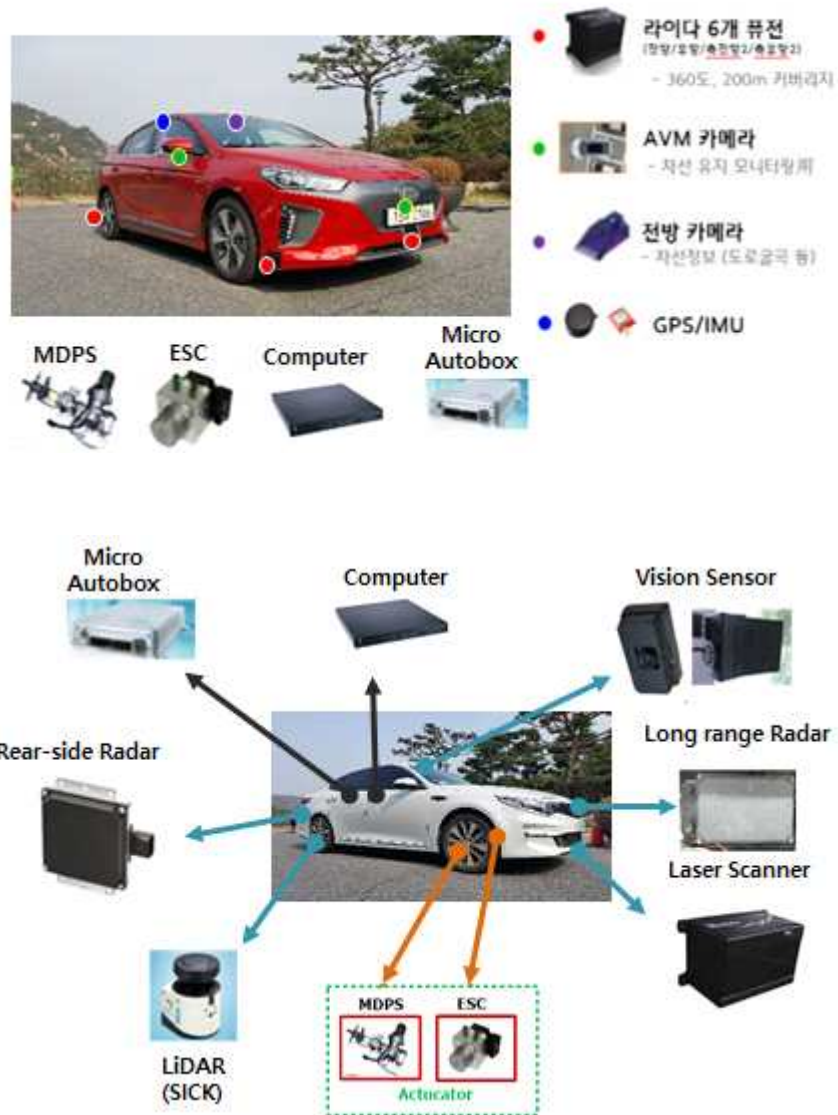
[그림 98. 제어 테스트 결과]

○SMC 제어 사용 실차 테스트 결과 (중,형)



[그림 99. 실차 실험결과 2]

○사용 자율주행 차량 설명 (IONIQ, K5, NIRO)



[그림 100. 실험에 사용된 아이오닉 및 K5 차량 센서 구성]

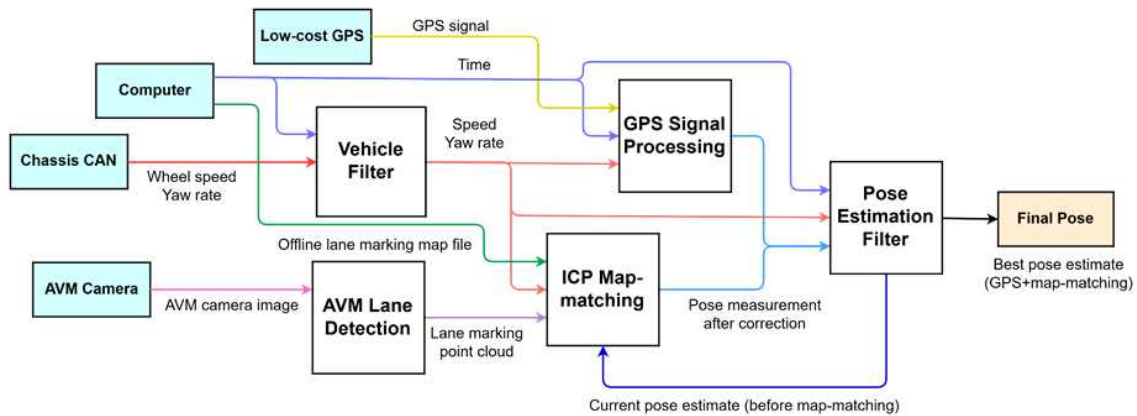
1.4 HD Map 활용 정밀측위 기술 및 경로 연구

연구범위 ○ AVM lane making detection and map-matching

○ 알고리즘 구조

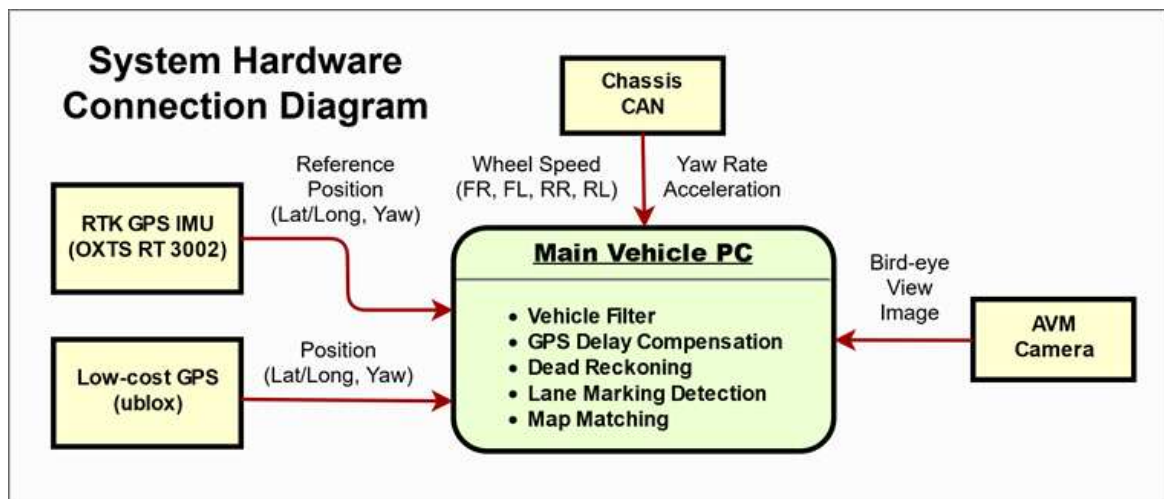
- Lane making detection 알고리즘의 전체 구조는 그림 99와 같음
- 저가 gps, 차량정보, avm 카메라를 사용한 여러 기법들을 사용하여 ICP map-matching 기

법으로 차량의 위치를 예측하는 필터를 통해 최종 위치를 계산



[그림 101. 전체 구조]

- 하드웨어적 구조는 그림 102과 같음
- ICP 포인트 클라우드 레지스트레이션 기법은 최적의 회전을 계산 후 가까운 포인트 클라우드로 위치하게 만듦

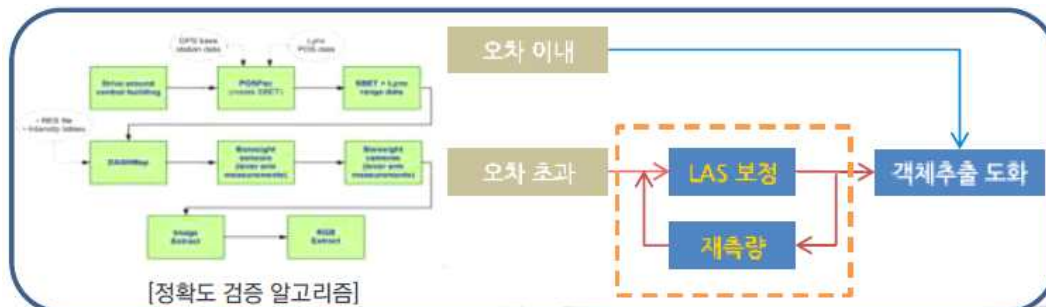


[그림 102. 시스템 하드웨어 연결 구조]

- SK텔레콤은 서울대학교 관악캠퍼스 7.4km 구간 HD map 구축 완료
- 검사점 측량을 통한 정확도 검증 방법 및 검증 절차
 - 검사점을 측량하여 해당 위치와 레이저 점군 데이터의 정확도 분석 및 오차(RMS) 계산을 통해 MMS 표준자료의 정확도 검증 수행



- MMS 표준자료 정확도 검증을 위한 알고리즘을 활용하여 품질 검사를 수행



- 정확도 검증을 통해 달성한 품질 목표 결과

서울대학교 관악캠퍼스 HD map 검사점 측량 성과(X1, Y1, Z1) 및 MMS 측량 성과(X2, Y2, Z2)를 위한 샘플링 성과비교를 통해

- 최대값(X1-X2, Y1-Y2, Z1-Z2)은 (0.025, 0.021, 0.032)
- 최소값(X1-X2, Y1-Y2, Z1-Z2)은 (-0.052, -0.032, -0.069)
- 평균(X1-X2, Y1-Y2, Z1-Z2)은 (-0.004, -0.001, -0.032)
- 표준편차(X1-X2, Y1-Y2, Z1-Z2)은 (0.033, 0.022, 0.039)
- RMS(X1-X2, Y1-Y2, Z1-Z2)은 (0.031, 0.021, 0.048)

을 통해 위치오차 품질 목표를 달성하였음

※ 상기 측량은 UTM 좌표계를 사용하여 수치의 단위는 미터(m)를 사용하였음

구축지역 위치 : 서울특별시 관악구 관악로 1 (관악캠퍼스 일대)
구축지역 연장: 7.4 km



[그림 103. HD map 구축 위치도 관악(SK텔레콤)]

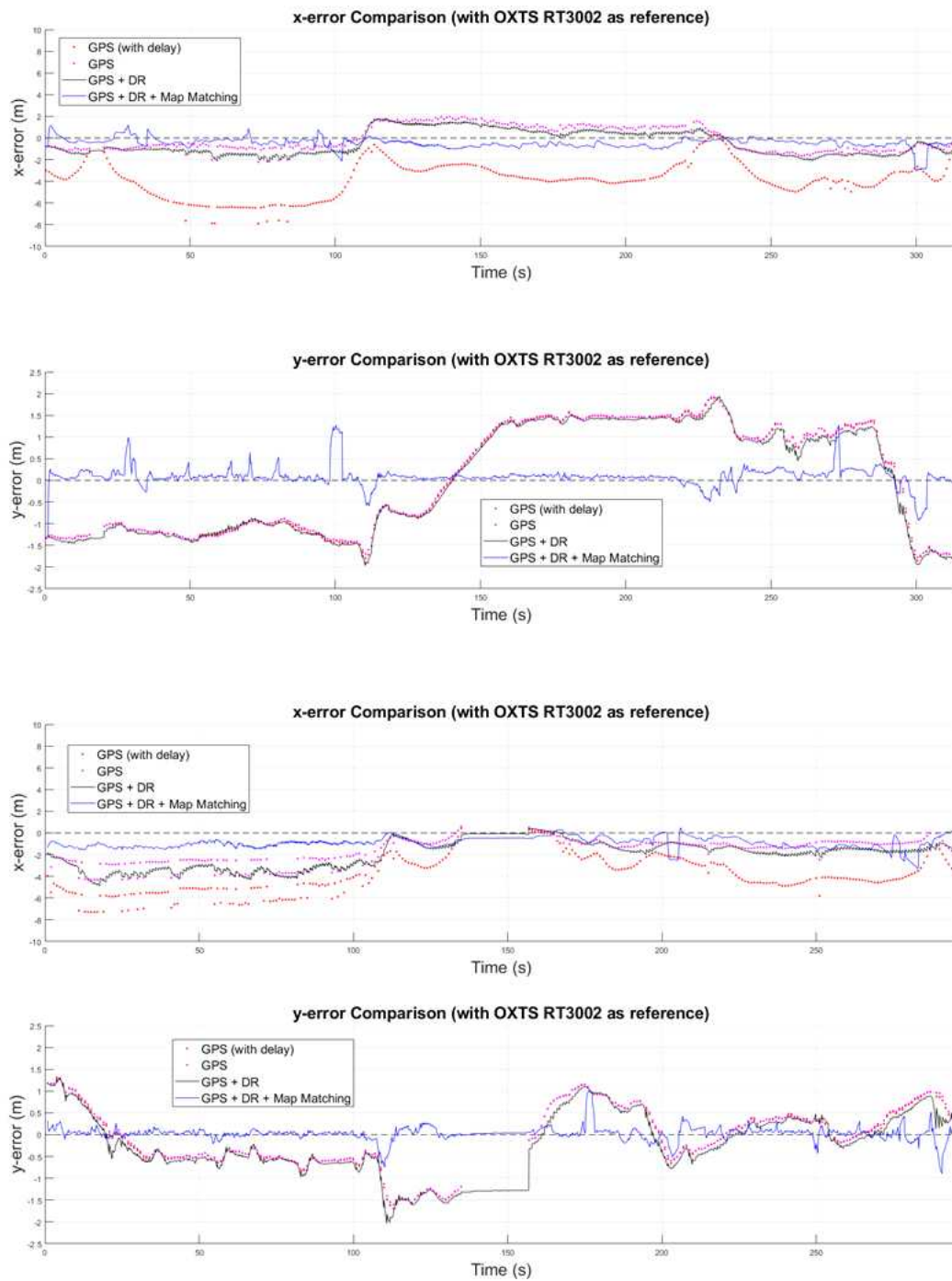
- 그림 104는 차량의 측위 결과를 Top-View로 Image plot 결과
- 알고리즘 적용 후 Blue-box(ego-vehicle)가 차선 내 위치한 것을 확인할 수 있음



[그림 104. Vehicle test result]

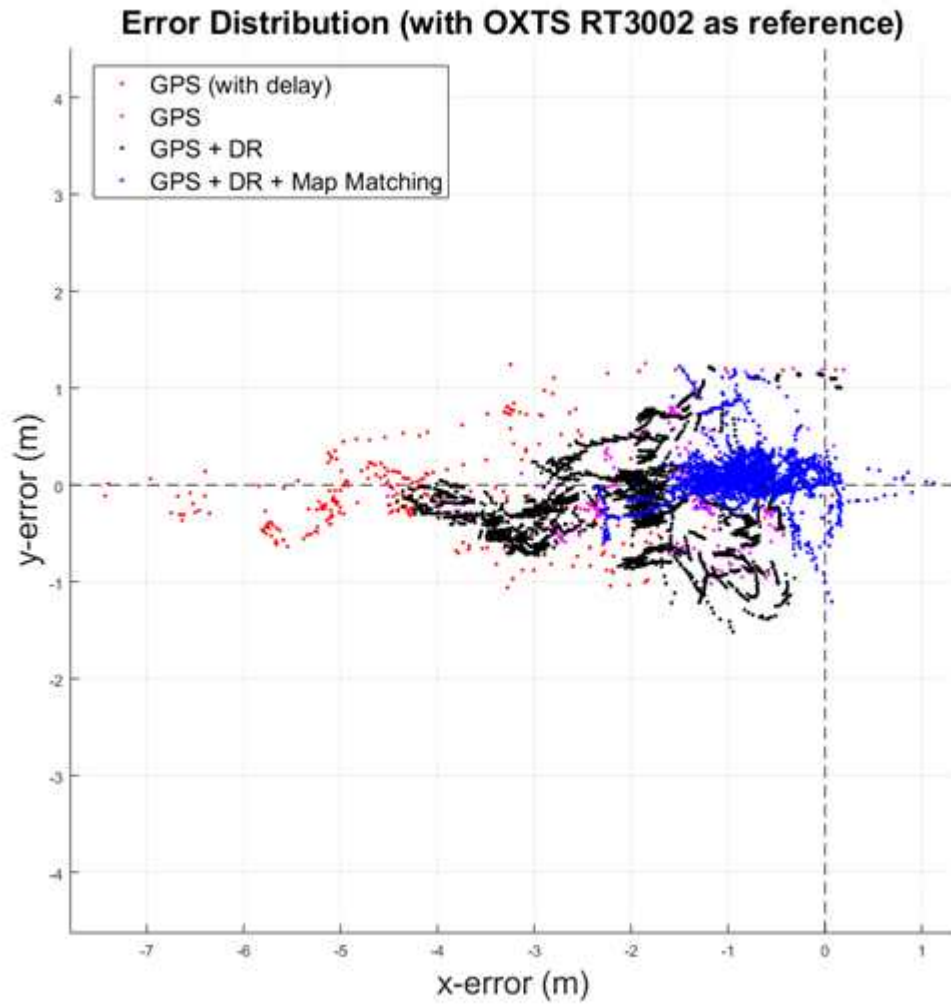
- 그림 105는 테스트 구간에서 시험을 한 결과임
- RTK GPS로 측정한 위치를 reference로 설정하였을 때 x, y 방향으로 생기는 에러를 표시

여러 기법을 합친 내용이 reference 와 더 가까운 것을 알 수 있음



[그림 105. Test result 2]

- 그림 105는 에러 분포를 x, y 방향으로 표시한 것으로 레퍼런스 대비 더 정확한 위치 오차를 나타냄

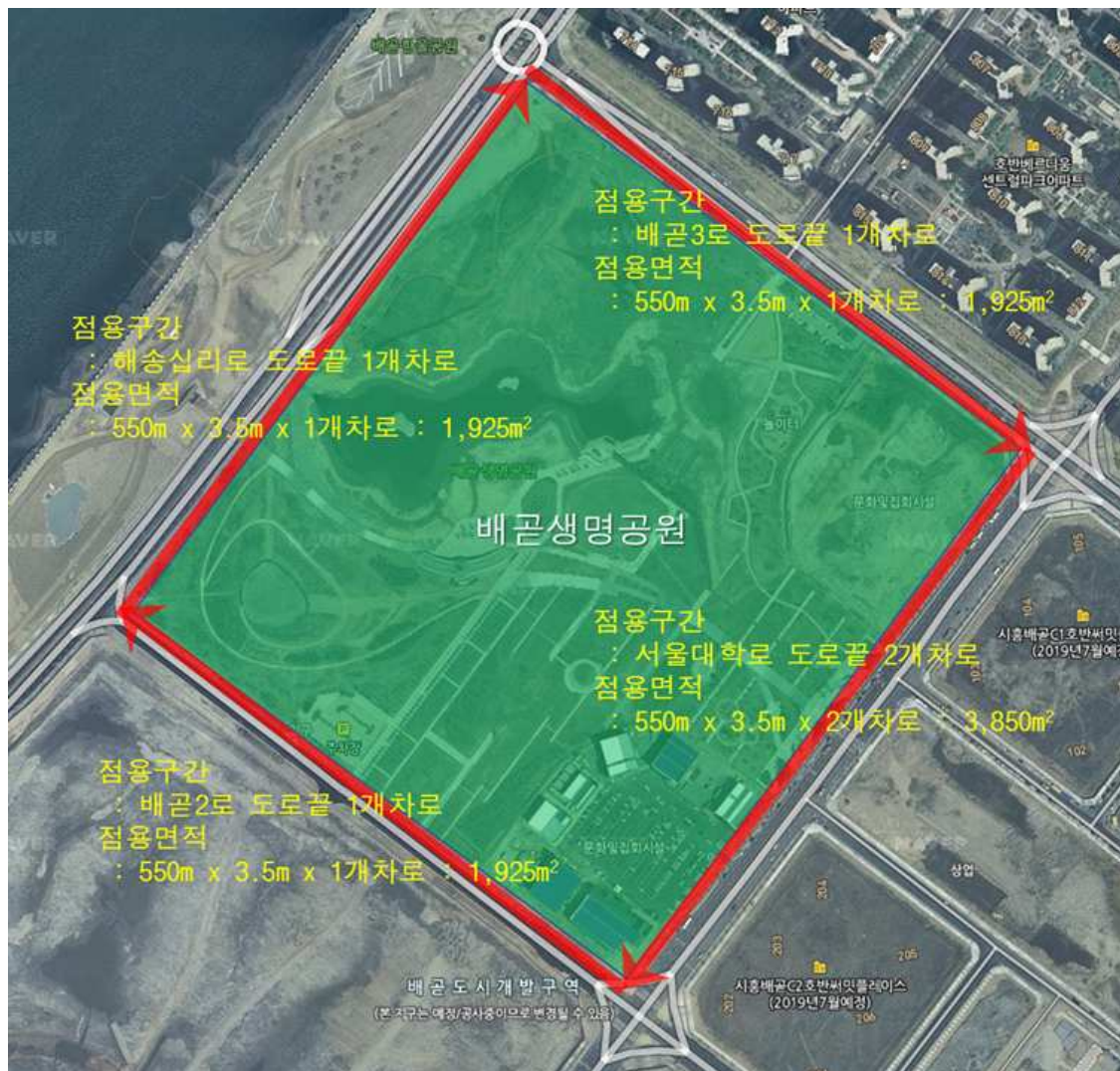


[그림 106. Error distribution]

1.4 자율주행 기반 카셰어링 서비스 시민체험 행사

○ 행사 개요

- '18년 11월 07일 09:00부터 17:00까지, 경기도 시흥시 배곧생명공원 인근 도로 2.3km 구간에서 기술 통합 및 자율주행기반 카셰어링 서비스 기술 시연
- 주관기관: 국토교통부, 국토교통과학기술진흥원
- 참여기관: SK텔레콤, 한국도로공사, 서울대, 연세대, 쏘카, SWM.ai, CEST 참여
- 참여대상: 일반 시민 100명 참가자 모집 및 체험형 서비스 시연, 설문조사를 통해 만족도 및 수용성 평가 진행
- 자율주행차량 5대 참여: 서울대 3대, 연세대 1대, SKT 1대
- 행사 목적: 서비스 시나리오 및 시스템 통합 검증, 설문조사를 통한 평가 지표 선정



[그림 107. 자율주행 카셰어링 기반 서비스 기술 시연 경로]

○ 시연 차량 시스템 구성 SKT G80 자율주행차

- 카셰어링 전용 HMI Device: (V2X 연동) 사용자 예약 정보, V2X 정보, 차량 출발/도착/상태

정보, 차량 위치 및 목적지 정보 등 모니터링, 자율주행차량 긴급 정지 시 일반인은 one-button으로 상황 해제 및 정상 자율주행모드 전환 가능

- 차량 제어 알고리즘: (HMI Device 연동) 사용자 호출 위치 정차, 탑승자 HMI 출발 명령에 따른 목적지까지 자율주행 수행, 목적지 도착 시 HMI로 도착정보 전송, HMI는 V2X망을 통해 사용자 앱으로 도착 정보를 알림



[그림 109. SKT G80 자율주행차량 시스템 구성]

○ 자율주행 기반 카셰어링 서비스 시나리오 - 일반상황

- 1. 스마트폰 앱에서 출발지, 목적지 등 자율주행 코스 및 시간을 입력하고 예약 진행
- 2 & 3. 자율주행 차량이 호출한 출발지로 스스로 이동하여 고객 탑승 및 목적지 이동
- 4. 운행종료 후 자동 복귀 또는 다음 승객 호출지역으로 이동



[그림 108. 자율주행 기반 카셰어링 서비스 시나리오]

○ (시연 검증) SKT 차량 기준 09:00부터 17:00까지 30분 단위로 일반 시민 참여 및 언론사 리포터, 기자 포함 약 40여명 이상 체험

- 설문 응답자 수 기준 유효 탑승자는 자율차 5대 포함하여 사전신청자 100명 중 86명 체험
- 설문 결과는 쏘카 연구수행결과 '3.3 자율주행 카셰어링 만족도 조사 및 결과 분석' 참조

○ 정책과제 연구 결과물 공중과 뉴스 등 언론 홍보

- KBS, MBC, SBS, YTN, MBN, TV조선 등 주요 언론사 취재 및 뉴스 송출



[그림 110. 주요 언론 보도]

○ 자율주행 기반 카셰어링 서비스 시나리오 - 돌발상황 발생 시

- (서비스 이용객) 자율주행 차량 ‘카셰어링 App’으로 호출
- 자율주행 차량 (서비스 이용객) 위치로 이동
- (서비스 이용객) 차량 탑승 및 출발
- 자율주행 차량 돌발상황 발생 (자전거 탑승자 진출) 및 자율주행차 긴급정지
- 자율주행차량 긴급정지 안내 후
- (서비스 이용객) 주변 상황 확인 및 HMI 재출발 버튼 클릭
- 자율주행 차량 목적지 도착 (서비스 이용객 하차)



[그림 111. 자율주행 기반 카셰어링 돌발상황 시나리오]

○ 자율주행 기반 카셰어링 서비스 돌발상황 시나리오 검증 (30km/h)

- 돌발상황은 사고 위험이 존재하므로 일반인 제외, 충분히 훈련된 인원으로 시나리오 검증
- 돌발상황 시나리오 30회 독립 시행, 매 시행마다 충돌 유무 및 상황 해제 성공 횟수 측정
- 충돌 횟수 : 0/30회, 상황해제 및 목적지 도착 : 30/30회 성공



[그림 112. 자율주행 카셰어링 서비스 돌발상황 시나리오 검증]

○ 자율주행 및 카셰어링 서비스 최적화된 관제 시나리오 검증

- ①자율주행 관제와 ②카셰어링 서비스에 대한 관제를 동시에 진행할 수 있는 관제 시스템 구축 및 관련 시나리오 검증 수행
- (①자율주행 관제 시나리오) 차량의 위치 및 속도를 V2X 단말과 서버를 통해 실시간으로 모니터링 할 뿐만 아니라, 신호등과 자율주행차가 연계 완료. 신호등 전방 50m에서 신호등 상태에 따라 차량 속도 가감속을 수행. 예를들어, 신호등이 녹색에서 붉은색으로 변화되는 시간이 3초 이내인 경우 속도를 서서히 감소하여 신호등 앞에서 서서히 제동
- (②카셰어링 서비스 관제) 차량의 예약상태를 예약가능, 운행중, 정비 중 등으로 구분. ‘예약가능’은 사용자가 app을 통해 차량을 선택 할 수 있는 상태이고, ‘운행 중’은 해당차량이 예약 완료되어 있는 상태 그리고 ‘정비중’은 차량의 고장 등으로 수리중인 상태를 나타냄. 이에 더해 ‘운행 중’ 차량의 경우, 하기 관제 UI 우측에 출발지에서 목적지까지 거리를 운행하는 모습을 비율에 따라 관리자가 직관적으로 파악할 수 있는 시나리오 구축 및 검증

1.5 HD map update device 적용 기술 및 평가

- 저비용의 카메라를 활용한 HD map의 변화감지 및 갱신 자동화 기술 적용
 - 도로의 변화를 감지하기 위한 딥러닝 기반의 카메라 영상 인식
 - 차량 센서 퓨전 기반의 고정밀 측위 및 변화 감지
 - 다수의 변화감지 데이터 분석을 통한 HD map 갱신
- 도로 변화감지 생성을 위한 시제품 개발

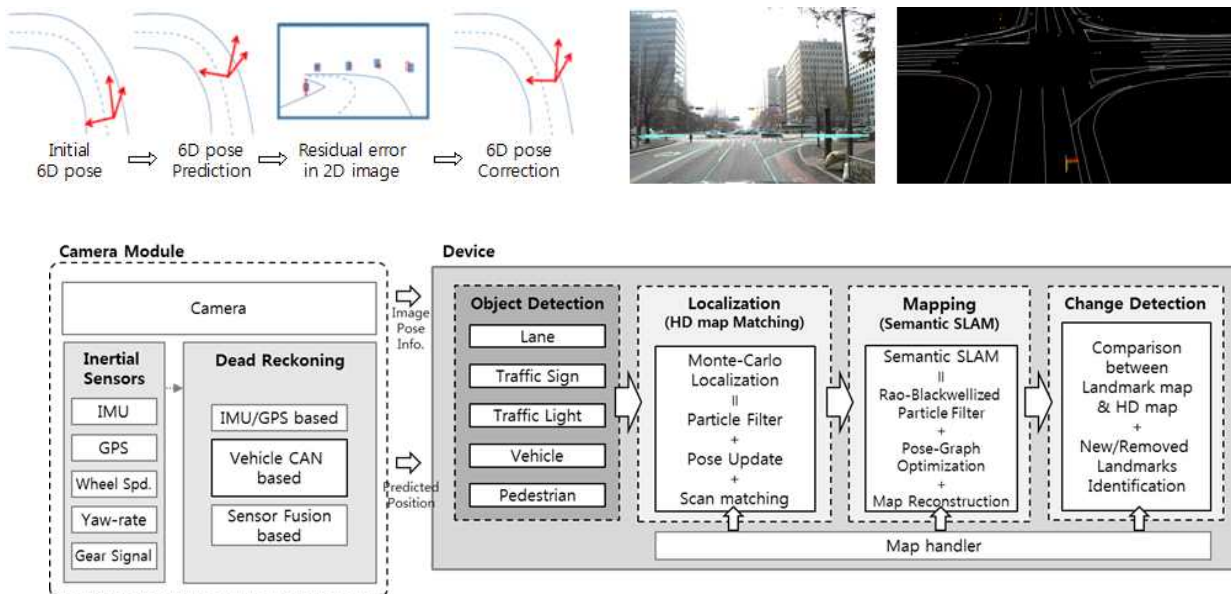
- 카메라 장치 (10cm)와 연산 HW 장치 (15cm)



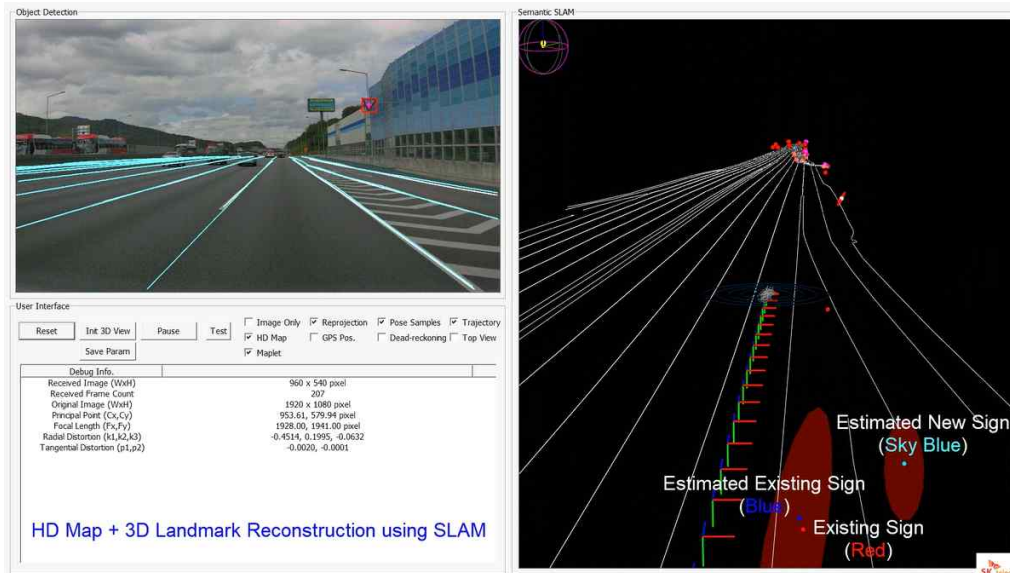
[그림 113. HD map update device 차량 장착 모습]

○ SLAM SW Architecture for HD map Update

- 1. Localization : 차선/표지판/신호등을 통해 기존 HD map에서 카메라 위치 (R|t) 추정
- 2. Mapping : 카메라 위치 추정과 3D landmark 지도 작성을 동시 수행
- 3. Change Detection : HD map과 비교를 통한 변화 감지를 통해 새로운/제거된 랜드마크 확인



[그림 114. 카메라 위치 (R|t) 추정 기본 원리 및 HD map 디바이스 시스템 구성]



[그림 115. HD map update device를 이용한 기존 표지판과 새로운 표지판 위치 계산 결과]

○ 외곽순환도로(판교 진입 구간)에서 테스트

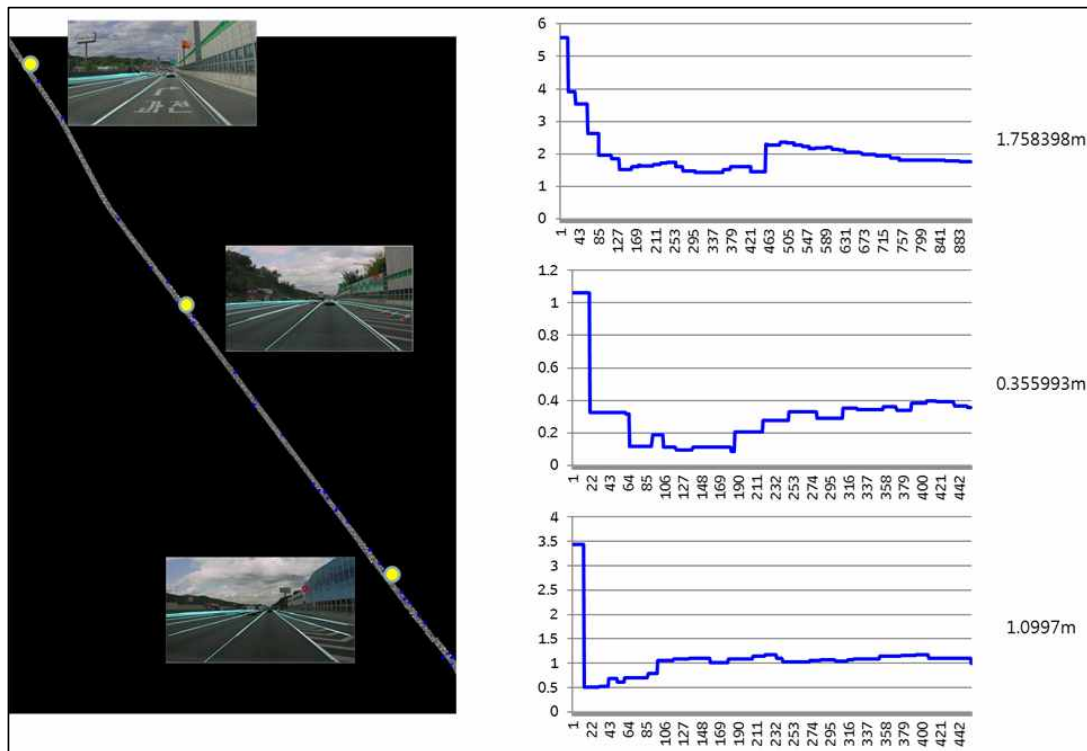
○ 테스트 목적: 3차원 표지판/신호등 지도 생성 및 변화 감지 기술 평가를 위한 Error 측정

- 실시간 RBPF 기반 위치 추정 및 3D Landmark Reconstruction 기술 및

- Object Classification 결과의 Top 5에 대한 Weighted Voting을 통한 Object Type Decision

에 의해 생성된 3D Landmark map과 HD map 간 비교

- Updated Landmark와 Reference Landmark와의 거리 오차 (Distance error) 측정



[그림 116. Landmark 업데이트 위치 및 성능 분석 결과]

(2) SWM.ai

2.1 ITS 정보 수집 및 판단 기법

연구범위	○ 카세어링 자율주행을 위한 특화된 정보 취득 및 처리 ○ 정보를 통한 차량 상태 판단 및 환경 인지 정보 판단
------	---

○ 시스템 ITS 정보 송수신을 위한 설계 기준

□ 아래의 ITS 설계 조건을 기준으로 하여서 HMI-ITS 정보 수집 시스템을 구성

- 차량 정보 송수신 설계 기준

	Header			Body
Field name	Magic word	Sequence Number	Size of msg	Device Id
Byte length	1	1	2	3
Value	0x04	0~255	32	MAC Addr 하위 3byte

	Body (계속)						
Field name	Time Stamp						
	year	month	day	hour	minute	second	millisecond
Byte length	2	1	1	1	1	1	2
Value	(yyyy)	(mm)	(dd)	(hh)	(mm)	(ss)	(sss)

	Body (계속)			
Field name	Position (GPS)			
	Latitude		Longitude	Heading
Byte length	8		8	2
Value	dd.mmmmmmmm		dd.mmmmmmmm	(km/h)

[HMI-V2X 차량 정보 송수신 설계 기준]

- 신호등 정보 송수신 설계 기준

	Header		
Field name	Magic word	Sequence Number	Size of msg
Byte length	1	1	2
Value	0x03	0~255	26+(33*Traffic Light Count)

	Body						
Field name	Time Stamp						
	year	month	day	hour	minute	second	millisecond
Byte length	2	1	1	1	1	1	2
Value	(yyyy)	(mm)	(dd)	(hh)	(mm)	(ss)	(sss)

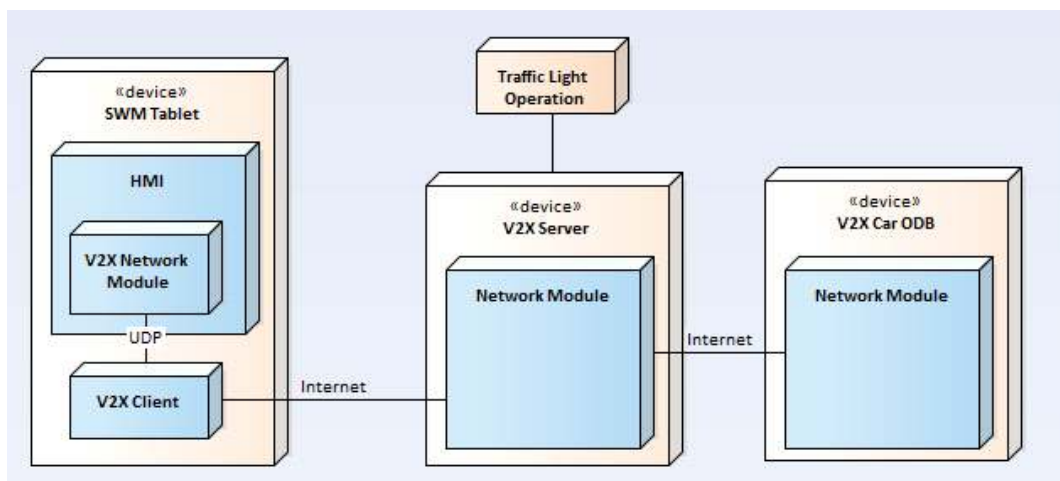
	Body (계속)		
Field name	Intersection Basic Info		
	Intersection Position		Traffic Light Count
	Latitude	Longitude	
Byte length	8	8	1
Value	dd.mmmmmmmm	ddd.mmmmmmmm	-

	Body (계속)					
Field name	Traffic Light Info					
	Link ID	Traffic Light Position		Status	Movement States	
		Latitude	Longitude		Current State	Time to Change
Byte length	8	8	8	1	4	4
Value	아래 참고	dd.mmmmmmmm	ddd.mmmmmmmm	0, 1, 2	-	msec

[HMI-V2X 신호등 정보 송수신 설계 기준]

○ 시스템 전체구성도

- ☐ 통신 방법: Internet 환경을 통해서 V2X Server, V2X Client, HMI가 통신 수행
- ☐ 메시지 습득: HMI는 UDP 통신으로 V2X Client와 메시지 송수신을 통해 습득
- ☐ 메시지 처리: Packet 메시지 분석을 통해 정보 분류
- ☐ 차량 상태 판단: HMI 내부 알고리즘을 통한 차량 상태 판단
- ☐ 환경 인지 정보 판단: HMI 내부 알고리즘을 통한 환경 인지 정보 판단



[그림 117. HMI-V2X간 시스템 구성도]

○ HMI-V2X간 시스템 구성

- ☐ 네트워크 프로토콜 구성
 - UDP 프로토콜을 개발하여 local 네트워크 환경을 구성
 - Internet 망을 통해 HMI-V2X Client간 메시지 전달 수행

- ☐ 메시지 구성

- Packet 메시지 Protocol을 구성하여 전체 메시지 연동 시스템을 구성
- Packet 메시지를 통해 특정 메시지와 데이터 구분
- 메시지 연동 실패 시, 통신 이상 판단하여 수신 대기 모드 전환

○ 테스트환경

☐ 실험 V2X Client 사양

- CPU 모델 및 운영체제: Intel i5-6600(3.3GHz) / Windows 10

☐ 실험 HMI 사양

- CPU 모델 및 운영체제: Intel 코어M / Windows 10

☐ 실험 데이터

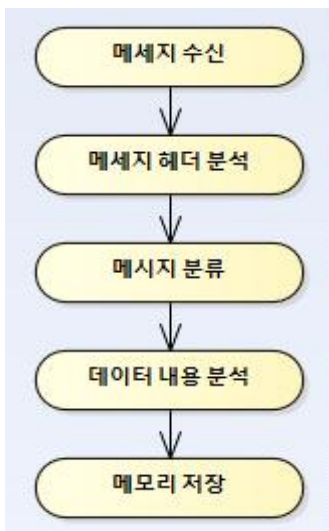
- V2X 시뮬레이터를 통한 임의의 HMI-V2X간 프로토콜 메시지
- V2X 시뮬레이터를 통한 지속적으로 변경되는 차량 위치 정보

○ 테스트과정

☐ IP / Port 환경 구성

1. V2X Client PC의 IP 주소 확인
2. HMI의 IP 주소 확인
3. V2X Client PC에서 2.에서 확인한 IP 주소를 입력하여 프로그램 세팅
4. HMI에서 1.에서 확인한 IP 주소를 입력하여 프로그램 세팅

○ 수신 메시지 확인



☐ 메시지 수신

- 미리 정의된 Packet 메시지 Protocol을 통해서 수신 메시지를 확인

☐ 메시지 헤더 분석

- 수신 메시지의 헤더를 분석하여 메시지 ID 분석

☐ 메시지 분류

- 분석된 메시지 ID를 통해서, 데이터 분류 프로토콜 적용

☐ 데이터 내용 분석

- 적용된 프로토콜에 따라서 데이터 내용 분석

☐ 메모리 저장

- 분석된 내용을 내부 메모리에 저장 한다

[V2X 수신 메시지 확인 전체 구성도]

○ 수신 메시지 결과

Receive Data		Receive Data	
PVD_Status	1 0x01:	Pakcet_Type	218 0xDA:
Number_Of_Vehicle	1 0x01:	Current_Sequence	0 0x00:
Device_Id	123 0x010203:	Payload_size	59 0x3B:
year	2018 0x7E2:	year	2018 0x7E2:
month	8 0x08:	month	8 0x08:
day	6 0x06:	day	7 0x07:
hour	16 0x10:	hour	11 0x0B:
minute	20 0x14:	minute	35 0x23:
second	30 0x1E:	second	45 0x2D:
millisecond	111 0x6F:	millisecond	222 0xDE:
Latitude	12.12345678:	Latitude	0.12345678:
Longitude	46.87654321:	Longitude	0.87654321:
Heading	0 0x00:	Traffic_Light_Count	1 0x01:
GPS_Speed	20 0x14:	Link_Id	233TS015:
		T_Latitude	1.12345678:
		T_Longitude	1.87654321:
		Status	0 0x00:
		Current_State	1 0x01:
		Time_To_Change	12 0x0C:

[HMI에서 수신한 메시지를 확인한 결과 - 차량 정보(좌), 신호등 정보(우)]

○ 결과 활용용도

☐ 차량 상태 및 신호등 정보 취득

- 차량 상태 및 신호등 정보들을 바탕으로 차량의 현 상태와 외부 환경인 신호등 정보 판단 가능

○ 자율주행 카셰어링 서비스 HMI 후속 연구를 위한 제안

☐ 신호등 및 다른 V2X 와의 연동

- 다른 V2X와의 연동을 통한 차량 HMI를 통한 맞춤형 정보 제공가능
- 다른 V2X와의 연동을 통한 차량 운행 최적화 가능
- 다른 V2X와의 연동을 통한 차량 운행 환경 개선 가능

☐ 카셰어링 차량 간 위치 및 정보 연동을 통한 예측

- 다른 차량 간 정보 연동을 통해 충돌 예측
- 차량 간 경로 변경 시 경로 예측

☐ 카셰어링 차량 간 위치 및 정보 연동을 통한 경로 조정

- 다른 차량 간 정보 연동을 통해 추월 및 차선 변경

2.2 자율주행 예약 정보 수집 및 판단 기법

연구범위	○ 카셰어링 예약을 위한 예약 정보 취득 및 처리
	○ 정보를 통한 예약 정보 수집 및 예약 정보 판단

○ 자율주행 예약 정보 송수신 설계 기준

☐ 아래의 설계 조건을 기준으로 하여서 자율주행 예약 시스템을 구성

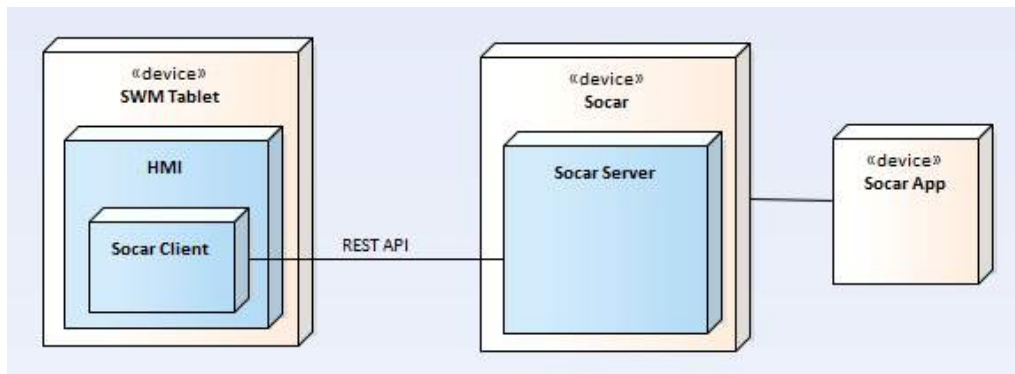
분류	설명	uri	method	uuid
차량	현재 유효 예약 보기	/reservations	GET	필수
	차량 상태 수정하기	/cars	PUT	필수
예약	예약 내역 보기	/reservations/{:id}	GET	필수
	예약 차량 상태 보기	/reservations/{:id}/cars/{:id}	GET	필수
	예약 상태 수정	/reservations/{:id}	PUT	필수

[자율주행 예약 정보 설계 기준]

○ 시스템 전체구성도

☐ 통신 방법: Internet 환경을 통해서 차량 내부 PC와 HMI가 통신 수행

- ☐ 메시지 습득: HMI는 UDP 통신으로 차량 내부 PC와 메시지 송수신을 통해 습득
- ☐ 메시지 처리: Packet 메시지 분석을 통해 정보 분류
- ☐ 차량 운행 정보 수집: HMI 내부 알고리즘을 통한 차량 운행 정보 수집
- ☐ 차량 운행 정보 판단: HMI 내부 알고리즘을 통한 차량 운행 정보 판단



[그림 118. HMI-Socar Server간 시스템 구성도]

○ HMI-Socar Server간 시스템 구성

- ☐ 통신 환경 구성
 - REST API 개발하여 통신 환경 구성
 - Internet 망을 통해 HMI-Socar Server간 메시지 전달 수행
- ☐ 메시지 구성
 - REST API 메시지 프로토콜을 구성하여 전체 메시지 시스템을 구성
 - REST API 요청 html을 통해 메시지 종류 구분
 - 메시지 연동 실패 시, 미리 정의한 반환 값을 통해 오류 확인

○ 테스트환경

- ☐ 실험 HMI 사양
 - CPU 모델 및 운영체제: Intel 코어M / Windows 10
- ☐ 실험 데이터
 - Socar Server를 통한 임의의 HMI-Socar Server간 프로토콜 메시지

○ 테스트과정

- ☐ 예약 환경 구성
 1. Socar Server에 예약 정보 입력
 2. HMI에서 예약 정보 확인
 3. HMI에서 출발 버튼 선택 시 예약 정보 변경
 4. HMI에서 도착 버튼 선택 시 예약 정보 변경

○ 수신 메시지 확인

- ☐ 메시지 수신
 - 미리 정의된 Packet 메시지 Protocol을 통해서 수신 메시지를 확인
- ☐ 메시지 헤더 분석
 - 수신 메시지의 헤더를 분석하여 메시지 ID 분석
- ☐ 메시지 분류

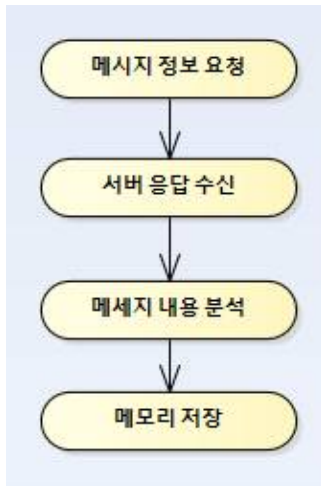
- 분석된 메시지 ID를 통해서, 데이터 분류 프로토콜 적용

☐ 데이터 내용 분석

- 적용된 프로토콜에 따라서 데이터 내용 분석

☐ 메모리 저장

- 분석된 내용을 내부 메모리에 저장



☐ 메시지 정보 요청

- URL을 통해 서버 쪽으로 메시지 정보를 요청

☐ 서버 응답 수신

- URL 요청 이후, 서버 쪽에서 전달되는 응답 메시지를 수신

☐ 데이터 내용 분석

- 수신된 응답 메시지를 미리 정의된 양식에 따라서 분석하여 필요한 정보들로 분류

☐ 메모리 저장

- 분석된 내용을 내부 메모리에 저장

[Socar Server 수신 메시지 확인 전체 구성도]

○ 수신 메시지 결과

```

<data>
  <reservation>
    <carId>2</carId>
    <endAt>2018-08-08T00:00:00</endAt>
    <endPlaceId>8</endPlaceId>
    <id>1</id>
    <memberId>3</memberId>
    <startAt>2018-08-08T00:00:00</startAt>
    <startPlaceId>12</startPlaceId>
    <state>reserve</state>
  </reservation>
</data>
</CAR>
  
```

[HMI에서 수신한 메시지를 확인한 결과]

○ 결과 활용용도

☐ 차량 예약 정보 획득

- HMI에서 예약된 차량 정보 확보

☐ 차량 상태 정보 전달

- HMI에서 차량 상태를 Socar 서버로 전송

○ 자율주행 카셰어링 서비스 HMI 후속 연구를 위한 제안

☐ 다중 사용자가 예약한 경우 예약 관리 및 표시, 자율주행 카셰어링 사용자의 Use Case에 따른 추가 예약을 관리하고 표시할 수 있는 설계 및 개발 필요

2.3 차량 운행 정보 수집 및 판단 기법

연구범위

○ 카셰어링 자율주행을 위한 특화된 정보 취득 및 처리

○ 정보를 통한 차량 운행 정보 수집 및 차량 운행 판단

○ 차량 운행 정보 송수신 설계 기준

☐ 아래의 설계 조건을 기준으로 하여서 차량 운행 정보 수집 시스템을 구성

구분	기능	Value	설명		
			Message Name	Sender	Receiver
1	고객 정보	0x01	CUSTOMER_POS	HMI	SNU PC
2	HMI 신호	0x02	HMI_SIGNAL	HMI	SNU PC
3	신호등 정보	0x03	TRAFFIC_LIGHT_INFO	HMI	SNU PC
4	GPS 정보	0x04	GPS_INFO	SNU PC	HMI

[차량 운행 정보 송수신 설계 기준]

- 고객 정보 수집

	Header			Body		
Field name	Magic word	Sequence Number	Size of msg	Device id	Start Index	End Index
Byte length	1	1	2	3	1	1
Value	0x01	0~255	5	MAC Addr. 하위 3byte	정류장 index (default = 255)	정류장 index (default = 255)

[고객 정보 수집 설계 기준]

- HMI 신호 수집

	Header			Body	
Field name	Magic word	Sequence Number	Size of msg	Device id	HMI Signal
Byte length	1	1	2	3	1
Value	0x02	0~255	4	MAC Addr. 하위 3byte	0x00 (완료) 0x01 (출발)

[HMI 신호 수집 설계 기준]

- 신호등 정보 수집

	Header		
Field name	Magic word	Sequence Number	Size of msg
Byte length	1	1	2
Value	0x03	0~255	26+(33*Traffic Light Count)

	Body						
Field name	Time Stamp						
	year	month	day	hour	minute	second	millisecond
Byte length	2	1	1	1	1	1	2
Value	(yyyy)	(mm)	(dd)	(hh)	(mm)	(ss)	(sss)

	Body (계속)		
Field name	Intersection Basic Info		
	Intersection Position		Traffic Light Count
	Latitude	Longitude	
Byte length	8	8	1
Value	dd.mmmmmmmm	ddd.mmmmmmmm	-

	Body (계속)					
Field name	Traffic Light Info					
	Link ID	Traffic Light Position		Status	Movement States	
		Latitude	Longitude		Current State	Time to Change
Byte length	8	8	8	1	4	4
Value	아래 참고	dd.mmmmmmmm	ddd.mmmmmmm mm	0, 1, 2	1 (Green) 2 (Yellow) 4 (Red)	msec

[신호등 정보 수집 설계 기준]

- GPS 정보 수집

	Header			Body
Field name	Magic word	Sequence Number	Size of msg	Device Id
Byte length	1	1	2	3
Value	0x04	0~255	32	MAC Addr 하위 3byte

	Body (계속)						
Field name	Time Stamp						
	year	month	day	hour	minute	second	millisecond
Byte length	2	1	1	1	1	1	2
Value	(yyyy)	(mm)	(dd)	(hh)	(mm)	(ss)	(sss)

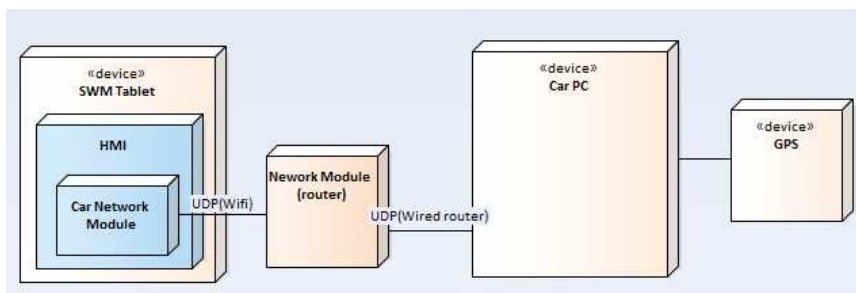
	Body (계속)			
Field name	Position (GPS)			
	Latitude	Longitude	Heading	GPS Speed
Byte length	8	8	2	2
Value	dd.mmmmmmmm	dd.mmmmmmmm	-	(km/h)

	Body (계속)		
Field name	Car		
	Car State	Car Error	Break time
Byte length	1 byte	1 byte	1 byte
Value	운행 중 (0x00)	정상 (0x00)	운행 중 (0x00)
	목적지 도착 (0x01)	에러 발생 (0x01)	휴식 중 (0x01)

[차량 정보 수집 설계 기준]

○ 시스템 전체구성도

- ☐ 통신 방법: Internet 환경을 통해서 차량 내부 PC와 HMI가 통신 수행
- ☐ 메시지 습득: HMI는 UDP 통신으로 차량 내부 PC와 메시지 송수신을 통해 습득
- ☐ 메시지 처리: Packet 메시지 분석을 통해 정보 분류
- ☐ 차량 운행 정보 수집: HMI 내부 알고리즘을 통한 차량 운행 정보 수집
- ☐ 차량 운행 정보 판단: HMI 내부 알고리즘을 통한 차량 운행 정보 판단



[그림 119. HMI-차량간 시스템 구성도]

○ HMI-차량 PC간 시스템 구성

- ☐ 네트워크 프로토콜 구성
 - UDP 프로토콜을 개발하여 local 네트워크 환경을 구성
 - Internet 망을 통해 HMI-차량 PC간 메시지 전달 수행
- ☐ 메시지 구성
 - Packet 메시지 Protocol을 구성하여 전체 메시지 연동 시스템을 구성
 - Packet 메시지를 통해 특정 메시지와 데이터 구분
 - 메시지 연동 실패 시, 통신 이상 판단하여 수신 대기 모드 전환

○ 테스트환경

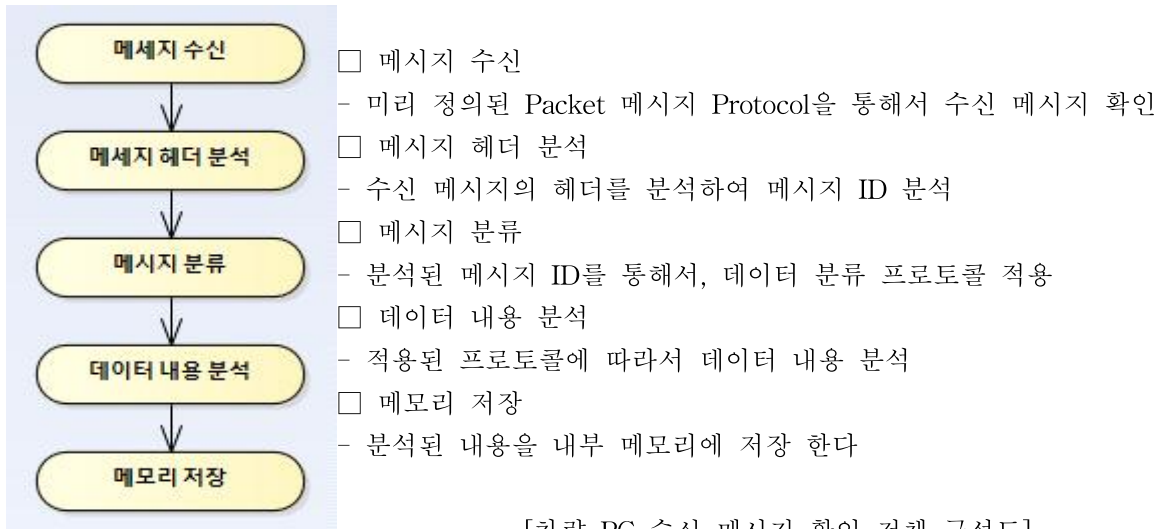
- ☐ 실험 차량 PC 사양
 - CPU 모델 및 운영체제: Intel i5-6600(3.3GHz) / Windows 10
- ☐ 실험 HMI 사양
 - CPU 모델 및 운영체제: Intel 코어M / Windows 10
- ☐ 실험 데이터
 - V2X 시뮬레이터를 통한 임의의 HMI-차량 PC 간 프로토콜 메시지
 - V2X 시뮬레이터를 통한 지속적으로 변경되는 차량 위치 정보

○ 테스트과정

- ☐ IP / Port 환경 구성
 1. 차량 PC의 IP 주소 확인

2. HMI의 IP 주소 확인
3. 차량 PC에서 2.에서 확인한 IP 주소를 입력하여 프로그램 세팅
4. HMI에서 1.에서 확인한 IP 주소를 입력하여 프로그램 세팅

○ 수신 메시지 확인



○ 수신 메시지 결과

```

Receive Data
Packet_Type      4 0x04:
Current_Sequence 54 0x36:
Payload_size     35 0x23:
Device_Id        123 0x010203:
year             2018 0x7E2:
month            8 0x08:
day              7 0x07:
hour             11 0x0B:
minute           35 0x23:
second           45 0x2D:
millisecond       0 0x00:
Latitude         37.36970762:
Longitude        126.720382099974:
Heading          0 0x00:
GPS_Speed        30 0x1E:
Car_State        0 0x00:
Car_Error        0 0x00:
Break_Time       0 0x00:
  
```

[HMI에서 수신한 메시지를 확인한 결과]

○ 결과 활용용도

- ☐ 차량 위치 정보 판단
 - 차량의 위치 정보를 분석하여서 차량 위치 확보
- ☐ 차량 위치 정보 판단
 - 차량의 위치 정보를 분석하여서 차량 위치 확보
- ☐ 차량 상태 정보 판단
 - 차량의 상태 정보를 분석하여서 차량 상태 확보(정상, 고장, 통신에러)

○ 자율주행 카셰어링 서비스 HMI 후속 연구를 위한 제안

☐ 추가 차량 정보를 통한 차량 운행

- Heading 정보를 통한 차량 방향 파악 설계 및 개발

- Heading 정보와 속도 정보 파악을 통한 차량 이동 예측 설계 및 개발

2.4 자율주행 카셰어링 서비스를 위한 HMI 시스템 구성

연구범위

○ 자율주행 카셰어링 서비스 사용자에게 운전 정보 제공을 위한 HMI 제작

○ 자율주행 카셰어링 차량의 출발 도착을 위한 인터페이스 제공

○ HMI 시나리오 구성

☐ 요청 위치까지 도착하는 카셰어링 서비스

#	사용자 행동	Service State	이벤트 흐름	HMI
1	차량 선택	Waiting	-	대기화면 출력
2	예약 완료	Reserved	App->SoCar서버-> HMI->차량	출발 전 화면 출력
3	차량 출발지 도착	Reserved	-	출발 전 화면 출력
4	차량 운행	Driving	HMI->차량 HMI->SoCar서버	운행 중 화면 출력
5	ITS 연동 (운행중)	Driving	ITS->HMI->차량 차량->HMI->CITS	운행 중 화면 출력, 신호등 정보 표시
6	차량 도착지 도착	Driving	-	차량 운행 완료 화면 출력
7	차량 반납	EndDriving	HMI->차량 HMI->SoCar서버	대기화면 출력
8	차량 대기	Waiting	-	대기화면 출력
*	모든 상황	Waiting/Reserved/ Driving/EndDriving	ITS->HMI->차량 차량->HMI->ITS	신호등 정보 송수신 차량 정보 송수신

○ 자율주행 카셰어링 서비스 HMI 시스템 구성도

☐ HMI: 터치를 지원하는 Tablet HW를 사용하며 개발 프로그램을 사용

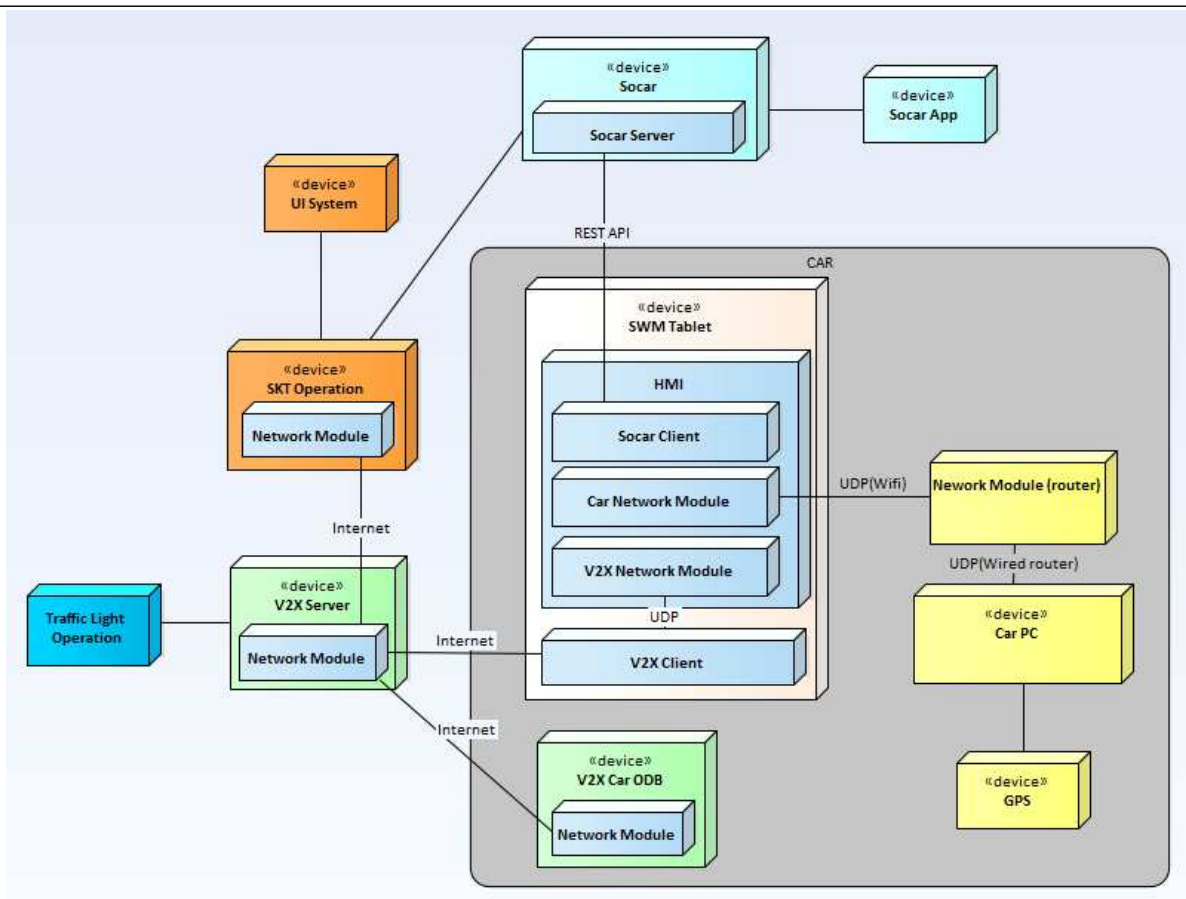
☐ HMI 배치: 차량 내부에 배치하여 예약 시스템과 차량 간 메시지 송수신 수행

☐ 예약 정보 수집: 예약 시스템과의 REST API 통신을 통해서 정보 수집

☐ 차량 정보 수집: 차량 내부의 Network Module과의 UDP 통신을 통해 정보 수집

☐ 외부 환경 정보 수집: Tablet 내부의 V2X 클라이언트 프로그램과의 UDP 통신을 통해 정보 수집

☐ 정보 저장: HMI 프로그램 내부의 각각의 Client와 Module을 통해 내부 메모리에 저장



[그림 120. 카셰어링 HMI 시스템 구성도]

○ HW 시스템 구성

□ HMI-Car PC

- 차량 내부의 Network Module(router)를 통해서 네트워크 망을 구성한 후 해당 네트워크 망에서 UDP 통신을 통해 메시지 송수신

□ HMI-V2X Server

- 별도의 V2X Server를 구성 후 HMI와는 Internet 통신을 통해 메시지 송수신

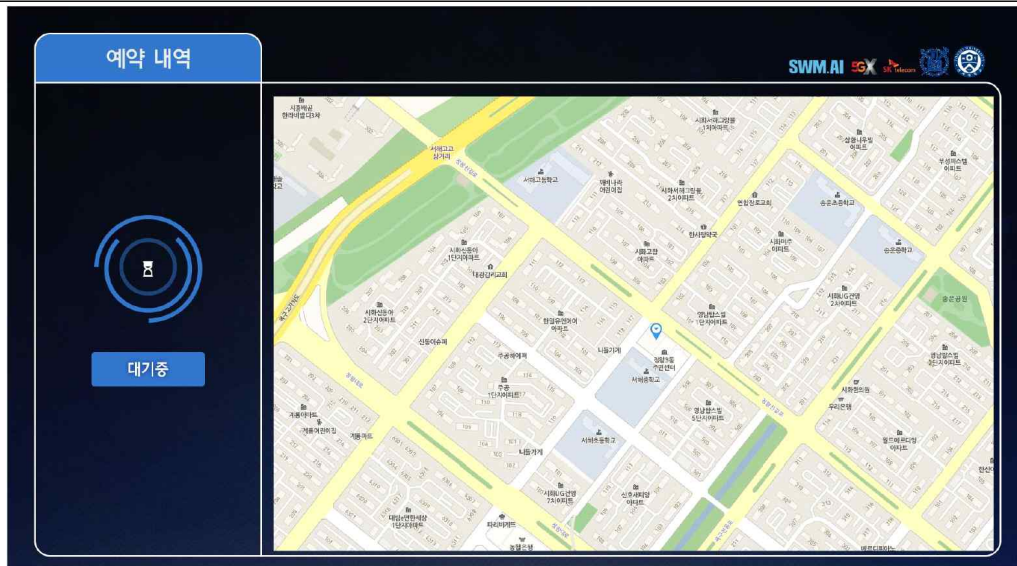
□ HMI Soccar Server

- 별도의 Soccar Server를 구성 후 HMI와는 Internet 통신을 통해 메시지 송수신

○ HMI UI 구성

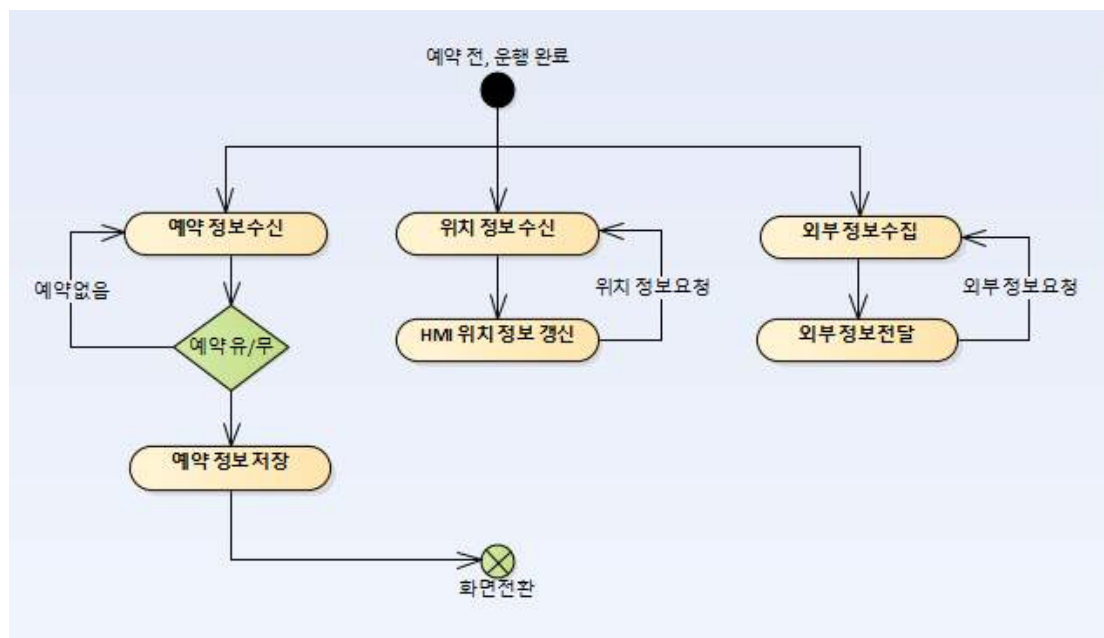
□ 차량 대기 상태 (예약 전 또는 운행 완료 상태 시)

- 최초 HMI 실행 시 출력되는 화면 UI
- 운행이 완료 되어서 차량 반납이 완료된 경우에도 해당 화면 출력
- 차량 예약이 되기 전까지 대기 중 화면 출력



[그림 121. HMI UI 대기 중 화면]

□ 차량 대기 상태 알고리즘



[그림 122. 차량 대기 상태 운용 알고리즘]

- HMI 시스템은 예약이 없는 경우 계속해서 예약 정보 요청

#	상황	HMI 수행
1	예약 정보 수신	Socar Server로 예약 된 사항이 있는지 요청
2	예약 유/무 판단	Socar Server에서 예약 된 사항을 확인 후, 예약 정보를 요청
3-1	예약 정보 저장	예약된 내용을 HMI 정보로 저장
3-2	예약 정보 재수신	예약된 정보가 없는 경우 Socar 서버로 예약 된 사항이 있는지 요청
4	화면전환	예약 정보가 정상적으로 저장된 경우 출발 전 화면으로 전환

- HMI 시스템은 차량의 위치 파악을 위해 위치 정보를 수신하고 위치 정보 갱신

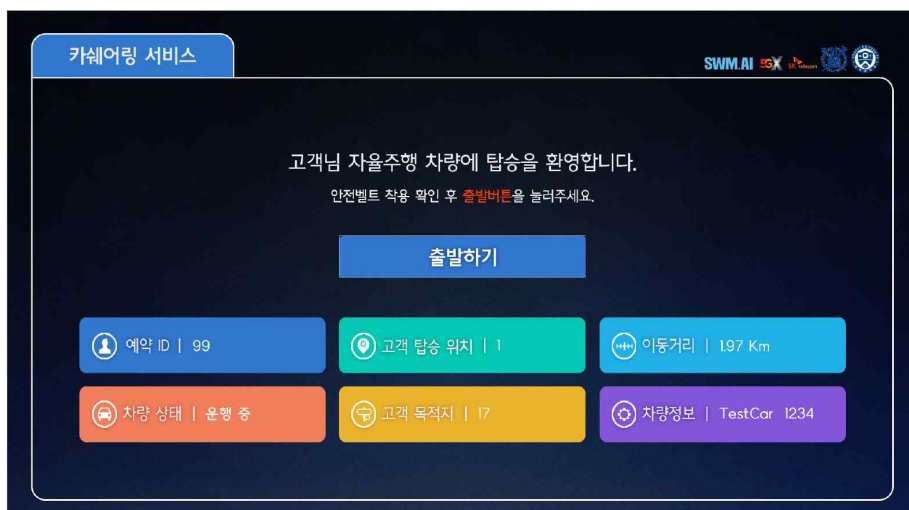
#	상황	HMI 수행
1	차량 정보 수신	차량으로부터 위치 정보 및 차량 속도 수신
2	차량 정보 갱신	HMI의 차량 정보를 갱신하여 저장
3	차량 정보 송신	차량정보를 ITS 쪽으로 송신
4	차량 정보 재수신	정상적으로 ITS 쪽으로 정보를 송신한 경우 다시 차량 정보를 요청

- HMI 시스템은 자율주행 차량 운영을 위해 외부정보를 수집하며, 수집된 정보를 차량 PC로 전달

#	상황	HMI 수행
1	외부 정보 수신	ITS으로부터 외부 환경 정보 수신
2	외부 정보 갱신	HMI의 외부 환경 정보를 갱신하여 저장
3	외부 정보 송신	외부 환경 정보를 차량쪽으로 송신
4	외부 정보 재수신	정상적으로 차량 쪽으로 정보를 송신한 경우 다시 외부 정보를 요청

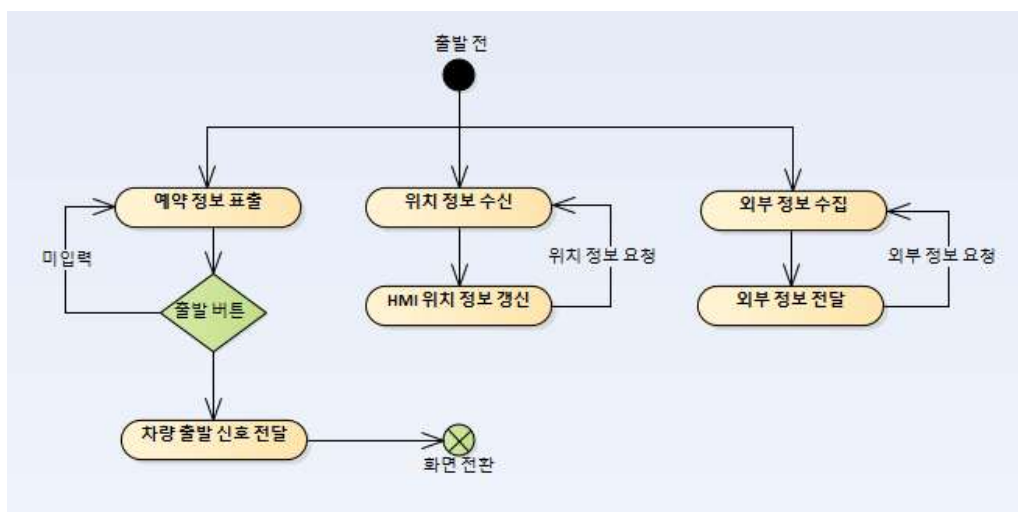
□ 차량 출발 전 상태 (예약 완료 후 상태)

- 차량 예약이 완료 된 후 출력되는 화면 UI
- 예약 정보, 이동 거리, 차량 정보 등을 보여 준다
- 사용자가 출발하기 버튼을 터치할 때까지 해당 화면 출력



[그림 123. HMI UI 출발 전 화면]

□ 차량 출발 전 상태 알고리즘



[그림 124. 차량 출발 전 상태 운용 알고리즘]

- HMI 시스템은 예약 정보를 표출하고 출발 버튼이 누르기 전까지 해당 화면을 계속해서 표출

#	상황	HMI 수행
1	고객 탑승	-
2-1	출발 버튼 입력	차량에 출발 신호를 송신
2-2	출발 버튼 미입력	고객이 출발 버튼을 누를 때까지 출발 전 화면 출력
3	차량 출발 송신	차량쪽으로 차량 출발 신호를 송신
4	차량 운행 송신	Socar Server쪽으로 차량 운행 신호를 송신
5	화면 전환	정상적으로 3,4를 수행한 경우 운행 중 화면으로 전환

- HMI 시스템은 차량의 위치 파악을 위해 위치 정보를 수신하고 위치 정보 갱신

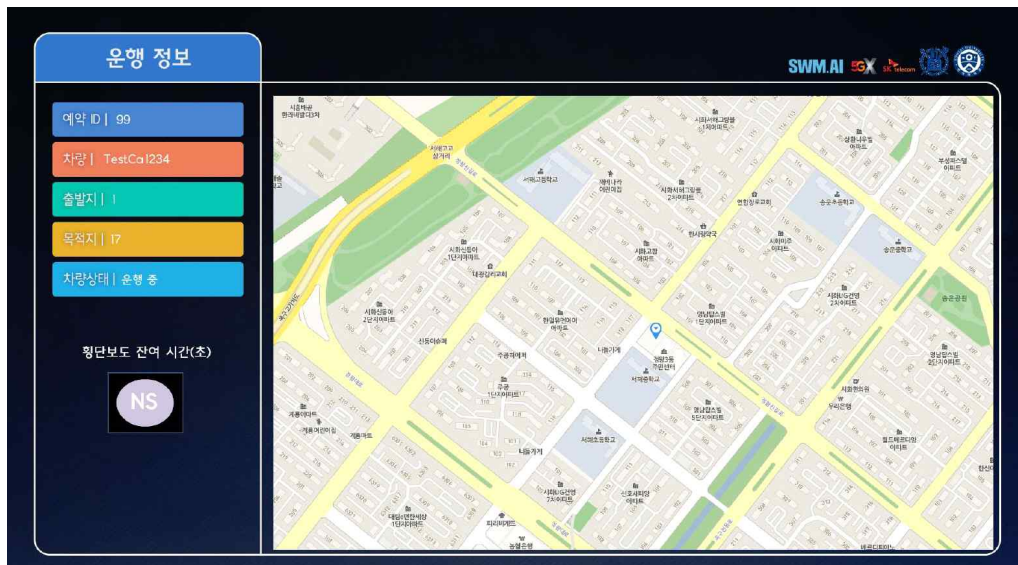
#	상황	HMI 수행
1	차량 정보 수신	차량으로부터 위치 정보 및 차량 속도 수신
2	차량 정보 갱신	HMI의 차량 정보를 갱신하여 저장
3	차량 정보 송신	차량정보를 ITS 쪽으로 송신
4	차량 정보 채수신	정상적으로 ITS 쪽으로 정보를 송신한 경우 다시 차량 정보를 요청

- HMI 시스템은 자율주행 차량 운행을 위해 외부정보를 수집하며, 수집된 정보를 차량 PC로 전달

#	상황	HMI 수행
1	외부 정보 수신	ITS으로부터 외부 환경 정보 수신
2	외부 정보 갱신	HMI의 외부 환경 정보를 갱신하여 저장
3	외부 정보 송신	외부 환경 정보를 차량쪽으로 송신
4	외부 정보 채수신	정상적으로 차량 쪽으로 정보를 송신한 경우 다시 외부 정보를 요청

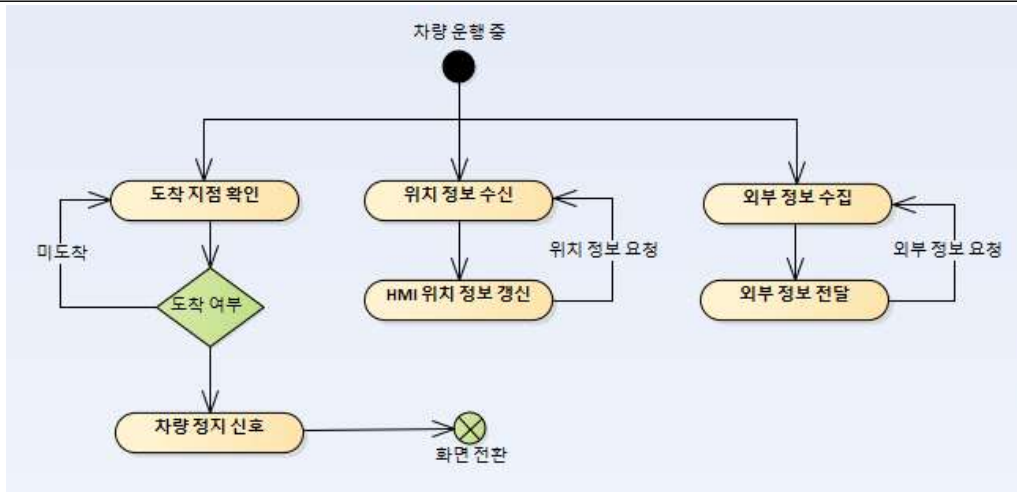
□ 차량 운행 중 상태 (사용자가 출발하기 버튼을 누른 후, 운행 중 상태)

- 사용자가 출발하기 버튼을 누른 후 출력되는 화면 UI
- 예약 정보, 차량 상태, 외부 환경 정보, 차량 위치 정보 등을 출력
- 목적지에 도착할 때까지 해당 화면 출력



[그림 125. 차량 운행 중 HMI 화면]

□ 차량 운행 중 알고리즘



[그림 126. 차량 운행 중 알고리즘]

- HMI 시스템은 도착 지점을 확인하고 도착 여부를 판단 한다

#	상황	HMI 수행
1	차량 운행	예약 정보를 통해서 도착지 좌표를 계산
2	도착지 접근 확인	도착지 좌표와 현 차량의 위치를 계산하여서 10m 이내로 차량이 도착 했는지 확인한다.
3-1	차량 도착 확인	10m 이내로 접근한 경우 차량 쪽으로 도착 신호 송신 수행
3-2	차량 미도착 확인	10m 이내로 접근 못한 경우 계속해서 차량 도착 확인 수행

- HMI 시스템은 차량이 도착한 경우 차량에 정지 신호를 보낸다

1	차량 도착 송신	차량 쪽으로 차량 정지 신호 송신
2	차량 운행 송신	Socar Server 쪽으로 차량 운행 종료 신호 송신
3	화면 전환	정상적으로 1,2를 수행한 경우 대기 중 화면으로 전환

- HMI 시스템은 차량의 위치 파악을 위해 위치 정보를 수신하고 위치 정보를 갱신한다

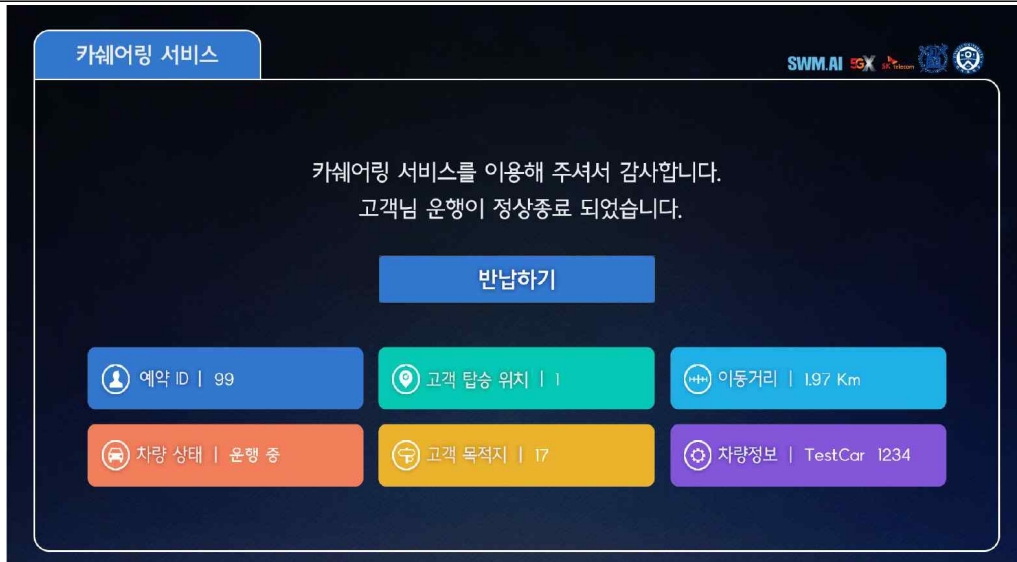
#	상황	HMI 수행
1	차량 정보 수신	차량으로부터 위치 정보 및 차량 속도 수신
2	차량 정보 갱신	HMI의 차량 정보를 갱신하여 저장
3	차량 정보 송신	차량정보를 ITS 쪽으로 송신
4	차량 정보 재수신	정상적으로 ITS 쪽으로 정보를 송신한 경우 다시 차량 정보를 요청

- HMI 시스템은 자율주행 차량 운행을 위해 외부정보를 수집하며, 수집된 정보를 차량 PC로 전달 한다

#	상황	HMI 수행
1	외부 정보 수신	ITS으로부터 외부 환경 정보 수신
2	외부 정보 갱신	HMI의 외부 환경 정보를 갱신하여 저장
3	외부 정보 송신	외부 환경 정보를 차량쪽으로 송신
4	외부 정보 재수신	정상적으로 차량 쪽으로 정보를 송신한 경우 다시 외부 정보를 요청

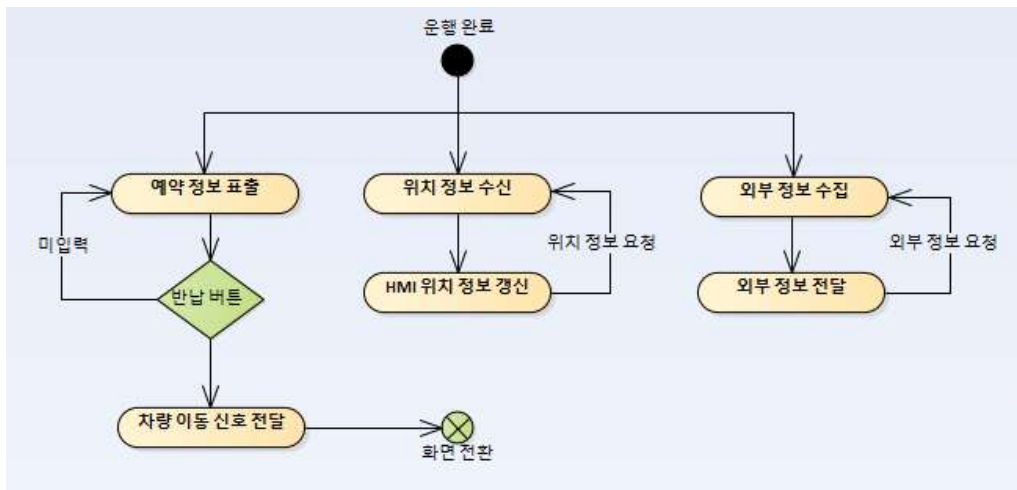
□ 차량 운행 완료 상태 (차량이 목적지에 도착한 후)

- 차량이 목적지에 도착한 경우 출력되는 화면 UI
- 예약 정보, 이동 거리, 차량 정보 등을 보여 준다
- 사용자가 반납하기 버튼을 터치할 때까지 해당 화면을 보여 준다



[그림 127. 차량 운행 완료 화면]

□ 차량 운행 완료 알고리즘



[그림 128. 차량 운행 완료 알고리즘]

- HMI 시스템은 예약 정보를 표출하고 출발 버튼이 누르기 전까지 해당 화면 연속 표출

#	상황	HMI 수행
1	차량 정지	-
2-1	반납 버튼 입력	차량에 운행 신호 송신
2-2	반납 버튼 미입력	고객이 반납 버튼을 누를 때까지 운행 완료 화면 출력
3	차량 운행 송신	차량쪽으로 차량 출발 신호를 송신
4	차량 운행 송신	Socar Server쪽으로 차량 운행 신호를 송신
5	화면 전환	정상적으로 3,4를 수행한 경우 대기 중 화면으로 전환

- HMI 시스템은 차량의 위치 파악을 위해 위치 정보를 수신하고 위치 정보 갱신

#	상황	HMI 수행
1	차량 정보 수신	차량으로부터 위치 정보 및 차량 속도 수신
2	차량 정보 갱신	HMI의 차량 정보를 갱신하여 저장
3	차량 정보 송신	차량정보를 ITS 쪽으로 송신
4	차량 정보 재수신	정상적으로 ITS 쪽으로 정보를 송신한 경우 다시 차량 정보를 요청

- HMI 시스템은 자율주행 차량 운행을 위해 외부정보를 수집하며, 수집된 정보를 차량 PC로 전달

#	상황	HMI 수행
1	외부 정보 수신	ITS으로부터 외부 환경 정보 수신

2	외부 정보 갱신	HMI의 외부 환경 정보를 갱신하여 저장
3	외부 정보 송신	외부 환경 정보를 차량쪽으로 송신
4	외부 정보 재수신	정상적으로 차량 쪽으로 정보를 송신한 경우 다시 외부 정보를 요청

□ 통신 오류 발생 시 처리

- 각 기기별로 통신 오류로 인해서 통신을 수행 못하는 경우 1초내에 HMI내에서 경고 문구를 출력하고 다시 연결하기 전까지 통신을 중단한다.
- 통신 오류가 발생하면 쏘카 서버쪽으로 예약 불가 처리 메시지를 송신한다.



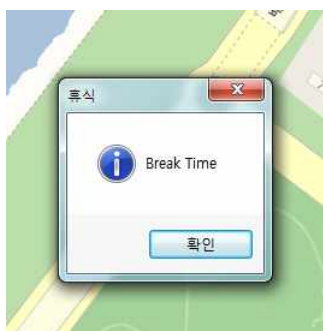
□ 차량 이상 발생 시 처리

- 차량 이상으로 인해서 운행을 수행 못하는 경우 1초내에 HMI내에서 경고 문구를 출력하고 다시 연결하기 전까지 통신을 중단한다.
- 차량 이상이 발생하면 쏘카 서버쪽으로 예약 불가 처리 메시지를 송신한다.



□ 차량 대기 발생 시 처리

- 차량 대기 혹은 충전으로 인해서 운행을 수행 못하는 경우 1초내에 HMI내에서 문구를 출력하고 다시 연결하기 전까지 통신을 중단한다.
- 차량 대기가 발생하면 쏘카 서버쪽으로 예약 불가 처리 메시지를 송신한다.



(3) 쏘카

3.1 자율주행 카셰어링 시나리오 개발

연구범위	○ 자율주행 카셰어링 왕복형 시나리오 - 기본 예약형태로 출발지/도착지가 동일한 왕복형 서비스(A→A) 시나리오
------	---

[표 5. 왕복형 시나리오]

순번	사용자 행동	APP 내 구현	System/Back-end	시연시 특이사항	Reservation State
1	스마트폰 앱 구동 및 로그인	구글 ID 로그인	-	-	-
2	대여기간, 대여/반납위치 지정(왕복)	Timepicker 및 지도 UI	사용자 단말 현재위치 기반	시연시 특정좌표/폴리곤으로 고정	-
3	차량 선택	사용자 선택지 제공	차량 availability 체크 (기존 예약건, 차량 state 등)	-	-
4	예약 완료	예약 상세내역 안내	예약 생성, 예약건 state 변경: "예약"	-	reserve : App에서 예약 생성 시
5	요금 결제	자동 결제 (결제금액 표시)	-	시연시 0원 Dummy text 제공	-
6	차량 도착 대기	차량 실시간 위치 및 도착예상시간 표시	차량 위치/속도정보 → SKT 관제서버 → 쏘카 서버 → APP 정보전달	-	-
	차량 위치로 도보 이동	차량 실시간 위치 및 도착예상시간 표시	차량 위치정보 → SKT 관제서버 → 쏘카 서버 → APP 정보전달	-	-
7	차량 도착 알림 수신	APP 푸시알림 활용	-	시연시 로컬 알림으로 대체 가능	ready : 출발지 15m 이내 차량 진입시
8	차량 탑승 확인	[HMI] 출발 버튼	예약건 state 변경: "운행중"	-	driving : 차량 탑승 후, 운행 시작
9	차량 운행(자율 또는 수동)	운행중 UI로 변경, 차량위치/반납위치/예상도착 시각 표시	차량 위치/속도정보 → SKT 관제서버 → 쏘카 서버 → APP 정보전달	-	-
10	차량 반납	[HMI] 반납 버튼, APP 반납 완료 알림	예약건 state 변경: "완료"	-	complete : App or HMI 운행 완료 버튼 클릭 반납위치에 반납
		APP 반납 버튼, APP 반납 완료 알림	예약건 state 변경: "완료"	예약 생성시 설정한 반납위치에 반납	
11	차량 대기	-	자율주행 경로 주행하면서 다른 예약건 대기	-	-

연구범위	○ 자율주행 카셰어링 편도형 시나리오 - 출발지와 도착지가 다른(A→B) 편도형 서비스 시나리오
------	--

[표 6. 편도형 시나리오]

순번	사용자 행동	APP 내 구현	System/Back-end	시연시 특이사항	Reservation State
1	스마트폰 앱 구동 및 로그인	구글 ID 로그인	-	-	-
2	대여기간, 대여/반납위치 지정(편도)	Timepicker 및 지도 UI	사용자 단말 현재위치 기반	시연시 특정좌표/폴리곤으로 고정	-
3	차량 선택	사용자 선택지 제공	차량 availability 체크 (기존 예약건, 차량 state 등)	-	-
4	예약 완료	예약 상세내역 안내	예약 생성, 예약건 state 변경: "예약"	-	reserve : App에서 예약 생성 시
5	요금 결제	자동 결제 (결제금액 표시)	-	시연시 0원 Dummy text 제공	-
6	차량 도착 대기	차량 실시간 위치 및 도착예상시간 표시	차량 위치/속도정보 → SKT 관제서버 → 쏘카 서버 → APP 정보전달	-	-
	차량 위치로 도보 이동	차량 실시간 위치 및 도착예상시간 표시	차량 위치정보 → SKT 관제서버 → 쏘카 서버 → APP 정보전달	-	-
7	차량 도착 알림 수신	APP 푸시알림 활용	-	시연시 로컬 알림으로 대체 가능	ready : 출발지 15m 이내 차량 진입시
8	차량 탑승 확인	[HMI] 출발 버튼	예약건 state 변경: "운행중"	-	driving : 차량 탑승 후, 운행 시작
9	차량 운행 (자율 또는 수동)	운행중 UI로 변경, 차량위치/반납위치/예상도착 시각 표시	차량 위치/속도정보 → SKT 관제서버 → 쏘카 서버 → APP 정보전달	-	-
10	차량 반납	[HMI] 반납 버튼	예약건 state 변경: "완료"	-	complete : App or HMI 운행 완료 버튼 클릭
		APP 반납 버튼	예약건 state 변경: "완료"	예약 생성시 설정한 반납위치에 반납	
11	차량 대기	-	자율주행 경로 주행하면서 다른 예약건 대기	-	-

3.2 자율주행 카셰어링 환경 구축

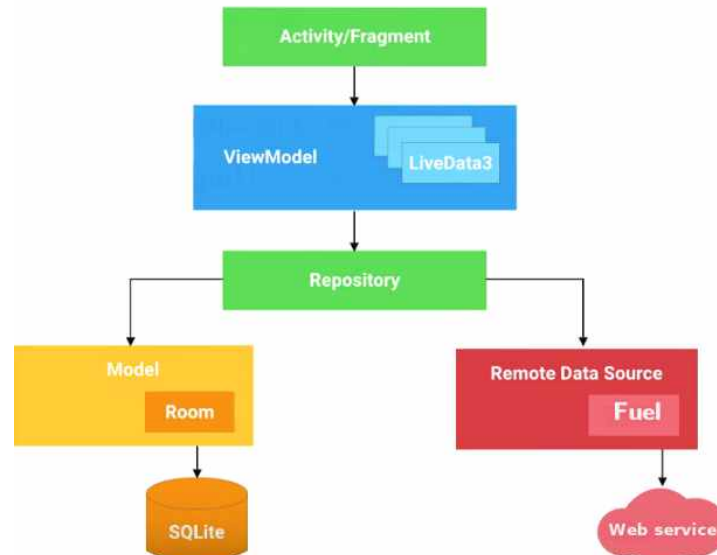
연구범위	○ 안드로이드 App. 개발 ○ 자율주행 카셰어링 APP 서버 구축
------	--

3.2.1 안드로이드 App. 개발

① 개발 스펙

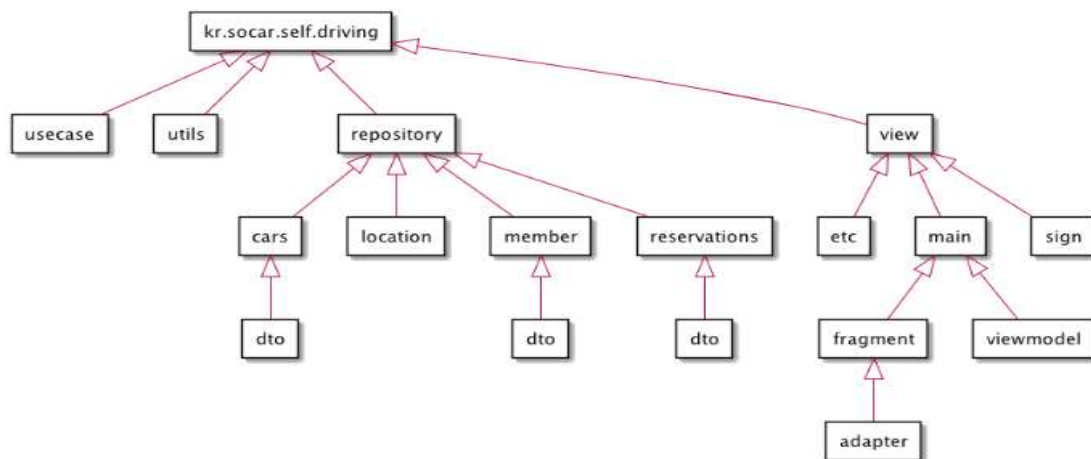
- Android 21 이상 지원, Firebase SDK, TMap API,

- Android Architecture Components, Material Design Components
- ② APP 실행 조건
 - Constants.TMAP_API_KEY 에서 TMapAPI Key값 세팅
 - FirebaseAPP 연동 후 google-services.json 파일 붙여넣기(./app/src/google-services.json)
- ③ 아키텍처 설명
 - 자율주행 카셰어링 APP은 AAC(Android Architecture Components)를 기반으로 구현
 - AAC에서 ViewModel, LiveData를 사용 및 Repository 개념 적용
 - Single Activity로 구현 및 Main Activity에 Widget과 Fragment가 오버레이 되는 방식으로 구현
 - UseCase 개념은 ViewModel과 Repository 사이에 위치



[그림 129. AAC를 이용한 아키텍처]

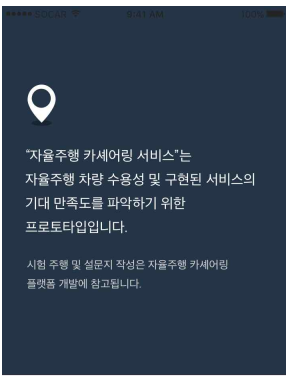
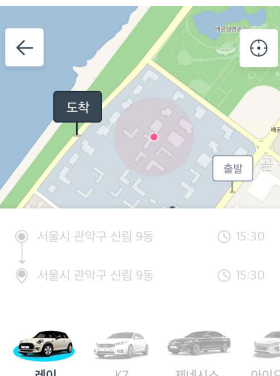
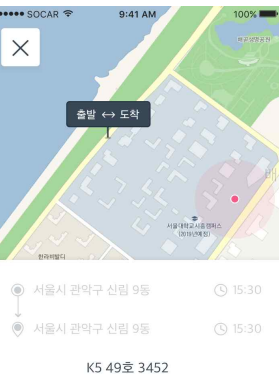
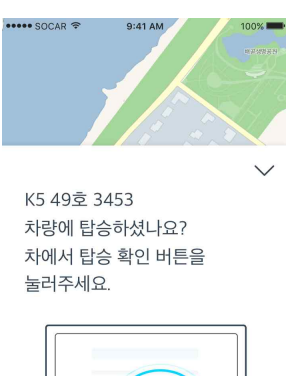
- 추가 설명
 - usecase : 사용자 행동에 따른 API 요청, 뷰 변환 담당
 - repository : API 통신기능 및 데이터 저장
 - main.view : 지도 Activity, 해당 Activity에 Fragment가 변경되며 APP이 구동



[그림 130. 패키지 구성]

- ④ 자율주행 카셰어링 서비스에 특화되어 최적화된 스마트폰앱 UI 프로토타입 개발
 - 자율주행 카셰어링 서비스에 특화되어 새롭게 개발된 기술로 자율주행 서비스에 최적화된 UI 설계 및 프로토타입 개발

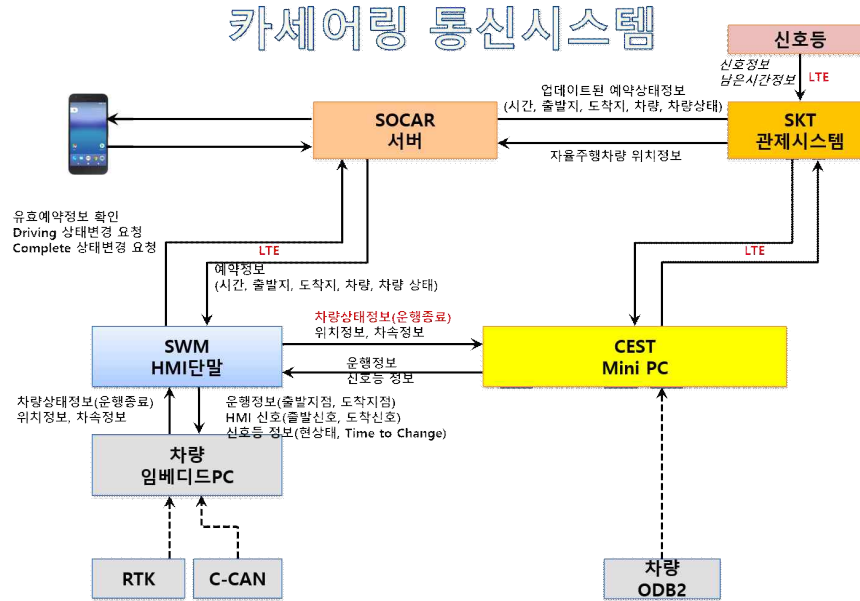
- 차량 중심 UI였던 기존 카셰어링(쏘카) APP에서 사용자의 출/도착지 중심의 UI로 새롭게 구현
- 새롭게 구현된 UI에 따라 로그인부터 출/도착지 설정, 차량 이용 및 도착 후 반납에 이르기까지 전반적인 서비스 flow 개발

 시험주행을 위해 로그인 해주세요. Google 계정으로 로그인 구글계정 로그인 · APP 실행 화면 · 자율주행 카셰어링 이용을 위한 로그인 안내 (Google)	 11:30 출발 도착 출발지 변경 내 근처로 찍힘 관악구 신림 9동 1230- 출발지/도착지 설정 · 출발지는 현재위치를 기본으로 설정 하며, 변경가능 · 원하는 도착지 설정 (본 과제에는 출발지/도착지 선택 제한 있음)	 도착 출발 서울시 관악구 신림 9동 15:30 레이 K7 제네시스 아이오닉 결제금액 32,000원 차량 선택 · 원하는 차량 선택 (본 과제에는 선택 차량 제한 있음)	 출발 <=> 도착 서울시 관악구 신림 9동 15:30 서울시 관악구 신림 9동 15:30 K5 49호 3452 차량이 근처에 있습니다. 확인 * 탑승 후 확인 버튼을 눌러주세요. 주변 차량 확인 · 선택 차량 배차 확인 · 탑승 후 Action 안내
 K5 49호 3453 차량에 탑승하셨나요? 차에서 탑승 확인 버튼을 눌러주세요. 출발 탑승 및 출발 확인 · 도착지로 이동을 위한 자율주행차량 탑승 확인 및 자율주행차량 출발 요청	 도착 출발 K5 49호 3453 차량에 탑승하셨나요? 차에서 탑승 확인 버튼을 눌러주세요. 실시간 차량위치 확인 · 이동 중 자율주행차량 위치 실시간 확인	 도착 출발 이동 중입니다. 목적지 : 성수동 130-1 도착 및 반납 · 도착위치 확인 · 하차 후 반납 요청	 도착 출발 도착했습니다. 반납 버튼을 눌러주세요. 반납

[그림 131. 자율주행 카셰어링 서비스 스마트폰앱 UI 설계 및 동작 순서]

3.2.2 자율주행 카셰어링 APP 서버 구축

① 시스템 통신 구성도



[그림 132. 통합 시스템 통신 구성도]

② 상태 정의

[표 7. 자율주행 카셰어링 서비스 특화되어 카셰어링 예약상태 정의]

State	Description	상태변경 시점
reserve	예약 생성	최초 예약 생성 시
ready	운행 시작 전	출발지와 차량위치가 15m이내가 될 시
driving	운행 중	App or HMI 운행 시작 버튼 클릭 시
complete	예약 종료	App or HMI 운행 완료 버튼 클릭 시
cancel	예약 취소	APP 운행 취소 버튼 클릭 시

[표 8. 자율주행 카셰어링 서비스 특화되어 자율주행 차량상태 정의]

State	Description	상태변경 시점
active	사용가능	차량 최초 등록 시
breakdown	고장	HMI에서 차량 상태에 따른 고장 여부 전송 시
inactive	사용불가	관리자에 의한 사용 불가 판정 시

※ 차량 상태 정보에 따라 적합한 차량을 화면에 표시하기 위해 HMI 서버와 통신하는 신규 API 및 프로토콜을 정의하였음

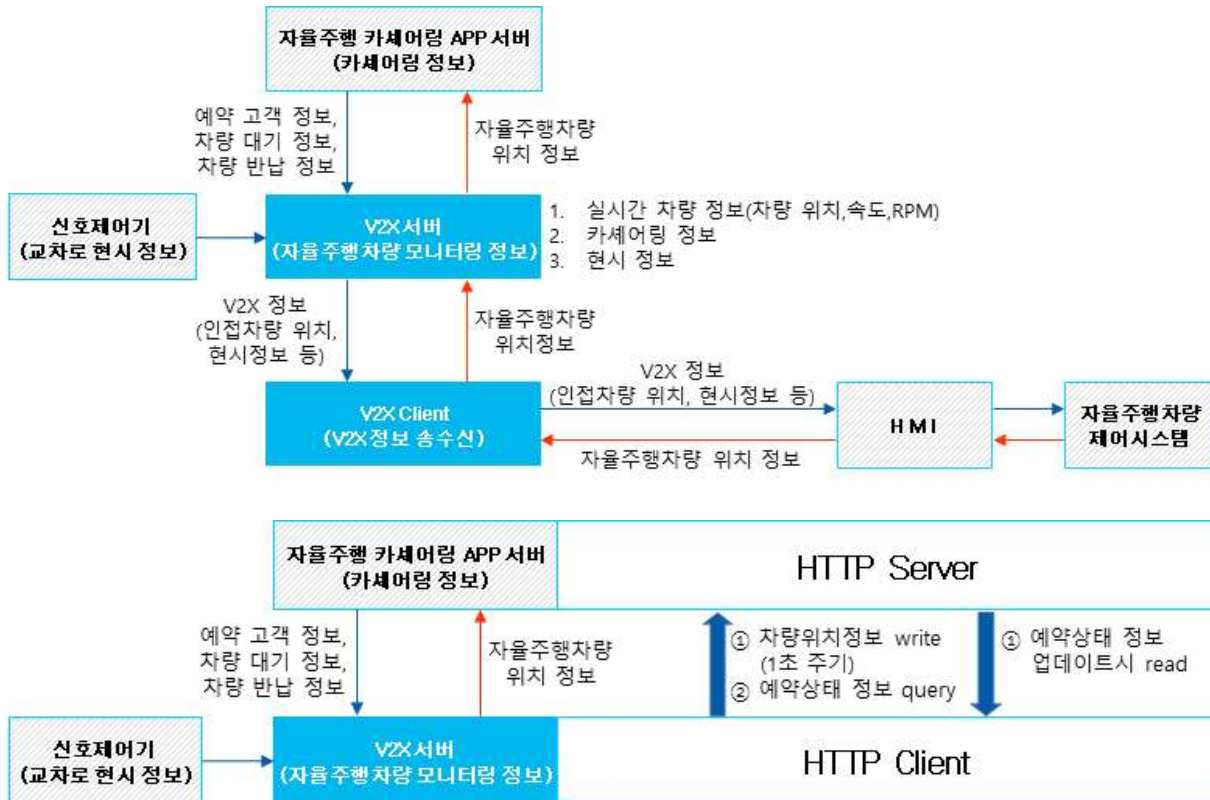
[표 9. 자율주행 카셰어링 서비스 특화되어 APP↔Server 간 상세 API 정의]

http method	API	Description
post	/members/sign	APP 토큰 얻기
get	/reservations	APP 유효 예약보기
get	/cars	APP 예약 가능 차량보기
post	/reservations	APP 예약하기
get	/reservations/{:id}	APP 예약 내역 보기
get	/reservations/{:id}/cars/{:id}	APP, HMI 예약차량 상태보기
put	/reservations/{:id}	APP 예약 수정하기
delete	/reservations/{:id}	APP 예약 취소하기
put	/cars	HMI 차량 상태 수정하기(breakdown 등)
get	/cars/{:id}	APP 차량 상세 보기

[표 10. 자율주행 카셰어링 서비스 특화되어 Server↔관제센터 간 상세 API 정의]

http method	API	Description
post	/car/{:id}/locations	V2X에서 차량 위치 전송하기
get	/car/{:id}/locations	차량 위치 보기

※ 자율주행 차량 및 교통 정보를 종합적으로 처리하는 관제센터와 통신하기 위해 신규 API 및 프로토콜을 정의하였음



[그림 133. Server↔SKT V2X 통신 구성도]

[표 11. HMI↔Server 간 상세 API]

http method	API	Description
get	/reservations	HMI 유효 예약 보기
get	/reservations/{:id}	HMI 예약 내역 보기
get	/reservations/{:id}/cars/{:id}	HMI 예약 차량 상태 보기
put	/reservations/{:id}	HMI 예약 수정하기
put	/cars	HMI 차량 상태 수정하기(breakdown 등)

3.2.3 프로토타입 App. 구동 화면



[그림 134. 자율주행 카셰어링 서비스 프로토타입 앱 구동 화면 - '18년 11월 7일 시연 장면]

3.3 자율주행 카셰어링 만족도 조사 및 결과 분석

연구범위	○ 자율주행 카셰어링 만족도 조사 및 결과 분석
------	----------------------------

3.3.1 만족도 조사

- ① 수행 목적
 - ㉠ 교통 이용 패턴에 따른 자율주행 카셰어링 서비스 수용성
 - ㉡ 자율주행 카셰어링 이용 전/후, 자율주행 인지 변화, 기대 만족도 검증
- ② 조사 상세
 - ㉠ 조사 방법
 - 1차 : 자율주행 카셰어링 서비스 이용 전 설문조사
 - 2차 : 자율주행 카셰어링 서비스 이용
 - 3차 : 자율주행 카셰어링 서비스 이용 후 설문조사
 - ㉡ 조사 대상

[표 12. 설문 참여 연령 구성]

(단위 : 명)

구분	연령대					미응답	합계
	20대	30대	40대	50대	60대 이상		
사전 설문	25	32	18	6	1	10	92
사후 설문	20	29	15	5	0	17	86

- ㉠ 조사 기간
 - 사전 설문 : 2018년 11월 2일 ~ 2018년 11월 7일(5일)
 - 사후 설문 : 2018년 11월 7일(1일)
- ㉠ 조사 장소
 - 사전 설문 : 온라인 URL 전달
 - 사후 설문 : 시연 장소 설문지 배포
- ㉠ 주요 조사 항목
 - 자율주행 인식/기대치
 - 평소 교통 이용 패턴
 - 안정성
 - 기대기능 만족도
 - 서비스 수용성
- ㉠ 사전 설문

[표 13. 평소 교통수단 이용패턴]

순번	질문 내용
1	평소 가장 많이 이용하는 교통수단을 체크해주세요.
2	(모두 선택) 최근 1주일 동안 이용한 교통수단에 체크해주세요.
3	(모두 선택) 최근 1주 동안 이용한 교통수단 중 "자가용 승용차"를 선택한 분만 응답해주세요. "자가용 승용차"의 불편한 점은 무엇인가요?
4	(모두 선택) 최근 1주 동안 이용한 교통수단 중 "택시"를 선택한 분만 응답해주세요. "택시"의 불편한 점은 무엇인가요?
5	(모두 선택) 최근 1주 동안 이용한 교통수단 중 "버스"를 선택한 분만 응답해주세요. "버스"

	의 불편한 점은 무엇인가요?
6	(모두 선택) 최근 1주 동안 이용한 교통 수단 중 "지하철"를 선택한 분만 응답해주세요. "지하철"의 불편한 점은 무엇인가요?
7	카풀은 목적지가 같은 방향인 2명 이상의 사람들이 한 대의 승용차에 동승하여 이동하는 것을 말합니다. 카풀을 해본 적이 있나요?
8	(모두 선택) [카풀 경험이 없는 분만 응답해주세요.] 카풀을 해보지 않은 이유는 어떤 것인가요?
9	(모두 선택) [카풀 경험이 있는 분만 응답해주세요] 카풀의 불편한 점이 있었다면 어떤 것이었나요? 카풀 경험이 있는 사람만 응답해주세요.
10	[면허가 없거나 운전을 하지 않으시는 분께서는 지인이 운전하는 차를 이용했을 때를 떠올려 답변해주시기 바랍니다] 차를 이용할 때, 트렁크에 짐을 많이 싣고 다니시나요?
11	(모두 선택) [면허가 없거나 운전을 하지 않으시는 분께서는 지인이 운전하는 차를 이용했을 때를 떠올려 답변해주시기 바랍니다] 트렁크에는 어떤 종류의 짐을 싣고 다니는 편인가요?

[표 14. 자동차 이용 패턴]

순번	질문 내용
1	운전하는 것을 좋아하시나요?
2	평균 1주일 동안 운전하는 날을 선택해주세요.
3	1일 평균 운전 시간을 선택해주세요.
4	카셰어링 서비스는 주변에 주차장에서 시간 단위로 차를 빌려서 이용 후, 시간만큼 요금을 지불하는 서비스입니다. (쏘카, 그린카 등)카셰어링 서비스 사용 빈도를 선택해 주세요.
5	(모두 선택) 카셰어링 서비스는 어떤 목적으로 사용하셨나요?

[표 15. 자율주행 수용도]

순번	질문 내용
1	평소 최신 자동차나 자동차 신기술에 관심 있나요?
2	자율주행 5단계는 운전자의 개입 없이 자동차가 스스로 주변 환경과 주행 상황을 파악하여 목적지까지 주행하는 것을 말합니다. 이러한 자율주행 기능이 몇 년 후에 상용화될 것으로 예상하시나요?
3	(모두 선택) 자율주행차를 탑승하신다면 어떤 순간이 불안할 것 같나요?
4	(모두 선택) 자율주행 기능이 상용화 되었을 때 우려되는 점은 어떤 것이 있나요?
5	(모두 선택) 자율주행 기능이 상용화 되었을 때 기대되는 점은 어떤 것이 있나요?
6	자율주행 카셰어링 서비스는 자율주행차량을 시간 단위로 빌려서 이용 후, 시간만큼 요금을 지불하는 서비스입니다. 자율주행 카셰어링 서비스가 상용화된다면 전체 교통 수단 이용에서 몇 % 정도 이용 하실 의사가 있으신가요?
7	(모두 선택) 자율주행 카셰어링 서비스를 이용하신다면 어떤 목적으로 이용할 것인가요?
8	자율주행 카셰어링 서비스 이용시, 어떤 좌석에 탑승하고 싶나요?
9	(모두 선택) 해당 좌석을 선택한 이유는 무엇인가요?
10	(모두 선택) 자율주행 차를 탄다면 목적지까지 가는 동안 무엇을 하고 싶으신가요?
11	자율주행 카셰어링 서비스는 택시와 비교하여 몇% 금액이 청구되는 게 적절하다고 생각하시나요? (출근 시간 기준 "강남역~홍대입구역"을 택시로 이동했을 때 16,000원이 청구됩니다.)

㉔ 사후 설문

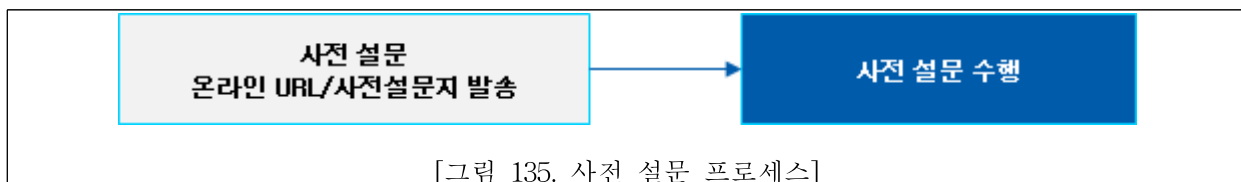
[표 16. 자율주행 카셰어링 이용 경험]

순번	질문 내용
1	자율주행 카셰어링 서비스를 체험한 장소는 익숙하셨나요?
2	자율주행 카셰어링 서비스를 이용하는 것에 대한 느낌을 선택해주세요.
3	APP에서 자율주행차량 예약시, 화면에서 지도와 주소를 보고 내가 설정한 출발지, 도착지를 인지하기 쉬우셨나요?
4	실제 탑승하신 차종은 무엇이었나요?
5	(모두 선택) 해당 차종을 선택하신 이유를 선택해주세요.
6	(모두 선택) 본인이 예약한 차량을 어떻게 알 수 있었나요?
7	출발지/목적지에 도착하여 자율주행차량에 승차/하차하는 순간의 느낌은 어떠셨나요?
8	(모두 선택) 차에 승차/하차하는 순간의 불안감을 완화해준 요인이 있었다면 무엇인가요?
9	(모두 선택) 오늘 자율주행 카셰어링 서비스 체험 중, 자율주행차를 타고 목적지까지 가는 동안 실제로 한 행동은 무엇인가요?
10	(모두 선택) 주행하는 순간 불안감이 느껴진 순간이 있었나요?
11	자율주행차가 출발지부터 목적지까지 효율적인 경로로 운행되었다고 생각하시나요?
12	(모두 선택) 자율주행차가 최단시간 경로로 운행하지 않는다면, 이것이 서비스 이용 의향에 영향이 있나요? 이유와 함께 선택해주세요.
13	(모두 선택) 탑승하신 자율주행차량 내부 HMI(네비게이션)에 제공된 신호등 정보는 도움이 되셨나요? 이유와 함께 선택해주세요.
14	(모두 선택) 오늘 이용한 자율주행 카셰어링 서비스가 상용화되면, 어떤 행동을 하고 싶으신가요?
15	목적지에 도착하여 자율주행차 "이용 완료" 의사 표시는 어떻게 하셨나요?
16	오늘 이용하신 자율주행 카셰어링 서비스가 상용화된다면 이용의사가 있으신지 아래 문항으로 답해주세요.

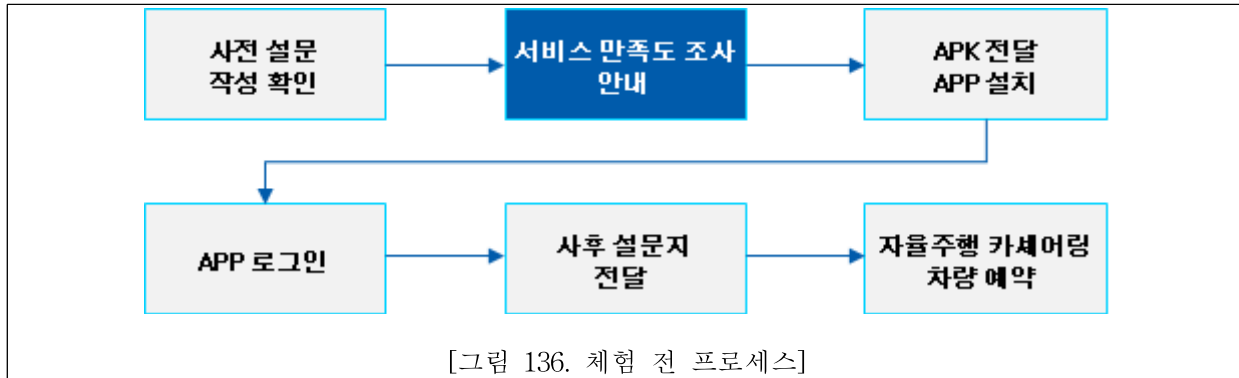
㉕ 조사 과정

- 사전 설문

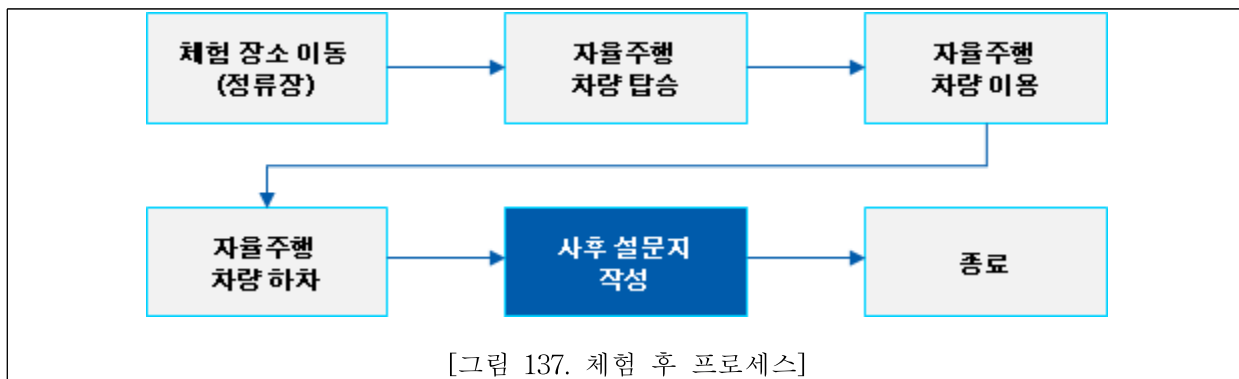
- 자율주행 카셰어링 이용 1주 전, 사전 설문 URL SMS 발송
- 체험전 응답 필수



- 자율주행 카셰어링 서비스 체험 사전준비 및 안내



- 사후 설문
 - 자율주행 카셰어링 이용 후 설문 응답 진행



3.3.1 결과 분석

- ① 설문결과 분석기법
- ㉠ 교차분석

- 명목, 순위, 등간 데이터의 성향을 갖고 있는 사회의 가치 내용을 분석하기 위해 사용되는 분석 기법으로, 한 변수의 범주를 다른 변수의 범주에 따라 빈도를 교차분석하는 교차표를 작성하고 두 변수간의 독립성과 관련성을 분석하기 위한 목적으로 사용

㉡ 빈도분석

- 빈도분석이란 수집한 자료의 특성을 파악하기 위해 자료의 분포현황을 파악하여 변수들의 빈도, 중심경향치, 분포도 등 이들의 개략적 특성을 살펴보는 분석방법. 주로 인구통계학적 특성을 확인할 때 많이 이용되며, 대상의 현황이나 특별한 기준이 없을 때 사용

② 주요 시사점

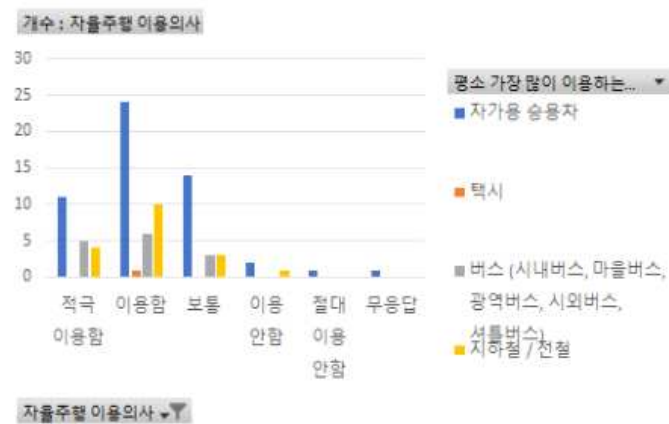
- ㉠ 차량 소유여부/주요 이용 교통수단/신기술 관심도/1일 운전시간/카셰어링 사용 여부 등 다양한 조건을 자율주행 카셰어링 서비스와 비교하였으나, 변수에 큰 상관없이 전반적으로 ‘이용하겠다’ 라는 응답이 많았음

질문 1) 본인 또는 가구 내 승용차 소유 여부
- 있음 / 없음



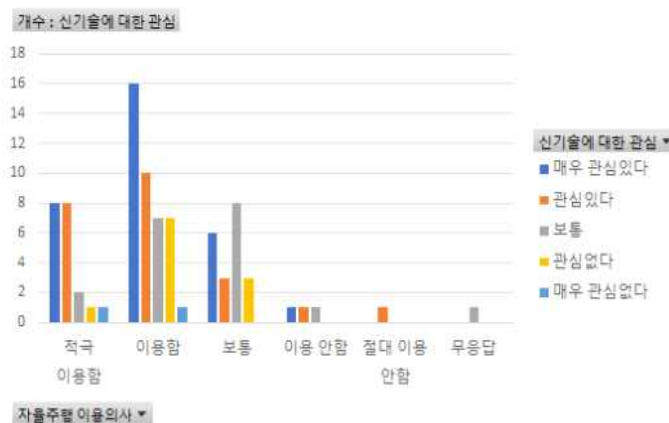
질문 2) 평소 가장 많이 이용하는 교통수단을 체크해주세요.

- 자가용 승용차, 택시, 버스 (시내버스, 마을버스, 광역버스, 시외버스, 서틀버스), 지하철/전철, 자전거, 오토바이



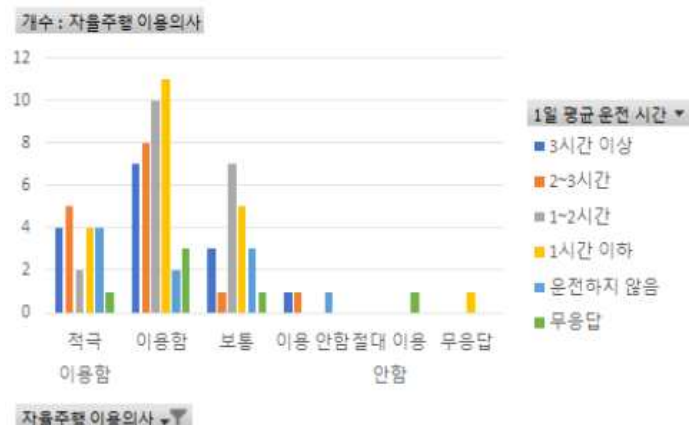
질문 3) 평소 최신 자동차나 자동차 신기술에 관심 있나요?

- 매우 관심 있다~ 매우 관심 없다.



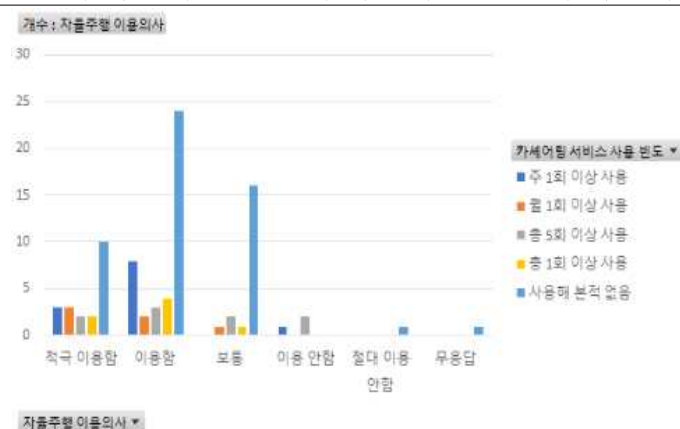
질문 4) 1일 평균 운전 시간을 선택해주세요.

- 3시간 이상 / 2~3시간 / 1~2시간 / 1시간 이하 / 운전하지 않음



질문 5) 카셰어링 서비스는 주변에 주차장에서 시간 단위로 차를 빌려서 이용 후, 시간만큼 요금을 지불하는 서비스입니다. (쏘카, 그린카 등)카셰어링 서비스 사용 빈도를 선택해 주세요.

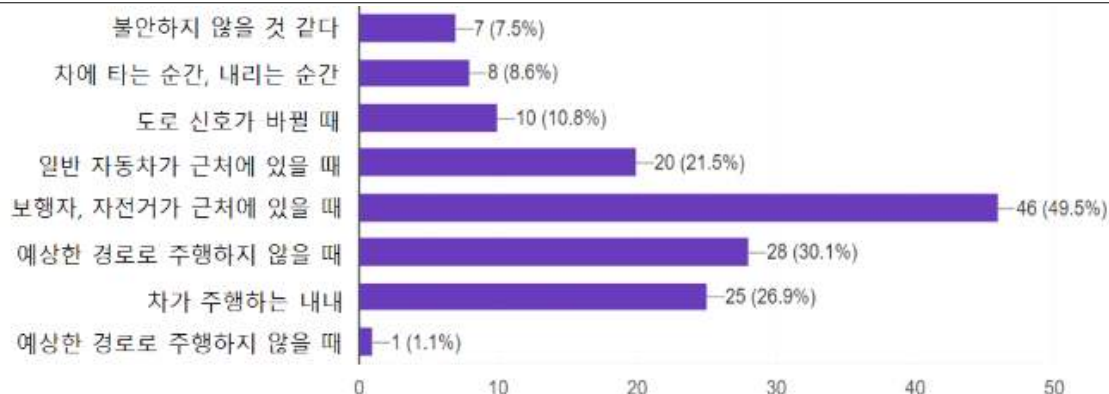
- 주 1회 이상 사용 / 월 1회 이상 사용 / 총 5회 이상 사용 / 총 1회 이상 사용 / 사용해 본 적 없음



㉞ 자율주행 탑승 전, 후로 불안감이 느껴지는 대상은 체험전:보행자, 자전거 / 체험 후 : 일반 자동차로 변화. 전반적인 불안감은 체험 후에 감소

▶ 자율주행 카셰어링 서비스 초기 상용화시, 불안감 완화를 위한 장치로 첫 탑승 유도가 가장 중요

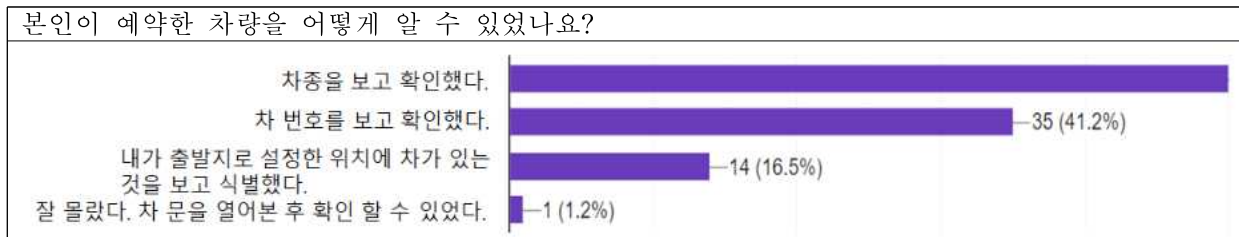
(모두 선택) 자율주행차를 탑승하신다면 어떤 순간이 불안할 것 같나요?





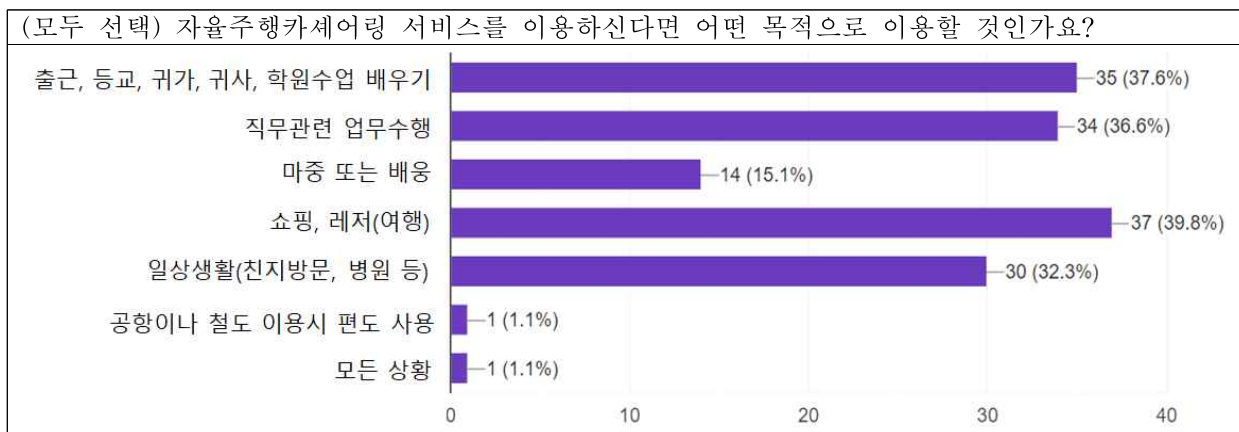
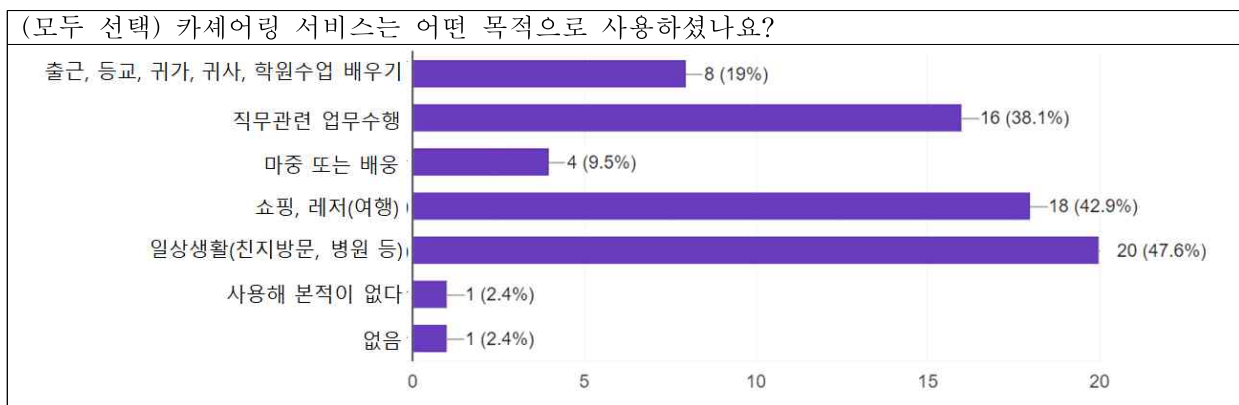
㉔ APP에 표시된 내용 중, 상세 내용보다 차종에 대한 정보로 탑승할 차량 구분

▶ 상용화 되면 정확한 자율주행차를 탑승 할 수 있는 유도 및 확인 장치 필요



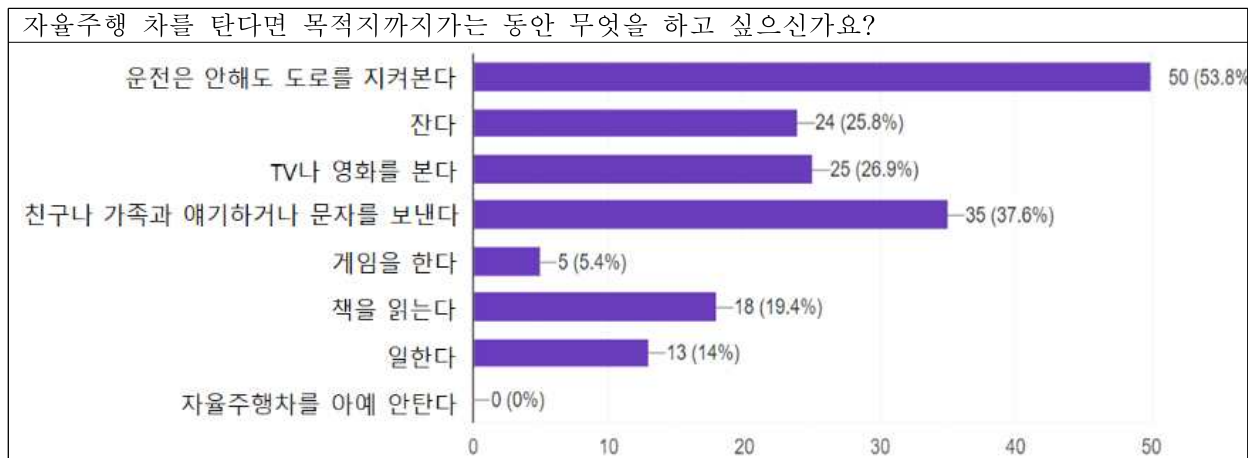
㉕ 과거에 카셰어링 서비스를 이용한 목적과 자율주행 서비스 상용화 이후 이용 목적의 응답이 다양하고, 많아짐

▶ 자율주행 카셰어링 서비스를 일반 카셰어링 서비스보다 더 쉽게 다양한 목적으로 이용될 것으로 예상



㉖ 자율주행 차량 내에서 하고 싶은 활동은 실제 자율주행을 체험해 보기 전후가 같음

▶ 자율주행 상용화 이후 카인포테인먼트 콘텐츠 고려시, 자율주행을 체험해 보지 않은 사용자의 니즈를 파악해도 큰 차이 없을 것으로 예상



3.4 자율주행 카셰어링 서비스 실용화 및 후속 연구를 위한 개선점 및 제안 사항

연구범위	○ 설문조사 개선안 도출
------	---------------

3.4.1 APP UI

① 차량 증차를 고려한 UI 디자인 도출 필요

- 현재 슬라이드 형태로 보여 지는 차종을 사용자가 보기 쉽도록 목록 형태로 개선할 필요성 확인

② 문닫기, 문열림 등 사용자 탑승, 하차 상태를 순차적으로 파악하고, 사용자가 차량에 승/하차하는 시점과 차량이 움직이는 시점을 구분 할 수 있는 UI 필요

3.4.2 APP 기능

① 특정 경로, 특정 방향으로 주행하지 않는 경우의 경로 및 예상 시간 표시

- 정확한 차량 도착예정시간을 산정하는데 한계가 있었고, 차량의 이동경로, 속도에 제한이 있었던 만큼 그에 맞는 API 제작의 필요성 확인

- 실제 자율주행 카셰어링 서비스를 제공할 경우, 이동경로 노출 관련 API를 제공하고 있는 업체와의 전략적 제휴의 필요성 확인

3.4.3 APP 서버

① 예약서버 내 불필요하게 전송되고 있는 통신구조 정리

② 차량 실시간 위치 관련된 통신 방법 보완

- APP이나 차량용 단말에서 고객이 예약한 차량의 실시간 위치를 보기 위해, api 통신과 함께, 소켓 통신 방법이 병행되어 구현되어야 함

표 17. APP 서버 개선안

AS-IS	· 차량 위치 수신은 차량→관제→예약서버→APP or 차량용 단말로 구성
TO-BE	· 차량 위치 수신은 예약서버를 거치지 않고 관제와 APP or 차량용 단말이 직접 소켓 통신 · 예약서버에서 예약 상태 변경으로 필요시에만, 관제에 차량 위치를 요청하여 정보 획득

③ 문단기, 문열림 등 사용자 탑승, 하차 여부를 정확히 알 수 있는 차량 상태 통신 필요

3.4.4 설문조사

① 자율주행 카셰어링 상용화를 염두 한 조사환경 구축 필요

- 자율주행 차량의 위험성 등의 문제로 운전석과 보조석에는 보조요원이 탑승한 상태였으므로, 이용자에게 온전한 자율주행 카셰어링을 체험하게 하는데 제한이 있었음

- 실제 자율주행 차량을 타고 일상생활을 했을 때의 행동패턴 파악에 무리가 있었음

② 시연 참여 예정자의 불참 등 예외상황에 대한 대처방안 마련 필요

- 불참으로 인해 사전 설문에 비해 사후 설문 개수가 적었으며, 참여를 독려할 수 있도록 보상 등의 방법이 필요

③ 심층적인 내용을 수집할 수 있는 방법 필요

- 설문지를 통한 조사가 체험 전반적인 호응도 등을 조사하는 것에는 적합했으나, 심층적인 내용 또는 조사를 설계하며 고려하지 못한 사항은 수집하지 못 했으므로, 인터뷰 등을 통해 심층 조사할 수 있는 방안 필요

(4) 한국도로공사

연구범위	○ 국토교통부 대전세종 C-ITS 시범사업 내용조사 및 결과분석 ○ 카셰어링에 적용가능한 C-ITS 서비스 제안 ○ 제안된 서비스 시험운영지 시스템 구축계획 수립 및 구축, 테스트 ○ 제안된 서비스의 효과분석
------	---

○ 국토교통부 대전세종 C-ITS 시범사업 내용조사 및 결과분석

□ C-ITS 시범사업 개요

- 국토교통부에서는 C-ITS의 효과검증을 위하여, 다음과 같이 실도로 시범사업을 추진하였음.
- 해당사업에서는 위치기반 차량데이터 수집 등 총15개 서비스를 선정하여 그 효과를 검증하기 위해 다음과 같은 시스템을 구축 하고 인근을 통행하는 차량을 대상으로 단말기를 배포하고 서비스를 시험운영

[표 18. 대전세종 C-ITS 서비스 시설 구축현황]

구분	현장설비						차량 단말기
	노변 기지국	지원시스템					
		돌발상황 검지기	보행자 검지기	교통신호 제어기	WAVE 통행료징수	도로기상 정보	
수량	79개소	7개소	6개소	12개소	3개소	1개소	3,000대

- C-ITS시스템은 단말기를 부착한 차량을 운전하는 운전자를 대상으로 하는 서비스로, 서비스 상황이 되면, 단말기에 적절한 경고를 표출하여 운전자에게 적절한 대응을 유도

[그림 138. 단말기 표출화면 예시(C-ITS 시범사업 보고서 中 발췌)]

표출 화면						
서비스	노면상태 · 기상정보 제공 서비스			작업구간 정보제공		
표출 화면						
서비스	교차로 신호위반 위험 경고 서비스			긴급차량 접근 경고 서비스		

- 대전세종 C-ITS 서비스 효과분석(이용차 체감도 조사) 결과 서비스 선호도는 다음과 같은 순으로 조사되었음

[표 19. 서비스 선호도 조사결과(C-ITS 시범사업 보고서 中 발췌)]

순위	서비스	득표수		비고
1	교차로 신호위반 위험경고 서비스	187	(73.9%)	
2	위치기반 교통정보 제공 서비스	16	(6.3%)	
3	차량 긴급상황 경고 서비스	12	(4.7%)	

○ 서비스 제안방향 도출

□ 연구목표에 따른 착안점

- 본 연구의 목표는 자율주행 기반 카셰어링 시스템 운영에 있어서 인프라 제공정보를 활용한 서비

스를 제안하는 것이 목표임

- C-ITS 시범사업 결과 고려
 - 대전세종 C-ITS 서비스 효과분석 결과중 선호도 조사결과 순위가 높은 서비스에 대해 우선적으로 고려
- 통신방식에 따른 고려
 - 대전~세종 C-ITS 시범사업에서 구축한 시스템은 WAVE(Wireless Access in Vehicular Environment)를 방식을 이용
 - 그러나 본 과제에서는 상대적으로 지연시간(Latency)가 큰 LTE방식을 사용한 시스템을 제안하였음.
 - 따라서, 실시간성이 요구되는 서비스인 안전서비스는 지양
- 카셰어링 서비스 특성 반영
 - 카셰어링은 주로 운전자(영리 또는 비영리)가 소유한 차량을 짧은 시간 단위로 회원을 대상으로 이용하도록 제공하고, 이에 대한 이용료를 받는 방식으로 운영됨
 - 다양한 C-ITS 응용 서비스 중 이용주체(카셰어링 차량 운전자 및 이용자)에게 그 혜택이 제공되는 기대효과(시간절감, 연료절감, 쾌적성 향상)를 가진 서비스를 제안
- 응용대상 서비스 선정 기준 및 선정결과
 - 도출된 서비스 제안방향에 따라 다음과 같이 신호현시정보(SpAT 메시지)를 응용한 서비스로 선정

[표 20. 응용대상 서비스 선정 기준 및 선정결과]

순번	서비스(어플리케이션)	연구목표 적합성	C-ITS 서비스 유용성 조사 결과	응용대상 선정
1	위치기반 차량데이터 수집	V2I		
2	위치기반 교통정보 제공	V2I	2순위(6.3%)	
3	WAVE 통행료 징수	V2I		
4	도로 위험구간 정보제공	V2I		
5	노면상태·기상정보 제공	V2I		
6	도로 작업구간 주행 지원	V2I, V2V		
7	교차로 신호위반 위험경고	V2I, V2V	1순위(73.9%)	0
8	우회전 안전운행 지원	V2V		
9	버스 운행관리	V2I, V2V		
10	옐로우버스 운행안내	V2I, V2V		
11	스쿨존 속도제어	V2I		
12	보행자 충돌방지 경고	V2I		
13	차량 추돌방지 지원	V2V		
14	긴급차량 접근 경고	V2V	3순위(4.7%)	
15	차량 긴급상황 경고	V2I, V2V		

- 신호정보 응용서비스 조사
 - 신호현시정보(SpAT)과 관련한 정보교환 규격을 정의하고 있는 표준인 ISO 19091에서는 총 25가지 신호현시자료 활용서비스를 제시하고 있음
 - 해당 서비스 목록은 크게 세가지로, 대중교통이나 긴급차량에 대해 신호 우선권을 부여하는 우선신호서비스, 교통사고나 법규위반을 경고하는 안전서비스, 이동성 및 소모연료를 저감하는 이동성 서비스로 구분됨

-
- 직접적인 효과가 적은 단순 신호정보제공 및 연구대상 차량 외 차량의 주행에 직접적인 영향을 줄수 있는 신호제어를 포함한 서비스를 제외

[표 21. ISO 19091에서 제시하는 신호연계 V2X서비스(출처:ISO 19091)]

순번	서비스(어플리케이션)	분류 (기대효과)	비 고
MS1	Basic local traffic signal actuation	Mobility, Sustainability	단순 정보제공
MS2	Platoon detection for coordinated signals	Mobility, Sustainability	신호제어 포함
MS3	Congested intersection adjustment	Mobility, Sustainability	신호제어 포함
MS4	Traffic signal optimal speed advisory	Mobility, Sustainability	0
MS5	Signalized corridor eco-driving speed guidance	Mobility, Sustainability	
MS6	Idling stop support	Mobility, Sustainability	
MS7	Start delay prevention	Mobility, Sustainability	
MS9	Inductive charging at signals	Sustainability	구현불가
MS10	Don' t block the box	Mobility	

- 이동성 개선에 효과가 높을 것으로 예상되는 신호정보 연계 최적속도 권고 서비스(Traffic signal optimal speed advisory)를 응용하여 두가지 서비스를 제안

[표 22. 서비스 제안]

번호	서비스명	기대효과
1	신호정보 대응 정차 서비스	탑승자 쾌적성 향상 등
2	신호정보 대응 무정차 교차로 통과 서비스	이동시간 단축, 연료소모 절감, 탑승자 쾌적성 향상 등

○ 유사 서비스 사례조사 및 서비스 정의

□ 선진국 사례조사

- 제안한 서비스를 상세정의하기 위해 선진국에서 개발 및 실증을 추진하고 있는 서비스를 조사.
 - 조사는 다음과 같이 4가지 사례에 대해 실시함
-

[표 23. 유사서비스 사례검토 대상]

번호	서비스명	기 관
1	Connected Vehicle Eco GlidePath at Signalized Intersections	US DOT (FHA)
2	Eco-Approach and Departure at Signalized Intersections	US DOT
3	In-Vehicle Traffic Signal Advisory System	New Jersey Institute of technology
4	Traffic Signal Optimal Speed Advisory	ISO 19091

□ 서비스 정의 도출

- C-ITS 서비스 정의 및 선진국 사례조사를 통해 다음과 같이 서비스의 제공상황, 소요시스템, 구동절차 등을 정의함

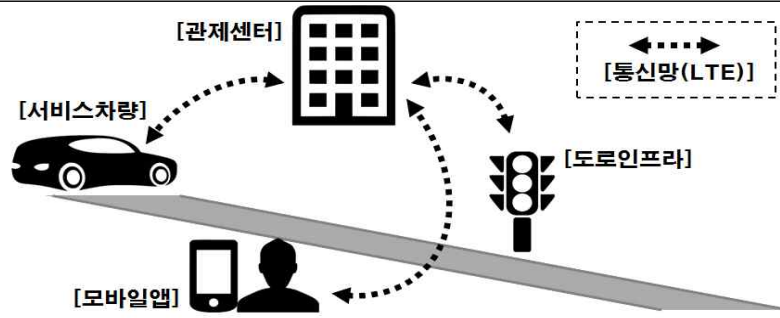
[표 24. 서비스 정의내용]

구분	신호정보 대응 정차 서비스	신호정보 대응 무정차 교차로 통과 서비스
목적	신호현시정보를 수신을 통해 교차로에 서서히 정차하도록 권고속도 제공	신호현시정보를 수신을 통해 교차로를 무정차 통과토록 자율차에 권고속도 제공
제공 상황	자율주행 기반 카셰어링 차량의 예상 주행 경로상 신호교차로를 통과하는 것이 예상되고, 일정거리 내 카셰어링 차량이 접근한 경우	
	감속을 통해 무정차 통과 가능	감속을 통해 무정차 통과 불가
소요 시스템		
	구성요소	역 할(서비스 내)
	신호제어기 (인프라)	· 제어 대상 신호기의 현시정보 전송
	관제센터	· 신호제어기로부터 신호현시 정보 수신 · 카셰어링 차량의 상태 모니터링 · 신호교차로 접근 차량에 대한 현시정보 전송
	차내단말장치 (HMI)	· 관제센터에서 전송된 신호정보 수신 · 사용자에게 정보표출 · 수신정보를 경로 및 주행제어판단이 가능한 장치로 전달
	차량제어장치 (자율주행)	· 교차로 도착예정시간 산정 · 최적경로, 속도 판단 · 판단한 경로, 속도에 따라 제어
소요정보 (인프라)	· 신호 현시정보(SpAT, Signal Phase and Timing Message) · 지도데이터 메시지(MAP, Map Data Message)	

○ 시험운영 시스템 구축

□ 총괄 시스템 구성

- 본 과제의 서비스 시스템 구성요소는 관제센터, 서비스차량, 사용자용 모바일앱, 도로인프라, 통신망임



[그림 139. 총괄시스템 구성]

- 상기의 시스템 정의에 제안된 내용 중 인프라 측 정보(신호현시정보, SPaT)제공을 위한 시스템 구축을 실시

□ 대상 교차로 선정을 위한 현장조사

- 시험운영에 활용할 대상교차로는 선정하기 위해 현장조사를 실시하였으며, 현황 및 조사결과는 다음과 같음

[그림 140. 시험운영 대상지 조사결과]

시험운영 대상지 내 교차로 위치		교차로 조사결과				
		지점 번호	교차로 현황	가동 상황	제어기 표준	비고
		1	삼거리	가동	2004 년식	
		2	사거리	가동		우회전 코스
		3	횡단보도	가동		
		4	사거리	가동		우회전 코스
		5	횡단보도	점멸		

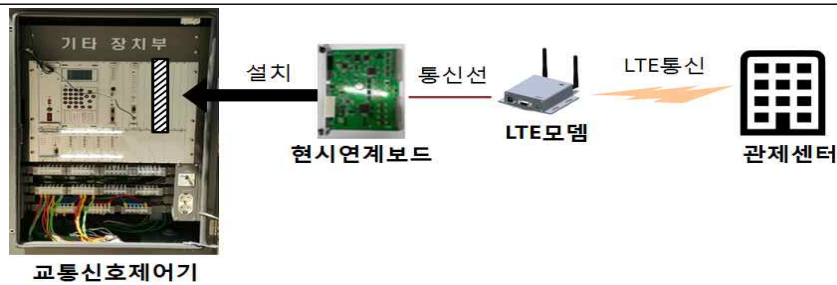
- 해당 시험운영지는 공용도로이므로 교통소통 영향이나 사고위험을 최소화할 수 있고, 서비스 효과분석을 위한 자료획득이 용이한 지점(가감속 거리가 충분한 지점)을 선택하였음

[표 25. 신호교차로 지점별 현장조사결과 및 대상선정]

지점 번호	교통영향 (상대적)	주변여건	시험운영 용이성	선정
1	中	아파트(입주완료)-공원	직 진	
2	大	아파트(공사중)-공원	우회전	
3	大	아파트(공사중)-공원	직 진	
4	大	아파트(공사중)-공원	우회전	
5	小	학교부지(공사중)-공원	직 진	○

□ 신호정보 제공 인프라 구축

- 신호정보 제공인프라는 신호등화, 교통신호제어기, 현시연계보드, LTE모뎀으로 구성하였으며, 구성도 및 장비별 역할은 다음과 같음



구성요소	역 할	비 고
신호등화	·신호를 통행차량 및 보행자에게 표출	기 설치
교통신호제어기	·신호운영 계획에 따라 신호등화를 제어	
현시연계보드	·신호현시정보를 전송가능한 형태로 변환하여 전송	
LTE 모뎀	·현시연계보드와 관제센터간 통신장치	

[그림 141. 인프라 정보전송 시스템 구성 및 역할]

□ 신호운영계획의 수립

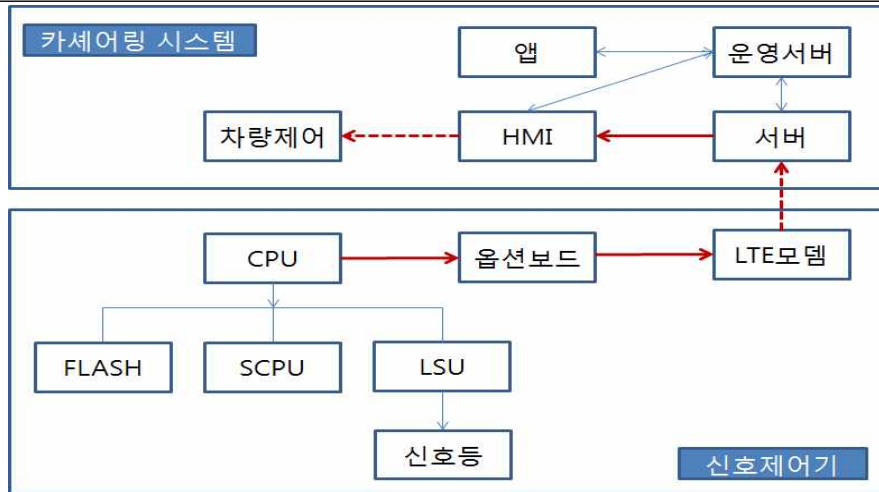
- 대상 교차로는 시스템 구축 당시 황색점멸로 운영 중인 상태로, 교차로 상황 재현을 위하여 신호 주기를 결정하고 운영방안을 마련하였음
- 신호주기는 경찰청에서 발간한 「교통신호기 설치관리 매뉴얼」(17.8.16 개정판)의 내용을 검토 하여 연구목적에 적합하도록 신호주기를 산정
- 최초 신호주기는 총주기 60초, 청색 30초, 황색 3초, 적색(보행자 신호) 27초로 설정하고, 도로 횡단 보행자에 대한 안전확보, 최소 황색신호 확보 여부를 검토
 - ※ 황색신호 : 교차로폭 20m 시 3초 (40km/h~80km/h 전체해당)
 - ※ 보행소요시간 : 녹색점멸시간 20(m) / 1.3(m/sec) = 15.4(sec) < 27초
- 그리고, 카세어링 시험운영 도중 시험운영용 교차로에서 카세어링 시험용 차량들 간의 대기열이 반복해서 형성되는 점을 고려하여, 녹색/적색 비율을 조정하여 최종 현시를 결정하였음
- 최종 시험운영 현시는 총주기 80초, 청색 50초, 황색 3초, 적색(보행자 신호) 27초로 설정

□ 신호현시 전달용 메시지 구성 및 전송계획 수립

- 신호정보 메시지는 SAE J2735 및 ISO19091에 표준을 제시하고 있으나, 본 과제에서는 통신성능이나 부하와는 상관없이, 서비스에 의한 카세어링 서비스(차량주행) 상의 영향만을 시험
- 따라서, 현시정보 메시지는 시험운영에 필수적이니 부분만을 고려하여 전송함.
- 전송주기는 C-ITS의 신호현시정보 전송주기인 100ms(0.1초) 주기를 준용함
- 신호정보 메시지를 관제센터 및 자율주행차량과 통신하기 위한 표준으로 SAE J2735 표준을 적용

[표 26. 전송정보의 종류 및 주기]

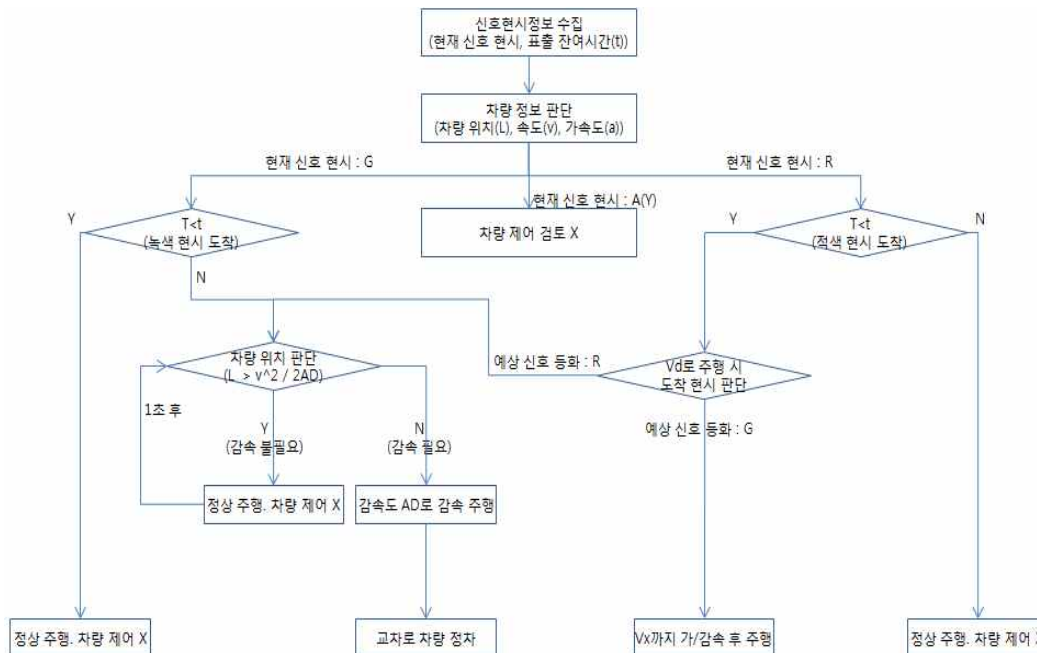
구 분	전송정보	전송주기
내 용	현재 신호등 종류(적, 청, 황), 잔여시간(초)	100ms



[그림 142. 시험시스템의 현시정보의 흐름]

□ 차량제어 알고리즘 제안

- 서비스 구현을 위해 신호정보와 차량 주행정보를 종합한 차량제어 알고리즘을 제안함.
- 차량제어 알고리즘은 보행자 신호만이 있는 시험운영 대상 교차로가 보행자 신호만 있는 신호교차로임을 감안하여, 차량의 직진 주행에 대한 녹색(G)과 적색(R, 보행신호)만을 고려하여 단순화함
- 또한, 테스트와 상관없이 차량주행에 영향을 주는 이벤트나 타 차량에 대한 영향 등 특수한 상황은 고려하지 않음
- 알고리즘은 현재 신호현시 및 교차로 지점 차량 도착시 현시 등을 고려하여, 다음과 같이 구성하였으며, 주행상황에 따라 ‘신호정보 대응 정차서비스’ 및 ‘신호정보 대응 교차로 무정차 통과서비스’ 두 가지를 복합적으로 구성



[그림 143. 서비스 구현을 위한 알고리즘 순서도]

- 알고리즘은 시험운영 자율주행 차량제작을 수행한 서울대학교 측의 협조를 얻어 차량에 탑재하여 시험운영 하였음

□ 신호제어기 교체

- 신호현시정보 연계를 위하여, 신형(2010년 표준형) 제어기에 신호현시 정보를 제공하는 기능을

담당하는 신호현시분할 전송용 옵션보드와 통신용 LTE 모뎀을 설치하고, 이를 기 설치된 구형 (2004년 표준형) 제어기와 교체 설치하였음



[그림 144. 신호제어기 교체설치]

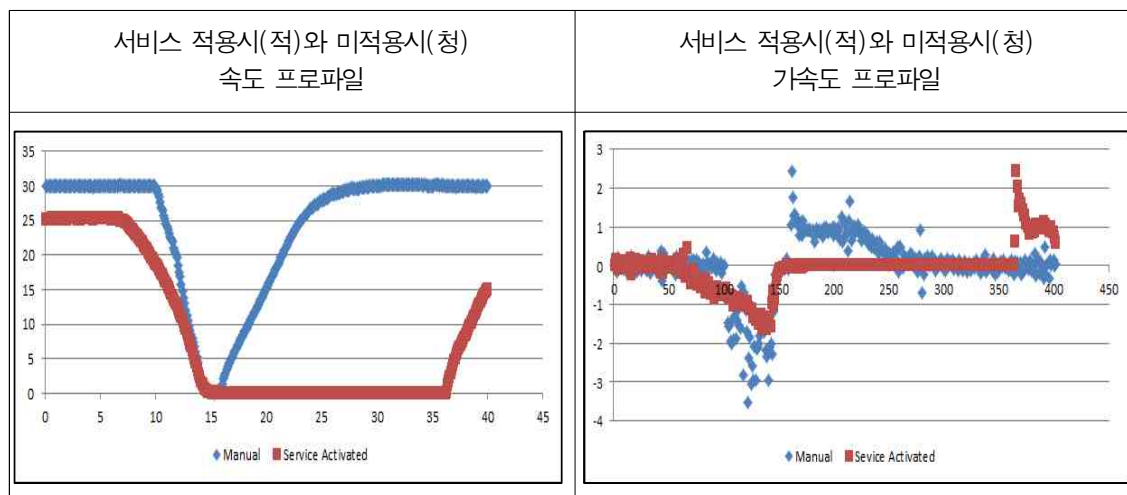
□ 시험운영 내용 및 결과

- 시험운영은 11.7(수) 기술시연 행사를 통해 실시되었으며, 시흥시장을 포함한 일반인 100명을 대상으로 앱을 활용한 카셰어링 서비스 체험행사를 가졌음
- 해당 서비스 기능은 시험운영한 총 5대의 차량 중 서울대에서 운영한 차량 2대에 대해 적용되었음
- 시험 운영동안 차량주행데이터(시각, 속도, 위치)를 차량내에 기록(0.1초 간격)하여 서비스의 동작여부와 효과분석 시뮬레이션을 위한 기초자료를 수집
- 총 20회의 주행데이터를 확보할 수 있었으며, 교차로 통과여부, 서비스 활성화 여부등을 확인하여 획득한 차량의 주행특성 값은 다음과 같음

[표 27. 시험운영을 통해 획득한 카셰어링 차량 주행데이터]

구 분	최대속도	차량 평균가속도	차량 평균감속도 (일반)	차량 평균감속도 (서비스 활성화)
주행특성값	30km/h	0.61m/s ²	1.8m/s ²	0.63m/s ²

[그림 145. 시험운영 주행데이터 예]



○ 서비스 효과분석

□ 목 적

- 효과분석은 시뮬레이션 방법을 통하여 서비스 적용시와 미적용시 주행 도착시간 절감, 연료절감, 배출가스 저감효과를 평가하기 위해 실시함
- 시험운영 시 획득한 자율주행차 주행기록에서 나타난 주행특성(속도, 가속도 등)을 반영하였음.

□ 시뮬레이션 방법

- 시뮬레이션은 카셰어링 차량이 교차로를 통과하여 주행하는 상황에서 동일한 구간을 주행한 결과를 서비스 적용 전후로 비교하여 분석함
- 시뮬레이션에 적용한 주행조건은 다음과 같음

[표 28. 시뮬레이션 조건 비교]

구분	서비스 적용 전	서비스 적용 후
공통 사항	·교차로 도착전 200m부터 교차로 통과후 100m 까지 주행한 결과분석 ·차량의 주행에 영향을 주는 요소는 교차로 신호만 존재 (교차로 신호의 영향을 받지 않는 경우, 설정된 속도로 정속주행 가능)	
주행 조건	·교차로 도착 약 20m 전방에서 신호정보에 대응 (시험주행 시 획득가속도 적용)	·교차로 200m 전 신호정보 수신 ·시험운행 시 적용한 서비스 알고리즘을 동일하게 적용하여 주행

- 또한, 시뮬레이션에 적용한 교차로 조건도 시험운영시 조건과 동일하게 적용하였음

[표 29. 시뮬레이션 교차로 조건]

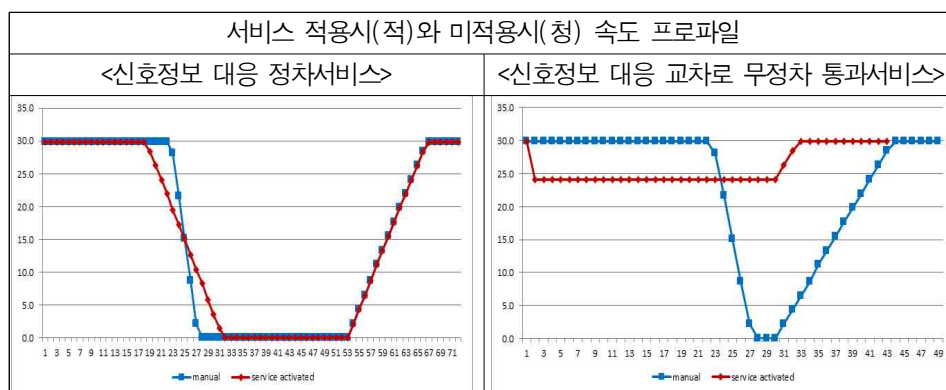
구 분	적 용 조 건
교차로 조건	·일직선 도로에서 횡단보도만이 있는 교차로
신호주기	·총주기 80초, 직진차량 기준 청색 50초, 황색 3초 적색 27초

- 서비스 적용 전후의 연료소모량 및 배출가스량을 산출하기 위하여 「교통시설 투자평가지침(6차개정)」(국토교통부 고시 2017-366호)에서 제시한 값들을 사용함
- 위 값들 중 산출식이 제시된 경우에는 산출식을 활용하였고, 기타의 경우에는 회귀식으로 보간하여 사용
- 주행속도 프로파일은 교차로 도착시 신호현시 및 잔여시간에 따라 달라지며, 이에 따라 연료소모와 대기오염가스 배출량 등이 결정됨.
- 따라서, 교차로 도착시 신호현시 및 잔여시간을 1초주기로 분할하여 각각의 속도 프로파일과 효과를 분석

□ 분석결과

- 시험운행에서 주행한 카셰어링 차량과 동일한 특성을 가지는 차량이 200m전방에서 교차로 정차지점에 도달하기까지의 소요시간 24초 소요됨
- 출발지점과 신호현시 주기의 상대시간(시간 차)에 따라 1초단위로 분할된 총 80개 Case 중 총 30개의 Case에서 교차로에 정차(적색 정차확률 30/80)
- 이 중 총9개의 Case에서는 ‘신호정보 대응 정차서비스’ 가, 총21개의 Case에서는 ‘신호정보 대응 무정차 교차로 통과서비스’ 가 활성화 되는 상황에 해당

[그림 146. 분석된 속도 프로파일의 예]



- 이 중 총9개의 Case에서는 ‘신호정보 대응 정차서비스’ 가, 총21개의 Case에서는 ‘신호정보 대응 무정차 교차로 통과서비스’ 가 활성화 되는 상황에 해당

□ 분석결과

- ‘신호정보 대응 정차 서비스’ 는 통행시간 절감, 연료절감, 대기오염비용 측면에서는 효과가 없었으며, 오히려 부정적 효과가 나타난 경우도 있었으나 그 효과는 상대적으로 적었음
- ‘신호정보 대응 교차로 무정차 서비스’ 는 통행시간이 평균 8.9%, 연료소모는 평균 4.1%, 대기오염 비용은 평균 2.5% 절감되었음
- 두 서비스 모두 정차시 감속도를 줄이거나, 정차상황을 미리 제거함으로써 주행쾌적성 측면에서 유리함
- 두서비스 신호정보를 미리 차량이 파악하여 신호정보 인지에 대한 여유성(Redundancy)를 확보할 수 있음

[표 30. 서비스 활성화 유무에 따른 효과 종합]

구 분	정량적 효과(1통행 당)			정성적 효과
	통행시간 절감(초)	연료소모 절감(ml)	대기오염 비용절감(원)	
신호정보 대응 정차서비스	·최대 : 없음. ·평균 : 없음.	·최대 : 없음. ·평균 : 없음.	·최대 : 없음. ·평균 : 없음.	·주행 쾌적성 (교차로 정차시 감속도↓) ·신호위반에 대한 여유성
신호정보 대응 교차로 무정차 통과	·최대 : 6.1(13.3%) ·평균 : 4.7(8.9%)	·최대 : 1.83(7.1%) ·평균 : 1.00(4.1%)	·최대 : 0.35(5.8%) ·평균 : 0.14(2.5%)	·주행 쾌적성 (정차시 불쾌감 제거) ·신호위반에 대한 여유성

○ 카셰어링 승객에 대한 신호정보 표출효과 분석

□ 설문내용 및 결과

- 본 과제에서는 카셰어링 차량이 받은 신호정보를 탑승객에게 표출하였을 때 그 반응을 살펴보기 위해 기술시연 행사를 통해 다음과 같은 설문을 실시하였음
- 총 응답자는 88명이었으며, 신호정보가 표출되는 것을 인지한 이용자는 53명으로 67%를 차지하였음
- 또한 신호정보를 인지한 이용자 53명 중 탑승자에 대한 신호정보 제공에 대해 긍정적인 답변을 한 응답자는 절반이상인 29명(54.7%)으로 절반이상을 차지하였음.

[표 40. 신호정보 표출효과 설문조사 결과]

구 분	내 용	응답수(비율)
질의내용	탑승하신 자율주행차량 내부 HMI(네비게이션)에 제공된 신호등 정보는 도움이 되셨나요?	88(100%)
1	교차로 신호상황을 미리 알 수 있고 차량 정차 등에 대비할 수 있어 도움이 되었다.	29(33%)
2	신호상황을 참고할 수 있었으나, 운전하지 않기 때문에 큰 도움이 되지는 않았다.	24(27%)
3	운전하지 않는 탑승자에 대해 신호정보 제공 자체가 불필요하다.	6(7%)
4	신호정보가 제공되는 것을 인지하지 못했다.	25(28%)
5	기타	4(5%)

○ 후속연구를 위한 제언

□ 향후 실용화를 위한 추가연구 제언

- 본 과제에서 실시한 서비스 분석결과는 교차로 형태나 분석의 경우가 제한적임
- 실용화를 위해서는 다양한 상황을 고려한 서비스 시나리오 구성 및 효과분석 등에 대한 추가연구가 필요
- 시나리오 구성, 효과분석 등으로 구분하여 추가연구 방향을 다음과 같이 제안함

구 분	내 용
시나리오 구성	· 안전 확보 및 효과향상을 위해 다음사항을 고려한 시나리오 구성 정교화 필요 - 차량에 대한 신호정보의 제공시점 - 신호정보를 활용한 차량의 제어시점 - 무정차 통과 시 교차로 구간 적정 통과속도와 돌발상황 대처 방안 - 연속된 교차로에서의 서비스 운영방안 - 보다 복잡한 형태의 교차로에서 서비스 운영방안
효과분석	· 다양한 도로교통상황을 고려한 효과분석 필요 - 실 주행(실측) 데이터를 기반으로 한 효과의 검증 - 차종, 교차로 형태, 다수의 차량에 적용하였을 때의 효과변화 등 - 연속된 교차로 상황에서 서비스 구동시의 효과분석
기 타	· 차량의 제어판단에 이용되는 C-ITS 정보를 차량 탑승자에게 제공하는 정도 (종류, 시점, 빈도 등)

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

가. 목표 달성 기준

핵심성과 (level1)		단위성과 (level2)		성과점검기준						해당 기관	예산 (백만 원)	양적성과목표
				질적 성과지표		목표치	측정 방법	검증 방법	가 중 치 (%)			
A	카셰어링 기반 자율주행 차량 개발	A-1	자율주행차 량 시스템 개발	①	관제 시스템 구축	자율주행 상태 점검 등 47지 기능 구현	개발 여부	달성 여부	10	SKT	231	설계서: 1건 S/W 등록: 1건 사:리오: 3건
				②	HD map	위치오차 25cm이하	달성 여부	달성 여부	10			
		A-2	자율주행 알고리즘 개발	①	자율주행 차량 인지 및 판단 알고리즘 개발	미션 수행	달성 여부	달성 여부	10	서울대	69	논문발표: 1건
				②	자율주행 차량 제어 알고리즘 개발	미션 수행	달성 여부	달성 여부	10			
B	차량 플랫폼 개발	B-1	차량 플랫폼 개발	①	자율주행플 랫폼연구	플랫폼 포팅 및 분석	보고서 작성	보고서 작성여부	10	SWM.ai	120	보고서: 1 건 특허출원: 1건 SW 등록: 1 건
				②	HMI 시나리오 연구	HMI 사:리오 작성	시나리오 작성	작성여부	10			
C	C-ITS 연계된 자율차 기반 카셰어링 서비스 개발	C-1	서비스 개발	①	서비스 요구사항 정의	서비스 2종 이상에 대해 요구사항 정의	요구사항 작성 여부	작성여부	10	도로공 사	100	서비스장: 2건 결과보고서: 1건
				②	서비스 테스트	테스트 결과보고서 1건 작성	결과보고서 작성여부	작성여부	10			
	카셰어링 기반 자율주행 시스템과 연동 가능한 앱 개발	C-2	앱 (프로토타 입) 개발	①	자율주행 카셰어링 주요 시나리오/ 프로토타입 개발	사:리오 2 건 구현/ 프로토타입 1 건	개발 여부	설계서 작성여부	10	쏘카	120	설계서: 1건 카셰어링 앱 UI 프로토타입: 1건 S/W 등록: 1건 사:리오: 2건
				②	관제/Tmap 연동 API 개발	API 개발 2건	개발 여부	개발 여부	10			
합 계									100		640	논문발표: 1건 특허출원: 1건 SW 등록: 3건 기타: 12건

나. 성과점검기준표

구분	핵심연구 성과 (level1)	단위 성과 (level2)	총괄 성과점검기준								해당 기관	예산 (백만)	정량목표	양적 성과 지표 달성 도	양적 성과 지표 근거 자료	
			질적성과 지표	목표 치	측 정 방 법	검 증 방 법	가 중 치	질적 성과 지표 달성도	질적성과 지표 근거자료							
자율주행기반 카셰어링서비스 시험운영연구	A 카셰어링 기반 자율주행 차량개발	A-1 자율주행 시스템 개발	①	관계 시스템 구축	자율주 행 상태 점검 등 47지 기능 구현	개발 여부	달성 여부	10	100%	설계서 [붙임], 최종보고서 p.45-49	SKT	231	설계서 1건 SW 등록 1건 사-리오 : 3건	100%	[붙임1] [붙임2] [붙임3]	
			②	HD map	위치오 차 25cm 이내	달성 여부	달성 여부	10	100%	최종보고서 p.61						
		A-3리듬 개발	①	HD MAP 기반 정밀측위 및 주행경로 설정	미션 수행	사면 테스트	사면	10	100%	최종보고서 p.60-63	서울 대	69	논문발표 : 1건	300%	[붙임4] [붙임5] [붙임6]	
			②	V2X 통신 이용 승객 탑승 및 정류장 정차	미션 수행	사면 테스트	사면	10	100%	최종보고서 p.49-67						
		B 차량 플랫폼 개발	B-1 차량 플랫폼 개발	①	자율주행플 랫폼연구	플랫폼 포팅 및 분석	보고서 작성	작성여 부	10	100%	[붙임5]	SW M	120	보고서 : 1 건 특허출원 : 1건 SW 등록 : 1 건	100%	[붙임7] [붙임8]
				②	HMI 사-리오 연구	HMI 사-리오 작성	사-리 오 작성	작성여 부	10	100%	최종보고서 p.70-80				100%	[붙임9]
	C 카셰어링 기반 자율주행 시스템과 연동 가능한앱 개발	C-1 서비스 개발	①	서비스 요구사항 정의	서비스 2종 이상에 대해 요구사 항 정의	요구사 항 작성 여부	작성여 부	10	100%	[붙임8], 최종보고서 p.96-103	한국 도로 공사	100	서비스정의서2건 결과보고서1건	100%	[붙임10] [붙임10]	
			②	서비스 테스트	테스트 결과보 고서 1건 작성	결과보 고서 작성여 부	작성여 부	10	100%	최종보고서 p.103-106				100%		
		C-2 앱 (프로 토타 입) 개발	①	자율주행 카셰어링 주요 사-리오/ 프로토타 입 개발	사-리 오 2건 구현/ 프로토 타입 1 건	개발 여부	설계서 작성여 부	10	100%	최종보고서 p.81-82, 최종보고서 p.84	쏘카	120	설계서 :1건 카셰어링 앱 UI 프로토타입 : 1건 SW 등록 1건 사-리오 : 2건	100%	[붙임11] [붙임11] [붙임12] [붙임3]	
			②	관계/Tm ap 연동 API개발	API 개발 2 건	개발 여부	개발 여부	10	100%	최종보고서 p.82-86						
계		-	-	-	-	-	-	100%	-	-	640	논문발표 : 3건 특허출원 : 1건 SW 등록 : 3건 기타 : 12건	112%	-		

4. 연구개발성과의 활용 계획 등

가. 연구개발성과의 활용방안

- 본 연구과제는 자율주행 기반 카셰어링 서비스 체계 구축을 목표로 반복재현 가능한 기술을 개발고 테스트하여 향후 자율주행 기반 카셰어링 서비스 실증 시스템을 구축하는데 기반을 두는 것을 목적으로 하고 있음
 - 본 연구과제를 활용하여 향후 자율주행 기반 카셰어링 서비스 실증 시스템을 구축하게 되면 소비자의 편의성 및 자율주행 차량 활용도를 증진시킬 수 있음
- 자율주행 공유교통 서비스 실증 사업을 위한 실험 환경 제시 및 기술 항목별 성과지표 체계 및 활용 방안을 연구하는 것을 주 목적으로 하고 있음
 - 본 연구과제의 결과를 자율주행차 공유교통 서비스 운영 허가 기준 개발에 활용

나. 연구개발성과의 기대효과

- 기술적 측면
 - 자율주행 기반 카셰어링 서비스 시스템 체계 구축 연구를 통해 자율주행 카셰어링 서비스 시장을 선도하고 시장 경쟁력을 확보할 수 있으며, 국제 기준·표준을 선도
 - 기술수요처: 민간 자동차제조사 및 카셰어링 관련 업계, 대학, 정부
 - 시장에 진입 가능한 자율주행 기반 카셰어링 시스템 기술의 보유로 향후 시장 도입 및 수입 기대
 - 관제 시스템 기본 구조 연구를 통해 향후 실증 시험단지의 관제 시스템 구축에 기여
 - V2X 정보를 이용한 자율주행 기술 개발로 인해 자율주행 공유교통 시대의 관제시스템 혹은 다차량간 통신 가능한 자율주행 시스템 구축에 기여 가능
 - HD MAP 개발을 통해 향후 도로 및 자율주행 시스템 완전 연계시 자율주행 시스템 구축의 방향성 확보
 - 차량 내 HMI 구축을 통해 고객과 소통 가능한 자율주행 기술 개발 가능 실증 사업 시 고객에게 차량 위치, 배차 정보, 도착 시간 등 다양한 정보 제공 가능
 - 자율주행 데이터 분석 보험시스템 연구로 인해 향후 실증사업시 보험시스템 도입 가능, 소비자 친화적, 안전성 확보 등에 기여
- 경제적·산업적 측면
 - 자율주행 기반 카셰어링 서비스 시스템 체계 구축 연구를 통해 차량 효율적 사용, 교통비 감소, 사고비용 감소 등 다양한 방면에서 경제적 이득을 가져올 수 있음
 - 향후 자율주행 기반 카셰어링 서비스 실증사업 추진 시 카셰어링 서비스 이용이 활성화 되고 이에 따라 교통체증, 환경오염, 교통사고 등의 문제 해결 가능
 - 또한 개인의 자차량 보유 감소로 이어지게 될 경우, 개개인의 자동차 구입 비용의 감소로 인해 잉여 자본력 증대, 경기 활성화 가능
 - 자율주행 기반 카셰어링 실증사업 추진에 있어 본 연구와 같은 사전연구가 없이 시행하였다가 실패할 경우 경제적, 산업적으로 막대한 비용의 손실이 발생
 - 카셰어링 서비스 도입의 확대에 의해 출, 퇴근 시간 이외에 주차공간에 방치되어 있는 자차량이 아닌 이동 승객들 운송, 화물 운송 등으로 사용가능하고 이는 경제적으로 비용 절감에 이바지 함
- 사회적 측면
 - 자율주행 기반 카셰어링 서비스 시스템 체계 구축 연구를 통해 다양한 계층에게 쾌적한 환경 조성 가능

-
- 향후 실증사업으로 이어질 경우, 장애인, 노약자 등의 운전이 힘든 교통약자에게 대중교통 이외의 솔루션을 제공, 금전적 면에서 자율주행 자동차 직접 구매보다 낮은 가격으로 이용이 가능하므로 경제 취약계층이 많은 장애인, 노약자 등에게 자율주행 자동차 직접 보유와 차별화된 혜택을 제공
 - 일반 대중교통 이용자들의 경우 협소한 공간에서 높은 인구가 밀집되어 불쾌감이 매우 높은 문제를 해결가능, 또한 자율주행 서비스를 통해 난폭 운전으로 인한 불쾌감 또한 감소, 불쾌지수가 낮아지게 되면 사회적으로 범죵율이 감소하는 등의 이점이 있고, 불쾌감 감소 그 자체만으로도 사회적 발전임
 - 운전에서 해방된 운전자는 더 많은 여가시간을 차안에서 즐기게 되고, 자동차는 이동수단이 아닌 다양한 정보통신 서비스를 제공하는 종합 문화공간으로 재탄생, 이는 여가시간의 증가와 더불어 사회적 문화력의 향상으로 이어질 수 있음
-

뒷면지

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 교통물류연구사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통에서 시행한 교통물류연구사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.