

연차(단계)실적 · 계획서

[교통물류연구사업 사업]

과제 번호							
보안 등급	일반[√], 보안[]						
과제 성격	기초[], 응용[], 개발[√]						
주관(총괄) 과제명	V2X기반 화물차 군집주행 운영기술 개발						
과제명	국문	군집주행 차량의 안전주행 제어기술 개발					
	영문	Development of Safety Driving Control Technology for platooning trucks					
주관연구기관	기관명	국민대학교 산학협력단			사업자등록 번호	209-82-08395	
(협동) 연구책임자	성명	박기홍			직급(직위)	교수	
	전화번호	02-910-4689			전자우편	kpark@kookmin.ac.kr	
	휴대전화번호	010-7340-4689			과학기술인등 등록번호	1008 7253	
참여연구원	책임급	19 (명)	박사후연구원		(0)명		
	연구원	15 (명)	학생		박사 (5)명, 석사 (16)명, 학사 (0)명		
총 연구기간	2018. 04. 30 - 2021. 12. 31(44개월)						
해당연도연구기간	2020. 01. 01 - 2020. 12. 31(12개월)						
연구비 현황(단위: 천원)							
연도 (단계)	정부 출연금 (A)	민간부담금			정부 외 출연금 (E)	상대국 부담금 (F)	합계 (G=A+D+E+F)
		현금 (B)	현물 (C)	소계 (D=B+C)			
1차 연도	289,000	12,600	83,900	96,500	-	-	385,500
2차 연도	2,505,000	122,050	712,950	835,000	-	-	3,340,000
3차 연도	1,718,000	77,050	495,950	573,000	-	-	2,291,000
4차 연도	1,399,000	67,000	399,500	466,500	-	-	1,865,500
합계	5,911,000	278,700	1,692,300	1,971,000	-	-	7,882,000
참여기관 (공동연구기관)	기관명	책임자 성명	직급 (직위)	전화번호	전자우편		과학기술인 등록번호
	현대자동차	김장섭	그룹장	031-5172-6354	jaskm@hyundai.com		1094 8219
	아이노즈	김재철	팀장	070-4892-6000	ratm1024@ainnoz.co.kr		1109 8219
	한국과학기술연구원	정기윤	선임연구원	041-559-3169	kyjeong@katech.re.kr		1091 1780
	저먼코리아	한창아	팀장	031-366-8808	hsm@germankorea.com		1115 5002
참여기업	참여기관 중 중소기업 (2)개, 중견기업 (0)개, 대기업 (1)개						
국제공동연구	상대국연구기관수			상대국연구비		상대국연구책임자수	
	-			-		-	
실무담당자	성명	이용기		직급(직위)		박사과정	
	전화번호	02-910-6403		전자우편		lykcjy@gmail.com	
	휴대전화번호	010-2506-3831					

관련 법령 및 규정과 모든 지시 사항을 준수하면서 이 국가연구개발사업을 성실히 수행하고자 아래와 같이 연차실적 · 계획서를 제출합니다. 아울러 이 연차실적 · 계획서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 선정 취소, 협약 해약 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2020 년 2 월 27 일

협동연구책임자: 박 기 홍 (인)

협동연구기관의 장: 신 동 훈 (직인)

국토교통과학기술진흥원장 귀하

<연구분야 및 분류>

코드 구분		중심 분야		관련 분야1		관련 분야2		관련 분야3		관련 분야4	
		코드	비중	코드	비중	코드	비중	코드	비중	코드	비중
필수	국가과학기술표준분류	자동차 기반기술	60 %	교통운영 관리기술	40 %	-	- %	-	- %	-	- %

<요약문>

연구 개발 목표	○ 군집대열 내에서 자율주행 기술이 적용된 트럭을 대상으로 자동차 전용도로에서 인프라 간 통신을 연계하여 군집주행 기술구현																																						
연구 개발 내용	○ (1세부) 군집주행 차량의 안전주행 제어기술 개발 - 군집주행 안전제어 기술개발 • V2V 상황인지 및 판단로직 개발, 군집주행 경로생성, 추종 상위제어 로직 개발 - V2X기반 군집주행 시나리오 및 평가기술 개발 • V2X기반 군집주행 시나리오 개발 / 군집주행 안전제어 평가환경 구성 - 군집주행 시스템 및 차량개발 • V2X기반 군집주행 제어로직 구현, 군집주행 시스템 및 실차개발 - V2X기반 군집주행 요구성능 평가 및 분석 • 군집주행 실주행 성능평가 방법 및 기준수립 군집주행 요구성능평가 및 분석																																						
연구 개발 성과	○ (1세부) 군집주행 차량의 안전주행 제어기술 개발 - 주행 환경 인지/판단 기술 및 군집주행 제어 기술 - 군집주행차량 제작 및 군집주행 V2X통신 모듈 개발 및 탑재 - 군집주행 차량 디지털클러스터 (HW, SW) - 군집주행 시스템 평가 시나리오 및 기술 - 군집주행 시스템 평가 (2만km 주행/연, 2차년도 2대, 3차년도 3대, 4차년도 4대) <예상되는 연구개발성과 유형> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">구분</th><th rowspan="2">논문</th><th rowspan="2">특허 (출원/ 등록)</th><th rowspan="2">보고서 원문</th><th rowspan="2">연구시설 · 장비</th><th rowspan="2">기술요약 정보</th><th rowspan="2">소프트웨 어</th><th rowspan="2">화합물</th><th colspan="2">생명자원</th><th colspan="2">신품종</th></tr> <tr> <th>생명 정보</th><th>생물 자원</th><th>정보</th><th>실물</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>예상성과 (N/Y)</td><td>1</td><td>10/4</td><td>17</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> </tbody> </table>											구분	논문	특허 (출원/ 등록)	보고서 원문	연구시설 · 장비	기술요약 정보	소프트웨 어	화합물	생명자원		신품종		생명 정보	생물 자원	정보	실물	예상성과 (N/Y)	1	10/4	17	-	-	-	-	-	-	-	-
구분	논문	특허 (출원/ 등록)	보고서 원문	연구시설 · 장비	기술요약 정보	소프트웨 어	화합물	생명자원		신품종																													
								생명 정보	생물 자원	정보	실물																												
예상성과 (N/Y)	1	10/4	17	-	-	-	-	-	-	-	-																												
활용 계획 및 기대 효과	○ 활용계획 - 군집주행 선두/추종 차량 제작 및 실증으로 군집주행차량 제조 원천기술 확보를 통한 조기 상용화 추진 - 군집주행 운영전략 수립, 안전성 위험 관리, 파급효과 분석, 법·제도 개선 및 정책 제언, 표준 마련 등을 통한 실용화 추진시 활용 ○ 기대효과 - (경제성) 차량 연비개선으로 인한 비용절감 및 CO2 배출과 미세먼지 감소, 도로 용량증대 및 도로 유지보수 비용 감소 등 기대 - (안전성) 화물차 운전자 피로도 감소 등의 효과로 인해 최근 증가하는 화물차 졸음 운전 대형사고 등에 대한 근원적 해결방안으로써의 역할 기대																																						
국문핵심어 (5개 이내)	화물차 군집주행		군집주행차량		군집주행 인프라		V2X 통신		군집주행 운영기술																														
영문핵심어 (5개 이내)	Truck platooning		Platooning Vehicle		Infrastructure for platooning		V2X Communication		Platooning technology																														

목 차(연차실적·계획서)

I. 연차(단계)실적

1. 연구 개발 목표 및 결과	1
2. 평가의 착안점 및 기준	6
3. 연구 성과	13
4. 연구비 집행실적	16
5. 연구 수행에 따른 문제점 및 개선 방향	16
6. 주요 연구 변경사항	16
7. 기타 건의 사항	16
8. 성과점검기준표(실적)	17

II. 차년도(단계) 연구개발 계획

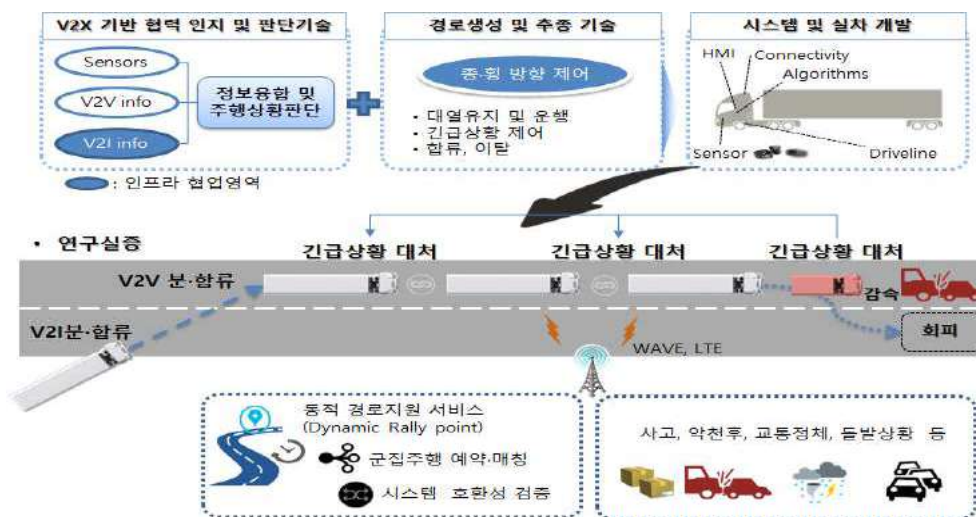
1. 국내외 관련 분야의 환경 변화	18
2. 연구 개발의 목표 및 내용	26
3. 연구 개발의 추진전략·방법 및 추진체계	42
4. 연구 개발 성과의 활용 방안 및 기대효과	57
5. 연구기관 현황	64
6. 연구비 명세	74
7. 보안 등급의 분류 및 결정 사유	92
8. 연구에 활용 예정인 장비 현황	93
9. 사업화 계획	97
10. 연구실 안전조치 이행계획	105
11. 주요 연구 변경사항	106
12. 성과점검기준표(계획)	107

I. 연차(단계)실적

1. 연구 개발 목표 및 결과

1-1. 최종 목표

- 화물차를 대상으로 자율주행 기술을 적용하여 군집주행 기술을 구현하고, 자동차 전용도로에서 V2X 기반으로 차량과 협력하여 안전과 운영 효율성을 향상시키는 군집주행 서비스 운영기술 개발
 - (차량제어) 안정적인 연결성(V2X)을 유지하며, 기본적인 동작모드(합류·이탈, 긴급/이상상황)별 주행시나리오에 의해 통합적으로 인지·판단·제어를 실행하는 차량기술 개발
 - (인프라) 도로교통 정보 인프라(V2X)가 지원되는 자동차전용도로에서 실시간 위치기반으로 도로 교통 정보를 제공하며, 다양한 서비스 시나리오를 통해 군집주행의 안전성과 효율성(군집형성 등)을 향상하는 서비스 인프라 시스템 개발 및 연구실증



화물차종류 : 6×2 트랙터 + 트레일러(40ft)가 연결된 화물차량

- * 차량속도 : 90km/h
- * 차량간격 : 0.5s(Time gap)
- * 최대 군집대열 대수 : 3대
- * 대상도로 : 자율협력주행, C-ITS 시설물이 설치된 자동차 전용도로

1-2. 당해 연도(단계) 개발 목표 및 결과

구분(연도/단계))	세부 과제명	세부 연구 목표	연구개발 수행 내용	연구 결과
2차 연도 (2019)	군집주행 차량의 안전주행 제어기술 개발	○ 영상센서 기반 차선 인지 기술 성능 향상	○ 영상 센서(전방 카메라) 기반의 DeepLearning 기술 을 통해 차선 인식 정확도 향상	○ 차선인지 정확도 90% 초과 달성
		○ V2V 협력인지 기반 차량 인지/추종 기술	○ 영상센서(전방카메라)를 기반으로 하는 군집	○ 차량 인지/추종 정확 도 85% 초과 달성

구분(연도/ 단계))	세부 과제명	세부 연구 목표	연구개발 수행 내용	연구 결과
			주행 대열 차량 인지 성능 향상 및 추종 기술 개발	
		○ V2V 협력인지 기반 군집주행 차량의 종방향 제어 기술 성능 고도화	○ 군집주행 종방향 제어 기술 관련 자료 추가 조사 ○ 군집주행 종방향 제 어 성능 육성을 위한 V2V 통신 및 제어 아키텍처 개선	○ 개선된 종방향 제어 아키텍처 기반 로직 수정 및 시뮬레이션 검증 완료 ○ 종방향제어 성능 목표치 94% 초과 달성
		○ 군집주행 대열 합류/ 이탈 등 주행시나리오 기반 군집주행 기술 고도화	○ 합류/이탈 시 동적 차간 거리 제어기술 컨셉 수정	○ 수정된 대열 합류/이탈시 동적 차간거리 생성 및 추종 제어 로직 개발 완료
		○ V2V 협력인지 기반 군집주행 차량의 횡방향 제어 컨셉 도출 및 안전주행 기술 개발	○ V2V 협력인지 정보 기반 군집주행 횡방 향 제어 컨셉 정의 ○ 대열유지를 위한 동적 경로 생성 및 추종 제어기술 개발 ○ 대형 화물차의 거동 특성을 고려한 횡방향 제어기술 고도화	○ 군집주행 횡방향 대열 유지를 위한 제어 및 V2V 아키텍처 도출 ○ 군집주행 횡방향 안전 주행을 위한 제어 기술 개발
		○ 가상화 시뮬레이션 환경 기반 횡방향 제어 기술 검증	○ 가상화 시뮬레이션 환경 기반 군집차량, 도로, 센서 모델링 ○ 횡방향제어 성능검증을 위한 시뮬레이션 수행	○ 횡방향 성능 검증을 위한 가상화 시뮬레 이션 환경 구축 - 차량, 도로, 센서 모델 환경 ○ 군집주행 횡방향 제어 로직 검증 완료 ○ 횡방향제어 성능 목표치 0.3m 초과 달성
		○ 군집주행 안전주행 기술 실증(비공용 도로)	○ V2V 협력인지 기반 군집주행 종/횡방향 제어 기술 시연 준비 - 여주시험도로	○ 군집주행 시연 성공 - 여주시험도로 - 군집차량 2대 - 속도 : 60kph
		○ 군집주행 차량 실도로 운행 위한 자동차	○ 국내·외(미국, 유럽) 군집주행 관련 법제	○ 군집주행 실도로 운행 위한 자동차기준(임시

구분(연도/ 단계))	세부 과제명	세부 연구 목표	연구개발 수행 내용	연구 결과
		기준(임시운행 등) 검토	도 현황 비교 분석 ○ 국내 법제도 문제점 분석 및 개선방안 검토 수행	운행 허가 포함) 및 도로교통법 관련 개선 방안 검토보고서 작성
		○ 군집주행 차량(Lv.3용) 제작 완료: 2대(LV + FV)	○ 군집주행 횡방향 액츄에이터 장착 ○ 전/측방 센서 장착 및 성능 육성	○ 횡방향 액츄에이터 - 액츄에이터 장착 - 기능/성능 확인 및 Troubleshooting ○ 인지 센서 성능 육성 - 전방레이더 성능육성 - 전방레이더+카메라 센서 퓨전 성능육성 - AVM카메라 성능육성
		○ V2V 기반 군집주행 성능 요구사항 도출	○ 군집주행 종방향 제어 안정성 요구사항 도출 ○ 통신 요구사항 도출 ○ 연비 요구사항 도출	○ 종방향 제어 요구사항 도출 - 차량 속도 - 차량 간격/오차 - 선두차 최대감속도 ○ 통신 요구사항 도출 - V2V 통신 주기 ○ 연비 요구사항 도출 - 차량 2대 기준 연비
		○ 비공용도로 운영기술 평가/시연(2대)	○ 군집주행 운영 시나리오 평가 ○ 군집주행 시연	○ 운영 시나리오 평가 - 군집주행 합류, 유지, 이탈, 컷인/아웃, 급제동 ○ 군집주행 시연 대응 - 운영방안 협의 - 실시간 주행지원 및 모니터링
		○ 디지털 클러스터 1차 시제품 제작 : PBA, 목업	○ 고성능 SoC를 이용한 군집주행 전용 클러스터 개발	○ Cortex A9 dual Soc를 이용한 클러스터 개발 완료
		○ HMI 디자인 개발	○ 군집 주행 시나리오 기반 HMI 개발	○ Sequence 다이어그램 및 GUI 가이드 작성 완료 ○ 2차년도 실증용 GUI 작성
		○ MCU, BSP, Middle ware, Application	○ 차량 연동을 위한 MCU 프로그램 개발	○ 군집주행 차량용 액시언트 차량 인터페이스 개발

구분(연도/ 단계))	세부 과제명	세부 연구 목표	연구개발 수행 내용	연구 결과
		프로그램 개발		
		○ 디지털 클러스터 - AVN 통합 및 주변 인지 시스템 (BSD) Integration 설계	○ 운전자 보조 장치와의 인터페이스 개발	○ 외부 영상 입력을 받을 수 있는 GMSL(Gigabit Multimedia Serial Link) 설계 적용 ○ DSM(Driver Status Monitoring) 개발 및 인터페이스 개발 완료
		○ 군집주행 V2V 제어 시스템 성능 평가	○ 군집주행 시스템 튜닝 및 신뢰성 평가 주행 ○ 군집주행 성능평가 주행 ○ 군집주행 연비시험 (1차, 2차 시험실시)	○ 군집주행 시스템 튜닝 및 신뢰성 평가 30,000km 주행 ○ 군집주행 성능 평가 10,092km 주행 ○ 군집주행 연비시험 실시(2대) 단독주행 대비 평균 5% 연비효과
		○ 교통환경을 반영한 군집주행 시나리오 및 모델 개발	○ 기존 사고유형 분석 자료를 바탕으로 시나리오 개발 ○ 가상화 시뮬레이션 환경에서 시나리오 구현	○ 주변 상황(주변 차량, 교통 트래픽 등)을 반영한 시나리오(전방 긴급상황 등)를 구현하여 시뮬레이션 수행
		○ 군집주행 오프라인 가상화 시뮬레이션 환경 구성	○ 군집주행 오프라인 가상화 시뮬레이션을 위한 요구사항 분석 ○ 가상화 시뮬레이션 환경 구성을 위한 장비 구매 - 군집주행 시나리오 생성 및 평가 시뮬레이션 SW - 군집주행제어기 인터페이스 SW 모듈 - V2X 인터페이스 모듈	○ 군집주행 오프라인 가상화 시뮬레이션 환경 구축 - 군집주행 대상 차량의 제원(일부)을 반영한 상용차 차량 모델 - 군집주행 제어기 평가를 위한 군집주행 평가 시나리오 개발 - V2X 통신 환경 구축 ○ 가상화 시뮬레이션을 위해 OSM(OpenstreetMap) 기반의 연구실증 대상도로 (신갈IC-여주IC) 도로 생성(1차선 도로)

구분(연도/ 단계))	세부 과제명	세부 연구 목표	연구개발 수행 내용	연구 결과
		○ V2X 기반의 군집주행 운영 및 제어성능 평가 시나리오 개발 (연구실증 대상)	○ 군집주행 시나리오의 해외 사례 조사 ○ 군집주행 제어기의 제어 요구사항 분석을 토대로 평가 시나리오 개발	○ 군집주행 오프라인 가상화 시뮬레이션을 이용하여 군집주행 시나리오의 시뮬레이션 수행 - 합류, 이탈, Cut-in/out, 긴급상황 등 시나리오 수행
		○ 군집차량과 인프라 간 V2I 운영을 위한 안전운전 정보 정의	○ 안전운전 요구사항에 따른 V2I 정보 메시지 검토 ○ 군집주행 ODD를 고려한 가상화 시뮬레이션 구성	○ 군집주행 오프라인 가상화 시뮬레이션을 이용하여 군집주행의 ODD 이탈 조건에 대한 시뮬레이션 수행

[참고1] 인지 기술 평가 환경 및 방법

- 영상센서 기반 차선 인지 기술 성능 향상(차선 인지 기술보고서)

• 연구내용

1) 딥러닝(Deep Learning)

- Tusimple dataset과 여주 시험도로 주행 dataset을 통해 Training dataset 생성
- 이미지내의 차선을 검출해 내기 위해 GUI tool인 Labelme를 사용하여 Training dataset Segmentation 작업
- 정교한 차선 검출이 가능한 LaneNet DNN 학습 모델을 사용하여 알고리즘 학습

2) Lane Detection

- 역투영 변환
 - 효과적인 차선 검출을 위해 역투영 변환 기법을 활용하여 원근효과 제거
 - 노이즈 제거 및 처리속도 향상을 위해 동적 ROI 적용
- Sliding Window 및 Histogram
 - Histogram을 통해 기준점이 될 수 있는 좌우 최선 베이스 점을 검출
 - 베이스 점을 중심으로 Sliding Window를 쌓고 차선 값의 평균을 기준으로 다음 Window를 쌓는 과정을 반복하여 전체 차선 완성

• 평가환경

1) 환경

- 차량 인지 및 추종 알고리즘 검증을 위해 플랫폼에 이식 후 평가
- 주행 상황과 동일한 환경에서 평가(주행 data 사용)
- 주행 환경
 - 날씨 : 흐리지 않은 주간 환경
 - 도로 : 여주 비 공용 시험도로
 - 교통량 : 차량 통행이 없는 환경
 - 속도 범위 : 40 ~ 80 kph

• 평가방법

- 여주 비공용 도로 실제 주행 영상 이미지로 진행
 - 650장의 이미지를 frame by frame으로 측정
- 같은 테스트 이미지를 Ground Truth 용과 알고리즘 테스트 이미지로 구분
- 이미지에 차선을 직접 체크하여 Ground Truth 이미지 생성
- 실제 테스트 이미지에 알고리즘을 적용하여 결과 이미지 생성
- 두 이미지를 OpenCV를 활용하여 비교
- 이미지에 표시된 실제 차선이 결과 이미지에 제대로 검출이 되었는지를 확인하여 인지 성공 및 실패 케이스 분류
- 입력으로 사용한 총 Frame과 성공한 케이스 Frame의 비율 계산

- 연구내용

- 1) ROS(Robot Operating System)

- 응용 프로그램 개발에 필요한 여러 기능이 구현된 미들웨어
 - 프로세스 간의 메시지 통신 및 데이터 송수신 기능을 라이브러리 형태로 제공
 - 차량 인지 및 추종 알고리즘을 각각 ROS 미들웨어의 노드 형태로 개발

- 2) YOLO network & Darknet framework

- 빠른 검출 속도가 장점인 YOLO network를 사용하여 돌발 상황 인지 가능
 - 여주 비 공용 시험도로 주행 data를 이용하여 Network 학습
 - 이미지 데이터를 입력 값으로 받아와 Inference 과정을 거친 뒤 객체의 Class, 픽셀 좌표(Bounding box), 검출한 객체가 정답일 확률을 출력

- 3) IOU (Intersection Over Union)

- 두 영역(이전 & 현재 Frame 내 객체) 사이의 공통 영역을 계산하여 물체 추종
 - 두 객체 간의 공통 영역이 2/3 이상일 경우 동일 객체로 판단하여 Tracking ID 부여

- 평가환경

- 1) 환경

- 차량 인지 및 추종 알고리즘 검증을 위해 플랫폼에 이식 후 평가
 - 주행 상황과 동일한 환경에서 평가(주행 data 사용)
 - 주행 환경
 - 날씨 : 흐리지 않은 주간 환경
 - 도로 : 여주 비 공용 시험도로
 - 교통량 : 차량 통행이 없는 환경
 - 속도 범위 : 40 ~ 80 kph

- 2) 플랫폼 사양

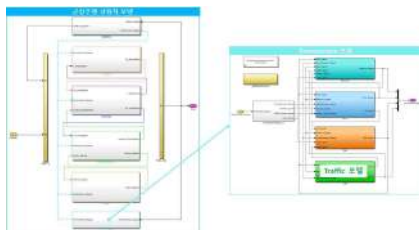
- GPU : NVIDIA Pascal 아키텍처(256개 NVIDIA CUDA 코어)
 - CPU : 듀얼 코어 Denver 2 64bit & 쿼드 코어 ARM A57
 - RAM : 8 GB

- 평가방법

- 주행 상황 Logging data를 이용하여 평가
 - 여주 비 공용 시험도로에서 취득한 영상 데이터를 알고리즘 입력 값으로 사용
 - 추종 정확도 측정을 위해 2개의 Frame을 1개 세트로 사용
 - 인지 Ground Truth : Frame 내 객체 수 (자차와 동일한 방향으로 주행하는 객체)
 - 추종 Ground Truth : 동일한 객체 기준, 현재 Frame의 Tracking ID가 이전 Frame에서 부여한 Tracking ID와 동일한지 판단
 - 알고리즘 결과를 인지 및 추종 Ground Truth와 비교하여 Case(성공/실패) 분류
 - 입력으로 사용한 총 Frame 세트 대비 인지 및 추종 성공 Frame 세트 비율 계산

[참고2] 오프라인 가상화 시뮬레이션 환경

- 오프라인 가상화 시뮬레이션 환경을 위한 장비 구축
 - 1) ‘군집주행 시나리오 생성 및 평가 시뮬레이션 SW’ 장비 도입
 - 2) 장비 구성
 - 가) 차량 동역학 모델, 도로 모델, 운전자 모델, Maneuver 모델, 교통환경 트래픽 모델, 상용차 동역학 모델, 모델 관리 도구, 3D 애니메이션 도구 등으로 이루어짐
 - 3) 장비 개요 및 용도
 - 가) 군집주행 제어기 검증을 위한 군집주행 시나리오를 생성하고 오프라인 가상화 시뮬레이션을 이용하여 군집주행 시나리오 탐색 및 검증에 사용됨
 - 나) 군집주행이 이루어지는 도로 교통환경(실제도로 환경모사)을 구현 가능하고, 합류, 이탈, 대열유지 등 군집주행 시나리오와 연동하여 제어기 검증에 사용됨
- 오프라인 가상화 시뮬레이션 환경 구성
 - 1) 군집주행 시뮬레이션 모델 구성
 - 가) 구축 장비를 활용하여 본 과제의 대상차량인 상용차 모델을 구성
 - 나) 도로환경 및 교통환경을 포함하는 트래픽 시뮬레이션 모델을 구성
 - 다) 상용차 모델과 트래픽 시뮬레이션을 병합하여 군집주행 시뮬레이션 모델을 구성
 - 2) 군집주행 트래픽 시뮬레이션 관리
 - 가) 모델 관리 도구를 이용하여 운전자모델, 도로모델, 트래픽모델 등의 파라미터 관리
 - 나) 신갈IC-호법IC간 도로의 GPS 정보를 이용하여 군집주행 시뮬레이션용 도로 생성
 - 다) 군집차량의 Ego 차량 및 Fellow 차량들의 거동에 대한 시나리오를 작성하여 군집주행 시나리오 탐색 및 검증
 - 3) 오프라인 가상화 시뮬레이션
 - 가) 모델 기반의 환경에서 오프라인 가상화 시뮬레이션을 수행하며, 모델 관리 도구 및 3D 애니메이션 도구를 이용하여 시각적으로 차량들의 거동 애니메이션 확인
 - 나) HIL Simulator와 연동하면, 실시간 가상화 시뮬레이션 수행이 가능



< 군집주행 시뮬레이션 모델 >



< 시뮬레이션용 도로 생성 >



< 군집주행 시나리오 생성 >



< 군집주행 시뮬레이션의 3D 애니메이션 >

2. 평가의 착안점 및 기준

○ 당해 연도 정량적 연구성과 목표 및 달성도

구분		목표 /실적	달성도(%)	비고	
국외 논문 게재	SCI	-	-		
	비SCI	-	-		
	계	-	-		
국내 논문 게재	SCI	-	-		
	비SCI	-	-		
	계	-	-		
특허 출원	국내	3 / 3	100%		
	국외	-	-		
	계	3 / 3	100%		
특허 등록	국내	-	-		
	국외	-	-		
	계	-	-		
인력 양성	석사	-	-		
	박사	-	-		
	계	-	-		
기술 이전	계약 건수	-	-		
	계약액	-	-		
	징수액	-	-		
국제 표준화	기고서 제출	-	-		
	기고서 채택	-	-		
	표준안 채택	-	-		
국내 표준화	기고서 제출	-	-		
	기고서 채택	-	-		
	표준안 채택	-	-		
등록·기탁 대상 성과물	보고서 원문		-	-	
	연구시설·장비		-	-	
	기술요약정보		-	-	
	생명자원	생명정보	-	-	
		생물자원	-	-	
		신품종	-	-	
	소프트웨어		-	-	
화학물		-	-		
기타	시제품	4 / 4	100%	- 군집차량 2대 - V2V통신모듈 2set	
	성과 홍보	-	-		
	일자리 창출	-	-		

○ 성과 목표에 대한 자체 평가

성과 목표	자체 평가
○ 영상센서 기반 차선 인지 기술 성능 향상	○ 차선 인지 기술 성능 향상을 통해 군집 주행 차량의 횡 방향 제어 성능 향상의 기반 기술을 마련
○ V2V 협력인지 기반 차량 인지/추종 기술 개발	○ 차량 인지 기술 성능 향상을 통해 영상 센서 기반 추종 기술 개발 및 정확도 향상
○ V2V 협력인지 기반 군집주행 차량의 종방향 제어 기술 성능 고도화	○ 모든 FV가 LV와의 상대 거리 및 속도 정보를 공유하기 위한 종방향 제어 컨셉 개선 및 수정 완료 ○ 개선 로직의 시뮬레이션 검증을 통한 종방향 제어기술 성능 개선 효과 확인
○ 군집주행 대열 합류/이탈 등 주행시나리오 기반 군집주행 기술 고도화	○ 합류/이탈 시 동적 차간 거리 및 속도 제어를 위한 제어 컨셉 수정에 따른 성능 개선 효과 확인
○ V2V 협력인지 기반 군집주행 차량의 횡방향 제어 컨셉 도출 및 안전주행 기술 개발	○ 군집주행 횡방향 제어 시스템 정의 ○ 군집주행 횡방향 제어를 위한 V2V 아키텍처 도출 ○ 동적 경로 생성 및 추종 제어 로직 개발 ○ 직선 및 곡선로 주행 또는 차선 변경 시 횡방향 제어 모드 판단
○ 가상화 시뮬레이션 환경 기반 횡방향 제어 기술 검증	○ 가상화 시뮬레이션 환경기반 군집주행 대열유지를 위한 횡방향 제어 성능 검증 ○ 주행도로 및 차선변경 조건에 따른 동적 경로 생성 및 추종 제어 평가 시나리오 개발 ○ 횡방향 제어기술 평가 환경 - 대열유지 시나리오 : 화물차 최대속도인 90kph의 속도로 LV 1대에 2대의 FV LV를 0.5sec의 Time-gap으로 대열유지하고 있는 상황에서 곡선로 주행 성능 확인 (주행 전 구간에서 차량의 횡방향 이탈 거리 비교) - 차선변경 시나리오 : 화물차 최대속도인 90kph의 속도로 LV 1대에 2대의 FV가 LV를 0.5sec의 Time-gap으로 대열유지하고 있는 상황에서 LV의 차선 변경에 따른 FV의 추종 성능 확인
○ 군집주행 안전주행 기술 실증(비공용 도로)	○ Use-case 별 군집주행 종방향 제어 성능 검증/확인 - 대열 합류/유지/이탈 및 Cut-in, 긴급제동 ○ 종/횡방향 통합 제어 시 대열유지 성능 검증/확인 ○ 군집주행 시연 성공적 완료
○ 군집주행 차량 실도로 운행 위한 자동차 기준(임시운행 등) 검토	○ 국내·외 군집주행 관련 법제도 동향 분석을 통해 국내에서 V2X 기반의 실도로 군집주행이 허용되기 위한 제도적 개선 방안과 현행 임시운행 허가제도 내에서 특례 추진방안을 제시함으로써 3차년도 실도로 운행에 차질 없이 대비할 수 있도록 결과 도출 하였음.

성과 목표	자체 평가
○ 군집주행 차량(Lv.3용) 제작 완료: 2대 (LV + FV)	○ Lv.3용 차량 제작을 위해서 1차년 대비 횡방향 액츄에이터를 추가 장착함. - 제어에 따른 기능/성능을 확인하고 초기 장착 시 발생하는 에러 제거를 위해 Troubleshooting을 실시함. ○ 군집주행 종방향 제어에 활용되는 전방레이더, 횡방향 제어에 활용되는 센서 퓨전 및 AVM카메라에 대한 성능 육성을 여주 스마트하이웨이 도로기반으로 실시함.
○ V2V 기반 군집주행 성능 요구사항 도출	○ LV와 FV와의 종방향 제어 시 요구사항을 도출함 - 차량 속도, 군집주행 유지 중 차량 간격/오차 - 급제동시 요구하는 감속도 ○ 군집주행 V2V통신 주기 요구사항 도출함. ○ 차량 2대(LV+FV) 연비에 대한 요구사항 도출 및 저먼코리아 주관 연비측정시험 방법 협의함.
○ 비공용도로 운영기술 평가/시연(2대)	○ 여주 스마트하이웨이 기반 군집주행 운영 시나리오 진행함. - 군집주행 합류, 유지, 이탈, 컷인/아웃, 급제동 ○ 2차년도 시연 시 차량 운영방안에 대한 관련기관 협의 및 시연 중 실시간 주행지원 및 모니터링 실시함.
○ 디지털 클러스터 1차 시제품 제작 : PBA , 목업	○ 자율 주행 전용 디지털 클러스터 시제품 - 신호 반응에 따른 화면 응답 속도 / 화면 전환 속도 정량적 평가 - 차량 장착을 위한 기구 데이터 정합성 여부 확인
○ HMI 디자인 개발	○ 2차년도 군집 주행 시나리오에 따른 UX 가이드라인 문서 ○ 법규 평가를 위한 평가서 및 평가 결과서
○ MCU, BSP, Middle ware, Application 프로그램 개발	○ 자율 주행 전용 디지털 클러스터 시제품 - 차량 및 JIG에서의 차량 신호 연동 동작 확인
○ 디지털 클러스터 – AVN 통합 및 주변 인지 시스템 (BSD) Integration 설계	○ 외부 주변 인지 시스템 통합 개발 기능 확인 - DSM 확인 및 동작 확인
○ 군집주행 V2V 제어시스템 성능 평가	○ 군집주행 시스템 튜닝 및 신뢰성 평가 목표 주행거리 3만km(2대) 중 30,702km 평가 주행 실시를 완료 함. ○ V2V 연계 시스템 개발 성능평가 주행 목표 1만km(2대) 중 8,361km 주행 평가를 실시 하였고 11/말까지 여부 비공용 도로에서 연비성능 평가 실시로 1만km 성능평가 완료 예정임. ○ 군집주행 연비성능 평가는 1차, 2차로 KATRI 및 남양연구소 주행시험장에서 실시한 결과 단독주행 대비 5% 연비 효과가 있음.
○ 교통환경을 반영한 군집주행 시나리오 및 모델 개발	○ 당해연도에 구성한 가상화 시뮬레이션 환경을 활용하여, 개발한 군집주행 시나리오를 구현하여 가상화 시뮬레이션을 수행함

성과 목표	자체 평가
○ 군집주행 오프라인 가상화 시뮬레이션 환경 구성	○ 군집주행 오프라인 가상화 시뮬레이션이 가능한 장비를 구매하여 군집주행 시나리오 생성 및 가상화 시뮬레이션을 수행할 수 있는 기반을 마련
○ V2X 기반의 군집주행 운영 및 제어성능 평가 시나리오 개발(연구실증 대상)	○ 군집주행 운영(합류, 이탈, 유지 등) 및 제어성능(차간 거리, 차선 유지, 차량속도 등)을 평가하기 위한 시나리오를 개발함 ○ 가상화 시뮬레이션 기반의 시나리오 생성하여 시뮬레이션 환경을 구성함
○ 군집차량과 인프라 간 V2I 운영을 위한 안전운전 정보 정의	○ 가상화 시뮬레이션을 이용하여 군집주행 ODD 조건에 따른 군집주행 상태 변화를 시뮬레이션함

3. 연구 성과

※ 해당연도 연구기간 동안 발생한 연구 성과를 작성 또는 국가연구개발사업 조사·분석에 제출한 자료를 첨부하여도 무방함

3-1. 국내·외 논문 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCI 여부 (SCI/비SCI)	게재일	등록 번호*
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* 연구 개발 성과 관리·유통 전담 기관에 등록된 번호 기재

3-2. 국내 및 국제학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	2019 한국정보과학회 KCC 학술대회	김태욱	2019.06.28.	제주 국제 컨벤션센터	대한민국
2	2019 한국ITS학회 추계학술대회	이용기	2019.11.14.~ 2019.11.15.	강릉 세인트존스호텔	대한민국
3	2019 한국자동차공학회 추계학술대회	김태욱	2019.11.22.	경주 화백 컨벤션센터	대한민국

3-3. 생명자원(생물자원)/화합물

번호	생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물명	등록/기탁 번호*	등록/기탁 기관	발생 연도
-	-	-	-	-

* 연구 개발 성과 관리·유통 전담 기관에 등록/기탁한 번호 기재

3-4. 지식재산권(특허, 실용신안, 디자인, 상표, 신제품 등)

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원				등록				기여 율
			출원인	출원일	출원번호	등록 번호*	등록인	등록일	등록번호	등록 번호*	
1	차량용 클러스터 장치 및 제어 방법	대한 민국	아이 노즈	19.8.28	제10-20 19-009 9805호						100
2	군집주행 중 긴급상황 시 트레일러의 차선 유지 제어 방안	대한 민국	현대 자동차	19.9.18	제10-20 19-0114 877		-	-	-	-	100
3	화물차 군집주행을 위한 횡방향 제어 모드 결정 방안	대한 민국	국민 대학교 산학 협력단	-	-	-	-	-	-	-	100

* 연구 개발 성과 관리·유통 전담 기관에 등록된 번호 기재

3-5. 저작권(소프트웨어, 서적 등)

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록 번호*	저작권자명	기여율
-	-	-	-	-	-	-	-

* 연구 개발 성과 관리·유통 전담 기관에 등록한 번호 기재

3-6. 전문 연구 인력 양성

번호	분류	기준 연도	현황										
			학위별				성별		지역별				
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3-7. 산업 기술 인력 양성

번호	프로그램명	프로그램 내용	교육 기관	교육 개최 횟수	총 교육 시간	총 교육 인원
-	-	-	-	-	-	-

3-8. 기술 거래(이전) 등

번호	기술 이전 유형	기술 실시 계약명	기술 실시 대상 기관	기술 실시 발생일	기술료 (해당 연도 발생액)	누적 징수 현황
-	-	-	-	-	-	-

3-9. 사업화 투자 실적

번호	연구개발 투자	설비 투자	기타 투자	합계	투자 자금 성격
-	-	-	-	-	-

3-10. 사업화 현황

번호	사업화 방식	사업화 형태	지역	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생연도	기술 수명
							국내	국외		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3-11. 표준화

번호	수행기관명	표준화 주제	표준화 기구	표준화 단계	관련 번호	제출(채택)일	국가
-	-	-	-	-	-	-	-

3-12. 기술요약정보

연도	기술명	요약 내용	기술 완성도	등록 번호*
-	-	-	-	-

* 연구 개발 성과 관리·유통 전담 기관에 등록한 번호 기재

3-13. 보고서 원문

연도	보고서 구분	발간일	등록 번호*
-	-	-	-

* 연구 개발 성과 관리·유통 전담 기관에 등록한 번호 기재

3-14. 구매 금액이 3천만원 이상인 연구시설·장비 구축 현황(해당 시 작성)

연구시설·장비명	구축 금액 (천원)	구축일	활용 용도	설치 장소	ZEUS 시설 장비 등록 번호
군집주행 시나리오 생성 및 평가 시뮬레이션 SW	181,214	19.6.4	군집주행 가상화 시뮬레이션 (시나리오 생성 및 제어기 검증)	한국자동차연구원 (본원)	NFEC-2019-11-258732
군집주행 제어기술 실시간성 검증 제어기	34,485	19.9.20	제어기 실시간성 검증	산학협력관 3층3호실	NFEC-2019-09-257872
군집주행 제어기술 실시간성 검증 제어기	34,485	19.9.23	제어기 실시간성 검증	산학협력관 3층3호실	NFEC-2019-09-257855

3-15. 기타(해당사당 없음)

4. 연구비 집행실적

○ 2019년도 연구비 집행실적(구 세목 적용)(2020년도 이후 미적용)

(단위: 천원)

비목	세목			계획금액	사용금액	잔액	비고	
직 접 비	인 건 비	내부 인건비	미지급					
			지급	현금	324,545	261,505	63,040	
				현물	337,600	325,600	12,000	
		외부 인건비	미지급				0	
			지급	현금			0	
				현물			0	
	학생인건비			112,260	112,260	0		
	인건비 소계			774,405	699,365	75,040		
	연구장비· 재료비	현금		1,612,313	1,301,788	310,525		
		현물		375,350	375,350	0		
	연구활동비			203,599	102,978	100,621		
	연구과제 추진비			50,388	35,045	15,343		
	연구수당			63,090		63,090		
	위탁연구비			60,000	60,000	0		
	직접비 소계			3,139,145	2,574,526	564,619		
간접비			200,855	184,174	16,681			
연구비 총액			3,340,000	2,758,700	581,300	19.11.15 기준		

5. 연구 수행에 따른 문제점 및 개선 방향(해당사항 없음)

6. 주요 연구 변경사항

○ 참여기관 법인명 변경

- (주)모비루스오토모티브에서 (주)아이노즈로 법인명 변경 (사유 : 주주총회 의결)
- 자동차부품연구원에서 한국자동차연구원으로 법인명 변경 (사유 : 이사회 의결)

7. 기타 건의 사항(해당사항 없음)

8. 성과점검기준표(실적)

[1세부 : 군집주행 차량의 안전주행 제어기술 개발]

구분	핵심 성과물 (level1)	단위 성과물 (level2)	당해단계 성과목표				해당 기관	예산 (백만원)	실적목표/달성치	
			질적목표(측정방법)	목표치 /달성치	검증방법	가중치				
1세부	1	1-1 주행 환경 인지/판단 기술 및 군집주행 제어 기술 개발	①	영상센서 기반 차선 인지 기술	90%/90%	결과서 확인	15.3	국민 대 학교	511	학술발표 : 2건/3 건 기타 : 3 건/3 건 특허 : 출원 1건 / 1건
			②	V2V 협력인지 기반 차량 인지/ 추종 기술	85%/85%	결과서 확인				
			③	군집주행 횡방향 제어 컨셉 보고서	1건/1건	전문가 평가				
			④	군집주행 종방향 제어 기술	94%/94%	결과서 확인				
			⑤	군집주행 횡방향 제어 기술	0.3m/ 0.3m	결과서 확인				
			⑥	화물차 군집주행 차량 자동차 기준 (임시운행 등) 검토서	1건/1건	전문가 평가				
		1-2 차량제작 및 V2V통신 모듈 적용 / 군집주행 시연	①	LV.3 군집주행 시스템 탑재차량 제작	2대/2대	실물 확인	46.2	현대 자동차	1,542	사제품 : 4 건 / 4건 기타 : 1 건 / 1건 특허 : 출원 1건 / 1건
			②	V2V통신 모듈 적용	2대/2대	실물 확인				
			③	군집주행 차량속도 요구사항	60kph/ 60kph	결과서 확인				
			④	군집주행 차량간격 요구사항	1s/ 1s	결과서 확인				
			⑤	군집주행 차량거리오차 요구사항	0.5m/ 0.5m	결과서 확인				
			⑥	군집주행 선두차량 최대감속도 요구사항	0.3g/ 0.3g	결과서 확인				
			⑦	군집주행 V2V 통신주기 및 요구사항	20ms/ 20ms	결과서 확인				
			⑧	군집주행 전체연비 요구사항	4%/4%	결과서 확인				
		1-3 군집주행 차량 디지털클러스터 개발	①	하드웨어/기구 설계	1건/2건	전문가 평가	12.9	아이 노즈	432	기타 : 2 건 / 2건 특허 : 출원 1건 / 1건
			②	경고/표시등 반응속도 (msec)	300/300	결과서 확인				
			③	속도계오차 (%)	1.5/1.5	결과서 확인				
			④	Odo/Trip meter 오차(%)	0.2/0.2	결과서 확인				
			⑤	Gauge 표시오차 (%)	1/1	결과서 확인				
		1-4 군집주행 시스템 평가	①	시스템 신뢰성 평가 (1.5만km/대*2대) 개별주행	3만km/ 3만km	절차서 확인	10.6	저먼 코리아	355	기타 : 3 건 / 3 건
			②	V2V 연계 시스템 개발 평가(0.5만km/대*2대) 군집주행	1만km/ 1만km	절차서 확인				
			③	연비 평가	2대/2대	전문가 평가				
		1-5 군집주행 시나리오 및 평가기술 개발	①	군집주행 평가 시나리오	10건 이상/10건 이상	전문가 평가	15.0	한국 자동차 연구원	500	기타 : 2 건 / 2 건
			②	오프라인 가상화 시뮬레이션 환경 구성	1건/1건	실물 확인				
계			-	-	-	-	100	-	3,340	특허 : 출원 3건 / 3건 학술발표 : 2건 / 3건 사제품 : 4 건 / 4건 기타 : 11 건 / 11 건

II. 차년도(단계) 연구개발 계획

1. 국내외 관련 분야의 환경 변화[전년도 제안서(Proposal) 내용과 비교·분석]

○ 미국

- 미국은 교통부(ITS JPO) 주도로 COOPERATIVE AUTOMATION 연구를 추진하고 있으며, 이중 화물차 연료비 절감 10%를 목표로 군집주행 기술을 개발 중에 있음



- CACC Platooning(SAE Lv.1) 군집주행 기술개발은 2개 컨소시엄(Caltrans/Volvo, Auburn Univ/Peterbilt)을 통해 기술개발을 완료하였으며, 이를 통해 연비절감 효과를 검증함

구분	Caltrans/Volvo	Auburn Univ/Peterbilt
대열구성	3대	2대
연비 절감효과	- 최대 11% 절감	- 최대 10.24% 절감
특이 사항	- ACC기능 장착 - 전방차량은 수동운전 또는 ACC적용 - 차량간격은 time headway 사용 - 운전자 친화형	- 비즈니스 케이스 분석 - 공기역학 시뮬레이션 및 분석 - 군집대열 형성 모델링 - 교통영향 모델링

- 현재 수행중인 군집주행 관련 연구는 ‘Truck Platooning Human Factors Study’, ‘Truck Platooning Impacts on Bridges(1단계 구조안전), Truck Platooning Early Deployment Assessments(1단계) 연구를 수행 중에 있음

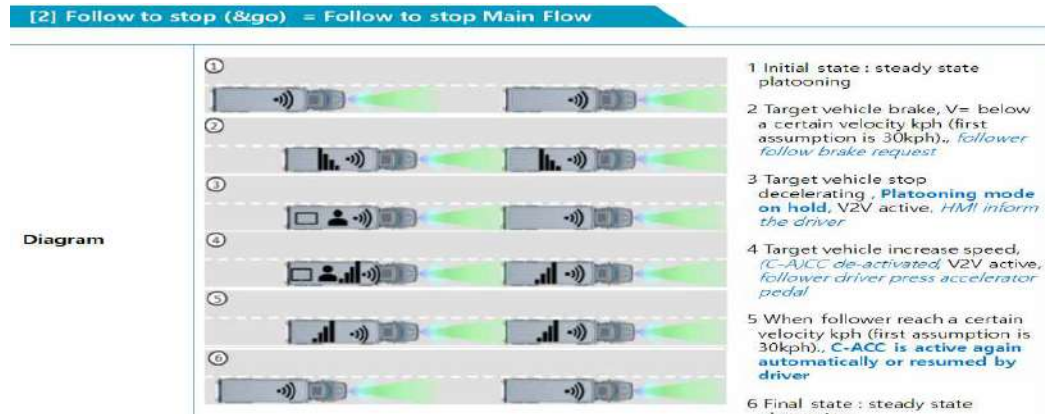
구분	내용	비고
Truck Platooning Human Factors Study	◦ Question - How will other road users respond to and navigate around a “wall of trucks” on the freeway? ◦ Approach - Driving Simulator study with test subjects. ◦ Focus areas, impacts on - Merging in between, ahead of, or behind platoon trucks. Visibility of road signs. ◦ Variables - Number of trucks and spacing between trucks. Displays on trucks or roadside indicating truck platoon operation status.	
Truck Platooning Impacts on Bridges	◦ Objective - Recommend load models for bridge evaluation - Propose design specification modifications ◦ Interim reports - Parametric Analysis (Spring 2019) - Sample Bridge Analysis (Fall 2019) - Proposed Load Rating Methodology (Spring 2020) - Potential Impacts of Platooning on Design (Spring 2020)	
Truck Platooning Early Deployment Assessments	◦ Goal - To measure the safety and operational impacts of truck platooning on truck drivers, surrounding traffic and infrastructure on select public roadways. ◦ Strategy - Partner with industry, shippers, and state agencies and leverage planned early deployments of truck platooning. ◦ Approach-Issue a two-phase Broad Agency Announcement - Phase 1 : Develop plans and proposal for evaluation of in-service truck platoons. Up to 3 awards, 9-month period of performance. - Phase 2 : Conduct evaluation. Number of awards TBD, only Phase 1 awardees eligible.	

○ 유럽

- 유럽연합은 SARTRE, COMPANION, Euro Truck Platooning Challenge, ENSEMBLE 프로젝트를 기술 개발 단계에 따라 순차적으로 진행하고 있음
 - SARTRE 연구에서는 군집차량 기술개발에 초점을 맞추어 기술개발을 진행하였고, COMPANION에서는 개발된 군집주행 기술을 적용시키기 위한 인프라와의 협력방안을 모색하였으며, Euro Truck Platooning Challenge에서는 이때까지의 연구성과를 바탕으로 한 군집주행 성능검증과 사회적수용성 향상을 위한 대규모 챌린지를 계획하고 실행하였음
 - 마지막으로 ENSEMBLE 프로젝트는 군집주행 표준마련을 위한 연구과제로 이때까지의 군집주행이 단일 브랜드간의 군집대열형성이라면 향후 상용화를 위해 이종 브랜드간 군집대열 형성을 위한 상호 호환성 및 표준마련을 목표로 함
 - 따라서 현행 군집주행 기술 연구개발을 위해서는 ENSEMBLE 프로젝트의 중간결과 등을 모니터링 할 필요성이 있음
- ENSEMBLE 프로젝트
 - 2020년 Multi-Brand기반 실제물류도로에서 정보 교환 및 안전중심의 군집주행 실행
 - NO 주관의 유럽 6개 OEM(DAF, DAMLER, IVECO, MAN, SCANIA, VOLVO), 부품업체, 물류업체, 자동차 협회, 법규기관 등 참여
 - 개발 내용
 - 1) 실제 물류에서 C-ITS통신을 사용한 Multi-Brand기반 군집주행의 견고성 입증
 - 2) Multi-Brand 간 상호 운용성, 강인성, 신뢰성 보장의 군집주행 시스템 개발
 - 3) 군집주행 기능 및 전략에 대한 표준화
 - 4) 군집주행 통신 규약과 메시지, 안전 메커니즘의 표준화
 - 5) 지능형 교통 및 물류 정보 시스템과의 통합
 - 6) 효율성 향상을 위한 군집화 전략/물류 최적화 분석
 - 7) 교통 흐름에 대한 영향도 분석
 - 단계별 연구성과 공개
 - 복수 완성차의 공통 표준인 White Label 트럭내용 공개 및 안전 및 운영서비스와 연계된 SOTIF (Safety Of The Intended Functionality) 등 내용 발표

구분	내용
D2.2 V1 Platooning use-cases, scenario definition and Platooning Levels	군집주행 레벨정의
D2.4 Functional specification for white-label truck	white-label 트럭 플랫폼 요구 사항 및 사양에 대한 정의
D2.8 Platooning protocol definition and Communication strategy	플랫폼화 지원 계층 프로토콜 정의
D2.6 Functional specification for intelligent infrastructure & Platooning coordination services – Strategic and Services Layers	인프라 연계기술 개발

◦ 군집주행 Use-Case



◦ ENSEMBLE 군집주행 레벨

구분	Platoon level A	Platoon level B	Platoon level C
Longitudinal automation	Leading truck: manual or advanced assist system (e.g. ACC) Following & trailing vehicle: Autonomous longitudinal control (CACC, CAEB, Cxxx, ..)	Leading truck: manual or advanced assist system (e.g. ACC) Following & trailing vehicle: Autonomous longitudinal control (CACC, CAEB, Cxxx, ..)	Leading truck: manual or advanced assist system (e.g. ACC) Following & trailing vehicle: Autonomous longitudinal control (CACC, CAEB, Cxxx, ..)
Lateral automation	Driver Optionally: in lane by system (standalone vehicle)	In lane + lane changes (coordinated)	Full automation from A to B
Operation area	Triggered by driver in dedicated areas (e.g. highway)	Dedicated areas (e.g. highway)	Dedicated areas (e.g. highway + parking areas)
Fault tolerance	Longitudinal degradation functionality	Longitudinal & lateral degradation functionality	Longitudinal & lateral degradation functionality
Platoon engaging	Only from behind (by single truck & existing platoon)	From behind (by single truck & existing platoon) and from the front by single truck	From behind (by single truck & existing platoon), from the front by single truck and merging of single trucks in existing platoon
System & environment monitoring	System itself + Driver (environment)	System itself	System itself
Fall-back of the DDT (dynamic driving task)	Driver; as long it is safe and the driver can react in time	System (for x seconds)	System

※ 공개자료 예시

Name	Category	Description
D2.10	Deliverables	Iterative Process Document and "Item Definition"
D2.1	Deliverables	Requirements Review from EU projects
D2.11	Deliverables	Fist version Hazard Analysis and Risk Assessment and Functional Safety Concept
D2.13	Deliverables	SOTIF Safety Concept
D2.2	Deliverables	V1 Platooning usecases, scenario definition and Platooning Levels
D2.4	Deliverables	Functional specification for white-label truck (Operational & Tactical layers)
D2.6	Deliverables	V1 Functional specification for intelligent infrastructure (Strategic/Services layers)

- SOLUTIONS FOR CONNECTED DRIVING

- 2019년 4월 독일 뉘른베르크에서 뮌헨까지 이어지는 아우토반 145km 구간 platooning 구현
- DB Schenker, Fresenius University of Applied Sciences 연구진과 함께 프로젝트 참여
- 개발 내용
 - 1) 트럭 2대는 간단한 버튼 조작만으로 platooning 돌입
 - 2) 트럭 간 통신시스템, 주변 상황 파악용 카메라, 물체와 거리, 방향 등을 알아내는 레이더, 레이저 광선을 사용해 물체 종류를 인식하는 라이더 장착
 - 3) Cut-in 상황에서 운전자가 핸들을 잡으면 군집이 해제, 운전자에게 제어권 이양
 - 4) 군집 연결 요청은 앞, 뒤 트럭 모두 가능
 - 5) 군집 연결이 끊어졌을 때, 뒤 트럭 운전사가 아무런 행동을 취하지 않으면 트럭 스스로 감속한 뒤 비상등을 작동시키고 정차



MAN TRUCK

○ 일본

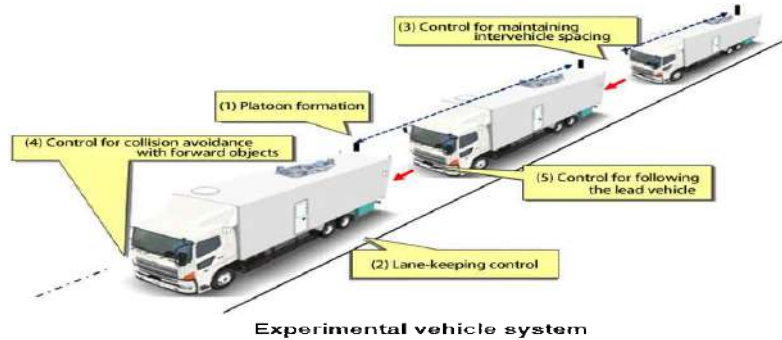
- SOFTBANK PLATOONING

- 2019년 6월 신토메이고속도로에서 일반 차량과 섞여서 진행
- 총 14km의 주행 구간을 3대의 트럭이 주행
- 선두 차량에는 운전자가 탑승, 후미 차량들에는 운전자 없이 선두차량 추종
- 개발 내용
 - 1) 5G 무선통신인 '5G NR(New Radio)'를 활용하여 V2V 통신으로 차간 거리를 자동 제어하는 트럭 군집주행 기술 구현
 - 2) 4.5GHZ 주파수 대역의 5G 통신망을 활용해 차량 간 위치 및 속도 정보 공유
 - 3) 70kph의 속도로 주행
 - 4) 무선 구간의 지연 속도는 1ms로 세계 최초 저지연통신에 성공



SOFTBANK PLATOONING

- 일본 경제성 주관의 국가과제인 Energy ITS는 군집주행 차량기술개발과 에너지 절감을 위한 ITS 기술 개발을 목적으로 2012년까지 연구개발을 추진함
- 비공용도로에서 차량속도 80kph, 차량간격 10m로 테스트하는 것을 목표로 수립하였으며, 연구수행 결과 연비절감 효과는 15%로 측정되고 시뮬레이션 결과 도로용량은 40% 증대되는 것으로 결과 도출



Energy ITS Platooning Concept(일본 경제성)

- 일본은 SIP-Adus 전략프로그램을 마련하고 군집주행 연구개발 로드맵을 수립 단계별로 현재 연구를 수행하고 있음
- SAE Lv.2 기술개발은 2021년을 목표로 하고 있으며 추종차량이 무인화가 되는 기술은 2022년 이후 개발하는 것으로 목표를 정하고 있음

[Table 5] Expected timing of commercialization and service of automated driving systems^{※1}

	Level	Technology expected to be realized (example)	Expected timing of commercialization etc.
Sophistication of automated driving technologies			
Private vehicle	Level 2	Semi-autopilot	By 2020
	Level 3	Autopilot	Circa 2020 ^{※3}
	Level 4	Fully automated driving on expressways	Circa 2025 ^{※3}
Logistics service	Level 2 and above	Truck platooning on expressways with the trailing vehicle being manned by a driver	By 2021
		Truck platooning on expressways with the trailing vehicle being unmanned	From 2022
	Level 4	Fully automated driving of trucks on expressways	From 2025 ^{※3}
Transport service	Level 4 ^{※2}	Unmanned autonomous driving transport services in specified areas	By 2020
	Level 2 and above	Automated driving of buses on expressways	From 2022
Sophistication of driving support technologies			
Private vehicle		Sophisticated driving safety support systems (tentative name)	(early 2020s) It may vary depending on future discussions.

(※1) At the expected timing of commercialization, technologies of remote automated driving systems and automated driving systems of Level 3 and above must be consistent with treaties concerning road traffic. In addition, the expected timing of commercialization shall be reviewed based on the domestic and overseas industrial and technology trends, including overseas trends in the development of automated driving systems.

(※2) Though unmanned autonomous driving transport systems range from SAE Level 0 to 5 by definition, it is expected that the unmanned autonomous driving transport system of Level 4 will be realized by 2020.

(※3) The timing is set as a target time by which the government should make efforts to enable commercialization by private companies.

- 세부 기술개발 목표를 살펴보면 연차별로 아래와 같음

구분	목표
2021년	CACC+LKA 기능개발(차량간격 30~35m)
2023년	종·횡방향 동기화 (속도 80kph 차량간격 22m)
2023년	추종차량 무인화 및 차량간격 10m

- 기술개발 로드맵

자동차 공업협회 트럭 대열주행 로드맵

대열주행 실증사업의 개발기술(고급 이동성)을 규격화·표준화하고 사업자와의 협력하여 1.안전 2.수송효율 향상 3.운전자 부담경감하여 조기 상용화 지원



- OEM 기술개발 세부내용



○ 자율주행 디스플레이 장치 및 운전자 전용 HMI 변화

- 기존 운전장치에서 디스플레이 장치의 적용이 확대되며 통합 시스템으로 진행됨

• 단순 정보 표출 장치에서 통합 시스템으로 개발 진행됨

1) 디지털 클러스터 - AVN - 자율 주행 또는 군집 주행용 입력장치가 통합화됨

2) 군집 자율 주행 운영 시스템에서도 운전자와 차량이 통신할 수 있는 전체적인 통합 시스템 구축이 필요함.

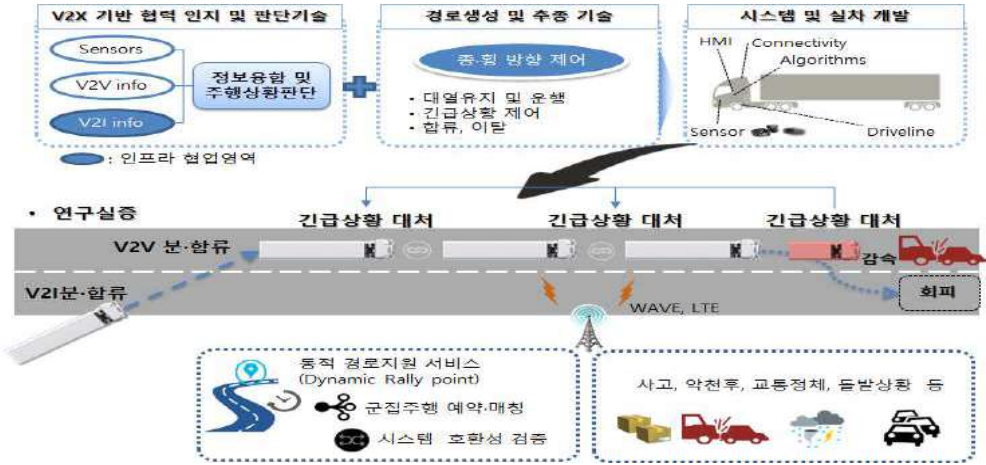


HMI 디자인(예시)

2. 연구 개발의 목표 및 내용

2-1. 연구 개발의 목표 및 내용

가. 연구 개발의 최종 목표

구분	내용
최종 목표	○ 화물차를 대상으로 자율주행 기술을 적용하여 군집주행 기술을 구현하고, 자동차 전용도로에서 V2X기반으로 차량과 협력하여 안전과 운영 효율성을 향상시키는 군집주행 서비스 운영기술 개발 • (차량제어) 안정적인 연결성(V2X)을 유지하며, 기본적인 동작모드(합류 · 이탈, 긴급/이상상황)별 주행시나리오에 의해 통합적으로 인지 · 판단 · 제어를 실행하는 차량기술 개발 • (인프라) 도로교통 정보 인프라(V2X)가 지원되는 자동차전용도로에서 실시간 위치기반으로 도로 교통 정보를 제공하며, 다양한 서비스 시나리오를 통해 군집주행의 안전성과 효율성(군집형성 등)을 향상하는 서비스 인프라 시스템 개발 및 연구실증  * 화물차종류 : 6×2 트랙터 + 트레일러(40ft)가 연결된 화물차량 * 차량속도 : 90km/h * 차량간격 : 0.5s(Time gap) * 최대 군집대열 대수 : 3대 * 대상도로 : 자율협력주행, C-ITS 시설물이 설치된 자동차 전용도로

	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도
Platooning Vehicle	 군집 시스템 및 차량 컨셉 설계 Design	 - V2V 군집주행 시스템 - 군집대열(2대), 중·횡방향 제어 V2V 인지·판단·제어	 - V2X 군집주행(안전) 시스템 - 군집대열(3대), 중·횡방향 제어 V2X 인지·판단·제어	 - V2X 군집주행(안전·운영) 시스템 - 대열(3대), 분·합류(1대) 연구실증 V2X Full length
Co-work & Testing@ Highway	 군집주행 시나리오 Design	 (비 공용도로)	 V2X 군집주행 차* (공용도로 시험타스트)	 V2X 군집주행 차* (공용도로 Full-Scale 연구실증)
Infra Service Tech	 V2X 기반 군집주행 서비스 컨셉설계 Design	 Safety Services Management Services Algorithm, SW	 Platooning Service Platform Systems	 평가 V2X Validation

1)*, 군집주행 시나리오 및 V2I 안전 서비스(V2I 연동 시작)
 2)*, 연구실증 시나리오 적용 및 안전·운영 서비스(V2I 연동 완성)

[1세부 : 군집주행 차량의 안전주행 제어기술 개발]

○ V2V 협업을 통한 전방위 주행 환경 인지 및 주행상황 판단 기술개발

- (3차년도) V2V/V2I 협력인지 기반 대열유지 및 합류/이탈 인지 및 판단 기술 개발

- 관제 센터 연계 V2I 정보 기반 군집주행 차량 인지 및 판단

V2V/V2I 협력인지 기반 군집주행 주행환경 인지/판단 기술 성능 최적화

- 차선 및 차량 인지 정확도/추종 성능 최적화

- (4차년도) V2V/V2I 협력인지 기반 비정상 및 긴급 주행상황 인지 및 판단 기술 개발

- V2V/V2I 협력인지 정보 기반 군집주행 주행 위험도 인지 및 판단

○ V2X 협업·인지 기반 군집주행 안전주행 기술 개발

- (3차년도) V2V/V2I 협력인지 기반 비정상 및 긴급 주행상황에 대한 안전제어 기술 개발

- 긴급 주행상황 발생 시 대열 차량 간 위험상황 회피 기술
- 군집주행 차량 이상상황 판단 및 제어모드 전환 기술 개발

군집주행 안전주행 기술 실증(비공용/공용 도로)

- V2V/V2I 협력인지 기반 군집주행 종/횡방향 제어 기술 시연
- 공용 도로에서 제한적 군집주행 구현 : 군집차량 3대

- (4차년도) V2V/V2I 협력인지 기반 군집주행 안전주행 제어 기술 성능 최적화

- 최적 경제운전을 위한 대열 정렬 기술 개발

실차기반 군집주행 안전주행 기술 시연(비공용/공용 도로)

- V2X 및 관제서비스 연계를 통한 군집주행 연구실증

○ 군집차량의 주행 시나리오 및 평가 기술개발

- (3차년도) V2X 군집주행 평가 시나리오(20건 이상)

- 비 군집차량이 군집주행 사고위험을 유발하는 평가 시나리오(Cut-In 등)

제어기 평가를 위한 실시간 가상화 시뮬레이션 환경 구성

가상화 시뮬레이션 환경에서 비정상 주행환경을 고려한 군집주행 제어기술 평가

- 하드웨어 제어기 및 통신모듈 연동, 긴급 및 안전조건 시나리오 적용

- (4차년도) 군집주행 평가 시나리오(30건 이상) 및 연구실증 평가 시나리오(5건 이상)

- V2X 기반 군집주행 요구성능 평가 시나리오 선정, 공용도로상 연구실증용 평가시나리오 확정

가상화 시뮬레이션 환경에서 군집주행 안전제어 로직 검증

- V2X의 운영 시나리오별 요구성능지표별 군집주행 제어기의 요구사항 검증, 비정상 및 긴급 운행 시나리오에 따른 대응전략 검증

○ 군집주행 시스템이 적용된 시험차량 제작 및 요구성능 평가	
- (3차년도)	군집주행 차량 추가 제작(1대, FV) 및 시스템 개선 사양 반영
	V2X기반 군집주행 성능 요구사항 도출 및 V2I용 통신모듈 탑재
	비공용도로 운영기술 평가, 공용도로 연구실증(3대, 차선유지)
	· 인프라 연계한 V2I정보 반영 시나리오 주행 평가
	· 군집주행 안전제어기술 연계 요구사항 평가
- (4차년도)	군집주행 차량 추가 제작(1대, FV) 및 시스템 개선 사양 반영
	V2X 기반 군집주행 성능 요구사항 도출
	· 군집주행 성능 : Time Gap(0.5S), 속도(90km/h 이상)
	비공용도로 운영기술 평가/시연(4대), 성능 육성 공용도로 연구실증(3대, 차선유지)
	· 차량-도로인프라 연계한 공용도로 군집주행 연구 실증

나. 연차(단계)별 연구 개발 목표 및 내용

[1세부 : 군집주행 차량의 안전주행 제어기술 개발]

가. 3차 연도

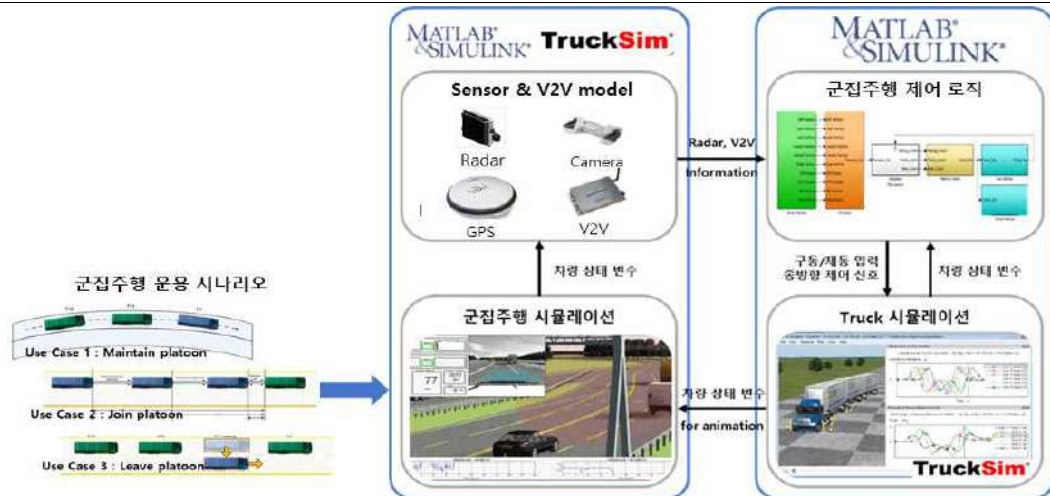
① 개발 목표

- 협동연구기관(국민대학교)
 - V2V/V2I 협력인지 기반 군집주행 주행환경 인지/판단 기술 성능 최적화
 - V2V/V2I 협력인지 기반 대열유지 및 부문 합류/이탈을 위한 인지/판단 기술 개발
 - V2V/V2I 협력인지 기반 군집주행 대열유지를 위한 통합 종/횡방향 제어 기술 설계
 - V2V/V2I 협력인지 기반 비정상 및 긴급 주행상황에 대한 안전제어 기술 개발
 - 군집주행 운용 시나리오 기반 군집주행 제어 기술 검증
 - 실차기반 군집주행 안전주행 기술 시연(공용 도로)
- 참여기관 1(현대자동차)
 - 군집주행 차량 추가 제작(1대, FV) 및 시스템 개선 사양 반영
 - V2I용 통신모듈 탑재
 - V2X기반 군집주행 성능 요구사항 도출
 - 비공용도로 운영기술 평가, 공용도로 연구실증(3대)
- 참여기관 2(아이노즈)
 - 디지털 클러스터 실차 장착
 - 운전자 피드백 및 UX 고도화
 - Fast Boot, Fail Safe 기능 구현
 - 기능 구현 및 테스트를 위한 시뮬레이터 JIG 개발 구축

-
- 참여기관 3(저먼코리아)
 - 군집주행 V2V 시스템에 대한 성능 평가
 - 참여기관 4(한국자동차연구원)
 - 군집주행 제어기를 포함한 실시간 가상화 시뮬레이션 환경 구성
 - V2X 기반의 군집주행 운영 및 제어성능 평가 시나리오 개발
 - 가상화 시뮬레이션 환경에서 군집주행의 비정상 주행환경을 고려한 안전제어 기술 평가

② 개발 내용 및 범위

- 협동연구기관(국민대학교)
 - V2V/V2I 협력인지 기반 군집주행 주행환경 인지/판단 기술 성능 최적화
 - 1) 노이즈 등 외란에 강인한 차선 인지 기술 성능 최적화
 - 2) 주행 차량 인식 정확도/추종 성능 최적화
 - 3) V2V/V2I Data 기반 알고리즘 최적화
 - 4) 주행 상황에 따른 인지/판단 기술 성능 최적화(신규 인지시스템 도입)
 - V2V/V2I 협력인지 기반 대열유지 및 부문 합류/이탈을 위한 인지/판단 기술 개발
 - 1) V2V/V2I 협력인지 정보 및 센서 기반 대열유지 및 부문 합류/이탈 차량 인식 기술 개발
 - V2V/V2I 협력인지 기반 군집주행 대열유지를 위한 통합 종/횡방향 제어 기술 설계
 - 1) 종/방방향 통합 제어 시 상호 영향도를 고려한 통합 제어 컨셉 도출
 - 2) 종/횡방향 통합 군집주행 안전주행 기술 개발
 - V2V/V2I 협력인지 기반 비정상 및 긴급 주행상황에 대한 안전제어 기술 개발
 - 1) 군집주행 시 발생할 수 있는 비정상 상황에서 군집주행 대열 안정성 확보
 - 2) 긴급 주행상황 발생 시 대열 차량 간 위험상황 회피 기술
 - 3) 군집주행 차량 이상상황 판단 및 제어모드 전환 기술 개발
 - 군집주행 운용 시나리오 기반 군집주행 제어 기술 검증
 - 1) 교통환경을 고려한 군집주행 시나리오 기반 군집주행 제어 기술 검증
 - 2) 실제 센서 및 통신 특성을 반영한 환경센서 및 V2I/V2V 모델링
 - 3) RCP 장비 및 실시간 연산용 보드를 이용한 통합 제어로직의 실시간성 검증
-



<그림 11> 가상화 시뮬레이션 환경 기반 군집주행 운용 시나리오 별 제어 기술 검증

- 실차기반 군집주행 안전주행 기술 시연(공용 도로)
 - 1) V2V/V2I 협력인지 기반 군집주행 종/횡방향 제어 기술 시연
 - 2) V2X 및 관제서비스 연계를 통한 군집주행 연구실증
 - 가) 운전자-차량-운영시스템 연계
 - 나) V2X 연계 시나리오 기반 군집주행 안전주행 기술 검증
 - 3) 공용도로(**중부내륙고속도로/여주~양평**)에서 제한적 군집주행 구현(군집차량 3대)

- 참여기관 1(현대자동차)

- 군집주행 차량 제작
 - 1) 군집차량 추가 제작: 1대(FV)
 - 2) 군집주행 시스템 개선 사양 반영: 2차 년도 제작분 2대
 - 가) 군집주행 센서 시스템 교체(**센서 단품 교체**)
 - 나) **신규차량 1대, 2차년도 제작분 2대**
 - 3) 군집주행 차량 임시운행 허가 취득
- V2I용 통신모듈 탑재

V2I 통신 안테나 및 제어기 차량 장착
- V2X기반 군집주행 성능 요구사항 도출 및 운영기술 평가/시연
 - 1) V2I 연계 시나리오 주행 평가

선두차량 운전자에 V2I정보 전송 및 이를 반영한 군집 안전주행
 - 2) V2I 연계 성능 요구사항 도출
 - 가) V2I 메시지별 송/수신 필요 시점
 - 나) 메시지별 LV에 정보 표시 및 LV거동에 따른 군집 대열 반응 시간

변경 전	변경 후	변경사유
• 메시지별 군집대열 반응 시간	• 메시지별 LV에 정보 표시 및 LV거동에 따른 군집 대열 반응 시간	V2I메세지가 자동으로 군집주행 제어에 반영되는 것이 아닌 LV 클러스터에 표시하고 운전자가 판단하여 행동 결정함.

3) 군집주행 종/횡방향 제어 요구 성능 향상 및 평가

가) 2차년도 대비 제어 목표치 상향 및 평가

나) 군집주행 시 차량의 주행 데이터 로깅 및 분석

4) 군집주행 최적 경제 운전 작동 조건 결정 및 연비 평가 지원: 차량 3대

변경 전	변경 후	변경사유
군집주행 최적 경제 운전 작동 조건 결정 및 연비 평가: 차량 3대	군집주행 최적 경제 운전 작동 조건 결정 및 연비 평가 지원: 차량 3대	연비평가 주체는 저먼코리아이며, 현대자동차는 지원 역할을 수행함

5) 비공용 도로 군집주행 차량 및 시연 장소

가) LV(1대): 종/횡방향 드라이버 운전

나) FV(2대): 종방향 자동 제어/횡방향 자동제어

다) 시연장소: 제한적 주행 시험로(비공용도로)

라) V2I 연계 시나리오: 2세부와 협의 필요

6) 공용 도로 군집주행 연구 실증

가) LV(1대): 종/횡방향 드라이버 운전

나) FV(2대): 종방향 자동 제어/횡방향 자동제어(차선 유지) 또는 운전자 제어

다) V2I 연계 시나리오: 2세부와 협의 필요

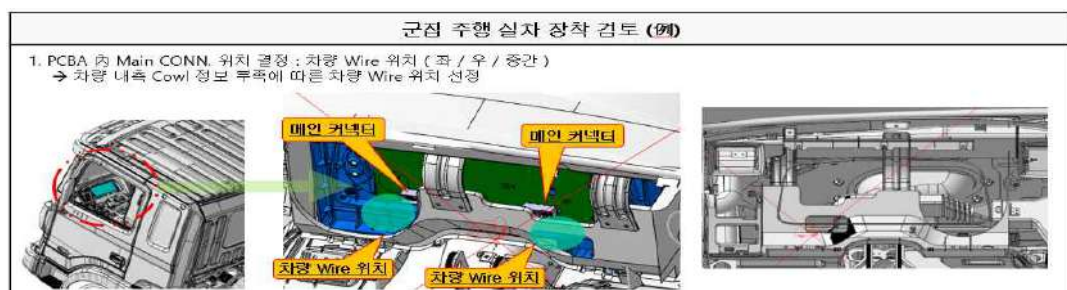


<그림 12> 군집주행 운영기술 및 안전제어 시나리오

- 참여기관 2(아이노즈)

• 디지털 클러스터 실차 장착

• 장착성 평가 및 와이어 커넥터 사양 결정



<그림 13> 장착성 평가 위치 및 커넥터 연결 부위

• 실차 주요 기능 평가

군집 주행 평가 차량 장착 후 기본 기능 및 자율 주행 모드에서의 제공 기능 평가

Cluster			CID		
구분	사양	설명	구분	사양	설명
기본 기능	Speedometer	0 ~ 240 Km/h	Radio	FM	87.5MHz~108.0MHz
	Tachometer	0 ~ 7000 rpm		AM	522KHz~1620KHz
	Gauges	연료계, 수온계, 오일 압력계 등	AV	Video	H263, H264, MPEG, AVI, MP4, MOV
	Warning Lamp	엔진, 안전벨트 미착용, 에어백 등 60여개 경고등 표시		Music	MP3, FLAC, APE, OGG, WMA, MKA
	Odometer	0 ~ 999999 Km		Photo	JPG, JPEG, GIF, PNG, BMP
	Trip meter	Trip A / B : 0.0 ~ 999.9 Km		iPod	iAP2.0
Information	Trip Computer	평균 연비, 주행가능 거리, 주행 시간 등	BT	Core Version	4.0 + BLE
	ACC	Adaptive Cruise Control		Profile	HFP1.5, A2DP, PBAP, AVRCP
주행 보조	LDWS	Lane Departure Warning System	Connectivity	Mirrorcast	-
	FCWS	Forward Collision Warning System		Engine	지역별 속도
	BSWS	Blind Spot Warning System	Navi	Function	경로 탐색, 안내, POI, 교통정보 등
	TPMS	Tire Pressure Monitoring System		HUD 연동	547(직진, 좌회전, 우회전, 우측 돌직지)
	DSWS	Driver Status Warning System	음성인식	Engine	지역별 속도
	NVWS	Night View Warning System		Function	전화, Navi 연동, 원격서비스, 음악검색, 라디오, HUD 기능 등의 정보서비스(날씨, 증권, 뉴스 등)
	BSVM	Blind Spot View Monitor	주행 보조	TPMS	Tire Pressure Monitoring System
	TbT/ Simple MAP	Turn by Turn 및 Simple MAP navigation		AVM	Around View Monitoring
			Climate	APA	Automatic Parking Assist
				온도 Range	17~33 (LO, 18~32, HI)
				Blower Control	3Way

• 운전자 피드백 및 UX 고도화

1) 군집 주행 시나리오에 따라 LV, FV 2종의 UX 개발



<그림 14> 디지털 클러스터 UX 컨셉 안

2) V2I 시나리오 반영 화면 구성

변경 전	변경 후	변경사유
• 내용 무	1) 군집 주행 시나리오에 따라 LV, FV 2종의 UX 개발 2) V2I 시나리오 반영 화면 구성	V2I 시나리오 및 화면 구성이 2종임을 구체화하기 위함

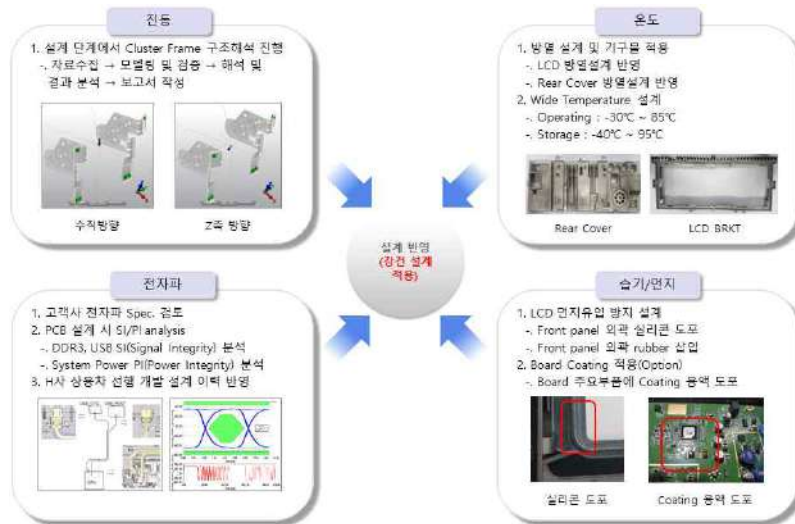
• Fast Boot, Fail Safe 기능 구현

- 1) 현 가능한 두가지 기술 방향을 이용한 부팅 시간 단축 방안 확보
- 2) 1sec 이내 커널 부팅, 1.5sec 이내 사용자 화면 Feedback 시작
- 3) 시간 단축 포인트를 확보하여 Linux 커널 위에 개발 완료 목표



<그림 15> Fast Boot 기능 구현 Option

- 제품 안정성 확보 및 기능 안전 시험 수행



<그림 16> 디지털 클러스터 안전 기능 수행 방법

- 참여기관 3(저먼코리아)

- 군집주행 V2V 시스템에 대한 성능 평가

1) 시험차량 : 총 3대(선두차량 1대, 추종차량 2대), 신규 추종차량 1대 추가

2) 주행목표 : 6만km/3대(성능평가 1.5만km*3대, 신뢰성 평가 0.5*3대)

(비공용 도로 : KATRI, K-City, 새만금/여주 시험도로)

3) 군집주행 평가(평가 과정에 외부전문가가 참여하여 평가결과에 대한 객관성 확보)

: 설정한 목표 주행거리 주행 동안 군집주행 시스템의 정성적/정량적 평가

가) 군집주행을 위한 도로상황 적합성 평가

나) 군집주행 기능의 성능 요건 및 작동 신뢰성 정성적 평가 수행(운전자 주행경험을 다면적 평가)

· HMI 사용경험, 제어부/Function 간 인터페이스 사용성 테스트 등

· 주행기록 Report 및 운행이슈 피드백, 확인 평가

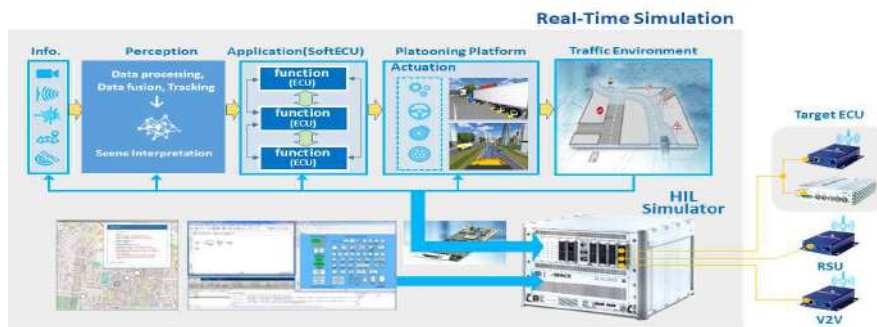
다) 연비계측 전용장비를 이용한 군집주행의 조건별 연비향상 효과에 대한 정량적 평가

· 군집주행의 연비계측방법 준비(평가 프로토콜, 주변환경 이슈), 절차서에 따른 평가 및 결과 분석

· 연비계측 전용장비를 이용한 연료소모량 측정과 차량 주행기록 분석을 통하여 상관관계 분석 등 Data 관리

- 참여기관 4(한국자동차연구원)

- 군집주행 제어기를 포함한 실시간 가상화 시뮬레이션 환경 구성
 - 1) 군집주행 제어기 인터페이스 사양에 따른 실시간 인터페이스 모델 구성
 - 2) I2V 인프라(Road Side Unit, RSU) 제공 메시지 모델 적용
 - 3) 군집주행 합류/이탈/대열유지 등 시나리오 모델 적용
 - 4) 군집차량 및 주변차량 모사를 위한 실시간 시뮬레이션 모델 구성
 - 5) 인프라의 운영기술(합류 및 제어권 전환 등) 시나리오 모델 구성
 - 6) 군집주행 통합 운영시나리오 관리 및 제어 모델 적용



<그림 17> 대상 제어기 및 실시간 시뮬레이션 환경(예)

- V2X 기반의 군집주행 운영 및 제어성능 평가 시나리오 개발
 - 1) 군집주행 대열에서 차량기준(V2V)의 요구성능 평가 시나리오 개발
 - 2) 인프라와 차량이 연계된 V2I을 기반으로 요구성능 평가 모델 개발(2세부 공동)
 - 3) V2X 환경에서 군집주행 운영시나리오 및 모델 개발(가상화 시뮬레이션 환경)
 - 4) V2X 환경에서 인프라와 연동한 운영서비스 시나리오 개발
 - 5) 비 군집차량에 의한 군집주행 사고위험 시나리오(일반차량의 Cut-In 등) 개발
- 가상화 시뮬레이션 환경에서 군집주행의 비정상 주행환경을 고려한 안전제어 기술 평가
 - 1) 군집주행 안전운전을 지원하는 인프라 정보 메시지 요구사항 검토
 - 2) 인프라의 V2I 메시지 정의 및 시뮬레이션 모델 개발
 - 3) 군집주행 인프라와 연계한 운영시나리오 기반의 군집주행 기능 및 안전제어 평가

나. 4차 연도

① 개발 목표

- 협동연구기관(국민대학교)

- V2V/V2I 협력인지 기반 대열유지 및 부문 합류/이탈을 위한 인지/판단 기술 최적화
- V2V/V2I 협력인지 기반 비정상 및 긴급 주행상황 인지 및 판단 기술 개발
- V2V/V2I 협력인지 기반 군집주행 안전주행 제어 기술 성능 최적화
- 군집주행 안전주행 기술 실증(공용 도로)

-
- 참여기관 1(현대자동차)
 - 군집주행 차량 추가 제작(1대, FV) 및 시스템 개선 사양 반영
 - V2X기반 군집주행 성능 요구사항 도출
 - 비공용도로 운영기술 평가/시연(4대), 성능 육성 공용도로 연구실증(3대)
 - 참여기관 2(아이노즈)
 - 실차 시험 지원 및 기능 안정화
 - 통합 Cockpit 구성
 - 디지털 클러스터 테마 추가 개발
 - 차량 주행 데이터 - 운전자 상태 데이터 연동 데이터 표출 알고리즘 개발
 - 빅 데이터 기반 데이터 표출 실증 시뮬레이터 구성
 - 참여기관 3(저먼코리아)
 - 군집주행 안전주행 조건에 따른 실주행 평가
 - 참여기관 4(한국자동차연구원)
 - V2X 기반 군집주행 운영 및 차량제어 평가를 위한 시나리오 확정
 - 가상화 시뮬레이션 환경에서 군집주행 제어기의 안전제어 기술 검증
 - 가상화 시뮬레이션 환경을 활용한 군집주행 안전 서비스 통합 평가

② 개발 내용 및 범위

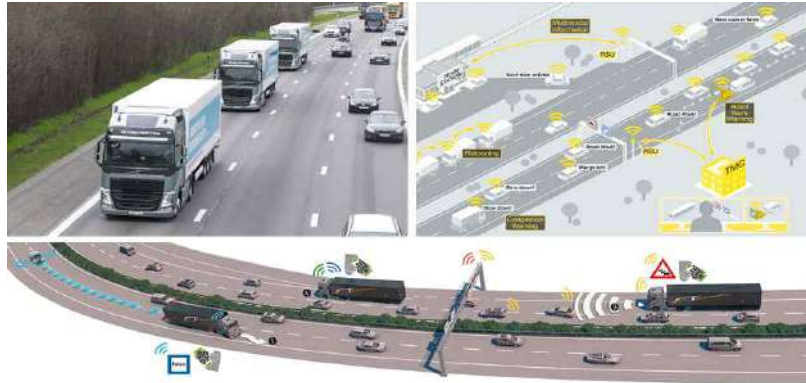
- 협동연구기관(국민대학교)
 - V2V/V2I 협력인지 기반 대열유지 및 부문 합류/이탈을 위한 인지/판단 기술 최적화
 - 1) 대열유지 및 합류/이탈 차량 인식 및 분류 알고리즘 최적화 및 인지시스템 고도화
 - 2) V2V/V2I 기반 도로상황에 따른 최적 알고리즘 개발
 - V2V/V2I 협력인지 기반 비정상 및 긴급 주행상황 인지 및 판단 기술 개발
 - 1) V2V/V2I 협력인지 정보 및 영상센서, 레이더 센서를 기반으로 하여 대열 주변 차량 및 장애물로 인한 가변적 위험도 판단
 - 2) 위험도 판단 정보 기반 주행 가능 영역 판단
 - V2V/V2I 협력인지 기반 군집주행 안전주행 제어 기술 성능 최적화
 - 1) 대형 화물차 특성을 고려한 최적 동적 차간 거리 및 경로 생성
 - 2) 종방향 제어 강인성 확보를 위한 군집 주행 대열유지 차간 거리 유지 성능 최적화
 - 3) 횡방향 제어 강인성 확보를 위한 경로 추종 성능 최적화
 - 4) 최적 경제운전을 위한 작동 조건 별 대열 정렬 기술 최적화
 - 5) RCP 장비 및 실시간 연산용 보드를 이용한 제어로직의 실시간성 확보를 위한 최적화
 - 군집주행 안전주행 기술 실증(공용 도로)
 - 1) V2V/V2I 협력인지 기반 군집주행 종/횡방향 제어 기술 시연
-

2) V2X 및 관제서비스 연계를 통한 군집주행 연구실증

가) 운전자-차량-운영시스템 연계

나) V2X 연계 시나리오 기반 군집주행 안전주행 기술 검증

3) 공용도로(영동고속도로/신갈~호법)에서 군집주행 구현



<그림 18> 운전자-차량-운영시스템 연계 군집주행 기술 실증

- 참여기관 1(현대자동차)

• 군집주행 차량 제작

1) 추종차량 추가 제작: 1대(FV)

2) 군집주행 시스템 개선: 2, 3차 년도 제작분 3대

3) 총 제작 차량: LV 1대/FV 3대

• V2X 및 관제시스템 기반 군집주행 서비스 연구실증

1) 차량 - 관제센터 - 도로인프라 연계

2) 인프라 정보를 활용한 선두차량의 운행 계획 평가

가) 도로 교통 인프라 정보를 활용한 선두차량 운행

나) 비상상황 및 악의조건을 반영한 주행

3) Application 및 맵 통한 차량 간 군집주행 합류 연구 실증

4) 군집주행 종/횡방향 제어 요구 성능 향상 및 평가

가) 3차년도 대비 제어 목표치 상향 및 평가

나) 군집주행 시 차량의 주행 데이터 로깅 및 분석

5) 비공용도로 군집주행 차량 및 시연 장소

가) 선두차(1대): 종/횡방향 드라이버 운전

나) 추종차(2대): 종방향 자동 제어/횡방향 자동제어

다) 추종차(1대): V2I기반 실증 시나리오 구현

라) 시연장소: 제한적 주행 시험로(비공용도로)

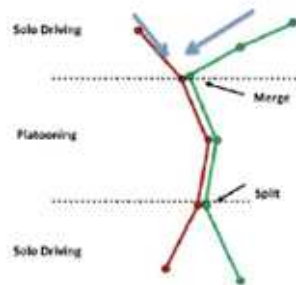
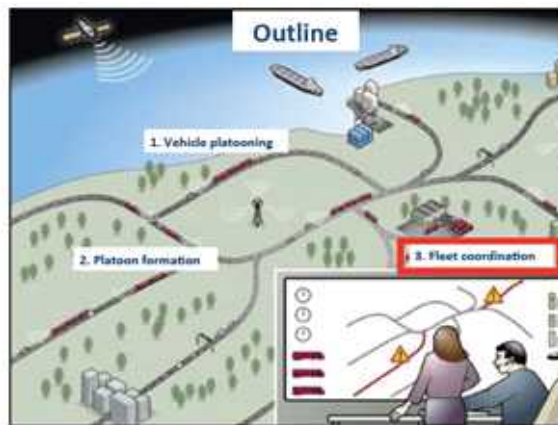
6) 공용 도로 군집주행 연구 실증

가) LV(1대): 종/횡방향 드라이버 운전

나) FV(2대): 종방향 자동 제어/횡방향 자동제어(차선 유지)

다) V2I 연계 시나리오: 2세부와 협의 필요

라) 시연장소: 공용도로(연구단 협의를 통해 시연장소 확정)



<그림 19> V2X 및 관제시스템 기반 군집주행 서비스 연구실증

- 참여기관 2(아이노즈)

- 디지털 클러스터 완성품 제작



<그림 20> 최종 개발 완성품 형상

- 디지털 클러스터 기능 안정화
 - 1) 기본기능 안정화
 - 2) 그래픽 엔진 기능 향상
 - 3) 속도계, 회전계 등 아날로그적인 감성적 표시 기술 향상
 - 4) 트립 컴퓨터 기능 보완
 - 5) 주행거리 적산계 기능 구현 알고리즘 보완
 - 6) 차량네트워크 연계기능 검증 및 안정화
 - 7) 군집주행 기능 표시 안정화
- AVN 연동을 통한 통합 Cockpit 개발

1) AVN과 연동한 주행 경로 표시 및 인포테인먼트 정보 전송

- 군집주행을 위한 다양한 주변 기기 정보 통합



<그림 21> 군집주행 연동 Cockpit 기능 설계도

- 차량 주행 데이터 – 운전자 상태 데이터 연동 데이터 표출 알고리즘 개발
 - 1) 디지털 운행 기록 장치와 DashCAM 의 영상을 이용한 차량 주행 정보 취합
 - 2) 운행 데이터와 운전자 상태 데이터를 연동하여 군집 주행시 안전 사고 및 긴급 상황 예측 알고리즘 개발
 - 3) 예측에 따른 디지털 클러스터 또는 AVN에서의 표출 , 경고 시스템 개발 및 해당 시뮬레이션 알고리즘 구성
- 빅 데이터 기반 데이터 표출 실증 시뮬레이터 구성

- 참여기관 3(저먼코리아)

- 군집주행 안전주행 조건에 따른 실주행 평가
 - 1) 시험차량 : 4대(선두차량 1대, 추종차량 3대), 신규 추종차량 1대 추가
 - 2) 주행도로
 - 가) 비공용도로 : KATRI, K-City, 새만금/여주 체험도로
 - 나) 공용도로 : 영동고속도로/신갈~호법
 - 3) 군집주행 평가
 - 가) 군집주행 안전기준 요건 검증을 위한 평가
 - 나) 운전의 편의성 평가
 - 다) 교통사고 위험성 평가
 - 라) 연비장비를 활용한 연료비 절감 효과 평가
 - 마) V2V 기반의 안전제어기술 연계 성능평가
 - 바) 최종 평가결과 보고서

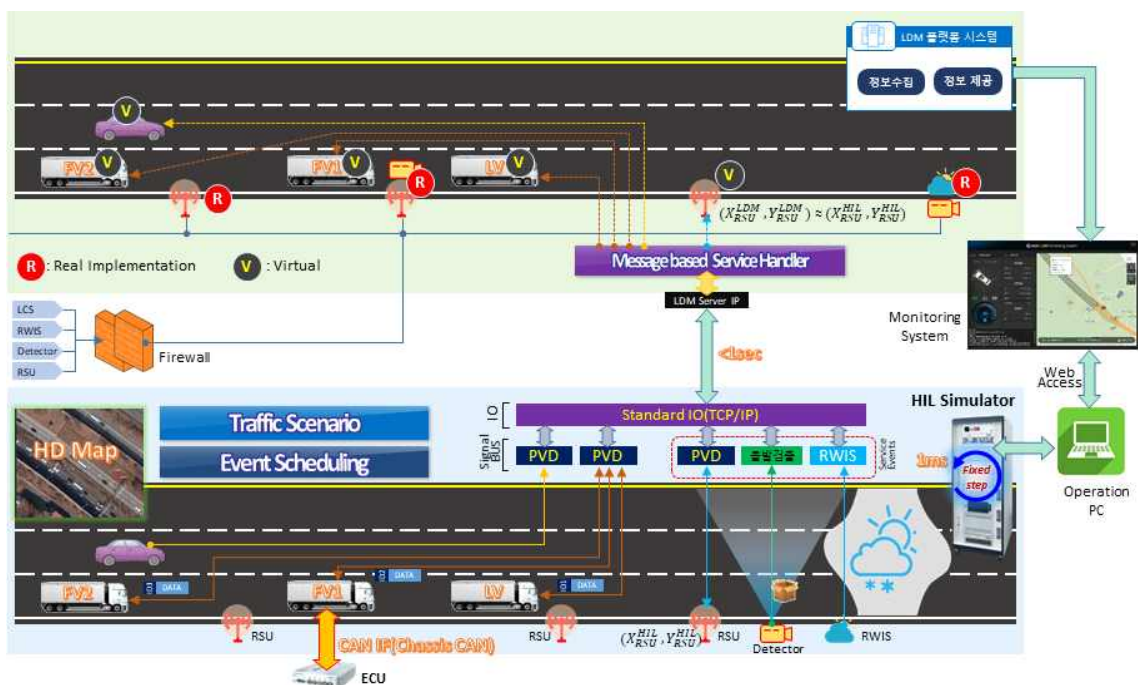
- 참여기관 4(한국자동차연구원)

- V2X 기반 군집주행 운영 및 차량제어 평가를 위한 시나리오 확정(2세부 공동)
 - 1) V2V 기준으로 군집주행 요구성능 평가 시나리오 분석 및 선정(연구실증)
 - 2) 공용도로상 연구실증용 V2I 평가 시나리오 선정
- 가상화 시뮬레이션 환경에서 군집주행 제어기의 안전제어 기술 검증
 - 1) 군집주행 제어기의 요구사항 구현 검증
 - 2) 비정상 및 긴급 운행 시나리오에 따른 대응전략 검증
 - 3) V2X의 운영 시나리오별 요구성능지표 평가 및 검증
 - 4) 연구실증 공용도로의 LDM을 포함한 시나리오 구현 및 제어성능 검증



<그림 22> 모델기반 군집주행 안전주행 제어기 검증방안(예)

- 가상화 시뮬레이션 환경을 활용한 군집주행 안전 서비스 통합 평가
 - 1) 인프라와 연동한 조건에서 1세부의 군집대열 및 제어기술의 기능요구사항 검증
 - 2) V2X 인프라 정보를 활용한 LDM 기반의 군집운영 시나리오 검증



<그림 23> 가상화 실시간 시뮬레이션 환경에서 1세부와 2세부 통합 평가(예)

구 분	해외 수준	연구목표	선정기준
차량 간격	Time gap 기준 0.6초 이내 (PATH)	0.5s	- 90kph, 10m이상의 차량 간격 설정 (※운전자 시야확보 및 안정감을 위한 최소 거리)
선두차량 최대 감가속도	0.4G 이상 (SARTRE)	0.4G 이상	- V2V통신을 통한 제어를 통해 기존 ACC 대비 최대 감가속도 목표 향상 (※양산 대형트럭 ACC의 최대 감가속도: 0.3G)
차량 속도	90km/h 이상 (PATH)	90kph	- 대형 화물차 고속도로 제한 속도
차간거리 오차	0.2m 이내 (1번 추종차 량, RMSE 기준) (PATH, SARTRE)	0.01s이내 (0.25m)	- 90Kph, 차량 간 TimeGap 0.5s 제어 기준 2%이내 오차
최대 추종차량 수	5대 이상 (SARTRE) - LV : 화물 - FV : 승용3, 화물1	3대 (대형화물 차)	- 차량 String Stability, 실용화, 군집주변 타 주행차량과의 안정성 측면 - SARTRE 프로젝트는 승용차 포함 5대 이상이며 현 과제는 화물차 대상이므로 승용차 제외함.
연비 상승률	10% 이상 (1번 추종차량 기준) (PA TH)	6% 이상 (군집대열 차량 평균)	- 군집대열 모든 차량의 평균 연비상승률로 목표 설정 (※선두차량의 연비 상승률은 추종차 대비 낮을 것으로 판단되며 이를 포함한 평균 연비 목표)
통신 주기	20Hz (SARTRE)	20ms (50Hz)	- 0.5s TimeGap제어 시 차량 간 안정성 및 정밀제어를 위한 목표 기준

2-2. 평가의 착안점 및 기준
<3차년도 정량적 연구성과 목표>

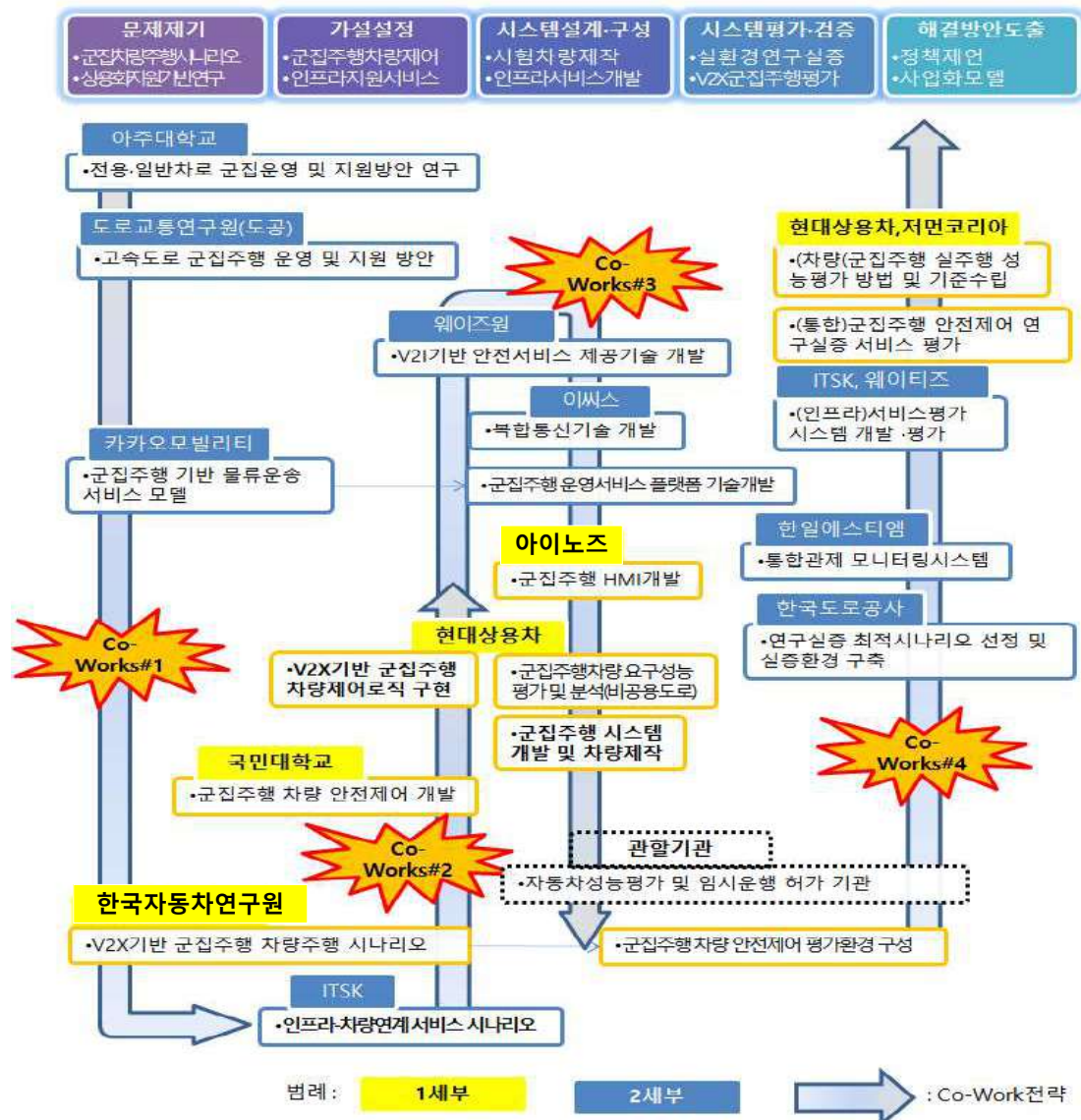
구분		목표	달성도(%)	비고
국외 논문 게재	SCI	-	-	
	비SCI	-	-	
	계	-	-	
국내 논문 게재	SCI	-	-	
	비SCI	-	-	
	계	-	-	
특허 출원	국내	3	-	
	국외	-	-	
	계	3	-	
특허 등록	국내	1	-	
	국외	-	-	
	계	1	-	
인력 양성	석사	-	-	
	박사	-	-	
	계	-	-	
기술 이전	계약 건수	-	-	
	계약액	-	-	
	징수액	-	-	
국제 표준화	기고서 제출	-	-	
	기고서 채택	-	-	
	표준안 채택	-	-	
국내 표준화	기고서 제출	-	-	
	기고서 채택	-	-	
	표준안 채택	-	-	
등록·기탁 대상 성과물	보고서 원문	-	-	
	연구시설·장비	-	-	
	기술요약정보	-	-	
	생명자원	생명정보	-	-
		생물자원	-	-
		신품종	-	-
	소프트웨어	-	-	
기타	화학물	-	-	
	시제품	5	-	
	성과 홍보	-	-	
	일자리 창출	-	-	

3. 연구 개발의 추진전략 · 방법 및 추진체계

3-1. 연구개발 추진전략 · 방법

○ 연구개발의 타당성 확보를 위한 연구방법론 제시

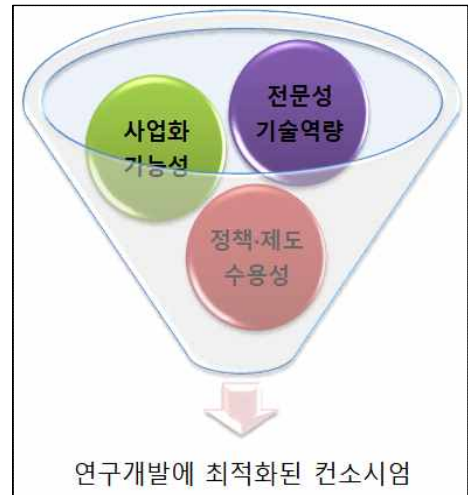
본 연구개발사업은 연비개선, 물류효율성 향상을 통해 기업경쟁력을 강화하고 교통정체 완화, 운전자 편의성 향상, 도로교통 안전성 향상을 통해 좋은 일자리를 창출하여 기업·노동자·사용자 모두가 만족하는 사람중심의 기술혁신을 목표로 하고 있음. 따라서 객관적이고 가치 중립적인 입장에서 과학적 절차와 방법에 의해서 경험적인 자료를 분석하여 사회·문화 현상에 관한 보편적인 원리를 발견하려는 실증적 연구 방법에 의해 수행할 예정임. 현재 사회에서 관찰 가능한 자동차, 인프라, 사람의 도로 교통환경에 미칠 V2X기반 화물차 군집주행 운영전략에 대한 기반연구를 통해 제기된 문제를 바탕으로 군집주행 화물차 제어알고리즘, 인프라 지원서비스 등에 대한 가설을 설정한 후 그 가설에 기반한 시스템을 구성함. 구성된 시스템의 평가·검증을 거쳐 개념의 조작적 정의를 통해 수량화가 가능한 경험적인 자료를 수집하여 통계적인 분석 기술 등을 이용해 가설의 검증 및 법칙을 발견하여 정책 제언 및 사업화 모델 등의 문제 해결방안을 제시하고자 함



○ 연구개발의 적정성 확보를 위한 컨소시엄 구성

본 연구개발의 목표를 고려한 연구방법론과 기술 구성에 적합한 컨소시엄 구성을 통해 연구개발의 적정성을 확보하되 적정성을 뒷받침 할 수 있도록 각 단계별 '전문성과 기술역량', '사업화 가능성', '정책 및 제도 등에 대한 사회적 수용성 제고' 의 원칙에 따른 컨소시엄 구성 추진

- (컨소시엄 구성) V2X기반 화물차 군집주행 운영기술은 V2V협력기반 군집주행 차량기술과 V2X기반 군집주행 인프라 기술로 구성되므로 해당 기술에 최적화된 연구경험과 조직이 있는 중소기업(6개사)이 다수 참여하였고, 연구결과에 따라 신속한 상용화 및 원활한 사업화를 지원 할 수 있도록 대기업·중견기업군(3개사)이 참여하였음. 또한 사람 중심의 기술혁신 목표에 따라 연구결과의 사회적 수용성을 담보하기 위한 법·제도·정책제언 및 사업화모델을 포함한 기반연구의 수행을 위해 학계(2개교) 및 연구기관·협회(3개 기관)이 참여함. 특히 군집주행 차량기술 개발은 국내 화물차 판매량의 절반 이상을 차지하는 대기업이 참여하여 개발기술의 조기 상용화가 가능할 것으로 예상되며 더욱이 본 컨소시엄에 참여한 도로관리기관 및 기업이 보유한 다양한 전문 테스트 트랙, 비공용도로를 활용하여 기술 개발과정에서 다양하고 실질적인 시험과 검증을 해볼 수 있음. 본 연구과제로 개발된 기술은 지입차량 등 국내 물류사업의 특징, 국토면적, 일자리 질 등 기반연구의 선행과 고찰을 통한 정책제언 및 사업화 모델 제시 등을 포함하여 향후 물류운송 혁신 등의 추가 연구를 진행의 기반이 될 것으로 판단됨. 다음은 본 연구를 구성하는 주관연구기관 및 세부 구성기술별 참여기관의 특징점과 주요 연구인프라를 구체적으로 기술하였음



<그림 24> 컨소시엄 구성 원칙

- 1) 한국도로공사(주관-산1) : 한국도로공사는 국내 최상의 첨단 도로교통시스템을 운영(국내동 통합운영센터, 자율협력주행 관제센터 등)하고 있으며 다양한 환경에서의 시험이 가능한 공용 (경부선 서울-신갈, 영동선 신갈-호법)/비공용 시험도로(여주시험도로 7.7km)를 보유하고 있음. 또한 국토부 R&D과제인 “자율협력주행 지원을 위한 LDM 및 V2X 기반 도로시스템 개발” (15-20.7, 현대차 등 29개 기관 참여)의 주관기관으로 자동차전용도로 V2X 기반 화물차 군집주행에 필수요소인 인프라 정보의 신뢰성을 상용화 수준으로 향상시킬 수 있으며 대규모 국책R&D인 스마트하이웨이 연구 등 주관기관으로서의 역할 수행 경험이 풍부함. 따라서 본 연구과제에서 요구하는 V2X기반 군집주행 연구실증 시나리오 분석 및 선정(시나리오 후보군 중 핵심 시나리오 5개 선정), 군집주행 연구실증을 위한 자동차 전용도로 분석 및 선정(C-ITS 등 도로여건을 감안한 실증 단계별 최적지 선정), 연구실증 시나리오 구현을 위한 테스트 환경 구축(회차시설 마련 등) 및 군집주행 고속도로 네트워크 분석, 고속도로 군집주행 운영전략, 운전 제어권 전환 운전자 영향분석, 군집주행 과적관리 방안 등의 수행에 최적화 된 주관기관임

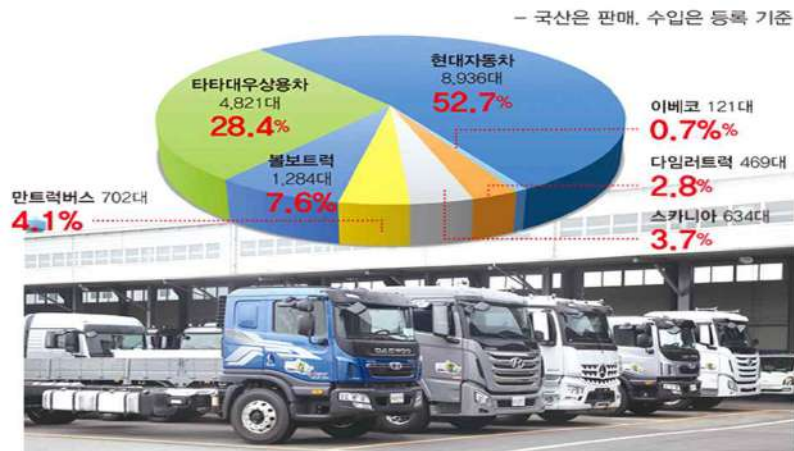


<그림 25> 한국도로공사 자율협력주행 관제센터



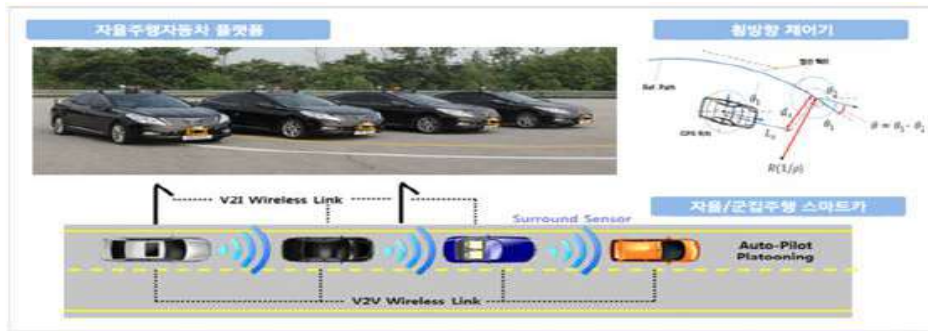
<그림 26> 한국도로공사 시험도로 보유현황

- 2) 국민대학교(1세부 협동-학1) : 국민대학교는 통합 샤시 제어, ADAS, 자율주행 등 차량 전자 제어 시스템에 대한 연구를 중점적으로 수행하고 있으며, 이에 따른 전문성을 인정받고 있음. 특히, 자율주행 분야에 다수의 대회 참가 및 입상 경험을 보유하고 있으며, 최근 대형 상용차 군집주행 관련 자문 활동 및 기업과 산학 과제를 진행 경험을 토대로 군집주행 제어 기술 개발 수준을 상용화 단계 수준으로 개발할 수 있는 역량을 가지고 있음. 따라서 영상센서 기반 차선/차량 인지 기술 개발, V2V 협력 기반 차량 인지 기술 개발, 전방 장애물 인지/위험상황 인지 및 판단 기술, V2V 협력인지 기반의 후방/측방 부문 합류/이탈 차량 인지·판단·추종 기술, 대열차량 간 주행상황 판단 기술, 군집대열 유지 및 합류/이탈을 위한 동적 경로 생성/추종 기술, 개별/대열차량 위험 상황 판단 및 회피 기술, 최적 경제운전을 위한 대열 정렬 기술 등 세부 기술구성에 최적화 된 기관임
- 3) 현대자동차(1세부 공동-산2) : 현대자동차는 국내 트럭 판매량의 절반이상을 생산(2017년 1월 -9월 기준) 하는 국내 최고의 자동차 양산 기관으로 다년간의 상용차 개발 경험 및 양산 기술력을 보유 중임. 특히 내부적으로 대형트럭 자율주행 개발을 기 진행 중으로 군집주행 차량 개발에 최적화된 기업이며, 군집주행 개발을 사전 검토 해왔으며 V2V 주행인지 로직 적용, 군집주행 상위제어 적용, SW 통합 및 제어기 개발, V2X 통신모듈, 주행상황 인지 센서, 조향 액추에이터, 측위모듈 및 관련 시스템 적용 등의 기술을 통해 군집주행 선두/추종 차량 제작 및 평가의 신뢰성을 향상 시킬 수 있음



<그림 27> 국내 트럭 판매량 현황(출처 : 한국자동차산업협회 등)

- 4) 한국자동차연구원(1세부 공동-연1) : 한국자동차연구원은 자동차분야 연구개발 및 기업지원을 위한 전문생산기술연구원이며, 전기전자, 정보통신 및 지능제어 등의 기술을 융복합하여 안전성, 편의성 및 고연결성을 극대화하는 스마트 자동차 원천기술을 연구개발중임. 자율주행과 관련한 환경센서 평가, V2X 통신 성능검증 및 평가, 자율주행 시험평가 시나리오, 자율주행 제어, 실시간 시뮬레이션 모델 구현 및 HIL Simulation 등 다양한 연구개발 경험과 인프라를 보유하여 활용중임. 동 사업에서 주행환경 센서 및 V2X 통신을 기준으로 군집주행의 시나리오 개발 및 평가기술 개발을 전문적으로 수행할 수 있는 전문역량을 보유함



<그림 28> 자율/군집주행 기술 및 인프라



<그림 29> 커넥티드카 서비스 평가 환경

- 5) 저먼코리아(1세부 공동-중소1) : 저먼코리아는 자동차 내구시험 및 성능시험을 전문으로 하는 업체로서 특히 현대자동차의 상용차(대형트럭, 버스) ADAS, AEBS, SCC, VDC 등 신기술 개발 관련 필드 주행 및 검증시험 경험이 풍부하고 자동차 연구소 출신 전문엔지니어가 다수 있고 저먼코리아 주관으로 성균관대학교 공동기기원과 정부과제를 수행한 경험이 있으므로 군집주행 실주행 성능평가 방법 및 기준수립 등 본 과제를 원활히 수행할 수 있음

◦ 실차 내구신뢰성시험, 성능시험

- 일반도로, Proving Ground(PG)에서의 개발차량, 선행양산차량의 내구신뢰성 시험
- PG 고속주회로상에서의 구동계부하(고속)내구시험
- 개발차량의 비포장도로, PG의 오프로드시험트랙에서의 악로 내구시험
- 테스트프로시저(TP)에 의한 객관적, 주관적인 차량성능시험
- 국내법규상의 각종 인증시험
- 고객사의 요청에 따른, 전문 계측장비를 이용한 계측시험

◦ 자동차 부품시험

- 실차상태에서의 자동차 시스템, 컴포넌트, 부품의 필드내구시험

◦ 연구개발

- 선행연구개발 프로젝트의 참여 수행



<그림 30> 저먼코리아 시험서비스

- 6) 아이노즈(1세부 공동-중소2) : 기아자동차 무인자동차 HMI 개발(AVN/HUD) 및 현대 수소전기트럭

디지털 클러스터 선행 개발을 진행하였음. SKT 및 KT 와 전략적 MOU를 통한 텔레메틱스, AI 기술 등에 대한 컨버전스 사업 및 공동 연구개발 진행하였으며, GCS 과제 및 구매조건부 개발 과제를 통한 개발 연구 과제 실적 보유하고 있음. 이에 따라 군집주행 제어권 전환 및 운전자 인터페이스를 위한 군집주행 HMI를 개발함에 있어 본 연구과제 기술개발에 적합함

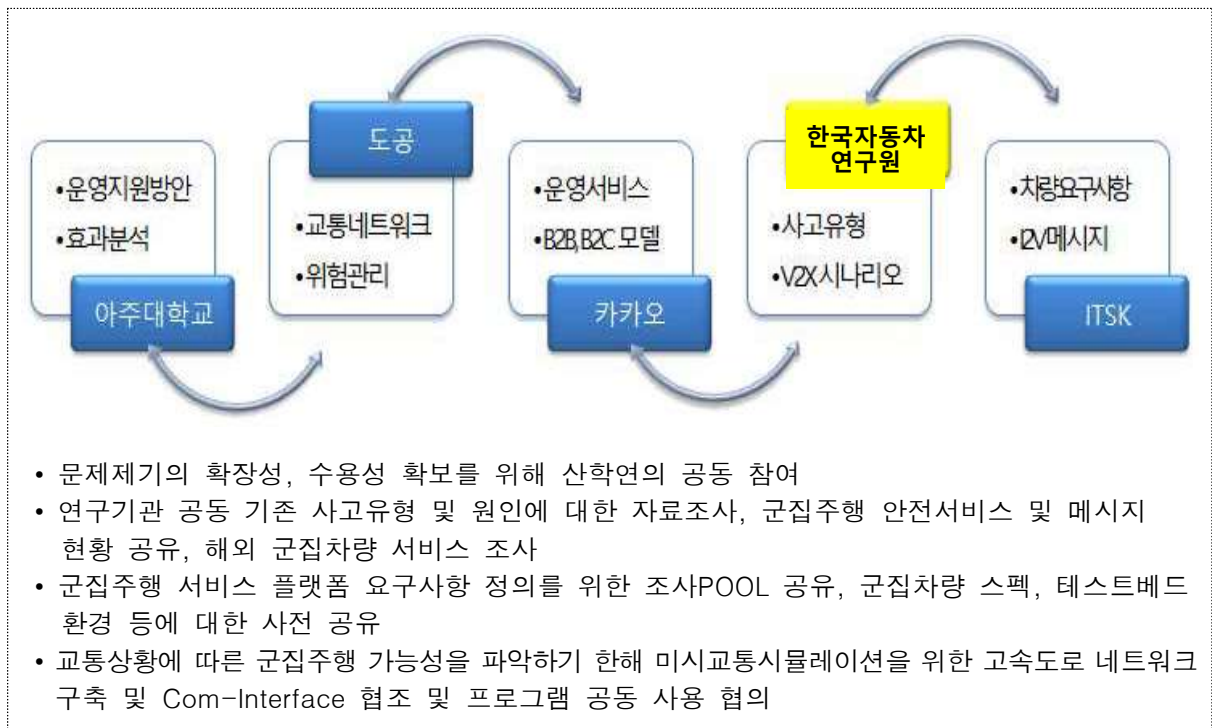
○ 연구개발의 구체성 확보를 위한 연계전략 추진

연구개발 방법의 각 단계별 적합성을 고려해 구성된 컨소시엄 구성원들간 협력체계(Co-Work)를 구체화 하되 세부간 공동참여를 의무화하고 연계전략을 제시하여 협력의 목적성을 명확히 함.



- (연계전략1) 본 과제 목표 및 과제구성을 고려해 '사고유형에 따른 군집주행 시나리오 탐색, V2X 군집주행 시나리오 도출 및 개발(한국자동차연구원)'의 V2X 기반 군집주행 차량 주행 시나리오 개발과 '군집주행 운영지원방안, 군집주행 효과분석(아주대학교)', '군집주행 운영 시나리오 교통 네트워크 분석, 안전성 향상을 위한 위험관리(한국도로공사 도로교통연구원)', '군집주행 운영 서비스 지원 시나리오, B2B, B2C모델(카카오 모빌리티)', '군집차량의 안전주행 요구사항 분석, I2V 안전주행 서비스 메시지 정의(한국지능형교통관리체계협회)'의 상용화 지원 기반연구를 연계한 시나리오 기반 문제제기와 해결을 위한 군집차량제어 및 인프라 지원서비스 가설을 설정함.

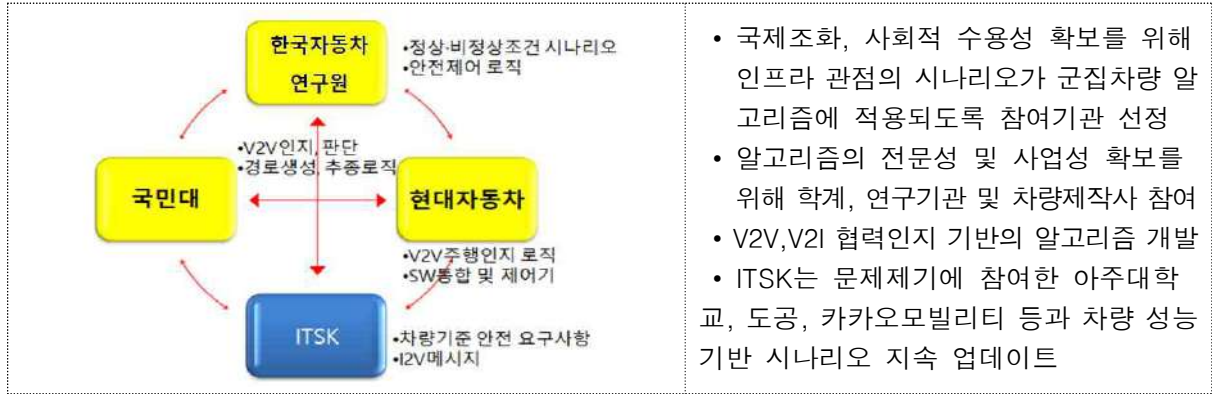
[표 12] 차량성능기반 군집주행 운영시나리오를 위한 연계전략



- (연계전략2) 가설에 기반한 알고리즘 작성과 시스템 설계 요구사항 도출을 위해 'V2V 주행상황 인지

및 판단로직 개발, 군집주행 경로생성 및 추종 로직 개발(국민대학교)’, ‘정상조건 시나리오 적용, 비정상 시나리오 적용, 안전제어 로직 평가(한국자동차연구원)’, ‘V2V 주행인지 로직 적용, 군집주행 상위제어 적용, SW 통합 제어기 개발(현대자동차)’의 화물차 기반 기술개발과 인프라-차량을 연계한 군집주행 시나리오(ITSK)를 연계

[표 13] V2X기반 협력형 군집주행 알고리즘 개발 연계전략



- (연계전략3) 알고리즘에 기반한 자동차-인프라 융합시스템 개발은 본 과제에서 개발할 핵심 기술들의 총체로 전문성을 갖춘 기업간 기술교류 및 협력이 필수적임. 본 연계전략을 통한 최종 성과품은 '화물차 LDM개발, C-ITS, 자율협력주행 시스템 연계기술(웨이즈원)', '복합통신기술 개발(이씨스)', '군집주행 운영 공공플랫폼(카카오모빌리티)', '군집주행 HMI개발(아이노즈)', 'V2X통신모듈 적용, 사고위험성 평가, 데이터 수집 및 분석, 제어로직 개선 피드백(현대자동차)'의 선두/추종차량 실제작 및 그에 대한 '성능평가 항목정의, 평가방법 및 기준 정의, 성능평가 환경구성(성능평가기관)'의 평가로 구성

[표 14] 자동차-인프라 융합시스템 개발 연계전략



- 기술개발의 전문성을 고려하여 전문성을 보유한 중소기업 및 화물차 제작사 참여
- V2V/V2I 협력인지 기반의 차량제조를 위해 차량-인프라 참여기업간 연계
 - 1) 군집주행HMI개발 - 군집주행 운영 공공플랫폼 : 군집주행 차량내 운전자에게 합류-이탈에 대한 정보뿐만 아니라 예약, (선두·후미)차량식별, 교통정보 등을 제공하기 위한 인터페이스 통합
 - 2) V2X통신모듈 적용 - 복합통신기술 : V2I 통신을 위한 WAVE, LTE 복합통신 관련 모듈 및 보안 통합
 - 3) 화물차LDM, C-ITS - 선두/추종차량 제작 : 차량의 거동 특성과 기반연구 및 알고리즘 구성을 통해 도출된 인프라 연계 서비스를 연계한 차량 제작 협업

4) 자동차성능평가 - 제어로직 피드백 등 : 자동차성능평가 전문기관과 차량제작 총괄기업 간 협업을 통해 V2X 기반 군집주행 화물차량의 제어로직을 피드백하고 성능 개선

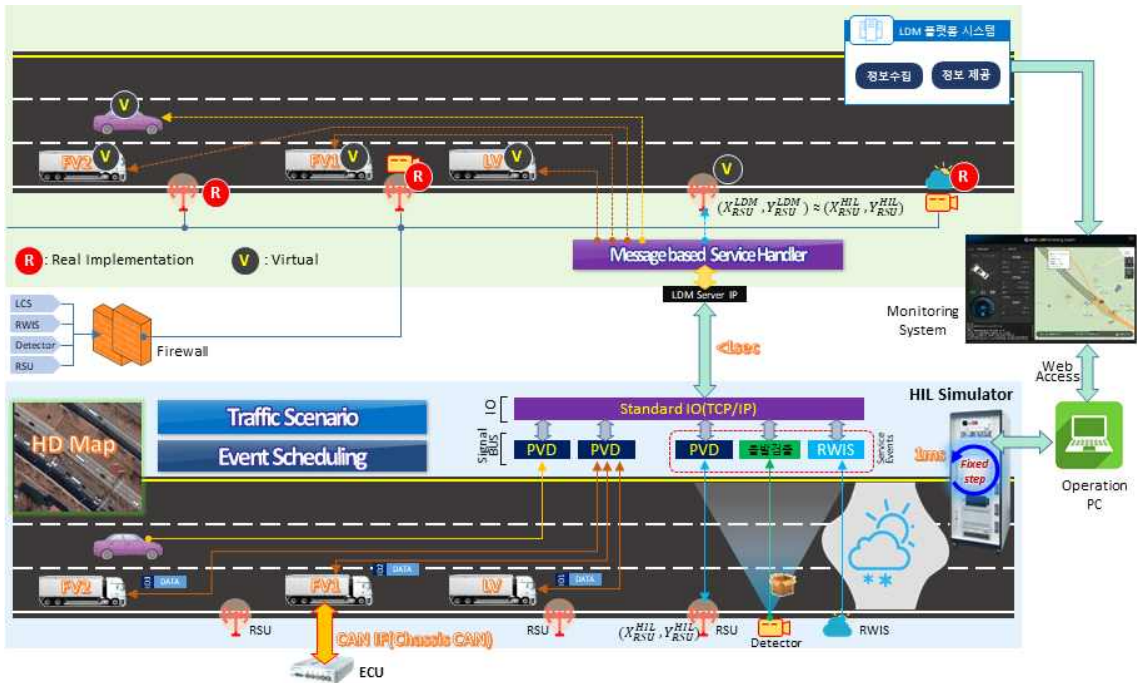
- (연계전략4) V2X 화물차 군집주행 시스템 설계·구성과 병행하여 성능평가를 진행하되 단계별로 테스트트랙, 비공용도로, 공용도로의 연구실증을 거치고자 함. 특히 공용도로 연구실증에 있어 '연구실증 시나리오 선택, 실증시선택 및 평가환경 구축(한국도로공사)', '통합관제 모니터링 시스템 구축(한일에스티엠)', '군집주행 서비스 평가 절차서 및 기준, 서비스 평가시스템 개발(웨이티즈)', '서비스평가 표준화, V2I안전서비스 평가(ITSK)', '연구실증 시나리오 적용(현대자동차)', '군집주행 요구성능 평가(저먼코리아)'가 참여하여 V2X기반 군집주행 안전서비스 및 군집주행서비스 연구실증 협업 추진

[표 15] 연구실증 시나리오 정의 및 서비스 평가 연계 시나리오



- (연계전략5) 가상화 실시간 시뮬레이션 환경과 군집주행 운영센터간 인프라기반의 메시지 정보를 교환하여, V2X 화물차 군집주행 시스템(조향, 제동, 제어기, HMI 등) 안전주행 제어기술(1세부)과 인

프라와 연동된 군집주행 운영시나리오(2세부)를 통합하여 다양한 교통환경(주변차량, 군집대열, 기후, 노면 장애물 등)을 고려하여 V2X 기반의 군집주행 시나리오의 적합성을 탐색하며, 동 사업의 성과물(군집주행제어와 센터기반 운영시나리오)을 포괄하는 가상화 시뮬레이션 방법을 적용하여 군집주행의 안전서비스 및 주행 안전성을 현실적으로 평가함. 이러한 전략을 통해서 공용도로상 실증 시험시, 비정상 혹은 정상 시험조건을 구현하는데 비용과 시간을 획기적으로 줄일 수 있으며, 또한 연구실증시 시험차량 및 시험자가 예기치 않은 사고에 따른 위험을 줄일 수 있음. 가상화 시뮬레이션 환경을 활용하여 실환경에서 구현하기 어려운 다양한 시험시나리오를 심화 탐색하고, 1세부 군집주행 안전제어기술의 신뢰도를 향상시킬 수 있음



세부	연구기관	연계 협력
1세부	국민대	- 군집대열내에서 차량기준으로 제어기의 안전제어 기능 요구사항 검증 - 2세부와 도로주행상황과 연동한 교통환경 시나리오를 기준으로 제어기의 기능요구사항 검증
	현대자동차	- 군집차량 시스템 및 차량제원 반영
	아이노즈	- HMI 기능에 따른 운전자 반응모델 적용
2세부	ITSK	- 군집주행 운영시나리오에서 정의 메시지 모델 적용
	웨이즈원	- 가상화 시뮬레이터와 운영센터간 데이터 정보 교환 - 가상화 시뮬레이션의 객체(차량, 기지국, 검출기 등)를 실증대상구간(영동선) 정밀지도간 매칭 - 1세부의 객체정보를 활용한 2세부의 운영시나리오 구현
	한일에스티엠	- 1세부의 가상화 시뮬레이션 객체를 정밀지도에 투영하여 웹 접근에 따른 모니터링 기능
	웨이티즈	- 1세부의 가상화 시뮬레이션과 LDM과 연동시, 전체 군집주행 운영서비스 평가

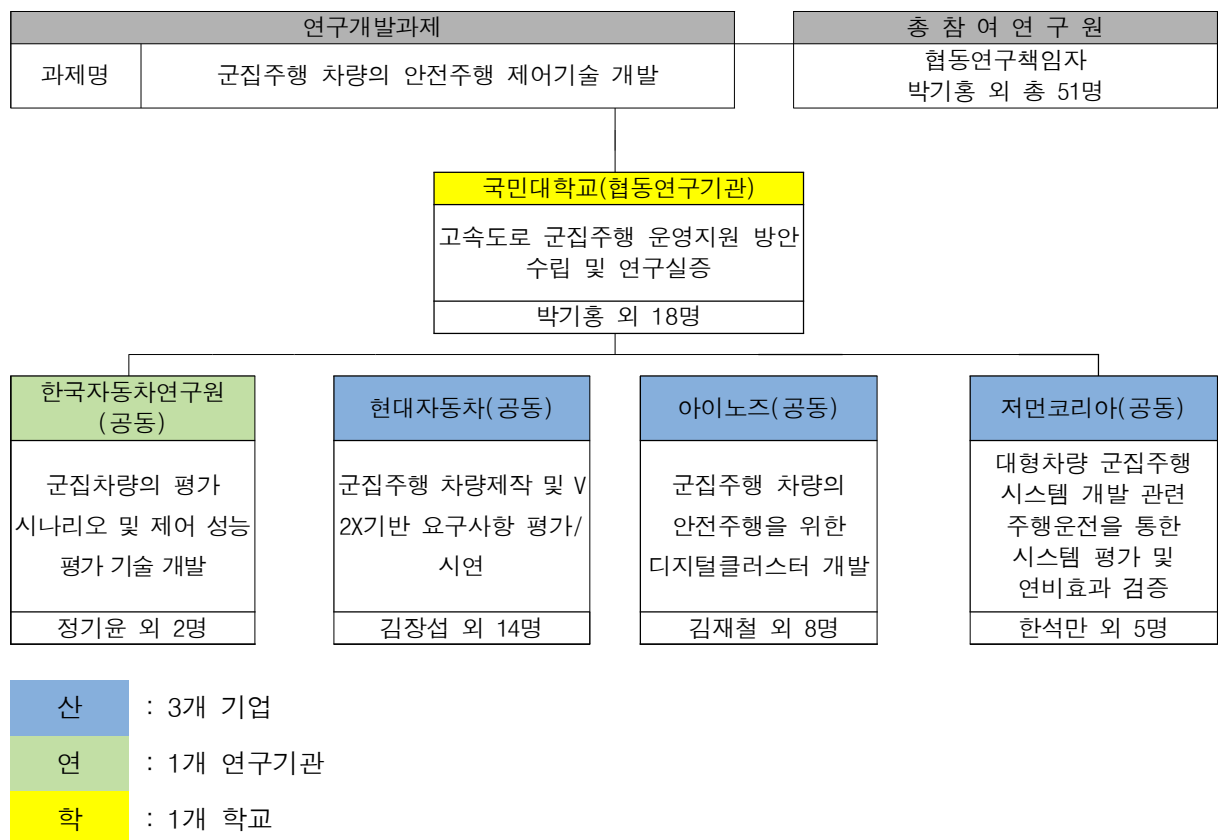
3-2. 연구개발 추진체계

○ 연구수행체계 구성

연구개발 추진전략에 따라 연구단을 구성하고 연구단 주관기관에서는 협동 및 공동연구기관의 연구 활동 자율성을 보장하되 성과 및 진도관리에 대해 집중 관리하여 핵심성과를 성공적으로 달성하고자 함



○ 연구수행체계도



○ 개발기술 및 평가방법

구분	개발기술	개발주체	평가대상		평가방법 /주체
군집주행 차량기술	◦ 인지·제어 알고리즘	국민대	◦ 제어기 (Platooning Control Unit)		HILS/ 한자연
	◦ 군집주행 차량 - 알고리즘개발(국민대) - 실차반영(현대차)	국민대 현대차	◦ 군집 차량	◦ 상용자동차 적용성 - OEM스펙 등	실차테스트/ 현대자동차
				◦ 테스트 드라이빙 - 데이터수집, 운전자평가	실차테스트/ 저먼코리아
군집주행	◦ 안전서비스 시나리오 (추가성과)	ITSK	◦ 안전서비스 시나리오		HILS/ 한자연
안전서비스	◦ 군집주행 안전서비스 센터시스템 및 RSE	웨이즈원 이씨스	◦ 군집주행 안전서비스 시스템		실도로테스트 /ITSK, 웨이티즈#.1
군집주행	◦ 군집주행 운영서비스 알고리즘	카카오	◦ 군집주행 운영서비스 기능별 SW		시뮬레이션 /카카오
운영서비스	◦ 군집주행 운영서비스 시스템	카카오	◦ 군집주행 운영서비스 시스템		시뮬레이션 /카카오

#1. 안전서비스 실도로테스트 : ITSK(평가 시나리오 개발), 웨이티즈(평가 시스템 개발)

○ 연구기관의 연구인프라 및 연구지원시스템의 적절성

연구기관별 주요 연구인프라는 상기한 연구개발 적정성 확보를 위한 컨소시엄 구성의 기관별 세부 특장점 분야에 언급하였음. 주관연구기관인 한국도로공사는 교통정보 플랫폼과 인프라를 갖춘 국내 최상급의 도로교통시스템을 갖추었으며, 시험도로 외에도 도로관련 특수장비를 포함한 연구시설을 자체보유하고 있음. 또한 스마트하이웨이 연구사업을 시작으로 미래교통관련 국책R&D 관련 실적을 다수보유하였으며, 200여명의 도로관련 박사급 인적자원으로 연구개발사업을 지원하고 있음.

국내 최상급 도로교통시스템	다양한 실증환경구현 (Test-bed 보유)	연구지원 역량
교통정보 플랫폼 > 전국 고속도로 교통정보 > 1997년 이후부터의 누적 교통 데이터 개방형 교통정보 서비스	비공용 시험도로 > 여주 시험도로 7.7km > Test-bed(기능검증) 예정지 공용도로 > 전국 4,600km 구간 관리 중 > Test-bed(공용도로) 예정	관련 실적 > 스마트하이웨이 연구사업 > 차세대 ITS 시범사업 > 도로주행 시뮬레이터 실험시설 구축 > 고속도로/국도/지자체/민간 ITS > 성능평가(연간2500여건)
교통정보 인프라 > 전국 규모 광 통신망 > 실시간 도로검지, CCTV, VMS > 한국도로공사 교통센터 > ICT 센터(빅데이터 분석 및 활용)	연구시설 > 실물차량 충돌시험장 > 포장가속 시험동 > 기타 도로관련 특수장비 일체	연구 자원 > 인적자원 - 도로/ITS/교통분야 전문가 (239명, 시험/인증 67명 포함) > 연구장비 - ITS 평가 장비 및 시스템 - 도로주행 시뮬레이터

<그림 32> 주관연구기관의 연구인프라 및 연구지원시스템

- 연구개발 성과관리 전략

연구개발 성과 극대화를 위해 컨소시엄 구성 단계부터 산업융합 및 상용화 추진력 강화를 염두한 참여 기관 구성을 추진하였으며 연구개발 진행중 관련분야 R&D성과 활용 및 해외선진국 협업 연구를 추진할 예정임. 또한 연차별 성과에 대한 검증강화와 홍보를 시행하여 국민적 공감대와 개발 기술의 수용성을 강화할 예정임



<그림 33> 연구개발 성과관리 전략

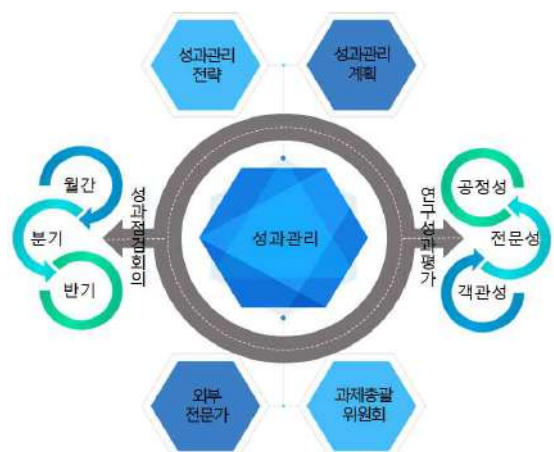
- 연구개발 성과관리 방법

연구개발 성과관리의 방향은 연구단을 구성하고 있는 여러 기관의 연구성과 및 진도를 관리하고 성과 목표, 지표에 대해 집중적 관리를 강화하여 연구개발의 기관별, 연차별 성과목표를 달성하여 최종목표인 V2X기반 자동차전용도로 화물차 군집주행 운영기술을 개발하고자 함. 진도 및 성과관리 시행으로 과도한 행정력 낭비가 발생하지 않도록 성과관리계획 수립. 성과지표의 적정성에 대해 연구 참여 전기 관이 합동토론을 통해 평가의 공정성과 전문성, 객관성을 바탕으로 성과의 정량화 및 과제별 핵심성과에 대한 개선·보완사항을 도출하고 개선·보완사항이 있을 경우 과제총괄위원회를 개최하여 심의, 확정, 관리하여 내실 있는 연구 성과관리 시행

- WBS 및 KPI 보안을 통한 과제별 핵심성과 도출 및 집중 관리
- 연구단 자체 상시 평가, 점검제도 내실화
- 성과의 정량화
- 분기점검 시행방안 수립(자율시행)
- 반기점검 시행방안 수립(외부평가위원 선정 평가 예정)

- 성과관리 시행계획(안)

- 연구단 : 수시(필요시), 월간, 반기 진도 및 성과관리
- 세부협동기관 : 주간, 분기 진도 및 성과관리



<그림 34> 연구단 성과관리 개념도

- 외부전문가 자문단 운영

성과관리 시 관련 연구과제 수행 연구단과 협업체계를 구축하고 외부 전문가로 구성된 자문단을 구성 운영할 예정으로 외부전문가 인력풀은 다음과 같으며, 객관적인 성과관리가 될 수 있도록 하고, 대내외 기술동향을 면밀히 살펴 관련 정보에 대한 연구 참여자들 간의 공유방안을 마련하여 최신 연구동향을 반영하고 앞서가는 연구개발이 수행 될 수 있도록 할 계획임. 또한, 향후 5G 통신의 상용화 시 본 과제 적용 가능성을 검토하기 위해 5G 통신 연구를 추진 중인 'GIGA KOREA 사업단'과의 협업을 추진할 예정임

[표 16] 외부전문가 POOL

분야	성명	소속	직책
교통	고승영	서울대학교	건설환경공학부 교수
교통	최기주	아주대학교	교수
교통	강경표	한국교통연구원	연구위원
교통	문병섭	한국건설기술연구원	연구위원
교통	서영호	현대건설	상무
교통	신치현	경기대학교	교수
교통	박은미	목원대학교	교수
교통	오영태	아주대학교	교수
교통	윤여환	한국건설기술연구원	연구위원
교통	이상건	국토연구원	연구위원
교통	이정범	대전발전연구원	연구위원
교통	이백진	국토연구원 교통연구실	연구위원
교통	김인석	삼성교통안전문화연구소	수석연구원

분야	성명	소속	직책
교통	이수일	현대해상	연구위원
자동차	김호웅	르노삼성차	수석연구원
자동차	정태영	현대모비스	책임연구원
자동차	윤윤진	KAIST	건설및환경공학과 교수
자동차	최인성	교통안전공단 자동차안전연구원	책임연구원
자동차	윤용원	교통안전공단 자동차안전연구원	책임연구원
자동차	김종화	교통안전공단 자동차안전연구원	책임연구원
자동차	이은영	교통안전공단 자동차안전연구원	선임연구원
자동차	문일기	현대모비스	책임연구원
지도	차승용	HERE	전무
지도	서동권	현대엠엔소프트	실장
지도	윤석조	PASCO	수석연구원
지도	이기수	HERE	이사
지도	최현상	한국건설기술연구원	연구위원
지도	민 구	네이버랩스	부장
지도	장석원	국토정보지리원	주무관
통신	김정호	KAIST	전기 및 전자공학과 교수
통신	홍승표	SKT	매니저(GIGA KOREA 사업단)
통신	김일명	KT	책임연구원
통신	이주용	한국과학기술원	팀장

분야	성명	소속	직책
통신	옥규순	한국과학기술원	선임연구원
통신	김판열	미래창조과학부	사무관
통신	김 남	충북대학교	교수
통신	이상근	청강문화산업대학	교수
통신	오종택	한성대학교	교수
통신	김승천	한성대학교	교수
통신	한동석	경북대학교	교수
통신	이상선	한양대학교	교수
측위	성태경	충남대	교수
측위	박수홍	인하대	교수
측위	황성호	성균관대	교수
측위	이호승	계명대	교수
측위	김준모	KAIST	교수
측위	윤국진	GIST	교수
측위	김대진	포항공대	교수
측위	이경무	서울대	교수
측위	이성환	고려대	교수

3-3. 추진일정

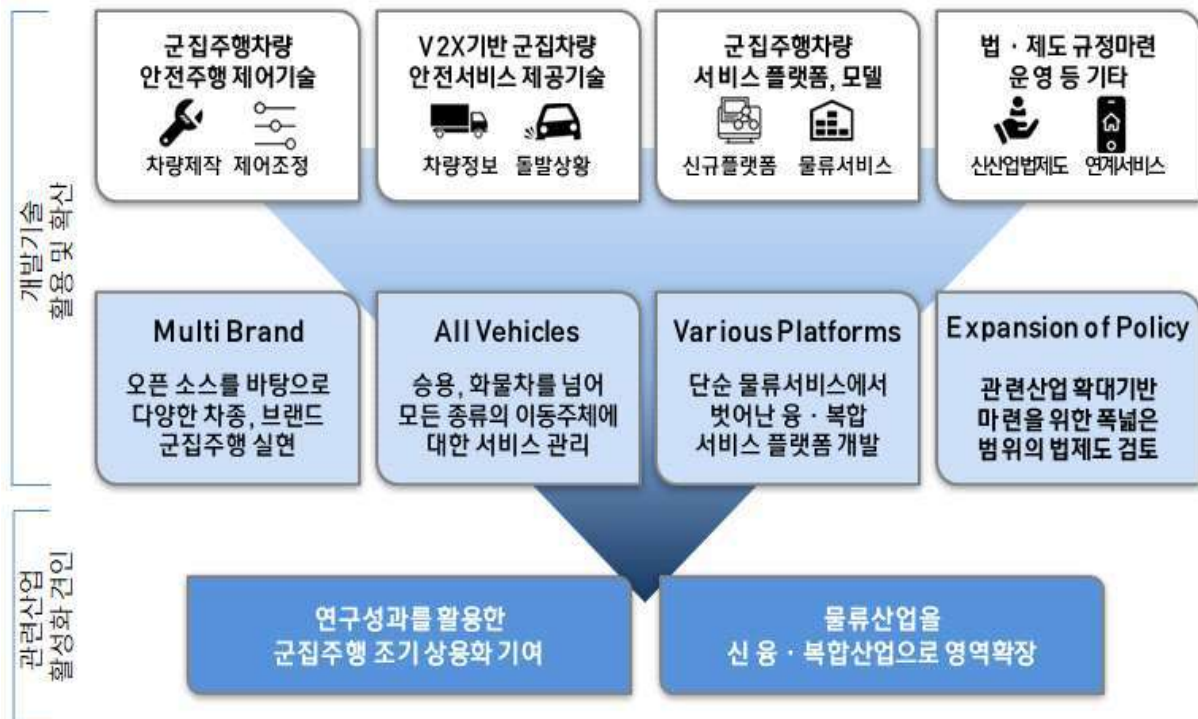
세부	기관	연구내용	3차연도				4차연도			
1세부	국민대학교	군집주행 인지/판단/제어 연구 사례 조사								
		군집주행 주행환경 인지/판단 기술 성능 최적화								
		V2V/V2I 기반 위험 상황 인지/판단 기술 개발								
		V2V/V2I 기반 대열유지 및 부문 합류/이탈 인지/판단 기술 개발 및 최적화								
		군집주행 안전주행 기술 개발 및 최적화								
		군집주행 안전제어 기술 개발								
		군집주행 실증 시험								
	현대자동차	Lv.3 군집주행 차량 제작								
		V2V 군집주행 요구사항 도출 및 평가								
		V2I통신 모듈 탑재								
		V2I 군집주행 서비스 운영기술 차량 단위 요구사항 도출 및 평가								
		관제시스템 및 인프라 연계 군집주행 서비스 평가 및 실증								
		군집주행 차량 임시운행 허가 취득								
	아이노즈	디지털클러스터 시제품제작								
		HMI 디자인개발								
		SW 개발 및 기능 고도화								
		안정성 확보 및 검증 시험								
		지그 및 시뮬레이터 확보								
	저먼코리아	주행평가(시스템 및 도로점검)								
		시스템 검증 평가								
		안전,편의성 및 연비효과 평가								
		안전기준 요건 검증 주행								
	한국자동차연구원	군집주행 시나리오 개발								
		군집주행 실시간 가상화 시뮬레이션 환경 구성								
		군집주행 성능 및 안전제어 평가								
		군집주행 안전제어 검증								

4. 연구 개발 성과의 활용 방안 및 기대효과

4-1. 연구 개발 성과의 활용 방안

○ 총괄

- 동 연구를 통한 개발성과는 군집주행차량 안전제어기술, V2X기반 군집차량 안전서비스 제공기술, 군집주행차량 서비스 플랫폼 모델, 법·제도 규정마련 운영 등이 있음
- 군집주행차량 안전주행 제어기술은 오픈소스를 바탕으로 다양한 차종, 브랜드의 군집주행 실현에 활용
- V2X기반 군집차량 안전서비스 제공기술은 승용, 화물차를 넘어선 모든 종류의 이동주체에 대한 서비스 관리에 활용
- 군집주행차량 서비스 플랫폼 모델은 단순 물류서비스에서 벗어난 융·복합 서비스 플랫폼 개발에 활용
- 군집주행에 대한 법·제도 규정 준비는 향후 관련 산업 확대기반 마련에 활용
- 개발기술의 확산은 군집주행 기술의 조기상용화 및 물류산업을 신 융·복합산업으로 확대하는데 기여



<그림 35> 연구개발성과의 활용방안

○ 개발기술의 활용과 확산

- 군집주행차량의 안전주행 제어기술 개발
 - V2X 통신모듈, 주행상황 인지 센서, 조향 액추에이터, 측위모듈 및 관련 시스템 등이 도입된 군집주행 선두/추종 차량 제작 및 실증으로 향후 군집주행 실용화에 대한 차량 제조원천기술 기반마련
 - 1) V2V 주행인지 로직 적용, 군집주행 상위제어 적용, SW 통합 및 제어기 개발
 - 2) V2X 통신모듈, 주행상황 인지 센서, 조향 액추에이터, 측위모듈 및 관련 시스템 적용, 군집주행 선두/추종 차량 제작

- V2X기반 군집주행 시나리오를 통한 제어기술 고도화
 - 1) 사고유형에 따른 시나리오 도출 및 개발, 가상 교통환경 시뮬레이션 적용 시나리오 모델 개발
 - 2) 정상·비정상 조건 시나리오 적용, 안전제어 로직 평가, 평가환경 구축 등
- 군집주행 실주행에 대비한 성능평가 방법 및 기준제시를 통한 사전 표준체계 마련

[표 19] 군집주행차량 및 제어기술 연구방향

기존연구 As-Is	▪ 완성차 OEM 단독 기술개발 연구 (차량기술 중심)
본 연구	<Open Collaboration> ▪ 산·학·연 공동 V2X기반 인지·판단·제어 알고리즘 및 제어로직 개발 ▪ 군집주행 상용화를 위한 기반연구 및 공용도로 연구실증
향후연구 To-Be	▪ 복수 브랜드 완성차 참여 실증연구 (Plug fest) ▪ 기술 수용성 향상을 위한 연구(도로교통이용자, 도로관리기관, 운전자 등) ▪ 군집주행 고도화(L4 이상), 및 인프라 기술 고도화 및 상용화 연구(feasibility)

– V2I 기반 군집차량 안전서비스 제공기술 개발

- 연구실증 최적 시나리오 선정 및 실증환경 조성을 통해 실제 운영시 문제점, 차량지원방안 등 사전 마련, 운전자 관점의 인간공학적 특성별 대응 시나리오 등을 통해 실증 고도화.
- 자율협력주행 실증에 대한 화물차량 LDM 구축 및 차량정보(Layer 4)를 수집하고 이를 승용 자율협력주행차량의 정보와 통합 분석하여 군집주행전용차로 설치 가능성 등의 도로 운영전략 수립을 위한 분석 데이터로 사용.
- 화물차 단독/군집주행, 선두/후미차량에 따른 LDM 적용 및 표출, 활용방안에 대한 구체적 대안제시를 통해 연구결과 구체화 제시.



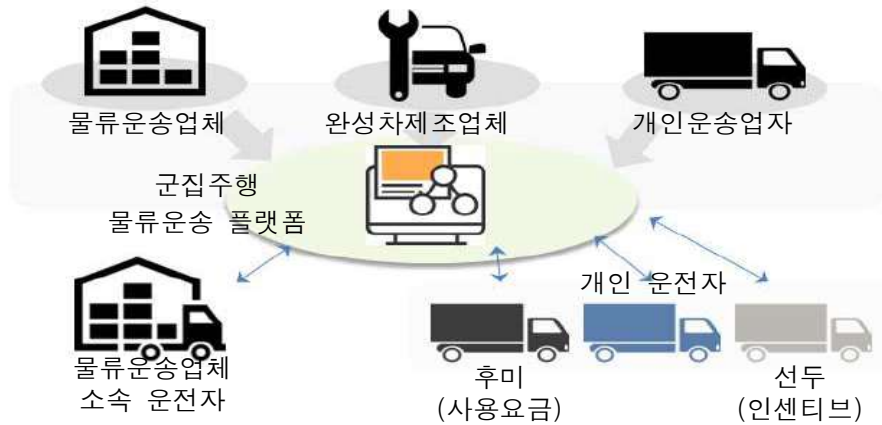
<그림 36> 자율협력주행 도로시스템 개발 로드맵

- 실시간 도로교통 상황정보를 통해 차량 자체적으로 해결 할 수 없는 도로의 돌발상황 회피조건을 시나리오별 제시, 주행안전성 확보 가능
 - 1) 국내의 해외대비 특화된 도로 인프라와 IT 기술을 적극적으로 활용하여 차량에 정보제공
 - 2) 기존의 ITS 분야의 차량 검지 기술에서 벗어나 도로위의 돌발상황을 빠르고 정확하게 전달하는 도로 인프라 협력주행체계 구축 가능.

– 군집주행 운영서비스 플랫폼, 서비스모델 개발

- 군집주행 모델은 기존에 존재하지 않는 신성장 생태계가 조성 가능
- B2B, B2C 등의 다양한 운영모델과 이를 운영하기 위한 새로운 플랫폼의 구축이 필요함에 따라, 오픈플랫폼을 기반으로 한 다양한 서비스모델이 개발될 것으로 예상.

- 1) 공공플랫폼 기반 모바일 어플리케이션 개발(경로/시간 기반 매칭, 최적화를 위한 시간 조정 등)
- 2) 군집주행 운영기술을 활용한 물류운송 서비스 모델(B2B, B2C) 개발 등
- 3) 물류운송일정관리, 군집주행 Schedule 관리, 선두/후미 차량별 운전자 관리 및 이용료/인센티브 관리 등 다양한 서비스 모델 창출 가능



<그림 37> 군집주행 물류운송 플랫폼 활용방안

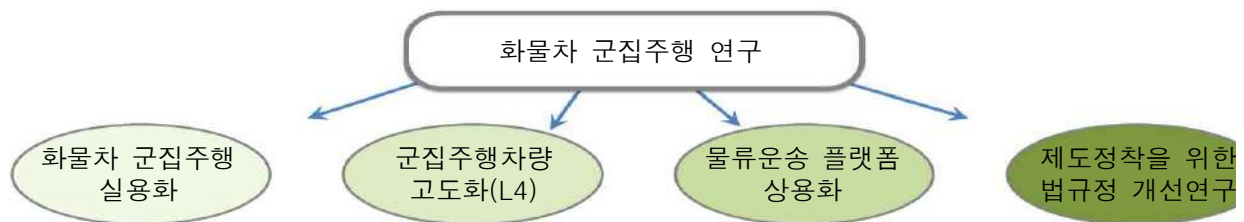
－ 법제도 운영 등 기타 연구활용방안

- 군집주행 운영전략 수립, 안전성 향상을 위해 위험 관리, 지원제도 개선방향 도출, 파급효과 분석, 선두차량 운전자 자격, 법제도 개선을 위한 정책제안 등을 통한 실용화 방향 제시
- V2X 통신기반 군집주행 표준체계 사전 구축 및 Open Source 공개를 통해 신규(벤처기업 등) 기업의 시장 진입문턱을 낮추고, 경쟁시장 조성을 유도하여 경제 활성화에 기여
 - 1) 새로운 생각, 아이디어가 인정받고, 시장에 진출할 수 있는 창업벤처문화 조성
 - 2) 오픈플랫폼을 통해 아이디어 만으로 쉽게 창업할 수 있는 낮은 문턱의 산업생태계 구축
- 연구성과의 계량화를 위한 자료의 축적 및 활용방안 마련
 - 1) 군집주행으로 인한 화물차 운전자의 운전 피로도 / 휴식 시간 측정 (업무효율성 개선정도)
 - 2) 차량연비 / CO2 발생량 실측을 통한 운영성과 계량화
 - 3) 신규플랫폼을 통한 개척가능한 신규 서비스모델 예측, 분석 등

○ 관련 산업 활성화 견인과 촉진

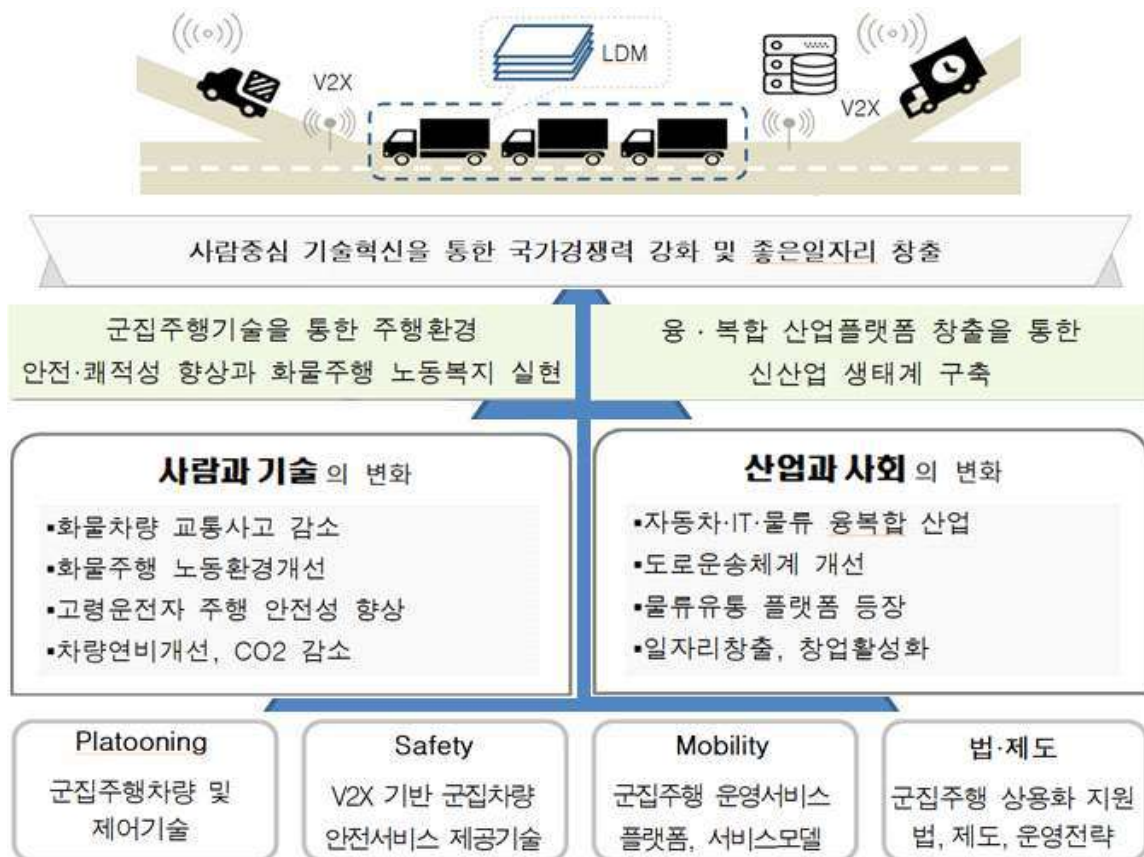
- － 본연구는 화물차를 기반으로 한 자율협력주행과 관련한 국내 첫 연구에 해당하며, 이는 향후 화물차 군집주행과 관련한 다양한 연구 및 관련산업이 활성화 될 수 있는 마중물 역할을 할 것으로 기대함.
- － 본 연구를 통해 도출되는 다양한 성과는 기존 승용차에 집중된 차량군의 다양화, 화물차에 적합한 관련기술개발 등 조기상용화에 유리한 산업환경 형성에 활용가능하며, 이를 바탕으로 자율협력주행이 국내 도로환경에 조기 정착할 수 있는 기반연구가 될 것으로 예상함. 특히, 본연구를 통해 향후 실용화 추진을 위한 연구수행시 밑거름이 될 수 있는 기준과 체계를 제공하고 있어 실용화 기간단축은 물론 연구성과 극대화를 견인할 수 있는 활용도구가 될 것으로 전망됨.
- － 개발성과를 바탕으로 한 연계연구 활성화를 조성할 수 있는 정책적 견인도구로 활용가능할 것으로 예상되며, 이는 추가적인 연계성과도출로 확장가능함. 연계가능한 연구성과는 다음과 같이 예상됨.

- 본 연구가 화물차 군집주행에 대한 핵심기술, 플랫폼, 표준안 마련 등에 집중했음. 따라서 후속연구는 본 연구의 실증기술을 바탕으로 해당기술의 실용화에 집중하여 군집주행 조기상용화, 기술 안전성 확보 등을 위한 연구가 후속 추진될 것으로 전망
- 군집주행기술 고도화(Lev.2,3 → Lev.4) 및 군집차량기술 고도화 (동일브랜드, Spec.을 벗어나 다양한 브랜드, 차종, 규격 등 적용) 연구 추진가능.
- 물류운송 플랫폼 기술도 효과적인 신규시장 창출을 위해서는 실용화를 위한 세부적인 물류체계, 운송관련 법규정 개정 필요사항, 이용자·수요자간 상호규약 등 후속연구 추진이 필요함.
- 기술외적인 법률문제, 제도개선 등을 집중적으로 검토하여, 향후 실용화에 대한 법적 제도적 근거를 마련할 수 있는 연구도 추진 가능함.



<그림 38> 향후 후속연구 추진 예상과제

4-2. 기대효과



<그림 39> 화물차 군집주행 기대효과

○ 총 괄

- 자율주행관련 산업은 현재 전세계의 산업과 문화 등에 걸쳐 융복합 혁신을 일으키고 있는 4차산업 혁명의 가장 대표적 분야임. 본 연구는 그동안 자율주행관련 국내의 선행연구들이 가진 한계점인 제한된 Vehicle Category(승용차)를 확장(화물차)하고, 화물차 군집주행기술과 이를 위한 차량, 기술, 플랫폼 기반 산업에 대한 범위까지 포함.
- 선행연구 등에서 화물차 군집주행 효과는 연비개선, 환경오염저감, 인건비절약, 도로용량증대, 안전성 향상 등에 걸쳐 차량, 환경, 산업 등에 걸쳐 다양하게 발생한다고 예상하고 있음. (Truck Platooning, TNO)
- 본 연구로 인한 구체적인 기대효과 역시 사람, 기술, 사회, 산업 등 폭넓은 범위에 걸쳐 다음과 같은 영향을 미칠 것으로 전망됨.

○ 사람과 기술의 변화

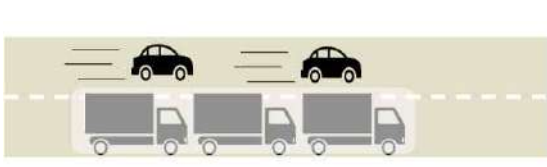
- 도로교통의 안전성을 저해하는 가장 큰 요소 중 하나는 화물차량의 비율임. 교통사고를 살펴보면 대형차량의 교통사고 비율은 전체의 59%를 차지('17 고속도로 교통사고 분석)하고 있으며, 사고 중 다수가 운전자의 부주의(졸음, 과속, 주시태만 등)에 기인하고 있음

[표 20] 고속도로 교통사고 건수(2017, 한국도로공사)

구분	졸음	주시태만	과속	안전거리 미확보	기타	전체
대형차량	183	267	100	32	184	766
전체차량	250	447	198	71	326	1,292

- 화물군집주행이 실용화될 경우, 대형차량은 주행에 있어서 일관성, 안전성을 확보할 것으로 예상됨. 즉, 화물차량이 갖고 있는 불확실 요소들이 제거됨에 따라 화물차량의 교통사고 건수/비율이 감소할 것으로 예상
- 또한, 군집주행은 운전자의 쾌적한 도로주행 환경을 제공할 것으로 전망됨. 군집주행으로 예상되는 화물차 주행안전성 확보는 일반차량 주행안전성으로 그 영향이 확대되어 도로 전반에 대한 주행쾌적성 향상으로 이어질 것으로 예상. 즉, 아래와 같이 일반운전자가 화물차 주행시 느끼는 주행 저항감을 줄이게 되어, 사고감소는 물론 주행안전성/쾌적성까지 이어질 것으로 예상됨.

[표 21] 단독/군집주행시 운전자 주행안전성 예상

As-Is (단독주행시)	To-Be (군집주행시)
	

- 화물차 선행·추종차량간에 휴게시간을 나누어 가지는 군집주행의 특징으로 인해 화물차 운전자 피로도 감소 등의 효과가 발생함. 이러한 충분한 휴게시간 확충은 최근 증가하는 대형차량 졸음운전 사고 등에 대한 근원적 해결방안이 됨은 물론, 화물운전에 대한 노동환경개선에 기여할 것으로 전망됨. 아울러, 연비향상 등으로 높아진 효율성만큼 운전자에게 더 좋은 근무조건을 부여할 수 있어 결과적으로 좋은일자리를 창출할 것으로 기대함.

- 또한, 국내 고령운전자가 지속적으로 증가되는 현상에 대한 대책이 될 것으로 기대. 고령운전자는 인지반응시간, 제한된 시야 등 기존 운전자와 패턴을 달리하고 있어, 그로 인한 사고 역시 지속적으로 증가하고 있는 추세임. 본 연구를 통해 화물차 군집주행이 실용화될 경우 고령운전자(화물차 및 승용차)의 주행 안전성 향상을 위한 도움이 될 것으로 전망됨

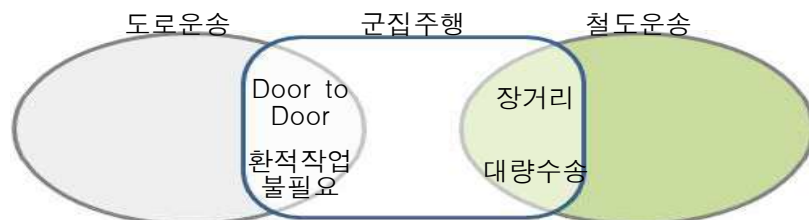
[표 22] 고령운전자 교통사고 현황 ('11년 ~ '15년, 도로교통공단)

구 분	고령운전자 (65세이상)			비고령운전자 (65세미만)		
	발생건수	사망자수	부상자수	발생건수	사망자수	부상자수
2011년	36,809	605	55,735	768,296	4,594	1,225,273
2013년	66,654	737	95,025	954,993	4,338	1,506,424
2015년	80,291	815	115,530	973,607	3,802	1,527,378

- 마지막으로, 차량 연비개선으로 인한 비용절감 (SARTRE 프로젝트에서 군집주행차량은 추종차량은 8~13%의 연비개선, 선행차량은 2~8%의 연비개선 효과가 있음을 제시함)이 기대되고, 그로 인한 CO2 배출과 미세먼지 감소를 기대할 수 있음

○ 산업과 사회의 변화

- 본 연구를 통해 자동차산업은 전통적인 기계기반 산업에서 탈피하여 ICT, 물류서비스를 총 망라하는 융복합산업으로 재탄생하고, 이는 관련 기반산업의 더불어 발전으로 이어질 것임.
- 이에 대한 Needs는 글로벌 컨설팅 기업뿐만 아니라 국내 완성차사도 2020년 이후 ICT 융합중심의 혁신적 변화를 감지하고 있으며, 이종 산업간의 산업생태계 재편과 기술의 융·복합을 전망하고 있음
- 군집주행으로 인한 도로의 안전성·쾌적성 향상은 교통용량체계의 변화로 이어질 것으로 전망. 현재 설계교통량 산정시 대형차량의 비율은 중차량 보정계수를 통해 설계교통량을 일정부분 보정하고 있음. 이는 대형차로 인한 주행저항을 고려한 계수임. 그러나, 군집주행 실현시 운전자가 느끼는 저항은 크게 감소할 것으로 예상되며, 이는 교통용량체계의 긍정적 변화를 가져올 것으로 전망됨. 즉, 동일한 교통량에서도 훨씬 더 원활한 소통을 가져올 것으로 예상됨에 따라 이동시간단축, 정체완화 등 경제적 편익 역시 클 것으로 기대됨.
- 중차량계수 외에도 군집주행으로 인한 차량간 간격감소로 인해 직접적인 도로용량 감소효과가 있을 것으로 전망됨. 예를 들어 16.7m 3대의 트럭이 100km/h 주행시 차간격을 56m(2초)로 할 경우 대열의 길이는 약 161m이나, 간격을 14m(0.5초)로 군집주행할 경우 대열길이는 48% 수준으로 감소될 것으로 전망됨.(출처 : Continental)
- 화물차 군집주행은 분명 도로운송체계이지만, 철도운송이 가지고 있는 장점을 흡수한 새로운 운송 패턴을 가지고 있을 것으로 예상됨. 군집주행이 가지는 독특한 공유경로 주행방식은 당초 도로가 가진 Door to Door 서비스로 인해 필연적으로 발생하는 효율성 저하문제를 극복할 수 있는 수단이 됨. 이로 인해 철도가 가진 대량수송의 장점을 흡수할 것으로 전망됨.



<그림 40> 도로운송 및 철도운송, 군집주행 특징 비교

-
- 이러한 화물차 군집주행이라는 신물류운송체계를 수용할 수 있는 새로운 플랫폼과 사업체계가 필요함. 전에 없던 물류운송체계를 운용할 수 있는 플랫폼과 이를 기반으로 한 다양한 사업으로의 무한한 확장이 예상됨.
 - 군집주행이 실용화 될 경우, 관련기술에 대한 신규수요는 물론, 수요자와 이용자를 이어주는 각종 B2B, B2C 서비스 개발, 운전자간 군집주행 관련 규약, 일정 등을 종합적으로 관리하는 신물류체계의 플랫폼 생성이 필요함.
 - 이는, 신사업 플랫폼과 군집주행으로 인해 파생되는 다양한 사업영역으로의 확장성이 잠재되어 있는 분야로서, 민간의 사업참여 가능성이 열려 있음. 따라서, 벤처기업의 창업과, 양질의 신규 일자리 창출이 가능할 것으로 전망됨.
-

5. 연구기관 현황

5-1. 협동 연구책임자

가. 인적 사항

성명	국 문	박 기 홍	생년월일(성별)	640317(남)
	영 문	Kihong Park	과학기술인등록번호	1008 7253
직장	기 관 명	국민대학교	전화번호	02-910-4689
	부 서	자동차IT융합대학 자동차공학과	휴대전화번호	010-7340-4689
	직 위	교수	전자우편	kpark@kookmin.ac.kr
	주 소	(136-702) 서울시 성북구 정릉로 77 국민대학교 공학별관 304호		

나. 학력(대학 이상 기재)

연도	학교명	전공	학위	지도 교수
1990 ~ 1994	美Cornell 대학교	기계공학	박사	Mark Psiaki
1986 ~ 1990	美Cornell 대학교	기계공학	석사	Mark Psiaki
1982 ~ 1986	서울대학교	기계설계	학사	신효철

(최종 학위 논문명) Parallel Trajectory Optimization Algorithm Design and Testing

다. 주요 연구수행 실적(3개 이내)

연구 제목	연구 내용	연구 기간	연구 수행 당시의 소속 기관	역할(연구책임자 또는 연구원)	연구비 지급 기관	비고
자율주행자동차 안전성 평가기술 및 테스트베드 개발	안전성 평가 시나리오 및 테스트베드 개발	2016.06.29. -2019.06.30.	-	국민대학교 산학협력단	연구원	국토 교통부
국제안전기준 부합화를 위한 사시안전 통합제어모듈 개발	통합사시제어 알고리즘 개발 및 검증	2013.11.01. -2017.10.31.	-	국민대학교 산학협력단	연구원	산업통상 자원부
첨단안전자동차 안정성 평가기술 개발	첨단안전자동차 평가기술 개발	2012.12.29. -2015.06.22.	-	국민대학교 산학협력단	연구책임자	국토 교통부

라. 대표적 논문/저서 실적(최근 5년간 실적, 5개 이내로 작성)

구분	논문명/저서명	게재지 (권, 쪽)	게재 연도 (발표연도)	역할	비고 (피인용 지수)
논문	DEVELOPMENT OF THE LANE KEEPING CONTROL SYSTEM USING STATE-VARYING SURFACE FOR VULNERABLE ROAD USERS	IJAT (Vol.19 pp.489-498)	2018	저자	-
논문	ESTIMATION OF LATERAL OFFSET AND DRIFT ANGLE FOR APPLICATION IN SECONDARY COLLISION AVOIDANCE SYSTEM	IJAT (Vol.18 pp.137-146)	2017	저자	-

마. 현재 수행 중인 타 과제 현황

(단위: 천원)

연구 과제명	연구 수행 기관	참여 시작일	참여 기간(개월)	참여율
부처명/사업명	참여 유형	참여 종료일	해당 연도 연구비	
자율주행자동차 주변환경 인지 모듈의 안전도 평가기법 및 차량 안전 제어(Fail-operation) 원천기술 개발 산업통상자원부/ 그린카 등 수송시스템산업원천기술 개발사업(자동차)	국민대학교 산학협력단	2016. 03. 01	58 개월	20
차량용 전방 스캔 LiDAR 센서 신호처리 원천기술 개발 산업통상자원부/ 자동차산업핵심기술개발 사업	주관기관	2020. 12. 31	123,200 천원	
주행 안정성 향상을 위한 Preview 센서 및 능동 새시 제어시스템 개발 산업통상자원부/ 산업핵심기술개발사업	국민대학교 산학협력단	2016. 03. 01	58 개월	20
	주관기관	2020. 12. 31	123,200 천원	
	국민대학교 산학협력단	2016. 03. 01	48 개월	10
	참여기관	2020. 2. 28	156,200 천원	

5-2-1. 공동 연구책임자(1세부, 현대자동차)

가. 인적사항

성명	국 문	김 장 섭	생년월일(성별)	1968.12.19.(남)
	영 문	Jangsup Kim	과학기술인등록번호	10948219
직장	기 관 명	현대자동차	전화번호	+82-31-5172-6354
	부 서	상용제어설계팀	휴대전화번호	+82-10-8886-3564
	직 위	그룹장	전자우편	jaskim@hyundai.com
	주 소	(우:18280) 경기도 화성시 남양읍 현대연구소로 150		

나. 학력(대학 이상 기재)

연도	학교명	전공	학위	지도 교수
1987 ~ 1994	성균관대학교	전기공학	학사	

(최종 학위 논문명)

다. 주요 연구수행 실적(3개 이내)

연구 제목	연구 내용	연구 기간	연구 수행 당시의 소속 기관	역할(연구책임자 또는 연구원)	연구비 지급 기관	비고
첨단차 안전성 평가기술 개발	상용차 AEBS 시제품제작 및 평가기술개발	2009.12~2012.9	(주)현대자동차	연구원	국토교통부	

라. 현재 수행 중인 타 과제 현황

(단위: 천원)

연구 과제명	연구 수행 기관	참여 시작일	참여 기간(개월)	참여율
부처명/사업명	참여 유형	참여 종료일	해당 연도 연구비	
자율주행기반 대중교통시스템 실증 연구	(주)현대자동차	2018. 04. 27	45개월	20%
국토부/교통물류연구사업	공동연구기관	2021. 12. 31	1,784,300	

5-2-2. 공동 연구책임자(1세부, 아이노즈)

가. 인적사항

성명	국 문	김 재 철	생년월일(성별)	1975.2.5.(남)
	영 문	Jaechol Kim	과학기술인등록번호	1109 2130
직장	기 관 명	아이노즈	전화번호	070-4892-6000
	부 서	연구소	휴대전화번호	010-8829-1459
	직 위	팀장	전자우편	ratm1024@ainnoz.co.kr
	주 소	경기도 성남시 분당구 금곡로 215 대원아파트 810-1303호		

나. 학력(대학 이상 기재)

연도	학교명	전공	학위	지도 교수
1994 ~ 2001	서울대학교	컴퓨터공학	학사	

(최종 학위 논문명)

다. 주요 연구수행 실적(해당사항 없음)

연구 제목	연구 내용	연구 기간	연구 수행 당시의 소속 기관	역할(연구책임자 또는 연구원)	연구비 지급 기관	비고
-	-	-	-	-	-	-

라. 현재 수행 중인 타 과제 현황(해당사항 없음)

(단위: 천원)

연구 과제명	연구 수행 기관	참여 시작일	참여 기간(개월)	참여율
부처명/사업명	참여 유형	참여 종료일	해당 연도 연구비	
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

5-2-3. 공동 연구책임자(1세부, 저먼코리아)

가. 인적사항

성명	국 문	한 창 아	생년월일(성별)	1964.06.17
	영 문	ChangA Han	과학기술인등록번호	11150 5002
직장	기 관 명	저먼코리아	전화번호	031-366-8808
	부 서	내구시험팀	휴대전화번호	010-3396-9720
	직 위	팀장	전자우편	hsm@germankorea.com
	주 소	(우: 18255)경기도 화성시 남양읍 화성로 1444-12		

나. 학력(대학 이상 기재)

연도	학교명	전공	학위	지도 교수
1983.3~1991.2	영남대학교	기계공학과	학사	

(최종 학위 논문명)

다. 주요 연구수행 실적(해당사항 없음)

연구 제목	연구 내용	연구 기간	연구 수행 당시의 소속 기관	역할(연구책임자 또는 연구원)	연구비 지급 기관	비고
-	-	-	-	-	-	-

라. 현재 수행 중인 타 과제 현황

(단위: 천원)

연구 과제명	연구 수행 기관	참여 시작일	참여 기간(개월)	참여율
부처명/사업명	참여 유형	참여 종료일	해당 연도 연구비	
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

5-2-4. 공동 연구책임자(1세부, 한국자동차연구원)

가. 인적사항

성명	국 문	정 기 윤	생년월일(성별)	740107(남)
	영 문	Kiyun Jeong	과학기술인등록번호	1091 1780
직장	기 관 명	한국자동차연구원	전화번호	041-559-3169
	부 서	자율협력주행연구센터	휴대전화번호	010-3422-8991
	직 위	선임연구원	전자우편	kyjeong@katech.re.kr
	주 소	(우:31214) 충남 천안시 동남구 풍세면 풍세로 303(한국자동차연구원)		

나. 학력(대학 이상 기재)

연도	학교명	전공	학위	지도 교수
1992 ~ 1996	한양대학교	자동차	학사	-
1996 ~ 1998	한양대학교	자동차	석사	이경수
2007 ~ 2017	한양대학교	전기공학	박사	이형철

(최종 학위 논문명) 4륜 구동 48V 마일드 하이브리드 시스템 모델링 및 운전제어 전략에 대한 연구

다. 주요 연구수행 실적(3개 이내)

연구 제목	연구 내용	연구 기간	연구 수행 당시의 소속 기관	역할(연구책임자 또는 연구원)	연구비 지급 기관	비고
사고 예방 및 승객 상해 경감을 위한 능동 및 수동 안전 통합 시스템 개발	모델기반 통합안전 시스템 평가 및 주행성능 평가	2012.06 ~ 2015.05	자동차부품연구 원	참여책임	지식경제부	
그린카 부품 상용화지원을 위한 가상개발환경(VIDE)	실시간 주행모델기반 제어기 평가	2010.04 ~ 2015.11	자동차부품연구 원	총괄주관책임	지식경제부	
자율 주행 부품 성능 검증을 위한 자율 셔틀 실증 기반 기술개발	독립구동 제어로직 및 시스템 성능평가	2018.09 ~ 2019.12	자동차부품연구 원	참여연구원	산업부	

라. 현재 수행 중인 타 과제 현황

(단위: 천원)

연구 과제명	연구 수행 기관	참여 시작일	참여 기간(개월)	참여율
부처명/사업명	참여 유형	참여 종료일	해당 연도 연구비	
15인승 소형전기버스 플랫폼 기술개발	자동차부품연구원	2018. 04. 01		35.6
산업부/산업핵심기술개발사업	위탁연구책임자	2021. 12. 31	165,000	
2단변속시스템의 TCU기능 검증을 위한 실시간 시뮬레이션 환경 개발 및 개발품 차량 적합성 평가	자동차부품연구원	2017. 05. 01		22.0
산업부/에너지기술개발 사업	참여연구원	2019. 12. 31	147,000	
대형버스용 자율주행 시스템 및 평가검증 기술개발	자동차부품연구원	2019. 07. 01		19.8
산업부/산업핵심기술개발사업	참여연구원	2021. 12. 31	537,964	
자율 주행 부품 성능 검증을 위한 자율 셔틀 실증 기반 기술개발	자동차부품연구원	2018. 09. 01	16	29.4
산업부/산업핵심기술개발사업	참여연구원	2019. 12. 31	5,655,000	

5-3. 기관(기업) 정보 현황

구분			수행 기관명	국민대학교 산학협력단	현대자동차	(주)아이노즈
①	사업자등록번호			209-82-08395	124-85-12828	525-86-00181
②	법인등록번호			114471-0002614	1101110085450	110111-5820596
③	대표자 성명(국적/성별)			신동훈 (대한민국/남)	이원희/남	이형환(한국/남)
④	최대 주주(국적)			-	현대모비스 (대한민국)	(주) 모트렉스
⑤	기업(기관) 유형 (중소기업, 중견기업, 대기업) (대학, 출연연, 국공립연, 기타 등)			대학	대기업	중소기업
⑥	설립 연월일			2004.05.03.	1967.12.29	2015.08.26
⑦	주생산 품목			-	자동차	자동차전자장비
⑧	상시 종업원 수			-	69,303	16
⑨	전년도 매출액(백만 원)			-	96,812,609	40,862
⑩	매출액 대비 연구비 비율			-	2.8	1%
⑪	부채 비율		2018년	-	144.5	695
			2017년	-	138.4	636
⑫	유동 비율		2018년	-	95.4	98
			2017년	-	112.2	111
⑬	자본 잠식 현황	자본 총계 (백만 원)	2018년	-	73,896,010	2,019
			2017년	-	74,757,354	2,242
		자본금 (백만 원)	2018년	-	1,488,993	100
			2017년	-	1,488,993	100
⑭	이자 보상 비율		2018년	-	7.89	6.3
			2017년	-	13.74	8.2
⑮	영업 이익 (백만 원)		2018년	-	2,422,165	1,124
			2017년	-	4,574,667	1,121

	구분		수행 기관명	저먼코리아	한국자동차연구원
①	사업자등록번호			215-86-05727	312-82-04676
②	법인등록번호			110111-2204082	114671-0006266
③	대표자 성명(국적/성별)			최찬	허남용(대한민국/남)
④	최대 주주(국적)			(대한민국)	-
⑤	기업(기관) 유형 (중소기업, 중견기업, 대기업) (대학, 출연연, 국공립연, 기타 등)			중소기업	연구소
⑥	설립 연월일			2001.03.29	1990.09.04
⑦	주생산 품목			차동차기술용역	학술연구용역
⑧	상시 종업원 수			50	490
⑨	전년도 매출액(백만 원)			5,575	142,217
⑩	매출액 대비 연구비 비율				70%
⑪	부채 비율	2018년		17%	14%
		2017년		23%	16%
⑫	유동 비율	2018년		336%	348%
		2017년		349%	324%
⑬	자본 잠식 현황	자본 총계 (백만 원)	2018년	7,811	-
			2017년	7,232	-
		자본금 (백만 원)	2018년	180	-
			2017년	180	-
⑭	이자 보상 비율		2018년	3286.6%	-
			2017년	4487.7%	-
⑮	영업 이익 (백만 원)		2018년	867	6,472
			2017년	1,630	4,003

5-4. 연구개발 참여연구원 및 비영리법인 연구부서의 연구 지원인력 현황

5-4-1. 연구개발 참여연구원 현황

번호	소속 기관명	직위	생년 월일	전공 및 학위		연구 담당 분야	신규 채용 여부	국가연구개발 사업 참여율 (%)[B]	국가연구개발사업 참여 과제 수 (건)
	성명	과학기술인 등록번호	성별	취득 연도	학위 (전공)	과제 참여 기간	이 과제 참여율 (%) [A]	전체 참여율 [A+B,%]	
1	국민대학교	교수	640317	1994	기계 (박사)	연구총괄	N	50	4
	박기홍	1008 7253	남			18.05 ~ 21.12	10	60	
2	국민대학교	부교수	770206	2013	컴퓨터 (박사)	알고리즘 개발	N	60	5
	김종찬	1095 0397	남			18.05 ~ 21.12	10	70	
3	현대자동차	책임연구 원	681219	1994	학사(전 기공학)	협동, 공동 연구 책임자	N	20	2
	김장섭	10948219	남			20.1 ~ 20.12	10	30	
4	현대자동차	책임 연구원	780914	2006	학사 (전기전 자공학)	연구 개발	N	20	2
	정현우	10825219	남			20.1 ~ 20.12	25	45	
5	현대자동차	책임 연구원	780324	2005	기계 (학사)	연구 개발	N	0	1
	김상준	10917529	남			20.1 ~ 20.12	10	10	
6	현대자동차	연구원	841204	2011	학사 (전기전 자공학)	연구 개발	N	0	1
	임종수	11843973	남			20.1 ~ 20.12	20	20	
7	현대자동차	연구원	850311	2015	석사 (ICT융 합)	연구 개발	N	10	2
	홍정기	11235910	남			20.1 ~ 20.12	20	30	
8	현대자동차	연구원	900328	2018	석사 (자동차 전자제 어공학)	연구 개발	N	0	1
	민병혁	11571121	남			20.1 ~ 20.12	20	20	
9	현대자동차	책임 연구원	761112	2002	학사 (전자전 기제어 공학)	연구 개발	N	0	1
	장현성	11832389	남			20.1 ~ 20.12	20	20	
10	현대자동차	책임 연구원	801125	2003	학사 (전자공 학)	연구 개발	N	10	1
	김동혁	11918512	남			20.1 ~ 20.12	10	20	
11	현대자동차	책임 연구원	820131	2016	박사 (기계공 학)	연구 개발	N	10	1
	박정완	11224570	남			20.1 ~ 20.12	10	20	
12	현대자동차	연구원	890317	2015	학사	연구 개발	N	18	2

	남주한	11831642	남		(전자공학)	20.1 ~ 20.12	10	28	
13	현대자동차	연구원	920101	2016	학사 (전자전기공학)	연구 개발	N	10	2
	방현재	11831632	남			20.1 ~ 20.12	10	20	
14	현대자동차	연구원	900219	2017	석사 (자동차전자제어공학)	연구 개발	N	18.66	2
	이기범	11448259	남			20.1 ~ 20.12	10	28.66	
15	현대자동차	책임 연구원	841212	2018	박사 (기계항공공학)	연구 개발	N	0	1
	김승현	11180528	남			20.1 ~ 20.12	10	10	
16	현대자동차	연구원	900202	2017	석사 (전자제어공학)	연구 개발	N	0	1
	김일환	11458405	남			20.1 ~ 20.12	10	10	
17	현대자동차	연구원	891122	2017	석사 (기계공학)	연구 개발	N	0	1
	백운태	11587193	남			20.1 ~ 20.12	10	10	
18	아이노즈	팀장	750205	2000	컴퓨터 공학 (학사)	프로젝트 PM	N	-	1
	김재철	11092130	남			19.01 ~ 21.12	10	10	
19	아이노즈	부장	721107	1997	전자공학 (학사)	개발 총괄	N	-	1
	윤경종	11688120	남			18.05 ~ 21.12	30	30	
20	아이노즈	책임	790823	2004	전산 (학사)	응용프로그램 개발	N	-	1
	박재필	11385091	남			19.01 ~ 21.12	30	30	
21	아이노즈	선임	790428	2006	전산공학 (학사)	응용프로그램 개발	N	-	1
	배승준	11242990	남			18.05 ~ 21.12	30	30	
22	아이노즈	선임	860219	2011	게임소프트웨어 (학사)	펌웨어	N	-	1
	오진욱	11034235	남			19.01 ~ 21.12	20	20	
23	아이노즈	책임	791216	2004	컴퓨터 공학 (석사)	HMI 개발	N	-	1
	라은철	11219904	남			19.07 ~ 21.12	20	20	
24	아이노즈	선임	840919	2012	전자공학 (학사)	MCU 개발	N	-	1
	박동일	11137568	남			19.07 ~ 21.12	20	20	
25	아이노즈	-	-	-	-	UX/GUI 개발	Y	-	0
	신규	-	-			20.01 ~ 21.12	100	100	
26	아이노즈	-	-	-	-	하드웨어 개발	Y	-	0
	신규	-	-			20.05 ~ 21.12	100	100	
27	저먼코리아	팀장	640617	1991	기계	시스템평가	N	-	1

	한창아	11155002	남		(학사)	18.05~21.12	80	80	
28	저먼코리아	팀장	641210	1989	기계 (학사)	연비효과검증	N	-	1
	김종우	11624605	남			18.05~21.12	70	70	
29	저먼코리아	사원	930625	-	고졸	안전성평가	N	-	1
	최 강	11919177	남			19.01~21.12	60	70	
30	저먼코리아	사원	680305	-	고졸	트랙터 운전	N	-	1
	서정규	11919206	남			19.01~21.12	60	60	
31	저먼코리아	사원	711009	-	고졸	트랙터 운전	N	-	1
	이영식	11919212	남			19.01~21.12	60	60	
32	저먼코리아	-	-	-	-	트랙터 운전	N	-	0
	신규	-	-			20.01~21.12	100	100	
33	한국자동차 연구원	선임	740107	2018	전기 (박사)	모델개발	기존	55.62	3
	정기윤	1091 1780	남			20.01 ~ 20.12	20	75.62	
34	한국자동차 연구원	선임	731121	2000	안전시 스템 (학사)	시험평가	기존	82	3
	임양순	1108 2602	남			20.01 ~ 20.12	20	102	
35	한국자동차 연구원	연구원	840606	2013	컴퓨터 과학 (석사)	시험평가	기존	47.37	3
	이유식	1096 9612	남			20.01 ~ 20.12	30	77.37	

6. 연구비 명세

6-1. 연도별 연구비 총괄표

(단위: 천원)

비 목	세목				1차 연도	2차 연도	3차 연도	4차 연도	합계		
					2018	2019	2020	2021			
직 접 비	인 건 비	참 여 연 구 원	내부 인건비	미지급		16,800	20,760	21,600	21,600	80,760	
				지급	현금	9,711	324,546	245,595	209,505	789,357	
					현물	57,500	337,600	296,200	200,050	891,350	
		외부 인건비	미지급		-	-	-	-	-	-	
			지급	현금	-	-	-	-	-	-	
				현물	-	-	-	-	-	-	
		(신)연구지원인력인건비					-	-	-	-	-
		학생인건비					40,400	112,260	174,500	150,000	477,160
		인건비 소계					107,611	774,406	716,295	559,555	2,157,867
	(구)연구장비· 재료비(∼'19)			현금		127,600	1,359,433	-	-	1,487,033	
				현물		26,400	375,350	-	-	401,750	
		(신)연구시설· 장비비('20∼)	현 금	일반	-	-	202,934	165,850	368,784		
				통합관리	-	-	-	-	-		
			현물		-	-	49,750	49,450	99,200		
		연구활동비					69,520	456,478	266,769	181,040	973,807
		(구)연구과제 추진비(∼'19)					17,570	50,388	-	-	67,958
		(신)연구재료 비('20∼)	현금		-	-	662,190	588,900	1,251,090		
			현물		-	-	150,000	150,000	300,000		
	연구수당					6,633	63,090	71,926	58,440	200,089	
	위탁연구비					-	60,000	-	-	60,000	
	직접비 소계					355,334	3,139,145	2,119,864	1,753,235	7,367,578	
간 접 비	비영리기관					30,166	183,355	157,136	103,265	473,922	
	영리기관	소계		-	17,500	14,000	9,000	40,500			
		인력지원비		-	15,000	4,000	4,000	23,000			
		연구지원비		-	-	5,000	-	5,000			
		성과활용지원비		-	2,500	5,000	5,000	12,500			
	간접비 소계					30,166	200,855	171,136	112,265	514,422	
연구비 총액					385,500	3,340,000	2,291,000	1,865,500	7,882,000		

6-2. 연구기관별 연구비 총괄표

가. 협동연구기관(참여기관) : 국민대학교 산학협력단

(단위: 천원)

비 목	세목				1차 연도	2차 연도	3차 연도	4차 연도	합계		
					2018	2019	2020	2021			
직 접 비	인 건 비	참 여 연 구 원	내부 인건비	미지급		16,800	20,760	21,600	21,600	80,760	
				지급	현금	-	-	-	-	-	
					현물	-	-	-	-	-	
			외부 인건비	미지급		-	-	-	-	-	-
				지급	현금	-	-	-	-	-	
					현물	-	-	-	-	-	
		(신)연구지원인력인건비					-	-	-	-	-
		학생인건비					40,400	112,260	174,500	150,000	477,160
		인건비 소계					40,400	112,260	174,500	150,000	477,160
		(구)연구장비· 재료비(∼'19)			현금		12,500	148,102	-	-	160,602
	현물				-	-	-	-	-		
	(신)연구시설· 장비비('20~)			현 금	일반	-	-	75,000	65,000	140,000	
					통합관리	-	-	-	-	-	
				현물		-	-	-	-	-	
	연구활동비					14,500	55,500	82,625	63,000	215,625	
	(구)연구과제추진비(∼'19)					8,070	21,638	-	-	29,708	
	(신)연구재료 비('20~)			현금		-	-	120,195	3,100	123,295	
				현물		-	-	-	-	-	
	연구수당					5,000	15,000	18,000	15,000	53,000	
	위탁연구비					-	60,000	-	-	60,000	
	직접비 소계					80,470	412,500	470,320	296,100	1,259,390	
간 접 비	비영리기관					22,530	98,500	131,680	82,900	335,610	
	영리기관			소계		-	-	-	-	-	
				인력지원비		-	-	-	-	-	
				연구지원비		-	-	-	-	-	
				성과활용지원비		-	-	-	-	-	
	간접비 소계					22,530	98,500	131,680	82,900	335,610	
연구비 총액					103,000	511,000	602,000	379,000	1,595,000		

나-1. 공동연구기관(참여기관) : 현대자동차

(단위: 천원)

비 목	세목				1차 연도	2차 연도	3차 연도	4차 연도	합계	
					2018	2019	2020	2021		
직 접 비	인 건 비	참 여 연 구 원	내부 인건비	미지급		-	-	-	-	-
				지급	현금	-	-	-	-	-
					현물	24,200	280,000	136,000	146,500	586,700
			외부 인건비	미지급		-	-	-	-	-
				지급	현금	-	-	-	-	-
					현물	-	-	-	-	-
		(신)연구지원인력인건비				-	-	-	-	-
		학생인건비				-	-	-	-	-
		인건비 소계				24,200	280,000	136,000	146,500	586,700
	(구)연구장비· 재료비(∼'19)	현금		30,050	531,500	-	-	561,550		
		현물		25,950	375,350	-	-	401,300		
		(신)연구시설· 장비비('20~)	현 금	일반	-	-	890	850	1,740	
				통합관리	-	-	-	-	-	
			현물		-	-	49,750	49,450	99,200	
		연구활동비				32,800	346,200	65,400	65,400	509,800
		(구)연구과제 추진비(∼'19)				5,000	8,950	-	-	13,950
		(신)연구재료 비('20~)	현금		-	-	237,960	401,800	639,760	
			현물		-	-	150,000	150,000	300,000	
	연구수당				-	-	-	-	-	
	위탁연구비				-	-	-	-	-	
	직접비 소계				118,000	1,542,000	640,000	814,000	3,114,000	
간 접 비	비영리기관				-	-	-	-	-	
	영리기관	소계		-	-	-	-	-		
		인력지원비		-	-	-	-	-		
		연구지원비		-	-	-	-	-		
		성과활용지원비		-	-	-	-	-		
	간접비 소계				-	-	-	-	-	
연구비 총액				118,000	1,542,000	640,000	814,000	3,114,000		

나-2. 공동연구기관(참여기관) : 아이노즈

(단위: 천원)

비 목	세목				1차 연도	2차 연도	3차 연도	4차 연도	합계		
					2018	2019	2020	2021			
직 접 비	인 건 비	참 여 연 구 원	내부 인건비	미지급		-	-	-	-	-	
				지급	현금	-	121,200	73,600	50,000	244,800	
					현물	9,900	28,800	86,400	18,000	143,100	
		외부 인건비	미지급		-	-	-	-	-		
			지급	현금	-	-	-	-	-		
				현물	-	-	-	-	-		
		(신)연구지원인력인건비					-	-	-	-	
	학생인건비					-	-	-	-		
	인건비 소계					9,900	150,000	160,000	68,000	387,900	
	(구)연구장비· 재료비(∼'19)			현금		41,100	203,200	-	-	244,300	
				현물		-	-	-	-		
		(신)연구시설· 장비비('20~)	현 금	일반	-	-	33,000	30,000	63,000		
				통합관리	-	-	-	-	-		
				현물	-	-	-	-	-		
		연구활동비					-	34,700	28,000	8,000	70,700
		(구)연구과제 추진비(∼'19)					-	7,200	-	-	7,200
	(신)연구재료 비('20~)			현금		-	-	147,000	94,000	241,000	
				현물		-	-	-	-	-	
	연구수당					-	19,400	14,000	11,000	44,400	
	위탁연구비					-	-	-	-	-	
	직접비 소계					51,000	414,500	382,000	211,000	1,058,500	
간 접 비	비영리기관					-	-	-	-	-	
	영리기관		소계		-	17,500	14,000	9,000	40,500		
			인력지원비		-	15,000	4,000	4,000	28,000		
			연구지원비		-	-	5,000	-	5,000		
			성과활용지원비		-	2,500	5,000	5,000	12,500		
	간접비 소계					-	17,500	14,000	9,000	40,500	
연구비 총액					51,000	432,000	396,000	220,000	1,099,000		

나-3. 공동연구기관(참여기관) : 저먼코리아

(단위: 천원)

비 목	세목				1차 연도	2차 연도	3차 연도	4차 연도	합계		
					2018	2019	2020	2021			
직 접 비	인 건 비	참 여 연 구 원	내부 인건비	미지급		-	-	-	-	-	
				지급	현금	-	106,867	109,440	96,950	313,257	
					현물	23,400	28,800	73,800	35,550	161,550	
			외부 인건비	미지급		-	-	-	-	-	
				지급	현금	-	-	-	-	-	
					현물	-	-	-	-	-	
		(신)연구지원인력인건비					-	-	-	-	
		학생인건비					-	-	-	-	
		인건비 소계					23,400	135,667	183,240	132,500	474,807
	(구)연구장비· 재료비(∼'19)	현금		22,650	201,580	-	-	224,230			
		현물		450	-	-	-	450			
		(신)연구시설· 장비비('20~)	현 금	일반	-	-	94,044	70,000	164,044		
				통합관리	-	-	-	-	-		
			현물		-	-	-	-	-		
		연구활동비					22,000	4,453	71,174	30,000	127,627
		(구)연구과제 추진비(∼'19)					-	3,800	-	-	3,800
		(신)연구재료 비('20~)	현금		-	-	127,056	80,000	207,056		
			현물		-	-	-	-	-		
	연구수당					-	9,500	27,486	20,000	56,986	
	위탁연구비					-	-	-	-	-	
	직접비 소계					68,500	355,000	503,000	332,500	1,259,000	
간 접 비	비영리기관					-	-	-	-	-	
	영리기관		소계		-	-	-	-	-		
			인력지원비		-	-	-	-	-		
			연구지원비		-	-	-	-	-		
			성과활용지원비		-	-	-	-	-		
	간접비 소계					-	-	-	-	-	
연구비 총액					68,500	355,000	503,000	332,500	1,259,000		

나-4. 공동연구기관(참여기관) : 한국자동차연구원

(단위: 천원)

비 목	세목				1차 연도	2차 연도	3차 연도	4차 연도	합계		
					2018	2019	2020	2021			
직 접 비	인 건 비	참 여 연 구 원	내부 인건비	미지급		-	-	-	-	-	
				지급	현금	9,711	96,479	62,555	62,555	231,300	
					현물	-	-	-	-	-	
			외부 인건비	미지급		-	-	-	-	-	
				지급	현금	-	-	-	-	-	
					현물	-	-	-	-	-	
		(신)연구지원인력인건비					-	-	-	-	-
		학생인건비					-	-	-	-	-
		인건비 소계					9,711	96,479	62,555	62,555	231,300
	(구)연구장비· 재료비(~'19)	현금		21,300	275,051	-	-	-			
		현물		-	-	-	-	-			
		(신)연구시설· 장비비('20~)	현 금	일반	-	-	-	-	-		
	통합관리			-	-	-	-	-			
	현물		-	-	-	-	-				
	연구활동비					220	15,625	19,570	14,640	50,055	
	(구)연구과제 추진비(~'19)					4,500	8,800	-	-	13,300	
	(신)연구재료 비('20~)	현금		-	-	29,979	10,000	39,979			
		현물		-	-	-	-	-			
	연구수당					1,633	19,190	12,440	12,440	45,703	
	위탁연구비					-	-	-	-	-	
	직접비 소계					37,364	415,145	124,544	99,635	676,688	
간 접 비	비영리기관					7,636	84,855	25,456	20,365	138,312	
	영리기관	소계		-	-	-	-	-			
		인력지원비		-	-	-	-	-			
		연구지원비		-	-	-	-	-			
		성과활용지원비		-	-	-	-	-			
	간접비 소계					7,636	84,855	25,456	20,365	138,312	
연구비 총액					45,000	500,000	150,000	120,000	815,000		

6-3. 민간부담 연구비 중 참여기업별 부담 금액[1세부]

(단위: 천원)

구분	기업명	기업 유형	민간 부담액		
			현금	현물	계
1차 년도	현대자동차	대기업	8,850	50,150	59,000
	아이노즈	중소기업	1,100	9,900	11,000
	저먼코리아	중소기업	2,650	23,850	26,500
2차 년도	현대자동차	대기업	115,650	655,350	771,000
	아이노즈	중소기업	3,200	28,800	32,000
	저먼코리아	중소기업	3,200	28,800	32,000
3차 년도	현대자동차	대기업	59,250	335,750	395,000
	아이노즈	중소기업	9,600	86,400	96,000
	저먼코리아	중소기업	8,200	73,800	82,000
4차 년도	현대자동차	대기업	61,050	345,950	407,000
	아이노즈	중소기업	2,000	18,000	20,000
	저먼코리아	중소기업	3,950	35,550	39,500
계			278,700	1,692,300	1,971,000

6-4-1. 3차년도 비목별 연구비 소요명세[국민대학교 산학협력단]

가. 직접비: 470,320 천원

1) 내부인건비

(단위: 천원)

구분	소속 기관명	성명	직위 (직급)	참여 시작일	참여 종료일	월급여	참여율 (%)	실지금액	현금/ 현물	지급 여부
주관										
협동	국민대학교	박기홍	교수	20.1.1.	20.12.31.	10,000	10	12,000	현금	미지급
협동	국민대학교	김종찬	부교수	20.1.1.	20.12.31.	8,000	10	9,600	현금	미지급
공동										
위탁										
계								21,600		

2) 외부인건비(해당사항 없음)

3) 연구 지원인력인건비(해당사항 없음)

4) 학생인건비(학생 인건비 통합 관리 시행 기관인 경우만 기재)

174,500 천원

5) 연구시설 · 장비비

(단위: 천원)

구분	내역	단가	횟수(수량, 건)	금액			비고
				현금	현물	계	
연구시설							
연구장비	Ground Truth 정보 계측용 Lidar	6,000	1	6,000		6,000	
	딥러닝 학습용 고성능 PC	2,500	1	2,500		2,500	
	차량용 임베디드 보드	1,000	1	1,000		1,000	
	딥러닝 Training dataset 수집용 노트북	2,500	1	2,500		2,500	
	CANoe	5,000	1	5,000		5,000	
	개발자용 mobileye-camera	9,000	1	9,000		9,000	
	객체 계측용 Radar	4,500	1	4,000		4,000	
	RTK-GPS	5,500	2	11,000		11,000	
	실시간 연산용 제어기	29,700	1	29,700		29,700	NVIDIA
	제어로직 개발용 PC	2,150	2	4,300		4,300	
통합관리비							
	총액			75,000		75,000	

6) 연구활동비

(단위: 천원)

구분	내역	금액	비고
연구활동비	국외 여비	42,000	
	국내 여비	6,000	
	학회·세미나 참가비	7,000	
	세미나 개최비	5,000	워크숍, 시연 등
	교육훈련비	9,000	
	문헌구입비	1,000	
	회의비	6,000	
	연구환경 유지비	1,000	공기정화기
	사무용품비	1,250	
	식대	2,375	
	위탁정산수수료	2,000	
총액		82,625	

7) 연구재료비

(단위: 천원)

구분	내역	단가	횟수(수량, 건)	금액		비고
				현금	현물	
연구재료비	시험 소모품	100	10	1,000		Cable, 공구, 입력장치 등
	실시간 모니터링 장치	500	2	1,000		Display
	시뮬레이션 모델 분산처리 장치	1,000	1	1,000		Graphics Card
	인지시스템 구매	58,597.5	2	117,195		
총액				120,195		

8) 연구수당

(단위: 천원)

구분	산정 기준	금액	비고
연구수당	인건비 × (9.2) % = (18,000,000) 원	18,000	
합계		18,000	

9) 위탁연구비(해당사항 없음)

나. 간접비`

1) 비영리기관의 경우

131,680 천원(간접 비율: 28 %)

다. 위탁연구비(해당사항 없음)

6-4-2. 3차년도 비목별 연구비 소요명세[현대자동차]

가. 직접비: 640,000 천원

1) 내부인건비

(단위: 천원)

구분	소속 기관명	성명	직위 (직급)	참여 시작일	참여 종료일	월급여	참여율 (%)	실지금액	현금/ 현물	지급 여부
공동	현대자동차	김장섭	책임 연구원	20.1.1.	20.12.31.	7,033	10	8,440	현물	지급
공동	현대자동차	정현우	책임 연구원	20.1.1.	20.12.31.	6,600	25	19,800	현물	지급
공동	현대자동차	김상준	책임 연구원	20.1.1.	20.12.31.	5,800	10	6,960	현물	지급
공동	현대자동차	장현성	책임 연구원	20.1.1.	20.12.31.	5,800	20	13,920	현물	지급
공동	현대자동차	김동혁	책임 연구원	20.1.1.	20.12.31.	5,800	10	6,960	현물	지급
공동	현대자동차	박정완	책임 연구원	20.1.1.	20.12.31.	5,800	10	6,960	현물	지급
공동	현대자동차	김승현	책임 연구원	20.1.1.	20.12.31.	5,800	10	6,960	현물	지급
공동	현대자동차	임종수	연구원	20.1.1.	20.12.31.	5,000	20	12,000	현물	지급
공동	현대자동차	홍정기	연구원	20.1.1.	20.12.31.	5,000	20	12,000	현물	지급
공동	현대자동차	민병혁	연구원	20.1.1.	20.12.31.	5,000	20	12,000	현물	지급
공동	현대자동차	남주한	연구원	20.1.1.	20.12.31.	5,000	10	6,000	현물	지급
공동	현대자동차	방현재	연구원	20.1.1.	20.12.31.	5,000	10	6,000	현물	지급
공동	현대자동차	김일환	연구원	20.1.1.	20.12.31.	5,000	10	6,000	현물	지급
공동	현대자동차	백운태	연구원	20.1.1.	20.12.31.	5,000	10	6,000	현물	지급
공동	현대자동차	이기범	연구원	20.1.1.	20.12.31.	5,000	10	6,000	현물	지급
계								136,000		

2) 외부인건비(해당사항 없음)

3) 연구 지원인력인건비(해당사항 없음)

4) 학생인건비(해당사항 없음)

5) 연구시설·장비비

(단위: 천원)

구분	내역	단가	횟수(수량, 건)	금액			비고
				현금	현물	계	
연구시설							
연구장비	데이터 로깅 장비	890	1	890		890	
	범용제어기	49,750	1		49,750	49,750	
통합관리비							
	총액			890	49,750	50,640	

6) 연구활동비

(단위: 천원)

구분	내역	금액	비고
연구활동비	교육 훈련비	6,000	
	국외 여비	18,000	
	학회 세미나 참석	5,000	
	연구개발서비스 활용비	200	
	문헌 구입비	2,000	
	영상물 촬영비	25,000	
	국내출장	5,000	
	회의비	3,900	
	사무용품	300	
총액		65,400	

7) 연구재료비

(단위: 천원)

구분	내역	단가	횟수(수량, 건)	금액		비고
				현금	현물	
연구재료비	군집주행용 대형트럭 제작 및 시스템 구성	150,000	1		150,000	
	차량 개조비	35,000	4	140,000		
	차량 Rework 수공구 및 전기소모품	1,490	4	5,960		
	서보트윈	20,000	1	20,000		
	별물형 제어기(횡방향)	72,000	1	72,000		
총액				237,960	150,000	

8) 연구수당(해당사항 없음)

9) 위탁연구비(해당사항 없음)

나. 간접비(해당사항 없음)

다. 위탁연구비(해당사항 없음)

6-4-3. 3차년도 비목별 연구비 소요명세[아이노즈]

가. 직접비: 382,000 천원

1) 내부인건비

(단위: 천원)

구분	소속 기관명	성명	직위 (직급)	참여 시작일	참여 종료일	월급여	참여율 (%)	실지금액	현금/ 현물	지급 여부
공동	아이노즈	김재철	팀장	20.1.1.	20.12.31.	6,250	10	7,500	현물	지급
공동	아이노즈	윤경중	책임	20.1.1.	20.12.31.	6,250	30	22,500	현물	지급
공동	아이노즈	박재필	책임	20.1.1.	20.12.31.	4,167	30	15,000	현물	지급
공동	아이노즈	배승준	선임	20.1.1.	20.12.31.	4,000	30	14,400	현물	지급
공동	아이노즈	오진욱	선임	20.1.1.	20.12.31.	3,340	20	8,000	현물	지급
공동	아이노즈	라은철	책임	20.1.1.	20.12.31.	5,000	20	12,000	현물	지급
공동	아이노즈	박동일	선임	20.1.1.	20.12.31.	3,000	20	7,000	현물	지급
공동	아이노즈	신규		20.1.1.	20.12.31.	2,334	100	28,000	현금	지급
공동	아이노즈	신규		20.1.1.	20.12.31.	3,800	100	45,600	현금	지급
계								160,000		

2) 외부인건비(해당사항 없음)

5) 연구시설·장비비

(단위: 천원)

구분	내역	단가	횟수(수량, 건)	금액			비고
				현금	현물	계	
연구시설							
연구장비	S/W Inter Procedural Module	20,000	1	18,000		18,000	
	S/W Issue Tracking Module	13,000	1	15,000		15,000	
통합관리비							
	총액			33,000		33,000	

6) 연구활동비

(단위: 천원)

구분	내역	금액	비고
연구활동비	국외 여비	13,000	해외 전시회 출품 및 정보 수집
	회의비	14,000	
	전문가 활용비	1,000	기술정보 수집 및 기술 평가
	총액	28,000	

7) 연구재료비

(단위: 천원)

구분	내역	단가	횟수(수량, 건)	금액		비고
				현금	현물	
연구재료비	Mock-up 2차 디자인	10,000	1	10,000	-	시작품/제작
	Mock-up 2차 설계	10,000	1	10,000	-	시작품/제작
	실차용 Mock-up 제작	5,000	5	25,000	-	시작품/제작
	클러스터 PCB 설계	10,000	2	20,000	-	시작품/제작
	클러스터 PCB 제작	5,000	2	10,000	-	시작품/제작
	클러스터 H/W 부품	5,000	2	10,000	-	재료/구입
	클러스터 보드 제작	2,500	2	5,000	-	시작품/제작
	12.3인치 LCD	300	20	6,000	-	재료/구입
	LCD 커버렌즈	200	20	4,000	-	재료/구입
	케이블	100	20	2,000	-	시작품/제작
	테스트 지그 PCB 설계	5,000	2	10,000	-	시작품/제작
	테스트 지그 PCB 제작	5,000	2	10,000	-	시작품/제작
	테스트 지그 H/W 부품	3,000	2	6,000	-	재료/구입
	테스트 지그 보드 제작	2,500	2	5,000	-	시작품/제작
	군집주행 HMI디자인	10,000	1	10,000	-	시작품/제작
	테스트 모듈	800	5	4,000	-	재료/구입
총액				147,000		

8) 연구수당

(단위: 천원)

구분	산정 기준	금액	비고
연구수당	인건비 × (8.8) % = (13,000,000) 원	14,000	
합계		14,000	

9) 위탁연구비(해당사항 없음)

나. 간접비

1) 비영리기관의 경우(해당사항 없음)

2) 영리기관의 경우

(단위: 천원)

구분		성명	직위	신규채용 구분	실지 금액 (A)	참여율(% (B)	합계(A×B/100)		
							현금	현물	계
인력 지원비 (1)	지원인력인건비	허선정	과장	N	50,000	8	4,000		4,000
	연구개발능률성과급								
	연구지원전문가인건비								
		소계(C)					4,000		4,000

구 분		내역	단가	횟수(수량, 건)	금액	비고
기타 (2)	연구지원비(D)	기술임치 및 정산 수수료	5,000	1	5,000	
	성과활용지원비(E)	특허 출원·등록비	2,500	2	5,000	출원 1 등록 1
	소계(F=D+E)				10,000	
간접비 총액(G=C+F)					14,000천원 (간접비율: 4.8 %)	

6-4-4. 3차년도 비목별 연구비 소요명세[저먼코리아]

가. 직접비: 503,000 천원

1) 내부인건비

(단위: 천원)

구분	소속 기관명	성명	직위 (직급)	참여 시작일	참여 종료일	월급여	참여율 (%)	실지금액	현금/ 현물	지급 여부
공동	저먼코리아	한창아	팀장	20.1.1.	20.12.31.	4,900	80	47,040	10,140 36,900	지급
공동	저먼코리아	김종우	팀장	20.1.1.	20.12.31.	4,900	70	41,160	4,260 36,900	지급
공동	저먼코리아	최 강	사원	20.1.1.	20.12.31.	2,600	70	21,840	21,840 0	지급
공동	저먼코리아	서정규	사원	20.1.1.	20.12.31.	3,200	60	23,040	23,040 0	지급
공동	저먼코리아	이영식	사원	20.1.1.	20.12.31.	2,800	60	20,160	20,160 0	지급
공동	저먼코리아	신규	-	20.1.1.	20.12.31.	2,500	100	30,000	30,000 0	지급
계								183,240		

2) 외부인건비(해당사항 없음)

3) 연구 지원인력인건비(해당사항 없음)

4) 학생인건비(해당사항 없음)

5) 연구시설 · 장비비

(단위: 천원)

구분	내역	단가	횟수(수량, 건)	금액			비고
				현금	현물	계	
연구시설							
연구장비	On Board Flow Meter	10,000	1	10,000		10,000	연비시험용
	OXYGEN-3-MEASURE	6,270	2	12,540		12,540	연비시험용
	TRION-CNT-6-L1B	3,487	2	6,974		6,974	연비시험용
	TRION-2402-dSTG	8,215	2	16,430		16,430	연비시험용
	TRION-CAN-2-D	1,870	2	3,740		3,740	연비시험용
	TRION-GPS-100	11,923	2	23,846		23,846	연비시험용
	EPAD2-TH8-K	3,357	2	6,714		6,714	연비시험용
	회전수측정센서	3,400	2	6,800		6,800	연비시험용
	풍향풍속계	3,500	2	7,000		7,000	연비시험용
통합관리비							
	총액			94,044		94,044	

6) 연구활동비

(단위: 천원)

구분	내역	금액	비고
연구활동비	시험차 통행료(시험차 3대)	1,500	
	시험차 종합보험(3대)	10,800	
	운전자 보험(3명)	2,520	
	시험장 사용료	40,000	KATRI 주행사험장
	시험차량 정비 및 세차	2,354	
	국내출장비	10,000	
	교육,세미나	3,000	
	인쇄,제본,도서구입,우편물 송부	1,000	
총액		71,174	

7) 연구재료비

(단위: 천원)

구분	내역	단가	횟수(수량, 건)	금액		비고
				현금	현물	
연구재료비	트레일러 제작비	35,000	1	35,000		시제품
	연료소모 적산장치	30,000	1	30,000		시제품
	시험차 Data처리 장치	17,678	2	35,356		시제품
	시험차 연료비	7,500	3	22,500		시험용
	소모품(타이어, 부품, 오일)	2,200	-	2,200		시험용
	잡자재(커넥터, 와이어링)	2,654	-	2,654		시험용
총액				127,056		

8) 연구수당

(단위: 천원)

구분	산정 기준	금액	비고
연구수당	$183,240 \times (15)\% = (27,486) \text{ 원}$	27,486	
합계		27,486	

9) 위탁연구비(해당사항 없음)

나. 간접비(해당사항 없음)

다. 위탁연구비(해당사항 없음)

6-4-5. 3차년도 비목별 연구비 소요명세[한국자동차연구원]

가. 직접비: 124,544 천원

1) 내부인건비

(단위: 천원)

구분	소속 기관명	성명	직위 (직급)	참여 시작일	참여 종료일	월급여	참여율 (%)	실지금액	현금/ 현물	지급 여부
공동	한국자동차연구원	정기윤	선임연구원	20.1.1.	20.12.31.	9,940	20	23,856	현금	지급
공동	한국자동차연구원	임양순	선임연구원	20.1.1.	20.12.31.	9,191	20	22,058	현금	지급
공동	한국자동차연구원	이유식	연구원	20.1.1.	20.12.31.	4,623	30	16,641	현금	지급
계								62,555		

2) 외부인건비(해당사항 없음)

3) 연구 지원인력인건비(해당사항 없음)

4) 학생인건비(해당사항 없음)

5) 연구시설·장비비(해당사항 없음)

6) 연구활동비

(단위: 천원)

구분	내역	금액	비고
연구활동비	국외 여비	8,000	현금
	인쇄/복사비	500	현금
	공공요금	50	현금
	제세공과금	20	현금
	전문가활용비	400	현금
	국내외교육훈련비	1,000	현금
	도서등문헌구입비	600	현금
	학회세미나참가비	1,000	현금
	국내여비	3,000	현금
	사무용품비	1,000	현금
	회의비	3,000	현금
	야근식대	1,000	현금
총액		19,570	

7) 연구재료비

(단위: 천원)

구분	내역	단가	횟수(수량, 건)	금액		비고
				현금	현물	
연구재료비	실증구간 정밀 도로 제작 용역비	29,000	1	29,000	0	현금
	전기전자부품류	979	1	979	0	현금
총액						

8) 연구수당

(단위: 천원)

구분	산정 기준	금액	비고
연구수당	인건비 × (19.9) % = (12,440,000) 원	12,440	현금
합계		12,440	현금

9) 위탁연구비(해당사항 없음)

나. 간접비

1) 비영리기관의 경우

25,456 천원(간접 비율: 20.44 %)

7. 보안 등급의 분류 및 결정 사유

보안등급 분류	보안	일반
		√
결정 사유	○ 본 과제는 실증 기술 개발 과제로 『국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정[시행 2017.11.9.][대통령령 제28043호, 2017.5.8., 일부개정]의 제24조 4(분류기준)에서 정의하고 있는 보안등급』의 ‘보안과제’에 해당되지 않음 ○ 법률에서 정의한 ‘보안과제’ 각 항목에 대한 검토결과는 다음과 같음 - ‘가’ 항 : 본 과제는 글로벌 시장선점(예. 글로벌 시장점유율 1위)을 위한 세계 초일류 기술제품 개발과 같은 혁신적/도전적 성격의 핵심원천기술 개발과제는 아님 - ‘나’ 항 : 다수의 해외기업 및 국내기업들이 일부 기술을 이미 보유하고 있으며, 기술격차가 크지 않아 자유롭고 건전한 시장경쟁을 하고 있는 상황임. 따라서 해외의 우수 기술이전이 필수적이거나, 국내 기술의 보호가 절실한 독보적인 미래의 핵심기술은 아님 - ‘다, 라, 마’ 항 : 국가보안 및 체제위협, 국제수출통제체제에 위협이 되어 특별히 지정한 물품의 기술개발에 대해 ‘보안과제’로 분류를 지정하고 있으나, 동 과제는 군사목적, 국가보안, 체제유지 등에 위협이 될 만한 기술개발 내용을 포함하고 있지 않음	

8. 연구에 활용 예정인 장비 현황

보유기관	연구시설·장비명	규격	수량	용도	활용용도 및 시기
한국 도로공사	중부내륙선 여주시험도로 (7.7km 구간 비공용도로)	-	1	단위기술 적용 및 검증	전 기간
	자율협력주행 시범도로 (서울TG~호법JCT 41km)	-	1	단위기술 적용 및 검증	전 기간
	교통센터 (자율협력주행 운영센터)	-	1	군집주행 센터 운영	전 기간
	ICT 센터	-	1	ICT 인프라-S/W 통합운영 등	전 기간
	현장 레이저 광석 역반사 측정	AR170	1	표지판이나 각 종 안전시설 반사지의 반사휘도 측정	전 기간
	조도계	-	1	광원과 반사물체의 휘도와 색도 측정	전 기간
	교통안전시험차	EGG, 갤로퍼	1	교통관련 도로현장의 자료수집 및 실내 시뮬레이터 자료수집	전 기간
	이동식 종합 교통정보 수집 시스템 차	트라제	1	교통정보 수집	전 기간
	삼축 각속도 측정 시스템	-	1	각속도 측정	전 기간
	가속도계 보정 장비 시스템	-	1	가속도로 인한 오차 보정	전 기간
	이동식 종합 교통정보 수집 시스템	-	1	교통정보 수집차량	전 기간
	루프 검지기 웨이브 데이터 수집장비	-	1	검지기 데이터 수집	전 기간
	이동식 영상정보 수집 시스템	-	1	영상정보 수집	전 기간
국민대학교	TruckSim	개	1	로직개발/검증	필수/전기간
	PreScan	개	1	로직개발/검증	필수/전기간
	MATLAB/Simulink	개	1	로직개발/검증	필수/전기간
	MicroAutoBox	개	3	실시간 연산	2~4차연도
	CANape	개	1	CAN 신호분석	2~4차연도
	INCA	개	1	CAN 신호분석	2~4차연도
	Digital oscilloscope	개	1	신호분석	2~4차연도
	Function generator	개	4	신호생성	2~4차연도
	디지털신호처리기	개	3	DSP 실험	2~4차연도
	D/A 변환기	개	2	DSP 실험	2~4차연도
	ETAS LABCAR	개	1	실제도로 시뮬레이션 장비	필수/전기간
	NVIDIA Drive PX2	개	2	차량 운행 데이터 처리	필수/전기간
	GMSL Camera (60 degree)	개	2	차선 및 주변 환경 인식	필수/전기간
	GMSL Camera (120 degree)	개	2	차선 및 주변 환경 인식	필수/전기간
	NVIDIA Jetson TX1	개	2	머신러닝 및 인공지능용 개발 플랫폼	필수/전기간
	NVIDIA Jetson TX2	개	15	머신러닝 및 인공지능용 개발 플랫폼	필수/전기간
	NVIDIA Jetson TK1	개	2	머신러닝 및 인공지능용 개발 플랫폼	필수/전기간
	SICK Lidar(1 layer)	개	1	레이저 초음파 센서를 이용한 물체 인식	필수/전기간
	SICK Lidar(4 layer)	개	1	물체 인식	필수/전기간

보유기관	연구시설 · 장비명	규격	수량	용도	활용용도 및 시기
	Hokuyo Lidar	개	2	물체 인식	필수/전기간
	ZED Camera	개	2	주변 환경 데이터 수집	필수/전기간
	Infineon TC275 board	개	2	임베디드 보드 개발	필수/전기간
	Infineon TC277 board	개	2	임베디드 보드 개발	필수/전기간
	Infineon TC1796 board	개	1	임베디드 보드 개발	필수/전기간
	Infineon TC1797 board	개	1	임베디드 보드 개발	필수/전기간
	Unmanned Solustion 1/4 scale car	개	1	자율주행자동차 환경 구축	필수/전기간
	Hyundai EQ900	개	1	자율주행자동차 환경 구축	필수/전기간
	ETAS ISOLAR-A	개	1	AUTOSAR os를 이용한 software 개발	필수/전기간
	EATS ISOLAR-EVE	개	1	AUTOSAR 기반 가상환경 구축 및 실험	필수/전기간
	ETAS LABCAR-IP	개	1	시뮬레이션에 필요한 다양한 모듈 통합용 툴	필수/전기간
	ETAS LABCAR-EE	개	1	시뮬레이션 실시간 모니터링용 소프트웨어	필수/전기간
	Tasking Compiler for Tricore	개	1	임베디드 보드 용 SW 탑재 툴	필수/전기간
	Velodyne Lidar(16 Layer)	개	2	주행 환경 주변 물체 인식	필수/전기간
	RPLidar	개	3	주행 환경 주변 물체 인식	필수/전기간
	Blackfly GigE Camera	개	2	차선 및 주행 환경 인식	필수/전기간
현대자동차	MBC 멀티 GNSS RTK 수신기	개	1	자차 위치 확인	필수/전기간
	MicroAutobox2 1401/1513	개	2	실시간 연산	2~4차연도
	CANoe	개	2	차량 데이터 로깅 및 데이터 분석	2~4차연도
	MATLAB/Simulink	개	set	시뮬레이션 연구	필수/전기간
	Control Desk	개	3	시뮬레이션 연구	필수/전기간
	Micro-Autobox	개	4	차량 시험 연구	필수/전기간
	CANoe	개	7	차량 데이터 로깅 및 데이터 분석	필수/전기간
	CANalyzer	개	2	시뮬레이션 연구	필수/전기간
	CAN 진단 시스템	개	1	시뮬레이션 연구	필수/전기간
	Drive PX2	개	5	실시간 시뮬레이터 개발	필수/전기간
	Trucksim	개	3	시뮬레이션 연구	필수/전기간
	고성능 해석장비	개	1	MILS 검증 연구	필수/전기간
	Multimeter	Fluke-87	2	전류 및 저항 측정	필수/전기간
	시험로	개	1	차량 시험 연구	필수/전기간
	디지털 멀티미터	289FV-콤보키트	1	전압 / 전류 측정	2~4차연도
아이노즈	에이징 랙	BrunInRack	1	고온 동작 / 저장 시험	2~4차연도
	오실로스코프	MDO4104C, OptionFull	1	파형 측정	2~4차연도
	오실로스코프	TBS1052B	2	파형 측정	2~4차연도
	온습도 챔버	SSL-57TH-A	4	고온/저온 동작 시험	2~4차연도
	전압로깅기	34970A	1	전압 측정	2~4차연도

보유기관	연구시설 · 장비명	규격	수량	용도	활용용도 및 시기
	전원순단 시험기	EMTest	1	전원 순단/단속/변동 시험	2~4차연도
	Stereo Signal Generator	KSG3421	1	FM / AM 파형 생성	2~4차연도
	파워서플라이	OPE-3030D	4	계측기 전원 인가	2~4차연도
	파워서플라이	6653A	2	계측기 전원 인가	2~4차연도
	파워서플라이	OPE-3030S	2	계측기 전원 인가	2~4차연도
	파워서플라이	E3632A	2	계측기 전원 인가	2~4차연도
	파워서플라이	SPD30-10D	10	세트 전원 인가	2~4차연도
	Digital Recorder	GP20	1	전압 / 온도 측정	2~4차연도
	블루투스 테스터기	TC-3000C	1	BT SIG 측정	2~4차연도
	열화상 카메라	T420	1	부품 온도 측정	2~4차연도
	회도계	CA-210	1	회도 측정	2~4차연도
	스펙트럼 아날라이저	N9000A-513	1	RF 측정	2~4차연도
	RF 캡처 장비	WEIVER2.0	1	RF Data 캡처	2~4차연도
	RF 플레이어 장비	WEIVER2.0PLAYER	2	RF Data Player	2~4차연도
	푸쉬풀 게이지 디지털	DS2-200N	1	인장압축 시험기	2~4차연도
	USB 전자현미경	AM4113ZTL	1	전자 현미경	2~4차연도
	휴대용 정밀스코프	R&SRTH1054	1	파형 측정	2~4차연도
	휴대용 전압온도계	GL-840M	1	전압 / 온도 측정	2~4차연도
	PC용 오실로스코프	VDS3102	1	파형 측정	2~4차연도
	Audio Analyzer	VP-7723B	1	오디오 분석	2~4차연도
	소음측정기	2250-S(0.5Hz ~20kHz)	1	소음 측정	2~4차연도
	전류 프로브	TCPA300	1	전류 측정	2~4차연도
	주파수 측정 프로브	ProbeTAP1500	1	주파수 측정	2~4차연도
	기능부하 시험기	MTS-2000	6	차량 신호 제어	2~4차연도
	전류 부하용 측정기	3721A	2	전류 부하 측정	2~4차연도
	CAN Simulator	HanilProtech	2	CAN 분석 / 테스트	2~4차연도
	AVN 검사 JIG	AVNTestVench	30	차량 신호 제어	2~4차연도
	파워서플라이	2260B-30-36	5	계측기 전원 인가	2~4차연도
	디지털 진동계	BVB-8207SD	1	진동 제어	2~4차연도
	파워서플라이	SPD30-10D	10	세트 전원 인가	2~4차연도
저먼코리아	Work Shop	대형차용	3	차량점검 및 정비	필수/전기간
	에어 콤푸레샤	150bar	1	차량정비용 에어툴	2~4차연도
	Data Acquisition	20ch	2	데이터 계측용	2~4차연도
	Data Logger	10ch	3	온도 및 전압계측	필수/전기간
	V-Box Mini	개	3	차속 주행경로	필수/전기간
	Black Box	개	10	주행상황 영상기록	필수/전기간
한국자동차연구원	Simulation Modeling S/W	-	3	모델 개발	필수/전기간
	GPS	-	1	실차시험용 위치측위	2~4차연도
	INS	-	1	실차시험용 관성측정	2~4차연도

보유기관	연구시설 · 장비명	규격	수량	용도	활용용도 및 시기
	고정밀 측정 시스템	-	1	상대거리, 속도 정밀 측정	2~4차연도
	데이터 측정 장치	-	1	실차/공도 검증 데이터 계측 및 DB 구축	2~4차연도
	CAS ECU 시뮬레이터	-	1	시험용 퓨전/자율주행 SW 검증	2~4차연도
	군집주행 시나리오 생성 및 평가 시뮬레이션 SW	-	1	시뮬레이션	3~4차연도

9. 사업화 계획

9-1. 생산 계획

구분		현대자동차			아이노즈		
		(2022년) 개발 종료 후 1년	(2023년) 개발 종료 후 2년	(2024년) 개발 종료 후 3년	(2022년) 개발 종료 후 1년	(2023년) 개발 종료 후 2년	(2024년) 개발 종료 후 3년
국 내	시장점유율(%)	-	-	50	-	-	100
	판매량(단위:)	-	-	150	-	-	150(대)
	판매 단가(원)	-	-	300,000,000	-	-	1,000,000
	국내 매출액(백만원)	-	-	45,000	-	-	150
해 외	시장점유율(%)	-	-	0.1	-	-	2.0
	판매량(단위:)	-	-	1000	-	-	25,000(대)
	판매 단가(달러)	-	-	200,000	-	-	700
	해외 매출액(백만달러)	-	-	200	-	-	17.5
당사 생산 능력		-	-	25,000	-	-	55만대/년

9-2. 투자 계획

(단위: 백만원)

항목		현대자동차			아이노즈		
		(2022년) 개발 종료 후 1년	(2023년) 개발 종료 후 2년	(2024년) 개발 종료 후 3년	(2022년) 개발 종료 후 1년	(2023년) 개발 종료 후 2년	(2024년) 개발 종료 후 3년
매출원가		-	-	51,600	-	25	500
판매 관리비		-	-	6,450	-	25	100
자본적 지출	토지	-	-	-	-	-	-
	건물/구축물	-	-	2,000	-	-	100
	기계 장치 등	-	-	8,000	-	400	200
자본적 지출 합계		-	-	10,000	-	450	900

9-3. 사업화 전략

가. 참여기업 1(현대자동차)

구분	구체적인 내용
형태/규모	○ 상용화 형태 - 군집주행 사양 탑재 완성차 - 블루링크를 활용한 군집주행 커넥티드 서비스 제공 ○ 수요처: 군집주행 기반 물류 서비스 업체 ○ 예상 단가: 3억(완성차) ○ 개발 투입 인력 및 기간: 50명/5년
상용화 능력 및 자원 보유	○ 국내 트럭 양산 공장 보유
상용화 계획 및 일정	○ 상용화 관련 투자 검토 및 추가 기술 개발: ~ 2023년 ○ 상용화: 2025년 ~

나. 참여기업 2(아이노즈)

구분	구체적인 내용
형태/규모	○ 상용화 형태 : - 본 과제를 통한 개발 결과물(군집주행 디지털 클러스터) - 수요처의 군집 주행에 대한 연구 개발물의 활용 - 자율 주행용 인포테인먼트 시스템 개발 후 양산 적용 ○ 수요처 : 완성차(현대/기아 자동차 상용, 해외 자동차 업체) ○ 예상 단가 : 본 과제 개발종료 후, 예상 단가 1,000,000원 (약 \$900) 목표로 상용화 추진 ○ 개발 투입인력 및 기간 : 20명 x 5년
상용화 능력 및 자원 보유	○ '2015년 설립된 전장품 개발 전문 회사 - 자동차 부품 유통, 현대기아 자동차 수출항 AV/AVN 개발 - 스마트 순찰차 통합 시스템, RSE 등 개발 - 모 회사인 모트렉스를 통하여 전문 연구 개발 조직으로 현대자동차 수소전기트럭 상용 개발 과제 수행 - SKT, KT 와 전략적 MOU를 체결하여 텔레메틱스 서비스, 자율 주행, AI (인공지능)에 대한 공동 연구 개발 진행 ○ 기술인증 및 자동차부품 신뢰성 확보 - 국내형 IVI 및 텔레메틱스 서비스 제품 개발 및 차세대 플랫폼 개발 연구를 진행 - 컨티넨탈(독일)과 MOU 체결을 통해 클러스터 및 전장 제품에 대한 공동 연구 개발 수행 - 중국, 인도, 베트남 등 현지 생산을 위한 공동 R&D 개발 센터 구축 중
상용화 계획 및 일정	○ 본 과제 2, 3 4차년도 중간 결과물을 활용

구분	구체적인 내용
	- 완성차 대상 다양한 요구 스펙 대응 및 기술 개발을 통한 해외 판로 구축, 수주 목표 추진 - o 본 과제의 5차년도 개발 종료 전 - 인증/규격 완료 추진 - 시작품 및 금형 제작, 사업 참여업체와의 협업을 통한 통합 시스템 상용화 제품 추진 - o 상용화 관련 투자 검토 및 추가 기술 개발: ~ 2020년 - o 상용화 관련 생산시설 보완: ~ 2021년 - o 상용화: 2022년 ~

9-4-1. 사업화를 위한 비즈니스 모델(현대자동차)

가. 사업화 모형 수립(BM) 배경

- (1) 2025년 Lv.2(671천대), Lv.3(약 8천대)로 예상하고 있으며 2035년 Lv.2(1,430천대), Lv.3(180천대)로 예상
- (2) 군집주행 서비스는 군집내에서 추종차량은 제한적인 Lv.4자율주행을 구현하므로, 자율주행 기술을 탑재한 양산형 자동차 시장과 동조하여 시장이 형성될 것으로 예상.

[표 24] 자율주행자동차 레벨별 시장규모(Frost & Sullivan)

자율주행 레벨	2025년	2035년	합 계
Lv. 2	671	1,431	2,102
Lv. 3	8	179	187
Lv. 4	0	3	3
합 계	679	1,613	2,292

나. 사업화 모형의 목표 및 핵심 경쟁 요인

- (1) 목표
 - 군집주행시스템 및 군집주행 시스템 탑재 자동차
 - 커넥티비티를 이용한 군집주행 서비스
- (2) 경쟁 요인
 - 군집주행 플랫폼 개발/보유 및 서비스 제공을 위한 생산 시설 확충

다. 목표 시장 구조

(1) 경쟁 기업 현황

□ 유럽

군집주행 기술은 SARTRE 프로젝트(2009-2012, Volvo 주도) 및 유럽트럭 Platooning 챌린지 2016(볼보, 스카니아 외 4개 완성차업체 참여)에서 가장 활발한 연구 수행과제 및 상용화 수준의 기술 확보

- 볼보, 리카르도 등 범 유럽 자동차 7개 기업과 공동으로 2009년 9월~2012년 9월까지 SARTRE(SAfe Road TRains for the Environment) 프로젝트를 추진하였으며, 2012년 9월 스웨덴 예테보리시에 위치한 볼보 드라이빙 센터에서 선두차량(운전자 주행) 1대가 추종 차량(자동 추종주행) 3대를 리드하여 최고 90km/h, 4m 차량간격의 군집주행 연구실증

- 2016년에는 TNO(네덜란드응용과학연구소) 주관으로 완성차 업체는 각국의 본사 혹은 생산지를 출발점으로 네덜란드 로테르담까지 성공적으로 주행함(Scania는 4개국의 국경을 거쳐, 총 2,000km 이상 주행)



<그림 41> 유럽 트럭 군집주행 챌린지 2016(www.eutruckplatooning.com)

- (독일) 독일의 트럭 군집주행(KONVOI)은 2005 ~ 2009년 아헨공대, 화물차 제조업체 MAN 등이 참여해 영상기반 횡방향 제어, 레이더 및 라이더를 이용한 종방향 제어를 통해 군집주행 실현
- (영국) 지난 2017년 8월 영국의 교통관련 연구기관인 TRL(Transport Research Laboratory) 주관으로 정부자금 약 121억원(810만 파운드)의 지원하에 대표적인 운수업체인 DHL과 2018년 말까지 주요간선도로에서 최대 3대의 차량이 선두차량의 가감속 및 브레이킹 지시에 따라 군집주행을 시연할 계획

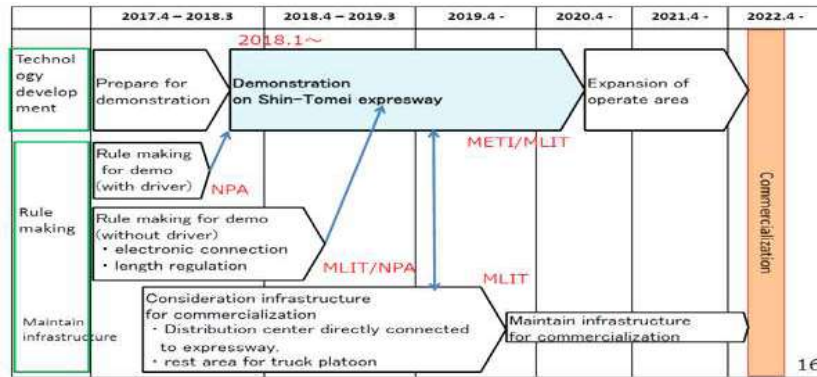


<그림 42> Heavy Vehicle Platoons on UK Road(2017.8)

- (스웨덴) 스카니아, 볼보 및 글로벌 물류기업인 웅커 등이 참여한 Sweden4Platooning (2017 ~ 2019)을 통해 종방향/횡방향 제어를 포함한 멀티브랜드 군집주행 시연을 진행 중

□ 일 본

- (일본) JARI(Japan Automobile Research Institute)는 2008~2012년 트럭을 대상으로 4대의 차량이 4m의 간격을 유지한 채, 선두차량은 차선을 인식하면서 자동으로 주행하고, 후행 차량들은 이를 추종하는 방식의 군집주행을 실현
- 경제무역산업성은 지난 2017년 ITS세계대회를 통해 일본 내 자율주행 로드맵을 발표하며, 2018년 고속도로에서의 군집주행 데모를 시작으로 2022년 이후 추종차량에 운전자가 없는 상태의 군집주행 상용화를 계획하고 있다고 밝힘



<그림 43> 일본 트럭군집주행 로드맵

□ 미 국

- (미국) 1991년에 AHS(Automated Highway System) 계획을 시작하여 1997년에 대규모의 자동운전의 시범이 이루어졌으며, 캘리포니아의 PATH(2000~2011년)는 에너지 효율 향상을 목적으로 레이더, 라이더와 V2V 통신을 이용한 종방향 제어를 통해 폐쇄된 실도로 환경에서 군집주행 시연
 - 캘리포니아 PATH는 ADAS 및 V2V기술 기반 2003년 2대, 2010년 3대의 화물차량으로 최소 3~4m 간격으로 합류 및 이탈제어를 포함한 군집주행을 시연하였으며, 이를 통해 연료절감 효과 등을 검증하였고 향후 FHWA의 주관 하에 볼보차량을 이용한 신규 프로젝트를 계획중
- 2015년 말 미국 유타주 교통당국은 펠로톤(Peloton)사가 개발한 군집주행 기술의 필드테스트를 톨레 카운티를 지나는 I-80 도로에서 세미 트레일러 트럭 두 대로 진행하였으며 이 기술은 레이더, GPS, 카메라, V2V를 병용해 두 대의 트럭이 약 12~18m 거리를 자동으로 유지한 채 달릴 수 있도록 지원하고 있음
- 2017년 FHWA(Federal Highway Administration) 와 캘리포니아 DOT의 공동 지원으로 버클리 대학과 볼보자동차 연구팀이 Northern Virginia I-66 도로에서 부분자율차를 대상으로 군집주행 시연



<그림 44> 군집차량에 탑재된 센서 및 시스템 구성

- 미 교통부(US Department of Transportation) 산하 Volpe National Transportation System Center는 2017년 전문가 그룹의 연구를 통해 군집주행의 여러 긍정적 효과를 유지하면서도 안전한 간격에 대해 1초 이하의 시간간격에서 끼어들기는 거의 발생하지 않으나 수동운전에서의 추돌위험은 커지는 반면 자율주행차량은 0.5초 이하의 간격에서도 거의 위험이 없는 것으로 발표

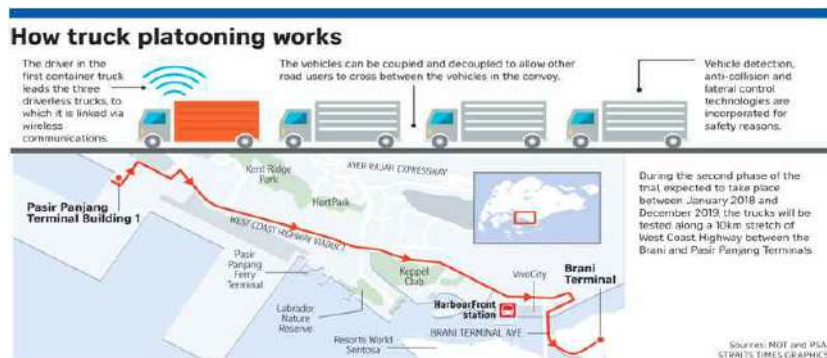
- TTI(Texas A&M Transport Institute)는 텍사스 교통부(Texas DOT, TxDOT)와 FHWA로부터의 지원과 민간영역의 파트너십을 통해 군집주행 프로젝트(0-6836)를 추진하고 있으며, 선두차량은 수동운전을 하며 추종차량은 레벨 2 자율주행으로 군집대열 주행함
 - 군집주행 차량 간격, 속도, 군집차량 수, 군집대열내 차량의 위치에 따라 약 5~20% 연료저감 이득이 예상되는 것으로 발표
 - 1단계(2015.04 ~ 2016.08, \$1.18 million)에서 2대의 차량을 대상으로 군집주행의 타당성 연구와 시연 완료하고, 2단계(2016.09 ~ 2019.04)에서는 군집주행 안전 및 시스템 기술 확보에 집중함



<그림 45> TTI 군집차량 제작(TxDOT Project 0-6836)

□ 기 타

- (싱가포르) 2단계에 걸쳐 트럭 군집주행 연구를 추진중으로, 현재 1단계에 도요타, 스카니아를 참여시켜 군집주행 기술개발 경쟁을 진행중
 - 싱가포르 서안 공용도로 10km를 실증구간으로 선정하여 기술개발 우열에 따라 2단계에는 1개 업체만 참여 예정



<그림 46> 군집주행 2단계 실증 도로(싱가포르)

- (중국) 중국 베이징에 본사를 둔 TuSimple사는 카메라와 레이더, 인공지능을 결합한 군집주행 기술을 기반으로 미국 투산(Tucson)-피닉스(Phoenix)를 잇는 트럭 군집주행 실증사업에 참여하기 위해 미국 투산에 연구소를 설립

(2) 시장 진입 장벽

- 정부의 물리적, 제도적 기반 조성 중요
 - 정부가 주도적으로 기업, 대학, 연구소 등이 연구 및 개발을 제대로 수행할 수 있는 물리적 및 제도적 기반을 조정해주는 것이 필요
 - 실제 군집주행이 실행될 수 있는 도로, 관제 등의 물리적인 인프라 조성 필요
 - 실도로 주행에 필요한 규제 완화
- 군집주행에 대한 사회적 교육 필요
 - 군집주행 발견 시 타 운전자의 악의적 행위 금지에 대한 사회적 교육 실시
 - 군집주행이 타 차량 주행에 위험을 끼치지 않는 방향에 대한 운전자 교육 실시
- 군집주행 안전 문제 정립 필요
 - 운전자의 개입을 요구하는 Lv.1,2와 자율주행을 요구하는 Lv.3,4는 안전문제 책임 정립 필요
 - Lv.3에서 차량/운전자 간의 제어 전환 상황에서 문제점 발생에 대한 명확한 정립 필요

라. 수익 확보 전략

(1) 주요 고객군

- 군집주행 기반 물류업체
- 군집주행 기반 모빌리티 서비스 업체

(2) 사업화 모형(BM)을 통한 수익 창출 방안

- 군집주행 차량을 물류회사에 판매, 또는 군집주행 패키지를 대여하여 연비저감 이득분에 대한 수익 분배
- 블루링크를 활용한 군집주행 매니지먼트 및 TC0서비스 제공
- 군집주행을 위한 드라이버 코칭 및 전문 관리 체계 도입

9-4-2. 사업화를 위한 비즈니스 모델(아이노즈)

가. 사업화 모형 수립(BM) 배경

- (1) 향후 군집주행자동차 상용화 시대에 국내 자동차기술이 글로벌 경쟁력을 가지기 위해서는 현대자동차 등 국내 OEM의 통합기술도 중요하지만 군집주행기술을 구성하고 있는 핵심부품의 국산화가 필수적인 상황이며 이러한 부품산업의 육성이 군집주행자동차산업 경쟁력을 확보하기 위함
- (2) 네트워크로 연결된 군집주행이 현실화 되면서 운전자 및 차량에 제공되는 정보의 양이 급격하게 증가하고 클러스터의 확장성 및 지능화 등 클러스터의 역할 점차 확대되고 있음

나. 사업화 모형의 목표 및 핵심 경쟁 요인

-
- (1) 풀 디지털 시각화 구현
 - (2) 디지털 패널로 이루어진 자동차 클러스터에 최적화
 - (3) 다이나믹한 기능 전환 및 중요 정보 가시성 향상
 - (4) (그래픽 UI 제공) 평면적인 2D 요소를 3차원 공간에 입체적 표현
 - (5) (운전중 조작의 간편 UI 제공) 내비게이션, 음악, 오디오, 날씨, TV, 전화, 후방카메라 등 다양한 인포테인먼트 요소와 클러스터의 통합

다. 목표 시장 구조

- (1) 경쟁 기업 현황
 - 모비스 : 전장품 기능향상 및 국산화 연구, 자동차용 통신 시스템 개발 중
 - LG전자 : VC사업부 신설, 국내 주요기업중 가장 적극적인 대응
자동차 관련 계열사(이노텍, 화학, 하우시스 등) 시너지 도모
 - 덴소 : 기존 아날로그에서 디지털 클러스터 사업 본격화
- (2) 시장 진입 장벽
 - 모비스, LG전자, 덴소 등의 대기업 간의 거래 장벽
 - 진입 장벽을 넘기 위해서는 핵심 경쟁 기술로 경쟁우위 선점

라. 수익 확보 전략

- (1) 주요 고객군
 - 현대 기아 국내외 상용차 및 해외 완성차
 - (2) 사업화 모형(BM)을 통한 수익 창출 방안
 - 국내외 완성차 대상 다양한 요구 스펙 대응 및 기술 개발을 통한 해외 판로 구축, 수주 목표 추진
 - 통합 시스템 개발 등 다양한 제품 라인업 개발을 통한 시장 진입 준비
-

10. 연구실 안전조치 이행계획

가. 연구실 안전조치 이행계획

○ 개요

- 본 연구과제는 비공용도로 및 공용도로(고속도로/시가지)에서의 연구활동을 포함하고 있어, 연구원들의 안전위험이 항상 존재함
- 불의의 안전사고 예방을 위해 연구단장의 주관 하에 연구단 참여연구원들을 대상으로 연간 1회 이상 안전관리교육을 실시하며, 각 연구기관은 관련법*에 근거한 기관별 내부 규정에 따라 현장 및 연구실 안전관리 시행

*소방시설 설치 유지 및 안전관리에 관한 법률, 산업안전보건법, 연구실 안전환경 조성에 관한 법 및 고압가스안전관리법 등

○ 연구단 안전관리자 : 연구단장 (각 연구기관은 연구책임자가 안전관리 주관)

○ 연구실 안전조치 이행사항

- 일상 점검
 - 연구활동 시작 전 각 실험실 책임자가 육안으로 장비 및 시설을 매일 점검
- 정기 점검
 - 내용 : 과학기술분야 실험실의 일반안전, 산업위생, 전기안전, 소방안전, 화공안전, 가스안전, 기계안전, 생물안전 등의 전문분야 점검
 - 실시 : 매월 각 실험실을 주기적으로 점검
- 정밀 안전진단
 - 대상 : 연구개발 활동에 유해화학물질 관리법 제2조 7호에 따른 유해화학물질을 취급하는 연구실, 산업안전보건법 제39조에 따른 유해인자를 취급하는 연구실, 과학기술부령이 정하는 독성가스를 취급하는 연구실
 - 실시 : 매년 1회 이상 실시 후 중대결함이 발견될 경우 즉시 시정 조치

○ 현장 안전조치 이행사항

- 일상 점검
 - 고속도로 연구수행 시 필요한 안전장구 의무착용 점검
 - 현장 최선임자에 의한 안전교육 실시
 - 고속도로 안전관리규정 준수사항 숙지 확인
 - 고속도로 상 현장작업 시 연구단 및 관할지사 등에 사전통보 여부 확인
- 유고상황 발생 시 대처방안 마련
 - 현장 작업 간 유고상황 발생 시 긴급조치를 위한 비상연락망 운영
 - 현장 즉각대처를 위한 사전교육 (연간 1회 이상) 실시 등

나. 유전자변형생물체(LMO) 연구시설 및 수입 신고 현황 : 해당사항 없음

시설 번호	제LML〇〇 - 〇〇호	안전 관리 등급	〇등급
수입 신고(최근 1년간)		제LMI〇〇-〇〇	

11. 주요 연구 변경사항

○ 공용도로 시연 장소 조정 : 영동고속도로 → 중부내륙고속도로

– V2I 연계 안전서비스 비공용도로 실증

○ 인지시스템 개발 관련 연구기관 역할 및 연구비 조정

구분	변경 전	변경 후
연구내용	현대차 : 센서시스템 구매·장착 및 차량개조(튜닝)	국민대 : 인지시스템(센서퓨전 제어기) 구매·장착 현대차 : 센서(단품) 구매, 장착 및 차량개조(튜닝)
연구비 (3차년도)	현대차 : 790,000천원 국민대 : 452,000천원	현대차 : 640,000천원(-150,000천원) 국민대 : 602,000천원(+150,000천원)

12. 성과점검기준표(계획)

[양적성과목표 총괄표]

구분		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계
1세부	특허(출원)	-	3	4	2	9
	특허(등록)	-	-	1	3	4
	표준제안	-	-	-	-	-
	표준제정	-	-	-	-	-
	정책제안	-	-	-	-	-
	논문(SCI)	-	-	1	-	1
	논문(국내/일반)	-	-	-	-	-
	논문(국외/일반)	-	-	-	-	-
	학술발표	1	2	2	2	7
	시제품	-	4	5	3	12
	SW	-	-	-	-	-
	기타	10	11	11	12	44

[1세부 : 군집주행 차량의 안전주행 제어기술 개발]

[3차년도]

구분	핵심 성과물 (level1)	단위 성과물 (level2)	당해연도 성과목표				해당 기관	예산 (백만원)	실적목표		
			질적목표(측정방법)	목표치	검증방법	가중치					
1세부	1	군집주행 차량의 안전주행 제어 기술개발 실시간	1-1	주행 환경 인지/판단 기술 및 군집주행 제어 기술 개발	① V2V/V2I 협력 인지 기반 군집주행 환경 인지/판단 기술 성능 최적화	1건	전문가 평가	19.7	국민대 학교	452	논문(sc): 국외 1 건 학술발표: 2 건 기타: 3 건 특허: 출원 1 건
					② V2V/V2I 협력 인지 기반 대열유지 및 분포 합류/이탈을 위한 인지/판단 기술	1건	전문가 평가				
					③ 군집주행 통합 중/횡방향 제어 컨셉 보고서	1건	전문가 평가				
					④ 군집주행 통합 중/횡방향 제어 기술	96% 0.2m	결과서 확인				
			1-2	차량제작 및 V2X통신 모듈 적용 / 군집주행 시연	① Lv.3 군집주행 시스템 탑재차량 추가 제작	1대	실물 확인	34.5	현대자동차	790	시제품: 5 건 기타: 1 건 특허: 출원 1 건
					② 군집주행 차량 개선 사항 반영	1건	실물 확인				
					③ V2I통신 모듈 적용	3대	실물 확인				
					④ V2V통신 모듈 적용	1대	실물 확인				
					⑤ 군집주행 차량속도 요구사항	80kph	결과서 확인				
					⑥ 군집주행 차량가속도 요구사항	0.7s	결과서 확인				
					⑦ 군집주행 차량가감속도 요구사항	0.4m	결과서 확인				
					⑧ 군집주행 선두차량 최대감속도 요구사항	0.4g	결과서 확인				
					⑨ 군집주행 선두차량 최대가속도 요구사항	0.1g	결과서 확인				
					⑩ 군집주행 전체연비 요구사항	5%	결과서 확인				
			1-3	군집주행 차량 디지털클러스터 개발	① 하드웨어/기구 수정	1건	전문가 평가	17.3	아이노즈	336	기타: 2 건 특허: 출원 2 건 특허: 등록 1 건
					② 경고/표시등 반응속도 (msec)	200	결과서 확인				
					③ 속도계오차 (%)	1.2	결과서 확인				
					④ Odb/Trip member 오차(%)	0.15	결과서 확인				
					⑤ Gauge 표시오차 (%)	0.7	결과서 확인				
					⑥ CAN NM	1건	결과서 확인				
			1-4	군집주행 시스템 평가	① 시스템 신뢰성 평가(1.5만km/대*3대) 개별주행	4.5만km	절차서 확인	22.0	저먼코리아	503	기타: 3 건
					② V2X 연계 시스템 개발 평가(0.5만km/대*3대) 군집주행	1.5만km	절차서 확인				
					③ 연비 평가	3대	전문가 평가				
			1-5	군집주행 시나리오 및 평가기술 개발	① 군집주행 평가 시나리오	20건 이상	전문가 평가	6.5	한국자동차연구원	150	기타: 2 건
					② 실시간 가상화 시뮬레이션 환경 구성	1건	실물 확인				
					③ 안전제어 평가보고서	1건	전문가 평가				
계			-	-	-	-	100	-	2,291	특허: 출원 4 건 특허: 등록 1 건 논문(sc): 국외 1 건 학술발표: 2 건 시제품: 5 건 기타: 11 건	

[4차년도]

구분	핵심 성과물 (level1)		단위 성과물 (level2)		당해단계 성과목표				해당 기관	예산 (백만원)	실적목표	
					질적목표(측정방법)	목표치	검증방법	가중치				
1세부	1	군집주행 차량의 안전주행 제어 기술개발 실시간	1-1	주행 환경 인지/판단 기술 및 군집주행 제어 기술 개발	①	V2V/V2I 협력 인지 기반 위험상황 인지/판단 기술	90%	결과서 확인	20.3	국민대 학교	379	학술발표 : 2 건 기타 : 2 건 특허 : 출원 1 건
					②	V2V/V2I 협력 인지 기반 대열유지 및 부동 합류/이탈을 위한 인지/판단 기술 최적화	1건	전문가 평가				
					③	군집주행 통합 중/횡방향 제어 기술 성능 최적화	98% 0.1m	결과서 확인				
			1-2	차량제작 및 V2X통신 모듈 적용 / 군집주행 시연	①	Lv.3 군집주행 시스템 탑재차량 추가 제작	1대	실물 확인	43.6	현대 자동차	814	사제품 : 3 건 기타 : 1 건 특허 : 출원 1 건 특허 : 등록 2 건
					②	군집주행 차량 개선 사항 반영	1건	실물 확인				
					③	V2I통신 모듈 적용	1대	실물 확인				
					④	V2V통신 모듈 적용	1대	실물 확인				
					⑤	군집주행 차량속도 요구사항	90kph	시험결과서 확인				
					⑥	군집주행 차량간격 요구사항	0.5s	시험결과서 확인				
					⑦	군집주행 차량거리오차 요구사항	0.25m 이내	시험결과서 확인				
					⑧	군집주행 전체연비 요구사항	6%	시험결과서 확인				
			1-3	군집주행 차량 디지털클러스터 개발	①	하드웨어/기구 설계	1건	설계서 확인	11.8	아이노즈	220	특허 : 등록 1 건 기타 : 2 건
					②	경고/표시등 반응속도 (msec)	100	결과서 확인				
					③	속도계오차 (%)	1	결과서 확인				
					④	Odo/Trip member 오차(%)	0.05	결과서 확인				
					⑤	Gauage 표시오차 (%)	0.5	결과서 확인				
			1-4	군집주행 시스템 평가	①	시스템 신뢰성 평가(1.5만km/대*4대) 개별주행	6만km	절차서 확인	17.8	저먼코리아	332.5	기타 : 5 건
					②	V2X 연계 시스템 개발 평가(0.5만km/대*4대) 군집주행	2만km	절차서 확인				
					③	안전요건 검증	5건	전문가 평가				
					④	연비 평가	4대	전문가 평가				
					⑤	평가 종합 보고서	1건	전문가 평가				
			1-5	군집주행 시나리오 및 평가기술 개발	①	군집주행 평가 시나리오	30건 이상	전문가 평가	6.4	한국자동차연구원	120	기타 : 2 건
					②	연구실증 시나리오	5건	실물 확인				
계			-	-	-	-	100	-	1,865.5	특허 : 출원 2 건 특허 : 등록 3 건 학술발표 : 2 건 사제품 : 3 건 기타 : 12 건		