

17TLRP-B
085437-04

고위험군 운전자 행동개선 및 위반억제 기술개발 최종보고서

2018

국토교통과학기술진흥원
국토교통부

국토교통 R&D Report

보안 과제(), 일반 과제(○) / 공개(○), 비공개()

교통물류연구사업 제4차 연도 최종 보고서

R&D /
17TLRP-B085437-04

고위험군 운전자 행동개선 및 위반억제 기술개발 최종보고서

2018. 07 . 21.

주관연구기관 / 한국교통연구원
협동연구기관 / 한국교통안전공단
도로교통공단
공동연구기관 / (주) 세코닉스
(주) 베라시스
유정시스템(주)
(주) 와이비에스
(주)이즈테크놀로지
자동차부품연구원
서울대학교
이노시물레이션
유니폴라전자
서울대학교병원

국토교통부
국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통부장관(국토교통과학기술진흥원장) 귀하

‘고위험군 운전자 행동개선 및 위반억제 기술개발’(연구개발 기간 : 2014.10.22 ~ 2018 .7.21)
과제의 최종보고서를 제출합니다.

2018 . 07. 21.

주관연구기관 / 한국교통연구원 오 재 학



협동연구기관 / 한국교통안전공단 권 병 윤



도로교통공단 윤 종 기



공동연구기관 / (주) 세 코 닉 스 박 은 경



(주) 베 라 시 스 신 성 호



유정시스템(주) 이 재 훈



(주) 와 이 비 에스 유 봉 석



(주)이즈테크놀로지 황 인 석



자동차부품연구원 김 병 수



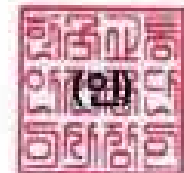
이노시물레이션 이 지 선



서울대학교
산학협력단 김 성 철



한국교통안전공단 권 병 윤



유니폴라전자 홍 일 기



서울대학교병원 서 창 석



주관연구기관
협동연구기관책임자

공동연구기관

한 국 교 통 연 구 원
한 국 교 통 안 전 공 단
도 로 교 통 공 단
(주) 세 코 닉 스
(주) 베 라 시 스
유 정 시 스 템 (주)
(주) 와 이 비 에 스
(주) 이즈테크놀로지
자 동 차 부 품 연 구 원
이 노 시 물 레 이 셴
서 울 대 학 교
한 국 교 통 안 전 공 단
유 니 폴 라 전 자
서 울 대 학 교 병 원

신 최 류 박 김 이 유 심 박 이 이 김 홍 전

희 경 준 은 용 창 봉 상 선 지 청 주 일 범

철 임 범 경 진 욱 석 현 홍 선 원 영 기 석

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제29조에 따라 최종보고서 열람에 동의합니다.

<보고서 요약서>

과제 고유 번호	17TLRP-B085437-04	해당 단계 연구 기간	2017.06.22.~ 2018.07.21	단계구분	4/4
연구사업명	중사업명	교통물류연구사업			
	세부사업명				
연구과제명	대과제명	고위험군 운전자 행동개선 및 위반억제 기술개발			
	세부과제명	1세부) 사업용 운전자 위험상황 모니터링 시스템 실용화 기술개발 2세부) 시뮬레이터 기반 안전운전 평가·교육 S/W 개발 3세부) 고령운전자 운전능력 평가기술 개발 및 질환·악물에 따른 교통사고 위험도 분석			
연구책임자	신희철	해당단계 참여 연구원 수	총:128명 내부:128명 외부:명	해당단계 연구개발비	정부: 6,500,000 천원 기업: 2,055,299 천원 계 :8,555,299 천원
		총 연구기간 참여 연구원 수	총:128명 내부:128명 외부:명	총 연구개발비	정부: 6,500,000 천원 기업: 2,055,299 천원 계 :8,555,299 천원
연구기관명 및 소속 부서명	한국교통연구원 한국교통안전공단 도로교통공단 자동차부품연구원 서울대학교 서울대병원			참여기업명	(주)세코닉스 (주)베라시스 유정시스템(주) (주)와이비에스 (주)이즈테크놀로지 (주)이노시뮬레이션 유니폴리전자
요약				보고서 면수: 130p	
사고의 인적요인 중 특히, 고위험군 운전자 인적요인에 대한 위험요소 분석 및 시뮬레이터 기반 교육 대책, 안전운전 모니터링 시스템 마련을 통해 안전한 도로교통 환경구현에 이바지하고 자 다음과 같은 연구를 수행하였음. 이중 센서(생체, 영상)기반의 운전자 상태인식과 전방상황 및 차량정보(In-Vehicle Network) 등을 통해 위험상황을 통합·판단·경고하는 운전자 상태 모니터링 시스템 개발하고 시범사업을 통하여 실효성을 검증함. 운전 시뮬레이터를 기반으로 고위험군 운전자의 운전행동을 평가하고 교육·훈련할 수 있는 시뮬레이터 S/W를 개발하고, 이를 원활히 시행하기 위한 정책 및 제도를 개발함. 고령운전자의 안전 운전능력을 객관적으로 평가할 수 있도록 인지적·신체적 능력 평가요소를 도출하고, 이를 측정할 수 있는 평가기술 개발, 운전적성검사 의무화 등 법제화를 추진함					

<국문 요약문>

연구의 목적 및 내용	- 사고의 인적요인 중 특히, 고위험군 운전자 인적요인에 대한 위험요소 분석 및 시뮬레이터 기반 교육 대책, 안전운전 모니터링 시스템 마련을 통해 안전한 도로교통 환경구현에 이바지 - 1세부과제 : 이종 센서(생체, 영상)기반의 운전자 상태인식과 전방상황 및 차량정보 (In-Vehicle Network) 등을 통해 위험상황을 통합·판단·경고하는 운전자 상태 모니터링 시스템 개발하고 시범사업을 통하여 실효성 검증하고자 함 - 2세부과제 : 운전 시뮬레이터를 기반으로 고위험군 운전자의 운전행동을 평가하고 교육·훈련할 수 있는 시뮬레이터 S/W를 개발하고, 이를 원활히 시행하기 위한 정책 및 제도를 개발하고자 함 - 3세부과제 : 고령운전자의 안전운전능력을 객관적으로 평가할 수 있도록 인지적·신체적 능력 평가요소를 도출하고, 이를 측정할 수 있는 평가기술 개발, 운전적성검사 의무화 등 법제화를 통하여 고령운전자 교통사고 감소를 목적으로 함				
연구개발성과	- 사업용 운전자 위험상황 모니터링 시스템 개발 - 영상기반 운전자 상태인식 카메라 모듈 - 영상기반 전방 주행상황 인식 모듈 - 생체센서 기반 운전자 상태인식 모듈 및 통합 ECU - 통합판단 HVI Manager 및 통합평가 모듈 - 고위험군 운전자 운행행태 분석 S/W 및 관리시스템 기술 - 시뮬레이터 기반 안전운전 평가교육 S/W - 시뮬레이터 기반 안전운전교육 시나리오 - 시뮬레이터 기반 안전운전 평가 및 교육 체계와 제도 제안 - 시뮬레이터 교통요소기술, 안전운전 평가 기준 - 고령운전자 운전능력 평가 프로그램 표준화 - 고령운전자 운전능력 평가시스템 통합 - 질환, 처방약물 및 의학적 시술과 교통사고 위험도의 관계 분석				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	- 운전자 상태인식 및 모니터링 시스템과 첨단안전운전지원 시스템(ADAS) 및 HMI(Human Machine Interface)를 융합하여 해외 선진업체 기술과 차별화된 기술개발이 가능하며 이를 통한 타 산업으로의 기술 파급효과가 클 것으로 예상함 - 단일 센서 모듈의 운전자 상태인식 기술을 바탕으로 향후 차세대 통합 HVI 기술 개발에 활용 연계가 가능하고 고부가가치화를 추구할 수 있으며, 사업용 차량 운전자 대상의 안전지원기술로서 우리나라 산업의 강점 분야인 ICT산업 등과 연계를 통하여 차별화된 한국형 시스템 기술개발이 가능함 - 운전자 상태인식(졸음/부주의) 인식 기술 확보로 해외 선진 업체와의 기술 격차 해소 - 시범사업을 통한 알고리즘 평가 검증으로 사업화를 위한 기술 내재화 및 제품 경쟁력 확보- 국내 버스 운수회사에서 운전자 관리시스템을 활용하여 운전자 관리를 하는 곳은 극히 일부이며, DTG자료 또는 eTAS시스템을 활용하여 과속 등의 한정적인 자료를 활용하여 운전자 교육을 진행 - 고위험군 운전자 운행행태 분석 S/W 및 관리시스템 기술 개발을 운수회사에 시범 적용함으로써, 운수회사 시스템의 기술적 향상과 운전자 교육의 질적 향상 기반을 마련이 가능 - 위험운전 시나리오 저작 및 편집 S/W를 국산화하여 수입대체 및 수출경쟁력 확보 - 위험운전행동과 관련한 인적요인의 규명과 이를 신뢰롭고 타당하게 평가할 수 있는 기술의 개발은 향후 고령운전자의 면허관리제도의 정책적 기초자료로 사용될 수 있으며, 인적요인에 대한 과학적 판단준거로서의 중요성을 가짐				
핵심어 (5개 이내)	교통 안전	시뮬레이터	운전자 상태 모니터링	교통안전 교육	고령 운전자

〈 SUMMARY 〉

Purpose & Contents	- Objectives on this research project : To implement a safe and secured road traffic environment by analyzing risk upon human factors especially for High Risk Drivers, presenting simulation-based education for drivers, and designing a system to monitor driving behavior - Sub-task 1 : To develop a driver's status monitoring system which integrates, estimates, and warns the risk situation using status of drivers, roads, and vehicle based on the heterogenous-types (bio-, video-) of sensed information and to validate the system with pilot field test - Sub-task 2 : To develop a simulator S/W which is intended to educate, train, and evaluate driving behavior of high risk drivers based on the driving simulator, and to develop feasible system and policies above the S/W - Sub-task 3 : To derive the evaluation factors of cognitive and physical abilities of elderlies drivers to objectively assess their ability to drive safe, to develop technologies to measure those, and to legalize driving-aptitude-test to reduce elderlies driver's traffic accident				
Results	- a Risk-Situation Monitoring System for drivers of vehicle for business use - a Camera Module for detecting driver's status based on the video-processing - a Module for frontal detection on the road based on the video-processing - a Module for detecting driver's status based on the bio-sensor and its ECU for integration - an HMI manager for integrated estimation and module for integrated grading - a S/W for analyzing driving behaviors of High Risk Drivers and its managing system technologies - a S/W for educating and evaluating safety-driving behavior based on driving simulator - Scenarios for educating and evaluating safety-driving behavior based on driving simulator - System for educating and evaluating safety-driving behavior based on driving simulator and its accompanying policies - Traffic-factor technologies and Evaluation factors for safety-driving behavior for driving simulator - Standardized programme for testing driving-aptitude of elderlies drivers - Integration of evaluation system for Elderlies Drivers' Driving Aptitude Test - Analysis on relationship between degree of risk on traffic accident and disease, prescribed medicine, and medical procedure				
Expected Contribution	- We are expecting a huge technological ripple effect to other industries because of the developed technology which integrates the Driver's Status Detecting and Monitoring System, Advanced Driving Assistance System (ADAS), and Human Machine Interface (HMI) is differentiated from the technologies of leading companies overseas. - It is possible to apply those technologies above to development of next generation integrated HVI technologies based on the single-sensor module of driver's status detecting technologies and to pursuit to be a higher value added technologies. Also, possible to develop a differentiated Korean-styled system through connection with Korean strengthened point of ICT industries. - It is possible to close the technological gap with advanced overseas companies by securing driver's status detecting technology (drowning and careless driving) - It is possible to acquire the technology internalization and product competitiveness for actualization by verifying and validating algorithm through pilot project - It is possible to educate and manage driver's behavior such as speeding using DTG data or eTAS System - By applying high risk driver's behavior analysis S/W and its managing system to commercial transport company, it is possible to improve the company's managing system and education to the drivers - It is possible to secure the import replacement effect and export competitiveness by localizing aggressive driving scenario design and editing software - Development of investigation of human factors related to risky-driving behavior and its scientific and objective evaluation technology, which could be used as a policy basis for the license management system for elderlies drivers, has an important significance to reduce traffic accidents.				
Keywords	Traffic Safety	Driving Simulator	Driver's Status Monitoring System	Traffic Safety Education	Elderlies Driver

〈목 차〉

제1장 연구개발과제의 개요	1
제1절 연구개발 목적	1
제2절 연구개발의 필요성	1
제3절 연구개발 범위	3
제2장 국내외 기술 개발 현황	8
제1절 영상기반 운전자 상태인식 카메라 모듈 및 운전자 상태인식 기술	8
제2절 생체신호 기반 운전자 상태인식 기술	9
제3절 전방 주행 상황 인식 기술	11
제4절 차량시뮬레이터 개발 현황	12
제5절 시뮬레이션 S/W 개발 현황	15
제6절 고령운전자 면허관리를 위한 국내·외 제도 현황	16
제7절 운전능력 평가도구 개발 및 활용 현황	18
제8절 운전능력 평가를 위한 의학적 가이드라인 활용 현황	19
제3장 연구 수행 내용 및 성과	20
제1절 사업용 운전자 위험상황 모니터링 시스템 실용화 기술 개발	20
제2절 시뮬레이터 기반 안전운전 평가교육 S/W 개발	63
제3절 고령운전자 안전운전능력 평가기술 개발 및 질환·약물에 따른 교통사고 위험도 분석	79
제4장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	88
제1절 목표 달성도	88
제2절 관련 분야 기여도	94
제5장 연구개발성과의 활용계획	98
제1절 활용계획	98
제2절 활용노력	106
제6장 연구 과정에서 수집한 해외 과학기술 정보	112
제1절 국외 고령운전자 교통안전교육 및 운전능력 평가 관련 현황	112
제2절 운전적합도 평가를 위한 심리학 기반 평가도구(VTS - Traffic)	114
제3절 고령자 운전적합성 평가 및 면허관리 정책 기조(오세아니아 지역)	114
제7장 연구개발성과의 보안등급	118
제8장 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황	119
제9장 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전 조치 이행 실적	120
제10장 연구개발과제의 대표적 연구 실적	124
제11장 기타 사항	126
제12장 참고 문헌	127

제1장 연구개발과제의 개요

제1절 연구개발 목적

- 교통사고를 초래할 위험성이 높은 고위험군 운전자에 대한 인적오류 예방과 위반억제, 운전행동 개선 및 안전운전 습관 형성을 통해서 교통사고 주요원인인 인적오류에 의한 교통사고 사망자 저감을 목표로 하며, 다음의 세부 기술을 포함함
 - 사업용 자동차(버스)를 대상으로 주행 중 위험상황 등을 통합적으로 판단하여 운전자에게 위험상황 시 경고를 제공하여 운전자의 안전운전을 지원하는 운전자 위험상황 모니터링 시스템 실용화 기술 개발을 목적으로 함
 - 운전 시뮬레이터를 기반으로 안전운전을 평가하고 교육할 수 있는 시뮬레이터 S/W를 개발하는 것을 기본 목적으로 함
 - 고령운전자의 운전능력을 객관적·과학적으로 측정할 수 있는 기초 기술을 개발하여 고령운전자의 교통사고 위험 감소를 위한 면허관리 제도 및 교통안전교육 체계를 개선하는데 기여하고자 함

제2절 연구개발의 필요성

- 사업용자동차 운전자는 장시간, 장거리 연속운전 등으로 인한 과로운전으로 피로, 졸음, 운전 각성저하, 주의분산 등으로 교통사고 위험노출 확률이 높고 사고발생 시 피해심각도가 높은 특징이 있음
- 사업용자동차의 교통사고 사상자 감소와 직결된 중대 교통사고 및 대형 교통사고를 예방을 위해서는 과로 및 졸음운전, 부주의 운전을 예방하기 위해서는 운전 중 작업 부하를 낮추고 위험상황을 관리할 수 있는 첨단기술을 활용한 운전자 모니터링시스템의 상용화가 필요함. 또한 사업용자동차 운전자의 과로운전 예방을 위한 법·제도 개선이 필요함
 - 우리나라에서도 운전자의 눈 깜빡임, 눈 감음 정도, 얼굴의 각도 등 주행 중 운전자 상태를 모니터링하여 경고를 제공하기 위한 연구가 지속적으로 이루어지고 있으나 아직 일정규모 이상의 운전자를 대상으로 진행된 시범운영을 통해 실용화된 사례가 없음
- 안전운전 평가·교육 시뮬레이터 S/W 개발은 운전 시뮬레이터를 활용한 체계적인 교육과 훈련을 통해 위험운전으로 야기되는 교통사고를 감소시키고 안전한 교통문화를 정착함으로써 국민의 생명을 보호하고, 사회·경제적 비용을 줄이기 위해 필요함
- 국내 교통사고는 사망사고의 90% 이상을 운전자의 법규위반, 부주의, 위험상황 인지와 대응능력 부족 등 운전자 인적요인에 의한 사고가 차지하고 있으며, 교통사고의 특성분석결과 높은 초보 운전자, 고령운전자, 사고다발자, 사업용운전자 등 상대적 사고위험이 높은 운전자들에 대한 관리 및 개선대책 마련이 특히 필요한 것으로 나타남

- 인적요인에 의한 사고를 예방하는 가장 중요한 방법 중의 하나가 안전운전에 대한 지속적인 교육과 훈련이며, 실제 도로주행을 통한 훈련이 가장 바람직하나 사고위험, 비용과 시간, 상황 재현 가능성 등을 고려할 때, 매우 기본적인 내용으로 제한될 수밖에 없기 때문에 운전 시뮬레이터를 활용한 운전 교육이 매우 효율적인 방법임
- 따라서 현실적인 고위험상황에서 운전 행동평가와 안전운전 교육을 위한 시뮬레이터 S/W를 개발하고, 체계적인 안전운전 교육체계를 마련하여 운영할 필요가 있음
- '16년 현재 65세 이상 고령자의 인구비율은 13.2%이고 과거 10년 간 고령인구 연평균 증가율은 0.38%p로 '17~'18년 사이 UN이 정하는 '고령사회'에 진입할 것이 확실시 되고 있고 오는 '26년 초고령사회에 진입할 전망
 - UN에서는 65세 이상 인구의 비율이 7% 이상인 경우 '고령화 사회(aging society)', 14% 이상인 경우 '고령 사회(aged society)', 20% 이상인 경우 '초고령 사회(post-aged society)'로 정의
 - 우리나라는 지난 2000년 고령화 사회에 진입부터 2017년 고령사회 도달까지 18년이 소요되어, 동일 단계에서 일본 24년, 독일 40년, 미국 71년, 프랑스가 115년 소요된 것과 비교해 매우 급한 고령화 추세를 보임
- 우리나라 교통사고 사망자 수는 '07년 6,166명에서 '16년 4,292명으로 매년 평균 3.9%씩 감소를 거듭했으나 65세 이상 고령운전자 교통사고 사망자 수는 동 기간 514명에서 759명으로 증가해 왔음
- 이에 본 연구에서는 고령운전자의 교통사고 피해를 감소시키고 동시에 안전운전능력을 갖춘 고령운전자들의 이동성을 보장하기 위한 방안으로 고령운전자의 인지적·신체적 운전능력을 과학적으로 평가하고 피드백을 제공해 고령운전자의 운전능력 개선을 유도할 수 있는 시스템을 개발하고자 하였음
- 또한 운전자의 각종 질환이나 약물의 복용 등이 교통사고 발생 가능성에 어떤 영향을 미치고 있는지 분석하고 이를 바탕으로 관련 가이드라인 작성의 기초자료를 제공하고자 하였음

제3절 연구개발 범위

1. 사업용 운전자 위험상황 모니터링 시스템 실용화 기술 개발

- 영상 및 생체기반 운전자 상태 모니터링 장치 개발(1~2차년도)
 - 운전자상태 모니터링 시스템 H/W, S/W 및 관리용 서버시스템 요구사항 분석 및 설계
 - 운전자상태 모니터링 시스템, 전방 주행상황 인식 센서 모듈 및 개발
 - 운전자-차량정보 통합판단 HVI(Human Vehicle Interface) Manager S/W, ECU 모듈 H/W, S/W 개발
- 운전자 위험상황 모니터링 및 경고시스템 상용화(3~4차년도)
 - 차량 전장품 수준 신뢰성 및 품질 테스트
 - 실 도로·실차기반 운전자상태 모니터링 시스템 정성적·정량적 운전자 수용성 평가
 - 시범사업 운용 가이드라인 및 시스템 개발
 - 사업용 차량대상 시범사업 운영 및 데이터 분석
 - 운전자 모니터링 및 경고시스템 보급 활성화를 위한 제도 검토

가. 운전자 위험상황 모니터링 시스템 구성

- 운전자 위험상황 모니터링 시스템은 운전자상태 정보(영상 및 생체신호), 차량주행정보(IVN 및 DTG), 주행환경정보를 각각 취득하여 위험상황을 통합판단, 경고하도록 구성되었음
 - 차량 전방에 부착된 DSM(Driver's Status Monitoring) 카메라에서는 운전자 상태 영상정보를 수집하여 졸음, 부주의 정보를 취득함. 또한 차량 전방 유리면에 부착된 전방 상황 인식 카메라를 통해 차량의 거동정보를 취득하고 디지털 운행기록정보와 속도 등의 차량주행정보를 취득함. 이외에도 맥박센서가 설치된 웨어러블 타입의 밴드와 호흡센서로 운전자의 졸음 및 피로도 정보를 취득함
 - 취득된 운전자 및 차량정보를 통해 졸음 및 부주의 운전상황을 실시간으로 판단하여 위험요인에 따라 운전자에게 단계별 경고를 제공하며 통합 ECU(Electronic Control Unit, 통합제어장치)에서 수집된 데이터는 운전자 운행행태 분석 시스템에 저장된 후 운전자의 운행행태 분석 및 위험구간 판별에 사용됨



[그림 1] 운전자 위험상황 판단 시스템 Concept

나. 운전자 위험상황 모니터링 시스템 모듈

(1) 영상기반 운전자 상태인식 카메라 모듈

- 운전자 상태인식은 근적외선 카메라 영상센서를 통해 운전자 얼굴·눈·코 영역을 검출함
- 검출된 정보를 이용하여 눈 깜빡임 정도 및 얼굴각도 산출로 운전자의 졸음과 부주의 운전을 판단할 수 있는 정보를 제공함

(2) 영상기반 전방 주행상황 인식 모듈

- 전방 주행상황 인식은 영상센서를 활용하여 주행차량의 주행차선과 전방차량을 인식하며 인식된 정보를 통해 차량거동을 확인하여 운전자의 부주의 운전을 판단하는 정보를 제공함

(3) 생체센서 기반 운전자 상태인식 모듈 및 통합 ECU

- 운전자 생체신호를 이용한 상태인식은 운전자의 심박수, 피부온도 등을 측정하는 웨어러블 타입의 밴드, 운전자의 호흡률을 측정하는 안전벨트에 부착되어 호흡센서를 통해 생체데이터를 측정, 운전자의 졸음 및 피로도를 감지함
- 각 센서로 부터 계측된 정보는 통합 ECU로 수집됨

(4) 통합판단 HVI Manager 및 통합평가 모듈

- 통합 HVI 알고리즘은 운전자(영상·생체)정보와 차량 내·외부 주행상황 정보를 통합 처리하여 주행 중 운전자의 위험상황을 실시간으로 판단할 수 있도록 개발되었으며, 실차기반 성능검증과 운전자의 수용성을 평가하여 통합판단 S/W를 개발함
- 통합 ECU 내 설치된 통합판단 S/W로 운전자 및 차량 주행·거동상태를 실시간으로 판단하고, 수집된 정보를 통해 운전자의 위험운전 시 경고 제공함

(5) 고위험군 운전자 운행행태 분석 S/W 및 관리시스템

- 빅데이터 기반 고위험군 운전자 운행행태 분석 소프트웨어와 체계적인 위험행태 분석·관리를 위한 모니터링 시스템 구성 및 개발
- 운전자 운행행태 데이터를 정제, 가공 및 추출 프로세스와 DB 구축을 통하여 지도기반 운전자 위험행태 시각화 기술을 개발



[그림 4] 운전자 위험상황 모니터링 시스템 개별모듈 개요

2. 시뮬레이터 기반 안전운전 평가·교육 S/W 개발

가. 시뮬레이터 기반 안전운전 평가교육 S/W 개발

- 운전 시뮬레이터 S/W 개발
 - 운전 시뮬레이터 모듈을 종합한 시뮬레이터 엔진과 시나리오 저작도구 개발
- 안전운전 교육 시뮬레이터 S/W 통합시스템 개발
 - 안전운전 교육 운용통제 S/W 개발 및 운전 시뮬레이터 S/W와 통합
- 안전운전 교육 시나리오 구현을 위한 도로망 데이터베이스 제작
- 연구용/보급형 운전 시뮬레이터 H/W 제작 및 운영

나. 시뮬레이터 기반 안전운전 교육 시나리오 개발

- 고위험군 분류와 위험운전 항목 선정 및 정의
- 안전운전 교육 시뮬레이터 S/W 통합시스템에 탑재할 안전운전 교육 시나리오 개발
 - 개별 위험운전 항목별 시나리오 개발 / 안전운전 교육 통합시나리오 개발
 - 시나리오 테스트 및 품질 제고 : 연구진, 전문가 그룹, 일반인 테스트 시행과 결과 반영
- 시나리오 품질제고를 위한 시뮬레이터 S/W 현실성 제고
 - 운전자가 운전하는 차량의 현실성과 주변에서 자율주행하는 차량 주행행태 현실성 제고
- 시뮬레이터 기반 안전운전 교육 테스트베드 운영 및 결과 반영
 - 교육대상 고위험군별 특성과 교육체계에 따른 일반인 대상 테스트 베드 운영
 - 시뮬레이터 S/W 개선, 시나리오 개선, 교육체계 개선, 안전운전 평가기준 개선에 반영

다. 시뮬레이터 기반 안전운전 평가 및 교육 체계와 제도 개발

- 시뮬레이터 기반 안전운전 평가교육 체계 개발
 - 교육대상 고위험군별 교육체계와 교육내용 개발
- 시뮬레이션 S/W를 활용한 안전운전 교육 시행에 필요한 제도 제시

라. 시뮬레이터 교통요소기술 개발

- 운전 시뮬레이터용 주요 교통모형 개발
 - 환경/도로요인을 고려한 다양한 상황에서의 교통모형 선정
 - 문헌 및 현장 실험조사를 통한 모형별 파라미터 도출
- 시뮬레이터 S/W 내 교통모형 구현 및 테스트

마. 안전운전 평가 기준 개발

- 개별 위험운전 항목별 평가기준 선정
- 종합적 안전운전 평가기준 및 지수 개발
- 안전운전 교육 시뮬레이터 S/W 통합시스템에 평가기준 탑재 및 적용 테스트



[그림 5] 안전운전 평가·교육 시뮬레이터 S/W 개발의 필요성 기대효과

3. 고령운전자 안전운전능력 평가기술 개발 및 질환·약물에 따른 교통사고 위험도 분석

가. 고령운전자 운전능력평가용 검사 프로그램 및 H/W 시제품 개발

- 본 연구에서는 고령운전자의 인지·지각적 운전능력과 시력, 안전운전과 관련한 다양한 행동수준 및 태도를 계량적으로 평가할 수 있는 검사와 시스템을 개발하고자 다음과 같은 부분에 대해 연구를 수행하였음
 - 고령운전자 교통사고 조사자료 정밀분석을 통한 사고특성 도출
 - 고령운전자 관리 강화를 위한 국내·외 제도분석 및 운전능력 평가 관련 검사 현황 분석
 - 고령운전자 운전능력 평가를 위한 검사항목 도출 및 검사방법 개발
 - 고령운전자 운전능력 평가 시스템 시제품 개발 및 표준화 연구를 통한 평가기준 개발

나. 주요 의학적 처치 및 약물복용에 따른 교통사고 위험도 분석

- 통계적인 분석방법을 활용하여 각종 질환과 치료를 위해 처방 받은 약물의 복용 또는 의료적 처치에 의해 부수적으로 발생할 수 있는 교통사고의 위험도를 분석하고 향후 운전자의 질병이나 약물 복용 등과 관련하여 안전운전 가이드라인을 제공할 수 있는 기초연구를 실시하였음
 - 국외 운전자 의학적 상태 평가지침에서 다루는 주요 질환 및 약물 관련 사항 검토 및 통계분석 우선순위 선정
 - 주요 노인성 질환 및 약물별 교통사고 위험도 분석 및 제시
 - 주요 질환 및 의학적 시술에 따른 교통사고 위험도 분석 및 제시
 - 운전능력의 의학적 평가항목 제안

제2장 국내외 기술 개발 현황

제1절 영상기반 운전자 상태인식 카메라 모듈 및 운전자 상태인식 기술

1. 국내 기술동향

- 현대자동차는 영상을 기반으로 한 운전자 상태를 인식하기 위하여 운전대 위에 적외선 카메라 설치, 운전자의 눈과 얼굴을 촬영하고 이를 기반으로 운전자의 상황을 판단하여 정보하는 기술을 개발하였음
- 이 기술은 운전자의 얼굴 방향이 정면이 아닌 다른 곳을 향하고 있는 시간과 눈을 감고 있는 시간을 계측하여 운전자에게 경고하는 알고리즘이 구현되었으나 안경을 착용한 운전자의 경우 반사광으로 인하여 인식률이 낮고 핸들 잡는 자세에 따라 인식을 저하 가능성이 있는 것으로 나타남
- 영상기반 운전자 상태인식 기술은 한국형 e-Call 기술 개발에 중요한 요소로 사고 시 운전자 자세와 머리 추적, 눈 추적 기술하는 기술로 KAIST에서 뇌 지능 모방형(뉴로모르픽) 영상 분석 및 모니터링을 개발한 바 있음
- 현대자동차는 2018년 평창 동계올림픽의 후원차량으로 지원되는 3세대 수소전기버스에 운전자 상태 경고 시스템(DS/W, Driver Status Warning System)을 탑재하여 소규모 시범운행을 하였으며, 이는 카메라를 통하여 운전자의 얼굴에서 파악할 수 있는 정보인 눈깜빡임, 하품, 눈감음 등의 횟수와 시간을 측정하고, 이를 바탕으로 운전자의 피로도와 졸음운전 여부를 판단해 경고 메시지를 보내는 기술로 운영결과는 공개되지 않음

2. 국외 기술동향

- 일본 도요타에서는 2006년부터 이미 렉서스 등 상위 모델에 DSM시스템(Driver's Status Monitoring System)을 장착하였음. 세계 최초로 개발한 이 기술은 운전대 뒤에 카메라와 영상 분석 컴퓨터를 장착, 교통사고의 위험이 높을 경우 경보를 발생하도록 함
- 도요타의 2세대 DSM 시스템은 3D 페이스 트랙커(face tracker)를 이용해 운전자의 얼굴을 추적하고 졸음운전이나 부주의를 경고하는 것은 물론, 운전자의 기분까지 파악해 반응 속도에 따른 경고 시점을 차별화함
- 텐소는 총 17개의 얼굴의 특징점(feature map)을 추출, 얼굴을 3D 모델화하여 눈이나 얼굴 방향을 인식함으로써 운전자 상태를 모니터링하는 기술을 개발함
- 또한 볼보의 운전자 상태 추정 시스템(Driver State Estimation)은 계기판에 부착된 센서를 기반으로 운전자의 시선 방향, 눈의 개폐 정도, 머리의 위치를 분석하는 기술을 개발함

- 볼보에서는 적외선 LED 조명을 활용하며, 향후 운전자가 긴장하는 지, 산만한 상태인지 머리를 꾸뻑거리는 지를 인식하는 발전된 형태의 운전자 상태 모니터링 기술로 확장 예정임

<표 1> 국내·외 영상기반 운전자 상태 감시 시스템 개발 현황

구 분	기 술 명	업체명	내 용
국내	졸음운전감지 및 경고시스템(DL220A)	디나로그사	• 적외선 LED 및 영상기반 얼굴 위치 및 움직임 인식
	졸음운전 경고시스템 기술	현대모비스	• 차량 내부에 장착한 적외선 카메라로 운전자의 눈동자 움직임과 안면 근육의 변화를 통해 운전자의 상태를 파악
국외	패시저 아이 (Passenger Eye)	덴소	• 눈꺼풀 감기는 변화, 꼬덕임과 차선이탈 인식으로 졸음운전 인식 및 경고
	3D 페이스트래커	도요타	• 운전자 얼굴의 3차원 모델과 두상 모델의 결합으로 기본 감정상태 인식
	Drunk- Driving Prevention System	도요타	• 알코올 감지센서와 카메라 결합한 취한 정도 인식기
	Drunk- Driving Prevention System	닛산	• 알콜 냄새센서를 변속기에 장착하여 가동
	Attention Assist	벤츠	• 주행중 운전 시간과 운전대 조향 작동 정도로 피로도 인지 혹은 예측
	DSS (Driver State Sensor)	씨잉머신	• 눈동자 주시 패턴을 분석하여 피로도와 주의력 산만 상태 인식
	Smarteye	스마트아이	• 3D 영상기반 눈동자 주시 추적을 통한 운전자 상태 인식

제2절 생체신호 기반 운전자 상태인식 기술

1. 국내 기술동향

- 국내외 완성차 제작사에서는 운전자의 노령화에 따라 차량용 생체인식 센서가 운전자 상태 모니터링 기술에 중요한 수단으로 인식하고 관련 기술 개발에 나서고 있음
- 국내 대학과 연구기관에서는 운전부하와 운전자의 생체신호의 상관관계를 분석하고 이를 통해 운전자의 상태를 모니터링하고 위험상황 감지 및 경고기술 개발 연구가 진행되고 있으며, 논문을 통해 연구결과를 꾸준히 발표하고 있음
 - 특히 자동차부품연구원, 전자통신연구원, 한국교통안전공단 등 국내 자동차 관련 연구 기관에서는 ECG, EEG 등의 생체인식 센서를 차량 주행 시뮬레이터 등에 적용하여 운전자의 운전 부하와 생체 신호 변화의 관계를 분석하고 데이터를 정량화하는 연구를 진행하고 있음
- 현대차 등 국내 완성차 제작사와 현대모비스, LG전자 등 자동차 부품 기업들은 최근 들어 생체 신호를 이용한 운전자 상태 모니터링 기술에 관심을 갖고 관련 연구를 시작하고 있으나, 해외 업체들이 이미 일정 수준의 제품을 선보이고 있는 반면 현대·기아차에서 Concept 수준의 프로토타입을 선보이고 있는 수준임

- 운전자 생체 인식 기술의 핵심 코어기술 확보와 센서를 비롯한 관련 부품 개발, 개발된 제품의 실차 적용을 위한 기술적 정책적 준비가 필요함
- 생체신호 기반 졸음감지시스템의 수요는 높아지고 있으나, 양산제품은 없는 실정임

2. 국외 기술동향

- 독일의 벤츠는 맥박과 운전자 심리와의 연관성에 관한 연구를 진행하여 운전자에게 심리적 안정감과 긴장을 풀어주는 다양한 서비스를 개발했으며, 독일의 BMW는 스티어링 휠에 센서를 설치하여 심박, 피부전기전도도, 혈액 내 산소포화도와 같은 건강 지표를 모니터링하는 기능을 개발함
- 미국, 유럽, 일본 등의 주요 자동차 메이커들은 수년 전부터 운전자의 노령화에 따른 헬스케어 및 운전자 상태 모니터링의 중요성을 인식하고, 차량 내 스티어링 휠, 시트 등에 설치한 생체계측센서를 이용하여 운전자의 생체 신호를 모니터링하는 기술을 개발하여 테스트를 진행하고 있음
- 미국의 포드는 ECG 센서가 부착된 시트를 개발하여 운전자의 상태를 실시간으로 감시하여 운전자 경고 및 위험 상황 대처 기술을 개발하였고, 일본의 도요타는 스티어링 휠에 심박측정 센서를 넣은 프로토타입을 개발함
- 해외 자동차 제작사들이 지난 수년간 운전자 생체 정보를 활용한 위험 상황 대처 기술 및 헬스케어 서비스를 개발하고, 그 성과물들을 각종 전시회를 통해 보여주고 있지만, 아직까지는 세계적인 완성차 메이커들도 생체인식 센서를 완성차에 적용하여 상용화한 사례가 아직까지는 미미한 수준임
- 해외시장의 생체신호 기반 졸음감지 양산제품은 일본 FUJISU FELLythm이 유일하며 국토교통성에 의해 상용차에 대한 도입 지원이 시작 되고 있음

<표 2> 국내·외 생체기반 운전자 상태 감시 시스템 개발 현황

구분	기술명	업체명	내용
국내	U-Healthcare	기아자동차	■ 스티어링 휠에 생체인식 센서 장착하여 상태측정
국외	스티어링 휠 부착 혈압 센서	도요타	■ 스티어링 휠에 2개의 센서를 설치하여 운전자가 손가락을 위치시킬 경우 운전자 혈압 측정
	운전석 시트 부착형 ECG 센서	포드	■ 시트에 설치된 6개의 센서를 이용하여 운전자의 ECG 정보 측정
	운전석 Head Rest 부착형 EEG 센서	페라리	■ 운전석 Head Rest에 EEG 센서를 통해 운전자의 뇌파를 측정하여 차량의 주행속도를 조정
	FELLythm	FUJISU	■ 본체를 목에 두르고 센서를 귓볼에 집게로 착용하여 심박을 측정하며, 서버에서 수집된 정보를 바탕으로 피로도 판단함

제3절 전방 주행 상황 인식 기술

1. 국내 기술동향

- 국내에서는 주행상황 인식을 위해 LIDAR / RADAR 센서 통합기술과 스테레오 카메라에 대한 연구가 이루어지고 있으나 생산비용과 설치 이슈로 인해 아직까지는 대부분 영상센서를 사용하여 개발되고 있음
 - 조명조건에 민감하고, 인식거리가 멀지 않다는 영상센서의 한계를 극복하기 위해 여러 가지 기술이 개발 및 적용 중에 있음
 - 최근 HDR/WDR(High Dynamic Range/Wide Dynamic Range) 기술을 적용하여 암부에서의 물체인식이 가능해 짐에 따라 조명 조건을 해결할 수 있게 되었으며, 하드웨어 성능이 높아짐에 따라 기존에는 VGA 급의 영상으로 처리하였으나 HD급 이상의 영상을 처리함으로써 짧은 인식 거리에 대한 이슈를 해결해 나가는 중임
 - 전방주행상황 판단기술은 현대기아자동차, 현대모비스, 만도 등 많은 업체와 자동차 부품개발 관련 주요 연구소, 대학이 참여하여 자동차 전용도로에서의 자율주행 핵심 기술개발사업으로 관련 연구개발이 진행되고 있음
 - 관련부품 시장에서도 기존 프리미엄 브랜드의 값비싼 옵션으로만 여겨졌던 시스템들을 이제는 일반 대중 브랜드 신차에 의무적용됨에 따라 저렴하지만 완성도 있는 솔루션이 필요하게 되었음
- 국토교통부에서 운행 중인 대형사업용 차량 내 차로이탈결고장치(LDWS, Lane Departure Warning System) 의무장착으로 카메라 기반 영상인식기술을 활용하여 차로이탈, 전방차량 추돌상황 인식 및 경고장치가 국내 개인승용차, 사업용 차량에 보급되고 있음

2. 국외 기술동향

- 미국에서는 자동차 완성업체 중심으로 ACC(Adaptive Cruise Control), LKAS(Lane keeping Assist System) 등의 주행안전 시스템과 주차보조 시스템 등을 대형차뿐만 아니라 중형차에도 이미 적용하고 있고 TSR(Traffic Sign Recognition, 교통신호인식)과 CDMS(Car Driver Monitoring System) 등과 같은 진보한 형태의 안전 시스템은 양산 개발단계라고 할 수 있음
 - 대부분의 자동차 완성업체들에서 사고회피 시스템을 개발하고 있으며 후방 충돌경보, 교차로 사고경보 등의 기술은 아직 개발 초기단계임
- 유럽 자동차 업계에서는 EuroNCAP의 새로운 규제 신설로 카메라 기반 ADAS(첨단 운전자 지원 시스템) 개발이 한창이며 2020년까지 거의 2천 5백만 대의 카메라가 서유럽 시장의 신차에 적용될 것으로 기대되고 있음
- 일본은 ASV(Advance Safety Vehicle) 기술을 1991년부터 2010년까지 4단계로 나누어 연구를 진행하였으며, 현재 토요타, 닛산, 미쯔비시 등 자동차 완성업체를 중심으

로 ACC, LKS, APS 등이 실용화되고 있음

- ADAS를 위한 여러 가지 센서기술 중 상대적으로 저렴한 영상 센서 기술이 중요성이 높아지고 있는 추세이며, 최근에는 영상 센서를 베이스로 두고 여러 센서를 통합하는 기술 개발이 이루어지고 있음

<표 3> 국내·외 전반 주행상황 판단기술 개발 현황

구 분	기술명	업체명	내 용
국내	ADAS	만도	▪ SPAS(주차보조), SCC(크루즈컨트롤)를 주력제품으로 시작해 LKAS(차선유지), BSD(사각지대감지)로 다각화
	통합 영상 인식 모듈	현대모비스 에이다스원 피엘케이	▪ LDWS, FCWS, HBA, 블랙박스 기능이 통합된 기술이 선행 개발 완료
국외	통합 영상인식S/W	보쉬	▪ 다목적 카메라를 이용한 제품 사양별 영상 S/W 컴포넌트 선택
	Advanced Frontlight System	헬라	▪ 차선이탈경보, High Beam Assist, 충돌경보, 나이트비전, 교통표지 속도제한의 다양한 기능 제공
	LaneVueTM BeamAticTM PathVue XtraVueTM	발레오	▪ 다양한 상황에 적용될 수 있는 기술을 모듈 단위로 개발

제4절 차량시뮬레이터 개발 현황

1. 국내 기술 및 연구 동향

- 국내에서 보급 활용되고 있는 자동차 운전 시뮬레이터는 교통안전 교육(훈련)을 위한 시뮬레이터와 자동차 및 교통안전 관련 연구를 위한 시뮬레이터로 나눌 수 있음
 - 연구용 시뮬레이터 (교통안전공단 연구용 시뮬레이터 등) : 운전 훈련이 아니라 자동차 성능연구를 주 목적으로 하는 고가의 시뮬레이터
 - 교육용 시뮬레이터 (교통안전공단/육군 교육훈련용 시뮬레이터 등) : 운전기능과 절차, 안전운전 등을 교육하는 것을 주목적으로 하는 시뮬레이터
- 국내에서 사용 중인 주요 운전 시뮬레이터의 주요 특징은 다음과 같음

<표 4> 국내 운전 시뮬레이터 제품과 주요 특징

구분	주요특징	사진
이노 시뮬레이션	● 자동차 평가 및 연구를 위한 시험설비 ● 자동차 및 차량제어시스템 평가 ● 인적요인 분석을 통한 교통사고 방지연구 수행 ● 돔 형식 360도 영상재현가능 ● 대형 전기식 6자유도 운동플랫폼 ● 실제 차량을 이용한 캐빈 구성 ● 교관통제실 구성	
그리드 스페이스	● 실기체험 위주의 교육훈련 프로그램 구성 ● 시뮬레이터 체험 ● 글로벌형 교육 프로그램(한글/영어 지원) ● 시동키/핸들/기어/엑셀레이터/브레이크 등 동작 ● AI 차량(30 여대 이상) 자동 주행	
코리엘	● 교통 모델 미적용의 면허시험체험용 시뮬레이터 ● 구동장치, 핸들, 모사장치(속도대비 타이어 마찰력, 복원력), 차체 반응기, 변속 장치	
에코스타	● 프랑스 FAROS사의 제품을 수입하여 판매 ● 승용, 트럭 등의 교육용 장비로 활용	

2. 국외 기술 및 연구 동향

- 미국, 유럽 등 선진국에서는 HVI 기술 범위로 확대하기 위해 필수적인 운전자 상태와 도로운영 환경을 통합하여 반영한 시뮬레이터 개발을 지속
- 일반적인 운전교육을 위한 시뮬레이터뿐만 아니라 긴급차, 공항내 차량 등 특정 차량군의 훈련을 위한 프로그램과 자동차 및 자동차 관련 기술의 설계와 평가에 활용하기 위한 연구용 S/W를 개발

<표 5> 국외 운전 시뮬레이터 특징

구분	주요특징	사진
NADS (미국)	• 1992년 미국의 NSF(National Science Foundation) 지원 • 대형유압식 6자유도 운동플랫폼+360도 Yaw table+가진기+종/횡방향 레일 • 운용노하우 축적에 의한 세계 최고 성능 • 1시간내 실험 차량 교체 가능	
BENZ (독일)	• 대형 유압식 6자유도 운동플랫폼+횡방향 레일 개념 최초 도입 • Preparation Simulator와 Scenario Simulator에서 실험 설계 및 사전평가 실시 • HVI 평가, Ergonomics 연구를 위한 별도의 시뮬레이터 구축	
Renault (프랑스)	• Techno-Center에 고정형 차량 시뮬레이터와 1ton Payload의 전기식 6자유도 운동 플랫폼을 포함하는 차량 시뮬레이터, 트럭 시뮬레이터 등 다수의 차량 시뮬레이터 보유 • 최근 대형 X-Y 레일을 추가한 새로운 차량 시뮬레이터 (ULTIMATE) 개발 • Headlight 시뮬레이터는 현재까지 가장 앞선 기술 보유	
HONDA (일본)	• 고화질의 42인치 LCD 장착, 운전자에게 실제 상황과 비슷한 주행감 제공 • 기존 6자유도 운동플랫폼에 2자유도 운동플랫폼 추가 • 운전 중 많이 발생하는 위험상황에 대처하는 안전운전 방법을 글로 나타내거나 알기 쉽게 그래픽으로 제공	
Toyota (일본)	• 세계 최대 돔형 시뮬레이터 • 종방향, 횡방향 레일	

제5절 시뮬레이션 S/W 개발 현황

1. 국외 및 국내 시뮬레이션 S/W 개발 현황

- 초기 국내 교통관련 시뮬레이션은 모두 국외 업체의 S/W를 이용하여 연구를 수행해 왔으나, 최근 본 과제 참여기관인 이노시뮬레이션에서 개발하고 있는 S/W로 대체하고 있는 추세임
- 드라이빙 시뮬레이터를 위한 대표적 국외 S/W 회사는 다음과 같음

<표 6> 시뮬레이터 관련 국외 S/W 업체

경쟁사명	제품명	용도
① Mechanical Simulation Corporation	CarSim	자동차 제작에 적용
② OKTAL	SCANeR	안전운전 교육에 적용
③ FORUM 8	UC-WinRoad	도로설계 등에 적용

- FORUM 8의 UC-WinRoad의 경우 도로설계 단계에서 설계의 타당성을 검증하기 위한 교통류 모형 시뮬레이션 기반 S/W를 개발하여 판매하고 있음
- FORUM 8은 이노시뮬레이션의 하드웨어를 구매하여 S/W와 함께 판매 중임

2. 국내 안전운전 교육용 시뮬레이션 S/W 활용 현황 및 한계점

가. 안전운전 교육용 시뮬레이션 S/W 활용 목적 및 내용

- 한국교통안전공단 운전정밀적성검사 시뮬레이터
 - 사업용 운수종사자 운전적성검사용으로 사용, 운전행동검사 및 운행 중 발생하는 위험 판단검사 실시
- 한국교통안전공단 교육용 시뮬레이터
 - 사업용 운수종사자를 대상으로 차량 운행기준 및 운전방식 개선을 목적으로 교육 진행
 - 각 도로별(지방도로, 고속도로, 국도) 위험상황 이벤트를 개발하여 적용
- 도로교통공단 특별교통안전교육
 - 안전운전 습관 형성을 위해 각 과정별(음주운전자/ 운전면허정지·취소자/ 현장참여교육/ 운전면허별점감경) 교육 실시
 - 교통법규 준수의 중요성을 강조하고 법규위반의 동기와 태도, 잘못된 운전행동을 스스로 개선하여 준법운전 및 교통사고를 예방할 수 있도록 함
- 육군 교육훈련용 시뮬레이터
 - 육군 수송병 교육훈련용 시뮬레이터로 활용

- 육군 포병 운전병 교육절차에 따른 시나리오 개발/적용
- 훈련병 기초운전훈련 및 수송병 유지교육에 사용

나. 기존안전운전 교육용 시뮬레이션 S/W의 한계점

(1) 시나리오 현실성 부족

- 현재 국내에서 활용되고 있는 안전운전 교육용 운전 시뮬레이터에 적용된 S/W는 실제 발생하는 사고위험 상황을 표현하는 시나리오 구현이 다양하지 못함
 - 개별 이벤트 중심의 단순운전요령 및 단순위험상황 재연
 - 운전자와 주변차량간의 상호작용 미흡(일률적인 차량움직임)
 - 교육생이 위험상황을 쉽게 예측 가능함

(2) 비효율적인 시뮬레이터 운영

- 시뮬레이션 S/W의 경우 외산 S/W를 사용하고 있어 시나리오의 저작·편집 등이 불가능하므로 다양한 연구에 제약이 있음
- 국내의 시뮬레이터 활용 교통안전 교육은 중앙통제방식의 운영으로 1회 당 1개 교육과정만 수용 가능
 - 다양한 시뮬레이터 교육과정을 동시에 진행할 수 있도록 하여, 교육과정의 유연한 편성 및 시뮬레이터 활용성 증대 필요

(3) 주관적인 평가진단

- 교관의 개인역량과 주관적 판단에 의존한 정성적 평가 위주로 구성되어 있어, 실질적인 피드백이 어려움
 - 다양한 안전운전 평가지표 개발을 통해 교관의 피드백 진행 시 운전자의 위험운전행동에 대한 정량적 판단근거 제공이 필요

제6절 고령운전자 면허관리를 위한 국내·외 제도 현황

- 미국 및 유럽 등 다수 국가에서 일정 연령 이상 고령운전자에 대해 면허갱신 주기를 단축하고 있으며 경우에 따라 별도의 안전운전능력을 평가하는 방법을 병행하고 있음
 - 또한 면허갱신 시점에서는 운전능력을 증명하는 의학적 검사를 요구하고 있으며 주로 시력기능을 중심으로 검사가 이뤄지고 있음
 - 벨기에, 프랑스, 스웨덴은 별도의 면허갱신 절차 없이 위반 또는 사고 발생 시 마다 면허점수에 영향을 미쳐(국가별로 면허 점수가 차감되거나 누적되는 차이가 있음) 운전자격을 결정

- 우리나라의 경우 '11년 도로교통법 개정으로 65세 이상 고령운전자 운전면허 정기적 성검사 주기를 단축 운영 중(65세 이상 운전자 면허갱신 주기를 10년→5년으로 단축, 70세 이상 2종 면허 갱신 시 적성검사 의무화)
- 본 연구노력의 성과로 75세 이상 고령운전자 면허갱신기간을 5년→3년으로 추가 단축 하고 교통안전교육 수강을 의무화 하는 도로교통법 개정(안)이 통과되어 '19년부터 시행 예정

<표 7> 국가별 고령운전자 면허갱신 주기 및 부가사항 기준

국가		갱신주기	비고
미국	애리조나	• 65세 미만 별도 갱신주기 없음 • 65세 이상 매 5년마다	70세 이상 우편갱신 불가
	콜로라도	• 61세 미만 매 10년 • 61세 이후 매 5년	-
	하와이	• 72세 미만 매 6년 • 72세 이후 매 2년	-
	일리노이	• 81세 미만 매 4년 • 81~86세 매 2년 • 87세 이상 매년	75세 이상 갱신자 도로주행시험 요구
	캔자스	• 65세 미만 매 6년 • 65세 이후 매 4년	-
	미주리	• 69세 미만 매 6년 • 69세 이상 매 3년	-
	뉴햄프셔	• 모든 연령 매 4년 - 단, 75세 이상 갱신 시 별도 요구	75세 이상 갱신자 도로주행시험 요구
	로드아일랜드	• 70세 미만 매 5년 • 70세 이상 매 2년	-
벨기에		없음	-
덴마크		• 70세 시점에서 4년 • 71세 시점에서 3년 • 72세-79세 시점에서 매 2년 • 80세 이상 시 매년(질병이 있는 경우 단축 가능)	의사 확인서 요구
영국		• 70세부터 매 3년	시력 적절성 증명 필요, 운전에 영향을 미칠 수 있는 의학적 조건에 대한 면허관리국 보고 의무
핀란드		• 45세부터 매 5년 • 70세부터 의사 진단에 따른 갱신기간 설정	45세 이후 매 5년 건강검진 및 시력검사 결과 필요 운전능력 적합도에 대한 2인 이상 확인 필요
프랑스		없음	-
독일		• 연령에 따른 갱신의무 없음	필요한 경우에만 의학-심리학 검사 실시
아일랜드		• 연령에 상관없이 매년	70세 시점에 의학적 운전적합도 검사결과 요구
이탈리아		• 50세까지 매 10년 • 50세 이후 매 5년 • 70세 이후 매 3년	면허갱신 시 의학적 검사 요구
네덜란드		• 70세 이후 매 5년마다 의학적 검사 요구	신체 상태에 따라 요구여부가 달라지며, 의학적 검사를 더 자주 요구할 수 있음
포르투갈		• 70세 이후 매 2년	70세 이후 매 2년마다 의학적 검사 요구
스웨덴		없음	-

제7절 운전능력 평가도구 개발 및 활용 현황

1. 국내 운전능력 평가도구(운전적성 검사도구) 현황

- 도로교통공단, 한국교통안전공단, 국립재활원 등에서 각각 교통사고 야기자, 운수사업자 및 뇌손상 장애인을 대상으로 운전능력을 평가하기 위한 검사도구 개발 및 활용 중이나 고령운전자의 특성을 평가하기 위한 목적으로 개발되거나 표준화되지 않아 고령운전자 대상 적용에 부적합하였음. 다만 최근 한국교통안전공단에서 65세 이상 사업용자동차 운전자를 대상으로 신규 자격유지검사를 개발한 바 있음

<표 8> 기존 운전능력 평가도구 개발 및 활용 현황

개발 및 활용기관	도구명	활용목적 및 대상	검사항목
도로교통공단	운전정밀적성검사	교통사고 야기자 대상 교육	속도예측, 선택반응, 장애물 회피
국립재활원	운전인지평가도구(CPAD)	뇌손상 장애인 운전능력 평가	거리지각능력, 주의 지속력, 스트룹 검사
한국교통안전공단	운전정밀검사	사업용 운전자 운전능력 평가	주의 전환, 주의폭, 속도예측
	자격유지검사	65세 이상 사업용자동차 운전자 운전능력평가	시야검사, 화살표검사, 도로찾기검사, 표지판 검사, 추적검사, 복합기능검사, 신호등 검사

2. 국외 운전능력 평가도구 현황

- 가까운 일본이나 미국, 독일, 오스트리아 등 몇몇 국가에서는 운전자의 운전능력을 계량적으로 평가하기 위한 검사도구를 개발·활용 중이나 전체 운전자를 대상으로 하는 것은 아니며 운수사업자나 장애인, 또는 관계기관에서 정밀검사가 필요하다고 판단되는 운전자를 대상으로 평가 실시
- 주로 인지기능, 판단능력, 주의력 등 인지심리학적 기능을 중심으로 운전능력 평가가 이뤄지고 있음

<표 9> 국외 운전능력 평가도구 개발 및 활용현황

국가	도구명	활용목적 및 대상	검사항목
일본	Eye Camera Simulator	사업용 운전자 적성검사 초점	운전자의 인지, 판단, 조작능력 평가
	고령자용 운전 적성 인지검사	75세 이상 고령운전자 인지기능 검사	치매질환 여부 판단용 검사
미국	CBDI (Cognitive Behavioral Driver's Inventory)	운전행동 관련 인지/조작능력 평가	주의지속력, 인지능력, 반응속도
독일	MPA (Medical Psychological Assessment)	운전적성 검사용 의학-심리 평가	주의집중력, 반응속도, 스트레스 내성
오스트리아	VTS (Vienna Test System)	안전운전 적합도 판별	반응속도, 집중력, 자기조절능력, 정신적 안정성, 논리적 추론능력 등

제8절 운전능력 평가를 위한 의학적 가이드라인 활용 현황

- 미국, 캐나다, 호주에서는 의사협회에서 운전자 운전능력의 의학적 평가를 위한 지침을 제작하여 활용 중이고, 아일랜드, 뉴질랜드, 영국에서는 도로안전 유관기관에서 관련 지침을 제작하여 운전능력 평가 또는 검증에 활용하고 있음
- 운전자의 운전능력을 의학적으로 평가할 수 있는 자격을 지닌 의사들은 해당 지침에 의거하여 운전자의 운전 가능 여부 또는 운전 제한의 필요성 등에 대해 전문가적 평가를 내리고 해당 결과를 관계 기관에 통보하는 절차를 운영하고 있음



[그림 6] 외국 의학적 운전적합성 평가 지침(가이드라인)

제3장 연구 수행 내용 및 성과

제1절 사업용 운전자 위험상황 모니터링 시스템 실용화 기술 개발

가. 특허동향¹⁾

- HVI 분야 기술은 한국과 미국은 성장단계에 있으며, 일본은 최근 들어 자국 출원보다 미국에서 특허를 출원하는 추세임
- 한국과 일본은 내국인 출원이 외국인 출원보다 많은 반면 미국과 유럽은 외국인 출원이 많으며, 한국과 미국은 내국인 출원이 지속적으로 증가하는 추세이나 일본의 경우 감소 추세임
- 주로 완성차업체 및 부품업체[들의 출원이 많으며, 현대자동차의 특허출원건수가 증가하는 것으로 나타남
- 글로벌 전자제품생산 기업인 FLEXTRONICS가 2014년에 사용자 적응형 제어기술 및 정보입력기술 분야에 다수 출원을 시작함

나. 회피방안 분석

- 기존의 기술특허를 회피하여 특허출원이 가능하며 각 기술분야별 특허기술 회피방안은 아래 표와 같음

<표 10> 본 연구에서 개발·적용하는 기술 분야별 특허기술- 회피방안

기술 분야	핵심 연구/기술	본 연구에서 제안하는 회피 방안
영상기반 운전자 상태 인식 카메라 모듈 개발	- 주/야간 및 마스크/선글라스 착용에도 인식성이 높도록 적외선 전용 광원 설계 및 적외선 전용 카메라 기술 개발 - 사용자 운전자 상태인식에 적합한 광원거리 60 ~ 80Cm에서 70 ~ 100Cm 및 45도 화각 선정 기술	- 기존특허 : 설치위치, 각도, 광원위치를 통한 카메라 인식을 승가가 대부분임 - 카메라 설치 위치 관련 특허가 만료되었음(2017년) - 적외선 전용 렌즈 및 적외선 전용 카메라를 활용하여 주/야간 및 마스크/선글라스 착용에도 강인한 알고리즘 개발로 회피
영상기반 운전자 상태 모니터링 인식기술	- 야간, 악천후 주행상황에서 운전자의 주의산만도 예측 정확성 확보를 위해 운전자 시선방향, 얼굴상태 특성을 추출하는 기술개발	- 기존특허 : 운전자의 눈/머리 인식이 대부분임 - 얼굴특징을 이용한 정면얼굴 판단 기술로 회피
생체신호 기반 운전자 상태 인식 모듈 및 통합ECU개발	- 운전자의 피로, 졸음 등을 예측하는 생체정보기반의 생체센서 퓨전기술 개발 - 운전자 스트레스, 졸음현상 등을 예측할 수 있는 생체정보 획득기술 개발	- 기존특허 : 운전대, 좌석 부착 생체신호 추출/분석 다수 - 실시간으로 다수의 생체 정보 융합하여 운전자 상태를 분석할 수 있는 알고리즘 개발, 차량 동작음 제거 알고리즘 개발, 손목에서 생체신호 획득 및 손목 부위에 적합한 생체 전극 개발 등으로 차별화하여 회피
전방 주행상황	- 사업용 차량에 적합한 영상기반	- 기존특허 : 영상기반 차선/차량 인식

1) 본 내용은 2015년 기준 조사 분석된 내용임

판단 모듈 개발	전방 차선/차량 인식 및 경보 기술 개발	기술 다수존재 - 기존 특허들은 전체 시스템 구성에 대한 특허가 대부분임. 차선/차량 인식 알고리즘에 대한 새로운 독자 기술을 개발하여 회피
통합판단 HMI 알고리즘 개발	- 영상, 생체 등 입력데이터의 유효성 및 신뢰도 등을 고려한 통합 지능형 판단 알고리즘 기술 개발	- 기존특허 : 각 기술 분야를 통합한 특허는 없음 - 각 기술 분야별 운전자상태판단보다는 통합적으로 판단하는 알고리즘으로 회피
고위험군 운전자 운행행태 분석 S/W 및 관리시스템 기술개발	- 운행노선과 지도 기반 운전자 주행행태에 따른 위험상태 및 위험구간 통계적 분석 기술 개발 - 지도 및 차트 등 통계 시각화 기술 개발	- 기존특허 : 고정노선기반 주행행태인식이 대부분 - 지도 기반 기존 및 변경노선에 대한 통합 맵매칭 기술로 회피

2. 운전자 경고체계 개발

가. 버스운전자 교통사고 원인조사 및 위험상황 분석

(1) 버스 교통사고 특성분석 및 운전자 위험운전 인지조사²⁾

(가) 시내버스 교통사고 CCTV 영상 분석

1) 분석대상 및 분석방법

- 2013년 1월부터 2015년 5월까지 발생한 경기도 소재 시내버스 교통사고 190건에 대한 사고를 대상으로 함
- 졸음운전사고, 기기조작 사고, 전방주시태만 사고 등에 대하여 사고영상을 분석하여 교통사고 발생요인으로 인적요인, 차량요인, 교통요인, 도로요인, 환경요인 등으로 구분하여 사고특성을 분석함

2) 시사점 및 고려사항

- 운전자의 움직임을 정면에서 확인함으로써 운전자부주의로 인한 사고가 발생하기 전 운전자의 얼굴 및 눈동자의 움직임 및 좀 더 정확한 행동을 분석하는 방안으로 장치 설치위치를 고려해야 함
- 졸음운전으로 인한 사고의 경우 사고가 나기 전까지 운전자가 졸음 상태를 인지하지 못하는 경향을 보이기 때문에 졸음 전조증상을 보였을 때부터 운전자의 주의를 환기시킬 때까지 운전자의 졸음 및 부주의 상태를 단계화시킬 필요가 있음

(나) 시내버스 운전자 대상 위험행동 인지 설문조사 분석

1) 조사대상 및 내용

- 수도권 내 시내·고속버스 각 5개 회사를 대상으로 운전자 각각 102명을 대상으로 평균운전시간, 휴식시간, 위험운전 행동, 위험운전 인지도를 조사

2) 본 내용은 2015년 기준 조사 분석된 내용임

2) 시사점 및 고려사항

○ 시사점

- 시내버스 운행 중, 운전자의 부주의 상황과 졸음·피로운전 상황이 교통사고의 위험발생의 원천적인 요인으로 적용하고 있음
- 고속버스의 경우, 시내버스 운전자 조사 결과보다 졸음운전 및 운전자 부주의 주행상황에 더 많이 노출됨

○ 본 연구에서는 이러한 원천요인과 행동요인을 고려하여 아래와 같이 연구에 반영함

- 부주의 운전상황과 졸음·피로운전 상황이 교통사고 발생의 원천적인 요인으로 적용하고 있으므로 위험상황 통합매니저 개발 시, 안전거리 미확보, 졸음운전, 전방주시 태만 등의 행동요인을 고려하여 개발이 진행되어야 함
- 시내버스와 고속버스 운전자 모두 졸음운전경험이 약 40%수준으로 높고 고속버스의 경우 피로운전 경험자가 62.7%로 높아 시범사업 진행시 시내버스, 고속버스를 포함함

나. 운전자 경고체계 개발

(1) 경고체계 개발

(가) 경고체계 요구사항

○ 사업용 차량 운수회사 요구사항 조사·분석

- S운수, K고속 등 5개사 교통안전 담당자 의견수렴을 통한 요구사항을 분석한 결과, 시각, 촉각방식의 경고방식을 선호하고 청각경고방식은 선호하지 않았는데, 이는 운행 중 발생하는 다양한 소음과 각종 음향소리에 경고메시지가 혼합되어 적절한 경고를 운전자에게 제공할 수 없어 효과가 저하되기 때문이라고 제시함
- 특히 음성경고방식의 경고는 승객들의 민원발생 소지가 다분하여 선호하지 않았으며, 운전석 주변에 설치된 다양한 장치(위치정보 장치, 버스운행정보 단말기, 디지털운행기록장치, 블랙박스 영상저장장치, 불법주정차 단속용 장비장치 등)로 인해 운전자에게 시각정보를 제공하는 것을 피하고 경고옵션을 최소화하여 설계할 필요가 있음을 제시함
- 추가적으로 진로변경 시 운전자에게 알림용 Beep음을 제공하여 줄 것을 제시함

○ 사업용 자동차 운전자의 경고방법 수용관련 설문조사

- 시내, 고속버스 등 운전자 대상 경고방법 등 요구사항 및 수용 실태 조사를 실시
 - 대상 : 수도권 내 시내, 고속버스 등 운전자 135명 일대일 면접설문조사
 - 기간 : 2016. 5. 17 ~ 5.25(9일간)
 - 내용 : 졸음, 운전자 부주의 안내경고 장치에 대한 요구사항(경고선호유형, 경고와 사고위험성 인식정도, 오경보 수용수준, 기존 졸음운전장치 등 경고문제점 및 개선사항 등)
- 조사결과
 - 75.6%의 응답자들이 차량 내 경고·안내 장치가 유용하다고 응답하고 있어, 대부분의 응답자들이 경고·안내 장치의 필요성을 인식하고 있었음

- 차량 내 경고·안내 장치가 유용하다고 응답한 응답자들은 특히 사고예방, 졸음방지, 위험감지 및 대처 등에 유용하다고 응답하였음
- 사고 예방 38.2%, 졸음방지 21.6%, 위험감지 및 대처 18.6% 등 유형은 다소 다르지만 대부분 교통사고를 방지하는 기능이 장점인 것으로 응답하였음
- 차량 내 경고·안내 장치가 유용하지 않다고 응답한 응답자들은 손님에게 피해를 주거나, 효과가 없거나, 운전 방해가 되기 때문에 유용하지 않다고 응답함
- 손님 혹은 운전 방해가 된다는 응답은 경보음 혹은 진동으로 인해 사용자에게 스트레스를 주는 부분이 문제라고 인식하고 있음
- 기존 운전자 경고·안내 장치의 문제점 및 개선 필요사항으로는 강한 경보음 및 진동 문제, 보급 확산 필요, 빠른 업데이트 필요, 손님 불안 해소 등의 의견들이 조사되었음
- 졸음·운전자 부주의 안내·경고 장치에 대한 응답자들의 경고·안내 선호유형은 햅틱 방식으로 햅틱방식에 대한 선호 비율이 45.9%로 가장 높게 나타났고, 청각 경고·안내 34.8%, 시각 경고·안내 17.0% 순으로 나타남

(나) 경고체계 방향 설정

○ 운전자 상태에 따른 5레벨 구분 및 3단계 경고체계 마련

- 운전자 상태는 5레벨로 구분되는데, 레벨1에서 레벨3까지는 정상운전 상태이거나 부주의 운전 의심상태로 정의하고, 레벨 4부터 부주의 운전상태로 정의함
- 레벨4는 졸음·부주의 운전 의심 다발상태이거나 부주의 운전상태가 1회 이상 발생하는 경우를 의미하며, 레벨 5는 부주의 운전상태가 다발적으로 발생되거나 졸음운전 상황으로 인지되는 경우를 의미함
- 레벨1~레벨3의 운전자 상태에서는 별도의 운전자 경고를 제공하지 않음
- 레벨 4의 운전자 상태에서는 비프음 청각경고 혹은 손목밴드 햅틱경고를 제공함
- 레벨 5의 운전자 상태에서는 비음성 청각경고와 손목밴드와 안전벨트에서 햅틱경고를 제공함
- 최종적으로 운전자경고는 손목밴드와 안전벨트에서 햅틱경고를 제공하는 것으로 결정함

<표 11> 운전자 상태 정의 및 상태별 경고제공 체계

구 분	운전자 상태	경고제공 체계
레벨1 ~ 레벨3	정상상태, 부주의 운전 의심상태	경고 미제공 (경고제공 준비단계)
레벨4	졸음, 부주의 운전의심다발상태, 1회성 부주의운전상태	손목밴드 햅틱 경고 제공
레벨5	졸음운전 상태, 다발성 부주의 운전상태	손목밴드와 안전벨트에서 햅틱 경고 제공

(다) 햅틱경고 신호 설계

1) 실험 설계 변수

- 실험에서 사용한 졸음 감지 시스템은 인간의 졸음 단계를 1~5단계 까지 총 5단계로

구분하여 판단하며 1~3단계는 정상상태, 4~5단계는 졸음상태로 구분함

- 진동신호를 구성하는 기본 요소인 주파수 및 가속도 특성을 활용하여 사전 연구로부터 밝혀진 주파수 및 가속도 특성을 적용하였으며(4단계 : 140Hz/2G, 5단계 : 250Hz/5G), 신호제시 시 On/Off 주기가 일정한 형식과 Off 주기가 짧은 2가지 형식으로 나누어 총 8가지 햅틱 진동패턴을 설계함

2) 실험 방법

- 운전자의 반응 실험을 위해 실내에 설치된 주행 시뮬레이터를 활용하였으며 운전자의 졸음을 유도하기 위하여 야간모드로 주행환경을 설정하였음. 운전자의 눈 깜빡임을 감지하기 위한 카메라가 핸들 뒤에 부착되어 운전자가 방향전환을 위해 핸들을 크게 움직일 경우 카메라를 가릴 우려가 있기 때문에 핸들의 움직임을 최소화할 수 있도록 직진도로 환경에서 주변차량 및 보행자를 제거한 상태로 주행환경을 설정함

3) 실험결과

- 졸음 4단계와 5단계의 햅틱경고 유형을 다르게 설계하는 것이 필요하며 졸음 4단계에서는 반응률과 반응시간을 고려할 때 22Hz의 Short pattern을 선택하는 것이 가장 최적의 신호로 분석됨
- 졸음 5단계에서는 반응률과 반응시간을 고려할 때 반응시간도 빠른 편인 9Hz의 신호를 선택하는 것이 적합한 것으로 분석됨

(라) 햅틱 등 경고신호 보완설계

1) 실험 설계 변수

- 햅틱신호 설계
 - 본 실험을 위해 사용된 시계형 및 복부 진동자 모두 회전형이라는 점을 감안하여, 회전형 진동자의 특성상 회전(진동)이 완전히 멈추는데 시간이 필요하기 때문에 각 진동패턴 내의 자극시간(On)과 자극시차(Off)는 일정하도록 하여 총 세 가지 진동패턴(2Hz, 5Hz, 8Hz)을 선정함
- 음압과 음역대를 통한 청각신호 설계
 - 관련문헌에서 600Hz에서부터 3000Hz의 음역대에서 각성효과가 확인되었으며, 85db 음압의 소리신호에 대한 각성효과가 확인됨
 - 각성효과가 확보된 85db의 음압을 졸음 4단계에 동일하게 적용하고, 1500Hz 음역대와 인간의 가청영역 중 가장 높은 음역대인 4000Hz 음역대의 소리 신호를 설계하여 적용함

2) 실험 방법

- 실험은 졸음 감지 시스템에 의해서 판단되는 운전자의 졸음 단계에 의해서 진행되며, 졸음 1단계인 주행상태에서 4단계로 진입했을 때 3V 전압의 진동신호가 손목에 3초간 발생됨
- 진동신호가 종료된 시점부터 3초간 운전자가 각성하지 않을 경우에는 졸음 5단계로 진입하여 동일한 진동신호가 손목과 복부에 동시에 발생됨
- 소리신호의 경우 진동신호와 는 별개로 발생되며 졸음 4단계에서는 85db, 1500Hz의 신호가 발생하며, 졸음 5단계에서는 85db, 4000Hz의 신호가 발생됨
- 모든 피실험자가 2Hz, 5Hz, 8Hz, 소리 신호로 총 네 가지 신호에 대해서 반응하도록

진행하였으며 각 신호는 실험 1회 당 3회 발생하도록 하여 운전자가 총 12회 졸음 단계로 진입할 경우에 실험이 종료됨

3) 실험 결과

- 졸음운전 시 운전자의 손목과 복부에 제시하여 안전성을 확보하는데 가장 효과적인 신호는 2Hz 진동패턴으로 분석됨

(2) 경고체계 관련 수용 선호도 설문조사·분석

(가) 조사 개요

- 주행 중 운전자에게 위험상황을 경고하는 장치에 대한 수용성 실태분석을 통하여 운전자의 안전운전 및 교통사고예방을 유도할 수 있는 방안을 마련하기 위한 목적으로 조사 수행함
 - 조사대상 및 방법, 장소 : 버스운전자 대상 개별면접조사, 버스 운수회사 및 버스 터미널 등
 - 표본수 및 표본추출방법 : 70명 무작위 추출
 - 설문내용 : 버스 운전 중 차량 내 장치의 햅틱 경고시스템 수용 선호도 등

(나) 조사 결과

- 졸음 및 부주의 운전 초기단계에서 69.3%의 응답자들이 차량 내 경고·안내유형으로 “1초 on, 1초 off”유형을 가장 선호하였으며 졸음 및 부주의 운전 지속단계에서 66.7%의 응답자들이 차량 내 경고·안내유형으로 “1초 on, 0.2초 off”유형을 가장 선호함
- 각 단계에서 짧은 15Hz유형, 짧은 22Hz유형, 일정한 9Hz유형의 선호도는 20%내로 낮게 나타났으며 짧은 9Hz유형은 28.0%의 선호도로 조사됨

3. 영상기반 운전자 상태인식 카메라 모듈 개발

가. 영상기반 운전자 상태인식 카메라 모듈

(1) DSM 카메라 요구사항 분석 및 설계

(가) DSM 카메라용 Image Sensor 특성 분석

- Automotive 사양을 만족하는 VGA급 Image Sensor 중 Rolling Shutter 방식과 Global Shutter 방식의 두 가지 센서를 대상으로 운전자 상태 감시용 카메라에 사용되는 Image Sensor 및 LENS 특성에 따른 요구사항을 분석함

1) 적외선/가시광선 카메라별 장단점 분석

- 적외선 카메라는 적외선 LED를 이용하여 적외선 파장(850nm 또는 940nm)만을 수광하게 되므로 주·야간 상관없이 항상 일정한 영상을 확보할 수 있는 장점을 가짐

2) 카메라 렌즈 설계 및 화각에 대한 요구사항 분석

- 초점거리에 따라 화각의 정보표시를 하였으며, 인식거리를 대략 80cm~120cm 하였

을 경우 운전자 상태를 감시하기 위해서는 대략 45°의 화각이 적당함을 확인할 수 있었으며, 운전자 감시 카메라용 Lens 설계는 향후 Mega Sensor도 함께 사용할 수 있도록 기본 1/3" Mega Sensor를 기본사양으로 설계하였음



[그림 7] 운전자 감시용 카메라 렌즈 설계

3) 운전자 상태 인식 성능에 취약한 선글라스 안경 분석

- 제조사 12사(일부 주문형 안경(도수), 스포츠고글 포함)의 총 20여개 인기 선글라스 중 6종은 반투과 또는 비투과 특성을 보였으며 나머지 70% 정도는 모두 적외선 영역을 투과하는 것을 확인함 (동일 제조사에서 투과 및 비투과 특성의 선글라스 제작)

4) 비투과 선글라스 안경 분석 결과

- 비투과 선글라스의 분광특성을 조사한 결과 투과율이 약 28%였으나, 편광필터특성상 내측렌즈와 외측렌즈사이 투과율 차이로 약 80cm이상의 거리에서는 투과하지 않음

(나) DSM 카메라 H/W 설계

1) 기본 카메라 회로설계

- Camera Module의 Block Diagram, Image Sensor부 회로를 설계함
- 2) 적외선 LED 장착에 따른 발열 문제를 해결하기 위한 PWM 제어, 방열설계 및 Driver 설계
 - 적외선 LED Driver 회로설계 및 Micom Control 회로 설계함
 - Image Sensor의 Flash LED Out Pin을 이용하여 PWM IR LED On 구동 알고리즘을 적용하여 발열문제를 최소화함

(2) 시작품 제작 및 영상평가

(가) 시작품 제작

- 렌즈는 적외선 전용의 렌즈(850nm 통과 또는 940nm 통과)와 가시광 파장대(430nm~630nm)만을 투과 시키는 가시광 렌즈 및 전 파장대를 입사시키는 렌즈 등 3종의 시제품을 제작함



[그림 8] 카메라 시작품

(나) 시작품에 대한 영상평가

- 주/야간 성능비교 : 개발된 카메라 영상을 비교하였을 경우 타사 또는 After Market 용 영상과 대비하여 주/야간 구분없이 항상 일정하게 투과함
- After Market용 카메라 대비 주변 영상이 적어서 운전자 감시용으로 우수함

(3) Embedded Software 알고리즘 유효성 검증

(가) 카메라 내부 제어의 안정성

- 적외선 카메라에 Image Sensor Control & IR-LED Control을 위한 알고리즘 유효성을 검증함
- Misra-C 2004 Coding Rule 98개(Mandatory 58개, Required 40개)에 대해서는 모두 만족함
- Coding Metric 유효성 검사 5개 항목에 대해서는 모두 만족함
- Run Time Error 10개 항목에 대해 에러가 전혀 발생하지 않음

나. 운전자 상태 감시 카메라와 영상처리부 통합화 및 시제품 개발

(1) 카메라부와 Main ECU 통합 하드웨어 설계

(가) 카메라부 하드웨어 설계

1) VGA 카메라 하드웨어 설계

- Digital Interface방식의 VGA 카메라 하드웨어 개발 및 Mega(HD) 카메라 하드웨어 개발
- 2) 적외선 전용 렌즈 설계
- 렌즈 내부 BPF(Band Pass Filter) 추가 설계함
- 수평 화각 H:48° → H:52° 변경하여 설계함

(나) Main ECU 통합 하드웨어 설계

1) 전원부 24V로 설계

- 외부 입력전원 24V로 Main ECU 하드웨어 설계함
- VGA/HD 카메라쪽 전원부는 12V로 설계함

2) XC7A200T FPGA Main Board 하드웨어 설계

(2) 카메라부와 Main ECU 통합 하드웨어 설계 검증

(가) 카메라부 하드웨어 설계 검증

1) 전원부 12V로 설계 검증

○ VGA/HD 카메라 입력 전원부는 Main ECU 보드로부터 12V 입력으로 설계 검증

2) VGA/HD 카메라 하드웨어 설계 검증

- VGA급은 MT9V024 Global Shutter 방식의 센서는 “LED_Out” Pin 단자를 활용하여 PWM 제어를 함으로써 열적인 효율을 도출하였음

(나) Main ECU 통합 하드웨어 설계 검증

○ 전원부 24V로 설계 검증, XC7A200T FPGA Main Board 하드웨어 설계 검증

(3) 운전자 상태 감시 카메라 시제품 개발 및 영상 평가

(가) 카메라부와 Main ECU 통합한 시제품 개발

1) 카메라 렌즈 경통 및 Filter Fixer 제작

○ 잡광을 최소화하기 위한 계단 구조의 경통 및 Filter Fixer 제작함

2) 운전자 상태 감시 카메라 통합 기구품 개발

○ 카메라부와 Main ECU 통합한 기구품 개발

(나) 카메라부와 Main ECU 통합한 시제품 개발

1) 실차 환경에서의 단위 기능 테스트

○ 카메라부와 Main ECU 통합화 보드에서의 단위 기능 테스트를 진행함

○ 실차 환경에서의 IR-LED 작동을 위한 PWM 제어, H/W, S/W 성능 분석함

2) 실차 환경에서의 영상 확보

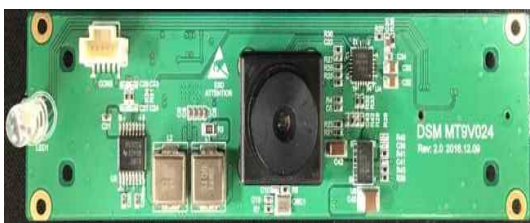
○ 실차 환경에서의 영상평가 후 영상의 포화 영역 및 Auto Exposure 관련된 튜닝 완료함

다. 영상기반 운전자 상태인식 카메라 모듈 최적화 및 신뢰성 평가

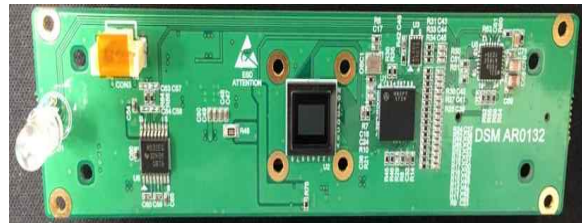
(1) 영상기반 운전자 상태인식 카메라 모듈 최적화

(가) 카메라 모듈 최적화 설계 및 제작

○ 운전자 상태인식 여부를 LED로 판별할 수 있는 사용자 인식 편의용 3색 LED 추가 장착한 카메라 모듈 최적화 VGA/Mega급 각각 개발



[그림 9] VGA Global Shutter 카메라 모듈



[그림 10] HD Rolling Shutter 카메라 모듈

(나) Main ECU 통합 모듈 최적화 설계 및 제작

- 전원부 입력 전압 12V ~ 24V로 설계
- TDA3X(TI) Main Board 하드웨어 설계

(다) 카메라 통합 기구물 설계 및 제작

- Main ECU 최종 Layout에 따른 카메라 통합 기구 설계 및 제작 완료
- 사용자 편의를 위하여 3색 LED 제어 및 사운드 출력을 위한 Audio CODEC 및 Buzzer설계

(2) 영상기반 운전자 상태인식 카메라 신뢰성 평가

(가) 카메라부(Image Sensor) 하드웨어 동작 검증

- 적외선(IR-LED) H/W 설계에 따른 적외선 LED 구동 Driver 동작 검증 및 PWM 동작 검증
- DSP 기반 통합 보드를 활용한 VGA/HD급 Digital Interface 이상 유무를 영상 뷰어를 이용하여 동작 검증(정상동작) 완료
- 전원부 12V ~ 24V 구동에 의한 하드웨어 동작 검증(정상동작) 완료

(나) 환경시험 1차 평가

- Lab 환경에서의 전원악의 시험 테스트 실시
 - Programmable Power Supply에 의한 전원 변동 시험 테스트(정상동작) 완료
 - 온도 챔버에 의한 고온/저온 시험 테스트(정상동작) 완료

(다) 전자파(EMC) 1차 테스트

- EMC ROOM에 의한 전자파 1차 테스트(정상동작) 완료

(3) 영상기반 운전자 상태인식 카메라 영상 평가

(가) 카메라 모듈 개발에 따른 영상 평가

- 영상기반 운전자 상태인식 카메라 개발
 - 영상기반 운전자 상태인식 카메라 외부 HPF(High Pass Filter) 필터 제작
 - 영상기반 운전자 상태인식용 적외선 저용 렌즈 분광 측정
- 카메라 모듈 개발에 따른 영상평가
 - 암실에서의 영상평가 장비를 이용한 영상평가 진행(정상동작) 완료
 - 색온도 및 거리별 영상을 튜닝

(나) 시뮬레이션 환경 및 실차에서의 영상 평가 및 튜닝

- 시뮬레이션 환경에서의 영상 평가
 - LED / 할로겐 / IR 광원에서의 영향성 평가
 - AE(Auto Exposure)에 의한 포화 현상을 최소화하기 위한 Gamma 튜닝

(다) 실차 환경에서의 영상 평가 및 튜닝

- 실차 환경에서의 영상 평가 및 튜닝
 - 버스의 특수성(전면/측면 광원이 승용차에 비해 많이 입사됨)에 따른 영상 평가 및 영상 튜닝

라. 영상기반 운전자 상태인식 카메라 모듈 최적화 영상 튜닝

(1) 영상기반 운전자 상태인식 카메라 모듈 최적화(Main ECU와 전원분리에서 전원부 일체화를 통한 사이즈 최소화)

(가) 카메라 모듈 최소화 설계 및 제작

- IR LED 컨트롤러, 이미지센서 튜닝 초기화 부분을 직접 Main ECU에서 컨트롤
- 2종의 이미지센서 하드웨어 제작

(나) 카메라 모듈 조립 및 영상 튜닝

- 카메라 모듈 조립
- 신규 기구물 제작 및 조립과 단품 상태에서의 작동 확인
- 기구물에 의한 정합성 테스트(정상동작) 완료
- HPF 커버 글라스 제작
 - 신규 기구물 변경에 따른 HPF(High Pass Filter) Cover glass 제작
 - 투과율 93%이상 확보
- 940nm 렌즈 추가 제작
 - 기존 850nm Filter 사양에 밤에 빨강색상이 눈에 띄어 940nm Filter 제작
 - 투과율 93%이상 확보

4. 영상기반 운전자 상태인식 플랫폼 기술개발

가. 영상기반 운전자 상태인식(뉴로모르픽 알고리즘) 개발

(1) 운전자상태 인식(머리·눈) 뉴로모르픽 알고리즘 핵심요소 구현

- 운전자 상태인식 알고리즘 핵심요소 구현(PC 기반)

- 적외선 영상기반 뉴로모ρφ 알고리즘 구현
- 눈 사이 미간 표준점을 인식 머리의 이동 상황 분석 적용

(2) 영상기반 운전자상태 인식 뉴로모ρφ 시스템 기술 개발

○ 임베디드 H/W 직접화 기반 알고리즘 구현

- 라즈베리파이 및 FPGA 기반 뉴로모ρφ 알고리즘 구현
- 뉴로모ρφ 알고리즘 프레임 워크와 플랫폼 설계
- 영상 센서 인터페이스와 알고리즘의 시스템 통합
- H/W 플랫폼 시나리오 영상 데이터 셋 기반 성능 개선
- 640x480 영상기준 처리속도 초당 3 프레임 수준의 인식기술 구현

○ 뉴로모ρφ 알고리즘 및 H/W 개선 방향 검토

- 처리속도 3 fps 는 눈 감은 상태는 인식 가능하나 눈 깜박임 인식이 어려움이 발생됨
- 템플릿 매칭 기법으로 본 시스템의 요구 사양인 얼굴 각도의 도(°) 단위 정밀도 산출이 어려움
- 머신러닝을 이용한 알고리즘 개선으로 정밀 각도 산출 및 눈 깜박임 인식 구현 방안 검토가 필요함
- 연산량 증가로 인한 처리속도 유지를 위해서는 고가의 FPGA 및 CPU 사용이 필요하여, 향후 사업화를 위한 연산량 최적화 및 저가 CPU 적용 검토가 필요함

나. 영상기반 운전자 상태인식 플랫폼 개발

(1) 사업용 운전자 대상 영상 DB 취득 환경 구축 및 DB 확보

(가) 다양한 환경 조건(주간/야간/터널/역광)에서 운전자 DB 확보

○ 상용버스 기반의 DB 취득 환경을 구축

- DB 취득 환경은 근적외선 영상 VGA(720x480)급 실시간 30fps RAW 파일 형태로 저장
- 근적외선 센서, 영상취득 보드, 인버터, 차량용 12V 배터리로 구성
- 독립전원을 사용 주행 중 DB 취득이 가능하도록 개발
- 센서 위치변화에 따른 인식성능 테스트 및 최적 센서 장착위치 선정

(나) 각도 및 환경 조건 학습 DB 구축

○ 운전자 상태인식 성능 개선, 학습 및 평가를 위한 DB 구축

- 주간/야간/역광/썬글라스/모자 등 다양한 환경 조건에서 피시험자 약 80명 대상으로 1600GB 분량의 영상을 DB 취득
- 구축된 학습 DB를 이용하여 기계학습을 위한 학습/평가/강건 DB를 구축
- 기계 학습 DB 는 얼굴의 각도 정보(좌우 $\pm 90^\circ$, $\pm 60^\circ$, $\pm 45^\circ$, $\pm 30^\circ$, 0° , 상, 하)와 모자 및 썬글라스 착용 등의 구분으로 학습 DB를 구축

(2) 운전자 상태인식용 HD급 영상 통합 H/W 성능 개선

(가) 자동차 전장부품 수준 신뢰성 확보 및 최적화 설계 개발

- 상태인식 모듈 H/W 개발
 - 전장부품 수준의 신뢰성을 만족하며 영상 처리에 최적화된 고성능 칩셋으로 TI Tda3x Multi-Core 칩셋을 사용 설계
- 상태인식 모듈 H/W 설계
 - 자동차 규격(AEC Qualification) 만족 부품 사용 및 환경시험(전자과 및 내환경) 대응 가능하도록 시제품 설계 개발

(나) 시제품 하드웨어 검증

- 시제품 H/W 검증 및 테스트
 - Power, Reset, Clock 등 기본 H/W 검증
 - DDR3, UART, I2C, Sensor I/F, Display, QSPI Flash, CAN 등 동작 검증

(3) 영상처리를 위한 S/W 플랫폼 및 상태인식 알고리즘 1차 최적화

(가) S/W 프레임워크 설계 개발

- S/W 프레임워크 설계 개발
 - S/W 프레임워크는 디바이스 드라이버와 드라이버 API를 제공하는 디바이스 드라이버 계층(Device Driver Layer), 자원 관리 및 코어 간 통신을 담당하는 미들웨어 계층(Middleware Layer), 알고리즘 및 입·출력을 관장하는 어플리케이션 계층(Application Layer)로 구성
- 디바이스 드라이버 개발
 - DCAN, I2C, Sensor I/F, Timer, DRAM, UART, GPIO, MMU, EDMA3, SPI, Nor-Flash 등의 디바이스 드라이버 개발

(나) Multi Tasking 및 시스템 리소스 최적화

- CPU 병렬 처리 프레임워크 개발
 - 알고리즘 모듈 간 CPU Load 분산 및 모듈 간 연동 S/W 프레임 워크 설계 개발함
 - 영상 전처리는 EVE를 이용하여 처리속도 최적화
 - 벡터 연산(SIMD 연산)이 불가능한 로직은 DSP1, DSP2 코어로 CPU Load 분산 처리 구현함
 - 각 코어 별 특성에 따라 어플리케이션 프로세스를 배치하고 병렬 처리를 수행함으로써 시스템을 최적화를 수행
- 영상처리 모듈 SIMD(Single Instruction Multiple Data) 최적화

- 벡터 연산이 가능한 연산 및 S/W 모듈을 SIMD 명령을 사용하여 연산 속도를 최적화
- EVE SIMD 연산 명령은 Kernel-K Instruction 을 이용하여 구현

(4) 영상기반 운전자 상태인식 알고리즘 인식 성능 개선 및 보완

(가) 운전자 얼굴 특징점 검출을 통한 얼굴 각도 산출 개선

- 운전자 얼굴 영역 검출 개선
 - 얼굴 검출 및 ROI 설정 알고리즘을 기존 Intensity 기반에서 MCT(Modified Census Transform) 기반의 기계 학습 기법을 사용하도록 변경 개선
- Tracking 알고리즘 개발
 - 얼굴, 눈, 입 등이 미검출 되거나 얼굴의 각도가 정면이 아닌 경우 및 Tracking 모드로 전환하여 얼굴, 눈, 입 등 특징점 검출을 수행 검출율을 개선
- 운전자 상태인식 단위 모듈 성능 평가
 - 주간/야간 환경 졸음/부주의 인식 단위모듈 성능 평가 : 졸음 주간/야간 87%, 부주의 주간/야간 90% 인식을 달성

다. 실차기반 운전자 상태인식 시스템 최적화

(1) 운전자 상태인식 H/W 최적화 및 보완

- 운전자 상태인식 H/W 사이즈 최적화
- H/W 설계 검증 및 디바이스 드라이버 제작
- H/W 설계 보완 및 디버깅

(2) 영상기반 운전자 상태인식 알고리즘 성능 개선

- 눈깜박임 및 눈 감은 상태 인식 성능 개선
 - 눈깜박임 학습기법을 이용한 눈깜박임 및 눈감은 상태 인식 알고리즘 개발
 - 눈 템플릿의 DB 다양화 및 눈 템플릿 DB간의 상호 연관성에 의한 눈 템플릿 선정 방안 개발
 - 학습 데이터상의 눈깜박임 상태의 재정의(DB개선)를 통한 정확도 개선
- 각도 산출 알고리즘 인식 성능 개선
 - 트래킹 알고리즘 개선을 통한 얼굴 영역 인식 성능 개선
 - 기존 얼굴 특징점 눈, 코를 기준으로 각도 산출 방식 개선
 - 얼굴 영역에 대한 특징점 추가 및 전체 특징점을 이용한 3D 모델기반 각도 산출

(3) 운전자 상태인식 알고리즘 처리 속도 최적화

- SIMD 및 벡터 연산 최적화, 프로그램 연산 로직 최적화

- 멀티코어 환경에서의 태스크 최적화

- 연산, 로직, 태스크 처리속도의 최적화로 알고리즘 처리속도를 30fps(실시간 속도) 달성

(4) 운전자 상태인식 S/W 안정화 및 신뢰성 확보

- 운전자 상태인식 S/W 예외 및 오류 상황 처리

- 실차 환경에서 조명 악조건, 마스크 착용, 입벌림등의 예외상황 확인 및 예외상황 운전자 학습 데이터 추가

- 조명 악조건, 마스크, 입벌림 등 예외상황 DB 추가 구축에 따른 검출률 향상

- 상태 인식 로직의 수정을 통한 눈검출 및 눈깜빡임 인식 성능 개선

- 운전자 상태인식 S/W 신뢰성 검증

- 상태인식 S/W 에 대한 실차 환경 공인기관(한국정보통신기술협회, TTA) 공인시험 수행

- TTA 공인 시험을 통하여 주간/야간 졸음, 주간/야간 부주의 각각 90%이상 인식을 확인

5. 영상기반 전방 주행상황 인식 기술개발

가. 영상기반 전방주행상황 인식 모듈 시작품 설계 및 개발

(1) 요구사항 분석 및 상세 설계

(가) 영상기반 인식 알고리즘 조사 및 분석

1) 알고리즘 처리속도 최적화를 위한 Multi ROI 기법 검토 및 개발

- 전방 거리 별로 다수의 ROI를 미리 정의해 놓고 차량을 탐색하는 Multi ROI 방법을 사용하여 반복적인 이미지 리사이즈 과정 없이 빠른 속도로 인식기 구동이 가능

2) 원거리 차량 검출을 위한 영상 Upscaling 기법 검토 및 개발

- 원거리 물체가 최소 탐색 사이즈(24X24)에 적합하도록 원거리 부분의 ROI의 크기를 확대하여, 인식기에서 검출이 가능하게 하는 Upscaling 기법을 검토 및 개발 진행

3) Object Tracking 알고리즘 조사

- 조사된 알고리즘 중 Size-adaptive Pixel based LUT tracker 알고리즘이 추적 성능과 처리속도를 만족하기에 이를 참고하여 추적 알고리즘 개발

(나) 전방 주행 상황 인식 S/W 요구사항 분석

1) 시스템 구조 블록 다이어그램 정의

- 전방 주행 상황 인식 모듈은 차선 인식 로직, 차량 인식 로직, 영상 저장 로직, 도로 파라미터 추출 로직으로 총 4개의 세부 모듈을 가짐

2) 모듈 간 통신을 위한 최소 데이터 셋(Minimal Data Set, 이하 MDS) 정의

- 통합 판단 ECU 모듈에 출력되는 MDS는 아래 표와 같이 정의함

<표 12> 전방 주행상황 인식 모듈 MDS 정의

Front Camera Module Status						
No.	Signal name	Description	Unit	resolution	Min	max
1	target_distance	전방차량과의 거리	m	0.1	0	80
2	flag_left_lane	좌측차선 인식유무	-	1	0	1
3	flag_right_lane	우측차선 인식유무	-	1	0	1
4	distance_left_lane	좌측차선과의 거리	m	0.01	0	5.00
5	distance_right_lane	우측차선과의 거리	m	0.01	0	5.00
6	property_left_lane	좌측차선 속성	-	1	1	5
7	property_right_lane	우측차선 속성	-	1	1	5
8	reliability	데이터 신뢰도	%	1	0	100

(2) 알고리즘 S/W구현 및 시작품 제작

(가) PC기반 시뮬레이션 개발 환경 구축

- 블랙박스를 통해 녹화된 동영상으로 알고리즘 디버깅
- 차선, 차량인식을 위한 알고리즘 디버깅용 화면 및 데이터 출력
- 차량인식을 위한 알고리즘 디버깅용 화면 및 데이터 출력

(나) 임베디드 기반 개발 환경 구축

1) 리눅스 기반의 임베디드 환경 구축

- 리눅스 OS 및 크로스 컴파일러 설치
- PC에서 개발된 알고리즘을 리눅스 환경에 포팅 및 컴파일해서 임베디드 펌웨어를 제작함
- 제작된 펌웨어를 시작품 H/W에 다운로드하여 기능 테스트 및 성능검증을 수행함

(다) 차선인식 알고리즘 수정 보완

1) 색 차선(황색, 청색) 전처리 로직 개선

- 차선의 황색, 청색, 백색 특성에 맞게 세 번의 전처리 과정을 거쳐야했기 때문에 처리속도가 느렸고, 어느 강조 필터에서의 결과가 신뢰성이 더 높은지를 판단하는 과정이 필요함

2) 흐린 차선 및 우천 시 차선 인식 성능 개선

- 흐린 차선영상 및 우천 시 영상을 취득/분석하여 각 상황 시 도로면 픽셀값과 차선의 픽셀값을 이용해 특성을 분석함
- 차선 ROI에서 색상의 최대값과 최소값을 이용해 도로면과 차선 부분을 구분하고 이를 평균값을 추출한 후 적합한 임계치를 추출함
- 원 거리로 갈수록 도로면의 색이 흐려지기 때문에 도로 영역을 거리별로 3부분으로 세분화하여 각각의 임계치를 계산하고 이를 이용해서 차선을 인식함

3) 원거리영역에서 발생하는 노이즈를 감소시킬 수 있도록 로직 개선

- 원거리 영역에서는 차선의 크기가 작아지기 때문에 차선인지 노이즈인지가 불분명한 현상이 발생함
- 이를 해결하기 위해 좌우 차선의 진행방향에 대한 추세를 분석하여 차선의 진행방향과 관계없는 부분은 노이즈로 판단하여 제거함

4) 하이패스 통과 시 오인식, 오정보 개선

- 차선 두께가 일반 차선(약 16cm)의 3배 이상이 되는 경우 차선 후보에서 제거함
- 도로폭 정보를 누적 계산하여 도로폭이 급격하게 작아질 경우 이에 대한 신뢰성 판단 로직을 추가하여 오인식, 오정보를 개선함

(라) 차량 인식 알고리즘 수정 보완

1) Multi ROI 기법 구현 및 적용

- 종방향 거리별로 총 48개의 ROI를 설정
- 각각의 ROI를 24X24의 학습 데이터로 인식기를 수행하기 위한 동일한 크기(80X60)의 ROI로 리사이즈 수행함
- 이 때 한 ROI내에서 검출된 차량 영역을 분석한 후 신뢰성이 있다고 판단되면 검출된 ROI를 Base ROI로 결정하고 지역 탐색을 수행토록 구현함

2) 학습 데이터 추가 및 정제를 통한 인식기 성능 향상

- 버스, 트럭 등의 대형 차량의 인식률이 낮게 측정되어 이를 보완하기 위해 추가 데이터를 취득하고 학습을 진행함
- 기존 학습 데이터가 중복되거나 불필요한 데이터가 존재하여 정제 작업을 수행하여 성능을 향상함

마) 차선인식 / 차량인식 알고리즘 통합

- 차선인식과 차량인식 알고리즘이 동시에 동작할 수 있도록 프레임워크 수정 및 개선
- 공통으로 사용되는 변수 및 함수 통합

나. 전방 주행상황 인식 모듈 실차기반 시제품 제작

(1) 전방 주행상황 인식 모듈 시제품 제작

(가) 전방 주행상황 인식 모듈 H/W 설계

- 야간 인식성능의 향상과 최대 인식거리 목표인 80m를 만족하기 위해 렌즈와 센서를 변경함
- 사고 시 사고 진위여부 상세분석을 위해 녹화 해상도를 HD급에서 FHD급으로 향상시키기 위하여 CPU 설계를 변경함

1) 시제품 H/W의 요구사항 명세서 작성

- 하드웨어 시스템 구조 다이어그램 작성
- 하드웨어 요구사항 분석 및 도출

2) 시제품 H/W 설계도면 작성

- 메인부 (CPU, ROM, RAM), 카메라부 (카메라 센서, 렌즈) 부품 선정 및 외부 커넥터, 인터페이스 결정하여 설계도면 작성

(나) 전방 주행상황 인식 모듈 H/W 시제품 제작

1) 시제품 H/W PCB 제작

- 설계도면을 기반으로 PCB(Printed Circuit Board) 제작
- 선정된 부품 수급 및 SMT(Surface Mount Technology) 진행
- 전원선 및 인터페이스 케이블 제작

2) 시제품 H/W 검증

- PCB와 기구 형합 검증
- 허용 전원(상용차 기준 24V) 동작 시험

(다) 전방 주행상황 인식 시제품 임베디드 S/W 구현

1) 시제품 기반 임베디드 S/W 개발

- 시제품 F/W 개발
- 영상 녹화 로직 개발
- ADAS 알고리즘 포팅
- CAN 통신 로직 개발

2) 전방영상 / CAN 데이터 동기화 저장 기술 개발

- 위험상황 이벤트 발생 시 전방 주행 영상과 CAN 데이터를 동기화하여 저장하는 로직 개발
- 전방영상/CAN 데이터 분석용 PC기반 분석 프로그램 개발

(라) 전방 주행상황 인식 시제품 단위 기능 검증

1) 시제품 H/W 및 S/W 동작 검증

- ADAS 기능 검증
 - PC에서 DB를 재생시키고 시제품 렌즈를 모니터를 향하게 JIG에 거치
 - CAN 모듈을 통해 가상 속도를 입력 시켜 차선 인식 기능, 차량 인식 기능이 정상적으로 동작하는 것을 검증(정상동작)
- CAN 통신 기능 검증

- CAN 시뮬레이터 기반 데이터 송수신 기능 검증(정상동작)
- CAN 시뮬레이터로 각각의 ID에 해당하는 데이터를 입력시키고 시제품에서 정상적으로 입력 받을 수 있는지 검증(정상동작)

(2) 전방 주행상황 인식 모듈 성능 보완

(가) 전방 주행상황 인식 모듈 임베디드 S/W 보완

1) 인식률 및 인식거리 성능 향상

○ 차선인식 성능 향상

- 차선 변화추이를 분석 및 적용하여 차선유지 조건 알고리즘을 개선함
- 주·야간 차선인식 차이, 적설 등으로 일부 가려진 노면표지 등 도로표지 오인식을 제거하기 위하여 알고리즘 로직을 개선하여 야간인식의 경우 인식율이 91.7%에서 94.3%로 향상됨

○ 차량인식 성능 향상

- Positive 데이터 추가 학습 및 추적기 성능 보완
- H/V Edge 정보를 추가로 적용하여 차량 오인식 개선
- 야간 검은 차량 미 인식 개선
- 터널 진/출입 시 차량 미 인식 개선, 주변 건물/도로 시설 오인식 개선

2) 악의조건 상황 인식성능 보완

○ 카메라 센서 변경 및 알고리즘 전처리 로직 개선을 통한 야간 인식 성능 보완

- 주간/야간 학습 데이터를 별도 구성하여 인식률 향상(인식률 주간 95.98%→96.84%, 야간 91.70%→94.33%)

(나) 전방 주행상황 인식 모듈 임베디드 S/W 최적화

1) 알고리즘 최적화를 통한 처리 속도 개선

- 차선 인식을 위한 영상 버퍼 해상도 크기 개선을 통한 처리 속도 개선

2) 알고리즘 구조 개선을 통한 메모리 사용량 개선

- 전역 변수 사용 최적화를 통한 메모리 사용량 최소화

다. 전방 주행상황 인식 모듈 시제품 개선 및 성능 개선

(1) 시제품 개선

(가) 신규 기구 설계 및 제작

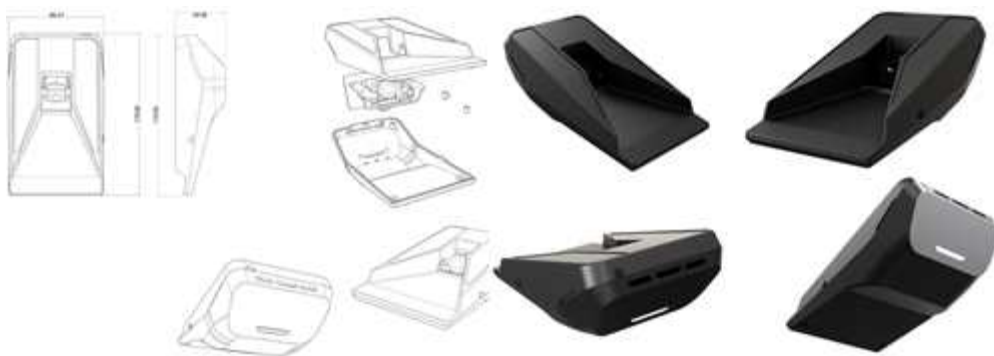
1) 기존 시제품 기구 문제점 분석

- 사업용 차량 설치에 문제점을 개선한 신규 기구 설계를 진행함

<표 13> 기구 개선점

항목		기존 기구 문제점	신규 기구 개선품
기구	상용차 진동 대처 능력 향상	카메라+메인보드 통합형이라 무게감(125g)이 있어 상용차 진동에 탈거 위험 있음	유리면에 카메라 모듈만 설치되게 하여 무게를 최소화(기존 대비 1/4정도 예상). 또한, 카메라 전면을 전부 접착가능하게 하여 탈거 위험 차단
	상용차 수평 곡면 대응 가능	상하 조절만 가능하여 상용차의 수평 곡면에 대응하기 어려움	상하 조절 뿐만 아니라 좌우 약 5도 정도 조절 가능하게 설계하여 상용차 수평 곡면 대응 가능
	대쉬보드 반사로 인한 오인식 방지	- 유리면과 렌즈 사이의 거리가 있어 대쉬보드의 물체 - 반사로 인해 인식 성능 저하	유리면과 렌즈 사이의 거리를 최소화하고 하단 물체 반사를 막기 위해 밀폐형으로 설계
	LCD 화면 접근성 개선	- 카메라와 LCD메인보드 일체형 타입이라 상용차에서는 주행 시 LCD 화면에 출력되는 - 위험 경보 확인 어려움	카메라와 LCD 메인보드를 분리하여 LCD를 운전석 근처에 거치할 수 있어 시각적으로 위험 경보 확인 가능

2) 카메라 기구 디자인 및 렌더링



[그림 11] 카메라 기구 및 렌더링

(나) 신규 H/W 설계 및 제작

1) 시제품 H/W 설계도면 작성

○ H/W 사양 변경

- CPU 메인칩 사양 변경 : Cortex A7 칩셋으로 사양 변경 (600Hz → 1.2GHz)
- 2차년도 시제품 대비 알고리즘 처리 성능 2배 이상 향상
- 카메라 렌즈 사양 변경 : 기존 1M급 렌즈를 3M급 렌즈로 사양 변경
- 2차년도 시제품 대비 화질, 초점, 야간 시인성 개선

○ 시제품 부품 검토 및 선정

- 메인부(CPU, ROM, RAM), 카메라부(카메라 센서, 렌즈) 부품 선정
- 외부 커넥터 및 인터페이스 결정
- 시제품 제작을 위한 상세 설계도면 작성

2) 시제품 H/W PCB 제작

- PCB Artwork 및 검토, Routing, DDR 임피던스 매칭
- PCB Stackup Construction
- 설계도면을 기반으로 PCB(Printed Circuit Board) 제작
- 선정된 부품 수급 및 SMT(Surface Mount Technology) 진행
- 전원선 및 인터페이스 케이블 제작

(다) 신규 플랫폼 S/W 개발

- 1) 시제품 기반 임베디드 S/W 개발
 - 디바이스 드라이버 개발
 - 외부 인터페이스 로직 구현
 - LCD를 이용한 기능 제어 GUI 구현

(2) 전방 주행상황 인식 모듈 성능 보완

(가) 전방 주행상황 인식모듈 인식률 향상

- 1) 인식 성능 향상을 위한 알고리즘 추가 및 개선
 - Image Stabilization 로직 구현
 - Feature Tracker 로직 구현

(나) 전방 주행상황 인식 모듈 성능개선

- 1) 알고리즘 개선
 - 코드 레벨 함수 분석을 진행하여 불필요한 세부 모듈 삭제 등 세부 모듈 최적화
 - 차량 크기, 움직임 영역을 분석하여 차량 검출을 위한 ROI 크기 최소화 등 최적화
- 2) 차선 및 차량 경보 로직 보완
 - 차선 및 차량 거리 정확도 향상
 - 차량 경보 시나리오 개선
- 3) CAN 데이터 송수신 및 저장 로직 보완
 - 통합 시스템 전체 CAN 데이터 입력을 위한 데이터 구조 변경
 - CAN 데이터 송수신 로직 안정화

○ 텍스트 기반 데이터를 바이너리 기반 데이터로 변경하여 데이터 구조체 크기 최소화

라. 영상기반 전방주행 상황 인식모듈 성능 고도화

(1) 영상기반 전방 주행 상황 인식 모듈 성능 보완

(가) 전방 주행 상황 인식 모듈 시스템 안정화

1) 시스템 안정화

- 카메라 드라이버 개선을 통한 카메라 연결 안정화
- WatchDog 기능 구현을 통한 문제 발생 시 재시작 가능
- CAN 라인 고장 진단 기능을 추가하여 라인 상태 확인 가능
- 영상 캡처 로직 개선을 통한 캡처 주기 안정화

2) UI 시나리오 개선

- 레이아웃 개선 및 GUI 이미지 변경

(나) 인식 모듈 보완

1) 상용차(버스/트럭) 인식 성능 보완

- 상용차 DB 추가 학습, 승용차/상용차 학습데이터 분리

2) CAN 통신 기능 보완 및 안정화

- 다양한 상용 차종 지원을 위한 CAN Low speed (250Kbit/s) 지원 로직 추가
- CAN 통신 로직 개선을 통한 TX 라인 Garbage 데이터 출력 문제 개선

3) 모듈 설치 보정판 개선

- 입식 보정판 인식을 위한 로직 개발
- 보정판을 자동 인식하여 소실점을 계산하는 로직 개발
- 보정판 인식 코드 임베디드 포팅 및 GUI 개발

(2) 영상기반 전방 주행 상황 인식 모듈 성능 고도화

(가) 차선/차량 인식 성능 고도화

1) 차선 인식 정확도 개선을 통한 성능 고도화

- 차선 전처리 방법 개선

2) 차량 오인식/오경보 개선을 통한 성능 고도화

- Symmetry 분석을 통한 차량 오인식 개선
- Histogram Equalize 변환을 적용한 그림자 영역 강조 처리

(나) 차선/차량 알고리즘 처리 최적화

- 차선인식 / 차량인식 알고리즘 분리 및 병렬처리, 전처리 로직 최적화

(다) 물리 규격 및 성능 규격 시험 진행

- 물리 규격 시험 결과 : 만족 ((주)디티앤씨 (KOLAS 승인 기관)에서 시험 진행)
- 인식률 및 인식거리 시험 결과 : 만족 (공인 인증 기관인 DNV-GL에서 시험 진행)
- 경보 성능규격 시험결과 : 만족 (공인시험기관인 지능형 자동차 부품 진흥원 시험 진행)

6. 생체센서 기반 운전자 상태인식 모듈

가. 생체센서 기반 운전자 상태인식 모듈 설계 및 PC기반 개발

(1) 통합 생체 신호 기반 운전자 상태 인식 알고리즘 요구사항 정의

(가) 생체 인식 입력 데이터 수치화 및 센서 제어 모듈 기능

- 생체 센서로 부터 입력되는 데이터를 분석하는 기능 구현

(나) 생체 신호 변화 판단 모듈 기능

- 각 센서 모듈들로부터 전달 받은 측정 데이터의 변화를 파악, 기능을 구현

(다) 운전자 상태 판단 모듈 기능

- 센서 모듈들로부터 전달 받은 측정 데이터를 분석하는 기능 구현

(라) ECU 통신 모듈 기능

- HVI Manager로부터의 데이터 송수신 및 제어 신호를 처리하는 기능을 구현

(2) 통합 생체신호 기반 운전자 상태 인식 알고리즘 설계 및 PC 기반 개발

(가) ECG 센서를 이용한 설계 및 구현

- ECG 신호 추출 후 R-peak Detect를 위한 개인별 Threshold를 분석하여 추출함

(나) GSR 센서를 이용한 설계 및 구현

- GSR 신호 추출 후 Peak Data를 이용하여 개인별 기준 Threshold를 추출함

(다) Respiration 센서를 이용한 설계 및 구현

- 호흡신호 추출 후 호흡 Peak 및 Rate Detect를 위한 개인별 Threshold를 분석하여 추출함

(라) 센서 퓨전 기술을 이용한 설계 및 PC 기반 구현

- ECG/GSR/Respiration 센서를 융합한 통합 인식 알고리즘 설계 및 구현

나. 생체센서 기반 운전자 상태인식 모듈 시제품 개발 및 성능평가

(1) 운전자 상태 모니터링용 생체 센서 모듈/Wearable Device 시제품 개발

(가) 생체 센서/Wearable Device 모듈 기능 정의 및 시제품 설계

- 생체인식 센서 모듈 요구사항 분석 및 설계사양 확정
- 생체인식 센서 모듈 시제품 회로설계
- 생체인식 센서 모듈 PCB설계

(나) 생체 센서 모듈/Wearable Device 모듈 시제품 제작

1) Wearable Device 1차 시제품 및 2차 시제품 제작

- Wearable device에 적합한 부품선정을 위하여 각 core 모듈, 각 센서 모듈별로 sample 제작

(다) 생체센서 모듈/Wearable Device 모듈 동잡음 제거

- 칼만/FIR 필터 적용
- 가속도센서 기반 신호 선택, 저장된 신호기반 유사 주기성 판단
- RRI 10회 평균의 $\pm 35\%$ 의 Cutoff
- PPG signal DC offset correction 및 calibration 기능 구현으로 센서 정밀도 확보
- PPG 주변광 제거를 고려한 기구 제작

(라) 생체센서/Wearable Device 모듈 시제품 성능 평가/검증

- 센서 모듈 시제품 성능 평가를 공인인증기관인 TTA에 의뢰하여 평가 진행
 - 검증결과, 정량적 평가의 기준인 생체신호 인식을 85%이상, 측정범위 기준 만족

(2) 개별 생체센서/센서퓨전 기술을 이용한 운전자상태 통합인식 모듈 알고리즘 임베디드 기반 개발 및 최적화

(가) PPG/GSR/Respiration/SKT 센서 데이터를 융합한 통합 운전자 인식 알고리즘 구현

1) 운전자 피로도 단계 정의

- 졸음은 수면시간 부족 등의 원인으로 운전자의 의도적이지 않은 생리적 현상으로 주행에 필요한 주의를 빼앗긴 상태로 정의하며 이를 기준으로 피로도 단계를 총 4단계로 정의

2) Lab 기반 차량 시뮬레이터 실험 생체 정보 수집 및 분석

- 차량시뮬레이터는 버스와 유사한 Euro truck을 사용하고, Thrustmaster사의 휠과 페달을 사용하여 실제 주행 환경과 유사한 환경에서 실험 진행

(나) 생체센서 기반 운전자 상태인식모듈 시제품 성능 평가

1) 생체정보 통합인식 모듈 사업용 운전자 실차기반 성능검증

- 생체센서 데이터 인식률 : 비교센서(생체 전극 부착식) 대비 정상범위 내로 인식

2) 피로도 판단 실 도로 실차 기반 성능 검증

- 성능검증 결과 : HRV기반 피로도 인식과 영상 및 지필적 피로도 분석결과 유사한 결과를 나타냄

다. 생체신호 인식모듈 시제품 개발 및 보완

(1) 운전자 상태 모니터링용 생체센서 모듈/Wearable Device 시제품 개발

(가) 생체센서/Wearable Device 모듈 기능 정의 및 시제품 제작

<표 14> Wearable Device 상용 시제품 개선

분 류	시제품1	시제품2	비교
기 구			■ 생체신호 검지위치 고려 및 센서부의 손목 밀착도를 높이기 위해 라운드형 상용 시제품 기구 개발
MCU	nRF51	nRF52	■ Cortex-M016MHz→Cortex-M464MHz ■ RAM 16KB → 64KB ■ Flash256KB → 512KB
Display			■ 0.96inch → 1.46 inch ■ 128X64dot → 128X128 dot ■ MonoOLED → ColorOLED
PPG 센서	AFE4404 + NJL5513R	MAX30101	■ OnechipAFE 사용으로 생체신호 인식률 향상 ■ 기존 AFE4404+NJL5513R센서 모듈도 병행 제작
PMIC /Battery	None /Lipo230mAh	MAX14676 /Lipo280mAh	■ Wearable 전용 PMIC 사용 및 배터리 용량증가로 연속 동작시간 확보
IMU	9-axis(MPU9150)	9-axis(MPU9250)	■ IMU 센서 변경으로 동작인식 및 동잡음 제거에 활용

- 생체인식 센서 모듈 요구사항 분석 및 설계사양 확정

(나) 생체 센서 모듈/Wearable Device 모듈 시제품 제작

- Wearable Device 시제품



[그림 12] Wearable Device 시제품

(다) 생체센서 모듈/Wearable Device 모듈 동잡음 제거

- DC offset 보정 및 calibration, 가속도센서 기반 신호 선택
- 호흡센서 2채널 다중 측정, PPG 주변광 제거를 고려한 기구 제작
- 맥파내 호흡률 및 Ultra-Wideband (UWB) Impulse Radar를 이용한 호흡률 검출

(2) 개별 생체센서/센서퓨전 기술을 이용한 운전자상태 통합인식 모듈 알고리즘 임베디드 기반 개발 및 최적화

(가) PPG/GSR/Respiration/SKT 센서 데이터를 융합한 통합 운전자 인식 알고리즘 보완개발

- HVI manager 입·출력에 따른 생체 알고리즘 입·출력부 및 전처리 알고리즘(운전자 상태 통합인식 Software와 HVI Manager간 IPC 통신 등) 설계
- 운전자 피로도 단계 정의
 - 졸음 및 피로도 상태에 따른 운전자 상태(4단계)별 피로도 출력을 단계별로 인식되도록 개선함

<표 15> 운전자 피로도 단계 정의

피로도 단계	졸음 상태	객관적 지표	피로도 단계 출력		
			2차년도	3차년도	4차년도
3	졸음 Unmasking	2초이상 눈감박임 1분동안 2회 이상	○	○	○
2		주관적 졸음 인지 단계 (하품이나 졸음을 깨기 위한 행동)			○
1	졸음 masking	주관적 졸음 인지 전단계		○	○
0	정상	정상 상태	○	○	○

- 생체센서 모듈 특성으로 인한 판단 불가한 상황과 예외상황 처리
- 운전자 개인화 정보 기반 운전자 상태 인식 알고리즘 설계
- EEG(뇌파) 측정 결과를 활용한 피로도 산출 알고리즘 임계값 보정 관련 효용성 검증

라. 생체신호 기반 운전자 상태인식 모듈 성능 최적화

(1) 운전자 상태 모니터링용 생체 센서 모듈/Wearable Device 시제품 개선

(가) 생체 센서/Wearable Device 모듈 기능 및 시제품 개선

- 생체센서/Wearable Device 모듈 상용 시제품 성능 최적화
- 생체인식 센서 모듈 시제품 회로설계, 아날로그 신호관련 전원/Ground는 분리하여 설계구성
- 생체인식 센서 모듈 PCB설계, 생체 센서 모듈/Wearable Device 모듈 시제품 제작

(2) 개별 생체센서/센서퓨전 기술을 이용한 운전자상태 통합인식 모듈 알고리즘 임베디드 기반 개발 및 최적화

(가) PPG/GSR/Respiration/SKT 센서 데이터를 융합한 통합 운전자 인식 알고리즘 구현

- 운전자 ID 별 튜닝값/ 정상상태값/ 측정치등 개인별 특성을 저장하기 위한 개인화 DB 생성
- 피로도 경고에 대한 민감도 설정 메뉴를 제공하여 매우둔감부터 매우민감까지 5단계로 설정
- 생체밴드 착용여부를 HMI매니저가 수신할 수 있도록 IPC 프로토콜에 추가

7. 통합판단 ECU 모듈

가. 통합 ECU 모듈 요구사항 정의 및 설계

- 운전자 정보와 차량 내·외부 정보를 통합 처리하여 운전 환경에 대한 통합 판단 기능을 수행하기 위한 ECU 모듈 설계 개발
- 영상, 생체, 차량 운행 정보 등 다양한 운전자와 차량 주생 상황을 통합적으로 판단하여 정확한 운전자의 상태 및 위험 상황을 판단하기 위해서는 각종 정보의 수집 및 판단 알고리즘을 행할 수 있는 차량 전장품 수준의 ECU 모듈 개발
- 이종 센서(영상, 생체)와 차량정보(IVN)를 융합하여 주행 중 운전자의 위험 상황을 판단할 수 있는 통합 ECU 모듈 개발

나. 통합 ECU 모듈 개발 및 성능평가

(1) 통합 ECU 모듈 설계사양 확정

- 시작품 설계내용을 기반으로 성능, 인터페이스 등 통합 ECU모듈 설계사양을 확정함

<표 16> 통합 ECU 모듈 요구사항 분석 및 설계사양

분류	항목	요구사항	비고	부품선정 및 적용회로
성능	동작 전압	12~24 Vdc	차량 Battery 전원	관련전원회로 적용
	동작 온도	-30 ~ 80℃		관련부품적용
인터페이스	CAN(high Speed)	2 EA		TJA1043T
	Blue-tooth (Low Energy)	1 EA	센서모듈 통신용	nRF51822
기타	Automotive Grade	CPU적용		i.MX6 Dual Lite

○ 통합 ECU 모듈 회로설계

- 전원부, CPU부분, CAN부분, Blue-tooth Low Energy부분, 기타부분

(2) 통합 ECU 모듈 PCB설계

(가) 부품배치

- Decoupling Capacitor는 IC 전원부에 근접배치
- DDR3 RAM은 T topology 배선을 고려하여 배치
- 고속신호 관련부품은 최소 배선길이를 고려하여 배치
- 고속신호 관련부품은 EMC를 고려하여 부품배치

(나) Routing, Copper Plane 처리

- 전원관련 라인은 전류용량에 맞는 폭으로 길이는 짧게 배선
- 고속신호 관련 배선길이는 되도록 짧게 길이를 동일하게 배선
- 임피던스 관련 배선 폭에 맞춰 배선

(3) 통합 ECU 모듈 시제품 제작

가) 통합판단 ECU 모듈 시제품 제작

- 전원부, CPU, CAN부분 등 설계에 따른 1, 2차 시제품 및 기구물 제작

(4) 통합 ECU 모듈 S/W 개발 환경 구축

- 리눅스, Host setup, Yocto project image Build, 이클립스 개발환경 설정

(5) 통합 ECU 모듈 시제품 성능 평가

- 제작된 시제품에 대한 기능시험, 신뢰성 시험 등을 시행하여 적합 판정이 나옴

(가) 기능시험

<표 17> 기능시험 결과

번호	체크 포인트	측정기명	결과
1	동작가능 입력전압 범위가 12~24Vdc 범위 안에 있는가?(오차율 10%)	digital multimeter	PASS
2	정상동작 시 소비 전류범위가 0.4A@12V/ 0.2A&24V를 만족하는가?(오차율 10%)	digital multimeter	PASS
3	정상동작 시 발열상태 확인 -1시간 Aging 후 측정하여 40℃이하	적외선온도측정기	PASS
4	허용전압이상 인가 시(비정상상태)보호회로 동작여부	digital multimeter	PASS

(나) 신뢰성 시험

<표 18> 신뢰성 시험 결과

항목	조건	측정기명	결과
열충격	-20℃(30분) ~ 60℃(30분) 300사이클	SH-641(Temperature & Hum. Chamber)	PASS
온습도	60℃/60%/500시간	SH-641(Temperature & Hum. Chamber)	PASS
ESD(Contact)	±4,10kV / Contact Discharge 10번	NoiseKenTC-815	PASS
ESD(Air)	±10,15,20kV / Air Discharge 10번	NoiseKenTC-815	PASS

다. 통합 ECU 모듈 시제품 보완

(1) 통합 ECU 모듈 요구사항 분석 및 설계 성능 최적화

- 정확한 운전자의 상태를 판단하기 위한 생체 센서 정보 수집/판단 할 수 있는 고 신뢰성 ECU 모듈 블록 구성
- SD slot 가이드 가공 등 1차 시범사업 간 문제점을 보완한 기구 제작
- 위험 경고를 위한 안전 벨트 커버형 햅틱 경고 모듈 및 제어 회로 개발
- CANBUS 및 전원 하네스 제작

(2) 통합 ECU 모듈 회로설계

- 전원부
 - 비정상상태의 입력전원에 대한 모듈보호 회로구성
 - CPU 및 기타 주변장치에 대한 전원공급 회로구성, PMIC(CPU전용)회로구성
- CPU부분
 - DDR3 RAM 관련회로 구성(4G Byte X 4ea)
 - Flash Memory 관련회로 구성(Nor: 256/32Mbit , Nand : 64Gbit)
 - 시스템 관련회로 구성 - Oscillator/Reset Delay/Boot Mode S/Witch
 - Debug 관련회로 구성 - RS232/JTAG/USB OTG/micro SD Card Socket
- CAN부분
 - TJA1043T(High-speed CAN transceiver)와 i.MX6 CAN Rx/Tx Port 회로구성(2 port)
- Blue-tooth Low Energy부분
 - 생체인식 센서모듈과의 통신용으로 Blue-tooth Low Energy 회로구성.
 - i.MX6와 UART 통신으로 회로구성
- 기타부분
 - 영상/음성출력 회로구성 - HDMI/Phone Jack
 - USB HOST/OTG/Debug, LAN 커넥터 회로구성

- 9축 센서 회로구성, TEST용 LED 점멸 회로구성 - 3ea , ADC 입력 회로구성 - 2ea

(3) 통합 ECU 모듈 시제품 제작 및 성능평가

(가) 기구 제작

- 전원관련 라인배선폭 설정, Routing Copper plane 처리에 따른 기구물 설계 변경 및 제작

(나) 통합판단 ECU 모듈 시제품

- 기구물 설계변경에 따른 시제품 제작



[그림 13] 통합 ECU 모듈 시제품

(다) 생체 밴드 자석식 커넥터 충전 크레들/보조배터리 제작

- 스마트밴드의 충전기능을 지원하기 위한 보조배터리 기반 충전크레들 제작

(라) 기능 시험

- 제작된 시제품에 대한 입력전압범위 등 기능시험을 시행하여 적합 판정이 나옴

(마) 신뢰성 시험

- 제작된 시제품에 대한 열충격, 온습도 등 신뢰성 시험을 시행하여 적합 판정이 나옴

8. 통합판단 HVI Manager 및 통합평가 기술 개발

가. 통합판단 HVI Manager 설계

(1) 운전자 위험상황 모니터링 시스템 요구사항 정의

(가) 운전자 위험상황 모니터링 시스템 요구사항 분석 및 설계

- 각 단위 센서 모듈 및 통합 ECU의 입출력 데이터 요구사항 정의
- 데이터 통신 방식(인터페이스) 설계
- 단위 모듈별 소모 전력에 따른 전원 공급 요구사항 정의
- 통합판단 HVI Manager S/W의 입력부, 전처리부, 판단부 및 제어부의 기능 및 signal 정의

(2) 차내 통신망(IVN) 취득 기능 구현

(가) 차량상태정보 취득 S/W 개발

- 실험용 차량 기반 IVN(In-Vehicle Network) 분석 툴(CANoe)을 활용한 차량상태정

보 취득 및 테스트

(나) DTG 연동 및 차량정보 취득 S/W 개발

- DTG(디지털 운행기록계) 시험차량 장착 및 정보취득 S/W 개발
- 각 모듈의 데이터를 통합 취득할 수 있는 IDAS(Integrated Data Acquisition System) 개발

(3) 통합판단 HVI Manager 설계

(가) 퍼지모델 기반 통합판단 HVI Manager 개발

- 운전자 위험상황 판단을 위한 퍼지 모델 설계
- MATLAB/Simulink 기반 퍼지모델 구현
- 시뮬레이션을 통한 퍼지모델 기반 운전자 위험상황 판단 테스트 및 유효성 검증

(4) 실차기반 평가환경 구축

(가) 실차기반 평가환경 구축

- 실차기반 평가 환경 설계 및 구성
- 실차기반 센서모듈 장착 및 통신 Test 환경 구축

나. 운전자-차량정보 통합판단 HVI Manager S/W 기능구현 및 실차기반 통합평가 기술

(1) 통합판단 HVI Manager 기능 구현

(가) 퍼지모델 기반 통합판단 HVI Manager 기능 구현

- 각각의 위험상황에 대한 타겟 서비스 시나리오를 다음과 같이 4가지로 정의하였음

졸음운전 서비스 시나리오	운전부주의 서비스 시나리오
운전자가 주행 중에 피로함을 느낄 때, 졸음운전을 방지하기 위하여 운전자에게 경고하는 시스템을 말하며, 이는 사행운전 횡수 증가(차량거동상태), 심박수 감소, 피로도 높음, 생체모듈 신뢰도 높음, PERCLOS 임계치 초과(운전자상태)와 같은 졸음상태의 조건을 만족할 경우 운전자에게 경고함	운전자가 주행 중에 스마트폰 또는 운전석 주변의 Audio, Button 등의 기기조작으로 인하여 발생하는 부주의(한눈팔기)를 방지하기 위하여 운전자에게 경고하는 시스템을 말하며, 이는 사행운전 횡수 증가(차량거동상태), GSR 증가, 생체모듈 신뢰도 높음, 정면 이외의 시선 누적시간 증가(운전자상태)와 같은 운전부주의 조건을 만족할 경우 운전자에게 경고함
안전거리 미확보 서비스 시나리오	차선이탈 서비스 시나리오
운전자가 주행 중에 전방차량과의 안전거리를 확보하지 않아 발생하는 추돌사고를 방지하기 위하여 운전자에게 경고하는 시스템을 말하며, 이는 차량 일정속도 이상, 전방차량과의 안전거리(제동거리+공주거리)가 확보되지 않거나, 운전자 각성 상태(졸음 및 부주의 상태 아님)와 같은 안전거리 미확보 조건을 만족할 경우 운전자에게 경고함	운전자가 주행 중에 방향지시등을 조작하지 않고 차선을 변경하거나 이탈하는 행위를 방지하기 위하여 운전자에게 경고하는 시스템을 말하며, 이는 차량 일정속도 이상, 차량이 방향지시등 조작 없이 차선 변경하거나 이탈, 운전자 각성상태(졸음 및 부주의 상태 아님)와 같은 차선이탈 조건을 만족할 경우인 경우 운전자에게 경고함

[그림 14 위험상황별 서비스 시나리오

- 타겟 서비스 시나리오 정의에 따른 통합판단 HVI Manager S/W 입력부 설계
- 줄음 영상 및 생체 데이터 임계치 도출 실험
- 운전자 시선 각도에 따른 반응 시간 임계치 도출 실험
- 퍼지모델 기반 통합판단 HVI Manager S/W 기능 구현

(나) 통합 ECU 개발환경 구축 및 통합판단 HVI Manager 포팅

- 통합 ECU 개발환경 구축
- 통합판단 HVI Manager 포팅 및 위험운전 판단 알고리즘 추가 개발

(2) 실차 기반 통합평가 기술 개발

(가) 실도로 주행기반 단위 모듈 기능 평가

- 실도로 주행기반 시선, 생체, 차량신호 취득 및 분석
- 통합판단 HVI Manager S/W 기능 테스트
 - 통합 판단 HVI Manager 정확도 : 82.5%, 응답속도 : 94.5 ms로 나타남

다. 운전자-차량정보 통합판단 HVI Manager S/W 성능검증 및 실차기반 통합평가 기술

(1) 운전자-차량정보 통합판단 HVI Manager S/W 성능 검증

(가) 통합판단 HVI Manager 보완 및 성능 개선

- 타겟 서비스 시나리오 보완, 법규위반에 따른 위험상황 경고 서비스 시나리오 작성
- 통합판단 HVI Manager 입력변수 임계치 보완을 위한 데이터 수집
- 실 도로 실차기반 사업용 운전자 대상 HVI Manager 성능 테스트 및 개선

(2) 실 도로 실차환경 통합판단 HVI Manager 평가

(가) 사업용 운전자 대상 테스트케이스별 통합 판단 HVI Manager S/W 성능 평가

- 판단 시나리오 보완에 따른 위험상황 판단 알고리즘 평가 시나리오 수정
- 실차환경기반 통합판단 HVI Manager S/W 성능 평가
 - 평가 결과, 정확도 93.75 [%], 오인식률 6.25 [%]로 확인

(3) 1차 시범사업 운행 데이터 수집 및 분석

(가) 1차 시범사업 운영을 위한 핵심 센서모듈 장착 및 평가 환경 구축

- 시범사업 대상 차량 내 단위 모듈 장착 및 통합 테스트

- 시범사업 대상 차량 CAN DB 분석 및 DTG I/F 연동

(나) 1차 시범사업 운행 데이터 수집 및 분석

- 1차 시범사업 수행 및 데이터 수집
- 1차 시범사업 취득 데이터 분석
- 1차 시범사업 분석 결과에 따른 HVI Manager S/W 개선사항 도출

라. 통합판단 HVI Manager 최적화

(1) 운전자 위험상황 통합판단 HVI Manager 최적화

(가) 1차 시범사업 결과기반 통합판단 HVI Manager 성능 최적화

- 1차 시범사업 결과 기반 알고리즘 개선사항 도출 및 개선 방안 채택
- Supervised Machine Learning 기반 Classification 기법 적용 완료
- MATLAB/Simulink 기반 통합 HVI Manager 모델 시뮬레이션 Test Bed 및 Code Generation 환경 개발 완료
- Supervised Machine Learning 기반 Classification 모델 개발을 위한 Test case를 선정하고, 피시험자를 대상으로 실 도로 데이터 취득 완료
- Test case별 취득 데이터 분석 및 Classification Learner를 이용한 Machine Learning 구현 완료
- Classification Model 기반 HVI Manager S/W 개발 및 시뮬레이션 Test 완료
- Code Generation을 이용한 통합 ECU 포팅 코드 개발 및 Test 완료

(2) 사업용 차량대상 시범사업 운용 및 데이터 분석

(가) 통합 HVI Manager S/W의 경고 유효성 확인을 위한 운전자 영상 저장 보드 개발

(나) 2차 시범사업 데이터 수집 및 분석

- 시범사업 차량 핵심 센서 모듈 장착 및 테스트 완료
- 2차 시범사업 데이터 분석 방법 개발
 - 졸음은 경고 시점으로부터 -60 ~ +30초, 부주의는 경고 시점으로부터 -30 ~ +10초 동안의 영상 및 데이터를 분류
 - 상기 시간대의 영상을 통해 졸음 및 부주의 기준에 따라 경고가 발생했는지 확인
 - 오인식으로 판단될 시, 입력 변수들을 확인하여 오인식 원인을 분석
- 2차 시범사업 결과분석 및 시스템 보완
 - 상기 방법을 통해 분석한 결과, 운전부주의의 경우, 총 121건의 경고 중 유효 경고는 95건

으로 확인, 졸음운전의 경우, 총 221건의 경고 중 유효 경고는 192건으로 확인

- 오인식 요인에 따른 HVI Manager S/W(예외처리 등) 및 시스템 보완사항(타 센서 연계 활용) 도출

9. 고위험군 운전자 운행행태 분석 S/W 및 관리시스템 기술개발

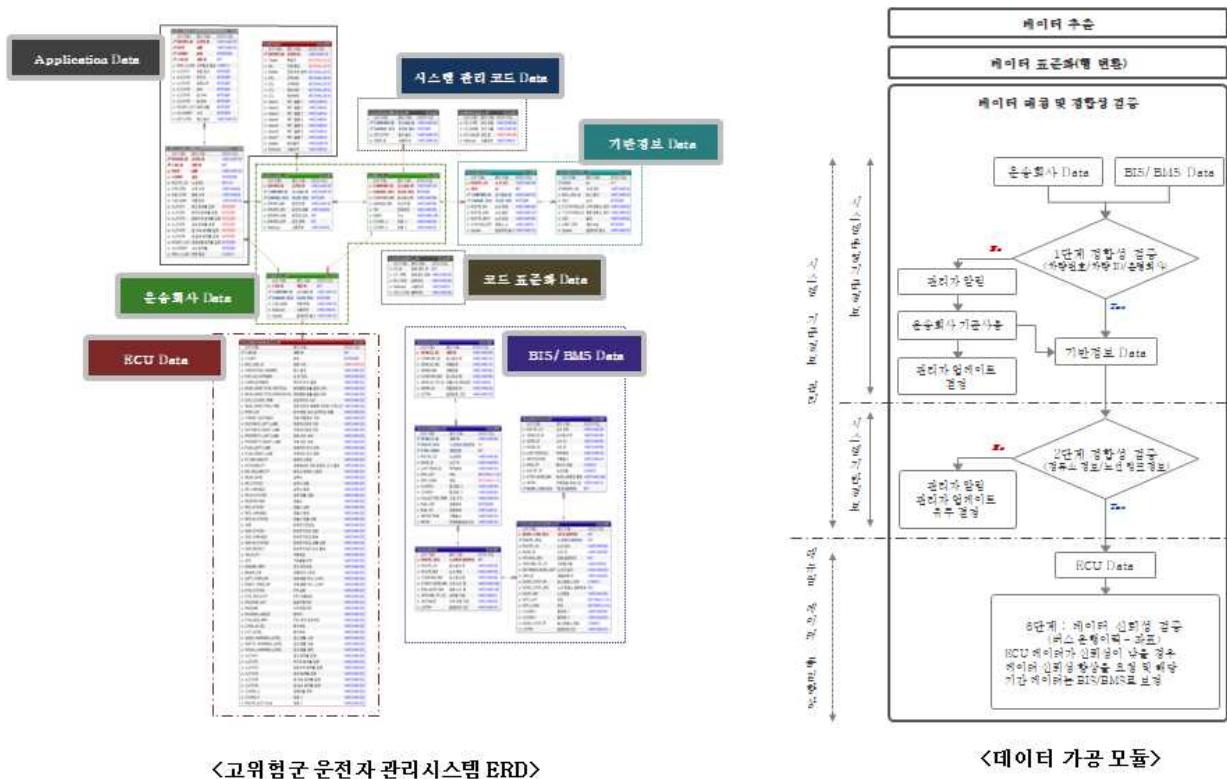
가. 고위험군 운전자 관리시스템 요구사항 정의 및 기본 설계

(1) 운전자 관리시스템 기반정보 구축 및 검증(버스 네트워크 및 운행정보)

- 버스 운행 및 특성 분석
- 데이터 구축 요구사항 정의
- 고위험군 운전자 상태정보 분석 S/W 서비스 정의
 - 고위험군 운전자 상태정보 분석 S/W의 서비스는 데이터의 연계, 수집, 정제 및 관리, 데이터 간 상관관계 및 운전자별 시계열 분석, 고위험군 운전자의 분류로 정의함

(2) 버스 노선 운행 및 기반정보 구축

(가) 기반 데이터 DB 설계 및 인터페이스 설계, 기반 데이터 DB 설계 및 인터페이스 설계, 기반정보 연계 및 DB 구축



[그림 15] 고위험군 운전자 관리시스템 ERD(좌) 및 데이터 가공 모듈(우)

(3) 운전자 관리시스템 설계 및 분석 S/W 프로토타입 설계

(가) 고위험군 운전자 관리시스템 구조 설계

○ 시스템 아키텍처 설계

- S/W, H/W 아키텍처

- 고위험군 상태정보 분석 S/W, BIS/BMS 데이터 인터페이스 S/W, I/F 테스트 프로그램 등 설계
- 데이터 가공모듈, 서비스 제공모듈 등 설계

(나) 고위험군 운전자 관리시스템 설계

○ 서비스 플로우

- 차량정보 조회, ECU 정보 조회, ECU 분석 실행, ECU 데이터 조회, 고위험군 등급설정
- 화면 기획 : 1 depth 6개 메뉴구성, 각 메뉴별 2 ~ 4 하위메뉴 구성

(다) 고위험군 운전자 상태 정보 분석 프로토타입 개발

○ 통합 ECU 데이터 맵 매칭 기능 개발, 맵 매칭 기능 구현 완료/ 단위 테스트

- 프로토타입 분석 S/W 개발

나. 고위험군 운전자 운행행태 분석 S/W 및 관리 시스템 개발

(1) 고위험군 운전자 운행행태 분석 S/W 개발

(가) ECU 자료업로드 모듈 개발

○ 대용량 멀티파일업로드 기술 개발

- SD Card를 통해 수집된 ECU파일 특성과 웹 환경을 고려하여 업로드파일의 용량 제한 및 여러개의 파일을 동시에 업로드 할 수 있는 멀티업로드 기술 적용

(나) KPI 산출 및 ECU 데이터의 위험노출량 산정

○ 위험분류 지표 산출 및 표준화 적용

- 지표 설계 시뮬레이션을 통한 연산코드 개발

(다) Data 표준화/검증/ Map 매칭 가공 모듈

○ Map Matching 알고리즘 적용

○ Data 표준화 및 검증 모듈 적용

○ 원시데이터 맵 매칭 정확도 결과

- 측정 로직 : GPS좌표중 매칭LINK에 1M이내로 근접된 좌표로 정확도 측정
- 정확률 : 46.2%(총 1363개 중 63개)

(라) 데이터 품질관리

- ECU 데이터의 품질관리를 위하여 PDCA 사이클 프로세싱 플로우를 적용한 평가지표 데이터 품질관리 방법 적용

- 업로드 데이터 품질(무결성 검증)평가

(2) 고위험군 운전자 관리시스템 프로토타입 개발

(가) 고위험군 운전자 관리시스템 프로토타입 정의

- 테스트 사이트 요구사항 정의
- 기능, 성능 테스트, 인터페이스, 프로젝트 요구사항
- 화면 UI/ UX 설계

(나) 고위험군 운전자 관리시스템 프로토타입 개발

- 운전자 모니터링 및 위험 운행 분석
- GIS 기반에 위험행동 구간에 대한 분석

다. 고위험군 운전자 운행행태 분석 S/W 개발 및 관리시스템 고도화

(1) 고위험군 운전자 모니터링 시스템 주요 개선 사항

(가) 표준노드링크와 BIS API를 통한 맵매칭 개발

- 표준노드링크 네트워크 구축
- 고속버스 경로 데이터 구축(서울↔대구, 서울↔부산)
- 맵 매칭 알고리즘 고도화 및 기술 적용

(나) 위험지표 산출 모듈 개선

- 운수회사별 차량별 운전자별 위험 운행정보 주요 통계 지표 산출 로직 개발
- 운행 거리에 따른 위험 운행정보 주요 통계 지표 산출 로직 개발
- 회차별 위험운전 그래프 산출 로직 개선

(2) 고위험군 운전자 운행행태 분석 S/W 및 모니터링 시스템 개선

(가) 화면 구성 및 운수회사 통계 기능 개선

- 이용자의 편의를 고려하여 고위험군 운전자 관리시스템 화면구조 개선 및 권한 설정 기능 개발
- 이용자(운수회사)별 줄임부주의 운전 통합 모니터링 화면, 수집자료의 업로드 기능 개발

(나) 운전자 운행행태 분석 S/W 및 관리 시스템 기능 개선

- 노선위험구간 분석 및 운전자 관리화면 개발

- 날짜, 운행노선, 운전원 운전차량 검색하여 내용 표출
- 일별 종합 사고 유무, 졸음운전, 부주의운전, 사행운전, 안전거리 미확보운전, 과속/급가감속운전 횟수 표출
- 운행노선에 대한 위험행동을 구간단위로 표출, 정류장간 위험행동 횟수 표출
- 일별 총 횟수를 파이차트 표출
- 발생 횟수가 많은 주요 위험 5구간 가로막대차트 및 전체 경로 구간별 위험운전 횟수 표출
- 운전자별 종합, 회차별 운행행태 분석 및 위험구간 분석
 - 각 횟수의 분포차트 및 회차별 졸음운전 부주의운전의 막대차트 표출
 - 10km 운행거리 기준 운행행태 추이곡선 표출, 선택된 운전자의 회차 정보 테이블 표출
 - 각 회차별 분포와 5가지 알람의 횟수 파이차트 표출, 5가지 알람별 10km 운행거리 기준 추이곡선 표출
 - 선택된 운전자의 회차 정보 테이블 표출, 선택된 회차의 매칭된 지도 경로 및 노선구간 표출

(다) 데이터 및 시스템 관리 기능 개발

- 운행 일자별 배차/운전자 운행행태 및 위험노선 관리
 - 각 운행 날짜별 운전원, 버스, 운행노선 매칭, 운전원, 운행노선 변경 기능
 - 운행노선에 대한 종합적인 위험상황 통계 관리
- 데이터 현황 및 관리
 - 각 운전원 버스노선 파일의 등록 현황 목록 표출
 - 업로드된 파일 정보 삭제 가능, 파일 업로드 화면 이동
 - 각 파일의 세부정보 및 원본파일 다운로드 기능

10. 운전자 모니터링 시스템 시범사업

가. 시범사업 운영 개요

- 최종 보완된 모니터링 시스템 및 행태분석 시스템의 시범사업 시 발생할 수 있는 문제점을 현장적용(시범사업)을 통해 사전에 파악하고 졸음, 부주의 운전에 대한 경고에 대한 운전자 수용성을 검토하기 위함

<표 19> 1·2차 시범사업 개요

구 분	1차 시범사업	2차 시범사업
목 적	• 최종 적용 시 발생할 수 있는 문제점 보완	• 최종 개발된 시스템의 신뢰성 평가
내 용	• 센서/통합판단/운영시스템의 정상·불량 작동여부 • 데이터 수집 및 표출 프로세스의 정상작동 여부	• DSM 통합시스템의 기술오류 검증 • 사용성 및 만족도 조사
기 간	• 약 1개월	• 약 3개월

나. 시범사업 결과 분석

(1) 1차 시범사업 결과분석

(가) 시범사업 결과

- 부주의 운전상황은 총 121건의 경고 중 유효 경고로 95건을 확인, 졸음운전의 경우, 총 221건의 경고 중 유효 경고는 192건으로 확인

(나) 오류사항에 대한 보완

<표 20> 1차 시범사업 시 오류 및 보완내용

구 분	오류사항	보완사항
영상기반 운전자 상태인식 플랫폼 모듈	- 부주의(정면 시선이탈) 검출 분석 - 운전 중 부주의 상황(기지개, 음식물 섭취 등)이 빈번하게 발생 - 부주의 상황은 감지 후 정면 영상 검출 시간 지연으로 부주의 지속 시간 유지되는 경우가 있음 - 운전 중 몸이 기울어진 상태가 지속되는 경우에 각도 계산 부정확도 발생 경우가 있음 - 마스크 착용으로 인한 코, 입 미검출로 부주의 발생하는 경우가 있음 - 졸음 상황 검출 분석 - 고속 운전 중 졸음 상황(2초 이상 눈을 감고 있는 상태)이 발생한 경우가 없음 - 주로 안경, 스포츠 고글에서 오인식 발생 - 편광 선글라스 착용 시 판독 불가 발생	- 부주의 상황에서 빠른 복원을 위한 정면 영상 인식 알고리즘을 개선 - 자세가 기울어진 상황 등에 대한 알고리즘 개선 - 마스크 착용으로 인한 코 및 입 미검출 시 예외 처리 - 안경 착용 시 눈 깜박임 인식 알고리즘 개선 - 정면 얼굴 인식 알고리즘 개선 - 기울어진 얼굴 검출 알고리즘 개선 - 마스크 착용으로 인한 코 및 입 미검출 시 각도 산출 알고리즘 개선
영상기반 전방주행상황 인식 모듈	- 시범 사업용 시제품 중 초점 맞지 않은 셋트가 있음 - 설치 시 차고지에서 시야 확보가 안되어 Camera Calibration 어려움 - 설치 시 차량 파라미터 값 입력 어려움	- HDMI 출력을 통한 초점 지그 제작 - Calibration Board를 제작하여 정착 상태에서 Calibration을 수행할 수 있도록 개선 - 차량의 파라미터(카메라 위치, 높이 및 각도, 차량 전폭 등)를 본체 Touch LCD를 통해 입력할 수 있는 UI 추가
생체센서 기반 운전자 상태인식 모듈	- 전체 133건의 운행 데이터 중 생체 밴드를 헐겁게 착용하였거나, 안전벨트 클립사용, 침수로 인한 고장, S/W결함 등의 67건의 오류가 발생하였으며, 이를 제외한 66건중 14건에서 운행중 피로도 2단계이상 감지되었고, 피로도가 감지되었을 때 11건이 영상판단과 동일한 결과를 나타냄 - 영상 판단과 동일하게 피로도 판단을 한 경우 - eye closed time에 눈감긴 시간과 횟수가 빈번한 것과 동일하게 생체기반 판단도 피로도 3단계까지 발생함 - 영상 판단과 상이하게 피로도 판단을 한 경	- 착용감 개선을 위한 기구부 두께 1.5mm 감소와 모서리 R값증가 및 실리콘 밴드 사용, 손쉬운 착탈을 위한 D버클로 개선 - 진동모터 및 기구부 개선으로 진동력 증가 개선 적용 - 진동모터 코인형 3종과 원통형 1종의 진동력 시험결과 Z축 방향으로 진동력이 강한 원통형 진동모터로 변경

구 분	오류사항	보완사항
	- 우 - 운전자가 졸음 진단계에서 눈을 빠르게 자주 깜빡여 영상에서는 졸음으로 판단이 되지 않으나 생체 기반 피로도 2단계 까지 발생함(DVR 확인 시 졸음 진단계) • 생체센서 데이터 결측률 : 생체 센서가 정상 착용된 경우 운행 중 대부분의 구간에서 정상범위 내로 생체 신호 획득함 • 오류 발생 대책 - BT 페어링 실패, GSR 모듈 불량 - 생체 밴드 착용 불량	
통합판단 HVI Manager 및 통합평가 모듈	• 부주의 연속 발생 구간 발생 • 선글라스 착용자에 대한 판단 및 데이터 동기화의 어려움 • 차량의 제조사 및 연식에 따른 CAN 프로토콜이 상이하어 데이터 취득 실패 현상 발생	• 부주의 및 졸음 경고에 대한 민감도 설정 기능 추가 • DSM 모듈의 데이터 신뢰도가 낮을 경우, 영상 이외의 데이터에 대한 가중치를 조정 • 운전자 영상과 동기화 저장 기능 추가 • 모든 시범사업 대상 차량에 대한 CAN 프로토콜 분석

(2) 2차 시범사업 및 결과분석

(가) 시범사업 결과

- 부주의 운전상황은 총 121건의 경고 중 유효 경고로 95건을 확인, 졸음 운전의 경우, 총 221건의 경고 중 유효 경고는 192건으로 확인
- 경고가 발생하지 않는 상황에 대해 임의로 1,120건의 운전자 영상을 추출하여 사업용 운전자를 대상으로 설문하여, 정상/졸음/부주의 운전을 선택하게 하였고, 이를 통해 정상/졸음/부주의 운전에 대해 정인식율 81.7% 산출

(나) 오류사항에 대한 보완

<표 21> 2차 시범사업 시 오류 및 보완내용

구 분	오류사항	보완사항
영상기반 운전자 상태인식 플랫폼 모듈	▪ 정면/측면 광에 의한 얼굴 검출 오류 ▪ 안경 빛 반사에 눈 검출 오류 발생	▪ AEC,AGG를 이용한 역광 최소화 및 학습 DB 개선 ▪ 눈 검출 오류 발생시 눈 깜박임 인식 예외 처리
영상기반 전방주행상황 인식 모듈	▪ 야간 장거리 운행 시 LCD off 모드에서도 LCD Backlight로 인해 운전 방해됨 ▪ 통합 시스템과의 일부 간헐적 CAN 통신 오류	▪ LCD off모드 시 Black 이미지를 띄우는 것이 아닌 LCD 자체 전원을 제어하여 Backlight OFF 기능 적용 ▪ CAN 오류 문제 원인 분석/해결 및 차량 적용
생체신호 기반 운전자 상태인식 모듈 및 통합	▪ 생체 밴드 미착용이나 헐겁게 착용한(센서가 피부에 밀착되지 않은) 경우 다수 발생함	▪ 미착용 또는 오착용 시 경고 기능 추가 ▪ 수신 시간 설정 오류 SW 패치

구 분	오류사항	보완사항
ECU개발	- 시범사업 초기에 생체 밴드 시간이 맞지 않음 - 통합 ECU 부팅 간헐적 안됨	File system 오류로 인한 것으로 최신 kernel 패치
통합판단 HVI Manager 및 통합평가 모듈	- GPS 미수신 시, 로그파일 생성되지 않는 현상 발생 - 경고가 많이 발생하여 운전자가 불편함 호소 - 회전 및 램프 구간에서 부주의 경고 발생 - 정차 중 눈 감음 또는 눈 감음 데이터 미인식으로 인한 경고 발생	- 차량 속도가 10KPH 이상일 경우, 통합 ECU의 ST(System Time)를 이용하여 로그 파일 생성토록 개선 - 많이 발생한 경고를 분석한 결과, 부주의로 판단되었고, 민감도 조절 기능 이용하여 부주의 경고에 대한 민감도를 낮추어 잦은 경고제외 - DTG 및 차량 정보를 이용하여 회전 및 램프 구간을 판단하였고, 이를 예외처리함. 하지만 상용차량의 경우 Steering Wheel 각도 및 각속도 등의 정보를 취득할 수 없기 때문에 제한적임) - 차속30KPH 이하 및 미인식 데이터가 많을 시, 졸음 판단 하지 않게 알고리즘 수정
고위험군 운행행태 분석 S/W개발	- 데이터 용량이 작거나 파일 수가 적은 데이터 일부 수집 - DTG데이터 중 누적거리 또는 총 주행거리 누락 데이터 일부 수집	- 데이터 현황 관리 시 데이터 용량 및 파일 수를 판단하여 통계 분석 유효 데이터에서 제외처리, DB에는 저장 - 위치 좌표 맵매칭 후 좌표간 거리 계산을 통한 주행거리 산정

11. 시스템 보급 및 활성화를 위한 법제도 개선방안 발굴

가. 사업용 운전자의 졸음 및 부주의 운전예방을 위한 운전자 지원장치 의무장착 방안마련

- 졸음운전으로 인한 사고예방을 위해서 차로이탈경고, 전방충돌경보 등 차량의 거동정보에 기반 한 장치로는 사고유발원인자인 운전자와의 상관성에 한계점을 가져 위험 상황 발생 시 운전자의 급격한 스티어링휠 조작, 늦은 인지반응시간 등으로 졸음, 부주의사고를 예방에는 역부족임
 - 중앙선 침범, 전방추돌과 더불어 안전운전 의무 불이행, 신호위반 등과 같은 운전자 요인으로 인한 졸음운전을 예방하는 방안이 필요함
 - 운전자의 졸음유발을 사전에 모니터링하여 경고하는 기능이 운전자 지원장치에 포함되어 함
 - 국외의 경우 일부 자동차 제조사에서 옵션상품으로 운전자 모니터링 장치를 판매하고 있는 수준이며 무휴식 운행시간을 측정하여 운전자에게 휴식을 권고하는 장치들이 설치되고 있을 뿐임
 - 국내뿐만 아니라 국외 선진국에서도 운전자의 졸음 및 부주의 운전을 예방하기 위해 운전자 상태 모니터링 장치 및 시스템을 제도화한 사례가 최근까지 없었으나 중국에서 최초로 관련규정을 마련하여 추진

- ADAS+DSM 의무화 관련하여 강소성(江蘇省) 교통운수부문은 법규에 따라 2018년 6월까지 “양객일위(兩客一危)”차량 주요 설비 장착 확보하고 이를 기초로 범위를 점차 확대하며 시,마을 버스, 트랙터와 중형트럭(총 무게는 12T이상의 보통 화물운송차량)에 2020년 말까지 전부 장착해야 한다고 규정함
- 강소성구청과 남경 및 상해보험회사와의 계약체결이 추진되었으며 추가로 광둥성(廣東省), 사천성(四川省), 산둥성(山東省), 감숙성(甘肅省)에서도 위와 같은 법규에 대하여 추진 중임
- 졸음운전으로 인한 사고예방을 위해서 차로이탈경고, 전방충돌경보 등 차량의 거동정보에 기반한 장치로는 사고유발원인자인 운전자와의 상관성에 한계점을 가져 위험상황 발생 시 운전자의 급격한 스티어링휠 조작, 늦은 인지반응시간 등으로 졸음, 부주의사고를 예방하는데에 역부족임
- 교통안전법 일부개정법률안 ‘차로이탈 경보장치 이외에도 전방충돌경보장치, 자동긴급제동장치와 같이 주행 중 전방상황을 감지하여 충돌을 미리 알리거나 피할 목적으로 자동차가 자동으로 제동하는 장치를 의무 부착(이동섭 의원, 교통안전법 일부개정법률안)과 관련하여 제55조의 2의 “차로이탈경고장치”를 “차로이탈경고장치 및 졸음운전을 미리 경고하는 기능을 갖는 전방충돌경보장치, 자동긴급제동장치”로 한자로 수정하는 방안이 필요함

<표 22> 교통안전법 개정(안)

관련법령	기존	개정(안)
교통안전법 제55조	제55조의2(차로이탈경고장치의 장착) 제55조 제1항제1호 또는 제2호에 따른 차량 중 국토교통부령으로 정하는 차량은 국토교통부령으로 정하는 기준에 적합한 차로이탈경고장치를 장착하여야 한다.	제55조의2(차로이탈경고장치의 장착) 제55조 제1항제1호 또는 제2호에 따른 차량 중 국토교통부령으로 정하는 차량은 국토교통부령으로 정하는 기준에 적합한 <u>차로이탈경고장치 및 졸음운전을 미리 경고하는 기능을 갖는 전방충돌경보장치를</u> 장착하여야 한다.

나. 졸음운전 방지장치의 보급방안 마련

- 제8차 국가교통안전기본계획에서는 범정부 교통안전 종합대책 목표 및 주요 추진방향을 아래와 같이 설정하고 추진과제를 선정하고 있음
 - '22년까지 사망자 수 2천명 이하로 감축을 목표로, 구체적인 과제 마련('16년 사망자 수 4,292명 대비 50% 이상 감축)
 - 사고원인 및 유형 분석을 토대로 인적 요인, 도로 환경, 차량 등 원인별 맞춤형 대책을 마련하여 정책 효과 극대화
- 국가교통안전기본계획 추진과제상에 제시된 것과 같이 차선이탈경고장치 및 비상제동장치 장착 의무화 추진과 졸음운전 방지장치 개발이 포함되어 있음
 - 첨단운전자 지원장치로 차선이탈경고장치 장착의무화가 추진되고 있으며, 추진완료시점에 첨단운전자 지원사업 2단계로 졸음운전 방지장치 장착의무화를 추진

다. 운전자 모니터링 장치의 기준 마련

- DSM(Driver's Status Monitoring System, 운전자 모니터링 장치)의 제도화 및 시장과급성을 확보하기 위해서는 장치시스템의 성능기준을 마련해야 하며 이러한 성능기준은 NCAP에서 시험, 검증할 수 있도록 작성되고 향후 교통안전법 등 관련법령 개정사항으로 반영되어야 함
- 유로NCAP, 일본NCAP 등 국외 자동차 부품기준에서도 DSM에 대한 기준은 마련되어 있지 않는 상태이며 국내에서도 관련기준이 없는 실정임
- 향후 DSM시장이 국내에 형성되거나 법제화를 위해 성능기준(안) 마련이 필요

라. 위험물 운송차량 통합관제단말기 내 운전자 모니터링 기능 의무화 방안 마련

- 정부는 '12.9월 구미 불산사고 후 정부는 「화학물질 종합안전대책」* 수립('13)하여 추진하고 있으나 창터널 앞 위험물질 운송 화물차 폭발사고로 인해 “시설 위주”의 기존 대책 한계점 노출
- 이에 따라 정부는 위험물질 도로운송 전과정에 대한 실시간 모니터링 등 안전관리를 담당할 위험물질운송안전관리센터의 설치 및 시스템 구축·운영(물류정책기본법 제29조 「위험물질운송안전관리센터의 구축 및 운영」)
- 18년도 화학 산업단지 출입차량 등 600여대를 대상으로 사업을 추진하고, '21년까지 단계적 확산을 통해 15,650여대 차량에 적용
- 위험물질 적재부터 최종 목적지 도달까지의 위치·상태 추적하기 위한 단말장치를 차량내 부착
- 위험물질 운송차량의 경우 화물차량에 전방충돌기능이 포함된 차로이탈경고장치 장착 하는 등 사고예방 첨단안전장치가 보급되고 있는 만큼 위험물질 운송안전 단말기 설계시 운전자 모니터링을 위한 DSM기능을 통합한 단말기 설계가 요구됨
- 물류정책기본법 하위법령 개정을 통해 위험물질 운송차량 1만5천여대에 부착되는 관제용 단말기에 위험물질 운송차량 운전자의 상태를 모니터링 할 수 있는 DSM(Driver's Status Monitoring System, 운전자 모니터링 장치)의 기능을 포함토록 관련법령을 개정해야함

<표 23> 물류정책기본법 시행규칙개정(안)

관련법령	기존	개정(안)
물류정책 기본법 시행규칙	제2조의3(단말장치의 장착·기술 기준 및 점검·관리 방법) ① 법 제29조의2제4항에 따른 이동통신단말장치(이하 “단말장치”란 한다)의 장착·기술 기준은 다음 각 호와 같다. 1. 단말장치는 위험물질 운송차량의 운전자가 차량운행 시 작동 여부를 확인할 수 있는 위치에 설치할 것 2. 단말장치는 위험물질운송안전관리센터에 해당 운송차량의 위치정보를 실시간으로 전송하여 수집되도록 할 것 3. 단말장치는 위험물질 운송차량의 운전자가 해당 차량을 운행하는 동안 작동되도록 할 것	제2조의3(단말장치의 장착·기술 기준 및 점검·관리 방법) ① 법 제29조의2제4항에 따른 이동통신단말장치(이하 “단말장치”란 한다)의 장착·기술 기준은 다음 각 호와 같다. 1. 단말장치는 위험물질 운송차량의 운전자가 차량운행 시 작동 여부를 확인할 수 있는 위치에 설치할 것 2. 단말장치는 위험물질운송안전관리센터에 해당 운송차량의 위치정보를 실시간으로 전송하여 수집되도록 할 것 3. 단말장치는 위험물질 운송차량의 운전자가 해당 차량을 운행하는 동안 작동되도록 할 것 <u>4. 단말장치는 위치정보 등 차량정보와 졸음운전을 미리 경고하는 기능을 가져야 함</u>

마. 운전자 졸음·부주의 모니터링 장치 부착을 위한 안전법령 검토

- 차량 내부에 설치된 내비게이션, DMB 등 실내 부착물에 대해 운전자의 안전을 위협하여 사고의 원인이 될 수 있기 때문에 이러한 실내 부착물을 불법으로 보는 경우가 있음
- 도로교통법 제49조(모든 운전자의 준수사항 등)제4항에 따르면 안전운전에 지장을 줄 수 있는 장치를 부착한 차를 운전하는 것은 불법으로 하고 있음
- 도로교통법 시행규칙 제29조(불법부착장치의 기준)제4항에 따르면 안전운전에 현저히 장애가 될 정도의 장치로 자동차 및 자동차 부품의 성능과 기준에 관한 규칙에서 정하지 아니한 장치를 불법으로 하고 있음
- 따라서 운전자 졸음 및 부주의 모니터링 장치의 차량 내 설치에 대해 불법 부착물로 인식되지 않도록 관련 지침 개정이 필요함
 - 자동차 및 자동차 부품의 성능과 기준에 관한 규칙 내 차로이탈경고장치를 명시한 것처럼 운전자 모니터링 장치에 대해서도 명시
 - 교통안전법 제55조의 2의 “차로이탈경고장치”를 “차로이탈경고장치 및 졸음운전을 미리 경고하는 기능을 갖는 전방충돌경보장치, 자동긴급제동장치”로 한자로 수정하는 등 교통안전법상에 운전자 모니터링 장치를 명시하여 설치의 당위성을 확보
 - 자동차 튜닝(구조장치 변경)에서 승인 불필요한 사례인 쉐루프, 자기인증된 전조등, 안개등, 제동등 변경, 타이어 휠 변경, 차량 실내 방음장치 추가, 오디오, 내비게이션, 영상기록장치 설치 등 부착물 장착으로 인한 드레스업 튜닝은 별도의 승인이 불필요함

제2절 시뮬레이터 기반 안전운전 평가·교육 S/W 개발

1. 안전운전 평가·교육용 시뮬레이터 S/W

가. 안전운전 교육 시뮬레이션 패키지 구성

- 도로상의 위험상황을 가상으로 체험하여 안전운전에 대한 의식을 고취할 수 있는 교육용 시뮬레이션 패키지를 개발
- 안전운전 교육 시뮬레이션 패키지는 주행시뮬레이션 S/W, 관리운영 S/W, 평가 및 교육지원도구로 구성되어 있음



[그림 16] 안전운전교육 시뮬레이션 패키지 구성도

(1) 주행 시뮬레이션 S/W

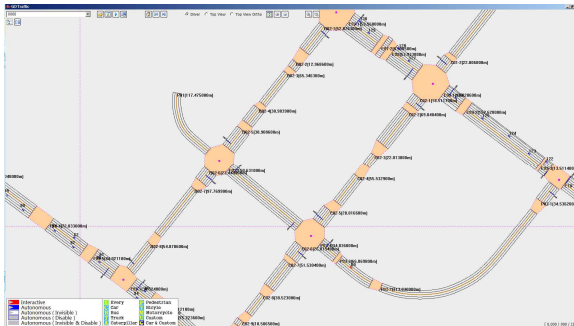
- 가상의 도로와 교통환경 안에서의 운전을 통해 교통사고 및 위험 상황을 현실적으로 시뮬레이션
- 주행 시뮬레이션 S/W는 시뮬레이션 엔진, 시나리오 저작도구, 운용 S/W로 구성



[그림 17] 주행 시뮬레이션 S/W

(가) 시뮬레이션 엔진

- 가상의 도로 및 교통환경, 이용자의 운전 행동에 따른 차량 움직임, 주변차량 및 상황 변화 등을 현실적으로 시뮬레이션
 - 이용자 운전 차량 조작 및 주행 시뮬레이션
 - 운전 차량의 주변을 주행하는 차량 시뮬레이션
 - 보행자, 자전거, 장애물 등 시뮬레이션
 - 도로 및 교통시설 시뮬레이션
 - 주야간 등 시간과 날씨 변화 시뮬레이션 등



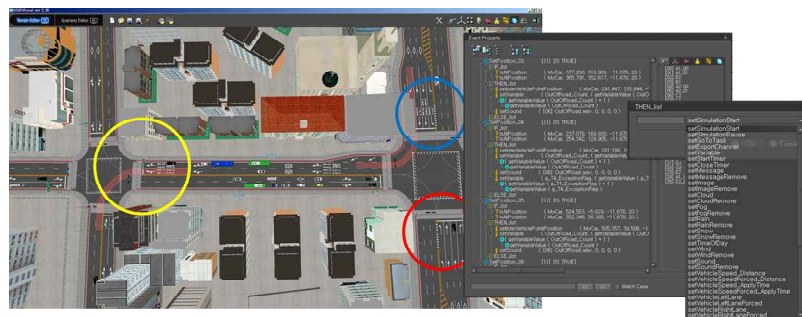
[그림 18] Traffic Generator



[그림 19] 시뮬레이터 주행화면

(나) 시나리오 저작도구

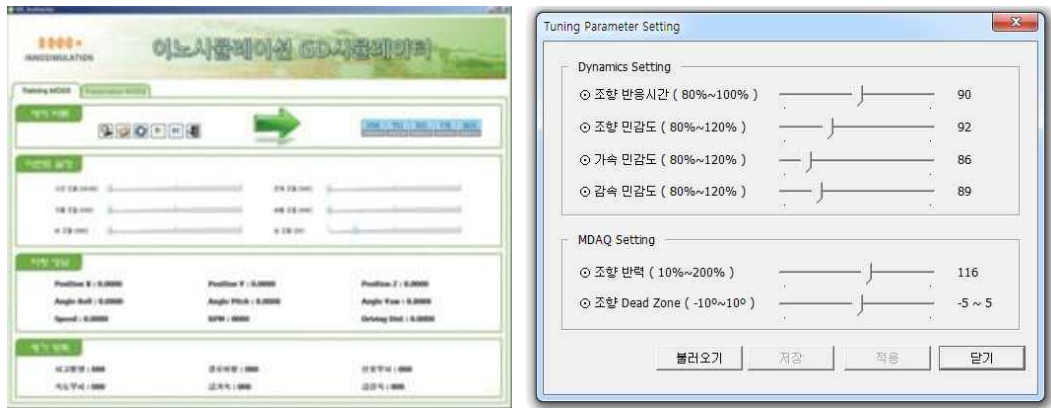
- 안전운전 교육 등 시뮬레이션하기 원하는 상황을 제작하기 위한 도구
 - Terrain Editor: 도로망, 신호 및 표지 등의 교통시설을 제작·편집하는 도구
 - Scenario Editor: 도로/교통/환경 조건과 이벤트 등을 제작·편집하는 도구



[그림 20] 시나리오 저작도구

(다) 운용 소프트웨어

- 제작된 시나리오에 따라 시뮬레이션 엔진을 구동하여 시뮬레이션을 시행하고 제어하는 S/W
- 시뮬레이션 상황 모니터링과 실시간 상황 변경 및 제어 시행 가능

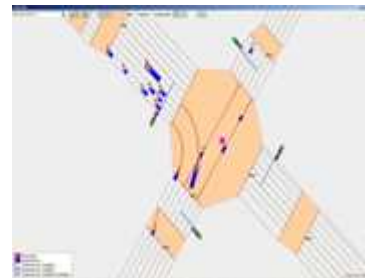


[그림 21] 운용 소프트웨어

(라) 주행시뮬레이션 S/W 특징점

시뮬레이션 엔진

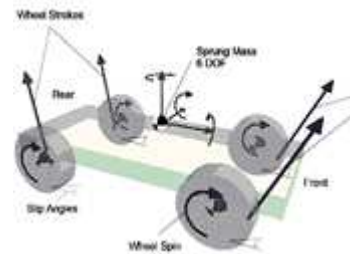
- 고성능 시뮬레이션
 - 500대 이상의 주변차량 동시 운영
 - 60fps이상의 영상 갱신률
 - 시뮬레이션 속도 50Hz 이상 (0.02초 단위 상태 갱신)
- 높은 하드웨어 호환성
 - 윈도우즈 PC에서 운영
 - 다양한 모션 플랫폼 지원 : 3축, 6축 등
 - 다양한 핸들 지원 : 차량형, Joystick Type 등
 - 추가 H/W 지원가능 : 시선추적장치 등



<Traffic Generator>

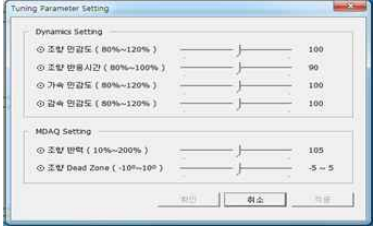
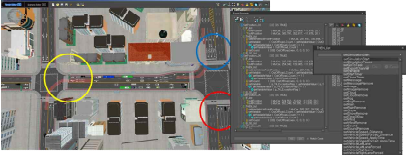


<Visual Renderer>



<Model Handler>

		 <Event Generator>  <Data Manager>
	■ 현실감 있는 야간/안개, 비, 눈 등 악천후 상황 재현: 운전자의 체감 현실성 반영 - 시각적 체감 개선 차로폭, 미러 위치, 소실점, 명암처리 등 - 청각적 체감 개선 도플러 효과, 마찰음, 엔진음, 풍절음 등 - 개인별 파라미터 감가속, 조향 민감도, 반력 등 개인별 조절	 <노을효과>  <안개효과>  <비 효과>
	■ 주행차량 현실성 개선 - 시각적 체감 개선 차로폭, 미러 위치, 소실점, 명암처리 등 - 청각적 체감 개선 도플러 효과, 마찰음, 엔진음, 풍절음 등 - 개인별 파라미터 감가속, 조향 민감도, 반력 등 개인별 조절 ■ 주변차량 다양성/ 주행행태 현실성 강화 -운전자 주행의사결정모형 개발 적용 - 10단계 운전자 성향 선택 : 느긋한 운전자 ~ 공격적 운전자	 <원근감 개선 사례>

	- 다양한 실측 및 연구자료 적용 : 반응시간, 회전속도 등 - 실차 실험자료에 기초한 교통류 모형 적용 : 차량추종, 간격수락 등	 <개인별 파라미터 조절창>
시나리오 저작도구	▪ 다양한 편집기능(33개)과 이벤트 함수(141개) ▪ 메뉴와 선택기능 중심의 편리한 편집 기능 ▪ 간단한 코딩을 통해 다양한 상황 시나리오 제작 ▪ 오브젝트 별 구조화로 제작 및 수정 간편	 <시나리오 저작도구>
운용 S/W	▪ 시뮬레이션 동작 중 운영자 개입 가능 : 차량 제어, 신호 변경, 장애물, 돌발상황 조절 등 ▪ 2배속 실행 기능 : 효율적인 시나리오 테스트 지원 ▪ API 지원 / 편리한 UI/UX	 <운용 S/W>

(2) 관리운영 S/W

- 안전운전 교육 관리운영 S/W 개발 및 운전 시뮬레이터 S/W 통합
- 관리운영 S/W는 교육생 관리 기능/ 시나리오 선택 기능/ 미니맵 기능/ 시뮬레이터 운영 상태 정보 출력/ 기상 효과 제어/ 훈련결과 저장 관리 기능/ 등의 기능이 있음
- 교육 체험자들의 정보를 실시간 모니터링 할 수 있기에 객관적인 교육 강평이 가능하여, 실시간으로 위험 상황에 대한 조치가 가능

(가) 교육생 관리 기능

- 여러 대의 시뮬레이터 교육생의 정보를 입력 가능
- 저장된 개별 정보 리스트를 통해 교육생을 선택할 수 있으며, 필요 시 개별 정보 입력 가능



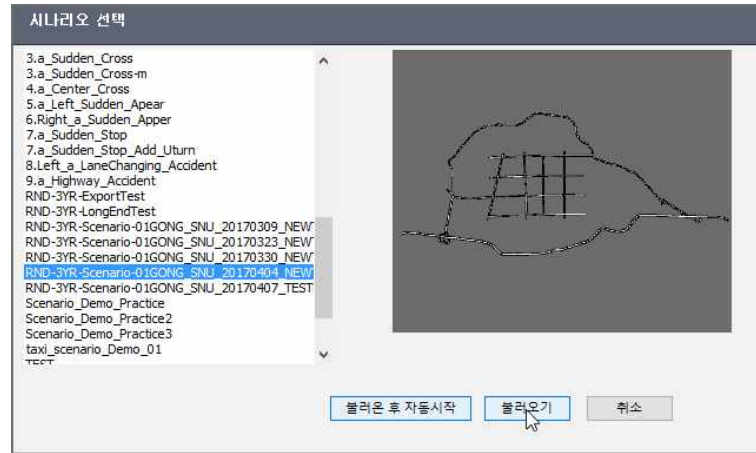
[그림 22] 시뮬레이터 커맨드 활성화



[그림 23] 시뮬레이터 커맨드 활성화

(나) 시나리오 선택 기능

- 저장된 시나리오 리스트에서 시나리오 선택 가능
- 다양한 교육대상자를 동시에 교육할 수 있어 운영측면에서 효율성이 높



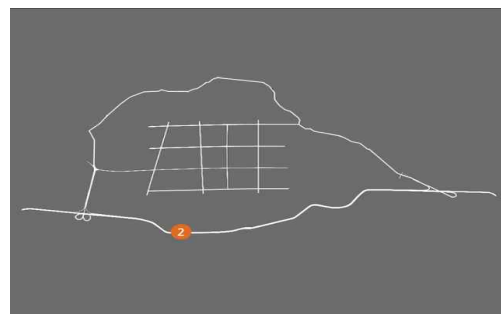
[그림 24] 시나리오 선택 팝업

(다) 미니맵 기능

- 각 시뮬레이터 교육생의 주행 정보 표시기능



{그림 25} 시나리오 로드



[그림 26] 미니맵

(라) 시뮬레이터 운영 상태 정보 출력

- 운용통제S/W와 운전 시뮬레이터의 연결 상태 정보 표시 기능
- 교육생의 운전 조작 정보 표시 기능
 - 속도/RPM/핸들/기어/브레이크/엑셀 표시 기능



[그림 27] 시뮬레이터 상태 정보

(마) 기상 효과 제어

- 시뮬레이터 운영 중에 실시간으로 기상 효과 이벤트를 단계별로 적용 가능
- 눈, 비, 안개, 주야 효과 연출



[그림 28] 기상 효과 제어

(바) 교육 결과 조회 및 출력

- 주행 시나리오에 구성된 안전운전 평가항목에 대한 결과 조회
 - 과속, 비정속주행, 급가감속, 급격한 핸들조작, 안전거리 미유지 등의 평가항목이 있음
- 안전운전 평가항목 별 평균점수와 교육생의 점수를 비교하여 평가 가능
- 지도자는 교육생의 주행행태에 대한 의견을 입력 할 수 있음



[그림 29] 교육 결과 조회 창

(사) 중앙 집중식 관리 기능

- 중앙 집중식 교관통제 시스템으로 단체교육에 활용
- 실시간 교관통제 및 시뮬레이션 자료 관리 가능
- 교육생 교육결과 DB관리 및 통계처리



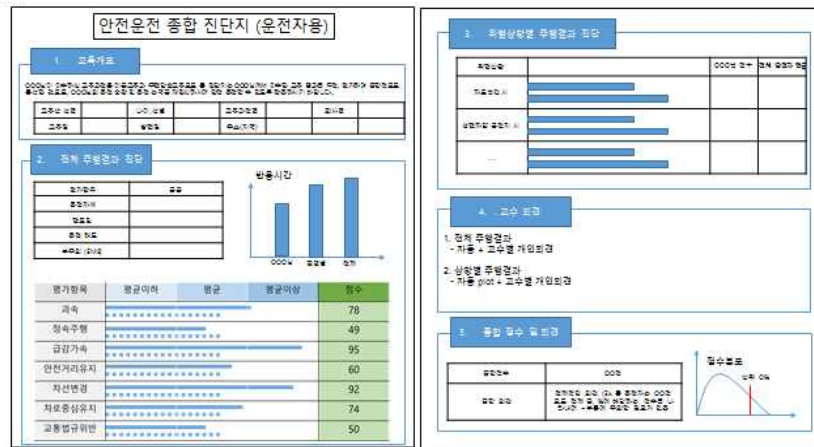
[그림 30] 시뮬레이터 교육현장



[그림 31] 시뮬레이터 관리운영 S/W

(3) 평가 및 교육지원도구

- 안전운전 종합 진단지를 통한 피드백 교육



[그림 32] 안전운전 종합 진단지

- 다양한 시점의 주행영상 리플레이 기능으로 효율적인 피드백 제공
 - 운전자 시점/Top View/ 좌우 시점의 4개 채널 지원
 - 카메라 시점 앵글 조절 가능
 - 교육생의 속도 및 방향지시등 점등 여부 표시 가능



{그림 33} 리플레이 영상

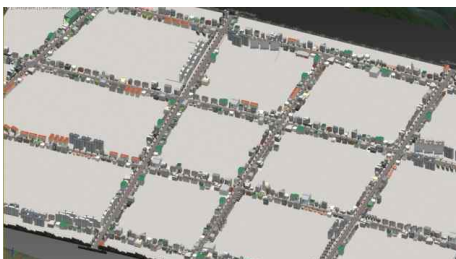
나. 안전운전 교육 시나리오 구현을 위한 도로망 데이터베이스 제작

- 상암동 지형 및 가상주행로 DB 구축
 - 상암동 지형 및 가상주행로 DB 구축
 - 시뮬레이터 상 도로에 구현된 기본 오브젝트 제작
 - 도심도로 중심구현



[그림 34] 가상주행로 DB

- 계측을 통한 실지형과 유사한 지형 정보 시각화
- 동일한 신호등과 교통 표지판들을 묘사하여 현실감 있는 교육 체험
- 국도/고속도로/도심 통합 데이터베이스 구축
 - 시뮬레이터에 대한 적응 및 운전 집중도 향상을 위해 직선 위주의 도로
 - 다양한 교차로 구간 설계 및 제작하여 여러가지 상황에 맞는 대처능력 향상
 - 고속 주행시 발생할수 있는 문제점파악
 - 돌발상황 대처능력 향상을 위한 도로설계
 - 도로별 순환주행을 위한 IC구간 제작완료
 - 상황별 이벤트를 위한 오브젝트 제작완료



[그림 35] 도시부 도로 가상도로

- 국도 / 고속도로 / 도심을 하나의 DB로 묘사함으로써 다양한 사고 상황 관련 교육 체험에 최적화
- 여주 IC 주변 지방국도/고속도로 구축
 - 주행이 편한 도로 개발
 - 직선위주로 지방국도와 고속도로를 통합

- 여주 IC주변을 유사하게 묘사



[그림 36] 지방국도/고속도로

다. 연구용/보급형 운전 시뮬레이터 H/W 제작 및 운영

- 안전운전 평가교육 시나리오 연구가 가능한 시뮬레이터 제작
 - 1/4 캐빈 및 실차 부품, ASWS 적용 제작
 - 6DOF, Payload 1ton 모션플랫폼 제작



[그림 37] 연구용 시뮬레이터

- 6DOF 모션 시스템을 통해 현실감 증대
- 연구용에 최적화된 프로토타입 시스템 구축
- 상용화용 H/W 제작
 - 상용화를 위한 보급형 시뮬레이터 개발



[그림 38] 보급형 시뮬레이터

- 공간 대비 교육효과에 최적화된 양상형 프로토타입 시스템 구축
- 사용자가 직접 이동 및 조립, 분해가 가능한 구성

2. 시뮬레이터 기반 안전운전 교육 시나리오

가. 교통안전 교육대상 고위험 운전자군 선정

- 다양한 가용 통계자료를 활용한 복합 분석을 통해 선정
 - 3년간의 교통사고 통합DB 원자료, 자동차보험부보대수, 운전면허소지자 현황자료 등 활용
 - 사고빈도, 사망자수, 중상자수, 치사율, 부상율 등의 지표 복합 분석
 - 연령대별, 운전면허 취득 경과 년수별 등의 그룹별 분석
- 3개의 그룹이 고위험 운전자군으로 선정됨
 - 젊은운전자(18~29세), 초보운전자(2년미만), 경력운전자(10년이상)
 - 경력운전자(10년이상)가 고위험군으로 선정된 것이 특징
 - 최종 교육대상 고위험군은 국내외 교통안전교육체계, 사회적 요구, 시행 가능성과 용이성, 중복성, 시뮬레이터 교육 적합성 등을 추가 고려 설정함
 - 초보운전자, 경력운전자(10년이상), 사업용자동차운전자, 고령운전자

나. 중요 교통사고 유형 선정

- 교통사고 원자료의 사고상황 설명 항목 분석을 통해 사고유형 구분 기준을 개발
 - 기존 8개 유형 ⇒ 39개 유형으로 세분
 - 사고 상황을 보다 정확히 나타낼 수 있도록 구분
 - 예> 측면직각충돌(기존분류) ⇒ 교차로 차량좌회전 하기 전 직각충돌
- 새로운 분류 기준으로 12,000여건의 교통사고DB 자료를 재분류하여 분석
- 고위험군별로 중요 교통사고 유형 항목과 우선순위가 다른 부분이 나타남

다. 위험운전 상황별 시뮬레이션 시나리오 개발

- 교통사고 사고원자료 상세 분석을 통해 선정된 중요 위험상황 구현(2번 항목 참조)
- 표준화된 시나리오 정의서(스토리보드) 양식을 개발하여 작성
 - 최종 보완사항까지 기록하여 향후 시나리오 이해, 재개발, 수정에 활용 가능
 - 상황별 시나리오들을 선정, 조합하여 다양한 통합시나리오 개발 가능
- 실제 시뮬레이션 S/W에 구현 및 테스트를 통해 보완
 - 연구진 테스트 및 비연구진 전문가 테스트를 실시하고 피드백을 반영
 - 시나리오에서 의도한 위험상황을 운전자가 경험할 수 있는지 확인 및 튜닝

위험운전 상황 시나리오 목록	
1	신호교차로 직진시 횡단 보행자(자전거) 충돌 위험상황
2	비신호 횡단보도 직진시 우측면 보행자 충돌 위험상황
3	단일로 횡단보도 없음에서 우측 보행자 횡단 중 충돌 위험상황
.....	
34	악천후 상황에서의 신호교차로 우회전 후 전방 선행차량의 후미추돌 위험상황
35	야간 및 악천후 상황에서 우측차도로 차로변경하여 추월 중 후행 차량과 후미추돌 위험상황

라. 안전운전 교육 시뮬레이션 통합시나리오 개발

- 시뮬레이션 교육 필요성과 적용성이 높은 그룹을 선정하여 그룹별 시나리오 개발
 - 사고통계분석 결과, 교육체계와의 연계 등을 고려한 교육 대상 그룹 선정
 - 초보운전자, 경력운전자(10년이상), 사업용자동차운전자, 고령운전자
- 실제 발생하는 사고자료에 기초하여 중요도가 높은 위험상황을 반영한 시나리오 개발
 - 교통사고 원자료 상세분석을 통해 선정된 위험상황과 우선순위 반영
 - 4개 그룹별로 다르게 나타나는 위험상황 특성을 반영
- 기존 교육 통합시나리오의 한계 개선과 요구사항 반영
 - 기존 시뮬레이션 교육 내용, 교육 운영자, 교육 이수자들의 의견 조사·반영
 - 전문가 만족도 80% 이상, “일반인 만족도 85% 이상

1. 위험상황의 현실성 제고 : 실제 상황에 가깝게 느끼도록 개발 · 사고 제2당사자와 주변차량의 상태와 움직임 현실성 · 사고와 관련된 도로 및 교통환경(신호, 시야제약 등)을 현실성 있게 구현 2. 시나리오의 상황 재현성 제고 : 의도한 위험상황을 운전자가 경험할 수 있도록 개발 · 운전자 운전 성향이 달라도 위험상황을 경험할 수 있도록 개발 · 다양한 이용자 대상의 테스트를 통한 튜닝 시행 (예> 너무 느리거나 빠르게 진행하여 해당 상황을 통과하지 않도록 개발) 3. 주변 주행차량의 현실성 제고 · 컴퓨터에 의해 주행하는 주변 차량 주행행태의 다양성과 현실성 제고 · 각자 자연스럽게 주행하는 많은 주변 차량을 배치하여 실제 주행 상황 재현 · 시나리오에 적합한 차종, 다양한 운전성향의 운전자 배치 등 4. 보급형 시뮬레이터 H/W의 특성과 한계 고려 · 측면 시야각의 한계, 회전(특히 우회전)의 조종의 어려움 등 고려 · 도로망의 교차로 회전각 조절, 사고 제2당사자의 위치와 속도 조절 등

- 통합시나리오 정의서를 개발하여 작성
 - 최종 보완사항까지 기록하여 향후 시나리오 이해, 재개발, 수정에 활용 가능
- 연구진, 전문가, 일반인 대상의 대규모 종합 테스트를 거쳐 보완된 시나리오
 - 일반인 144인 포함 총 200여 명 대상의 테스트 시행
 - 특히 일반인 테스트는 [시험주행 -> 1차주행(공통주행+특화주행) 피드백 및 이론교육 -> 2차주행(공통주행+특화주행)] 으로 실제 교통안전 교육 프로그램 이상의 수준으로 시행

- 개발된 5개의 통합시나리오 외에도 향후 목적에 따른 다양한 통합 시나리오 제작 및 활용 가능
 - 35개의 개별 위험상황 시나리오(정의서 및 구현된 시나리오), 시나리오 저작도구, 미리 제작되어 있는 도로망 DB를 활용
 - 교육대상과 교육목적에 맞는 위험상황을 선정하고 조합하여 다양한 시나리오를 손쉽게 구성하여 활용 가능
 - 교통안전교육외의 용도로도 확장하여 활용 가능 : 예> 교통시설 개선 테스트, 자율주행 차량 테스트 등

마. 시나리오 만족도 제고를 위해 개선된 주행시뮬레이터 S/W 성능 및 기능

- 운전자가 시뮬레이터로 주행하면서 느끼는 현실성 제고
 - 기술적 현실성 : 실측 크기나 속도감, 기계적·동역학적 정확성 등의 현실성
 - 체감적 현실성 : 시뮬레이터 S/W, H/W의 한계, 가상주행이라는 한계 등으로 운전자는 현실과 괴리를 느낌
 - 기술적 현실성을 어느 정도 낮추더라도 체감적 현실성을 높이도록 함
 - 이용자들이 공통적으로 제시하는 비현실성 개선

1) 운전자가 운전하는 주행차량의 현실성 제고

- 시각적 체감 현실성 : 주행차량의 화면 현실감 개선
 - 실차와 시뮬레이터의 안경카메라 영상 비교와 자문 등을 통해 영상의 소실점, 차로폭, 미러 위치, 원근감 등 조절
 - 우천시 앞유리 비뭍힘 및 소멸, 와이퍼에 의한 닦임 효과 등 화면 개선
 - 주변차량 위치의 짧은 시간주기 갱신으로 인한 화면 떨림 현상 개선
- 물리적 체감 현실성 : 조작 민감도의 대화식 조절 기능 등
 - 실차 주행과 시뮬레이터 주행에서 각각 측정되는 감가속 프로파일 비교를 통한 개선
 - 이용자마다 다르게 느끼는 감가속 패달과 핸들의 반응성 및 민감도 문제 완화를 위해 시뮬레이터 운영시 이용자별로 쉽게 조절할 수 있도록 함
- 청각적 체감 현실성 : 다양한 음원 추가로 현장감 개선
 - 도플러효과, 주변차량 주행소음, 노면 마찰음, 와이퍼 작동 음향, RPM/ 엔진음원 개선, 풍절음원 등

2) 컴퓨터에 의해 움직이는 주변차량들의 다양성과 현실성 제고

- Microscopic Traffic Simulation에서 이용하는 주행의사결정구조를 설계·반영하여 주변차량의 주행로직 개선
- 10단계 운전자 성향, 차종별 성능차이 반영을 통한 현실감 및 다양성 제고
- 기존 주요 연구자료 파라미터 반영을 통한 현실성 개선 : 운전자 그룹별 반응시간, 차종별-속도별 감가속도 등
- 실제차량 측정조사 자료를 이용한 가감속 현실성 개선

- | |
|--|
| 1. 출퇴근자 경로등 익숙한 구간에서의 Naturalistic Driving을 장기간 반복 측정
2. OBD2 자료와 블랙박스 자료를 활용한 측정 자료 추출
3. 좌우회전속도, 일반적인 감가속도, 출발지체, 차로변경 소요시간, 교차로양행거리 등의 측정요소를 통해 주변차량 주행현실감 개선 |
|--|

3. 시뮬레이터 기반 안전운전 평가 및 교육체계와 제도

가. 도로주행 시뮬레이터를 활용한 교육체계 개발

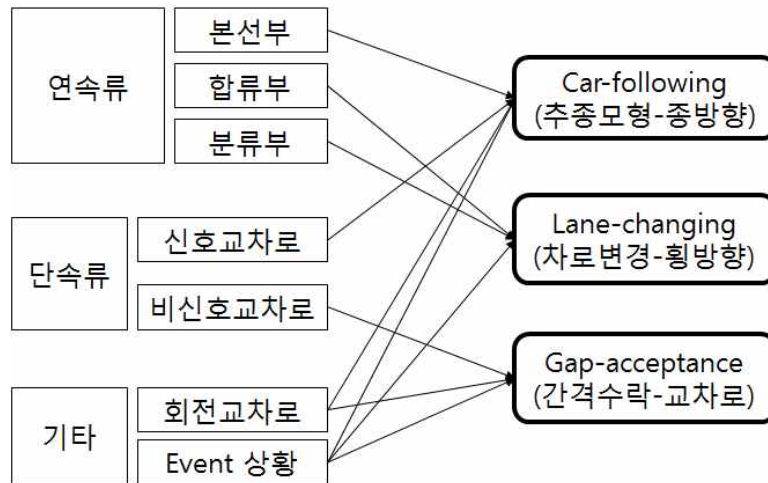
- 4유5형 고위험군 운전자 그룹별 교육수요 조사 및 교육체계 내 반영
 - 교육수요 니즈 조사, 전문가 의견수렴, 기존 주행시뮬레이터를 활용한 교육 교관 등을 대상으로 개선점 등 도출하여 실리적인 교육니즈를 획득·반영
- 교육체계(안)에 대한 그룹별 이용자 대상 여러차례의 의견수렴
 - 각 교육그룹별 대상 이용자를 선정하여 교육체계(안)을 지속적으로 보완하여 실제로 교육효과를 유발할 수 있도록 교육체계 작성
 - 각 교육그룹별 대상 이용자를 선정하여 Full Test 교육과정을 이수토록 하여 실제적인 보완사항 도출 및 교육체계 반영
- 최종 구성된 교육체계를 활용한 체험형 도로주행시뮬레이터 교육체계에 따른 교육효과 달성
 - 각 교육그룹별 대상 이용자를 대상으로 한 도로주행 시뮬레이터 기반 교육체계에 따른 교육과정을 이수한 운전자들의 교육효과가 교육전후 25%이상 향상되는 효과를 도출
- 주행시뮬레이터 기반 교육훈련 S/W를 활용할 수 있는 정책 및 제도화 지원방안을 제시
 - 버스 고령운전자 운전적성 정밀검사 보완시행방안, 버스 운전자 양성교육시 활용방안, 운전면허 취득시 주행시뮬레이터 탑승교육 도입방안을 제시
 - 교육분야에서의 주행시뮬레이터 활용외 시험·평가용으로 사용하기 위해서는 주행시뮬레이터 기반의 표준시험·평가기준값을 제시하는 방안, 표준 운전자에 대한 정의 및 특성값 도출, 공론화 과정 등이 필요함을 제시

4. 시뮬레이터 교통요소기술 개발/안전운전 평가 기준 개발

가. 시뮬레이터용 교통모형 개발 (주요 교통류상황 구현)

- 기존 특정 조건에 의해 움직이는 주변차량 움직임 현실성 개선
 - 기존 운전시뮬레이터의 주변차량 움직임은 특정 조건에 의해 움직이도록 설계되어 있으나, 본 연구는 실제 교통류상황을 설명하는 교통류모형을 활용해 주변차량 움직임을 구현함

- 교통류모형은 크게 종방향 추종모형, 횡방향 차로변경모형, 교차로의 간격수락모형으로 나눌 수 있으며, 본 연구에서는 아래와 같이 모형을 적용 및 구현함



[그림 39] 운전상황 및 교통류모형 구분

○ 날씨변수(우천시)를 고려한 교통류모형 구현

- 본 연구는 우천시 상황에서 다르게 나타나는 교통류상황을 구현하기 위해 평시와 우천시로 나누어 교통류모형을 각각 개발하여 구현하였음
- 기존 국내·외 시뮬레이터에서는 날씨변수에 따른 주변차량 움직임은 평시와 같은 것으로 조사되었으며, 비주얼 측면에서만 날씨상황을 구현한 것으로 조사됨. (해외 유수의 시뮬레이터 개발업체인 미국의 Realtime technologies(RTI), 미국의 The University of Iowa의 National Advanced Driving Simulator(NADS) 관계자와 인터뷰를 통해 조사함)

○ 해당 연구를 통하여, 3건의 국내·외 학술지논문 게재

- “비보호좌회전에서의 간격수락 행태모형 개발”, 2016, 한국도로학회논문집)
- “우천시 비보호좌회전에서의 간격수락 행태모형 개발”, 2017, 한국도로학회논문집)
- “Evaluation of the Rain Effects on Gap Acceptance Behavior at Roundabouts by a Logit Model”, 2018, (Journal of Advanced Transportation)

나. 국내외 최대 규모의 테스트인원의 시뮬레이터 실험 Database

○ 연구진을 제외한 일반인 대상 Test-bed 실험 데이터

- 국내·외 연구를 조사하였을 때, 본 연구 규모의 Test-bed 실험된 사례가 거의 없는 것으로 파악됨
- 향후 Test-bed 실험자 중 총 83명의 교육전·후 데이터를 활용하여 다양한 교육효과 분석이 가능할 것으로 판단됨

다. 시뮬레이터용 안전운전 평가기준

○ 주변차량 관계를 고려한 총 22개의 평가지표 개발

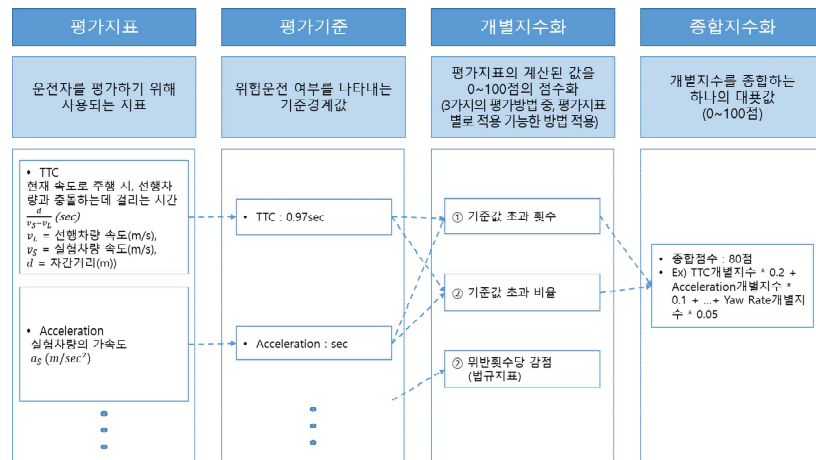
- 기존 시뮬레이터를 활용한 국내·외 사례조사 결과, 시뮬레이터 활용 평가지표는 반응시간, 제동거리 등에 국한되어 있었으나 본 연구는 국내·외에서 교통안전지표로 활용

되는 Surrogate Safety Measures(SSM)을 평가지표로 활용하였음

- 기존 문헌 검토 결과 SSM을 시뮬레이터에 적용한 사례는 없는 것으로 조사되었으며, 총 22개의 평가지표는 총 8가지의 평가항목으로 평가시 활용됨

○ 운전자가 이해하기 쉬운 0 ~ 100점의 평가지수 개발

- 기존 시뮬레이터의 운전 결과는 반응시간 (초), 제동거리 (m) 형태의 운전자가 직관적으로 이해하기 어려운 형태로 제공되었음
- 본 연구는 총 8가지 항목에 대해 개별지수화 작업을 통해 각 항목별로 0~100점 사이로 점수를 제시하였음
- 본 연구는 종합 운전점수를 총 8가지 항목에 대해 PCA, FA, RCSS, AHP 등의 방법을 검토하여 가중치를 선정해 0~100점 사이의 점수로 제시
- 94명의 일반인 대상 설문조사 결과 85.50%의 만족도를 보였으며, 점수형태의 결과제시에 대해 이해가 쉽다는 피드백이 많았음
- 83명의 실험자를 대상으로 교육전·후 효과를 분석한 결과 평균 종합점수 기준 13.79점 (19%) 개선되는 것으로 분석



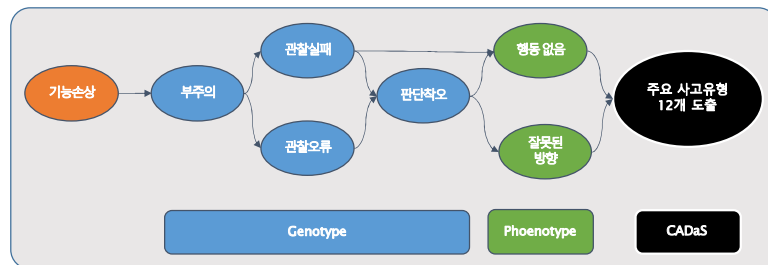
[그림 40] 시뮬레이터용 안전운전 평가기준 절차

제3절 고령운전자 안전운전능력 평가기술 개발 및 질환·약물에 따른 교통사고 위험도 분석

1. 고령운전자 운전능력 평가 프로그램 표준화

가. 고령자 운전행동 및 인적요인 특성분석

- 노화에 따른 신체적·인지적 기능저하 요인 분석 및 주요 사고모형 도출
 - 기존 고령운전자 관련 문헌분석, 2012~2014 교통사고 조사자료 정밀분석, 고령운전자 대상 설문조사 연구, 실차·시뮬레이터 실험 등 기초 연구 실시(대상 운전자 총 372명)
 - 고령운전자의 주요 교통사고 발생원인 및 사고발생 모델 구성 및 전형적 사고발생 모형 12건 도출
 - 고령자의 이동성 지각 및 지각된 삶의 질에 관한 연구 등 학진등재지 논문 2건 게재 완료



[그림 41] 고령운전자의 전형적인 교통사고 발생 모형

나. 고령자 운전능력 평가용 검사 개발

- PC 기반 기초인지검사 개발 및 타당성 검증
 - 고령자의 자극-반응능력, 주의능력, 눈·손·발 협응능력, 상황인지능력 등 인지적 기능 및 정지·동체시력, 대비민감도 등 평가를 위한 PC 기반의 기초인지검사 5종 개발
 - 고령운전자, 질환 고령운전자, 중년운전자 대상 비교 결과 대부분 평가항목의 반응정확도 및 반응시간에서 집단 간 유의차 확인($p<.001$)



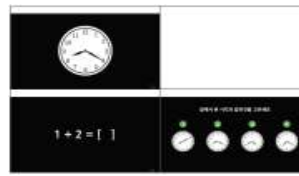
[그림 42] PC 기반 기초인지검사 자극 예>

○ 신경인지검사·운전능력검사 개선 및 S/W 개발

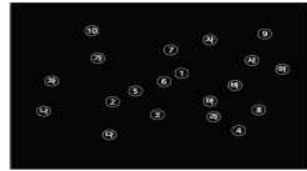
- 고품운전자 운전능력 평가를 위한 전용 H/W에서 사용할 수 있는 검사 항목 및 평가방법 설계
- 기존 PC 기반 기초인지검사에서 단일 검사로 여러 특성을 평가하던 것을 평가결과의 신뢰도 및 타당도 증진을 위해 검사를 세분화 하고 추가 개발(기존 5종 → 13종)



선나누기 검사



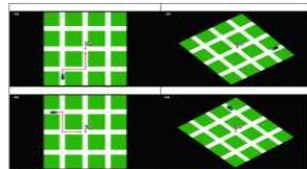
시계기억검사



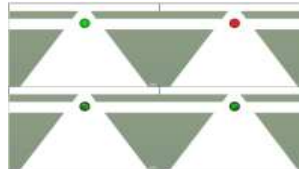
선잇기 검사



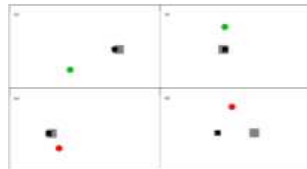
방향스트룹 검사



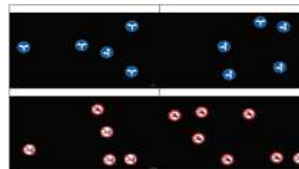
공간기억검사



자극반응검사(A, B)



횡방향 추적 검사



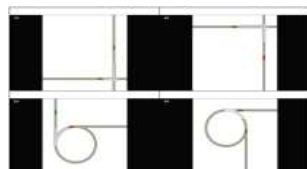
교통표지판 변별 검사



도로안내표지 기억 검사



상황기억검사



충돌예측검사



위험예측검사



운전오류 및 습관 검사

[그림 43] PC 기반 기초 인지검사 자극 예

다. 고령자 운전능력 평가기준 개발

○ 고령운전자 운전능력 평가 시스템 활용 표준화 연구 및 평가 기준 개발

- 유니폴라(주) 개발 H/W 및 S/W를 활용, 전국 단위 표준화 실험 실시를 통한 검사 개선 및 평가 기준 개발

구분	대상자	실험목적	주요 결과
예비실험	운전자 281명	검사 시제품 개선사항 도출을 위한 예비 실험	-개별 검사에 대한 하드웨어 및 소프트웨어 사용성 검증, 수검데이터의 신뢰성을 분석하여 검사 프로그램 및 하드웨어 장치 수정·보완
1차 실험 (신뢰도 개선)	운전자 210명	검사기기와 평가프로그램의 타당도 및 신뢰도 개선	-예비실험 결과 기반 검사프로그램의 자극제시 방법, 문항제시 순서, 난이도에 따른 문항 재배분(문항변경, 삭제) 후 실험 실시
실차 실험	1차 실험 피험자 중 38명	운전능력 평가시스템 수행 결과와 실차 주행 결과 비교	-1차 실험 대상자 중 38명 표본 추출 후 운전면허 도로주행시험 실시 -운전능력 평가시스템 검사 수행결과와 도로주행 시험결과 지표 간 상관분석 수행 -다수 검사 및 지표에서 실차 주행결과와 통계적으로 유의한 수준의 상관관계 검출(높은 정답률-긍정적 평가, 지연된 반응시간-부정적 평가)
2차 실험 (규준개발)	운전자 580명	운전능력 평가시스템의 평가기준 개발	-1차 실험 결과에 기초, 타당성이 상대적으로 낮은 검사를 삭제하고, 정답률, 각 문항과의 상관관계 등을 분석, 문항을 재구성(문항삭제 및 순서 변경) -검사 설명영상을 추가하여 외부 개입 없이 수검자가 검사의 시작부터 종료까지 단독으로 진행하도록 수정 -권역별 운전면허 보유자 현황에 기초하여 서울경기, 강원, 충청, 전라, 경상도 순회 실험 실시

라. 고령운전자 관리방안 도출 및 제도화

○ 국내외 제도 분석 및 벤치마킹, 연구결과 기반의 고령운전자 관리방안 도출 및 제도 개선 지원

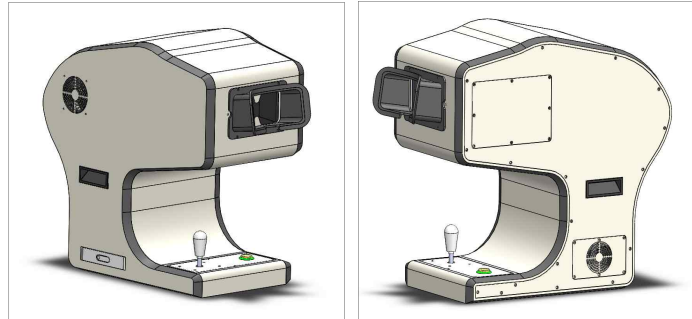
- 도로교통법 개정에 따라 2019년 1월부터 75세 이상 운전자들은 3년마다 운전면허 갱신을 위한 정기적성검사를 수검해야 하며, 면허 갱신 시 ①노화와 안전운전에 관한 사항, ②약물과 운전에 관한 사항, ③기억력과 판단능력 등을 판별하는 인지기능에 관한 사항을 포함한 교육 의무화

일자	추진 경과
2016.06.13.	국민안전처, 「노인안전 종합대책 관계기관 공청회」 개최
2016.06.24.	국민안전처, 공청회 후속회의 개최
2016.08.17.	경찰청, 「고령운전자 교통안전대책 공청회」 개최
2016.09.01.	국회, 고령운전자 관련 입법발의(양승조 의원 외 10명) -70세 이상 운전자의 면허갱신 주기 단축(5년→3년)
2016.09.26.	경찰청, 고령운전자 교통안전교육 의무화 및 적성검사 주기 단축 계획(통보)
2016.11.17.	국회 안행위 전문위원(송병철 의원) 검토 의견 제시 -면허갱신 주기 단축연령을 70세→75세로 조정 -고령운전자에 대한 인지기능검사 포함 교통안전교육 의무화 필요
2018.03.27.	도로교통법 개정(2019.01.01. 시행) -제73조(교통안전교육) 3항 신설(75세 이상 운전자의 교통안전교육 의무화) -제87조(정기적성검사) 개정(75세 이상 운전자의 적성검사주기 단축)

나. 다기능 시각능력 검사기

○ 운전자용 다기능 시각능력 검사기기 H/W 개발

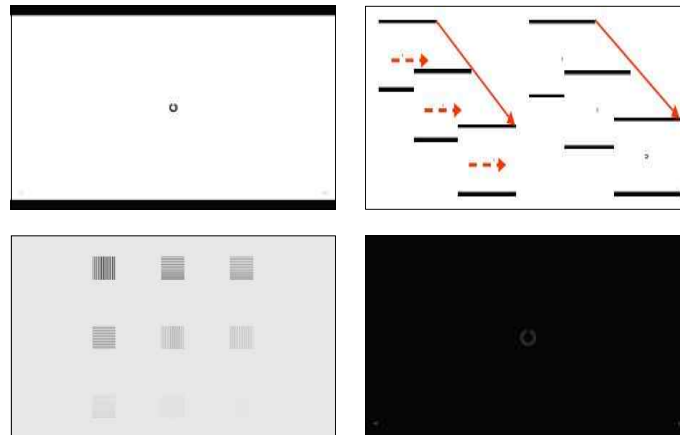
- 국내 최초로 정지시력 외 동체시력, 야간시력, 대비감도 검사기능을 통합한 다기능 시각능력 검사기기 개발 및 디자인 등록 1건, 기술특허 출원 1건



[그림 47] 다기능 시각능력 검사기기 설계 모델>

○ 다기능 시각능력 검사기기용 S/W 개발

- 다기능 시각능력 평가방법 관련 기술특허 출원 1건 및 S/W 등록 1건



[그림 48] 시각능력 검사용 화면 자극 예시

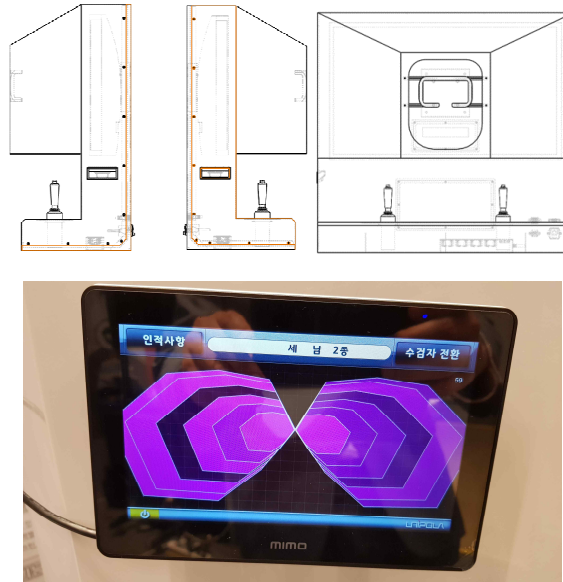


[그림 49] 시각능력 측정 후 검사결과
제시 화면(시제품)

- 개발 기기 및 S/W 검증에 위한 비교실험 실시(운전자 500명)

다. 운전 유효시야 검사기

- 고령운전자의 시야각 축소 현상 측정을 위한 운전 유효시야각 검사기 H/W 및 S/W



[그림 50] 기기 설계도면 및 검사결과 화면 예

3. 질환, 처방약물 및 의학적 시술과 교통사고 위험도의 관계 분석

가. 질환 및 약물관련 교통사고 위험 분석연구

- 교통사고 조사자료 및 건강보험공단 자료 연계 구축
 - 건강보험공단 수진자료를 도로교통공단 사고자료와 연계하여 선진국 사례와 유사한 수준의 분석자료 구축
 - 사망교통사고자료 한정된 자료연계로 사망률 산출을 위한 분모집단 파악이 어려움. 개인정보보호를 위해 사망운전자만을 연계하여 2% 미만인 75세 이상 고위험연령층 별도 분석에 대한 통계적 검정력 약화 → 추후 전체 운전자로 자료연계 확장 필요

구분	주요내용
사망사고 제1당사자 자료구축	-2010~2014년 사망교통사고 제1당사자 8,828명의 도로교통공단 DB와 국민건강보험공단 진료정보DB를 주민번호로 연계함
사망사고 제2당사자 자료구축	-2010~2014년 사망교통사고 제2당사자 13,289명의 도로교통공단 DB와 국민건강보험공단 진료정보DB를 주민번호로 연계하여 연계자료를 22,100명으로 확장함

- 구축자료 기반 주요 질환·약물에 따른 교통사망사고 위험도 분석 및 학술논문 게재·발표
 - 주요 질환에 따른 교통사망사고 위험도 분석 결과

구분	질환관련 주요내용
책임점수 분석법	-전체 8,635명의 사망자 분석 (평균연령: 48.8세) -환경이나 차량 원인의 가능성이 낮은 사망사고 운전자는 특정 질환의 이환 정도가 더 높은 통계적인 경향이 있었음 -관절염 1.14배(1.03~1.26), 간질 1.42배(1.17~1.73), 뇌졸중 1.24배(1.04~1.49), 그리고 당뇨병 1.11배(1.00~1.23)
일반인구집단 상대 유병율비	-전체 8,635명의 사망자 분석 (평균연령: 48.8세) -일반인구집단에 비하여 교통사고 사망운전자에서 위험인자로 알려진 질환을 가지는 사람의 비율이 상대적으로 높음 -간질 4.70배, 뇌졸중 2.04배, 치매 1.63배, 파킨슨병 1.52배, 관절염 1.63배, 우울증 2.18배, 당뇨병이 1.92배 많았으며, 95% 신뢰구간이 모두 1을 포함하지 않아 통계적으로 유의

- 약물사용 및 의학적 처치에 따른 교통사망사고 위험도 분석 결과

구분	약물관련 주요내용
항우울제	-항우울제 처방 1,250명 사망운전자 분석(평균연령: 59.7세) -항우울제 사용이 교통사고 사망위험 1.3배(1.03~1.63) 유의하게 높임 -선택적 세로토닌 재흡수저해제 중 paroxetine(4.72배, 2.01~11.06), 선택적 세로토닌-노르에피네프린 재흡수억제제 중 milnacipran(21.19배, 2.30~195.21)에서 위험 증가 -민감도 분석에서 비슷한 경향이 일관되게 있었고, 층화분석에서 연령, 동반질환이 많을 때 위험이 더 높았음
당뇨병 치료제	-당뇨약 처방 1,078명 사망운전자 분석(평균연령: 59.7세) -당뇨약 처방은 2.29배(1.05~4.98) 교통사고 사망 위험 높임 -경구혈당강하제 중 DPP4억제제만 통계적으로 유의하게 위험을 높였고, 시타글립틴이 4.81배(1.46~15.91)로 유의하게 위험을 높였음 -층화분석에서 고령일 때, 동반질환이 적을 때, 안전환이 있을 때 위험이 증가
감기약	-감기약 처방 8,635명의 사망운전자 분석(평균연령: 59.7세) -교감신경 흥분약물, 점액용해제, 아편알칼로이드, 항히스타민제 약물의 사용은 교통사고 사망위험을 높임 -트라마돌과 항히스타민제 병용은 교통사고 사망위험을 1.81배(1.42~2.29) 높이며, 트라마돌을 주사사제로 한정하였을 때 위험은 더 증가 -감기자체의 효과, 감기약 간의 상호작용, 감기약 이외의 다른 약과의 상호작용 등을 고려한 추가적인 연구 필요
항전간제	-항전간제 처방 확인 157명의 사망운전자 분석(평균연령: 54.4세) -항전간제 치료 시작 이후 기간 동안의 위험을 파악: 첫 3개월간은 34배 증가가 있었으나 나중 3개월의 위험은 1.5배로 유의하지 않았음 -투약 당일 사건 발생을 제외하고 분석한 결과 특정시점의 급격한 사건 발생을 관찰할 수 없음 -첫 3개월째 또는 6개월까지 운전을 금지하는 것이 별다른 이득이 되지 않을 수 있음
수면 내시경	-내시경 시술과 진정주사제 처방 563명 사망운전자 분석(평균연령: 58.1세) -내시경에 사용 진정제 전체는 교통사고 사망위험을 14.19배(4.70~42.81) 높임 -종류별로는 디아제팜 26.52배(1.18~593.86), 미다졸람 5.67배(1.06~30.48), 아편유도체 5.47배(1.74~17.26), 프로포폴 1.58배(0.26~9.65), 에토미데이트 27.16배(0.99~745.24) 높이는 것으로 확인 -사고이후 처치 과정에 투입된 진정제를 배제하기 위한 추가분석에서 대상 수가 줄어들면서 신뢰구간이 넓어져 통계적 유의성이 사라짐: 진료현장을 반영한 신중한 해석 필요

나. 운전능력의 의학적 평가항목 제안

○ 운전능력 평가를 위한 의학적 지침(안) 작성 및 제시

- 운전능력의 의학적 평가항목 도출을 위한 국외 지침 리뷰 및 질환 관련 면허관리 지침 구조에 따른 평가항목 정리

- 주요 항목에 대한 전문의 검토 및 자문 실시
- 총 10개 질환군, 63개 평가항목 정리 및 상세내용 기술
- 주요 7개국 평가지침 비교 및 면허관리 중심 내용 기술

제4장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

제1절 목표 달성도

기관	목 표	달 성 도 (%)	내 용
한국교통 안전공단	시범사업 가이드라인, 기술동향	100	- 시범사업 및 가이드라인 문헌자료 및 동향조사 분석 - 문헌조사 및 분석을 통한 운전자 위험상황 모니터링 시스템 시범사업 가이드라인 작성
	기술분석 리포트	100	- 위험상황 모니터링 시스템 관련 국내·외 특허조사 및 분석 - 세부 기술별 특허출원 회피방안 마련
	시범사업 협약체결	100	- 시범사업 업체 방문 및 사업 설명 - 시범사업 업체선정 및 협약 체결(K고속, K여객)
	경고체계 보고서	100	- 운전자 경고시스템 관련 국내·외 문헌자료 및 기술동향 조사분석 - 시뮬레이터 실험 및 버스 운전자 대상 선호도 면접을 통한 줄음, 부주의 운전 시 효과적인 경고체계 개발
	시범사업 가이드라인 운용 시스템	100	시범사업 운전자 위험상황 모니터링 시스템의 각 서브 시스템 모듈을 운용하기 위한 시범사업 운용 시스템 작성
	시범사업 운영 결과보고서	100	시범사업을 통해 시스템 별 문제점 및 개선사항 도출과 시스템 보완 및 개선을 위한 운영 결과보고서 작성
	법/제도 개선안	100	관련 제도 개선 방안 작성
(주)세코닉 스	영상기반 운전자 상태인식 카메라 모듈 제작	100	- 영상기반 운전자 상태인식 카메라 모듈 일체형 개발 - 기존 3차년도 대비 전원블럭은 메인 ECU와 통일하면서 사이즈 축소 및 저가형으로 개발
	시뮬레이션 환경에서의 영상 평가 및 영상 튜닝	100	- 카메라 모듈 변경에 따른 영상 평가 및 영상 튜닝 - 커버 글라스의 변경으로 내부 Gain 값 조절
	실차 환경에서의 영상 평가 및 영상 튜닝	100	- 카메라 모듈 변경에 따른 영상 평가 및 영상 튜닝 - 상용차 거리에 따른 Gain 값 조절
	2차 시범사업 수행	100	2차 시범사업내용에서 제기된 850nm Band Pass Filter를 940nm Band Pass Filter 변경 완료
한국과학 기술원	운전자 상태 주의 산만 위험 판단 정확도	100	실차 환경 시뮬레이션에서 수집한 영상을 바탕으로 오/정 검출된 영상 프레임의 개수를 파악하여 전체프레임으로 나눈 결과, 80%에 달하는 정확도를 확인
	영상 모니터링 실시간 성능	100	실차 환경 시뮬레이션에서 수집한 영상을 바탕으로 한 프레임을 처리하는데 필요한 시간을 계산하여 단위

기관	목 표	달 성 도 (%)	내 용
			시간당(초) 몇 프레임을 연산하는지 파악한 결과 9~11프레임을 처리하는 것으로 확인되었으므로 목표치에 부합
(주)이즈 테크 놀로지	운전자 상태 주의 산만 위험도 판단 정확도	100	- 운전자의 얼굴 각도(부주의) 및 눈 깜박임(졸음) 인식 알고리즘 구현 및 정확도 90% 이상 달성 - 한국정보통신기술협회(TTA) 공인 시험
	영상 모니터링 실시간 성능	100	- 영상 모니터링 속도 30fps 이상 처리 속도 달성 - 한국정보통신기술협회(TTA) 공인 시험
(주)베라시 스	전방차선인식률	100	- 전방 차선 인식 로직 개발 및 최적화 - 인식 성능 만족을 위한 성능 개선 작업 진행 - 시범 사업 영상DB 기반 주간/야간/터널/우천/역광 조건에서 인식을 평가 진행하여 차선 인식률 목표치인 98%를 만족 - 공인인증기관(KIAP)을 통한 KNCAP 기반 경보 성능 시험 진행 및 규격 만족
	전방차량인식률	100	- 전방차량 인식 로직 개발 및 최적화 - 인식 성능 만족을 위한 성능 개선 작업 진행 - 야간 차량 오인식 개선을 위한 Taillamp 인식 로직 개발 - 시범 사업 영상DB 기반 주간/야간/터널/우천/역광 조건에서 인식을 평가 진행하여 차량 인식률 목표치인 98%를 만족 - 공인인증기관(KIAP)을 통한 KNCAP 기반 경보 성능 시험 진행 및 규격 만족
	전방차량 인식거리	100	- 최대 인식 거리 목표치를 만족하기 위한 전처리 및 ROI 설정 방법 개선 - PG 기반 실차 인식 거리 측정 및 분석 - 전방 차량 인식 거리 80m 인식 만족
유정시스 템(주)	생체 신호 인식률	100	- 생체 신호(심박, GSR, 호흡률) 상용 센서 대비 95% 이상 인식 하도록 개발 - 한국정보기술협회 검증
	심박 측정범위	100	- 심박 센서 30 ~ 200bpm 측정 가능하도록 개발 - 한국정보기술협회 검증
	GSR 측정범위	100	- GSR 센서 2 ~ 30μ-siemens 측정 가능하도록 개발 - 한국정보기술협회 검증
	호흡률 측정범위	100	- 호흡 센서 5 ~ 50breath/min 측정 가능하도록 개발 - 한국정보기술협회 검증
	운전자 피로도 인식단계	100	운전자 피로도를 4단계로 인식하도록 개발
	통합 판단 ECU	100	통합 판단 ECU H/W 전장품 수준의 신뢰성을

기관	목 표	달 성 도 (%)	내 용
	H/W 신뢰성		갖도록 개발 • 한국에스지에스 검증
(주)엘비씨 소프트	어플리케이션 GPS 데이터 맵 매칭 정확도	100	• 맵매칭 로직 설계 • 운행행태 판단 알고리즘 설계
	어플리케이션 운행행태 판단 정확도	100	• 맵매칭 정확도 및 운행행태 판단 정확도 실차평가 • 통합ECU 연동 인터페이스 설계
	요구사항 정의서	100	• 관련 특허 분석 및 표준노드링크 기반 맵 데이터 수집 및 분석 • 운전자 관리 시스템 요구사항 정의서 작성
	GPS 데이터 맵 매칭 정확도	100	• BIS 연계 데이터, 통합ECU 샘플 데이터, 운수회사 기반정보(가공)의 구축 • 실제 운행버스 DTG 자료 기반의 테스트 및 검증을 통하여, 운전자 관리시스템의 설계 및 분석 S/W 프로토타입 구현이 가능한 인프라를 구축 완료
	관리시스템 설계서 평가	100	• 고위험군 운전자 관리시스템의 아키텍처와 데이터 정의 설계 완료 • 고위험군 운전자 관리 시스템 S/W 및 운행행태 데이터 연계 인터페이스, 통합 DB를 설계
	데이터 분석 S/W 성능	100	• ECU 파일 특성을 고려한 대용량 / 동시파일 업로드가 가능한 멀티파일 업로드 기술 개발완료 • 10 msec 단위의 ECu파일에 대해 오차범위 축소 및 결측률을 최소화하기 위해 1sec단위의 최빈값 산출방식을 적용완료 • 관리시스템 시작품에 대해 응답시간 4 sec이내 결과제공
(주)와이비 에스	운영 매뉴얼 작성	100	• 고위험군 운전자 운행행태 분석 S/W개발 • 고위험군 운전자 관리 시스템 개발 • 시스템 사용자 및 관리자 운영 매뉴얼 작성
자동차 부품연구 원	운전자 위험상황 통합 판단 정확도	100	• 운전자 위험상황(졸음, 부주의)에 대한 정의 및 사고 유형에 대한 테스트케이스 총 16개 추출 • 운전자-차량정보 통합판단 HVI Manager S/W 구현 • 실차가반 통합 ECU-S/W 구현 및 테스트케이스 기반 평가검증 • 시범사업 연계 성능 최적화 • 운전자 위험상황 관련 특허출원 7건, S/W 등록 2건
	운전자 위험상황 통합 판단 오인식률	100	
	운전자 위험상황 경고 응답속도	100	

기관	목 표	달 성 도 (%)	내 용
이노시물 레이션	시뮬레이션 성능	100	• 목표 45Hz 기준 56Hz 달성
	영상갱신률	100	• 목표 35fps 기준 68fps 달성
	운영모듈 기능수	100	• 목표 43개 기준 43개 달성
	에디터 기능 수	100	• 목표 33개 기준 33개 달성
	이벤트 함수 수 (Getter)	100	• 목표 88개 기준 88개 달성
	이벤트 함수 수 (Action)	100	• 목표 53개 기준 53개 달성
	사운드 기능 수	100	• 목표 4개 기준 4개 달성
	사운드 효과 수	100	• 목표 16개 기준 16개 달성
	구축도로 누적 km	100	• 목표 100km 기준 100km 달성
	이벤트 누적 갯수	100	• 목표 50개 기준 50개 달성
	특수효과 누적 갯수	100	• 목표 7개 기준 7개 달성
한국교통 연구원	위험운전상황 시나리오수 (누적 35)	114	• 교통사고 및 위험운전 특성 분석을 통해 고위험군별 위험운전 항목 기반 시나리오 개발(35개) • 안전운전 교육 통합시나리오 개발: 공통시나리오, 4개 고위험군별 특화시나리오 • 총 40개의 시나리오 개발
	안전운전교육 시나리오 만족도 80% (전문가 중심 평가)	100	• <안전운전 교육 통합시나리오 개발> 세미나 개최를 통해 본 연구에서 개발한 통합시나리오를 시연하고 시나리오 튜닝 주안점에 대해 소개 • 평가항목 중 “중요도 높은 위험운전항목” 구현 만족도가 가장 높았으며, 종합적 만족도는 평균 86점달성
	안전운전교육 시나리오 만족도 85% (시범교육 평가)	100	• 구축된 시나리오의 현실성 및 재현성 검토를 위해 총 3회에 걸쳐 일반인 대상 테스트베드를 운영하여 개선사항 도출 및 보완 수행 • 통합설문지로 시나리오 만족도(현실성 및 재현성) 조사 실시 - 1차: 82.6%, 2차: 87.8%, 3차: 93.8% 달성
한국교통 안전 공단	교통안전교육효과	25%향상	• 교육대상별 교육훈련체계에 따른 이론교육과 주행시뮬레이터 교육에 따른 교육전후 교통안전교육효과 조사

서울대학교	파라미터 정산된 교통류 모형 (누적 12개)	242 (= 29/12)	총 29개 모형으로 아래와 같음.					
			모형종류		평시	우천시	평시·우천시 동시 고려	총 개수
			차량추종	GGM, Linear	GGM, Linear	-	4	
			차로변경 (합류부, 본선부 각각 개발)	Binary Logit, Critical Gap (거리, 시간)	Critical Gap (거리, 시간)	-	10	
	간격수락 (비보호좌회전, 비보호우회전, 회전교차로 각각 개발)	Binary Logit, Critical Gap	Binary Logit, Critical Gap	Binary Logit	15			
	안전운전 평가지표 (누적 5개)	440 (= 22/5)	총 22개 모형으로 아래와 같음.					
			번호		평가지표		번호	평가지표
			1	AS (Accumulated Speeding)		12	Lag GD	
			2	SU (Speed Uniformity)		13	Front TTC	
			3	SV (Speed Variation)		14	Min TTC	
4			Acceleration		15	신호위반		
5			Deceleration		16	속도위반 횟수		
6			AN (Acceleration Noise)		17	정지선위반		
7			Yaw Rate		18	중앙선침범		
8			GD (Gap Distance)		19	방향지시등		
9			PSD (Proportion of Stopping Distance)		20	충돌횟수		
10	TTC (Time to Collision)		21	비상등점등				
11	MTTC (Modified TTC)		22	안전벨트 착용				
운전자 개별/종합 안전운전평가기준에 대한 만족도 수준 (이용자 평가, 80%)	106	일반인 총 94명의 평균 만족도 85.50 %						

기관	목 표	달 성 도 (%)	내 용
도로 교통 공단	고령운전자 운전능력 평가 프로그램 표준화	100	- 고령운전자 운전능력 평가용 신경인지검사·운전능력검사 총 13종 개발 - 운전자 1,100여명 대상 전국단위 표준화 실험 실시 - 고령운전자 운전능력 평가를 위한 최종 검사 및 지표 10개 선정 및 평가 기준 개발 완료 (검사지표 신뢰도 범위 .78~.97)
	고령운전자 관리방안 도출 및 제도화 추진	100	- 고령운전자 관리 강화를 위한 도로교통법 개정(2018.03.27) 및 시행 예정(2019.01.01) - 제73조(교통안전교육) 3항 신설(75세 이상 운전자의 교통안전교육 의무화) - 제87조(정기적성검사) 개정(75세 이상 운전자의 적성검사주기 단축)
부산대학교 산학협력단/ 유니폴라(주)	고령운전자 운전능력 평가시스템 개발 및 통합	95	- 고령자 운전능력 평가용 검사기기 및 프로그램 개발 - 다기능 시각능력 검사기기 개발 - 운전 유효시야 검사기기 개발 - 고령운전자 운전능력 평가시스템 통합 및 제품인증(KC) 완료
서울대 병원	질환, 약물 및 의료적 시술 등의 교통사고 위험도 분석	100	- 주요 질환 7종(당뇨, 우울증, 치매, 파킨슨병, 관절염, 간질, 뇌졸중)에 따른 교통사고 위험도 분석 및 결과 제시 - 처방약물 및 의료적 처치 5종(항우울제, 당뇨치료제, 감기약, 항전간제, 수면내시경)에 따른 교통사고 위험도 분석 및 결과 제시
	운전적합성의 의학적 평가항목 제시	100	운전능력의 의학적 평가를 위한 지침 개발(심혈관 질환, 당뇨병, 신경계 질환 등 총 10개 영역)

제2절 관련 분야 기여도

1. 사업용 운전자 모니터링시스템 개발로 교통사고 방지 및 감소 기대

- 운전자 상태인식(졸음/부주의) 인식 기술 확보로 해외 선진 업체와의 기술 격차를 해소함
- 운전자의 졸음 및 부주의 상황에서 적절한 정보 제공으로 교통사고 방지 및 감소를 기대함
- 교통사고 방지 및 감소로 사회적 비용 감소가 기대됨
- 생체센서는 관련핵심 기술개발로 인한 수입대체 효과 및 부품수출, 부품의 고부가가치화, 완성차업체의 생산단가 경쟁력 제고, 솔루션의 수출가능성 확대 등으로 인한 파급효과가 기대됨
- 일반 교통사고에 비해 피해가 3배가량 큰 졸음 운전 사고를 예방함으로써, 인적/물적 피해 및 예방 활동으로 인한 공적 비용 절감
- 사업용 운전자 위험상황 모니터링 시스템의 연구 성과물을 국내외 학술 발표, 논문지 게재, 기술시연, 기술 세미나를 통하여 외부에 적극적으로 홍보하고 타 기관(영리/비영리)과 연계하여 추가 공동연구 및 제품 개발에 필요한 시험평가를 지원하는데 활용함
- 시장의 대부분을 모빌아이 제품이 점유하고 있는 ADAS 시장 상황에서 본 연구를 통해 경쟁력이 있는 제품을 개발하여 부품 국산화에 기여
- 고위험군 운전자 모니터링 시스템 시범사업을 통한 운수회사 및 운전자에 대한 체계적 관리 기초를 마련함

2. 시뮬레이션 S/W 교통류 모형, 평가지표 관련 학술적 기여

가. 시뮬레이션 S/W 내 적용된 교통류 모형

(1) 주변차량 움직임의 현실모형 적용을 통한 시뮬레이터 현실성 개선

- 본 연구는 교통류의 대표적 상황인 차량추종, 차로변경, 간격수락에 대해 각각 시뮬레이터 S/W 내 적용가능한 모형 총 29개를 개발해 그중 24개를 적용하여 기존 시뮬레이터 대비 현실성을 높임으로써 운전자가 운전시뮬레이터 시나리오에 적응으로 인해 발생하는 운전교육의 한계점 개선
- 시뮬레이터 내 현실 교통류 모형이 적용된 본 연구는 Rule-based로 trigger 조건에 맞춰 구현된 타 시뮬레이터와 비교하여 현실성 개선 측면에서 크게 기여

(2) 날씨가 고려된 Gap-Acceptance 모형 개발

- 본 연구는 비보호좌회전, 비보호우회전, 회전교차로에 대해 날씨변수를 고려하여 모형을 개발하였으며 기존 평시 모형위주로 개발한 국내·외 논문과 비교하여 날씨변수

가 고려된 모형 개발에 크게 기여

- 현재 본 연구 결과를 활용하여 현재까지 2건의 국내 논문과 1건의 국제 논문 게재를 완료하였고, 앞으로도 논문 게재가 가능할 것으로 기대

나. 운전자 안전운전 평가기준

(1) 시뮬레이션 S/W 내 적용된 주변차량을 고려한 안전운전 평가 기준

- 본 연구에서는 대표적인 교통안전변수로 활용되는 SSM (Surrogate Safety Measures)를 안전운전 평가지표로 활용함으로써 주변차량과의 관계를 고려하였고, 운전자의 이해도를 돕기 위해 0~100점의 지수형태로 개별·종합지수화 방안을 개발
- 시뮬레이터 S/W 내 평가를 위해 SSM 지표가 활용함으로써 본 연구가 시뮬레이터 기반 평가에 주변차량을 고려한 평가를 가능케 했다는 점에서 시뮬레이터 활용 교육 분야에 크게 기여하였으며, 이용자들의 이해를 돕기 위해 개발된 개별·종합지수는 이용자 만족도 85.50%로 해당 분야에 앞으로 크게 기여할 것으로 판단

(2) 교육전·후 평가방법의 다양한 분야 적용

- 본 연구에서는 교육전·후 평가를 위해 생존모형(Survival Model)을 검토하였고, 이 모형을 버스운전자 교육효과 분석과 운전면허 별점에 각각 적용하여 총 2건의 SCI 논문 게재를 완료
- 운전자 교육전·후 효과평가를 위한 방법으로 검토했던 생존모형의 활용가능성을 확인하였고, 향후 운전자 교육전·후 효과의 교통환경 개선분야 등에도 적용이 가능할 것으로 판단

3. 외산 S/W 대비 개발 S/W 우수성 비교

- 본 과제를 통해 개발되는 안전운전 평가·교육 S/W는 기존 외산 S/W와 유사 또는 우수한 성능을 보유하고 있음
- 특히 국외 S/W 대비 가격경쟁력 확보로 추후 S/W 보급/확산에 유리할 뿐만 아니라 국외 시장 진출 시 국외 S/W와 경쟁에서도 유리함

구분	외산 S/W	본 과제 개발 S/W
안전운전 교육 이벤트	●약 30여가지 이벤트 저작 기능	●종합적 사고분석에 기초한 주요 사고/위반 상황
주변차량에 미치는 위험 구현	●사전 기능 부여에 따른 일부 구현	●교통류 이론 등에 근거해 현실적으로 구현
야간, 악천후 상황 구현	●기본 탑재 물리엔진과 연동해 심각도별 구현가능	●심각도 차이 등 구현 ●자체 물리엔진 개발 ●현실감 있는 상황 구현 지원

시나리오 저작편집	• 사용자가 저작 가능 • GUI환경의 툴을 이용한 시나리오 편집기 제공 • 개발툴을 이용한 반복적인 작업 비중이 높음	• 사용자가 저작 가능 • GUI환경의 툴을 이용한 시나리오 편집기 제공 • 재사용이 가능한 기능을 이용한 반복적인 작업 비중 낮음
차량 동역학 구현 충실성	• 기본 차량모델 탑재 • GUI환경의 툴을 이용한 차량 모델 튜닝 기능 제공 • 상용 차량 동역학 엔진 연동 가능	• 실차량 테스트를 통한 동역학 모델 적용 • 차량 동역학 실시간 튜닝 적용 가능 • 상용 차량 동역학 엔진 연동 가능
기타 특징 및 한계	• 국내 교통상황 반영/수정 시 기술지원 한계 • 다양한 H/W의 확장 시 기술지원이 되지 않는 등 제약	• 국내 교통상황 반영/수정 시 신속한 기술지원 • 실 수요처의 하드웨어 요구사항에 맞춤형 개발 연동 가능

4. 고령운전자 운전능력 평가시스템

가. 기술적 측면

- 위험운전행동과 관련한 인적요인 규명과 이를 과학적·객관적으로 평가할 수 있는 기술의 개발은 향후 운전자의 운전적합성 평가 및 면허관리제도 정책 개선 등을 위한 기초자료로 사용할 수 있으며 운전적합성 관련 인적요인에 대한 계량적 평가 및 과학적 판단준거로서의 중요성을 가짐

나. 경제적·산업적 측면,

- 고령운전자 운전행동 평가/개선 시스템(인지기능검사기 포함)의 국내 표준장비 시장 창출
- 일본 인지기능검사기는 대당 6,000만원 수준으로, 이를 본 연구성과로 대체할 경우 소요금액은 대당 1,000만원 규모이며, 약 20억원의 수입대체 효과가 발생할 것으로 추산

※운전면허시험장/안전교육장 40개소×10대×(6,000만원-1,000만원/대)=20억원 수입대체 추산

다. 사회적 측면

- 2020년까지 연간 고령운전자 교통사고 사망자를 3% 감소시킨다고 가정할 경우, '20년 고령운전자 교통사고 사망자 예측치 1,592명 가운데 48명을 감소시킬 수 있으며 이에 따른 교통사고 사회적비용의 감소 규모는 연 220억원(사망자 1인당 비용 4억 6천만원 기준)에 이릅니다
- 향후 우리나라 교통사고 사회적비용의 기준이 현 사망자 1인당 4억 6천만원에서 우리나라와 경제규모 수준이 비슷한 다른 나라들의 기준(사망자 1인당 15억원)을 적용할 경우 교통사고 사회적비용 감소규모는 연간 720억원에 이를 것으로 전망

5. 질환/약물 관련 운전적합성 평가를 위한 의학적 지침 제안

가. 기술적 측면

- 기 구축된 대규모 전산자료를 바탕으로 교통사고 관련 인자를 도출해낼 수 있는 정보 인프라 활용 노하우 개발
- 본 연구는 기관 간 자료연계를 통해 DB 구축 및 관리기관의 자체 활용 한계를 벗어나 교통안전 증진을 위한 사회적 가치를 생산한 연구사례이며 의학적 전문지식이 일반 생활안전에 적극적으로 활용될 수 있음을 증명하였음

나. 사회적 측면

- 본 연구는 공공자료 활용을 통해 사회적 이익 증진에 필요한 새로운 정보를 도출한 사례로, 이러한 방식의 자료 구성 및 분석 확대가 향후에도 지속적으로 이뤄질 필요가 있음
- 현재 연구 인프라로 공공자료를 활용하는 것은 개인정보보호법으로 엄격히 규제되고 있으나, 공익적 목적의 공공자료 활용을 위한 사회적 합의를 도출하고 특별법을 마련하는 등의 노력으로 사용을 확대하는 과정에 있어, 본 과제의 성과물은 교통분야의 활용을 활성화하기 위한 근거로 제시 가능한 성과임
 - 의학분야의 경우 장기이식, 심뇌혈관질환 예방 등 특별법에서 공공자료 연계를 통한 연구가 가능하도록 명시하는 조항을 포함함

제5장 연구개발성과의 활용계획

제1절 활용계획

1. 사업용 운전자 위험상황 모니터링 시스템 실용화 기술개발

- 운전자-차량정보 통합기반 운전자 위험상황 통합 판단 기술은 주행 중 사업용 운전자의 졸음운전, 주의분산 등 대형교통사고를 미연에 방지하는 시스템 구축에 활용 가능함
- 실 도로 주행 및 다양한 환경조건에서 구축된 DB는 운전자 상태인식 알고리즘의 강건성과 인식성능 개선을 위해 적극 활용 및 운전자 편의 기능(얼굴 인식 등), 신체이상 감지기능 알고리즘 개발에 활용 가능함
- 고위험군 운전자 운행행태 분석 S/W 및 관리시스템 기술 개발은 사업용 운전자의 안전성 확보와 안전운전지원 서비스 및 운송, 보험회사 등 연계하여 새로운 비즈니스 모델 발굴
- 사업용 운전자의 위험상황 인식 및 경고, 안전운전 유도/지원을 통한 사고예방 및 사후분석 피드백을 통한 운수업체, 보험회사 연계 안전관리 선진화에 기여할 수 있을 것으로 기대함
- 장거리, 장시간 사업용 운전자의 특성에 맞는 최적의 기술 개발을 통하여 위험요소로부터 능동적으로 대응할 수 있는 제도적 장치 제안 기초 자료에 활용
- 생체기반 운전자 상태 모니터링 모듈은 웨어러블 디바이스와 연계하여 다양한 비즈니스 모델 수립 및 사업화를 진행할 수 있음
- 졸음운전, 주의산만, 전방 미 주시 등으로 인한 도로교통사고 예방을 위하여 시범사업 운영결과를 토대로 시스템의 기능강화 및 상용화 전략수립에 활용
- 독립형 운전자 상태 모니터링(DSM) 개발에 활용 및 추가 안전/편의 서비스 개발을 통한 일반 자가용 시장에서의 수익 모델 개발 사업화
 - 솔루션 모델 : 카메라 일체형 DSM 모듈(H/W + S/W) 공급을 통한 사업화모델
- S/W License 모델 : 블랙박스 등 기존 자동차용 영상응용제품에 별도 S/W 공급을 통한 매출 창출 기능함
- 산업현장/ 군부대 안전관리를 생체 신호 모니터링 시스템, 헬스케어/의료 시스템을 위한 건강정보 분석 모듈, 상용차량의 안전운행을 지원하는 클라우드형 시스템으로 확장
- 생체 및 영상기반 운전자 상태 모니터링 및 경고를 통해 대형교통사고 예방

- 관리용 서버시스템을 통하여 실시간 운전자 상태 모니터링 및 안전관리 가능
- 수집된 통합정보를 기초로 사업용 운전자에 대한 안전관리대책 및 교통안전 정책 수립
- 시범사업 운영결과를 토대로 시스템의 기능 강화 및 상용화 전략 수립
- 복합요소를 고려한 안전운전서비스 제공으로 다양한 비즈니스 모델 제시 가능
- 고위험군 운전자 운행행태 분석 S/W 및 관리시스템
 - 고위험군 운전자 운행행태 분석 S/W 및 관리시스템 기술 개발은 사업용 운전자의 안전성 확보와 안전운전지원 서비스 및 운송, 보험회사 등 연계하여 새로운 비즈니스 모델 발굴이 가능
 - 체계적인 분석 및 모니터링 시스템 도입을 통하여 운전자 안전성 및 대형 교통사고를 사전에 방지할 수 있는 효과 및 고위험군 운전자에 대한 체계적 관리 시스템 가능

2. 시뮬레이터 기반 안전운전 평가·교육 S/W 개발

가. 안전운전 평가교육 S/W 판매계획

- 안전운전 평가교육 S/W 양산
 - 안전운전 평가교육 S/W는 소프트웨어 패키지로 개발 제작
 - 범용 저작도구로 양산하여 연구용, 교육용 및 게임용 시장에 적용 가능한 툴로 개발
- 안전운전 평가교육 S/W 신규시장 판로확보
 - 현대자동차와 연구용 시뮬레이터 판매 실적을 기반으로 S/W에 대한 요구사항을 수집 중이며 지속적으로 현대자동차로부터 개발요구를 받고 있어 납품 가능
 - 2017년 인도네시아 현지 법인을 설립하여 교통성 육상운송국 및 육군과 긴밀한 협의 중이며 인도네시아 경찰청에 자동차 교육훈련용 시뮬레이터 수출 경험을 바탕으로 인도네시아 현지의 교통상황을 즉각적으로 반영할 수 있는 시뮬레이터 수출 가능함
 - 최근 중국의 자동차 면허 교육관련 기관과 시뮬레이터 개발 협의 중이며, 중국 현지의 법령에 따라 시나리오를 저작할 수 있는 기능을 요구 받고 있음
- 안전운전 평가교육 S/W 기존시장 판로확보
 - 안전운전 평가교육 S/W는 자동차 시뮬레이터에 적용되어 연구용 및 교육용으로 사용되고 있고, 자동차 시뮬레이터의 주된 사용처는 자동차 제작사 및 연구기관과 교육기관임
 - 자동차 제작사의 경우 실제 차량개발을 위해 매년 지속적으로 자동차 시뮬레이터를 확보하고 있으며, 다양한 환경을 시뮬레이션하기 위해 시뮬레이터 S/W를 지속적으로 구매하고 있음
 - 연구기관의 경우 신규 도로건설 및 교통량 연구를 위해 자동차 시뮬레이터를 확보하고 있으며, 다양한 연구를 위해 시뮬레이터 S/W를 지속적으로 구매하고 있음
 - 교육기관의 경우 안전하고 통제된 상황에서 자동차 운전교육 시행을 위해 자동차 시뮬

- 레이터를 확보하고 있으며, 운전면허 취득자의 증가로 인해 지속적으로 구매하고 있음
- 엔터테인먼트 시장의 경우 국내에서도 레이싱 게임제작을 시도하고 있으며, 도로 및 시나리오 저작도구에 대한 필요성 요구

<표 25> 시뮬레이션 S/W해외 수요처

판매처	국가명	판매 단가 (천원)	예상 연간 판매량(개)	예상 판매기간(년)	예상 총판매금 (천원)
교통성 육상운송국 및 육군	인도네시아	30,000	20	10년이상	6,000,000
FORUM 8	일본	30,000	20	10년이상	6,000,000
SunHeart	중국	30,000	30	10년이상	9,000,000
PowerScan	브라질	30,000	30	10년이상	9,000,000

- 안전운전 평가교육용 시뮬레이터 연차별 매출목표

<표 26> 안전운전 평가교육용 시뮬레이터 연차별 매출목표

안전운전 평가교육용 시뮬레이터								
(단위:백만원)								
구 분		'19년도	'20년도	'21년도	'22년도	'23년도	'24년도	계
매출목표	국내	300	500	1,000	2,500	4,000	4,000	12,300
	해외	80	150	300	500	1,000	2,000	4,030
주요 시장	국내	- 교육기관(육군군수학교, 공군/해군교육사령부) 및 엔터테인먼트 제작사(시공테크, 현대자동차) 마케팅 시장 - 주요기관(도로교통공단, 교통안전공단 등) 교육 및 연구장비 시장						
	해외	- 교육기관(건설기계 면허시험 학원, 사설 교육기관) 교육장비 시장 - 시뮬레이터 제작사 마케팅 및 교육 장비 시장						
사업 전략	국내	- 교육기관 및 엔터테인먼트 제작사 대상 브로셔 우편발송 - 교육기관 대상 시연회 진행 및 관련 전시회 참가						
	해외	- 시뮬레이터 제작사 대상 브로셔 발송 - 관련 전시회 참가						

- 운전자위험상황 모니터링 시스템을 통한 안전운전지원 서비스 및 운송 보험회사 등 연계 사업화 모델 발굴
 - 교통안전전문교육기관의 체험형 안전교육 체계 개선에 시뮬레이터 S/W 활용
 - 교통안전교육장등의 일반인 안전운전 체험 및 훈련에 활용
- 안전교육 시뮬레이터 기반 안전운전 평가 및 훈련 프로그램에 활용
 - 고위험 운전자의 안전운전교육(한국교통안전공단, 도로교통공단, 지자체 교통연수원 등) 및 재활 훈련(국립 재활원 등)
 - 종합운전적성검사 통과 및 교육·훈련프로그램 이수 시 자동차 보험료 경감(손해보험협회)

○ 예상 수요처

- 한국교통안전공단에서 운영(시행) 중인 특별안전검사기(시뮬레이터형)
- 교통안전공단의 체험센터
- 도로교통공단 특별교통안전교육센터
- 면허시험장, 운전면허학원
- 군사/소방 교육기관

○ 교통 안전 관련 제도 및 정책사항 또는 안전시설물의 설치 등의 테스트 수행용으로도 활용 가능

<표 27> 시뮬레이션 S/W 활용 내용 및 기관

활용내용	활용기관
운전학원 교육(과목)	운전학원 등
운전면허 시험(과목)	운전면허 시험기관
고령운전자, 사고 및 위반다발 운전자 훈련 및 재교육	운전자 훈련 및 재교육 기관 (교통안전공단 등)
일반인 안전운전 체험 및 훈련	교통안전교육장 등

나. 한국교통안전공단, 도로교통공단 시뮬레이터 개선

○ 한국교통안전공단 상주 교통안전체험교육센터 시뮬레이터 현황 및 문제점

- 시나리오 상 구현되는 차량움직임이 비현실적이며, 설정된 위험상황을 교육생이 경험하지 못하고 통과하는 경우가 발생
- 기 구축된 시뮬레이터는 중앙통제방식의 운영으로 1회 당 1개 교육과정만 수용 가능
- 교관의 개인역량과 주관적 판단에 의존한 정성적 평가 위주로 구성되어 있어, 실질적인 피드백이 어려움

<표 28> 상주 기존 시뮬레이터와 고위험군 R&D 개발 시뮬레이터 비교

		상주 기존 시뮬레이터	고위험군 R&D 개발 시뮬레이터
성능	구현 PC	3대 PC 필요	1대 PC 필요
	Database 품질	저용량 저품질의 가상주행로 구현으로 도로의 끊김 현상 발생	고용량 고품질의 가상주행로 개발로 자연스러운 커브길 구현 (적응 및 운전 집중도 향상)
	시뮬레이터 엔진	외산 OKTAL SCANer DT의 단종으로 업데이트 불가	국산 GDSv1.4 개발로 구매비용 및 유지관리비용 감소
운영 편의성	교육과정 별 교육 가능 여부	교육과정 별 동시 교육 불가 (택시/버스운전자 혹은 기본반/심화반 동시 교육 불가)	교육과정 별 동시 교육 가능 (운영시간 절감)

	단독모드 지원	교관용 PC 운영불가 시 교육용 시뮬레이터 운영 불가	교관용 PC와 독립적으로도 시뮬레이터 교육 진행 가능
교육 및 평가	개별시나리오 개수	13개 (도시부-5개/교외부-4개/연속류-4개)	35개 (고위험군 별 특성에 적합한 위험운전항목 도출)
	훈련 평가	위험상황만 평가	전반적인 주행 및 위험상황 모두 평가
	리플레이 기능	교관용 PC만 실행 가능 (교육대상자는 자신의 주행습관을 알 수 없음)	교육용 시뮬레이터에서 다각도로 실행 가능 (즉각적인 피드백 제공)

○ 개선방안

- 현재 운영 중인 S/W는 개발사의 모델 단종으로 업데이트 불가하며, 同 개발사의 후속 모델은 국산 S/W 대비 4배 가량의 추가비용 발생
- 본 과제 산출물 활용한 개비 시 10억 5천만 원 절감 효과(상주센터 15대 기준)

<표 29> 고위험군 산출물과 SCANeR 비용 비교

구 분	고위험군 산출물	SCANeR
S/W 비용	1천만 원	8천만 원
PC 개량 비용	3백만 원	3백만 원
경비 및 인건비	1천 1백만 원	1천 1백만 원
1대당 총 비용	2천 4백만 원	9천 4백만 원

다. 한국교통안전공단 버스운전자 양성 교육에 시뮬레이터 활용

- 국토교통통부와 한국교통안전공단은 버스운전자 양성과정 개선을 통해 운수업체 버스운전자 부족난을 해소하고자 함
 - 버스운전기사 양성과정 개선을 통해 중장년 구직자에게 취업지원을 통한 일자리 제공 및 운수업체 버스운전자 부족난 해소
 - 버스운전자에 대한 전문화 된 교육을 시행하여 교통안전의식 함양 및 자질 향상을 통해 안전한 교통문화 정착
- 대형 1종 면허취득을 위해서는 20세 이상인 자로서 1년이상의 경력이 필요한데 이를 대체할 만한 교육을 제공하는 방안이 필요함
 - 국토교통부 대중교통과에서는 버스운전자 양성을 위해 특성화고 설립을 고려하고 있음
 - 버스운전자 양성교육 체계에 시뮬레이터를 활용한 안전운전교육을 진행 할 수 있음

라. 한국도로공사 「도로주행 시뮬레이터」 시뮬레이션 S/W 지원

- 국토교통과학기술진흥원과 한국도로공사 도로교통연구원은 ‘국토교통기술촉진연구사업’의 일환으로 경기도 화성의 도로교통연구원 내에 ‘도로주행 시뮬레이터 실험센터’를 설치하고 산학연관민 모두가 활용가능한 공유형 국가연구장비를 18년 말 운영개시를 목표로 구축하고 있음
 - 다양한 목적의 실험을 수행하기 위하여, 세계 최고 성능에 근접한 대형 주행시뮬레이터 1식과 트럭, 버스 등을 모사한 중형 시뮬레이터 각각 1식 구축
 - 도로설계, 안전, 운영, C-ITS, 자율차 분야에서의 활용 가능한 실험을 자체 실시 및 지원
- 현재 ‘도로주행 시뮬레이터 실험센터’에서 구축하고 있는 도로주행 시뮬레이터의 일부 실험목적을 위하여 본 연구 개발 시뮬레이션 S/W(시나리오 및 교통모형 등) 지원
 - 한국도로공사 도로교통연구원에서 구축하고 있는 주행시뮬레이터는 기본적으로 외산 S/W를 채택하고 있으나, 해당 S/W는 우리나라의 도로환경 및 운전자 성향 등의 교통환경의 모사가 미흡함
 - ‘도로주행 시뮬레이터 실험센터’가 수행하고자 하는 교통안전 및 운영 등 일부 실험목적에서는 본 사업에서 수행한 연구를 통해 개발된 S/W에 반영된 시나리오 및 교통모형이 적합한 부분이 있어, 호환 가능한 시뮬레이터 장비에 본 연구 개발 시뮬레이션 S/W의 적용을 협의
 - 특히, 본 연구 개발 S/W의 과정 중 사용한 시뮬레이션 장비와 유사한 기술적 환경을 가진 중형 시뮬레이터에서의 활용도가 높을 것으로 판단되며, 본 연구의 개발 경험을 활용하여, 실험 목표에 적합한 시나리오 개발 및 편집 등의 Know-How를 지원할 수 있어, 외산 S/W 대비 우수한 실험설계 및 수행 가능

마. 시뮬레이터 상용화 확대 시 네트워크를 통한 동시참여 시뮬레이션 기능 개선

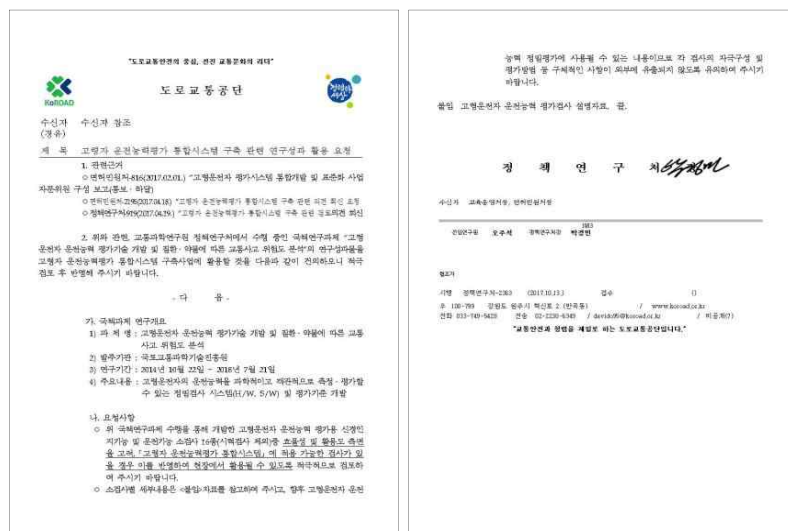
- 네트워크를 통한 동시참여 기능은 여러 대의 시뮬레이터를 네트워크를 통해 연동하여 훈련하는 운전자들의 가상 차량들이 다른 운전자가 운전하는 시뮬레이터에서 주변차량 역할을 하게 되는 기능을 의미함
 - 2대 이상의 시뮬레이터가 연동주행을 하기 위해서는 빠른 응답성이 필요하기 때문에 1Ghz 이상 속도의 HUB로 구성되어 있는 동일한 Local 네트워크 내에서 연동하는 것으로 구현할 계획임
 - 네트워크 환경에 따라서 차이는 있겠지만 20대 이상이 연동주행이 가능하도록 구현 예정임 : 빠른 응답속도의 확보, 통상적인 시나리오에서 서로 연계하여 영향을 주게되는 주변차량의 숫자 등을 고려하여 20대를 기준으로 설정
- 네트워크 동시참여 기능 적용시 운전자들의 직접 운전을 통해 AI에 의한 주변차량보다 현실적이고 다양한 주변 주행 상황을 만들 수 있는 장점이 있어 다음의 예와 같이 시뮬레이터의 활용 분야 확대가 가능함
 - 군차량 시뮬레이터에서는 전술 주행 시나리오 구성이 가능하도록 하여 전방 차량과의 차간거리를 유지하는 훈련이 가능함

- 경찰차 시뮬레이터와 같은 경우에 도로상의 도주차량을 추적할 때 연계하여 도주차량의 검거를 위해서 전방 및 측면으로 도주차량의 진로 방해하는 시나리오를 만들어 각 시뮬레이터의 운전자가 역할을 배정하여 훈련할 수 있는 환경을 구축 할 수 있음
- 자율주행차량의 테스트에서는 자율주행 알고리즘에 따라 주행하는 차량 주변에서 다양한 상황을 연출하여 테스트 할 수 있음

3. 고령운전자 운전능력 평가기술 개발 및 질환·약물에 따른 교통사고 위험도 분석

가. 도로교통공단 고령운전자 교통안전교육 반영 및 활용

- 도로교통공단은 일반 고령운전자를 대상으로 하는 교통안전교육을 실시하는 유일한 기관임
- 현재 사회교육 형태로 65세 이상 고령운전자 중 희망자에 한해 인지기각검사 1시간을 포함 3시간의 교통안전교육을 제공하고 있으며 교육 수료자에 대해 자동차 보험료 약 5% 할인의 혜택을 제공 중
- 관련 도로교통법 개정('18.3.27.)에 따라 2019년부터 75세 이상 고령운전자 중 면허 갱신 대상자들은 인지기각검사를 포함한 교통안전교육 2시간을 의무적으로 수강할 예정임
- 이와 관련하여 도로교통공단은 2017년 고령운전자들의 인지기능과 안전운전능력을 평가할 수 있는 검사를 자체적으로 제작하였으며, 본 연구를 통해 개발한 검사 중 하위검사 4종(선잇기 검사, 시계기억검사, 교통표지판 변별검사, 방향표지판 기억검사)이 해당 검사에 반영, 현재 서울 서부면허시험장에서 시범운영 중임



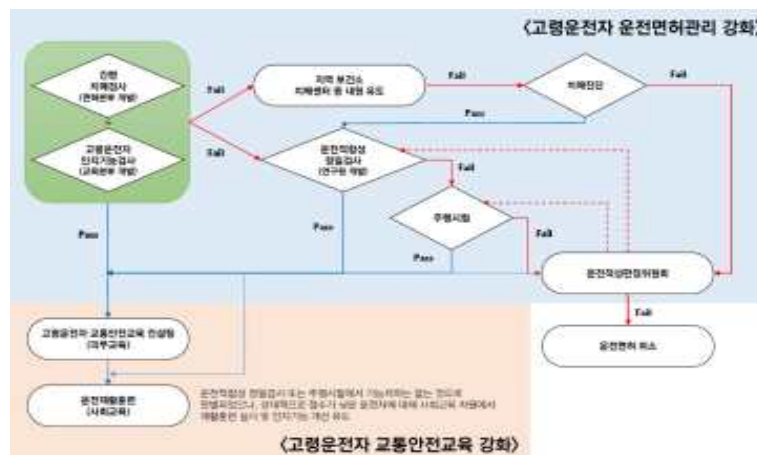
[그림 51] 연구개발 성과물(고령운전자 운전능력 평가 검사) 활용 요청 근거 문서

나. 고령운전자 면허관리를 위한 운전능력 정밀평가용 도구로 활용 추진

- 75세 이상 고령운전자의 면허 갱신기간 단축 및 교육 이수 의무화 법령 개정에 따라 향후 기초 인지기능검사 탈락 고령운전자에 대한 면허처분 절차 개선이 요구 됨
- 운전면허 관리기관인 도로교통공단은 본 R&D 연구개발 성과물을 기초 인지기능검사

탈락 고령운전자의 2차 운전적합성 정밀평가를 위한 도구로 활용하고자 하는 중장기 계획을 수립(2016)하고, 내부적인 절차 개선노력을 추진 중임

- 도로교통공단은 자체적으로 고령운전자 교통사고 예방사업 협업 추진을 위해 교통과 학연구원-교육본부-운전면허본부 간 관련 협의체를 구성하고 고령운전자의 면허관리 및 교육 강화를 위한 중장기 계획을 수립하여 추진 중임
- 본 중장기 계획을 통해 75세 이상 고령운전자에 대한 면허 갱신 시 인지기능검사 포함 교통안전교육 이수가 2019년부터 의무화 될 예정이며, 향후 본 연구 성과물인 고령운전자 운전능력 평가시스템을 포함하여 실제 주행능력 검증방안 및 제한면허 제도 도입 방안 연구 등 추가 개선노력을 통해 고령운전자 교통사고 감소를 추진할 예정임
- 또한 고령운전자 운전능력 평가시스템 실용화 단계에서 고령운전자들의 관련 데이터 수집을 확대, 지속적인 관리를 통해 시스템 내 검사들의 신뢰도를 제고하고 정기적인 운전능력 평가기준 업데이트 등 후속조치가 이뤄질 수 있도록 체계를 마련할 예정임



[그림 52] 고령운전자 운전능력 평가시스템 활용 및 면허관리 제도 강화 방안(안)

다. 운전적합성 평가를 위한 의학적 평가지침 개발에 활용

- 외국의 경우 많은 국가들이 안전운전에 영향을 미칠 수 있는 다양한 질환 및 약물의 복용, 기타 의학적 처치에 대한 교통사고 위험도를 분석하고 그 결과를 기반으로 운전적합성 평가를 위한 가이드라인을 개발·활용 중임
- 그러나 국내에서는 이와 같은 명확한 가이드라인이 아직 없으며, 본 연구가 질병 및 약물의 사용과 교통사고 발생 간 인과관계를 실제 자료분석을 통해 종합적으로 연구된 최초의 사례임
- 본 연구성과는 향후 운전자의 운전적합성 판단을 위한 의학적 지침 제작의 기반으로 활용될 수 있으며, 이를 위해서는 의약학과와 교통안전분야 간 밀접한 협업연구가 필수적임
- 운전적합성 관련 의학적 평가지침은 도로교통공단에서 운영하는 운전적성판정위원회에서 활용될 수 있도록 면허본부와 협의 후 업무추진

제2절 활용 노력

1. 사업용 운전자 위험상황 모니터링 시스템 실용화 기술개발

- 육군 1 야전수송교육단, 운전자 졸음 및 부주의 모니터링 장치 기술 시연회('18.8.8)
- 운전자 졸음 및 부주의 모니터링 장치 기술 시연회 개최(2회, '17.6.9, '18.7.5)



[그림 53] 시연회 개최

- 위험물 운송차량 관제용 단말기내 졸음 및 부주의 모니터링 장치 기능 확대 협의('18.7.2)
- 2018 국토교통기술대전 기술홍보 부스 운영('18.6.7)
- 교통안전공단 이사장 등 운전자 졸음 및 부주의 모니터링 장치 버스탑승 체험('18.3.28)
- 2017 중국 상해 국제 자동차부품 전시회 기술홍보 부스 운영('17.9.21)
- 카쉐어링 쏘카, 유카 및 육군수송교육대, 부산항만공사 등 개별모듈 장착테스트 등 협의
- DSM장치 시장형성을 위한 언론보도 등 홍보활동 다수 추진



[그림 54] 언론보도 자료

2. 시뮬레이터 기반 안전운전 평가·교육 S/W 개발

가. 도로교통공단 교육안전처-시뮬레이션 S/W 실용화추진위원회 세미나 개최

- 도로교통공단의 기존 시뮬레이터와 고위험군 R&D 개발 시뮬레이터 비교, 특장점 소개
- 도로교통공단 특별교통안전교육처 및 운전면허시험장의 시뮬레이터 기기에 고위험군 R&D 개발 S/W 탑재 가능 여부 검토
- 기존 시뮬레이터의 대표적인 한계점인 핸들감과 가감속감 개선 확인을 위한 시뮬레이터 체험 시연회 요청



[그림 55] 도로교통공단-실용화추진위원회 세미나 개최(18.1.23)

나. 시뮬레이터를 활용한 안전운전 법제도 개선(안) 세미나 개최

- 시뮬레이터 활용 안전운전교육을 위해 필요한 제도개선(안) 논의
 - 국토교통부 대중교통과 사무관과 도로교통공단 시뮬레이터 담당자를 초청하여 시뮬레이터를 활용할 수 있는 다양한 방안에 대해 논의
- 법제도 개선 논의사항
 - 사업용자동차(버스)의 고령운전자를 대상으로 시행되는 자격유지 검사항목에 기기형검사(시뮬레이터형 운전행동검사 교육)를 추가적으로 시행하는 방안



[그림 56] 법제도 개선(안) 발표 및 시뮬레이터 시연

다. 경제협력개발기구(OECD) 국제교통포럼(ITF) 교통장관회의, 시뮬레이터 홍보물 전시

- “교통안전과 보안”을 주제로 진행된 국제교통포럼 교통장관회의, 한국교통연구원 부스에 안전운전 교육용 주행시뮬레이터 통합 패키지 홍보자료 전시



[그림 57] OECD ITF 교통장관회의 전시



[그림 58] 시뮬레이터 패키지 홍보자료

라. 「2018 국토교통기술대전」 안전운전 교육용 시뮬레이터 체험 부스 운영(18.06.07)

- 고위험군 R&D 연구단 부스에 최종성과물 소개 및 일반인 대상 시뮬레이터 체험 진행

- 2세부 최종성과물인 안전운전 교육용 주행 시뮬레이션 S/W 홍보자료 전시



[그림 59] 2018 국토교통기술대전 시뮬레이터 전시

마. 한국교통연구원-이노시뮬레이션 기술실시계약 체결

- S/W 패키지에 포함된 “시뮬레이터 기반 고위험군 안전운전 교육용 시나리오” 기술을 이노시뮬레이션에게 약 5년간 사용할 수 있도록 기술실시계약을 체결

기술 실시 계약서

○ 과제번호: 17TLRP-B086437-04
 ○ 예산연도: 2018 ~ 2018
 ○ 연구개발과제명: 시뮬레이터 기반 안전운전 평가교육 S/W 개발
 ○ 연구개발비: 1,777,666,666원 (정부출연금: 881,000,000원, 기업부담금: 916,666,666원)
 ○ 기술실시 계약명: 시뮬레이터 기반 안전운전 평가교육 S/W 패키지 사업화
 ○ 기술료: 40,000,000원
 ○ 계약기간: 5년 (2018 ~ 2023)
 ○ 계약당사자
 연구개발성과 소유기관: 한국교통연구원
 실시기업: (주)이노시뮬레이션

연구개발성과 소유기관과 실시기업((주)이노시뮬레이션)은 연구개발성과 소유기관이 국토교통부 “교통물류연구사업”으로 개발한 기술을 실시기업이 실시함에 있어 다음과 같이 계약을 체결한다.

제1조 (정의) 본 계약서에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

1. “기술”이라 함은 연구개발성과로 획득된 “시뮬레이터 기반 고위험군 안전운전 교육용 시나리오”를 말한다. 해당 기술은 시뮬레이터 기반 안전운전 평가교육 S/W 패키지에 포함된 성과이다.
2. “실시”라 함은 연구개발결과를 사용(생산하는 경우를 포함)양도기술이전대여 또는 수출하는 것을 말한다.
3. “기술료”라 함은 기술을 실시하는 권리(실시권)를 획득하는 대가로 실시기업이 연구개발성과 소유기관에게 지급하는 금액을 말한다.

제2조 (실시권의 내용)

- ① 연구개발성과 소유기관은 실시기업이 본 계약의 조건에 따라 대한민국 내에서 “상기기술”(특허가 발생하는 경우 특허권 포함)을 실시하는데 동의하여 “실시기업”에게 실시권을 설정한다. 국외실시의 경우에는 제3조에 따른다.

[그림 60]한국교통연구원-이노시뮬레이션
기술실시계약서

3. 고령운전자 안전운전능력 평가기술 개발 및 질환·약물에 따른 교통사고 위험도 분석

가. 도로교통공단 고령운전자 교통사고예방 사업 협의체 구성 및 활동

- 고령운전자 교통사고예방 사업 관련 유관본부 간 현안분석 및 대응방안 개발
 - 교육본부 주관 고령운전자 인지기능검사·교통안전교육 및 면허본부 주관 치매·고령운전자 운전면허 컨설팅 사업 통합운영 방안 논의('16.11.15)
 - 고령운전자 평가시스템 통합개발 및 표준화 사업 범위 및 내용, 소요예산 등 검토('17.02.03)
 - 고령운전자 운전능력평가 통합시스템 시제품 및 표준화 절차 검토, 고령운전자 운전능력 평가기술 개발 R&D 사업 연구성과물 활용방안 논의('17.10.13)
 - 고령운전자 운전능력평가 통합시스템 시제품 및 표준화 사업 최종 보고 및 기술검사 실시, 향후 사업방향 논의('17.12.06)
 - 고령운전자 운전능력평가 통합시스템 타당도 검증용 실차 주행실험 실시('18.02.10)

나. 고령운전자 교통사고 심각도 및 운전적합성 평가 필요성 관련 언론홍보

- 고령운전자 교통사고 발생 증가추세의 원인과 사고감소를 위한 과학적인 운전적합성 평가방법 개발, 고령자 운전면허 적성검사제도 강화 필요성 제기 내용으로 KBS, SBS 등 주요 언론사 보도 협조



[그림 61] 고령운전자 교통사고 발생 추세 및 사고예방 대책 관련 언론홍보 성과 예

다. 운전능력 평가 시스템의 학술연구 활용 사례

- 운전면허 정기적성검사 개선방안 용역연구(서울시립대, 2017)에서 운전자 인적요인 측정을 위한 실험도구로 운전능력 평가 시스템 활용
 - 운전자 대상 실험 결과, 40세 이후의 일반적인 시력기능 저하 추세를 확인했으며, 야간 및 동체시력의 저하가 주행능력 및 위험상황 대처능력 저하와 관련 있는 것으로 확인

라. 2017 어르신 교통사고 Zero 캠페인 참석 및 연구성과품 홍보(광화문광장, 17.10.24.)

- 도로교통공단 주최 2017 어르신 교통사고 Zero 캠페인에서 시각능력 검사기기 전시 및 체험부스 운영



[그림 62] 어르신 교통사고 Zero 캠페인 시각능력 검사기기 전시 및 체험부스 운영

마. 고령자 통행환경 개선 연구성과 설명회 발표(대한상공회의소, 18.04.17)

- 한국건설기술연구원 주관 세미나에서 “고령운전자 교통안전 향상을 위한 정책방안”으로 성과품 개발과정 및 주요 결과에 대한 주제 발표



[그림 63] 고령운전자 교통안전 향상을 위한 정책방안 발표자료

바. 「2018 국토교통기술대전」 고령자 운전능력 평가시스템 부스 운영(18.06.07)

- 고위험군 R&D 연구단 부스에 최종성과물 소개 및 일반인 대상 개발 성과품 체험 실시
- 3세부 최종성과물인 고령자 운전능력 평가시스템 및 홍보자료



[그림 64] 2018 국토교통기술대전 전시부스 운영

제6장 연구 과정에서 수집한 해외 과학기술 정보

제1절 국외 고령운전자 교통안전교육 및 운전능력 평가 관련 현황

- 고령운전자의 운전능력평가 및 재활/기능개선 등을 위한 교통안전교육은 주로 미국, 캐나다 등 북미지역과 호주, 뉴질랜드 지역에서 활성화 되어 있음
- 이들 국가에서 시행하는 고령운전자 교통안전교육의 주요 특징은 정부기관 주도가 아닌 민간기관주도로 이뤄지는 경우가 많으며 교육기관과 자동차 보험사, 면허관리 기관 간 연계를 통해 교육이수 성적에 따라 보험료 할인혜택을 제공한다는 점임
- 이들 교육과정은 공통적으로 ‘문제 고령운전자를 배제하는 것’이 아닌 ‘최대한 오랫동안 안전운전을 지속할 수 있도록 지원하는 것’을 교육목표로 삼고 있음
- 이를 위해 많은 교육과정들이 고령운전자의 운전능력을 간접적으로 평가할 수 있는 검사도구(또는 조사문항)를 제공하고 있으며, 검사 결과에 따라 차별화된 교육 콘텐츠를 제공한다는 점임

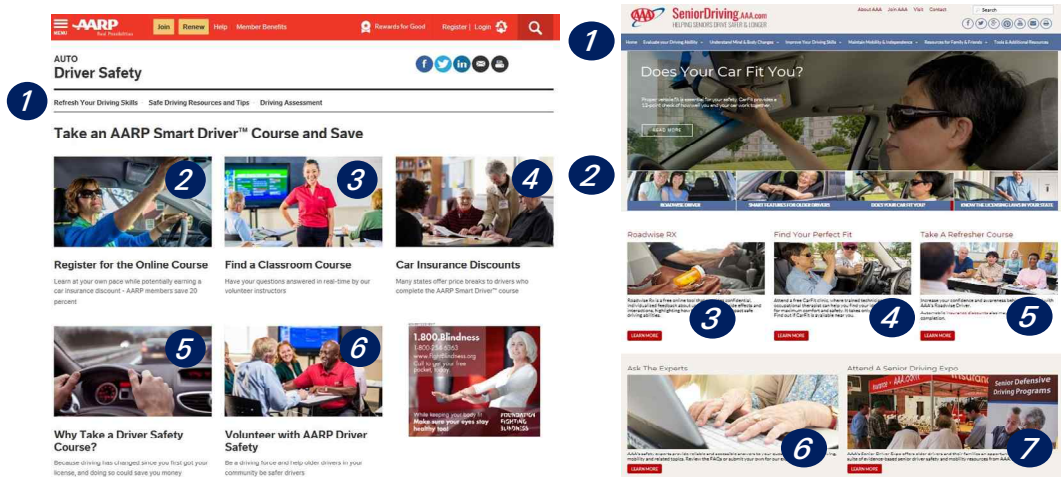
<표 30> 고령운전자 교통안전교육 과정 및 구성 내용(외국)

교육과정명	내용
AARP Driver Safety (구 55+alive/Mature Driving Course)	• 워크숍(집합교육) 8시간 운영, 온라인 교육 병행 • 캐나다 안전위원회에서 정규 인정과정으로 도입 • 고령운전자 대상 노화에 따른 영향과 보상행동 기술, 도로이용 규칙 및 방어 운전 기술 등 관련 정보 제공
AAA: Driver Improvement Courses for Seniors (구 Safe Driving for Mature Operators Course)	• 워크숍(집합교육) 8시간 운영, 온라인 교육 병행 • 노화에 따른 영향, 안전운전 실천방안(멀리 보기, 안전거리 유지, 도로시설 및 교통안전시설에 대한 설명 등), 음주 및 약물이 운전 미치는 영향 등으로 구성
Mature Driving Retraining Workshop (Traffic Improvement Association)	• 워크숍(집합교육) 8시간 운영 • AAA: Safe Driving for Mature Operators Course에서 사용하는 동일 교재 사용 • 자가 기능평가를 위한 심리학적 평가도구(단순 반응시간, 시각 정확도 및 깊이 지각, 시각적 주의력) 활용 • 옵션으로 도로주행 연습 가능하고 실제 코스 주행 후 동승 교관이 피드백 제공
National Safety Council Defensive Course: Coaching the mature driver	• 워크숍(집합교육) 운영 • 고령운전자 대상 방어운전 기법과 신체·인지적 기능저하에 따른 보상 전략 교육
AAA Drivers 65 Plus: Check your own performance	• 자기평가 도구 • 운전행동, 시각능력 등 건강상태에 대한 자기평가 15문항 제공 • 안전운전을 위한 정보 및 제언 내용 포함

교육과정명	내용
AARP Older Driver Skill Assessment and Resource guide: Creating Mobility Choices	• 자기평가 도구 • 24페이지의 책 자 형태로 구성되어 있음 • 설문조사 문항 및 자기평가 테스트 포함, 자동차 안전운행 보조장비 등에 대한 정보 제공
Driving Decisions Workbook	• 자기평가 도구 • 고령운전자의 자기 인식, 운전능력 저하 관련 일반지식, 운전지속을 위한 보상행동 및 교정 전략 등 제공
Safer Driving: The enhanced Driving Decisions workbook	• 자기평가 도구 포함 온라인 프로그램 • 안전운전에 영향을 미치는 요인에 대한 자기인식을 돕기 위한 프로그램 • 보기, 생각하기, 돌아서 가기 등 3 영역으로 구성 • 안전운전이나 운전지속 등과 관련한 다양한 고민들에 대한 피드백 제공
AAA Roadwise Review : A tool to help senior drive safely longer	• 자기평가 도구 포함 소프트웨어 형식 • 고령운전자의 교통사고 위험 관련 수행능력을 집에서 측정해 볼 수 있는 S/W • 각자 수행결과에 따른 평가를 제공하고 추가적인 도움을 받을 수 있는 정보 제공
Knowledge Enhances Your Safety(KEYS)	• 자기평가 도구 • 시각능력 손상에 대한 자기인식을 돕고 자기통제 전략 도입을 도모하는 내용

○ 대표적으로 미국은퇴자협회(AARP)의 Driver Safety Program과 미국자동차협회(AAA)의 Senior Driving Program은 온라인 교육과정을 제공할 수 있는 별도의 기반을 갖추고 있음

- AAA Senior Driving Program에서는 온라인에서 자기 운전능력을 스스로 평가할 수 있는 도구를 제공하고 있음



제2절 운전적합도 평가를 위한 심리학 기반 평가도구(VTS - Traffic)

- 비엔나 검사(Vienna Test System : VTS)는 오스트리아 전역에서 사용되며 독일의 정신의학적검사(Medical Psychological Assessment ; MPA)와 유사하나 독일 검사가 의학적인 관점에 초점을 둔다면 비엔나 검사는 심리학적 관점에 초점을 두고 있으며 네덜란드, 폴란드, 슬로베니아 등의 법정 검사로 명시되어 있음
- 운전자의 안전운전 적합도를 살펴보기 개발된 Vienna Test System TRAFFIC은 각 모듈을 기초로 하고 있어 특정 영역에 해당하는 검사만 따로 시행할 수도 있으며 널리 사용되는 심리학 측정 및 평가방법 가운데 21가지의 검사가 포함되어 있음. 다만 고령운전자에 특화된 검사이기 보다는 일반운전자의 운전적합성을 평가하기 위한 평가시스템임
 - 실제 운전능력을 평가하기 위해서는 운전자의 반응속도, 근육운동 속도 및 집중력, 자기조절능력 및 정신적 안전성 등을 측정하여야 하며 비엔나 검사 중 COG, RT 그리고 IVPE 검사가 사용됨. 또한 위험상황을 잘 회피하기 위한 조망능력과 스트레스 강인성을 파악하기 위해서는 ATAVT, DT 검사가 사용되고 주행 경로를 잘 파악하는지 여부를 평가하기 위해서는 논리적 추론능력을 검사하는 AMT를 사용
- 특히, 비엔나 검사는 피검자의 운전능력에 대하여 프로파일 형태의 평가결과를 제공하며, 각 항목들 중 하나라도 16%이하로 나타나는 경우 운전을 그만두도록 권고함



[그림 66] Vienna Test System - Traffic 구성 검사 예

제3절 고령자 운전적합성 평가 및 면허관리 정책 기초(오세아니아 지역)

- 고령운전자 면허관리, 교통안전교육 등 운전적합도 관리정책 벤치마킹을 위한 국외출장 실시

<표 31> 국외출장 실시 개요

구분	내용
실시기간	2017. 5. 15. ~ 5. 23. (7박 9일)
방문국가 및 기관	호주(Australian Traffic Road Transport Agencies, Monash University Accident Research Center), 뉴질랜드(Transportation Research Centre)
주요 조사내용	고령운전자 운전능력 평가방안 및 교육·훈련 방안 고령운전자 교통사고 감소방안 및 최신 연구 동향

○ 호주의 고령운전자 정책기조 및 방향 관련 자료 수집 결과

- 대부분의 선진국들과 마찬가지로 호주 역시 고령운전자들에 의한 교통사고가 사회적 인 문제가 되어왔으며, 이에 따라 일정 연령 이상의 고령운전자들에 대한 운전면허 갱신요건이 강화된 바 있음(의사의 진단소견서 요구, 시력검사, 실차 주행테스트 등)
- 최근 선진국들의 고령운전자 안전정책 방향은 이들의 운전을 자제시키는 것 보다는 가능한 한 오래 안전하게 운전할 수 있도록 유도하는 쪽으로 흐르고 있으며, 호주를 비롯 미국이나 유럽 등에서도 단순한 고령자 면허갱신 요건강화는 고령운전자들의 운전포기를 유도, 고령자 집단 전체의 교통사고 피해가 오히려 증가한다는 결과들도 있음
- 자가운전은 전체 도로교통 수단 중 가장 안전한 수단으로 여겨지고 있으며, 고령운전자들이 운전을 포기하는 경우 더 위험한 대체교통수단(자전거, 보행 등)에 노출될 수밖에 없어 고령운전자 사고는 줄어들지만 고령자 사고는 늘어나는 이른 바‘풍선효과(balloon effect)’가 발생

○ 고령운전자 운전적합성 평가 및 대책 관련 국외 전문가의 제언

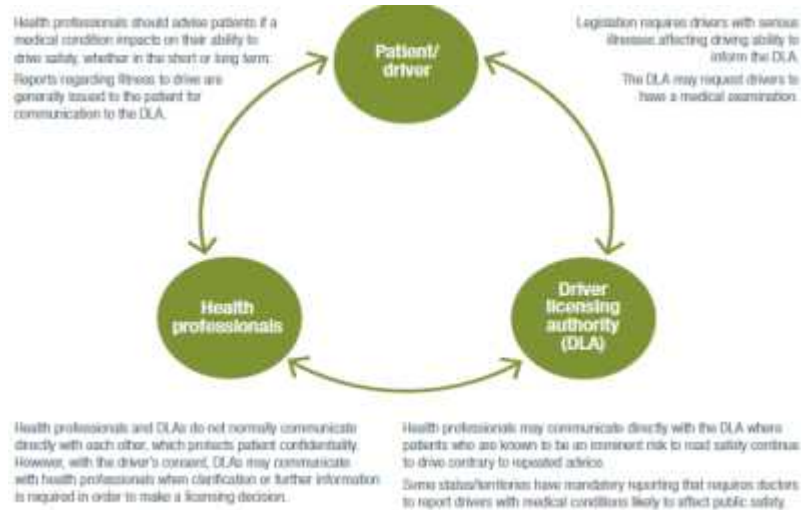
- 적절한 평가도구들을 활용하여 고령운전자 운전능력을 평가하는 것은 매우 중요한 일이나 단순 생물학적 연령이나 심리학적 도구에 의한 평가 결과만으로 운전가능 여부를 판단하는 것은 이들의 이동성을 심각하게 저해할 수 있음
- 신체적 능력이나 심리적 기능은 운전기능의 일부만을 설명하는 것으로 기능적인 결함이 있더라도 운전능력에 문제가 없을 경우 운전능력을 더 우선해서 판단해야 함
- 고령운전자 운전적합성에 평가는 단순히 운전지속 여부를 결정하는 것에 그치는 것이 아니라 이들의 문제점을 정확히 판단하고 되도록 오랫동안 안전하게 운전할 수 있도록 지원하는 측면에 초점이 맞춰져야 함
- 조건부 면허제도를 통해 고령운전자가 운전할 수 있는 범위(공간적, 시간적)를 제도적으로 제한하거나 차량안전장치의 부착 등을 제안할 수 있으며,
- 교차로 사고에 취약한 고령운전자들을 위해 정지신호 및 노면표시의 개선, 적절한 도로폭의 확보 등 도로안전시설의 측면에서도 필요한 조치가 이뤄져야 할 것으로 제언함
- 고령운전자의 운전중단이 반드시 필요한 경우 이동성 보장을 위한 정부차원의 금전적 지원(대중교통 이용료 보조 등) 및 대체 교통수단의 안전한 이용과 관련한 정보 등 적극적인 지원이 병행되어야 함

○ 환자/운전자, 호주 운전면허관리기관(DLA) 및 건강전문가와의 관계

- 운전자의 질환이 운전엔 심각한 영향을 미칠 수 있는 경우에 운전자는 운전면허관리기

관인 DLA에 즉각 통보하여야 하며, DLA는 운전자에게 의학적 평가를 받도록 요구할 수 있음

- 건강전문가는 환자에게 의학적 상태가 안전운전에 영향을 줄 수 있는지를 조언해야 하며, 환자에 대한 운전적합성 평가보고서는 DLA와 환자와의 의사소통을 위해서 발행됨
- 건강전문가와 DLA와는 환자의 비밀보장을 위해서 직접적인 의사소통은 하지 않지만, 환자가 동의하는 경우에 한하여 DLA에서 운전면허 유지관련 의사결정시 필요한 정보를 제공함



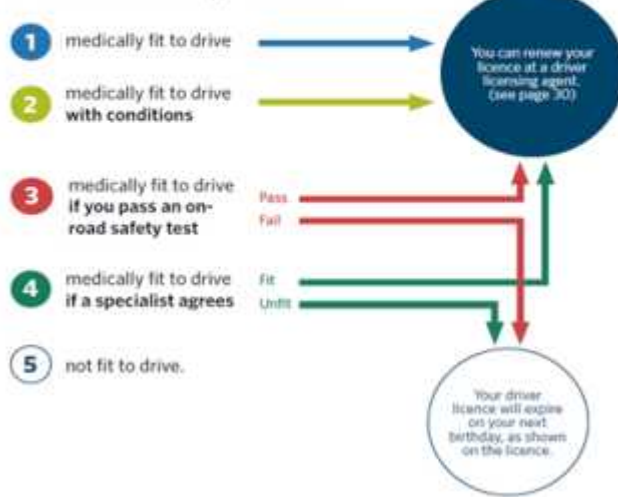
[그림 67] 환자/운전자-운전면허관리기관-건강전문가와 관련성

- 호주에서는 운전적합성을 평가하기 위하여 1998년에 운전적합성 평가 가이드라인을 첫 발간한 이래 2016년에 5번째 판을 발간하였음. PART A에서는 운전적합성 평가원리 및 평가체계 등에 대한 일반정보, PART B에서는 각 질환영역별 의학적 평가방안, PART C에서는 운전자 시험 규정 등 부록으로 구성되어 있음
 - 특히, 의학적 평가방안에는 총 10개 질환영역, Blackouts, Cardiovascular conditions, Diabetes mellitus, Hearing loss and deafness, Musculo-skeletal conditions, Neurological condition, Psychiatric condition, Sleep disorders, Substance misuse, Vision and eye disorders에 대한 의학적 평가방안 및 관련 운전과제 등이 제시되어 있음
- 뉴질랜드 고령운전자 운전면허갱신방법
- 뉴질랜드에서는 75세, 80세, 그리고 그 이후 2년마다 의사로부터 운전면허를 위한 의학적 증명서를 의무발급 받아야 함. 의학적으로 운전하는데 적합하거나, 특정 조건에서 운전하는데 적합한 경우에는 운전면허관리기관으로부터 운전면허를 갱신할 수 있음
 - 만약, 도로시험 통과시 또는 해당 전문가의 동의를 조건으로 의학적 운전 적합성이 인정된다면 갱신되나 그렇지 못한 경우에는 다음 생일 때 운전면허가 소멸

How to renew your licence – the process at a glance

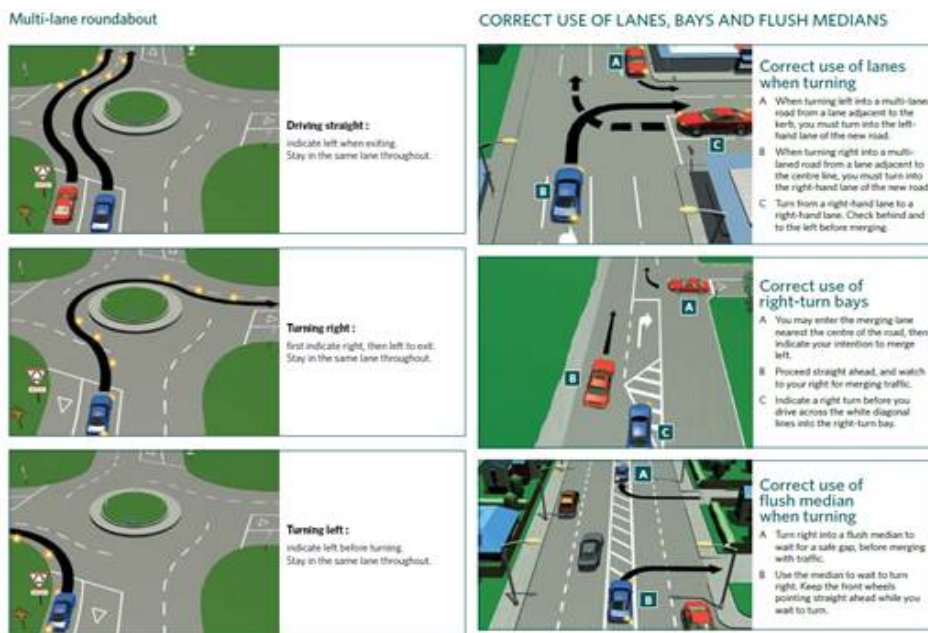
When you turn 75, when you turn 80, and every two years after that, you must get a **Medical certificate for driver licence** from your doctor.

Your doctor decides if you are either:



[그림 68] 뉴질랜드 운전면허 갱신절차

- 뉴질랜드에서는 고령운전자를 위한 다양한 교육컨텐츠를 개발·제공하여 고령운전자의 안전운전을 도모하고 있음. 특히 안전운전 자가질문지를 제공하여 스스로 안전운전 여부를 확인하도록 하고 있으며, 도로교통법 변경사항에 대한 내용을 온/오프라인으로 배포하고 있음
- 고령운전자 주요 교육내용으로는 교차로에서 양보, 회전교차로 통과방법, 올바른 차로 사용방법, 차간거리 유지 등 고속도로 운전 및 교통신호이해 등이 있음



[그림 69] 뉴질랜드의 고령운전자 교육내용 일부(예시)

제7장 연구개발성과의 보안등급

- 해당 없음

제8장 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입 기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입 가격 (천원)	구입처 (전화번호)	비고 (설치 장소)	NTIS장비 등록 번호
한국교통연구 연구원	연구용차량 시물레이션 플랫폼	(isp-n1106)	1	2016-04-06	190,000	이노시물 레이션 (02-6201-0160)	한국교통연구 연구원 R&D lab	NFEC-2016- 04-209024

제9장 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전 조치 이행 실적

가. 이즈테크놀로지

○ 안전점검

- 일정 : 매월 4일 (공휴일인 경우 익일)
- 대상 : 사내 전체
- 점검활동 통보 : 안전점검 실시 후 과제 및 실험실 책임자에게 통보

○ 정기 안전교육

- 교육방법 및 과정 : 실험실에서의 안전점검 및 비상대피훈련 교육실시
- 교육시간 및 시기 : 6시간 (연간 2회, 연구원 전체)
- 교육 일지 제출 : 매월 공지된 안전보건교육자료를 각 부서별로 회람

나. 유정시스템

- 주요 연구 자료 및 성과물의 무단 유출을 방지하기 위해 직책, 임무별로 열람 권한을 차등화하고, 본 과제에서 생성되는 모든 온라인 문서에 대한 접근 이력을 관리하고 있음
- 또한 개인용 전산장비에 대한 관리 및 정기적인 데이터 백업을 실시하고 있음
- 참여기관은 사내 보안관리규정을 제정/적용하고 있으며, 정기적인 보안 교육 및 정기적인 자체 보안점검을 실시하고 있음
- 개발용 서버를 비롯한 주요 시설에는 보안장비가 설치되어 있으며, 보호 구역이 지정되어 있음
- 전산망 보호를 위한 H/W 및 S/W 등을 도입하여 적용하고 있음

다. 자동차부품연구원

○ 안전점검 및 정밀안전진단

○ 안전점검의 날 지정 운영

- 목 적 : 전직원이 직접 참여하여 현재 자기 주변현장 안전점검 및 유해요소 제거
- 점검일 : 매월 4일
- 대 상 : 연구원 전체(연구실, 실험실, 기계실 중점)

○ 연구실험실 정기점검 시행

- 목 적 : 연구실 전체 안전진단 시행
- 일 정 : 2014년 상반기 시행
- 대 상 : 모든 연구실 실험실, 대 행 : 대한산업안전협회

- 정밀안전진단 실시
 - 2014년 실험실 정밀안전진단 실시계획
 - 일정 : 격년으로 시행
- 연구실 / 실험실 작업환경측정 실시
 - 시행목적 : 산업안전보건법에 의거 작업환경 개선
 - 측정내용 : 실험실 소음, 특화물, 산·유기용제, 분진
 - 측정기관 : 단국대 산업안전의학과 작업환경측정팀
- 산업안전관리 대행(월 2회)
 - 시행목적 : 산업안전보건법에 의거 사업장의 재해예방·유지
 - 관리내용 : 연구실험실 안전관리 및 교육
 - 대행기관 : 대한산업안전협회
 - 계약기간 : 2014. 3. 1 - 2015. 2. 28
- 산업안전 보건관리 대행
 - 시행목적 : 산업안전보건법에 의거 사업장 직원의 건강보호·유지
 - 관리내용 : 보건관리 및 직원의 건강체크
 - 대행기관 : 단국대학교 산업안전의학과
 - 계약기간 : 2014. 3. 1 - 2015. 2. 28(연장계약유지)
- 건강검진 실시
 - 시 기 : 매년 9월-10월
 - 인 원 : 약 360명(전직원, 별정직 포함)
 - 검진사항 : 일반건강검진 또는 특수건강검진(배치전포함)
- 정기교육
 - 교육방법 및 과정 : ON-OFF LINE 교육, 연구실 안전
 - 교육시간 및 시기 : 매월 각 2시간
 - 교육 기관 : 대한산업안전협회, 단국대학교 작업환경의학과
- 기타교육
 - 연구실별로 필요시 수시로 안전교육 시행 권장
 - 신규실험장비 도입시 안전교육을 포함하도록 시행
- 연구원 전체 시설물 화재보험가입
 - 가입기관 : 흥국생명
 - 가입기간 : 2013년 5월 20일 ~ 2014년 5월 20일
 - 가입대상 : 연구원 전체 시설물
- 연구원 직원 개인별 단체 재해 상해보험 가입

- 가입기관 : 현대해상
- 가입기간 : 2014년 4월 1일 ~ 2015년 4월 1일
- 가입대상 : 전임직원 약360명(전직원, 별정직 포함)
- 보상금액 : 사망(1억5천만원), 재해장애(7천만원), 암진단(2천만원) 등

라. 베라시스

- 연구실 안전점검 실시
 - 일상 안전 점검 : 연구실 정리 정돈 상태 확인 및 퇴근 시 연구실 연구 장비 전원 차단 확인
 - 정밀 안전 점검 : 연간 1회 이상 의무적으로 반드시 실시(연구 장비 이상 유무 확인 및 누전 차단기 및 과부하 멀티탭 사용 여부 확인)
- 연구실 안전교육 계획
 - 교육일정 : 전체 연구원(매년 1회 이상), 신입연구원 (채용 시 1주 내 개별 실시)
 - 교육내용 : [화재 방지 교육] 퇴근 시 전기 장비의 전원 차단 확인

마. 세코닉스

- 연구실 안전점검 실시
 - 일상 안전 점검 : 연구실 정리 정돈 상태 확인 및 퇴근 시 연구실 연구 장비 전원 차단 확인
 - 정밀 안전 점검 : 연간 1회 이상 의무적으로 반드시 실시

바. 와이비에스

- 연구실 안전점검 실시
 - 일상 안전 점검 : 연구실 정리 정돈 상태 확인 및 퇴근 시 연구실 연구 장비 전원 차단 확인
 - 정밀 안전 점검 : 연간 1회 이상 의무적으로 반드시 실시(연구 장비 이상 유무 확인 및 누전 차단기 및 과부하 멀티탭 사용 여부 확인)

사. 한국교통안전공단

- 연구실 안전점검 실시
 - 일상 안전 점검 : 일단위 연구실 정리 정돈 상태 확인 및 퇴근 시 연구실 연구 장비 전원 차단 확인
 - 정밀 안전 점검 : 연간 1회 이상 의무적으로 반드시 실시(연구 장비 이상 유무 확인 및 누전 차단기 및 과부하 멀티탭 사용 여부 확인)

아. 서울대학교

- 서울대학교는 연구실 안전환경조성에 관한 법률 제18조, 동법 시행령 제17조, 동법 시행규칙 제9조 및 서울대학교 환경안전관리규정 제8조(실험 실습실 안전점검)에 따라 모든 연구실 구성원들이 안전조치를 위한 교육을 받고 있음.

- 실험실을 출입하는 전체 대학원생, 연구원, 교직원을 대상으로 환경안전교육을 실시하고 있으며, 연구실 안전수칙을 연구실 내 보기 쉬운 곳에 부착하고 있음.
- 환경안전교육은 환경안전관리, 전기안전취급, 실험실장비 및 기구 취급요령, 사고심리학, 소방안전, 응급처치, 연구윤리, 실험실 안전 보건과 직업병, 인간공학, 공작실안전, 가스안전, 캠퍼스 내 생활환경으로 이루어지며, 교육 미수료자는 실험실 출입이 제한됨.



출처 : 서울대학교 환경안전원 홈페이지 (<http://ieps.snu.ac.kr/>)

- 연구개발 기간 중 발생한 안전사고 0건임.

제10장 연구개발과제의 대표적 연구 실적

번호	구분 (논문/특허/ 기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	논문 게재지/ 특허 등록 국가	논문 게재일 /특허 등록일	사사 여부	특기 사항
1	특허	3채널 차량 상황 감시 장치 및 그 방법	세코 닉스	대한민국	2016.8.25	단독	-
2	특허	정면얼굴 판단방법 및 장치	이즈 테크놀로지	대한민국	2017.10.11	단독	-
3	S/W 저작권 등록	생체센서를 통한 바이오정보 수집 및 산출 프로그램	유정 시스템	대한민국	2018.03.29	단독	-
4	논문	The Development of Driver Warning Algorithm for Safety Driving Support	자동차부품 연구원	The First International Conference on Consumer Electronics (ICCE) Asia IEEE/IEE ICCE-Asia 2016	2017.01.05	단독	-
5	S/W 저작권 등록	머신러닝 기반 사업용 운전자 위험상황 판단 프로그램	자동차부품 연구원	대한민국	2018.05.30	단독	-
6	특허	도로영상에서 후미등 영역을 이용한 차량식별방법	베라 시스	대한민국	2018.07.02	단독	-
7	논문	주행시뮬레이터 내 주변차량 현실성 제고를 위한 실차와의 비교분석: 교차로 접근 시 감속시간을 중심으로	한국교통연구 원	교통연구	2017.09.30	단독	비SCI
8	논문	Deterrent effects of demerit points and license sanctions on drivers' traffic law violations using a proportional hazard model	서울대학교	Accident analysis and prevention	2018.04.01	중복	SCI
9	논문	Evaluating the Effects of Digital Tacho Graph (DTG) Data-Based Traffic Safety Education on Bus Driver	서울대학교	Transportatio n Research Record:	2016.09.01	중복	SCI

		Driving Behavior		Journal of the Transportation Research Board			
10	특허	회전모니터 적용한 시뮬레이터	이노시물레이션	대한민국	2017.05.11		-
11	특허	자동차 시뮬레이터 장치 및 그 방법	이노시물레이션	대한민국	2018.04.12		-
12	특허	수검자의 시각 능력을 평가하기 위한 시각능력 검사장치	도로교통공단 유니폴라(주)	대한민국	2017.05.15	단독	출원
13	특허	수검자의 운전 능력을 평가하기 위한 운전능력 평가 시스템	도로교통공단 유니폴라(주)	대한민국	2017.05.18.	단독	출원
14	특허	시각능력 검사 장치의 시각능력 검사방법	도로교통공단 유니폴라(주)	대한민국	2017.08.31.	단독	출원
15	특허	운전능력 평가 시스템의 운전 능력 평가방법	도로교통공단 유니폴라(주)	대한민국	2017.08.31.	단독	출원
16	논문	Risk of motor vehicle Collisions associated with medical conditions and medications: rationale and study protocol	서울대학교 병원	미국	2017.09.05	단독	SCI

제11장 기타 사항

전문 연구 인력 양성 <서울대학교>									
번 호	분 류	기 준 연 도	현황						
			학위별			성별		지역별	
			박사	석사	학사	남	여	수도권	기타
		2018	3 (2016.8 졸업: 1, 2017.8 졸업: 1, 2018.2 졸업 1)	8 (2015.2 졸업: 1, 2016.2 졸업: 1, 2016.8 졸업: 1, 2017.8 졸업: 1, 2018.2 졸업: 4)	-	10	1	11	0

제12장 참고 문헌

1. Transportation Research Board, NCHRP Report 672, Roundabouts: An Informational Guide, the 2nd Edition, 2010.
2. Highway Capacity Manual, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, DC., 2010
3. Rodegerdts, L., M. Blogg, E. Wemple, E. Myers, M. Kyte, M. Dixon, G. List, A. Flannery, R. Troutbeck, W. Brilon, N. Wu, B. Persaud, C. Lyon, D. Harkey, and D. Carter. NCHRP Report 572, Roundabout in the United States. Transportation Research Board of the National Academics, Washington, D.C., 2007.
4. Lee, D. and J. You, A Study on Appropriate Traffic Volume Calculation for Revitalizing Roundabout Installation, Journal of Korean Society of Transportation, Vol. 31, No. 6, pp43-52, 2013
5. Raff, M. S, and J. W. Hart (1950). A Volume Warrant for Urban Stop Signs, the Eno Foundation for Highway Traffic Control
6. Ashworth, R. (1969), The Capacity of Priority-Type Intersections with A Non-Uniform Distribution of Critical Acceptance Gaps, Transportation Research. Vol. 3, pp. 273-278
7. Troutbeck R.J. (1989), Evaluating the Performance of a Roundabout. Australian Road Research SR 45, Australian Road Research Board
8. Wu, N. (2012), Equilibrium of Probabilities for Estimating Distribution Function of Critical Gaps at Unsignalized Intersections, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, Volume 2286, No. 1, pp. 49-55
9. Miller, A. J. (1972). Nine estimators of gap acceptance parameters. Traffic flow and Transportation, Proc., Int. Symp on the Theory of Traffic Flow and Transportation, G. Newell, ed., American Elsevier Publishing, Berkeley, California
10. Daganzo, C. F. (1981), Estimation of gap acceptance parameters within and across the populations from direct roadside observation, Transportation Research Part B, 15(1), P1-15
11. Chen, X., Y. Qi., and G. Liu. (2013), Empirical Study of Gap-Acceptance Behavior of Right-Turn-on-Red Drivers on Dual Right Turn Lanes, Journal of Transportation Engineering, 139(2) pp. 173-180
12. Mahmassani, H. AND Sheffi Y.(1981), Using gap sequences to estimate gap acceptance functions. Transportation Research Part B: Methodological, Vol. 3, NO. 15, PP. 143-148
13. Polus, A., Y., Shiftan, and S. Shmueli-Lazar, Evaluation of the Waiting-Time effect on Critical Gaps at Roundabouts by a Logit Model, European Journal of Transport and Infrastructure Research, pp1-12, 2005
14. Zohdy, I., S. Sadek, and H. A. Rakha (2010). Empirical Analysis of Effects of Wait Time and Rain Intensity on Driver Left-turn Gap Acceptance Behavior. Transportation Research Record 2171, pp.1-10, Transportation Research Board, Washington D.C, DOI:10.3141/2173-01
15. Maze, T. H., (1981). A probabilistic model of gap acceptance behavior. Transportation Research Record 795, pp. 8-13
16. Madanat, S. M., M/ J. Cassidy, and M. Wang (1994). Probabilistic delay model at stop-controlled intersection. Journal of Transportation Engineering, ASCE, Vol. 120, No. 1, pp. 21-36, DOI: 10.1061
17. Gattis, J. L and S.T. Low (1999), Gap at a typical stop-controlled intersections. Journal of Transportation Engineering, ASCE, Vol. 116, No. 2, pp. 153-166, DOI: 10.1061
18. Liu, P., X. Wang, J. Lu, and G. Sokolow (2007). Headway acceptance characteristics of u-turning vehicles at unsignalized intersections. Transportation Research Record 2027, Transportation Research Board, Washington D.C, pp. 52-57
19. Devarasetty, P. M., Y. Zhang, and K. Fitzpatrick. (2012), Differentiating between left-turn gap and lag acceptance at unsignalized intersections as a function of the site characteristics. Journal of Transportation Engineering, ASCE, Vol. 138, 580-588, DOI: 10.1061/(ASCE)TE. 1943-5436.0000368
20. Teply, S., Abou-Henidy, M.I. and Hunt, J. D.(1997). Gap acceptance Behavior-Aggregate and Logit Perspectives: Part 1, Traffic Engineering and Control Vol. 38, No. 9, pp 474-482
21. Teply, S., Abou-Henidy, M.I. and Hunt, J. D.(1997). Gap acceptance Behavior-Aggregate and Logit Perspectives: Part 2, Traffic Engineering and Control Vol. 38, No. 10, pp 540-544
22. Rakha, H., K. Daniel, C. Gustave, Z. Ismail, S. Shereef, and A. Mazen (2009), Microscopic Analysis of Traffic Flow in Indement Weather. FHWA-JPO-09-066, U.S. Department of Transportation, Research and Innovative Technology Administration

23. Zohdy, I., S. Sadek, and H. A. Rakha (2010). Empirical Analysis of Effects of Wait Time and Rain Intensity on Driver Left-turn Gap Acceptance Behavior. *Transportation Research Record* 2171, pp.1-10, Transportation Research Board, Washington D.C, DOI:10.3141/2173-01
24. Xu, F. and Tian Z., Driver behavior and gap-acceptance characteristics at roundabouts in California. *Transportation Research Record* 2071 (2008):p117-124. DOI:10.3141/2071-14
25. Kim T. Y., M. Park, B. Park (2012), A Critical Gap Model for Roundabouts in Korea, *J. Korean Soc. Transp.*, 30(2), Korean Society of Transportation, 93-100.
26. Park, S. Y., D. Kim, and J. Jeong (2013), Evaluation of Multi-legged Roundabout Using Surveyed Critical Gap Acceptance, *The Journal of the Korea Contents Association*, 13(9): 400~409
27. Ahmad, A., R. Rastogi, and S. Chandra (2015), Estimation of critical gap on a roundabout by minimizing the sum of absolute difference in accepted gap data, *Canadian Journal of Civil Engineering*
28. Cheng, J., X. Yang, W. Deng, X. Huang (2008), Driver's Critical Gap Calibration at Urban Roundabouts: A Case Study in China, *TSINGHUA SCIENCE AND TECHNOLOGY*, Volume 13, no.2, pp.237-242
29. Guo, R., B. Lin (2010), Traffic Operation Performances at Roundabout Weaving Sections, *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, Volume 10, Issue 3, pp.29-34
30. Bargegol, I., S. H. Hosseini, M. J. Samet (2017), Determining the Capacity Model of Urban Roundabouts, Considering the Drivers' Behaviour in Accepting and Rejecting of Gaps, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Volume 245
31. Ren, L., X. Qu, H. Guan, S. Easa (2016), Evaluation of Roundabout Capacity Models: An Empirical Case Study, *American Society of Civil Engineers*, DOI: 10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000878
32. Rao, S., Y. Krishna, P. Atmakuri, P. Bhuyan (2016), Calibration of Performance of Roundabouts Based on Gap Acceptance Parameters Using Simulation for Indian Scenario, *International Conference on Transportation Planning and Implementation Methodologies for Developing Countries(12th TPMDIC)*, IIT Bombay, Mumbai, India, 19-21
33. Shi, X., J. Zhu (2016), Modification of a Gap Acceptance Theory Model of Roundabouts' Capacities, 16th COTA International Conference of Transportation Professionals, July 6 - 9, 2016 | Shanghai, China
34. Giuffre, O., A. Grana, and M. L. Tumminello (2016), Gap-Acceptance Parameters for Roundabouts: A Systematic Review, *European Transport Research Review*, Vol. 8 No. 2, pp1-20
35. Korean Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs (2010), *A Korean Roundabout Design Guide*.
36. Chen, X., Y. Qi., and G. Liu. (2013), Empirical Study of Gap-Acceptance Behavior of Right-Turn-on-Red Drivers on Dual Right Turn Lanes, *Journal of Transportation Engineering*, 139(2) pp. 173-180
37. Fawcett, T. (2006), An Introduction to ROC Analysis, *Pattern Recognition Letters*, 27(8), pp. 861-874
38. Winnie Daamen et al., "Traffic Simulation and Data : Validation Methods and Applications", CRC Press, 2015
39. Lee, J.B., and Kaan Ozbay, "Calibration of a Macroscopic Traffic Simulation Model Using Enhanced Simultaneous Perturbation Stochastic Approximation Methodology", *Transportation Research Board's 87th Annual Meeting*, 2008
40. Balakrishna, R., Antoniou, C., Ben-Akiva, M., Koutsopoulos, H. N., and Wen, Y., " Calibration of Microscopic Traffic Simulation Models: Method and Application", *Transportation Research Record: Journal of Transportation Research Board*, No. 1999, 2007
41. Kim et al., "Calibration of Micro Simulation Models using Nonparametric Statistical Techniques", *Transportation Research Board No. 1935*, Transportation Research Board of the National Academies, pp.111~119, 2005
42. Jha et al., "Development and Calibration of a Large-Scale Microscopic Traffic Simulation Model", *Transportation Research Record Journal of Transportation Research Board*, pp.121~131, 2004
43. Ding, L., "Evaluation of ITS Technologies In South Jersey Priority Corridor Project", Master Thesis, Rutgers, the State University of New Jersey, 2003
44. Gemunu S. Gurusinghe et al., "Multiple Car-Following Data with Real-Time Kinematic Global Positioning System", *Journal of Transportation Research Board* 1802, 2002
45. Ma, T., and Abdulhai, B., "Genetic Algorithm-Based Optimization Approach and Generic Tool for Calibrating Traffic Microscopic Simulation Parameters", *Transportation Research Record: Journal of Transportation Research Board*, pp.6~15, 2002
46. Newell G.F., "A simplified car-following theory: a lower order model", *Transportation Research Part B Methodological* v.36, pp.195~205, 2002
47. Zeigler, B.P., Praehofer, H., and Kim, T.G., "Theory of modeling and simulation: Integrating discrete event and continuous complex dynamic systems", *International Journal of Robust and Nonlinear Control* v.12, Issue 1, pp.91~92, 2002

48. Lee, D. H., Yang, X., and Chandrasekar, P., "Parameter Calibration for PARAMICS Using Genetic Algorithm", 80th Annual Meeting Preprint CD-ROM, Transportation Research Board 01-2399, 2001
49. Mark Brackstone, "Car-following: A historical review", *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behavior* v.2, pp.181~196, 1999
50. Kim, D.-G., C. Lee, and B.-J. Park. Use of Digital Tachograph Data to Provide Traffic Safety Education and Evaluate Effects on Bus Driver Behavior. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 2585, 2016, pp. 77-84
51. Paz, A., D. Copeland, P. Maheshwari, K. Gunawan, and M. S. Tafazzoli. The effectiveness of driver education and information programs in the state of Nevada. *Open journal of applied sciences*, Vol. 5, No. 01, 2015, pp. 1.
52. Gao, L., X. Meng, and H. Xu. Freeway work zone rear-end conflict study based on two traffic conflict indicators. *ICTE 2013: Safety, Speediness, Intelligence, Low-Carbon, Innovation*, 2013, pp. 558-563.
53. Moreno, A.T., and A. García. Use of speed profile as surrogate measure: Effect of traffic calming devices on crosstown road safety performance. *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 61, 2013, pp. 23-32.
54. Dotzauer, M., S. R. Caljouw, D. D. Waard, and W. H. Brouwer. Intersection assistance: A safe solution for older drivers? *Accident Analysis & Prevention*, Vol. 59, 2013, pp. 522-528.
55. Thomas, F. D., R. D. Blomberg, L. Donald, and D. L. Fisher. A fresh look at driver education in America. No. DOT HS 811 543. Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration, 2012, pp. 96.
56. Niezgoda, M., T. Kamiński, and M. Kruszewski. Measuring driver behaviour-indicators for traffic safety. *Journal of KONES* 19, 2012, pp. 503-511.
57. Fisher, D., A. Pradhan, A. Pollatsek, and M. Knodler Jr. Empirical evaluation of hazard anticipation behaviors in the field and on driving simulator using eye tracker. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 2018, 2007, pp. 80-86.
58. Gettman, D., and L. Head. Surrogate safety measures from traffic simulation models. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 1840, 2003, pp. 104-115.
59. Dols, J. and J. Pardo. The trainer project: A new simulator-based driver training curriculum. *Proceedings of the 2001 International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design*, Aspen, Colorado, 2001.
60. Olstam, J. (2009). *Simulation of surrounding vehicles in driving simulators* (Doctoral dissertation, Linköping University Electronic Press).
61. Transport Research Laboratory(2012), State-of-the-art of micro-simulation models. <https://trl.co.uk/reports/PPR631>.
62. Swets, J. A. (1988). Measuring the accuracy of diagnostic systems. *Science*, 240(4857), 1285-1293.
63. 이청원, 권병철, 박상준 and 양재석. 도로교통망의 이동성 분석지표 개발, 서울시정개발연구원, 2003.
64. IRS Global, "차세대 스마트카 개발동향과 시장전망, 2014
65. Zehang, "On-road vehicle detection a Review.", *IEEE Transactions on Pattern analysis and machine intelligence*, vol.28, pp.694-711, 2006
66. Hyung-Sub Kang, Dong-Chan Cho and Whoi-Yul Kim, "Passing Vehicle Detection using Local Binary Pattern Histogram", *The Korean Institute of Broadcast and Media Engineers*, pp.261-264, 2010.
67. Minkyu Cheon, Wonju Lee, Changyong Yoon, and Mignon Park, "Vision-Based Vehicle Detection System With Consideration of the Detecting Location", *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, vol.13, no.3, pp.1243-1252, April, 2012.
68. A. Kuehnlé, "Symmetry-Based Recognition for Vehicle Rears", *Pattern Recognition Letters*, vol.12, no.4, pp.249-258, 1991.
69. O'Malley, Ronan, Edward Jones, and Martin Glavin. "Rear-lamp vehicle detection and tracking in low-exposure color video for night conditions.", *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, vol.11, no.2, pp. 453-462, 2010.
70. Viola, Paul, and Michael Jones, "Rapid object detection using a boosted cascade of simple features.", *IEEE Transactions on Computer Vision and Pattern Recognition*, vol.1, 2001
71. Heartmath Research Center. "Autonomic Assessment Report", 1997
72. European Society of Cardiology & North American Society of Pacing and Electrophysiology. "Heart Rate Variability", 1996
73. Aldrich MS, Chervin RD, Malow BA. Value of the multiple sleep latency test (MSLT) for the diagnosis of narcolepsy. *Sleep*. 1997; 20(8): 620 - 629.

-
74. Alvarez FJ, Fierro I, Del Rio MC. Cannabis and driving: results from a general population survey. *Forensic Science International*. 2007; 170(2 - 3): 111 - 116.
 75. Annegers, J, Hauser A, Coan S, Rocca W. A population-based study of seizures after traumatic brain injuries. *The New England Journal of Medicine*. 1998; 338: 20 - 24.
 76. Asbridge M, Hayden JA, Cartwright JL. Acute cannabis consumption and motor vehicle collision risk: systematic review of observational studies and meta-analysis. *British Medical Journal*. 2012. 344: e536.
 77. Asbridge M, Poulin C, Donato A. Motor vehicle collision risk and driving under the influence of cannabis: evidence from adolescents in Atlantic Canada. *Accident Analysis and Prevention*. 2005; 37(6): 1025 - 1034.
 78. Ashton CH. Pharmacology and effects of cannabis: a brief review. *British Journal of Psychiatry*. 2001; 178: 101 - 106.
 79. Australian Privacy Principles <https://www.oaic.gov.au/privacy-law/privacy-act/australian-privacy-principles>.
 80. Austroads. The Austroads report on drugs and driving in Australia, 2000.
 81. Babor TF, Higgin-Biddle JC, Sanders JB, Monteiro MG. The Alcohol Use Disorder Identification Test: Guidelines for use in primary care, 2nd edition 2001. World Health Organization, Department Mental Health and Substance Abuse. Available: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/67205/1/WHO_MSD_MSB_01.6a.pdf.
 82. Barr AM, Panenka WJ, MacEwan GW, Thornton AE, Lang DJ, Honer WG, Lecomte T. The need for speed: an update on methamphetamine addiction. *Journal of Psychiatry and Neuroscience*. 2006; 31(5): 301 - 313.
 83. Berger JT, Rosner F, Kark P, Bennett AJ. Reporting by physicians of impaired drivers and potentially impaired drivers. *Journal of General Internal Medicine*. 2000; 15: 667 - 672.
 84. Berghaus G, et al. Meta-analysis of empirical studies concerning the effects of medicines and illegal drugs including pharmacokinetics on safe driving. 2011, University of Wurzburg.
 85. Berghaus G.a.G., H. In: Concentration-effect relationship with benzodiazepine therapy. 14th International Conference on Alcohol, Drugs & Traffic Safety. September 21 - 26, 1997. International Council on Alcohol, Drugs & Traffic Safety. 1997. Annecy, France.
 86. Bohensky M, Charlton J, Odell M, Keefe J. Implications of vision testing for older driver licensing. *Traffic Injury Prevention*. 2008; 9: 304 - 313.
 87. Borkenstein R, et al. The role of the drinking driver in traffic accidents. *Blutalkohol: Alcohol, Drugs and Behavior*. 1974; 2(Supplement1).
 88. Bowers A, Peli E, Elgin J, McGwin G, Owsley C. On-road driving with moderate visual field loss. *Optometry and Vision Science*. 2005; 82: 657 - 667.
 89. Brodie MJ, Perucca E, Rymlin P, Ben-Menachem E, Meencke HJ; Levetiracetam Monotherapy Study Group. Comparison of levetiracetam and controlled-release carbamazepine in newly diagnosed epilepsy. *Neurology*. 2007; 68(6): 402 - 408.
 90. Brown J, Lawn ND, Lee J, Dunne JW. When is it safe to return to driving following first-ever seizure? *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*. 2015; 86: 60 - 64.
 91. Brust JCM. Neurologic complications of substance abuse. *Journal of Acquired Immune Deficiency Syndromes*. 2002; 31: S29 - S34.
 92. Canadian Cardiovascular Society. Position statement on the management of thoracic aortic disease. *Canadian Journal of Cardiology*. 2014; 30: 577 - 589.
 93. Canadian Council of Motor Transport Administrators. 의학적 평가기준 for drivers. September 2013. Available: <http://ccmta.ca/en/publications/resources-home/item/determining-driver-fitness-in-canada-september-2013>.
 94. Christensen J, Pedersen MG, Pedersen CB, Sidenius P, Olsen J, Vestergaard M. Long-term risk of epilepsy after traumatic brain injury in children and young adults: a population-based cohort study. *Lancet*. 2009 Mar 28;373(9669):1105-10.
 95. Clarke W, Cox DJ, Gonder-Frederick LA, Julian D, Schlundt D, Polonsky W. Reduced awareness of hypoglycemia in adults with IDDM. *Diabetes Care*. 1995; 18(4): 517 - 522.
 96. Classen S, Brooks J. Driving simulators for occupational therapy screening, assessment, and intervention. *Occupational Therapy in Health Care*. 2014; 28(2): 154 - 162.
 97. Classen S, Crizzle AM, Winter SM, Silver W, Eisenschenk S. Evidence-based review on epilepsy and driving. *Epilepsy and Behavior*. 2012; 23: 103 - 112.
 98. Clinical methods: the history, physical, and laboratory examinations. In: Walker HK, Hall WD, Hurst JW (eds), 3rd edition. Boston. Butterworths; 1990.
 99. Coffey C, et al. Cannabis dependence in young adults: an Australian population study. *Addiction*. 2002; 97(2): 187 -
-

100. Colquhoun C, Casolin A. Impact of rail medical standard on obstructive sleep apnoea prevalence. *Occupational Medicine*. 2016; 66(1): 62 – 68.
101. Cox DJ, Ford D, Gonder-Frederick L, Clarke W, Mazze R, Weinger K, Ritterband L. Driving mishaps among individuals with type 1 diabetes: a prospective study. *Diabetes Care*. 2009; 32(12): 2177 – 2180.
102. Davey J, Davey T, Obst P. Drug and drink driving by university students: an exploration of the influence of attitudes. *Traffic Injury Prevention*. 2005; 6(1): 44 – 52.
103. Delaey JJ, Colenbrander A. Visual standards: vision requirements for driving safety with emphasis on individual assessment. Sao Paulo, Brazil. 2006.
104. Dickerson AE. Screening and assessment tools for determining fitness to drive: a review of the literature for the pathways project. *Occupational therapy in health care*. 2014; 28(2): 82 – 121.
105. Dineen R. The role of hearing in commercial motor vehicle driver safety – a literature review (unpublished). 2013 (Available on request from the National Transport Commission).
106. Drazkowski J, Fisher RS, Sirven JI, Demaerschalk BM, Uber-Zak L, Hentz JG, Labiner D. Seizure-related motor vehicle crashes in Arizona before and after reducing the driving restriction from 12 to 3 months. *Mayo Clinic Proceedings*. 2003; 78: 819 – 825.
107. Driver and Vehicle Licensing Agency, United Kingdom. Assessing fitness to drive: guide for medical practitioners. 14 March 2016. Available: <https://www.gov.uk/guidance/visual-disorders-assessing-fitness-to-drive>.
108. Drummer O. Epidemiology and traffic safety. In: Versteer J, Pandi-Perumal J et al (eds). *Drugs, driving and traffic safety*. Birkhauser Verlag, 2009.
109. Drummer O. The role of drugs in road safety. *Australian Prescriber*. 2008; 31:33 – 35.
110. Engel J, Fisher RS, Krauss GL, Krumholz A, Quigg MS. Expert Panel Recommendations: Seizure disorders and commercial motor vehicle driver safety. 2007.
111. Englander J, Bushnik T, Duong TT, Cifu DX, Zafonte R, Wright J, Hughes R, Bergman W. Analyzing risk factors for late posttraumatic seizures: a prospective, multicenter investigation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2003 Mar; 84(3): 365 – 373.
112. Epstein A, Baessler CA, Curtis AB, Estes MNA, Gersh BJ, Grubb B, Mitchell BL. Addendum to ‘Personal and public safety issues related to arrhythmias that may affect consciousness: implications for regulation and physician recommendations: a medical/ scientific statement from the American Heart Association and the North American Society of Pacing and Electrophysiology’. *Circulation*. 2007; 115: 1170 – 1176.
113. Ferguson PL, Smith GM, Wannamaker BB, Thurman DJ, Pickelsimer EE, Selassie AW. A population-based study of risk of epilepsy after hospitalization for traumatic brain injury. *Epilepsia*. 2010 May;51(5):891–8.
114. Findley LJ, Kabrizio MJ, Knight H, Norcross BB, LaForte AJ, Suratt PM. Driving simulator performance in patients with sleep apnea. *The American Review of Respiratory Disease*. 1989; 140(2): 529 – 530.
115. Fischer B, et al. Toking and driving: Characteristics of Canadian university students who drive after cannabis use – an exploratory study. *Drugs: Education, Prevention and Policy*. 2006; 13(2): 179 – 187.
116. Fisher RS, Parsonage M, Beaussart M, Bladin P, Masland R, Sonnen AEH, Remillard G. Epilepsy and driving: an international perspective. *Epilepsia*. 1994; 35: 675 – 684.
117. Frishman WH, Del Vecchio A, Sanal S, Ismail A. Cardiovascular manifestations of substance abuse: part 2, alcohol, amphetamines, heroin, cannabis and caffeine. *Heart Disease*. 2003; 5(4): 253 – 271.
118. Gastaut H, Zifkin BG. The risk of automobile accidents with seizures occurring while driving. *Neurology*. 1987; 37: 1613 – 1616.
119. Geddes J, Wright RJ, Zammitt NN, Deary IJ, Frier BM. An evaluation of methods of assessing impaired awareness of hypoglycaemia in type 1 diabetes. *Diabetes Care*. 2007; 30(7): 1868 – 1870.
120. George CF. Reduction in motor vehicle collisions following treatment of sleep apnoea with nasal CPAP. *Thorax*. 2001; 56(7): 508 – 512.
121. Golisz K. Occupational therapy interventions to improve driving performance in older adults: a systematic review. *American Journal of Occupational Therapy*. 2014; 68: 662 – 669.
122. Hansotia P, Broste SK. The effects of epilepsy or diabetes mellitus on the risk of automobile accidents. *New England Journal of Medicine*. 1991; 324: 22 – 26.
123. Hauser WA, Anderson VE, Loewenson RB, McRoberts SM. Seizure recurrence after a first unprovoked seizure. *New England Journal of Medicine*. 1982; 307(9): 522 – 528.

-
124. Hawley CA. Return to driving after head injury. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*. 2001; 70(6): 761 - 766.
 125. Heikkila VM, Turkka J, Korpelainen J, Kallanranta T, Summala H. Decreased driving ability in people with Parkinson's disease. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*. 1998; 64(3): 325 - 330.
 126. Hills BL, Burg A. A reanalysis of California driver vision data: general findings. Crowthorne, Berkshire, Transport and Road Research Laboratories. 1977. Visual fields
 127. Hoi-Hansen T, Pedersen-Bjergaard U, Thorsteinsson B. Classification of hypoglycemia awareness in people with type 1 diabetes in clinical practice. *Journal of Diabetes Complications*. 2010; 24(6):392 - 397.
 128. Howard M, Desai AV, Grunstein RR, Hukins C, Armstrong JG, Joffe D, Swann P, Campbell DA, Pierce RJ. Sleepiness, sleep-disordered breathing, and accident risk factors in commercial vehicle drivers. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2004; 170(9): 1014 - 1021.
 129. Hurst PM. The effects of D-amphetamine on risk taking. *Psychopharmacologia*. 1962; 3: 283 - 290.
 130. Imaging and Perimetry Society. 2010, IPS Standards and guidelines.
 131. International Standards Organization (ISO) standard for perimeters (ISO 12866):1999. Available: <http://www.iso.org/iso>.
 132. Jones C, et al. Preventing cannabis users from driving under the influence of cannabis. *Accident Analysis and Prevention*. 2006; 38(5): 854 - 861.
 133. K. Ball and C. Owsley: "The useful field of view test: A new technique for evaluating age-related declines in visual function," *J.Am. Opt. Assoc.*, 64 (1993) 71-79.
 134. Lawden M. Epilepsy surgery, visual fields, and driving. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*. 2000; 68(1): 6.
 135. Lawn N, Chan J, Lee J, Dunne J. Is the first seizure epilepsy - and when? *Epilepsia*. 2015; 56(9): 1425 - 1431.
 136. Leung H, Man CB, Hui AC, Kwan P, Wong KS. Prognosticating acute symptomatic seizures using two different seizure outcomes. *Epilepsia*. 2010 Aug; 51(8): 1570 - 1579.
 137. Level Crossing Collision between The Ghan Passenger Train (1AD8) and a Road-Train Truck, in ATSB Transport Safety Investigation Report. 2006.
 138. Lloberes P, Levy G, Descals C, Sampol G, Roca A, Sagales T, de la Calzada MD. Self-reported sleepiness while driving as a risk factor for traffic accidents in patients with obstructive sleep apnoea syndrome and in non-apnoeic snorers. *Respiratory Medicine*. 2000; 94(10): 971 - 976.
 139. Logan B. Methamphetamine and driving impairment. *Journal of Forensic Sciences*. 1996; 41(3): 457 - 464.
 140. Marson A, Jacoby A, Johnson A, Kim L, Gamble C, Chadwick D; Medical Research Council MESS Study Group. Immediate versus deferred anti-epileptic drug treatment for early epilepsy and single seizures: a randomised controlled trial. *Lancet*. 2005 Jun 11 - 17; 365(9476): 2007 - 2013.
 141. Masa JF, Rubio M, Findley LJ. Habitually sleepy drivers have a high frequency of automobile crashes associated with respiratory disorders during sleep. *American Journal of Respiratory Critical Care Medicine*. 2000; 162(4 Pt 1): 1407 - 1412.
 142. McKnight AJ, Shinar D, Hilburn B. The visual and driving performance of monocular and binocular heavy-duty truck drivers. *Accident Analysis & Prevention*. 1991; 23: 225 - 237.
 143. Mehta A, Qian J, Petocz P, Darendeliler MA, Cistulli PA. A randomized, controlled study of a mandibular advancement splint for obstructive sleep apnea. *American Journal of Respiratory & Critical Care Medicine*. 2000; 163(6): 1457 - 1461.
 144. Meier MH, et al. Persistent cannabis users show neuropsychological decline from childhood to midlife. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2012. 109(40): E2657 - E2664.
 145. Mohan KM, Wolfe CD, Rudd AG, Heuschmann PU, Kolominsky-Rabas PL, Grieve AP. Risk and cumulative risk of stroke recurrence: a systematic review and meta-analysis. *Stroke*. 2011 May; 42(5): 1489 - 1494.
 146. Monash University Accident Research Centre. Influence of chronic illness on crash involvement of motor vehicle drivers, 2nd edition, November 2010. Available: <http://monashuniversity.mobi/muarc/reports/muarc300.html>.
 147. Mura P, et al. Use of drugs of abuse in less than 30-year-old drivers killed in a road crash in France: a spectacular increase for cannabis, cocaine and amphetamines. *Forensic Science International*, 2006. 160(2 - 3): 168 - 172.
 148. Naik P, Fleming ME, Bhatia P, Harden CL. Do drivers with epilepsy have higher rates of motor vehicle accidents than those without epilepsy? *Epilepsy and Behavior*, 2015; 47: 111 - 114.
 149. National Health and Medical Research Council. National evidence based clinical care guidelines for type 1 diabetes
-

-
- for children, adolescents and adults, 2011. Available: https://www.nhmrc.gov.au/_files_nhmrc/publications/attachments/ext004_type1_diabetes_children_adolescents_adults.pdf.
150. Ogden E, et al. Responsibility for non-fatal collision: the abuse of benzodiazepines, in ICADTS. 2013: Brisbane.
151. Ogden E, et al. The relationship between accident culpability and presence of drugs in blood from injured Victorian drivers. In: 19th International Council on Alcohol Drugs and Traffic Safety. 2010: Oslo.
152. Optometrists Association of Australia. 2012. Clinical guideline: visual field testing. Available: www.optometry.org.au/for-optometrists/guidelines/optometry-australia.aspx.
153. Owsley C, Wood JW, McGwin G. A roadmap for interpreting the literature on vision and driving. *Survey of Ophthalmology*. 2015; 60: 250 - 262. Visual acuity
154. Papafotiou K, Stough C, Silber B. Detection of dexamphetamine-induced impairment with sobriety testing, driving performance, blood and saliva analysis. 2003, VicRoads.
155. Philip P, Chauffon C, Taillard J, Sagaspe P, Leger D, Raimondi M, Vakulin A, Capelli A. Maintenance of Wakefulness Test scores and driving performance in sleep disorder patients and controls. *International Journal of Psychophysiology*. 2013; 89(2): 195 - 202.
156. Prospective Study Owsley C, Ball K, McGwin G, et al. Visual processing and risk of crash amongst older adults. *JAMA* 1998;279:1083.8.
157. Queensland Civil and Administrative Tribunal 2015, Medical Board of Australia v Andrew.
158. Redelmeier DA, Kenshole AB, Ray JG. Motor vehicle crashes in diabetic patients with tight glycemic control: a population-based case control analysis. *PLOS Medicine*. 2009; 6(12): e1000192.
159. Retrospective study Ball K, Owsley C, Sloane ME, et al. Visual attention problems as a predictor of vehicle crashes in older drivers. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1993;34:3110.23
160. Royal Australasian College of General Practitioners. General practice management of type 2 diabetes 2014 - 15. Available: www.racgp.org.au/your-practice/guidelines/diabetes.
161. Royal Australian College of General Practitioners. Prescribing drugs of dependence in general practice. Available: <http://www.racgp.org.au/your-practice/guidelines/drugs-landing/>.
162. Schiefer U, Patzhold J, Dannheim F, Artes P, Hart W. Conventional perimetry: Basic terms. *Ophthalmologie*. 2005; 102(6): 627 - 646.
163. Second European Working Group on Epilepsy and Driving. Epilepsy and driving in Europe, 2005. Available: http://ec.europa.eu/transport/road_safety/behavior/doc/epilepsy_and_driving_in_europe_final_report_v2_en.pdf.
164. Seppala K, et al. Residual effects and skills related to driving after a single oral administration of diazepam, medazepam or lorazepam. *British Journal of Clinical Pharmacology*. 1976; 3(5): 831 - 841.
165. Sharwood LN, Elkington J, Stevenson M, Grunstein RR, Meuleners L, Ivers RQ, Haworth N, Norton R, Wong KK. Assessing sleepiness and sleep disorders in Australian long-distance commercial vehicle drivers: self-report versus an 'at home' monitoring device. *Sleep*. 2012; 35(4): 469 - 475.
166. Silber B, et al. The effects of dexamphetamine on driving performance. *Psychopharmacology*. 11 Nov 2005; 536 - 543.
167. Skegg DC, Richards SM, Doll R. Minor tranquillisers and road accidents. *British Medical Journal*. 1979; 1(6168): 917 - 919.
168. Slaughter MS, Rogers JG, Milano CA, Russell SD, Conte JV, Feldman D, Sun B, Tatooles AJ, Delgado RM, Long JW, Wozniak TC, Ghumman W, Farrar DJ, Frazier OH. Advanced heart failure treated with continuous-flow left ventricular assist device. *New England Journal of Medicine*. 2009; 361: 2241 - 2251.
169. Somerville ER, Black AB, Dunne JW. Driving to distraction: certification of 운전적합성 with epilepsy. *Medical Journal of Australia*. 2010; 192(6): 342 - 344.
170. Songer TJ, LaPorte RE, Palmer CV, Lave LB, Talbott E, Gibson JS, Austin LA. Hearing disorders and commercial motor vehicle operators (Final Report FHWA-MC-93-004). Washington, DC: Federal Highway Administration. October 1992.
171. Sorajja D, Nesbitt GC, Hodge DO, Low PA, Hammill SC, Gersh BJ, Shen WK. Syncope while driving: clinical characteristics, causes and prognosis. *Circulation*. 2009 Sep 15; 120(11): 928 - 934.
172. Stutts JC, Wilkins JW, Vaughn BV. Why do people have drowsy driver crashes? AAA Foundation for Traffic Safety: Washington.1999: 1 - 85.
173. Taylor J, Chadwick D. Risk of accidents in drivers with epilepsy. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*. 1996; 60: 621 - 627.
-

-
174. Tiller M, Tregear S, Fontanarossa J, Price N. Executive summary: Seizure disorders and commercial vehicle driver safety. 2007.
 175. Turkington PM, Sircar M, Allgar V, Elliott MW. Relationship between obstructive sleep apnea, driving simulator performance, and risk of road traffic accidents. *Thorax*. 2001; 56(10): 800 – 805.
 176. Unsworth CA, Baker A. Driver rehabilitation: a systematic review of the types and effectiveness of interventions used by occupational therapists to improve on-road fitness-to-drive. *Accident Analysis and Prevention*. 2014; 71: 106 – 114.
 177. Vakulin A, Baulk SD, Catchside PG, Antic NA, van den Heuvel CJ, Dorrian J, McEvoy RD. Effects of alcohol and sleep restriction on simulated driving performance in untreated patients with obstructive sleep apnea. *Annals of Internal Medicine*. 2009; 151(7): 447 – 455.
 178. VicRoads, Occupational Therapy Australia. Guidelines for occupational therapy (OT) driver assessors, 2008.
 179. Vijgen J, Botto G, Camm J, Hoijer CJ, Jung W, Le Heuzey JY, Lubinski A, Norekval TM, Santomauro M, Schalij M, Schmid JP, Vardas P. Consensus statement of the European Heart Rhythm Association: updated recommendations for driving by patients with implantable cardioverter defibrillators. *Europace*. 2009; 11: 1097 – 1107.
 180. Wachtel SR, de Wit H. Subjective and behavioural effects of repeated d-amphetamine in humans. *Behavioural Pharmacology*. 1999; 10: 271 – 281.
 181. Walsh GW, Mann RE. On the high road: driving under the influence of cannabis in Ontario. *Canadian Journal of Public Health* 1999; 90(4): 260 – 263.
 182. Wood J. Aging, driving and vision. *Clinical and Experimental Optometry*. 2002; 85: 214 – 220.
 183. Wood JM, Lacherez P, Anstey KJ. Not all older adults have insight into their driving abilities: evidence from an on-road assessment and implications for policy. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 2013; 68: 559 – 566.
 184. Wood JM, McGwin G Jr, Elgin J, Vaphiades MS, Braswell RA, DeCarlo DK, Kline LB, Meek GC, Searcey K, Owsley C. On-road driving performance by people with hemianopia and quadrantanopia. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 2009; 50: 577 – 585.
 185. Wood JM, Worringham C, Kerr G, Mallon K, Silburn P. Quantitative assessment of driving performance in Parkinson's disease. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*. 2005; 76:176 – 180.
 186. Zador PL. Alcohol-related relative risk of fatal driver injuries in relation to driver age and sex. *Journal of Studies on Alcohol*. 1991; 52(4): 302 – 310.
-
-

주 의

1. 이 최종보고서는 국토교통부에서 시행한 교통물류연구사업의 연구보고서입니다.
2. 이 최종보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 사업의 연구개발성과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.