

14TL
RP-
C091
025-
01

발간등록번호
11-1613000-001290-01

국토교통 R&D Report

자전거 및 이륜차 안전서비스 개발 최종보고서

2016

국토교통과학기술진흥원

보안 과제(), 일반 과제() / 공개(), 비공개()

교통물류연구사업 제1차 연도 최종보고서

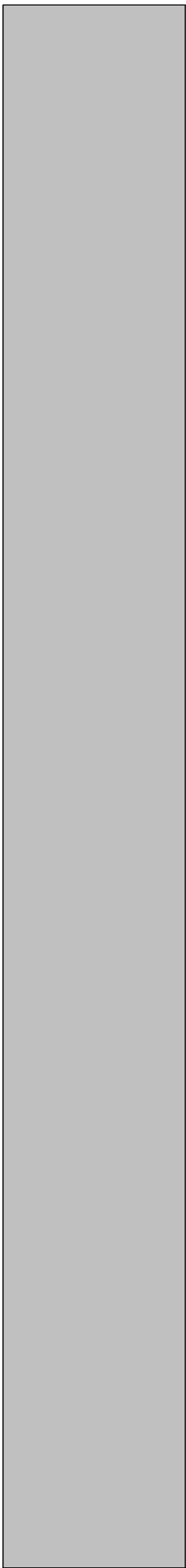
R&D /
14TLRP-C091025-01

자전거 및 이륜차 B2X 안전서비스 개발 최종보고서

2016. 03. 28.

주관연구기관 / 한국교통대학교
협동연구기관 / 에세텔(주)
협동연구기관 / 노벨룩스

국토교통부
(전문기관) 국토교통과학기술진흥원



비매품



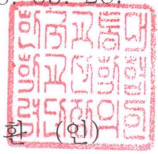
2. 제출문

제 출 문

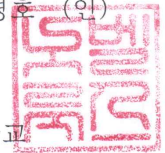
국토교통과학기술진흥원 원장 김병수 귀하

본 보고서를 “자전거 및 이륜차 B2X 안전서비스 개발”(개발기간 : 2014.12.29 ~ 2016.03.28)과제의 최종보고서로 13부를 제출합니다.

2016. 03. 28.



주관연구기관명 : 한국교통대학교 산학협력단 (대표자) 홍태환 (인)
협동연구기관명 : 주) 에세텔 (대표자) 송재철 (인)
협동연구기관명 : 노벨룩스 (대표자) 여명호 (인)



주관연구책임자 : 고균병, 한국교통대학교

협동연구책임자 : 송재철, (주) 에세텔

협동연구책임자 : 여명호, 노벨룩스



「국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정」 제18조 및 「국토교통부 소관
연구개발사업 운영규정」 제38조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

3. 보고서 요약서

보고서 요약서

과제고유번호	2	해 당 단 계 연 구 기 간	2014.12.29.~2016.03.28. (1년 3월)	단 계 구 분	(해당단계 1)/ (총 단 계 1)
연 구 사 업 명	중 사 업 명	2014년 국토교통기술 연구개발사업			
	세부 사업명	교통물류연구사업			
연 구 과 제 명	대 과 제 명				
	세부 과제명	자전거 및 이륜차 B2X (Bicycle to Infra/Vehicle) 안전서비스 개발			
연 구 책 임 자	고균병	해당단계 참 여 연구원 수	총: 32명 내부: 32명 외부: 명	해당단계 연 구 개 발 비	정부:385,000천원 민간:123,390천원 계:513,390천원
		총 연구기간 참 여 연구원 수	총: 32명 내부: 32명 외부: 명	총 연구개발비	정부:385,000천원 민간:123,390천원 계:513,390천원
연구기관명 및 소 속 부 서 명	한국교통대학교 산학협력단			참여기업명 - 주)에세텔 - 노벨룩스	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위 탁 연 구	연구기관명:			연구책임자:	
요약 본 연구는 자전거 관련 교통사고에서 가장 큰 비중을 차지하는 차량과의 충돌 사고 위험을 사전에 예방할 수 있는 자전거-차량간 교통사고 행태를 고려한 안전서비스를 발굴하고, 이러한 안전 서비스 구현을 위한 객체간 표준 메시지와 WAVE 기반의 자전거 전용 단말, B2X 안전 프로토콜 스택 및 응용 App을 통합 개발하여, 자전거용 대표 안전서비스 및 부가 안전서비스를 구현하고 이의 현장 시험을 통해 성능을 검증함.				보고서 면수: 124면	

4. 국문 요약문

		코드번호		D-01	
연구의 목적 및 내용		본 연구는 자전거 관련 교통사고에서 가장 큰 비중을 차지하는 차량과의 충돌 사고 위험을 사전에 예방할 수 있는 자전거-차량간 교통사고 행태를 고려한 안전서비스를 발굴하고, 이러한 안전 서비스 구현을 위한 객체간 표준 메시지와 WAVE 기반의 자전거 전용 단말, B2X 안전 프로토콜 스택 및 응용 App을 통합 개발하여, 자전거용 대표 안전서비스 및 부가 안전서비스를 구현하고 이의 현장 시험을 통해 성능을 검증함.			
연구개발성과		▪ B2X 안전서비스 구성 체계도 및 안전서비스 정의서 ▪ B2X 안전서비스 단말기 제품디자인 정의서 ▪ B2X 안전서비스 메시지 규격 및 프로토콜 스택 구현 ▪ B2X 전용 단말기 시제품 개발 ▪ B2X 전용 단말기 앱 및 관리도구 개발 ▪ B2X 안전서비스 시험방안 설계서 및 현장시험 결과분석서 ▪ 국내논문: 5편(KCI) ▪ 국외논문: 2편(SCOPUS) ▪ 국내특허: 8건 출원 ▪ 국외특허: 3건 출원 (PCT) ▪ S/W 등록: 6건			
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)		▪ 정부의 차세대 ITS(C-ITS) 시범사업 및 사업화에 활용 가능 ▪ 자전거 안전 서비스에 대한 다양한 형태의 HMI를 ICT 기술로 구현하기 위한 기술 개발을 촉발하고, 이를 통해 고부가가치 자전거 산업 육성 및 주도 가능. ▪ 자전거 기반의 B2X 서비스 및 시스템 개발결과의 오토바이 등 유사 이동수단으로 확장 가능 ▪ 자전거서비스의 차세대 ITS 적용으로 보행자 이외에도 자전거를 안전서비스에 반영하여 완전한 V2X vehicle to infra, vehicle, pedestrian, bicycle 서비스 체계로 확장 가능			
중심어 (5개 이내)	차세대 지능형 교통시스템	차량대 차량/인프라 통신	자전거대 자전거/인프라 통신	차세대 V2X 무선통신 규격	안전서비스

5. 영문 요약문

< SUMMARY >

				코드번호	D-02
Purpose& Contents	The main goal of this project is to develop a safety service which can avoid a bicycle crash related with a car. In development process, we consider the pattern of bicycle-car accidents. This crash has big weight on bicycle related accidents. In order to this, we develop the standard message between objects, B2X safety protocol stack, a portable device based on WAVE technology, and a application software. In addition, the integrated development is carried out to obtain the B2X safety service device. Representative safety service and additional safety service, which can be utilized for bicycle, are implemented. Furthermore, its performance is verified by field trials.				
Results	Based on the above mentioned reasons, the core research areas are as follows: ▪ Development of B2X safety service structure map and the definition document for B2X safety service ▪ Development of the design definition document for B2X safety service device ▪ Development of the message specification for B2X safety service ▪ Implementation of the protocol stack for B2X safety service message ▪ Prototype development of B2X safety service device ▪ Development of the application software and the management tool for B2X safety service device ▪ Development of the design document for B2X safety service field trials ▪ Analysis of manual for B2X safety service field trials Quantitative research results are as follows: ▪ Domestic Paper: 5 (Indexed by KCI) ▪ International Paper: 5 (Indexed by SCOPUS) ▪ Domestic Patent: 8 ▪ International Patent: 3 ▪ S/W registration: 6				
Expected Contribution	▪ Application for C-ITS field trial by the government and its commercialization ▪ Upbringing the technical development for ICT-based implementation for various HMI types of bicycle safety service ▪ Extension of developed results, B2X safety service and system based on bicycle. to other mobility including auto-bike ▪ Extension to perfect V2X (vehicle to infra, vehicle, pedestrian, bicycle) service structure by considering bicycle and pedestrian safety service in C-ITS				
Keywords	C-ITS	V2X Communication	B2X Communication	Next -generation V2X Wireless Communication Spec.	Safety Service

6. 영문목차

< Contents >

1. Summary of R&D Project	8
2. Trend of Domestic and International Technical Development ...	15
3. Research Items and Results	27
4. Project Achievement and Contribution	107
5. Application Plan of Development Results	119
6. Foreign Science Technology Information	121
7. Security Level of R&D Results	121
8. Research Facility and Equipment	121
9. Safety Management	122
10. Representative Research Achievement	123
11. Others	124
12. Reference	124

7. 본문목차

< 목 차 >

1. 연구개발과제의개요	8
2. 국내외 기술개발 현황	15
3. 연구수행 내용 및 결과	27
4. 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	107
5. 연구결과의 활용계획	119
6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보	121
7. 연구개발성과의 보안등급	121
8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비현황	121
9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적	122
10. 연구개발과제의 대표적 연구실적	123
11. 기타사항	124
12. 참고문헌	124

<별첨> 자체평가의견서

<별첨> 부록

8. 뒷면지

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 교통문류연구사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 교통문류연구사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.

1. 연구개발과제의 개요

코드번호

D-03

1-1. 연구개발 목적

가. 연구개발과제의 설명

- 최근 들어 자전거 도로망의 정비 및 확충, 대중교통과 자전거의 연계 시스템 구축, 자전거 출퇴근 동호회 등의 활성화 등으로 인해 레저활동 및 교통수단으로서 자전거의 이용이 크게 증가하고 있음.
- 자전거 이용이 증가하면서 자전거교통사고 역시 꾸준히 증가하고 있는 것으로 나타나고 있으며, 2007년 이후 전체 교통사고 사망자는 -8.4%로 꾸준히 감소하고 있는 반면 자전거 승차 중 사망자는 2010년도 299명에서 2012년 333명으로 11.4%가 증가한 것으로 나타남.
- 하지만, 자전거 교통사고 감소를 위한 체계적인 대책은 미흡한 실정.
- 최근 V2X 통신기술을 이용한 교통사고 사전예방 기술이 개발되어 시범사업(국토교통부, 차세대 ITS 시범사업)이 추진되고 있는바, V2X 통신기술을 활용하여 자전거 사고의 대부분을 차지하는 차량-자전거간 사고를 사전에 예방하기 위한 안전서비스와 단말장치를 개발하고 검증하고자 함.
- 본 연구 개발을 통해 개발될 자전거 안전 서비스를 차세대 ITS 시범 서비스에 추가하고 이를 사업화 하여 사고치사율과 발생비중이 높은 차량-자전거간 교통사고의 획기적인 저감 기대할 수 있음.
- 본 연구 개발을 통해 개발될 자전거 안전서비스를 오토바이 등 유사 이륜차로 확장하여, 이륜차에 대한 안전 서비스로 확장이 가능함.
- 이를 통해 보행자 이외에도 자전거를 안전서비스에 반영하여 완전한 V2X 안전 서비스 체계로 확장 가능함.
- 자전거 안전 서비스를 제공하는 새로운 형태의 자전거 전용 단말 개발을 통한 ICT 기반 고부가가치 자전거 부품 산업을 창출하고 이를 주도할 수 있음.

1-2. 연구개발의 필요성

가. 자전거 인구 및 인프라 증가

- 2012년 4월 국토 중주 자전거길이 완공된 뒤로 우리나라 자전거 인구가 1000만을 넘어섬. <2014. 6. 이슈포커스 ‘페달족 1000만 시대’ 자전거보험은 ‘헛바퀴’>
- 국내 자전거 도로는 2013년 18,281km 로 증가하였으며, 2009년에 비해 60.5% 가 증가하였음.
 - 2013년의 경우 국가자전거도로의 지속적인 조성 과 국토중주 자전거 도로의 구축으로 총연장은 18,281km로 증가하였으며, 이는 2009년 대비 60.5% 증가한 수치.

자전거도로 노선 수 및 총 연장 <출처: 안전행정부>

[단위 : 개소, km]

년도	계		자전거전용도로		자전거보행자겸용도로		자전거전용차로	
	노선 수	연장	노선 수	연장	노선 수	연장	노선 수	연장
2011	5,792	15,307	599	2,353	4,764	12,534	126	420
2012	6,383	17,066	932	2,975	5,269	13,432	190	659
2013	6,969	18,281	1,015	3,222	5,766	14,233	188	826



자전거 도로 증가 추세 <출처 : 안전행정부>

나. 자전거 및 이륜차 사고 현황

- 자전거 및 자전거도로의 보급 확대에 따라 자전거 및 이륜차 사고가 증가 추세에 있음.
- 자전거 교통사고에 의한 치사율이 최근 3년 2%로 연간 약 300명이 사망.
- 이륜차 사고의 경우 2011이후 크게 증가하고 있으며 치사율이 약 4%로 자전거 교통사고 치사율의 약 2배로 연간 400명 이상이 사망.
- 전국 자전거 교통사고 점유율은 2000년 대비 2012년 발생건수가 2.6배, 사망자가 1.7배로 지속적인 증가를 보이고 있음

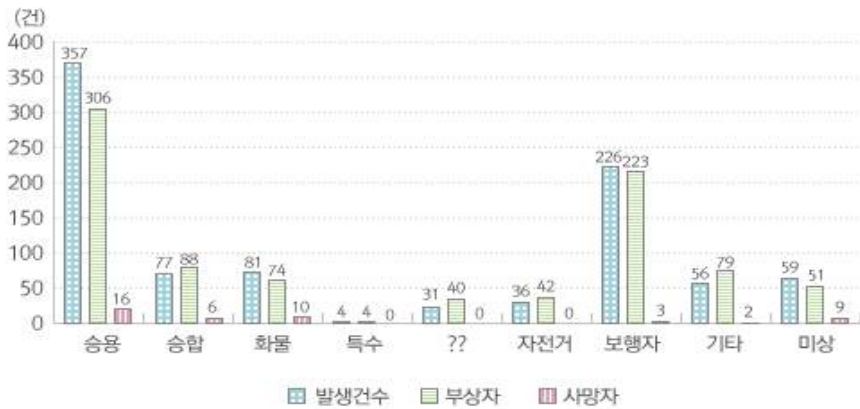


자전거 교통사고 <출처: 도로교통공단 2014년판 교통사고통계 요약>



이륜차 교통사고 <출처: 도로교통공단 2014년판 교통사고통계 요약>

- 서울시의 경우 '09~11년 자전거 교통사고 통계에서 치사율이 높은 자전거-차량간 사고비율이 92.5%로 높게 집계되었고, 이용률이 가장 높은 50대 이상 고령자는 치사율이 10%를 상회하고 있음



자전거 교통사고의 객체 간 사고유형 <출처 : 서울시>

- 도로교통공단에서 발간한 자전거 교통사고 자료집을 분석한 결과 본 과제에서 개발하고자하는 자전거 안전서비스의 필요성을 확인함.
 - 자전거 피해자의 98.2% 는 법규 위반 없이 당하는 사고였으며, 자전거 가해자의 경우 64.3%는 전방 주시 태만에 의한 것으로 분석됨
 - 자전거 교통사고의 대부분은 차량과의 충돌사고로 치사율이 높음.
 - 도로가 커브/곡각도로의 내리막에서의 교통사고에 의한 치사율이 평균 치사율에 비해 2.7배가 높음.

자전거 교통사고 특성 분석

<출처 : 도로교통공단 발간 교통사고 분석 자료집 통권 제 22호>

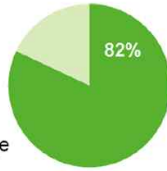
분류	특성	B2X 안전서비스의 필요성
사고 유형별	차대차 사고가 전체의 94.6%를 차지 차대차 사고 중 측면 직각 충돌 사고가 56.9%로 가장 많음	○ ○
인적 요인	가해자 및 피해자 모두 65세 이상 고령 운전자인 경우가 가장 많음	
	자전거 피해자 98.2%는 법규 위반 없는 경우임. 자전거가 피해자인 경우가 자전거가 가해자인 경우에 비해 3배 이상 많음.	○
	자전거가 가해자인 경우 인적유발요인 중 전방주시태만이 전체의 64.3%차지 자전거가 피해자인 경우 75%는 인적요인이 없음.	○ ○
차량적 요인	자전거가 가해자인 사고에서 피해자로는 승용차(46.5%), 보행자(19.6%), 화물차(8.9%), 자전거(7.1%), 승합차(6.6), 이륜차(4.1%) 등의 순으로 나타남. 자전거가 피해자인 사고에서 가해자로는 승용차(66.6%), 화물차(14.4%), 승합차(6.7%), 이륜차(4.0%) 등의 순으로 나타남.	○ ○
	자전거가 가해자인 사고에서 피해자 차량용도별로는 비사업용차량이 50.7%로 17.9%인 사업용 차량보다 2.8배 많음 자전거가 피해자인 사고에서 가해자 차량용도별로는 비사업용차량이 74.6%로 20.3%인 사업용 차량보다 3.7배 많음	○ ○
도로 환경적 요인	도로 선형별로는 직선도로의 평지가 82.2%로 가장 많음 커브/곡각도로의 내리막은 치사율이 8.3으로 가장 높음 도로 형태별로는 단일로에서 55.4%, 교차로에서 40.9% 발생 기타 단일로를 제외하면 교차로 내, 교차로부근, 횡단보도상의 순으로 발생	○ ○ ○ ○
사망자 특성	자전거 승차 중 사망자는 51세 이상이 80.9%임. 자전거 승차 중 사망자의 주요 상해부위는 머리가 77.2%로 가장 많았고, 부상자의 상해부위는 다리가 32.1%로 가장 많음 사망자중 안전모 미착용자는 88.6%, 부상자 중 안전모 미착용자는 84.9%를 차지	○

다. 관련 기술 개발 현황 및 국내 기술개발의 필요성

- (차세대 ITS 사업) 국내외에서는 차량과 차량, 인프라, 이동단말간(V2X 서비스) 직접통신을 기반으로 교통사고의 사전예방을 위한 차세대 ITS(C-ITS) 사업을 준비하고 있음
 - 미국의 경우 V2V, V2I 서비스를 통해 약 82%의 교통사고 감소효과를 기대하고 있음(US DOT, NHTSA)

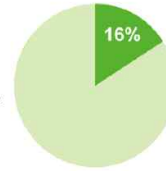
V2V

- Forward Collisions
- Road Departure
- Intersection
- Lane Change/ Merge



V2I

- Intersection
- Road Departure



■ % of crash scenarios potentially addressed by technology

자료 : DOT HS 811 381, October 2010, U.S. DOT NHTSA

Frequency of Target Crashes for IntelliDrive Safety Systems

미국 도로교통안전국(NHTSA)의 V2X 서비스 교통사고 감소 전망치

- 국내에서도 '차세대 ITS 시범사업' 등을 통해 V2X (vehicle to infrastructure, vehicle, person) 기반의 안전서비스를 준비하고 있어 차량과 이륜차간 직접적인 안전서비스 개발을 위한 원천기술의 보유 및 시험검증을 위한 환경이 조성되어 있음.
- 국토부에서 발표한 차세대 ITS 서비스 정의서에 B2X에 대한 서비스는 포함되어 있지 않기 때문에 'B2X 안전 서비스'에 대한 안전서비스 정의서, 시스템 요구 사항서, 메시지 표준제안서 등을 이 과제에서 수행할 필요가 있음.
- C-ITS 국내 도입 서비스 및 인프라 기획(안) 공청회(13.07.18)에서 발표된 우선도입 서비스 15개를 대상으로 각 서비스별 분류, 목적, 제공 상황 및 장소, 개요 설명을 통하여 서비스 개념을 정립하고 주요 요구사항 및 통신 방식, 송수신 정보, 적용 사례의 기술을 통하여 갖춰야할 기본적인 요건에 대해 정의함.
- C-ITS 국내 도입 서비스 및 인프라 기획(안) 공청회(13.07.18)에서 우선 도입이 필요한 서비스를 7개 서비스 분야에서 다음의 총 15개 어플리케이션을 선정 발표함

서비스 분야	순번	핵심 기능	통신주체	도입 시기			적용 사례			
				14	15	16	한국	미국	유럽	일본
1 기본정보 수집 제공	1	위치기반 차량데이터 수집	V2I I2V				○	○	○	○
	2	위치기반 교통정보 제공					○	○	○	○
2 요금징수	3	스마트 통행료 징수					○	○	○	○
3 안전(주의) 운전 지원	4	도로 위험구간 정보제공					X	○	○	○
	5	노면상태 · 기상정보 제공	V2I I2V V2V				X	○	○	○
	6	도로 작업구간 주행 지원					X	○	○	○
4 교차로 안전통행 지원	7	교차로 신호위반 위험경고					○	○	○	○
	8	우회전 안전운행 지원					X	○	X	○
5 대중교통 안전 지원	9	버스 운행관리	I2V				X	X	X	○
	10	엘로우버스 운행안내					X	○	○	○
6 보행자 상시 Care	11	스쿨존 속도제어	V2V				○	○	○	○
	12	보행자 충돌방지 경고					○	○	○	○
7 차량간 사고 예방	13	차량 추돌방지 지원	V2V				○	○	○	○
	14	긴급차량 접근경고					○	○	○	○
	15	차량 긴급상황 경고					○	○	○	X

차세대 ITS 기반조성을 위한 시범사업의 우선도입 15개 서비스

<출처 : 국토교통부, 한국지능형교통체계 협회>

- 총 15개 어플리케이션 중 'B2X 안전 서비스'와 관련된 것은 8)우회전 안전운행 지원, 12) 보행자 충돌방지 경고, 13) 차량 추돌 방지 지원임.
- 'B2X 안전 서비스'와 8)우회전 안전운행 지원, 12) 보행자 충돌방지 경고, 13) 차량 추돌 방지 지원 서비스 등의 차별성 분석 및 검토가 필요함.
- 'B2X 안전 서비스'에 대한 안전서비스 정의서, 시스템 요구 사항서, 메시지 표준제안서 등은 상기 8), 12), 및 13) 서비스에서 'B2X 안전 서비스'의 지원 가능성을 고려하여 진행되어야 함.

라. 경제 산업적 측면의 중요성

- 자전거 산업은 양적 질적으로 비약적으로 성장하고 있으며, 특히 ICT 기술과 융합된 고부가가치 자전거 부품 산업이 확장 일로에 있음.
 - 대표적으로 GPS 기반의 네비게이션 및 속도계 기능을 수행하는 trip computer에 대한 수요가 가파르게 증가하고 있으나, 가민이나 브라이튼과 같은 외산 제품임.
 - 기존의 기능에 B2X 기반의 안전서비스를 추가한 자전거용 trip computer를 개발 및 상용화 할 경우, 수입 대체 뿐 아니라 고부가가치 자전거 부품 세계 시장을 선점할 수 있음.
- 또한, C-ITS를 자전거, 보행자, 오토바이에 적용하는 기술 개발을 미국, 유럽, 일본에서 진행하고 있는데 반해, 국내의 관련 연구는 매우 미비한 실정.
 - 2010년 이후 실증단계에 접어든 미국, 유럽의 C-ITS 추진은 차량간 서비스뿐만 아니라 협력형 서비스에 보행자, 자전거, 오토바이를 대상으로 하는 안전서비스를 구상하고 있음
 - 미국은 정부와 민간, 산업, 대학이 협력하는 실증 및 시범사업인 Connected Vehicle, Safety Pilot의 효과검증을 통해 차량단말기 의무 장착 정책도 병행하고 있음
 - 미국의 자전거 안전서비스는 현재 민간업체에서 Pilot 시험단계에 있으며 WAVE 통신단말의 소형화 개발을 진행중임
 - 일본의 혼다 자동차에서도 차량과 자전거간의 통신 기술을 기반으로 자전거 안전서비스를 개발하고 있음.
- 국내 자전거 보급률은 OECD 국가에 비해 현저히 낮은 상태이며 앞으로 가파른 증가가 예상되며 국내 자전거 관련 산업의 외산 진입 장벽을 높일 필요성이 있음.
 - 자전거 도로 현황 국가간 비교. OECD 타 국가에 비해 약 4배 낮은 수준.

구 분	자전거도로 (km)	교통수단 분담률	자전거보유 (만대)	자전거보급률	비 고
한 국	15,308	2.16%	620	12.9%	'11년 결과
독 일	30,000	10.0%	7,200	87.3%	OECD('06)
일 본	78,638	14.0%	8,665	67.8%	OECD('06)
네덜란드	22,000	27.0%	1,600	98.3%	OECD('06)

1-3. 연구개발 범위

가. 연구개발 단계 (TRL 근거로 기술)

구분		표기	단계별 설명	
기초연구 단계	TRL 1	☐	TRL 1	이론적 연구단계
	TRL 2	☐	TRL 2	기술적 개념정립 단계
실험 단계	TRL 3	☐	TRL 3	실험적 증명 단계
	TRL 4	☐	TRL 4	실험실 성능평가 단계
시작품 단계	TRL 5	■	TRL 5	유사환경 시험 단계
	TRL 6	☐	TRL 6	유사환경 기술시범 단계
실용화 단계	TRL 7	☐	TRL 7	실제환경 시작품 데모 단계
	TRL 8	☐	TRL 8	시제품 설치 및 성능시험 단계
사업화 단계	TRL 9	☐	TRL 9	현장적용/사업화 단계

- 국내외 적으로 차량과 차량, 인프라, 이동단말간(V2X 서비스) 직접통신을 기반으로 교통사고의 사전예방을 위한 차세대 ITS(C-ITS) 사업의 실용화 준비 단계에 있음.
- 차량용 WAVE 단말 및 기지국은 생산단계에 있으며 전 세계적으로 WAVE 무선 인프라를 구축하는 단계에 있음.
- 그러나, 자전거용 WAVE 단말기 상용화 제품은 없으며 연구개발 단계의 시작품 형태만 보고되고 있음.
- 국내의 경우 자전거용 WAVE 단말기에 대한 연구개발 사례는 아직 없는 것으로 파악되며 이 과제가 최초의 관련 연구가 될 것으로 보임.
- 이런 근거로 이 과제의 연구개발 단계를 TRL 5 (유사환경 시험 단계)로 판단함.

2. 국내외 기술개발 현황

코드번호

D-04

2-1. 관련 분야의 국내외 연구동향 및 학술적 성과

가. 국가 연구개발사업 유사연구 실적

(1) 연구개발과제의 중복방지를 위한 조사 및 검토결과

○ www.kaia.re.kr 과 www.ntis.go.kr 에서 본 과제와 유사한 과제가 검색된 바는 없었음. 검색시 사용한 주요 키워드는 “자전거”, “충돌”, “안전”, “WAVE”, “V2X”, “B2X”, “V2V”, “B2V”, “V2I”.

○ 아래의 두 과제는 WAVE 기반의 V2X에 관련된 기존 과제

(단위 : 억원)

부처명	사업명	과제명	예산	비고
미래창조과학부	IT융합 고급인력과정 지원사업	다중센서 융·복합 기반 실시간 모바일 교통정보시스템 개발	35	
국토교통부	스마트하이웨이	스마트 하이웨이	888 (정부지원금+ 민간부담금)	

○ “다중센서 융·복합 기반 실시간 모바일 교통정보시스템 개발” 과제

- 해당 과제에서는 WAVE 기반의 V2X 통신 기술과 이를 기반으로 하는 서비스 연구 개발이 주요 내용 중 하나임.
- 해당 과제에서는 영상처리를 통한 교통정보 검지, 소셜 기반 자동차 운전 보조 시스템, WAVE 및 UTIS 복합 모듈 개발이 현재 주로 진행되는 연구임.
- 보행자나 자전거 운전자의 안전 서비스가 개념적으로 언급 된 바는 있으나 자전거용 전용 단말이나 서비스 구현은 연구 개발 계획에 포함되어 있지 않음.
- 본 과제에 참여하고 있는 다수의 연구진이 해당과제에 참여하고 있으며 해당 과제에서 습득한 요소 기술을 활용하고 해당 센터에서 보유하고 있는 WAVE 테스트 베드를 활용한다면 보다 원활하게 자전거 안전 서비스 개발 및 검증이 가능함.

○ “스마트 하이웨이” 과제

- 해당 과제에서 연구개발한 여러 내용 중 이 과제와 관련이 있는 부분은 WAVE 단말기 및 기지국 개발 및 시범 설치 임.
- 해당 과제에서 WAVE 관련하여 진행된 연구개발은 대부분 고속도로에서의 V2X 인프라 구축 및 서비스로 본 과제와는 성격이 다소 다름.

(2) 연구개발과제의 차별화 방안

○ 조사한 바에 따르면 본 과제와 가장 유사한 기존 과제는 “다중센서 융·복합 기반 실시간 모바일 교통정보시스템 개발” 임.

○ 하지만 해당 과제에서는 주로 차량의 안전 운행 및 경제 운행을 위한 서비스 및 기술 개발에 치중하고 있으며, 보행자나 자전거 운전자의 안전 서비스가 개념적으로 언급 된 바는 있으나 자전거용 전용 단말이나 서비스 구현은 연구 개발 계획에 포함되어 있지 않음.

- 또한, 이미 언급한 것처럼 본과제의 참여인력중 대다수가 해당 과제 참여하고 그동안 축적한 V2X 기술력과 WAVE 테스트 베드를 이용해서 보다 원활하게 본 과제의 목표를 달성할 수 있을 것으로 기대함.

나. 관련분야의 국내외 연구동향 및 학술적 흐름 분석

(1) 국내 연구동향

- 국내의 자전거 관련 기술은 주로 편의성 증대를 위한 분야에 치중됨.
 - 국내 자전거 관련 기술은 차체 개발과 공공자전거의 대여 및 운영관리를 위한 시스템인 거치대, 키오스크, 관제센터, 보관소 등의 기술개발을 중심으로 발전해 오고 있음.
 - 공공자전거 서비스는 지역, 사업에 따라 대여/반납과 수요관리의 운영적 측면만 고려하였을 뿐, 안전서비스는 사후대책이 대부분이고 자전거와 차량 및 사람간 교통사고의 사전예방을 위한 기술개발은 미흡한 수준임.
 - 민간에서는 레저와 헬스 증진을 위한 각종 부가장치들을 개발해 오고 있으며 역시 차량과 자전거 간 안전서비스 개발에는 한계점을 가지고 있음.
 - 행정자치부에서는 자전거 이용 증가와 자전거 도로 확대에 의거 스마트 폰으로 자전거 이용 시 편의성을 제공하는 앱을 개발하여 보급하고 “자전거 행복나눔(www.bike.go.kr)” 홈 페이지를 통해 명품 자전거 길 소개, 국토종주 자전거 길 등 다양한 서비스를 제공하고 있음.
 - 여수시 U-Bike 시민공영자전거시스템 구축사업에서 다운 튜브형 프레임의 자전거에 Wi-fi 통신을 이용한 운행정보 display, 대여 기능을 담당하는 스마트 단말기를 설치하였지만 B2I, B2V 시스템은 구축하지 못함.
 - 국내에서 개발된 주요 앱개발 현황 및 비교

모바일 앱	주요기능	소속	장점 및 단점
생태 여행 자전거 내비	- 지역별 자전거 도로 소개 - 주변 시설 소개 - 주행기록 - GPS 기능	정부	- 자전거 도로 소개 및 GSP 기능 - 주행기록 Facebook, Twitter 공유 가능 - 자전거 도로가 있는 지역만 볼 수 있음 - GIS에 음식점, 숙박, 자전거 시설 외 속성 정보 부족
노원구 자전거	- 자전거 등재 - 도난/분실 신고 - 블랙리스트 조회	정부	- 차대번호를 이용한 자전거 장물거래 봉쇄 - 자전거 관리 기능 외 특별한 기능 없음 - 차대번호 잘못 입력시 수정 불가능
저전거 행복나눔	- 국토종주 자전거 길 소개 및 주변 정보제공 - 자전거길 인증 안내 및 GPS 인증 - 커뮤니티 - 운행정보	정부	- 자전거 주변 시설 안내 및 진입로 안내 - 유일한 자전거 내비게이션 - 침수 등 자연재해 관련 표지판 정보 부재 - 내비게이션 이용시 자전거도로만 가능, 경로 이탈시 길안내 기능 부재
여수시 U-BIKE 공영 자전거	- 자전거 대여 - 스테이션 소개 - 증강현실 기능 - 운행정보	정부	- 모바일 및 QR 코드를 이용한 자전거 대여 - 영어, 일본어, 중국어 지원 - 홈페이지에서만 회원가입 가능 - 아이디, 비밀번호 찾기 부재

바이크 서치	- 차대번호이용 자전거 등록 - 커뮤니티 가능	민간	- 편리하게 자전거 등록이 가능 - 커뮤니티 기능을 사용한 분실 신고 가능 - 허위 정보 처리 불가능
Bike T	- 자전거 속도계 랭킹 서비스 - 커뮤니티	민간	- 다수의 커뮤니티 이용자 - 랭킹서비스 제공 - 지도 기능이 부재 및 광고 노출의 불편함

○ 국내 차세대 ITS (C-ITS) 기술 개발은 주로 자동차를 위한 인프라 구축 기술과 전용 단말 기술 개발에 치중되어 있음.

- 국내의 C-ITS와 관련한 대표적인 기술개발 사업은 “U-transportation 기반기술 개발”과 “스마트 하이웨이” 사업임.
- U-transportation 기반 기술 개발 (2006년~2012년) : V2V/V2I 통신시스템 개발, 정밀측위 차량 시스템, 차량용 센서융합기술, Embedded 플랫폼 개발하고 이를 기반으로 교통제어 서비스, 교통 안전 서비스, 교통정보 서비스와 같은 다양한 응용 서비스 개발을 수행함.
- 스마트 하이웨이 (2008년~2014년) : 무선통신 기반 교통정보 제공 및 운영 기술 개발, 주행로 이탈 및 예방 등 자동차 연계기술 개발, 친환경 및 기상재해 등 도로기반 기술 개발을 진행하였으며, 이를 기반으로 WAVE 통신 기반 편의 제공 서비스, 스마트 톨링 서비스, Virtual VMS 서비스, 차량 제어, 검지 서비스 등의 응용 서비스 개발을 진행함.
- 다중센서 융·복합 기반 실시간 모바일 교통정보시스템 개발 사업 (2013 ~ 2016) : 영상처리를 통한 교통정보 검지, 소셜 기반 자동차 운전 보조 시스템, WAVE 및 UTIS 복합 모듈 개발, WAVE 기반 차량 안전 서비스 개발을 진행하고 있음.

(2) 해외 연구동향

○ 최근 전 세계적으로 많은 C-ITS 관련 연구를 진행하고 있으며, 대부분의 경우 차량용 안전 서비스를 위한 기반 구축 및 서비스 개발에 치중됨. 자전거 등 이륜차를 위한 서비스 및 단말 개발은 시작 단계이며 시장창출에 필요한 표준화 추진 등은 미흡한 수준임.

○ 유럽

- 1980년대 후반부터 연구되어 왔으며 V2X 서비스 기반의 핵심 기술, 도로 안전 서비스 및 도로 운영 기술 개발 등에 초점을 맞추고 연구 진행. 국내 기술 동향과의 차이점은 V2X 서비스를 고려할 때 국내와는 달리 자동차뿐만 아니라 자전거, 오토바이 및 보행자에 대한 안전 서비스를 고려함.
- Compass4D, Amsterdam Gruop 프로젝트 : 오토바이 사고 감소를 위한 안전서비스 개발 및 시연 진행 중
- SAFESPOT : 자전거 및 보행자를 다치기 쉬운 도로 이용자로 규정하고, 차량과 자전거/보행자 간 추돌 회피 및 사고 방지를 위한 안전서비스 개발 진행 중
- Compass4D와 SAFESPOT의 경우 2012년까지 안전 서비스 개발에 관한 논의가 진행되었으나 이후 새롭게 update되는 기술적 내용 미비함.
- BikeCOM Project : 2013년 Bicycle-to-car communication (B2C) 시연함. 자전거와 자동차 간 추돌 회피를 위해 V2X 통신을 적용하였으나 주변 방해요소가 없는 주차장에서 시연하였으며 실제

도로 환경을 반영하지 않음.

- Volvo's cyclist detection with Full Auto Brake : 2013년 보행자 혹은 자전거가 자동차와 동일 진행방향 중 갑자기 끼어드는 경우 이에 대한 충돌 감지 센싱 후 자동 경고음 및 자동 제동. 센서 기반의 충돌 제어 기법으로서 V2X 통신이 적용되지 않음.
- Jaguar Land Rover's Bike Sense Research - 2015년 자전거 접근 감지 후 운전석 자리에서 청각적, 촉각적, 시각적 알람 제공. 센서 기반으로 작동되며 V2X 통신은 적용되지 않음.
- BYXEE - 2015년 도로 상태, 장애물 등 자전거 이용자의 안전 서비스를 위한 전용 단말 및 무선 헬멧 제조. WAVE 통신이 적용되지 않음.

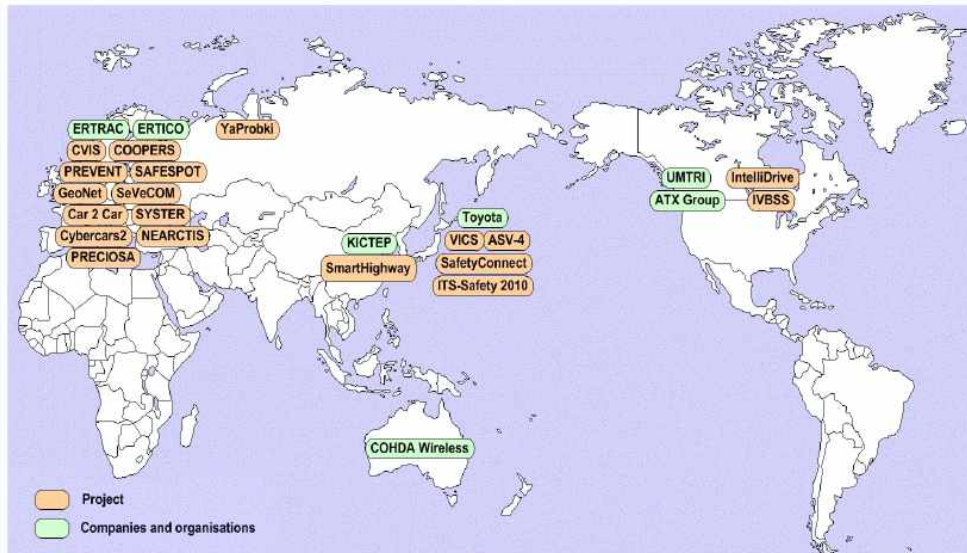


그림 1. 세계 C-ITS 프로젝트 현황

○ 미국

- 정부와 민간, 산업, 대학이 협력하는 프로젝트를 통해 C-ITS 연구 진행
- IntelliDrive 프로젝트 : 차량과 인프라, 그리고 무선 단말기 간 통신 환경 제공을 위해 5.9GHz 대역에서 V2V, V2I 간 통신을 모두 지원하는 WAVE 기술 기반의 통신 인프라를 구축, 운용. V2O (Vehicle-to-others) 통신을 규정하여 차량의 사각지대에서 자전거, 오토바이 등과의 충돌 방지 서비스 개발 진행 중
- 미국 혼다 법인 : WAVE통신 기반 단말기를 이용하여 사각지대에 있는 자동차와 자전거 간 충돌을 방지할 수 있는 시범 서비스 개발 진행 중
- BikeShieldApp. : 2015년 bicycle-to-vehicle (B2V) communication 개발. 자전거, 오토바이, 자동차에 대해서 지원이 가능하며 충돌 가능성을 인지 후 운전자에게 알람서비스 제공. 자체 망을 이용하여 B2V communication이 이뤄지며 WAVE 통신이 적용되지 않음.
- Intelliway : 2015년 자전거를 V2V network에 연동시켜서 자전거 안전서비스를 제공할 수 있는 hardware 및 application 개발



<美혼다법인의 Vehicle to Bicycle용 시범 서비스>

○ 해외 자전거 관련 모바일 앱 개발 현황

모바일 앱	주요기능	소속	장점 및 단점
Endomondo	- 자전거 이동 거리/시간 - 평균속도 - 칼로리 소모량	민간	- 선택할 수 있는 자전거의 종류 세분화 - 웹사이트에서 세부 내용 분석 가능 - 페이스북 연동 가능 - 자체 커뮤니티 기능 부족
Runtastic	- 자전거 이동 거리/시간 - 칼로리 소모량 - 트레이닝 모드	민간	- 트레이닝 모드가 존재하여 목표 설정 후 운동 가능 - 페이스북 연동 가능 - 트레이닝 모드 외 특별한 기능 부재
Everytrail	- 커뮤니티 기능 - 자전거 이동거리 저장 및 정보공유	민간	- 개별 경로를 블로그나 이메일에 옮길 수 있도록 태그 제공 - 지점 별 사진 촬영과 경로편집 가능 - 주요 기능은 앱에서 직접 실행할 수 없고 홈페이지 접속 후 가능함

○ 기타 자전거 관련 기술 개발 동향

- 런던 'Cycle Alert'사의 RFID 기반 자전거 안전시스템 : 자전거에 부착된 센서, 중량 적재 자동차 나 버스에 부착된 센서 그리고 대시보드 리시버 장치로 구성된 시스템 개발



<그림 14 런던 Cycle Alert 시스템 단말기>

- 2014년 런던 교통부(Transport for London) : 중량 적재 자동차, 보행자 그리고 자전거 이용자와의 충돌 위험을 감소시키기 위해 중량 적재 자동차에 장착될 수 있는 사각지대 안전기술에 대한 프로젝트 진행 예정
- 영국 Reinventing two wheels (Bike-safety technology) : 자전거 사각지대에서 자전거 전방에 홀로그램을 표출하여 자전거 안전 확보 및 운전자에게 경고 및 안내

○ 해외 자전거 전용 단말 기술 제품은 편의성 위주 기능 제공에 치중되어 있음.

- 해외 자전거 매니아를 중심으로 자전거에 부착이 가능한 레저용 GPS 단말장치가 미국의 GARMIN, 독일의 TWONAV 제품이 출시되었음. 당 제품은 \$500~\$900 내외의 가격을 형성하고 있음.
- 위치기반 지도정보 표출 기능 및 목적지 검색기능, 블루투스 기반의 휴대전화와 무선 통신 기능, 등산에 적용되는 고도 확인 및 나침반 기능 등만을 사용자에게 제공



GARMIN(미국)



TWONAV(독일)

해 외 레저용 GPS 단말장치(예 : GARMIN(미국) & TWONAV(독일))

(3) 자전거 안전 관련 해외 정책 동향

○ 미국의 도로교통안전진단제도

- 미국 FHWA에서는 2012년도에 자전거도로를 대상으로 한 도로교통안전진단제도 지침인 『Bicycle Road Safety Audit Guidelines and Prompt Lists』를 발간하여 자전거도로에 대한 도로교통안전진단 제도를 수행중임.

○ 유럽 ‘BicYcle Policy AuDit’; BYPAD

- 유럽의 BYPAD는 도로안전진단사가 자전거안전포럼을 주관하며, 다양한 유형의 자전거 이용자의 요구사항을 파악, 조정하여 구체적인 안전대책을 계획하고 심사함.
- BYPAD 심사를 통한 자전거시설의 전반적인 품질안전관리에 무게를 둠.

2-2. 국내외 관련 기술 특허 동향

가. 국내 특허 동향

- 검색대상은 등록이 완료 되었거나 공고대상인 특허실용신안에 대하여, “자전거안전” x “충돌 ” 검색어를 사용하여 검색된 총 437 건을 대상으로 분석하였음.
- 국내의 자전거 안전관련 특허는 자전거 자체로 제공하는 안전 서비스가 대부분으로 WAVE 인프라를 활용하는 본 과제의 경우와 유사한 특허는 없으나, 본 과제의 안전서비스를 구현하는 일부 기능 제공 방법에 있어 유사한 특허는 있음.

특허명	디지털 운행정보 기록장치
출원 정보	한국(KO) 등록 출원인 : (주)이니투스; 출원번호 : 10-2009-0034795 (2009.04.21) 공개번호 : 10-2010-0116066 (2010.10.29) 등록번호 : 10-1047472-0000 (2011.07.01)
요약	자전거의 운행과 관련된 운행정보를 획득하고, 이를 저장하는 운행정보 획득/기록장치와; 자전거의 대여기록 정보가 저장되는 기록용 RFID 태그와; 운행정보 획득/기록장치에서 획득된 정보를 원격의 통합관리서버로 전송하고, 원격의 통합관리서버로부터 정보를 수신하는 송/수신부와; 운전자에게 획득된 운행정보 및 경고메시지를 출력하는 출력부와; 자전거의 안장에 운전자가 탑승하였는지 감지하는 안장센서와; 자전거에 설치되어 자전거의 정지 또는 주행여부를 감지하는 주행감지센서; 및 운행정보 획득/기록장치를 통해 획득된 정보를 처리 및 관리하고, 운행정보 획득/기록장치로부터 위험정보 확인시 안장센서 및 주행감지센서의 감지신호의 종류에 따라 선택적으로 출력부를 통해 운전자에게 위험상황을 알려주도록 제어하는 메인 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 디지털 운행정보 기록장치가 개시된다.

특허명	자전거 안전 시스템
출원 정보	한국(KO) 등록 출원인 : 주식회사 맥스포 출원번호 : 10-2011-0001184(2011-01-06) 공개번호 : 10-2012-0079860(2012-07-16) 등록번호 : 10-1179994-0000(2012-08-30)
요약	본 발명은 자전거 안전 시스템에 관한 것이다. 본 발명에 따르면 야간에 자전거의 영역을 표시함으로써 주변에 접근해 오는 사람, 차량이나 다른 자전거 운전자들에게 자전거의 영역을 확인 시킬 수 있도록 하여 자전거 운전자의 안전을 도모할 수 있는 기술이 개시된다.

특허명	안전주행용 자전거 경고음 발생장치
출원 정보	한국(KO) 등록 출원인 : 임종효; 출원번호 : 10-2012-0008171(2012-01-27) 공개번호 : 10-2013-0087132(2013-08-06) 등록번호 : 10-1313022-0000(2013-09-24)
요약	자전거와 같은 소음이 거의 발생 되지 않는 이동수단에 사용되는 안전주행용 자전거 경고음 발생장치에 관한 것으로, 상기 이동수단의 가속도를 감지하는 움직임 감지부; 상기 움직임 감지부에서 인가받은 데이터(i1)에서 상기 이동수단의 위험상태를 판단하고, 출력전압(Vout)을 인가받아 발생하는 PWM(Pulse Width Modulation) 신호의 듀티(duty) 사이클을 결정하는 기능제어부; 및 상기 PWM 신호에 따라 입력전압(Vin)을 부스트한 후 정류하고, 경고음의 외부 출력을 위한 전원인 상기 출력전압을 상기 PWM 신호에 따라 발생시키는 경고음 출력부를 포함하여 자전거가 급정거하거나, 갑작스러운 요철을 통과할 때 또는 좌우로 전복될 때 등의 상황에서 경고음을 이용하여 신속하게 후행 자전거나 보행자 등에게 자동으로 위험상태를 경고함으로써 자전거로 인한 각종 충돌사고를 예방하는데 도움이 될 수 있는 안전주행용 자전거 경고음 발생장치에 관한 것이다. 또한, 자전거가 급정거 시 자동으로 보행자에게 급정거 경고기능을 하여 자전거와 보행자 간의 사고도 예방할 수 있으며, 자전거의 주차나 정차 중 자전거의 예기치 못한 움직임을 감지하여 도난을 예방할 수 있는 효과가 있다. 또한, 본 발명의 안전주행용 자전거 경고음 발생장치는 가볍고 작게 최소의 크기 및 최소의 비용으로 자전거에 적용이 용이하며, 저소비 전류로 경제적인 장점이 있다.

특허명	자전거 관리용 휴대 단말기 및 그 제어방법
출원 정보	한국(KO) 등록 출원인 : LG 전자; 출원번호 : 10-2009-0119195(2009-12-03) 공개번호 : 10-2011-0062460(2011-06-10) 등록번호 :
요약	본 발명은 휴대 단말기 및 그 제어방법에 관한 것이다. 본 휴대 단말기의 제어방법은, 자전거 주행 코스정보 또는 타 자전거 사용자의 위치정보를 표시한다. 그리고, 날씨 등에 대응하여 자전거 주행 코스정보가 변경되도록 하거나 타 자전거 사용자의 주행정보 등을 표시한다. 본 발명에 따르면, 자전거 주행을 위한 네비게이션 화면을제공하고 자전거 안전사고 방지, 도난사고 방지를 보조할 수 있다.

특허명	교통사고 경보 서비스 서버 및 그 방법
출원 정보	한국(KO) 등록 출원인 : 아주대학교산학협력단; 출원번호 : 10-2012-0019642(2012-02-27) 공개번호 : 등록번호 : 10-1258037(2013-04-13)
요약	본 발명은 교통사고 경보 서비스 서버 및 그 방법에 관한 것으로, 본 발명의 일 실시 예에 따른 교통사고 경보 서비스 서버는, 교차로 상의 복수의 객체에 대한 정보를 수집하는 정보 수집부와, 상기 복수의 객체 중 상기 교차로에 서로 교차하는 경로로 진입하는 진입 객체들 간의 안전제동을 위한 임계 가시거리가 장애물에 의해 차단되는지를 판단하는 가시거리 판단부와, 상기 임계 가시거리가 상기 장애물에 의해 차단되는 경우, 상기 진입 객체들 간의 충돌 가능성을 판단하는 충돌 가능성 판단부와, 상기 진입 객체들 간의 충돌 시간이 기 설정된 범위를 벗어난 경우 상기 진입 객체들로 충돌 경보를 하는 충돌 경보부를 포함한다. 이에 따라, 교차로에 진입하는 객체들 간의 가시거리가 장애물에 의해 차단되는지에 따라 객체들 간의 충돌 여부를 판단하고, 충돌 가능성이 높은 경우에는 객체들에 경보함으로써 교통사고의 발생을 줄일 수 있다.

나. 해외 특허 동향

- 검색대상은 등록이 완료 되었거나 공고대상인 특허에 대하여, “bicycle” x “safety ” x “dsrc”검색어를 사용하여 검색된 총 275 건(미국: 269건, 유럽:4건, PCT:2건)을 대상으로 분석하였음.
- WAVE 시스템 시범 서비스를 하고 있는 미국의 경우 WAVE 인프라를 활용한 차량 및 보행자간의 안전 서비스 관련 특허가 등록되어 있으나, 자전거에 특허 되어 있지는 않는 상황임. 해외수출을 고려하여 본 과제에서는 자전거에 특허된 지적재산권의 확보가 필요함.

특허명	ROAD-VEHICLE COOPERATIVE DRIVING SAFETY SUPPORT DEVICE
출원 정보	미국(US) 등록 출원인 : Maeda Takashi; Morita Shigeki 출원번호 : 13514112(2010-03-16) 공개번호 : 20120242505(2012-09-27) IPC : G08G1/0967, CPC : G08G1/164 G08G1/096783
요약	When a decision is made that it is necessary to call driver's attention as a result of analyzing driving safety support information received by a roadside device in formation receiving unit 34 and vehicle driving state in formation detected by a vehicle state detecting unit 33, an attention-calling screen, in which a target detection area including an obstacle is superimposed upon a corresponding map information, is displayed.

특허명	Switching device for car-to-X communication and communication device
출원 정보	미국(US) 등록 출원인 : Audi AG 출원번호 : 13614821 (2012-09-13) 공개번호 : 20130065530(2013-03-14) 등록번호 : 08892041(2014-11-18) IPC : H04B7/00 H04L12/66, CPC : H04L12/66 H04L12/66
요약	A switching device for connection to an antenna unit and a computing unit to form a communication device for car-to-X communication, in particular a DSRC communication device. The switching device has at least one interface for communication with a mobile terminal device, in particular a mobile telephone. The switching device includes a computing unit and a control device to forward at least a part of received messages to the mobile terminal device and/or to transmit messages on the basis of a control command from the mobile terminal device.

(Taiwan Bicycle Cluster(2011), MoC Cluster Analysis Report)



<세계자전거 생산량 추이>

2-3. 국내외 시장분석 및 산업동향

- 세계 자전거 시장규모는 레저산업 증가와 대체교통수단으로서 연평균 5.2% 이상 견고한 성장세를 보이고 있으며, 국내 시장은 연평균 17% 이상 상승하고 있음.
- 세계 자전거 시장 규모는 연간 약 1억2000만대로 자전거 부품 및 완성차의 시장규모는 연간 600억달러('2007년 기준)이며, 소득 증가에 따른 레저산업 증가와 기후 변화에 대응한 대체 교통수단으로서 수요가 급증하여 연평균 5.2% 이상의 견고한 성장세를 보이고 있음.
- 현재 우리나라 자전거 시장은 삼천리자전거, 알톤스포츠, 참줄은레저 등 세 회사가 과점하고 있는 상태로, 2008년 이후 연평균 17%씩 상승하고 있음. 2013년 매출은 삼천리자전거가 1,090억 원, 알톤스포츠가 660억 원, 참줄은레저가 619억 원으로 전체 2,369억 원의 매출을 올렸으며 업계에서는 2014년 자전거 시장 전체 매출을 2,500억 원에서 3,000억 원 사이로 예상하고 있음.(서울경제신문 2014-1-8)



<국내 자전거 보급률 (자료: 삼천리 자전거)>

- 그러나 국내 제조시설의 해외 이전으로 자전거 업체 · 인력 감소로 인해 해외경쟁력은 상당 부분 약화되어 있음. 이 틈새를 대만의 자이언트와 메리, 미국의 트렉 같은 외국산 자전거가 파고들고 있는 상황임. 이에 따라 자전거 무역 적자 규모도 2011년 1억6329만달러(약 1840억원), 2012년 1억7304만달러(약 1983억원), 지난해 1억8680만달러(약 2081억원)로 매년 늘고 있는 실정임. (매일경제신문 2014-5-26)
- 세계 ITS 시장은 인프라 구축과 관련된 시장으로 발전하였으나 민간 기업의 참여로 시장이 점차 성장세를 보이고 있고 있음.
 - 세계 ITS 시장에 대한 전망을 살펴보면, 미국의 ITS 시장규모는 2015년에는 약 4,200억 달러 규모로 성장할 것이며, 이중 80% 이상이 민간부문에서 발생될 것으로 ITS America는 예측하고 있다. 일본의 경우에도 최근 차량항법장치 및 VICS(Vehicle Information and Communication System)를 기반으로 시장이 크게 형성되고 있으며, 2000년에서 2015년까지 ITS 관련 정보통신 서비스 · 단말기 · 인프라 산업은 총 누적 60조엔 규모의 시장이 창출될 것으로 예측하고 있음.
 - 그런데 세계 ITS시장은 인프라 구축에 장기간이 소요되는 관계로 단기적인 시장 성장에 제약을 갖고 있으며, 상당한 시간이 흐른 지금까지도 거대한 인프라 구축의 초기단계에 있고, 여전히 추진중인 과정에 있기 때문에 대부분의 경우 정부의 ITS 인프라 구축과 관련된 시장중심으로 발전하였으나 점차 사업성 및 시장성이 있는 민간기업들의 참여를 통해 인프라 뿐만 아니라 ITS를 구성하는 하부시스템, 정보단말, 서비스, 콘텐츠와 같은 다양한 애플리케이션 개발에 따라 시장이 점차 성장세를 보이는 등 시장 환경의 변화가 급속히 진행될 것으로 전망됨.
- B2X 기반 이론차 부착형 안전 단말장치는 국내시장조차 해외 업체의 고가 단말이 지배하고 있는 실정이나, 본 과제를 통하여 상대적으로 가격 경쟁력이 있는 제품 확보가 가능할 것으로 전망됨.
 - 국내 자전거 관련 기술은 차제 개발과 공공 자전거의 대여 및 운영관리를 위한 시스템인 거치대, 관제센터, KIOSK 등의 기술개발을 중심으로 발전해 오는 바 자전거 안전을 위한 단말장치는 기존 출시된 바 없으며 GPS 기능과 지도를 기반으로 한 검색엔진을 보유한 미국 GARMIN 사 제품 및 독일 TWONAV 사 제품 등이 있음. 이들 제품은 3 ~ 4인치 TFT LCD를 부착하고 배터리 내장형 형태로 휴대가 가능하고 자전거에 거치될 수 있는 제품으로 출시되고 있으며 가격도 \$800 ~ \$1,000USD 내외의 고가임.
 - V2X 서비스를 위한 무선통신 기술인 차량용 WAVE(IEEE802.11p + 1609.x) 통신 기술을 적용하여 자전거 안전을 위한 단말장치를 개발하여 차량과 자전거(V2B) 및 자전거와 자전거(B2B) 간 충돌을 방지하고 위험상황을 미리 인지하여 사고를 최소화하는 제품 개발은 자전거 사고율 증가와 함께 필수적으로 요구되고 있으며, 자전거 차체의 신소재를 통해 경량화, 고급화를 지향하게 됨으로 본 과제를 통해 개발되는 배터리 내장형 자전거 안전단말의 가격이 수 십만원 대 임을 고려하면 가격에 대한 저항은 기존 출시된 해외 GPS 단말과 비교하게 될 때 상대적으로 충분하다고 볼 수 있음.
- 본 과제 제품의 목표 고객을 일차적으로 국내 자전거 동호회 회원에서 산출하고, 국내 시장 검증을 통해 경쟁력 확보한 후 세계 ITS 인프라 확산에 맞추어 해외시장 공략을 추진함.
 - 국내에서 활동 중인 자전거 동호회는 2013년 6월 50만명 내외이며, 목표고객 5%를 적용하고 자전거 안전단말 판매가를 40만원으로 산정 시 100억 시장을 형성하게 되며, 자전거 보급률 600만 대 중 목표고객 2% 적용 시 12만대의 시장이 형성되고 시장규모는 500억 시장이 될 것으로 보임.

동호회	개설일	회원 수	목표 고객(5%)	목표 고객(2%)
1. 서울자전거	2010.07	1,014	51	20
2. 자전거날라리	2011.09	7,132	357	143
3. 편편라이더스	2012.04	504	25	10
4. Hermes Riding	2012.05	1,127	56	23
5. 인천 MTB	2003.06	2,756	138	55
6. 작은자전거	2007.04	712	36	14
7. 부산자전거1	2009.03	525	26	11
8. 부산자전거2	2003.01	1,699	85	34
9. 대구자전거	2009.01	572	29	11
10. Pole Star Club	2011.01	562	28	11
11. 대구 수목 MTB	2007.09	1,741	87	35
12. 자전거로 한강을 찾는 사람들	2011.04	1,301	65	26
13. 한강 자전거 동호회-아리수	2008.02	408	20	8
14. TOITOI MTB 2030 자전거	2009.06	395	20	8
15. 자전거로 출퇴근하는 사람들	2003.12	494,143	24,707	9,883
합계		514,591	25,730	10,292

- 또한 세계 ITS 서비스 인프라가 점진적 확산되고 있으므로 국내 C-ITS 시범망을 통하여 상용화 검증은 거치면, 충분한 국제적 경쟁력을 갖고 해외 수출이 가능할 것으로 전망함.

2-4. 종합결론

- 레저산업 증가와 대체교통수단으로서 자전거 산업은 국내외적으로 급속히 성장하고 있지만 국내 자전거 업체들의 국제경쟁력은 매년 약화되고 있음.
- 미국과 유럽을 중심으로 C-ITS의 꾸준한 연구가 진행되고 있을 뿐만 아니라 객체가 자동차에서 자전거 및 보행자 등으로 확대되어 안전 서비스에 대한 연구가 진행되고 있음.
- 국내에서는 자전거와 자동차 간 통신 시스템 및 안전 서비스에 관한 연구에 대한 구체적인 움직임이 아직은 나타나지 않는 반면 국외의 경우 C-ITS의 핵심 기술을 개발하고, 다양한 도로 테스트 및 기술 표준화가 활발히 진행 중이며 V2X 서비스의 카테고리 안에 vehicle-to-bicycle 간 안전 서비스에 대한 연구가 공식적으로 진행 중임. 그러나 대부분의 서비스 개발은 자동차 간 혹은 자동차-인프라 간 통신에 집중되어 있으며 자전거를 위한 안전 서비스 및 단말 개발은 기술적 성숙도가 아직 미비한 시작 단계이며 시장 창출에 필요한 표준화 추진 역시 미흡한 수준임.
- 본 과제에서 개발하고자 하는 제품 및 서비스 등은 자전거 이용의 편리성을 제공하기 위한 솔루션이나 자전거 사용 인구 증가에 따라 급격하게 증가하고 있는 자전거 사고를 예방하기 위한 B2X 안전서비스 제품은 현재 국내외 출시된 바 없는 실정임, 이에 차량과 자전거 및 자전거 상호 간 통신이 가능하며 도로 내 차선단위로 위치를 인지할 수 있는 고성능 GPS 측위 기술이 적용된 배터리 내장형 단말제품 개발의 필요성은 필요불가결한 상황임.

<국내외 환경분석을 통한 SWOT 분석>

Strengths	Weaknesses
국내 C-ITS 시범서비스 실시로 WAVE 인프라 조기 구축 우수한 IT 경쟁력 국제 표준화 역량 확보	국내 자전거 부품업체의 경쟁력 부족으로 해외제품 선호 국내 C-ITS 서비스 시장 규모의 국제 경쟁력 열세
Opportunities	Threats
국내외 자전거 시장의 확대추세 자전거 안전에 대한 필요성 증대 낮은 자전거 해외 시장 점유율로 인한 높은 성장 가능성	미국, 유럽의 빠른 C-ITS 추진으로 기술 경쟁력 약화 해외 업체의 대량생산을 통한 저가공세

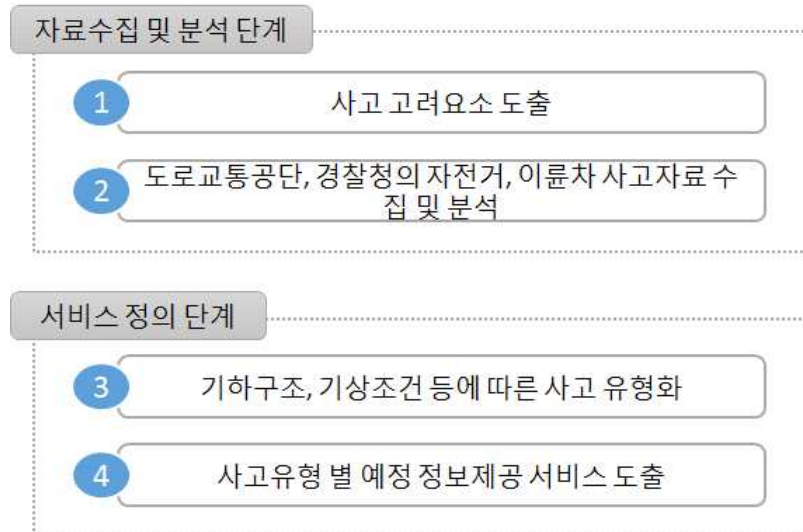
3. 연구수행 내용 및 결과

		코드번호	D-05
3-1. 연구개발 최종목표			
최 종 목 표 본 연구는 B2X 기반 자전거 안전서비스를 발굴하고, 서비스 구현을 위한 객체간 표준 메시지, WAVE 기반의 자전거 전용 단말, B2X 안전 프로토콜 스택 및 응용 App을 통합 개발하여, 자전거용 대표 안전서비스 3개와 부가 안전서비스를 구현하고 이의 현장 시험을 통해 성능을 검증함.			
세부 연구 목표	연구 내용	연구 범위	
안전 서비스 실내외 검증 및 표준화 추진 <모든 참여기관>	- 개발한 안전 서비스를 서비스 형태를 구분하여 실내 및 실외 실험을 수행함. 아래는 개발 서비스 예시 - 핵심 안전 서비스 : 교차로 충돌 방지 서비스, 사각지대 충돌 방지 서비스, 일반도로 충돌 방지 서비스 - 부가 안전 서비스 : 고장 및 사고 정보 공유서비스, 부상시 긴급 출동 서비스 - 한국교통대 WAVE 통신장비 테스트 베드를 기반으로 안전서비스 실외 현장 검증 수행	서비스 현장 시험	
안전 서비스 제공을 위한 B2X 전용 단말 App 개발 <노벨룩스>	- 스마트폰에 내장된 센서(GPS, 조도, 온도, 3축센서 등)를 활용한 주행 정보 및 이상 이벤트 감지 기술 개발 - 주변 차량 및 자전거 위치 인식을 통한 주행 안전 서비스 및 음성 안내 기반 정보제공 기술 개발 - 사용자의 이벤트 입력을 통한 이벤트 공유 기술 개발 - 주행자 그룹 생성 및 정보 공유 기술 개발	전용 단말기용 안전 서비스 App 개발	
B2X 기반 이륜차 안전용 단말장치 시제품 및 단말 시스템 SW 개발 <(주)에세텔>	- B2X 기반 이륜차 안전용 단말장치 시제품 개발 - HW 사양 : 5인치 TFT LCD, WAVE 표준, 5.9GHz 무선통신, 10MHz 채널 대역폭, Cortex A8 1GHz CPU, DDR SRAM + 플래시 메모리, 1M 이내 오차 GPS - 블루투스 무선 통신 엔진 개발 - 배터리 내장형 제품 및 전력소모 최소화 기술 구현 - B2X 기반 이륜차 안전용 단말장치 소프트웨어 개발 - 전용 단말에 안드로이드 OS 포팅 및 LCD, 메모리, 멀티미디어 디바이스 드라이버 개발 - WAVE 표준 지원, 음성, MP3 및 동영상 플레이어 기능 - GPS 기반 지도 엔진 및 검색 서비스 구현 - WAVE 기반 안전 서비스 모듈 개발	단말기 HW 및 SW 개발	
B2X 전용 단말기 및 안전서비스 App UI/UX 디자인 <한국교통대학교>	- B2X 단말기 제품디자인 - 인간공학 기준 단말기 부착위치 및 최적 인터페이스 설계 - 표준 자전거 구조에 적합한 결합방법 도출 및 설계 - 아웃도어 환경을 고려한 소재 및 외관품질 디자인 - B2X 안전서비스 App UI(User Interface)디자인 - 사용자 중심 B2X서비스 기능도출 및 분석을 통한 UI설계 - 사용자중심 선택형 GUI(Graphical User Interface)디자인	단말기 및 안전서비스 App UI/UX 설계	
B2X 안전 서비스를 위한 메시지 규격 및 프로토콜 스택 개발 <한국교통대학교>	- B2X 안전 메시지 규격 개발 및 표준화 추진 - B2X 안전서비스를 위한 프로토콜 스택 개발 및 안전 서비스 SW 구현 - 개발된 B2X 안전 서비스 SW 및 프로토콜 스택을 에세텔에서 개발한 자전거 안전 단말기에 이식	메시지 규격 정의 및 프로토콜 스택 개발	
B2X 안전 서비스 발굴 및 규격화 <한국교통대학교>	- 경찰청, 보험사 교통사고 이력자료 분석을 통해 과거 교통사고 유형별로 사고예방 가능한 서비스 항목 도출 - ITS 전문가 조사를 통해 서비스 가용성을 검증, 자전거 및 이륜자동차 이용자 동호회 대상 서비스 효용성 검증 - 도출된 안전서비스 항목을 세분화하여 각 서비스별 서비스 내용 및 가용절차 정의서 마련	조사 분석을 통한 안전 서비스 규격서 작성	

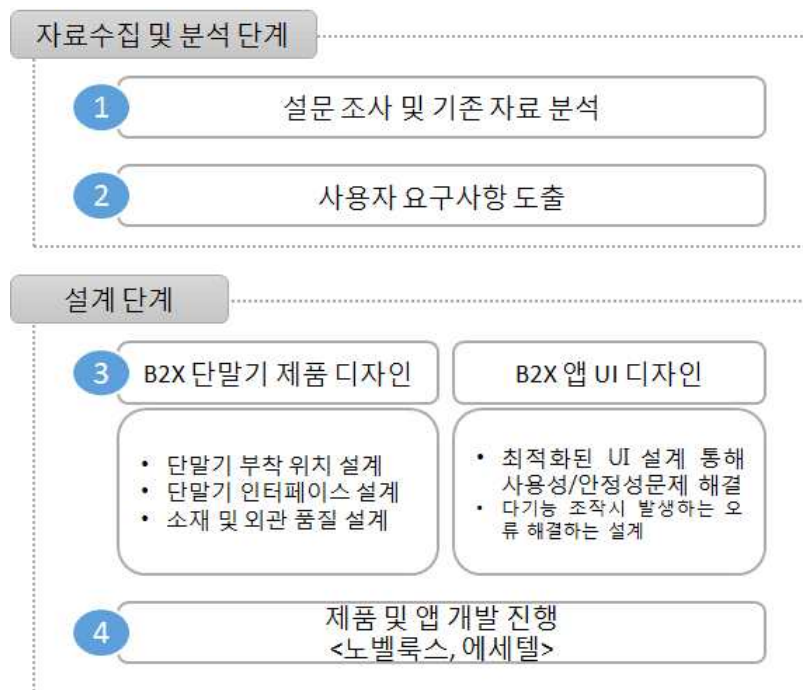
3-2. 연구개발 추진전략 및 방법

가. 연구 성과별 연구개발 흐름도

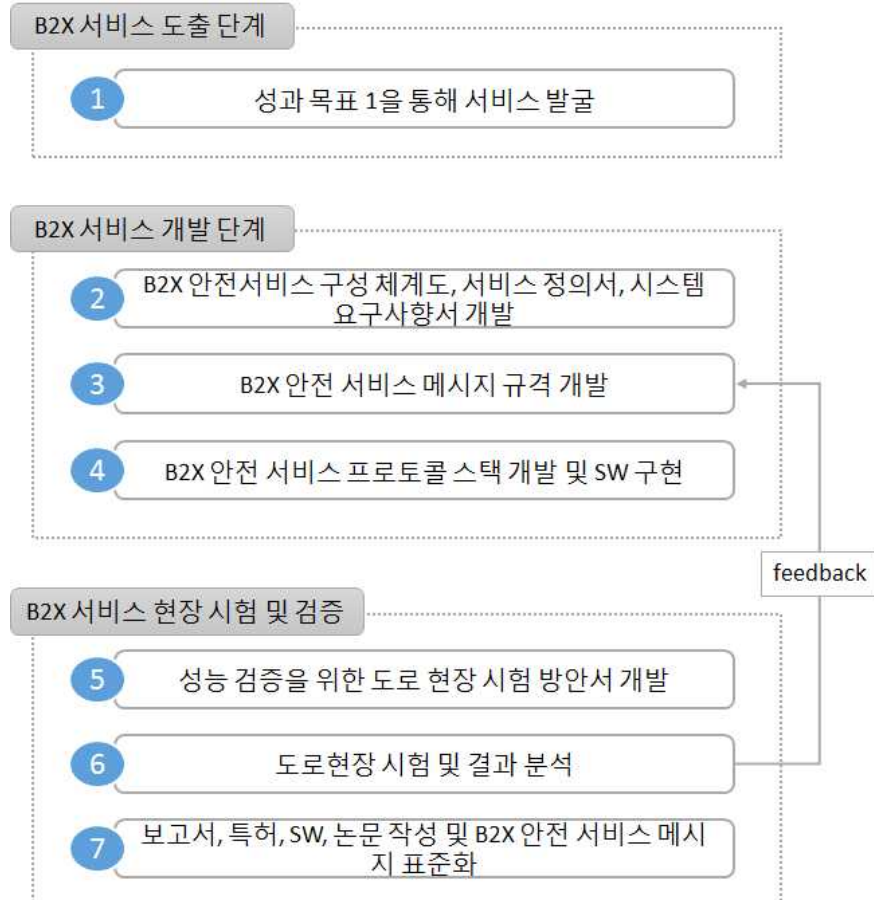
1) B2X 안전서비스 구성 체계도 및 안전서비스 정의서



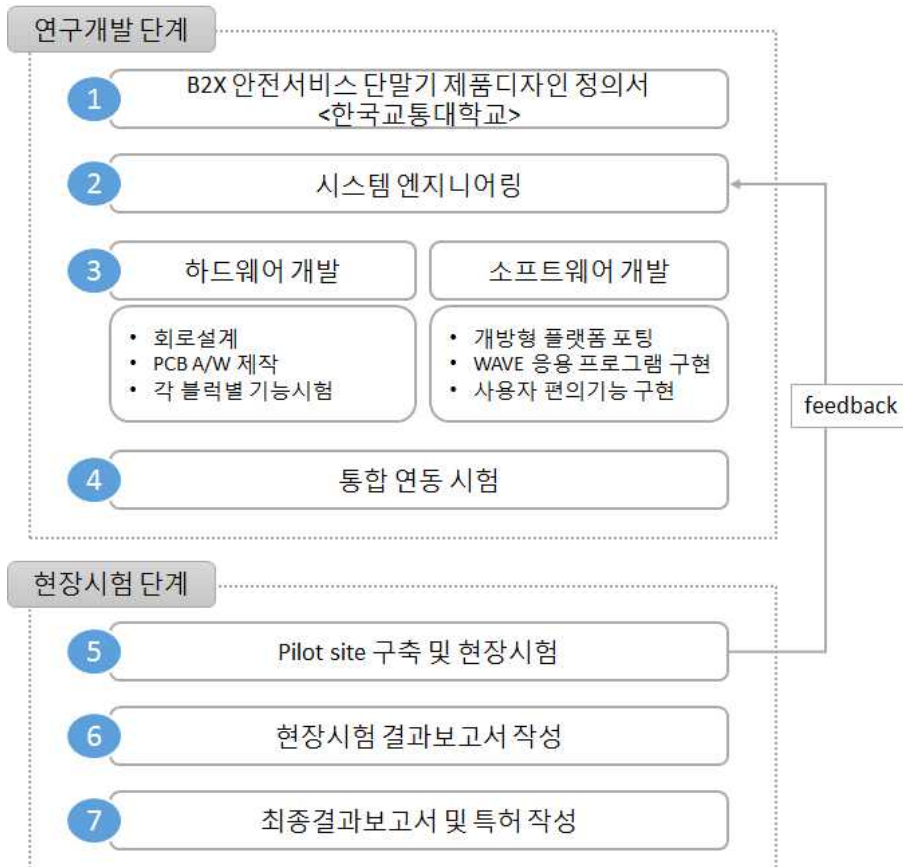
2) B2X 안전서비스 단말기 제품디자인 정의서



3) B2X 안전서비스 규격 및 메시지



4) B2X 기반 이륜차 안전용 단말장치 시제품



5) B2X 전용 단말기 앱 및 관리도구 개발



6) B2X 안전서비스 구성 체계도 및 안전서비스 정의서



나. 연구 수행체계



다. 연도별 추진 일정

구분	연구과제명 (연구수행기관)	관련 성과목표/지표			세부추진내용 (연구수행 Activity)	Activity별 산출물	소요 연구비 (백만원)	1차년도				
		핵심성과	단위성과	질적 성과지표				1/4	2/4	3/4	4/4	1/4
1세부												
주관	한국교통대학교	A	A-1	A-1-①	자전거 및 이륜차 과거 교통사고 이력자료 수집 및 분석	자료수집 및 분석 보고서	5					
					자전거 및 이륜차 이용자 대상 필요 서비스 도출 설문조사	설문조사 및 분석 결과서	10					
					B2X 서비스구성 항목 도출	서비스구성 항목 리스트	13					
					B2X 서비스구성 체계도 작성	서비스구성 체계도	12					
					B2X 서비스구성 정의서 작성	서비스구성 정의서	6					
주관	한국교통대학교	B	B-1	B-1-①	사용자 요구사항 도출		5					
					UI/UX 시스템 설계	설계서	21					
		B	B-2	B-2-①②	단말 디자인	설계서	10					
					마운트디자인	설계서	10					
주관	한국교통대학교	C	C-1	C-1-①	안전메시지 규격	규격서, 특 허, 논문	22					
		C	C-2	C-2-①	안전메시지 프로토콜 스택 구현	특허, 논문, SW	25					
공동	(주)에세텔	D	D-1	D-1-①②③	사용자 요구사항 정의		10.91					
					회로설계	회로도	41					
					시제품 제작	시제품	114					
					성능 검증(Lab.)	시험성적서	1					
					성능 검증(시범망)	시험성적서	6					
		D	D-2	D-2-①②③	사용자 요구사항 정의		5					
					OS 포팅 및 D/D 구현	OS Source code	6					
					스마트 폰 연동 구현	연동소프트 웨어 souce code	6					
					B2V 기능 검증(시범망)	시험성적서	5					
공동	노벨룩스	E	E-1	E-1-①②③④	자료조사		9.48					
					요구사항 정의 및 S/W 구현	S/W 등록	56					
					성능 검증	시험성적서	1					
		E	E-2	E-2-①②③④	자료조사		10					
					요구사항 정의 및 S/W 구현	S/W 등록	56					
					성능 검증	시험성적서	1					
주관	한국교통대학교	F	F-1	F-1-①	현장시험 후보지 점검	-	5					
					현장시험 시나리오 설계서 작성 및 평가	현장시험 설계서	10					
					현장시험 수행	-	13					
			F-2	F-2-①	현장시험 결과 자료 수집 및 분석	-	15					
					현장시험 결과 분석서 작성	현장시험 결과 분석서	3					
계							513.39					

3-3. 세부 연구 목표별 연구 내용 및 결과

가. B2X 안전 서비스 발굴 및 규격화 : 한국교통대학교

(1) 개요

- 국토교통부에서 자전거-차량 간 충돌사고위험 사전 예방을 위한 C-ITS 서비스 추진의 일환으로 자전거 및 이륜자동차-차량 간 충돌사고 위험 상황 및 서비스에 대한 규격을 정하여 이를 근거로 한 B2X 공공사업추진 기반을 마련함.
- 과거 자전거 및 이륜자동차-차량 간 충돌사고 이력분석을 수행하여 (도로교통공단 교통사고분석시스템(TASS)의 최근 3년 통계자료(2011~2013) 분석) 자전거 및 이륜자동차 교통사고특성을 분석하고, 필요한 안전서비스를 발굴함.



(메인화면)



(GIS 분석시스템)

<그림> 교통사고분석시스템(TASS)

(2) 문헌고찰 및 교통사고 유형 분석

㉠ 자전거 및 이륜차사고 유형/원인분석

- 각 사고 유형별 통계자료 분석을 위해서 도로교통공단 교통사고분석시스템(TASS)의 교통사고 자료 최근 3년(2011~2013)자료를 바탕으로 자전거와 이륜자동차의 교통사고 특성을 분석하였음.
- 자전거 및 이륜자동차 교통사고 특성 분석을 위해 TASS에서 제공되는 통계자료 검색시스템과 GIS 분석시스템을 활용하였음.
- 과거 이력자료 분석을 통한 교통사고 특성분석 결과는 본보고서 부록으로 별도 제본하여 제출함.

㉡ 자전거 및 이륜자동차 이력사고자료 분석 시사점

- 자전거를 이용하는 사람들의 증가와 함께 자전거 관련 교통사고도 많아지고 있으며, 지난 5년간 연평균 교통사고 증감률을 보면 전체 교통사고 발생이 0.37%가 감소한 반면 자전거 교통사고는 10.3%나 증가한 것으로 나타남.
- 자전거 교통사고 특성을 연령별, 성별, 사고유형별, 도로유형별 등으로 구분하여 분석을 수행한 결과는 다음과 같음.

분석 결과	※ 시사점 도출
연령별 교통사고 특성 분석 결과 발생건수는 20세 이하 연령대가 높게 나타나는 반면 사망자수는 65세 이상 고령자가 높게 나타남.	B2X는 60세 이상 고령자를 위한 서비스 제공 필요
성별 교통사고 특성 분석 결과 발생건수와 사망자수 모두 20세 이하의 남자 운전자가 가장 높게 나타났으며 65세 이상의 고령자 운전자(여성 비율 높음)의 발생건수 대비 사망자수가 높게 나타나는 것으로 분석됨.	B2X는 60세 이상 여성 고령자를 위한 서비스 제공 필요
요일별 교통사고 특성 분석 결과 발생건수와 사망자수 모두 주중 대비 주말 높게 나타나는 것으로 분석됨.	B2X는 여가통행 및 통근 자전거 운전자를 구분하는 서비스 제공 불필요
월별 교통사고 특성 분석 결과 겨울철을 제외한 4월~10월까지의 교통사고 발생건수 및 사망자수가 높게 분석됨.	B2X 겨울철 빙판길 정보서비스 제공 필요성 상대적으로 낮음
도로형태별 교통사고 특성 분석 결과 일단 단일로 상의 발생건수 및 사망자수가 가장 높게 분석되었음.	B2X는 교차로 보다 “단일로” 주행상황에 대한 서비스 필요성 높음
사고유형별 특성 분석 결과 측면직각 충돌사고가 발생건수와 사망자수가 가장 높게 분석되었음.	B2X 세가로 직각충돌사고(단일로 상) 서비스 제공 필요성 높음
시간대별 교통사고 특성 분석 결과 심야 시간 대비 주간 교통사고 및 사망자수가 높게 나타나는 것으로 분석되었음.	B2X 야간 조명 열악한 상황에 대한 서비스 필요성 상대적으로 낮음

㉔ 이륜차 사고자료 시사점

- 지난 5년간 연평균 교통사고 증감률을 보면 전체교통사고 발생이 0.37%가 감소한 반면 이륜자동차 교통사고는 1.8% 증가한 것으로 나타남.

분석 결과	※ 시사점 도출
연령별 분석 결과 31세 이상 50세이하 운전자의 발생건수와 사망자수 높게 분석되었음.	B2X는 60세 이상 고령자를 위한 서비스 제공 필요
성별 교통사고 특성 분석 결과 발생건수와 사망자수 모두 41세~50세 남자 운전자가 가장 높게 나타났으며 발생건수 대비 사망자수(치사율)은 65세 이상의 고령자가 가장 높게 분석되었음.	B2X는 60세 이상 고령자를 위한 서비스 제공 필요
요일별 특성 분석 결과 주말 대비 주중의 교통사고 발생건수가 높게 분석되었으나 요일별 특성은 크게 나타나지 않은 것으로 분석됨.	B2X는 여가통행 및 통근 자전거 운전자를 구분하는 서비스 제공 불필요
월별 교통사고 특성 분석 결과 발생건수와 사망자수 모두 차이가 크지 않은 것으로 분석되었음.	B2X 겨울철 빙판길 정보서비스 제공 필요성 상대적으로 낮음
도로형태별 특성 분석 결과 발생건수와 사망자수 모두 기타(단일로) 상에서 가장 높게 나타나는 것으로 분석되었음.	B2X는 교차로 보다 “단일로” 주행상황에 대한 서비스 필요성 높음
사고유형별 특성 분석 결과 발생건수의 경우 추돌사고, 측면직각충돌, 기타(차대차) 사고 순서로 높게 나타났으며 사망자수의 경우 횡단 중 사망사고가 가장 높게 분석되었음.	B2X 세가로 직각충돌사고(단일로 상) 서비스 제공 필요성 높음
시간대별 특성 분석 결과 발생건수는 주간에 높게 나타나는 반면 사망자수는 주야 고르게 분포되는 것으로 분석됨.	B2X 야간 조명 열악한 상황에 대한 서비스 필요성 상대적으로 낮음

(3) 이용자 조사

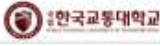
㉠ 자료수집

- B2X 안전서비스 개발을 위해 자전거 및 이륜자동차 이용자들을 대상으로 설문조사를 실시
- 설문조사는 자전거 및 이륜차 동호회 회원 및 일반 이용자들을 대상으로 인터넷 설문과 현장 설문을 동시에 병행하여 수행하였음.
- 설문 문항 설계
 - 설문조사 항목은 자전거와 이륜자동차 이용자를 구분하여 구성함.
 - 이용자 개인 특성(연령, 이용목적, 주 이용시간대)을 파악하여, B2X 안전 서비스에 대한 선호도 및 필요성에 대한 질문으로 구성함.
- 이용자 설문조사 자료 분석을 통한 서비스 수요분석 결과는 본보고서 부록으로 별도 제본하여 제출함.

㉡ 시사점

- 교통사고 경험이 있는 108명의 가장 많은 사고발생 지점은 “교차로 내”, “단일로”로 조사됨.
- 교통사고를 경험한 응답자 108명 중 “상충사고” 경험자는 70.4%, 운전자 부주의로 인한 “단독사고” 경험자는 29.6%로 조사됨.
- 사고 경험이 있는 응답자의 사고 유형은 “직각 충돌”사고가 52.8%로 가장 많았으며, “전·후방 충돌”사고도 26.9%로 조사됨.
- 필요순위 1,2위로 가장 많이 선택한 서비스는 “전방 경보”이며, 3위는 “후방 경보”로 조사됨.
- 본 연구에서 도출된 안전서비스 8가지의 제공형태를 청각, 시각, 촉각으로 구분하여 응답자들이 선호하는 제공형태를 파악한 결과 서비스 제공형태로 “청각”형태가 49.1%, “시각”형태는 “37.0%로 조사됨.

설문조사

 **한국교통대학교**

안녕하십니까?
국립한국교통대학교에서 자전거 및 이륜자동차 (B2X) 안전서비스 개발 연구를 위해 이용자를 대상으로 설문조사를 실시하고 있으며 본 연구 이외에 다른 목적으로 사용하지 않습니다.

성별 : ☐ 남 ☐ 여 연령 : ☐ 20대 ☐ 30대 ☐ 40대 ☐ 50대 ☐ 60대 이상 학력 : ☐ 고졸 ☐ 대졸

1. 귀하는 자전거 및 이륜자동차를 얼마나 이용하십니까?
☐ 1주일에 1~3회 ☐ 1주일에 3~5회 ☐ 일주일에 5회 이상

2. 귀하의 자전거 및 이륜자동차 이용목적은 무엇입니까?
☐ 출퇴근 ☐ 여가 ☐ 상설

3. 귀하가 자전거 및 이륜자동차를 이용하는 주 시간대는 언제입니까?
☐ 06:00am ~ 09:00am ☐ 10:00am ~ 14:00am ☐ 14:00pm ~ 17:00pm
☐ 17:00pm ~ 20:00pm ☐ 20:00pm ~ 24:00am ☐ 24:00am ~ 06:00am

4. 귀하가 평소 문항을 경험하는 상황은 무엇입니까(복수응답 가능)?
☐ 전방 상황 ☐ 후방 상황 ☐ 앞·뒤 방향 상황
☐ 횡단보도 전진(직각 충돌가능) ☐ 보행자 주정 상황

4. 귀하는 자전거 및 이륜자동차의 교통사고를 경험한 적 있으십니까?
☐ 5년(1년 미만) ☐ 5년(2년 이상)

4-1. 귀하가 경험한 교통사고의 유형은 무엇입니까?
☐ 상충사고 ☐ 단독사고

4-2. 사고발생 지점은 어디입니까(복수응답 가능)?
☐ 교차로 진입 전 ☐ 교차로 내 ☐ 단일로(1) (단로로, 세가도)
☐ 횡단보도 내 ☐ 기타

4-3. 사고유형은 무엇입니까?
☐ 전방 및 후방 충돌 ☐ 직각 충돌 ☐ 후진차 충돌
☐ 단독 사고 ☐ 기타

5. 귀하가 생각하는 사고발생 위험지점은 어디입니까?
☐ 교차로 ☐ 단일로 ☐ 횡단보도
☐ 일반 도로 ☐ 기타

6. 귀하는 평소 어떤 객체와의 사고위험이 있다고 생각하십니까?
☐ 자전거 및 이륜자동차 ☐ 보행자 ☐ 사람차
☐ 차량 및 공작물 ☐ 기타

7. 다음 자전거 및 이륜자동차의 안전 정보 중 필요하다고 생각하는 정보의 우선 순위를 기입해주시지요.
☐ 전방위험 정보(가속차량, 장애물, 후방 상황)
☐ 후방위험 정보(가속차량, 장애물)
☐ 직각 충돌 정보(사각지대에서 접근하는 차량)
☐ 전방·후방 위험 정보(전방·후방에 위치한 교차로 및 보행자, 횡단보도, 신호등)
☐ 정지선 위반 정보(교차로 및 횡단보도 정지선 위반)
☐ 뒤따라온 정보(후방 차량속도 위반 및 전방 주정차)
☐ 주정차 위반 정보(극장 주정차로 인한 어둡 및 연착)
☐ 어둡이 및 노면보조구역 진입 안내

8. 안전서비스를 제공받기 위해 어떤 형태의 정보와 도움이 될 것인지를 생각하십니까?
☐ 청각 ☐ 시각 ☐ 촉각

9. 다음 중 전방 상황에 대해 안내받고 싶은 정보는 무엇입니까?
☐ 가속하고 있는 객체 ☐ 전방 장애물 ☐ 조종도로
☐ 전방 정보 ☐ 보행자 진입 안내

10. 다음 중 후방 시 필요하다고 생각하는 정보는 무엇입니까?
☐ 교차로 진입 전 ☐ 직각 충돌 정보 ☐ 교차로 정보
☐ 전방 정보 ☐ 보행자 진입 안내

설문에 응해 주셔서 감사합니다.

<그림> 현장 설문 조사지

(4) 서비스 항목 도출

- 자전거 교통사고의 유형 및 위치에 따라 상충사고와 단독사고로 구분하였으며 상충사고의 경우 단일로와 교차로 세분류하여 안전성 증진을 위해 필요한 안전서비스를 도출하였음.
- 이륜자동차 교통사고 특성 분석을 통해 사고 유형(상충사고/단독사고)과 위치(단일로/교차로)에 따라 구분하여 각 이륜자동차 교통사고 감소 및 예방에 필요한 안전 서비스를 도출하였음.

<표 3> 자전거 서비스 모델

구분			안전서비스 도출	내용
상충 사고	단일로	자전거 전용차로	① 전방 경보	- 전방 저속차량 추돌 - 전방 장애물 충돌 - 돌발 상황
			② 후방 경보	- 후방 과속 접근 - 인접차로 후방, 동일차로 후방
			③ 전방 횡단보도 교통신호 경보	- 보행녹색등화시 정지 안내 - 보행적색등화시 주의 주행 경보
		자전거 보행자 겸용도로	④ 전방 횡단보도 교통신호 경보	- 보행녹색등화시 정지 안내 - 보행적색등화시 주의 주행 경보
			⑤ 전방 경보	- 전방 저속차량 추돌 - 전방 장애물 충돌 - 돌발 상황
		자전거 전용도로	⑥ 후방 경보	- 후방 과속 접근 - 인접차로 후방, 동일차로 후방
			⑦ 후방 경보	- 과속접근
		국도	⑧ 레저형 군집모드 반영	- 군집주행 시 다중경보 최소화
			⑨ 전방 교통신호 전환 경보	- 권장 주행속도 정보 제공
			⑩ 전방 비신호 교차로 경보	- 비신호 교차로 접근 주의
	교차로		⑪ 정지선 위반 경보	- 정지선 위반 주의
			⑫ 직각 충돌상충 경보	- 충돌 사전 주의
			⑬ 제한속도 위반 경보	- 제한 속도 초과
			⑭ 주행도로 위반 경보	- 자전거의 차로 주행
			⑮ 횡구배 주의 경보	- 차로이탈
			⑯ 종구배 주의경보	- 하향구배 과속
			⑰ 편향운전 위험 경보	- 곡예운전 포함
			⑱ 역주행 주의 경보	- 역주행 경보
			⑲ 전방안전시설물 안내	- 과속방지턱 등
			⑳ 보호구역 진입 안내	- 어린이보호구역, 노인보호구역 등
단독사고			⑬ 제한속도 위반 경보	- 제한 속도 초과
			⑭ 주행도로 위반 경보	- 자전거의 차로 주행
			⑮ 횡구배 주의 경보	- 차로이탈
			⑯ 종구배 주의경보	- 하향구배 과속
			⑰ 편향운전 위험 경보	- 곡예운전 포함
			⑱ 역주행 주의 경보	- 역주행 경보
			⑲ 전방안전시설물 안내	- 과속방지턱 등
			⑲ 전방안전시설물 안내	- 과속방지턱 등
			⑲ 전방안전시설물 안내	- 과속방지턱 등
			⑲ 전방안전시설물 안내	- 과속방지턱 등

<표 4> 이륜차 서비스 모델

구분			안전서비스 도출	내용
상충 사고	단일로		㉠ 전방 경보	- 전방 저속차량 추돌 - 전방 장애물 충돌 및 돌발 상황
			㉡ 후방경보	- 후방 과속 접근 - 인접차로 후방, 동일차로 후방
	교차로		㉢ 전방 교통신호 전환 경보	- 권장 주행속도 정보 제공
			㉣ 전방 비신호 교차로 경보	- 비신호 교차로 접근 주의
			㉤ 정지선 위반 경보	- 정지선 위반 주의
			㉥ 직각 충돌상충 경보	- 충돌 사전 주의
			㉦ 제한속도 위반 경보	- 제한 속도 초과
단독사고			㉧ 주행도로 위반 경보	- 이륜자동차 인도 주행 등
			㉨ 횡구배 주의 경보	- 차로이탈
			㉩ 종구배 주의경보	- 하향구배 과속
			㉪ 편향운전 위험 경보	- 곡예운전 포함
			㉫ 역주행 주의 경보	- 역주행 경보
			㉬ 전방안전시설물 안내	- 과속방지턱 등
			㉭ 보호구역 진입 안내	- 어린이보호구역, 노인보호구역 등



<그림> 통합 서비스 모델 설계

- 통신단말기를 장착한 주체별로 도출한 안전서비스 중 중복되는 서비스를 통합하여 아래 제시된 바와 같이 총 8 개 B2X 서비스 모델 후보군 도출

<표 5> 통합 서비스 모델

구분	통합 서비스명	개별서비스		내용	서비스 지점
		자전거	이륜자동차		
1	전방위험 경고	①,⑤,⑬	①,③	- 전방 저속 차량 충돌 경고 - 돌발 상황 경고(정지차량 문 열림 경고 등) - 전방 장애물 충돌 경고(진출입로, 노상주차 등)	단일로
2	후방위험 경고	②,⑥,⑦	②	- 주행차로 후방 과속 차량 접근 경고 - 인접차로 후방 과속 차량 접근 경고	
3	직각충돌 경고	⑫	④	- 측면 차량 접근 경고 - 직각 충돌 위험 경고	교차로
4	신호전환 경고	③,④,⑨,⑩	③,④	- 전방 횡단보도 보행녹색등화 시 정지 안내 - 전방 횡단보도 보행적색등화 시 주의 주행 경고	
5	정지선 위반 경고	⑪	⑤	- 교차로 및 횡단보도 정지선 위반 경고 (GPS오차 1m 이내 조건 충족시)	교차로 (이륜자동차)
6	주행도로 위반 경고	⑭,⑮	⑥,①	- 차로이탈 정보 - 역주행 정보	단독
7	위험 운전 경고	⑬,⑮,⑮,⑮	⑧,①,①,①	- 도로 선형/규제 변경정보 - 급격한 편향 주행 시 위험 경고	
8	보호구역 진입 안내	⑮	⑨	- 교통약자 보호구역 진입 경고	

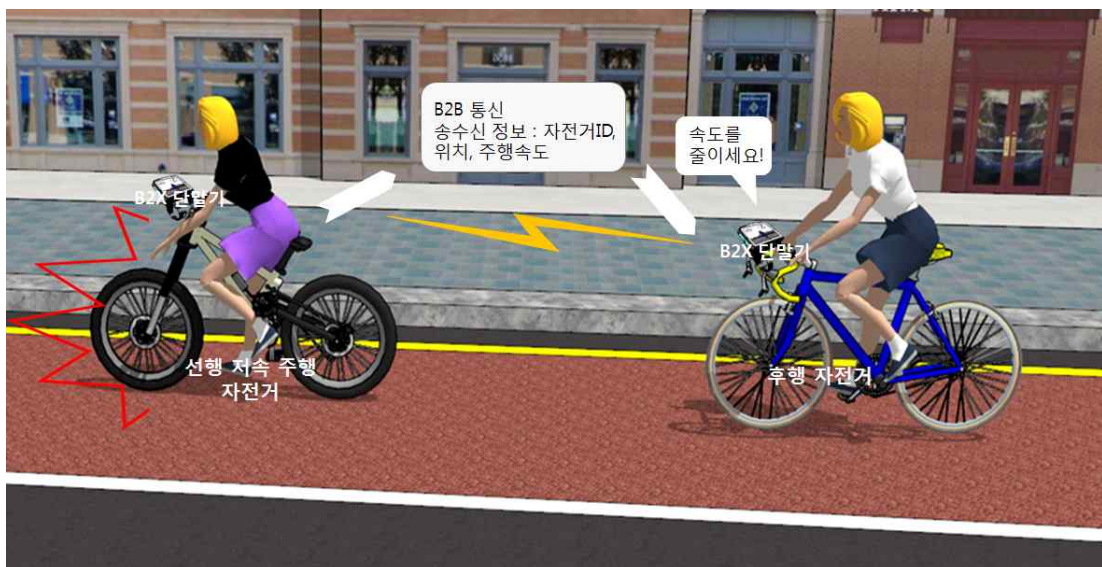
(5) B2X 서비스 정립

㉞ 전방위험 경보 서비스

- 교통사고 사고자료 분석 결과 자전거 및 이륜자동차 통행 중 선행 자전거의 급정지 및 주정차 차량의 문 열림 등과 같은 장애물이나 돌발상황에 의한 사고위험이 높은 것으로 분석되었음.
- 전방에 저속으로 주행하는 차량(자전거, 이륜자동차, 자동차) 또는 장애물(주정차 차량, 주차장 유출입부 등)이 존재할 시 전방에 대한 상황 정보를 B2X 통신을 통해 인접 자전거에게 제공
- 단말장치를 장착한 자전거 및 이륜자동차는 전방에 위치한 자전거 및 이륜자동차와의 통신(B2B)을 통해 정지 상태 및 돌발상황 상태 등과 같은 위험상황 정보를 수신하여 단말기를 통해 운전자에게 위험상황을 시각 및 청각 메시지로 전달함.
- 단말장치를 장착한 자전거 및 이륜자동차는 전방에 위치한 차량과의 통신(B2V)을 이용하여 위험상황에 대한 상황정보를 수신하여 단말장치를 통해 운전자에게 위험상황을 시각 및 청각 메시지로 전달함.

<표 6> 전방위험경보 서비스 소요통신

구분	주체	객체	통신방식	송수신 정보
①	자전거	자전거	B2B	자전거ID, 관리정보, 자전거 위치, 상황정보(속도, 주행상태)
②	자전거	자동차	B2V	자전거ID, 차량ID, 관리정보, 위치(자전거위치, 차량위치), 상황정보(속도, 주행상태, ECU 정보(문열림 정보))
③	자전거	인프라	B2I	자전거ID, 위치정보, 지원정보(ID, 도형 또는 음성)
④	자동차	자전거	V2B	차량ID, 위치정보, 상황정보(속도, 주행상태, ECU정보)



<그림> 전방 위험 경보 서비스 예시

㉡ 후방위협 경보 서비스

- 교통사고 이력 자료 분석 결과 주행중인 자전거 및 이륜자동차의 후방에서 과속으로 접근하는 차량과의 추돌사고가 주요 사고 요인으로 분석되었음.
- 따라서 주행 중인 자전거 및 이륜자동차 후방에서 발생하는 위험상황에 대한 안전서비스가 필요함.
- 주행 차로를 주행중인 자전거 및 이륜자동차는 동일 차로 및 인접 차로에서 과속으로 접근하는 차량으로 인한 위험상황정보(추돌 및 위험운전)를 B2X 통신을 통해 송수신하여 운전자에게 설치되어 있는 단말장치를 이용하여 시각 및 청각 메시지로 전달하여 교통사고를 예방함.
- 후방 위험 경보 서비스 제공에 소요되는 통신은 다음과 같음.

<표 7> 후방위협경보 서비스 소요통신

구분	주체	객체	통신방식	송수신 정보
①	자전거	자전거	B2B	자전거ID, 관리정보, 자전거 위치, 상황정보(속도, 주행상태)
②	자전거	자동차	B2V	자전거ID, 차량ID, 관리정보, 위치(자전거위치, 차량위치), 상황정보(속도, 주행상태, ECU 정보(문열림 정보))
③	자동차	자전거	V2B	차량ID, 위치정보, 상황정보(속도, 주행상태, ECU정보)



<그림> 후방위협 경보 서비스 예시

㉔ 직각충돌 경보 서비스

- 자전거 및 이륜자동차 교통사고 이력 분석 결과 발생건수와 사망자수가 가장 높은 사고 유형으로 직각 충돌 사고로 분석되었음.
- 따라서 자전거 및 이륜자동차의 직각 충돌 사고 예방을 위한 경보 서비스가 필요함.
- 현재 주행 중인 주행로와 인접한 접근로에서 차량이 접근 할 시 주행 중인 차량 속도와 접근하는 차량의 속도가 현재 상태로 유지 될 시 또는 장애물로 인해 측면에서 접근하는 차량의 시야가 방해될 때 주행 중인 운전자에게 충돌 경보를 미리 전달함으로써 사고를 예방하는 서비스
- 차로구분이 따로 되어있지 않은 이면도로에서 주행하는 자전거 및 이륜자동차의 측면에서 차량이 접근할 시 B2V통신을 통해 측면에서 접근하는 차량에 대한 상충 경보에 관한 안전지원정보(주의 운전 권고)를 제공함.
- 차로구분이 따로 되어있지 않은 이면도로에서 주행하는 자전거 및 이륜자동차와 주행로와 연결되어 있는 접근로에서 진입하는 차량과의 B2V 통신을 통해 각 차량의 주행속도와 접근거리를 산정하여 측면 충돌 사고 위험이 있을시 안전지원정보(감속 및 주의 운전 권고)를 제공함.
- 직각 충돌 경보 서비스 제공에 소요되는 통신은 다음과 같음.

<표 8> 직각 충돌 경보 서비스 소요통신

구분	주체	객체	통신방식	송수신 정보
①	자전거	자전거	B2B	자전거ID, 관리정보, 자전거 위치, 상황정보(속도, 주행상태)
②	자전거	자동차	B2V	자전거ID, 차량ID, 관리정보, 위치(자전거위치, 차량위치), 상황정보(속도, 주행상태, ECU 정보(문열림 정보))
③	자동차	자전거	V2B	차량ID, 위치정보, 상황정보(속도, 주행상태, ECU정보)



<그림> 직각 충돌 경보 서비스 예시

㉔ 전방 교통신호 전환 경보(교차로 및 횡단보도)

- 보행자와의 상충이 빈번하게 발생하는 것으로 분석되는 횡단보도부의 교통사고 감소 및 예방을 위한 안전 서비스가 필요함.
- 주행 중에 전방에 위치한 횡단보도 및 교차로에 접근할 시 신호등과 차량간 통신을 통해 보생녹색 등화 시 또는 보행적색등화 시에 정지 및 주의 주행 할 것을 사전에 경보하는 서비스 임.
- 자전거 및 이륜자동차가 자전거 전용차로를 주행중에 횡단보도에 접근할 시 보행횡단신호가 녹색으로 등화됨을 B2I통신을 통해 수신하여 현재 주행중인 속도를 줄여 감속하도록 정보를 제공함.
- 자전거 및 이륜자동차가 자전거 전용차로를 주행중에 횡단보도에 접근할 시 보행횡단신호가 적색으로 등화됨을 I2B통신을 통해 수신하여 현재 주행중 상태를 유지하되 주의하여 통과하도록 안전 지원정보(감속 및 주의운전 권고)를 제공함.
- 전방 교통신호 전환 경보 서비스 제공에 소요되는 통신은 다음과 같음.

<표 9> 전방 교통신호 전환 경보 서비스 소요통신

구분	주체	객체	통신방식	송수신 정보
①	자전거	인프라	B2I	자전거ID, 위치정보, 지원정보(ID, 도형 또는 음성)
②	인프라	자동차	I2B	노변장치ID, 신호기ID, 신호등 상황 정보



<그림> 주행 전방 교통신호 황색 전환상황에 대한 경고

㉞ 정지선 위반 경보(이륜자동차)

- 교차로 및 횡단보도 상에서 정지선을 위반한 이륜자동차로 인한 사고 위험이 높은 것으로 분석되었음.
- 정지선 위반 이륜자동차로 인한 교통혼잡 및 교통사고를 예방하기 위한 안전 서비스 필요함.
- 교차로나 횡단보도 상에서 정지선을 위반하는 이륜자동차를 대상으로 해당 운전자에게 정지선 위반에 대한 경보를 제공함으로써 보행자 또는 다른 접근로에서 이동하는 차량과의 교통사고를 예방하는 서비스임.
- 이륜자동차가 교차로 및 횡단보도의 정지선 위반시 노변장치와의 I2B통신을 통해 위치정보를 수신하여 운전자에게 정지선 위반에 따른 경보를 제공함.
- 정지선 위반 경보 서비스 제공에 소요되는 통신은 다음과 같음.

<표 10> 정지선 위반 경보 서비스 소요통신

구분	주체	객체	통신방식	송수신 정보
①	이륜자동차	인프라	B2I	자전거ID, 위치정보, 지원정보(ID, 도형 또는 음성)
②	인프라	이륜자동차	I2B	노변장치ID, 신호기ID, 신호등 상황 정보



<그림> 정지선 위반 경보 서비스 예시

㉔ 위험 운전 경보(과속, 곡예운전 포함)

- 자전거 및 이륜자동차의 과속 및 곡예운전으로 인한 교통사고가 빈번하게 발생하는 것으로 분석되었음.
- 운전자에게 위험 운전에 따른 사고발생 가능성을 경보하고 이를 통해 사고를 예방하기 위한 서비스가 필요함.
- 차량에 장착된 장비에 내장된 GPS를 이용하여 현재 주행중인 차량의 주행속도가 제한속도를 초과하여 주행 하거나 곡예운전 등과 같은 편향 주행을 할 경우 운전자에게 제한속도 초과에 따른 경보 및 편향 주행 위험 경보를 제공함으로써 사고를 미연에 방지하는 서비스임.
- 현재 주행중인 자전거 및 이륜자동차가 주행중인 도로의 제한속도를 초과하였을 때 I2B 통신을 통해 과속에 따른 안전지원정보(감속 운전 권고)를 제공함.
- 자전거 및 이륜자동차 주행중 운전자의 의도에 의해 지나친 편향 주행(곡예운전)을 할 경우 단말기 내부에 장착된 자이로센서 (gyro sensor)를 이용하여 편향운전 상태를 감지하여 운전자에게 안전지원정보(주의 운전 권고)를 제공함.
- 위험 운전 경보 서비스 제공에 소요되는 통신은 다음과 같음.

<표 11> 위험 운전 경보 서비스 소요통신

구분	주체	객체	통신방식	송수신 정보
①	자전거	인프라	B2I	자전거ID, 위치정보, 지원정보(ID, 도형 또는 음성)
②	인프라	자동차	I2B	노변장치ID, 신호기ID, 신호등 상황 정보



<그림> 위험 운전 경보 서비스 예시

㉔ 주행도로 위반 경보(차로이탈, 역주행)

- 이륜자동차와 같은 경우 차도가 아닌 인도를 이용하여 통행하다 발생하는 교통사고가 높은 것으로 분석되었음.
- 이처럼 주행도로를 위반하여 인도 및 차도를 역주행 하는 운전자를 본선으로 복귀할 수 있는 경보 서비스가 필요함.
- 주행 중인 차량이 현재 주행차로를 이탈하여 차량이 주행 중인 차도로 주행 시, 또는 역주행을 하여 주행할 시 이를 운전자에게 경보하여 본 차선으로 복귀하도록 유도하는 서비스임.
- 주행 중인 자전거 및 이륜자동차가 차로의 주행방향이 아닌 역방향의 차로를 이용하여 주행할 시 I2B 통신을 통해 운전자에게 현재 주행로 위반에 관한 안전지원정보(지정차로 복귀 권고)를 제공함.
- 주행도로 위반 경보 서비스 제공에 소요되는 통신은 다음과 같음.

<표 12> 주행도로 위반 경보 서비스 소요통신

구분	주체	객체	통신방식	송수신 정보
①	자전거	인프라	B2I	자전거ID, 위치정보, 지원정보(ID, 도형 또는 음성)
②	인프라	자동차	I2B	노변장치ID, 신호기ID, 신호등 상황 정보



<그림> 주행도로 위반 경보 서비스 예시

㉠ 보호구역 진입 안내

- 어린이 보호구역 및 노인보호구역 등과 같은 교통약자의 통행이 많은 지점에서 사고 발생 시 사고 심각도가 높은 것으로 분석되었으며 이러한 교통약자를 보호하기 위한 서비스 개발이 필요함.
- 교통사고에 상대적으로 취약한 어린이 및 노약자와의 사고를 예방하기 위하여 린이 보호구역 및 노인보호구역으로 지정된 보호구역에 주행 중인 차량이 진입할 시 운전자에게 감속 운전 및 주의 운전 할 것을 사전에 경보하여 교통사고를 예방하기 위한 서비스임.
- 어린이 보호구역 및 노인보호구역에 진입할 시 주행 중인 자전거 및 이륜자동차와 노변장치와의 I2B통신을 통해 보호구역 진입에 따른 안전지원정보(감속 및 주의 운전 권고)를 제공함.
- 보호구역 진입 안내 서비스 제공에 소요되는 통신은 다음과 같음.

<표 13> 주행도로 위반 경보 서비스 소요통신

구분	주체	객체	통신방식	송수신 정보
①	자전거	인프라	B2I	자전거ID, 위치정보, 지원정보(ID, 도형 또는 음성)
②	인프라	자동차	I2B	노변장치ID, 신호기ID, 신호등 상황 정보



<그림> 보호구역 진입 경보 서비스 예시

(6) 결론

- 최종 성과 목표 및 개발 내용: 경찰청 및 보험사 교통사고 이력자료 분석을 통해 자전거 및 이륜자동차의 기하구조 조건, 교통조건별 대표 사고유형 분석 및 해당 유형 사고예방을 위한 서비스 모델을 도출하였음.

나. B2X 안전 서비스를 위한 메시지 규격 및 프로토콜 스택 개발: 한국교통대학교

(1) 이론적 배경

○ WAVE(Wireless Access in Vehicular Environments)

- 차량통신은 통신시스템과 차량산업을 융합한 ITS분야에서 다양한 서비스를 제공하기 위한 통신시스템임. 일반적으로 차량통신은 WAVE(Wireless Access in Vehicular Environments)라고 알려져 있는 IEEE 802.11p/1609표준을 채택하여 V2V 통신과 V2I 통신에 이용됨. WAVE는 고속 이동성과 통신 교화시간이 짧은 차량 망에서 도로나 차량의 위험 상황을 차량에게 전달할 수 있는 무선 통신기술로써 5.8GHz 대역, OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 모뎀 및 라우팅 기술이 필요함. WAVE 통신 계층 구조는 아래 그림과 같고 각 계층은 표 1과 같이 이루어짐.
- WAVE의 주요 특징은 표2와 같음. 기존 무선인터넷 표준인 IEEE 802.11a/g는 무선 단말기와 AP(Access Point)와의 통신을 설정하기 전에 주요 인증 과정을 거치는 반면, IEEE 802.11p WAVE에서는 이런 인증을 거치지 않고 통신이 가능하기에 차량과 차량, 차량과 인프라간의 빠른 통신이 가능하게 됨.

표 1. WAVE 계층

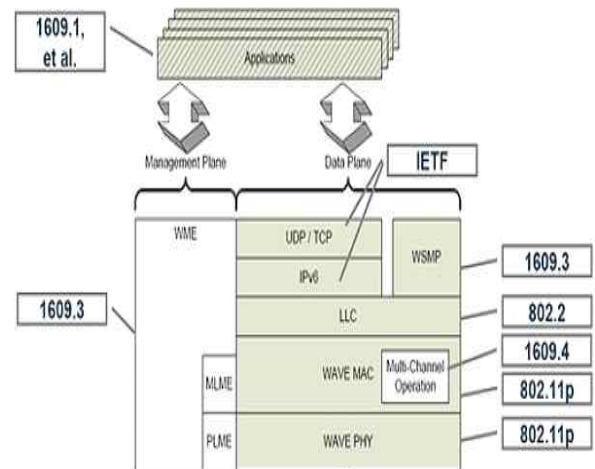
IEEE 802.11p	무선 전송을 위한 MAC 계층
IEEE 1609.1	ITS 응용 서비스 계층
IEEE 1609.2	인증 및 보안 계층
IEEE 1609.3	네트워크 계층
IEEE 1609.4	멀티채널 계층

표 2. WAVE 특징

주파수 대역	5.850 ~ 5.925 GHz
변조 방식	OFDM (BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM)
지원 가능한 차량 속도	최대 200 km/h
채널 수	7개의 10MHz 채널
최대 전송속도	27 Mbps
통신 반경	최대 1 km

표 3. BSM 메시지 정보

Basic Safety Message
Time
3D Position
Position Accuracy
Speed
Heading
Steering Wheel Angle
Acceleration
Break Status
Vehicle Size
Event Flags(선택형)
Path History(선택형)
Path Prediction(선택형)



<그림> WAVE 계층 구조

표 4. SPAT 메시지 정보

Signal Phase and Timing
Status
Category
Lane Set
Line reference
Time to change
Pass state

- BSM(Basic Safety Message)
 - 차량 간 송수신하는 메시지 중의 대표적인 형태로 미국 자동차 기술 협회인 SAE(Society of Automotive Engineers)에서 제정한 J2735 안전메시지 표준으로, 안전을 위해서 주변 차량으로부터 상태 정보를 주기적으로 교환할 수 있는 메시지임.
 - BSM은 표 3과 같은 정보들을 포함하고 있음.
- SPAT(Signal Phase and Timing)
 - SPAT는 BSM과 마찬가지로 미국 자동차 기술 협회인 SAE에서 제정한 메시지 표준으로 교차로 등에서의 사고를 예방하기 위하여 신호 정보를 송수신하는 메시지 표준임.
 - 예를 들면 교차로 등에서의 신호 정보를 송수신 함.
 - SPAT는 표 4와 같은 정보들을 포함하고 있음. 그 정보로는 신호등의 상태(Status), 카테고리(Category), 차선정보(Lane Set), 도로 폭(Line reference), 신호의 교체 시간(Time to change), 도로 상태(Pass state) 등의 정보를 가지고 있음. 이를 기반으로 교차로에 접근하는 차량에게 WAVE기반의 V2X 통신을 통하여 SPAT 메시지를 송수신 함으로써 신호 상태 정보 등의 정보를 서비스할 수 있음.

(2) B2X 안전서비스 메시지 규격

- 본 과제에서는 국토교통과학기술진흥원이 지원하는 2014년 국토교통기술연구개발사업으로 한국 교통대학교가 수행 중인 ‘자전거 및 이륜차 B2X (Bicycle to Infra/Vehicle) 안전서비스 개발’ 연구에서 자전거와 자전거 간 또는 자전거와 자동차 간에 주고받는 메시지를 정의하고 규격화 하였음.
- B2X 안전서비스는 자전거와 주변 교통 객체(자전거 및 자동차)들은 WAVE 단말기를 통해 초당 10번 메시지를 주고받으면서 주변 교통 상황에 대한 인지를 가능하게 하고, 이를 통해 충돌을 미리 경고할 수 있음.
- 따라서, B2X 안전 메시지에 어떠한 내용을 담을 것인가는 B2X 안전서비스의 구현 및 유효성에 매우 중요함.
- 현재, WAVE 통신에 기반한 안전서비스를 위한 메시지들이 미국 자동차 기술자협회(Society of Automotive Engineers, SAE) J2735 규격에 정의되어 있음.
- 특히, Basic Safety Message(BSM)은 자동차의 상태에 관한 안전 데이터를 주고받는 메시지로서 다양한 안전서비스에 활용될 수 있는 기본적인 메시지임. 이 BSM은 안전서비스에서 요구되는 다양한 데이터를 포함하고 있으며, 주기적으로 주변 차량에 브로드캐스팅 됨. 전송 주기는 100ms로 초당 10번 전송됨.
- 본 연구에서 개발하는 자전거 안전서비스를 위한 메시지는 SAE J2735를 포함한 어떠한 표준에서도 정의되지 않고 있음. 따라서, 자전거 안전서비스를 위한 새로운 메시지를 정의하는 것이 필요함.
- 자전거 안전서비스를 위한 메시지를 정의하기 위해서는 기존 자동차를 위한 메시지 체계와의 호환성과 자전거 안전서비스의 특수성을 동시에 고려해야 함.
- 즉, 도로에서 자동차와 자전거가 혼합되어 운행되는 환경에서 자동차와 자전거가 서로 메시지를 교환해야 하기 때문에 자동차와 자전거가 동일한 형태의 BSM을 사용하는 것이 당연함.
- 반면에, 자전거는 자동차와는 다른 운행 특성을 가지고 있으며 추출할 수 있는 운행 정보가 다름. 또한, 자전거는 보행자와 마찬가지로 자동차보다 우선적으로 교통사고에서 보호되어야 함.

- 따라서, 기존 자동차를 위한 BSM 체계를 사용하지만 자전거가 전송하는 BSM이 자동차의 것과 구별될 수 있도록 하도록 설계함. 또한, 대열주행과 같은 자전거만이 가지는 운행 특성을 반영할 수 있도록 설계되어야 함.
- 결론적으로, 본 연구에서 개발하고 사용하는 자전거 안전서비스용 메시지는 기존 J2735의 BSM에서 자전거 특성을 반영할 수 있도록, 다음과 같이 기존 BSM의 필드에 자전거 관련 내용을 추가로 정의함.

<표 5> B2X 안전서비를 위한 BSM 정의

```
BasicSafetyMessage ::= SEQUENCE {
  -- Part I
  msgID DSRCmsgID, -- 1 byte

  -- Sent as a single octet blob
  blob1 BSMblob,
  --
  -- The blob consists of the following 38 packed bytes:
  --
  -- msgCnt MsgCount, -x- 1 byte
  -- id TemporaryID, -x- 4 bytes
  -- secMark DSecond, -x- 2 bytes

  -- pos PositionLocal3D,
  --   lat Latitude, -x- 4 bytes
  --   long Longitude, -x- 4 bytes
  --   elev Elevation, -x- 2 bytes
  --   accuracy PositionalAccuracy, -x- 4 bytes

  -- motion Motion,
  --   speed TransmissionAndSpeed, -x- 2 bytes
  --   heading Heading, -x- 2 byte
  --   angle SteeringWheelAngle -x- 1 bytes
  --   accelSet AccelerationSet4Way, -x- 7 bytes

  -- control Control,
  -- brakes BrakeSystemStatus, -x- 2 bytes

  -- basic VehicleBasic,
  -- size VehicleSize, -x- 3 bytes

  -- Part II, sent as required
  -- Part II,
  safetyExt VehicleSafetyExtension OPTIONAL,
  status VehicleStatus OPTIONAL,
  ... -- # LOCAL_CONTENT
}
```

- 표 5는 SAE J2735에 정의된 기존 BSM의 포맷을 보여줌. BSM에 대한 세부적인 설명은 SAE 2735 규격을 참고하기 바람.
- 기존 BSM에서 자전거 안전서비스를 위해 수정할 필드는 밑 줄 친 부분인 TemporaryID와 VehicleSize임.
- TemporaryID:는 4 byte string array로 표시되는 랜덤한 단말 식별자임. OBU가 차량의 익명성을 보장하기 위해 주기적으로 바꾸는 임시 식별자임. 따라서, TemporaryID:는 주변에 위치한 차량 및 자전거들을 식별하는 수단으로 사용됨.
- 자전거 안전서비스에서 여러 대의 자전거가 대열을 지어서 주행할 때 발생하는 불필요한 충돌 경보를 줄이기 위해서는, application layer에서 동일 대열 그룹을 선택하는 과정을 통해 동일 대열 그룹에 속하는 자전거의 안전단말기의 TemporaryID:를 대열에 속한 단말끼리 교환하게 됨. 각 단말은 수신되는 BSM 중에서 동일 대열 그룹으로부터 수신되는 BSM을 TemporaryID:를 통해 식별할 수 있게 되고, 해당 BSM으로부터 추정되는 충돌 경보는 무시하게 됨. 이를 통해 여러 대의 자전거가 대열을 지어서 주행할 때 발생하는 불필요한 충돌 경보를 효과적으로 줄일 수 있음.
- VehicleSize:는 차량의 길이와 폭을 3 byte 크기로 표시하는 아래와 같이 표시되는 데이터 프레임임. 이를 통해 대략적인 차량의 크기를 파악할 수 있으며, 차량의 크기에 따른 차종을 파악할 수 있음. 자전거와 같은 이륜차는 VehicleWidth를 1m 이하로 그리고 VehicleLength를 2m로 지정함으로써 해당 BSM이 자전거로부터 송신되고 있음을 상대방에서 식별시킬 수 있음.

```
VehicleSize ::= SEQUENCE {
    width VehicleWidth,
    length VehicleLength
} -- 3 bytes in length
```

- 위에서 정의된 B2X 안전서비스를 위한 메시지는 앞으로 추가적으로 개발될 B2X 안전서비스를 위해 추가 및 변경이 가능함.
- 또한, 오토바이와 같은 이륜차를 위한 B2X 안전서비스를 위한 메시지로 사용이 가능하며, 이를 위해서 B2X 안전 메시지에 대한 추가 및 변경이 가능함.
- 하기 표에서는 자전거, 오토바이 및 차량의 BSM 예를 나타내고 있음. 본 연구에서는 하기 예들을 이용하여 자전거, 오토바이 및 차량간의 B2X 통신을 구성하고 실험하였음.

자전거(192.168.0.201) BSM 예

Fill	Data Item	Data Value	Human Units	Raw Value	LSB Unit is:
A	msgCnt	1	Seq #1	0x01	Modulo 0..127 value
A	id (4 bytes)	192 . 168 . 0 . 201		0xC0,A8,00,C9	App chosen ID bytes
	secMark	40000	40.000 Sec	0x9C40	Curr Sec in milsec
	latitude	159004486	15.9004486 deg	0x097A3746	±1/10th micro degrees
	longitude	1327134006	132.7134006 deg	0x4F1A7536	±1/10th micro degrees
	elevation	-384	-38.40 meters	0xFE80	±LSB = 10 cm w/offset
	accuracy	E (Edit)	Accuracy Data Frame	0x00,00,00,00	Data Set
	speed and trans	E (Edit)	Speed Data Frame	0x00,00	LSB of 0.02 m/Sec and flags
	heading	14722	184.025000 deg	0x3982	LSB of 0.0125 deg
	steering wheel	-26	-39.00 deg	0xE6	LSB of 1.5 deg
	accel Set	E (Edit)	Accel Data Frame	0x00,00,00,00,00,00	Data Set
	brake data	E (Edit)	Brakes Data Frame	8x'0000,0000-0000,0000'	Data Set (Bits)
	size, width	50	50 cm	0x032	LSB of 1 cm
	size, length	170	170 cm	0x0AA	LSB of 1 cm
blob data of: 0x 01, C0, A8, 00, C9, 9C, 40, 09, 7A, 37, 0x 46, 4F, 1A, 75, 36, FE, 80, 00, 00, 00, 0x 00, 00, 00, 39, 82, E6, 00, 00, 00, 00, 0x 00, 00, 00, 00, 03, 20, AA					
					Cancel OK

```
<MessageOut>
The Basic Safety Message in a readable form:
BasicSafetyMessage ::= {
  msgID: 2
  blob1:
    01 C0 A8 00 C9 9C 40 09 7A 37 46 4F 1A 75 36 FE
    80 00 00 00 00 00 00 89 82 E6 00 00 00 00 00 00
    00 00 00 03 20 AA
}
</MessageOut>
```

자전거(192.168.0.201) BSM (Part 2 Vehicle Status 추가) 예

Fill	Data Item	Data Value	Human Units	Raw Value	LSB Unit is:
A	msgCnt	1	Seq #1	0x01	Modulo 0..127 value
A	id (4 bytes)	192 . 168 . 0 . 201		0xC0,A8,00,C9	App chosen ID bytes
	secMark	40000	40.000 Sec	0x9C40	Curr Sec in milsec
	latitude	159004486	15.9004486 deg	0x097A3746	±1/10th micro degrees
	longitude	1327134006	132.7134006 deg	0x4F1A7536	±1/10th micro degrees
	elevation	-384	-38.40 meters	0xFE80	±LSB = 10 cm w/offset
	accuracy	E (Edit)	Accuracy Data Frame	0x00,00,00,00	Data Set
	speed and trans	E (Edit)	Speed Data Frame	0x00,00	LSB of 0.02 m/Sec and flags
	heading	14722	184.025000 deg	0x3982	LSB of 0.0125 deg
	steering wheel	-26	-39.00 deg	0xE6	LSB of 1.5 deg
	accel Set	E (Edit)	Accel Data Frame	0x00,00,00,00,00,00	Data Set
	brake data	E (Edit)	Brakes Data Frame	8x'0000,0000-0000,0000'	Data Set (Bits)
	size, width	50	50 cm	0x032	LSB of 1 cm
	size, length	170	170 cm	0x0AA	LSB of 1 cm
blob data of: 0x 01, C0, A8, 00, C9, 9C, 40, 09, 7A, 37, 0x 46, 4F, 1A, 75, 36, FE, 80, 00, 00, 00, 0x 00, 00, 00, 39, 82, E6, 00, 00, 00, 00, 0x 00, 00, 00, 00, 03, 20, AA					
					Cancel OK

Vehicle Type	Special (Special use)	☒ 0x2	Type of Vehicle
Vehicle Class, Choice of one			
Vehicle Group	Bicycles	☒	
Responder Group	Emergency-vehicle-1	☐ ☒ 0x2402	Vehicle Class
Equipment Group	Ground-fire-suppress	☐	
Data frame of: 0x 30, 09, 84, 01, 02, A5, 04, 80, 02, 24, 02			
Data to Log		Cancel	OK

```
<MessageOut>
The Basic Safety Message in a readable form:
BasicSafetyMessage ::= {
  msgID: 2
  blob1:
    01 C0 A8 00 C9 9C 40 09 7A 37 46 4F 1A 75 36 FE
    80 00 00 00 00 00 00 89 82 E6 00 00 00 00 00 00
    00 00 00 03 20 AA
  status: VehicleStatus ::= {
    vehicleId: VehicleId ::= {
      vehicleType: 2
      vehicleClass: 9218
    }
  }
}
</MessageOut>
```

오토바이(192.168.0.40) BSM 예

Fill	Data Item	Data Value	Human Units	Raw Value	LSB Unit is:
A	msgCnt	1	Seq #1	0x01	Modulo 0..127 value
A	id (4 bytes)	192 . 168 . 0 . 40		0xC0,A8,00,28	App chosen ID bytes
	secMark	49000	49.000 Sec	0xBF68	Curr Sec in millsec
	latitude	-153950621	-15.3950621 deg	0xF6D2E663	±1/10th micro degrees
	longitude	-933042390	-93.3042390 deg	0xC862E72A	±1/10th micro degrees
	elevation	39932	3993.20 meters	0x9BFC	±LSB = 10 cm w/offset
	accuracy	E (Edit)	Accuracy Data Frame	0x00,00,00,00	Data Set
	speed and trans	E (Edit)	Speed Data Frame	0x00,00	LSB of 0.02 m/Sec and flags
	heading	26382	329.775000 deg	0x670E	LSB of 0.0125 deg
	steering wheel	122	183.00 deg	0x7A	LSB of 1.5 deg
	accel Set	E (Edit)	Accel Data Frame	0x00,00,00,00,00,00,00	Data Set
	brake data	E (Edit)	Brakes Data Frame	8x'0000,0000-0000,0000'	Data Set (Bits)
	size, width	50	50 cm	0x032	LSB of 1 cm
	size, length	170	170 cm	0x0AA	LSB of 1 cm
blob data of: 0x 01, C0, A8, 00, 28, BF, 68, F6, D2, E6, 63, C8, 62, E7, 2A, 9B, FC, 00, 00, 00, 00, 00, 00, 00, 67, 0E, 7A, 00, 00, 00, 00, 00, 00, 00, 00, 00, 00, 03, 20, AA					
					Cancel OK

```
<MessageOut>
  The Basic Safety Message in a readable form:
  BasicSafetyMessage ::= {
    msgID: 2
    blob1:
      01 C0 A8 00 28 BF 68 F6 D2 E6 63 C8 62 E7 2A 9B
      FC 00 00 00 00 00 00 67 0E 7A 00 00 00 00 00 00
      00 00 00 03 20 AA
  }
</MessageOut>
```

오토바이(192.168.0.40) BSM (Part 2 Vehicle Status 추가) 예

Fill	Data Item	Data Value	Human Units	Raw Value	LSB Unit is:
A	msgCnt	1	Seq #1	0x01	Modulo 0..127 value
A	id (4 bytes)	192 . 168 . 0 . 40		0xC0,A8,00,28	App chosen ID bytes
	secMark	10000	10.000 Sec	0x2710	Curr Sec in millsec
	latitude	-177901547	-17.7901547 deg	0xF5657015	±1/10th micro degrees
	longitude	1562028870	156.2028870 deg	0x5D1AAB46	±1/10th micro degrees
	elevation	48362	4836.20 meters	0xBCEA	±LSB = 10 cm w/offset
	accuracy	E (Edit)	Accuracy Data Frame	0x00,00,00,00	Data Set
	speed and trans	E (Edit)	Speed Data Frame	0x00,00	LSB of 0.02 m/Sec and flags
	heading	28030	350.375000 deg	0x6D7E	LSB of 0.0125 deg
	steering wheel	123	184.50 deg	0x7B	LSB of 1.5 deg
	accel Set	E (Edit)	Accel Data Frame	0x00,00,00,00,00,00,00	Data Set
	brake data	E (Edit)	Brakes Data Frame	8x'0000,0000-0000,0000'	Data Set (Bits)
	size, width	50	50 cm	0x032	LSB of 1 cm
	size, length	170	170 cm	0x0AA	LSB of 1 cm
blob data of: 0x 01, C0, A8, 00, 28, 27, 10, F5, 65, 70, 15, 5D, 1A, AB, 46, BC, EA, 00, 00, 00, 00, 00, 00, 00, 6D, 7E, 7B, 00, 00, 00, 00, 00, 00, 00, 00, 00, 00, 00, 03, 20, AA					
					Cancel OK

Vehicle Type	Moto (Motorcycle)	☒ 0x3	Type of Vehicle
Vehicle Class, Choice of one			
Vehicle Group	Motorcycles	☒	
Responder Group	Emergency-vehicle-1	☒ 0x2403	Vehicle Class
Equipment Group	Ground-fire-suppress	☐	
Data frame of: 0x 30, 09, 84, 01, 03, A5, 04, 80, 02, 24, 03			
Data to Log		Cancel	OK

```
<MessageOut>
  The Basic Safety Message in a readable form:
  BasicSafetyMessage ::= {
    msgID: 2
    blob1:
      01 C0 A8 00 D2 27 10 F5 65 70 15 5D 1A AB 46 BC
      EA 00 00 00 00 00 00 6D 7E 7B 00 00 00 00 00 00
      00 00 00 19 C0 B2
    status: VehicleStatus ::= {
      vehicleIdent: VehicleIdent ::= {
        vehicleType: 3
        vehicleClass: 9219
      }
    }
  }
</MessageOut>
```

차량(192.168.0.210) BSM 예

Fill	Data Item	Data Value	Human Units	Raw Value	LSB Unit is:
A	msgCnt	1	Seq #1	0x01	Modulo 0..127 value
A	id (4 bytes)	192 . 168 . 0 . 210		0xC0,A8,00,D2	App chosen ID bytes
	secMark	10000	10.000 Sec	0x2710	Curr Sec in milsec
	latitude	-177901547	-17.7901547 deg	0xF5657015	±1/10th micro degrees
	longitude	1562028870	156.2028870 deg	0x5D1AAB46	±1/10th micro degrees
	elevation	48362	4836.20 meters	0xBCEA	±LSB = 10 cm w/offset
	accuracy	E (Edit)	Accuracy Data Frame	0x00,00,00,00	Data Set
	speed and trans	E (Edit)	Speed Data Frame	0x00,00	LSB of 0.02 m/Sec and flags
	heading	28030	350.375000 deg	0x6D7E	LSB of 0.0125 deg
	steering wheel	123	184.50 deg	0x7B	LSB of 1.5 deg
	accel Set	E (Edit)	Accel Data Frame	0x00,00,00,00,00,00	Data Set
	brake data	E (Edit)	Brakes Data Frame	8x'0000,0000-0000,0000'	Data Set (Bits)
	size, width	412	412 cm	0x19C	LSB of 1 cm
	size, length	178	178 cm	0x0B2	LSB of 1 cm
blob data of: 0x 01, C0, A8, 00, D2, 27, 10, F5, 65, 70, 15, 5D, 1A, AB, 46, BC, EA, 00, 00, 00, 00, 00, 00, 00, 6D, 7E, 7B, 00, 00, 00, 00, 00, 00, 00, 00, 00, 19, C0, B2					
		Cancel		OK	

차량(192.168.0.210) BSM (Part 2 Vehicle Status 추가) 예

Fill	Data Item	Data Value	Human Units	Raw Value	LSB Unit is:
A	msgCnt	1	Seq #1	0x01	Modulo 0..127 value
A	id (4 bytes)	192 . 168 . 0 . 210		0xC0,A8,00,D2	App chosen ID bytes
	secMark	10000	10.000 Sec	0x2710	Curr Sec in milsec
	latitude	-177901547	-17.7901547 deg	0xF5657015	±1/10th micro degrees
	longitude	1562028870	156.2028870 deg	0x5D1AAB46	±1/10th micro degrees
	elevation	48362	4836.20 meters	0xBCEA	±LSB = 10 cm w/offset
	accuracy	E (Edit)	Accuracy Data Frame	0x00,00,00,00	Data Set
	speed and trans	E (Edit)	Speed Data Frame	0x00,00	LSB of 0.02 m/Sec and flags
	heading	28030	350.375000 deg	0x6D7E	LSB of 0.0125 deg
	steering wheel	123	184.50 deg	0x7B	LSB of 1.5 deg
	accel Set	E (Edit)	Accel Data Frame	0x00,00,00,00,00,00	Data Set
	brake data	E (Edit)	Brakes Data Frame	8x'0000,0000-0000,0000'	Data Set (Bits)
	size, width	412	412 cm	0x19C	LSB of 1 cm
	size, length	178	178 cm	0x0B2	LSB of 1 cm
blob data of: 0x 01, C0, A8, 00, D2, 27, 10, F5, 65, 70, 15, 5D, 1A, AB, 46, BC, EA, 00, 00, 00, 00, 00, 00, 00, 6D, 7E, 7B, 00, 00, 00, 00, 00, 00, 00, 00, 00, 19, C0, B2					
		Cancel		OK	

Vehicle Type	Car (Passenger car)	☒ 0x4	Type of Vehicle
Vehicle Class, Choice of one			
Vehicle Group	Cars	☒	
Responder Group	Emergency-vehicle-L	☒ 0x2404	Vehicle Class
Equipment Group	Ground-fire-suppress	☐	
Data frame of: 0x 30, 09, 84, 01, 04, A5, 04, 80, 02, 24, 04			
Data to Log		Cancel	OK

```
<MessageOut>
  The Basic Safety Message in a readable form:
  BasicSafetyMessage ::= {
    msgID: 2
    blob1:
      01|C0 A8 00 D2|27 10|F5 65 70 15|5D 1A AB 46|BC
      EA|00 00 00 00|00 00|6D 7E|7B|00 00 00 00 00 00 00
      00|00 00|19 C0|B2|
  }
</MessageOut>
```

```
<MessageOut>
  The Basic Safety Message in a readable form:
  BasicSafetyMessage ::= {
    msgID: 2
    blob1:
      01|C0 A8 00 D2|27 10|F5 65 70 15|5D 1A AB 46|BC
      EA|00 00 00 00|00 00|6D 7E|7B|00 00 00 00 00 00 00
      00|00 00|19 C0|B2|
    status: VehicleStatus ::= {
      vehicleIdent: VehicleIdent ::= {
        vehicleType: 4
        vehicleClass: 9220
      }
    }
  }
</MessageOut>
```

(2) 프로토콜 스택 구현

- B2X 안전 서비스를 위한 메시지를 수신한 후 메시지의 정보를 이용하여 사용자에게 안전 서비스를 제공하기 위한 프로토콜 스택을 구현함.
- 구현된 프로토콜 스택의 충돌방지 알고리즘을 PreScan을 통하여 우선 검증하여 그 기능성을 확인함. 그 후 단말 시작품에 이식하여 현장 실험을 진행함.
- 구현된 프로토콜 스택의 블록도는 다음과 같음.

Buffer Size for given OV: N

BSMs of HV

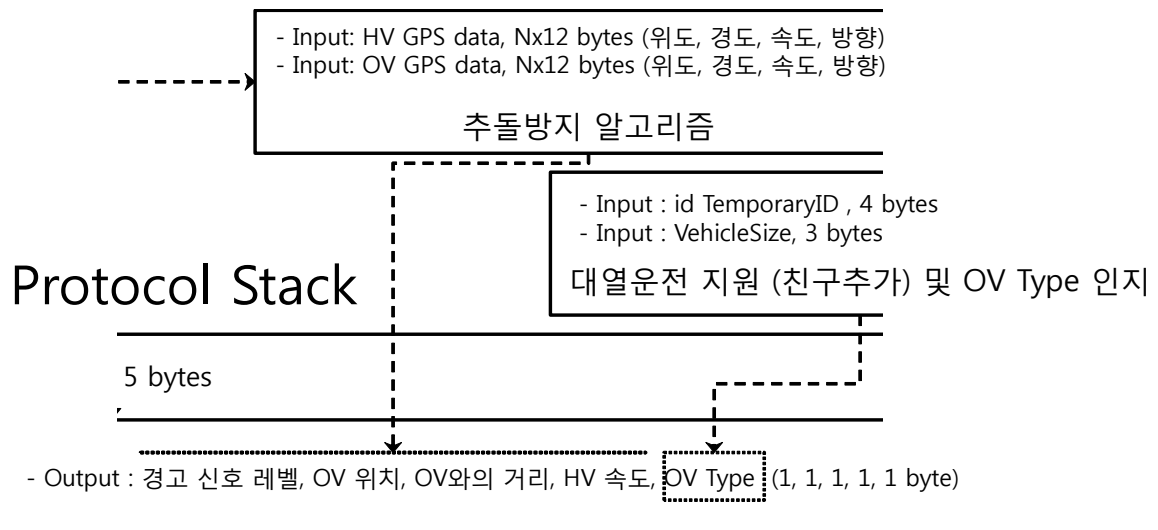
- id TemporaryID
- GPS data
- VehicleSize

Nx38 bytes

BSMs of OV

- id TemporaryID: 사용자 구분
- GPS data: 충돌방지 알고리즘
- VehicleSize: 자전거, 오토바이, 자동차 구분

Nx38 bytes

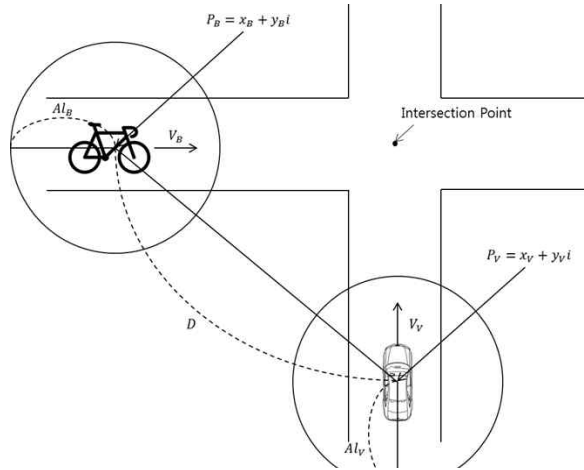


- 프로토콜 스택에서 입력은 $(Nx38) \times 2$ bytes의 2N개의 BSM임. 여기서 N은 충돌방지 알고리즘에서 사용하는 BSM의 Buffer Size임.
- 프로토콜 스택의 출력은 경고 신호 레벨, HV에 대한 OV의 상대적 위치, HV와 OV 사이의 거리, HV의 속도, OV의 타입으로 각각은 1 byte 크기임.

㉠ BSM 기반의 충돌방지 알고리즘I

- 다음 그림에서는 BSM 기반의 충돌방지 (BB-ICA) 알고리즘의 순서도와 시나리오를 나타냄. 차량이 주행을 시작하면 BSM을 통해 송수신한 위치 정보를 저장하고, 방정식 $f(t)$ 가 두 실근을 가질 경우와 허근을 가지는 경우로 충돌 가능성을 판단할 수 있음.
- 차량의 현재 위치로부터 시간 t 가 경과한 후에 HV, OV 위치는 각각 $(P_{HV} + tV_{HV})$ 와 $(P_{OV} + tV_{OV})$ 로 표현됨. 차량과 차량의 거리는 $D^2 = |(P_{HV} + tV_{HV}) - (P_{OV} + tV_{OV})|^2$ 로 표현됨. 그리고 $D \leq AI_{HV} + AI_{OV}$ 의 조건을 만족할 경우 충돌 상황으로 판단하여 경고가 발생하게 됨.
- 식에서 해 t 가 실근일 경우와 허근일 경우로 나눌 수 있음. 실근일 경우 작은 근은 P_{HV}, P_{OV} 에서

V_{HV}, V_{OV} 로 주행 할 때 충돌 경고 영역에 들어가기까지의 시간을 의미하고, 큰 근은 충돌 경고 영역에서 벗어나는 시간을 의미함. 허근일 경우 P_{HV}, P_{OV} 에서 V_{HV}, V_{OV} 로 주행할 때 충돌 경고 영역에 들어오지 않았다는 것을 의미함. 충돌이 예상될 경우 $D \leq AI_B + AI_V$ 의 조건에 대한 참, 거짓으로 경고 알람 메시지 출력을 결정할 수 있음. 만약 0보다 작은 실근이 나올 경우 자동차 또는 차량이 교차점에 먼저 도착했을 때 가 충돌 경고 영역 안에 들어가지 않았다고 볼 수 있음. 충돌 경고 영역 안에 있을 경우 경고를 통해 충돌을 예방할 수 있음.



$$V_B = \rho_B \exp(j\theta_B) = \frac{D_B}{T_M} = \frac{P_{BN} - P_{BO}}{T_{MN} - T_{MO}}$$

$$V_V = \rho_V \exp(j\theta_V) = \frac{D_V}{T_M} = \frac{P_{VN} - P_{VO}}{T_{MN} - T_{MO}}$$

$$D^2 = |(P_{BN} + tV_B) - (P_{VN} + tV_V)|^2$$

$$A = |a|^2 = |V_V - V_B|^2$$

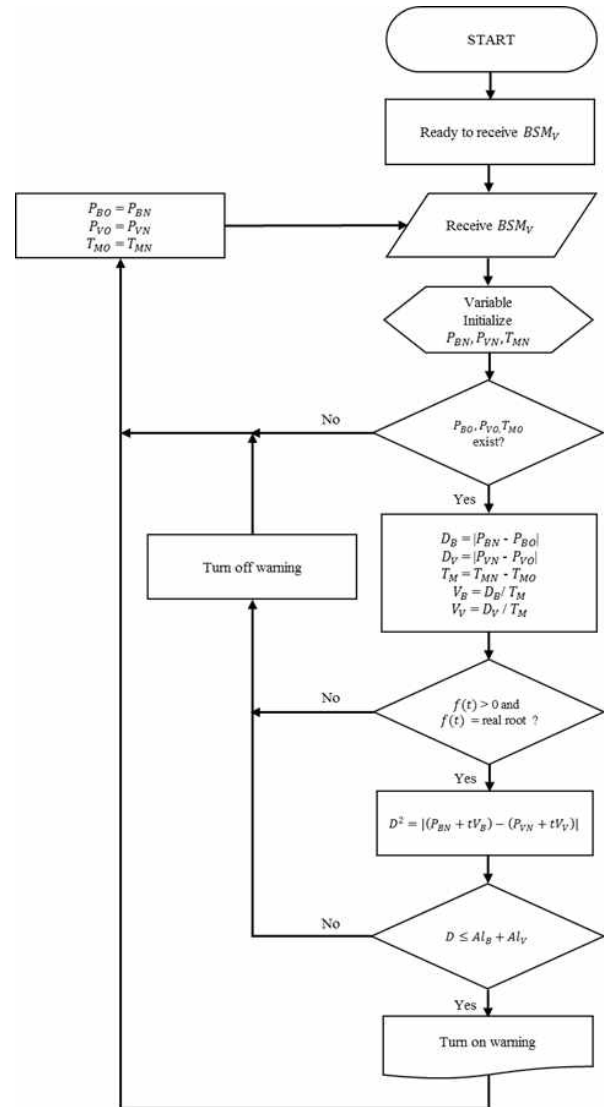
$$B = \text{Real}\{(a)(b)^*\} = \text{Real}\{(P_{BN} - P_{VN})(V_V - V_B)^*\}$$

$$C = |a|^2 - (AI_B + AI_V)^2$$

$$At^2 + 2Bt + C = 0$$

$$t = \frac{-B \pm \sqrt{B^2 - AC}}{A}$$

충돌방지 시나리오 및 변수



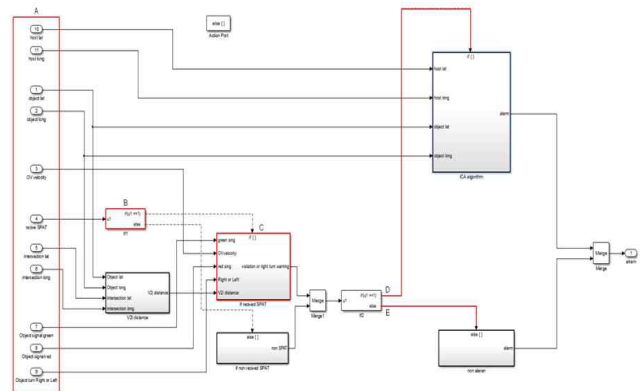
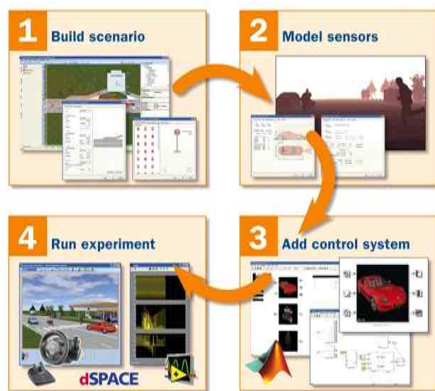
충돌방지 알고리즘 순서도

○ PreScan

- ‘PreScan’이란 레이더, 레이저, 초음파, 카메라, GPS등의 고급센서 및 V2V와 V2I 통신에 필요한 DSRC 송신부와 수신부, 안전서비스 메시지 표준인SAE J2735 BSM 등의 센서 기술 및 통신기능을 기반으로 ADAS(Advanced Driver Assistance Systems) 및 지능형 교통 산업에 사용되는 시뮬레이션 프로그램임.
- 이러한 센서 및 기능들은 충돌이 일어나기 전에 위험을 알려줄 수 있으므로 현실에서는 위험성,

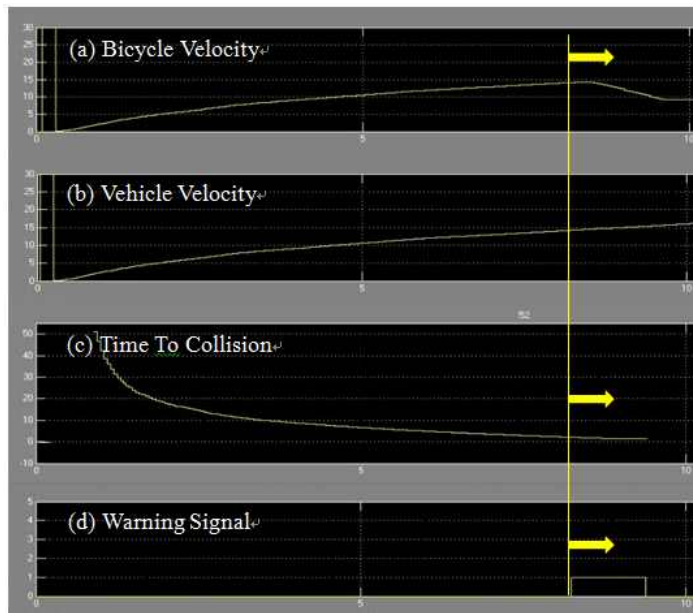
비용 등으로 인해 문제점을 겪는 실제 드라이빙 테스트를 가상환경에서 시뮬레이션 수행함.

- 또한 V2V와 V2I 통신 어플리케이션 뿐만 아니라 자율 주행 응용 프로그램을 평가하기 위해 사용되기도 함.
- 'PreScan'으로 시나리오를 구현하기 위해서는 다음 그림과 같이 크게 4단계로 정의할 수 있음. 첫 번째 단계인 'Build Scenario'에서는 사용자가 GUI를 작성하고 예를 들면 도로구간(직선차로, 교차로 등), 인프라(건물, 교통 신호등 등), 액터(자동차, 원동기, 보행자 등), 기상(비, 눈, 안개), 광원(태양, 라이트, 가로등 빛)등의 데이터베이스를 통해 트래픽 시나리오를 수정 및 빌드 할 수 있는 단계임. 두 번째 단계인 'Model sensors'에서는 레이더, 레이저, 카메라, 초음파, 적외선, GPS, 카메라 등의 다양한 유형의 고급 센서를 장착 및 세팅 할 수 있음. 또한 V2X 통신을 위한 DSRC 수신기 및 송신기 센서를 사용할 수 있고, 선택된 DSRC 프로토콜과 선택된 메시지 타입을 사용하여 수정 가능함. 이에 미국에서 제정한 V2V 및 V2I 안전 어플리케이션을 위한 표준인 SAE J2735 프로토콜과 기본 안전 메시지인 BSM를 지원함. 세 번째 단계인 'Add Control System'에서는 'PreScan'에 연동되어있는 MATLAB/Simulink 기능을 이용하여 구현한 시나리오와 센서에 대한 알고리즘 구현하고 검증할 수 있음. 마지막으로 네 번째 단계인 'Run experiment'에서는 사용자가 'PreScan'에 3D 뷰어 기능을 이용하여 구현한 알고리즘의 결과를 확인할 수 있음.



○ PreScan을 통한 BB-ICA 알고리즘 검증

- BB-ICA 알고리즘의 Simulink 블록도는 위와 같으며, 앞에서 설명한 순서도와 같음. A블록은 HV와 OV의 GPS좌표를 나타내고 B블록은 BSM의 수신주기를 나타냄. C, D, E블록은 알고리즘 관계식을 나타내고, F블록은 실근 허근을 판단함. G블록은 조건을 만족하는 경우 알람 경고 메시지를 출력하고 만족하지 않는 경우에는 경고 알람이 울리지 않음. 다음 그림은 PreScan의 시뮬레이션 결과 이고, 실행 화면임. 그림 (a), (b)는 이륜차와 차량의 속도를 나타냄. 그림 (c)의 TTC(Time to Collision) 값이 설정 값에 다르면 그림 (d)와 같이 위험 신호가 발생하고 이륜차 운전자는 감속하게 됨. 옆 그림에서는 이륜차 운전자가 감속하여 사고를 예방 하는 것을 보여줌.



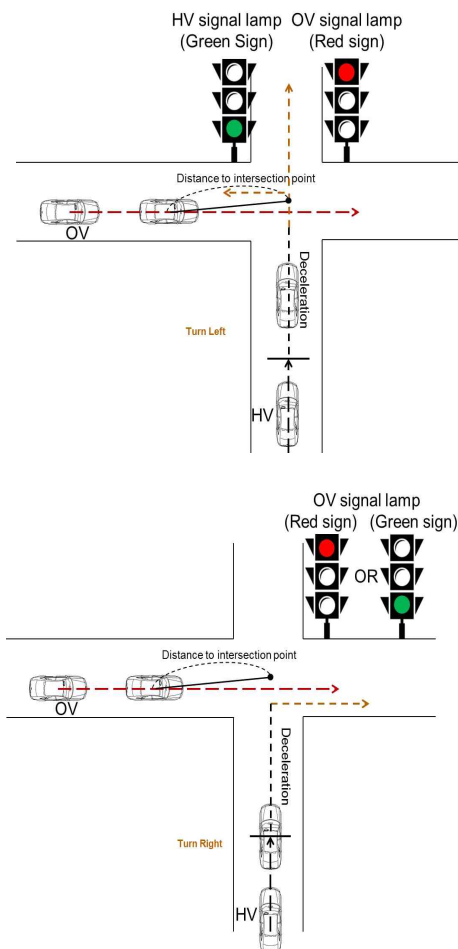
PreScan 시뮬레이션 결과

(A) Start

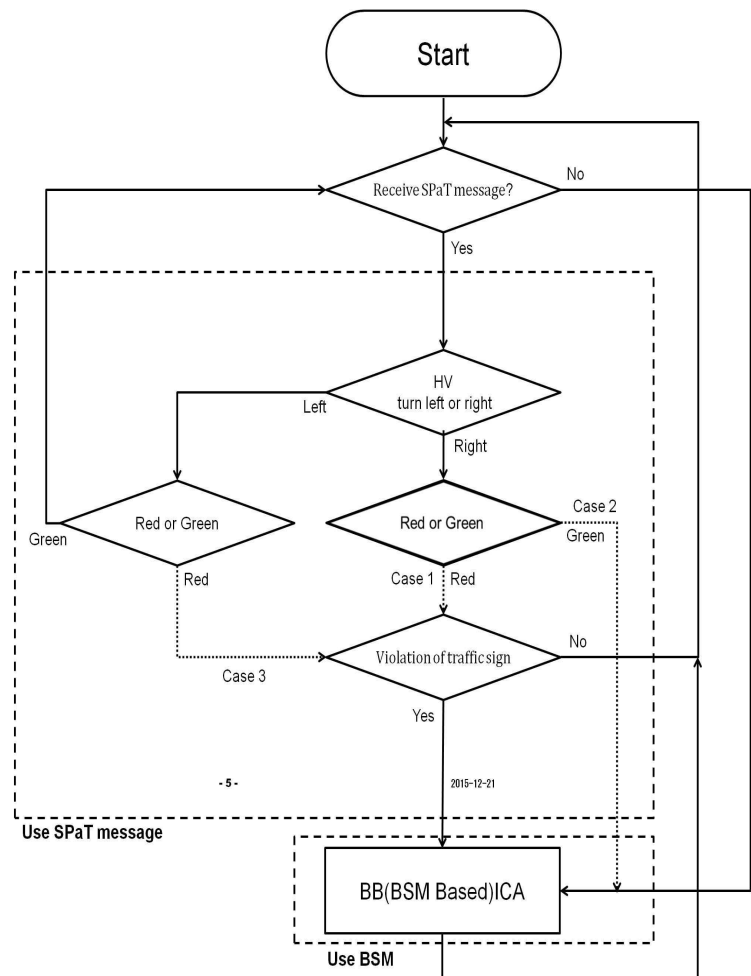
(B) Warning Signal
→ Deceleration

(C) Collision Avoidance

PreScan 시뮬레이션 실행결과



좌회전 및 우회전 충돌 시나리오



BSB-ICA 알고리즘 순서도

㊤ BSM 및 SPAT 메시지 (B2I) 기반의 교차로 충돌발지 알고리즘

○ 좌회전 충돌 시나리오

- 앞 그림에서는 HV(Host Vehicle)가 교차로에서 좌회전을 하고, OV는 직진을 하는 경우에 대한 충돌 회피 시나리오를 보여줌. 그림의 시나리오는 HV의 신호등(Signal lamp)의 상태가 청색등

(Green Sign)이므로 HV는 그대로 주행을 하여 교차로를 통과할 수 있는 상황이고, OV의 경우는 신호등의 상태가 적색등(Red Sign)이지만 신호를 지키지 않고 그대로 주행을 하게 되면 HV와 충돌이 발생하는 시나리오임.

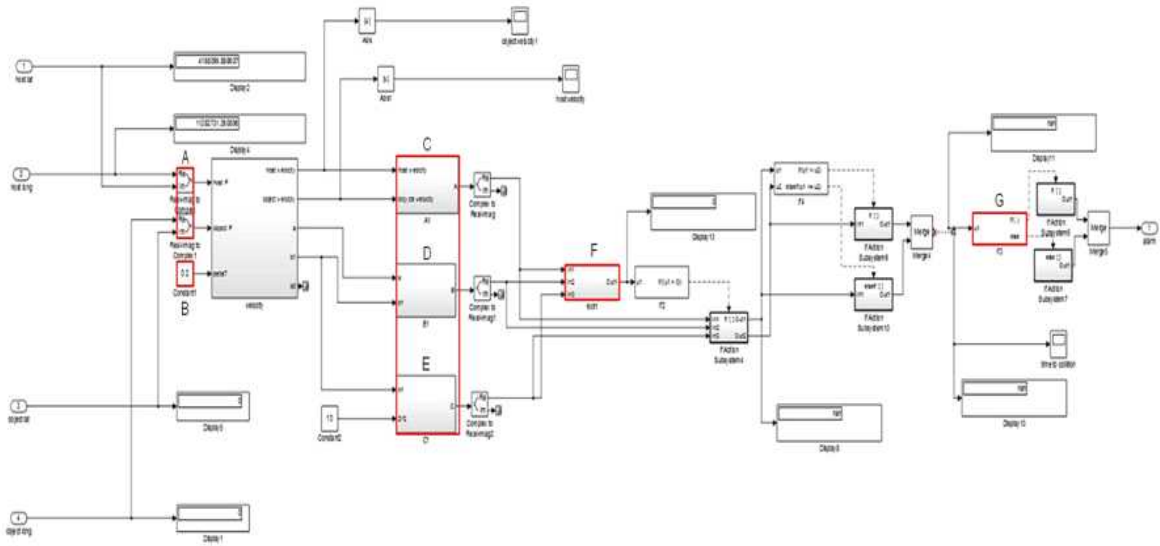
- 다음 그림에서는 HV가 교차로에서 우회전을 하고, OV는 직진을 하는 경우에 대한 충돌 회피 시나리오를 보여줌. 그림의 시나리오는 HV가 우회전을 하는 경우는 신호를 받지 않는 상황이므로 HV는 그대로 주행을 할 수 있는 상황이고, OV의 경우는 신호등의 상태가 청색등일 경우에는 HV가 신호정보를 받아 교차로에서 주행을 정지하여 충돌이 일어나지 않지만, 신호등의 상태가 적색등일 경우에는 OV가 신호를 지키지 않고 주행하여 우회전하는 HV와 충돌이 발생하는 시나리오임.

○ BSB-ICA 알고리즘

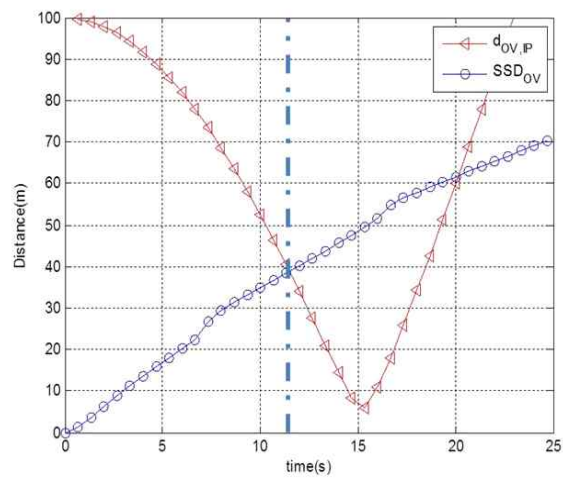
- 교차로에서 차량이 주행을 하게 되면 교차로 인근에 설치 된 노변기지국으로부터 SPAT 메시지 정보를 수신할 수 있음.
- BSB-ICA 알고리즘에서 SPAT 메시지를 수신하는 이유는 HV가 OV 기준의 신호등으로부터 신호 정보를 받아 OV의 신호 위반 유무를 판단하여 불필요한 ICA 알고리즘 동작을 최소화하기 위함임.
- HV차량은 SPAT 메시지를 수신하고 교차로에서 좌회전 혹은 우회전을 하는지 판별함.
- HV가 좌회전을 하는 경우에는 OV 기준의 신호등의 상태가 적색등인지 청색등인지 판단하는데, 위에서도 언급했듯이 OV의 신호위반 유무를 구분하기 위해서 OV 기준의 신호등 상태를 구분함.
- 만약 OV 기준의 신호등 상태가 청색등이라면 OV는 청색신호를 받았으므로 그대로 주행하여 교차로를 통과할 것이고, HV는 이에 따라 OV가 지나가 뒤 교차로를 통과하기에 충돌이 일어나지 않고 다시 노변기지국으로부터 SPAT 메시지를 수신하게 됨.
- 만약 OV 기준의 신호등 상태가 적색등이라면 HV는 좌회전을 하여 교차로를 통과해야 하지만 OV가 신호를 위반할 수 있는 상황이기 때문에 OV의 신호 위반 유무를 구분함.
- OV가 신호를 위반한다면 BB-ICA 알고리즘을 통해 충돌을 회피할 수 있음. 반대로 OV가 신호를 지킨다면 알고리즘이 동작할 필요가 없기에 처음 상태로 돌아가 알고리즘이 다시 동작함.
- 마찬가지로 HV가 우회전을 하는 경우에도 OV 기준의 신호상태를 구분해야 함. 우회전 알고리즘은 좌회전 알고리즘과 다른 부분이 존재함. 좌회전의 경우 HV, OV 모두 차량 기준의 신호등의 신호상태를 기준으로 교차로를 통과하지만 우회전의 경우 HV는 HV 기준의 신호등이 없으므로 OV가 신호를 지키는 경우에도 충돌 가능성을 염두해 두어야 함.
- HV가 우회전을 하는 경우에 OV기준의 신호상태가 적색등이라면 HV는 우회전을 하여 교차로를 통과해야 하지만 OV가 신호를 위반할 수 도 있는 상황이기 때문에 OV의 신호위반 유무를 구분함. OV 기준의 신호상태가 적색등이라면 좌회전과 마찬가지로 OV가 신호를 위반하면 BB-ICA 알고리즘을 통해 충돌을 회피하고, OV가 신호를 위반하지 않는다면 알고리즘이 동작하지 않으므로 처음 상태로 돌아가 다시 알고리즘이 동작함. 하지만 HV가 OV기준의 신호상태가 청색등이라면 HV는 HV기준의 신호등이 없으므로 OV가 교차로를 지나가거나 OV가 교차로에 없는 경우와 같은 충돌 가능성이 없는 경우를 BB-ICA 알고리즘으로 판단하여 교차로를 안전하게 통과할 수 있음.

○ BSB-ICA 알고리즘의 PreScan을 통한 검증

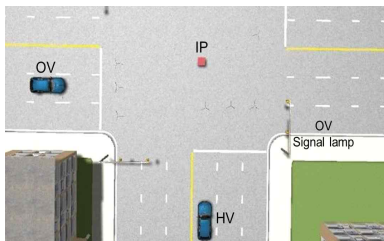
- 다음 그림은 BSB-ICA 알고리즘의 Simulink 블록도이며, 앞 그림의 알고리즘 순서도와 같음. A블록은 HV와 OV의 GPS좌표를 나타내고 B블록은 BSM 수신주기를 나타냄. C, D, E 블록은 관련 식을 나타내고, F블록은 실근 허근을 판단하는 판정식을 나타냄. G블록은 조건을 만족하는 경우 알람 경고 메시지를 출력하고 만족하지 않는 경우에는 경고 알람이 울리지 않음.
- 그림에서 $d_{OV,IP}$ 는 OV와 IP(Intersection Point)까지의 거리이고 SSD_{OV} 는 OV의 SSD임. $d_{OV,IP}$ 가 SSD보다 작아지는 시점부터 OV가 신호위반을 한다고 판단함.



BSB-ICA 알고리즘 (Simulink)



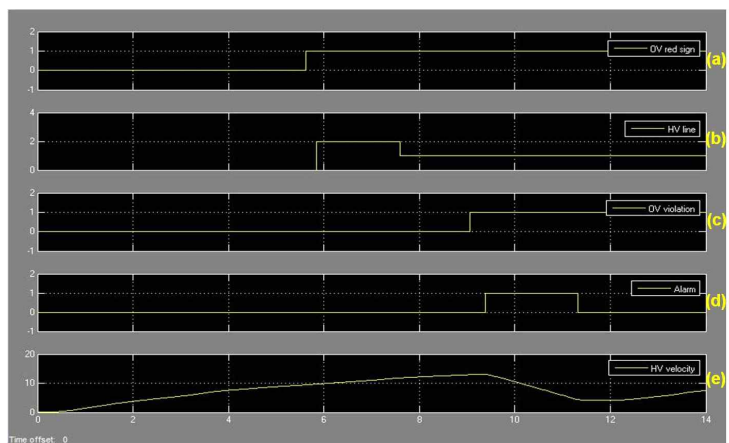
SSD (Safety Stopping Distance)



<좌회전 충돌 시나리오>



<좌회전 충돌 시나리오 신호등>



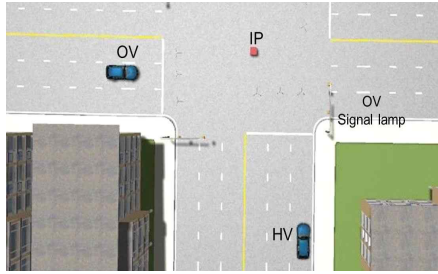
<좌회전 충돌 시나리오 결과>

○ 좌회전 충돌 방지 시뮬레이션 결과

- 앞 쪽의 그림은 좌회전 충돌 시나리오를 PreScan으로 구현한 것임. 교차로에서 HV는 HV 기준의 신호등의 상태가 청색등이므로 좌회전을 하려는 상태이고, OV는 OV 기준의 신호등의 상태가 적색등이지만 신호를 위반하고 그대로 주행함. 우측 그림은 좌측 그림의 신호등 상태를 보여줌. 그림과 같이 OV 기준의 신호등은 적색등을 나타내고, HV 기준의 신호등은 청색등을 나타냄.
- 아래 그림은 시뮬레이션 결과 그래프임. (a)는 OV기준의 신호등의 상태가 적색등인 상태를 나타내고, 신호등의 상태가 적색등이고 SPAT를 수신 받을 수 있는 거리 80m안에 HV가 존재할 때 값이 출력됨. (b)는 HV의 차선을 나타내는데 1차선에 있는 경우에는 1의 값이, 2차선에 있는 경우에는 2의 값이, 3차선에 있는 경우에는 3의 값이 출력됨. 차선에 따라 값을 출력하는 이유는 차선에 따라 HV의 좌회전, 우회전 그리고 직진 여부를 판단해야 하기 때문임. 차선을 구분하는 기준은 다음과 같음. 출력된 값을 통해 HV가 1차선에 있을 때 IP로부터 SPAT를 수신 받을 수 있는 거리 80m안에 들어온 경우에는 좌회전을 한다고 판단함. 만약 SPAT 수신 가능한 거리에 들어올 경우 3차선에 있다면 우회전을 한다고 판단함. (b)에서는 그래프에 출력값이 2였다가 1로 바뀌는 걸 볼 수 있음. 이는 HV가 2차선에서 주행을 하다가 좌회전을 하기 위해 1차선으로 차선을 바꾼 것을 의미함. (c)는 OV가 신호위반을 하는 경우와 안하는 경우를 나타냄. 신호위반을 한다고 판단하는 조건은 첫 번째로 OV 기준의 신호등의 상태가 빨강등인 경우임.
- 두 번째로 OV와 IP까지의 거리가 안전정지거리인 SSD보다 작거나 작은 경우임. (d)는 HV와 OV가 충돌 위험이 있는 경우 경고알람을 출력해 줌. HV는 경고알람을 통해 OV와의 충돌을 방지할 수 있음. 만약 OV가 신호를 위반하지 않는 경우라면 경고알람이 울리지 않음. (d)는 HV와 OV의 충돌이 가까워지므로 경고알람이 출력됨을 볼 수 있음. (e)는 HV의 속도를 나타내는데, (d)를 통해 경고알람을 HV가 수신하게 되고, 알람이 울리는 동안 속도 감속으로 인해 충돌을 회피하여 OV가 지나간 후 교차로를 안전하게 좌회전하여 통과 할 수 있음.

○ 우회전 충돌 방지 시뮬레이션 결과

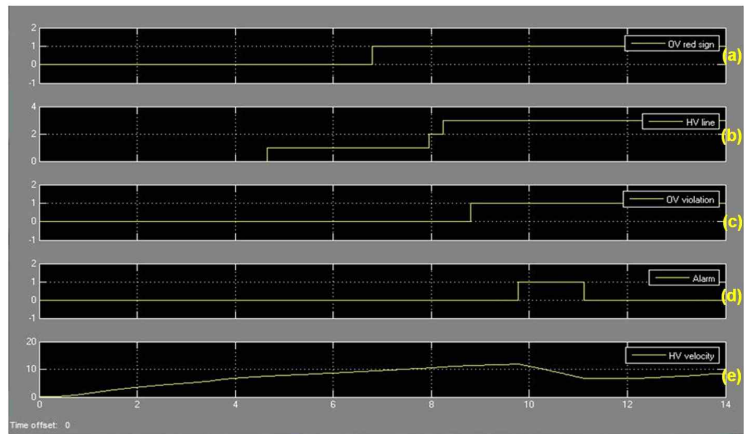
- 다음 쪽에서는 우회전 충돌 시나리오를 'PreScan'으로 구현한 그림을 보여줌. 시나리오와 마찬가지로 교차로에서 HV는 우회전을 하므로 HV 기준의 신호등이 존재 하지 않음. 그러므로 OV기준 신호등의 상태에 따라 우회전을 하려는 상태이고, OV는 신호를 위반하고 그대로 주행하여 교차로를 통과함.
- 오른쪽 그림은 해당 시나리오에 신호등 상태를 보여줌. 그림과 같이 OV 기준의 신호등은 적색등을 나타냄.
- 아래 그림은 이에 따른 시뮬레이션 결과 그래프를 보여줌. 그래프에 (a)는 OV기준의 신호등의 상태가 빨강등인 상태를 나타내고, 신호등의 상태가 적색등 일 때 값이 출력됨. 그래프에 (b)는 HV의 차선을 나타내는데 출력값이 1에서 2, 2에서 3으로 바뀌는 걸 볼 수 있음. 이와 같이 출력값이 의미하는 것은 HV가 1차선에서 주행을 하다가 2차선으로 차선을 변경하고 우회전을 하기 위해 3차선으로 차선을 변경한 것을 알 수 있음. 그래프에 (c)는 OV가 신호위반을 하는 경우와 안하는 경우를 나타냄. 신호위반을 하지 않으면 0의 값이 출력되지만 신호위반을 하는 경우는 1의 값이 출력됨. (d)는 HV와 OV가 충돌 위험이 있는 경우 경고알람을 출력해 줌. HV는 경고알람을 통해 OV와의 충돌을 방지할 수 있음. 만약 OV가 신호를 위반하지 않는 경우라면 경고알람이 울리지 않음. (d)는 HV와 OV의 충돌이 가까워지므로 경고알람이 출력됨을 볼 수 있음. (e)는 HV의 속도를 나타내는데, (d)를 통해 충돌경고알람을 HV가 수신하게 되고, 알람이 울리는 동안 속도 감속으로 인해 충돌을 회피하여 OV가 지나간 후 교차로를 안전하게 우회전 하여 통과할 수 있음.



<우회전 충돌 시나리오>



<우회전 충돌 시나리오 신호등>



<우회전 충돌 시나리오 결과>

○ 실내 환경 시뮬레이션을 통한 검증

- 실시간 디지털 시뮬레이터에 시스템을 실제와 동일한 조건으로 모델링하고, 성능을 검증하고자 하는 시스템을 실제 하드웨어로 구성하여 테스트 하는 기법인 HI2LS(Human-Interactive Hardware-In-the-Loop Simulation) 시스템을 활용하여 교차로 충돌방지 알고리즘을 구현하고 그 성능을 검증함.



- SPAT 메시지를 통해 자신의 교차로 신호 정보 및 교차로 진입 차량의 신호 위반 정보를 표시 하고 경고함으로써 사용자에게 교차로 안전서비스를 제공할 수 있음을 검증함.

㊤ BSM을 이용한 충돌방지 알고리즘II (경로 추적 기반)

○ 경로 예측 모델

- 본 알고리즘은 Yaw rate와 가속도가 일정한 CTRA(Constant Turn Rate Acceleration) 모델을 기반으로 함. 예측된 차량 객체의 경로가 운행 차량의 예측 경로와 겹칠 경우에 충돌 가능 신호를 운전자에게 전달하여 차량을 제동하게 함으로써 차량 충돌을 회피하는 알고리즘임.
- CTRA의 상태 공간 모델은 식 $\vec{P}(t) = (x(t) \ y(t) \ \theta(t) \ v(t) \ a \ \omega)^T$ 과 같다. x축 좌표는 x, y축 좌표는 y, 차량의 Heading은 θ , 차량의 속도는 v, 차량의 Yaw rate는 ω 로 나타냄.
- 상태 공간이란 시간 t의 변화에 따라 상태 점이 공간을 이동하며 동적인 특성을 보여주는 공간을 의미하며 이 모델에 대한 상태 방정식은 다음과 같음.

$$- \vec{P}(t+\Delta t) = \begin{pmatrix} x(t+\Delta t) \\ y(t+\Delta t) \\ \theta(t+\Delta t) \\ v(t+\Delta t) \\ a \\ \omega \end{pmatrix} = \vec{P}(t) + \begin{pmatrix} \Delta x(\Delta t) \\ \Delta y(\Delta t) \\ \omega\Delta t \\ a\Delta t \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

- x축 및 y축의 변화량 Δx 값과 Δy 값은 상태 방정식을 이용하여 다음의 두식으로 구할 수 있음:

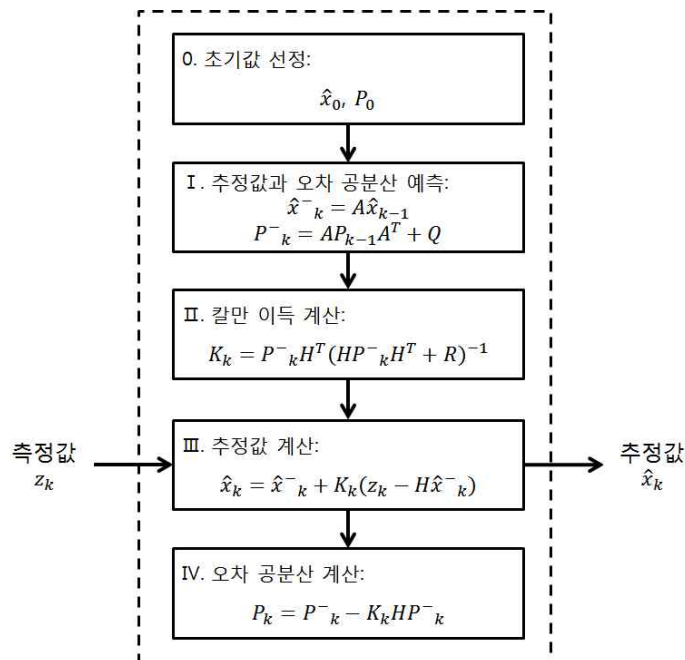
$$\Delta x(\Delta t) = (v(t) + a\Delta t) \cos(\theta(t) + \omega\Delta t) \Delta t, \Delta y(\Delta t) = (v(t) + a\Delta t) \sin(\theta(t) + \omega\Delta t) \Delta t$$

○ 충돌 방지 알고리즘

- 상태방정식을 이용하여 Δt 초 동안 예측한 x축 값과 y축 값을 통해 현재 위치에서의 T 초(경로 예측 시간)까지의 상황을 예측함. 예) 시속 60km/h일 때, $T=3.5\text{sec}$ 는 약 58m, 시속 60km/h일 때 사용자 반응시간 2.5초의 정지거리 약 44m
- 다음 그림은 경로 예측 모델을 이용한 차량 충돌 방지 알고리즘의 Flow Chart임. 차량은 BSM을 100ms단위로 수신 받음. CTRA Model을 사용해 차량의 T 초까지의 궤도를 예측 한 x축 값 $\hat{x}_H$, y축 값 $\hat{y}_H$ 을 $\vec{P}_H(\Delta t)$ 로 설정하며 객체 차량의 T 초까지의 궤도를 예측 한 x축 값 $\hat{x}_O$, y축 값 $\hat{y}_O$ 을 $\vec{P}_O(\Delta t)$ 로 설정하여 도로 폭의 안전거리 d 값과 비교함. 비교 값이 d 값 보다 작으면 경고메시지를 발생시키며, 만약 조건이 만족하지 않으면 BSM을 계속 수신하여 본 알고리즘을 수행함.

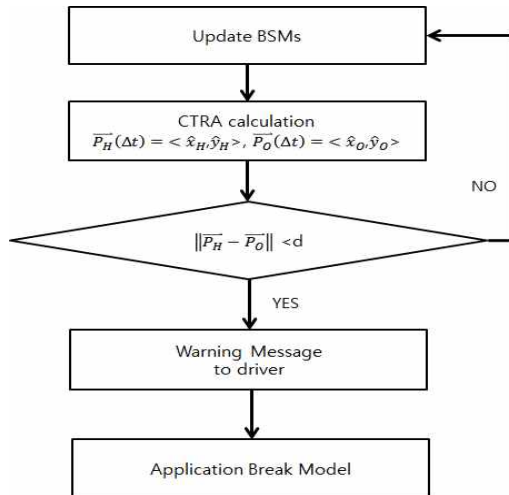
○ GPS 오차 보정 알고리즘: UKF(Unscented Kalman Filter) 알고리즘

- 이론차의 OBU에서는 주기적으로 GPS를 이용하여 현재 위치를 측정함. 측정 시, 다중경로 페이딩에 의해 GPS 측위 오차가 필연적으로 발생하는데, 충돌방지 알고리즘의 정확도를 높이기 위해서는 GPS 측위 오차의 보정이 필수적임.
- 이를 위해 UKF(Unscented Kalman Filter) 알고리즘을 사용하여, GPS에 의해 측정된 현재 위치 값을 보정하여, 보정된 측위 정보를 BSM을 통해 다른 차량 및 이론차에 전송하게 됨.
- UKF는 측정 위치에 대한 상태 벡터의 공분산을 이용하여 생성한 Sigma-Point를 시스템 모델을 통해 전파시켜 평균과 분산의 근사치를 추정함. 이 때, Sigma-point ($2n_x+1, n_x$: 상태 변수의 개수)은 비선형 모델의 랜덤 상태변수를 통계적으로 가장 잘 나타낼 수 있도록 선택됨.
- 아래 그림은 UKF에 의한 측위 오차 보정 알고리즘의 개념을 설명함. 측정된 위치값 z_x 을 입력 받아 필터에서 처리한 다음 보정된 위치값 $\hat{x}_k$ 을 출력함.



○ 실내 환경 시뮬레이션 결과 및 현장 검증

- 우선 실시간 디지털 시뮬레이터에 시스템을 실제와 동일한 조건으로 모델링하고, 성능을 검증하고자 하는 시스템을 실제 하드웨어로 구성하여 테스트 하는 기법인 HI2LS(Human-Interactive Hardware-In-the-Loop Simulation) 시스템을 활용함. 경로를 예측해 충돌 가능성을 예측하는 알고리즘을 다음 그림과 같이 HI2LS 환경에 구축하고 제안한 알고리즘을 다양한 시나리오를 통해 실내 환경에서의 실험을 실행함.

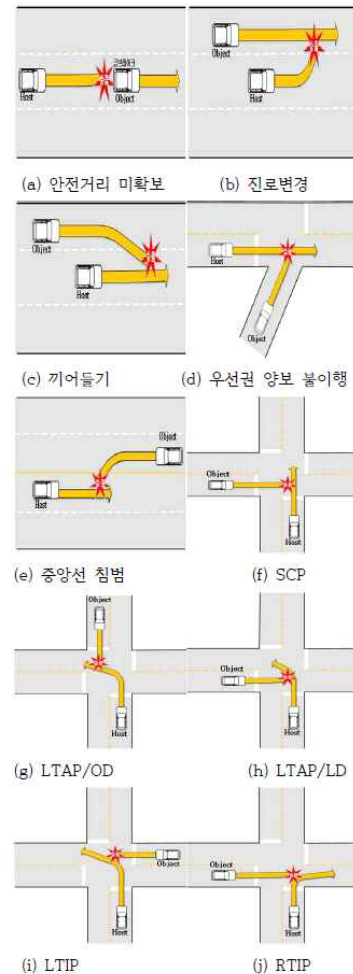


차량 충돌 방지 알고리즘 Flow Chart



HI2LS demonstration

- 시뮬레이터를 사용하여 설계한 알고리즘을 직선도로에서 5가지(안전거리 미확보, 진로 변경, 끼어들기, 우선권 양보 불이행, 중앙선 침범) 상황을 설정함. 또한 교차로에서 5가지(SCP(Straight Crossing Paths), LTAP/OD(Left Turn Across Path/Opposite Direction Conflict), LTAP/LD(Left Turn Across Path/Lateral Direction Conflict), LTIP(Left Turn Into Path), RTIP(Right Turn Into Path)) 상황을 설정함. 위 그림과 같이 직선도로 5가지, 교차로에서 5가지 총 10가지 상황의 시나리오를 통해 알고리즘 테스트를 진행하여 알고리즘의 기능 및 성능을 확인함.



○ 추가 현장 실험 결과

- 앞서 설명한 경로 추적 기반의 추돌 방지 알고리즘을 시작품에 탑재하여 현장 시현을 다음과 같이 실시하였음.
- 이륜차와 차량의 평행교차, 이륜차와 차량의 평행 추월, 교차로 추돌 상황의 3가지 경우에 대해 성능을 검증함.



<자전거와 차량의
평행추월>



차량의 후방접근
감지(미경고)



후방 추돌 경고



측전방 추돌
경고



추월 차량 전방
인지(미경고)



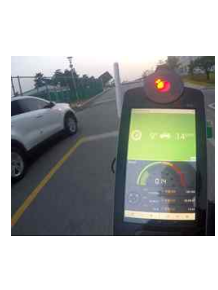
<차량의 이륜차
평행추월>



차량의 후방접근
감지(미경고)



후방 추돌 경고



측전방 추돌
경고



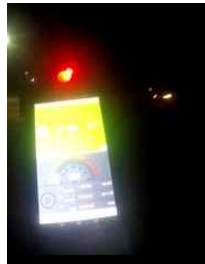
추월 차량 전방
인지(미경고)



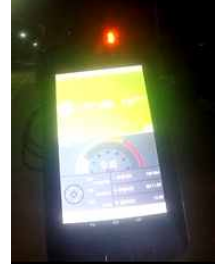
<자전거와 차량의
교차로 추돌>



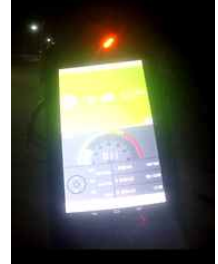
출발



교차로 차량
접근 감지 및
추돌 경고



측방 인지
(미경고)



측후방 인지
(미경고)

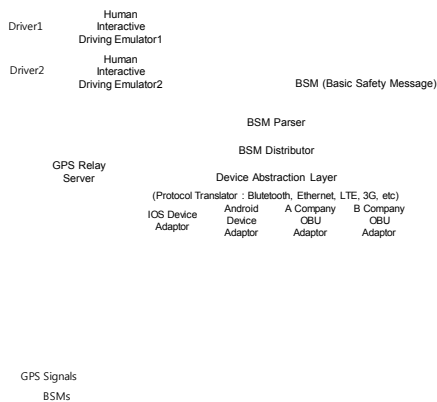
㉔ 단말 메시지 인지율 및 확장성 Lab. Test

○ 구축된 실내 Lab. Test 환경에서 테스트를 실행함.

○ 테스트 방법

- 1. PreScan을 이용한 테스트 베드에서 단말간의 실제 통신 환경 구축
- 2. 전송 단말의 BSM 정보(GPS 데이터 포함)를 GPS 서버에서 저장.
- 3. 수신 단말의 수신된 BSM 정보를 TC/IP를 통해 GPS 서버로 전송하여 저장.
- 4. 송수신 시간을 비교하여 각각의 BSM 정보를 추출 후 수신 BSM과 송신 BSM을 비교하여 수신 인지율 계산

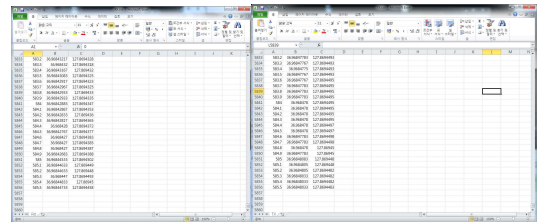
1. 실내 테스트 베드에서 실시간 통신 환경 구축



2. BSM Log Data를 GPS 서버에 저장



3. 송수신 BSM 정보를 엑셀 파일로 저장



5. 메시지 인지율 계산

데이터 저장시간 (초)	송신 BSM 수	수신 BSM 수	수신 성공 BSM 수	수신 실패 BSM 수	메시지 인지율(%)
585.5	5855	5855	5855	0	100

다. B2X 전용 단말기 및 안전서비스 App UI/UX 디자인 : 한국교통대학교

(1) 연구방향

- 자전거 안전운행을 위한 사고 위험요소 전달 장치의 연구는 다양한 유형의 자전거 도로교통사고의 분석과 이용자의 자전거 이용 환경 분석으로 개발하고자 함.
- 자전거 사고 유형 분석은 차 대 사람, 차 대 차, 자전거 단독 사고의 유형으로 구분되며 이러한 사고 유형과 이용자의 자전거 이용 환경 분석으로 횡단 중 사고, 차도 통행 중 사고, 길 가장자리 구역 통행 중 사고, 정면충돌, 측면 직각 충돌, 일반 추돌 및 자전거 단독으로는 도로 적치물 충돌, 도로 외 이탈 사고, 전복사고 등을 통해서 안전장치에 적용할 최적의 UI, UX 디자인을 적용하고자 함.

(2) 연구목표

- B2X안전서비스 UI/UX 디자인
 - 안전서비스 ‘3단계(촉각-청각-시각)인지 시스템’ 설계 개발 적용
 - 전방주시 방해 최소화 디자인 개발 : 위험요소 접근 방향을 직관적으로 판단할 수 있는 ‘진동장치’ 및 ‘8방향 라이팅 인디케이터’ 솔루션 개발 적용
 - 위험요소 세부정보 표시 GUI디자인 개발 적용
- B2X 안전서비스 전용 단말기 및 마운트 디자인 개발
 - B2X 안전서비스 UI/UX 솔루션 적용 단말기 디자인
 - 8방향 라이팅 인디케이터 요소 및 세부정보 표시장치 디자인
 - 전용단말기 및 진동장치 부착용 마운트 디자인 개발

(3) 사전 연구내용

- 직접조사
 - 주행 중 느낄 수 있는 문제점과 위험하다고 생각되는 상황 요소를 파악하기 위해 직접 도로를 주행하여 연구함. 직접 조사는 2015년 3월 4일, 안전장비 착용 후, 자전거(TREK-4300)를 이용하여 49분간 평균 시속 17km로 주행했고 액션캠(GO PRO_HERO4)으로 기록함.
 - 직접조사 내용 분석: 주행 중 주변 자동차의 접근으로 인하여 접근 방향으로 의 주의가 쏠렸고, 그로인해 전방(진행방향)에 대한 집중도가 하락하는 문제가 발생함. 또한 후방 차량접근 확인을 위한 고개돌림으로 주행 안전성의 문제가 발생하여 차선이탈 및 주변시설물과의 충돌사고가 발생함을 확인함.



<그림> 후방 및 주변 차량 접근으로 인한 사고 위험 인지

<그림> 골목 및 사각지대 접근 차량 위험성 인지

○ 설문조사

- 기존 자전거 운전자들이 주행 중 느끼는 문제점 파악과 기초적인 연구 자료를 수집하기 위해 국내

최대 자전거 관련 카페 자.출.사(자전거로 출근하는 사람들)에서 자전거 이용자 54명에게 온라인 설문조사를 실시함.

○ 설문조사 내용 결과

- 설문조사 응답자 54명 중 남성 38명 여성 14명으로 여성보다 남성이 더 많았고, 주로 30~50대의 연령대에서 운동 목적으로 자전거를 이용한다는 답변이 가장 많았음. 사고 경험이 있는 자전거 이용자 중 사고의 위험성이 가장 크다고 생각한 것은 보이지 않는 사각지대에서의 차량 접근을 뺐았음. 신호가 없는 교차로에서의 진행 방법은 정차 후 진행이 아닌 감속 후 진행을 한다고 가장 많이 답변했음. 설문 결과를 보고 사각지대나 교차로에서 자전거 이용자에게 접근하는 위험요소에 대한 정보를 알려 줄 수 있는 안전장치의 필요성을 인지할 수 있었음.



- 20대 학생인 남성이 가장 많고 운동을 목적으로 자전거를 이용함. 일주일에 자전거를 이용하는 횟수는 1~2회 이고 거의 대부분의 자전거 이용자가 자전거 내비게이션을 사용하고 있지 않음. 절반 정도가 자전거 주행 중 내비게이션 조작으로 사고위험이 있었으며, 사고경험이 있다고 답하였다. 사고 원인으로는 단독사고가 가장 많았고 다음으로는 상대방의 도로교통법 위반이 많았음. 주행 중 사고위험이 가장 높은 것으로는 보이지 않는 사각지대에서의 차량과 충돌이 가장 많았으며 교차로에서의 진행 방법은 감속 후 진행이 가장 많았고 완전히 정차 후 진행이 다음으로 많았음. 설문에 참여한 사람들 중 64%가 도로의 위험요소나 도로의 상황을 알려주는 내비게이션의 구매 의사가 있다고 밝혔음.

○ 감각 정보인지 반응 연구

- 인지 및 반응시간은 여러 가지 요인에 의하여 영향을 받지만 특히 나이, 자극의 세기, 신체적인 상태, 습관에 의하여 영향을 받음. 일반적으로 자극에 대한 운전자 반응은 2.5초가 전형적이고 이 중 사고 분석에서 보통 0.7~1.0초를 소요함. 위험요소의 접근을 단계별로 나누어 근접하게 다가오는 위험요소에 대한 알람을 전달함. (출처:박원규(2002). 주행 중 돌발 상황 시 운전자 회피 행동 분석, 목원대학교, pp.17-18.)



출처 : 주행중 돌발 상황시 운전자 회피 행동 분석, 박원규(2002)

<그림 : 경고 단계 구분>

○ 감각 정보인지 요소

- 일반적으로 인간은 시각, 청각, 후각, 미각, 촉각 5가지의 감각기관에 자극을 받아들여 신경을 통해 대뇌로 전달되어 정보를 인지하고 판단하여 반응 함. 이 전달 과정에서 약간의 반응시간이 발생하는데 감각의 종류에 따라 반응시간이 다르게 나타남.
- 인지, 반응시간은 여러 가지 요인에 의하여 영향을 받지만 특히 나이, 자극의 세기, 신체적인 상태, 습관에 의하여 결정적인 영향을 받으며 일반적으로 자극에 대한 운전자 반응은 2.5초가 전형적이고 사고 분석에서는 보통 0.7초에서 1.0초를 적용하며, 도로 설계 시는 최소 정지 시간 계산은 안전을 위하여 운전자 반응시간은 2.5초를 적용함.

<표> 감각 별 반응 시간

감각	통각	미각	시각	촉각	청각
반응시간	0.7초	0.29초	0.2초	0.18초	0.17초

출처 : 최상복 (2004). 자극과 반응, 산업안전대사전

○ 정보처리 요소

- 정보를 처리하는데 필요한 시간은 정보의 복잡한 정도에 비례하고 일반적으로 다음 4가지의 요소를 포함함.

인지 >	확인 >	판단 >	반응
시각적으로 신호를 인식	신호를 식별하고 자극을 이해	운전자가 자극에 대한 반응으로 취할 행동을 결정	결정된 행동을 실제로 실행

○ 교차로 및 단독 주행 시 위험요소 접근 정보 표시 방법

장소		교차로 주행					단독 주행							
방향		전방					전방							
경고 메시지		직각 충돌 주의	비보호 교차로 주의	교통 신호 전환 주의	권장 주행속도 안내	정지선 위반 주의	역주행 경고	제한속도 위반	주행도로 위반	과속 방지턱 주의	차로 이탈 주의	내리막길 주의	보호구역 진입 안내	곡예 운전 위험 안내
장 치	촉각(진동)	○					○	○	○	○	○		○	○
	시각(빛)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	청각(소리)	○ (비프음)	○ (안내음)	○ (비프음 + 안내음)	○ (안내음)	○ (비프음 + 안내음)	○ (비프음 + 안내음)	○ (비프음 + 안내음)	○ (비프음 + 안내음)	○ (안내음)	○ (비프음 + 안내음)	○ (안내음)	○ (안내음)	○ (비프음 + 안내음)
접근 방향	↑								○					
	↗	○												
	→	○											○	
	↘	○												
	↓													
	↙	○												
	←	○											○	
	↖	○												
	ALL		○	○	○	○	○	○	○			○	○	○

○ 일반 도로 주행 시 위험요소 접근 정보 표시 방법

장소		일반 도로 주행										
방향		전방									후방	
경고 메시지		급정거 차량 주의	역주행 차량 경고	정차 차량 문 열림 주의	횡단보도 보행자 노(화)색 불 / 정지안내	횡단보도 보행자 족색 불 / 주의 주행안내	저속 주행 차량 주의	진출입로 주의	노상 주차 차량 주의	차선 변경 차량 주의	동일 차로 후방 차량 접근 시	인접 차로 후방 차량 접근 시
장 치	촉각(진동)	○	○	○	○			○		○		
	시각(빛)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	청각(소리)	○ (비프음)	○ (비프음 + 안내음)	○ (비프음)	○ (안내음)	○ (안내음)	○ (안내음)	○ (안내음)	○ (안내음)	○ (비프음)	○ (비프음 + 안내음)	○ (안내음)
접근 방향	↑	○	○	○	○	○	○	○	○			
	↗		○	○				○	○	○		
	→			○				○	○			
	↘											○
	↓										○	
	↙										○	
	←			○				○	○			
	↖		○	○				○	○	○		
	ALL											

○ B2X안전서비스 단말기 기능 요소 분석

요소	방향		이미지
8Direction Lighting Interface_전방시야 확보에 방해요소가 없어야 하며, 안전하게 정보전달을 해야 한다.	스포츠		
내비게이션 거치대_내비게이션과 일체감이 있어야 하며, 이질감이 느껴져서는 안 된다.	심플		
디스플레이 (내비게이션 화면)_전방시야 확보에 방해요소가 없어야 한다.	모던		
Sound Interface_내비게이션 조작에 방해가 되지 않아야 한다.	심플		
전원&볼륨 기타 버튼_조작이 용이하며, 쉽고 명확하게 작동이 되어야 한다.	심플		

(4) 위험요소 접근 알림을 위한 최종 UI/UX시스템 기본 설계

㉔ 안전서비스 UI/UX시스템 설계 개념



<UI/UX디자인 솔루션 : 위험요소 접근 3단계 알림 설계>

○ 1 단계 촉각·청각 인지요소

- 촉각: 핸들에 위험요소 정보와 연계된 진동 장치를 부착하여 전방 주시에 방해요인을 최소화하여 위험요인 접근 정보를 알려줌으로서 전방 주시를 유지하면서도 사고 예방을 위한 조치를 취할 수 있음.

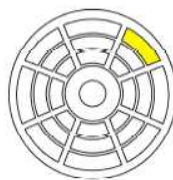


<위험요소 접근 정보 알림을 위한 촉각(진동)및 청각(스피커) 장치>

- 청각: 안전장치에 설치된 스피커를 통한 사운드 정보와 1단계 진동 정보를 통한 위험요인과 더불어 접근 차량의 위치 파악과 충돌 예상을 인지할 수 있음.

○ 2 단계 시각 인지 요소

- 8방향 인디케이터(라이팅): 4방향을 주방향으로 인지하게 하고, 사이에 중간 세부방향을 인지하게 하는 8방향 인디케이터 정보전달 장치로 2단계 위험요소를 인지하게 하고, 이론차 주행 중 다가오는 위험요소의 방향을 직관적으로 파악할 수 있게 라이팅으로 표시함. 접근하는 거리는 1차, 2차, 3차 단계별 라이팅 색상으로 알려줌으로써 충돌 상황이 닥치기 전에 위험요소를 인지하여 대비할 수 있음.



1차 위험요소 접근 알림



2차 위험요소 경고 알림



3차 위험요소 충돌 알림

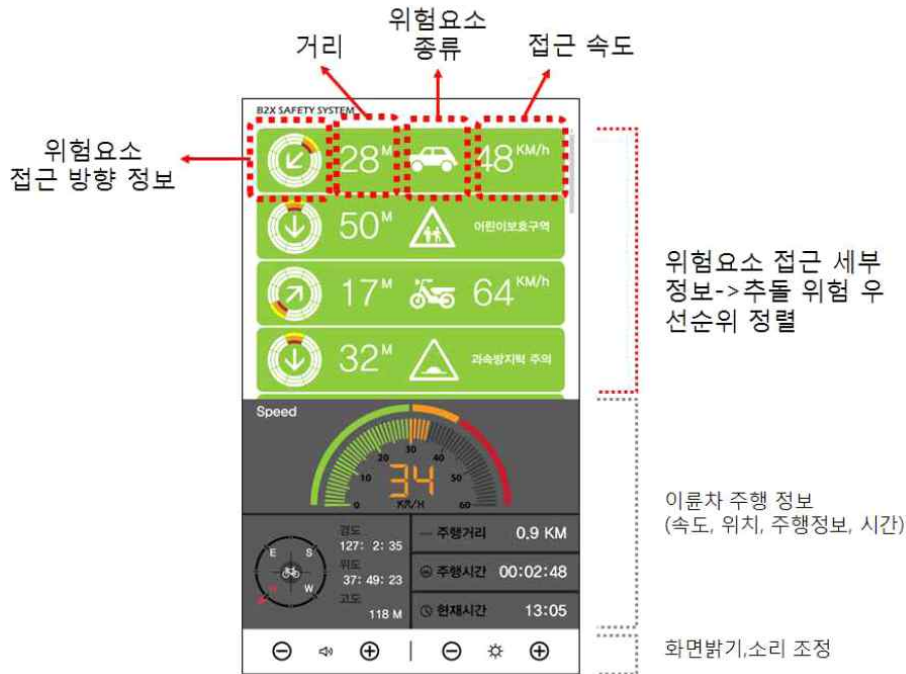
<위험요소 접근 정보 알림 8방향 인디케이터> (특허출원)

○ 3 단계 세부정보(GUI) 인지 요소

- 1,2단계 정보전달 요소 인지 후 이론차 운행 안전 상태가 확보된 후 안전단말기 디스플레이에 표시되는 위험요소 세부 정보를 확인할 수 있음. 3단계 세부정보 확인은 1, 2단계 위험요소 접근 정보를 통한 위험 상황 회피 후 안전상태가 확보 시 확인하는 단계임.



<그림: B2X안전서비스 단말기 사용예>



<안전단말기 UX 세부정보 표시>



<안전서비스 전용 단말기 및 진동 장치 디자인>

㉠ 안전서비스 전용 단말기 디자인(UI/UX디자인)

- 안전서비스 단말기 본체는 위험요소 접근 알림 1 단계 촉각 및 청각 인지가 가능한 진동장치와 스피커 내장형 설계임.
- 2단계 시각알림 장치는 단말기 상단에 부착함으로 이륜차 운전자 시야각도 내에서 위험 요소 접근 방향을 자연스럽게 인지할 수 있는 각도로 설계하였음.
- 3단계 정보 표시 창에 표시되는 알림정보는 디스플레이 상단에 위험요소 접근 세부정보단과 디스플레이 하단에 주행 이륜차의 상태정보를 알 수 있게 되어 있음.
- 청각 장애를 가지고 있는 이륜차 사용자를 위한 위험요소 전달 방법을 위에 제시한 핸들바 부착형 장치를 손으로 직접 진동을 느낄 수 있는 핸들 부착형 으로 개선하여 적용하고 위험요소 접근에 대한 방향정보는 8방향 정보표시를 병행해서 인지할 수 있도록 하였음.
- 고령 이용자의 안전서비스는 고령자의 평균 인지시간이 늦는 점을 고려하여 진동 장치와 8방향 위험요소 접근 정보 알림 시간을 일반 사용자의 정보 알림시간 보다 일찍 알려줌으로써 고령자의 대응 시간을 확보하여 안전사고를 예방할 수 있도록 메뉴 설정에서 사용자 설정 방식으로 설정.

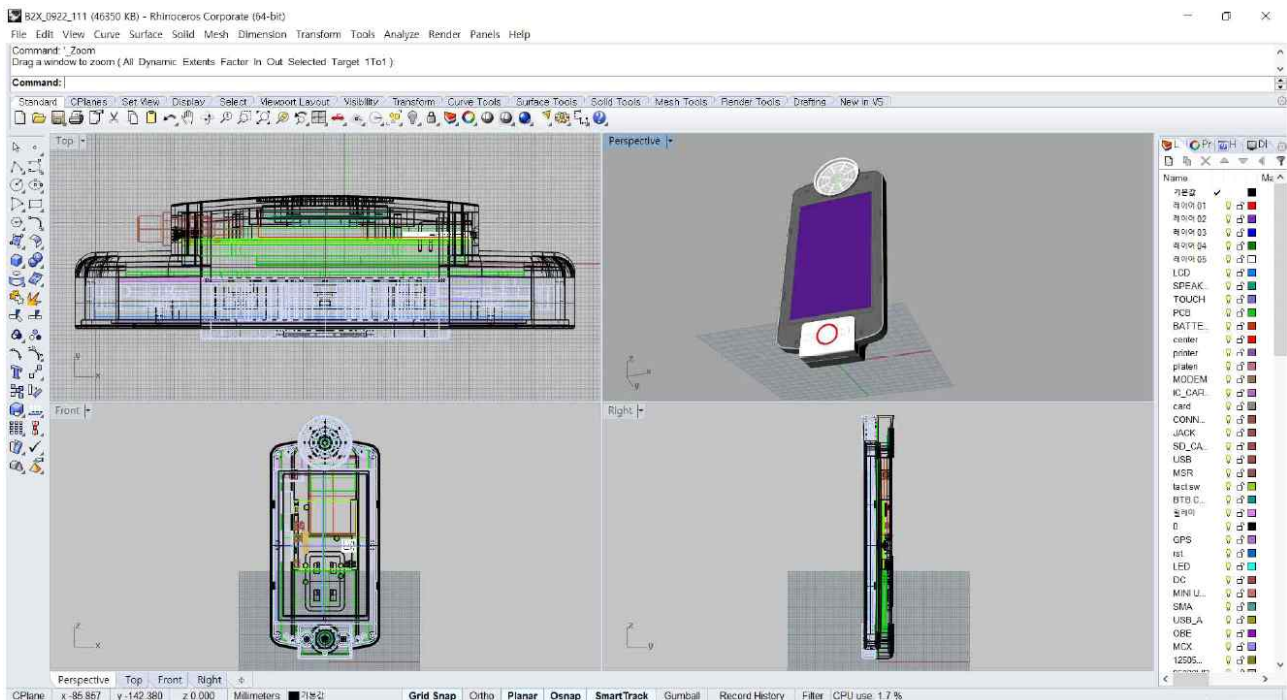
㉔ 마운트 디자인(UI)

- 단말기 고정용 마운트는 이론차 핸들바에 자유롭게 고정할 수 있는 각도조절 가능한 마운트 디자인임.
- 진동장치 고정용 마운트 디자인은 이론차 핸들바에 고정시키는 진동장치와 마운트가 일체형으로 설계된 디자인으로 고무패드를 이용한 조절이 가능한 디자인임.
- 향후 이론차 핸들 부착형으로 설계를 변경하고 마운트 디자인 등 추가 연구가 필요함.

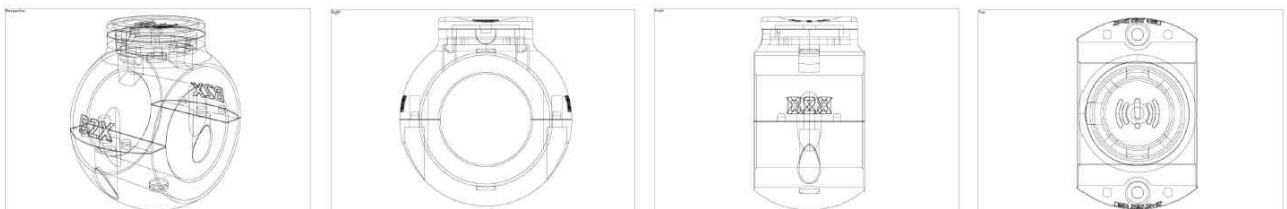


<단말기 고정용 마운트 & 진동장치 고정용 마운트 디자인>

○ B2X안전서비스 전용 단말기 최종 3D설계 정의서



<그림: 안전단말기 3D 설계도>



<그림: 진동장치 3D 설계도>

(5) 연구결과

○ 기술적 성과

단위성과		성과지표	기술수준	성 과
B-1	B2X안전서비스 UI/UX디자인	UI/UX 시스템 설계	안전서비스 기능설계 최적화 실현	- 안전운전 시나리오 상황에 최적화된 UI/UX시스템 디자인 개발 - 청각인지요소, 촉각인지요소, 시각인지요소를 반영한 3단계 인지시스템 설계 개발 완료 8방향 라이팅 인디케이터 요소 개발로 직관적이고 신속한 위험요소 접근 인지 가능 - 세부정보 표시 GUI디자인
B-2	B2X안전서비스 단말기 디자인	전용 단말기 디자인	UI/UX 시스템 적용 사용자 중심 디자인 구현	안전운전 시나리오 상황에 최적화된 UI/UX시스템 반영 전용 단말기 디자인 개발
B-3		마운트디자인	단말기 부착 편리성 확보	- 전용단말기 부착용 마운트 디자인 1개안 개발 - 진동장치 부착용 마운트 디자인 1개안 개발

○ 경제적 성과

- UI/UX 시스템 최적화 디자인 개발은 B2X안전서비스 시스템의 설계 표준화 구축
- 최적화 및 표준화 B2X안전서비스 전용 단말기 개발 및 보급으로 이륜차 사고방지 증대 효과
- B2X 안전서비스 시스템 및 전용단말기 개발로 신수요 시장 발굴 및 확대
- WAVE 기반 교통안전 서비스 연계 신제품 개발 확대

라. B2X 기반 이륜차 안전용 단말장치 시제품 및 단말 시스템 SW 개발 : (주)에세텔

세부 연구 목표	세부 연구 내용
B2X 기반 이륜차 안전용 단말장치 시제품 개발	▪ B2X 기반 이륜차 안전용 단말 시제품 개발내역 - 7인치 TFT LCD Stand alone 표출 기능 구현 - WAVE 표준 프로토콜 제공(IEEE802.11p + IEEE1609.2/3/4) - 무선통신 주파수 : 5.9GHz / 채널 대역폭 : 10MHz - Main CPU : ARM Cortex-A15 based Dual CPU, ARM Cortex-A7 Quad CPU - DDR SRAM + 플래시 메모리 - 내장형 GPS 측위 기술 정확도 : 2M 이내 - 배터리 내장형 제품 및 전력소모 최소화 기술 구현 - 블루투스 무선통신 엔진 구현 ▪ 공인인증기관(BWS) 시험성적서 확보 - 각 항목별 정량적 평가항목 적합 판정 - 공인성적서 발급번호 : BWS-16-RNV-001 ▪ 연구개발성과 : 특허출원 1건 - “특허명: 단일 B2X 전용 단말 플랫폼 기반 다중 무선환경에서 무선신호간섭 최소화하기 위한 기술구현”

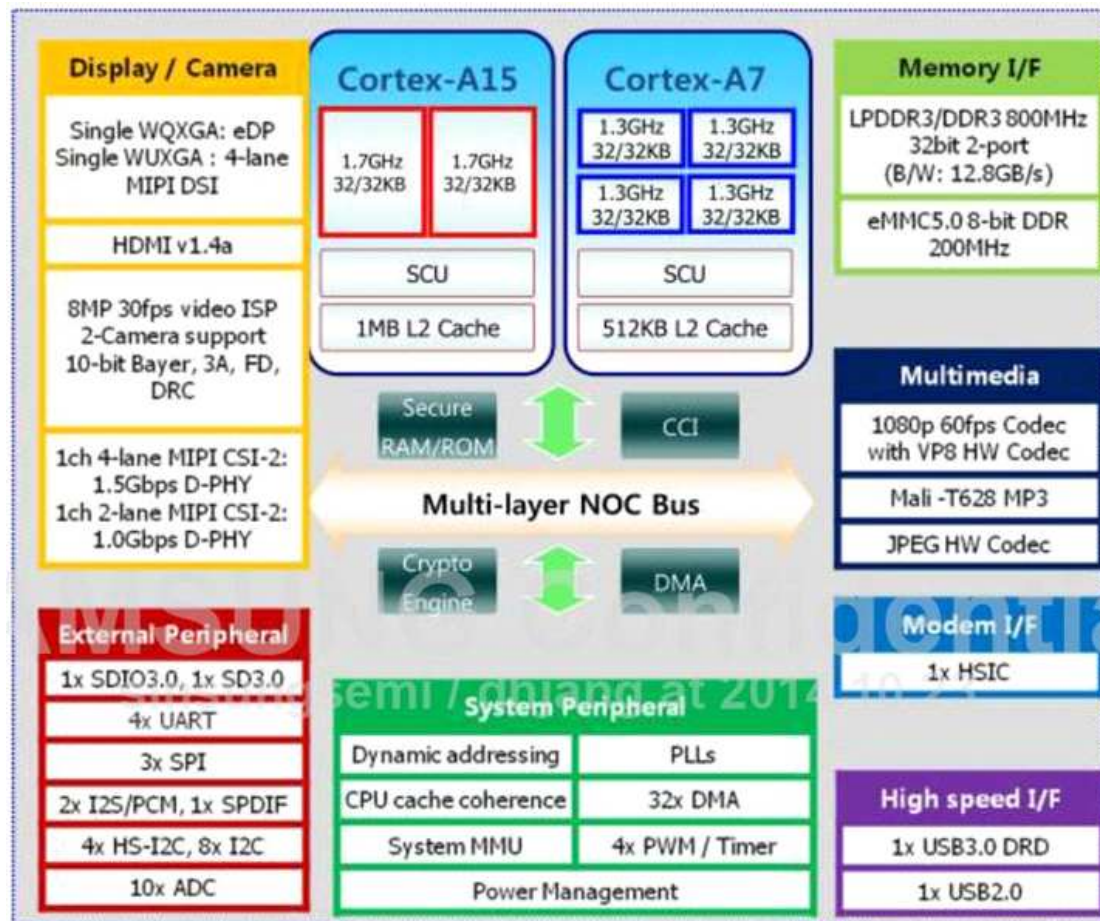
	▪ 연구결과 - 기술적 성과 ✓ 기존 상용화되어 있는 자전거와 관련된 대부분의 단말기는 GPS를 이용하여 위치 및 이동거리 계산, 칼로리 소모량 등을 지원하는 정도의 기능만 지원하는 수준의 제품들이 대부분을 차지하고 있음 ✓ B2X 기반 안전용 전용 단말기는 운전자의 안전을 우선으로 개발된 단말기로 위험을 알리는 기능이 주 기능으로 소리(Speakers), 진동(Vibrators motor), 8방향 표출기(LED) 등 3가지를 동시에 운전자에게 Warning 제공 ✓ EMERGENCY KEY를 이용하여 근처에 있는 다른 운전자에게 위험신호를 전송하게 됨으로 연속 사고를 사전 예방함 - 경제적성과 ✓ 차세대 교통체계시스템(C-ITS) 시범사업 완료 후 2017년 이후 보급 확대를 위한 정부 정책에 적합한 제품군이 될 것임 ✓ 소리, 진동 및 전후방 방향지시등을 포함한 이륜차 사고 예방을 위한 최적의 안전성 확보로 인한 개발제품의 차별성 극대화 ✓ 차세대 ITS 사업의 V2X서비스 체계에 자전거 안전서비스(B2X)를 추가적으로 접목하여, 사고치사율과 발생비중이 증가하는 차량-자전거간 교통사고의 획기적인 감소를 기대함
B2X 기반 이륜차 안전용 단말장치 소프트웨어 개발	▪ B2X 기반 이륜차 안전용 단말 S/W 개발내역 - 개방형 프로토콜 포팅(안드로이드) - 디바이스 드라이버 구현(LCD, 메모리, 멀티미디어) - WAVE 표준 프로토콜 제공(IEEE802.11p + IEEE1609.2/3/4) - 음성, MP3 및 동영상 플레이어 기능 구현 - 이륜차 안전용 응용 프로그램 구현 ▪ 연구개발성과 : S/W 1건 - S/W 개발성과 명 : Cortex A9 듀얼코어 기반 B2X 이륜차 안전용 단말 운영을 위한 개방형 플랫폼 운영체계 소프트웨어 - 소프트웨어 특징 : B2X 이륜차 단말기에 내장된 각종 Device를 구동하기 위한 커널 드라이버로써 안드로이드 OS와 연결해 주는 프로그램 - 주요기능 : 단말기에 내장된 WiFi, Bluetooth, Wave모듈, 방향 표시용 LED, 스피커, 모터 등을 초기화 및 동작시키고 상위 OS와 연결해 주는 기능 제공 - OS : Android 4.3(Jellybean) - 사용 언어 : C 언어 - 프로그램 : Android Tool Chain - 프로그램 크기(line, byte) : 841Mbyte(압축파일)

○ B2X 안전 이륜차 안전용 단말장치 H/W 사양

구분	Device	Description
CPU	Exynos5260 Hexa Core	ARM Cortex-A15 / A7 - ARM Cortex-A15 based Dual CPU with NEON as high performance processor ->Core Frequency: 1.7GHz Dual Core - ARM Cortex-A7 Quad CPU called King fisher as power-efficient performance processor ->Core Frequency: 1.3GHz Quad Core - Internal Boot ROM 64KB, - Internal iRAM 384KB - 1.5GHz Operation Frequency
Internal Memory	Internal Memory LPDDR3	32Bit LPDDR3 1GB X 2Channel=(2GB)

EMMC Memory	KLM4G1FEAC-B031	4GB SAMSUNG e-MMC supports features of eMMC5.0 which are defined in JEDEC Standard -Supported Features : Packed comm and, Cache, Discard, Sanitize, Power Off Notification, Data Tag, Partition types, Context ID, Real Time Clock, Dynamic Device Capacity, HS200
PMIC	S2MPA01	Step down buck Converter 10ports LDO 26 ports, Input Voltage: 2.7~5.0V
Connector	AXK700147G(Socket) AXK800145WG(Header)	100 Pins (0.4mm Pitch 100 Pins x 4)
Battery Charger IC	BQ24193RGE	High Efficiency 4.5-A Switch Mode Charger
Fuel Gauge	MAX17047	Battery Fuel Gauge
MiPi-to-LVDS chip	TC358764XBG	DSI-to-LVDS Bridge, enabling video streaming output over DSI link to drive LVDS-compatible display panels.
WIFI&BLUETOOTH COMBO MODULE	WYSBMVGXB	- IEEE802.11a/b/g/n standard conformity - Bluetooth 3.0, 2.0+EDR
RS-232 transceiver	SP3232EBEA-L/TR	2 port 지원
AUDIO CODEC	WM8960GEFL	Stereo Codec with 1W Stereo Class D Speaker Drivers
3-axis Compass Sensor	AK8963C	3- axis Electronic Compass
Digital Motion Sensor	MPU-6500	6-axis Motion Tracking, -axisgyroscope, accelerometer
Micro SD Card SLOT	DM3AT-SF-PEJM5	Push-Push type, Top board mounting, Right-angle SMT (Standard type)
USB3.0	ZX360D-B-10P	USB3.0 Micro receptacle (Type-B)
LCD	ZJ070NA-01P	LCD 7" _LVDS / 1024*600
TOUCH PANEL	EP0700ML07	7" 정전식 TOUCH
WAVE Module	LocoMate ME	- GPS, DSRC, and Bluetooth Support - WAVE Mode -> 5.9 GHz spectrum with 10 MHz channel width
Step UP DC-DC	FAN48610UC50X	2.5MHz, Boost Regulator INPUT: 4V , OUTPUT:5V
Vibrator Motor	MB-1805V	DC Micro Vibrator Motor, Coin Type, ø18mm Coreless Vibrator Motor
Battery	Samsung Galaxy S4 전용 배터리_2600mAh	
OS	ANDROID	
전원	DC 5V / 4.5A	

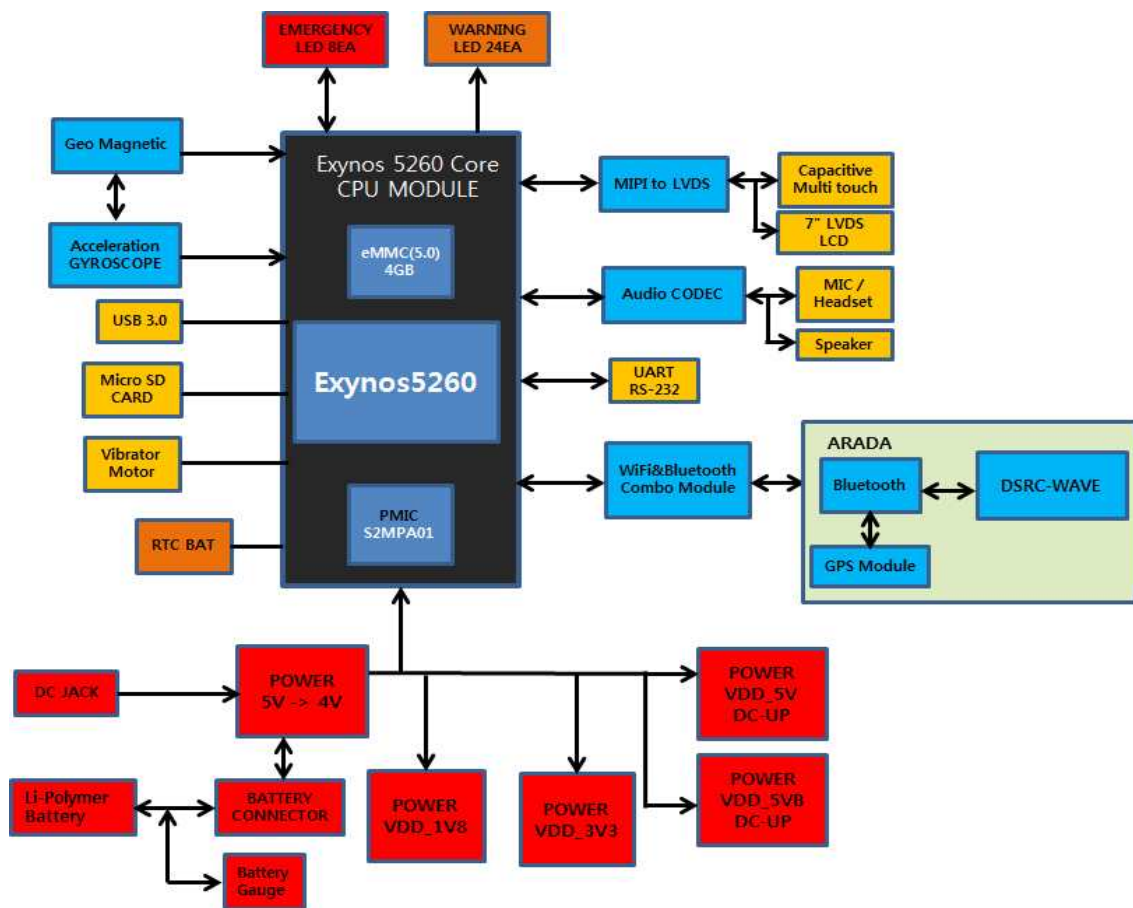
○ B2X 안전 이론차 안전용 단말장치 Main CPU 내부 블록도



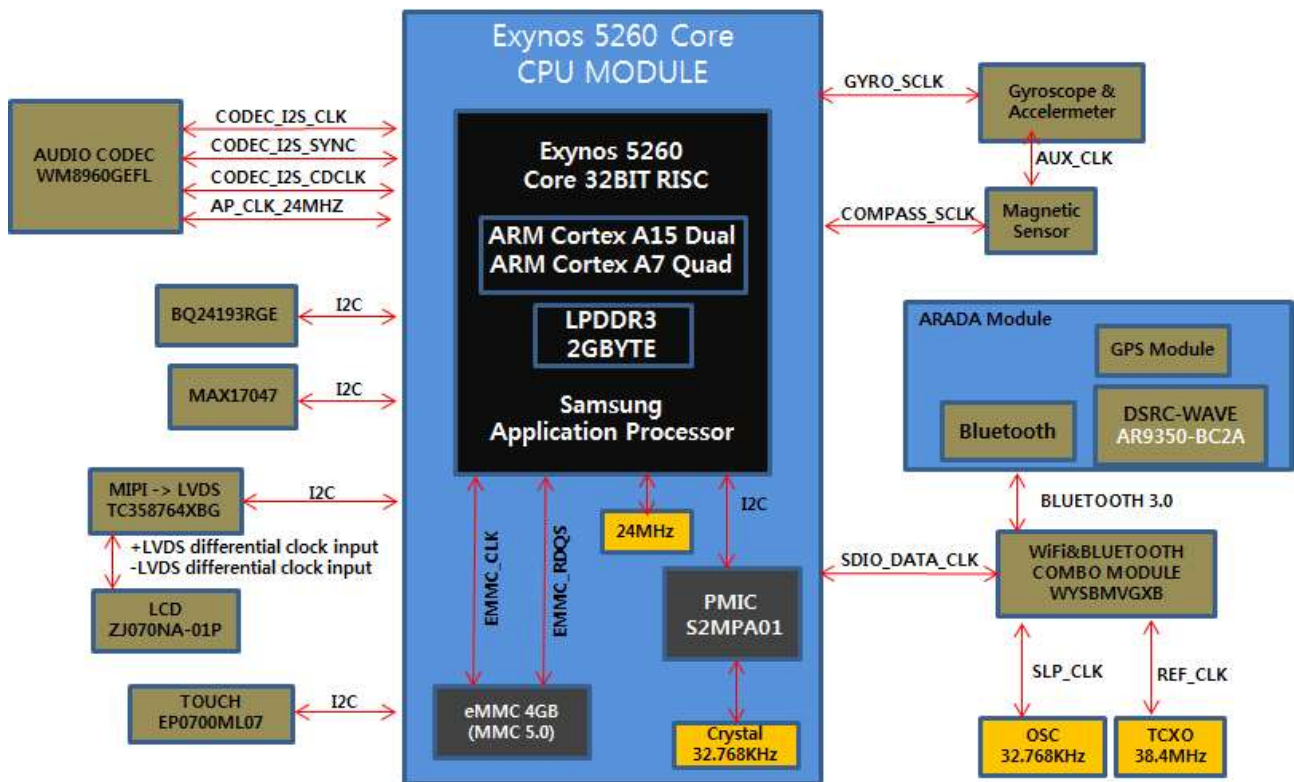
- ARM Cortex-A15 based Dual CPU with NEON as high performance processor
 - 32KB(instruction) / 32KB (Data) Cache and 1MB L2 Cache
 - Core Frequency: 1.7GHz Dual Core
- ARM Cortex-A7 Quad CPU called King fisher as power-efficient performance processor
 - 32KB(instruction) / 32KB (Data) Cache and 512KB L2 Cache
 - Core Frequency: 1.3GHz Quad Core
- 128-bit Multi-layer network-on-chip (NoC) Architecture
- Cache Coherent Interface (CCI) among Cortex-A15 and Cortex-A7
- Memory Subsystem:
 - 2-ports 32-bit 800 MHz LPDDR3/DDR3 Interface
 - Multi-format Video Hardware codec(mfc):1080p 60fps (capable of decoding and encoding MPEG-4H/H.263/H.264/VP8 and decoding only MPEG-2/VC1)
- 3D and 2D graphics hardware, supporting a variety of APIs
 - OpenGL ES 1.1/2.0/3.0, OpenCL 1.1, OpenVG1.0.1, DirectX11,and Google Renderscript
- Image Signal Processor: supporting Bayer RGB up to 14-bit input with 8 MP 30 fps through MIPI CSI2 interfaces and special functionalities such as with dynamic range compression(DRC) and face detection (FD).
- JPEG Hardware Codec
- LCD single display supporting max WQXGA, 24bpp RGB, YUV formats through MIPI DSI or eDP

- HDMI 1.4a interfaces with on-chip PHY
- 2-ports(4/2 lanes) eDisplayPort (eDP)
- 1-channel USB3.0 Host or Device (with USB2.0 backward compatibility) with on-chip PHY
- 1-channel USB2.0 Host, supporting LS/FS/HS (1.5Mbps/12Mbps/480Mbps) with on-chip PHY
- 1-channel USB HSIC, supporting 480Mbps with on-chip PHY
- 1-channel 8-bit eMMC 5.0
- 1-channel 8-bit SDIO 3.0
- 1-channel 4-bit SD 3.0
- 4-channel high-speed UART (up to 3Mbps data rate for Bluetooth 2.1 EDR and IrDA 1.0 SIR)

○ B2X 안전 이륜차 안전용 단말장치 H/W 블록도



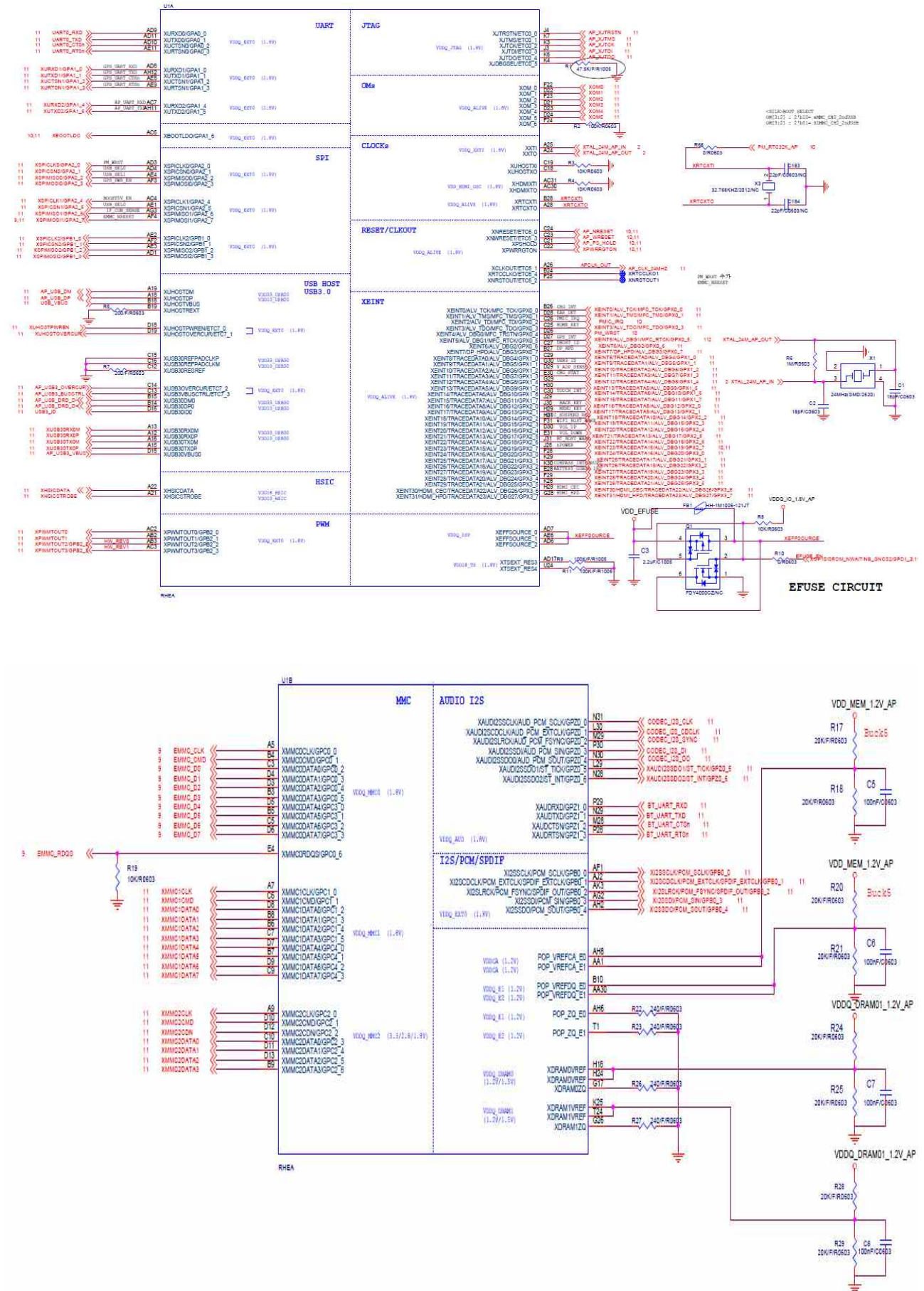
○ B2X 안전 이론차 안전용 단말장치 H/W 통신 클럭 블록도



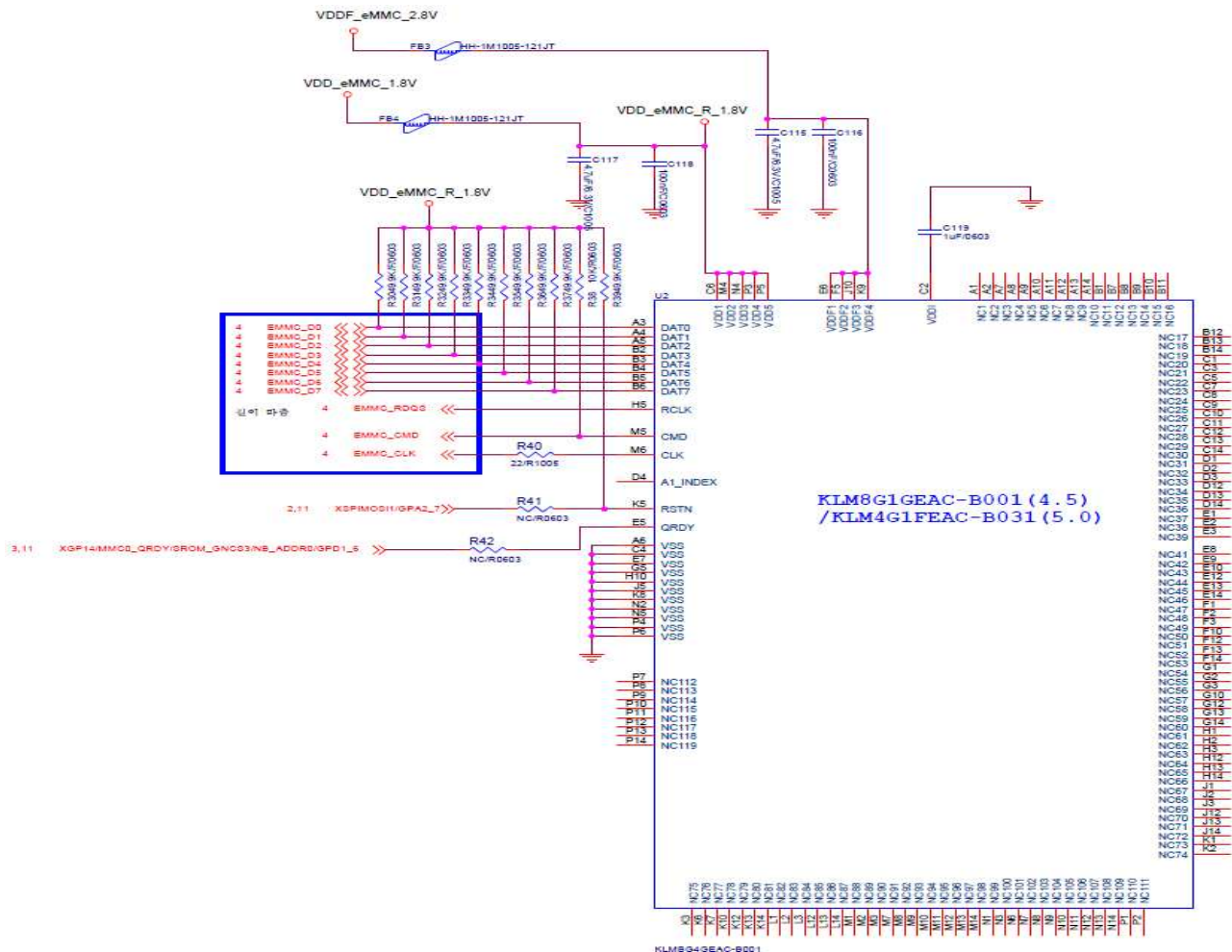
- 본 제품에 적용된 Main CPU는 Exynos5260 칩셋으로 내부에 Cortex A15 듀얼 ARM Core 및 Cortex A7 Quad ARM Core가 내장된 고성능 프로세서임
- 오디오 코덱과 연결을 위한 Codec I2S 신호 및 24MHz 클럭이 있으며, LCD 디스플레이와 통신을 위한 LVDS 인터페이스를 지원함
- 무선랜 및 블루투스 통신을 위해 SDIO 클럭을 지원함
- 내부 로컬 클럭을 위해 32.768KHz 오실레이터와 24MHz 소스 클럭을 통해 필요한 클럭을 분배하는 구조로 되어 있음

○ B2X 안전 이론차 안전용 단말장치 중요 회로도

- Exynos 5260 CPU

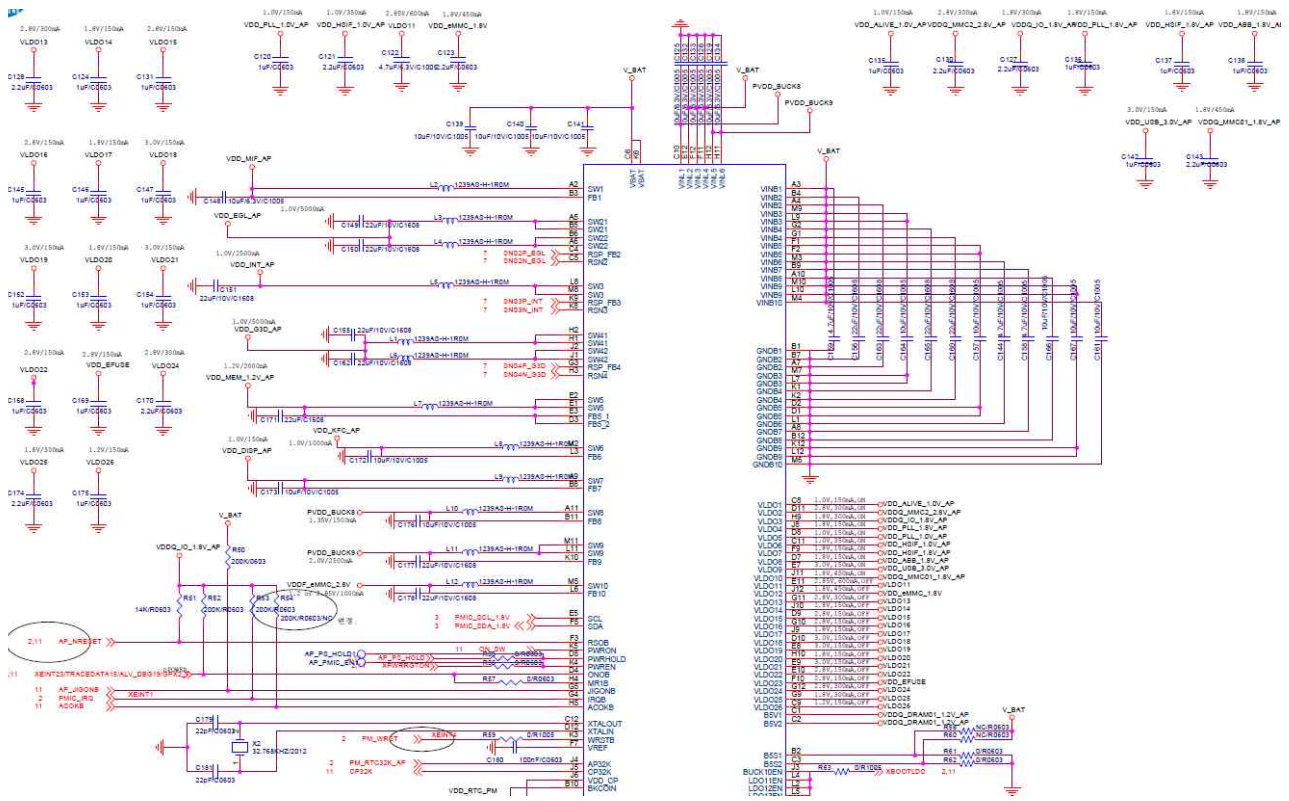


- EMMC Memory

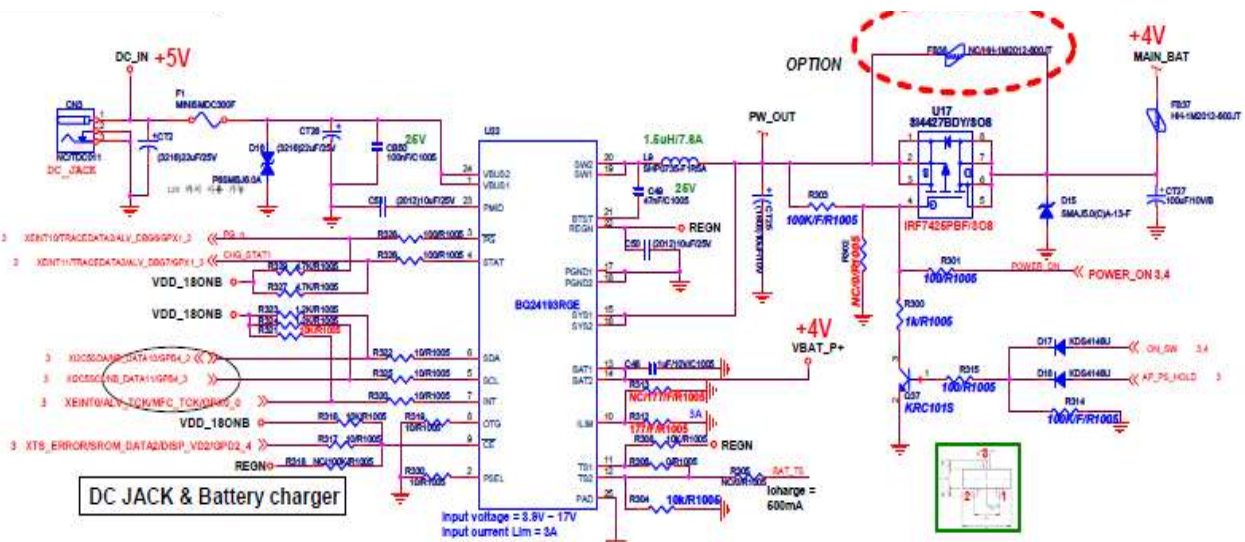


: 본 시스템에 적용되는 메모리는 프로그램 구동용 DDR2 SDRAM과 부팅 및 데이터 저장용 NAND FLASH로 구성된다. DDR2 SDRAM은 SAMSUNG社의 용량1Gbit, 128Mx8 bit, 메모리 K4T1G084QF-BCF를 4개 사용하였다. 그리고 NAND FLASH는 SAMSUNG社의 용량2Gbit x8, 256Mx8M 메모리 K9F2G08U0C-SCB0를 사용하여 구현한다. TCC8801은 Local Bus의 CS#0 ~ CS#1에 NAND FLASH를 연결하여 제어한다.

– PMIC



– DC Power & Charger



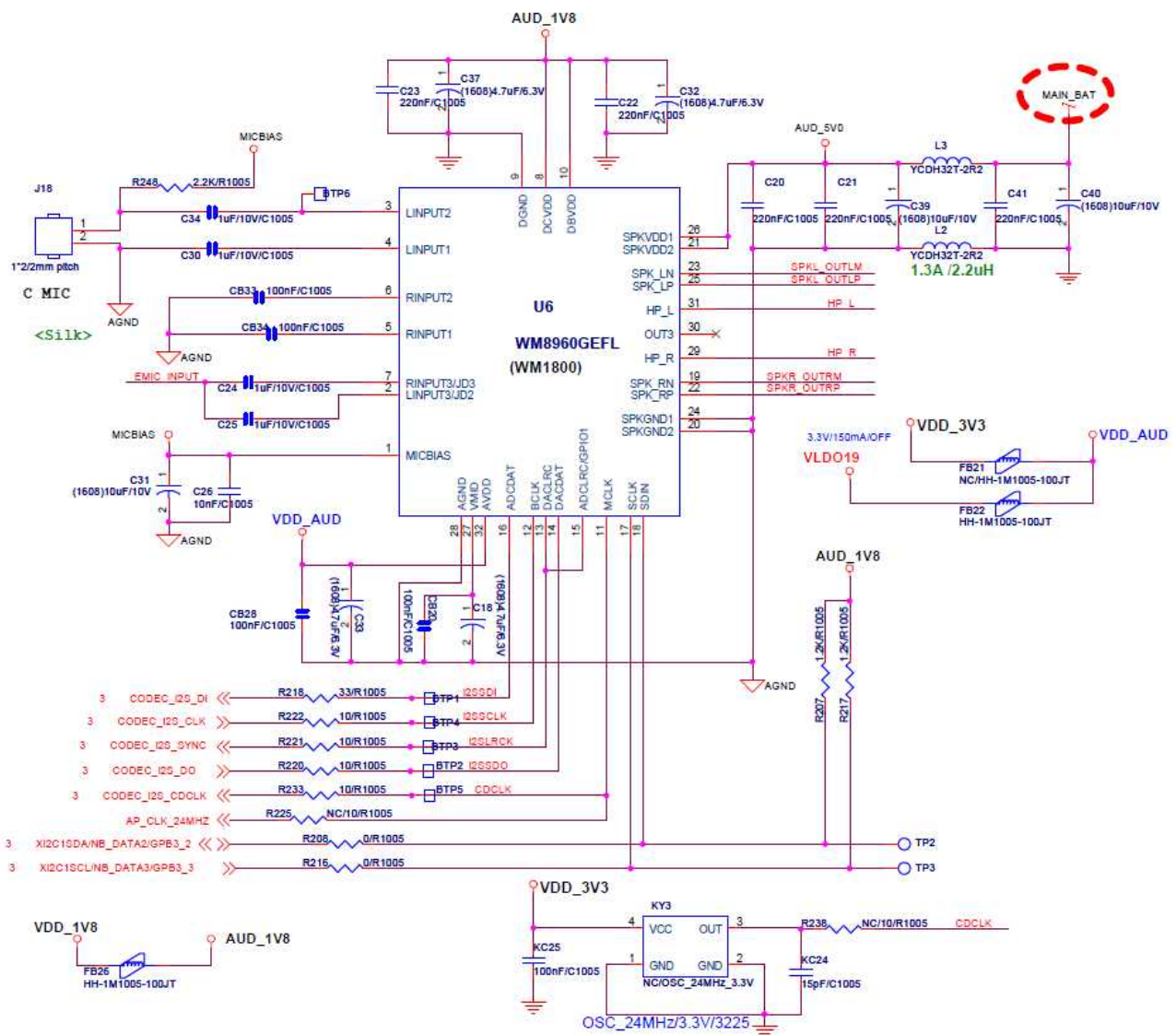
-
- 부품 라이브러리
PIN MAP 확인
- in put 2.5V ~4.5V
min current 1A

-
- 부품 라이브러리
PIN MAP 확인**
- USB2.0/3.0
VDD_5VB**
- +4V
MAIN_BAT**
- FB36
HH-1M2012-600JT**
- CT22
(1608)10uF/10V**
- 4.7uH/2.4A**
- L10
SHP0520P-F4R7A**
- U20
FAN48610UC50X**
- SW1
SW2**
- B1
B2**
- B3**
- EN**
- VIN**
- VOUT1
VOUT2**
- A1
A2**
- PGND
PGND**
- AGND**
- C1
C2
C3**
- CT28
(2012)22uF/10V**
- CT29
(2012)22uF/10V**
- CB49
100nF/C1005**
- R298
1K/R1005**
- R297
100K/P/R1005**
- 3,4 XGP0/\$ROM_ADDR0/NB_ADDR8/GPD0_0 >>**
- input 2.5V ~ 4.5V
min current 1A**

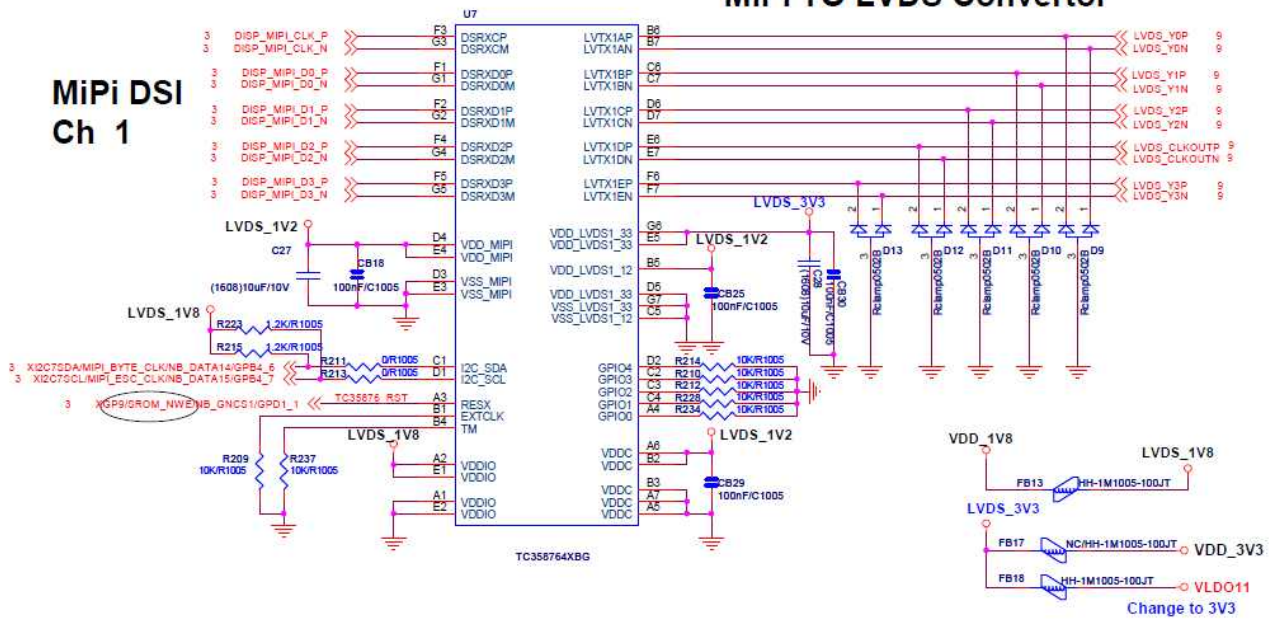
-

- Audio CODEC: AUDIO는 WOLFSON 社 의 WM8731을 이용하여 회로를 구현하였다. 상세 기능 및 회로는 아래 그림과 같다.

- Highly Efficient Headphone Driver
- ADC and DAC Sampling Frequency : 8kHz ~ 9kHz
- Selectable ADC High Pass Filter
- Programmable Audio Data Interface Modes
- I²S, Left, Right Justified or Modes
- 16/20/24/32 bit Word Lengths
- Master or Slave Clocking Mode

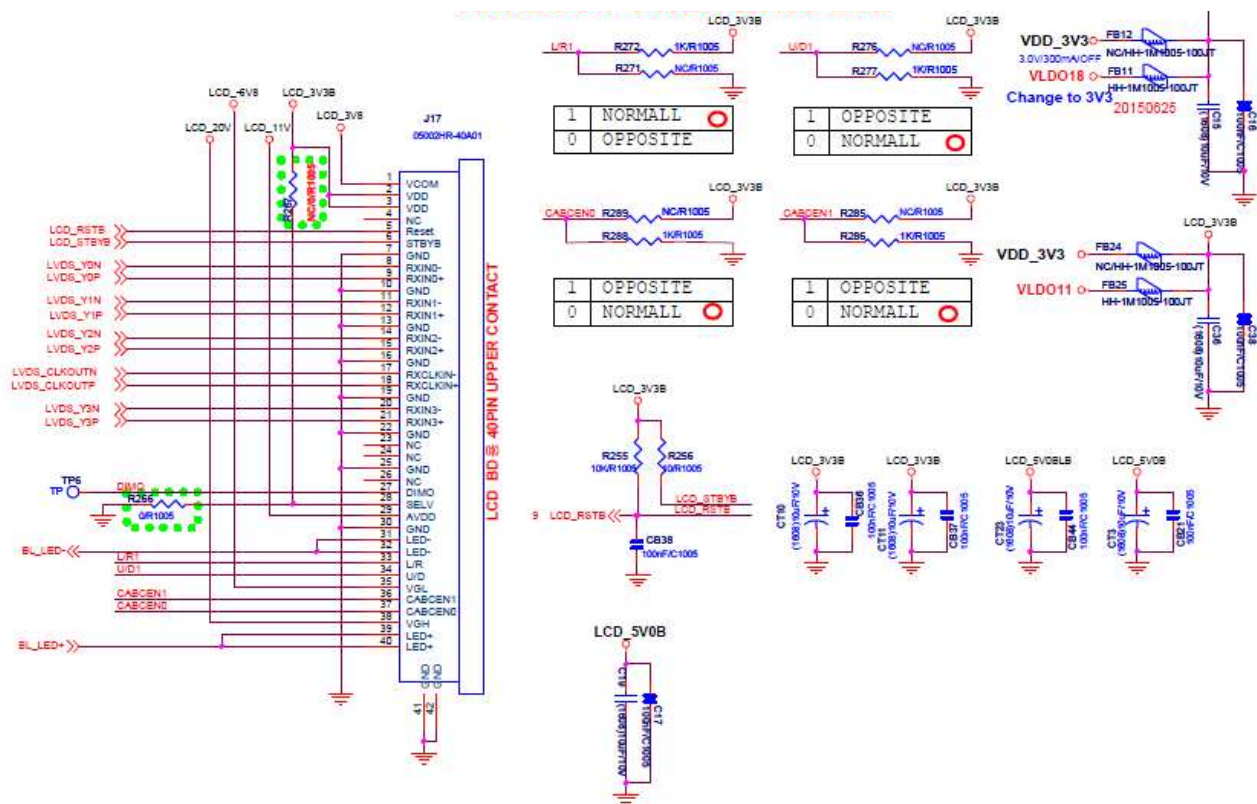


MiPi TO LVDS Convertor

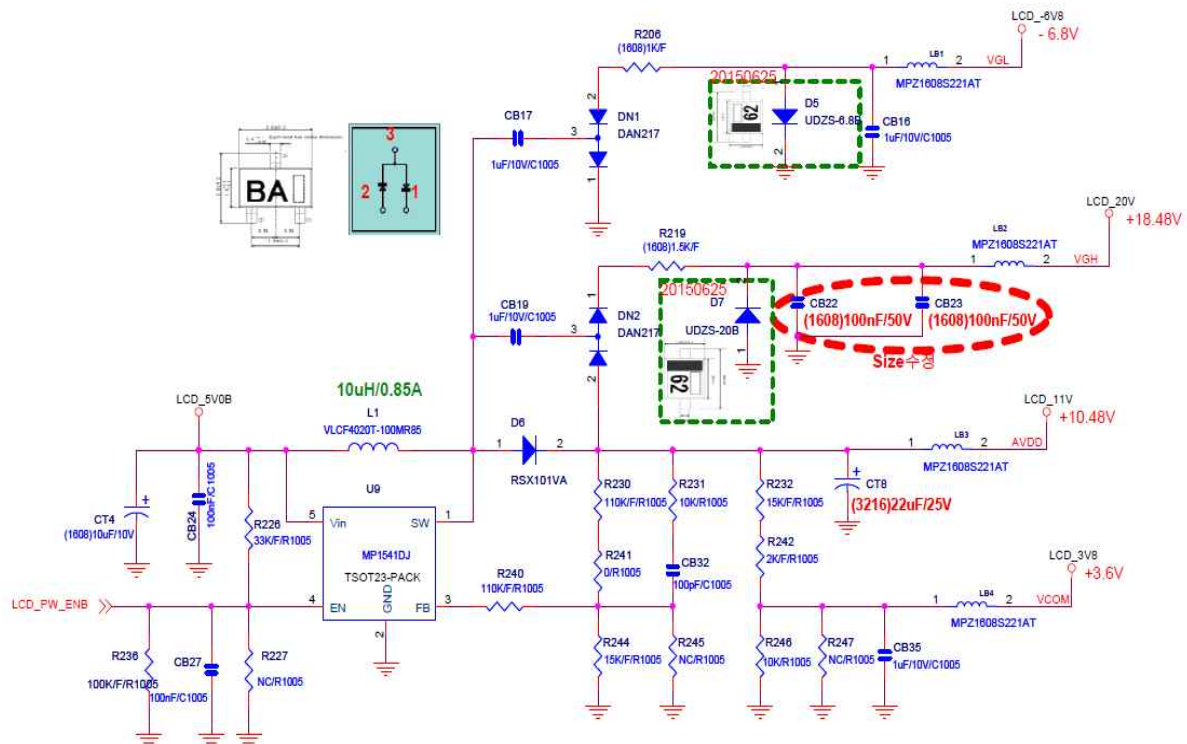


- LVDS LCD

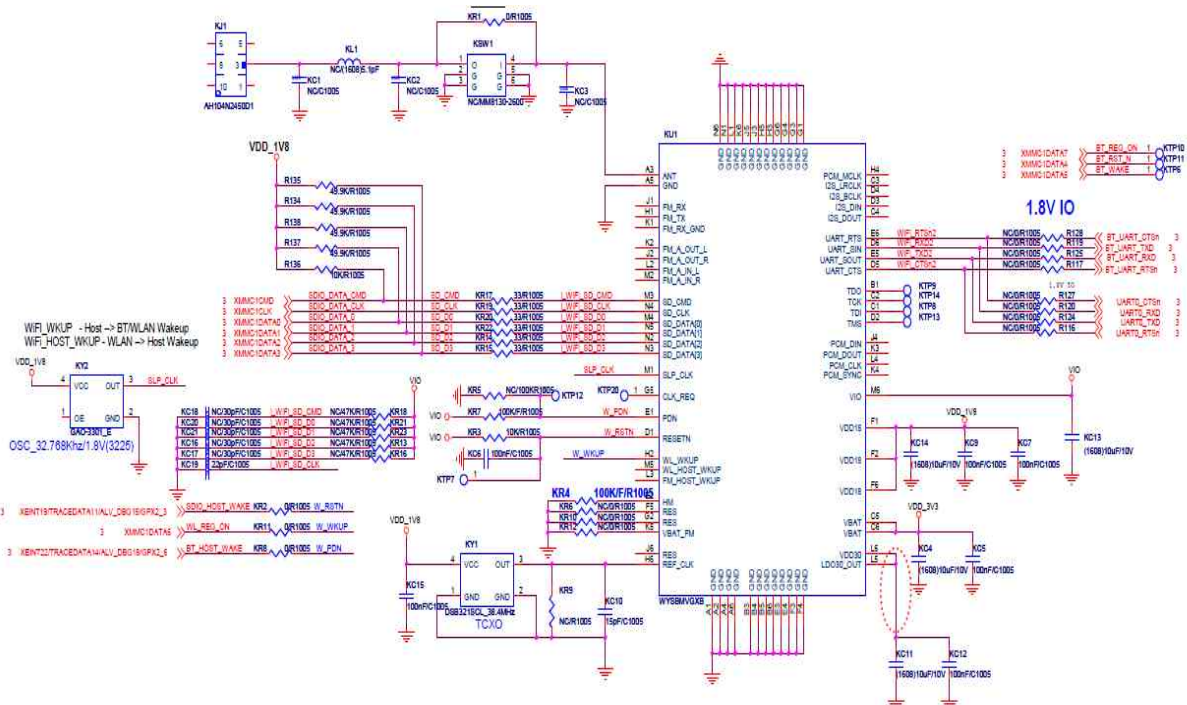
LCD는 Innolux Disply사의 TFT LCD인 EJ070NA-01K을 사용하였다. 크기는 7인치이고, 밝기는 400cd/m²이고, 800*480의 해상도를 제공한다.



- LVDS LCD BACKLIGHT



- WiFi & Bluetooth COMBO Module

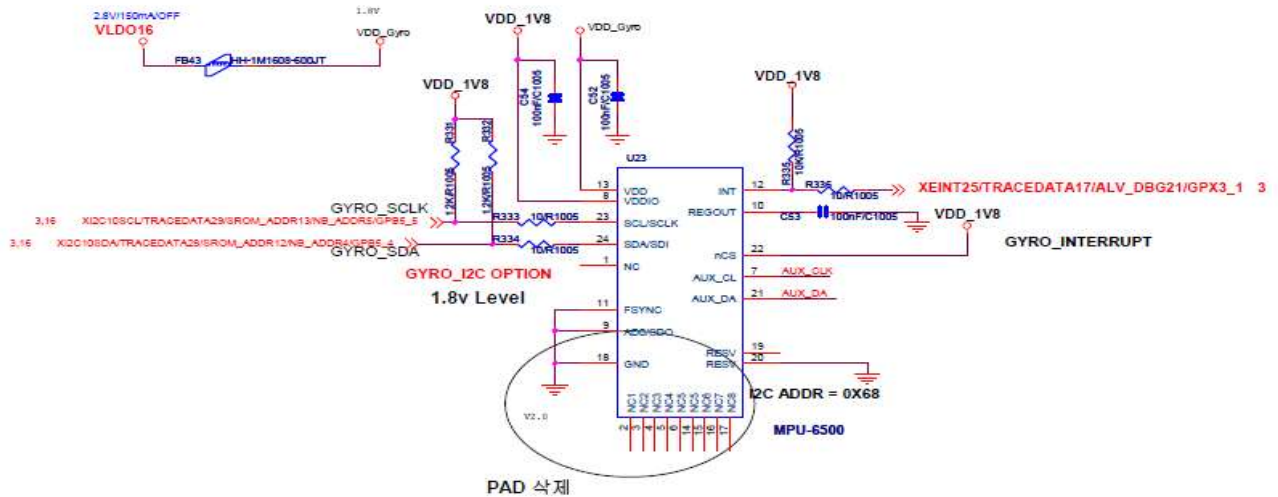


: 본 시스템에서 WiFi는 Atheros社의 AR9342를 이용하여 ESSETEL社에서 제작된 ET20 MODULE을 이용하여 기능 구현을 했다. 인터페이스 UART 통신을 이용한다. 상세기능은 아래와 같다.

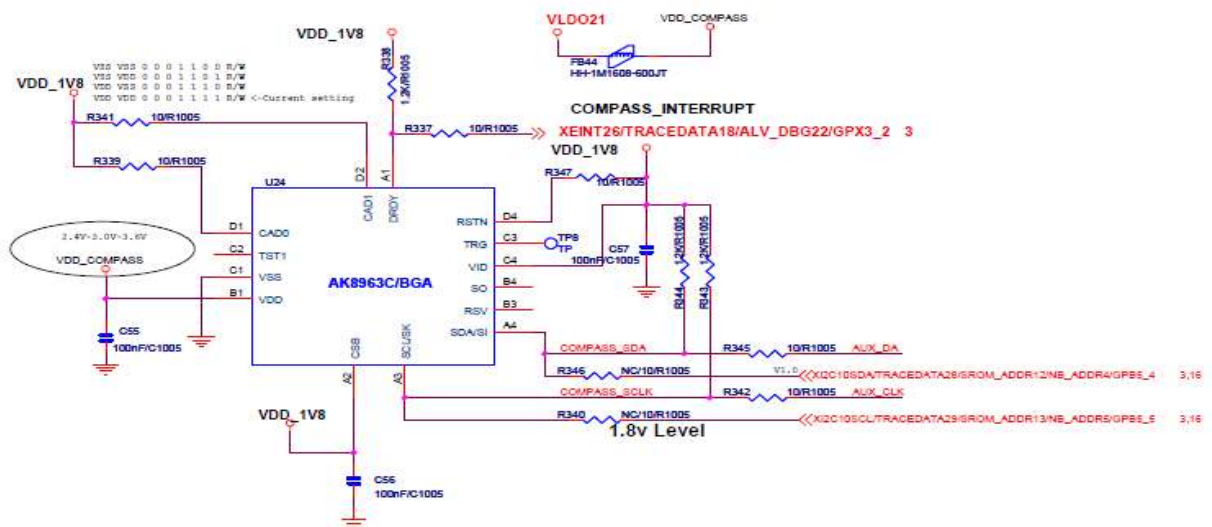
- IEEE 802.11n D7.0(OFDM 72.2Mbps in single stream with 20MHz, short GI)
- IEEE 802.11g (OFDM 54Mbps)

- IEEE 802.11b (DSSS 11Mbps)
- IEEE 802.11i (security)
- WPA (Wi-Fi Protected Access)

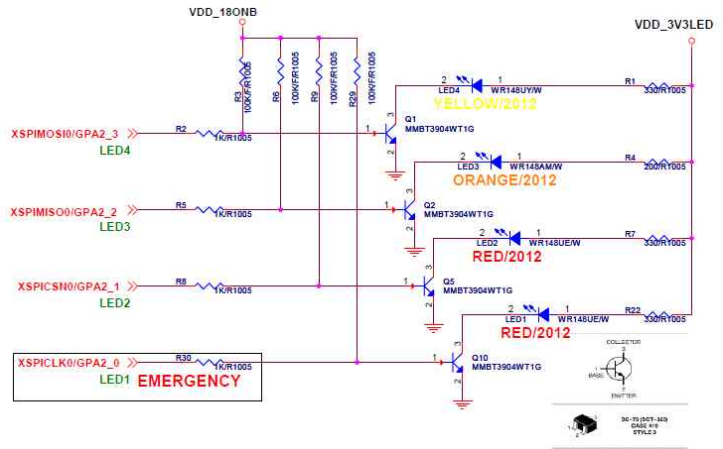
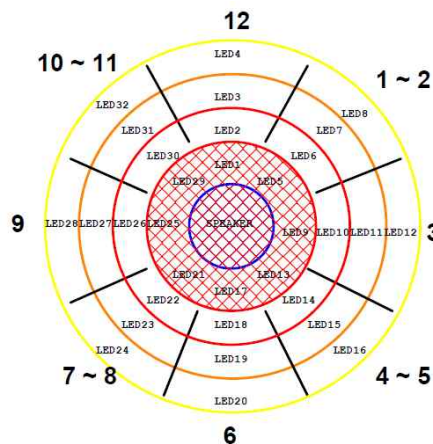
- Magnetic Sensor



- Gyroscope & Accelerometer

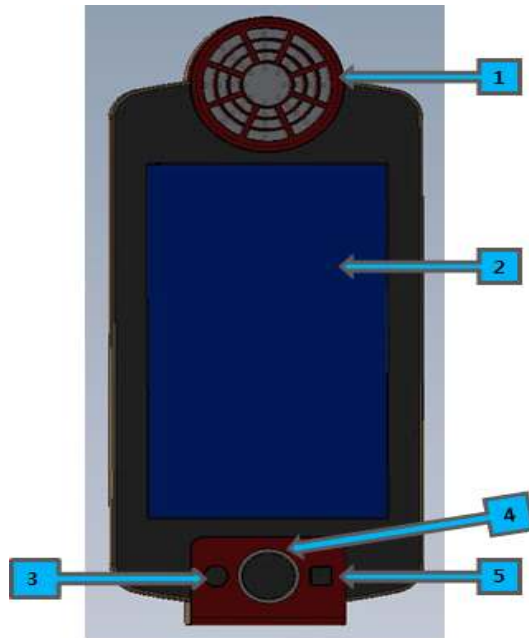


- LED INDICATOR LOCATION



○ 이륜차 안전용 단말장치 각부 명칭 및 기능

- 전면



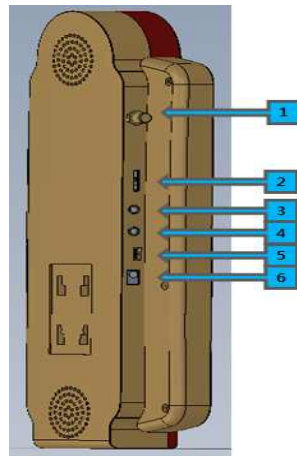
- 3D 화면 -



- 실 기구 사진 -

NO	명칭	기능설명
1	8-Indicator	여러 방향에서 접근하고 있는 이동체와의 근접거리를 표시
2	LCD_7인치	단말기 표시화면 정전식 터치 방식
3	POWER BUTTON	단말기 동작 시키기 위한 BUTTON
4	EMERGENCY BUTTON	응급 상황을 알리기 위한 BUTTON
5	MENU BUTTON	여러 가지 MENU를 선택하기 위한 BUTTON

- 좌 측면



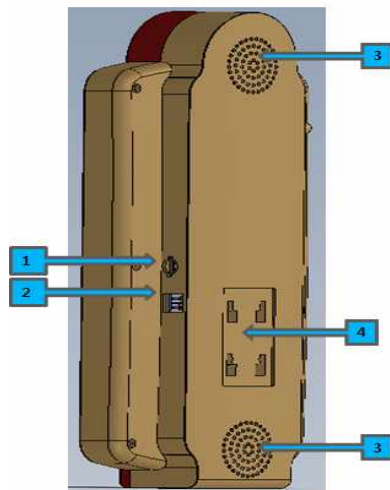
- 3D 화면 -



- 실 기구 사진 -

NO	명칭	기능설명
1	DSRC ANTENNA	WAVE 통신을 하기 위한 5.9GHz 안테나 연결 포트
2	USB3.0	APP DOWN 및 BATTERY 충전 기능
3	VIBRATOR MOTOR	진동을 통해 위험을 알리는 기능
4	EAR PHONE JACK	이어폰 사용시 연결하는 포트
5	BATTERY ON/OFF SWITCH	단말기 전원인 BATTERY를 ON/OFF 할 수 있는 기능
6	DC 5V	BATTERY를 충전하기 위한 DC 5V 아답터 연결 포트

- 우 측면



- 3D 화면 -



- 실 기구 사진 -

NO	명칭	기능설명
1	MICRO SD CARD	외장 메모리를 사용하기 위한 포트
2	SERIAL PORT	단말기 동작 상태를 확인하기 위한 포트 WAVE 단말기 동작상태를 확인하기 위한 포트
3	스피커	단말기 외부로 소리 출력
4	거치대	자전거 핸들 바에 고정하기 위한 단말 거치대

- Vibrator



- 3D 화면 -

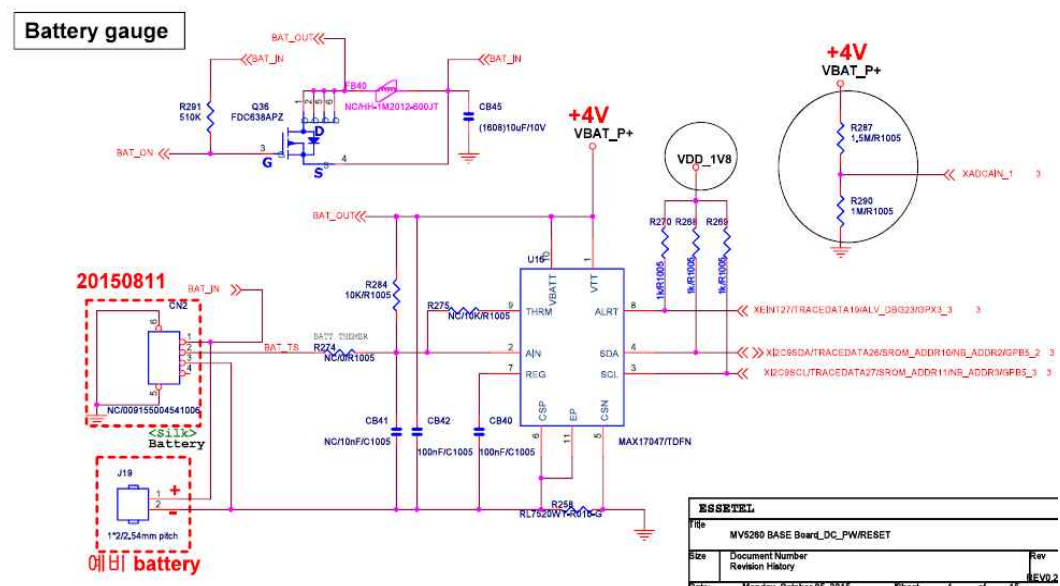
- 실 기구 사진 -

NO	명칭	기능설명
1	VIBRATOR	B2X 안전용 단말기에서 위험을 알려주기 위해 자전거 핸들바 양쪽으로 2개를 설치하여 진동으로 위험을 알려주는 기능

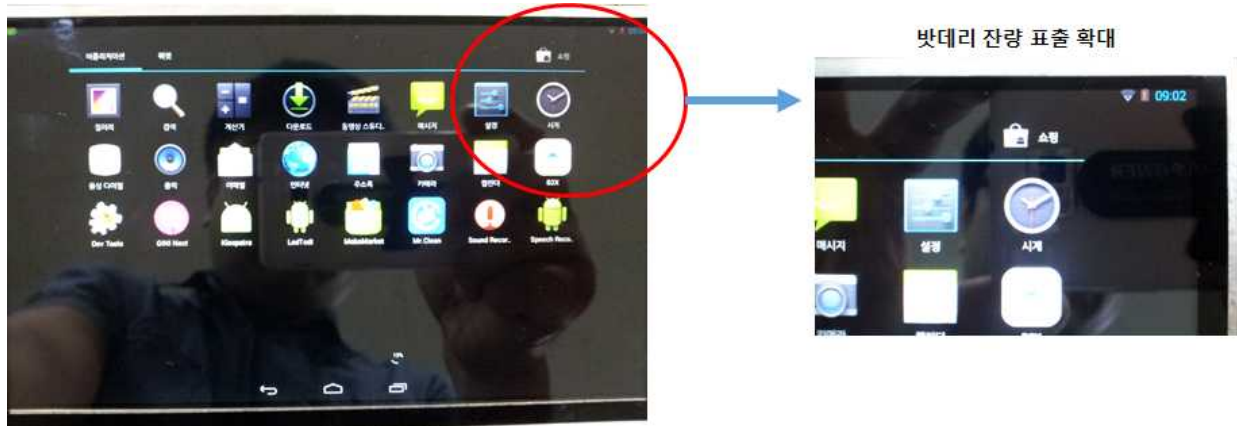
○ 이론차 안전용 단말장치 배터리 잔량 표시 기술구현

- 배터리 잔량 인지는 입력 배터리 전압과 연결된 MAX17047 칩셋을 적용하여 구현하게 되는 바 입력전압과 섣다운 전류와의 상관관계 그래프를 통해 섣다운 여부를 확인함
- 입력전압을 ADC 변환하고(1) 시간(2)과 전류(3) 등 3개의 변수를 통한 알고리즘에 의거하여 배터리 잔량에 대한 정보를 확인하는 기능을 수행하게 됨
- 최종 CPU와 MAX17047 칩셋과 I2C 인터페이스를 통해 해당 정보를 인지하고 이를 LCD 화면에 표출하는 기능을 수행함

○ 이론차 안전용 단말장치 배터리 잔량 표시 관련 회로도는 다음과 같음.



○ 이론차 안전용 단말장치 배터리 잔량 LCD 표출



○ 본 과제의 연구개발 단계와 개발된 단말 시작품의 관련성

- 위와 같이 본 과제의 연구개발 단계는 ‘시작품 단계’로 ‘TRL 5 유사환경 시험 단계’로 ‘실용화 단계’ 즉, ‘TRL 7 실제 환경 시작품 데모 단계’ 보다 2단계 낮은 단계임.
- 개발된 단말 시작품을 통하여 B2X 안전 서비스 제공 가능성을 확인하였으며 향후 실용화 단계 즉, TRL 7혹은 8단계의 후속 단계에서 크기와 배터리가 최적화 된 형태로 개발이 가능할 것으로 판단됨. 또한 본 과제에서는 실용화 단계에서의 단말 형태에 대한 목업을 기 제작함으로써 후속 단계 연구를 일부 진행하였음.

구분		표기	단계별 설명
기초연구 단계	TRL 1	☐	TRL 1 이론적 연구단계
	TRL 2	☐	TRL 2 기술적 개념정립 단계
실험 단계	TRL 3	☐	TRL 3 실험적 증명 단계
	TRL 4	☐	TRL 4 실험실 성능평가 단계
시작품 단계	TRL 5	☒	TRL 5 유사환경 시험 단계
	TRL 6	☐	TRL 6 유사환경 기술시험 단계
실용화 단계	TRL 7	☐	TRL 7 실제환경 시작품 데모 단계
	TRL 8	☐	TRL 8 시제품 설치 및 성능시험 단계
사업화 단계	TRL 9	☐	TRL 9 현장적용/사업화 단계

<본 과제의 연구개발 단계: 과제 제안서 8쪽>

마. 안전 서비스 제공을 위한 B2X 전용 단말 App 개발 : 노벨룩스

○ 연구 접근방법

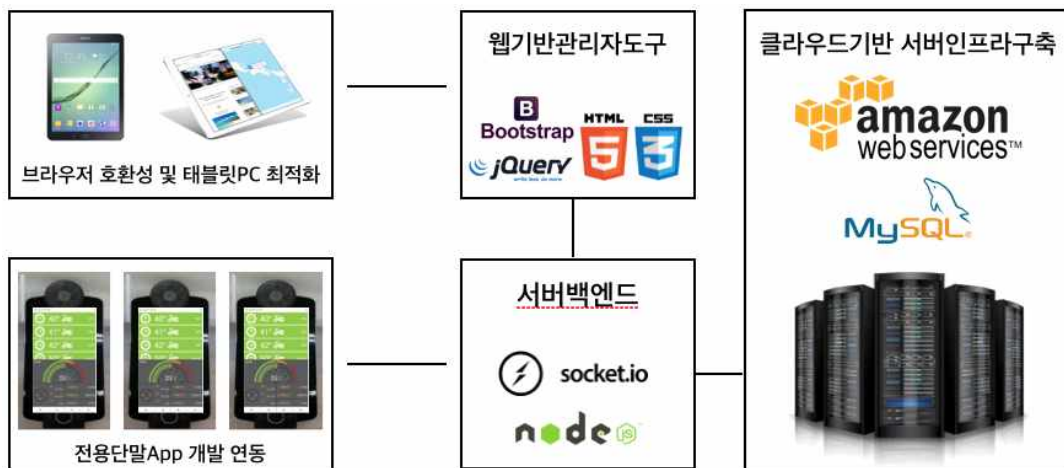
- 안전서비스 정보 유형 도출, 정보 표현 메시지 정의
- 안전 알고리즘과 스마트폰 UI를 독립적으로 구성한 “B2X 안전서비스 UI Framework 베타1” 개발
- 스마트폰 자체로 기능 테스트 가능한 실험용 앱 개발
- 실내 모의 시뮬레이션 장치, IEEE 802.11p OBU, GPS 모의장치 연동을 통한 실내 실험
- 전용단말기OS 연동 테스트 - “B2X 안전서비스 UI Framework 베타2” 개발
- 안전서비스 지원을 위한 추가 UI/UX 요소 구현
- 전용단말기상 앱 실행 테스트 및 디버깅
- 로그형태 실험 데이터를 원격 서버로 수집하고, 분석할 수 있는 시각화 도구 개발

○ 연구내용

- B2X 안전서비스를 위한 Framework ICD 문서 정의: OBU 메시지 교환을 통한 안전정보 식별을 알고리즘과 모바일 앱에 도시되는 UI/UX 요소를 연동하기 위한 메시지 정의, JSON 형식을 이용하여 Android, Nodejs, C/C++ 등 개발언어 호환성 보장

○ 연구개발 및 시험환경구축

- Amazon AWS 클라우드기반 서버인프라 구축
- HTML5 기반 웹기반 관리자도구 개발, 3개브라우저 호환 및 반응형 UI 제공
- node.js, 웹소켓 기반 실시간 모니터링 기능을 지원하는 서버 백엔드 모듈 개발



<그림> 연구개발 및 시험환경 구축

○ 안드로이드 OS 기반 B2X 안전서비스 UI Framework 개발

- H/W 단말 개발과 안전서비스 알고리즘의 Transparency 제공을 위한 UI Framework 정의
- (1) 스마트폰 기반 UI Framework, (2) 전용단말용 UI Framework

<UI Framework 메시지 정의>

1. EVENT

이름	타입	세부	유형	설명	비고
etype	String	SPEEDHUMP HANDLE BREAK SOUND COMBINATION		유형 5가지 형식으로 전달	

2. INFO

이름	타입	세부	유형	설명	비고
lat	String			Gps좌표	경위도 도분초 형식
lng	String			Gps좌표	경위도 도분초 형식
speed	int			속도	KM 단위
mileage	long			주행거리	M 단위
altitude	int			고도	
heading	int	0~360		나침반	회전 각도

3. UI

이름	타입	세부	유형	설명	비고
type	String	centerWarning led loading loadingFinish alert vibrator timer			5가지 유형 3.1 ~ 3.6 참조

3.1 UI - centerCircle

이름	타입	세부	유형	설명	비고
type	String	centerCircle			
circle	int	0 - normal, 1- warning			

3.2 UI - led

이름	타입	세부	유형	설명	비고
type	String	led			
led	array	0~3	led 0~7 level 0~3		5.2 그림참조

3.3 UI - loading

이름	타입	세부	유형	설명	비고
type	String	loading			Indicator 호출

3.4 UI - loadingFinish

이름	타입	세부	유형	설명	비고
type	String	loadingFinish			Indicator 제거

3.5 UI - Alert

이름	타입	세부	유형	설명	비고
type	String	alert			alert창 호출
msg	String				alert창 내용

3.6 UI - vibrator

이름	타입	세부	유형	설명	비고
type	String	vibrator			
timeout	int			기존 시간 설정(ms)	기본 500

3.7 UI - Timer 주행시간

이름	타입	세부	유형	설명	비고
type	String	alert			
runngin	string		start/stop/init	시작/정지/초기화	

4.1 LIST - upsert

이름	타입	세부	유형	설명	비고
type	array	tupsert			
	string	id			
	int	direction	0~7	방향	5.2 그림참조
	int	level	0~3	위험 강도	0~3:단계
	int	distance		m단위	
	int	event		이벤트 유형	5.1 표 참조
	String	info		이벤트 유형별 정보	5.1 표 참조

4.3 LIST - remove

이름	타입	세부	유형	설명	비고
type	String	remove			
id	String			삭제 해당 id	

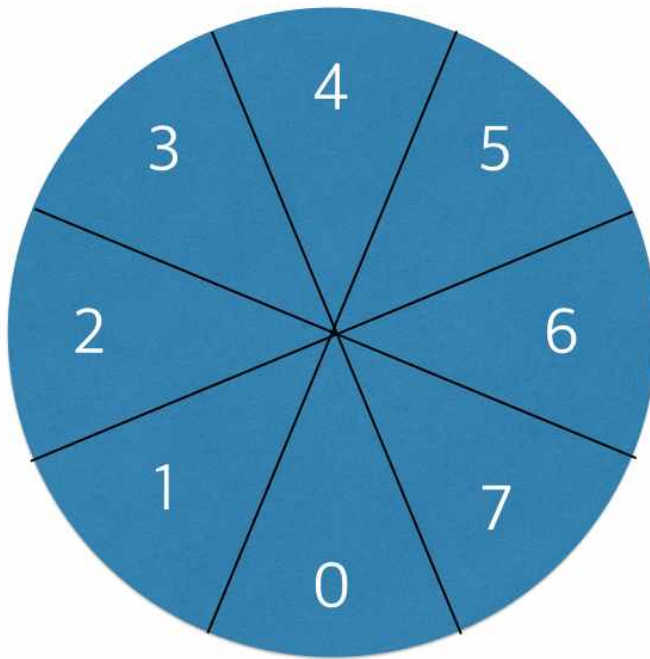
4.4 LIST - clear

이름	타입	세부	유형	설명	비고
type	String	clear			

5.1 LIST - event 정의 및 info 정의

이름	타입	세부	info정보	비고
event	0	자동차	속도표시	
	1	오토바이	속도표시	
	2	어린이 보호구역	어린이 보호구역	
	3	교차로	교차로	
	4	행단보도	행단보도	
	5	자전거	자전거	
	6	과속방지턱	과속방지턱	

5.2 LED 방향



ex) direction 2
level 3

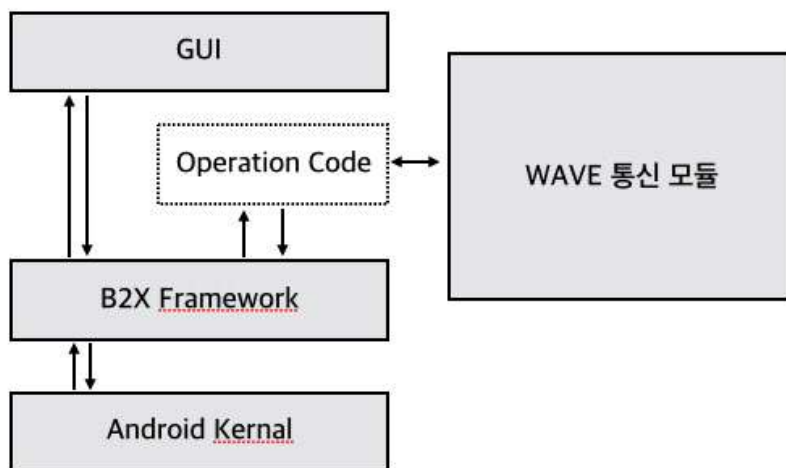


ex) direction 7
level 1



○ 실내 시뮬레이션을 위한 B2X 안전서비스 모바일 앱 개발

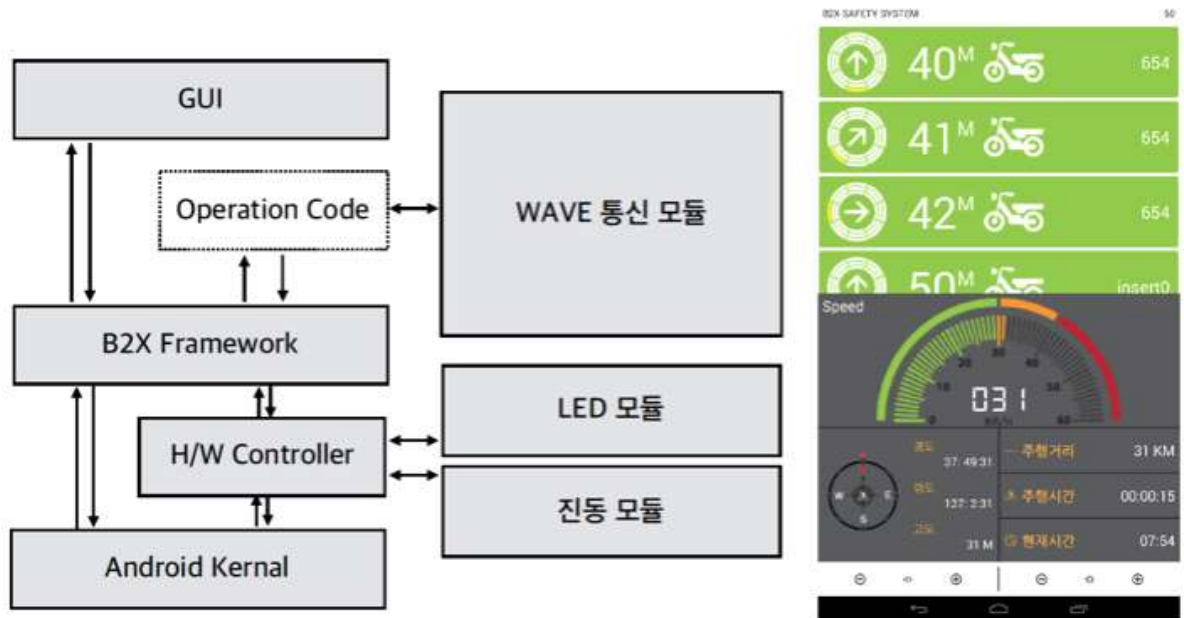
- 전용단말기 없이 UI/UX 요소를 시험테스트하기 위해서 스마트폰용 모바일 앱 개발, 실내 모의 실험 장비와 연동하여 가상 GPS 수신, IEEE 802.11p 메시지 송/수신, 안전식별알고리즘 동작



<그림> (좌) 실내 시뮬레이션을 위한 B2X 안전서비스 모바일 앱 구조, (우) 모바일 앱 화면의 예

○ 전용단말연동 : 전용단말과 스마트폰 연동시험

- 안전 알고리즘 검증을 위한 안드로이드 OS 기반 Framework 개발
- 전용단말기내 S/W 설치를 통한 실내 및 실외 통합 시험 검증



<그림> (좌) 전용단말기용 B2X 안전서비스 모바일 앱 구조, (우) 모바일 앱 화면의 예



<그림> 전용단말 앱(APP) 개발 및 기능 검증 시험

○ 단계별 이벤트 알람 기능 개발

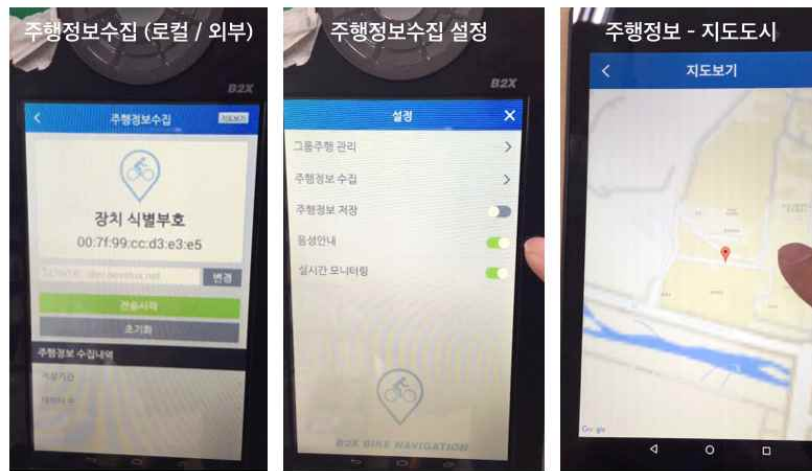
- 거리측정을 통한 3단계 이벤트 알람 표시 (LED + 진동 + LCD정보)



<그림> 단계별 이벤트 알람 (LED 모듈 + 진동 모듈 + 추가 정보창 연동)

○ 지도기반 이벤트 도시 기능 개발

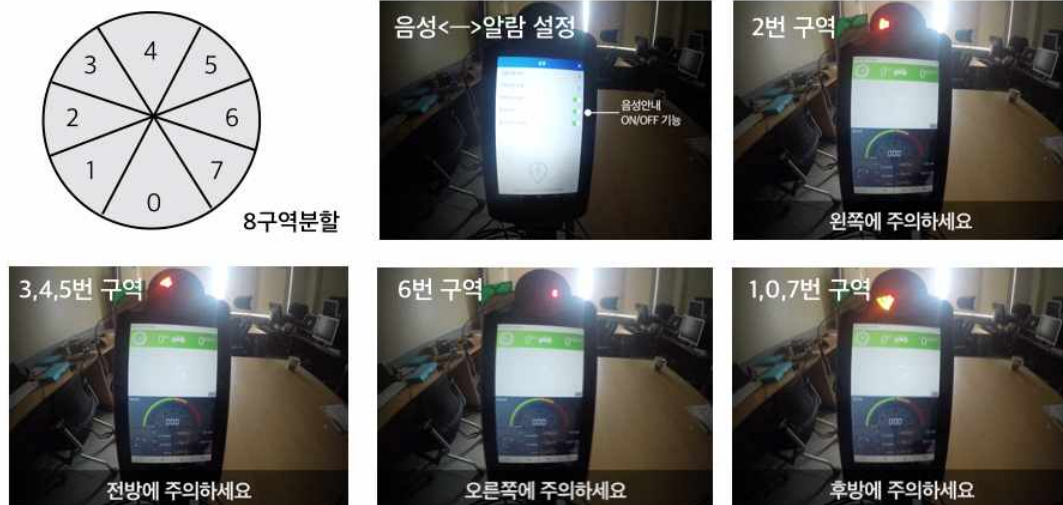
- Framework 제어 메시지 로깅 기능 구현, 로컬 또는 원격 저장 가능
- 상용지도(구글맵) 연동을 통한 위치정보 및 이벤트 정보 도시



<그림> 주행정보수집 및 지도기반 이벤트 도시

○ 음성알림기능 개발

- 음성/알림음 변환 설정 가능
- 8방위로 구분하여 전방/후방에 각각 3구역, 좌/우에 각각 1구역 할당



<그림> 음성안내 기능 - 음성/알람 설정, 8구역분할 및 위험도/방향에 따라 안내

○ 그룹 주행 기능 개발

- 같은 그룹으로 등록된 B2X 단말기들은 서로 근접해도 알람을 울리지 않게 하는 기능 개발
- B2X 단말기의 ID를 등록할 수 있도록 하는 UI 개발 및 등록된 ID의 경우 충돌 위험에 대한 계산을 수행하지 않는 기능 개발



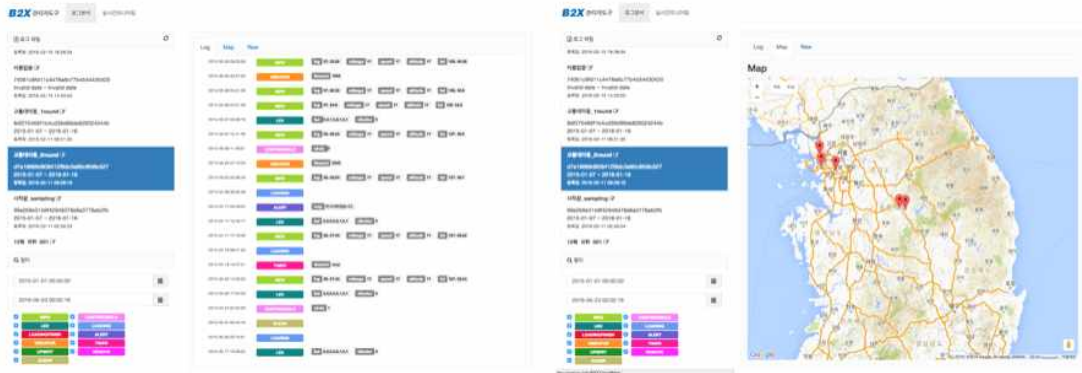
그룹주행을 위한 친구 추가 전

그룹주행 친구 (ID) 추가

그룹주행을 위한 친구 추가 후

○ 지도기반이벤트모니터링 기능 개발

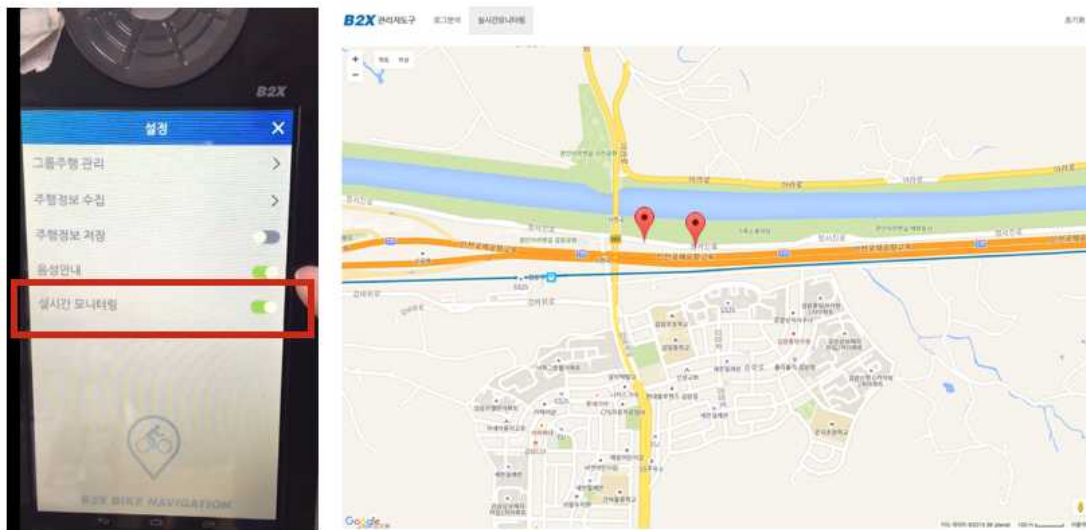
- 웹기반 관리자도구 : 주행수집정보 시각화 및 지도기반 이벤트도시
- 대용량 로그 검색 및 필터링 기능 지원



<그림> 웹기반 관리자도구 - 주행수집정보 시각화(좌), 지도기반이벤트도시(우)

○ 단말위치모니터링 기능 개발

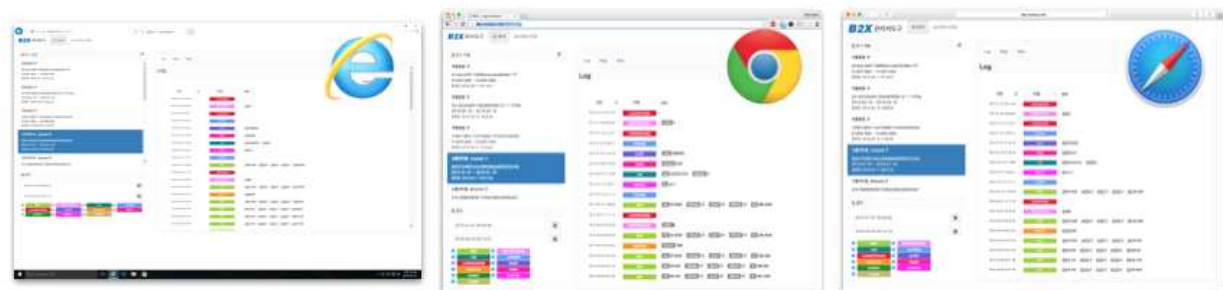
- 전용단말앱 > 설정 > 실시간 모니터링 : 통신가능 상태일 때, GPS 정보를 서버로 송신함
- 관리자도구 : 실시간으로 단말위치를 지도상에 표시



<그림> 실시간 단말위치 모니터링

○ 브라우저호환성 지원

- IE 11이상, Safari, Chrome 브라우저 호환성 지원
- 일반PC, 태블릿PC, 스마트폰 화면에 대응하도록 반응형 웹 방식 구현



<그림> 브라우저 호환성 지원

○ 연구결과: 소프트웨어 등록 3건

No.	SW명칭	창작일	저작자명	등록일	등록번호	저작권자명
1	자전거와 차량간 (B2X) 안전서비스 시뮬레이션(Simulation)을 위한 모바일(Mobile) 앱(App) 사용자 인터페이스 (UI) 프레임워크(Framework)	2015.10.20	한국교통대학교 산학협력단, 노벨룩스	2016.02.02	C-2016-003267	한국교통대학교 산학협력단, 노벨룩스
2	자전거와 차량간 (B2X) 안전서비스 전용 단말기 모바일 (Mobile) 앱 (App) 사용자 인터페이스 (UI) 프레임워크(Framework)	2015.10.29	한국교통대학교 산학협력단, 노벨룩스	2016.02.02	C-2016-003268	한국교통대학교 산학협력단, 노벨룩스
3	B2X (자전거와 차량간 및 자전거와 자전거간) 안전 서비스를 위한 서버 프로그램	2016.02.01	한국교통대학교 산학협력단, 노벨룩스	2016.04.07	C-2016-008735	한국교통대학교 산학협력단, 노벨룩스

바. 안전 서비스 실내외 검증 : 한국교통대+(주)에세텔+노벨룩스

(1) 개요

- ‘자전거 및 이륜차 B2X (Bicycle to Infra/Vehicle) 안전서비스 개발’ 연구를 통하여 자전거 이용자들이 교통사고 발생 가능성이 높은 위험상황을 사전에 인식할 수 있도록 경보하는 8개 B2X 서비스를 도출하였으며, 본 시험에서는 이들 중 일부 서비스 현장시험 수행함.
- 본 현장조사를 통하여 수집 및 분석하고자 하는 자료는 다음과 같음.
 - 실제 현장상황에서 B2X 통신 현장 가용성
 - 서비스 이용자 만족도
- 본 현장시험에서는 도출된 8개 서비스 중 다음 3 가지 서비스를 대상으로 시험 수행함.
 - 전방위험 경보 서비스
 - 후방위험 경보 서비스
 - 직각충돌 경보 서비스
- 나머지 5개 서비스는 추가적인 C-ITS 환경 구축(Infrastructure based technical environment)을 필요로 하는 미래 서비스이기 때문에 향후 연구에서 수행 가능함.

(2) 자료수집

- 본 현장시험은 “현장시험 설계서”를 바탕으로 수행하였으며, 다음 그림과 같이 B2X 단말기와 자전거, 자동차를 이용하여 진행함.



(가) 전방위험 경보서비스

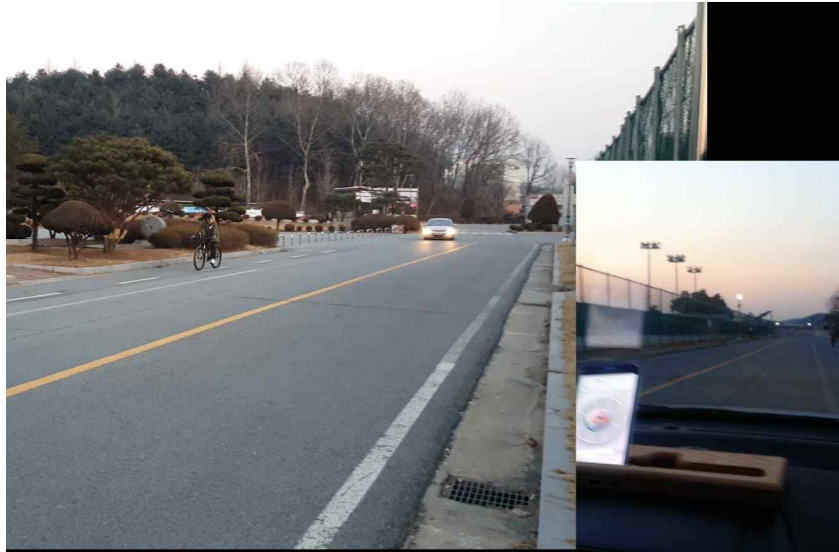


(나) 후방위험 경보서비스

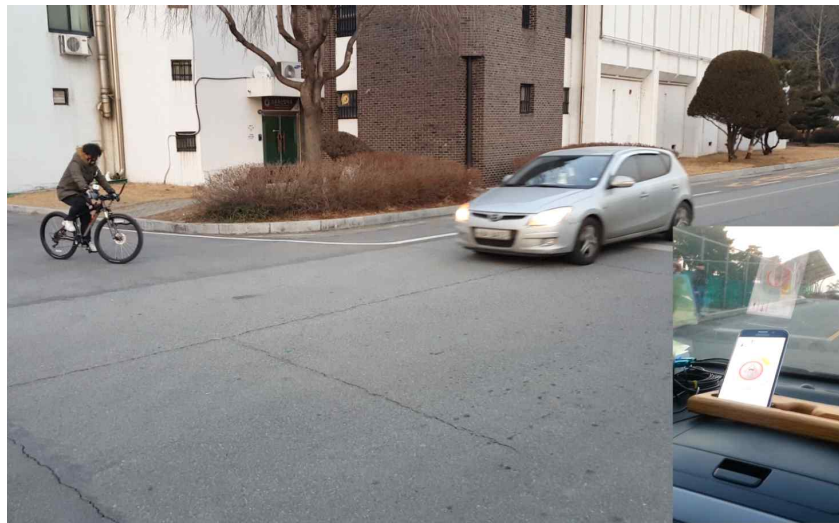


(다) 직각충돌 경보서비스

<그림> 현장시험 개요도



(가) 후방위험 경보 서비스 실험 장면



(나) 직각충돌 경보 서비스 실험 장면



(다) 현장시험 운전자 View

<그림> 현장시험 수행 장면

(3) 분석결과

- 본 연구를 통해 개발된 B2X 단말기를 자전거에 부착하여 B2X장비의 성능 및 B2X서비스 기능 검증
을 위한 자료를 수집 및 분석함.

㉡ B2X 통신성공률

- 부록의 현장실험 설계서에 따라 현장구간 중심에 배치된 진행요원 30이 B2X 단말기의 경고 알람의
발생여부를 확인함.
- 현장시험을 통해 B2X 단말기의 통신 성공률을 분석한 결과 총 60회의 현장시험 중 60회의 통신이
성공하여 100%의 통신 성공률을 보이는 것으로 분석됨.

<표 1> B2X 단말기 통신 성공률

시험대상 서비스	현장시험 시나리오 ID	1차 시험 통신		2차 시험 통신		성공률
		성공	실패	성공	실패	
전방위험 경보 서비스	1	O	-	O	-	N/A
	2	O	-	O	-	
	3	O	-	O	-	
	4	O	-	O	-	
	5	O	-	O	-	
	6	O	-	O	-	
	7	O	-	O	-	
	8	O	-	O	-	
	9	O	-	O	-	
	10	O	-	O	-	
후방위험 경보 서비스	11	O	-	O	-	
	12	O	-	O	-	
	13	O	-	O	-	
	14	O	-	O	-	
	15	O	-	O	-	
	16	O	-	O	-	
	17	O	-	O	-	
	18	O	-	O	-	
	19	O	-	O	-	
	20	O	-	O	-	
직각충돌 경보 서비스	21	O	-	O	-	
	22	O	-	O	-	
	23	O	-	O	-	
	24	O	-	O	-	
	25	O	-	O	-	
	26	O	-	O	-	
	27	O	-	O	-	
	28	O	-	O	-	
	29	O	-	O	-	
	30	O	-	O	-	
계		30	-	30	-	100%

㉔ 이용자 만족도

- 3개 B2X 안전서비스에 대한 이용자 만족도 순위 분석 결과 「후방위험 경보 서비스」가 가장 높은 만족도가 높은 것으로 분석되었으며, 「전방위험 경보 서비스」, 「직각충돌 경보 서비스」는 동일한 만족도를 보이는 것으로 분석되었음.
- B2X 안전서비스 현장시험 종료 후 피시험자를 대상으로 이용자만족도를 조사함.
- 인터뷰조사지를 통해 성별, 연령대에 따라 B2X 안전서비스에 대한 만족도를 조사함.

<표 2> B2X 위험 서비스 이용자 만족도 수집 자료

시험대상 서비스	참여 피(被)시험자		현장시험 시나리오 ID	이용자만족도				
	연령대	성별		매우 만족	만족	보통	불만족	매우 불만족
전방위험 경보서비스	20대	남	1	O	-	-	-	-
		여	2	-	O	-	-	-
	30대	남	3	-	O	-	-	-
		여	4	-	O	-	-	-
	40대	남	5	-	-	O	-	-
		여	6	-	-	O	-	-
	50대	남	7	O	-	-	-	-
		여	8	O	-	-	-	-
	60대	남	9	-	O	-	-	-
		여	10	-	O	-	-	-
후방위험 경보서비스	20대	남	11	O	-	-	-	-
		여	12	-	O	-	-	-
	30대	남	13	O	-	-	-	-
		여	14	-	O	-	-	-
	40대	남	15	O	-	-	-	-
		여	16	-	O	-	-	-
	50대	남	17	O	-	-	-	-
		여	18	O	-	-	-	-
	60대	남	19	O	-	-	-	-
		여	20	O	-	-	-	-
직각충돌 경보서비스	20대	남	21	-	O	-	-	-
		여	22	-	-	O	-	-
	30대	남	23	O	-	-	-	-
		여	24	-	O	-	-	-
	40대	남	25	O	-	-	-	-
		여	26	-	-	O	-	-
	50대	남	27	O	-	-	-	-
		여	28	O	-	-	-	-
	60대	남	29	O	-	-	-	-
		여	30	-	O	-	-	-
합계				15	11	4	-	-

① 전방위험 경보 서비스

- 분석 결과 만족 이상에 해당하는 이용자가 전체의 80.0%로 분석되어 전방위험 경보서비스에 대한 이용자 만족도가 높은 것으로 분석됨.
- 50대의 만족도가 가장 높은 것으로 분석되었으며, 20대, 30대 순서로 높은 만족도를 보이는 것으로 분석됨.
- 분석 결과 남성은 만족이상에 해당하는 응답자가 80.0% 이상이며, 여성은 75.5% 이상 만족한 것으로 분석되어, 해당 서비스의 이용자 만족도는 높은 것으로 분석됨.

② 후방위험 경보 서비스

- 연령별: 분석 결과 전 연령대에서 만족 이상에 해당하는 이용자가 100%로 분석되어 「후방위험 경보 서비스」에 대한 연령별 이용자 만족도는 매우 높은 것으로 분석됨.
- 성별: 분석 결과 「후방위험 경보 서비스」에 대하여 만족이상에 해당하는 응답자가 남성과 여성 모두 100%로 분석됨. 후방위험 경보 서비스」의 경우 남성 여성 모두에게 매우 높은 만족도를 보이는 것으로 분석되었음.

③ 직각충돌 경보 서비스

- 연령별: 분석 결과 전 연령대에 걸쳐 만족 이상에 해당하는 응답자가 80.0% 이상으로 높은 이용 만족도를 보이는 것으로 분석됨. 50대의 응답자가 타 연령대 이용자 대비 높은 이용자 만족도를 보이는 것으로 분석됨.
- 성별: 분석 결과 남성 응답자의 경우 만족 이상에 해당하는 이용자가 100%로 높은 만족도를 보이는 반면 여성 응답자의 경우 60.0%에 해당하는 응답자만 해당 안전서비스에 대해 만족하는 것으로 분석됨.

④ B2X 안전서비스 만족도 순위

- 분석 결과 「후방위험 경보 서비스」에 대한 이용자 만족도가 가장 높은 것으로 분석되었으며 「직각충돌 경보 서비스」가 다음으로 높은 만족도를 보였음.

㉔ 서비스제공방식

- B2X 안전서비스를 제공하는 방식인 「시각」, 「청각」, 「촉각(진동)」 중 피실험자를 대상으로 가장 선호하는 정보제공방식을 분석하였으며 그 결과는 다음과 같음.
- B2X 안전서비스 현장시험 종료 후 피실험자(성별, 연령별)를 대상으로 서비스 표출방식 선호도에 대한 인터뷰조사를 수행함.

<표 3> 연령별 시각 경보방식 이용자 만족도 분석 결과

구분		정보 제공방식 선호도					
		시험 전			시험 후		
		시각	청각	촉각(진동)	시각	청각	촉각(진동)
20	남	O	-	-	O	-	-
	여	O	-	-	-	O	-
30	남	-	-	O	-	O	-
	여	-	-	O	O	-	-
40	남	O	-	-	-	O	-
	여	-	-	O	-	O	-
50	남	-	O	-	-	O	-
	여	O	-	-	-	O	-
60	남	-	O	-	O	-	-
	여	-	O	-	-	O	-
합계		4	3	3	3	7	-
비율		40.0%	30.0%	30.0%	30.0%	70.0%	0.0%
시험 후 증감율					-10.0%	+40.0%	-30.0%

- 시험 전 피실험자가 가장 선호하는 정보제공방식은 「시각」에 의한 방식으로 전체 피실험자의 40.0%에 해당하는 응답자가 선호하는 것으로 분석되었음.
- B2X 안전 시험 후 동일한 피실험자를 대상으로 선호하는 정보제공방식을 설문한 결과 「청각」에 의한 정보제공방식이 70.0%로 가장 높게 나타났음.
- 「시각」에 의한 정보제공방식은 시험 전 대비 10.0% 하락한 30.0%로 분석되었으며, 「촉각(진동)」의 경우 기존 대비 30.0% 하락한 0.0%로 분석되어 가장 낮은 선호도를 보이는 것으로 분석됨.

(4) 결론

㉔ B2X 통신

- 실제 WAVE 통신 환경이 구축되어 있는 현장 지점에서 자전거 및 이륜자동차와 차량 간의 위험상황 시험을 통해 B2X 단말기의 통신 성공률을 분석하였음.
- 분석결과 총 60회의 현장시험 중 60회의 통신 성공률을 보여 해당 단말기를 통해 경보가 누락되는 경우 없이 100%의 통신 성공률을 보이는 것으로 분석됨.

㉔ 서비스 만족도

- 또한 실제 시험에 참여한 피실험자를 대상으로 각각 위험 경보 서비스의 만족도 및 위험 경보 방식에 대한 선호도 설문조사를 수행하였음.
- 이용자 만족도 분석 결과 3개 B2X 안전서비스 모두 이용자의 만족도가 높은 것으로 분석됨
 - 「전방위험 경보 서비스」 만족 이상 해당 응답자 비율 : 80.0%

- 「후방위험 경보 서비스」 만족 이상 해당 응답자 비율 : 100%
- 「직각충돌 경보 서비스」 만족 이상 해당 응답자 비율 : 80.0%
- 또한 3개 B2X 안전서비스에 대한 이용자 만족도 순위 분석 결과 「후방위험 경보 서비스」에 대한 이용자 만족도가 가장 높은 것으로 분석되었음.

㉔ 정보제공방식 선호도

- 정보제공방식 선호도 분석 결과 시험 전 선호도의 경우 「시각」에 의한 이용자 선호도가 높게 분석되었으나, 시험 후 「청각」에 의한 정보제공방식 선호도가 가장 높은 것으로 분석되었음
 - 「시각」 : 시험 전(40.0%) → 시험 후(30.0%) ; - 10.0% 변화
 - 「청각」 : 시험 전(30.0%) → 시험 후(70.0%) ; + 40.0% 변화
 - 「촉각(진동)」 : 시험 전(30.0%) → 시험 후(00.0%) ; - 30.0% 변화

사. 안전 서비스 전용 단말의 실외 검증 II : 한국교통대+(주)에세텔+노벨룩스

- 성과점검회의 결과 검토의견에 대한 조치계획에 따라 다음의 사항을 반영하여 추가적인 실외 검증을 수행함
 - 경로 예측 알고리즘 및 GPS 보정 알고리즘을 적용하여 충돌 예측 알고리즘 수정
 - 자전거 및 이륜차(오토바이)에 따라 파라미터 튜닝 및 안전거리 조절
 - 단말의 LED 표시 기준 및 경고음 발생 기준 변경
- 추가 실외 검증 결과
 - 앞서 설명한 경로 추적 기반의 충돌 방지 알고리즘을 시작품에 탑재하여 현장 시험을 다음과 같이 실시하였음.
 - 이륜차와 차량의 평행교차, 이륜차와 차량의 평행 추월, 교차로 충돌 상황의 3가지 경우에 대해 경로예측시간(T)과 안전거리(d)를 조절하여 성능을 검증함.
 - T=3.5sec, d=3.5m



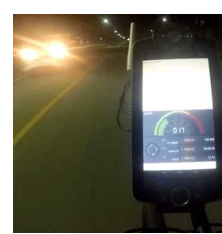
<자전거와 차량의
평행교차, T=3.5,
d=3.5>



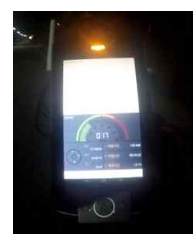
출발



접근하는 차량
감지 및 경고



근접 평행 교차
인지(미경고)



교차 후 후방
인지 (미경고)

- T=3.5sec, d=5.0m



<자전거와 차량의
평행추월>



차량의 후방접근
감지(미경고)



후방 추돌 경고



측전방 추돌
경고



추월 차량 전방
인지(미경고)

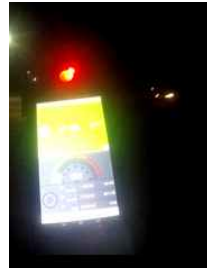
- $T=3.5\text{sec}$, $d=3.5\text{m}$



<자전거와 차량의
교차로 추돌>



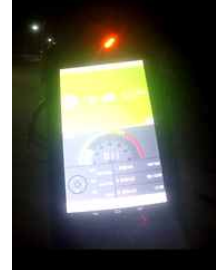
출발



교차로 차량
접근 감지 및
추돌 경고



측방 인지
(미경고)



측후방 인지
(미경고)

$T=3.5\text{sec}$, $d=5\text{m}$



<차량의 이륜차
평행추월>



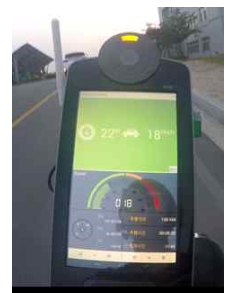
차량의 후방접근
감지(미경고)



후방 추돌 경고



측전방 추돌
경고



추월 차량 전방
인지(미경고)



이륜차의 차량
평행추월



후방 이륜차



전방 추돌 경고



추월 후 후방
추돌 경고



추월 후
후방 차량 인지
(미경고)

-이륜차: $(T,d)=(8,5)$

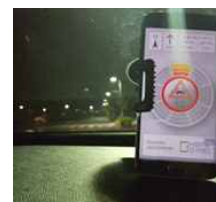
-차량 : $(T,d)=(8,3.5)$



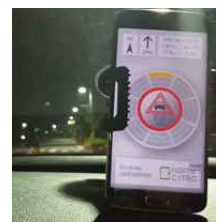
전방 차량



후방 추돌 경고



전방 추돌 경고



전방 차량 인지
(미경고)



이륜차의 차량
평행교차



이륜차



전방 추돌 경고



교차 후 추돌
경고



교차 후
후방 차량 인지
(미경고)

-이륜차: (T,d)=(8,5)

-차량 : (T,d)=(8,3.5)



차량



전방 이륜차
인지 (미경고)



측후방 이륜차
인지 (미경고)



교차 후 후방
이륜차 인지
(미경고)

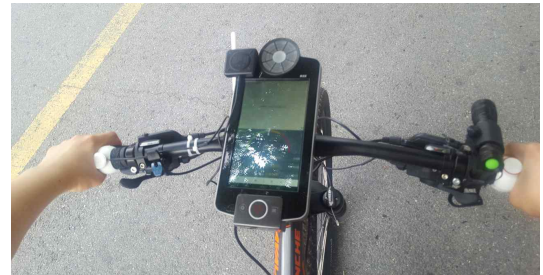
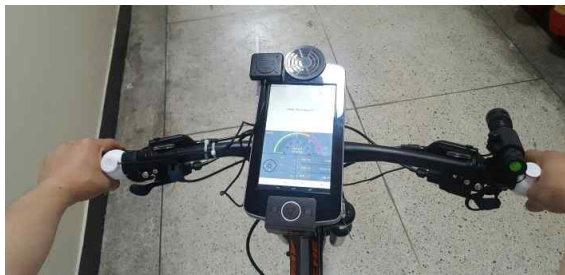
○ 성과점검회의의 결과 검토의견에 대한 조치계획에 따라 진동 장치의 문제점을 보완하기 위하여 진동 액추에이터를 자전거 핸들에 부착하여 피시험자가 진동 액추에이터를 잡고 주행하는 테스트를 실시하였음.

- 경고 알림의 다음 3가지 경우를 테스트 함.

- : 소리만을 이용한 경고 알림
- : 진동만을 이용한 경고 알림
- : 소리와 진동 모두를 이용한 경고 알림

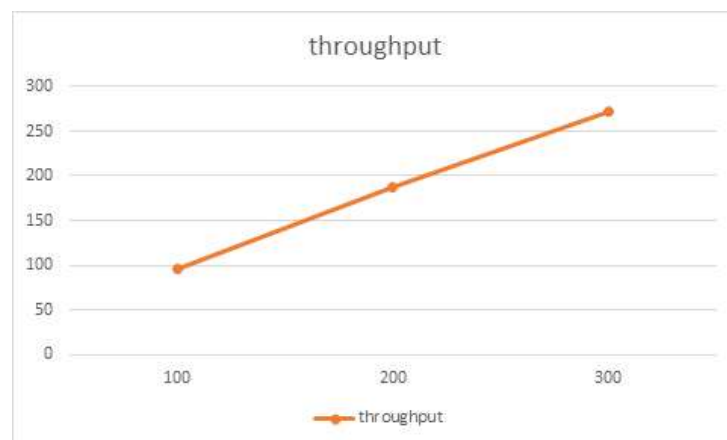
- 본 과제 참여 연구원들 10명을 대상으로 한 테스트 결과

- : 자전거 핸들 부착형으로 액추에이터를 적용할 경우의 진동 인지 확률이 80%이었음.
- : 3가지 경우 중 '소리와 진동을 모두 이용한 경고 알림'에 대한 선호도는 100%이었음.
- : 향후 이륜차 핸들 부착형으로 설계를 변경하고 마운트 디자인 등 추가 연구가 필요함.



아. 전용단말기 충돌예측 알고리즘의 단말기 대수에 대한 확장성 테스트 : 한국교통대

- 다수의 전용단말기 BSM을 주고 받을 때 하나의 단말에서 수신하는 BSM 메시지의 수에 따른 충돌 예측 알고리즘의 성능을 평가함.
- 실험 방법
 - 하나의 단말이 수신하는 BSM 메시지의 수를 초당 100, 200, 300 개로 늘려가면서 초당 처리할 수 있는 BSM 메시지의 수를 측정함.
 - 한 단말이 송신하는 초당 BSM 수가 최대 10개 이므로, 초당 100개의 BSM을 처리하는 것은 10대의 단말의 BSM 메시지를 처리할 수 있다는 것을 의미함.
- 실험 결과
 - 다음의 그래프는 단말기의 충돌예측 알고리즘의 BSM 수에 대한 확장성을 나타냄.
 - x 축은 단말기가 1초에 수신하는 BSM 수이고, y축은 단말기가 초당 처리할 수 있는 처리율을 나타냄.



- 그림에서처럼, 초당 처리율이 수신하는 BSM 메시지수가 증가할수록 선형적으로 증가하는 것을 볼 수 있음.

3-4. 연구개발 핵심 성과

가. 핵심성과물별 세부 설명

(1) B2X 안전서비스 구성 체계도 및 안전서비스 정의서

정의	B2X 안전서비스 구성 체계도 및 안전서비스 정의서					
목적	자전거 및 이륜자동차의 교통사고특성 분석을 통해 사고예방을 위해 필요한 B2X 안전서비스 설계 및 정의서 작성					
담당기관 (책임자)	김진태 (한국교통대학교 교통대학원 교통시스템공학과)					
대표 이미지	B2X 통합 안전서비스 모델 설계					
성능수준 (질적성과)	(기존기술 수준) - 차량중심의 ITS 기술(V2X) 개발이 수행되어왔으나, 자전거를 대상으로 한 안전정보 서비스 기술은 개념정립 단계임 (개발기술 수준) - 자전거 관련 사고를 감소시키기 위한 기술기반 마련 - 사고유형별 예방정보 제공서비스에 대한 구성 체계도 마련 - 자전거 및 이륜차 안전정보 제공서비스 정의서 마련 - 자전거 사고예방 서비스별 적합한 정보 전달방안 설계.					
양적성과	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI 논문	S/W	기타
	-	-	-	국내 1	-	1
파급 및 기대 효과	차세대 ITS 사업의 V2X서비스 체계에 자전거 안전서비스(B2X)를 추가적으로 접목하여, 사고치사율과 발생비중이 높은 차량-자전거간 교통사고의 획기적인 저감을 기대할 수 있음					
성과 활용실적 및 계획	자전거서비스의 차세대 ITS 적용으로 보행자 이외에도 자전거를 안전서비스에 반영하여 차량, 보행자, 자전거, 이륜자동차를 포함한 V2X 안전서비스 체계로 확장 가능					
향후 성과관리 계획	본 연구의 핵심 성과물인 체계도 및 안전서비스 정의서를 연구성과 분야별 관리·유통 전담기관에 등록 또는 기탁함					

(2) B2X 안전서비스 단말기 제품디자인 정의서

정의	- B2X안전서비스 정보전달을 위한 UI/UX 솔루션 개발 및 8방향 접근 정보 알림 솔루션 적용 전용 단말기 디자인 개발 - B2X안전서비스 세부정보 표시를 위한 APP GUI 디자인 구축					
목적	- B2X안전서비스 UI/UX 디자인 및 안전단말기 디자인 목표 - 서비스 기능의 효율적 이용을 위한 사용자 중심 UX디자인 설계 및 전용 단말기 디자인 - 주행 전방 주시 방해 최소화 하기위한 정보 전달 시스템 개발 (촉각,청각,시각 인지 요인 활용 설계)					
담당기관 (책임자)	한국교통대학교 (이혁수)					
대표 이미지	 <B2X 안전서비스 UI/UX 시스템 설계 및 안전단말기 디자인 결과>					
성능수준 (질적성파)	(기존기술 수준) - B2X관련 상용화 제품이 아직 없으며, 스마트폰 교통서비스 앱을 이용 중 - 이륜차 이용자를 위한 스마트폰 앱은 주로 보행자나 자동차에서 사용하는 개념으로 개발되어 사용성 및 안전성이 이륜차 이용자에 부적합 하여 안전사고 발생 위험도가 높음 (개발기술 수준) - B2X안전서비스 UI/UX 디자인으로 서비스 이용의 효율성 및 안전성 확보 - 안전서비스 '3단계(촉각-청각-시각)인지 시스템' 설계 개발 적용 - 전방주시 방해 최소화 디자인 개발 : 위험요소 접근 방향을 직관적으로 판단할 수 있는 '진동장치' 및 '8방향 라이팅 인디케이터' 솔루션 개발 적용 - 위험요소 세부정보 표시 GUI디자인 개발 적용 - B2X 안전서비스 전용 단말기 및 마운트 디자인 개발 - B2X 안전서비스 UI/UX 솔루션 적용 설계 디자인 8방향 라이팅 인디케이터 요소와 세부정보 표시장치 일체형 디자인 개발 - 전용단말기, 진동장치 부착용 마운트 디자인 개발					
양적성과	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI 논문	S/W	기타
	국내 2 국외 1	-	-	국내 1	-	-
파급 및 기대 효과	- UI/UX 시스템 최적화 디자인 개발은 B2X안전서비스 시스템의 설계 표준화 구축 - 최적화 및 표준화 B2X안전서비스 전용 단말기 개발 및 보급으로 이륜차 사고방지 증대 효과					
성과 활용실적 및 계획	- B2X 안전서비스 시스템 및 전용단말기 개발로 신수요 시장 발굴 및 확대 - WAVE 기반 교통안전 서비스 연계 신제품 개발 확대					
향후 성과관리 계획	- V2X 등 WAVE기반 교통안전 서비스 UI/UX 디자인 설계 기준을 국내 및 국제 표준화 추진으로 신수요 시장 선점 - 사용자 중심 UI/UX 디자인 개발로 서비스의 안전성,효율성 확보 - 향후 전용 단말기형 B2X 안전서비스 시스템을 다양한 스마트 기기에서 활용할 수 있는 시스템으로 개발하여 B2X 안전서비스 시장 확대 추진					

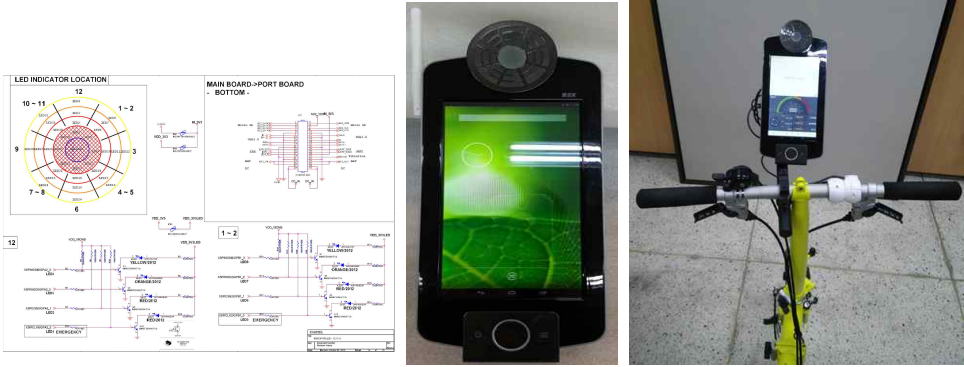
(3) B2X 안전서비스 규격 및 메시지

C-1. B2X 안전서비스 규격 및 메시지						
정의	- B2X 안전서비스를 위한 WAVE 기반 안전메시지 정의 - B2X 안전서비스를 충돌 예측 알고리즘 개발 및 성능 검증					
목적	- B2X 안전서비스 요구 사항을 만족하기 위한 B2X 안전서비스 메시지 정의하는 메시지 규격서 개발. - 전방경고서비스, 후방경고서비스, 측면직각충돌경고서비스를 위한 충돌 예측 알고리즘을 개발하고 이를 B2X 안전단말기에 프로토콜 스택으로 구현 - 도로환경과 동일한 조건으로 B2X 안전서비스의 성능을 검증할 수 있는 실내 테스트베드에서 B2X 안전단말기의 성능을 검증 - B2X 대표 안전서비스 및 시스템을 Pilot 및 실 도로 현장에서 시험하고 이를 분석한 현장시험 결과서 개발					
담당기관 (책임자)	한국교통대학교 (고균병)					
대표 이미지	 <B2X 안전서비스 메시지 개발 및 실내 테스트 베드 구축>					
성능수준 (질적성과)	(기존기술 수준) - WAVE 기반 B2X 안전서비스 메시지 규격이 없음. - B2X 안전서비스로서 미국 혼다법인의 Vehicle to Bicycle 데모가 있었으나, 개념 확인 수준으로 구체적인 성능은 알려지지 않음. (개발기술 수준) - WAVE 기반 B2X 안전서비스 메시지 최초 정의 - 도로환경과 동일한 조건으로 B2X 안전서비스의 성능을 검증할 수 있는 실내 테스트베드 최초 개발 - 전방경고서비스, 후방경고서비스, 측면직각충돌경고서비스를 위한 충돌 예측 알고리즘을 개발하고 이를 B2X 안전단말기에 프로토콜 스택으로 구현 - 단말 Lab. Test 메시지 인지율 99% 달성					
양적성과	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI 논문	S/W	기타
	국내 1 국외 1	-	-	국내 1	-	-
파급 및 기대 효과	차세대 ITS 사업의 V2X서비스 체계에 자전거 안전서비스(B2X)를 추가적으로 접목하여, 사고치사율과 발생비중이 높은 차량-자전거간 교통사고의 획기적인 저감을 기대할 수 있음					
성과 활용실적 및 계획	- B2X 안전서비스 메시지 규격: 국내 C-ITS 안전서비스에 B2X 안전서비스 추가를 위한 서비스와 메시지 규격안 제안 - B2X 안전단말기 성능 검증을 위한 실내 테스트베드: C-ITS 인증 담당기관에서 C-ITS 안전서비스 및 HW 인증을 위한 플랫폼으로 활용 가능 - 충돌 예측 알고리즘: C-ITS 단말기에 충돌 예측 알고리즘 탑재 가능					
향후 성과관리 계획	- 국내 C-ITS 표준화에 적극 참여하여 B2X 안전서비스 규격화에 기여 - B2X 안전단말기 성능 검증용 테스트베드 고도화를 통한 C-ITS 안전서비스 및 HW 인증 플랫폼으로 시제품화 및 사업화 - 충돌 예측 알고리즘 고도화를 통한 C-ITS 단말기 탑재 SW로 사업화					

C-2. B2X 안전 메시지 프로토콜 스택 구현	
정의	B2X 안전 메시지 기반 충돌 방지 알고리즘 개발 및 구현
목적	- B2X 안전 서비스 구현을 위한 B2X 안전 메시지 프로토콜 스택을 개발함. - 프로토콜 스택 개발 시, GPS의 최대 오차범위, 최대 통신 지연을 고려하여 차량이나 자전거의 위치, 움직이는 방향, 속도를 기반으로 충돌 예측 시 알람 신호를 보내는 충돌 방지 알고리즘을 개발함. - 충돌방지 알고리즘은 B2V와 B2I 환경으로 세분화하여 자전거 사고가 가장 빈번히 발생할 수 있는 교차로, 사각지대, 주행 차선 변경 등의 시나리오에 적용 가능한 충돌 회피 알고리즘을 개발함. - 메시지 인지율 99%의 성능을 보장하고 충돌 예측 시 운전자가 시각적·청각적·촉각적으로 인지할 수 있는 방안을 개발함. - 개발된 충돌 방지 알고리즘을 자전거 전용단말 및 차량 WAVE OBU와 RSE에 탑재하여 실 도로 현장에서 시험하고 성능을 검증함.
담당기관 (책임자)	한국 교통대학교 (고균병)
대표 이미지	 <B2X 안전서비스 S/W 프로토콜 스택, 개발된 단말을 통한 시연 및 현장검증>
성능수준 (질적성과)	(기존기술 수준) - WAVE 기반 B2X 안전메시지 규격이 없음. - B2X 안전 서비스로서 미국 혼다법인의 Vehicle to Bicycle 데모가 있었으나, 개념 확인 수준으로 구체적인 알고리즘 및 성능은 알려지지 않음. (개발기술 수준) - 개발 알고리즘 종류 - Bycle to Vehicle (B2V) : BSM 메시지 기반의 교차로 충돌 방지, 사각지대 충돌 방지, 주행 차선 변경 충돌 방지 - Bycle to Infra (B2I) : BSM 메시지와 SPAT 메시지 기반의 교차로 충돌 방지 - B2V 안전서비스 성능 - BSM 메시지 내 차량의 위치추위, 이동속도, 진행방향 등의 정보를 이용하여 충돌까지 남은 거리 및 시간 예측 후 충돌 가능성 결정 및 충돌 예측 시 경고메시지 출력. - 경고메시지는 충돌 발생까지 남은 거리 및 시간에 따라 3단계로 나뉘어 출력되며 경고 알람음을 통한 청각적 인지, 충돌 예측 방향 디스플레이를 통한 시각적 인지, 자전거 전용단말의 경우 진동을 통한 촉각적 인지가 가능하도록 함. - Prescan을 이용한 모의 실험 결과 메시지 인지율 및 충돌 방지율 99%. - 정해진 현장 시험 방안에 근거한 현장 검증에서 메시지 인지율 100%. - B2I 안전서비스 성능 - BSM 메시지 뿐만 아니라 노변기지국 (Infra)이 전송하는 SPAT 메시지 내 신호 정보 (신호들의 상태, 신호의 교체 시간, 차선정보 등)를 이용하여 교차로에서 상대 차량의 신호 위반 유무를 판단한 후 충돌 가능성 결정 및 충돌 예측 시 경고메시지 출력. - 교차로에서 상대 차량의 신호가 적색등인 경우 상대 차량의 이동 속도, 진행방향, 현위치와 충돌 예측 위치 간 거리 등을 산출하여 정해진 거리 이내로 감지될 경우 경고메시지 출력. - Prescan을 이용한 모의 실험 결과 교차로에서 좌회전/우회전 시나리오에 대하여 각각 성능 거증 완료

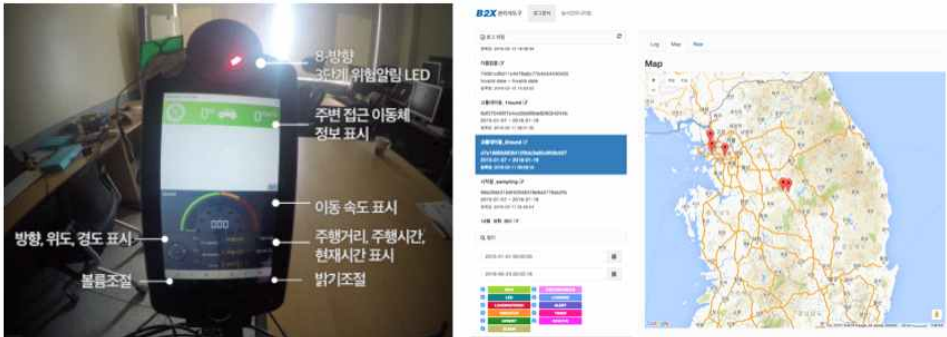
	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI 논문	S/W	기타
양적 성과	국내 4 국외 1	-	-	국내 1 국외 2	2	-
파급 및 기대 효과	■ 아직 B2X 안전 서비스가 정립되지 않은 초기단계에서 자전거에 특화된 충돌 방지 알고리즘을 개발 및 성능 검증을 통해 B2X 안전 서비스 구현을 위한 원천 기술 선정 및 자전거 교통사고 감소와 자전거 산업 활성화를 기대할 수 있음. ■ 차세대 ITS 산업의 V2X 서비스 체계에 자전거 안전 서비스를 위한 충돌 방지 알고리즘을 추가로 접목함으로써 사고치사율과 발생비중이 높은 차량-자전거 간 교통사고의 획기적 감소를 기대할 수 있음. ■ 안전서비스 개발 이외에도 운영 측면에서 자전거-노변간 (V2I) 서비스, 대역/반납체계, 도난 및 방치자전거 추적 등의 서비스로 확대 가능함. ■ 공공자전거 측면에서 향후 자전거스테이션의 키오스크와 관제센터 (서버 등) 간 복잡한 유무선 통신체계를 통합하고, 규격화된 사업기반을 조성할 수 있음.					
성과 활용실적 및 계획	■ 자전거 기반의 B2X 서비스 구현을 위한 충돌 방지 알고리즘을 오토바이 등 유사 이동수단의 안전 서비스 구현을 위해 활용 가능함. - 자전거와 유사한 이륜차 사고에 의한 치사율 역시 매우 높기 때문에 이에 대한 안전 서비스 개발이 요구됨. - 본 연구를 통해 개발된 충돌 방지 알고리즘을 기반으로 자전거 이용 행태와 비슷한 이륜차에 대한 안전서비스로 확장 가능함. ■ 자전거서비스의 차세대 ITS 적용으로 B2X/V2X 통합 안전 서비스 체계 구축 가능함. - V2X 안전 서비스를 기반으로 자전거 및 이륜차에 대한 안전 서비스를 추가 구현함으로써 모든 교통 주체들에 대한 통합 안전 서비스 체계 구축. ■ 정부의 차세대 ITS(C-ITS) 시범사업 및 사업화에 활용 가능함. - 정부는 C-ITS 시범사업을 통해 15개의 C-ITS 시범 서비스를 정의하고 이를 구현하는 것을 목표로 하고 있으나 이에 자전거 안전 관련 서비스는 포함되어 있지 않음. - 본 연구를 통해 개발된 자전거 안전 서비스를 차세대 ITS 시범 서비스에 추가하고 이에 대한 사업화 가능함.					
향후 성과관리 계획	■ B2X 안전서비스 구현을 위한 충돌 방지 알고리즘에 기반한 결과물 (논문, 특허 및 소프트웨어)을 「국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정」 제25조의 제13항에 따른 연구성과 분야별 관리·유통 전담기관에 등록 또는 기탁 함.					

(4) B2X 기반 이륜차 안전용 단말장치 시제품

정의	- 본 개발제품은 WAVE 기술을 적용한 B2X 단말장치로 소리(Speakers), 진동(Vibrators motor), 방향성(LED)을 포함한 동시에 3가지 형태로 이륜차 운전자에게 경보상황을 전달함으로 사고예방을 위해 최적의 안전성을 보장해 줄 수 있는 제품임 7인치 TFT LCD Stand alone 표출 형태로 기능을 구현하였으며 WAVE 기반의 무선통신 주파수 5.9GHz 대역의 안드로이드 개방형 프로토콜 운용체계를 포딩함으로 제품의 활용성을 극대화하였음					
목적	- 이륜차 사고 최소화를 목적으로 하는 WAVE 무선통신 기반의 이륜차 안전용 단말 시제품을 개발하였으며, WAVE 통신을 기반으로 이륜차 사고 예방 솔루션을 개발 완료하였음 - 단말장치 소프트웨어는 개방형 플랫폼 환경의 운영체제로 다양한 응용 프로그램을 통해 사용자 안전 및 편의성이 증대할 수 있도록 개발을 추진하였음 - 본 제품을 통해 이륜차 운전자에게 경보상황을 사전에 전달함으로 사고 예방을 기할 수 있는 최적의 제품이 될 것임					
담당기관 (책임자)	(주) 에세텔 (송재철)					
대표 이미지	 <B2X 안전서비스 전용단말기>					
성능수준 (질적효과)	(기존기술 수준) - 대부분의 이륜차 전용 단말기의 성능은 GPS를 이용하여 위치 및 이동거리 계산, 칼로리 소모량 등을 지원하는 정도의 기능만 지원하는 제품임 (개발기술 수준) 7인치 TFT LCD Stand alone 표출 기능 구현 - 무선통신 주파수 : 5.9GHz - 채널 대역폭 : 10MHz - 안드로이드 개방형 프로토콜 운용체계 포딩 - WAVE 표준 프로토콜 제공 - B2X 기반 안전용 전용 단말기는 이륜차 운전자의 안전을 확보하기 위해 개발된 제품으로 경보상황을 전달하기 위한 소리(Speakers), 진동(Vibrators motor), 방향지시등(LED)으로 동시에 3가지 형태로 운전자에게 위험을 전달하게 됨으로 사고예방을 위한 최적의 제품임 - EMERGENCY KEY를 이용하여 현 위치의 운전자 위험 상황을 주위에 있는 타 운전자에게 전달할 수 있음으로 연계사고의 위험성 예방 가능함					
양적성과	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI 논문	S/W	기타
	국내 1	-	-	-	1	-
파급 및 기대 효과	- 차세대 교통체계시스템(C-ITS) 시범사업 완료 후 2017년 이후 보급 확대를 위한 정부 정책에 적합한 제품군이 될 것임 - 소리, 진동 및 전후방 방향지시등을 포함한 이륜차 사고 예방을 위한 최적의 안전성 확보로 인한 개발제품의 차별성 극대화 - 차세대 ITS 사업의 V2X서비스 체계에 자전거 안전서비스(B2X)를 추가적으로 접목하여, 사고치사율과 발생비중이 증가하는 차량-자전거간 교통사고의 획기적인 감소를 기대함					

성과 활용실적 및 계획	- 국토부가 추진 중인 차세대 교통체계시스템(C-ITS) 시범사업 및 2017년 이후 상용 서비스 추진에 활용 가능 - 자전거 및 오토바이 등 국내외 모든 이륜차 등에 활용이 가능한 제품군임 - 이륜차와 자전거에 부착하는 레저용 블랙박스를 SK Telecom과 공동 개발하여 “T-Bike 블랙박스”로 출시 예정인 바 본 과제를 통해 개발된 자전거 안전용 B2X 단말장치를 대기업과 연계하여 국내외 시장 공략을 동시 추진하고자 함
향후 성과관리 계획	B2X 안전용 단말기의 소형화를 위해 자전거에 거치 및 핸들 조작 시에 편리함을 추구하기 위한 신규 모델 개발하고자 함(LCD 및 주요 부품 등의 소형화를 추가 개발이 요구됨)

(5) B2X 전용 단말기 앱 및 관리도구 개발

정의	▪ 실내 테스트베드 및 전용단말에서 동작하는 B2X 안전서비스 모바일 앱 개발					
목적	▪ 실내 테스트베드 연동을 통한 교통 안전 알고리즘 검증 ▪ 전용단말기에 설치하여 B2X 안전서비스 기능 제공					
담당기관 (책임자)	▪ 노벨룩스 (여명호)					
대표 이미지	 <전용단말용 모바일 앱, 웹기반 관리자도구>					
성능수준 (질적성과)	▪ 안드로이드 OS 기반 IEEE 802.11p 연동 B2X 안전서비스 개발 ▪ 상대거리 측정을 통한 단계별 이벤트 표시 : 3단계 LED + 진동 + LCD 정보 ▪ 지도기반 이벤트 도시 : 주행정보를 저장하고, 지도상에서 확인 가능 ▪ 음성알람기능 : 8방위 구역에 따른 음성안내 기능 제공					
양적성과	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI 논문	S/W	기타
	-	-	-	1	3	-
파급 및 기대 효과	▪ 실내 시뮬레이션 검증을 통한 연구개발비용 절감 ▪ 안드로이드 기반 IEEE 802.11p 연동 교통 안전서비스 레퍼런스 활용 기대 ▪ 교통 안전 알고리즘과 독립된 UI Framework 구성을 통한 서비스 확장 용이					
성과 활용실적 및 계획	▪ 추가 교통 안전 알고리즘 검증용 모바일 UI Framework 활용 (즉시) ▪ 실내 시뮬레이션 활용 (즉시)					
향후 성과관리 계획	▪ 자체 교통 안전 서비스 개발을 위한 모바일 UI Framework 으로 활용 ▪ IEEE 802.11p 연동가능 스마트폰 기반 B2X 안전서비스 개발 기획 ▪ 전용 단말기 소형화를 통한 서비스 상용화 및 UI/UX 개선 추진					

(6) B2X 안전서비스 시험방안 설계서 및 현장시험 결과분석서

정의	B2X 안전서비스 시험방안 설계서 및 현장시험 결과분석서					
목적	개발 시스템의 현장 시험방안 설계 및 시험결과 분석					
담당기관 (책임자)	김진태 (한국교통대학교 교통대학원 교통시스템공학과)					
대표 이미지	 B2X 안전서비스 현장실험 설계 화면					
성능수준 (질적성과)	(기존기술 수준) - 차량 ITS 기술(V2X) 개발 중심으로 현장시험 설계 및 결과분석 방법론이 정립되어 왔으며, 자전거 및 이륜차 대상의 B2X 현장시험방안 및 결과 분석 방법론은 개념 정립 단계임 (개발기술 수준) - 자전거 및 이륜차 안전서비스의 기초 기능 및 성능 검증 - B2X 기반 개발 안전서비스의 현장 시험방안 설계(장비 성능, 서비스 기능) - 현장 시험 결과의 분석 및 해석 - 한국교통대학교 충주캠퍼스 내 구축된 WAVE 통신망을 활용하여 개발된 서비스 및 단말기를 검증					
양적성과	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI 논문	S/W	기타
	-	-	-	-	-	2
파급 및 기대 효과	C-ITS를 기반으로 자전거 및 이륜차에 대한 안전 서비스 구현 및 현장 검증을 통해 차량, 보행자, 자전거, 이륜자동차를 포함한 교통 주체들에 대한 안전서비스 마련					
성과 활용실적 및 계획	향후 C-ITS 환경에서 안전서비스 개발 및 검증에 있어 본 안전서비스 시험방안 설계서 및 현장시험 분석 결과서를 활용하여 새로운 서비스 개발에 따른 효과평가 검증이 가능함					
향후 성과관리 계획	본 연구의 핵심 성과물인 B2X 안전서비스 시험방안 설계서 및 현장시험 결과분석서를 연구성과 분야별 관리·유통 전담기관에 등록 또는 기탁함					

나. 성과 리스트

○ 시제품 : 3건

- B2X 기반 이륜차 안전용 단말장치 시제품용 목업
- B2X 기반 이륜차 안전용 단말 시제품
- B2X 기반 이륜차 안전용 단말용 Vibrator 시제품

○ 정량적 연구목표 달성도

항목	정량적 성과 지표	목표	달성	비고
특허 출원	국내 특허	8	8	
	국외 특허	2	3	1건 초과 달성
논문	국내 논문(KCI)	4	5	1건 초과 달성
	국외 논문(SCOPUS)	2	2	
S/W 등록	S/W 등록	5	6	1건 초과 달성

- 특허 실적 세부 내역

No	특허명	출원일자	출원번호	구분	주요내용	핵심성과물과의 관계
1	차량 주행 정보 제공 방법 및 장치	2015.05.26	PCT/KR 2015/014 011	PCT 출원	차량이 다른 차량이나 자전거와의 충돌이 예측될 때 이를 표출하는 방법	B2X 안전서비스 단말기 제품디자인 정의서
2	보행자 교통안전 시스템 및 방법	2015.12.23	PCT/KR 2015/014 231	PCT 출원	자전거를 포함한 보행자의 교통안전을 제공하는 방법. 현재 특허명칭을 “보행자 및 자전거 교통안전 시스템 및 방법”으로 변경하는 보정 진행 중	B2X 안전서비스 규격 및 메시지
3	교통 안전서비스 테스트 시스템	2015.12.23	PCT/KR 2015/014 242	PCT 출원	차량과 이륜차, 보행자와의 충돌을 예측하는 알고리즘의 평가를 위한 방법	B2X 안전 메시지 프로토콜 스택 구현
4	단말기의 센서 데이터를 이용한 교통 이벤트 추출방법 및 시스템	2016.03.25	10-2016-0036329	국내 출원	차량 및 이륜차에 장착된 단말기의 센서를 이용한 교통 정보 추출 및 전달 방법	B2X 안전 메시지 프로토콜 스택 구현
5	자전거 안전서비스 제공 방법 및 단말기	2016.03.28	10-2016-0037166	국내 출원	자전거가 다른 차량이나 자전거와의 충돌이 예측될 때 이를 표출하기 위한 전용 단말기	B2X 안전서비스 단말기 제품디자인 정의서
6	자전거와 차량간 충돌 예측 방법 및 시스템	2016.03.28	10-2016-0037177	국내 출원	차량과 이륜차, 보행자와의 충돌을 예측하는 알고리즘	B2X 안전 메시지 프로토콜 스택 구현
7	무선 신호 간섭 최소화 방법	2016.02.25	10-2016-0022812	국내 출원	자전거를 위한 전용 단말기에서 무선신호 간섭을 최소화 하는 방법	B2X 기반 이륜차 안전용 단말장치 시제품
8	차량 주행 정보 제공 방법 및 장치	2015.05.26	10-2015-0073065	국내 출원	차량이 다른 차량이나 자전거와의 충돌이 예측될 때 이를 표출하는 방법	B2X 안전서비스 단말기 제품디자인 정의서
9	교통 안전서비스 테스트 시스템	2015.12.23	10-2015-0073064	국내 출원	차량과 이륜차, 보행자와의 충돌을 예측하는 알고리즘의 평가를 위한 방법	B2X 안전 메시지 프로토콜 스택 구현

10	보행자 교통안전 시스템 및 방법	2015.12.23	10-2015-0184897	국내 출원	비콘기반 자전거를 포함한 보행자의 실외 위치 측위 및 이를 이용한 교통안전 시스템 제안. 현재 특허명칭을 “보행자 및 자전거 교통안전 시스템 및 방법”으로 변경하는 보정 진행 중	B2X 안전서비스 규격 및 메시지
11	비콘을 이용한 대중교통 승하차 시스템 및 방법	2015.12.23	10-2015-0184903	국내 출원	보행자의 대중교통내 실내 위치 측위를 이용한 승하차 인식 시스템. 10번 특허 “보행자 교통안전 시스템 및 방법”를 확장한 추가 특허	B2X 안전 메시지 프로토콜 스택 구현

- 논문 실적 세부 내역

No	논문명	게재일자	구분	발표지명	주요내용	핵심성과물과의 관계
1	Development of Intersection Collision Avoidance Algorithm for B2V Safety Service	2015.12	SCOPUS	International Journal of Control and Automation	자전거-차량간의 충돌 예측 알고리즘	B2X 안전 메시지 프로토콜 스택 구현
2	In-memory Distributed Processing Method for Traffic Big Data to Analyze and Share Traffic Events in Real Time among Social Groups	2016.01	SCOPUS	International Journal of Software Engineering and Its Applications	자전거, 차량에서 수집하는 교통 이벤트 수집 및 표출 방법	B2X 안전 메시지 프로토콜 스택 구현
3	자전거 이용자 사고방지를 위한 안전장치 개발 연구	2015.12	KCI	산업디자인학 연구지	자전거 이용자 사고방지를 위한 안전장치 단말 개발을 위한 UI/UX 연구	B2X 안전서비스 단말기 제품디자인 정의서
4	국내 전파 환경에서 IEEE 802.11p 무선채널 특성 분석 및 모델링	2016.02	KCI	한국정보기술 학회논문지	차량과 차량, 자전거간 WAVE 통신에서 무선 채널의 특성을 분석하고 모델링	B2X 안전 메시지 규격 및 메시지
5	대용량 교통데이터의 실시간 공유를 위한 Spark 기반의 분산 처리 기법	2016.02	KCI	한국정보기술 학회논문지	자전거, 차량에서 수집하는 대용량 교통 이벤트의 수집 및 공유 방법	B2X 전용 단말기 앱 및 관리도구 개발
6	C-ITS 환경 자전거 및 이륜차 B2X 안전서비스 연구	2016.02	KCI	한국ITS학회 논문지	자전거 및 이륜차 B2X 안전서비스 연구	B2X 안전서비스 구성 체계도 및 안전서비스 정의서
7	PreScan을 이용한 교차로에서 안전한 좌회전 및 우회전을 위한 충돌 방지 알고리즘	2016.03	KCI	한국정보기술 학회논문지	자전거-차량간의 교차로 충돌 예측 알고리즘	B2X 안전 메시지 프로토콜 스택 구현

- SW 등록 실적 세부 내역

No	SW 명	등록일자	창작일자	등록 번호	주요내용	핵심성과물과의 관계
1	자전거와 차량간 (B2X) 안전서비스 시뮬레이션 (Simulation)을 위한 모바일 (Mobile) 앱 (App) 사용자 인터페이스 (UI) 프레임워크 (Framework)	2016.02.02	2015.10.10	C-2016-003267	자전거와 차량간 안전서비스를 시뮬레이션하기 위한 모바일 앱 개발	B2X 안전 메시지 프로토콜 스택 구현
2	자전거와 차량간 (B2X) 안전서비스 전용 단말기 모바일 (Mobile) 앱 (App) 사용자 인터페이스 (UI) 프레임워크(Framework)	2016.02.02	2015.10.29	C-2016-003268	자전거와 차량간 안전서비스 제공을 위한 전용 단말기의 모바일 앱 개발	B2X 전용 단말기 앱 및 관리도구 개발
3	B2X 이륜차 단말 개방형 플랫폼 운영체제 소프트웨어	2016.03.30	2016.02.04	C-2016-007544	자전거와 차량간 안전서비스 제공을 위한 전용단말기를 위한 시스템 소프트웨어	B2X 기반 이륜차 안전용 단말장치 시제품
4	B2X (자전거와 차량간 및 자전거와 자전거간) 안전서비스를 위한 차량 및 자전거 단말기 프로그램	2016.04.07	2015.12.01	C-2016-008656	자전거와 차량간 안전서비스 제공을 위한 스마트폰 (android) 앱 개발	B2X 전용 단말기 앱 및 관리도구 개발
5	B2X (자전거와 차량간 및 자전거와 자전거간) 안전 서비스를 위한 서버 프로그램	2016.04.07	2016.02.01	C-2016-008735	자전거와 차량간 안전서비스 제공을 위한 서버 개발	B2X 전용 단말기 앱 및 관리도구 개발
6	교통안전 서비스 테스트를 위한 시뮬레이터 위치데이터 관리 서버 프로그램	2016.04.15	2015.12.01	C-2016-009248	자전거와 차량간 안전서비스 시뮬레이션을 위한 가상 GPS 서버 개발	B2X 안전 메시지 프로토콜 스택 구현

3-5. 사업화 계획 및 매출 실적

가. 참여 기업 에세텔의 사업화 계획

항 목	세부 항목		성 과		
사업화 계획	사업화 소요기간(년)		개발완료 후 1년		
	소요예산(백만원)		150		
	예상 매출규모 (억원)		현재까지	3년후	5년후
			-	20	30
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년후	5년후
		국내	-	5	7
		국외	-	-	-
	향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획		- 본 과제를 통한 시작품은 WAVE 표준 프로토콜 기술을 적용한 B2X 이륜차 안전용 전용 단말장치로 국내 지능형교통체계 시스템 (C-ITS) 구축이 추진되는 2017년 이후 본격적인 사업화 추진이 가능하다고 판단됨. - 사업화를 위한 추가 기능 구현 계획: EMERGENCY KEY 기능의 추가를 통하여 현 위치의 운전자 위험 상황을 주위에 있는 타 운전자에게 전달할 수 있음으로 연계/후속 사고의 위험성 예방이 가능함. - 사업화 추진을 위해 교통관련 전시회 참석, 홍보물 제작 및 이륜차 동호회 방문 협의 등을 통해 구체적인 마케팅 전략 수립하고자 함.		
무역 수지 개선 효과	(단위: 억원)	현재	3년후	5년후	
	수입대체(내수)	-	-	-	
	수 출	-	-	-	

나. 참여 기업 노벨룩스의 사업화 계획

항 목	세부 항목		성 과		
사업화 계획	사업화 소요기간(년)		개발완료 후 2년		
	소요예산(백만원)		500		
	예상 매출규모 (억원)		현재까지	3년후	5년후
			0	5	50
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년후	5년후
		국내	0%	20%	50%
		국외	0%	10%	25%
	향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획		- 비콘 기술을 활용한 교통 안전 응용 서비스 개발 - 스마트폰 기반 B2X, V2X 안전서비스 모바일 앱 개발 - 교통안전서비스 로그 시각화 도구 개발 - 교통안전서비스 전용 백엔드 플랫폼 개발		
무역 수지 개선 효과	(단위: 억원)	현재	3년후	5년후	
	수입대체(내수)	-	-	-	
	수 출	-	-	-	

4. 목표달성도 및 관련분야 기여도

4-1. 세부 연구 목표별 목표 달성도 및 관련분야 기여도

가. B2X 안전 서비스 발굴 및 규격화 : 한국교통대학교 (김진태)

코드번호

D-06

(1) 목표달성도

○ 최종 성과 목표 및 개발 내용

- 경찰청 및 보험사 교통사고 이력자료 분석을 통해 자전거 및 이륜자동차의 기하구조 조건, 교통 조건별 대표 사고유형 분석 및 해당 유형 사고예방을 위한 서비스 모델을 도출하였음.

- 안전서비스 적용 대상 지점 및 대상 상황을 구분하여 총 8개 B2X 안전 서비스 모델을 정의하였음.

○ 최종 성과 점검

- 당초 연구 최종 목표인 B2X 안전서비스 구성 체계도 및 안전서비스 정의서 작성을 완료하였으며 외부 전문가 평가 위원회 개최를 통해 연구 성과물에 관한 평가를 수행함.

- 외부 전문가에 의한 평가를 반영한 ‘B2X 안전서비스 단위성과 자체평가 보고서 (부록 참조)’를 작성하였으며 본과제로 도출된 안전서비스 항목 및 규격화의 근거를 마련함.

- 평가를 위한 외부전문가 평가 위원회는 학계, 정책연구원, ITS분야 협회 전문가 3인으로 구성하였음.

- 평가를 위한 지표는 연구개발결과의 (1) 우수성/창의성, (2) 파급효과, (3) 활용가능성, (4) 수행노력의 성실도, (5) 연구개발 성과 총 5가지로 구성되어 있음.

- 평가 결과 종합 점수 93.3점으로 연구목표 85점 이상 달성.

평가 위원	우수성 /창의성	파급효과	활용 가능성	성실도	연구개발 성과	종합
오철 (한양대학교)	90	90	95	95	100	94
전우훈 (한국건설기술연구원)	95	85	90	95	100	93
조순기 (한국지능형교통체계협회)	90	90	95	90	100	93

(2) 관련분야 기여도

○ 자전거 및 이륜자동차 대상 C-ITS 서비스 정의를 통한 B2X 공공사업 기반 조성

- 기존 C-ITS 기술을 활용한 안전서비스는 차량(V2X) 위주 연구개발이 주가 되어 수행되고 있었으며, 자전거 관련 기술은 C-ITS에서 누락되어 있었음. (안전이 아닌 편의성 위주의 기술개발로 국한됨; 별도의 안전서비스 개발 수행되지 않음)

- 자전거 이륜자동차 B2X 안전서비스 정의를 통해 차세대 C-ITS 서비스 확장 기반을 마련하였으며 이를 통해 미래 차량, 보행자, 자전거, 이륜자동차 등 교통 주체들에 대한 통합 안전서비스 구축을 위한 공공사업 설계가 가능하게 되었음.

나. B2X 안전 서비스를 위한 메시지 규격 및 프로토콜 스택 개발: 한국교통대학교

1) 목표달성도

○ 최종 성과 목표 및 개발 내용

목표	달성도
B2X 안전서비스 요구 사항을 만족하기 위한 B2X 안전서비스 메시지 정의 및 메시지 규격서 개발	SAE J2735에 정의된 Basic Safety Message(BSM)에서 이륜차를 식별하기 위한 필드와 자전거 그룹 주행을 식별할 수 있는 필드를 추가하여, WAVE 기반 B2X 안전서비스 메시지를 최초로 정의하고, 메시지 규격서를 개발함.
안전단말기에 개발된 B2X 안전서비스 메시지를 100ms마다 전송하는 프로토콜 스택 구현	안전단말기에 개발된 B2X 안전서비스 메시지를 100ms마다 전송하는 프로토콜 스택을 구현하고, 메시지 송수신 성능을 실내 테스트 베드에서 검증함. 100ms 주기로 B2X 안전서비스 메시지 수신율 100% 달성
도로환경과 동일한 조건으로 B2X 안전서비스의 성능을 검증할 수 있는 실내 테스트베드에서, B2X 안전메시지를 사용하는 B2X 안전서비스의 성능을 검증	도로환경과 동일한 조건으로 B2X 안전서비스의 성능을 검증할 수 있는 실내 테스트베드 최초 개발. 실내 테스트베드에서 B2X 안전서비스에 의한 충돌 방지율 100% 달성
B2X 안전서비스 메시지를 사용하는 B2X 대표 안전서비스 및 시스템을 Pilot 및 실 도로 현장에서 성능을 분석하고 및 검증	현장 시험 방안에 근거한 시험에서, 개발된 B2X 안전서비스 메시지를 사용하는 B2X 대표 안전서비스에서 충돌 방지율 100% 달성



PreScan 및 Simulink를
B2X 안전서비스 메시지
이용한 테스트 베드
구현



실내 테스트 베드 구축



실내 테스트 베드를
통한 알고리즘 검증

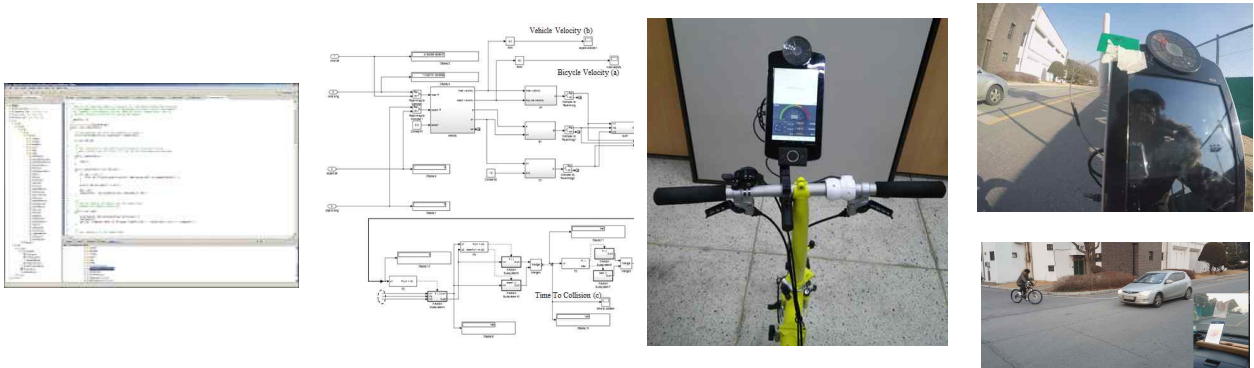
○ B2V 안전 메시지 프로토콜 스택 개발 내용

- B2V 환경에서 BSM 메시지 기반의 교차로/사각지대/주행 차선 변경 충돌 방지 알고리즘 개발
- B2V 안전서비스는 BSM 메시지 내 차량의 위치측위, 이동속도, 진행방향 등의 정보를 이용하여 충돌까지 남은 거리 및 시간 예측 후 충돌 가능성 결정 및 충돌 예측 시 경고 메시지 출력.
- PreScan을 이용한 모의실험 및 실 도로 현장 성능 검증에서 메시지 인지율 100% 달성함.

○ B2I 안전 메시지 프로토콜 스택 개발 내용

- B2I 환경에서 노변기지국 (Infra)이 전송하는 SPAT 메시지 기반의 교차로 충돌 방지 알고리즘 개발함.
- B2I 안전서비스는 SPAT 메시지 내 신호 정보 (신호등 상태, 신호 교체 시간, 차선정보 등)를 이용하여 교차로에서 상대 차량의 신호 위반 유무를 판단 후 충돌 가능성 결정 및 경고 메시지 출력.

- PreScan을 이용한 실내 모의실험 환경에서 기능 및 성능 검증 완료 및 ‘2016 국토교통기술대전’에서 시연



B2X 안전서비스 S/W
프로토콜 스택 구현

ICA 알고리즘
(Simulink, PreScan)

시연 및 현장검증

○ 양적 성과

- 특허 7건 (국내특허 출원 5건, PCT특허 출원 2건)
- 논문 4건 (국내 KCI 등재 2건, SCOPUS 등재 2건)
- S/W 2건

(2) 관련분야 기여도

- 자전거 서비스의 차세대 ITS 적용으로 B2X/V2X 통합 안전 서비스 체계 구축 가능함.
- 정부의 차세대 ITS (C-ITS) 시범사업 및 사업화에 활용 가능함.
- B2X 안전단말기 성능 검증을 위한 실내 테스트베드: C-ITS 인증 담당기관에서 C-ITS 안전서비스 및 HW 인증을 위한 플랫폼으로 활용 가능
- 충돌 예측 알고리즘: C-ITS 단말기에 충돌 예측 알고리즘 탑재 가능
- 아직 B2X 안전 서비스가 정립되지 않은 초기 단계에서 자전거에 특화된 충돌 방지 알고리즘을 개발 및 성능 검증을 통해 B2X 안전 서비스 구현을 통한 기반 기술 확보
- 충돌 방지 알고리즘 기반의 자전거 안전서비스 구현을 통해 자전거 교통사고 감소 및 자전거 산업 활성화를 기대할 수 있음.
- 안전서비스 개발 외 운영 측면에서 자전거-노변 간 (V2I) 서비스, 대역/반납체계, 도난 및 방치자전거 추적 등 서비스로 확대 가능함.

다. B2X 전용 단말기 및 안전서비스 App UI/UX 디자인 : 한국교통대학교

(1) 목표달성도

- 연구목표1: B2X안전서비스 UI/UX 디자인
 - 안전서비스 ‘3단계(촉각-청각-시각)인지 시스템’ 설계 개발 적용
 - 전방주시 방해 최소화 디자인 개발 : 위험요소 접근 방향을 직관적으로 판단할 수 있는 ‘진동장치’ 및 ‘8방향 라이팅 인디케이터’ 솔루션 개발 적용
 - 위험요소 세부정보 표시 GUI디자인 개발 적용
- 연구목표2: B2X 안전서비스 전용 단말기 및 마운트 디자인 개발
 - B2X 안전서비스 UI/UX 솔루션 적용 단말기 디자인
 - 8방향 라이팅 인디케이터 요소 및 세부정보 표시장치 디자인
 - 전용단말기 및 진동장치 부착용 마운트 디자인 개발
- 연구목표 성과



<B2X 안전서비스 UI/UX 시스템 설계 및 안전단말기 디자인 결과>

단위성과		성과지표	기술수준	성 과	양적 성과
B-1	B2X안전서비스 UI/UX디자인	UI/UX 시스템 설계	안전서비스 기능설계 최적화 실현	안전운전 시나리오 상황에 최적화된 UI/UX시스템 디자인 개발 청각인지요소,촉각인지요소,시각인지요소를 반영한 3단계 인지시스템 설계 개발 완료 8방향 라이팅 인디케이터 요소 개발로 직관적이고 신속한 위험요소 접근 인지 가능 세부정보 표시 GUI디자인	-국내논문 : 1건 -국내특허 : 1건
B-2	B2X안전서비스 단말기 디자인	전용 단말기 디자인	UI/UX 시스템 적용 사용자 중심 디자인 구현	안전운전 시나리오 상황에 최적화된 UI/UX시스템 반영 전용 단말기 디자인 개발	-PCT특허 : 1건
B-3		마운트디자인	단말기 부착 편리성 확보	전용단말기 부착용 마운트 디자인 1개안 개발 진동장치 부착용 마운트 디자인 1개안 개발	

(2) 관련분야 기여도

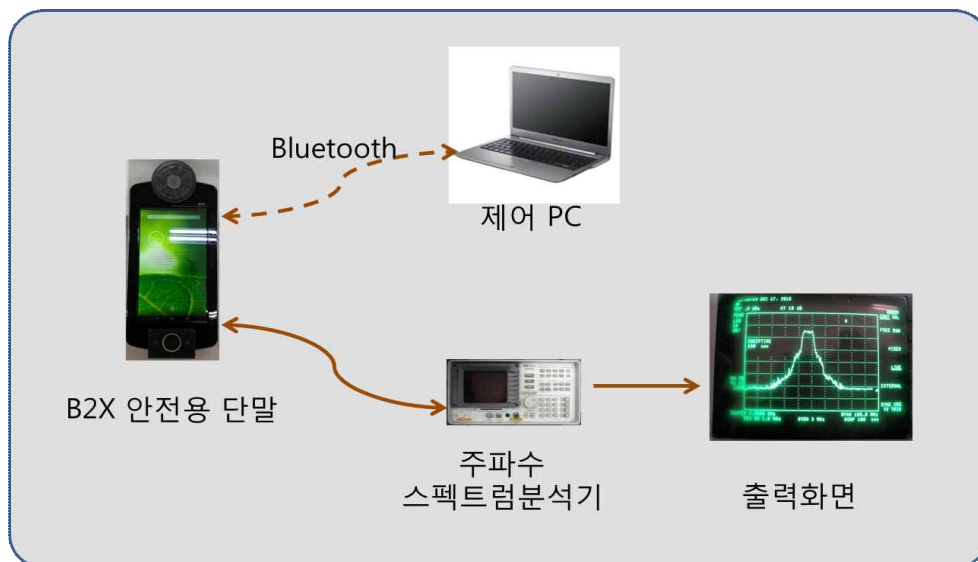
- B2X 디자인 분야: B2X 교통안전 서비스 UI/UX 디자인 설계 기준의 국내 및 국제 표준화 추진
- B2X 교통안전서비스 사용의 안전성, 효율성 증대
- 교통안전 서비스 산업 분야: 전용 단말기형 B2X 안전서비스 시스템을 다양한 스마트 기기에서 활용, 발전시키고 B2X 안전서비스 단말기 시장의 신수요 창출 기여

라. B2X 기반 이륜차 안전용 단말장치 시제품 및 단말 시스템 SW 개발 : (주)에세텔

(1) 목표달성도

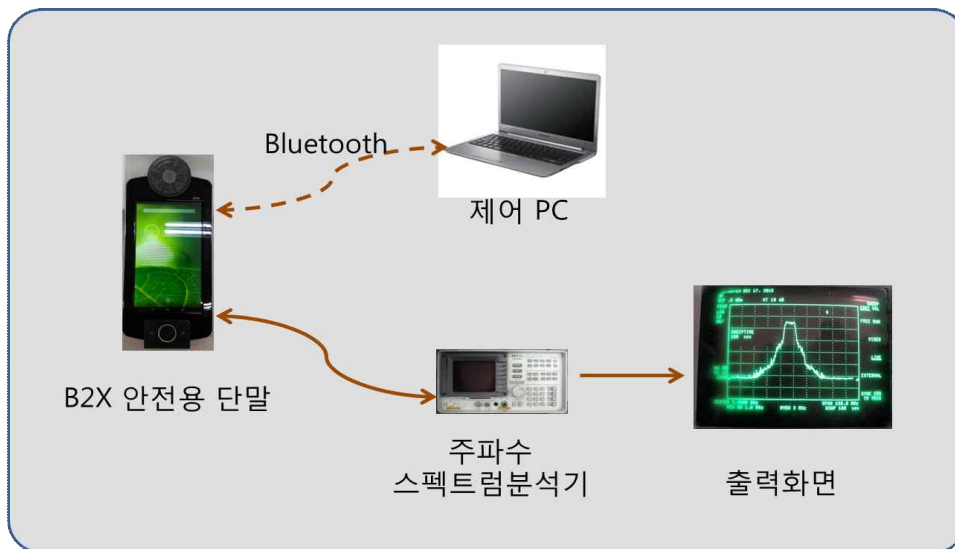
- B2X 기반 이륜차 안전용 전용 단말 H/W 시제품 개발을 완료하고, 공인 인증 시험 기관인 BWS 에서 시험 진행함.
- 각 연차별 성과 목표 및 성과지표의 목표치에 적합하는 결과 시험성적서 및 동영상 확보

평가항목	D-1. ① WAVE RF 주파수 측정 시험
평가 방법	주파수 스펙트럼 분석기를 이용하여 5.9GHz 주파수 측정
시험환경	1. 아래 그림과 같이 테스트 환경을 구성한다. 2. B2X 안전용 단말기의 ON/OFF 스위치를 이용하여 전원을 인가한다. 3. 제어 PC상에서 제어판-> 네트워크 및 인터넷-> 네트워크 연결-> Bluetooth 네트워크 연결-> 장치추가를 선택하고 LOCO-BT(0)를 선택 -> 장치의 연결코드 입력(E) 선택하고 코드 번호 0000을 입력한다. Bluetooth 네트워크 연결 장치에 추가되어 있는 LOCO-BT(0)를 선택후에 오른쪽 마우스를 누르면 연결에 사용할 장치(C) -> 액세스 지점(A) 를 선택하면 노트북과 B2X 안전용 단말기 Bluetooth 연결이 이루어진다. 4. Tera Term VT console 프로그램을 실행 후 TCP/IP ->Host에 192.168.0.40을 입력하고, Service: Telnet을 선택하고, OK를 누른다. LOCO-BT-02 login: root 입력 Password: password 입력 [root@loco-bt-02 /root]# getwbsstxrxcdec -t BSM -o TXRX -y 32 -s 180 -b 180 -u 2 -x 1 -w User WAVE RF 주파수 스펙트럼이 출력됨.
판정기준	주파수 스펙트럼 분석기로 5.890~5.900GHz의 주파수 대역이 출력되고 있으면 정상으로 판정.
시험결과	주파수 스펙트럼 분석기의 LCD 화면에서 5.890~5.900GHz 대역에 걸쳐서 주파수가 출력되고 있는 것을 확인함.



<그림> 시험 구성도

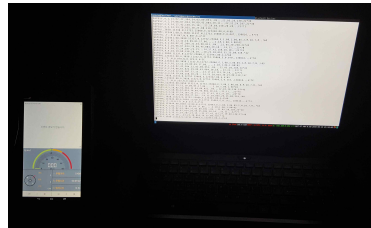
평가항목	D-1. ②WAVE RF CH Bandwidth 측정
평가 방법	주파수 스펙트럼 분석기를 이용하여 WAVE RF CH Bandwidth 10MHz 측정
시험환경	- 아래 그림과 같이 테스트 환경을 구성한다. - B2X 안전용 단말기의 ON/OFF 스위치를 이용하여 전원을 인가한다. - 제어 PC상에서 제어판-> 네트워크 및 인터넷-> 네트워크 연결-> Bluetooth 네트워크 연결-> 장치추가를 선택하고 LOCO-BT(0)를 선택 -> 장치의 연결코드 입력(E) 선택하고 코드 번호 0000을 입력한다. Bluetooth 네트워크 연결 장치에 추가되어 있는 LOCO-BT(0)를 선택후에 오른쪽 마우스를 누르면 연결에 사용할 장치(C) -> 액세스 지점(A) 를 선택하면 노트북과 B2X 안전용 단말기 Bluetooth 연결이 이루어진다. - Tera Term VT console 프로그램을 실행 후 TCP/IP ->Host에 192.168.0.40을 입력하고, Service: Telnet을 선택하고, OK를 누른다. LOCO-BT-02 login: root 입력 Password: password 입력 [root@loco-bt-02 /root]# getwbsstxrxencdec -t BSM -o TXRX -y 32 -s 180 -b 180 -u 2 -x 1 -w User WAVE RF 주파수 스펙트럼이 출력됨.
판정기준	주파수 스펙트럼 분석기로 5.890~5.900GHz의 10MHz 대역이 출력되고 있으면 정상으로 판정.
시험결과	주파수 스펙트럼 분석기의 LCD 화면에서 5.890~5.900GHz의 10MHz 대역에 걸쳐서 주파수가 출력되고 있는 것을 확인함.



<그림> 시험 구성도

평가 항목	D-1. ③GPS 측위 성능
평가 방법	Max.2M
시험환경 및 측정방법	- 아래 그림과 같이 한국교통대학교 내 중앙정보관, 운동장, 도서관에 B2X 안전 서비스 단말과 GPS Data 수집용 노트북 설치 - 지정 장소에서 10분간 정지 및 단말의 GPS 정보를 포함한 GPGGA Data 100 샘플을 BT 통신을 통해 노트북으로 전송하여 파일로 저장 - 단말의 GPS 정보를 포함한 GPGGA Data를 엑셀로 저장 - 저장된 GPGGA Data를 기반으로 시간 데이터 및 GPS 위치 데이터 추출 - 추출된 GPS 위치 데이터를 GOOGLE MAP에 표시 및 최대 오차 계산 - 앞 1-5과정을 10회 반복하여 최대 오차 2M 이하임을 검증함.

1. 2. GPGGA Data 추출



3. GPGGA Data를 엑셀로 저장

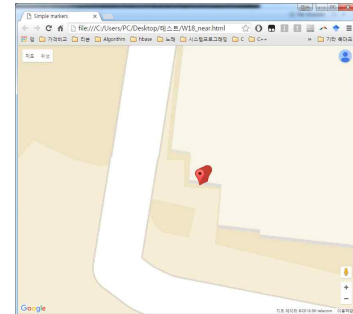
```

2259 $GPRMC,062324.40,A,3658.04473,N,12752.22210,E,0.101,0.040216,,,A*78
2260 $GPVTG,T,M,0.181,N,0.187,K,A*20
2261 $GPGGA,062324.40,3658.04473,N,12752.22210,E,1.07,1.37,67.9,M,20.7,M,,*6B
2262 $GDL,3658.04472,N,12752.22210,E,062324.40,A,*60
2263 $GPRMC,062324.60,A,3658.04472,N,12752.22210,E,0.056,0.040216,,,A*78
2264 $GPVTG,T,M,0.056,N,0.184,K,A*25
2265 $GPGGA,062324.60,3658.04472,N,12752.22210,E,1.07,1.37,67.9,M,20.7,M,,*69
2266 $GPRMC,062324.80,A,3658.04472,N,12752.22210,E,0.033,0.040216,,,A*75
2267 $GPVTG,T,M,0.033,N,0.061,K,A*24
2268 $GPGGA,062324.80,3658.04472,N,12752.22210,E,1.07,1.37,67.9,M,20.7,M,,*67
2269 $GPRMC,062325.00,A,3658.04473,N,12752.22209,E,0.062,0.040216,,,A*71
2270 $GPVTG,T,M,0.062,N,0.115,K,A*22
2271 $GPGGA,062325.00,3658.04473,N,12752.22209,E,1.07,1.37,67.9,M,20.7,M,,*67
2272 $GPRMC,062325.20,A,3658.04473,N,12752.22209,E,0.084,0.040216,,,A*7A
2273 $GPVTG,T,M,0.084,N,0.155,K,A*2E
2274 $GPGGA,062325.20,3658.04473,N,12752.22208,E,1.07,1.37,67.9,M,20.7,M,,*64
2275 $GDL,3658.04473,N,12752.22208,E,062325.20,A,*6E
2276 $GPRMC,062325.40,A,3658.04472,N,12752.22210,E,0.195,0.040216,,,A*76
2277 $GPVTG,T,M,0.195,N,0.362,K,A*2A
2278 $GPGGA,062325.40,3658.04472,N,12752.22210,E,1.07,1.37,67.9,M,20.7,M,,*6A
2279 $GDL,3658.04472,N,12752.22210,E,062325.40,A,*60

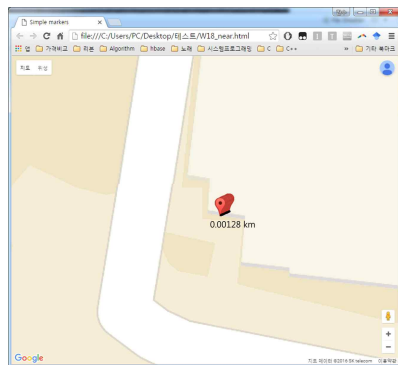
```

4. GPGGA Data에서 시간 및 GPS 데이터 추출

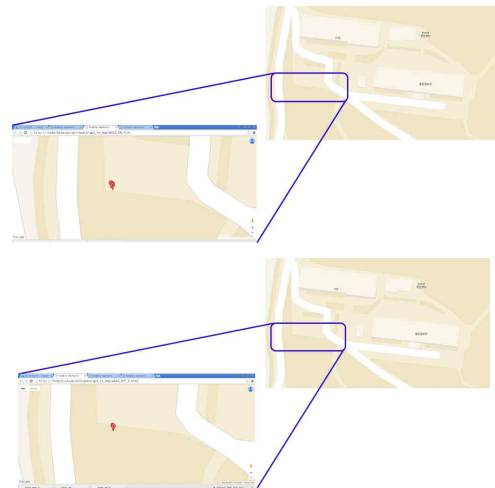
5. GSP 데이터를 GOOGLE MAP에 표시



6. 최대 오차 추출



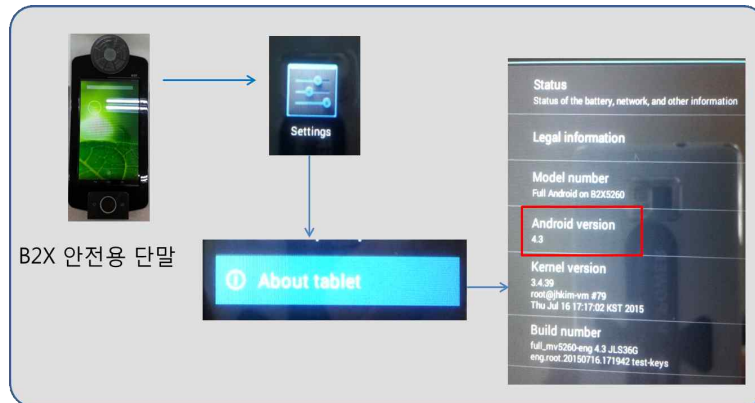
<중앙정보관 측정 예>



- 측정 결과

측정 회차	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	평균값
측정위치											
중앙정보관	0.00128	0.00098	0.00167	0.00099	0.00183	0.00190	0.00111	0.00200	0.00135	0.00145	0.00146
운동장	0.00199	0.00185	0.00190	0.00123	0.00189	0.00167	0.00095	0.00111	0.00170	0.00168	0.00160
도서관	0.00105	0.00167	0.00181	0.00157	0.00136	0.00145	0.00104	0.00190	0.00195	0.00173	0.00155

평가 항목	D-2. ①android OS 구현
평가 방법	B2X 안전용 단말기의 android OS로 구현되어 있는지 확인
시험환경	- 아래 그림에 있는 화살표 방향의 순서로 B2X 안전 단말기를 작동 시킨다. - B2X 안전 단말기의 전원 버튼을 눌러서 단말기를 부팅 시킨다. - 부팅이 완료된 후에 중앙 하단에 있는 홈 버튼을 누르고 들어가면, 여러 개의 아이콘들이 있는데 이 중에서 Settings 아이콘을 선택한다. - Settings 창에 들어가면 왼쪽으로 여러 개의 셋팅 목록들이 있는데, 이중 맨 마지막에 있는 About tablet 항목을 선택하면 오른쪽 상단에 android version을 확인한다.
판정기준	android OS version 확인을 통한 OS 구현 되었는지 판정
시험결과	android OS version이 4.3(젤리빈)을 확인함



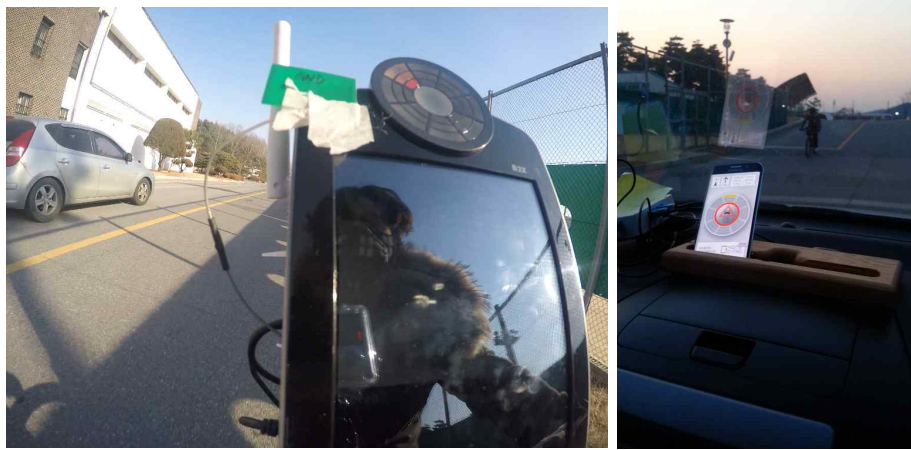
<그림> 시험 구성도

평가 항목	D-2. ②스마트폰 연동(블루투스)
평가 방법	B2X 안전용 단말기와 스마트폰과 블루투스로 연동이 되는지 확인
시험환경	- 아래 그림 4과 같이 TEST 망을 구성한다. - B2X 안전 단말기와 스마트 폰에서 블루투스를 검색하여 각각의 단말기를 찾고 등록한다. - 스마트폰에서 전송할 사진을 선택한 후에 블루투스에 등록되어 있는 안전단말기를 선택하고 전송한다. 안전 단말기는 스마트폰에서 전송되어 오는 사진을 수락하여 받는다. 반대로, 안전 단말기는 스마트 폰에서 받은 사진을 블루투스를 이용하여 전달하고 스마트폰은 수락하여 사진을 전송받는다.
판정기준	B2X 안전단말기와 스마트폰의 블루투스기 정상동작을 통한 사진 전송에 이상이 없는지를 판정
시험결과	B2X 안전 단말기와 스마트폰이 서로 블루투스를 이용하여 주고 받은 사진을 갤러리 앱을 통하여 확인함.



<그림> 시험 구성도

평가 항목	D-2. ③ B2V 연동 기능 (WAVE 프로토콜 구현)
평가 방법	기존 해외 차량용 WAVE 단말과 연동 기능검증
시험환경	한국교통대학교 내에 자체 시험망을 이용하여 테스트하고 그 결과를 동영상으로 촬영함.



<그림> 확보된 동영상 화면

(2) 관련분야 기여도

- B2X 기반 안전용 전용 단말기는 이륜차 운전자의 안전을 확보하기 위해 개발된 제품으로 경보상황을 전달하기 위한 소리(Speakers), 진동(Vibrators motor), 방향지시등(LED)으로 동시에 3가지 형태로 운전자에게 위험을 전달하게 됨으로 운전자의 사고 예측 인지 및 안전성 확보에 기여
- 시작품으로 개발된 단말기는 WAVE 표준 기술을 적용한 B2X 이륜차 안전 전용 단말 장치로 국내 지능형 교통체계 시스템 (C-ITS) 구축이 추진되는 2017년 이후 본격적인 사업화 추진을 통해 관련 서비스 보급에 기여 가능
- EMERGENCY KEY를 이용하여 현 위치의 운전자 위험 상황을 주위에 있는 타 운전자에게 전달할 수 있으므로 연계/후속사고의 위험성 예방이 가능함.

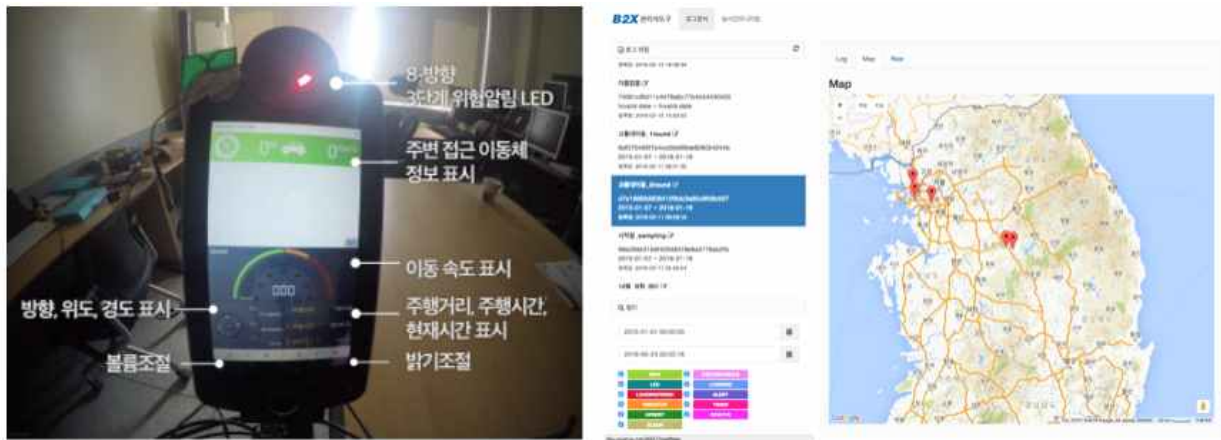
마. 안전 서비스 제공을 위한 B2X 전용 단말 App 개발 : 노벨룩스

(1) 목표달성도

- B2X 기반 이륜차 안전용 전용 단말과 안전 알고리즘을 적용하기 위한 안드로이드 OS 기반 Framework을 개발하고, 자체시험을 통해 앱(App)의 각 기능 시험 수행함
- 실험 및 수집로그를 관리하기 위한 웹기반 관리자도구를 개발하고, 자체시험을 통해 각 기능 시험 수행함
- 각 연차별 성과 목표 및 성과지표의 목표치에 적합하는 동영상 확보

구분	목표	달성도	상세내용
B2X 전용 안전서비스 모바일 앱	전용단말연동 (전용단말과 스마트폰 연동시험)	100%	- 실내 테스트베드 검증용을 위한 전용 앱 개발 - 전용 단말 구동 모바일 앱 개발 완료
	단계별 이벤트 알람 (거리별 3단계 알람 구현)	100%	- 상대거리 측정을 통한 3단계 알람 기능 구현
	지도기반이벤트도시 (상용맵연동도시)	100%	- B2X 안전 정보를 단말기 자체 저장 - 상용지도 기반 이벤트 정보 도시 완료
	음성알림기능 (기능구현)	100%	- 8-Segment 방향에 따른 음성안내 기능 구현
웹기반 관리자도구	지도기반이벤트 모니터링 (기능구현)	100%	- B2X 안전서비스 모바일앱으로부터 수집된 로그 정보 시각화 도시 기능 구현
	단말위치 모니터링 (기능구현)	100%	- B2X 안전서비스 모바일앱이 구동되는 단말의 실시간 위치 모니터링 구현
	브라우저호환성 (3개브라우저호환)	100%	- IE, Safari, Chrome 등 3종 이상 웹브라우저 호환성 테스트 - 태블릿PC 환경에서 최적화 개발

- 전용단말기를 위한 B2X 안전서비스 모바일 앱 개발
 - OBU 수신 정보 처리, 전용단말기 컨트롤러 연동
 - 자전거 이동속도, 방향, 고도, 주행시간, 주행거리, 시간 표시
 - 주변 위험 이동체 정보 표시
 - 그룹주행 이동체 설정
 - 음성안내설정
 - 8-segment, 진동소자 연동
 - 운행정보 기록 및 원격서버 전송
- B2X 안전서비스 웹기반 관리자도구 개발
 - 안전 알고리즘 개선과 실험 데이터를 분석하기 위한 도구 개발
 - 전용단말기로부터 수집된 정보를 원격 서버에 저장하고, 분석하기 위한 시각화 기능 제공
 - 실시간 위치 표시 등 실시간 모니터링 기능 제공



<그림> (좌) 전용단말기용 모바일 앱, (우) 웹기반 관리자도구

- 양적 성과
 - S/W 3건

(2) 관련분야 기여도

- 안드로이드 OS 기반 IEEE 802.11p 연동 B2X 안전서비스 레퍼런스 모델 개발하여 향후 안드로이드 기반의 교통 안전단말 개발에 활용 가능함으로써 C-ITS 서비스 상용화 및 보급에 기여
- 교통 안전 알고리즘과 독립된 모바일 UI Framework 개발을 통한 알고리즘 검증 간소화
- 웹기반 시각화 도구를 통한 수집된 대용량 로그데이터 분석 관리 용이

바. 안전 서비스 실내외 검증 : 한국교통대+(주)에세텔+노벨룩스

(1) 목표달성도

○ 최종 성과 목표 및 개발 내용

- B2X 안전서비스 구성 체계도 및 안전서비스 정의서의 안전서비스 중 3개 핵심 서비스에 대한 현장시험 설계서를 개발함.
- 전방 경보서비스, 후방 경보서비스, 측면직각충돌 경보서비스에 대한 현장시험 방안을 설계하여 실제 제작된 단말기를 활용한 B2X 안전서비스의 효과를 시험함.
- 실제 실험을 통해 B2X 안전서비스를 제공받은 이용자를 대상으로 각 서비스별 만족도 및 선호하는 경보방식을 분석하였음.

○ 최종 성과 점검

- 당초 연구 최종 목표인 (1) 현장시험 설계서 및 (2) 현장시험 결과 분석서 작성을 완료하였으며 외부 전문가 평가 위원회 개최를 통해 연구 성과물에 관한 평가를 수행함.
- 평가를 위한 외부전문가 평가 위원회는 학계, 국책연구원, ITS분야 협회 전문가 3인으로 구성하였음.
- 평가를 위한 지표는 연구개발결과의 (1) 우수성/창의성, (2) 파급효과, (3) 활용가능성, (4) 수행노력의 성실도, (5) 연구개발 성과 총 5가지로 구성되어 있음.
- 평가 결과 종합 점수 89.7점으로 연구목표 85점 이상 달성

평가 위원	우수성 /창의성	파급효과	활용 가능성	성실도	연구개발 성과	종합
오철 (한양대학교)	90	80	90	95	100	91
진우훈 (한국건설기술연구원)	85	85	85	90	100	89
조순기 (한국지능형교통체계협회)	80	90	85	90	100	89

(2) 관련분야 기여도

- C-ITS B2X 안전서비스의 공학적 효과 평가 수행을 위한 정량적, 정성적 자료 수집 시험 시나리오를 확보함으로써 WAVE 통신망 인프라 환경 내 실제 B2X 서비스 단말기를 이용한 안전서비스 실외 실험의 효율적 수행 가능
- C-ITS B2X 안전서비스의 WAVE 통신망 인프라 환경 내 실제 B2X 서비스 단말기를 이용한 안전서비스 실외실험에 따른 이용자 만족도 파악이 가능하고 이를 기반으로 이용자에게 최적화된 안전서비스 모델 도출 가능

5. 연구결과의 활용계획

코드번호

D-07

5-1. 연구결과의 활용방안

- 정부의 차세대 ITS(C-ITS) 시범사업 및 사업화에 활용 가능
 - 정부는 C-ITS 시범사업을 통해 15개의 C-ITS 시범 서비스를 정의하고 이를 구현하는 것을 목표로 하고 있음.
 - 15개의 C-ITS 시범 사업에는 자전거 안전 관련 서비스는 포함되어 있지 않음.
 - 본 연구를 통해 개발된 자전거 안전 서비스를 차세대 ITS 시범 서비스에 추가하고 이를 사업화할 수 있음.
- 자전거 기반의 B2X 서비스 및 시스템 개발 결과의 오토바이 등 유사 이동 수단으로 확장 가능
 - 자전거와 유사한 이륜차 사고에 의한 치사율이 매우 높으므로, 이에 대한 안전서비스 개발이 요구됨.
 - 본 연구를 통해 개발된 자전거 안전 서비스를 자전거 이용 행태와 비슷한 이륜차 및 이동 수단에 대한 안전서비스로 확장이 가능함.
 - 본 연구에서는 정의된 자전거 안전 서비스를 위한 메시지를 통해, 유사 이륜차 및 이동 수단에 대한 안전 서비스가 가능하도록, 자전거 안전서비스 메시지를 확장성 있게 설계함.
- 자전거서비스의 차세대 ITS 적용으로 보행자 이외에도 자전거를 안전서비스에 반영하여 완전한 V2X 안전 서비스 체계로 확장 가능
 - C-ITS를 기반으로 자전거 및 이륜차에 대한 안전 서비스를 추가 구현함으로써, 모든 교통 주체들에 대한 안전서비스를 구축할 수 있음.
- 자전거 안전 서비스를 제공하는 새로운 형태의 Trip Computer 개발을 통한 고부가가치 자전거 부품 산업 주도 가능
 - 자전거 산업은 양적 질적으로 비약적으로 성장하고 있으며, 특히 ICT 기술과 융합된 고부가가치 자전거 부품 산업이 확장 일로에 있음.
 - 대표적으로 GPS 기반의 네비게이션 및 속도계 기능을 수행하는 Trip Computer에 대한 수요가 가파르게 증가하고 있으나, 가민이나 브라이튼과 같은 외산 제품임.
 - 기존의 기능에 B2X 기반의 안전서비스를 추가한 자전거용 Trip Computer를 개발 및 상용화할 경우, 수입 대체 뿐 아니라 고부가가치 자전거 부품 세계 시장을 선점할 수 있음.
 - 따라서, 본 과제에서 개발된 자전거 안전 서비스 HW와 SW 플랫폼은 C-ITS 서비스 확산에 따라 수요가 증가할 것으로 예측됨.
 - 본 과제에서 개발된 자전거 안전 서비스 HW와 SW 플랫폼을 공동 연구기관인 에세텔과 노벨룩스에 기술을 이전하고 상용화 예정임.

5-2. 기대성과 및 파급효과

- 차세대 ITS 사업을 위해서는 ICT 기술과 교통에 대한 융합 기술을 가지고 있는 고급 인력에 대한 수요가 매우 증가할 것이나, 이에 대한 인력 공급으로 체계적으로 이루어지지 않고 있음. 본 과제를 통해, 교통에 대한 높은 이해를 가지는 ICT 고급 인력을 양성하였음.
- 자전거 안전 서비스를 제공하는 새로운 형태의 Trip Computer 개발을 통한 고부가가치 자전거

부품 산업에서의 수입 대체 및 고부가가치 자전거 부품 세계 시장을 선점할 수 있는 기반을 마련함.

- 차세대 ITS 사업의 V2X서비스 체계에 자전거 안전서비스(B2X)를 추가적으로 접목하여, 사고치사율과 발생비중이 높은 차량-자전거간 교통사고의 획기적인 저감을 기대할 수 있음.
- 안전서비스 개발 이외에도 운영측면에서 자전거-노변간(B2I) 서비스, 예를 들어 대여/반납체계, 가동 및 재고율(%), 도난 및 방치자전거 추적 등 관련 서비스로 확대가 기대됨.
- 공공자전거 측면에서는 향후 자전거스테이션의 키오스크와 관제센터(서버 등)를 본 연구 서비스 정의에 포함하여, 현재 복잡한 유무선 통신체계를 통합하고, 규격화된 사업기반을 조성할 수 있음.
- 보급확대 추세에 있는 자전거 관련 산업과 WAVE 통신장치 등 C-ITS 관련 산업의 활성화와 신규 일자리 창출 가능함.

5-3. 연구결과의 기업 활용방안

가. 참여기업: 에세텔

- 공동 연구기관인 에세텔은 본 연구에서 개발된 이론차용 안전단말기를 상용화할 예정임.
- 개발된 자전거 안전단말기는 차세대 교통체계시스템(C-ITS) 시범사업 완료 후 C-ITS 안전단말기의 보급 확대를 위한 정부 정책에 적합한 제품군이 될 것임
- 개발된 자전거 안전단말기는 소리, 진동 및 전후방 방향지시등을 포함한 이론차 사고 예방을 위한 최적의 안전성 확보가 가능한 제품으로 차별성을 극대화할 수 있음
- 자전거 뿐 아니라 오토바이를 포함하는 전동휠과 같은 유사 개인교통수단에 적용할 수 있도록 상용화가 가능함.
- 차세대 ITS 사업의 V2X서비스 체계에 자전거 안전서비스(B2X)를 추가적으로 접목하여, 사고치사율과 발생비중이 증가하는 차량-자전거간 교통사고의 획기적인 감소에 기여할 수 있음

나. 참여기업: 노벨룩스

- 노벨룩스는 개발된 자전거 안전 서비스 SW 플랫폼을 교통 안전 서비스 개발을 위한 모바일 서비스 플랫폼으로 확장하여 상용화할 예정임. 즉, WAVE 단말기와 연동된 스마트폰을 기반으로 이론차 및 자동차용 안전서비스를 제공할 수 있는 APP 형태로 상용화를 계획하고 있음.
- 또한, 이론차 안전서비스를 통해 각 단말로부터 수집된 교통상황정보 및 사고정보를 수집하고 체계적으로 분석하여, 실시간 교통상황 및 사고 정보를 관련 서비스 업체에 제공하는 서비스 상용화를 계획하고 있음.

6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

					코드번호	D-08
○ BikeCOM Project (2013) - 자전거와 차량 간 충돌 가능성을 예측하고 자전거와 차량 운전자에게 충돌 회피를 위한 경고 알람을 발생하는 B2C (bicycle-to-car communication) 시연함 - WAVE 통신망의 이용여부 및 핵심 기술에 관한 내용은 자세히 알려지지 않음 - available website: https://www.youtube.com/watch?v=kk_G9wShj2g ○ BikeShieldApp (2015.02) - 차량 대 차량 및 차량 대 이륜차 (오토바이, 자전거) 간 충돌 가능성을 사전에 예측하고 이에 대한 경고 알람을 충돌 사고를 방지할 수 있는 앱 개발 - B2V communication 링크 구축 - WAVE 통신망을 이용하지 않고 휴대폰을 이용하여 정보 송수신 - available website: https://www.thebikeshieldapp.com/ ○ Intelliway (2015.12) - 기존 V2V communication에 자전거 안전을 위한 다양한 메시지 개발 및 이에 대한 알고리즘 연구함 - 자전거 안전메시지 전달 및 충돌 회피를 위한 하드웨어와 앱 개발 - available website: https://m.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-121015-222629/unrestricted/IntelliWay_Connecting_Bicycles_to_V2V_Network_Syoon_Dapace_Cmellen.pdf						

7. 연구개발결과의 보안등급

					코드번호	D-09
○ 일반 (본과제 계획서에 명시된 보안등급)						

8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비 현황

					코드번호	D-10		
구입 기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입 가격 (천원)	구입처 (전화번호)	비고 (설치 장소)	NTIS장비 등록번호

9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행

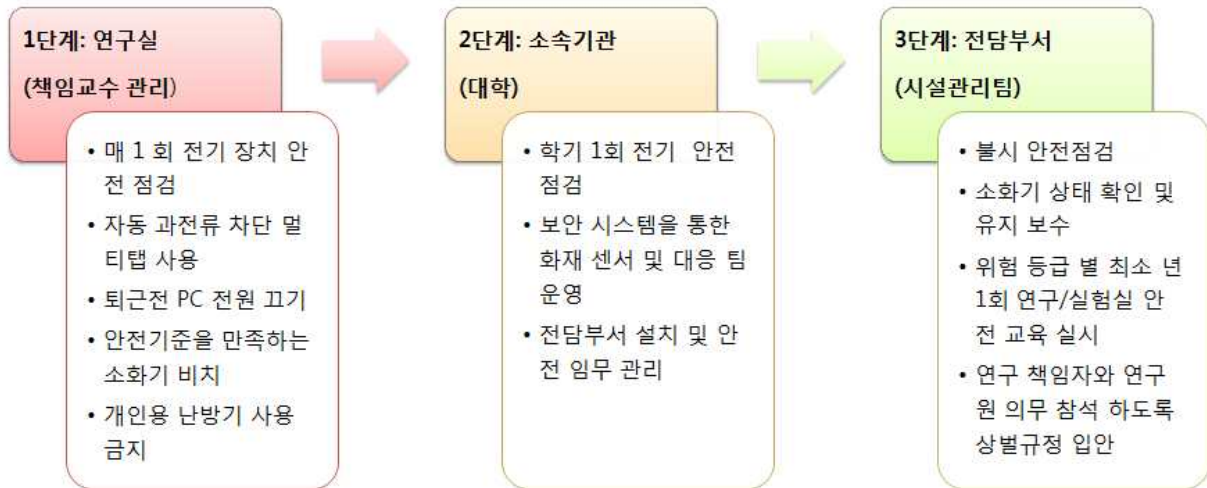
실적

코드번호

D-11

○ 주관기관

- 한국교통대학교 교수 책임 하에 운영되는 연구실은 이화학실험을 수행하지 않는 전기, 컴퓨터 관련 실험실임. 따라서 관리위험등급 중 C 등급에 해당함. 연구실 안전 점검 체계는 다음 그림과 같이 3단계로 구성되며, 각 단계 별 역할이 개시되어 있음.



- 한국교통대학교 참여 교수 고균병, 문철, 송석일, 이혁수, 임성욱 교수 연구실에서는 앞서 설명한 바와 같이 2015년도 1학기 및 2학기 초에 안전 점검을 실시하였음.

○ 주관기관의 연구윤리 확보를 위한 제도화/운영

- 한국교통대학교는 대학차원에서 연구윤리 확보를 위한 계획 및 점검 시스템을 추진해오고 있으며, 이를 위해 연구진실성 검증위원회를 운영하는 한편, 연구윤리에 대한 방문교육 및 포럼을 통하여 체계적 교육을 실시하고, 생명윤리위원회 및 동물실험윤리위원회 규정 및 위원회 구성을 완료하여 심의 활동을 수행하고 있음.
- 한국교통대학교 생명윤리심의위원회 표준운영지침서개정 (2015.05.01)
- 연구윤리 교육 및 포럼은 국가연구개발사업에 참여하는 연구원의 연구윤리 의식 고취를 위하여 실시되고 있음.
- 교육실시 실적: 2015년 기관생명윤리위원회 (IRB) 교육 (2015.04.22.)에 참여 교수 및 연구원 참석

- 공동 연구 기관 주)에세텔과 노벨룩스 또한 주관연구 기관에 준하는 안전 점검 체계 및 보고 체계에 따라 과제 수행기간 동안 주기적으로 연구책임자에게 이를 보고하였음.

10. 연구개발과제의 대표적 연구실적

번호	구분 (논문/ 특허/ 기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문게재지/ 특허등록국 가	코드번호		D-12	
						Impact Factor	논문게재일 /특허등록일	사사여부 (단독사사 또는 중복사사)	특기사항 (SCI여부/인 용횟수 등)
1	논문	Development of Intersection Collision Avoidance Algorithm for B2V Safety Service	한국교통대학교	교신저자	International Journal of Control and Automation		2015.12.01	단독사사	ISSN: 2005-4297
2	논문	In-memory Distributed Processing Method for Traffic Big Data to Analyze and Share Traffic Events in Real Time among Social Groups	한국교통대학교	교신저자	International Journal of Software Engineering and Its Applications		2016.01.20	중복사사 (50%)	ISSN: 1738-9984
3	특허	차량 주행 정보 제공 방법 및 장치, DRIVING INFORMATION PROVIDING METHOD AND DEVICE	한국교통대학교		대한민국 (PCT)		2015.05.26	중복사사 (50%)	출원번호: 10-2015-0073065 (PCT)
4	특허	보행자 교통안전 시스템 및 방법, Pedestrian traffic safety systems and methods	한국교통대학교		대한민국 (PCT)		2015.12.23	중복사사 (50%)	출원번호: 10-2015-0184897 (PCT)
5	특허	교통 안전서비스 테스트 시스템, TRAFFIC SATETY SERVICE SYSTEM TEST SYSTEM	한국교통대학교		대한민국 (PCT)		2015.12.23	중복사사 (50%)	출원번호: 10-2015-0073064 (PCT)

11. 기타사항

	코드번호	D-13
☐ 해당 사항 없음.		

12. 참고문헌

	코드번호	D-14
☐ 본문에 인용하였음.		