보안 과제( ), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개( ) 발간등록번호(11-1613000-002681-01)

R&D / 19TLRP-B103929-05

이동불편 교통체계 개선기술 개발
최종보고서

2019. 12. 06.

주관연구기관 / (사)한국지능형교통체계협회
협동연구기관 / 한국건설기술연구원
공동연구기관 / 한국교통안전공단
국립공주대학교 산학협력단
명지대학교 산학협력단
(주)이지무브
네이버시스템(주)
(주)하나텍시스템
국민대학교 산학협력단
위드로봇(주)
(주)엠디
(주)티앤에스모터스
한국건설생활환경시험연구원
현대해상화재보험(주)
위탁연구기관 / 근로복지공단 재활공학연구소

국토교통부
국토교통과학기술진흥원

본 페이지는 편집상 여백입니다.

제 출 문

국토교통부장관(국토교통과학기술진흥원장) 귀하

’이동불편 교통체계 개선기술 개발’(연구개발 기간 : 2015. 08. 31. ~ 2019. 09. 30.) 과제의 연구단 총괄 최종보고서를 제출합니다.

2019. 12. 06.

주관연구기관명 : (사)한국지능형교통체계협회 이 강 래 (인)
협동연구기관명 : 한국건설기술연구원 한 승 헌
공동연구기관명 : 한국교통안전공단 권 병 윤
국립공주대학교 산학협력단 임 경 호
명지대학교 산학협력단 한 승 수
(주)이지무브 오 도 영
네이버시스템(주) 임 병 조
(주)하나텍시스템 김 승 일
국민대학교 산학협력단 차 주 헌
위드로봇(주) 김 도 윤
(주)엠디 이 정 철
(주)티앤에스모터스 김 기 덕
한국건설생활환경시험연구원 윤 갑 석
현대해상화재보험(주) 이 철 영
위탁연구기관명 : 근로복지공단 재활공학연구소 유 제 청

주관연구기관책임자 : 손 승 녀
협동연구기관책임자 : 문 병 섭
공동연구기관책임자 : 김 시 우, 전 성 식, 금 기 정, 김 근 우, 최 정 욱, 김 승 일, 송 인 호, 김 도 윤, 이 정 철, 김 상 구, 김 상 현, 이 수 일
위탁연구기관책임자 : 이 석 민

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제29조에 따라 최종보고서 열람에 동의합니다.

본 페이지는 편집상 여백입니다.

보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제 고유 번호</td><td>19TLRP-B103929-05</td><td>해당 단계 연구 기간</td><td>2015.08.31 ~ 2019.09.30</td><td>단계구분</td><td>5차 / 5차</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구사업명</td><td>중사업명</td><td colspan="4">국가연구개발사업</td></tr>
<tr><td>세부사업명</td><td colspan="4">교통물류연구사업</td></tr>
<tr><td>연구과제명</td><td>과제명</td><td colspan="4">이동불편 교통체계 개선기술 개발</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구책임자</td><td rowspan="2">손승녀</td><td>해당단계(연차) 참여연구원 수</td><td>총: 65명
내부: 65명
외부: 명</td><td>해당단계 연구비</td><td>정부: 700,000천원
민간: 234,000천원
정부외: 천원
상대국: 천원
계: 934,000천원</td></tr>
<tr><td>총 연구기간 참여연구원 수</td><td>총:477명
내부:477명
외부: 명</td><td>총 연구비</td><td>정부:9,748,000천원
민간:3,253,100천원
정부외: 천원
상대국: 천원
계: 13,001,000천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및 소속 부서명</td><td colspan="3">(주관) (사)한국지능형교통체계협회
(협동) 한국건설기술연구원
(공동) 한국교통안전공단, 국립공주대학교 산학협력단, 명지대학교 산학협력단, ㈜이지무브, 네이버시스템㈜, ㈜하나텍시스템, 국민대학교 산학협력단, 위드로봇㈜, ㈜엠디, ㈜티앤에스모터스, 한국건설생활환경시험연구원, 현대해상화재보험㈜</td><td colspan="2">참여기업명
-</td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="3">-</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td>위탁연구</td><td colspan="3">연구기관명 : 근로복지공단 재활공학연구소</td><td colspan="2">연구책임자 : 이 석 민</td></tr>
<tr><td>연구개발성과의 보안등급 및 사유</td><td colspan="5">일반등급</td></tr>
</table>

9대 성과 등록・기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설・장비	기술요약 정보	소프트웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명정보	생물자원	정보	실물
등록・기탁번호											

국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설・장비 현황

구입기관	연구시설・장비명	규격(모델명)	수량	구입연월일	구입가격(천원)	구입처(전화)	비고(설치장소)	NTIS 등록번호
-	-	-	-	-	-	-	-	-

□ 1세부 : 이동제약자 이동편의 증진기술 개발 ○ 휠체어 수용을 위한 교통수단 내 안전고정 표준 프레임 및 휠체어 장착용 안전고정 표준모듈개발 - 교통수단 내 휠체어석 표준바닥판 개발 - 교통수단 내 휠체어 고정상태 모니터링 및 운전자 알림기술 개발 - 교통수단 내 휠체어 안전고정 장치 시제품개발 - 수동 및 전동 휠체어 장착형 안전고정 모듈 시제품 개발 ○ 이동제약자 이동지원 서비스 개발 - 이동지원센터 표준 플랫폼 개발 - 이동지원서비스 활성화를 위한 제도적 기반 마련 ○ 이동편의 증진기술 성능평가 및 인증체계 개발 - 교통수단 내부 안전장치의 구조 · 재질 · 안전도 등에 관한 세부기준 및 법제도 개선방안 도출 - 안전장치 매뉴얼 및 교육훈련교재 개발 □ 2세부 : 고령자 자립지원 개인교통수단 개발 ○ 요소 기술 개발 및 법제도 개선 - 실버캐리지 요소기술 도출 및 기본설계 - 실버캐리지 활성화를 위한 제도 개발 ○ 안전운전 지원 제도 개발 - 안전운행 모형 및 보험 제도 연구 ○ 차체 및 구동부 개발 - 고령자의 신체 및 보행특성을 고려한 차체 개발 - 고령자의 이용 편의성 및 심미적 특성을 고려한 제어 조작부 개발 - 실버캐리지 시제품 개발 ○ 안전운전 지원 기술 개발 - 주변환경 인식을 위한 저가형 센서 및 고령자의 안전보행을 위한 충돌회피 기술 개발 - 비포장 도로 등에서 수평유지 등 균형정보 센싱 기술 개발 - 개인 인지 및 동작 특성 센싱 기술 개발 - 고령자 안전보행을 위한 능동형 속도정보 센싱 기술 개발 ○ 디자인 개발 및 목업제작 - 실버캐리지 렌더링 및 3D기반 디지털 모델 - 고령자 선호도 및 UCD 기반의 실버캐리지 설계 및 상세 디자인	보고서 면수 363면

요약문

연구의 목적 및 내용	▮ 이동제약자(장애인, 고령자)의 사회참여 확대를 통한 독립생활 보장 및 고용증대를 위해서는 차별없는 안전하고 편리한 이동체계 마련 필요 · 고령자: 11년 11.0%, 13년 11.9%, 15년 12.8% 17년 13.8%으로 매년 증가 추세 · 장애인: 07년 2,105천명에서 18년 2,586천명(휠체어 이용자 18.6%)으로 증가 ▮ 휠체어 이용자가 이용할 수 있는 버스는 저상버스가 유일하나 안전 및 불편 이유로 휠체어 이용자의 96%는 저상버스 이용경험이 없는 것으로 조사됨(한국교통연구원, 2015) · 저상버스에는 수동휠체어 고정 장치만 마련 / 급정거시 전동휠체어는 50㎝ 미끄러져 안전에 위협(뉴시스, 2013.05) · 실제 휠체어 이용자는 장애인석에 자리를 잡는 데만 2분(연합뉴스, 2013.12)이 소요되나 출퇴근시 서울시 버스 배차간격은 3~4분(강남역 버스정류장 기준 조사자료) ▮ 특별교통수단, 저상버스 등에는 휠체어를 탄 상태에서 탑승할 수 있도록 휠체어석이 마련되어 있으나, 휠체어 고정장치 및 장애인 안전벨트 등 안전장치에 대한 기준 부재로 설치가 미흡하여 휠체어 탑승자는 교통사고 위험에 노출되고 있음 ▮ 이에, 국가인권위원회는 장애인 교통사고 피해를 최소화하기 위하여 특별교통수단 내부 안전장치 개선을 국토교통부에 권고(2015.03) · 국토교통부는 해당 권고에 대한 이행계획으로 특별교통수단 전체에 적용 가능한 안전기준 마련 등을 R&D로 추진하겠다고 답변(2015.04) ▮ 교통약자법 제16조(특별교통수단 운행 등)에 의거 지자체에서는 이동지원센터를 운영 중이나 특별교통수단의 부족과 비효율적 운영으로 장애인의 이동권 보장 수준은 제자리 걸음이며, 교통약자 이동편의 증진을 위한 효율적 특별교통수단 운영방안 및 광역이동지원서비스 제공 등 이동지원서비스 개선을 위한 제도적 개선방안 마련 필요 ▮ 한편 전체 교통약자 중 고령자의 비율은 50.2%로써 가장 높은 비중을 차지하고, 전년 대비 증가율은 4.31%로 교통약자 중 유일하게 증가추세를 나타내고 있으며, 고령자 보행사고는 매년 증가하고 있어 사회적 문제로 인식되고 있음 ▮ 고령자는 보행특성에 따라 거동불편그룹, 불안전 보행그룹, 준일반인 그룹으로 분류 가능하며 이중 거동불편 그룹에는 보행보조차 및 보행보조용 의자차등 보행보조수단에 대한 보조금을 지급하고 있음 ▮ 그러나 고령자의 신체적 특성상, 불안전보행 그룹 및 준일반인 그룹도 일반인에 비해 보행능력이 저하되어 이동지원수단이 필요하나 현재 상용화된 개인교통수단은 주로 레저용으로, 고령자 이용 시 조작에 어려움 등으로 위험하며, 보행보조기구는 신체가 불편한 사람이라는 사회적 인식을 줄 수 있는 한계가 있어 건강한 고령자를 대상으로 한 신개념 이동수단 개발이 필요함 ▮ 본 연구는 모든 교통수단, 여객시설 및 도로를 차별 없이 안전하고 편리하게 이용할 수 있는 권리가 있음에도 불구하고, 이용 가능한 교통수단이 한정적인 이동제약자의 이동권을 보장하기 위하여 안전고정장치 등의 이동편의 증진기술을 개발하는데 그 목표를 둠

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


[이동불편 교통체계 개선기술 개발의 최종목표]
</td>
</tr>
<tr>
<td>연구개발성과</td>
<td>
☐ 1세부 : 이동제약자 이동편의 증진기술 개발
○ 저상버스, 특별교통수단 내 휠체어 안전고정 장치 및 표준바닥판 시제품 (장비·장치)
○ 전동 및 수동휠체어 수용을 위한 장착형 안전고정모듈 시제품 (장비·장치)
○ 이동지원센터 아키텍쳐 및 표준조례(안) (정책)
○ 교통수단 내부 안전장치의 세부기준 및 법제도 개선안 (정책/제언)
○ 이동지원센터 플랫폼 및 이용자, 운전자 app (S/W)

☐ 2세부 : 고령자 자립지원 개인교통수단 개발
○ 실버캐리지 설계기준 (기타)
○ 실버캐리지 품질인증, 안전성 평가 및 법제도 (기타)
○ 실버캐리지 안전주행 지원장치 (장비·장치)
○ 실버캐리지 시제품 (장비·장치)
○ 실버캐리지 시제품 개발 및 성능평가검증 (기타)
</td>
</tr>
<tr>
<td>연구개발성과의
활용계획
(기대효과)</td>
<td>
[연구개발성과 활용계획]

▮ (표준화) 개발 기술의 성과활용 촉진을 위한 표준화
· 안전고정 표준프레임 기술을 활용한 국제 표준화
: 산업자원부 지정 국제표준화기구(ISO-TC168) 간사기관인 근로복지공단 재활공학연구소 필두
: 복지기기 제조 민간사업자인 ㈜이지무브(공동연구기관), 국가 자동차 성능 시험/연구 기관인 한국교통안전공단(공동연구기관)과 함께 표준활동 지속 추진
· 휠체어 고정장치의 보급/활성화를 위한 휠체어 표준 개정 지원
: 저상버스 차내 고정장치 연계/체결을 위한 고정모듈 기준 반영
: 차내 수용 휠체어의 자체 강성/안전성 확보를 위한 휠체어 표준(기준) 반영
▮ (제품화) 개발 기술의 성과 확산과 제품 생산 등 실용화 달성을 위한 제품화
· 기술이전을 통한 개발 기술/장치의 사업화
: 저상버스/특별교통수단 휠체어 안전고정장치, 휠체어 장착형 안전고정모듈 기술
: 고정상태 모니터링 장치 및 운전자 표지상치
: 이동지원센터 표준플랫폼 및 모바일 어플리케이션 일체
: 실버캐리지 구동 및 안전운전 지원/제어 기술
· 참여기관(공동연구기관) 보유 시설 및 영업 체계를 활용한 개발 기술 제품화 추진
· 자제 제조설비 및 유통망을 적극 활용, 생산 및 판매에 활용
</td>
</tr>
</table>

	▮ (고도화) 제품화 장치의 경쟁력 확보를 위한 보완 개발 · 제품의 핵심 요소기술의 적용 분야 및 시장 확대, 분야 다변화를 위한 보완 개발을 추진 · 가격 경쟁력 확보를 위한 실시기관 자체 상용화 설계 기술지원 ▮ (홍보활동) 개발 기술의 수요처 발굴과 동시에 해외시장 진입 및 사업화를 위하여 온/오프라인을 막론한 대내외적 홍보활동 추진 · 이동지원센터 운영 및 관심이 높은 지자체들을 대상으로 핵심성과에 대한 기술설명회 개최, 홍보 추진 · 국내 관련 기술박람회 전시를 통해 기술홍보 및 국내 판로 개척 추진 · 해외 주요 보조기기 전시회 참가 및 기술홍보 추진(영국 Nidex, 독일 Reha care, 일본 HCR) **[기대효과]** ▮ 제도적 측면 · 휠체어 고정장치의 표준화 및 인증체계 구축을 통해 장치의 안전성과 신뢰성 확보 · 휠체어 고정장치에 대한 안전기준 마련을 통한 이동권 증진 · 개인교통수단 관련법 정비를 통한 실버산업 활성화 기여 · 고령자 전용 실버캐리지 보험 상품 개발로 교통관련 서비스 산업 활성화와 신규 사업 창출의 기반 조성 기여 · 고령자 보행 교통사고 감소 ▮ 기술적 측면 · 해외제품에 대한 의존성이 높은 현 국내 보조기기 시장에서 핵심기술 국산화를 통한 국내 기업 경쟁력 향상 및 관련 산업 육성 기대 · 안전성 확보와 더불어 사용을 고려한 휠체어 고정장치 개발로 선진국 수준의 교통복지 기술 확보 · 고령자의 생활반경이 확대됨에 따라 사회성이 증대되어 사회의 건강한 구성원으로 자리매김할 수 있을 것으로 기대됨 · 스테레오 방식의 거리 측정 센서는 실버캐리지의 안전운전 지원을 위한 센서 모듈의 옵션 형태와 별도 거리 측정 센서의 단품 형태로 판매가 가능하도록 연구됨. 따라서 실버캐리지와 별개로 센서 판매를 통한 수익창출이 가능하며, 다양한 교통수단에 적용하여 사회 전반적인 교통안전을 증진시킬 수 있을 것으로 판단됨. ▮ 사회·경제적 측면 · 해외 휠체어 관련 복지 및 보조기기 시장에서의 경쟁력 확보 · 휠체어 이용자 등 이동제약자의 이동편의가 크게 증진됨에 따라 사회, 경제활동 참여 증대와 더불어 국민 생산성 향상 기대 · 이동제약자를 위한 적극적 이동권 보장과 단절없는 복지교통환경 제공을 통한 국가이미지 제고 · 2025년 예상되는 고령자 교통사고 비용은 연간 9,400억 원 정도로 예상되며, 고령자의 경제활동 인구 증가추세와 고령자 통행건수의 증가를 고려한다면, 2025년 고령자 교통사고 비용은 연간 1조 3,300억 원까지 증가할 것임 · 실버캐리지의 활용으로 고령자 보행 교통사고가 5% 감소할 경우, 연간 660억 원의 교통사고 비용 절감효과를 볼 수 있을 것으로 예상됨

국문핵심어 (5개 이내)	이동제약자	휠체어 고정장치	표준 플랫폼	이동지원서비스	고령자 개인교통수단
영문핵심어 (5개 이내)	The mobility handicapped	Wheelchair securement systems	Standard platform	Mobility support services	Silver carriages

본 페이지는 편집상 여백입니다.

<목 차>

제1부. 연구단 총괄 ····· 총괄-1

1. 연구의 필요성 ····· 총괄-3

2. 최종목표 ····· 총괄-6

3. 주요 연구개발내용 ····· 총괄-7

제2부. (1세부)이동제약자 이동편의 증진기술 개발 ····· 1세부-1

제3부. (2세부)고령자 자립지원 개인교통수단 개발 ····· 2세부-1

본 페이지는 편집상 여백입니다.

제1부. 총괄

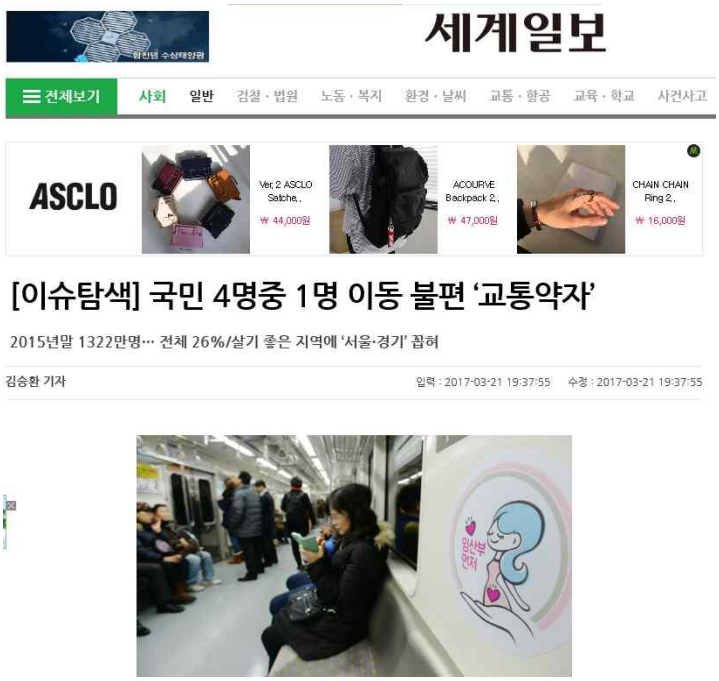
본 페이지는 편집상 여백입니다.

Ⅰ. 연구개요

1. 연구의 필요성

○ 이동제약자(장애인,고령자)의 사회참여 확대를 통한 독립생활 보장 및 고용증대를 위해서는 **차별없는 안전하고 편리한 이동체계 마련 필요**

- 고령자: 08년 10.2%, 10년 10.9%, 13년 12.2% 15년 13.1%으로 매년 증가 추세
- 장애인: 09년 2,429천명에서 18년 2,585천명(지체, 지적 및 뇌변병 장애 65.7%)으로 증가
  - · 지체, 지적 및 뇌변병 장애인 중 중증장애인의 대부분이 휠체어 이용자



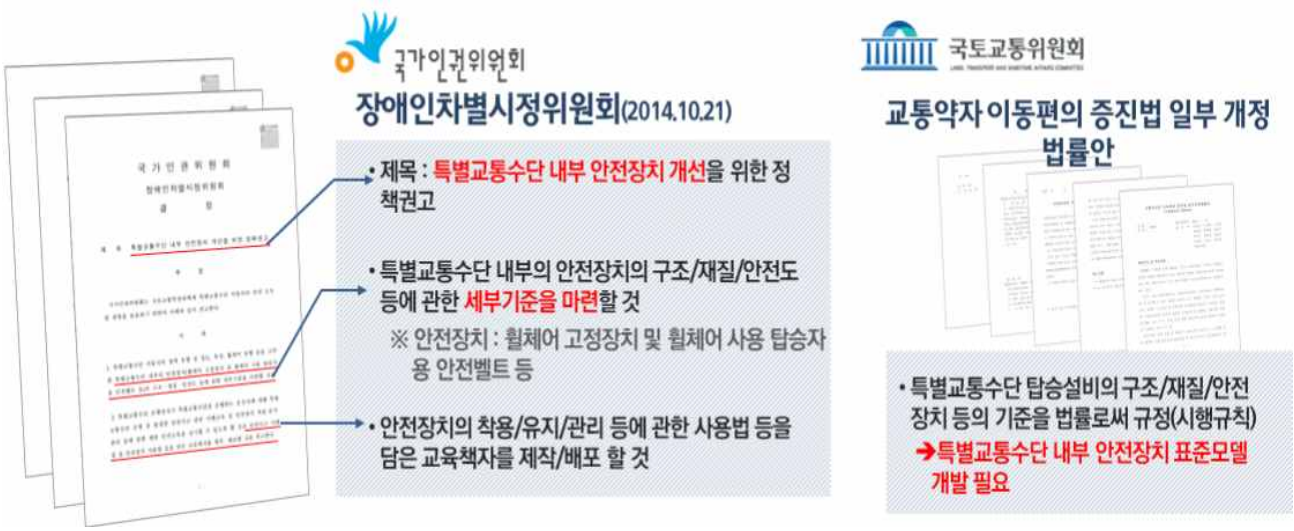


(그림.1) 우리나라 이동제약자 증가 현황

출처 : 세계일보 보도자료(2017. 3. 21, 2017. 2. 15)

○ 휠체어 등이 버스와 같은 대중교통수단 내 안전하게 탑승하여 이동하기 위해서는 안전하게 고정시킬 수 있는 표준화된 안전고정 장치가 필요함

- 현재 저상버스에 설치되어 있는 휠체어 자동고정장치는 전동휠체어 고정은 불가능하며, 국가인권위에서는 장애인 교통사고 피해를 최소화하기 위하여 특별교통수단 내부 안전장치 개선을 국토부에 권고('15.3)



(그림.2) 국가인권위원회 정책 권고 및 휠체어 안전장치 관련 법률개정안 발의

○ 교통약자의 이동권 보장을 위해 “교통약자 이동편의 증진법(이하 교통약자법)”을 2006년부터 제정·운용하고 있으나, **장애인의 70.5%는 한달에 5회도 외출하지 못하고 있는 것으로 조사**되고 있음

- 외출시 불편한 이유 “장애인 관련 편의시설이 부족해서” 54.9%, “외출시 동반자가 없어서” 31.9%

○ 교통약자법 제16조 (특별교통수단 운행 등)에 의거 지자체에서는 이동지원센터를 운영하고 있으나, **특별교통수단의 부족과 비효율적 운영으로 5분 거리 가는데 39분을 기다리는 등**(광주일보 14.12) 특별교통수단이 장애인 이동수단으로써의 제 역할을 다하지 못하고 있음



(그림.3) 교통약자 특별교통수단 이용실태

출처 : KBS 보도자료(2015.4.20, 21), 보건복지부 통계(2012년 기준)

○ **휠체어 이용자의 저상버스 이용경험에 대한 설문조사 결과 96%가 이용경험이 없다고 응답**하였고, 이용하지 않는 이유로 시설 등의 불편과 정보 부족 등으로 응답하여 이동편의시설의 질적 개선이 필요함

- 실제 휠체어 이용자는 장애인석에 자리를 잡는 데만 2분(연합뉴스, 2013.12)이 소요되나 출퇴근시 서울시 버스 배차간격은 3~4분(강남역 버스정류장 기준 조사자료)



(그림.4) 휠체어 이용 장애인 저상버스 이용실태

출처 : KBS 보도자료(2015.4.20, 21), 보건복지부 통계(2012년 기준)

○ 특별교통수단, 저상버스 등에는 휠체어를 탄 상태에서 탑승할 수 있도록 휠체어석이 마련되어 있으나, **휠체어 고정장치 및 장애인 안전벨트 등 안전장치의 설치가 미흡하여 휠체어 탑승자는 교통사고 위험에 노출**되고 있음

- 저상버스에는 수동휠체어만 고정할 수 있어 전동휠체어는 고정이 불가하고 차량 급정거 시 50cm이상 미끄러져 위험(뉴시스, 2013. 05)
- 국토교통부 자료에 의하면 특별교통수단이 운행 중 급정거할 경우 휠체어 안전장치의 미비 등으로 인해 장애인이 차내 의자 등에 부딪쳐 부상당하는 등 특별교통수단 내 탑승자 사고는 매년 지속적으로 발생(평균 4건)



장애인콜택시 안전 보장, 국가가 나서야

"리프트 차량 안전장치 기준 마련해야"

에이블뉴스, 기사작성일 : 2017-03-20 16:49:02

교통약자 이동편의 증진법에서는 지자체에서 중증장애인 인구 200명당 특별교통수단 리프트 차량을 1대 운영하도록 하고 있다. 이제 이 기준은 100명 당 1대로 수정해야 할 정도로 이용자가 많다. 그 외에도 장애인단체나 시설 등에서도 장애인용 리프트 차량을 운행하고 있다.

장애인을 이동을 편하게 지원하는 것도 필요하지만, 안전하게 이동시켜야 하는데, 어떤 사람들은 휠체어에 흠이 생기거나 안전벨트 등을 하기에는 불편한 몸의 구조를 갖고 있다거나 귀찮거나 안전장치를 작동하기에는 시간이 많이 소요되는 등의 불편으로 인하여 안전장치를 하지 않고 있어 안전에 문제점을 가지고 있다. 휠체어도 신체의 일부처럼 느껴져 고정장치로 묶을 경우 기분을 상하는 감정을 느끼기도 한다.

고속도로만이 아니라 시내 주행에서도 안전벨트는 하고 다녀야 한다. 특히 장애인의 경우 사고가 나면 더 큰 사고로 이어질 가능성이 높고, 어디에서나 충돌, 추돌사고가 빈번하여 그러한 사고에서 장애인은 안전하게 몸을 보호할 수 있는지 따져보아야 한다.

NEWSIS 인쇄하기

사회 > 사회일반

인권위 "국토부, 장애인 콜택시 안전장치 세부기준 마련해야"

임종명 기자 | jmstal01@newsis.com

등록 2015-03-04 09:21:35 | 수정 2016-12-28 14:39:17

(그림.5) 교통수단 휠체어 안전고정장치 현황

출처 : 에이블뉴스 보도자료(2017. 3. 20), 뉴시스 보도자료(2016. 12. 28)

○ 건강한 고령자는 안전하며, 일반인과 동일한 속도로 보행하기를 원하지만 현재 상용화된 **개인교통수단은 주로 레저용으로, 고령자 이용 시 조작에 어려움 등으로 위험하며, 보행보조기구는 신체가 불편한 사람이라는 사회적 인식**을 줄 수 있는 한계가 있음



전동킥보드·전동휠 등 개인용 이동수단 특허 '봇물'

입력시간 | 2016.11.16 12:00 | 박진환 기자

2013~2015년 PM 특허출원, 3년전에 비해 177% 급증

2013년 기점으로 특허출원 크게 늘어... 기술개발 박차

전동킥보드, 1륜 전동휠, 2륜 전동휠 등의 순으로 출원

[대전=이데일리 박진환 기자] 최근 전동 킥보드나 전동휠 등과 같은 개인용 이동수단(Personal Mobility) 시장이 팽창하면서 관련 기술개발에 따른 특허출원이 크게 증가하고 있다.

개인용 이동수단은 10㎏ 내외로 휴대가 간편하고, 전동식으로 이동이 편리한 차세대 이동수단으로 각광받고 있다.

16일 특허청에 따르면 2013년부터 지난해까지 최근 3년간 개인용 이동수단의 국내 특허출원은 모두 61건으로 2010~2012년에 비해 177% 급증했다.

2012년까지는 국내 특허출원 건수가 매년 한자릿수에 불과했지만 2013년(24건 출원)을 기점으로 매년 두자릿수를 기록하는 등 관련 업계를 중심으로 기술개발에 박차를 가하고 있는 것으로 조사됐다.

제품 유형별로 살펴보면 최근 3년간의 국내 특허출원 건수는 전동 킥보드(22건), 1륜 전동휠(19건), 조향장치가 있는 2륜 전동휠(11건), 조향장치가 없는 2륜 전동휠(9건) 등의 순이다.

고령자용 보행차 '위험성' 높다

시판품 과반 안전기준 미달·불법제품

최종수정 2009-09-16 11:40

시중에 판매되고 있는 고령자용 보행차 및 보행보조차 제품 가운데 절반 이상이 안전기준에 미달, 전도 위험성이 높은 것으로 드러났다.

지식경제부 기술표준원은 16일 시판되는 고령자용 보행차 11개제품과 보행보조차 19개 제품을 수거해 조사한 결과, 이 가운데 17개 제품이 안전기준에 미달된 것으로 나타났다고 밝혔다.

특히 안전기준 미달제품 중 15개 제품은 전도시험 결과 앞, 뒤 또는 옆으로 쓰러져 사용위험이 높은 것으로 분석됐다.

보행차의 경우 11개 제품 중 2개는 아예 자율안전인증을 받지 않은 불법제품이었으며 이를 포함한 6개 제품이 안전기준에 미달했다. 보행보조차 역시 19개 제품 중 4개가 불법이었고 11개 제품은 핸들, 브레이크 등이 안전기준에 못미쳤다.

기표원은 이번에 적발된 11개 불량제품과 6개 불법제품에 대해 시·도에 즉시 판매중지 및 수거·파기 등의 행정조치를 요청하는 한편 안전기준에 부적합 제품의 제조·수입업자와 간담회를통해 이번 조사결과를 통보했다.

기표원 관계자는 "고령자 등 사회적 배려계층의 안전사고 예방을 위해 앞으로 고령자용과 어린이용 제품을 안전취약품목으로 지정해 관리를 강화할 방침"이라고 말했다.

한편 보행차 및 보행보조차의 수입액은 2006년 2500만 달러에서 2007년 3500만 달러, 지난해 4600만 달러로 급등하는 등 생산과 수입이 모두 빠른 속도로 늘고 있다.

(그림.6) 개인교통수단 및 보행보조차 현황

출처 : 이데일리 보도자료(2016. 11. 16), 이투데이 보도자료(2009. 9. 16)

2. 최종목표

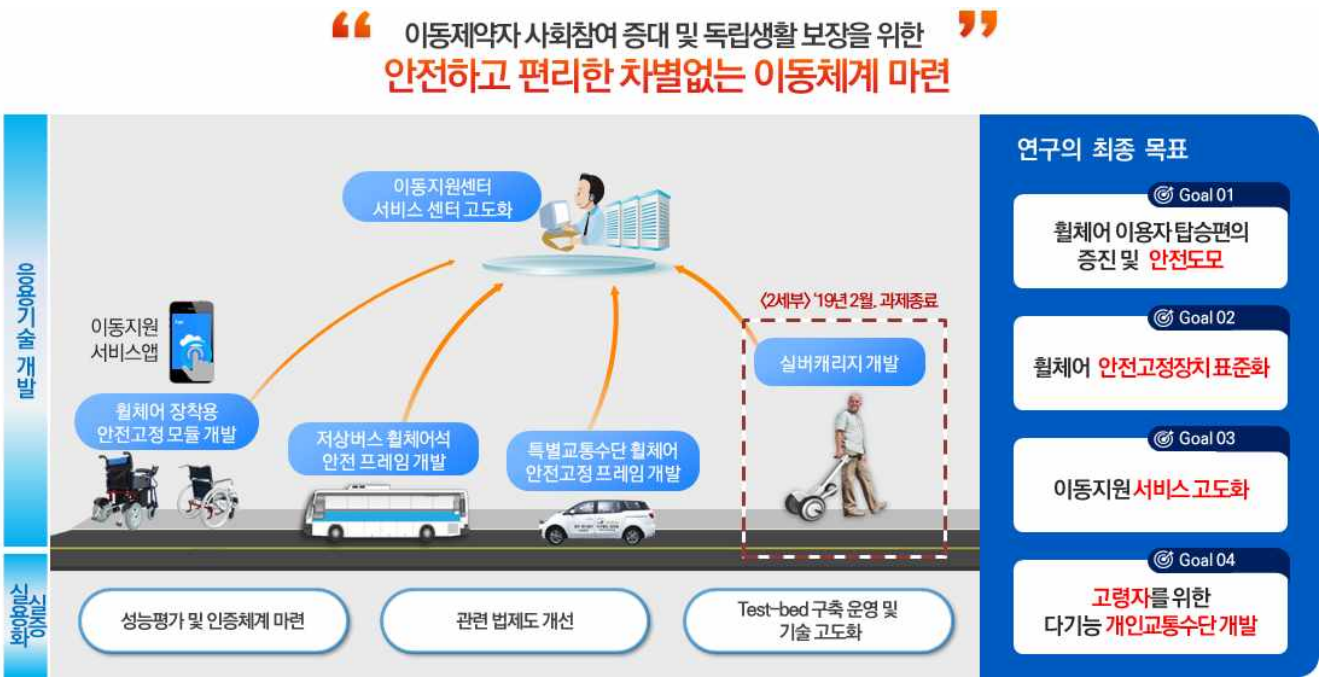
○ 본 연구는 모든 교통수단, 여객시설 및 도로를 차별 없이 안전하고 편리하게 이용할 수 있는 권리가 있음에도 불구하고, 이용 가능한 교통수단이 한정적인 이동제약자의 이동권을 보장하기 위하여 **이동제약자 (휠체어 이용자 및 고령자)가 원하는 곳은 어디든 스스로 이동 가능한 교통체계 구현**을 목표함

- 교통수단(저상버스, 특별교통수단)내 휠체어 고정을 위한 **안전기준 수립 및 휠체어 표준 고정 프레임** 개발
- 이동지원 서비스 개선을 통한 **이동가능 범위 130% 확대**
- 건강한 고령자*의 **근거리 보행 지원을 위한 신개념 다기능 이동수단 (실버캐리지) 개발**

  * 일반적인 지팡이나 보행보조차 등을 사용하지 않고 자립보행이 가능하지만 일반인에 비하여 상대적으로 보행 신체 및 인지 능력이 낮은 고령자



(그림.7) 이동불편 교통체계 개선기술 개발의 최종목표



(그림.8) 이동불편 교통체계 개선기술 개념도

3. 주요 연구개발내용

□ (1세부) 이동제약자 이동편의 증진 기술 개발

○ 특별교통수단 및 대중교통수단에 다양한 휠체어를 수용하여 안전하게 고정시킬 수 있는 안전고정 표준프레임과 차별없는 이동권 확보를 위한 이동지원 서비스를 발굴하고 플랫폼으로 개발 보급하여 이동제약자의 이용가능 교통수단 확대 및 안전 도모



(그림.9) 이동제약자 이동편의 증진기술 개발 개념도

핵심성과 1	**교통수단 내 휠체어석 표준바닥판 및 장착형 표준모듈개발** ((주)이지무브/(주)하나텍시스템/공주대)



(그림.10) 휠체어석 안전고정 프레임의 기능 및 성능목표

○ 교통수단 내 휠체어석 표준 바닥판 개발

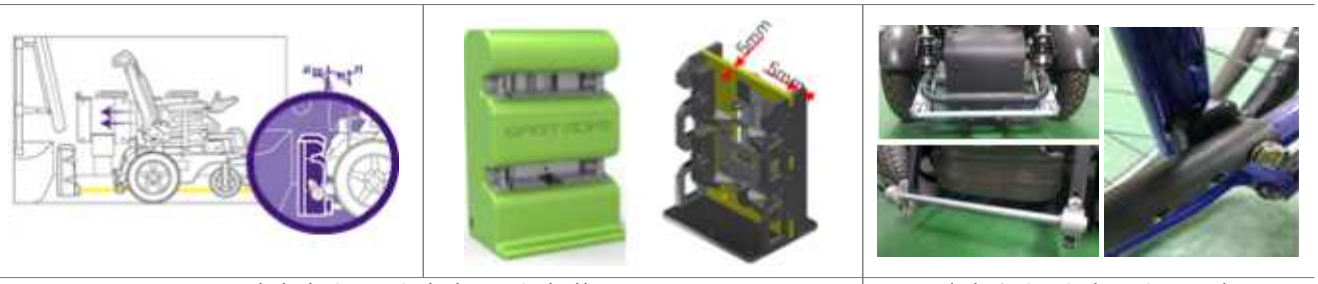
- 저상버스 및 특별교통수단 내 휠체어석의 위치, 범위, 방향, 구조와 수단별 고정장치 및 구속장치의 장착위치, 방법 개발

○ 교통수단 내 휠체어 안전고정 장치* 및 휠체어 장착형 표준 고정 모듈 개발

- 다양한 휠체어를 교통수단에 안정적으로 고정시켜주기 위한 안전고정 장치* 개발
- 안전고정 장치는 표준바닥판의 핵심 구성요소로써, 저상버스에는 자동잠금(도킹(Docking)방식, 특별교통수단에는 벨트(Belt)타입 수동 잠금방식으로 개발
- 다양한 휠체어의 수용을 위해 고정장치와 도킹되는 휠체어용 장착형 안전고정모듈 개발

① 저상버스

○ 신속한 체결을 위한 휠체어 진입 자동 감지 및 자동체결 형태

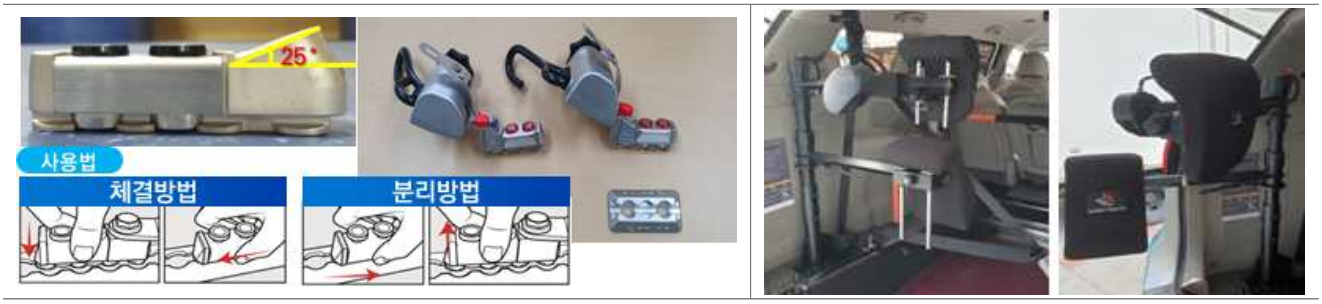


(저상버스 휠체어 고정장치) (장착형 안전고정 모듈)

(그림.11) 저상버스 휠체어 고정장치 개발 개념

② 특별교통수단

○ 휠체어 고정 시, 수용휠체어의 크기, 연결부 위치 등과 관계없이 안전기준 내 체결 각도를 유지할 수 있도록 슬라이더 방식을 채용한 Tie-Down 타입 고정장치를 개발하고, 사고 발생 시 휠체어 이용자의 상해치 최소화를 위한 머리/등 지지대 개발



(그림.12) 특별교통수단 휠체어 고정장치 및 고정 방식 개념

- 휠체어 고정상태 모니터링 기술 개발
  - · 휠체어의 고정상태 검지센서 및 고정상태 판단 알고리즘 개발
  - · 운전자/이용자용 고정상태 모니터링 장치 및 정보표출 기술 개발



(그림.13) 휠체어 고정상태 모니터링 기술 개념

핵심성과 2	**이동지원센터 아키텍쳐 및 표준플랫폼 개발** (한국지능형교통체계협회/네이버시스템(주))

○ 이동지원센터 서비스 아키텍쳐 정립 및 확장형 표준플랫폼 개발

- 국내외 이동지원서비스 센터 현황 분석을 통한 이동지원 서비스 아키텍쳐 정립
- 광역이동지원 서비스 지원을 위해 특별교통수단 스마트 배차를 포함한 확장형 이동지원센터 표준 플랫폼 개발 (전라북도 광역이동지원센터 시스템 개발 기술 도입)



(그림.14) 이동지원서비스 개념

핵심성과 3	**교통수단 내부 안전장치의 세부기준 및 법제도 개선안** (한국지능형교통체계협회/교통안전공단/명지대학교 산학협력단)

○ 휠체어 고정장치 및 탑승객 구속장치 안전성 평가 및 세부 기준 정립

- 휠체어 고정장치 및 탑승객 구속장치 부착위치별 충돌안전성 평가
- 특별교통수단/저상버스 내부 안전장치(휠체어 및 탑승객 구속장치) 구조·안전도 등에 관한 세부기준 수립 및 제/개정 완료



(그림.15) 휠체어 안전장치 세부기준 정립 및 제도화

○ 법제도 개선안 제시 매뉴얼 및 교육자료 개발

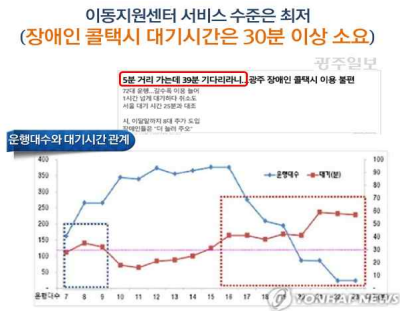
- 안전고정장치 및 안전고정 표준모듈 품질확보를 위한 인증체계 개발
- 이동지원 서비스 제고를 위한 지자체 표준조례(안) 개발 및 정책반영(지자체 시달)
- 특별교통수단 안전운행 지원을 위한 안전운행가이드라인 수립 및 정책반영(지자체 시달)

○ Test-bed 구축 및 운영



(그림.16) Test-bed 구축 운영 및 제도 개선방안 제시

(표.1) 이동제약자 이동편의 증진기술 개발 미래상

구분	As is(기존기술)	To be(개발기술)
교통수단 내 휠체어 안전고정 프레임 및 장착형 표준모듈 개발	 - 휠체어 이용자 저상버스 이용불편(휠체어 이용자 96% 이용경험 無) - 現 자동 고정장치는 다양한 휠체어 수용불가 - 휠체어 고정상태 모니터링 불가	 - 휠체어 이용자 저상버스 이용편의 증진 - 다양한 휠체어(전동, 수동)를 수용하는 자동고정 장치 보급 - 휠체어 고정상태 모니터링을 통한 안전성 향상
이동지원센터 아키텍쳐 및 표준플랫폼 개발	 - 이동지원 서비스 아키텍쳐 부재 - 지자체별 이동지원센터 서비스 일관성 부재 - 광역이동 지원 서비스 미흡	 - 이동지원 서비스 아키텍쳐에 의한 체계적인 서비스 제공 - 이동지원센터 고도화에 의한 이용자 편의 증진 - 광역이동 지원 서비스 고도화/활성화
교통수단 내부 안전장치의 세부기준 및 법제도 개선안	- 교통수단 내부 안전장치 세부기준 부재 - 휠체어 고정 및 탑승객 구속장치 안전성 평가 부재	- 교통수단 내부 안전장치 세부기준 정립을 통한 휠체어 이용자 안전성 향상 - 휠체어 고정 및 탑승객 구속장치 인증체계 마련 - 이동지원 표준조례 정립

□ (2세부) 고령자 자립지원 개인교통수단 개발

○ 일반인에 비해 인지 및 신체능력이 저하된 건강한 고령자의 보행 자립권 확보와 행복 추구권을 보장하기 위한 안전하고 편리한 근거리 보행을 지원하는 개인교통수단(실버캐리지) 개발



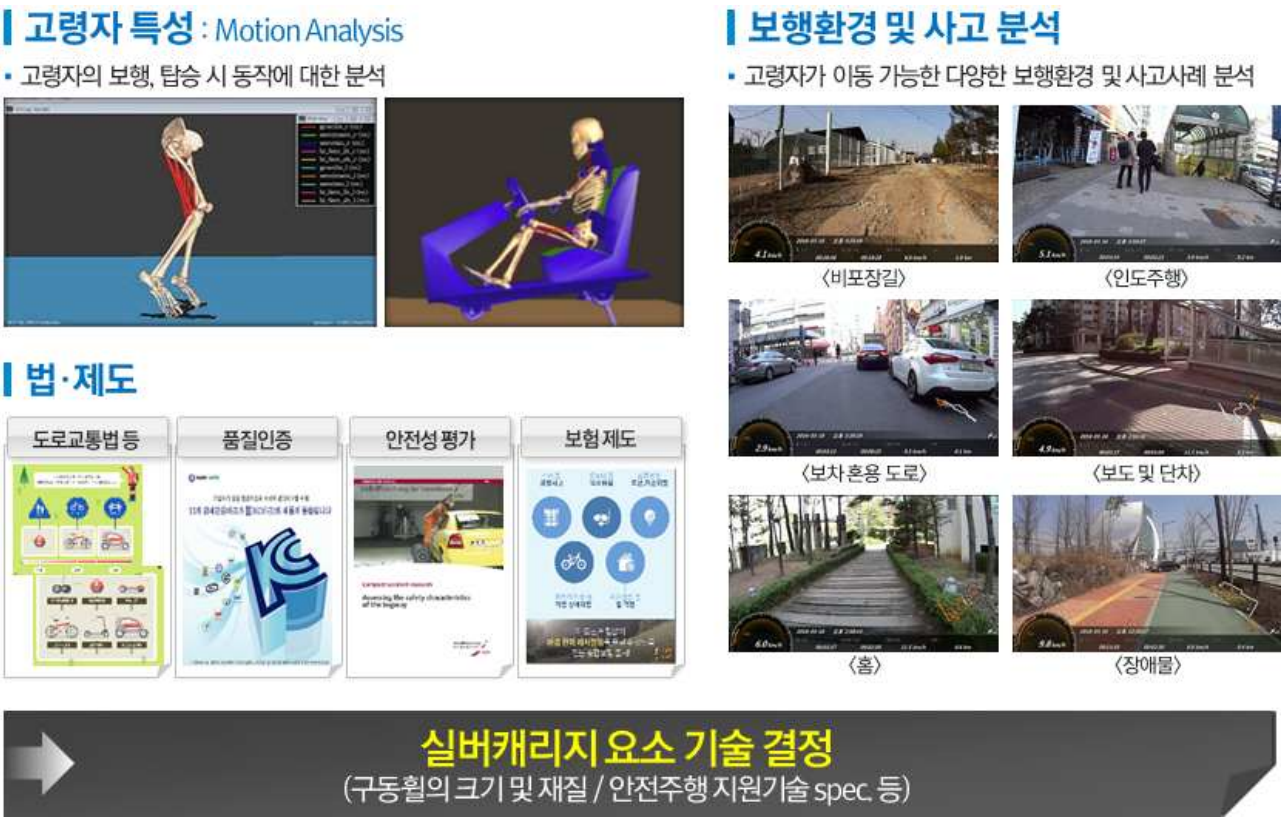
(그림.17) 실버캐리지 개발 개념도

핵심성과 1	**실버캐리지 설계기준** (국민대학교 산학협력단)

○ 고령자의 신체특성과 보행환경 분석을 통한 요소기술 도출 및 기본설계

○ 실버캐리지 렌더링 및 3D 기반 디지털 모델 개발

○ 고령자 선호도 및 UCD 기반의 실버캐리지 설계 및 상세 디자인



(그림.18) 실버캐리지 설계기준 개발방안

핵심성과 2	**실버캐리지 품질인증, 안전성 평가 및 법제도** (한국건설기술연구원/한국건설생활환경시험연구원/현대해상화재보험(주))

○ 실버캐리지 품질 및 성능에 대한 평가 및 인증 절차 개발

○ 이용자 안전 증진을 위한 기존 법제도 개선

○ 위험으로 인한 손해를 담보할 수 있는 손해배상법률 개선 및 보험제도 제·개정

핵심성과 3	**실버캐리지 안전운전 지원 센서 기술** (위드로봇(주))

○ 주변환경 인식을 위한 저가형 영상 기반 센서 개발

○ 비포장 도로 등에서 수평유지 등 균형정보 센싱 기술 개발

○ 개인 인지 및 동작 특성 센싱 기술 개발



(그림.19) 안전운전 지원 센서의 역할

핵심성과 4	**실버캐리지 시제품** ((주)티엔에스모터스)

○ 고령자의 신체 및 보행특성을 고려한 차체 개발

○ 고령자의 이용 편의성 및 심미적 특성을 고려한 제어 조작부 개발

○ 실버캐리지 시제품 개발(15kg 미만, 100만원 미만 차체 개발)



(그림.20) 실버캐리지 제품 개념

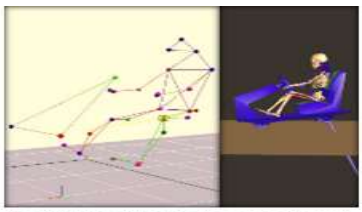
핵심성과 5	**테스트베드 운영을 통한 실버캐리지 사용성 평가** (한국건설생활환경시험연구원)

○ 실버캐리지 시작품 사용성 평가

- 탑승 시 이용자 조작 편의성 분석, 고령자 피로도 분석 및 돌발상황 응답속도 분석, 경사로 등판능력 분석

○ 실버캐리지 품질인증 및 안전성 평가

- 실내·외 Test-bed 운영



(한국건설기술연구원 동작분석 실험실내 Test-bed)



(일산호수공원 내 Test-bed(주행시험))

(그림.21) 테스트베드 운영

(표.2) 고령자 자립지원 개인교통수단 개발 미래상

구분	As is(기존기술)	To be(개발기술)
실버캐리지 설계기준	• 젊은층의 레저에 맞춘 설계 - 레저 등의 목적으로 활용 - 젊은층이 주로 사용 - 고령자 이용 불가능	• 고령자의 신체특성 등을 반영한 설계 - 단거리, 저속 이동 - 보행보조 및 카트 등 다용도 사용 - 안전에 초점을 맞춘 설계
실버캐리지 품질인증, 안전성 평가 및 법제도	• 실버캐리지 이용자 보호 상품 - 국내 관련 상품 없음 - 해외 유사 보험상품 있음 • 수동식 제품에 대한 요구사항 - KC 자율안전확인 대상 공산품 * 고령자용 보행보조차, 고령자용 보행차 - KC 안전·품질표시대상 공산품 * 고령자용 휠체어테이블 • 전동식휠체어 및 의료용 스쿠터 - 식품의약품안전처 인증 • 개인교통수단 주행 관련 법 없음	• 관련 법제도별 실버캐리지 이용자와 피해자 보호를 위한 보험상품 개발 • 실버캐리지 사용자의 요구사항을 반영한 성능 평가 방법 고안 • 실버캐리지의 사양 평가를 위한 시험장비 개발 및 적용 • 실버캐리지에 사용되는 소재의 재질 분석 및 검토 • 실버캐리지의 법적 지위 획득
실버캐리지 안전주행 지원장치	• 차량용 안전지원 센서 - 고가, 저속 주행시 동작 안됨 - CAN 기반의 차량통신 인터페이스 지원	• 실버캐리지용 안전지원 센서 - 저가, 저속주행 지원 - 실버캐리지 미들웨어 지원
실버캐리지 시제품	• Motor - 기존PM용 BLDC모터 - 유성기어, Spur 기어타입적용 • Battery - Li-ion 18650 Cell • Frame 소재 - Al-Alloy • CPU 및 Controller - PM용 상용화 • Frame body - 상용화된 PM Body	• Motor - 가격/성능/무게 고려한 최적모터 개발 • Battery - 실버캐리지용 배터리 팩개발 - BMS개발 • Frame 소재 - 경량/저가격 소재 개발 및 적용 • CPU 및 Controller - 실버캐리지 기능 적용 개발 • Frame body - UCD형의 접이식 Body 개발
실버캐리지 시제품 개발 및 성능평가·검증	• 개인교통수단 성능평가 및 검증 전무	• 개인교통수단 성능평가 및 검증 개발

제2부. [1세부] 이동제약자 이동편의 증진기술 개발

본 페이지는 편집상 여백입니다.

R&D / 19TLRP-B103930-05

이동불편 교통체계 개선기술 개발

(1세부)『이동제약자 이동편의 증진기술 개발』

최종보고서

2019. 11. 08.

주관연구기관 / (사)한국지능형교통체계협회
공동연구기관 / 한국교통안전공단
공동연구기관 / 국립공주대학교 산학협력단
공동연구기관 / 명지대학교 산학협력단
공동연구기관 / (주)이지무브
공동연구기관 / 네이버시스템(주)
공동연구기관 / (주)하나텍시스템
위탁연구기관 / 근로복지공단 재활공학연구소

국토교통부
국토교통과학기술진흥원

본 페이지는 편집상 여백입니다.

제 출 문

국토교통부장관(국토교통과학기술진흥원장) 귀하

'이동불편 교통체계 개선기술 개발' 연구단 1세부과제 '이동제약자 이동편의 증진기술 개발' (연구개발 기간 : 2015. 08. 31. ~ 2019. 09. 30.) 과제의 최종보고서를 제출합니다.

2019. 12. 06.

주관연구기관명 : (사)한국지능형교통체계협회 이 강 래 (인)
공동연구기관명 : 한국교통안전공단 권 병 윤
국립공주대학교 산학협력단 임 경 호
명지대학교 산학협력단 한 승 수
(주)이지무브 오 도 영
네이버시스템(주) 임 병 조
(주)하나텍시스템 김 승 일
위탁연구기관명 : 근로복지공단 재활공학연구소 유 제 청

주관연구기관책임자 : 손 승 녀
공동연구기관책임자 : 김 시 우
: 전 성 식
: 금 기 정
: 김 근 우
: 최 정 욱
: 김 승 일
위탁연구기관책임자 : 이 석 민

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제29조에 따라 최종보고서 열람에 동의합니다.

본 페이지는 편집상 여백입니다.

보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제 고유 번호</td><td>19TLRP-
B103930-05</td><td>해당 단계
연구 기간</td><td>2015.08.31 ~
2019.09.30</td><td>단계구분</td><td>5차 / 5차</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구사업명</td><td>중사업명</td><td colspan="4">국가연구개발사업</td></tr>
<tr><td>세부사업명</td><td colspan="4">교통물류연구사업</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구과제명</td><td>대과제명</td><td colspan="4">이동불편 교통체계 개선기술 개발</td></tr>
<tr><td>세부과제명</td><td colspan="4">이동제약자 이동편의 증진기술 개발</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구책임자</td><td rowspan="2">손승녀</td><td>해당단계(연차)
참여연구원 수</td><td>총: 65명
내부: 65명
외부: 명</td><td>해당단계
연구비</td><td>정부: 700,000천원
민간: 234,000천원
정부외: 천원
상대국: 천원
계: 934,000천원</td></tr>
<tr><td>총 연구기간
참여연구원 수</td><td>총:341명
내부:341명
외부: 명</td><td>총 연구비</td><td>정부:6,334,000천원
민간:2,114,000천원
정부외: 천원
상대국: 천원
계: 8,448,000천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및
소속 부서명</td><td colspan="3">(주관) (사)한국지능형교통체계협회
(공동) 한국교통안전공단
국립공주대학교 산학협력단
명지대학교 산학협력단
(주)이지무브
네이버시스템(주)
(주)하나텍시스템</td><td>참여기업명

-</td><td></td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="3">-</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td>위탁연구</td><td colspan="3">연구기관명 : 근로복지공단 재활공학연구소</td><td colspan="2">연구책임자 : 이 석 민</td></tr>
<tr><td>연구개발성과의
보안등급 및
사유</td><td colspan="5">일반등급</td></tr>
</table>

9대 성과 등록・기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설・장비	기술요약 정보	소프트웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록・기탁 번호											

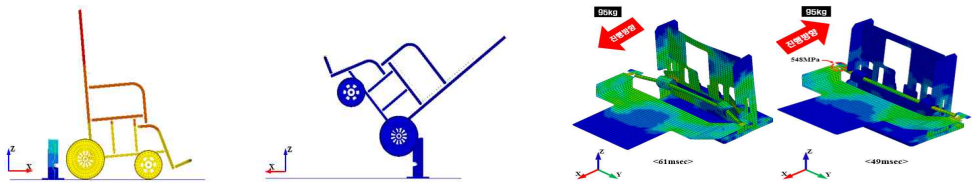
국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설・장비 현황

구입기관	연구시설・장비명	규격 (모델명)	수량	구입연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	NTIS 등록번호
-	-	-	-	-	-	-	-	-

▌ 교통수단 내 휠체어석의 표준바닥판(TRL-7) · 표준레이아웃 개발을 위한 설계 변수선정 및 분석 · 고정부 및 장착부 재질에 대한 피로특성 평가 · 충돌해석을 통한 휠체어 거동 분석 · 타 이동수단 내 고정된 휠체어 거동 분석 · 국내외 휠체어 고정장치 분석을 통한 표준바닥판 컨셉 설계 · 안전고정 프레임 표준규격 개발 · 안전고정 프레임 표준규격 표준화 ▌ 교통수단 내 휠체어 안전고정 장치(TRL-8) · UCD를 고려한 휠체어 고정장치 및 구속장치 시작품 개발 · 특별교통수단 휠체어 고정장치 및 이용자 구속장치 시제품 개발 · 저상버스용 휠체어 고정장치 시제품 개발 · 사용성/체험 평가에 따른 기술보완설계를 반영한 보완 시제품 개발 ▌ 교통수단 내 휠체어 고정상태 모니터링 및 운전자 알림 기술 (TRL-7) · 휠체어 고정상태 모니터링 장치 시작품 개발 · 휠체어 고정상태 모니터링 장치 시제품 개발 · 고정상태 정보표출을 위한 운전자 알림기술 개발 · 사용성/체험 평가에 따른 기술보완설계를 반영한 보완 시제품 ▌ 수동 및 전동 휠체어 장착형 안전고정 모듈 시제품 (TRL-7) · 유모차, 휠체어, 스쿠터에 대한 구조 분석 자료 · 해외 표준화 사례 및 제품 분석에 따른 장착형 안전고정 표준 모듈 컨셉 설계 · 표준바닥판 연계 안전고정 모듈 시작품 개발 · 사용성 평가 기반 장착형안전고정 모듈 표준 규격 · 장착형 안전고정 모듈 시제품 개발 · 사용성/체험 평가에 따른 기술보완설계를 반영한 보완 시제품 개발 · 장착형모듈 상용화 설계 ▌ 이동지원시스템 표준 운영 플랫폼(TRL-5) · 이동지원센터 서비스 아키텍쳐 개발 · 이동지원센터 운영 매뉴얼 개발 · 이동지원서비스 데이터 정보교환 표준(안) · 이동지원 센터 관련 현황 분석 및 기술 동향 분석 · 표준 플랫폼 확장모듈 및 모바일 서비스 · 단위시험 평가 방법론 개발 · 단위 test-bed 사용성평가 · 단위 test-bed 구축 · 복합 test-bed 구축 ▌ 교통수단 내부 안전장치의 구조 · 재질 · 안전도 등에 관한 세부기준 및 법제도(TRL-8) · 교통약자 관련 법제도 분석 · 현행 법제도 개선(안) · 제품 도입에 필요한 인증체계 개발 · 안전고정장치 단품에 대한 안전성 평가 · 표준모델(프레임+모듈)의 충돌안전성 평가 · 휠체어 고정장치 및 탑승객 구속장치 안전성 평가 · 휠체어 고정장치 및 탑승객 구속장치 부착위치별 충돌안전성 평가 · 휠체어 고정장치 및 탑승객 구속장치의 안전기준 및 세부 평가기준(안) 개발 ▌ 안전장치 매뉴얼 및 교육훈련교재(TRL-8) · 안전장치 매뉴얼 및 교육자료 개발	보고서 면수 162면

요약문

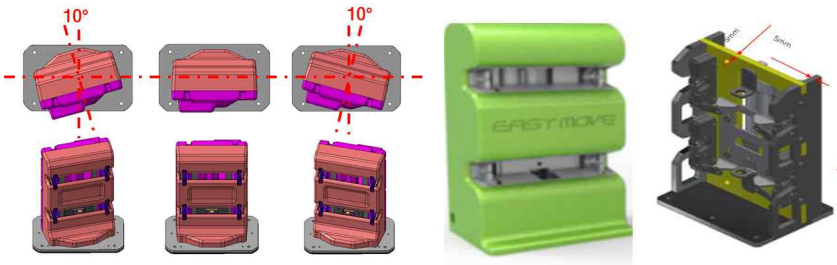
연구의 목적 및 내용	▮ 이동제약자(장애인, 고령자)의 사회참여 확대를 통한 독립생활 보장 및 고용증대를 위해서는 차별없는 안전하고 편리한 이동체계 마련 필요 · 고령자: 11년 11.0%, 13년 11.9%, 15년 12.8% 17년 13.8%으로 매년 증가 추세 · 장애인: 07년 2,105천명에서 18년 2,586천명(휠체어 이용자 18.6%)으로 증가 ▮ 휠체어 이용자가 이용할 수 있는 버스는 저상버스가 유일하나 안전 및 불편 이유로 휠체어 이용자의 96%는 저상버스 이용경험이 없는 것으로 조사됨(한국교통연구원, 2015) · 저상버스에는 수동휠체어 고정 장치만 마련 / 급정거시 전동휠체어는 50㎝ 미끄러져 안전에 위협(뉴시스, 2013.05) · 실제 휠체어 이용자는 장애인석에 자리를 잡는 데만 2분(연합뉴스, 2013.12)이 소요되나 출퇴근시 서울시 버스 배차간격은 3~4분(강남역 버스정류장 기준 조사자료) ▮ 특별교통수단, 저상버스 등에는 휠체어를 탄 상태에서 탑승할 수 있도록 휠체어석이 마련되어 있으나, 휠체어 고정장치 및 장애인 안전벨트 등 안전장치에 대한 기준 부재로 설치가 미흡하여 휠체어 탑승자는 교통사고 위험에 노출되고 있음 ▮ 이에, 국가인권위원회는 장애인 교통사고 피해를 최소화하기 위하여 특별교통수단 내부 안전장치 개선을 국토교통부에 권고(2015.03) · 국토교통부는 해당 권고에 대한 이행계획으로 특별교통수단 전체에 적용 가능한 안전기준 마련 등을 R&D로 추진하겠다고 답변(2015.04) ▮ 교통약자법 제16조(특별교통수단 운행 등)에 의거 지자체에서는 이동지원센터를 운영 중이나 특별교통수단의 부족과 비효율적 운영으로 장애인의 이동권 보장 수준은 제자리 걸음이며, 교통약자 이동편의 증진을 위한 효율적 특별교통수단 운영방안 및 광역이동지원서비스 제공 등 이동지원서비스 개선을 위한 제도적 개선방안 마련 필요 ▮ 본 연구는 모든 교통수단, 여객시설 및 도로를 차별 없이 안전하고 편리하게 이용할 수 있는 권리가 있음에도 불구하고, 이용 가능한 교통수단이 한정적인 이동제약자의 이동권을 보장하기 위하여 안전고정장치 등의 이동편의 증진기술을 개발하는데 그 목표를 둠  [이동불편 교통체계 개선기술 개발의 최종목표]

	▮ 휠체어 수용을 위한 교통수단 내 안전고정 표준 프레임 및 휠체어 장착용 안전고정 표준모듈개발 · 교통수단 내 휠체어석 표준바닥판 개발 · 교통수단 내 휠체어 고정상태 모니터링 및 운전자 알림기술 개발 · 교통수단 내 휠체어 안전고정 장치 시제품개발 · 수동 및 전동 휠체어 장착형 안전고정 모듈 시제품 개발 ▮ 이동제약자 이동지원 서비스 개발 · 이동지원센터 표준 플랫폼 개발 · 이동지원서비스 활성화를 위한 제도적 기반 마련 ▮ 이동편의 증진기술 성능평가 및 인증체계 개발 · 교통수단 내부 안전장치의 구조 · 재질 · 안전도 등에 관한 세부기준 · 관련 법제도 개선방안 도출 · 안전장치 매뉴얼 및 교육훈련교재 개발
연구개발성과	**1. 휠체어 안전고정 표준프레임 개발** **1-1. 표준프레임 표준레이아웃 개발 - 국립공주대학교 산학협력단** ▮ 표준프레임 레이아웃 개발 및 안전성 검증을 위한 시뮬레이션 해석 · 국내/외 휠체어 고정장치 제품/기술 검토 및 표준프레임 장착부 공간 표준 분석 · 차량 내 휠체어 고정을 위한 User Centered Design 중심 표준프레임 레이아웃 개발 · 고정장치 연결부 재질 선정을 위한 연결부 피로특성 분석 · 컴퓨터 해석(시뮬레이션)을 통한 레이아웃 요소부 특성 평가 및 고정모듈 강도/충격 평가 : UN R.107법규에 따른 전방 정적 시험결과 고정장치의 변형량이 2㎜로 법적기준 충족 : 동적해석 결과 고정장치 법적기준 만족  (정적 해석결과) (독적 해석결과) (그림. 1) 고정장치 정적/동적 해석결과 · Sled 해석을 통한 표준프레임 하중 집중 부위를 파악하고, 이에 대한 보강을 위한 설계 모델 대상 컴퓨터 해석 검증 시행 : 컴퓨터 해석을 통한 고정 장치의 개선안 제시, 휠체어 후방 부착레버 보강을 통해 안전성 확보  (그림. 2) 설계 모델에 대한 검증 해석 **1-2. 휠체어 안전고정장치(표준프레임) 개발 - (주)이지무브** ▮ 저상버스 휠체어 안전고정 장치 · 저상버스 휠체어 안전고정장치 프로토 제작 : Self 고정이 가능한 후방 도킹방식 검토(Electro Magnetic방식, Actuator 도킹방식) · User Centered Design을 고려한 시작품 개발 : 고정 강도, 사용성, 비용, 모듈장착 편의성 등을 고려하여 Magnetic 방식 제외 : Actuator 도킹 방식 고정장치 기능 향상 개발(모듈 진입부 크기 확대 및 경량화 13kg->8kg)



(그림. 3) 저상버스 표준바닥판 및 고정장치 시작품

· 실사용자 대상 사용성 평가
: 저상버스 승차, 고정장치로 이동, 고정장치에 접근, 고정, 해제, 하차 단계별 문제점 관찰
: 승차부터 고정까지 소요된 시간은 평균 약 33초, 해제부터 하차는 약 19초로 1분 이내로 승/하차 완료
: 사용편의성 및 고정에 대한 유용성, 학습용이성 등 전반적으로 만족도 높음
: 고정장치를 등지고 후진으로 진입하여 도킹해야하는 이유로 고정장치 위치 확인 및 정확한 접근 어려움 발생
· 저상버스 휠체어 안전고정장치 시제품 개발 및 정하중/동하중 안전성 시험평가
: 렛치 적용으로 모듈 진입시 자동 도킹 가능(Actuator 도킹 문제 해결)
: 고정모듈 도킹 위치 2단(상/하) 적용(고정모듈 휠체어 장착 가능 위치 고려)
: 도킹 입구 수직 편차 수용 설계(휠체어 타이어 공기압 변화 고려)
· 정하중/동하중 안전성 시험평가
: 정하중 시험 기준: KS P ISO 10542, 자동차 진행방향으로 11.3KN의 하중을 60초 이내에 도달하도록 가한 후 0.2초 이상 유지
: 동하중 시험 기준: UN R 80, 32km/h
: 시험결과: 기준 만족(파손 및 이탈없음)
· 저상버스 휠체어 안전고정장치 보완 시제품 개발
: 고정장치 무게 감소를 위해 내부 프레임 두께 축소(10mm ->5mm)
: 휠체어와 고정장치의 오정렬 진입 허용을 위하여 회전기능 추가(좌/우 10° 회전)



(그림. 4) 저상버스 안전고정 프레임 보완 시제품

· 개발 제품 상용화 준비를 위한 조달 품목등록 완료(`19.11.06 /`19.08.12)
: 조달청 나라장터 품목 조회 키워드 : “도킹식휠체어고정장치” / “레일피팅기구”



(그림. 5) 조달청 나라장터 상품정보시스템 조회

· 휠체어 고정장치가 설치된 전기저상버스를 활용한 사용성평가 실시
: 평가결과 전반적 만족도에서 평균 90점 획득(성과목표 달성)



▌휠체어 장착형 안전고정 모듈 개발
· 기존 상용 수동, 전동 휠체어 구조 분석 및 장착형 안전고정 표준 모듈 컨셉 설계
: 신속한 휠체어 고정과 사용자 편의성 고려
: 견고하고 안정적으로 고정가능
· 표준프레임 연계 안전고정 모듈(저상버스) 시작품 제작
: 휠체어 손상 없이 장착 가능해야 하며 접이식 휠체어에 대응이 가능하도록 고정장치에 도킹되는 BAR 탈부착 가능 설계, 휠체어 손상없이 프레임에 클램프 방식으로 장착
: 전동 휠체어 안정고정 모듈은 휠체어 무게 및 타이어 공기압을 고려, 댐핑기구인 차량현가장치용 고무부싱을 적용하여 진동 및 높낮이 변화에 대응, 휠체어 손상없이 Anti-tipper를 활용하여 장착
· 휠체어 안전고정 모듈 강도시험(자체시험)
: 목표성능 만족, 연결부 이탈 및 균열 없었으며, 목표성능 1KN를 초과한 10KN 추가 검증 결과 만족



(그림. 6) 휠체어 안전고정 모듈 강도시험(1KN, 10KN)

· 휠체어 안전고정 모듈 사용성 평가 평가결과 기반 시제품 개발
: 휠체어 손상 없이 체결 가능한 Anti-tipper 결합용 브라켓 설계(유니버셜 아답터 모듈)
: 주행 중 차량과 전동 휠체어 고유진동수 다름으로 인한 충격흡수 구조(고무부싱 적용)



(그림. 7) 전동/수동 휠체어 안전고정 모듈 시제품

· 장착형 안전고정모듈 상용화 개발
: 휠체어와 공통 안전고정 모듈을 연결하는 브라켓은 휠체어 제조회사에서 판매하는 휠체어에 대응 가능하도록 개발
: 다양한 프레임에 맞춤 브라켓을 제작하여 휠체어 업체에 가이드라인 제공이 필요하며, 목표가격 3만원 이하 달성
· 안전고정모듈 자체 강도시험 실시
: 파손, 이탈 없음 / 기준 만족



(그림. 8) 휠체어 안전고정모듈 강도시험(한국교통안전공단)

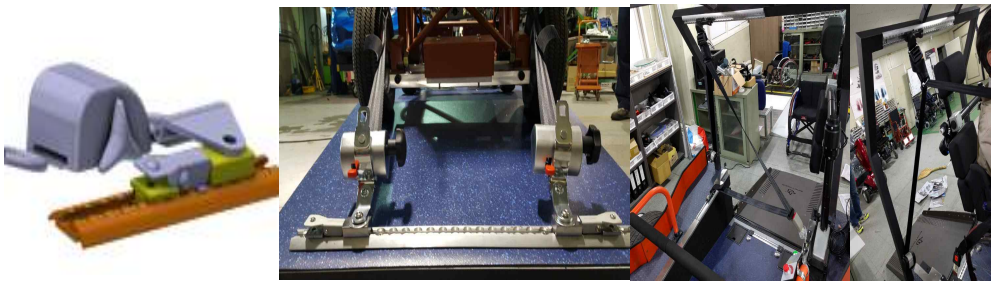
▮ 특별교통수단 휠체어 안전고정 장치 개발

· User Centered Design을 고려한 시작품 개발

: 차량 구조 및 휠체어 진입조건(전/후진만 가능) 제한으로 저상버스와 동일한 고정장치 사용불가

: 기존의 디스크 체결방식은 충돌 시험 시 반동으로 인한 체결부 이탈 발생

: 차량에 고정하는 고정구를 레일에 피팅하여 고정하는 방식으로 충돌 시 이탈 위험이 없으며, 위치 조절 가능, 휠체어의 적정 체결각도 확보 가능토록 개발

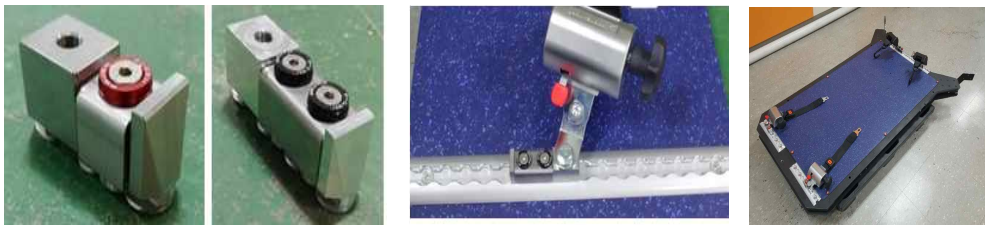


(그림. 9) 특별교통수단 고정장치 시작품

· 특별교통수단 휠체어 안전고정장치 시제품 개발

: 사용성평가 결과를 반영하여 레일 고정방식에서 탈부착 형식으로 설계변경

: 기존의 디스크 타입의 편의성과 슬라이더 타입의 장점을 만족시킨 신개념 고정 방식(세계최초)



(그림. 10) 특별교통수단 안전고정 프레임

· 정하중/동하중 안전성 시험평가

: 정하중 시험 기준: KS P ISO 10542, 자동차 진행방향으로 11.3KN의 하중을 60초 이내에 도달하도록 가한 후 0.2초 이상 유지

: 동하중 시험 기준: UN R 80, 32km/h

: 시험결과: 기준 만족(파손 및 이탈없음)

· 특별교통수단 휠체어 안전고정장치 보완 시제품 개발

: 보편적인 Sliding Rail에 사용 / ISO 10542-2 체결 권장각 수용 / 별도 브라켓 불필요



(그림. 11) 특별교통수단 고정장치 시제품

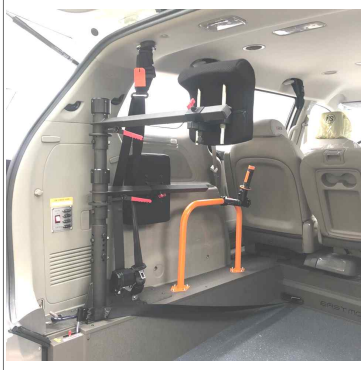
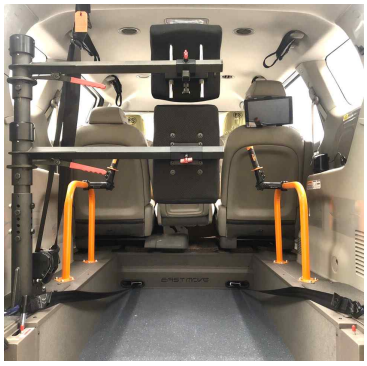
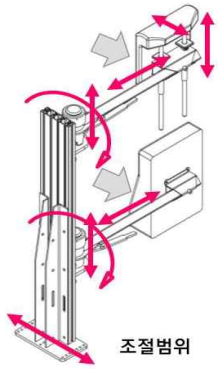
· 특별교통수단 휠체어 이용자 머리/등 지지대 시제품 개발

: 충돌 시 전방 타이다운 풀림현상으로 인한 휠체어 들림 현상 방지 및 2차 충격 흡수

: 경사 또는 평지 정차상태에서 휠체어 후방밀림 방지

: 설계 요구사항

+ 휠체어 탑승 시 휠체어 진입로 방해 없을 것(회전기능 개발)
+ 휠체어 크기 및 승객 신체 치수에 따른 위치변동 가능(전/후/상/하 위치 조절기능 개발)
+ 사용성 평가 결과 머리 및 등받이 쿠션 앞/뒤 조절가능 필요 개선 설계
+ 비용절감 및 운행시 소음 감소를 위한 최적화 설계

(그림. 12) 특별교통수단 머리 및 등 지지대 보완 시제품

1-3. 휠체어 안전고정장치(표준프레임) 표준화 - 근로복지공단 재활공학연구소

▮ 휠체어 안전고정장치 표준프레임 표준화

· 휠체어 고정장치 표준화 회의 진행
  + 18년 04. 26. 18년 제1차 전문위원회 개최
  + 18년 07. 05. 18년 제2차 전문위원회 개최

· 휠체어 고정장치 관련 기존 미비표준 부합화
  + 국내/국제 표준화 성과 목표를 위해 전동휠체어 고정장치 관련 표준 2건에 대해 국제 부합화 (제정 및 개정)를 실시함 (2018. 07.25)

· 국제 표준화 활동(국내 현황 및 연구개발 내용 발표)
  + 국제표준화기구 재활보조기구 분과 휠체어 분야 고정장치 작업반 : ISO TC173 SC1 WG6
  + 장소 : 영국 런던 표준협회(BSI, British Standard Institute)







(그림. 13) ISO TC173 SC1 WG6 기고문 발표 사진

· 휠체어 고정장치 표준화 회의 진행(2019. 04. 18 전문위원회)
  : 특별 교통 수단/저상버스 등 휠체어 탑승에 따른 안전성 확보 방안 설명



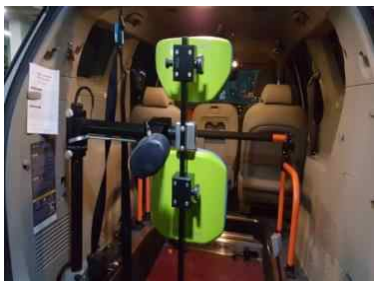

(그림. 14) 장애인용 보조기구 전문위원회 발표(2019년 4월 18일)

1-4. 교통수단 대 휠체어 고정상태 모니터 및 운전자 알림 기술 - (주)하나텍시스템

▮ 교통수단 내 휠체어 고정상태 모니터링

· 휠체어 고정상태 모니터링 장치 시제품 개발
  : 사용성(체험)평가 결과를 개선설계에 적용

: 고정장치 및 모니터링을 통한 고정상태 검지 정보를 활용한 고정상태 판단 기능 및 이용자 의사전달 요구기능 적용한 고정상태 정보제공 기능 구현
: 스캔레이저 방식을 이용한 고정상태 모니터링 방식(저상버스 및 ST)을 채용하였으며, 기존 구조물 적용 및 검지정확도 보완을 위한 신규 브라켓 개발을 적용(안전바, 백레스트)
: 고정장치 체결상태판단 알고리즘 및 고정상태 판단 알고리즘 개선을 통한 판단 정확도 98% 이상 확보


실차환경 내 시제품구축


4차년도 시제품(고급형)


5차년도 시제품(보급형)

고정상태 모니터링 시제품 보완 제작

(그림. 15) 고정상태 모니터링 장치 보완 시제품

▮ 교통수단 내 휠체어 고정상태 알림장치
· 휠체어 고정상태 정보 이용자 알림장치 시제품 개발
: 사용성 평가 결과를 반영한 사용자 알림장치 표출기능을 개선하여 제품 완성도를 향상
: 휠체어 승/하차시 시나리오, 주행 중 고정상태 이상, 도움벨 요청정보 제공기능을 구현하였으며, 긴급호출, 이동약자 전용 하차벨 기능을 적용
: 주행 중 구속장치 및 고정장치 해제 경고 기능을 적용(점멸 및 비프음)
: 장애인의 정보인식률 제공 및 차별없는 정보제공을 위해 공공안내표지(KS픽토그램), 유니버설디자인을 이용한 아이콘 적용


실차환경 내 시제품구축





이용자 알림장치 시제품 제작(개선)

(그림. 16) 이용자 알림장치 보완 시제품

2. 이동지원서비스 아키텍쳐 및 표준플랫폼 개발

2-1. 이동지원서비스 아키텍쳐 등 개발 - 한국지능형교통체계협회

▮ 광역이동지원서비스 아키텍쳐 정립
· 이동제약자 통행 여건 및 행태 분석
: 이동편의 증진과 안전성 향상 등 이동권 제고를 위해 이동지원센터를 통해 제공해야하는 이동지원서비스를 선정을 위하여 이동제약자의 통행여건과 행태를 분석하고, 이를 통해 도출된 문제점을 바탕으로 이동지원서비스 요구사항을 검토
: 통행목적이 친목이나 여가활동이라 답변한 응답자는 전체의 22.7%(46명)에 불과
: 선호하는 교통수단을 설문한 결과, 장애인콜택시가 59.5%로 가장 많은 선택을 받았으며, 지하철 35.7%(30명), 저상버스 4.8%(4명)

: 장애인콜택시의 긴 대기시간(3.91점)과 저상버스 부적절한 정차위치(3.89점), 저상버스 대기시간(3.6점), 저상버스 내 휠체어석 이용 불편(3.49점), 장애인콜택시 이동가능거리 제한(3.3점) 등이 높은 불편지수를 나타냈으며, 가장 먼저 해결되어야 할 문제점

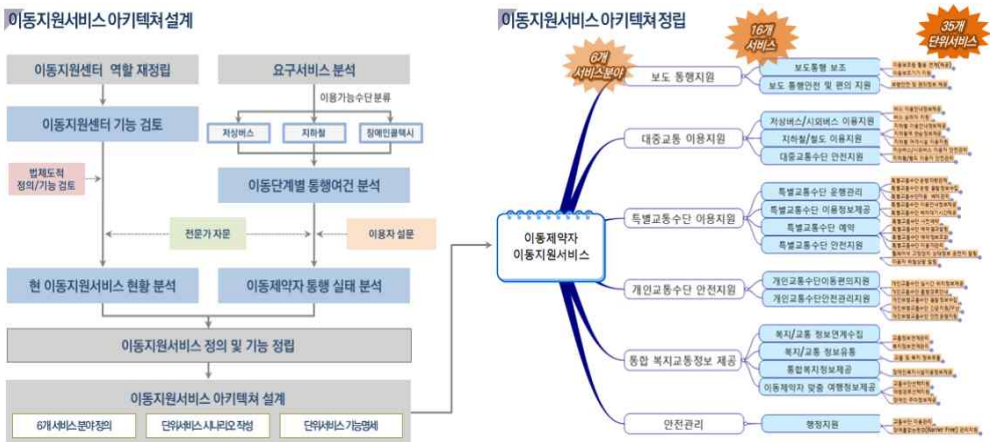
: 통행 행태 분석결과, 이동권 증진을 위해 아래 서비스의 도입 또는 효용성 제고가 필요

+ 주 통행목적, 이동장소를 고려한 맞춤 이동지원서비스 제공(복지시설이용안내정보)
+ 교통정보와 복지정보 연계수집, 통합관리
+ 저상버스의 정상적인 정차 유도 방안 수립
+ 저상버스 휠체어 고정장치 개선
+ 장애인콜택시 대기시간 단축(자동배차시스템 도입)
+ 장애인콜택시의 지역 간 이동제한(장거리 이동) 방안

· 아키텍쳐 개발

: 단위서비스별 정의와 기능명세 작성

: 최종적으로 6개 대표 서비스분야, 35개 단위서비스 형태의 서비스 아키텍쳐 개발



(그림. 17) 이동지원서비스 아키텍쳐 개발

▮ 광역이동지원서비스 데이터 정보교환 표준 및 안전/편의 장치 운용자료 개발

· 정보교환 표준 개발

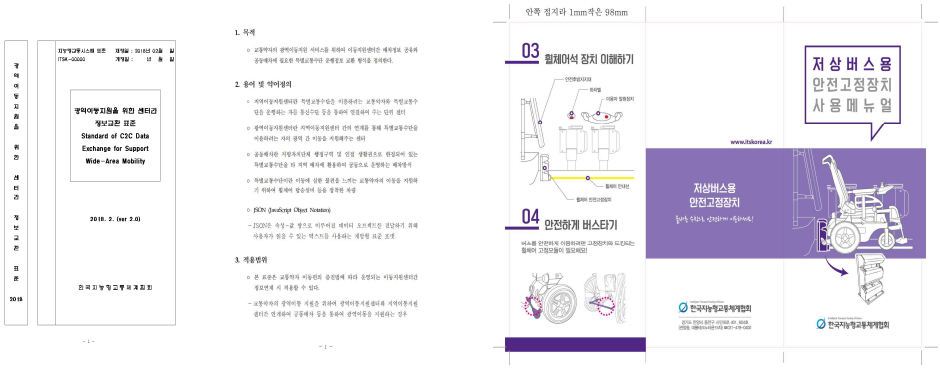
: 시/군 지자체 경계를 벗어난, 광역이동지원서비스 제공을 위하여 센터간 교환 요구정보를 정의하고, 해당 정보의 교환 표준을 개발

: 기본정보의 구성과 연계체계, 정보의 분류 및 항목구성, 통신 프로토콜로 정의

· 안전/편의 장치 운용자료 개발

: 저상버스 휠체어 고정장치, 특별교통수단 휠체어 고정장치, 장착형 안전고정모듈 및 고정상태 알림장치의 올바른 운용을 위하여 매뉴얼을 개발

: 장치의 올바른 사용방법과 절차 등을 발표용 교육자료와 동영상으로 제작



(그림. 18) 광역이동지원을 위한 센터간 정보교환 표준 및 장치 운용/교육자료

2-2. 이동지원센터 표준플랫폼 개발 - 네이버시스템

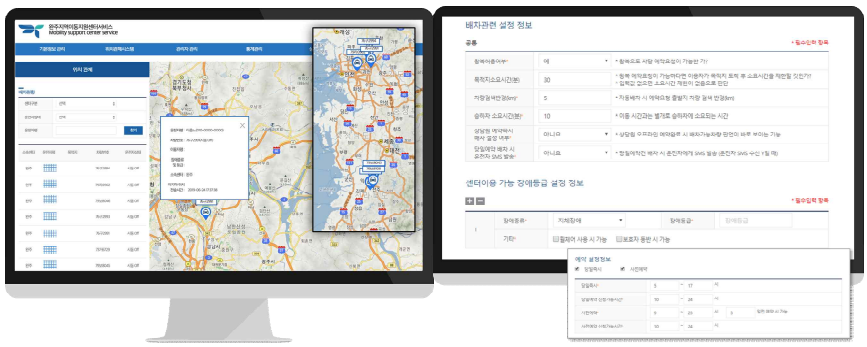
▌이동지원센터 표준플랫폼 개발

· 지역/광역 이동지원센터 표준플랫폼 개발

: 표준 플랫폼은 POI검색, 경로탐색, 자동배차, 이동지원센터 구성 등의 시스템기능과 이용자, 차량, 근무일정 등의 기초정보관리기능, 배차/이용가능대상/예약시간 등의 기준정보관리로 구성

: Trip별 경로 조회 (T-map API), 긴급호출 내역 확인, 배차 알고리즘에 의한 시스템 자동배차 (1분마다 전체 예약에 대해 진행), 수동배차도 배차 알고리즘에 의한 정렬 후 표출 등 예약처리 및 차량상태 조회를 위한 상담원 예약관리 기능 개발

: 최근 이용지 목록 조회, 출발지, 목적지 주소 검색 기능 및 KOBUS 시스템과 전화번호를 통한 동기화 기능 개발(교통약자용 서비스)

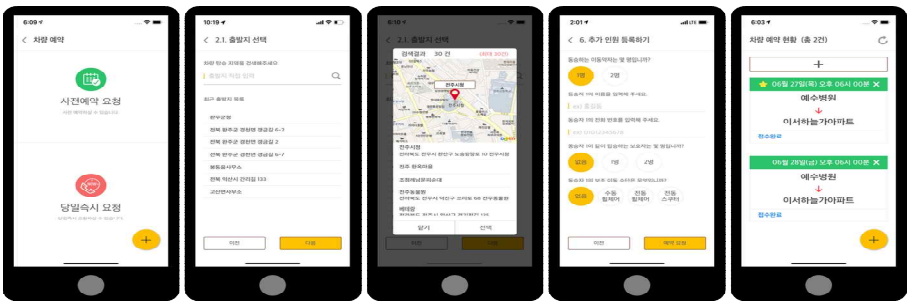


(그림. 19) 실시간 차량 관제 및 예약/배차 기준정보 관리 화면

· 표준 API기반 플랫폼 이용자 모바일 서비스 개발

: 최근 이용지 목록 조회, 출발지, 목적지 주소 검색 기능 등 웹 기반 서비스와 동일한 기능 개발

: NAVER의 명칭검색 OpenAPI 사용, KAKAO의 주소검색 OpenAPI 사용



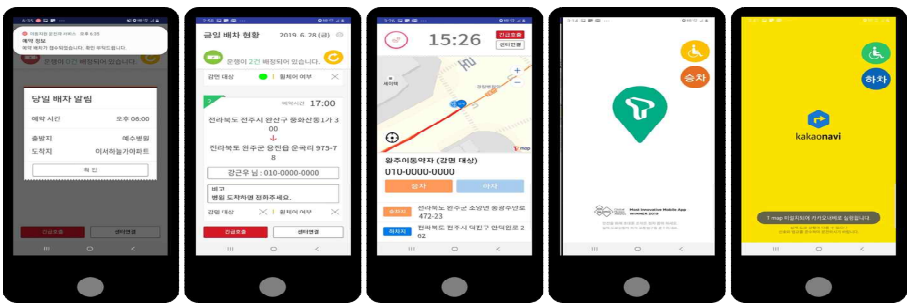
(그림. 20) 교통약자용 모바일 서비스

· 표준 API기반 플랫폼 운전자 모바일 서비스 개발

: 표준 플랫폼에서 정의한 API를 기반으로 운전원 및 교통약자용 모바일 서비스 개발

: 배차 지령에 대한 메시지 app 수신 및 요금미터기와 운전원용 단말간의 연계를 통한 승/하차 정보 연동 기능 개발

: T map, kakaonavi 내비게이션 서비스 연계형 운전원용 앱과 내비게이션의 전환 기능 개발



(그림. 21) 운전원용 모바일 서비스

3. 이동편의 증진기술 검증 및 사용성 평가

3-1. 개발 기술 단위 평가

▮ 시뮬레이터 기반 Lab 환경 시험환경 구축 및 단위시험 사용성 평가

: 휠체어 이용자가 저상버스와 장애인콜택시에 탑승하여 이동할 때, 휠체어의 견고한 고정과 더불어 사고 발생 시 이용자의 안전을 제고하기 위한 목적으로 개발된 이동편의 증진기술 성과물의 평가를 위해 사용성 평가를 실시

: 평가는 척수질환(선천성/후천성)이나 사고 등으로 인해 수동/전동 보행보조차*에 의존하여 생활하는 휠체어 이용자 대상

: 여의도 이룸센터에서 3일간 단위시험 사용성 평가를 실시하였으며, 3개 장애인단체(척수장애인협회, 뇌병변장애인협회, 지체장애인협회)에서 총 93명 참석

: 사용성 평가는 휠체어 안전 및 편의 장치를 모두 장착한 시뮬레이터를 활용하며, 평가자는 시뮬레이터에 탑승하여 개발 장치/기술을 체험하고, 아래 평가항목에 대한 체험결과를 1:1 설문 형태로 답변을 진행



(평가장 전경)



(모션시뮬레이터 체험)

(그림. 22) 단위시험 사용성평가

: 평가결과, 안전 및 편의 장치가 실사용자의 사용성을 반영하여 개발되었다는 답변이 전체 89%에 해당했으며, 단위기술에 대한 사용성 평가 만족도는 100점 만점의 85.2점으로 조사됨

▮ 실차량 기반 시험환경 구축 및 운영

· 시험운영 차량 제작

: 휠체어 이용자의 안전을 위한 안전고정장치와 고정상태 검지 및 상태정보 알림/연계를 위한 알림장치 등 안전 및 편의 기술(장치) 체험과 개발성과 홍보활동을 위하여 실차량 시험환경을 구축

+ 실차량은 특별교통수단으로 가장 많이 사용되는 카니발 차량과 다인승 승차가 가능한 쏠라티 차량 총 2대를 대상으로 구축

+ 3차년도 연구개발 성과물(휠체어 고정장치, 탑승객 구속장치, 헤드앤백레스트, 휠체어 고정상태 모니터링장치, 이용자 알림장치 등)을 모두 포함



기아 카니발(휠체어석 1건)



현대 쏠라티(휠체어석 4석)

(그림. 23) 시험운영 차량

· 평창 패럴림픽 행사 시험운영 차량 투입 및 운영

: (지원행사) 2018 평창 동계패럴림픽 국제컨퍼런스

: (지원기간) 2018. 3. 7(수) ~ 2018. 3. 10

: (지원내용) 시험운영 차량 2대 투입, 행사 참가자 수송 및 안전 및 편의장치 운용

: 18. 03. 07 ~ 10, 3박 4일간 공식적 행사 참여를 위해 총 4회 운행하였으며, 시험운영 차량 탑승 총 인원은 16명

+ 서울(마로니에) → 속초(롯데리조트) → 평창(개막식장) → 속초(롯데리조트) → 서울(마로니에 공원)

: 휠체어 고정장치, 이용자 알림장치 등 안전/편의 장치에 대한 탑승자 의견은 대체적으로 만족

: 최대 4인까지 승차할 수 있는 쏠라티 차량에 매우 높은 관심





(그림. 24) 시험운영 참여 행사

3-2. 실도로 환경 기반 테스트베드 운영 및 체험평가

▌복합 Test-bed 실도로 시험환경(테스트베드) 구축

· 테스트베드 구축 개요

: (목적) 국가연구개발사업 추진을 통하여 아래 세 가지 핵심기술을 개발하고 있으며, 시제품 단계의 연구개발이 진행되고 있음에 따라 각 개발기술에 대한 기능 및 성능 검증이 요구

: (방향) 개발 기술을 모두 적용한 실도로 환경의 이용자 채험형 복합 Test-bed를 구축하고, 교통수단 이용을 위한 사전 예약과 차량 이용, 수단 종료 시까지의 만족도와 안정성, 편의성 등을 복합적으로 평가

+ 복수지자체 선정 : 광역이동서비스 운영을 위해 광역이동수요가 항시 존재하는 복수의 지자체를 테스트베드로 선정

+ 센터시스템 구축 : 표준플랫폼 운영, 특별교통수단 운용 관련 센터정보의 실시간 연계 및 표준플랫폼 운영 효과 검증

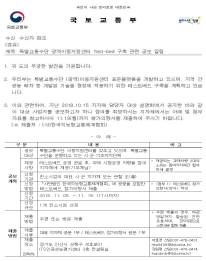
+ 기존 특별교통수단 현장시스템 설치 및 시험차량 도입 : 표준플랫폼과의 배차 및 위치 정보 연계, 정보 송·수신을 위해 운전자단말 설치 및 지자체 특별교통수단 차량 동시 운행

· 테스트베드 유치기관 선정

: 국토교통부(교통안전복지과) 협조 하에, 전국 시/군 지자체에 특별교통수단 광역이동지원센터 Test-bed 구축 공모를 실시

+ 공모대상 : 특별교통수단을 운영하고 있는 기초자치단체

+ 공모결과 : 전라북도 전주-완주 컨소시엄이 유치기관으로 선정


국 토 교 통 부



(그림. 25) 테스트베드 유치기관 공모

· 테스트베드 구축 및 시험운영

: 센터시스템 구축



구분	제품사진	수량	비고
서버(서비스)		1	전주전산실
서버(DB)		1	전주전산실
KVM 모니터 일체형		1	전주전산실
운영단말		1	전주/완주

(그림. 26) 이동지원센터 표준플랫폼 센터시스템 구축

: 현장시스템 설치

+ 운전자앱(App) 개발 및 운전자 단말기 설치 완료

+ 운전자 단말기 활용 교육 및 상시 운용 매뉴얼 배포 완료

: 기존 센터와 플랫폼 기능 연계)





(그림. 27) 현장시스템(차량단말) 설치

: 운영환경 구축

+ 전주시, 완주군 내 운영단말 설치 및 운영 기능 정상 작동 점검

+ 전주시 센터 내 상시 전화상담 및 운영 인력 배치

+ 표준플랫폼 시험운영을 위한 대표번호 회선 개통

▮ 복합 Test-bed 실도로 시험환경(테스트베드) 운영

· 테스트베드 시험운영

: (완주군) 시험운영 체험 참여자는 전주시와 같이 모집하되, 이동지원센터 플랫폼 기능을 전면 도입하여 운영

+ 이용자 신청/접수 방법 : 대표전화, 플랫폼 홈페이지, 플랫폼 이용자앱

+ 배차/센터 운영시스템 : 이동지원센터 표준플랫폼

+ 운행차량 : 기존 완주군 콜택시 9대 + 과제 시험차량(카니발) 1대

+ 운전자 단말 : 표준플랫폼 운전자단말(운전자앱)

: (전주시) 전주시 테스트베드의 경우, '19년 3월 이후 약 3개월간 1차 운영을 실시하였으나, 기존 이지콜 대표번호 전화접수 불가 및 별도 신청자 모집 절차 불편 등으로 인해 테스트베드 운영 실적이 저조, 이에 기존 운영방식을 중단하고, 테스트베드 표준플랫폼을 활용한 즉시콜 서비스 시행

+ 이용자 신청/접수 방법 : 대표전화, 플랫폼 홈페이지, 플랫폼 이용자앱

+ 배차/센터 운영시스템 : 이동지원센터 표준플랫폼

+ 운행차량 : 기존 전주시 콜택시 3대 + 과제 시험차량(카니발) 1대

+ 운전자 단말 : 운전자 개인 스마트폰 및 표준플랫폼 운전자단말(운전자앱)

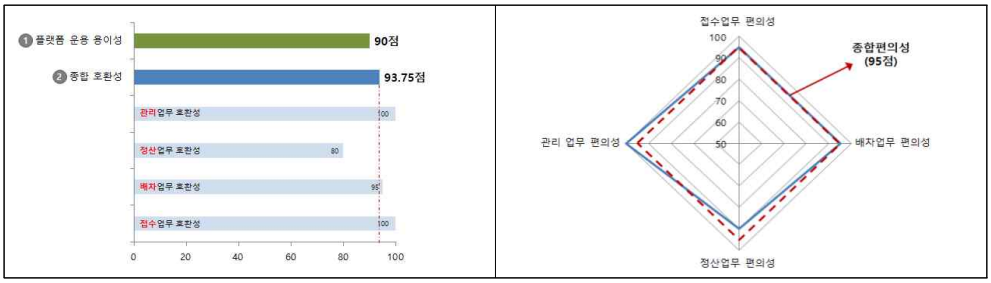
▮ 단위기술 효과 평가 및 개발 기관 피드백, 기술(장치) 개발/고도화 반영

· 실사용자 대상 단위기술 효과평가 실시

: 평가자는 테스트베드 시험운영에 참여 또는 참가한 실사용자 즉, 운영자, 운전자, 이용자 선정

: 단위기술별 평가 항목 및 항목별 인터뷰 문항 설계

: 평가결과, 100점 척도 플랫폼 운용성 90점, 운전자앱 90.91점, 이용자앱 98.75점, 안전 및 편의장치는 최소 85점이상 획득



(그림. 28) 특별교통수단 이동지원센터 센터/차량 운영 플랫폼 평가 결과

· 실사용자 대상 단위기술 효과평가 결과와 사용자의 수정/보완 의견을 종합하여 개발기관에 피드백

▮ 복합 Test-bed 실도로 시험환경(테스트베드) 체험평가

· 평가기술별 평가자 선정

: 실사용자 체험평가의 평가자는 이동지원센터 표준플랫폼부터 휠체어 고정장치, 고정상태 모니터링 장치를 직접 운용하고, 이용하는 이동지원센터 운영자, 차량 운전자, 이용자로 선정

평가기술	세부기술	평가대상자			지자체
		운영자	운전자	이용자	
이동지원센터 표준플랫폼	센터/차량 운영 플랫폼	○	-	-	완주
	특별교통수단 차량 운전자앱	-	○	-	완주/전주
	특별교통수단 이용자앱	-	-	○	완주
	플랫폼 활용 즉시콜 서비스		○	○	전주
특별교통수단 차내 안전장치	특별교통수단 휠체어 고정장치	-	○	○	전주/완주
	특별교통수단 이용자 구속장치	-	○	○	전주/완주
휠체어 고정상태 모니터링 장치	고정상태 검지 및 이용자 알림장치	-	○	○	전주/완주

· 평가방법 및 일정

: 실사용자 대상 체험평가 인터뷰는 1:1 심층면접 방식으로 진행하며, 운영자, 운전자, 이용자 그룹단위로 개별 평가일정을 수립하여 평가를 진행



(시험운영 차량 동승 이용자 인터뷰 진행) (차내 인터뷰 진행)

(그림. 29) 1:1 인터뷰 방식의 체험평가 실시

+ 운영자 평가 : 2019년 9월 23일 / 완주 이동지원센터 사무실

+ 운전자 평가 : 2019년 9월 24일 ~ 25일 (완주, 전주 각 1일) / 완주/전주 센터 사무실

+ 이용자 평가 : 2019년 9월 9일 ~ 25일 (휴일 제외) / 완주/전주 일원(운행차량 동승)

· 평가결과

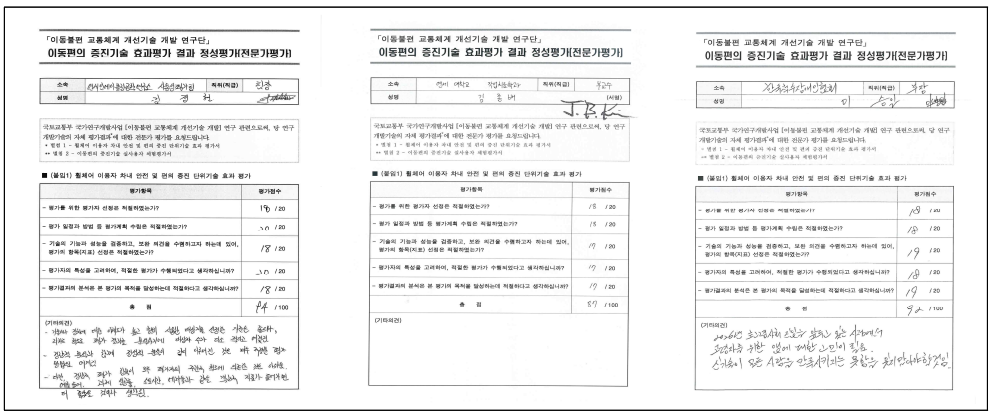
: 운영자 평가 결과, 플랫폼 운용 용이성은 100점 척도 90점, 기능에 대한 만족도는 평균 95점 수준으로 평가

: 운전자 평가 결과, 개별 기능에 대한 만족도는 배차정보 문자전송 기능은 4.5점, 출도착지 정보 제공은 3.5점, 지도기반 운행정보 제공은 3.2점, 네비게이션 자동연계 기능은 4.2점획득

: 이용자 평가 결과, 즉시콜 서비스 만족도는 5점 척도 4.3점, 휠체어 고정 및 이용자 구속장치의 안정성은 매우 안정성이 높다는 답변이 각각 82.4%, 64.7%

· 단위기술 및 사용자 체험평가의 적정성 검증

: 실사용자 대상 평가 계획, 수행, 결과 전반에 걸친, 전문가 적정성 검증 결과 100점 척도 91점



(그림. 30) 단위기술 및 실사용자 체험평가에 대한 전문가 평가 결과

4. 교통수단 내부 안전장치의 구조 · 재질 · 안전도 등에 관한 세부기준 및 법제도

4-1. 차내 휠체어 이용자 안전을 위한 안전기준 개발

▌휠체어 안전고정장치 차내 안전기준 개발

· 국내외 안전기준 현황 분석

: (특별교통수단) 교통약자의 이동편의 증진법에 따르면 특별교통수단에 장착하여야 하는 탑승설비 등에 관한 기준은 국토교통부령으로 정해야한다고 규정하고 있으나, 사실상 해당하는 장치의 안전 및 성능에 관한 기준을 규정한 바 없음

: (저상버스) 교통약자 이동편의 증진계획에 따라 저상버스의 확대보급 계획을 가지고 있으나, 정작 저상버스 내부 휠체어 이용자를 위한 안전장치의 설치 및 안전기준은 미비한 상황

· 안전기준 도출을 위한 시험평가

: 시험용 지그 제작

: 시험 시나리오 수립

+ 휠체어 고정장치 및 탑승객 구속장치 설치위치를 달리한 동하중 시험 7회로 Test Matrix를 구성

+ 더미와 휠체어 거동량 및 인체상해 정도 비교

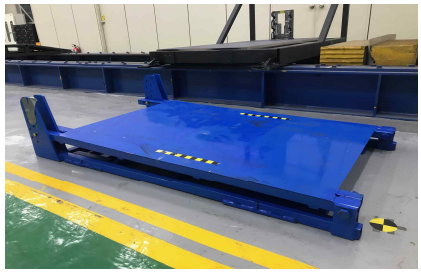
+ 탑승자 구속장치, 휠체어 고정장치 부과 하중



시험용 표준휠체어



성인 남성 인체모형



시험용 지그

(그림. 31) 충돌시험평가 준비 물품

: 평가결과

+ 휠체어 이용자 신체 거동량 기준, 적정 고정장치 및 구속장치 설치 위치 확인


<1차 평가>


<2차 평가>


<3차 평가>


<4차 평가>


<5차 평가>


<6차 평가>


<7차평가>

(그림. 32) 충돌 시험평가 결과

: 시험 후 인체모형 머리 및 무릎 이동량, 탑승객 안전장치의 적정성, 휠체어 구속장치의 적정성 등을 분석하고, ISO 표준에서 규정하는 Tie-down 고정장치의 위치를 제시

: 시험평가 결과를 바탕으로 차내 안전기준(안) 작성

· 도출 안전기준(안) 검증 평가

: 특별교통수단의 실차 충돌시험을 통해 충돌사고 발생 시 휠체어 탑승객이 입을 수 있는 상해를 평가하여 어느 정도 충돌안전성을 확보하는지 검증평가 시행

: 시험 시나리오 수립

+ 스타렉스와 카니발 특별교통수단에 대해 48km/h 정면충돌 시험을 하도록 Test Matrix를 구성

+ 휠체어 탑승객 인체모형의 상해정도 분석

+ 휠체어 고정장치 및 탑승객 구속장치에 부과되는 하중값 분석

+ 인체모형 및 휠체어 거동량 분석





(그림. 33) 기준 검증을 위한 실차 48km/h 정면충돌

: 시험결과

+ 인체모형 상해치 분석 결과 두 차량의 인체모형 상해치는 대부분 안전기준에 만족하나, 스타렉스 충돌시험 시 흉부가속도는 안전기준을 초과

▮ 협의체 구성 및 운영

· 특별교통수단, 저상버스 및 고속버스 휠체어 이용자 차 실내 안전장치(휠체어 고정장치 및 탑승객 안전장치) 기준 제정에 있어 사용자, 제작사, 유관기관, 전문가 등의 의견수렴을 통하여 보편타당한 기준 제정을 위해 협의체 구성 및 운영

: 협의체 구성

+ 본 과제 연구진, 업계 실무담당자, 전문가, 사용자를 대표할 수 있는 기관 등으로 구성

+ 협의체 운영: 안건 발생 시 수시 회의개최

: 총 7차에 걸친 정식 협의체 운영 및 시험평가 결과 공유, 안전기준 개정 관련 이슈 협의를 진행

: 협의체 운영을 거쳐 안전기준(안) 수립 및 의견수렴 보완 추진

▮ 안전기준 개정(안) 제안 및 채택

· 저상버스 차내 휠체어 고정 안전기준(안) 개정 건의 및 반영

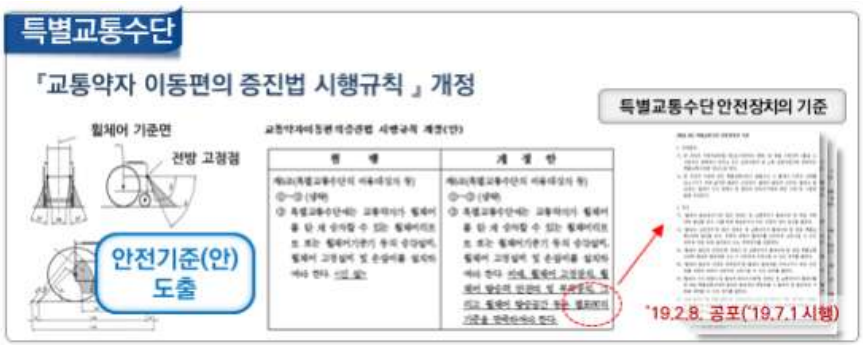
: 저상버스 표준모델에 관란 기준 개정 ('18.12.3 공포, ' 20.1.1 시행)



(그림. 34) 저상버스 차내 안전기준 개정 건의 반영

· 특별교통수단 차내 휠체어 고정 안전기준(안) 개정 건의 및 반영

: 특별교통수단 안전장치의 기준 별표 개정 ('19.2.8 공포, ' 19.7.1 시행)



(그림. 35) 특별교통수단 차내 안전기준 개정 건의 반영

4-2. 이동지원서비스 관련 법제도 정비/개선

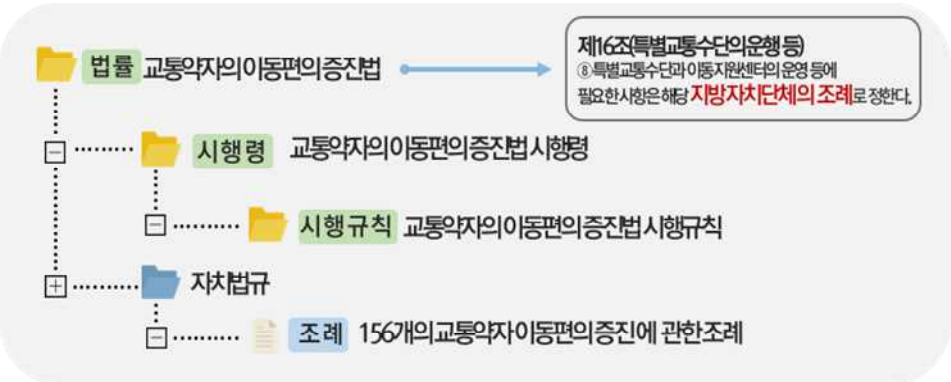
▮ 관련 법 제/개정(안) 제시

· 교통약자 관련 법제도 분석

: 국내 이동제약자 관련 13개 법령의 한계 및 문제점을 도출

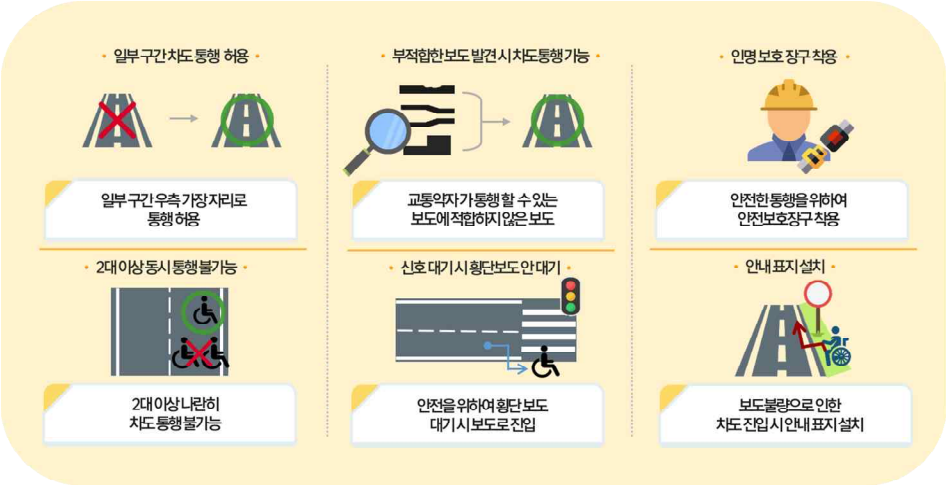
+ 국내 법제도 연관 키워드 : 휠체어, 고정설비, 장애인, 교통약자, 저상버스, 특별교통수단

+ 13개 법령 분석 결과, 전반적으로 교통수단 및 이동편의시설의 도입 및 확충, 이동편의 등에 비해 안전과 관련된 조문의 결과는 미비한 것으로 도출되어 안전성에 관한 보강이 필요한 것으로 분석



(그림. 36) 특별교통수단 관련 법령 체계도

· 현행 이동제약자 관련 법령 제/개정(안) 제시



(그림. 37) 휠체어의 통행방법 관련 법령개정(안) 주요내용

▮ 특별교통수단 등 운영에 관한 표준조례(안) 개발

· 표준조례(안) 개발

: 상위 법령인 「교통약자법」과 지방자치단체 조례간의 일관성 확보

: 이용자 광역 이동 시 혼란을 방지하기 위한 일관된 기술 제시

: 고비용 저효율 구조 개선을 통 서비스 지속성 제고

: 159개 특별·광역시, 시·군 자치법규(조례) 분석을 통해 최소 기준의 가이드라인 제공에 필요한 사항들을 검토

: 특별교통수단 등을 차량형태, 운행방식에 따라 구분, 효율적 이동체계 환경 내에서 이용자의 이동편의 제고를 위한 공통사항을 규정



(그림. 38) 표준조례 주요골자

· 표준조례(안) 관계기관 및 지자체 담당자 의견수렴

: 이동지원센터 및 특별교통수단 국가연구개발사업을 통해 개발된 광역이동지원을 위한 이동지원센터/특별교통수단 운영 관련 표준조례(안)을 설명하고, 지자체 의견을 수렴

+ `18. 2. 6(화), 서울 양재 엘타워 지하1층

+ 국토교통부 교통안전복지과, 특별광역자치시·도 및 시·군 장애인 콜택시/이동지원센터 업무담당자 등 80여명 참석

: 지자체 의견 수렴 결과를 반영, 특별교통수단 등의 운영에 관한 표준조례 지침(안) 작성

: 특별교통수단 표준조례안 마련을 위한 정책토론회 추진

+ `18. 7. 18(수), 서울 양재 엘타워 지하1층

+ 국토교통부 교통안전복지과장, 민간전문가, 장애인 단체, 지자체 담당자, 과제 연구진 등 참석



교통안전복지과장 개회사



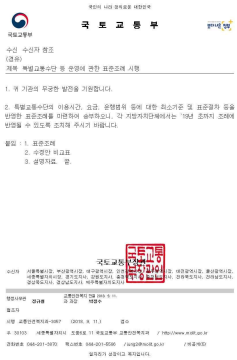
지자체 담당공무원 참석 전경



전문가 토론

(그림. 39) 표준조례(안) 제정/시행을 위한 의견수렴

· 시/군 특별교통수단 운영 등 표준조례(안) 국토부 지침반영 건의 및 채택



국 토 교 통 부

수신 수신자 참조

(경유)

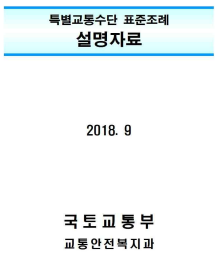
제목 특별교통수단 등 운영에 관한 표준조례 시행

1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.

2. 특별교통수단에 이용자간, 요금, 운행범위 등에 대한 최소기준 및 표준절차 등을 반영한 표준조례를 마련하여 송부하오니, 각 지방자치단체에서는 '18년 조례의 조례에 반영될 수 있도록 조치해 주시기 바랍니다.

붙임 : 1. 표준조례
2. 수정안 비교표
3. 설명자료. 끝.

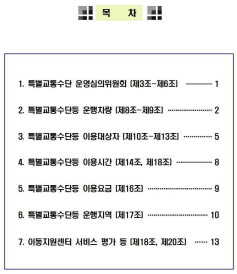
국토교통부장관



특별교통수단 표준조례
설명자료

2018. 9

국 토 교 통 부
교통안전복지과



목 차

1. 특별교통수단 운영심의위원회 (제3조~제6조) ——— 1
2. 특별교통수단등 운행차량 (제8조~제9조) ——— 2
3. 특별교통수단등 이용대상자 (제10조~제13조) ——— 5
4. 특별교통수단등 이용시간 (제14조, 제18조) ——— 8
5. 특별교통수단등 이용요금 (제16조) ——— 9
6. 특별교통수단등 운행지역 (제17조) ——— 10
7. 이동지원센터 서비스 평가 등 (제18조, 제20조) ——— 13

(그림. 40) 특별교통수단 표준조례 정책반영

▌특별교통수단 안전운행가이드라인 작성 및 정책반영

· 안전운행가이드라인 작성

: 운전자 관리, 근로여건 개선, 보호조치 등 운행관리자 준수사항 제시

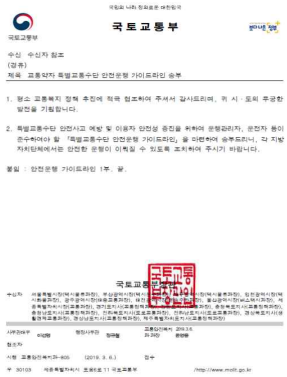
: 이용자 대면서비스 제공, 특별교통수단 운행 운전자 준수사항 제시

: 운행관리자, 운전자 필수지침 선별, 항시 숙지할 수 있도록 주체별 준수사항 작성 및 제시

: 특별교통수단 안전운행 도모를 위한 안전운행가이드라인(안) 작성

* 운영자, 운전자의 업무절차 및 유의사항 기술, 이용자 준수사항 포함

· 안전운행가이드라인 지자체 시달 및 정책반영



국 토 교 통 부

수신 수신자 참조

(경유)

제목 교통약자 특별교통수단 안전운행 가이드라인 송부

1. 평소 교통복지 정책 추진에 적극 협조하여 주셔서 감사드리며, 귀 시·도의 무궁한 발전을 기원합니다.

2. 특별교통수단 안전사고 예방 및 이용자 안전성 증진을 위하여 운행관리자, 운전자 등이 준수하여야 할 「특별교통수단 안전운행 가이드라인」을 마련하여 송부드리니, 각 지방자치단체에서는 안전한 운행이 이뤄질 수 있도록 조치하여 주시기 바랍니다.

붙임 : 안전운행 가이드라인 1부. 끝.

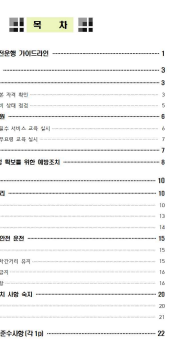
국토교통부장관



특별교통수단 안전운행 가이드라인

2019. 3.

국토교통부



목 차

[요약] 특별교통수단 안전운행 가이드라인 ——— 1
1. 운행관리자 준수사항 ——— 3
가. 운전자 자격 관리 ——— 3
① 운전자 면접확인 및 기초 자격 확인 ——— 3
② 운행 전 운전자 상무준비 상태 점검 ——— 5
나. 운전자 교육 협행 지원 ——— 6
① 장애특성 등에 필요한 필수 서비스 교육 실시 ——— 6
② 저상 운행에 필요한 업무외별 교육 실시 ——— 7
다. 운전자 모범 관리 ——— 7
라. 기존 운행차량 안전성 확보를 위한 예방조치 ——— 8
2. 운전자 준수사항 ——— 10
가. 차량 운용 시 안전관리 ——— 10
① 탑승객 승차 시 ——— 10
② 차량 주행 시 ——— 13
③ 탑승객 하차 시 ——— 14
나. 이용자 보호를 위한 안전 운전 ——— 15
① 급가속 없는 운전 지양 ——— 15
② 안전한 속도와 충분한 차간거리 유지 ——— 15
③ 갓길피기 및 끼어들기 금지 ——— 16
④ 운전자 의무 및 준수사항 ——— 16
다. 사고 발생 시 긴급조치 사항 숙지 ——— 20
① 주차한 장소 사고 ——— 20
② 사업자 탑승 사고 ——— 21
별첨 1-3 대상자별 준수사항 각 1쪽 ——— 22

(그림. 41) 안전운행가이드라인 정책반영

5. 연구개발 성과 확산 실용화 추진

▮ 연구개발 기술의 사업화 및 실용화를 위한 시험적용/사업지원 추진 실적

· 서울특별시, 2018년 특별교통수단 납품차량에 본 연구개발 휠체어 안전고정 표준프레임(안전고정장치 등) 적용 (공동연구기관 이지무브 수주물량)

· 쏠라티 시험운영 차량에 대한 전북 지체장애인협회측 구매협의 요청 대응

· 저상버스 제조/판매 업체(디피코)와의 협업을 통해 저상버스 고정장치 장착 및 시연/홍보 추진

· 전라북도 광역이동지원센터 구축사업 내 이동지원센터 표준플랫폼 기능/기술 도입





▮ 연구개발 성과의 보급 촉진을 위한 표준화 및 각종 홍보활동 추진 실적

· 개발 기술의 보급 기반 마련을 위한 관련 표준화(부합화 등 제/개정)

· 휠체어 고정장치 관련 국제표준회의(ISO TC173 WG6) 참석 및 기술개발내용 발표/공유

· 시험운영 차량을 활용한 평창패럴림픽 행사 수송지원 및 홍보

· 기타 박람회/전시회 홍보활동 추진(계속 예정)





연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	**[연구개발성과 활용계획]** ▮ (표준화) 개발 기술의 성과활용 촉진을 위한 표준화 · 안전고정 표준프레임 기술을 활용한 국제 표준화 : 산업자원부 지정 국제표준화기구(ISO-TC168) 간사기관인 근로복지공단 재활공학연구소 필두 : 복지기기 제조 민간사업자인 ㈜이지무브(공동연구기관), 국가 자동차 성능 시험/연구 기관인 한국교통안전공단(공동연구기관)과 함께 국제 표준활동 지속 추진 · 휠체어 고정장치의 보급/활성화를 위한 휠체어 표준 개정 지원 : 저상버스 차내 고정장치 연계/체결을 위한 고정모듈 기준 반영 : 차내 수용 휠체어의 자체 강성/안전성 확보를 위한 휠체어 표준(기준) 반영 ▮ (제품화) 개발 기술의 성과 확산과 제품 생산 등 실용화 달성을 위한 제품화 · 기술이전을 통한 개발 기술/장치의 사업화 : 저상버스/특별교통수단 휠체어 안전고정장치, 휠체어 장착형 안전고정모듈 기술((주)이지무브*) * ㈜이지무브는 국내에 자체 제조설비(공장)를 갖추고 있는 보조기기 제조 기반의 사회적 기업, 생산과 홍보, 유통, 판매까지 할 수 있는 역량을 지니며, 이를 적극 활용 예정 : 고정상태 모니터링 장치 및 운전자 표지상치((주)하나텍시스템) : 이동지원센터 표준플랫폼 및 모바일 어플리케이션 일체(네이버시스템(주)) · 참여기관(공동연구기관) 보유 시설 및 영업 체계를 활용한 개발 기술 제품화 추진 · 자제 제조설비 및 유통망을 적극 활용, 생산 및 판매에 활용 ▮ (고도화) 제품화 장치의 경쟁력 확보를 위한 보완 개발 · 제품의 핵심 요소기술의 적용 분야 및 시장 확대, 분야 다변화를 위한 보완 개발을 추진 · 가격 경쟁력 확보를 위한 실시기관 자체 상용화 설계 기술지원 ▮ (홍보활동) 개발 기술의 수요처 발굴과 동시에 해외시장 진입 및 사업화를 위하여 온/오프라인을 막론한 대내외적 홍보활동 추진 · 이동지원센터 운영 및 관심이 높은 지자체들을 대상으로 핵심성과에 대한 기술설명회 개최, 홍보 추진 · 국내 관련 기술박람회 전시를 통해 기술홍보 및 국내 판로 개척 추진 · 해외 주요 보조기기 전시회 참가 및 기술홍보 추진(영국 Nidex, 독일 Reha care, 일본 HCR) **[기대효과]** ▮ 제도적 측면 · 휠체어 고정장치의 표준화 및 인증체계 구축을 통해 장치의 안전성과 신뢰성 확보 · 휠체어 고정장치에 대한 안전기준 마련을 통한 이동권 증진 ▮ 기술적 측면 · 해외제품에 대한 의존성이 높은 현 국내 보조기기 시장에서 핵심기술 국산화를 통한 국내 기업 경쟁력 향상 및 관련 산업 육성 기대 · 안전성 확보와 더불어 사용을 고려한 휠체어 고정장치 개발로 선진국 수준의 교통복지 기술 확보 ▮ 사회·경제적 측면 · 해외 휠체어 관련 복지 및 보조기기 시장에서의 경쟁력 확보 · 휠체어 이용자 등 이동제약자의 이동편의가 크게 증진됨에 따라 사회, 경제활동 참여 증대와 더불어 국민 생산성 향상 기대 · 이동제약자를 위한 적극적 이동권 보장과 단절없는 복지교통환경 제공을 통한 국가이미지 제고

국문핵심어 (5개 이내)	이동제약자	휠체어 고정장치	표준 플랫폼	이동지원서비스	안전기준
영문핵심어 (5개 이내)	The mobility handicapped	Wheelchair securement systems	Standard platform	Mobility support services	Safety standard

<목 차>

1. 연구개발과제의 개요 ·····1세부-31

가. 연구개발 배경 및 필요성 ·····1세부-31

나. 연구개발 목표 ·····1세부-34

2. 국내외 기술 개발 및 관련 서비스 현황 ·····1세부-36

가. 휠체어/유모차 안전고정 기술 ·····1세부-36

나. 이동지원서비스 ·····1세부-40

다. 이동지원서비스 관련 기술 ·····1세부-44

라. 국내외 기술 개발 현황 검토 결과 ·····1세부-45

3. 연구 수행 내용 및 성과 ·····1세부-46

가. 휠체어 안전고정 표준프레임 레이아웃 ·····1세부-46

나. 휠체어 안전고정 표준프레임 시제품 ·····1세부-56

다. 휠체어 안전고정 표준프레임 규격 표준화 ·····1세부-71

라. 휠체어 고정상태 검지 및 알림 장치 시제품 ·····1세부-74

마. 이동지원센터 표준 플랫폼 ·····1세부-86

바. 이동지원서비스 아키텍쳐 및 휠체어 안전고정 및 편의 장치 운용 기술 ·····1세부-99

사. 휠체어 안전고정 및 편의 기술 사용성 평가 및 Test-bed 구축/운용 …1세부-105

아. 휠체어 안전고정 충돌안전성 평가 및 차내 안전기준 ·····1세부-132

자. 이동제약자 이동지원서비스 제공을 위한 법제도 개선 ·····1세부-142

4. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도 ·····1세부-148

가. 목표 달성도 ·····1세부-148

나. 관련 분야 기여도 ·····1세부-155

5. 연구개발성과의 활용 계획 ·····1세부-162
가. 연구결과의 활용방안 ·····1세부-162
나. 실용화/사업화 계획 ·····1세부-162
다. 향후 연구내용 제시 ·····1세부-165
라. 기대효과 ·····1세부-166
6. 연구개발성과의 보안등급 ·····1세부-167
가. 보안등급의 분류 ·····1세부-167
나. 결정사유 ·····1세부-167
7. 참고 문헌 ·····1세부-168

1. 연구개발과제의 개요

가. 연구개발 배경 및 필요성

○ 2018년 기준 전국 등록장애인 수는 2,585,876명으로, 이 중 이동 시 휠체어가 필요한 대상자는 지체, 지적 및 뇌변병 장애인으로 분류할 수 있으며, 2018년 기준 총 1,698,532명을 기록함

○ 지체, 지적 및 뇌변병 장애인은 과거 10년 동안 전체 장애인의 65% 이상을 꾸준히 차지하며 높은 비율을 나타냄

[표. 1] 전국 등록 장애인수(2007년~2018년)

(단위: 명)

구분	2007		2009		2011		2013		2015		2017		2018	
계	2,104,889	100%	2,429,547	100%	2,519,241	100%	2,501,112	100%	2,490,406	100%	2,545,637	100%	2,585,876	100%
지체장애	**1,114,094**	**52.9%**	**1,293,331**	**53.2%**	**1,333,429**	**52.9%**	**1,309,285**	**52.3%**	**1,281,497**	**51.5%**	**1,254,130**	**49.3%**	**1,238,532**	**47.9%**
시각장애	216,881	10.3%	241,237	9.9%	251,258	10.0%	253,095	10.1%	252,874	10.2%	252,632	9.9%	252,957	9.8%
청각장애	203,324	9.7%	245,801	10.1%	261,067	10.4%	255,399	10.2%	250,334	10.1%	302,003	11.9%	342,582	13.2%
지적장애	**142,589**	**6.8%**	**154,953**	**6.4%**	**167,479**	**6.6%**	**178,866**	**7.2%**	**189,752**	**7.6%**	**200,903**	**7.9%**	**206,917**	**8.0%**
뇌병변장애	**214,751**	**10.2%**	**251,818**	**10.4%**	**260,718**	**10.3%**	**253,493**	**10.1%**	**250,862**	**10.1%**	**252,819**	**9.9%**	**253,083**	**9.8%**
기타장애	213,250	10.1%	242,407	10.0%	245,290	9.7%	250,974	10.0%	265,087	10.6%	283,150	11.1%	291,805	11.3%

기타장애 : 언어, 자폐성, 정신, 신장, 심장, 호흡기, 간, 장루·요루, 뇌전증

출처 : 국가통계포털 「장애인 현황」(http://kosis.kr/common/meta_onedepth.jsp?vwcd=MT_OTITLE&listid=101_11761)

○ 건강보험 급여 포함 등 정부정책에 힘입어 이동보조수단인 전동휠체어의 보급의 확대로 지체장애인과 뇌변병장애인의 이동 편의를 지원해줌으로써 이들의 외부활동 및 외출 빈도를 상승시키는 결과로 이어졌지만 안전사고 위험노출과 이동에 있어서 비장애인과의 수준격차는 해결되어야 될 할 문제임

[표. 2] 전동휠체어 사용에 따른 외출빈도

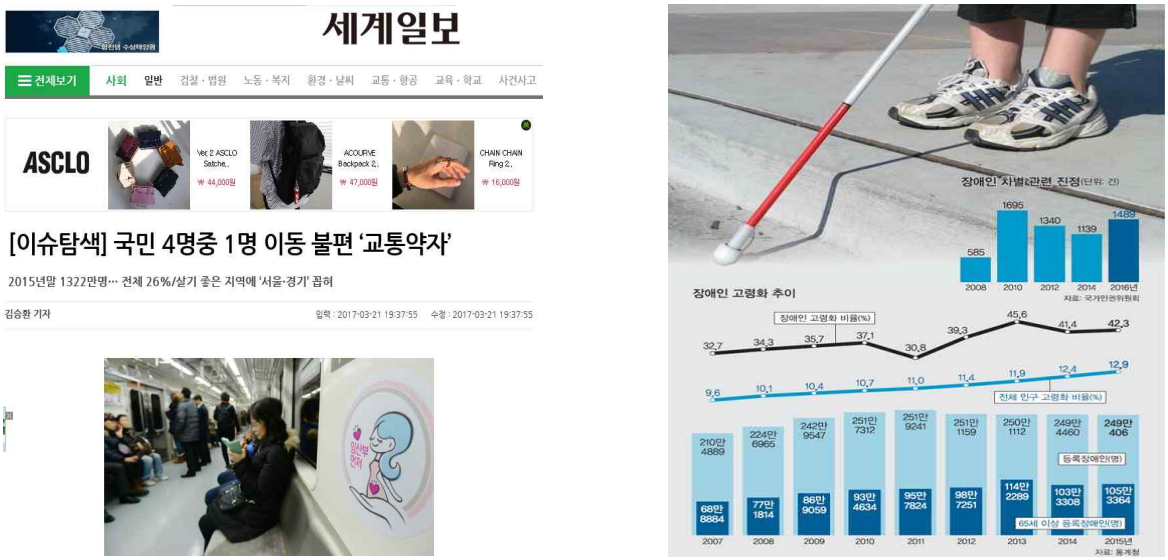
외출빈도 / 구분	0회	월 1~5회	월 6~10회	월 11~20회	월 20회 이상
전동휠체어 이용전(%)	5	48	17	14	16
전동휠체어 이용후(%)	10	14	24	52	1

출처 : 전동휠체어 건강보험 확대적용 공청회, 2008

○ 이동제약자의 사회참여 확대를 통한 독립생활 보장 및 고용증대를 위해서는 차별없는 안전하고 편리한 이동체계 마련 필요

- 장애인: 07년 2,105천명에서 17년 2,546천명(휠체어 이용자 14.9%)으로 증가

* 휠체어 이용자는 장애등급 1, 2급 중 지체, 지적, 뇌병변 장애인으로 한정

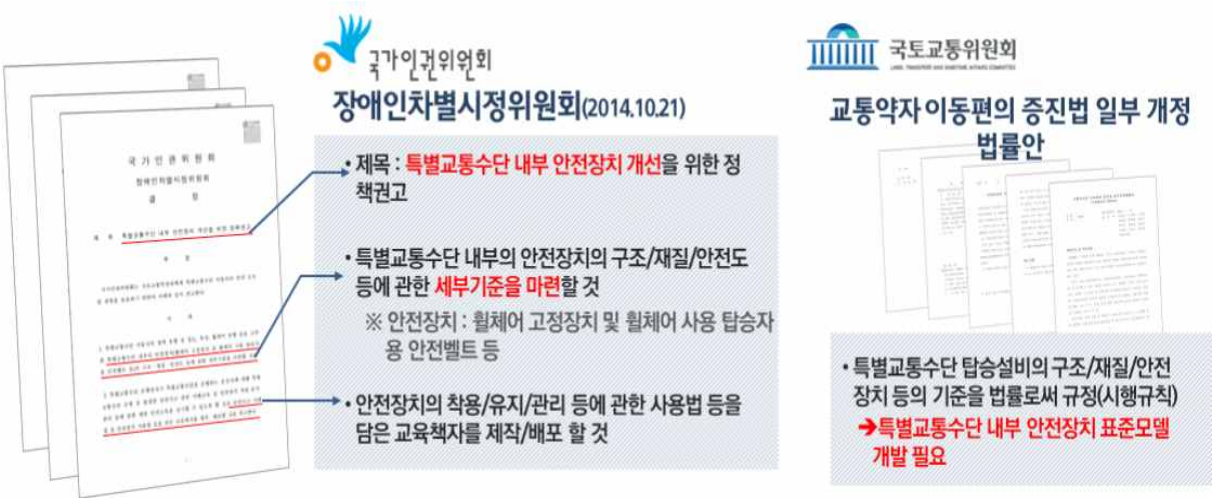


(그림. 42) 우리나라 이동제약자 증가 현황

출처 : 세계일보 보도자료(2017. 3. 21, 2017. 2. 15)

○ 휠체어 등이 버스와 같은 대중교통수단 내 안전하게 탑승하여 이동하기 위해서는 안전하게 고정시킬 수 있는 표준화된 안전고정 장치가 필요함*

- 현재 저상버스에 설치되어 있는 휠체어 자동고정장치는 전동휠체어 고정은 불가능하며, 국가인권위에서는 장애인 교통사고 피해를 최소화하기 위하여 특별교통수단 내부 안전장치 개선을 국토부에 권고('15.3)



(그림. 43) 국가인권위원회 정책 권고 및 휠체어 안전장치 관련 법률개정안 발의

○ 교통약자의 이동권 보장을 위해 "교통약자 이동편의 증진법(이하 교통약자법)" 을 2006년부터 제정·운용하고 있으나, 장애인의 70.5%는 한달에 5회도 외출하지 못하고 있는 것으로 조사되고 있음(보건복지부, 2010년)

- 외출시 불편한 이유 "장애인 관련 편의시설이 부족해서" 54.9%, "외출시 동반자가 없어서" 31.9%

○ 교통약자법 제16조 (특별교통수단 운행 등)에 의거 지자체에서는 이동지원센터를 운영하고 있으나, 특별교통수단의 부족과 비효율적 운영으로 5분 거리 가는데 39분을 기다리는 등(광주일보 14.12) 특별교통수단이 장애인 이동수단으로써의 제 역할을 다하지 못하고 있음



(그림. 44) 교통약자 특별교통수단 이용실태

출처 : KBS 보도자료(2015.4.20, 21), 보건복지부 통계(2012년 기준)

○ 본 연구에서 수행한 휠체어 이용자의 저상버스 이용경험에 대한 설문조사 결과 96%가 이용경험이 없다고 응답, 이용하지 않는 이유로 시설 등의 불편과 정보 부족 등으로 응답하여 이동편의시설의 질적 개선이 필요함

- 실제 휠체어 이용자는 장애인석에 자리를 잡는 데만 2분(연합뉴스, 2013.12)이 소요되나 출/퇴근시 서울시 버스 배차간격은 3~4분(강남역 버스정류장 기준 조사자료)



(그림. 45) 휠체어 이용 장애인 저상버스 이용실태

출처 : KBS 보도자료(2015.4.20, 21), 보건복지부 통계(2012년 기준)

○ 특별교통수단, 저상버스 등에는 휠체어를 탄 상태에서 탑승할 수 있도록 휠체어석이 마련되어 있으나, 휠체어 고정장치 및 장애인 안전벨트 등 안전장치의 설치가 미흡하여 휠체어 탑승자는 교통사고 위험에 노출되고 있음

- 저상버스에는 수동휠체어만 고정할 수 있어 전동휠체어는 고정이 불가하고 차량 급정거 시 50cm 이상 미끄러져 위험(뉴시스, 2013. 05)

- 국토교통부 자료에 의하면 특별교통수단이 운행 중 급정거할 경우 휠체어 안전장치의 미비 등으로 인해 장애인이 차내 의자 등에 부딪쳐 부상당하는 등 특별교통수단 내 탑승자 사고는 매년 지속적으로 발생(평균 4건)



장애인콜택시 안전 보장, 국가가 나서야

"리프트 차량 안전장치 기준 마련해야"

에이블뉴스, 기사작성일 : 2017-03-20 16:49:02

교통약자 이동편의 증진법에서는 지자체에서 중증장애인 인구 200명당 특별교통수단 리프트 차량을 1대 운영하도록 하고 있다. 이제 이 기준은 100명 당 1대로 수정해야 할 정도로 이용자가 많다. 그 외에도 장애인단체나 시설 등에서도 장애인용 리프트 차량을 운행하고 있다.

장애인을 이동을 편하게 지원하는 것도 필요하지만, 안전하게 이동시켜야 하는데, 어떤 사람들은 휠체어에 흠이 생기거나 안전벨트 등을 하기에는 불편한 몸의 구조를 갖고 있다거나 귀찮거나 안전장치를 작동하기에는 시간이 많이 소요되는 등의 불편으로 인하여 안전장치를 하지 않고 있어 안전에 문제점을 가지고 있다. 휠체어도 신체의 일부처럼 느껴져 고정장치로 묶을 경우 기분을 상하는 감정을 느끼기도 한다.

고속도로만이 아니라 시내 주행에서도 안전벨트는 하고 다녀야 한다. 특히 장애인의 경우 사고가 나면 더 큰 사고로 이어질 가능성이 높고, 어디에서나 충돌, 추돌사고가 빈번하여 그러한 사고에서 장애인은 안전하게 몸을 보호할 수 있는지 따져보아야 한다.

NEWSIS 인쇄하기

인쇄하기 닫기

사회 > 사회일반

인권위 "국토부, 장애인 콜택시 안전장치 세부기준 마련해야"

임종명 기자 | jmstal01@newsis.com

등록 2015-03-04 09:21:35 | 수정 2016-12-28 14:39:17

(그림. 46) 교통수단 휠체어 안전고정장치 현황

출처 : 에이블뉴스 보도자료(2017. 3. 20), 뉴시스 보도자료(2016. 12. 28)

나. 연구개발 목표

○ 본 연구는 모든 교통수단, 여객시설 및 도로를 차별 없이 안전하고 편리하게 이용할 수 있는 권리가 있음에도 불구하고, 이용 가능한 교통수단이 한정적인 이동제약자의 이동권을 보장하기 위하여 안전고정장치 등의 이동편의 증진기술을 개발하여 비장애인과 차별없는 이동환경을 조성하는데 그 목표를 둠



(그림. 47) 이동제약자 이동편의 증진기술 개발의 최종목표

○ 휠체어 등이 버스와 같은 대중교통수단 내 안전하게 탑승하여 이동하기 위해서는 안전하게 고정시킬 수 있는 표준화된 안전고정 장치가 필요함

- 현재 저상버스에 설치되어 있는 휠체어 자동고정장치는 전동휠체어 고정은 불가능하며, 국가인권위에서는 장애인 교통사고 피해를 최소화하기 위하여 특별교통수단 내부 안전장치 개선을 국토부에 권고(‘15.3)

○ 이에 이동제약자의 이용가능 교통수단 확대 및 안전도모를 위해 특별교통수단 및 대중교통수단에 다양한 휠체어 등을 수용하여 안전하게 고정시킬 수 있는 표준화된 안전고정장치(이동보조수단 장착용 표준 고정모듈과 결합되는 구조의 교통수단용 도킹시스템)와 구속장치를 개발코자 함

○ 또한 차별없는 이동권 확보를 위해 이동지원센터의 기능과 역할 정립을 통한 이동지원 서비스를 발굴하고 이를 표준플랫폼으로 개발 보급하고자 함

○ 교통수단 내 안전장치에 관한 세부 기준을 제도화하고, 개발기술 보급·확산을 위한 관련법제도 개선 및 안전장치에 관한 교육자료 및 운영 매뉴얼 등을 제시함으로써 이동제약자의 이동권 확보를 위한 제도적 기반을 마련코자 함

○ 개발기술은 실제 충돌시험 등을 통해 기술신뢰성 및 안전성을 검증하며, 사용성 평가 및 체험형 Test-bed 운영을 통해 고도화함으로써 실용화 가능한 TRL 7단계 제품으로 개발코자 함



(그림. 48) 이동제약자 이동편의 증진기술 개발 개념도

2. 국내외 기술 개발 및 관련 서비스 현황

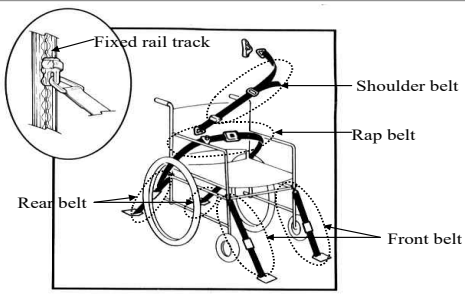
가. 휠체어/유모차 안전고정 기술

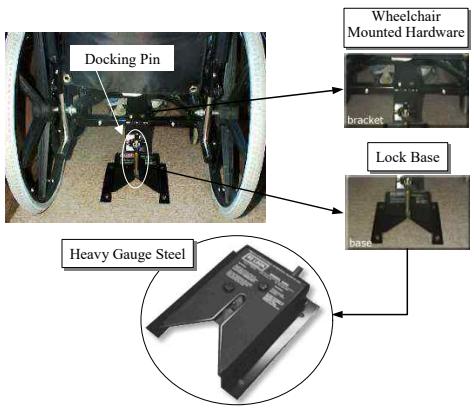
(1) 교통수단 내 안전고정장치

○ 안전고정장치는 교통수단(버스/지하철 등) 운행 시 휠체어나 유모차 등을 교통수단에 견고히 고정하는 장치로써 대표적으로 수동 고정벨트 방식과 자동 잠금장치 방식으로 구분됨

- 수동 고정벨트 방식은 장애인이 휠체어를 타고 차량에 탑승하여 직접 안전벨트를 고정하거나 보호자가 고정하는 방식으로 앞바퀴와 뒷바퀴를 견고하게 고정시킬 수 있으나, 휠체어를 고정시키는 소요시간이 길며, 보호자가 없을 경우 장애인이 직접 안전벨트를 고정하여야하는 단점이 있음
- 자동 잠금장치 방식은 휠체어를 Locking 장치부로 이동시켜 자동으로 고정시키는 방식으로 이용자가 직접 뒷바퀴를 가이드 프레임으로 운전시켜 자동고정 되는 장점이 있으나, 수동 고정벨트 방식에 비해 견고한 고정 등 안전성이 낮음

[표. 3] 휠체어 고정장치 분류

<table>
<tr><th colspan="2">방식</th><th>내 용</th><th>고정장치 예시</th></tr>
<tr><td>수동</td><td>휠체어
고정 벨트</td><td>- 레일프레임으로 된 트랙이 지면에 4개 고정벨트를 지탱하여 휠체어를 고정하는 형태
- 고정장치가 휠체어의 진입에 불편을 초래
- 휠체어 고정에 필요한 소요시간이 길며 보호자가 없는 경우 장애인이 직접 안전벨트를 고정해야 하는 단점이 있음</td><td> 

※ Q'STRAINT사의 휠체어 고정벨트</td></tr>
<tr><td>자동</td><td>휠체어 자동
잠금장치</td><td>- 휠체어 고정좌석 접근시 뒷바퀴가 후진하여 내부판 슬라이드핀 이 돌출하여 휠을 자동 고정
- 바퀴가 큰 전동휠체어 적용불가
- 보조바퀴가 장착된 수동휠체어 적용불가
- 휠체어 고정 안전성 문제</td><td> 
※ Autech사의 휠체어 고정장치
 

※ EZ-Lock사 휠체어 고정장치</td></tr>
</table>

출처 : ‘대중교통 수단의 장애인 접근성에 관한 공학적 접근‘ 발표자료, 2008, 대구대학교

○ 그 밖에 국외의 경우 클램프식 고정장치와 특수휠체어용 장치도 사용 중에 있음

- 클램프식 고정장치는 휠체어가 운전석 등 전방을 향하는 좌석에 고정되어야 할 때 사용되며,
- 특수휠체어용 장치는 특정 휠체어 제품에만 사용되도록 고안된 장치임



클램프식 고정장치



특수휠체어용 장치

(그림. 49) 특수고정방식

(2) 국내 안전고정장치 현황

○ 국내의 경우 버스나, 지하철, 기차, 특별교통수단 등에 휠체어나 유모차를 고정할 수 있는 안전고정장치가 설치되어 있음

○ 그러나, 장치에 대한 구체적인 요구기능이나 성능에 관한 기준이 부재한 실정으로 표준화된 규격이나 사양 최소한의 성능수준 제시 등이 요구됨







(버 스)







(지하철)



(기차)



(특별교통수단)

(그림. 50) 국내 교통수단별 고정장치 설치현황

○ 교통약자의 편의를 고려한 대표적인 수단인 저상버스에도 휠체어 안전고정장치가 설치 및 운용되고 있으며, 대세 자동 잠금장치 방식이 설치되어 있음



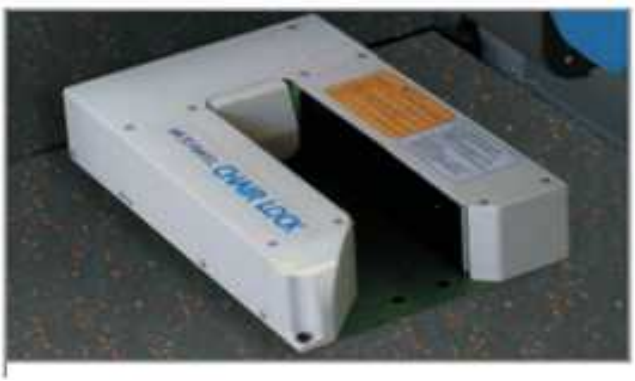
<저상버스외부>(한국화이바)



<저상버스내부>(한국화이바)



<휠체어 잠금장치 스위치, 콜부져>



<휠체어잠금장치>

(그림. 51) 한국형 저상버스의 교통약자 편의시설

출처 : http://www.buslife.co.kr/

(3) 국외 안전고정장치 현황

○ 국외의 경우도 교통약자(이동제약자 포함)의 교통수단 이용 편의 증진을 위해 안전고정장치를 버스와 지하철 등에 설치하여 운용하고 있으나, 국내와 달리 장치에 대한 구체적인 기준 및 시험절차 등을 제시하고 있어 법·제도적 기반을 바탕으로 장치의 안전성과 제품의 신뢰성을 검증하는 등 국내의 사례와는 차별화되고 있음

- 미국 미시건 대학의 UMTRI, ISO 규정을 연구하여 미국 내 권고기준으로 제정하였으며, 인증제품에 대해 인증마크를 부착하여 판매
- 해당 기준에서는 휠체어 부착장치에 대한 기준 및 구체적인 시험방법 등을 포함하고 있으며, 제작사는 시험기준을 만족하는 제품만을 생산
- 유럽에서는 대중교통수단을 대상으로 휠체어 부착장치 및 탑승객 구속장치의 설치기준을 정하고 있으며, 최소한의 안전성 확보차원에서 ISO 기준을 준용할 것을 권고



(버 스)



(지하철)



(특별교통수단)

(그림. 52) 해외 교통수단별 고정장치 설치현황

나. 이동지원서비스

(1) 국내서비스

○ 국내 이동지원서비스는「교통약자의 이동편의 증진법」(이하, 교통약자법)에 근거, 조례에 따라 시행하는 지자체 특별교통수단* 운행서비스가 대표적

* 승강설비(리프트/기중기), 휠체어 고정설비, 손잡이 등이 설치된 장애인콜택시

○ 특별교통수단 운행 차량의 종류는 관련 상위법 '교통약자법' 상 분류에 따라 목적지운행*과 노선운행** 두 가지로 분류

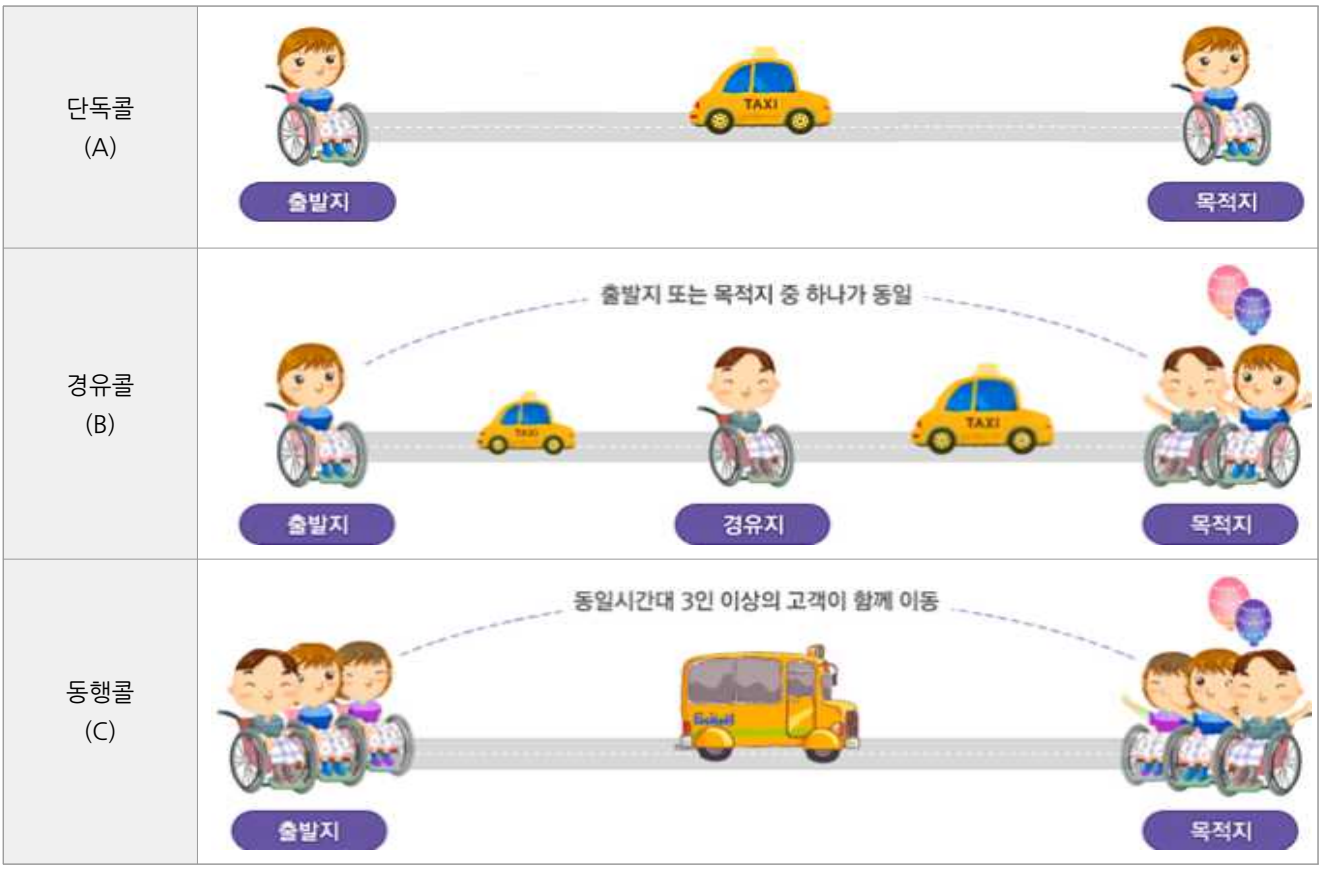
- 現 이동지원센터에서 운행하는 특별교통수단은 '목적지운행' 차량

* 현재 위치에서 목적지까지의 이동을 지원하는 차량(Door to Door 서비스)

** 정기적으로 지정된 노선을 순회하는 차량(정기노선운행 / 수요대응형 노선운행)

○ 차량의 운행형태는 지자체 차량 운행방법에 따라 세 가지로 분류

- '단독콜' 출발지 탑승객을 목적지까지 정차·합승·경유 없이 이동
- '경유콜' 목적지 이동 중, 중간 경유지에서 새로운 탑승객 합승 후 이동
- '동행콜' 출발지 탑승객 여러 명을 동일목적지까지 정차·합승·경유 없이 이동

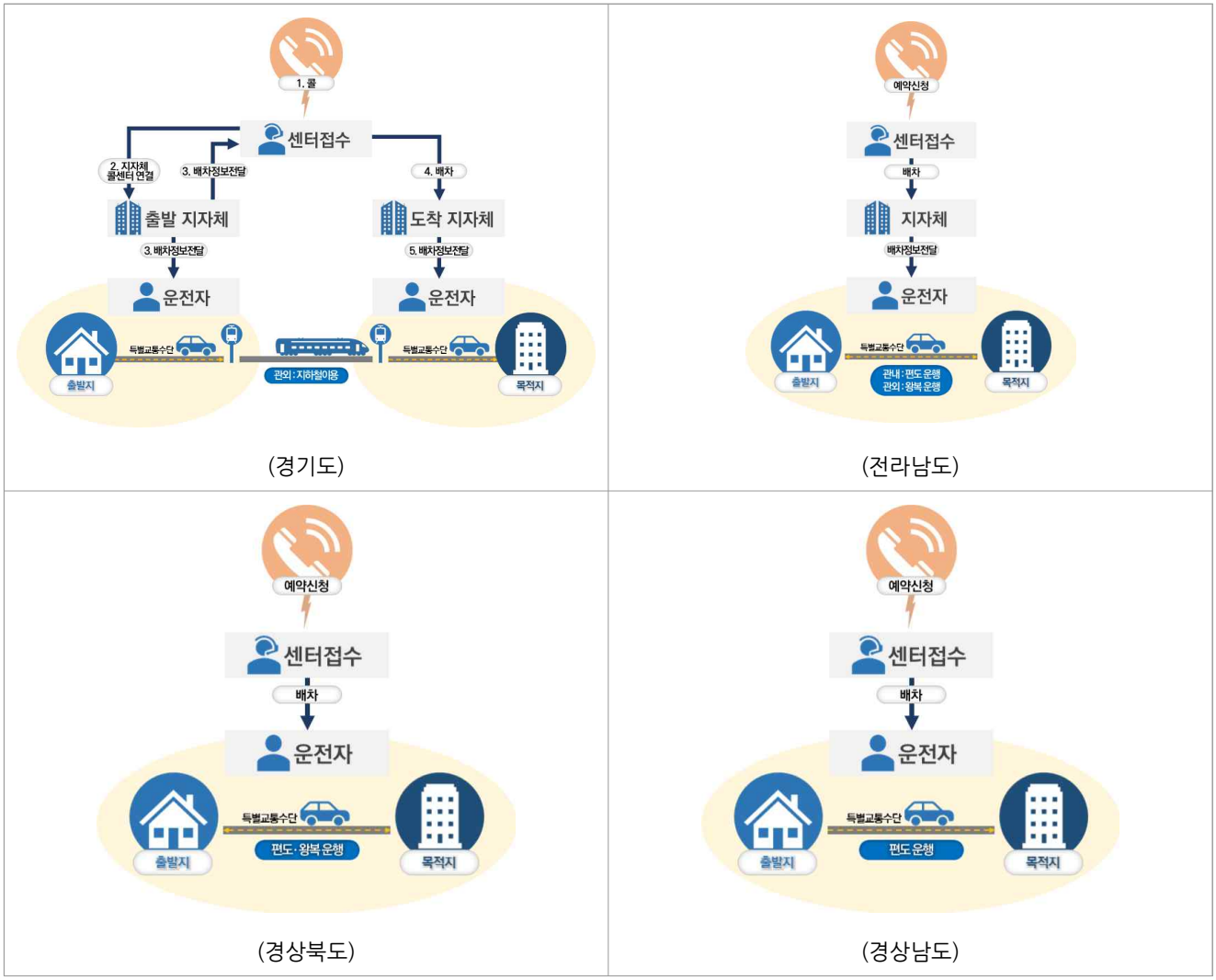


(그림. 53) 차량 운행형태별 탑승객 수송 방안

□ □ 광역이동지원서비스

○ 시/군 지자체별로 운영중인 특별교통수단의 운영 특성 상, 운행범위를 해당 지자체 관내로 한정하는 경우가 많아 이용자의 광역이동에 어려움을 겪고 있음

○ 이를 해고하고자, 도(道만)단위의 광역이동지원센터를 구축, 광역이동지원서비스를 제공하고 있으며, 현재까지 경기도, 강원도, 전라남도, 경상남도, 경상북도에서 광역이동지원센터를 구축 및 운영 중에 있음



(그림. 54) 광역이동지원센터별 예약/접수/배차 절차

(2) 국외서비스

□ □ 북미(미국/캐나다)

○ 1990년, 장애인 차별금지법인 「The Americans with Disabilities Act, 이하 ADA)」을 제정하여 대중교통서비스(민간/공공)를 이용하지 못하는 장애인에게 Paratransit*(또는 Dial a Ride) Door to Door 서비스를 제공하도록 규정하고 있으며, 서비스를 이용할 수 있는 대상(장애)과 운행차량의 장치, 이용자격, 요금, 서비스 형태 등을 함께 규정

- ‘ADA’는 고용 및 공공시설, 교통, 행정 등 각 서비스 이용에 있어 장애인에 대한 동등한 취급을 보장하는 의무화 법안

○ 미국과 캐나다 전역에서 제공 중인 이동지원서비스(장애인콜택시) 사례는 다음과 같음

- 뉴욕 Access a Ride(Metropolitan Transportation Authority 운영)
- 미국 전역 Volunteer Driver Programs(자원봉사단체)
- 미국 전역 Accessible Taxi(민간운송사업자)
- 토론토 Wheel-Trans(Toronto Transit Commission 운영)
- 몬트리올 Paratransit Service(STM사 운영)
- 밴쿠버 Handy Dart(Trans Link 운영)
- 브리티쉬콜롬비아주 Accessible Taxi(민간운송사업자)



(미국 뉴욕 Access a Ride)



(미국 Accessible Taxi)



(캐나다 토론토 Wheel-Trans)



(캐나다 밴쿠버 Handy Dart)

(그림. 55) 북미지역 이동지원서비스 사례

□ □ 유럽

○ 유럽지역에서는 각 국가별 장애인 차별 금지 또는 관련 복지법을 제정하여, 휠체어 이용자의 이동을 지원할 수 있는 각종 서비스와 민간사업자에 대한 보조금 지원 근거 등을 마련하고 있으며, 이를 바탕으로 정부와 민간영역에서 다양한 이동지원서비스가 제공중에 있음

- (영국) 1995년, 장애인 차별금지법인「Disability Discri-mination Act, 이하 DDA)」을 제정, 보행이 가능한 이동제약자는 대중교통수단, 휠체어 사용자는 특별교통수단 서비스(STS) 또는 택시를 이용하도록 추진
- (프랑스) 1975년, 장애인 기본법 제정을 통해, 장애를 가진 시민에게 일반인과 동등한 참여기회를 보장하는 법안 마련, 1982년, 장애인을 포함한 모든 국민에게 '교통권' (droit au transport) 이라는 권리를 보장하는 교통기본법을 추가 제정
- (스웨덴) 1979년, 대중교통의 장애인시설의 접근성에 관한 법률이 제정, 1988년 신교통정책을 수립하며 장애인을 포함한 모든 교통약자의 접근권과 기본적 권리를 제공하는 정책을 추진

○ 유럽권역 내 제공 중인 이동지원서비스(장애인콜택시) 사례는 다음과 같음

- 영국 Dial-a-Ride, Taxicard and Capital Call 특별교통수단
- 프랑스 Adapted taxis, Optibus 특별교통수단
- 독일의 특별교통수단(Telebus)
- 체코 특별교통수단(Centrum Mobility)



(영국 Taxicard and Capital Call)



(영국 Dial-a-Ride)



(프랑스 Adapted taxis, Optibus)



(독일 Telebus)

(그림. 56) 유럽지역 이동지원서비스 사례

다. 이동지원서비스 관련 기술

(1) 교통약자 상황인식 데이터 처리기술

○ 교통약자 유형 및 특성에 맞는 통행지원 정보와 경로를 제공하기 위해서는 교통약자 유형별 특성을 데이터베이스화하고, 교통약자 유형별 선호교통수단, 교통약자 요구 정보 내용 및 형태, 통행빈도, 이용빈도 등 통행특성을 고려한 맞춤형 서비스가 필요하며, 이때 가장 널리 이용되는 기술이 상황인식기술(Context-Aware Computing)임



(그림. 57) 상황인식기술 개념도(Context-Aware Computing)

○ 최근 IT, 무선통신 및 센싱기술의 발달로 교통약자의 보행환경, 교통시설, 교통수단의 운행정보 등 물리적 환경정보와 교통약자 유형 및 특성 등 이용자에 대한 식별이 가능하여 교통약자의 통행단계별로 요구되는 정보나 서비스를 시스템에서 추론하여 적합한 맞춤형 서비스를 제공할 수 있음

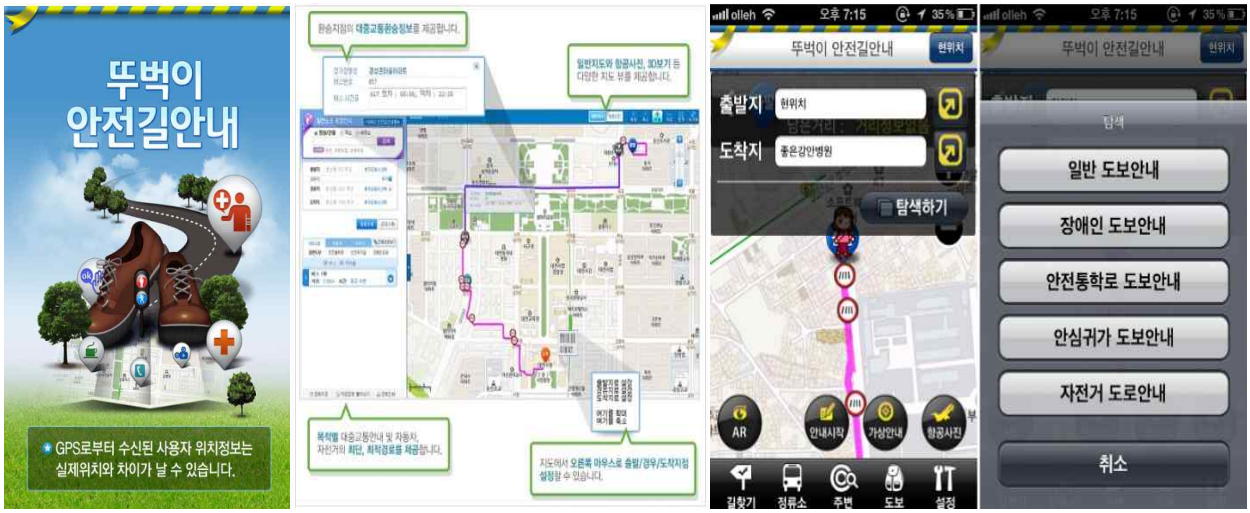
○ 상황인식기술의 핵심요소기술이라 할 수 있는 사물인터넷(IoT : Internet of Things) 기술은 현재의 물리적 상황 공간을 디지털화된 형태로 재현하여 다양한 정보 교환이 가능하게 할 수 있을 것으로 보이며, 장애인, 노인 등의 교통약자와의 정보 교환을 통해 상황인식기반 통행의 편리성 및 안전성 확보에 의미 있는 역할을 수행할 것임

○ 또한 모바일 D2D(Device to Device) 통신은 M2M(Mobile to Mobile: 모바일 디바이스 간), M2M (Machine to Machine: 사물간), T2T(Terminal to Terminal) 및 P2P(Peer to Peer: 개인 간) 통신 기술로 교통약자 맞춤형 서비스를 실현 할 수 있는 핵심기술로 활용될 수 있을 것으로 보이며, ETRI, 삼성전자, LG전자 등에서 관련 기술개발 연구를 활발히 진행하고 있음

(2) 이동제약자 보행안내기술

○ 안전행정부에서 제공하고 있는 “뚜벅이 안전길안내” 모바일 서비스는 기존 보행안내 네비게이터와 달리 이동제약자인 장애인을 위한 보행경로 안내서비스가 특화되어 있음

○ 또한, 안심통학로, 여성을 위한 안전귀가길 등 취약계층별 맞춤형 경로 안내 서비스를 제공하고 있으며, 장애인을 위한 특화서비스로는 계단, 경사로, 육교 등 회피시설 안내와 엘리베이터 등 우호시설에 대한 지도 정보를 바탕으로 경로를 제공하고 있음



(그림. 58) 뚜벅이 길안내 서비스(모바일)

라. 국내외 기술 개발 현황 검토 결과

○ 우리나라는 2000년 고령화사회로 진입하였으며, 2018년 고령사회, 2026년 초고령화사회로 진입할 것으로 예상되고 있음

○ 인구의 고령화, 고령자의 사회활동 참여 증대 등 사회적 변화에 대응하기 위해 고령인구의 이동편의성 도모와 더불어 이동 안전성 확보가 우선되어야 하며, 이러한 사회적 요구속에서 교통약자 이동편의 증진계획, 저출산・고령사회 기본계획 등 국가 차원의 계획이 수립, 단계별로 추진하고 있음

○ 또한, 장애인의 이동 및 편의 증진을 위해 장애인정책종합계획을 수립하였으며, 교통약자 이동편의 증진계획에서도 관련 내용을 포함하고 있으며, 장애인의 이동 편의를 위한 교통시설과 환경의 변화는 비교적 다양한 방안으로 계획되고 시행 중에 있는 것으로 나타남

- 교통시설 측면에서는 저상버스 도입 확충, 장애인 특별교통수단(콜택시) 도입 확대, 전철 등에 이동편의시설 확충 등을 시행하고 있으며, “교통약자 이동편의 증진법”에서는 교통약자의 이동을 지원하기 위하여 휠체어 탑승설비 등을 장착한 차량을 특별교통수단으로 정의하고 있음
- 교통환경 측면에서는 “장애물 없는 생활환경(Barrier Free) 인증제도 시행지침”에 따라 인증의 확산과 홍보활동을 실시하고 있음

○ 이와 같은 사회적 패러다임 변화에도 불구하고, 장애인, 고령자, 유모차 동반자 등의 경우 교통수단 이용에 관한 기본적인 이동권을 보장받고 있지 못하는 실정임

○ 국외 복지 선진국의 경우 사회적 약자 계층인 교통약자의 이동권을 보장하기 위해 필요한 시설이나 수단, 요구되는 개별 장비 및 장치에 관한 구체적인 법・제도적 기준 등을 마련하고 있으나, 국내의 경우 이와 같은 사회적 기반이 마련되어 있지 않으며, 교통수단 내에 설치되어 운용되는 이동제약자 안전/편의장치의 경우도 이용자 입장에서의 활용성이나 장치의 안전기준 등이 충분히 고려되지 않은 상태로 운용되고 있음

○ 휠체어/유모차 이용자 등 이동제약자의 이동성 편의 증진을 위해서는 개별 교통수단에 적용할 수 있는 편의성, 안전성, 효용성을 모두 감안한 핵심요소기술의 개발과 함께 개발기술의 확대 및 상용화를 위한 법제도적 정비 등 종합적인 대책의 수립이 필요하며, 이동제약자에 대한 맞춤형 이동지원서비스 제공을 위한 노력이 필요함

3. 연구 수행 내용 및 성과

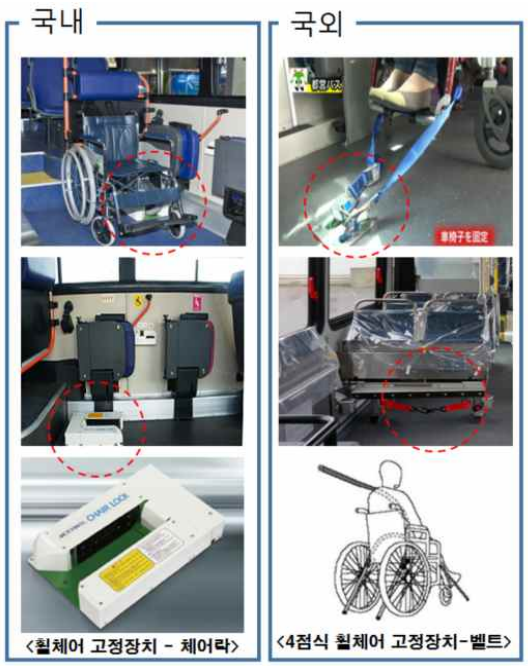
가. 휠체어 안전고정 표준프레임 레이아웃

(1) 표준레이아웃 개발을 위한 설계 변수선정 및 분석

(가) 장착부 공간 표준 동향 분석

○ 국내/외 휠체어 고정장치 동향 분석

- 국외의 경우 대부분의 저상버스에서 휠체어 고정방법으로 Tie-down 방식을 선호함
- 국내 저상버스는 고정장치를 도입하여 사용중이나 그 호환성이 낮고 사용률 또한 낮음



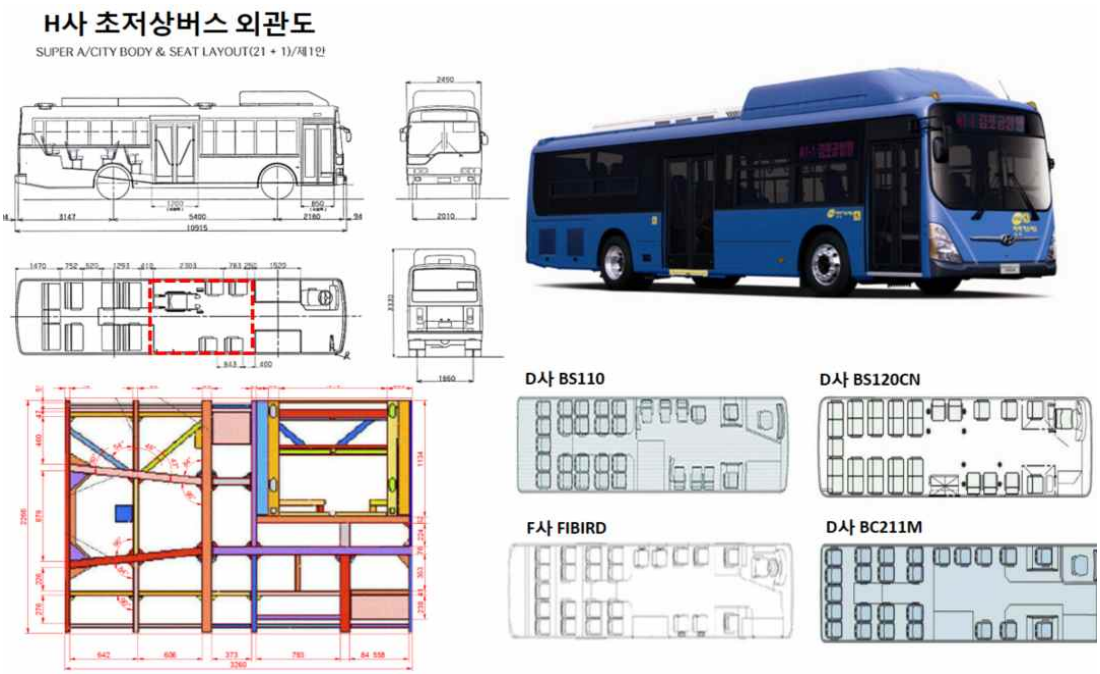
구 분	저상버스 종류	체어락	고정벨트
국내	뉴 슈퍼 에어로 시티 (HYUNDAI)	O	
	블루시티 (HYUNDAI)		O
	NesBS110CN (DAEWOO)	O	
국외	NOVA (USA)		O
	ISUZU-ERG (JAPAN)		O
	시타로 (GERMANY)		O
	이베코 (ITALY)		O
합 계		2	5

국내 저상버스에는 휠체어 고정장치(체어락)를 도입하여 운행하고 있지만, 수동휠체어에 국한되어 사용되며, 실제 사용율 또한 저조하다

국외 저상버스에는 고정벨트로 휠체어를 고정하지만, 제 3자의 도움 없이는 사용이 제한된다.

(그림. 59) 국내외 휠체어 고정장치 동향

○ 국내/외 저상버스 장착부 공간 분석

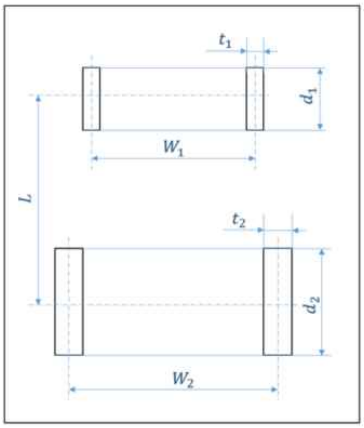


(그림. 60) 장착부 공간 표준 동향

(나) 이동수단 휠체어석 특성 분석

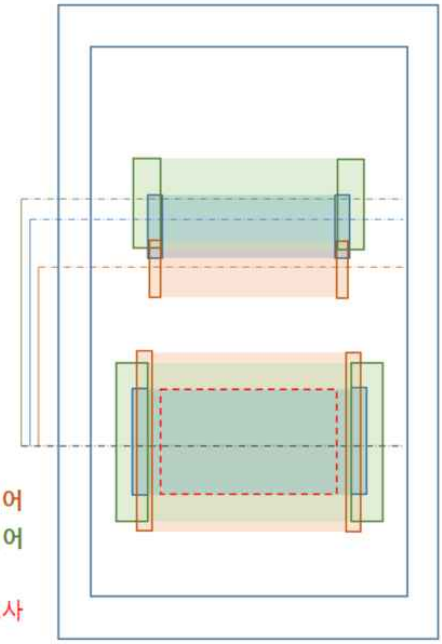
○ 유모차, 수동휠체어, 전동휠체어가 장착부에 위치하게 되는 평균 공간 분석

Unit : mm



	유모차	수동휠체어	전동휠체어
L	45 ~ 64	37 ~ 54	50 ~ 64
W_1	35 ~ 56	40 ~ 49	46 ~ 53
W_2	47 ~ 57	39 ~ 56	53 ~ 60
d_1	15	7 ~ 15	20 ~ 25
d_2	18 ~ 30	18 ~ 60	35 ~ 40
t_1	2.5 ~ 5	2.5 ~ 3	6 ~ 7
t_2	2.5 ~ 5	2.5 ~ 5	7 ~ 8.5





(그림. 61) 이동수단 휠체어석 특성 분석

(다) 관련 법규 검토

○ 국내/외 휠체어 고정 관련 법규 및 표준 규격 현황 검토

[표. 4] 국내/외 휠체어 고정 관련 법규

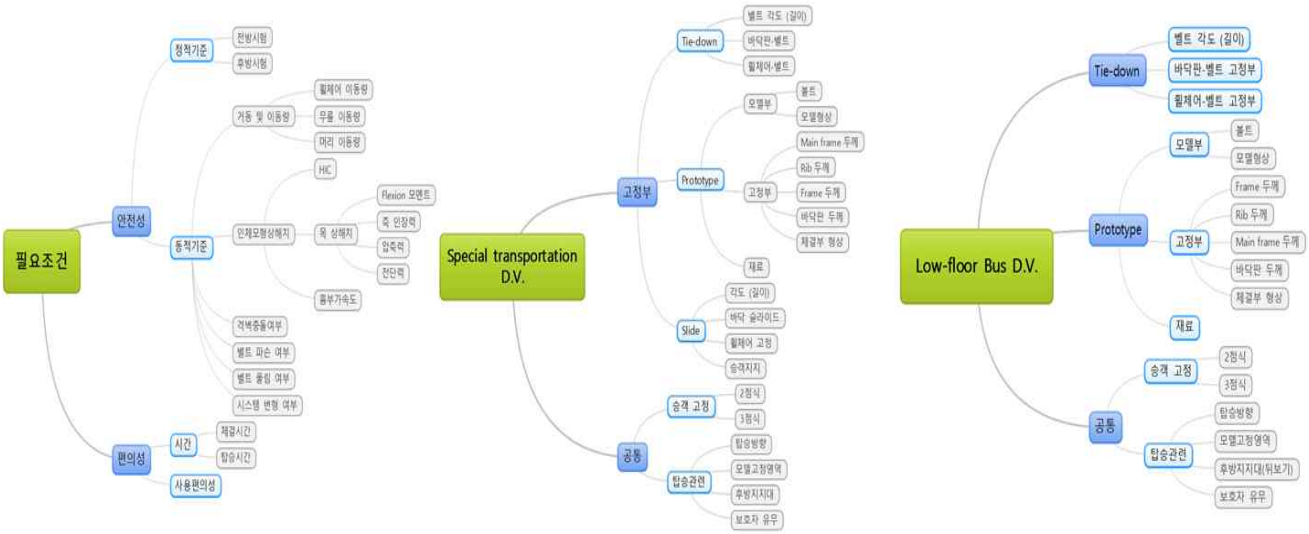
국가	휠체어 고정 관련 법규	표준규격 제시	고정강도
미국	- 장애인차별금지법 : 장애인을 위한 교통서비스 시행 규정 - UMTRI 권고 기준 : 휠체어부착장치 구체적인 시험절차	- 최소 폭 406 mm - 최소 길이 (406 mm + frontal clear zone)	- 정적테스트를 견딜 수 있는 강도
유럽	- 유럽연합(EU) : EC특별지침으로 휠체어 규정 구체화	- 최소 폭 750 mm - 최소 길이 1,300 mm	- 정적테스트를 견딜 수 있는 강도
호주	- 휠체어 고정장치에 관한 표준규정 : 표준규정으로 휠체어 규정 구체화 - 체크리스트 운영 : 휠체어 고정장치에 관한 데이터베이스화	- 최소 폭 500 mm - 최소 길이 1,300 mm	- 휠체어와 탑승자 무게의 약 25배 무게 0.1초 이상 버티기
독일	- DIN 75078-2 표준규정 : 고정장치 설치에 관한 규정	- 최소 폭 280 mm - 최소 길이 1,100 mm	- 정적테스트를 견딜 수 있는 강도
일본	-	-	-
한국	-	-	-

(라) 표준 레이아웃 개발을 위한 변수 도출

○ 표준 레이아웃 개발을 위하여 바닥판 및 휠체어 고정에 관련된 변수들을 설정

○ User centered design이 고려된 필요조건 분석

- 필요조건은 안전성과 편의성을 고려하였음



(그림. 62) 필요조건 분석 결과 및 교통수단별 설계변수 분석 결과

(마) 설계변수 민감도 도출

○ 수동 휠체어의 고정 벨트, 고정 각도의 변수 민감도 도출

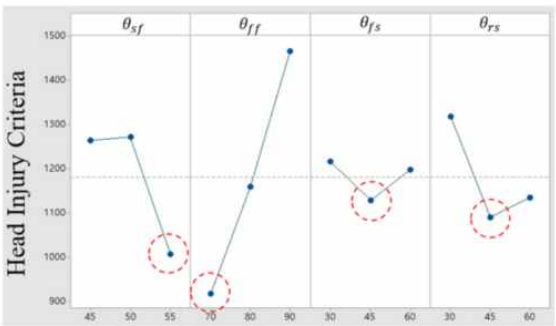
평가기준

Criteria	Allowable Limit	Reference
Head Injury Criteria (HIC)	1000	FMVSS 222
Chest Acceleration	60 G	
Head Excursion	650 mm	SAE J2249
Knee Excursion	375 mm	
Wheelchair Excursion	200 mm	

$$HIC = max\left[\frac{1}{(t_2 - t_1)}\int_{t_1}^{t_2} adt\right]^{2.5}(t_2 - t_1)$$

$$MC = 0.25(Exc_{head}/650) + 0.25(Exc_{knee}/375) + 0.25(Exc_{wc}/200) + 0.25[(Exc_{wc}/Exc_{knee})1.1]$$

결과도출

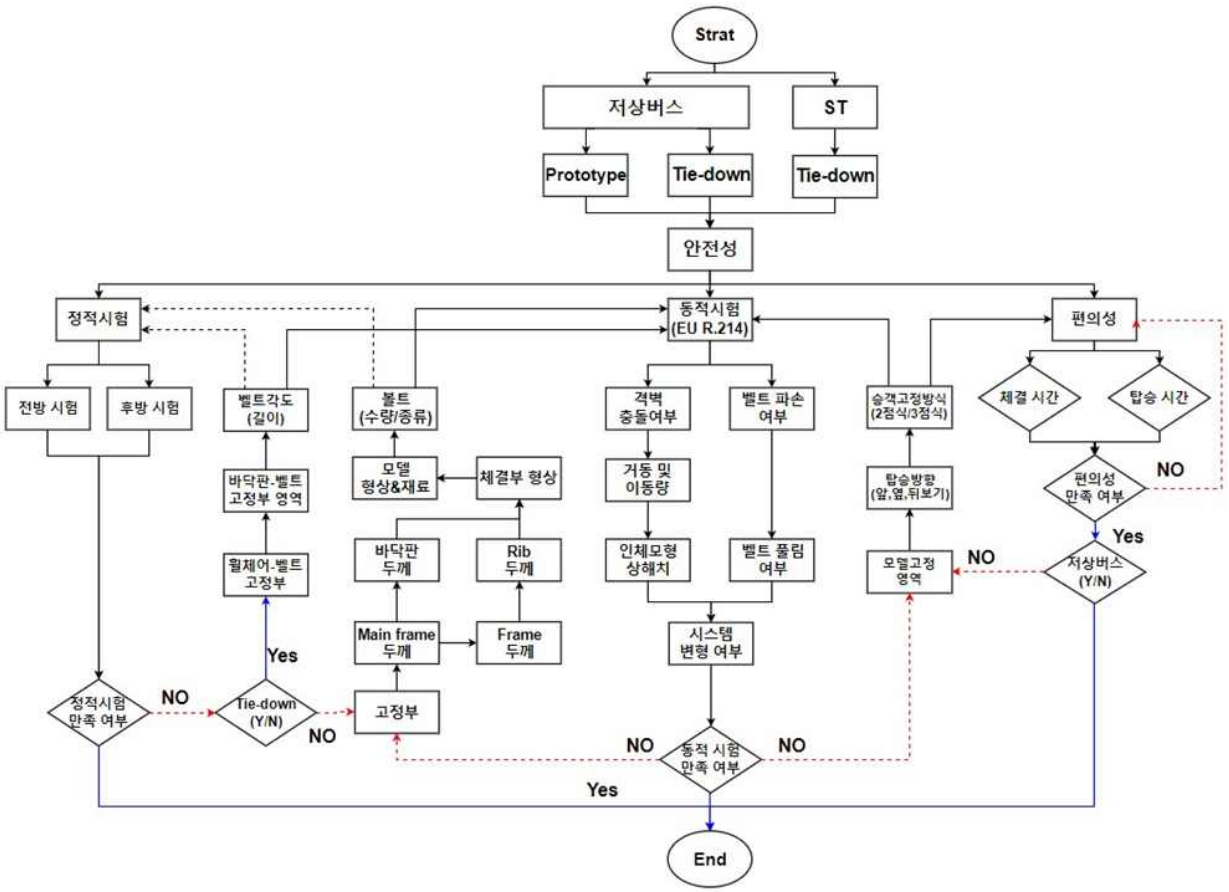


Criteria	Allowable Limit	Results
Head Injury Criteria	1000	615.0
Chest Acceleration	60 g	48.5 g
Head Excursion	650 mm	329.5 mm
Knee Excursion	375 mm	107.7 mm
Wheelchair Excursion	200 mm	34.9 mm

(그림. 63) 고정벨트에 대한 설계변수 민감도

(바) User centered design이 고려된 표준 레이아웃 제시

○ User centered design이 고려된 필요조건과 교통수단별 설계변수를 기반 표준레이아웃 제시



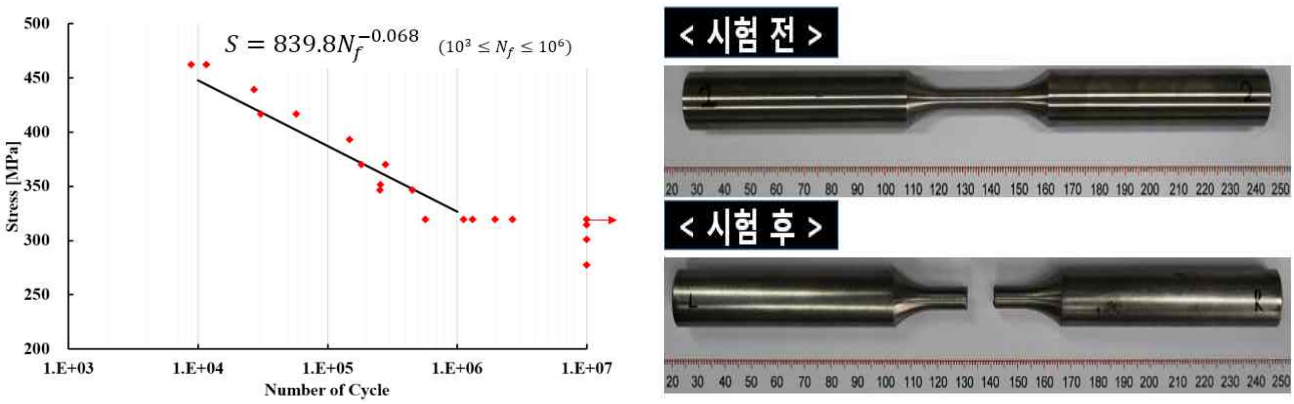
(그림. 64) 표준 레이아웃

(2) 고정장치 연결부 피로특성 및 레이아웃 요소부 특성 평가

(가) 고정장치 연결부 피로특성 분석 및 평가

○ 고정장치 연결부 피로특성 분석 및 평가

- 연결부 재질(S45C)의 피로시험을 통한 S-N선도 도출
- 연결부에 작용하는 피로응력이 315MPa 이하의 경우 고정장치의 안전성 증가

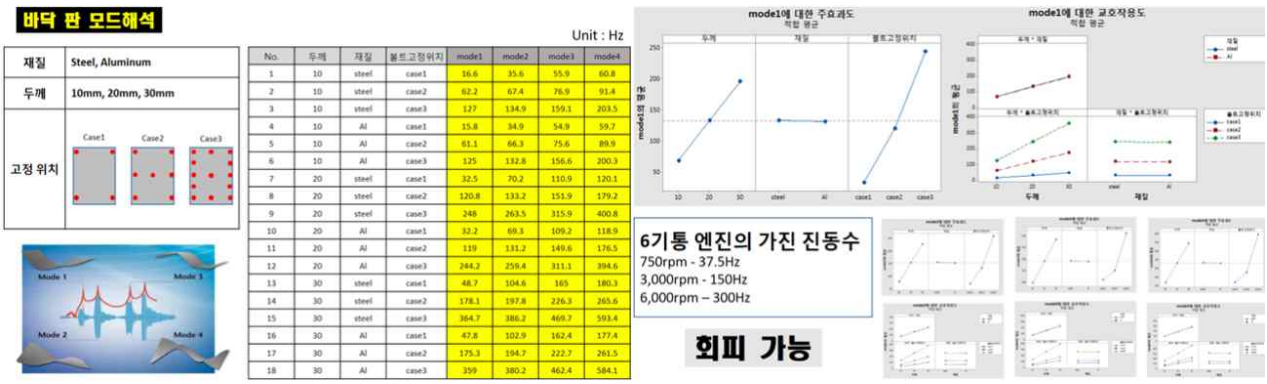


(그림. 65) 피로시험 분석 결과

(나) 공진 회피 설계안 제시 및 검증 해석

○ 모드 해석을 통한 바닥판 고유진동수 분석

- 바닥판 변수에 따른 고유진동수 설계방안 제시



No.	두께	재질	볼트고정위치	mode1	mode2	mode3	mode4
1	10	steel	case1	16.6	35.6	55.9	60.8
2	10	steel	case2	62.2	67.4	76.9	91.4
3	10	steel	case3	127	134.9	159.1	203.5
4	10	Al	case1	15.8	34.9	54.9	59.7
5	10	Al	case2	61.1	66.3	75.6	89.9
6	10	Al	case3	125	132.8	156.6	200.3
7	20	steel	case1	32.5	70.2	110.9	120.1
8	20	steel	case2	120.8	133.2	151.9	179.2
9	20	steel	case3	248	263.5	315.9	400.8
10	20	Al	case1	32.2	69.3	109.2	118.9
11	20	Al	case2	119	131.2	149.6	176.5
12	20	Al	case3	244.2	259.4	311.1	394.6
13	30	steel	case1	48.7	104.6	165	180.3
14	30	steel	case2	178.1	197.8	226.3	265.6
15	30	steel	case3	364.7	386.2	469.7	593.4
16	30	Al	case1	47.8	102.9	162.4	177.4
17	30	Al	case2	175.3	194.7	222.7	261.5
18	30	Al	case3	359	380.2	462.4	584.1

(그림. 66) 모드해석을 통한 고유진동수 분석

(다) 컴퓨터 해석을 통한 레이아웃 요소부 특성 평가 및 고정 모듈 강도 및 충격 평가

○ 컴퓨터 해석을 통한 레이아웃 요소부 특성 평가

○ 설계된 고정부 및 바닥판의 강도해석

○ 정적 해석을 통한 고정장치 안전성 평가

- UN R.107법규에 따른 전방 정적 시험결과 고정장치의 변형량이 2mm로 법적기준 충족

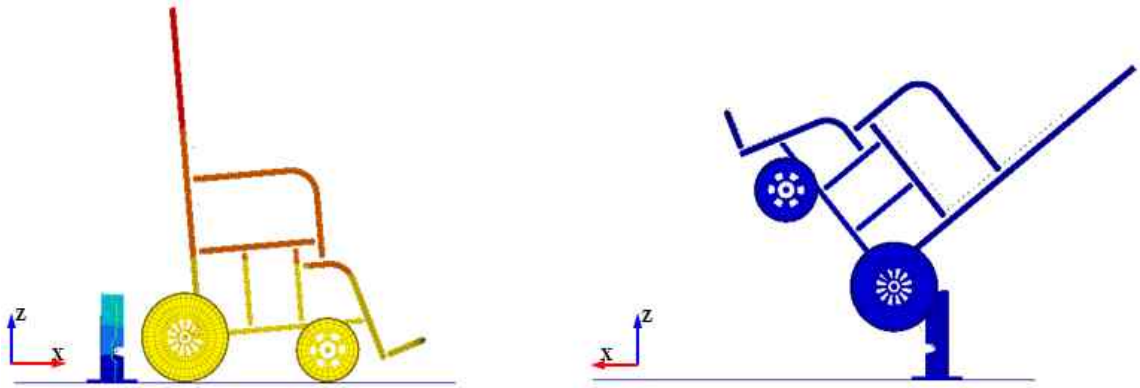
- 후방정적시험 시 Y방향에 따른 모멘트 발생(Headrest 추가필요)

○ 동적 해석을 통한 고정장치 안전성 평가

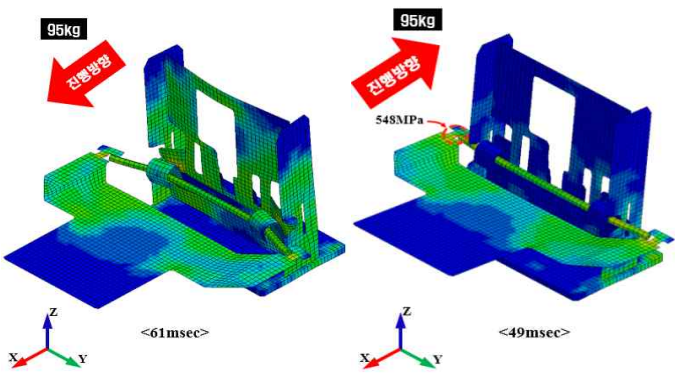
- 정면충돌 시 Lever에 705MPa응력 집중

- 후방충돌 시 Module에 742MPa응력 집중

- 동적해석 결과 고정장치 법적기준 만족



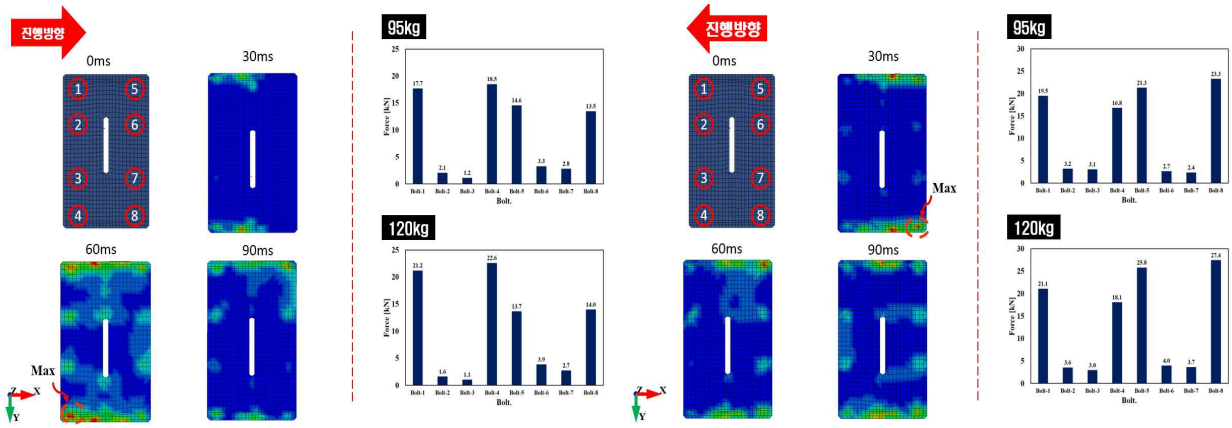
(그림. 67) 고정장치 정적 해석결과



(그림. 68) 고정장치 동적 해석결과

○ 바닥판 구조 검토 및 설계안 제시

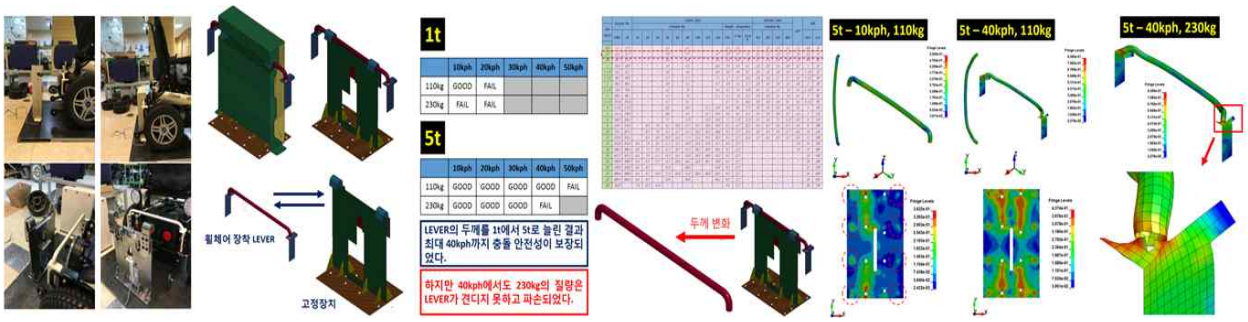
- Sled 해석을 통하여 바닥판에 하중이 집중되는 부분을 파악



(그림. 69) Sled Analysis를 통한 바닥판 하중 분석

○ 설계 모델에 대한 검증 해석

- 해석을 통하여 개발 중인 고정 장치의 정면충돌 안전성 평가
- 해석 결과에 따라 고정 장치의 개선안 제시
- 휠체어 후방에 부착되는 Lever 파트의 두께를 증가시켜 보다 높은 안전성 확보



(그림. 70) 설계 모델에 대한 검증 해석

(3) NCAP 충돌해석을 통한 이동수단 대 고정된 휠체어/전동스쿠터 거동 분석

(가) NCAP 기준 충돌 해석을 통한 이동수단 내 고정된 휠체어 및 전동스쿠터 분석

○ 안전성 법규 SAE J2249, ANSI/RESNA WC-19 및 EU R.214에 따른 동적 해석 결과

- 인체모형(남성 50th, Hybrid Ⅲ), Surrogate wheelchair model을 활용한 정면충돌해석 수행

[표. 5] EU R.214 요구 이동량 및 인체모형 상해치 평가 기준

머리 이동량	650mm 미만
무릎 이동량	375mm 미만
휠체어 이동량	200mm 미만
흉부 가속도	60g 미만

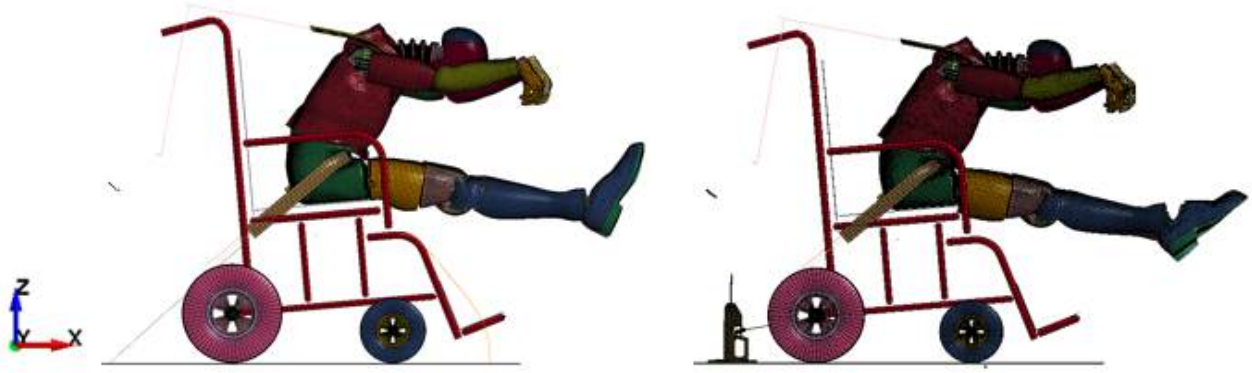
□ □ 저상버스

○ 휠체어, Tie-down 고정방식의 이동량 및 인체 상해치 기준 만족

○ 휠체어, Prototype 고정방식의 이동량 및 인체 상해치 기준 만족

[표. 6] 저상버스 내 고정된 휠체어/전동스쿠터의 고정방식에 따른 해석결과

	머리 이동량 (mm)	무릎 이동량 (mm)	휠체어 이동량 (mm)	흉부 가속도 (g)
휠체어 - Tie-down	502.7	237.3	154.6	46.5
휠체어 - Prototype	501.2	220.1	44.5	36.5
전동 스쿠터 - Tie-down	472.3	194.0	144.2	46.5
전동 스쿠터 - Prototype	539.5	277.3	30.7	56



(그림. 71) 저상버스 내 고정된 휠체어 동적 해석결과

□ □ 특별교통수단

○ 휠체어, Tie-down 고정방식의 이동량 및 인체 상해치 기준 만족

○ 전동스쿠터, Tie-down 고정방식의 이동량은 만족하나 인체상해치 중 흉부가속도 기준 불만족

[표. 7] 특별교통수단 내 고정된 휠체어/전동스쿠터에 따른 해석 결과

	머리 이동량 (mm)	무릎 이동량 (mm)	휠체어 이동량 (mm)	흉부 가속도 (g)
휠체어 - Tie-down	590.2	234.4	143.5	36.5
전동스쿠터 - Tie-down	444.8	274.5	50.7	66.3



(그림. 72) 특별교통수단 내 고정된 휠체어 및 전동스쿠터 해석결과

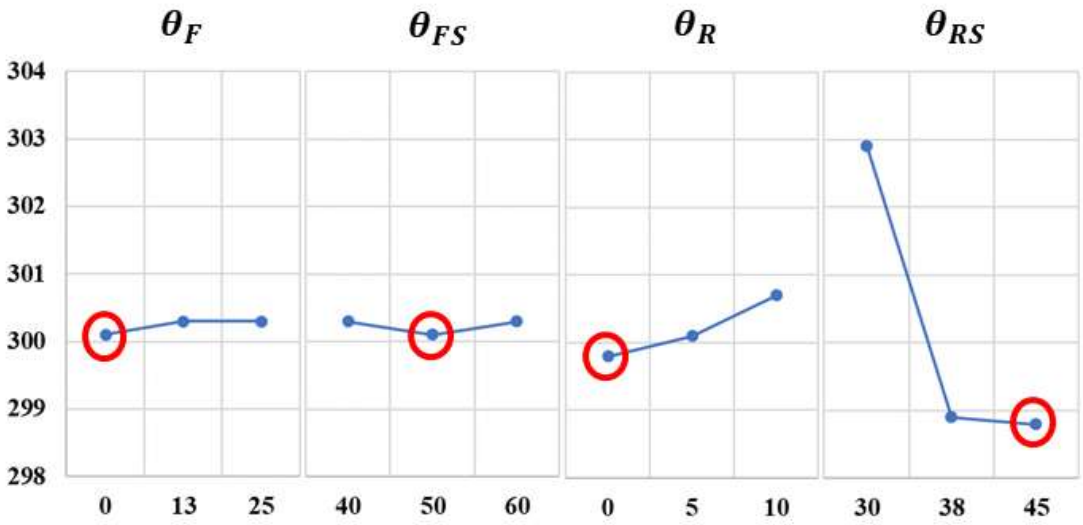
(나) 강건설계기법을 활용한 설계변수 최적화

○ 다구찌 실험계획법을 활용한 저상버스 및 특별교통수단/ Tie-down 설계변수 선정

□ □ 저상버스 - Tie-down

○정면충돌 시 θ_{RS}가 클수록 이동량 감소

- 최적 설계변수 : $\theta_F = 0^\circ, \theta_{FS} = 50^\circ$, $\theta_R = 0^\circ, \theta_{RS} = 45^\circ$

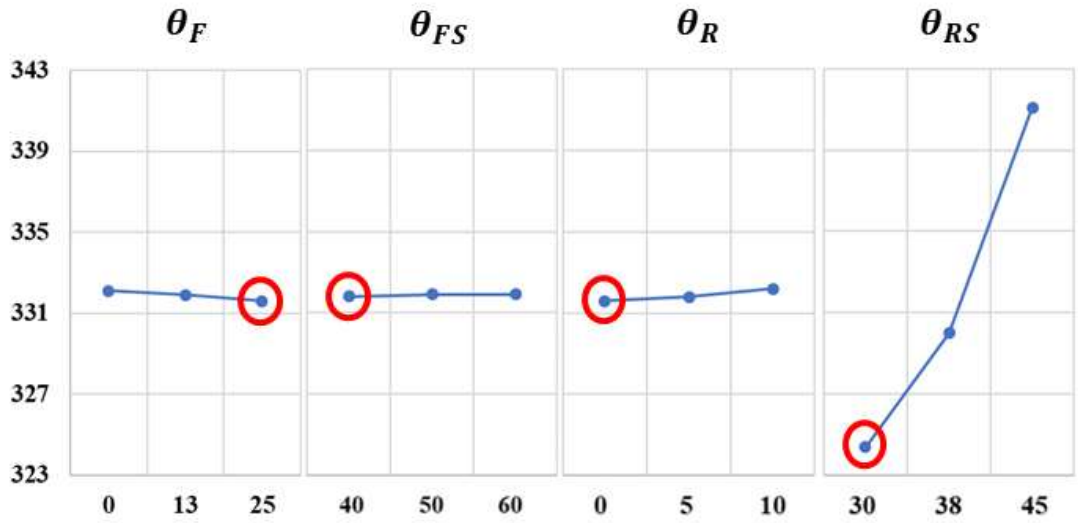


(그림. 73) 저상버스 - Tie-down의 이동량 평균에 대한 민감도 분석

② 특별교통수단 - Tie-down

○정면충돌 시 θ_{RS}가 작을수록 이동량 감소

- 최적 설계변수 : $\theta_F = 25^\circ, \theta_{FS} = 40^\circ$, $\theta_R = 0^\circ, \theta_{RS} = 0^\circ$



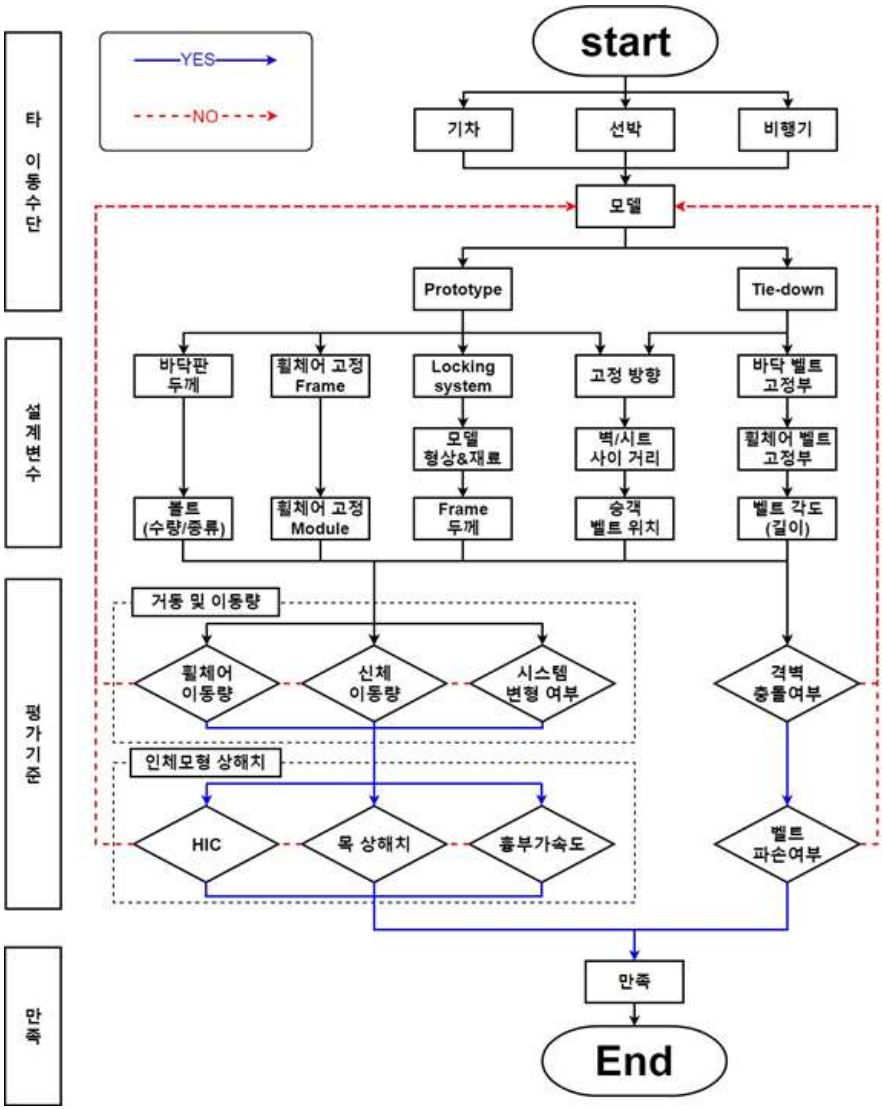
(그림. 74) 특별교통수단 - Tie-down의 이동량 평균에 대한 민감도 분석

(4) 표준레이아웃의 타 이동수단 확장성 확보

(가) 표준 레이아웃의 타 이동수단으로 확장을 위한 제시

○ 적용될 타 이동수단(기차, 선박, 비행기)에 따른 표준 레이아웃 주요 설계변수 및 필요조건 변경

- 교통수단 별, 고정방식 별로 분류하여 분석



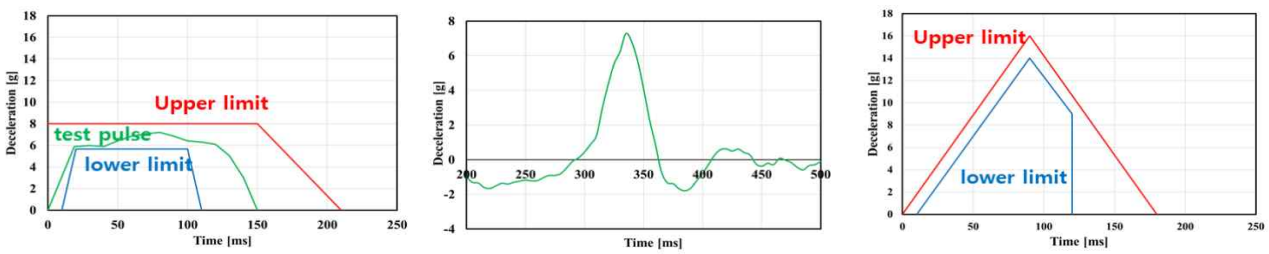
(그림. 75) 타 이동수단으로 확장된 표준 레이아웃 Flowchart

○ 급격한 속도 변화에 따른 타 이동수단 내 표준 레이아웃 감가속도 분석

○ (기차) SAFETRAIN Project및 AV/ST 9001(영국)을 참고하여 Sled test 감가속도 분석

○ (선박) SC code(High Speed Craft code, International maritime organization) 및 Shock Mitigation Seats Test(Defence Research and Development Canada)를 참고한 감가속도 분석

○ (비행기) 미국연방규정집 14 CFR part 25, Emergency landing을 참고하여 감가속도 분석



기차 선박 비행기

(그림. 76) 타 이동수단별 분석된 감가속도 선도

(나) 컴퓨터 해석을 통해 타 이동수단 내 고정된 휠체어 거동 분석

○ 분석된 감가속도를 이용한 타 이동수단에서 고정된 휠체어의 거동 분석

○ (기차) SAFETRAINPROJECT 및 AV/ST9001를 참고한 동적해석결과

- Tie-down 고정방식 : 휠체어 이동량 및 인체 상해치 기준 만족
- Prototype 고정방식 : 휠체어 이동량 및 인체 상해치 기준 만족

[표. 8] 기차의 정면 충돌사고 시, 승객상해 기준과 해석결과

	기준	Prototype	Tie-down
휠체어 이동량 [mm]	200	10	43
무릎 이동량 [mm]	375	95	63
머리 이동량 [mm]	650	254	323
HIC	500	412.3	437.9
목 굽힘 모멘트 [Nm]	190	14	29.5
흉부 압축량 [mm]	50	39	42
무릎 관절 이동량 [mm]	15	7	9

○ (선박) HSC(High Speed Craft code)를 참고한 동적해석결과

- Tie-down 고정방식 : 휠체어 이동량 및 인체 상해치 기준 만족
- Prototype 고정방식 : 휠체어 이동량 및 인체 상해치 기준 만족

[표. 9] 선박의 수직낙하시험 시, 승객 상해 기준과 해석결과

	기준	Prototype	Tie-down
휠체어 이동량 [mm]	200	10	2
무릎 이동량 [mm]	375	26	44
머리 이동량 [mm]	650	46	40
HIC	500	31.8	42.6
목 굽힘 모멘트 [Nm]	88	44.2	35.8
흉부 가속도 [G]	30	10.2	8.15
대퇴골 압축력 [kN]	10	1.35	2
무릎 관절 이동량 [mm]	15	5	7

○ (비행기) 14 CFR part 25를 참고한 동적해석결과

- Tie-down 고정방식 : 휠체어 이동량 및 인체 상해치 기준 만족
- Prototype 고정방식 : 휠체어 이동량 및 인체 상해치 기준 만족

[표. 10] 비행기의 비상착륙 사고 시, 승객상해 기준과 해석결과

	기준	Prototype	Tie-down
휠체어 이동량 [mm]	200	64	95
무릎 이동량 [mm]	375	32	45
머리 이동량 [mm]	650	68	74
HIC	1000	632.6	658.3
허리 압축력 [kN]	6.7	3.7	4.2

나. 휠체어 안전고정 표준프레임 시제품

(1) 휠체어 안전고정 표준프레임(ST/저상버스) 시제품

(가) 국내외 휠체어 고정장치 분석을 통한 표준바닥판 컨셉 설계

○ 국내외 고정장치의 특성 및 문제점 분석을 통하여 컨셉 설계 기초 데이터로 활용

① 국내외 휠체어 고정장치 분석

○ 국내에 상용화된 휠체어 고정장치(Chair Lock)의 경우 후방으로 진입하여 한쪽 바퀴를 밀착고정하는 방식으로 차륜폭 100mm 이하의 수동 휠체어만 고정이 가능하고, 전동휠체어는 고정이 불가능하며 좌우 흔들림에 취약함

○ 4 point tie-dowm을 제외한 국내외 고정장치는 전자식 고정으로 보조자의 도움 없이 고정 가능

○ 현재 상용화된 도킹식 고정장치는 별도의 모듈이 장착된 휠체어만 사용가능하며 휠체어 하단 중앙부에서 도킹하는 방식으로 고정장치의 설치위치가 휠체어석의 중앙에 설치 되어야함

○ 저상버스에서 고정장치 설치 위치가 휠체어석의 중앙일 경우 공간의 제약으로 휠체어 진입 어려움

○ 휠을 밀착 고정하는 방식은 휠 손상 가능성이 있으며 휠의 위치, 형태에 따라 고정력이 다를 수 있음

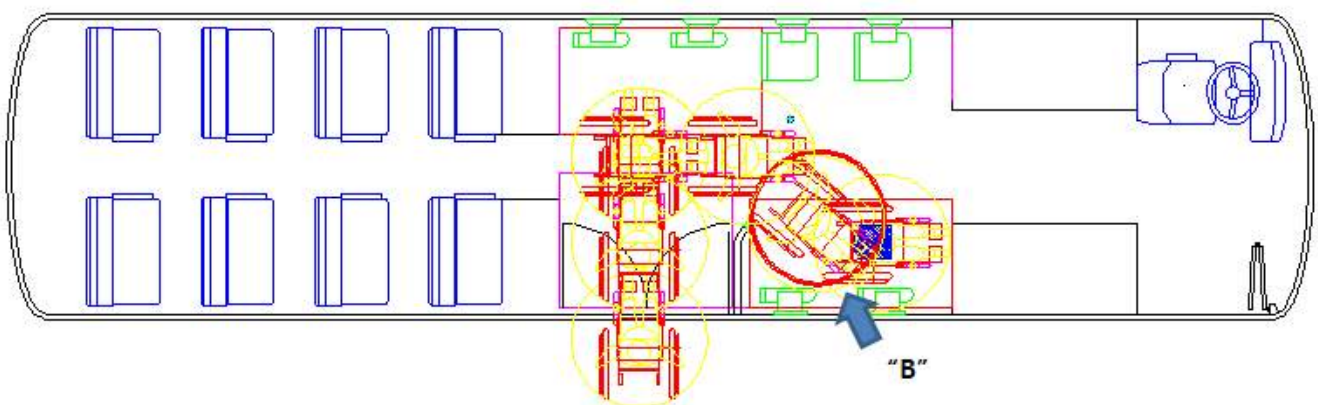
② 국내외 휠체어 고정장치 분석 결과

○ 버스의 좌석 및 안전바 등 공간적 제한과 휠체어의 회전반경 및 진입 경로 등 을 고려하여 고정장치는 휠체어 후방에 설치되어야 함

○ 원활한 대중교통 이용을 위해 보조자의 도움이 필요없는 전기식 고정방식이 필요하며 후방에서 고정할 수 있는 방식의 개발 필요

[표. 11] 국내외 휠체어 고정장치 분석

제품	제조국가	고정부위	고정방식	설치위치	도움필요	설치공간	범용성	고정시간
Chair Lock	한국/일본	휠(한쪽)	밀착	후방	하	하	하	하
Permo Lock	스웨덴	별도모듈	도킹	중앙	하	상	하	하
EZ Lock	미국	별도모듈	도킹	중앙	하	상	하	하
QLK-150	캐나다	별도모듈	도킹	중앙	하	상	하	하
QUANTUM	캐나다	휠	밀착	후방	하	상	상	중
4Point Tiedown	범용(미국,독일 등)	프레임	고리	전/후방	상	하	상	상



(그림. 77) 버스에서의 휠체어 진입 경로 분석

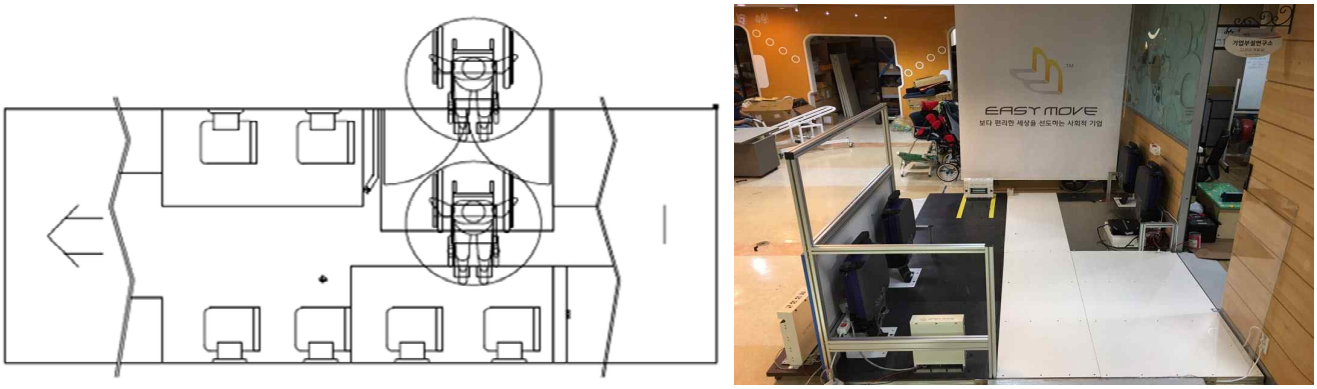
③ 표준바닥판 컨셉 설계 및 프로토 제작

○ 공주대학교 저상버스 구조분석 데이터 및 휠체어 거동분석을 통한 표준바닥판 컨셉 설계

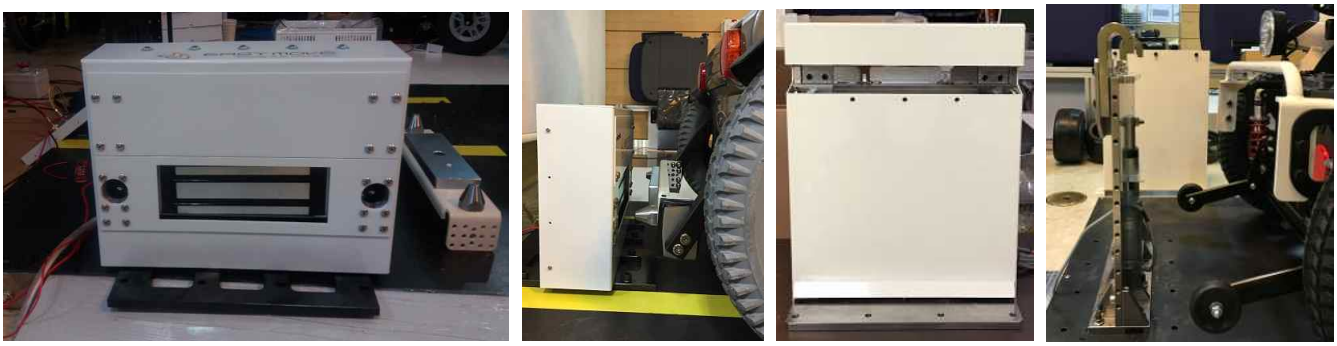
- 버스의 중간 프레임 부분에 설치(표준바닥판 설치 및 휠체어 진입 가능)
- 휠체어 구조분석 결과 표준바닥판 레이아웃 넓이는 최소 1300mm×750mm에서 최대 1500mm×900mm로 산정

○ 휠체어 고정장치 컨셉 설계

- Self 고정이 가능한 후방 도킹방식 검토(Electro Magnetic방식, Actuator 도킹방식)
- Electro Magnetic 방식: 고정 모듈을 장착한 휠체어가 고정 장치에 접근하면 Limt s/w를 이용하여 휠체어 진입을 확인하고 Electro Magnetic이 작동하여 강력한 자력으로 휠체어 고정
- 고정 모듈을 장착한 휠체어가 고정 장치에 접근하면 Limt s/w를 이용하여 휠체어 진입을 확인하고 Actuator의 동력을 이용하여 걸림고리 모양의 부품이 동작하여 휠체어에 장착된 고정 모듈을 구속하여 휠체어를 고정



(그림. 78) 표준바닥판 프로토



(그림. 79) 휠체어 고정장치 프로토(Electro Magnetic방식, Actuator 도킹방식)

(나) UCD를 고려한 표준 바닥판 및 고정장치 시작품

① 표준바닥판 정의 및 구성

○ 휠체어 사용자가 이동수단에 탑승하여 안전한 이동을 위한 안전장치와 부대 기구류 등이 구성된 공간/시스템

○ 휠체어 고정장치와 승객 구속장치 그리고 이러한 장치가 효과적으로 작용할 수 있는 유효공간 등으로 구성

② 표준바닥판 레이아웃

○ 저상버스 기준: 전동휠체어 대형화 추세와 휠체어 진입동선을 고려한 적정 크기 검토(700mm×1700mm)

○ 특별교통수단 기준: ISO 10542 휠체어 고정 권장각도를 고려하여 750mm×1300mm 이상 권장

③ UCD를 고려한 고정장치 개발

○ 저상버스용 휠체어 고정장치

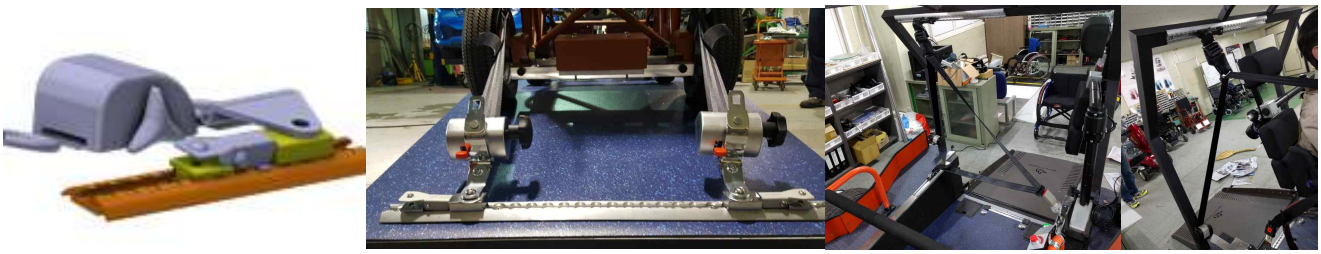
- 고정 강도, 사용성, 비용, 모듈장착 편의성 등을 고려하여 Magnetic 방식 제외
- Actuator 도킹 방식 고정장치 기능 향상 개발(모듈 진입부 크기 확대 및 경량화 13kg->8kg)

○ 특별교통수단용 휠체어 고정장치

- 차량 구조 및 휠체어 진입조건(전/후진만 가능) 제한으로 저상버스와 동일한 고정장치 사용불가
- 기존의 디스크 체결방식은 충돌 시험시 반동으로 인한 체결부 이탈 발생
- 타이다운을 차량에 고정하는 고정구를 레일에 피팅하여 고정하는 방식으로 충돌시 이탈 위험이 없으며, 위치조절이 가능 하게 하여 다양한 사용자 및 휠체어의 적정 체결각도 확보 가능토록 개발



(그림. 80) 저상버스 표준바닥판 및 고정장치 시작품



(그림. 81) 특별교통수단 고정장치 시작품

④ 고정장치 실사용자 대상 사용성 평가

○ 저상버스 고정장치의 사용 시나리오를 토대로 실사용자의 경험 관찰

- 저상버스 승차, 고정장치로 이동, 고정장치에 접근, 고정, 해제, 하차 단계별 문제점 관찰
- 승차부터 고정까지 소요된 시간은 평균 약 33초, 해제부터 하차는 약 19초로 1분 이내로 승/하차 완료
- 사용편의성 및 고정에 대한 유용성, 학습용이성 등 전반적으로 만족도 높음
- 장착 고정모듈이 고정장치에 진입후 Actuator가 작동하여 고정하는 방식으로 Actuator가 작동하는 동안 휠체어가 움직일 경우 고정이 안되는 문제 발생
- 고정장치를 등지고 후진으로 진입하여 도킹해야하는 이유로 고정장치 위치 확인 및 정확한 접근 어려움 발생

○ 특별교통수단 고정장치의 실제 사용자(이동지원 운전기사)의 경험 관찰

- 개발품과 기존의 고정장치 사용 후 사용편의성 검증 및 문제점, 개선점 도출
- 위치 조절 기능은 좋으나 타이다운의 고정구가 레일에 고정된 형태이므로 휠체어의 승/하차 동선을 방해함

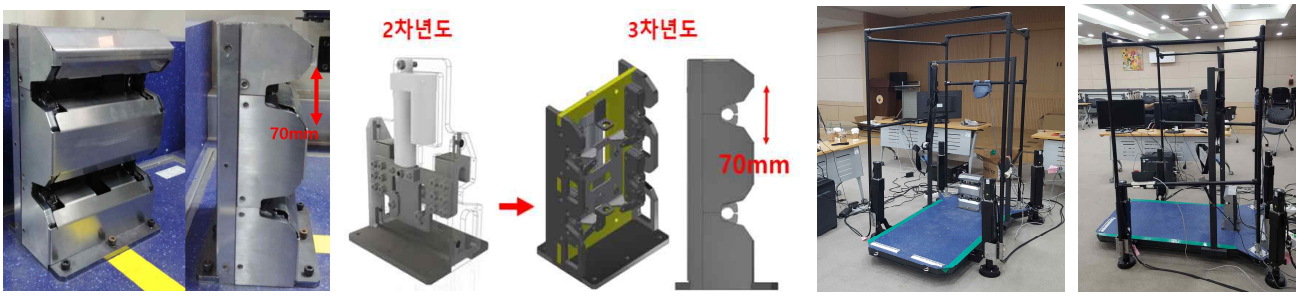
(다) 안전고정 프레임 시제품

① 사용성 평가 결과를 반영한 안전고정 프레임 시제품

○ 저상버스 안전고정 프레임 개발

- 렛치 적용으로 모듈 진입시 자동 도킹 가능(Actuator 도킹 문제 해결)
- 고정모듈 도킹 위치 2단(상/하) 적용(고정모듈 휠체어 장착 가능 위치 고려)
- 도킹 입구 수직 편차 수용 설계(휠체어 타이어 공기압 변화 고려)

○ 저상버스 안전고정 프레임이 장착된 모션 시뮬레이터 제작



(그림. 82) 저상버스 안전고정 프레임

○ 특별교통수단 안전고정 프레임 개발

- 사용성평가 결과를 반영하여 레일 고정방식에서 탈부착 형식으로 설계변경
- 탈부착 사용편의성을 고려한 UCD 컨셉 적용(탈부착 방식 다름으로 인한 불편 해소)
- 기존의 디스크 타입의 편의성과 슬라이더 타입의 장점을 만족시킨 신개념 고정 방식(세계최초)

○ 특별교통수단 안전고정 프레임이 장착된 모션 시뮬레이터 제작



(그림. 83) 특별교통수단 안전고정 프레임

② 고정장치 장착 모션시뮬레이터 활용 실사용자대상 사용성평가

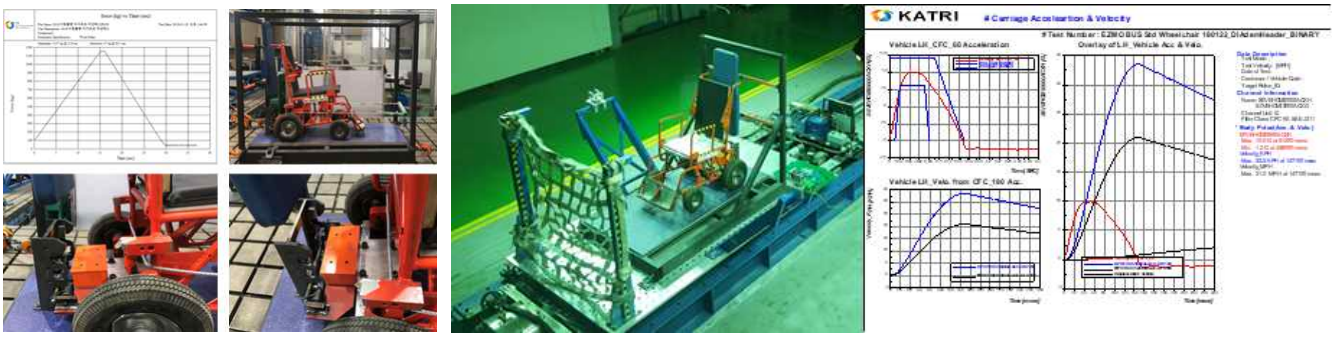
○ 저상버스, 특별교통수단 안전고정 프레임 사용성평가

- 도로주행 시뮬레이션 상황시 고정장치 도킹 능력 검증 및 사용자 만족도 평가(급가속, 급정거, 급회전 상황 묘사)결과 만족도 및 편리성, 유효성 측면 만족 확인
- 저상버스 고정장치의 경우 탑승 후 착석시간 평균 25초(고정장치 위치 가이드라인 및 렛치 형태의 자동 도킹 방식 개선으로 2차년 사용성평가 대비 약 8초 단축)
- 휠체어가 정방향으로 진입하지 않는 경우 정확한 도킹을 위하여 회전기능 추가 필요

③ 안전고정 프레임 시제품 정/동하중 시험평가

○ 저상버스 안전고정 프레임 시제품 정/동하중 시험평가

- 정하중 시험 기준: KS P ISO 10542, 자동차 진행방향으로 11.3KN의 하중을 60초 이내에 도달하도록 가한 후 0.2초 이상 유지
- 동하중 시험 기준: UN R 80, 32km/h
- 시험결과: 기준 만족(파손 및 이탈없음)



(그림. 84) 저상버스 안전고정 프레임 시제품 정/동하중 시험평가

○ 특별교통수단 안전고정 프레임 시제품 정/동하중 시험평가

- 정하중 시험 기준: KS P ISO 10542, 자동차 진행방향으로 11.3KN의 하중을 60초 이내에 도달하도록 가한 후 0.2초 이상 유지
- 동하중 시험 기준: UN R 80, 32km/h
- 시험결과: 기준 만족(파손 및 이탈없음)



(그림. 85) 특별교통수단 안전고정 프레임 시제품 정/동하중 시험평가

④ 안전고정 장치 표준규격 개발

○ 안전고정 장치 표준화 활동

- 2017년 3차, 4차 휠체어 표준협력기관(재활공학연구소) 참석 및 개발 관련 보고
- 안전고정 장치관련 국제회의(ISO / TC173 / SC1 / WG6) 참석 및 국제동향 파악

○ 안전고정 장치 표준(안) 개발

- 기존 표준인 KS P ISO 10542-1~5을 새롭게 개정된 국제표준인 ISO 10542-1(2012)과 비교분석
- 기존 KS P ISO 10542는 5개의 버전으로 되어 있고 구 버전 이지만, 현재 신 버전은 통합된 표준을 사용하고 있어, KS P ISO 10542-1:2018 안전고정장치 표준(안) 마련
- 국내 실정에 맞게 국제표준 외 휠체어 승객 공간, 후방지지대 용어정의 및 설계 요구사항을 추가

○ 안전고정 장치 표준 개정

- ISO 10542-1(2012) ver 용어 변경 및 문구 삭제/추가 사항 분석 후 장애인용 보조기구 전문위원 개정(안) 제출
- 산업표준심의회 의료 기술심의회 심의 후 개정 완료(2017년 12월 29일)

(라) 사용성 평가에 따른 기술보완 설계를 반영한 시제품

① 사용성 평가 결과를 반영한 안전고정 프레임 시제품

㉮ 저상버스 안전고정 프레임 보완 시제품

○ 고정장치 무게 감소를 위해 내부 프레임 두께 축소(10mm ->5mm)

○ 회전기능 추가

- 휠체어와 고정장치의 오정렬 진입 허용을 위하여 회전기능 추가
- ISO 10542-1: 도킹고정구 장치에 대한 설계 요구사항 반영(좌/우 10° 회전)



(그림. 86) 저상버스 안전고정 프레임 보완 시제품

㉯ 특별교통수단 안전고정 프레임 보완 시제품

- ○ 보편적인 Sliding Rail에 사용 가능하도록 보완 설계
- ○ ISO 10542-2 타이다운 체결 권장각도 고려 보완 설계
- ○ 체결 권강각도를 위한 별도의 브라켓 불필요



(그림. 87) 특별교통수단 안전고정 프레임 보완 시제품

㉰ 특별교통수단 머리 및 등 지지대 시제품

- ○ 개발목적
  - 사고 발생시 승객 및 휠체어의 이동제한 및 후방지지
  - 충돌 시 전방 타이다운 풀림현상으로 인한 휠체어 들림 현상 방지 및 2차 충격 흡수
  - 경사 또는 평지 정차상태에서 휠체어 후방밀림 방지
- ○ 설계 요구사항
  - 휠체어 탑승 시 휠체어 진입로 방해 없을 것(회전기능 개발)
  - 휠체어 크기 및 승객 신체 치수에 따른 위치변동 가능(전/후/상/하 위치 조절기능 개발)

	제원	
높이	858	mm
전장	560	mm
전폭	110	mm
무게	20	kg



(그림. 88) 특별교통수단 머리 및 등 지지대 시제품

② 저상버스/특별교통수단 안전고정 프레임 보완 시제품 정/동하중 시험평가

㉮ 저상버스/ 특별교통수단 안전고정 프레임 시제품 시험평가

- ○ 저상버스 표준모델 기준개정(안) 휠체어 고정장치 강도기준 및 평가방법 적용
- ○ 특별교통수단 기준 개정(안) 휠체어 고정장치 강도기준 및 평가방법 적용
- ○ 시험 결과: 정하중 및 동하중 기준만족(파손 및 이탈 없음)



(그림. 89) 저상버스/특별교통수단 안전고정 프레임 보완 시제품 시험평가

㉯ 특별교통수단 머리 및 등 지지대 시제품 시험평가

○ 특별교통수단 기준 개정(안) 휠체어 고정장치 강도기준 및 평가방법 적용

- (후방지지대 정하중) 표준휠체어 P점 기준 373Nm 모멘트 5초 이상 적용
- (머리지지대 정하중) 890N의 하중을 부가 5초 이상 적용

○ 시험 결과: 기준만족(파손 및 이탈 없음)



(그림. 90) 특별교통수단 머리 및 등 지지대 시제품 시험평가

③ 저상버스/특별교통수단 안전고정 프레임 보완 시제품 사용성평가

㉮ 저상버스 안전고정 시제품 사용성평가

○ 입석시간 및 만족도 평가

- 입석시간 평가 결과: 평균 16.2초
- 만족도 평가결과: 평균 6.3점(고정장치 도킹 및 접근에 어려움이 없음)

㉯ 특별교통수단 안전고정 시제품 사용성평가

○ 사용성 만족도 평가

- 만족도 조사결과 평균 6.2점으로 목표수준에 만족함
- 머리 및 등 지지대 장착 필요성 요구
- 대부분의 휠체어 사용자는 휠체어 뒷면에 개인소지품을 가지고 다니는 경우가 많아 등지지대의 위치를 후방으로 조절 가능한 설계가 요구됨

(마) 체험형가 결과를 반영한 안전고정장치 시제품 고도화

① 저상버스 고정장치 상용화 설계 및 시제품 제작

○ 제작 비용 절감 및 작동 성능 향상을 위한 설계 최적화

○ 간이 금형을 이용한 고정장치 커버 진공성형 제작

○ 전주-완주 테스트베드 복합 체험평가 결과 의견 추가반영

② 특별교통수단 고정장치 상용화 설계 및 시제품 제작

○ 제작 비용 절감 및 작동 성능 향상을 위한 설계 최적화

○ 간이 금형을 이용한 고정장치 주물 제작(대량생산 가능 확인)

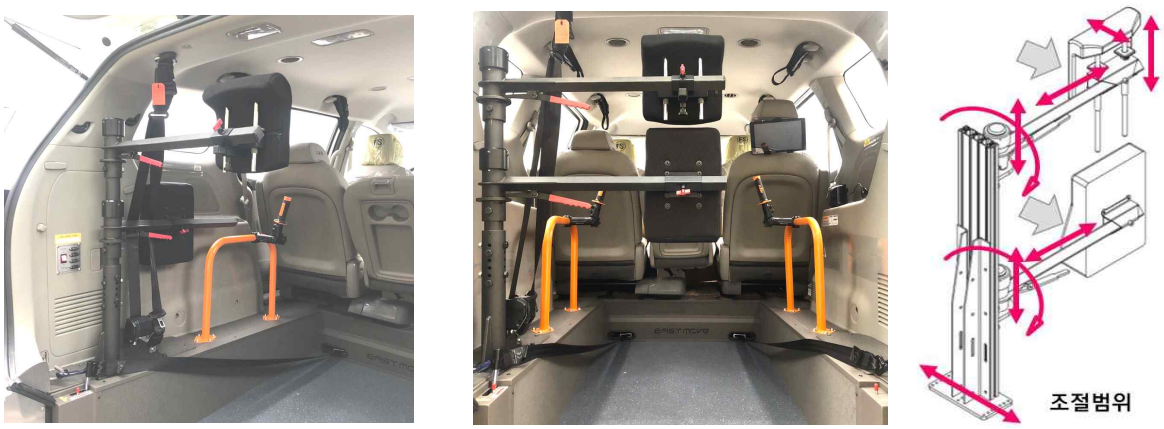
○ 전주-완주 테스트베드 복합 체험평가 결과 의견 추가반영



(그림. 91) 특별교통수단 고정장치 시제품

③ 특별교통수단 머리 및 등 지지대 개선 시제품 제작

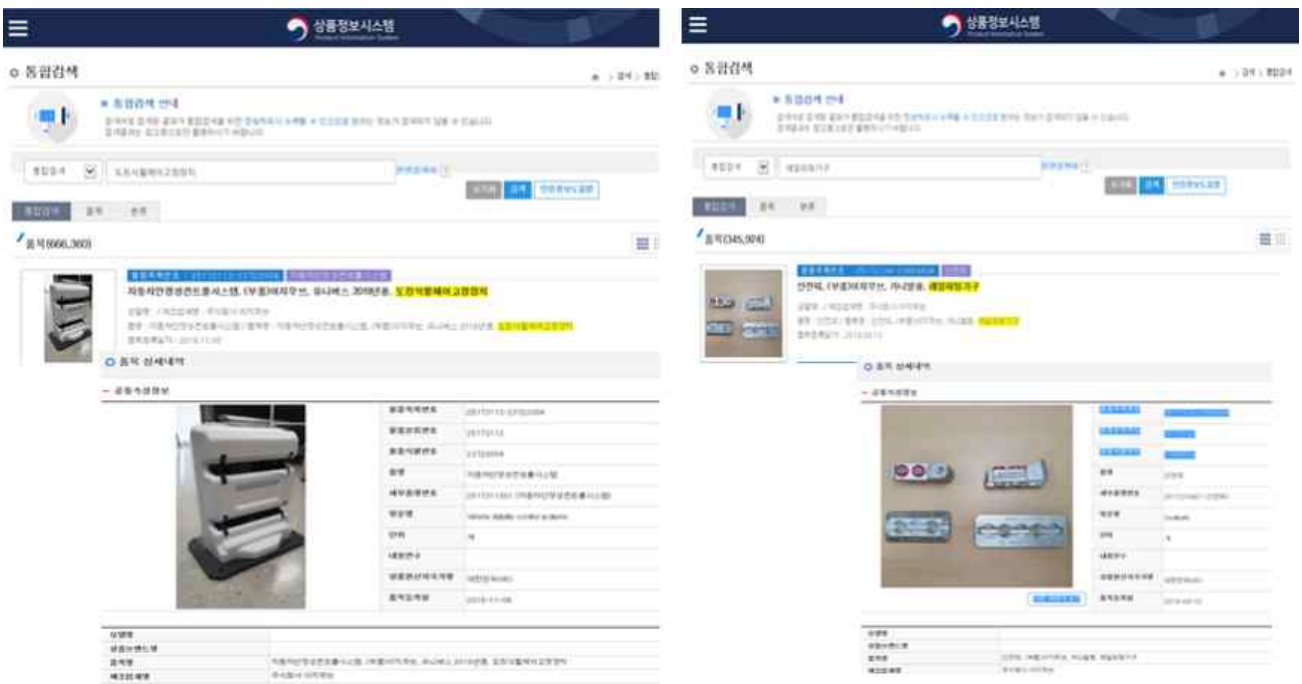
- 사용성평가 결과 머리 및 등받이 쿠션 앞/뒤 조절가능 필요 개선 설계
- 비용절감 및 운행시 소음 감소를 위한 회전기능부 요소기술 적용 최적화 설계
- 전주-완주 테스트베드 복합 체험평가 결과 의견 추가반영



(그림. 92) 특별교통수단 머리 및 등 지지대 시제품

④ 저상버스 / 특별교통수단 고정장치 조달등록

- 저상버스 / 특별교통수단 고정장치 조달 품목등록 완료(‘19.11.06 /‘19.08.12)
- 조달청 나라장터 품목 조회 키워드 : “도킹식휠체어고정장치” / “레일피팅기구”
- 물품목록번호 : 25172112-23722004 / 25172104-23669494



(그림. 93) 조달청 나라장터 상품정보시스템 조회 화면 (http://www.g2b.go.kr/)

⑤ 저상버스 휠체어 고정장치 시연 및 사용성평가

○ 휠체어 고정장치 실차 설치 및 시연

- (주)디피코 전기저상버스에 휠체어 고정장치 설치
- 강원 이모빌리티 포럼 및 제품전시회 참가('19.03.13)





○ 휠체어 고정장치가 설치된 전기저상버스를 활용한 사용성평가





○ 사용성 평가결과 도출 (성과목표 달성)

- 사용성평가 시나리오/모드 : 승차>휠체어석 동선>고정장치 접근>고정모듈도킹>해제>하차
- 사용자 집단 : 총10명 (수동/전동 대상자 , 평균년령 48세/저상버스 탑승경험자5명 포함)
- 7점척도 설문형식 4항목 외 구매가격 적정성 등에 대해 평가

구분	전체 만족도	고정장치에 접근	타인의 도움이 필요	구매할 의향
수동휠체어 사용자	6.6점/94.2%	6.6점/94.2%	6.4점/91.4%	5.4점/77.1%
전동휠체어 사용자	6.0점/85.7%	5.5점/78.5%	6.3점/90.4%	5.1점/73.8%
평균	**6.3점/90%**	**6.0점/86%**	**6.3점/91%**	**5.2점/75%**

○ 휠체어 고정장치에 대한 전반적인 만족도는 매우 높게 조사됨

- 고정장치 이용시 타인의 도움이 없이 가능한 점과.
- 고정장치 모듈에 대한 구매의향은 긍정적이 있었으나 가격적정성에 대한 항목에 미응답자가 절반 이상으로 다소 소극적인 구매의향을 보임.

○ 저상버스 탑승 경험자 5명중 4명이 탑승 후 실제 도킹장치를 사용해 본 경험은 없었음

- 기기의 사용방법 모름 또는 휠체어 손상위험 등 신뢰할 수 없다는 이유였음.
- 새로운 기기 적용시 사용 의향에 대해서는 긍정적인 반응을 보임

○ 전동휠체어 사용자의 만족도가 수동휠체어 사용자 대비 낮은 원인으로 대상차량의 동선이 현재 운행 중인 저상버스에 비해 좁고 휠하우스 모서리부 돌출 등이 지적됨.

- 전동휠체어 사용자 특성이 수동휠체어 사용자 대비 "공간지각능력, 상지 신체능력" 등 차이도 감안할 필요가 있음.(탑승부터 고정장치 체결까지 소요시간은 평균 25초로 수동휠체어 평균 10초 대비 2.5배 소요)

(2) 휠체어 안전고정 표준프레임 장착형 모듈(저상버스) 시제품

(가) 전동휠체어, 수동휠체어 구조 분석 및 장착형 안전고정 표준 모듈 컨셉 설계

○ 장착형 표준모듈 개발을 위한 국내 휠체어 구조, 특성 분석

① 수동, 전동 휠체어 분석

○ 수동 휠체어는 용도(실외용, 실내용, 특수 목적용(스포츠형, 한 손으로 움직이는 휠체어 등), Anti-tipper(전복방지 바퀴) 유무, 프레임의 종류(접이식 유무, 시트 포지션 변경 가능) 등으로 분류 가능함

○ 전동 휠체어는 일반형, 등받이 경사 조절형, 시트 전체 각도 조절형, 기립형, 수직 이동형 등으로 분류 가능함

[표. 12] 수동 휠체어 제원 비교표

	102 TILT-2924	3013MM	SM-7H	U2 Glod B	HAL	Jr U2D
전체 너비	640	660	550	640	630	630
전체 높이	1,110	870	850	850	1,260	870
전체 길이	1,000	985	930	800	1,210	830
휠 사이즈/두께	24"(73)	22"(71)	22"(72)	24"(56)	22"(75)	20"(70)
휠간 거리(외측)	690	640	620	640	665	570
캐스터 사이즈(두께)	6"(30)	6"(30)	6"(30)	4"(25)	6"(30)	4"(25)
캐스터간 거리(외측)	480	520	520	510	510	420
휠,캐스터간 거리	410, 500	370, 470	360, 460	380, 450	520, 620	430, 500
특이사항	틸팅가능				틸팅가능	주니어용
외곽사진						

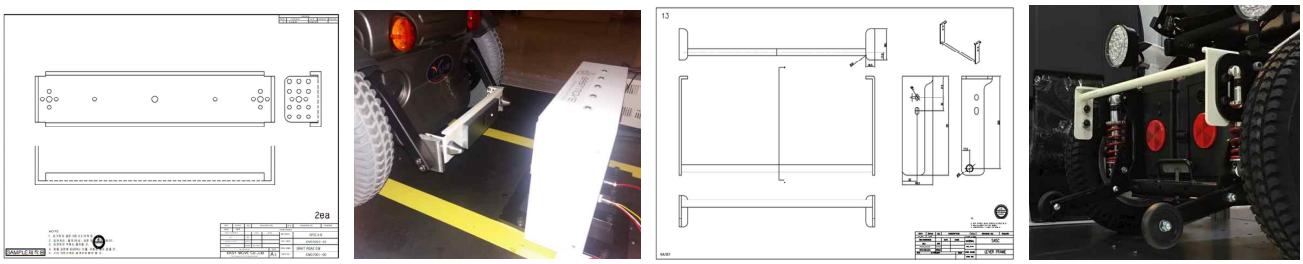
[표. 13] 전동 휠체어 제원 비교표

	ottobock	나래 200	kp144.5	GK11
전체 너비	645	634	610	635
전체 높이	1030	1140	1270	1100
전체 길이	1080	1125	1120	1140
차체 중량	102Kg	104Kg	107Kg	104
최대 허용 중량	120Kg	130Kg	135Kg	
휠 사이즈/두께	355(14")/75	355(14")/75	392(16")/80	392(16")/80
휠간 거리(외측)	645	620	620	620
캐스터 사이즈(두께)	230 (9")/60	230(9")/60	230(9")/75	254(10")/85
캐스터간 거리(외측	590	520	550	570
휠,캐스터간 거리	460, 560	470, 590	560, 650	430, 575
외관 특이사항	후방, 밧데리 노출	후방 Mold Case	후방 Mold Case	후방 Mold Case
외관 사진				

② 장착형 안전고정 표준 모듈 컨셉 설계

○ 후방진입 고정을 위해 휠체어 후면에 장착 가능한 장착형 표준 모듈 컨셉 개발

- 신속한 휠체어 고정과 사용자 편의성 고려
- 견고하고 안정적으로 고정가능
- Magnetic방식의 표준모듈은 휠체어 Anti-tipper에 설치함
- Actuator방식의 표준모듈은 휠체어 후면 브라켓에 설치함



(그림. 94) 장착형 안전고정 표준 모듈 프로토(Electro Magnetic방식, Actuator 도킹방식)

(나) 표준바닥판 연계 안전고정 모듈(저상버스) 시작품

① 휠체어 종류 별 안전고정 모듈 개발

○ 휠체어 안정고정 모듈 설계 기준

- 휠체어 손상 없이 장착 가능해야 하며 접이식 휠체어에 대응 가능해야함
- 무게, 비용 최소화 고려

○ 수동 휠체어 안정고정 모듈 개발

- 접이식 휠체어에 대응 가능하도록 고정장치에 도킹되는 BAR 탈부착 가능 설계
- 휠체어 손상없이 프레임에 클램프 방식으로 장착

○ 전동 휠체어 안정고정 모듈 개발

- 전동 휠체어 무게 및 타이어 공기압을 고려, 댐핑기구인 차량현가장치용 고무부싱을 적용하여 진동 및 높낮이 변화에 대응
- 휠체어 손상없이 Anti-tipper를 활용하여 장착



(그림. 95) 수동휠체어 안전고정 모듈 시작품



(그림. 96) 전동휠체어 안전고정 모듈 시작품

② 휠체어 안전고정 모듈 강도시험(자체시험)

○ 시험기준: 과제 목표 1KN

○ 시험결과: 과제 목표 만족 연결부 이탈 및 균열 없음

- 10KN 추가 검증 결과 만족(약간의 변형은 발생함)



(그림. 97) 수동휠체어 안전고정 모듈 강도시험(1KN, 10KN)



(그림. 98) 전동휠체어 안전고정 모듈 강도시험(1KN, 10KN)

③ 휠체어 안전고정 모듈 사용성평가

○ 보조자 도움없이 셀프 고정 가능과 안정성은 만족함

○ 프레임에 장착하는 방식은 프레임 손상 가능성이 있어 부정적임

○ 무게를 중요시하는 수동휠체어는 무게 증가로 인해 부정적임

○ 현재는 대중교통이용 빈도가 거의 없어 구매의향이 없으나 대중교통에 고정장치가 설치된다면 구매의사 있음

○ 적정가격 3만원 이하

(다) 사용성 평가 기반 장착형 안전고정 묘듈 시제품

① 장착형 안전고정 모듈 시제품

○ 설계 요구사항 도출

- 무게, 비용 최소화, 휠체어 변형 및 훼손 불가, 다양한 휠체어 프레임 대응, 접이식 휠체어 대응

㉮ 전동 휠체어용 고정모듈 개발

○ 휠체어 손상 없이 체결가능한 Anti-tipper 결합용 브라켓 설계(유니버셜 아답터 모듈)

○ 주행 중 차량과 전동 휠체어 고유진동수 다름으로 인한 충격흡수 구조(고무부싱 적용)



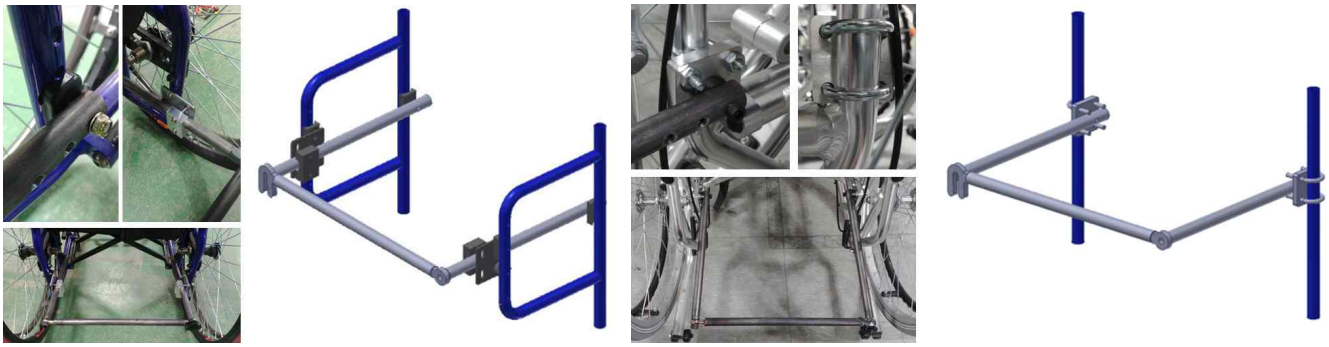
(그림. 99) 전동휠체어 안전고정 모듈 시제품

㉯ 수동 휠체어용 고정모듈 개발

○ 휠체어 프레임 형태에 따른 브라켓 개발

- Tilting Frame용 브라켓(Tiliting Hole 직접 연결 가능) / General Frame(클램프 방식 장착)

○ 휠체어 손상 없이 체결가능한 구조



(그림. 100) 수동휠체어 안전고정 모듈 시제품(Tilting Frame/General Frame)

② 장착형 안전고정 모듈 표준(안) 개발

○ 관련 국제 표준 분석

- ISO 10865-1(2012) : Wheelchair containment and occupant retention systems for accessible transport vehicles designed for use by both sitting and standing passengers - Part 1: Systems for rearward-facing wheelchair-seated passengers
- ISO 10865-2(2015) : Wheelchair containment and occupant retention systems for accessible transport vehicles designed for use by both sitting and standing passengers -- Part 2: Systems for forward-facing wheelchair-seated passengers
- 국제표준인 ISO 10865-2(2015)을 KS P ISO10865-2(2018)로 국내표준(안) 마련
- 국내 실정에 맞도록 안전고정 모듈 구조관련 부속서F 추가 개발

○ 저상버스 안전고정장치 표준 부합화

- ISO 10865-2(2012) ver 번역 및 분석 후 장애인용 보조기구 전문위원회에 표준(안) 제출
- 산업표준심의회 의료 기술심의회 심의 후 부합화 완료(2017년 12월 29일)

(라) 장착형 모듈 상용화 설계 및 사용성 평가 결과를 반영한 시제품

① 장착형 안전고정 모듈 보완 시제품 제작

㉮ 전동 휠체어 / 수동 휠체어 공통 고정모듈 개발

○ 사용성평가 결과 차량 운행 시 고정장치와 고정모듈의 진동 발생시 비틀림 및 충격 흡수 필요

○ 고무부쉬 마운트 방식을 공통 안전고정모듈로 설정하고 장착될 휠체어에 맞는 브라켓 별도개발



(그림. 101) 휠체어 공통 안전고정 모듈

㉮ 전동 / 수동 휠체어 고정모듈 브라켓 개발

○ 휠체어 프레임 손상 없이 장착/ 무게, 가격 고려

○ 휠체어 프레임 다양성 고려, 고정모듈은 동일하나 휠체어 연결부 다양화



(그림. 102) 수동 휠체어 안전고정 모듈



(그림. 103) 전동 휠체어 안전고정 모듈

② 장착형 안전고정 모듈 사용성평가

○ 개발품 만족도 조사 및 개발 방향 조사

- 만족도 조사 결과: 평균 6점(7점척도) 목표수준 만족, 구매의향이 높으며 희망가격은 약 3만원

○ 안전고정모듈 개선 방향 우선순위 조사

- 1위(조립/분해 용이), 2위(무게), 3위(강도), 4위(휠체어손상), 5위(디자인), 6위(가격) 순

- 조립/분해 용이성 항목이 가장 우선되어야할 방향으로 조사됨

(마) 장착형 모듈 상용화 개발

① 장착형 모듈 상용화 개발

○ 공통 안정고정 모듈을 장착할 수 있는 다양한 브라켓 제작

- 국내 유통 대중모델을 선정(전동 및 수동 휠체어 각 4종)

- 특별교통수단용 고정장치에 대응 안전고정 고리용 브라켓 기능을 추가한 시제품 제작



(그림. 104) 수동 휠체어 안전고정 모듈

② 목표가격 달성을 위한 가격구조

○ 시제품제작 도면을 근거로 업체별 견적을 기준 산출결과 목표가격 3만원 달성 수동용 평균가격 28,700원 / 전동용 평균가격 28,200원

○ 수동/전동 공통모듈 : 20,700 원

<단위:원>

부품명	수량	규격	재료단가	원 재료비	가공	계	업체
고정바	1	350~380x17	3,500	3,500	2,000	5,500	대륭기계
러버부쉬	2	샥스코리아	1,300	2,600	0	2,600	샥스코리아
부쉬아우터	2	레이져	1,000	2,000	2,000	4,000	하나레이져
부쉬 이너	2	S400 프렌지	1,000	2,000	4,000	6,000	대륭기계
볼트 와샤류	2		800	1,600	0	1,600	삼진볼트
공통모듈					합계	**19,700**	

○ 휠체어 유형별 안전고정모듈 가격 (하나레이져 견적기준)

<단위:원>

휠체어	형식	규격	단가	원 재료비	후처리	계	공통모듈포함 가격	
수동용	A	일반형	3,000x2	6,000	1,000	7,000	26,700	수동용 평균가격 **28,700**
	B	활동형	3,500x2	7,000	1,000	8,000	27,700	
	C	틸팅형	4,000x2	8,000	1,000	9,000	28,700	
	D	특수형	5,000x2	10,000	2,000	12,000	31,700	
전동용	A	안티티프형/B400	1,500x2	3,000	0	3,000	23,700	전동용 평균가격 **27,700**
	B	안티티프형/나래	1,500x2	3,000	0	3,000	23,700	
	C	일반형	4,000x2	8,000	2,000	10,000	30,700	
	D	중형/특수	5,500x2	11,000	2,000	13,000	32,700	

③ 휠체어 고정모듈 강도시험 확인

○ 본 연구 참여 공동연구기관인 한국교통안전공단 협조를 받아, 휠체어 안전고정모듈에 대한 자체 강도시험을 실시,

○ 시험조건 : 수동 전동 휠체어 각 4종류를 실제 휠체어에 장착, 휠체어 손상 최소화를 고려한 고정모듈의 강도 완화품 적용 (중공타입 고정바 적용)

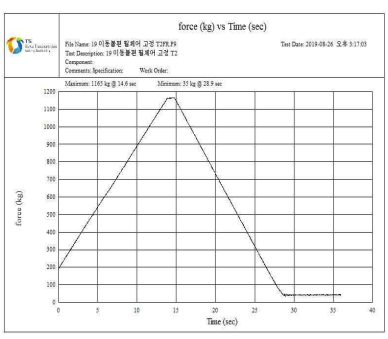
○ ISO 7176-12 요건이 충족되지 않은 실제 휠체어 사용조건으로 휠체어 강도와 고정모듈 강도와의 상관성 검증을 통해 향후 양산모듈의 설계기준과 시험조건을 정할 필요에 대응키 위함

○ 결과의 도출

- 강도기준 1,150kgf 하중시험 후 모듈의 변형은 있으나 “파손, 이탈” 현상없음 / 기준 만족
- 당초 의도한 결과로서 시험 후 휠체어 파손 및 변형상태는 재사용 가능한 정도로 확인됨







(그림. 105) 휠체어 안전고정모듈 강도시험(한국교통안전공단)

다. 휠체어 안전고정 표준프레임 규격 표준화

(1) 국내표준화 활동

○ 식약처 표준개발협력기관 장애인용 보조기구 분과 : COSD, ISO TC173 SC 1・2

(가) 휠체어 고정장치 표준화 회의 진행(2018. 04. 26 제1차 전문위원회)

○ ISO 자동차 고정장치 표준 현황 발표 : 이석민 전문위원
○ 우리나라 자동차 고정장치 표준화 계획 발표 : 송정헌 전문위원
○ 휠체어 자동차 고정장치 표준화 일정보고 및 표준화 계획 수립 : 이석민 전문위원
○ ISO 7176-19:2015년 개정판 Annex 표준화 계획
○ ISO 10865-1:2012년 제정판 표준화 계획
○ 우리나라 신규 표준안 도출을 위한 협의 진행





(그림. 106) 장애인용 보조기구 전문위원회 발표(2018년 4월 26일)

(나) 휠체어 고정장치 표준화 회의 진행(2018. 07. 05 제2차 전문위원회)

○ 이지무브에서 개발한 고정장치 설명
- 휠체어 고정장치에 대한 고정력 측정방법 협의 및 전동휠체어에 부착되는 고정 지그 및 수동휠체어 고정지그의 안전성 문제 협의
- 고정장치에 대한 국제표준 설명 및 국내 표준 제정 필요성 설명
- 고정장치 개발 결과에 따라 ISO TC 173 SC1 WG6 에 우리나라 현황 발표 예정 결정함




(그림. 107) 장애인용 보조기구 전문위원회 발표(2018년 7월 5일)

(다) 휠체어 고정장치 표준화 회의 진행(2019. 04. 18 제1차 전문위원회)

○ 차량 탑승 휠체어 제도의 개요 현황 설명 : 이석민 전문위원

○ 식약처 차량 탑승 휠체어 기준 규격 개정 검토 현황 설명 : 이석민 전문위원

○ 특별 교통 수단/저상버스 등 휠체어 탑승에 따른 안전성 확보 방안 설명





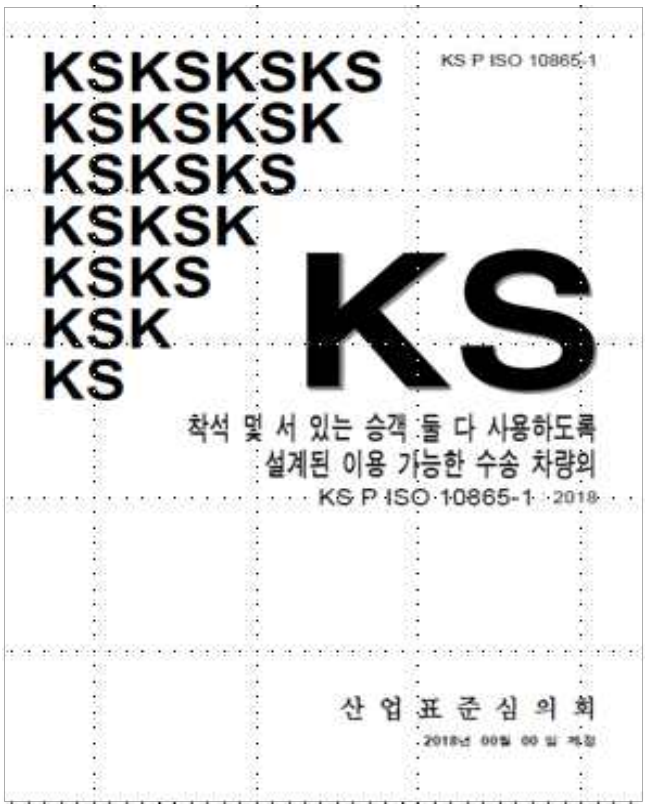
(그림. 108) 장애인용 보조기구 전문위원회 발표(2019년 4월 18일)

(라) 휠체어 고정장치 관련 표준 부합화

○ 국내/국제 표준화 성과 목표를 위해 전동휠체어 고정장치 관련 표준 2건에 대해 국제 부합화 (제정 및 개정)를 실시함 (2018. 07.25)

○ 전동휠체어 고정장치 ISO 10865-1 표준 KS 부합화(제정) 1건

○ 전동휠체어 고정장치 KS P ISO 7176-19 부합화(개정) 1건





(그림. 109) 표준 부합화

(마) 휠체어 고정장치 관련 자문 회의 개최

○ 차량 내 휠체어 고정장치 관련 제조업체 및 수입업체 의견 수렴을 위해 전문가 자문 회의를 개최 (2018년 8월 16일)

- 참석자 : 재활공학연구소 3인 / 한국교통안전공단 2인 / 휠체어 5개사 7인 등 12명 참석

[표. 14] 전문가 자문회의 개최

연번	회사명	성명	회의사진
1	근로복지공단 재활공학연구소	이석민	
2	근로복지공단 재활공학연구소	최기원	
3	근로복지공단 재활공학연구소	육선우	
4	한국교통안전공단	김시우	
5	한국교통안전공단	심소정	
6	㈜케어라인	김상무	
7	㈜케어라인	안우성	
8	㈜휠로피아	백인수	
9	㈜오토복코리아	임종혁	
10	㈜오토복코리아	정종수	
11	㈜미키코리아 메디칼	강정훈	
12	㈜MK 코리아	최종국	

○ 특별교통수단/저상버스 등 휠체어 차량 탑승에 따른 안전성 확보 방안으로 건보의 복지용구 허가 기준 및 식약처 의료기기 고시에 “KS P ISO 7176-19”를 만족해야 한다는 요건에 대한 검토 실시함

○ 현재 판매 및 판매 예정인 메이저 업체의 휠체어 중 다판매 모델과 7176-19 의 휠체어 고정장치의 규격 만족여부 조사함

○ 휠체어 기준규격 적용 시 휠체어 고정장치 적용 가능한 휠체어 개발 방향 자문.

(2) 국제표준화 활동

○ 국제표준화기구 재활보조기구 분과 휠체어 분야 고정장치 작업반 : ISO TC173 SC1 WG6

○ 컨비너 : Aleid Hekstra (네덜란드, edpc@handicom.nl)

(가) 국내 현황 발표

○ 기고문 발표(우리나라 휠체어 고정장치 표준화 활동 소개) 1건 (18.10.25~26)

- 장소 : 영국 런던 표준협회(BSI, British Standard Institute)



(그림. 110) ISO TC173 SC1 WG6 기고문 발표 사진

○ WG6 회의 내용

- 대형 ATD(인체모형)을 사용한 경우 탑승자 구속장치 관리방안
- 독일의 새로운 자동차 충돌 데이터 토론
- 승용차를 위한 후방 추돌 파형 분석
- 한국의 휠체어 탑승자 운송 체계 향상을 위한 기술과 표준화
- ISO 10542 시리즈 표준의 개정을 위한 검토

라. 휠체어 고정상태 검지 및 알림 장치 시제품

(1) 시스템 설계

(가) 요구사항 분석

○ 휠체어 등이 버스와 같은 대중교통수단 내 안전하게 탑승하여 이동하기 위해서는 안전하게 고정시킬 수 있는 표준화된 안전고정 장치가 필요함

○ 이동제약자의 이용가능 교통수단 확대 및 안전도모를 위해 특별교통수단 및 대중교통수단에 다양한 휠체어 등을 수용하여 안전하게 고정시킬 수 있는 표준화된 안전고정장치(이동보조수단 장착용 표준 고정모듈과 겹합되는 구조의 교통수단용 도킹시스템)와 구속장치가 필요함

○ 안전고정장치에 대한 이용자 의사전달 장치와 고정상태정보를 알 수 있는 장치가 필요함

[표. 15] 휠체어 고정상태 검지 및 알림장치 요구사항 분석

구분	사용자 알림장치	운전자 알림장치	비고
요구사항	사용자 알림장치 고정장치 체결진행 상태정보 제공 구속장치 체결 상태정보 제공 고정장치 및 구속장치 이상경고 고정장치 해제진행 상태정보 제공 차량운행 상태 정보 제공 고정장치 해제 제어 입력 운전자 긴급호출 신호 입력 휠체어 전용 하자별 신호 입력	고장장치 체결진행 상태정보 제공 구속장치 체결상태정보 제공 고정장치 및 구속장치 이상 경고 고정장치 해제 진행 상태정보 제공 에러정보 해지 제어 고정장치 해제 제어 입력 운전자 긴급호출 신호 전송 휠체어 전용 하자별 신호 전송	

(나) 기능별 구현 사양 결정

○ 필요 모니터링 사항 및 제공정보 및 구현 방안

[표. 16] 필요 모니터링 사항 및 제공 정보 구현방안

필요 모니터링 사항	제공 정보	구현 방안	비고
출발 전 고정 장치 체결 상태	고정 장치 체결 고정 장치 개방	- 고정 장치에 내장된 센서 정보 활용 - 고정 장치 센서의 상태를 확인 하여 정상 체결 및 개방 상태 판단	
운행 중 고정 장치 체결 상태 확인	고정 장치 정상 체결 고정 장치 운행 중 개방 경고	- 고정 장치에 내장된 센서 정보 활용 - 고정 장치 센서의 상태를 확인하여 정상 체결 및 체결 불량 상태 정보 생성 - 자이로/가속도 센서를 적용하여 차량 운행여부 확인	
고정 장치 고장 여부 확인	고정 장치 동작 시험 기능제공	- 고정 장치 테스트를 위한 점검 기능 제공	
고정 상태 이상 (일체형)	고정 상태 불량[과도한 유격 발생] 긴급 상황 경고[고정 위치 이탈]	- 고정 장치 내부에 고정상태 검지 센서를 내장하여 고정상태 이상 정보를 검지	
고정 상태 이상 (독립형)	고정 상태 불량[과도한 유격 발생] 긴급 상황 경고[고정 위치 이탈]	- 고정 장치 외부에 센서를 장착하여 휠체어가 과도하게 흔들리는지 검지	
출발 전 구속장치 체결 상태 확인	구속장치 체결 구속장치 개방	- 구속장치(Seat Belt)체결 감시 센서 정보 활용하여 체결/개방 상태 판단	
운행 중 구속장치 체결 상태 확인	구속장치 정상 체결 구속장치 운행 중 개방 경고	- 구속장치(Seat Belt)체결 감시 센서 정보 활용하여 체결/개방 상태 판단 - 자이로/가속도 센서를 적용하여 차량 운행 여부 확인	

○ 모니터링 시스템 H/W 구현 사양

[표. 17] 모니터링 장치 구현 사양

구분		사양	비고
스캔레이저	Detection mode	Presence [Measured distance information]	
	Max. detection range	4 m	
	Opening angle	High definition Zone : 90° / High speed zone : 16°	
	Angular resolution	High definition Zone : 1.3°/ High speed zone : 0.2°	
	Maximum number of spots	High definition Zone : 168 / High speed zone : 95	
	Typ. min. object size	High definition Zone : 10 cm @ 4 m (in proportion to object distance) High speed zone : 2 cm @ 4 m (in proportion to object distance)	
	Emission characteristics	Wavelength 905 nm; max. output pulse power 25 W; Class 1	
	Response time	High definition Zone : max. 50 ms / High speed zone : max. 90 ms	
	communication	Asynchronous RS422 / max. 921600bps / Full-duplex	
	Number of Planes	2	
	Scanning time	High definition Zone : 43ms High speed zone : 10.75ms	
고정장치	근접센서	-	
통신 기능	Serial communication	Asynchronous RS422 / max. 921600bps / Full-duplex	
고정	Tilt angles	+2° to +10° (without mounting bracket)	
	Pan angles	+2° to +10° (without mounting bracket)	
전원	입력	12-24V DC ± 15%	
	소비전력	≤ 5W	
동작 환경	동작 온도	-30℃ ~ 60 ℃	
	동작 습도	0 ~ 90%(상대습도)	
외형	크기 [mm]	154(W) x 65(H) x 106(D	
	중량	500g (without mounting bracket)	
	재질	ABS	

[표. 18] 알림 장치 구현 사양

구분		사양	비고
메인 MCU	MCU	ARM9 Process[32bit]	
	Memory	8MB Data Flash, 32MB SDRAM	
	UART	4Port	
	GPIO	56 Programmable I/O	
통신 제어 MCU	Core	ARM® 32-bit Cortex®-M4	
	Memory	1 MB Flash, 192KB SRAM	
	UART	4Port	
통신 기능	Serial	RS232 1Port, RS422 2Port	
	Bluetooth	Bluetooth v4.0 2Ch	
	Ethernet	10/100Mbps MAC/PHY 1Port	
Display/부저	LED Display	고정상태 - 2 색 LED(황 /적), 구속장치 - 2 색 LED(황 /적), 휠체어 진입 - 2 색 LED(황 /녹)	
	부저	Active 80dB 1EA	
DI/DO	DI	3Port [하차벨 , 도움벨 , 구속장치]	
	DO	1Port [하차벨 LED 제어]	
전원	입력	DC 12V ~ DC 24V	
	소비전력	Max 10W	
동작 환경	동작 온도	-30℃ ~ 60 ℃	
	동작 습도	0-95 % (상대습도)	
외형	크기 (mm)	346(W) x 78(D) x 86(H)	
	중량	350g	
	재질	ABS	

○ 모니터링 시스템 S/W 시나리오 구현

[표. 19] 모니터링 장치 S/W 시나리오



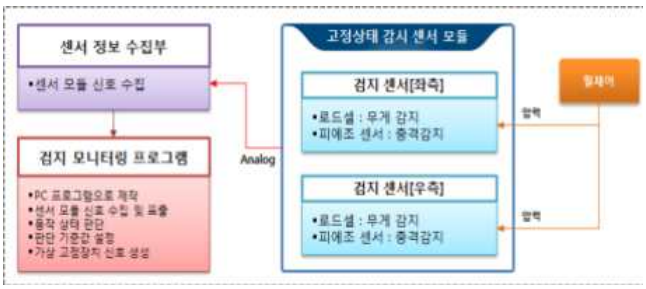
[표. 20] 알림 장치 S/W 시나리오



(다) 설계 검증

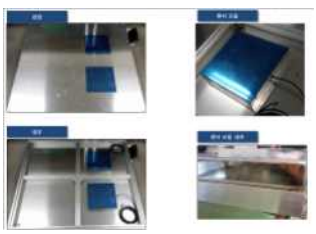
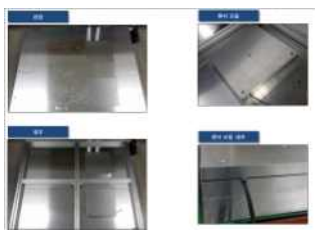
① 프로토타입 설계

[표. 21] 프로토타입 설계

고정 모니터링 장치	센서모듈
	
- 휠체어 양쪽 휠의 중량 변화를 측정할 수 있는 고정상태 감시 센서 모듈 좌/우 2개로 구성 - 센서 정보 수집부에서 고정상태 모니터링 센서의 아날그신호를 수집/가공하여 측정값 표출, 측정 값은 Serial 신호로 출력 - 센서 정보 수집부와 테스트 PC를 Serial 방식으로 연결하여 테스트 PC의 검지 모니터링 프로그램에서 확인 - 검지 모니터링 프로그램에서 센서 정보 수집하고 가공하여 표출	- 센서 모듈 메인 프레임 1 은 빔형 로드셀 전용으로 제작[빔형 로드셀 샘플 높이 감안] - 센서 모듈 메인 프레임 2는 소형 압축형, 판형 로드셀과 피에조센서를 적용한 센서 모듈을 교환하면서 설치 가능 할 수 있도록 제작[3종류 센서의 높이 감안] - 센서 모듈 메인 프레임과 센서 모듈의 높이를 동일하게 하여 휠체어가 센서 모듈 상판에서 이동 가능하도록 구성 하였고, 휠체어에 사람 탑승 후 실제 예상되는 상황을 연출 하며 테스트를 진행 할 수 있도록 구성 - 센서 모듈에서 수집된 정보는 메인프레임 외부에 있는 센서 정보 수집부로 전달

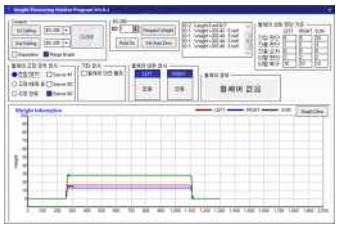
② 프로토타입 제작

[표. 22] 프로토타입 제작

로드셀		센서모듈
		
빔형로드셀	소형 압축형 로드셀	로드셀 센서정보 수집 보드
		
판현 로드셀	피에조 센서 적용	페에조 센서정보 수집 보드

③ 테스트 프로그램 구현

[표. 23] 프로토타입 테스트 프로그램 구현

로드셀 정보표출 모니터링 프로그램	기능
	- 로드셀 센서정보 수집 보드와 Serial(RS232) 통신으로 연결되어 센서 정보 수신 - 로드셀 측정 신호를 수신하여 좌/우측 센서모듈 신호를 표출 - 휠체어 진입/진출 및 이탈 상태를 판단하기 위한 기준값을 셋팅하여 휠체어 상태를 판단 - 휠체어 동작 상태 판단 기능은 테스트를 위한 기능으로 최종 판단 방안은 아님

(2) 기술 구현

(가) 하드웨어 제작

○ 고정상태 판단 장치(일체형) 장치 시작품 개발

- 고정장치의 구조검토를 통한 장착형 고정모듈 센싱 방안을 정의함
- 고정모듈 고정진행상태, 유격정도를 모니터링 할 수 있는 센싱장치 시작품을 제작함

○ 고정상태 판단 장치(독립형) 장치 시작품 개발

- 라인 스캔레이저 센서를 적용하여 센서 장착 용이성 및 무게를 고려함
- 휠체어의 진입 및 고정상태 검지 기능을 구현함

○ 고정상태 모니터링 장치 시작품 개발

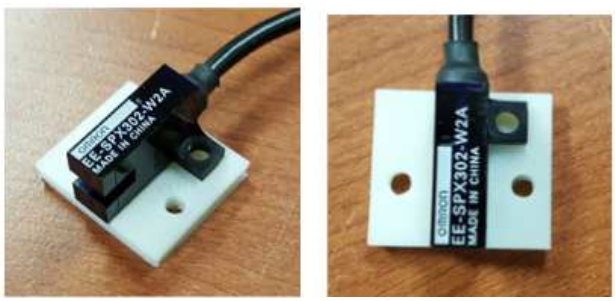
- 일체형 · 독립형 고장상태 판단장치의 검지 정보를 활용한 고장상태 판단 기능을 구현함
- 무게 700g 이하, 200(w)×140(d)×42(h)의 크기로 제작됨

○ 이용자 알림장치 시작품 개발

- 고정장치 해제, 긴급호출, 휠체어석 전용 하차벨의 정보를 고정상태 모니터링 제어기로 제공하여 운전자에게 휠체어 사용자 의사를 전달할 수 있도록 함
- 휠체어 진입 상태, 고정장치 동작 상태, 고정완료, 차량 운전중 경고, 안전벨트 작용 경고를 사용자에게 LED Display 및 부저를 통한 소리로 제공



진입 검지센서



위치 검지센서



고정상태 모니터링 장치



이용자 알림장치

(그림. 111) 고정상태 판단 장치 및 모니터링 장치 시작품

(나) 소프트웨어 개발

○ 운전자 알림기술 개발

- 운전자 알림기술은 운전자에게 휠체어 사용자의 고정동작, 고정상태, 사용자 호출 정보를 제공하여 운전자가 휠체어 탑승자의 고정상태를 효과적으로 확인할 수 있는 기능임
- 모니터링 제어기에서 고정상태 정보를 수신하여 휠체어 고정상태 정보를 운전자에게 제공함
- 휠체어 탑승자가 사용자 알림장치를 통해 제어하는 휠체어 고정해제 요청, 긴급호출, 사용자 전용 하차벨에 대한 정보를 운전자에게 알림



알림기술 기능설계



운전자 알림장치 화면구성

(그림. 112) 사용자 및 운전자 알림기술 개발

(다) 통합테스트

○ 시험환경 구성

- 일체형 센싱장치가 장착된 고정장치, 독립형 센싱장치, 모니터링 제어기, 사용자 알림장치, 운전자 알림장치 구동PC, 테스트를 위한 휠체어를 구비함
- 가상의 바닥판을 설정하고, 휠체어를 이동시켜 예상 상황을 재연하여 모니터링 제어기에서 발생 상황을 정상적으로 판단하는지 확인함
- 모니터링 제어기에서 판단된 상황을 사용자 알림장치 및 운전자 알림장치로 정상표출 하는지 확인함

○ 시험결과

- 각 항목별 10회 시험결과 전체 모니터링 정확도 95%* 확인함

* 장치의 일반적 품질 검증에 사용되는 성능지표를 검토, 지능형교통체계 장비성능 평가 기준 상급(또는 최상급) 수준의 척도 적용

- 휠체어 1종을 기준으로 테스트 진행, 기본적인 동작성능 검증을 목적으로 시험을 진행함
- 현장 발생 환경 및 휠체어 다양화를 통한 추가 테스트가 필요할 것으로 판단됨

[표. 24] 모니터링 정확도 시험결과

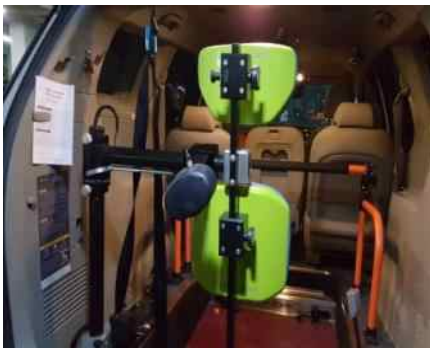
구 분	전체회수	미검지	오검지	정상판단	사용자알림	운전자알림	정확도
차량운행 상태	10	0	1	8			90%
휠체어 진입검지	10	0	1	8	8	8	90%
체결/해제 진행	10	0	0	8	8	8	100%
정상체결	10	0	1	8	8	8	90%
고정이상	10	0	1	8	8	8	90%
고정장치 고장	10	0	1	8	9	9	90%
구속장치 정상체결	10	0	0	9	9	9	100%
구속장치 이상	10	0	0	10	10	10	100%
운전자 호출	10	0	0	10	10	10	100%
하차벨	10	0	0	10	10	10	100%
고정장치 해제	10	0	0	10	10	10	100%
모니터링 정확도							85%

(3) 운용기술 보완

(가) 하드웨어 보완 시제품 제작

○ 고정상태 모니터링 장치 시제품 개선개발

- 사용성(체험)평가 결과를 개선설계에 적용함
- 고정장치 및 모니터링을 통한 고정상태 검지 정보를 활용한 고정상태 판단 기능 및 이용자 의사 전달 요구기능 적용한 고정상태 정보제공 기능 구현함
- 스캔레이저 방식을 이용한 고정상태 모니터링 방식(저상버스 및 ST)을 채용하였으며, 기존 구조물 적용 및 검지정확도 보완을 위한 신규 브라켓 개발을 적용함(안전바, 백레스트)
- 고정장치 체결상태판단 알고리즘 및 고정상태 판단 알고리즘 개선을 통한 판단 정확도 98%이상 확보



실차환경 내 시제품구축



4차년도 시제품(고급형)



5차년도 시제품(보급형)

고정상태 모니터링 시제품 보완 제작

(그림. 113) 고정상태 모니터링 장치 보완 시제품

○ 이용자 알림장치 시제품 개선개발

- 사용성 평가 결과를 반영한 사용자 알림장치 표출기능을 개선하여 제품 완성도를 향상시킴
- 휠체어 승/하차시 시나리오, 주행 중 고정상태 이상, 도움벨 요청정보 제공기능을 구현하였으며, 긴급호출, 이동약자 전용 하차벨 기능을 적용함
- 주행 중 구속장치 및 고정장치 해제 경고 기능을 적용함(점멸 및 비프음)
- 장애인의 정보인식률 제공 및 차별없는 정보제공을 위해 공공안내표지(KS픽토그램), 유니버설 디자인을 이용한 아이콘 적용



실차환경 내 시제품구축



픽토그램아이콘(4차년도)



디스플레이 표출(5차년도)

이용자 알림장치 시제품 제작(개선)

(그림. 114) 이용자 알림장치 보완 시제품

- 사용자의 편의와 내부의 협소공간을 고려한 좌우측 조건이 같은 디자인 적용 및 브라켓 고정 방식을 통한 설치제약을 해소함
- 기존 디스플레이 저휘도 개선을 위한 빛간섭 차단구조 적용하였으며, 차년도 양산환경을 고려한 조립구조 단순화 개선을 수행함

(나) 소프트웨어 보완 시제품 제작

○ 운전자 알림기술 S/W 개선 개발

- 사용성 평가 결과를 반영하여 UI를 개선함
- 휠체어 고정진행 상태, 고정중 고정상태 이상, 고정해제 정보 제공기능을 구현함
- 긴급호출, 이동약자 전용 하차벨 알림, 운행 중 구속장치 및 고정장치 해제경고 기능을 적용함
- 이용자 알림장치와 동일한 아이콘 적용을 통한 디자인 통일성 및 인식성을 제고하였으며, 운전자를 대상으로 한 사용성 평가결과를 바탕으로 인식성 높은 UI를 적용함



(운전자 알림 UI개선) (운전자 알림장치 적용)

(그림. 115) 이용자 알림장치 보완 시제품

○ 이용자 알림장치 및 운전자 알림기술 동작 시나리오 개선

- 동작 시나리오는 탑승/주행/하차의 3가지 시나리오로 구성을 단순화함
- 탑승 시: 모든 장치 체결 확인완료 운행가능 확인
- 주행 시: 이상 상황 발생 시 즉시 운전자 알림
- 하차 시: 모든 장치 해제 확인 시 하차완료



(그림. 116) 동작 시나리오 개선

(4) 사용성 평가를 반영한 시제품 상용화 준비

○ 사용성 평가반영 다수 공급자 계약(MAS등록)

① 대상품목

- 규격이 확정되고 상용화된 물품 : 연간 납품실적이 3천만원 이상인 업체가 3개사 이상이며, 업체 공동의 상용규격 및 시험기준이 존재할 것
- 단가계약(제3자 단가계약 포함)이 가능한 물품 및 기타 조달청장이 필요하다고 판단하는 물품 등



사용성평가 설문지



이용자알림장치



고급형



보급형

고정장치

(그림. 117) 사용성 평가 대상품목 및 평가 설문지

② 시제품 사용성 평가

○ 고정상태 모니터링 장치 및 이용자 알림장치 개선 시제품에 대한 사용자 인식을 파악하여 만족도 평가 자료로 활용

○ 조사내용

- 개인 특성 조사 : 성별, 나이, 지체 장애 등급, 일반버스 이용 빈도, 저상버스 이용 빈도, 연락처
- 사용성 만족도 평가
  - 문항1 : 승 · 하차시 고정장치 및 안전벨트가 작동한 것에 대한 이해가 용이합니까?
  - 문항2 : 주행 중 고정된 알림장치 및 안전벨트의 안전한 주행상황 표시가 용이합니까?
  - 문항3 : 주행 및 하차 시 운전자에게 도움벨 요청을 판단하기 용이합니까?
- 기타의견 : 추가 개선사항 파악을 위한 주관식 문항

○ 조사과정

- 설문기간 : 2018년 9월 23일
- 응답자수 : 73명(지체, 뇌병변자로써 휠체어 이용자)

○ 사용성 평가 배점

- 고정장치 체결상태, 정보 알림, 도움벨 요청 용이성 등 이용자 알림장치에 대한 사용성 평가를 수행하였으며, 각 문항별 배점은 매우 낮음 60점 ~ 매우 높음 100점을 적용하였으며, 각 보기에 대한 배점은 다음 표와 같음

[표. 25] 사용성 평가 배점표

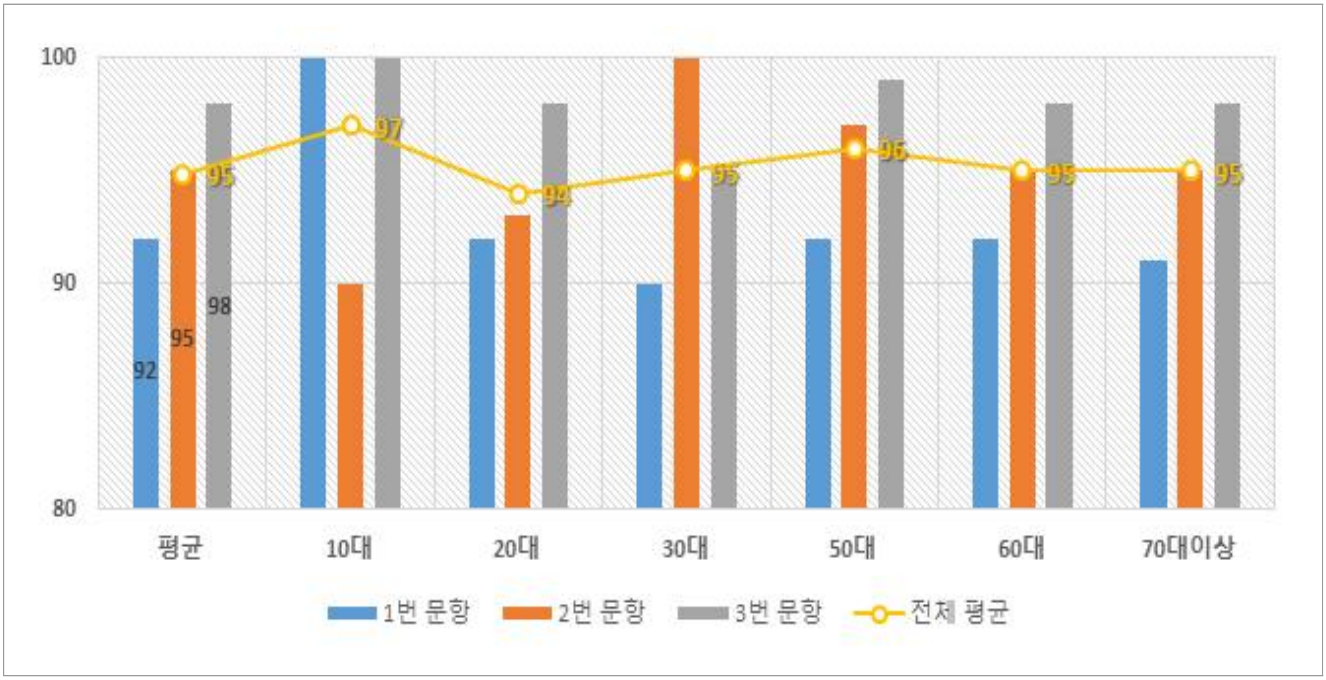
구분	사용성평가 배점				
	매우 낮음	낮음	보통	높음	매우 높음
배점	60	70	80	90	100

○ 사용성 평가 결과

- 사용성 평가 결과 매우 낮음~보통으로 응답한 사용자는 없으며, 전체 문항 평균이 95점으로 집계되어 사용성 평가 결과 만족도가 높음
- 문항별 응답결과 평균 점수는 1번 문항 92점, 2번 문항 95점, 3번 문항 98점으로 3번 문항의 도움벨 요청 판단에 대한 결과가 가장 만족도가 높음
- 연령대별 사용성 평가 응답결과는 10대가 97점으로 가장 높으며, 연령별 비율이 가장 높은 70대 이상이 95점

[표. 26] 사용성 평가 결과

구분	**평균**	10대	20대	30대	50대	60대	70대 이상
1번 문항	**92**	100	92	90	92	92	91
2번 문항	**95**	90	93	100	97	95	95
3번 문항	**98**	100	98	95	99	98	98
전체 평균	**95**	97	94	95	96	95	95



(그림. 118) 사용성 평가 응답 결과 평균 점수

② 다수 공급자 계약

○ 다수공급자계약(MAS등록) 정의

- 수요기관에서 공통적으로 소요되고 시장에서 상용화되어 있는 수요물자에 대하여 2인 이상을 계약 상대자로 하여 조달청이 연중 단가계약을 체결 후 수요기관에서 종합쇼핑몰을 통해 납품을 요구하여 직접 구매하는 방식으로 다수의 공급자를 선정, 선의의 가격 및 품질경쟁을 유도하는 동시에 수요기관의 선택권을 재고하는 제도로서 전자상거래 시대에 적합한 제도

○ 법적 근거

- 법률 및 시행령
  - 조달사업에 관한 법률 제5조(계약의 특례)
  - 조달사업에 관한 법률 시행령 제7조의2(다수공급자계약)

- 훈령 · 공고 · 고시 등
  - 다수공급자계약 업무처리규정(훈령)
  - 다수공급자계약 입찰참가자격 사전심사 세부기준(고시)
  - 다수공급자계약 2단계 경쟁 업무처리기준(고시)
  - 다수공급자계약 특수조건(공고), 두수공급자계약 추가특수조건(공고)
  - 물품구매계약 품질관리 특수조건(공고)
  - 다수공급자계약 업체의 계약이행실적평가 및 등급화 운영기준(훈령)
  - 다수공급자계약 전자세금계산서 관리기준(고시) 등

○ 다수공급자계약(MAS등록) 업무처리과정

- 다수공급자계약(MAS등록) 업무절차는 구매계획 수립 단계부터 MAS 중간점검 단계까지 총 14단계에 걸쳐 진행
- 본 과업에서 진행하는 다수공급자계약(MAS등록)은 가격자료 접수를 위한 **거래실례 3건 이상의 조건에 충족하지 못하였으며 「물품목록번호 등록」**의 단계를 진행함

MAS 등록업무 절차	수행자	내용	비고
구매계획 수립	조달청	시장조사 등을 통하여 계획수립	본과업적용범위
▽			
구매 공고	조달청	나라장터에 구매공고 게시(세부 품명으로 공고됨)	
▽			
물품목록번호 등록	조달업체	**계약희망 물품의 목록번호 신청 및 등록(현재 진행 중)**	
▽			
적격성평가/협상품목 요청	조달업체	적격성평가 / 협상품목 등록신청서를 작성하여 송신 (온라인처리 가능 : 정부조달마스협회에 납품실적 등 증빙자료를 원본 별도우송, 신용평가는 온라인 확인 가능 제출 생략)	
▽			
적격성평가/협상품목 검토	MAS 협회	정부조달마스협회에서 업체의 입찰참가자격, 제출서류 진위여부 등을 확인하고 협상요청 품목 규격과 공고서 제시 규격과의 일치성 여부 등을 확인 후 조달청에 승인 요청	
▽			
적격성평가/협상품목 확인 및 승인	조달청	조달청 해당 계약부서에서 평가결과 확인 및 승인 (나라장터를 통하여 평가결과 확인 가능)	
▽			
가격자료 접수	조달업체	승인된 품목의 가격총괄표등을 작성하여 조달청으로 송부 (온라인 처리) - 규격별 거래내역, 가격총괄표 첨부	사업화시적용예정
▽			
협상기준가격 작성	조달청	조달업체가 제출한 가격총괄표를 근거로 협상 기준가격 작성	
▽			
가격 협상	조달업체 조달청	온라인 또는 오프라인으로 품목별로 가격협상을 통해 가격 결정	
▽			
계약 체결	조달업체 조달청	낙찰된 금액으로 계약서 작성 후 나라장터 쇼핑몰에 등재 (기존 업무절차와 동일)	
▽			
납품요구	수요기관	나라장터 종합쇼핑몰을 이용하여 수요기관에서 직접 납품요구	
▽			
대금지급	수요기관	전자지급	
▽			
가격인하 등 가격조정	조달업체 수요기관	수요기관의 요청에 의하여 수정계약 체결	
▽			
MAS 중간점검	MAS 협회	계약체결일로부터 1년이 경과된 품명에 대하여 입찰참가자격, 인증서 등 적정여부 점검	

○ 물품목록번호 등록 진행 사항

- 상품정보시스템 검색 및 적합여부 확인
- 신규물품등록을 위한 품명 등록 진행

○ 다수공급자계약(MAS) 업무처리규정에 따른 결격사유 여부 확인 및 입찰참가자격 충족 여부 등을 확인(자가 심사)하고 계약하고자 하는 품목에 대한 규격서 및 시험성적서 완료

○ MAS 물품 등록을 진행하고 있으나 물품의 코드 생성과 직접생산증명에 대한 기준이 불명확하여 물품등록이 어려움

○ 따라서, 특별교통수단의 차량에 포함된 이지무브 등 차량 제조사의 기본 품목으로 다수공급자계약(MAS등록)의 방안 검토가 필요함

마. 이동지원센터 표준 플랫폼

(1) 이동지원센터 표준 플랫폼 설계 방향 수립

○ 비(非)필수 기능들을 제외한 최소한의 기본적인 서비스 플랫폼과 부가적인 서비스 기능으로 구별하여 소규모 예산으로도 교통약자를 위한 콜택시 서비스 제공

○ 또한 특별교통수단 예약/배차는 예약/배차 서비스와 관리 서비스를 명확히 분리

- 서비스 제공 및 데이터 생성에 초점을 맞춘 「콜택시 예약/배차 서비스」
- 생성된 데이터를 기반을 정책의사결정(배차 방식, 운영 방식 조정/결정 등)을 지원할 수 있는 「운영관리 서비스」

○ 표준 아키텍처에 따른 OpenAPI 제공을 통해 부가적인 편의 서비스(웹, 모바일 앱 기반 예약 등)는 향후 별도로 구성할 수 있는 기반 제공

○ 예약정보/배차정보/기초정보를 표준화하고, 독립적인 완제품 시스템(차량단말, 전화교환기 등)과 센터플랫폼 간의 프로토콜을 표준화하여 통합운영 및 정보교환의 유연성 확보

○ 이동지원 센터에서 제공하는 서비스는 필수 서비스와 확장 서비스로 구분

- 센터의 기본 역할인 특별교통수단 의 「콜택시 서비스」는 필수 서비스로 분류(서비스 제공을 위한 「운영관리 서비스」 포함)
- 수요응답형 차량이용 등 콜택시 서비스 이외의 이동편의 제공을 위한 「수요응답형 차량 서비스」, 정보제공 등을 위한 「OpenAPI 제공서비스」 등의 부가 서비스로 분류

(2) 광역/지역 이동지원센터 표준 플랫폼 소프트웨어 개발

(가) 표준 플랫폼 아키텍처 및 서비스 정의



(그림. 119) 이동지원센터 표준플랫폼 아키텍처

○ 표준 플랫폼은 POI검색, 경로탐색, 자동배차, 이동지원센터 구성 등의 시스템기능과 이용자, 차량, 근무일정 등의 기초정보관리기능, 배차/이용가능대상/예약시간 등의 기준정보관리로 구성

○ 경로탐색을 위한 T map API, POI검색을 위한 NAVER API 및 kakaomap API, 지도서비스를 위한 kakaomap, 고속버스예매 연계를 위한 고속버스통합예매 시스템 등과의 표준 연계 인터페이스 개발

○ 요금미터기의 정보 연계를 위해 한국교통안전공단의 미터기-단말기 표준통신규약을 적용

[표. 27] 요금미터기 영업정보 레이아웃

항목	길이	자료형	설명
결제일시	14	숫자	YYYYMMDDhhmmss
승차요금	6	숫자	호출요금 및 기타요금이 포함된 전체 결제
호출요금	4	숫자	호출버튼 누르면 호출 요금이 전송
기타요금	6	숫자	호출요금을 제외한 기타 추가 요금
승차시간	14	숫자	YYYYMMDDhhmmss
승차좌표(X)	9	숫자	10진수로 표기
승차좌표(Y)	9	숫자	10진수로 표기
하차시간	14	숫자	YYYYMMDDhhmmss
하차좌표(X)	9	숫자	10진수로 표기
하차좌표(Y)	9	숫자	10진수로 표기
승차거리	7	숫자	승차거리 (단위 : 미터)
빈차거리	6	숫자	승차시점까지 빈차로 주행한 거리(단위 : 미터)

○ 시스템 운영자, 센터상담요원, 운전원, 교통약자, 시스템총괄관리자 등으로 역할을 구분한 기능 정의

○ 운영자 서비스는 이용자/차량/근무일정 등의 기본정보를 관리할 수 있도록하고 실시간차량관제 및 이동지원센터별로 서비스에 필요한 배차설정, 요금, 예약가능시간 등의 기준을 설정할 수 있는 운영관리 기능으로 구성

○ 상담원 서비스는 전화, 웹, 모바일 서비스를 통해 예약을 접수하고 차량을 배차하는데 필요한 예약 및 배차 관리 기능으로 구성

○ 운전원 모바일 서비스는 배차정보 수신, 위치정보 전송 등 예약에 따라 차량을 운행하기 위한 기능과 관제를 위한 위치정보 실시간 전송 기능으로 구성

○ 교통약자용 웹/모바일 서비스는 예약 및 차량도착 알림 기능으로 구성

○ 광역이동지원센터 구성을 위해 지역이동지원센터간 차량 분배 및 공동배차 기준을 관리하는 STC 관리 기능을 구성함으로써 센터구성의 유연성 확보

[표. 28] 표준 플랫폼 서비스 목록

기능 분류			기능 설명
운영자	기본정리 관리	이용자 관리	• 이용자 관리 및 excel 저장 • 이동약자의 회원가입 승인 및 장애등급 사용유효기간 설정
		차량 관리	• 차량 관리 및 excel 저장
		근무일정 관리	• 운전자 근무여부 등록 및 excel 저장
	위치관리시스템		• 운행중인 차량의 운전자 정보 및 위치 관제
	운영관리	메뉴관리	• 관리자, 사용자 페이지 메뉴관리
		게시판 관리	• 센터 별 공지사항, Q&A 게시물 관리
		관련사이트 관리	• 센터 별 관련 사이트 등록 및 삭제
		배차관련설정정보	• 플랫폼을 통한 예약 관련 설정정보
		센터이용 가능 장애등급 설정 정보	• 플랫폼 이용 가능 장애등급 설정
		이용요금 설정 정보	• 차량운행요금 설정
		예약가능 시간 기준	• 예약 가능 유형과 시간 설정
		회원 약관 정보	• 플랫폼 사용을 위한 약관 내용 설정
		차량정보 공유	• MOU중인 상위센터에 대한 차량정보 공유 설정

		정산관리	• 기간별 운행기록과 운임비용 조회, 수정 및 excel 저장
		SMS 발송이력관리	• 사용자에게 발송된 SMS내역 조회 및 excel 저장
		긴급 호출 이력관리	• 사용자가 긴급호출 한 이력 조회 및 excel 저장
	통계관리	운행(이용)현황	• 기간별 예약의 운행 결과내역 조회 및 excel 저장
		배차처리 현황	• 기간별 예약의 접수유형 및 배차결과 내역 조회 및 excel 저장
		대기시간 현황	• 기간별 예약의 대기시간 내역 및 excel 저장
		운행시간 현황	• 기간별 예약의 운행시간 내역 및 excel 저장
상담원	예약신청현황	조건검색 조회	• 기간별, 접수구분, 사용자별예약신청현황 조회
		예약 현황	• 현 시각의 날짜와 이 후의 시간으로 예약된 운행이 시작되지 않은 예약 내역
	예약신청 상세	예약상세보기	• 접수된 예약의 상세정보 보기
		예약수정	• 접수된 예약의 상세정보 수정
		배차가능 차량 현황	• 접수된 예약의 배차가능 차량 조회 및 배차
		센터별 기준정보	• 센터별 예약관련 기준 정보 확인
		이용자 정보	• 접수된 예약의 예약자 정보 확인
	배차 스케줄 현황		• 운전자별 운행 시간 및 배차된 예약 스케줄 확인 • 배차된 예약의 출/목적지 수정 및 예약취소 기능
	스마트 자동배차		• 스마트 자동배차를 진행할 예약 유형 설정 • 스위치 on 시 설정한 예약유형에 한하여 스마트 자동배차 진행
	오프라인 예약요청		• 센터 내 예약을 진행할 이동약자 선택 • 예약유형, 일시, 출/목적지 및 필수정보 기입으로 예약 접수
	온라인 예약 알림		• 모바일/ 사용자 웹에서 접수된 예약 알림 • 모바일/ 사용자 웹에서 취소된 예약 알림
운전원 모바일	당일 배차 알림		• 당일 즉시 배차된 예약 건을 push로 알림
	금일 배차현황	배차된 예약 목록	• 금일 배차된 예약의 출/목적지 및 예약자의 정보 확인
		예약 상세보기	• 현 운전자의 위치와 출발지까지 이동하는 경로 안내
		승/하차 버튼	• 운전자의 상태정보 및 예약의 승/하차시간을 서버로 전송
	긴급호출		• 운전자에게 돌발상황 발생 시 위치정보를 상담원에게 전송
	센터연결		• 센터로 전화연결 기능 (전화번호를 소유한 단말만 가능)
교통약자웹	센터소개	약도	• 센터별 위치 표출
	이용안내	차량 이용안내	• 센터별 이동지원차량 이용요금 및 플랫폼 이용 안내
		차량 보유현황	• 센터별 차량 보유 현황 및 차량 이미지 안내
	예약요청	차량예약현황	• 기간 별 접수한 예약 조회 및 배차 현황 확인
		예약요청	• 예약유형, 일시, 출/목적지 및 필수정보 기입으로 예약 접수 • 출/목적지 기반 자동 담당센터 지정 (전주의 경우 추가 탑승 이용자에 대한 정보 추가)
	정보광장	공지사항	• 센터별 공지사항 확인 및 첨부파일 다운
		보도자료	• 센터별 보도자료 확인
		포토갤러리	• 센터별 포토 갤러리 확인

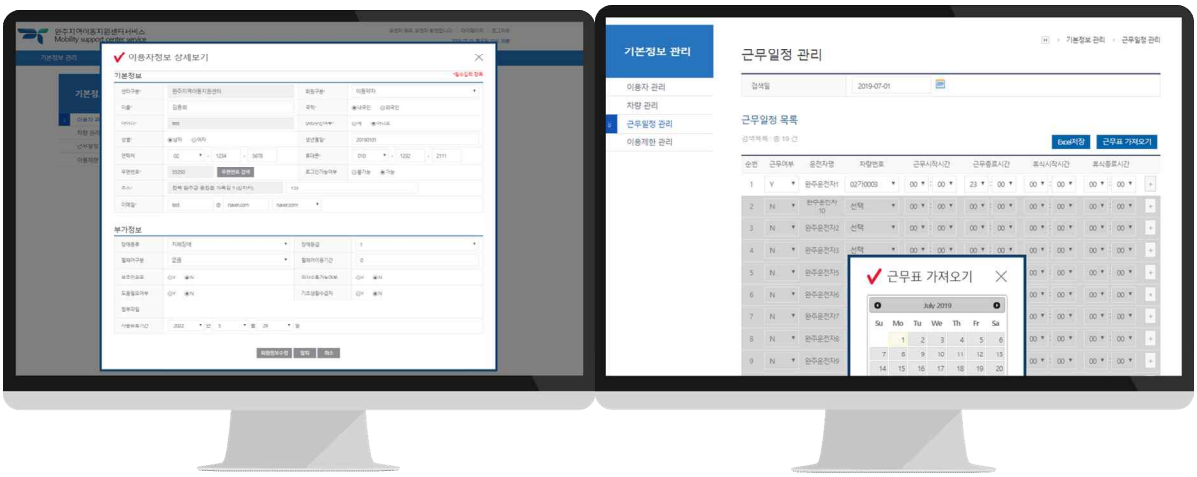
	민원광장	Q&A	• 문의사항 등록 (비밀글로 작성 가능)
		친절사원 칭찬	• 친절사원 등록 (비밀글로 작성 가능)
		분실물 센터	• 차량 이용 도중의 분실물 등록 (비밀글로 작성 가능)
	마이 페이지		• 사용자의 정보 수정 및 SMS 수신여부 설정
교통약자모바일	차량예약		• 예약유형, 일시, 출/목적지 및 필수정보 기입으로 예약 접수 • 출/목적지 기반 자동 담당센터 지정
	차량 예약 현황	예약내역	• 접수한 예약내역 및 배차 현황 조회
		예약 상세현황	• 예약의 상세정보 표출 • 내 현 위치와배차된 차량 정보 표출
		상담원 연결	• 담당 센터의 상담원과 전화연결 기능
		기사 연결	• 배차된 차량의 기사님과 전화연결 기능
	더 보기	지난 이용 내역	• 기간별 지난 예약내역 및 총 이동거리와 이용금액 조회 • 같은 예약 정보로 재 예약
		센터 전화연결	• 센터로 전화연결 기능
		긴급호출	• 사용자에게 돌발상황 발생 시 위치정보를 상담원에게 전송
관리자	시스템 관리	공통코드 관리	• 플랫폼 내에서 사용되는 공통코드 설정
		STC관리	• 플랫폼을 사용하는 센터 관리

(나) 표준 플랫폼 웹 서비스 개발

○ 정의된 서비스 목록에 따른 웹표준 방식의 이동지원센터 플랫폼 서비스 개발

○ 이용자의 가입 센터별, 구분별(이동약자, 운전자, 상담원, 운영자), 상태별(신청, 승인, 탈퇴), 이름별 목록 조회, 회원 등록 및 탈퇴, 등록된 회원 가입 승인, 이용자 목록 excel저장, 부가정보 입력 및 유효기간 설정 기능 개발

○ 검색일 기준 센터에 등록된 운전자의 근무일정 조회, 근무일정 등록 및 수정, excel저장 기능 개발 (근무일정표를 기반으로 배차 가능한 차량 분석 및 과거 근무 일정 복사 및 저장 기능)

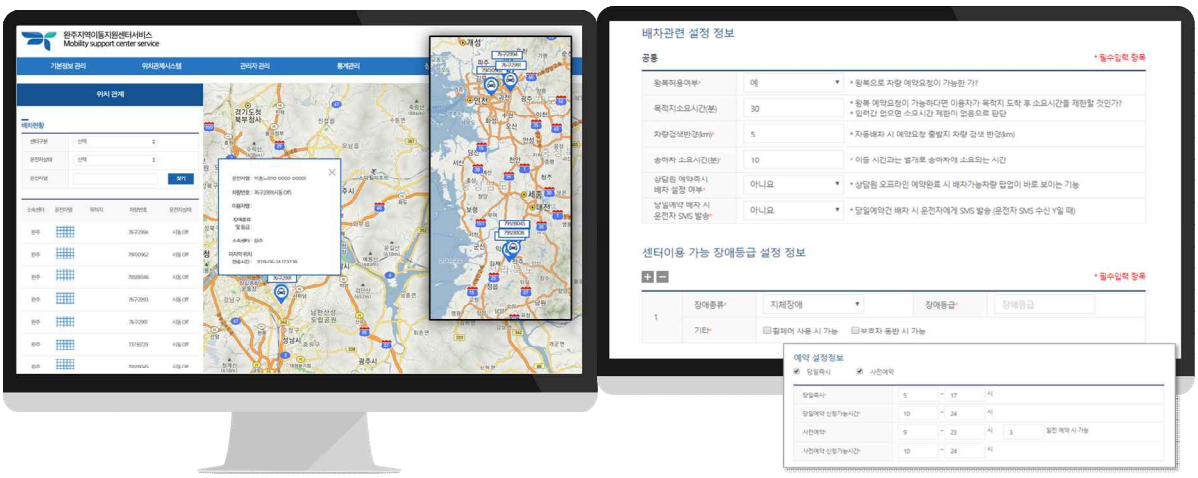


(그림. 120) 이용자 관리 및 근무일정 관리 화면

○ 현 날짜 기준 근무하는 하는 운전자의 목록 조회, 30초 주기의 차량 위치 좌표 전송 및 자동 시동 OFF 인식 기능 개발

○ 배차를 위한 기준 정보 설정, 이동약자가 예약할 수 있는 기준 정보 설정, 이용 가능한 장애 등급 설정 등 예약접수 및 예약 배정(배차)을 진행하기 위한 기준 정보의 관리 기능 개발

- 예약접수 시 왕복의 허용여부, 기본 차량 운행시간 설정(비탄력적 서비스 운영 시 적용), 차량검색 반경 설정, 승하차 기본 소요시간, 상담원의 예약 즉시 배차 설정여부, 배차완료시 운전원에게 메시지 전송 여부 설정 기능 등
- 당일즉시예약, 사전예약의 신청 가능시간 설정 기능 등



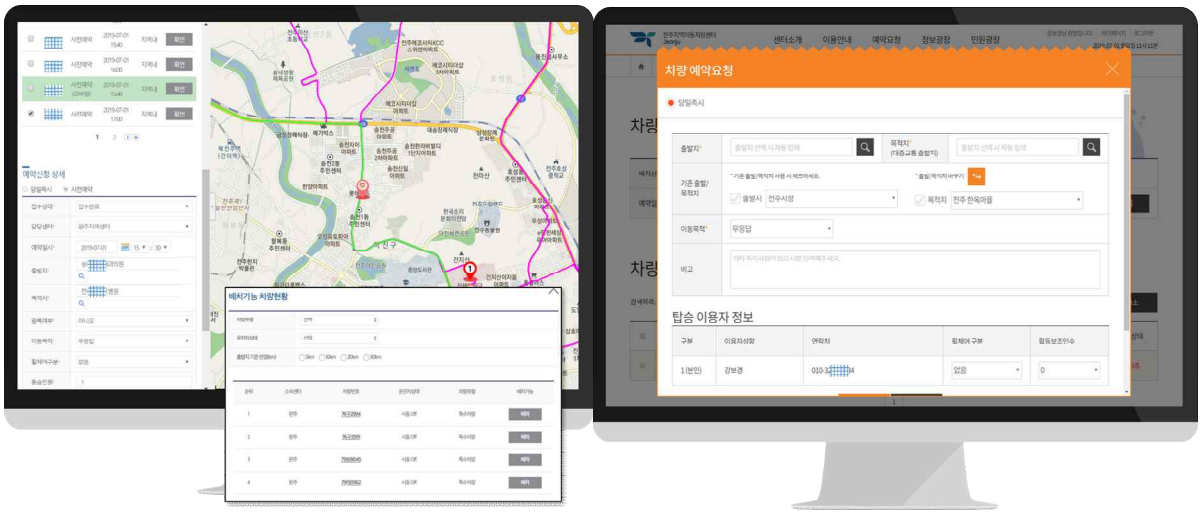
(그림. 121) 실시간 차량 관제 및 예약/배차 기준정보 관리 화면

○ Trip별 경로 조회 (Tmap API), 긴급호출 내역 확인, 배차 알고리즘에 의해 자동 배차 (1분마다 전체 예약에 대해 진행), 수동배차도 배차 알고리즘에 의한 정렬 후 표출 등 예약처리 및 차량상태 조회를 위한 상담원 예약관리 기능 개발

○ 자동배차 기능의 선택적 적용(자동, 수동) 기능 개발

○ 최근 이용지 목록 조회, 출발지, 목적지 주소 검색 기능 및 KOBUS 시스템과 전화번호를 통한 동기화 기능 개발(교통약자용 서비스)

- NAVER의 명칭검색 OpenAPI 사용, KAKAO의 주소검색 OpenAPI 사용



(그림. 122) 예약접수(상담원) 및 예약 요청(교통약자) 화면

○ 즉시예약에 따른 차량 배정 시 실/공차 차량 전체를 대상으로, 출발지까지의 도착시간이 가장 짧은 차량의 우선순위를 판별하여 추천하는 자동배차 알고리즘 개발

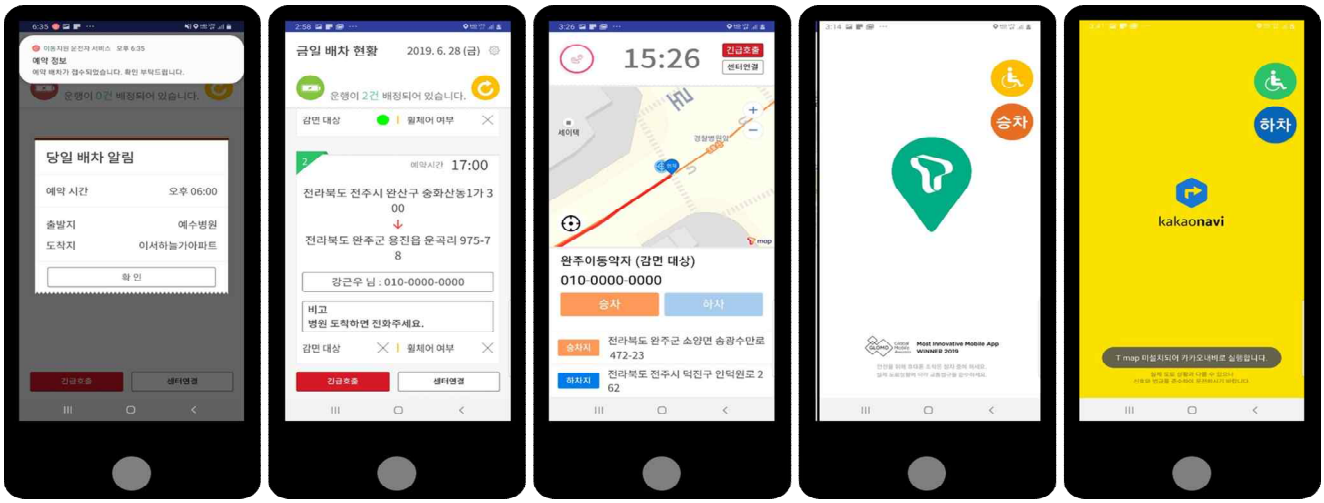
○ 사전예약에 따른 차량 배정 시 실/공차 차량 전체를 대상으로, 예약 배정건수가 적고 배차간 간격이 긴 차량의 우선순위를 판별하여 추천하는 자동배차 알고리즘 개발



(그림. 123) 즉시예약과 사전예약시 자동배차시 차량 추출 기준 및 절차

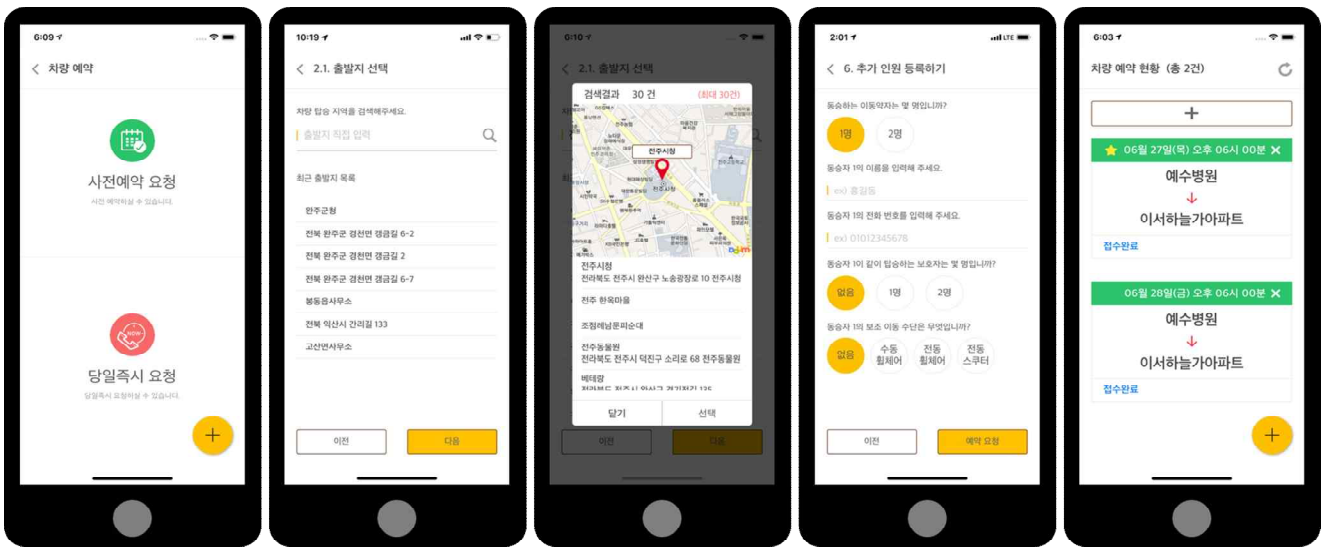
(다) 표준 API기반 플랫폼 모바일 서비스 개발

- 표준 플랫폼에서 정의한 API를 기반으로 운전원 및 교통약자용 모바일 서비스 개발
- 배차 지령에 대한 메시지 app 수신 및 요금미터기와 운전원용 단말간의 연계를 통한 승/하차 정보 연동 기능 개발
- T map, kakaonavi 내비게이션 서비스를 사용할 수 있도록 운전원용 앱과 내비게이션의 전환 기능 개발



(그림. 124) 운전원용 모바일 서비스

- 모바일 서비스 사용이 가능한 교통약자용 앱 개발
  - 최근 이용지 목록 조회, 출발지, 목적지 주소 검색 기능 등 웹 기반 서비스와 동일한 기능 개발
  - NAVER의 명칭검색 OpenAPI 사용, KAKAO의 주소검색 OpenAPI 사용



(그림. 125) 교통약자용 모바일 서비스

○ 운전원용 모바일 앱 사용 가이드 배포

- 운행 준비 단계, 운행단계를 구분한 운전원용 사용자 가이드 배포

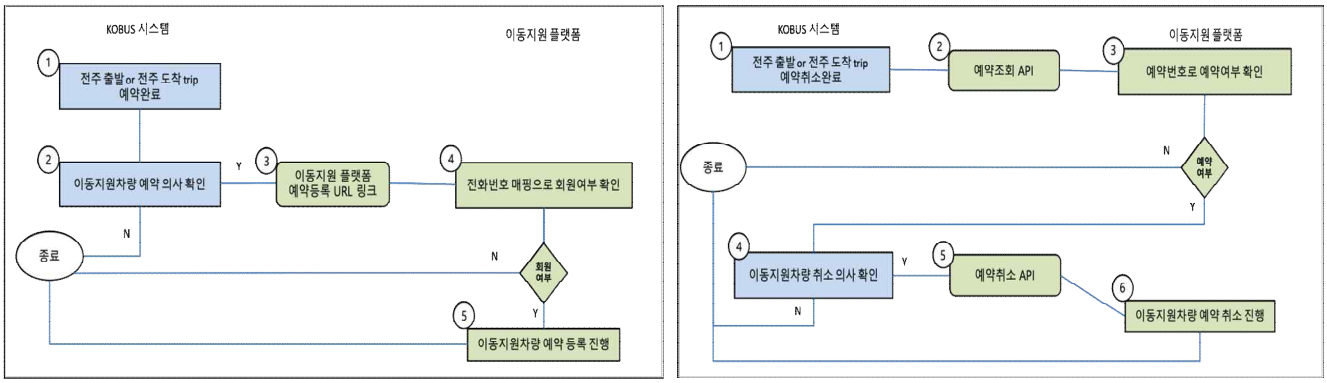


(그림. 126) 운전원용 사용자 가이드

(라) 광역고속버스-이동지원센터 표준 연계 인터페이스 개발

○ 교통약자의 광역이동지원체계 확대를 위해 고속버스통합예매시스템과 이동지원센터 표준플랫폼의 예약시스템을 연계

○ 광역이동수단인 고속버스는 결제를 통해 최종 예매가 완료되며 예약이 존재하지 않으므로 특별교통수단과 고속버스의 동시 예약을 위해서는 고속버스의 예매를 우선 진행 후 특별수단을 예약하도록 절차를 정립



(그림. 127) KOBUS 예약신청 flow

○ 고속버스통합예매시스템과 이동지원센터 표준플랫폼은 휴대폰 정보를 공통 key로 사용하며 휴대폰 정보는 암호화 대상인 개인정보이므로 연계 표준 인터페이스에서 암호화 방식을 정의

○ 대칭형 암호화 알고리즘 중 가장신뢰도가 높은 256bit AES 암호화 표준을 적용

[표. 29] 암호화 방식

항목	설명
알고리즘	AES
key	12345678901234567890123456789012
key size	256bit
iv	1234567890123456
암호화 모드	CBC
Padding 방식	PKCS5
인코딩	Base64 + UTF-8

○ 예약 요청/조회/취소 등은 웹 표준인 JSON 방식의 표준 연계 인터페이스 정의 및 구현

[표. 30] 예약 요청 표준 연계 인터페이스 body

Parameter Key	Type	필수	설명	비고
tel_no	String	Y	전화번호	하이푼('-')을 포함해서 암호화한 문자열
resve_no	String	Y	예약번호	
run_type	String	Y	출발/도착 구분	전주가 출발지 일 경우 : "S“ 전주가 도착지 일 경우 : "E"
boarding_time	String	Y	탑승일자/시간	yyyyMMddHHmmss 형식의 14자리 문자열
require_time	String	Y	소요시간	분 단위의 문자열

(3) 특별교통수단용 스마트 자동배차 알고리즘 개발

○ 실/공차 차량 전체를 대상으로 대기중인 고객 위치까지의 도착 예상시간을 계산하되 도로소통정보와 교통약자의 하차시간을 반영

○ 다수의 대기자를 대상으로 예상 도착시간을 계산하여 공차시간의 합이 최소화 되는 차량을 선택함으로써 최량의 회전율을 높이고 탑승기회를 높일 수 있는 알고리즘 개발



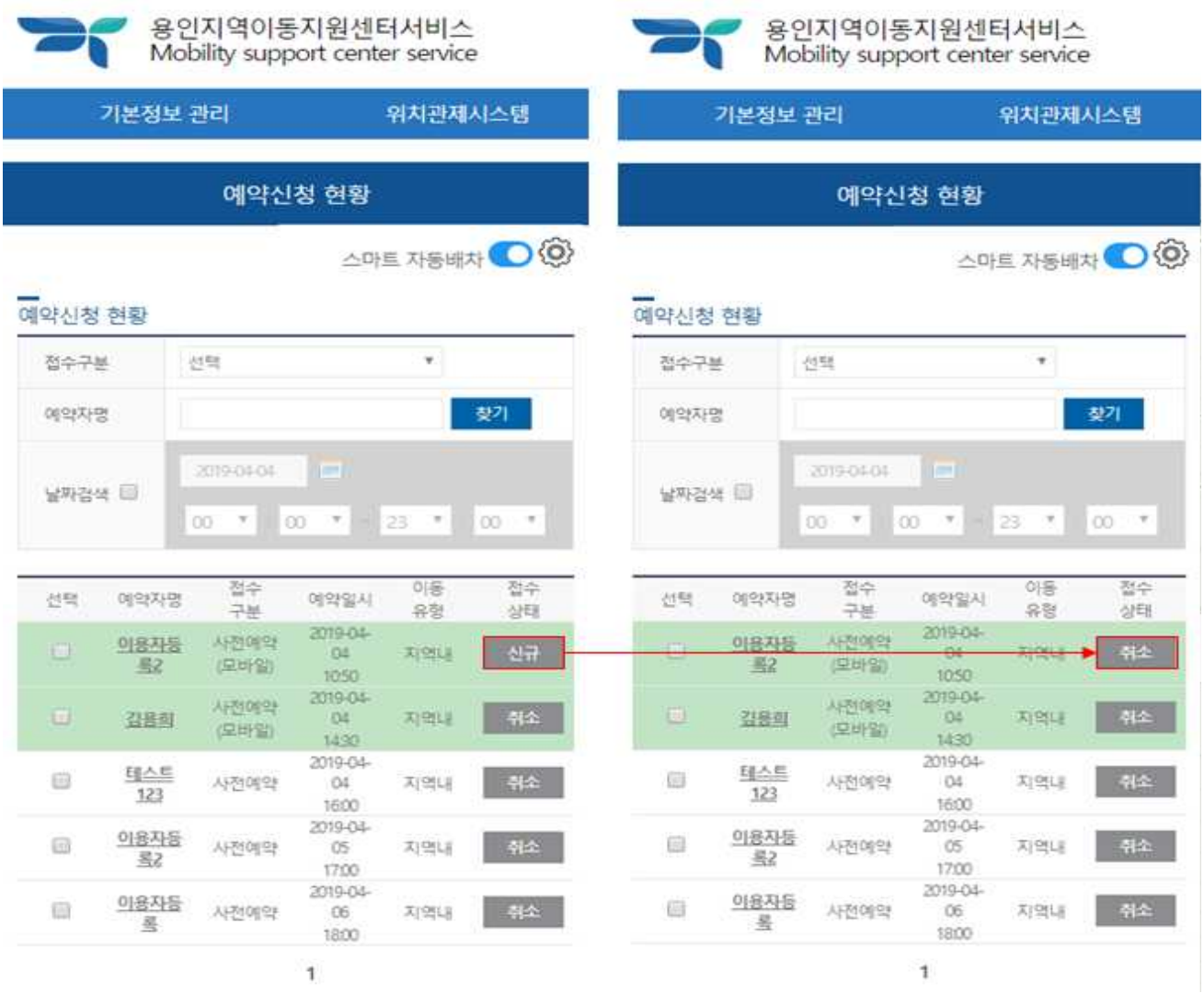
(그림. 128) 공차시간 최소화 알고리즘 개요

○ 당일즉시예약, 사전예약 등 예약의 종류별로 스마트 자동배차 기능을 활성화

○ 스마트 자동배차를 실행한 센터 추출한 뒤 해당 센터의 자동배차 설정 값에 따라 배차 진행

○ 당일즉시 자동배차의 경우, 현재와 가장 가까운 일시의 당일즉시예약 건을 추출하여 배차가능 차량 중 예약 장소까지 이동시간이 가장 적은 차량을 자동 배차

○ 사전예약 자동배차의 경우, 현재와 가장 가까운 일시의 사전예약 건을 추출하여 배차가능 차량 중 그 날 할당된 예약의 수가 가장 적고, 해당 예약까지의 간격이 가장 긴 차량을 자동 배차



(그림. 129) 스마트 자동배차 설정 및 실시간 확인

(4) 테스트베드 구축 및 효과 평가

○ 구축된 H/W를 기반으로 플랫폼 시험 운영 중(전주 이지콜센터, 완주 장애인생활이동지원센터)



(그림. 130) 테스트베드 운영 현황

○ 즉시배차요청(즉시콜) 요청 비율

- 표준 플랫폼에서 제공하는 즉시요청 방식을 이용한 비율은 약 89.7%로서 필요한 상황에서 즉시요청 가능한 ‘즉시콜’ 방식의 시스템 유효성을 확인할 수 있었음

[표. 31] 예약콜과 즉시콜을 통해 접수된 배차 건수 비교

일(요일)	4일(월)	5일(화)	6일(수)	7일(목)	8일(금)	9일(토)	10일(일)
예약콜	63	63	68	66	97	17	18
즉시콜	544	562	609	637	604	197	140
즉시비율	90%	90%	90%	91%	86%	92%	89%

○ 지역간 이동 비율

- 표준 플랫폼에서 제공하는 지역간 이동(지역간 MOU를 통한 공동배차) 비율은 약 13.1%이며, 이러한 인접 지역간 이동에 대한 수요는 주중과 주말의 큰 차이를 보이지 않음.
- 2018년의 지역간 이동비율과 표준플랫폼으로 운영한 2019년의 지역간 이동비율을 살펴보면, 지역간 MOU를 통해 차량을 공동배차할 수 있는 표준 플랫폼이 더 많은(약 5%) 지역간 이동 승객을 수송할 수 있었을 확인했음.

[표. 32] 요일별 지역간/지역내 이동 비율(2019년)

일(요일)	11.4(월)	11.5(화)	11.6(수)	11.7일(목)	11.8일(금)	11.9일(토)	11.10일(일)
지역간	81(13%)	98(16%)	100(15%)	83(12%)	100(14%)	23(11%)	18(11%)
지역내	526	527	576	620	601	191	140

[표. 33] 요일별 지역간/지역내 이동 비율(2018년)

일(요일)	11.5일(월)	11.6일(화)	11.7일(수)	11.8일(목)	11.9일(금)	11.10일(토)	11.11일(일)
지역간	21(7%)	25(9%)	36(12%)	28(10%)	27(9%)	8(10%)	0(0%)
지역내	282	292	312	293	293	83	68

○ 지역적인 특성을 세부적으로 더 고려해야하나, 필요한 상황에서 즉시요청 가능한 '즉시콜' 방식의 시스템 유효성을 확인할 수 있었으며, 또한 지역간 MOU를 통해 차량을 공유하는 플랫폼을 통해 지역간 이동 수요에 대응할 수 있음을 확인할 수 있었음

○ 지역적인 특성을 세부적으로 더 고려해야하나, 필요한 상황에서 즉시요청 가능한 '즉시콜' 방식의 시스템 유효성을 확인할 수 있었으며, 또한 지역간 MOU를 통해 차량을 공유하는 플랫폼을 통해 지역간 이동 수요에 대응할 수 있음을 확인할 수 있었음

○ 상담원 만족도 평가

- 기존 상담원 업무와의 연계 및 호환성에 관한 만족도 조사 결과점수는 평균 93점이며, 특히 접수업무의 호환, 관리업무의 호환성에 관해 매우 높은 평가를 받았음. 다만, 정산업무의 호환성의 경우 '요금미터기'와 '운전원용단말'의 유선 또는 무선으로의 연결이 이루어지지 않아 자동으로 입력되는 기능이 적용되지 않았으며, 기존 업무 대비하여 정산 업무가 크게 개선되지는 않았음. 향후 기존

정산업무와의 호환성 향상을 위해서, 차량 단말기간의 물리적인 연동기능이 적용될 필요성이 있음

[표. 34] 상담원 업무 호환성 평가

접수업무 호환성	배차업무 호환성	정산업무 호환성	관리업무 호환성	플랫폼 운용 용이성
100	95	80	100	90

- 도입효과 평가는 평균 95점으로서 관리업무, 접수업무, 배차업무 등 종합적인 편의성 부문에서 긍정적인 평가를 받았음

[표. 35] 상담원 업무 관련 플랫폼 도입효과 평가

접수업무 편의성	배차업무 편의성	정산업무 편의성	관리 업무 편의성
95	95	90	100

○ 운전원 만족도 평가

- 플랫폼 및 운전원용 플랫폼 서비스 도입에 따른 운전원 업무 편의 지원성에 관한 만족도 조사 결과점수는 평균 94점이며, 특히 이용자의 정보를 확인할 수 있는 부문, 콜정보에 따라 경로를 안내해주는 부문 등에 대해 각각 97점, 94점의 높은 평가를 받았음. 운전자 앱 운용의 용이성에 대해서는 상대적으로 낮은 90점을 받았으며, 운전원이 고령이며 스마트폰에 익숙하지 않다는 점을 고려하여 전용 내비게이션을 이용하는 등의 대안이 고려될 필요가 있음

[표. 36] 운전원 업무 편의 지원성 평가

배차지령 확인	이용자 정보 확인	출발지 경로안내	도착지 경로안내	운전자앱 운용 용이성
93.18	97.27	94.09	92.73	90.91

- 도입효과 평가는 평균 95점으로서 운행 후 업무 편의성 부문에서 특히 높은 평가를 받았음

[표. 37] 운전원 업무 관련 플랫폼 도입효과 평가

운행 전 업무 편의성	운행 중 업무 편의성	운행 후 업무 편의성
94.09	94.09	96.36

○ 이동약자 만족도 평가

- 플랫폼 및 이동약자용 플랫폼 서비스 도입에 따른 이동약자의 예약신청 등의 접근성에 관한 만족도 조사 결과점수는 평균 98점이며, 특히 배차결과를 확인할 수 있는 부분에 높은 평가를 받았음

[표. 38] 이동약자의 플랫폼 접근성 평가

예약/신청	예약조회	배차정보 확인	이용자앱 운용 용이성
97.5	98.75	100	98.75

- 도입효과 평가는 평균 97점으로서 예약신청, 조회, 결과확인등 이동약자용 서비스의 만족에 따라 도입효과에서도 높은 평가를 받았음

[표. 39] 이동약자의 플랫폼 도입효과 평가

예약신청 편의성	예약정보 조회 편의성	배차정보 확인 편의성
96.25	96.25	98.75

(5) 플랫폼 차별성

○ 기존 이동지원센터 시스템은 웹, 데이터 연계의 표준이 적용되어있지 않은 것으로써, 지자체 자체 시스템 구축사업에 따라 기획/개발/구축단계 전반에 걸쳐 지자체에 한정된 폐쇄적 구조의 시스템에 해당

○ 표준 인터페이스 부제로 인해 타 지자체 도입 및 연계 등을 위해서는 모바일 단말 또는 타 시스템과의 연계 관련 신규 개발 공수가 반드시 발생하거니와 상위단의 광역이동지원센터 시스템을 구축 및 운영하기 위해서는 지자체 센터시스템과 별도의 독립적인 시스템 구축 필요

○ 반면, 본 연구개발을 통해 구현된 플랫폼은, 클라우드 기반의 서비스가 가능한 구조로써, 플랫폼 형태의 센터시스템을 구축하고, 귀속되는 광역/지역단위 센터에 시스템 기능/접근에 대한 권한을 배분하는 형태로 각 광역/지역 이동지원센터간의 센터관계 구성을 통해 광역이동서비스 체계 구성이 가능함

○ 이러한 측면에서 광역이동지원센터에서 직접 차량을 배차하거나 지역이동지원센터로 배차정보를 연계/중계하는 등 통합배차/연계배차 운영이 모두 가능하여 선택적 운영성이 높은

○ 또한, 표준 인터페이스를 통해 각 기관별 필요한 모바일 서비스 개발이 가능하며, 타 시스템(예, 타지역 이동지원센터 시스템)과의 연동이 용이함

(6) 광역서비스 도입 장애요인 및 해결방안

(가) 지역 외 이동에 관한 운영방식의 차이

○ 각 지역별로 타지역 운행에 대한 운영방식(요금체계, 차량 이용방식, 이동 지역의 범위, 이용 시간 등)이 상이하므로 지역간 차량 공유나 지역간 운송서비스가 이루어지지 않고 우리지역민들의 장거리 이동으로 한정된 서비스를 제공하고 있음

○ 지역간 이동서비스(광역이동)를 위해서는 지역간 이동(광역이동) 대상 지역 모두와 지역간 이동에 대한 공통적인 운영기준 마련이 선행되어야 함

○ 그러나 정해진 요금체계대로 계산하는 기계인 요금미터기는 상황에 따른 동적 요금계산이 불가능하므로 지역외 이동에 대한 공통의 요금체계가 마련되었다 하더라도 다양한 요금체계를 수용할 수 없음

○ 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해서는 지역간 이동대상지역 모두가 통일된 요금체계로 변경하거나 앱미터와 같이 SW적으로 다양한 요금체계를 반영할 수 있는 시스템이 도입되어야만 함

(나) 광역 이동시 지역내 운행 차량 부족

○ 지역내 차량이 광역서비스 제공을 위해 타 지역으로 이동할 경우 지역내 이동 수요에 대응 할 수 있는 차량의 수가 감소하게 됨.

○ 특히나 타지역 차량이 자주 들어오지 않거나 이동수단이 특별교통수단밖에 없거나 지역내 이동거리가 긴 비도시지역의 경우 차량이 지역외로 이동했다가 돌아오는 시점까지 차량 공급이 매우 부족해 짐

○ 따라서 바우처택시, 지입택시 등을 도입하여 특별교통수단이 광역이동을 하더라도 지역내 이동 수요에 대한 대응이 가능하게 하여 기존의 지역내 운영 형태를 유지할 수 있도록 해야 함

(다) 광역 상담원의 전문성 부족

○ 지역센터의 상담원은 고객관리 및 배차의 전문성(지역내 교통약자의 특징, 교통약자별 주요 목적지 숙지, 교통약자의 특징을 고려한 운전원 배정 등)이 뛰어나며, 이러한 전문성은 시스템으로 대체할 수 없음

○ 지역별 전문성을 보유한 상담원이 있어야 빠르고 적절한 서비스가 가능한데 이를 위해서는 각 지역센터의 상담원이 배차를 담당하는 것이 적절해 보임

○ 이를 반영하기 위한 광역센터의 시스템은, 각 지역센터와의 연계 후 인터넷 접수된 예약을 지역으로 내려주는 형태로 구성하거나, 예약 접수를 직접 받되 광역이동용으로 정해진 차량을 공동으로 배차할 수 있는 형태로 구성할 수 있음

○ 또는 통합된 광역센터내 지역별 전담 상담원을 구분하여 담당도록 할 수 있음

○ 단, 광역에서 통합관리를 하는 형태로 운영 할 경우, 예약관리, 배차관리 등이 단일화되어 관리의 효율성을 높일 수 있지만, 전화 폭주시 대기자 수 및 대기시간이 길어지는 단점이 있으며, 이러한 단점을 예방하기 위해서는 통합 이전에 지역별, 시간대별로 예약접수 현황을 사전 분석하여 상담원 수를 결정한 뒤 센터를 운영해야함

바. 이동지원서비스 아키텍쳐 및 휠체어 안전고정 및 편의 장치 운용 기술

(1) 이동지원서비스 아키텍쳐 개발

□ □ 이동제약자 통행 여건 분석

○ 이동편의 증진과 안전성 향상 등 이동권 제고를 위해 이동지원센터를 통해 제공해야하는 이동지원서비스를 선정을 위하여 이동제약자의 통행여건과 행태를 분석하고, 이를 통해 도출된 문제점을 바탕으로 이동지원서비스 요구사항을 검토함

- (이동제약자 보도통행) 목적지까지 도보를 통해 이동하거나, 교통수단 이용을 위해 정류소나 역까지 이동하는 경우 반드시 이면도로나 보도를 통행하여야 하나, 보도의 정비나 관리가 제대로 이루어지고 있지 않은 곳이 산재되어, 이동제약자들의 통행에 많은 불편을 초래
- (저상버스) 저상버스가 도착하기 전까지 휠체어를 세워놓고 잠시 대기, 버스정류소가 혼잡한 경우, 정류소내부에 마련된 공간으로 진입할 수 없으며, 이용하고자 하는 노선의 저상버스가 정류소로 진입하는지 여부 조차 확인할 수 없어 버스에 승차할 수 없는 경우도 발생
- (지하철) 승강기의 설치위치 정보가 부족하여 길을 헤매거나, 일반승객들로 인해 이용에 어려움을 겪기 일쑤이며, 엘리베이터 내 벽면거울이 설치되어 있지 않아 승객 충돌, 전복 등 안전사고 위험
- (특별교통수단) 지역별로 서로 다른 웹페이지/콜센터를 통해야만 서비스를 이용할 수 있으며, 각 지자체마다 장애인콜택시를 이용할 수 있는 대상, 요금 기준 등이 서로 달라 관련 정보를 미리 숙지하고 있지 않을 시 이용에 어려움이 발생



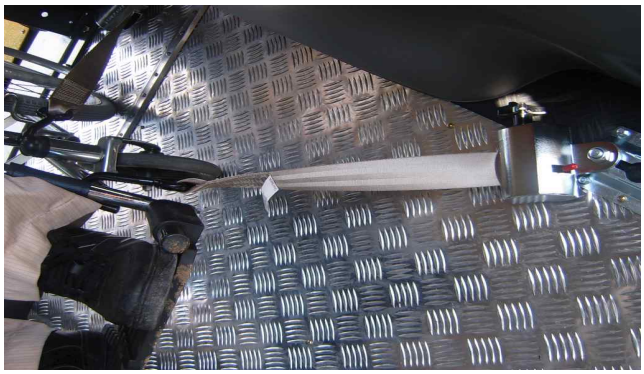
(보도 유효폭 불량)



(저상버스 고정장치 불량)



(지하철 플랫폼 단차)



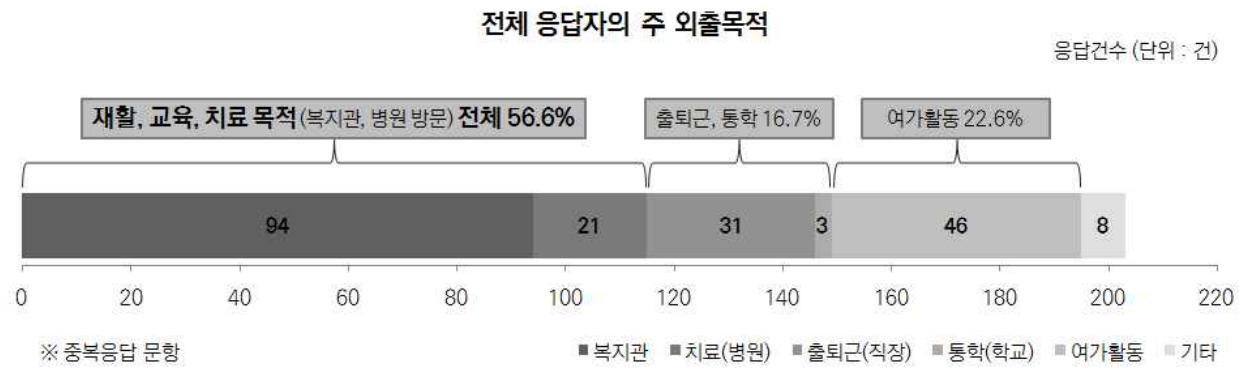
(특별교통수단 고정장치 기준 부재)

(그림. 131) 이동제약자 통행 여건

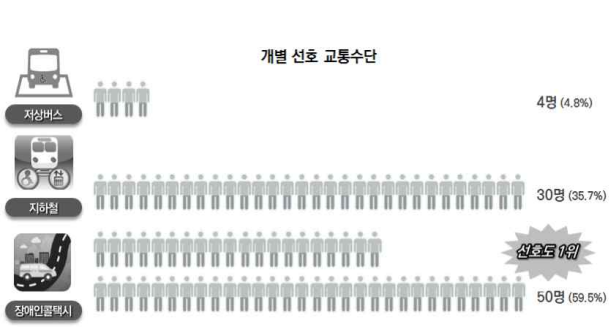
□ □ 이동제약자 통행 행태 분석

○ 이동제약자의 통행행태와 각 수단에 대한 선호도, 수단별 불편지수 분석과 이동권 증진을 위해 요구되는 서비스 선정을 위하여 실제 이동제약자 180명을 대상으로 1:1 인터뷰 방식의 면접조사를 실시하여 그 결과를 분석

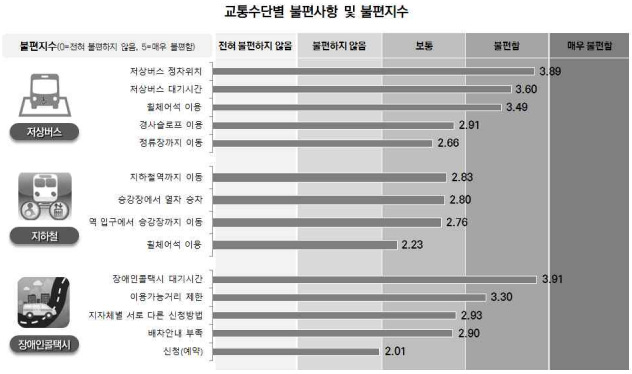
- 통행목적이 친목이나 여가활동이라 답변한 응답자는 전체의 22.7%(46명)에 불과
- 선호하는 교통수단을 설문한 결과, 장애인콜택시가 59.5%로 가장 많은 선택을 받았으며, 지하철 35.7%(30명), 저상버스 4.8%(4명)
- 장애인콜택시의 긴 대기시간(3.91점)과 저상버스 부적절한 정차위치(3.89점), 저상버스 대기시간(3.6점), 저상버스 내 휠체어석 이용 불편(3.49점), 장애인콜택시 이동가능거리 제한(3.3점) 등이 높은 불편지수를 나타냈으며, 가장 먼저 해결되어야 할 문제점



(주 외출 목적)



(선호 교통수단)



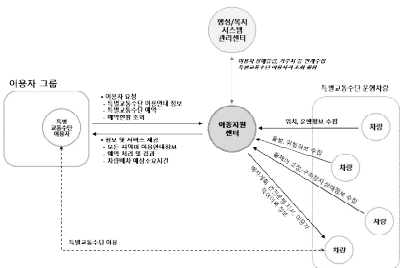
(수단별 문제점 및 불편지수)

(그림. 132) 이동제약자 통행행태 분석 결과

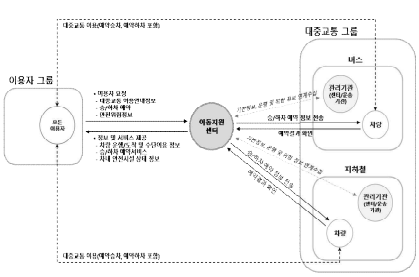
○ 통행 행태 분석결과, 이동권 증진을 위해 아래 서비스의 도입 또는 효용성 제고가 필요
- 주 통행목적, 이동장소를 고려한 맞춤 이동지원서비스 제공(복지시설이용안내정보)
- 교통정보와 복지정보 연계수집, 통합관리
- 저상버스의 정상적인 정차 유도 방안 수립
- 저상버스 휠체어 고정장치 개선
- 장애인콜택시 대기시간 단축(자동배차시스템 도입)
- 장애인콜택시의 지역 간 이동제한(장거리 이동) 방안

□ □ 서비스 아키텍쳐 개발

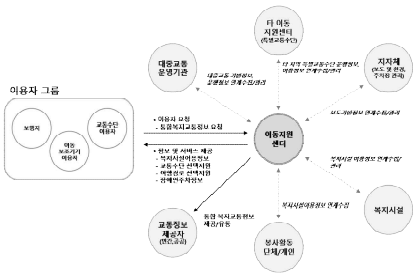
○ 6가지 대표 서비스 분야별 서비스 정의 및 관계도 작성



(특별교통수단 분야 서비스 관계도)



(특별교통수단 분야 서비스 관계도)



(복지교통정보 분야 서비스 관계도)

(그림. 133) 대표 서비스 분야 서비스 관계도 예시

○ 이동지원서비스 6대 분야 내 단위서비스를 대상으로 하는 아키텍쳐를 구상하기 위하여 서비스 이용주체 관점에서 각각의 단위서비스가 시스템으로서 구현되는 개념을 구체화하는 서비스시나리오를 작성

- 서비스시나리오 작성을 위해 전개항목을 ①서비스 이용주체, ②서비스이용 목적/내용, ③서비스 이용시점, ④서비스 이용장소, ⑤서비스 이용행위/수단 등 5가지로 분류

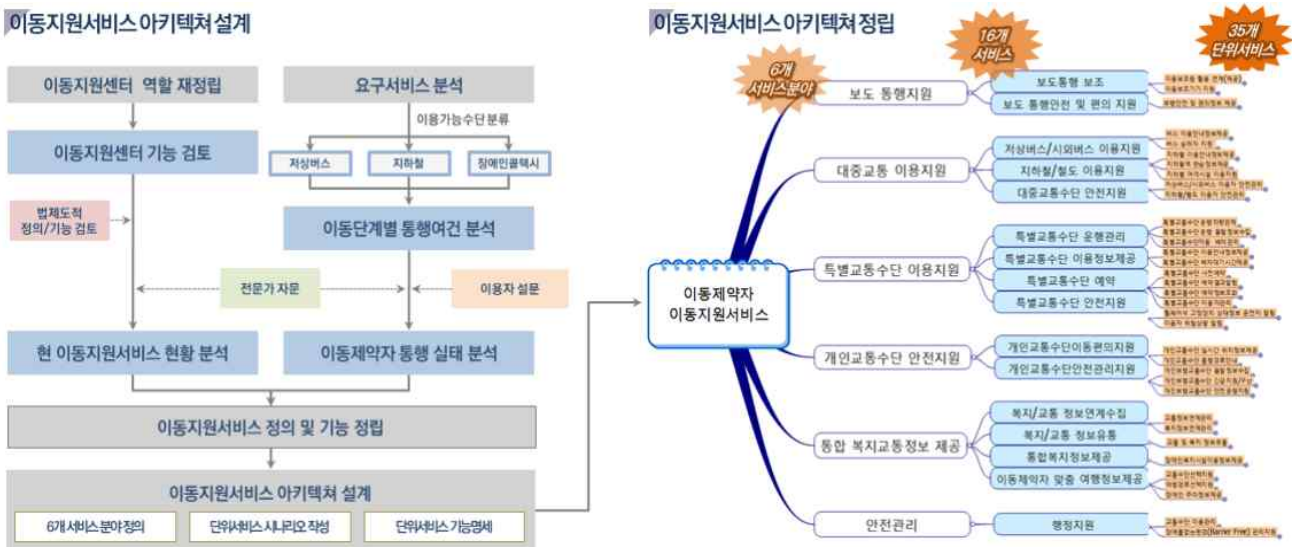
[표. 40] 이용자 서비스시나리오 작성양식

항 목 / 서비스		서비스 이용주체	서비스이용 목적/내용	서비스 이용시점	서비스 이용장소	서비스이용 행위/수단
중분류 서비스	단위 서비스1					
	단위 서비스2					
	단위 서비스3					
	. . .					

- 상세화 수준의 일관성을 확보하고 공통의 구성요소 도출이 가능하도록 ② 서비스이용 목적/내용을 제외한 각 시나리오 항목에 대하여 작성 내용을 규격화

○ 단위서비스별 정의와 기능명세 작성

○ 최종적으로 6개 대표 서비스분야, 35개 단위서비스 형태의 서비스 아키텍쳐 개발



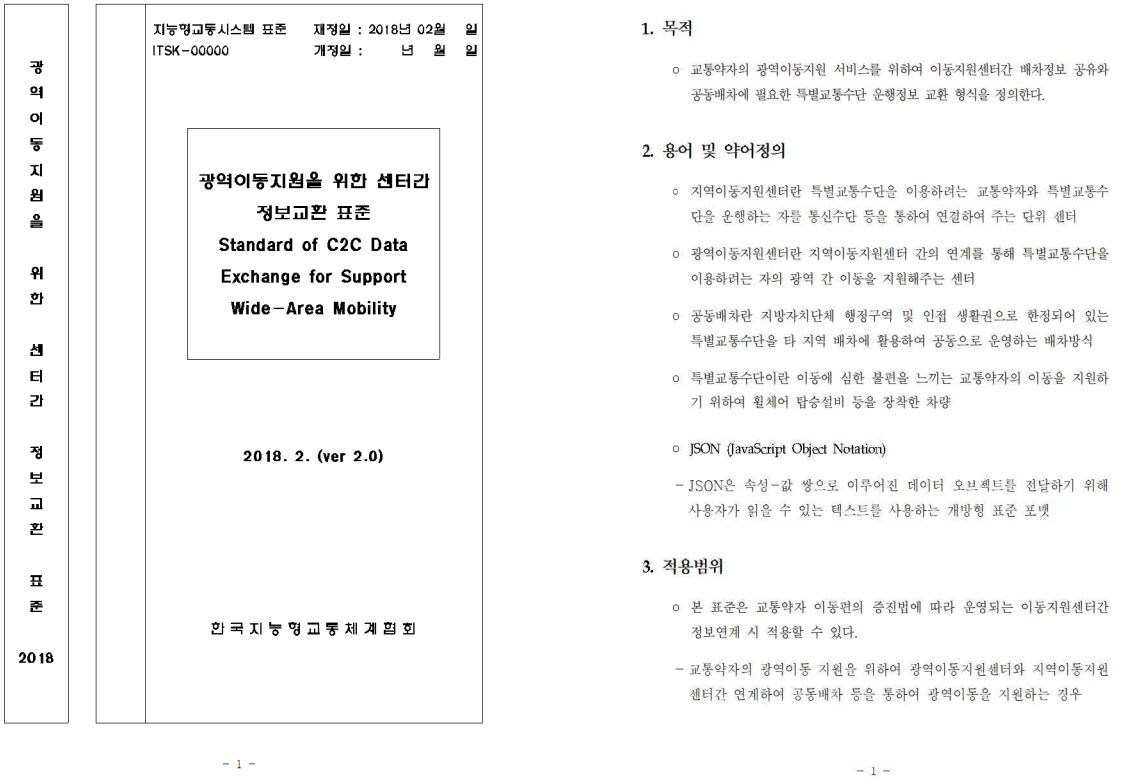
(그림. 134) 이동지원서비스 아키텍쳐 개발

(2) 광역이동지원서비스 데이터 정보교환 표준 개발

○ 시/군 지자체 경계를 벗어난, 광역이동지원서비스 제공을 위하여 센터간 교환 요구정보를 정의하고, 해당 정보의 교환 표준을 개발

○ 정보교환 표준은 기본정보의 구성과 연계체계, 정보의 분류 및 항목구성, 통신 프로토콜로 정의

- (적용범위) 교통약자의 광역이동 지원을 위하여 광역이동지원센터와 지역이동지원센터간 연계하여 공동배차 등을 통하여 광역이동을 지원하는 경우
- (기본정보 구성) 이동지원센터간 특별교통수단의 배차 ,정보 및 차량의 관제정보를 교환하는 정보형식, 이동지원센터(지역, 광역, 국가)간 역할과 기능, 센터간 상호 교환 정보 등을 정의
- (기본정보 목록 및 항목) 배차가능 차량정보의 조회, 배차요청, 배차취소 요청, 위치정보 관제
- (통신프로토콜) 정보연계 방식은 웹서비스 인터페이스 기반인 REST API 방식을 사용하며, 정보의 형식으로는 JSON 방식의 준용을 권고



광역이동지원을 위한 센터간 정보교환 표준 2018

지능형교통시스템 표준 ITSK-00000 제정일 : 2018년 02월 일 개정일 : 년 월 일

광역이동지원을 위한 센터간 정보교환 표준
Standard of C2C Data Exchange for Support Wide-Area Mobility

2018. 2. (ver 2.0)

한국지능형교통체계협회

- 1 -

1. 목적

○ 교통약자의 광역이동지원 서비스를 위하여 이동지원센터간 배차정보 공유와 공동배차에 필요한 특별교통수단 운행정보 교환 형식을 정의한다.

2. 용어 및 약어정의

○ 지역이동지원센터란 특별교통수단을 이용하려는 교통약자와 특별교통수단을 운행하는 자를 통신수단 등을 통하여 연결하여 주는 단위 센터

○ 광역이동지원센터란 지역이동지원센터 간의 연계를 통해 특별교통수단을 이용하려는 자의 광역 간 이동을 지원해주는 센터

○ 공동배차란 지방자치단체 행정구역 및 인접 생활권으로 한정되어 있는 특별교통수단을 타 지역 배차에 활용하여 공동으로 운영하는 배차방식

○ 특별교통수단이란 이동에 심한 불편을 느끼는 교통약자의 이동을 지원하기 위하여 휠체어 탑승설비 등을 장착한 차량

○ JSON (JavaScript Object Notation)

- JSON은 속성-값 쌍으로 이루어진 데이터 오브젝트를 전달하기 위해 사용자가 읽을 수 있는 텍스트를 사용하는 개방형 표준 포맷

3. 적용범위

○ 본 표준은 교통약자 이동편의 증진법에 따라 운영되는 이동지원센터간 정보연계 시 적용할 수 있다.

- 교통약자의 광역이동 지원을 위하여 광역이동지원센터와 지역이동지원센터간 연계하여 공동배차 등을 통하여 광역이동을 지원하는 경우

- 1 -

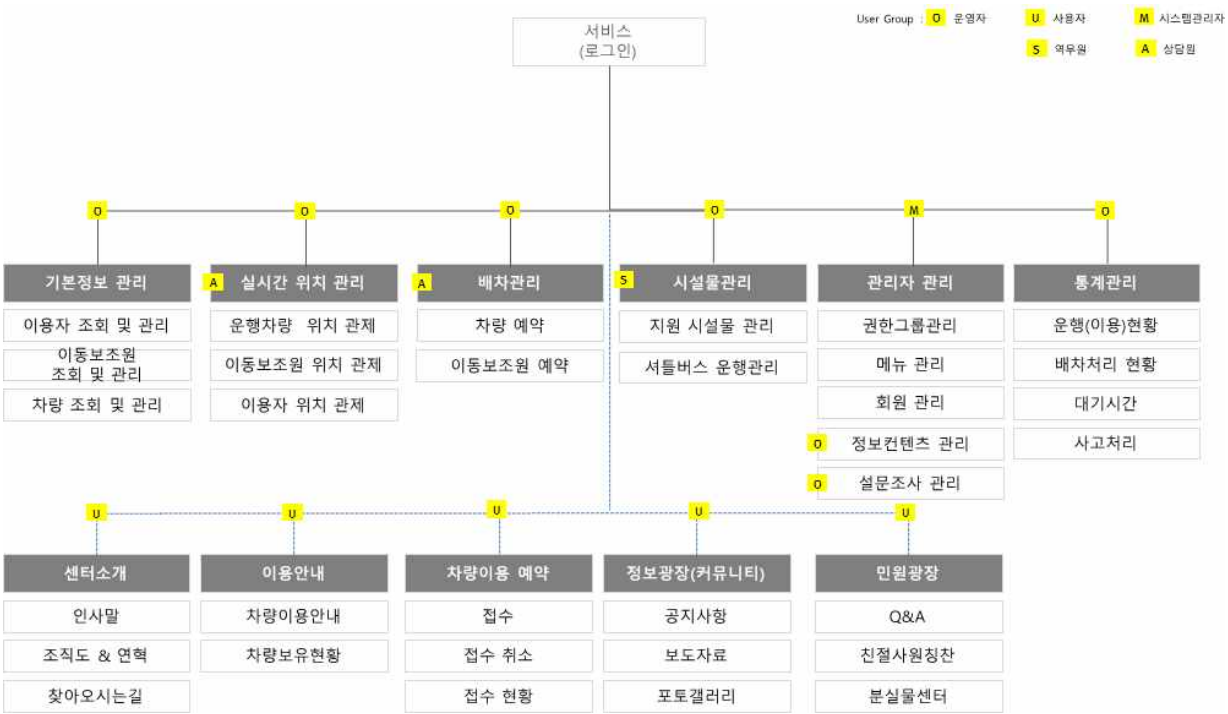
(그림. 135) 광역이동지원을 위한 센터간 정보교환 표준

○ ITSK 단체표준 제정 건의 완료

(3) 휠체어 안전고정 및 이동지원센터플랫폼 운영을 위한 매뉴얼/교육자료 개발

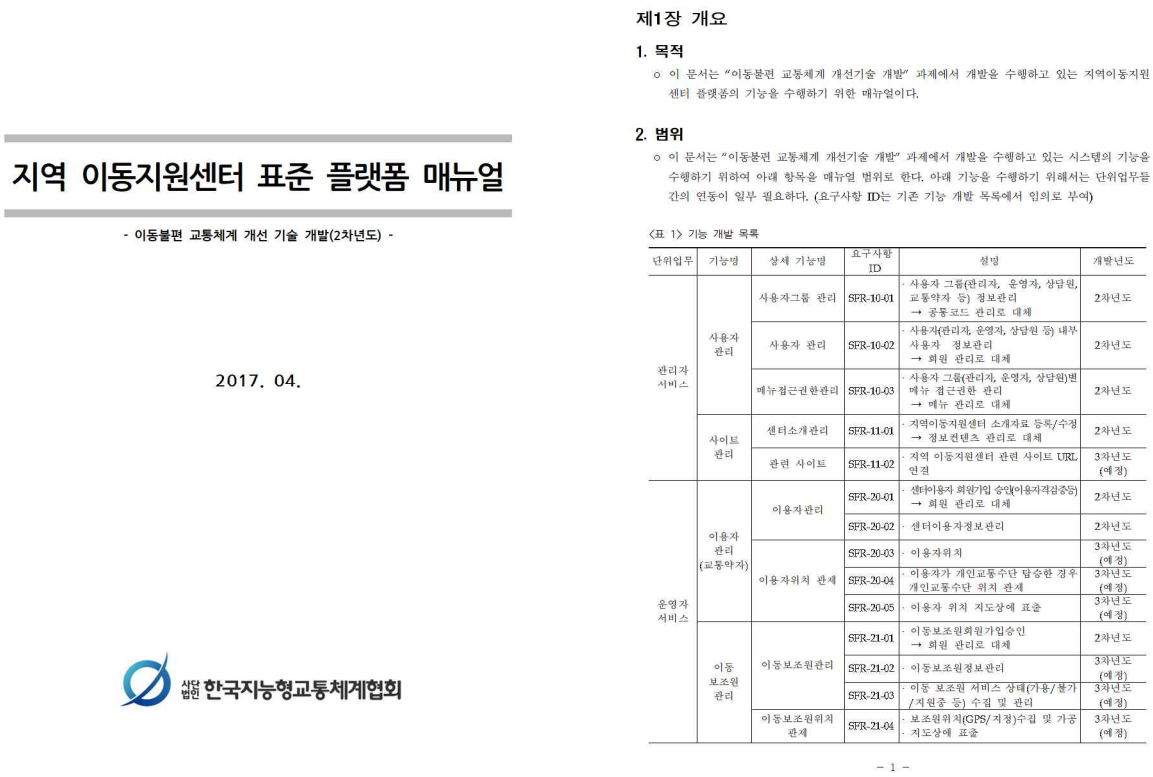
(가) 이동지원센터 매뉴얼

○ 이동지원센터 플랫폼을 활용한 특별교통수단의 운영, 이용자 신청 접수, 차량배차, 운행관리, 사용자 관리 등 개발 기능을 수행하기 위한 매뉴얼 개발



(그림. 136) 센터플랫폼 메뉴 구성도

○ 이동지원센터 플랫폼 사이트맵 분류, 운영자와 이용자, 시스템관리자 별로 분류하여 플랫폼 내 상세기능 등을 플랫폼 웹 캡쳐하면과 함께 기술



지역 이동지원센터 표준 플랫폼 매뉴얼

- 이동불편 교통체계 개선 기술 개발(2차년도) -

2017. 04.

사단법인 한국지능형교통체계협회

제1장 개요

1. 목적

○ 이 문서는 "이동불편 교통체계 개선기술 개발" 과제에서 개발을 수행하고 있는 지역이동지원센터 플랫폼의 기능을 수행하기 위한 매뉴얼이다.

2. 범위

○ 이 문서는 "이동불편 교통체계 개선기술 개발" 과제에서 개발을 수행하고 있는 시스템의 기능을 수행하기 위하여 아래 항목을 매뉴얼 범위로 한다. 아래 기능을 수행하기 위해서는 단위업무들 간의 연동이 일부 필요하다. (요구사항 ID는 기존 기능 개발 목록에서 임의로 부여)

<표 1> 기능 개발 목록

단위업무	기능명	상세 기능명	요구사항 ID	설명	개발년도
관리자 서비스	사용자 관리	사용자그룹 관리	SFR-10-01	· 사용자 그룹(관리자, 운영자, 상담원, 교통약자 등) 정보관리 → 공통코드 관리로 대체	2차년도
		사용자 관리	SFR-10-02	· 사용자(관리자, 운영자, 상담원 등) 내부 사용자 정보관리 → 회원 관리로 대체	2차년도
		메뉴접근권한관리	SFR-10-03	· 사용자 그룹(관리자, 운영자, 상담원)별 메뉴 접근권한 관리 → 메뉴 관리로 대체	2차년도
	사이트 관리	센터소개관리	SFR-11-01	· 지역이동지원센터 소개자료 등록/수정 → 정보컨텐츠 관리로 대체	2차년도
		관련 사이트	SFR-11-02	· 지역 이동지원센터 관련 사이트 URL 연결	3차년도 (예정)
운영자 서비스	이용자 관리 (교통약자)	이용자관리	SFR-20-01	· 센터이용자 회원가입 승인(이용자격검증) → 회원 관리로 대체	2차년도
			SFR-20-02	· 센터이용자정보관리	2차년도
		이용자위치 관제	SFR-20-03	· 이용자위치	3차년도 (예정)
			SFR-20-04	· 이용자가 개인교통수단 탑승한 경우 개인교통수단 위치 관제	3차년도 (예정)
			SFR-20-05	· 이용자 위치 지도상에 표출	3차년도 (예정)
	이동 보조원 관리	이동보조원관리	SFR-21-01	· 이동보조원회원가입승인 → 회원 관리로 대체	2차년도
			SFR-21-02	· 이동보조원정보관리	3차년도 (예정)
			SFR-21-03	· 이동 보조원 서비스 상태(가용/불가/지원중 등) 수집 및 관리	3차년도 (예정)
		이동보조원위치 관제	SFR-21-04	· 보조원위치(GPS/지정)수집 및 가공 · 지도상에 표출	3차년도 (예정)

- 1 -

(그림. 137) 이동지원센터 운영 매뉴얼

(나) 휠체어 안전/편의 장치 운용 매뉴얼 및 교육자료

□ □ 운용 매뉴얼

○ 본 매뉴얼은 저상버스 휠체어 고정장치, 특별교통수단 휠체어 고정장치, 장착형 안전고정모듈 및 고정상태 알림장치의 올바른 운용을 위하여 매뉴얼을 개발

○ 개발 장치 운용성 증진을 위한 매뉴얼을 개발하기에 앞서, 장치 운용 단계 구분을 위한 절차와 단계별 유의사항 및 부가 정보 등을 사전 정의

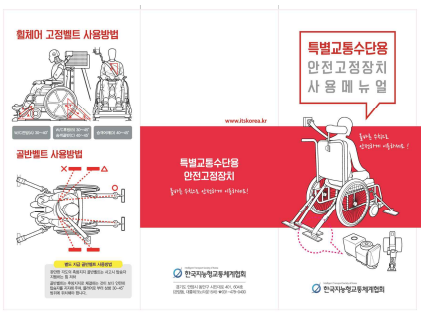
[표. 41] 운용 매뉴얼 구성내용

구분		절차	유의사항	부가안내	비고
저상버스 안전고정 장치	저상버스 승차 시	① 휠체어 진입 ② 중심표시선 위치 ③ 휠체어 고정(후진) ④ 고정장치 체결 ⑤ 휠체어 브레이크 작동	-	-	-
	저상버스 하차 시	① 휠체어 브레이크 해제 ② 고정장치 해제 ③ 휠체어 이동 및 하차	-	- 이용자 알림장치 해제버튼 활용	-
	이용자 알림장치	-	- 버스 주행 중 장치해제 표시등 점멸 시 운전자 도움 요청	- 휠체어 체결 상태별 표시등 안내	-
	기타	-	-	- 저상버스 휠체어적에 대한 구성과 장치 설명(레이아웃)	
특별교통수단 안전고정 장치	저상버스 승차 시	① 휠체어 브레이크 작동 ② 차량 레일에 고정장치 체결 ③ 고정장치 고정고리로 휠체어 체결 ④ 고정벨트 장력증가	- 휠체어 고정벨트를 느슨하지 않도록 체결	- 안전고정장치 체결 방법 안내	-

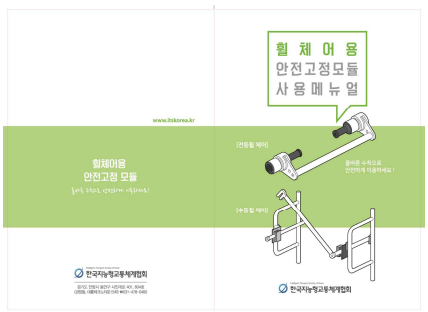
구분		절차	유의사항	부가안내	비고
	저상버스 하차 시	① 3점 벨트 착용 ② 안전바 높이 및 각도 조절 ③ 벨트의 체결상태 확인	-	-	-
	이용자 알림장치	① 3점벨트 해제 ② 고정장치 적색버튼 눌러 고리 해제 ③ 휠체어 안전고정장치 분리 ④ 안전고정장치 분리방법 안내	-	-	-
	기타	-	-	- 휠체어 고정벨트의 올바른 사용방법 - 골반벨트 사용 유의사항	
휠체어 안전고정 모듈	전동휠체어 안전고정모듈 이용방법	① 휠체어 모듈의 볼트를 느슨하게 품 ② 모듈의 높이를 지면에서 11cm 높이에 오도록 조정 ③ 모듈의 볼트를 조여 모듈 바가 움직이지 않도록 고정	-	-	-
	수동휠체어 안전고정모듈 이용방법	① 모듈의 높이를 지면에서 25dm 높이로 조정 ② 손잡이를 우측으로 돌려 조여줌	-	- 수동휠체어를 적어야 하는 경우, 모듈 손잡이를 풀어 모듈 바를 휠체어 접이방향으로 이동	-
	기타	-	-	-	



(저상버스 고정장치 매뉴얼)



(특별교통수단 고정장치 매뉴얼)



(장착형 안전고정모듈 매뉴얼)

(그림. 138) 휠체어 안전고정 및 편의 장치 운용 매뉴얼

□ □ 운용 교육자료

○ 차내 휠체어 이용자의 안전을 보장할 수 있는 장치의 올바른 사용방법과 절차 등을 발표용 교육자료와 동영상으로 제작

- 안전 및 편의장치의 운용 필요성과 전체 구성 등을 소개
- 장치 종류별 운용절차, 순서와 유의사항을 기술하였으며, 절차의 이해를 돕기 위한 동영상 자료를 별도 제작



(안전 및 편의장치 정의/설명)



(올바른 사용방법 기술)



(장치운용 동영상 제작)

(그림. 139) 차내 안전 및 편의 장치 운용 교육자료

사. 휠체어 안전고정 및 편의 기술 사용성 평가 및 Test-bed 구축/운용

(1) 단위시험 사용성 평가 방법론 개발

○ 기존 연구 및 표준 동향 조사를 통해 사용성 평가 지표를 조사

- ISO 국제표준규격의 사용성 평가 지표 및 관련 연구의 사용성 평가 방법 조사
- 장애인용 서비스 사용성 평가 사례 조사 및 분석
- KS에서 제시하는 사용성 평가 방법 조사

[표. 42] 사용성 평가 지표

구분	평가 지표
교통수단용 휠체어 안전고정장치 및 휠체어 구속장치	효율성, 유효성, 만족도, 학습의 용이성, 직관성, 오류의 최소화, 학습설계, 콘텐츠,조작성, 이해성, 제어성, 적합성, 명확성, 인식성, 기억의 용이성, 직접성, 단순성, 민감성, 실수의 빈도, 안전성, 보수 세정성, 표시의 명확성, 용어 및 그림 기호 이해도, 조작부의 위치, 조작 요소의 배열, 조작 요소의 유용성, 절차의 이해도 적절한 반응, 경고 목적을 위한 소리의 이해도, 촉각의 유용성, 오조작에 대한 대책 및 방지, 취급의 용이성, 기능성, 신뢰성, 사용성, 유지보수성, 배치, 조명, 색상, 폰트 크기, 논리적 프로세스, 내구성(설문자 추천)
고정상태 모니터링/알람 및 운용 기술	효율성, 유효성, 만족도, 학습의 용이성, 직관성, 오류의 최소화, 학습설계, 콘텐츠, 조작성, 이해성, 제어성, 적합성, 명확성, 인식성, 기억의 용이성, 피드백, 직접성, 단순성, 민감성, 실수의 빈도, 안전성, 보수 세정성, 표시의 명확성, 용어 및 그림 기호 이해도, 조작부의 위치, 조작 요소의 배열, 작 요소의 유용성, 절차의 이해도, 적절한 반응, 경 목적을 위한 소리의 이해도, 오조작에 대한 대책 및 방지, 취급의 용이성, 기능성, 신뢰성, 사용성, 유지보수성, 이식성, 위치, 배치, 조명, 색상, 폰트 크기, 논리적 프로세스, 전기 및 기능적 안전성(설문자 추천), 내구성(설문자 추천)
이동지원센터 운전자/이용자 앱	효율성, 유효성, 만족도, 학습의 용이성, 직관성, 오류의 최소화, 학습설계, 콘텐츠심미성, 조작성, 이해성, 제어성, 적합성, 명확성, 인식성, 기억의 용이성, 피드백, 직접성, 단순성, 민감성, 실수의 빈도, 표시의 명확성, 용어 및 그림 기호 이해도, 조작부의 위치, 조작 요소의 배열, 조작 요소의 유용성, 절차의 이해도, 적절한 반응, 경고 목적을 위한 소리의 이해도, 촉각의 유용성, 오조작에 대한 대책 및 방지, 취급의 용이성, 기능성, 신뢰성, 사용성, 유지보수성, 이식성, 위치, 색상, 폰트 크기, 논리적 프로세스

○ 평가 방법 선정 시 고려요소 도출

- 사전 조사한 사용성 평가 지표 대상 관련 전문가 30명을 대상으로 설문 조사 수행
- 각 이동지원 시스템별 필요 지표 및 불필요 지표 도출



(그림. 140) 단위시험 평가 방법론 수립

○ 단위시험 평가 방법론 수립

- 각 이동지원 시스템 별 도출된 사용성 평가 지표를 활용한 단위시험 평가 방법론 수립
- 휠체어 이용자, 운영자, 운전자로 구분하여 평가 대상자 선정
- 사용성 평가를 위한 세부 문항 개발
- 단위평가((주)이지무브 시뮬레이터, ㈜하나텍시스템 테스트차량) 및 Test-Bed(안양시, 평창패럴림픽) 평가로 나누어 사용성 평가를 진행



(그림. 141) 사용성 평가 계획 프로세스

(2) 시뮬레이터 기반 Lab 환경 시험환경 구축 및 단위시험 사용성 평가

○ 휠체어 이용자가 저상버스와 장애인콜택시에 탑승하여 이동할 때, 휠체어의 견고한 고정과 더불어 사고 발생 시 이용자의 안전을 제고하기 위한 목적으로 개발된 이동편의 증진기술 성과물의 평가를 위해 사용성 평가를 실시

○ 평가대상/개발기관

- 휠체어 고정 및 이용자 구속장치 / ㈜이지무브
- 휠체어 장착형 안전고정 모듈 / ㈜이지무브
- 휠체어 고정상태 정보표출을 위한 이용자 알림장치 / ㈜하나텍시스템
- 특별교통수단 서비스 이용자 단말장치 / 네이버시스템㈜

○ 평가는 척수질환(선천성/후천성)이나 사고 등으로 인해 수동/전동 보행보조차*에 의존하여 생활하는 휠체어 이용자 총 98명

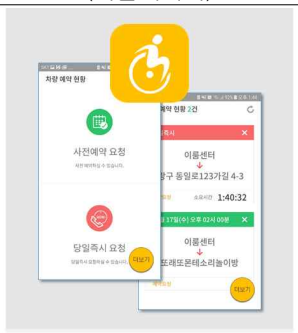
○ 사용성 평가는 휠체어 안전 및 편의 장치를 모두 장착한 시뮬레이터를 활용하며, 평가자는 시뮬레이터에 탑승하여 개발 장치/기술을 체험하고, 아래 평가항목에 대한 체험결과를 1:1 설문 형태로 답변을 진행

[표. 43] 단위시험 사용성 평가 항목

구 분	안전성 (고정상태 등)	이용 편의성	조작 용이성	시인성 /직관성	종합 만족도
저상버스 고정장치	O	O	-	-	O
휠체어 안전고정 모듈	O	O	-	-	O
특별교통수단 고정장치	O	-	-	-	O
특별교통수단 구속장치					
이용자 알림장치	-	O	O	O	O
이용자 단말(앱)	-	O	O	O	O
Lab 시뮬레이터 총괄	-	-	-	-	O

○ 단위시험 사용성평가 시뮬레이터 및 단말(앱)

[표. 44] 개별 시뮬레이터 및 단말(앱) 평가 방법

 (시뮬레이터)	• 좌측 사진과 같이 마련된 시뮬레이터에 휠체어와 함께 탑승 • 시뮬레이터는 차량의 급가속, 급정거, 급회전 상황을 묘사 • 휠체어 고정장치, 구속장치, 모니터링 장치 등을 직접 체험하며 개발 기술(장치)에 대한 평가를 실시
 (이용자 단말맵)	• 이용자 앱(App)이 설치된 태블릿 장치 구비 • 서비스 회원가입부터 특별교통수단(장애인콜택시) 신청/예약, 조회 등 필수 기능을 시나리오에 따라 이용/체험 • 시나리오 이외 메뉴들을 이용자가 직접 조작하며 평가를 실시

○ 여의도 이룸센터에서 3일간 단위시험 사용성 평가를 실시하였으며, 3개 장애인단체(척수장애인협회, 뇌병변장애인협회, 지체장애인협회)에서 총 93명 참석



(평가장 전경)



(모션시뮬레이터 체험)

(그림. 142) 단위시험 사용성평가

○ 평가결과, 안전 및 편의 장치가 실사용자의 사용성을 반영하여 개발되었다는 답변이 전체 89%에 해당했으며, 단위기술에 대한 사용성 평가 만족도는 100점 만점의 85.2점으로 조사됨

(3) 실차량 기반 시험환경 구축 및 운영

○ 휠체어 이용자의 안전을 위한 안전고정장치와 고정상태 검지 및 상태정보 알림/연계를 위한 알림장치 등 안전 및 편의 기술(장치) 체험과 개발성과 홍보활동을 위하여 실차량 시험환경을 구축

- 실차량은 특별교통수단으로 가장 많이 사용되는 카니발 차량과 다인승 승차가 가능한 쏠라티 차량 총 2대를 대상으로 구축
- 3차년도 연구개발 성과물(휠체어 고정장치, 탑승객 구속장치, 헤드앤백레스트, 휠체어 고정상태 모니터링장치, 이용자 알림장치 등)을 모두 포함



(기아 카니발(휠체어석 1석))



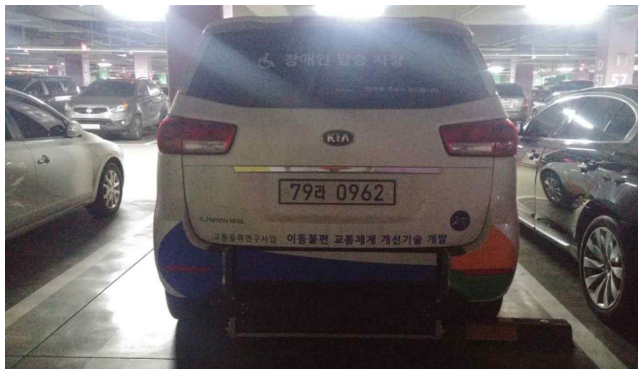
(현대 쏠라티(휠체어석 4석))

(그림. 143) 시험운영 차량 제작

○ 시험운영 차량은 사업 및 과제정보 포함 차량 랩핑(Car Wrapping) 실시

- 국토교통부, 국토교통과학기술진흥원, 연구단 주관기관 로고 추가
- 사업명, 과제명, 시험운영차량 표기, 장애인탑승차량 알림 문구 삽입





기아 카니발 랩필





현대 쏠라티 랩핑

(그림. 144) 시험운영 차량 랩핑

○ 실차량 기반 시험운영을 위하여 평창패럴림픽 행사에 제작 시험운영 차량을 투입, 실사용자 대상으로 운영을 실시

- (지원행사) 2018 평창 동계패럴림픽 국제컨퍼런스
- (지원기간) 2018. 3. 7(수) ~ 2018. 3. 10
- (지원내용) 시험운영 차량 2대 투입, 행사 참가자 수송 및 안전 및 편의장치 운용

○ ‘18. 03. 07 ~ 10, 3박 4일간 공식적 행사 참여를 위해 총 4회 운행하였으며, 시험운영 차량 탑승 총 인원은 16명

- 서울(마로니에) → 속초(롯데리조트) → 평창(개막식장) → 속초(롯데리조트) → 서울(마로니에 공원)



(그림. 145) 시험운영 운영

○ 휠체어 고정장치, 이용자 알림장치 등 안전/편의 장치에 대한 탑승자 의견은 대체적으로 만족한다는 의견이 많았으며, 특히, 최대 4인까지 승차할 수 있는 쏠라티 차량에 대한 관심이 매우 높았음

- 운전자의 경우, 행사 주최측에서 투입한 자로서, 기존 특별교통수단(장애인콜택시) 운행경험이 없어, 기존 고정장치 대비 비교 의견을 받아볼 수 는 없었으나, 탑승자 휠체어 고정이나 구속벨트 체결에 큰 어려움이 없다는 의견을 보임



(그림. 146) 시험운영 참여 행사

(4) 복합 Test-bed 실도로 시험환경 구축 및 운영

(가) 테스트베드 구축 개요

○ 국가연구개발사업 추진을 통하여 아래 세 가지 핵심기술을 개발하고 있으며, 시제품 단계의 연구개발이 진행되고 있음에 따라 각 개발기술에 대한 기능 및 성능 검증이 요구

○ 개발 기술을 모두 적용한 실도로 환경의 이용자 채험형 복합 Test-bed를 구축하고, 교통수단 이용을 위한 사전 예약과 차량 이용, 수단 종료 시까지의 만족도와 안정성, 편의성 등을 복합적으로 평가

- 기능적으로 낙후된 이동지원센터 센터시스템의 기능 고도화와 광역이동지원서비스 제공을 위한 이동지원센터 표준플랫폼은 운영자를 대상으로 그 기능의 효용성을 평가하고, 표준플랫폼 도입에 따른 이용자 만족도 제고율도 함께 평가

○ **(공간적 범위)** 이용자의 교통수단 예약, 이용 종료 시까지 만족도와 편의성을 평가하기 위한 것으로 실제 특별교통수단을 도입 및 운영하고 있는 지자체에 직접 구축

○ **(구축내용)**

- 특별교통수단 휠체어 안전고정기술 도입
- 휠체어 고정상태 모니터링 장치 도입
- 클라우드 서비스 기반 이동지원센터 표준플랫폼 구축
- 표준플랫폼 운용을 통한 광역이동지원 체계 구축

○ **(테스트베드 평가 사항/조건)**

- 안전·편의 개발 기술 운용 및 검증

: 이용자와 운전자를 대상으로 경험적 만족도와 체감성능, 편의성 등을 인터뷰 형태로 물어보고 그 답변/견해 등을 취합하여야 하기에, 실제 불특정 다수의 휠체어 이용자가 휠체어 고정장치와 이용자 알림장치를 직접 이용하고, 운전자가 개발 장치를 직접 운용할 수 있는 환경

- 표준플랫폼 기본기능 점검

: 표준플랫폼의 기본 기능과 확장 기능을 모두 운용할 수 있어야 하며, 기존 센터시스템 대비 성능을 비교/검증하여야 하기에 지자체 이동지원센터 내 표준플랫폼 시스템을 구축, 표준플랫폼에서의 차량관리, 운행정보 수집, 배차지령 하달, 안전/편의 개발장치 운용상태 확인 등을 위하여 기존 지자체 특별교통수단 차량에 본 연구에서 개발한 운전자단말을 설치

- 광역이동지원서비스 시행 및 평가

: 이동지원센터 표준플랫폼을 개발하는 목적 중 이용자의 광역이동을 지원할 수 있는 시스템 기반 마련이 주요 목적 중 하나로써, 지자체간 경계를 허물고 차량의 공동배차와 광역이동지원을 위한 개발 기능의 운용과 평가가 반드시 수반

(나) 테스트베드 구축 방향

○ **(복수지자체 선정)** 이용자의 광역이동는 단일 지자체를 넘는 지역 간 통행을 의미하며, 이에 지자체간 상호 인접함과 동시에 동일한 생활권을 공유함에 따라 광역이동수요가 항시 존재하는 복수의 지자체를 테스트베드로 선정

○ **(센터시스템 구축)** 표준플랫폼을 운영하고, 그 기능과 성능을 검증하기 위해 기존 이동지원센터 내 표준플랫폼 센터시스템을 구축하여야 하며, 이를 위해 전기/통신 등 시스템 인프라를 구축하고, 특별교통수단 운용 관련 센터정보의 실시간 연계가 요구

○ **(기존 특별교통수단 현장시스템 설치 및 시험차량 도입)** 지자체 특별교통수단 차량에는 콜단말, 네비게이션, 요금 결제를 위한 택시미터기 등 차내 단말장치가 설치되어 있으나, 이는 표준플랫폼과의 통신 및 정보 송·수신이 불가하므로 별도 장치가 설치되어야 하며, 휠체어 고정장치 및 모니터링 장치 운영을 위해 해당 기술이 적용된 시험운영 차량을 투입하고, 지자체 특별교통수단 차량과의 동시 운행이 요구



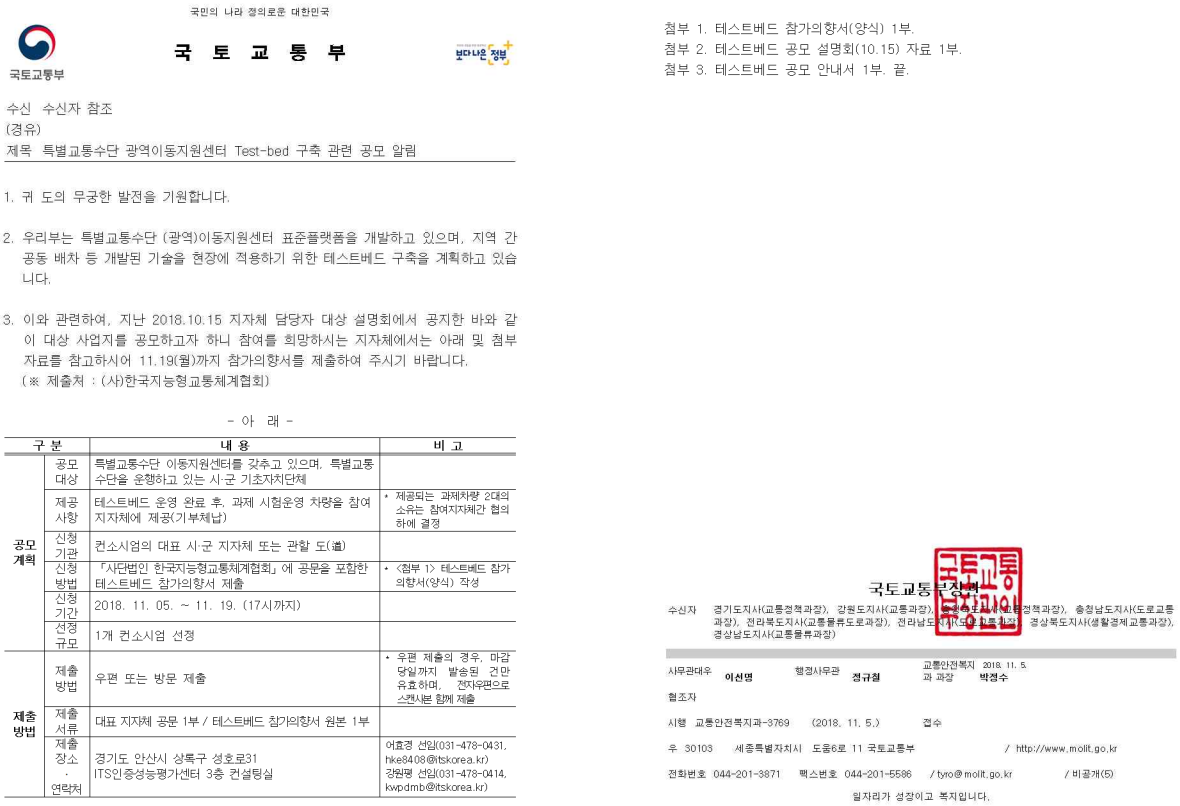
(그림. 147) 테스트베드 구축 방향

(다) 테스트베드 구축

□ □ 테스트베드 유치 공모/선정

○ 국토교통부(교통안전복지과) 협조 하에, 전국 시/군 지자체에 특별교통수단 광역이동지원센터 Test-bed 구축 공모를 실시

- (공모대상) 특별교통수단을 운영하고 있는 기초자치단체
- (신청대상) 2곳 이상 인접한 지자체 컨소시엄 구성 및 공문 신청(신청서 제출)



국민의 나라 정의로운 대한민국

국토교통부

국 토 교 통 부

보다나은 정부

수신 수신자 참조
(경유)
제목 특별교통수단 광역이동지원센터 Test-bed 구축 관련 공모 알림

1. 귀 도의 무궁한 발전을 기원합니다.

2. 우리부는 특별교통수단 (광역)이동지원센터 표준플랫폼을 개발하고 있으며, 지역 간 공동 배차 등 개발된 기술을 현장에 적용하기 위한 테스트베드 구축을 계획하고 있습니다.

3. 이와 관련하여, 지난 2018.10.15 지자체 담당자 대상 설명회에서 공지한 바와 같이 대상 사업지를 공모하고자 하니 참여를 희망하시는 지자체에서는 아래 및 첨부 자료를 참고하시어 11.19(월)까지 참가의향서를 제출하여 주시기 바랍니다.
(※ 제출처 : (사)한국지능형교통체계협회)

- 아 래 -

구 분		내 용	비 고
공모 계획	공모 대상	특별교통수단 이동지원센터를 갖추고 있으며, 특별교통수단을 운행하고 있는 시·군 기초자치단체	
	제공 사항	테스트베드 운영 완료 후, 과제 시험운영 차량을 참여 지자체에 제공(기부채납)	* 제공되는 과제차량 2대의 소유는 참여지자체간 협의하에 결정
	신청 기관	컨소시엄의 대표 시·군 지자체 또는 관할 도(道)	
	신청 방법	「사단법인 한국지능형교통체계협회」에 공문을 포함한 테스트베드 참가의향서 제출	* <첨부 1> 테스트베드 참가의향서(양식) 작성
	신청 기간	2018. 11. 05. ~ 11. 19. (17시까지)	
	선정 규모	1개 컨소시엄 선정	
제출 방법	제출 방법	우편 또는 방문 제출	* 우편 제출의 경우, 마감일 당일까지 발송된 건만 유효하며, 전자우편으로 스캔사본 함께 제출
	제출 서류	대표 지자체 공문 1부 / 테스트베드 참가의향서 원본 1부	
	제출 장소 · 연락처	경기도 안산시 상록구 성호로31 ITS인증성능평가센터 3층 컨설팅실	여효경 선임(031-478-0431, hke8408@itskorea.kr) 강원평 선임(031-478-0414, kwpdmb@itskorea.kr)

첨부 1. 테스트베드 참가의향서(양식) 1부.
첨부 2. 테스트베드 공모 설명회(10.15) 자료 1부.
첨부 3. 테스트베드 공모 안내서 1부. 끝.

국토교통부장관

수신자 경기도지사(교통과장), 강원도지사(교통과장), [illegible]정책과장), 충청남도지사(도로교통과장), 전라북도지사(교통물류도로과장), 전라남도지사(도로교통과장), 경상북도지사(생활경제교통과장), 경상남도지사(교통물류과장)

사무관대우	이선명	행정사무관	정규철	교통안전복지과 과장	2018. 11. 5. 박정수

협조자

시행 교통안전복지과-3769 (2018. 11. 5.) 접수

우 30103 세종특별자치시 도움6로 11 국토교통부 / http://www.molit.go.kr

전화번호 044-201-3871 팩스번호 044-201-5586 / tyro@molit.go.kr / 비공개(5)

일자리가 성장이고 복지입니다.

(그림. 148) 테스트베드 유치기관 공모

○ 공모결과, 전라북도 전주-완주 컨소시엄이 유치기관으로 선정

○ 테스트베드 유치기관 선정 후, 테스트베드 구축 및 운영 방안 협의를 위하여 국토교통부, 전북도청, 전주시-완주군, 연구진 포함 전체 회의 실시

○ 전주시-완주군과 지속 협의를 거쳐 테스트베드 구축 추진





(그림. 149) 시험운영 참여 행사

□ □ 테스트베드 구축/시험운영 준비

○ **(센터시스템 구축)**

- 표준플랫폼 센터 H/W, N/W 구축을 위한 전기/통신 인프라 설치
- 표준플랫폼 H/W, N/W 등 센터 설비 설치
- 표준플랫폼 Lab 환경 및 현장 기반 기능 점검



구분	제품사진	수량	비고
서버 (서비스)		1	전주전산실
서버 (DB)		1	전주전산실
KVM 모니터 일체형		1	전주전산실
운영단말		1	전주/완주

(그림. 150) 이동지원센터 표준플랫폼 센터시스템 구축

○ **(현장시스템 설치)**

- 운전자앱(App) 개발 및 운전자 단말기 설치 완료
- 운전자 단말기 활용 교육 및 상시 운용 매뉴얼 배포 완료





(그림. 151) 현장시스템(차량단말) 설치

○ **(기존 센터와 플랫폼 기능 연계)**

- 전주 이지콜 시스템 DB 분석 및 전주/완주 기존 등록이용자 정보 연계(시스템상 매핑)
- 이지콜센터-표준플랫폼간 실시간 배차현황 및 결과 정보, 상호 관제정보, 운행실적 등 통계 DB 연계

○ **(운영환경 구축)**

- 전주시, 완주군 내 운영단말 설치 및 운영 기능 정상 작동 점검
- 전주시 센터 내 상시 전화상담 및 운영 인력 배치
- 표준플랫폼 시험운영을 위한 대표번호 회선 개통
- 테스트베드 시험운영을 위한 이용자/운영자웹, 이용자/운전자 단말 활용, 전화상담 응대 등 업무 매뉴얼 작성 및 배포

○ **(과제 시험차량 투입)**

- 완주군(카니발)의 경우, 완주군 희망콜 택시미터기(카드단말기 통합형) 설치 및 인계 완료
- 전주시(쏠라티)의 경우, 현재 택시미터기(카드단말기 통합형) 설치 완료

(라) 테스트베드 운영계획 수립 및 운영

□ □ 1차 운영계획

○ **(완주군)** 시험운영 체험 참여자는 전주시와 같이 모집하되, 이동지원센터 플랫폼 기능을 전면 도입하여 운영

- 이용자 신청/접수 방법 : 대표전화, 플랫폼 홈페이지, 플랫폼 이용자앱
- 배차/센터 운영시스템 : 이동지원센터 표준플랫폼
- 운행차량 : 기존 완주군 콜택시 9대 + 과제 시험차량(카니발) 1대
- 운전자 단말 : 표준플랫폼 운전자단말(운전자앱)

○ **(전주시)** 시험운영 체험 참여자 모집, 참여자 대상으로 부분적 시험운영을 실시하고, 점차 운행차량과 플랫폼 기능(서비스)을 향후 확대하는 단계별 운영

[1단계] 시험운영 안정화 및 플랫폼 기본 기능 검증 단계

- 이용자 신청/접수 방법 : 플랫폼 홈페이지, 플랫폼 이용자앱(전화접수 제한)
- 배차/센터 운영시스템 : 이동지원센터 표준플랫폼
- 운행차량 : 과제 시험차량(쏠라티) 1대
- 운전자 단말 : 표준플랫폼 운전자단말(운전자앱)
- 특이사항 : ‘이지콜-표준플랫폼’ 예약/신청, 접수, 배차 기능 분리 운영

[2단계] 이동지원센터 플랫폼 기능(서비스) 확대 운영

- 이용자 신청/접수 방법 : 대표전화*, 플랫폼 홈페이지, 플랫폼 이용자앱

  * 예약/신청 및 배차를 위한 상담원 웹(Web)을 표준플랫폼으로 변경 도입 시 가능

- 배차/센터 운영시스템 : 이동지원센터 표준플랫폼
- 운행차량 : 이지콜 차량 OO대*, 과제 시험차량(쏠라티) 1대

  * 참여자 모집 규모 및 테스트베드 운영 결과 등을 검토하여 전주시와 협의 후 결정

- 운전자 단말 : 기존 이지콜 단말, 표준플랫폼 운전자단말(운전자앱)
- 특이사항 : ‘이지콜-표준플랫폼’ 예약/신청, 접수, 배차 기능 통합 운영

□ □ 2차 운영계획

○ 전주시의 경우 ‘19년 3월 이후 약 3개월간 1차 운영을 실시하였으나, 기존 이지콜 대표번호 전화접수 불가 및 별도 신청자 모집 절차 불편 등으로 인해 테스트베드 운영 실적이 저조

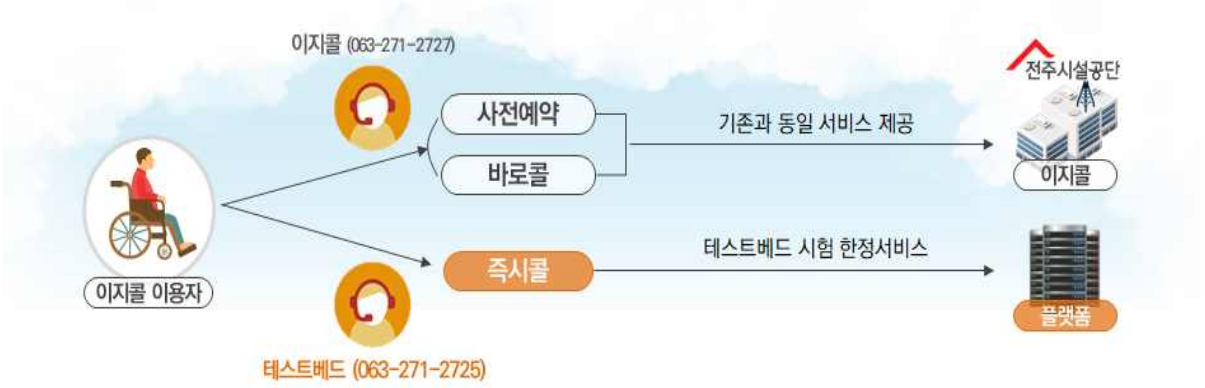
[표. 45] 테스트베드 1차 운영 실적

	접수건수				운행대수	취소건수	비고
	인터넷	모바일	전화	소계			
전주시	**1**	**0**	**0**	**1**	**1**	**0**	
완주군	0	37	1,111	1,148	1,078	64	일평균 22.3건
계	1	37	1,111	1,149	1,079	64	

○ 이에, 전주시의 경우, 별도 협의를 거쳐 즉시콜 서비스만을 플랫폼으로 시행하는 방안으로 변경

○ **(전주시)** 전주시 테스트베드의 경우, 기존 운영방식을 중단하고, 테스트베드 표준플랫폼을 활용한 즉시콜 서비스를 시행

- 이용자 신청/접수 방법 : 대표전화, 플랫폼 홈페이지, 플랫폼 이용자앱
- 배차/센터 운영시스템 : 이동지원센터 표준플랫폼
- 운행차량 : 기존 전주시 콜택시 3대 + 과제 시험차량(카니발) 1대
- 운전자 단말 : 운전자 개인 스마트폰 및 표준플랫폼 운전자단말(운전자앱)



(그림. 152) 전주시 2차 운영방안(즉시콜서비스)

(5) 이동편의 증진기술 개발 단위기술 효과 평가

○ 본 연구를 통해 개발된 휠체어 고정장치, 이용자 알림장치, 이동지원센터 표준플랫폼 등 이동편의 증진기술에 대한 효용성을 평가하고, 이를 개발기관으로 피드백 및 보완 기술(시제품) 개발에 활용하고자, 단위기술에 대한 실사용자 대상 효과평가를 실시

○ 평가대상/개발기관

- 이동지원센터 표준플랫폼 / 네이버시스템㈜

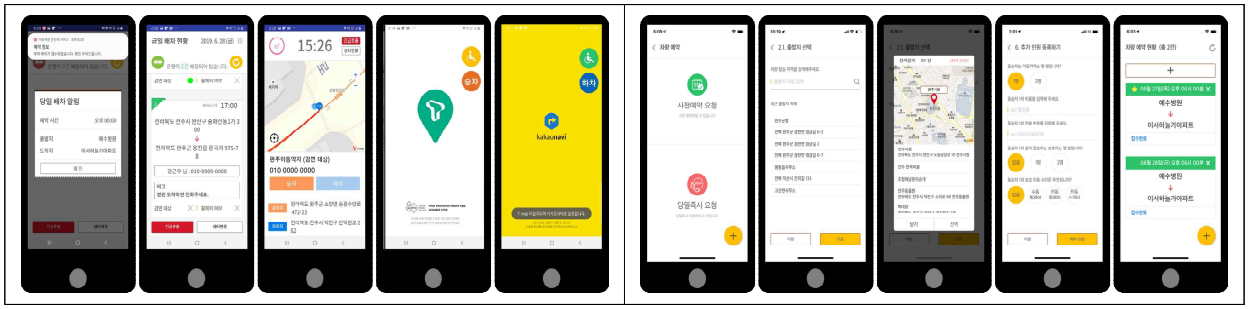
: 센터/차량 운영 플랫폼

: 특별교통수단 차량 운전자앱

: 특별교통수단 이용자 앱



(그림. 153) 센터/차량 운영 플랫폼



(그림. 154) 특별교통수단 운전자앱(좌) / 이용자앱(우)

- 특별교통수단 차내 안전장치 / ㈜이지무브

: 특별교통수단 휠체어 고정장치

: 특별교통수단 이용자 구속장치



(그림. 155) 특별교통수단 차내 안전장치

- 특별교통수단 휠체어 고정상태 모니터링 장치 / ㈜하나텍시스템

: 휠체어 고정상태 검지 및 이용자 알림장치



(그림. 156) <그림 147> 특별교통수단 휠체어 고정상태 모니터링 장치

○ 평가자는 테스트베드 시험운영에 참여 또는 참가한 실사용자 즉, 운영자, 운전자, 이용자를 평가자로 선정하였으며, 각 단위기술별 평가자를 다음과 같이 구분함

- 이동지원센터 플랫폼 평가 → 완주군 운영자*

  * 전주시의 경우, 완주군과 달리 이동지원센터 플랫폼을 전면 도입하지 않았으며, 테스트베드 시험운영을 위한 플랫폼의 운영을 참여기관 전담인력이 수행하였기에 평가에서 제외

- 특별교통수단 운전자앱 평가 → 전주시/완주군 운전자

- 특별교통수단 이용자앱 평가 → 완주군 이용자*

  * 전주시의 경우, 이용자 앱/웹 서비스 신청자가 없어 평가에서 제외

- 특별교통수단 휠체어 고정/구속 장치 → 전주시/완주군 운전자

- 특별교통수단 휠체어 고정상태 검지 및 알림장치 → 전주시/완주군 운전자

○ 단위기술 평가는 총 2차에 걸쳐 진행하였으며, 평가자가 같은 단위기술의 경우, 동일한 일정에

인터뷰 및 평가를 수행

- 1차 - 2019. 8. 28(목)

: 평가기술 : 특별교통수단 운전자앱, 휠체어 고정/구속장치, 고정상태 검지 및 알림장치

: 평가자 : 전주/완주 운전자

: 평가장소 : (전주) 이지콜 이지룸 회의실 / (완주) 이동지원센터 사무실

- 2차 - 2019. 8. 29(금)

: 평가기술 : 이동지원센터 플랫폼, 이용자앱

: 평가자 : 완주 운영자 / 완주 앱이용자

: 평가장소 : 완주이동지원센터 사무실

○ 이동지원센터 표준플랫폼 단위기술에 대한 세부기술 평가 항목과 각 항목별 인터뷰 문항을 설계하였으며, 그 내용은 다음과 같음

[표. 46] 이동지원센터 표준플랫폼 평가항목 및 인터뷰 문항

세부기술	평가항목	인터뷰 문항	비고
센터/차량 운영 플랫폼	개발기술 성능	· 플랫폼과 실 업무간 호환성 - 접수 업무 - 배차 업무 - 정산 업무 - 관리 업무 · 플랫폼의 운용 용이성	
	개발기술의 수정/보완 요소	· 세부 문항없이 자유롭게 인터뷰 진행	
	개발기술 도입 효과	· 예약/신청 접수 업무 편의성 · 배차 업무 편의성 · 차량 관리(관제) 기능 편의성 · 기술도입 전반에 대한 종합 편의성	이전 업무방식 대비 편의성(100점 척도)
특별교통수단 차량 운전자앱	개발기술 성능	· 운행 업무 지원성(효용성) - 배차지령 확인 - 이용자 정보 확인 - 현 위치에서 출발지까지 경로 안내 - 출발지에서 도착지까지 경로 안내 · 운전자앱 운용 용이성	
	개발기술의 수정/보완 요소	· 세부 문항없이 자유롭게 인터뷰 진행	
	개발기술 도입 효과	· 운행 전 업무 편의성(배차/이용자 확인) · 운행 중 업무 편의성(경로안내) · 기술도입 전반에 대한 종합 편의성	이전 업무방식 대비 편의성(100점 척도)
특별교통수단 이용자앱	개발기술 성능	· 서비스 접근성 - 예약/신청 - 예약조회 - 배차정보 확인 · 이용자앱 운용 용이성	
	개발기술의 수정/보완 요소	· 세부 문항없이 자유롭게 인터뷰 진행	
	개발기술 도입 효과	· 서비스 예약/신청 편의성 · 예약정보 조회 편의성 · 운전원/배차차량 정보 확인 편의성 · 기술도입 전반에 대한 종합 편의성	이전 서비스신청 방식 대비 편의성(100점 척도)

[표. 47] 특별교통수단 차내 안전장치 평가항목 및 인터뷰 문항

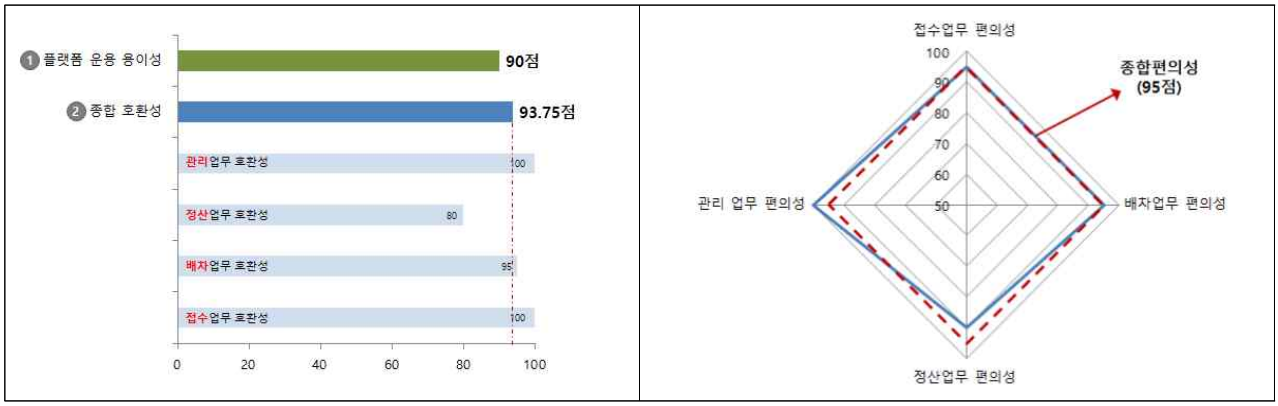
세부기술	평가항목	인터뷰 문항	비고
특별교통수단 휠체어 고정장치	개발기술 성능	· 고정장치 안정성 · 고정장치 운용 용이성 - 고정장치 체결 - 고정장치 해제	
	개발기술의 수정/보완 요소	· 세부 문항없이 자유롭게 인터뷰 진행	
	개발기술 도입 효과	· 이용자 안전 · 운전원 업무 편의 · 운영자 안전관리 · 기술도입 전반에 대한 종합 효과	이전 업무방식 대비 효과(100점 척도)
특별교통수단 이용자 구속장치	개발기술 성능	· 구속장치 안정성 · 구속장치 운용 용이성 - 구속장치 체결 - 구속장치 해제	
	개발기술의 수정/보완 요소	· 세부 문항없이 자유롭게 인터뷰 진행	
	개발기술 도입 효과	· 이용자 안전 · 운전원 업무 편의 · 운영자 안전관리 · 기술도입 전반에 대한 종합 효과	-
특별교통수단 이용자 보호 머리/등 지지대	개발기술 성능	· 머리/등 지지대 안정성 · 머리/등 지지대 운용 용이성 - 머리/등 지지대 체결 - 머리/등 지지대 해제	
	개발기술의 수정/보완 요소	· 세부 문항없이 자유롭게 인터뷰 진행	
	개발기술 도입 효과	· 이용자 안전 · 운전원 업무 편의 · 운영자 안전관리 · 기술도입 전반에 대한 종합 효과	-

[표. 48] 특별교통수단 휠체어 고정상태 모니터링 장치 평가항목 및 인터뷰 문항

세부기술	평가항목	인터뷰 문항	비고
휠체어 고정상태 검지 및 이용자 알림장치	개발기술 성능	· 모니터링장치 운용 용이성 · 알림장치 조작 용이성 - 장치전원 켜기 - 장치전원 끄기 · 표출정보 정확성 - 정보정확도	
	개발기술의 수정/보완 요소	· 세부 문항없이 자유롭게 인터뷰 진행	
	개발기술 도입 효과	· 이용자 안전 · 운전원 업무 편의 · 운영자 안전관리 · 기술도입 전반에 대한 종합 효과	-

○ 플랫폼 전반에 대한 운용 용이성은 100점 기준 90점으로 평가되었고, 수기 및 전화로만 접수/배차 업무를 해왔던 이전과 비교하여, 운영단말을 활용한 업무 방식이 익숙하지 않은 것으로 답변함

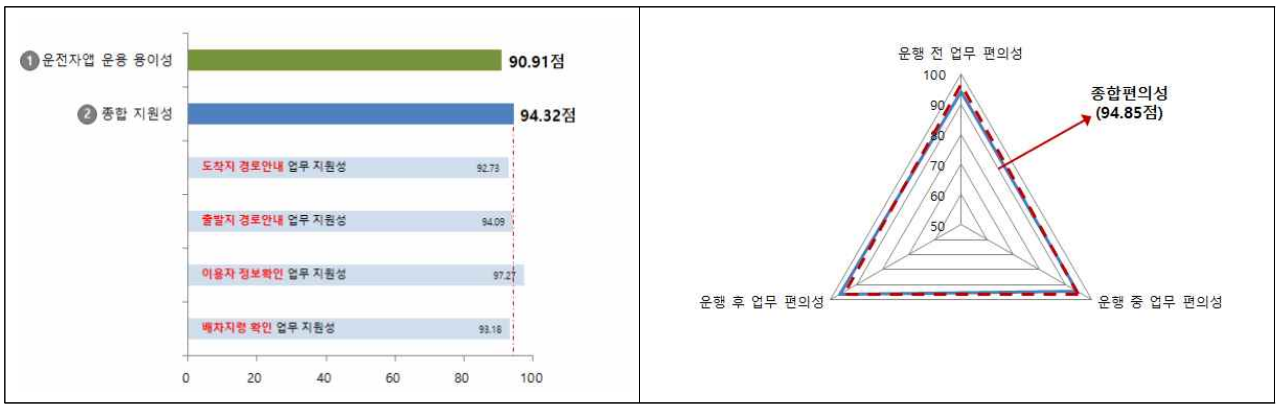
○ 업무 편의성은 운영자의 주된 업무단위의 편의성을 평가(인터뷰)하였고, 이를 평균하여 종합 편의성 점수를 산출, 그 결과 95점을 획득한 것으로 평가됨



(그림. 157) 특별교통수단 이동지원센터 센터/차량 운영 플랫폼 평가 결과

○ 운전자앱 대한 운용 용이성은 100점 기준 90.91점으로 평가되었고, 스마트기기를 활용함에 따라 장치의 조작이 미숙한 운전원의 경우 사용의 불편함을 확인

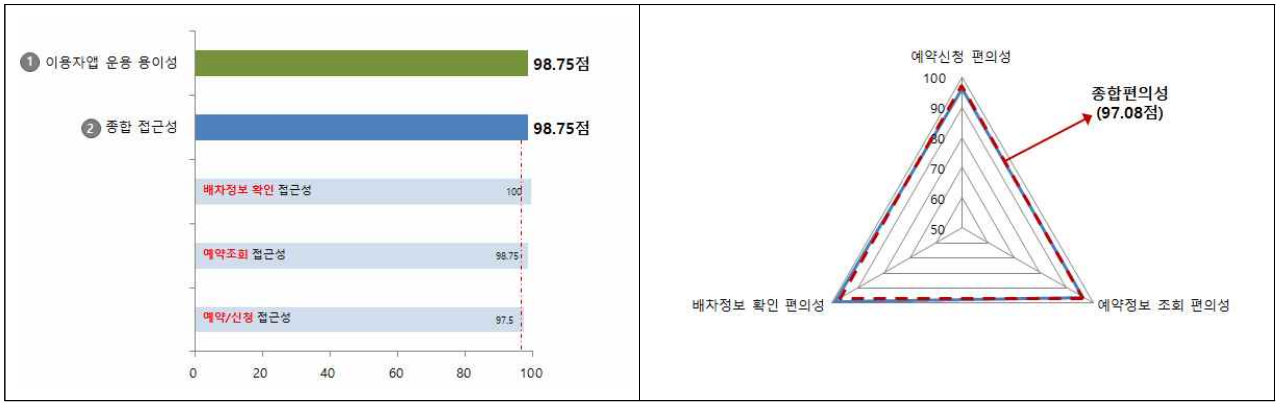
○ 업무 편의성은 운영자의 주된 업무단위의 편의성을 평가(인터뷰)하였고, 이를 평균하여 종합 편의성 점수를 산출, 그 결과 94.85점을 획득한 것으로 평가됨



(그림. 158) 특별교통수단 차량 운전자앱 평가 결과

○ 이용자앱 전반에 대한 서비스 접근성은 100점 기준 98.75점으로 평가되었고, 전화 접수로만 서비스를 신청했던 예전에 비해 서비스 예약 신청이 매우 쉽고 편리하다는 평가

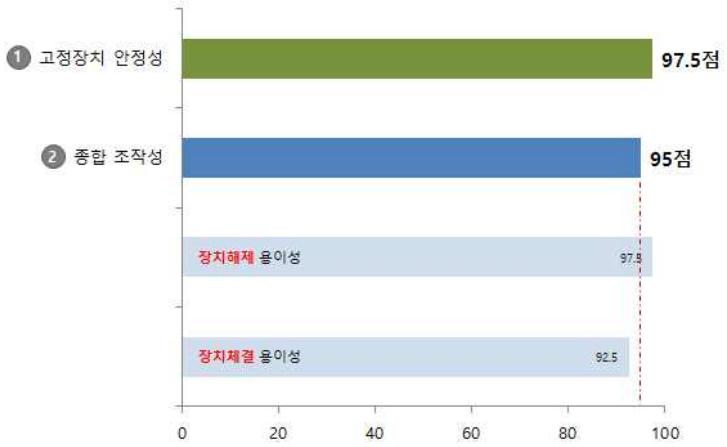
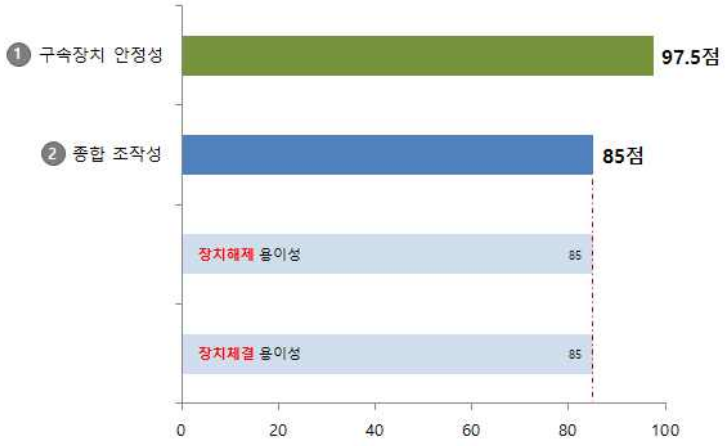
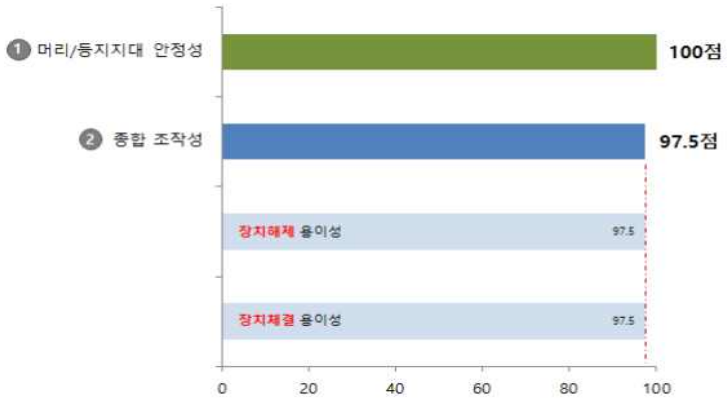
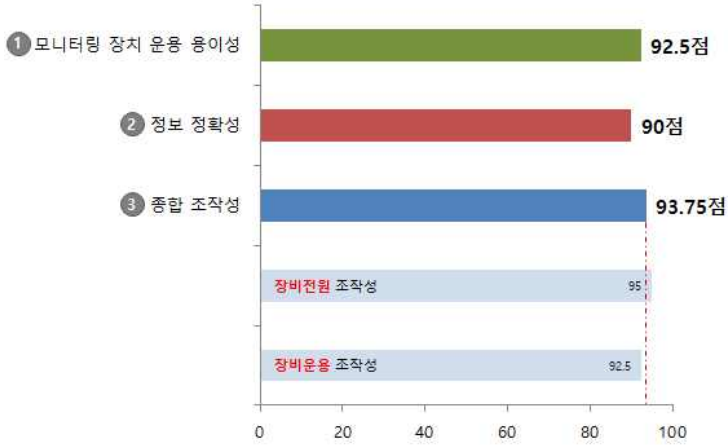
○ 서비스 편의성은 이용자의 주된 서비스 신청 단위의 편의성을 평가(인터뷰)하였고, 이를 평균하여 종합 편의성 점수를 산출, 그 결과 97.08점을 획득한 것으로 평가됨



(그림. 159) 특별교통수단 이용자앱 평가 결과

○ 특별교통수단 차량 안전 및 편의 장치 전반에 대한 단위기술 평가는 안전성은 92.5점에서 100점, 종합 조작성(운용성)은 93.75점에서 85점 수준으로 높은 점수를 획득

[표. 49] 특별교통수단 휠체어 고정상태 모니터링 장치 평가항목 및 인터뷰 문항

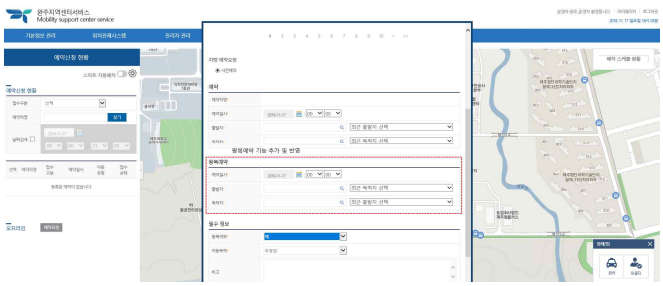
구분	평가결과	기타 의견사항
휠체어 고정장치 안정성 및 조작성		· 휠체어 고정벨트(장치)를 바닥 레일에 체결하는 절차가 배우 편리 · 특히, 해제 방식의 경우 타 특별교통수단 차량에서 사용되는 레일 고정방식보다 매우 손쉽게 운용 가능 · 디스크 방식 고정장치보다 견고한 체결이 가능
이용자 구속장치 안정성 및 조작성		· 안전성 측면에서 기존 2점식 벨트보다 월등히 우수 · 단, 운전원의 벨트 체결/해제가 다소 복잡해짐
머리/등 지지대 안정성 및 조작성		· 안전성 측면에서 매우 우수하고, 후방추돌사고에 대한 이용자 보호 역할을 기대 · 단, 운전원의 추가 업무 발생
모니터링 장치 운용성 및 조작성		· 안전성 측면에서 매우 우수하고, 후방추돌사고에 대한 이용자 보호 역할을 기대 · 단, 운전원의 추가 업무 발생

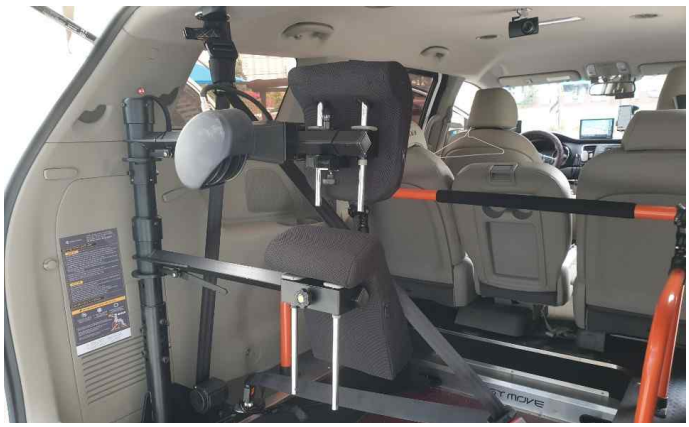
(6) 단위기술 효과평가 결과 피드백

○ 실사용자 대상 단위기술 효과평가 결과와 사용자의 수정/보완 의견을 종합하여 개발기관에 전달함

○ 개발기관에 전달된 의견은 기술의 보완 및 시제품 고도화 등이 반영되었으며, 주요 보완조치 결과를 다음 표와 같음

[표. 50] 단위기술 효과평가 피드백 의견

<table>
<tr><th>구분</th><th>조치(반영) 요청</th><th>조치결과</th></tr>
<tr><td rowspan="8">이동지원 센터 표준플랫폼 (운전자/이용자앱 포함)</td><td>· 휴게시간 복수 설정 기능 추가 검토</td><td>· 근무시간, 휴게시간 복수 설정 기능 개발 및 적용
 
</td></tr>
<tr><td>· 주소명 이외에 장소 명칭 검색 가능하도록 기능 개성 또는 검색서비스 채널 변경</td><td>· 검색서비스 변경 및 명칭 검색 추가
 
</td></tr>
<tr><td>· 무단취소 또는 자격사항 변경 등에 따른 이용자격 정지/해제 기능 구현 검토</td><td>· 이용자 제한 기능 추가개발 완료
 
</td></tr>
<tr><td>· 왕복 이용신청 접수 시 업무 편의 방안 검토 및 관련 기능 개발</td><td>· 왕복 예약 선택기능 추가 및 메뉴 개발, 반영 완료
 
</td></tr>
<tr><td>· 현 카카오네비 이외 T맵 서비스 적용 검토</td><td>· 카카오네비와 T맵 서비스 동시 이용 가능하도록 기능 개발 및 반영 완료</td></tr>
<tr><td>· 운전자앱 경로안내 화면 하단 주소/명칭 표기 검토</td><td>· 도로명 주소, 주소지 명칭(건물명 등) 교차 표기 기능 개발 및 반영 완료</td></tr>
<tr><td>· 운전자앱 상시 통신 요소 및 배터리 사용 기능 점검</td><td>· 실시간 위치 상지 전송으로 인한 통신트래픽 발생, 이로 인한 배터리 소모율 증가 확인
- 차량 실시간 위치 전송 주기 조정</td></tr>
<tr><td>· 운전원과 통화 연결 기능 개발</td><td>· 기능 개발 완료</td></tr>
</table>

특별교통수단 휠체어 고정장치 및 구속장치, 머리/등 지지대	· 차량 바닥 레일 연장 검토	· 차량 바닥레일 연장 설치는 기술적 이슈사항은 아니나, 현재 테스트베드 시험운영 단계에서 차량바닥 개조를 위한 입고 및 복구 시간 부족으로, 차후 기술 적용 시 반영 검토 
	· 보관함 내 날카로운 부위 마감 재처리	· 휠체어 고정장치 보관함 테두리 마감부에 고무패킹 설치
	· 등 지지대 위치 조절범위 확대 개선품 보완설계에 반영 요청	· 등지지대 상/하, 좌/우 조정 기능 반영 개선품 개발 완료 
	· 등 지지대 소음 및 유격 발생 개선품 보완설계에 반영 요청	· 머리/등지지대 고정방식 변경을 통해 유격를 최소화, 운행중 소음 최소화를 위한 보완설계 및 개선품 장착 
휠체어 고정상태 검지 및 이용자 알림장치	· 알림장치 비프음 발생 및 간단한 문제해결 시 도움이 되도록 문제해결 가이드와 같은 매뉴얼 배포 필요	· 개발 기술 도입 및 상용화 검토 시, 매뉴얼 작성 및 배포 검토
	· 이상 알림 발생 시, 운전석에서 직접 장치를 재시동 하거나, 조적할 수 있는 원격기능 구현이 가능하다면 반영	· 운전자앱과의 기능 연계를 통한 운전자 앱상 알림장치 조작 기능 구현 검토

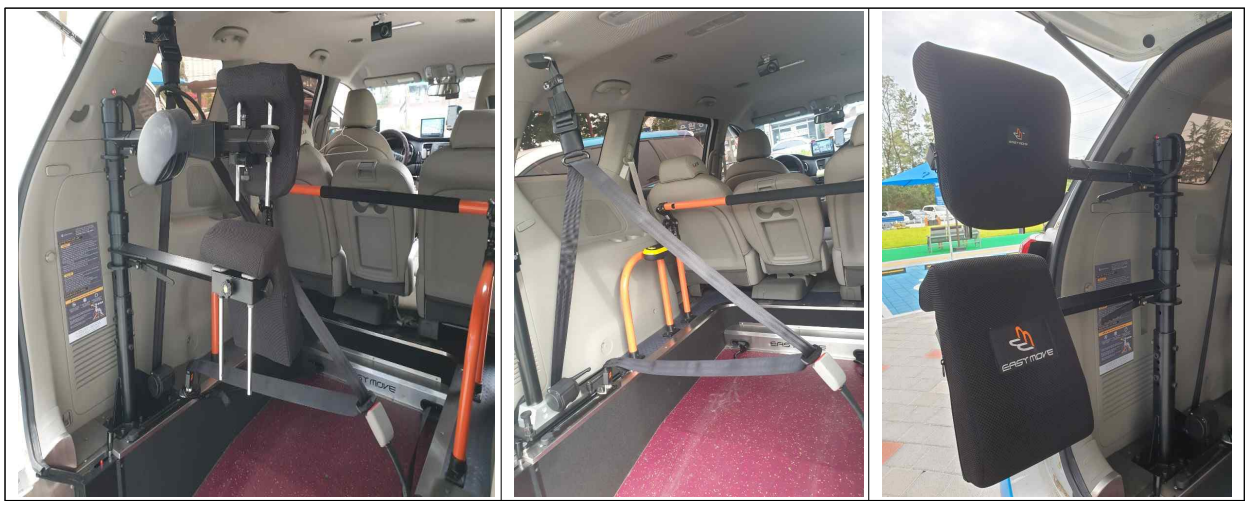
(7) 복합 Test-bed 실도로 체험형 사용자 평가

(가) 평가개요

○ 5차년도 연구개발을 통해 개발된 이동편의 증진기술을 전주-완주 실도로 환경 테스트베드에 구축하였으며, 6개월간 테스트베드 시험운영을 거쳐 실사용자의 의견을 상시 수렴, 수렴 의견을 바탕으로 테스트베드 보완을 실시하였으며, 개발기술의 효과평가를 위하여 실사용자(운영자, 운전자, 이용자) 대상의 최종 실도로 체험평가를 실시함

○ 평가대상 기술별로, 실사용자 대상을 구분하여, 1:1 면접 형태의 인터뷰 방식으로 기능, 성능, 만족도 등을 평가하였으며, 평가 기술과 각 기술별 평가 대상이동편의 증진기술의 실사용자인 플랫폼 운영자와 차량 운전자, 마지막으로 특별교통수단 이용자를 대상으로 심층인터뷰 방식으로 진행함

○ 평가대상과 개발기관은 단위기술 평가 대상과 동일하며, 표준플랫폼과 특별교통수단 차내 안전 및 편의장치(고정/구속 장치, 검지상태 모니터링 장치)는 8월, 단위기술 평가결과와 평가자 개선/보완의견을 반영한 보완/고도화 기술/제품에 해당



(그림. 160) 특별교통수단 차내 안전장치 보완 개선품



(그림. 161) 특별교통수단 휠체어 고정상태 모니터링 장치 보완 개선품

(나) 평가기술별 평가자 선정

○ 실사용자 체험평가의 평가자는 이동지원센터 표준플랫폼부터 휠체어 고정장치, 고정상태 모니터링 장치를 직접 운용하고, 이용하는 이동지원센터 운영자, 차량 운전자, 이용자로 선정

- 센터 운영자와 차량 운전자는 테스트베드 시험운영에 직접 참여하는 완주 이동지원센터 운영자(상담원 업무 겸), 운전자앱을 직접 이용하는 완주군 특별교통수단 운전자 전원(10인), 그리고 테스트베드 시험운영에 일부 투입된 전주시 특별교통수단 운전자 3인을 대상으로 함
- 이용자의 경우, 실사용자 체험평가를 실시하는 평가기간 동안 해당 서비스를 이용하며 차량을 이용하는 실제 탑승자를 대상으로 함

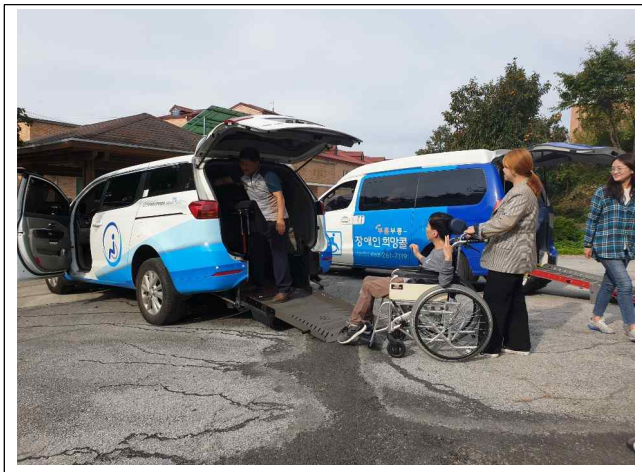
[표. 51] 체험평가 기술별 평가 대상자 선정

평가기술	세부기술	평가대상자			대상 지자체
		운영자	운전자	이용자	
이동지원센터 표준플랫폼	센터/차량 운영 플랫폼	○	-	-	완주
	특별교통수단 차량 운전자앱	-	○	-	완주/전주
	특별교통수단 이용자앱	-	-	○	완주
	플랫폼 활용 즉시콜 서비스		○	○	전주
특별교통수단 차내 안전장치	특별교통수단 휠체어 고정장치	-	○	○	전주/완주
	특별교통수단 이용자 구속장치	-	○	○	전주/완주
휠체어 고정상태 모니터링 장치	고정상태 검지 및 이용자 알림장치	-	○	○	전주/완주

(다) 평가방법 및 일정

○ 실사용자 대상 체험평가 인터뷰는 1:1 심층면접 방식으로 진행하며, 운영자, 운전자, 이용자 그룹 단위로 개별 평가일정을 수립하여 평가를 진행

- 운영자 인터뷰의 경우, 완주군 이동지원센터 운영자와의 질의응답 형태로 플랫폼의 개별 기능과 운용 소감, 전반적 만족도 등을 대상으로 인터뷰를 진행
- 운전자 인터뷰의 경우, 운영자 인터뷰와 동일한 방식으로 순차 1:1 질의응답 형태로 운전자앱에 대한 활용도, 편의성, 전반적 만족도 등을 평가
- 이용자의 경우, 운영자와 운전자 인터뷰 방식과 달리, 테스트베드 시험운영 차량에 동승하여 차량을 이용하는 이용자를 대상으로 이동시간 동안 1:1 질의응답 형태로 인터뷰를 실시



(시험운영 차량에 동승하여 이용자 인터뷰 진행)



(차내 인터뷰 진행)

(그림. 162) 1:1 인터뷰 방식의 체험평가 실시

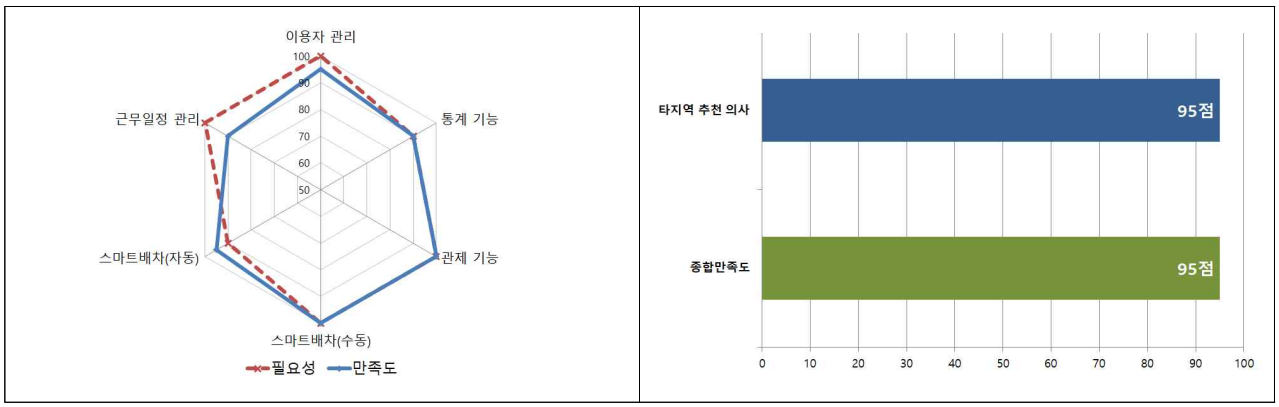
○ 사용자 체험평가는 평가자 즉, 운영자, 운전자, 이용자별로 구분하여 별도 일정계획을 수립하여 수행

- 운영자 평가 : 2019년 9월 23일 / 완주군 이동지원센터 사무실
- 운전자 평가 : 2019년 9월 24일 ~ 25일 (완주, 전주 각 1일) / 완주군/전주시 이동지원센터 사무실
- 이용자 평가 : 2019년 9월 9일 ~ 25일 (휴일 제외) / 완주군/전주시 일원(운행차량에 동승)

(라) 평가결과

□ □ 운영자 평가

○ 운영자 평가 결과, 이동지원센터 표준플랫폼 운용 용이성은 100점 척도 90점, 이동지원센터 표준플랫폼 개별 기능에 대한 만족도는 90점에서 100점 수준으로 높은 평가점수를 획득



(그림. 163) 운영자 체험평가 결과

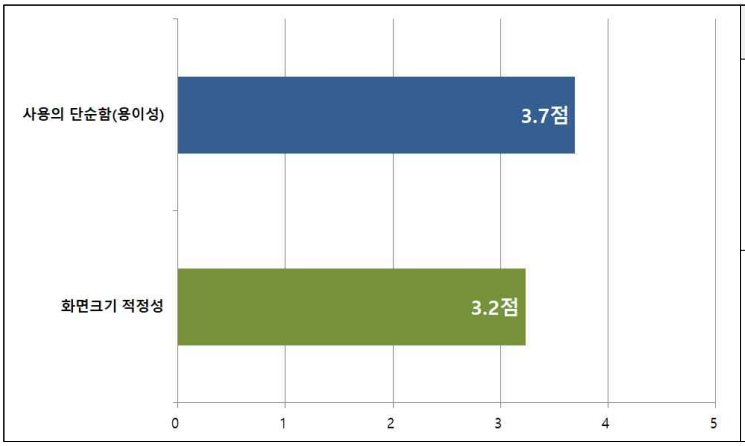
□ □ 운전자 평가

○ 운전자 평가는 완주, 전주 소속 운전원을 대상으로 하였으며, 운전원 특성은 다음과 같음

[표. 52] 평가자의 기본 특성

구 분		평가자	구성비(%)
전체 평가자 표본 수		**13**	-
성 별	남성	11	85%
	여성	2	15%
	계	13	100%
연령별	20대	1	8%
	30대	1	8%
	40대	2	15%
	50대	6	46%
	60대 이상	3	23%
	계	13	100%
소속센터	전주시	3	23%
	완주군	10	77%
	계	13	100%
특별교통수단 운전경력	1년 미만	2	15%
	3년 미만	1	8%
	5년 미만	10	77%
	10년 미만	-	
	10년 이상	-	
	계	13	100%
운전차종	카니발	7	54%
	스타렉스	5	38%
	쏠라티	1	8%
	계	13	100%

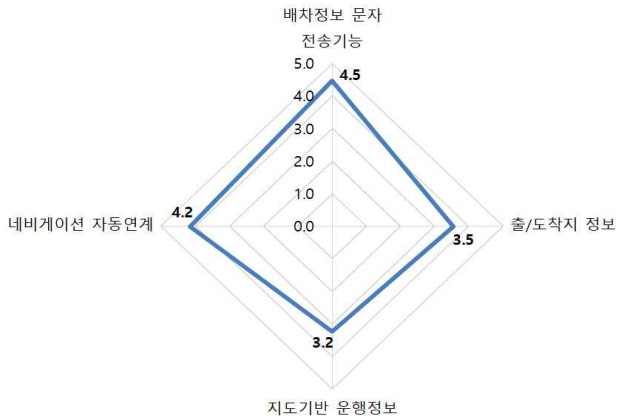
○ 운전자앱에 대한 평가결과, 앱의 사용성은 5점 척도 3.7점을 획득하였으며, 스마트폰 사용이 익숙하지 않은 50~60대 고연령 운전원들의 평가점수가 다소 낮은 것으로 확인됨



구분	평가점수
운전자앱 사용용이성	3.7점/5점
화면크기의 적정성	3.2점/5점

○ 운전자앱의 개별 기능에 대한 만족도는 배차정보 문자전송 기능은 4.5점, 출도착지 정보 제공은 3.5점, 지도기반 운행정보 제공은 3.2점, 네비게이션 자동연계 기능은 4.2점을 획득함

○ 표준플랫폼 운전자앱에 대한 타 지역(지자체) 도입 추천 의사의 경우, 운전자앱의 전반적 만족도를 대변할 수 있는 평가 항목으로써, 5점 기준 3.8점을 획득함



구분	평가점수
배차정보 문자전송 기능	4.5점/5점
출/도착지 정보	3.5점/5점
지도기반 운행정보	3.2점/5점
네비게이션 자동연계	4.2점/5점

○ 특별교통수단 차내 안전 및 편의장치(고정장치, 구속장치, 모니터링 장치)에 대한 기능 만족도는 다음과 같음

- 휠체어 고정장치의 경우, 체결과 해제가 기존 제품 대비 우수하여 운전원들의 장치 사용성과 만족도에서 높은 점수를 획득
- 본 연구의 휠체어 이용자 구속장치는 2점식 골반벨트 형태가 아닌, 어깨까지 고정이 가능한 3점식 벨트 형태로써, 장치의 사용성과 만족도 점수는 4.7~5.0점으로 높게 평가됨
- 고정상태 검지 및 이용자 알림장치의 경우, 차내 추가 단말을 장착하여 운영하는 운전원의 추가 업무 발생 요소로써, 전반적 사용성, 필요성, 만족도 등이 타 평가결과 대비 낮게 나타남

휠체어 고정장치		이용자 구속장치		모니터링 장치	
항목	**평가점수**	**항목**	**평가점수**	**항목**	**평가점수**
장치 사용성	4.7점/5점	장치 사용성	5.0점/5점	장치 사용성	3.3점/5점
장치 필요성	4.3점/5점	장치 필요성	4.7점/5점	장치 필요성	3.0점/5점
이용자 만족도 (이용자 호응)	3.7점/5점	이용자 만족도 (이용자 호응)	4.0점/5점	이용자 만족도 (이용자 호응)	4.3점/5점
종합 만족도	5.0점/5점	종합 만족도	4.7점/5점	종합 만족도	3.7점/5점

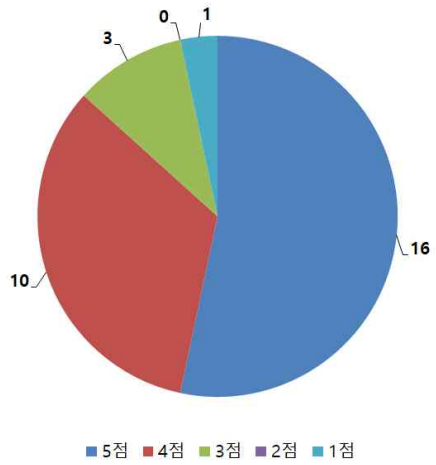
□ □ 이용자 평가

○ 이용자 평가는 특별교통수단을 실제 이용하는 탑승자를 대상으로 이용자앱, 즉시콜 서비스, 차내 휠체어 고정장치, 구속장치, 알림장치에 대한 평가를 실시하였으며, 1개월 간 평가에 응답한 이용자의 기본 특성정보는 다음 표와 같음

[표. 53] 평가자의 기본 특성

구 분		평가자	구성비(%)
전체 평가자 표본 수		**47**	-
성 별	남성	24	51.1%
	여성	23	48.9%
	계	47	100%
연령별	20대	7	14.9%
	30대	5	10.6%
	40대	5	10.6%
	50대	7	14.9%
	60대 이상	23	48.9%
	계	47	100%
거주지	전주시	29	61.7%
	완주군	17	36.2%
	익산시	1	2.1%
	계	47	100%
사용 휠체어별	수동휠체어	24	51.1%
	전동휠체어	11	23.4%
	전동스쿠어	5	10.6%
	이용안함	7	14.9%
	계	47	100%
휠체어 이용기간별	1년 미만	3	7.5%
	5년 미만	7	17.5%
	10년 미만	10	25.0%
	20년 미만	11	27.5%
	20년 이상	9	22.5%
	계	40	100%

○ 즉시콜 서비스에 대한 이용자 만족도는 5점 기준 4.3점으로 평가되었으며, 별도 예약 경쟁 혹은 번거로운 예약절차 없이 필요할 때 호출할 수 있다는 점에서 높은 평가를 받음



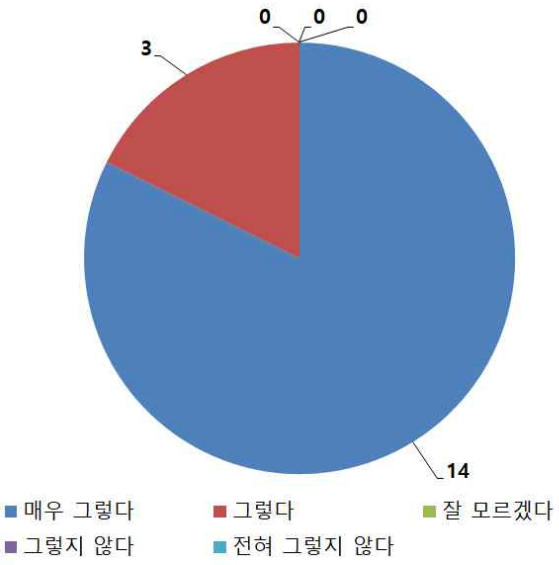
구분	응답자	비율
만족도 5점	16	53.4%
만족도 4점	10	33.3%
만족도 3점	3	10.0%
만족도 2점	-	0.0%
만족도 1점	1	3.3%
평균 만족도	4.3점	100%

○ 개발 고정장치 및 구속장치에 대한 이용자 체험 안정성을 평가한 결과, 평가자 모두 '매우 안정성이 높다' 또는 '안정성이 높다'는 답변을 하였으며, 평가 결과는 다음과 같음

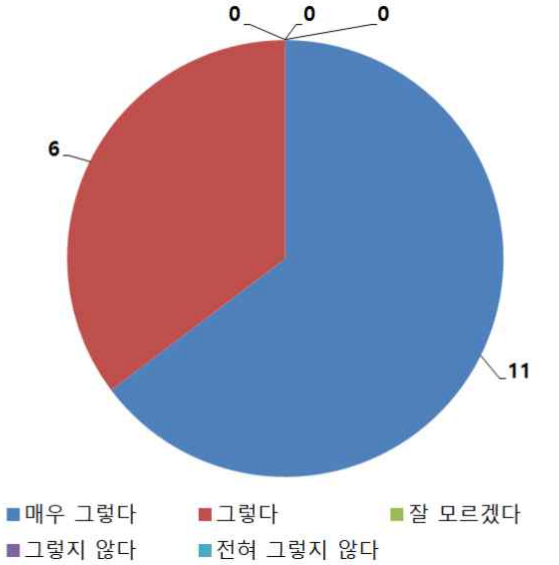
- 휠체어 고정장치 : 매우 안정성이 높다 82.4%, 안정성이 높다 17.6%
- 이용자 구속장치 : 매우 안정성이 높다 64.7%, 안정성이 높다 35.3%

[표. 54] 특별교통수단 휠체어 고정/구속장치 안정성

구 분		매우 그렇다	그렇다	잘 모르겠다	그렇지 않다	전혀 그렇지 않다	계
휠체어 고정장치	건수	14	3	-	-	-	17
	비율	**82.4%**	**17.6%**	**-**	**-**	**-**	**100%**
이용자 구속장치	건수	11	6	-	-	-	17
	비율	**64.7%**	**35.3%**	**-**	**-**	**-**	**100%**



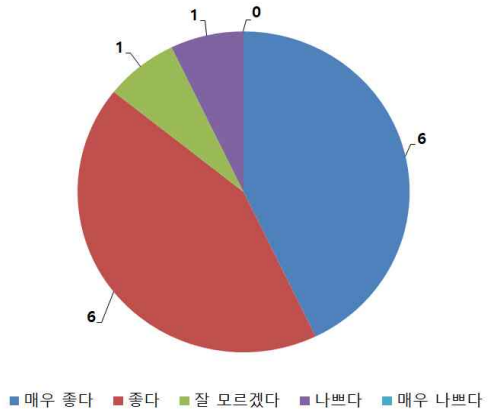
<휠체어 고정장치 안정성 평가>



<휠체어 구속장치 안정성 평가>

○ 개발 고정상태 검지 및 이용자 알림장치에 대한 이용자의 정보 시인성(또는 직관성)은 시인성이 ‘매우 좋다’ 또는 ‘좋다’는 답변이 85.7%(12명)로 평가

- 장치 표출정보의 시인성 : 매우 좋다 42.9%, 좋다 42.9%, 잘 모르겠다 7.1%, 나쁘다 7.1%



구분	건수	비율
매우 좋다	6	42.9%
좋다	6	42.9%
잘 모르겠다	1	7.1%
나쁘다	1	7.1%
매우 나쁘다	–	–

(8) 단위기술 평가 및 실사용자 체험평가의 적정성 검증

○ 본 연구 개발기술에 대한 실사용자 대상 단위기술과 개발기술 종합 체험평가의 계획, 방법 및 수행, 결과 등의 적정성을 검증하기 위하여 관계 전문가 평가를 실시

○ 전문가 평가는 평가자 선정의 적절성, 평가계획의 적절성, 평가항목의 적절성, 평가수행의 적절성, 결과분석의 적정성 등을 평가지표로 100점 척도 평가를 실시하였으며, 평균 91점의 평가결과를 획득함

[표. 55] 단위기술 및 실사용자 체험평가에 대한 전문가 평가 결과

「이동불편 교통체계 개선기술 개발 연구단」

이동편의 증진기술 효과평가 결과 정성평가(전문가평가)

소속	(재)인제이블링공학연구소 사용성평가팀	직위(직급)	팀장
성명	김 정 헌		

국토교통부 국가연구개발사업 [이동불편 교통체계 개선기술 개발] 연구 관련으로써, 당 연구개발기술의 자체 평가결과*에 대한 전문가 평가를 요청드립니다.

* 별첨 1 - 휠체어 이용자 차내 안전 및 편의 증진 단위기술 효과 평가서
** 별첨 2 - 이동편의 증진기술 실사용자 체험평가서

■ (붙임1) 휠체어 이용자 차내 안전 및 편의 증진 단위기술 효과 평가

평가항목	평가점수
- 평가를 위한 평가자 선정은 적절하였는가?	19 / 20
- 평가 일정과 방법 등 평가계획 수립은 적절하였는가?	20 / 20
- 기술의 기능과 성능을 검증하고, 보완 의견을 수렴하고자 하는데 있어, 평가의 항목(지표) 선정은 적절하였는가?	18 / 20
- 평가자의 특성을 고려하여, 적절한 평가가 수행되었다고 생각하십니까?	20 / 20
- 평가결과의 분석은 본 평가의 목적을 달성하는데 적절하다고 생각하십니까?	18 / 20
총 점	94 / 100

(기타의견)
- 기술과 장비에 대한 이해도가 높고 현재 사용한 대상자를 선정한 기준은 좋다, 리커트 척도 평가 결과를 통계분석에 대상자 수가 너무 적다 여겨진
- 정량적 통계와 함께 정성적 통계에 같이 나타나진 것은 바람직한 평가 방법으로 여겨진
- 다만, 정량적 평가 항목이 목적지의 주관적 척도에 의존한 것은 아쉬움. 예를 들어, 과제 성공률, 소요시간, 에러횟수 같은 객관적 지표가 들어가면 더 좋을 것이라 생각됨.

■ (붙임2) 이동편의 증진기술 실사용자 체험평가서

평가항목	평가점수
- 평가를 위한 실사용자(평가자) 선정은 적절하였는가?	19 / 20
- 평가 일정과 방법 등 평가계획 수립은 적절하였는가?	20 / 20
- 기술의 기능과 성능을 검증하고, 도입 효과를 정성적으로 평가하는데 있어 평가의 항목(지표) 선정은 적절하였는가?	20 / 20
- 평가자의 특성을 고려하여, 적절한 평가가 수행되었다고 생각하십니까?	19 / 20
- 평가결과의 분석은 본 평가의 목적을 달성하는데 적절하다고 생각하십니까?	20 / 20
총 점	98 / 100

(기타의견)
- 체험 참가에 있어 수월하며, 유익하고, 이용자를 위해서 제작한 점은 박수를 받을 만 하다. 각 대상자별 평가 항목과 목적을 명확히 제시한 부분은 평가의 타당도를 높일 수 있는 계획 같아 유익함. 설문에서 소요시간도 평가 항목으로 들어갔으면 하는 아쉬움이 있음.
- 대상자 수가 통계적 유의미성을 보기에 제한적이기 때문에 기술 효과는 정량적 결과보다 실험한 것은 아닌지만 이에 대한 부분도 충분한 안내와 이해로 기대됨. 결과적으로 잘 활용하고 있어 평가 참여자 만족도가 높아진 것 같음.

평가에 참여하여 주셔서 감사합니다.

「이동불편 교통체계 개선기술 개발 연구단」

이동편의 증진기술 효과평가 결과 정성평가(전문가평가)

소속	연세 대학교 작업치료학과	직위(직급)	부교수
성명	김 종 버		(서명)

국토교통부 국가연구개발사업 [이동불편 교통체계 개선기술 개발] 연구 관련으로써, 당 연구개발기술의 자체 평가결과*에 대한 전문가 평가를 요청드립니다.

* 별첨 1 - 휠체어 이용자 차내 안전 및 편의 증진 단위기술 효과 평가서
** 별첨 2 - 이동편의 증진기술 실사용자 체험평가서

■ (붙임1) 휠체어 이용자 차내 안전 및 편의 증진 단위기술 효과 평가

평가항목	평가점수
- 평가를 위한 평가자 선정은 적절하였는가?	18 / 20
- 평가 일정과 방법 등 평가계획 수립은 적절하였는가?	18 / 20
- 기술의 기능과 성능을 검증하고, 보완 의견을 수렴하고자 하는데 있어, 평가의 항목(지표) 선정은 적절하였는가?	17 / 20
- 평가자의 특성을 고려하여, 적절한 평가가 수행되었다고 생각하십니까?	17 / 20
- 평가결과의 분석은 본 평가의 목적을 달성하는데 적절하다고 생각하십니까?	17 / 20
총 점	87 / 100

(기타의견)

■ (붙임2) 이동편의 증진기술 실사용자 체험평가서

평가항목	평가점수
- 평가를 위한 실사용자(평가자) 선정은 적절하였는가?	18 / 20
- 평가 일정과 방법 등 평가계획 수립은 적절하였는가?	17 / 20
- 기술의 기능과 성능을 검증하고, 도입 효과를 정성적으로 평가하는데 있어 평가의 항목(지표) 선정은 적절하였는가?	17 / 20
- 평가자의 특성을 고려하여, 적절한 평가가 수행되었다고 생각하십니까?	17 / 20
- 평가결과의 분석은 본 평가의 목적을 달성하는데 적절하다고 생각하십니까?	16 / 20
총 점	85 / 100

(기타의견)

평가에 참여하여 주셔서 감사합니다.

「이동불편 교통체계 개선기술 개발 연구단」

이동편의 증진기술 효과평가 결과 정성평가(전문가평가)

소속	한국척수장애인협회	직위(직급)	부장
성명	미 승 일		(서명)

국토교통부 국가연구개발사업 [이동불편 교통체계 개선기술 개발] 연구 관련으로써, 당 연구개발기술의 자체 평가결과*에 대한 전문가 평가를 요청드립니다.

* 별첨 1 - 휠체어 이용자 차내 안전 및 편의 증진 단위기술 효과 평가서
** 별첨 2 - 이동편의 증진기술 실사용자 체험평가서

■ (붙임1) 휠체어 이용자 차내 안전 및 편의 증진 단위기술 효과 평가

평가항목	평가점수
- 평가를 위한 평가자 선정은 적절하였는가?	18 / 20
- 평가 일정과 방법 등 평가계획 수립은 적절하였는가?	18 / 20
- 기술의 기능과 성능을 검증하고, 보완 의견을 수렴하고자 하는데 있어, 평가의 항목(지표) 선정은 적절하였는가?	19 / 20
- 평가자의 특성을 고려하여, 적절한 평가가 수행되었다고 생각하십니까?	18 / 20
- 평가결과의 분석은 본 평가의 목적을 달성하는데 적절하다고 생각하십니까?	19 / 20
총 점	92 / 100

(기타의견)
2026년 초고령사회 진입을 앞두고 있는 시점에서
고령화를 위한 앱에 대한 논의이 필요.
신기술이 모든 사람을 만족시키는 못함을 인지하여야함.

■ (붙임2) 이동편의 증진기술 실사용자 체험평가서

평가항목	평가점수
- 평가를 위한 실사용자(평가자) 선정은 적절하였는가?	18 / 20
- 평가 일정과 방법 등 평가계획 수립은 적절하였는가?	19 / 20
- 기술의 기능과 성능을 검증하고, 도입 효과를 정성적으로 평가하는데 있어 평가의 항목(지표) 선정은 적절하였는가?	19 / 20
- 평가자의 특성을 고려하여, 적절한 평가가 수행되었다고 생각하십니까?	18 / 20
- 평가결과의 분석은 본 평가의 목적을 달성하는데 적절하다고 생각하십니까?	19 / 20
총 점	93 / 100

(기타의견)

평가에 참여하여 주셔서 감사합니다.

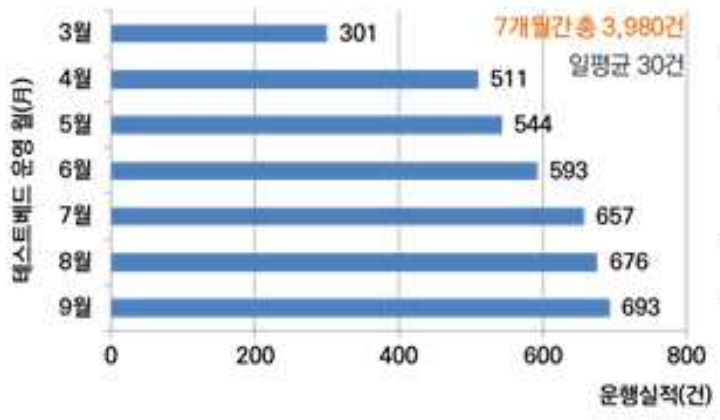
(9) 복합 Test-bed 활용 서비스 실적

○ 본 연구개발 기술에 대한 실사용자의 정성적 사용성 평가 결과와 더불어, 객관적 서비스 효과를 가늠하여 보고자, 테스트베드 운영 단계에서의 이용자의 서비스 활용 실적을 표준플랫폼 내 서비스 접수 및 차량 운행 실적 등을 비추어 평가함

(가) 완주군

○ 완주군의 경우, 총 7개월간 3,980건의 운행실적을 보였으며, 센터 운영일 기준으로 일단위 환산 시 일평균 30건에 해당

○ 전체 서비스 이용자는 999명으로 집계되었고, 이중 모바일앱/웹을 사용한 실적은 104건



(그림. 164) 완주 테스트베드 환경 서비스 활용 실적

(나) 전주시

○ 전주시의 경우, 테스트베드 오픈 초기(3월) 기존 서비스와 다른 예약/운영 방식의 불편으로 인하여 이용자 참여 실적이 저조하였으며, 지속적 협의과정을 거쳐 7월부터 즉시콜서비스 특화 시험 운영을 실시함

○ 7월 기준으로 이전을 1차 운영, 이후를 2차 운영기간으로 정의하고, 각 기간별 이용실적을 살펴봄

- 전주시 테스트베드의 1차 운영기간(3~6월)과 2차 운영기간(7~9월)의 운영실적 변화를 검토
- 전주 테스트베드의 접수건수는 1차 운영기간 14건에서 2차 운영기간 573건으로 증가하였으며, 동일 기간 이용건수는 1건에서 556건으로 증가함

[표. 56] 전주시 테스트베드 1차, 2차 운영 실적 비교

구분	합계	1차 운영					2차 운영			
		소계	3월	4월	5월	6월	소계	7월	8월	9월
접수건수	587	14	11	2	0	1	573	162	242	169
이용건수	557	1	1	0	0	0	556	148	240	168

○ 전주 테스트베드의 이용인원은 중복인원을 제외 후 집계하였으며, 접수자는 195인, 서비스 이용자는 176인으로 집계

- 1차~2차 운영기간 동안 접수자는 14인에서 185인으로 증가하였으며, 이용자는 176인으로 증가

[표. 57] 전주시 1차, 2차 테스트베드 이용자 수 비교

구분	합계	1차 운영					2차 운영			
		소계	3월	4월	5월	6월	소계	7월	8월	9월
접수자수	195	14	11	2	0	1	185	86	102	71
이용자수	176	1	1	0	0	0	176	78	102	70



(그림. 165) 전주 테스트베드 운영실적 월별 추이

아. 휠체어 안전고정 충돌안전성 평가 및 차내 안전기준

(1) 연구 방법론

○ 특별교통수단 및 저상버스 내부 휠체어 탑승객 안전장치 기준도출을 위한 연구방법론은 다음과 같은 절차에 따라 진행



(그림. 166) 특별교통수단 및 저상버스 내부 휠체어 탑승객 안전장치 기준 도출 연구방법론

(2) 국내외 안전기준 현황 분석

(가) 특별교통수단

① 국내

○ 교통약자이동편의증진법에서 특별교통수단의 기능과 역할 그리고 특별교통수단이 갖추어야하는 최소한의 안전장치 등을 규정, 교통약자의 이동편의 증진법에 따르면 특별교통수단에 장착하여야 하는 탑승설비 등에 관한 기준은 국토교통부령으로 정해야한다고 규정하고 있으나, 사실상 해당하는 장치의 안전 및 성능에 관한 기준을 규정한 바 없음

② 해외

○ 휠체어 탑승객을 위한 안전장치의 미국-유럽-ISO 간의 안전기준 수준을 비교분석하여 보면 다음과 같음

- 정하중 시험의 경우 미국보다 유럽의 적용 하중이 높아 상대적으로 강한 것으로 분석됨
- 동하중 시험의 경우 유럽과 ISO 기준이 동등한 수준임

국가	관련 기준	장착 휠체어
미국	NMEDA(National Mobility Equipment Dealer Association) 자체 기준	• 설치기준: 휠체어 탑승객 안전띠 3점식, 휠체어 고정장치 • 안전기준: 휠체어 고정장치 강도시험(휠체어 무게 20배 하중 적용) 휠체어 탑승객 안전띠 강도시험(13.3kN 하중 적용)
유럽	M1 카테고리 (우리나라의 경우 장애인 콜택시에 해당)	• 설치기준: 휠체어 탑승객 안전띠 3점식, 휠체어 고정장치 • 안전기준 (1) 휠체어 탑승객 안전띠 단품시험기준(UN R.16 Safety belt 기준 준용) 정하중 강도시험(UN R.14 Safety belt anchorage 기준 준용, 22.2kN적용) 동하중 시험(ISO10542-1 기준 준용) (2) 휠체어 고정장치 정하중 강도시험(전방 24.5kN 하중 적용) 동하중 시험(ISO 10542-1 기준 준용)
	M3 카테고리 (우리나라의 경우 저상버스)	• 설치기준: 휠체어 탑승객 안전띠 2점식/3점식, 휠체어 고정장치, 휠체어 탑승공간, 슬로프, 통신장치 등 • 안전기준 (1) 휠체어 탑승객 안전띠 단품시험기준(UN R.16 Safety belt 기준 준용) 정하중 시험(450daN 하중 적용, UN R.14의 기준과 동일) 동하중 시험(UN R.107에 따라 속도 48km/h 충돌시험, without dummy, Hybrid test) *Hybrid test: 정하중(기존 정하중 기준의 약 50%에 해당하는 하중+동하중 48km/h sled test) (2) 휠체어 고정장치 정하중 시험(11.3kN 하중 적용) 동하중 시험(UN R.107에 따라 속도 48km/h 충돌시험, without dummy) (3) 후방지지대 휠체어 뒤보기 장착 시 후방지지대 설치기준 및 충격흡수시험
ISO	ISO 10542-1	• 설치기준: 휠체어 탑승객 안전띠 3점식, 휠체어 고정장치 • 안전기준: 동하중 시험(48km/h 충돌시험)

(그림. 167) 휠체어 탑승객을 위한 안전장치의 미국-유럽-ISO 기준 간의 수준 비교

(나) 저상버스

① 국내

○ 교통약자 이동편의 증진계획에 따라 저상버스의 확대보급 계획을 가지고 있으나, 정작 저상버스 내부 휠체어 이용자를 위한 안전장치의 설치 및 안전기준은 미비한 상황임

○ 저상버스 내부 휠체어 안전장치에 관한 기준은 “저상버스 표준모델에 관한 기준”에서 정하고 있으며, 해당 기준에는 교통약자의 편의시설로 자동경사판, 차체 경사장치, 휠체어 고정장치, 좌석 팔걸이, 정차 벨, 그리고 행선지 표시장치를 설치할 것을 규정하고 있으나 각각의 장치에 대한 성능 및 안전기준은 규정하고 있지 않음

② 해외

○ 유럽

- UN R.107 Annex 8에서 휠체어 등을 사용하는 이동성에 제한이 있는 탑승객을 위한 여러 가지 안전장치에 대한 구조기준 및 안전기준을 규정
- 해당 규정에서는 구조기준으로 휠체어 공간, 휠체어 승강구, 리프트 혹은 램프의 규격, 휠체어 및 탑승객 구속장치 등에 관한 사항을 규정하고 있음

○ 미국

- 미국은 자동차연방법인 FMVSS(Federal Motor Vehicle Safety Standard 222. School bus passenger seating and crash protection)에서 스쿨버스 관련 기준에서 휠체어 탑승객을 고려한 안전기준을 규정하고 있음
- 휠체어 탑승객의 구속장치에 관한 기준과 구속장치 및 고정장치의 강도에 관한 기준, 크게 2가지로 분류하여 규정하고 있음

(다) 비교 및 시사점

○ 휠체어 탑승객을 위한 탑승설비나 안전장치의 기술개발은 대부분 미국, 유럽 등 해외에서 이루어지고 있으며, 이는 장애인에게 이동성을 제공하기 위한 다양한 서비스를 개발하는 노력과 함께 개별 장치들의 성능 및 안전에 관한 사항을 법규로 규정하고 있는 정부차원 노력이 우선된 결과로 판단됨

○ 이에 비해 우리나라는 장애인에 이동성을 제공하는 서비스로 거의 유일하게 특별교통수단이며, 이것에 대한 안전성을 검토하는 수단을 전혀 마련하지 못하고 있음

○ 저상버스의 경우에도 교통약자 이동편의 증진계획에 따라 점차적으로 확대할 계획을 가지고 있으나 저상버스 내부 휠체어 이용자의 안전장치 기준도 미비한 상태인 것은 특별교통수단과 별반 다를 바 없음

○ 비록 미국은 유럽과 같이 휠체어 탑승객을 위한 승합자동차의 안전기준이 별도로 마련되어 있지는 않으나 스쿨버스 기준에서 이를 정하고 있고 또한 휠체어 탑승설비의 하나인 휠체어 리프트에 대한 안전기준도 정하고 있음

- 기준과는 별도로 UMTRI와 NMEDA에서는 자체 규정을 가지고 있어 일반 탑승객과 동등한 수준의 안전성을 휠체어 탑승객에도 제공할 수 있도록 관련 기준을 규정하고 있음

○ 이에 비해 우리나라는 교통약자이동편의증진법에서 특별교통수단을 정의하고 이것이 갖추어야 할 설비들의 종류만 나열한 채, 각각의 개별 설비들이 갖추어야 할 성능이나 안전기준에 대해서는 규정된 바가 없음

- 지자체에서 운영하는 특별교통수단은 제작사가 임의로 제작한 차량을 납품받아 안전성에 관련해서는 아무런 확인절차 없이 운행하는 것이 현실임
- 일반탑승객과 동등한 수준의 안전성을 휠체어 탑승객에도 제공할 수 있는 수준의 안전기준 개발이 시급

(3) 시험 적용 기준 및 평가방법

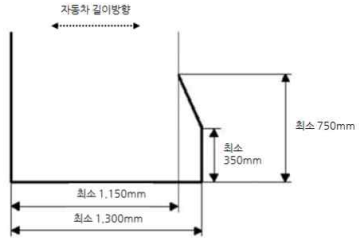
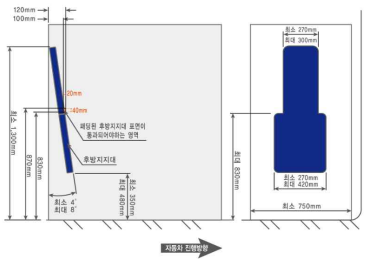
(가) 특별교통수단

[표. 58] 국내외 법규 및 기준현황 분석에 기반한 특별교통수단 안전기준 적용(안)

장치	기준	평가방법
휠체어 탑승공간	(설치기준) 자동차 내에 앞보기만으로 착석할 수 있고, 자동차 길이방향과 평행하고 최소 750mm×1,300mm 면적을 가지며 다른 공간과 간섭이 없는 수평면으로 설치	-
휠체어 고정장치	(설치기준) 휠체어 고정장치는 KS P ISO 10542-1 표준을 만족한 제품이 설치 (강도기준) ① 정하중 기준: 전방 24.5kN 하중 적용, 후방 8.2kN 하중 적용 ② 동하중 기준: 48km/h 속도로 정면충돌 시 인체모형 및 휠체어 거동량 기준 만족	① 정하중 평가방법: 전방 24.5kN의 하중을 60초 이내에 도달하도록 가한 후 0.2초 유지, 후방 8.2kN의 하중을 60초 이내에 도달하도록 가한 후 0.2초 유지, 시험 후 영구파손 없어야 하고 정상작동 하여야 함 ② 동하중 평가방법: 속도 48km/h, 40ms동안 15g 이상 유지, 15ms 동안 20g 이상 유지되도록 정면충돌 모의시험, 휠체어 전방 이동거리 200mm 이하, 인체모형 무릎 이동거리 375mm, 머리 이동거리 650mm 이하이어야 함
휠체어 탑승객 안전띠	(설치기준) 자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙 제112조의3(좌석안전띠), [별표 16] 기준 또는 이와 동등이상의 기준을 만족하며 어깨부와 골반부 안전띠로 분리체결이 가능한 하는 3점식 이상의 안전띠 설치	-
휠체어 탑승객 안전띠 부착장치	(설치기준) ① 골반부 안전띠 부착장치는 안전띠를 착용했을 때 착석기준점 중심 수평방향 하단으로 30°~ 80° 영역 내를 지나가도록 설치 ② 어깨부 안전띠 부착장치는 바닥면에서 1,100mm 이상의 높이를 가지도록 설치 (강도기준) ① 정하중 기준: 전방 13.5kN 하중 적용 ② 동하중 기준: 48km/h 속도로 정면충돌 시 인체모형 및 휠체어 거동량 기준 만족	① 정하중 평가방법: 전방 13.5kN의 하중을 60초 이내에 도달하도록 가한 후 0.2초 유지, 시험 후 영구파손 없어야 하고 정상작동 하여야 함 ② 동하중 평가방법: 속도 48km/h, 40ms동안 15g 이상 유지, 15ms 동안 20g 이상 유지되도록 정면충돌 모의시험, 휠체어 전방 이동거리 200mm 이하, 인체모형 무릎 이동거리 375mm, 머리 이동거리 650mm 이하이어야 함
등받이 및 머리지지대	(설치기준) 등받이 및 탑승객 머리지지대는 휠체어 탑승공간 내 위치하도록 설치 (강도기준) 등받이 373Nm 하중, 머리지지대 890N 하중	① 등받이: 높이 550mm, 너비 450mm의 직사각형 등받이모형을 이용하여 2.5~37.3Nm/sec의 속도로 등받이에 표준휠체어 P점 기준 373Nm 모멘트까지 증가, 5초 이상으로 모멘트 발생키는 하중을 유지한 후 등받이의 파손 또는 이탈여부를 확인 ② 머리지지대: 165±2mm 직경의 반구형 머리모형을 이용하여 머리지지대의 앞면 중심점에 수평방향으로 속도 5~200N/sec로 890N의 하중을 부가하고 하중을 5초 이상 유지한 후 머리지지지대의 파손 또는 이탈여부를 확인

(나) 저상버스

[표. 59] 국내외 법규 및 기준현황 분석에 기반한 저상버스 안전기준 적용(안)

장치	기준	평가방법
휠체어 탑승 공간	(설치기준) 자동차 길이방향과 평행하고 최소 750mm×1,300mm×1,400mm 면적을 가지며 다른 공간과 간섭이 없는 수평면으로 설치	(설치기준) 탑승공간 규격 
휠체어 고정 장치	(설치기준) ① 휠체어 고정장치는 KS P ISO 10542-1 표준을 만족한 제품이 설치 ② 휠체어 고정장치가 4점 스트랩식 고정장치인 휠체어 전방 및 후방 고정 스트랩의 측면 투사각도는 수평면으로부터 45°±10°안에 있어야 함 (강도기준) 전방 11.3kN 하중 적용, 후방 8.1kN 하중 적용	전방 11.3kN의 하중을 60초 이내에 도달하도록 가한 후 0.2초 유지, 후방 8.1kN의 하중을 60초 이내에 도달하도록 가한 후 0.2초 유지, 시험 후 영구파손 없어야 하고 정상작동 하여야 함
후방 지지대	(설치기준) 후방지지대 규격  (강도기준) 2.5kN 하중 적용	휠체어 탑승공간 바닥면으로부터 높이 600~800mm 사이에 있는 후방지지대 너비의 중심점에 대해, 200mm×200mm의 블록으로 2.5kN의 하중을 10초 이내에 도달하도록 가한 후 1.5초 이상 유지, 이때 후방지지대는 파손되는 부분 없이 변형량 100mm 이내

(4) 수단별 안전기준 도출을 위한 시험평가

(가) 특별교통수단

① 현황분석을 위한 시험평가

○ 시험 계획

[표. 60] 현황분석을 위한 Test Matrix

구 분		평가기준	시험차량	인체모형	계측 데이터
동하중	1차	EU R .214/2014 - 전방 48km/h, peak 28g	카니발	여성	·인체상해 계측 : 머리, 목, 흉부, 골반 ·안전띠 / 부착장치 적용하중 계측 ·거동/이동량 계측 : 더미 머리, 무릎,휠체어 ·휠체어고정장치 : 벨트풀림량 계측
	2차			남성	
	3차		스타렉스	여성	
	4차			남성	
	5차	후방 35km/h	스타렉스	남성	-
정하중	1차	EU R .214/2014	카니발	-	·탑승객안전띠, 휠체어 고정장치에 적용되는 하중값
	2차		스타렉스	-	

○ 시험 결과

- (동하중 시험에서의 인체모형 및 휠체어 거동)

· 인체모형 머리 이동량은 벨트가 파손된 경우를 제외 하고 만족

· 인체모형 이동량은 모두 만족하지만 모든 시험에서 Tie-Down 고정장치 역할을 못하여 전후방 격벽 부딪침 발생

- (동하중 시험에서의 좌석안전띠 및 휠체어고정 부착장치)

· 후방 Tie-Down 고정장치 풀림 발생 및 휠체어 고정장치 차체 연결부 파손

- (정하중 시험에서의 탑승객 구속장치 및 휠체어 고정장치 부착구)

· 카니발 특별교통수단 좌석안전띠 차체 고정부(버클) 이탈 발생 및 좌석안전띠 고정부(상단) 차체 트렁크 위쪽 프레임 휘는 현상 발생

· 카니발, 스타렉스 전후방 Tie-down belt 고정 기준 만족하나, 스타렉스는 휠체어 탑승공간 상단부 차체에 체결, 체결 부위 보강 필요

- 휠체어 이용자가 차량 이용시 탑승자의 안전에 위험하여 일반이용자와 동등한 안전수준을 갖지 못하는 것으로 확인됨

② 안전기준 도출을 위한 시험평가

○ 시험계획

[표. 61] 안전기준 도출을 위한 Test Matrix

	인체모형	시험조건(단품)	안전장치 및 시험품	계측 데이터
Test 1	성인 남성	ISO 기준(수동/수동)	- ·탑승객안전띠 : 3점식 : ISO 표준 위치 - ·휠체어 고정장치 : 4 point Tie-down : L-Track &L-Fitting - ·Surrogate 휠체어 - ·모의 실차조건 시험	- ·인체상해 계측 : 머리, 목, 흉부, 골반 - 안전띠 / 부착장치 적용하중 계측 - ·거동/이동량 계측 : 더미 머리, 무릎, 휠체어 - ·고정장치 벨트 : 풀림량 계측
Test 2		A사 카니발		
Test 3		B사 스타렉스		
Test 4		A사 스타렉스		
Test 5		ISO 기준(전동/수동)		
Test 6		C사 카니발		
Test 7		B사 카니발		

○ 시험 결과

- 차실 내 휠체어 고정장치 및 탑승객 구속장치 설치 시 기준에 맞게 적절히 설치하지 않으면 탑승객 안전성에 영향을 줌

[표. 62] 1~7차 시험평가



〈1차 평가〉



〈2차 평가〉



〈3차 평가〉



〈4차 평가〉



〈5차 평가〉



〈6차 평가〉



〈7차평가〉

[표. 63] 기준(안) 적합성 확인을 위한 시험평가 결과(인체모형 및 휠체어 거동량)

		1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차
EU R 만족여부	휠체어 이동량 (200mm 미만)	137	148	205	242	160	173	192
	무릎 이동량 (375mm 미만)	251	236	338	292	261	283	262
	머리 이동량 (3점식, 650mm 미만)	377	369	473	453	421	386	495
	특이사항	ISO 기준	-	전복	전복	ISO 기준		

③ 도출된 안전기준(안) 검증 평가

○ 시험계획

[표. 64] 도출된 안전기준의 검증평가를 위한 Test Matrix

순번	인체모형	시험조건	안전장치 및 시험품 등	계측 데이터
Test 01 (스타렉스)	성인 남성	ISO 기준 (전동/수동)	·탑승객안전띠: 2점식 ·허벅지안전띠: 2점식 ·휠체어 고정장치: 4 point Tie-down ·Surrogate 휠체어	·인체상해 계측 - 머리, 목, 흉부, 골반 ·안전띠 / 부착장치 적용하중 계측 ·거동/이동량 계측 - 더미 머리, 무릎, 휠체어
Test02 (카니발)				




(그림. 168) 기준 검증을 위한 실차 48km/h 정면충돌

○ 시험 결과

- 특별교통수단 기준(안)에 대한 제작사 기술력 확보 여부를 검토하기 위한 실차 시험으로 업계에서 기준(안)을 만족하는 기술력 확보 검증함

[표. 65] 실차 충돌시험에서의 인체모형 상해치 계측값

구분	Hybrid 50%tile 남성 FMVSS 208 기준	스타렉스 휠체어 탑승객 (48kph)	카니발 휠체어 탑승객 (48kph)
HIC36	1000	793	112
Head acc 3mc(g)	-	81.2	33.6
UN Fx(N)	-	1107	0.48

UN Fz(N)	4170(Tension) 4000(Comp.)	3008	1.41
UN My(Nm)	-	73.0	27.7
Chest acc 3ms(g)	60	61.0	59
Chest Defl.(mm)	75	32.9	28.7
Belt Load Up (kN)	-	6.8	8.46
Belt Load Low(kN)	-	9.2	8.78

(나) 저상버스

① 현황분석을 위한 시험평가

○ 시험 계획

[표. 66] 저상버스 현황 평가를 위한 Test Matrix

구분		인체모형	시험조건	안전장치 및 시험품 등	계측 데이터
4차년도	Test 01 (정하중)	-	국내 제작사 설치 조건	• 휠체어 고정장치 - 스텐션* 휠체어 고정장치 • Surrogate 휠체어	• 휠체어 부과 하중
	Test 02 (정하중)	-	국내 제작사 설치 조건	• 휠체어 고정장치 - 스텐션* 휠체어 고정장치 • Surrogate 휠체어	• 휠체어 부과 하중
	Test 03 (정하중)		국내 제작사 설치 조건	• 휠체어 고정장치 - 스텐션* 휠체어 고정장치 • Surrogate 휠체어	• 휠체어 부과 하중

○ 시험 결과

- 하중 부과 중 휠체어 고정장치 부착 지지대 고정부 파손, 현재 운행중인 저상버스 휠체어 고정장치의 안전성은 저상버스 표준모델 안전기준(안)에 적합하지 않으며 안전성에 취약함

② 저상버스 표준모델 적합성 평가

○ 시험 계획

[표. 67] 안전기준(안)의 적용성, 타당성 검토를 위한 Test Matrix

순번		평가기준	시험조건	안전장치 및 시험품 등	계측 데이터
2차년도	Test 01 (정하중 전방)	UN R.107	차량 설계 조건 (자동도킹시스템)	·Surrogate 휠체어 ·자동도킹시스템	휠체어 부과 하중 휠체어 변형량
	Test 02 (정하중 후방)	UN R.107	차량 설계 조건 (자동도킹시스템)	·Surrogate 휠체어 ·자동도킹시스템	휠체어 부과 하중 휠체어 변형량
3차년도	Test 01 (동하중 시험 앞보기)	UN R 80 (전방 32km/h)	차량 설계 조건 (자동도킹시스템)	·Surrogate 휠체어 ·자동도킹시스템	-

	Test 02 (동하중 시험 뒤보기)	기준없음 (전방 32km/h)	차량 설계 조건 (자동도킹시스템)	·Surrogate 휠체어 ·자동도킹시스템	-
	TEST03 (정하중시험 전방)	저상버스 표준모델에 관한 기준개정(안)	차량 설계 조건 (자동도킹시스템)	·Surrogate 휠체어 ·자동도킹시스템	휠체어 부과 하중
	TEST04 (정하중시험 후방지지대)	저상버스 표준모델에 관한 기준개정(안)	차량 설계 조건 (자동도킹시스템)	·Surrogate 휠체어 ·자동도킹시스템	휠체어 부과 하중 휠체어 변형량
4차년도	TEST05 (동하중 시험 앞보기)	저상버스 표준모델에 관한 기준개정(안)	차량 설계 조건 (자동도킹시스템)	·Surrogate 휠체어 ·개선 자동도킹시스템	휠체어 거동
	TEST06 (정하중시험 전방)	저상버스 표준모델에 관한 기준개정(안)	차량 설계 조건 (자동도킹시스템)	·Surrogate 휠체어 ·개선 자동도킹시스템	휠체어 부과 하중

○ 시험 결과

- 2차년도에 실시한 저상버스 내부 자동도킹시스템(표준 바닥판 포함)의 UN R.107에 따른 전·후방 정하중 시험결과 기준에는 적합하나 후방시험 시 휠체어 회전현상이 발생하여 후방지지대 설치 요건으로 기준화 검토 필요
- 3~4차년도에 실시한 저상버스 내부 휠체어 고정장치에 대한 정하중(전방 및 후방) 시험평가 결과 기준에 적합하였으며, 향후 국내 저상버스 기준 도입 시 국내 제작사 기술수준으로 대응 가능
- 다만, 전방시험만을 고려한 제품 설계로 인하여 후방시험시 모멘트 발생

· 이러한 현상을 방지하기 위한 후방지지대 등 제2의 안전장치 설치를 의무화하도록 기준반영



(그림. 169) 저상버스 내부 휠체어 고정장치(자동도킹시스템) 후방 정하중 시험결과

- 저상버스 내부 휠체어 고정장치에 대한 동하중(32km/h 충돌속도) 시험결과 기준에 적합하였으며, 향후 국내 저상버스 기준 도입 시 국내 제작사 기술수준으로 대응 가능

○ 휠체어 고정장치(안전 고정모듈) 안전성 평가

- 차량 내부 휠체어 이용자의 편의성 향상을 위해 이지무브社가 개발한 휠체어 고정장치(안전 고정모듈)의 충돌안전성 평가
- 본 연구를 통해 개정 완료된 저상버스 표준모델에 관한 기준 [별표 2. 저상버스 표준모델의 안전기준] 중 “휠체어 고정장치 강도시험 방법” 적용

(정하중 평가) 강성이 높게 제작된 저상버스 휠체어 고정장치에 휠체어를 고정하여 휠체어 무게중심 기준 수평(0°)이며 자동차 진행방향(전방)으로 11.3kN(1,153kg)의 하중을 가한다. 이때 각 하중은 60초 이내에 도달하도록 가한 후 0.2초 이상 유지

- 대상 휠체어로 수동 휠체어 4대, 전동 휠체어 4대를 준비하여 정하중 평가를 실시, 시험결과 다음과 같음

종류	전방 하중량		휠체어 고정 모듈	비 고
	기준(kgf)	적용(kgf)		
수동 T1	1,153	1,165	고정 모듈 휨 발생	고정 모듈이 휨에 따라 휠체어도 접힘
수동 T2		1,165	고정 모듈 휨 발생	고정 모듈이 휨에 따라 휠체어도 접힘
수동 T3		1,158	고정 모듈 휨 발생	고정 모듈이 휨에 따라 휠체어도 접힘
수동 T4		1,160	고정 모듈 휨 발생	고정 모듈이 휨에 따라 휠체어도 접힘
전동 T5		1,164	고정 모듈 휨 발생	-
전동 T6		1,161	고정 모듈 휨 발생	-
전동 T7		1,166	고정 모듈 휨 발생	고정 모듈을 부착한 휠체어 프레임 파손
전동 T8		1,164	고정 모듈 휨 발생	-



〈수동휠체어 시험 전〉



〈수동휠체어 T1 시험 후〉



〈전동휠체어 시험 전〉



〈전동휠체어 T5 시험 후〉

- 충격으로 인한 고정 모듈이 휠(변형) 가능성이 있어 사고 또는 충격 후에는 고정 모듈을 교체해야 할 필요성 있으며,
- 이지무브社가 제작한 휠체어 고정 모듈 봉 및 휠체어에 부착되는 프레임의 재질 두께 개선 필요
- 결론적으로, 휠체어 고정 모듈은 하중에 대한 변형이 심하여 강도 개선이 필요하며, 개선이 필요한 사항을 이지무브社에 피드백

(5) 휠체어 안전성 평가

(가) 시험계획

○ 시중에서 판매되고 있는 휠체어의 충돌안전성을 평가하여 차량 내 탑승이 가능한지 여부를 판단하고, 차량 내 탑승이 가능한 안전성을 가지려면 휠체어가 어떤 요건들을 만족해야하는지를 분석함

[표. 68] 차량 내 탑승 가능한 휠체어 안전성 평가를 위한 Test Matrix

구분			휠체어	시험조건	안전장치 및 시험품 등	계측 데이터
4차 년도	상용 휠체어	수동휠체어		48km/h 동하중 기준에 따른 설치 및 장착요건	• 탑승객 구속 장치 - 3점식 안전띠 • 휠체어 고정 장치 - 4 point Tie-down • Surrogate 휠체어 • Multi Jig 시험	• 안전띠 / 부착장치 적용하중 계측 • 거동/이동량 계측 - 더미 머리, 무릎, 휠체어 • 고정 장치 벨트 : 풀림량 계측 • 휠체어, 안전장치 파손여부
		전동휠체어				
		전동스쿠터				
	개선 휠체어	수동휠체어		48km/h 동하중 기준에 따른 설치 및 장착요건	• 탑승객 구속 장치 - 3점식 안전띠 • 휠체어 고정 장치 - 4 point Tie-down • Surrogate 휠체어 • Multi Jig 시험	• 안전띠 / 부착장치 적용하중 계측 • 거동/이동량 계측 - 더미 머리, 무릎, 휠체어 • 고정 장치 벨트 : 풀림량 계측 • 휠체어, 안전장치 파손여부
		전동휠체어				
5차 년도	상용 휠체어	수동휠체어		ISO 7176-19 표준에 따른 설치 및 장착요건	• 탑승객 구속 장치 - 3점식 안전띠 • 휠체어 고정 장치 - 4 point Tie-down • Surrogate 휠체어	• 거동/이동량 계측 - 더미 머리, 무릎, 휠체어 • 고정 장치 벨트 : 풀림량 계측 • 휠체어, 안전장치 파손여부
		전동휠체어				

(나) 시험 결과

[표. 69] 차량 내 탑승 가능한 휠체어 안전성 평가 결과

구분	시험결과
상용휠체어	○ 상용 휠체어는 휠체어 자체의 안전성 부족으로 충돌 시 인체모형 거동 불량(Submarine 현상 등 발생)으로 복부 벨트 하중이 증가, 이로 인한 인체상해 가능성 높음 ○ 또한, 휠체어 등받이 강성이 유지되지 않아 1차 충돌 후 인체모형이 Rebound되는 현상이 발생하여 상해정도가 가중될 위험 발생, 이는 휠체어가 자동차의 좌석과 같이 탑승객의 거동을 구속해주는 충분한 안전장치의 기능을 하지 못함을 의미함 ○ 따라서 차량 내 탑승 가능한 휠체어에 대한 안전기준이 필요하며, 이에 대한 성능검증 평가도 필요함
개선휠체어	○ 개선휠체어의 경우 Tie-down 및 3점식 벨트의 적절한 구속으로 휠체어 및 인체모형의 전방 거동은 적정하나, 휠체어 등받이 강성이 유지되지 않았으며 충돌 후 인체모형이 Rebound되는 현상이 발생하여 상해정도가 가중될 위험 발생, 휠체어가 자동차의 좌석과 같이 탑승객의 거동을 구속해주는 충분한 안전장치의 기능을 하지 못함을 의미함 ○ 따라서 휠체어 자체 고정장치 및 탑승객 고정장치의 개선에 추가로 휠체어 등받이 강성에 대한 안전성 검증 평가도 필요함
차량내 탑승가능 인증 휠체어	○ 특별교통수단 등 자동차 측면에서의 휠체어 탑승객 안전성 확보와 함께 충돌 시 승객보호를 위한 휠체어 자체의 안전성 확보도 함께 검토되어야 하는 시급한 문제임 ○ 수동 및 전동휠체어의 안전성에 관한 기준을 관리하고 있는 식약처와 협의하여 관련 기준의 개정을 논의 협업할 필요 있음 - 건강보험공단 복지용구 허가기준(수동식 휠체어) 및 식약처 의료기기 고시(전동식 휠체어)에 “KS P ISO 7176-19”를 만족요건 추가 필요성 인식(식약처 고시개정 검토 예정) · KS P ISO 7176-19:2012, 휠체어-제19부: 자동차에서 사용되는 바퀴 장착 이동기구 (휠체어 고정지점 규격 및 위치, 정면충돌시험방법 및 기준, 고정구 분리성 및 고정장치 적응성 시험방법 등)

자. 이동제약자 이동지원서비스 제공을 위한 법제도 개선

(1) 교통약자 관련 법제도 분석서

(가) 국내 이동제약자 관련법령 수집 및 분석

○ 현행 법령의 문제점을 파악하기 위하여 국내 이동제약자 관련법령을 분석하였음

[표. 70] 국내 관련 법제도 분석리스트

구분	법령명	소관부처
1	교통약자의 이동편의 증진법(시행령, 시행규칙 포함)	국토교통부
2	교통안전법(시행령, 시행규칙 포함)	국토교통부
3	자동차관리법(시행령, 시행규칙 포함)	국토교통부
4	여객운수사업법(시행령, 시행규칙 포함)	국토교통부
5	대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법률(시행령, 시행규칙 포함)	국토교통부
6	장애인·노인·임산부 등의 편의증진 보장에 관한 법률(시행령, 시행규칙 포함)	보건복지부
7	장애인 복지법(시행령, 시행규칙 포함)	보건복지부
8	장애인활동 지원에 관한 법률(시행령, 시행규칙 포함)	보건복지부
9	보행안전 및 편의증진에 관한 법률(시행령, 시행규칙 포함)	국민안전처
10	도로교통법(시행령, 시행규칙 포함)	경찰청
11	의료기기법(시행령, 시행규칙 포함)	식품의약품안전처
12	KS의 휠체어 안전고정장치 기준	한국표준협회
13	교통약자 이동편의 증진 조례	해당 지방자치단체(n = 24)

- 「교통약자의 이동편의 증진법」 분석 결과, 교통약자의 이동편의시설과 관련된 세부항목에 대한 사항이 전반적으로 미비하였음
- 13개 법령 분석 결과, 전반적으로 교통수단 및 이동편의시설의 도입 및 확충, 이동편의 등에 비해 안전과 관련된 조문의 결과는 미비한 것으로 도출되어 안전성에 관한 보강이 필요한 것으로 분석됨
- 법령의 이행에 대한 선택사항, 강제적 조치미흡 등 조문 개정의 필요성을 확인하였음

(나) 국외 이동제약자 관련법령 수집 및 분석

○ 국내 법령 개정 시 국외(미국, 영국, 일본, 독일) 법령을 선진사례로 참고하기 위하여 분석함

[표. 71] 국외 관련 법제도 분석리스트

구분	법령명	국가
1	도로교통법	일본
2	고령자, 장애인 등 이동의 원활화 촉진에 관한 법률	일본
3	여객 시설 또는 차량 등의 구조 및 설비에 관한 기준을 정한 성령	일본
4	장애자기본법	일본
5	Barrier-Free법	일본
6	ADA법 (장애인법)	미국
7	대중교통법	미국
8	Vehicle and Traffic Law : VAT (차량과 교통법)	미국(뉴욕주)
9	도로교통법	영국
10	도로교통령	영국
11	DDA (장애인 차별 금지법)	영국
12	장애인차별금지법 공공서비스 차량에 대한 접근성 규정	영국
13	Strassenverkehrsgesetz : StVG (도로교통법)	독일
14	Strassenverkehrs-Ordnung : StVO (도로교통령)	독일
15	Fev (도로교통에서의 개인면허 승인에 관한 규정)	독일
16	BKatV (도로교통법 위반에 대한 처벌, 범칙금 부과원칙, 운전금지에 관한 규정)	독일

- 국외 법령 분석 결과, 미국은 모든 분야에서 장애인의 차별을 불법으로 규정하고 있고 독일 역시 전반적으로 장애인의 권리 보장을 위한 법령 및 규정을 갖추고 있음
- 일본은 한국의 법령체계와 가장 유사한 구조 및 내용을 갖추고 있으며, 영국은 보행보조용의자차의 차도주행이 가능하며 그에 대한 기준이 세부적으로 규정되어 있었음

(2) 현행 이동제약자 관련 법령개정(안)

(가) 국내 관련법령의 문제점 도출

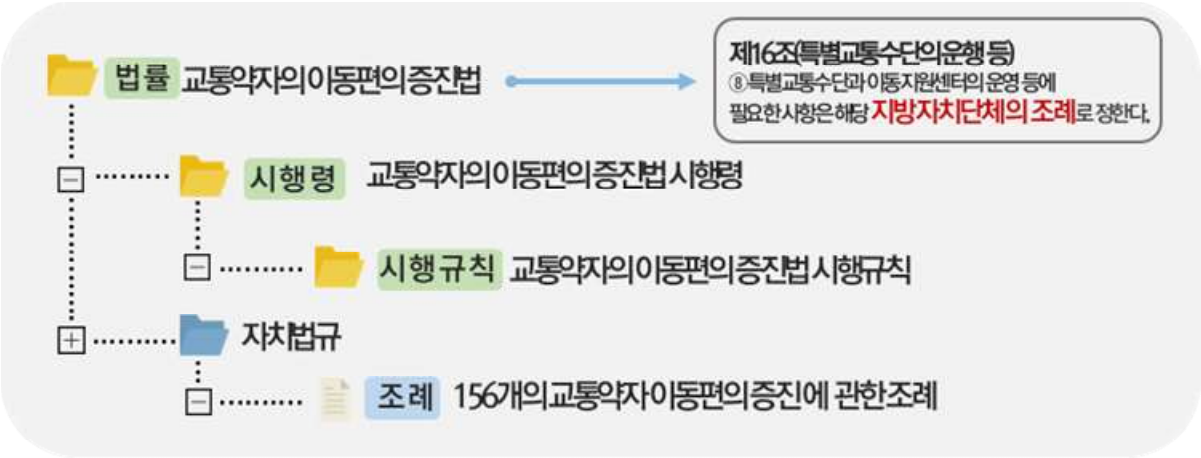
○ 국내 이동제약자 관련 13개 법령의 한계 및 문제점을 도출하였음

- 국내 법제도 연관 키워드 : 휠체어, 고정설비, 장애인, 교통약자, 저상버스, 특별교통수단
- 13개 법령 분석 결과, 전반적으로 교통수단 및 이동편의시설의 도입 및 확충, 이동편의 등에 비해 안전과 관련된 조문의 결과는 미비한 것으로 도출되어 안전성에 관한 보강이 필요한 것으로 분석됨

① 광역 간 이동지원센터 연계

○ 지방자치단체별 교통약자 이동편의 증진 조례의 한계 및 문제점의 개선안을 도출하였음

- 현행 법령(교통약자법)상 특별교통수단과 이동지원센터의 운영 등에 필요한 사항은 해당 지방자치단체의 조례로 규정하여 각 지방자치단체별 상이한 조건으로 운영함
- 지자체 조례 비교·분석 결과, 지역 간 특별교통수단 이용대상자, 이용요금, 이용시간, 운행범위 등 운영체계가 상이하여 교통약자 혼란 야기
- 광역 간 이동지원센터 연계를 위하여 법령정비(교통약자법, 교통약자법 시행규칙) 및 표준조례 제정을 통한 교통약자 광역 이동 체계 구축 필요



(그림. 170) 특별교통수단 관련 법령 체계도

- 또한, 운전자 및 상담원에 대한 교육과 관련된 조항이 미비하여 관련 민원 분석 결과 특별교통수단 및 이동지원센터의 서비스 질에 대한 민원이 많았음
- 교통약자의 광역적 이동에 관한 조항 등이 누락되어 교통약자의 광역 이동이 어려움

② 휠체어의 통행방법

○ 최근 전동휠체어, 전동스쿠터 등 보행보조용의자차의 차도주행으로 인한 사고가 빈번함

- 휠체어는 현행 법령(도로교통법)상 보행자로 분류되어 보도로 통행하도록 규정되어 있음
- 그러나, 휠체어 이용자들은 보도의 정비 불량(단차, 평탄성, 기울기 불량 등), 보행로를 가로막는 적치물, 공사 등으로 불가피하게 차도통행을 할 수 밖에 없는 상황이 존재함
- 휠체어의 이동권 증진을 위하여 휠체어의 통행방법과 관련된 법령(도로교통법, 도로교통법 시행규칙, 도로의 구조·시설 규칙, 교통약자 이동편의 증진법) 개정을 통한 개선방안 마련이 필요함

법률	조	항	하위법령
도로교통법	제2조(정의)	보행보조용의자차 = 보행자	시행규칙 제2조(보행보조용 의자차의 기준)
	제8조(보행자의 통행)	① 보도 통행 원칙	
		② 보도와 차도의 구분이 없을 경우	
		③ 보도통행 시 우측통행	
교통약자의 이동편의 증진법	제9조(이동편의시설 설치대상)	도로에 이동편의시설 설치	
	제10조(이동편의시설의 설치기준)	세부기준을 시행규칙으로 위임	시행규칙 제2조(이동편의시설의 세부기준)
	제11조(이동편의시설의 설치 등)	이동편의시설 유지·관리 규정	
보행안전 및 편의증진에 관한 법률	제2조(정의)	보행보조용의자차 = 보행자	시행규칙 제2조(보행보조용의자차의 범위)
	제25조(공사 중 보행자를 위한 안전조치 의무)	① 공사 중 교통악자 보행안전통로 설치	시행규칙 제10조(보행안전통로 및 안전시설 설치기준)
도로법	제54조(보도의 설치 및 관리)	보행자의 안전을 위하여 보도를 설치	도로구조·시설규칙 제16조(보도)

(그림. 171) 휠체어 통행방법 관련법령 내용

(나) 교통약자 관련 현황 수집 및 분석

① 광역 간 이동지원센터 연계

○ 특별교통수단 및 이동지원센터의 운영상 문제점을 확인하기 위하여 특별교통수단 이용자 민원을 분석하였음



(그림. 172) 이용자 민원 분석 결과

- 19개 지자체의 이동지원센터 운영 및 이용 현황 분석을 통하여 특별교통수단 및 이동지원센터 이용실태를 검토하였음
- 특별교통수단 이용자 대상 설문조사(부산, 충주, 원주)를 통하여 실질적인 이용자의 의견 반영 및 합리적 개선방향을 설정하였음

② 휠체어의 통행방법

○ 국내외 법제도 및 유사 사례 분석을 통하여 개선방향을 설정하였음

- 휠체어의 통행방법에 관련된 기사 분석을 통하여 기존 휠체어 통행방법의 문제점을 파악하여 법제도 개선에 관한 개선방향을 검토하였음

(다) 현행 이동제약자 관련 법령 제/개정(안) 제시

○ 휠체어의 통행방법과 관련하여 법령을 정비하였음

- 현행 법령상 휠체어 이용자는 보행자로 규정되어 있으나 보도 턱 등의 문제로 불가피하게 차도로 주행해야 함
- 따라서, 도로교통법 내 휠체어의 통행방법에 관한 특례를 신설함으로써 휠체어의 통행이 불가능한 구역에 한하여 보호장구 착용 시 휠체어의 차도주행을 허용하도록 개정안을 제시하였음

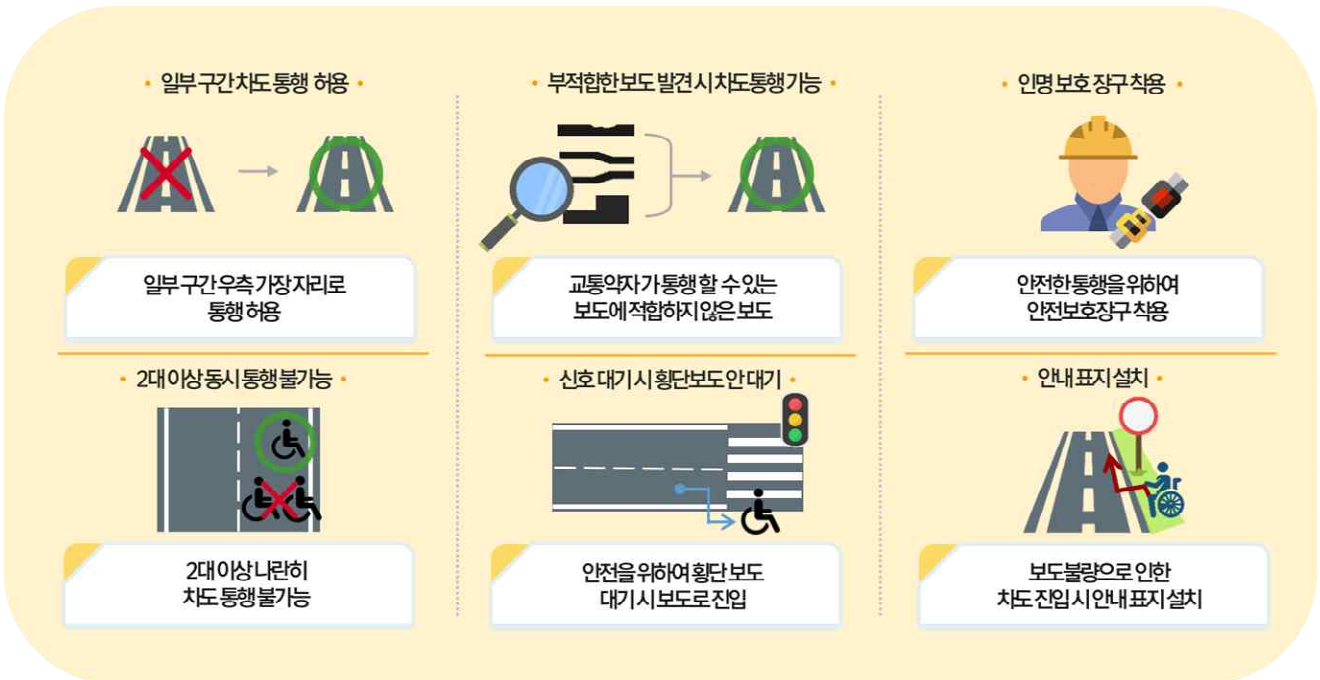
[표. 72] 도로교통법 제8조의2 개정방안

구분	개정방안
통행방법	• 휠체어 이용자는 차도로 통행하는 경우 도로의 우측 가장자리로 통행
보호장치 착용의무	• 휠체어 이용자가 차도로 주행할 때에는 인명 보호장구를 착용하여야하며 차량 뒤에 반사재를 부착하여 등화, 지시등, 경음기 사용 규정을 준수하여야 함을 명시
횡단보도 이용방법	• 휠체어 이용자가 횡단보도를 이용하여 횡단하는 경우 보행자로 규정하고 신호대기 시에는 보도 안에 대기하도록 명시

- 휠체어의 통행방법과 관련된 법령(도로교통법, 도로교통법 시행규칙, 도로의 구조·시설 규칙, 교통약자 이동편의 증진법) 개정안을 작성하였음

[표. 73] 휠체어 통행방법 관련 법령 개정안

법령명	조항	조문내용
도로교통법	제8조의2 (신설)	• 보행보조용의자차의 통행방법 변경 명시
		• 차도통행 허용구간 기준 명시
		• 인명보호장구·발광장치 착용 의무화
		• 안전표지 설치 규정 마련
	제13조의2	• 차마와의 안전거리 확보 규정 마련
	제19조	
	제157조	• 무분별한 차도통행 행위 금지
교통약자의 이동편의 증진법	제4조	• 교육 및 홍보활동 근거 마련
도로의 구조·시설 규칙	제16조	• 보도의 설치기준 강화



(그림. 173) 휠체어의 통행방법 관련 법령개정(안) 주요내용

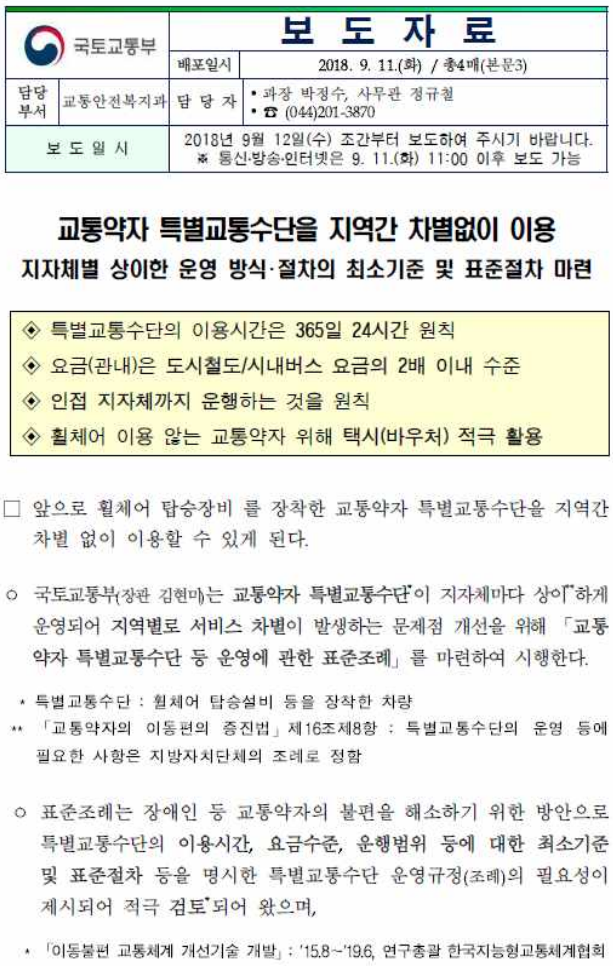
(3) 이동제약자 관련 표준조례(안)

○ 특별교통수단 등의 운영에 관한 표준조례 지침을 제시하였으며, 주요 골자는 다음과 같음



(그림. 174) 표준조례 주요골자

- 표준조례 제정(안) 건의 후 지자체 홍보를 위한 인포그래픽을 배포함



국토교통부 **보 도 자 료**

		배포일시	2018. 9. 11.(화) / 총4매(본문3)
담당부서	교통안전복지과	담 당 자	• 과장 박정수, 사무관 정규철 • ☎ (044)201-3870
보 도 일 시		2018년 9월 12일(수) 조간부터 보도하여 주시기 바랍니다. ※ 통신·방송·인터넷은 9. 11.(화) 11:00 이후 보도 가능	

교통약자 특별교통수단을 지역간 차별없이 이용

지자체별 상이한 운영 방식·절차의 최소기준 및 표준절차 마련

◈ 특별교통수단의 이용시간은 365일 24시간 원칙
◈ 요금(관내)은 도시철도/시내버스 요금의 2배 이내 수준
◈ 인접 지자체까지 운행하는 것을 원칙
◈ 휠체어 이용 않는 교통약자 위해 택시(바우처) 적극 활용

□ 앞으로 휠체어 탑승장비 를 장착한 교통약자 특별교통수단을 지역간 차별 없이 이용할 수 있게 된다.

○ 국토교통부(장관 김현미)는 교통약자 특별교통수단*이 지자체마다 상이**하게 운영되어 지역별로 서비스 차별이 발생하는 문제점 개선을 위해 「교통약자 특별교통수단 등 운영에 관한 표준조례」를 마련하여 시행한다.

* 특별교통수단 : 휠체어 탑승설비 등을 장착한 차량
** 「교통약자의 이동편의 증진법」 제16조제8항 : 특별교통수단의 운영 등에 필요한 사항은 지방자치단체의 조례로 정함

○ 표준조례는 장애인 등 교통약자의 불편을 해소하기 위한 방안으로 특별교통수단의 이용시간, 요금수준, 운행범위 등에 대한 최소기준 및 표준절차 등을 명시한 특별교통수단 운영규정(조례)의 필요성이 제시되어 적극 검토*되어 왔으며,

* 「이동불편 교통체계 개선기술 개발」 : '15.8~'19.6, 연구총괄 한국지능형교통체계협회



(그림. 175) 표준조례 제정 건의 및 인포그래픽

(4) 개발기술의 인증체계 개발

(가) 지역이동지원센터 플랫폼 운영 효과분석

○ 지역이동지원센터의 플랫폼 운영 효과평가와 관련하여 사전조사를 진행하였음

- 조사 지역 : 원주시 택시 복지회관 내 교통약자 콜택시
- 운행차량, 이용대상, 이용요금, 운행범위, 운영시간, 이용자 준수사항 등 문헌조사를 통해 파악하기 힘든 운영자 및 차량 운전자와의 1:1 면접조사를 통해 다양한 입장에서의 개선필요사항과 요구사항을 파악하였음
- 사전조사를 통해 효과평가 주요 평가항목 선정 후 사전조사를 위한 설문조사지를 작성함

○ 이동지원센터 플랫폼 시범운영 효과평가를 계획하였음

- 평가 개요 : 플랫폼 운영에 따른 운영자, 이용자, 운전자 대상의 기술 효과평가 및 만족도 분석
- 평가 대상 : 운영자, 이용자, 운전자
- 평가 기간 : Test-Bed 운영 후 60일 이내
- 평가 내용 : 조사대상자의 일반사항, 시스템 도입에 따른 효과 인식 여부, 대기시간 감소 여부, 운전기사 서비스 향상, 기존 민원의견 반영 여부 등

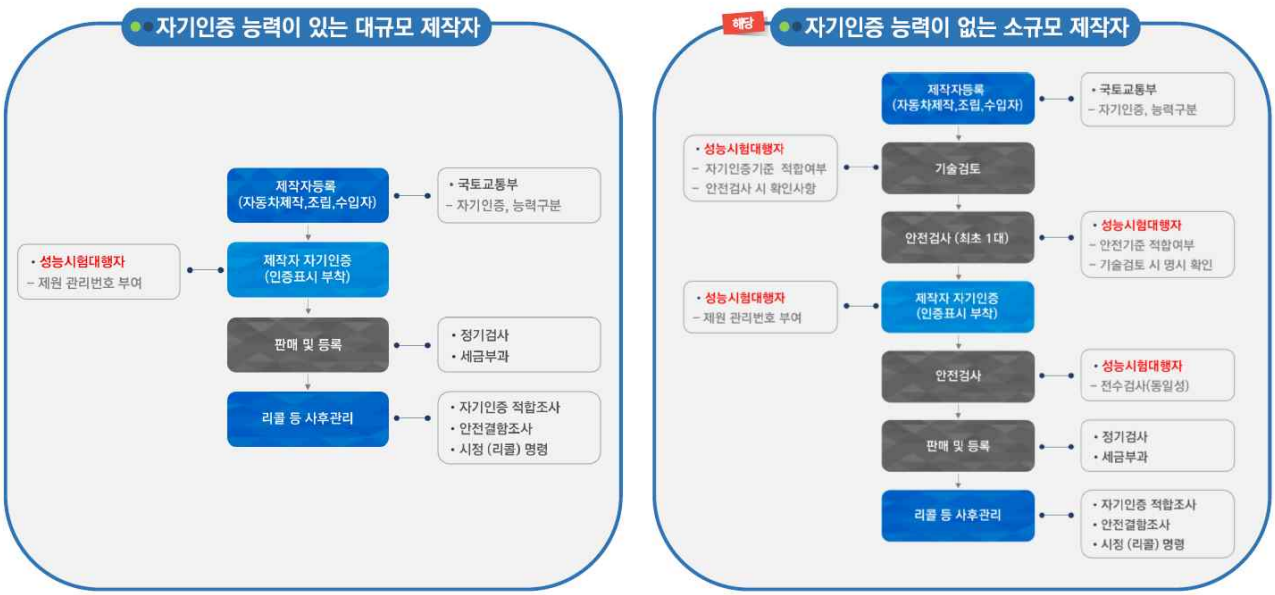
(나) 안전고정장치 등 이동편의 증진기술 인증체계 개발

○ 인증체계 관련 법령을 검토하였음

[표. 74] 인증체계 관련 법적근거

구분	관계법령
1	「자동차 관리법」 제30조(자동차의 자기인증 등)
2	「자동차 관리법」 시행규칙 제31조 내지 제40조
3	「자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙」
4	「자동차 자기인증요령 등에 관한 규정」

- 현재 국내에서는 「자동차 관리법」에 따라 자기인증제도를 시행함
- 특별교통수단 및 저상버스의 경우 소규모 제작자의 인증절차에 따라 인증함



(그림. 176) 자기인증제도 내 구분 및 절차

- 한국교통안전공단과의 협의를 통해 특별교통수단 및 저상버스에 대한 인증체계를 개발하여 적용할 경우 통상 마찰의 소지 등의 문제로 기존 인증체계를 고수하는 것이 합리적이라고 판단함

4. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

가. 목표 달성도

□ □ 1차 연도

□

핵심 성과물 (level1)		단위 성과물 (level2)		1차 연도 성과점검기준				달성치	정량성과 (목표치/달성치)
				질적 성과지표		목표치	검증방법		
A1	휠체어/유모차 수용을 위한 교통수단 내 안전고정 표준 프레임 개발 (1차)	A1-1	〈1-1-1-1〉 표준레이아웃 개발을 위한 설계 변수선정 및 분석	①	표준레이아웃 기반구축	설계변수 선정 민감도 분석	설계변수 분석 결과서	· 표준레이아웃 설계변수 특성변화 분석 보고서 1건	기술보고서 : 1건/1건 논문게재(국내/비SCI) : 1건/1건
		A1-2	〈1-1-2-1〉 국내외 휠체어 고정장치 분석을 통한 표준 바닥판 컨셉 설계	①	고정장치 제품 분석 표준 바닥판 컨셉 설계	상용 제품분석을 바탕으로한 고정장치부착 표준바닥판 컨셉설계	컨셉설계서 제출	· 표준바닥판(TYPE PROTO-1) 컨셉설계 도면 1건 · 표준바닥판(TYPE PROTO-2) 컨셉설계 도면 1건	기술분석서 : 1건/1건 H/W, S/W 설계서 : 2건/2건 프로토 : 2건/2건 (추가성과)특허출원(국내) : - /1건
		A1-3	〈1-1-4-1〉 휠체어 고정상태 모니터링장치 컨셉 설계 및 설계 검증/ 긴급대피장비 위치추적장치 컨셉 설계	①	표준 바닥판 및 안정고정모듈 컨셉 분석을 통한 고정상태 모니터링 장치 컨셉설계	고정장치 내부동작을 감시하는 일체형 고정상태 모니터링 장치 컨셉설계	컨셉설계서 제출, 분석 보고서 제출	· 휠체어 고정상태 모니터링 일체형 장치 컨셉설계서 1건 · 휠체어 고정상태 모니터링 독립형 장치 컨셉설계서 1건 · 독립형 모니터링장치 분석보고서 1건	H/W, S/W 설계서 : 2건/2건 프로토 : 1건/1건 기술분석서 : 1건/1건
						고정창치와 별개로 고정상태를 감시하는 독립형 고정상태 모니터링 장치 컨셉 설계 및 프로토타입 제작			
				②	긴급대피장비 위치추적 장치 컨셉설계	긴급대피장비 구조고려 및 실내위치 측위 기술 동향 분석 결과를 적용한 컨셉 설계	컨셉설계서 제출, 분석보고서 제출	· 긴급대피장비 위치추적장치 컨셉설계서 1건 · 긴급대피장비 실내측위 기술동향 분석 보고서 1건	컨셉 설계서 : 1건/1건 기술분석서 : 1건/1건
B1	휠체어/유모차 안전고정 표준모듈 (장착형) 개발 (1차)	B1-1	〈1-2-1-1〉 유모차, 휠체어, 스쿠터에 대한 구조 분석	①	구조분석 및 표준정립	제품별 구조분석을 통한 표준구조 정립	구조분석 보고서 제출	· 휠체어 등 제품별 구조분석보고서 1건	기술분석서 : 1건/1건
		B1-2	〈1-2-2-1〉 해외 표준화 사례 및 제품 분석에 따른 장착형안전고정 표준 모듈 컨셉 설계	①	유형별 표준분석에 따른 휠마운트 시스템과 도킹 시스템 컨셉설계	장착형 안전고정 장치 국내외 제품 분석을 통한 컨셉설계	컨셉설계도 제출	· EM 안전고정장치 컨셉설계도면 1건 · Universal 안전고정장치 컨셉설계도면 1건	기술분석서 : 1건/1건 H/W, S/W 설계서 : 2건/2건
C1	이동 제약자 이동지원 서비스 개발 (1차)	C1-1	〈1-3-1-1〉 긴급대피장비 프레임부 컨셉설계 및 시작품	①	경량/안전/최소 회전반경을 고려한 프로토타입 (프레임)	본체무게 : 9Kg 최소폭 : 170mm 회전반경 : 100cm	시제품시험 성적서 제출	· 긴급대피장비 시험성적서 1건	H/W, S/W 설계서 : 1건/1건 프로토 : 1건/1건 시험결과서 : 1건/1건
		C1-2	〈1-3-2-1〉 이동지원센터 서비스 아키텍쳐	①	아키텍쳐 설계	지역적/기능적으로 독립된 이동지원 센터와 시스템을 수용할 수 있고, 시스템 및 서비스간 상호 호환성 확보	설계서 제출	· 이동지원서비스 아키텍쳐 설계서 1건	기술보고서 : 1건/1건
		C1-3	〈1-3-3-1〉 이동지원 센터 관련 현황 분석 및 기술 동향 분석서	①	동향 분석 결과	이동지원 서비스용 플랫폼 구성 요소 도출	분석서 제출 확인	· 이동지원센터 관련 동향 분석결과서 1건	기술분석서 : 1건/1건
D1	안전고정장치 등 이동편의 증진기술 성능평가 및 인증체계개발 (1차)	D1-1	〈1-4-2-1〉 교통약자 관련 법제도 분석서	①	기존 법제도의 문제점 및 개선안 제시	국내외 관련 법제도의 체계분석 및 개선안 수립	분석서 제출	· 교통약자 관련 법제도 분석서 1건	기술보고서 : 1건/1건
		D1-2	〈1-4-4-1〉 휠체어 고정장치 및 탑승객 구속장치 안전성 평가결과	①	충돌모의 시험 평가	휠체어 고정장치 및 탑승객 구속장치의 충돌모의 시험(고속) 평가결과	보고서 제출	· 충돌모의시험 평가결과보고서 1건	시험결과서 : 1건/1건 (추가성과)학술발표(국내) : - /2건

□ □ 2차 연도

핵심 성과물 (level1)		단위 성과물 (level2)		2차 연도 성과점검기준			검증방법	달성치	정량성과 (목표치/달성치)
					질적 성과지표	목표치			
A2	휠체어 수용을 위한 교통수단 내 안전 고정 표준 프레임 개발 (2차)	A2-1	〈1-1-1-2〉 고정장치 연결부 피로특성 및 레이아웃 요소부 특성 평가	①	연결부 피로특성 선도 도출 및 표준레이아웃 요소부(고정장치 및 연결부) 평가	안전성 법규(SAE J2249,ANSI/RESNA WC-19)기준 충족	레이아웃 요소부 기초 분석서 제출	· 연결부 피로특성 선도도출 및 표준 레이아웃요소부 평가 1건	(초과달성)논문게재(국내/비SCI) : 2건/4건 기술분석서 : 1건/1건
		A2-2	〈1-1-2-2〉 UCD를 고려한 표준 바닥판 및 구속장치 시작품	①	사용자 편의성 반영 시작품 개발	사용자 평가를 통한 만족도 80% 1.0KN, 강도시험 시 고정장치와 바닥판 연결부 균열 및 이탈 없을 것	자체시험 성적서 제출	· 저상버스 표준바닥판 자체시험 성적서 1건 / 만족도 87.5, 1.0KN 강도시험 통과 · 특별교통수단 표준바닥판 자체시험 성적서 1건 / 만족도 87.5, 1.0KN 강도시험 통과 · 저상버스 고정장치 자체시험 성적서 1건 / 만족도 87.5, 1.0KN 강도시험 통과 · 특별교통수단 고정장치&구속장치 자체시험 성적서 1건 / 만족도 87.5, 1.0KN 강도시험 통과	기술분석서 : 1건/1건 (초과달성)H/W, S/W 설계서 : 3건/5건 (초과달성)시험결과서 : 3건/4건 (초과달성)시작품 : 3건/5건
		A1-3	〈1-1-4-2〉 휠체어 고정상태 모니터링 및 고정장치운용 기술 개발	①	고정상태 판단 장치 시작품 (센싱 및 제어장치 1식 포함))	고정상태 모니터링 정확도 80% 이상	자체시험 성적서 제출	· 통합시험결과서 1건 / 모니터링 정확도 평균 85%	특허출원(국내) : 1건/1건 S/W 등록 : 2건/2건 기술분석서 : 1건/1건 H/W, S/W 설계서 : 6건/6건 시험결과서 : 4건/4건 시작품 : 4건/4건
				②	고정상태 정보 제공 S/W 및 시작품 개발 (알림, 제어)	기능정의에 따른 핵심 S/W 및 이용자 알림장치 H/W 시작품 제작	S/W 등록증 제출	· 사용자 알림장치 제어프로그램 SW 1건 · 휠체어 고정상태 판단 프로그램 SW 1건	
B2	휠체어 안전고정 표준모듈 (장착형) 개발 (2차)	B2-1	〈1-2-2-2〉 표준바닥판 연계 안전고정 모듈 시작품	①	표준바닥판 연계 시작품	1.0KN, 강도시험 시 휠체어-모듈 고정장치 연결부 균열 및 이탈 없을 것	자체시험 성적서 제출	· 고정장치 연계 고정모듈 (수동휠체어용) 자체시험 성적서 1건 / 1.0KN 강도시험 통과 · 고정장치 연계 고정모듈 (전동휠체어용) 자체시험 성적서 1건 / 1.0KN 강도시험 통과	H/W, S/W 설계서 : 2건/2건 시험결과서 : 2건/2건 시작품 : 2건/2건 디자인 등록 : 1건/1건
C2	이동 제약자 이동지원 서비스 개발 (2차)	C2-1	〈1-3-2-2〉 이동지원센터 서비스 아키텍쳐 보완서 및 (지역)이동지원센터 매뉴얼	①	아키텍쳐 설계서	이동지원서비스 논리, 물리 아키텍쳐 포함	설계서 제출	· 이동지원서비스 아키텍쳐 보완서 1건	기술보고서 : 1건/1건 지침/매뉴얼 : 1건/1건
				②	운영 매뉴얼	지역이동지원센터 운영매뉴얼	매뉴얼 제출	· 지역이동지원센터 플랫폼 매뉴얼 1건	
		C2-2	〈1-3-3-2〉 지역(시/군/구 단위) 이동지원센터 표준 플랫폼	①	업무 공통성 및 활용 가능성	사용자, 배차, 예약관리 등 플랫폼의 기본/공통적인 기능 확보	설계서, 테스트 결과서, S/W 제출 확인	· 지역이동지원센터표준플랫폼 SW 설계서 1건 · 지역이동지원센터 표준플랫폼 SW 1건	S/W 등록 : 1건/1건 기술분석서 : 2건/2건 H/W, S/W 설계서 : 1건/1건 시험결과서 : 1건/1건
D2	안전고정장치 등 이동편의 증진기술 성능평가 및 인증체계 개발 (2차)	D2-1	〈1-4-1-2〉 단위시험 평가 방법론	①	합리적인 평가 방안 수립	개발 성과물의 정성적 성능수준과 이용자요구 충족 등을 평가할 수 있는 지표와 평가 절차를 반영	평가방안 수립 검토서 확인	· 단위시험 평가 방법론 기술보고서 2건	기술보고서 : 2건/2건
		D2-2	〈1-4-2-2〉 현행 이동제약자 관련 법령개정 (안)	①	이동제약자의 이동편의, 안전 관련 법령개정 (안) 제시	법제도 제/개정 (안) 제시 및 해당부처 입법건의	입법건의 및 보고서 제출	· 교통약자 관련 법제도 정책제안서 1건	정책제안 : 1건/1건 기술보고서 : 1건/1건
		D2-3	〈1-4-3-2〉 표준바닥판 등 안전고정장치 안전성 평가 분석 보고서	①	표준바닥판 등 안전고정장치 단품 안전성 평가 분석	표준바닥판 등 안전고정장치 단품의 성능시험 및 충돌모의 시험 평가결과	보고서 제출	· 저상버스용 휠체어 고정장치 표준모델 안전성 평가 보고서 1건	기술보고서 : 1건/1건
		D2-4	〈1-4-4-2〉 휠체어 고정장치 및 탑승객 구속장치 부착위치 충돌안전성 평가결과	①	강도시험 평가	휠체어 고정장치 및 탑승객 구속장치 정하중 시험평가 결과	보고서 제출 및 국내학술지 논문 게재 여부	· 특별교통수단 내부 휠체어 탑승객 안전장치 안전성 평가 보고서 1건 · 충돌모의 시험에 의한 특별교통수단 휠체어 탑승자 상해에 관한 연구 논문 1건	논문게재(국내/비SCI) : 1건/1건 기술보고서 : 1건/1건
				②	안전성 평가결과 종합	탑승객 구속장치 및 고정장치 위치에 따른 안전성 평가결과 분석			

□ □ 3차 연도

핵심 성과물 (level1)		단위 성과물 (level2)		3차 연도 성과점검기준				달성치	정량성과 (목표치/달성치)
				질적 성과지표		목표치	검증방법		
A3	휠체어 수용을 위한 교통수단 내 안전 고정 표준 프레임 개발 (3차)	A3-1	〈1-1-1-3〉 NCAP 기준 충돌해석을 통한 이동수단 내 고정된 휠체어/전동스쿠터 거동 분석	①	표준고정 프레임 안전성 확인	NCAP 기준 충돌해석 결과 분석 (안전성 법규 (SAE J2249, ANSI/RESNA WC-19)기준 충족)	관련전문가 3인 이상 평가	· 표준 고정 장치 안전성 보고서 1건	특허출원(국내) : 1건/1건 논문게재(국내/비SCI) : 2건/2건 기술보고서 : 1건/1건 (추가달성)학술발표(국외) : - /2건
		A3-2	〈1-1-2-3〉 안전고정 장치 표준규격 개발	①	안전고정 장치 표준규격 개발	표준(안) 개발	표준규격 (안) 확인	· 안전고정장치 표준(안) 1건	표준(안) : 1건/1건 기술분석서 : 1건/1건
		A3-3	〈1-1-3-3〉 안전고정 프레임 시제품	①	저상버스 안전 고정 프레임시제품 개발	저상버스용 안전 고정 프레임 시제품이 장착된 저상버스 시뮬레이터	시제품 시연 확인	· 저상버스용 모션시뮬레이터 시제품 1건	(초과달성)H/W, S/W 설계서 : 1건/2건 시험결과서 : 1건/1건 (초과달성)시제품 : 1건/2건 (추가달성)특허출원(국내) : - /1건
						탑승 후 착석시간 1분 이하 / 실사용자 사용성 평가 80점 이상	사용성 평가 여부 확인	· 사용성 평가 결과 탑승 후 착석시간 25초 달성, 만족도 86.7점	
						안전기준 통과	충돌시험 결과 확인	· 저상버스 안전고정장치 시험결과보고서 1건	
				②	특별교통수단 안전고정 프레임 시제품	특별교통수단 안전고정 프레임이 장착된 특별교통수단 시뮬레이터	시제품 시연 확인	· 특별교통수단 안전고정장치 시제품 1건 · 특별교통수단용 모션시뮬레이터 시제품 1건 · 특별교통수단 승객안전장치(Head & Back rest) 시제품 1건	(초과달성)H/W, S/W 설계서 : 1건/3건 시험결과서 : 1건/1건 (초과달성)시제품 : 1건/3건
						실사용자 사용성 평가 80점 이상	사용성 평가 여부 확인	· 사용성 평가 결과 만족도 88.7점	
						안전기준 통과	충돌시험 결과 확인	· 특별교통수단 안전고정장치 시험결과보고서 1건	
		A3-4	〈1-1-4-3〉 휠체어 고정상태 모니터링 및 고정장치 운용기술 구현	①	고정상태 모니터링 장치 시제품	고정장치 체결여부 검지 및 고정상태 모니터링 정확도 90% 이상	성적서 확인	· 저상버스 환경 내 고정상태 모니터링 시스템 시험성적서 1건 · ST 환경 내 고정상태 모니터링 시스템 시험성적서 1건	특허출원(국내) : 1건/1건 S/W 등록 : 1건/1건 H/W, S/W 설계서 : 2건/2건 시험성적서 : 2건/2건 시제품 : 2건/2건 기술분석서 : 1건/1건
						저상버스용 이용자/운전자용 (고정상태 모니터링 장치 제어기 및 이용자/운전자용 알림장치) 시제품 제작			
						특별교통수단용 고정상태 모니터링 장치 (고정상태 모니터링 장치 제어기 및 이용자/운전자용 알림장치) 시제품 제작	시제품 시연 확인	· 고정상태 모니터링장치 시제품 1건 · 이용자 알림장치 시제품 1건	
						사용자 만족도 80점 이상	사용자 만족도 조사 여부 확인	· 사용성 평가 결과 91점	
B3	휠체어 안전고정 표준모듈 (장착형) 개발 (3차)	B3-1	〈1-2-2-3〉 사용성 평가 기반 장착형 안전고정 모듈 표준 규격	①	표준규격 개발	표준규격(안) 개발	표준규격(안) 확인	· 안전고정모듈 표준(안) 1건	표준(안) : 1건/1건
		B3-2	〈1-2-3-3〉 장착형 안전고정 모듈 시제품	①	안전고정 모듈 시제품 (고정모듈은 동일하나, 휠체어 연결부는 휠체어 종류에 따라 다양화)	전동휠체어용 안전고정 모듈 시제품 제작	시제품 시연 확인	· 전동 휠체어용 안전고정모듈 시제품 각 1건	H/W, S/W 설계서 : 2건/2건 시제품 : 2건/2건 (추가달성)디자인 등록 : - /1건
						수동휠체어용 안전고정 모듈 시제품 제작	시제품 시연 확인	· 수동 휠체어용 안전고정모듈 시제품 각 1건	
						실사용자 사용성 평가 80점 이상	사용성 평가 여부 확인	· 사용성 평가 결과 82.7점	

핵심 성과물 (level1)		단위 성과물 (level2)		3차 연도 성과점검기준				달성치	정량성과 (목표치/달성치)
					질적 성과지표	목표치	검증방법		
C3	이동 제약자 이동지원 서비스 개발 (3차)	C3-1	〈1-3-2-3〉 이동지원 서비스 제공을 위한 정보교환 표준 개발 및 이동지원 신규 서비스 모델 개발	①	데이터 정보교환 표준규격(안) 개발	센터시스템과 ST 차량단말, 이용자 단말 등 이동지원 시스템 구성 요소 간의 교환 데이터 항목과 형식 등을 규정	표준제안 접수 확인	· 광역이동지원을 위한 센터간 정보교환 표준 접수 1건	표준(안) : 1건/1건 기술보고서 : 1건/1건
					표준제정 건의	ITS 표준총회를 통해 단체표준 제정 건의	총회 참석 및 건의자료 확인	· 광역이동지원을 위한 센터간 정보교환 표준 1건	
					이동지원 서비스 모델 개발	이동지원센터 신규서비스 개발	관련전문가 3인 평가	· 활동보조 개념의 인적 지원, 통행목적에 따른 자동배차 지원 등 신규 서비스 발굴	
		C3-2	〈1-3-3-3〉 광역(시/도 단위) 이동지원 센터 표준 플랫폼	①	광역이동지원 센터 플랫폼(서비스 확장모듈) 개발	광역이동을 고려한 스마트 배차 알고리즘 개발	관련전문가 3인 평가	· 알고리즘 설계 및 특허출원 1건	S/W 등록 : 3건/3건 특허출원(국내) : 1건/1건 H/W, S/W 설계서 : 1건/1건 시험결과서 : 1건/1건 지침/매뉴얼 : 1건/1건
						지역센터 자동연계 / 자동배차 / 광역단위 STC 관리 / 추가 이동지원 서비스	관련전문가 3인 평가	· 개발 기능 검증 위한 광역이동지원센터 표준플랫폼_시험 1건	
					광역이동지원 서비스 제공을 위한 사용자(이용자/운전자) 앱	사용자 만족도 80점 이상	사용성 평가 여부 확인	· 사용성 평가 결과 85.2점	
D3	안전고정장치 등 이동편의 증진기술 성능평가 및 인증체계 개발 (3차)	D3-1	〈1-4-1-3A〉 시뮬레이터 기반(Lab Test) 사용성 평가 결과서	①	안전성 평가결과 종합	탑승객구속장치 및 고정장치 구조적 안전성 평가	관련전문가 3인 이상 평가	· 모션시뮬레이터 활용 평가 결과서 1건	기술보고서 : 1건/1건 시험결과서 : 1건/1건 (추가달성)성과홍보 : - /1건
					사용성 평가	사용자 평가점수 80점 이상 획득	평가여부 확인	· 사용성 평가 결과 85.2점	
		D3-2	〈1-4-1-3B〉실차량 기반 (2018 평창패럴림픽) 시험환경 구축	①	실차량 기반 시험환경 구축	.실차량 기반 시험환경 구축 (소형/중형승합)	실차량 시작품 구축 확인 (소형/중형 ST)	· 2018 평창패럴림픽 준비를 위한 실차량(소형ST 1대, 중형ST) 구축	기술보고서 : 1건/1건 시작품 : 2건/2건
		D3-3	〈1-4-2-3〉 이동제약자 관련 표준조례(안)	①	이동제약자의 이동편의, 안전 관련 표준조례(안) 제시	표준조례(안) 제시 및 해당부처 입법건의	표준조례(안) 제시 및 해당부처 입법건의	· 특별교통수단 등 운영에 관한 표준조례(안) 제안 1건	정책제안 : 1건/1건 기술보고서 : 1건/1건
		D3-4	〈1-4-3-3〉 표준모델의 충돌안전성 평가 결과	①	충돌모의 시험 평가	실차 및 충돌모의 시험을 통한 표준모델의 충돌 안전성 평가 결과	보고서 검토	· 특별교통수단 등 시험평가 기술보고서 1건	기술보고서 : 1건/1건 (추가달성)학술발표(국내) : - /1건
		D3-5	〈1-4-4-3〉 휠체어 고정장치 및 탑승객 구속장치의 안전기준(안)	①	안전기준(안)	특별교통수단/ 저상버스 휠체어 고정장치 및 탑승객 구속장치 등 설치기준, 성능 및 안전기준	개정건의	· 특별교통수단 안전장치 안전기준(안) 개정 제안 1건 · 저상버스 표준모델에 관한 기준(안) 개정 제안 1건	정책제안 : 2건/2건
		D3-6	〈1-4-5-3〉 안전장치 매뉴얼	①	저상버스용 안전고정장치 사용 매뉴얼	전문가 평가 점수 80점 이상 획득	매뉴얼 개발 확인	· 저상버스용 안전고정장치 사용매뉴얼 1건 · 특별교통수단용 안전고정장치 사용메뉴얼 1건 · 휠체어용 안전고정모듈 사용메뉴얼 1건	지침/매뉴얼 : 3건/3건
					특별교통수단 안전고정 장치 사용 매뉴얼	전문가 평가 점수 80점 이상 획득			
					휠체어용 안전고정 모듈 사용 매뉴얼	전문가 평가 점수 80점 이상 획득			

□ □ 4차 연도

핵심 성과물 (level1)		단위 성과물 (level2)		4차 연도 성과점검기준				달성치	정량성과 (목표치/달성치)
					질적 성과지표	목표치	검증방법		
A4	휠체어 수용을 위한 교통수단 내 안전 고정 표준 프레임 개발 (4차)	A4-1	〈1-1-1-4〉 표준레이아웃의 타 이동수단 확장성 확보	①	타 이동수단 내 고정된 휠체어/전동스쿠터 거동 분석	자동차 이외의 다른 이동수단에 개발 고정장치 적용	충돌 감가속도 분석서 제출	· 타 이동수단에서의 표준 고정 프레임 안전성 분석서 1건	(미달성)논문게재(국내/비SCI) : 2건/1건 ※ 5차년도 성과 이월 기술분석서 : 1건/1건
		A4-2	〈1-1-2-4〉 안전고정 표준 프레임 규격 표준화	①	표준동향 분석	국내외 TC173 분과회의 기술 조사/분석	관련 전문가 3인 이상 평가	· 표준 동향 분석서 1건 · 전문위원(1차 9인, 2차 12인) 참석 전문위원회 개최	기술보고서 : 1건/1건
				②	국내/국제 표준화	휠체어 고정장치 관련 KS 및 ISO 표준화 활동	KS 표준 제안서 및 문서	· 휠체어 고정장치 관련 KS 표준화(KS P ISO 10865-1) 제정 1건 · 휠체어 고정장치 관련 KS 표준화(KS P ISO 7176-19) 개정 1건	(초과달성)KS표준제안 : 1건/2건 ISO기고문 발표 : 1건/1건
		A4-3	〈1-1-3-4〉 사용성 평가에 따른 기술보완 설계를 반영한 시제품	①	저상버스 안전 고정 프레임 보완 시제품 개발	입석시간 : 50초 이하/ 실사용자 사용성 평가 85점 이상	실사용자 평가	· 실사용자 평가 결과 입석시간 16.2초, 만족도 90점	H/W, S/W 설계서 : 1건/1건 기술보고서 : 1건/1건 시험결과서 : 1건/1건 시제품 : 1건/1건
						안전기준 통과	시험 성적서	· 저상버스용 휠체어 고정장치 시험 결과서 1건	
				②	특별교통 수단 안전고정 프레임 보완 시제품 개발	실사용자 사용성 평가 점수 85점 이상	실사용자 평가	· 실사용자 평가 결과 만족도 88.6점	(초과달성)H/W, S/W 설계서 : 1건/2건 기술보고서 : 1건/1건 (초과달성)시험결과서 : 1건/3건 (초과달성)시제품 : 1건/2건 (추가달성)특허출원(국내) : - /1건
						안전기준 통과	시험 성적서	· 특별교통수단 개발품 장착 실차, 고정장치(슬라이더), 탑승객 안전고정장치 시험 결과서 각 1건	
		A4-4	〈1-1-4-4〉 휠체어 고정상태 모니터링 및 고정장치 운용기술 보완	①	고정상태 모니터링 장치 시제품	고정상태 모니터링 정확도 95% 이상	공인 성적서 확인	· 저상버스 환경 내 고정상태 모니터링 시스템 시험결과서 1건 / 95% · ST 환경 내 고정상태 모니터링 시스템 시험결과서 1건 / 95%	(초과달성)S/W 등록 : 1건/2건 H/W, S/W 설계서 : 2건/2건 시험결과서 : 2건/2건 시제품 : 2건/2건
						사용성 평가결과를 반영한 S/W 및 이용자 알림 장치 H/W 보완 시제품 제작	시제품 확인	· 이용자 알림장치 개선 시제품 1건 · 고정상태 모니터링장치 개선 시제품 1건	
B4	휠체어 안전고정 표준모듈 (장착형) 개발 (4차)	B4-1	〈1-2-3-4〉 장착형 모듈 상용화 설계 및 사용성 평가결과를 반영한 시제품	①	안전고정 모듈 보완 시제품 (고정모듈은 동일하나, 휠체어 연결부는 휠체어 종류에 따라 다양화)	전동 휠체어용 안전고정 모듈 시제품 보완설계	실사용자 평가	· 실사용자 평가 결과 85.7점	특허출원(국내) : 1건/1건 H/W, S/W 설계서 : 1건/1건 시험결과서 : 1건/1건 시제품 : 8건/8건 (추가달성)기술보고서 : - /1건
						Test-bed 운영을 위한 전동 휠체어용 시제품 제작	시제품 확인	· 전동휠체어 안전고정모듈 시제품 4건	
						수동 휠체어용 안전고정 모듈 시제품 보완설계	실사용자 평가	· 실사용자 평가 결과 85.7점	
						Test-bed 운영을 위한 수동 휠체어용 시제품 제작	시제품 확인	· 수동휠체어 안전고정모듈 시제품 4건	
C4	이동 제약자 이동지원 서비스 개발 (4차)	C4-1	〈1-3-2-4〉 실수요자 대상 요구사항 및 서비스 수요 파악	①	요구사항 및 서비스 수요 조사/분석	교통약자 등 실수요자 대상 대중교통 개선 및 서비스 요구 도출	보고서 제출	· 교통약자 등 실수요자 대상 대중교통 개선 및 서비스 요구 도출보고서 1건	기술보고서 : 1건/1건
		C4-2	〈1-3-3-4〉 이동지원센터 운영 효과평가	①	이동지원 센터 (지역/광역) 플랫폼 개발/보완	스마트배차 알고리즘 고도화	관련 전문가 3인 평가	· 배차기능 고도화 및 기능구현 완료, SW 등록 1건 · 자체 테스트베드 플랫폼 구축 1건	(초과달성)S/W 등록 : 1건/3건 테스트베드 구축 : 1건/1건
						Test-bed 운영지원			
					Test-bed SW구축 (지역 자치단체)	Test-bed 구축 (3개 이상 지자체 연계)	관련 전문가 3인 이상 평가	· 전주-완주 테스트베드 플랫폼 구축 1건	

핵심 성과물 (level1)		단위 성과물 (level2)		4차 연도 성과점검기준				달성치	정량성과 (목표치/달성치)
					질적 성과지표	목표치	검증방법		
D4	안전고정장치 등 이동편의 증진기술 성능평가 및 인증체계 개발 (4차)	D4-1	〈1-4-1-4A〉 복합 Test-bed 체험평가	①	평가계획 수립	체험형 복합 Test-bed 선정/평가 시나리오 수립/평가 대상 선정	관련 전문가 3인 이상 평가	· 테스트베드 구축계획서 1건	(미달성)기술보고서 : 2건/1건 ※ 5차년도 성과 이월 (추가달성)학술발표(국내) : - /2건
					평가결과 활용	개발기관에 보완사항 Feed-back	보고서 검토	· 5차년도 성과 이월 1건	
		D4-2	〈1-4-1-4B〉 복합Test-Bed 구축 및 운영	①	복합 Test-bed 구축 (실사이트)	체험평가 계획 반영 Test-bed 구축	구축여부 확인	· 복합Test-bed 구축을 위한 기술분석서 1건	기술보고서 : 1건/1건 ※ 운영관리 부문 5차년도 성과 이월 테스트베드 구축 : 1건/1건
					복합 Test-bed 운영/관리	기관별 성과 반영 Test-bed 운영/관리		· 5차년도 성과 이월 1건	
		D4-3	〈1-4-2-4〉 개발기술의 인증체계 개발	①	인증체계 마련	인증시행규칙 (안) 개발	관련 전문가 3인 이상 평가	· 교통약자의 이동편의 증진을 위한 법령 정비 등 기술보고서 1건 · 지역이동지원센터 플랫폼 시범운영 효과평가 계획서 1건	기술보고서 : 1건/1건 효과분석서 : 1건/1건
					개발 기술 효과 평가	효과평가 및 분석	관련 전문가 3인 이상 평가		
		D4-4	〈1-4-3-4〉 저상버스 등 휠체어 고정장치 시제품 평가결과	①	충돌모의 시험평가	충돌모의 등 시험을 통한 시제품의 충돌 안전성 평가 결과	보고서 검토	· 특별교통수단 등 휠체어 이용자 차실내 장치 안전기준 연구 1건	기술보고서 : 1건/1건
		D4-5	〈1-4-5-4〉 안전장치 교육자료	①	교육자료 적정성	전문가 평가 점수 80점 이상	관련 전문가 3인 이상 평가	· 차내 안전 및 편의 장치 운용 교육자료 1건	교육자료 : 1건/1건 (추가달성)안전운행지침(안) : - /1건 (추가달성)정책제안 : - /1건 (추가달성)정책반영 : - /1건

□ □ 5차 연도

핵심 성과물 (level1)		단위 성과물 (level2)		5차 연도 성과점검기준				달성치	정량성과 (목표치/달성치)
				질적 성과지표		목표치	검증방법		
A5	휠체어 수용을 위한 교통수단 내 안전 고정 표준 프레임 개발 (5차)	A5-1	〈1-1-2-5〉 안전고정 표준 프레임 규격 표준화	①	국내 표준화 활동 (식약처 전문위원회)	국내 TC173 분과회의 (휠체어 고정장치 관련)	보고서 확인	· 전문위원(1차 10인) 참석 전문위원회 개최(2019.04.18.), 활동보고서 1건	기술보고서 : 1건/1건
		A5-2	〈1-1-3-5〉 체험 평가를 결과 반영 시제품 고도화	①	안전고정 장치 시제품 고도화 (체험평가/등록 확인)	안전성 및 사용성 향상 (사용성 평가 점수 90점 이상)	평가결과 확인	· 안전고정장치 시제품 제작 3건 (저상버스 고정장치, 특별교통수단 고정장치, 머리 및 등 지지대) · 저상버스 고정장치 사용성 평가 · 개발제품 조달등록	(초과달성)H/W, S/W 설계서 : 2건/3건 기술보고서 : 1건/1건 (초과달성)시제품 : 2건/3건
						상용제품 조달등록	등록확인		
		A5-3	〈1-1-4-5〉 휠체어 고정상태 모니터링 및 고정장치 운용기술 보완	①	시제품 고도화 (체험평가/등록 확인)	상용제품 조달등록	등록확인	· 상용제품 조달 등록 진행중 - 물품번호 등록 진행 중 · 전주-완주 테스트베드 활용 사용성 평가 완료	(초과달성)S/W등록 : - /3건 H/W, S/W 설계서 : 2건/2건 시제품 : 2건/2건 (초과달성)시험결과서 : - /1건 (초과달성)기술보고서 : - /1건
						사용성 평가 점수 90점 이상	평가결과 확인		
B5	휠체어 안전고정 표준모듈 (장착형) 개발 (5차)	B5-1	〈1-2-3-5〉 장착형 모듈 상용화 개발	①	장착형 안전고정모듈 상용화 개발 (견적서)	목표가격 3만원 이하	견적서	· 장착형 안전고정모듈 시제품 제작	H/W, S/W 설계서 : 2건/2건 시제품 : 2건/2건
C5	이동 제약자 이동지원 서비스 개발 (5차)	C5-1	〈1-3-3-5〉 광역센터 운영 효과평가	①	고도화된 Test-bed 구축 (광역 자치단체) (구축여부 확인)	Test-bed 구축 (3개 지자체 연계)	Test-bed 여부 구축 확인	· SW(사용자웹, 상담원웹, 사용자앱, 운전자앱) 건 등록 · 전주-완주 테스트베드 구축	(초과달성)S/W등록 : 1건/11건 테스트베드 구축 : 1건/1건
					효과평가 (설문조사)	사용자 만족도 90점 이상	관련전문가 3인 평가	· 전주-완주 테스트베드 활용 체험평가 시행 및 전문가/사용자 평가 실시	효과분석서 : 1건/1건
D5	안전고정 장치 등 이동편의 증진기술 성능평가 및 인증체계 개발 (5차)	D5-1	〈1-4-1-5A〉 복합Test-Bed 운용 및 평가	①	체험평가 및 효과분석 (전문가 평가)	이동불편 개선효과분석	전문가 3인 이상 평가	· 전주-완주 테스트베드 활용 체험평가 시행 및 전문가/사용자 평가 실시	효과분석서 : 1건/1건
				②	단위 기술 효과평가 (전문가 평가)	효과평가 및 분석	전문가 3인 이상 평가	· 전주-완주 테스트베드 활용 체험평가 시행 및 전문가/사용자 평가 실시	효과분석서 : 1건/1건
				③	평가결과 활용 (보고서)	개발기관에 보완사항 Feed-back	보고서 검토	· 전주-완주 테스트베드 체험평가 실시 단계에서 중간 결과 분석 및 개발기관 Feed-back	논문게재(국내/비SCI) : 1건/1건 ※ 4차년도 이월 성과 기술보고서 : 1건/1건 ※ 4차년도 이월 성과
		D5-2	〈1-4-1-5B〉 복합Test-Bed 환경개선 및 보완	①	복합 Test-Bed 운영/관리 (보고서)	기관별 성과 반영 Test-bed 운영/관리	보고서 검토	· 전주-완주 테스트베드 운영관리 보고서 1건	기술보고서 : 1건/1건 ※ 4차년도 이월 성과
				②	복합 Test-Bed 환경개선 (실사이트) (개선여부 확인)	복합 체험평가 전, 중 Test-Bed 보완 및 개선	개선여부 확인	· 운영관리 개선 보고서 1건	기술보고서 : 1건/1건
		D5-3	〈1-4-3-5〉 휠체어 및 안전고정모듈 안전성 평가	①	휠체어 전면 충돌안전성 평가 (검증평가)	휠체어 전면 충돌시험 적용성 검증평가 시행	평가결과 확인	· 차량 내 탑승가능 휠체어 안전성 관한 연구 보고서 1건	기술보고서 : 1건/1건
				②	장착형 안전고정모듈 안전성 평가 (검증평가)	휠체어 고정장치 안전성 검증평가 시행	평가결과 확인	· 휠체어 고정장치(안전고정 모듈) 안전성평가 연구 보고서 1건	기술보고서 : 1건/1건

나. 관련 분야 기여도

(1) 휠체어 안전고정 표준프레임 레이아웃

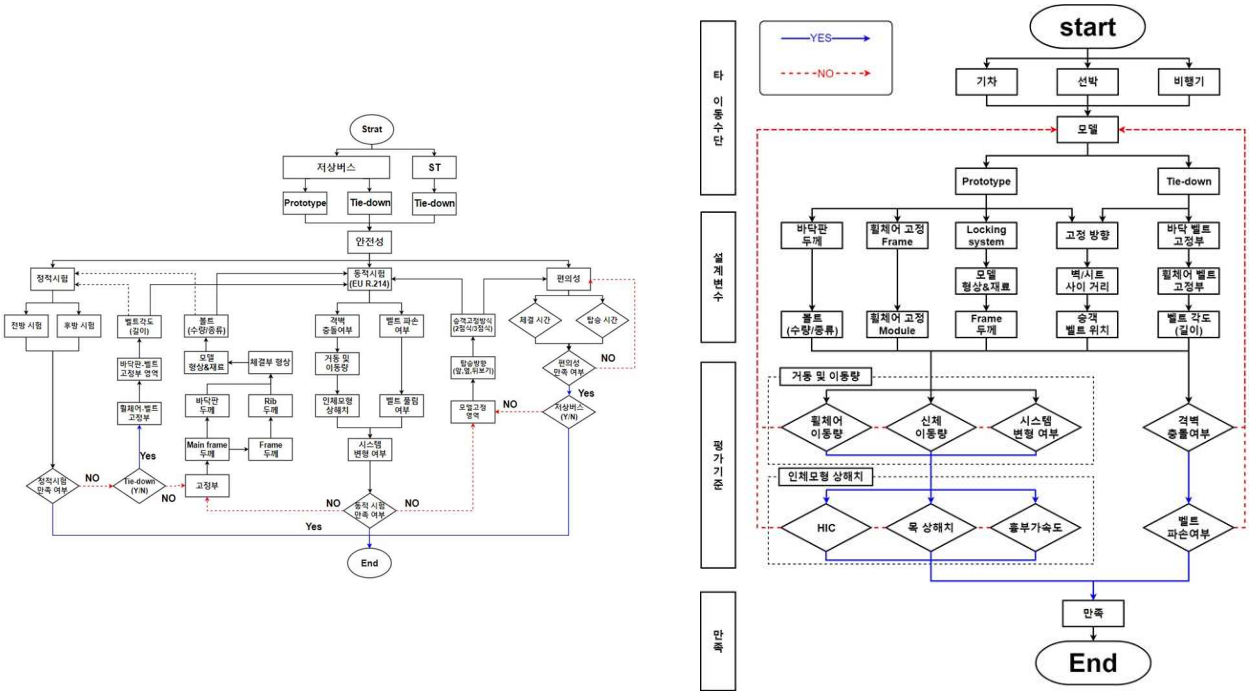
□ □ User centered design이 고려된 표준프레임 레이아웃

○ 표준 레이아웃

- 기존의 고정 장치 개발 프로세스는 설계 변수(교통수단, 고정방식 등)에 대하여 충족 요건 등을 각각의 단일하게 개발되기 때문에 여러 가지의 변수를 고려할 때, 어려움이 있음.
- 본 과제에서는 사용자의 안전성과 편의성을 고려한 필요조건과 교통수단별 설계변수를 분석하여 행렬화를 진행하였음. 행렬화는 필요조건에 대하여 설계변수의 중요도로 나타내었고, 이를 기반으로 표준 레이아웃을 제시하였음.

: 3차년도 결과 : 저상 버스 및 특별교통수단의 표준프레임 레이아웃

: 4차년도 결과 : 타 이동수단(기차, 선박 및 비행기)의 표준프레임 레이아웃



(그림. 177) 저상버스 및 특별교통수단, 타이동수단 표준프레임 레이아웃

(2) 휠체어 안전고정 표준프레임 시제품

□ □ 저상버스용 휠체어 고정장치 개발

○ Self docking 방식의 저상버스용 휠체어 고정장치 개발

- 현재 저상버스에 한쪽 휠을 고정하는 방식의 고정장치가 상용화 되어있으나 제품의 높이가 높아 휠체어 하단 프레임에 간섭되어 사용이 불가 하거나 휠을 고정하는 진입구가 좁아 휠폭이 넓은 전동 휠체어는 사용할수 없고 한쪽 휠만 고정하여 좌우 흔들림에 취약한 뿐아니라 휠 손상을 야기 시킬 수 있어 설치는 되어있으나 사용하지 않고 방치되어 있음
- 타이다운을 이용한 고정방식은 보조자의 도움이 필요하기 때문에 대중교통엔 적합하지 않음
- 해외의 휠체어 고정장치는 대중교통이 아니라 개인용 교통수단에 설치하여 사용하도록 개발된 제품이 대부분임
- 본 과제에서 개발한 휠체어 고정장치는 보조자의 도움 없이 고정이 가능하며 고정시에 동력이

필요하지 않는 렛치 형태의 고정 방식 이므로 탑승 후 30초 내로 고정이 가능하여 대중교통에 적합하며 해제 시엔 Actuator를 이용하여 자동 해제가 가능하고 고장 시 수동 해제가 가능함

- 그러나 고정장치를 사용하려면 별도의 장착형 안전고정 모듈이 필요하여 안전고정모듈이 장착된 휠체어만 사용가능함

□ 특별교통수단용 휠체어 고정장치(슬라이더) 개발

○ 레일 피팅 타입의 특별교통수단용 휠체어 고정장치(슬라이더) 개발

- 본 과제에서 개발한 슬라이더는 특별교통수단에서 휠체어를 고정하는 타이다운을 휠체어 바닥면에 고정하는 장치임
- 현재 상용화된 디스크 방식의 고정장치는 충돌시 이탈 가능성이 있어 안전에 취약함
- 해외의 특별교통수단에서는 레일 피팅 방식의 고정장치가 상용화 되어 있으나 장착과 해제 시 사용법이 달라 사용편의성 및 학습용이성이 떨어짐
- 본 과제에서 개발한 슬라이더는 같은 동작으로 장착/해제가 가능하여 사용편의성과 학습용이성을 증대시킨 사용자를 고려한 디자인으로 개발함

□ 특별교통수단용 머리 및 등 지지대 개발

○ 머리 와 등 지지대가 분리된 머리 및 등 지지대 개발

- 해외의 머리 및 등 지지대 제품은 머리 쿠션과 등 쿠션이 하나의 암으로 결합되어 있음
- 특별교통수단은 다양한 휠체어가 탑승하므로 머리 쿠션과 등 쿠션을 분리하여 동작이 가능해야함
- 본 과제에서 개발한 머리 및 등 지지대는 머리와 등 쿠션이 따로 동작이 가능하고, 좌우/앞뒤 조절이 가능하여 다양한 휠체어 대응가능함

□ 저상버스용 휠체어 장착형 안전고정 모듈 개발

○ 저상버스용 휠체어 장착형 안전고정 모듈 개발

- 해외 안정고정 모듈 제품은 장착할 수 있는 휠체어가 제한되어 있으며 진동 및 흔들림에 취약함
- 본 과제에서 개발한 안전고정 모듈은 고무부쉬를 사용하여 도킹된 고정장치와 모듈 사이에서의 진동 및 흔들림에 대응 가능하도록 개발됨

(3) 휠체어 안전고정 표준프레임 규격 표준화

□ ISO 10865-1 표준 KS 부합화(제정) 및 KS P ISO 7176-19 부합화(개정)

○ 식약처 기술심의 완료 및 국가기술표준원 표준회의 완료(2019.4.8.) 고시 예정

(가) 기술심의회 설명 자료

○ ISO/TC 173 — KS P ISO 10865-1 (착석 및 기립 탑승자 겸용의 접근 가능한 교통수단용 휠체어 고정구 및 탑승자 유지 장치 - 제1부: 후방을 향하는 휠체어 탑승자용 시스템)

○ ISO/TC 173 — KS P ISO 7176-19 (휠체어 — 제19부: 자동차에서 좌석으로 사용되는 바퀴 장착 이동기기)

(나) KS 안 타당성 조사표

○ ISO/TC 173 — KS P ISO 10865-1 (착석 및 기립 탑승자 겸용의 접근 가능한 교통수단용 휠체어 고정구 및 탑승자 유지 장치 - 제1부: 후방을 향하는 휠체어 탑승자용 시스템)

○ ISO/TC 173 — KS P ISO 7176-19 (휠체어 — 제19부: 자동차에서 좌석으로 사용되는 바퀴 장착 이동기기)

(4) 휠체어 고정 상태 검지 및 알림 장치 시제품

□ □ 고정상태 검지 시스템

○ 현재 휠체어 고정 장치는 휠마운트 타입, Tie-down 타입, Docking 타입등 다양하게 개발되어 운영 중이나, 모든 휠체어를 수용할 수 있는 표준화된 통합 안전고정장치는 전세계적으로 개발 사례가 없음

○ 이에 기존 기술의 응용을 통해 장착형 안전고정 모듈 및 교통수단 안전고정 장치를 개발함으로써 기술적 성숙도 제고는 물론 교통약자의 이용가능 교통 수단 확대도 가능할 것으로 사료됨

[표. 75] 휠체어 고정상태 검지 시스템

구분	고정상태 판단장치(일체형)	고정상태판단장치(독립형)	이용자 알림장치	고정상태 모니터링 장치
제품				
년차별 주요 성과	1차년도: 주요장치 컨셉 설계, 고정장치 모니터링 장치 프로토 제작 2차년도: 주요 센싱 장치 시작품 제작, 단위/종합시험, 특허출원(1건). SW 등록(2건) 3차년도: 시제품 제작, 공인기관 시험성적서(2건) 4차년도: 개선품 제작, 개선품 공인기관 시험성적서(2건) 5차년도: 시제품 및 SW 고도화/상용화 준비, 테스트베드 구축, 체험평가			
최종 결과	휠체어 수용을 위한 교통수단 내 안전고정 표준 프레임 및 장착형 표준모듈 개발 - 교통수단 내 휠체어석 표준 바닥판 개발 - 교통수단 내 휠체어 안전고정 장치 및 휠체어 장착형 표준 고정 모듈 개발 - 휠체어 고정상태 모니터링 기술 개발			

□ □ 연구성과

[표. 76] 공인 시험성적서, S/W 등록, 특허출원

공인시험성적서(3차년도 시험 -> 4차년도 개선)		SW 등록	
			
저상버스 고정상태 모니터링 시스템	ST 환경 내 고정상태 모니터링 시스템	휠체어 고정상태 판단 S/W	사용자 알림장치S/W
특허출원	출원일자: 2017. 03.29 출원번호: 10-2017-0040244(접수번호 1-1-2017-0310024-13) 발명의 명칭: 휠체어 고정상태 판단시스템		

(5) 이동지원센터 표준 플랫폼

□ 광역이동지원센터 구성 기술 개발

○ 광역이동지원센터 구성을 위해 센터간의 종속관계 설정 기능 개발

○ 상위 센터정보와 공동배차가능차량(사용가능 차량)의 수 또는 비율을 지정함으로서 상위 센터인 광역이동지원센터가 배차할 수 있는 권한 이관

○ 표준 이동지원센터 플랫폼 개발에 따라 참여하는 센터는 특별한 개발없이 지역이동지원센터들과 협의하여 광역이동지원센터 구성 및 서비스가 가능



(그림. 178) 광역이동지원 센터 구성 정보

□ 장애인 콜택시용 공차시간 최소화 배차 알고리즘 개발

○ 기존 자동배차 알고리즘의 한계

- 배차 시점에 승객 위치와 가장 가까운 위치의 차량 즉, 공차 상태로서 즉시 승객 배정이 가능한 차량을 선정하는 방식을 사용
- 현재 시점을 기준으로 공차인 차량만을 검색하기 때문에 대상 차량의 수가 제한적이며 승객 하차 후(공차상태로 변경) 가장 빨리 도착할 수 있는 차량을 고려하지 못함
- 또한 멀리 떨어져 있는 차량이더라도 공차인 경우만 배차가 되므로 승객을 태우기 위해 이동하는 시간만큼 공차 운행시간 발생
- 차량 부족 문제점 해결(단기적)을 위해 차량 회전율을 높일 수 있는 방안으로의 접근이 필요하며, 특별교통수단은 대기시간이 길다는 특성을 고려하여 대기시간 내에 인근지역으로 도착 가능한 차량을 수배하여 공차시간을 줄이고 더 많은 차량 서비스 제공에 초점을 맞출 필요가 있음

○ 공차시간 최소화 알고리즘 개발

- 실/공차 차량 전체를 대상으로 대기중인 고객 위치까지의 도착 예상시간을 계산하되 도로소통정보와 교통약자의 하차시간을 반영
- 다수의 대기자를 대상으로 예상 도착시간을 계산하여 공차시간의 합이 최소화 되는 차량을 선택함으로써 최량의 회전율을 높이고 탑승기회를 높일 수 있음

(6) 이동지원서비스 아키텍쳐 및 휠체어 안전고정 및 편의 장치 운용 기술

□ 개발 기술/장치의 올바른 운용과 보급 활성화를 위한 안내서(매뉴얼) 개발

○ 휠체어 이용자 안전 및 편의를 위한 개발 장치의 운용 매뉴얼 및 사용자(운영자, 운전자, 이용자) 교육을 위한 교육자료 제작

○ 이동지원센터 표준플랫폼의 보급 활성화와 플랫폼의 운용 편의를 위하여 센터 상담원/운영자 활용 표준플랫폼 웹/앱 매뉴얼 제작

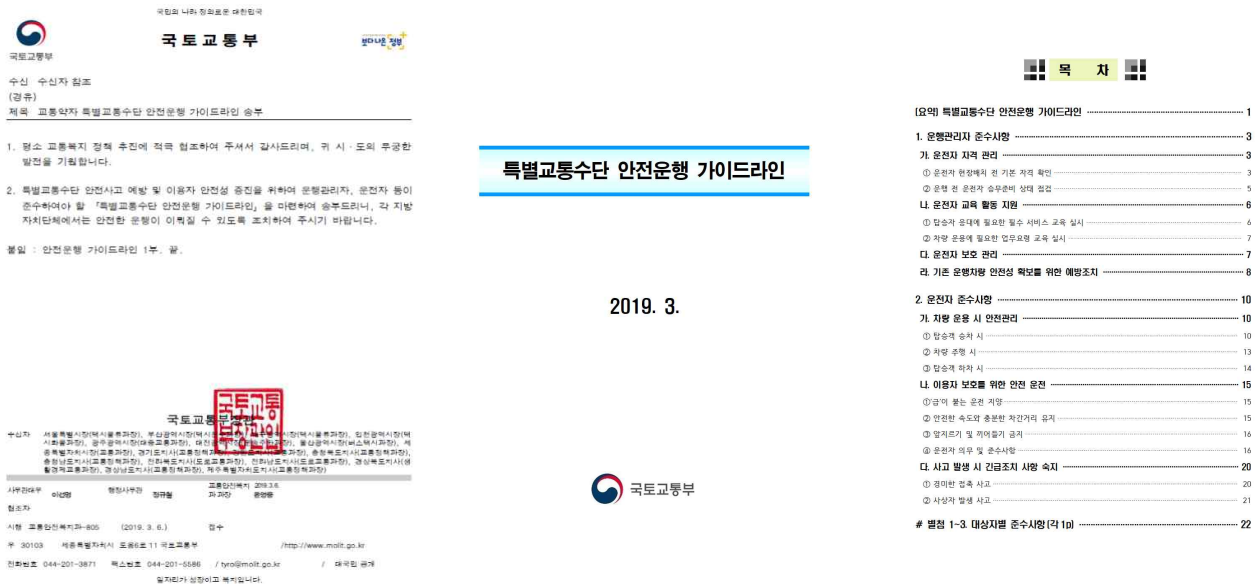


(그림. 179) 개발 기술/장치 운용 안내서(매뉴얼)

□ 특별교통수단 안전운행가이드라인(안) 작성 및 제안, 정책반영

○ 교통약자 특별교통수단 안전사고 예방 및 이용자 차내 안전성 증진을 위하여 운행관리자와 운전자가 준수하여야 하는 안전운행 지침 사항을 가이드라인으로 제시

- (운행관리자 준수사항) 운전자 자격관리, 운전자 교육 및 보호 관리, 운행차량 안전성 확보
- (운전자 준수사항) 차량 안전관리, 안전운전지침
- (이용자 준수사항) 안전운행 협조 등



(그림. 180) 안전운행가이드라인 정책반영

(7) 휠체어 안전고정 및 편의 기술 사용성 평가 및 Test-bed 구축/운용

▱ □ 실제 지자체 이동지원센터 대상 실도로 환경 테스트베드 구축 및 개발기술 검증 평가

○ 개발 기술/장치 운용 및 평가 지원을 위한 시험운영 차량 2대 제작 및 테스트베드 투입

○ 전국 시/군 기초자치단체 대상 테스트베드 유치기관 공모 실시 및 전주시-완주군 컨소시엄 선정, 이동지원센터 내 표준플랫폼 센터시스템 구축

○ 전주시-완주군 특별교통수단 이용자를 대상으로 테스트베드 시험운영 실시



(시험차량 제작)



(전주-완주 테스트베드 구축)

(그림. 181) 실도로 테스트베드 구축

(8) 휠체어 안전고정 충돌안전성 평가 및 차내 안전기준

□ □ 휠체어 탑승객 충돌안전성 확보를 위한 안전기준 개정

○ 저상버스 : 저상버스 표준모델에 관한 기준개정, 국토교통구 고시 제2018-753호(2018.12.03.)

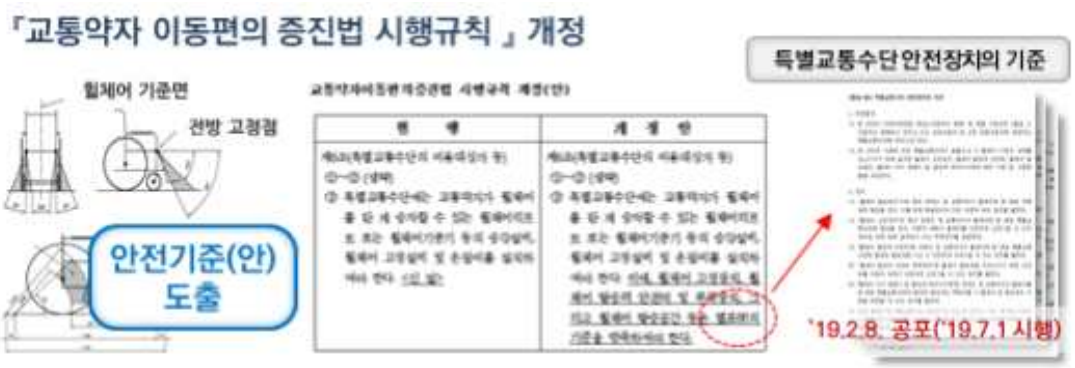
- 저상버스 내부안전장치(휠체어 고정장치, 휠체어 탑승공간 등)에 대한 세부 안전기준 개정 완료

○ 특별교통수단 : 교통약자 이동편의 증진법 시행규칙 개정, 국토교통부령 제592호(2019.02.08.)

- 휠체어 탑승객을 위한 특별교통수단 내부 안전장치인 휠체어 고정장치 및 탑승객 구속장치의 안전기준 개정완료



(저상버스 차내 안전기준)



(특별교통수단 차내 안전기준)

(그림. 182) 휠체어 고정 차내 안전기준 개정

(9) 이동제약자 이동지원서비스 제공을 위한 법제도 개선

□ 이동제약자 관련 국내외 법제도 개선을 위한 근거 마련

○ 국내외 이동제약자 관련 법령 수집 및 분석

- 국내 이동제약자 관련 법령 분석 결과, 전반적으로 교통수단 및 이동편의시설의 도입 및 확충, 이동편의 등에 비해 안전과 관련된 조문의 결과는 미비한 것으로 도출됨
- 지자체별 교통약자 이동편의 증진 조례 비교·분석 결과, 지역 간 특별교통수단 운영체계가 상이하여 교통약자에게 혼란 및 타 지역으로의 이동에 대한 불편을 야기하는 것으로 도출됨
- 국외 이동제약자 관련 법령 분석 결과, 영국의 휠체어 차도주행 방법 등 법령 개정 시 참고함

○ 이동제약자 관련 현황 수집 및 분석

- 광역 간 이동지원센터의 연계를 위하여 관련 민원 분석과 특별교통수단 이용자 및 운영자 대상 설문조사를 통하여 실질적으로 의견 반영 및 합리적 개선방향을 설정함
- 휠체어의 통행방법과 관련된 기사 분석을 통하여 기존 휠체어 통행방법의 문제점을 파악하여 법제도 개선에 관한 개선방향을 검토함

□ 특별교통수단 등의 운영에 관한 표준조례 지침 제안 및 정책반영

○ 특별교통수단 등의 운영에 관한 표준조례 지침을 제시함

- 표준조례 제정(안) 건의 후 지자체 홍보를 위한 인포그래픽을 배포함

국토교통부	보 도 자 료	
	배포일시	2018. 9. 11.(화) / 총4매(본문3)
담당 부서	교통안전복지과	담 당 자	• 과장 박정수, 사무관 정규철 • ☎ (044)201-3870
보 도 일 시		2018년 9월 12일(수) 조간부터 보도하여 주시기 바랍니다. ※ 통신·방송·인터넷은 9. 11.(화) 11:00 이후 보도 가능

교통약자 특별교통수단을 지역간 차별없이 이용

지자체별 상이한 운영 방식·절차의 최소기준 및 표준절차 마련

◈ 특별교통수단의 이용시간은 365일 24시간 원칙
◈ 요금(관내)은 도시철도/시내버스 요금의 2배 이내 수준
◈ 인접 지자체까지 운행하는 것을 원칙
◈ 휠체어 이용 않는 교통약자 위해 택시(바우처) 적극 활용

□ 앞으로 휠체어 탑승장비 를 장착한 교통약자 특별교통수단을 지역간 차별 없이 이용할 수 있게 된다.

○ 국토교통부(장관 김현미)는 **교통약자 특별교통수단***이 지자체마다 상이**하게 운영되어 **지역별로 서비스 차별**이 발생하는 문제점 개선을 위해 「**교통약자 특별교통수단 등 운영에 관한 표준조례**」를 마련하여 시행한다.

* 특별교통수단 : 휠체어 탑승설비 등을 장착한 차량
** 「교통약자의 이동편의 증진법」 제16조제8항 : 특별교통수단의 운영 등에 필요한 사항은 지방자치단체의 조례로 정함

○ 표준조례는 장애인 등 교통약자의 불편을 해소하기 위한 방안으로 특별교통수단의 **이용시간, 요금수준, 운행범위 등에 대한 최소기준 및 표준절차** 등을 명시한 특별교통수단 운영규정(조례)의 필요성이 제시되어 적극 **검토***되어 왔으며,

* 「이동불편 교통체계 개선기술 개발」 : '15.8~'19.6, 연구총괄 한국지능형교통체계협회



(그림. 183) 표준조례 제정 건의 및 인포그래픽

5. 연구개발성과의 활용 계획

가. 연구결과의 활용방안

○ 제품화 장치의 경쟁력 확보를 위한 보완 개발
- 제품의 핵심 요소기술의 적용 분야 및 시장 확대, 분야 다변화를 위한 보완 개발을 추진
- 가격 경쟁력 확보를 위한 실시기관 자체 상용화 설계 기술지원

○ 개발 기술의 수요처 발굴과 동시에 해외시장 진입 및 사업화를 위하여 온/오프라인을 막론한 대내외적 홍보활동 추진
- 국내 이동지원센터 운영 및 운영에 관심이 높은 지자체들을 대상으로 핵심성과에 대한 기술설명회를 개최하고, 기술수준 홍보
- 국내 관련 기술박람회 전시를 통해 기술홍보 및 국내 판로 개척 추진
- 해외 주요 보조기기 전시회 참가 및 기술홍보 추진(영국 Nidex, 독일 Reha care, 일본 HCR)
- 개발 장치의 특징과 사양과 성능 등을 담은 홍보동영상을 제작하여 배포함으로써 국내외 전방위적 홍보활동 추진

나. 실용화/사업화 계획

(1) 기술실시계약을 통한 개발 기술/장치 실용화/사업화 추진

○ 저상버스/특별교통수단 휠체어 안전고정장치, 휠체어 장착형 안전고정모듈 기술

· 본 연구개발 참여기업임과 동시에 국내 자체 제조설비(공장)를 갖추고 있는 보조기기 제조 기반 사회적 기업인 이지무브*를 대상으로 기술실시계약 체결을 협의 및 추진

* 제품 생산과 홍보, 유통, 직접 판매까지 할 수 있는 역량을 지님

· 저상버스와 특별교통수단 제조 판매 분야 이외에 개발 요소기술을 도입 및 사업화 할 수 있는 타 분야 사업화를 함께 추진할 계획으로, 이에 대한 검토/수립을 주관기관에서 지원, 개발기술의 보급과 확산을 추진

○ 고정상태 모니터링 장치 및 운전자 표지상치

· 본 연구개발 참여기업임과 동시에 ITS 장비 제조 및 기술개발 전문업체인 하나텍시스템을 대상으로 기술실시계약 체결을 협의 및 추진

· 레이저 방식의 휠체어 고정상태 검지기술은 장치운용의 유지관리 및 모니터링을 위한 요소기술을 포함하고 있어, ITS 장비 또는 기타 차내 장치 대상의 유지관리 분야 기술 도입, 사업화 추진계획 수립을 지원할 예정이며, 이를 통해 개발기술의 보급과 확산 추진

○ 이동지원센터 표준플랫폼 및 모바일 어플리케이션 기술 일체

· 이동지원센터 표준플랫폼 기술은 본 연구 참여기업인 ‘네이버시스템’과 ‘19년 9월 기술실시계약 체결을 완료하였으며, 전라북도 광역이동지원센터 시스템 구축에 개발 기술을 기 도입 완료함

· 표준플랫폼 기술의 보급/확대를 위하여 타 광역/기초 자치단체 대상 기술설명회를 지원하여 추진하는 등 표준플랫폼 기술의 추가적 상용화 지원을 위한 협의 및 지원 계속 추진

(2) 기술보급 방안 마련 및 홍보 추진

○ 본 연구 개발기술은 저상버스와 특별교통수단의 운영에 적용되는 안전 및 편의 기술로써, 1차적 기술의 수요처는 공공서비스 운영/관리 기관에 해당함. 이에, 개발기술에 대한 자체 기술설명회를 추진함과 동시에, 수요처의 기술 구매편의를 높이기 위해 현재 추진중인 조달청(나라장터) 구매 물품 등록이 완료될 수 있도록 관련 조달등록 행정을 지속 추진할 계획

(3) 사업화 계획 수립

○ 저상버스/특별교통수단 휠체어 안전고정장치, 휠체어 장착형 안전고정모듈 기술

가. 사업화 목표 및 핵심 경쟁 요인

1) 사업화 목표
- 이동제약자의 이용가능 교통수단 확대
- 특별교통수단 및 대중교통수단을 이용하는 휠체어 사용자의 안전도모

2) 핵심 경쟁 요인
- 다양한 휠체어를 수용 가능한 안전고정장치
- 저상버스의 경우 휠체어 탑승 후 휠체어 고정에 대한 신속, 정확성
- 휠체어 고정시 타인의 도움이 필요하지 않은 자가운용성

나. 목표 시장 구조

1) 경쟁 기업 현황
- 국내 저상버스에 도입된 단륜 고정형 휠체어 고정장치는 복지차량 및 차량 부품 제조업체인 모터웰(주), 세풍이엔피공업주식회사에서 개발된 제품임

2) 시장 진입 장벽
- 국내 저상버스에 도입된 모터웰(주), 세풍이엔피공업주식회사에서 개발한 휠체어 고정장치는 수동휠체어 바퀴 기준으로 설계돼 바퀴폭이 넓은 전동휠체어의 경우 이용이 어려운 실정이며 이용편의성, 자가운용성, 안전성 부족 등의 문제를 안고 있음
- 당사에서 개발한 휠체어 고정장치의 경우 수동휠체어, 전동휠체어 모두 사용가능하며 안전성, 이용편의성, 자가운용성 등의 문제를 해결한 제품으로 경쟁업체와의 차별성이 있음.

다. 수익 확보 전략

1) 주요 고객군
- 전국 지방자치단체
- 나라장터와 같은 조달쇼핑몰 제품등록을 통한 제품 판매

2) 사업화 모형(BM)을 통한 수익 창출 방안
- 제3차 이동편의 증진계획에 따라 저상버스 보급률 증가 및 내부 안전장치에 대한 안전기준 개정으로 사업화 전망은 밝음

라. 사업화 계획(일정)

- 2020. 01 : R&D 개발기술 실시계약 완료(예정)
- 2020. 03 : 상용화 보완 설계
- 2021. 01 : 상용품 개발 완료
- 2021. 06 : 생산라인 증설 완료
- 2021. 09 : 제품 판매 개시
- 2021. 09 : 홍보/광고 개시

가. 사업화 목표 및 핵심 경쟁 요인

1) 사업화 목표

- 이동제약자를 대상으로 하는 모니터링 시스템 또는 이용자 알림장치 등에 대한 결과를 도출하여 거기에 부합하는 새로운 사업구조와 체제를 만들어 내기 위하여 해당 구성요소를 검토하여 최종적으로 개발하는 솔루션에 대한 비즈니스 모델을 구축하고자 함

2) 핵심 경쟁 요인

- 고정상태 모니터링 상황을 이용자 및 운전자에게 제공함으로서 해당 정보제공을 통한 이용자들의 만족도 등을 바탕으로 하여 파생적으로 발생 가능한 서비스 제공방안 등의 부가 수입 창출에 대한 요인을 분석할 예정임

나. 목표 시장 구조

1) 경쟁 기업 현황

- 현재 이동제약자를 대상으로 하는 모니터링 시스템 또는 이용자 알림장치 등에 대한 시장 솔루션은 존재하지 않으며, 5차년도 조달 물품 등록 절차 등을 통한 시장선점을 통해 우선사업자의 지휘를 가져갈 수 있을것으로 판단

2) 시장 진입 장벽

- 시장 진입 용이성은 타 항목에 비해 다소 낮은 것으로 나타났다. 주요 이유는 센서 및 알림기술, 제어기술 등의 융합 기술력이 열세이기 때문이다. 시장의 PLC(Product Life Cycle)가 도입기에 해당되어 조달 시장 진출에 필요한 경험 및 사례가 부족한 것도 원인이 됨

다. 수익 확보 전략

1) 주요 고객군

구 분	Segmentation	Target
최종 고객업종	공공기관	1. 공공기관 : 보건복지부, 각 지방 장애인 협단체 2. 국내 지방자치단체 : 전라북도 등 3. 민간 기업 : 장애인 차량제작업체, 운수업체
	국내 지방자치단체	
	민간 기업	
영업 채널특성	공공입찰	공공기관, 지방자치단체
	재하도급	민간 기업

2) 사업화 모형(BM)을 통한 수익 창출 방안

- 신기술에 대한 적극적인 마케팅 활동으로 공공기관 및 지자체 홍보
- 사업 설계 단계에서부터 지속적인 영업 활동으로 설계에 반영 될 수 있도록 시스템 홍보
- 지자체 내 시범사이트 구축 등을 통하여 시스템의 효율성 홍보
- 민간사업자의 경우 사업제안 시 당사제품을 제안 협력 체계 구축(이동지원차량 제작업체 등)
- 공공사업의 특성 상 조달청 제안입찰을 통한 시장 확보가 중요하므로 발주처의 사전 홍보를 통한 설계 반영이 필수이므로 기술로드쇼 및 워크샵 통한 시스템 홍보 전략 마련

라. 사업화 계획(일정)

- 2020. 01 : R&D 개발기술 실시계약 완료(예정)
- 2020. 02 : 조달물품등록 완료
- 2020. 06 : 제품 생산 준비 완료
- 2020. 06 : 전 영업라인 제품 판매 개시
- 2020. 12 : 생산라인 증설 완료
- 2021. 03 : 개별 영업처 제품 판매 등록
- 2021. 03 : 홍보/광고 개시
- 2021. 06 : 전 영업라인 제품 판매 개시

○ 이동지원센터 표준플랫폼 및 모바일 어플리케이션 기술 일체

가. 사업화 목표 및 핵심 경쟁 요인

1) 사업화 목표
- 클라우드 기반 플랫폼을 활용하여 센터별 필요한 자원, 서비스만 선택하여 신규 시스템 구성
- 사용량에 따른 효율적인 과금체계 도입
- 예약 편의성/채널 다양화를 위해 인터넷/모바일 기반 예약서비스 도입

2) 핵심 경쟁 요인
- 광역 중심 이동지원센터 구축/운영을 통한 콜센터/예약Site, 회원DB 통합 관리
- 도내 시/군 간 예약 연계 및 배차
- 국가차원의 특별교통수단 이용패턴 및 통계 데이터를 확보하여 향후 사용 추이를 예측하는 빅데이터의 초석으로 활용

나. 목표 시장 구조

1) 경쟁 기업 현황
- 2012년에 출범한 '아이넷서비스코리아' 는 교통약자관제솔루션을 활용한 SI(시스템 통합) 서비스, IT 컨설팅 서비스, 솔루션 및 서비스, 시스템 유지보수 활동을 진행 중.

2) 시장 진입 장벽
- 자체 시스템을 운영중인 기존 지자체는 비용절감등의 사유 없이 기존의 시스템을 변경할 필요성이 없음. 소규모 또는 신규 지자체를 대상으로, 지자체간 연계 및 차량 공동배차를 통한 지역 교통약자의 이동권 강화 등의 효과 홍보를 통한 접근 필요

다. 수익 확보 전략

1) 주요 고객군
- 이동약자 교통지원시스템을 개별 운영 중이거나 신규 도입을 희망하는 지방자치단체

2) 사업화 모형(BM)을 통한 수익 창출 방안
- 가상서버 및 스토리지(IaaS)를 제공하여 서비스 구축 플랫폼 지원을 통한 과금체계 적용
- 지자체 별 운영중인 Lagacy System에서 활용 가능한 Open-API를 제공하고 트래픽에 따른 사용료 부과

라. 사업화 계획(일정)

- 2020년 (과제 종료 후 1년차) : 수요처 시험운영을 통한 제품홍보 및 공인기관 인증, 이동지원센터 표준 플랫폼 효용성 검증
- 2020년 (과제 종료 후 1년차) : 검증 제품 홍보를 통한 지자체(시 · 도) 이동지원센터 예산 확보 및 입찰을 통한 제품 판매(상용화)
- 2021년 (개발종료 후 2년) : 지자체(광역) 이동지원센터 입찰을 통한 제품 판매
- 2022년 (개발종료 후 3년) : 국내 수요처의 확산 및 해외 시장 교두보 마련

다. 향후 연구내용 제시

○ 교통약자의 이동편의와 이동권 보장은 교통수단 내부에서의 안전성/편의성 보장만으로 보장할 수 없는 사안으로써, 본 연구 1차년도 이동제약자 통행여건 조사/분석 시 파악된 통행환경 및 시설 등 통행요소의 문제점 등을 종합적으로 개선 관리할 수 있는 정책적, 기술적 방안 모색을 향후 연구내용으로 제시

- 휠체어 이용자(기타 교통약자 포함)의 안전하고 편리한 통행은 정류장 등 수단 이용을 위한 지정된 장소까지의 이동, 정류장 등에서의 승차, 목적지에서의 하차, 마지막으로 하차 후 도보로 이동할 수 있는 환경까지 모두 불편함이 없어야 가능한 것으로, 이에 대한 개선이 필요

○ (정책적 연구) 중앙부처 또는 지자체 내 관리주체가 서로 다름으로 인한 한계점 극복을 위하여 통행/보행 환경요소를 종합적으로 통합 관리 및 개선할 수 있는 방안 또는 제도적 기반 마련을 위해 추가적 정책연구 개발이 요구

○ (기술적 연구) 교통약자(휠체어 이용자)의 통행편의와 이동권을 지금 수준보다 더욱 크게 증진하기 위해서는 단순히 가용수단을 늘려주는 노력이외에도 통행의 전 과정/절차에서의 지원, 이동지원 또는 관련된 복지 등 서비스의 통합 제공 및 이러한 서비스를 총괄적으로 운영 관리할 수 있는 시스템의 존재가 요구됨. 이에, 여러 중앙부처 또는 각각의 기관에서 개별적으로 제공 또는 관리하고 있는 교통/복지 서비스와 정보 등을 통합하고, 사용자에게 맞춤형 정보를 제공할 수 있는 통합시스템 개발에 대한 검토가 필요하며, 독립된 시스템 또는 플랫폼 구축 또는 본 연구에서 개발한 이동지원센터 표준플랫폼의 역할 재정립과 기능 개발, 연계/확장을 위한 기술개발 추진이 필요

라. 기대효과

(1) 기술적 측면

○ 해외제품에 대한 의존성이 높은 현 국내 보조기기 시장에서 핵심기술 국산화를 통한 국내 기업 경쟁력 향상 및 관련 산업 육성 기대

○ 휠체어 이용자의 안전성 확보와 더불어 사용을 고려한 휠체어 고정장치 개발로 선진국 수준의 교통복지 기술 확보

(2) 사회 경제적 측면

○ 해외 휠체어 관련 복지 및 보조기기 시장에서의 경쟁력 확보

○ 휠체어 이용자 등 이동제약자의 이동편의가 크게 증진됨에 따라 사회, 경제활동 참여 증대와 더불어 국민 생산성 향상 기대

○ 이동제약자 등 교통약자를 위한 적극적 이동권 보장과 단절없는 복지교통환경 제공을 통한 국가 이미지 제고

○ 이동제약자의 생활반경이 확대되고, 이로 인한 사회성이 증대되어 소외계층으로 대우받지 않고, 사회의 구성원으로 자리매김할 수 있을 것으로 기대



(그림. 184) 기대효과

6. 연구개발성과의 보안등급

가. 보안등급의 분류

보안	일반
	○

나. 결정사유

2015년 교통물류연구사업 시행 공고 안내서 참조
- 연구개발계획서의 보안등급은 “일반”으로 표기

7. 참고 문헌

1. 정현승, 권태수, 안인지, 전준호, “유럽 실내 충돌안전규정에 따른 새마을호 의자의 승객상해 평가”, 한국자동차공학회 논문집, Vol. 17, No. 6, pp. 106~112, 2009
2. Agency for Technology and Standards, KS P 6113, http://www.kats.go.kr, 2018
3. Agency for Technology and Standards, KS P ISO 7176-19, http://www.kats.go.kr, 2018
4. American National Standards Institute (ANSI) Rehabilitation Engineering Society of North America(RESNA), “WC-19 Wheelchairs Used as Seats in Motor Vehicles”, 1999
5. Code of Federal Regulation 14 Part 25 - Airworthiness standard: Transport category airplane, 25.562
6. Code of Federal Regulation 49 Part 37 - Transportation services for individuals with disabilities (ADA)
7. European Union, Directive No.2001/85/EC, 2001
8. European Union, Directive No.214/2014/EC, 2014
9. Federal Motor Vehicle Safety Standards and Regulations, FMVSS 222 School Bus Passenger Seating and Crash Protection, National Highway Traffic Safety Administration, 2016
10. International Maritime Organization, “High Speed Craft code”
11. ISO, ISO 10542: Technical Systems and Aids for Disabled or Handicapped Persons - Wheelchair Tiedown and Occupant Restraint Systems - Part1: Requirements and Test Methods for All Systems., ISO 10542-1, 2012
12. ISO-TC173-SC1-WG6_N0747
13. ISO-TC173-SC1-WG6_N0750_Minutes_WG6_London_25-26_Oct_2018
14. Ministry of Food and Drug Safety, Notice of the Electronic Medical Devices, http://www.mfds.go.kr, 2018
15. Ministry of Legislation, ACT ON PROMOTION OF THE TRANSPORTATION CONVENIENCE OF MOBILITY DISADVANTAGED, 2018
16. SAE J2249, “Wheelchair Tie-downs and Occupant Restrains for Use in Motor Vehicles”, pp. 143-150, 2010
17. S. J. Shim, “A Study on Functional Requirements of the Special Vehicle for the Disabled“, KSAE Spring Conference Proceedings, pp.1223-1230, 2009.
18. Society for Automobile Engineers International, SAE J2249 “Wheelchair Tie-down and Occupant Restraint Systems for Use in Motor Vehicles“, 1999
19. T.YJ. Kim, “A Study on Wheelchair Occupant Injury in Wheelchair Accessible Vehicle by the Sled Test“, KSAE Spring Conference Proceedings, 2016.
20. United Nations Economic Commission for Europe, UN/ECE Regulation No.107 Annex8 Revision 3, 2010.
21. University of Michigan Transportation Research Institute, “Wheelchair and Wheelchair Tie-down/Restraint Testing at UMTRI“, 2013
22. ISO-TC173-SC1-WG6_N0747_Update_to_ISO_WG6_from_KOREC_KOREA.pdf

제3부. (2세부) 고령자 자립지원 개인교통수단 개발

본 페이지는 편집상 여백입니다.

R&D / 18TLRP-B120446-04

이동불편 교통체계 개선기술 개발

(2세부)『고령자 자립지원 개인교통수단 개발』

최종보고서

2019. 06. 05.

협동연구기관 / 한국건설기술연구원
공동연구기관 / 국민대학교 산학협력단
공동연구기관 / 위드로봇㈜
공동연구기관 / ㈜엠디
공동연구기관 / ㈜티앤에스모터스
공동연구기관 / 한국건설생활환경시험연구원
공동연구기관 / 현대해상화재보험㈜

국토교통부
국토교통과학기술진흥원

본 페이지는 편집상 여백입니다.

제 출 문

국토교통부장관 귀하

'이동불편 교통체계 개선기술 개발(2세부: 고령자 자립지원 개인교통수단 개발)' (연구개발 기간 : 2016. 09. ~ 2019. 02.) 과제의 최종보고서 11부를 제출합니다.

2019. 06. 05.

협동연구기관명 : 한국건설기술연구원 (대표자) 한 승 헌 (인)
공동연구기관명 : 국민대학교 산학협력단
공동연구기관명 : 위드로봇㈜
공동연구기관명 : ㈜엠디
공동연구기관명 : ㈜티앤에스모터스
공동연구기관명 : 한국건설생활환경시험연구원
공동연구기관명 : 현대해상화재보험㈜

협동연구기관책임자: 문 병 섭
공동연구기관책임자: 송 인 호, 김 도 윤, 이 정 철,
김 상 구, 김 상 헌, 이 수 일

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제29조에 따라 최종보고서 열람에 동의합니다.

본 페이지는 편집상 여백입니다.

<보고서 요약서>

<table>
<tr><td>과제 고유 번호</td><td>19TLRP-B103929-05</td><td>해당 단계
연구 기간</td><td>2016. 09. ~ 2019. 02.</td><td>단계구분</td><td>4차 연도/
4차 연도</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구사업명</td><td>중사업명</td><td colspan="4">국가연구개발사업</td></tr>
<tr><td>세부사업명</td><td colspan="4">교통물류연구사업</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구과제명</td><td>대과제명</td><td colspan="4">이동불편 교통체계 개선기술 개발</td></tr>
<tr><td>세부과제명</td><td colspan="4">고령자 자립지원 개인교통수단 개발</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구책임자</td><td rowspan="2">문병섭</td><td>해당단계
참여
연구원 수</td><td>총: 43명
내부: 43명
외부: 명</td><td>해당단계
연구개발비</td><td>정부: 1,464,000천 원
기업: 488,000천 원
정부 외: 0천 원
계: 1,952,000천 원</td></tr>
<tr><td>총 연구기간
참여
연구원 수</td><td>총: 명
내부: 명
외부: 명</td><td>총 연구개발비</td><td>정부: 3,414,000천 원
기업: 1,139,100천 원
정부 외: 0천 원
계: 4,553,100천 원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및
소속 부서명</td><td colspan="3">▪ 협동연구기관
- 한국건설기술연구원
▪ 공동연구기관
- 국민대학교 산학협력단
- 위드로봇㈜
- ㈜엠디
- ㈜티앤에스모터스
- 한국건설생활환경시험연구원
- 현대해상화재보험㈜</td><td colspan="2">참여기업명</td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="3">해당없음</td><td colspan="2">해당없음</td></tr>
<tr><td>위탁연구</td><td colspan="3">해당없음</td><td colspan="2">해당없음</td></tr>
<tr><td colspan="4">2) 고령자 자립지원 개인교통수단 개발
가. 실버캐리지 설계 기준
– 실버캐리지 요소기술 도출
– 실버캐리지 설계기준 수립
나. 실버캐리지 디자인
– 실버캐리지 렌더링 및 디지털 모델 개발
– 실버캐리지 최종 디자인 개발
다. 실버캐리지 안전주행 지원장치
– 주변 환경 인식용 스테레오 카메라 개발
– 안전주행을 위한 주변 거리 측정 기술 개발
– 실버캐리지 균형정보 센싱 기술 개발
– 실버캐리지 신호처리를 위한 이기종 컴퓨팅 기술 개발
– 실버캐리지 센서 모듈 저가화 기술 개발
라. 실버캐리지 제어장치
– 실버캐리지 메인 제어기 개발
– 실버캐리지 구동 제어기 및 안전장치 개발
마. 실버캐리지 시제품
– 실버캐리지 프레임 개발
– 실버캐리지 구동 휠 개발
– 실버캐리지 시제품 제작
– 실버캐리지 실용화 방안 수립
바. 실버캐리지 법제도개선 및 안전성 평가
– 실버캐리지 이동성 확보를 위한 법제도 개선(안) 수립
– 실버캐리지 안전성 평가 기준 및 방법론 개발
사. 실버캐리지 품질인증
– 실버캐리지 품질인증 요인 기준 수립
– 실버캐리지 평가 방법론 개발
– 실버캐리지 품질인증 제정
아. 실버캐리지 안전운영을 위한 보험제도 개선
– 고령자 보행사고 제도 개선 및 위험요인 분석
– 이동수단 위험과 선진사례를 통한 보험상품 도입 방안 수립
– 실버캐리지 이용자 보호제도 개선안 수립
– 실버캐리지 이용자 보험상품 개발
자. 실버캐리지 사용성 평가 및 종합 테스트
– 실버캐리지 테스트베드 구축 및 사용자 평가
– 실버캐리지 제품 종합 평가</td><td colspan="2">보고서 면수

169면</td></tr>
</table>

본 페이지는 편집상 여백입니다.

<요약문>

1. 연구목적

○ 개인교통수단(Personal Mobility, 이하 PM) 보급 확산이라는 시대적 흐름을 반영하고, 곧 도래하게 될 초고령화 사회에서의 고령자의 이동권 관련 문제를 대비한다는 측면에서, **'활용 가능한 이동보조수단이 없는 건강한 고령자'** 가 **'일상생활에서 충분히 안전하게 탑승할 수 있는 PM'** 의 개발을 본 연구의 추진 목표로 설정함

○ 'PM 시장의 활성화' 및 '고령화 사회 대비' 라는 두 가지 사회적 흐름을 고려하였을 때, '건강한 고령자' 가 탑승할 수 있는 '안전한 PM' 의 개발은 **교통약자의 이동보조수단으로 PM을 활용**한다는 측면에서 **우리나라에서의 PM 활용에 대한 올바른 방향성을 제시**하고, **이동보조수단 공백 계층에 대한 지원**이라는 측면에서 **고령자 이동편의 증진에 기여**할 수 있음



2. 연구내용

연구의 목적 및 내용

○ 본 과제는 협동연구기관인 한국건설기술연구원에서 담당하는 핵심성과인 **"실버캐리지 설계기준"** 을 중심으로 **① 실버캐리지 시작품 및 관련 요소 기술 개발 분야**와 **② 실버캐리지 활성화를 위한 제도적 지원방안 개발 분야**로 구분하여 연구를 수행하였음

① 실버캐리지 시작품 및 관련 요소 기술 개발 분야는 **"실버캐리지 디자인"**, **"실버캐리지 안전주행 지원장치"**, **"실버캐리지 제어장치"**, **"실버캐리지 시작품"** 등 **4개의 핵심성과**로 구성되어 있음

② 실버캐리지 활성화를 위한 제도적 지원방안 개발 분야는 **"실버캐리지 법제도개선 및 안전성평가"**, **"실버캐리지 품질인증"**, **"실버캐리지 안전운영을 위한 보험제도 개선"**, **"실버캐리지 사용성 평가 및 종합 테스트"** 등 **4개의 핵심성과**로 구성되어 있음

○ 실버캐리지 설계기준을 제외한 위의 8개의 핵심성과는 실버캐리지 개발의 5개 차용요소인 "대중성", "심미성", "신뢰성", "안전성", "사회성"을 만족시키기 위해 해당 분야의 전문성을 갖춘 7개의 연구기관이 전담하여 연구를 수행하였음



가. 실버캐리지 설계기준

– 실버캐리지 요구기술 도출

○ 고령자 보행/신체특성 분석

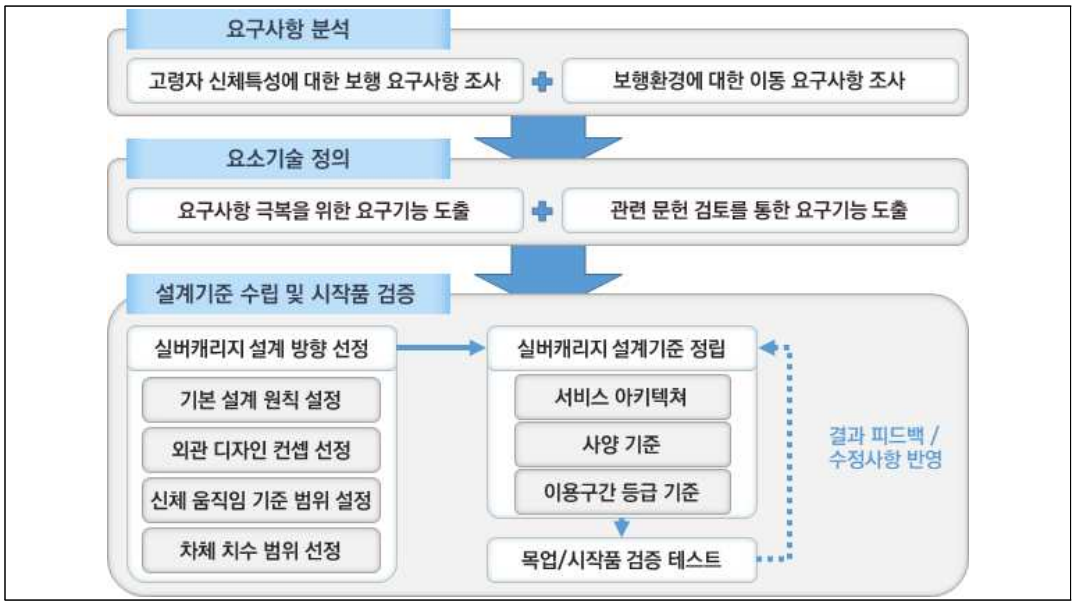
○ 보행환경 조사 및 분석

○ 고령자 요구사항 및 실버캐리지 요구기술 도출

– 실버캐리지 설계기준 수립

○ 요구기능 별 구현 서비스 정의

○ 실버캐리지 설계기준 수립



나. 실버캐리지 디자인

– 실버캐리지 렌더링 및 디지털 모델 개발

○ 디자인 공모전을 통한 실버캐리지 디자인 방향 설정

○ 1차 및 2차 실버캐리지 디자인 완성

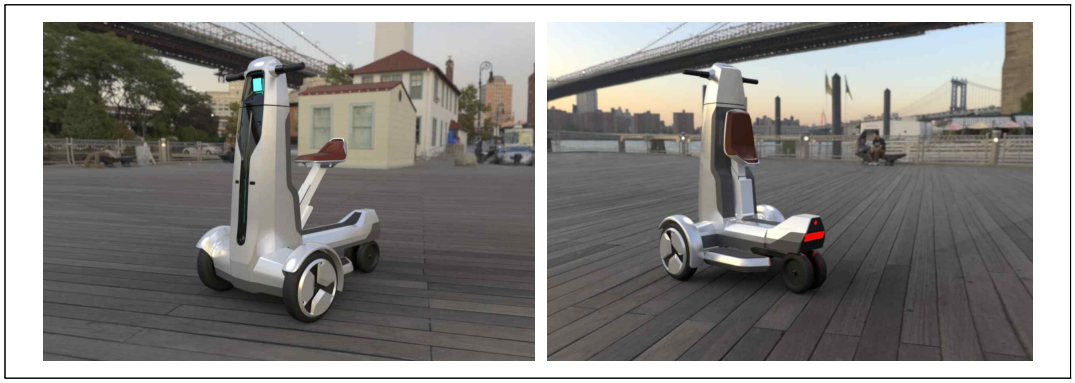
○ 실버캐리지 활용성 홍보 영상 제작

– 실버캐리지 최종디자인 개발

○ 1차 및 2차 디자인 리뷰 개선 요소 반영

○ 실버캐리지 최종 디자인 개발

○ 최종디자인 기반 세부 디자인 수정 보완



다. 실버캐리지 안전주행 지원 장치

– 주변 환경 인식용 스테레오 카메라 개발

○ 고속 영상 전송 usb 3.0 인터페이스 보드 설계

○ 균형정보 센싱 기능 포함 일체형 스테레오 카메라 개발

– 안전주행을 위한 주변 거리 측정 기술 개발

○ 스테레오 영상의 캘리브레이션, 정규화 및 매칭을 통한 3D 포인트 클라우드 생성

◦ 도로의 높이 정보 변환

– 실버캐리지 균형정보 센싱 기술 개발

◦ 독립된 형태의 IMU 센서 모듈 설계 및 실험

– 실버캐리지 신호처리를 위한 이기종 컴퓨팅 기술 개발

◦ 이기종 컴퓨팅 기술이 적용된 임베디드 보드 설계 및 제작

◦ 타 기관 활용 가능 임베디드 보드 생산

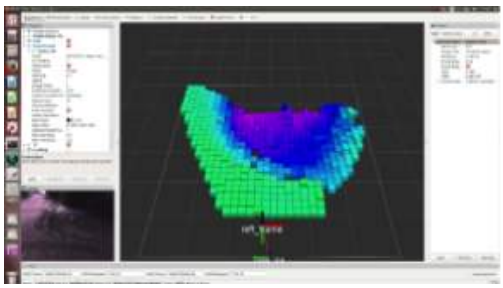
◦ 병렬 프로세서간 메시지 전달 방식의 플랫폼 이식

– 실버캐리지 센서 모듈 저가화 기술 개발

◦ 개발된 실버캐리지 임베디드 보드 기반 LINUX 환경 구축 완료

◦ 미들웨어용 드라이버 구형 및 FPGA와 CPU에서 동작 가능한 코드 이식





라. 실버캐리지 제어장치

– 실버캐리지 메인제어기 개발

◦ ROS 기반 메인제어기 F/W운영 및 양산형 제어 S/W 개발

◦ 메인제어기 실차 적용 시험

◦ ToF 센서모듈과의 복합 장애물에 의한 장애물 감지 및 회피 구현

– 실버캐리지 구동 제어기 및 안전장치 개발

◦ 구동제어기, BLDC 모터제어기 개발

◦ 조향각 센서하우징 개발

◦ UI 및 고급형 안드로이드 App. 개발

◦ 세부 기능 실차시험 및 수정보완

◦ 자동 따라가기 모듈개발 및 실차시험



마. 실버캐리지 시작품

– 실버캐리지 프레임

○ 신체특성 및 주행환경을 고려한 디멘젼 확정

○ 안장 접이구현 및 후륜 접이방식의 효율적 구현

○ 시뮬레이션을 통한 프레임의 안정성 구현

○ 스킨 면 제작

○ 성능 점검용 균질 시작품 고급형 1기, 보급형 6기 제작 배포

○ 최종 시작품 고급형 1기, 보급형 1기 제작

– 실버캐리지 구동 휠

○ 배터리-모터 간 연동 호환성 연결

○ 하중분포에 의한 둔턱 극복 7cm 및 등판각도 12° 확보 BLDC 모터 선정 제작

– 실버캐리지 시작품

○ 1차/2차 Proto type 제작

– 실버캐리지 실용화 방안 수립

○ 사업화를 위한 관련 산업 개발동향 및 시장 조사

○ 실버캐리지 단가요소 책정을 위한 구성의 단순화

○ 국내/외 전시회 등을 통한 사전 홍보활동

○ 관광단지, 산업단지 및 대학교 구내 이동 수단 대체를 위한 홍보

○ 국내 전시회를 통한 사전 홍보활동





바. 실버캐리지 법제도 개선 및 안전성평가

– 실버캐리지 안전성 평가 기준 및 방법론 개발

○ 기존 안전성 평가 기준 검토

○ 실버캐리지 안전성 평가 항목 선정 및 매뉴얼(안) 작성

○ 실버캐리지 안전성 평가 항목 및 방법론 재검토

○ 모의충돌 시뮬레이션 수행

○ 실버캐리지 안전성 평가 매뉴얼(안) 작성

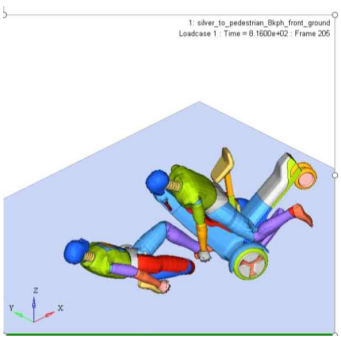
– 실버캐리지 이동성 확보를 위한 법제도 개선(안) 도출

○ 실버캐리지 관련 법제도 쟁점 도출

○ 실배캐리지 이동성 확보를 위한 법제도 개선(안) 수립

○ 실버캐리지 보도 통행권 확보를 위한 법제도 개선 설명회 개최





사. 실버캐리지 품질인증

– 실버캐리지 품질인증 요인 기준 수립

○ 관련 제품의 안전성 평가제도 분석

○ 실버캐리지 품질인증 평가방법 수립

– 실버캐리지 평가 방법론 개발

○ 문헌조사 – 국내 관련 기준(2건), 국외 관련기준(3건)

○ 실버캐리지 이용 관련 안전기준(안) 개발 및 설명회

○ 고령자용 실버캐리지 차체 및 구동부 개발에 따른 작동성 및 내구성 평가

○ 고령자용 실버캐리지 시제품 개발에 따른 제품 품질평가

– 실버캐리지 품질인증 제정(안) 신청

○ 한국산업표준(KS) 제정신청 및 예고고시

– 시작품의 성능평가

○ 시작품의 차체 및 구동부 개발에 따른 작동성 및 내구성 평가

○ 시작품의 품질평가


KSKSKSKS
KSKSKSK
KSKSKS
KSKSK
KSKS
KSK
KS

KS G 00000-2

KS

개인용 이동수단 – 제 2 부 고령자용
이동장비 –부가적인 안전 요구사항 및
시험방법
KS G 00000-2:2018

산 업 표 준 심 의 회
2018년 월 일 제정

KS G 00000:2018

아. 실버캐리지 안전운영을 위한 보험제도 개선

– 고령자 보행사고 제도 개선 및 위험요인 결과

○ 고령자 보행사고 분석

○ PM 및 자전거 사고특성 및 위험요인 분석

– 이동수단 위험과 선진사례를 통한 보험상품 도입방안

○ 해외 PM보험제도 및 상품 검토

○ 실버캐리지 보험상품 구상(안) 도출 및 PM상품 개발

– 실버캐리지 이용자 보호제도 개선안

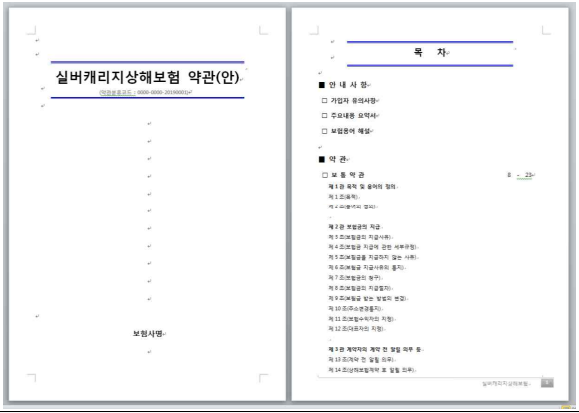
○ 보험외 공제조합 활용방안

○ 충돌실험 시뮬레이션 통한 상해분석

– 실버캐리지 이용자 보험상품 표준(안)

○ 실버캐리지 보험상품 개발 표준(안) 개발

○ 실버캐리지 이용 활성화 방안


실버캐리지상해보험 약관(안)

보험사명

목 차

	자. 실버캐리지 사용성평가 및 종합테스트 – 실버캐리지 테스트베드 구축 및 운영계획 ○ 국내외 유사 사례 분석 ○ 테스트베드 대상지 선정 – 실버캐리지 테스트베드 구축 및 단계별 테스트 수행 ○ 파일럿 테스트 ○ In lab 테스트 ○ 실버캐리지 종합테스트 
연구개발성과	1) 실버캐리지 설계기준 2) 실버캐리지 디자인 3) 실버캐리지 안전주행 지원장치 4) 실버캐리지 제어장치 5) 실버캐리지 시작품 6) 실버캐리지 법제도 개선 및 안전성 평가 7) 실버캐리지 품질인증 8) 실버캐리지 안전운영을 위한 보험제도 개선 9) 실버캐리지 사용성 평가 및 종합테스트
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	**1. 활용계획** **1) 제도 기반 조성 방안** • 관계부처에 입법 건의를 통한 제도적 기반 마련(관계법령 제·개정 지원) • 고령자 실버캐리지 기준 규격 및 품질인증 수립을 통한 품질인증 기반 조성 • 실버캐리지 상용화에 맞춰 전용 보험상품 판매 등 보험제도 마련 **2) 시장확대를 위한 홍보 및 수요처 확보 전략** • 지자체 및 노인복지관 등 유관기관과의 협력을 통한 고령자를 위한 공공 보행보조수단 임대사업 추진 • 제주도 등 관광지의 고령자 위한 Package Tour를 통한 시범사업 추진 **3) 참여기관 보유 체계 활용 사업화 추진 전략** • 자체 제조설비 및 유통망을 적극 활용, 생산 및 판매에 활용 • 기존 보유 판매망활용(대리점, 영업조직, On-off line 마켓 활용) 제품 홍보 및 판매 촉진 • 개발기술 응용을 통한 부가 사업 추진 **2. 기대효과** **1) 제도적 측면** • 개인교통수단 관련법 정비를 통한 실버산업 활성화 기여 • 고령자 전용 실버캐리지 보험 상품 개발로 교통관련 서비스 산업 활성화와 신규 사업 창출의 기반 조성 기여 • 고령자 보행 교통사고 감소

	2) 기술적 측면 • 안전성이 최우선 고려 대상인 프레임 구조와 제어기술을 활용하여 개인교통수단 이용자들의 안전 확보 • 고령자의 생활반경이 확대됨에 따라 사회성이 증대되어 사회의 건강한 구성원으로 자리매김할 수 있을 것으로 기대됨 • 스테레오 방식의 거리 측정 센서는 실버캐리지의 안전운전 지원을 위한 센서 모듈의 옵션 형태와 별도 거리 측정 센서의 단품 형태로 판매가 가능하도록 연구됨. 따라서 실버캐리지와 별개로 센서 판매를 통한 수익창출이 가능하며, 다양한 교통수단에 적용하여 사회 전반적인 교통안전을 증진시킬 수 있을 것으로 판단됨. **3) 사회 경제적 측면** • 2025년 예상되는 고령자 교통사고 비용은 연간 9,400억 원 정도로 예상되며, 고령자의 경제활동 인구 증가추세와 고령자 통행건수의 증가를 고려한다면, 2025년 고령자 교통사고 비용은 연간 1조 3,300억 원까지 증가할 것임 • 실버캐리지의 활용으로 고령자 보행 교통사고가 5% 감소할 경우, 연간 660억 원의 교통사고 비용 절감효과를 볼 수 있을 것으로 예상됨

핵심어 (5개 이내)	고령자	개인교통수단	보행지원	주변인식	법제도

본 페이지는 편집상 여백입니다.

<SUMMARY>

연구의 목적 및 내용	**Purpose of the Study** ○ Healthy elderly is that the decrease in walking ability compared with the general population. On the other hand, according to the entry of an aged society the elderly economically active populati on that continues to grow and. Namely that the absolute number of elderly people and generate more traffic by walking past. ○ But, a healthy elderly person Want to walk at the same speed and safety, and the general public. The commercialization of personal transportation is difficult and dangerous to the elderly, such as for use in the operation of leisure, walking aids is that there is a limit in the body can reduce the social awareness of people uncomfortable. Accordingly, also based on the characteristics and req uirements of the elderly and analyzing existing personal transportation and walking aids is to deve lop differentiated new concept of the Silver Carriage transportation. ○ Silver Carriage for the elderly in popularity, reliability, safety, social, and incorporates the aesthetics supports the local area can walk to a healthy social life of the elderly. **Contents of the Study** ○ **Component technology development and improving the legal system** – Silver carriage elements technology and basic design – Institutional development for silver carriage activating ○ **Safe driving support system development** - Safe driving model and Insurance Research ○ **Bodywork and driver development** - Considering the physical development of the body and gait characteristics of the elderly - Control the control panel developed considering the ease of use and aesthetic characteris tics of the elderly - Development of a silver carriage prototype ○ **Safe driving support technologies** - Development of safe pedestrian collision avoidance technology for the elderly and low-cos t sensors for environmental awareness - Developing balanced information sensing technology, such as maintaining a horizontal dir t road, etc. - Personal awareness and operational characteristics sensing technology ○ **Design development and production mock-ups** - Silver carriage based rendering and 3D digital models - Elderly preferences and UCD-based silver carriage design and detailed design
연구개발성과	- Silver carriage element technology - Silver carriage design criteria and design concept - Ergonomic design with silver carriage design - Active speed information sensing technology for the elderly’s safe moving - Collision avoidance technology for the elderly’s safe moving - Low-cost sensors for environmental awareness - Leveling the balance, including information sensing technology - Personal awareness and operational characteristics sensing technology - Silver carriage frame with walking aid and transportation - Silver carriage driving wheels - UCD (User Centered Design) based Silver carriage operation and control - Personal awareness and control model reflects the operating characteristics - Silver carriage prototype for the elderly’s independence walking support(features: some features reflecting the pedestrian, transportation, active speed control, collision avoi dance, leveling, personal awareness and behavior characteristics) - Central control and processing device for the silver carriage safety driving - Silver carriage practical measures report - Silver carriage hands-on test bed

	- Silver carriage usability test - Silver carriage performance test - Silver carriage KC (Quality Assurance) certification - Silver Carriage safety test criteria, procedures and methods - Legal system improving draft for securing a silver carriage portability - Development of a insurance product(draft) for silver carriage
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	The legal system utilization and performance expected effects · Establish legal criteria for the composition based on existing and newly activated personal transportation · Silver Carriage, performance evaluation methodology presented based on performance evaluation of a variety of personal transportation through · Contribute to the activation of the silver industry through a personal transportation maintenance law · And transportation services industries contributed to the foundation of activation and new business creation · Contribute to the elderly pedestrian accident reduction Benefits of the frame and control technology · And safety by utilizing this frame structure and the first target control technology considering that can ensure the safety of the user personal transportation · This is the radius of the elderly living in accordance with the enlargement of the increasing use of Silver Carriage and increased sociability of the elderly, also expected without treatment to the underprivileged can be positioned as healthy members of society Expected effect of the development of safety driving support technologies · Distance measurement sensor of the stereo system is a single item in a separate distance-measuring sensor and simultaneously sold as an optional form of sensor modules for safety driving support also available for sale in the form of a Silver Carriage. Therefore possible to generate revenue can be commercialized separately from the carriage to the silver, and applied to a variety of transportation means being determined to be able to enhance the overall traffic safety society · Distance measurement sensors triangulation method that is expected to pioneer new markets with a la carte can be sold to, RGB-I camera types, so take advantage of RGB-I camera

핵심어 (5개 이내)	elderly	personal mobility	walking support	surrounding detection	legal system

<목 차>

제1장 연구개발과제의 개요 ····· 2세부-15

1절 연구개발의 배경 및 필요성 ····· 2세부-17

1. 연구개발 배경 ····· 2세부-17

2. 연구개발의 필요성 ····· 2세부-19

2절 연구개발 범위 ····· 2세부-22

1. 연구개발 최종 목표 ····· 2세부-22

2. 연구개발 관련 기술 정의 ····· 2세부-23

3. 연구개발 범위 ····· 2세부-23

4. 연구개발 단계(TRL) ····· 2세부-24

제2장 국내외 기술 개발 현황 ····· 2세부-25

1. 자동차 제조사의 개인교통수단 개발 ····· 2세부-25

2. 기타 개인교통수단 개발 ····· 2세부-27

3. 국내외 기술 개발 현황 검토 결과 ····· 2세부-28

제3장 연구 수행 내용 및 성과 ····· 2세부-29

1. 실버캐리지 설계기준 (한국건설기술연구원) ····· 2세부-29

2. 실버캐리지 디자인 (국민대학교 산학협력단) ····· 2세부-53

3. 실버캐리지 안전주행 지원장치 (위드로봇) ····· 2세부-63

4. 실버캐리지 제어장치 (MD) ····· 2세부-73

5. 실버캐리지 시작품 (티앤에스모터스㈜) ····· 2세부-85

6. 실버캐리지 법제도 개선 및 안전성 평가 (한국건설기술연구원) ····· 2세부-97

7. 실버캐리지 품질인증 (KCL) ····· 2세부-113

8. 실버캐리지 안전운영을 위한 보험제도 개선 (현대해상화재보험) ····· 2세부-129

9. 실버캐리지 사용성 평가 및 종합테스트 (전기관) ····· 2세부-137

제4장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도 ····· 2세부-151

1절 목표 달성도 ····· 2세부-151

2절 관련 분야 기여도 ····· 2세부-155

1. 실버캐리지 설계기준 ····· 2세부-155

2. 실버캐리지 디자인 ····· 2세부-155

3. 실버캐리지 안전주행 지원장치 ····· 2세부-155

제5장 연구개발성과의 활용 계획 ····· 2세부-161

1절 연구결과의 활용방안 ····· 2세부-161

1. 연구개발 기술 현장적용 방안 ····· 2세부-161

2. 연구성과 사업화 추진 방안 ····· 2세부-162

2절 기대효과 ····· 2세부-165

1. 기술적 측면 ····· 2세부-165

2. 사회 경제적 측면 ····· 2세부-165

제6장 연구 과정에서 수집한 해외 과학기술 정보 ····· 2세부-167

1. 해외 규격 ····· 2세부-167

제7장 연구개발성과의 보안등급 ····· 2세부-167

1. 보안등급의 분류 ····· 2세부-167

2. 결정사유 ····· 2세부-167

제8장 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전 조치 이행 실적 ····· 2세부-167

제9장 참고 문헌 ····· 2세부-177

연구개발의 배경 및 목표

01 02 03 04 05 06 07 08 09

연구의 배경 및 필요성

고령화와 고령자 보행사고

구분		2006년	2010년	2016년	2025년 (추정)
고령자 비율		9.3	10.8	13.2	20.0
고령자 경제활동인구 비율		5.7	6.4	7.8	11.8
통행 건수 (통행/일/인)	비고령자 총 통행	1.94	2.12		
	고령자 총 통행	1.16	1.49	1.66	2.00
	고령자 출근통행	0.17	0.24	0.31	0.37
	고령자 여가통행	0.11	0.15	0.23	0.40
60세 이상 보행수단분담률	남성	17.7	22.1	45.6	56.94
	여성	32.1	41.4	67.2	86.7

출처) e-나라지표 (http://www.index.go.kr/) / 도로교통공단 통계자료 / KTDB 등

- 건강 향상으로 과거에 비해 젊어진 고령자
- 사회활동을 지속하고자 하는 욕구의 증가

고령자의 통행 발생량 증가 및 통행 패턴의 다양화



출처) 한화생명 공식 블로그 (국립암센터, 통계청), 서울시 보도자료

- 고령자 교통사고 비율의 증가
- 고령자 교통사고 사망자 중 보행관련 사고인 경우가 절반 이상

고령자 보행 사고 예방 시급

교통약자 복지의 빈 공간 존재



- 전체 고령자 인구의 62%가 정부의 이동 관련 보조 지원을 받을 수 없는 건강한 고령자로 분류
- 스스로의 능력으로 보행을 하지만, 일반인과 비교하면 보행능력이 떨어짐



건강한 고령자 대상의 이동 복지 제공 필요

고령자 보행활동의 대부분이 이루어지는 커뮤니티 중심의
Last One Mile 통행을 지원해주는 새로운 개인형 교통수단의 개발필요

연구의 목표

누가 이용하는가?

- 스스로의 능력으로 보행을 하지만, 일반인에 비해 약 80% 보행능력이 떨어지는 고령자
- 정부의 이동 관련 보조 지원을 받지 않는 고령자

어디서 이용하는가?

- 도심지역 주거지 중심의 일상적인 생활반경 내
- 안정된 주행이 가능한 포장/블록 노면의 보행로

언제 이용하는가?

- 생활반경 내 일상적인 통행(마트, 병원, 복지관 등)
- 대중교통 이용을 위한 통행



"건강한 고령자가 **안전하게 이동하며, 사회활동을 지속**할 수 있는 **신개념 개인교통수단 개발**"

연구의 성과 구분 및 구성

연구의 9개 핵심성과 구분

분야구분	핵심성과	주요 연구내용	핵심성과 달성의 가치와 의의
실버캐리지 설계기준	실버캐리지 설계기준	• 실버캐리지 요소기술 및 설계기준 도출	• 가장 약자 대상 설계기준 수립 : 타 PM의 설계기준으로 적접 활용 가능 • 안전을 강조한 설계기준 수립 : PM의 제도내 수용을 위한 최소한의 설계기준으로 활용 가능
실버캐리지 시작품 및 관련요소 기술 개발	실버캐리지 디자인	• 실버캐리지 렌더링 및 디지털 모델 개발 • 실버캐리지 최종 디자인 개발	• 이동보조기구의 고정관념에서 벗어난 디자인 확보 : 디자인의 심미성 고도화, 건강한 고령자의 주요 요구사항 반영
	실버캐리지 안전주행 지원장치	• 안전주행을 위한 주변 환경 인식용 스테레오 카메라 및 주변 거리 측정 기술 개발 • 실버캐리지 전복 방지를 위한 균형정보 센싱 기술 개발 • 실버캐리지 신호처리를 위한 이기종 컴퓨팅 기술 개발 • 실버캐리지 센서 모듈 저가화 기술 개발	• 범용으로 사용 가능한 모듈형 안전장치(스테레오 카메라) 개발 완료 및 상용화 : PM의 안전성 향상 • 센서의 신호처리에 관한 원천기술을 확보 : 추후 자율주행자동차 level4에 활용 가능한 기술
	실버캐리지 제어장치	• 실버캐리지 메인 제어기 및 SW 개발 • 실버캐리지 구동 제어기 및 안전장치 개발	• 인휠(In wheel) BLDC(Brushless DC) 모터제어기술, 센서 입력값 기반 모터 제어기술 확보 : 타 PM 적용 가능, 실버캐리지 이용자의 기기 신뢰성 향상 • ROS 기반의 제어 기능 확보 : 로봇산업 응용 가능
	실버캐리지 시작품	• 실버캐리지 프레임, 구동 휠 개발 • 실버캐리지 시작품 제작 • 실버캐리지 실용화 방안 마련	• 차체 경량화 및 저비용화 : 제품의 대중성 확보 및 사용 편의성 극대화 • 실제 판매 예정인 상품을 시작품으로 제작 : 이용자 대상 테스트를 통한 판매 전 상품 평가
실버캐리지 활성화를 위한 제도적 지원 방안 개발	실버캐리지 법제도개선 및 안전성평가	• 실버캐리지 안전성 평가 기준 및 방법론 수립 • 실버캐리지 이동성 확보를 위한 법제도 개선안 도출	• PM 법제화 관련 논의의 한 축 형성, 규제 일변도의 PM 관련 정책을 '활성화' 방향으로 전환 : 제도화된 교통수단으로서의 PM 위상 제고 방안 제시, PM의 사회적 수용성 증가를 예상
	실버캐리지 품질인증	• 실버캐리지 품질인증 요인 기준 검토 및 평가방법론 수립 • 실버캐리지 품질인증 수행	• 실버캐리지 품질인증 절차 수립 및 시범 적용 : 사업화 참여 회원자의 품질관리 관련 위험부담 저감 가능
	실버캐리지 안전운영을 위한 보험제도 개선	• 고령자 보행사고 요인분석 • 해외 사례 검토를 통한 보험상품 도입 • 실버캐리지 이용자 보호를 위한 보험상품 개발	• 특정 교통수단의 사용자가 안심하고 해당 수단을 사용할 수 있도록 보장해주는 가장 현실적인 방안의 보호제도 구현 : PM 이용자 대상 실질적 보장방안 확보, PM 활용 활성화라는 사회적 니즈 부합
	실버캐리지 사용성 평가 및 종합테스트	• 실버캐리지 테스트베드 구축 및 사용자 평가 수행	• 신규 이동보조수단의 사회적 수용성 평가 방법론 제시 : 신규 교통수단/이동보조수단 도입 시 유사 방법론 적용 가능

연구기관 별 수행 핵심 성과



KICT 한국건설기술연구원 | 실버캐리지 설계기준수립

1. 연구개발 배경

가. 고령화 사회에 대한 선제적 대응

□ 경제력을 갖춘 활동량 많은 고령자의 증가

○ 대한민국은 2015년 기준 전체 교통약자의 50.2 %가 고령자이며, 전체 인구 가운데 고령자 비율이 2060년 40.1 %로 예측되는 등 고령자의 비중이 급격히 증가하고 있음(통계청, 부양비 및 노령화지수, 2016.4.검색)

○ 고령화에 따른 사회문제를 대비하고 있는 타 국가에 비해 고령화 사회 진입시기는 늦은 반면, 고령사회 및 초고령사회 진입까지 소요될 것으로 예상되는 기간은 가장 짧은 것으로 예측됨

[표. 77] 국가별 고령/초고령사회 진입시기 및 소요 연수

구분	고령화 사회	고령사회 (고령화 → 고령)	초고령사회 (고령 → 초고령)
한국	2000년	2018년(18년)	2026년(8년)
미국	1942년	2014년(72년)	2032년(18년)
일본	1970년	1994년(24년)	2005년(11년)
영국	1929년	1975년(46년)	2028년(53년)
프랑스	1864년	1979년(115년)	2018년(39년)

출처: 통계청 및 한국경제 보도자료(2013.1.11)

○ 일본은 가장 먼저 초고령사회로 진입한 나라로써 일본 사회의 변화 및 현상에 대한 진단을 통해 사회문제 및 변화 양상을 검토함(삼성경제연구소, 일본의 저출산 고령화와 한국 기업에 대한 시사점, 2003)
- 일본은 고령자의 경제력이 높아지면서 고령자가 소비의 주체세력으로 부상
- 자녀에게 의존하지 않고 독립된 고령자, 경제력과 시간, 건강을 갖춘 새로운 소비 주체의 등장
- 고령 인력이 여성 인력에 이어 제3의 대체인력으로 부상
- 고령화의 경제적 파급효과에 대한 인식 제고가 점차 증대되었으며, 고령화로 인한 소비 마켓의 변화 가능성 예고

○ 국내 65세 이상 고령자의 경제활동인구 및 경제활동 참가율 또한 지속적으로 증가중임(통계청, 연령별 경제활동인구, 2016.7.검색)
- 2005/2015년 경제활동 인구총조사 결과, 전체 경제활동인구 중 고령자의 비율이 5.73 %(2005년, 1,361천 명)에서 7.75 %(2015년, 2,087천 명)로 증가하였으며, 지속적으로 증가할 것으로 예측
- 고용률 또한 29.8 %(2005년)에서 30.6 %(2015년)로 소폭 증가함

○ 경제력과 사회 활동성을 갖춘 고령자의 증가는 평균 통행수의 증가를 유발함(추상호 외, 수도권 가구통행실태조사 자료를 이용한 고령자의 통행행태 변화 분석, 국토연구 제76권, 2013.3)
- 해당 연구 결과에 따르면, 2010년 고령자의 평균 통행수는 1.49 통행으로 비고령자(2.12 통행)에 비해 절대적인 통행수가 적으나 통행자를 대상으로 한 경우에는 고령자(2.36 통행)와 비고령자(2.48 통행)의 차이가 감소함
- 이는 과거에 비해 고령자의 통행이 증가함과 비고령자와 유사한 수준으로 통행이 이뤄지고 있음을 의미함

나. 안전하고 편안한 고령자의 통행환경 조성

□ 고령자 보행안전사고 건수 및 사망자수의 지속적 증가



(그림. 185) 노인 보행 안전사고 건수 및 사망자 수

출처: 도로교통공단(2013)

○ 고령자 교통사고는 지속적으로 증가
- 고령자의 절대적인 인구수가 다른 연령층에 비해 낮음에도 불구하고 71세 이상 인구의 교통사고 사망자수는 전 연령대 중 가장 높은 수를 기록함

○ 고령자의 교통사고 사망자의 다수는 보행 중 안전사고에 의해 발생함
- 노인 보행자 사고 발생건수 및 사망자수 또한 꾸준히 증가하는 추세로 나타남
- 보행 중 발생한 안전사고는 차-사람 간 상충으로 인해 발생한 경우가 가장 많음

□ 건강한 고령자의 보행지원 수요 증가

○ 경제력이 동반된 고령자의 증가는 통행을 유발함과 동시에 안전사고에 노출될 가능성이 매우 높음
- 고령자의 주된 통행수단은 도보이나 도보 이용 시 이용할 수 있는 수단(전동스쿠터 및 전동휠체어)은 거동 불편 고령자용으로 제한됨

○ 일반적으로 보행보조차 및 전동스쿠터는 장애인 또는 몸이 불편한 사람이 사용하는 기구라고 인식함
- 고령자의 가장 많은 비중을 차지하는 '건강한 고령자[1]' 가 활용 가능한 이동 보조수단은 없음



(그림. 186) 고령자 이동보조수단 현황

○ PM은 2001년 디 카멘에 의해 개발된 세그웨이 이후 최근 다양한 형태로 개발·출시됨
- 초기 세그웨이는 높은 가격과 무게로 인해 대중화가 되지 않은 반면, 최근 관련 기술의 발전 및 대량생산으로 인해 가격적 부담이 줄어 대중화가 이루어지고 있음
- 초기에 양산된 PM은 고령자 이용의 안전성 · 조작성 측면에서 고령자 안전사고의 발생 위험이 높음

○ 따라서 건강한 고령자의 안전하고 편리한 이동을 지원하기 위한 신개념 이동수단이 필요함
- 고령자의 경제력 및 통행 증대에 따라 조작의 편리성 · 안전성을 갖춘 고령자 맞춤형 PM 시장이 확대될 것으로 전망됨
- 교통약자로 분류되는 고령자의 이동권 확대를 통한 삶의 질 향상, 사회참여 기회 확대 등 복지교통 측면에서 기여하는 바가 클 것으로 판단됨



(그림. 187) 개인교통수단을 이용 중인 고령자

1) 건강한 고령자(준 일반인 고령자) 정상적인 자립보행이 가능하나 노화로 인해 일반인보다는 신체 및 감각기관의 기능저하가 발생한 고령자를 말함. 단거리 이동은 가능하나 장거리 도보 이동 및 빠른 이동에는 제약이 있음

2. 연구개발의 필요성

가. 기술적 측면

○ 실버캐리지는 일반인에 비해 신체 반응이나 인지가 다소 떨어지는 고령자가 이용하는 수단이기 때문에 이를 보조해주는 안전운전 지원 장치의 탑재가 필수라고 할 수 있음. 기존 이동수단에서 활용이 되고 있는 안전운전 지원 기술의 개발 동향 및 사례 분석을 통해 실버캐리지에서 필요로 하는 안전운전 지원 기술에 대한 개발이 필요함

- 안전운전에 관한 주된 연구는 지능형 자동차 분야에서 주도하고 있으며(한국산업기술평가관리원, KEIT PD 이슈리포트, 2013), 개인교통수단 분야에서는 퍼스널 이동 지원 로봇의 실증 실험에서 볼 수 있듯이 아직 본격적인 움직임이 미비하다는 것을 알 수 있음(전자신문 - 토요타의 '혼자 서서 타는 이동수단 윙렛, 2013)
- 이는 상대적으로 고속으로 움직이는 지능형 자동차에서는 인명피해에 대한 위험이 즉각적으로 느껴지기에 소비자들이 안전시스템에 높은 관심을 가지고, 비용을 지불할 의사를 가지고 있는 반면, 저속으로 움직이는 개인교통수단에서는 인명피해에 대한 위험 체감도가 높지 않아 사고가 난다고 해도 단순한 타박상 정도로 인식하여 안전운전 모듈에 대해 비용을 지불할 의사가 없기 때문인 것으로 분석됨
- 위와 같은 분위기로 인하여 지능형 자동차의 안전운전 지원기술은 GM, 포드, 토요타, 폭스바겐 등의 글로벌 자동차 업체들이 2020년까지 충돌을 100% 방지하는 지능형 안전자동차를 목표로 개발 중에 있음. 이러한 개발의 주된 목표는 카메라, 레이더, 라이더, 적외선, 초음파 센서 등을 이용하여 주변상황을 감지하는 센서 시스템 개발임

○ 상기 기술적 동향 검토 결과, 본 과제에서 개발하고자 하는 퍼스널 모빌리티 관련 안전운전 모듈 및 주변상황 감지 센서 시스템 관련 기술은 활용도가 높고 관련 분야의 수요 또한 충분할 것으로 판단됨

나. 경제적 측면

○ 국내/외 PM 시장동향 현황은 다음과 같음

- 개인교통수단(Personal Mobility, 이하 PM)은 다수의 선행연구에서 다음과 같이 다양하게 정의되고 있음

- 일본 국토교통성(2012): 선진 기술을 이용한 입식 전동이륜차나 시내에서 이용하는 것을 목적으로 하는 1~2인이 타는 소형 전동콘셉트카
- 전황수(2013): 근거리 및 중거리를 주행할 수 있는 전기구동 방식의 개인용 이동수단을 통칭하며, 소형 전기자동차, 세그웨이, 전기자전거, 전기 오토바이 등을 포함하는 이동수단
- 도로교통공단(2015): 1~2인이 상대적으로 단거리를 이용하기 위한 개인용 이동기기
- 지우석 · 박경철(2015): 기존의 내연기관 방식을 탈피한 방식의 구동방식을 사용하고 1~2인이 타고 다닐 수 있는 이동수단을 총칭
- 한국교통연구원(2016): 세그웨이, 투휠보드(호버보드) 등 전기를 동력으로 운행되는 저속 및 중속의 중소형 교통수단

출처: 한국교통연구원(2016), 개인용 교통수단(Personal Mobility)의 보급에 따른 제도개선 방향

- 본 연구에서는 상기 정의 중, 사회적으로 가장 널리 받아들여지고 있는 한국교통연구원(2016)의 정의를 바탕으로 현상을 분석하고자 함
- PM은 2001년 미국 발명가 딘 카멘(Dean Kamen)이 발명한 '세그웨이(Segway)'를 필두로, 2015년 세그웨이가 중국의 전자회사 샤오미의 대규모 투자를 받은 스타트업 벤처기업인 '나인봇'에 인수된 것을 계기로 시장에 급속도로 출현하기 시작하였음
- PM 관련 시장에 대한 전망은 다음과 같음

[표. 78] 차세대 PM 시장 전망

	2015년 전망	2014년 대비	2030년 예측	2014년 대비
전기바이크	3,710만대	100.3%	4,203만대	113.6%
원동기 부착 이륜차	2,998만대	101.4%	3,119만대	105.5%
전동직립이륜차	27만대	122.7%	1,209만대	55.0배
외발형 전동휠	24만대	141.2%	800만대	47.1배
삼륜차	292만대	102.5%	345만대	121.1%
전기 자전거	173만대	108.1%	367만대	2.3배
전동차 의자 (전동휠체어)	49만대	102.1%	126만대	2.6배
초소형 전기차	21만대	110.5%	46만대	2.4배

- 시장전망 예측치를 검토하였을 때, PM의 보급은 'Last one mile'에 가장 적합한 수단이라는 이점과 생산 기술 발전에 따른 제품의 가격 하락으로 인해 이용률이 폭발적으로 증가할 것으로 예상되며, 특히 전동직립이륜차(세그웨이 유형) 및 외발형 전동휠의 시장 규모가 급증할 것으로 예상됨
- 한편, 국내 PM 관련 기업체를 대상으로 실시한 PM 시장 전망 예측치는 다음과 같음



- 2016년 PM 시장 규모 약 6만대
  - 전기자전거 1만대
  - 전동킥보드 2만~2만5천대
  - 전동휠 1만5천~2만대
  - 전동스쿠터 5천~1만대
- 2017년 약 75,000대
  (2016년 대비 20% 이상 상승)
- 2022년 약 200,000대

(그림. 188) 국내 PM 시장 전망

출처: 한국교통연구원(2017), '스마트 모빌리티 브리프' 2017 Vol 1, No. 3

- 위의 조사 결과를 검토하였을 때, 전 세계적으로 예상되는 PM 확산은 우리나라에서도 유사하게 이뤄질 것으로 예상되며 이는 전술한 PM의 수단 및 가격적 효용에 의거한 것으로 판단됨

다. 사회 · 정책적 측면

□ PM 통행권 부여 관련 국내/외 현황

○ 전 세계적인 PM 이용자 증가에 따라, 세계 각국에서는 PM의 통행권을 기성 교통수단(보행자, 자전거, 차량)에 상응하도록 하여 PM을 제도적으로 관리할 수 있는 근거를 마련하고 있음

[표. 79] 해외 각국의 PM 통행권 부여 사례

국가	보행자	자전거	차량
캐나다	√		
미국	√		
프랑스	보행속도	√	
스위스	√	√	
벨기에	보행속도	> 보행속도	
노르웨이	보행속도	> 보행속도	
호주	≤ 10km/h		> 10km/h
영국	≤ 6km/h		> 10km/h
덴마크	보행속도	최대 15km/h	√

출처: Bruneau, J.F., Maurice, P.(2012), A Legal Status for Personal Mobility Devices

○ 하지만 국내에서는 아직 위와 같은 정의가 명확하게 내려지지 않은 상태로서 모든 유형의 PM은 도로교통법의 '원동기장치자전거'로 구분된 규제를 적용받고 있음

○ 원동기장치자전거는 도로교통법 상 차도에서만 주행 가능하며 차도 내에서도 무겁고 운행속도가 빠른 차량에 대하여 명확히 보호받을 수 있는 근거가 부족함. 특히 원동기장치자전거는 관련 면허를 취득한 사람만이 탑승 가능하여 면허 미 소지자의 운행은 원칙적으로 불법행위에 해당됨. 또한 현행 관련법 상 공원녹지에서 PM 사용은 극히 제한적인 경우를 제외하고는 불법으로서 현장에서는 이를 규제하고자 하는 움직임이 본격적으로 나타나고 있음





(그림. 189) 공원녹지 상 PM의 통행 규제 상태

○ 이와 같은 문제 상황을 인식한 정부는 2016년 5월 제5차 규제개혁장관회의에서 PM의 통행방법과 관리방안을 마련하여 PM을 자유롭게 운행할 수 있는 환경을 조성하고자 하는 기조를 수립하였으며 현행 도로교통법에 따른 PM의 통행권 부여 가능 여부에 대해 논의함



(그림. 190) PM의 통행권 재부여 관련 보도자료

출처: 국토교통부(2016). '자율주행차, 초소형차 어디서나 원하는 곳 달린다'보도자료

○ 정부에서는 문제 해결의 의지를 보였으나 관계 법령의 한계로 인해 여전히 실생활에서는 개인교통수단에 대한 규제 중심의 정책이 이뤄지고 있으며 이는 PM 활성화에 걸림돌로 작용함

□ PM 보급 확산에 대응한 공공부문의 역할 설정

○ PM의 확산은 전 세계적으로 발생하고 있는 메가트렌드로 우리나라에서도 규제 일변도의 정책 수립 및 시행보다는 PM을 사용하고자 하는 다수의 사람이 '보다 안전하게 PM을 활용할 수 있는 여건'을 마련하는 것을 지원해주는 방향성 하에 PM 활용을 활성화하는 정책 수립이 필요함

○ 또한 PM의 기기적 특성은 제품 유형별로 다양하기 때문에 유형별 특성을 고려한 제도적 관리방안을 마련할 필요가 있음. 예를 들어, 가장 대표적인 PM 유형인 전동킥보드와 자이로타입 PM은 조향 및 가감속 조작 방식이 다르기 때문에 발생할 수 있는 위험한 상황(전복, 충돌 등)에 대한 유형이 서로 다르게 나타남.

○ 따라서 PM 관리방안 수립 시 유형별로 서로 다른 기기적 특성을 반영한 제도를 수립하여야 하며, PM 특성에 따른 통행권 차등 부여 등 운행과 관련된 명확한 가이드라인을 포함해야함



구분	조향	가감속
자이로 타입	자이로센서 (신체 무게중심 변화) 기반 일부 조향기구 (핸들 등) 활용	자이로센서 (신체의 무게중심 변화) 기반
전동 킥보드	조향기구(핸들) 활용	스로틀/브레이크 (핸드브레이크/풋 프레이크) 활용
전동 스케이트보드	신체 무게중심 변화 기반	리모콘 버튼 활용

(그림. 191) PM 제품의 유형 구분 및 유형별 차이

출처: 한국교통연구원(2017), '스마트 모빌리티 브리프' 2017 Vol 1, No. 3

○ 동시에 공공에서는 '누구나 안전하게 이용할 수 있는 PM의 유형'을 명확히 정의하고 해당 유형 PM 이용 활성화를 우선적으로 추진하여 PM이 불안전한 교통수단이라는 선입견을 해소하고 정책적인 규제가 PM 활용 활성화를 저해하지 않도록 해야 함

○ 한편 통행권 부여 측면에서 PM과 유사한 수단의 통행권은 다음과 같이 일반인과 교통약자(노인, 어린이, 장애인)에 대하여 서로 다르게 부여되고 있음

[표. 80] PM 유사 수단의 도로교통법 상 통행권 부여 현황

수단 유형	일반인	교통약자
킥보드 및 인라인스케이트	보도로 통행	
자전거	자전거도로 및 일부 보도 (자전거보행자겸용도로 구간)	자전거도로 및 보도(전구간)
전동휠체어 및 스쿠터	이용 불가능	보도 통행(장애인 및 노인)

○ 따라서 PM의 활용 대상으로 교통약자를 고려하였을 때 통행권에 차등을 부여하는 방안을 검토하여야 함. 아울러 신체적 능력이 떨어지는 교통약자가 탑승 가능한 PM의 유형을 구분하여 교통약자가 활용하기에 충분히 안전한 유형의 PM이 시장에서 구분될 수 있도록 해야 함

2절 연구개발 범위

1. 연구개발 최종 목표

○ 개인의 이동성 향상이라는 측면에서 자생된 개인교통수단 보급 확산이라는 시대적 흐름을 반영하고, 곧 도래하게 될 초고령화 사회에서의 고령자 이동권 관련 문제를 대비한다는 측면에서, ‘활용 가능한 이동보조수단이 없는 건강한 고령자가’ ‘일상생활에서 충분히 안전하게 탑승할 수 있는 PM’의 개발을 본 연구의 목표로 설정함



○ 보다 구체적으로, 본 연구 수행을 통해 고령자의 이동편의 증진 및 삶의 질 개선을 위해 고령자용 PM인 실버캐리지(Sliver Carriage)의 요소기술, 차체 및 안전지원향상 기술을 개발하고, 실버캐리지 이용 활성화를 위한 인증 및 운행관련 제도개선(안)을 도출함

- “실버캐리지”란 근거리 보행은 가능하나 지속보행 및 신속보행에 제약이 있는 건강한 고령자의 자립생활을 지원하는 도심용 Personal Mobility로서 1회 충전 시 5㎞ 이상 주행이 가능하고 보행보조 및 안전수송을 목적으로 하는 경량화 및 저비용 구조의 근거리 개인이동수단을 의미함(이하, 실버캐리지)



(그림. 192) 연구개발 개념도

2. 연구개발 관련 기술 정의

○ 본 과제는 협동연구기관인 한국건설기술연구원에서 담당하는 핵심성과인 “실버캐리지 설계기준”을 중심으로 하여 ① 실버캐리지 시작품 및 관련 요소 기술 개발 분야와 ② 실버캐리지 활성화를 위한 제도적 지원방안 개발 분야로 나누어 연구를 수행하였음

※ 본 과제의 가장 중심이 되는 “실버캐리지 설계기준”핵심성과는 요소기술과 설계기준으로 구분되며, 각각은 다음과 같이 정의할 수 있음

“요소기술” : 고령자의 보행 및 수단에 대한 요구사항을 만족시키기 위한 실버캐리지의 필요 요소 및 요구 기능 및 이를 구현할 수 있는 기술

“설계기준” : 요구 기능에 대한 기술적 해결방안 및 성능의 기준, 구현 서비스

- 실버캐리지 시작품 및 관련 요소 기술 개발 분야는 “실버캐리지 디자인”, “실버캐리지 안전주행 지원장치”, “실버캐리지 제어장치”, “실버캐리지 시작품”등 4개의 핵심성과로 구성되어 있음
- 실버캐리지 활성화를 위한 제도적 지원방안 개발 분야는 “실버캐리지 법제도개선 및 안전성평가”, “ 실버캐리지 품질인증”, “실버캐리지 안전운영을 위한 보험제도 개선”, “실버캐리지 사용성 평가 및 종합 테스트” 등 4개의 핵심성과로 구성되어 있음

○ 9개의 핵심성과는 다음과 같은 가치와 의의를 기대할 수 있음

[표. 81] 핵심성과별 달성 가치 및 의의

분야구분	핵심성과	핵심성과 달성의 가치와 의의
실버캐리지 설계기준	A. 실버캐리지 설계기준	• 가장 약자인 고령자를 대상으로 설계기준 수립 → 다양한 계층과 다양한 형태로 개발이 예상되는 타 PM의 설계기준으로 직접 활용 가능 • 안전을 강조한 설계기준 수립 → 규제대상으로만 인식되는 기존 PM을 제도권 안으로 인도하기 위해 검토되어야하는 최소한의 설계기준으로 활용 가능
실버캐리지 시작품 및 관련 요소기술 개발	B. 실버캐리지 디자인	• 이동보조기구의 고정관념에서 벗어나는 인체공학 기반의 수려한 디자인 확보 → 디자인의 심미성 고도화 • 건강한 고령자의 주요 외형적/기능적 요구사항을 반영한 디자인
	C. 실버캐리지 안전주행 지원장치	• 타 PM에 적용 가능한 모듈형 안전장치 구현 → 중저속 PM의 안전성 향상 가능 • 센서(스테레오카메라, IMU 등)원천기술 개발 → 추후 자율주행자동차 적용 가능한 기술 확보
	D. 실버캐리지 제어장치	• 휠 일체형 BLDC(Brushless DC) 모터제어기술 확보 • 센서 입력값 기반 모터 제어기술 확보 → 타 PM 적용 가능 • 실버캐리지 이용자의 기기 신뢰성 향상 • ROS 기반의 제어 기능 확보 → 로봇산업 응용 가능
	E. 실버캐리지 시작품	• 차체 경량화 및 저비용화 → 제품의 대중성 확보 및 사용 편의성 극대화 • 실제 판매 예정인 상품을 시작품으로 제작 → 이용자 대상 테스트를 통한 판매 전 상품 평가
실버캐리지 활성화를 위한 제도적 지원 방안 개발	F. 실버캐리지 법제도개선 및 안전성평가	• PM 법제화 관련 논의의 한 축 형성 • 규제 일변도의 PM 관련 정책을 ‘활성화’ 방향으로 전환 → 제도화된 교통수단으로서의 PM 위상 제고 방안 제시 • PM의 사회적 수용성 밑거름 형성
	G. 실버캐리지 품질인증	• 실버캐리지 품질인증 절차 수립 및 시범 적용 → 사업화 참여 희망자의 품질관리 관련 위험부담 저감 가능
	H. 실버캐리지 안전운영을 위한 보험제도 개선	• 특정 교통수단의 사용자가 안심하고 해당 수단을 사용할 수 있도록 보장해주는 가장 현실적인 방안의 보호제도 구현 → PM 이용자 대상 실질적 보장방안 확보 • PM 활용 활성화라는 사회적 니즈 부합
	I. 실버캐리지 사용성 평가 및 종합테스트	• 신규 이동보조수단의 사회적 수용성 평가 방법론 제시 → 신규 교통수단/이동보조수단 도입 시 유사 방법론 적용 가능

3. 연구개발 범위

○ 고령자 자립지원 개인교통 수단(실버캐리지) 개발 연구는 크게 3개 단계로 구분하여 연구 개발 범위를 구분하여 진행하였음

- 개발단계(2~3차 연도)
  · 실버캐리지 시작품: 요소기술 확정, 설계기준 확립, 디자인 컨셉 결정, 기능별 단위테스트 수행 및 보완
  · 실버캐리지 지원: 현행 법제도 분석, 법제도 이슈사항 도출
- 연구성과 검증단계(4차연도)
  · 실버캐리지 시작품: MOCK UP 테스트, 사용화 평가기반 최종 양산품 제작

· 실버캐리지 지원: 법제도 개선안 도출 및 홍보, 보험상품 개발, 주행 및 성능 시험 방법론 정립

- 상용화 준비단계(4차연도~종료 후)
  · 실버캐리지 시작품: 기술 업그레이드와 양산품 버전관리, 타분야에 활용될 기술의 모듈화, 노인전용시설과 제도를 활용한 판매, 보급형/고급형 판매 등
  · 실버캐리지 지원: 법제도 개선을 위한 노력 경주, 안전성을 확보한 제품 홍보

[표. 82] 핵심성과별 달성 가치 및 의의

세부과제		연구개발범위
고령자 자립지원 개인교통수단 개발 (2세부)	인체공학 기반 실버캐리지의 안전성 평가 및 제도 개선 연구	• 실버캐리지 요소기술 도출 • 실버캐리지 설계기준 수립 • 실버캐리지 이동성 확보를 위한 법제도 개선(안) 수립 • 실버캐리지 안전성 평가 기준 및 방법론 개발 • 실버캐리지 테스트베드 구축 및 사용자 평가 • 실버캐리지 제품 종합 평가
	인체공학적 실버캐리지 디자인 개발	• 실버캐리지 렌더링 및 디지털 모델 개발 • 실버캐리지 최종 디자인 개발
	실버캐리지 안전운전을 위한 유효 측정거리 2m 높낮이 영상 센서 모듈 및 100Hz 동작 IMU 개발	• 주변 환경 인식용 스테레오 카메라 개발 • 안전주행을 위한 주변 거리 측정 기술 개발 • 실버캐리지 균형정보 센싱 기술 개발 • 실버캐리지 신호처리를 위한 이기종 컴퓨팅 기술 개발 • 실버캐리지 센서 모듈 저가화 기술 개발
	실버캐리지 메인제어기 및 구동제어기 개발	• 실버캐리지 메인 제어기 개발 • 실버캐리지 구동 제어기 개발 • 안전장치의 개발 • 편의 조작장치의 개발 • 부가 서비스 기능 구현
	스마트 실버캐리지 차체 및 구동부 개발	• 실버캐리지 프레임 개발 • 실버캐리지 시작품 제작 • 실버캐리지 실용화 방안 수립
	실버캐리지 품질인증 방법론 개발	• 실버캐리지 품질인증 요인 기준 수립 • 실버캐리지 평가 방법론 개발 • 실버캐리지 품질인증 제정
	사고기반 실버캐리지 법 및 보험제도 개선 연구	• 고령자 보행사고 제도 개선 및 위험요인 분석 • 이동수단 위험과 선진사례를 통한 보험상품 도입 방안 수립 • 실버캐리지 이용활성화 방안 및 상품성 평가

4. 연구개발 단계(TRL)

○ 연구개발을 통해 안전성 및 사용성이 확보된 데모 버전의 실버캐리지 시제품을 완성함

- 실버캐리지 개발 연구에서 고령자의 실제 동작특성 등의 분석을 통해 실버캐리지의 설계기준을 정립
- 정립된 설계기준은 실버캐리지 외관 디자인 컨셉 및 세부 사양 및 기능으로서 실버캐리지의 차체 및 안전지원 장치 개발의 기준으로 활용
- 개발된 실버캐리지는 체험형 Test Bed(Step. 4)를 통해 사용성 평가 및 안전성 평가 시행을 통해 시제품 단계(TRL 7)까지 기술개발의 완성도를 확보함

[표. 83] 연구개발 단계(TRL)

구 분			표기	단계별 설명
기초연구 단계	TRL 1	【기초실험】 기본원리발견	□	기초이론 정립 단계
	TRL 2	【개념정립】 기술개념과 적용분야의 확립	□	기술개발 개념 정립 및 아이디어 특허출원 단계
실험 단계	TRL 3	【기본성능검증】 분석과 실험을 통한 기술개념 검증	□	실험실 환경에서 실험 또는 전산 시뮬레이션을 통해 기본 성능이 검증될 수 있는 단계
	TRL 4	【부품/시스템 성능검증】 연구실 환경에서의 Working Model 개발	□	시험샘플을 제작하여 핵심성능에 대한 평가가 완료된 단계
시작품 단계	TRL 5	【장치/시스템 시제품 제작】 유사 환경에서의 Working Model 검증	□	확정된 공법/재료/시스템의 실험실 시제품 제작 및 성능평가가 완료된 단계
	TRL 6	【시제품 성능평가】 유사 환경에서의 프로토타입 개발	□	파일롯 규모의 시제품 제작 및 평가가 완료된 단계
실용화 단계	**TRL 7**	【시제품 신뢰성평가】 실제 환경에서 시제품 데모	■	실제 환경에서 성능검증이 이루어지는 단계
	TRL 8	【시제품 인증】 상용제품 시험평가 및 신뢰성 검증	□	표준화 및 인허가 취득 단계
사업화 단계	TRL 9	【사업화】 상용제품생산	□	본격적인 양산 및 사업화 단계

제2장 국내외 기술 개발 현황

1. 자동차 제조사의 개인교통수단 개발

가. 미국의 자동차 제조사

- 미국의 자동차 제조사인 GM(General Motors)은 2009년 4월 세그웨이와 함께 18개월 간 공동으로 개발한 차세대 개인교통수단 'PUMA'를 공개하였음
- 또 다른 자동차 제조사인 크라이슬러(Chrysler)는 2008년 10월 전기시티카 컨셉모델인 '피포드(PeaPod)'를 공개하였음
- 포드(Ford Motor Company)가 2011년 9월 프랑크푸르트 모터쇼에서 공개한 전기자전거 'e-bike'는 자전거 전용 도로나 보도를 이용하여 경제성과 신속성을 무기로 승용차와 바이크 시장 진입을 목표로 하고 있음



GM 'PUMA'



크라이슬러 'PeaPod'





포드 'e-bike'

(그림. 193) 미국 자동차 제조사들의 개인교통수단

출처 : 구글 이미지 검색(www.google.com), 2016.07. 검색)

나. 유럽의 자동차 제조사

- 다임러 자동차 그룹(Daimler AG)의 메르세데스-벤츠(Mercedes-Benz)에서는 2009년 3월 150여 명의 엔지니어들이 1년 넘게 심혈을 기울여 개발한 'F Cell Roadster'를 공개했음
- BMW는 2007년부터 영국 Bath 대학과 함께 공동으로 개발한 1인승 소형 3륜차 'Clever' 컨셉트카를 2009년 5월 공개했으며, 자동차와 오토바이의 특성을 조합하여 주행안전성을 확보했다는 특징을 가지고 있음
- 또한 BMW는 2012년 6월 접이식 전기자전거 'i-Pedelec' 컨셉을 공개했으며 자사의 소형 전기자동인 i3 모델의 트렁크에 장착이 가능한 패키지를 선보이기도 했음
- 프랑스의 Renault에서는 초소형 전기자동차인 Twizy(트위지)를 시판하고 있으며 도로 주행이 가능한 자동차이지만 1인용 또는 2인용 모델로 자동차보다는 PM의 영역에 가까운 수단으로 평가받고 있음
- 폭스바겐그룹 산하의 스페인 브랜드인 SEAT에서는 2019년 제네바모터쇼를 통해 트위지와 동일한 컨셉의 초소형 전기자동차 Minimo를 발표하였음



벤츠 'F Cell Roadster'



BMW 'Clever'



Renault Twizy



SEAT Minimo

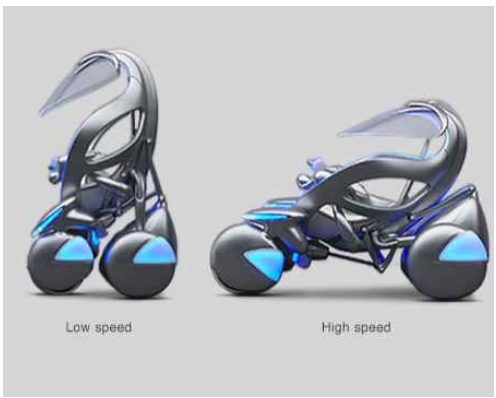
(그림. 194) 유럽 자동차 제조사들의 개인교통수단

출처 : 구글 이미지 검색(www.google.com), 2016.07., 2019.02. 검색)

다. 일본의 자동차 제조사

○ 일본의 최대 자동차 제조사인 토요타자동차(Toyota Motors Corp.)는 2005년 아이치박람회에서 개인교통수단 컨셉 'i-Unit'을 공개했으며, 이를 기반으로 2010년 'i-REAL'을 공개하였음. 또한 2013월 3월 제네바모터쇼에서는 기존의 개인교통수단 기술을 집약하여 도심 내 근거리 이동에 최적화된 개인교통수단 컨셉 '아이로드(i-ROAD)'를 공개하였음

○ 혼다(Honda Motor Co.)는 2010년 2월에 1인승 전기차 컨셉모델 '3R-C'를 공개했으며, 3개 바퀴로 주행하는 축전지차량으로 미래 오토바이를 대체할 신개념 이동수단으로 평가받고 있음



토요타'i-unit'



토요타'i-REAL'



토요타'i-ROAD'



혼다 '3R-C'

(그림. 195) 일본 자동차 제조사들의 개인교통수단

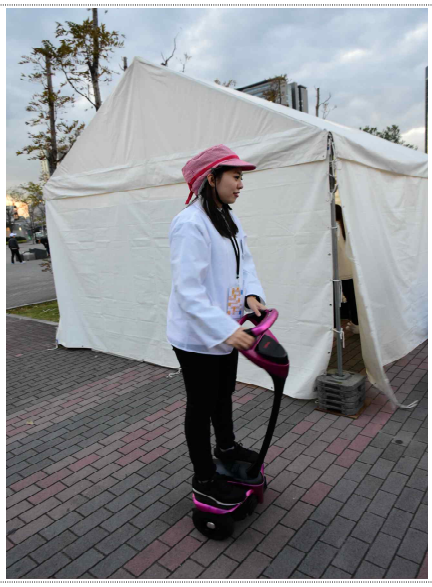
출처 : 구글 이미지 검색(www.google.com), 2016.07. 검색)

○ 이 외에도 2017 도쿄모터쇼에서는 실제 시판을 염두한 모델들도 공개가 되었음

- 혼다의 유니-큐브(Uni-Cub)와 토요타의 윙렛(Winglet)이 가장 대표적인 예로 들 수 있는데 유니-큐브의 경우 도쿄 오다이바의 일본과학미래관에서 현재 시승 체험 프로그램을 운영 중에 있고 윙렛은 오다이바에 위치한 메가웹에서 체험 프로그램을 운영하고 있음




혼다 유니-큐브

토요타 윙렛

(그림. 196) 일본 자동차 제조사들의 개인교통수단 2

2. 기타 개인교통수단 개발

가. 전동휠

○ 가장 대표적인 개인 교통수단은 세그웨이로 대표되는 전동휠임

- 세그웨이는 2001년에 도입되었으며 이후 전동킥보드, 전동외륜보드 등 다양한 형태로 파생되어 판매되고 있음. 유사수단들은 크기가 작고 비교적 저렴한 가격대의 상품이 많아 특히 도심지역에서 중단거리 출퇴근 보조수단으로 각광을 받고 있음
- 그러나 많은 국가에서 운행이 법적으로 보호를 받지 못하고 있으며, 이용자들이 안전장비를 착용하지 않고 이용하면서 많은 사고가 발생하여 사회문제화 되기도 함

나. 전기자전거

○ 전기자전거 역시 차세대 개인 교통수단으로 주목을 받는 수단임

- 기존의 자전거에 배터리와 주행보조 모터만 장착하면 되는 간단한 구조이기 때문에 전세계적으로 빠른 성장을 보이고 있음
- 특히, 국내에서는 법적으로 자전거도로의 통행이 허용됨에 따라 판매량이 급증하고 있으며, 대표적인 자전거 제조사인 삼천리와 알톤스포츠에서도 다양한 가격대의 전기자전거를 판매하고 있음

다. 전동스쿠터 및 휠체어

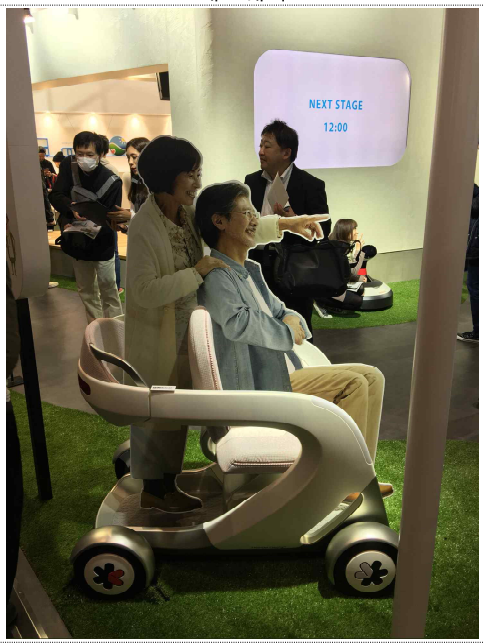
- 기존의 전동스쿠터 또는 전동휠체어는 보행이 어려운 장애인들이 이용하는 수단으로 외형이나 기능에서부터 일반인들은 다소 거부감을 갖는 부분이 많았으며, 일반적으로 부피가 크고 무게가 무거워 이동에 제약이 많았음
- 최근 들어 전동 이동 보조수단을 개발하는 회사 등에서도 신개념의 전동 휠체어 및 전동 이동장치를 개발하고 있으며, 외형적으로 크게 거부감이 없고 기존의 전동스쿠터 및 전동휠체어에 비해 이동성과 편의성이 향상되는 등 상품성이 눈에 띄게 개선되고 있음



세그웨이



전동 킥보드



가족용 전동 스쿠터



전동 휠체어

(그림. 197) 기타 개인교통수단의 모습

3. 국내외 기술 개발 현황 검토 결과

- 전 세계적으로 점차 개인교통수단 또는 초소형 이동수단에 대한 관심이 증가하고 있으며, 이에 따라 관련 기술의 개발 수준이 눈에 띄게 향상되고 있음
- 이들 소형 이동수단들은 대중적으로 이용이 가능하도록 제작되기 때문에 주요 이용자 층은 청장년층이 될 것으로 판단되며, 고령자 또는 장애인을 위한 수단들은 해당 수단의 이용 집단의 특성을 반영하여 보다 안전하고 편리하게 이용할 수 있도록 개발이 되고 있는 것을 확인할 수 있었음
- 다만, 고령자에 특화된 제품 또는 기술은 상용화에 이른 제품이 없으며, 기존의 수단들과 비교하여 고령자의 신체 특성 등을 파악하여 안전을 보강해주는 기술 등이 적용된 사례 또한 찾아볼 수 없었음
- 기존의 PM이 이동성을 크게 강조하고 있으나, 본 과제에서는 이동성 보다는 안전성에 초점을 맞춘 기술 개발을 목표로 하고 있으며, 직접 수요자인 고령자 계층의 특성과 요구사항 등을 잘 반영할 경우 기존의 제품들과 차별화된 개인교통수단을 개발하는 것에 큰 의의가 있을 것임

1. 실버캐리지 설계기준 (한국건설기술연구원)

연구의 배경 및 주요연구 내용

✓ 지속보행 및 신속보행에 제약이 있는 건강한 고령자의 자립을 지원하기 위한 **실버캐리지의 요소기술 및 설계기준 수립 필요**

✓ **고령자의 보행 중 요구사항** 분석을 기초로 하여 이를 **극복하기 위한 요소기술을 정의**하고, 요소기술을 구현하기 위한 **실버캐리지의 설계방향 및 설계기준을 수립**하였음

주요 연구 결과

실버캐리지 설계기준 수립

요구사항 분석

고령자 신체 및 보행 특성 조사
- 고령자 표준 신체 치수 고려
- 동작분석시스템 이용
- 일반인-고령자 보행특성 비교
- 고령자 보행시 제약사항 도출

+

보행환경 조사
- 통행 공간 구성 및 정비실태 조사
- 횡단보도 및 도로 안전시설 관련 조사
- 통행 공간의 평탄성/폭원/경사 기준 지장요인 분석

요소기술 정의

요구사항 극복을 위한요구기능 도출
- 고령자 보행시 제약사항 극복을 위한 기능 도출
- 고령자 보행시 또는 수단 이동시 지장요인 극복을 위한 기능 도출

+

관련 문헌 검토를 통한 요구기능 도출
- 유사한 보행보조수단 성능기준 중 안전주행 관련 운전성능시험 항목 검토

설계기준 수립 및 시작품 검증

실버캐리지 설계 방향 선정

기본 설계 원칙 설정
- 전륜구동, 역삼륜 구조
- 전륜 : 후륜 무게배분 = 6 : 4
- 일체형 바디 구조
- 입식/좌식 모두 안정적인 자세

외관 디자인 컨셉 선정
- 디자인 공모전 수행
- 5개 컨셉 디자인 선정 (차년도 이후 국민대 이관)

신체 움직임 기준 범위 설정
- COG 범위가 보행보다 낮도록 설정 (평균 약 23.52 mm)
- 테스트프레임 결과 만족

차체 치수 범위 선정
- 윤거 600mm, 축거 600mm, 안장위치 200mm, 안장높이 700mm 최종 선정

→

실버캐리지 설계기준 정립

서비스 아키텍쳐
- 요소기술에 대한 기술적인 해결방안 및 구현 서비스

사양 기준
- 실버캐리지 하드웨어 사양
- 차체부/구동부/제어부/센서부/기타로 구성

이용구간 등급 기준
- 육안조사 + IMU 센서 조사
- 주행가능/서행권장/주행불가

↓

목업/시작품 검증 테스트
- In lab 테스트베드 활용
- 전후륜 무게배분 측정
- 탑승자 신체 움직임 범위 측정

결과 피드백/수정 사항 반영

가. 실버캐리지 설계기준의 정의 및 수립 방법론

(1) 실버캐리지 설계기준의 정의

○ 실버캐리지는 근거리 보행은 가능하나 지속보행 및 신속보행에 제약이 있는 건강한 고령자의 자립생활을 지원하는 PM으로, 1회 충전 시 5 ㎞ 이상 주행이 가능하게 하며, 보행보조 및 안전수송을 목적으로 하는 경량화 및 저비용의 근거리 개인이동수단을 말함

○ 이에 본 연구에서는 실버캐리지의 설계기준을 다음과 같이 정의하였음

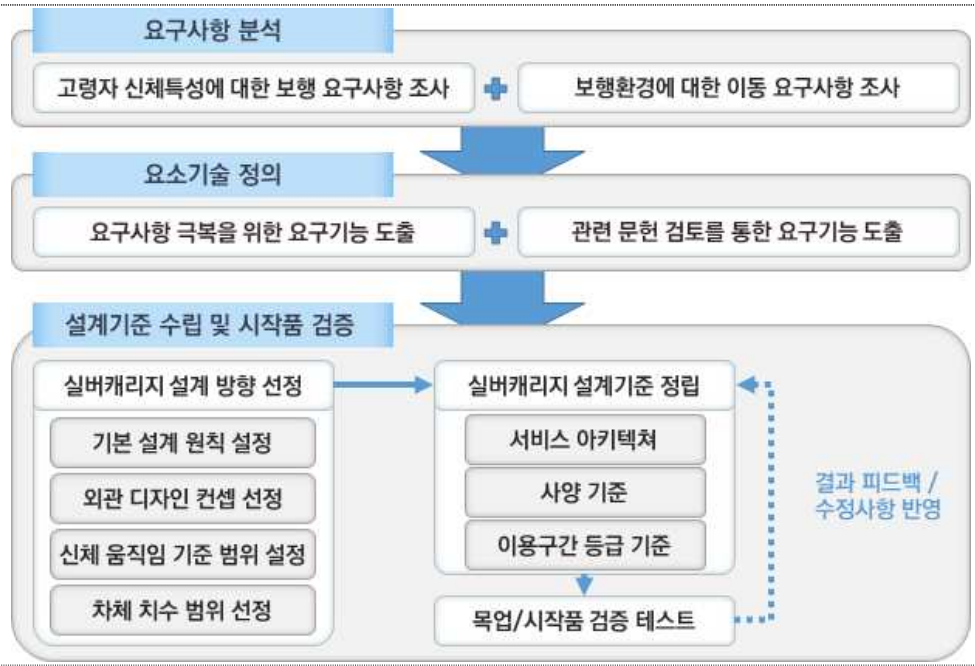
- 고령자의 보행 및 수단에 대한 **요구사항**을 만족시키기 위한 실버캐리지의 **요구 기능** 및 이를 구현할 수 있는 기술(이하 **요소기술**)에 대한 기술적인 해결방안 및 성능의 기준, 구현 서비스

(2) 실버캐리지 설계기준 수립을 위한 방법론

○ 본 연구에서는 다음의 절차에 맞춰 실버캐리지 설계기준을 도출하였음

- Step 1: 고령자 보행 중 **요구사항 분석**
  - 고령자 보행 특성에 의한 **보행 장애요인 및 요구사항** 분석
  - 보행환경에 의한 이동 장애요인 및 요구사항 분석
- Step 2: 요구사항 극복을 위한 실버캐리지 **요소기술 정의**
  - 요구사항 분석(고령자 조사 및 보행환경 조사) 기반의 요구기능 도출
  - 관련 문헌 검토를 통한 실버캐리지 요구기능 도출
  - 요구기능을 구현하기 위한 **실버캐리지 요소기술 정의서** 작성
- Step 3: 실버캐리지 **설계기준 수립**
  - 실버캐리지 설계의 기본 방향
  - 벤치마킹 테스트를 통한 기본 설계 원칙 설정
  - 디자인 공모전을 통한 디자인 컨셉 선정
  - 보행 및 유사 PM 슬라럼 테스트를 통한 탑승자 신체 움직임 기준 범위 설정
  - 목업 테스트를 통한 차체 치수 범위 선정
  - 요구기능별 설계기준(서비스 아키텍쳐) 정의서 작성
- Step 4: 최종 실버캐리지 설계기준(서비스 아키텍쳐 및 사양기준) 수립
  - 실버캐리지 서비스 아키텍쳐 정립
  - 실버캐리지 하드웨어 사양기준 정립
  - 실버캐리지 이용구간 등급 기준 수립
- Step 5: 테스트베드 평가를 통한 시작품의 **설계기준 검증**

○ 위의 방법론 가운데 Step 4는 결과를 피드백하여 설계기준 중 수정사항이 필요한 경우 그에 맞추어 설계기준을 수정하여, 수정된 기준에 맞춘 목업을 통해 재검증을 하는 피드백 과정을 통해 최종 Step 5의 최종 실버캐리지 설계기준을 수립하였음



(그림. 198) 실버캐리지 설계기준 수립 흐름도

나. 고령자의 보행 중 및 수단에 대한 요구사항 분석

(1) 고령자 보행 특성에 의한 보행 장애요인 및 요구사항 분석

(가) 고령자 보행 특성 조사[2] 개요

① 조사의 목적 및 절차

○ 고령자의 일반 평지보행시의 보행능력 측정을 통해 실버캐리지의 활용방안을 제시하고자 하며, 이를 위한 세부 절차는 다음과 같음
- 고령자 보행 및 신체특성 측정 시스템 구축
- 고령자의 일반 평지 보행시 보행특성 및 신체특성 측정(고령자의 결여된 보행능력 도출)
- 실버캐리지 이용 대상 정의 및 고령자 보행특성 분석
- 고령자의 보행능력 보완을 위한 요구사항 분석

② 동작분석시스템 소개 및 조사 개요

○ 한국건설기술연구원 내 고령자 보행 및 동작특성 분석 시스템을 아래와 같이 구축하였음
- 평지보행로: 총 10 m × 4 m의 유효 보행면 확보
- 보행분석 카메라(적외선 카메라): 상시 4기 운용(총 14개의 거치대 설치: 확장 고려)
- 힘 측정판: 총 2기의 힘 측정판(Ground Reaction Force Plate) 설치 및 상시 운용 가능



동작분석 실험실 전경



고령자 보행분석 환경

(그림. 199) 보행 및 동작분석 시스템 구축 현황

③ 실버캐리지 이용 대상 정의를 위한 고령자 특성 조사[3] 개요

○ 본 연구에서는 다음 기준에 부합하는 총 173 명(남성 65명, 여성 108명)의 고령자를 대상으로 보행 및 신체특성을 동작분석시스템을 통해 측정하였음
- 만 65세 이하의 고령자에 가까운 일반인과의 보행 및 신체특성 차이를 두고자 일반적인 고령자 연령 기준인 만 65세보다 높은 최저 68세 이상의 고령자를 대상으로 하였음
- 또한 보행보조자 및 보조차 등 보행보조기구를 이용하는 고령자는 본 측정에서 제외하였으며, 이는 실버캐리지의 이용 대상을 건강한 고령자(보행보조기구의 사용없이 자립보행이 가능한 고령자)에 해당하지 않기 때문임

○ 이와 같은 원칙에 따라 보행 및 신체특성 측정에 응한 총 173 명의 고령 피측정자의 평균 연령은 76.8세이며, 최고령자는 89세임

④ 한국 고령자 평균 인체치수 비교・검토 결과

○ 본 연구에서 측정한 고령자가 일반적인 한국의 고령자를 대표할 수 있는지를 검증하기 위하여 한국인 인체치수조사사업(한국인간공학회)의 고령자 표준 신체치수와 피측정자의 평균치를 비교・검토하였음

[표. 84] 피측정자 및 고령자 표준 비교

구분		피측정자 평균	고령자 표준[4]	오차율
남	신장	166.0 cm	163.5 cm	+ 1.5 %
	체중	63.9 kg	63.7 kg	+ 0.3 %
여	신장	154.0 cm	150.5 cm	+ 2.3 %
	체중	55.4 kg	56.9 kg	- 2.6 %

○ 한국인 고령자 표준과 본 연구에서 활용한 고령자의 신장 및 체중의 최대 오차율은 2.3%로 차이가 매우 작기 때문에 본 연구에서 활용한 데이터는 한국 고령자 표준과 유사한 결과라 할 수 있음

2) 고령자 보행 특성 조사의 상세 내용은 2차 연도 질적성과 증빙자료 '(질적성과)-1 실버캐리지 요소기술 도출, 설계기준 수립 및 디자인 컨셉 선정'에 상세히 기술되어 있음

3) 고령자 보행 및 신체특성 측정은 본 과제 이외에도 국토교통 R&D 교통물류연구사업 중 「고령자의 통행환경 개선을 위한 교통체계 개발」 과제와 병행하여 시행하였으며, 두 과제의 결과를 통합하여 제시함

4) 고령자 표준 - 한국인 인체치수조사사업 보고서, 대한인간공학회 중 "고령자(60세 이상) 표준 체형 평균치"

(나) 실버캐리지 이용 대상(건강한 고령자) 정의

① 보행능력 기반 고령자 구분

○ 고령자 보행능력을 구분하기 위해 본 연구에서는 Euclidean 거리를 기준으로 유사한 대상들끼리 그룹핑하는 다변량 통계분석 중 군집분석(Cluster Analysis)을 활용하였음
○ 보행능력을 대변할 수 있는 대표 변수를 선정하고, 해당 변수의 군집분석 결과를 이용하여 군집화를 시행한 후 군집별 특성을 분석함
○ 보행은 복합적인 신체의 움직임으로 단편적인 변수만으로는 설명이 불가하기 때문에 복합적인 요인을 내포한 변수를 선정할 필요가 있음. 이에 따라 전문가 자문을 통해 기준변수를 Walk Speed와 Walk Ratio로 선정함
○ 이중 Walk Speed의 경우 보행능력과 관계없이 개인성향에 따라 빠르거나 느릴 수 있으므로 제외하였으며, 최종적으로 선택된 기준 변수인 Walk Ratio를 이용하여 군집분석을 시행함
○ Walk Ratio를 기준 변수로 설정하여 시행한 군집분석 결과 총 3개의 그룹으로 구분하였음

② 고령자 그룹별 보행특성

○ 각 그룹별 보행특성을 정리한 결과는 다음과 같음
- A 그룹 (**건강한 고령자**)
  · 일반인(20대) 대비 약 82%의 보행능력을 보유함
  · 신체 전반적인 움직임을 통해 보행행위가 이루어짐: 균형요인의 변수값이 타 군집에 비해 크게 도출됨
  · 움직임 각도(angle)가 좌·우 균형이 적절히 이루어진 상태에서 보행함: Angle of Shoulder, Angle of Ankle, Foot Clearance의 좌우 값이 타 군집에 비해 유사함
- C 그룹(불안전 보행)
  · 건강한 고령자 대비 약 66%, 일반인(20대) 대비 약 54%의 보행능력 보유함
  · 보행 시 하지만을 이용하여 보행(균형변수 측정값 낮음)
  · 두 발 사이를 넓게 벌리고(step width값 높음), 잔걸음(cadence값 높음)의 형태로 보행하는 특성이 있음
- B 그룹
  · A 그룹과 C 그룹의 중간적인 보행능력을 보유함

③ 실버캐리지 이용 대상 정의

○ 보행특성을 기반으로 하여 건강한 고령자로 분류되는 A 그룹을 본 과제를 통해 개발하는 실버캐리지의 이용 대상으로 정의하였음
○ 불안전 보행을 하는 C 그룹이나 B 그룹의 고령자가 A 그룹의 고령자에 비해 보행능력이 떨어짐과 동시에 인지능력 또한 부족한 것으로 판단되어 이용 대상에서 제외함. 이는 수단 탑승 중 위험 상황에 대처할 능력이 A 그룹의 고령자에 비해 상대적으로 부족함을 의미하기 때문임

④ 건강한 고령자의 정의 및 한계

○ 건강한 고령자는 고령자 계층에서는 상대적으로 우수한 보행 및 신체능력을 보유하고 있으며, 자립보행이 가능한 고령자 그룹 중 보행 및 신체능력이 가장 낮은 고령자 그룹보다 약 1.5배 우수한 능력을 나타냄
○ 현재 대부분의 보행시설은 일반인을 기준으로 설계되어 있기 때문에 건강한 고령자라도 보행시설 이용 시 불편함 또는 어려움을 겪는 경우가 많음
- 건강한 고령자는 보행 및 신체능력 기준 일반인의 약 82% 수준임
- 특히 타 연구의 고령자 대상 설문조사 결과[5] 계단 및 경사로 이용 시 불편함을 크게 호소함
○ 보행특성을 항목별로 분석한 결과, 보행속도는 일반인의 약 71% 수준으로 나타남
- 일반적인 녹색시간 기준(1.0 m/s (서울시))의 횡단보도 횡단 시 보행이 불가함
○ Ground Reaction Force는 일반인 대비 90% 수준인 반면, Joint torque at ankle 및 knee는 knee-extension을 제외하고 95% 수준으로 나타남
- 이는 무릎, 발목에는 일반인 대비 약 95%의 힘을 사용하는 반면, 지면을 차는 힘은 90%로 감소함을 의미함
- 신체에서 발생시킨 보행을 위한 힘을 지면까지 효율적으로 전달하지 못함
○ 보도의 포장상태에 따라 낙상의 위험도가 일반인보다 높음
- Step length, Stride length, Step width가 일반인의 86% 수준임
- Angle of Ankle이 145%(우측)에서 최대 203%(좌측)로 크게 나타났으며, 이는 동일한 보행 주기 및 행동이 이루어졌을 경우에도 바닥면과 발끝 사이의 간격이 좁음을 의미함
- 이로 인해 일반인이 무의식속에 영향을 받지 않고 극복하고 있는 보도 노면의 장애요인(요철 등)으로 인해 낙상사고 발생 위험이 높음

5) 고령자의 통행환경 개선을 위한 교통체계 개발, 한국건설기술연구원, 2016

(다) 고령자의 보행 장애요인 및 요구사항 분석

○ 건강한 고령자는 보행시설 설계기준인 일반인 대비 보행 및 신체능력이 떨어지며, 이로 인한 보행 중 사고 위험성에 노출되어 있음
○ 고령자의 보행 능력을 검토한 결과, 다음과 같은 특성에 대하여 보완이 요구되는 것으로 분석되었음

[표. 85] 건강한 고령자의 보행 시 요구사항 분석 결과

고령자의 보행 특성	고령자의 요구사항 (보행 시 제약사항)
보행속도 느림	일반횡단보도의 신호시간 내 통과 불가 (이동 속도 증가시 해결 가능)
지면반발력이 약함	급정지 및 방향전환 시 미끄럼에 의한 낙상위험 가능성 (주변 인지능력 및 정지능력 보완 시 해결 가능)
균형능력이 떨어짐	좌우 및 앞뒤 균형 불안으로 인한 낙상위험 가능성 (균형감각 유지시 해결 가능)
발바닥과 바닥면의 간격이 좁음	노면 요철, 돌부리 등의 장애요인으로 인한 낙상위험 가능성 (지형극복 수단 이용시 해결 가능)

(2) 보행환경에 의한 이동 장애요인 및 요구사항 분석

(가) 보행 환경 조사[6] 개요

① 조사의 목표

○ 고령자의 보행 시와 실버캐리지 이동 시 극복되어야하는 다양한 도로 상의 장애요인을 검토하고 이에 따라 실버캐리지가 갖춰야 할 장애환경 극복 능력 수준의 정의와 요구되는 기능을 도출하고자 함

② 조사의 내용

○ 통행 공간 구성 및 정비 실태와 관련하여 다음의 항목에 대하여 조사하였음
  - 노면 포장상태
  - 평탄성 지장요인
  - 보도 구간의 단절여부
○ 횡단보도 및 도로 안전시설과 관련하여 다음 항목들을 조사하였음
  - 턱낮춤 형태
  - 연석경사로 경사도 및 경사길이
  - 조명시설
  - 볼라드 설치 현황

③ 조사의 범위

○ 보행환경 조사 대상지는 일산신도시 일원(대화역 및 주엽역 인근)으로 선정하였음
○ 대상지에는 2곳의 노인종합복지관(대화노인종합복지관, 일산노인종합복지관)이 위치하여 상대적으로 고령자의 통행 수가 많고 동시에 다양한 보행환경으로 구성되어 있음
○ 고령자의 일반적인 통행상황을 염두한 4가지 시나리오를 구성하여 조사를 수행하였음

(나) 보행 환경 조사 결과

○ 조사항목을 종합하여 보행구간의 유형별로 단위구간인 85m[7] 당 발생하는 통행 장애요인이 발생하는 횟수를 '평탄성 관련 지장요인', '폭원 관련 지장요인', '경사 관련 지장요인'으로 나누어 분석하였음

① 평탄성 관련 지장요인

[표. 86] 단위구간 당 평탄성 관련 지장요인 발생 건수

	평탄성 저하지점	턱낮춤 미적용
아파트단지 내	0.49	0.49
공원길	0.54	0.13
도로변의보도부	0.85	0.17
횡단보도	-	-
이면도로	0.22	0.22
육교	-	-

○ 평탄성 저하는 일반적인 도로변의 보도상에서 가장 많이 발생하였으며, 아파트 단지 내부에서는 보도의 턱낮춤이 제대로 적용되지 않은 것으로 확인되었음

6) 실버캐리지 이용 환경 조사의 상세 내용은 별도 첨부된 질적성과 증빙자료 XX 보고서에 상세히 기술되어 있음
7) 1차년도 연구 당시 평균 목표 속도인 5km/h로 1분을 주행할 수 있는 거리인 85m를 단위구간의 길이로 설정함

② 폭원 관련 지장요인

[표. 87] 단위구간 당 폭원 관련 지장요인 발생 건수

	폭원미달 지점 수	기준 미달 볼라드 설치 지점
아파트단지 내	0.24	0.24
공원길	-	-
도로변의보도부	0.09	0.26
횡단보도	-	-
이면도로	-	0.22
육교	-	-

- 조사 구간 내에서 폭원이 미달된 지점은 크게 나타나지 않은 것으로 조사되었음
- 그러나 일부 구간에서는 볼라드로 인해 충분한 폭원이 확보되지 않은 곳도 있었음

③ 경사 관련 지장요인

[표. 88] 단위구간 당 경사 관련 지장요인 발생 건수

	연석경사로	특수경사구간
아파트단지 내	2.43	0.49
공원길	-	-
도로변의보도부	1.54	-
횡단보도	2.90	-
이면도로	0.87	-
육교	-	1.66

- 아파트단지 내부에서는 경사관련 지장요인이 다수 분포하는 것으로 조사되었음. 이는 향후 실버캐리지 이용 시 출발지점이 될 수 있는 아파트단지 내에서 이로 인한 안전사고의 발생 확률이 높을 수 있음을 의미함
- 도로변의 보도부 및 횡단보도 구간에서 통행에 지장이 되는 연석경사로의 빈도가 매우 높은 것으로 조사되었음. 이는 향후 실버캐리지의 횡단보도 진입/진출 시 원활한 운행의 큰 제약조건으로 작용할 수 있음

다. 요구사항 극복을 위한 실버캐리지 요소기술 정의

(1) 요구사항 분석(고령자 조사 및 보행환경 조사) 기반의 요구기능 도출

(가) 고령자 보행 특성 조사 결과에 따른 실버캐리지 요구기능

- 고령자 보행 특성 조사의 결과를 토대로 정리한 실버캐리지의 요구기능은 다음과 같음

[표. 89] 건강한 고령자의 보행 시 요구사항 및 실버캐리지의 요구기능

고령자의 요구사항 (보행 시 제약사항)	실버캐리지의 요구기능 (제약 극복)
실버존 이외 일반 횡단보도를 보행시간 내 안전하게 횡단해야 함	일반인 보행 및 경보 속도에 맞춘 **정속주행 기능**
장애요인(장애물 등) 발생시 부족한 지면반발력으로 신속하고 안전하게 정지해야 함	센서를 통한 신속한 **주변 인식 및 구동 제어 기능**
좌우 및 전후 균형능력 저하에 따른 낙상사고 위험 극복해야 함	MEMS 센서를 통한 **차체 균형 센싱 기능**
노면 요철 등 장애요인으로 인한 발걸림 없이 안전하게 이동해야 함	안전하고 편안한 **구동 기능**(구동휠 포함)

(나) 보행환경 조사 결과에 따른 실버캐리지 요구기능

- 보행환경 조사의 결과를 토대로 정리한 실버캐리지의 요구기능은 다음과 같음

[표. 90] 보행환경 중 이동 지장요인 및 실버캐리지의 요구기능

보행환경의 요구사항 (보행 및 주행 시 지장요인)	실버캐리지의 요구기능 (제약 극복)
평탄성 지장요인으로 인한 발걸림 등 안전사고 발생 방지	주변환경 인식 센서를 통한 **평탄성 지장요인 검지 기능**
연석 단절(턱낮춤 미비 구간)로 인한 주행 지속 불가능 방지	연석 통과 가능 여부 판단 및 **안전한 정지 기능**
종경사/횡경사 구간 통과시 차체 기울어짐에 따른 전복사고 방지	1/12 경사도 통과 가능 차체 및 **경사도 검지 센싱 기능**
볼라드 등 교통안전 시설물 등의 좁은 간격으로 인한 주행 불가능 방지	주변환경 인식 센서를 통한 전방 통행 가능 **폭원 검지 기능**

(2) 문헌 검토를 통한 실버캐리지 요구기능 정리

- 실버캐리지와 가장 유사한 보행보조수단으로 볼 수 있는 ‘의료용 스쿠터’의 성능기준 등에 관한 검토를 통해 실버캐리지의 안전주행을 위한 요구사항 및 요소기술 항목을 선정하고자 함
- 식품의약품안전평가원에서 발행한 ‘의료용 스쿠터 기술문서 작성을 위한 가이드라인’에서는 의료용 스쿠터의 시험 규격에 대한 정의가 되어 있으며, 그 가운데 실버캐리지의 안전주행에 영향을 미칠 수 있는 운전성능시험의 항목을 검토하였음

[표. 91] 의료용 스쿠터 운전성능시험 기준 및 방법

<table>
<tr><th>시험항목</th><th>시험기준</th><th>검토사항</th></tr>
<tr><td rowspan="8">운전성능시험</td><td>1. 정적안정성
전방, 후방, 옆방향(좌/우측)에 대하여 다음의 경사에 대하여 안정되어 있을 것
A 타입: 6° / B 타입: 9° / C 타입: 15°</td><td>• 당초에는 정지상황과 주행상황을 구분하지 않았음</td></tr>
<tr><td>2. 동적안정성
다음의 최저경사에서 안정되어 있을 것
A 타입: 3° / B 타입: 6° / C 타입: 10°
(1) 경사면의 상방향으로 전진을 시작할 때 안정될 것
(2) 경사면의 상방향으로 전진을 멈출 때 안정될 것
(3) 경사면의 아래방향으로 전진 내려갈 때 안정될 것
(4) 경사면의 아래방향으로 후진을 멈출 때 안정될 것
(5) 수평면에서 회전할 때 균형점을 넘는 기울어짐은 발생하지 않아야 한다.</td><td>• 앞뒤 방향의 안정성만을 측정하고 있음
• 보행환경 분석 결과 좌우 방향의 기울기에 대한 안정성이 더욱 중요한 요소인 것으로 판단되어 이에 대한 기준을 제시해야 할 것임</td></tr>
<tr><td>3. 속도, 가속 및 감속
(1) 최대 전진속도: 수평면에서 최대 전진속도는 15 km/h 이내 이어야 하며, (최대 전진속도) km/h ± 10 % 이내 이어야 한다.
(2) 후진 속도: 의료용스쿠터의 최대 전진속도의 70 % 또는 5 km/h 중 낮은 것이어야 하며, (후진속도) km/h ± 10 % 이내 이어야 한다.
(3) 최대 가속도: (최대 가속도) m/s2 ± 10 % 이내 이어야 한다.
(4) 최대 감속도: (최대 감속도) m/s2 ± 10 % 이내 이어야 한다.
(5) 감속피크: 감속피크의 최대값이 0.03s = 4m/s2 오래갈 것
(6) 최대정지 거리: 수평면에서 다음의 각 속도에 대하여 최대정지거리는 (거리) m 이내 이어야 한다.
<table>
<tr><th>속도 (km/h)</th><th>거리 (m)</th></tr>
<tr><td>4.0</td><td>0.6</td></tr>
<tr><td>10.0</td><td>2.0</td></tr>
<tr><td>15.0</td><td>3.5</td></tr>
</table>
</td><td>• 속도, 가속 및 감속은 실버캐리지의 모터 및 휠 규격에 따라 결정될 부분이며, 기본적으로 최대속도 및 평균 속도에 대한 가이드가 정해져 있기 때문에 후진속도, 가속도/감속도 및 최대 정지거리에 대한 부분을 검토할 필요가 있음</td></tr>
<tr><td>4. 장애물 등반 능력
90° 인 최저장애물 높이에 대하여 전진 및 후진시 등반이 가능하여야 한다.
A 타입: 10 mm / B 타입: 50 mm / C 타입: 100 mm</td><td>• 연석의 높이를 극복하는 기준값 설정에 참고할 필요 있음</td></tr>
<tr><td>5. 회전폭
다음의 최대회전폭에서 단 1회 후진 동작하여 그 진행방향을 180° 전환이 가능하여야 한다.
A 타입: 1,300 mm / B 타입: 1,600 mm / C 타입: 2,500 mm</td><td rowspan="2">• 실버캐리지의 폭원 및 전장 값의 설정에 참고할 필요 있음</td></tr>
<tr><td>6. 회전반경
다음의 최대회전반경에서 회전 가능하여야 한다.
A 타입: 1,000 mm / B 타입: 1,300 mm / C 타입: 2,300 mm</td></tr>
<tr><td>7. 에너지 소비
다음의 최저주행거리 이상 이어야하고, (최대주행거리) ±10 % 이내 이어야 한다.
A 타입: 15 km / B 타입: 25 km / C 타입: 35 km</td><td>• 모터의 규격 결정에 참고할 필요 있음</td></tr>
<tr><td>8. 최대안전경사등판능력
(1) 최대 속도 12 km/h 에서 오를 수 있어야 한다.
(2) 최대 안전경사 5 m 를 오른 후 속도 2km/h 이상 유지하여야 한다.</td><td>• 동적안정성과 함께 전복 방지 각도 기준의 설정에 참고할 필요 있음</td></tr>
</table>

○ 검토 결과 위의 시험 기준 항목들은 모두 실버캐리지의 요소기술 항목으로 선정할 수 있는 것으로 판단되었음
○ 특히 실내 및 단거리 실외에서 이용 가능한 저속의 전동 스쿠터로 분류되는 B 타입의 성격이 실버캐리지가 추구하는 바와 가장 유사한 것으로 보여, 요소기술에 대한 기준값을 설정함에 있어서 B 타입의 기준값을 참조하고자 함
○ 또한, 이 기준값은 본 연구진이 직접 수행한 보행환경 조사의 결과를 통해 도출한 수치와도 비슷한 수준으로 나타나 B 타입을 기준으로 실버캐리지의 요소기술의 기준을 정립하는 것이 합당하다는 결론을 얻었음

(3) 요소기술 도출 및 결과

(가) 요구기능 결과 정리 및 요소기술 정의

○ 고령자 보행 및 신체 조사, 보행환경 조사의 결과 및 관련 문헌 검토를 통해 실버캐리지의 속도, 가속 및 감속, 에너지 소비, 장애물 등반 능력, 정적/동적 안정성, 최대안전경사등판능력, 회전폭/회전반경을 실버캐리지의 요소기술 항목으로 도출하였음
  - 속도, 가속 및 감속 : 고령자의 보행특성 중 일반인에 비해 느린 보행속도를 보완해주는 요소
  - 에너지소비 : 1회 충전 이동거리에 영향을 주는 요소로 지속보행이 어려운 고령자의 보행특성을 보완해줄 수 있음
  - 장애물 등반 능력 : 보도의 턱낮춤이 되지 않은 지점이나 그 밖의 단차가 발생하는 지점에서 실버캐리지의 주행에 큰 영향을 줄 수 있는 요소
  - 정적/동적 안정성 : 실버캐리지가 전복되지 않기 위한 요소이며, 마찬가지로 고령자의 낙상을 방지할 수 있는 요소
  - 최대안전경사등판능력 : 오르막 경사를 지속해서 오름으로써 고령자의 보행을 보완해 줌
  - 회전폭/회전반경 : 실버캐리지의 폭원 및 축거 설계에 영향을 주며 회차 및 시설물 통과에 필요한 요소
○ 위의 요소에 대하여 요구사항을 극복하기 위한 방안에 대한 검토를 통하여 실버캐리지의 설계 기준을 수립하고자 함
○ 최종적인 실버캐리지의 요소기술은 안전관련 요소기술 9개, 편의관련 요소기술 5개 등 총 14개로 정의하였으며, 이를 설계 기준에 반영하기 위하여 차체부, 구동부, 센서부 등 3개의 H/W 구성요소 가운데 적용해야 하는 구성요소에 대응하였음

(나) 실버캐리지 요소기술 정의서

고령자 요구기반의 실버캐리지가 갖추어야 할 기능 도출		안전요소 (9개)										편의요소(5개)				
		인간공학적 디자인 기술	프레임 제작 기술	운행안전 기술	경사지 인지 기술	경사지 구간 안전속도 유지 기술	차체 상태 인지/판단 기술	주행환경 인지 기술	긴급상황 알림 기술	상황별 자동 속도 제한 기술	구동부 자동 제어 기술	경량/고용량 배터리 기술	조작 편의성 향상 기술	다양한 이동형태 구현 기술	차체 경량화 기술	기타
최고속도 제한	정속주행 기능			⊙												
	경사지 안전 주행 기능				⊙	⊙										
안전한 등판능력 확보	차체 상태 인지 및 제어 기능						⊙	⊙	⊙							
	경사로 전복 예방 기능		⊙					⊙	⊙							
차체 자체의 안전성 및 주행의 안전성 확보	평지 및 곡선부 안전 주행 기능		⊙	⊙			⊙	⊙		⊙						
	경사로 안전 주행 기능		⊙	⊙	⊙	⊙		⊙			⊙					
급가속/급감속 시 운전자 보호	급가속/급감속 방지 기능		⊙					⊙	⊙	⊙	⊙					
적절한 회전반경 제공	제자리 회전 기능	⊙	⊙	⊙			⊙						⊙			
카트모드 제공	안전하고 간편한 주행모드 전환 기술	⊙	⊙							⊙	⊙		⊙	⊙		
스테레오 카메라 및 IMU 센서 활용 경사 정도 측정	경사로 안전 주행 기능			⊙	⊙	⊙			⊙		⊙					
	횡경사 인지 제어 기능		⊙	⊙	⊙			⊙		⊙	⊙	⊙				
스테레오 카메라 및 TOF 센서로 주변상황을 인지, ROS 기반의 메인제어기로 제어의 일원화	주변상황 인지 및 알림 기능	⊙	⊙	⊙				⊙	⊙				⊙			
	위험상황 대응 정지 기능			⊙			⊙	⊙	⊙	⊙	⊙		⊙			
구성요소 별 중량을 최소화하여 이용자의 불편 최소화	차체 경량화		⊙											⊙	⊙	
이용자가 용이하게 충전하고, 충전 시 소요시간 최소화	고용량 배터리 충전 편의 기능	⊙										⊙	⊙			
구성요소 별 비용을 최소화하여 소비자의 부담 최소화	가격 경쟁력 확보															⊙
H/W 별 구분		차체부	차체부	제어부+구동부+센서부	센서부	제어부	센서부+제어부	센서부	제어부	제어부+구동부	제어부+구동부	차체부	차체부+구동부	차체부	차체부	기타

라. 실버캐리지 설계기준 수립

(1) 실버캐리지 설계의 기본 방향

- 실버캐리지 설계기준은 고령자의 보행 관련 요구사항 및 보행환경 장애요소를 기반으로 작성된 요구기능을 기술적으로 해결할 수 있는 요소기술을 바탕으로 수립하였으며, 설계 방향은 크게 네 단계로 구성함
- 첫 번째로 실버캐리지의 디자인을 포함한 모든 부분에서 구동방식의 선정이 설계의 방향을 결정하는 데 최우선시 되어야 함을 인식하고, 구동방식의 선정과 그에 수반되는 차체의 무게배분, 외관의 형태, 주행안정성 관련 항목을 **실버캐리지의 기본 설계 원칙**으로 결정한 뒤 이를 결정하는 벤치마킹 테스트를 실시하였음
- 두 번째로 정해진 실버캐리지 설계의 기본 원칙에 따라 동작분석시스템 및 유사한 PM을 활용하여 탑승자가 실버캐리지에서 낙상하지 않고 안전하게 이용할 수 있는 **탑승자 신체 움직임 기준 범위를 설정**하였음
- 세 번째로 해당 기준 범위를 만족하기 위한 **실버캐리지의 치수 범위**를 동일한 동작분석시스템을 활용하여 설정함
- 네 번째로 대학생을 대상으로 실버캐리지 디자인 공모전을 수행하여 실버캐리지 **외형 디자인 컨셉을 선정**하였음
- 일련의 과정을 통해 정리된 수치 및 기능 등을 종합하여 **요구기능별 설계기준(서비스 아키텍쳐) 정의서를 작성**하였음
- 설계기준에 따라 목업을 제작한 뒤 동작분석시스템을 활용하여 기준에 맞게 설계되었는지 검증하는 과정을 반복하여 최종적인 설계기준을 수립하였고, 이에 따라 제작된 실버캐리지 최종 시작품에 대한 최종 검증을 수행하였음



(그림. 200) 실버캐리지 설계기준 수립 및 검증 절차

(2) 벤치마킹 테스트를 통한 실버캐리지 설계 원칙 설정

- 실버캐리지와 유사한 다양한 PM의 사양 및 성능 등을 비교하여 안전한 실버캐리지의 구동방식을 선정하고 그 밖에 추가적으로 도출되는 결과들을 바탕으로 실버캐리지의 설계 원칙을 설정하였음. 벤치마킹 테스트는 다음과 같이 진행함
  - 벤치마킹 대상: 장애인용 전동 스쿠터(S19), 레저용 전동 킥보드(계양 스쿠티, 머캐인 트랜스보드)
  - 분석 활용장비: 동작분석시스템 Force Plate 활용
  - 테스트 절차: 수단별 주요 사양 비교
    수단별 실외 주행 테스트 – 마른노면/젖은노면 주행안정성 및 둔턱 통과 시험
    수단별 전후륜 무게배분 측정 및 수단별 경사로(10~15도) 등판시험
    실험 분석 결과에 따른 구동방식의 선정 및 기타 설계 반영사항 도출

(가) 수단별 주요 사양 비교

[표. 92] 벤치마킹 수단 사양

구분	S19	계양 스쿠티	머캐인 트랜스보드
사진			
분류	장애인용 전동 스쿠터	레저용 전동 킥보드	레저용 전동 킥보드
구동방식	후륜구동(단일모터)	전륜구동	후륜구동
모터출력	270 W	400 W	500 W
휠 사이즈	전륜 7인치/후륜 8인치	7인치	전륜 10인치/후륜 8인치
탑승 방식	좌식	입식 (좌식 옵션)	입식
최고속도	7 km/h	27 km/h	25 km/h
등판능력	6도 (10%)	12도 (21%)	8도 (15%)
주행거리	15 km	40 km	30 km

(나) 수단별 실외 주행 테스트(마른 노면, 젖은 노면, 경사로 포함)

○ 각 수단의 기본적인 주행안정성을 포함한 주행 특성 파악을 목적으로 수행하였음

○ 각 수단을 마른 노면과 젖은 노면의 평지와 경사로를 주행하며 직진성, 가/감속능력, 회전능력, 등판능력 등을 평가하여 장/단점 도출하였으며 테스트 결과는 다음과 같음

[표. 93] 실외 주행 테스트 결과

수단	장점	단점
S19	• 가장 안정적인 주행 • 속도와 관계 없는 정지거리 • 정지 후 휠 락 기능 • 우수한 경사로 등판능력(안정적 무게배분/2개의 구동바퀴) • 작은 회전반경	• 무거운 무게
계양 스쿠티	• 레저용으로 적합	• 불안정한 서스펜션 • 비구동축에 집중되는 하중되어 발생하는 빈번한 휠스핀 • 정지시 휠 락 기능 없어 경사로에서 밀림 • 좌식 주행시 균형잡기 어려움
머캐인 트랜스보드	• 스쿠티에 비해 안정적인 탑승 • 서스펜션으로 인한 승차감 향상 • 레저용으로 적합	• 모터 브레이크로 정지 불가 • 회전 반경이 큼 • 불안정한 코너링으로 전복 위험 • 삐거덕거리는 현상으로 불안감 느낌

(다) 수단별 전후륜 무게배분 측정 및 수단별 경사로(10~15도) 등판시험

○ 구동방식(전륜-후륜) 및 무게 배분에 따른 안정적인 경사로 등판 및 둔턱 통과 여부 확인을 목적으로 수행하였음

- 전후륜 무게배분 측정: 동작분석시스템의 Force Plate를 이용해 수단별로 공차 시 및 탑승 시 앞바퀴와 뒷바퀴에 배분되는 무게를 측정함
- 경사로 등판시험: 무게배분의 탑승방식과 동일한 자세에서 10도 ~ 15도의 경사도 변화에 따른 정적안정성(정지상태로 경사시작부에서 출발), 동적안정성(경사로 이전 평지 2m 주행하여 등판)을 측정함



S19 무게배분 측정



스쿠티 무게배분 측정



트랜스보드 무게배분 측정

(그림. 201) 수단별 전후륜 무게배분 측정 예시



S19 등판 시험



스쿠티(입식) 등판 시험



트랜스보드 등판 시험

(그림. 202) 수단별 경사로 등판 시험

○ 전후륜 무게배분 측정 결과, S19는 탑승방식으로 인해 기본적으로 후륜에 더욱 무게가 집중되는 결과를 얻었으며 스쿠티와 트랜스보드는 기본적으로 5:5의 범위에서 무게 배분이 이뤄지는 것으로 나타남

○ 후진주행을 통해 전륜구동 상황을 구현한 S19는 탑승위치의 변화에 따라 전륜(구동):후륜(비구동)의 무게배분 비율이 약 6 : 4 로 측정되었음

[표. 94] 수단별 무게배분 측정 결과

		S19	계양 스쿠티	머캐인 트랜스보드
구동방식		후륜구동	전륜구동	후륜구동
전/후륜 수		2/2	1/2	2/1
탑승방식		좌식	입식 (좌식가능)	입식
무게배분 (전륜 : 후륜)	공차시	1 : 2	5 : 5	6 : 4
	탑승시	1 : 4 (정상주행) 5.5 : 4.5 ~ 6.5 : 3.5 (후진주행)	5 : 5 (입식) 1 : 4 (좌식)	4 : 6

○ 경사로 등판 시험의 결과는 아래의 표와 같음

[표. 95] 경사로 등판 결과

구동방식 / 무게배분	등판 시험 결과
후륜구동 / 1 : 4 (S19 표준자세)	• 저속/고속 모두 사양 이상 등판 • 동적안정성: 15도(27%) 등판 가능 / 정적안정성: 10도(17%) 등판 가능
전륜구동 / 1 : 4 (스쿠티 좌식)	• 등판 불가
전륜구동 / 6 : 4 (S19 후진주행)	• 저속모드만 진행(고속 후진 불가) • 동적안정성: 10도(17%) 등판 가능 / 정적안정성: 10도(17%) 등판 가능
전륜구동 / 5 : 5 (스쿠티 입식)	• 동적안정성: 10도(17%) 등판 가능 / 정적안정성: 10도(17%) 등판 불가능 • 좌우 밸런스 불량으로 불안한 등판
후륜구동 / 4 : 6 (머캐인 트랜스보드)	• 동적안정성: 15도(27%) 등판 가능 / 정적안정성: 10도(17%) 등판 불가능 • 출발 시 강한 토크로 인한 불안감

※ S19의 후진 등판 시험은 6:4 무게 배분의 상황으로 핸들부에 탑승하여 후진으로 등판을 시행한 결과임

- 전체적인 등판 성능은 (후륜구동 / 1 : 4)일 경우 가장 만족한 결과를 얻었으며, (전륜구동 / 6 : 4) 역시 충분히 등판능력이 확보될 수 있다는 점을 확인하였음
- 다만, (후륜구동 / 1 : 4)는 장애인용이라는 수단의 특성으로 차체 뒷부분에 전복방지장치가 설치되어 있다는 점을 고려하면, 실버캐리지가 전복방지장치 없이 후륜구동으로 뒷바퀴에 무게가 집중될 경우에는 뒤로 넘어지는 상황이 발생할 수 있다는 점이 오히려 위험성으로 작용함
- (전륜구동 / 1 : 4)의 결과를 통해 구동바퀴에 무게가 실리지 않으면 등판능력은 확보할 수 없다는 결론을 얻었으며, (후륜구동 / 4 : 6)의 결과에서는 무게배분이 적절히 이루어져도 구동바퀴가 1개로 접지력이 충분히 확보되지 않은 경우에도 등판능력이 떨어질 수 있음을 확인함
- 시험 결과에 따라 바퀴의 구동방식보다는 **구동되는 바퀴의 충분한 접지력이 확보**될 수 있도록 2륜으로 배치하고, **구동바퀴와 비구동바퀴의 무게배분이 6 : 4**로 이루어지는 것이 바람직하다는 결과를 도출하였음

(라) 실험 분석 결과에 따른 실버캐리지 설계 원칙 설정

- 실버캐리지의 설계에 앞서 선결되어야 했던 구동방식의 선정, 전후륜 무게배분 등 설계기준 주요 구성요소의 방향성을 잡기 위해 수행한 유사 PM 벤치마킹 테스트의 결과를 반영한 실버캐리지의 설계 원칙은 아래의 표와 같음

[표. 96] 유사수단 벤치마킹 테스트를 통해 설정된 설계 원칙

구분	결과의 해석	설계 원칙
구동방식 (모터 위치)	• 구동방식은 경사로 등판능력과 무관함 • 구동방식 보다는 구동바퀴의 접지력을 높이는 것이 더욱 중요함 • 후륜구동은 장애인용 수단의 이미지가 강하다는 인식이 큼(기타 고려사항)	• 실버캐리지가 추구하는 디자인의 **심미성**을 위하여 **전륜구동을 채택**함 • 또한 **구동바퀴의 접지력을 향상**시키기 위한 방안으로 **역삼륜 구조**를 확정함
전후륜 무게배분	• 구동바퀴와 비구동바퀴의 무게배분을 고려하며, 공차시 보다는 이용자 탑승시를 고려하여야 함 • 구동바퀴에 무게가 집중되는 것이 등판능력 향상에는 좋으나, 지나치게 집중되면 전복의 위험이 커지기 때문에 이용자 탑승시 “구동바퀴 : 비구동바퀴 = 6 : 4” 수준으로 설계하는 것이 바람직함	• 실버캐리지의 두가지 탑승 형태(입식/좌식) 모두에서 **전륜 : 후륜의 무게배분이 6 : 4**의 무게배분이 실현되도록 안장의 높이, 안장과 프레임 연결부의 위치, 발판의 위치 등을 선정함
주행안정성	• 부적절한 서스펜션의 선택은 주행안정성에 악영향을 끼치며, 코너링 시 전복 위험성이 증대됨 • 경사로 정지시 브레이크 레버를 잡지 않으면 굴러가는 상황 발생하여 사고 유발 가능	• 실버캐리지의 구조와 주행패턴 등을 고려하여 안정적인 코너링이 가능하도록 대응함 • e 브레이크 기능으로 정지 안정성 증대
외관	• 각 파트별로 조립된 외관으로 인한 탑승자 불안감 초래(삐그덕거리는 현상) • 발의 무게 집중 변화에 따라 흔들리는 차체로 안정적인 탑승자세 유지 어려움	• 탑승자의 불안감을 해소하는 **일체형 바디 구조** • 흔들리지 않는 **견고한 발판** (안정적인 탑승자세 확보)

(3) 디자인 공모전을 통한 디자인 컨셉 설정

(가) 디자인 공모전 수행

① 디자인 공모전 수행 배경 및 개요

- 본 과제에서 실버캐리지 디자인을 담당한 국민대학교 산학협력단은 3차 연도부터 과제에 참여하였기 때문에 2차 연도에는 협동연구기관인 한국건설기술연구원에서 전반적인 디자인 컨셉을 선정하는 연구를 담당하여 수행하였음
- 실버캐리지의 디자인 컨셉을 정의하기 위하여 디자인을 전공하는 학생들을 대상으로 디자인 공모전을 수행하였음[8)]

② 디자인 공모전 수행 결과

○ 총 22개 팀이 응모하였으며, 최종적으로 ALSIST 팀과 Round-way 팀의 디자인이 최우수작으로 선정되었음



최우수상 〈ALSIST〉

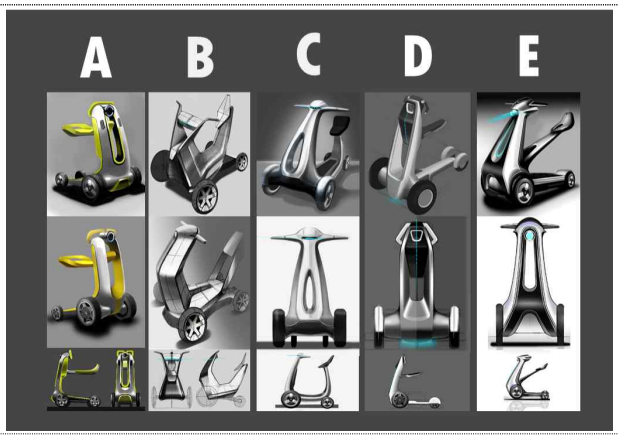


최우수상 〈Round-way〉

(그림. 203) 실버캐리지 디자인 공모전 최우수작

(나) 실버캐리지 컨셉 디자인 선정

○ 2차 연도에 수행한 디자인 공모전의 수상작을 기반으로 국민대학교에서 디자인 컨셉 아이디어 스케치 5개 안을 도출하였으며, 연구 참여 기관의 의견을 취합하여 최종 3개(A, D, E)의 컨셉을 선정하였음



(그림. 204) 실버캐리지 디자인 컨셉 아이디어 스케치 5개 안

(다) 디자인 컨셉 만족도 및 구매의향 조사

○ 선정된 3개의 컨셉 디자인안을 이용하여 고령자 29인과 비고령자 40인을 대상으로 디자인의 만족도, 구매의향 및 적정 가격 수준 등에 대한 설문조사를 수행하였음

[표. 97] 실버캐리지 디자인 컨셉 만족도 및 구매의향 조사 결과

구분	전체 (69인)	고령자 (29인)	비고령자 (40인)
디자인 만족도	3.90 / 5.00	3.72 / 5.00	4.03 / 5.00
구매의향	72.5%	72.4%	72.5%
적정가격	45~75만 원 (54.9%)	90~105만 원 (36.4%)	45~60만 원 (37.9%)
안전기능	위험알림(86.2%) 긴급제동(84.6%)	긴급제동(88.0%) 위험알림(84.0%)	위험알림(87.5%) 긴급제동(82.5%)
안전기능 가격	위험알림-5만원(37.3%) 긴급제동-5만원(38.2%)	긴급제동-5만원(28.6%) 위험알림-5만원(29.2%)	위험알림-5만원(42.9%) 긴급제동-5만원(44.1%)

8) 디자인 공모전의 상세 내용은 2차 연도 질적증빙자료 중 "(질적성과)-1증빙 - 보고서 - 실버캐리지 요소기술 도출, 설계기준 수립 및 디자인 컨셉 선정"에 정리되어 있음

- 고령자와 비고령자 모두 디자인 컨셉에 만족하는 것으로 조사되었음
- 디자인 컨셉에 대한 세부적인 의견으로 젊은 사람들이 이용하는 기존의 PM과 너무 다르지 않으면서 안전한 느낌이 나는 디자인을 요구하였음. 또한 과하지 않은 색상의 조합, 장애인 이동보조수단(휠체어 등)과의 디자인 차별성 등을 요구함
- 구매 의향(고령자는 당사자 구매, 비고령자는 부모님/조부모 선물)은 두 세대 모두 높은 것으로 나타남
- 또한 구매를 위한 실버캐리지의 적정 가격은 실 수요자인 고령자의 경우 위험알림, 긴급제동의 가격을 더하여 최종 100~115만 원 정도가 바람직하다는 의견이 대다수였음

○ 벤치마킹 테스트로부터 도출된 설계의 방향을 기초로 하여 슬라럼 테스트를 통해 결정된 차체 치수, 디자인 컨셉 선정 및 설문조사 결과 등을 종합하여 최종적인 실버캐리지 디자인의 방향성을 다음과 같이 정립하였음

- 전륜구동/역삼륜 형태의 수단 (장애인 이동보조수단과의 차별성, 벤치마킹 테스트 결과 반영)
- Two-tone 컬러의 적용 (과하지 않으며 세련된 색상)
- 구조적 안정감 확보 (안전한 느낌이 나는 디자인, 벤치마킹 테스트 결과 반영)

(4) 보행 및 유사 PM 슬라럼 테스트를 통한 탑승자 신체 움직임 기준 범위 설정

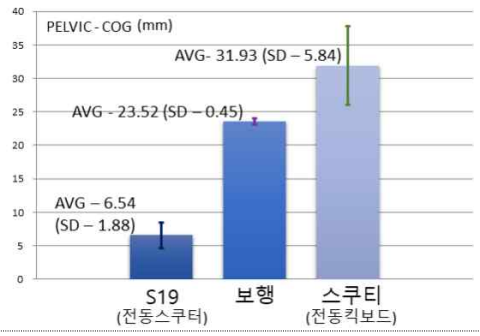
(가) 탑승자 밸런스 분석 실험의 목적

○ 실버캐리지의 전복 및 낙상사고 최소화 등 기기적 안전성을 확보하기 위해 “보행”(기준값) 및 “유사 PM”의 사전실험 결과를 활용하여 실버캐리지 탑승자의 신체 움직임의 기준 범위를 설정하고 프레임 설계에 반영하기 위하여 해당 실험을 수행함

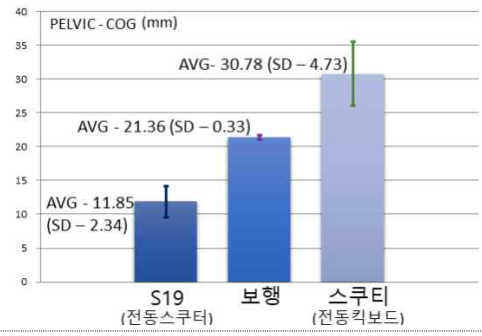
(나) 실험의 설계

○ 속도 기준: 일반 보행속도(3 ~ 4 ㎞/h) / 빠른 보행속도(6 ~ 7 ㎞/h)
○ 실험 환경: 10 m × 2 m 영역에서 2.5 m 간격으로 설치된 4개의 콘을 설치한 슬라럼 환경
○ 실험 방법: 슬라럼 코스를 S자로 통과하는 과정에서 탑승자 신체의 움직임 정도 비교
○ 측정 지표: Pelvic(엉덩이의 중심) - COG(Center of Gravity, 무게중심)의 변화값(평균 및 표준편차)
○ 실험 수단: 보행, 전동킥보드(계양 스쿠티), 장애인용 전동 스쿠터(S19)

(다) 유사 PM 탑승자 밸런스 측정 결과



일반속도 (3~4 km/h)



빠른속도 (6~7 km/h)

(그림. 205) 이동속도에 따른 수단별 Pelvic - COG 별화량 평균 및 표준편차 (사전실험)

○ 위의 측정값을 바탕으로 본 연구에서 개발하는 실버캐리지는 탑승자 밸런스 유지 기준 범위(Pelvic - COG의 범위)를 S19와 보행의 사이에 위치하도록 설정하였음

(라) 실버캐리지 목업 측정 결과 분석

○ 3차 연도의 중간 산출물인 1차 목업 및 2차 목업을 대상으로 동일한 측정을 한 결과, 두 목업의 밸런스는 보행과 스쿠티의 사이로 측정이 되었으며 서스펜션이 추가된 2차 목업은 상대적으로 탑승자의 밸런스가 다소 안정된 것으로 확인됨

[표. 98] 1차 목업 및 2차 목업의 밸런스 측정 결과 (COG - Pelvic 변화량)

(단위: mm)		S19 (장애인용 전동스쿠터)	보행	2차 목업	1차 목업	계양 스쿠티 (전동킥보드)
3~4 ㎞ /h	Avg.	6.54	23.52	27.35	30.72	31.93
	SD	1.88	0.45	2.64	3.21	5.84
6~7 ㎞ /h	Avg.	11.85	21.36	26.17	28.26	30.78
	SD	2.34	0.33	1.79	3.68	4.73
		자세 안정				자세 불안정

※ Avg. 값이 작을수록 회전 시 탑승 자세가 좌우로 쏠리는 정도가 적으며, SD 값이 작을수록 회전 반복 시 일관된 자세 유지가 가능함

◦ 1차 목업 및 2차 목업의 테스트 결과를 토대로 Pelvic - COG의 범위가 S19와 보행 사이에 위치하도록 프레임의 소재, 서스펜션의 선정, 발판의 위치, 안장의 위치 등을 변경하여 설계에 반영하도록 하였음

◦ 변경된 설계가 반영된 3차 연도 최종 목업(Prototype 2 이전 최종 프레임)을 이용한 테스트 결과 탑승자의 신체 움직임 범위가 S19와 보행의 사이에 위치하는 것을 확인하였음

◦ 다만 당초 유사 PM의 결과에서 도출한 입식과 좌식의 안정성 차이와는 달리 입식의 밸런스 편차가 좌식보다 크게 나왔다는 특징이 있었으며, 빠른 속도 보다는 평균속도일 때 더 안정된 자세를 유지할 수 있는 것으로 나타남

◦ 결론적으로 밸런스 분석을 통한 인간공학적 차체 구성요소의 반영(프레임의 치수, 안장과 핸들의 위치, 탑승 위치(발판), 역3륜 구조의 안정성 확인 등) 결과가 주행시 안정성 향상에 기여한 것으로 확인됨

[표. 99] 3차 연도 탑승자 밸런스 측정 최종 결과 (COG - Pelvic 변화량)

(단위: mm)		S19 (장애인용 전동스쿠터)	실버캐리지 테스트프레임		보행	계양 스쿠티 (전동킥보드)
			좌식	입식		
3~4 ㎞/h	Avg.	6.54	12.21	14.45	23.52	31.93
	SD	1.88	1.67	0.90	0.45	5.84
6~7 ㎞/h	Avg.	11.85	12.67	20.20	21.36	30.78
	SD	2.34	2.20	1.20	0.33	4.73

※ Avg. 값이 작을수록 회전 시 탑승 자세가 좌우로 쏠리는 정도가 적으며, SD 값이 작을수록 회전 반복 시 일관된 자세 유지가 가능함

(5) 4차 연도 개선 프레임 차체 치수 범위 선정을 위한 테스트

(가) 테스트의 목적 및 방법

◦ 4차 연도에 최종적으로 제작할 최종 시작품은 3차 연도에 제작한 시작품이 비해 차체의 크기가 축소되기 때문에 3차 연도 시작품과 마찬가지로 안정적인 등판능력을 확보하고 전복 방지를 위하여 설계기준 중 차체의 수치 확정을 위한 테스트를 수행하였음

◦ 기 수행된 벤치마킹 테스트의 무게측정 테스트 및 탑승자 밸런스 테스트를 축소된 스케일로 제작된 목업을 이용하여 진행하였음

- 테스트에 이용된 목업은 축거, 윤거, 안장높이, 안장위치를 가변화할 수 있도록 제작되었음
  · 전륜 윤거 조절 범위: 500 mm / 600 mm (2단계로 조절)
  · 축거 조절 범위: 500 mm ~ 700 mm (50 mm 단위로 조절)
  · 안장위치(전륜 중심축으로부터의 거리) 조절 범위: 150 mm ~ 350 mm (50 mm 단위로 조절)
  · 안장높이: 700 mm / 800 mm (2단계로 조절)

(나) 테스트 수행 결과

① 무게배분 측정 결과

◦ 목업에서 치수 변경이 가능한 모든 조합(총 96가지)에 대하여 공차시/입식 탑승시/좌식 탑승시의 전후륜 무게배분을 측정하였음

◦ 탑승자가 탑승하였을 경우(입식/좌식 모두)의 전후륜 무게배분 비율이 3차 연도 벤치마킹 테스트를 통해 도출한 전륜구동시 적정 무게배분 비율 6 : 4 (55 : 45 ~ 65 : 35 범위)를 만족하는 조합을 1차적인 차체 치수의 범위로 선정하였음

[표. 100] 전후륜 무게배분 만족 치수 조합

윤거	안장높이	안장위치	축거
600	700	150	600 / 650 / 700
		200	600 / 650 / 700
		250	650 / 700
		300	700
	800	150	600 / 650 / 700
		200	650 / 700
		250	700
500	700	150	550 / 600 / 650
		200	550 / 600 / 650 / 700
		250	700
		300	700
	800	150	600 / 650 / 700
		200	650 / 700
		250	700

② 탑승자 밸런스 측정 결과

- 무게배분 측정 결과, 선정된 조건에 대해 입식과 좌식으로 구분하여 동작분석시스템을 활용한 슬라럼 테스트를 수행하였음
- 테스트는 3차 연도에 수행한 테스트 중 빠른 보행속도(6~7 km/h) 기준 조건으로 진행하였으며 상기 30개 조합에 대한 밸런스 측정 결과를 요약하면 다음과 같음

[표. 101] 무게배분 만족 치수 조합 밸런스 측정 결과 (COG - Pelvic 변화량)

(단위: mm)		입식			좌식		
		최대	최소	평균	최대	최소	평균
6~7 ㎞/h	Avg.	17.81	7.80	12.65	13.98	5.05	9.73
	SD	2.49	0.02	0.96	2.34	0.28	0.99

※ Avg. 값이 작을수록 회전 시 탑승 자세가 좌우로 쏠리는 정도가 적으며, SD 값이 작을수록 회전 반복 시 일관된 자세 유지가 가능함

- 3차 연도 탑승자 밸런스 측정 최종 결과(표. 23)와 비교하였을 때, 입식과 좌식 모두 탑승자 밸런스가 안정적으로 측정되었음을 알 수 있음
- 특히 입식의 최대값이 보행보다 안정적으로 측정된 것이 가장 큰 특징이라고 할 수 있음
- 차체의 크기가 축소된 신규 프레임의 탑승자 밸런스는 전후륜 무게배분을 만족하는 조건에서는 대부분 가장 안정적으로 탑승할 수 있는 장애인용 전동스쿠터(S19)와 보행의 사이에 위치하는 것으로 측정되었으며, 프레임을 제작하는 티앤에스모터스에서는 이 조합 가운데 최종적으로 **윤거 600 mm, 축거 600 mm, 안장위치 200 mm, 안장높이 700 mm(높이 조절 가능)**으로 프레임의 기본 치수를 선정하였음

(6) 요구기능 별 설계기준(서비스 아키텍쳐) 정의서 작성

- 설계기준 가운데 안전 및 편의 기능을 중심으로 요구기능에 대한 기술적인 해결 방안으로 도출되는 항목을 구현 서비스로 정의하여 실버캐리지의 요구기능 별 서비스 아키텍쳐 정의서를 작성하였음

마. 최종 실버캐리지 설계기준 도출

(1) 실버캐리지 요구기능 별 설계기준(서비스 아키텍쳐) 정의서

고령자의 요구사항	요구기능	구현 방안	필요성/기술적 요구사항 및 설명	설계기준	구현 서비스 및 기능 명칭
근거리 이동	적정한 속도	최고속도 제한	1. 레저용이 아닌 근거리 이동 및 보행 보조 2. 본인이 장애가 있어서 타는 것이 아니라는 인식이 필요함. 일반사람의 보행속도(3~5 km/h)와 비슷할 필요 3. 속도에 대한 인식이 떨어지므로 정속제어장치 필요	→ 최고속도 8 km/h 이내 → 오토크루즈기능(정속제어장치)	정속주행 기능
		1회 충전시 충분한 이동거리 확보	1. 레저용이 아닌 근거리 이동 및 보행보조 기능으로 1회 충전시 적절한 이동거리 확보필요 2. 배터리 방전시 외장 배터리 등으로 간편하게 사용이 가능한 기능 필요 3. 전체 무게에서 밧데리가 차지하는 비율은 통상적으로 30% 내외 4. 복잡한 것을 싫어함. 편리한 충전과 빠른 충전 필요	→ 통상 커뮤니티존의 거리는 3km 남짓 → 무게 20kg 이하의 밧데리로 1회 충전시 10km 이상 이동(현재 32kg, 7km) → 외장배터리의 구성과 제어기에서 인식을 위한 배터리 추가 알고리즘 확충 → 배터리셀 안전조건 – BMS/PCM 매칭을 통한 안전기준 마련	BMS 기능 급속충전기능 주행거리표시기능
	다양한 구간 극복	등판능력 확보	1. 고양시 현장 조사시 잦은 경사지 출현 2. 경사지에서 속도의 가감 없이 등판할 수 있을 필요	→ 정적 등판능력 3km/h로 8 ° (약 14%) 확보	경사지 오름 및 내림시 정속주행 기능
		평탄성 떨어지는 구간에 대한 승차감 개선	1. 고양시 현장 조사시 평탄성이 떨어지는 보도블록이 다수 2. 순간적인 돌출/함몰/단차구간 주행시 승차감 확보 필요	→ 센서 기반 평탄도 인식 및 차체 자세제어 → 전방 2m 이내 10cm 이상 크기의 이동체의 점군 데이터를 100ms 이내에 측정	차체 균형상태 파악 기능 둔덕인식 및 알림기능
	주행 안정성 확보	차체 자체의 안전성 및 주행의 안전성 확보	1. 차체의 육안으로 보는 안전성(겉으로 보일때 견고함을 느낄수 있도록 할 필요) 2. 차체의 충돌 안전성: 충돌 Test 수행 필요(사람과 차체간의 충돌) 3. 기본적인 주행의 안전성 확보 필요 4. 균형감각이 떨어지는 노인들의 안전 필요 5. 청력 등의 인지능력 저하로 후진 기능이 필요	→ 차체의 소재강도 확보(탄소섬유, 마그네슘합금 등 활용), 차체 부위별 확보 강도의 제시 → 장난감같은 느낌이 들지 않는 소재 활용 → 인간 공학 기반의 차체 구성요소 배치 필요 → MEMS 관성센서를 이용한 차체 roll/pitch/yaw값 생성 → 전자조향 방식, 역삼륜 방식, 후륜 캐스터 장착 (후륜 전자조향 방식, 전륜 전자조향 방식, 전후륜 전자조향방식 테스트후 선정) → 초음파 센서 활용으로 후방안전정보 제공	전자조향 기능 후방감지 및 알림기능
		위험상황 사전 인지	1. 인지능력이 떨어지는 노인들에게 주변상황 정보 전달 필요	→ 영상 센서기반 점군 데이터 획득 및 도로 평탄면 위에 기타 물체 파악 – 전방 2m까지 측정 목표 → 위험상황 사전인지 및 위험정보 기반 구동부 제어	장애물감지 및 위험알림 기능 둔덕인식 및 알림기능
		급가/감속 시 운전자 보호	1. 급가감속 시 몸이 쏠리는 현상을 방지할 필요가 있음 2. 차체의 무게 중심을 한 방향으로 쏠리지 않도록 하여 운전자 전복의 최소화 필요	→ 메인제어기에서 승차감을 유지함(s-curve profile) → 손잡이 및 안장 디자인시 반영 → 설계시 안장의 위치를 조절하여 무게중심값(최대6:4)을 유지하는 프레임 설계	차체 균형상태 파악 기능 자동속도 제한기능
		경사구간에서의 정속주행 기능 제공	1. 경사 구간에서의 가감속 발생시 신체 반응속도가 낮은 노인들에게 위험 2. 경사시에 가감속을 방지할 필요 3. 경사시에 정차시 밀리지 않을 제어기능 필요 4. 경사시에 위급한 상황을 대비한 수동 브레이크 필요	→ MEMS 관성 센서를 통한 경사로 인지 기능 → 센서 기반 경사구간 인지시 구동부 제어 → 메인 제어부의 ROS를 통한 제어 → 구동 제어부의 속도유지, 기계식 전자 브레이크 적용 (배터리 방전시 수동 물리 브레이크 장착)	경사지 오름 및 경사지 내림 정속주행 기능 자동 브레이크 기능
		적절한 회전반경 제공	1. 근거리 이동 및 보행보조용으로 회전반경이 커야할 필요 2. 마트 등의 생활반경을 고려하여 큰 회전반경 필요	→ 전자조향 방식으로 최대회전반경 90도 유지(제자리 회전) → 포텐시오미터 장착필요	전자조향 기능
물건 운반	탑승 시 운반방법	바구니 등 물건 거치소 추가 제공	1. 근거리 이동(마트 등) 및 보행보조의 기능에 맞게 탑승시도 간단한 물건을 거치할 수 있는 바구니와 같은 것이 필요	→ 프레임 및 안장 설계 시 물건 거치소 구현 가능하도록 반영 → 차체에 무게를 늘리지 않는 형태 ,쉽게 탈부착 가능하게 구현	카트 기능
	카트 모드 구현	카트모드(접이식) 제공	1. 탑승하지 않아도 손쉽게 근거리를 끌고 다닐 수 있는 기능 필요	→ 프레임 설계시 카트모드 구현 가능하도록 반영 → 탑승시보다 배터리를 절약할 수 있도록 함 → 배터리 방전시에도 수 Km까지는 쉽게 끌고 다닐 수 있는 기능 → 접이 상태의 사용자 편의 중심 설계 반영	접이 기능 끌고가기 기능
주변 상황 (부동체) 인지	바닥면 돌출물 인지	스테레오 카메라 및 TOF센서 활용 돌출물 인지	1. 인지능력이 떨어지는 노인들에게 주변상황 돌출물 정보 전달 필요	→ 전방 2m 이내 공간을 스테레오 매칭을 통해 3차원 포인트 클라우드로 계산, 이를 이용하여 필요한 형태의 격자로 나눠 공간 인지, 전체 인지 속도는 1초당 10회	장애물감지 기능 위험알림기능 둔덕인식기능
	경사 정도 인지	IMU 센서 활용 경사 정도 측정	1. 인지능력이 떨어지는 노인들에게 차제가 올라갈 수 있는지 없는지에 대한 정보 제공 필요	→ 100Hz (10ms) 이내에 차체 각도 측정 → 차체의 자세를 정적인 상태에서 +-3도 이내 인지	차체 균형상태 파악 기능(전복반지 기능) 경사지 오름 및 내림 알림기능
	고정 지형지물 인지	스테레오 카메라의 지형지물 인지	1. 인지능력이 떨어지는 노인들에게 주변상황 정보 전달 필요	→ 전방 주행 경로를 크게 3개의 영역으로 나눠, 진행 가능 여부를 실버캐리지 자체적으로 판단하여 제어기에 전달	장애물감지 기능 위험알림기능 둔덕인식기능
	평탄도 인지	스테레오 카메라로 주변상황을 인지하고 ROS기반의 메인제어기에서 평탄도 계산	1. 인지능력이 떨어지는 노인들에게 주변상황 정보 전달 필요 2. 주행중 전복의 위험을 최소화 3. 고양시 현장조사시 평탄도가 안좋아 횡경사부 발생빈도가 많아 이에 대한 대비가 필요 (최대 16% 이상 발생 확인)(특히,횡단보도의 연석까기로 인한 연석 경사로 발생함. 이는 법적 지침미 준수 상황이 많음)	→ 승차감에 지장을 초래하는 수준의 평탄하지 못한 노면을 인지 → 평탄도가 일정값(실험을 통해 확보) 이상일 경우, 자동정지후, 카트모드 전환 기능	차체 균형상태 파악 기능(전복방지 기능)
주변 상황 (동체) 인지	전방 이동체 인지	스테레오 카메라의 전방 이동체 인지	1. 인지능력이 떨어지는 노인들에게 전방이동체 정보 전달 필요	→ 전방 주행 경로를 크게 3개의 영역으로 나눠, 진행 가능 여부를 실버캐리지 자체적으로 판단하여 제어기에 전달 → 전방 2m 이내 10cm 이상 크기의 이동체의 점군 데이터를 100ms 이내에 측정	장애물감지, 위험알림 기능
조작 용이성 확보	경량화	구성요소 별 중량을 최소화하여 이용자의 불편 최소화	1. 이동 보관 등의 편의성 필요 2. 경량화와 함께 무게중심 안의 설계가 필요	→ 차체 무게(배터리 제외) 15kg 이내 → 무게중심은 사람이 탑승시에 6대4를 초과하지 않는 차체 설계	
	전원 On/Off 용이화	이용자가 용이하게 전원을 켜고 끌 수 있게 함	1. 인지능력이 떨어지는 노인들에게 직관적인 사용자 UI 필요	→ 제어패널 UI 설계 시 편의성 확보	간편시동 기능
	충전 용이화	이용자가 용이하게 충전하고, 충전시 소요시간을 최소화 할 수 있게 함	1. 인지능력이 떨어지는 노인들에게 편리하고 쉽게 할 수 있는 배터리 필요	→ 일반 완충시간 2시간 30분 이내(고속 충전 30분) → 최대한 빠르고 용량을 큰 배터리 필요(현재, 최대용량 7AH) → 제어기에서 배터리의 량을 알 수 있는 기능(UI에 반영)	BMS 기능
	제어(가/감속) 용이화	이용자가 필요 시에 가속/감속을 용이하게 수행할 수 있도록 기기를 배치함	1. 인지능력이 떨어지는 노인들에게 직관적인 사용자 UI 필요	→ 인간공학 기반 기기배치(브레이크, 핸들, 제어패널) → 꼭 필요한 정보 중심의 편리한 UI	SLOW/START 기능 SLOW/DOWN 기능
	모드 전환기능 (일반↔카트)용이화	이용자 필요 시 차체가 주행모드에서 카트모드, 카트모드에서 주행모드로 용이하게 전환될 수 있게함	1. 인지능력이 떨어지는 노인들에게 직관적인 전환기능 필요	→ 프레임 설계 시 모드 변환 용이성 확보할 수 있도록 반영 → 과도한 힘이 필요하지 않은 반자동 전환	서서타기 기능 앉아타기 기능 접이 기능 카트모드기능
사용자 편의기능 확보	도난방지기능	고가 장비의 분실 우려 최소화	1. 근거리 이동(마트 등) 및 보행보조의 기능으로 잦은 정차와 보관이 필요 2. 빈번한 주정차로 인한 간편한 잠금장치 필요	→ 간편한 방식의 시건장치(잠금장치) 설계 및 구현	도난방지 기능
	안전운전 지원기능	주변 상황을 인지하여 위험상황 발생시 운전자가 인지할 수 있는 기능 구현	1. 주변상황을 간단한 메시지로 알려주는 정보알림장치 필요 2. 짧은시간에 강력한 알림으로 노인에게 정확한 메시지 전달 필요	→ 주변상황(부동체, 동체) 인지기능 기반 위험정보 생성 후 운전자 알람기능 구현 → 센서가 주변 상황을 너무 민감하게 인지하면 오히려 운전자에게 방해가 되므로 테스트 기반의 위험상황 알림 알고리즘 구현	장애물/위험/둔턱/기타 알림 기능 자동속도 제한기능
	구성요소 별 경제성 확보	구성요소 별 비용을 최소화하여 소비자의 부담 최소화	1. 서비스별 모듈별 선택사양 선택 필요	→ 구성요소 별 저비용화 가능성 검토 → 시판가(저가형 100만원/고가형 200만원)으로 구분하며 모듈별 옵션 판매도 가능하게 구현함	

(2) 실버캐리지 최종 하드웨어 사양

○ 최종적으로 정리된 실버캐리지의 하드웨어 사양은 다음 표와 같음

[표. 102] 실버캐리지 최종 하드웨어 사양

구분		고급형	보급형	비고
차체부	바디 프레임	Aluminum + ABS	Aluminum + ABS	
	스템 프레임	Aluminum + ABS	Aluminum + ABS	
	손잡이	ABS	ABS	
	안장	바디부 연결부 접이식 + 안장포스트 슬라이딩 방식	바디부 연결부 접이식 + 안장포스트 슬라이딩 방식	
	휠	전륜 12 inch x 2 / 후륜 8 inch x 2	전륜 12 inch x 2 / 후륜 8 inch x 2	
	조작기	스로틀 및 버튼	스로틀 및 버튼	
구동부	모터	1) 구동용 모터 · 정격전압: 36VDC · 정격파워: 350W · 정격토크: 8.3kg*cm · 바퀴크기: Φ315 · 무게: 6.4kg 2) 조향 모터 · 정격전압: 24VDC · 정격파워: 40W · 정격토크: 1kg*cm · 정격 회전속도: 4000 r/min	1) 구동용 모터 · 정격전압: 36VDC · 정격파워: 350W · 정격토크: 8.3kg*cm · 바퀴크기: Φ315 · 무게: 6.4kg	
	브레이크	· 제동 토크: 4Nm · 정격전압: 36VDC	· 제동 토크: 4Nm · 정격전압: 36VDC	
	배터리	7 Ah (10S2P, cell 20 ea)	7 Ah (10S2P, cell 20 ea)	
	충전기	42V, 3.5 Ah	42V, 3.5 Ah	
제어부	메인제어기	· 입력 전압: 12~19VDC · 프로세서: Intel Core i5-6260U · 그래픽: Intel Iris Graphics 540 · 입출력 포트: 4xUSB 3.0 1xSDXC(UHS-I) 1xHDMI 1.4b	-	
	제어패널(UI)	· 외형 사이즈:110x79x43 · 전원 입력: 12~48VDC · 통신: RS485 2ch, TTL232 1ch RS232C 1ch I2C 1ch SPI 1ch	· 외형 사이즈:110x79x43 · 전원 입력: 12~48VDC · 통신: RS485 2ch, TTL232 1ch RS232C 1ch I2C 1ch SPI 1ch	
	구동제어기	· 외형 사이즈: 159x94x38 · 제어기 입/출력: 12~48VDC 10Ax2ch · 구동 대상: 12~48VDC 용 DC Motor · 통신: RS485 1ch	· 외형 사이즈: 159x94x38 · 제어기 입/출력: 12~48VDC 10Ax2ch · 구동 대상: 12~48VDC 용 DC Motor · 통신: RS485 1ch	
	상위제어기(ROS)	FPGA + Cortex A53 Quad Core	-	
센서부	스테레오카메라	해상도 1280 x 720 x 2(Stereo), 30fps	-	전방 2m x 2m 공간 측정
	관성 센서(IMU)	3축 가속도, 자이로, 지자기 센서	-	초당 100회 차체 기울기 측정
	ToF 센서	근접 측위 용도 USB 30 Hz 출력	근접 측위 용도 USB 30 Hz 출력	실내 동작시
	초음파 센서	· 동작 전압: 2.5~5.5VDC · 분해능: 1mm · 읽기속도: 10Hz · 센서 출력: Analog, Pulse, Rs232 · 최대측정 거리: 5000mm	· 동작 전압: 2.5~5.5VDC · 분해능: 1mm · 읽기속도: 10Hz · 센서 출력: Analog, Pulse, Rs232 · 최대측정 거리: 5000mm	
기타	위험정보 안내수단	· 부저	· 부저	
	도난방지 장치	· 모드 설정 후 모터 움직임에 의한 기능	· 모드 설정 후 모터 움직임에 의한 기능	

(3) 실버캐리지 이용 구간 등급 기준 정의

(가) 실버캐리지 이용 구간 등급 기준 개요

○ 이용 구간 등급 기준 정의의 목적은 다음과 같음
- 실버캐리지의 물리적 통행이 가능한 공간적 범위를 등급화함으로써 실제로 실버캐리지가 운용되는 상황에서 이용을 할 수 있는 지역과 없는 지역을 구분하여 실버캐리지 차체의 안전성 뿐 아니라 탑승자 및 주변 보행자의 안전을 확보할 수 있도록 하기 위함에 목적이 있음

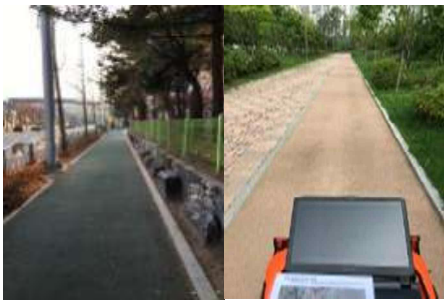
○ 실버캐리지 이용 구간 등급은 다음과 같은 절차를 통해 산정되었음
- Step 1. 보행 환경 분석을 고려한 대상지 선정
- Step 2. 노면상태 기반 등급(육안분석 + IMU 센서 기반 분석) 구분 및 상호 비교
- Step 3. 보행 환경 요소(보차분리, 유효 폭원 등)의 종합적 반영 후 최종 실버캐리지 이용 구간 등급 산정

(나) 실버캐리지 이용 구간 등급 산정 방법론 및 결과

○ 조사 대상지 선정
- 대체적으로 포장상태가 좋을 것으로 판단되는 환경과 포장상태가 좋지 않을 것으로 판단되는 환경을 함께 볼 수 있는 경기도 김포시(신도시 지역 및 재래시장 지역)를 조사 대상지로 선정하였음

○ 육안 분석 기준 노면상태 기반 등급 구분
- 포장면의 갈라짐이나 균열, 블록의 파손, 돌출, 유실 등을 기반으로 한 육안 조사 결과 포장노면과 블록노면 모두 4개의 그룹으로 나눌 수 있었으며, “좋음 - 양호 - 불량 - 주행불가”로 구분하였음

[표. 103] 육안기반의 노면상태 구간 등급

등급	포장노면	블록노면
좋음	• 주행중 노면에 의한 영향을 전혀 받지 않는 구간	
	– 포장면의 갈라짐(일그러짐)/균열 무 – 재포장 및 보수의 흔적이 없음	– 노후화 미진행 – 블록의 파손/돌출/유실 없이 평평한 노면 유지
		
양호	• 주행감은 떨어지지만 일반적인 주행은 충분히 가능한 구간	
	– 포장면의 갈라짐(일그러짐)/균열 시작 – 재포장 및 보수의 흔적 존재	– 노후화 진행 시작 육안 확인 가능 – 소수의 블록 파손/돌출 발생하나 대체로 평평함 유지
		
불량	• 불편한 승차감을 초래하며, 주행시 많은 주의를 요하는 구간	
	– 포장면이 깨어지거나 포장의 파편이 존재 – 포장면의 50% 정도가 파손	– 노후화가 진행 – 일부의 블록 파손/돌출/유실로 인한 굴곡 발생
		

주행불가	• 정상적인 주행이 불가능한 구간	
	– 포장면의 파손이 심각 – 포장면의 75% 정도가 파손	– 다수의 블록 파손/돌출/유실 발생 – 징검다리식 블록 설치
		

○ IMU 센서 데이터 분석 기준 노면상태 기반 등급 구분

- 조사는 차체에 전달되는 진동(Roll – Pitch – Yaw) 데이터를 수집하는 IMU 센서를 실험용 캐리어에 부착하여 대상 구간을 이동하며 육안으로 노면 상태를 체크하면서 동시에 IMU 데이터를 수집함. 수집된 IMU 데이터를 가지고 육안 기반의 구간 분류와 데이터 기반의 구간 분류 결과를 상호 비교함
- 조사 구간을 노면의 속성을 기반으로 총 30개 구간으로 나누었으며, 30개 구간의 Roll – Pitch 데이터를 SPSS를 이용하여 군집분석을 시행한 결과, 육안분석의 결과와 다르게 3개의 군집(흔들림 정도가 적은 군집부터 상 – 중 – 하)으로 분류가 되었음

○ 육안 분석과 IMU 센서 분석 결과의 상호 비교를 통한 노면상태 등급 확정

- 육안 분석의 **“좋음” / “양호” 등급은 모두 “상” 군집**에 속하였으며, 육안 분석의 **“불량” 등급은 “중” 군집**에, **“주행불가” 등급은 “하” 군집**으로 분류됨. **육안 분석 결과와 IMU 센서 데이터 분석 결과가 대체적으로 일치**하는 것으로 확인되어 최종적으로 노면상태 등급은 **3개의 등급**으로 구분함
  · 다만, 육안 조사 결과가 “불량”으로 분석된 2개 구간은 “상” 군집에, 1개 구간은 “하” 군집에 속하였으며, 육안 분석의 “주행불가”등급 중 1개 구간은 “중”군집에 속하는 결과가 도출되었음. 이러한 원인은 육안 조사는 면 기반으로 분석이 된 반면, IMU 센서 조사는 캐리어의 바퀴가 지나가는 궤적이 국한된 선 기반의 결과 분석이기 때문이라고 판단됨
  · 이러한 차이는 향후 위드로봇에서 개발한 IMU 센서가 결합된 스테레오 카메라 센서를 활용하여 극복할 예정임

○ 보행 환경 요소 분석

- 보차분리 여부, 2 대의 실버캐리지 교행 및 보행자와의 여유로운 교행이 가능하다고 판단되는 2.0 m 수준의 유효 통행 폭원 확보, 횡단보도 진출입부 및 보도 단절부 턱낮춤 여부 및 횡경사, 종단경사도 등의 항목을 도출하여, 각 항목의 등급구분 기준을 설정하였음

○ 실버캐리지 이용 구간 등급 산정 결과 (종합 판정 결과)

- 노면상태 등급과 보행 환경 요소를 종합하여 **최종 실버캐리지 이용 구간을 ‘주행 가능’, ‘서행주행 권장’, ‘주행 불가’ 3 등급**으로 구분함

[표. 104] 실버캐리지 이용 구간 등급 기준

종합판정		주행 가능	서행주행 권장	주행 불가
노면 상태	육안	좋음 / 양호	불량	주행불가
판정 결과	IMU	상	중	하
보행 환경 요소	보차 분리	되어있음	혼용(갓길 폭원확보)	혼용(갓길 폭원미비)
	유효 폭원	2.0 m 이상	0.8 m ~ 2.0 m	0.8 m 미만
	턱낮춤 여부	되어있음(10 % 미만)	되어있음(10 % 이상)	턱낮춤 미비
	종단경사도	평지	0 ~ 12.5 %	12.5 % 이상

(다) 실버캐리지 이용 구간 등급 기준 산정의 의미 및 향후 발전 방향

○ 실버캐리지 이용 구간 등급 기준은 실제로 실버캐리지가 통행하려는 공간에 대해 노면의 상태, 보차분리 여부, 유효폭원 정도, 보도 단절구간의 턱낮춤 여부, 경사도 등 안전과 관련된 보행 환경 요소를 종합적으로 고려하여 통행 가능 여부를 판단할 수 있는 기준임

○ 실버캐리지는 자전거전용도로처럼 명확히 구획이 나눠진 공간에서 통행하는 것이 아니라 일반적인 보도 상에서 통행을 하는 것을 염두해두고 있기 때문에 통행 가능 여부에 대한 판단이 반드시 수반되어야 함

○ 향후 실버캐리지가 법적인 지위를 부여받게 될 경우, 개인용 뿐 아니라 공유시스템을 활용하는 방안도 고려중에 있으며, 이용 구간 등급 기준을 대여장소 선정이나 실버캐리지 이동 지원시설 등의 위치를 선정하는 기준으로 활용할 수 있을 것으로 판단됨

바. 테스트베드를 통한 최종 목업 설계기준 반영 검증

- ○ 실버캐리지 최종 시작품 제작 이전 스킨 체결까지 완료된 최종 목업2기(고급형 - 전자식 조향, 보급형 - 기계식 조향)을 대상으로 설계기준 반영 여부를 검증하며, 실제 주행환경에서 경험할 수 있는 다양한 상황에서의 주행성능과 안전/부가 기능의 구현을 확인함으로써 실버캐리지 최종 시작품을 마지막으로 고도화하기 위함
- ○ 실버캐리지 종합 테스트(3장 9. 실버캐리지 사용성 평가 및 종합테스트)에서 수행하는 In lab 테스트와 1차 실외 테스트를 통해 진행됨
- ○ 상세 내용은 본 보고서 3장의 9. 실버캐리지 사용성 평가 및 종합테스트에 작성하였음

사. 건강한 고령자 대상 특화 기능에 대한 고찰

- ○ 본 연구과제의 제안요청서(RFP)에서 정의한 실버캐리지 및 그 이용 대상은 다음과 같음
  - “실버캐리지란” 근거리 보행은 가능하나 지속보행 및 신속보행에 제약이 있는 건강한 고령자의 자립생활을 지원하는 personal mobility로써 1회 충전시 5 km 이상 주행이 가능하고 보행보조 및 안전수송을 목적으로하는 경량화 및 저비용 구조의 근거리 개인이동수단을 말함
- ○ 즉, 본 보고서 1페이지에 정리되어 있는 연구의 배경 및 필요성 가운데, 교통약자 복지의 혜택을 받지 못하는 62%의 건강한 고령자가 실버캐리지의 주요 이용 대상자들임. 흔히 노약자라고 불리우는 보행에 어려움이 많은 고령자는 본 과제의 고려 대상이 아님
- ○ 본 연구진은 실버캐리지의 설계단계부터 건강한 고령자 집단에 대한 명확한 구분을 하였으며, 이들 건강한 고령자 그룹의 신체적, 인지적 특성을 반영하여 연구를 수행하였음. 건강한 고령자라 할 지라도 일반인에 비해 신체적, 인지적 능력이 떨어지기 때문에 그를 보완할 수 있는 안전 및 편의 기능 구현을 위해 센싱 및 제어를 전문적으로 다루는 기관을 공동연구기관으로 구성하여 기존 PM과 차별화되며, 건강한 고령자에게 특화된 PM의 모델을 제시하였다는 점이 본 과제의 가장 큰 성과라고 할 수 있음
- ○ 건강한 고령자의 보행에 대한 요구사항 및 이를 발전시킨 요구기능 및 요소기술 도출 결과, 이에 대한 설계기준(서비스 아키텍쳐) 정의 등은 본 보고서 17~23페이지와 33페이지를 통해 확인할 수 있음. 또한, 이를 구체화시켜 실제 실버캐리지에 적용된 안전기능 및 편의기능 등은 본 보고서 59~70페이지(4. 실버캐리지 제어장치) 및 양적성과 증빙자료의 (양적성과)-MD-1 메인제어기 기능 사양, (양적성과)-MD-2 실버캐리지 구동제어기술 및 기능사양, (양적성과)-MD-4 실버캐리지 어플리케이션 기능사양에 수록되어 있음

2. 실버캐리지 디자인 (국민대학교 산학협력단)

연구개요 01

연구의 배경 및 주요연구 내용

- ✓ 고령자의 **안전하고 편안한 이동**을 위한 이동수단 디자인 개발
- ✓ 고령자를 위한 최적화된 이동수단 디자인 개발을 위하여, **대중성, 안정성, 사회성, 심미성**을 고려한 1차, 2차 디자인 안을 개발
- ✓ 이후 전문가 및 사용자 설문 등 다양한 의견을 수렴하여, 건강한 고령자의 이동과 적극적인 사회생활을 돕는 **인체공학적 실버캐리지 디자인 안을 도출**

02 실버캐리지 디자인

주요 연구 결과

디자인 연구개발 방향 설정

외관 디자인	심미성을 고려한 외과 디자인 적용 - 건강한 고령자의 신체특성을 고려한 인체공학적 디자인 - 모던하고 심플한 외관디자인 조형성 확보로 세련된 고령자 이동수단 이미지 부여
세부 디자인	디테일 디자인 제고를 통한 제품경쟁력 강화 - 전후방 램프, 휠, 조향장치 및 안장 등 이동수단의 필수 - 디자인요소에 디테일 디자인 가치 부여
사용자 편의성	사용자 중심의 조작 및 편의성 증대 - 직관적인 계기반 정보 표시 및 접이식 안장 적용으로 편의성 극대화 - 물건 걸이 및 탈부착식 수납함 등 사용자 환경을 고려한 사용성 제고
CMF (칼라 및 소재)	밝고 경쾌한 색감 및 소재 적용 - 경쾌한 색감 , 색감 대비를 통한 시각적 경쾌함 추구 - 외관 디자인과 세부디자인요소 조화를 위한 칼라 및 소재 디자인 적용

건강한 고령자의 신체 특성을 고려한 **인체공학적 디자인**

디테일 디자인 제고를 통한 **제품 경쟁력 강화**

고령자를 고려한, **사용자 중심 조작 및 편의성 향상**

밝고 경쾌한 색감 및 소재 적용을 통한 상품성 제고

실버캐리지 1차 디자인 개발



- 특정사용자에게만 특화된 것이 아닌, 일반인도 사용하고 싶은 이미지 부여
- 전륜 구동을 고려하여 앞 바퀴를 강조한 디자인
- 안장의 구조와 조향 장치 및 세부적인 디테일 요소 고려
- 대량생산을 고려한 디자인

실버캐리지 2차 디자인 개발



- 일체화된 조형성 및 색감 대비를 통한 모던한 이미지 추구
- 역삼각형 사다리꼴 구조를 적용한 형태적 안정성 강조
- 접이식 안장 구조 적용으로 구조적 안정성 및 승하차 편의성 확보

최종 디자인 개발 및 세부요소



- 디자인 슬림화로 시각적으로 경쾌하며 심플한 형태 도출
- 후륜 캐스터 부분의 슬라이딩 디자인 적용으로 안정성과 심미성 향상
- 헤드램프, 센서, 휠 커버, 안장 등 세부디자인 요소의 디테일 향상을 통한 상품 완성도 제고

03 04 05 06 07 08 09

가. 실버캐리지 1차 디자인 개발

(1) 디자인 개발 방향 설정

(가) 주행 안정성 고려 전륜구동 중심 디자인

① 고령 사용자의 사용 환경을 고려한 실버캐리지 디자인 개발 방향 확립

- ○ 근거리 이동 중심의 건강한 고령자 보행패턴 및 사용 환경을 반영하여 경량화, 안정성, 사회성 및 심미성을 중심으로 개발 방향을 설정함
- ○ 심미성을 고려한 외관 및 소재를 적용하여, 고령자를 위한 이동수단의 긍정적 이미지 제고하고자 함

[표. 105] 실버캐리지 디자인 개발 요소

개발요소	세부내용
외관디자인	• 심미성을 고려한 외관 디자인 적용 • 건강한 고령자의 신체특성을 고려한 인체공학적 디자인 – 모던하고 심플한 외관디자인 적용을 통한 고령자 이동수단 이미지 제고
세부디자인	• 디테일 디자인을 바탕으로 한 제품경쟁력 확보 – 전반적인 외관 디자인과 더불어, 전후방 램프, 휠, 안장 등 이동수단의 주요디자인 요소에 디테일 디자인 적용을 바탕으로 한 상품성 제고
사용자 편의성	• 사용자 중심의 조작 및 편의성 증대 – 직관적인 인터페이스 디자인을 적용한 계기반 및 접이식 안장 적용으로 편의성 극대화 – 물건 걸이 및 탈부착식 수납함 등 사용자 환경을 고려한 편의 장치 연구
CMF(칼라 및 소재)	• 밝고 경쾌한 색감 및 소재적용을 통한 최종 제품의 상품성 제고 – 색감대비를 통한 시각적 경쾌함과 모던함 강조 – 외관디자인과 세부디자인 요소의 조화를 위한 칼라 및 소재 디자인 적용

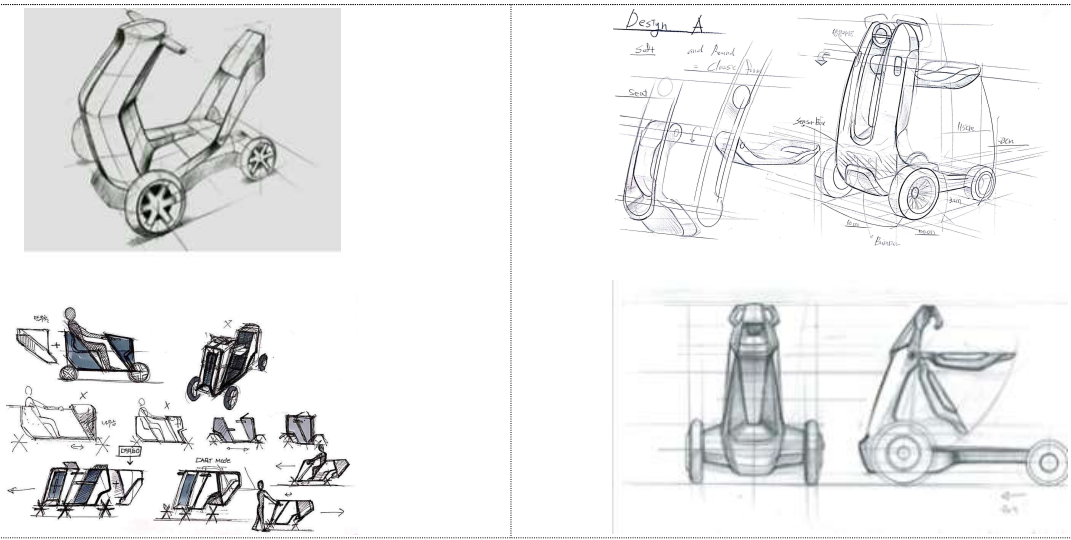
- ○ 거주지 기준 사용자의 주요 이동장소(마트, 병원, 공원)까지의 안정적이고 편안한 주행을 위하여 전륜구동 방식이 적합하다고 판단하여 전면부에 무게감을 둔 디자인을 주된 디자인 컨셉으로 확정함
- ○ 전륜구동에 적합하도록 전륜 바퀴 크기를 확장하고 조향 및 후륜부와의 시각적 균형미를 고려한 디자인을 제안함
- ○ 기존의 개인 교통수단 개발동향 및 디자인을 분석하여 기존 제품의 디자인적 장/단점 파악 및 문제점을 연구함



(그림. 206) 기존 개인 교통수단 디자인 분석

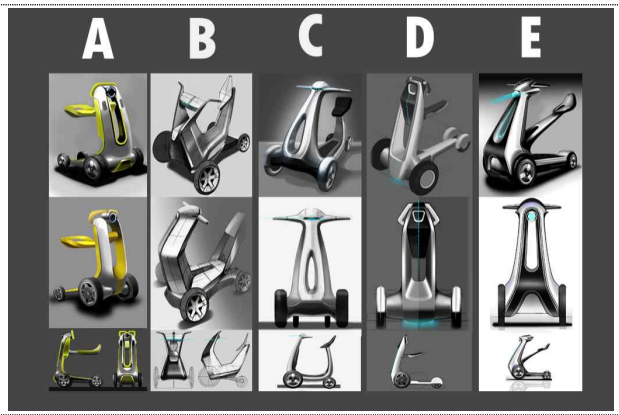
② 디자인 공모전 및 내부 디자인 품평을 통한 1차 디자인 개발

- ○ 사용자의 사용 환경과 필요성을 최대한 고려한 디자인 안을 제시함
- ○ 전륜 구동 중심의 디자인 컨셉을 반영한 방향으로 아이디어 스케치를 진행함
- ○ 디자인 안을 5개의 1차 제안모델로 압축하여 디자인 품평회를 진행함



(그림. 207) 실버캐리지 디자인 초기 아이디어 스케치

○ 대중성과 심미성을 갖추어 주 사용자인 고령자와 일반인도 사용하고 싶은 디자인의 교통수단 이미지를 부여함



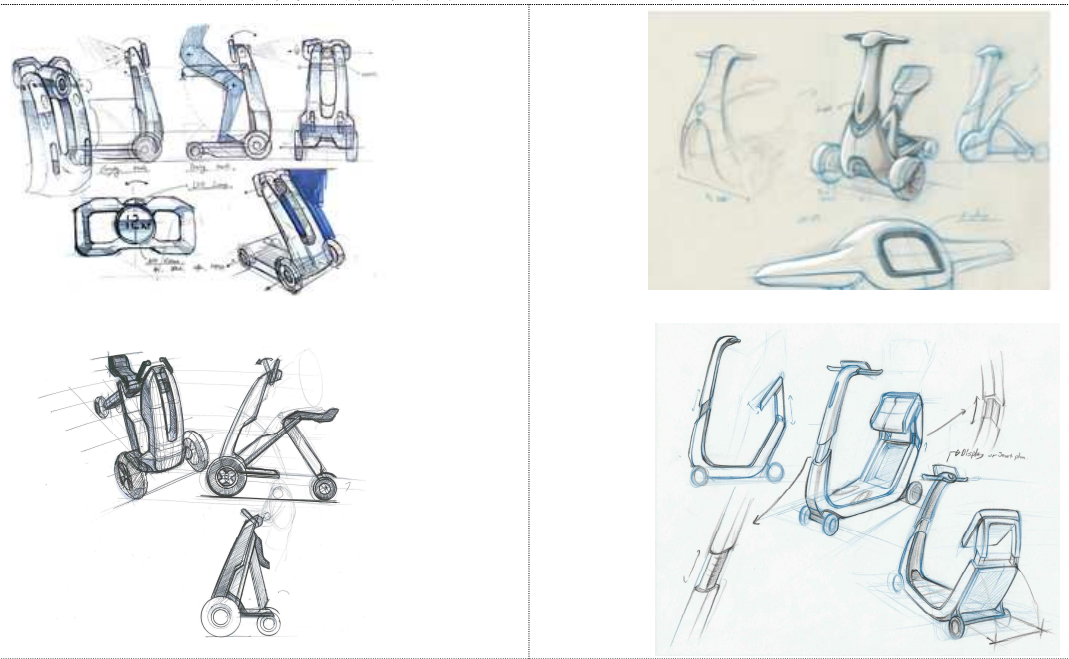
(그림. 208) 실버캐리지 1차 디자인 안

[표. 106] 실버캐리지 1차 디자인 안별 특징

디자인안	디자인 특징
A	• 클래식 스쿠터의 디자인을 현대적으로 재해석한 이미지 • 기능성 중심의 모더니즘 디자인
B	• 직선적인 요소를 바탕으로 한 기하학적 디자인 • 일체형 몸통구조로 시각적 견고함 강조
C	• 미래적인 느낌을 조화롭게 표현함 • 곡선미를 살려 우아함 강조
D	• 고령자를 위한 안정적이고 단단해 보이는 형태를 사다리꼴 형상으로 구현 • 모던하며 심플한 디자인
E	• 젊은 세대의 스포티하고 역동적인 이미지 추구 • 전방헤드램프에서 차체까지 유기적으로 연결된 디자인

(나) 세부디자인요소 및 조작성 향상 요소 고려

○ 사용자의 환경을 고려한 세부 디자인 요소 조작성을 고려한 디테일 디자인 작업을 진행함
- 고령의 사용자를 고려한 직관적인 인터페이스 및 계기반 위치, 전/후진 조향 등의 조작성 및 편의성을 고려함
- 안정감을 고려한 주행자세 및 제품의 디자인 완성도 제고를 위한 디테일 요소를 도출함



(그림. 209) 세부디자인 디자인 스케치

(다) 접이식 안장 구조 및 수납공간 확보

○ 사용성 증대를 위한 접이식 구조를 적용하여 이동시의 편안함을 담보하고 보관 시의 효율성을 동시에 고려함
- 접이식 안장구조로 승하차시 편의성 증대 및 필요에 따라 작은 물품 등의 적재를 위한 수납공간 및 손잡이 부분의 주요 조작 스위치 배치로 편의성 담보함
- 좌식과 입식을 병행하는 탑승 방식으로 건강한 고령자를 고려한 사용성을 제고함

나. 2차 디자인 개발 및 사용자 대상 디자인 설문조사

(1) 신뢰감과 안정감을 강조한 디자인

(가) 사다리꼴 형상의 역삼각형 디자인 적용

○ 1차 디자인 안을 바탕으로 모델리뷰를 진행하였으며, 수합된 의견을 바탕으로 추가적인 아이디어 스케치와 컴퓨터 3-D 모델링을 통해 2차 디자인의 디지털 이미지를 도출함

- 신뢰감과 안정감을 강조하기 위하여 조향장치와 전륜구동부가 있는 앞부분에 사다리꼴 형상의 디자인 적용, 앞부분의 폭이 뒷부분에 비해 넓은 역삼각형 구조를 선정함
- 역삼각형 형태를 적용함에 따라 시각적인 신뢰감을 부여하고 발판지지대 공간 확보가 가능하며 동시에 안정적인 주행환경 제공할 수 있음
- 앞부분의 폭이 뒷부분에 비해 넓은 구조로 제작하여 곡선주로 주행 시의 전복 등 위험요소를 없애고자 함
- 전면부에 집중된 조형요소를 안장의 마감, 후미등, 후방센서 디테일 디자인 및 굴절된 플로어 디자인을 도입하여 전후 디자인의 조형적 균형미를 추구함





(그림. 210) 실버캐리지 2차 디자인

(나) 시각적으로 견고하면서 현대적인 이미지 도출

○ 조형적 균형미와 색감의 대비를 통한 시각적 경쾌함을 지향하고자 하였음

- 밝은 계열의 실버를 이동수단의 주 색상으로 적용함
- 수납부, 지지대등 전반적으로 높은 부피감을 보여주는 전면부의 세부 디자인요소 파트에 다크그레이를 적용함
- 색감의 대비를 통하여 시각적으로 무거워 보이는 이미지를 지양하고, 단단하고 현대적인 이미지를 강조함
- 정보스크린, LED전조등, 후미등 및 후방 센서등과 같은 안전한 주행을 위한 필수요소들을 세부디자인 요소로 배치하여 제품의 디자인 완성도 제고에 기여함



(그림. 211) 실버캐리지 2차 디자인 렌더링



(그림. 212) 실버캐리지 2차 디자인 세부디자인 요소

(다) 해외 전문가 디자인 자문

- 영국 런던 왕립예술학교(RCA) 산하 지능형 모빌리티 디자인 센터(IMDC)를 방문하여 센터장 Dale Harrow 교수와 2차 디자인 안에 대한 회의를 진행함
- 도출된 디자인에 대하여 건강한 고령자라는 특정 사용자의 요구를 균형 있게 수용한 디자인 안으로 전체적인 디자인방향에 대한 긍정적인 견해를 피력하였음
- 사용성과 관련하여 조향성 향상을 위한 핸들바 및 접이식 방법에 대하여 조언을 받았으며 세부 디자인 개선 및 최종 제품의 사용성 확장에 관한 가능성 등에 대해 논의하였음



(그림. 213) Dale Harrow 교수 2차 디자인 안 회의

(2) 사용자 대상 디자인 설문조사 항목

- 실버캐리지 디자인 안에 대하여 주 사용자인 건강한 고령자 39명을 대상으로 디자인 만족도 관련 설문 조사를 실시함

(가) 외관 이미지

- 심미성을 중심으로 외관이미지, 색감, 균형미등 외형적 디자인 만족도를 파악함
  - 외관 이미지 관련 만족도는 5.00점 만점에 3.59점을 받음

(나) 조작 및 의자 등 세부요소

- 실버캐리지 2차 디자인안의 주행, 조작 등 세부 요소에 관한 만족도를 파악함
  - 조작 및 수납 등 세부 요소 만족도 5.00점 만점에 3.56점을 받음

(다) 기능성(접이식 의자/조명/센서/수납)

- 접이식 의자 기능을 중심을 조명, 후방센서 수납 등의 기타 편의 요소와 관련된 만족도를 파악함
  - 주요 기능성 만족도는 5.00점 만점에 3.64점을 받음

다. 실버캐리지 최종 디자인 개발 및 최종 디자인 설문 조사

(1) 디자인 리뷰 개선요소 반영

(가) 슬림한 외관 디자인 도출

- 디자인 만족도 조사와 전문가 피드백 및 자체 디자인 리뷰를 거쳐 최종 디자인 안을 도출하였음
  - 2차 모델과 비교하여 전체적으로 형태적으로 디자인 슬림화를 시도함
  - 경쾌하고 심플한 외관 디자인 개발을 통해 제품 완성도 제고함






(그림. 214) 실버캐리지 최종 디자인 안

(나) 구조적 안정성 및 심미성 제고

○ 디자인 수정을 통해 상품성과 관리 효율성을 개선함
- 후륜 캐스터 부분의 디자인을 기존의 꺾이는 방식에서 수평적 형태로 수정함
- 후륜 캐스터의 슬라이딩 방식 적용으로 구조적 안정성 구현함
- 일체화 되었던 발판을 분리시켜 좌식 주행 시에 더욱 안정적인 탑승 자세를 확보함



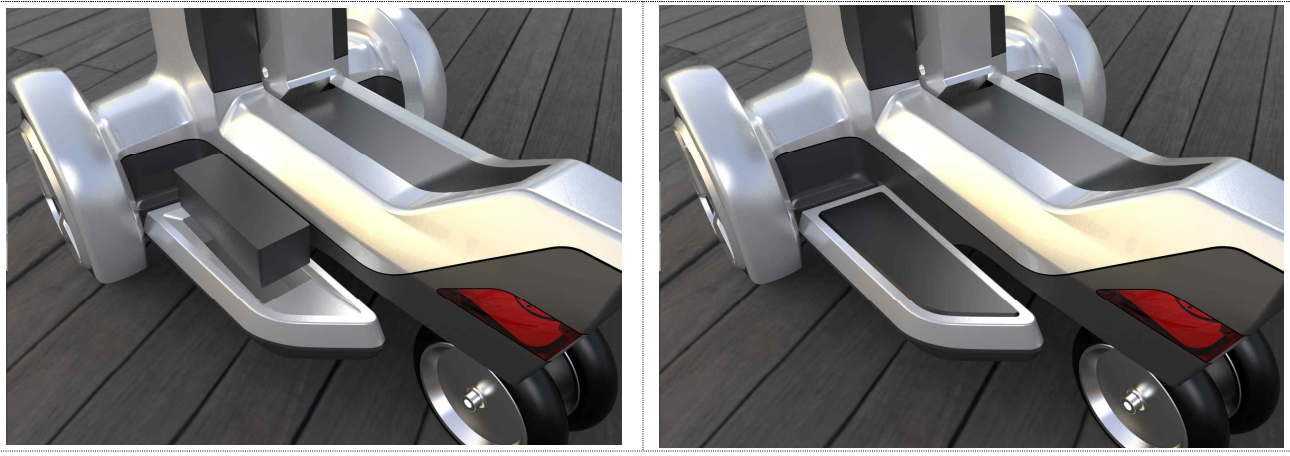

(그림. 215) 최종디자인 안 후륜 캐스터 디자인



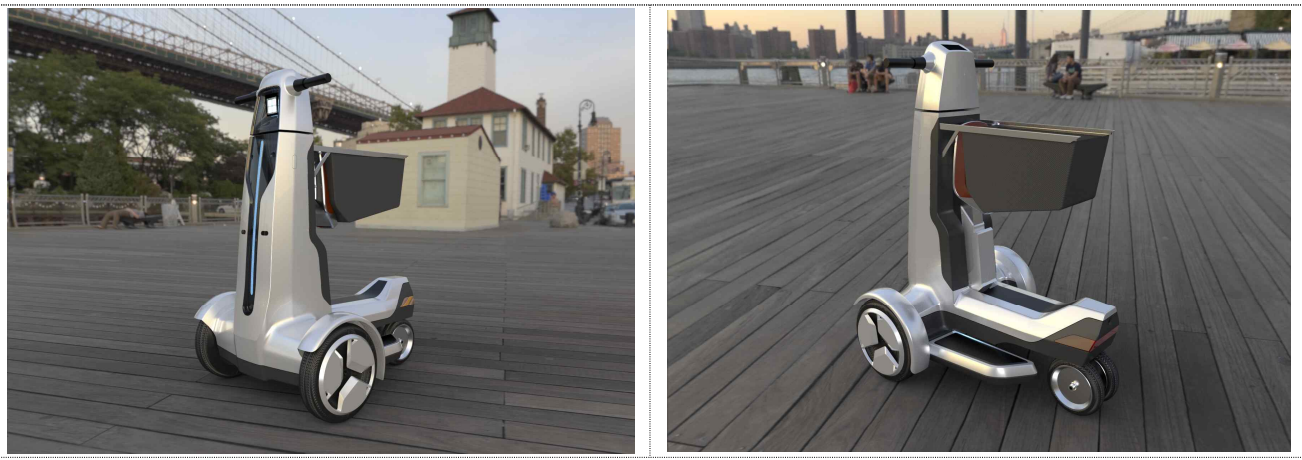

(그림. 216) 발판 디자인 및 캐스터 슬라이딩 디자인

(다) 세부 디자인 요소 수정을 통한 관리 효율성 향상

○ 2차 디자인 안을 기반으로 디자인 디테일 및 세부 디자인을 개선함
- 발판 부분 디자인의 수정으로 인한 배터리 수납공간을 재배치함
- 슬라이딩 방식으로 캐스터 구조를 개선하여 구조적 안정성 및 폴딩/주행모드 간 효율성 제고함
- 탈부착식 수납함, 팝업식 물건 걸이 등을 설계하여 편의성 및 사용성을 제고함
- 직관적 인터페이스 디자인 기반 디스플레이, 일체형 전후방 조명등 및 센서 디자인을 적용하여 안정성과 심미성을 높임



(그림. 217) 배터리 수납공간 디자인 안



(그림. 218) 탈부착식 추가 수납공간 디자인 안



전방 LED 헤드램프



주행정보 표시 계기반



전방센서



전륜 휠 디자인



가죽마감 접이식 안장



발판지지대

(그림. 219) 최종디자안 세부요소

(라) 사용자 대상 실버캐리지 최종디자인 설문조사 진행

- 실버캐리지 최종 디자인 안에 관하여 주 사용자인 건강한 고령자 30명을 대상으로 디자인 만족도 관련 설문 조사를 실시함
- 최종 디자인안의 3D 렌더링 이미지 및 실버캐리지 홍보 동영상 상영을 통해 설문응답자들의 최종 디자인 안에 대한 깊이 있는 이해를 유도함

① 외관 디자인

- 심미성을 중심으로 최종디자인안의 형태를 중심으로 전반적인 제품 이미지 선호도를 파악함
  - 외관 이미지 관련 만족도는 5.00점 만점에 3.93점을 받음

② 세부 디자인 요소

- 실버캐리지 최종 디자인안의 조작, 안장, 발판 지지대 등 다양한 세부 디자인 요소 및 기능의 만족도를 파악함
  - 세부 디자인 요소의 만족도는 5.00점 만점에 3.90을 받음

③ 사용자 편의성

- 접이식 의자 기능을 중심을 조명, 후방센서 수납 등의 기타 사용자 편의 요소와 관련된 만족도를 파악함
  - 사용자 편의성 만족도는 5.00점 만점에 4.13점을 받음

④ 컬러, 소재 등 마감요소

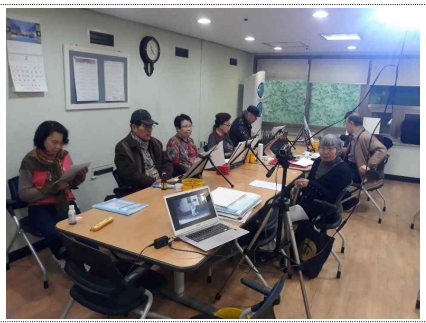
- 실버와 블랙을 중심으로 하는 색감과 안장 및 발판지지대 등의 소재 및 색감에 대한 만족도를 파악함
  - 소재 및 색감 관련 만족도는 5.00점 만점에 4.03을 받음



디자인 설문 조사 설명



실버캐리지 최종 디자인 홍보영상 상영



디자인 설문 조사 실시



최종 디자인 안에 관한 세부적인 의견 개진

(그림. 220) 실버캐리지 최종 디자인 만족도 설문조사

실버캐리지 디자인 만족도 조사



국민대학교

안녕하십니까?

국민대학교에서 수행중인 국가개발 '고령자 자립지원 개인교통수단 개발' 과제와 관련하여 아래와 같이 설문을 요청드립니다.

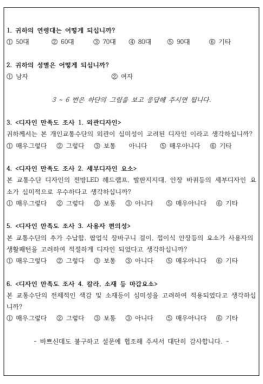
본 과제는 건강한 고령자의 보행편이를 증진시키기 위한 개인교통수단, '실버캐리지 디자인 개발'이며, 이와 관련하여 도출된 최종디자인 안 결과물에 대한 디자인 만족도 조사를 하고자 하오니 협조하여 주시면 감사하겠습니다.

2018. 12.

조사기관 : 국민대학교 자동차·운송디자인학과

담당자 : 노재승 교수

(Tel 02-910-5439 / email: jaesroe@kookmin.ac.kr)



1. 귀하의 연령대는 어떻게 되십니까?
① 50대 ② 60대 ③ 70대 ④ 80대 ⑤ 90대 ⑥ 기타

2. 귀하의 성별은 어떻게 되십니까?
① 남자 ② 여자

3 ~ 6 번은 하단의 그림을 보고 응답해 주시면 됩니다.

3. <디자인 만족도 조사 1. 외관디자인>
귀하께서는 본 개인교통수단의 외관이 심미성의 고려된 디자인 이라고 생각하십니까?
① 매우그렇다 ② 그렇다 ③ 보통 ④ 아니다 ⑤ 매우아니다 ⑥ 기타

4. <디자인 만족도 조사 2. 세부디자인 요소>
본 교통수단 디자인의 전방LED 헤드램프, 발판지지대, 안장 바퀴등의 세부디자인 요소가 심미적으로 우수하다고 생각하십니까?
① 매우그렇다 ② 그렇다 ③ 보통 ④ 아니다 ⑤ 매우아니다 ⑥ 기타

5. <디자인 만족도 조사 3. 사용자 편의성>
본 교통수단의 추가 수납함, 팝업식 장바구니 걸이, 접이식 안장등의 요소가 사용자의 생활패턴을 고려하여 적절하게 디자인 되었다고 생각하십니까?
① 매우그렇다 ② 그렇다 ③ 보통 ④ 아니다 ⑤ 매우아니다 ⑥ 기타

6. <디자인 만족도 조사 4. 칼라, 소재 등 마감요소>
본 교통수단의 전체적인 색깔 및 소재등이 심미성을 고려하여 적용되었다고 생각하십니까?
① 매우그렇다 ② 그렇다 ③ 보통 ④ 아니다 ⑤ 매우아니다 ⑥ 기타

- 바쁘신데도 불구하고 설문에 협조해 주셔서 대단히 감사합니다. -



* 3~6번항목 설문조사 응답을 위한 최종디자인 이미지 *

< 1. 외관 디자인 및 전체적인 색감& 소재 >

정 측면부 및 후 측면부 외관 디자인

정면 및 후면 외관 디자인

< 2. 세부 디자인요소 >

전방 LED 헤드램프 | 주행 정보 표시 계기판 | 전방 센서

전륜 휠 디자인 | 가죽 소재 접이식 안장 | 발판 지지대



< 3. 사용자 편의성 >

탈부착식 추가 수납공간 디자인

접이식 안장 및 슬라이딩식 전장길이 조절 기능

측면 팝업식 간이 물건 걸이 기능

(그림. 221) 실버캐리지 최종 디자인 만족도 설문지

라. 실버캐리지 홍보 동영상 제작

(1) 실버캐리지 활용성 홍보 영상제작 완료

(가) 제품의 디자인 및 기능 설명

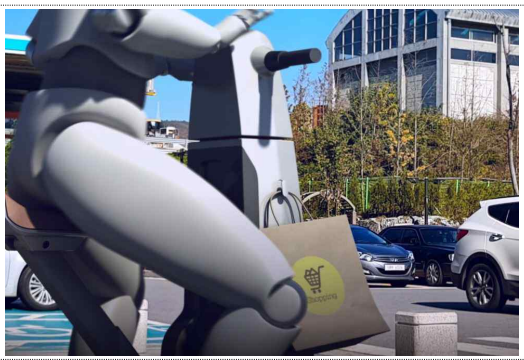
○ 실버캐리지 최종모델의 제품우수성 및 사용성 홍보를 위한 홍보 동영상을 제작함
- 제품의 심미성과 기능성에 중점을 둔 디지털 이미지와 실사 합성을 통해 영상을 제작함

(나) 사용자 고려 이동성 및 활용성 강조

○ 건강한 고령자에게 특화된 이동수단의 가치 및 실생활에서의 효율성을 부각함
- 디자인적 특징에 관한 설명과 더불어 주요 이동거점간의 편리한 이동성을 담보하는 실버캐리지의 주된 목적을 강조함

(다) 기타 세부 편의요소 설명

○ 건강한 고령자의 이동보조 및 세부 편의 요소를 강조함
- 출발지인 거주지에서 공원, 복지관등의 공공장소 이동 및 마트 등에서의 물건 구입 후 적재공간에 물건을 수납하는 장면 등을 통해 세부 편의 요소를 강조함
- 다양한 이동환경 및 사용 환경에서 실버캐리지의 활용성을 영상으로 전달함

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>주거지에서 실버캐리지로 목적지 이동</td><td>실버캐리지를 통한 효율적인 이동성 제공</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>노인 복지회관, 마을 카페등 주요 장소 이동</td><td>팝업식 걸이 등 세부 편의기능</td></tr>
<tr><td colspan="2">(그림. 222) 실버캐리지 홍보동영상 완성 장면 이미지</td></tr>
</table>

본 페이지는 편집상 여백입니다.

3. 실버캐리지 안전주행 지원장치 (위드로봇)

연구개요 01 02 03 실버캐리지 안전주행 지원장치 04 05 06 07 08 09

연구의 배경 및 주요연구 내용

- ✓ 실버캐리지의 안전한 주행을 위해 **주변 환경에 위험 요소를 파악할 수 있는 스테레오 카메라 개발**
- ✓ 상용화를 위해 고가의 PC가 아닌 임베디드 보드에서 동작할 수 있도록 **실버캐리지 신호 처리용 이기종 컴퓨팅 보드를 개발**하고, **미들웨어를 적용하여 다목적으로 사용**할 수 있도록 개발

주요 연구 결과

주변환경 인식용 스테레오 카메라



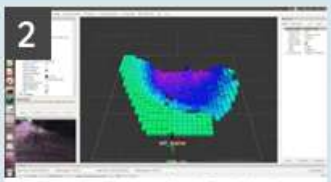
제작된 스테레오 카메라

- 두 개의 글로벌 셔터 방식의 CMOS 이미지 센서를 채택하여 빠르게 움직이는 물체의 모션 블러 없이 정확히 동기화된 영상을 초당 30장 획득 할 수 있는 스테레오 카메라 개발 (특허 등록)
- USB 3.0 인터페이스 적용으로 별도의 전원이 필요 없으며 Windows/Linux 환경 모두에서 사용 가능
- 외산 장비와 달리 렌즈 교체가 가능하며, 캘리브레이션에서부터 매칭까지의 일원화된 소프트웨어 제공(특허 출원)

실버캐리지 안전 주행 지원 기술



라이다와 같은 3차원 점군 데이터를 획득하여 도로와 장애물 구별



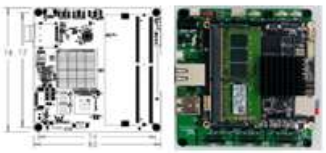
도로의 평탄도를 측정하여 파인 곳, 돌출 장애물을 시각화



실버캐리지의 3차원 자세 실시간 측정

- 실버캐리지 차체의 자세(Roll, Pitch, yaw)를 3축 가속도, 3축 자이로, 3축 지자기 센서를 이용하여 초당 100회 측정하는 모듈 개발
  → 전복, 기울어짐 등의 판독에 필요한 정보 제공

실버캐리지용 신호처리 임베디드 보드



- 실버캐리지에 PC 대신 내장되는 고속 신호처리용 임베디드 보드
- CPU, GPU, FPGA가 내장되고, OpenAMP를 통한 이기종 멀티 프로세서 간 작업 처리로 효율성 극대화
- Linux 환경에서 미들웨어 ROS를 이식하여 다양한 시각화 도구 활용 및 다목적 사용이 가능하도록 함
- 스테레오 이미지 정규화(rectification) 및 스테레오 매칭을 FPGA에서 처리하여 CPU 부하를 줄이고, CPU에서는 다른 유저 서비스를 가능하게 함

활용 및 적용 방안

자율 주행 적용 예시

주변 환경을 인식하고, 지도를 생성하여 스스로 움직일 수 있는 정보를 제공하는 **SLAM**(Simultaneous Localization and Map building) **모듈로 활용 가능**



산출물로 SLAM 기능을 구현하여 지도를 생성한 모습

자율 주행을 위한 SLAM 모듈

3차원 모델이 필요한 분야에서 활용 예시

동기화된 여러 이미지를 통해 점군 데이터를 확보하면 3차원 스캐너로 활용이 가능. 반도체 공정의 검사 장비, 구강 스캐너 등으로 활용 가능



개발된 장치로 실제 촬영하여 3D 모델을 복원한 예

3차원 스캐너

가. 주변 환경 인식용 스테레오 카메라 개발

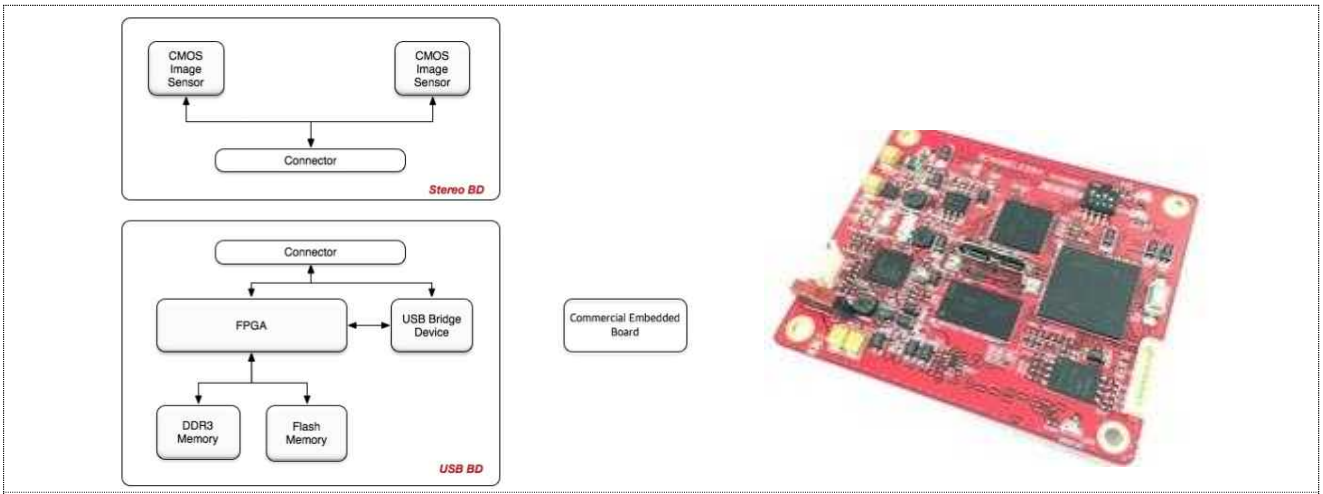
(1) 시스템 설계

(가) 요구 사항 분석

- 실버캐리지의 주행 속도를 고려하여 최대 2m 전방의 정보를 확보할 수 있는 광학계를 구성하고자 함
- 실버캐리지가 주행하는 도로의 주변 환경을 인식하기 위해 최대 1cm 정밀도로 3차원 위치 정보를 추정할 수 있는 베이스라인 및 해상도를 구현하고자 함
- 스테레오 카메라를 단품으로 제작하여 다용도로 쓸 수 있도록 소형화할 필요가 있음
- 실버캐리지가 주행 시 도로의 평탄도에 따라 많은 진동이 발생할 수 있기 때문에 이에 따른 영상의 블러(Motion blur) 현상을 최소화 할 수 있는 방안을 마련할 필요가 있음

(나) 기능별 구현 사양 결정

- 렌즈는 소형화 및 다양한 환경에 대응하기 위해 조정이 가능해야 한다는 두 가지 측면을 고려하여 M12 타입의 표준 렌즈를 채택함
- 베이스라인은 정밀도에 가장 많은 영향을 주는 인자로 실제 테스트를 통해 결정해야 할 필요가 있으므로, 1차는 베이스라인을 변경 가능한 형태로 시스템을 구성하여 테스트를 진행한 뒤 2차 제작에서 베이스라인을 고정한 형태로 제작을 결정함
- 640 x 480 32비트 컬러영상을 초당 30장 이상 전송하기 위해서는 40MB/s 이상의 통신 대역이 필요함. 이 정도의 통신 대역을 확보할 수 있는 인터페이스인 USB 2.0, USB 3.0, CameraLink, GigE를 후보에 놓고 검토하였음. CameraLink는 영상을 수신하는 임베디드 시스템의 가격이 상승한다는 단점이 존재하고, GigE는 표준을 준수하는 시스템 구성에 많은 시간이 소요된다는 단점이 있어 적절한 통신 대역에서 많이 쓰이며 큰 단점을 찾을 수 없는 USB 3.0을 인터페이스로 채택함
- 모션 블러(Motion blur)를 최소화하는 글로벌 셔터 타입의 CMOS 센서를 채용함
- USB 3.0 인터페이스와 글루로직(Glue logic)용으로 FPGA를 적용하여 테스트 단계에서 PCB를 여러 번 제작하지 않고도 다양한 테스트가 가능하도록 구성함



(그림. 223) 스테레오 카메라 하드웨어 블록 다이어그램과 제작된 보드 외형

(2) 하드웨어 제작

(가) 고속 시리얼 통신 보드 개발

- USB 3.0 인터페이스와 ARM9을 원칩으로 구성하고 ARM9에서 USB 3.0을 지원하는 펌웨어를 작성함
- Bt.656 포맷으로 영상을 출력하는 CMOS 이미지 센서를 최대 3채널까지 연결할 수 있는 FPGA 적용 및 Verilog 기반 코딩을 구현함
- 영상 프레임 버퍼용으로 DDR 메모리 사용이 가능한 메모리 인터페이스를 구현함

(나) 고속 영상 취득 실험

① 최대 통신 전송 속도 가능 범위 확인

- 제작된 고속 시리얼 인터페이스의 성능을 검증하기 위해 640 x 480 영상을 최대 120장까지 출력하는 센서를 이용하여 시스템을 구성하고 해당 영상을 PC에서 수신하여 화면에 출력되는 속도를 검증함
- 1초 주기로 움직이는 메트로놈을 촬영하여 120 fps의 속도의 영상을 획득할 수 있음을 실험을 통해 확인함

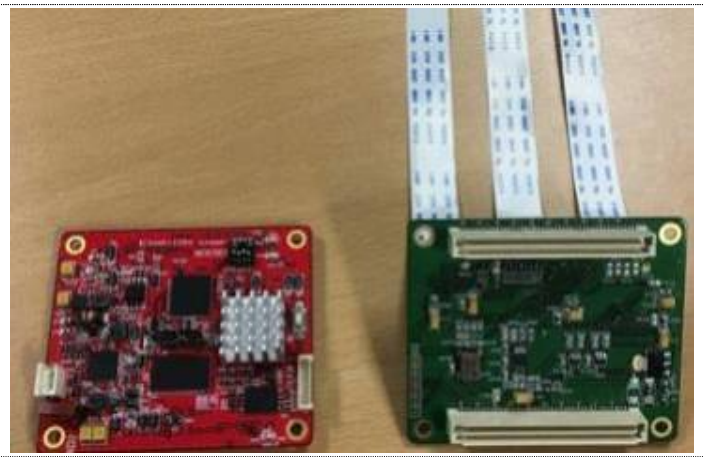


(그림. 224) 1초에 한 번 움직이는 메트로놈을 초당 120장 촬영한 모습

(다) 1차 하드웨어 제작 및 성능 평가 실험

① 하드웨어 구성

- 제작된 고속 시리얼 인터페이스 보드에 이미지 센서가 최대 3개까지 연결이 가능한 스테레오 이미지 센서 보드를 제작함
- 스테레오 영상의 동기화(Synchronization)를 구현하여 움직이는 물체의 위치 정밀도를 높일 수 있도록 설계함
- 픽셀 레벨의 동기화를 확보하기 위해 두 센서에 인가되는 시스템 클록을 FPGA를 통해 공유하고, VSynch 신호 및 HSynch 신호의 출력을 검사하여 임의의 지연시간을 발생시켜 두 센서 간의 동기화를 맞출 수 있는 방법을 특허 출원하고 등록하였음
- 위 시스템을 이용하여 베이스라인을 변경하면서 스테레오 카메라 캘리브레이션 - 정규화 - 매칭 단계를 반복하여 실험한 결과 렌즈 초점 거리는 6 mm ~ 8 mm, 베이스라인은 100 mm ~ 150 mm 사이가 적절하다는 결과를 얻음



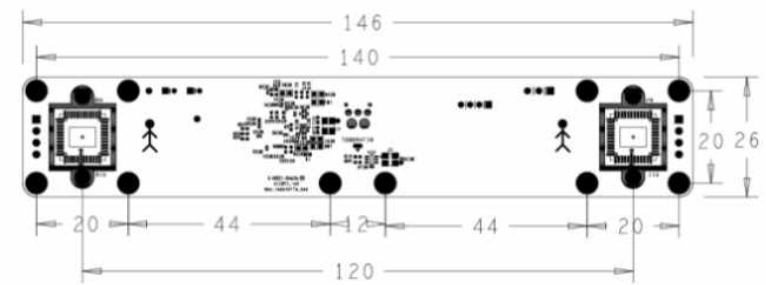
(그림. 225) 베이스라인 변경이 가능한 스테레오 이미지센서 보드 PCB 시작품 모습

(라) 2차 하드웨어 제작 및 성능 평가 실험

① 하드웨어 구성

- M12 렌즈를 필요에 따라 교체하여 사용할 수 있도록 시스템을 구성 및 설계함
- 베이스라인은 실험 결과 및 기존 상용 스테레오 카메라의 베이스라인을 함께 고려하여 120 mm로 고정하였음
- 고가의 FPGA를 제외하고서도 영상 동기화를 확보한 시스템을 구성함

(그림.22)

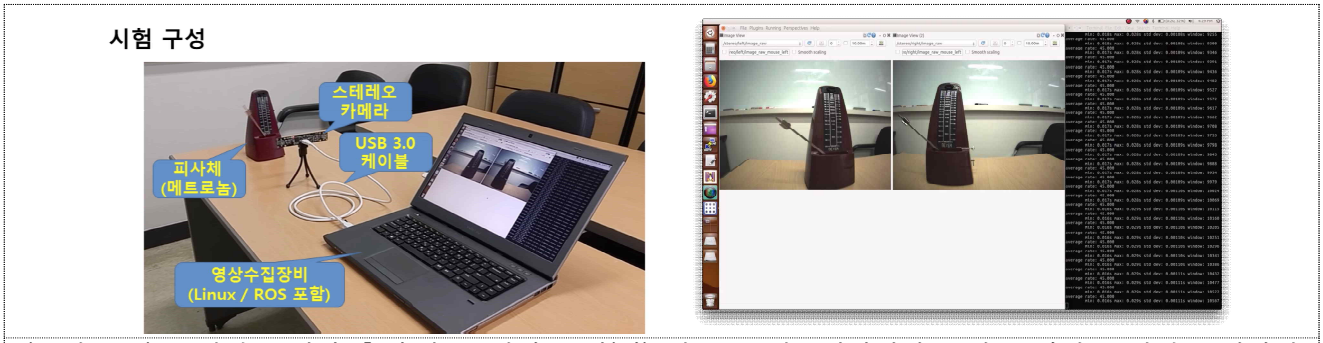


(그림. 226) 실버캐리지 주변 환경 인식용 스테레오 카메라의 외관 크기 정보

(그림.23)

② 스테레오 형태로 영상 출력 속도 검증

- 스테레오 형태로 시스템을 구성하고 최대 영상 전달 성능을 검증하는 실험을 진행함
- 실버캐리지에서 사용하는 미들웨어 ROS를 지원하는 드라이버를 자체적으로 제작함
- 640 x 480 해상도의 스테레오 영상이 초당 45장 획득되는 것을 확인함
- 외부전문가로부터 해당 사항에 대한 검증을 완료하였으며 과제 참여기관으로부터 공인 시험 성적서 수령 및 국제 인증 마크 CE를 획득함



(그림. 227) 스테레오 영상 출력 속도 시험 구성(좌) 및 ROS 미들웨어에서 초당 45장의 스테레오 영상이 입력되는 모습(우)

나. 안전주행을 위한 주변 거리 측정 기술 개발

(1) 프로그램 설계

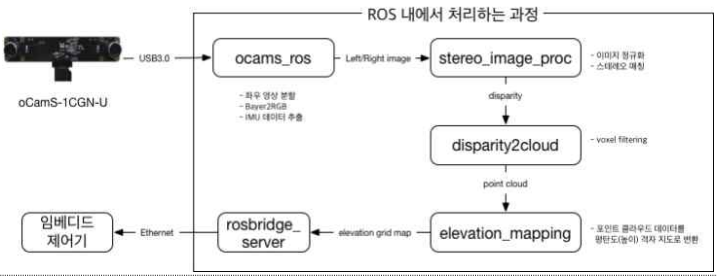
(가) 요구 사항 분석

- 실버캐리지의 이동 속도를 고려하여 최대 2m 전방의 물체를 2cm 해상도로 측정할 수 있는 알고리즘 개발이 필요함
- 실버캐리지 연구단의 공동 연구 기관 간의 원활한 협동을 지원할 수 있는 오픈 플랫폼 및 미들웨어를 채택할 필요가 있음

(나) 기능별 구현 사양 결정



(그림. 228) 거치 높이, 각도, 렌즈에 따른 측정 가능한 영역



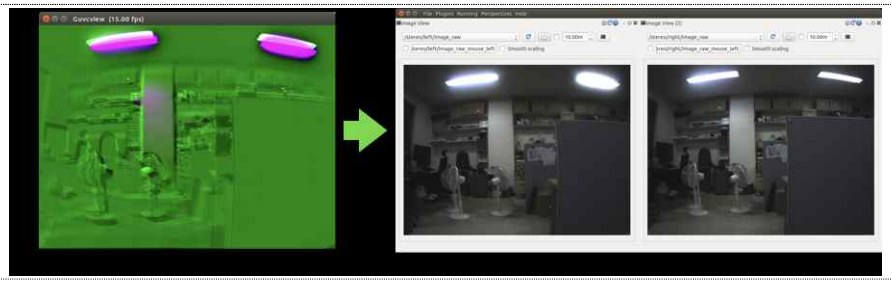
(그림. 229) 스테레오 영상에서 도로 평탄도 측정까지의 블록 다이어그램

(2) 실버캐리지 주변 3차원 정보 획득

(가) 스테레오 영상 매칭 및 포인트 클라우드 획득

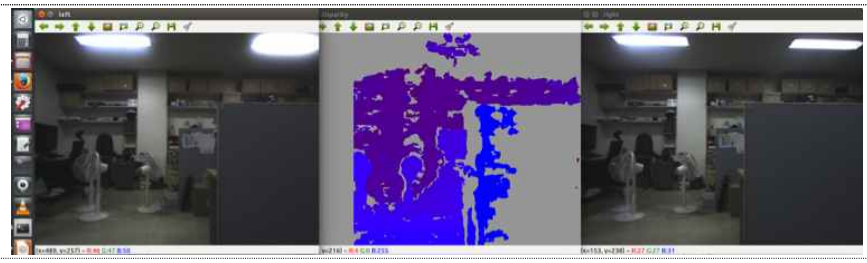
① 동작 설명: 총 5단계로 동작

- 좌우 영상 분리: 스테레오 카메라로부터 USB 3.0 인터페이스를 통해 동기화된 영상을 수신함. 동기화는 수평 라인 기준으로 붙어서 입력이 되므로 좌우 영상을 분리하여 메모리에 저장됨



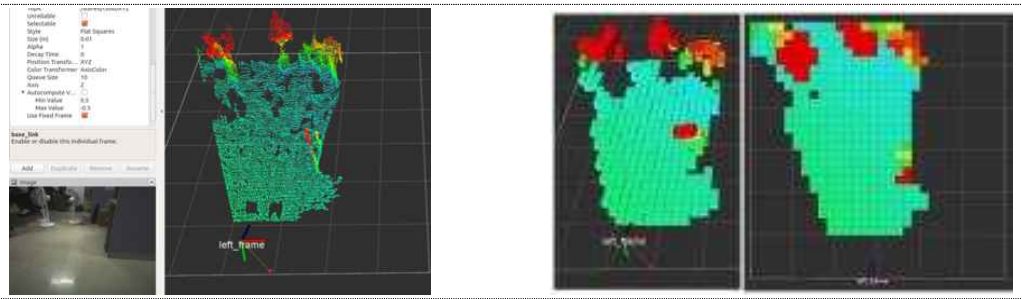
(그림. 230) 좌우 영상 분리

○ 정규화(Rectification): 사전에 캘리브레이션을 통해 확보한 파라미터를 이용하여 영상 보정을 거친 뒤 스테레오 매칭 알고리즘을 통해 차이 정보(Disparity map)를 확보함. 매칭 알고리즘은 속도 측면에 유리한 SSD 방식과 연산량은 상대적으로 많지만 결과의 품질이 좋은 Semi-Global 방식을 구현하였음. 해당 방식은 실험하는 환경 상황에 맞춰 선택적으로 사용이 가능함



(그림. 231) 스테레오 매칭 알고리즘을 통한 차이 정보(Disparity map)

○ 점군 데이터(Point cloud): 차이 정보에서 스테레오 카메라 캘리브레이션을 통해 얻은 기하학 관계를 이용하여 3차원 위치 데이터를 복원하고, 이때 중복되는 데이터는 필터를 통해 제거하여 전체 연산량을 줄이도록 설계함

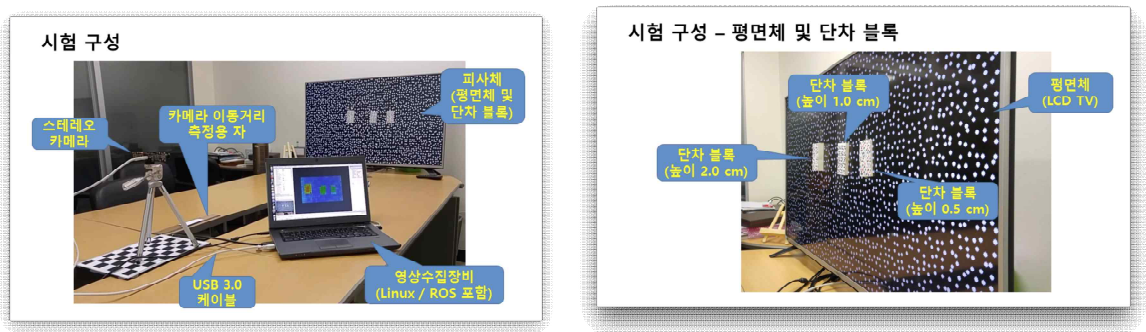


(그림. 232) 점군 데이터로 3차원 위치 데이터 복원(좌) 및 장애물 높이 정보를 격자 지도로 변환(우)

○ 높이 정보(엘리베이션 맵)로 변환: 점군 데이터를 이용하여 도로 평면을 추정하고 추정된 평면에서 장애물의 높이 정보를 계산하여 화면에 표시함. 사용자가 지정 가능한 일정 간격으로 격자 지도를 만들고 각 격자 내부의 점군 데이터를 가중평균하여 엘리베이션 맵을 획득함. 녹색 면은 실버캐리지 주행 면에 해당하며, 빨간색은 평면에서 올라온 부분, 파란색은 평면에서 내려간 부분을 의미함

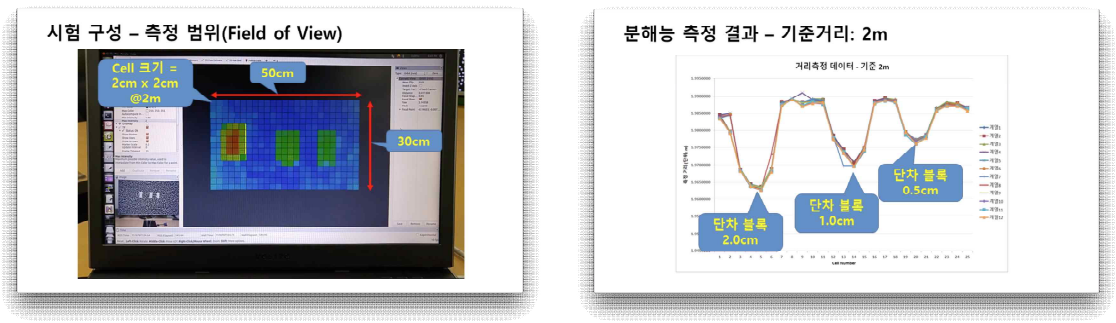
② 단차 측정 해상도를 파악하기 위한 실험(데모 동영상 공개: https://youtu.be/enrBczyV4Mw)

○ 미리 크기를 알고 있는 지그 3종류를 이용해 측정 분해능과 정밀도 분석



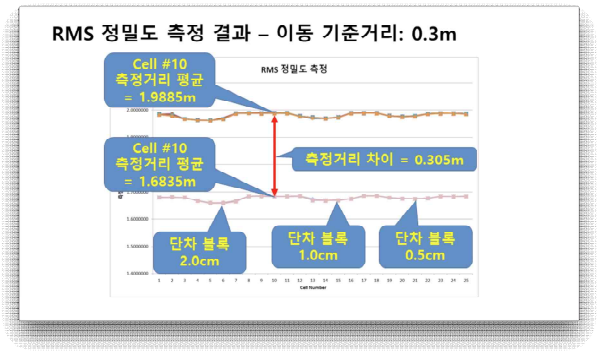
(그림. 233) 단차 측정 해상도를 입증하기 위한 시험 구성

◦ 2 m에서 측정한 10회 결과와 1.7 m에서 측정한 10회 결과를 비교 (거리가 줄어들수록 정밀도는 상승함)
◦ 정밀한 비교를 위해 평면 TV에 단차 블록(지그 3종)을 부착하고, 화면상에 패턴을 출력하여 평면 기준으로 단차의 높이를 측정



(그림. 234) 측정 범위(좌) 및 기준 거리 2 m에서 분해능 측정 결과(우)

◦ 기준 거리 2 m에서 측정한 결과를 분석하면 0.5 cm, 1 cm, 2 cm 의 단차를 0.5 cm 이하의 분해능으로 구별됨을 확인할 수 있음
◦ 2 m에서 1.7 m로 30 cm 이동하였을 때 측정된 이동 거리는 30.5 cm로 연구 목표 2 cm를 충족함

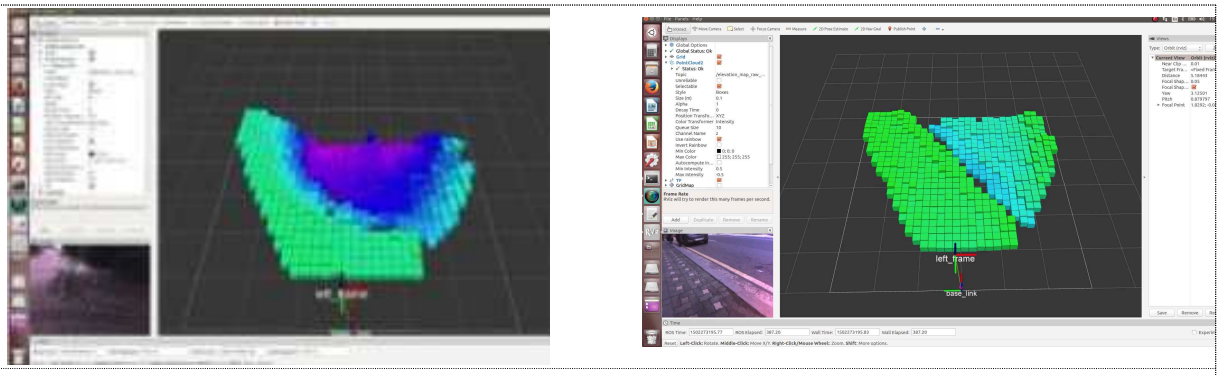


(그림. 235) RMS 정밀도 측정 결과 – 이동 기준 거리 : 0.3 m

◦ 실험 데이터 분석을 통해 분해능 0.5 cm, RMS 정밀도 2 cm 구현 확인

(나) 옥외 도로 평면 대비 높낮이 판별

◦ 옥외 인도 및 자전거 도로에서 주행하면서 도로상의 돌출 장애물 및 함몰된 지역의 결과가 측정됨을 확인하였음
◦ 아래 그림에서와 같이 도로에 꺼진 부분 및 인도와 차도의 경계석 부분의 높이 차이가 측정되어 실버캐리지의 주행에 방해가 되는 요소를 검출할 수 있음



(그림. 236) 옥외 도로 평탄도 측정 실험 결과(좌) 및 인도-차도 경계석(우)

다. 실버캐리지 균형정보 센싱 기술 개발

(1) 시스템 설계

(가) 요구 사항 분석

- 실버캐리지의 안전한 주행을 위해 현재 실버캐리지 차체의 자세(Pose: Roll-Pitch-Yaw)를 실시간으로 측정해야 하며 이 중 주행의 안전성에 영향을 미치는 기울기는 Roll과 Pitch로, 해당 기울기를 1초에 최소 10번 이상 측정할 수 있는 시스템이 필요함

(2) 하드웨어 제작

(가) 독립형 IMU 모듈 설계 및 성능 평가 실험

① 외산 장비와 비교를 통한 정밀도 측정 실험

- 측정용 지그에 개발된 균형정보 센서 모듈과 비교 평가용 외산 장비(Xsense MTi 100)를 배치하고 측정값을 읽어 그 편차를 분석하는 방식으로 성능을 비교함. 각 축의 출력 상태를 확인하기 위해서 실버캐리지에서 활용하는 Pitch, Roll 축을 돌려가면서 각각 확인함



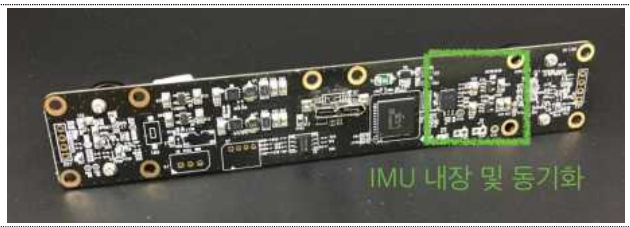


(그림. 237) 독립된 형태로 개발된 균형정보센싱 모듈(좌) 및 외산 장비와 성능 비교 평가 실험(우)

- Jig를 30도에 위치했을 때 ROLL 값: 개발된 센서는 평균 28.75도, 최대 28.75도, 최소 28.75도. 외산 비교 장비는 평균 30.69도, 최대 30.72도, 최소 30.66도
- Jig를 30도에 위치했을 때 PITCH 값: 개발된 센서는 평균 29.25도, 최대 29.25도, 최소 29.25도. 외산 비교 장비는 평균 29.42도, 최대 29.44도, 최소 29.39도
- Jig의 각도를 다양하게 바꾸어가며 실험한 결과, 개발 목표를 충족했음을 실험을 통해 확인할 수 있었음

(나) 스테레오 카메라와 일체화된 IMU 모듈 설계 및 성능 평가 실험

① 스테레오 영상과 동기화



(그림. 238) 스테레오 카메라에 내장된 균형정보센싱 부분

- 스테레오 영상과 IMU의 정보를 융합하는데 있어 시간 동기화가 매우 중요한 문제임
- 최대한 정확한 시간 동기화를 위해 IMU 정보가 측정된 시점의 영상의 수평 주파수 위치에 정보를 넣어 전달하는 방식으로 문제 해결함
- 미들웨어 ROS에서는 영상 정보와 IMU 정보를 분리하여 IMU 정보를 RViz에서 시각화하여 확인 가능하도록 구현함

② 스테레오 카메라와 IMU 일체화 보드 설계 및 인증

- 옥외 동작 환경을 보장하는 균형정보 센서 보드를 제작하기 위해 온도 조건을 만족하는 부품 선정하고, PCB 설계 제작 완료함
- 공동 연구 기관의 시험 성적서를 수령함 (온도, 진동 항목 모두 통과)
- 국외 인증 마크 CE 획득을 하여 상품화에 대비함 (양적성과-위드로봇-1 참조)

라. 실버캐리지 신호처리를 위한 이기종 컴퓨팅 기술 개발

(1) 시스템 설계

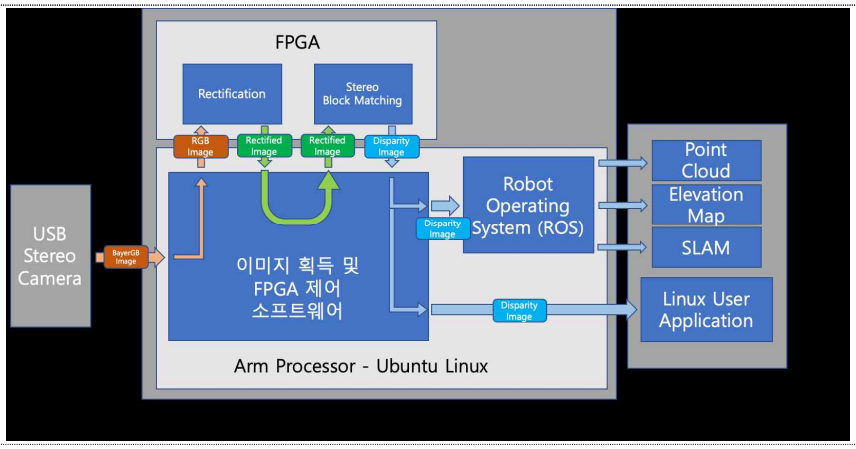
(가) 요구 사항 분석

- 사업화를 고려하여 PC의 성능을 내면서 보다 저렴하고 소비전력이 낮은 임베디드 시스템의 개발 필요성이 대두됨
- 처리해야 할 알고리즘이 확정된 상태에서는 FPGA를 통해 연산을 하드웨어 상에서 직접 구현하는 것이 가장 빠르고, 추후 대규모 생산을 할 수 있는 상황이 되었을 때 ASIC화하기 위한 전 단계로 활용할 수 있음
- 영상처리 연산 중 반복적으로 처리하는 부분은 FPGA에서 담당하고, 상황에 따라 알고리즘이 변경되는 부분은 CPU에서 처리하도록 하여 다양한 상황에 대처할 수 있도록 설계함
- 따라서 CPU, GPU, FPGA 프로세서를 모두 활용하여 임베디드 보드를 구성하고 각 프로세서의 특징에 알맞은 알고리즘 및 역할을 할당한 뒤 각각의 프로세서를 잘 연동하면 결정된 알고리즘의 연산 수행 측면에서 PC와 비슷한 성능을 낼 수 있는 임베디드 보드의 설계가 가능함

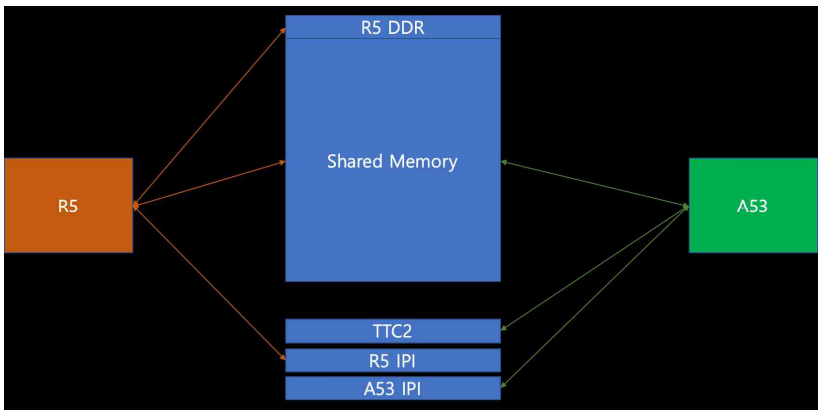
(2) 하드웨어 제작

(가) 이기종 컴퓨팅 임베디드 보드 설계 및 제작

- 확장성을 확보하기 위해 Xilinx Zynq 프로세서가 장착된 Chameleon6 임베디드 보드와 이 보드에 연결하여 필요에 따라 인터페이스를 배치할 수 있는 캐리어 보드로 구성함



(그림. 239) Chameleon6: 실버캐리지 이기종 프로세서 임베디드 보드





(그림. 240) 멀티 코어간의 메모리 맵 및 통신 방식(좌) 및 제작된 하드웨어 보드 외관(우)

- 외형 Form factor는 2차 연도부터 사용한 intel NUC와 동일하게 설계하여 필요에 따라 바로 대치가 가능하도록 구현함

(나) OpenAMP 적용 및 동작 실험

- Cortex-A 코어와 Cortex-R 코어 간에 메시지 수신에 소요되는 시간의 지연을 측정함
- 10회, 100회, 1000회, 10000회 반복 실험의 평균값을 비교한 결과 19us 이하의 시간이 소요됨을 확인함 (질적성과-위드로봇-1 참조)
- OpenAMP를 이용하여 이기종 프로세서 간에 연산을 조율할 수 있고 병렬처리가 가능하게 됨

마. 실버캐리지 센서 모듈 저가화 기술 개발

(1) 실버캐리지 임베디드 보드 개발 환경

(가) Linux 개발 환경 구축

- Cortex-A 코어는 Ubunut 14.04 활경을 구축하였고, Cortex-R 코어에는 베어메탈 방식으로 프로그래밍 구현하였으며 두 코어 사이에 통신은 openAMP를 활용함
- FPGA와 Cortex-A 코어는 AMBA 버스로 연결되어 있으며 Xilinx Vivado에서 지원이 가능하도록 개발환경을 구축함

(나) 미들웨어 ROS 적용

- Cortex-A 코어 쪽에 3차 연도에 사용한 미들웨어 ROS를 이식하여 소스레벨에서 호환하여 사용할 수 있는 환경을 구축함

(2) FPGA를 이용한 고속화

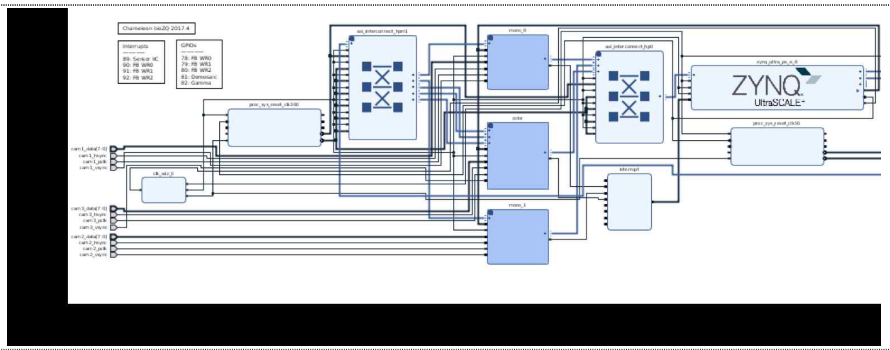
(가) 스테레오 이미지 인터페이스

- Bt656 출력을 내는 이미지 센서를 별도의 USB 브릿지 칩이 없이 바로 연결이 가능하도록 FPGA에 카메라 인터페이스 및 프레임 버퍼를 구현하여 저가화를 실현하고자 함

(나) 스테레오 이미지의 정규화

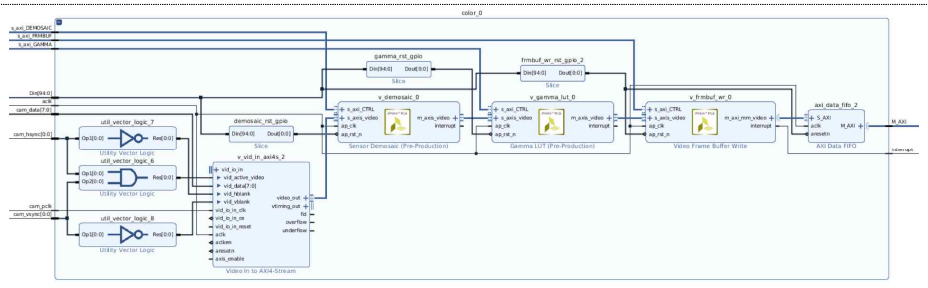
- 3차 연도에 알고리즘으로 구현하여 동작을 확인한 스테레오 이미지의 정규화(Rectification)를 FPGA에서 구현하여 전체 시스템의 고속화 및 저가화를 추구함
- FPGA쪽의 모든 작업은 High level synthesis 단위에서 프로그래밍 하였음

(다) 스테레오 이미지의 블록 매칭 및 컬러 스페이스 변환



(그림. 241) FPGA에 구현한 스테레오 카메라 인터페이스 및 프레임 버퍼

- 640 x 480 해상도의 스테레오 bayer RGB 데이터를 FPGA에서 RGB 변환함
- 변환 후, 출력하여 초당 30 프레임으로 실시간 변환이 이뤄짐을 확인하였음
- 블록 매칭을 FPGA에서 구현하여 Disparity 맵을 출력하는 속도를 측정하면 22 ms가 소요됨 (질적성과-위드로봇-1 참조)
- 개발한 이기종 컴퓨팅 플랫폼에서 영상 입력에서부터 ㅇisparity 맵까지를 FPGA에서 실시간으로 계산할 수 있었으며, 이후 단계인 포인트 클라우드 계산 및 장애물 검출 등은 Cortex 코어에 할당하여 연산 부하를 경감시켰음
- 개발한 이기종 컴퓨팅 플랫폼 범용 신호 처리용 보드로 상용화가 가능한 수준임



(그림. 242) FPGA에 구현한 컬러스페이스 변환(Vivado 2017)

본 페이지는 편집상 여백입니다.

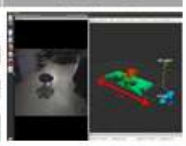
4. 실버캐리지 제어장치 (MD)

연구의 배경 및 주요연구 내용

- ✓ 스테레오 카메라모듈에서 취득한 데이터 처리로 **주위의 다양한 장애물을 인식**하고 실버캐리지의 안전을 위한 **최적의 속도를 산출**
- ✓ 전륜2축을 구동축으로 하는 실버캐리지에 최적화된 구동모듈 및 전동조향모듈의 개발
- ✓ 2축 전동모듈 및 1축 전동조향모듈 제어기의 개발
- ✓ **사용자에 최적화된 UI** 및 장비의 **모니터링과 파리미터 셋팅**이 가능한 앱의 개발

주요 연구 결과

메인제어기 S/W의 개발

메인 제어기 설치 개략도	RVIz를 통한 데이터 확인
	

- RVIz 프로그램을 통해 영상 및 전방 지면 높이 데이터 이미지
- 실버캐리지 자세 판별을 위한 쿼터니언 데이터 송신 및 응용
- 주변장애물에 의한 최고속도 제한
- 실차 시험 장애물을 대상으로 S/W타당성의 검증

실버캐리지구동제어기 및 안전장치의 개발

BLDC모터제어기	조향 센서 하우징
	
사용자 인터페이스	**Application**
	

- 메인 구동 모듈용 2ch BLDC모터제어기 개발
  (12~48VDC, 10Ax2ch, 2axis BLDC motor controller)
- 전동 조향 모듈용 BLDC모터제어기개발
  (12~48VDC, 25A, 1ch)
- 안전 및 편의장치, 조향각 센서 하우징개발
  (Electrical angle 324deg, linearity ±2%, 5kΩ
- 사용자 인터페이스의 개발(PMUI)
  (RS232, RS485, I2C, 정전식 터치버튼 적용)
- 핸드폰으로 PM의 모니터링 및 셋팅이 가능한 APP의 개발

전륜 구동모듈 및 조향 모듈의 개발

BLDC구동 모듈	전동 조향 모듈
	

- 12"휠 일체형 BLDC구동모듈의 개발
  (Tubeless타입 휠의 적용, 36VDC-350W, 최고속도 8km/h)
- 고급형 모델에서의 전동조향모듈 개발
  (토크제어에 의한 초기화 위치제어, 60각 40W 모터제어시스템)

주요 안전 및 편의 기능

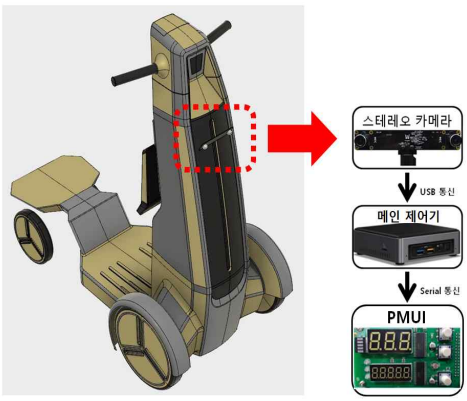
후방 장애물 감지	긴급정지
	
따라가기 기능	**UI 및 App 연계**
	

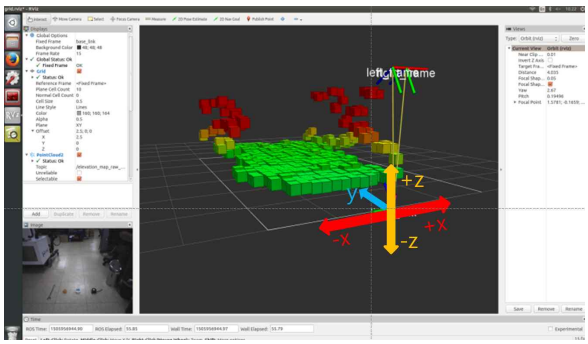
- 스테레오 카메라, ToF, 초음파 센서 융합에 의한 **안전기능 구현**
  - 불량 노면 알림 및 감속 기능
  - 전방 장애물 알림 및 감속 기능 (동적/정적)
  - 후방 장애물 알림 및 감속 기능
  - 경사로 주행 속도 유지 기능
  - 긴급 정지 기능 (비상 스위치)
- 고령자 요구사항 기반의 **편의기능 구현**
  - 정속 주행 기능 (Auto Cruise)
  - 사용자 따라가기 기능
  - 카트 모드 기능
  - UI 연계 기능 (전용 스마트폰 App.)

가. 실버캐리지 메인제어기 개발

(1) ROS기반 F/W운영 및 양산형 S/W의 개발

(가) 카메라 데이터 실시간 획득 및 이의 처리





(그림. 243) 시스템 블록도 및 ROS RVIZ를 통한 지면 데이터

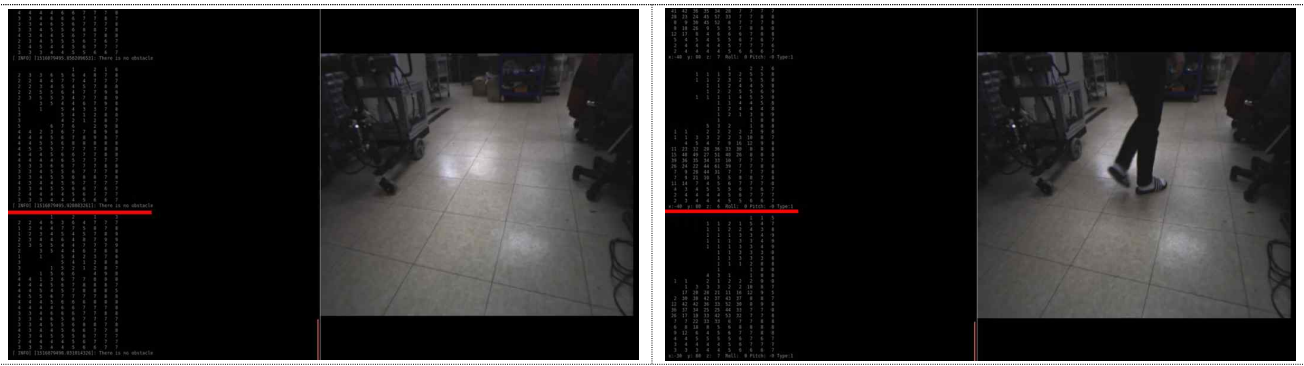
- 스테레오 카메라를 이용해 전방 환경 및 지면의 기울기를 미니 PC에 전송함
- 송신된 데이터를 미니 PC에서 분석하여 모터제어기에 지면의 상태 및 장애물의 대한 정보를 재 송신함

(나) 유효데이터 분리 및 장애물 감지

- 스테레오 카메라를 통해 전방 1 m x 3 m 의 지면 높이에 대한 데이터를 수신함
- 지면 높이 값이 10 cm 이상일 시, 카메라를 기준으로 가장 가까운 지면 X, Y축의 데이터를 장애물 데이터로 송신함

(다) 장애물의 종류 판별 및 이에 따른 안전기능 구현

① 전방 장애물 판별



(그림. 244) 지정한 범위내 장애물 출현 유무에 따른 통신 내용

- 지면 높이 값이 10 cm 이상 차이날 경우, 장애물로 검출함
- 장애물 검출 시 알람 작동으로 운전자에게 인지시키며, 속도 제어를 함으로써 주행 속도를 강제적으로 줄임

② 지면 기울기 판별



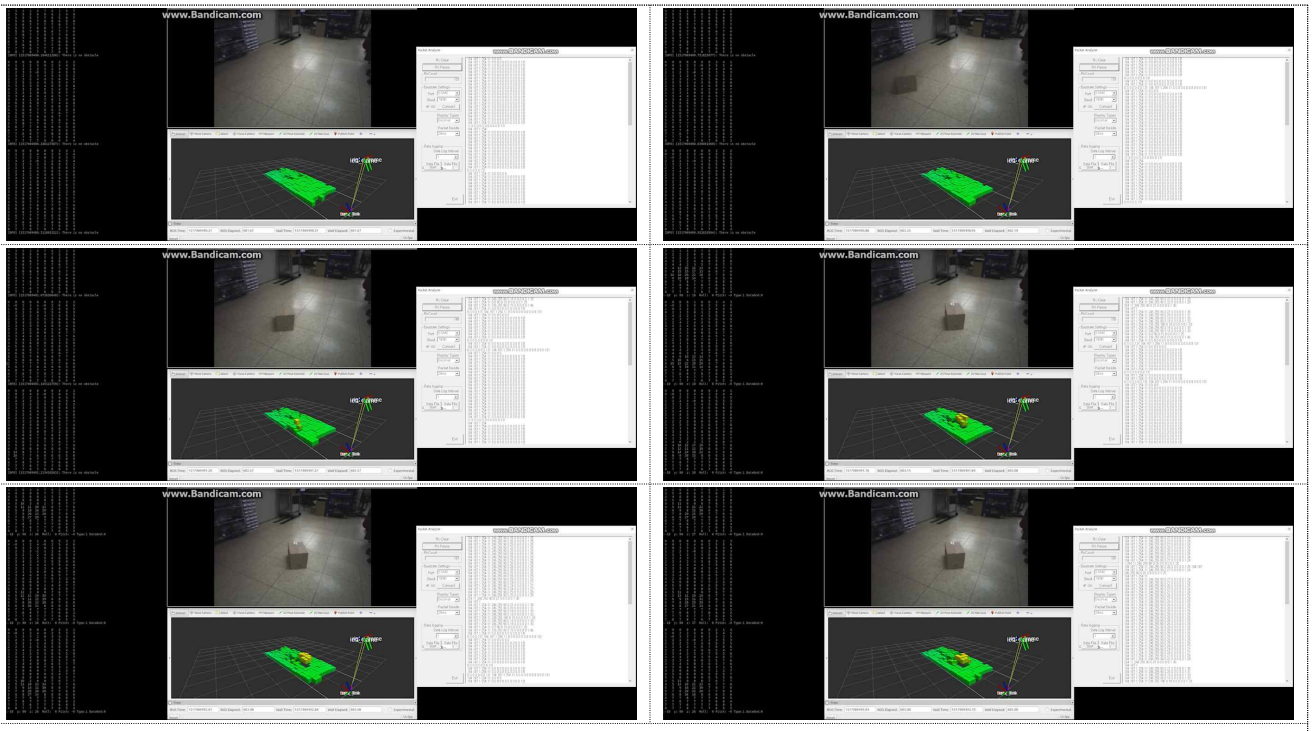
(그림. 245) 카메라 기울기에 따른 통신 내용

- 카메라가 설치된 구동기의 Roll 방향의 각도가 +7도 이상 혹은 -7도 이하일 경우 횡경사로 판단, 알람 및 속도 제어
- 카메라가 설치된 구동기의 Pitch 방향의 각도가 +7도 이상 혹은 -7도 이하일 경우 경사로로 판단, 알람 및 속도 제어
- 경사로 판단 시 알람 작동으로 운전자에게 인지시키며, 속도 제어를 함으로써 주행 속도를 강제적으로 줄임

(2) 실차시험결과

(가) 장애물 검출 및 장애물의 위치 데이터 통신 내용

① 윈도우 프로그램을 통한 미니 PC와 모터 제어기 간의 송수신



(그림. 246) 장애물 검출 실험 스냅샷

나. 실버캐리지 구동제어기 및 안전장치 개발

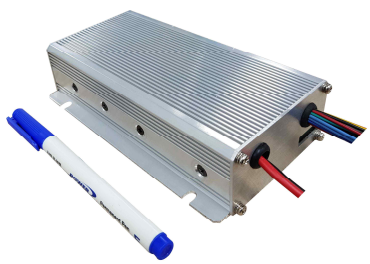
(1) 구동제어기 개발

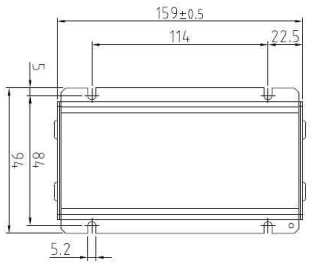
(가) 메인구동모듈용 2축 BLDC모터제어기 개발

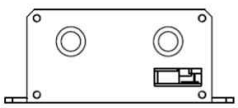
- ○ 3차 연도의 개발결과를 바탕으로 실제 양산 환경에 적용이 용이하도록 사이즈 및 원가를 줄이고 내구성을 확보하기 위하여 압출방열판을 사용하여 재개발함
- ○ 실시간 제어성을 확보하기 위하여 입력에 RC서보 및 펄스입력을 추가함

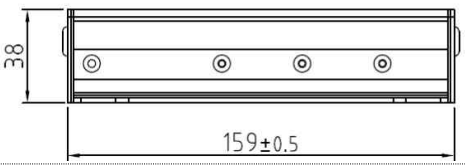
[표. 107] 모터제어기 상세사양

항목	내용	비고
외형 사이즈	• 가로x세로x 높이(127x166x42.5)	
제어기 입/출력	• DC12~48V(±10%), 정격전류 10Ax2ch	
구동대상	• DC12~48V용, DC Motor	
제어	• 입력신호 타입 : Pull-up, • 출력신호타입 : Open-collector • 속도 제어 범위 : 50~5,000rpm • 속도 변동률 : ±1% 이하	
통신	• RS485 1ch, Baudrate : 57,600bps	UI와 통신









(그림. 247) 2ch 구동모듈용 BLDC 모터제어기

(2) 안전 및 편의장치 개발

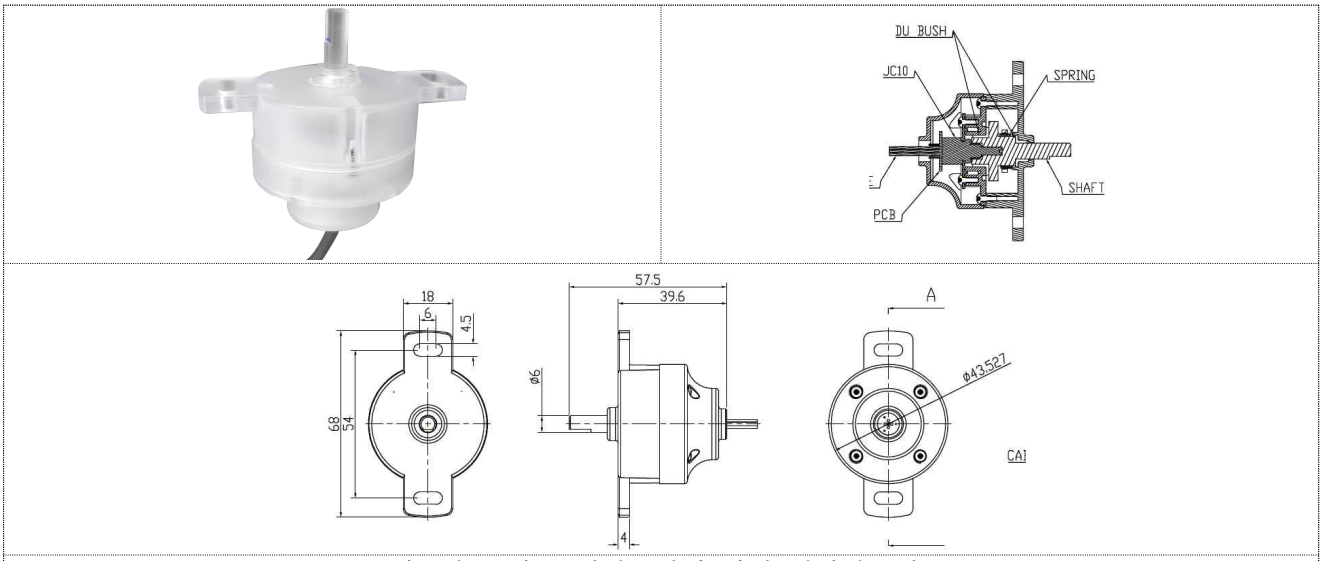
(가) 조향각 센서하우징 개발

○ 기존의 포텐시오미터를 장비에 직접 연결하는 경우에 장비에서 발생하는 외란에 의하여 센서가 파손되거나 또는 외부 장애물 등의 충돌이나 이물질의 침투에 의하여 쉽게 센서가 파손되는 현상이 발생함

○ 상기의 이상 현상을 극복하기 위하여 외란 및 충격에 견딜 수 있도록 PC재질로 센서하우징을 개발하고 센서의 중립점과 핸들의 중간위치에서의 조립이 용이하도록 센서하우징에 내부 토션널스프링을 장착하여 무부하시에 항상 중간위치에 센서값이 위치하도록 설계함

[표. 108] 조향각 센서하우징 상세사양

항목	내용	비고
외형 사이즈(Size)	• 도면참조	
유효기계각(Effective mechanical angle)	• ±150도	
유효전기각(Effective electrical angle)	• 325도	
공칭저항(Nominal resistance)	• 5㏀	
분해능(Resolution)	• 무한소(Essentially infinete)	0~5V 아날로그출력
선형도(Independent linearity)	• ±2도	
복귀용 토션스프링 상수(K)	• 0.01734	
재질 및 습동처리	• 엔지니어링 플라스틱(PC), DU BUSH	



(그림. 248) 포텐시오미터 타입 센서하우징

(나) 사용자 인터페이스의 개발

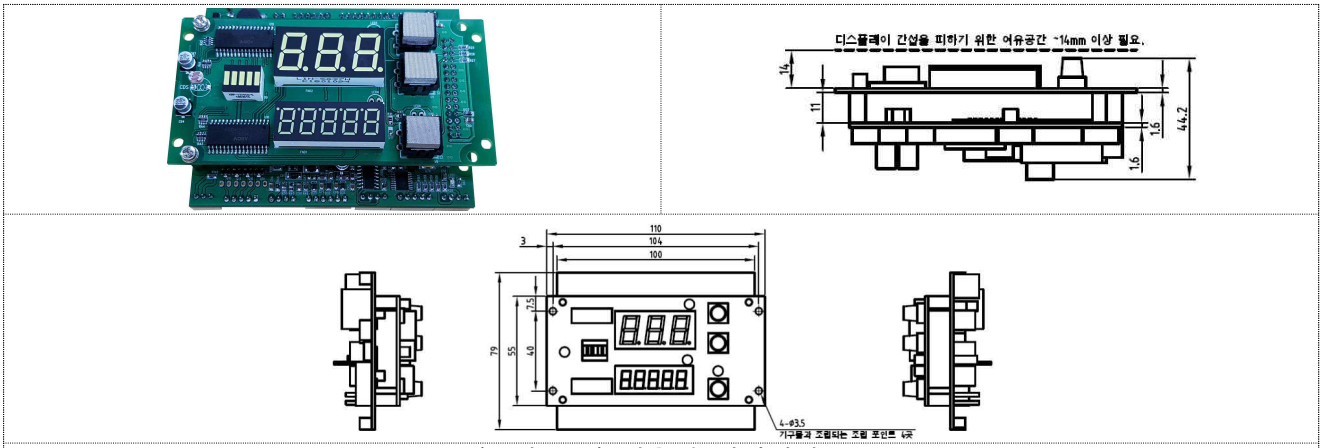
○ 고령자 계층의 시력이 좋지 못한 점을 감안하여 시인성이 우수한 백색 LED 및 중간 사이즈 이상의 크기로 LED를 선정 및 제작하였으며 첨단의 느낌을 주기 위하여 정전식 터치 스위치를 장착하여 직관적으로 장비의 여러 상태를 모니터링할 수 있도록 함

○ 고급형 제품에서는 핸드폰의 사용자 앱을 통하여 장비를 제어할 수 있도록 하였고 이를 위하여 사용자 인터페이스제어기에 옵션으로 블루투스 모듈을 장착 가능하도록 설계하였음

○ 또한 RF 리모컨으로 사용자가 무선조정으로 장비의 여러 기능을 제어할 수 있도록 RF 수신부를 장착하여 제작하였음

[표. 109] 사용자 인터페이스 상세사양

항목	내용	비고
외형 사이즈(Size)	• 가로x세로x 높이(110x79x43)	
전원 입력	• 12~48VDC(LM5576사용)	±10%
CPU	• dsPIC33EP256MU810	
신호 체계	• 리모컨 신호에 의한 POWER ON/OFF(Slip mode 동작)	
용 도	• 제어기와 통신으로 연결되어 원격조작 및 상태표시	속도/전류/에러 상태
통 신	• RS485x2ch, 57600bps(1ch:with BLDC controller, 1ch-Reserved) • TTL232 : with Bluetooth module(RN4870) • CAN 1ch • RS232C x 1 ch	
센서입력	• 초음파 3ch	
아날로그 입력	• 쓰로틀 1ch, 조향센서 1ch, 조이스틱 2ch	V1.0에서 2ch 추가



(그림. 249) 사용자 인터페이스



(그림. 250) 사용자 인터페이스 제어기를 중심으로 구성된 전체 시스템

[표. 110] 장비 기능사양

항목	내용
밧데리 잔량표시 최대속도 표시 현재속도 표시 주행거리 표시 기타 모니터링	• LED 5개에 각 LED마다 20%의 잔량을 할당하여 표시 • 상부 3개의 세그먼트에 최대속도 및 주행속도표시 • 하부 5개의 세그멘트에 주행거리 및 기타 파라미터 표시 • 최대 99999 km 까지 표시되며 최소로는 10 m 단위까지(소수점 2자리) 표시 가능 • 엔지니어모드에서 시스템 파라미터 표시
전, 후진 및 쓰로틀에 의한 속도제어 크루즈제어	• 오른쪽 빨강버튼이 눌러진 경우에는 후진하며 그 외는 전진하고 엄지엑셀에 의해 속도 값을 입력받음 – 이때 최대속도는 UI의 최대속도 설정기능에 의하여 결정되며 기본적인 최대속도는 4km/h임 • 쓰로틀로 일정속도로 진행하다 크루즈제어를 원하는 경우에는 왼쪽의 크루즈 버튼을 누르면 됨 – 이때 쓰로틀이 지시하는 현재의 속도를 기준으로 정속구동이 되며 다시 크루즈 버튼을 누르는 경우 또는 쓰로틀의 입력이 들어오는 경우에는 즉각적으로 크루즈제어를 해제함
도난방지 최대속도 설정 상태모니터링	• 리모컨을 사용하여 C 버튼을 짧게 누르면 도난방지(WATCH)모드로 전환됨 – 이때 바퀴의 움직임이 감지되면 10초 동안 경적을 단속적으로 울려서 도난을 예방함 • B버튼은 최대속도를 증가시키고 D버튼은 최대속도를 감소시킴 – 4km/h이하에서는 0.5km/h단위로 움직이고 그 이상에서는 1 km/h단위로 움직임 • A버튼을 길게 누르면 장비상태를 표시 가능한 모드가 되며 이때 상태표시 항목은 버튼 B, D를 사용하여 선택 가능함
원격조작(RCC)	• C버튼을 길게 누르면 RCC(원격조작)모드가 되며 이때 장비의 Start/Stop은 D버튼으로 조작 가능함 • 장비의 이동 중 방향변환은 좌측은 A버튼, 우측은 B버튼으로 제어
최대속도제한 (장애물 감지, 전복방지)	• 1~8 km/h의 최대속도를 리모컨의 업, 다운(B, D) 버튼을 활용하여 설정된 상태에서 영상기반 센서 입력 및 전, 후방 초음파센서의 장애물 위치를 조합하여 최 근접 장애물에 의한 최고속도 제한 및 정지 기능을 수행함 • 또한 차체의 속도, IMU 센서의 자세입력, 장비조향각을 기반으로 차체가 전복되지 않도록 최대속도를 제한함

















(그림. 251) 구동기 인터페이스

(다) 안드로이드 어플리케이션의 개발(고급형)

① ‘홈’ 및 ‘설정’ 탭 화면

- ‘홈’ 탭: 구동기 운행에 필요한 필수 정보를 수치 및 그래픽으로 표시
- ‘설정’ 탭: 어플리케이션을 통해 설정 가능한 항목 설정 및 표시



(그림. 252) Application ’홈’ 및 ’설정’ 탭 화면

(그림. 253) ’홈’ 탭 화면 기능 사양

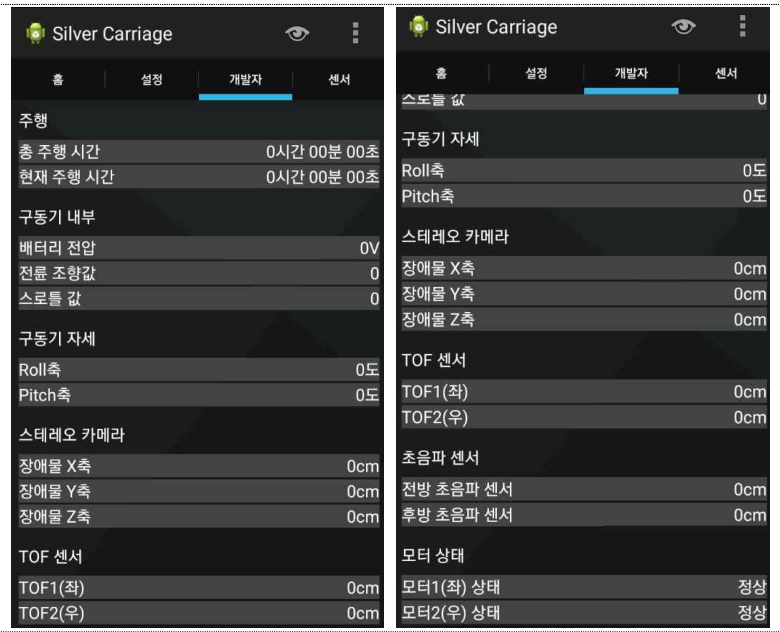
항 목	내 용	비 고
크루즈 모드 ON/OFF	크루즈 모드 사용 여부 표시 및 설정	
전조등 ON/OFF	전조등 사용 여부 표시 및 설정	
후진 ON/OFF	후진 사용 여부 표시 및 설정	
'홈' 화면 버튼	Application 화면을 '홈' 화면으로 전환	
'설정' 화면 버튼	Application 화면을 '설정' 화면으로 전환	
'개발자' 화면 버튼	Application 화면을 '개발자' 화면으로 전환	
'센서' 화면 버튼	Application 화면을 '센서' 화면으로 전환	
주행 가능 거리	배터리 잔량에 따른 주행가능 거리 표시	단위: 0.1 km
후방 장애물 거리 측정	• 구동기 후방에 위치한 초음파 센서로 측정된 장애물 거리 표시 • 4개의 부채모양의 바에 의한 표시 • 바 1개당 측정 범위는 50 cm로 할당 • 최대 2 m까지 표시	단위: 50 cm
현재주행거리	전원을 켠 후, 현재까지의 주행거리 표시	단위: 0.1 km
현재 구동 속도 및 제한된 최대 속도 표시	• 현재 구동 속도에 따라 계기판의 게이지 및 수치 변화 • 전진 구동 최대 속도 설정 시, 계기판 상하에 위치한 화살표로 설정 – 설정 속도 2~8 km/h – Application 화면 중앙에 위치한 증감 버튼으로 속도 설정 • 후진 시, 계기판 왼쪽 상단에 후진 내용 표시 – 후진 시, 최대 속도는 전진 구동 최대 속도 설정 값의 절반	단위: 0.5 km/h
전방 장애물 거리 측정	• 구동기 전방에 위치한 TOF 센서 및 초음파 센서로 측정된 장애물 거리 표시 • 4개의 부채모양의 바에 의한 표시 • 중앙 부채모양 바 – 전방에 설치된 초음파 센서의 거리 표시 – 바 1개당 측정 범위는 45cm – 최대 180cm까지 표시 • 좌우 부채모양 바 – 전방 좌우에 설치된 TOF 센서의 거리 표시 – 바 1개당 측정 범위는 70cm – 최대 280cm까지 표시	
배터리 잔량	• 현재 배터리 잔량을 도형 및 수치로 표시 • 충전 시, 1초에 한번 해당 배터리 잔량에 맞게 도형점멸	수치 단위: 1% 도형 단위: 20%

(그림. 254) ’설정’ 탭 화면 기능 사양

항 목	내 용	비 고
자동회피 기능	스테레오 카메라와 초음파 센서, TOF 센서에 의한 자동 회피 기능 설정	
스포츠 모드 기능	출발 시, 급격한 가속 설정	
도난 방지 기능	도난방지 모드 시, 외력에 의한 혹은 강제구동에 의한 휠의 움직임 또는 IMU 센서에 의한 장비의 진동 등을 감지하여 경고음을 알람	
카트 기능	장비의 전방에서 구동기를 조작하여 카드로 동작 시, 카트의 동작을 알리는 버튼을 눌러서 조작방향을 변경	
장애물 경고 기능	‘센서 기능’으로 설정된 안전 운행을 위한 기구와 장애물 간의 거리 이내로 장애물 검출 시, 음성으로 경고 기능 사용 유무 설정	
센서 기능	센서 사용 여부 표시 설정	
따라가기	추적시스템 모드 사용 표시 및 설정	
천천히 출발	가속 정도를 15단계로 표시 및 설정	단계: 0~15
천천히 정지	감속 정도를 15단계로 표시 및 설정	단계: 0~15

② DEVELOPER 화면

- ‘개발자’ 탭: PMUI에서 수신되는 데이터를 각 항목별로 수치 표시
- PMUI와의 통신 송수신 확인을 위한 개발자의 위한 탭



(그림. 255) Application ’개발자’ 탭 화면

(그림. 256) ’개발자’ 탭 화면 기능 사양

항 목	내 용	비 고
총 주행 시간	구동기의 총 운행 시간을 표시	단위: 시간, 분
현재 주행 시간	전원 인가 후, 현재까지의 주행 시간 표시	단위: 시간, 분
배터리 전압	현재 제어기에 공급되어 있는 전원의 전압 표시	단위: 0.1V
전륜 조향 값	조향을 위한 포텐셔미터의 값 표시	범위: 0~1,023
스로틀 값	가속을 위한 스로틀 값 표시	범위: 0~1,023
구동기 자세	현재 구동기 자세 표시	단위: 1도
스테레오 카메라 데이터(x, y, z)	스테레오 카메라로 측정된 장애물의 x, y, z값 표시	단위: 1cm
TOF 센서	TOF 센서로 측정된 좌, 우 장애물의 거리 표시	단위: 1cm
초음파 센서	초음파 센서로 측정된 전, 후방 장애물의 거리 표시	단위: 1cm
모터 제어기 상태	제어기 알람 상태 표시	

명명	내용
알람	제어기의 알람 유무
제어 실패	기준속도의 1/3 이하로 접근되지 않는 경우
과전압	규정된 전압 이상치가 입력전압으로 감지되는 경우
과열	80도 이상의 온도 감지
과부하	사용자가 설정한 전류값 이상으로 4초 이상 운전될 때
홀 센서 에러	홀 센서 감지 실패
속도 반비례	모터회전속도가 출력과 반비례인 경우
모터 정지	모터의 출력이 있고, 모터가 구속되어 2초 이상 움직이지 않는 경우

③ ‘센서’ 및 ‘비상상황’ 화면

- ‘센서’ 탭: 초음파 센서, TOF센서, 스테레오 센서의 데이터 값을 수치 및 그래픽으로 표시
- ‘비상상황’ 화면: 비상상황 종류에 따라 글자 표시 및 알람 화면 표시



(그림. 257) Application ‘센서’ 및 ’ 비상상황 ‘ 화면

- ‘센서’ 탭 기능 및 사양은 아래 표와 같음
- 가독성을 높이기 위해 프로그래스바를 이용하여 측정된 장애물의 거리 표시

[표. 111] ‘센서’ 탭 화면 기능 사양

항 목	내 용	비 고
초음파 센서	• 전, 후방 초음파 센서의 값을 수치 및 막대그래프로 표현 • 구동 제어에 필요한 최대 센서 값(180 cm) 위치에 적색 막대 설치 • 그래프 한 칸 당 60 cm 표기	단위: cm 범위: 0~500 cm
TOF 센서	• 좌, 우 TOF 센서의 값을 수치 및 막대그래프로 표현 • 구동 제어에 필요한 최대 센서 값(280 cm) 위치에 적색 막대 설치 • 그래프 한 칸 당 40 cm 표기	단위: cm 범위: 0~1,200 cm
스테레오 카메라	• 스테레오 카메라로 측정된 장애물의 위치를 막대그래프로 표현 • 구동기의 자세를 수치로 표시 • 각 x 좌표(10 cm 단위)에서 측정되고 있는 전방 장애물의 거리 • 그래프 한 칸 당 50 cm 표기	단위: cm 범위: 0~300 cm

- ‘비상상황’ 의 종류에 따라 글자 표시는 아래 표와 같음

[표. 112] 비상상황 종류

항 목	내 용	비 고
비상 정지	비상정지 버튼에 의한 정지 시, ‘비상정지’ 텍스트와 비상 상황 화면 표시	
제어기 이상	제어기 이상 시, 해당 이상 내역과 비상 상황 화면 표시	
설정한 최소 배터리 잔량 이하	최소로 설정한 배터리 잔량 이하 시, ‘충전 요망’ 텍스트와 비상 상황 화면 표시	
장애물 접근	설정한 범위 내에 장애물 근접 시, ‘장애물 근접’ 및 현재 장애물 간의 거리, 비상 상황 화면 표시	
도난	도난방지모드 중 강제구동 발생 시, ‘도난’ 텍스트와 비상 상황 화면 표시	

다. 전륜 구동모듈 및 조향모듈의 개발

(1) 클러치, 감속기, 휠 일체형 BLDC구동모듈의 개발

- 고령자는 젊은 사람에 비해 신체 및 인지 능력이 떨어지는 점을 감안하여 장비의 구동모듈은 최대한 안전에 초점을 맞추어 개발하였음
- 최근의 정부의 권고안에 보행로를 운행하는 전동장비의 휠 사이즈는 12인치 이상으로 권장하여 보도의 불규칙한 요철 등에 안전한 구동이 될 수 있도록 하는 사안이 있어 이를 기준으로 설계하였음

(가) 12인치 휠 일체형 BLDC 구동모듈의 사양

[표. 113] 휠 일체형 BLDC 구동모듈 사양

항목	내용	비고
정격전압(Rated voltage)	• 36 VDC	
정격회전수(Rated speed)	• 4000 rpm	
정격파워(Rated power)	• 350 W	
정격토크(Rated torque)	• 8.3 kg-cm	0.8 Nm
바퀴크기(Wheel size)	• Φ315(12")	Tubeless air type
무게(Weight)	• 6.4 kg	
감속비(Gear ratio)	• 1/22.6	
선속도(Rated linear speed)	• 10.5 km/h	2.9 m/s

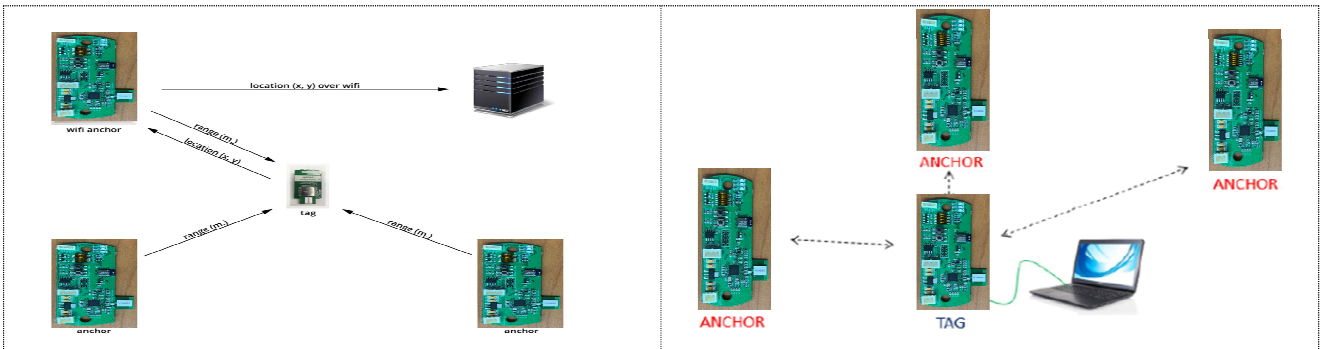


(그림. 258) PM용 구동모듈의 외관

라. 자동 따라가기(사용자 위치추적) 기능 개발

(1) 시스템 개요

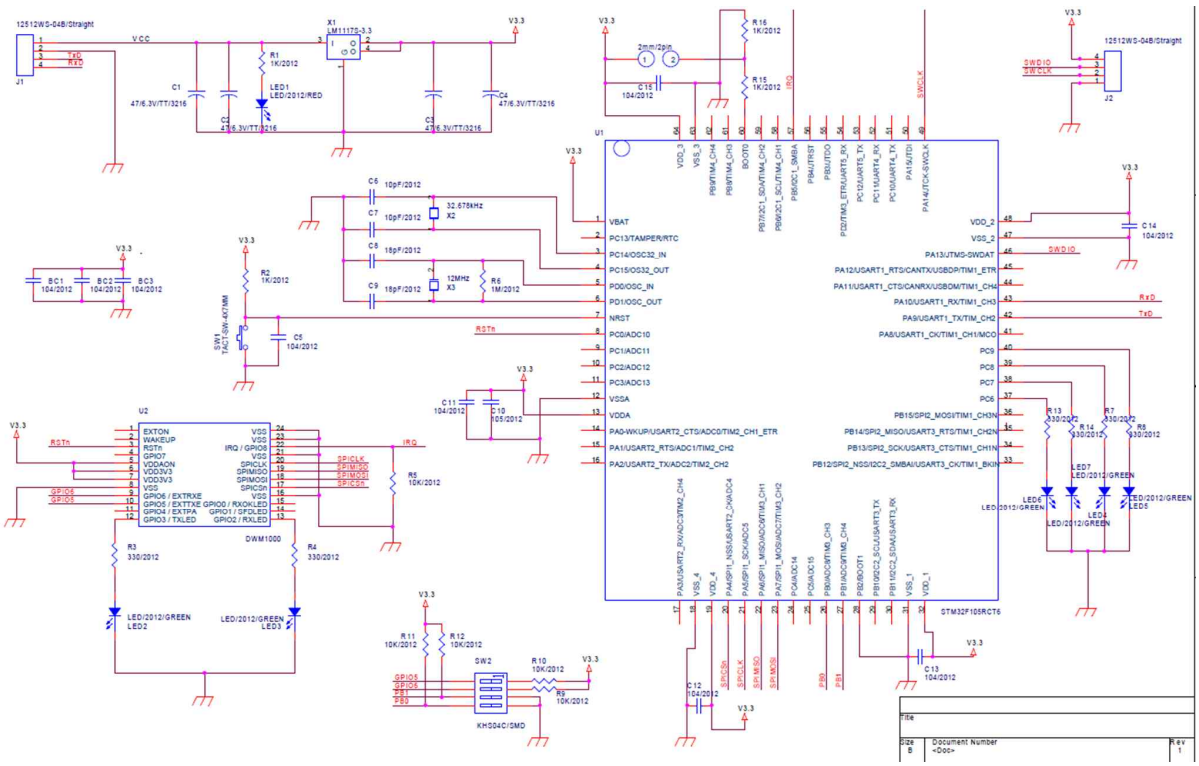
- 1개의 Tag와 3개의 Anchor로 이루어져서 Tag의 움직임을 측정하고 이를 추적하는 기술로써 이동체를 Anchor로 구성하는 경우는 따라가기 기능이 구현되고, Anchor를 일정 위치에 고정한 뒤 이동체(TAG)의 위치를 추정하는 경우에는 전역위치 측정 장치로 사용됨



(그림. 259) 위치추정시스템(실내 및 전역 위치 파악)

(2) 구성 회로

- 위치 데이터를 얻기 위해 DWM1000모듈을 사용함
- DWM1000 모듈로부터 수신된 내용을 Serial 통신으로 PMUI로 송신하기 위해 STM32칩을 사용함

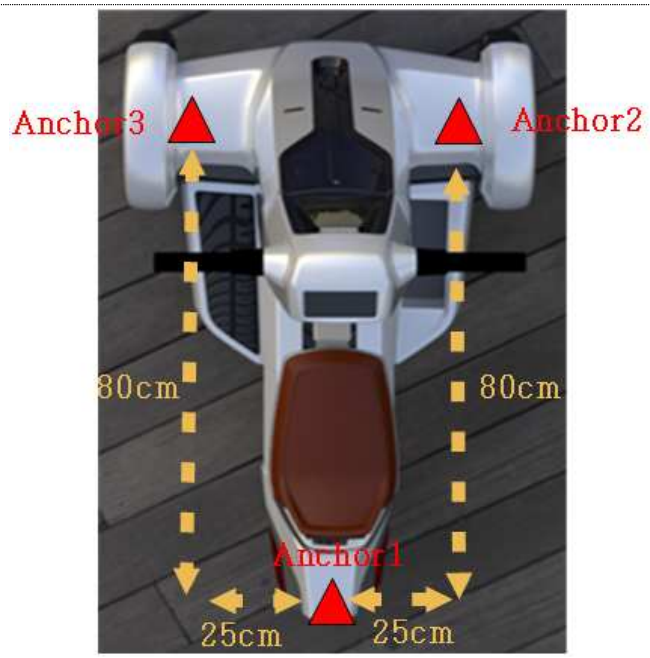


(그림. 260) 구성 회로 Layout

(3) 구동기 설치 및 TAG 위치 확인

(가) 구동기 내 Anchor 설치

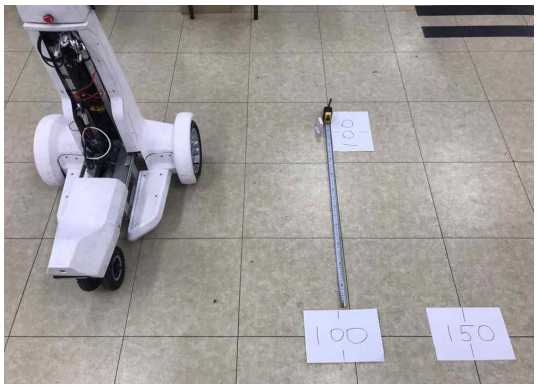
- Anchor1, 2, 3 위치 설정
- Anchor2는 Anchor1로부터 x축으로 0.25 m, y축으로 0.8 m 좌표에 위치함
- Anchor3는 Anchor1로부터 x축으로 -0.25 m, y축으로 0.8 m 좌표에 위치함

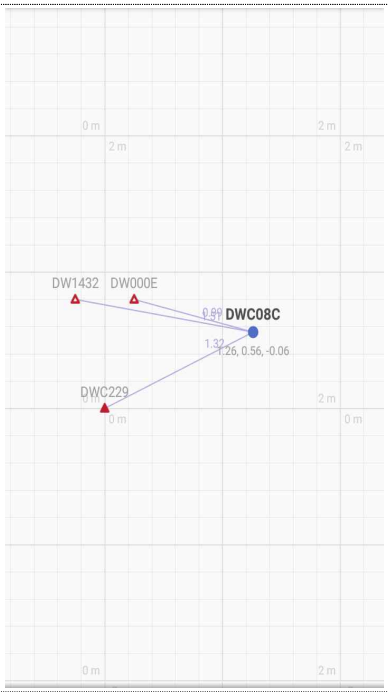


(그림. 261) 구동기 내 Anchor 설치 위치 및 TAG 위치 측정

(나) TAG 위치 확인

- TAG의 위치는 기준(뒷바퀴에 위치한 Anchor1)에서 y축으로는 1m로 고정함
- x축으로 0.5 m씩 이격 시킨 후 serial 통신으로 모듈을 통해 위치 값을 수신함
- 각 위치별로 5회씩 검증한 결과 데이터상으로 문제 없음을 확인함





(그림. 262) TAG 위치 측정을 위치 선정 및 측정된 TAG 위치

5. 실버캐리지 시작품 (티앤에스모터스㈜)

연구 개요 | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 실버캐리지 시작품 | 06 | 07 | 08 | 09

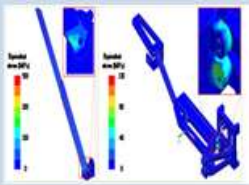
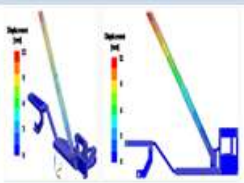
연구의 배경 및 주요연구 내용

- ✓ 고령자 자립지원 개인교통수단인 실버캐리지의 **기반이 되는 프레임, 외장재 및 시작품의 제작을 목적**으로 연구함
- ✓ 고령자의 탑승을 고려하여 **주행 시 안전사고 및 차체의 파손에 의한 2차 사고를 방지하기 위한 설계 방안**을 연구함
- ✓ 실버캐리지의 안전구성 부품의 수용 및 탑승자의 위치에 의한 **안정적 주행을 지원할 수 있는 실버캐리지의 형태**를 연구함

주요 연구 결과

실버캐리지 프레임 개발

1차 mock-up	2차 mock-up	3차 mock-up	4차 mock-up
			
▪ 역삼륜 형태의 4륜 구조 실물화 ▪ 신체특성 및 주행환경을 고려한 디멘젼 설정 ▪ 동적 안정성을 위한 서스펜션 지오메트리 설계	▪ 전륜 조향 및 후륜 캐스터 방식 적용 ▪ 안장 위치 가변 설계 ▪ 링크/토우/캠버 각 기반의 주행 직진성 및 전복 안정성을 고려한 플랫폼 설계	▪ 안장 시작점 및 전반부 확정 ▪ 이동 편의성을 고려한 안장부 접이구조 적용 ▪ 전륜부 및 스킨 구조 안정성을 위한 핸들포스트 하우스 추가	▪ 프레임강성, 피로한계 상승을 위한 직관적 구성 ▪ 차체 흔들림 및 조향시 전복방지를 위한 모터 직결구성 ▪ 전동/수동 후륜 조향을 위한 프레임 및 가이드라인 설정

주행 test	
	▪ 프레임 안전설계조건 산출을 위한 주행 시뮬레이션 한계값 적용 ▪ 실차 테스트를 통한전장, 전폭 등 외부 디멘젼설정

시작품 제작

1차 proto type 1기 제작	2차 proto type 1기 제작	3차 proto type 7기 제작
		
▪ 기초 프레임 구성 테스트 ▪ 구동부 용량 및 적정성 점검 ▪ 안전센서 테스트	▪ 후륜조향 반영 ▪ 실버캐리지 기초 디멘젼 및 컨셉 설정 ▪ 안장부 구성 및 접이방식 컨셉구현 ▪ 프레임 및 스킨디자인 1:1 SCALE 제작	▪ 후륜부 접이방식 슬라이딩 변경 적용 ▪ 프레임 직선연결을 통한 내구성 확보 ▪ 스킨 접합형식 확정 ▪ QC 시작품 6기 제작 ▪ 사업화를 위한 고급형/보급형 2원화

활용 및 적용 방안

양산체계 구축

B2B 확장

모듈개선 다각화	배터리 기술 확대	모터 기반 확대생산
✓ 수요별 모듈 개선 ex) 레져용 / 장애인	✓ E-mobility 적용 ✓ 배터리 수요 확대	✓ 탑승형태별 모델 구축 ✓ 타겟별 확대 생산

가. 실버캐리지 프레임 개발

(1) 실버캐리지 재질 연구

(가) 프레임 소재별 비교 검토

○ 재질별 강성계수를 비교 검토하여 각 구성부 별 소재를 선정함
- 기계적 성질이 우수한 재질로 제작하면 보다 우수한 성능을 기대할 수 있으나 이는 프레임이 최적의 설계를 통해 최적의 형상으로 제작되는 경우에만 가능함

[표. 114] 재질별 강성계수 비교

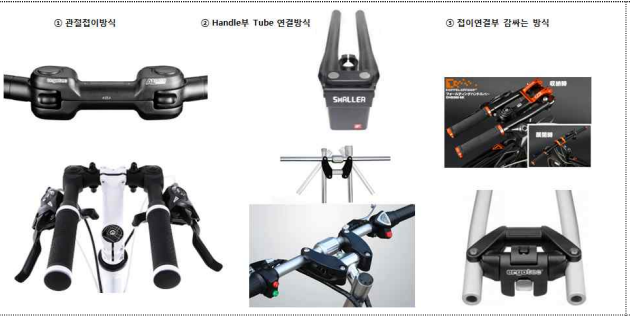
특 성 (N/mm)	Al 합금	Carbon	Mg 합금	Steel	Ti	평균값
비틀림 강성	20.80	15.31	17.43	16.58	14.36	18.58
바텀브라켓 강성	36.69	27.81	38.25	37.80	34.78	36.44

[표. 115] 각 구성부 별 소재 선정

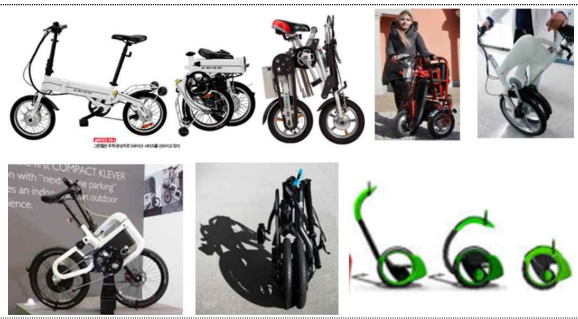
구성부	1차 선정 소재		비고
Handle 부	Carbon Fiber, Glass Fiber 및 Al-alloy		• 최적의 경량화를 위해 핸들 조작부, 핸들 Post 및 지지부로 구분하여 테스트 후 선정
Body 부	Mg-Alloy	Al-alloy	• 강도, 내구성, 무게 및 가격을 고려하여 선정
Wheel Rim 부	Mg-Alloy	Al-Alloy	• 기존의 Al-Alloy의 중량 대비 제작/적용 가능성 검토하여 선정

(나) 프레임 형태 및 접이방식 검토

○ 기존 상용화 제품의 핸들부/몸체부 형태 및 접이방식을 조사함



핸들부



몸체부

(그림. 263) 기존 상용품 접이방식

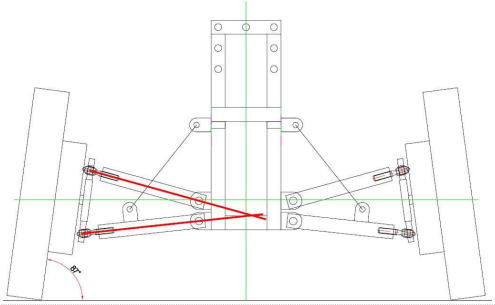
(2) 최적 프레임 설계

(가) 구조 안정성 복합 설계

○ 프레임 Edge round 설계 및 제작을 통한 응력집중현상을 최소화함
○ 체결형 조립구조 채택을 기반으로 기존 Al 용접에서 발생할 수 있는 기공/취성증가/수축 등으로 인한 균열 현상을 최소화하여 본체 소재와 동일한 강도를 발휘하도록 유도함
○ 링크/토우/캠버 각 기반의 주행 직진성 및 전복 안정성을 고려한 플랫폼 설계를 진행함
- 실버캐리지의 정적안정성인자(Static Stability Factor, SSF) = 0.68로 설계함

(나) 동적 안정성을 위한 서스펜션 지오메트리 설계

○ 차체의 무게중심(GC)과 서스펜션 설계 값의 접점 간 거리를 최소화하여, 주행 중 발생할 수 있는 전복과 차체 진동의 최소화함



(그림. 264) 서스펜션 지오메트리 설계

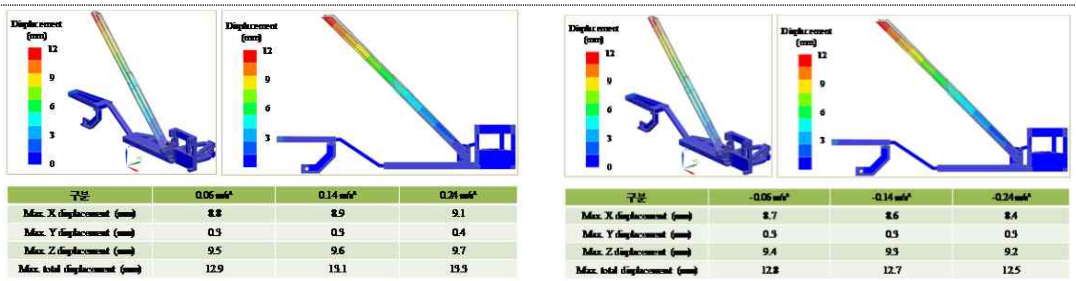
(다) 차체 무게 감소를 위한 소재의 구성

- 프레임 Edge round 설계 및 응력집중현상을 회피하며 Bar 형태에서 Beam 형태로 변경함
- 핸들부를 구성하는 하우스 프레임의 강도를 유지하기 위해 전면부 프레임을 보강하였으며, 증량에 대한 보완을 위해 후륜부 및 발판 프레임 지지대를 완충소재인 카울 소재로 대체함
- 차체 스킨 구성을 이전 버전에서 레진 또는 Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS) 소재로 구성하였으나, 차체 강성과 무게 감소를 위해 얀-크로스/촙-매트/경화제를 혼합한 Glass fiber reinforced plastics (GFRP) 로 구성함. 특히 기존 재료에 비해 비중은 약 1/2 가벼우며 차체 강성은 알루미늄 소재와 유사하여 차체 강성을 유지하며, 차체 무게를 감량하였음

(3) 프레임 구조 해석

(가) 3차 Mock-up 프레임 기반 구조해석

- 구조물성/Meshing/접촉조건/구속조건/하중조건 등을 해석경계조건으로 설정하여 프레임에 대한 구조해석 및 응력분포 확인함
- 가속 및 감속조건 내에서 응력 분포는 비교적 안정적이었으나 등속 조건과 동일하게 프레임 말단에서 변형 가능성이 예측됨



구분	0.06 m/s²	0.14 m/s²	0.24 m/s²
Max. X displacement (mm)	8.8	8.9	9.1
Max. Y displacement (mm)	0.5	0.5	0.4
Max. Z displacement (mm)	9.5	9.6	9.7
Max. total displacement (mm)	12.9	13.1	13.3

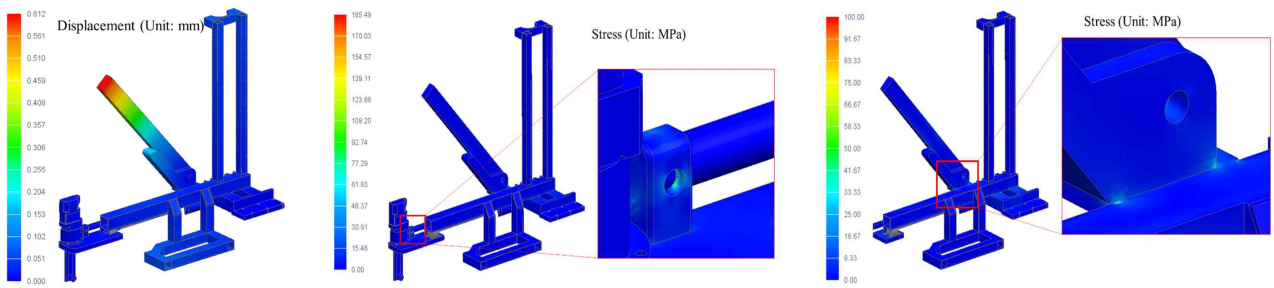
구분	-0.06 m/s²	-0.14 m/s²	-0.24 m/s²
Max. X displacement (mm)	8.7	8.6	8.4
Max. Y displacement (mm)	0.5	0.5	0.5
Max. Z displacement (mm)	9.4	9.3	9.2
Max. total displacement (mm)	12.8	12.7	12.5

(그림. 265) 가감속 조건별 변형 해석 결과

- 등판/하강에 따른 응력 분포 구조해석 결과 서스펜션-몸체 간 체결부에서 일부 응력에 대한 안전계수 초과 현상이 발생하였으며, 추후 해당 부분에 대한 보조 구조물을 통해 보강이 필요할 것으로 예상됨
- 서스펜션 접합부 및 착석부에 대한 보강설계가 필요한 것으로 확인되었으며 차기 설계 진행시 소재 절감 구조를 통해 본체의 경량화 및 강성유지가 가능할 것으로 사료됨

(나) 최종 시작품 프레임 기반 구조해석

- 메인 프레임의 최적 길이를 선정하기 위해 길이에 따른 응력 분포 및 최대 변형량을 확인함
- 650, 700, 750 mm의 길이 중 750 mm가 안전계수 3이상으로 가장 구조적으로 안전함을 확인함
- 750 mm 길이에 대한 등속, 가/감속 조건에서 응력분포 및 변형해석 결과, 시트 프레임 부분이 메인 프레임과 접촉하는 부분에서 최대응력이 발생하였으며, 해당 부분에 대한 구조물의 보강이 필요한 것으로 판단됨



(그림. 266) 750 mm 길이에 대한 등속조건 해석 결과

- 설계 안전 기준과 주행 효율 향상을 위한 프레임의 최적 두께를 선정하기 위한 해석을 진행함
- 메인 프레임의 두께를 2, 3, 4 mm로 설계하여, 등속(탑승), 경사로, 가/감속 조건에서 최대응력값과 최대변형량에 대한 해석 결과 두께 3 mm가 최적 두께인 것으로 판단됨
- 최대 응력이 발생하는 시트마운트 부분과 Actuator와 프레임이 결합되는 부분에 보강설계가 필요할 것으로 사료됨

나. 실버캐리지 구동 휠

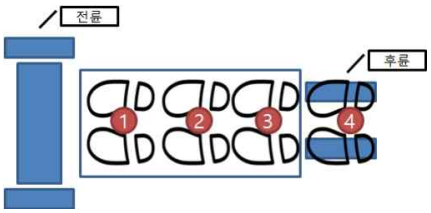
(1) 모터 형태 및 용량 검토

(가) 이동환경을 고려한 모터 용량 검토

○ 구동 목표인 최대 속도 8 km/h와 등판각도 1/12 극복을 위한 최적 용량 및 토크 선정 후, 실차 테스트를 통한 최적 인휠모터를 채택함

- 접지력 강화를 위한 하중 분산 및 탑승 위치를 선정하기 위해 2차 Mock-up 프레임 기반의 실차 테스트를 진행함





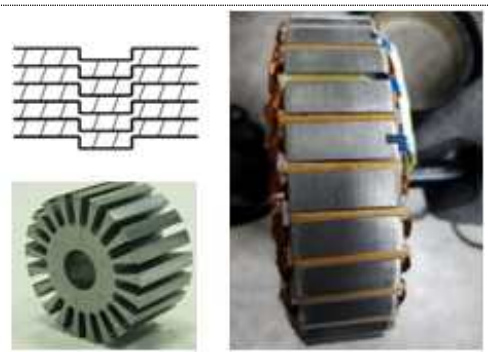


(그림. 267) 하중 분포에 따른 등판능력 실험

(2) 모터 하드웨어 개선

(가) 자기장 흐름 개선

○ 무리벳, 무용접 규소강판 적층기술 적용함. 규소 강판을 타발함과 동시에 적층하여 용접 없이 무리벳으로 강판을 적층하는 기술을 적용하여 모터가 구동될 때 자기장의 흐름을 순조롭게 하여 모터의 성능과 기술을 높여줌

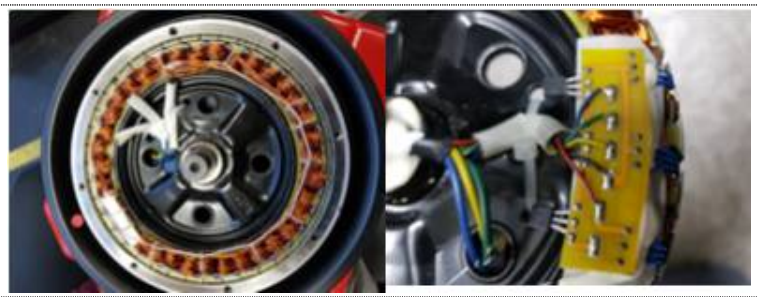


(그림. 268) 규소강판 적층기술이 적용된 스테이터

(나) 회전자 방열 성능 향상

○ 방열 우수 소재인 알루미늄(60 계열)을 적용하여 출력 밀도가 향상됨

○ 3상의 코일과 위치센서가 특별한 위치로 연관되도록 해 고정자의 전류에 따라 정류시점이 이동하는 것을 방지하였으며, 코일부와 회로부의 연결을 단순화시켜 부품을 줄이고 조립을 용이하게 해 기동토크를 증가시켜 모터의 성능을 향상시킴

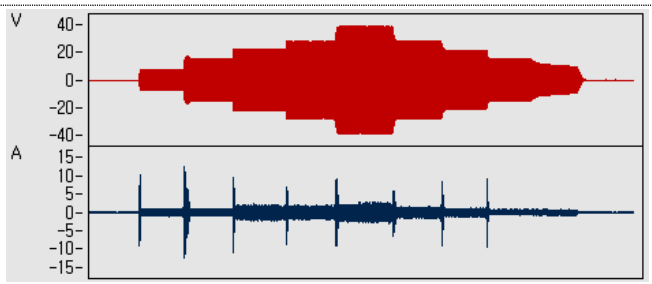


(그림. 269) 적용된 모터의 내부

(3) 모터 성능 검증

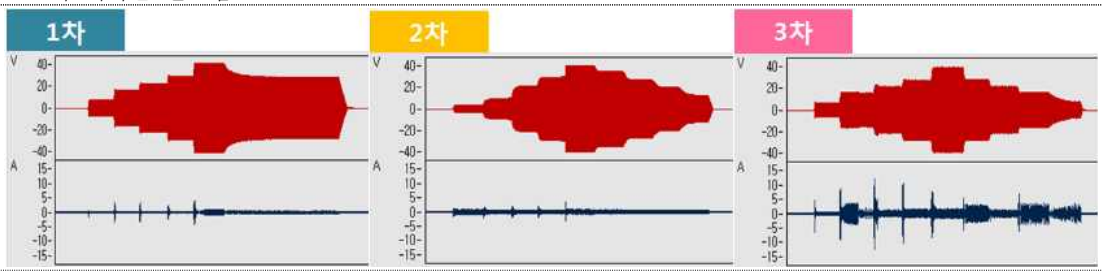
(가) 정속주행, 등판능력, 둔턱 극복능력 등 주행 성능에 대한 표준 모터 성능 채택

○ 감속기능이 없는 일반 기준모터를 성능 곡선을 통해 감속기능을 적용한 모터를 제작함



(그림. 270) 성능기준 모터의 무부하 가감속 전압/전류 실측값

- 1차 모터 제작에서 증속 구간에서 일정한 출력 구간을 확보하여 상한 전압을 이용한 모터 출력을 확보하였으나, 감속단계에서 이전 관성에 의한 잔여 회전력이 상쇄되지 않는 결과를 보임
- 이에 감속기능을 강화한 2차 모터를 제작하였으나, 감속구간 내 절곡점이 완만한 형태를 보이고, 최대 출력에서 기동토크를 발휘하지 못하는 현상이 발생함
- 최종 3차 모터에서 감속기능 강화 및 전류값과 전압값에 대한 복합 제어를 통해 표준 모터 성능에 준하는 최종 모터 제작을 완료함



(그림. 271) 모터개선에 따른 무부하 가감속 전압/전류 실측값

(4) 모터 개발의 추가 요소

(가) 듀얼 모터 적용에 따른 정밀 제어

○ 전륜부에 2개의 모터가 적용되므로 직진성, 안정성, 주행성능 확보를 위해 좌우 모터에 대한 정밀 제어가 필요함. 후륜 전동조향과 연계하여 조향 모듈에 대한 통합적인 제어가 필요함

* 모터의 제어 및 운동 성능 향상을 위한 정밀 제작 등을 위해 4차년도부터 참여기관 ㈜티앤에스모터스에서 ㈜엠디로 이관함

다. 실버캐리지 배터리 제작

(1) 배터리셀의 구성

(가) PCM 기능

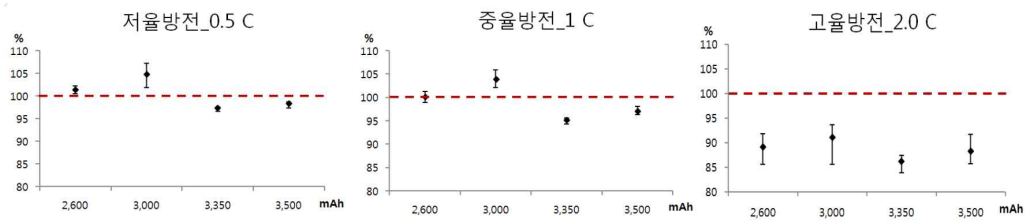
○ 과방전/과충전/과전류 방지를 기본으로 각 직렬 구성당 1 PCM 구성을 통해 병렬확장기능을 추가함

○ 과열 차단을 위해 PTC 써미스터를 사용하여 온도가 높아질 때마다 저항을 올려 전류가 낮아지게 하거나 일정 온도(60℃) 도달시 전류를 차단시킴

(나) 배터리셀 구성 및 특성

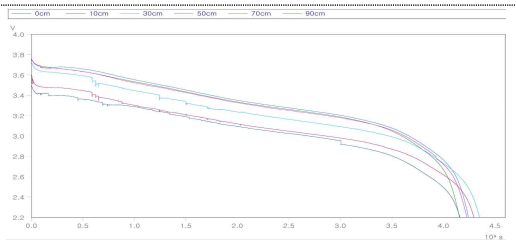
○ 36V 사용을 위해 18650 배터리셀 10개 직렬로 구성하였으며 전류용량에 따라 10s(36V) 직렬 구성한 집합을 병렬로 구성함

○ 2.6/3.0/3.35/3.5 Ah 배터리셀을 후보군으로 설정하여 안정성, 방전특성, 용량 효율을 비교한 결과 3.0 Ah를 제외한 셀이 사용 가능할 것으로 보임

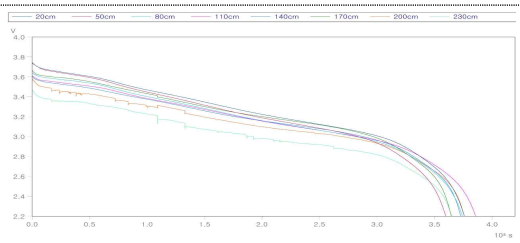


(그림. 272) 배터리 용량별 정격용량 및 방전전류 세기에 따른 효율 비교

○ 영구자석으로부터 거리에 따른 방전 특성 및 배선 길이에 따른 방전 특성을 비교함
- 해당 모터의 구동환경과 동일한 영구자석을 배터리와 일정거리에서 회전시키면서 방전특성에 대한 확인 진행결과, 최소 50 cm 미만의 거리에서 셀의 50 % 이상 용량 방전 시 안정적인 전압 방전을 방해하는 결과를 보임. 이에 프레임 구성에서 모터-배터리 간 최소거리를 50 cm로 설정함
- 실버캐리지 내 제어기 입력 전압에 따라 제어기로부터 모터로 출력되는 안정적 전압공급을 위한 최적 배선 길이 설정을 위해 배선길이에 따른 방전 특성 실험을 진행함. 안정적 전압공급에 대한 임계점은 200 cm로 해당 거리는 고려대상이 아님을 확인함



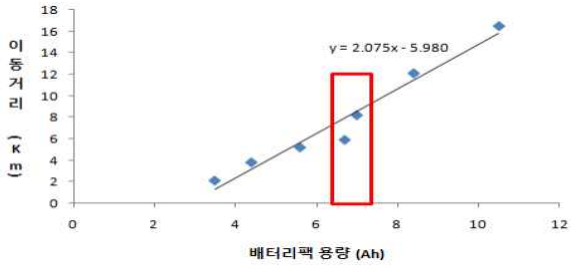
영구자석으로부터 거리에 따른 방전 특성 비교



배선 길이에 따른 방전 특성 비교

(그림. 273) 구동환경에 따른 방전 특성 비교

○ 배터리 용량에 따른 실차 주행 결과, 1회 충전 이동거리 7~8 km 달성을 위한 용량은 약 7 Ah 가 필요한 것으로 확인되었으며 3.5 Ah 배터리셀 10S2P 구성이 충족함을 확인함



(그림. 274) 배터리팩 용량에 따른 완충 후 이동거리

(2) 배터리 관리 시스템

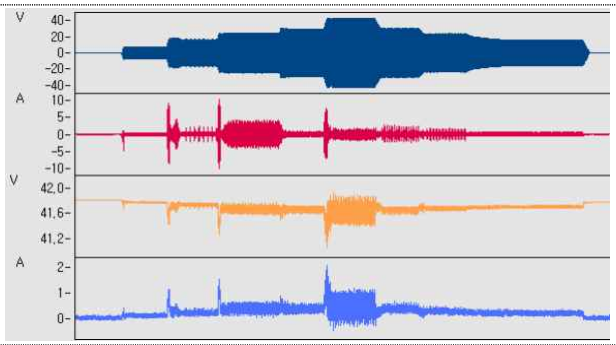
(가) BMS 기능

○ 셀 밸런싱(Cell Balancing)은 효율적으로 전류를 사용하는 Active balancing으로 구현함
○ 잔량(State of Charge, 이하 SOC) 계산 시 측정된 각 셀의 전압에 온도 보상을 적용하여 SOC오차를 최소화함. 총 충전 이력을 EEPROM에 기록하여 총 누적된 전류에 따라 예상수명(SOH ; State of Health) 확인이 가능함
○ 배터리의 온도, 전압, 전류 정보 전송을 통해 과열/폭발 등에 대한 사전 감지 및 정보 제공 기능을 구현함
○ 메인제어기의 요청 명령이 오면 해당 정보 응답 전송이 가능하도록 RS485 / Modbus RTU 방식의 통신을 적용함

(3) 모터-배터리 간 연동

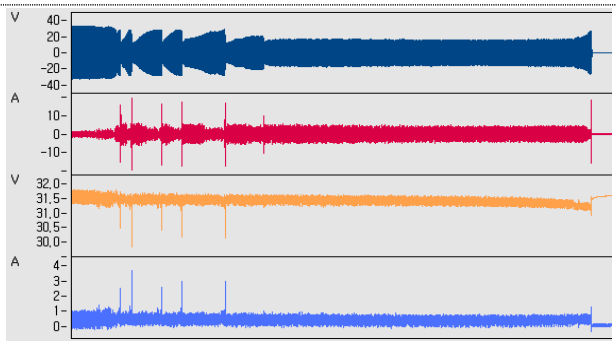
(가) 모터-배터리 간 전압 및 출력 비교

○ 무부하 가감속 시 모터와 배터리의 전압, 전류 패턴을 확인함
○ 배터리 전압 32 V에서 31 V로 떨어질 때의 모터-배터리 간 전압, 전류 형태를 비교함
- 배터리의 안정적인 전류 공급을 위해 배터리 사용 전압 범위를 최소 33 V, 최대 42 V로 설정함



무부하 가감속 시,

모터와 배터리의 전압, 전류 패턴



배터리 전압 32 V에서 31 V로 떨어질 때

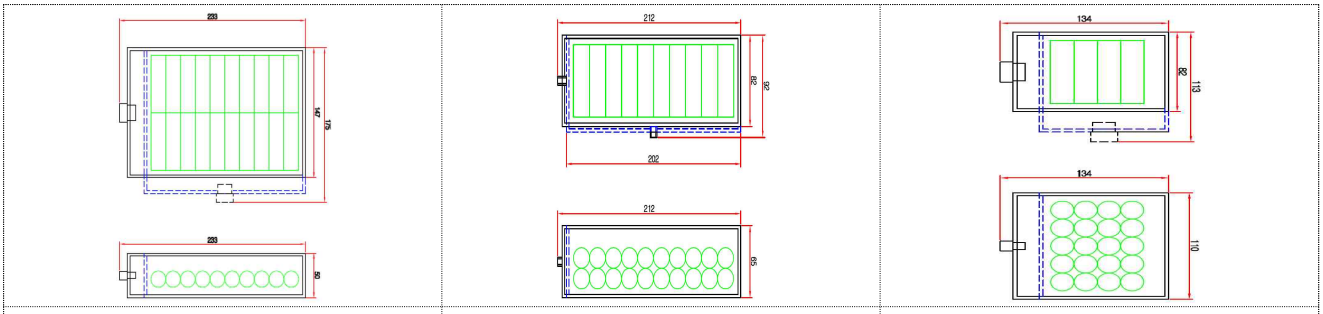
모터-배터리 간 전압, 전류 형태 비교

(그림. 275) 모터-배터리 비교 테스트

(4) 배터리팩 시작품 제작

(가) 배터리팩 도면 제작

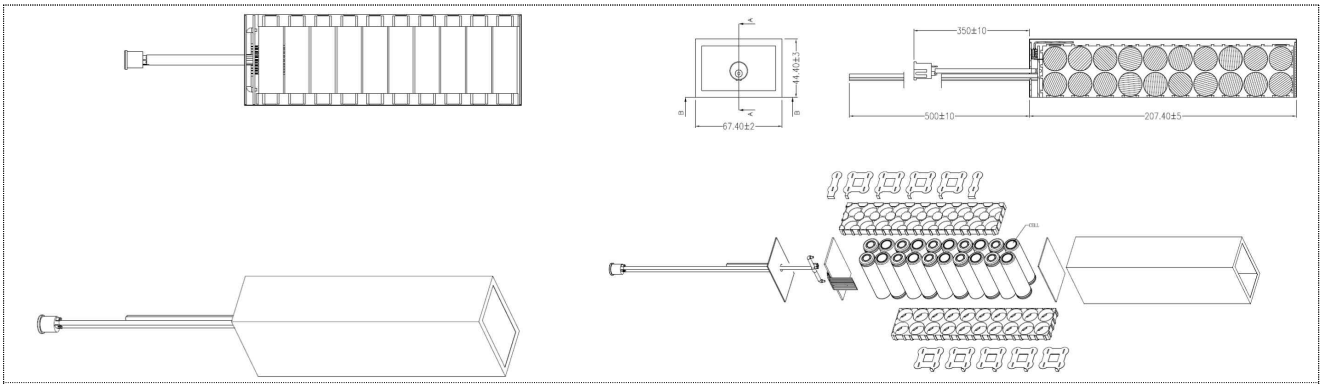
○ 배터리팩은 실버캐리지 구조상 발판부에 위치하는 것이 적합함. 지상고 및 디자인 요소를 고려하여 배터리셀의 배치는 2안으로 채택함



1안	2안	3안

(그림. 276) 배터리셀 배치 안

○ 단가 조정 및 감량을 위해 soft 팩 형태의 배터리팩에 대한 도면을 제작함



(그림. 277) 배터리팩 도면 제작

(나) 배터리팩 시작품 제작

○ 이동거리 확장을 위해 최대 2개의 배터리팩 적용이 가능하도록 도킹부를 설계함. 배터리팩을 1개 사용할 경우와 2개를 사용할 경우를 구분하기 위한 개별 I.D 부여 및 이에 따른 SOC 산출 알고리즘을 적용함

○ 메인제어기와의 실시간 정보 교환을 위해 RS485 / Modbus RTU 방식의 통신 기능을 적용함

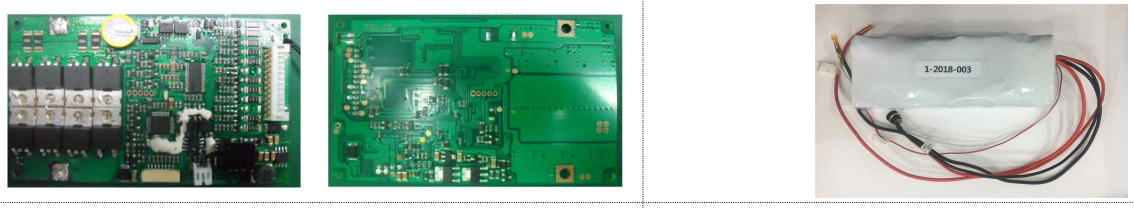
[표. 116] 기본 통신사양

항 목	내 용
통신방식	RS485 / Modbus RTU
통신속도	9600 bps
데이터비트	8 bit
정지비트	1 bit
패리티비트	없음
흐름제어	하지 않음

[표. 117] 패킷 기본 구조

구분 / 순서	시작	장치 번호	명령(정보)	데이터 길이	데이터	체크썸	종료
길이(byte)	1	1	1	2	데이터 길이 값에 따름	2	2

○ Battery Management System(이하 BMS)/Protection Circuit Module(이하 PCM)의 회로 및 배터리팩 시작품을 제작함



BMS/PCM PCB(회로)	배터리팩

(그림. 278) 실버캐리지 배터리팩

(5) 실버캐리지-배터리 간 연동

(가) 1회 충전 주행거리 테스트

- 배터리 1개를 적용했을 때와 2개를 적용했을 때의 1회 충전 주행거리 비교를 통한 이동거리 확장성에 대한 평가를 진행함

(나) PCM 및 BMS 기능에 대한 테스트

- 실제 배터리 SOC와 실버캐리지 PMUI 상에 표기되는 SOC 및 잔여주행가능 거리에 대한 테스트를 진행하여 SOC 정확도 검증함
- 배터리 이상 시 실버캐리지에 알림 발생 여부 확인을 통한 배터리 자가고장진단 기능을 확증함
- 과방전 방지 기능 구현 확인을 통한 안정성 검증함

라. 실버캐리지 시작품 제작

(1) Prototype 1 제작

(가) 경량화 및 안정성을 고려한 prototype 1 제작

- Mock-up 감량을 위한 프레임 설계와 강성 유지 및 안정적인 무게중심을 위한 설계 구조를 적용하였으며, 내부회로 보호 및 부식방지를 위한 기밀/수밀 시스템을 구현함
- 포토센서에 의한 Feedback control로 목표 값인 5 km/h가 될 때까지 동력이 공급되고 5 km/h가 되면 목표 값과 출력 값이 같아지면 동력이 차단됨

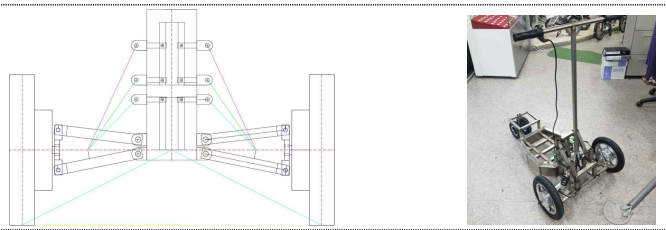


(그림. 279) 실버캐리지 prototype 1

(2) Mock-up 실물 구성 3단계

(가) 1차 Mock-up 제작

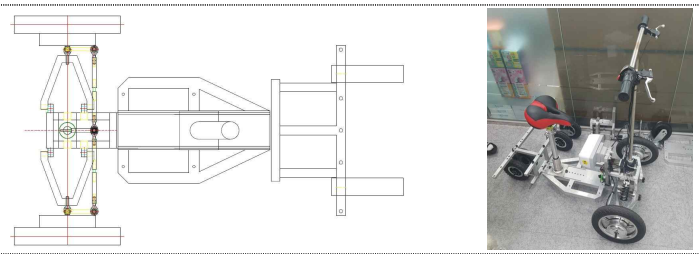
- 역삼륜 형태의 4륜 구조를 적용하였으며 심미적 요소에 의한 전폭-전장을 최적화함
- 서스펜션 지오메트리 적용을 위한 단계별 테스트를 수행하였으며 롤 센터/링크암의 설치각도 다변화를 통해 서스펜션 각도/lower, upper arm 각도 및 길이를 설정함



(그림. 280) 1차 Mock-up 도면 및 제작

(나) 2차 Mock-up 제작

- 회전반경 및 전복 가능성 테스트를 위한 전륜조향/후륜 캐스터 방식을 적용함
- 하중의 위치에 따른 전륜 모터의 접지력과 등판능력 확보를 위한 안장위치의 가변설계를 적용함
- 링크/토우/캠버 각 가변설계를 통해 둔턱 및 횡경사에서의 주행 안정성 검증과 주행 직진성을 확보함



(그림. 281) 2차 Mock-up 도면 및 제작

(다) 3차 Mock-up 제작

- 2차 Prototype 내 적용 가능한 최종 프레임 형태를 제작함
- 안장의 시작점 및 전반부를 확정하였으며 전륜부 및 스킨구조 안정성을 위한 핸들포스트 하우스 및 이동편의성을 고려한 착석부 접이구조를 추가함




(그림. 282) 3차 Mock-up 도면 및 제작

(3) Prototype 2 제작

(가) 3차 Mock-up 기반 Prototype 2 제작

- 핸들부 조향각도에 따른 풀리비 3 : 1, 벨트 엇걸기 형식 본체 하부 적용함. 핸들 조향에 따라 후륜은 반대 방향으로 최대 90° 회전이 가능함
- 메인제어기, 배터리 등 구성품 장착을 위해 핸들 포스트 하우스를 제작하였으며, 프레임-스킨 간 체결/스킨-스킨 간 체결형식을 이용하여 프레임에 대한 스킨의 결합력 강화 및 스킨 간 들뜸 현상 최소화함



(그림. 283) 실버캐리지 prototype 2

(4) 최종 시작품 제작

(가) 프레임의 구성

- 조향 시 발생하는 롤링으로 인한 전복을 예방하기 위해 차체와 구동휠을 일체화하여 3단계의 접이방식을 구현함





1단계	2단계	3단계

(그림. 284) 실버캐리지 접이방식 구현 3단계

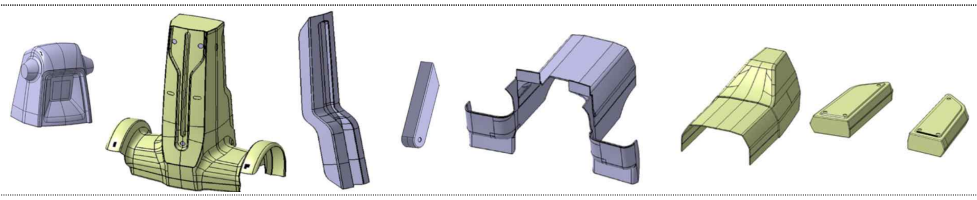
- 후륜조향방식을 베벨기어를 이용한 기계식 조향과 후륜 전동모터를 이용한 전동조향 방식으로 구분하여 부품의 교체만으로 기계식과 전동방식의 전환이 가능함. 핸들부 조향각도에 따른 풀리비 1.5 : 1로 90° 회전 가능함




(그림. 285) 실버캐리지 후륜조향방식

(나) 외장재의 구성

○ 고강도, 고탄성, 내마찰, 내열성, 마모성을 강화하여 주행 중 진동에 의한 파손을 대비하기 위해 Glass Fiber Reinforced Plastics (이하 GFRP) 소재를 적용함
○ 추가 구성품의 결합을 위한 가공성과 결합강도를 확보하였으며 외장재 절개 및 단차를 통한 프레임과 결합 및 보수작업의 용이성을 강화함



(그림. 286) 실버캐리지 외장재 절개 및 단차 설정

(5) 시제품 제작 분석

(가) 저가형 시제품의 구성 및 단가

○ 베벨 기어와 벨트를 이용한 기계식조향 방식과 후륜을 몸체방향으로 삽입하는 수동접이 방식이 적용됨. 도로의 평탄도 및 장애물감지에 의한 알람 및 긴급정지를 위한 스테레오 카메라, 전/후방 초음파센서, TOF센서 모듈을 적용함
○ 프레임/스킨/모터/배터리를 기본 구성으로 하며, 제작단가 및 예비 사용자 설문조사를 통해 기본 단가는 100만 원으로 설정함

(나) 고가형 시제품의 구성 및 단가

○ 저가형 시제품을 기반으로 자동화장치를 적용함. 후륜모터와 감속기를 적용한 전동조향 방식과 엑추에이터를 이용한 전동접이 방식을 적용함. 주변환경인식을 포함한 자율주행모듈을 추가함
○ 저가형 제품을 기준으로 하여 개선 구성품목에 대해 옵션형태로 선택할 수 있게 함

마. 실버캐리지 실용화 방안

(1) 실버캐리지의 구성 및 단가 요소

(가) 저가형과 고가형의 기능 구분

○ 기능 차별화를 통한 수요처별 니즈 맞춤형 저가형, 고가형 모델 개발을 진행함

[표. 118] 저가형/고가형 기능 구분

구 분		저가형	고가형
후륜 조향방식	기계식	O	X
	전동	X	O
접이방식	수동	O	X
	전동	X	O
장애물감지		X	O
자율주행		X	O

(나) 저가형과 고가형 구성에 따른 제작 단가

○ 구성 모듈의 옵션화에 따른 저가형과 고가형 모델 단가를 산출함

[표. 119] 저가형/고가형 단가 산출

저가형	
구성 부품	**단가(원)**
프레임	200,000
스킨	130,000
모터(휠 일체형)	140,000
배터리	150,000
후륜	30,000
제어기(메인/구동모듈)	70,000
PMUI	30,000
악셀레이터	10,000
접이 모듈(수동)	40,000
조향 모듈(기계식)	20,000
균형정보 인식 모듈(IMU센서)	50,000
원격조작 모듈(리모컨)	40,000
잡자재(전조등, 후미등…)	50,000
합 계	**960,000**

고가형	
구성 부품	**단가(원)**
프레임	200,000
스킨	200,000
모터(휠 일체형)	140,000
배터리	150,000
후륜	30,000
제어기(메인/구동모듈/조향모듈)	120,000
PMUI	30,000
악셀레이터	10,000
접이 모듈(자동)	80,000
조향 모듈(자동)	50,000
주변환경/균형정보 인식 모듈 (스테레오카메라/TOF 센서/초음파 센서/IMU센서)	230,000
사용자 위치추적 모듈	70,000
블루투스 모듈	30,000
원격조작 모듈(리모컨)	40,000
잡자재(전조등, 후미등…)	80,000
합 계	**1,460,000**

(2) SWOT 분석

(가) SWOT 분석 및 전략 도출

○ 실버캐리지 마케팅 전략의 방안을 도출하기 위한 SWOT 분석을 수행함

[표. 120] SWOT 분석

[강점] Strength	[약점] Weakness
• 체력적으로 부담 없이 즐길 수 있음 • 가까운 거리 이동 시 손쉽게 이동 가능 • 화석연료를 사용하지 않아 환경오염 문제가 없음 • 접이식으로 운반이 용이함	• 구매 또는 대여 비용이 비쌈 • 가동 에너지가 유한함 • 자전거 도로 이용이 불가함 • 연구, 생산시설 등 기반 인프라가 미비함
[기회] Opportunity	[위협] Threat
• 자전거의 단점을 보완할 수 있음 • 전기바이크와 같은 대체 이동 수단 개발이 가능함 • 다양한 정부의 지원정책 발표 가능성이 있음 • PM에 대한 사회적인 관심이 증가하는 추세임	• 특허기술의 유출 문제가 있음 • 경쟁기업의 유사제품 출시 가능성이 있음 • 배터리 폭발 등 안전사고 발생 가능성이 있음

(3) 판매 전략

(가) B2B 영업 전략

○ 렌탈 사업자, 여행사, 숙박업계 등을 대상으로 임대 마케팅을 추진함
○ 기 보유 60여개 대리점 및 제주지역 렌탈사업 협력사를 활용함
○ 복지시설, 장애인협회를 대상으로 의료비 지원 사업을 활용함
○ 서울시 따릉이, 고양시 피프틴 등 지자체 담당부처 마케팅을 활용함
○ 부지가 넓은 산업단지 및 대학교를 대상으로 구내 이동 수단으로의 활용성을 홍보함

(나) B2C 영업 전략

○ SNS(페이스북, 트위터, UCC 등) 등 온라인 마케팅, 자사 쇼핑몰 및 오픈마켓을 활용함

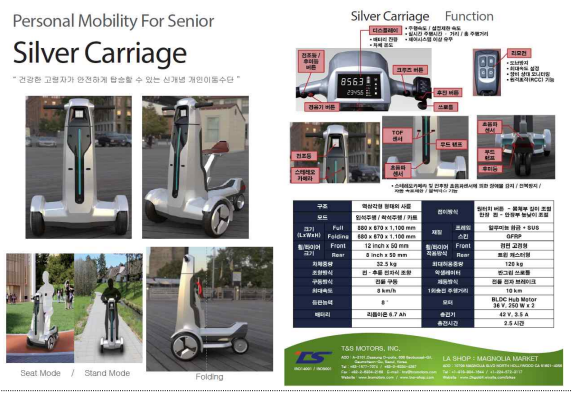
(다) 해외 영업 전략

○ 인도, 미국 NGO 등 기존 수출 바이어를 활용함
○ 미국(LA, 시카고, 뉴욕), 인도(뉴델리) 등 해외 지사를 활용함

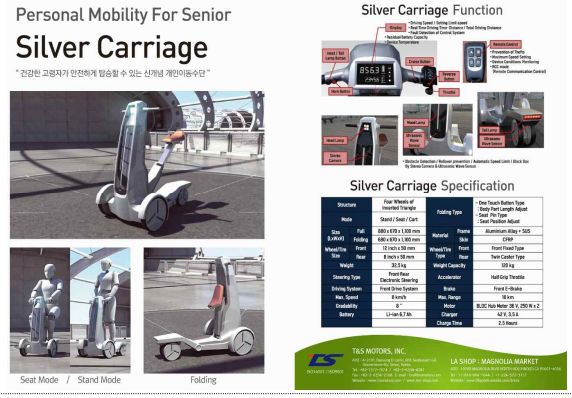
(4) 사전 홍보활동

(가) 국내/외 PM관련 전시회 참가

○ 전시회 참가를 통한 실버캐리지 홍보물 배포 및 시승 기회를 제공함



국내



국외

(그림. 287) 실버캐리지 홍보물

본 페이지는 편집상 여백입니다.

6. 실버캐리지 법제도 개선 및 안전성 평가 (한국건설기술연구원)

연구의 배경 및 주요연구 내용

- ✓ 실버캐리지의 사회적 수용성 확보 및 제도화된 교통수단으로서의 편입을 위한 **관련 제도의 개선 및 절차 수립** 필요
- ✓ 실버캐리지의 보도 이용을 위한 **관련 법제도 검토 및 개선 방안 수립** & 실버캐리지 사용자 관점에서의 **종합 안전성 평가 절차 및 방법론 개발**

주요 연구 결과

실버캐리지 법제도 개선(안) 도출

3차 년도

실버캐리지의 법적 위상 정의 → 법제도 관련 주요 쟁점사항 도출 → 국내외 사례 검토

- 도로교통법
  - 통행권: 원동기장치자전거로서 일반 차량수준 통행권 체용 (보행자, 자전거보다 낮은 수준의 통행권만 부여)
  - 운전면허: 면허 불필요
  - 통행가능구역: 차도 및 일부 공원길
  - 품질 및 성능기준: 전동킥보드와 유사
- 도시공원 및 녹지등에 관한법률
- 전기용품 및생활 용품 안전관리법

주요 쟁점사항
- 현행법 상 실버캐리지는 '보도 통행 규제대상'으로 분류
- 실버캐리지의 안전한 통행을 위한 보도 통행권 제공 시급
- 실버캐리지 관련 품질 및 성능기준 미비
- 관련 성능기준 마련 혹은 기존 기준의 수정 필요

'실버캐리지 품질인증' 수행범위

- 도로교통법 개정 동향 확인
- 해외 사례 확인 및 현장방문

(예시) 일본 츠쿠바 모빌리티특구
: 보도 내 6km/h 속도제한으로 개인 교통수단 통행 허용



4차 년도

정량적 분석 → 도로교통법 개정(안) 도출

모의충돌시뮬레이션 기반 탑승자-피충돌자(보행자) 상해도 분석 수행
- 실버캐리지 vs 보행자 (3km/h)
- 자전거 vs 보행자 (*) 15km/h)

(*) 도로교통법 상 통행 허용 범위

보행자상해수준은 자전거보다 심각하지않음 확인



저속 개인형 이동장치 정의
(← 실버캐리지 등 포함) 및 교통약자의 개인교통 수단 이용범위 정의
- 저속 개인형 이동장치의 범주
- 교통약자 개인교통수단 이용 기준
- 저속 개인형 이동장치 보도이용 기준
- 저속 개인형 이동장치 횡단보도 이용 기준 특례

※ 법제도 상정의 19.02. 개정예정

실버캐리지 안전성평가 방법론 개발

1단계 안전성 평가

제품 자체의 **품질 및 단위모듈 성능** 평가

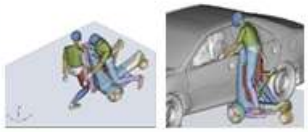
- ☑ 한국건설생활환경 시험연구원에서 수행



2단계 안전성 평가

실버캐리지 **사고발생 시 탑승자 안전성** 평가

- ☑ 입식/좌식 각 평균속도/최고속도 시행
- ☑ 단독사고(전도), 대인사고(보행자), 대차사고(차량) 상황 평가
- ☑ 탑승자 상해 부위 별 상해 정도 측정



3단계 안전성 평가

탑승자 중심의 실제 주행환경 내 안전성 평가

- ☑ 탑승자의 사용성 평가
- ☑ 실버캐리지 주행성 평가
- ☑ 위험환경 인지 평가



활용 및 적용 방안

도로교통법 개정 (안)

개인교통수단 관련 도로교통법령 개정 이후 활용 가능
(※ 도로교통법 개정(안)'18. 11 현재 국회상임위계류 중)

- ☑ 기기/이용자 특성 반영한 **통행권 차별 부여 방안** 제시 향후 **타 유형의 수단 출현 시에도 활용 가능한 법제도 개선 방법 프레임워크 제시**



(*) 본 개정(안)이 포괄하는 적용 대상
- 보행속도 수준의 저속 이동수단
- 통행권에 대한 명확한 정의가 내려지지않은 제품(유아용 전동차 등)

저속 개인형 이동장치를 고려한 도로교통법 개정 (안)

실버캐리지 안전성평가 매뉴얼

현재 부재한 개인교통수단의 안전성 검증 체계 보완 가능



- ☑ 제품 자체의 안전성에 대한 검증(기존의 품질인증)은 일부 구비가 되어 있음
- ☑ **탑승자의 안전성**에 대한 검증과 **주행환경 내에서의 조화성**에 대한 검증은 이루어진 바 없으며 전체 **개인교통수단 제품군에 따른 평가 기준 활용 가능**

개인교통수단 전체의 안전성을 종합적으로 검증할 수 있는 제도적 장치

가. 실버캐리지의 안전한 통행을 위한 법제도 개선방안 수립

○ 연구의 목적
- 본 연구에서는 건강한 고령자의 통행을 위한 실버캐리지를 개발함과 동시에 새로운 이동수단인 실버캐리지의 사회적 수용성 확보 및 적합한 품질의 제품을 제공하기 위한 제도적 장치를 마련하고자 함
- 실버캐리지의 보급 확산 시기에 대비하여 현행 관계법령 및 제도 상 발생할 수 있는 문제점을 사전에 검토하여 실버캐리지의 안전한 통행을 위한 법제도 개선방안을 수립하고자 함
- 특히 본 연구에서는 '실버캐리지의 통행권 검토 및 적정 부여 방안' 을 중심으로 연구를 수행함. 이를 통해 본 연구결과를 실버캐리지에 국한시키지 않고 실버캐리지와 유사한 저속형 개인교통수단 및 유사 장치에 범용적으로 적용시킬 수 있는 방안을 제시하고자 함

○ 연구 진행 절차
- 관련법령 현황 검토를 통한 실버캐리지의 법적 위상 정의
- 실버캐리지 유관 법제도 개선 관련 핵심 쟁점사항 도출
- 개인교통수단 관련 법령 개정 현황 확인
- 국내외 개인교통수단/유사 제품 통행권 부여 사례 검토
- 충돌시뮬레이션 기반 실버캐리지의 보도 환경 위해성 검토
- 실버캐리지 통행권을 반영한 법제도 개선(안) 도출

(1) 실버캐리지 관계법령 검토 및 관련 동향

(가) 실버캐리지 관련법령 현황

○ 현행법 상 실버캐리지의 법적 위상 정의
- 본 연구에서는 실버캐리지의 시판 상황을 가정하여 실버캐리지가 가지는 '교통수단 측면' 및 '제품 측면' 의 법적 위상을 확인하고자 함
- 이는 최근 시판되는 개인교통수단의 대부분이 제품 측면의 법적 위상은 만족하나 교통수단으로서 법적 위상을 달성하는 것에 어려움을 겪고 있기 때문임
- 현행법에 기반한 실버캐리지의 법적 위상은 다음과 같음

[표. 121] 실버캐리지의 법적 위상 정의

구분	법적 위상	관련 법명
교통수단으로서의 위상	원동기장치자전거	도로교통법
	운전면허 불필요	
통행 가능 구역	차도	
	공원길(일부)	도시공원 및 녹지 등에 관한 법률
품질 및 성능기준	전동킥보드	전기용품 및 생활용품 안전관리법

○ 도로교통법 검토 결과
- 실버캐리지는 원동기장치자전거의 일종으로서 도로교통법 상 도로 구역에서는 차도에서만 통행이 가능하며 보도 및 자전거도로에 대한 통행이 불가능함
- 다만, 도로교통법이 적용되지 않는 도로구간(차단기 등으로 통행이 제한된 사유지 내 도로 등, 아파트 단지 내 도로가 대표적)에서는 사유지 관리자와의 협의가 도로교통법 상 규정된 통행권을 우선할 수 있음
- 만 65세 이상의 고령자가 실버캐리지를 운행하는 경우에는 면허 취득이 불필요함

○ 도시공원 및 녹지 등에 관한 법률 검토 결과
- 실버캐리지는 원칙적으로 도시공원 및 녹지에서 탑승이 가능함
- 개인교통수단으로 대상을 확장하였을 때, 2018년 12월 개정된 도시공원 및 녹지 등에 관한 법률 시행령 제 50조에 의거하여 '중량(동력장치를 장착한 용구 전체의 중량을 말한다)은 30킬로그램 미만이고 최고속도는 시속 25킬로미터 미만인 동력장치로서 공원관리청이 종류 및 안전기준 등을 정해서 허용하는 동력장치를 이용해서 공원관리청이 정한 통행구간으로 출입하는 행위' 가 허용됨

○ 전기용품 및 생활용품 안전관리법 검토 결과 종합
- 실버캐리지는 전동킥보드의 일종으로 해석할 수 있으며, 이는 안전확인 대상제품에 속함
- 실버캐리지의 판매를 위해서는 안전확인 안전기준 부속서에 제시된 시험절차를 준용한 공인시험기관에서의 시험이 필요하며, 시험 결과에 대한 인증기관 신고가 필요함
- 실버캐리지의 형식변경이 필요한 경우에는 변경신고를 해야함

(나) 법제도 개선 관련 핵심 쟁점사항

○ 통행권 관련 쟁점사항
- 실버캐리지의 보도 통행 허용: 도로교통법에서 제시한 '원동기장치자전거' 중 1인용 개인교통수단(퍼스널 모빌리티, PM)에 대한 통행권 재부여 관련 논의 진행 및 법령 개정에 따라 실버캐리지의 보도 및 자전거도로 상에서의 통행권 확보가 가능할 것으로 보임
- 실버캐리지의 보도 통행 가능 여부에 대한 논의는 PM의 보도 이용을 허용하는 도로교통법의 개정 사항에 따라 각 지자체 별 조례를 통하여 특정 지역/지구에 대한 사용 승인을 받는 것이 적절함
- 한편, 도로교통법 개정 이전 시기의 실버캐리지의 활용은 도로교통법이 적용되지 않는 도시공원구역 혹은 사유

지 내 구내도로를 중심으로 사용을 권장하는 것이 적절함. 특히 도시공원구역 내 공원길(보도 포함)은 노인이 동력장치를 운행할 수 있는 구역으로 해당 구간에서 실버캐리지를 이용하는 것에 대한 법적 저촉이 없는 구간임을 공원 관리자에게 인지시킬 필요가 있음

- 따라서 공용도로 상 인프라 조건과 유사한 도시공원구역 혹은 사유지 내 구내도로를 중심으로 실버캐리지의 시범운영을 추진한 후, 운영 성과를 바탕으로 실버캐리지의 공용도로 사용 가능성을 설득하는 전략을 수립할 필요가 있음

○ 품질인증 및 시험절차 관련 쟁점사항

- 실버캐리지는 구조 상 전동킥보드와 유사하나 안장이 탈부착식이 아닌 수납식이므로 전동킥보드에 대한 성능시험절차 및 성능기준을 획일적으로 적용하기에 어려움. 따라서 실버캐리지가 가진 고유한 구조 및 기능(주변인식 및 경고기능 등)에 대한 인증절차가 추가적으로 요구됨
- 따라서 현행법 상 가장 유사한 제품인 전동킥보드의 성능시험절차 및 성능기준을 기반으로 실버캐리지에 특화된 성능기준을 수립하고, 이를 안전확인 안전기준(산업통상자원부 고시 의거) 등에 반영하여 제도화시키는 방안이 가장 합리적임
- 한편 전동킥보드에 대한 시험절차를 준용하여 실버캐리지 본체(안장 및 부가장치 제외)에 대한 기본성능을 만족하는 제품을 인증하고, 안장 및 부가장치는 별도의 옵션화하여 판매하되 옵션부분에 대한 신고를 별도로 진행하는 방안을 검토할 수 있음 (※ 해당 내용은 현재 본 연구에서 '실버캐리지 품질인증' 부분에 해당되어, 본 연구에서는 관련 쟁점사항 확인 이후 추가적인 연구는 진행하지 않음)

○ 기타 유관 법제도 관련 쟁점사항

- 실버캐리지 통행 가능 공간에 대한 추가 정의: 실버캐리지는 교통약자의 이동편의 증진법/장애인·노인·임산부 등의 편의증진 보장에 관한 법률에 제시된 '이동편의시설(교통약자법)/편의시설(장애인등편의법)'을 활용하여 통행할 수 있어야 하며, 해당 시설의 활용에 있어 '장애인등편의법 시행규칙 별표 1'에 제시된 편의시설의 구조·재질 등에 관한 세부기준에 제시된 물리적 조건을 만족할 수 있어야 함

(2) 실버캐리지 통행권 부여를 위한 법제도(안) 도출

(가) 개인교통수단 관련법령 개정 동향

① 중앙정부 차원의 동향

○ 개인교통수단의 통행권과 관련된 정부 차원의 논의는 2016년 5월 제5차 규제개혁장관회의에서 최초로 발의되었음. 해당 회의에서 정부에서는 개인교통수단의 통행방법과 관리방안을 개선하여 기존 교통체계 내에 개인교통수단을 편입하고자 하는 의지를 표명하였으며, 2016년 12월 내에 운행 허용 기준을 수립할 것임을 밝혔음



(그림. 288) 2016년 제5차 규제개혁장관회의 상 개인교통수단 관련 안건

○ 그러나 개인교통수단에 대한 운행 허용 기준에 대한 논의는 2018년 11월 현재까지 마무리되지 못한 상황인데 이는 유관기관 간 협의 지연과 더불어 후술할 도로교통법 개정(안)이 국회를 통과하고 있지 못하기 때문임

○ 일례로 금년(2018년) 4월 중소벤처기업부 주관 '규제해결 끝장캠프'에서는 민·관 합동으로 개인교통수단 관련 이슈를 집중 논의하였음. 해당 회의에서 민간 측(개인교통수단 제조 및 판매 관련 사업자)에서는 개인교통수단 관련 규제의 전면적 완화를 통해 시장 확대를 요구하였으나, 관측에서는 규제 완화에 따라 발생할 수 있는 부의 편익(사고 증가, 타 수단 이용자의 불편 증가) 등을 근거로 규제 완화에 미온적인 자세를 견지하였음

② 국회 차원의 동향

○ 개인교통수단 관련 시장 형성 및 보급 확산에 따라, 제20대 국회(2016년 7월 회기 개시)에서는 총 2 건의 개인교통수단 관련 도로교통법 개정(안)이 발의되었음

[표. 122] 제20대 국회 발의 도로교통법 개정(안)

구분	홍의락 의원 발의 (2016. 12)	윤재옥 의원 발의 (2017. 6)
개인교통수단 정의	'자동차관리법' 기반 '전동 이동장치'로 정의 (자동차에 해당되지 않는 수단)	'도로교통법' 기반 '개인형 이동장치'로 정의 ('원동기장치자전거'중 일부를 속도/무게 고려하여 정의)
통행권 (차도)	허용하지 않음	자전거 통행 규칙에 준하여 허용 자전거도로와 보도가 병행 존재 시 자전거도로로 통행
통행권 (자전거도로)	통행 허용 자전거도로와 보도가 병행 존재 시 자전거도로로 통행	
통행권 (보도)	속도 제한(10 km/h) 통행 허용	
특이사항	횡단보도에서는 내려서 보행	운전면허 취득 불필요 횡단보도에서는 내려서 끌고(들고) 이동

○ 해당 법안 2건은 2018년 11월 현재 국회 소위원회에 상정된 상황이나 1년 6개월 이상 처리가 지연되고 있어 향후 진행상황에 대한 예상이 불투명한 상황임

○ 개인교통수단 관련 의원발의(안) 2건을 검토하였을 때 원칙적으로는 실버캐리지의 보도 상 통행이 가능할 것으로 보여짐. 다만, 윤재옥 의원 발의안에서 제시된 '무게를 고려한 개인형 이동장치의 정의' 부분은 실버캐리지의 현재 무게수준(약 30 kg)을 고려하였을 때 실버캐리지가 개인형 이동장치 범주에 포함되지 못할 우려가 존재함

○ 한편, 2018년 12월 개정된 도시공원 및 녹지 등에 관한 법률 시행령에서 윤재옥 의원이 발의한 '개인형 이동장치' 관련 기준이 공원길에 대한 개인교통수단 이용 기준으로 적용됨에 따라, 향후 도로교통법 개정에 있어 윤재옥 의원 발의안이 개정안으로 채택될 가능성이 높아짐. 따라서 실버캐리지를 위한 도로교통법 개정(안) 도출에 있어 윤재옥 의원 발의안이 국회에서 의결된다는 것을 가정하여 법제도 개정(안)을 제시할 필요성을 확인함

(나) 국내외 유사/관련 사례 검토

① 국내 유사 기기 관련 기준 검토

○ 전동휠체어 및 의료용스쿠터 관련기준: 전동휠체어 및 의료용스쿠터는 정상적인 보행이 불가능한 장애인 혹은 노인이 사용하는 의료기기로서 도로교통법 상 보도에서의 통행이 허용됨. 전동휠체어 및 의료용스쿠터와 관련된 성능 및 규격에 대한 기준은 식품의약품안전처의 '의료기기 기준규격'에 다음과 같이 명시되어 있으며, 이는 보도 상 통행을 허용할 수 있는 개인교통수단의 유형을 구분하는 데에 기준으로서 활용할 수 있을 것으로 보여짐

[표. 123] 전동휠체어 및 의료용스쿠터의 주행 관련 성능기준

구분[9]	등급 A	등급 B	등급 C
최대안전경사(°)	3	6	10
동적 안정성(°) (전진방향 오르막 시작/멈춤, 전/후진방향 내리막 멈춤)	3	6	10
정적 안정성(°)	6	9	10
속력(전진) (km/h)	15	15	15
속력(후진) (km/h)	휠체어의 최대전진속력의 70% 또는 5km/h 중 낮은 것		
회전폭 (mm)	1,300	1,600	2,500
회전반경 (mm)	1,000	1,300	2,300
최저 장애물 높이 (mm)	15	50	100

[표. 124] 전동휠체어 및 의료용스쿠터의 권장 규격

구분	휠체어 형태 분류		
	A	B	C
최대 길이	1,200	1,300	1,400
최대 너비	650	700	800
최소 최저지상고	30	60	80

→ 혼합교통류 상황을 고려하였을 때, 실버캐리지의 운전성능이 전동휠체어 및 의료용스쿠터의 운전성능과 유사하면서, 실버캐리지의 크기 및 무게가 전동휠체어 및 의료용스쿠터보다 작을 경우에는 기존 보도 이용자의 큰 반발 없이 실버캐리지의 수용이 가능할 것임

○ 유아용 전동차 관련기준: 유아용 전동차는 '완구'로 분류되어 있으며, 안전성 측면에서 가장 취약한 유아를 탑승 대상으로 고려한다는 점에서 완구에 대한 성능기준은 어린이제품 안전 특별법에 의거한 안전기준(산업통상자원부 고시 제 2017-16호에 의거한 안전확인 안전기준 6(완구))에 의해 다음과 같이 규정되어 있음

- 수평면에서 25 kg ± 0.2 kg 하중을 가하였을 때 최고속도 8 km/h 이내여야 함
- 완구를 밀지 않고 그대로 내버려 두었을 때 자동으로 동력이 차단되는 스위치에 의해서 조작되어야 함
- 브레이크를 작동시키면 자동적으로 구동 장치의 동력이 차단' 되어야 함
- 15° 이내의 기울기를 갖는 경사면에서 뒤집히지 않아야 함
- '자동차가 있는 길거리나 가파른 경사나 계단 근처'에서 사용을 금하여야 함

→ 유아용 전동차 관련 기준은 가장 취약한 교통약자가 이용하는 전동 이동체에 대한 기준이라는 측면에서 실버캐리지의 경우에 적용할 수 있을 것으로 보여짐. 특히 '최고속도 8 km/h 이내'의 기준은 실버캐리지를 포함한 저속 개인교통수단을 구분하는 기준으로 활용할 수 있을 것임

② 해외의 개인교통수단 통행권 부여 사례

○ 해외 각국에서는 개인교통수단이 '어느 유형의 이동수단에 속하는지'를 정의하여 해당 유형의 이동수단에 기부여된 통행권을 부여하고 있는데 이때 통행권에 대한 가장 큰 판단기준으로 '주행속도'를 활용하고 있음

9) 등급 A : 실외 장애물을 넘어야할 필요가 없는 작고 조종할 수 있는 휠체어
등급 B : 일부 실내 환경과 일부 실외 장애물을 넘을 수 있는 작고 조종할 수 있는 휠체어
등급 C : 실내에서 사용할 필요가 없으나 먼 거리를 갈 수 있고, 실외장애물을 극복할 수 있는 크기가 큰 휠체어

[표. 125] 해외 각국에서의 개인교통수단 통행권 부여 사례

국가	보행자	자전거	차량
캐나다	∨		
미국	∨		
프랑스	보행속도	∨	
스위스	∨	∨	
벨기에	보행속도	〉보행속도	
노르웨이	보행속도	〉보행속도	
호주	≤ 10 km/h		〉10 km/h
영국	≤ 6 km/h		〉10 km/h
덴마크	보행속도	최대 15 km/h	∨

(출처) Bruneau, J.F., Maurice, P.(2012), A Legal Status for Personal Mobility Devices

○ 특히 본 연구에서는 최근 개인교통수단에 대한 통행권 정의가 새롭게 이뤄진 싱가포르 및 일본의 사례를 중점적으로 검토함

○ 싱가포르는 2016년 개인교통수단의 적절한 통행권을 제공하기 위한 대규모 설문조사 수행하였고, 이를 바탕으로 2017년 1월 도로교통법(Active Mobility Bill) 개정을 통해 개인교통수단에 대한 통행을 허용하였음

- 싱가포르에서는 개인교통수단을 '무게' 및 '속도', '폭원' 과 관련된 기준을 활용하여 분류하였음
- 싱가포르 기준을 검토하였을 때, 싱가포르에서는 우리나라의 '전동킥보드' 및 '전동휠(원휠, 투휠 등)' 유형의 개인교통수단에 대해서만 새로운 통행기준을 부여하는 방안을 선택하였으며 상대적으로 크고 무거운 전동 이륜평행차(세그웨이 등)는 사용을 억제하고자 하는 전략을 택한 것을 확인하였음

	Maximum unladen weight (including accessories)	Maximum width	Maximum device speed
Conventional Bicycle and Personal Mobility Device	20 kg	700mm	25km/h (for motorised devices)
LTA-approved Power-assisted Bicycle	20 kg	-	25km/h (speed at which the motor power cuts off)

- 개인교통수단(Motorized PMD) 차체 무게는 20kg 이내
- 개인교통수단 폭원은 700mm 이내
- 개인교통수단의 최고속도는 25km/h 이내

Mode/Type of Devices	Cycling/Shared Paths (including Park Connector Networks) [Speed Limit – 25 km/h]	Footpaths [Speed Limit – 15 km/h]	Roads	Locations with 'No Riding' signs (e.g. pedestrian overhead bridges)
Personal Mobility Aid *e.g. motorised wheelchairs, mobility scooters*	✓	✓	×	✓
Conventional Bicycle	✓	✓	✓	×
Personal Mobility Device *e.g. skateboard, kick-scooter, electric scooters, hoverboards, e-wheels*	✓	✓	×	×
LTA-approved Power-assisted Bicycle	✓	×	✓	×

- 개인교통수단은 보도(15km/h 이내), 자전거도로 및 자전거보행자 겸용도로(공원길 포함) (25km/h 이내)에서 통행 가능

(그림. 289) 싱가포르의 개인교통수단 정의 및 관련 통행규정

(출처) Land Transport Authority of Singapore(2017), Active Mobility Bill Annex A

→ 싱가포르는 2016년 개인교통수단의 수용성에 대한 대규모 설문조사(응답자수 5,000건 이상)의 결과를 바탕으로 제도권에 편입 가능한 개인교통수단 유형의 정의 및 이에 대한 통행권을 부여하였음. 특히 경량 개인교통수단의 통행권을 보행자 및 자전거와 유사하게 제공하여 일반 차량과 분리시키려고 하였다는 점과 하나의 유형이 두 가지 상이한 유형의 통행공간을 이용 가능하도록 만드는 방법으로서 상이한 속도제한 규정을 활용하였다는 점이 특이점임

○ 일본은 2011년 이바라키현 츠쿠바(Tsukuba)시를 개인교통수단 등의 보행데크 및 공원길 등 보행환경을 이용한 전면적 활용 방안의 타당성을 실증하기 위한 '모빌리티 로봇특구'로 지정하여, 다양한 유형의 개인교통수단에 대한 실 보행환경 상 적합성을 검토하는 실험을 진행하였음

○ 츠쿠바의 모빌리티 로봇특구 실증실험 결과를 바탕으로 2015년 일본은 산업경쟁력강화법 제10조 제1항의 규정에 따라 신사업활동계획을 인정받은 자가 지방공공단체의 협력을 얻었을 때, 공용 보행환경(자전거보행자전용도 혹은 보통자전거의 보도통행이 가능한 교통규제가 실시되고 있는 보도)에서 개인교통수단을 활용한 실증사업을 허용하는 개인교통수단 실증실험의 전국 확대 방안을 제시하였음. 이때, 공용도로에서의 실증실험이 가능한 개인교통수단의 물리적 요구사항을 다음과 같이 제시하였음

- 길이 120 cm, 폭 70 cm를 넘어서는 안 됨
- 시속 6 km/h를 넘는 속도를 내서는 안 됨
- 보행자에게 위험을 끼칠 수 있는 날카로운 돌출부가 있어서는 안 됨

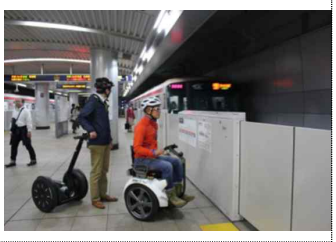
→ 일본 츠쿠바 시의 사례는 개인교통수단의 용도를 '보행권 향상의 수단', 적합한 유형의 개인교통수단의 용도를 '보행권 향상 및 지원 방향'으로 설정하였으며, 해당 개인교통수단을 위한 신기술(자율주행 기능 등)이 포함된 개인교통수단 자체에 대한 평가 환경을 마련하여 시민을 대상으로 한 수용성 확보의 필요성을 확인한 사례로 들 수 있음. 특히 크기와 속도에 대한 엄격한 규정을 통해 보행환경 내에서 개인교통수단 이용 기준을 제시하였다는 측면에서 실버캐리지를 위한 도로교통법 개정 방향에서 해당 내용에 대한 검토가 필요할 것으로 사료됨



츠쿠바 모빌리티특구에서 실증실험을 수행한 장치
(세그웨이, 세그웨이재팬 Genny, 도요타 Winglet 등)



츠쿠바 세그웨이투어
(2017. 11 연구진 방문)



개인교통수단의 철도(츠쿠바 익스프레스) 승차 실증실험

(그림. 290) 일본 츠쿠바 모빌리티특구 사례

③ 국내외 관련사례 검토 결과

- 실버캐리지와 사용자 및 기구적 특성에 있어 유사한 2종의 유사 수단에 대한 성능기준을 검토한 결과, 저속 개인교통수단을 구분할 수 있는 구분선으로 '15 km/h' 기준과 '8 km/h' 기준을 활용할 수 있음을 확인함
- 한편 해외의 개인교통수단 관련 통행권 저속 개인교통수단에 대한 통행권을 별도로 부여하고자 할 때에는 별도의 기기 관련 성능 및 규격기준을 제시하여야 할 필요성을 확인하였으며 구체적으로는 다음과 같은 기기 관련 요인에 대한 검토가 필요함을 확인함
  - 기기의 최고속도, 혹은 운행속도
  - 기기의 폭원
  - 기기의 회전반경
  - 기기의 무게
  - 기기의 형상
- 해당 요인 중, '기기의 무게'와 관련된 요인은 싱가포르와 일본의 두 가지 사례에서 상반된 결과를 나타내어 무게와 안전성과 관련된 상관관계는 보다 면밀한 검토가 필요하다는 점을 확인함
- 전동휠체어 및 의료용스쿠터에 대해서는 기기의 무게 관련 규정이 정해져있지 않음. 따라서 '고령자에 대한 이동보조수단 제공'이라는 실버캐리지의 목적을 달성하기 위해서는 법제도 개정 시 '저속 개인교통수단에 대한 무게 관련 조항의 제한적 면제'를 고려하여야 함

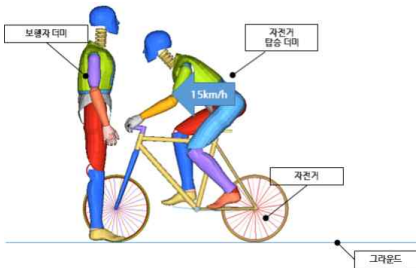
(다) 충돌시뮬레이션 기반 실버캐리지의 보도 환경 위해성 검토

① 충돌시뮬레이션 수행의 목적 및 방법론

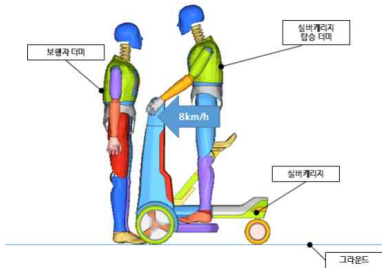
- 현행법 상 건강한 고령자가 보도에서 이용 가능한 수단은 보행 외에 자전거가 유일하며, 자전거의 보도 이용은 도로교통법 상 '제 13조의 2 자전거의 통행방법의 특례' 중 제 4항에 명시되어 있음
- 본 연구에서는 실버캐리지의 보도 이용 상황을 가정하고 자전거 대비 보행자에 대한 위해 수준의 경중을 정량적으로 확인하기 위하여 보행자 대 실버캐리지 충돌 상황과 보행자 대 자전거 충돌 상황에 대한 충돌시뮬레이션을 수행하였음. 충돌시뮬레이션을 통해 보행자 및 탑승자의 상해 수준을 정량적으로 예측하고, 예측 수준의 경중을 검토하여 보행자에 대한 실버캐리지의 위해성을 자전거와 비교하여 도로교통법 개정(안) 제시의 적정성을 판단하기 위한 근거로 활용하기로 함
- 본 연구에서 수행한 충돌시뮬레이션 수행 조건 및 시나리오, 결과 해석 기준은 다음과 같음

(시뮬레이션 수행 조건 및 수행 시나리오, 결과 해석 기준)
- 실버캐리지 가상모델: 최종 시작품 디자인 및 구조 반영, 무게 40kg
- 자전거 가상모델: 유사 연구(교통안전공단(2017) '개인형 이동수단의 도로 이용자 간 충돌상해에 관한 해석적 연구') 사용 모델 적용
- 충돌 시나리오
  - 정면충돌(충돌 시 보행자는 정지상태)
  - 충돌 시 속도: 자전거 15 km/h(평균 자전거 이동속도), 실버캐리지 8 km/h(최고속도)
  - 실버캐리지의 입식승차자세 및 좌식승차자세 모두 반영
- 분석 프로그램 및 더미: Altair사의 RADOISS 사용, RADIOSS용 더미 해석모델 사용
- 상해수준 판단기준:AIS(미국 자동차의학진흥협회의 약식 상해등급) 2등급(Moderate, 의식불명 1시간 미만, 사망률 0.1~0.4%)을 기준상해로 하여, 각 신체부위 별(머리, 목, 가슴, 상부다리, 하부다리)의 상해수준이 기준상해 발생수준의 어느 정도에 해당되는지를 확인

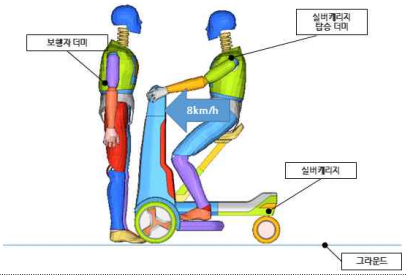
→ AIS 2등급 기준의 상해가 보행자의 신체 부위별로 발생할 확률을 확인하여 상해확률이 높을수록 위해도가 큰 것으로 판단



보행자-자전거 충돌



보행자-실버캐리지(입식) 충돌



보행자-실버캐리지(좌식) 충돌

(그림. 291) 충돌시뮬레이션 수행 시나리오

② 충돌시뮬레이션 수행 결과 분석

○ 충돌시뮬레이션 수행 시, 실버캐리지 탑승자 더미가 전면 핸들바에서 손을 놓았을 때와 손을 놓지 않았을 때에 발생하는 거동이 달라 충돌 시 보행자의 상해 발생 확률이 다르게 나타남. 해당 요인을 반영하여 분석을 수행한 결과는 다음 표와 같음

[표. 126] 충돌시뮬레이션 수행 결과

측정부위	측정항목	자전거	실버캐리지 (입식,손놓음)	실버캐리지 (좌식,손놓음)	실버캐리지 (입식,손안놓음)	실버캐리지 (좌식,손안놓음)	실버캐리지 (탑승자세 평균)
머리상해	HIC36	42%	71%	40%	14%	9%	33%
목상해	전단력	59%	65%	13%	8%	15%	25%
	인장력	192%	165%	128%	100%	86%	120%
	젖힘모멘트	61%	22%	24%	16%	26%	22%
가슴상해	압축변위	0%	16%	4%	11%	9%	10%
	압박속도	0%	6%	2%	2%	2%	3%
상부다리	대퇴부압박하중	8%	43%	38%	29%	38%	37%
하부다리	압축하중	4%	19%	30%	29%	30%	27%
	뻐지수	22%	88%	54%	48%	50%	60%

○ 상기 시뮬레이션 결과는 다음과 같이 해석 가능함

- 자전거와 비교하였을 때, 실버캐리지와 보행자 충돌 시 보행자의 머리상해 발생 수준은 크지 않으며 '입식, 손놓음' 탑승자세를 제외하고는 자전거보다 매우 낮은 수준임을 확인할 수 있음
- 자전거와 비교하였을 때, 실버캐리지와 보행자 충돌 시 보행자의 목상해 발생 수준은 낮은 것으로 확인됨. 다만, 자전거와 실버캐리지 모두 충돌 시 보행자가 목상해를 입을 확률이 높은 것으로(← '인장력' 항목 관련) 확인됨
- 자전거와 비교하였을 때, 실버캐리지와 보행자 충돌 시 보행자의 가슴상해 발생 확률이 높은 것으로 확인됨. 다만, 발생 확률이 10% 이내로 매우 낮아 위해성 측면에서는 자전거와 큰 차이가 없을 것으로 예상됨
- 자전거와 비교하였을 때, 실버캐리지와 보행자 충돌 시 보행자의 상부다리 상해 발생 확률이 높은 것으로 확인됨. 다만, 발생 확률이 30%대로 낮아 위해성 측면에서는 자전거와 큰 차이가 없을 것으로 예상됨
- 자전거와 비교하였을 때, 실버캐리지와 보행자 충돌 시 보행자의 하부다리 상해 발생 확률이 높은 것으로 확인됨. 다만, 하지에 부여되는 압축하중 자체는 상해를 유발시키기에 크지 않은 것으로 분석되며 뻐지수 관련 분석 결과를 보았을 때 상해 발생 확률이 60% 수준으로 매우 높은 수준은 아닌 것으로 분석됨

→ 신체 부위별 시뮬레이션 결과를 확인하였을 때 실버캐리지가 보행자에 미치는 위해수준은
(자전거 대비 높은 신체부위) 하부다리
(자전거 대비 유사하거나, 높으나 상해 발생 측면 차원에서 큰 의미가 없는 신체부위) 가슴, 상부다리
(자전거 대비 낮은 신체부위) 머리
(자전거 대비 낮으나, 상해 발생 측면 차원에서 주의가 필요한 신체부위) 목
으로 정리 가능하며, 이에 실버캐리지의 대 보행자 위해수준은 '자전거와 유사함'으로 정리 가능함

③ 충돌시뮬레이션 결과 바탕 의의

○ 보행 환경에서 실버캐리지가 보행 환경에서 미치는 영향이 현행 도로교통법 상 통행이 허용된 자전거와 대비하였을 때 크지 않다는 점을 바탕으로 실버캐리지의 보도 통행의 타당성을 뒷받침할 수 있음

○ 단, 충돌시뮬레이션 결과를 바탕으로 하였을 때 실버캐리지가 보행자에 미치는 위해도는 좌식승차 시와 입식승차 시일 때 약간 차이가 존재한다는 점을 확인하였으며 실버캐리지 사용자가 '보행자와 충돌하였을 때에 손을 떼지 않았을 경우'에 보행자 대상 위해도가 낮음을 확인함. 해당 결과는 실버캐리지에 대한 구체적인 운행 관련 기준을 수립함에 있어 참고할 필요가 있음

(3) 실버캐리지 통행권을 반영한 법제도 개선(안)

○ 최종 성과물 도출 개요

- 본 연구에서는 2017년 6월 국회에 발의된 도로교통법 개정(안) (윤재옥 의원 발의)을 기준으로 하여 실버캐리지를 포함한 저속 개인교통수단에 범용적으로 적용 가능한 도로교통법 개선(안)을 도출하였음
- 본 연구에서 도출한 법제도 개선(안)의 특징은 다음과 같음

- '저속 개인형 이동장치' 정의: 최고속도 15km/h 이내, 무게 관련 기준 미적용
- '저속 개인형 이동장치'의 범주 제시: 유아용 전동차, 전동휠체어 및 의료용스쿠터의 운전 성능 기준을 만족하는 변형 장치(의료기기로 분류 어려운 가판용 전동카트 등), 고령자용 이동장비(실버캐리지)
- 교통약자의 개인교통수단 이용 기준 마련: 교통약자는 저속 개인형 이동장치만 활용 허용(단, 어린이는 유아용 전동차만 탑승 허용)
- 저속 개인형 이동장치의 보도 이용기준 특례 제시: 최고속도 8km/h 이내 통행 시 보도 통행 허용
- 저속 개인형 이동장치의 횡단보도 이용기준 특례 제시: 교통약자가 저속 개인형 이동장치를 사용하는 경우 장치에 탑승한 상태로 횡단보도 이용 가능

○ 법제도 상세 개선(안)

(저속 개인형 이동장치를 반영한 도로교통법 개정(안))

- 개인교통수단의 법제화를 위한 도로교통법 개정안 중 윤재옥 의원 발의안('17. 6. 8.)을 기반으로 하여, 저속 개인형 이동장치를 정의하고 저속 개인형 이동장치의 통행 방법을 명문화

1. 제안이유 및 주요내용

최근 전동휠, 전동퀵보드 등 소형·저속의 다양한 개인형 이동장치가 새로운 근거리 교통수단으로 주목을 받으면서 이용자가 급격하게 증가하고 있음.

그러나 이러한 개인형 이동장치는 현행법상 원동기장치자전거에 해당하여 원칙적으로 차도로 통행하여야 하고 자전거도로 및 보도 등을 통행할 수 없고, 경우에 따라 운전면허의 취득이 필요하여 이용에 어려움이 있는 상황임.

이에 원동기장치자전거 중 개인형 이동장치를 새롭게 정의하고, 특례를 마련하여 개인형 이동장치도 자전거도로 및 보도 등을 통행할 수 있도록 하는 등 통행방법을 합리적으로 개선하는 한편, 운전면허의 취득 없이 개인형 이동장치를 운전할 수 있도록 함으로써 새로운 교통수단을 교통체계에 적절하게 편입하여 교통안전을 확보하려는 것임.

이와 더불어, 다양한 유형의 개인교통수단의 원활하고 안전한 통행을 유도하기 위하여 개인교통수단 제품의 성능을 근거로 하여 통행 가능 구역을 구분하고 구역 내에서의 통행규칙을 명확화하며 교통약자(고령자, 어린이 등)의 개인교통수단 이용 방법을 구체화하여 새로운 수단이 기존 교통체계에 편입되는 과정에서 발생될 수 있는 혼란을 최소화하고 교통안전을 확보하고자 함.

2. 도로교통법 일부법률개정(안)

제2조제19호가목 중 "125시시 이하의"를 "125시시 이하(전기를 동력으로 하는 경우에는 최고정격출력 11킬로와트 이하)의"로 하고, 같은 호 나목 중 "배기량 50시시 미만(전기를 동력으로 하는 경우에는 정격출력 0.59킬로와트 미만)의"를 "그 밖에 배기량 125시시 이하(전기를 동력으로 하는 경우에는 최고정격출력 11킬로와트 이하)의"로 하며, 같은 조에 제19호의2 및 제19호의 3, 제21호의2를 각각 다음과 같이 신설한다.

19의2. "개인형 이동장치"란 제19호나목의 원동기장치자전거 중 시속 25킬로미터 이상으로 운행할 경우 전동기가 작동하지 아니하고 차체 중량이 30킬로그램 미만인 것, 혹은 시속 15킬로미터 이상으로 운행할 경우 전동기가 작동하지 아니하는 것으로서 행정자치부령으로 정하는 것을 말한다.

19의3. "저속 개인형 이동장치"란 제19호나목의 원동기장치자전거 중 시속 15킬로미터 이상으로 운행할 경우 전동기가 작동하지 아니하는 것으로서, 행정자치부령으로 정하는 것을 말한다.

(도로교통법 시행규칙 추가 항목)

도로교통법제2조제19호의가목3에서 "행정자치부령이 정하는 저속 개인형 이동장치"란 다음의 어느 하나에 해당하는 것을 말한다.

1) 「어린이제품 안전 특별법 시행규칙」에 의거하여 안전확인대상어린이제품으로 분류된 완구 중 전동 승용 완구에 해당되는 품질인증을 획득한 제품
2) 식품의약품안전처장이 정하는 의료기기의 규격에 따른 전동휠체어 및 의료용스쿠터 중 아의 활용이 가능한 B등급 혹은 C등급의 규격 및 운전 성능기준을 만족하나(특히 최고속도가 반드시 시속 15킬로미터 이하로 제한되어야 함) 구조 및 안전장치 등 다른 조건에 의하여 의료기기로 분류될 수 없는 유형의 제품
3) 한국산업표준(KS)에 의한 고령자용 이동장비
20. "자전거등"이란 「자전거 이용 활성화에 관한 법률」 제2조제1호 및 제1호의2에 따른 자전거 및 전기자전거 및 개인형 이동장치(저속 개인형 이동장치 포함)를 말한다.

제11조제4항 및 제5항을 각각 제6항 및 제7항으로 하고, 같은 조에 제4항 및 제5항을 다음과 같이 신설한다.

④ 어린이의 보호자는 도로에서 어린이가 개인형 이동장치를 운전하게 하여서는 아니 된다. 다만 어린이는 전동 승용 완구의 이용을 허용하며, 이 때 보호자는 어린이를 상시 감시하여야 하며 전동 승용 완구의 이용에 부적절한 어린이는 탑승을 금지하여야 한다.

⑤ 「교통약자 이동편의 증진법」 제2조제1호에 따른 교통약자 중 어린이를 제외한 교통약자의 경우, 저속 개인형 이동장치 외 유형의 개인형 이동장치의 탑승을 불허한다.

제13조제6항 본문 중 "자전거는"을 "자전거등은"으로 한다.

제13조의2의 제목의 "자전거"를 "자전거등의"로 한다.

제13조의2의제1항 전단의 "자전거"를 "자전거등의(단 저속 개인형 이동장치는 제외한다)"로 한다.

제13조의2의제2항·제3항 전단 및 후단 중 "자전거의"를 각각 "자전거등의"로 하고, 같은 조 제5항 중 "자전거의"를 "자전거등의"로 한다.

제13조제4항을 다음과 같이 수정한다.

자전거등의 운전자는 제1항 및 제13조제1항에도 불구하고 다음 각 호의 어느 하나에 해당되는 경우에는 보도를 통행할 수 있다. 이 경우 자전거의 운전자는 보도 중앙으로부터 차도 쪽 또는 안전표지로 지정된 곳으로 서행하여야 하며, 보행자의 통행에 방해가 될 때에는 일시정지해야 한다.

1. 어린이, 노인, 그 밖에 행정안전부령으로 정하는 신체장애인이 자전거등을 운전하는 경우. 다만 「자전거 이용 활성화에 관한 법률」 제2조제1호의2에 따른 전기자전거의 원동기를 끄지 아니하고 운전하는 경우는 제외하며, 저속 개인형 이동장치를 사용하여 보도를 통행할 때에는 시속 8킬로미터 이하의 속도로 운전하여야 한다.
2. 1호에 해당되지 않는 이용자가 시속 8킬로미터 이하 속도의 저속 개인형 이동장치를 운전하는 경우
3. 안전표지로 자전거 통행이 허용된 경우
4. 도로의 파손, 도로공사나 그 밖의 장애 등으로 도로를 통행할 수 없는 경우

제13조의2의제5항 전단의 "자전거의"를 "자전거등의"로 한다.

제13조의2의제6항을 다음과 같이 수정한다.

자전거등의 운전자가 횡단보도를 이용하여 도로를 횡단할 때에는 자전거에서 내려서 자전거등을 끌거나 들고 보행하여야 한다. 단 「교통약자 이동편의 증진법」 제2조제1호에 따른 교통약자가 탑승이 허용된 저속 개인형 이동장치를 사용하여 통행하는 경우에는 운전자가 장치에 탑승한 상태로 횡단보도를 이용하여 도로를 횡단할 수 있다.

제15조의2제2항 중 "자전거 운전자가 자전거를"을 "자전거등의 운전자가 자전거등을"로 하고, 같은 조 제3항 중 "자전거가"를 "자전거등이"로, "자전거의"를 "자전거등의"로 한다.

제19조제2항 중 "자동차등"을 "자동차등(개인형 이동장치는 제외한다)"으로, "있는 자전거"를 "있는 자전거등의"로, "자전거와의"를 "자전거등과의"로 한다.

제21조제2항 전단 및 후단 중 "자전거의"를 각각 "자전거등의"로 한다.

제25조제1항 후단 중 "자전거에"를 "자전거등에"로 하고, 같은 조 제3항 중 "자전거의"를 "자전거등의"로 한다.

제27조제1항 중 "자전거에서"를 "자전거등에서"로, "자전거를 끌고 통행하는 자전거"를 "자전거등을 끌거나 들고 통행하는 자전거등의"로 한다.

제50조제4항의 "자전거의"를 "자전거등의(단 저속 개인형 이동장치는 제외)"로 한다.

제80조제1항 단서 중 "원동기를 단 차 중 「교통약자의 이동편의 증진법」 제2조제1호에 따른 교통약자가 최고속도 시속 20킬로미터 이하로만"을 "원동기장치자전거 중 최고속도 시속 25킬로미터 미만인 개인형 이동장치(저속 개인형 이동장치 포함)"으로 한다.

부 칙

이 법은 공포 후 6개월이 경과한 날부터 시행한다.

(그림. 292) 법제도 개선안 전문

나. 실버캐리지 안전성 평가 매뉴얼 수립

(1) 실버캐리지 안전성 평가 매뉴얼의 역할

○ 실버캐리지 안전성 평가는 실버캐리지가 실제로 시장에서 판매될 수 있는 수준의 완성도를 갖췄는가와 함께 실버캐리지 탑승자의 안전을 종합적으로 확인하는 방법임

○ 특히, 실버캐리지는 스스로의 능력으로 충분히 보행할 수는 있으나 일반인에 비해 신체 및 인지능력이 떨어지는 고령자가 이용하는 수단이면서 법적인 테두리 내에서 보도 상의 통행을 목적에 두고 있음. 따라서 안전성 평가 매뉴얼을 수립하여 수단 자체에 대한 검토뿐만 아니라 탑승자의 충돌 안전도 확인 및 실제 환경에서의 조작 및 주행성까지 종합적으로 살펴볼 필요가 있음

○ 또한 PM에 대한 안전성 평가 자체가 국내에 존재하지 않은 상황(판매를 위한 KC 인증 등 제외)에서 급속도로 성장하고 있는 PM 전체의 안전성을 검증할 수 있는 수단으로 확장되어 활용될 수 있음을 염두하고 안전성 평가 매뉴얼을 수립하였음

(2) 국내외 안전성 평가 동향 검토

(가) 국내 안전성 평가 검토

○ 국내의 가장 대표적인 PM의 안전성 평가 사례는 한국건설생활시험연구원에서 수행중인 KC 전동보드류 인증을 들 수 있으며 이 외에 탑승자의 안전에 대한 평가 사례는 없는 것으로 조사되었음

○ 따라서 PM 이외의 이동수단 및 부속물에 대한 안전성 평가인 자동차 충돌 안전성 평가 및 유아용 카시트 안전성 평가에 대해 검토하였음

- 자동차 충돌 안전성 평가(New Car Assessment Program, 이하 NCAP)는 자동차 제조사들이 안전과 관련된 기술을 향상시킴으로써 보다 안전한 자동차를 제작하도록 유도하면서 소비자들에게는 안전의식을 고취시키고 차량 구매 시 안전과 관련된 정보를 제공하여 보다 안전한 자동차 보급을 통해 교통사고로 인한 사회적 비용을 감소시키고자 수행하는 평가임
- 유아용 카시트는 만 6세 미만의 유아가 차량에 탑승할 경우, 의무적으로 착용해야 하는 안전장비로써 안전에 대해 ISO 국제표준이 적용되고 있으며 국가별로 수립된 기준에 의거하여 제품의 안전성을 평가하고 있음

○ PM 안전성 평가 도입 관련 선행 연구사례로는 보건복지부의 '고령친화제품 사용성평가 체계 및 실행방안(2011)' 연구를 들 수 있음

- 해당 연구에서는 단순히 외국제품을 모방하는 국내의 실정을 벗어나 국내제품의 기술경쟁력 제고와 소비자 만족도 증진을 목적으로 고령자 특성을 반영한 사용성 정보를 생성하고 보급할 수 있는 체계를 개발하고자 하였음. 연구의 내용 중 고령자의 보행 보조차를 대상으로 사용성 평가 지표를 개발한 바가 있음

→ 국내의 PM에 대한 안전성 평가 동향을 검토한 결과, 시장은 매우 급격한 성장을 보이는데 반해 안전 대비책은 매우 부족하다는 결론을 얻었음. 따라서 본 연구를 통해 제시하고자 하는 실버캐리지 안전성 평가 매뉴얼이 PM의 안전에 대한 인식을 고취시킬 수 있을 것으로 판단하였음

(나) 해외 안전성 평가 검토

① 전동 개인교통수단 평가 파일럿 프로젝트

○ 캐나다 퀘벡 주의 전기자동차 연구 센터(Centre d' expérimentation des véhicules électriques du Québec)에서는 2004년 세그웨이와 전동 스쿠터를 대상으로 총 49명의 피험자를 통해 수단 이용자 대상 확인, 탑승 교육의 필요성 및 교육 난이도, 안전 취약점 및 보강 수단, 이용 목적 구분, 대체 교통수단으로서의 매력도 등에 대해 조사를 수행하였음

- 피험자의 절대 다수(48명)가 세그웨이의 탑승 교육은 필수이나 교육 난이도는 평범하다고 응답하였음
- 세그웨이는 대부분의 연령대에서 구매에 관심을 보였으나 일부 고령자, 임산부, 장애인 정도만 이용이 어려울 것으로 판단하였음
- 피험자들은 일상적인 환경에서의 세그웨이를 매우 안정적인 수단으로 인식한다고 응답하였으며, 위험상황의 청각/시각적 경고 제공 및 배터리 방전 정보 등이 추가되면 안전성이 더욱 향상될 것이라고 응답하였음
- 피험자들은 14세 이상에게 정부 공인 기관을 통한 교육 프로그램 이후 후 헬멧을 착용한 경우에만 세그웨이의 탑승을 허가해야 한다고 응답하였으며 면허는 불필요하다고 판단하였음
- 대부분의 응답자들은 장기적으로 세그웨이 등의 수단이 일정 수준의 통행범위는 자동차까지도 대체할 수 있을 것이라고 응답하였음
- 반면, 전동스쿠터에 대해서는 10분 정도의 간단한 교육이면 충분하며, 40대 이상의 피험자만이 구매에 관심을 보였음. 또한 안전 등과 관련한 부분은 세그웨이와 대체적으로 비슷하게 답변하였으며 여가나 커뮤니티 내 간단한 통행 중심으로 이용이 가능할 것이라고 응답하였음

② 실제 주행 환경에서의 세그웨이 평가

○ 캐나다 퀘벡주의 전기자동차 연구 센터(Centre d' expérimentation des véhicules électriques du Québec)에서는 2006년 실제 주행 환경에서의 세그웨이의 이용성 및 사회적 수용성을 평가하는 실험을 수행하여, 세그웨이의 공용도로 이용을 위한 가이드라인을 다음과 같이 제시하였음

- 공용도로에서의 세그웨이 이용은 16세 이상에게만 허용하고 헬멧 착용을 권장함
- 세그웨이 이용자에게는 자전거 이용 방법 교육 수준의 난이도를 갖는 탑승방법 교육이 필요하며 이는 세그웨이 판매자를 통해 이뤄져야 함
- 전조등을 사용한다는 전제 하에 야간 활용이 가능함

③ 세그웨이 공간 공존성 연구

○ 독일의 카이저슬라우텐 대학(Technische Universität Kaiserslautern)의 모빌리티 & 교통 연구소(Institut für Mobilität & Verkehr)에서는 2006년 개인교통수단의 도로이용 허가 근거를 마련하기 위하여 대표적인 개인교통수단인 세그웨이를 공용 공간에서 이용함에 대한 실증 실험을 수행하여 'Segway in Public Spaces' 보고서를 발간하였음

- 연구는 세그웨이와 다른 도로 이용자의 공존 가능성을 확인하기 위해 실시하였으며, 이용자(11명)에 대한 실증 실험을 통해 세그웨이 이용 허가 관련 권고사항을 제시하였음
- 주된 권고 사항은 악천후 시에는 세그웨이의 사용 제한, 안전을 위하여 경음기와 등화 장착, 자전거도로 및 보행자 구역에서 속도제한, 의무보험을 권장 및 보험확인을 위한 번호판 발급 등을 들 수 있음
- 또한 제조사의 교육을 조건으로 운전면허를 면제하도록 하였음

④ 세그웨이 안전성 평가

○ 독일 보험협회 (GDV, Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft) 산하 평가 수행기관인 UDV (Unfallforschung der Versicherer)에서는 2009년 개인교통수단(독일에서는 세그웨이만 법적으로 인정)의 보험상품 개발의 근거를 마련하기 위하여 개인교통수단의 주행 안전성, 충돌 안전성 측정 실험을 실시하여 'Assessing the Safety Characteristics of the Segway' 라는 연구보고서를 발간하였음


젖은 노면 회전 테스트


둔턱 통과 테스트


제동거리 비교 테스트


실 주행환경 장애물 테스트

(그림. 293) 독일의 세그웨이 주행 안전성 테스트

- 젖은 노면과 같은 낮은 마찰 구간에서 조작하는 것에서는 큰 어려움이 없었음
- 세그웨이는 20 % 경사로를 등판 가능하나 연석의 경우 110 mm 이상의 높이는 통과가 어려움
- 20 km/h의 속도에서 긴급정지를 수행한 결과 자전거는 2.7 m ~ 4.1 m의 제동거리를 기록한 반면, 세그웨이는 대부분의 피험자가 4.7 m ~ 5.7 m를 기록하였으며, 한 명의 피험자가 2.2 m ~ 2.9 m를 기록하였음
- 다양한 돌발상황이 발생하는 300 m 구간의 실 주행 환경에서 숙련자(3시간 이상의 탑승교육을 받은 자)와 비숙련자의 반응을 살펴본 결과, 비숙련자는 기본 주행 능력은 큰 문제가 없었으나 돌발에 대한 대처능력이 매우 떨어지는 반면 숙련자는 복잡한 환경을 모두 큰 문제없이 통과할 수 있었음
- 이를 통하여 안전한 세그웨이 탑승을 위해서는 종합적인 전문 주행 코스의 이수를 필수적으로 해야 한다는(면허제도의 필요성) 결과를 도출하였음

	충돌 직전	충돌 상황	충돌 후
보행자 충돌			
차량 충돌			

(그림. 294) 독일의 세그웨이 충돌 실험

- 세그웨이의 충돌 안전성 실험은 세그웨이 대 보행자, 세그웨이 대 자동차 충돌로 나누어 실시하였음
- 보행자 충돌 실험은 정지한 보행자 더미에 세그웨이가 15 ㎞/h로 주행하여 충돌을 야기하였음. 실험 결과, 보행자와 세그웨이 운전자 모두 심각한 머리 손상을 입었으며 보행자는 심각한 하지 손상을 입었으며 머리, 목, 가슴, 골반 부위에 전반적으로 높은 손상을 보였음
- 세그웨이 이용자는 머리, 목, 가슴에 강한 충격이 가해지는 것으로 나타남

→ 해외에서는 국내보다 빠르게 PM의 안전한 이용에 관심을 갖고 다양한 평가 및 테스트를 수행하고 있는 것으로 조사되었음. 그러나 대부분의 연구가 세그웨이 제품만을 중심으로 수행이 되었다는 점이 세그웨이 등의 전동이륜 평행차 보다는 전동퀵보드 중심인 국내 상황과 직접 연결하는 것에 한계가 있음. 또한 설문 등의 정성적인 평가 중심으로 진행된 점도 수단에 대한 안전성을 보여주는 데에 어려움이 있음. 그러나 실제 이용 환경 내에서 다수의 피험자를 대상으로 실증 실험의 방식으로 수행한 점은 본 실버캐리지 안전성 평가 매뉴얼 개발에 참고할 필요가 있음

(다) 사례 검토 결론

○ 급격하게 커지고 있는 PM 시장의 성장에도 불구하고 각 수단 및 탑승자의 안전을 검증하는 장치는 마련되어 있지 않은 상황임
○ 따라서 실버캐리지를 포함한 PM의 안전한 이용 환경 조성을 위하여 이를 검증할 수 있는 장치가 반드시 구비되어야 할 것으로 판단됨
○ 실버캐리지는 장애인용 이동보조수단을 제외한 PM 중, 약자인 고령자가 이용할 수 있도록 설계 기준을 마련한 만큼 실버캐리지의 안전성 평가 매뉴얼은 향후 실버캐리지보다 성능이 좋은 다양한 PM의 안전성 검증 및 사회적 수용성 확인의 기준이 될 수 있음. 또한 이를 통해 PM이 제도권 내에서 안정적으로 자리잡을 수 있는 역할을 할 것으로 기대됨

(3) 실버캐리지 안전성 평가 매뉴얼(안) 개발

○ 실버캐리지의 안전성은 차체 자체의 안전성, 탑승자의 안전성, 실제 이용환경 내에서의 안전성으로 나누어 살펴볼 수 있음. 이에 본 연구에서는 실버캐리지 안전성 평가 매뉴얼을 총 3단계로 구성하였으며 각 단계의 정의는 다음과 같음
- 1단계 안전성 평가: 실버캐리지 제품 자체의 품질 및 단위 모듈의 성능을 평가하는 단계
- 2단계 안전성 평가: 실버캐리지 탑승자의 사고발생 시 안전성을 평가하는 단계(충돌시험)
- 3단계 안전성 평가: 실버캐리지의 실제 이용환경 내에서의 안전성 등을 탑승자 중심으로 평가하는 단계

(가) 1단계 안전성 평가

○ 실버캐리지 1단계 안전성 평가는 제품 자체의 안전성을 평가하는 단계임
○ 제품의 안전성은 정해진 제품군의 규격 기준 또는 품질인증 기준시험으로 평가할 수 있으며, 실버캐리지에 대해서는 공동연구기관인 한국건설생활환경시험연구원(KCL)에서 본 연구를 통해 도출한 실버캐리지 평가방법 및 기준에 의해 평가가 가능함
○ 따라서 1단계 안전성 평가에 대한 상세 내용은 “7. 실버캐리지 품질인증” 내용으로 대체함

(나) 2단계 안전성 평가

○ 실버캐리지 2단계 안전성 평가는 사고 시 실버캐리지 탑승자에게 미치는 영향을 분석하는 단계임
○ 당초 3차 연도에는 탑승자와 보행자 모두의 영향을 분석하는 것으로 하였으나, 안전성 평가의 방향성을 실버캐리지 및 탑승자에 초점을 두는 것으로 변경하였으며 이에 따라 사고 시 탑승자에 미치는 영향을 분석하는 것으로 수정하였음

① 평가 요인 및 항목의 선정

○ 사고 상황별 실버캐리지 탑승자에게 미치는 상해 정도를 평가함
○ 탑승자의 상해는 실버캐리지의 주행 속도, 충돌 방향 등에 따라 달라질 수 있음에 착안하여 시나리오를 수립하였음

② 안전성 평가 매뉴얼(안)

○ 2단계 안전성 평가 시나리오는 다음과 같음
- 두 가지 탑승방식(입식과 좌식) 별로 독립적인 평가를 수행함
- 평균 주행속도(4 km/h), 최대 목표 주행속도(8 km/h)로 구분하여 시행함
- 사고 상황은 단독사고(전도), 대인사고, 대차사고로 구분하였음

○ 2단계 안전성 평가를 위한 환경은 다음과 같이 구축하여야 함 (실차 및 더미 실험의 경우)
- 실버캐리지: 시험용 끌개에 고정하여 설정된 속도로 주행함
- 탑승자 더미: 입식과 좌식에 따라 실버캐리지에 고정 탑승시킴
- 보행자 더미: 충돌 지점에 측면 방향으로 세워놓음
- 실험용 자동차: 충돌 지점에 측면 방향으로 세워놓음
- 단독사고(전도) 사고 지점에 돌출물을 설치하여 실버캐리지를 옆으로 넘어지게 함
- 대인사고: 사고 지점에서 보행자 더미와 충돌
- 대차사고: 사고 지점에서 차량의 측면으로 충돌

○ 2단계 안전성 평가는 상기 시나리오를 조합한 총 12개의 테스트 수행을 통해 이루어지며, 각 테스트의 상해 부위별 상해 정도를 기록함
- 상해 부위는 머리, 목, 상체(몸통), 팔, 다리로 구분하며, 상해 정도는 더미를 통해 측정된 수치로 입력함

[표. 127] 2단계 안전성 평가 테스트 수행 체크표

탑승방식 및 속도 / 사고 상황	입식주행		좌식주행	
	평균 주행속도 (4 km/h)	최대 주행속도 (8 km/h)	평균 주행속도 (4 km/h)	최대 주행속도 (8 km/h)
단독 (전도사고)				
대인 (보행자)				
대차 (차량)				

③ 2단계 안전성 평가 모의 시뮬레이션 수행

○ 4차 연도에 시뮬레이션을 통한 2단계 안전성 평가를 진행하였음

○ 시뮬레이션은 구현의 한계로 12가지의 시나리오 가운데 대표적인 3가지 시나리오에 대하여 수행하였음



입식주행/최대 주행속도 - 대인사고

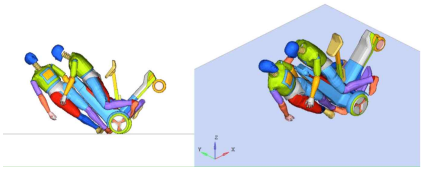


좌식주행/최대 주행속도 - 대인사고

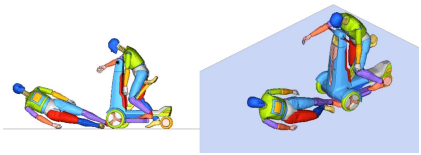


입식주행/최대 주행속도 - 대차사고

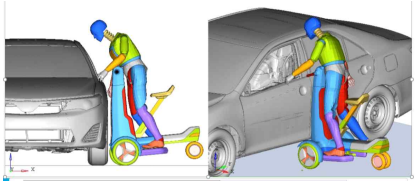
(그림. 295) 모의 시뮬레이션 수행 시나리오



입식주행/최대 주행속도 - 대인사고



좌식주행/최대 주행속도 - 대인사고



입식주행/최대 주행속도 - 대차사고

(그림. 296) 모의 시뮬레이션 사고상황 캡쳐 장면

[표. 128] 모의 시뮬레이션 수행 결과

상해부위	측정항목	입식 - 대인	좌식 - 대인	입식 - 대차
머리	HIC 36	3%	0%	0%
목	전단력	13%	6%	10%
	인장력	**36%**	8%	5%
	젖힘모멘트	32%	13%	11%
가슴	압축변위	10%	**29%**	1%
	압박속도	2%	6%	0%
상부다리	대퇴부압박하중	25%	27%	7%
하부다리	압축하중	14%	11%	9%
	뼈지수	20%	28%	23%

※ 결과값은 미국 자동차의학진흥협회의 약식 상해등급(AIS) 2등급(의식불명 1시간 미만, 늑골 다수 골절, 사망률 0.1~0.4%)에 해당하는 상해를 입을 확률임

○ 시뮬레이션 수행 결과는 다음과 같음

- 실버캐리지 탑승자는 사고 상황에 따라 상해를 입을 확률이 크게 차이나는 것으로 분석되었음. 충돌시 실버캐리지 차체와 함께 쓰러지는 입식 대인사고의 경우가 좌식 대인사고나 대차사고에 비해 대부분의 부위에서 상해를 입을 확률이 큰 것으로 나타남
- 입식 대인사고에서는 충돌 시 탑승자와 실버캐리지 차체가 함께 넘어지며 목 부위에 상해를 입을 확률이 가장 높게 나타났으며, 좌식 대인사고에서는 충돌 시 안장에서 앞으로 미끌어지며 상체가 차체와 부딪히는 상황이 발생하여 가슴부위의 상해확률이 높은 것으로 분석되었음

③ 시뮬레이션 수행에 따른 2단계 안전성 평가 시사점

○ 수행한 시뮬레이션과 가장 유사한 사례가 국내 사례 검토에서 언급된 'NCAP'으로, 탑승자의 부위별 상해 정도에 따라 각 차량의 안전도 등급을 부여하고 있음. 이는 다양한 종류의 자동차들에 대하여 축적된 데이터를 기반으로 안전도 등급을 산정할 수 있기 때문임

○ 금번 시뮬레이션의 결과를 가지고 실버캐리지의 안전도 등급이 어느 수준인지 판단할 수는 없으나, 법제도 개선방안 부분에서 제시한 자전거와의 비교 결과를 통해 자전거와 비슷한 수준의 안전성을 가진 것으로 유추할 수 있음

○ 본 매뉴얼은 대상을 실버캐리지에 한정하고 탑승자의 충돌 안전성을 측정하기 위한 방법론을 제시하여 해당 방법론에 따른 시뮬레이션을 수행하였다는 데에 의의가 있음

○ 향후 해당 매뉴얼의 안전성 평가 대상이 전체 PM으로 확대될 경우, 자동차와 마찬가지로 PM의 각 수단별 안전도 등급을 산정하는 기준으로 활용될 수 있을 것으로 기대됨

(다) 3단계 안전성 평가

○ 실버캐리지 3단계 안전성 평가는 실제로 실버캐리지를 이용하는 환경 속에서 탑승자 중심으로 사용성, 주행성과 안전기능의 구현을 평가하는 단계임

① 평가 요인 및 항목의 선정

◦ 3단계 안전성 평가는 ㉠ 탑승자 사용성 평가, ㉡ 실버캐리지 주행성 평가, ㉢ 주행중 위험환경 인지 평가로 구분하여 수행함
- 탑승자 사용성 평가는 평지, 경사로, 곡선구간 등 다양한 주행환경으로 구성된 실외에서 탑승자(고령자)가 직접 주행을 함으로써 실버캐리지의 사용성을 평가함
- 실버캐리지 주행성 평가는 주어진 주행환경(사용성 평가와 같은 환경)에서 실버캐리지의 주행성능을 평가함으로써 제품의 인증(1단계 평가 등) 및 단위 모듈의 조합에 따른 실제 환경에서의 실버캐리지의 완성도를 평가함
- 주행중 위험환경 인지 평가는 주행환경 내에 존재하는 장애물 등으로 인한 위험 구간에서 안전기능의 구현을 확인함으로써 센서 및 안전장치의 단위 모듈 조합에 따른 실제 환경에서의 안전기능의 완성도를 평가함

◦ 3단계 평가는 실제 사용 환경으로 꾸며진 실외 테스트베드에서 진행하기 때문에 평가 이전 피험자의 선별 및 사전교육을 필수로 거쳐야 하며, 주행속도는 평균 주행속도(4 km/h) 및 최대 목표 주행속도(8 km/h)를 기준으로 함

② 평가 장소의 선정의 조건

◦ 평가 요인을 구성하는 다양한 주행환경으로 구성되어 있으며, 안전사고에 대비하여 인적이 드문 공간에서 진행하는 것이 바람직함

◦ 평가 실시 전에 피험자를 교육하기 위한 충분한 공간(평지)이 확보되어 있어야 함

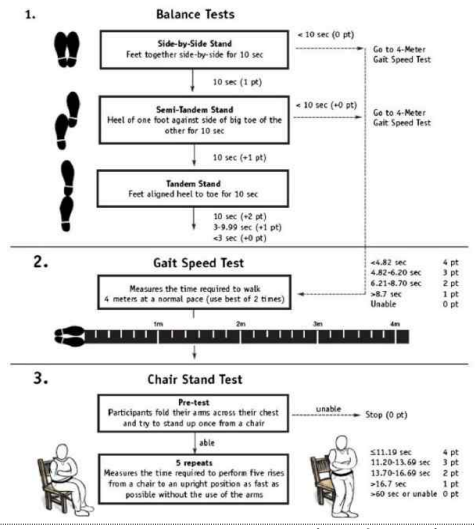
◦ 본 주행의 코스는 선형 코스는 왕복 약 3 km, 순환형 코스는 한바퀴 약 3 km 정도의 거리가 확보되어야 함

◦ 주행 코스 내에는 다양한 포장 재질의 노면으로 구성되어 있으며, 직선/곡선 주행의 경우 모두 평지, 경사로(오르막/내리막 모두 포함)가 혼재되어 있어야 함

◦ 주행중 위험환경 인지 평가를 위하여 고정 장애물과 주행구간 단절한 지점이 존재해야하며, 없을 경우 임의의 장애물을 별도로 준비해야 함 (이동 장애물은 연구진의 보행으로 함)

③ 고령 피험자 선정 기준 및 사전 교육

◦ 실버캐리지는 건강한 고령자를 대상으로 개발한 수단이기 때문에 안전성 평가에 활용하는 피험자는 건강한 고령자로 한정해야 함
- 건강한 고령자를 선별하기 위해서 한국건설기술연구원이 수행한 ‘고령자 보행보조 및 안전향상기술 개발’ 과제의 연구 결과를 참조하여 SPPB(Short Physical Performance Battery, 신체기능지수)를 활용하고자 함
- SPPB를 통해 측정 대상의 하지근력 및 평형능력 유지 수준을 측정할 수 있으며, 이는 실버캐리지 탑승시 자세 유지와 안전한 승차 가능 여부를 판단하는 가장 중요한 지표가 될 수 있음
- 상기 연구에서 구분한 SPPB 측정 결과에 따른 건강한 고령자 기준에 만족하는 고령자 가운데 특히 균형 테스트와 앉았다 일어나기 반복 테스트에 만점을 받은 고령자를 피험자로 선정하도록 함
- 피험자의 운전면허 취득 여부는 본 평가와 무관함 (도로교통법 상 교통약자 탑승 20 ㎞/h 미만 저속 주행 기기)



(SPPB 테스트 방법론)

- 균형 테스트(Balance Tests): 3가지 자세 (Side-by-side, Semi-Tendom, Tendom stand), 자세 유지 시간 측정, 4점 만점
- 걸음걸이 속도 측정(Gait Speed Test): 4m 구간, 소요 시간 측정, 4점 만점
- 앉았다 일어나기 동작 반복(Chair Stand Test): 총 5회, 소요 시간 측정, 4점 만점

(그림. 297) SPPB 테스트 방법론

◦ 선별된 피험자는 기기의 활용에 친숙하지 않기 때문에 평가 수행 이전에 반드시 사전 교육을 수행해야 함
- 탑승자 사전 교육 방법은 한국건설기술연구원에서 본 과제 3차 연도에 이수한 일본 츠쿠바 세그웨이 투어의 사전 탑승교육 프로그램을 참조하여 구성하였음
  · 실버캐리지 기기 구성 및 기능 소개
  · 실버캐리지 승차 방법
  · 실버캐리지 가속 및 감속 방법
  · 실버캐리지 회전 방법
  · 실버캐리지 경사로 등판 방법
  · 실버캐리지 주행 시 주의사항 전달

- 사전교육은 평가 장소에 마련된 공간에서 진행하고 기기 구성 및 기능 소개의 이론 교육을 위한 벤치 또는 그늘막이 존재해야 함
- 탑승 교육 진행을 위해 소형 경사판 및 라바콘이 구비되어 있어야 함
- 피교육자가 각각의 방법을 완전히 숙지하였다고 판단될 때 까지 반복함

④ 안전성 평가 매뉴얼(안)

○ 탑승자 사용성 평가

- 피험자는 실버캐리지 사전교육을 이수한 고령자로 한정하였으며 연습주행 및 본 주행으로 나누어 진행함
- 연습주행은 출발지의 연습주행 공간에서 <전원인가 – 탑승 – 전진 – 가속 – 정속주행 – 감속 – 정지 – 하차 – 전원소거>의 과정을 수행함
- 본 주행은 주어진 코스에서 평균 속도(4 km/h)와 최고속도(8 km/h)로 각각 왕복 주행을 수행함 (순환형 코스는 속도별로 1바퀴씩 주행)
- 연습주행과 본 주행을 마친 피험자는 연습주행의 각 절차 및 본 주행의 주요 상황에서의 조작 편의성을 5점 척도로 평가하면서 추가적으로 불편했던 점을 당시의 상황과 함께 작성함

[표. 129] 3단계 안전성 평가 – 탑승자 사용성 평가 시트

평가 항목			조작 편의성 (매우 편하다 - 보통 - 매우 불편하다) ① - ② - ③ - ④ - ⑤	불편한 점 (불안한 상황)
연습주행	전원 인가 및 소거		① - ② - ③ - ④ - ⑤	
	탑승 및 하차 절차		① - ② - ③ - ④ - ⑤	
	출발 단계		① - ② - ③ - ④ - ⑤	
	가속 단계		① - ② - ③ - ④ - ⑤	
	정속주행 단계		① - ② - ③ - ④ - ⑤	
	감속 단계		① - ② - ③ - ④ - ⑤	
	정지 단계		① - ② - ③ - ④ - ⑤	
본 주행	직선주행	평지	① - ② - ③ - ④ - ⑤	
		오르막	① - ② - ③ - ④ - ⑤	
		내리막	① - ② - ③ - ④ - ⑤	
		장애물	① - ② - ③ - ④ - ⑤	
	곡선주행	평지	① - ② - ③ - ④ - ⑤	
		오르막	① - ② - ③ - ④ - ⑤	
		내리막	① - ② - ③ - ④ - ⑤	
		장애물	① - ② - ③ - ④ - ⑤	

○ 실버캐리지 주행성 평가

- 피험자는 연구진으로 한정하 탑승자 사용성 평가와 같이 연습주행과 본 주행으로 나누어 진행함
- 연습주행 단계에서는 가속 성능(정지에서 목표 속도까지 도달하는데 주행한 거리와 소요된 시간), 정속주행 성능(설정한 속도를 유지하며 일정시간 주행 여부), 감속 성능(특정 속도에서 완전히 정지하기 까지 주행한 거리와 소요된 시간)을 측정함
- 본 주행 단계에서는 직선부 주행과 곡선부 주행 시 각각 평지/오르막/내리막 상황에서의 주행성능을 아래 표와 같이 측정함
- 특히, 곡선부 주행에서는 직선부 주행의 항목 이외에 차체의 전도 발생 여부를 확인함
- 각 평가 항목은 동일한 피험자가 총 5회 반복 측정함

[표. 130] 3단계 안전성 평가 – 실버캐리지 주행성 평가 시트

주행 환경 및 상황			평가 항목	평가결과
연습주행	가속 단계		• 정지 → 최고속도 도달 시간/거리	
	정속주행 단계		• 최고속도 정속주행 30초간 유지 여부	
	감속 단계		• 최고속도 → 정지 도달 시간/거리	
본 주행	직선주행	평지	• 출발 및 정지 시 미끄럼 발생 여부	
		오르막	• 기준 경사도 등판 가능 최저속도	
		내리막	• 최고속도 → 정지 시 전도 발생 여부	
	곡선주행	평지	• 최고속도 주행 시 전도 여부 • 회전 중 정지 시 미끄럼 발생 여부	
		오르막	• 기준 경사도 등판 가능 최저속도 • 회전 구간에서 출발 및 정지 시 미끄럼 발생 여부	
		내리막	• 최고속도 → 정지 시 전도 발생 여부 • 회전 구간에서 출발 및 정지 시 미끄럼 발생 여부	

○ 주행중 위험환경(장애물) 인지 평가
- 피험자는 연구진으로 한정하고 실버캐리지 탑승자 1인과 이동 장애물 역할을 하는 보행자 1인으로 구성함
- 장애물을 최초로 탑승자에게 인지시켜주는 시점에서의 장애물과의 거리를 주행속도별로 측정하여 탑승자가 정지 및 감속을 하지 않을 경우 자동으로 정지하는지 여부를 확인함
- 이동 장애물의 이동 방향은 실버캐리지의 주행 방향을 기준으로 동일방향/역방향/직교방향으로 구분함
- 각 평가 항목은 동일한 피험자가 총 5회 반복한 뒤 측정함

[표. 131] 3단계 안전성 평가 - 주행 중 위험환경 인지 평가 시트

위험환경(장애물)		평가 항목	평가결과
고정 장애물		• 주행속도 별 전방 장애물 검지 알림시 거리 • 탑승자 미정지 시 자동 정지 여부	
이동 장애물	동일방향	• 주행속도 별 전방 장애물 검지 알림시 거리 • 탑승자 미정지 시 자동 정지 여부 • 장애물이 멀어질 경우 알림 멈춤 여부	
	역방향		
	직교방향		

③ 모의 평가 수행

○ 최종 시작품 제작 이후 테스트베드 운영을 통해 모의 평가를 수행하였으며, 수행 내용 및 결과는 “9. 실버캐리지 사용성 평가 및 종합테스트” 에 기술함

본 페이지는 편집상 여백입니다.

7. 실버캐리지 품질인증 (KCL)

연구의 배경 및 주요연구 내용

- ✓ 불특정 다수의 고령자가 사용하게 될 실버캐리지의 품질을 확인할 수 있는 기반기술 필요
- ✓ 고령자용 실버캐리지에 대한 **제품 성능 평가, 규격기준 제정 및 제도화 방안**을 도출

주요 연구 결과

실버캐리지에 대한 기준 제정(안) 신청



- 고령자용 실버캐리지 평가 방법 및 기준(안) 제정 신청
  - 겉모양 9항목, 구조 21항목, 성능 31항목 구분
- 산업표준정비 및 개발 스포츠레저장비 분야 ISO/TC83에 제정(안) 신청
  - 개인용 이동수단 - 제2부 고령자용 이동장비 - 부가적인안전 요구사항 및 시험방법
  - KS예고고시 제 2018-0304호(2018.08.29)



실버캐리지 시작품 구성 부품의 품질평가

배터리 환경 시험	모터 성능 시험	안전 지원센서
진동, 충격, 온도 등 환경 내구성 시험	회전속도, 토크, 전기적 안전성 시험	진동, 충격 및 내환경성 시험



활용 및 적용 방안

시행중인 제도에 해당되는 KC 인증 관련시험

상용화를 위한 시행중인 제도에 대한 안전인증



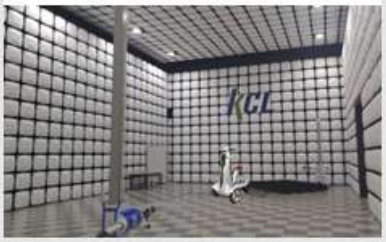
위해도에 따른 인증제도 구분

	안전인증	안전확인	공급자 적합성확인
대상	사고 발생 시 위해 수준이 매우 높음	안전사고의 우려가 있어 완제품 검사 필요	위해 정보 제공, 표시만으로도 안전사고 방지 가능
안전관리	제품검사+공장심사 안전인증기관	제품검사 지정시험·검사기관	자체확인 제 3자 기관 등
표시 (예정)	KC + 주의경고 표시	KC + 주의경고 표시	KC + 주의경고 표시

스케이트보드 (2부 전동킥보드)

시행중인 제도에 해당되는 KC 인증 관련시험

상용화를 위한 적합성 확인 시험



전자파 적합성 시험

가. 실버캐리지 품질인증 기준 수립을 위한 정보 수집

(1) 실버캐리지 품질인증을 위한 기준, 절차, 방법론 분석

(가) 관련 제품의 안전성 평가제도

○ 전기용품 및 생활용품 안전관리법 내 대상 유사분야 품목의 평가제도는 다음과 같음
- KC 안전확인: 제조업체 또는 수입업체가 출고 또는 통관 전에 공산품의 모델별로 지정된 시험 및 검사기관으로부터 안전성을 확인받아 기준에 적합한 것을 스스로 확인 후 이를 인증기관에 신고하는 제도임
- 대상품목: 이륜자전거, 고령자용 보행차, 고령자용 보행보조차, 전동 킥보드, 전동이륜 평행차(세그웨이) 등
- KC 공급자적합성: 제조업체 또는 수입업체가 안전기준에 적합한 해당 공산품의 안전 및 품질표시를 하여야 하는 제도임
- 대상품목: 고령자용 휠체어 테이블, 고령자용 목욕의자, 고령자용 위치 추적기 등
- 아래의 표는 전동보드 및 전동 휠체어에 대한 국내외 관리현황을 나타냄

○ 전파법 내 대상 유사분야 품목의 평가제도는 다음과 같음
- KC 전파인증: 제조업체 또는 수입업체가 전기·전자회로를 내장하거나 모터를 구동하는 경우 전파법에 따른 적합성 평가를 받아 품질 표시를 하여야 하는 제도임
- 대상품목: 전기·전자회로(9 kHz 이상의 클럭주파수 발생회로)를 내장하거나 모터를 구동하는 모든 공산품

[표. 132] 전동보드류의 국내·외 관리현황

국 가	관 리 현 황
미국	• 미국 소비자제품안전위원회(CPSC)는 2016년 2월 미국 수입 및 판매에 있어 UL 표준에 부합해야 할 것을 명시 • 해당표준 : UL 2272 – 자가평형 이륜차 전기시스템 검사개요
유럽	• 세부 전동 제품에 대한 안전기준 부재 전동 킥보드는 킥보드 (무동력제품) 안전기준 적용, 배터리, 충전기는 해당 CE인증 • 유럽의 운송수단 Regulation 에는 전동 보드 제품류 적용 제외
중국	• 광동성 품질검사위원회(상품질량감독국)는 2016년 상반기에 외발 전동휠 통용기술조건 등 전동보드들에 대한 안전기준 규정을 비준할 것이라 밝힘 • 해당안전기준 : DB 44 지방표준
한국	• 전동 PM에 대한 안전기준이 2017년 1월에 고시됨에 따라 전동이륜차(스쿠터형태) 형태의 전동 PM제품을 제외한 대부분의 전동 PM제품이 전기용품 및 생활용품 안전관리법 KC 인증과 KC 전파인증을 받아야 함

[표. 133] 전동 휠체어의 국내·외 관리현황

국 가	관 리 현 황
미국	• 미국 연방 식품의약국 FDA 승인 필요 – Class Ⅱ : 일반규제 및 특별규제에 해당
유럽	• TUV 인증
중국	• 일반 휠체어의 경우 국가강제인증제도(CCC) 인증 필요
한국	• KS P 6114 전동 휠체어 • 식품의약품안전처 전자의료기기로 허가 · 심사필요 • 충전기 KC 전기인증, 전파인증 받고 유통, 판매 중

(나) 유사 품목의 주요 평가항목

○ 실버캐리지와 유사 품목인 이륜자전거, 고령자용 보행보조차, 전동 이륜평행차(세그웨이), 전동 휠체어의 인증기준 내의 시험항목을 확인하여 주요 평가항목을 정리하고 실버캐리지에 적용할 수 있는 평가지표와 비교 검토함

[표. 134] 유사 분야 품목의 주요 평가항목

이륜자전거	고령자용 보행보조차	전동 이륜평행차 (세그웨이)	전동휠체어
브레이크 레버	좌석면 높이	최고속도	과방전보호
제동성능	경사성	제동성능	제어기 과전압보호
조향 안정성	안정성	주행안전성	제동장치
내하중 낙하충격	핸드브레이크 성능	전원안전성	내화성
프레임 피로시험	강도 (핸들, 좌면)	안내음	등판시험 (오르막,내리막)
수직하중 피로시험	스토퍼의 강도	정하중 시험	무전원 가동성시험
리플렉터 반사성능	주행내구성	배터리 관련시험	배터리 관련시험

(다) 관련 법 제도

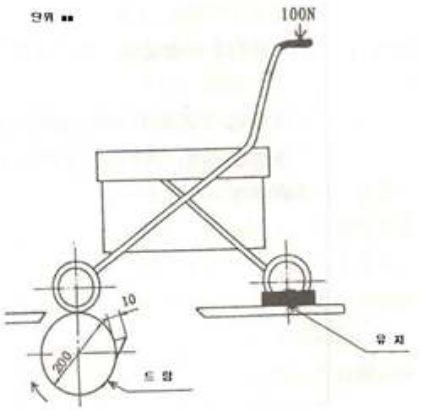
○ 실버캐리지의 품질인증과 관련된 다음의 법제도 및 지침을 검토함
- 도로교통법, 자동차관리법 및 건설기계관리법 검토
- 전동기능이 있는 보드류에 대한 안전기준 시행계획 검토
- 2016년 5월 규제개혁장관회의에서 초소형 전기차, 개인형 이동수단의 자유로운 운행 허용에 대한 논의
- 초소형 전기차 등 새로운 유형의 자동차가 외국의 기준을 충족하는 경우 국내도로 운행 허용
- 개인형 이동수단, 안전기준, 통행방법 등 관리방안 마련, 자전거도로 운행 허용
- 고령자와 장애인의 요구를 반영하기 위한 규격 개발자 지침 검토
- 규격에 안전 측면을 포함시키기 위한 지침 검토
- 고령자를 위한 개인교통수단의 안전한 주행을 위한 법적 검토
- 도로교통법에서 보행자와 운전자의 구분 기준 조사
- 유사 제품의 주행안전을 확보하기 위한 안전요구사항 비교 분석
- 고령자 및 장애인 배려 설계 지침 검토
- 소비 생활 제품의 조작성 관련 고령자 및 장애인 배려 설계 지침 검토
  · 의료용 스쿠터에 적용되지 못해 전동 PM 제품군으로 적용해야할 것으로 추정되며, 도로교통법 등 관련 법 제도 개선을 제안할 것을 검토

(라) KC 인증 등 법적인 제도현황

○ 관련 제품의 KC 인증 적용대상 여부를 검토함
- 실버캐리지에 적용 가능한 인증 확인
  · KC 고령자용 보행보조차
  · KC 전동보드류
  · KS 전동휠체어
- 실버캐리지는 고령자용 이동수단으로 현재 명확한 인증 제품군에 포함되지 않음
- 위에 언급한 인증 획득은 가능하나, 실버캐리지에 적합한 신규 인증기준을 제정하여 적용 검토
- 실버캐리지에 적용 가능한 주요 평가항목을 설정하여 시제품 평가

(마) 실버캐리지 내구성 확보를 위한 자료 조사

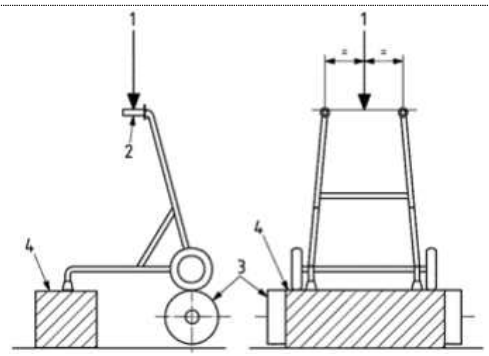
○ KC 자율안전확인 안전기준에 따른 고령자용 보행보조차 주행 내구성 시험 자료를 조사함



· 핸들에 100 N의 힘을 가함
· 앞바퀴를 단차가 있는 드럼위에 놓은 상태로 드럼을 100 r/min의 빠르기로 60분간 회전시킴
· 가방이 있는 것은 표시된 무게 또는 5.0 kg ± 2 %의 무게를 가방에 넣어 시험

(그림. 298) 고령자용 보행보조차

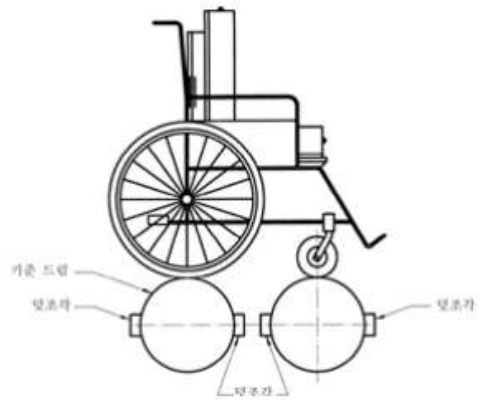
○ KC 자율안전확인 안전기준 고령자용 보행차 피로시험자료를 조사함



· 바퀴를 0.4 m/하중주기 이상의 속도로 움직이는 표면에 위치
· 수직하중을 800 ± 2 % 의 하중을 가함
· 하중주기 1 Hz 이하, 하중횟수 200,000회

(그림. 299) 고령자용 보행차

○ KC KS P ISO 7176-8 (휠체어-제 8부 : 정하중, 충격 및 피로 강도의 요구사항 및 시험방법)



· 75 kg 의 하중을 가함
· 드럼의 속도 (1.0 ± 0.1) m/s 로 200,000회 회전

(그림. 300) KS P ISO 7176 휠체어

나. 실버캐리지 품질인증 평가방법 수립

(1) 국내・외 관련 인용 안전기준 검토

○ 주요 평가항목 설정과 인증제도 개발을 위해 국내·외 관련 안전기준 및 각국의 인증현황을 조사하여 세부 시험항목을 확인함

○ 국내 유사 안전기준인 KC 자율안전기준 스케이트보드(전동 PM)와 전동 휠체어 기준을 참고하여 실버캐리지의 품질인증 평가방법을 수립함

[표. 135] 국내・외 인용 안전기준

순	표준번호	표준명
1	ASTM F2641:2008	Standard Consumer Safety Specification for Recreational Powered Scooters and Pocket Bikes (레크리에이션용 전동 스쿠터 및 포켓바이크에 관한 소비자 안전 사양)
2	ASTM F2642 -08(2015)	Standard Consumer Safety Specification for Safety Instructions and Labeling for Recreational Powered Scooters and Pocket Bikes (레크리에이션 전동 스쿠터 및 포켓바이크의 사용 설명서에 대한 표준 소비자 안전 사양)
3	DIN EN 12184:2014	Electrically powered wheelchairs, scooters and their chargers – Requirements and test methods (전기 동력 휠체어, 스쿠터 및 충전기 – 요구사항 및 시험방법)
4	JIS T 9206:2001	Requirements and test methods for electromagnetic compatibility of electrically powered wheelchairs and motorized scooters (전동식 휠체어 및 전동 스쿠터의 전자파 적합성 요건 및 시험 방법)
5	GB/T 12996-2012	Electrically powered wheelchair (전동식 휠체어)
6	AS/NZS 3695.2:2013	Wheelchairs Requirements and test methods for electrically powered wheelchairs (including mobility scooters.) (전동 휠체어 (이동식 스쿠터 포함)에 대한 요구 사항 및 테스트 방법.)
7	KS P 6114 : 2014	전동휠체어
8	KS P ISO 7176	휠체어
8	UL 2272 : 2016	Outline of Investigation for Electrical System for Self-Balancing Scooters (자동 평형 스쿠터의 전기시스템 검사 개요)
9	자율안전확인 부속서 32	스케이트보드 안전기준 부속서 (제2부 전동킥보드, 제3부 전동이륜평행차)
10	자율안전확인 부속서 40	이륜자전거(제4부 전기자전거) 안전기준 부속서
11	자율안전확인 부속서 19	고령자용 보행보조차 안전기준 부속서

[표. 136] 국내・외 규격비교

요구사항	안전확인 부속서 32 스케이트보드 (제2부 전동킥보드)	KS P 6114 전동휠체어 한국	AS/NZS 3695.2:2013 전동휠체어 호주/뉴질랜드	JIS T 9203:2016 전동휠체어 일본	GB T 12996:2012 전동휠체어 중국
외관	○	×	×	○	○
구조	○	×	○	○	×
조명 신호장치	○	○	○	○	○
커넥터 배선	○	○	○	○	○
배터리 안전성	○	×	×	○	×
합선보호	○	○	○	○	○
제어불능방지	○	○	○	○	○
충전기 안전	○	○	○	○	○
브레이크	○	○	○	○	×
제동성능	○	○	○	○	○
1회충전주행거리	○	○	○	○	○
최고속도	○	○	○	○	○
등판능력	○	○	○	○	×
강판속도	×	○	○	○	×
동적안정성	○	○	○	○	○
정적안정성	×	○	○	○	○
지면요철	×	○	○	○	○
방수성능	○	×	×	○	○
강도시험	○	○	○	○	○

[표. 137] 유사 품목의 주요 평가항목의 평가방법

목표 항목	평가 방법
최고속도	• KS P ISO 7176-6:2012 을 따라 시험
등판능력	• 휠체어가 경사 위를 (5.0±0.1)m 이동할 때 ±10%의 정확도로 속도를 측정하고 기록
지면요철	• 수평 시험면에 휠체어를 배치 • 최대 면의 하나가 바퀴와 접점 아래에 블록의중심이 오도록 시험면에 평평하도록 하나의 바퀴의 아래 시험 블록을 놓음 • 휠체어가 시험 블록에서 벗어나도록 구동하고 결과를 기록 • 나머지 바퀴에 대해 시험을 반복
최대 내리막 속도	• 요구된 경사 ±0.5° 로 최대 속도로 아래를 향하도록 하여 휠체어를 구동 • 속도 측정 장치로 속도를 측정
동적 안정성	• KS P ISO 7176-2:2011 을 따라 시험
장애물 등판 및 하강	• KS P ISO 7176-10:2011 을 따라 시험
정적 안정성	• KS P ISO 7176-1:2011 을 따라 시험
거리 범위	• KS P ISO 7176-6:2011 을 따라 시험
제품강도	• KS P ISO 7176-8:2011 을 따라 시험
제동성능	• 사용자 무게에 따른 레버의 적용 힘 측정 • 제조자의 지침에 따라 주차 브레이크를 조절한 뒤 0.5 Hz 미만의 주파수로 60,000 사이클 동안 브레이크 작동을 반복하기 위해 브레이크를 작동 레버를 순조롭게 움직여 시험
내후성	• KS P ISO 7176-9:2011 을 따라 시험
지지대 안정성	• 제조자의 지침에 제시된 작동 위치에 발 지지대, 하퇴 지지대 어셈블리 및 팔 지지대를 장착 • 제조자의 지침에 명시된 바와 같이 발 지지대, 하퇴 지지대 어셈블리 및 팔 지지대를 조절 • 발 지지대, 하퇴 지지대 어셈블리 그리고 팔 지지대가 요구사항 충족되었는지 기록
내화성	• EN 1021-2:2006 또는 KS P ISO 8191-2:2003 을 따라 시험
작동	• 작동기 및 제어기가 제자사의 지침에 명시 된 바와 같이 탑승자 및/또는 보조인의 조작이 편리하도록 설계되었는지 확인
배터리	• 배터리 충전기는 KS P ISO 7176-21:2010 요구사항 충족 • 내장형 배터리는 KS C IEC 60601-1:2011 요구사항 충족 • KS C IEC 60529:2006에 따라 IPX4의 환경 보호 요고사항 및 KS C IEC 60335-1:2013의 분류 Ⅱ 시험 전압 요구사항 충족
조명	• 휠체어의 배터리를 최대로 충전한 후, 조도 측정기를 이용하여 측정(이때, 전조등과 조도 측정기는 수평으로 맞추고, 측정거리는 1m 앞에서 측정하며, 시험은 암실에서 하며 시험환경은 습도 80% 미만)

(2) 실버캐리지에 적용할 주요 평가지표 설정

○ 구조, 최고속도, 제동 거리 등 16개 항목 지표 설정

[표. 138] 실버캐리지에 적용할 평가항목의 요구사항 및 평가방법

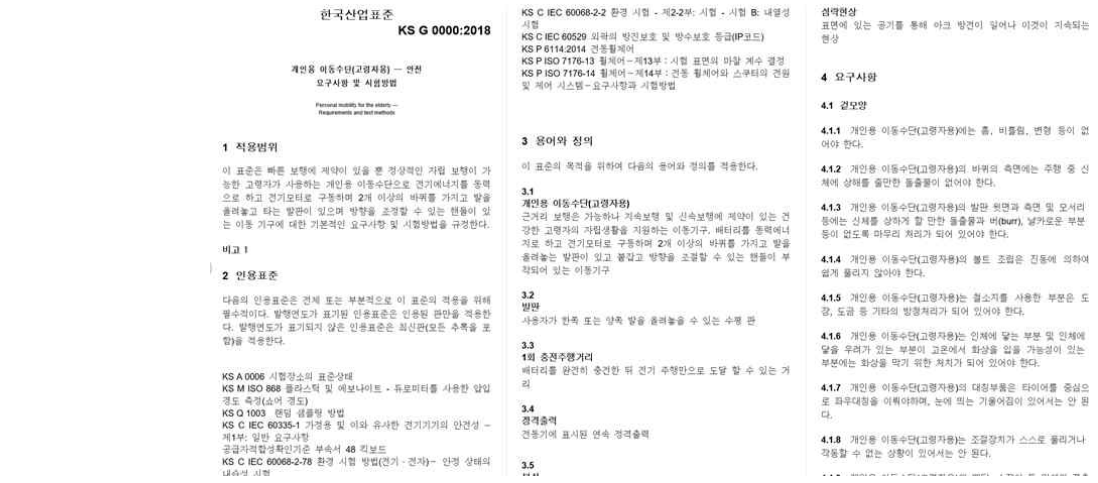
구조	요구사항
	• 전원 on/off 및 제품의 구동 방법 등에 대한 안전요건을 명시하여야 함
	평가방법
	• 육안검사 및 동작검사
최고 속도	요구사항
	• 제품별 최고 속도에 대한 속도 기준을 명시하여야 함
	평가방법
	• 보호구를 포함한 운전자의 무게를 제조자가 제시하는 무게로 맞춘 뒤(단, 제조자 제시 • 무게가 없을 시 성인기준 (75±5) kg) 시험도로에 시험 • 구간을 충분히 설치하고 양단에 충분히 긴 보조 주행구간을 둠 • 전동주행으로 테스트구간에 도달하기 전에 모든 가속과정이 완성되어 최고 차속에 도달해야 하고 이 속도로 시험구간을 통과해야 함 • 전동왕복주행을 연속으로 2회 실시해야 하고 그 시험결과의 평균값을 취함
제동 거리	요구사항
	• 일정 속도에서 제동 시 제동거리에 대한 내용을 구체화해야 함
	평가방법
	• 수평한 노면에 길이 주행구간을 만들고 전진으로 최고출력상태로 주행구간을 주행 후 제동을 걸어서 정지했을 때 정지거리를 측정
주행안전성	요구사항
	• 주행 중 미끄러짐 등 전복으로 인한 안전사고에 대한 안전요건 명시하여야 함
	평가방법
	• 수평한 노면에 길이 주행구간을 만들고 전진으로 최고출력상태로 주행구간을 주행 후 제동을 걸었을 때 전복으로 인한 사항 확인
경사안전성	요구사항
	• 일정 경사에서의 제품 전복에 대한 안전요건을 명시하여야 함
	평가방법
	• 일정 하중을 가하고 경사도에서 전후좌우 모든 방향에서 제품의 전도여부 확인
주행내구성	요구사항
	• 장기간 주행 사용에 따른 제품 내구성 기준을 명시하여야 함
	평가방법
	• (75±5) kg 의 하중을 가하고 드럼 주행시험기에서 200,000회 회전 주행 후 제품의 파손 등 정상 작동유무 확인
안내음	요구사항
	• 위험상황이나 제품의 이상 시 안내음과 같은 경고 신호의 안전요건을 명시하여야 함
	평가방법
	• 위험상황이나 제품의 이상 시 안내음과 같은 경고 신호의 유무 확인
등판시험	요구사항
	• 일정한 경사를 등판할 수 있는지에 대한 요건을 명시하여야 함
	평가방법
	• 일정 경사의 오르막, 내리막 주행 성능 시험

제품 강도	요구사항
	• 주요 부위별 강도에 대한 기준을 명시하여야 함
	평가방법
	• 수직정하중 시험 : 차체 중앙 상단에 최대하중의 3배에 달하는 하중을 수직 정하중 을 가하고 10분간 유지 한 뒤 이상 유무 확인 • 낙하 성능 시험 : 단차 낙하 시험장치의 단단한 평면에 대해 일정 높이에서 자유 낙하 시켜 이상유무 확인
주행가능거리	요구사항
	• 제조자가 사용설명서에 기재한 1회 충전 주행거리 이상 작동하여야 함
	평가방법
	• 시료에 제조자가 제시하는 적정 정하중(단, 제조자 제시 무게가 없을 시 성인기준 (75±5) kg)을 가하고, 수평면 위에서 작동시킨 뒤 주행가능거리를 측정
모터부하특성	• 전동기를 정격 주파수의 정격전압으로 운전하고 정격출력에 상당하는 실부하를 걸어 그 때의 토크, 회전속도, 입력 및 전류를 측정한 뒤 계산하여 부하특성을 계산
배터리	요구사항
	• 진동, 충격, 진동 등 환경 조건에서의 안전 요건을 명시하여야 함
	평가방법
	• 리튬 2차전지는 안전기준 부속서 05 제2부 휴대기기용 리튬 2차전지의 시험방법 중 팩에 대한 주요 안전요건을 따름
모터 출력	요구사항
	• 모터의 토크 및 회전속도 등의 기준을 명시하여야 함
	평가방법
	• 모터의 출력 시험은 IEC 60034-1에 따라 측정
전기적 안전성	요구사항
	• 절연, 합선, 내전압 보호, 과부하, 배터리 등 전기적 안전 요건을 명시하여야 함
	평가방법
	• 절연, 합선, 내전압 보호 등 전기적 안전 요건
부식 시험	요구사항
	• 주요 금속 부위에 대한 내식성 시험 등의 요건을 명시하여야 함
	평가방법
	• 염수분무시험을 통한 72시간 염수분무를 실시 후 부식 확인 (KS R 0013)
화학성분 시험	요구사항
	• 주요 부위에 대한 중금속 등의 안전 기준을 명시하여야 함
	평가방법
	• 주요 부위의 중금속(납, 카드뮴 등)의 함량 측정
환경시험	요구사항
	• 고온, 저온에서의 정상 작동유무 및 배터리의 안전요건을 명시하여야 함
	평가방법
	• 저온시험 : -40 ℃에서 7시간 동안 시험한 뒤에도 정상 사용여부 확인 • 고온시험 : 70 ℃에서 7시간 동안 시험한 뒤에도 정상 사용여부 확인

다. 실버캐리지 품질인증 방법론 개발

(1) 실버캐리지 평가 방법론 개발 - 성능인증 평가 방법론 및 기준규격(안) 개발

(가) 기준(안) 겉모양 9항목, 구조 21항목, 성능 31항목 개발



한국산업표준

KS G 0000:2018

개인용 이동수단(고령자용) — 안전 요구사항 및 시험방법

Personal mobility for the elderly — Requirements and test methods

1 적용범위

이 표준은 빠른 보행에 제약이 있을 뿐 정상적인 자립 보행이 가능한 고령자가 사용하는 개인용 이동수단으로 전기에너지를 동력으로 하고 전기모터로 구동하며 2개 이상의 바퀴를 가지고 발을 올려놓고 타는 발판이 있으며 방향을 조정할 수 있는 핸들이 있는 이동 기구에 대한 기본적인 요구사항 및 시험방법을 규정한다.

비고 1

2 인용표준

다음의 인용표준은 전체 또는 부분적으로 이 표준의 적용을 위해 필수적이다. 발행연도가 표기된 인용표준은 인용된 판만을 적용한다. 발행연도가 표기되지 않은 인용표준은 최신판(모든 수록을 포함)을 적용한다.

KS A 0006 시험장소의 표준상태
KS M ISO 868 플라스틱 및 에보나이트 - 듀로미터를 사용한 압입 경도 측정(쇼어 경도)
KS Q 1003 랜덤 샘플링 방법
KS C IEC 60335-1 가정용 및 이와 유사한 전기기기의 안전성 - 제1부: 일반 요구사항
공급자적합성확인기준 부속서 48 킥보드
KS C IEC 60068-2-78 환경 시험 방법(전기 - 전자) 안정 상태의 내습성 시험
KS C IEC 60068-2-2 환경 시험 - 제2-2부: 시험 - 시험 B: 내열성 시험
KS C IEC 60529 외곽의 방진보호 및 방수보호 등급(IP코드)
KS P 6114:2014 전동휠체어
KS P ISO 7176-13 휠체어 - 제13부 : 시험 표면의 마찰 계수 결정
KS P ISO 7176-14 휠체어 - 제14부 : 전동 휠체어와 스쿠터의 전원 및 제어 시스템 - 요구사항과 시험방법

3 용어와 정의

이 표준의 목적을 위하여 다음의 용어와 정의를 적용한다.

3.1
개인용 이동수단(고령자용)
근거리 보행은 가능하나 지속보행 및 신속보행에 제약이 있는 건강한 고령자의 자립생활을 지원하는 이동기구, 배터리를 동력에너지로 하고 전기모터로 구동하며 2개 이상의 바퀴를 가지고 발을 올려놓는 발판이 있고 광감과 방향을 조절할 수 있는 핸들이 부착되어 있는 이동기구

3.2
발판
사용자가 한쪽 또는 양쪽 발을 올려놓을 수 있는 수평 판

3.3
1회 충전주행거리
배터리를 완전히 충전한 뒤 전기 주행만으로 도달 할 수 있는 거리

3.4
정격출력
전동기에 표시된 연속 정격출력

3.5

심각현상
표면에 있는 공기를 통해 아크 방전이 일어나 이것이 지속되는 현상

4 요구사항

4.1 겉모양

4.1.1 개인용 이동수단(고령자용)에는 흠, 비틀림, 변형 등이 없어야 한다.

4.1.2 개인용 이동수단(고령자용)의 바퀴의 측면에는 주행 중 신체에 상해를 줄만한 돌출물이 없어야 한다.

4.1.3 개인용 이동수단(고령자용)의 발판 외면과 측면 및 모서리 등에는 신체를 상하게 할 만한 돌출물과 버(burr), 날카로운 부분 등이 없도록 마무리 처리가 되어 있어야 한다.

4.1.4 개인용 이동수단(고령자용)의 볼트 조립은 진동에 의하여 쉽게 풀리지 않아야 한다.

4.1.5 개인용 이동수단(고령자용)는 절소지를 사용한 부분은 도장, 도금 등 기타의 방청처리가 되어 있어야 한다.

4.1.6 개인용 이동수단(고령자용)는 인체에 닿는 부분 및 인체에 닿을 우려가 있는 부분이 고온에서 화상을 입을 가능성이 있는 부분에는 화상을 막기 위한 처치가 되어 있어야 한다.

4.1.7 개인용 이동수단(고령자용)의 대칭부품은 타이어를 중심으로 좌우대칭을 이뤄야하며, 눈에 띄는 기울어짐이 있어서는 안 된다.

4.1.8 개인용 이동수단(고령자용)는 조절장치가 스스로 풀리거나 작동할 수 없는 상황이 있어서는 안 된다.

(그림. 301) 개인용 이동수단 기준(안) 예시

① 국내 관련 기준 분석(2건)

- KC 안전확인 부속서 32 스케이트보드 - 2부 전동킥보드
- KS P 6114:2014 전동휠체어

② 국외 관련 기준 분석(3건)

- 호주/뉴질랜드 : AS/NZS 3695.2:2013 전동휠체어
- 일본 : JIS T 9203:2016 전동휠체어
- 중국 : GB T 12996:2012 전동휠체어

안전확인 부속서 32 (제2부 전동킥보드)	KS P 6114 (전동휠체어)	AS/NZS 3695.2:2013 (전동휠체어)	JIS T 9203:2016 (전동휠체어)	GB T 12996:2012 (전동휠체어)
1. 적용범위 전동킥보드란 전기에너지를 동력으로 하고 전기모터로 구동하며 2개 이상의 바퀴를 가지고 발을 올려놓는 발판이 있고 붙잡고 방향을 조정할 수 있는 핸들이 있으며 좌석이 없고 발을 발판에 올려놓고 타는 이동기구이다. 여기서 발을 발판에 올려놓고 타는 이동기구라 함은 좌석이 있더라도 좌석이 탈부착되어 발을 발판에 올려놓을 수 있는 기구가 포함됨을 의미한다.	1. 적용범위 이 표준은 15 km/h를 초과하지 않고 300 kg 이하의 한 사람이 이동하는 데 사용되는 세 개 이상 바퀴가 장착된 전동 스쿠터를 포함한 전동 휠체어의 요구사항과 시험방법을 규정한다. 또한 이 표준은 휠체어와 스쿠터의 배터리 충전기의 요구사항과 시험방법을 규정한다. 좌석이 있더라도 좌석이 탈부착되어 발을 발판에 올려놓을 수 있는 기구가 포함됨을 의미한다.	1. 적용범위 본 표준은 최대 속도가 15 km/h를 넘지 않으며 체중이 300 kg를 넘지 않는 1인을 운송하는 것을 목적으로 하는 전동식 휠체어의 요건 및 시험 방법을 명시하고 있다. 본 표준을 다음을 대상으로 한다. (a) 추진용 부가 전력 키트를 사용하는 수동 휠체어 (b) 전동식 휠체어(스쿠터 포함)	1. 적용범위 이 규격은 전동 휠체어의 최고속도가 6km/h 이하인 전동 휠체어 형식분류(부속서 JA 참조)의 자운데 전동 휠체어(이하 간이형이라 한다.), 자동조정용 간이형 전동 휠체어(이하 자동조정 간이형이라 한다.), 자동조정형 전동 휠체어(이하 자동조정 표준형이라 한다.)에 대하여 규정한다.	1. 적용범위 본 표준에서는 전동휠체어 관련 용어 및 모델명 부여 원칙, 표면 요구사항, 조립 요구사항, 외형 치수 요구사항, 성능 요구사항, 강도 요구사항, 난연성, 기후, 동력 및 제어 시스템 요구사항 및 각 요구사항에 상응하는 테스트 방법과 검사 규칙, 휠체어 관련 문건 정보 고시 표시 및 포장 관련 요구사항에 대하여 규정하고 있다.

(그림. 302) 국내외 관련 기준 검토

(2) 기준(안) 개발 및 설명회 - 전문가 의견 수렴 및 기준(안) 설명회 개최

(가) 실버캐리지 이용 관련 안전기준(안) 도출

- 겉모양 9항목(돌출물, 볼트 조립, 제품의 기울어짐 등)
- 구조 21항목(내부배선, 합선보호, 배터리 정격전압, 등)
- 성능 31항목(1회 충전 주행거리, 전방・후방 최고속도, 제동성능, 주행안정성 등)

[표. 139] 안전기준(안)

겉모양		구조			
1	흠, 비틀림, 변형	1	핸들 고정핀은 내구성	12	퓨즈 및 차단기와 같은 과전류보호장치
2	상해를 줄만한 돌출물	2	핸들 높이를 조절레버 기밀성	13	배터리 밀폐성
3	모서리 마무리 처리	3	접이식 레버는 견고성	14	배터리 전격전압
4	볼트 조립은 진동 영향	4	제품 구동 신호장치	15	잠금장치
5	방청처리	5	급출발 방지	16	핸드 브레이크 위치 및 석면
6	인체에 접촉부위 화상	6	커넥터 부품의 기밀성	17	브레이크 레버 사이즈
7	좌우대칭	7	내부배선은 외부로 노출	18	브레이크 레버의 작동 힘
8	조절장치 견고성	8	배선의 통로의 모서리	19	비상정지 장치
9	미끄러짐 방지 기능	9	배선의 날카로운 접촉부위	20	경보기 음량
		10	절연 전선 접촉부위	21	조명의 밝기
		11	배선의 가동부 접촉		
성능					
1	1회 충전 주행거리	12	항온항습시험	23	
2	전방 수평 최고속도	13	저온시험	24	충전기
3	후방 수평 최고속도	14	고온시험	25	제어 불능 방지기능
4	제동성능	15	낙하시험	26	충전시 주행 억제
5	주행안정성	16	핸들시험	27	저전압 보호기능
6	정적안정성	17	바퀴의 부착강도	28	배터리 단락시험
7	지면요철	18	접는 장치의 안전성	29	배터리 과충전시험
8	골·도랑 통과	19	정하중시험	30	배터리 충돌시험
9	방수성능	20	절연저항	31	배터리 진동시험
10	등판시험	21	누설전류	32	배터리 충격시험
11	강판시험	22	모터 정지 보호		

(나) 전문가회의

○ 참석한 전문가의 검토사항은 다음과 같음
- 부품 단위의 인증과 제품 단위의 인증의 중복으로 인증비용의 중복 부과 방지 필요
- 충전기의 안전인증에 대한 내용 필요
- 접이식 거치대가 버틸 수 있는 경우 강도 기준 필요
- 고르지 못한 지면 주행에 대한 국내 실정을 반영한 타이어 사이즈 반영 고려 필요
- 지하철 및 엘리베이터 탑승을 고려한 기준 마련 필요
- 정적안전성 시험 시 인체 모형을 이용한 시험 필요
- 기존의 킥보드 및 전동 휠체어와 구별되는 성능 기준 부각 필요
- 급출발 방지 기능의 정량적 수치 제시 필요
- 전조등에 대한 최대 밝기도 제한할 필요가 있음

(다) 고령자용 실버캐리지 기준(안) 설명회

○ 참석자 : 미니모터스 외 24 업체(31인)
○ 전기용품 및 생활용품 안전관리법을 소개함
○ 전동 개인용 이동수단 인증 절차를 소개함
○ 기존의 전동킥보드 안전확인 인증과 고령자용 실버캐리지 기준(안)의 차이점을 설명함
○ 참석자의 의견은 다음과 같음
- 도로교통법에 따른 개인용 이동수단 사용 구분 촉구
- 향상된 안전성능 대한 성능평가 방법은 필요함
- 배터리에 대한 안전 성능 확인은 반드시 필요함
- 부품 단위의 인증과 제품 단위의 인증의 중복으로 인증비용의 중복 부과 방지 필요
- 시료 수량 최소화 및 시험기간 단축 방안 검토 요청



전문가회의



실버캐리지 기준(안) 설명회

(그림. 303) 실버캐리지 전문가회의 및 기준(안) 설명회

(3) 실버캐리지 차체 및 구동부 개발에 따른 작동성 및 내구성 평가

(가) 최종 결과물: 성능평가 보고서 (20항목, 1건)

○ 실버캐리지 성능평가 보고서는 질적성과 증빙자료의 ‘(질적성과)-KCL-1 실버캐리지 성능평가보고서’에 상세히 수록하였음

(나) 고령자용 실버캐리지 차체 및 구동부 개발에 따른 작동성 및 내구성 평가(4항목)

○ 스테레오 카메라 성능평가(진동시험)
- 평가규격: KS C IEC 60068-2-64 광대역 불규칙 진동시험 및 지침
- 시험결과: 이상 없음

○ 스테레오 카메라 성능평가(충격시험)
- 평가규격: KS C IEC 60068-2-27 환경시험 지침
- 시험결과: 이상 없음

○ 스테레오 카메라 성능평가(내한시험)
- 평가규격: KS C IEC 60068-2-1 환경시험(내한성시험)
- 시험결과 : 이상 없음

○ 스테레오 카메라 성능평가(온습도 사이클 시험)
- 평가규격: KS C IEC 60068-2-30 환경시험(내습 사이클)
- 시험결과: 이상 없음



(그림. 304) 스테레오카메라 성능평가

(4) 실버캐리지 시작품 개발에 따른 제품 품질평가 (5항목)

○ 배터리 전기안전성 성능평가(진동시험)
- 평가규격: KC 안전확인 안전기준 부속서 32 스케이트보드, 2부 전동킥보드
- 시험결과: 이상 없음

○ 배터리 전기안전성 성능평가(충격시험)
- 평가규격: KC 안전확인 안전기준 부속서 32 스케이트보드, 2부 전동킥보드
- 시험결과: 이상 없음

○ 배터리 전기안전성 성능평가(외부단락시험)
- 평가규격: KC 62133:2015 에 준함
- 시험결과: 발화 및 폭발 없음

○ 배터리 전기안전성 성능평가(과충전 시험)
- 평가규격: KC 62133:2015 에 준함
- 시험결과: 발화 및 폭발 없음

○ 배터리 전기안전성 성능평가(열충격 시험)
- 평가규격: 제조자 사양에 따름(Manual of test and Criteria UN38.3에 준함)
- 시험결과: 누출, 벤트 작동, 발화, 파열이 없음



(그림. 305) 배터리 전기안전성 성능평가

○ 모터 출력 시험(6항목)
- 평가규격: KC 안전확인대상공산품 안전기준 부속서 40 이륜자전거, 4부 전기자전거

[표. 140] 모터출력 시험결과

항목	시험결과
정격출력	160.1 W
회전속도	213 r/min
토크	716 Nm
제어기 입력전압	36.12 Vdc
제어기 입력전류	6.97 A
제어기 입력	251.4 W

○ 모터 제어기 보호 기능 시험(저전압 보호기능)
- 평가규격: KC 안전확인대상공산품 안전기준 부속서 40 이륜자전거, 4부 전기자전거
- 시험결과: 동작전압 31.0 Vdc

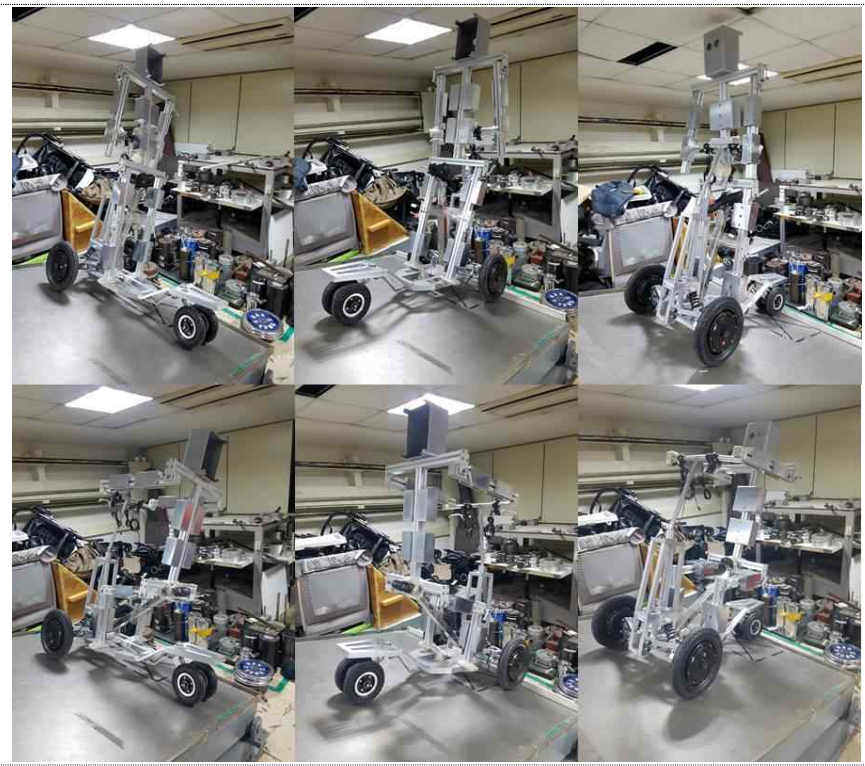
○ 모터 제어기 보호 기능 시험(과전류 보호기능)
- 평가규격: KC 안전확인대상공산품 안전기준 부속서 40 이륜자전거, 4부 전기자전거
- 시험결과: 동작전류 9.6 A

○ 모터 제어기 보호 기능 시험(상단락 보호기능)
- 평가규격: KC 안전확인대상공산품 안전기준 부속서 40 이륜자전거, 4부 전기자전거
- 시험결과: 정상 동작



(그림. 306) 모터 출력 시험

○ 정적안정성 시험
- 평가규격: KS P 6114:2014 에 준함
- 시험결과 : 전복되지 않음



(그림. 307) 정적안정성 시험

○ 유해인자 시험

- 평가규격: 환경 유해인자 공정시험 기준:2017
- 시험결과

[표. 141] 유해인자 시험결과

유해인자	단위	안장	브레이크
Pb	ppm	불검출	37
Cd		불검출	불검출
Hg		불검출	24
Cr6+		불검출	불검출



(그림. 308) 유해인자 시험

라. 실버캐리지에 대한 규격 기준 제정 및 제도화

(1) 실버캐리지 품질인증 제정(안) 신청

(가) KS 표준 제정 절차



(그림. 309) KS 표준 제정 절차

(나) KS 예고고시

○ 고시번호(고시일) : 제 2018-0304호(2018.08.29.)

- 고시제목 : KS_G_NEW_2018_0016 등 10종 제정 예고고시



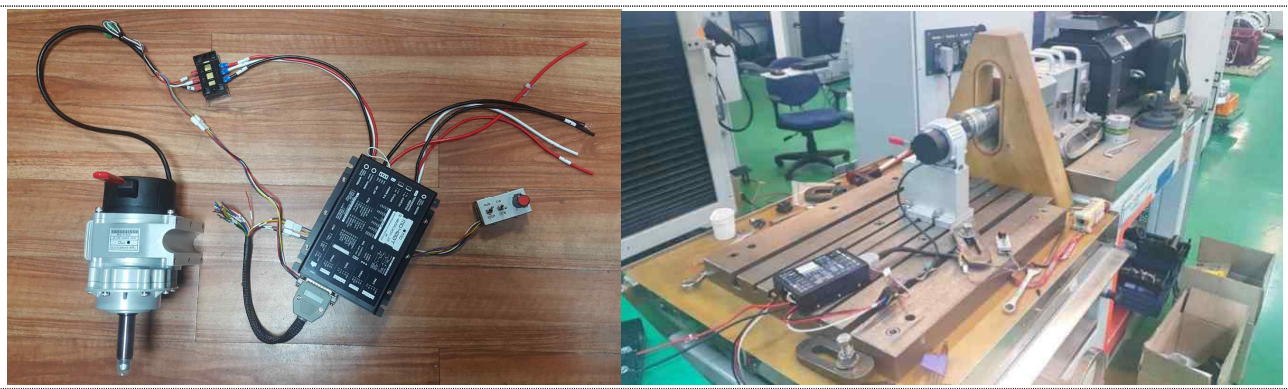
(그림. 310) KS 예고고시 기술심의회 소집 공문

(2) 개발된 실버캐리지 시제품의 성능평가

○ 시작품에 사용되는 모터에 대한 성능을 공인기관에 의뢰하여 목표성능 달성을 확인

[표. 142] 모터 및 컨트롤러 성능 시험결과

구분	평가규격	시험결과	
모터성능	KC 안전확인대상 생활용품 안전기준 부속서 40 이륜자전거, 4부 전기자전거	정격출력	250 W
		회전속도	132 r/min
		토크	18.1 Nm
		제어기 입력전압	36.1 Vdc
		제어기 입력전류	10.2 A
		제어기 입력	367.3 W
모터 제어기 보호기능		저전압 보호기능	동작전압 11.3 Vdc
		과전류 보호기능	동작전류 12.4 A
		상단락 보호기능	정상 동작



(그림. 311) 모터 성능 시험

○ 제작된 시작품에 대한 성능을 개발된 기준(안)에 준한 방법으로 공인기관에 의뢰하여 목표성능 달성을 확인

[표. 143] 시작품의 성능 시험결과

구분	평가규격	시험결과	
지면요철 골도랑 시험	KS P 6114:2014	지면요철	이상없음
		골 · 도랑 통과	이상없음
배터리 전기안전성	KC 안전확인 안전기준 부속서 32 스케이트보드, 2부 전동킥보드	진동시험	이상없음
		충격시험	이상없음
		외부단락시험	발화 및 폭발 없음
		과충전시험	발화 및 폭발 없음
강성시험		정하중시험	이상없음
		낙하시험	이상없음
		핸들시험	이상없음
제동성능시험		제동성능	4 m
최고속도시험		최고속도	8 km/h
주행거리 시험		주행거리	14.2 km
주행안전성 시험		주행안정성	이상없음



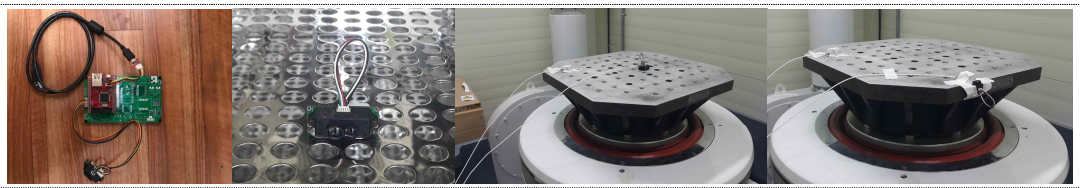
(그림. 312) 시제품 종합 성능평가

(3) 실버캐리지 안전운전 지원센서에 대한 품질 평가

○ 시작품에 사용되는 센서 대한 성능을 공인기관에 의뢰하여 목표성능 달성을 확인

[표. 144] 안전운전 지원센서 성능 시험결과

구분	평가규격	시험결과	
ToF 모듈 성능	KS C IEC 60068-2-27 환경시험 지침	충격시험	이상없음
	KS C IEC 60068-2-1 환경시험: 내한성시험	내한시험	이상없음
	KS C IEC 60068-2-30 환경시험:내습 사이클	온습도사이클시험	이상없음



(그림. 313) 스테레오카메라 성능평가

(4) 해당 인증(EMC) 및 성능인증 획득을 위한 평가

○ 제작된 시작품에 대한 전자파 적합성을 인증 기준과 동일한 수준의 공인기관에 의뢰하여 목표성능 달성을 확인함

[표. 145] 시작품의 전자파적합성 시험결과

구분	평가규격		시험결과		
시작품 전자파 적합성	KN 14-1:2017		전원단자 방해전압	연속성	**적합**
				불연속성	**적합**
			방해전력		**적합**
	KN 14-1:2017	KN61000-4-2	정전기 방전 내성시험		**적합**
		KN61000-4-4	EFT/버스트 내성시험		**적합**
		KN61000-4-5	서지내성시험		**적합**
		KN61000-4-6	전도성RF전자기장내성시험		**적합**
		KN61000-4-11	전압강하, 순시정전 및 전압 변동 내성 시험		**적합**

본 페이지는 편집상 여백입니다.

8. 실버캐리지 안전운영을 위한 보험제도 개선 (현대해상화재보험)

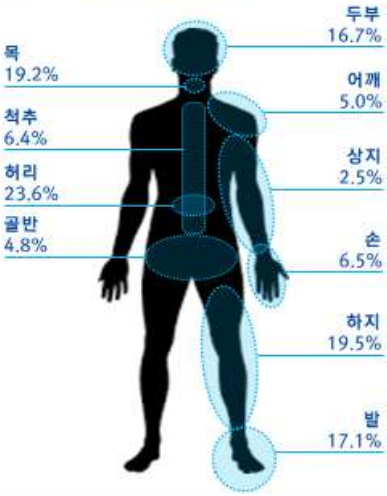
연구의 배경 및 주요연구 내용

- ✓ 실버캐리지와 같은 고령자가 이용하는 이동수단에는 사용자가 안심하고 이용할 수 있도록 보장해 주는 현실적인 방안인 보험제도 개선이 필요
- ✓ PM과 전기자전거 사고통계를 이용해 고령자 사고위험요인 도출과 해외 PM보험을 검토하여 **실버캐리지 보험 상품 개발의 핵심인 보험요율의 표준안을 개발하고 이용활성화를 위한 방안**을 제시함

주요 연구 결과

고령자 사고 특성

60대 이상(196.4%)



- 고령이 될수록 두부, 척추, 하지 등의 상해율이 높아짐(60대이상은 50대 비해 상해율이 24%p 높음)
- 보행할 때가 자전거를 타는 경우에 비해 상해율이 높게 나타났고, 지급 보험금 규모도 큼
- PM 사고요인은 빠른 순간 가속도, 긴 제동거리, 회전능력의 차이, 배터리 방전으로 나타남
- 특히, 고령자의 이용이 많은 전기자전거는 일반자전거에 비해 60대이상의 사고구성비가 52.7%로 매우 높음
- 고령자를 위한 실버캐리지는 3륜(앞2륜, 뒤1륜) 형태가안전한 것으로 분석됨



해외 PM 보험제도

구분	독일	싱가포르
가입 기준	세그웨이, 나인봇, e자전거 등 -원형, 손잡이 없는 두발 불가	인
담보	배상책임, 자차 (도난포함)	배상책임, 자기신체상해
가입 연령	14세 이상 (23세 이하 할증)	8~70세 (65세이상 경신조건 有)
보험료	1년 € 144~185 (자차제외시 € 54~86)	1년 S$78~96

- 독일은 세그웨이 확산에 대비하여 충돌실험, 주행실험등으로 전동 이동기기의 이용지침을 사전에 마련함
- 보험상품은 제3자 피해보상에 포커스가 맞춰져 있고, 독일은 기기보상 상품을 싱가포르는 사람피해보장 상품을 판매중
- 하지만, 65세까지 가입 가능함





실버캐리지 보험요율 및 활성화 방안

보험요율 개발

퍼스널모빌리티	실버캐리지
✓ 운행속도 25kph 이하	✓ 운행속도 8kph 이하
✓ 안전장치 업체마다 상이	✓ 안전장치 - 장애물 및 위험 인지
✓ 안전기준 표준화된 기준 없음	✓ 안전기준 - 건기연KOL 개발

충돌실험



- 80세까지 가입 가능한 보험상품 요율 개발
- 수요가 적어서 PM보험 특약형태 개발 검토
- 유사수단 통계자료, 충돌실험 자료활용 요율 산출

보험요율 = PM 요율 x 연령대 보정 x (10% 또는 30%)

이용 활성화 방안

- ✓ 실버캐리지 사고 및 고장 시 보험사의 긴급출동 서비스를 활용하는 방안 검토 (사고, 고장, 수리 서비스 중심)
- ✓ 토요타시의 고령자 탑승 프로그램의 검토로 실버캐리지의 고령자 이용 활성화 방안 제시


보험사의 긴급출동 서비스 활용방안


토요타시의 고령자 프로그램

가. 고령자 보행사고 분석

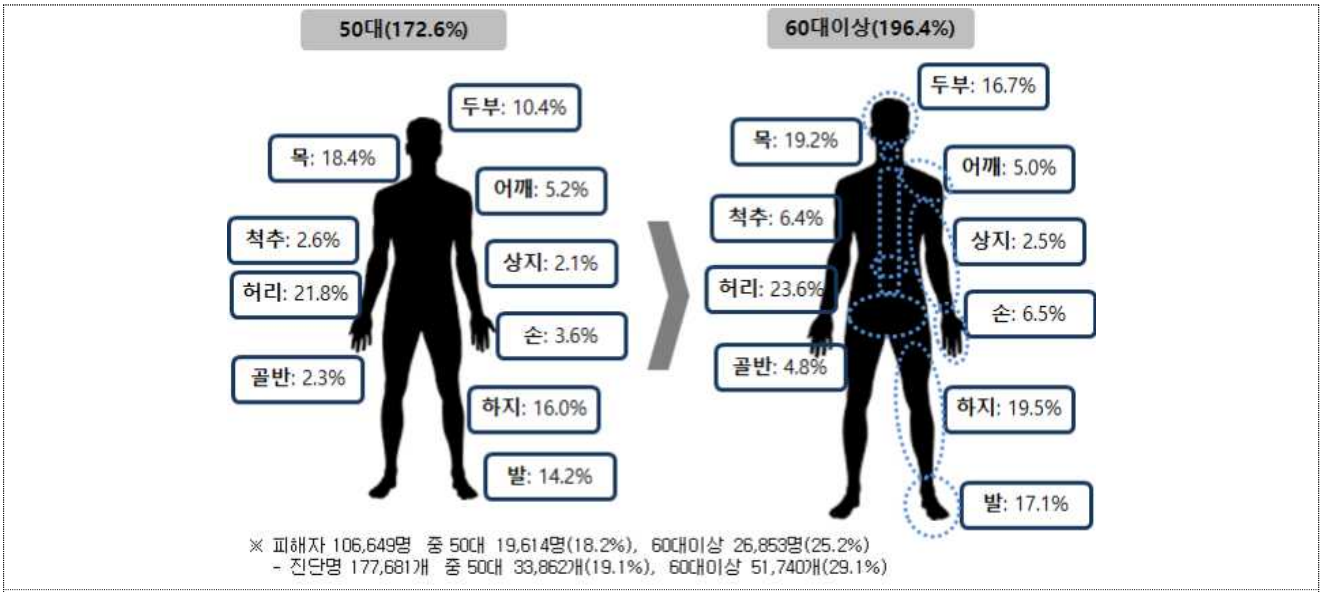
○ 고령자 진단률
- H보험사 고객사고 DB를 기반으로 보행 중과 자전거 운행 중 사고의 지급보험금 규모와 상해부위에 대해 상세히 분석함
- 지급보험금을 비교해 보면, 보행 중일 때가 자전거 운행 중에 비해 평균 170만 원 더 높은 것으로 나타났고, 60대 이상이 50대에 비해 1.5배 높은 것으로 분석됨
- 보행/자전거 사고의 연령대별 상해인원 대비 진단수를 비교해 보면, 60대 이상은 30~40대의 진단률 131.1%에 비해 61%p 높은 192.7%로 나타남

[표. 146] 보행/자전거 사고의 연령대별 진단률

(단위: 건)

구분		20대 이하	30~40대	50대	60대 이상	계
보행중	상해인원	32,607	27,575	19,614	26,853	106,649
	진단수	48,047	36,139	33,862	51,740	177,681
	진단률	147.4%	131.1%	172.6%	192.7%	166.6%
자전거 운행중	상해인원	13,630	6,091	5,378	8,929	34,028
	진단수	18,763	9,682	9,066	16,083	53,594
	진단률	137.7%	159.0%	168.6%	180.1%	157.5%

○ 고령자 상해부위
- 고령이 될수록 두부, 척추, 하지 등의 상해율이 높아짐(60대 이상은 50대에 비해 상해율이 23.8%p 높음)
- 보행할 때가 자전거를 타는 경우에 비해 상해율이 높게 나타났고, 지급 보험금 규모도 커서 사고심도도 더 높게 분석됨



(그림. 314) 주요 부위별 진단율

[표. 147] 고령자 부위별 골절률

(단위: %)

구분	두부	어깨	가슴	늑골	척추	상지	손	골반	하지	발	계
60대 이상	2.0	1.3	0.3	6.4	6.3	1.3	5.2	3.7	10.3	10.8	47.7
50대	2.0	1.0	0.1	4.0	2.4	0.6	2.3	1.6	5.9	7.0	26.9

※ 골절률 = 골절진단명 수 / 진단명 수

[표. 148] 고령자 골절 좌우비율

(단위: %)

구분		상지		하지		계	
		좌	우	좌	우	좌	우
2015년	60대 이상	55.6	44.4	57.5	42.4	56.9	43.0
	50대	52.1	48.0	52.3	47.7	52.2	47.7
2016년	60대 이상	63.4	36.6	56.9	43.1	58.7	41.3
	50대	49.6	50.4	52.5	47.5	51.9	48.1

나. 시설설치 법령 및 사고보장 제도 검토

○ 시설설치 및 운영 관련 법령
- 도로법은 ‘도로망에 대한 계획수립, 노선지정, 공사시행과 시설기준’ 등을 입법목적으로 하여, 관련 제도 위주의 규정들을 내용으로 담고 있음
- 하부규칙으로 시설기준 등에 관한 세부내용을 ‘도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙’ 등에서 규율하고 있으나,
- 연혁적으로 국가 기간산업으로서의 도로정책 수립 및 토건위주의 세부시설을 위해 재정된 법규들로 교통약자인 고령자 등에 대한 지원 규정 등에 있어서는 소극적으로 규율되고 있음

○ 교통약자 및 보행안전 지원관련 법령
- 장애인 지원 위주의 복지관련 법령으로 고령자에 대한 실질적 지원 미흡
- 2000년 중·후반에 이르러 국내법상 고령자 등의 이동권 및 접근권에 대한 법령 등이 제정되어 오고 있으나, 거동불편 장애인에 관한 규정 속에 일부 교통약자군에 대한 선언적 의미로서 규정된 경우가 많아 실질적으로 고령자를 위한 지원을 기대하기 어려운 실정임
- 고령자, 노인 등에 대한 구체적 기준 설정과 비장애상태의 건강한 고령자에 대한 구체적 입법적 고려가 필요함

○ 이용 주체별 위험내용
- 교통사고처리특례법에서의 “차”란 도로교통법 제2조 제17호 가목에 따른 차와 건설기계관리법 제2조 제1항 제1호에 따른 건설기계를 말함
- 교통사고를 일으킨 자는 피해자와 공소제기를 반대하는 합의를 하거나 피해자의 손해배상금 전액을 보상하는 보험 또는 공제에 가입된 경우 공소를 제기할 수 없음
- 보도가 설치된 도로의 보도를 침범하거나, 보도 횡단방법을 위반하여 운전한 경우 발생한 사고에 대해서는 특례적용이 제한됨

[표. 149] 교통약자 및 보행안전 지원 관련 법령

근거법	종류	내용	조항	담당부처
보행안전 및 편의증진에 관한 법률 (2012년 제정)	책무	국가와 지자체는 노인 등 스스로의 힘으로는 보행이 불편한 사람이 차별 없이 보행자길을 안전하고 편리하게 통행할 수 있도록 보행환경을 조성하기 위하여 노력하여야 한다.	제4조	행정 안전부
	기본계획수립	도로교통법상 노인보호구역과 그 인근지역의 보행환경 정비 기본계획	제7조	
	보행환경개선 지구 지정 및 사업시행	노인 · 임산부 · 어린이 · 장애인 등의 통행 빈도가 높은 구역에 대한 보행환경 개선 지구 지정	제9조 및 제10조	
	개발사업 시행시 보행환경 검토	도시개발 및 정비사업 시행 시 노인 · 어린이 · 장애인등을 위한 보호구역 설치	제20조	
교통약자의 이동편의 증진법 (2006년 제정)	정의	교통약자에 “고령자” 포함	제2조	국토 교통부
	연구개발 촉진	고령자가 직접 운전하는데에 필요한 운전장치 또는 차량의 개발관련 연구개발 사업 추진 의무 규정	제26조	
	자가운전 지원	국가와 지자체는 장애인이나 고령자가 직접 운전하여 안전하고 편리하게 이동할 수 있도록 운전면허제도를 정비하는 등 필요한 시책 마련 의무, 교통사업자의 요금 감면 규정	제27조	
장애인·노인·임산부 등의 편의증진 보장에 관한 법률 (1998년 제정)	기본원칙	장애인 · 노인 등이 공공건물 및 공중이용시설을 이용할 때 최대한 최단거리로 이동할 수 있도록 편의시설 설치 의무규정	제3조	보건 복지부
	대상 시설	공원, 공공건물 및 공중이용시설, 공동주택, 통신시설, 그밖에 필요가 있는 건물 및 부대시설	제38조	

다. 위험요인 선정 및 안전기준

○ 사고추이
- PM에 대한 경찰청 데이터가 제공되지 않기 때문에 H보험사의 사고 데이터를 기반으로 사고추이 및 유형, 사고심각도 등을 분석함
- PM은 단거리 이동수단으로 사용되고 있고 보도와 자전거도로에서 많이 이용되고 있기 때문에 이용 목적과 이용 장소가 유사한 보행자와 자전거의 사고특성도 함께 비교함
- PM 사고는 2012년 52건에서 2017년(11월) 177건으로 5년 새 3.4배 증가하였고, 최근 사망사고 건이 발생하고 있음. 이는 PM의 판매량이 최근 증가하는 것에 따른 영향이 큼

○ 사고유형 및 내용
- PM 사고를 구분하여 보면, 세그웨이, 나인봇 사고는 운행미숙에 의한 사고가 대부분이고, 전기자전거와 전동스쿠터는 회전차량과의 충돌 사고가 많은 것으로 분석됨
- PM의 자동차 외 일반사고 유형은 단독사고가 80%로 가장 많고, 보행자와 충돌사고는 5.8% 수준으로 나타남
- 또한 PM 사고 중 자동차보험 사고의 상해등급 분석결과, 7급 이하의 중상사고 비율이 10.8%로 나타나 전체 자동차보험 사고의 2.46% 보다 4배 이상 높게 분석됨

- 최근 자전거도로의 이용이 허용된 전기 자전거의 경우, 60대 이상의 사고 구성의 비율이 52.7%로 매우 높음
- 고령자 사고증가 원인은 전기자전거 이용 증가와 가속도가 빠르고, 과속하기 쉽기 때문 위험상황에서 대처하기 어려운 것으로 분석됨
- PM의 사고유형은 다음과 같이 크게 4가지로 분류 가능함
  · 교차로의 회전차량과의 사고, 경사로에서의 배터리 방전 사고, 주정차 차량의 문열림에 의한 사고, 자전거와 추월 중 사고

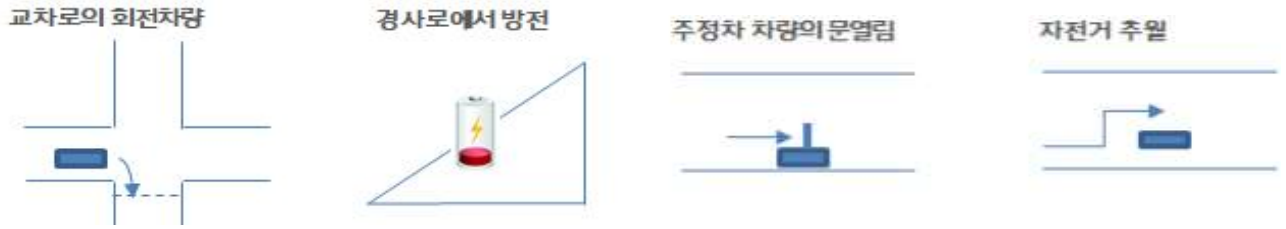
[표. 150] PM 사고형태

구분	사고내용
운전미숙	• 세그웨이 체험 중에 손잡이에 치아를 부딪쳐 다치는 사고 • 길을 잘못 인지하여 계단에 떨어져 우측 대퇴부 골절 사고
기기결함	• 세그웨이를 타다가 펑크가 나서 다침
차량접촉	• 나인봇을 타다가 주차된 차량에 부딪혀서 차량과 나인봇 기구 파손사고 • 차량 우회전 중 신호에 횡단보도 건너던 전동스쿠터 접촉사고

[표. 151] 연령대별 차대 자전거 사고

(단위: %)

연령대	자전거	전기자전거
10대 이하	28.1	4.1
20대	9.8	20.3
30대	7.0	10.8
40대	9.2	4.1
50대	15.1	8.1
60대	15.4	17.6
70대 이상	15.4	35.1



(그림. 315) PM 사고유형

○ PM종류별 주행실험
- 실버캐리지 개발단계에서 위험요인을 고려하기 위해 기존의 PM 종류별 주행 관련 안전성을 실험함
- 세그웨이와 같은 2륜의 경우, 개인별로 주행능력이 차이가 크게 나타났고, 전기삼륜의 경우는 누구나 쉽게 주행이 가능함
- 고령자가 이용하는 실버캐리지의 경우 앞바퀴는 2륜, 뒤바퀴는 1륜인 삼륜으로 개발하는 것이 바람직함. 다만, 삼륜의 경우 회전 시 바퀴가 들리는 현상의 보완이 필요함

라. 실버캐리지 보험관련 선진사례

○ 독일의 세그웨이 보험
- PM보험은 세그웨이 중심의 기기보험 상품이 활성화 되어 있음
- 이를 근간으로 PM 관련 보험 상품이 판매되고 있으며, 사례조사를 통해 알아본 취리히 보험사(Zurich Insurance Group)와 알리안츠 보험사(Allianz SE)의 상품은 다음과 같음

[표. 152] 취리히 보험사의 세그웨이 보험 상품

구분	기본(Basis)	중급(Kompakt)	고급(Top)
보험료	€ 190	€ 270	€ 325
부가사항	• 연 19% 부가세 별도 • 본인부담금: 10%/최소 € 250	• 연 19% 부가세 별도 • 본인부담금: 5%/최소 € 150	• 연 19% 부가세 별도 • 본인부담금: € 150 • 도난/강도/절도 시: 5%/최소 € 150

[표. 153] 알리안츠 보험사의 세그웨이 보험 상품

구분	자차 無 (3자 배상책임)		자차 有 (분담금 € 50~300)		자차 有 (분담금 € 150~300)	
	23세 이하	23세 이상	23세 이하	23세 이상	23세 이하	23세 이상
Moped, Mofa	72	61	171	151	128	112
Segway	86	54	185	144	138	97

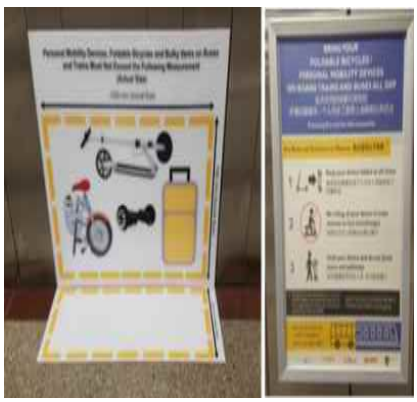
○ 싱가포르의 PM보험
- PM 확산과 안전성 문제 대두로 이용자가 쉽게 가입할 수 있는 보험상품 개발되어 있음
- 싱가포르의 보험사에서는 PM을 다음과 같이 정의하고 있음
- 싱가포르의 PM보험은 사람중심의 상품으로 판매 중
- 세그웨이 보다는 전동킥보드 확산이 빠르고, 크기 제한 등으로 대중교통과 연계가 이루어짐

[표. 154] 싱가포르의 PM보험 상품

구분	NTUC Income	eTiQa
담보	• 배상책임: S$ 1,000,000 • 사망/장해: S$ 200,000 • 의료비: S$ 2,500 (자기부담금 S$ 100)	• 배상책임: S$ 500,000 • 사망/장해: S$ 150,000 • 의료비: S$ 3,000 (자기부담금 S$ 200)
보험 목적물	• 자전거, PM(세그웨이 포함) – 소유, 렌트 여부무관, 이용자 기준 * 별도 자전거보험 없음	• 좌동
가입연령	• 8~65세 (갱신: ~70세, 보험료 인상)	• 8~70세 (70세 이상도 의료검사 상 이상이 없으면 갱신가능)
보험료	• 1년 S$ 96 (부가세 7% 포함)	• 1년 S$ 78 (1개월 S$ 26, 3개월 S$ 39, 6개월 S$ 59)



Telepod 공공무인 이용시스템



지하철 역사 내 탑승 가능

(그림. 316) 싱가포르 PM의 대중교통 연계 사례

○ 해외 PM보험의 종합
- 해외 PM보험은 기기보험과 인보험으로 판매 중임. 따라서 본 연구에서는 싱가포르와 같은 인보험 형태의 보험상품을 개발하고자 함

[표. 155] 해외 PM보험상품 비교

구분	독일	싱가포르
가입기준	• 세그웨이, 나인봇, e자전거 등 (원휠, 손잡이 없는 투휠 불가)	• 사람
특징	• 20~50 km/h 기기는 보험사 발급/번호판 부착/배상책임 보험 필수 • 20 km/h 미만은 번호판 불필요	• 기기 소유, 렌트 여부 무관
담보	• 배상책임, 자차(도난포함)	• 배상책임, 자기신체상해
가입연령	• 14세 이상(23세 이하 할증)	• 8~70세 (65세 이상 갱신조건 有)
보험료	• 1년 € 144~185 (자차 제외시 € 54~86)	• 1년 S$ 78 ~ 96

마. 실버캐리지 보험상품요율(안) 도출

○ 실버캐리지의 보험상품 개발방향
- 해외 PM보험 상품을 검토 결과, 독일의 세그웨이와 같은 기기보험은 모럴해저드(도덕적 해이) 발생 가능성이 높고 보험료도 높아 일반적인 PM보험으로 적합하지 않음
- 실버캐리지 보험상품은 PM기기를 기반으로 하는 상품이 아닌 사람의 상해에 대한 보상을 담보로 하는 상품 개발로 방향을 설정함

○ PM보험의 특약형태
- 실버캐리지는 고령자를 주 고객으로 하기 때문에 일반적인 PM보험에서는 65~70세 까지만 가입이 가능하기 때문에 80세까지 가입이 가능한 상품 개발이 필요
- 또한, 고령자만을 대상으로 하여 수요가 적기 때문에 단독 보험상품 개발은 어려움
- 따라서, PM보험 상품을 우선적으로 개발하여 실버캐리지에 대해서는 특약형태로 가입하도록 하는 보험상품의 개발이 필요함
- 공공자전거와 비슷하게 공공실버캐리지(공공PM)의 단체보험 형태의 보험상품 고려 필요

○ 보험요율 산출과정 및 결과
- 실버캐리지 보험요율은 현재 판매되고 있는 PM보험의 단일요율을 기초로 자동차보험의 연령대별 가중치와 충돌실험 결과값인 상해정도를 비교하여 보험계리사 자문 등을 통해 실버캐리지 보험요율을 산정함
- 보험계리사 자문회의를 통해 위험도를 경감할 수 있는 적용 계수 산출은 2가지 관점에서 고려함
  (1안) PM 운전자 상해 대비 1/10 수준 : 실버캐리지 보험요율 = PM × 연령대별 보정 × 10%
  (2안) PM 최고속도(25km/h) 대비 1/3 수준 : 실버캐리지 보험요율 = PM × 연령대별 보정 × 30%

[표. 156] 실버캐리지 연령별 보험요율 산출결과

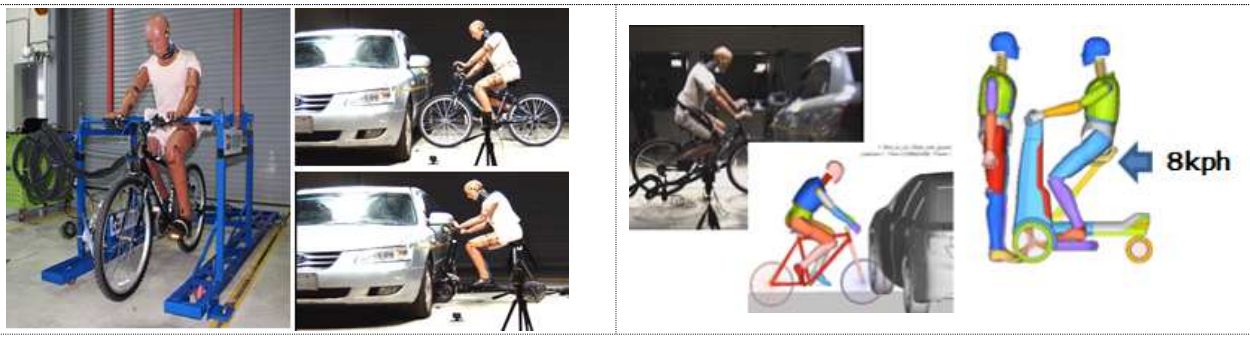
구분	PM		실버캐리지	
	단일요율	연령대별 요율	상해위험도(1안)	최고주행속도(2안)
20대	0.0358% (현재 판매중)	0.0329%	0.00329%	0.00987%
30대		0.0358%	0.00358%	0.01074%
40대		0.0388%	0.00388%	0.01164%
50대		0.0420%	0.00420%	0.01260%
60대		0.0473%	0.00473%	0.01419%
70대		0.0529%	0.00529%	0.01587%
80대		0.0630%	0.00630%	0.01890%

○ 상품성 평가
- 첫째, 상품 판매가 가능한 수요 평가 : 단독형 상품으로 개발하기에는 수요가 부족함
  [산식] 실버캐리지 수요 = PM보험 상품 전망(대/년) × 고령자 인구 구성비(14.3%) × 보험가입율(8.0%)
  2019년 기준: 실버캐리지 수요 = 117,972대/년 × 14.3% × 8.0% = 1,350대/년
  2020년 기준: 실버캐리지 수요 = 191,115대/년 × 14.3% × 8.0% = 2,186대/년
- 둘째, 보험상품 내 세부담보구성에 대한 평가 : 상해보장 높은 담보 필요
  최고속도(8km/h)이상 사고에 대한 면책 명확화 필요
  사망, 후유장애의 상해보장 담보를 PM보험보다 높이는 방안 검토
- 셋째, 보험금 신청 시 발생하는 민원과 사기 평가 : 민원과 사기 발생 가능성 낮음
  실버캐리지의 최고속도가 8km/h 정도이기 때문에 장해를 일으킬 만큼의 사고 과장(보험사기)을 하기 어려움 것으로 판단됨
  고령자의 민원은 대부분 인수제한(U/W)에서 발생하는데 이 상품은 고령자 전용상품으로 민원 발생 가능성이 낮음
- 넷째, 실버캐리지 고령자 요율 산출의 계리 검증결과 평가 : 적절한 것으로 판정
  실버캐리지는 새롭게 개발되는 제품으로 기존에 참고할 만한 통계적 요율이 없음
  유사한 참조요율과 충돌실험 결과값을 이용하여 요율을 산출한 결과가 타당하다고 판단됨

바. 실버캐리지 이용자 보호제도

○ 실버캐리지 이용자 보호방안
- 실버캐리지의 충돌실험을 통해 보행자 사고 피해 최소화 방안 필요
- 사고 및 고장에 의한 서비스 지원 대책으로 보험사의 긴급출동 서비스 활용방안 제안(실버캐리지 보험과 연계)
- 전동 기기특성상 초기 배우는 과정의 사고가 많기 때문에 고령자 의무교육 방안 검토 필요

○ 실버캐리지 충돌실험
- 이용자의 안전성 우려로 실차 충돌실험과 충돌시뮬레이션을 이용하여 상해 정도를 측정함
- 실차 실험결과, 운전자 상해는 AIS 2등급 최소값의 1/10 수준인 타박상 정도로 나타남. (자전거와 전동킥보드가 시속 10 km/h 속도로 차량측면과 충돌 실험, 실버캐리지는 개발 단계로 실험 불가한 상태였음)
- 충돌시뮬레이션은 실차 실험과 동일한 조건으로 상해값을 산정하여 향후 충돌시뮬레이션 결과값을 보정 사용함
- 가장 큰 피해가 예상되는 보행자 충돌 실험에서 실버캐리지는 AIS 2등급 수준의 경상수준으로 나타났지만 PM (전동킥보드)는 상해3등급 이상의 중상이상으로 나타남



(그림. 317) PM 및 실버캐리지 충돌실험

[표. 157] 이동수단별 보행자 충돌실험 결과(상해값)

상해부위	자전거(15kph)		전동킥보드(15kph)		실버캐리지(8kph)		AIS 2 기준
	운전자	보행자	운전자	보행자	운전자	보행자	최고치
머리상해 (HIC36)	728.0	588.0	42.0	1708.0	252.0	560.0	1000
목상행 (젖힘모멘트)	21.7	34.8	13.7	13.1	14.3	13.7	57

○ 긴급출동 서비스 활용방안
- 실버캐리지가 도입될 경우 교통사고 및 배터리방전과 같은 문제가 발생할 경우 이용자의 안전과 편의성 제고를 위해 보험사의 긴급출동 서비스를 활용하는 방안 고려 필요
- 검토결과, 견인차로 운반하는 서비스는 어렵고, 배터리 교환 서비스, 수리 서비스는 제조사의 지원여하에 따라 가능한 것으로 판단됨

[표. 158] 긴급출동 서비스 신설 검토

구분	기존 서비스	실버캐리지	가능여부
사고	• 사고 발생 시 원활한 교통흐름과 구호를 위한 견인 서비스	• 견인차 규격 상 실버캐리지를 운반하기는 어려움	X
고장	• 고장(배터리 방전, 타이어펑크 등) 시 고객의 요청으로 조치하는 서비스	• 전기차와 충천케이블 호환문제로 서비스 어려움, 향후 배터리 교체방안 고려 필요	△
수리	• 현장조치가 어려운 경우 정비업체로 견인하여 인계하는 서비스	• 표준화된 실버캐리지 매뉴얼 및 부품(배터리)을 보유하고 있지 않아 제조사 지원 필요	△

○ 실버캐리지 교육 프로그램
- 전동으로 이동하는 장치는 초기 배우는 과정에서 사고가 많이 발생하기 때문에 고령자를 위한 실버캐리지에 대한 교육 프로그램이 필요
- 일본의 도요타시에서는 Winglet 3륜형을 고령자가 이동목적으로 이용하도록 계획하고 의무교육을 추진 중임



(그림. 318) 도요타시 Winglet 고령자 의무교육

본 페이지는 편집상 여백입니다.

9. 실버캐리지 사용성 평가 및 종합테스트 (전기관)

연구의 배경 및 주요연구 내용

- ✓ 시작품의 성능 및 기능 검증, 고령자 만족도 조사를 통한 **실버캐리지 최종 실증 필요**
- ✓ **Lab 테스트베드 및 파일럿 사용성 평가**를 통한 목업 검증 및 최종 시작품 고도화, **실도로 기반의 종합 테스트**를 수행하여, 실버캐리지 탑승자 사용성 평가, 주행성 평가, 위험구간 인지 기능 평가 및 보행공간 공유 수용성에 대한 최종결과 도출

주요 연구 결과

시작품 검증 및 종합 테스트 사전 점검

In lab 테스트

설계기준 반영 검증

- ☑ 무게배분 검증_전륜:후륜 = 6:4
- ☑ 등판능력 검증_정적등판8도
- ☑ 탑승자 움직임 검증_보행↔S19
- ☑ 치수 측정_전장x전고x 전폭, 축거, 윤거



실외 파일럿 테스트

주행성 검증

- ☑ 가감속 안전성
- ☑ 정지안전성
- ☑ 경사 주행 안전성

위험인지기능검증

- ☑ 장애물 검지 및 알림 확인
- ☑ 장애물 검지시 제어 여부 확인

종합테스트 운영노하우 축적



프레임 설계 최종 검증,
실제 환경에서 기능 작동 여부 최종 확인, 종합 테스트 운영 사전 점검

고령자 대상 실버캐리지 종합 테스트

사례 분석

선진 사례 벤치마킹

- ☑ 피험자 선정 기준
- ☑ 피험자 사전 교육
- ☑ 평가 항목 선정





테스트베드 구축운영

테스트베드 운영 계획 수립

- ☑ 테스트베드 운영 대상지선정
- ☑ 테스트 항목 선정
- ☑ 운영 프로그램 시나리오설정
- ☑ 피험자 선정 기준 및 교육 과정 정립



테스트베드 운영

- ☑ 고령자 탑승 사용성 평가(16명)
  ⇒ 편의성 및 안정성 4.4/5.0
- ☑ 실버캐리지 주행성평가, 주행중 위험환경 인지 평가
  ⇒ 안전성평가 3단계 항목 만족
- ☑ 고급형 추가 기능 평가
  ⇒ 모든 항목 만족



실제 주행환경 기반 고령자 사용성 및 만족도 평가,
시작품 종합 테스트, 안전성 평가 매뉴얼 적정성 검증

가. 실버캐리지 테스트베드 구축 및 운영 계획

(1) 실버캐리지 테스트베드 구축 및 운영의 목적

○ 실버캐리지 테스트베드는 다음과 같은 목적으로 구축 및 운영하였으며, 실버캐리지의 실제 주행환경에서의 실증실험의 성격을 가짐
- 실버캐리지의 탑승자가 실제 주행에서 경험할 수 있는 다양한 상황에 대한 성능 및 기능의 사전 검증과 최종 시작품 고도화를 위한 사용성을 평가하기 위함임
- 실버캐리지 3단계 안전성 평가 매뉴얼 작성의 적정성을 검토하고자 함
- 실버캐리지의 보도 주행에 대한 사회적 수용성 검토를 위한 기초자료를 확보하고자 함

○ 테스트베드는 In lab 테스트베드와 On road 테스트베드로 나누어 구축함
- In lab 테스트베드는 최종 목업의 제작완료 시점에 설계기준 반영 여부 검증을 위하여 동작분석시스템이 포함된 실험실 내에 구축함
- On road 테스트베드에서는 주행성능 및 안전기능 검증을 위한 1차 테스트와 고령자 대상의 사용성 평가를 포함한 3단계 안전성 평가의 검증을 수행하는 종합 테스트로 구분하여 진행함

(2) 국내외 유사 사례 분석

(가) 사례 분석

① 서울시 개인형 이동수단(PM) 시범지구 조성 계획

○ 서울시는 PM의 안전한 이용환경 조성 및 활성화에 선도적인 역할을 하기 위하여 PM 활용 가이드라인 작성 및 시범지구 구축 사업을 추진하고 있음

○ 과제 용역 범위에 포함된 내용으로 판단하였을 때, 서울시 PM 시범지구에서는 PM 시범지구 운영을 위한 도로 인프라의 개선(PM용 교통안전시설물 디자인 및 설치, PM 전용도로 설계 및 운영) 등을 수행할 계획을 세움

○ 한편 과업범위로 제시된 ‘PM 면허 및 보호제도 마련’, ‘PM 이용 안전장비 착용 기준’, ‘서울시 PM 도로 이용 허가방안’을 고려하였을 때 서울시는 현행 도로교통법에서 제시한 PM 이용에 대한 자체적인 가이드라인을 수립하고 정비하고자 함으로 추정되며, 도로시설에 대한 개선 범위가 PM 이용 방법에 대한 가이드라인 수립 결과에 좌우될 것으로 보여짐

② 일본 츠쿠바시 모빌리티 로봇 특구 운영 사례

○ 츠쿠바시는 지난 2011년부터 2015년까지 시의 일부 지역을 ‘모빌리티 로봇 특구’로 지정하여 PM 및 자율주행 이동체에 대한 보행환경상 실증 실험을 수행하였음

○ 츠쿠바시의 실증실험 결과를 바탕으로 일본 정부는 2015년 PM의 보도이용에 대한 실증실험을 전국단위로 확대하였음. 2017년 말 현재 츠쿠바시 모빌리티 특구에서는 PM을 활용한 다양한 실증실험이 이뤄지고 있으며, 특히 일반인 대상의 ‘세그웨이 투어’를 일본에서 유일하게 공용도로 보행환경에서 운영하고 있음(2016년 4월부터 ‘세그웨이 재팬’에서 위탁운영 중)



탑승자세 교육



급정지 교육



경사로 주행 시험



공원 내 굴곡포장로 주행



횡단보도 횡단

(그림. 319) 츠쿠바 세그웨이 투어 참가 모습

○ 특히, **본 연구진은 2017년 11월 츠쿠바 모빌리티 로봇 특구를 방문하여** 현지에서 제공하는 세그웨이 투어에 참가하고 PM을 탑승하면서 츠쿠바 모빌리티 로봇 특구의 인프라 정비 및 운영 현황을 확인하였음. 또한 츠쿠바 모빌리티 로봇 특구의 운영 사례를 본 과제에서 추진하고자 하는 테스트베드 운영의 벤치마킹 사례로 활용하고자 면밀한 조사를 수행하였음

③ 캐나다 퀘백주 세그웨이 실증실험 수행사례

○ 캐나다의 퀘백(Quebec)주에서는 2005년 세그웨이(Segway)의 실도로 상 활용성을 평가하고자 하는 실증실험을 진행하였음

○ 세그웨이 실증실험은 총 3개 도시(St. Jerome, Laval, Quebec City)에서 이뤄졌으며 총 143명의 참가자(남성 90명 여성 53명)가 일주일간 도시구역 내에서 세그웨이를 이용하며 체험한 결과를 바탕으로 설문을 진행하였음

○ 피험자는 약 90분간 세그웨이 활용 이론 교육(시청각, 책자 활용)을 수강한 후 약 120분간의 실습을 통해 세그웨이 조작 방법을 숙달하고 실험에 투입되었음. 이때 피험자는 실 도로에서 마주칠 수 있는 다양한 도로환경을 모사한 환경에서 실습을 진행하였으며, 다음과 같은 세그웨이의 공용도로 이용에 대한 가이드라인을 제시함

- 공용도로에서의 세그웨이 이용은 16세 이상에게만 허용함
- 세그웨이 이용 시 헬멧 착용을 권장함
- 세그웨이 이용자에게는 자전거 이용 방법 교육 수준의 난이도를 갖는 탑승방법 교육이 필요하며, 이는 세그웨이 판매자를 통해 이뤄져야 함
- 전조등을 사용한다는 전제 하에 야간 활용이 가능함

(나) 국내외 유사 사례 분석의 결론

○ 해외의 사례에서 실증 장소로 운영된 4개의 도시인, St. Jerome (61,000명, 93 ㎢), Laval (365,000명, 245 ㎢), Quebec City (508,000명, 546 ㎢), 츠쿠바 (240,000명, 284 ㎢)는 우리나라의 하남시 (245,000명, 93 ㎢), 고양시 (1,050,000명, 270 ㎢), 대전시 (1,500,000명, 540 ㎢)와 비슷한 규모이나 인구밀도가 비슷한 면적의 우리나라 도시 대비 22 % ~ 38 % 수준인 도시임

○ 즉, 실증을 함에 있어서 어느 정도의 보행자와의 상충은 불가피하지만, 낮은 인구밀도인 지역의 특성상 보행자에게 큰 불편을 끼치거나 사고가 발생할 가능성이 상대적으로 적은 지역이라는 점은 장점으로 작용할 수 있음

○ 특히 실버캐리지는 개발이 진행 중인 기기이고, 고령자의 특성을 고려하였을 때 제품 개발단계에서는 외부와 통제된 환경(보행자 및 차량과 분리된 환경, 혹은 충분한 안전을 확보할 수 있도록 인력 등으로 통제가 이뤄지는 환경)에서 실험이 진행되어야 한다는 결론을 도출하였음

(3) 테스트베드 대상지 선정

(가) 3차 연도 테스트베드 운영 후보지 검토 결과

○ 3차 연도에는 주엽공원 및 노래하는 분수대 인근 도시공원 지역, 킨텍스 1·2전시장 구내, 고양종합운동장 및 고양체육관 구내 등 3 곳을 테스트베드 운영 후보지역으로 선정하였음

○ 후보지역 3곳에 대한 특징 및 장단점은 다음 표의 내용과 같음

[표. 159] 3차 연도 테스트베드 운영 후보지 검토 결과

구분	주엽공원/노래하는 분수대 인근 도시공원	킨텍스 1·2전시장 구내	고양종합운동장 및 고양체육관 구내
특징	• 도시공원구역 중심으로 다양한 보행환경 혼재 • 실제 고령자 이동이 많은 구간	• 전반적으로 평탄, '광장'과 유사한 보행환경	• 다중이용시설 특성 의거 다양한 보행환경 혼재 • '실버캐리지를 끌고가야하는' 구간(고양체육관 내부) 존재
장점	• 다양한 보행환경에서의 실험 진행 가능(경사로, 연석경사로, 단차 등 포함) • 광장부 통제 시 인위적 환경 조성 용이(넓은 공간 활용 가능)	• 행정절차 수행 용이 (공기업 소유 부지, 해당 구간에 차량(전시회 셔틀버스) 운행실적 존재 • 자유롭게 활용 가능한 넓은 공간이 많아 인위적 환경 조성 용이	• 다양한 포장재질 및 보행환경의 노후화에 따른 영향 평가 가능 • 활용 가능한 다양한 조건의 경사구간이 많음 • 행정절차 수행 용이(관련법령 저촉 없음)
단점	• 행정절차 상 문제 소지 존재(도시공원 관리 조례에 저촉, 특별허가 획득 필요) • 보행자가 많은 구간으로서 안전사고 방지를 위한 철저한 대책 수립 필요	• 단조로운 보행환경으로 경사로 극복능력 및 다양한 포장재질에 대한 성능검증 어려움	• 연석경사로 관련 성능검증 어려움

(나) 파일럿 테스트를 위한 1차 테스트베드 운영지 선정

○ 테스트베드 운영에 있어 안전사고의 가능성을 최소화하고자 다양한 주행환경이 구비된 곳을 선정하고자 하였으며 동시에 보행량이 적은 곳을 추가적으로 검토하여 파일럿 테스트를 수행한 뒤, 최종 테스트베드 활용 여부를 판단하여 최종 On road 테스트베드 장소를 선정하였음

○ 파일럿 테스트는 테스트를 수행에 이용되는 목업의 이동이 용이하며, 인적이 드물고 다양한 환경을 경험할 수 있는 곳으로 킨텍스 제1전시장에서 호수공원 가로수길/원마운트 사이를 연결하는 약 1.2 ㎞ 길이의 보행데크에서 수행하였음

- 파일럿 테스트가 수행되는 곳은 아래의 그림 및 표와 같이 포장재질, 경사 등의 변화 발생에 따라 총 18개의 구간으로 구분됨



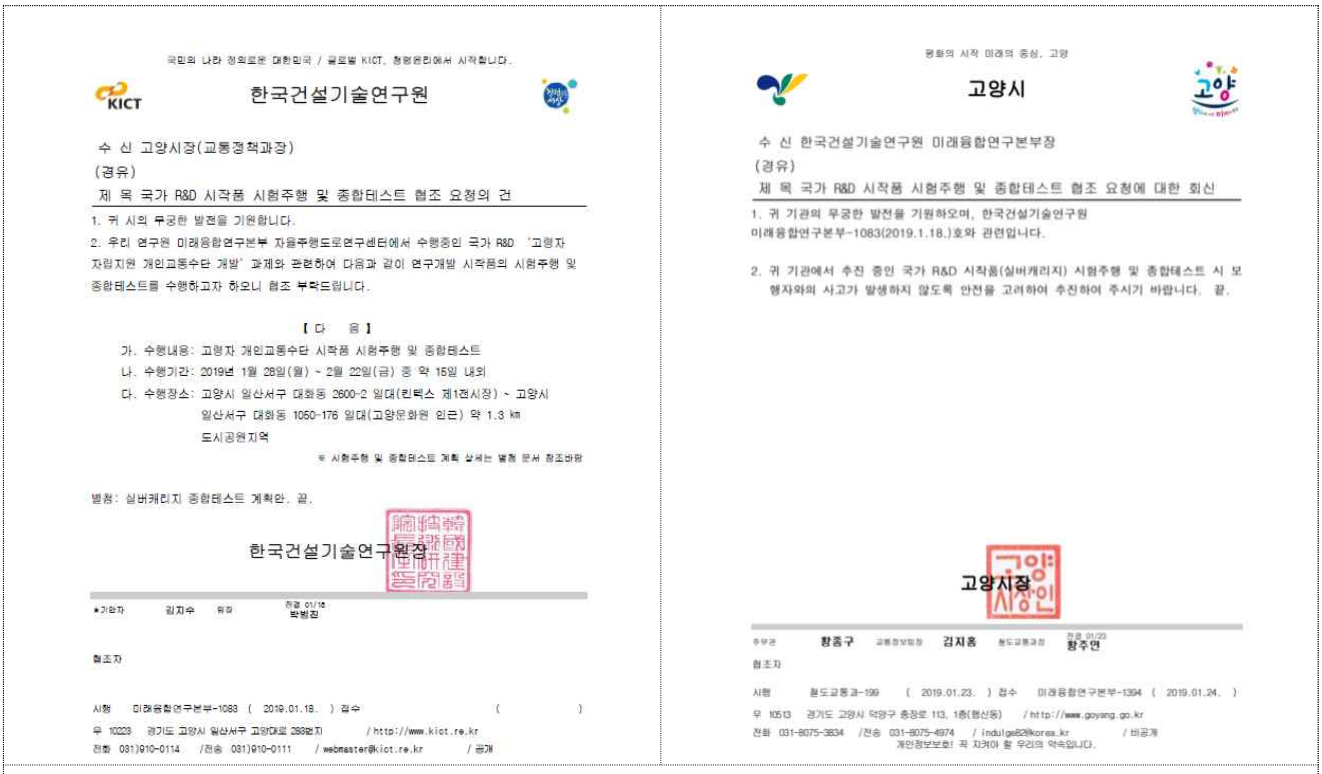
(그림. 320) 파일럿 테스트 수행 장소 및 구간 구분

[표. 160] 파일럿 테스트 운영지의 구간별 보행환경 구성요소

구간	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
포장재질	벽돌	석판	벽돌	석판	벽돌	벽돌	석판	석판	석판	벽돌	벽돌	석판	벽돌	석판	블럭	블럭	석판	블럭
회전여부	무	무	무	유	무	유	유	유	유	유	유	유	유	유	유	무	무	무
경사여부	무	유	유	유	유	무	유	무	유	무	무	무	유	무	무	유	유	유
특이사항	-	육교 1/장애물	육교2				육교3				육교4			장애물		육교5		

- 포장재질이 석판 또는 벽돌로만 이루어진 점이 단점이나 구간을 나눈 구간의 특징을 조합하면 총 16가지 유형의 보행환경에 대한 테스트를 수행할 수 있음

○ 테스트베드 운영 중 발생할 수 있는 민원 및 불편사항에 대비하여 테스트베드가 위치한 고양시에 테스트베드 운영 협조 요청 공문을 보냈으며 고양시로부터 이에 대한 협조를 지원받음


한국건설기술연구원

수 신 고양시장(교통정책과장)
(경유)
제 목 국가 R&D 시작품 시험주행 및 종합테스트 협조 요청의 건

1. 귀 시의 무궁한 발전을 기원합니다.
2. 우리 연구원 미래융합연구본부 자율주행도로연구센터에서 수행중인 국가 R&D '고령자 자립지원 개인교통수단 개발' 과제와 관련하여 다음과 같이 연구개발 시작품의 시험주행 및 종합테스트를 수행하고자 하오니 협조 부탁드립니다.

【 다 음 】

가. 수행내용: 고령자 개인교통수단 시작품 시험주행 및 종합테스트
나. 수행기간: 2019년 1월 28일(월) ~ 2월 22일(금) 중 약 15일 내외
다. 수행장소: 고양시 일산서구 대화동 2600-2 일대(킨텍스 제1전시장) ~ 고양시 일산서구 대화동 1050-176 일대(고양문화원 인근) 약 1.3 km 도시공원지역

※ 시험주행 및 종합테스트 계획 상세는 별첨 문서 참조바람

별첨: 실버캐리지 종합테스트 계획안. 끝.

한국건설기술연구원장

★기안자 김지수 원장 전결 01/18 박병진

협조자

시행 미래융합연구본부-1083 (2019.01.18.) 접수 ( )

우 10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283번지 / http://www.kict.re.kr
전화 031)910-0114 /전송 031)910-0111 / webmaster@kict.re.kr / 공개

고양시

수 신 한국건설기술연구원 미래융합연구본부장
(경유)
제 목 국가 R&D 시작품 시험주행 및 종합테스트 협조 요청에 대한 회신

1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원하오며, 한국건설기술연구원 미래융합연구본부-1083(2019.1.18.)호와 관련입니다.

2. 귀 기관에서 추진 중인 국가 R&D 시작품(실버캐리지) 시험주행 및 종합테스트 시 보행자와의 사고가 발생하지 않도록 안전을 고려하여 추진하여 주시기 바랍니다. 끝.

고양시장

주무관 황종구 교통정보팀장 김지홍 협조교통과장 전결 01/20 황주연

협조자

시행 협조교통과-199 (2019.01.23.) 접수 미래융합연구본부-1394 (2019.01.24.)

우 10513 경기도 고양시 덕양구 중장로 113, 1층(행신동) / http://www.goyang.go.kr
전화 031-8075-3834 /전송 031-8075-4974 / indulge82@korea.kr / 비공개
개인정보보호! 꼭 지켜야 할 우리의 약속입니다.

(그림. 321) 테스트베드 운영 협조 관련 공문

나. 실버캐리지 테스트베드 구축 및 단계별 테스트 수행

○ 실버캐리지 테스트베드는 파일럿 테스트(On road 테스트베드) - In lab 테스트 - 종합테스트(On road 테스트베드)의 3단계로 나누어 수행하였음
○ 파일럿 테스트와 In lab 테스트는 연구진만 참여하는 테스트로 구성하였으며, 가장 마지막으로 수행한 종합테스트는 연구진의 테스트 뿐 아니라 실제 탑승자인 고령자가 참여하는 테스트 항목을 구성하여 수행하였음

(1) 파일럿 테스트

(가) 파일럿 테스트의 목적

○ 파일럿 테스트는 최종 종합테스트를 수행하기 앞서 선정한 장소에서 시작품의 주행 성능 및 안전성 등이 종합테스트를 수행하기에 적합한지 판단하기 위하여 수행함
○ 따라서 파일럿 테스트에서 가장 중요하게 평가할 항목을 실버캐리지의 주행 안전성으로 설정함

(나) 파일럿 테스트 수행 내용

○ 파일럿 테스트 수행 개요는 다음과 같음
- 일시: 2018년 12월 15일 목요일
- 장소: 파일럿 테스트 장소
- 참석자: 한국건설기술연구원 연구진 3인, 국민대학교 연구진 2인, 티앤에스모터스 연구진 2인, 위드로봇 연구진 2인, 엠디 연구진 1인 이상 총 10인
- 점검 항목: 실버캐리지 시작품 주행 안전성(정지 안전성, 회전 안전성, 경사 등판 안전성, 경사 하강 안전성)

○ 파일럿 테스트의 수행 결과는 다음과 같음
- 시작품의 제동 감도가 너무 민감하여 정지 시 탑승자의 신체가 앞으로 쏠리는 경향이 있음
- 정속주행기능 주행시 설정속도와 주행속도 사이의 편차가 다소 큼
- 정속주행 중 경사로 등판시 주행속도가 설정속도에 비해 크게 떨어짐
- 정속주행 중 경사로 하강시 주행속도가 설정속도에 비해 크게 증가함
- 경사로 하강 중 정지 시 뒷바퀴가 들리며 앞으로 넘어지는 현상 발생함

○ 위와 같은 결과에 따라, 시작품이 고령자를 탑승시키기에 어렵다는 결론을 내렸으며 결과의 원인 분석 및 문제점 해결을 한 이후에 시작품 재검증을 수행하기로 하였음

(다) 시작품 재검증 테스트

○ 파일럿 테스트의 수행 결과 발견된 문제점들을 수정 및 보완한 시작품을 대상으로 동일한 현장에서 재검증을 수행하였음
○ 재검증 결과 고령자 탑승 종합테스트를 수행하기에 충분하다고 판단되어 고령자를 대상으로 하는 실버캐리지 종합테스트를 수행하게 되었음

(2) In lab 테스트

○ 실버캐리지 최종 시작품 제작 이전 스킨 체결까지 완료된 최종 목업을 대상으로 마지막 In lab Test를 수행함으로써 설계기준 반영 여부를 검증하였음
○ 검증 항목은 차체의 치수, 전륜 : 후륜의 무게배분, 등판능력, 탑승자 움직임 범위임

[표. 161] 설계기준 반영 검증 항목

검증 항목	검증 내용
전후륜 무게배분	• 탑승자 탑승시(입식/좌식) 전륜 : 후륜 무게배분 비율 6(5.5 ~ 6.5) : 4(3.5 ~ 4.5) 만족여부
등판능력	• 정적등판능력 8도 만족여부
탑승자 신체 움직임 범위	• 슬라럼 테스트 수행, S19와 보행 사이의 움직임 확보 여부
차체 치수	• 스킨 포함된 전장 × 전고 × 전폭, 축거, 윤거 치수

○ 최종 목업과 최종 시작품은 기본적으로 모든 조건이 동일하며, 접이식 안장이 미적용된 점이 상이한 부분임

(가) 전후륜 무게배분 검증

① 전후륜 무게배분 검증 절차

○ 최종 목업에 기존 전후륜 무게배분 측정과 동일한 피험자가 탑승하여 입식과 좌식에 대해 전륜과 후륜에 분배되는 무게를 측정하였음

② 전후륜 무게배분 측정 결과

○ 최종목업의 전후륜 무게배분 측정 결과는 아래 표와 같음

[표. 162] 최종 목업 전후륜 무게배분 측정 결과

무게 / 탑승방식	전륜 (kg)	후륜 (kg)	비율 (%)
좌식	53.5	39.4	57.6 : 42.4
입식	57.3	35.6	61.7 : 38.3

○ 전후륜 무게배분 측정 결과 좌식에서 5.8 : 4.2, 입식에서 6.2 : 3.8로 모두 당초 기준으로 세운 5.5 : 4.5 ~ 6.5 : 3.5 범위 안으로 측정이 되어 기준에 만족함을 확인하였음

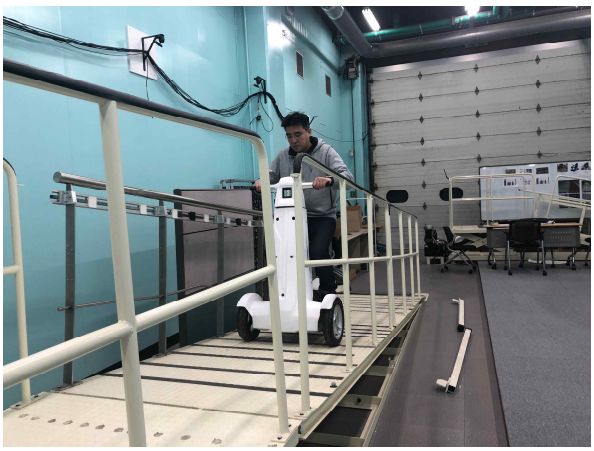
(나) 등판능력 검증

○ 동작분석실험실 내에 설치된 경사로를 8도 경사(경사도 12.5 %)로 설정한 뒤 정지된 상태에서 등판을 시도하였음

○ 검증 결과 8도 경사에 무리없이 등판이 가능하였음



등판능력 검증 준비단계 (경사도 설정)



등판 시험

(그림. 322) 등판능력 검증

(다) 탑승자 신체 움직임 범위 검증

① 슬라럼 테스트 절차

○ 최종 검증은 입식과 좌식 모든 경우에 대하여 저속 주행(3 ~4 ㎞/h) 및 고속 주행(6 ~ 7 ㎞/h) 모두를 시행하였음

○ 안정적인 속도의 확보를 위하여 슬라럼 테스트 중에는 목업에 설치된 모든 센서 기능은 차단하였음



좌식 슬라럼



입식 슬라럼

(그림. 323) 탑승자 신체 움직임 범위 검증

② 슬라럼 테스트 결과

○ 슬라럼 테스트를 통한 최종 목업의 탑승자 신체 움직임 범위 결과는 다음과 같음

[표. 163] 탑승자 신체 움직임 범위 검증 결과 (COG - Pelvic 변화량)

(단위: mm)		S19 (장애인용 전동스쿠터)	실버캐리지 최종 목업		보행	계양 스쿠티 (전동킥보드)
			좌식	입식		
3~4 ㎞/h	Avg.	6.54	8.38	11.91	23.52	31.93
	SD	1.88	2.26	4.37	0.45	5.84
6~7 ㎞/h	Avg.	11.85	9.83	12.97	21.36	30.78
	SD	2.34	1.98	5.42	0.33	4.73

※ Avg. 값이 작을수록 회전시 탑승 자세가 좌우로 쏠리는 정도가 적으며, SD 값이 작을수록 회전의 반복시 일관된 자세 유지가 가능함

○ 저속 주행과 고속 주행 모두 평균값은 장애인용 스쿠터 탑승시에 준하는 정도로 측정이 되어 본 과제를 통해 설정한 기준에 만족함을 확인하였음

○ 다만 입식에서의 표준편차 값이 전동킥보드 수준으로 높게 측정이 되었는데, 이 부분은 회전 시 자동적으로 속도가 다소 줄어들도록 제어되어 회전 시 가감속이 발생함에 따라 가감속 시점에서 탑승자의 자세가 다소 일관적이지 못하게 됨이 원인으로 추론되었음

(라) 차체 치수 검증

○ 스킨이 체결된 최종 목업의 치수를 측정한 결과는 (표. 7)과 같이 측정되어 차체 치수 범위 선정 테스트에서 도출된 치수를 준수하여 제작됨을 확인하였음

[표. 164] 최종 목업 차체 치수 측정 결과

항목	전장	전고	전폭	축거	윤거(전륜)
치수 (㎜)	970	1,136	680	600	600

(3) 실버캐리지 종합테스트

(가) 실버캐리지 종합테스트 계획

○ 기간: 2019년 2월 18일(월) ~ 2월 26일(화)

○ 장소: 킨텍스 내 부지 ~ 현대백화점 킨텍스점 인근의 도시공원지역 약 500 m 구간



(그림. 324) 종합테스트 수행 장소

※ 장소선정 근거: 도시공원 및 녹지 등에 관한 법률 시행령 제50조(도시공원 등에서의 금지행위)

○ 참여 인원: 본 과제 참여 연구진 약 10인, 피험자 16인(고령자)
○ 평가 항목
- 고령자 탑승 사용성 평가
- 실버캐리지 주행성 평가 (연구진 수행)
- 주행중 위험환경 인지 평가 (연구진 수행)
- 고급형 추가 기능 평가 (연구진 수행)

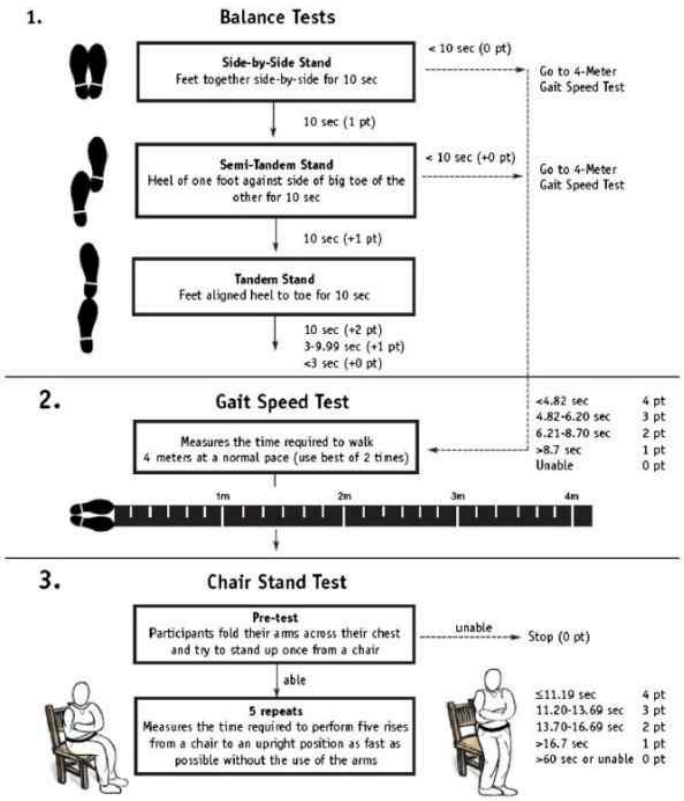
○ 안전 확보 방안
- 연구진 주행: 실버캐리지 조작법을 완전히 숙지한 연구진 2인 1조로 수행, 주행속도 4~8 ㎞/h (일반 보행속도 또는 빠른 보행속도 수준) 준수
- 고령자 주행: 피험자 기준 만족자가 실버캐리지에 탑승하며, 항상 연구진 1인 이상이 동행하여 4~8 ㎞/h 주행 준수

(나) 피험자 선정 기준 및 사전 교육 계획

○ 실버캐리지는 건강한 고령자를 대상으로 개발한 수단이기 때문에 안전성 평가에 활용하는 피험자는 건강한 고령자로 한정하며 충분한 사전교육을 수행하여야 함

① 피험자 선정 기준

○ 건강한 고령자를 선별하기 위해서 한국건설기술연구원이 수행한 '고령자 보행보조 및 안전향상기술 개발' 과제의 연구 결과를 참조하여 SPPB(Short Physical Performance Battery, 신체기능지수)를 활용하고자 함
- SPPB를 통해 측정 대상의 하지근력 및 평형능력 유지 수준을 측정할 수 있으며, 이는 실버캐리지 탑승시 자세 유지와 안전한 승차 가능 여부를 판단하는 가장 중요한 지표가 될 수 있음
- 상기 연구에서 구분한 SPPB 측정 결과 중 균형 테스트와 앉았다 일어나기 반복 테스트에 만점을 받은 고령자를 피험자로 선정하도록 함
- 피험자의 운전면허 취득 여부는 본 평가와 무관함 (도로교통법 상 교통약자 탑승 20 ㎞/h 미만 저속 주행 기기)



(SPPB 테스트 방법론)

1) **균형 테스트(Balance Tests)**
: 3가지 자세
(Side-by-side, Semi-Tendom, Tendom stand), 자세 유지 시간 측정, 4점 만점

2) 걸음걸이 속도 측정(Gait Speed Test)
: 4m 구간, 소요 시간 측정, 4점 만점

3) **앉았다 일어나기 동작 반복(Chair Stand Test)**
: 총 5회, 소요 시간 측정, 4점 만점

② 탑승자 사전 교육

○ 선별된 피험자는 기기의 활용에 친숙하지 않기 때문에 평가 수행 이전에 반드시 사전 교육을 수행해야 함
- 실버캐리지 기기 구성 및 기능 소개
- 실버캐리지 승차 방법
- 실버캐리지 가속 및 감속 방법
- 실버캐리지 회전 방법
- 실버캐리지 경사로 등판 방법
- 실버캐리지 주행 시 주의사항 전달

○ 사전교육은 평가 장소에 마련된 공간에서 진행하며, 기기 구성 및 기능 소개의 이론 교육을 위한 벤치 또는 그늘막이 존재해야 함
○ 피교육자가 각각의 방법을 완전히 숙지하였다고 판단될 때 까지 반복함

(다) 평가 항목

① 고령 탑승자 사용성 평가

○ 피험자는 실버캐리지 사전교육을 이수한 고령자로 한정함
○ 탑승자 사전 교육 과정과 실제 코스 주행을 마친 피험자는 주요 상황에서의 조작 편의성 및 안정성을 5점 척도로 평가하고 추가적으로 불편했던 점을 당시의 상황과 함께 작성함

[표. 165] 고령 탑승자 사용성 평가 편의성 평가 항목

평가 항목 (편의성)			세부 사항
사전 교육 주행	전원 인가 및 소거		장치를 켜고 끄는 것이 쉬운가?
	탑승 및 하차 절차		타고 내리는 것이 편한가?
	출발 단계		출발 절차의 이해가 쉬운가?
	가속 단계		원하는 속도까지 올리는 과정이 쉬운가?
	정속주행 단계		정속주행 기능 활용이 쉬운가?
	감속 단계		원하는 속도까지 낮추기가 쉬운가?
	정지 단계		완전히 정지하는 방법이 쉬운가?
코스 주행	직선주행	평지	일정한 속도로 직진 주행이 쉬운가?
		오르막	원하는 속도로 오르막 주행이 쉬운가?
		내리막	원하는 속도로 내리막 주행이 쉬운가?
	곡선주행	평지	일정한 속도로 회전하기 쉬운가?
		오르막	오르막을 오르며 회전하기 쉬운가?
		내리막	내리막을 내려오며 회전하기 쉬운가?
	장애물		장애물 알림 경고 전달이 잘 되는가?

[표. 166] 고령 탑승자 사용성 평가 안정성 평가 항목

평가 항목 (안정성)			세부 사항
사전 교육 주행	탑승 및 하차 절차		탑승 자세가 안정감 있나?
	출발 및 가속 단계		출발 및 가속 시 불안감은 없나?
	정속주행 단계		일정한 속도로 간다고 느껴지는가?
	감속 및 정지 단계		정지 및 감속 시 불안감은 없나?
코스 주행	직선주행	평지	서서/앉아서 편하게 간다고 느껴지는가?
		오르막	뒤로 넘어질 것 같지 않은가?
		내리막	앞으로 넘어질 것 같지 않은가?
	곡선주행	평지	옆으로 넘어질 것 같지 않은가?
		오르막	회전 바깥쪽으로 넘어질 것 같지 않은가?
		내리막	회전 바깥쪽으로 넘어질 것 같지 않은가?
	장애물		장애물 위험 감속이 효과적인가?

② 실버캐리지 주행성 평가

○ 피험자는 연구진으로 한정함
○ 가속 성능(정지에서 목표 속도까지 도달하는데 주행한 거리와 소요된 시간), 정속주행 성능(설정한 속도를 유지하며 일정시간 주행 여부), 감속 성능(특정 속도에서 완전히 정지하기 까지 주행한 거리와 소요된 시간)을 측정함
○ 코스 주행을 통해 직선부 주행과 곡선부 주행 시 각각 평지/오르막/내리막 상황에서의 주행성능을 아래 표와 같이 측정함
○ 특히, 곡선부 주행에서는 직선부 주행의 항목 이외에 차체의 전도 발생 여부를 확인함
○ 각 평가 항목은 동일한 피험자가 총 5회 반복 측정함

[표. 167] 실버캐리지 주행성 평가 항목

주행 환경 및 상황		평가 항목
가속 단계		정지 → 최고속도 도달 시간/거리
정속주행 단계		최고속도 정속주행 30초간 유지 여부
감속 단계		최고속도 → 정지 도달 시간/거리
직선주행	평지	출발 및 정지 시 미끄럼 발생 여부
	오르막	기준 경사도(8도) 등판 가능 최저속도
	내리막	최고속도 → 정지 시 전도 발생 여부
곡선주행	평지	최고속도 주행 시 전도 여부 회전 중 정지 시 미끄럼 발생 여부
	오르막	기준 경사도(8도) 등판 가능 최저속도 회전 구간에서 출발 및 정지 시 미끄럼 발생 여부
	내리막	최고속도 → 정지 시 전도 발생 여부 회전 구간에서 출발 및 정지 시 미끄럼 발생 여부

③ 주행중 위험환경(장애물) 인지 평가

- 피험자는 연구진으로 한정하였으며 실버캐리지 탑승자 1인과 이동 장애물 역할을 하는 보행자 1인으로 구성함
- 장애물을 최초로 탑승자에게 인지시켜주는 시점에서의 장애물과의 거리를 주행속도별로 측정하며 탑승자가 정지 및 감속을 하지 않을 경우 자동으로 정지하는지 여부를 확인함
- 이동 장애물의 이동 방향은 실버캐리지의 주행 방향을 기준으로 동일방향/역방향/직교방향 으로 구분함
- 각 평가 항목은 동일한 피험자가 총 5회 반복 측정함

[표. 168] 실버캐리지 주행중 위험환경 인지 평가 항목

위험환경 (장애물)		평가 항목
고정 장애물		주행속도 별 전방 장애물 검지 알림시 거리 탑승자 미정지 시 자동 정지 여부
이동 장애물	동일방향	주행속도 별 전방 장애물 검지 알림시 거리 탑승자 미정지 시 자동 정지 여부 장애물이 멀어질 경우 알림 멈춤 여부
	역방향	
	직교방향	

④ 고급형 추가 기능 평가

- 피험자는 연구진으로 한정함
- 스테레오카메라 및 후륜 전동조향기능 추가로 인하여 보급형과 차별화되는 다음의 기능들을 갖는 고급형 모델에 대하여 해당 기능에 대한 평가를 수행함
  - 따라가기 기능
  - 스마트폰 어플리케이션 연동 기능
  - 카트모드 기능
  - 스테레오카메라(IMU 센서 포함) 활용 기능
- 각 평가 항목은 동일한 피험자가 총 5회 반복 측정함

[표. 169] 실버캐리지 고급형 추가기능 평가 항목

고급형 추가 기능	평가 항목
자동 따라가기	최대 객체 검지 유효 거리 최대 객체 검지 유효 각도 최대 객체 검지 유효 속도
스마트폰 어플리케이션 연동	실버캐리지 전원 인가 후 어플리케이션 연결 완료 소요 시간 어플리케이션의 직관성 주행 중 어플리케이션을 통한 제어의 안정성 어플리케이션을 통한 제어의 정확성
카트모드	카트모드 활용의 직관성 센서 작동과 카트모드 상관관계 카트모드 사용 최대 속도
스테레오카메라(IMU 센서 포함) 활용	불량노면 주행시 속도 제어(자동정지까지) 여부 전방 2 m 이내 10 cm x 10 cm 돌출물 측정 여부 기준 경사로 (8도) 인지 및 구동부 제어 여부

(라) 종합테스트 수행 결과

① 고령 탑승자 사용성 평가 결과

○ 고령자를 대상으로 하는 탑승자 사용성 평가는 총 16 인의 고령자를 대상으로 수행하였으며, 피험자는 다음과 같이 구성함
- 인원: 총 16 명 (남성 8 명, 여성 8 명)
- 평균연령: 70.1 세 (남성 평균 73.0 세, 여성 평균 67.3 세)
- 평균신장: 163 cm (남성 평균 167.3 cm, 여성 평균 158.8 cm)
- 평균체중: 61.8 kg (남성 평균 67.9 kg, 여성 평균 55.6 kg)

○ 피험자는 모두 SPPB 중 균형 테스트와 앉았다 일어나기 테스트에서 만점을 획득하였음

○ 피험자들의 보행 관련 특성을 조사한 결과는 다음과 같음
- 일반적인 보행 시 불편함을 거의 안 느낌
- 대부분의 응답자는 일주일에 5회 이상(주 2회 이하) 정기적인 외출을 함
- 정기적인 외출 시 이용하는 교통수단은 보도, 시내버스/지하철, 자가용 순으로 나타남
- 피험자의 정기적인 외출 시 평균 이동거리는 약 3 km 정도(버스정류장 6개, 도보 1시간 이내)로 조사되었음
- 정기적인 외출의 주된 목적은 운동, 친교가 가장 많았음

○ 종합테스트 수행 결과는 다음과 같음

[표. 170] 고령 탑승자 사용성 평가 중 편의성 평가 결과

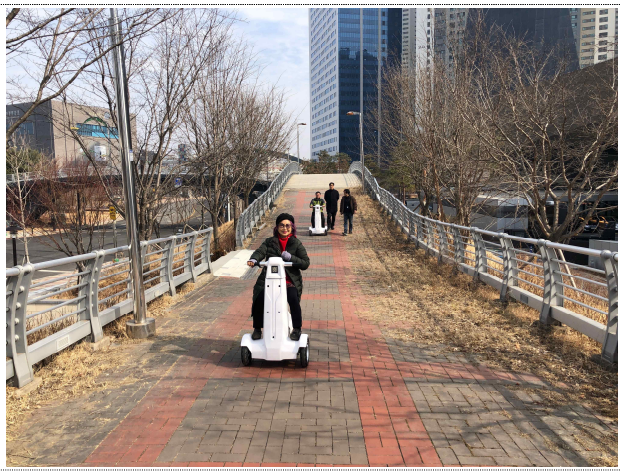
평가 항목			세부 사항	조작 편의성
				전체 평균 (남성 평균 / 여성 평균)
사전 교육 주행	전원 인가 및 소거		장치를 켜고 끄는 것이 쉬운가?	4.44 (4.38 / 4.50)
	탑승 및 하차 절차		타고 내리는 것이 편한가?	4.69 (4.75 / 4.63)
	출발 단계		출발 절차의 이해가 쉬운가?	4.38 (4.25 / 4.50)
	가속 단계		원하는 속도까지 올리는 과정이 쉬운가?	3.94 (4.00 / 3.88)
	정속주행 단계		정속주행 기능 활용이 쉬운가?	4.38 (4.50 / 4.25)
	감속 단계		원하는 속도까지 낮추기가 쉬운가?	4.25 (4.13 / 4.38)
	정지 단계		완전히 정지하는 방법이 쉬운가?	4.19 (4.25 / 4.13)
코스 주행	직선주행	평지	일정한 속도로 직진 주행이 쉬운가?	4.81 (4.75 / 4.88)
		오르막	원하는 속도로 오르막 주행이 쉬운가?	4.75 (4.75 / 4.75)
		내리막	원하는 속도로 내리막 주행이 쉬운가?	4.38 (4.25 / 4.50)
	곡선주행	평지	일정한 속도로 회전하기 쉬운가?	4.56 (4.38 / 4.75)
		오르막	오르막을 오르며 회전하기 쉬운가?	4.19 (4.13 / 4.25)
		내리막	내리막을 내려오며 회전하기 쉬운가?	4.13 (4.00 / 4.25)
	장애물		장애물 알림 경고 전달이 잘 되는가?	4.81 (4.88 / 4.75)

- 피험자 전원은 조작 편의성에 대해 종합적으로 4.42 / 5.00 점(남성 4.38 / 여성 4.46)의 점수를 부여하였음
- 사전 교육 주행 과정에서는 가속 단계가 가장 낮은 점수를 받았으며 이와 관련하여 스로틀 레버를 당기는 것이 손목에 부담이 된다는 의견이 일부 있었음
- 코스 주행 과정에서는 직전주행 항목들이 곡선주행 항목들에 비해 비교적 높은 편의성 점수를 받았으며, 구배에 대해서는 평지 > 오르막 > 내리막 순으로 편의성 점수가 높았음
- 성별에 따른 차이를 살펴보면 가속 단계에 대해 남성보다 여성이 더 불편하다는 의견이 많았으나 실제 주행 단계에서는 남성보다 여성이 전체적으로 높은 점수를 선택하였음
- 평가 항목 가운데 가장 높은 편의성 점수를 받은 항목은 평지 직선주행의 편의성과 장애물 알림 경고의 편의성 항목임

[표. 171] 고령 탑승자 사용성 평가 중 안정성 평가 결과

평가 항목			세부 사항	탑승 안정성
				전체 평균 (남성 평균 / 여성 평균)
사전 교육 주행	탑승 및 하차 절차		탑승 자세가 안정감 있나?	4.38 (4.38 / 4.38)
	출발 및 가속 단계		출발 및 가속 시 불안감은 없나?	4.44 (4.38 / 4.50)
	정속주행 단계		일정한 속도로 간다고 느껴지는가?	4.50 (4.50 / 4.50)
	감속 및 정지 단계		정지 및 감속 시 불안감은 없나?	4.31 (4.50 / 4.13)
코스 주행	직선주행	평지	서서/앉아서 편하게 간다고 느껴지는가?	4.75 (4.63 / 4.88)
		오르막	뒤로 넘어질 것 같지 않은가?	4.69 (4.75 / 4.63)
		내리막	앞으로 넘어질 것 같지 않은가?	4.56 (4.50 / 4.63)
	곡선주행	평지	옆으로 넘어질 것 같지 않은가?	4.31 (3.88 / 4.75)
		오르막	회전 바깥쪽으로 넘어질 것 같지 않은가?	4.25 (4.00 / 4.50)
		내리막	회전 바깥쪽으로 넘어질 것 같지 않은가?	4.25 (4.13 / 4.38)
	장애물		장애물 위험 감속이 효과적인가?	4.56 (4.50 / 4.63)

- 탑승 안정성에 대한 점수는 4.45 / 5.00 점(남성 4.38 / 여성 4.53)을 획득하였음
- 사전 교육 주행 단계에서 가장 불안한 부분은 감속 및 정지 단계로 조사되었으며, 실제로 스로틀을 부드럽게 높으면서 감속 및 정지를 하는 것이 익숙해지기 전까지는 갑자기 정지하거나 몸이 앞으로 크게 쏠리는 현상이 발생하여 이로 인해 불안감이 다소 있는 것으로 분석되었음
- 안정성에 대한 부분도 직선주행에서 곡선주행보다 더 안정적이라는 평가를 받았으며, 평지 > 오르막 > 내리막 순으로 안정성 점수를 받았음
- 전체 평균의 성별 차이에서 알 수 있듯, 전반적으로 남성보다 여성이 안정성이 높다고 평가하였음. 동일한 속도로 주행하더라도 회전 등을 할 때 여성이 남성보다 속도를 줄이는 경향이 큰 것으로 확인되었는데 이는 낮은 회전속도로 불안감이 감소하였기 때문이라 판단됨





(그림. 325) 고령자 탑승 사용자평가 모습

② 실버캐리지 주행성 평가 결과

○ 실버캐리지 시작품의 주행성을 평가한 결과 다음과 같은 결과가 도출되었음

[표. 172] 실버캐리지 주행성 평가 결과

주행 환경 및 상황		평가 항목	평가 결과
가속 단계		정지 → 최고속도 도달 시간/거리	3.20 초/5.3 m
정속주행 단계		최고속도 정속주행 30초간 유지 여부	유지함
감속 단계		최고속도 → 정지 도달 시간/거리	0.52 초/1.2 m
직선주행	평지	출발 및 정지 시 미끄럼 발생 여부	발생하지 않음
	오르막	기준 경사도(8도) 등판 가능 최저속도	3 km/h
	내리막	최고속도 → 정지 시 전도 발생 여부	발생하지 않음
곡선주행	평지	최고속도 주행 시 전도 여부 회전 중 정지 시 미끄럼 발생 여부	발생하지 않음
	오르막	기준 경사도(8도) 등판 가능 최저속도 회전 구간에서 출발 및 정지 시 미끄럼 발생 여부	3 km/h 약간 미끄러짐
	내리막	최고속도 → 정지 시 전도 발생 여부 회전 구간에서 출발 및 정지 시 미끄럼 발생 여부	발생하지 않음 발생하지 않음

- 정지상태에서 최고속도(8 km/h)까지 도달하기 위해서는 약 3초의 시간이 걸리며, 최고속도에서 완전 정지까지는 약 0.5초의 시간이 걸렸음
- 기준 경사도(8도)에서 정지상태로 출발할 경우 타이어가 약간 미끄러지는 현상이 발생하였으나, 최고속도를 3 km/h 이상으로 설정한 경우에는 경사 등판이 가능했음
- 일반적인 회전 구간에서는 경사와 관계없이 전복이 발생하지 않았음

③ 주행중 위험환경(장애물) 인지 평가 결과

○ 실버캐리지의 주행중 위험환경 인지 평가 결과 아래와 같은 결과가 도출되었음

위험환경 (장애물)		평가 항목	평가 결과
고정 장애물		주행속도 별 전방 장애물 검지 알림시 거리 탑승자 미정지 시 자동 정지 여부	2.8 m 감속제어 작동
이동 장애물	동일방향	주행속도 별 전방 장애물 검지 알림시 거리 탑승자 미정지 시 자동 정지 여부 장애물이 멀어질 경우 알림 멈춤 여부	전후방 2.8 m 2.8 m 이상 떨어지면 알림 멈춤
	역방향		
	직교방향		

- 고정 장애물에 대해서 2.8 m 이내에 들어오는 경우 탑승자에게 알림이 울리기 시작하며 탑승자가 의도적으로 감속을 하지 않아도 감속제어가 작동되어 충돌 전 충분히 멈출 수 있도록 동작하였음
- 최고속도에서 정지했을 경우, 약 1.2 m의 정지거리를 보여주었기 때문에 최대정지거리의 200% 이상의 거리인 2.8 m에서의 장애물 알림은 탑승자에게 위험을 알리기에 충분한 거리로 판단됨

④ 고급형 추가 기능 평가 결과

○ 스테레오카메라 및 후륜 전동조향기능 추가로 인하여 보급형과 차별화되는 기능을 갖는 고급형 모델에 대하여 평가를 수행하여 아래와 같은 결과를 도출함

[표. 173] 실버캐리지 고급형 추가기능 평가 결과

고급형 추가 기능	평가 항목	평가 결과
자동 따라가기	최대 객체 검지 유효 거리 최대 객체 검지 유효 각도 최대 객체 검지 유효 속도	10 m 전 범위 검지 4 km/h
스마트폰 어플리케이션 연동	실버캐리지 전원 인가 후 어플리케이션 연결 완료 소요 시간 어플리케이션의 직관성 주행 중 어플리케이션을 통한 제어의 안정성 어플리케이션을 통한 제어의 정확성	5초 데이터 그래픽화로 직관성 확보 안정적 제어 가능 정확한 제어 가능
카트모드	카트모드 활용의 직관성 센서 작동과 카트모드 상관관계 카트모드 사용 최대 속도	원하는 방향으로 조향 용이 후방초음파 장애물 검출 4 km/h
스테레오카메라(IMU 센서 포함) 활용	불량노면 주행시 속도 제어(자동정지까지) 여부 전방 2 m 이내 10 cm x 10 cm 돌출물 측정 여부 기준 경사로 (8도) 인지 및 구동부 제어 여부	속도 제어함 측정 가능 설정 속도의 50% 미만 제어

- 자동 따라가기 기능은 사용자가 실버캐리지로부터 10 m 이내의 거리에 있다면 최대 4 km/h의 속도로 사용자를 추적하여 따라가는 동작을 수행하였음
- 스마트폰 어플리케이션은 그래픽화로 직관성을 높이고 주행 중에도 안정적이면서 정확하게 제어가 되었음
- 카트모드 전환 시 핸들 조향과 바퀴의 회전방향이 일반주행모드 시와 반대로 전환되어 사용자가 원하는 방향으로 제어가 용이하였으며, 초음파 센서의 장애물 감지를 통해 이동시 사고를 방지할 수 있음
- IMU 센서가 결합된 스테레오카메라를 통해 불량 노면 및 기준치 이상의 경사로에 대한 식별이 가능해짐에 따라 해당 구간 진입 시 속도를 제어하며 탑승자에게 위험 상황을 인지시키는 기능이 작동함으로써 사고를 방지할 수 있음

제4장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

1절 목표 달성도

□ 1차 연도

○ 해당 연도 연구 미수행

□ 2차년도

핵심성과 (level1)	단위성과 (level2)	2차 연도 성과점검기준					정량성과 (달성치/목표치)
		질적 성과지표		검증 방법	목표치	달성치	
실버캐리지 설계기준	실버캐리지 요소기술	①	실버캐리지 이용 대상 정의 및 결과 적정성	관련 전문가 5인 평가	전문가 평가 점수 80점 이상 획득	• 이용대상 정의 보고서 1건 • 전문가 6인 평가결과 평균 92.5점	논문(국외/비SCI) : 1/1건 학술발표(국내) : 1/0건 (추가실적)
		②	보행환경 분석 결과의 적정성			• 보행환경 분석 보고서 1건 • 전문가 6인 평가결과 평균 93.0점	
		③	실버캐리지 요소 기술의 적정성			• 요소기술 도출 보고서 1건 • 전문가 6인 평가결과 평균 92.8점	
	실버캐리지 설계 기준 및 디자인 컨셉	①	실버캐리지 설계 기준 수립	설계기준 보고서 작성 여부	설계기준 수립	• 설계기준 수립 보고서 1건	학술발표(국내) : 1/1건
		②	디자인 컨셉	공모전 시행 여부	공모전 시행 : 컨셉 공모작 3건 이상	• 디자인 공모전 시행 • 공모작 22건	
실버캐리지 품질 인증, 안전성 평가 및 법제도	실버캐리지 품질 인증 및 안전성 평가 기준, 절차, 방법	①	인증 관련 및 평가 현황 검토	관련 전문가 5인 평가	전문가 평가 점수 80점 이상 획득	• 관련 인증 및 현황 검토 보고서 1건 • 전문가 6인 평가결과 평균 92.5점	학술발표(국내) : 1/1건
		⑤	품질인증 요인 기준 수립	관련 전문가 5인 평가	전문가 평가 점수 80점 이상 획득	• 품질인증 요인 기준 수립 보고서 1건 • 전문가 6인 평가결과 평균 91.7점	학술발표(국내) : 1/1건
	실버캐리지 안전 운영 법제도 및 보험제도 개선	①	고령자 보행 사고 제도 개선 기준 수립	분석보고서 작성 여부	제도 개선 항목 도출	• 고령자 보행 사고 제도 개선 분석보고서 1건	학술발표(국내) : 1/1건
		②	사고위험요인 선정의 적절성	관련 전문가 5인 평가	전문가 평가 점수 80점 이상 획득	• 전문가 5인 평가결과 평균 88점	
실버캐리지 안전주행 지원장치	주변환경 인식을 위한 스테레오 카메라 개발	①	640x480 영상을 100fps 실시간 전송	관련 전문가 3인 평가	100fps	• 고속 시리얼 인터페이스 보드 설계 보고서 1건 • 실시간 전송 결과 전문가 3인 평가 의견서 1건	특허출원 : 1/1건
실버캐리지 시제품	보행보조 및 수송이 가능한 실버캐리지 프레임	①	재질 및 접이 방식의 적정성	관련 전문가 3인 평가	전문가 평가 점수 80점 이상 획득	• 소재 및 접이 방식 검토 보고서 1건 • 전문가 3인 평가결과 평균 점	결과보고서 : 1/1건
		②	시장 및 기술 조사분석 보고서의 적정성	보고서검토	보고서 1건 이상	• 시장 및 기술 동향 보고서 1건	
		③	프레임 무게	5회 실제측정	완차시 25Kg 이하	• 1차 목업 무게 검증 보고서 1건	
		④	컨셉 디자인 및 1차 Mockup의 적정성		자체평가 점수80점 이상획득	• 1차 목업 자체평가서 1건 • 1차 목업 자체평가결과 89점	Mockup 시작품 : 1/1건
	개인 인지 및 동작 특성반영 제어 모델	①	cpu&controller의 제어능력 -하중변화에 따른 자동제어기능의 동작여부 -하중변화시 보행보조 속도 유지 여부(4-8㎞)	5회 실제측정	항목별 목표성능기준	• 하중변화에 따른 제어기능 및 속도 유지 측정 보고서 1건	
	고령자 자립지원 실버캐리지 시제품	①	양산모델의 적절한 소비자가	견적서	100만 원	• 실버캐리지 소비자가 검토 보고서 1건	

□ 3차 연도 - KICT 작성 후 기관별 확인

핵심성과 (level1)	단위성과 (level2)	3차 연도 성과점검기준					정량성과 (달성치/목표치)
		질적 성과지표		검증 방법	목표치	달성치	
실버캐리지 설계기준	실버캐리지 요소기술	④	실버캐리지 탑승시 밸런스 요인 분석의 적정성	기존 일반인 측정치 비교	일반인 보행 시 밸런스 변수값과 비교	• 보행분석시스템 활용 밸런스분석 수행 • Pelvic-COG 분석값 제시	학술발표(국내) : 1/1건
		⑤	실버캐리지 이용 가능 구간 선정 기준의 적정성	관련 전문가 5인 평가		• 실버캐리지 이용 가능 구간 선정 기준 수립 • 외부 전문가 5인 평가결과 평균 90.85점 획득	
	실버캐리지 설계기준	③	최종 컨셉 디자인 선정	복지관 선호도 조사 여부	디자인 컨셉안에 대한 고령자 대상 선호도 3.7 /5(점) 이상	• 컨셉 디자인(안) 5건 기반 최종 컨셉 디자인 선정 • 고령자 대상 선호도조사 결과 3.72/5점 획득	디자인특허 출원 : 1/1건
		④	최종 설계 기준 수립의 적정성	관련 전문가 5인 평가		• 실버캐리지 최종 설계기준 수립 • 외부 전문가 5인 평가결과 평균 90.20점 획득	
실버캐리지 디자인	실버캐리지 렌더링 및 디지털 모델	①	실버캐리지 렌더링 디자인	복지관 선호도 조사 여부	목업에 대한 고령자 평가 3.5 / 5(점) 이상	• 최종 컨셉 디자인 활용 애니메이션 제작 • 고령자 대상 평가결과 평균 3.60/5점 획득	논문(국내/비SCI) : 1/1건
		②	실버캐리지 디지털 모델				
		③	3D렌더링 및 애니메이션 제작				
실버캐리지 안전주행 지원장치	주변환경 인식용 스테레오 카메라 개발	②	스테레오 영상의 실시간 전송	관련 전문가 3인 평가	스테레오 영상 640x480 해상도로 USB 3.0 인터페이스를 통해 30fps 전달	• ROS 메시지분석 기반 초당 45장 입력 확인 • 외부 전문가 5인 검증, 기술적 목표 달성 확인	
	안전주행을 위한 주변 거리 측정 기술 개발	①	전방 2 m 이내 3D 위치 점군 획득 속도	10회 반복실험 성공률 90%	10Hz	• ROS 메시지 분석 및 화면 출력 기반 15Hz 동작 확인 • 외부 전문가 5인 검증, 기술적 목표 달성 확인	학술발표(국내) : 1/1건 특허 출원 : 1/1건
		②	전방 2 m 이내 단차 측정 해상도	10회 반복실험 성공률 90%	분해능: 0.5 cm RMS 정밀도: 2 cm	• 25회 측정 결과 분해능 0.5 cm, RMS 오차 2 cm 이내 확인 • 외부 전문가 5인 검증, 기술적 목표 달성 확인	
	실버캐리지 균형 정보 센싱 기술	①	정적 상태에서 ±3도 이내의 오차로 roll / pitch / yaw 100Hz 출력	평가 동영상	100Hz	• 100Hz 속도로 오차 이내 데이터 획득 가능 확인 • 외부 전문가 5인 검증, 기술적 목표 달성 확인	학술발표(국내) : 1/1건
실버캐리지 제어장치	실버캐리지 메인 제어기	①	카메라데이터처리	100회 중 95회 이상 성공	10Hz 이상	• 기술보고서 1건 • 목표 성능 달성(20Hz 데이터 처리 가능)	기술보고서 : 1/1건
	실버캐리지 구동 제어기 및 안전장치	①	구동제어기 출력	10회 중 9회 이상 성공	12~48VDC, 20A 출력	• 기술보고서 1건 • 목표 성능 달성(최대 30A 부하 구현)	특허 출원 : 1/1건 기술보고서 : 1/1건
		②	로드셀을 사용한 안전장치	100회 중 95회 이상 성공	하중변화감지속도 100Hz 이상	• 목표 성능 달성(내부 ADC 227Hz)	
		③	조작장치	10회 중 9회 이상 성공	하중감지정도 20g 이내	• 목표 성능 달성(해상도 약 10g)	
		④	문턱장애물 극복	10회 중 9회 이상 성공	3cm 장애물 극복	• 목표 성능 달성(4cm 장애물 극복)	
실버캐리지 시작품	실버캐리지 프레임	⑤	디자인 2차 수정 및 선정	5회 실제측정	자체평가 점수80점 이상획득	• 디자인 2차 수정 및 선정 보고서 1건 • 차체 및 구동부의 구동 능력 보고서 1건	특허 출원 : 1/1건 기술보고서 : 1/1건
		⑥	차체 및 구동부의 구동능력				
	실버캐리지 구동 휠	①	모터 구동 목표 속도 4-8 ㎞/h		최대속도 8㎞/h	• 외부 전문가 2인 및 자체평가 평균 95점 획득	특허 출원 : 1/1건
		②	모터 등판각도 종단경사 1/12	인증기관 의뢰 (KCL, KTC 등)	등판각도 1/12	• 공인인증기관(경북하이브리드부품연구원) 시험성적서 1건	
	실버캐리지 시작품	③	2차 Prototype 제작	인증기관 의뢰	완차시 20Kg 이하	• 2차 Prototype 제작 자체평가서 1건 • 공인인증기관(경북하이브리드부품연구원) 시험성적서 1건	시작품 : 1/1건
		④	2차 Pilot Sample 성능 평가	5회 실제측정	전문가 평가 점수 80점 이상 획득	• 2차 Pilot sample 성능 전문가 평가서 1건 • 외부 전문가 3인 평가 평균 84점 획득	
실버캐리지 법제도 개선 및 안전성 평가	실버캐리지 안전성 평가 기준 및 방법론	②	실버캐리지 안전성 평가 항목의 적절성	관련 전문가 5인 평가	전문가 평가 점수 65점 이상 획득	• 실버캐리지 안전성 평가 항목(3단계 안전성평가 기준 및 방법론) 도출 완료 • 외부 전문가 5인 평가결과 평균 89.05점 획득	학술발표(국내) : 1/1건
		③	실버캐리지 안전성 평가 매뉴얼(안)의 적정성			• 안전성 평가 매뉴얼(안) 1건 • 외부 전문가 5인 평가결과 평균 89.88점 획득	매뉴얼(안) : 1/1건
	실버캐리지 이동성 확보를 위한 법제도 개선(안)	①	실버캐리지 이동성 관련 법제도 쟁점 도출		전문가 평가 점수 80점 이상 획득	• 실버캐리지 법적 위상 정의 및 관련법령 상 주요 쟁점 도출 완료 • 외부 전문가 5인 평가결과 평균 88.30점 획득	논문(국내/비SCI) : 1/1건
실버캐리지 품질인증	실버캐리지 평가 방법론	①	성능인증 평가 방법론 및 기준 규격(KC/KS)	설명회 후 전문가 의견 수렴	설명회 1회 개최	• 설명회 증빙자료 1건 • 성능평가보고서 1건 • KS 기준규격(안) 1건	성능평가보고서 : 1/1건 기준규격(KS)(안) : 1/1건

핵심성과 (level1)	단위성과 (level2)	3차 연도 성과점검기준					정량성과 (달성치/목표치)
		질적 성과지표		검증 방법	목표치	달성치	
실버캐리지 안전운영을 위한 보험제도 개선	실버캐리지 안전 운영 법제도 및 보험제도 개선	①	위험요인 기준 이용자 보호 기준 및 도로시설 설치 기준(안)의 적절성	관련 전문가 5인 평가	전문가 평가 점수 80점 이상 획득	• 이동수단 위험과 선진사례를 통한 보험상품 도입 방안 발표보고서 1건 • 외부 전문가 5인 평가결과 평균 95.8점 획득	논문(국내/비SCI) : 1/1건
		②	실버캐리지 관련 보험 및 보험 서비스 사례 분석 결과의 적절성				
실버캐리지 사용성 평가 및 종합 테스트	실버캐리지 테스트베드 구축 및 사용자 평가	①	테스트 시나리오 수립 및 장소 선정과 방법론의 적정성	관련 전문가 5인 평가	전문가 평가 점수 80점 이상 획득	• 보고서 1건 • 외부 전문가 5인 평가결과 평균 90.70점 획득	테스트베드 구축계획 보고서 : 1/1건

□ 4차년도

핵심성과 (level1)	단위성과 (level2)	4차 연도 성과점검기준					정량성과 (달성치/목표치)
		질적 성과지표		검증 방법	목표치	달성치	
실버캐리지 디자인	실버캐리지 최종 디자인	①	실버캐리지 설계(안)	사용자 10인 평가 (건기연 종합 사용자 평가와 연계)	최종 디자인에 대한 고령자 평가 3.5 / 5(점) 이상	• 고령자 30명 대상 선호도조사 결과 3.99/5점 획득	디자인특허 출원 : 2/1건 **(추가실적)**
		②	실버캐리지 상세 디자인				
실버캐리지 안전주행 지원장치	실버캐리지 균형 정보 센싱 기술	①	실외 동작 확보 위해 온도 챔버에서 시험 온도에서 연속 동작 테스트	공인기관	공업 규정	• CE 인증서 및 시험성적서 획득	시험성적서 : 1/1건 학술발표(국내) : 1/1편 소프트웨어 등록 : 1/1건
	실버캐리지 신호처리를 위한 이기종 컴퓨팅 기술	①	OpenAMP 포팅	프로세서 내부 타이머로 측정	Cortex-A 및 Cortex-R 사이의 메시지 지연 시간 1ms	• 메시지 지연시간 1ms 이내 확인 • 외부 전문가 3인 검증, 기술적 목표 달성 확인	
		②	FPGA에서 Color Space Conversion	영상 변환 속도를 프로세서 타이머로 측정	640x480 스테레오 영상 30fps	• 640x480 스테레오 이미지 실시간(30fps) 변환 확인 • 외부 전문가 3인 검증, 기술적 목표 달성 확인	
	실버캐리지 센서 모듈 저가화 기술	①	SoC가 가능한 FPGA 코드	거리 정보 연산 속도를 프로세서 타이머로 측정	depth 추출속도: 10Hz	• 640x480 스테레오 영상에서 10 Hz 이상 속도 계산 확인 • 외부 전문가 3인 검증, 기술적 목표 달성 확인	
실버캐리지 제어장치	실버캐리지 메인 제어기	②	안전센서 데이터 처리용 양산형 메인제어기 S/W	자체평가	10Hz 이상 영상처리	• 10Hz 데이터 처리 가능	기술보고서 : 2/2건 특허(출원) : 1/1건
	실버캐리지 구동 제어기 및 안전장치	⑤	안전주행 지원을 위한 양산형 구동제어기		12~48VDC, 20A 출력	• 최대 30A 부하 구현	
		⑥	안전 조향 감지를 위한 센서하우징		전기각 320도 이상	• 유효 전기각 325도 구현	
		⑦	안전정지/조향 기능을 가지는 복합 구동모듈		최고속도 10 km/h 이상 출력250W 이상	• 정격출력 350W, 선속도 10.5km/h 구현	
		⑧	자동따라가기기능		위치추적정도 반경 0.5m이내	• 위치추적 오차 최대 0.33m 구현	
실버캐리지 시작품	실버캐리지 프레임	⑦	배터리 성능 만족도	사업단 자체평가	자체평가 점수80점 이상획득	• 외부 전문가 2인 및 연구기관 자체 검증 결과 평균 90점 획득	학술발표(국내) : 3/0건 보고서 : 2/2건 시작품 : 6/6건
	실버캐리지 시작품	②	저가형 차체 디자인과 소재 선정		완차 구성 단가 100만 원 이하	• 저가형 제품 96만 원 단가 선정	
		⑤	실버캐리지 최종 시작품 제작		동일 제품 6 기 제작	• 고급형 1기, 보급형 5기 제작 완료	

핵심성과 (level1)	단위성과 (level2)	4차 연도 성과점검기준					정량성과 (달성치/목표치)
		질적 성과지표		검증 방법	목표치	달성치	
	실버캐리지 실용화 방안	①	실버캐리지 실용화 방안 보고서 작성	작성 여부	보고서 작성	• 실버캐리지 실용화 방안 보고서 작성	
실버캐리지 법제도 개선 및 안전성 평가	실버캐리지 안전성 평가 기준 및 방법론	④	실버캐리지 안전성 평가 항목 및 방법론의 적절성	유관기관 전문가 평가	전문가 평가 점수 80점 이상 획득	• 외부 전문가 2인 연구원 내부 전문가 자체 평가 결과 평균 88.58점 획득	매뉴얼(안) : 1/1건 학술발표(국내): 1/1편 논문(국내/비SCI) : 1/1건
		⑤	실버캐리지 안전성 평가 보완 매뉴얼(안)의 적정성			• 외부 전문가 2인 연구원 내부 전문가 자체 평가 결과 평균 90.08점 획득	
	실버캐리지 이동성 확보를 위한 법제도 개선(안)	②	실버캐리지 관련 법제도 개선(안)의 적정성	설명회 참석 전문가 평가	설명회 1회 개최	• 법제도 개선(안) 개최 및 전문가 3인 의견 수렴	
실버캐리지 품질인증	실버캐리지 품질인증	①	실버캐리지 품질 성능평가	성능평가	성능평가 합격	• 실버캐리지 및 단위 모듈 성능평가 합격	성능평가 성적서 : 4/2건 규격기준(안) : 1/1건
		②	규격기준 제정(안)제출 신청 및 실제품 품질인증 획득	품질평가	KC인증(전자파적합성) 획득	• KC 전자파 적합성 시험 성적서 획득	
실버캐리지 안전운영을 위한 보험제도 개선	실버캐리지 보험상품	①	위험담보 보험요율 산정방법의 적절성	관련 전문가 5인 평가	전문가 평가 점수 80점 이상 획득	• 외부 전문가 5인 자체 평가 결과 평균 92.4점 획득	보험상품(안) : 1/1건
		②	실버캐리지 보험상품	상품개발(안)	상품개발	• 실버캐리지 상해보험 상품(안) 및 약관(안) 개발	
실버캐리지 사용성 평가 및 종합 테스트	실버캐리지 테스트베드 구축 및 사용자 평가	②	Lab 테스트베드 기반 개선 요구사항 정의	관련 전문가 3인 이상 평가	전문가 평가 점수 80점 이상 획득	• 외부 전문가 3인 자체 평가 결과 평균 97.00점 획득	논문(국내/비SCI) : 1/1건 특허(등록) : 2/0건 **(추가실적)** 언론홍보 : 1/0건 **(추가실적)**
		③	On-road 테스트베드 운영	유관기관 협의 1회 이상	실외 테스트베드 장소 선정 및 운영	• 고양시와 협의를 통한 실외 테스트베드 장소 선정 및 운영	
		④	On-road 테스트베드 기반 종합 사용자평가	피험자 10인 이상	사용자 만족도 3.5점(5점 만점) 이상	• 고령자 16인 대상 사용자 만족도 평가 결과 4.42점 획득	

2절 관련 분야 기여도

1. 실버캐리지 설계기준

□ 가장 약자를 대상으로 하는 수단의 설계기준 수립

○ 자립보행이 가능한 계층 가운데 가장 약자인 고령자를 대상으로 하여 설계기준을 수립하였으며, 향후 다양한 계층과 다양한 형태로 개발이 예상되는 타 PM의 설계기준으로 직접 활용 및 응용 가능한 기준을 제시함

○ 안전을 강조한 설계기준으로 제도권 안으로 PM을 인도하기 위해 검토해야하는 최소한의 설계기준으로 활용 가능함

2. 실버캐리지 디자인

□ 사용자 중심의 인체공학적 실버캐리지 디자인 연구 및 개발

○ 특화된 사용자를 고려한 사용자 중심형 이동수단 디자인을 연구 및 개발함
- 사용자의 신체조건 및 운동능력 주요 사용 환경에 대한 분석 및 기존에 출시된 국내외 이동수단 디자인 사례분석 등을 통해 주요 개발 방향을 정립함
- 사용성 및 사용자 환경 분석을 바탕으로 한 안정성과 더불어 사회성, 대중성 및 심미성을 함께 주요 개발요소로 고려하여 고령자를 위한 이동수단의 인식 및 이미지 개선에 기여할 수 있음

○ 사용자 만족도 조사 및 전문가 디자인 자문을 통한 디자인 완성도 제고 프로세스를 정립함
- 디자인 안에 대한 고령자 만족도 조사 실시를 통하여 실제 사용자의 의견을 청취함
- 우선 고려대상인 심미성을 중심으로 한 외관이미지, 조작 및 의자등 디자인 세부요소의 만족도 조사와 더불어 사용성을 고려한 기능성에 관한 만족도를 조사하여 최종디자인에 반영하여 사용자 참여형 디자인 개발 프로세스를 실현함
- 영국 왕립예술학교 지능형 모빌리티 디자인 센터 (IMDC) 센터장 데일 해로우(Dale Harrow) 교수와 실버캐리지 디자인 안에 대한 자문 및 토론을 통해 우수 디자인 연구 개발을 위한 해외 우수연구 기관과의 국제적 협업 가능성을 제시함
- 고령층을 대상으로 한 다수의 디자인 프로젝트 진행 경험을 바탕으로 디자인 관련 조언과 회의를 거쳐 최종디자인 안의 완성도 제고

○ 디자인특허 출원 진행
- 최종디자인 안에 대한 디자인 특허 출원 진행 중임
- 특화된 사용자를 고려한 사용자 중심 이동수단 디자인의 특허출원으로 향후 디자인 지적 재산권 보호 및 고령자 층 및 특정 사용자를 고려한 맞춤형 이동수단 디자인 개발에 관한 유사분야의 디자인 권리를 보호하고자 함

○ 사용자 중심의 이동수단 디자인 개발 방향성을 제시함
- 기존의 진통적인 자동차 디자인 산업 (Automotive Design)과 더불어 단순한 목적지로의 이동의 개념을 넘어선, 사용자 중심의 이동 가치를 담보하는 모빌리티 디자인 (Mobility Design) 분야는 공유자동차, 개인형 이동수단 (PM) 등으로 다변화되며, 급격한 성장세를 보일 것으로 예상됨. 그 중에서도 고령자를 포함한 다양한 계층의 사용자의 요구를 수렴하는 이동수단 개발에 관한 적합한 연구 사례로 활용 가능함

3. 실버캐리지 안전주행 지원장치

□ 모션 블러가 없는 센서 융합형 스테레오 카메라 모듈 개발

○ 영상 분석에 방해가 되는 모션 블러를 제거하고 영상 신호간의 동기를 맞출 뿐만 아니라 IMU 신호까지 동기를 맞춰 실버캐리지의 주변 환경 인식 센서용뿐만 아니라 로봇, 지능형 차량용 센서 모듈로 사용할 수 있도록 개발함

○ CE 인증을 획득하였고, 기술 실시 계약을 완료하여 상품화를 하였음

□ 고속 신호 처리용 이기종 컴퓨팅 모듈 개발

○ FPGA와 멀티 이기종 CPU 코어가 혼재된 보드를 개발하였으며 해당 보드에 리눅스 환경 및 미들웨어 ROS를 이식하고 OpenAMP 플랫폼을 이식하여 실버캐리지용 신호처리용뿐만 아니라 범용 신호처리 보드로 사용할 수 있도록 개발함

○ 전문 전시회 참여를 통해 해당 보드의 성능을 홍보함

4. 실버캐리지 제어장치

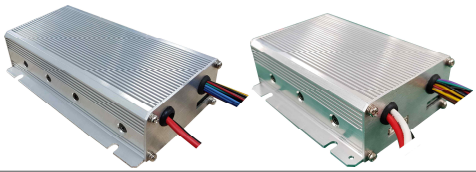
□ BLDC구동모듈 및 제어기

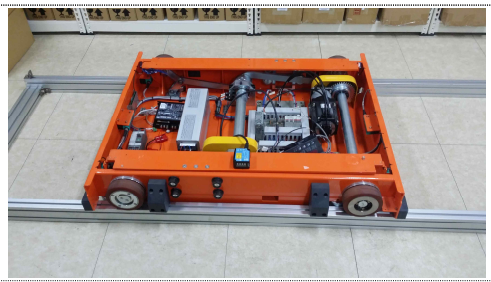
○ BLDC 모터제어기
- 일반 DC모터와 달리 BLDC모터는 모터자체에 브러쉬가 없어 모터의 내구성이 우수하며 자체적으로 엔코더와 유사한 홀센서를 탑재하고 있어 속도제어가 용이함. AC모터 및 DC모터에 비하여 같은 체적대비 큰 효율 및 파

워를 낼 수 있는 장점이 있으나 단점으로는 모터의 회전각도를 정밀히 측정하여 회전자장을 구현해야 하므로 제어기의 기술이 어려움

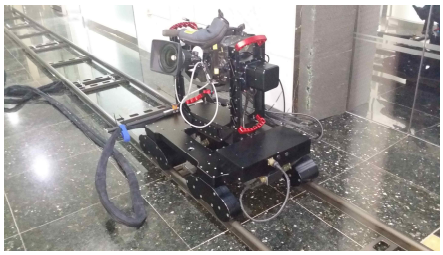
- 본 과제에서는 특성이 우수한 BLDC모터를 구동할 최적의 사이즈 및 1개의 제어기로 좌, 우 2개의 BLDC모터를 구동할 수 있는 제어기를 개발하였음
  - · 3차년도 결과 : 12~48VDC, 20A, 2ch용 BLDC모터제어기
  - · 4차년도 결과 : 12~48VDC, 10A, 2ch용 BLDC모터제어기, 12~48VDC, 20A, 1ch용 제어기

[표. 174] BLDC 모터 제어기의 산업체 사용처

항목	적용 내용	비고(개발된 제어기)
AGV	• 산업현장에서 자동물류를 담당하는 AGV(Automatic Guide Vehicle)의 핵심 구동모듈로 사용	
RGV	• RGV(Rail Guide Vehicle)는 주로 자동창고에서 일정한 레일로 정해진 경로를 따라 장비를 주행시켜 자동물류시스템을 구현하는 곳에서 사용됨	
Rail CAM	• 원격촬영시스템의 주행시스템 구현에 사용	
자동물류용 SORTER	• 자동물류를 위한 제품 SORTER시스템에서 카트의 구동용도로 사용	
이동로봇	• 서비스로봇 및 좌,우에 2개의 BLDC모터구동부를 가지는 400W미만의 모든 이동로봇에 사용이 가능	



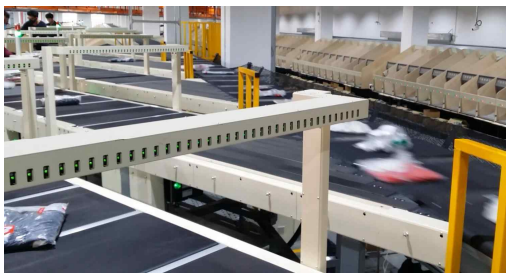
RGV(당사제품적용)



Rail CAM(당사제품적용)



이동로봇플랫폼(당사제품)



자동물류용 SORTER(당사제품적용)

(그림. 326) 당사 BLDC 모터 제어기가 적용된 제품의 사례

○ BLDC 복합구동모듈

- 전동대차, 휠체어 등의 전기모터를 사용하는 이동체는 경사지에서 모터제어가 실패하거나 부주의 등으로 자주(自走)하는 경우에 안전사고의 위험이 큼
- 이를 방지하기 위하여 모터에 전자클러치(브레이크)를 장착하는 것이 필수적이며 지형의 구배가 심한 국내의 도로 현실에 일정이상의 구동력을 구현하기 위해서는 모터에 감속기를 장착하는 것이 필요함
- 본 과제에서는 상기 효율 및 내구성이 우수한 BLDC모터에 12“휠 및 감속기와 전자브레이크를 일체형으로 개발하여 최소의 사이즈로 최적의 효과를 얻을 수 있는 구동모듈을 개발함
- 4차년도 결과 : 36VDC, 10A, 350W용 복합구동모듈(모터+감속기+전자브레이크+구동휠12 “)

[표. 175] BLDC 구동 모듈의 산업체 사용처

항목	적용 내용	비고(개발된 구동 모듈)
전동대차	• 산업현장에서 수동식 물류를 담당하는 전동동대차의 구동모듈로 사용 • 밧데리 사용 전동대차는 안정장치로 전자클러치 및 큰 토크를 요하는 감속기가 필수	
PM (Personal Mobility)	• 실버캐리지외의 다용한 PM류의 구동부로 사용이 가능	
전동휠체어	• 컴팩트한 사이즈의 전동휠체어를 구현할 때 사용이 가능	



전동대차(당사제품적용)



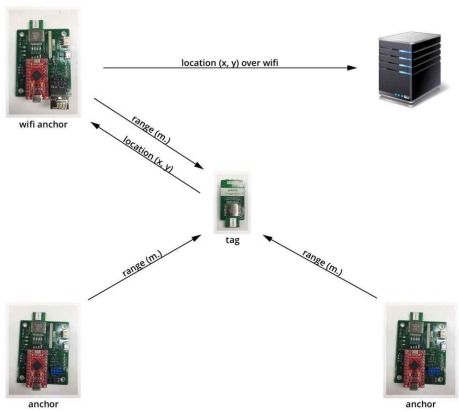
경량형 전동 휠체어

(그림. 327) 당사 BLDC 구동모듈이 적용된 제품의 사례

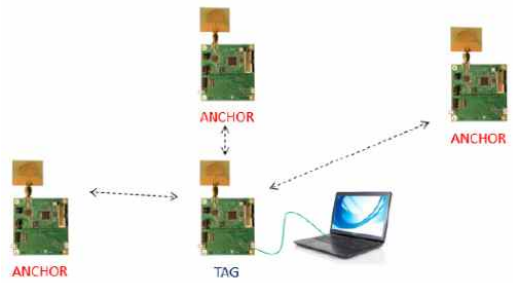
□ 자동 따라가기(위치추적기,Real Time Location System) 모듈

○ 자동 따라가기 TAG, 및 ANKOR 모듈(RTLS)

- 1개의 Tag와 3개의 Anchor로 이루어져서 Tag의 움직임을 측정하고 이를 추적하는 기술로써 이동체에 ANKOR를 3개로 구성할 때 따라가는 기능이 구현됨. 또한 ANKOR를 일정 위치에 고정하고 이를 근거로 이동체(TAG)의 위치를 추정하는 경우는 전역위치 측정장치로 사용됨



실내측위시스템 (따라가기)



위치추정시스템 (전역위치파악)

(그림. 328) 자동 따라가기 구성도

[표. 176] 자동 따라가기 모듈의 산업체 사용처

항목	적용 내용	비고(개발된 구동 모듈)
로봇캐디	• 골프장에서 골프백을 장착하고 골퍼의 뒤를 일정간격을 두고 따라가는 자동로봇	
이동로봇 전역위치측정 시스템	• 이동로봇에서 로봇에 TAG를 장착하고 토폴로지컬맵상에서 특정점에 ANKER를 장착하여 로봇이 이동중에 실시간 자기위치를 추정할 수 있는 전역위치측정시스템	



로봇 캐디



이동로봇 전역위치시스템

(그림. 329) 자동 따라가기 기능이 적용된 제품의 사례

5. 실버캐리지 시작품

□ 프레임 제작 및 가공 기반 적용성 다양화

○ 실버캐리지 제작의 기반 요소기술 축적
- 주행조건 및 탑승 형태에 따른 기구물의 구성과 적정 소재 적용 조건을 최적화함으로써 Personal Mobility 탑승자 또는 탑승 형태에 따른 최적 구조물 설계가 가능함
- 인휠모터 사용에 따른 휠의 형태와 토우/캠버 등 주행요소를 정립하여 난립하고 있는 퀵보드 및 세그웨이 등에 대한 안전설계기준 적용이 가능함
- 서스펜션의 형태와 적용에 따른 승차감 및 안전요소와 횡단면 주행시 전복률 등 기구물에 의한 주행 조건을 확립하였음

○ 실버캐리지 프레임의 경량화
- 경량화 소재 및 형태 등에 대한 연구를 토대로 최적 프레임 소재와 형태를 구현함으로써, 소재의 가공성, 단가 등을 고려한 프레임을 제작함
- 향후 경량화 프레임을 기반으로 소재에 대한 이원화를 통해 최고급형/고급형/보급형 등으로 분획하여 수익구조를 다양화할 수 있음
- 초기 설계구조에 대한 시뮬레이션 진행을 통해 보강부와 수정부를 나누었으며, 소재의 보강 및 경량화를 진행하였음. 이를 통해 프레임의 특정 구조 기반의 취약부를 확증하였으며, 향후 구조물 설계 시, 취약부에 대한 사전 점검이 가능하게 됨

□ 스킨부의 제작

○ 스킨 접합 및 분획
- 프레임-스킨 간 간섭을 최소화하며, 단차에 의한 내구도 저하현상을 방지할 수 있는 스킨부를 제작함
- 소프트 몰딩기술이 적용하여 제품의 균질화를 도모함. 향후, 실버캐리지 프레임 기반의 디자인 변경이 가능할 것임

□ 배터리 기술의 개선 및 적용분야 확대 가능

○ 실버캐리지 전용 배터리 개발 기술
- 실버캐리지의 주행특성과 요소에 따른 최적 배터리 사양 선택적 개발이 가능함
- 전용배터리의 충방전 특성을 파악하여 안전사고 등에 노출될 수 있는 요소가 삭제됨
- 자체 통신 기능 개발을 통해 향후 확장성이 확보됨

○ 배터리 확장성
- 향후 배터리의 확장성을 위해 배터리 자체 통신 및 고장점검 기능 등 모듈기술을 접목함으로써 실버캐리지 외 다양한 Personal mobility 와 산업 기기 등에 적용이 가능함
- BMS/PCM 에 대한 기술 확대와 배터리팩의 구성요소 등에 대한 정립으로 사업 아이템 영위가 가능함

6. 실버캐리지 법제도개선 및 안전성 평가

□ 보행속도 수준의 저속 개인형 이동수단에 대한 보도 통행권 부여 근거 마련

○ 국내외 유사 사례의 검토
- 국내에서는 전동휠체어 및 의료용스쿠터의 경우 보도 통행이 허용되며 유아용 전동차의 경우 최고속도 8 km/h 이내인 경우 보도 통행이 허용되고 있음
- 해외 각 국가의 개인교통수단 통행권 부여 사례의 검토 결과, 대부분의 국가에서 '주행속도'를 기준으로 이동수단을 구분하는 것으로 조사됨
- 이를 통해 최대목표속도가 8 km/h인 실버캐리지 역시 보도 통행권을 부여하는 것이 바람직함

○ 충돌시뮬레이션 결과 분석
- 자전거와 보행자, 실버캐리지와 보행자의 충돌상황을 시뮬레이션을 통해 수행하였음
- 시뮬레이션 수행 결과 보행자나 탑승자 모두 자전거 충돌에 비해 큰 위해가 발생하지 않는 것으로 도출됨

□ 개인교통수단 전체의 안전성을 종합적으로 검증할 수 있는 제도적 장치 기반 마련

○ 3단계 실버캐리지 안전성 평가 매뉴얼(안)의 개발
- 실버캐리지 안전성 평가는 실버캐리지가 실제로 시장에서 판매될 수 있는 수준의 완성도를 갖추고 이용자의 안전을 보장하면서 주변 환경과 조화가 이루어질 수 있는지에 대한 종합적인 검증을 하는 수단임
- 특히, 실버캐리지가 일반인에 비해 신체능력 및 인지능력이 다소 떨어지는 고령자가 이용하는 수단이며 법적인 테두리 내에서 보도로의 통행을 목적에 두고 있기 때문에, 수단의 안정적인 운영, 탑승자의 안전한 주행 뿐 아니라 공간을 공유하는 보행자들의 안전까지 두루 살펴볼 수 있다는 점이 본 안전성 평가 매뉴얼의 가장 큰 의의라고 할 수 있음
- 또한 PM에 대한 안전성 평가 자체가 국내에 존재하지 않는 상황(판매를 위한 KC 인증 등 제외)에서 급속도로 성장하고 있는 PMD 전체의 안전성을 제도적으로 검증할 수 있는 수단으로 활용 가능할 것으로 기대됨

7. 실버캐리지 품질인증

□ 실버캐리지에 대한 규격 기준 제정 및 제도화

○ 실버캐리지 품질인증 제정(안) 신청

- KS 규격(안) 신청


KSKSKSKS
KSKSKSK
KSKSKS
KSKSK
KSKS
KSK
KS

KS G 00000-2

KS

개인용 이동수단 — 제 2 부 고령자용 이동장비 —부가적인 안전 요구사항 및 시험방법

KS G 00000-2:2018

산 업 표 준 심 의 회

2018 년 월 일 제정

KS G 00000:2018

심 의 : 생활복지 기술심의회(G)

	성 명	근 무 처	직 위
(회 장)	문 무 성	재활공학연구소	소 장
(위 원)	강 성 초	(주)모니미	고 문
	김 영 근	한국건설생활환경시험연구원	본 부 장
	김 인 순	한국장애인개발원	부 장
	노 재 근	(주)로아스	회 장
	박 순 강	한국정기검보통신 산업진흥회	원 탁 장
	박 승 석	인하공업전문대학	교 수
	안 병 희	이젠로자학연구소	대 표
	이 동 화	수원대학교	교 수
(간 사)	유 경 희	국가기술표준원 표준정책국 융학서비스표준과	연 구 관

원안작성 협력기관 : 스포츠레저장비(TC83) 전문위원회

	성 명	근 무 처	직 위
(대표전문위원)	김 영 근	한국건설생활환경시험연구원	본 부 장
(위 원)	이 상 훈	대구기계부품연구원	책 임
	강 수 형	FITI 시험연구원	과 장
	양 혜 룡	(주)에프아이	대 표
	김 준 혁	국민체육진흥공단	과 장
	김 덕 중	우석대학교	교 수
	이 윤 동	국민대학교	교 수
	김 혁 수	한국생산기술원	단 장
	고 문 규	풍진기표원	위 원
(간 사)	홍 원 식	한국건설생활환경시험연구원	산업연구원

표준열람 : e나라표준인증(http://www.standard.go.kr)

제 개 정 : 산업통상자원부 국가기술표준원장 제 개: 2018 년 12 월 00 일

심 의 : 산업표준심의회 생활복지 기술심의회

원안작성협력 : 생활복지 기술심의회 스포츠레저장비 전문위원회

이 표준에 대한 의견 또는 질문은 e 나라표준인증 웹사이트를 이용하여 주십시오.

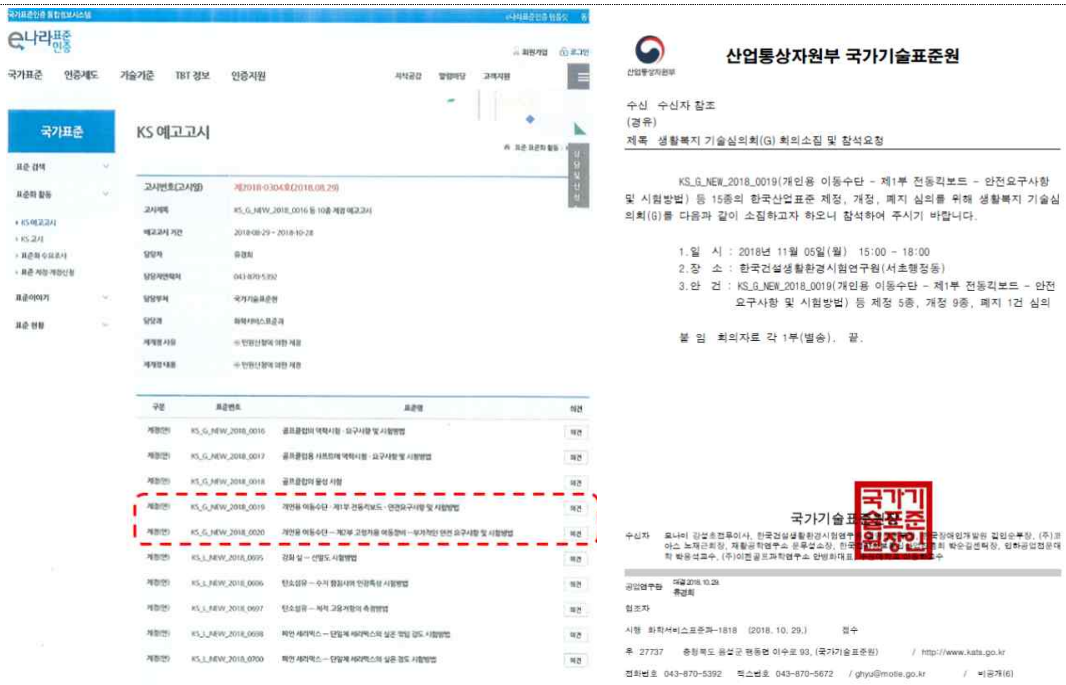
이 표준은 산업표준화법 제 10 조의 규정에 따라 매 5 년마다 산업표준심의회에서 심의하여 확인, 개정 또는 폐지합니다.

(그림. 330) KS 규격(안) 신청

- KS 예고고시

· 고시번호(고시일) : 제 2018-0304호(2018.08.29.)

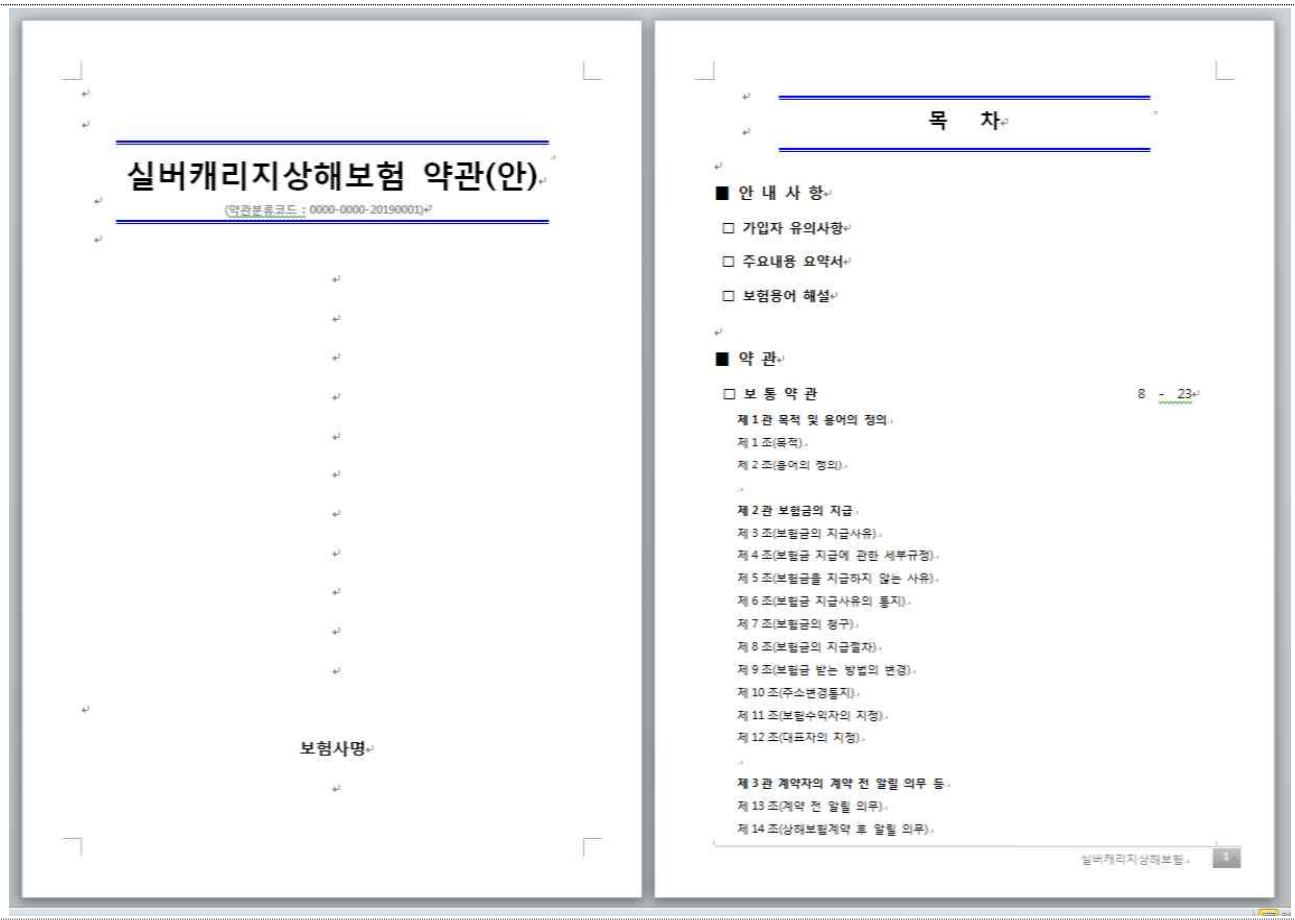
· 고시제목 : KS_G_NEW_2018_0016 등 10종 제정 예고고시



(그림. 331) KS 예고고시 및 기술심의회 소집 공문

8. 실버캐리지 안전운영을 위한 보험제도 개선

□ 실버캐리지 전용 보험상품의 개발



실버캐리지상해보험 약관(안)

(약관분류코드 : 0000-0000-20190001)

보험사명

목 차

■ 안 내 사 항

□ 가입자 유의사항

□ 주요내용 요약서

□ 보험용어 해설

■ 약 관

□ 보 통 약 관 8 - 23

제 1 관 목적 및 용어의 정의

제 1 조(목적)

제 2 조(용어의 정의)

제 2 관 보험금의 지급

제 3 조(보험금의 지급사유)

제 4 조(보험금 지급에 관한 세부규정)

제 5 조(보험금을 지급하지 않는 사유)

제 6 조(보험금 지급사유의 통지)

제 7 조(보험금의 청구)

제 8 조(보험금의 지급절차)

제 9 조(보험금 받는 방법의 변경)

제 10 조(주소변경통지)

제 11 조(보험수익자의 지정)

제 12 조(대표자의 지정)

제 3 관 계약자의 계약 전 알릴 의무 등

제 13 조(계약 전 알릴 의무)

제 14 조(상해보험계약 후 알릴 의무)

실버캐리지상해보험 1

(그림. 332) 실버캐리지 상해보험 약관(안)

9. 실버캐리지 사용성 평가 및 종합테스트

□ 신규 이동보조수단의 사회적 수용성 평가 방법론 제시

○ 신규 교통수단/이동보조수단 도입 시 유사 방법론 적용 가능

제5장 연구개발성과의 활용 계획

1절 연구결과의 활용방안

1. 연구개발 기술 현장적용 방안

가. 법제도 개선을 통한 현장적용 방안 마련

□ 기존 및 신규 개인교통수단 활성화 기반 조성을 위한 법제도 기준 마련

○ 자가평형이륜차, 외발전동휠, 투휠보드, 전기자전거, 전동킥보드, 초소형자동차등의 개인교통수단은 현행법(도로교통법 제2조)에 의하면 원동기장치자전거로 분류됨. 원동기장치자전거는 자동차도로에서만 운행되며 만 16세 이상의 보호장비를 구비한 운전면허 소지자만이 운행할 수 있음. 그러나 현실적으로는 레저용품으로 취급하여 연령의 제한 없이 이용하고 있는 현실임



(그림. 333) 2015년 월별 전동휠 판매량 추이 (출처: 세계일보[2015.11.30.])

○ 상기 그림은 2015년 전동휠의 판매량 추이이며, 2015년 하반기부터 매출이 꾸준히 증가하고 있음. 이러한 레저기반의 개인교통수단의 판매가 급증하고 있으므로, 상기 규제는 산업발전에 도움이 되지 않는다는 것이 전문가들의 견해임

○ 반면에 한국소비자원에 보도자료(2016. 1. 18)에 의하면 전동휠의 교통사고 건수는 2013년 3건에서 2015년 26건으로 급속히 증가하고 있으며, 뇌진탕과 같은 중과실사고 비율이 증가하고 있다고 발표하였음. 개인교통수단은 여러 매체 등의 발표와 세계적인 추세를 통해 미래시대의 핵심 교통수단이 될 것이라는 것이 중론인데 반하여 그것을 받아들일 수 있는 사회적 테두리인 법·제도 등은 아직은 보완할 것이 많은 것이 현실임. 이에 실버캐리지 연구개발의 중요한 연구 분야인 관련 법·제도정비를 통하여 개인교통수단 기반환경을 조성할 수 있을 것으로 판단됨. 소비자원에서 건의한 가장 시급한 법제도 개선사항은 다음과 같음

- 개인교통수단의 차종재분류 및 운행기준
- 대여 사업자의 준수사항 마련 및 계도
- 손해보험 상품개발

나. 새로운 개인교통수단의 성능평가 기준 제시

□ 실버캐리지 성능평가 방법론을 통한 다양한 개인교통수단의 성능평가 기준 제시

○ 개인교통수단은 그 모양과 동력의 형태에 따라 종류가 천차만별임. 또한 레저용으로 각광받으며 일부 개인교통수단은 저가형 모델도 선보이고 있음

- 샤오미의 '나인봇 미니'는 출력이 0.7kw이며 최고속도는 10(㎞/h)로 시중에서 39만 원에 판매중임
- i-Robot 세그웨이의 경우, 최고속도 15(㎞/h)이며 250만 원에 판매중임
- 고사양의 전동오토바이의 경우, 최고속도 35(㎞/h)이며 400만 원에 판매중임

○ 국가기술표준원에서는 전기자전거에 대한 안전항목과 안전기준을 2010년부터 시행하고 있으나, 다양한 형태로 쏟아져 판매되는 개인교통수단들을 모두 지정하고 관리하기에 어려움을 호소함. 특히 저가형 모델의 리튬배터리와 제품자체의 결함 등의 사고 발생 시 모든 책임은 운전자가 지는 형태임. 실제로 일부 항공사는 폭발사고 발생 위험을 이유로 비행기 탑재를 허가하지 않고 있음

○ 이에 본 연구과제의 실버캐리지 개발은 교통약자, 즉 개인교통수단을 활용하는 대상 중에 가장 인지 및 신체능력이 떨어지는 고령자를 대상으로 하고 있으므로 교통약자를 기반으로 연구된 성능평가 방법과 운행 안전성 연구는 향후 여러 개인교통수단의 각기 다른 제품의 기준으로 활용될 수 있음

□ 현재 개인교통수단의 법제도상 갈등과 협의방안 제시

○ 다양한 개인교통수단 시장이 성숙되지 않은 관계로 이를 받아들이는 사회나 이를 사용하는 개인들 간의 여러 가지 쟁점들이 난립되어 있는 것이 현실임

○ 예를 들면, 도로교통법에 따르면 전기자전거는 원동기장치자전거로 자전거 전용도로를 사용할 수 없으며 전기자전거 사용을 위해서는 원동기면허 또는 보통 운전면허가 필요한 것이 현실임. 일본의 경우, 교통약자와 같은 사람의 힘을 보조하는 형태의 전기자전거는 자전거로 분류하여 자전거도로에서 통행을 허용하고 있으며, 미국 워싱턴에서는 친환경 교통수단으로 자전거도로의 통행을 허용하고 있음. 하지만 일부 자동차회사를 중심으로 전기자전거 활용을 안전상의 이유로 반대하고 있는 실정임. 이러한 사회적 갈등은 친환경 교통수단인 개인교통수단들의 활성화를 위한 사회적 합의 과정을 통해 해결할 수 있음. 외국에서는 아래의 표와 같이 (ex)세그웨이 이용지정 방식을 사회적 합의를 통하여 도출하였음) 각 나라별로 운행속도·사용하는 대상·사용하는 장소 등을 기준으로 사회적 합의를 도출하여 법제도를 정비하였음

[표. 177] 국가별 세그웨이 이용지정 방식 사례

국가		지정된 관련법규
유럽	룩셈부르크	전기자전거와 동등한 지위로 자전거도로와 도로 사용허가
	네덜란드	공공장소에서 세그웨이 이용불가(일부관광지 이용허가) 심장, 폐 이상자는 포장도로에서 이용허가
	스위스	도로안전장치와 면허번호판을 설치하여 사용
	영국	개인사유시설에만 사용
	스웨덴	2급자전거로 분류
	노르웨이	2014년 1월부터 16세 이상이면 누구나 등록/보험 없이 공도에서 이용허가
	독일	번호판부착, 브레이크 설치 등 의무화
	덴마크	공공도로에서 이용 불가
중동	이스라엘	2006년부터 보도에서 사용허가
	아랍 에미레이트	공원이외 공공도로에서 사용불가
아시아	말레이시아	관광용으로 사용
	싱가폴, 홍콩	공항내 사용 허가
	일본	오토바이로 규정
북미	미국	시속 25마일이하의 세그웨이 자전거도로와 도로에서 사용허가/보도사용불가
	캐나다	공공도로 사용불가(단, 온타리오주에서는 14세 이상 장애인, 경찰, 택배서비스에 한정하여 사용허가)

출처 : 경기연구원, 2016의 자료를 재편집함

○ 본 연구과제의 고령자 전용 실버캐리지 운행을 위해서는 보도나 자전거도로 등을 이용할 수 있게 허용하는 국민들 간의 사회적 합의가 필요한 부분이며, 과제를 통하여 이러한 합리적인 수준의 합의방안을 제시할 수 있는 논리적 근거로 활용할 수 있을 것임

2. 연구성과 사업화 추진 방안

가. 기술개발 홍보

□ 언론매체를 통한 홍보

○ 방송 및 신문 등 국내 주요 언론사 인터뷰 수행 및 보도자료 배포 등을 통한 언론홍보를 수행함
- 2019년 5월 8일 보도자료를 배포하여 국내 언론사에 연구 성과를 홍보함



(그림. 334) 인터넷 포털을 통해 확인한 언론보도 기사 모음

- 2019년 5월 9일 YTN24를 통해 연구 성과에 대한 인터뷰 등이 포함된 기사가 방송됨



(그림. 335) 2019년 5월 9일 YTN24 보도화면

□ 국내/외 PM관련 전시회 참가

○ 전시회 참가를 통한 실버캐리지 홍보물 배포, 기능 시연 및 시승 기회를 제공함

□ 수요처에 따른 홍보 전략

○ B2B 홍보 전략
- 렌탈 사업자, 여행사, 숙박업계 등을 대상으로 임대 마케팅을 추진함
- 기 보유 60여개 대리점 및 제주지역 렌탈사업 협력사를 활용함
- 복지시설, 장애인협회를 대상으로 의료비 지원 사업을 활용함
- 공공자전거 운영 관련 지자체 담당부처 마케팅을 활용함
- 부지가 넓은 산업단지 및 대학교를 대상으로 구내 이동 수단으로의 활용성을 홍보함

○ B2C 홍보 전략
- SNS(페이스북, 트위터, UCC 등) 등 On-Line 마케팅, 자사 쇼핑몰 및 오픈마켓을 활용함

○ 해외 홍보 전략
- 인도, 미국 NGO 등 기존 수출 바이어와 미국(LA, 시카고, 뉴욕), 인도(뉴델리) 등 해외 지사를 활용함

나. 기술실시계약 추진

□ 안전운전 지원 센서 개발

○ 스테레오 방식의 거리 측정 센서와 삼각 측량 방식의 거리 측정 센서는 전방의 주행 면에 위험 요소가 있는지를 알려주는 센서로 활용되므로, 실버캐리지 뿐만 아니라 개인교통수단 장치에 모두 적용이 가능

○ 예를 들어 전동휠체어에 해당 장치를 적용하면, 운전자가 미처 인식하지 못한 전방 도로 상의 장애물 또는 도로의 파임 등을 인지하여 운전자에게 알려주는 방식으로 안전 운전을 도모할 수 있음

○ 이러한 센서의 필요성은 예전부터 지속적으로 있었으나 상대적으로 고가인 관계로 적용되지 않고 있었음. 당 과제에서는 센서 모듈 자체 개발을 통해 원가 절감을 꾀하여, 양산 단계에서 별도의 모듈로 판매가 가능한 시장을 확보할 계획임

○ 실버캐리지의 자세(pose)를 측정하는 IMU 센서는 3차원 공간상에서 움직이는 물체의 경우 필수적으로 필요한 센서이므로 드론(drone), 전기 자전거 내비게이션 분야에서 활발히 활용될 수 있을 것으로 기대됨

다. 모듈별 사업화 진행

□ 안전운전 지원 센서

○ 실버캐리지 외에 지능형 자동차, 드론, 이동 로봇 등 다양한 분야에서 활용이 가능한 스테레오 카메라는 독립적인 모듈 단위로 판매 전략을 마련하여 2017년 하반기에 판매 개시

○ 2018년 1년간 스테레오 카메라 모듈은 국내에서 100여대 판매가 이뤄졌으며, 하반기 CE 인증을 계기로 국외 홍보 시작

○ 2018년 12월 미국 드론 업체 VTUS와 NDA 체결 후 초두 5대 수출을 시작으로 미국, 일본, 러시아에서 유상 샘플 요청을 받고 판매 시작

○ 2019년 ROS 기반 SLAM 및 point cloud 연산 지원 소프트웨어를 GitHub에 공개하고 모듈 단위의 판매를 가속화할 계획

마. 건강한 고령자의 신체적・인지적 특성을 고려한 실버캐리지 사업/실용화 로드맵

○ 본 연구는 다양한 스펙트럼을 가진 고령자 가운데 **'스스로의 능력으로 보행이 가능하지만, 일반인과 비교했을 때, 보행 능력이 다소 떨어져 지속 보행에 어려움을 겪는 고령자'** 집단을 주된 이용자로 설정하여 진행되었음. 이러한 고령자 집단을 **'건강한 고령자'**로 규정하였으며, 관련 통계자료를 통해 이 건강한 고령자 집단이 우리나라 전체 고령자 가운데 약 62%를 차지하고 있음을 확인하였음. 정작 건강한 고령자 집단은 건강하다는 이유로 장기요양보험 등을 통한 보행보조수단 지원 등의 이동에 관련된 국가의 복지혜택을 전혀 받지 못하는 이동권 보호의 사각지대에 놓여 있음

○ 고령자의 사회활동이 점진적으로 증가함에 따라 고령자 사회활동의 지속적 영위를 위한 보행편의 증진과 고령자 보행사고 예방을 위한 **주거지 중심의 근거리 보행지원 개인교통수단을 개발**하였음

○ 본 연구진은 실버캐리지의 설계단계부터 **건강한 고령자 그룹의 신체적, 인지적 특성을 반영하여 연구를 수행**하였음. 건강한 고령자들의 일상적인 근거리 통행을 안전하고 편안하게 하기 위해 요구한 사항은 **① 믿고 안전하게 타고 다닐 수 있는 수단(안전성), ② 운전하기 쉬우며 적당한 편의기능이 포함된 수단(편의성), ③ 장애인이나 노약자로 비춰지지 않는 수단(심미성)**으로 정리되었음. 실버캐리지는 일반인과 비교하여 자연적으로 떨어지는 고령자들의 신체 및 인지능력을 보완하기 위해 안전성과 편의성에서 일반적인 개인교통수단과 차별이 되는 기능 및 서비스를 탑재하고자 하였음

- 전후방에 장애물이 감지(ToF 센서, 초음파 센서)될 경우 탑승자에게 이를 알려주며, 일정 거리 이내에서는 자동으로 감속함. 전방의 노면이 파여 있거나 단차가 발생하여 진행하지 못하는 상황이 감지(스테레오 카메라)될 경우 탑승자에게 이를 알려주며, 자동으로 정지함. 고령자의 좁아진 시야와 느려진 반응속도를 보완해주기 위한 안전 기능의 대표적인 예임
- 마트 등에서 장을 볼 경우 차체에 장바구니를 매달고 카트처럼 활용할 수 있는 카트 기능, 버튼 조작만으로 평지에서나 경사로에서 일정한 속도로 안정적인 주행이 가능하도록 하는 정속주행 기능 등은 고령자의 편의성에 대한 요구를 충족함. 또한, 탑승자의 필요에 따라 앉아서 탈 수도 있으며, 서서 탈 수도 있음
- 실버캐리지의 디자인 선정 과정에서는 고령자들의 의견을 수렴하는 단계를 통해 노약자나 장애인이 타고 다니는 수단(보행보조차 또는 전동휠체어 등)으로 보이지 않도록 하기 위해 노력함. 건강한 고령자들은 본인이 장애인으로 취급받는 것을 극도로 경계함

○ 위와 같이 이용자의 특성이 반영된 실버캐리지의 사업화 및 실용화를 위하여 본 연구진은 단계적인 로드맵을 설정하였음

- **(사업화 준비 단계)** 단기적 단계에 해당하며, 기술이전 준비부터 실제 기술실시계약 체결을 위한 노력의 과정이 포함됨. 연구 수행을 통해 도출된 특허, 노하우 등을 기반으로 이전을 하고자 하는 기술의 선정(실버캐리지 수단 전체에 대한 기술, 단위 모듈기술에 대한 기술 등 기술이전의 형태는 다양할 수 있음), 기술이전 대상 기업 선정 기준 마련 등의 준비 과정을 거쳐 기술이전을 받고자 하는 수요기업과의 협상과정, 최종 대상기업 선정을 통해 실제 기술실시계약을 체결함으로써 준비 단계가 마무리 됨. 본 단계는 현재 진행중인 단계로 연구기간 중 당초 목표하지 않았던 특허 2건을 등록 완료(양적성과증빙자료 참조)하여 기술실시계약의 조속한 진행에 활용될 수 있도록 하였음. 또한 성과품에 대한 언론 홍보를 수행함으로써 대중들에게 실버캐리지에 대한 인지도를 높일 수 있는 기반을 마련하였으며, 이를 통해 다양한 수요기업에서 기술실시와 관련된 문의를 받고 있음.
- **(사업화 실행 단계)** 중기적인 단계로 기술실시계약 당사자가 주체가 되어 사업화 과제를 발굴함. 본 연구진은 기술지도 등을 통해 기술실시계약 당사자의 사업화를 지원하며, 실버캐리지 확산과 보급을 위해 제기되는 이슈사항을 해결할 수 있도록 법제도 부분의 지원을 위해 노력함. 품질 및 안전성에 대한 검증 등을 통해 판매가 가능한 수준의 완성도를 갖춘 제품의 대량생산체제 구축 및 판매망 확보 등이 완료되며, 법제도적 이슈의 해결이 진행됨. 다양한 홍보 전략을 통해 제품에 대한 언론 홍보 및 전시회 출품 등을 준비함
- **(사업화 성과 확산 단계)** 장기적인 단계로 상용화 제품의 보급이 확산되는 단계임. 단순히 소매상 등 판매망을 통한 개별 판매 뿐 아니라 커뮤니티 내의 이용 활성화를 위하여 지자체, 노인종합복지관 및 병원 등을 대상으로 활용할 수 있는 공유형 실버캐리지 이용 플랫폼 개발 및 사업 수행을 지원함. 실버캐리지의 기기적인 안전성 등을 강화하여 고령자용 PM 뿐 아니라 다양한 계층 별 요구사항을 만족할 수 있는 추가적인 PM의 개발 및 판매도 기대할 수 있으며, 이를 통해 주요 관광지에서 친환경 중단거리 이동수단으로 활용되는 등 전반적인 PM의 활성화 및 시장 규모의 성장을 기대할 수 있는 단계임

2절 기대효과

1. 기술적 측면

가. 실버캐리지 프레임 및 제어기술 개발에 따른 기대효과

○ 프레임구조와 제어기술을 활용하여 개인교통수단 이용자들의 안전을 확보할 수 있음
○ 실버캐리지의 이용 증대에 따라 고령자의 생활반경이 확대되어 고령자들의 사회성이 증대되며, 소외계층으로 대우받지 않고 사회의 건강한 구성원으로 자리매김할 수 있을 것으로 기대함

나. 안전운전 지원기술 개발에 따른 기대효과

○ 스테레오 방식의 거리 측정 센서는 실버캐리지의 안전운전 지원을 위한 센서 모듈로 옵션 형태로 판매함과 동시에 별도의 거리 측정 센서로 단품으로 판매도 가능한 형태임. 따라서 실버캐리지와 별개로 상품화가 가능하여 매출 발생이 가능하며, 다양한 교통수단에 적용하여 사회 전반적인 교통안전을 증진시킬 수 있을 것으로 판단됨
○ 기존 PM에 존재하지 않은 안전운전 지원기술이 추가됨으로서 제품의 차별성을 부각시킬 수 있음

2. 사회 경제적 측면

가. 법제도정비를 통한 산업기반 창출 효과

(1) 교통관련 서비스산업이 활성화와 신규 사업 창출의 기반 조성 기여

○ IT관련 교통사업의 활성화와 현재에 수행하기 어렵거나 예상하지 못하는 신규 사업 창출의 기반을 조성
- 카셰어링 사업
- 지하철 to 버스 환승 접근로 이동 대여 사업
- 근거리 출퇴근용 수단대여 사업 등

(2) 고령자 보행 교통사고 감소 기여

○ 실버캐리지 개발과 실버캐리지 활용을 활성화하기 위하여 정비되는 법제도의 궁극적인 목표는 고령자의 이동편의 제공을 통하여 보행 중에 낙상과 같은 교통사고를 감소하는 것이며, 이에 따른 사회적 비용도 절감될 것을 기대함
○ 아래 표는 현재 발표되어 있는 고령자 인구비율과 인구수, 고령자 보행교통사고 건수, 고령자 전체 통행건수, 고령자경제활동인구수 등을 정리하여 2025년의 예상치를 가상으로 산출함
- 2025년 예상 고령자 보행교통사고 건수는 약 19,031건으로 예상됨. 하지만, 점차 증가 추세인 고령자의 경제활동인구와 고령자의 통행 건수를 고려하면 이는 더욱 크게 증가될 것으로 판단됨

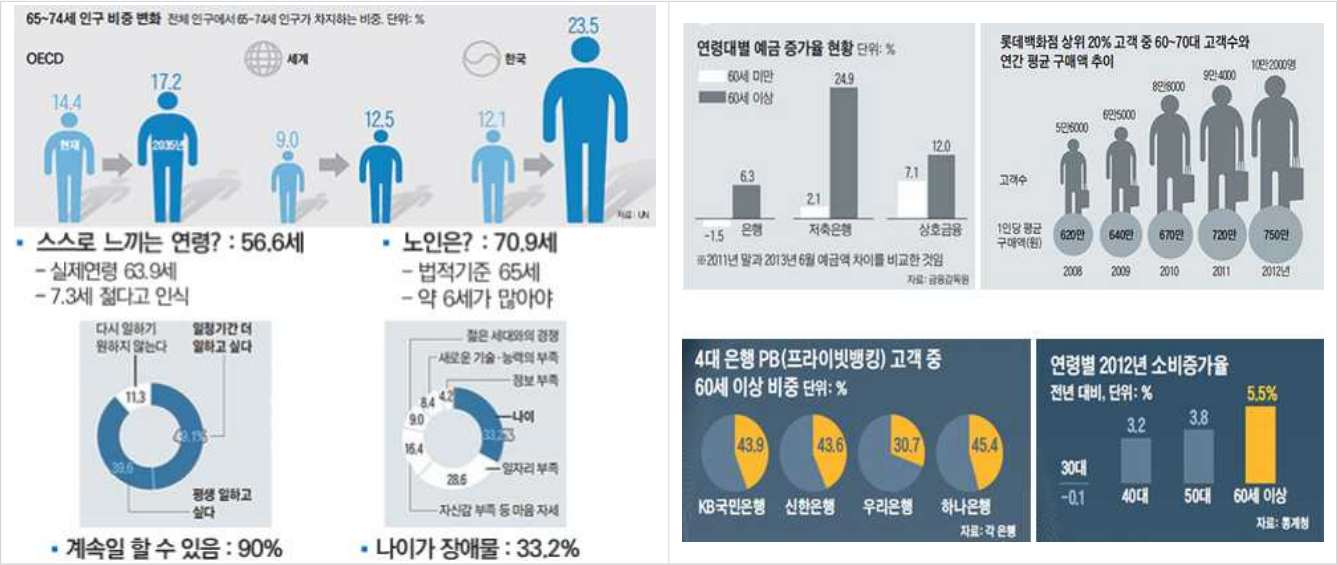
[표. 178] 2025년 예상 고령자수 및 예상 보행교통사고 건수

구분	2005년	2010년	2015년	2025년	출처
전체인구대비 고령자 비율(%)	`9.3%	11.3%	13.1%	20.00%	통계청
고령자인구(명)	4,365,218	5,424,667	6,681,000	10,200,000	통계청
고령자경제활동인구(명)	1,361,000	-	2,087,000	3,200,271	통계청
고령자보행 교통사고 건수(건)	-	8,798	12,465	19,031	도로교통공단
고령자 전체 통행 건수(건)	1.03	1.41	-	- (2.0)	추상호 외(2013)

- 2025년 예상되는 고령자 교통사고 비용은 연간 9,400억 원 정도로 예상되며, 고령자의 경제활동인구 증가추세와 고령자 통행건수가 증가됨을 고려한다면, 2025년 고령자 교통사고 비용은 연간 1조 3,300억 원까지 증가될 수 있음
- 실버캐리지 활용을 통한 교통사고 비용 감소효과는 고령자 보행교통사고의 5% 감소 시, 연간 약 660억 원의 교통사고 비용을 감소시킬 수 있을 것으로 예상됨

나. 고령자 관련 실버산업 활성화

○ 새로운 소비주체로 부상 예정인 고령자 관련 실버산업 활성화 기여 기대
- 우리나라의 초고령화 사회 진입과 함께 고령자 집단의 특징이 기존과 매우 다른 양상을 보이는 것으로 조사되고 있음
- 최근의 고령자 집단은 스스로를 젊다고 느끼고 있으며, 은퇴 이후에도 지속적인 사회활동을 하고자 하는 욕구가 매우 큰 것으로 분석되었음
- 또한 이들의 경제능력이 매우 높으며 구매력 또한 다른 연령대에 비해 매우 높은 것으로 드러남



(그림. 336) 최근의 고령자 집단의 사회활동 욕구 및 경제능력

출처 : 조선일보/삼성생명 공동 설문조사, 2013의 자료를 재편집함

- 즉, 현재의 고령자와는 다르게 자녀에게 의존하지 않고 독립된 고령자, 경제력과 시간, 건강을 갖춘 1천만 명의 새로운 소비주체로 등장할 것이며, 신규 소비자층인 고령자들의 이동권 확보와 야외활동 장려를 위한 실버캐리지 운영환경 조성은 실버산업의 활성화에 크게 기여할 것임

다. 개인교통수단 저변 및 시장 규모의 확대

- ○ 한국교통연구원에 의하면 현재 전동휠로 대표되는 개인교통수단의 국내 시장 규모는 2017년 현재 약 75,000대 수준이며, 2022년 200,000대 수준으로 급성장 할 것으로 예상하고 있음
- ○ 상기의 개인교통수단은 대부분 20~40대 정도의 젊은 연령대에서 주로 이용하는 수단을 중심으로 예측을 한 규모이며, 전동휠체어를 제외한 실버캐리지와 같은 고령자가 이용할 수 있는 개인교통수단은 고려되지 않은 수치임
- ○ 따라서, 2025년 상용화가 본격적으로 시작되며, 지자체 및 복지시설을 중심으로 하는 공유형 실버캐리지 이용 플랫폼이 확산될 경우, 현재의 젊은 연령대 중심의 개인교통수단 이용이 고령자까지 확대될 수 있을 것으로 기대함
- ○ 전체 고령자의 약 3%가 실버캐리지를 이용한다고 하더라도 약 30만 대의 실버캐리지 판매를 기대할 수 있으며, 보급형만으로도 약 3천억 원의 판매수익을 기대할 수 있음
- ○ 특히, 공유형 실버캐리지 이용 플랫폼의 개발은 실버캐리지 수단 자체의 판매 뿐 아니라 부가적인 서비스 등 플랫폼에 대한 비용이 포함되기 때문에 개인교통수단 시장 규모를 키우는 데 큰 영향을 줄 것으로 판담됨

제6장 연구 과정에서 수집한 해외 과학기술 정보

1. 해외 규격

가. 해외 규격 리스트

- AS/NZS 3695.2:2013
  - Wheelchairs Requirements and test methods for electrically powered wheelchairs(including mobility scooters)
- AS/NZS 3695.2:2013
  - Wheelchairs Requirements and test methods for electrically powered wheelchairs(including mobility scooters)(Ruling 1 to AS/NZS 3695.2)
- JIS T 9203:2016
  - Electric wheelchair
- GB/T 12996-2012
  - Electrically powered wheelchair

제7장 연구개발성과의 보안등급

1. 보안등급의 분류

보안	일반
	○

2. 결정사유

2016년 교통물류연구사업 시행 공고 안내서 참조
– 연구개발계획서의 보안등급은 “일반”으로 표기

제8장 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전 조치 이행 실적

□ 기술적 위험 요소 분석, 안전 관리 대책 추진

- 복도 외 공간 내 소화기 비치
- 연구원 년 1회 건강검진 실시
- 년 1회 소방안전 교육 실시
- 정밀 안전 진단 실시

본 사업을 추진함에 있어 기관은 적극적으로 산업안전보건법 및 연구개발사업 운영규정 제21조 2항에 의거한 연구실 안전환경 조성에 관한 법률에 따라 안전 관리 인원을 배치하고 위험을 사전에 예방하는 등의 안전조치를 이행하였음

본 페이지는 편집상 여백입니다.

제9장 참고 문헌

1. 명묘희(2013), 교통수단의 구분 및 관리에 대한 도로교통 관계법령 개정방안 연구, 경찰학연구 vol. 13, No. 1, pp. 127-151.

2. Bruneau, J.F., Maurice, P.(2012), A Legal Status for Personal Mobility Devices

3. 국토해양부(2011), 보도 설치 및 관리 지침

4. 행정자치부, 국토교통부(2016), 자전거 이용시설 설치 및 관리 지침

5. 국가기술표준원(2017), 안전확인안전기준 부속서 32(스케이트보드)

6. 식품의약품안전처(2017), 의료기기 기준규격

7. 일본 로봇특구실증실험추진협의회, 츠쿠바시,平成26年度つくばモビリティロボット実験特区（搭乗型移動支援ロボット公道実証実験）보고서

8. Active Mobility Advisory Panel(2016), Recommendations on Rules and Code of Conduct for Cycling and The Use of Personal Mobility Devices 보고서

9. 국토교통부(2016), ‘자율주행차, 초소형차 어디서나 원하는 곳 달린다’ 보도자료

10. 국가법률정보센터 http://www.law.go.kr, 2017.9.20. 접속

11. 정부입법지원센터 http://www.lawmaking.go.kr, 2017.8.24. 접속

12. 문병섭 외, Classification of Walking Capability of the Elderly and Analysis of Characteristics for Each Class, Journal of Science and Technology, 2015

13. 고려대 안산병원 인간유전학연구소, 국민체력실태조사, 2013

14. Chang Won Kim, Kanghyun Ye, Seung Kyu Park (2015). Active Safety System for Personal Mobility Vehicles. 제어로봇시스템학회 국제학술대회 논문집, 1271-1274.

15. German Insurance Association, Compact accident research ‘Assessing the safety characteristics of the Segway’, 2009

16. André Darmochwal, Hartmut H. Topp, Segway in public spaces, Technische Universität Kaiserslautern, 2006

17. Pierre Lavallée , Pilot Project for Evaluating Motorized Personal Transportation Devices: Segways and Electric Scooters, Centre for Electric Vehicle Experimentation in Quebec, 2004

18. Sylvain Castonguay and Pronto Binwa, Pilot Project for Evaluating the SegwayTM HT Motorized Personal Transportation Device in Real Conditions, Centre for Electric Vehicle Experimentation In Québec (CEVEQ), 2006

19. 박상우, 김성도, 김도윤 “이기종 컴퓨팅 환경에서 스테레오 카메라를 위한 고속 영상처리장치 구현”, 대한전기학회 하계학술대회 2018

20. 김도윤, 박상우, 채호병, “스테레오 카메라를 이용한 도로 평탄도 측정방법 연구“, 한국로봇종합학술대회 2018

21. 김도윤, 박종호, 이은상 “실버캐리지의 안전 주행을 위한 IMU 내장 스테레오 카메라 개발”, 한국로봇종합학술대회 2018

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 교통물류연구사업(이동불편 교통체계 개선기술 개발의 연구보고서입니다.

2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 교통물류연구사업(이동불편 교통체계 개선기술 개발의 연구결과임을 밝혀야 합니다.

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

비매품/무료
93530
9 791196 216382
ISBN 979-11-962163-8-2