

# 철도기반의 공유형 연계 교통시스템 개발 기획 최종보고서

2014. 4.

Infrastructure  
R&D Report

주관연구기관 / 한국교통연구원  
공동연구기관 / 한국철도기술연구원  
한국전자통신연구원  
경성대학교  
중앙대학교  
대아IT(주)

국 토 교 통 부  
국토교통과학기술진흥원

## 주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통연구기획사업의 최종보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 국토교통연구기획사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.

## 제출문

국토교통부장관(국토교통과학기술진흥원장) 귀하

이 보고서를 “철도기반의 공유형 연계 교통시스템(Cloud Transport System for Railroad) 개발 기획” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2014. 04. 25

주관연구기관명 : 한국교통연구원

주관연구책임자 : 이 호

연구원 : 김 현

연구원 : 강 경 표

연구원 : 노 홍 승

연구원 : 강 희 찬

연구원 : 장 선 혜

연구원 : 김 진 경

연구원 : 최 진 경

연구원 : 우 태 성

공동연구기관명 : 한국철도기술연구원

공동연구책임자 : 엄 진 기

연구원 : 정 락 교

연구원 : 김 백 현

연구원 : 정 호 성

연구원 : 김 정 석

공동연구기관명 : 한국전자통신연구원

공동연구책임자 : 김 성 훈

연구원 : 최 정 단

연구원 : 이 창 은

연구원 : 이 경 호

공동연구기관명 : 경성대학교

공동연구책임자 : 신 강 원

연구원 : 이 혜 림

공동연구기관명 : 중앙대학교

공동연구책임자 : 손 기 민

연구원 : 권 순 범

공동연구기관명 : 대아티아이(주)

공동연구책임자 : 안 진

연구원 : 정 재 옥

연구원 : 한 찬 희

## 보고서 요약서

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                     |                                                                                                |                                |                      |                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------|---------------------------------|
| 과제고유번호                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                     | 해 당 단 계<br>연 구 기 간                                                                             | 2013.9.27~<br>2014.3.26        | 단 계 구 분              | 1단계/1단계                         |
| 연 구 사 업 명                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 중 사 업 명             | 건설교통연구기획사업                                                                                     |                                |                      |                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 세부사업명               |                                                                                                |                                |                      |                                 |
| 연 구 과 제 명                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 대 과 제 명             | 철도기반의 공유형 연계 교통시스템(Cloud Transport System for Railroad) 개발 기획                                  |                                |                      |                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 세부과제명               |                                                                                                |                                |                      |                                 |
| 연 구 책 임 자                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 이 호                 | 해당단계<br>참 여<br>연구원수                                                                            | 총 : 22명<br>내부 : 22명<br>외부 : -명 | 해당단계<br>연 구 비        | 정부 : 100,000천원<br>계 : 100,000천원 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                     | 총연구기간<br>참 여<br>연구원수                                                                           | 총 : 22명<br>내부 : 22명<br>외부 : -명 | 총연구비                 | 정부 : 100,000천원<br>계 : 100,000천원 |
| 연구기관명 및<br>소 속 부 서 명                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 한국교통연구원<br>철도정책기술본부 |                                                                                                | 참여기업명                          | 한국철도기술연구원 외<br>4개 기관 |                                 |
| 국제공동연구                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 상대국명 :              |                                                                                                | 상대국연구기관명 :                     |                      |                                 |
| 위 탁 연 구                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 연구기관명 :             |                                                                                                | 연구책임자 :                        |                      |                                 |
| 요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                     |                                                                                                |                                | 보고서면수                |                                 |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• 철도와 도로교통시스템 융복합을 통하여 철도의 접근성과 편의성, 속도를 승용차 수준으로 증대시키고, 이를 기반으로 철도 중심의 에코생활권 구축 및 복지철도를 구현할 수 있는 “철도이용자 맞춤형 연계교통시스템 개발”과, 철도그리드 (전력·통신·교통·공간)의 이용 효율성을 증대시키고, 동시에 철도그리드를 활용한 철도 유인요소를 개발하여 철도이용자들의 편의성을 높이고, 철도 이용률을 증대할 수 있는 “철도그리드 활용 기술 개발”을 연구개발 목표로 설정하였으며, 6가지 중점 개발기술을 설정함<ul style="list-style-type: none"><li>- 개인용 궤도시스템 개발</li><li>- 초소형 연계교통 운송장치 기술 개발</li><li>- 무형궤도 차량자율이동시스템 기술 개발</li><li>- 무인대리주차시스템 기술 개발</li><li>- 철도그리드 연계형 전기차 충전시스템 개발</li><li>- 철도기반 공유형 연계 교통시스템(CTSR) 일체적 운영기술 개발</li></ul></li></ul> |                     |                                                                                                |                                |                      |                                 |
| 색 인 어<br>(각 5개 이상)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 한 글                 | 철도·도로 융합, 철도그리드, 공유시스템, 복지철도,<br>개인궤도 교통시스템                                                    |                                |                      |                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 영 어                 | Convergence Railroad to Highway, Railroad Grids,<br>Sharing System, Welfare Railroad, My Train |                                |                      |                                 |

# 요 약 문

## I. 제목

철도기반 공유형 연계교통시스템(Cloud Transport System for Railroad) 개발

## II. 연구개발과제 개요(목적, 필요성, 범위 등을 기술)

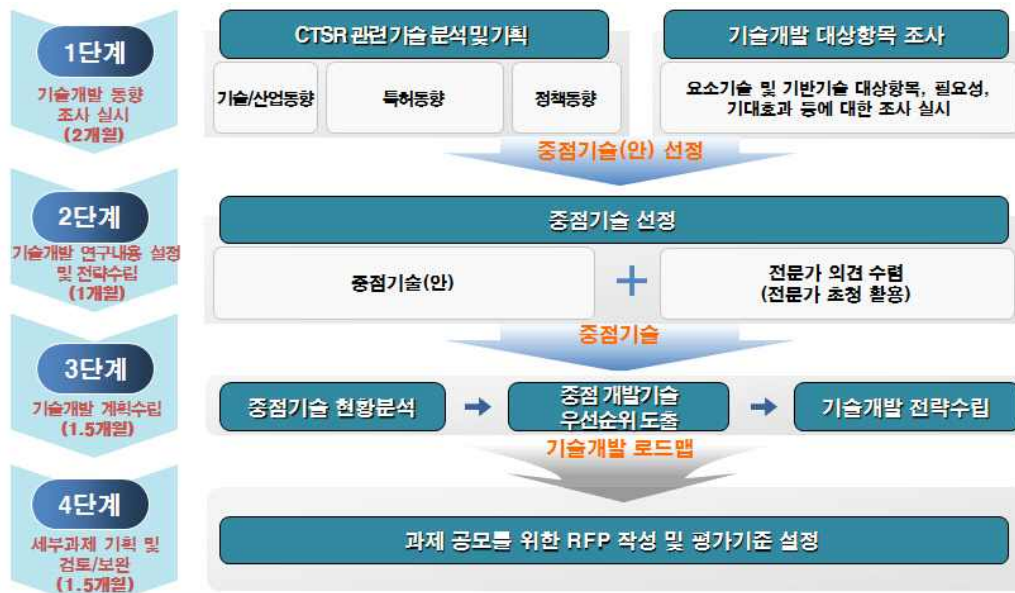
### 1. 목적

- 세계 각국에서도 환경 친화적이며, 정시성과 대량 수송의 장점이 있는 철도에 대한 관심이 높아지고 있음
- 우리나라 철도에 대한 투자와 관심으로 철도 여객수송분담률은 조금씩 올라가고 있음
- 철도 중심의 교통체계를 구축하기 위한 노력은 나름의 성과를 거두고 있으나, 여전히 승용차 수요를 철도로 전환시키는 데는 한계가 있음
- 철도중심의 대중교통 활성화를 위해서는 버스 등 다른 대중교통의 교통 수요를 철도로 전환하는데 머무는 것이 아니라 승용차의 교통 수요를 철도로 전환할 수 있도록 기존과 다른 새로운 관점에서의 연구개발이 필요함

### 2. 필요성

- 지하철·철도를 이용함에 있어, 승용차 주차시설의 부족과 역까지 접근의 불편은 승하차시 혼잡 다음으로 많았으며, 이러한 불편 해소를 통한 철도이용객 증진 연구가 시급한 상황임
- 철도중심의 대중교통 활성화를 위해 철도의 접근성을 승용차 수준으로 증대시킬 방안이 필요
- 철도의 이동성을 획기적으로 증대시킬 방안이 필요
- 접근성과 이동성을 향상시키는 연구개발에 집중해야 하며, 동시에 교통약자와 대중교통 소외지역 해소를 위한 방안을 연구해야 함
- 철도의 유인요소 증대 필요하며, 본 연구는 이를 위해 철도의 재생에너지를 사용하는 등 에너지의 효율적 활용을 이끌어냄과 동시에 한 번의 통행에 여러 가지 업무를 수행함으로써 업무 및 생활의 효율성을 증대시킬 수 있음

### 3. 과제 추진 전략



### 4. 범위

- 철도중심의 대중교통 활성화를 위해 필요한 연구
  - 철도의 접근성 및 이동성 증대, 복지철도 구현, 유인요소 증대는 각각 상호보완적 성격을 가지고 있기에, 하나의 시스템 도입만으로 이루어질 수 없음
  - 예를 들어 철도의 이동성 증진을 위한 고속열차시스템 도입은 속도유지를 위하여 정차역수를 제한하여야 하는데, 이로 인한 철도 접근성은 떨어지게 됨
  - 도심과 외곽, 신도심 등 이용자들의 거주지 특성에 따라, 철도역까지 접근 가능한 교통수단이 상의하기에, 거주지 교통특성을 반영한 대응방안을 각각 마련하여야 함
  - 이를 위해 철도노선에 PRT (Personal Rapid Transit), 전기차 (Electric Vehicle: EV), 자동주차, ESS(Energy Storage System: 에너지 저장 시스템) 등 다양한 시스템 개념을 연계한 철도기반의 공유형 연계 교통시스템 구축 필요

### 5. 시스템의 정의 및 구성기술

- 철도기반의 공유형 연계 교통시스템 (CTSR)은 철도이용자의 역 별 지역적 특성과 상황을 고려하여 가장 적합한 승용차 수준의 Door to Door 교통서비스를 제공하는 시스템을 지칭함

| 시스템 구성 기술            | 시스템 기술 목적                                                                                               | 시스템 기술 조건                                                                       |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 연계교통시스템 기술           | 대중교통 이용자가 출발지에서 출발역까지, 도착역에서 목적지까지 이동할 때 철도이용자에게 접근성과 이동성을 향상 시키도록 함                                    | 자동/수동 운전 및 궤도/비궤도 운전이 가능한 시스템                                                   |
| 자동주차시스템 기술           | 승용차 이용자가 출발지에서 출발역까지 이동시, 철도 역사에서 주차를 위한 대기 및 이동시간을 획기적으로 단축 하도록 하며, 운전자가 역사로 돌아올 때 차량을 손쉽게 픽업할 수 있도록 함 | 운전자 없이 승용차가 자동으로 역사에서 주차장으로 이동하여 주차가 가능하며, 차량을 호출 할시 정해진 곳으로 차량이 자동으로 출차 되는 시스템 |
| 철도-연계 교통수단간 일체적 운영기술 | CTSR 기술 간의 보다 효율적인 운영 및 관리를 통하여 시스템의 최적화를 도모하도록 함                                                       | 이용자의 니드(need)를 바탕으로 CTSR의 용량/수요를 파악하고 운영전략 수립                                   |
| 스마트그리드기술             | 친환경 자동차 시장의 변화에 대응하여 철도와 연계한 효과적인 전기차 충전방식을 통한 철도 유인요소를 갖추도록 함                                          | 철도전력망을 활용하여 ESS 전력망을 구축하고, ESS기반의 전기차 충전기술                                      |

### Ⅲ. 국내외 동향 분석

#### 1. 개인용 궤도시스템 개발

- 개인용 궤도시스템 세계시장은 2020년까지 최대 684개 신규설비를 통해 810억 유로 시장진출이 예측되며, 공항, 신도시지역 및 생태공원 등에서 시장잠재력이 매우 높은 것으로 판단됨
- 반면 국내보다 해외시장에서 보다 중요한 기술로 부각되고 있으며, 국내에서 순천만 소형경전철 사업(Suncheon Bay PRT Project)에 해외 기술을 도입한 사례가 있음

#### 2. 초소형 연계교통 운송장치 기술 개발

- 국내 씨티커뮤니케이션즈와 미국 Segway사 일본 Yamaha등에 의해 초소형 개인용 운송장치가 개발되고 있음
- 2002년 Segway가 시장에 출시된 이후 2005년부터 특허출원이 급격하게 성장하고 있으나, 대부분 기술의 특허출원이 미국에 의해 출원되었음

### 3. 무형제도 차량자율이동시스템 기술 개발

- 자율주행차량은 Radar, LIDAR, GPS, 비디오카메라와 같은 센서들을 활용하여 차량주변을 탐지하고, 이를 통하여 차량주행에 필요한 정보를 취득하고 활용하여, 적절한 차량주행경로를 결정함
- 최근 국내의 자율주행자동차의 연구개발은 차량 탑재센서기반의 차량제어 및 경고 시스템 중심으로 발전되어 왔으나, 고사양 센서의 고비용으로 인한 대중적 보급 확산이 지연되고 있음
- 세계적으로 자동차를 경량화하고 전자식제어가 가능하도록 하는 것이 이슈임
- 무인자동차 완성품을 위하여 다양한 기술과 센서들이 자동차 제조업체별로 개발이 진행되고 있으며, 이러한 기술은 추후 무인자동차 핵심부품으로 활용될 개연성을 가지고 있음
- 국내에서는 수도권을 중심으로 카셰어링이 크게 확대되어 있고 광역시를 중심으로 확대되고 있음
- 국외에서는 국내와 같은 형태의 카셰어링 뿐만 아니라 최근에는 SNS를 활용한 카셰어링 사업이 점차 확대되고 있음

### 4. 무인대리주차시스템 기술 개발

- 무인대리주차시스템은 주차시 운전자의 개입형태에 따라 3가지 기술로 분류됨; 자동주차시스템, 차량용 자동주차 보조장치 시스템, 전자동 자동주차 시스템
- 자동주차시스템
  - 운전자가 주차장 입구까지 차량을 운전하고 시동을 끄고 내리면, 이후 자동주차시스템에 의해서 차량이 랜덤하게 주차되어 지는 방식
  - 국내외적으로 운송기계장치의 최소화 및 주차공간의 최소화를 위하여, 여러 층에 기계식 주차설비를 갖추고, 차량을 배치하는 방식이 많이 보급되어 있음
- 차량용 자동주차보조장치
  - 차량자동주차는 차량주행의 일부분으로 주차공간에 평행주차, 직각주차, 각도 주차를 수행할 수 있는 기술
  - 국내외 많은 자동차 제조업체에서 경쟁적으로 차량의 편의성과 기술력을 홍보하고자 자동주차보조장치를 탑재한 차량을 선보임

○ 전자동 자동주차시스템

- 전자동 자동주차시스템은 주차시 운전자 개입을 최소화하여, 차량이 알아서 주차공간을 찾아 이동하여 주차하는 기술임
- 이러한 기술은 크게, 자율주행자동차 개발이 이루어 진다면 쉽게 해결될 수 있을 것으로 판단됨

## 5. CTSR용 관제시스템 개발

- 철도교통 위치검지기술은 RFID, 도플러 레이더, GPS 위성항법시스템 등이 적용되고 있는 추세이며 최근 유럽 및 북미 지역에서는 무선통신기술과 GPS 위성항법시스템이 접목된 열차제어시스템이 개발, 적용되고 있음
- 현재 활용되고 있는 매크로 위치인식기술 중 가장 대표적인 기술인 GPS (Global Positioning System)는 지상, 해상, 공중 등 지구상의 어느 곳에서나 시간제약 없이 인공위성에서 발신하는 정보를 수신하여 정지 또는 이동하는 물체의 위치를 측정할 수 있는 범지구적 위치결정시스템임
- 이동통신망 기반 위치 인식은 구축되어 있는 셀룰러 이동통신 네트워크를 이용하여 삼각측량 방법에 의해 이동 단말의 지리적인 위치 정보를 구하는 방법
- 하이브리드 방식의 위치인식기술은 이동통신망을 이용하여 이동 단말에 Assistance 데이터를 전송, 이동 단말기는 수신한 Assistance 데이터를 이용하여 단말기가 위성의 위치를 추적하여 동기를 이루고, 거리를 측정하여, 위치 인식서버에 측위 데이터를 전송함으로써 단말기의 위치를 인식하는 방법
- 영상 인식을 이용한 기술은 일반적으로 특정 공간에 놓인 비디오카메라를 통해 잡힌 영상의 시간적 또는 공간적인 차이점을 찾아 위치를 찾아내는 방법
- 실시간 정보교환 표준 SIRI는 철도뿐만 아니라 대중교통기관의 차량과 소요 시간 데이터를 확보하고 기기 간의 정보교환에 이용됨

## 6. 철도-연계교통수단 운영 기술 개발

- 요금결정
  - 수도권통합요금할인제에서는 수도권 대중교통요금을 통합하여 대중교통이용수단에 관계없이 이용거리에 비례하여 요금을 징수하는 시스템을 운영하여 대중교통 이용주민의 경제적 부담 경감과 편리성을 제고

- 순천만PRT(스카이큐브)의 경우 4.64km에 1인당 5,000원 안팎으로 요금 결정 예정
- 서울택시요금의 경우 기본요금 3,000원(2.4km) 거り요금 142m 당 100원
- 공공자전거의 경우 연회원, 반기회원, 월회원, 주회원, 1일회원 등으로 구분하여 운영중

#### ○ 배치

- 공공자전거 운영센터의 상황실에서 각 자전거 거치대(터미널)의 모든 진행 상황을 실시간으로 확인한 후, 자전거 배송과 분배가 이뤄짐
- 현재 셰어링시스템은 대여지점과 반납지점이 동일하도록 구성되어 있으며, 일부 렌터카의 경우 대여지점과 반납지점을 다르게 선택할 수 있으나 추가요금 지불 필요

#### ○ 대여

- 셰어링시스템은 온라인으로 회원가입, 차량예약을 거쳐 차량을 이용할 수 있으며, 현장에서는 KIOSK나 RF태그 및 모바일 App을 이용하여 차량을 이용할 수 있음

### 7. CTSR용 기반 기술 개발

- 국내 철도운영기관은 철도의 고전적 구성요소 (선로, 차량, 정류장, 보완설비, 통신설비, 부속장비) 중심의 시스템 구축 및 첨단화에 치중해왔으나, 타 교통수단간 연계성에 대한 불편 해소 노력은 미흡한 실정임
- 최근 국내에서는 소수의 복합환승센터 계획 및 건설을 통해 타 수단간 연계성을 고려한 연계서비스 수준의 개념을 정립시켰으나, 공유형 교통체계와 철도 시스템을 연계시켜 철도서비스를 획기적으로 증대시킬 수 있는 기술개발은 더딤
- 국내 간선 교통체계는 도로와 철도가 경쟁하는 관계로 운영되고 있으며 철도 관련 정책은 철도역을 중심으로 한 환승센터 구축에 많은 노력을 기울이고 있는 실정이며 철도역 연계교통시설 세부 설치기준을 마련하여 연계교통 개선사업에 대한 지원을 위한 근거를 확보함

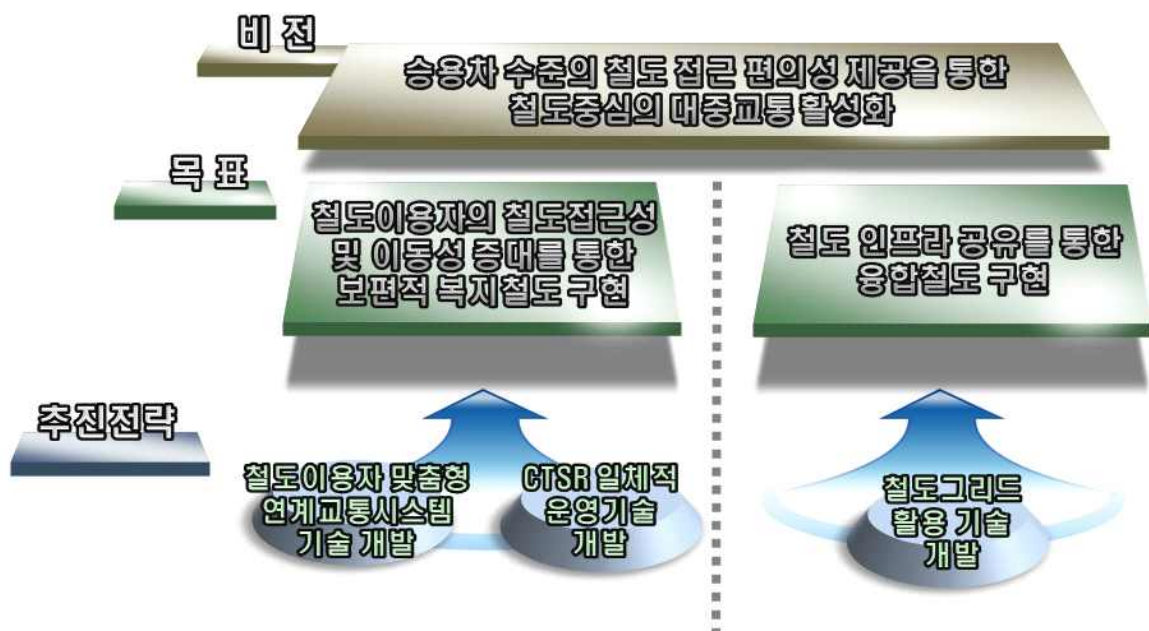
## 8. 철도그리드 연계형 전기차 충전시스템 개발

- 전기자동차 충전인프라와 관련된 다양한 비즈니스 모델이 예상되고 있으며, 세계적으로 2015년 1,200천대(Pike Research 2010) 충전인프라가 설치될 것으로 예상되고 있으며, 연간 32%의 증가율이 예측됨
- 철도인프라를 활용한 충전인프라 모델은 대도시에서 구현하기 위해 가장 현실적인 모델이 될 것으로 예상되고 있어 국내에서도 철도 연계를 통한 충전인프라 구축을 위한 기초 연구가 수행된 사례가 있음

## IV. 연구개발과제 구성 및 추진전략

### 1. 비전 및 목표

- 자동주차시스템을 통해 역사에서의 주차 및 이동시간을 50%이상 감소시키고, EV충전소를 철도역사 개수 이상으로 확보할 수 있는 연구 개발을 기획하여 전기차 활성화 도모와 동시에 전기차 활성화가 부진할 경우 전기차 충전소 확대에 인한 위험부담 감소
- 철도, 건설, 교통, 자동차, 기계, 에너지, IT분야의 산업을 육성할 수 있는 핵심 전략기술 개발



## 2. 기술개발에 따른 미래상



## 3. 연구개발과제 구성

- 도출된 개발과제는 연구 내용에 따라 재분류 및 통합 과정과 우선순위를 고려하며 연구 규모와 연구의 성격에 따라 중분류 규모과제로 구성하였음

| 연구단                                         | 세부과제                    | 연구내용(세세부과제)                  |
|---------------------------------------------|-------------------------|------------------------------|
| 철도기반의<br>공유형<br>연계<br>교통시스템<br>(CTSR)<br>개발 | 개인용 궤도시스템 개발            | 개인용 궤도차량 수동/자동모드 혼합제어 시스템 개발 |
|                                             |                         | 개인용 궤도시스템 사용자 인터페이스 개발       |
|                                             |                         | 개인용 궤도시스템 시범구축 및 실용화 기술 개발   |
|                                             | 초소형<br>연계교통운송장치<br>기술개발 | 연계환승용 초소형 이동장치 핵심부품 기술 개발    |
|                                             |                         | 연계환승용 초소형 이동장치 운영 효율화 기술 개발  |
|                                             |                         | 연계환승용 초소형 이동장치 안전 확보 기술 개발   |
|                                             |                         | 연계환승용 초소형 이동장치 실용화 기술 개발     |
|                                             | 무형궤도<br>차량자율이동시스템       | 정규궤도차량 스트림 클라우드 구축 기술 개발     |
|                                             |                         | 이용특성별 무형궤도 통신 및 인프라 설계 기술 개발 |
|                                             |                         | 무형궤도 연계 차량택배 운영기술 개발         |
|                                             |                         | 실용화 기술 개발                    |
|                                             | 무인대리주차시스템<br>기술 개발      | 기계식 차량이동시스템 개발               |
|                                             |                         | 기계식 차량이동시스템의 효율적 주차연계기술 개발   |
|                                             |                         | 차량 주차배정 및 입출고 운영시스템 개발       |
|                                             |                         | 전자식 차량이동시스템 개발               |

| 연구단 | 세부과제               | 연구내용(세세부과제)                          |
|-----|--------------------|--------------------------------------|
|     | CTSR용 관제시스템 개발     | 무인대리주차시스템 테스트베드 구축 및 실용화 기술 개발       |
|     |                    | 개인용 궤도차량 위치검지기술 및 관제기술               |
|     |                    | CTSR용 Smart 통합 관제시스템 개발              |
|     |                    | CTSR용 위치검지기술 및 관제시스템 운영 안전성 평가 기술 개발 |
|     | 철도-연계교통수단 운영 기술 개발 | 철도-연계 교통수단 시스템 배치 및 구축 기술 개발         |
|     |                    | 철도-연계 교통수단 대여시스템 운영 기술 개발            |
|     | CTSR용 기반 기술 개발     | 철도-연계 교통수단 수요 및 용량분석 기술 개발           |
|     |                    | CTSR 최적 조합 선정기법 개발                   |
|     |                    | CTSR 적용 가능 지역 선정기법 개발                |
|     |                    | CTSR 활성화를 위한 법·제도 개선 방안              |
|     | 철도그리드 활용 기술 개발     | 철도그리드 연계형 전기차 충전시스템 개발               |

#### 4. 세부과제별 주요내용 및 추진전략

##### 가. 개인용 궤도시스템 개발

##### 1) 연구개발내용

- 개인용 궤도 자동/수동모드 혼합제어 시스템 개발
- 개인용 궤도시스템 사용자 인터페이스 개발
- 개인용 궤도시스템 시범구축 및 실용화 기술개발

##### 2) 추진전략

- 핵심기술 개발 네트워크 : 정부출연연구기관을 중심으로 핵심원천기술 개발 및 IPR을 확보하고, 개발 기술의 표준화 및 PRT 운영전략을 수립하며, 학계를 통한 창의적 아이디어의 발굴을 통한 융합기술 개발, 해외 전문기관으로부터의 기술자문을 통한 개발방향 수립
- 개발 및 사업화 네트워크 : 핵심기술 개발 네트워크 통해 개발한 기술을 사업화 하기 위해 지자체 및 운영기관을 통한 시험평가 및 시제품 제작, 개발 기술의 사업화 제품 개발 등을 통한 사업화를 추진

## 나. 초소형 연계교통 운송장치 기술 개발

### 1) 연구개발내용

- 연계환승용 초소형 운송장치 핵심기술관련 기술 개발
- 연계환승용 초소형 운송장치 운영 효율화 기술 개발
- 연계환승용 초소형 운송장치 안전 확보 기술 개발
- 연계환승용 초소형 운송장치 실용화 기술 개발

### 2) 추진전략

- 국내·외 유사사례 자료 수집 및 분석을 통해 대중교통 접근성 향상 및 연계환승 목적에 적합한 초소형 개인용 이동장치 시스템 사양 도출
- 산업계 참여를 통한 시제품 제작 완성도 제고
- 운영기관을 활용한 현장 적용시험 추진, 시스템 성능 평가 및 보완

## 다. 무형제도 차량자율이동시스템 개발

### 1) 연구개발내용

- 정규제도차량 스트림 클라우드 구축 기술개발
- 이용특성별 무형제도 통신 및 인프라 설계기술 개발
- 무형제도 연계 차량자율이동 운영기술 개발
- 무형제도 차량자율이동시스템 실용화 기술 개발

### 2) 추진전략

- 국토부, 산업부, 미래부의 범 부처 사업으로 R&D 성과물을 활용하고 지자체를 중심으로 적용하기 위한 추가적인 기술을 개발 함
- 자동차 공동이용사업자로 부터 기존의 문제점 분석을 통한 개선 항목을 발굴하여 적용함
- 시범사업을 통해 문제점 보완 및 서비스 완성도를 높이기 위해 산학연 공동 구성체를 설립하여 기술개발 완료 후 민간이 운영하도록 함

## 라. 무인대리주차시스템 개발

### 1) 연구개발내용

- 기계식 차량이동시스템 개발
- 차량 주차배정 및 입출고 운영시스템 개발
- 전자식 차량이동시스템 개발
- 무인대리주차시스템 테스트베드 구축 및 실용화 기술 개발

### 2) 추진전략

- 기존 자동주차시스템을 보다 효과적으로 활용하여 이용자의 주차 시 대기시간과 이동시간을 줄이기 위하여, 승용차를 역사에서 자동주차시스템까지 안전하게 이동 시킬 수 있는 시스템 개발이 필요함

## 마. CTSR 일체적 운영기술 개발

### 1) 연구개발내용

- ☐ CTSR 관제시스템 개발
  - 개인운송수단별 관제·운영 알고리즘
  - CTSR용 스마트 통합관제·운영시스템
  - CTSR용 시스템 운영 안전성 평가 기술
  - Test-Bed 적용 및 표준화
- ☐ 철도-연계교통수단 운영 기술 개발
  - CTSR 요금 운영 전략 마련
  - CTSR 대여 시스템 기술 개발
  - CTSR 대기소 구축 기술 개발
- ☐ CTSR 기반 기술 개발
  - CTSR 수요분석 및 용량분석 시뮬레이터 개발
  - CTSR 최적 조합 및 적용 가능 지역 선정기법 개발
  - CTSR 활성화를 위한 법·제도 개선방안 마련

## 2) 추진전략

- 시행 후 1년 이내에 선진사례와 개념설계에 대한 연구를 추진하여 연계교통수단에 대한 관제화방안과 그에 따른 요구사항을 도출하고 관련분야 전문가 자문을 거쳐 그 내용을 확정함
- 해당 교통시스템을 구성하는 각 구성분야에 대한 연구 클러스터를 적극 활용하여 통합관제·운영과 관련된 기술융합 방안 마련과 최신 기술 적용 및 시스템 호환에 대한 연구를 추진
- 교통류에 혼재되어 있는 개별차량의 특성과악에 주력하여 국내외 연구자료와 전문가의 자문을 거쳐 그에 최적화된 검지 및 관제·운영기술을 도출
- 개발기술의 가용성 향상 도모
  - 기구축된 유사교통수단에 대하여 개발기술이 적용 가능한지를 검토
  - 현존하는 관제·운영시스템을 대체/발전 가능성에 대한 검토
- 일정계획
  - 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립
  - 4년 이내에 개발 완료
- 기존 연구성과 활용 및 전문가 자문
  - 기존 R&D 사업으로 수행되었던 관련 연구성과를 활용하여 적용
  - 과제성공 제고를 위한 자문회의 등 국내외 전문가의 의견 수렴

### 바. 철도그리드 연계형 전기차 충전시스템 개발

#### 1) 연구개발내용

- 충전인프라 구축을 위한 철도그리드 연계기술 개발
- 철도그리드 연계형 충전기 개발
- 충전 전력공급 안정화 및 운영기술 개발
- 철도그리드 연계형 충전시스템 테스트베드 구축 및 실용화 기술 개발

#### 2) 추진전략

- 전기자동차 충전인프라 구축을 위해 전기자동차 충전관련 국제 표준을 바탕으로 충전인프라 기술을 개발할 예정임

- 전기차 충전기 기술, 운영기술, 철도 운영기관에 전력설비 운영기술 등을 종합적으로 고려하여 연구개발을 수행함
- 분야별 원천기술을 실용화하기 위한 응용기술로 충전인프라 기술의 실용화를 위한 단위 장치 및 구성품의 제작 필요로 산업체의 참여가 필수적임
- 개발 기술의 성능검증 및 실용화를 위해 철도 운영노선에서의 테스트 베드 구축을 통한 실증을 수행

## 5. 성과의 활용방안

### 가. 개인용 궤도시스템 개발

- 대중교통수단으로서 최초의 Door-to-Door 서비스 구현을 위한 개인용 궤도시스템 (PRT) 운영제어 기술의 개발과 이를 통한 신교통 및 기존 교통수단의 운영 방식 개선 및 기술력 확보
- 개인용 궤도시스템구축기술에 대한 국가기술 경쟁력 확보
- 개인용 궤도시스템 구축 업체에 기술 이전 및 전문 인력 양성
- 개인용 궤도시스템 기술 관련 국제 표준화에 유리한 지위를 확보하여 친환경 자동차산업 분야에서 국제 경쟁력 향상 기대
- 국제적으로 ‘지속가능한 교통수단’으로서 부각되고 있는 PRT 해외 시장의 국내 관련 기업의 진출 지원
- 대중교통 운영비 절감 및 도심지 물류비용 절감 기대

### 나. 초소형 연계교통 운송장치 기술 개발

- 초소형 일인승 운송장치 관련 핵심 기술 확보
- 초소형 고출력 모터 기술 확보
- 자동경로 유도 및 장애물 회피기술 확보
- 대중교통 간 연계 환승시간 단축으로 대중교통 경쟁력 강화, 이용 만족도 제고 및 사회적 시간비용 감소로 경제 활성화 기여
- 신개념 초소형 개인형 이동장치 개발로 교통 및 레저 산업분야에서 신규 시장 (약 1,000억원 규모) 및 일자리 창출 가능

#### **다. 무형제도 차량자율이동시스템 개발**

- 차량간의 통신으로 주행이 가능한 자율주행 차량의 도입으로 적은 인력 투입으로 거점지역의 카셰어링 차량 관리
- 현재 카셰어링 이용자들에게 불편한 사항으로 나타나고 있는 대여지 반납에 대한 문제점을 편도형 카셰어링 도입을 통해 해결하여 이용객이 원하는 새로운 카셰어링 시스템 구축
- 차량 소유문화에서 공유문화로 변화하는 개인교통의 범위를 대중교통으로 넓혀 대중교통을 이용하는 것이 더 편리하다고 느끼는 사회적 분위기 조성

#### **라. 무인대리주차시스템 개발**

- 무인대리주차시스템을 통하여 차량을 자동주차시스템에 연계함으로서, 기존 자동주차시스템의 효율적인 활용을 통한 시너지 효과 발휘
- 다른 산업에서 활용되고 있는 컨베이어 방식 도입을 통한, 철도역 중심의 차량 이동장치개발은 융합을 통한 새로운 기술의 창조를 도모
- 철도역에서의 주차 시 발생하는 주차시간과 이동거리를 줄임으로서, 철도 이용의 접근성과 편의성 향상 기대
- 무인대리주차시스템을 카셰어링에 적용함으로서, 주차에 대한 고민을 덜어내고 보다 활발한 카셰어링을 통한 승용차 이용 억제 효과 발생

#### **마. CTSR 일체적 운영기술 개발**

- 스마트 관제 구축기술을 통하여 교통수단과 인프라 통합관제시스템 구축뿐만 아니라, 특정수단과 인프라의 통합관제시스템 구축의 표준화 제시
- 통합관제시스템에 대한 시스템 운영 방안과 안전성 평가기준을 수립함으로, 향후 개발될 통합관제시스템에 대한 안전성의 표준을 제시할 수 있음
- 공공인프라의 질적 향상 위한 스마트 통합관제 시스템의 표준을 구축함으로서, 교통수단 운영에 있어 안전성을 확보하고 운영비용을 최소화하여 국민에 대한 보편적 복지의 일환으로 서비스를 제공

#### 바. 철도그리드 연계형 전기차 충전시스템 개발

- 철도전력망을 활용한 충전인프라 구축기술에 대한 국가기술 경쟁력 확보
- 철도인프라 활용기술 개발로 인한 충전인프라 구축 업체에 기술 이전 및 전문 인력 양성
- 국토교통부 등 범부처 차원의 전기자동차 충전인프라 전력공급기술 관련 발전 전략 및 정책 수립의 자료로 활용

#### V. 사전타당성 검토

- CTSR은 철도를 이용하는 사람들에게 접근 편리성 및 철도역 유인요소를 제 공함으로써, 철도 중심의 대중교통 활성화를 목표로 두고 있음
- CTSR의 구성 시스템들의 효율적 유기적 운영이 CTSR의 효과를 극대화 할 수 있을 것임
- 모든 기술들은 이미 과거부터 연구되었거나 진행 중이며, 다른 분야에서 활용 되고 있는 기술들이기에, 경제적으로 CTSR 구축에 따른 비용대비 효과를 증 대시킬 수 있음
- 공급자의 일방적인 시스템 도입이 아닌, 이용자의 니즈를 파악하고 그에 대응 하는 시스템 도입으로 효과적인 시스템 운영이 가능함
- 미래는 빠른 고령화 사회로서 교통약자층이 두터워지기에 철도를 비롯한 대중 교통 이용을 장려하기 위하여, 편리하고 안전한 시스템 제공이 필요하며 CTSR은 이런 부분에 기여할 것임

# 목 차

|                                               |           |
|-----------------------------------------------|-----------|
| <b>제1장 기획연구의 개요</b>                           | <b>1</b>  |
| 제1절 과제의 배경 및 필요성                              | 1         |
| 1. 과제의 배경                                     | 1         |
| 2. 과제의 필요성                                    | 3         |
| 3. 과제의 목적                                     | 5         |
| 제2절 과제의 범위                                    | 7         |
| 제3절 시스템의 정의 및 구성기술                            | 8         |
| 제4절 과제 추진전략                                   | 11        |
| <b>제2장 현황 및 전망</b>                            | <b>12</b> |
| 제1절 산업 동향 분석                                  | 12        |
| 1. 개인용 궤도시스템(PRT : Personal Rapid Transit) 기술 | 12        |
| 2. 초소형 연계교통 운송장치 기술                           | 20        |
| 3. 자율주행자동차 기술                                 | 23        |
| 4. 무인대리주차시스템                                  | 32        |
| 5. 자동차 공동이용(Car-sharing)                      | 48        |
| 6. 자전거 공유 시스템(공공자전거)                          | 51        |
| 7. 철도연계 충전인프라 기술                              | 54        |
| 8. Smart 통합관제 시스템                             | 62        |
| 9. 위치인식기술동향                                   | 63        |
| 10. 철도-차량연계운영시스템                              | 65        |
| 제2절 특허/논문 동향 분석                               | 70        |
| 1. 특허동향분석                                     | 70        |
| 2. 논문동향분석                                     | 88        |
| 제3절 정책동향 분석                                   | 105       |
| 1. 국내 관련 정책 현황 및 계획                           | 105       |
| 2. 해외 관련 정책 현황 및 계획                           | 107       |
| 3. 시사점                                        | 108       |
| 제4절 종합검토                                      | 109       |
| 1. 기술개발 수준 및 인프라 분석                           | 109       |
| 2. 국내외 정책 및 시장분석                              | 112       |

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| <b>제3장 연구개발 과제 추진 전략</b>  | <b>113</b> |
| 제1절 비전 및 목표               | 113        |
| 제2절 기술개발에 따른 미래상          | 114        |
| 1. 현황 및 미래상               | 114        |
| 2. 기술개발 전략 및 효과           | 116        |
| 제3절 연구개발과제 구성             | 118        |
| 1. 연구개발 기술분류              | 118        |
| 2. 후보과제 우선순위              | 119        |
| 3. 연구개발과제 구성              | 127        |
| 제4절 세부과제별 주요내용 및 추진전략     | 129        |
| 1. 세부과제별 주요내용             | 129        |
| 2. 세부과제별 추진체계             | 148        |
| 제5절 과제별 연차별 기술로드맵 및 성과로드맵 | 151        |
| 1. 분야별 기술로드맵 작성           | 151        |
| 제6절 성과의 활용방안              | 157        |
| 1. 개인용 궤도시스템 개발           | 157        |
| 2. 초소형 연계교통 운송장치 기술개발     | 158        |
| 3. 무형궤도 차량자율이동시스템 개발      | 158        |
| 4. 무인대리주차시스템 개발           | 159        |
| 5. 관제시스템                  | 159        |
| 6. 철도그리드 연계형 전기차 충전시스템 개발 | 160        |
| 제7절 연구수행체계 제안             | 161        |

## 제4장 중점 추진분야별 사전 타당성 검토 162

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 제1절 중점 추진 분야별 정책적 타당성     | 162 |
| 1. 개인용 궤도시스템 개발           | 162 |
| 2. 초소형 연계교통 운송장치 기술개발     | 162 |
| 3. 무형궤도 차량자율이동시스템 개발      | 163 |
| 4. 무인대리주차시스템              | 163 |
| 5. 철도그리드 연계형 전기차 충전시스템 개발 | 164 |
| 6. 관제시스템 개발               | 166 |
| 제2절 중점 추진 분야별 기술적 타당성     | 167 |
| 1. 개인용 궤도시스템 개발           | 167 |
| 2. 초소형 연계교통 운송장치 기술개발     | 168 |
| 3. 무형궤도 차량자율이동시스템 개발      | 168 |

|                                               |            |
|-----------------------------------------------|------------|
| 4. 무인대리주차시스템 기술 개발.....                       | 168        |
| 5. 관제시스템 개발.....                              | 169        |
| 6. 철도그리드 연계형 전기차 충전시스템 개발.....                | 170        |
| 제3절 중점 추진 분야별 경제적 타당성.....                    | 171        |
| 1. 개요.....                                    | 171        |
| 2. CTSR 편익산정.....                             | 172        |
| 제4절 기존 기술과의 차별성 및 연계성.....                    | 181        |
| 제5절 종합평가 및 결론.....                            | 182        |
| <b>제5장 인력투입계획 및 소요예산 산정.....</b>              | <b>183</b> |
| 제1절 인력투입계획.....                               | 183        |
| 1. 전체사업 인력투입 계획.....                          | 183        |
| 2. 세부과제별 인력투입.....                            | 183        |
| 제2절 소요예산산정.....                               | 184        |
| 1. 예산 산정방법.....                               | 184        |
| 2. 전체사업 소요예산.....                             | 184        |
| 제3절 세부과제별 소요예산.....                           | 185        |
| <b>제6장 과제 제안요구서(RFP).....</b>                 | <b>186</b> |
| 제1절 과제 제안요구서.....                             | 186        |
| 제2절 평가기준설정.....                               | 204        |
| <b>[부록] AHP기법을 활용한 미래핵심기술 우선순위도출 설문지.....</b> | <b>205</b> |
| <b>[부록] 소요예산 산출 근거.....</b>                   | <b>219</b> |
| <b>[부록] 기술개발단계 로드맵.....</b>                   | <b>225</b> |

## 표 목차

|                                                                            |     |
|----------------------------------------------------------------------------|-----|
| [표 1-1] 주요 OECD 가입국의 자동차 이용 평균 거리.....                                     | 2   |
| [표 1-2] KTX 개통전후 광역교통수단별 이용변화(상행노선).....                                   | 3   |
| [표 1-3] 철도역으로 버스터미널 이전통합하는 경우 기대효과.....                                    | 4   |
| [표 1-4] CTSR 시스템 구성 기술, 목적, 조건.....                                        | 8   |
| [표 2-1] 순천만 소형경전철사업 개요.....                                                | 14  |
| [표 2-2] 차량 자동운전 수준(National Highway Traffic Safety Administration 기준)..... | 30  |
| [표 2-3] 기계식 주차설비 분류.....                                                   | 33  |
| [표 2-4] 주차용량 비교(예).....                                                    | 42  |
| [표 2-5] 기존주차타워와 자동주차설비 비용 비교.....                                          | 43  |
| [표 2-6] 지역별 그린카 서비스 지점.....                                                | 48  |
| [표 2-7] 나눔카 사업자 현황.....                                                    | 49  |
| [표 2-8] 나눔카 운영규모 및 현황.....                                                 | 49  |
| [표 2-9] 세대별 공공자전거 특징 및 장단점.....                                            | 51  |
| [표 2-10] 국내 공공자전거 운영현황(2012년 2월 기준).....                                   | 52  |
| [표 2-11] 국외 주요도시 3세대 공공자전거 도입현황.....                                       | 53  |
| [표 2-12] 충전시설 설치지역.....                                                    | 54  |
| [표 2-13] 전기차 충전인프라 구축 전망.....                                              | 54  |
| [표 2-14] 전기차, 충전인프라 구축으로 인한 기대효과 (단위 : 억원).....                            | 55  |
| [표 2-15] Ulvac社의 급속충전 시스템 제품 사항.....                                       | 62  |
| [표 2-16] 실내위치검지기술 비교.....                                                  | 64  |
| [표 2-17] ISO/TC 204 WG 14의 작업 아이템.....                                     | 69  |
| [표 2-18] 세부기술 특허동향(자동주차).....                                              | 82  |
| [표 2-19] 세부기술 특허동향 예시(관제시스템).....                                          | 87  |
| [표 2-20] PRT 관련 논문.....                                                    | 90  |
| [표 2-21] 자율주행차량 관련 논문.....                                                 | 93  |
| [표 2-22] 무인대리주차 관련 논문.....                                                 | 95  |
| [표 2-23] 관제시스템 관련 논문.....                                                  | 97  |
| [표 2-24] 유효논문 현황.....                                                      | 99  |
| [표 2-25] 유효논문 현황.....                                                      | 102 |
| [표 2-26] 철도 R&D 성과향상 중점추진분야.....                                           | 106 |
| [표 2-27] 주요 선진국 교통정책 방향.....                                               | 108 |
| [표 3-1] 기술 분류.....                                                         | 118 |

|                                                   |     |
|---------------------------------------------------|-----|
| [표 3-2] 후보과제 우선순위 도출을 위한 평가기준 .....               | 119 |
| [표 3-3] 중분류에 따른 결과 .....                          | 124 |
| [표 3-4] 기술성 분석결과 .....                            | 125 |
| [표 3-5] 시장성 분석결과 .....                            | 125 |
| [표 3-6] 공공성 분석결과 .....                            | 126 |
| [표 3-7] 종합결과 .....                                | 126 |
| [표 3-8] 연구개발과제 구성 .....                           | 127 |
| [표 4-1] 여객 교통시설물별 평균 접근 통행거리 .....                | 164 |
| [표 4-2] 변전소 전력비교 .....                            | 166 |
| [표 4-3] 변전소별 변압기 용량 및 여유전력 .....                  | 166 |
| [표 4-4] BRT 도입에 따른 수단선택모형의 계수 .....               | 172 |
| [표 4-5] CTSR 적용 가능 지역 .....                       | 173 |
| [표 4-6] 버스 차내/차외통행시간 산출 기준 .....                  | 174 |
| [표 4-7] 철도부문 편익 항목 .....                          | 174 |
| [표 4-8] 일반 충전소 대비 철도역사 충전소 비교 (급속충전기 1대 기준) ..... | 178 |
| [표 4-9] 철도설비 절감효과 .....                           | 180 |
| [표 4-10] 기존 기술과의 차별성 및 연계성 .....                  | 181 |

# 그림 목차

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| [그림 1-1] 범 유럽철도망 계획 / 미국 고속철도망 건설계획 / 중국 철도망 구축계획        | 2  |
| [그림 1-2] 도시철도 역 별 승/하차 인원                                | 5  |
| [그림 1-3] 대한민국의 인구 추계                                     | 6  |
| [그림 1-4] 철도기반의 공유형 연계 교통시스템 구축에 필요한 기술(안)                | 9  |
| [그림 1-5] 철도기반의 공유형 연계 교통 시스템의 위상                         | 9  |
| [그림 1-6] 자동주차시스템(예시)                                     | 10 |
| [그림 1-7] 자동주차시스템(예시)                                     | 11 |
| [그림 2-1] SKYCAR의 차량과 테스트 트랙                              | 12 |
| [그림 2-2] VECTUS의 차량과 테스트 트랙                              | 13 |
| [그림 2-3] 순천만 소형경전철 시운전 모습                                | 14 |
| [그림 2-4] Morgantown PRT 차량과 트랙                           | 15 |
| [그림 2-5] 정류장내 정차된 Morgantown PRT 차량 및 실내 모습              | 16 |
| [그림 2-6] PRT2000 차량 및 Skyweb Express 차량                  | 16 |
| [그림 2-7] 카디프 PRT 시험선로 및 ULTra 차량                         | 17 |
| [그림 2-8] 2002 플로리어드 2getthere CyberCab 차량 운행모습           | 18 |
| [그림 2-9] 영국 런던 히드로 공항 ULTra PRT 차량 및 터미널5 플랫폼            | 18 |
| [그림 2-10] 인도 Amritsar PRT 적용 예상도 및 예상노선                  | 19 |
| [그림 2-11] 국내 일인승 운송장치                                    | 20 |
| [그림 2-12] KAIST에서 개발한 초소형 전기자동차                          | 20 |
| [그림 2-13] Segway                                         | 21 |
| [그림 2-14] Segway의 기술을 활용한 마이크로카                          | 21 |
| [그림 2-15] 미래형 개인 이동수단                                    | 22 |
| [그림 2-16] TOYOTA의 개인용 이동수단 및 전기자전거                       | 22 |
| [그림 2-17] 주요 1인승 운송수단                                    | 22 |
| [그림 2-18] 자동차-도로-IT융합의 자율주행자동차 기술 로드맵                    | 25 |
| [그림 2-19] 신성장동력 기술로드맵 - IT융합시스템분야                        | 26 |
| [그림 2-20] 자율주행자동차 관련 미래 자동차 기술발전 전망                      | 27 |
| [그림 2-21] 자동차-도로가 소통하는 V2X 시스템(국토교통부)                    | 27 |
| [그림 2-22] 2007년 DARPA Urban Challenge의 자율주행자동차의 미션수행 장면들 | 28 |
| [그림 2-23] 구글 무인자동차                                       | 29 |
| [그림 2-24] 미국 California PATH 군집주행 관련 사진                  | 31 |
| [그림 2-25] 승강기 방식 예시                                      | 33 |

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| [그림 2-26] 수직순환방식 예시 .....                                        | 34 |
| [그림 2-27] 수평순환방식 예시 .....                                        | 35 |
| [그림 2-28] 평면왕복방식 예시 .....                                        | 36 |
| [그림 2-29] 2단·다단방식 예시 .....                                       | 36 |
| [그림 2-30] ETRI가 개발에 성공한 무인발렛주차 시스템 개요도 .....                     | 37 |
| [그림 2-31] 만도에서 개발한 자동주차보조시스템 SPAS .....                          | 38 |
| [그림 2-32] 미니주차로봇 준비단계 / 미니로봇 분리에 의한 차량 리프팅 모습 .....              | 39 |
| [그림 2-33] Car Silos at the Autostadt at Wolfsburg, Germany ..... | 40 |
| [그림 2-34] Robotic Parking Garage at Dubai, UAE .....             | 40 |
| [그림 2-35] 자동주차설비의 기본모듈 .....                                     | 41 |
| [그림 2-36] 자동주차설비의 다양한 설치 예 - Skyline parking .....               | 41 |
| [그림 2-37] 자동주차설비의 규모에 따른 기술 - Fuji .....                         | 42 |
| [그림 2-38] 자동주차설비를 통한 환경적 이점 .....                                | 42 |
| [그림 2-39] UNITRONICS®의 설치조감도 및 자동주차설비 .....                      | 43 |
| [그림 2-40] 자전거 자동 주차타워 조감도/체코 히라테츠 크랄로벡 자동 자전거 보관소 .....          | 44 |
| [그림 2-41] Lexus Automatic Parking .....                          | 45 |
| [그림 2-42] Honda 'Smart Parking Assist System' .....              | 45 |
| [그림 2-43] 아우디의 Piloted Parking .....                             | 47 |
| [그림 2-44] VAIL의 Autonomous Valet Parking System .....            | 47 |
| [그림 2-45] 한국전기연구원내 충전인프라 테스트베드 구축 현황 .....                       | 55 |
| [그림 2-46] 직류변전소 설비구성 및 충전인프라 전력공급 개념 .....                       | 56 |
| [그림 2-47] 충전장치 시범구축 사례 및 급속충전장치 .....                            | 57 |
| [그림 2-48] 쿨롱 테크놀로지社의 Charge Point .....                          | 58 |
| [그림 2-49] Better Place社의 배터리 교환소 .....                           | 59 |
| [그림 2-50] ECOtality社의 blink .....                                | 59 |
| [그림 2-51] Panasonic社의 ElseEV .....                               | 61 |
| [그림 2-52] NISSAN의 EV 충전기 .....                                   | 61 |
| [그림 2-53] 차량호출 시스템의 구성 예 .....                                   | 65 |
| [그림 2-54] IFMS의 주요 구성요소 .....                                    | 66 |
| [그림 2-55] 온보드 시스템 아키텍처 참조모델(DPAS 16914) .....                    | 67 |
| [그림 2-56] WG 14의 표준화 주제 .....                                    | 68 |
| [그림 2-57] WG 14의 작업 아이템 간의 관계 .....                              | 68 |
| [그림 2-58] PRT 특허 출원년도 및 국가별 출원추이 .....                           | 70 |
| [그림 2-59] PRT 세부기술별 특허출원동향 .....                                 | 71 |
| [그림 2-60] 주요 PRT 특허출원인 동향 .....                                  | 71 |

|                                                     |     |
|-----------------------------------------------------|-----|
| [그림 2-61] 연도별 주요 PRT 특허출원인 동향.....                  | 72  |
| [그림 2-62] 출원년도 및 국가별 출원 추이.....                     | 72  |
| [그림 2-63] 주요 출원인 동향.....                            | 73  |
| [그림 2-64] 자동주차 기술 특허출원 동향.....                      | 82  |
| [그림 2-65] 연도별 EV 충전플랫폼 특허출원 추이.....                 | 83  |
| [그림 2-66] 국가별 특허출원 추이.....                          | 84  |
| [그림 2-67] 한국의 그린카 특허출원 추이.....                      | 84  |
| [그림 2-68] 한국의 그린카 특허출원 건수.....                      | 84  |
| [그림 2-69] 일본의 그린카 특허출원 추이.....                      | 85  |
| [그림 2-70] 일본의 그린카 특허출원 건수.....                      | 85  |
| [그림 2-71] 관제시스템 특허출원 동향.....                        | 86  |
| [그림 2-72] 관제시스템 특허출원 비율.....                        | 87  |
| [그림 2-73] 연도별 PRT 논문 발표 추이 및 주요 등재 저널.....          | 88  |
| [그림 2-74] PRT 논문 발표 주요 국가.....                      | 89  |
| [그림 2-75] PRT 논문 발표 주요 저자.....                      | 89  |
| [그림 2-76] PRT 논문 발표 주요 연구기관.....                    | 89  |
| [그림 2-77] PRT관련 특허기술 연계 기술발전 추이.....                | 91  |
| [그림 2-78] PRT관련 논문 발표 연계 기술발전 추이.....               | 91  |
| [그림 2-79] 초소형 연계교통 운송장치 연도별 논문 발표 추이 및 주요 등재 저널...  | 91  |
| [그림 2-80] 초소형 연계교통 운송장치 관련 논문 국가별, 주요저자, 주요기관 분석... | 92  |
| [그림 3-1] 비전 및 목표.....                               | 113 |
| [그림 3-2] 철도역으로의 접근 현황.....                          | 114 |
| [그림 3-3] 미래상(외곽) 개념도.....                           | 114 |
| [그림 3-4] 미래상(구도심) 개념도.....                          | 115 |
| [그림 3-5] 미래상(신도심) 개념도.....                          | 115 |
| [그림 3-6] 후보과제 우선순위 도출에 참가한 전문가 분포.....              | 119 |
| [그림 3-7] 연구개발과제 구성.....                             | 128 |
| [그림 3-8] CTSR 일체적 운영기술 개발 연관성 분석.....               | 150 |
| [그림 4-1] OECD 국가별 출·퇴근 소요시간.....                    | 162 |
| [그림 4-2] 여객 교통시설물별 접근 통행거리 분포.....                  | 164 |
| [그림 4-3] EV AC충전시스템 설치 사례.....                      | 169 |
| [그림 5-1] WBS.....                                   | 184 |

# 제1장 기획연구의 개요

## 제1절 과제의 배경 및 필요성

### 1. 과제의 배경

- 국가지속가능발전위원회에 의하면, 1970년대 이후 고속도로는 4.24배, 일반도로는 2.39배 증가한 반면 철도는 오히려 0.98배 감소한 것으로 나타남.<sup>1)</sup> 이는 1970~80년대 마이카붐과 본격적인 산업화로 접근성이 뛰어난 자동차 위주의 도로부문에 투자가 집중되어 왔기 때문임
- 이러한 도로위주의 교통정책으로 1990년 이후 고속도로 통행량은 매년 14.4%, 화물 수송량은 6.4%로 증가하였고, 혼잡비용과 물류비용도 각각 9.5%, 6.2%로 증가하였음<sup>2)</sup>
  - 예를 들어, 교통혼잡비용은 2000년 19조 4480억 원에서 2010년 28조 5090억 원으로 매년 평균적으로 약 4% 증가세를 보이고 있음<sup>3)</sup>
- 이뿐만 아니라 우리나라 수송부문 연평균 에너지 소비증가율과 온실가스 배출증가율이 각각 7.2%와 8.9%로, 세계적으로 높은 수준의 사회·경제적 손실을 낳고 있음<sup>4)</sup>
- 이를 억제하고자 에너지 저감 및 대량 수송의 장점이 있는 철도를 중심으로 한 교통체계 구축에 관심이 증대되고 있으며, 정부 차원에서도 현재 도로 대비 철도 투자 비중을 늘려가고 있는 추세임<sup>5)</sup>
- 세계 각국에서도 환경 친화적이며, 정시성과 대량 수송의 장점이 있는 철도에 대한 관심이 높아지고 있음
  - 유럽의 범 유럽 교통망 정책에서 제시된 30개 주요 사업 중 22개 사업이 철도관련 사업(2020년 고속철도 연장은 22천km 목표), 이를 통하여 국가 간 자유로운 수송을 촉진하여 경제성장에 기여할 수 있고자 함
  - 프랑스 정부는 2013년 6월 ‘모빌리테(Mobilite) 21’ 미래교통 사업계획을 발표하여, 70개의 향후 교통 추진사업 중 철도에 가장 역점을 두고 있음
  - 자동차 왕국인 미국에서도 2011년 새로운 철도망 구축을 위하여 향후 530억 달러(약 54조원)를 투자하기로 결정함
  - 중국은 ‘20년 기준인구 20만 이상 도시와 전국의 95%이상을 포괄하는 철도네트워크 구축 추진

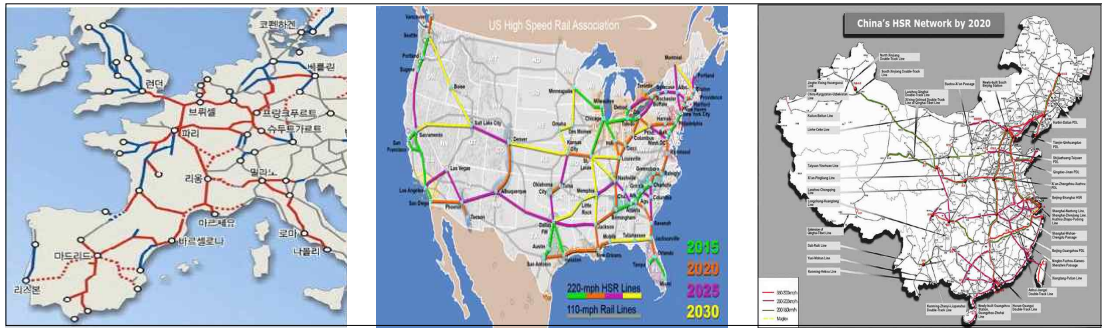
1) 제69회 국정과제회의 본보고서, 지속가능발전위원회, 2005.11,

2) GDP 대비 국가물류비 연도별 추이, 국토부 물류정책과, 2008.08

3) 2010년 전국 교통혼잡비용 추정과 추이 분석 연구, 한국교통연구원, 2013

4) 2012년 기후변화대응 업종별대책반 기본조사 결과 보고, 에너지관리공단, 2012.3

5) 2012-2016년 국가재정운영계획(SOC 분야) 공개토론회 자료, 2012.06



[그림 1-1] (좌)범 유럽철도망 계획 (중)미국 고속철도망 건설계획 (우)중국 철도망 구축계획

- 우리나라 철도에 대한 투자와 관심으로 철도 여객수송분담률은 조금씩 올라가고 있음
  - 2006년 철도와 지하철의 여객수송분담률은 각각 8.0%와 17.2%였으나, 2011년 철도는 8.3%, 지하철은 17.6%로 소폭 상승함
  - 서울시의 경우 1996년도 지하철·철도 수송분담률이 29.4%였으나, 2010년에는 36.2%로 나타나 버스분담률 28.1%를 앞지름<sup>6)</sup>
- 철도 중심의 교통체계를 구축하기 위한 노력은 나름의 성과를 거두고 있으나, 여전히 승용차 수요를 철도로 전환시키는 데는 한계가 있음
  - 1996년부터 2010년까지 서울시의 지하철·철도 수송분담률이 약 7% 증가한 데 반해, 승용차의 수송분담률은 고작 0.5%만 감소하였음
  - 결과적으로 지하철·철도로의 수단 전환은 대부분 버스, 택시 등 기존 대중교통에서 이루어 졌으며, 승용차 의존형 생활패턴은 변화가 없음
  - 우리나라 하루 평균 자동차 주행거리는 59.2km로 OECD 가입국 중 1위이며, 26.1km인 일본의 2배 수준으로 승용차 의존형 생활패턴을 보이고 있음 ([표 1-1])

[표 1-1] 주요 OECD 가입국의 자동차 이용 평균 거리

| 구분   | 한국     | 일본     | 미국     | 호주     | 영국     |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 주행거리 | 59.2km | 26.1km | 54.6km | 40.7km | 42.2km |

※ 출처 : 광주발전연구원 (<http://www.gji.re.kr/xe/2057>)

- 2010년 수도권 거주자의 통행목적별 수단선택을 살펴보면<sup>7)</sup>, 출퇴근 통행시 승용차와 철도가 거의 동일한 분담률(35%)을 보이지만, 여가 및 쇼핑에서는 승용차(35%)가 철도(23%)보다 높은 수송분담률을 보이고 있음

6) 본 자료는 4년마다 실시하는 가구실태자료를 참조하였으며, 마지막 최근 조사는 2010년에 이루어짐  
 7) 경기도교통DB시스템(<http://gtdb.gg.go.kr/GTDBWeb/>)

## 2. 과제의 필요성

- 「교통수단 이미지 및 이용 저항 요인에 관한 설문조사 보고서」<sup>8)</sup>에 따르면, 승용차를 선호하는 이유는 이동할 때 편안함과 이용의 편리성이었으며, 지하철·철도를 선호하는 이유는 빠르고 안전한 이동성과 도착 정시성에 있음
  - 승용차 이용자들은 지하철·철도의 빠르고 안전한 이동성 측면에 있어서는 승용차와 큰 차이를 못 느끼는 것으로 분석이 되었으며, 이는 차별화 되지 않는 철도서비스 제공은 승용차 의존성을 깨트릴 수 없음을 시사함
  - 지하철·철도를 이용함에 있어, 승용차 주차시설의 부족과 역까지 접근의 불편은 승하차시 혼잡 다음으로 많았으며, 이러한 불편 해소를 통한 철도이용객 증진 연구가 시급한 상황임
- KTX 울산역의 경우 개통 후 1개월과 개통 후 6개월을 비교하였을 시 역을 이용하는 인원은 약 6%의 증가하였음

**[표 1-2] KTX 개통전후 광역교통수단별 이용변화(상행노선)**

| 구분        | 개통 전<br>(‘10.10, ①) | 개통<br>1개월<br>(‘10.11) | 개통<br>3개월<br>(‘11.1) | 개통<br>6개월<br>(‘11.4, ②) | 증감(율)<br>[②-①, (%)] |          |
|-----------|---------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|---------------------|----------|
| 계         | 18,235              | 20,909                | 21,061               | 20,864                  | -2,629              | (14.4%)  |
| 승용차(명/일)  | 8,356               | 7,918                 | 7,475                | 7,383                   | -973                | (-11.6%) |
| 고속버스(명/일) | 5,799               | 3,721                 | 3,556                | 3,403                   | -2,396              | (-41.3%) |
| 철도(명/일)   | 1,088               | 7,391                 | 8,405                | 8,500                   | 7,412               | (681.3%) |
| 항공(명/일)   | 2,992               | 1,879                 | 1,625                | 1,578                   | -1,414              | (-47.3%) |

- 외곽에 입지하고 있는 KTX 울산역의 특성상 개통초기 역까지 연계교통의 미확보로 많은 불편을 초래하였으나 시내버스 및 광역버스 노선 조정과 리무진버스 노선 확보 등의 연계교통 확보로 철도 이용객의 증가 효과가 나타남

8) 안정화 외 1인, 철도수요창출을 위한 이용저항 개선에 관한 연구-심리적 이용 저항 개선을 중심으로, 한국교통연구원, 2013.10

- 기존 KTX 이용객의 경우 환승거리 단축에 따른 기존 승용차 이용객의 KTX 이용 전환 효과가 기대됨<sup>9)</sup>

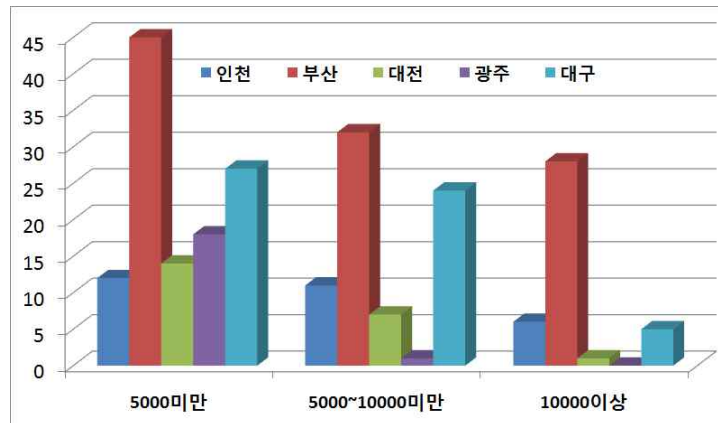
**[표 1-3] 철도역으로 버스터미널 이전통합하는 경우 기대효과**

|     | KTX역  | 역 탑승객<br>(천명/년) | 10km내<br>터미널 수 | 단축 평균<br>환승거리(km) | KTX<br>전환효과(천명/년) |
|-----|-------|-----------------|----------------|-------------------|-------------------|
| 경부선 | 서울역   | 10,718          | 4              | 6.179             | 1,804             |
|     | 광명역   | 2,895           | 8              | 4.978             | 2,021             |
|     | 천안아산역 | 2,143           | 6              | 4.756             | 400               |
|     | 오송역   | 81              | 7              | 3.735             | 408               |
|     | 대전역   | 4,460           | 5              | 6.235             | 295               |
|     | 김천구미역 | 56              | 1              | 5.729             | 170               |
|     | 동대구역  | 6,228           | 7              | 3.979             | 287               |
|     | 신경주역  | 156             | 3              | 7.952             | 339               |
|     | 울산역   | 278             | 3              | 5.458             | 450               |
|     | 부산역   | 5,836           | 1              | 7.603             | 283               |
|     | 소계    | 32,851          | 45             | 57                | 6,457             |
| 호남선 | 용산역   | 2,149           | 6              | 6.501             | 1,804             |
|     | 서대전역  | 706             | 5              | 5.029             | 295               |
|     | 익산역   | 687             | 1              | 1.153             | 152               |
|     | 정읍역   | 243             | 1              | 0.396             | 171               |
|     | 광주송정역 | 529             | 2              | 4.659             | 140               |
|     | 목포역   | 579             | 4              | 6.406             | 237               |
|     | 소계    | 4,894           | 19             | 24                | 2,798             |
|     | 총계    | 37,745          | 64             | 81                | 9,255             |

- 기존에 철도와 연계된 버스 노선 설정, 환승 동선 개량사업 등의 제한적인 노력을 기울이고 있으나, 이미 승용차 의존적 생활패턴에 익숙해진 승용차 이용자들의 수요 전환을 이끌어 내기는 한계가 있음
- 승용차 이용자들의 철도로의 수요 전환을 위해서는 승용차 수준의 편의성을 갖춘 대중교통 시스템을 구축하고, 이를 통해 철도 접근성을 증대할 수 있는 기본적인 접근교통의 패러다임 변화가 필요함

9) 권영중 외 6인, 전국 대중교통 연계환승체계 구축 및 시설 확충, 한국교통연구원, 2012

- 철도 이용자들의 접근성에 대한 요구로, 많은 역이 생기므로 도시철도의 이동성이 저하됨
- 이용인원이 적은 역사(예 : 5,000인 이하인 역사)의 수가 증가하였고([그림 1-2]), 도시철도의 표정속도는 승용차에 비해서 월등히 떨어짐
- 이를 해결하기 위해서 철도 신설 시 역간 거리를 넓혀 열차의 표정속도를 높여서, 철도의 이동성을 향상시키고, 역간 거리 증가에 따른 철도의 접근성 감소는 승용차 수준의 편의성을 갖춘 시스템 구축으로 문제를 해결 할 수 있을 것으로 기대함



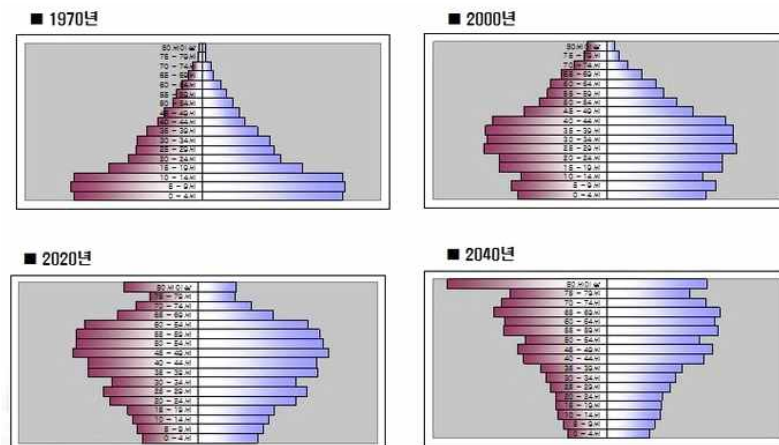
[그림 1-2] 도시철도 역 별 승/하차 인원

- 철도역사가 단순히 이동 대기공간에서 다양한 활동을 할수 있는 공간으로 변화되고 있으며, 철도이용자를 위한 유인요소 증대가 요구됨
- 철도역사 및 역세권에서 철도가 가지고 있는 에너지, 교통, 통신, 공간 인프라를 활용하여 철도의 유인요소를 개발함으로써, 철도를 통해 타 지역으로 이동함과 동시에 추가적인 업무를 수행할 수 있는 융합 공간이 구성되어야 함
- 예를 들어 전기자동차의 활성화로, 운전자가 철도를 이용하여 타 지역에서 업무를 보는 동안, 철도 에너지를 활용한 전기자동차 충전은 융합적 업무 수행을 가능토록 함
- 이를 위해 철도의 재생에너지를 사용하는 등 에너지의 효율적 활용을 이끌어냄과 동시에 한 번의 통행에 여러 가지 업무를 수행함으로써 업무 및 생활의 효율성을 증대시킬 수 있음

### 3. 과제 의 목적

- 철도이용객들의 통행은 출발지→철도역→철도역→목적지로 이어지지만, 출발지에서 철도역까지, 그리고 철도역에서 목적지까지에 대한 관심 보다는 철도역에서 철도역까지의 이동성, 안전성, 정시성에 많은 관심이 있었음

- 이는 이동의 편안함과 편리성을 중요시 여기는 이용자의 수단선택 특성을 제대로 반영하지 못하여, 승용차와 철도의 수단선택효용의 불균형따라 지속적으로 철도보다는 승용차를 선호하는 경향을 보이게 함
- 본 연구는 이용자들이 철도를 이용하면서 불편해 하는 출발지부터 철도역까지, 철도역부터 목적지까지의 접근성과 편리성을 개선할 수 있는 기술개발을 목표로 하며, 이를 통하여 철도이용률을 증대시키고, 철도중심의 대중교통 활성화를 목적으로 함
- 철도중심의 대중교통 활성화를 위해서는 버스 등 다른 대중교통의 교통 수요를 철도로 전환하는데 머무는 것이 아니라 승용차의 교통 수요를 철도로 전환할 수 있도록 기존과 다른 새로운 관점에서의 연구개발을 추구하도록 함
- 추가적으로, 고령화로 인해 지속적으로 증가하는 노인층 등([그림 1-3]) 교통약자의 철도교통 이용 편의성 증대를 위해 노력하고, 소득수준이 낮음에도 많은 교통비용을 지출하고 있는 대중교통 소외지역의 대중교통 접근성을 증대시켜 복지철도를 구현
- 철도의 접근성과 이동성을 향상시키는 것 자체가 보편적 복지철도의 실현이라고 볼 수 있기 때문에, 접근성과 이동성을 향상시키는 연구개발에 집중해야 하며, 동시에 교통약자와 대중교통 소외지역 해소를 위한 방안을 연구해야 함



[그림 1-3] 대한민국의 인구 추계 (통계청 kosis 자료)

## 제2절 과제의 범위

- 철도중심의 대중교통 활성화를 위해 필요한 연구
  - 철도의 접근성 및 이동성 증대, 복지철도 구현, 유인요소 증대는 각각 상호보완적 성격을 가지고 있기에, 하나의 시스템 도입만으로 이루어질 수 없음
  - 예를 들어 철도의 이동성 증진을 위한 고속열차시스템 도입은 속도유지를 위하여 정차역수를 제한하여야 하는데, 이로 인한 철도 접근성은 떨어지게 됨
  - 도심과 외곽, 신도시 등 이용자들의 거주지 특성에 따라, 철도역까지 접근 가능한 교통수단이 상의하기에, 거주지 교통특성을 반영한 대응방안을 각각 마련하여야 함
  - 이를 위해 철도노선에 PRT (Personal Rapid Transit), 전기차 (Electric Vehicle: EV), 자동주차, ESS(Energy Storage System: 에너지 저장 시스템) 등 다양한 시스템 개념을 연계한 철도기반의 공유형 연계 교통시스템 구축 필요
- 국내외 철도-도로 교통 간 연계기술 개발 현황조사 및 분석
  - PRT 등 개인 철도 시스템, 역사-도로 교통 수단간 자동연계 시스템, Car Sharing, 자동주차시스템 등
- 철도기반의 공유형 연계 교통시스템 (Cloud Transport System for Railroad: CTSR) 기술개발 로드맵 작성 및 핵심기술 정의
  - CTSR 기술개발의 과거, 현재, 미래에 대한 로드맵 및 기존 과제와 연계성, 차별성 도출
  - 기술 단계별 중장기 기술개발 계획 작성
  - 전용궤도 마이트레인 시스템, 무형궤도 및 자율(수동)주행 마이트레인 시스템, 자동주차시스템, 철도 전력을 활용한 EV차량 충전스테이션 기술, 환승연계시스템 및 운영·유지보수기술 등 핵심기술 정의
- CTSR 개발 사양 도출 및 추진과제 발굴 및 기획
  - 도심, 신도시, 외곽 등 지역별 적용기술 도출 및 개발 요구사항 검토
  - 추진과제별 기술개발 효과 및 경제성 분석
  - 기술 단계별 실용화 적용 방안 및 Test-bed 추진 계획 수립
  - 기술개발 우선순위 선정 및 소요예산, 추진방법 수립
- 무형궤도 자율주행시스템 운영 등 관련 법제도 및 하위규정의 개선사항 도출 및 법제화 방안 마련

### 제3절 시스템의 정의 및 구성기술

- 철도기반의 공유형 연계 교통시스템 (CTSR)은 철도이용자의 역 별 지역적 특성과 상황을 고려하여 가장 적합한 승용차 수준의 Door to Door 교통서비스를 제공하는 시스템을 지칭함
- 철도를 이용함에 있어서 출발지에서 출발역까지, 도착역에서 목적지까지 이용자에게 승용차 수준의 서비스를 제공할 수 있는 기술들을 CTSR에 포함시키도록 함
- CTSR을 통한 접근성과 이동성 향상은 철도역 접근가능권역 확대를 도모할 수 있기에, 정차역수의 축소에 따른 기존 철도이용객의 서비스 피해를 최소화 하면서, 열차의 이동성을 향상 시킬 수 있음

[표 1-4] CTSR 시스템 구성 기술, 목적, 조건

| 시스템 구성 기술                  | 시스템 기술 목적                                                                                               | 시스템 기술 조건                                                                       |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 연계교통시스템<br>기술              | 대중교통 이용자가 출발지에서 출발역까지, 도착역에서 목적지까지 이동할 때 철도이용자에게 접근성과 이동성을 향상 시키도록 함                                    | 자동/수동 운전 및 궤도/비궤도 운전이 가능한 시스템                                                   |
| 자동주차시스템<br>기술              | 승용차 이용자가 출발지에서 출발역까지 이동시, 철도 역사에서 주차를 위한 대기 및 이동시간을 획기적으로 단축 하도록 하며, 운전자가 역사로 돌아올 때 차량을 손쉽게 픽업할 수 있도록 함 | 운전자 없이 승용차가 자동으로 역사에서 주차장으로 이동하여 주차가 가능하며, 차량을 호출 할시 정해진 곳으로 차량이 자동으로 출차 되는 시스템 |
| 스마트그리드기술                   | 친환경 자동차 시장의 변화에 대응하여 철도와 연계한 효과적인 전기차 충전방식을 통한 철도 유인요소를 갖추도록 함                                          | 철도전력망을 활용하여 ESS 전력망을 구축하고, ESS기반의 전기차 충전기술                                      |
| 철도-연계<br>교통수단간 일체적<br>운영기술 | CTSR 기술 간의 보다 효율적인 운영 및 관리를 통하여 시스템의 최적화를 도모하도록 함                                                       | 이용자의 니드(need)를 바탕으로 CTSR의 용량/수요를 파악하고 운영전략 수립                                   |



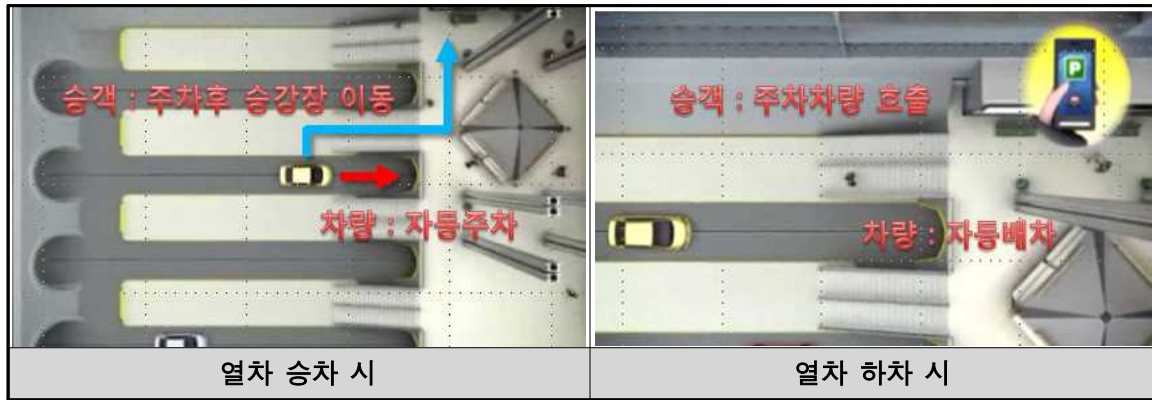
[그림 1-4] 철도기반의 공유형 연계 교통시스템 구축에 필요한 기술(안)

- 철도 이용자 맞춤형 연계교통시스템은 그간 요구되어왔던 교통체계인 대중교통 지향형도시개발(TOD : Transit Oriented Development)의 단점을 보완하면서 대중교통 입장에서 개인교통의 장점을 받아들여, 개인교통과 대중교통을 융합할 수 있는 시스템



[그림 1-5] 철도기반의 공유형 연계 교통 시스템의 위상

- 자동주차시스템은 지역적, 경제적, 구조적 여건상 승용차를 통하여 철도역에 접근 할시, 이용자가 역사 입구에서 승용차를 정차시킨 후 시동이 꺼진 상태에서 이용자는 바로 철도승강장으로 이동함과 동시에 승용차는 주차장으로 자동주차가 가능한 시스템
- 이용자가 업무를 마치고 역사에 돌아올 경우 스마트폰, KIOSK등을 이용해 자신의 차량을 탑승장으로 호출할 수 있도록 함
  - 철도에 대한 접근성과 편의성 향상에 기여

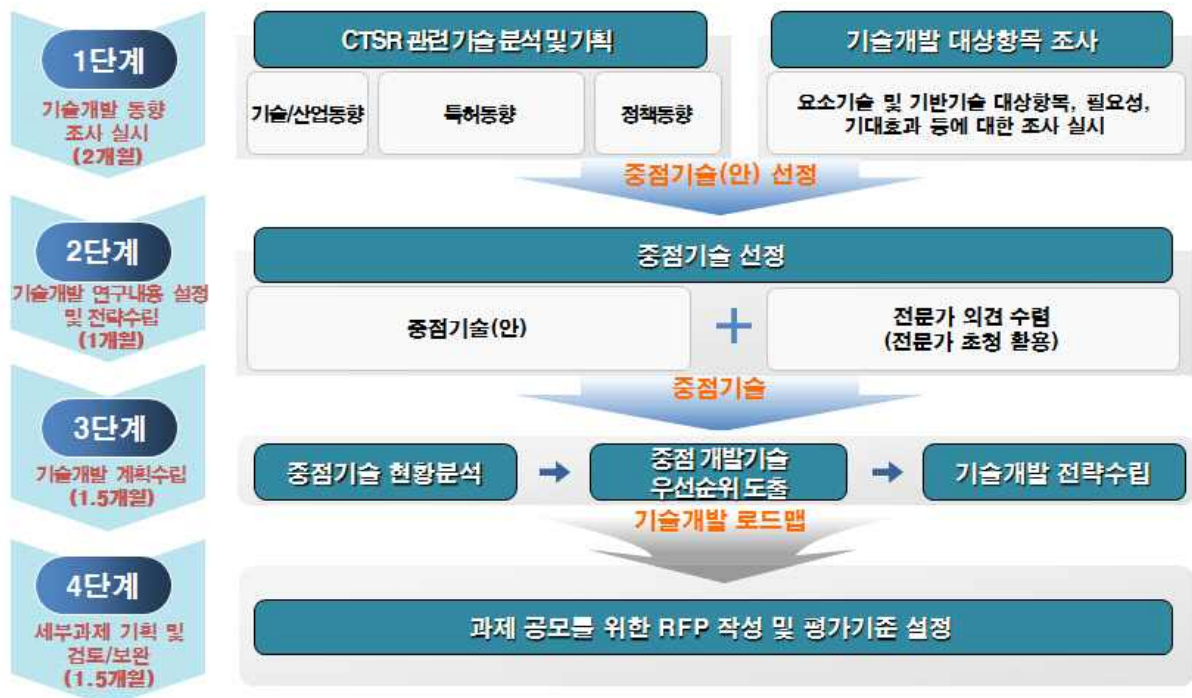


[그림 1-6] 자동주차시스템 (예시)

- 철도전력망을 활용한 전기차 충전 시스템은 CTSR의 정착을 위한 철도의 유인요소의 하나로, 철도가 가지고 있는 에너지 즉 전력을 활용하여 전기차 충전소를 확대하는 것임
  - 철도전력망을 활용한 전기차 충전 시스템 개발은 저비용으로 전기차 충전소를 확대하고, 이를 통한 전기차 이용 활성화가 이루어 질수 있는 기반을 마련하도록 함
  - 또한 ESS를 통하여 재생전력 및 잉여 전력을 저장함으로서, 전기차 충전 및 배터리 교환에 활용할 수 있도록 함
  - 반대로 전력 피크 시에는 ESS의 전력을 활용하여 Blackout(대규모 정전사태)의 위험성을 줄이는데 활용할 수 있도록 함
- 철도-연계 교통수단간 일체적 운영기술은 위에 열거한 기술들을 실용화하기 위하여, 기술운영에 대한 시나리오를 작성하고, 시나리오 별 타당성을 판단함으로서, 적절한 운영방안을 작성하여 표준화하는 과정을 포함함
  - 이를 위해 우선적으로 CTSR을 위한 차량수요분석, 정거장 규모 산정 방안 등이 마련되어야 함
  - CTSR과 철도와의 연계운영 시스템 구축이 필요함
  - 여기에는 연계교통시스템 요금체계 및 대여시스템(셰어링), 연계교통시스템 호출 시스템, 연계교통시스템 관제 시스템 및 정보안내시스템, 최적경로 도출시스템 등이 구축되어야 함
  - 또한 자동 주차된 차량을 호출하는 시스템과, 자동주차 요금체계, 주차공간배치 등에 대한 연구개발이 이루어져야 함
  - CTSR 도입 및 운영, 사고처리 등과 관련된 도시철도법, 도로법 등 관련법 및 하위 규정의 개선사항 도출 및 법제화 방안 마련 필요

## 제4절 과제 추진전략

- 과제의 원활한 수행을 위하여 총 4단계에 걸쳐 과제를 수행하였음
- 1단계 : 기술개발 동향 조사
  - CTSR 관련 기술 분석 및 기획(기술/산업동향, 특허동향, 정책동향)
  - 기술개발 대상항목 조사
- 2단계 : 기술개발 연구내용 설정 및 전략수립
  - 1단계에서 작성된 중점기술(안)을 토대로 전문가 의견 수렴을 통해 중점기술 선정
- 3단계 : 기술개발 계획 수립
  - 선정된 중점기술에 대한 우선순위를 도출하고 각 기술별 전략수립(기술개발 로드맵 작성)
- 4단계 : 세부과제 기획 및 검토/보완
  - 앞서 작성된 기술개발 로드맵을 바탕으로 과제공모를 위한 RFP 및 평가기준 설정



[그림 1-7] 과제 세부 추진방안

## 제2장 현황 및 전망

### 제1절 산업 동향 분석

#### 1. 개인용 궤도시스템(PRT : Personal Rapid Transit) 기술

##### 가. 국내산업동향

- 국내 PRT 시스템 개발을 위한 시도는 1990년대 초반 (주)우보엔지니어링에서 시작되었음
  - 1992년부터 미국의 Raytheon社와 독점 기술제휴 및 영업계약을 맺고 Raytheon社의 "PRT2000"시스템의 국내도입을 추진
  - 1997년 (주)우보엔지니어링은 (주)PRT코리아를 설립하고, 미국의 PRT2000 시스템의 기술 도입 및 국산화 연구를 위하여 포항공대 정보통신연구소와 공동연구를 진행
  - 새로운 구동방식과 분기방식 등을 적용시킨 SkyCar 시스템을 개발하여 포항공대의 시험 선로에서 기능시험 운전을 함
    - 길이 2.8m, 폭 1.6m, 높이 1.6m, 궤도의 크기는 폭 1.15m로 미국의 Taxi 2000 시스템과 유사
  - SkyCar 시스템의 3인차량(폭: 1.8m 높이: 1.5m 길이: 3m)은 U자형의 가이드라인을 45~60km/h로 운행
  - 최소 시격은 0.5초이며 최대용량은 시간당 7,200대, 평균용량은 6,000대, 최대 승객용량은 시간당 18,000명, 평균 승객용량은 9,000명을 목표로 하였으나, 현재는 개발진행이 보류된 상태



[그림 2-1] (좌)SKYCAR의 차량과 (우)테스트 트랙

- POSCO는 PRT 연구 및 시스템 개발을 위한 벡터스(Vectus Limited, Ltd)사를 설립
  - 2005년 영국에 본사 설립, 2007년 5월부터 스웨덴 옉살라市에 만든 400m 시험  
궤도에서 차량 3대로 시험 운행 착수
  - 스웨덴 철도청(SRA, Swedish Rail Agency)으로부터 제어관련 안전인증을 획득
  - 차량 및 시스템분야는 벡터스에서 지속적으로 개발하고, 포스코건설과 대우 엔지  
니어링이 공동으로 설계 정립 및 궤도구조 개선에 대한 연구 진행 중



[그림 2-2] VECTUS의 차량과 테스트 트랙

- 한국철도기술연구원(KRRI)은 2006년부터 건설교통부의 차세대 첨단도시철도시스템  
기술개발사업을 통해 시스템 엔지니어링 관점에서 PRT 개발을 착수하였으며, 건설  
교통기술평가원 (현 국토교통과학기술진흥원) 기획완료(2011년 9월) 및 국가과학기  
술위원회 묶음예산(부처임무형)으로 변경 착수(2012년 1월)
  - 4륜조향 무인운전 차량기술 개발, Dynamic Moving Block 기술 구현을 통한 네트  
워크 운행제어의 기술적인 구현, 신속하고 편리한 건물 내/간 이동이 가능한 연속  
수직이송시스템 원천기술 확보하고, 정차 중 급속충전이 가능한 하이브리드 무선  
급전 시스템 구현을 목표로 연구 진행 중
  - KRRI 내 테스트베드(652 m, 3개 루프)에서 기능구현 가능성 검증 중

○ 순천만 소형경전철(Sunchon Bay PRT Project)사업

- 2013년 4월부터 6개월간 열린 국제정원박람회장과 순천만생태공원을 연계하여 관광객 이동수단으로 활용한 사업
- 2009년 순천시와 POSCO가 순천만 소형경전철 사업에 관한 양해각서 (MOU)를 체결하고 사업에 착수
- 2011년 6월에 기공식을 갖고 공사에 착수, 2013년 8월부터 박람회 기간 동안 무료 시험 운행 실시

[표 2-1] 순천만 소형경전철사업 개요

|          |       |                              |
|----------|-------|------------------------------|
| 사업개요     | 사업구간  | 전남 순천시 오천동~맑은물 관리센터~순천만      |
|          | 노선연장  | 5.3km (복선 4.86km, 단선 0.90km) |
|          | 차량시스템 | 소형경전철(PRT) 벡터스 시스템           |
|          | 가이드웨이 | 고가 교량(Elevated Guideway)     |
|          | 정거장   | 2개소 (4 Berth, 지상 2층)         |
|          | 운영관리동 | 1개소(지상 2층, 검수고, 주박, 사령실)     |
| 차량 및 시스템 | 차량시스템 | 소형경전철(PRT, 벡터스) 시스템          |
|          | 급전방식  | 제3궤조 (DC 500V)               |
|          | 편성 수  | 1량 1편성, 총 40량                |
|          | 운행방식  | 무인자동운전                       |
|          | 주행방식  | 주행륜, 안내륜, 분기륜 사용(측방안내방식)     |
|          | 통신방식  | 단거리 전용통신(DSRC)방식             |

※ 셔틀 개념으로 운영



[그림 2-3] 순천만 소형경전철 시운전 모습

## 나. 국외산업동향

### □ 미국

- 미국의 PRT에 대한 연구개발은 40년 이상의 역사를 가지고 있음
  - 최초 연구는 1953년, 작고 가벼우며 적은 비용으로 도시 전체 교통시스템 개선을 위한 개념차량 개발을 Donn Fichter가 시작
  - 이외에도 1950년대에서 1960년대 초 TTI, Alden staRRcar, Uniflo, JetRail 등에서 PRT시스템이 개발됨
- 1966년 미국의 HUD(House and Urban Development)에서 “내일의 교통수단”이라는 타당성연구보고서를 통하여 PRT 시스템의 실현가능성 검토 시작
- 1969년 미국 Scientific American지 보고서에서는 PRT 시스템이 미래 교통문제 해결방안으로 제시됨
- 1970년에 Morgantown의 West Virginia대학에 PRT 시스템을 설치기로 결정
  - 캠퍼스내의 학생이동 및 지역사회 교통수단으로 PRT 시스템이 결정되어 Alden staRRcar 시스템이 선정
  - 1972년의 대통령 선거와 맞물리면서 비용대비 효율적인 건설이 주요 목적이 되지 못하고, 여러 차례의 설계 변경을 거쳐 21인승의 GRT로 변경, 차량과 시설의 규모가 커져 건설비용이 초기 예상의 4배나 소요되어 경제성이 떨어짐
  - 차량은 8명의 좌석과 12명 내외의 입석으로 되어 있으며, 평균속도는 23km/h, 최고속도는 48km/h



[그림 2-4] Morgantown PRT 차량과 트랙



[그림 2-5] (좌) 정류장내 정차된 Morgantown PRT 차량 및 (우) 실내 모습

- 1990년대 초반에 Taxi 2000 Corporation 설립, 정부기관 및 단체에 독자적인 Taxi 2000 PRT 시스템 계획안을 제공
- 1993년 미국의 대표적인 방위산업체인 Raytheon社가 Taxi 2000 시스템 기술에 대한 권리를 사들여 시스템을 개량하였고, PRT 2000 시스템이라 명명함
- Chicago RTA(Regional Transportation Authority)와 Raytheon社가 제휴(Raytheon/RTA 프로그램)하여 PRT 프로그램 개발에 착수
- 2000년에 Raytheon/RTA 프로그램은 기술적, 경제 및 정치적인 이유로 취소, 개발 권한은 Raytheon社에서 다시 Taxi 2000社로 양도
- 이는 높은 시스템 구축 비용, 낮은 운임, RTA 리더십 변화 및 연방정부의 재정지원 대상 제외 등에 기인함
- 이후 Taxi 2000 시스템은 "Skyweb Express"으로 명칭 변경



[그림 2-6] PRT2000 차량 및 Skyweb Express 차량

□ 유럽

- EU의 EDICT(The Evaluation and Demonstration of Innovative City Transport) 프로그램은 지속가능한 새로운 교통 시스템으로 PRT를 분석하고 개발키로 함
  - EDICT은 유럽 7개국의 16개 기관의 컨소시엄으로 구성, EDICT 프로젝트에서는 ULTra PRT시스템이 사용
  - 영국의 ULTra PRT(Urban Light Transport)는 1995년 Bristol 대학의 마틴 로슨(Martin M. Lowson) 교수의 연구팀에 의해 개발
- 영국 정부에서는 미래대비 운송수단으로 ULTra 시제차량의 설계, 제작 및 시험을 위해 5백만 파운드의 정부 연구보조금을 지원
  - 웨일즈 지방의 주도인 카디프市에서도 최초의 상용화를 위한 지역 선정 및 건설계획을 위한 연구에 재정 지원



[그림 2-7] 카디프 PRT 시험선로 및 ULTra 차량

- 네덜란드에서는 2001년에 2getthere社 설립
  - Frog Navigation Systems 내의 사업부문에서 출발, 2007년 분리하여 독립된 민간 기업으로 설립
  - 네덜란드의 대규모 꽃박람회인 2002플로리에드(Floriade 2002)에 Cybercab 교통시스템을 설치하여 적용 시험
  - Cybercab은 전기를 동력으로 사용하며, 차량크기는 4인승으로 완전 자동으로 운행되고 최대속도는 20km/h이며, 2002년 4월부터 11월까지 운영하여, 25대의 차량을 제공함
  - 2getthere社는 Cybercab 시스템 운영경험을 기반으로 2세대 CyberCab을 개발, 아랍에미레이트의 마스다르市에 PRT 트랙을 구축하여 시험운행 중



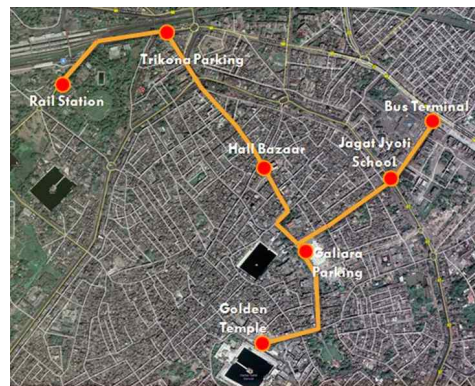
[그림 2-8] 2002 플로리어드 2getthere CyberCab 차량 운행모습

- 유럽 각국에서 미래교통수단으로서 PRT 시스템의 개발 가능성 및 적용 타당성을 심도있게 연구 중
  - 노르웨이, 캐나다, 스위스 등 선진 각국에서 PRT 시스템의 개발을 진행하려는 노력이 점점 구체화
  - 제어방식, 시스템 구성, 기본 요소기술에서 다양한 양식의 PRT시스템 개념들의 연구가 진행되고 있음
- 영국 ULTra Global社, 세계 최초의 상용 PRT시스템을 영국 런던 히드로(Heathrow) 공항에 도입
  - 히드로 공항 제5터미널 주차장과 CTA(제1,2,3터미널)를 연결
  - 길이 3.8km, 공항터미널 5번 구역을 중심으로 3개역에서 운행하여, 하루에 600,000명 이상의 승객을 수송하고 있음



[그림 2-9] 영국 런던 히드로 공항 ULTra PRT 차량 및 터미널5 플랫폼

- 영국 다벤트리(Daventry)에서는 승용차 통행억제와 지역경제 활성화를 도모하기 위해 PRT 계획
  - 4.8km 노선에 4개 역사, 차량 25대 투입 계획, 향후 총연장 50km에 48개 역사, 차량 500대로 확충할 예정
  - 현재 타당성 조사가 완료, PRT시범사업(Pilot Track) 입찰 준비 중으로 재원은 정부에서 조달할 예정
- UAE 마스다르(Masdar)
  - 마스다르는 아랍에미리트의 친환경 저에너지 신도시
    - 아부다비의 도심에서 30km 거리에 위치, 2008년 공사를 시작하여 2016년 완공을 목표로 개발 중
    - 도시 내부에서 화석연료를 사용하는 차량이 운행을 할 수 없도록 계획
  - 마스다르의 내부 교통수단은 네덜란드 2getthere의 CyberCab이 도입
    - PRT 규모는 가로 3.2m, 높이 1.9m 크기의 4인승
    - 현재 도시입구와 마스다르 과학기술원 사이 1.2km를 시험 운행 중
- 인도
  - ULTra 기술을 아시아에 도입하기 위해 ULTra Global사와 Fairwood PVT사가 공동으로 ULTra Fairwood사를 설립하고, 인도 Amritsar에서 세계 최대의 도시 PRT 시스템으로 사용하는 계약을 체결
  - Amritsar는 최초의 도시 적용 PRT로, 7개 정거장 사이에서 200대 이상의 차량으로 3.3km의 고가 가이드웨이에서 매일 10만 명의 승객을 수송할 계획임
  - 건설-소유-운영-이전(BOOT; Built, Own, Operate, Transfer) 방식에 기반을 둔 민간 편당에 전적으로 자금이 지원되는 이 프로젝트는 2014년에 영업운행을 시작할 예정



[그림 2-10] (좌) 인도 Amritsar PRT 적용 예상도 및 (우) 예상노선

## 2. 초소형 연계교통 운송장치 기술

### 가. 국내산업동향

- 국내 일인승 운송장치로는 씨티커뮤니케이션즈에서 2009년 트라이비키(Triviky) 출시하였음
  - 최고 속도 25km/h로 주행가능하며 알루미늄 바디와 리튬 배터리 채택하고, 일반인 대상 스포츠·레저 목적으로 출시



[그림 2-11] 국내 일인승 운송장치

- KAIST에서는 좁은 공간에 쉽게 주차할 수 있는 접이식 초소형 전기자동차 개발
  - 운전자가 차에서 내려 스마트기기로 신호를 보내면 뒷부분을 위로 들어 올려 주차 공간을 최소화
  - 접은 상태에서 360도 회전하는 등 자동 주차기능까지 갖추고 있음
  - 최고 시속 60km/h에 10분간 급속충전하면 최대 100km까지 주행 가능
  - 실내공간을 넓히기 위해 엔진대신 4개의 바퀴에 개별모터를 장착



자료출처 : 동아일보(2013.08.14)

[그림 2-12] KAIST에서 개발한 초소형 전기자동차

## 나. 국외산업동향

- 미국은 2001년 Segway사에서 자이로스코프와 가속도계를 이용하는 자가 균형 기술을 적용한 1인승 운송수단인 Segway 출시하였으며, 안전 문제 대두로 특수목적 용도로 제한적 활용 함
- 개인용 이동수단 중 하나인 Segway를 2002년 최초로 출시한 미국 Segway INC社는 개인 주행용, 통근용, 골프용, 모험가용의 다양한 Segway를 출시하고 있음



[그림 2-13] Segway

- 미국의 GM社에서는 2011년 Segway의 기술을 활용한 마이크로카 개념의 EN-V 컨셉카를 개발하여 공개하였음
- 이 차량은 바퀴 2개의 2인승 차량으로 1회 충전에 하루 최대 40km 주행이 가능하며, 500kg에 최고시속 50km/h로 달릴 수 있음



[그림 2-14] Segway의 기술을 활용한 마이크로카

- 일본 혼다(Uni-cub), 도요타(Winglet) 등 자동차 제작회사에서 자사 디자인의 시제품을 제작하여 다양한 행사에서 기업 이미지 홍보 목적으로만 활용
- 일본의 TOYOTA社에서는 미래형 개인 이동수단인 I-REAL Concept car를 개발하였으며, 2009년 일본 아이치현 도코나메시의 중부국제공항 보안업무 지원용으로 4대를 시험 투입하였음
- 32km/h로 주행이 가능하며, 2017년 실용화 목표로 기술개발을 추진하고 있음



[그림 2-15] 미래형 개인 이동수단

- 일본의 TOYOTA社에서는 개인용 이동수단 윙글렛(Winglet)을 개발하였으며, YAMAHA와 함께 출퇴근용 전기자전거 'PAS WITH', 3륜 전기바이크 'EC-Miu'를 개발하여 발표하였음



[ TOYOTA Winglet ]



[전기자전거 PAS WITH]



[전기바이크 EC-Miu]

[그림 2-16] TOYOTA의 개인용 이동수단 및 전기자전거

- 일본의 HONDA社에서는 2009년 1인용 이동수단(스쿠터)인 'U3-X'를 발표하였는데, 무게 10kg에 체중 100kg의 성인을 태우고 6km/h로 모든 방향으로 이동이 가능함



[그림 2-17] 주요 1인승 운송수단

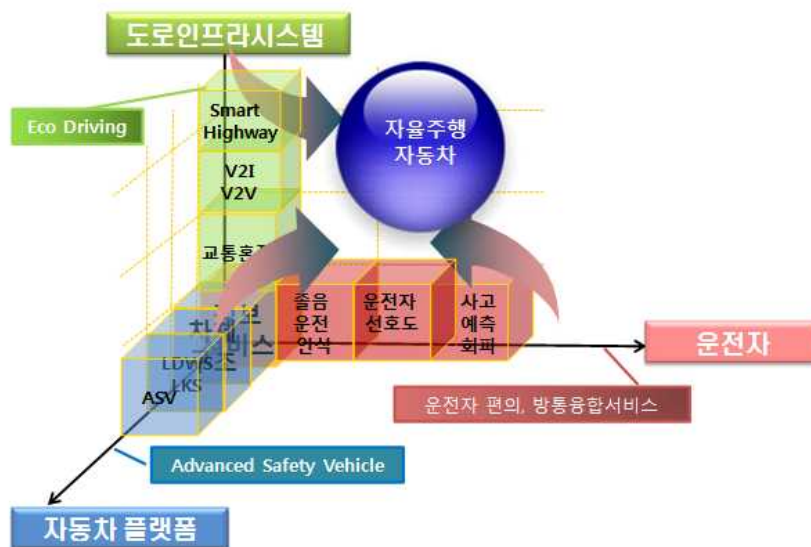
### 3. 자율주행자동차 기술

#### 가. 국내산업동향

- 자율주행자동차는 Radar, LIDAR, GPS, 비디오 카메라와 같은 센서들을 활용하여 차량주변을 탐지하고, 이를 통하여 차량주행에 필요한 정보를 취득하고 활용하여, 적절한 차량주행경로를 결정함
- 최근 무인자동차에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있으며, 현대·기아 자동차에서는 국내 무인자동차 개발을 촉진하고자 2010년 10월과 2012년 9월에 무인 자동차 대회를 개최하였음
  - 2012년 대회의 목표는 코스 주행시간과 미션 수행을 20분 내로 완주하여야 하며, 3.4km 포장/비포장 도로에서 9개 미션(가변차선 신호등 인지, 돌발 이동장애물 인지/정차, 복합장애물 회피 주행, 서행차량 추월, 정차구역 인지/정차, 탑승대기자 인지/정차, 횡단보도 신호등 인지/정차, GPS 활용불가코스 주행)을 수행하는 것임
- 현대·기아자동차 그룹의 계열사인 (주)로템에서는 레이저 센서, GPS, 차량제어 PC 등을 현대 상용차에 탑재하여 야지 및 도심주행이 가능한 무인 로봇자동차를 개발
  - CCD 카메라, 레이저 스캐너, GPS/DGPS 등의 센서를 장착하였으며, 무인경비를 주목적으로 하고 있으며, 현재 최고속도 약 40km/h 까지 주행 가능
  - (주)로템에서는 현재 상용차로의 무인 시스템 탑재를 위해 현재 약 2억원 가량이 소요되며, 약 5~10년 후에는 적정가격에 상용화 될 수 있을 것으로 예상
  - 또한, (주)로템에서는 다양한 센서를 탑재하여 운행상황을 인지하는 무인전동차를 개발하여, 캐나다에 수출하였고, 해당 무인전동차는 국내 부산-김해 노선에도 적용 될 예정임
- (주)삼성테크윈에서는 영상센서, GPS, IMU, 다수의 레이저 스캐너 등을 장착하여 전방 장애물 등을 주행 중 감지 및 회피하는 하이브리드형 무인자동차를 개발
- 한국과학기술연구원(KIST)에서는 GPS, 레이저 스캐너, 방향센서 등을 탑재하여 무인으로 도로를 5.4km/h의 속도로 1시간정도 주행할 수 있는 경비로봇 시큐로(securo)를 개발함
  - 기존의 야외 자율 주행 로봇과는 달리 고층 빌딩이나 나무숲으로 인해 위성으로부터 신호를 받기 어려운 도심에서 별도의 도로 시설물 없이도 레이저 센서를 통해서 스스로 가고자 하는 지역을 순찰할 수 있음
- 국내에서는 국민대학교, 고려대학교, KAIST 및 계명대학교 등에서 무인자동차와 관련된 연구를 진행 중

- 고려대학교 산업시스템공학과에서는 카메라, 레이저, GPS 등의 센서를 장착한 무인차량을 이용하여 50km/h의 속도로 간선도로에서 차를 추월하는 시험에 성공하였음
  - 국민대학교 무인자동차연구실에서는 레이저 스캐너, 화상 카메라, GPS, DGPS, IMU 및 무인차량제어기술을 현대 상용차에 탑재, 원격으로 차량을 주행시킬 수 있는 차량을 개발하였음
  - 두 개의 레이저 스캐너가 장착되어 있으며, 한 개는 차량 전방 5m 지면을, 다른 한 개는 지면과 수평 방향으로 장착되어 차량 전방 80m 내의 장애물 탐지
  - 계명대학교 지능형자동차대학원에서는 Vision 카메라, GPS 및 레이저 센서 등을 탑재하여 10km/h 속도로 운동장을 주행하는 자율주행 시스템을 개발함
  - 광주과학기술원 및 국방과학연구소에서는 CCD/IR을 이용한 지형/지물인식/분류 알고리즘을 연구하고, 이를 기반으로 한 지능형 자율 주행알고리즘을 연구한 바 있으며, 레이저 스캐너, GPS/DGPS, 영상센서 등을 탑재하여 주위의 지형지물을 인지하고 주변 지역에 대한 장애물 및 이동성의 난이도 여부 등을 판단하는 시스템 개발 완료
  - 영남대학교 지능형 무인자동차 개발사업단은 레이저 센서, CCD 카메라, 초음파 센서 및 GPS 등을 장착한 무인자동차를 개발하여 30km/h의 무인주행을 시연한 바 있음
  - 영남대학교와 계명대학교는 대구경북연구원과 자율주행자동차개발을 효율적으로 진행하기 위한 MOU를 체결(2008년 4월)하고 대구, 경북 지능형 자동차 산업 활성화를 위한 공동연구 및 기술개발을 추진 중임
- 무인자동차 완성품을 위하여 다양한 기술과 센서들이 자동차 제조업체별로 개발이 진행되고 있으며, 이러한 기술은 추후 무인자동차 핵심부품으로 활용될 개연성을 가지고 있음
- 현재 신형 에쿠스와 같은 고급 차량에 운전자의 핸들링에 따라 주차 궤적을 영상으로 보여주는 주차가이드시스템(PGS : Parking Guide System)이 탑재되어 있음
  - 기아자동차에서는 2010년 이후 출시되는 스포티지R에 초음파센서를 이용하여 평행 주차 및 직각후진주차를 지원하는 시스템을 출시하였으며, 현대자동차도 준중형급 자동차에 유사한 시스템을 적용하고 있음
  - 만도에서는 모든 속도 구간(0~18km)에서 레이더를 이용해 차간 거리를 유지하도록 하는 '적응 순항 제어 시스템(SCC Stop&Go)'를 개발하였으며(기존 시스템은 40km이상에서 동작), 레이저/카메라 센서를 차량 전방에 설치해 차량 전방의 보행자를 감지해 운전자와 보행자에게 경고를 보내고 충돌을 예방하는 보행자보호 시스템(APPS)을 차량에 적용 테스트함

- 자율주행자동차를 포함한 지능형 자동차는 부품과 시스템 레벨에서 지속적으로 시장을 확대할 것으로 보이며 특히 차량 전장화의 가속화 및 정보 기술의 접목으로 자동차에 콘텐츠 사업이 본격적으로 접목되어 여러 산업이 융합된 특정 산업이 급부상할 것으로 예상됨
- 최근 국내의 자율주행자동차의 연구개발은 차량 탑재센서기반의 차량제어 및 경고 시스템 중심으로 발전되어 왔으나, 고사양 센서의 고비용으로 인한 대중적 보급 확산이 지연되고 있고 전자제어장치의 신뢰성 등의 문제로 인해, 도로 인프라의 센서를 활용하고 차량과 인프라 간의 통신을 연계하는 IT의 융합에 대한 필요성이 제기되고 있음



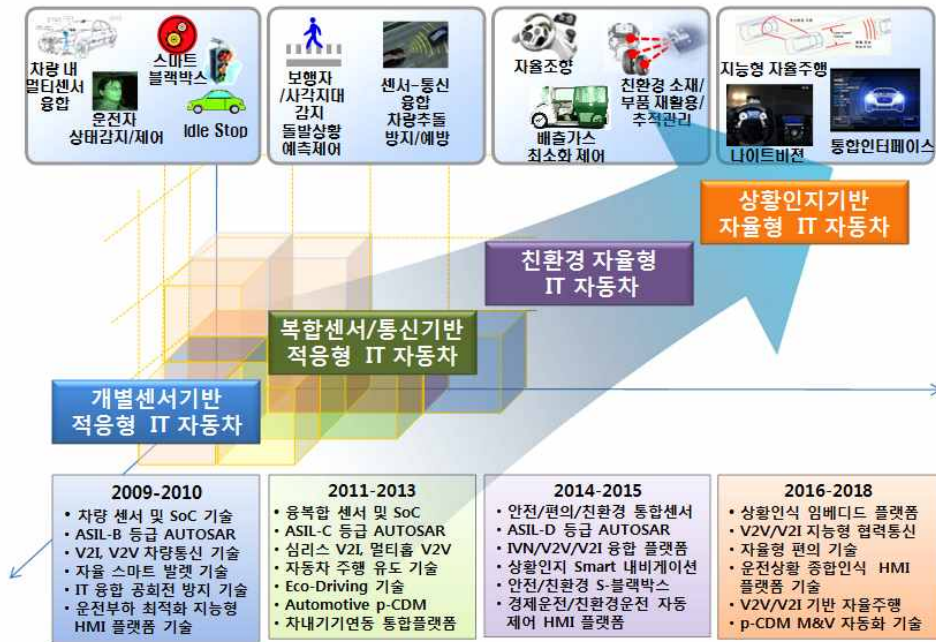
[그림 2-18] 자동차-도로-IT융합의 자율주행자동차 기술 로드맵

- 2009년 4월 발표된 '지식경제부 신성장동력 기술로드맵(IT융합시스템)'의 기술 개발 로드맵에서 '지능형그린자동차'가 6대 STAR 브랜드에 선정되고, 세부 기술로는 다중센서융합 환경인식기술, 차량-인프라 융합주행상황인식 및 주행경로결정' 등의 무인화 핵심요소기술이 포함되어 있음
- 2010년 산업융합원천 기술로드맵에서 인프라연계 통합제어 시스템(2010~2018), 디지털 안전맵 능동안전 시스템(2011~2019), 통합상황인지자율주행 시스템(2014~2019)을 계획하고 연구 및 개발 중임



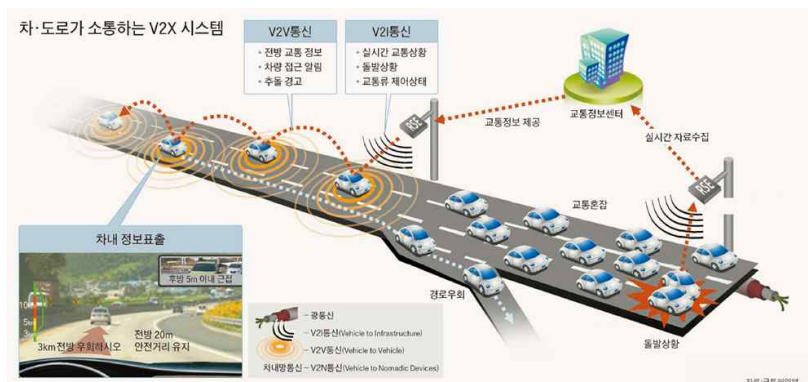
[그림 2-19] 신성장동력 기술로드맵 - IT융합시스템분야

- 또한 미래형자동차 산업의 매크로 로드맵에 따르면 지능형 인간친화 자동차 분야에서는 2006년부터 2012년까지 사고경감 및 탑승자, 보행자 보호/지원 기술 개발을, 2010년부터 2014년까지 자율주행과 관련된 분야의 핵심 모듈 및 부품의 국산화 개발을 하도록 되어 있음
- 정부에서는 자동차 산업의 내부역량으로 국제 경쟁력을 가진 다수의 부품업체들로 구성된 산업 기반과 안정적인 내수시장의 기반이 우수하다는 판단이며, 원천기술 부문의 친환경자동차 기술과 IT 융합 스마트 기술개발 부분에서는 선진업체에 비해 70~80%에 달하는 격차를 보이는 것으로 분석하고 있음



[그림 2-20] 자율주행자동차 관련 미래 자동차 기술발전 전망

- 도로의 교통효율을 담당하는 국토해양부는 2012년, 기존 도로교통 체계에 IT와 자동차 기술을 융합한 '스마트 교통체계(ITS)'를 2020년 전국 도로의 30%로 확대하겠다고 발표함. 이 체계가 확대되면 교통혼잡 사고 및 물류비용의 절감으로 연간 11조 8000억원 이상을 아낄 수 있고, 차량 정체 등에 의한 온실가스 배출이 현재 교통 부문에서 발생하는 배출량에 비해 12% 정도 감소할 것으로 기대
- 국토해양부에서 관심이 있는 기술은 도로-자동차가 소통하는 V2I(Vehicle to Infra), V2V(Vehicle to Vehicle) 통신 기술로서, 일렬로 자동차가 달리다 전방 자동차가 급정거할 경우, 행렬 후방의 운전자 차량에서도 경고음이 울려 대형 추돌 사고를 방지하는 기술이며, 무인자동차 분야에서는 군집 주행, 대열 주행 시스템에 있어서 후방의 무인 자동차를 제어하는 기술로 연구개발 중



[그림 2-21] 자동차-도로가 소통하는 V2X 시스템(국토교통부)

## 나. 국외산업동향

- 1920년대와 1930년대 미국에서는 준 자동운전 시험 시스템 (quasi-autonomous demonstration system)이 radio control 방식으로 시연되었음
- 1980년대 Mercedes-Benz와 Bundeswehr University Munich에서는 EUREKA Prometheus Project를 통하여 차량이 없는 상황에서 vision 기술을 활용하여 63km/h로 주행 가능한 무인 자동차를 만들었으며, 1987년부터 1995년까지 7억5천만 유로를 무인 자동차에 투입함
- 1980년대 미국에서는 DARPA 지원하에 ALV (Autonomous Land Vehicle) 프로젝트를 통하여, 레이저 레이다(laser radar), 컴퓨터 비전, 자동로봇조절장치를 활용하여 31km/h까지 주행이 가능한 최초의 도로주행시연을 성공하였음
- DARPA 주관으로 사막주행을 목표로 하는 2004, 2005 DARPA Grand Challenge와 도심지 완전 자율 주행을 목표로 하는 2007 DARPA Urban Challenge라는 대회를 개최하였음
  - 2004년과 2005년 DARPA Grand Challenge에서는 사막에서 고속 주행이 가능한 무인 자율주행 기술을 개발하는 것이 목표였으며, 2번의 대회를 거쳐 세계 최초로 험로 구간을 제한된 시간 안에 주행하는 완전 자율주행자동차의 기술을 확증하였음
  - 2007 DARPA Urban Challenge에서는 캘리포니아 도로규칙을 준수하면서 60마일 (96km)를 6시간 내에 주행하면서, 교차로, 주차, U-Turn, 추월 등의 미션 및 자율 주행을 통한 차량, 자전거 및 보행자와의 충돌회피 등도 수행목표에 포함되었으며 여러 대학기관에서 완수함. 이는 지능적인 판단으로 실시간으로 다른 차량의 거동을 인식하여 판단하는 소프트웨어 기술개발의 완성을 의미함
  - DARPA 대회에 참가한 팀들은 대부분 DGPS/INS, 2D/3D 레이저 스캐너, 차량용 레이더, 카메라 등 고가의 센서를 적용하여 위치 인식 및 장애물 인식을 구현하였음



[그림 2-22] 2007년 DARPA Urban Challenge의 자율주행자동차의 미션수행 장면들

- 2010년 이탈리아 Vislab에서는 유럽연합 (EU) 지원하에 4대의 자율주행차량이 이탈리아에서 중국까지 12,800km 주행에 성공함
- 많은 차량 제조업체와 연구소에서는 자율주행자동차 개발을 위하여 지속적인 연구를 수행하고 있음(대표적인 참여업체로는 Mercedes-Benz, General Motors, Continental Automotive Systems, Autoliv Inc., Bosch, Nissan, Toyota, Vislab, Oxford University, Google)
- 예를 들어 최근 구글사의 무인 자율주행 자동차 기술개발을 위한 프로젝트가 진행되고 있으며, 이 프로젝트는 현재 구글의 엔지니어로 스탠포드 인공지능 연구소의 이사 및 구글 스트리트 뷰의 공동발명자인 Sebastian Thrun에 의해 주도
  - 구글의 자율주행자동차는 레이저 레이다와 카메라를 통하여 주변을 상세하게 감지하면서 장애물을 인지하고, 실시간으로 항법장치에 의해 맵과 매칭 기술을 이용하여 현재 위치를 인식 할 수 있으며, 핸들이나 브레이크 등이 전자제어장치로 개조되어 프로그램에 의한 제어가 가능함
  - 최근 구글에서는 도요타의 프리우스를 개조하여 미국에서 최초로 구글의 무인자동차가 도로 주행이 가능하도록 허가하는 면허증을 네바다주 교통부가 발급함(2012년 5월)
  - 플로리다 주는 2012년 4월 공공도로에서 자율주행자동차를 테스트 할 수 있도록 허가하였으며, 캘리포니아 주에서도 2012년 9월 테스트 목적으로 자율주행자동차 사용을 법제화함



[그림 2-23] 구글 무인자동차

**[표 2-2] 차량 자동운전 수준(National Highway Traffic Safety Administration 기준)**

| 수준(Level) | 상황                                                                              |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Level 0   | 운전자가 수동으로 차량을 운전 하는 상황                                                          |
| Level 1   | 개별 차량 장치들이 자동으로 작동하는 수준(예를 들어 전자 안정화 장치, 자동브레이크장치)                              |
| Level 2   | 최소한 두 개의 장치가 함께 자동으로 작동하는 상황(예를 들어 어댑티브 크루즈 컨트롤(ACC))                           |
| Level 3   | 운전자가 특정상황에서 안전기능을 담당하는 장치를 완전히 의지할 수 있는 상황(차량은 운전자의 간섭이 요구될 때를 판단하여 운전자 간섭을 허용) |
| Level 4   | 정해진 통행동안 차량이 모든 안전 담당 기능을 자체적으로 수행하는 상황 (운전자의 간섭이 절대적으로 필요치 않으며, 무인자동차 운행도 가능)  |

- 2020년까지 Mercedes-Benz, Audi, Nissan, BMW는 자율주행자동차를 판매할 계획을 가지고 있음
- 개별 차량 위주의 자율주행자동차 개발 이외에, 안전하고 효율적인 교통 전반적인 시스템 운영을 위한 연구가 정부차원에서 이루어지고 있음. 예를 들어 미국의 교통부 (DOT: Department of Transportation) 주관으로 VII(Vehicle Infrastructure Integration) 프로젝트와 자동차 회사를 중심으로 추진하는 VSCC(Vehicle Safety Communication Consortium) 프로젝트를 추진하고 있음
  - VII프로젝트는 교통정보와 차량 안전 서비스를 제공하기 위한 국가 차원의 통신 인프라 구조를 연구하고 있으며 BMW, DCX, Ford, Honda, Nissan 등의 자동차 업체와 Telcordia 통신업체가 참여
  - VII 프로젝트는 차량 간 통신(V2V)과 차량과 노변 기지국간 통신(V2I)을 기반으로 통신 시스템 구조와 엔지니어링, 단말기 플랫폼, 위치 정보 서비스, 망 보안, 시스템 개발 및 시험, 현장 시험 등에 대해 시스템 전반적으로 기술개발을 주도하고 있음
  - 5.9GHz 대역에서 V2V와 V2I통신을 지원할 수 있는 DSRC(Dedicated Short Range Communication) / WAVE(Wireless Access for Vehicle Environments) 기술개발을 추진해 왔고 이를 기반으로 원래 VII(Vehicle Infrastructure Integration)이라는 이름으로 시작하여 2009년에는 IntelliDrive라는 새로운 이름으로 CICAS(Cooperative Intersection Collision Avoidance System)이나 VSC(Vehicle Safety Communication)과 같은 시스템 개발이 이루어지고 있음
- 유럽의 경우 SAFESPOT프로젝트, CVIS(Cooperative Vehicle Infrastructure System) 등과 같은 프로젝트가 진행되고 있으며, 일본에서는 Smart Way, ASV-4(Advanced Safety Vehicle) 프로젝트를 통하여 DSRC 통신을 이용한 ETC(Electronic Toll Collection), 교통정보 제공, 차량 간 충돌경고 서비스를 선보이고 있음

- 미국 California PATH에서는 고속도로 상에서 차량 간 통신 및 차량과 도로 간의 통신을 기반으로 하여 여러 대의 차량이 군집을 이루어 주행하는 군집주행(platooning) 관련 연구가 이루어졌으며, 다섯 단계의 계층적 구조로 구성되어 있음 이중 하위 세 단계는 차량에, 상위 두 단계는 도로 인프라에 구축이 되는 구조임



[그림 2-24] 미국 California PATH 군집주행 관련 사진

- 우선 가장 하위 계층인 물리 계층(physical layer)은 차량에 내장되어 있는 센서 및 액추에이터가 제어 계층(regulation layer)과 정보를 주고받기 위한 모든 인터페이스 소프트웨어를 포함하며 그 위인 제어 계층에서는 주어진 주행모드(maneuver)를 위한 주행궤적(trajjectory)을 생성하고 그 주행궤적을 따라 주행하도록 차량을 제어하기 위한 종횡방향 제어가 포함됨
- 세계적으로 자동차를 경량화하고 전자식제어가 가능하도록 하는 것이 이슈이며, 미국에서는 민간, 군용 비행기용 솔루션을 만드는 회사 등의 지원에 의해 군용차량을 전자제어장치(drive by wire)를 이용하여 경량화를 적용하고 있으며, 이는 기계식으로 동작하는 steering, acceleration, breaking을 전기적인 신호로서 조작하여 무인화를 위한 핵심기술이 개발되고 있음
- 무인자동차 완성품을 위하여 다양한 기술과 센서들이 자동차 제조업체별로 개발이 진행되고 있으며, 이러한 기술은 추후 무인자동차 핵심부품으로 활용될 개연성을 가지고 있음
- Throttle-by-Wire는 센서를 통해 전달되는 페달의 밟힘 정도 정보를 바탕으로 제어 장치가 별도로 Throttle 밸브를 조절하는 시스템으로 Siemens, Bosch 등에서 개발하여 이미 상용차에 적용중임
- Steer-by-Wire 는 전자식 파워 스티어링 시스템으로 '01년 닛산에서 이 시스템을 기반으로 하는 Lane Keeping Support(LKS)를 상용화, 벤츠(Unimog), GM(Hy-wire, Sequel, Mazda Ryuga) 등의 컨셉트카에 적용 시험 중이며 델파이의 Quadrasteer는 상용화되어 일부 트럭에 적용되어 판매됨

- Brake-by-Wire 는 인텔리전트 브레이크 시스템의 일종으로 하나의 모듈 시스템에서 ABS, Traction Control, 페달 Feeling 등을 조정하는 것을 말하며 벤츠(E-class 및 SL models), 도요타(Estima) 등 일부 고급차에 적용되고 있음
- Delphi, Bosch, Continental에서는 기존 ACC용 장거리 레이더와 Stop & Go를 위한 근거리 레이더를 하나의 센서로 통합하여 근거리 및 중장거리 융합 레이더 센서에 대하여 현재 상용화가 진행 중임
- 융합 레이더 센서는 전방 충돌에 대한 경고(Forward Collision Warning) 및 충돌 방지를 차량의 능동 제어가 가능하게 하여 차량의 충돌에 대한 안전성을 증대시킴
- 미국 NHTSA에서는 NCAP(New Car Assessment Program)개정안을 공고하였고 (2008년 7월), 미국 NTSB(전미교통안전위원회)에서는 최근 전방 충돌 경고장치, 자동긴급제동시스템, 주행안정화컨트롤 등 주로 고급형 자동차 모델에 선택사양으로 제공되고 있는 기술들에 대해서 의무화해야 한다고 주장하고 있음

## 4. 무인대리주차시스템

### 가. 국내산업동향

#### (1) 자동주차시스템

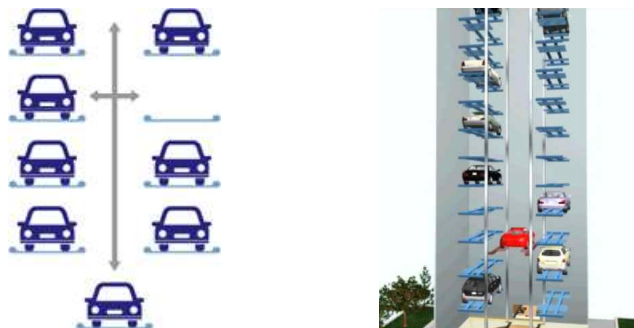
- 운전자가 주차장 입구까지 차량을 운전하고 주차하고 시동을 끄고 내리면, 이후 자동주차시스템에 의해서 차량이 랜덤하게 주차되어 지는 방식
- 주차장에 근접해서 승·하차 하는 대표적인 경우는 기계식 주차설비를 이용하는 경우임
  - 국내에서 대표적으로 기계식 주차설비를 담당하는 업체는 현대엘리베이터, OTIS가 있음
  - 현대엘리베이터에서는 자동차 주차시스템을 승강기식, 평면왕복식, 다층순환방식, 대규모 입체주차설비, 2단식/다단식으로 구분하고 있음
  - OTIS에서는 엘리베이터방식(체인/로프), 수직순환방식, 평면왕복식, 다층순환방식, 승강횡행방식 등으로 구분하고 있음
- 국내업체들의 구분방식에 따라 다음과 같이 기계식 주차설비를 구분할 수 있음

[표 2-3] 기계식 주차설비 분류

| 구분    |         | 내용                                                                |
|-------|---------|-------------------------------------------------------------------|
| 승강기방식 |         | 2층 이상으로 배치되어 있는 고정된 주차구획에 승강기를 통해 자동차를 운반하여 주차시키는 형식              |
| 로터리방식 | 수직순환방식  | 주차구획에 자동차를 입차시킨 후 그 주차구획을 수직으로 순환 이동케 하여 자동차를 주차시키는 형식            |
|       | 수평순환방식  | 주차구획에 자동차를 입차시킨 후 그 주차구획을 수평으로 순환 이동케 하여 자동차를 주차시키는 방식            |
|       | 다층순환방식  | 주차구획에 자동차를 입차시킨 후, 그 주차구를 다층으로 된 공간에 상하 및 수평으로 순환 이동케 하여 주차시키는 방식 |
| 기타    | 평면왕복방식  | 파레트를 이용하여 주차층에 수직이동, 이동대차로 주차실에 이송하여 주차시키는 방식, 입출고가 분리            |
|       | 2단·다단방식 | 2단 혹은 다단으로 되어 있는 고정된 주차구획에 승강 장치에 의해 자동차를 주차하는 방식                 |

○ 승강기방식

- 입·출고 시간이 빠르며 입고는 물론 출고 시에도 전진운전이 가능한 90°, 180° 턴 테이블 방식

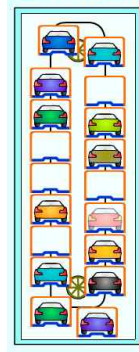
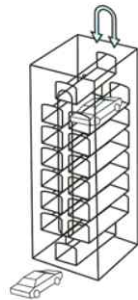


[그림 2-25] 승강기 방식 예시

- 진동과 소음이 적고 전기료가 적게 들며 승·하차 공간이 넓고 쾌적하며, 조작방법이 간단하여 이용객이 편안하게 이용할 수 있음
- 주로 중대형 빌딩 및 주차전용 빌딩, 건물내장형에서 사용됨
- 설치사례
  - 영등포 신세계백화점 (서울시 영등포구 / 126대)
  - 세울스타호텔 (서울시 강남구 논현동 / 40대)
  - 이대목동병원 (서울시 양천구 목동 / 600대)
  - 부천 상동 공영주차장 (부천 / 138대)
  - 한양대 구리병원 (경기도 구리시 교문동 / 152대)

○ 수직순환방식 (로터리방식)

- 주차 구획에 자동차를 입고시킨 후 수직으로 순환시켜 주차하는 방식으로, 가장 많이 알려진 기계식 주차 시스템
- 입출고 시간이 1분 이하로 짧아 출퇴근 및 행사 등 주차 수요가 일시적으로 집중될 때 탁월한 기능을 발휘함
- 설치사례
  - 압구정 디자이너클럽 (서울시 강남구 청담동 / 120대)
  - 종로 시네코아 (서울시 종로구 관철동 / 52대)
  - 미라보 관광호텔 (서울시 서대문구 대현동 / 24대) 등



[그림 2-26] 수직순환방식 예시

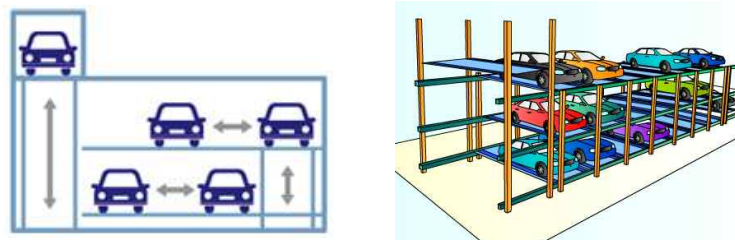
○ 수평순환방식 (로터리방식)

- 다수의 운반기를 평면상에 2열, 또는 그 이상으로 배열하여 임의의 2열간의 양단에 운반기를 수평순환시켜 주차하는 방식
- 양단의 순환방식에 따라 원형순환방식 (운반기를 원호운동시켜 순환)과 각형순환방식(운반기를 직선운동시켜 순환)이 있음
- 차량 입출고시 리프트와 종행 횡행의 동시 구동으로 입출고 시간 단축
- 다층 순환 방식의 복렬화한 설비로써 공간 활용을 최대화시킴
- PC 시뮬레이션으로 동작 상황을 한 눈에 알 수 있어 관리에 편리성
- 설치사례
  - 윤진빌딩 (42대)
  - 경주이씨빌딩 (20대)
  - 서초그랜드 (33대)
  - 현대프라자 (58대) 등

○ 다층순환방식 (로터리방식)

- 주차 구획에 자동차를 입고시킨 후 주차 위치까지 수직 이동한 다음 각층으로 순환시키는 방식

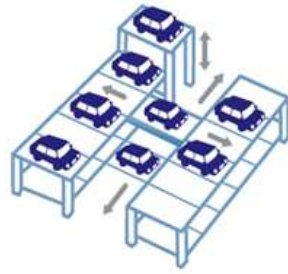
- Pallet를 2~6단으로 배치하여 주차용량을 증가시킬 수 있어 출구가 제한된 지하 주차공간을 최대한 효율적으로 이용할 수 있음
- 입고시킨 차량을 상하로 운반하는 리프트와 좌우로 운반하는 횡행장치로 구성되어 있으며, 주로 중소형 빌딩의 지하 공간을 활용함
- 상·하·좌·우·중간 등 방향에 관계없이 입·출고를 선택할 수 있는 장점이 있으며, 출입구 배치도 다양하게 선택할 수 있음
- 중소형 빌딩의 지하 공간 활용 및 2~6단 구성 가능
- 설치사례
  - 서울시 강남구 삼성동 LG 트윈텔 (서울시 강남구 삼성동 / 107대)
  - 분당 동양 그라테아 오피스텔 (경기도 성남시 분당구 수내동 / 88대)
  - 부천 대우 센트럴파크 (경기도 부천시 원미구 중동 / 41대)
  - 일산 굿모닝 법조타운 (경기도 고양시 일산구 장항동 / 46대)



[그림 2-27] 수평순환방식 예시

#### ○ 평면왕복방식 (기타방식)

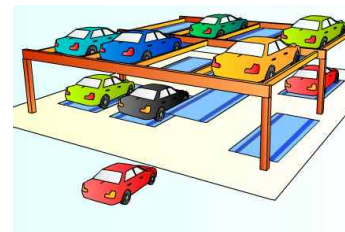
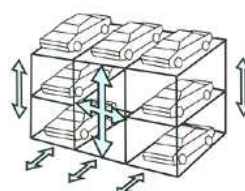
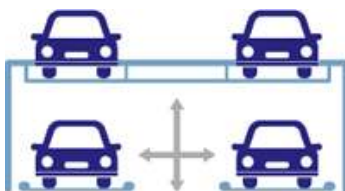
- 한정된 지하공간에 보다 많은 차량을 신속하고 안전하게 주차시킬 수 있는 최신의 기계식 입체주차설비
- 다수의 주차 층을 1기 또는 2기 이상의 승강 리프트가 분담처리하며, 주차 층마다 독립적으로 차량을 반송하는 대차(Cart)가 설치되어 2개 이상의 카트(Cart)와 승강 리프트가 동시에 횡행과 승·하강을 반복하므로 입출고 속도가 빠름
- 주차 열을 직·병렬로 확장할 수 있어 대규모주차설비가 가능하고 지하주차공간의 이용을 극대화할 수 있음
- 빌딩, 공원, 도로 등의 지하 공간 활용이 가능하며, 연립설치를 통해 수천 대까지 수용 가능
- 설치사례
  - 삼성동 OTC빌딩 (서울시 강남구 삼성동 / 68대)
  - 천안대학교 대학원 (서울시 서초구 방배동 / 72대)
  - 르메이에르 강남타운 (서울시 관악구 남현동 / 108대)
  - 부산 해운대 베스타온천사우나 (부산 해운대 / 78대)



[그림 2-28] 평면확장방식 예시

○ 2단·다단방식 (기타방식)

- 하단의 Pallet는 빈 공간으로 횡행이동하고 상단의 Pallet는 승·하강함으로써 하단의 차를 빼지 않고도 상단의 차를 입출고시킬 수 있는 주차시스템
- 주로 중대형 빌딩의 지하공간에 2~3열 연립 배치하여 주차공간을 확보할 때 사용되는 방식이며, 공간 효율성이 뛰어날 뿐만 아니라 고장률도 낮고 설치비용도 저렴함
- 중대형빌딩의 지하 공간을 활용하며, 중렬 또는 연립 설치하여 수백 대까지 수용 가능
- 설치사례
  - 여의도 LG 트윈타워 (서울시 영등포구 여의도 / 700대)
  - 강남 리츠칼튼호텔 (서울시 강남구 역삼동 / 312대)



[그림 2-29] 2단·다단방식 예시

(2) 차량용 자동주차 보조장치

- 차량자동주차는 차량주행의 일부분으로 주차공간에 평행주차, 직각주차, 각도주차를 수행할 수 있는 기술
- 국내의 자동주차기술은 국외의 자동주차기술에 비해 늦게 시작되었지만, 최근 독자 개발을 통해 평행주차기술 이외에 직각주차기술을 개발함으로써 국외에 뒤지지 않는 기술력을 확보하고 있으며, 해외시장에서도 우위를 점할 수 있는 수준으로 개발되고 있음
  - 국내 차량에도 자동주차보조시스템이 적용되어 판매되고 있으며, 최근 국내에서 개발된 연구에 따르면 무인으로 자동주차가 가능한 차량이 상용화될 것으로 기대됨
- 한국전자통신연구원(ETRI)에서는 최근 자동발렛주차시스템을 개발

- 스마트폰으로 명령만 내리면 자동차가 스스로 빈 주차공간을 찾아 정확히 주차 후 스마트폰으로 주차된 위치와 주변 영상 전송
- 차량에 5개의 카메라 센서, 10여개의 초음파 센서가 달려있고 주차면에도 미리 센서를 설치하여, 완전 자동 주차를 유도하는 기술
- 주변에 다른 차량과 같은 장애물 유무와 상관없이 영상 센서를 사용, 자동주차 가능함
- 주차장내 지도 등이 선행적으로 완비된 자동주차관리시스템에 적용되어야 이용이 가능하며, 주차장 인근에 도착했을 때 ‘앱’을 통해 해당 주차장의 지도를 다운받아 무인발렛주차 가능하게 되는 원리
- 지능형 자동차와 도로 인프라 기반 IT기술이 융합해 새로운 고부가가치 서비스를 만든 교통약자 지원의 핵심원천기술이라 할 수 있으며, 세계적인 자동차들과 경쟁하고 있는 기술로 향후 5년 내에 상용화가 가능할 것으로 예상됨



(출처:ETRI 보도자료 2013.11.26)

**[그림 2-30] ETRI가 개발에 성공한 무인발렛주차 시스템 개요도**

- 국내에는 산학연을 중심으로 핵심 기술 확보를 위한 연구개발 수행 중임
  - 국방부와 교육과학기술부 협력 과제인 “네트워크 기반의 다목적 견마로봇 기술” 연구는 자율화 기술 4단계(기동점 주행)를 확보하고 있는 상태
  - “다중센서기반 자율주행 기술”연구는 지상 무인전투체계에 공통적으로 적용될 6단계(제한 자율 주행) 기술을 확보하기 위해 연구 중
- (주)만도에서 자동주차보조시스템을 개발

- MANDO Central R&D Center 연구를 바탕으로 2010년 (주)만도가 초음파 센서를 이용해 주차공간을 인식한 후 전자제어조향장치를 제어하여 차량을 주차공간에 자동으로 평행 및 직각 주차시키는 운전자 보조시스템인 '자동주차시스템 SPAS (Smart Parking Assist System)'을 개발하였음



[그림 2-31] 만도에서 개발한 자동주차보조시스템 SPAS

- 자동주차시스템은 2010년 개발된 이후로 국내자동차(현대, 기아자동차)에 도입되고 있으며, 최근에는 준중형차량에도 직접 개발한 직각주차기술이 적용된 어드밴스드 (Advanced) SPAS가 적용되어 판매가 되고 있음

### (3) 전자동 자동주차 시스템

- 운전자가 차량을 주차장까지 옮긴 후 자동주차하는 연구는 많은 진척이 있었으나, 차량을 주차장까지 자동으로 이동하는 기술은 아직까지 많은 연구가 되어 있지 않음
- 하지만, 자율주행자동차 개발에 따라 이러한 어려움은 미래에 쉽게 해결될 수 있을 것으로 판단됨

#### (4) 자율주행자동차 이전에 적용 가능한 기술

- 자율주행자동차가 보편화되기 전에 차량을 주차장까지 자동으로 이동할 수 있는 기술에 대한 검토가 필요함
- 국내에서는 현대·기아차 남양연구소에서 열린 '2013년 R&D 아이디어 페스티벌'에서 소형로봇을 활용하여 차량을 들어올려 자유자재로 이동하여 주차할 수 있는 미니주차 로봇을 출시
  - 미니주차로봇을 활용하여 차량을 들어, 차량 이동통로를 통하여 주차공간까지 이동을 고려할 수 있음



[그림 2-32] (좌) 미니주차로봇 준비단계 (우) 미니로봇 분리에 의한 차량 리프팅 모습

- 컨베이어의 다른 형태로서 컨테이너를 보다 효율적이고 안전하게 수송하기 위한 컨테이너 자동수송체계(AUTOCON) 기술이 개발됨
  - 하역구간에서는 정차시키지 않고 어코디언식 기계적 원리로만 컨테이너 대차를 저속 운행시킨 뒤 컨테이너를 자동 하역하는 세계 최초로 시도되는 기술
  - 고속도로, 철도변 부지의 활용과 태양광발전 자체 충당도 가능
  - 고단적 컨테이너 적재 시스템과의 연계를 통해 철도수송이나 도로수송 등 다른 수송수단과의 원활한 연계도 가능
  - 현재 시범사업구간(의왕~부강, 112km), 전체사업 구간(의왕~양산, 387km)
  - 컨테이너 자동수송체계를 차량 주차시스템으로 적용하게 되면 차량수요가 많은 곳에 적용이 가능할 것으로 예상되며 컨테이너 적재시스템이 철도와 연계될 수 있는 것을 고려할 때 철도역 인근에 설치가 가능할 것으로 예상됨
- 산업전반에 걸쳐 컨베이어 (Conveyor)를 활용한 이동장치들이 많이 설비 되었으며, 컨베이어는 다양한 형태의 물체들을 안전하게 이동시키는데 유용하게 활용되고 있음
  - 주로 컨베이어는 제조분야에서 자동차, 항공, 컴퓨터 등에서 활용되고 있으며, 가공생산분야인 식료품 및 포장업체 등에서 활용되고 있음
  - 컨베이어는 수송하고자 하는 물체에 따라 다양하게 설계될 수 있음

○ 자동세차기의 차량 이송용 컨베이어

- 차량 자동세차기는 차량을 각 공정별로 이송시키는 차량 이송용 컨베이어를 구비하고 있음
- 차량 이송용 컨베이어에는 차량의 이동방향을 안내하는 가이드 프레임과 가이드 프레임 내부에서 순환하는 체인벨트, 체인벨트를 따라 순환하며 타이어의 후방에 접촉하여 차량을 이동시키는 푸시롤러가 설치됨
- 차량 이송용 컨베이어의 연속적인 설치를 통해 운전자가 하차한 차량을 주차장으로 이동시키는 형태를 고려해 볼 수 있음

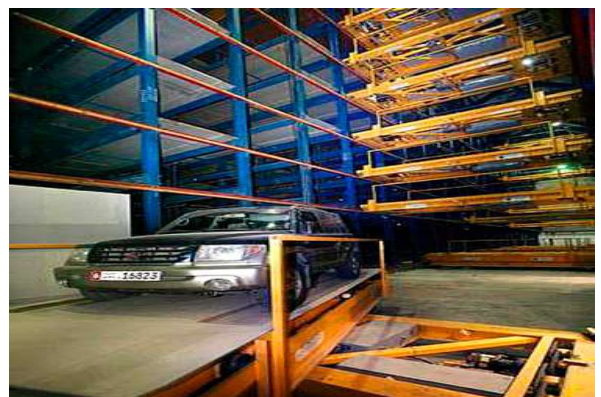
## 나. 국외산업동향

### (1) 자동주차시스템

- 초기의 자동주차시스템은 1905년 프랑스 파리에서 다층콘크리트 구조물에 엘리베이터를 활용하여 시작됨
- 1920년대 대회전관람차 방식 (Ferris wheel-like automated parking system)에 의한 자동주차로 1,000대 이상의 차량을 수용할 수 있는 주차타워 건립
- 1940년대 후반부터 미국에서 자동주차시스템 관심이 증가하였고, 1990년대 기존 대회전관람차 방식의 단점을 보완한 시스템을 개발하고, 2012년 기준 25개의 자동주차타워를 건립을 추진 (거의 6,000개 주차공간 확보)
- 아시아 지역에서는 1970년대부터 자동주차시스템이 도입되었고, 일본의 경우 현재 160만 주차공간을 자동주차시스템으로 확보하고 있음
- 자동주차설비의 예로서, 독일 Autostadt에 건축된 Volkswagen의 주차타워 와 UAE의 두바이에 설비된 Robotic Parking Garage를 들 수 있음



[그림 2-33] Car Silos at the Autostadt at  
Wolfsburg, Germany



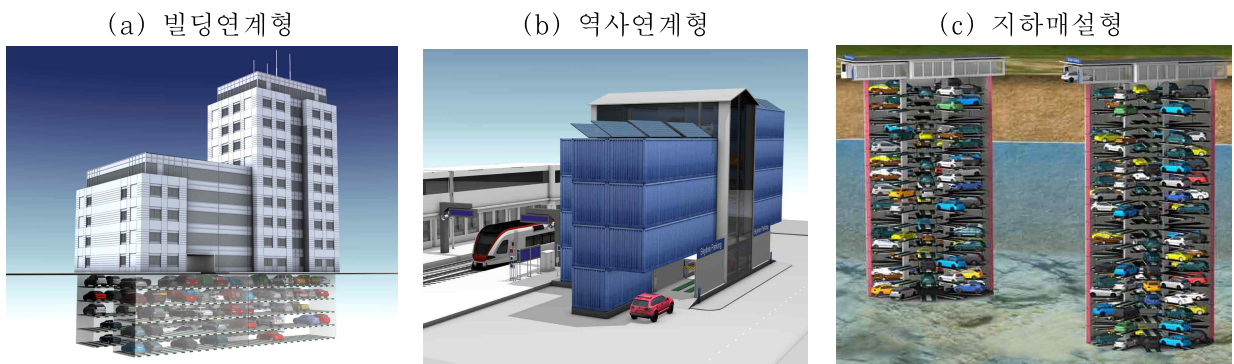
[그림 2-34] Robotic Parking Garage at Dubai,  
UAE

- Volkswagen의 주차타워: 신차를 고객에게 인도하기 이전에 차량을 보관하는 주차타워로서, 고객에게 인도될 신차의 주행미터계가 0을 가리키도록 입차와 출차를 완전 자동화한 주차시스템
- Dubai의 Robotic Parking Garage: 운전자가 주차할 차량을 차량 운송장치에 놓고 내리면, 수직/수평 이송로봇에 의하여 차량이 자동으로 주차위치로 이송되는 시스템으로서 이러한 시스템은 현재 보편화되어 있음
- 자동주차설비에 이용되는 운송기계장치의 최소화 및 주차공간의 최소화를 위하여 보통 여러 층을 이용하는 방식이 사용됨
- 자동주차설비 기술의 예 (1) : Skyline Parking®
  - 자동주차설비 기술을 보유한 스위스의 Skyline Parking® 사에 의하면 자동주차설비의 기본 모듈을 아래 그림의 두 가지 방식으로 제공됨
  - Volkswagen의 주차타워는 [그림 2-35]의 오른쪽 기본모듈이 채택됨



**[그림 2-35] 자동주차설비의 기본모듈**

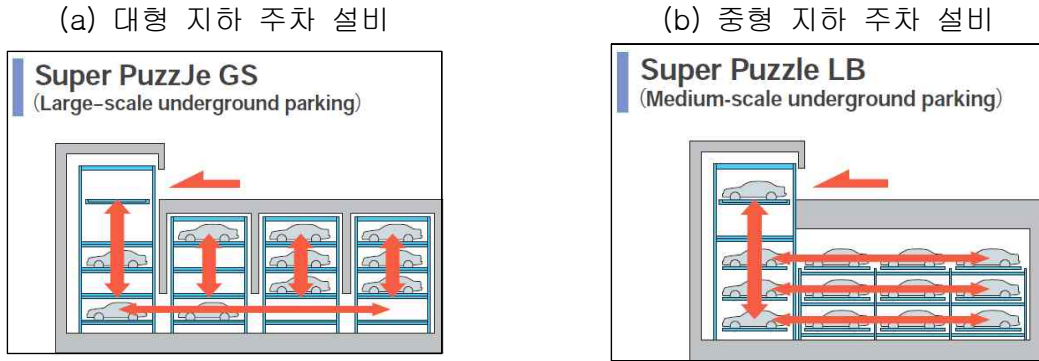
- 자동주차설비의 3가지 설계 예는 [그림 2-36]에 도시되어 있으며, 이 중 (a)는 빌딩 지하에 설치된 예, (b)는 철도 역사와 연계하여 설치된 예, 그리고 (c)는 16m 지름으로 지하에 매설된 예를 나타냄



**[그림 2-36] 자동주차설비의 다양한 설치 예 - Skyline parking**

○ 자동주차설비 기술의 예 (2) : Fuji

- Fuji에서 제공한 자동주차설비 기술은 [그림 2-37]의 (a) 대형 지하 주차 설비와 (b) 중형 지하 주차 설비가 있음



[그림 2-37] 자동주차설비의 규모에 따른 기술 - Fuji

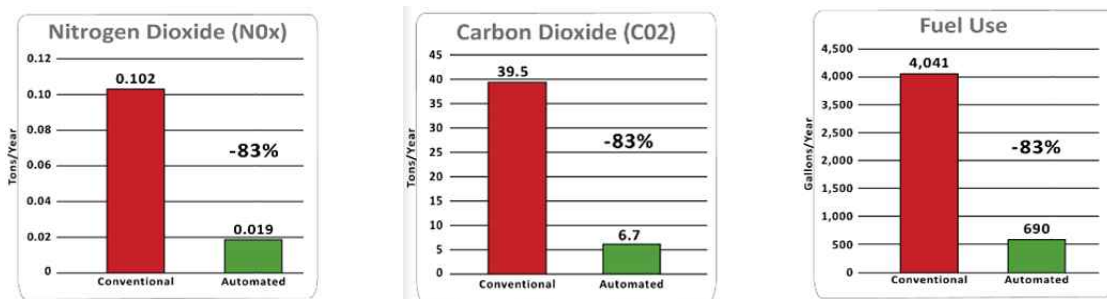
○ 자동주차설비 기술의 예 (3) : UNITRONICS®

- 자동주차설비 기술을 보유한 UNITRONICS® 사에 의하면 자동주차설비에 의해서 기존의 주차장에 비해서 2~3배의 용량을 처리할 수 있음

[표 2-4] 주차용량 비교(예)

| 길이 * 폭  |      | 24 m × 30 m |                |      |
|---------|------|-------------|----------------|------|
| 주차시스템   |      | 자동주차설비      | 기존주차장<br>(운전자) | 주차비율 |
| 높이 또는 폭 | 11 m | 165         | 63             | 2.6  |
|         | 15 m | 236         | 98             | 2.4  |
|         | 21 m | 342         | 138            | 2.5  |

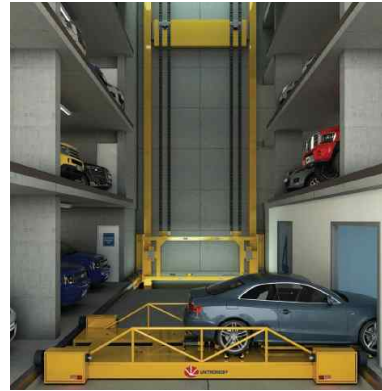
- 자동주차설비를 통해 기존주차타원방식에 비해서 83% 절감하는 환경적 이득을 얻을 수 있음



[그림 2-38] 자동주차설비를 통한 환경적 이점

※ 자료 : National Parking Association PARKING magazine, vol.48, The Garage of the Future Must be Green, Samuel I. Schwatz, P.E.

- UNITRONICS®의 자동주차설비 설치예정인 West Hollywood의 설치조감도와 적용된 자동주차설비는 [그림 2-39]와 같음



UNITRONICS의 설치조감도(West Hollywood)

자동주차설비

[그림 2-39] UNITRONICS®의 설치조감도 및 자동주차설비

- [표 2-5]는 기존주차타워와 자동주차설비 건설에 따른 비용을 비교하고 있음
  - 자동주차설비와 기존 다층주차건물의 비용적 측면은 용량, 지가, 토지형태, 주차장 출입구 개수, 주차요금, 환경적 요소 등 다양한 변수에 의해서 단순히 비교하기는 어려움
  - 순수건설비만 비교하였을 시, 주차면당 건설비용은 Freestanding above grade 방식을 제외하고 자동주차설비가 기존 주차타워에 비하여 평균 20% 건설비가 절감됨
  - 지가 및 주차장 토지의 기회비용까지 고려하였을 시, Freestanding above grade 방식은 주차면당 건설비용이 자동주차설비가 기존주차타워방식보다 약 5% 비용절감 효과가 있음

[표 2-5] 기존주차타워와 자동주차설비 비용 비교

| 비용 항목               | 적용모델                       | 형태     | 주차 가능대수 | 주차면 당 공간 (sq-ft) | 건설비용        | 주차면당 건설비용 |
|---------------------|----------------------------|--------|---------|------------------|-------------|-----------|
| 건설비만 고려 시           | Freestanding Above Grade   | 기존주차타워 | 200     | 320              | \$3,200,000 | \$16,000  |
|                     |                            | 자동주차설비 | 200     | 225              | \$5,225,000 | \$26,125  |
|                     | Below Building Above Grade | 기존주차타워 | 200     | 450              | \$6,750,000 | \$33,750  |
|                     |                            | 자동주차설비 | 200     | 225              | \$6,125,000 | \$30,625  |
|                     | Below Building Below Grade | 기존주차타워 | 200     | 450              | \$9,450,000 | \$47,250  |
|                     |                            | 자동주차설비 | 200     | 225              | \$7,025,000 | \$35,125  |
| 건설비+ 토지비용 (기회비용 포함) | Freestanding Above Grade   | 기존주차타워 | 203     | 445              | \$6,000,000 | \$29,600  |
|                     |                            | 자동주차설비 | 217     | 268              | \$6,200,000 | \$28,200  |

참고문헌: Monahan, Don (2012), "Man vs Maching: Is Robotic Parking Right for Your Project?", International Parking Institute (2012)

- 자동주차설비는 현재 자동차에만 국한되지 않으며, 자전거 이용자 편리성을 고려한 자전거 자동주차타워도 세계적으로 건립이 되어가는 추세임
- 자전거 이용자의 확대로 자전거 주차타워는 세계적으로 보편화 되어가는 추세임
- 예를 들어, 벨로 (Velo)가 히라데츠 크탈로벡 (Hardec Kralove) 철도역사 근처에 설치한 자전거 자동주차 시스템은 7군데 랙을 중심으로 117대 자전거가 수용가능하며, 자전거가 주차되는데 30초 정도 시간이 소요됨 ([그림 2-40] 참조)
- 2008년 이후 일본 도쿄에는 144대 자전거 용량을 가지는 2군데 자전거 자동 주차 공간 확보



[그림 2-40] (좌) 자전거 자동 주차타워 조감도 (우) 체코 히라데츠 크탈로벡 (Hardec Kralove) 자동 자전거 보관소

## (2) 차량용 자동주차 보조장치

- 국외의 자동주차기술은 1934년에 처음 제안되었으며, 1990년대에 이르러서 평행주차를 자동으로 할 수 있는 실험모형이 만들어짐
- 초기 자동차 주차 보조장치는 1934년 각 차량바퀴에 잭(jack)을 활용하여, 차체를 들어 올려 주차 가능한 공간으로 차량을 움직이는 기술
- 자동주차보조장치 원형 (prototype)은 1990년 중반 프랑스 Ligier의 INRIA (French Institute for Research in Computer Science and Automation)에서 평행주차 가능할 수 있도록 개발되어, 2000년 초반 직각주차까지 확대함
- 1992년에 Volkswagen에서 운전자가 하차한 이후 평행주차 전 과정을 자동으로 하는 기술을 제안하였음
- 2004년에 스웨덴의 Linköping 대학에서 Volvo와 함께 컴퓨터와 센서를 통해 운전 조작 및 가속과 브레이크 조작이 가능하도록 하는 프로젝트를 수행

- 많은 자동차제조업체에서 경쟁적으로 차량의 편의성과 기술력을 홍보하고자 자동 주차보조장치를 탑재한 차량을 선보임
  - Toyota는 2003년에 Prius hybrid 차량에 자동평행주차가 가능한 'Intelligent Parking Assist'을 탑재하였음
  - Lexus는 2006년에 평행주차와 후진직각주차가 가능한 자가주차시스템을 Lexus LS 세단에 탑재하였음



**[그림 2-41] Lexus Automatic Parking**

- Ford는 2009년에 평행주차를 할 수 있는 Active Park Assist를 Lincoln 차량에 탑재하였음
- BMW는 2010년에 평행주차가 가능한 Parking Assistant를 5-시리즈에 탑재하였음
- Ford사는 2010 Lincoln MKT/MKS 차량에 downhill에도 적용가능한 'Active Park Assist' 시스템을 탑재하였음
- BMW는 750i시리즈에 카메라(차고에 반사경이용)를 이용한 'Remote Park Assist' 시스템과 6세대 3-시리즈에 parking assistant로 불리는 시스템을 탑재하고 있음
- 혼다에서는 초음파센서를 이용하여 reverse parking과 parallel parking을 지원하는 'Smart Parking Assist System'을 개발하였음



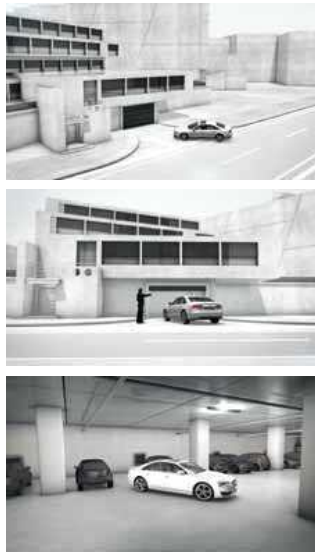
**[그림 2-42] Honda 'Smart Parking Assist System'**

- Benz는 초음파센서를 이용한 'Active Parking Assist and Parktronic' 시스템을 개발 하였음(차량용 Radar를 이용한 시스템도 개발)
- Toyota와 Lexus는 advanced parking assistant를 Toyota Prius V와 Lexus LS460, LS460L 차량에 탑재하였음
- Volkswagen은 Passat, Tiguan, Golf등의 차종에 초음파센서를 이용하여 평행 주차 기능을 제공하는 'ParkAssist' 시스템을 탑재하였으며, 후진 주차를 자동으로 수행 하는 'Park Assist Vision' 시스템을 개발 중

### (3) 전자동 자동주차 시스템

- Audi의 자동주차기술은 Piloted driving 기술을 이용하여 차량을 주차장 앞까지 이동할 수 있으며, Piloted parking 기술을 활용하여 차량을 주차공간에 주차하는 기술
  - 아우디가 선보인 Piloted driving은 제한된 시간 동안 운전자의 개입 없이 자동으로 운전할 수 있는 기술로서, 0~60km/h의 속도구간에서 핸들, 브레이크 및 액셀의 조작이 일정 수준에서 자동으로 조작될 수 있도록 한 기술임
  - 아우디의 Piloted driving 기술은, 적응형 크루즈 컨트롤부, 측면부 안내부(lateral guidance), 차량 전단부에 설치된 2개의 레이더 센서, 차선·보행자·타차량·가이드 레일 감지용 광각 비디오 카메라, 차량의 전단부와 전방향 측부를 탐지하는 8개의 초음파 센서 및 차량 앞의 80m까지 140도 각도로 고정밀 감지데이터를 제공하는 레이저 스캐너 등의 장비를 이용하여 구현됨
  - 아우디의 Piloted parking 기술은 운전자가 하차할 수 없을 정도의 좁은 공간에 주차하는 경우, 운전자가 주차장 앞에서 차량의 시동을 켜 놓은 상태에서 차량에서 하차하고, 원격조정장치 또는 스마트폰과 같은 기기를 이용하여 차량을 전진 또는 후진시켜서 주차하면 차량의 엔진이 자동 정지되는 기술로서, 이미 Audi Forum Ingolstadt 주차장에 이 시스템을 도입하였음
  - 아우디가 개발한 이 기술은 향후 복수 개의 층에서도 작동할 수 있도록 계획 중임

### <차량입고>



### <차량출고>



[그림 2-43] 아우디의 Piloted Parking

- 최근 Stanford대학의 VAIL(Volkswagen Automotive Innovation Laboratory)에서는 Autonomous Valet Parking System을 선보였음
  - Volkswagen Passat를 기반으로 제작되었으며, 전방에 설치된 radar(ACC에도 활용가능), rear view mirror 앞에 장착된 카메라(night driving assistance에도 활용가능)와, 양쪽에 설치된 LIDAR를 활용하여 주차 공간을 검출하며, 제어를 위해 computer rach이 trunk에 설치됨. 현재 인프라와 연계기능 및 장애물 검출 기능이 없으며, 주차장에 대한 자세한 map을 필요로 함



[그림 2-44] VAIL의 Autonomous Valet Parking System

- 불보에서는 자율주행기술을 접목한 자동주차기술을 2015 XC90에 탑재하기로 결정함
  - 차량 자체적으로 주차공간을 찾아서 차량을 주차하고, 차량호출이 있을 시 운전자를 직접 픽업(pick-up) 하는 기술
  - 차량과 주차시설간의 통신에 의해서 작동하기에, 기술의 활용을 위해서 주차장 근처에서 V2V 와 V2I 기술이 확보되어야 함

## 5. 자동차 공유이용(Car-sharing)

### 가. 국내산업동향

- 우리나라에서는 전국적으로 운영되고 있는 카셰어링 사업은 그린카 (greencar)와 쏘카(socar)가 있음
- 그린카는 수도권인 서울, 경기, 인천 지역과 부산, 대구, 대전 일부지역과 세종시, 충남 천안시에서 이용할 수 있으며, 서울지역에 가장 많은 서비스를 제공하고 있음

**[표 2-6] 지역별 그린카 서비스 지점**

| 지역  | 서울  | 경기  | 인천 | 대전 | 부산 | 대구 | 세종 | 충남(천안) |
|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|--------|
| 지점수 | 382 | 104 | 73 | 9  | 12 | 1  | 1  | 1      |

- 쏘카는 그린카와 유사하게 수도권지역(서울, 경기, 인천)에 가장 많은 지점을 보유하고 있고 그 이외에 부산·경남, 대구·경북, 제주 일부지역에 서비스를 제공하고 있음
- 이외에도 국내에서 운영되고 있는 카셰어링 관련 업체는 씨티카, 세이브카(savecar), (주)한국카셰어링, AJ렌터카 카셰어링 등이 있으며, 대부분 서울지역을 중심으로 운영되고 있음
- 운영방식은 서비스 회사에 회원가입한 이용자가 인터넷·모바일 등을 통해 가까운 서비스 주차장에 있는 차량을 예약한 다음 직접 찾아가서 이용하는 방식이며 요금은 이용한 시간만큼 지불함
- 국내에서 가장 많은 지점을 보유하고 있는 서울시 나눔카<sup>10)</sup>를 통하여 자동차 공유이용 현황을 살펴봄
- 서울시가 시내 교통 혼잡과 주차난을 완화하고 교통 분야 공유문화 확산을 위해 민간사업자와 협력하여 추진하고 있는 승용차 공유이용 서비스
- 일반차량과 전기차량 서비스, 크게 두 가지로 분류되며 일반차량은 2013년 2월부터 2개사와 협력하여 서비스 중이고, 전기차량 서비스는 4개사와 협력해 2013년 5월부터 서비스 하고 있음

10) 서울시 보도자료(2013.09.12) 참고

**[표 2-7] 나눔카 사업자 현황**

| 구분           | 사업자             | 브랜드명 |
|--------------|-----------------|------|
| 일반차량 나눔카 서비스 | (주)그린포인트 컨소시엄   | 그린카  |
|              | (주)쏘카           | 쏘카   |
| 전기차량 나눔카 서비스 | (주)엘지씨앤에스 컨소시엄  | 씨티카  |
|              | (주)한카 컨소시엄      | 한카   |
|              | (주)케이티렌탈 컨소시엄   |      |
|              | 코레일네트웍스(주) 컨소시엄 | 유카   |

- 나눔카 서비스 가입 회원 수는 109,646명(2013년 8월 기준)으로 본격적으로 서비스를 시작한 2013년 2월 이후 지금까지 총 100,415명(일평균 680명)이 이용
- 일반차량의 경우, 2013년 2월 서비스 개시 이후 6개월 간 95,135명 (일평균 586명)이 이용했으며, 전기차량 나눔카 서비스는 2013년 5월부터 4개월 간 5,280명(일평균 94명)이 이용

**[표 2-8] 나눔카 운영규모 및 현황**

| 구 분  | 나눔카 운영규모  |          | 회원 수(명) | 누적 이용자수 (명) | 일평균 이용자수 (명) |
|------|-----------|----------|---------|-------------|--------------|
|      | 운영지점 (개소) | 차량대수 (대) |         |             |              |
| 합 계  | 343       | 618      | 109,646 | 100,415     | 680          |
| 일반차량 | 292       | 486      | 97,485  | 95,135      | 586          |
| 전기차량 | 59        | 132      | 12,161  | 5,280       | 94           |

※'나눔카 운영규모 운영지점 합계'는 사업자별 중복되는 주차장을 고려한 개소수임

- 서울시는 설문 조사 결과, 나눔카 차량을 더 늘렸으면 좋겠다는 시민 의견을 수렴 하여 2013년 말까지 나눔카 1천대 확보를 목표로 단계적으로 차량수를 늘리기로 하였으며, 민간 협력사업자와 협의하여 신규 차량 1백30여대를 마포·구로·은평·성동·서초구청 등 5개 공공청사와 자치구 공영주차장을 대상으로 서비스를 확대 할 예정임 (2.4대/동 꼴로 서비스 확대할 예정)
- 다음으로 2013년 12월까지 자치구 공영주차장 및 민간 주차장을 대상으로 전기차량을 포함한 차량 300여 대를 추가로 배치하여 나눔카 서비스를 대폭 확대할 예정임

## 나. 국외산업동향

- 외국에서는 단기간 차량 대여 형태로서 Carsharing 혹은 car clubs(영국)으로 운영되고 있음
  - 전세계 1,000여개 도시에서 운영이 되고 있으며, 주요사례는 프랑스 오토립 (Autolib), 영국의 씨티카 클럽(City Car Club), 네덜란드의 그린휠(Greenwheels), 독일의 스타트모빌(Stadtmobil), 미국의 줌카(Zipcar)와 같음
  - 초기에 렌트카 회사를 중심으로 승용차 공동이용제도를 실시함 (예를 들어, Hertz on Demand, Enterprise CarShare, Avis On Location, Uhaul Car Share가 있음)
  - 자동차 제조업체에서 자체적인 승용차 공동이용제도를 가동함 (예를 들어, Daimler의 car2go, BMW의 DriveNow, Volkswagen의 Quicar)
  - 2012년 12월 기준 27개 국가에서 170만 명이 승용차 공동이용 프로그램에 가입되어 있으며, 이중 80만 명(47%)이 미국에 있음
- 최대 자동차 공동이용 운영회사인 미국의 줌카(Zipcar)를 통하여 해외의 자동차 공동이용 현황을 살펴봄
  - 북미 최대의 자동차 공동이용 운영기업으로 보스턴, 뉴욕, 워싱턴 DC, 샌프란시스코 등 대도시 중심으로 서비스를 제공하고 있으며, 추가로 영국, 스페인, 오스트리아에도 서비스 제공함
  - 2012년 11월 기준 북미와 유럽에 11,000 대 차량이 운영 중이며, 약 77만 명이 회원으로 가입되어 있음.
  - 차량 위치 추적 시스템을 기반으로 자동차를 시간제로 사용하며 지정된 주차장에 반납하는 시스템
  - 차량 소유로 인한 불편함(대도시의 주차장 부족문제 등) 및 제반 비용 지출의 문제를 해결하는 측면에서 주목
  - 유사 서비스를 제공하는 카셰어링 업체와 렌터카 업체의 등장으로 현재 AVIS 렌터카에 매각된 상태임
- 줌카의 다른 형태로 운전자와 승객을 모바일로 연결하여 운영하는 Uber社
  - 줌카보다 발전된 모바일 위치 기반서비스(LBS)를 소셜네트워크서비스 (SNS)와 연결함
  - Uber 앱을 통해 차량을 예약하고 목적지를 입력하면 자신이 있는 근접 지점에 차량이 도착
  - 가장 큰 장점은 미리 입력한 신용카드 정보를 통해 결제까지 한 번에 이루어지는 one stop service라는 점
  - 프리미엄 서비스를 제공한다는 가치 아래 운전자의 프로필, 승객의 평점도 확인할 수 있어서 이용 안전성까지 확보함

- Uber는 Paypal과 같이 가입자와 이용자의 정보를 관리하고 결제를 중개해 수익을 얻는 편리한 비즈니스 모델
- 지하철, 버스, 기차 등은 대기 시간이 길고 택시는 요금이 저렴하지 않으나 Uber는 이 두 가지 문제를 모두 해결해 저렴한 요금으로 편리하게 이용할 수 있어 이용객이 늘어나는 추세임
- 2013년 8월 구글의 벤처 투자 자회사인 구글벤처스가 우버(Uber)에 2억6000만 달러를 투자하여, 미래의 교통서비스에 관한 새로운 비즈니스 모델을 구상하고 있음
- 유사한 개념의 차량 공유이용사례
  - Lyft는 모바일 앱을 통해 목적지와 출발지를 입력하면 이를 본 상대방이 차량을 제공하고 Lyft는 수수료를 받는 방식
  - FlightCar는 공항에 차량을 주차해 놓는 동안 다른 사람이 자신의 차량을 렌트할 수 있도록 하는 것으로 일반 렌트카보다 가격이 저렴하며 차량을 FlightCar를 통해 공유하는 소유주는 렌트 시 주유카드, 렌트가 안될 때에는 주차비를 받는 등 금전적 이익을 취할 수가 있음
- Navigant Consulting에 따르면, 전세계 승용차 공유이용 서비스는 2013년에 10억 달러(1조 1천억 원) 수익을 예상하며, 2020년까지 1,200만 명이 회원으로 62억 달러(6조 8천억 원) 수익이 기대됨
- 승용차 공유이용 서비스의 확장은 차량소유에 대한 비용증대(교통혼잡까지 고려) 및 인식 전환에 기인하고 있음

## 6. 자전거 공유 시스템(공공자전거)

- 최근 설치되고 있는 공공자전거는 3세대 공공자전거라고 불리고 있음
- 이전세대의 공공자전거는 도난의 문제가 가장 큰 문제였지만 3세대 공공자전거에는 도심문제를 추적 시스템 도입으로 해결

[표 2-9] 세대별 공공자전거 특징 및 장단점

| 구분  | 특징                                                                                     | 장점                                                                                                     | 단점                                               |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1세대 | · 사용자의 양심에 맡김                                                                          | · 누구나 이용가능                                                                                             | · 도난과 훼손에 취약                                     |
| 2세대 | · 보증금 유치 후 대여<br>· 공공자전거임을 알 수 있는 색상과 디자인 적용<br>· 기어는 1단으로 고정                          | · 시각적으로 눈에 잘 띄어 도난 예방<br>· 기어가 고정되어 있어 수리비 절감                                                          | · 시간제약이 없어 사유화 가능<br>· 보증금 액수가 적어 회수율 저조         |
| 3세대 | · 무인 시스템을 설치하여 시간제약 및 공간제약 없이 이용 가능<br>· 카드 등을 이용하여 신원과 이용시간 확인 가능<br>· 반납시간 초과 시 요금부과 | · 24시간 이용가능<br>· 자전거 도난 예방<br>· 반납시간을 지켜야하므로 1대당 회전율이 높음<br>· 카드시스템을 통해 자전거 반납률이 높아지게 되어 사용자의 신뢰도가 높아짐 | · 초기 설치비와 유지비가 많이 소요됨<br>· 무인으로 관리됨에 따라 고장률이 높아짐 |

## 가. 국내산업동향

- 자전거 이용활성화의 일환으로 2000년대 후반 들어 우리나라에서는 도심차원의 공공자전거 시스템 구축이 활발히 이루어짐
- 최근 들어 많은 지자체에서 무료 시민자전거 또는 공영자전거임대 등 크고 작은 자전거 대여 사업을 수행하고 있음
- 제주도를 제외하고 재정사업이 대부분이며 민간사업은 고양시 한 곳밖에 없음
- 3,000대 이상 대규모 시설은 고양시와 창원시 2곳이며, 대부분은 1,000대 이하임

[표 2-10] 국내 공공자전거 운영현황(2012년 2월 기준)

(단위 : 개소, 대)

| 지자체명        | 시행년도 | 사업규모         |         | 요금체계                                                                                                                              |
|-------------|------|--------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             |      | 터미널/<br>스테이션 | 자전<br>거 |                                                                                                                                   |
| 서울시         | 2010 | 43           | 440     | 1일권(1,000원), 7일권(3,000원), 30일권(5,000원), 6개월권(15,000원), 1년권(30,000원)<br>※ 1회 기본대여시간 1시간(대여기간 내 반복대여 가능) 단, 1시간 초과 시 30분당 1,000원 과금 |
| 부산시         | 2010 | 15/600       | 300     | 연 20,000원, 월 3,000원, 1일 1,000원, 1시간이내 무료, 1시간 이후 30분당 500원                                                                        |
| 인천시<br>옹진군  | 2010 | 1            | 25      | 요금 미부과(조례 미제정)                                                                                                                    |
| 대전시         | 2009 | 20           | 200     | 최초 1시간 무료, 1시간 이후~3시간(30분당 500원), 3시간 이후(30분당 2,000원)                                                                             |
| 경기도<br>수원시  | 2009 | 2/39         | 30      | 무료 운영                                                                                                                             |
| 경기도<br>고양시  | 2010 | 125          | 3,000   | 회원제 운영(1년 60,000원, 6개월 40,000원, 3개월 20,000원), 비회원의 경우 40분당 1,000원                                                                 |
| 충청북도<br>단양군 | 2010 | 2            | 40      | 회원(연간 20,000원, 월간 3,000원, 주간 2,000원), 비회원(1일 이용권 1,000원)                                                                          |
| 충청남도<br>공주시 | 2010 | 3            | 30      | 사용 2시간까지 무료, 초과 시 시간당 1,000원 부과, 최고 10,000원 부과)                                                                                   |
| 충청남도<br>아산시 | 2011 | 11           | 90      | 미지정                                                                                                                               |
| 충청남도<br>부여군 | 2010 | 3            | 90      | 요금 미부과(조례 미제정)                                                                                                                    |
| 전라남도<br>여수시 | 2011 | 16           | 200     | 회원(연 20,000원, 월 3,000원), 비회원(일 1,000원)                                                                                            |
| 전라남도<br>순천시 | 2009 | 16           | 226     | 회원(연 20,000원, 월 3,000원, 주 2,000원) 1일 1,000원                                                                                       |
| 경상남도<br>창원시 | 2008 | 230          | 4,630   | 회원(연 20,000원, 월 3,000원, 주 2,000원) 1일 1,000원                                                                                       |
| 제주도<br>제주시  | 2011 | 6            | 72      | 무료 운영                                                                                                                             |

## 나. 국외산업동향

- 전 세계적으로 자전거 공유서비스는 최근 들어 폭발적으로 성장하고 있음
  - 세계적으로 2011년 5월 23만 6천 대 자전거로 375개 프로그램에서 운영되던 것이, 2013년 4월 기준 51만 7천 대 자전거가 535개 프로그램으로 확대됨 (2년 동안 거의 두 배의 성장을 보임)
  - 세계에서 가장 큰 자전거 공유서비스는 중국의 Wuhan 과 Hangzhou 에서 각각 9만 대와 6만 대 자전거로 2,400개 스테이션(bike station)을 통하여 운영되고 있음
  - 중국이외의 지역에서는 프랑스 파리의 Velib지역에서 1,450개 스테이션을 통하여 2만 대 자전거가 운행되고 있음
- 스마트폰 지도 서비스와 연계한 자전거 공유서비스는 각 스테이션별 자전거 이용 가능대수를 보여줌으로서, 이용자들이 보다 편리하게 자전거를 이용할 수 있도록 함
- 자전거 공유서비스는 1세대 무료 자전거 대여, 2세대 요금 부과 자전거 대여, 3세대 IT기술을 접목한 자전거 대여로 운영되고 있으며, 4세대로서 수요응답형 다중교통 수단 시스템(demand-responsive multimodal system)이 구상 중에 있음
- 대부분 스마트카드 혹은 휴대폰을 이용할 수 있으며 재원은 요금 및 옥외광고, 주차수익 등으로 충당하고 있음

[표 2-11] 국외 주요도시 3세대 공공자전거 도입현황

| 구분          | 파리        | 바르셀로나         | 리옹        | 프랑크푸르트   | 몬트리올                   | 밴쿠버     |
|-------------|-----------|---------------|-----------|----------|------------------------|---------|
| 운영자         | JCDecaux  | Clear Channel | JCDecaux  | DBRent   | Stationnement Montreal | TBD     |
| 인구          | 2,153,600 | 1,605,600     | 466,400   | 652,600  | 1,039,500              | 578,000 |
| 자전거대수       | 20,600    | 3,000         | 3,000     | 720      | 5,050                  | 3,800   |
| 자전거 1대당 인구수 | 104       | 535           | 155       | 906      | 206                    | 152     |
| 적용기술        | 스마트 카드    | 스마트 카드        | 스마트 카드    | 휴대폰      | 스마트 카드                 | 스마트 카드  |
| 비즈니스 모델     | 수익사업      | 지방정부          | 수익사업      | 지방정부     | 수익사업                   | 수익사업    |
| 재원조달        | 요금 및 옥외광고 | 요금 및 주차수익     | 요금 및 옥외광고 | 요금 및 시정부 | 요금 및 주차수익              | 요금수입    |

## 7. 철도연계 충전인프라 기술

### 가. 국내산업동향

- 2010년 1월 25일, 정부에서 발표한 「스마트그리드 국가로드맵」에 따르면, 정부는 전기차 보급대수에 맞추어 충전소를 2011년에 시범도시 200대(충전기 10기씩을 갖춘 충전소 20곳)를 시작으로 2030년까지 충전소 2,700곳(충전기 총 2만 7000기)을 구축한다는 계획을 발표하고 국내 전기자동차 충전시설을 구축하고 있음

**[표 2-12] 충전시설 설치지역**

| 설치지역   | 위치        | 충전시설                         |
|--------|-----------|------------------------------|
| 경기도 과천 | 과천시청      | 급속(1), 준급속(1), 완속(1)         |
| 인천시 서구 | 종합환경연구단지  | 급속(1), 준급속(1), 완속(1), 태양광(1) |
| 서울 서초구 | GS칼텍스 주유소 | 급속(1), 완속(1)                 |
| 서울 강남구 | GS칼텍스 주유소 | 급속(2), 완속(1)                 |
| 서울 송파구 | 롯데마트(잠실)  | 급속(1), 완속(1)                 |
| 서울 구로구 | 롯데마트(구로)  | 급속(1), 완속(1)                 |

- 환경관리공단은 전기자동차의 충전 인프라와 성능 평가, 경제성 분석 등을 통해 보급에 필요한 정책 사항을 마련하기 위해 2010년 8월부터 시내 일반도로에서 전기자동차를 시범운행 하고 있음
- 또한 서울, 인천, 과천 등 6개 지역에 16기의 충전시설을 설치하고 자동차 운행에 따른 충전 성능과 주행거리 등을 종합적으로 모니터링하고, 이를 통해 전기자동차의 충전방식별 충전 효율, 적정 충전시설 규모, 비용편익을 분석하고 있음

**[표 2-13] 전기차 충전인프라 구축 전망**

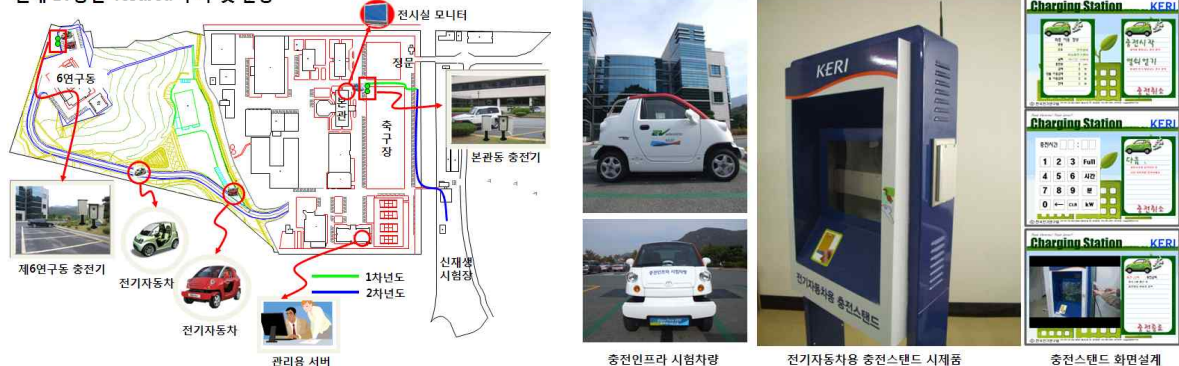
| 구분          | 2020년  | 누계(2011년~2020년) |
|-------------|--------|-----------------|
| 급속충전기       | 1,300  | 4,300           |
| 충전스탠드       | 6,500  | 15,200          |
| Home Charge | 65,000 | 152,000         |

[표 2-14] 전기차, 충전인프라 구축으로 인한 기대효과 (단위 : 억원)

| 내용     |                    | 2020   | 2011~2020누계 |
|--------|--------------------|--------|-------------|
| 환경적    | CO <sub>2</sub> 감소 | 62     | 138         |
| 경제적    | 충전기 내수             | 1,690  | 4,708       |
|        | EV분야               | 9,161  | 24,292      |
|        | 충전기 수출             | 358    | 1,250       |
| 에너지 절감 | 화석연료 절감            | 753    | 1,678       |
| 총계     |                    | 12,024 | 32,066      |

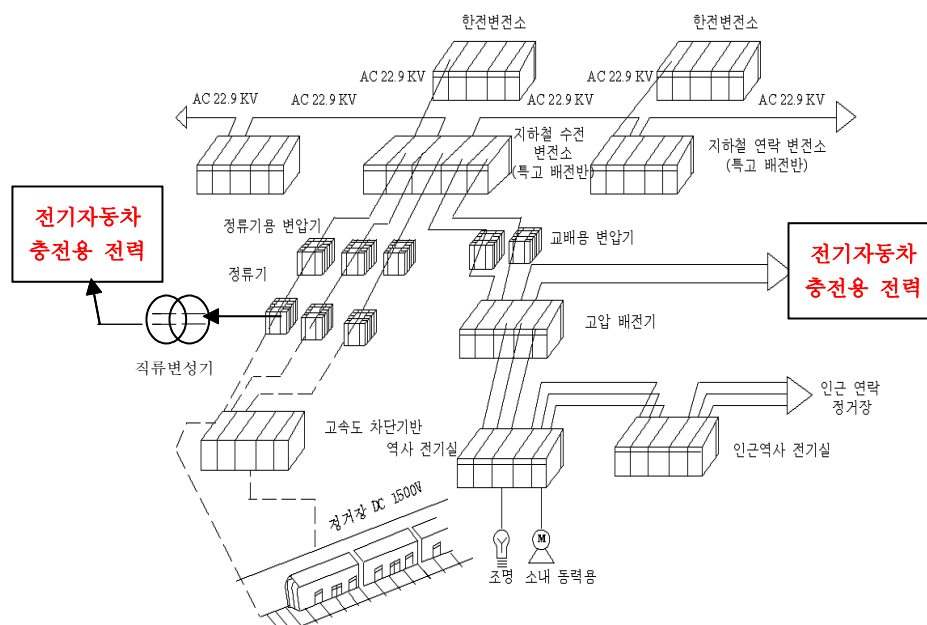
- 환경부의 충전인프라 구축방안 및 전기자동차 구매 보조금, 충전시설 지원기준 등 설정을 위한 기초자료를 제공함으로써 2011년부터 본격 전기자동차 보급 사업에 나서고 있으며 정부기관과 지자체, 공공기관이 전기자동차를 구매할 경우 보조금을 지원하고, 대형마트나 주차장 등이 충전소 설치 시 용자 등을 통해 시장 창출을 지원하고 있음
- 국내 기업에서도 전기차 충전소에 대한 지속적인 연구와 투자가 되고 있음
  - 삼성물산 건설부문은 아파트 단지마다 전기차를 충전할 수 있는 'PHEV 충전스테이션 시스템'을 개발하였고, 래미안 아파트 단지부터 전기차 전용 충전주차장을 만들 예정이며, 배터리 완충에 8시간 이상 걸리는 완속충전기와 20분내 충전을 완료하는 50kW급의 대용량 급속충전기를 혼용하는 방식을 고려하고 있음
  - 국내 최대 정유업체 SK에너지는 전기차용 2차 배터리 시장에 진출한 이후 전기차 충전기와 주유시설을 겸비한 차세대 주유소의 표준모델을 설계하고 있으며, 제주도에 스마트 그리드 실증 사업기간(2009.12~2013.5)동안 전기차 72대 및 충전기 89대를 대상으로 전기차 운영사업에 대한 실증을 진행하였음
  - 한국남부발전(주)이 전기차 충전실험을 진행 중인 것으로 알려지고 있으며, 전선업체인 LS전선과 JS전선외에도 많은 중소기업 등도 전기차 충전사업에 참여하고 있음
- 한국전기연구원은 충전스탠드 및 운영시스템을 개발하여 연구원내에 Test bed를 구축하고, EV차량을 직원들이 공유하여 운행하면서 시험을 실시하고 있음

원내 EV충전 Testbed 구축 및 운용



[그림 2-45] 한국전기연구원에 충전인프라 테스트베드 구축 현황

- 탑재형 충전기(on-board charger)의 개발에 대한 연구도 활발히 진행되고 있으며, 시그넷시스템은 소형 전기차에 특화된 3.3kW급 탑재형 충전기 개발을 완료하고 2015년 국내외 완성차 업체에 공급할 예정이며, 코디에스는 서울시의 월드컵 상암경기장, 서울대공원 등에 5대의 전기차 급속충전기를 납품한데 이어 차량 탑재형 충전기(3~5kW) 2개 모델의 개발을 완료하였음
- 이밖에 일진전기와 삼성전기, LS산전, 만도기계도 전기차 충전시장 진출을 위한 전초단계로 차량 탑재형 충전기의 자체개발 또는 아웃소싱을 준비 중임
- 자체 전력설비를 통한 전기차 충전소 설치이외에, 도시철도 전력망을 활용하여 인프라 투자비용을 낮추는 전기차 충전소에 대한 연구가 진행되고 있음
- 도시철도 변전소는 한전으로부터 교류 22.9kV를 수전받아 직류 1,500V와 교류 6,600V를 변환하여 전력공급을 하고 있으며, 변전소 고장으로 인한 정전을 대비하여 인근 변전소와 인근 전기실 간의 연장급전 시스템을 갖추고 있어 안정적인 전력공급이 가능한 시스템임
- 또한 고전압 직류, 교류계통을 모두 운영하고 있어 전기자동차 충전방식에 따라 다양한 충전용 전력을 공급할 수 있음
- 일반적으로 직류 1,500V 계통에는 4,000kW급 변압기를 3뱅크로 운영하고 있으며, 교류 6,600V 계통에는 구간에 따라 일부 상이하지만 1,500kW~4,500kW급 변압기 2뱅크로 구성되어 있음



[그림 2-46] 직류변전소 설비구성 및 충전인프라 전력공급 개념

- 한국철도기술연구원에서는 도시철도 연계형 충전인프라 구축을 위한 시범사업을 추진하여 서울메트로 3호선 수서역 환승주차장에 50kW급 교류급전용 급속충전기를 설치하여 도시철도 교류 배전계통으로부터 전력을 공급받는 시스템을 시범 운영하였음
  - 일반충전은 완충 시까지 30분 이상 소요되며, 급속충전은 완충 시까지 30분 이하 소요됨
  - 급속충전을 위한 액세서리로, 커플러, 아웃렛, 케이블이 필요하며, 커플러는 인렛과 커넥터로 구성되고, 아웃렛은 플러그와 아웃렛 소켓으로 구성됨
  - 충전 액세서리 표준은 IEC 61851-1(유럽), IEC 62196-2(유럽) 및 SAE J1772(북미) 규격을 따름
  - SAE J1772 중 Level 1, 2 모델은 일반 충전을 위한 것이고, Level 3는 급속 충전을 위한 것임
  - EV 급속 충전기는 입력전압에 따라 AC 모델과 DC 모델로 구분되지만, 출력전압은 모두 DC이고, 과전압 및 과전류를 차단하고, 충전차량의 BMS(Battery Management System)와 통신할 수 있음
- 도시철도 직류 급전계통으로부터 전력을 공급 받기 위한 직류급전용 급속충전기 시작품을 제작한 사례가 있음



<철도연계 충전장치 시범구축(수서역)>



<직류급전용 급속충전장치>

[그림 2-47] 충전장치 시범구축 사례 및 급속충전장치

## 나. 국외산업동향

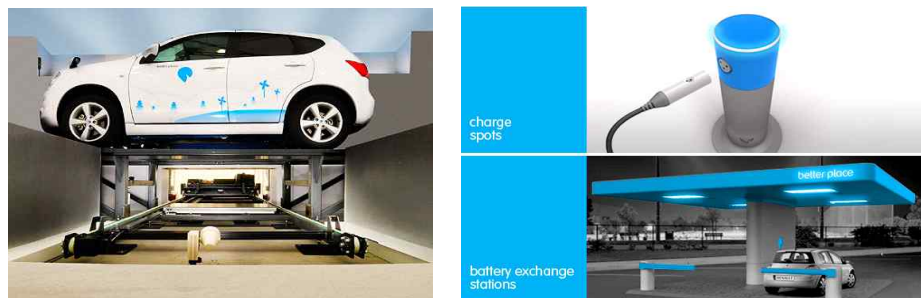
- 쿨롱 테크놀러지사는 미국 에너지국(DOE)으로부터 1,500만 달러를 보조받아, Charge Point 시스템을 개발하였으며, 2010년 4월 디트로이트, LA, 뉴욕 등에 700대 이상 설치함. 또한 포드, 크라이슬러, 스마트 USA와 협약을 통해 미전역에 4,600대 충전기 설치 추진 중임
- 스마트렛 네트워크 충전소(Smartlet Networked Charging Station)와 교신해 개별적으로 인증, 사용량 모니터, 실시간 통제 등의 서비스 이용 가능하며, 'Charge Point'라고 하는 웹-베이스 시스템을 개발하였음
- 이 시스템을 이용할 경우 인터넷이나 휴대전화로 충전설비 지리정보(Google 맵 활용), 이용가능상황 등을 실시간으로 검색할 수 있는 것 외에 충전완료를 통지해주는 메일 서비스도 제공하고 있음
- 또한 이용자 및 차량에 관한 정보와 충전인프라 이용실적 이용자의 지불방법에 관한 정보 등도 확인할 수 있도록 운영 중임
- 주요 검색 가능 및 서비스 항목은 화석연료 자동차와 비교해 CO<sub>2</sub> 삭감량 정보, 충전인프라 설비 이용 시의 문제점이나 질문 대응(24시간 무휴 전용 프리 다이얼), 충전설비이용 희망시간 예약 등의 서비스도 제공하고 있으며, Charge Point 네트워크를 이용하면 전기, 유지보수 비용 등과 같은 고지서 대금을 지불할 수 있고, 운전하면서 이용 가능한 충전소를 검색하는 것도 가능함



[그림 2-48] 쿨롱 테크놀러지社의 Charge Point

- 미국 캘리포니아 소재 벤처기업인 Better Place사에서는 100마일 이하의 거리에서는 배터리를 충전하고, 100마일이 넘는 거리에서는 배터리를 교체(Battery Swapping) 하는 개념을 제시하여 이스라엘, 덴마크, 호주 등과도 충전소 및 교환소 설립 계약을 체결하였으며, 이스라엘에 50만개의 충전기 및 전기교환 네트워크와 덴마크 전역을 망라하는 인프라 구축을 진행하고 있음

- 모든 전기자동차들이 동일한 규격의 표준화된 배터리를 사용함으로써, 차의 크기와 종류에 상관없이 배터리 교환이 가능하며, 소비자는 Better Place에 회원 가입을 통해 전기구매계약을 체결하고 자동차회사로부터 배터리를 뺀 가격으로 전기자동차 구매가 가능함
- 주유소의 자동 세차장과 흡사한 모습의 배터리 교환소에 들어가면 전기자동차의 방전된 배터리가 충전된 배터리로 신속하게 교체되며, 모든 과정은 전자동으로 3분 정도의 시간이 소요될 것으로 예상됨



[그림 2-49] Better Place社의 배터리 교환소

- ECOTality사의 blink전기자동차 충전기는 분리형 디자인으로 메인 유닛과 릴 부분이 분리되어 있어, 차고 공간 여건에 맞게 유연하게 설치가 가능한 충전기로, 스마트폰으로 BLINK가 설치된 네트워크를 확인 할 수 있고 언제 사용이 가능한지도 앱과 인터넷을 통하여 확인 가능한 서비스를 제공함



[그림 2-50] ECOTality社의 blink

- 프랑스는 약 200개의 충전스탠드 설치 및 정부 주도로 2015년까지 전기자동차 충전 시설을 100만 개 설치할 계획으로, 이 충전시설의 90%는 가정 또는 직장, 7만 5000개는 도로 및 주차장에 설치할 계획임
- 파리시와 EDF(European Development Fund) 주관으로 진행 중이며, 정부에서 400만 유로를 투자하여 충전시스템 네트워크 개발 중임

- 추후 프랑스의 고속도로 휴게소, 대형 할인매장 주차장 등에 대해 전기자동차 충전시설 설치를 의무화할 예정임
- 독일 정부는 2020년까지 전기자동차 100만대 보급, 2050년까지 모든 자동차의 비화석 연료 사용을 목표로 충전 시스템 설비를 추진 중에 있으며, 독일의 전력회사 RWE (Robery William Environmental)은 베를린 시내 중심부를 중심으로 56개의 충전소를 시범 운영 중임
- 또한 유럽 내 최대 주차사업자인 APCOA사와 공동으로 전기자동차 충전설비를 정비한다는 계획 하에 이를 추진 중에 있으며 향후에도 계속해서 충전 가능한 주차장 수를 확대 구축할 예정임
- 영국의 대형 가전판매점인 COMET는 2009년 6월, 전기자동차 충전설비를 점포 주차장내에 설치해 고객이 무료로 충전설비를 이용할 수 있도록 하는 서비스인 'Plug&Go'를 전개할 것을 발표하였으며, 런던 특별구 등에 있는 점포의 주차장에 충전설비를 설치해 현재 시험운행을 하고 있으며 이용현황을 보가며 영국 내 250여개 점포에도 똑같은 서비스를 순차적으로 제공할 것을 검토 중임
- 일본의 HASETEC사는 충전기 제조사 중 급속 충전 전문 제조사로써 2010년 1월 국제 자동차 전기 기술 박람회에서 전기자동차 급속/중속 충전기 및 충전 스탠드를 공개하였음
- 급속충전기의 정격 용량은 55kVA 출력 50kW로써 미쓰비시 전기자동차인 I-Miev의 경우 30분 만에 80%까지 충전 가능으로 가격은 350만 엔이며, 중속충전기의 경우 정격 용량 12kVA에서 출력 12.6kW로 I-Miev 충전 시 80% 충전 시 약 1.5시간 소요되며 가격은 약 200만 엔임
- 또한 전기자동차에 사용되는 60kW급 이상의 리튬배터리용 급속충전기를 상용화 하여 10~20분 충전으로 2인승 차량이 60km를 운행할 수 있는 기술을 개발 했으며, 태양광으로 통해 전기를 공급받는 솔루션을 제안함
- Panasonic사는 2010년 6월 전기자동차 200V 전원콘센트와 급속충전기인 ElseEV 발표하였으며, 집단 주거단지 및 공용주차장용의 중속 및 저속 충전시스템 및 관리 시스템을 개발하여 공공주차장에 적용하였음
- 크기는 280 × 210 × 1600mm로 안전을 위한 잠금장치를 포함하고 있으며 가격은 약 20만 엔이며, 택배회사에 적용하여 i-Meiv 택배차량의 집단충전시스템으로 활용함



[그림 2-51] Panasonic社の ElseEV

- NISSAN 자동차 주식회사는 2010년 5월 닛산 전기자동차 2010년 12월 출시에 대비하여 자사의 부품 판매 계열사를 통해 충전기의 개발 및 보급 계획 발표하였고, 반경 40km의 범위에서 일본 전역을 커버할 수 있도록 약 200점포를 선정해 급속충전기를 설치하고 충전망을 정비하였음
- 충전기는 사용자의 안전을 위해 단락 회로 모니터링 등 각종 안전장치를 탑재하고 30분에 배터리 충전상태(SOC: State of Charge) 80%가 가능함



[그림 2-52] NISSAN의 EV 충전기

- Ulvac사는 태양광발전설비, 전기자동차용 급속충전기와 이것을 조합한 전기자동차용 태양광발전 급속충전시스템을 개발하였으며, 용량은 25kW, 50kW로 충전기와 받침 일체형과 스탠드 분리형으로 구분 됨
- 전기자동차용 급속충전기로써 일반 충전기에서 8~14시간의 충전시간이 약 25분에 80%까지 충전 가능함

[표 2-15] Ulvac社의 급속충전 시스템 제품 사항

| 분류        | 항목    | 단위  | 50kW사항        | 25kW사항      | 비고                 |
|-----------|-------|-----|---------------|-------------|--------------------|
| 제반사항      | 정격용량  | kVA | 55            | 27.5        |                    |
|           | 정격전압  | Vac | 200~220       | 200~220     | 변동폭 ±10%           |
|           | 정격전류  | Aac | 160           | 80          | at 200V            |
|           | 정격주파수 | Hz  | 50/60         | 50/60       |                    |
| 받침대<br>사항 | 출력용량  | kW  | 50            | 25          |                    |
|           | 정격전압  | Vdc | 500           | 500         |                    |
|           | 정격전류  | Adc | 100(125A Max) | 50(60A Max) |                    |
|           | 제어 현재 | Adc | 10~125        | 5~60        |                    |
|           | 변환효율  | %   | 95            | 95          |                    |
|           | 커넥터   |     | JEVS 표준제품     | JEVS 표준제품   | JEVS G<br>105-1993 |
|           | 차량통신  |     | CAN통신         | CAN통신       |                    |
| 환경        | 조건사항  | 온도  | -10~40℃       | -10~40℃     | 비응축                |
|           |       | 온도  | 95% 미만        | 95% 미만      |                    |
|           |       | 표고  | 1000m         | 1000m       |                    |

## 8. Smart 통합관제 시스템

- 지방자치 단체의 소규모 경량전철의 도입이 예상되고 있으며, 이를 통합적으로 관제할 수 있는 필요성이 대두
- 정부의 철도 R&D 정책 중 “SMART” 부분 철도 시스템에서 적용 가능한 분야는 관제 시스템에 적용될 것으로 예상됨
- Smart 통합관제 시스템은 신호, 전력, 통신, 기계설비의 개별 관제를 하나의 관제 시스템으로 일원화하고, 각 분야별 인터페이스를 통해 철도 운영에 대한 효율적이고 경제적인 최적의 솔루션으로 지목되고 있음
  - 신호분야 : 통신분야 요금징수시스템과 인터페이스하여 이용 승객 증감에 따른 열차운행 및 스케줄 자동조정, 전력분야 SCADA 시스템과 인터페이스하여 전력 상태에 따른 열차운행 및 스케줄 자동 조정 등
  - 전력분야 : 신호분야 스케줄관리시스템과 인터페이스하여 Energy Saving 기술 구현
  - 통신분야 : 신호분야 열차제어시스템과 인터페이스하여 비상시 장애/사고 발생 지역의 CCTV 활성화 및 자동 녹화 기능 구현
  - 설비분야 : 신호분야 열차제어시스템과 인터페이스하여 PSD 개별 도어에 대한 상태 감시 및 개별 제어 기능 구현

## 9. 위치인식기술동향

### ○ 위성통신을 이용한 위치인식기술(GPS)

- 현재 활용되고 있는 매크로 위치인식기술 중 가장 대표적인 기술인 GPS(Global Positioning System)는 지상, 해상, 공중 등 지구상의 어느 곳에서나 시간제약 없이 인공위성에서 발신하는 정보를 수신하여 정지 또는 이동하는 물체의 위치를 측정할 수 있는 범지구적 위치결정시스템

### ○ 이동통신망 기반 위치 인식

- 현재 구축되어 있는 셀룰러 이동통신 네트워크를 이용하여 삼각측량 방법에 의해 이동 단말의 지리적인 위치 정보를 구하는 방법. 이는 단말의 서비스 셀 영역의 기지국과 주변 기지국 간의 협조에 의해 단말의 위치를 알아내는 네트워크 기반 방식과 기지국과는 별개로 GPS 수신기를 가진 단말기 위치 정보를 네트워크로 전달하는 단말 기반방식이 존재

### ○ 하이브리드 위치인식기술

- 하이브리드 방식의 위치인식기술은 이동통신망과 GPS를 복합적으로 활용하는 A-GPS(Assistance-GPS)가 존재. A-GPS는 이동통신망을 이용하여 이동 단말에 Assistance 데이터를 전송, 이동 단말기는 수신한 Assistance 데이터를 이용하여 단말기가 위성의 위치를 추적하여 동기를 이루고, 거리를 측정하여, 위치인식서버에 측위 데이터를 전송함으로써 단말기의 위치를 인식하는 방법

### ○ 영상 인식을 이용한 위치기반 기술

- 영상 인식을 이용한 기술은 장면 분석 방법을 활용. 이는 일반적으로 특정 공간에 놓인 비디오카메라를 통해 잡힌 영상의 시간적 또는 공간적인 차이점을 찾아내어 위치를 찾아내는데, 마이크로소프트 연구소에서 유비쿼터스 컴퓨팅의 일환으로 수행 중인 EasyLiving 프로젝트에서 개발한 개인위치추적기(Person Tracker)가 대표적 시스템

### ○ 실내위치검지기술

- 실내위치검지기술의 측위방식에는 삼각측량(Triangulation), 위치지문(Location Fingerprinting), 근접식별(Proximity) 방식이 있으며 각 기술의 장단점은 [표 2-16]과 같음

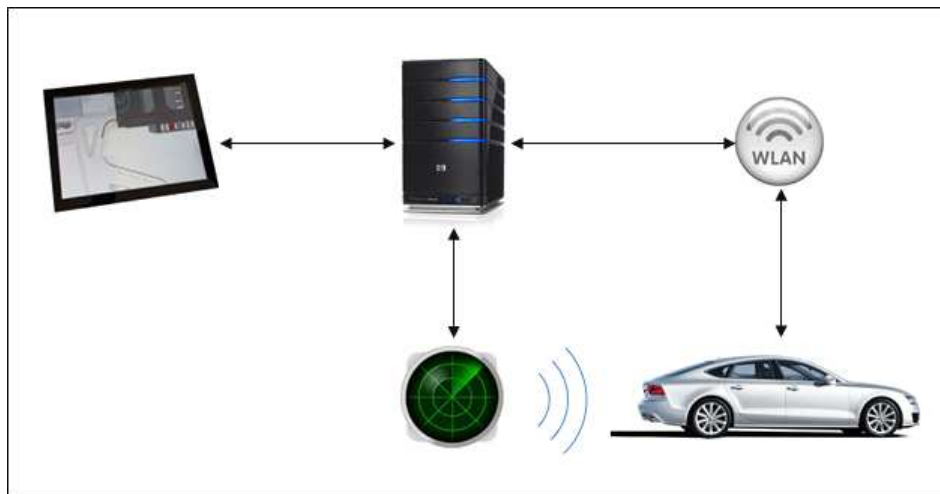
[표 2-16] 실내위치검지기기술 비교

| 기술                | 정확도                  | 측위방식                         | 장점                                                                                                                                             | 단점                                                                                                                                                                               |
|-------------------|----------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| WIFI              | 2~3m                 | 삼각측량<br>위치지문                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 현재 가장 범용으로 사용되는 기술</li> <li>· 기설치된 AP 및 단말기의 wifi 수신기를 이용하여 측위</li> </ul>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 각 건물별로 실내측위 인프라에 대한 사전정보 필요</li> <li>· 솔루션별로 AP 모듈을 직접 설치해야 할 수 있음</li> </ul>                                                           |
| PDR               | <1m                  | Step<br>counting,<br>heading | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 저전력</li> <li>· Continuous 측위 가능</li> <li>· 휴대단말에 기본적으로 장착된 gyroscope, accelerometer를 이용</li> </ul>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 단독측위 불가</li> <li>· 시간이 지남에 따라 오차가 누적되어 발산함</li> </ul>                                                                                   |
| BLE               | 1~2m                 | 삼각측량<br>위치지문<br>근접식별         | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 휴대단말에 기본 장착된 bluetooth 모듈 이용</li> <li>· 저비용의 H/W infra(저전력 BLE 태그활용)</li> </ul>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 각 건물별 인프라 구축(tag or beacon 설치, 태그 위치 정보 구축)</li> </ul>                                                                                  |
| Magnetic<br>Field | <1m                  | 위치지문                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 측위를 위한 H/W 인프라 불필요</li> <li>· 자기장맵의 재구축이 거의 필요없음</li> </ul>                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 벽 통과 불능</li> <li>· 짧은 인식거리로 제한된 서비스 범위</li> <li>· 수신기가 방마다 필요</li> <li>· 태양광(직사광선) 존재할 경우 성능이 열화됨</li> <li>· 실내측위용 인프라 구축 필요</li> </ul> |
| UWB               | <15cm                | 삼각측량<br>(TDOA/AOA)           | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Impulse를 사용하여 측위정확도가 높음</li> <li>· 벽에 대한 투과성이 좋음</li> <li>· Multipath 환경에 강인함</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 10m 정도의 근거리 통신용으로 사용되므로 측위범위가 좁음</li> <li>· 타 기기에 간섭을 줄 수 있기 때문에 전력제한이 필수적임</li> <li>· 실내측위용 인프라 구축 필요</li> </ul>                       |
| LED               | >10m<br>(room-level) | 근접식별                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 기존 인프라를 손쉽게 대체(기존의 형광등을 LED등으로 대체)</li> <li>· 별도의 전력공급 불필요</li> <li>· 상용 솔루션 존재(ByteLight)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 카메라로 식별(가방이나 주머니속 인식불능)</li> <li>· 인프라 구축 필요(LED등으로 교체 비용 발생)</li> </ul>                                                                |
| Ultrasonic        | <10m                 | 삼각측량                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 정확한 위치 측위 가능</li> <li>· 상용시스템 존재(cricket)</li> <li>· 룸 식별에 적합(신호가 벽을 잘 통과하지 못함)</li> </ul>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 송신기 배치에 따라 간섭문제 발생</li> <li>· 공간 식별 시 문을 열면 신호가 새어나가는 문제</li> <li>· 실내측위용 인프라 구축 필요</li> </ul>                                          |
| Infrared          | <10cm                | 근접식별<br>삼각측량                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 짧은 인식거리와 LOS(Line of Sight) 확보 시 정확한 측위 가능</li> <li>· 상용 시스템 존재(Active Badget)</li> </ul>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 벽 통과 불능</li> <li>· 짧은 인식거리로 제한된 서비스 범위</li> <li>· 수신기가 방마다 필요</li> <li>· 태양광(직사광선) 존재할 경우 성능이 열화됨</li> <li>· 실내측위용 인프라 구축 필요</li> </ul> |

## 10. 철도-차량연계운영시스템

### 가. 차량호출시스템

- 주차장에 주차된 차량을 원격으로 호출할 수 있는 시나리오는 다음의 단계를 포함함
  - 단계 1: 스마트폰과 같은 이동형 사용자 기기를 이용하여 호출하는 장소를 지정하고 차량이 입고되어 있는 주차장에 접속할 수 있는 서버에 해당 정보와 요청을 송신
  - 단계 2: 서버는 WLAN을 통해 차량에 접속하여 시동을 켜고 호출장소로 자동으로 이동할 것을 명령
  - 단계 3: 차량이 자동으로 호출장소로 이동하는 도중에 주차장에 설치된 레이더를 통해 서버가 차량의 움직임을 감시하고 감시결과를 이동형 사용자 기기에게 전송
- 위와 같은 시나리오의 전제로서 차량은 WLAN에 접속할 수 있도록 되어 있어야 함

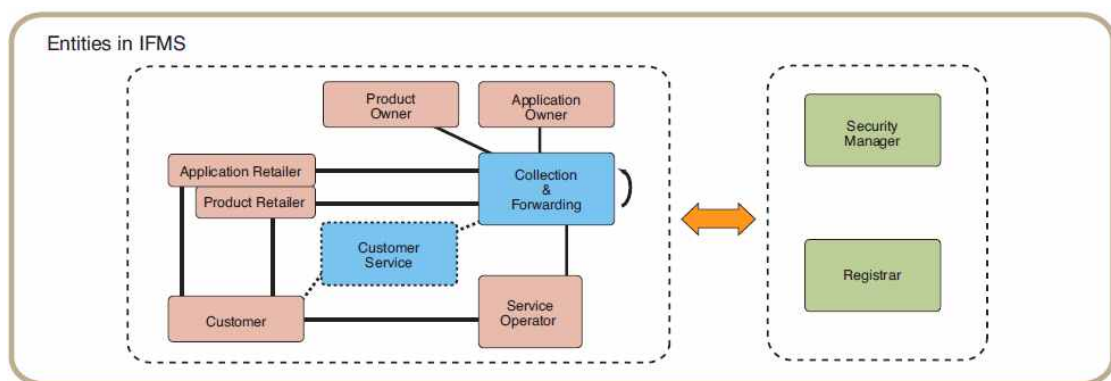


[그림 2-53] 차량호출 시스템의 구성 예

### 나. 요금부과 시스템

- ITS(Intellectual Transport System)에 관한 국제표준은 ISO/TC 204 분과에서 다루어지고 있으며, 이 분과에서 정의되는 표준내용들이 철도와 PRT에 적용되어야 할 필요가 있음
- ISO/TC 204 WG 5에서는 도로이용비용(toll)의 징수에 관한 ETC(Electronic Toll Collection) 및 주차요금(fees for parking lot) 등 기타요금 징수에 관한 EFC(Electronic Fee Collection)에 관한 표준화를 담당함
- ISO/TC 204 WG 8에서는 IFMS(Interoperable Fare Management System)을 표준화 아이템으로서 다루고 있음
  - IFMS는 크게 아래의 4가지 내용을 규정하고 있음

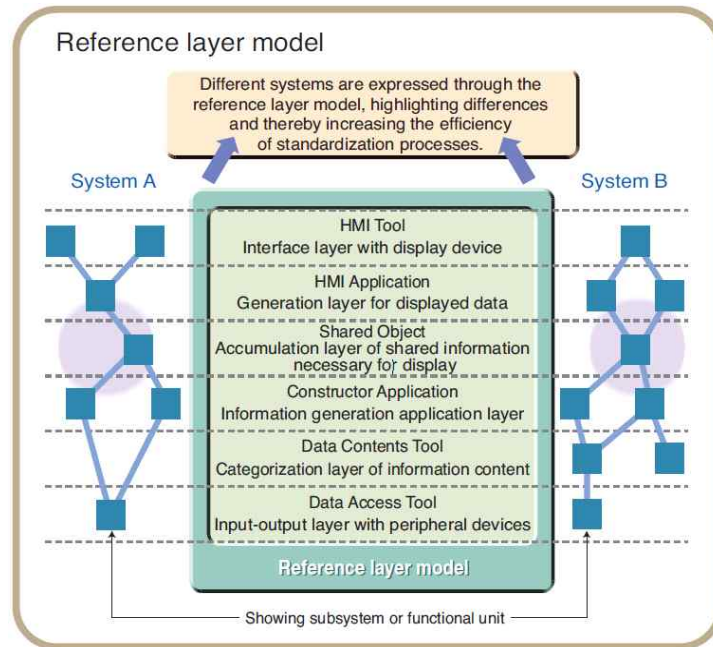
- 파트 1: 요금관리시스템의 기능 아키텍처
  - 파트 2: 규칙제정을 위해 추천되는 비즈니스 관례
  - 파트 3: 다중-어플리케이션 환경에서의 상호 호환성
  - 파트 4: 요금 매체(fare media)에 대한 요금지불 어플리케이션의 사용을 위한 공공 운송 요구사항
- IFMS는 철도, 버스 및 기타 다른 공공 운송수단의 요금징수에 대한 운용과 관리를 IC카드를 이용하여 효율적으로 수행할 수 있는 시스템들에 대한 국제표준 아키텍처임
  - 유럽에서는 CEN/TC 278/WG 3이 위 시스템의 표준화를 주도하고 있음
  - IFMS를 구성하는 주요 구성요소는 [그림 2-54]에 도시되어 있음



[그림 2-54] IFMS의 주요 구성요소

#### 다. 경로선정 시스템

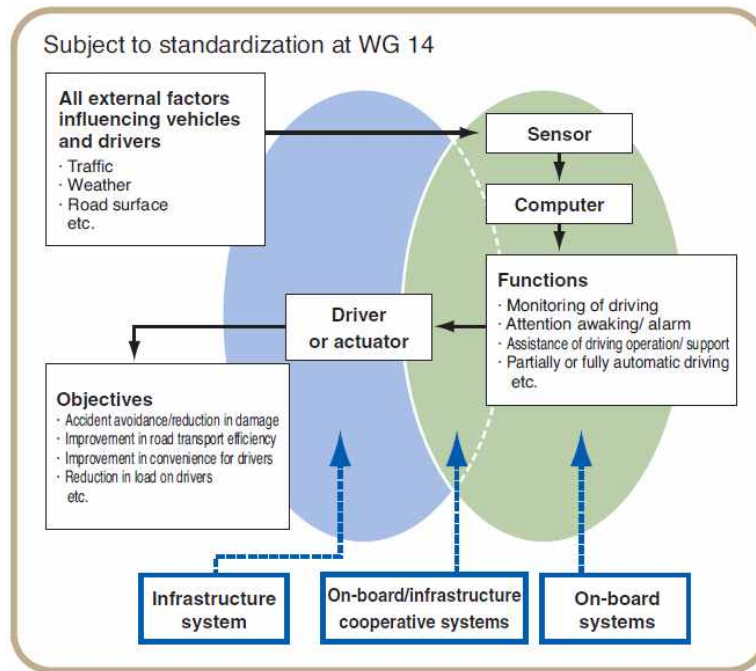
- ISO/TC 204 WG 11에서는 경로 안내와 항법(navigation) 시스템의 표준화를 담당함
- 세부 주제 중 ISO Number DPAS 16914의 "On-board system architecture - a reference layer model"은 서로 다른 시스템들이 서로 호환될 수 있도록 규정하는 참조모델(reference model)에 관한 것으로서 [그림 2-55]에 도시되어 있음



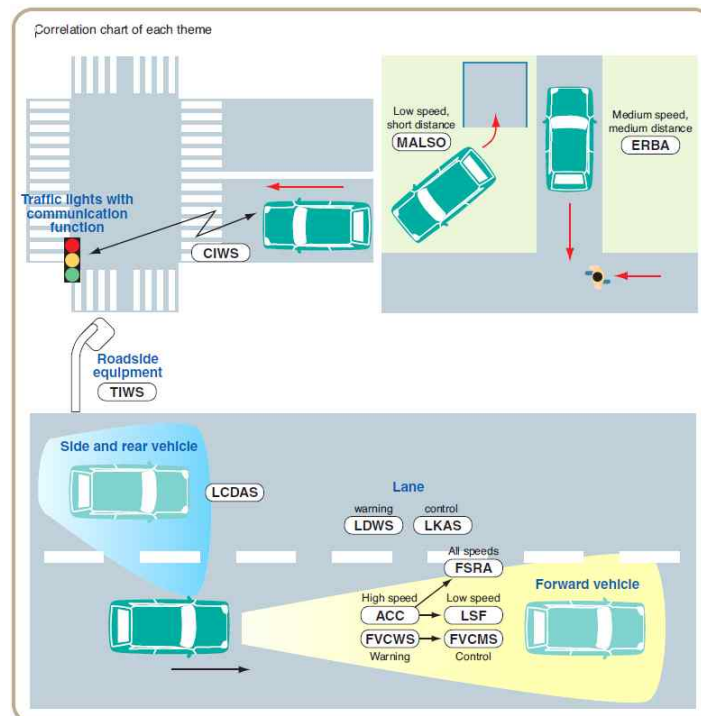
[그림 2-55] 온보드 시스템 아키텍처 참조모델(DPAS 16914)

## 라. 운전자 보조 시스템 제어

- ISO/TC 204 WG 14에서는 “운전자 보조 시스템 제어”에 관한 표준화를 담당하는데, 운전자의 일을 경감시키고 위험에 대한 지각을 일깨우며, 첨단 자동주행 기술에도 불구하고 일어날 수 있는 사고를 예방하기 위한 것으로서 ITS의 핵심 주제임
- 세부 구현기술로서 이미 상용화된 ACC(Adaptive Cruise Control System) 및 FVCMS(Forward Vehicle Collision Mitigation System)이 있음
- 이 분과에서 다루는 주제는 “자동/인프라(autonomous/infrastructure) 시스템을 위한 경고 및 제어”에 관한 모든 사항임. 예컨대 차량제어, 외부 정보 감지, 통신 및 사용자 인터페이스와 같은 것들을 포함하며, ISO/TC 204에서 가장 활동적인 분과임
- [그림 2-56]은 ISO/TC 204 WG 14의 표준화 주제를 도시한 것임



[그림 2-56] WG 14의 표준화 주제



[그림 2-57] WG 14의 작업 아이템 간의 관계

[표 2-17] ISO/TC 204 WG 14의 작업 아이템

|    | 주제                                                                                     | 내용                                                  |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 1  | ACC<br>(Adaptive Cruise Control Systems)                                               | 앞 차량과의 간격유지                                         |
| 2  | FVCWS<br>(Forward Vehicle Collision Warning System)                                    | 추돌을 방지하기 위하여<br>운전자에게 경고                            |
| 3  | TIWS<br>(roadside Traffic Impediment Warning<br>System)                                | 도로변 센서의 도움으로 장애물을<br>감지하는 기술                        |
| 4  | MALSO<br>(Maneuvering Aid for Low Speed Operation)                                     | 저속으로 코너회전 시 차량의<br>후미와 코너부의 장애물을 감지                 |
| 5  | LDWS<br>(Lane Departure Warning Systems)                                               | 부주의로 인한 차선이탈 방지 경고                                  |
| 6  | LCDAS<br>(Lane Change Decision Aid Systems)                                            | 후방 사각지대에 접근한 차량에<br>대한 정보                           |
| 7  | FSRA<br>(Full Speed Range Adaptive Cruise Control<br>System)                           | ACC를 이용하여 정지에 까지<br>이르도록 하는 기술                      |
| 8  | LSF<br>(Low Speed Following Systems)                                                   | 교통체증 시 저속의 앞 차량을<br>따라가는 제어기술                       |
| 9  | FVCMS<br>(Forward Vehicle Collision Mitigation<br>Systems)                             | 앞 차량과의 추돌 방지를 위해<br>자동으로 비상 정지하는 기술                 |
| 10 | ERBA<br>(Extended-range Backing Aids systems)                                          | 긴 거리를 후진할 때에 후방<br>장애물의 정보를 제공하는 기술                 |
| 11 | CIWS<br>(Cooperative Intersection single information<br>and violation Warning Systems) | 도로변 센서와 차량 간 정보<br>교환으로 교차로 정지 신호를<br>어기지 않도록 하는 기술 |
| 12 | CSWS<br>(Curve Speed Warning System)                                                   | 커브 진입속도가 과도할 때<br>경고하는 기술                           |
| 13 | LKAS<br>(Lane Keeping Assist System)                                                   | 차선유지를 위해 조정간을<br>자동으로 제어하는 기술                       |
| 14 | APS<br>(Assisted Parking Systems)                                                      | 주차공간을 감지하여 조정간을<br>자동으로 조절하는 기술                     |

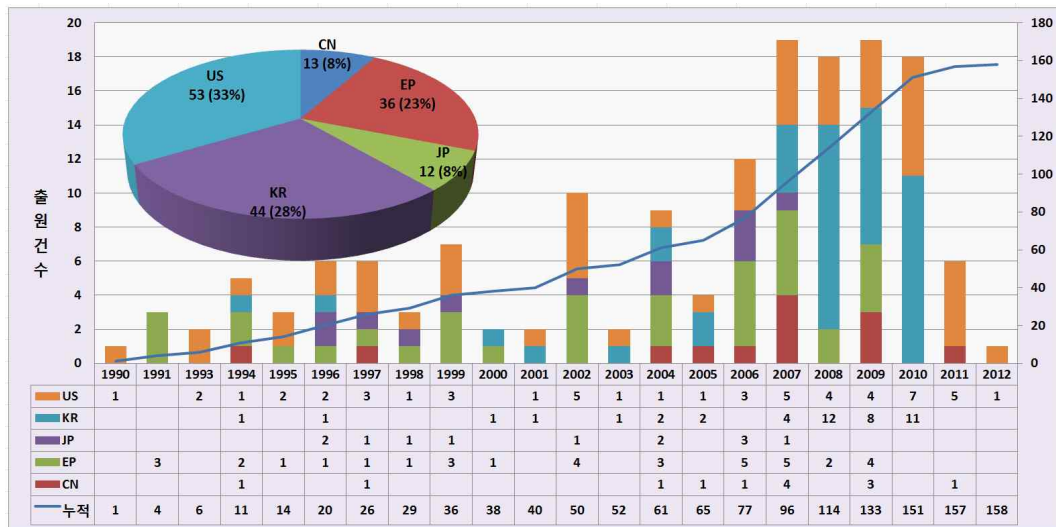
## 제2절 특허/논문 동향 분석

### 1. 특허동향분석

#### 가. 개인용 궤도시스템(PRT)

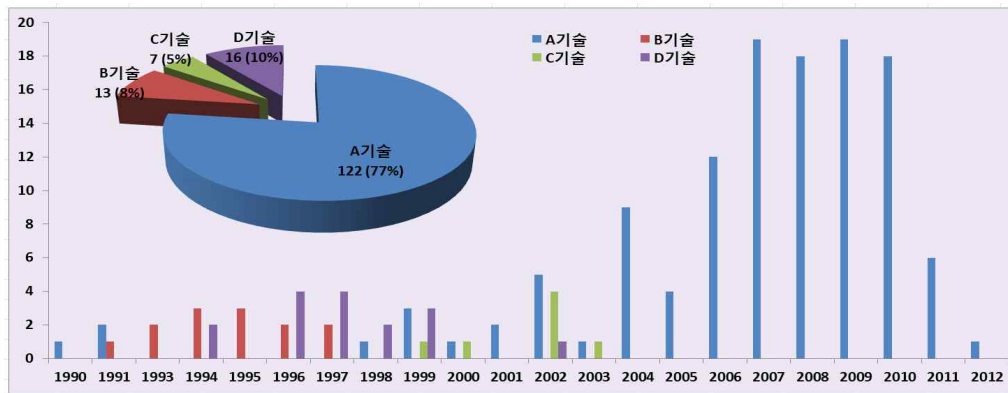
##### (1) 특허기술의 동향

- PRT 핵심기술분야의 전체적인 특허동향을 살펴보면, 1991년부터 현재까지 총 158건의 특허가 출원되었으며, 2007년에 정점을 이루다가 2008년부터는 다소 보합세를 이루고 있지만, 매년 국가별 평균 1~2건 이상의 특허가 꾸준히 출원되고 있음
- 국가별 출원현황을 보면 미국 출원이 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 한국과 유럽의 출원이 그 뒤를 따르며, 중국, 일본 출원이 비슷한 규모를 차지하고 있는 상황임
- 1990년대 초반부터 미국과 유럽을 중심으로 활발한 출원이 이루어져 왔으나, 2007년 이후 유럽 출원은 감소하고 있으며, 한국에서는 출원이 급격히 이루어지고 있음



[그림 2-58] PRT 특허 출원년도 및 국가별 출원추이

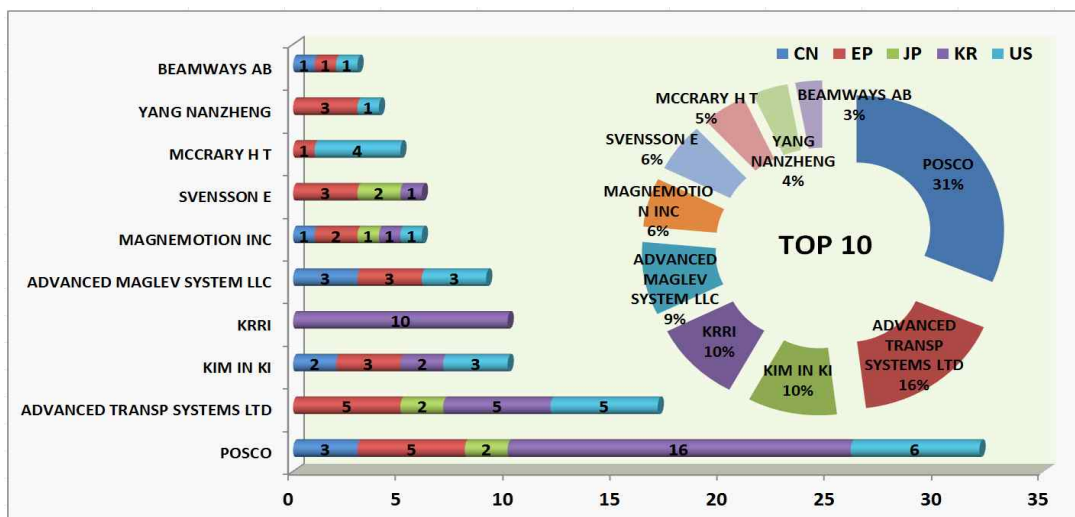
- PRT 선로구조물(A기술) 분야에 대한 특허가 2004년부터 전체 특허를 차지하고 있으며, 2007년을 정점으로 매년 18건 이상의 특허가 도출되고 있는 등 성장세에 있다고 판단됨
  - PRT 기술분야별 검색결과 중복값이 많은 것을 볼 때, PRT 전반의 기술을 세부 분야로 나누기보다 전체적으로 살펴보는 것이 더욱 타당할 수 있음
- \* 기술분야별 검색결과 중복제거 과정에서, 편의상 A기술로 분류됨에 따라 A기술의 비중이 다소 높게 나타나 보이는 경향이 있음



[그림 2-59] PRT 세부기술별 특허출원동향

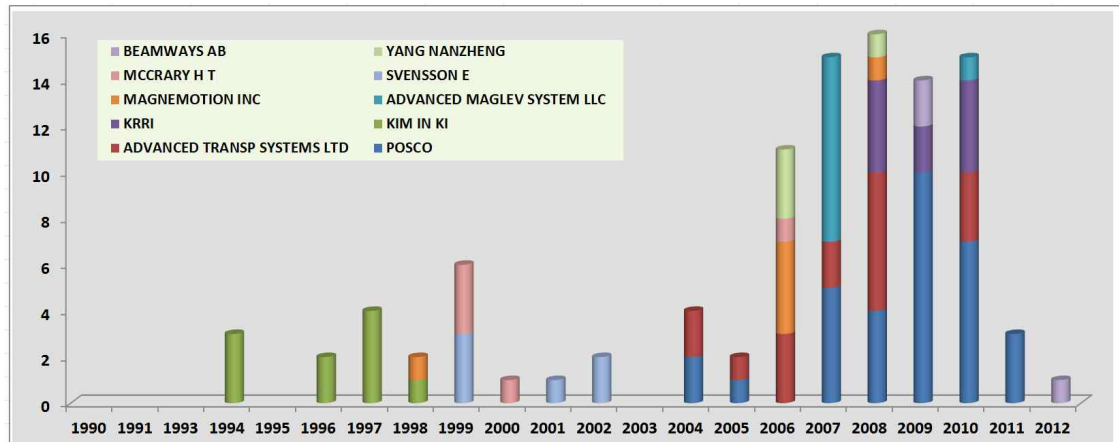
## (2) 특허동향분석

- PRT 핵심기술분야 전반에 걸쳐 많은 특허를 출원한 상위 10개의 출원인을 분석한 결과, POSCO, ADVANCED TRANSPORT SYSTEMS LTD 등이 이 분야 기술을 주도하고 있음
- 한국철도기술연구원(KRRI)의 경우 출원건수는 10건으로 많은 편이지만, 모두 한국 특허로 출원의 다양성이 부족한 상황임



[그림 2-60] 주요 PRT 특허출원인 동향

- 주요 출원인의 연도별 특허분석 결과, 이 분야 최다 출원인 POSCO는 2004년부터 지속적으로 활발한 출원을 하고 있으며, ADVANCED TRANSPORT SYSTEMS LTD, KRRI 등이 최근에 활발하게 특허를 출원하고 있는 상황임

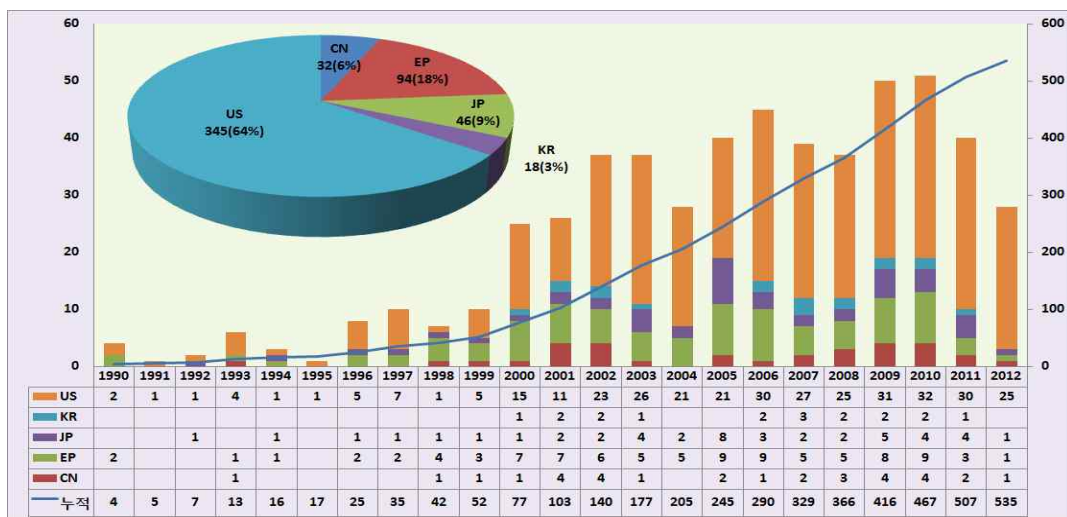


[그림 2-61] 연도별 주요 PRT 특허출원인 동향

## 나. 일인승 운송장치 기술

### (1) 특허기술의 동향

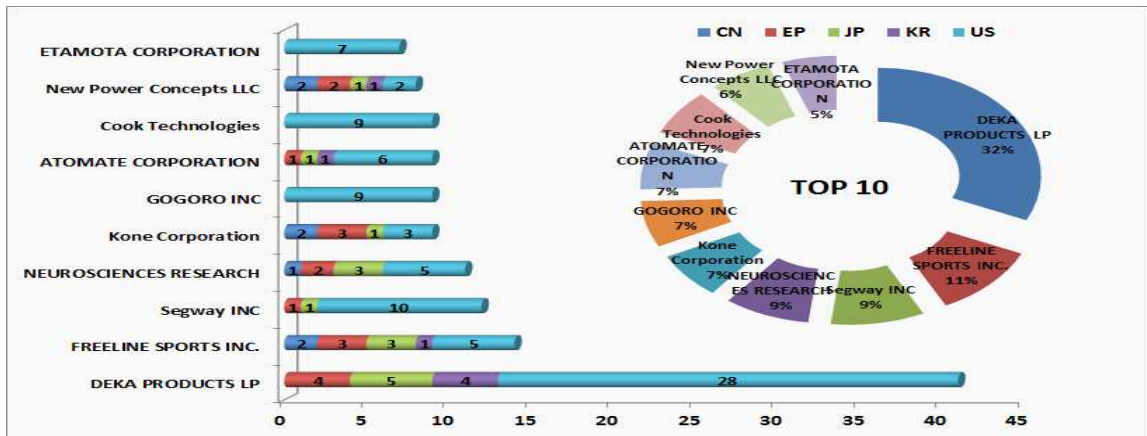
- 특허동향을 살펴보면 1990년부터 현재까지 총 535건의 특허가 출원 되었으며, 2000년 급격하게 증가하여 최근까지 높은 수준의 특허 출원 추세를 보이고 있음
- 국가별로는 미국이 가장 많은데, 이는 개인용 이동수단인 Segway 등이 미국시장이 가장 대중화되어 있기 때문으로 판단됨



[그림 2-62] 출원년도 및 국가별 출원 추이

### (2) 특허동향분석

- 상위 10개의 출원인 분석 결과 Segway 최초 개발자인 Dean Kamen이 설립한 DEKA PRODUCTS 및 Segway를 최초 제작한 Segway INC등이 이 분야 기술을 주도하고 있음
- KRRI의 경우 관련 분야 특허가 없으며, 한국 업체의 경우 현대자동차가 소형 1인승 운송시스템 관련 특허만 1건 보유하고 있는 상황으로 기술개발이 부족한 상황임



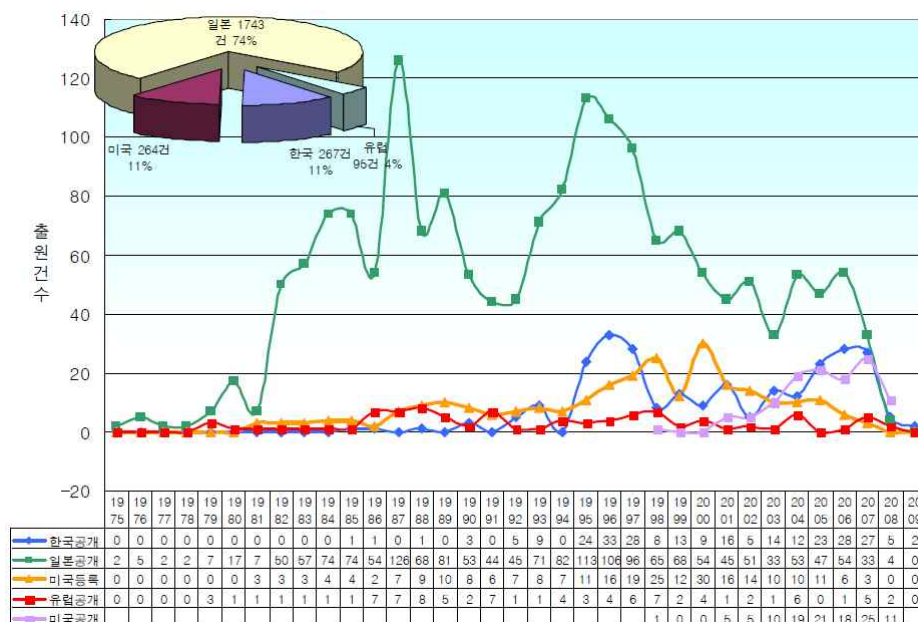
[그림 2-63] 주요 출원인 동향

- 주요 출원인 연도별 특허분석 결과, 최다 출원인인 DEKA PRODUCTS 및 Segway INC는 꾸준히 출원하고 있으며, 최근에는 대만의 GOGORO INC가 특허를 많이 출원하고 있음

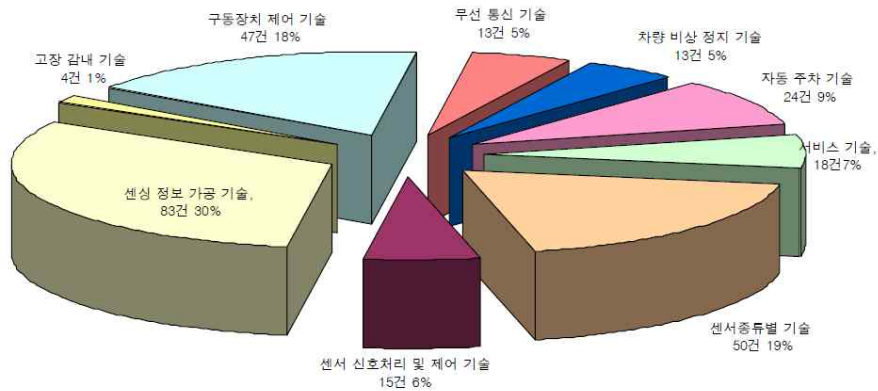
## 다. 자율주행 시스템

### (1) 특허기술의 동향

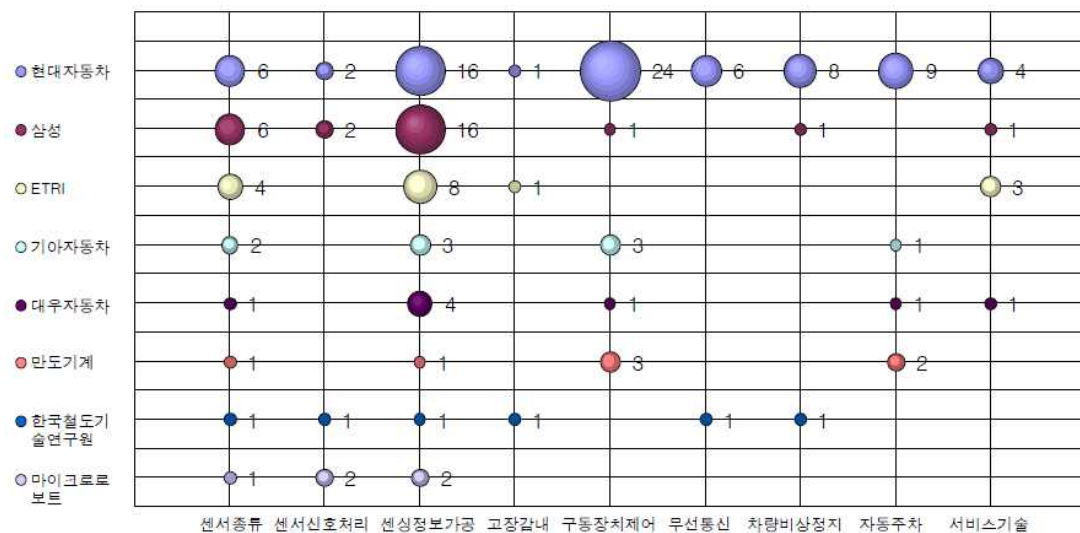
- 전체적으로 일본 특허는 1987년과 1995년에 가장 많은 특허 출원이 이루어진 것으로 나타남. 한국, 미국, 유럽은 전체적으로 1995년 이후에 특허 출원이 증가하고 있으며 유럽 특허의 경우 특허 출원이 미비함



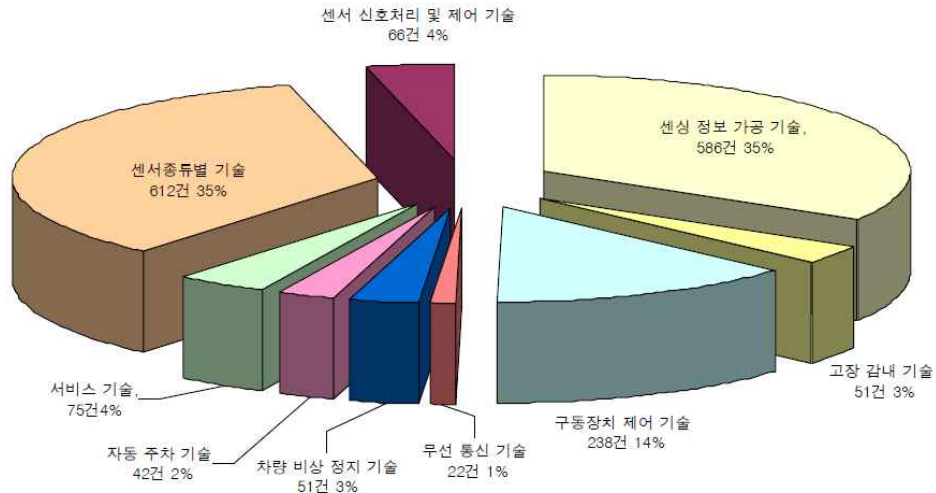
- 한국의 특허를 기술 분류별로 나타냈을 때, 센서 정보 가공 기술이 88건(30%)로서 가장 많고, 센서 종류별 기술이 50건(19%)로 그 다음을 차지하고 있음. 고장 감내 기술과 무선 통신 기술, 차량 비상 정지 기술이 대체적으로 적은 특허 출원량을 보이고 있음



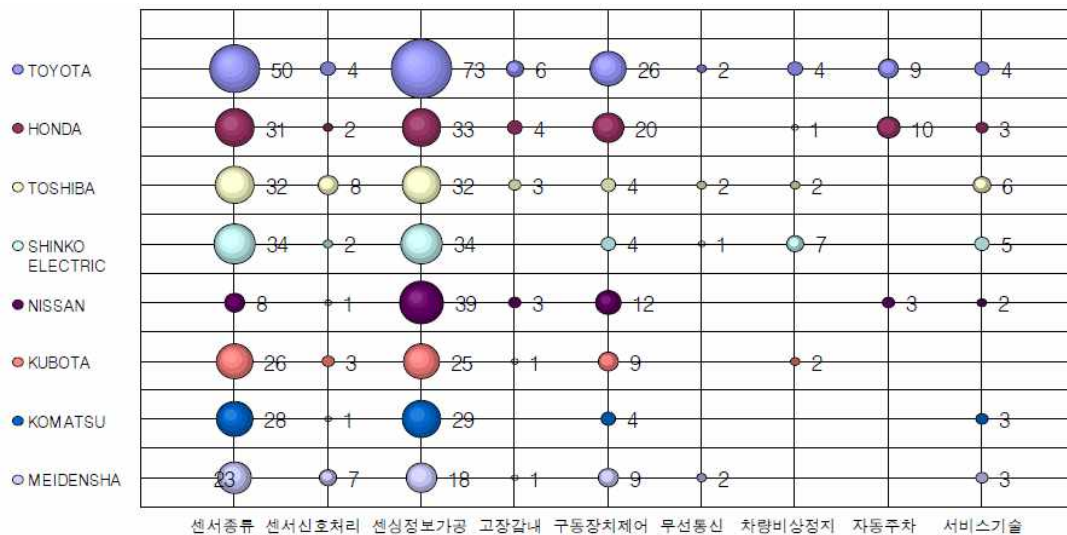
- 한국의 특허를 주요 출원인별로 나타냈을 때, 현대자동차, 삼성, ETRI 순서로 출원을 많이 하고 있음. 현대자동차의 경우 차량 구동 장치 제어 부분에 중점적으로 특허 출원이 이루어지고 있으며, 삼성전자의 경우에는 센싱 정보를 가공하는 방법에 더 중점을 두고 있는 것으로 나타남



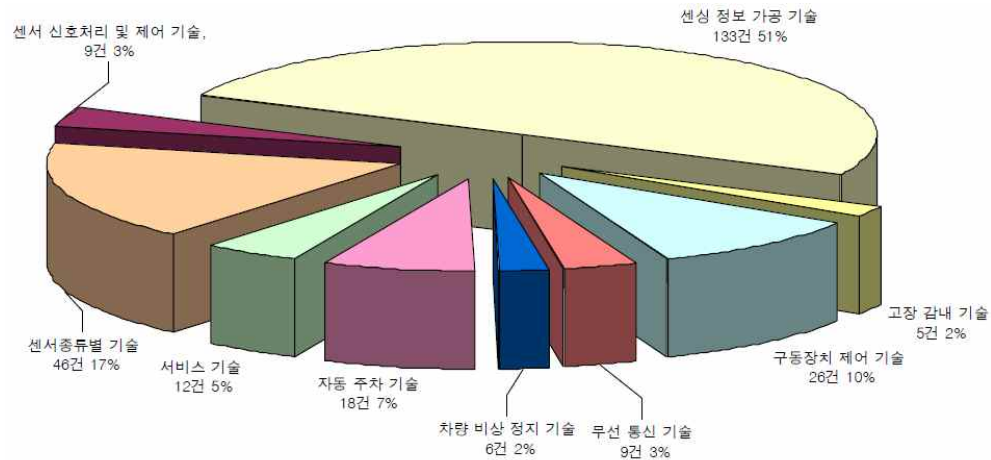
- 일본의 특허를 기술 분류별로 나타냈을 때, 센서 종류별 기술이 612건(35%)로서 가장 많고, 그 다음으로 센싱 정보 가공기술이 586건(35%)로 다음 순위를 차지하고 있음. 무선 통신 기술, 차량 비상 정지 기술, 고장 감내 기술, 자동 주차 기술이 낮은 특허 점유율을 가진 기술 분야로 확인됨



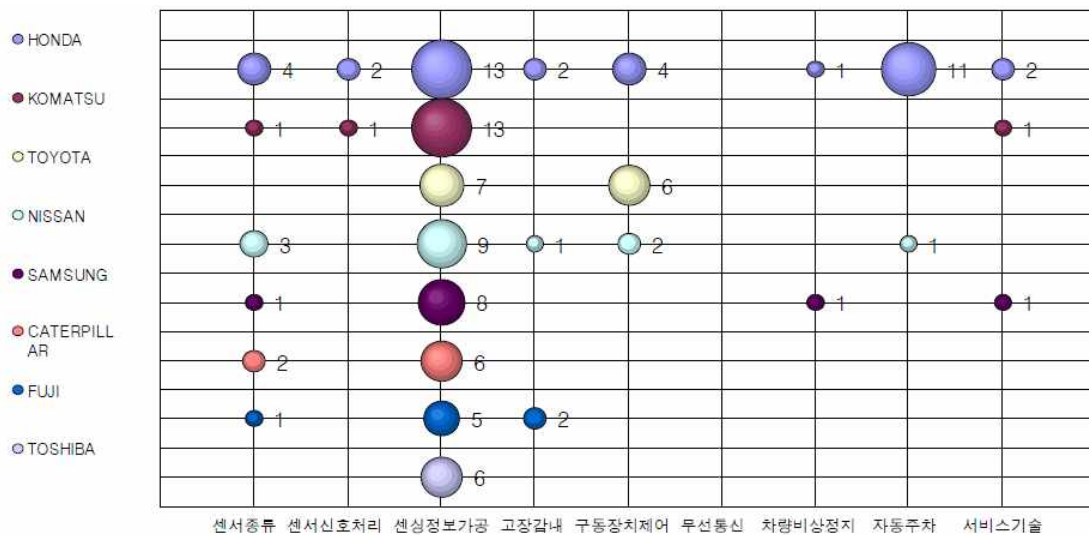
- 일본의 특허를 주요 출원인별로 나타냈을 때, TOYOTA, HONDA, TOSHIBA 순서로 출원을 많이 하고 있음. TOYOTA의 경우 센싱 정보 가공 기술과 센서 종류별 기술 순으로 다출원하고 있으며, HONDA의 경우는 TOYOTA와 비교하여 상대적으로 구동장치 제어에 더 집중하여 특허를 출원한 것으로 나타남. 특징적으로 다출원 5위 기업인 NISSAN은 특히 센싱 정보 가공 기술에 집중해서 특허 출원 활동을 벌여온 것으로 나타남



- 미국의 특허를 기술 분류별로 나타냈을 때, 일본이나 한국에 비해서 센싱 정보 가공 기술이 133건(51%)으로 다른 기술 분야보다 월등히 많은 점유율을 차지하고 있음. 센싱 정보 가공 기술 다음으로 센서 종류별 기술이 46건(17%)을 차지하고 있음. 미국 특허에서는 센서 신호 처리 및 제어기술과 고장 감내 기술이 매우 적은 점유율을 보이고 있음



- 미국의 특허를 주요 출원인별로 나타냈을 때, HONDA, KOMATSU, TOYOTA 순서로 출원을 많이 하고 있음. HONDA의 경우 센서 정보 가공 기술과 자동 주차 기술 부분에 집중하여 특허 출원 하는 것으로 나타났으며 KOMATSU의 경우 센싱 정보 가공 기술에 특히 집중하는 것으로 나타남. 다출원 5위 기업으로 한국 기업인 삼성 전자가 센서 정보 가공 기술에 집중하여 특허를 출원한 것으로 나타남



□ 차량 자동 유도 기술 분야의 특허 등고선



- 차량 자동 유도 기술 관련 검색 결과 2496건 중 한국특허를 제외한 2217건의 특허를 대상으로 텍스트 마이닝 기법을 이용하여 분석함
- 2217건의 특허를 대상으로 특허 등고선 지도를 작성한 결과 장애물 회피, 주행 경로 생성, 제동력 제어, 카메라 이미지 처리에 대한 부분이 큰 축이 되어 가장 많은 특허가 집중되고 있음을 알 수 있음
- 다른 특허에 비해 상대적으로 현재 위치 수신, 주행 경로 저장, 차선 정보에 대한 특허의 숫자가 적음

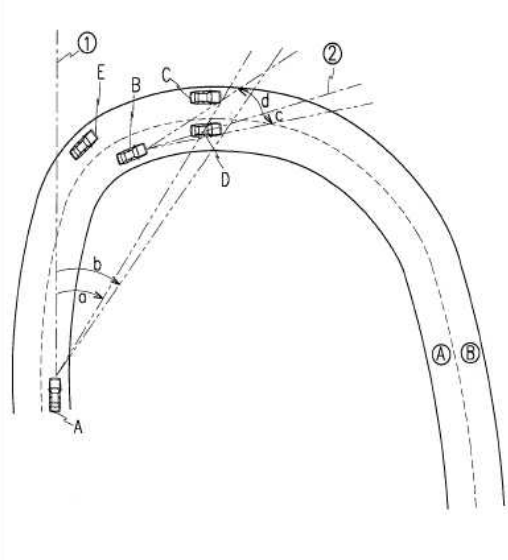
□ 과거 및 최근 차량 자동 유도 기술 분야의 특허 등고선



- 과거 및 최근 대상 특허에 대한 등고선 지도를 작성한 결과, 과거에는 오른쪽 부분 (적색 도트)에서 왼쪽(노란색 도트) 부분으로 기술 트렌드가 이전해 가는 것을 알 수 있음
- 과거에는 장애물 회피나 속도 제어 부분이 대다수를 차지했으나, 최근에는 제동력 제어나 주차 제어 부분에 대한 특허가 활발하게 출원되고 있음
- 최근에는 이전보다 상대적으로 노란색 도트들이 넓게 퍼져 있어 복잡 및 응용 기술에 대한 연구 개발이 활발한 것으로 판단됨

□ 주요 핵심특허 현황

| 분류코드                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 센싱 정보 가공 기술                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 특허등급(1 ~ 5)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 공개(등록)번호                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | KP20060084289                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 공개일(등록일)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2006.07.24 |
| 출원번호                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1020050005104                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 출 원 일                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2005.01.19 |
| 출 원 인                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 현대자동차주식회사                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | IPC 분류                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | G08G1/0968 |
| 우선권 번호                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 우선권 주장일                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |            |
| 발명의 명칭                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 텔레매틱스를 이용한 무인 운전 시스템 및 그 제어 방법                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |            |
| 요약                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <p>본 발명은 텔레매틱스를 이용한 무인 운전 시스템 및 그 제어 방법에 관한 것으로, 본 발명의 텔레매틱스를 이용한 무인운전 시스템은 교통 정보와 GPS 정보를 포함한 지리 정보를 제공하는 텔레매틱스 장치 및 상기 텔레매틱스 장치로부터 제공된 지리 정보와 다수의 센서로부터 인지된 차량 상태 정보를 수신하는 수신부와, 상기 수신된 지리 정보와 차량 상태 정보를 가공하여 차량을 제어하기 위한 무인 운전 정보를 형성하고, 상기 무인 운전 정보를 기초로 운전 중 제공되는 서비스 및 이벤트 정보를 추출하는 정보가공부와, 상기 무인 운전 정보를 기초로 차량제어부를 제어하는 무인 운전 제어부와, 상기 정보가공부에서 추출된 서비스 및 이벤트 정보를 상기 텔레매틱스 장치에 송신하는 송신부를 포함하여 구성된다.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |            |
| 청 구 범 위 및 대 표 도                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |            |
| <p>1. 교통 정보와 GPS 정보를 포함한 지리 정보를 제공하는 텔레매틱스 장치 및<br/>상기 텔레매틱스 장치로부터 제공된 지리 정보와 다수의 센서로부터 인지된 차량 상태 정보를 수신하는 수신부와, 상기 수신된 지리 정보와 차량 상태 정보를 가공하여 차량을 제어하기 위한 무인 운전 정보를 형성하고, 상기 무인 운전 정보를 기초로 운전 중 제공되는 서비스 및 이벤트 정보를 추출하는 정보가공부와, 상기 무인 운전 정보를 기초로 차량제어부를 제어하는 무인 운전 제어부와, 상기 정보가공부에서 추출된 서비스 및 이벤트 정보를 상기 텔레매틱스 장치에 송신하는 송신부를 포함하여 이루어지는 무인 운전 제어 장치로 구성된 텔레매틱스를 이용한 무인 운전 시스템</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <pre>graph TD     Start([시작]) --&gt; S10[S10 지리 정보 수집]     S10 --&gt; S12[S12 차량 상태 정보 수집]     S12 --&gt; S140[S140 무인 운전 정보 형성]     S140 --&gt; S142[S142 차량 조정]     S140 --&gt; S16[S16 서비스 및 이벤트 정보 추출]     S16 --&gt; S162[S162 지리 정보와 서비스 및 이벤트 정보 제공 연계]     S162 --&gt; S140     S142 --&gt; End([종료])     End --&gt; S10     subgraph S14 [S14]         S140         S142     end     S160[S160] --- S14</pre> |            |
| Patent Family                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |            |

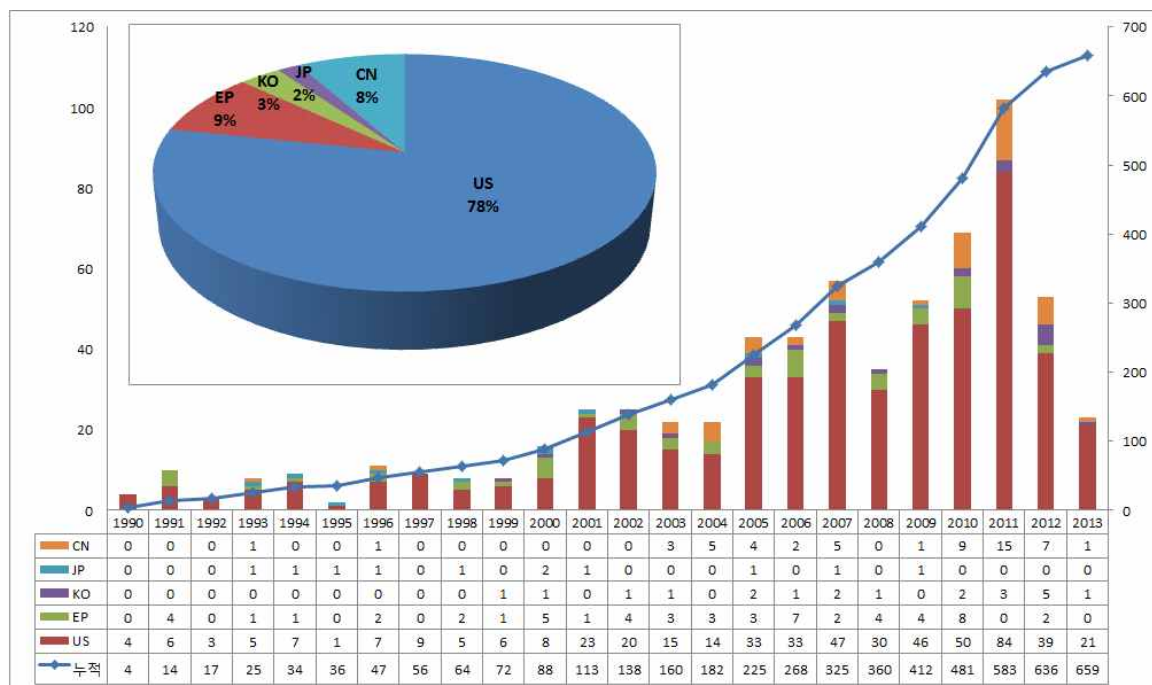
| 분류코드                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 센싱 정보 가공 기술                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 특허등급(1 ~ 5)                                                                          | 3            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 공개(등록)번호                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | KP20020097362                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 공개일(등록일)                                                                             | 2002. 12. 31 |
| 출원번호                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1020010035145                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 출 원 일                                                                                | 2001.06.20   |
| 출 원 인                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 현대자동차주식회사                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | IPC 분류                                                                               | B60K31/00    |
| 우선권 번호                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 우선권 주장일                                                                              |              |
| 발명의 명칭                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 자동차의 자동 주행 시스템 및 그 방법                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                      |              |
| 요약                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p>,본 발명은 자동차의 자동 주행 시스템 및 그 방법에 관한 것이다. ,본 발명에 의하면, 자동 주행 장치가 감지한 선행 차량과의 거리, 선행 차량의 방위각, 레이더 반사빔의 진폭, 스티어링 양, 및 회전각으로부터, 감지된 반사빔 진폭을 소정의 임계 거리 진폭과 비교하고, 감지된 방위각을 소정의 임계 방위각과 비교하며, 감지된 회전각을 소정의 임계 회전각과 비교하여, 상기 비교 값이 모두 상기 비교 대상 임계치들보다 작게 나오면 옆차선으로 인식하고, 상기 비교 값이 상기 비교 대상 임계치들 중 어느 하나보다 크게 나오면 자차선으로 인식함으로써, 차량의 스티어링 조정, 가속 조절, 및 감속 조절이 되도록 할 수 있다..본 발명의 실시예에 따른 자동 주행 장치는, 레이더 감지기, 스티어링 감지기, 및 자이로 감지기로 이루어지는 감지부, 임계 거리 진폭 DB, 및 임계 방위각 진폭 DB로 이루어지는 데이터베이스부, 및 콘트롤부로 이루어져 있다.,</p> |                                                                                      |              |
| 청 구 범 위 및 대 표 도                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                      |              |
| <p>1. 후속 차량이 선행 차량과 충돌 없이 자동으로 정속 주행할 수 있도록 하는 자동차에 있어서,상기 차량간 거리별로 레이더 반사빔에 대한 소정의 임계 진폭 정보가 저장되어 있는 임계 거리 진폭 DB;</p> <p>상기 차량간 임계 거리에서 방위각별로 레이더 반사빔에 대한 소정의 임계 진폭 정보가 저장되어 있는 임계 방위각 진폭 DB;</p> <p>선행 차량과의 거리, 선행 차량의 방위각, 및 선행 차량에서 나오는 레이더 반사빔의 진폭을 감지하여 콘트롤부에 출력하는 레이더 감지기;차량의 스티어링 양을 감지하여 콘트롤부에 출력하는 스티어링 감지기;차량의 회전각을 감지하여 콘트롤부에 출력하는 자이로 감지기; 및 상기 감지된 선행 차량과의 거리, 선행 차량의 방위각, 레이더 반사빔의 진폭, 스티어링 양, 및 회전각 으로부터, 감지된 반사빔 진폭을 소정의 임계 거리 진폭과 비교 하고, 감지된 방위각을 소정의 임계 방위각과 비교하며, 감지된 회전각을 소정의 임계 회전각과 비교하여, 상기 비교 값이 모두 상기 비교 대상 임계치들보다 작게 나오면 옆차선으로 인식하고, 상기 비교 값이 상기 비교 대상 임계치들 중 어느 하나보다 크게 나오면 자차선으로 인식함으로써, 차량의 가속 조절, 및 감속 조절이 되도록 하는 자동 주행 제어 신호를 발생시키는 콘트롤부를 포함하는 자동차의 자동 주행 시스템.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |              |
| Patent Family                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                      |              |

| 분류코드                                                                                                                                                                                                                                                                     | 서비스 기술                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 특허등급(1 ~ 5) | 2          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------|
| 공개(등록)번호                                                                                                                                                                                                                                                                 | KP20000046396                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 공개일(등록일)    | 2000.07.25 |
| 출원번호                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1019980063076                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 출 원 일       | 1998.12.31 |
| 출 원 인                                                                                                                                                                                                                                                                    | 대우통신 주식회사                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | IPC 분류      | H04L12/28  |
| 우선권 번호                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 우선권 주장일     |            |
| 발명의 명칭                                                                                                                                                                                                                                                                   | 인터넷망을 통한 무인 자동차 관리 시스템                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |             |            |
| 요약                                                                                                                                                                                                                                                                       | 본 발명은 인터넷 망을 통한 무인 자동차 관리 시스템에 관한 것이다..이러한 본 발명은 무선에 의해 운행정보를 주고받으면서 운행하는 무인 자동차, 기 설정된 해당 구역을 운행하는 무인 자동차들과 무선으로 운행정보를 주고받으면서 해당 무인 자동차의 운행을 관리하는 에이전트; 및 하나 이상의 에이전트와 인터넷망 혹은 별도의 케이블로 연결되어 해당 에이전트를 관리하는 중앙 서버를 포함하여 구성되되, 중앙 서버는 타 중앙 서버와 인터넷망으로 서로 연결되어 정보를 주고받도록 구성된다..본 발명을 사용하면, 무인 자동차 관리 시스템의 중앙집중화를 이룰 수 있으며, 각 무인 자동차에게 부과되는 시스템 기능을 감소시킬 수 있다. 또한, 인터넷망으로 묶여진 논리적 그룹을 통해 각 사업자를 창출할 수 있으며, 이 그룹별로 무인 시스템 관리를 수행할 수 있어서, 효율적인 무인 시스템 관리가 가능하다. |             |            |
| 청 구 범 위 및 대 표 도                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |            |
| 1. 무선에 의해 운행정보를 주고받으면서 운행하는 무인 자동차;기 설정된 해당 구역을 운행하는 상기 무인 자동차들과 무선으로 상기 운행정보를 주고받으면서 해당 무인 자동차의 운행을 관리하는 에이전트; 및,하나 이상의 에이전트와 인터넷망 혹은 별도의 케이블로 연결되어 해당 에이전트를 관리하는 중앙 서버를 포함하여 구성되되, 상기 중앙 서버는 타 중앙 서버와 인터넷망으로 서로 연결되어 정보를 주고받도록 구성되는 것을 특징으로 하는 인터넷망을 통한 무인 자동차 관리 시스템. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |            |
| Patent Family                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |            |

## 라. 자동주차 시스템

### (1) 특허기술의 동향

- 자동주차의 전체적인 특허 동향을 살펴보면, 1990년 이후로 약 650건 정도가 존재하며, 2005년을 기점으로 증가하는 추세를 보이고 있음
- 자동주차 특허기술의 경우 약 80%가 미국에서 출원된 특허이며 우리나라의 경우 약 20건 정도의 특허가 출원됨
- 국내 특허출원의 동향을 살펴보면, 전체 특허출원 중에서 2007년 이후의 특허출원의 비율이 전체의 약 70%에 달해, 최근 5년간 자동주차 부분에 대한 관심이 높아졌다고 평가할 수 있음



[그림 2-64] 자동주차 기술 특허출원 동향

### (2) 특허동향분석

- 주차시스템 및 장치 분야에 주로 많은 특허가 출원되었으며, 해당 기술에 대한 연구와 특허출원이 지속적으로 이루어지고 있는 상황임
- [표 2-18]은 해당 기술분야에서 출원된 특허 중, 최근에 우리나라에서 출원된 특허이며 본 과제에 참고할 만한 효용가치가 있는 기술에 대한 특허동향의 예시임

[표 2-18] 세부기술 특허동향(자동주차)

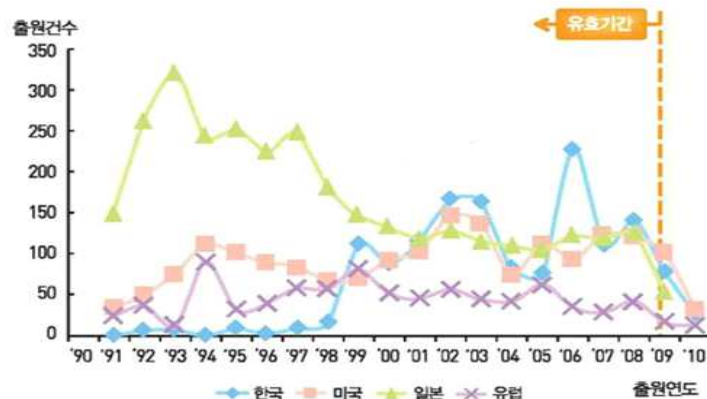
| 순번 | 특허 제목                                       | 출원인        | 등록년도 | 출원년도 |
|----|---------------------------------------------|------------|------|------|
| 1  | 자동주차시스템에서의 주차설정방법                           | 현대자동차주식회사  | 2007 | 2005 |
| 2  | 차량의 타이어 공기압을 고려한 자동 주차 시스템 및 장치             | 주식회사 만도    | 2013 | 2008 |
| 3  | 이중주차된 차량의 자동 주차 제어장치 및 그 방법                 | 현대모비스 주식회사 | -    | 2012 |
| 4  | 맞춤 자동 주차 서비스를 제공하기 위한 단말과 장치 및 그 방법         | 한국전자통신연구원  | -    | 2011 |
| 5  | 주차 후 주변상황의 변화를 인식하는 차량용 자동 주차 시스템 및 그 동작 방법 | 현대모비스 주식회사 | -    | 2010 |

※주 : 등록년도가 없는 특허는 출원은 되었으나, 등록은 되지 않은 특허임

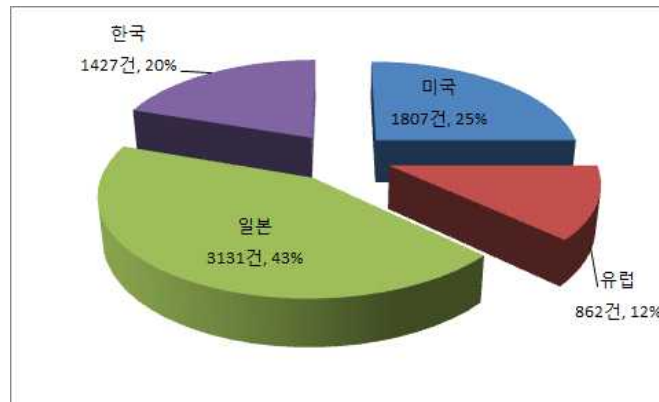
## 마. 철도연계 충전인프라 기술

### (1) 특허기술의 동향

- 국가별/연도별 출원동향을 살펴보면, 일본이 전체의 43%를 차지하고 있어 그린카 및 EV 충전플랫폼 관련 기술에 있어서 가장 선도에 있는 것으로 조사됨
- 다만 특징적인 사항은 1990년대 상당수의 특허출원 이후 2000년 이후 지속적 감소 추이를 보이고 있음
- 기존 EV 충전플랫폼 기술의 특허는 EV 충전기와 관련 부품에 관한 기술, 결제시스템에 대한 통신부분, 모니터 상의 인터페이스 방법 등이 주를 이루고 있으나, EV 충전설비의 전력망 연계 기술에 관한 특허는 미비한 상황임
- 하지만, 철도전력망과 같은 DC 전력망을 이용하는 기술특허는 한국에서 일부 출원됨
- EV 충전플랫폼 기술의 경우, 한국은 비교적 늦은 시기인 2006년 이후 출원증가 추이를 보이고 있으며, 비중에 있어서도 20%에 그치고 있음
- 유럽의 경우 많은 건수를 차지하고 있지는 않으며, 특징적인 출원의 감소/증가를 보이고 있지 않음



[그림 2-65] 연도별 EV 충전플랫폼 특허출원 추이



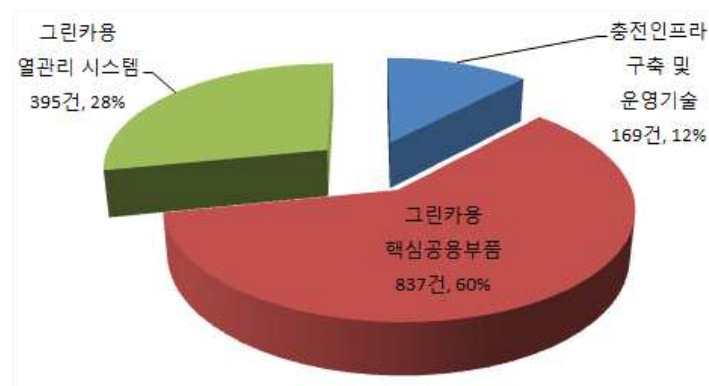
[그림 2-66] 국가별 특허출원 추이

#### □ 한국

- 한국의 기술별 특허출원 추이를 살펴보면, 그린카 핵심공용부품 기술이 전체의 60%를 차지하고 있으며, 이중 플랫폼 기술이 40%, 충전기 기술이 40%를 차지함
- 대부분 2000년을 기점으로 출원의 증가가 일어나고 있음



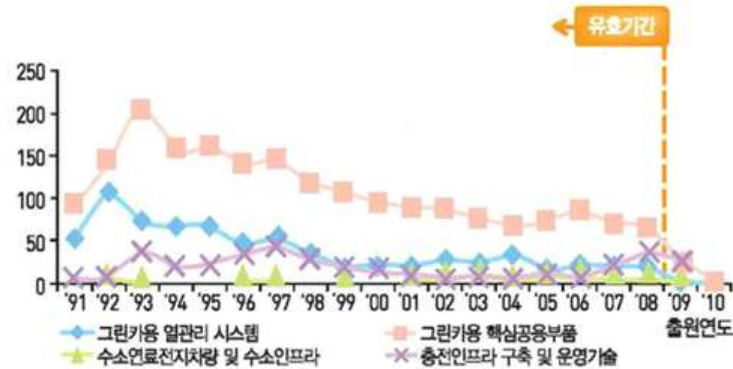
[그림 2-67] 한국의 그린카 특허출원 추이



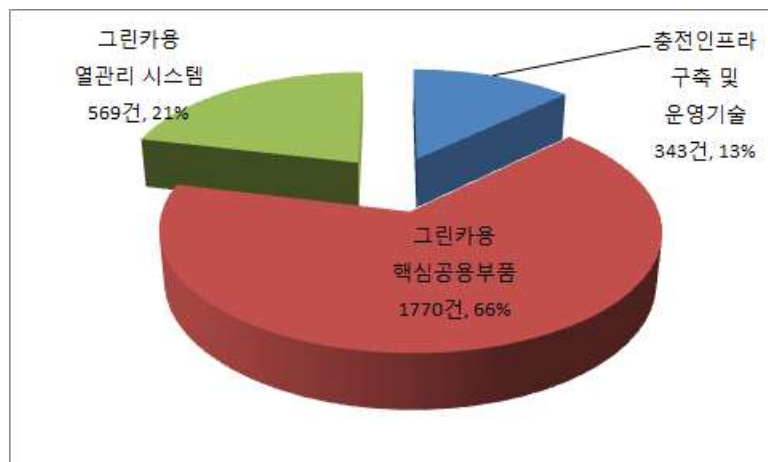
[그림 2-68] 한국의 그린카 특허출원 건수

□ 일본

- 일본의 기술별 특허출원 추이를 살펴보면, 앞서 살펴본 바와 같이 전반적으로 출원 감소 추이를 보이고 있으며, 핵심부품의 기술별 출원비중에 있어서도 특이사항 없음



[그림 2-69] 일본의 그린카 특허출원 추이



[그림 2-70] 일본의 그린카 특허출원 건수

(2) 특허동향분석

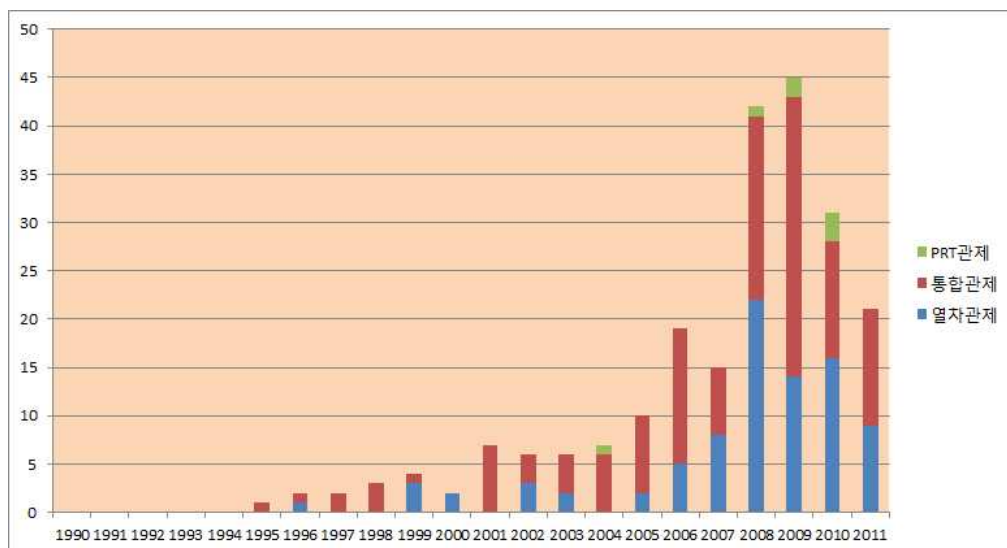
- 국가별로 특허출원이 많이 이루어진 시기를 기준으로 보면 일본이 하이브리드 자동차를 가장 먼저 상용화한 이후에도 플러그인 하이브리드 자동차, 전기자동차, 연료전지차 등의 차세대 그린카 기술을 일찍 연구하고 선점하였다는 것을 알 수 있음
- 이후로 미국이 일본을 추격하고 있으며, 우리나라는 일본에 비하여 본격적인 연구가 약 10년 가까이 늦어진 것으로 나타나, 보다 적극적인 기술개발 및 특허확보 노력이 필요할 것으로 보임

- 특허의 양적, 질적인 수준을 보면, 한국이 양적인 면에서는 주요국 중 2위를 기록한 반면에, 질적인 점수에서는 하위를 나타내고 있어, 연구개발 및 특허 확보 과정에서 보다 질적 향상을 위한 노력이 필요함을 알 수 있음
- 주요국들의 출원인 분포를 보면, 다양한 완성차 업체를 비롯하여 부품 전문업체들도 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 나타난 반면에 한국의 경우 이러한 부품 전문업체가 주요 출원인에 들지 못하였음
- 따라서 향후 전문 중소기업 및 부품 전문업체들에 대한 정부차원의 지원확대가 필요할 것으로 보이며, 관련 업체들의 보다 많은 노력이 필요할 것으로 보임
- 종합적으로 보면 그린카 기술에 있어서 한국의 위상은 아직까지 일본, 미국에 비하여 뒤떨어져 있으나 많은 격차를 보이고 있는 것은 아니라고 판단되므로, 효율적인 노력을 보다 기울인다면 한국이 세계적인 그린카 기술강국으로 자리매김할 가능성이 충분할 것으로 보임

## 바. Smart 통합관제시스템

### (1) 특허기술의 동향

- 관제의 전체적인 특허 동향을 살펴보면, 1990년 이후로 약 400건 정도가 존재하며, 2011년을 기점으로 증가하는 추세를 보이고 있음
- 국내 특허출원의 동향을 살펴보면, 전체 특허출원 중에서 2008년 이후의 특허출원의 비율이 전체의 75%에 달해, 최근 5년간 관제 부분에 대한 관심이 높아졌다고 평가할 수 있음



[그림 2-71] 관제시스템 특허출원 동향

## (2) 특허동향분석

- 통합관제와 열차관제 분야에 주로 많은 특허가 출원되었으며, 해당 기술에 대한 연구와 특허출원이 지속적으로 이루어지고 있는 상황임
- 다음의 표는, 해당 기술분야에서 출원된 특허 중, 최근에 출원된 특허이며 본 과제에 참고할 만한 효용가치가 있는 기술에 대한 특허동향의 예시임

[표 2-19] 세부기술 특허동향 예시(관제시스템)

| 순번 | 특허 제목                                     | 출원인         | 등록년도 | 출원년도 |
|----|-------------------------------------------|-------------|------|------|
| 1  | 실시간 상황 정보를 제공하는 지능형 이동 차량 관제 시스템          | (주)위니텍      | 2013 | 2012 |
| 2  | 통합 관제 시스템 및 통합 관제 방법                      | 주식회사 엘지씨엔에스 | -    | 2012 |
| 3  | 통합관제시스템                                   | (주)이레씨즈     | 2013 | 2012 |
| 4  | 관제 서비스 간 연동을 이용한 통합 관제 시스템, 서버 및 방법       | 포인트아이 주식회사  | 2007 | 2006 |
| 5  | 철도차량의 실시간 위치추적시스템 및 그 운용방법                | (주)대아티아이    | 2011 | 2010 |
| 6  | 고밀도 열차운행을 위한 열차진로제어설비 및 진로구성방법            | (주)대아티아이    | 2009 | 2007 |
| 7  | 선점형 우선순위 기반의 이더넷 데이터 스케줄링 방법 및 이를 이용한 시스템 | 인하대학교 산학협력단 | 2012 | 2010 |

- 전체적인 특허출원에서 각 세부기술이 차지하는 비율은 통합관제에 대한 내용이 많은 내용을 차지하고 있으며, 현재 전체적인 관제기술의 동향은 타 정보 DB와의 연계 통합에 주요 관심이 모아지고 있는 상황으로 판단됨



[그림 2-72] 관제시스템 특허출원 비율

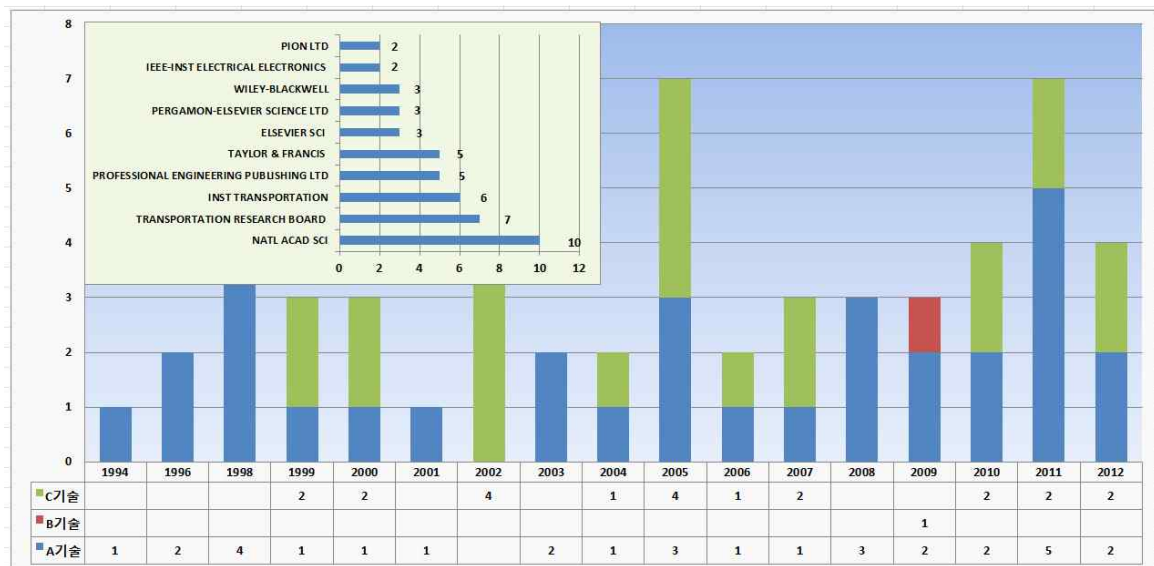
- PRT관계 분야는 열차관계 및 통합관계기술과 비교하여 특허 건수는 적은 편이지만, 현재 진행하려는 프로젝트의 성향과 유사하며 최근에 개발되기 시작한 분야라는 것을 고려했을 때, 중점을 두고 연구해야 할 분야로 판단 됨

## 2. 논문동향분석

### 가. 개인용 궤도시스템(PRT) 기술

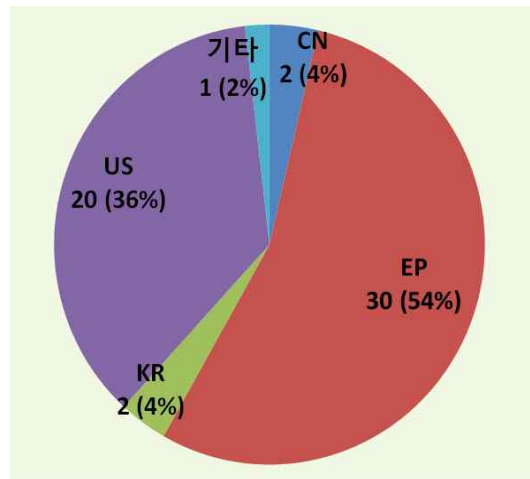
#### (1) 논문 동향

- PRT 핵심기술분야의 전체적인 논문동향을 살펴보면, 1994년부터 현재까지 총 55건의 논문이 발표되었으며, 매년 2~3편의 논문이 꾸준히 발표되고 있음
- 저널별 논문현황을 보면 National Academy of Science, Transportation Research Board 등 미국학회, Canadian Institute of Transportation와 같은 캐나다학회가 가장 많은 발표규모를 보이고 있음

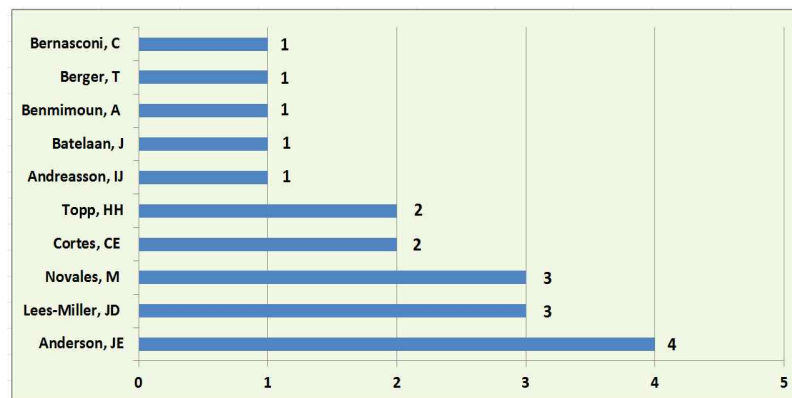


[그림 2-73] 연도별 PRT 논문 발표 추이 및 주요 등재 저널

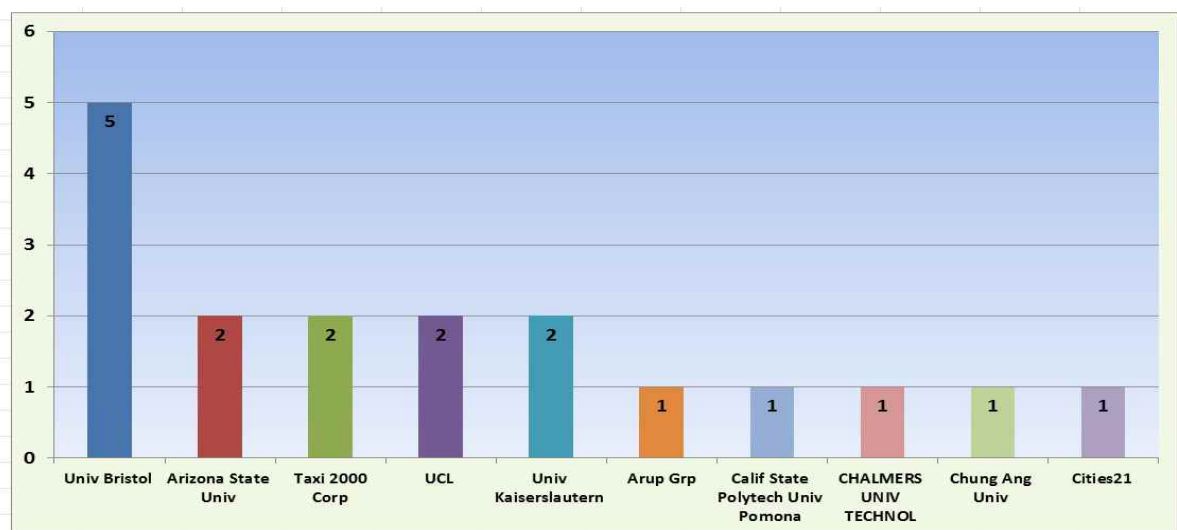
- PRT 핵심기술분야 전반에 걸쳐 많은 논문을 발표한 상위 10개의 저자를 분석한 결과, Anderson JE가 4건, Lees-Miller JD 및 Novales M이 각각 3건으로 이 분야 기술을 주도하고 있음
- 주요 연구기관별 논문분석 결과, 이 분야 최다 연구기관은 영국의 University Bristol로서 5건을 발표하였으며, 기타 미국의 Arizona State University 및 Taxi 2000 Corp, 영국 University College London, 독일 University Kaiserslautern이 각각 2건을 발표하여, 관련 기술을 선도하고 있음



[그림 2-74] PRT 논문 발표 주요 국가



[그림 2-75] PRT 논문 발표 주요 저자



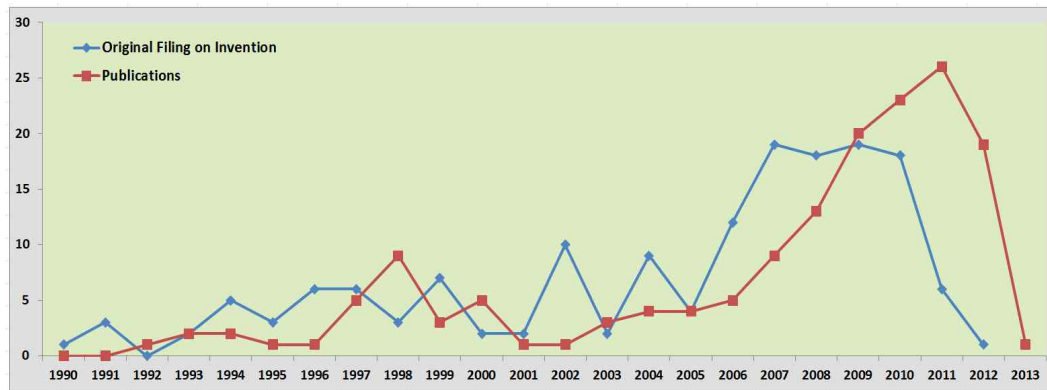
[그림 2-76] PRT 논문 발표 주요 연구기관

- 도심 경전철 등 교통수단의 승객수요 결정요인과 관련하여 영국 PERGAMON-ELSEVIER SCIENCE LTD에 게재된 논문이 36건으로 피인용 건수가 가장 많음
- 그 외에도 도심혼잡 상황에서의 교통기술에 관한 논문이 피인용 건수가 높음

[표 2-20] PRT 관련 논문

| 번호 | 논문제목                                                                                                                                                                                       | 저널명                                            | 발표 연도 | 피인용수 |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------|------|
| 1  | Factors influencing light-rail station boardings in the United States                                                                                                                      | PERGAMON-ELSEVIER SCIENCE LTD                  | 2004  | 36   |
| 2  | Urban congestion charging: A comparison between London and Singapore                                                                                                                       | TAYLOR&FRANCIS                                 | 2005  | 13   |
| 3  | Trajectory model validation using newly developed altitude-controlled balloons during the International Consortium for Atmospheric Research on Transport and Transformations 2004 campaign | AMER GEOPHYSICAL UNION                         | 2006  | 13   |
| 4  | Optimal urban rail transit corridor identification within integrated framework using geographical information system                                                                       | ASCE-AMER SOC CIVIL ENGINEERS                  | 2005  | 12   |
| 5  | The relationship between urban form and station boardings for Bogota's BRT                                                                                                                 | PERGAMON-ELSEVIER SCIENCE LTD                  | 2008  | 11   |
| 6  | Disappearing traffic? The story so far                                                                                                                                                     | ICE PUBL                                       | 2002  | 10   |
| 7  | A linear motor design provides close and secure vehicle separation of many transit vehicles on a guideway                                                                                  | IEEE-INST ELECTRICAL ELECTRONICS ENGINEERS INC | 2007  | 9    |
| 8  | Objectives, stimulus and feedback in signal control of road traffic                                                                                                                        | TAYLOR&FRANCIS                                 | 2004  | 8    |
| 9  | Synchronous or clear-path control in personal rapid transit systems                                                                                                                        | INST TRANSPORTATION                            | 1996  | 8    |
| 10 | Transportation: the bottleneck of regional competitiveness in Toronto                                                                                                                      | PION LTD                                       | 2008  | 7    |

- 2005년 이후 논문발표가 정점을 이룬 이후 다소 주춤하는 추세였으나, 2006년부터 2011년까지 지속적으로 논문발표가 증가하고 있으며, 특허출원도 1990년대부터 지속적으로 증가하는 것을 볼 때 성장기에 있는 기술임을 알 수 있음



[그림 2-77] PRT관련 특허기술 연계 기술발전 추이

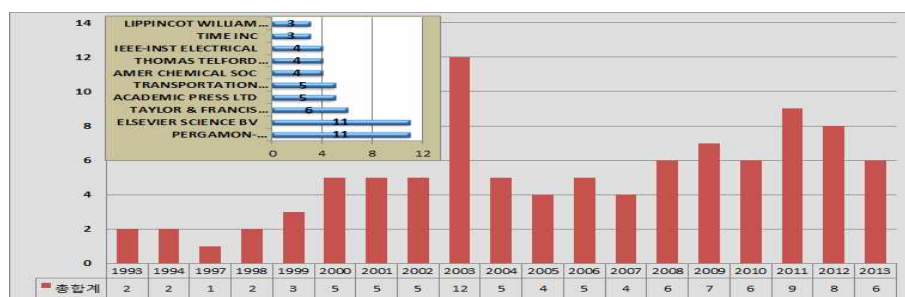


[그림 2-78] PRT관련 논문 발표 연계 기술발전 추이

## 나. 초소형 연계교통 운송장치 기술

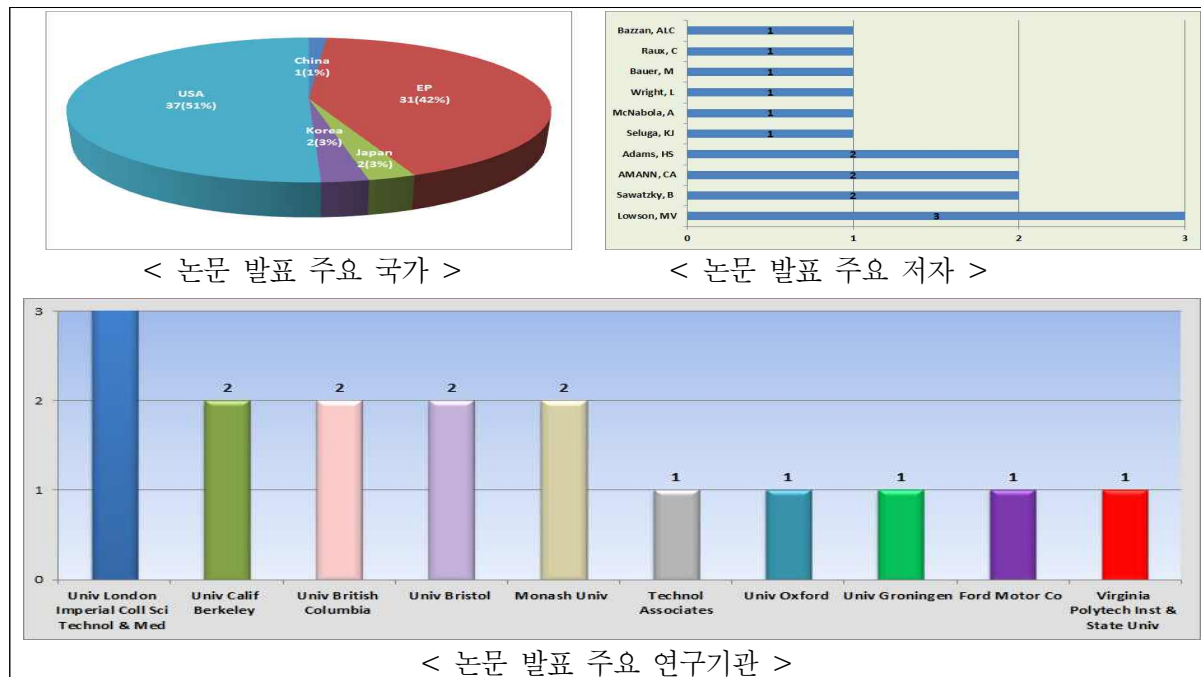
### (1) 논문 동향

- 2003년 이후 감소하였다 최근 다시 논문발표가 증가하고 있으며, 저널별로는 ELSEVIER SCIENCE BV, PERGAMON-ELSEVIER SCIENCE 등 미국/유럽 저널에서 많이 발표되고 있음



[그림 2-79] 초소형 연계교통 운송장치 연도별 논문 발표 추이 및 주요 등재 저널

- 국가별로는 미국, 유럽이 많은 논문을 발표하고 있으며, Lawson, MV(Univ Bristol, EP)가 3건으로 최다 저자이며, 기관으로는 영국의 University London Imperial College가 5건을 발표하였으며, University California Berkeley(2건), Univ Bristol(2건) 등이 관련 분야 논문을 많이 발표하고 있음



[그림 2-80] 초소형 연계교통 운송장치 관련 논문 국가별, 주요저자, 주요기관 분석

## 다. 자동주행 시스템

### (1) 논문 동향

- 자율 주행 차량과 관련하여 2007년의 미국 Darpa 주최로 열린 Urban Challenge 대회를 기점으로 많은 논문이 발표되었으며, 그 이전에는 위치인식, 장애물 인식 등의 핵심기술이 발표되었음

[표 2-21] 자율주행차량 관련 논문

| 순번 | 논문 제목                                                                                                 | 발표<br>년도 | 저널명                                                     | 피인용수<br>(Forward) |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------|-------------------|
| 1  | Autonomous driving in urban environments: Boss and the urban challenge                                | 2008     | Journal of Field Robotics                               | 387               |
| 2  | Junior: The stanford entry in the urban challenge                                                     | 2008     | Journal of Field Robotics                               | 247               |
| 3  | Stanley: The robot that won the DARPA Grand Challenge                                                 | 2008     | Journal of Field Robotics                               | 771               |
| 4  | Obstacle detection and tracking for the urban challenge                                               | 2008     | IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems | 43                |
| 5  | A solution to the simultaneous localization and map building (SLAM) problem                           | 2001     | IEEE Transactions on Robotics and Automation            | 1874              |
| 6  | Optimization of the simultaneous localization and map-building algorithm for real-time implementation | 2001     | IEEE Transactions on Robotics and Automation            | 671               |
| 7  | FastSLAM: A factored solution to the simultaneous localization and mapping problem                    | 2002     | AAAI/IAAI                                               | 1461              |

## □ 핵심논문 심층분석

- SCI 논문 : 「A solution to the simultaneous localization and map building (SLAM) problem」
- 저널명 : IEEE Transactions on Robotics and Automation, 2005
- 저자 : Dissanayake, MWM Gamini, et al.
- 주요 내용 : 본 논문은 차량의 현재위치를 인식하는 방법으로서 Simultaneous Localization and Mapping(SLAM) 기술에 관한 논문임

IEEE TRANSACTIONS ON ROBOTICS AND AUTOMATION, VOL. 17, NO. 3, JUNE 2001

239

DISSANAYAKE *et al.*: A SOLUTION TO THE SLAM PROBLEM

231

### A Solution to the Simultaneous Localization and Map Building (SLAM) Problem

M. W. M. Gamini Dissanayake, Member, IEEE, Paul Newman, Member, IEEE, Steven Clark, Hugh F. Durran-Whyte, Member, IEEE, and M. Csorba

**Abstract**—The simultaneous localization and map building (SLAM) problem asks if it is possible for an autonomous vehicle to start in an unknown location in an unknown environment and then to incrementally build a map of this environment while simultaneously using this map to compute absolute vehicle location. Starting from the estimation-theoretic formulation of this problem developed in [1]–[5], this paper proves that a solution to the SLAM problem is indeed possible. The underlying structure of the SLAM problem is first described. A proof that the estimated map converges monotonically to a relative map with zero uncertainty is then developed. It is then shown that the absolute accuracy of the map and the vehicle location reach a lower bound defined only by the initial vehicle uncertainty. Together, these results show that it is possible for an autonomous vehicle to start in an unknown location in an unknown environment and, using relative observations only, incrementally build a perfect map of the world and to compute simultaneously a bounded estimate of vehicle location. This paper also describes a substantial implementation of the SLAM algorithm on a vehicle operating in an outdoor environment using millimeter-wave (MMW) radar to provide relative map observations. This implementation is used to demonstrate how some key issues such as map management and data association can be handled in a practical environment. The results obtained are cross-compared with absolute locations of the map landmarks obtained by surveying. In conclusion, this paper discusses a number of key issues raised by the solution to the SLAM problem including suboptimal map-building algorithms and map management.

**Index Terms**—Autonomous navigation, millimeter wave radar, simultaneous localization and map building.

#### 1. INTRODUCTION

THE solution to the simultaneous localization and map building (SLAM) problem is, in many respects, a "Holy Grail" of the autonomous vehicle research community. The ability to place an autonomous vehicle at an unknown location in an unknown environment and then have it build a map, using only relative observations of the environment, and then to use this map simultaneously to navigate would indeed make such a robot "autonomous". Thus the main advantage of SLAM is that it eliminates the need for artificial infrastructures or *a priori* topological knowledge of the environment. A solution to the SLAM problem would be of inestimable value in a

range of applications where absolute position or precise map information is unavailable, including, amongst others, autonomous planetary exploration, subsea autonomous vehicles, autonomous air-borne vehicles, and autonomous all-terrain vehicles in tasks such as mining and construction. The general SLAM problem has been the subject of substantial research since the inception of a robotics research community and indeed before this in areas such as manned vehicle navigation systems and geophysical surveying. A number of approaches have been proposed to address both the SLAM problem and also more simplified navigation problems where additional map or vehicle location information is made available. Broadly, these approaches adopt one of three main philosophies. The most popular of these is the estimation-theoretic or Kalman filter based approach. The popularity of this approach is due to two main factors. First, it directly provides both a recursive solution to the navigation problem and a means of computing consistent estimates for the uncertainty in vehicle and map landmark locations on the basis of statistical models for vehicle motion and relative landmark observations. Second, a substantial corpus of method and experience has been developed in aerospace, maritime and other navigation applications from which the autonomous vehicle community can draw. A second philosophy is to eschew the need for absolute position estimates and for precise measures of uncertainty and instead to employ more qualitative knowledge of the relative location of landmarks and vehicle to build maps and guide motion. This general philosophy has been developed by a number of different groups in a number of different ways; see [4]–[6]. The qualitative approach to navigation and the general SLAM problem has many potential advantages over the estimation-theoretic methodology in terms of limiting the need for accurate models and the resulting computational requirements, and in its significant "autonomous" appeal. The third, very broad philosophy does away with the rigorous Kalman filter or statistical formalism while retaining an essentially numerical or computational approach to the navigation and SLAM problem. Such approaches include the use of iconic landmark matching [7], global map registration [8], bounded regions [9] and other measures to describe uncertainty. Notable are the work by Thrun *et al.* [10] and Yamanishi *et al.* [11]. Thrun *et al.* use a Bayesian approach to map building that does not assume Gaussian probability distributions as required by the Kalman filter. This technique, while very effective for localization with respect to maps, does not lend itself to provide an incremental solution to SLAM where a map is gradually built as information is received from sensors. Yamanishi *et al.*

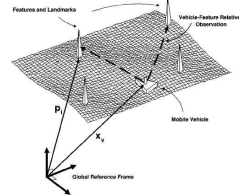


Fig. 1. A vehicle taking relative measurements to environmental landmarks.

algorithm in an outdoor environment using a millimeter wave (MMW) radar sensor. Section II of this paper introduces the mathematical structure of the estimation-theoretic SLAM problem. Section III then proves and explains the three convergence results. Section IV provides a practical demonstration of an implementation of the full SLAM algorithm in an outdoor environment using MMW radar to provide relative observations of map landmarks. An algorithm addressing pertinent issues of map initialization and management is also presented. The algorithm outputs are shown to exhibit the convergent properties derived in Section III. Section V discusses the many remaining problems with obtaining a practical, large scale solution to the SLAM problem including the development of suboptimal solutions, map management, and data association.

#### II. THE ESTIMATION-THEORETIC SLAM PROBLEM

This section establishes the mathematical framework employed in the study of the SLAM problem. This framework is identical in all respects to that used in Smith *et al.* [1] and uses the same notation as that adopted in Leonard and Durran-Whyte [3].

##### A. Vehicle and Landmark Models

The setting for the SLAM problem is that of a vehicle with a known kinematic model, starting at an unknown location, moving through an environment containing a population of features or landmarks. The terrain feature and landmark will be used synonymously. The vehicle is equipped with a sensor that can take measurements of the relative location between any individual landmark and the vehicle itself as shown in Fig. 1. The absolute locations of the landmarks are not available. Without prejudice, a linear (synchronous) discrete-time model of the evolution of the vehicle and the observations of landmarks is adopted. Although vehicle motion and the observation of landmarks is almost always nonlinear and asynchronous in any real navigation problem, the use of linear synchronous models

does not affect the validity of the proofs in Section III other than to require the same linearization assumptions as those normally employed in the development of an extended Kalman filter. Indeed, the implementation of the SLAM algorithm described in Section IV uses nonlinear vehicle models and nonlinear asynchronous observation models. The state of the system of interest consists of the position and orientation of the vehicle together with the position of all landmarks. The state of the vehicle at a time step  $k$  is denoted  $\mathbf{x}_v(k)$ . The motion of the vehicle through the environment is modeled by a conventional linear discrete-time state transition equation or process model of the form

$$\mathbf{x}_v(k+1) = \mathbf{F}_v(k)\mathbf{x}_v(k) + \mathbf{w}_v(k+1) + \mathbf{v}_v(k+1) \quad (1)$$

where  $\mathbf{F}_v(k)$  state transition matrix;  $\mathbf{w}_v(k)$  vector of control inputs; and  $\mathbf{v}_v(k)$  vector of temporally uncorrelated process noise errors with zero mean and covariance  $\mathbf{Q}_v(k)$  (see [17] and [18] for further details).

The location of the  $i$ th landmark is denoted  $\mathbf{p}_i$ . The "state transition equation" for the  $i$ th landmark is

$$\mathbf{p}_i(k+1) = \mathbf{p}_i(k) = \mathbf{p}_i \quad (2)$$

since landmarks are assumed stationary. Without loss of generality the number of landmarks in the environment is arbitrarily set at  $N$ . The vector of all  $N$  landmarks is denoted

$$\mathbf{p} = [\mathbf{p}_1^T \dots \mathbf{p}_N^T]^T \quad (3)$$

where  $\mathbf{T}$  denotes the transpose and is used both inside and outside the brackets to conserve space. The augmented state vector containing both the state of the vehicle and the state of all landmarks locations is denoted

$$\mathbf{x}(k) = [\mathbf{x}_v^T(k) \quad \mathbf{p}_1^T \dots \mathbf{p}_N^T]^T \quad (4)$$

The augmented state transition model for the complete system may now be written as

$$\begin{bmatrix} \mathbf{x}_v(k+1) \\ \mathbf{p}_1 \\ \vdots \\ \mathbf{p}_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{F}_v(k) & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \mathbf{I}_N & \dots & 0 \\ 0 & \dots & \dots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & \mathbf{I}_N \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{x}_v(k) \\ \mathbf{p}_1 \\ \vdots \\ \mathbf{p}_N \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{w}_v(k) \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{v}_v(k) \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix} \quad (5)$$

where  $\mathbf{I}_N$  is the  $\text{diag}(N) \times \text{diag}(N)$  identity matrix and  $\mathbf{0}_N$  is the  $\text{diag}(N)$  by vector.

The case in which landmarks  $\mathbf{p}_i$  are in stochastic motion may easily be accommodated in this framework. However, doing so offers little insight into the problem and furthermore the convergence properties presented by this paper do not hold.

Manuscript received March 22, 1999; revised September 15, 2000. This paper was recommended for publication by Associate Editor N. Xu and Editor V. Lathauze upon evaluation of the reviewers' comments. The authors are with the Department of Mechanical and Mechanical Engineering, Australian Centre for Field Robotics, The University of Sydney, NSW 2006, Australia (e-mail: newman@acfr.usyd.edu.au).

Publication Number 1530-2398/01/0003-0239\$10.00/0

1042-2962/01/030239-08 © 2001 IEEE

DISSANAYAKE *et al.*: A SOLUTION TO THE SLAM PROBLEM

235

236

IEEE TRANSACTIONS ON ROBOTICS AND AUTOMATION, VOL. 17, NO. 3, JUNE 2001



Fig. 2. The test vehicle, showing mounting of the MMWR and GPS systems.

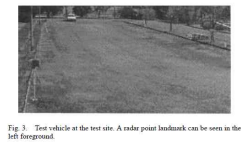


Fig. 3. Test vehicle at the test site. A radar point landmark can be seen in the left foreground.

with, and how landmarks are initialized and tracked as the algorithm proceeds.

The implementation described here is, however, only a first step in the realization and deployment of a fully autonomous SLAM navigation system. A number of substantive further issues in landmark extraction, data association, reduced computation and map management are discussed further in following sections.

##### A. Experimental Setup

Fig. 2 shows the test vehicle: a conventional utility vehicle fitted with a MMWR system as the primary sensor used in the experiments. Encoders are fitted to the drive shaft to provide a measure of the vehicle speed and a linear variable differential transformer (LVDT) is fitted to the steering rack to provide a measure of vehicle heading. A differential GPS system and an inertial measurement unit are also fitted to the vehicle but are not used in the experiments described below. In the environment used for the experiments, DGPS was found to be prone to large errors due to the reflections caused by nearby large metal structures (usually known as "multipath" errors). The radar employed in the experiments is a 77-GHz FMCW unit. The radar beam is scanned 360° in azimuth at a rate of 1–3 Hz. After signal processing the radar provides an amplitude signal (power spectral density), corresponding to returns at different ranges, at angular increments of approximately 1°. This signal is thresholded to provide a measurement of range and bearing to a target. The radar employs a dual polarization receiver so that even and odd bounce specularities can be distinguished. The radar is capable of providing range measurements to 250 m with a resolution of 10 cm in range and 1.5° in bearing. A detailed description of the radar and its performance can be found in [19]. Fig. 3 shows the test vehicle moving in an environment that contains a number of radar reflections. These reflections appear as quasi-directional point landmarks in the radar images. These, together with a number of natural landmark point targets, serve as the landmarks to be estimated by the SLAM algorithm.

The vehicle is driven manually. Range range and bearing measurements are logged together with encoder and steer information by an on-board computer system. In the evaluation of the SLAM algorithm, this information is employed without any *a*

*priori* knowledge of landmark location to deduce estimates for both vehicle position and landmark locations.

To evaluate the SLAM algorithm, it is necessary to have some idea of the true vehicle track and true landmark locations that can be compared with those estimated by the SLAM algorithm. For this reason the true landmark locations were accurately surveyed for comparison with the output of the map building algorithm. A second navigation algorithm that employs knowledge of beacon locations is then run on the same data set as used to generate the map estimates. (This algorithm is very similar to that described in [20]). This algorithm provides an accurate estimate of true vehicle location which can be used for comparison with the estimates generated from the SLAM algorithm.

In the following, the vehicle state is defined by  $\mathbf{x}_v = [x, y, \theta]^T$  where  $x$  and  $y$  are the coordinates of the centre of the rear axle of the vehicle with respect to some global coordinate frame and  $\theta$  is the orientation of the vehicle axis. The landmarks are modeled as point landmarks and represented by a cartesian pair such that  $\mathbf{p}_i = [x_i, y_i]^T$ ,  $i = 1, \dots, N$ . Both vehicle and landmark states are registered in the same frame of reference.

1) *The Process Model*: Fig. 4 shows a schematic diagram of the vehicle in the process of observing a landmark. The following kinematic equations can be used to model the vehicle state from the steering  $\delta$  and velocity inputs  $V$ :

$$\dot{x} = V \cos(\theta)$$

$$\dot{y} = V \sin(\theta)$$

$$\dot{\theta} = \frac{V \sin(\delta)}{L}$$

where  $L$  is the wheel-base length of the vehicle. These equations can be used to obtain a discrete-time vehicle process model in the form

$$\begin{bmatrix} x(k+1) \\ y(k+1) \\ \theta(k+1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x(k) + \Delta T V(k) \cos(\theta(k)) \\ y(k) + \Delta T V(k) \sin(\theta(k)) \\ \theta(k) + \Delta T \frac{V(k) \sin(\delta(k))}{L} \end{bmatrix} \quad (35)$$

for use in the prediction stage of the vehicle state estimator. The landmarks in the environment are assumed to be stationary point targets. The landmark process model is thus

$$\begin{bmatrix} x_i(k+1) \\ y_i(k+1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_i(k) \\ y_i(k) \end{bmatrix} \quad (36)$$

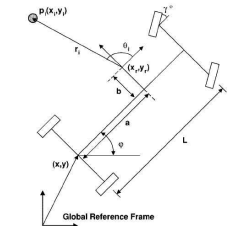


Fig. 4. Vehicle and observation kinematics.

for all landmarks  $i = 1, \dots, N$ . Together, (35) and (36) define the state transition matrix  $\mathbf{F}(k)$  for the system.

2) *The Observation Model*: The MMWR used in the experiments returns the range  $r_i(k)$  and bearing  $\theta_i(k)$  to a landmark  $i$ . Referring to Fig. 4, the observation model can be written as

$$\begin{aligned} r_i(k) &= \sqrt{(x_i - x_v(k))^2 + (y_i - y_v(k))^2} + w_r(k) \\ \theta_i(k) &= \arctan\left(\frac{y_i - y_v(k)}{x_i - x_v(k)}\right) - \varphi(k) + w_\theta(k) \end{aligned} \quad (37)$$

where  $w_r$  and  $w_\theta$  are the noise processes associated with the range and bearing measurements, and  $[x_v(k), y_v(k)]$  is the location of the radar given, in global coordinates, by

$$x_v(k) = x(k) + a \cos(\varphi(k)) - b \sin(\varphi(k))$$

$$y_v(k) = y(k) + a \sin(\varphi(k)) + b \cos(\varphi(k))$$

Equation (37) defines the observation model  $\mathbf{H}_i(\cdot)$  for a specific landmark.

3) *Estimation Equations*: The theoretical developments in this paper employed only linear models of vehicle and landmark kinematics. This was necessary to develop the necessary proofs of convergence. However, the implementation described here requires the use of nonlinear models of vehicle and landmark kinematics ( $\mathbf{F}_i(\cdot)$  and nonlinear models of landmark observation  $\mathbf{H}_i(\cdot)$ ).

Practically an extended Kalman filter (EKF) rather than a simple linear Kalman filter is employed to generate estimates. The EKF uses linearized kinematic and observation equations for generating state predictions. The use of the EKF in vehicle navigation and the necessary assumptions needed for successful operation is well known (see, for example, the development in [20]), and is not developed further here.

4) *Map Initialization and Management*: In any SLAM algorithm the number and location of landmarks is not known *a priori*. Landmark locations must be initialized and inferred from

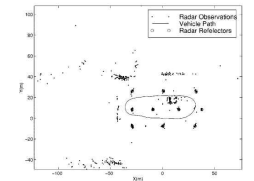


Fig. 5. A typical test run. Only 30% of radar observations correspond to identifiable landmarks.

observations alone. The radar receives reflections from many objects present in the environment but only the observations resulting from reflections from stationary point landmarks should be used in the estimation process. Fig. 5 shows a typical test run and the locations that correspond to all the reflections received by the radar. Only about 30% of the radar observations correspond to identifiable point landmarks in the environment. In addition to these, a large bright vehicle and a number of nearby buildings also reflect the radar beam and produce range and bearing observations. This data set illustrates the importance of correct landmark identification, initialization and subsequent data association. In this implementation a simple measure of landmark quality is employed to initialize and track potential landmarks. Landmark quality implicitly tests whether the landmark behaves as a stationary point landmark. Range and bearing measurements which exhibit this behavior are assigned a high quality measure and are incorporated as a landmark. Those that do not are rejected.

The landmark quality algorithm is described in detail in Appendix 2. The algorithm uses two landmark lists to record "tentative" and "confirmed" targets. A tentative landmark is initialized on receipt of a range and bearing measurement. A tentative target is promoted to a confirmed landmark when a sufficiently high quality measure is obtained. Once confirmed, the landmark is inserted into the augmented state vector to be estimated as part of the SLAM algorithm. The landmark state location and covariance is initialized from observation data obtained when the landmark is promoted to confirmed status. Fig. 6 shows the computed landmark quality obtained at the end of the test run described in this paper.

##### B. Experimental Results

The vehicle starts at the origin, remaining stationary for approximately 30 s and then executing a series of loops at speeds up to 10 m/s. Fig. 7 shows the overall results of the SLAM algorithm. The estimated landmark locations are designated by stars. The actual (true) surveyed landmark locations are designated by circles. The vehicle path is shown with a solid line. In

## 라. 무인대리주차시스템

### (1) 논문 동향

- 자동주차의 논문 동향 분석을 위해 해당 기술을 2개의 세부기술로 분류하여 검색하였음

#### < 논문 검색기술 분류 >

(A기술) autonomous parking(자율주차), (B기술) automated parking(자동화 주차)

- 분류된 기술별로 관련 논문을 검색한 결과, 총 141건의 논문이 해당 기술과 관련이 있는 논문으로 검색되었음
- 유효논문 10건을 [표 2-22]에 제시하였음

[표 2-22] 무인대리주차 관련 논문

| 순<br>번 | 논문 제목                                                                                   | 발표<br>년도 | 저널명                                                                                               | 피인용수<br>(Forward) |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 1      | Autonomous Driving in Structured and Unstructured Environments                          | 2006     | Intelligent Vehicles Symposium                                                                    | 44                |
| 2      | Autonomous driving in a multi-level parking structure                                   | 2006     | Robotics and Automation, 2009. ICRA '09.                                                          | 29                |
| 3      | SEVA3D: Using Artificial Neural Networks to Autonomous Vehicle Parking Control          | 2006     | Neural Networks, 2006. IJCNN '06.                                                                 | 27                |
| 4      | Automatic Testing of an Autonomous Parking System Using Evolutionary Computation        | 2004     | Society of Automotive Engineers; SAE 2004 world congress 2004                                     | 19                |
| 5      | A semi-automated parallel parking system for passenger cars                             | 2006     | Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part D, Journal of automobile engineering | 14                |
| 6      | Development of an auto-parking system with physical limitations                         | 2004     | SICE 2004 Annual Conference                                                                       | 14                |
| 7      | Omni-directional vision-based parallel-parking control design for car-like mobile robot | 2005     | Mechatronics, 2005. ICM '05. IEEE International Conference on                                     | 13                |
| 8      | Trajectory Generation and Feedforward Control for Parking a Car                         | 2006     | Control Applications, 2006 IEEE International Conference on                                       | 13                |

| 순<br>번 | 논문 제목                                                                   | 발표<br>년도 | 저널명                                          | 피인용수<br>(Forward) |
|--------|-------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------------------------------|-------------------|
| 9      | A parking algorithm for an autonomous vehicle                           | 2008     | Intelligent Vehicles Symposium, 2008<br>IEEE | 11                |
| 10     | Autonomous Vehicle Parking Using Hybrid Artificial Intelligent Approach | 2009     | Journal of intelligent & robotic systems     | 8                 |

□ 핵심논문 심층분석

- 해당 논문 : 「SEVA3D: Using Artificial Neural Networks to Autonomous Vehicle Parking Control」
- 저널명 : Neural Networks, 2006
- 저자 : Milton Roberto Heinen, Fernando Santos Osório, Farlei Jos'e Heinen and Christian Kelber
- 주요 내용 : 지능적인 자율주행 차량 제어를 연구하고 시행하기 위한 시뮬레이션 시스템에 대하여 기술한 논문으로 시뮬레이션 시스템은 sonar sensor와 neural network를 이용하여 자동적으로 감·가속과 조향명령, 평행 주차를 시행하도록 제어하였고 시뮬레이션에 사용된 제어장치는 neural network를 기반으로 한 Jordan Network를 사용하였음

## SEVA3D: Using Artificial Neural Networks to Autonomous Vehicle Parking Control

Milton Roberto Heinen, Fernando Santos Osório, Member, IEEE, Farlei Jos'e Heinen and Christian Kelber

**Abstract**—This paper describes the simulation system proposed in order to study and to implement intelligent autonomous vehicle control. The developed system can automatically drive a vehicle, implementing a robust control system capable of simulating a realistic way autonomous parking in a parallel parking space. The system controls the vehicle based on the reading of sonar sensors and uses a neural network to automatically generate acceleration and steering commands, parking it in a parallel parking space. The controller was implemented using a Jordan-Net based neural network, and the results obtained in our simulations demonstrated that the proposed controller is perfectly able to correctly park the vehicle in different situations.

### 1. INTRODUCTION

The autonomous vehicles and robots (Autonomous Mobile Robots - AMR) have attracted the attention of a great number of researchers, mainly due to the great challenge that this new domain of research offers to endow these systems with an intelligent reasoning capability, exploring their abilities to interact with the environment where they are inserted. AMRs should perceive the environment through their sensors (e.g. infrared, sonar, laser, video cameras), and from them they can be able to plan and execute their actions [1], [2].

Nowadays, mobile robots are used in different areas, as for example, to disarm bombs, to explore hostile environments, like volcanoes and other planets, and to transport materials, working as (semi)autonomous industrial robotic vehicles. Some well known examples of successful AMRs are: the ALVINN and the newer NavLab systems developed at the CMU's NavLab [3], [4] that guided an autonomous vehicle across the American highways; the NASA's rover robots sent to explore Mars [5]; the robot Dante that is able to explore the interior of volcanoes [6]; the different vehicles developed to participate in the Grand DARPA Challenge of Autonomous Ground Vehicles; and the control system of an electric vehicle developed at INRIA in France [7], [8]. All those systems possess the capacity to receive sensor inputs giving to them information about the external environment, and then they generate action commands in a semi or completely autonomous way. They are able to move across the environment in a safe way, or in other words, not colliding

against obstacles or risking their integrity or the integrity of the different elements present in the environment.

Starting from the studies and research work developed by the Artificial Intelligence Group (GIA-IPCA) and by Autonomous Vehicles Group (GPAV) at Unisinos related to the development of applications in the area of mobile autonomous robots, the bases of this work were created. We stand out particularly the initial development of the SEVA2D system (Autonomous Vehicles Parking Simulator) [9], [10] that accomplished a simple simulation of the task of parking a non-holonomic mobile robot (car like) in a parallel parking space. This simulator uses a bidimensional environment (2D) in which a simple virtual vehicle with six infrared sensors is controlled through a finite state automaton (SEVA2D-A) or through an artificial neural network (SEVA2D-N) called *Jordan Cascade-Correlation Net* (J-CCCN).

One of the main limitations of the initial version of SEVA due to the fact it was adopted a simple bidimensional simulated environment, to which the objects are flat. The simulated model of sensors was very simple since the measured distance from objects can't consider their height or dimensional shape. In a three-dimensional simulated environment (3D), as in the real world, tasks such as to localize the sidewalk's curb are more difficult to be executed. In this specific case, curbs usually possess a very small height, measuring 15cm on average. Other important limitation of the previous 2D model was the absence of noise in data read from the simulated infrared sensors. The sensor simulation was very simple, measuring precisely the distance from sensors to well defined obstacles. This model proved to be too much simplified related to the reality.

Due to these limitations, it was proposed the development of a new system, the SEVA3D (Autonomous Vehicles Parking Simulator) in a three-dimensional environment [11]. The main goal was to develop a new system capable of accomplishing virtual and realistic 3D simulations of vehicles. The same task of controlling a vehicle in order to autonomously park in a parallel parking space should be accomplished by this new system, but instead of using a simple 2D model, it was adopted a more realistic three-dimensional environment model with a 3D sensor model, which includes noise as in real sensor data. Therefore SEVA3D is much closer to the reality, and the simulation results will be easily transposed to our real working system: an automated Mini-Bug Buggy developed by the GPAV Group at Unisinos [12].

Milton Roberto Heinen and Fernando Santos Osório are with the Applied Computing (PPCA), Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, CEP 93022-900, Brazil (e-mail: mheinen@unisinos.br, fsoosorio@unisinos.br).

Farlei Jos'e Heinen and Christian Kelber are with the Computer Engineering Course, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, CEP 93022-900, Brazil (e-mail: fheinen@unisinos.br, kelber@unisinos.br).

GIA-IPCA - <http://www.inf.unisinos.br/gia-ipca.html>  
GPAV - <http://www.inf.unisinos.br/gpa.html>

The SEVA3D<sup>3</sup> system uses the SimRob3D simulation library and components [13], [14]. The control system implemented in SEVA3D-A accomplishes the parking of vehicles, controlling them in an autonomous way using a finite state automaton (FSA). The sonar sensors were installed in strategic positions and orientations around the vehicle, making possible to control the vehicle in the parking task. The experiments using SEVA3D-A worked in a satisfactory way, but it was indeed needed to manually code all the rules used to define the FSA functioning. The task of specifying FSA rules has proven to be a difficult task, that needs a lot of a priori knowledge about the system functioning, and the resulting vehicle control behavior has shown to be less robust in not expected situations.

For these reasons, we decided to develop a new version of the system SEVA3D. This new improved version was called SEVA3D-N. The vehicle parking control in SEVA3D-N is accomplished using an artificial neural network inspired in the Jordan-Net Model. The main advantage of this approach is the use of automatic knowledge acquisition instead of code it manually. The neural net is able to learn how to control the vehicle from examples, so we just need to show how to park the vehicle - showing how to do it, instead of specifying how to control it. This article aims to describe the modeling, development and implementation of SEVA3D-N. In the following sections it will be described: the adopted simulation model, the vehicle controller based on a neural network, the experiments and obtained results. We finish presenting some possible improvements and future work.

### II. RELATED WORKS AND MAIN CONCEPTS

Studies relative to assistive systems and (semi)autonomous parking of vehicles have been done by some research groups and companies (e.g. BMW, Mercedes-Benz, Toyota, GM) in the U.S., Japan, UK, Italy, Germany and France. Among them, one of the first outstanding studies was accomplished by INRIA researchers [7], [8], which implemented a control system used to park an adapted Ligier electric vehicle in an autonomous way. This vehicle was equipped with 14 sonar sensors and it was used a manually customized set of rules to accomplish the task. The Figure 1 shows the INRIA adopted vehicle and the parking model.



Fig. 1. INRIA vehicle parking model [8]

The above mentioned system adopted the Ackerman kinematics model [1] to describe the vehicle control path. The SEVA3D - <http://www.inf.unisinos.br/seva3d.html>

parking task was divided in three stages: to search for a parking space location; to adjust the vehicle position to allow a correct parking; to control the parking manoeuvre execution. While the vehicle moves along the road searching for a vacant place, an environment map is elaborated considering the sensorial input data. When a parallel parking space with enough size is located, the system estimates the beginning manoeuvre position and moves the vehicle up to this position. Once the vehicle is correctly positioned, the parking manoeuvre starts. This task is accomplished through the use of sinus based functions, as described in [15], defining a soft path, as showed in Figure 2.

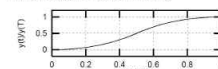


Fig. 2. Parking path curve [8]

During all parking manoeuvre execution, the vehicle is controlled in an autonomous way using an iterative algorithm, and for each iteration, the speed and the steering wheel angle are adjusted using the following equations:

$$\dot{\varphi}(t) = \phi_{max} k_{\phi} A(t), \quad 0 \leq t \leq T, \quad (1)$$

$$\dot{v}(t) = v_{max} k_v B(t), \quad 0 \leq t \leq T, \quad (2)$$

where  $\varphi(t)$  is the angle of the steering wheel at the instant  $t$ ,  $v(t)$  is the speed of the vehicle at the instant  $t$ ,  $T$  is the maximum duration of the parking manoeuvre,  $\phi_{max}$  is the maximum steering angle, and  $v_{max}$  is the maximum speed during the manoeuvre. The  $k_{\phi} = \pm 1$  indicates if the parking space is on the left (-1) or on the right (+1) side, and  $k_v = \pm 1$  indicates the direction of the movement, assuming the value +1 to move forward and -1 to move backward. The values of  $A(t)$  and  $B(t)$  are estimated through the following equations:

$$A(t) = \begin{cases} 1, & 0 \leq t < t' \\ \cos \frac{\pi(t-t')}{T-t'}, & t' \leq t \leq T-t' \\ -1, & T-t' < t \leq T \end{cases} \quad (3)$$

$$B(t) = 0.5(1 - \cos \frac{4\pi t}{T}), \quad 0 \leq t \leq T, \quad (4)$$

$$t' = \frac{T}{2}, \quad T^* < T, \quad (5)$$

where  $T$  (duration of the manoeuvre) and  $T^*$  (duration of the curved part of the manoeuvre) are estimated based on the width ( $D_w$ ) and depth ( $D_d$ ) of the parallel parking space.

In order to become possible to measure in advance the parking space depth using the available sensor [7], one of the advantages of this approach was the choice of sinus based functions to control the vehicle, producing softer movements,

## 핵심논문 발표현황

## 마. 철도연계 충전인프라 기술

### (1) 논문 동향

- EV 충전플랫폼 기술분야의 기존 논문은 충전기 토폴로지 및 운영 소프트웨어 알고리즘, EV 충전 부하 예측에 관한 분야에 치중되어 있으며, 철도전력망과 EV 충전 시스템 통합운영 시뮬레이션 모델 개발을 통한 최적 통합 운영 알고리즘 기법 등은 국내외 발표 및 일부 학술지에 게재됨

## 바. Smart 통합관제시스템

### (1) 논문 동향

- 마이트레인과 유사한 관제시스템의 논문 동향 분석을 위해 해당 기술을 3개의 세부 기술로 분류하여 검색하였음

#### < 논문 검색기술 분류 >

(A기술) 통합 교통 관제, (B기술) 철도 관제, (C기술) PRT 관제

- 분류된 기술별로 관련 논문을 검색한 결과, 총 6건의 논문만이 해당 기술과 관련이 있는 유효 논문으로 검색되었음
- 이에 따라, 표나 그래프 등으로 도식화하는 것이 불가능하여, 유효논문을 [표 2-23]에 제시하였음

[표 2-23] 관제시스템 관련 논문

| 순번 | 논문 제목                                                    | 발표년도 | 저널명                 |
|----|----------------------------------------------------------|------|---------------------|
| 1  | 도시철도 스마트 관제 구축방안 연구                                      | 2012 | 한국철도학회<br>학술발표대회논문집 |
| 2  | 무인운전을 위한 도시철도 종합관제센터에<br>대한 연구                           | 2012 | 한국철도학회<br>학술발표대회논문집 |
| 3  | 자동 운전 PRT 차량의 무선 관제 기술<br>개발을 위한 가상 환경 기반 통합<br>시뮬레이터 개발 | 2013 | 한국통신학회논문지           |
| 4  | PRT 관제시스템의 차량합류 상황을<br>고려한 운행계획 알고리즘 개발                  | 2013 | 한국통신학회<br>학술대회논문집   |
| 5  | 초고속 정보통신 기반과 지능형 교통관제<br>시스템 연계                          | 1997 | 전자공학회지              |
| 6  | 통신기반 PRT 차량제어시스템의 구축에<br>관한 연구                           | 2008 | 한국철도학회<br>학술발표대회논문집 |

※ 주 : 국내논문 피인용수는 현재로는 파악이 안되고 있음

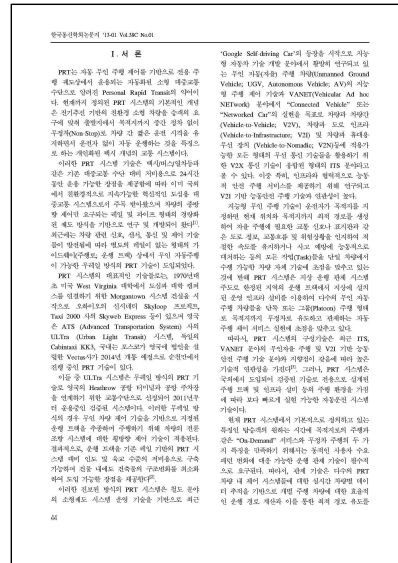
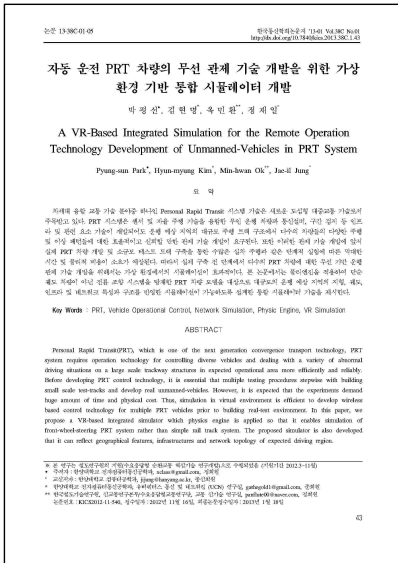
□ 핵심논문 심층분석(관계시스템분야)

○ 해당 논문 : 「자동 운전 PRT 차량의 무선 관제 기술 개발을 위한 가상 환경 기반 통합 시뮬레이터 개발」

○ 저널명 : 한국통신학회논문지, 2013

○ 저자 : 박평선 (Pyung-sun Park), 김현명 (Hyun-myung Kim), 옥민환 (Min-hwan Ok), 정재일 (Jae-il Jung)

○ 주요 내용 : PRT 시스템은 그 운행 패턴에 따라 효율적이고 신뢰할 만한 관제 기술 개발이 요구되므로, 실제 구축 전 단계에서 향후에 구축 될 PRT 시스템에 대한 무선 기반 운행관제 기술 개발을 위해서는 가상 환경에서의 시뮬레이션으로 관제에 대한 솔루션을 마련할 필요가 있음. 그에 따라 VR 시뮬레이팅과 네트워크 시뮬레이팅을 통해 점차 다수의 차량, 복잡한 노선에 대한 정확한 솔루션을 제공



핵심논문 발표현황

## 사. CTSR 수요분석(대중교통 접근 교통 연구)

### (1) 논문 동향

- 대중교통 접근 교통 연구의 논문 동향 분석을 위해 해당 기술을 3개의 세부기술로 분류하여 검색하였음

#### < 논문 검색기술 분류 >

(A기술) 도시철도 접근수단, (B기술) 대중교통 환승,  
(C기술) 환승저항/가중치/일반화비용

- 분류된 기술별로 해당 기술과 관련이 있는 유효 논문을 검색하였음
- 이에 따라, 표나 그래프 등으로 도식화하는 것이 불가능하여, 유효논문을 [표 2-24]에 제시하였음

[표 2-24] 유효논문 현황

| 순번 | 논문 제목                                                                                                                                                              | 발표<br>년도 | 저널명                                                                          | 피인용수<br>(Forward) |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 1  | Discrete choice with social and spatial network interdependencies : An empirical example using mixed generalized extreme value models with field and panel effects | 2005     | Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board | 95                |
| 2  | Timetable-Based Transit Assignment Using Branch and Bound Techniques                                                                                               | 2001     | Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board | 78                |
| 3  | Access to railway stations and its potential in increasing rail use                                                                                                | 2009     | Transportation Research Part A: Policy and Practice                          | 75                |
| 4  | Transport mode choice by commuters to Barcelona's CBD                                                                                                              | 2002     | Urban Studies                                                                | 67                |
| 5  | The access journey to the railway station and its role in passengers' satisfaction with rail travel                                                                | 2007     | Transport Policy                                                             | 66                |

| 순번 | 논문 제목                                                                                                                                                                                                     | 발표<br>년도 | 저널명                                                                 | 피인용수<br>(Forward) |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 6  | Development of commuter and non-commuter mode choice models for the assessment of new public transport infrastructure projects: A case study                                                              | 2007     | Transportation Research Part A: Policy and Practice                 | 65                |
| 7  | A comparison of the predictive potential of artificial neural networks and nested logit models for commuter mode choice                                                                                   | 2000     | Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review | 60                |
| 8  | Locating and pricing park-and-ride facilities in a linear monocentric city with deterministic mode choice                                                                                                 | 2004     | Transportation Research Part B: Methodological                      | 56                |
| 9  | Multimodal public transport: an analysis of travel time elements and the interconnectivity ratio                                                                                                          | 2004     | Transport Policy                                                    | 53                |
| 10 | Combined revealed and stated preference nested logit access and mode choice model for multiple mass transit technologies.                                                                                 | 2001     | Transportation Research Part A: Policy and Practice                 | 31                |
| 11 | Could you also have made this trip by another mode? An investigation of perceived travel possibilities of car and train travellers on the main travel corridors to the city of Amsterdam, The Netherlands | 2009     | Transportation Research Part A: Policy and Practice                 | 31                |
| 12 | Travel Characteristics of Commuters Accessing Transit: Case Study                                                                                                                                         | 2003     | Transportation Engineering                                          | 27                |
| 13 | Network Effects in Public Transit Use: Evidence from a Spatially Autoregressive Mode Choice Model for New York                                                                                            | 2008     | Urban Studies                                                       | 27                |
| 14 | Segmenting preferences and habits of transit users and non-users                                                                                                                                          | 2007     | public Transportation                                               | 24                |

| 순번 | 논문 제목                                                                                                               | 발표<br>년도 | 저널명                                                                          | 피인용수<br>(Forward) |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 15 | Rail network accessibility and the demand for inter-urban rail travel                                               | 2000     | Transport Reviews: A Transnational Transdisciplinary Journal                 | 22                |
| 16 | Multimodal choice set composition: Analysis of reported and generated choice sets                                   | 2004     | Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board | 18                |
| 17 | Some insights into the key influences on trip-chaining activity and public transport use of seniors and the elderly | 2007     | International Journal of Sustainable Transportation                          | 17                |
| 18 | Measuring public transport connectivity performance applied in Auckland, New Zealand                                | 2009     | Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board | 11                |
| 19 | Perceptions of public transport travel time and their effect on choice-sets among car drivers                       | 2010     | Transport and Land Use                                                       | 9                 |
| 20 | Role of the travel factor convenience in rail travel and a framework for its assessment                             | 2005     | Transport Reviews: A Transnational Transdisciplinary Journal                 | 7                 |

## 아. 개인용 궤도시스템(PRT) 용량분석

### (1) 논문 동향

- PRT 용량분석 연구의 논문 동향 분석을 위해 해당 기술을 3개의 세부기술로 분류하여 검색하였음

#### < 논문 검색기술 분류 >

(A기술) personal rapid transit(PRT), (B기술) PRT 용량, (C기술) PRT 운영/전략

- 분류된 기술별로 해당 기술과 관련이 있는 유효논문을 검색하였으며, 유효논문을 [표 2-25]에 제시하였음

[표 2-25] 유효논문 현황

| 순번 | 논문 제목                                                                                                 | 발표<br>년도 | 저널명                                                                                         | 피인용수<br>(Forward) |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 1  | Control of Personal Rapid Transit System                                                              | 2003     | TELEKTRONIKK:<br>Intelligent<br>Transport<br>Systems                                        | 19                |
| 2  | A review of the state of the art of personal rapid transit                                            | 2010     | Advanced<br>Transportation                                                                  | 17                |
| 3  | Service effectiveness of prt vs collective-corridor transport                                         | 2003     | advanced<br>transportation                                                                  | 17                |
| 4  | Sustainable personal transport                                                                        | 2002     | Proceedings of<br>the Institution<br>of Civil<br>Engineers                                  | 14                |
| 5  | Ride Sharing in Personal Rapid Transit Capacity Planning                                              | 2009     | American Society<br>of Civil<br>Engineering                                                 | 10                |
| 6  | Personal Automated Transit for Kungens Kurva, Sweden a PRT system evaluation within the EDICT project | 2003     | Advanced Transit<br>Association                                                             | 7                 |
| 7  | Theoretical Maximum Capacity as Benchmark for Empty Vehicle Redistribution in Personal Rapid Transit  | 2010     | Transportation<br>Research<br>Record: Journal<br>of the<br>Transportation<br>Research Board | 7                 |
| 8  | Personal Rapid Transit in an open-control framework                                                   | 2011     | Computers &<br>Industrial<br>Engineering                                                    | 6                 |

| 순번 | 논문 제목                                                                                                                              | 발표<br>년도 | 저널명                                                                                             | 피인용수<br>(Forward) |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 9  | Passenger Response to a PRT System                                                                                                 | 2004     | Transportation Research Board                                                                   | 6                 |
| 10 | Capital costs and ridership estimates of personal rapid transit                                                                    | 2000     | Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board                    | 6                 |
| 11 | Doubling personal rapid transit capacity with ridesharing                                                                          | 2005     | Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board                    | 5                 |
| 12 | The future of high-capacity Personal Rapid Transit                                                                                 | 2006     | PRT International                                                                               | 5                 |
| 13 | Simulation of the operation of personal rapid transit systems                                                                      | 2006     | Transactions of the Wessex Institute                                                            | 5                 |
| 14 | EXTENDING PRT CAPABILITIES                                                                                                         | 2009     | American Society of Civil Engineers                                                             | 4                 |
| 15 | New-Generation Personal Rapid Transit Technologies: Overview and Comparison                                                        | 2008     | Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board                    | 3                 |
| 16 | An Analysis of Double Queue on PRT System and a Control Strategy for Merging                                                       | 2005     | IEEJ Transactions on Industry Applications                                                      | 3                 |
| 17 | Simulation-based analysis of personal rapid transit systems: service and energy performance assessment of the Masdar City PRT case | 2011     | Advanced Transportation                                                                         | 3                 |
| 18 | A study of a merging section of PRT system with bulk arrival and its control strategy                                              | 2008     | The International Conference on Electrical Engineering                                          | 2                 |
| 19 | Performance Measures for Personal Rapid Transit                                                                                    | 2009     | Transportation Research Board                                                                   | 1                 |
| 20 | An investigation into the station capacities for personal rapid transit systems                                                    | 2012     | Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part F-Journal of Rail and Rapid Transit | 0                 |

□ 핵심논문 심층분석(용량분석 연구)

- 논문명 : 「Theoretical Maximum Capacity as Benchmark for Empty Vehicle Redistribution in Personal Rapid Transit」
- 저널명 : World Transit Reserch, 2010
- 저자 : John D. Lees-Miller, John C. Hammersley, R. Eddie Wilson (University of Bristol, England)
- 주요 내용 : 본 논문은 PRT시스템에서 빈 차량이 이동을 결정하는 시기와 위치를 결정하기 위한 Empty Vehicle Redistribution(EVR) 알고리즘 통해 시스템의 최대용량을 분석하는 내용임

## Theoretical Maximum Capacity as Benchmark for Empty Vehicle Redistribution in Personal Rapid Transit

John D. Lees-Miller, John C. Hammersley, and R. Eddie Wilson

A personal rapid transit system uses compact, computer-guided vehicles running on dedicated guideways to carry individuals or small groups directly between pairs of stations. Vehicles move on demand when a passenger requests service at his or her origin station. Because the number of trips requested from a station need not equal the number of trips ending there, some vehicles must run empty to balance the flows. The empty vehicle redistribution (EVR) problem is to decide which empty vehicles to move and when and where to move them; an EVR algorithm makes these decisions in real time, as passengers arrive and request service. A method was developed for finding the theoretical maximum demand (with a given spatial distribution) that a given system could serve with any EVR algorithm, which provides a benchmark against which particular EVR algorithms can be compared. The maximum passenger demand that a particular EVR algorithm can serve can be determined by simulation and then compared with the benchmark. The method is applied to two simple EVR heuristics on two example stations. The results suggest that this is a useful method for determining the strengths and weaknesses of a variety of EVR heuristics across a range of networks, passenger demands, and fleet sizes.

A personal rapid transit (PRT) system provides on-demand, nonstop travel with compact, computer-guided vehicles running on a dedicated network of guideways. Each PRT vehicle carries either an individual or a small party traveling together by choice. The vehicle begins its trip on demand, when a passenger arrives at a PRT station (Figure 1). The network that connects these stations is usually built by connecting many short, one-way loops (as will be seen later in Figure 2). Once the passenger is ready to depart, his or her vehicle takes the quickest path to the chosen destination station. It does not stop at intermediate stations to let other passengers on or off. Hence, a PRT system is similar to a taxi system, except that PRT vehicles are constrained to start and end their journeys at stations.

Because the number of trips requested from a particular station need not equal (on average or instantaneously) the number of trips ending at that station, a PRT system must be able to move empty vehicles to balance the movement of occupied ones. The question of

which vehicles to move, and when and where to move them, is known as the empty vehicle redistribution (EVR) problem. The optimal solution of the EVR problem allows a given passenger demand to be met with the minimum number of vehicles (important to the PRT system designer) or, conversely, the maximum level of service to be provided with a given number of vehicles (important to the PRT system operator). Here, level of service refers to passenger waiting time as measured at its mean or at some percentile. Note that as passenger demand increases, service levels can generally be maintained by using more vehicles, but this demand increases cost, both directly through the provision of vehicles and indirectly through the extra station and guideway infrastructure required to accommodate them.

While a PRT system is operating, an EVR algorithm must move individual empty vehicles in real time to serve waiting passengers or in anticipation of future passenger arrivals. The particular passenger arrival times and locations are not known in advance. Historical demand averages may be known, but the actual arrivals are recorded as the system operates. EVR algorithms often involve decision rules (if-then) to be executed when a new passenger arrives or a vehicle finishes service. For example, if a station is short of empty vehicles, a vehicle is chosen according to the rules and sent there. This may simply be the nearest empty vehicle at a station that is not itself short of vehicles (2), or it may be determined by solving an assignment problem (3). Similar methods using repeated assignment problems also appear in the literature for full-size road mass carriers (4) and related dynamic pickup and delivery problems: see Borbely et al. (5) for a recent survey. In the context of taxi operations, Bell and Wong (6) described algorithms based on dynamic programming, one of which is detailed in the section on stochastic simulations. An alternative approach is to work in the fluid limit, at the level of long-run averages of vehicle flows rather than individual vehicle movements (7, 8). The fluid limit problem is tractable, but the resulting average flows do not prescribe an algorithm for solving the real-time problem. Although several EVR algorithms have been proposed, it appears that little is known about their merits, either relative to one another or in absolute terms.

In this paper, the fluid limit is used to analyze the capacity region of a PRT system. This analysis is motivated by queueing theory, where the capacity region is also known as the stability region. The capacity region is defined to be the set of passenger demands that a system can serve while keeping the long-run average numbers of waiting passengers (and their waiting times) finite. When the passenger demand is outside of the capacity region, both the number of waiting passengers and their waiting times grow indefinitely—all but passengers arrive more quickly than they can be served. Necessary conditions for a demand to be in the capacity region are described later in the section on fluid limit and the capacity region, under the

J. D. Lees-Miller and R. E. Wilson, Department of Engineering Mathematics, University of Bristol, Queen's Building, University Road, Bristol, BS8 1TR, United Kingdom; J. C. Hammersley, Ashurst Transport Systems Ltd., Unit 10, Ashurst Park, Thorn Way, Thornbury, Bristol, BS35 3JA, United Kingdom; Corresponding author: J. D. Lees-Miller, j.m.lees-miller@bristol.ac.uk

Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 2146, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., 2010, pp. 76–83. DOI: 10.3183/2146-19

## 핵심논문 발표현황

## 제3절 정책동향 분석

### 1. 국내 관련 정책 현황 및 계획

- 2014년 정부연구개발 투자 중점 추진 분야로 창조경제를 뒷받침하는 R&D, 국민행복을 구현하는 R&D, 창의적 과학기술 혁신역량 강화, 정부 R&D 투자 시스템 선진화의 4가지로 선정하여 추진 중임
- 창조경제를 뒷받침하는 R&D는 창업촉진 및 중소기업 경쟁력 강화 지원, ICT·SW를 통한 신성장동력 창출, 기초연구 및 창의적 연구 지원확대를 주요 내용으로 하고 있음
  - 첨단과학기술, 주력산업과 ICT와의 융·복합을 통한 성장동력 및 신사업·신시장 창출을 목표로 산업기술 간의 융합화 기술개발 지원을 추진 중
  - 추격형(Fast Follower)에서 선도형(First Mover) 연구개발로의 패러다임 전환을 위한 국가 R&D의 혁신성과 창출 체계 구축으로 미래이슈 해결을 위한 창의성·상상력에 기반한 융합 R&D 추진
- 국민행복을 구현하는 R&D는 국민안전을 보장하는 R&D 지원 강화, 삶의 질 향상을 위한 R&D 투자 확대를 주요내용으로 하고 있음
  - 국민의 삶의 질과 밀접한 국민체감형 R&D 투자확충 및 과학기술을 통한 사회문제 해결을 추진하고 있으며, 특히 사회적 약자의 편익증진을 위한 R&D 투자에 관심
- 정부의 기조인 국민행복 실현, 창조경제 선도, 일자리 창출을 위하여 철도 R&D 비전 및 전략 목표 수립
  - 철도 R&D 비전은 국민 행복을 위한 빠르고 안전하고 경제적인 철도개발과 철도 산업을 고부가가치 창조형 신성장 동력으로 육성하고자 함
  - 철도 R&D 전략목표로 민생현안 해결을 통한 국민행복 실현, 철도경쟁력 강화를 통한 창조경제 선도, 세계 1등 기술 육성을 통한 일자리 창출
  - 미래 철도를 위하여 이용자가 편리하게 이용할 수 있는 Door to Door Transit 구상

[표 2-26] 철도 R&D 성과향상 중점추진분야

|            |                    |                                          |
|------------|--------------------|------------------------------------------|
| SMART      | 빠르고<br>지능적인<br>철도  | (빠른 철도) 전 국토를 90분에 연결하는 철도 고속화 및 수송효율 향상 |
|            |                    | (지능적인 철도) 무인운영이 가능한 차량, 선로, 전력, 신호시스템 개발 |
| SAFE       | 안전하고<br>편리한<br>철도  | (안전한 철도) 철도중대사고 ZERO의 철도안전 기술            |
|            |                    | (편리한 철도) 여객불만 ZERO의 차량역사 승객편의 기술         |
| ECONOMICAL | 정확하고<br>경제적인<br>철도 | (정확한 철도) 운행지연 ZERO의 철도운영 기술              |
|            |                    | (경제적인 철도) 건설비, 전력비, 운영비, 승차요금 50% 저감 기술  |

※ 국토교통부 보도자료(2013.4.5)

- 정부의 국정목표중 하나인 복지정책을 위하여, 교통부분에서도 복지에 대한 관심과 논의가 지속적으로 증가
  - 2012년 제2차‘교통약자이동편의증진계획’ 수립을 통하여, 교통약자들이 교통수단과 여객시설을 안전하고 편리하게 이용할 수 있도록 신설 및 개선
  - 대중교통비용 소득공제제도를 통한 저소득층에 대한 교통기본권 보장정책
  - 벽지명령노선제를 통한 농어촌 지역의 최소 이동권 확보 추진 및 수요응답형 교통 서비스 제공할 계획임
  - 국내 중앙부처들의 다양한 배리어프리(Barrier free) 관련 법규 제정
- 대중교통 인프라 확충 및 편리하고 안전한 교통서비스 제공으로 대중교통육성 정책을 지속적으로 추진
  - 출퇴근 교통난 완화를 위해 보다 빠른 광역급행버스(M-bus) 노선 확대 및 간선급행버스(BRT) 확충
  - 대중교통과 보행 중심으로 도심경제 활성화를 위한 대중교통전용지구 추진 및 도시생활 중심의 복합환승센터 개발
  - 카드 하나로 모든 교통수단을 이용할 수 있는 One Card All Pass 도입
  - 보다 편리한 도심주차, 스마트 주차장 시스템 구축
  - 승용차 이용 편의와 도심교통난 완화를 위한 카셰어링의 활성화
  - 국토교통부는 항공, 철도, 시외버스 등 지역간 교통수단과 도시철도, 시내버스 등 도시 교통수단의 운행정보를 통합하여 TAGO (Transport Advice on GOing anywhere) 서비스 제공(현재 전국 36개 도시, 13개 기관의 대중교통정보 연계)

## 2. 국외 관련 정책 현황 및 계획

- 유럽에서는 보행, 자전거, 대중교통을 동시에 연계가 되도록 계획하고 시행하여 이용률 확대를 도모하고 있음
  - 1960~70년대에 보행과 자전거 중심의 교통체계를 도입하였으며 자동차 보유 및 운행 억제 정책을 강력 시행하였음(취득세, 등록세, 유류비, 주차비, 범칙금 강화)
  - 최근에는 운전자는 물론 보행자 안전을 증진할 수 있는 차내 ITS 장치의 탑재를 의무화 하고 있음
- 유럽 연합의 ERTRAC와 ERRAC의 도시 모빌리티 연구 협력체 구성
  - 유럽 도로교통 연구 자문위원회(ERTRAC)와 유럽 철도기술 자문위원회(ERRAC)는 전체 도시시스템의 관점에서 도시의 지속 가능한 모빌리티의 도전을 규명할 필요가 있다고 공감하여 해당 연구를 진행 중에 있음
  - 도시 모빌리티 네트워크 관리는 광범위한 시스템이 필요하며 이것에는 주차 정책, 교통 규칙, 전용의 목적을 가진 도로 공간 사용과 같은 접근성 규정과 규칙 그리고 일부 경우에는 접근 요금과 같은 대중교통 관리, 교통관리, 교차로와 관제센터 그리고 다양한 인센티브와 규칙의 적용이 포함됨
- 영국의 미래철도 기술 전략 발표(에너지 절감 분야)
  - 에너지 이용을 최적화하기 위한 지능형 교통관리 적용으로 승객 수요와 열차 용량 사이에서 최적의 조화를 이룬 에너지 효율적 시간표를 생산할 계획임
  - 실시간으로 차량 흐름을 최적화 하는 것과 같은 시스템이 서비스 사이의 충돌을 방지하고 지체를 최소화시키면서 에너지 효율성을 개선함
- 미국에서는 보행자와 자전거 이용제고를 중심으로 친환경성을 향상하고 도로공급의 한계를 극복하려고 하고 있음
  - 도시지역 계획 시 보행, 자전거, 버스를 주 교통수단으로 계획
  - 협력소비 개념의 Car Sharing 확산(차량의 소유에서 임차로 전환)
- 미국의 교통흐름 모니터링 평가 프로젝트 진행
  - 관심 지역에서 조사-차량과 센서 데이터를 수집하고 데이터의 정리 및 지도 매칭(map matching)을 수행하며 데이터가 가용할 때 실측정보와의 직접적인 비교를 통하여 기술의 정확도를 평가하는 것임
  - 이러한 교통흐름 모니터링의 결과 데이터는 우회진로에 대한 최적성을 고려할 때 기반 데이터로 활용될 수 있음
- 세계 각국에서는 환경 친화적이며, 정시성과 대량 수송의 장점이 있는 철도에 대한 관심이 높아지고 있음

- 프랑스 정부는 2013년 6월 ‘모빌리테(Mobilité)21’이라는 미래교통 사업계획을 발표하였으며, 70개의 향후 교통 추진사업 중 철도에 가장 역점을 두고 있음
- 자동차 왕국 미국에서는 2011년 새로운 철도망 구축을 위해서 향후 530억 달러 (약54조원)를 투자하기로 결정

**[표 2-27] 주요 선진국 교통정책 방향**

| 국 가 | 교통정책방향                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 미 국 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국가경제성장지원형 종합교통체계 구축</li> <li>- 교통안전 증진</li> <li>- 이동성 제고를 위한 교통시스템의 개선</li> <li>- 교통공해감소 등 환경개선</li> <li>- 국가안보차원의 교통대책 강구</li> </ul>                                                                                                         |
| 영 국 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 통합교통시스템의 구축</li> <li>- 교통시설의 현대화</li> <li>- 교통혼잡 완화, 공해저감</li> <li>- 도시철도, 버스 등 대중교통개선 및 벽·오지주민 교통대책 강구</li> </ul>                                                                                                                            |
| 독 일 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 범유럽 차원의 종합교통정책 수립</li> <li>- 구동독지역에 대한 지속적 투자 및 아우토반 최소한 확충 및 유료화</li> <li>- 교통수단 및 교통운영자간의 연계성 강화를 위한 종합교통체계 구축</li> <li>- 주정부 재원확충을 위한 용자계약 등 제도개선</li> <li>- 교통안전 강화 및 환경보호 강화</li> <li>- 혁신적 교통기술의 개발</li> <li>- 교통분야 연구개발의 강화</li> </ul> |
| 일 본 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 도시 및 지역 교통문제에 대응한 교통시설 및 운영체계 개선</li> <li>- IT를 활용한 교통시스템의 고도화</li> <li>- 환경개선에 공헌하는 지속가능한 교통체계 구축</li> <li>- 교통안전 확보</li> <li>- 고령화 사회에 대응한 교통체계의 구축</li> <li>- 교통인프라의 중점적, 효율적인 정비와 활용</li> <li>- 경제사회의 글로벌화에 대응한 국제 물류교통의 효율화</li> </ul>   |

자료 : 국토교통부 정책자료

### 3. 시사점

- 국내의 교통정책은 복지에 대한 관심과 논의가 지속적으로 증가하고 있으며, 편리하고 안전한 교통서비스 제공으로 대중교통육성 정책을 지속적으로 추진하고 있음
- 스마트 주차장 시스템 구축 및 승용차 이용 편의와 도심교통난 완화를 위한 카셰어링의 활성화가 진행되고 있음
- 철도 R&D 투자방향이 국민이 행복하고 체감할 수 있는 연구로 진행 중
- 외국의 교통정책은 차량위주의 통행에서 사람중심의 도시환경 조성으로 변화하고 있고, 도로건설보다는 보행, 자전거, 대중교통 연계에 중점을 두고 있음

- 차량 억제 및 보행 및 자전거 이용을 강화하는 추세
- 안전시설, 교육에 의한 사고감소 대책에서 차와 도로가 협력하는 새로운 교통안전 기술이 개발되고 있음
- 이용객의 역사 접근성 향상 및 편리한 환승을 위한 개선 연구가 필요함
  - 우리나라는 물론 세계적으로 지역간 교통과 연계교통에 대한 관심도가 높아지고 있으며 이에 대한 대책이 필요
  - 유럽에서 진행되고 있는 도시 모빌리티 관리의 통합과 유사한 개념으로서 공유형 연계 교통시스템에 대한 서비스 및 연구가 필요

## 제4절 종합검토

### 1. 기술개발 수준 및 인프라 분석

#### 가. 철도이용자 맞춤형 연계교통시스템

- 국내에서는 PRT 시스템을 위한 연구는 1990년대 초반에 시작되었으며 현재는 정부의 차세대 첨단 도시 철도시스템 기술개발사업을 통해 PRT 개발이 진행되고 있음
  - 4륜조향 무인운전 차량기술 개발, 네트워크 운행제어의 기술적인 구현 등 테스트 베드 내에서 기능구현 가능성을 검토 중
  - 국내 PRT 시스템 성능 및 효과에 대해서 긍정 및 부정적인 시각을 모두 가지고 있기에, 보다 구체적인 분석이 선행되어야 할 것으로 판단됨
- 미국의 PRT에 대한 연구개발은 40년 이상의 역사를 가지고 있음
  - 1960년대부터 PRT시스템의 실현가능성을 검토하였으며 1970년에 PRT시스템을 설치하기 시작하였음
  - 1990년대에는 Taxi 2000 corporation 설립을 통해 정부기관 및 단체에 독자적인 시스템을 제공
- 유럽에서는 지속가능한 새로운 교통시스템으로 PRT를 분석하고 개발하고 있음
  - 영국정부에서는 시제차량의 설계, 제작 및 시험을 위해 정부 연구보조금을 지원하였고 카디프시에서는 상용화를 위한 지역 선정 및 건설계획을 위한 연구에 재정 지원을 하고 있음
  - 유럽 각국에서는 미래교통수단으로서 PRT시스템의 개발 가능성 및 적용타당성을 심도있게 연구 중이며 제어방식, 시스템 구성, 기본 요소기술에서 다양한 방식의 PRT시스템 개념의 연구가 진행되고 있음
- 국내에서 초소형 운송장치 기술은 씨티커뮤니케이션즈에서 제작한 트라이비키와 KAIST에서 개발한 초소형 전기자동차가 있음

- 국외에서는 다양한 형태의 개인용 운송장치 개발이 이루어지고 있음
  - 미국에서는 개인용 이동수단 중 하나인 segway를 개인주행용, 통근용, 골프용 등 다양한 형태로 출시하고 있으며 바퀴 2개의 2인승 차량으로 마이크로카 개념의 컨셉카를 개발하여 공개하였음
  - 일본의 혼다, 도요타 등 자동차 제조회사에서는 자사 디자인의 시제품을 제작하여 다양한 행사에서 기업 이미지 홍보 목적으로만 활용하고 있음
- 이동성, 편리성, 타교통수단간의 연계성이 가능한 초소형 운송장치는 급속한 사회 및 환경변화에 따른 교통물류의 변화에 부응하여 지속적인 성장이 예상됨
- 국내의 자율주행자동차의 기술개발은 고사양 센서의 고비용으로 인해 대중적 보급이 지연되고 있으며 전자제어장치의 신뢰성의 문제로 인해 차량과 인프라 간의 통신을 연계하는 IT와의 융합에 대한 필요성이 제기되고 있음
  - 최근 정부에서는 도로-자동차가 소통하는 V2I(Vehicle to Infra), V2V(Vehicle to Vehicle) 통신기술에 관심을 보이고 있음
  - 국외에서는 자율주행자동차에 대한 법제화가 이루어지고 있으며 Audi, BMW 등 자동차 생산업체에서는 2020년까지 자율주행자동차를 판매할 계획을 갖고 있음
- 국내에서의 자동차 공동이용은 수도권권을 중심으로 활발하게 이루어지고 있으며, 자치구 공영주차장 및 민간주차장을 대상으로 서비스가 확대되고 있음
  - 국외에서는 Zipcar를 중심으로 자동차 공동이용이 확대되었으며 최근에는 Zipcar와는 다른 형태로 SNS와 연계한 서비스가 점차 확대되고 있는 추세임
- 현재 자동차 공동이용은 대여지로의 반납을 기본으로 하고 있으나 철도로의 접근을 위한 자동차 공동이용을 위해서는 출발지에서 철도역으로, 철도역에서 도착지로의 편도이용이 가능한 자동차 공동이용이 될 수 있어야 함
- 국내의 자전거 공동이용은 자전거 이용 활성화 정책의 일환으로 활발해지기 시작하였고 최근 들어 많은 지자체에서 공영자전거 대여 사업을 수행하고 있음
- 국외의 자전거 공동이용 또한 최근 들어 큰 성장폭을 보이고 있으며, 요금 및 옥외 광고, 주차수익 등으로 재원을 충당하고 있음

## 나. 자동주차시스템

- 차량용 자동주차 보조장치는 상용화가 가장 많이 된 기술로 국내차량에도 적용되어 판매가 되고 있음
- 주차공간 근처에서 운전자의 개입 없이 자동주차가 이루어지는 기술은 국내외 최근 출시되고 있는 차량에는 적용되고 있으나, 아직까지 차량을 운전자 없이 자동으로 주차공간 근처까지 이동하는 기술은 많은 연구가 되어 있지 않음

- 최근 볼보에서는 차량 자체적으로 주차공간을 찾아서 차량을 주차하고 차량 호출시 운전자를 픽업할 수 있는 기술을 최신형 차량에 탑재하기로 하였음
- 차량과 주차시설간의 통신에 의해 주차공간을 찾아가는 차량이 가능할 수 있기 때문에 이러한 기술의 활용을 위해서는 주차장 근처에서 V2I, V2V 기술이 확보되어야 함

## 다. 스마트 그리드 기술

- 친환경 자동차에 대한 관심으로 정부는 전기차 보급을 위하여 「스마트그리드 국가로드맵」에 따라 국내 전기자동차 충전시설을 지속적으로 구축하고 있음
- 국내 기업에서도 전기차 충전소에 대한 지속적인 연구와 투자로, 다양한 방식의 전기차 충전기 개발을 추진하고 있음
- 이미 도시철도 전력망을 활용하여 인프라 투자비용을 낮추는 전기차 충전소에 대한 연구가 진행 중이고, 시범사업으로 서울메트로 3호선 수서역 환승주차장에 50kW급 교류급전용 급속충전기를 설치하여 운영 중
  - 현재 수서역 환승주차장에는 급속충전기 1대와 완속충전기 2대가 설치 운영되고 있으나, 3대의 충전기는 모두 철도연계형 방식이 아닌 한전전력계통에서 전력을 공급받아 운영 중인 형태이며, 현재로는 철도그리드와는 전혀 연계가 없음
  - 시범사업은 2011년까지 설치하여 운영하고 철거하였으며, 한전계통에 연계된 급속충전기를 설치하여 운영하였음
  - 아직까지 시연 또는 일부 충전 요청 시에만 철도전력을 공급하여 전기차량을 충전하였기 때문에, 상시 운영 및 대전력 사용 시 등 여러 문제점 검토가 현실적으로 어려웠음
- 해외에서는 보다 활발한 전기차 보급을 위하여 광범위한 충전소 설치에 대한 투자와 연구가 지속되고 있음
- 다양한 전력발생설비 (예를 들어 태양광발전설비)와 전기차충전기를 결합한 충전시스템을 개발하고 있으며, 보다 효율적인 충전시스템에 대한 연구가 지속적으로 진행 중임
  - 아직까지 철도전력망을 활용한 전기차 충전시스템은 개발이 되어 있지 않은 상황
  - KRRI에서 철도전력망을 활용한 전기차 충전시스템 관련 연구는 2012년까지 일부 연구를 진행한 사례가 있으나 현재는 진행되고 있지 않음
  - 당시 연구내용은 직류배전용 급속충전기에 대한 설계 및 초기 시작품을 제작하였음
  - 연구 추진에 있어 시작품 자체 성능시험은 수행하였으나, 현장 구축 시험 등에 대한 전반적인 시험을 수행하지 못함

## 라. 철도 연계 교통수단간 일체적 운영

- 위치인식기술은 위성통신을 이용한 GPS기술, 이동통신망을 이용한 기술, 이동통신망과 GPS를 복합적으로 활용하는 하이브리드 위치인식기술, UWB를 이용한 위치인식기술, 영상인식을 이용한 기술이 있으며, 삼각측량 및 위치지문방식을 이용한 실내위치검지기술이 있음
  - 최근 시스템의 정확도 및 신뢰도를 향상시킬 수 있는 다양한 센서들을 함께 사용하는 다중 센서시스템에 관심이 높아지고 있으며, 이를 통해 여러 센서의 보완작용으로 사용가능한 정보량을 증가시킬 수 있는 방안이 연구되고 있음
- Smart 통합관제 시스템은 각 분야별 개별 관제를 하나의 관제시스템으로 일원화하고 철도운영에 대한 효율적이고 경제적인 솔루션으로 지목되고 있음
- 철도-차량 연계운영시스템에는 주차장에 주차된 차량을 원격으로 호출할 수 있는 차량호출시스템, 공공 운송수단 간의 요금징수에 대한 운용과 관리를 할 수 있는 요금부과 시스템 등이 해당됨
- 기존의 대중교통은 위치검지가 큰 비중을 차지하지 않지만 CTSR은 이용자의 수요에 대응하는 시스템으로 관제시스템이 매우 중요하며 기존과 다른 관제시스템 개발이 필요함

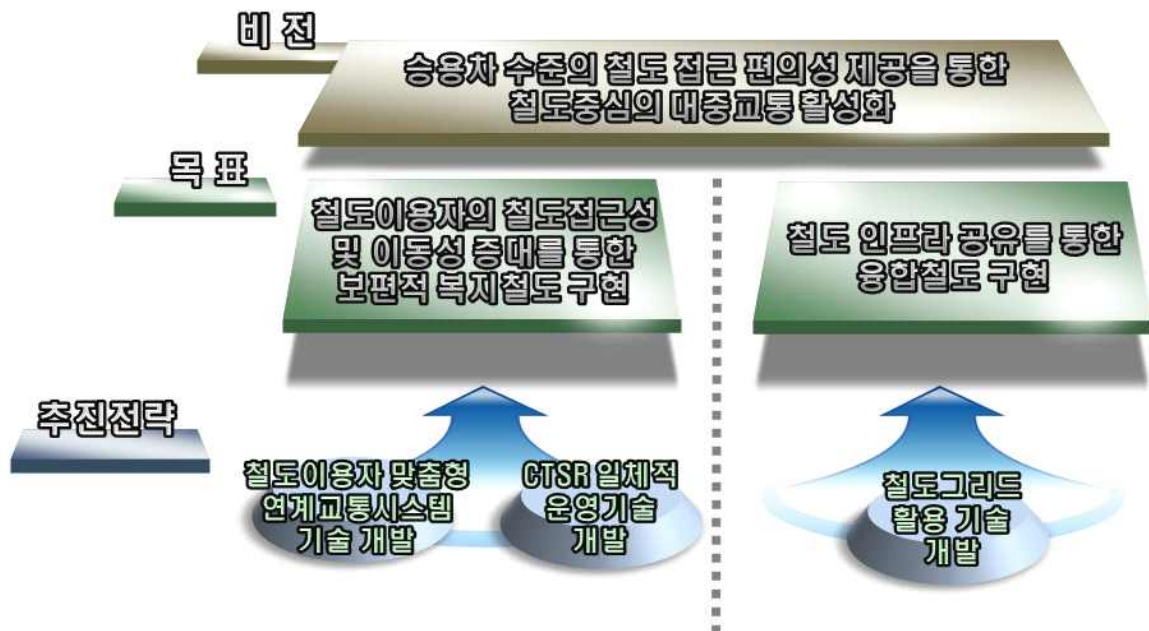
## 2. 국내외 정책 및 시장분석

- 국내에서는 정부기조 중의 하나인 복지정책과 맞물려서 교통에서 복지의 개념이 도입되고 있음
  - 대중교통비용 소득공제제도, 벽지명령노선제, 배리어프리 관련 법규 제정 등을 통해 교통약자를 위한 정책을 실현하고 있음
- 카셰어링의 활성화로 인해 대중교통 또한 활성화 될 수 있는 기회가 되고 있으며, 카셰어링의 대여지와 반납지가 같아야 하는 현재의 카셰어링을 보완할 수 있는 방법이 강구된다면 카셰어링과 대중교통간의 상생발전을 이룰 것으로 기대됨
- 외국에서는 종합교통에 대한 연구 및 기술발전에 대한 지원을 확대하고 있으며, 국경을 초월한 연계교통망을 구축하는 등의 통합 국가교통체계로 개편하고 있음
- 국내와 유사하게 대중교통의 개선을 통해 장기적으로 지속가능한 이동성을 확보하고 보다 친환경적인 교통시스템을 구축하려고 하고 있으며, IT를 활용하여 교통시스템의 고도화를 추진하고 있음

## 제3장 연구개발 과제 추진 전략

### 제1절 비전 및 목표

- 정부의 다양한 정책에도 불구하고 지하철·철도 수단분담율의 증가대비 승용차의 수단분담율이 줄고 있지 않은 것은, 승용차의 이동시 편안함 및 편리성과 지하철·철도의 안전성 및 정시성을 비교하였을 시 효용의 불균형이 발생하기 때문임
- 지하철·철도 수단선택시 발생하는 효용의 불균형을 맞추어주기 위하여 철도를 위한 새로운 유인요소가 필요하며, 본 기획과제에서는 이 유인요소 개발을 위해 철도 그리드 활용기술 개발을 제시하였음



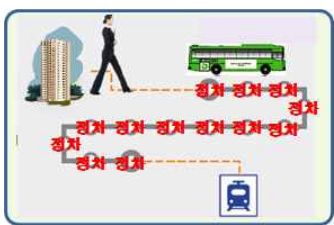
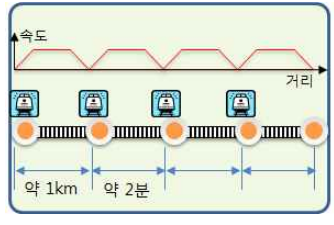
[그림 3-1] 비전 및 목표

- 본 기획과제의 목표는 기존 철도의 접근성과 편의성을 승용차 수준으로 개선하고, 이를 바탕으로 철도의 표정속도를 최대 40%까지 획기적으로 개선하며, 철도 사업비 및 운영비용을 10%이상 절감할 수 있는 기술 개발
- 자동주차시스템을 통해 역사에서의 주차 및 이동시간을 50%이상 감소시키고, EV충전소를 철도역사 개수 이상으로 확보할 수 있는 연구 개발을 기획하여 전기차 활성화 도모와 동시에 전기차 활성화가 부진할 경우 전기차 충전소 확대에 인한 위험부담 감소
- 철도, 건설, 교통, 자동차, 기계, 에너지, IT분야의 산업을 육성할 수 있는 핵심 전략 기술 개발

## 제2절 기술개발에 따른 미래상

### 1. 현황 및 미래상

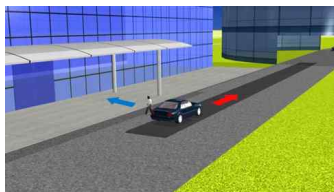
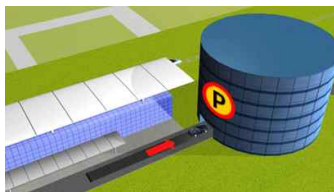
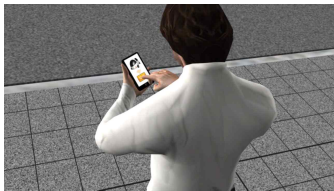
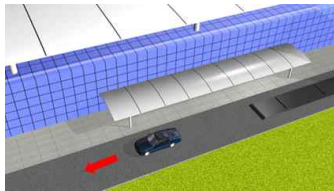
#### 가. 현황

|                                                                                    |                                                                                    |                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 버스의 많은 정차를 통해<br>철도에 접근                                                            | 주차시간 및<br>이동/탑승시간 과다소요                                                             | 잘못된 정차로 인해<br>이동성 감소                                                               |
|   |   |  |
| 지방/저소득일수록<br>대중교통혜택이 적고<br>교통비는 증가                                                 | 카셰어링을 이용하여<br>철도역 접근 시<br>대여지로의 반납문제                                               | 철도 이용 시 접근 및<br>환승저항                                                               |
|  |  | 접근저항 = 5.5 × 차내 이동시간<br>환승저항 = 1.3 × 차내 이동시간                                       |

[그림 3-2] 철도역으로의 접근 현황

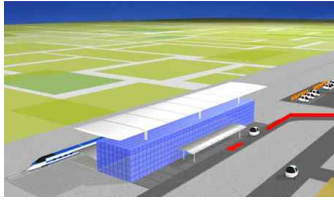
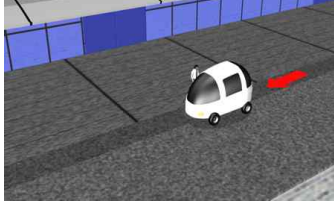
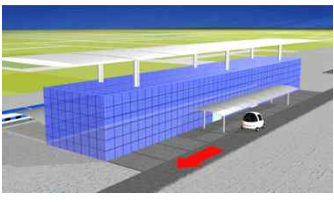
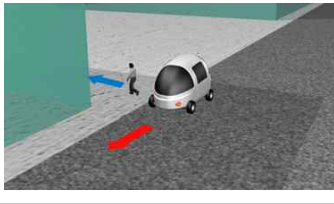
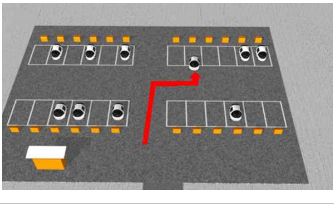
#### 나. 미래상

##### (1) 외곽

|                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| ① 집에서 승용차로 출발                                                                       | ② 시동OFF<br>-자동이동시스템주차-<br>열차탑승                                                      | ③ 자동주차장이동 및<br>자동주차                                                                  |
|  |  |  |
| ④ 복귀시 차량 호출                                                                         | ⑤ 역사 앞까지 자동 배차                                                                      | ⑥ 탑승 후 귀가                                                                            |
|  |  |  |

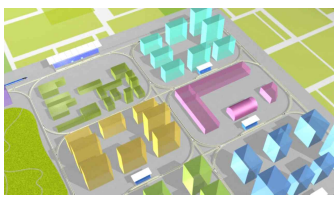
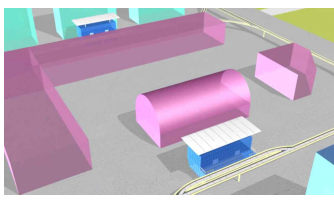
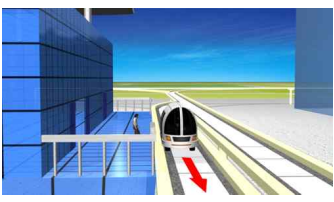
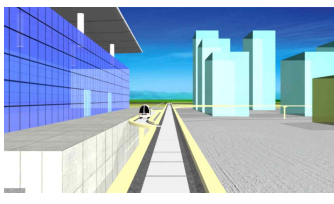
[그림 3-3] 미래상(외곽) 개념도

(2) 구도심

|                                                                                   |                                                                                   |                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| ① 자율주행차량 호출                                                                       | ② 자율주행 차량 탑승                                                                      | ③ 자동/수동 운전으로 이동                                                                    |
|  |  |  |
| ④ 목적지 하차                                                                          | ⑤ 대기소로 자동 이동                                                                      | ⑥ 대기소에 자동 주차                                                                       |
|  |  |  |

[그림 3-4] 미래상(구도심) 개념도

(3) 신도심

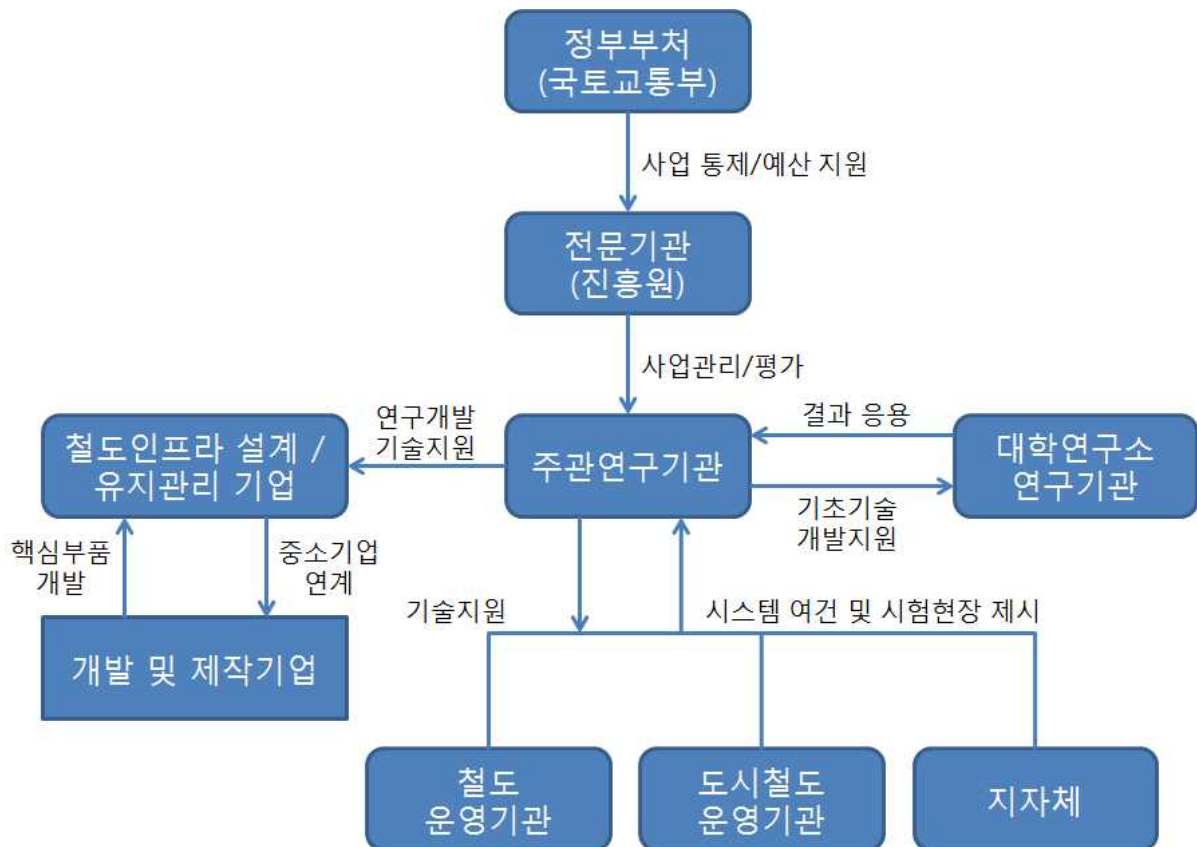
|                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| ① 경량궤도구축                                                                            | ② 블록내 정류소에서 예약                                                                      | ③ 자동배차                                                                               |
|  |  |  |
| ④ 자동이동                                                                              | ⑤ 목적지도착                                                                             | ⑥ 하차 및 차량자동복귀                                                                        |
|  |  |  |

[그림 3-5] 미래상(신도심) 개념도

## 2. 기술개발 전략 및 효과

### 가. 기술개발 전략

- 산·학·연 공동연구체계 구성을 통한 철도이용자 맞춤형 연계 교통시스템 개발, 철도그리드 연계형 충전시스템 개발, CTSR 기반 기술 개발을 목표로 전반적인 내용에 대한 검토가 이루어질 수 있도록 컨소시엄 구성



- 전문가 네트워크를 통하여 연구수행 내용의 적절성 및 방향성 주기적 검토 및 참여 기관 간 유기적 의사소통채널 확보
- 연구결과 검증을 위한 다양한 분야의 전문가 활용 및 유관기관 연구 참여를 통한 조기 실용화 유도 및 상용화를 위한 국가 R&D 창출

## 나. 기술개발 효과

- 개인용 궤도시스템(PRT)은 타 교통수단에 비해 에너지 소비가 현저히 낮고, 운영 현장에서 CO<sub>2</sub> 등의 방출이 없는 장점을 지니고 있으며, 도심지 등에서 8~9%의 교통 혼잡 완화 효과를 나타냄
- 초소형 연계교통 운송장치의 실용화를 통한 대중교통 간 연계 환승시간 단축으로 대중교통 경쟁력을 강화하고 이용 만족도 제고 및 사회적 시간비용 감소로 경제 활성화 기여
- 초소형 연계교통 운송장치의 상용화를 통한 도보대비 이동속도 2.5배 증가로 이동 소요시간 60% 단축
- 주차유도 및 무인 서비스를 통해 주차대기시간 및 이동시간 50% 감소 효과
- 스마트자동차 등 자율주행서비스를 철도 이용자 맞춤형 교통시스템에 접목함으로써 글로벌 시장을 선도할 신개념 융합제품 서비스가 가능
- 미래의 고령화 시대를 대비하여, 미래이동수단의 수요를 충족시킬 수 있는 생활 밀착형 IT융합 철도 시대 가능
- 철도연계 충전인프라 기술의 상용화를 통해 교통 인프라 시설과의 공유를 통한 사회적 비용 절감과 이용객 측면에서의 전기차 충전의 편리성 증진
- 통합관제시스템 개발의 실용화를 통한 단일 노선 경전철과 그와 유사한 교통수단에 대하여, 각 수단에 최적화 된 OCC (Operating Control Center)를 제공
- CTSR 수요 및 용량 분석을 통해 신교통수단 도입을 위해 가장 기초가 되는 통행 행태 분석에 대한 자료로 활용하며 철도중심의 대중교통체계 구축을 위한 정책수립에 활용 가능

## 제3절 연구개발과제 구성

### 1. 연구개발 기술분류

- 환경분석 및 동향조사 결과, 관련 기술조사, 기획연구진의 Brainstoming등의 방법을 통하여 도출된 보고서 및 결과물에서 기술리스트를 도출하고 이를 과제수준으로 정리하여 기술을 분류하였음

[표 3-1] 기술 분류

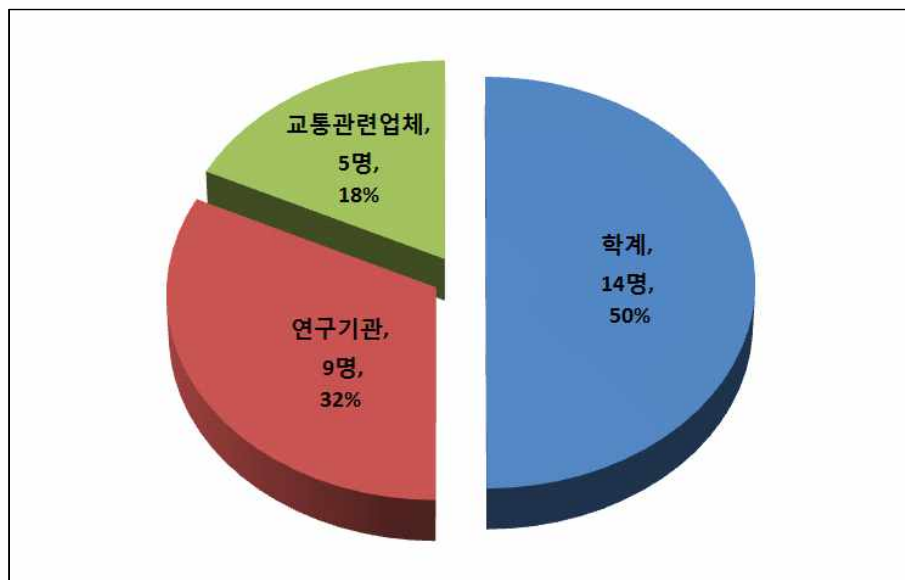
| 대분류                                                  | 중분류                          | 소분류                                  |
|------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| 철도이용자<br>맞춤형<br>연계교통시<br>스템 기술<br>개발                 | 개인용<br>궤도시스템 개발              | 개인용 궤도차량 자동/수동모드 혼합제어 시스템 개발         |
|                                                      |                              | 개인용 궤도시스템 사용자 인터페이스 개발               |
|                                                      |                              | 개인용 궤도시스템 시범구축 및 실용화 기술개발            |
|                                                      | 초소형 연계교통<br>운송장치 기술<br>개발    | 초소형 연계교통 운송장치 핵심부품 기술 개발             |
|                                                      |                              | 초소형 연계교통 운송장치 운영 효율화 기술 개발           |
|                                                      |                              | 초소형 연계교통 운송장치 안전 확보 기술 개발            |
|                                                      |                              | 초소형 연계교통 운송장치 실용화 기술 개발              |
|                                                      | 무형궤도<br>자율주행시스템<br>기술 개발     | 무형궤도 자율주행시스템 핵심부품 기술 개발              |
|                                                      |                              | 이용특성에 따른 무형궤도 자율주행시스템 설계기술 개발        |
|                                                      |                              | 무형궤도 자율주행시스템 운영기술 개발                 |
|                                                      |                              | 무형궤도 자율주행시스템 실용화 기술 개발               |
|                                                      | 무인대리<br>주차시스템<br>기술 개발       | 기계식 차량이동시스템 개발                       |
|                                                      |                              | 기계식 차량이동시스템의 효율적 주차연계기술 개발           |
|                                                      |                              | 차량 주차배정 및 입출고 운영시스템 개발               |
|                                                      |                              | 전자식 차량이동시스템 개발                       |
|                                                      |                              | 무인대리주차시스템 테스트베드 구축 및 실용화 기술 개발       |
| 철도그리드<br>활용 기술<br>개발                                 | 철도그리드<br>연계형 전기차<br>충전시스템 개발 | 충전인프라 구축을 위한 철도그리드 연계기술 개발           |
|                                                      |                              | 철도그리드 연계형 충전기 개발                     |
|                                                      |                              | 충전 전력공급 안정화 및 운영기술 개발                |
|                                                      |                              | 철도그리드 연계형 충전시스템 테스트베드 구축 및 실용화 기술 개발 |
| 철도기반의<br>공유형<br>연계교통시<br>스템(CTSR)<br>일체적 운영<br>기술 개발 | CTSR용<br>관제시스템 개발            | 개인용 궤도차량 위치검지기술 및 관제기술               |
|                                                      |                              | CTSR용 Smart 통합 관제시스템 개발              |
|                                                      |                              | CTSR용 위치검지기술 및 관제시스템 운영 안전성 평가 기술 개발 |
|                                                      | 철도-연계교통수<br>단 운영 기술 개발       | 철도-연계 교통수단 시스템 배치 및 구축 기술 개발         |
|                                                      |                              | 철도-연계 교통수단 대여시스템 운영 기술 개발            |
|                                                      |                              | 철도-연계 교통수단 수요 및 용량분석 기술 개발           |
|                                                      | CTSR용 기반<br>기술 개발            | CTSR 최적 조합 선정기법 개발                   |
|                                                      |                              | CTSR 적용 가능 지역 선정기법 개발                |
|                                                      |                              | CTSR 활성화를 위한 법·제도 개선 방안              |

## 2. 후보과제 우선순위

- 후보과제 우선순위 도출을 위하여 한국교통대학교 등의 학계에서 14명, 한국철도기술연구원을 비롯한 연구기관들에서 9명, 교통관련 업체에서 5명으로 구성된 교통철도 전문가들로부터 의견 수렴을 실시하여, 각 후보과제의 기술성, 시장성, 공공성을 고려한 우선순위를 도출하고, 각 기술에 대한 중요도 평가 실시

[표 3-2] 후보과제 우선순위 도출을 위한 평가기준

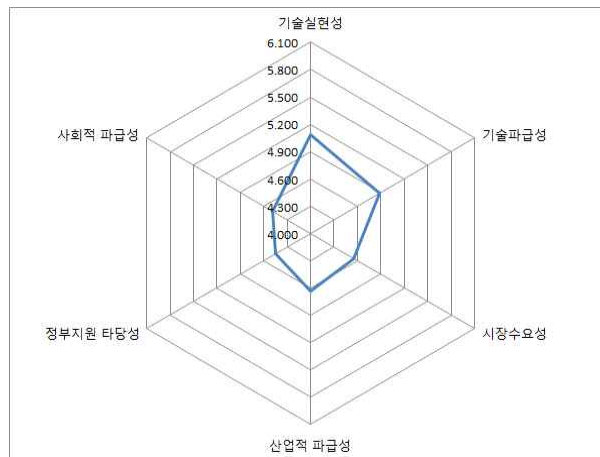
| 대항목 | 소항목      | 소항목 개념                                                             |
|-----|----------|--------------------------------------------------------------------|
| 기술성 | 기술 실현성   | 현재의 기술수준 등 기타 조건을 고려할 때 해당 기술이 실현될 가능성을 의미함                        |
|     | 기술 파급성   | 현재의 기술수준 등 기타 조건을 고려할 때 해당 기술로 인하여 다른 기술의 발전에 영향을 미치는 정도를 의미함      |
| 시장성 | 시장 수요성   | 해당 기술의 시장에서의 수요 정도를 의미함                                            |
|     | 산업적 파급성  | 해당 기술이 개발된 후 해당 산업분야에 영향을 미치는 정도를 의미함                              |
| 공공성 | 정부지원 타당성 | 해당기술이 정부정책에 부합하고 정부지원에 대한 타당성 정도를 의미함                              |
|     | 사회적 파급성  | 해당기술로 인한 공공복지 발전 기여도를 의미함<br>※ 공공복지의 발전 : 철도교통 활성화, 교통약자를 위한 편의성 등 |



[그림 3-6] 후보과제 우선순위 도출에 참가한 전문가 분포

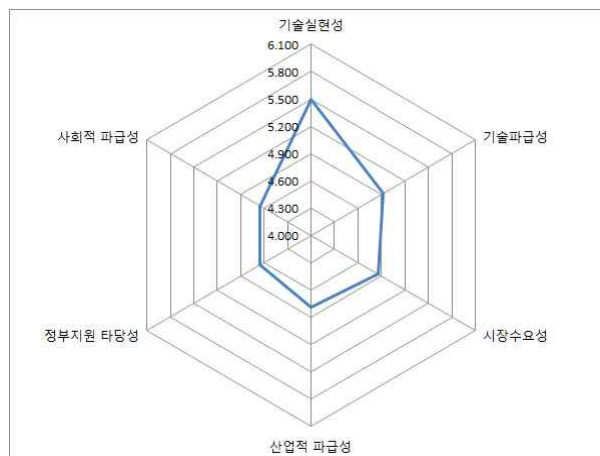
## 가. 세부과제별 중요도 특성

- 전문가들이 CTSR을 바라보는 평가기준의 중요도는 기술성, 시장성, 공공성의 순으로 나타남
  - 기술성과 시장성의 쌍대비교 시 시장성이 더 중요하다고 한 전문가들의 수가 더 많았으나, 시장성에 부여된 중요도 점수는 상대적으로 기술성에 부여된 점수보다 낮게 나타남
- 개인용 궤도시스템 개발
  - 평가기준 중에서 기술성 부분이 시장성이나 공공성 부분에 비해서 중요도가 높게 판단되었으며, 전문가들은 “기술실현성”을 가장 높게 평가하고 있음



| 기술성   |       | 시장성   |         | 공공성      |         |
|-------|-------|-------|---------|----------|---------|
| 기술실현성 | 기술파급성 | 시장수요성 | 산업적 파급성 | 정부지원 타당성 | 사회적 파급성 |
| 5.086 | 4.877 | 4.555 | 4.630   | 4.444    | 4.494   |

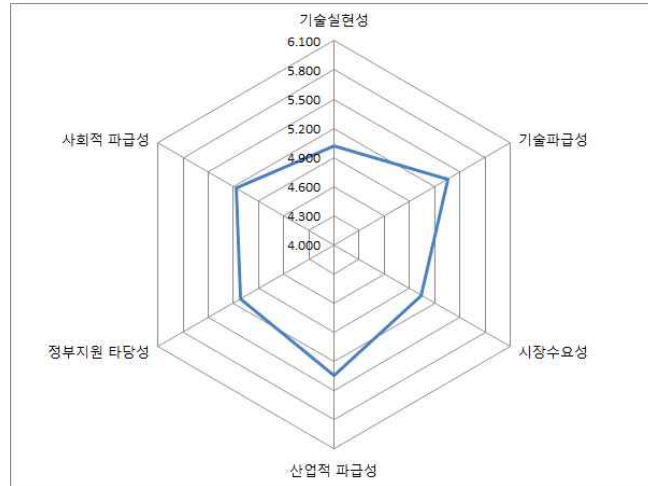
- 초소형 연계교통 운송장치 기술 개발
  - 평가기준 중에서 기술성 부분이 시장성이나 공공성 부분에 비해서 중요도가 높게 판단되었으며, 전문가들은 “기술실현성”을 가장 높게 평가하고 있음



| 기술성   |       | 시장성   |         | 공공성      |         |
|-------|-------|-------|---------|----------|---------|
| 기술실현성 | 기술파급성 | 시장수요성 | 산업적 파급성 | 정부지원 타당성 | 사회적 파급성 |
| 5.491 | 4.917 | 4.852 | 4.795   | 4.658    | 4.648   |

○ 무형제도 자율주행시스템 기술 개발

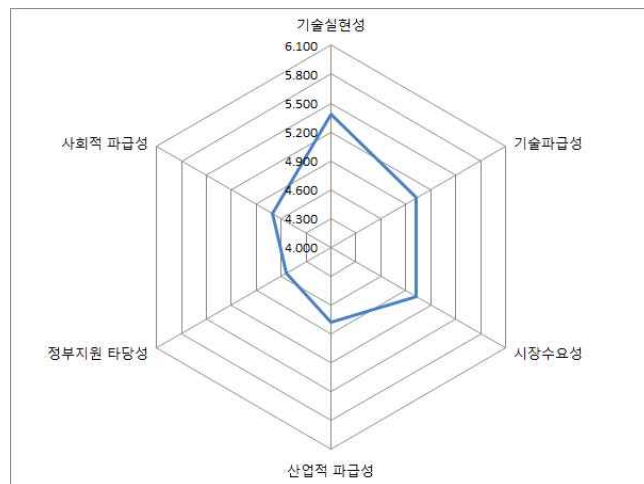
- 평가기준 중에서 시장성 부분이 기술성이나 공공성 부분에 비해서 중요도가 높게 판단되었으며, 전문가들은 “산업적 파급성”을 가장 높게 평가하고 있음
- 다른 항목들에 비해 평가기준들이 전체적으로 높은 평가를 받음



| 기술성   |       | 시장성   |         | 공공성      |         |
|-------|-------|-------|---------|----------|---------|
| 기술실현성 | 기술파급성 | 시장수요성 | 산업적 파급성 | 정부지원 타당성 | 사회적 파급성 |
| 5.019 | 5.352 | 5.037 | 5.343   | 5.111    | 5.167   |

○ 무인대리주차시스템 기술 개발

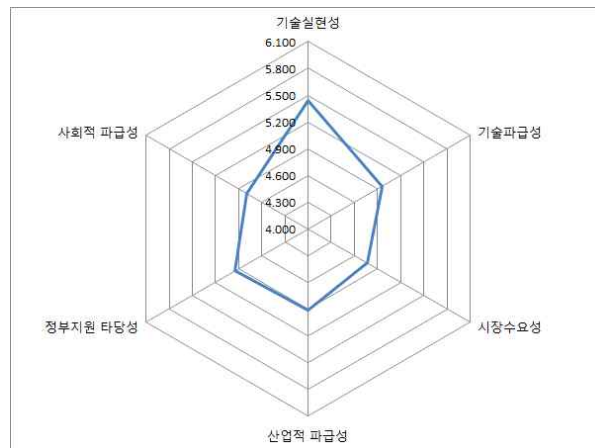
- 평가기준 중에서 기술성 부분이 시장성이나 공공성 부분에 비해서 중요도가 높게 판단되었으며, 전문가들은 “기술실현성”을 가장 높게 평가하고 있으며, 시장수요성도 높게 평가하고 있음



| 기술성   |       | 시장성   |         | 공공성      |         |
|-------|-------|-------|---------|----------|---------|
| 기술실현성 | 기술파급성 | 시장수요성 | 산업적 파급성 | 정부지원 타당성 | 사회적 파급성 |
| 5.385 | 5.030 | 5.022 | 4.778   | 4.541    | 4.704   |

○ 철도그리드 연계형 전기차 충전시스템 개발

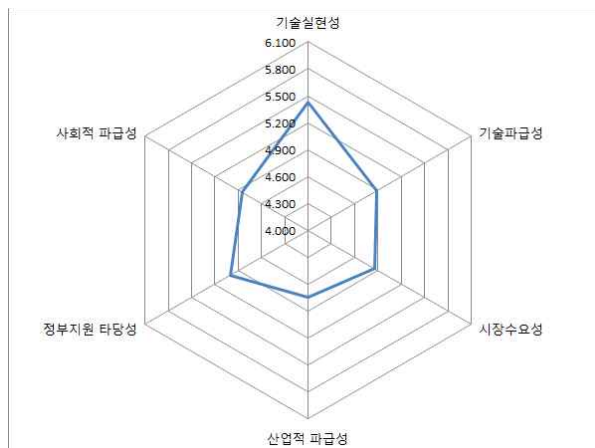
- 평가기준 중에서 기술성 부분이 시장성이나 공공성 부분에 비해서 중요도가 높게 판단되었으며, 전문가들은 “기술실현성”을 가장 높게 평가하고 있음



| 기술성   |       | 시장성   |         | 공공성      |         |
|-------|-------|-------|---------|----------|---------|
| 기술실현성 | 기술파급성 | 시장수요성 | 산업적 파급성 | 정부지원 타당성 | 사회적 파급성 |
| 5.435 | 4.954 | 4.769 | 4.908   | 4.945    | 4.797   |

○ CTSR용 관제시스템 개발

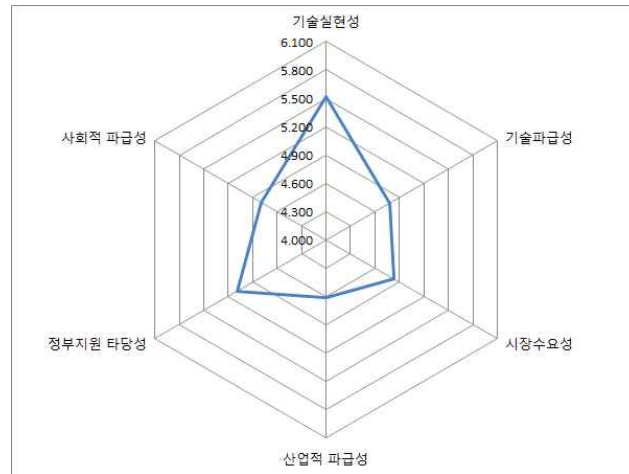
- 평가기준 중에서 기술성과 공공성 부분이 시장성 부분에 비해서 중요도가 높게 판단되었으며, 전문가들은 “기술실현성”을 가장 높게 평가하고 있음



| 기술성   |       | 시장성   |         | 공공성      |         |
|-------|-------|-------|---------|----------|---------|
| 기술실현성 | 기술파급성 | 시장수요성 | 산업적 파급성 | 정부지원 타당성 | 사회적 파급성 |
| 5.432 | 4.889 | 4.852 | 4.741   | 5.000    | 4.852   |

○ 철도-연계교통수단 운영 기술 개발

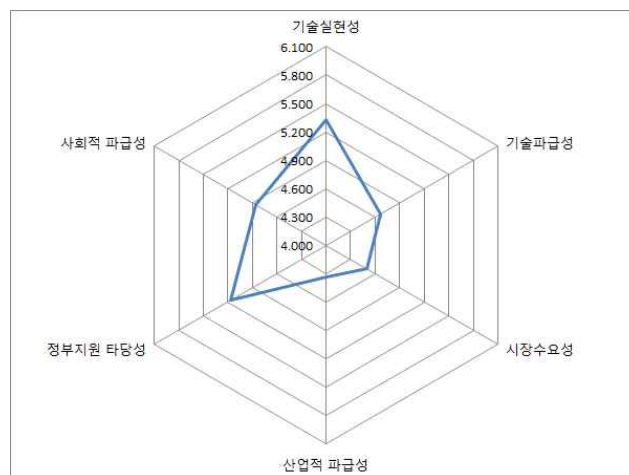
- 평가기준 중에서 기술성과 공공성 부분이 시장성 부분에 비해서 중요도가 높게 판단되었으며, 전문가들은 “기술실현성”을 가장 높게 평가하고 있으며, 정부지원 타당성도 높게 평가하고 있음



| 기술성   |       | 시장성   |         | 공공성      |         |
|-------|-------|-------|---------|----------|---------|
| 기술실현성 | 기술파급성 | 시장수요성 | 산업적 파급성 | 정부지원 타당성 | 사회적 파급성 |
| 5.519 | 4.778 | 4.834 | 4.612   | 5.093    | 4.797   |

○ CTSR용 기반 기술 개발

- 평가기준 중에서 기술성과 공공성 부분이 시장성 부분에 비해서 중요도가 높게 판단되었으며, 전문가들은 “기술실현성”을 가장 높게 평가하고 있으며, 정부지원 타당성도 높게 평가하고 있음



| 기술성   |       | 시장성   |         | 공공성      |         |
|-------|-------|-------|---------|----------|---------|
| 기술실현성 | 기술파급성 | 시장수요성 | 산업적 파급성 | 정부지원 타당성 | 사회적 파급성 |
| 5.333 | 4.667 | 4.493 | 4.337   | 5.167    | 4.863   |

## 나. 설문조사 종합결과

- [표 3-3]은 중분류 기술들에 대한 기술성, 시장성, 공공성 각 세부항목별 중요도 합계를 보여주고 있으며, [표 3-4]~[표 3-6]은 평가항목별 중분류 기술들의 우선순위를 나타냄

[표 3-3] 중분류에 따른 결과

| 중분류                        | 기술성    |        |       | 시장성    |         |       | 공공성       |         |       |
|----------------------------|--------|--------|-------|--------|---------|-------|-----------|---------|-------|
|                            | 기술 실현성 | 기술 파급성 | 계     | 시장 수요성 | 산업적 파급성 | 계     | 정부 지원 타당성 | 사회적 파급성 | 계     |
| 1-① 개인용 궤도 시스템 개발          | 5.09   | 4.88   | 9.96  | 4.56   | 4.63    | 9.19  | 4.44      | 4.49    | 8.94  |
| 1-② 초소형 연계교통 운송장치 기술 개발    | 5.49   | 4.92   | 10.41 | 4.85   | 4.79    | 9.65  | 4.66      | 4.65    | 9.31  |
| 1-③ 무형궤도 자율주행 시스템 기술 개발    | 5.02   | 5.35   | 10.37 | 5.04   | 5.34    | 10.38 | 5.11      | 5.17    | 10.28 |
| 1-④ 무인대리주차 시스템 기술 개발       | 5.39   | 5.03   | 10.41 | 5.02   | 4.78    | 9.80  | 4.54      | 4.70    | 9.25  |
| 2-① 철도그리드 연계형 전기차 충전시스템 개발 | 5.44   | 4.95   | 10.39 | 4.77   | 4.91    | 9.68  | 4.94      | 4.80    | 9.74  |
| 3-① CTSR용 관제 시스템 개발        | 5.43   | 4.89   | 10.32 | 4.85   | 4.74    | 9.59  | 5.00      | 4.85    | 9.85  |
| 3-② 철도-연계교통 수단 운영 기술 개발    | 5.52   | 4.78   | 10.30 | 4.83   | 4.61    | 9.45  | 5.09      | 4.80    | 9.89  |
| 3-③ CTSR 기반 기술 개발          | 5.29   | 4.64   | 9.93  | 4.41   | 4.27    | 8.68  | 5.19      | 4.88    | 10.06 |

- 기술성 분석결과 “무인대리주차시스템 기술 개발”과 “초소형 연계교통 운송장치 기술 개발”이 가장 높은 중요도로 나타났고 상대적으로 “CTSR 기반기술 개발”은 가장 낮게 평가되었음

**[표 3-4] 기술성 분석결과**

|   | 구 분                        | 점수    |
|---|----------------------------|-------|
| 1 | 1-④ 무인대리주차시스템 기술 개발        | 10.41 |
| 1 | 1-② 초소형 연계교통 운송장치 기술 개발    | 10.41 |
| 3 | 2-① 철도그리드 연계형 전기차 충전시스템 개발 | 10.39 |
| 4 | 1-③ 무형궤도 자율주행시스템 기술 개발     | 10.37 |
| 5 | 3-① CTSR용 관제시스템 개발         | 10.32 |
| 6 | 3-② 철도-연계교통수단 운영 기술 개발     | 10.30 |
| 7 | 1-① 개인용 궤도시스템 개발           | 9.96  |
| 8 | 3-③ CTSR 기반 기술 개발          | 9.93  |

- 시장성 분석결과 “무형궤도 자율주행 시스템 기술 개발”의 중요도가 가장 높게 나타났고 상대적으로 “CTSR 기반기술 개발”은 가장 낮게 평가되었음

**[표 3-5] 시장성 분석결과**

|   | 구 분                        | 점수    |
|---|----------------------------|-------|
| 1 | 1-③ 무형궤도 자율주행시스템 기술 개발     | 10.38 |
| 2 | 1-④ 무인대리주차시스템 기술 개발        | 9.80  |
| 3 | 2-① 철도그리드 연계형 전기차 충전시스템 개발 | 9.68  |
| 4 | 1-② 초소형 연계교통 운송장치 기술 개발    | 9.65  |
| 5 | 3-① CTSR용 관제시스템 개발         | 9.59  |
| 6 | 3-② 철도-연계교통수단 운영 기술 개발     | 9.45  |
| 7 | 1-① 개인용 궤도시스템 개발           | 9.19  |
| 8 | 3-③ CTSR 기반 기술 개발          | 8.68  |

- 공공성 분석결과 “무형궤도 자율주행 시스템 기술 개발”의 중요도가 가장 높게 나타났고 상대적으로 “개인용 궤도시스템 개발”은 가장 낮게 평가되었음

**[표 3-6] 공공성 분석결과**

|   | 구 분                        | 점수    |
|---|----------------------------|-------|
| 1 | 1-③ 무형궤도 자율주행시스템 기술 개발     | 10.28 |
| 2 | 3-③ CTSR 기반 기술 개발          | 10.06 |
| 3 | 3-② 철도-연계교통수단 운영 기술 개발     | 9.89  |
| 4 | 3-① CTSR용 관제시스템 개발         | 9.85  |
| 5 | 2-① 철도그리드 연계형 전기차 충전시스템 개발 | 9.74  |
| 6 | 1-② 초소형 연계교통 운송장치 기술 개발    | 9.31  |
| 7 | 1-④ 무인대리주차시스템 기술 개발        | 9.25  |
| 8 | 1-① 개인용 궤도시스템 개발           | 8.94  |

- [표 3-7]은 각각의 중분류 기술에 대한 기술성, 시장성, 공공성 중요도 합계를 기준으로 기술별 순위를 나타냄
- 종합적으로 “무형궤도 자율주행시스템 기술 개발”이 전문가들로부터 각 평가항목 별로 높은 평가를 받았고 상대적으로 “개인용 궤도시스템 개발”은 전체적으로 낮게 평가되었음

**[표 3-7] 종합결과**

|   | 구 분                        | 기술성   | 시장성   | 공공성   | 합계    |
|---|----------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 1-③ 무형궤도 자율주행시스템 기술 개발     | 10.37 | 10.38 | 10.28 | 31.03 |
| 2 | 2-① 철도그리드 연계형 전기차 충전시스템 개발 | 10.39 | 9.68  | 9.74  | 29.81 |
| 3 | 3-① CTSR용 관제시스템 개발         | 10.32 | 9.59  | 9.85  | 29.77 |
| 4 | 3-② 철도-연계교통수단 운영 기술 개발     | 10.30 | 9.45  | 9.89  | 29.63 |
| 5 | 1-④ 무인대리주차시스템 기술 개발        | 10.41 | 9.80  | 9.25  | 29.46 |
| 6 | 1-② 초소형 연계교통 운송장치 기술 개발    | 10.41 | 9.65  | 9.31  | 29.36 |
| 7 | 3-③ CTSR 기반 기술 개발          | 9.93  | 8.68  | 10.06 | 28.67 |
| 8 | 1-① 개인용 궤도시스템 개발           | 9.96  | 9.19  | 8.94  | 28.09 |

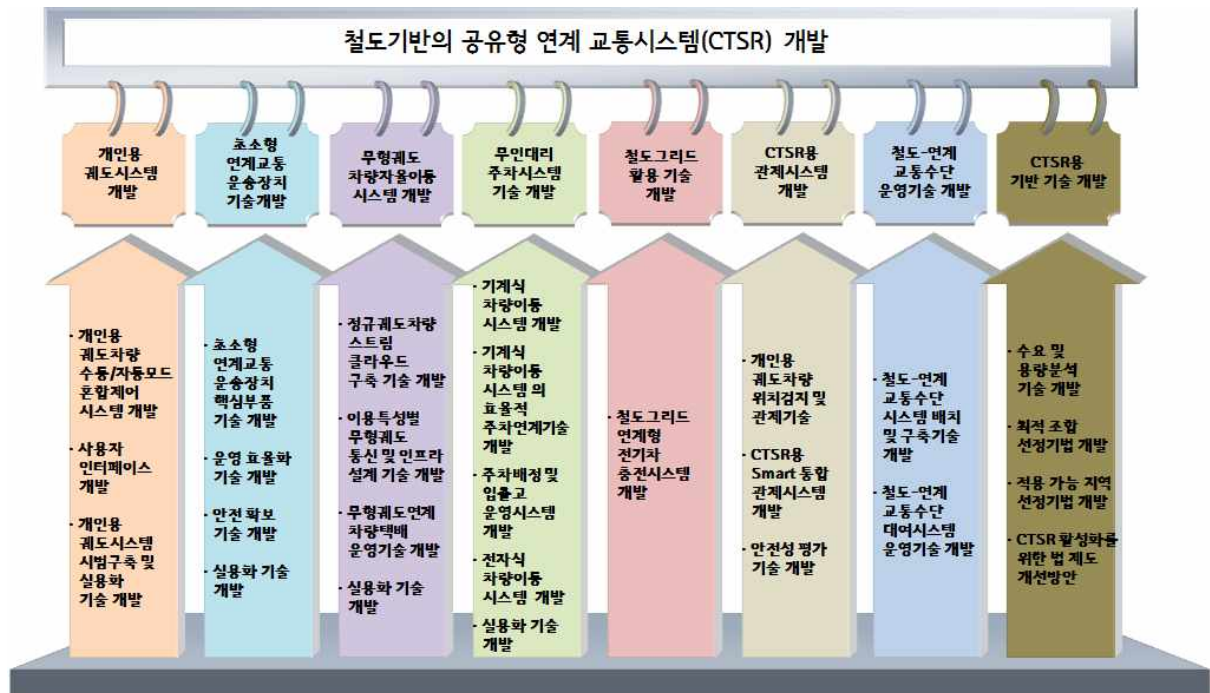
### 3. 연구개발과제 구성

- 도출된 개발과제는 연구 내용에 따라 재분류 및 통합 과정과 우선순위를 고려하며 연구 규모와 연구의 성격에 따라 중분류 규모과제로 구성하였음
- 무형궤도 자율주행시스템 기술 개발은 다른 중분류 과제에 비해 전문가들의 평가가 전체적으로 높게 평가 되었지만 연구과제로 구성하기에는 너무 광범위하고 연구가 실현되기에는 너무 오랜 시간이 걸릴 것으로 판단됨
- 또한, 정부차원에서 자율주행자동차를 국책 R&D로 추진하려는 움직임이 있는 상황에서 중복성이 검토됨
- 연구기간에 맞추어 실현이 가능한 연구과제로 해당 연구진이 실현이 가능한 규모의 과제로 재구성하여 제시함
- 제시된 연구내용은 전문가 설문조사 「무형궤도 자율주행시스템 기술개발」에 비해서 규모는 작아졌지만, 큰 틀에서 자율주행 범주에 들어가기에 전문가 설문조사결과에는 큰 영향을 미치지 않을 것으로 판단함

[표 3-8] 연구개발과제 구성

| 연구단                                         | 세부과제                    | 연구내용(세세부과제)                    |
|---------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| 철도기반의<br>공유형<br>연계<br>교통시스템<br>(CTSR)<br>개발 | 개인용 궤도시스템 개발            | 개인용 궤도차량 수동/자동모드 혼합제어 시스템 개발   |
|                                             |                         | 개인용 궤도시스템 사용자 인터페이스 개발         |
|                                             |                         | 개인용 궤도시스템 시범구축 및 실용화 기술 개발     |
|                                             | 초소형<br>연계교통운송장치<br>기술개발 | 연계환승용 초소형 이동장치 핵심부품 기술 개발      |
|                                             |                         | 연계환승용 초소형 이동장치 운영 효율화 기술 개발    |
|                                             |                         | 연계환승용 초소형 이동장치 안전 확보 기술 개발     |
|                                             |                         | 연계환승용 초소형 이동장치 실용화 기술 개발       |
|                                             | 무형궤도<br>차량자율이동시스템       | 정규궤도차량 스트림 클라우드 구축 기술 개발       |
|                                             |                         | 이용특성별 무형궤도 통신 및 인프라 설계 기술 개발   |
|                                             |                         | 무형궤도 연계 차량택배 운영기술 개발           |
|                                             |                         | 실용화 기술 개발                      |
|                                             | 무인대리주차시스템<br>기술 개발      | 기계식 차량이동시스템 개발                 |
|                                             |                         | 기계식 차량이동시스템의 효율적 주차연계기술 개발     |
|                                             |                         | 차량 주차배정 및 입출고 운영시스템 개발         |
|                                             |                         | 전자식 차량이동시스템 개발                 |
|                                             |                         | 무인대리주차시스템 테스트베드 구축 및 실용화 기술 개발 |
|                                             | 철도그리드 활용 기술<br>개발       | 철도그리드 연계형 전기차 충전시스템 개발         |

| 연구단                                         | 세부과제                  | 연구내용(세세부과제)                          |
|---------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| 철도기반의<br>공유형<br>연계<br>교통시스템<br>(CTSR)<br>개발 | CTSR용 관제시스템<br>개발     | 개인용 궤도차량 위치검지기술 및 관제기술               |
|                                             |                       | CTSR용 Smart 통합 관제시스템 개발              |
|                                             |                       | CTSR용 위치검지기술 및 관제시스템 운영 안전성 평가 기술 개발 |
|                                             | 철도-연계교통수단 운영<br>기술 개발 | 철도-연계 교통수단 시스템 배치 및 구축 기술 개발         |
|                                             |                       | 철도-연계 교통수단 대여시스템 운영 기술 개발            |
|                                             | CTSR용 기반 기술 개발        | 철도-연계 교통수단 수요 및 용량분석 기술 개발           |
|                                             |                       | CTSR 최적 조합 선정기법 개발                   |
|                                             |                       | CTSR 적용 가능 지역 선정기법 개발                |
|                                             |                       | CTSR 활성화를 위한 법·제도 개선 방안              |



[그림 3-7] 연구개발과제 구성

## 제4절 세부과제별 주요내용 및 추진전략

### 1. 세부과제별 주요내용

#### 가. 1-1세세부: 개인용 궤도시스템 개발

|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 과제명             | 1-1세세부 - 개인용 궤도시스템 개발                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 2. 연구목적 및 배경       | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 자동차 운행 억제를 위한 대체교통수단의 개발과 친환경적인 대중 교통 수단의 활성화 필요성 대두</li> <li>○ 미래형 신교통수단 중 하나인 개인용 궤도시스템에 대한 연구개발 추진</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 3. 연구개발 목표         | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 개인용 궤도시스템(PRT) 자동 및 수동 운행의 안전을 위한 기술 및 시뮬레이터 개발</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 4. 기술개발 및 산업/ 시장동향 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 개인용 궤도시스템 세계시장은 2020년까지 최대 684개 신규설비를 통해 810억 유로 시장진출이 예측되며, 공항, 신도시지역 및 생태 공원 등에서 시장잠재력이 매우 높은 것으로 판단됨</li> </ul> <div data-bbox="523 860 944 1120" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="954 860 1347 1120" data-label="Image"> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 반면 국내보다 해외시장에서 보다 중요한 기술로 부각되고 있으며, 국내에서 순천만 소형경전철 사업(Suncheon Bay PRT Project)에 도입한 사례가 있음</li> </ul> <div data-bbox="655 1285 1230 1659" data-label="Image"> </div> |
| 5. 기존기술 활용방안       | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 한국철도기술연구원을 중심으로 기 개발된 마그네틱 기반 개인용 궤도 시스템(PRT) 무인자동운행기술 적용</li> <li>○ 열차운행스케줄 DB를 기반으로 한 네트워크 노선의 최적경로선정 및 최적배차 알고리즘의 적용</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 6. 기술개발 필요성        | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 단거리 통행의 경우 자전거 외에 별다른 친환경 교통수단이 없는 실정 이기에 개인용 궤도시스템 개발로 인한 중·장거리철도와 연계하여 철도 이용자의 수요와 접근성 및 편리성 등을 증진시킬 필요성이 있음</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|                             |                                                                                                                                                                                             |        |                                                                                                                             |                   |           |       |       |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------|-------|-------|
| 7. 주요연구<br>개발내용             | ○개인용 궤도시스템 자동/수동모드 혼합제어 시스템 개발<br>○개인용 궤도시스템 사용자 인터페이스 개발<br>○개인용 궤도시스템 시범구축 및 실용화 기술개발                                                                                                     |        |                                                                                                                             |                   |           |       |       |
| 8. 정부지원의<br>타당성             | ○개인용 궤도시스템은 교통약자를 위한 대중교통으로서 친환경<br>교통시스템의 연구개발을 목표로 하고 있으므로 과학기술기본계<br>획에서 추진되고 있는 21세기 핵심기술로 부상한 신재생에너지<br>등 친환경 기술과도 관련되어 있으며, 기초·원천 연구역량 강화로<br>핵심기술의 해외의존을 탈피하고자 하는 정부의 의지를 반영하고<br>있음 |        |                                                                                                                             |                   |           |       |       |
| 9. 기술확보 전략                  | ○한국철도기술연구원을 중심으로 핵심원천기술 개발 및 지적재산권을<br>확보하고, 개발기술의 표준화 및 개인용 궤도시스템 운영전략을<br>수립함<br>○핵심기술 개발 네트워크 통해 개발한 기술을 사업화하기 위해 지자체<br>및 운영기관을 통한 시험평가 및 시제품 제작, 개발 기술의 사업화<br>제품 개발 등을 통한 사업화 추진      |        |                                                                                                                             |                   |           |       |       |
| 10. 기술개발<br>최종성과물<br>및 활용방안 | 최종성과물                                                                                                                                                                                       |        | ○대중교통수단으로서 최초의 Door-to-Door<br>서비스 기능 구현을 위한 개인용 궤도시스템 운영<br>제어 기술의 개발·활용을 통한 신교통 및 기존<br>교통수단의 운영 방식 개선 및 기술력 확보           |                   |           |       |       |
|                             | 활용방안                                                                                                                                                                                        |        | ○도시/ 지역계획 수립 시 교통네트워크의<br>Collector /Distributor 수단으로서 기존 교통수단<br>체계 보완 활용<br>○개인용 궤도시스템 구축기술에 대한 국가기술<br>경쟁력 확보 및 전문 인력 양성 |                   |           |       |       |
| 11. 연구개발 과제의<br>규모          | 구분                                                                                                                                                                                          |        | 1차년도                                                                                                                        | 2차년도              | 3차년도      | 4차년도  | 5차년도  |
|                             | 연차별<br>연구비<br>(백만원)                                                                                                                                                                         | 정부     | 4,000                                                                                                                       | 5,000             | 4,000     | 4,000 | 3,000 |
|                             |                                                                                                                                                                                             | 민간     | 2,000                                                                                                                       | 2,500             | 2,000     | 2,000 | 2,000 |
|                             | 합계                                                                                                                                                                                          |        | 6,000                                                                                                                       | 7,500             | 6,000     | 6,000 | 4,500 |
|                             | 총<br>연구비<br>(백만원)                                                                                                                                                                           | 정부     | 20,000                                                                                                                      | -                 | 총<br>연구기간 | 5 년   |       |
|                             |                                                                                                                                                                                             | 민간     | 10,000                                                                                                                      | -                 |           |       |       |
| 총합계                         |                                                                                                                                                                                             | 30,000 | -                                                                                                                           | 연도별<br>평균<br>소요인력 | 23 명      |       |       |
| 12. 기대효과 및<br>파급효과          | ○대중교통 운영비 절감 및 도심지 물류비용 절감 기대<br>○철도와 연계를 통한 접근성 개선으로 철도 이용자의 수요 증가 기대<br>○ ‘국가 온실가스 감축정책 추진’ 에 따른 자동차 운행억제 정책 일환의<br>대체 수단으로 활용                                                            |        |                                                                                                                             |                   |           |       |       |

## 나. 1-2세세부: 초소형 연계교통 운송장치 기술 개발

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 과제명            | 1-2세세부 - 초소형 연계교통 운송장치 기술 개발                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 2. 연구목적 및 배경      | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 빠른 고령화 사회 진입 대비 장애인 등 교통약자에 대한 대중교통 이용 편의성 향상기술 개발 필요</li> <li>○ 높은 혼잡도 및 환승 불편에 따른 이용 기피로 선진국 주요도시 대비 낮은 대중교통 이용률을 획기적으로 증가시키기 위한 연계환승 시스템 필요</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 3. 연구개발 목표        | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 초소형 개인 연계교통 운송장치 및 운영 시스템 기술의 개발 및 실증</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 4. 기술개발 및 산업/시장동향 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국내 씨티커뮤니케이션즈와 미국 Segway사 일본 Yamaha등에 의해 초소형 개인용 운송장치가 개발되고 있음</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 2002년 Segway가 시장에 출시된 이후 2005년부터 특허출원이 급격하게 성장하고 있으나, 대부분 기술의 특허출원이 미국에 의해 출원되었음</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <span>[ 개인 주행용 Segway ]</span> <span>[ 출근용 Segway ]</span> <span>[ 모험가용 Segway ]</span> </div> |
| 5. 기존기술 활용방안      | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 로봇 제어등에 활용되는 고출력 경량 모터, 자동주행 기술 활용 가능</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 6. 기술개발 필요성       | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 철도이용객의 역간 환승시간을 단축시키기 위해 새로운 운송수단 개발이 필요하며, 이동수단을 대중화할 필요성이 있음</li> <li>○ 교통약자를 포함한 역간 연계환승에 적합하고, 안전하고 가볍고 저렴한 신개념의 초소형 개인용 이동시스템 개발이 필요</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 7. 주요연구 개발내용      | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 연계환승용 초소형 이동장치 핵심부품 기술 개발</li> <li>○ 연계환승용 초소형 이동장치 운영효율화 기술 개발</li> <li>○ 연계환승용 초소형 이동장치 안전 확보 기술 개발</li> <li>○ 연계환승용 초소형 이동장치 실용화 기술 개발</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 8. 정부지원의          | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 본 사업의 목적은 빠른 고령화 사회 진입에 따른 고령인구 증가 및</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|                             |                                                                                                                                                                                                                                                   |       |                                                                                                                                                                                                                                      |                   |           |      |      |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------|------|------|
| 타당성                         | 장애인 등 교통약자에 대한 친환경 교통수단인 철도를 중심으로 한 대중교통 이용 편의성 향상을 목적으로 하는 사업으로 박근혜 정부의 국정과제인 “고령 친화산업육성” 및 “장애인 권리보호 및 편의증진(이동권 증진)” 정책과 부합<br>○ 이와 더불어 본 사업은 OECD국가 중 최하위권인 출퇴근시간을 줄여 대중교통 이용률을 획기적으로 증가시키기 위한 기술을 개발하는 사업으로 박근혜정부의 “삶의 질 향상을 위한 R&D확대” 정책과 부합 |       |                                                                                                                                                                                                                                      |                   |           |      |      |
| 9. 기술확보 전략                  | ○ 국내·외 유사사례 자료 수집 및 분석을 통해 대중교통 접근성 향상 및 연계환승 목적에 적합한 초소형 개인용 이동장치 시스템 사양 도출<br>○ 국내 산업계 참여를 통한 시작품 제작 완성도 제고<br>○ 운영기관을 활용한 현장 적용시험 추진, 시스템 성능 평가 및 보완                                                                                           |       |                                                                                                                                                                                                                                      |                   |           |      |      |
| 10. 기술개발<br>최종성과물<br>및 활용방안 | 최종성과물                                                                                                                                                                                                                                             |       | ○ 초소형 이동장치용 핵심부품 설계 및 제작 기술<br>○ 최소형 이동장치 시제품<br>○ 최소형 이동장치 운영 및 관리 기술<br>○ 자동경로확인 및 급속충전기술                                                                                                                                          |                   |           |      |      |
|                             | 활용방안                                                                                                                                                                                                                                              |       | ○ 현재 광역, 도시철도 간 환승거리가 긴 역사에 우선적으로 적용하여 이동시간 단축 효과를 극대화<br>○ 향후 신규로 건설 예정인 대규모 거점역에 투입하여 승객들의 대중교통 모드 간 연계 환승시간을 단축<br>○ 연계 환승에 상대적으로 더 큰 어려움을 겪고 있는 노인, 장애인 등 교통약자에게 획기적인 연계 환승 편의성 제공<br>○ 이동수단으로서의 교통과 스포츠·레저 개념이 융합된 신개념 레저산업에 활용 |                   |           |      |      |
| 11. 연구개발 과제의<br>규모          | 구분                                                                                                                                                                                                                                                |       | 1차년도                                                                                                                                                                                                                                 | 2차년도              | 3차년도      | 4차년도 | 5차년도 |
|                             | 연차별<br>연구비<br>(백만원)                                                                                                                                                                                                                               | 정부    | 700                                                                                                                                                                                                                                  | 1,000             | 700       | -    | -    |
|                             |                                                                                                                                                                                                                                                   | 민간    | 175                                                                                                                                                                                                                                  | 250               | 175       | -    | -    |
|                             | 합계                                                                                                                                                                                                                                                |       | 875                                                                                                                                                                                                                                  | 1,250             | 875       | -    | -    |
|                             | 총<br>연구비<br>(백만원)                                                                                                                                                                                                                                 | 정부    | 2,400                                                                                                                                                                                                                                | -                 | 총<br>연구기간 | 3 년  |      |
|                             |                                                                                                                                                                                                                                                   | 민간    | 600                                                                                                                                                                                                                                  | -                 |           |      |      |
| 총합계                         |                                                                                                                                                                                                                                                   | 3,000 | -                                                                                                                                                                                                                                    | 연도별<br>평균소<br>요인력 | 4 명       |      |      |
| 12. 기대효과 및<br>파급효과          | ○ 대중교통 간 연계환승 시간 단축으로 대중교통 경쟁력 강화, 이용 만족도 제고 및 사회적 시간비용 감소로 경제 활성화 기여<br>○ 교통약자에 대한 대중교통 이용 편의성 제공으로 대중교통 수송 분담률 증가 기여<br>○ 신개념 초소형 개인형 이동장치 개발로 교통 및 레저산업 분야에서 신규시장 및 일자리 창출 가능                                                                  |       |                                                                                                                                                                                                                                      |                   |           |      |      |

## 다. 1-3세세부: 무형궤도 차량자율이동시스템 기술 개발

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 과제명            | 1-3세세부 - 무형궤도 차량자율이동시스템 기술 개발                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 2. 연구목적 및 배경      | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 카셰어링 사업은 국내외적으로 점차 확대되고 있으며 차량을 소유문화에서 공유문화로 바꾸고 있음</li> <li>○ 대중교통의 인프라 연계를 통한 카셰어링 사업의 활성화를 도모하고, 이로 인한 승용차에 의한 혼잡완화 및 대중교통으로의 접근성 및 편의성 향상을 위한 환경 구축 필요</li> <li>○ 철도 이용 활성화를 위해 철도역을 거점지역으로 하는 카셰어링 사업이 필요</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 3. 연구개발 목표        | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 자동차 공동이용서비스의 거점지역 간 무형궤도의 차량 자율적 이동시스템 개발</li> <li>○ 무형궤도 구성을 위한 정규노선차량연계 통신 인프라 및 서비스 개발</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 4. 기술개발 및 산업/시장동향 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 자율주행차량은 Radar, LIDAR, GPS, 비디오카메라와 같은 센서들을 활용하여 차량주변을 탐지하고, 이를 통하여 차량주행에 필요한 정보를 취득하고 활용하여, 적절한 차량주행경로를 결정함</li> <li>○ 최근 국내의 자율주행자동차의 연구개발은 차량 탑재센서기반의 차량제어 및 경고 시스템 중심으로 발전되어 왔으나, 고사양 센서의 고비용으로 인한 대중적 보급 확산이 지연되고 있음</li> <li>○ 세계적으로 자동차를 경량화하고 전자식제어가 가능하도록 하는 것이 이슈임</li> <li>○ 무인자동차 완성품을 위하여 다양한 기술과 센서들이 자동차 제조업체별로 개발이 진행되고 있으며, 이러한 기술은 추후 무인자동차 핵심부품으로 활용될 개연성을 가지고 있음</li> </ul> <div data-bbox="568 1368 1315 2024"> <p style="text-align: center;"><b>구글 무인자동차 제원</b></p>  <p><b>광선 레이더</b><br/>차량 천장에 탑재된 레이저 거라-이동 감지장치. 회전하는 센서가 지붕에 달려 있다.</p> <p><b>비디오카메라</b><br/>실내 백미러에 장착돼 부착된 센서가 교통신호기 변화 등 차량 주변의 작은 움직임까지 측정해 지도상에 정확한 위치를 표시하도록 돕는다.</p> <p><b>컴퓨터</b><br/>운행과 관련된 정보를 수집하고 구글 서버와 교신하면서 조작을 지시.</p> <p><b>수동 조작 전환 장치</b><br/>비상 시 빨간색 버튼을 누르면 수동조작이 가능.</p> <p><b>위치 파악기</b><br/>차량의 운동 상태를 감지하고 운전조작 정보를 처리.</p> <p><b>전파 탐지기</b><br/>차량으로부터 사물이 떨어져있는 정도와 주위 장애물의 이동을 감지.</p> </div> |

|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|              | <ul style="list-style-type: none"> <li>○국내에서는 수도권권을 중심으로 카셰어링이 크게 확대되어 있고 광역시를 중심으로 확대되고 있음</li> <li>○국외에서는 국내와 같은 형태의 카셰어링 뿐만 아니라 최근에는 SNS를 활용한 카셰어링 사업이 점차 확대되고 있음</li> </ul>                                                                                                                               |
| 5. 기존기술 활용방안 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○점차 확대되고 있는 자동차 공동이용서비스를 활용</li> <li>○차량과 차량 간(V2V), 차량과 인프라 간(V2I) 신뢰성 있는 통신이 가능함에 따라, 통신인프라에 의한 일정구간에 대한 차량이 차량을 이동하는 서비스에 적용가능</li> </ul>                                                                                                                           |
| 6. 기술개발 필요성  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○철도역으로의 접근을 위한 카셰어링의 특성상 한 지역으로 차량이 몰리는 현상을 해결할 수 있는 방법 개발이 필요하며, 기존 카셰어링 시스템을 보다 효과적으로 활용하여 이용객이 철도역까지 편리하게 이동할 수 있도록 하는 시스템 개발이 필요함</li> </ul>                                                                                                                       |
| 7. 주요연구 개발내용 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○정규궤도차량 스트림 클라우드 구축 기술개발</li> <li>○이용특성별 무형궤도 통신 및 인프라 설계기술 개발</li> <li>○무형궤도연계 차량자율이동 운영기술 개발</li> <li>○무형궤도 차량자율이동시스템 실용화 기술 개발</li> </ul>                                                                                                                           |
| 8. 정부지원의 타당성 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○기존의 대중교통의 운행에 대한 사업자별 특이성이 있어, 이를 공동으로 운영할 수 있도록 초기 비즈니스 모델수립과 핵심 기술 개발을 위해 민간의 상호 이해조정을 위해 정부지원이 요구됨</li> <li>○지자체별 이용특성에 따른 서비스 수준을 객관적으로 판단하여 우선 순위에 따른 기술개발을 위한 정책분야의 정부관여가 요구됨</li> <li>○운영주체와 사업자가 상이하고, 법제도 문제 등의 자동차공동이용 서비스의 활성화를 위해 범부처간 조정이 요구됨</li> </ul> |
| 9. 기술확보 전략   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○스트림 클라우드 구축 관련 핵심기술은 정규노선 위주로 개발함</li> <li>○D2D 관련 차량연계 기술은 5G 또는 LTE, V2X 등의 통신인프라 활용 방안 모색</li> <li>○무형궤도연계 부분적 자율이동기술은 외부환경 인식 기술이 개발되고 있는 자율주행시스템 기술과 연계하여 개발</li> </ul>                                                                                          |

|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                   |        |                                                                                                                                 |                   |           |       |       |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------|-------|-------|
| 10. 기술개발<br>최종성과물<br>및 활용방안 | 최종성과물                                                                                                                                                                                                                                                             |        | ○ D2D 통신 단말 및 보안 시스템<br>○ 차량스트림 클라우드 시스템                                                                                        |                   |           |       |       |
|                             | 활용방안                                                                                                                                                                                                                                                              |        | ○ 대중교통소외지역에서는 통신인프라를 통한 부분<br>자율이동에 의한 개별 차량 이용자에게로의 차량<br>택배서비스로 활용<br>○ 자동차공동이용 서비스 활성화를 위한 도심 및<br>대중교통과 연계한 차량 자동배차 서비스에 활용 |                   |           |       |       |
| 11. 연구개발 과제의<br>규모          | 구분                                                                                                                                                                                                                                                                |        | 1차년도                                                                                                                            | 2차년도              | 3차년도      | 4차년도  | 5차년도  |
|                             | 연차별<br>연구비<br>(백만원)                                                                                                                                                                                                                                               | 정부     | 3,000                                                                                                                           | 3,000             | 3,000     | 2,000 | 2,000 |
|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                   | 민간     | 1,000                                                                                                                           | 1,000             | 1,000     | 1,000 | 1,000 |
|                             | 합계                                                                                                                                                                                                                                                                |        | 4,000                                                                                                                           | 4,000             | 4,000     | 3,000 | 3,000 |
|                             | 총<br>연구비<br>(백만원)                                                                                                                                                                                                                                                 | 정부     | 13,000                                                                                                                          | -                 | 총<br>연구기간 | 5 년   |       |
|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                   | 민간     | 5,000                                                                                                                           | -                 |           |       |       |
| 총합계                         |                                                                                                                                                                                                                                                                   | 18,000 | -                                                                                                                               | 연도별<br>평균소<br>요인력 | 15 명      |       |       |
| 12. 기대효과 및<br>파급효과          | ○전기차는 매연이 없고, 크기가 작은 만큼 복잡한 도심에서 시장 잠<br>재력이 있으며, 물량 확대로 공유시장을 키우고, 생산 및 판매단가도<br>떨어져 가격 현실화를 도모할 수 있음<br>○불필요한 개별 차량 운영을 줄임으로서, 교통체증을 감소시키고<br>승용차 통행을 편리한 철도교통으로 전환시키므로 교통체증감소<br>및 교통혼잡비용 감소<br>○도심에서의 주차 공간을 찾기 위해 불필요하게 소모되는 시간과<br>에너지를 줄여 사회적 비용과 대기 오염 저감 |        |                                                                                                                                 |                   |           |       |       |

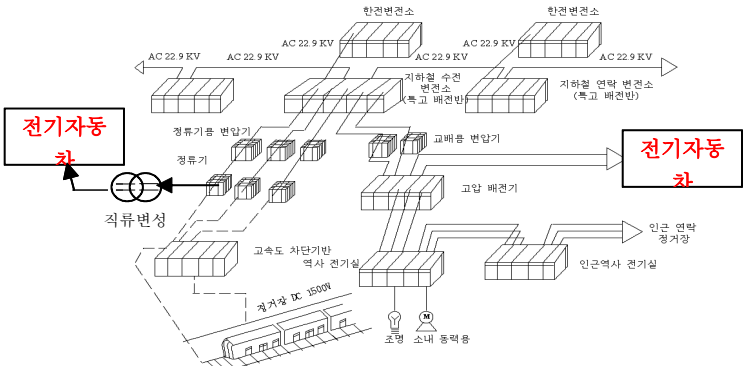
## 라. 1-4세세부: 무인대리주차시스템 기술 개발

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 과제명            | 1-4세세부 - 무인대리주차시스템 기술 개발                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 2. 연구목적 및 배경      | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 승용차를 이용하여 철도역까지 접근하는 사람들은 주차시설의 부족에 따른 주차의 어려움과 주차 후 철도역까지 이동에 따른 불편은 철도를 기피하는 하나의 원인이 되고 있음</li> <li>○ 지하철·철도 이용자들은 승용차 주차시설의 부족에 따른 불편사항을 혼잡 다음으로 크게 생각하고 있음</li> <li>○ 이용자들이 승용차를 이용하여 철도역에 접근할 때, 주차에 따른 불편을 해소해주고, 자동화된 발렛시스템 도입으로 주차에 대한 대기 및 이동시간을 획기적으로 단축하여, 철도의 접근성과 편의성을 높이는 환경 구축이 필요함</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 3. 연구개발 목표        | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 무인대리주차시스템 및 운영시스템 개발</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 4. 기술개발 및 산업/시장동향 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 무인대리주차시스템은 주차시 운전자의 개입형태에 따라 3가지 기술로 분류됨; 자동주차시스템, 차량용 자동주차 보조장치 시스템, 전자동 자동주차 시스템</li> <li>○ 자동주차시스템 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 운전자가 주차장 입구까지 차량을 운전하고 시동을 끄고 내리면, 이후 자동주차시스템에 의해서 차량이 랜덤하게 주차되어 지는 방식</li> <li>- 국내외적으로 운송기계장치의 최소화 및 주차공간의 최소화를 위하여, 여러 층에 기계식 주차설비를 갖추고, 차량을 배치하는 방식이 많이 보급되어 있음</li> <li>- 기계식 주차설비 방식에 따라 승강기방식, 로터리방식(수직순환, 수평순환, 다층순환방식), 평면왕복방식, 2단·다단방식으로 구분됨</li> </ul> </li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 차량용 자동주차보조장치 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 차량자동주차는 차량주행의 일부분으로 주차공간에 평행주차, 직각주차, 각도주차를 수행할 수 있는 기술</li> <li>- 국내외 많은 자동차 제조업체에서 경쟁적으로 차량의 편의성과 기술력을 홍보하고자 자동주차보조장치를 탑재한 차량을 선보임</li> <li>- 주로 카메라와 초음파센서를 활용하여, 주차공간에 대한 인지를 하고, 차량을 자동으로 조정하여 주차하는 방식임</li> </ul> </li> </ul> |

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     | <div data-bbox="539 210 1388 434" data-label="Image"> </div> <p>○ 전자동 자동주차시스템</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전자동 자동주차시스템은 주차시 운전자 개입을 최소화하여, 차량이 알아서 주차공간을 찾아 이동하여 주차하는 기술임</li> <li>- 이러한 기술은 크게, 자율주행자동차 개발을 통하여 쉽게 해결될 수 있을 것으로 판단됨</li> </ul> <p>※ 기존 자동주차시스템을 보다 효과적으로 활용하여 이용자의 주차 시 대기시간과 이동시간을 줄이기 위하여, 승용차를 역사에서 자동주차시스템까지 안전하게 이동시킬 수 있는 시스템 개발이 필요함</p>                                                                                                                                               |
| <p>5. 기존기술 활용방안</p> | <p>○ 산업전반에 걸쳐 컨베이어(Conveyor)를 활용한 이동장치들이 많이 설비 되었으며, 컨베이어는 다양한 형태의 물체들을 안전하게 이동시키는데 유용하게 활용되고 있음</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 차량 이송용 컨베이어의 연속적인 설치를 통해 운전자가 하차한 차량을 주차장으로 이동시키는 형태를 고려해 볼 수 있음</li> </ul> <p>○ 국내에서 소형로봇을 활용하여 차량을 들어 올려 자유자재로 이동하여 주차할 수 있는 기술 적용</p> <div data-bbox="529 1182 1362 1435" data-label="Image"> </div> <p>○ 기존에 개발된 카메라와 초음파센서등을 활용하여 역사 내 도로에 매설된 가이드를 따라 승용차를 자동주차시스템에 연계하는 방안</p> <p>○ 주차운영시스템을 위하여 도로이용비용의 징수에 관한 ETC(Electronic Toll Collection)를 활용한 주차요금 정산 시스템 적용방안</p> |
| <p>6. 기술개발 필요성</p>  | <p>○ 보다 효율적인 자동주차시스템 활용으로 주차 시 대기시간과 이동시간을 줄이기 위하여, 역사에서 자동주차시스템까지 차량을 안전하게 이동시킬 수 있는 시스템 개발이 필요</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p>7. 주요연구 개발내용</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기계식 차량이동시스템 개발</li> <li>○ 기계식 차량이동시스템의 효율적 주차연계기술 개발</li> <li>○ 차량 주차배정 및 입출고 운영시스템 개발</li> <li>○ 전자식 차량이동시스템 개발</li> <li>○ 무인대리주차시스템 테스트베드 구축 및 실용화 기술 개발</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |       |                                                                                                                                                      |             |        |      |      |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------|------|------|
| 8. 정부지원의 타당성          | <ul style="list-style-type: none"><li>○ 세계적으로 환경에 대한 고민으로, 철도에 대한 관심이 증대되고 있으며, 정부차원에서 철도를 활성화 할 수 있는 방안을 고민하고 지속적인 투자가 이루어져야 함</li><li>○ R&amp;D를 통하여 국민이 체감할 수 있는 기술개발에 대한 정부 방향과 부합</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |                                                                                                                                                      |             |        |      |      |
| 9. 기술확보 전략            | <ul style="list-style-type: none"><li>○ 기계설비 설계업체, 자동차 제조업체, 출연기관, 대학 등 관련 전문연구자가 공동 참여하는 다분야 융합 산학연 컨소시엄의 형태로 연구 수행</li><li>○ 산학연 공동 연구개발 추진<ul style="list-style-type: none"><li>- 관련분야 설계·제작·시공 관련 산업체 기술개발 투자 유도</li><li>- 국내 우수 대학교 및 연구소의 신기술 개발 공동연구 추진</li><li>- 전체 기술동향 파악 및 표준화 추진은 대학이나 연구기관에서 실시</li><li>- 시스템 구현은 전문 기술을 보유한 업체 담당</li></ul></li><li>○ 수요자·사용자 지향적 기술 개발 추진<ul style="list-style-type: none"><li>- 당해 기술개발의 수요처인 철도기관의 실무자로 구성된 기술협의회를 구성하여 상시 자문체계를 구축</li><li>- 철도 운영기관의 현장적용 및 현장시험을 통한 성능평가 진행</li><li>- 지자체, 철도 운영기관과의 자문 및 의견수렴</li></ul></li></ul> |       |                                                                                                                                                      |             |        |      |      |
| 10. 기술개발 최종성과물 및 활용방안 | 최종성과물                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       | <ul style="list-style-type: none"><li>○ 기계식 차량 이동시스템</li><li>○ 기계식 차량이동시스템의 효율적 주차연계기술</li><li>○ 차량 주차배정 및 입출고 운영시스템</li><li>○ 전자식 차량이동시스템</li></ul> |             |        |      |      |
|                       | 활용방안                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |       | <ul style="list-style-type: none"><li>○ 승용차 이용자의 철도역 접근 편의성 향상을 위하여 활용</li><li>○ 신규 역사에 적용 시 이용자가 편리한 역사 내 동선설계</li></ul>                            |             |        |      |      |
| 11. 연구개발 과제의 규모       | 구분                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       | 1차년도                                                                                                                                                 | 2차년도        | 3차년도   | 4차년도 | 5차년도 |
|                       | 연차별 연구비 (백만원)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 정부    | 700                                                                                                                                                  | 1,300       | 1,300  | -    | -    |
|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 민간    | 175                                                                                                                                                  | 325         | 325    | -    | -    |
|                       | 합계                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       | 875                                                                                                                                                  | 1,625       | 1,625  | -    | -    |
|                       | 총 연구비 (백만원)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 정부    | 3,300                                                                                                                                                | -           | 총 연구기간 | 3 년  |      |
|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 민간    | 825                                                                                                                                                  | -           |        |      |      |
| 총합계                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 4,125 | -                                                                                                                                                    | 연도별 평균 소요인력 | 15 명   |      |      |
| 12. 기대효과 및 파급효과       | <ul style="list-style-type: none"><li>○ 철도역 주차장 이용 시 주차 대기시간 및 이동시간 개선을 통하여 철도 이용객 증대</li><li>○ 교통약자층이 주차 어려움으로 발생할 수 있는 스트레스 저감 및 주차장 사고 방지효과</li><li>○ 접근 시 승용차를 많이 이용하는 공항시설물에 적용하여, 이용객의 편의성 향상</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |                                                                                                                                                      |             |        |      |      |

마. 2-1세세부: 철도그리드 연계형 전기차 충전시스템 개발

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 과제명            | 2-1세세부 - 철도그리드 연계형 전기차 충전시스템 개발                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 2. 연구목적 및 배경      | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 세계적으로 NEV, PHEV, EV 등 다양한 전기차가 개발되고 있으며, 전기차 보급 확산을 위해 전기차 운영기술, 관련 비즈니스 창출 및 전기차 충전인프라 보급이 확산되고 있음</li> <li>○ 전기자동차의 충전 인프라를 효율적으로 구축하기 위해서는 각 용도 별로 최적화된 충전설비를 개발해야 하며, 도심지에는 송전 및 배전 선로를 추가 수용하기에 많은 제약이 있기에 이를 효과적으로 해결 할 수 있는 방안이 철도인프라를 활용한 전력공급이라 판단됨</li> </ul>                                                                           |
| 3. 연구개발 목표        | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 철도전력망과 연계된 저비용의 안정적인 전기자동차 충전인프라 기술의 개발 및 실증</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 4. 기술개발 및 산업/시장동향 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 전기자동차 충전인프라와 관련된 다양한 비즈니스 모델이 예상되고 있으며, 세계적으로 2015년 1,200천대(Pike Research 2010) 충전 인프라가 설치될 것으로 예상되고 있으며, 연간 32%의 증가율이 예측됨</li> <li>○ 철도인프라를 활용한 충전인프라 모델은 대도시에서 구현하기 위해 가장 현실적인 모델이 될 것으로 예상되고 있어 국내에서도 철도 연계를 통한 충전인프라 구축을 위한 기초 연구가 수행된 사례가 있음</li> </ul>  |
| 5. 기존기술 활용방안      | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기존에 연구되고 있는 다양한 전기차 급속충전기술 및 전기차 충전인프라 운영시스템 기술의 경우에는 철도그리드 연계형 전기차 충전시스템 개발에 있어 요소 기술로 활용 가능</li> </ul>                                                                                                                                                      |

|                       |                                                                                                                                                                                                                              |        |                                                                                                                                                                                                         |            |        |       |      |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------|-------|------|
| 6. 기술개발 필요성           | <ul style="list-style-type: none"><li>○ 철도기반의 공유형 연계교통시스템 정착을 위해서는 철도의 유인 요소를 증대해야하는데 이를 위해 철도가 가지고 있는 에너지, 교통, 공간 인프라를 적극 활용해야 함</li><li>○ 철도가 가지고 있는 에너지 즉 전력을 활용하여 전기차를 활성화 할 수 있는 방안에 대한 연구가 필요함</li></ul>               |        |                                                                                                                                                                                                         |            |        |       |      |
| 7. 주요연구 개발내용          | <ul style="list-style-type: none"><li>○ 충전인프라 구축을 위한 철도그리드 연계기술 개발</li><li>○ 철도그리드 연계형 충전기 개발</li><li>○ 충전 전력공급 안정화 및 운영기술 개발</li><li>○ 철도그리드 연계형 충전시스템 테스트베드 구축 및 실용화 기술 개발</li></ul>                                       |        |                                                                                                                                                                                                         |            |        |       |      |
| 8. 정부지원의 타당성          | <ul style="list-style-type: none"><li>○ 도로와 철도의 교통수단간 효율적 연계를 통해 전반적인 도심의 수송 효율을 높일 수 있는 기술로 이를 이용하는 국민의 이동 만족도를 높일 수 있는 기술임</li><li>○ 전기자동차의 보급 확산에 기여할 수 있는 현실적인 기술로 국가 차원의 에너지 절감 및 CO<sub>2</sub> 절감에 기여할 수 있음</li></ul> |        |                                                                                                                                                                                                         |            |        |       |      |
| 9. 기술확보 전략            | <ul style="list-style-type: none"><li>○ 철도그리드 연계를 위한 기존 철도그리드 활용 기술 확보</li><li>○ 철도그리드 연계에 최적화된 충전기술 및 운영기술 확보</li><li>○ 실증 테스트베드 구축을 통한 기술 검증 및 실용화 모델 제시</li></ul>                                                         |        |                                                                                                                                                                                                         |            |        |       |      |
| 10. 기술개발 최종성과물 및 활용방안 | 최종성과물                                                                                                                                                                                                                        |        | <ul style="list-style-type: none"><li>○ 철도그리드 연계형 충전장치 모니터링 시스템</li><li>○ 직류급전용 급속충전기용 DC-DC 컨버터</li><li>○ 무선 급속충전기용 전력공급장치</li><li>○ 충전기용 운영시스템 개발</li><li>○ 교류/직류 충전시스템 및 무선 충전시스템 실증 테스트베드</li></ul> |            |        |       |      |
|                       | 활용방안                                                                                                                                                                                                                         |        | <ul style="list-style-type: none"><li>○ 전기자동차 충전인프라</li><li>○ 철도교통 비즈니스 모델</li></ul>                                                                                                                    |            |        |       |      |
| 11. 연구개발 과제의 규모       | 구분                                                                                                                                                                                                                           |        | 1차년도                                                                                                                                                                                                    | 2차년도       | 3차년도   | 4차년도  | 5차년도 |
|                       | 연차별 연구비 (백만원)                                                                                                                                                                                                                | 정부     | 1,500                                                                                                                                                                                                   | 2,500      | 2,000  | 1,500 | -    |
|                       |                                                                                                                                                                                                                              | 민간     | 500                                                                                                                                                                                                     | 900        | 700    | 500   | -    |
|                       | 합계                                                                                                                                                                                                                           |        | 2,000                                                                                                                                                                                                   | 3,400      | 2,700  | 2,000 | -    |
|                       | 총 연구비 (백만원)                                                                                                                                                                                                                  | 정부     | 7,500                                                                                                                                                                                                   | -          | 총 연구기간 | 4 년   |      |
|                       |                                                                                                                                                                                                                              | 민간     | 2,600                                                                                                                                                                                                   | -          |        |       |      |
| 총합계                   |                                                                                                                                                                                                                              | 10,100 | -                                                                                                                                                                                                       | 연도별 평균소요인력 | 21 명   |       |      |
| 12. 기대효과 및 파급효과       | <ul style="list-style-type: none"><li>○ 전기자동차 충전인프라 구축비용의 절감, 안정적인 전력공급의 확보 및 환승주차장의 이용률 향상 등을 기대</li><li>○ 전기차 충전의 편리성 및 철도 교통과의 환승 등 전기차 활용 및 이용 확대에 기여할 수 있음</li></ul>                                                    |        |                                                                                                                                                                                                         |            |        |       |      |

바. 3-1세세부: CTSR용 관제시스템 개발

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 과제명            | 3-1세세부 - CTSR용 관제시스템 개발                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 2. 연구목적 및 배경      | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 철도중심의 대중교통 활성화의 필요성이 대두됨에 따라, 그것을 제어하기 위한 관제시스템의 개발이 필요</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 3. 연구개발 목표        | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 개인용 운송수단에 대한 위치검지기술 및 관제기술 개발</li> <li>○ 관제구성의 간소화와 효율적인 유지보수/관리를 위한 통합관제시스템 구축</li> <li>○ 새로운 시스템에 대한 운영 안전성 평가 기술 개발 및 방안 제시</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 4. 기술개발 및 산업/시장동향 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 철도교통 위치검지기술은 RFID, 도플러 레이다, GPS 위성항법시스템 등이 적용되고 있는 추세이며 최근 유럽 및 북미 지역에서는 무선 통신기술과 GPS 위성항법시스템이 접목된 열차제어시스템이 개발, 적용되고 있음</li> <li>○ 현재 활용되고 있는 매크로 위치인식기술 중 가장 대표적인 기술인 GPS (Global Positioning System)는 지상, 해상, 공중 등 지구상의 어느 곳에서나 시간제약 없이 인공위성에서 발신하는 정보를 수신하여 정지 또는 이동하는 물체의 위치를 측정할 수 있는 범지구적 위치 결정시스템임</li> <li>○ 이동통신망 기반 위치 인식은 구축되어 있는 셀룰러 이동통신 네트워크를 이용하여 삼각측량 방법에 의해 이동 단말의 지리적인 위치 정보를 구하는 방법</li> <li>○ 하이브리드 방식의 위치인식기술은 이동통신망을 이용하여 이동 단말에 Assistance 데이터를 전송, 이동 단말기는 수신한 Assistance 데이터를 이용하여 단말기가 위성의 위치를 추적하여 동기를 이루고, 거리를 측정하여, 위치인식서버에 측위 데이터를 전송함으로써 단말기의 위치를 인식하는 방법</li> <li>○ 영상 인식을 이용한 기술은 일반적으로 특정 공간에 놓인 비디오 카메라를 통해 잡힌 영상의 시간적 또는 공간적인 차이점을 찾아 위치를 찾아내는 방법</li> <li>○ 실시간 정보교환 표준 SIRI는 철도뿐만 아니라 대중교통기관의 차량과 소요시간 데이터를 확보하고 기기 간의 정보교환에 이용됨</li> </ul> |
| 5. 기존기술 활용방안      | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기존 궤도회로, Axel Counter, GPS, 타코메타 등을 활용한 위치검지 기술 개발</li> <li>○ 기존 관제기술의 하드웨어 구성을 바탕으로 최적화된 관제기술의 개발</li> <li>○ 교통분야가 아닌 타 분야에서 시도된 관제통합시스템을 참고 및 활용하여 통합관제시스템 개발</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6. 기술개발 필요성           | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 지방자치단체의 경량전철 등의 소규모 교통체계에 대한 수요가 증대되는 추세이며, 이를 통합적으로 감시·제어할 수 있는 관제체계의 필요성이 대두</li> <li>○ 국가시책에서 교통약자 보호를 통한 보편적 복지 구현과 국민행복 추구에 따른 SAFETY의 강조로 안전하고 신뢰성 있는 교통서비스 제공이 더욱 요구되는 실정이며, 그를 위해 기존관제시스템보다 더욱 발전되고 체계적인 구조적 장치가 필요</li> <li>○ 지능형 교통체계를 수립하여 교통운영의 최적화, 자동화를 통하여 교통체계의 이동성, 안전성, 편의성을 높이는 시스템을 구축 중이며, 도로/철도/해운/항공 등 각 교통 분야별 지능형 교통체계 구축·운영체계 구축이 요구됨</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 7. 주요연구 개발내용          | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 개인용 운송수단 위치검지기술 및 관제기술 개발</li> <li>○ 스마트 통합 관제시스템 개발</li> <li>○ 위치검지기술 및 관제시스템 운영 안전성 평가 기술 개발</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 8. 정부지원의 타당성          | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 교통혼잡으로 발생하는 사회적 비용 감소를 위한 관제시스템 구축 지원</li> <li>○ 기구축된 교통 인프라의 용량 효율 증대를 위한 시스템 구축 지원</li> <li>○ 정부정책 “SMART” 항목에 따라 철도시스템에도 정부정책에 부합한 기술개발이 요구됨</li> <li>○ 국가시책에서 국민행복추구에 따른 SAFETY의 강조로 안전하고 신뢰성 있는 교통서비스제공 요구됨</li> <li>○ 관제시설은 해당지역의 교통을 이용하는 이용자 전체에 있어 공익성을 갖는 시스템이므로 사회적 공공성을 고려하여 투자할 가치가 있는 분야임</li> </ul>                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 9. 기술확보 전략            | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 대상 교통시스템을 구성하는 각 구성분야에 대한 연구 클러스터를 적극 활용하여 통합관제와 관련된 기술융합 방안 마련과 최신 기술 적용 및 시스템 호환에 대한 연구를 추진</li> <li>○ 해외 유사 사례, 해외 적용 사례에 대한 조사를 강화하여 그에 따른 사례 분석을 통한 기술개발의 방향성 수립</li> <li>○ 교통류에 혼재되어 있는 개별차량의 특성파악에 주력하여 그에 알맞은 검지 및 관제기술의 개발</li> </ul>                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 10. 기술개발 최종성과물 및 활용방안 | 최종성과물                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 개인용 교통수단 특화 관제시스템</li> <li>○ 타 대중교통 관제 시스템 인터페이스 알고리즘</li> <li>○ CTSR용 스마트 통합 관제 시스템 하드웨어 구성</li> <li>○ CTSR용 스마트 통합 관제 시스템 소프트웨어 구성</li> <li>○ CTSR용 스마트 통합 관제 시스템 운영 시나리오</li> <li>○ CTSR용 스마트 통합 관제 기술</li> </ul> |

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |       |             |        |      |      |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------|--------|------|------|
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"><li>○ CTSR용 안전목표 및 안전성 평가 분석 기준</li><li>○ CTSR용 스마트 통합 관제 시스템 위험원 분석 및 안전요구사양</li><li>○ CTSR용 스마트 통합 관제 시스템 보안 시스템 구성</li><li>○ CTSR용 스마트 통합 관제 시스템 성능시험 기준</li><li>○ CTSR용 스마트 통합 관제 시스템 표준화 사양</li></ul>                                                      |       |             |        |      |      |
|                 | 활용방안                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"><li>○ 기개발 된, 혹은 향후 개발될 개인용 대중교통수단에 대한 검지기술 및 관제기술 적용</li><li>○ 통합관제시스템에 대한 시스템 운영 안전성 평가 기준을 수립하고 적용함으로써 향후 개발될 수단의 통합관제 시스템 안전성 확보의 표준을 제시</li><li>○ 운영상의 효율화, 유지보수 및 운영지원의 신속화를 통하여 이용자에게 양질의 교통서비스를 제공</li><li>○ 장비의 간소화와 전체교통의 효율화를 통해 경제적 이점을 확보</li></ul> |       |             |        |      |      |
| 11. 연구개발 과제의 규모 | 구분                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1차년도  | 2차년도        | 3차년도   | 4차년도 | 5차년도 |
|                 | 연차별 연구비 (백만원)                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 정부                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 100   | 750         | 600    | -    | -    |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 민간                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 50    | 250         | 200    | -    | -    |
|                 | 합계                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 150   | 1,000       | 800    | -    | -    |
|                 | 총 연구비 (백만원)                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 정부                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1,450 | -           | 총 연구기간 | 3 년  |      |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 민간                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 500   | -           |        |      |      |
| 총합계             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1,950                                                                                                                                                                                                                                                                                             | -     | 연도별 평균소요 인력 | 13 명   |      |      |
| 12. 기대효과 및 파급효과 | <ul style="list-style-type: none"><li>○ 개인용 대중교통수단 검지기술 및 관제기술의 표준을 제시하여 향후 활성화 될 개인용 대중교통수단체계의 실재적 기반 조성</li><li>○ 관제의 통합으로 인한 관제구축비용 약 35% 절감 예상</li><li>○ 관제장비의 간소화에 따른 운영/유지보수비 약 30% 절감 예상</li><li>○ 수단간 연계 활성화를 통한 사회적 비용 절감예상</li><li>○ 환승시간 최소화를 위한 시스템 지원으로 철도이용객 만족도 증가 예상(표정속도 증가)</li></ul> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |       |             |        |      |      |

### 사. 3-2세세부: 철도-연계교통수단 운영 기술 개발

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 과제명            | 3-2세세부 - 철도-연계교통수단 운영 기술 개발                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 2. 연구목적 및 배경      | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ CTSR은 단일 기술이 아닌 다양한 기술이 접목되어 있으며 대상이 되는 역사의 특성에 따라 기술이 조합됨</li> <li>○ 특히 일반 승용차의 무인 대리주차 시스템 및 개인용 궤도시스템, 초소형 연계교통운송시스템, 무형궤도 시스템이 등 다양한 교통수단이 철도와 연계되고 있기 때문에 각 수단과 철도를 유기적으로 연계할 수 있는 운영 기술을 개발할 필요가 있음</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 3. 연구개발 목표        | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 철도와 접근 교통수단간 원활한 연계를 위한 운영 기술 개발</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 4. 기술개발 및 산업/시장동향 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 요금결정 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수도권통합요금할인제에서는 수도권 대중교통요금을 통합하여 대중교통 이용의 수단에 관계없이 이용거리에 비례하여 요금을 징수하는 시스템을 운영하여 대중교통 이용주민의 경제적 부담 경감과 편리성을 제고</li> <li>- 순천만PRT(스카이크브)의 경우 4.64km에 1인당 5,000원 안팎으로 요금 결정 예정</li> <li>- 서울택시요금의 경우 기본요금 3,000원(2.4km) 거리요금 142m 당 100원</li> <li>- 공공자전거의 경우 연회원, 반기회원, 월회원, 주회원, 1일회원 등으로 구분하여 운영중</li> </ul> </li> <li>○ 배치 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 공공자전거 운영센터의 상황실에서 각 자전거 거치대(터미널)의 모든 진행 상황을 실시간으로 확인한 후, 자전거 배송과 분배가 이뤄짐</li> <li>- 현재 웨어링시스템은 대여지점과 반납지점이 동일하도록 구성되어 있으며, 일부 랜터카의 경우 대여지점과 반납지점을 다르게 선택할 수 있으나 추가요금 지불 필요</li> </ul> </li> <li>○ 대여 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 웨어링시스템은 온라인으로 회원가입, 차량예약을 거쳐 차량을 이용할 수 있으며, 현장에서는 KIOSK나 RF태그 및 모바일app을 이용하여 차량을 이용할 수 있음</li> </ul> </li> </ul> |
| 5. 기존기술 활용방안      | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기존 환승요금 정책을 활용하여 이용하는 수단에 관계없이 이용거리에 비례하여 요금을 징수하는 방안과 수단 특성에 따라 버스 등 기존 대중교통요금과 차별화하는 방안, 택시요금과 경쟁방안을 마련</li> <li>○ 공공자전거 운영센터의 프로그램을 활용하여 각 수단의 위치를 파악하고 수요에 따라 분배하는 기술을 개발</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 6. 기술개발 필요성       | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ CTSR의 경우 기존의 대중교통수단과 다르게 승용차 수준의 편의성을 제공함</li> <li>○ 이에 따라 용량과 노선이 기존의 대중교통 시스템과 매우 다르기 때문에 요금제, 배치방안, 이용방법에 대한 연구가 필요함</li> <li>○ 특히 CTSR은 개인교통과 대중교통의 중간지점에 있으므로 기존 버스, 택시, 주차, 웨어링시스템의 운영기술을 면밀히 분석하여 CTSR만의 운영기술을 정의해야할 필요가 있음</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

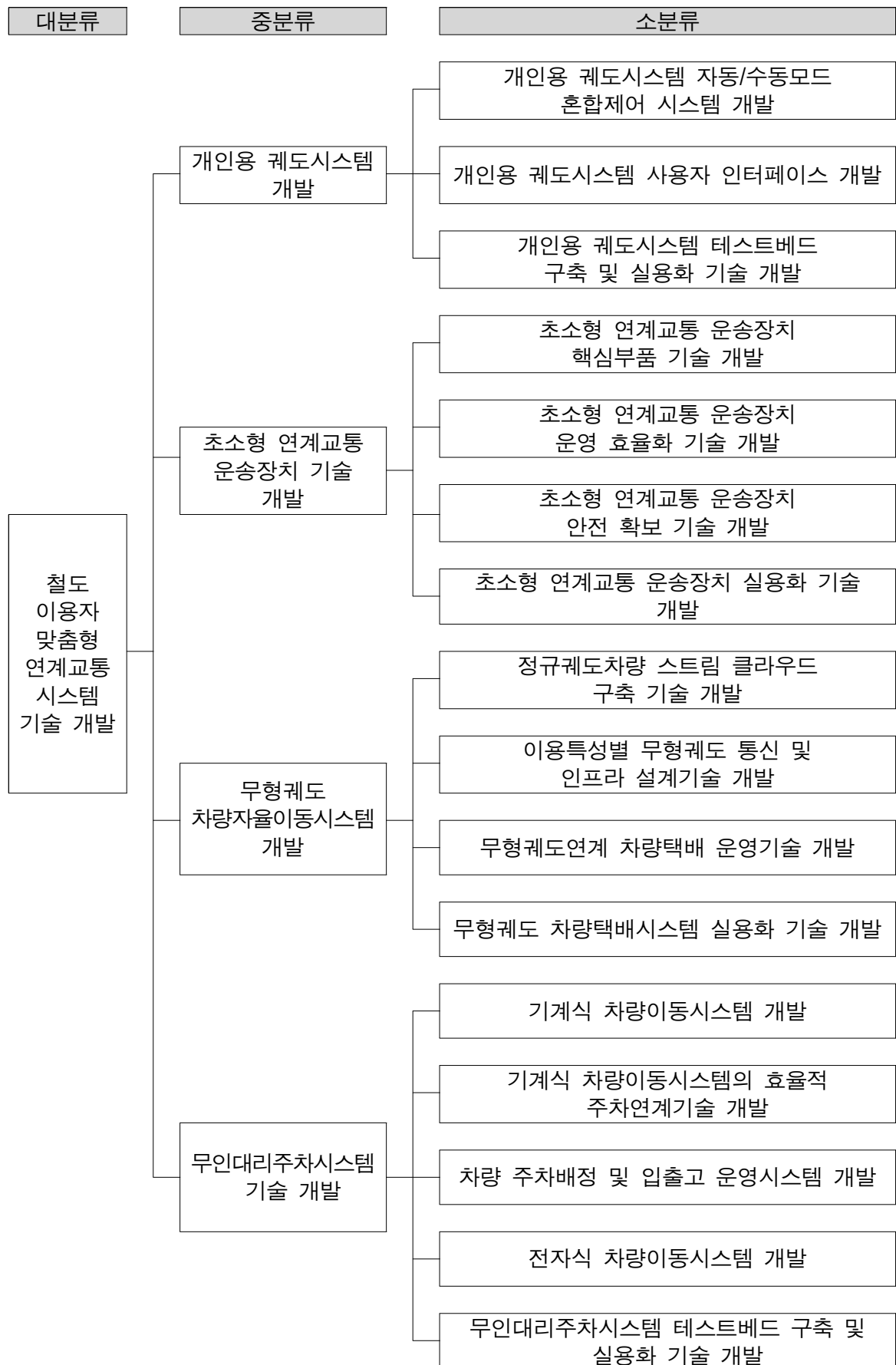
|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |                                                                                                                                                |      |           |                   |      |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------|-------------------|------|
| 7. 주요연구<br>개발내용             | <ul style="list-style-type: none"><li>○CTSR 요금 운영 전략 마련<ul style="list-style-type: none"><li>- 마이트레인의 이용 요금 산정</li><li>- 마이트레인과 마이트레인 간의 환승요금, 마이트레인과 철도간의 환승요금 운영전략 마련</li><li>- 무인대리주차시스템의 요금 운영 전략 마련</li><li>- CTSR의 요금할인제도 운영 전략 마련</li></ul></li><li>○CTSR 대여 시스템 기술 개발<ul style="list-style-type: none"><li>- 온라인 가입 및 예약 시스템 개발 (홈페이지 및 모바일 app)</li><li>- 현장 이용 시스템 개발 (모바일app, KIOSK, 태그 활용)</li></ul></li><li>○CTSR 대기소 구축 기술 개발<ul style="list-style-type: none"><li>- 마이트레인 대기소 구축 지침 마련(위치 및 내부 시스템, 규모)</li><li>- 수요분석과 연계한 대기소 별 배차 방안 및 지침 마련</li></ul></li></ul> |       |                                                                                                                                                |      |           |                   |      |
| 8. 정부지원의<br>타당성             | <ul style="list-style-type: none"><li>○CTSR 운영기술은 새로운 형태의 철도 접근 시스템을 운영하는 시스템으로 CTSR을 대중교통 체계로 운영할 수 있도록 하기 위한 주요 시스템임</li><li>○CTSR의 운영은 공공부문 성격이 강하기에, 정부에서 수행하는 것이 타당하며, 이에 따라 CTSR의 이용 요금 및 도입 및 운영방안은 정부에 의해 연구개발되고 결정되어야할 사안임</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |                                                                                                                                                |      |           |                   |      |
| 9. 기술확보 전략                  | <ul style="list-style-type: none"><li>○요금체계 운영 전략 도출을 위해 수도권통합환승요금제 정책을 수행 중인 수도권교통본부와 연계한 연구를 진행</li><li>○CTSR 차량의 배치를 위해 CTSR용 기반 기술 개발에서 도출되는 용량 및 수요분석 결과와 적극 연계</li><li>○쉐어링 시스템과 공공자전거 운영 시스템 등 철도 접근과 관련된 모든 시스템의 운영전략을 비교분석</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |                                                                                                                                                |      |           |                   |      |
| 10. 기술개발<br>최종성과물<br>및 활용방안 | 최종성과물                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       | <ul style="list-style-type: none"><li>○CTSR 요금체계(안) 및 요금산정 지침 도출</li><li>○CTSR 대여 정책 및 대여시스템 개발</li><li>○CTSR의 차량 및 주차장, 대기소 구축지침 도출</li></ul> |      |           |                   |      |
|                             | 활용방안                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       | <ul style="list-style-type: none"><li>○CTSR 도입 시 세부시스템 별 요금 마련</li><li>○CTSR 대여 정책 구현에 활용</li><li>○CTSR 관련 시설 설치에 활용</li></ul>                 |      |           |                   |      |
| 11. 연구개발 과제의<br>규모          | 구분                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       | 1차년도                                                                                                                                           | 2차년도 | 3차년도      | 4차년도              | 5차년도 |
|                             | 연차별<br>연구비<br>(백만원)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 정부    | 400                                                                                                                                            | 600  | 600       | 400               | -    |
|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 민간    | 100                                                                                                                                            | 200  | 200       | 150               | -    |
|                             | 합계                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       | 500                                                                                                                                            | 800  | 800       | 550               | -    |
|                             | 총<br>연구비<br>(백만원)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 정부    | 2,000                                                                                                                                          | -    | 총<br>연구기간 | 4 년               |      |
|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 민간    | 650                                                                                                                                            | -    |           | 연도별<br>평균소<br>요인력 | 10 명 |
| 총합계                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2,650 | -                                                                                                                                              |      |           |                   |      |
| 12. 기대효과 및<br>파급효과          | <ul style="list-style-type: none"><li>○대중교통만으로 생활하는데 불편함이 없는 교통체계 마련</li><li>○대중교통에서 흡수하기 어려웠던 자가용 이용자의 수요를 대중교통으로 흡수</li><li>○철도중심의 대중교통망 및 에너지망 구축을 통해 인프라 이용 효율성 증대</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |       |                                                                                                                                                |      |           |                   |      |

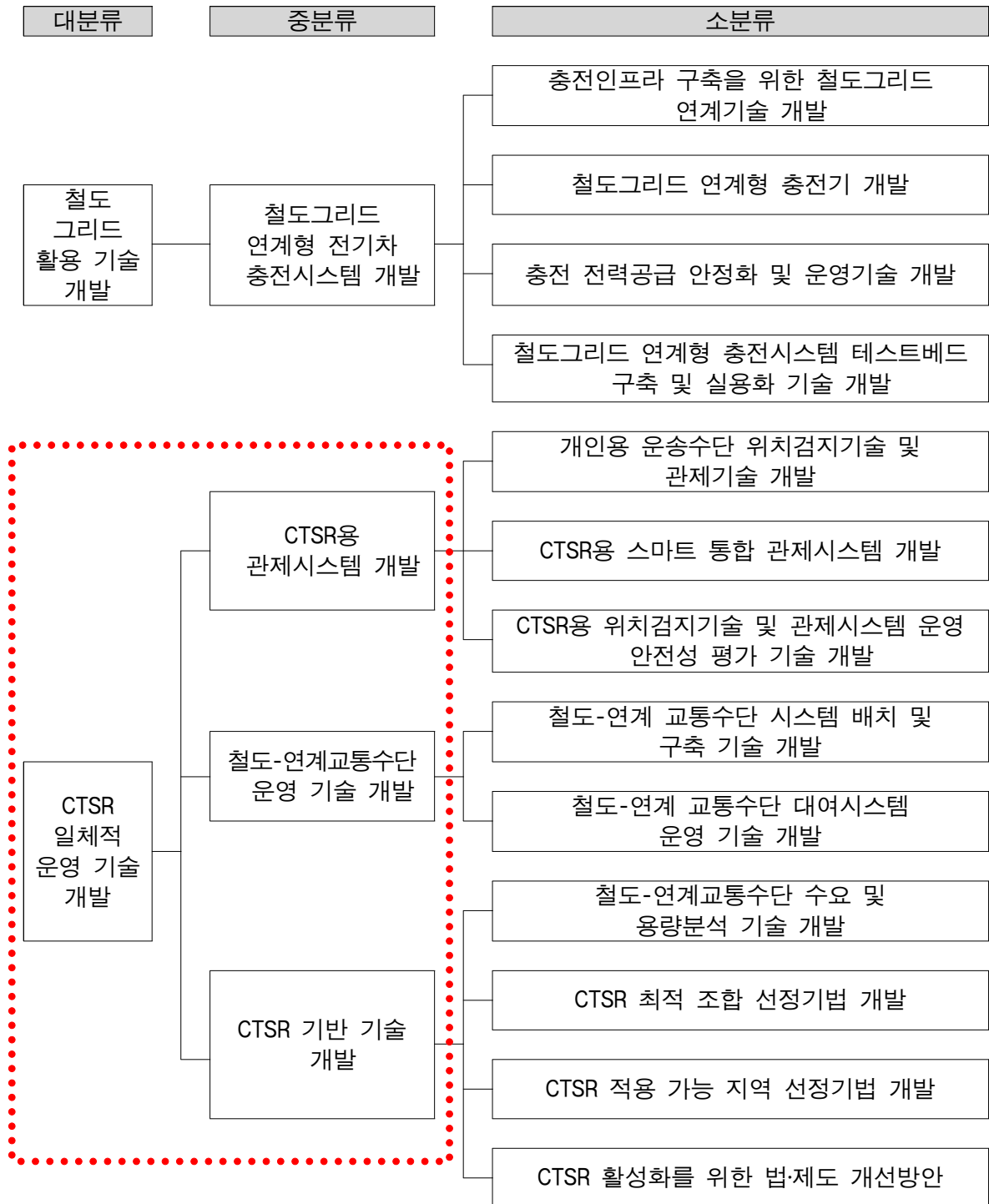
### 아. 3-3세세부: CTSR용 기반 기술 개발

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 과제명            | 3-3세세부 - CTSR용 기반 기술 개발                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 2. 연구목적 및 배경      | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 현재 철도시스템은 이용자의 행태에 기반한 수단 선택적 구조를 파악하고 정확한 수요예측과 그에 따른 정책적 시사점이 우선적으로 고려되어야 함</li> <li>○ CTSR 운영을 위해서는 철도와 공유형 교통체계의 효율적인 연계가 필수</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 3. 연구개발 목표        | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ CTSR의 시스템 수요 및 용량 분석</li> <li>○ 연계서비스수준 기반의 CTSR 최적조합·적용 가능지역 선정 기법 개발</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 4. 기술개발 및 산업/시장동향 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국내 철도운영기관은 철도의 고전적 구성요소 (선로, 차량, 정류장, 보완설비, 통신설비, 부속장비) 중심의 시스템 구축 및 첨단화에 치중해왔으나, 타 교통수단간 연계성에 대한 불편 해소 노력은 미흡한 실정임</li> <li>○ 최근 국내에서는 소수의 복합환승센터 계획 및 건설을 통해 타 수단간 연계성을 고려한 연계서비스 수준의 개념을 정립시켰으나, 공유형 교통체계와 철도 시스템을 연계시켜 철도서비스를 획기적으로 증대시킬 수 있는 기술개발은 더딤</li> <li>○ 국내 간선 교통체계는 도로와 철도가 경쟁하는 관계로 운영되고 있으며 철도관련 정책은 철도역을 중심으로 한 환승센터 구축에 많은 노력을 기울이고 있는 실정이며 철도역 연계교통시설 세부 설치 기준을 마련하여 연계교통 개선사업에 대한 지원을 위한 근거를 확보함</li> </ul> |
| 5. 기존기술 활용방안      | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Logit 모형 또는 Probit 모형을 적용한 수요 예측</li> <li>○ 역세권 내의 철도 이용자를 대상으로 무작위 추출 설문 조사를 통한 수요변화 예측</li> <li>○ 용량 산정 시 실제 PRT 운영자료(해외) 확보를 통한 시뮬레이터 검증</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 6. 기술개발 필요성       | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 철도는 연계교통수단을 필요로 하며 연계교통서비스는 이용자의 행태에 기반한 수단 선택적 구조를 파악하고 정확한 수요예측과 시뮬레이션을 통한 용량분석을 통해 적정한 규모산정이 필요함</li> <li>○ 신도시, 도심, 외곽 등의 지역적 특성에 따라 CTSR 최적조합·적용 가능지역이 달라질 수 있으므로 이에 대한 기법 검토가 필요</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                               |
| 7. 주요연구 개발내용      | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 철도+공유형 연계 교통체계의 통행시간, 승하차시설 개선에 따른 사회경제적 파급효과 평가 방법론 개발</li> <li>○ CTSR 수요분석 및 용량분석 시뮬레이터 개발</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 8. 정부지원의 타당성      | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 교통체계 측면에서 철도 접근수단 대한 분석을 통해 철도 중심의 대중교통체계로 개편하기위한 정책수립의 지표를 제시할 수 있을 것으로 판단</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

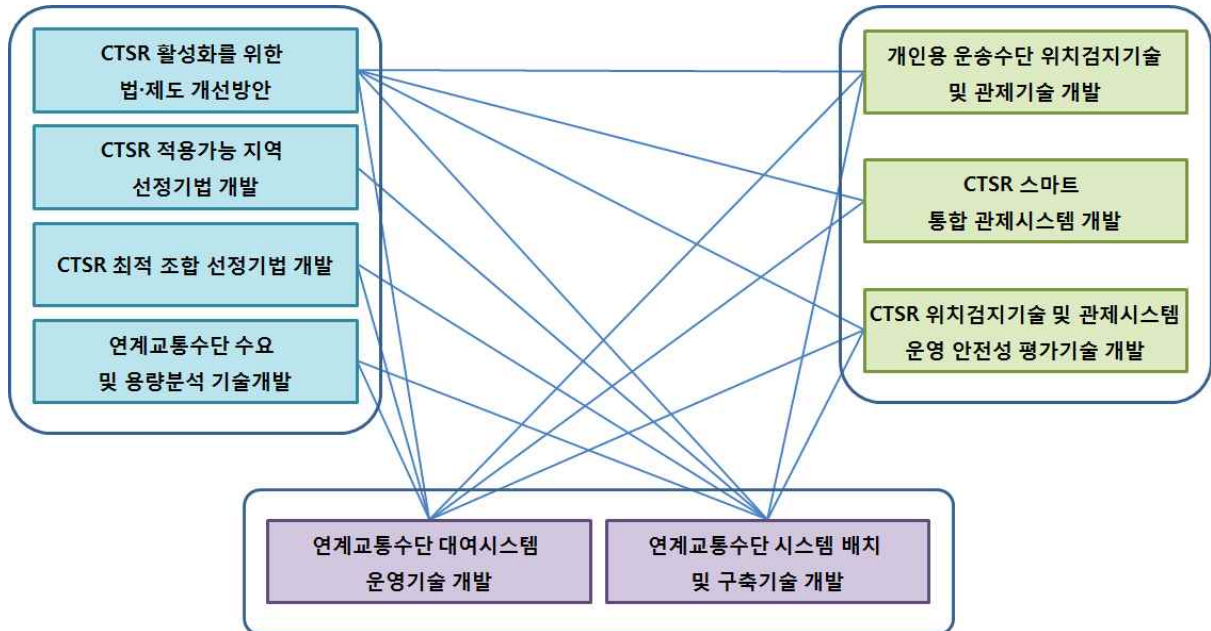
|                             |                                                                                                                                                                                                                |     |                                                                                                        |                   |           |      |      |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------|------|------|
|                             | ○ 승용차 분담률 증가를 억제하여 친환경적인 교통정책 수립에 활용될 수 있을 것으로 판단                                                                                                                                                              |     |                                                                                                        |                   |           |      |      |
| 9. 기술확보 전략                  | ○ 기존의 교통시스템에서 철도기반 공유형 연계교통시스템(CTSR) 도입 후 교통수단별 OD 구조를 검토하여 얼마나 전환되는가에 대한 적정 수단분담 선택모형을 제시<br>○ 개인용 철도시스템(PRT)의 용량을 결정하는 선로, 합류지점, 정류장에 대한 제어체계, 운영전략 등의 용량 결정 요인을 검토하고 이에 대한 시뮬레이터를 개발하여 시나리오별 시스템 용량결정 방법 수립 |     |                                                                                                        |                   |           |      |      |
| 10. 기술개발<br>최종성과물<br>및 활용방안 | 최종성과물                                                                                                                                                                                                          |     | ○ 이용자 행태분석을 통한 철도기반 공유형 연계교통시스템(CTSR)의 잠재수요 예측을 위한 수단선택 모형 개발<br>○ 시뮬레이션을 통한 개인용 궤도시스템(PRT)의 용량분석 기술개발 |                   |           |      |      |
|                             | 활용방안                                                                                                                                                                                                           |     | ○ 신교통수단 도입에 따른 기초자료로 활용<br>○ 대중교통이용증진을 위한 다양한 정책적 지표를 제공                                               |                   |           |      |      |
| 11. 연구개발 과제의<br>규모          | 구분                                                                                                                                                                                                             |     | 1차년도                                                                                                   | 2차년도              | 3차년도      | 4차년도 | 5차년도 |
|                             | 연차별<br>연구비<br>(백만원)                                                                                                                                                                                            | 정부  | 100                                                                                                    | 150               | 150       | -    | -    |
|                             |                                                                                                                                                                                                                | 민간  | -                                                                                                      | -                 | -         | -    | -    |
|                             | 합계                                                                                                                                                                                                             |     | 100                                                                                                    | 150               | 150       | -    | -    |
|                             | 총<br>연구비<br>(백만원)                                                                                                                                                                                              | 정부  | 400                                                                                                    | -                 | 총<br>연구기간 | 3 년  |      |
|                             |                                                                                                                                                                                                                | 민간  | -                                                                                                      | -                 |           |      |      |
| 총합계                         |                                                                                                                                                                                                                | 400 | -                                                                                                      | 연도별<br>평균<br>소요인력 | 4 명       |      |      |
| 12. 기대효과 및<br>파급효과          | ○ 철도기반 공유형 연계교통시스템(CTSR)의 수요분석은 이용자 통행 행태 파악을 기초한 자료와 이를 이용한 모형은 교통수단 이용자의 선택 구조를 파악하는데 결정적 요인을 제공하므로 향후, 신교통수단 도입에 따른 기초자료로 활용될 뿐만 아니라 대중교통이용증진을 위한 다양한 정책적 지표를 제공할 수 있음                                      |     |                                                                                                        |                   |           |      |      |

## 2. 세부과제별 추진체계





- CTSR 일체적 운영기술 개발은 3가지 중분류로 구분되어 있으나 중분류된 내용들은 서로 상호연관성을 가지고 있다고 판단되기에, 아래 내용들은 CTSR일체적 운영 기술 개발을 세세부 과제로 전환하여 3가지 중분류 기술들을 한꺼번에 기술토록 함

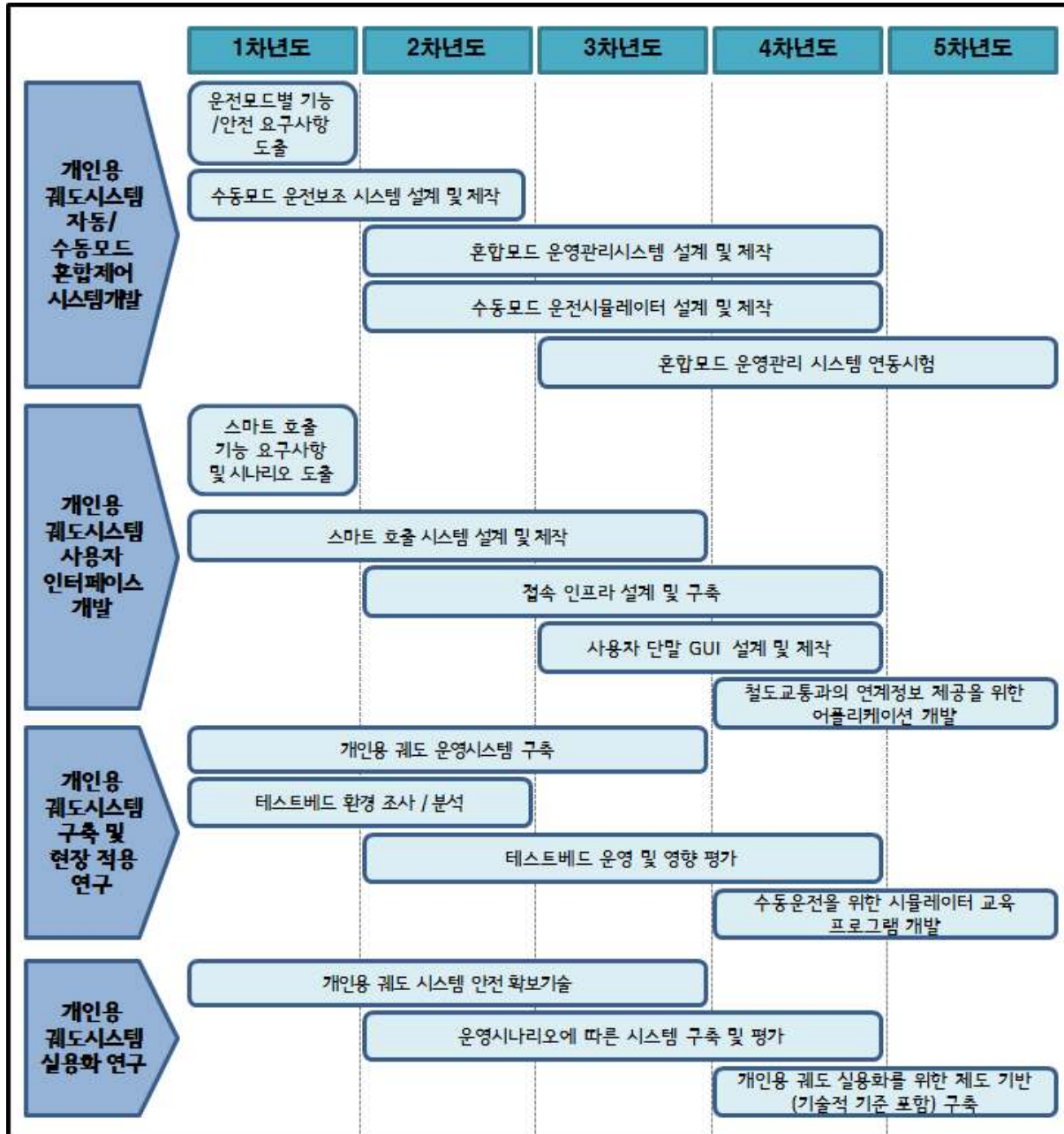


[그림 3-8] CTSR 일체적 운영기술 개발 연관성 분석

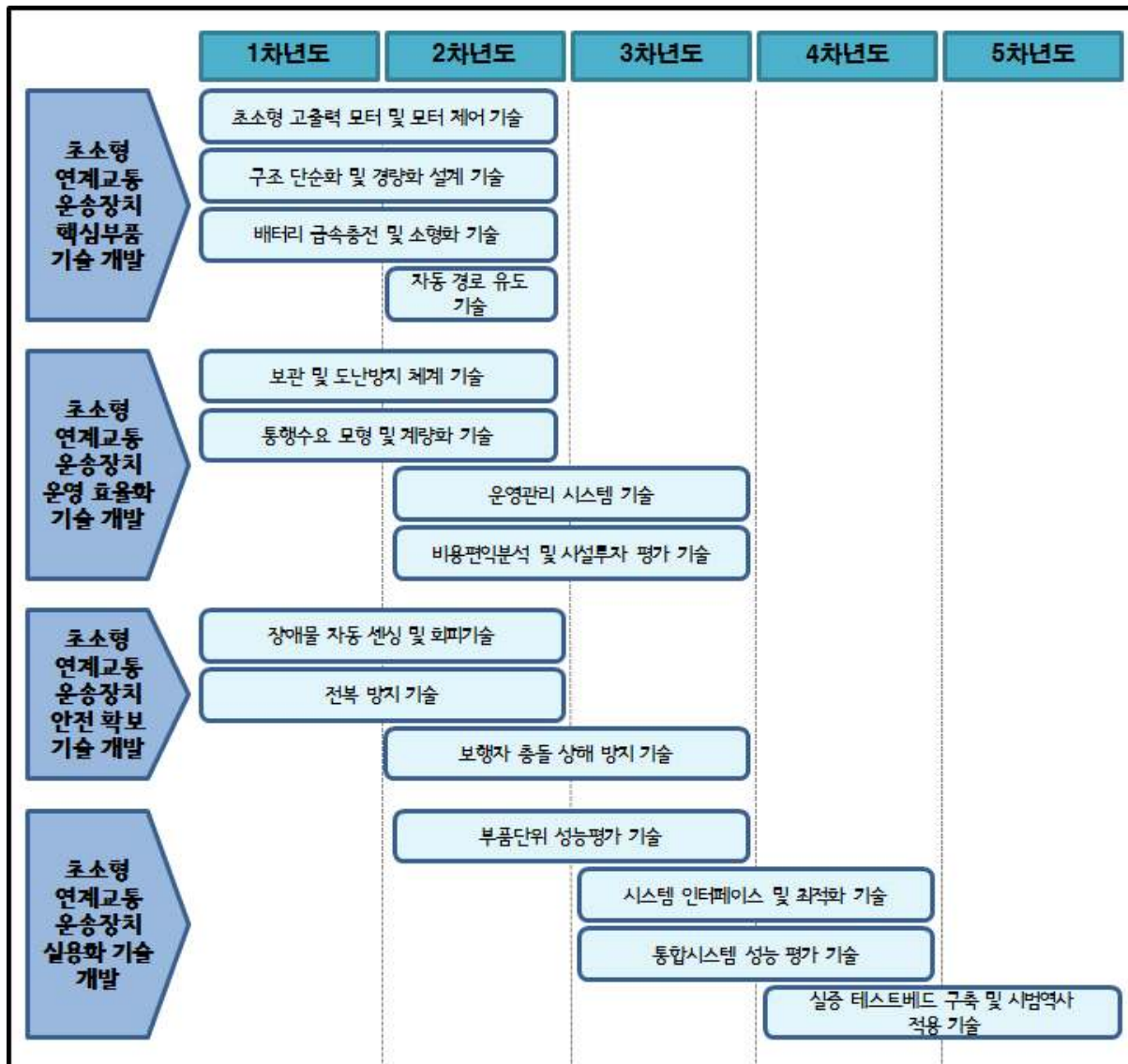
## 제5절 과제별 연차별 기술로드맵 및 성과로드맵

### 1. 분야별 기술로드맵 작성

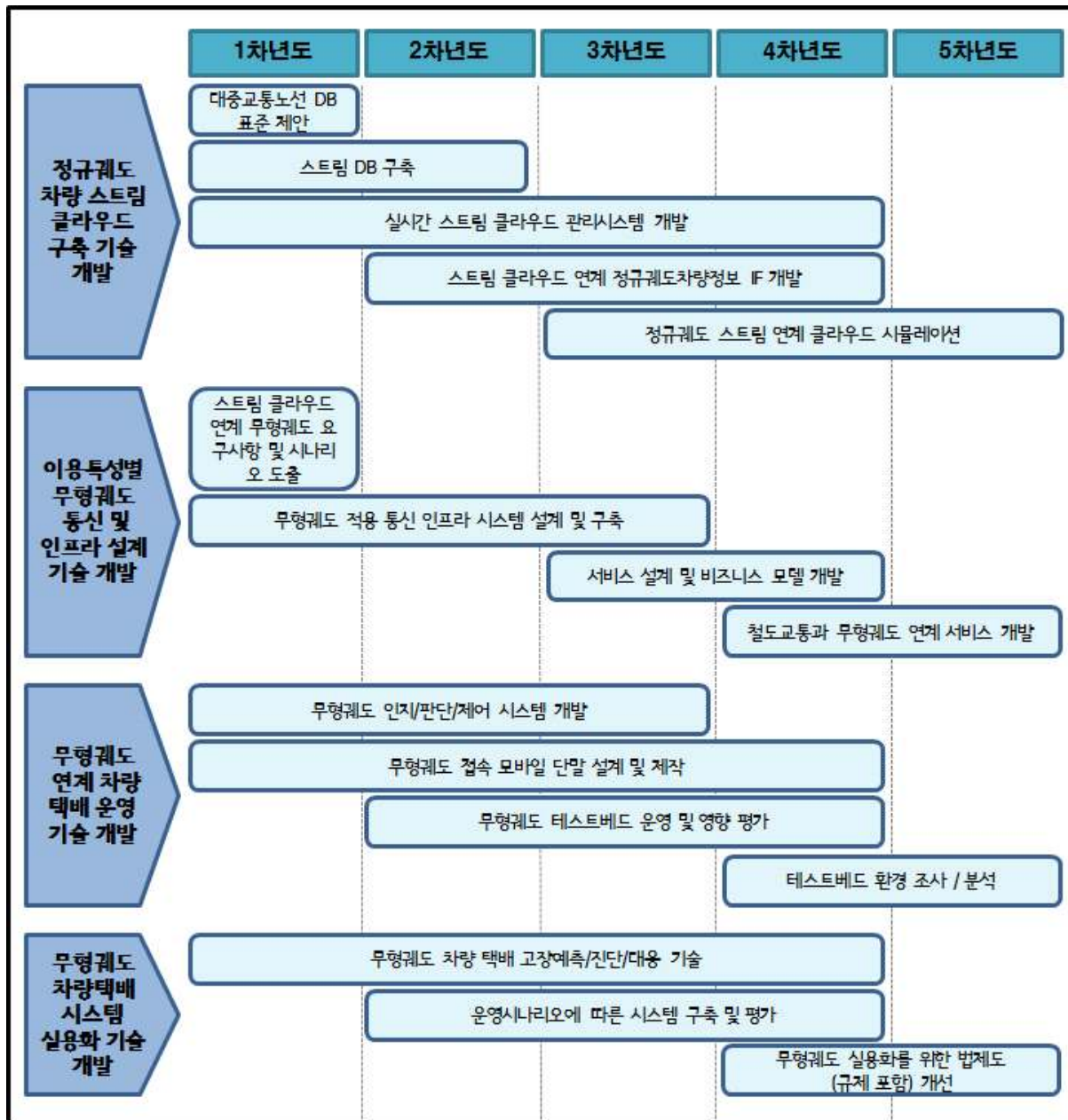
#### 가. 개인용 궤도시스템 개발



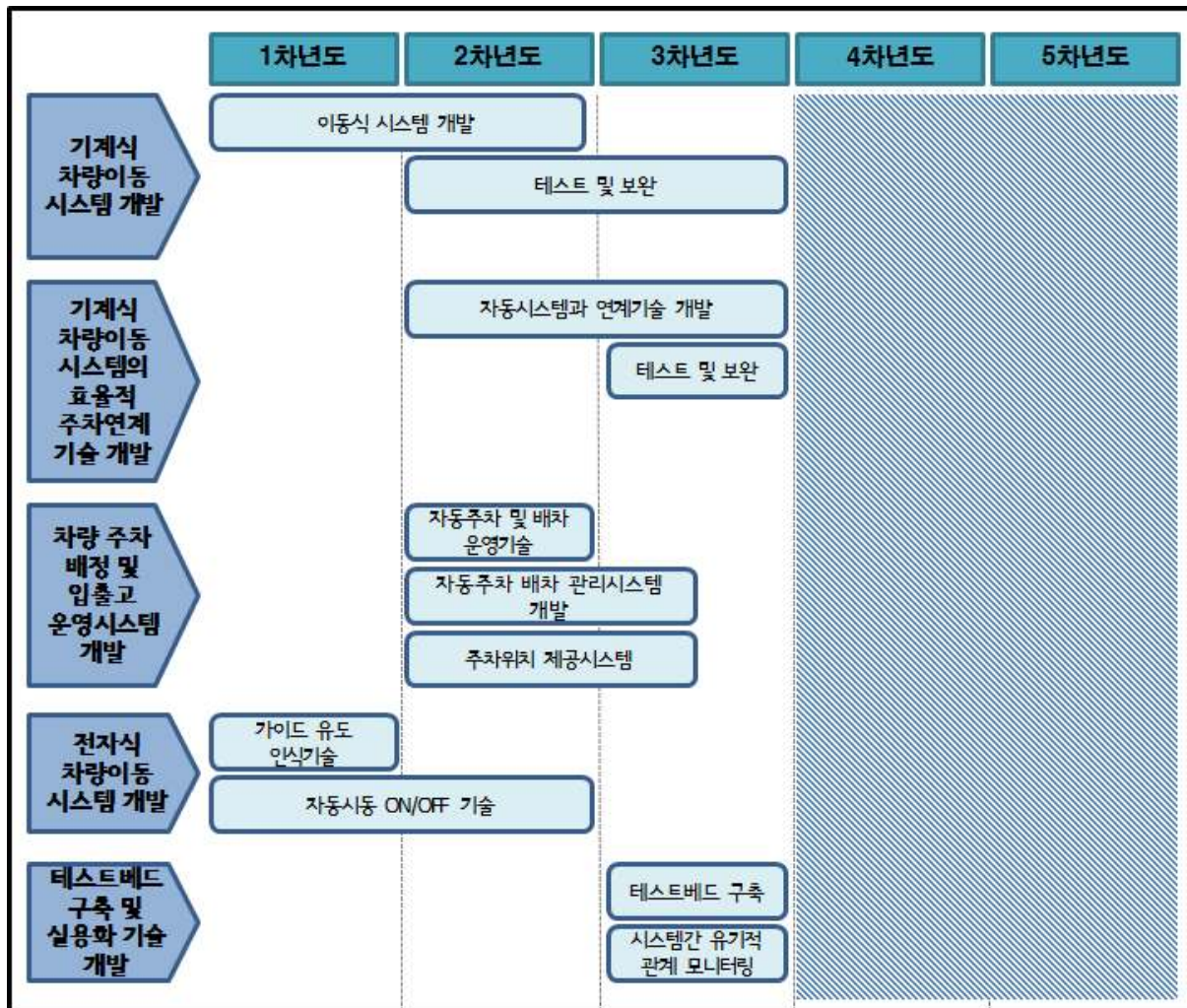
## 나. 초소형 연계교통 운송장치 기술개발



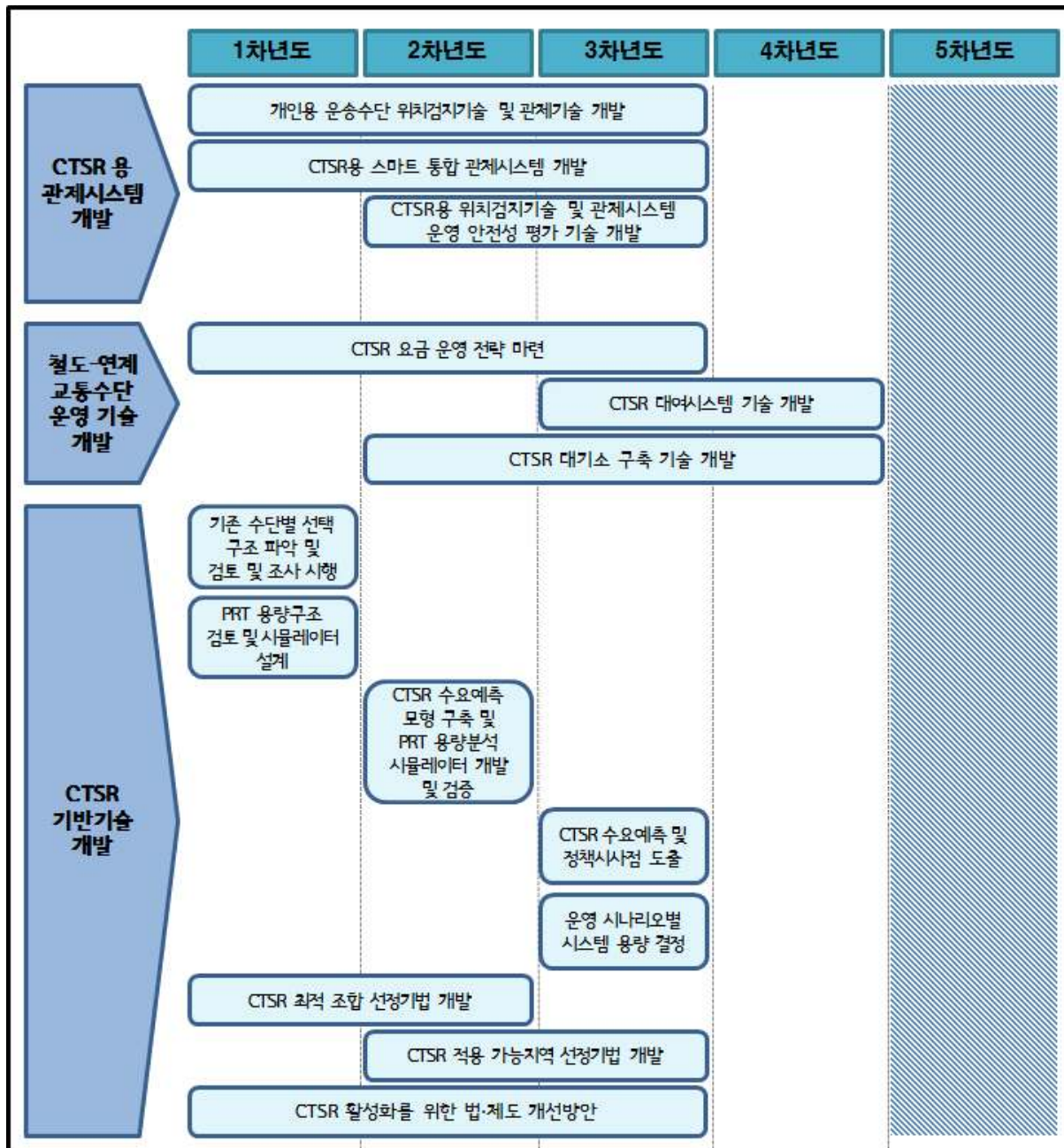
## 다. 무형궤도 차량자율이동시스템 개발



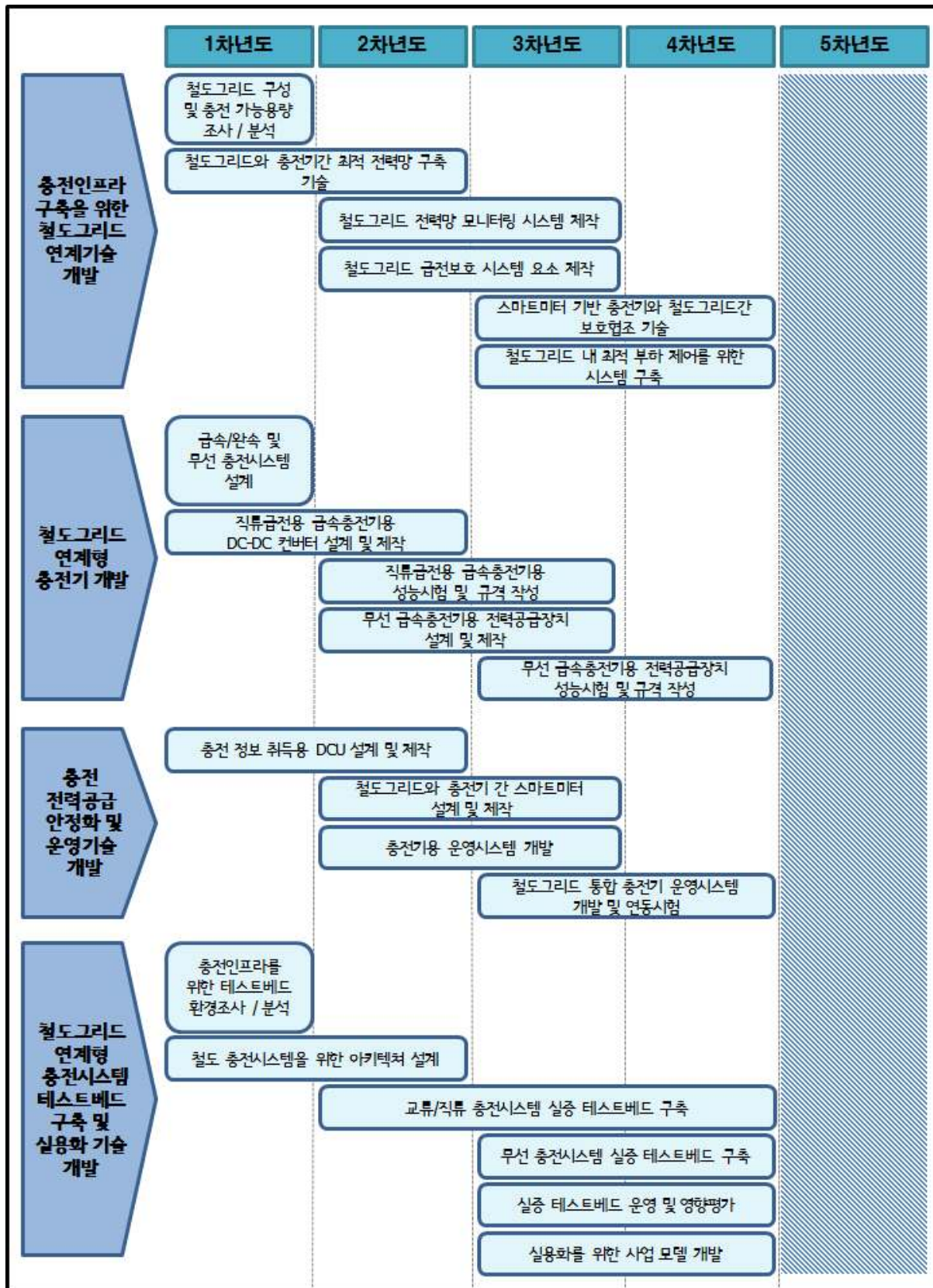
라. 무인대리주차시스템 기술 개발



마. 철도-연계교통수단간 일체적 운영 기술 개발



바. 철도그리드 연계형 전기차 충전시스템 개발



## 제6절 성과의 활용방안

### 1. 개인용 궤도시스템 개발

#### 가. 기술적 측면

- 대중교통수단으로서 최초의 Door-to-Door 서비스 구현을 위한 개인용 궤도시스템 (PRT) 운영제어 기술의 개발과 이를 통한 신교통 및 기존 교통수단의 운영 방식 개선 및 기술력 확보
  - 차체 경량화, 환경 친화적 시스템, 유도 급전 등의 핵심원천기술 확보 및 타교통수단의 기술 적용에 따른 국가 경쟁력 향상
  - 신기술 적용 및 국산화에 따른 관련 국내기업의 기술력 향상 및 해외시장 진출 지원
- 개인용 궤도시스템구축기술에 대한 국가기술 경쟁력 확보
  - 개인용 궤도시스템 설계 및 구축기술을 통해 국가 기술 경쟁력을 확보하는 동시에 해외 기술 수출 및 국제적인 표준 선점 기대
- 개인용 궤도시스템 구축 업체에 기술 이전 및 전문 인력 양성
  - 국내외 특허획득을 통해 기술을 선점하고 이를 통한 관련 생산업체에 기술 이전 및 전문 인력 양성 기여

#### 나. 사회적 측면

- 개인용 궤도시스템 기술 관련 국제 표준화에 유리한 지위를 확보하여 친환경 자동차산업 분야에서 국제 경쟁력 향상 기대
- 도시/지역계획 수립 시 교통네트워크의 Collector/Distributor 수단으로서 기존 교통수단체계 보완 활용
- 국제적으로 '지속가능한 교통수단'으로서 부각되고 있는 PRT 해외 시장의 국내 관련 기업의 진출 지원
- 대중교통 운영비 절감 및 도심지 물류비용 절감 기대
- '국가 온실가스 감축정책 추진'에 따른 자동차 운행억제 정책 일환의 대체수단으로 제공하여 활용

## 2. 초소형 연계교통 운송장치 기술개발

### 가. 기술적 측면

- 초소형 일인승 운송장치 관련 핵심 기술 확보
- 초소형 고효율 모터 기술 확보
- 자동경로 유도 및 장애물 회피기술 확보

### 나. 사회적 측면

- 대중교통 간 연계 환승시간 단축으로 대중교통 경쟁력 강화, 이용 만족도 제고 및 사회적 시간비용 감소로 경제 활성화 기여
  - 도보대비 이동속도 2.5배 증가로 이동 소요시간 60% 단축
- 장애인(약 250만명, '12년), 노약자(65세 이상 고령자 11.8%, '12년) 등 교통약자에 대한 대중교통 이용 편의성 제공으로 대중교통 수송분담률 증가 기여
- 신개념 초소형 개인형 이동장치 개발로 교통 및 레저 산업분야에서 신규 시장(약 1,000억원 규모) 및 일자리 창출 가능

## 3. 무형제도 차량자율이동시스템 개발

### 가. 기술적 측면

- 차량간의 통신으로 주행이 가능한 자율주행 차량의 도입으로 적은 인력 투입으로 거점지역의 카셰어링 차량 관리
- 현재 카셰어링 이용자들에게 불편한 사항으로 나타나고 있는 대여지 반납에 대한 문제점을 편도형 카셰어링 도입을 통해 해결하여 이용객이 원하는 새로운 카셰어링 시스템 구축

### 나. 사회적 측면

- 차량 소유문화에서 공유문화로 변화하는 개인교통의 범위를 대중교통으로 넓혀 개인교통보다는 대중교통을 이용하는 것이 더 편리하다고 느끼는 사회적 분위기 조성

## 4. 무인대리주차시스템 개발

### 가. 기술적 측면

- 무인대리주차시스템을 통하여 차량을 자동주차시스템에 연계함으로써, 기존 자동주차시스템의 효율적인 활용을 통한 시너지 효과 발휘
- 다른 산업에서 활용되고 있는 컨베이어 방식 도입을 통한, 철도역 중심의 차량이동 장치개발은 융합을 통한 새로운 기술의 창조를 도모
- 도로 매설된 전자식 가이드를 통한 전자식 무인대리 주차시스템 개발은 무인자율주행자동차 상용화 기술에 적용이 가능

### 나. 사회적 측면

- 철도역에서의 주차 시 발생하는 주차시간과 이동거리를 줄임으로서, 철도 이용의 접근성과 편의성 향상 기대
- 교통약자층이 주차 어려움으로 발생할 수 있는 스트레스 저감 및 주차장 사고 방지 효과
- 주차 시 불필요한 시간을 줄임으로서, 이산화탄소와 에너지 사용을 줄이는 효과
- 무인대리주차시스템을 카셰어링에 적용함으로써, 주차에 대한 고민을 덜어내고 보다 활발한 카셰어링을 통한 승용차 이용 억제 효과 발생
- 교통시설물 접근 시 승용차를 많이 이용하는 시설물(예: 공항)에 무인대리주차시스템을 적용함으로써, 이용객의 편리성 향상

## 5. 관제시스템

### 가. 기술적 측면

- 스마트 관제 구축기술을 통하여 교통수단과 인프라 통합관제시스템 구축뿐만 아니라, 특정수단과 인프라의 통합관제시스템 구축의 표준화 제시
- 기존 관제기술과는 달리, 신호, 통신, SCADA, 기계설비 등을 통합하여 운영하는 CTSR용 통합관제를 적용하여 보다 간결한 메커니즘과 간소화되어 통합된 시설을 통한 관제운영 지원이 가능해지므로, 기개발된 교통수단에 대해서도 효율적이고 경제적인 운영이 가능 할 것으로 보임
- 통합관제시스템에 대한 시스템 운영 방안과 안전성 평가기준을 수립함으로써, 향후 개발될 통합관제시스템에 대한 안전성의 표준을 제시할 수 있음

## 나. 사회적 측면

- 관제시스템 운영의 효율화와 유지보수 및 운영지원의 신속화로, 해당 교통시설 이용자에게 양질의 교통서비스 제공하고 장비의 간소화와 전체교통의 효율화를 통해 경제적 이점을 확보하기에 용이할 것으로 보임
- CTSR용 스마트 관제기술을 통하여 적용 지역 또는 교통수단에 대해 효과적인 맞춤형 Door-to-Door 서비스를 제공하여, 국가의 정책방향인 국민행복에 부합하는 기술 제공
- 공공인프라의 질적 향상 위한 스마트 통합관제 시스템의 표준을 구축함으로써, 교통수단 운영에 있어 안전성을 확보하고 운영비용을 최소화하여 국민에 대한 보편적 복지의 일환으로 서비스를 제공

## 6. 철도그리드 연계형 전기차 충전시스템 개발

### 가. 기술적 측면

- 철도전력망을 활용한 충전인프라 구축기술에 대한 국가기술 경쟁력 확보
  - 전기자동차 충전인프라에 철도인프라를 적용한 설계 및 구축기술을 통해, 국가 기술 경쟁력을 확보하는 동시에 해외 기술 수출 및 국제적인 표준 선점이 기대됨
- 철도인프라 활용기술 개발로 인한 충전인프라 구축 업체에 기술 이전 및 전문 인력 양성
  - 국내외 특허획득을 통해 기술을 선점하고, 이를 통한 관련 생산업체에 기술 이전 및 전문 인력을 양성에 기여함

### 나. 사회적 측면

- 대규모 충전인프라 구축을 위한 경제적이고 안정적인 전력공급이 가능한 전력망을 보유할 수 있으며, 대규모 충전인프라 구축의 활성화로 인한 전기자동차 수요 확대 예상
- 전력공급 기술에 대한 핵심기술 개발로 향후 전력공급 기술 관련 국제 표준화에 유리한 지위를 확보하여 친환경 자동차산업 분야에서 국제 경쟁력 향상 기대
- 철도분야에서의 전기자동차 충전인프라 활용을 통한 신사업 모델 창출 기대
- 국토교통부 등 범부처 차원의 전기자동차 충전인프라 전력공급기술 관련 발전전략 및 정책 수립의 자료로 활용

## 제7절 연구수행체계 제안

- CTSR 구현은 철도이용자를 위한 접근성과 편의성을 향상을 도모하고, 철도중심의 대중교통구축에 목적을 두고 있음
- 또한 철도이용자들에게 철도역에서 복합적인 활동을 할수 있는 기회를 제공해 줄 수 있도록 함
- 이러한 목적을 실현하기 위하여, 다양한 기술개발이 필요하나, 연구 범위가 너무 광범위해지는 단점이 있기에, 연구수행체계에서는 CTSR 연계교통시스템을 통한 철도의 접근성 및 편의성 향상을 위한 기술개발을 하나의 연구단 과제 (1세부~5세부)로 구성하고, 철도 유인요소를 위해서 철도그리드 활용기술개발을 단독과제 (6세부)로 구성하도록 함



## 제4장 중점 추진분야별 사전 타당성 검토

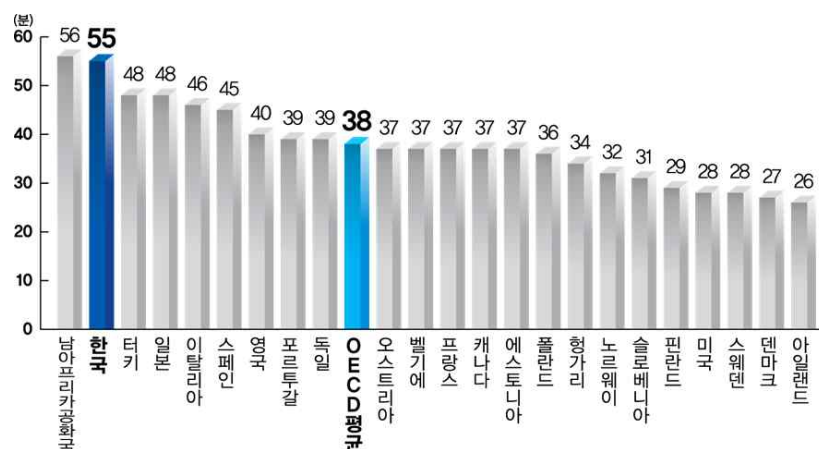
### 제1절 중점 추진 분야별 정책적 타당성

#### 1. 개인용 궤도시스템 개발

- 현재 선진국들은 21세기 성장전략산업으로 철도분야를 설정하고 차세대 기술을 선점하기 위해 국가적인 지원과 개발이 진행되고 있으며, 핵심기술 개발에 집중하고 있음
- 최초의 상용 PRT 시스템으로 주목받고 있는 영국 히드로 공항의 ULTra 시스템이 시범운영중이며, 이를 기화점으로 아랍에미리트연방의 두바이, 마스다 등과 영국의 카비, 네덜란드의 알메로, 스웨덴의 옉살라 등의 세계 여러 국가에서 PRT의 도입을 본격적으로 검토하고 있음
- 미래를 대비하여 국내산업계에서는 기술개발을 위한 투자 의지와 사업 환경이 조성되어 있는 반면, 기술개발의 구체적인 방향 지표 제시가 미흡한 상태이므로 국가연구개발의 선도연구를 통해 Global Standard 창출과 더불어, 국내 관련 기업의 PRT의 해외 시장진출을 지원이 필요
- 국내외적으로 PRT 시스템 개발과 관련하여 운행제어 시스템에 대한 다양한 개념이 도출되어 시험되는 단계에 있지만 최적화된 모델 또한 아직 발표되지 않아, 정부의 정책적인 지원이 필요

#### 2. 초소형 연계교통 운송장치 기술개발

- 신도시 건설, 행정구역 확장으로 대도시권 광역화 지속 진행으로 1시간 이상 출퇴근 인구가 지속적으로 증가 중이며 OECD국가 중 장시간 지속이 가능하고 신속한 개인용 이동 수단 개발 필요
- 6대 도시권(서울, 부산, 대구, 인천, 광주, 대전) 1시간 이상 출퇴근 인구 76% 증가 ('95년 134만 명 → '10년 236만 명)



[그림 4-1] OECD 국가별 출·퇴근 소요시간

- 높은 혼잡도 및 환승 불편에 따른 이용 기피로 선진국 주요도시 대비 낮은 대중교통 이용률을 획기적으로 증가시키기 위한 연계환승 시스템 필요
  - 수도권 전철 환승거리: 최대 750m, 평균 124m (일본 91m, 싱가포르 88m, 홍콩 73m)
  - 철도+버스 분담률: 57% (세계 주요도시 80% 이상, 도쿄 94%)
- 빠른 고령화 사회 진입 대비 및 장애인 등 교통약자에 대한 대중교통 이용 편의성 향상 기술 개발 필요
- 박근혜 정부 140대 국정과제 중 융·복합 R&D 촉진 여건을 마련하는 '고령 친화산업 육성' 과 이동권 증진을 도모할 수 있는 '장애인의 권리보호 및 편의증진' 정부정책과 부합
- 또한 노인·장애인 등 사회적 약자의 편의증진을 통한 삶의 질 향상을 위한 R&D 기조와 부합

### 3. 무형제도 차량자율이동시스템 개발

- 대중교통소외지역을 대상으로 무형제도 차량자율이동시스템을 도입할 수 있음
  - 농어촌 및 산간지역 등 대중교통 노선이 설치되기 어려운 지역이나 교통약자에게 이동권을 보장하기 위한 필수적인 시스템임
- 무형제도 차량자율이동시스템은 자동차 공동이용 서비스와 자율주행자동차기술을 결합시킨 기술로서, 신규 서비스의 활성화를 위해 범부처적 협조가 요구됨
  - 신규 자동차 공동이용 활성화를 위한 지자체의 협조와 법제도의 개선, 신규 비즈니스 모델 개발을 위해 시범서비스가 반드시 요구됨
- 무형제도 차량자율이동을 위한 통신 및 단말 등의 기술개발과 병행하여 도로 인프라 및 통신의 보안 기술 개발이 국가 차원에서 지원되어야함

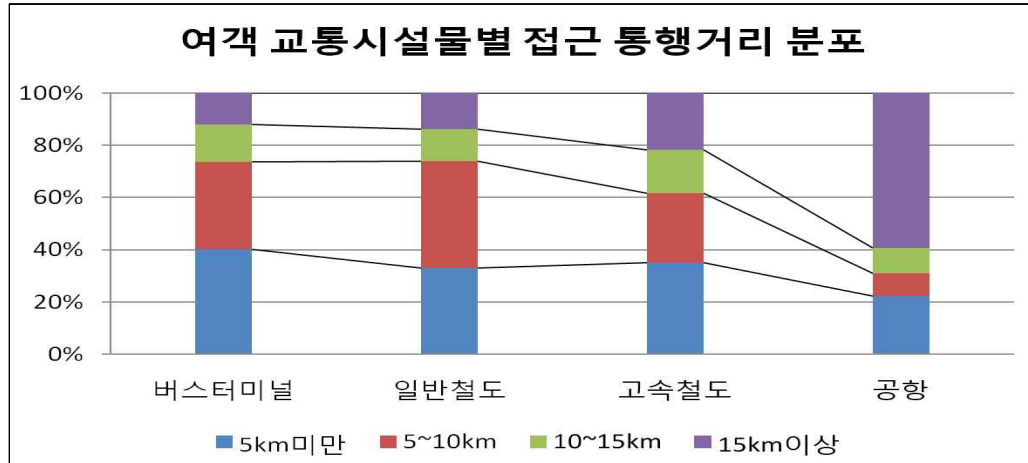
### 4. 무인대리주차시스템

- 고속철도역과 일반철도역 이용객의 22.7%와 17.2%는 접근교통수단으로 승용차를 이용함<sup>11)</sup>
  - 고속철도역이 일반철도역보다 승용차 이용자가 많은 이유는 일반적으로 고속철도역은 일반철도역보다 도심 외곽에 배치되어 있는 경우가 많음 (예: 울산역)
- 공항을 이용하는 통행자 중 42.6%는 승용차를 이용하여 접근하고 있으며, 버스(27.1%), 택시(21.1%) 순으로 나타남

11) 국토교통부 보도자료(2012.03.12)

[표 4-1] 여객 교통시설물별 평균 접근 통행거리

| 구분 (km)    | 버스터미널 | 일반철도역 | 고속철도역 | 공항   |
|------------|-------|-------|-------|------|
| 평균 접근 통행거리 | 9.9   | 10.4  | 12.6  | 26.0 |



[그림 4-2] 여객 교통시설물별 접근 통행거리 분포

- 호남고속철도 및 신규노선의 개통으로 철도역사가 도심에서 점점 벗어나 배치되고 있는 상황에서, 승용차를 이용한 철도역 접근은 증가할 것으로 예상됨
- 이에 대하여, 승용차 이용자가 철도역 이용 시 주차 대기시간 및 이동거리를 줄여, 보다 철도이용의 편리성 향상으로 철도 이용객을 증진할 필요가 있음
- 또한 개발된 무인대리주차시스템은 공항과 같은 승용차 이용객이 많은 곳에 활용함으로써, 기술 적용범위를 확장할 수 있음

## 5. 관제시스템 개발

- 국토교통부의 「제2차 유비쿼터스도시 종합계획(2014~2018)」
  - 현재 시행되고 있는 전반적인 통합관제시스템의 구축계획은 정부의 국정과제인 국가안전망 구축에 역점을 두어 세워진 계획으로 교통관제를 핵심 U-City 서비스로 중점 구축토록 하고 분산되어 있는 관제, 교통, 시설관리센터 등을 U-City 통합운영센터로 일원화할 계획을 수립하고 있음
  - 이에 발맞추어 스마트 통합관제시스템을 개발함으로써 국토교통부가 제시한 유비쿼터스 도시 종합계획에 대한 솔루션을 제공함과 동시에 향후 도시의 발전상에 대한 비전을 제시

## 6. 철도그리드 연계형 전기차 충전시스템 개발

- 친환경 자동차의 보급 확산에 따라 국내에서도 2020년까지 전체 자동차 중 20%를 전기자동차로 교체하고, 전기차 공동이용서비스를 실시하는 등 전기차 운행 및 인프라 확산을 위하여 노력하고 있으며, 이와 같은 정책에 따라 2020년까지 충전기 52만대(급속 6,600대)를 목표로 하고 있음
- 대규모 충전인프라 구축을 위한 경제적이고 안정적인 전력공급이 가능한 전력망을 구축하여야 하며, 국가 차원에서도 전기차 보급에 따른 전력 소비량 예측, 송배전 설비의 추가적인 건설 등 다양한 검토가 진행 중임
- 하지만 도심구간의 경우 대규모 전력원 및 송배전설비 구축에 따른 막대한 비용 증가로 인한 대규모 충전인프라 구축에 어려움이 있어 보다 경제적인 구축 방안이 필요함
- 도심 구간의 철도 교통은 이미 대규모 전력원 및 기타 전기차 충전인프라에 활용하기 위한 전력설비를 갖추고 있어 도심 구간에 경제적인 대규모 충전인프라 구축을 위한 현실적인 대안이 될 수 있으며, 도로교통과 철도교통간의 실질적인 연계 수송이 가능하도록 하는 실질적인 방안임
- 이를 통해 국토교통부 등 범부처 차원의 전기자동차 충전인프라 전력공급기술 관련 발전전략 및 정책 수립의 자료로 활용할 수 있음
- 철도역사 공영주차장을 차세대 교통 모델인 전기차 공동이용 서비스의 거점으로 정착시켜 대중연계교통의 활성화를 통하여 에너지 절약 및 저탄소 교통체계 정착에 기여
- 철도 공영주차장을 활용할 경우 부지확보를 위한 노력을 덜 수 있으며, 공공기관에서 운영 및 유지보수를 수행하여 투명하고 안정적인 운영이 가능함
- 도시철도(서울메트로 4호선, 2010년) 부하율이 47.16%~53.86%로 전력설비의 최대 50% 정도를 전기차 충전전력으로 사용 가능함

[표 4-2] 변전소 전력비교

| 변전소<br>(S/S) | 최대전력<br>[kw] | 전력사용량[kwh] |            |           | 무효전력량<br>[KVAR] | 부하율<br>[%] | 역률<br>[%] |
|--------------|--------------|------------|------------|-----------|-----------------|------------|-----------|
|              |              | 계          | 전차용        | 고배용       |                 |            |           |
| 창 동          | 6,404        | 26,548,902 | 22,492,609 | 4,056,383 | 2,682,432       | 47.32      | 99        |
| 쌍 문          | 3,846        | 16,982,496 | 6,428,852  | 8,553,644 | 1,657,536       | 50.41      | 100       |
| 미 삼          | 4,337        | 18,124,200 | 11,006,364 | 7,117,836 | 1,824,824       | 47.71      | 99        |
| 성신여대         | 5,187        | 24,104,352 | 17,988,152 | 6,116,200 | 3,145,536       | 53.06      | 99        |
| 동 운          | 4,660        | 19,729,152 | 13,320,490 | 6,408,662 | 2,889,984       | 49.33      | 99        |
| 삼각지          | 4,565        | 20,075,729 | 13,426,390 | 6,649,339 | 2,398,656       | 50.20      | 99        |
| 이 촌          | 4,708        | 22,213,963 | 12,712,139 | 9,501,824 | 3,183,936       | 53.86      | 99        |
| 총신대          | 4,162        | 17,195,981 | 10,844,808 | 6,351,174 | 1,954,560       | 47.16      | 99        |

- 도시철도(광주도시철도 1호선, 2010년)의 경우 충전전력으로 활용 가능한 설비용량이 1,451~6,455kW 정도의 여유 설비를 갖추고 있음

[표 4-3] 변전소별 변압기 용량 및 여유전력

| 구 분           |             | 용산    | 남광주   | 양동    | 쌍총    | 마북    | 도산    | 옥동    |
|---------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 차량용<br>(직류)   | 변압기 용량 [KW] | 7,200 | 7,200 | 7,200 | 7,200 | 7,200 | 7,200 | 7,200 |
|               | 최대 피크치[KW]  | 1,950 | 2,322 | 1,549 | 2,444 | 3,163 | 1,749 | 745   |
|               | 여유 전력 [KW]  | 5,250 | 4,878 | 5,651 | 4,756 | 4,037 | 5,451 | 6,455 |
| 일반부하용<br>(교류) | 변압기 용량 [KW] | 8,000 | 6,400 | 6,400 | 6,400 | 6,400 | 3,200 | 3,200 |
|               | 최고 피크치[KW]  | 1,950 | 2,322 | 1,549 | 2,444 | 3,163 | 1,749 | 745   |
|               | 여유 전력 [KW]  | 6,050 | 4,078 | 4,851 | 3,956 | 3,237 | 1,451 | 2,455 |

## 제2절 중점 추진 분야별 기술적 타당성

### 1. 개인용 궤도시스템 개발

- PRT는 총 연장거리가 1~10km, 시간당·방향당 3,000~10,000명 정도를 수송할 수 있으며, 여러 대의 소형차량이 승객의 요구에 따른 스케줄에 따라 출발지에서 목적지까지 논스톱으로 이동하며 타 경량전철시스템 대비 작고 슬림한 구조물계획이 가능한 시스템
  - 높은 시스템 접근성과 프라이버시 보장 등 승용차 수준의 서비스 제공이 가능하며 무인운전, 완벽한 운영자동화 등의 구현으로 유지비 절감을 극대화 할 수 있음
  - 100% 전기로 구동되어 시스템 자체에서 배출되는 대기오염 물질이 없는 친환경적 대중교통시스템임
- 운행적 측면에서는 정거장을 필요에 따라 본선(On-line) 또는 측선(Off-line)으로 설치가 가능하며 승객 요구에 따라 배차(On-demand Service)로 수요에 탄력적 대응이 가능
  - 비첨두시에는 차량이 정거장에서 승객을 기다리므로 공차운행에 따른 에너지 낭비를 최소화 할 수 있고, 효율적인 공차(Empty Vehicle)관리를 통한 효율성 및 에너지 절감효과를 극대화 할 수 있음
  - 또한 차량은 정해진 노선을 운행 하지 않고 목적지까지 최적의 노선을 탐색하여 운행하므로 높은 운행효율 확보가 가능
  - 아울러 활용도를 극대화하기 위하여 전용노선뿐만 아니라 비전용 노선에서도 활용이 되도록 자동/수동모드 혼합제어가 가능하고 스마트 호출기능 구현 및 시스템 구현·검증을 통해 실용화 할 수 있는 기반 구축이 필요
- 구조물적 측면에서는 기존 도로 및 교량 구조물상에서도 최소한의 무형의 궤도를 설치하여 차량의 안전한 이동을 보장하며 현장에서 설치 및 시공이 됨으로 비용을 절감할 수 있으며 전력공급은 정거장 정차 시 급속 충전설비를 구비하면 미관상으로 환경과 조화롭게 구현할 수 있음
- 시스템적 측면에서는 신뢰성 및 안전성을 최우선으로 하는 제어체계 및 방식을 적용하며 구조 단순화 및 시스템 확장성 강화를 위하여 비 동기식(Asynchronous) 분산제어(Decentralized Control) 등을 사용
  - 제어방식의 적용을 통하여 이산적으로 발생하는 수요를 효율적으로 수송하며, 운전·전력·통신 등의 기능 및 설비를 통합 관제시스템(운전·운영시스템)도입을 통한 공사비 및 운영비 절감을 유도할 수 있음

## 2. 초소형 연계교통 운송장치 기술개발

- 초소형 이동장치 관련해서 해외에서는 많은 연구가 진행되고 있음
  - 국내 : 씨티커뮤니케이션즈에서 2009년 트라이비키(Triviky) 출시. 최고 속도 23km/h로 주행가능하며 알루미늄 바디와 리튬 배터리 채택. 일반인 대상 스포츠·레저 목적으로 출시
  - 일본 : 혼다(Uni-cub), 도요타(Winglet) 등 자동차 제작회사에서 자사 디자인의 시제품을 제작하여 다양한 행사에서 기업 이미지 홍보 목적으로만 활용
  - 미국 : 2001년 Segway사에서 자이로스코프와 가속도계를 이용하는 자가균형 기술을 적용한 1인승 운송수단인 segway 출시. 안전 문제 대두로 특수목적 용도로 제한적 활용
- 특히, 초소형 운송장치 개발에는 기존 자동차에 적용되는 기술과 더불어 로봇제어에 적용되는 고출력 경량 모터기술 및 제어기술등이 요구되는 분야로, 이 분야 국내 전문기관의 기술 활용 필요

## 3. 무형궤도 차량자율이동시스템 개발

- 국내외 연구기관에서는 차량과 차량 간(V2V) 또는 차량과 인프라간(V2I)의 통신을 이용하여 차량이 이동하는 기술의 신뢰성을 시험하고 있으며, 무형궤도 차량자율이동시스템은 정규운행노선의 차량과 통신을 이용하여 차량을 연결하여 일부구간을 이동하는 기술을 활용할 수 있음
- 무형궤도 차량자율이동시스템의 또 다른 형태는 가로등이나 노변의 인프라의 표식을 인식하여 일부구간을 자율적으로 이동하는 형태로서 고가의 센서를 활용한 측위 기술은 법률 통과를 통해 기술의 완성도를 높이고 있음
- 대중교통과 연계한 차량 자동배차 서비스에 활용하여 자동차 공동이용 서비스 활성화에 기여할 것으로 기대

## 4. 무인대리주차시스템 기술 개발

- 무인대리주차시스템은 기 개발된 자동주차시스템과 연계를 통한 시스템의 효율화 증진에 기여할 것으로 기대
- 차량 주차 시 운전자의 개입정도에 따라 자동주차시스템, 차량용 자동주차보조장치, 전자동 자동주차시스템의 구분됨
  - 자동주차시스템은 이미 기계설비방식을 통하여 세계 각지에 설치 운행 중에 있으며,

현재 자전거 확대보급에 따라 활용영역을 확대하고 있음

- 차량용 자동주차보조장치는 국내외 많은 자동차 제조업체에서 경쟁적으로 차량의 편의성과 기술력을 홍보하고자 장치를 탑재한 차량을 선보이고 있으며, 자동주차 보조장치의 기술력은 곧 차량의 브랜드가치와 비례하고 있음
- 전자동 자동주차시스템은 몇몇 차량회사에서 Pilot 형태로 진행하고 있지만, 상용화 단계까지는 아직 많은 시간이 소요될 것으로 예상됨
- 전자동 자동주차시스템의 전단계로서, 무인대리주차시스템은 자동주차시스템까지 차량을 자동으로 이동해 주는 기술임
- 현재, 많은 산업분야에서 컨베이어를 활용한 이동기술이 적용이 되고 있으며, 로봇을 활용한 차량 이동장치가 연구 중에 있음
- 개발된 기술을 철도역 중심의 주차시스템에 적용함으로써, 기술개발에 따른 위험 부담을 줄이고, 빠른 상용화를 도모할 수 있을 것으로 판단됨

## 5. 관제시스템 개발

- 스마트 통합관제 시스템
- 정부의 철도 R&D 정책 중 “SMART” 항목을 관제시스템에 적용하여, 신호, 전력, 통신, 기계설비의 개별 관제를 하나의 관제 시스템으로 일원화하고, 각 분야별 인터페이스를 통해 철도 운영에 대한 효율적이고 경제적인 최적의 솔루션으로 지목되고 있음
- 이와 관련하여 기술의 최적화에 따른 해당업무 간소화와 장비운용의 효율화에 따른 경제적 비용절감효과를 기대할 수 있음

## 6. 철도그리드 연계형 전기차 충전시스템 개발

- 전기자동차 충전인프라에 철도인프라를 적용한 설계 및 구축기술을 통해 국가 기술 경쟁력을 확보하는 동시에 국외로 기술 수출 및 국제적인 표준 선점이 기대됨
- 철도 AC 전력망을 이용하여 전기차 충전소를 세계 최초로 서울메트로 3호선 수서역 환승주차장에 구축사례가 있음
- 한국철도기술연구원, LS전선, 서울메트로는 2011년 7월 3호선 수서역에 EV AC충전시스템(충전시간 15분)을 설치 사례가 있음.
- 충전 전력계통 : 한전변전소(AC 22,990V) → 수서변전소(AC 6,600V) → 수서전기실(AC 380V) → 전기차 급속충전기(DC 450V) → 전기자동차 급속 충전



[그림 4-3] EV AC충전시스템 설치 사례

- 기존 AC 급속충전기는 AC입력을 사용하여 AC/DC 변환하는 방식인데 반해 도시 철도의 경우 DC/DC 변환을 통해 충전효율을 높일 수 있으며, 전력저장장치 등과 연동이 가능함
- 철도전력망과 연계한 충전기, 전력변환장치, 인터페이스 기술 및 운영시스템 기술 개발을 통해 국내 충전인프라 시장뿐만 아니라 EV 충전기, 과금체계, 통신, EV, 카셰어링 모델, 전력공사, 카셰어링 사업 등 광범위한 관련 산업의 동반 성장 및 유럽, 미국 등에 수출효과가 기대됨
- 고속철도 등 국내 철도기술의 해외 진출 시 EV 충전 인프라를 패키지화하여 저탄소 녹색교통시스템 인프라로 수출할 수 있음

### 제3절 중점 추진 분야별 경제적 타당성

#### 1. 개요

- CTSR의 경제적 타당성은 공유형 교통체계와 철도 시스템이 얼마나 비용·효율적으로 연계되어 기존의 철도서비스를 획기적으로 개선시켰느냐로 평가될 수 있으며, 이는 구체적으로 CTSR 구축에 소요되는 비용(cost) 대비 CTSR 구축에 따른 사회·경제적 편익(benefit)의 비교에 기반함

연계란 ‘철도’와 ‘공유형 교통체계’를 이용하여 임의의 두 지점 사이의 이동을 단절 없이 연결하는 상태를 의미하는 것으로, 연계성이란 통행가능상태의 정성적·정량적 서비스 수준으로서 평균통행속도, 차내 시간, 차외시간(대기 및 환승시간), 이동 편의성, 안락성, 정보안내, 이용가능 수단과 노선의 다양성 등으로 평가되는 항목을 말한다

- CTSR 구축에 따른 비용은 시스템 구축에 소요되는 건설비, 운영비 등의 항목으로 책정할 수 있으며, 편익은 CTSR 구축으로 인해 발생하는 일반적인 교통편익 항목(통행시간 절감편익, 차량운행비용 절감편익, 환경비용 절감편익 등)을 중심으로 계상할 수 있음
- 특히 공유형 교통체계와 철도시스템 간 연계성에 중점을 두고 있는 CTSR의 구축 효과를 효율적으로 평가하기 위해서는 아래와 같은 공유형 연계 교통수단 및 시설의 특성 등이 고려되어야 함
  - 철도역으로 접근하는 공유형 교통수단의 통행시간
    - 공유형 연계 교통체계를 이용하여 실질적인 철도 수요 증진을 도모하기 위해서는 아래 2가지 조건 중 적어도 하나가 만족되어야 할 것임

1. ‘공유형 교통수단+철도’의 통행시간이 승용차 총 통행시간보다 작아야 함  
 $\text{승용차 통행시간} + \text{주정차시간} > \text{철도 통행시간} + \text{공유형 교통수단의 연계환승시간}$
2. ‘공유형 교통수단+철도’의 통행시간이 ‘기존 접근수단+철도’의 통행시간보다 작아야 함  
 $\text{기존 접근수단 통행시간} + \text{철도 통행시간} > \text{공유형 교통수단 연계환승시간} + \text{철도 통행시간}$

- 철도+공유형 연계 교통체계의 승하차 시설 서비스 수준
  - CTSR 도입에 따른 연계환승시간 감소를 위해서는 연계 교통체계의 승하차 시설에 대한 서비스 수준을 높여야 할 것임 (이를 위해서는 본 연구에서 기획 중인 철도역 자동주차시스템 및 자율주행시스템의 도입이 필수)

## 2. CTSR 편익산정

### 가. CTSR 구축에 따른 수요예측

- CTSR의 교통수요예측방법은 「국토교통부(2013). 교통시설 투자평가 지침(제5차 개정)」에서 다루고 있는 일반적인 도로부분이나 철도부분의 4단계 예측방법을 적용하는 것을 원칙으로 할 수 있음
- 기초자료 : O/D 및 네트워크, 사회·경제지표, 교통존의 구분
- 통행발생 및 통행분포 : 영향권 설정, 존 세분화 및 세분 O/D 구축, 현황 Network 수정, 장래 O/D 및 Network 수정, 교통시설계획 및 택지·산업단지개발계획의 검토
- 수단선택 : 국가교통DB에서 제공하는 총량 OD와 수단선택모형을 이용하되, CTSR 도입에 따른 수단선택모형은 각 시스템의 특성에 맞게 구축되어야 함 (즉 시스템별 수단선택모형의 개발이 필요함)

[표 4-4] BRT 도입에 따른 수단선택모형의 계수

| 수단       | Ttime<br>(p-value)  | Tcost<br>(p-value)  | Dummy    |
|----------|---------------------|---------------------|----------|
| 승용차      | -0.1281<br>(0.0000) | -0.0007<br>(0.0264) | -        |
| 택시       |                     |                     | 4.395290 |
| 버스       |                     |                     | 3.028456 |
| 지하철      |                     |                     | 1.463980 |
| BRT      |                     |                     | 1.890418 |
| $\rho^2$ | 0.26130             |                     |          |

자료: 신교통시스템 투자평가 방법론 개발연구, 한국철도기술연구원, 2010년

- 통행배정 : CTSR 통행배정은 도로와 철도의 일반적인 통행배정의 기본전제를 따를 수 있음
- CTSR구축에 따른 편익을 산정하기 위해서는 CTSR 도입가능 지역의 선정이 1차적으로 선행되어야 하며, CTSR 도입 가능 지역 선정은 CTSR 시스템 도입을 통해 철도 수요를 증가시킬 수 있는 기반여건이 어느 정도 성숙되어 있다고 할 수 있는 '철도 연계 서비스 개선지역'과 도시 내에서 철도 수요가 거의 없는 '철도 연계 서비스 취약지역'을 대상으로 수행할 수 있음
- 철도 연계 서비스 개선 지역 : '철도'를 주 수단으로 하는 복합통행량은 많으나, 주로 승용차와 같은 개인 교통수단을 이용해 철도서비스에 접근하는 지역
- 철도 연계 서비스 취약 지역 : 인근에 연계 가능한 철도망이 있으나, 접근 및 대기 시간이 길어 주로 철도 외 교통수단만을 이용해 통행이 이루어지고 있는 지역

[표 4-5] CTSR 적용 가능 지역

| 구분             | 철도 연계 서비스 개선지역                                         | 철도 연계 서비스 취약지역                                                |
|----------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 정의             | ‘철도’ 통행이 주로 접근수단을 수반하는 복합통행으로 이루어지고 있는 지역              | 인근에 연계 가능한 철도망이 있으나, 차외시간 (접근 및 대기시간)이 길어 철도복합통행량이 존재하지 않은 지역 |
| 철도 복합통행량 존재 유무 | ○<br>(통행자 선택집합 내 ‘철도수단’ 이 포함되어 있음)                     | ×<br>(통행자 선택집합 내 ‘철도수단’ 이 포함되어 있지 않음)                         |
| 선정 지표          | ‘접근수단 통행량/철도 주 수단 통행량’                                 | ‘철도 차외시간’                                                     |
| CTSR 도입 기대효과   | ‘공유형 접근수단 및 시설’ 제공을 통한 차외시간 감소<br>차외시간 감소를 통한 철도 수요 증가 |                                                               |

- CTSR 도입의 효과는 대부분 개인교통수단 의존 통행자의 전환수요에 의해 발생하기 때문에 원칙적으로 CTSR의 영향권은 CTSR 도입전후의 도로 교통량의 변화에 의해 설정할 수 있음
  - 따라서 CTSR 도입 전후의 수단분담률을 추정한 후 도입전후의 변화된 OD를 이용하여 다시 도로통행배정을 실시하고 이를 통해 도출된 도로교통량 변화율 (RV)를 이용하여 CTSR이 해당 지역에 미치는 영향을 판단할 수 있음
  - 구체적으로 CTSR 도입에 따른 수단분담모형을 적용하기 위해서는 기존의 역세권의 범위를 활용할 수 있으나, CTSR의 서비스권역은 기존 철도 역세권 (철도역이 존재하는 교통존)과 다를 수 있으므로 접근수단 통행량과 철도 주수단 통행량을 별도로 적용할 필요가 있음
- 현재 우리나라에서 사용하고 있는 각 교통수단별 통행시간 설정 기준은 아래와 같이 확실적인 값을 적용하고 있으나, CTSR 도입 시에는 도시철도의 차외시간 중 접근시간이 크게 변화될 수 있음
  - 승용차 통행시간 : 소존간 자유통행시간을 통행저항 값으로 갖는 최단시간 적용
  - 도시철도 통행시간 : 차내시간 + 차외시간 (대기시간+ 접근시간)
    - 차내시간 : 도시철도 역간 소요시간 적용
    - 대기시간 : 배차간격의 1/2 적용
    - 접근시간 : 도보권 (1km)내는 도보속도 5km/h 적용, 비도보권은 버스 통행시간 적용
  - 버스 통행시간 : 차내시간+차외시간 (대기시간+접근시간 5분)

[표 4-6] 버스 차내/차외통행시간 산출 기준

| 구분   | 버스 통행시간 산출 기준                                                                                                                                             |                                                                                     |          |        |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|
| 차내시간 | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 시내간 : 승용차 통행시간의 1.2배</li> <li>· 광역시—인접지역 시·군간 : 승용차 통행시간의 1.3배</li> <li>· 인접지역 시·군간 : 승용차 통행시간의 1.35배</li> </ul> |                                                                                     |          |        |
| 대기시간 | 통행거리                                                                                                                                                      | (광역)시·군내                                                                            | 광역시—시·군간 | 인접시·군간 |
|      | 10km 이내                                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 광역시내 : 7분</li> <li>- 기타시·군내 10분</li> </ul> | 15분      | 20분    |
|      | 10km 이상                                                                                                                                                   | 15분<br>(대기시간+환승시간)                                                                  | 22분      | 30분    |

출처) 한국교통연구원 (2013). 전국 여객 기종점 통행량 현행화 공동사업

## 나. CTSR 구축에 따른 편익 유형

- CTSR 도입으로 인해 발생하는 편익은 철도서비스 증대에 따라 발생하는 철도 이용자 편익과 개인교통수단 및 버스수단에서 전환되는 교통수요로 인해 도로 구간에서 발생하는 타 수단 이용자 편익으로 구분할 수 있음

[표 4-7] 철도부문 편익 항목

| 구 분            | 편익항목                       |              | 반영가능여부 |
|----------------|----------------------------|--------------|--------|
| 철도<br>이용자 편익   | 철도이용자 통행시간 절감              | 기존 철도 이용자    | ○      |
|                |                            | 도로-철도 전환 이용자 | ○      |
|                | 철도화물 통행시간 절감               |              | ×      |
|                | 통행시간 신뢰성 향상                |              | ○      |
|                | 선택 가치 편익                   |              | ○      |
|                | 교통쾌적성                      |              | ×      |
| 타 수단<br>이용자 편익 | 차량운행비 절감                   |              | ○      |
|                | 교통사고감소                     |              | ○      |
|                | 도로-철도간의 전환수요에 의한 도로통행시간 절감 |              | ○      |

출처) 국토교통부 (2013). 교통시설 투자평가지침 제5차 개정

(1) 철도여객의 통행시간 절감편익

- CTSR 도입으로 인해 접근시간이 단축되거나 통행거리가 단축될 경우 철도여객의 통행시간 감소에 따른 편익이 발생하며, 통행시간가치 (Value of Travel Time Savings, VTTS)는 통행자가 통행시간 1단위 단축을 위해 지불하고자 하는 금전적 가치를 의미함

<기존 철도 이용자의 통행시간 절감편익>

$$VOTS^{\text{기존이용자}} = VOT^{\text{기존이용자 사업미시행}} - VOT^{\text{기존이용자 사업시행}}$$

$$\text{여기서, } VOT^{\text{기존이용자}} = \sum_i \sum_j OD_{ij}^r \times T_{ij}^r \times P^r$$

$OD_{ij}^r$  = 철도수단 $r$ 의 기점 $i$ 부터 종점 $j$ 까지 통행량

$T_{ij}^r$  = 철도수단 $r$ 의 기점 $i$ 부터 종점 $j$ 까지 통행시간

$P^r$  = 철도수단 $r$ 의 1통행당 시간가치

<수단전환 이용자의 통행시간 절감편익>

$$VOTS^{\text{수단전환자}} = VOT^{\text{수단전환자 사업미시행}} - VOT^{\text{수단전환자 사업시행}}$$

$$\text{여기서, } VOT^{\text{수단전환자 사업미시행}} = \sum_m \sum_i \sum_j OD_{ij}^{mr} \times T_{ij, \text{사업미시행}}^m \times P^m$$

$$VOT^{\text{수단전환자 사업시행}} = \sum_m \sum_i \sum_j OD_{ij}^{mr} \times T_{ij, \text{사업시행}}^r \times P^{mr}$$

$OD_{ij}^{mr}$  = 도로수단 $m$ 에서 철도수단 $r$ 로 전환한 기점 $i$ 부터 종점 $j$ 까지 통행량

$$= OD_{ij, \text{사업미시행}}^m - OD_{ij, \text{사업시행}}^m$$

$T_{ij, \text{사업미시행}}^m$  = 사업미시행 시 도로수단 $m$ 의 기점 $i$ 부터 종점 $j$ 까지 통행시간

$T_{ij, \text{사업시행}}^r$  = 사업시행 시 철도수단 $r$ 의 기점 $i$ 부터 종점 $j$ 까지 통행시간

$P^m$  = 도로수단 $m$ 의 1통행당 시간가치

$P^{mr}$  = 도로수단 $m$ 에서 철도수단 $r$ 로 전환한 이용자의 1통행당 시간가치

출처) 국토교통부 (2013). 교통시설 투자평가지침 제5차 개정

- 예를 들어, 도보(4km/h) 대비 개인용 이동장치(10km/h) 이용 시 이동속도 2.5배 증가로 소요시간 60% 단축 가능하여 통행시간에 대한 편익을 얻을 수 있음
  - 수도권 전철 최대 환승거리(750m) 기준: 약 11분 → 약 4분30초 소요
  - 평균 환승거리(124m) 기준: 약 2분 → 약 45초 소요

(2) 차량운행비 절감편익

- CTSR 도입으로 인해 도로 구간에서 발생하는 타 수단 이용자 편익 중 하나로, 차량운행비용은 유류비, 엔진오일비, 타이어마모비, 유지관리비, 감가상각비로 구분됨
- 차량운행비용 절감편익은 CTSR 도입으로 인한 수요전환으로 인해 발생하는 각 도로구간의 통행속도와 차종 및 속도별 차량운행비용 원단위를 이용하여 산출할 수 있음

<차량운행비용 절감편익>

$$VOCS = VOC_{\text{사업미시행}} - VOC_{\text{사업시행}}$$

$$\text{여기서, } VOC = \sum_l \sum_{k=1}^3 (D_{kl} \times VT_k \times 365)$$

$D_{kl}$  = 링크  $kl$  의 차종별 대 · km

$VT_k$  = 해당속도에 따른 차종별 차량운행비용

$k$  = 차종(1: 승용차, 2: 버스, 3: 화물차)

(3) 교통사고 감소 편익

- CTSR 도입에 따른 타 수단 이용자 편익으로, 교통사고 감소편익은 교통사고로 발생하는 손실을 화폐가치화한 것으로, 사고발생비율과 사고비용 원단위의 곱으로 산정함

<차량운행비용 절감편익>

$$VICS = VIC_{\text{사업미시행}} - VIC_{\text{사업시행}}$$

$$\text{여기서, } VIC = \sum_{t=1}^3 \left[ \sum_{s=1}^2 (A_{ts} \times P_s \times VL_t) + \sum_{a=1}^2 (M_{ta} \times P_a \times VL_t) \right]$$

$A_{ts}$  = 도로유형별·사고유형별 1억대 · km당 교통사고 사상자수

$M_{ta}$  = 도로유형별·사고유형별 1억대 · km당 교통사고 물적피해 건수

$P_s$  = 인적사고유형별 사고비용,  $P_a$  = 물적사고유형별 사고비용

$VL_t$  = 연간 도로유형별 억대 · km

$s$  = 인적사고유형(1: 사망, 2: 부상)

$a$  = 물적사고유형(1: 차량피해, 2: 대물피해)

$t$  = 도로유형(1: 고속도로, 2: 국도, 3: 지방도)

#### (4) 통행시간 신뢰성 편익

- CTSR 도입에 따른 시간 신뢰성 편익은 철도로의 수요전환에 따른 기존 도로 이용자의 신뢰성 개선에서 발생하며, 시간당 철도의 통행시간 신뢰성 비용에 침두 및 비침두의 지속시간 및 비중을 고려하여 1일 편익으로, 여기에 365를 곱하여 연간 통행시간 신뢰성 편익을 산정함

<시간당 철도의 통행시간 신뢰성 비용 산정식>

$$VOR_r = \sum_l \sum_{k=1}^3 \left\{ \left( \frac{1}{3,600} \cdot R_l^k \right) \times P^k \times D_l \cdot Q_l^k \right\}$$

$R_l^k$  = 링크  $l$ 의 열차등급  $k$ 의 통행시간 신뢰성 지표(초/ $km$ )  
 $P^k$  = 열차등급  $k$ 의 통행시간 신뢰성 가치(원/인 · 시)  
 $D_l$  = 링크  $l$ 의 길이( $km$ )  
 $Q_l^k$  = 링크  $l$ 의 열차등급  $k$ 의 교통량(인/시)  
 $k$  = 차종(1: 고속철도, 2: 일반철도, 3: 광역/도시철도)

#### (5) 선택가치 편익

- CTSR 서비스의 잠재적 이용에 대한 지불용의액을 선택가치로 설정하여 편익 항목으로 계상하며, 선택가치 산정을 위해서는 CTSR 평가에 적합한 영향권의 결정, 영향권에 속한 타 수단 이용자의 선택가치 보유 여부 등을 고려해야 함

<철도사업 시행에 따른 연간 선택가치 산정식>

$$\sum_o \sum_d \sum_k P^k \times D_{od} \times F_{od} \times \phi^k \times Q_{od}^k \times 365$$

$P^k$  교통수단  $k$  이용자의 선택가치 원단위(원/인 ·  $km$  - 회/시)  
 $D_{od}$   $\{o, d\}$  간 역간거리( $km$ )  
 $F_{od}$   $\{o, d\}$  간 시간당 운행회수(회/시)  
 $\phi^k$  교통수단  $k$  이용자의 선택사용자 비율  
 $Q_{od}^k$   $\{o, d\}$  간  $k$ 를 이용하는 교통수요(인/일)  
 $o, d$  해당 철도사업의 정거장이 위치하는  $KTDB$ 의 존  
 $k$  교통수단(1: 승용차, 2: 택시, 3: 버스, 4: 고속철도, 5: 일반철도, 6: 도시 및 광역철도). 단, 해당 철도사업 이용자는 제외(즉, 고속철도 사업의 경우 '4'를 제외한 나머지 교통수단만을 고려).

## 다. CTSR 비용 산정 및 경제성 분석

- 일반적인 철도사업의 비용항목은 건설비 (직접공사비, 간접공사비), 보상비, 유지관리비, 차량구입비로 구성되며, CTSR 시스템 특성에 따라 별도의 비용항목이 추가되고 구체적으로 연구되어야 할 것임
- CTSR 시스템은 타 교통인프라 공유를 통하여 비용절감이 발생할 수 있기에, 이러한 비용절감부분은 앞서 설명한 편익부분에 반영되어야 함
- 예를 들어서 급속충전소를 일반충전소와 철도역사 충전소로 비교하였을 때 다음과 같은 분석이 가능
  - 대도시권 내의 급속충전소 구축 시 적당한 부지 확보에 애로점 있으며, 서울시의 경우 4km간격의 충전소 설치가 필요하고, 이를 위한 전기용량 필요에 따라 설비의 증대를 위한 기초시설공사 비용 약 2천억원 필요(급속충전기 기준, 완속충전기 포함 시 2조원 이상)
  - 철도역사충전소를 고려할시, 급속충전기 기초시설공사 비용이 3천만원에서 1천만원 이하로 1/3이 감소되어, 주차장 250개 활용(급속충전기 1,000대) 시 200억원의 비용절감 가능하며, DC 급속충전기 활용 시 충전기 비용이 3천만원에서 2천만원으로 감소되어, 급속충전기 1,000대 활용 시 100억원의 비용절감 가능

[표 4-8] 일반 충전소 대비 철도역사 충전소 비교 (급속충전기 1대 기준)

| 구 분           | 일반 충전소                                                  | 철도역사 충전소                                                                                                           |
|---------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 부 지           | - 일반 주차시설 또는 신축                                         | - 철도 공영주차장<br>(철도공사 123개, 서울메트로 58개 주차장 보유, 기타 도시철도 운영기관 보유분 별도)<br>- 서울시 기준 2.18km2/개의 철도역사 보유)                   |
| 충전기           | - 3천만원 (AC 충전기)                                         | - 3천만원 (AC충전기)<br>- 2천만원 (DC충전기)                                                                                   |
| 시설공사<br>(건설잔) | - 3천만원(기존수전설비) + $\alpha$<br>- 수전거리, 변압기 용량에 따라 추가비용 발생 | - 1천만원 이하<br>- 역사 여유전력* 대비 여유전력 비율이 50~80%임)으로 급속충전기 30대~100대 운영가능하므로 별도 변전시설, 차단기 등 불필요<br>*(철도역사 계약전력- 총 사용가능전력) |
| 운영<br>/유지보수   | - 민간사업자                                                 | - 철도운영기관                                                                                                           |

- 전술한 CTSR 사업의 편익 및 비용항목을 이용하여 각 시스템의 경제성 분석을 수행할 수 있으며, 이때 비용-편익비(B/C), 순현재가치(NPV), 내부수익률(IRR) 등을 평가 지표로 사용할 수 있음
- 경제성 분석 시 사회적 할인율은 국토교통부 교통시설 투자평가지침에서 정한 5.5%의 값을 적용
- 편익의 발생시점은 완공 후 시스템이 공용되는 시점부터로 결정함

<경제성 분석 지표>

1) 비용-편익비 (B/C Ratio)

$$\begin{aligned}\text{비용·편익비(B/C비율)} &= \frac{\sum_n^N BPV_n}{\sum_m^M CPV_m} \\ &= TBPV / TCPV\end{aligned}$$

여기서,  $BPV_n$  : n항목 편익의 현재가치

$CPV_m$  : m항목 비용의 현재가치

$n, N$  : 편익 항목의 종류

$m, M$  : 비용 항목의 종류

$$BPV_n = \sum_{t=0}^T \frac{B_{nt}}{(1+r)^t}$$

2) 순현재가치 (NPV)

$$\text{순현재가치(NPV)} = \sum_{t=0}^T \frac{\sum_{i=n}^N B_{it} - \sum_{j=m}^M C_{jt}}{(1+r)^t}$$

여기서,  $B_{it}$  : i항목의 t연도 편익

$C_{jt}$  : j항목의 t연도 비용

$n, N$  : 편익 항목의 종류

$m, M$  : 비용 항목의 종류

$T$  : 기준연차로부터 평가대상기간 최종 연차까지의 연수

$t$  : 기준 연차를 0으로 하는 연차

3) 내부수익률 (IRR)

$$\text{내부수익률(IRR)} = \sum_{t=0}^T \frac{\sum_{i=n}^N B_{it} - \sum_{j=m}^M C_{jt}}{(1+ir)^t} = 0$$

여기서,  $B_{it}$  : i항목의 t연도 편익

$C_{jt}$  : j항목의 t연도 비용

$n, N$  : 편익 항목의 종류

$m, M$  : 비용 항목의 종류

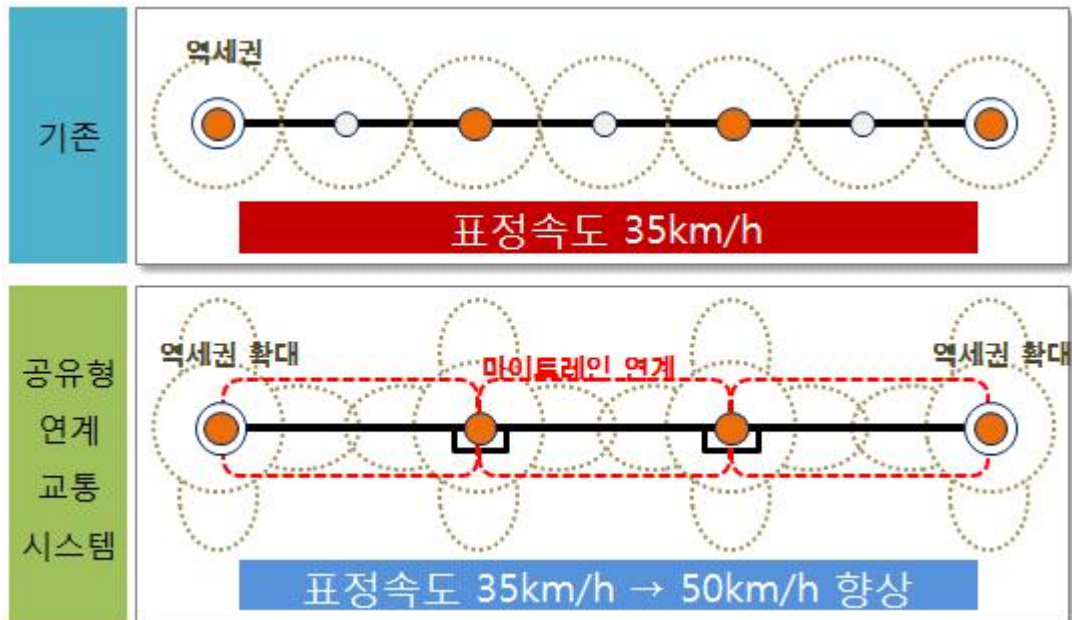
$T$  : 기준연차로부터 평가대상기간 최종 연차까지의 연수

$t$  : 기준 연차를 0으로 하는 연차

$ir$  : 내부수익률

## 라. CTSR 도입효과

- CTSR 도입시 역간거리 증가(1km→2km 이상)로 인한 표정속도 40% 향상

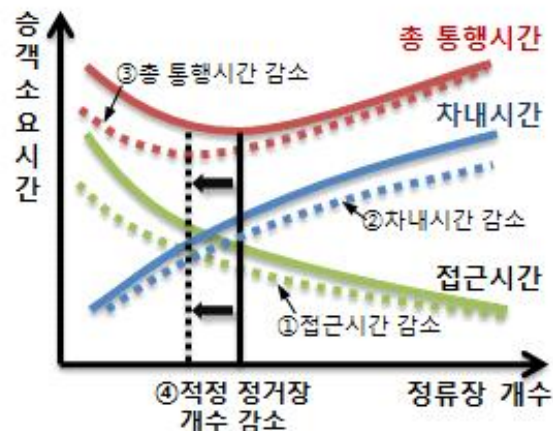


[그림 4-4] CTSR 도입효과

- 필요 정거장수 감소로 사업비 절감 및 표정속도 향상으로 신속성 개선
- 철도역으로의 접근시간 감소 및 자동주차시스템 도입으로 주차를 위한 주차시간 및 이동시간 감소
- 정거장 감소에 따른 통행시간 감소 및 철도역 건설비용 13~17% 감소

[표 4-9] 철도설비 절감효과

| 항목   |    | 기존       | 개선       | 효과        |
|------|----|----------|----------|-----------|
| 사업비  | 지하 | 약 3.4 조원 | 약 2.8 조원 | 13~17% 절감 |
|      | 고가 | 약 2.0 조원 | 약 1.7 조원 |           |
| 표정속도 |    | 35 km/h  | 50km/h   | 43% 증가    |



[그림 4-5] 접근성 개선효과

## 제4절 기존 기술과의 차별성 및 연계성

- 앞서 제시한 기술들을 바탕으로 현재 기술과 차별성을 명확히 하고 기존 기술들과 연계하기 위한 방법을 제시하였음

[표 4-10] 기존 기술과의 차별성 및 연계성

| 기술                  | 차별성                                                                                                                                                                                                                    | 연계성                                                                                                                                                                                |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 개인용 궤도시스템           | <ul style="list-style-type: none"> <li>기존기술은 차량개발 기술에만 국한되어 있음</li> <li>본 과제에서는 개인 운송시스템의 효율적인 혼합운행을 위한 사용자 인터페이스를 연구를 추진하도록 하고 있음</li> </ul>                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>기 개발된 마그네틱 기반 개인용 궤도시스템 무인자동운행기술 활용</li> <li>열차운행스케줄 DB를 기반으로 한 네트워크 노선의 최적경로선정 및 최적배차 알고리즘 적용</li> </ul>                                   |
| 초소형 연계교통 운송장치       | <ul style="list-style-type: none"> <li>기존 개인 운송장치는 연계환승에 필요한 요소기술 개발이 미흡함</li> <li>본 과제에서는 공유교통시스템 내 운용을 위한 초소형 운송장치 핵심 연구를 추진하도록 하고 있음</li> </ul>                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>로봇 제어 등에 활용되는 고출력 경량 모터 활용 가능</li> <li>자율주행차량에 사용되는 기술 활용 가능</li> <li>이동수단으로서 신개념 레저산업에 활용</li> </ul>                                       |
| 무형궤도 차량자율이동시스템      | <ul style="list-style-type: none"> <li>국내의 자율주행기술은 차량 탑재 센서기반의 차량제어 및 경고시스템 중심으로 추진 중임</li> <li>일반도로의 무형궤도에서 통신기술 활용 자율주행 세계최초 기술을 추진하도록 하고 있음</li> <li>세계 최초 도로 인프라 협력형 공유 차량서비스의 무인차량배차 서비스를 최종 목표로 하고 있음</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>자동차공동이용 서비스 활성화를 위한 도심 및 대중교통과 연계한 차량 자동배차 서비스에 활용</li> <li>차량과 인프라 간(V2I) 신뢰성 있는 통신이 가능함에 따라 통신 인프라에 의한 일정구간 차량을 이동하는 서비스 적용 가능</li> </ul> |
| 무인대리주차시스템           | <ul style="list-style-type: none"> <li>기존의 자동주차시스템은 운전자가 주차장까지 차량을 이동시켜야 하고 일부 특정 건물에서만 자동주차 가능함</li> <li>본 과제의 무인대리주차시스템은 역사에서 무인으로 발렛서비스를 제공하는 것을 추진하고 있음</li> </ul>                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>기존에 개발된 카메라와 초음파센서 등을 활용하여 역사 내 도로에 매설된 가이드를 따라 승용차를 자동주차시스템에 연계</li> </ul>                                                                 |
| CTSR 일체적 운영기술 개발    | <ul style="list-style-type: none"> <li>철도역을 중심으로 한 환승센터 구축에 많은 노력을 기울이고 있으며, 기존 관제시스템보다 더욱 발전되고 체계적인 구조적 장치가 필요함</li> <li>본 과제에서는 CTSR 일체적 운영기술을 위하여 특화된 새로운 기술을 추진하도록 하고 있음</li> </ul>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>기존 관제기술의 하드웨어 구성을 바탕으로 최적화된 관제기술 개발</li> <li>교통분야가 아닌 타분야에서 시도된 관제통합시스템을 참고 및 활용하여 통합관제시스템 개발</li> </ul>                                    |
| 철도그리드 연계형 전기차 충전시스템 | <ul style="list-style-type: none"> <li>현재 철도그리드와 연계된 전기차 충전인프라 구축을 위한 통합 시스템에 대한 연구 수행실적은 없음</li> <li>본 과제에서는 전기차 충전인프라 구축에 따른 철도그리드를 핵심 기술 및 다양한 전기차량 충전방식의 needs를 고려한 충전기 개발을 추진하도록 하고 있음</li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>기존에 연구되고 있는 다양한 전기차 급속충전기술 및 전기차 충전인프라 운영시스템 기술은 본 과제의 요소 기술로 활용</li> </ul>                                                                 |

## 제5절 종합평가 및 결론

- CTSR은 철도를 이용하는 사람들에게 접근 편리성 및 철도역 유인요소를 제공함으로써, 철도 중심의 대중교통 활성화를 목표로 두고 있음
- 개인용 궤도교통시스템과 초소형 연계교통 운송장치는 철도역 접근성 측면을 고려하는 것으로, 보다 개인의 프라이버시를 침해당하지 않으면서, 빠르고 편리하게 철도역에 접근토록 함
- 무형궤도 차량자율이동시스템은 마이카 시대에서 차량 공유형태로 변화되어가는 교통이용자의 선호에 맞추어, 이용자와 공급자의 니드(Need)를 충족할 수 있는 방안을 제시해줌
- 무인대리주차시스템은 철도역에 차량을 가지고 왔을 때, 주차대기시간 및 이동거리에 대한 불편을 줄여주어, 누구나 편리하게 무인발렛서비스를 받도록 함
- 철도그리드 충전망은 날로 증가하고 있는 전기차 시장에서, 충전에 따른 대기시간을 획기적으로 활동시간으로 바꿀 수 있는 철도 유인요소 임
  - 현재 전기차 시장이 활성화 되고 있지만, 수소자동차 개발에 따른 미래의 자동차 시장은 예측불허의 상황이기에, 전기차 충전소 설치에 많은 투자의 리스크를 안고 있는 상황임
  - 이에 철도전력망을 활용한 전기차 충전소는 향후 투자에 대한 리스크를 줄이는 측면에서 타당할 것으로 판단됨
- CTSR의 구성 시스템들의 효율적 유기적 운영이 CTSR의 효과를 극대화 할 수 있을 것임
- 모든 기술들은 이미 과거부터 연구되었거나 진행 중이며, 다른 분야에서 활용되고 있는 기술들이기에, 경제적으로 CTSR 구축에 따른 비용대비 효과를 증대시킬 수 있음
- 공급자의 일방적인 시스템 도입이 아닌, 이용자의 니드를 파악하고 그에 대응하는 시스템 도입으로 효과적인 시스템 운영이 가능함
- 미래는 빠른 고령화 사회로서 교통약자층이 두터워지기에 철도를 비롯한 대중교통 이용을 장려하기 위하여, 편리하고 안전한 시스템 제공이 필요하며 CTSR은 이런 부분에 기여할 것임

## 제5장 인력투입계획 및 소요예산 산정

### 제1절 인력투입계획

#### 1. 전체사업 인력투입 계획

| 과제명                         | 추진일정(연도별) |      |      |      |      |      |
|-----------------------------|-----------|------|------|------|------|------|
|                             | 1차년도      | 2차년도 | 3차년도 | 4차년도 | 5차년도 | 합계   |
| 철도이용자 맞춤형 연계교통<br>시스템 기술 개발 | 79명       | 92명  | 84명  | 47명  | 32명  | 334명 |
| 철도그리드 활용 기술 개발              | 16명       | 28명  | 22명  | 16명  | -    | 82명  |

#### 2. 세부과제별 인력투입

##### 가. 철도이용자 맞춤형 연계교통시스템 기술 개발

| 과제명                                         | 추진일정(연도별) |      |      |      |      |      |
|---------------------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|
|                                             | 1차년도      | 2차년도 | 3차년도 | 4차년도 | 5차년도 | 합계   |
| 철도이용자 맞춤형 연계교통<br>시스템 기술 개발                 | 79명       | 92명  | 84명  | 47명  | 32명  | 334명 |
| (1-1) 개인용 철도시스템 개발                          | 22명       | 28명  | 22명  | 22명  | 17명  | 111명 |
| (1-2) 초소형 연계교통<br>운송장치 개발                   | 3명        | 5명   | 3명   | -    | -    | 11명  |
| (1-3) 무형궤도<br>차량택배시스템 개발                    | 15명       | 15명  | 15명  | 15명  | 15명  | 75명  |
| (1-4) 무인대리주차시스템<br>기술 개발                    | 15명       | 15명  | 15명  | -    | -    | 45명  |
| (1-5) 철도기반의 공유형<br>연계 교통시스템 일체적<br>운영 기술 개발 | 24명       | 29명  | 29명  | 10명  | -    | 92명  |

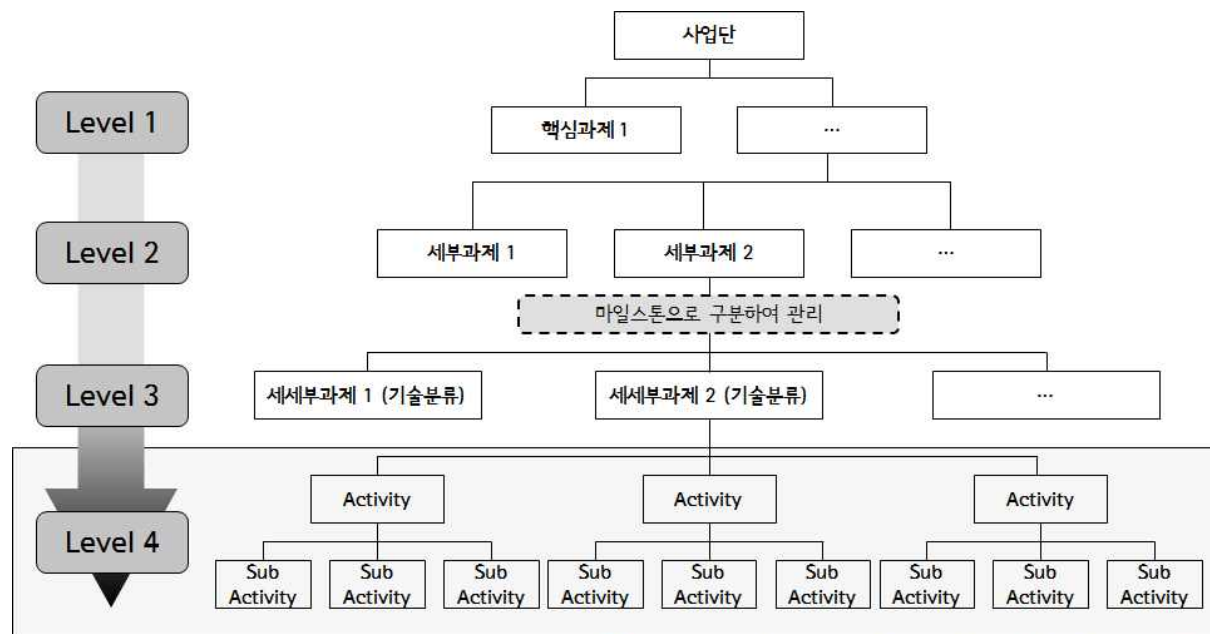
##### 나. 철도그리드 활용 기술 개발

| 과제명                             | 추진일정(연도별) |      |      |      |      |     |
|---------------------------------|-----------|------|------|------|------|-----|
|                                 | 1차년도      | 2차년도 | 3차년도 | 4차년도 | 5차년도 | 합계  |
| 철도그리드 활용 기술 개발                  | 16명       | 28명  | 22명  | 16명  | -    | 82명 |
| (2-1) 철도그리드 연계형<br>전기차 충전시스템 개발 | 16명       | 28명  | 22명  | 16명  | -    | 82명 |

## 제2절 소요예산산정

### 1. 예산 산정방법

- WBS(Work Break Structure)를 활용한 연구비 산정 방법
  - WBS(Work Break Structure)를 과제구성체계와 동일하게 하여 세부과제와 여러개의 세세부과제 하에 Activity 및 Sub-Activity에 근거하여 예산 산정



\* Level 3 세세부과제 : 각 세부연구기관 및 위탁연구기관이 수행하는 연구개발과제

[그림 5-1] WBS

### 2. 전체사업 소요예산

| 구분        | 1차<br>(2015) | 2차<br>(2016) | 3차<br>(2017) | 4차<br>(2018) | 5차<br>(2019) | 합계     |
|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------|
| 정부출연금(억원) | 105.5        | 142          | 124          | 79           | 50           | 500.5  |
| 민간부담금(억원) | 40           | 54.25        | 46           | 36.5         | 25           | 201.75 |
| 계(억원)     | 145.5        | 196.45       | 170          | 115.5        | 75           | 702.25 |

### 제3절 세부과제별 소요예산

(단위:억원)

| 구분                                         | 1차년도  |      | 2차년도 |       | 3차년도 |      | 4차년도 |      | 5차년도 |    | 합계    |        |
|--------------------------------------------|-------|------|------|-------|------|------|------|------|------|----|-------|--------|
|                                            | 정부    | 민간   | 정부   | 민간    | 정부   | 민간   | 정부   | 민간   | 정부   | 민간 | 정부    | 민간     |
| 총괄                                         | 105.5 | 40   | 142  | 54.25 | 124  | 46   | 79   | 36.5 | 50   | 25 | 500.5 | 201.75 |
| 개인용<br>철도<br>시스템<br>개발                     | 40    | 20   | 50   | 25    | 40   | 20   | 40   | 20   | 30   | 15 | 200   | 100    |
| 초소형<br>연계<br>교통<br>운송<br>장치<br>개발          | 7     | 1.75 | 10   | 2.5   | 7    | 1.75 | -    | -    | -    | -  | 24    | 6      |
| 무형<br>궤도<br>차량<br>자율<br>이동<br>시스템<br>개발    | 30    | 10   | 30   | 10    | 30   | 10   | 20   | 10   | 20   | 10 | 130   | 50     |
| 무인<br>대리<br>주차<br>시스템<br>기술<br>개발          | 7     | 1.75 | 13   | 3.25  | 13   | 3.25 | -    | -    | -    | -  | 33    | 8.25   |
| CTSR<br>일체적<br>운영<br>기술<br>개발              | 6.5   | 1.5  | 14   | 4.5   | 14   | 4    | 4    | 1.5  | -    | -  | 38.5  | 11.5   |
| 철도<br>그리드<br>연계형<br>전기차<br>충전<br>시스템<br>개발 | 15    | 5    | 25   | 9     | 20   | 7    | 15   | 5    | -    | -  | 75    | 26     |

## 제6장 과제 제안요구서(RFP)

### 제1절 과제 제안요구서

| 연구과제명               | 개인용 궤도시스템 개발                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 연구개발목표           | <ul style="list-style-type: none"> <li>○개인용 궤도시스템(PRT) 자동 및 수동 운행의 안전을 위한 기술 및 시뮬레이터 개발</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 2. 연구개발 필요성 및 기술 동향 | <div> <div>□ 연구개발의 필요성</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>○현대 도시의 대표적인 대중교통수단으로는 지하철과 자동차(버스, 택시)를 들 수 있으며 지하철은 정시성과 수송량에 있어 많은 장점이 있음에도 불구하고 과다한 건설비와 운용비 문제 때문에 국가 및 지자체의 시스템 도입에 경제적으로 많은 부담이 되고 있는 실정</li> <li>○버스나 택시와 같은 자동차 운송 시스템의 경우는 편리한 접근성 및 시스템 구축에 경제적으로 장점이 있지만, 배출 가스로 인한 환경오염 문제와 교통 체증으로 인한 정시성에 있어서 철도 시스템에 비해 단점이 되고 있으며, 이에 더불어 철도 시스템과 타 대중교통수단과의 연계 및 교통약자를 위한 소규모 맞춤형 교통수단의 요구도 최근 증대되고 있음</li> <li>○PRT는 기존의 Mass-transit 개념에서 벗어나 Para-transit 개념에 가까운 4~6명의 승객이 차량에 탑승하여 원하는 목적지까지 정차 없이 갈 수 있는 신교통시스템</li> <li>○PRT 시스템은 기존 교통수단의 단점을 보완하면서 도시권역의 교통 혼잡과 사고, 환경오염에 따른 문제를 완화해 줄 것으로 기대를 모으고 있으며, PRT 시스템은 특별히 지정된 타임 테이블이 없어 언제든지 승객이 원할 때 목적지로 이동할 수 있음</li> </ul> </div> <div> <div>□ 기술동향</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>○개인용 궤도시스템 세계시장은 2020년까지 최대 684개 신규설비를 통해 810억 유로 시장진출이 예측되며, 공항, 신도시지역 및 생태공원 등에서 시장잠재력이 매우 높은 것으로 판단됨</li> <li>○반면 국내보다 해외시장에서 보다 중요한 기술로 부각되고 있으며, 국내에서 순천만 소형경전철 사업에 도입한 사례가 있음</li> </ul> </div> |
| 3. 연구개발내용           | <ul style="list-style-type: none"> <li>○개인용 궤도 자동/수동모드 혼합제어 시스템 개발</li> <li>○개인용 궤도시스템 사용자 인터페이스 개발</li> <li>○개인용 궤도시스템 시범구축 및 실용화 기술개발</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4. 연구개발 추진방법   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| □ 추진전략         | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 핵심기술 개발 네트워크 : 정부출연연구기관을 중심으로 핵심원천기술 개발 및 IPR을 확보하고, 개발 기술의 표준화 및 PRT 운영전략을 수립하며, 학계를 통한 창의적 아이디어의 발굴을 통한 융합기술 개발, 해외 전문기관으로부터의 기술자문을 통한 개발방향 수립</li> <li>○ 개발 및 사업화 네트워크 : 핵심기술 개발 네트워크 통해 개발한 기술을 사업화하기 위해 지자체 및 운영기관을 통한 시험평가 및 시제품 제작, 개발 기술의 사업화 제품 개발 등을 통한 사업화를 추진</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| □ 추진체계         | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 철도 운영기관 협의회를 자문기구로 구성하여 연구 결과가 현장에 반영될 수 있도록 함으로써 실용화 중심의 연구 진행</li> <li>※ 한국철도공사 및 도시철도 운영기관으로 구성된 철도 운영기관 협의회 운영</li> <li>○ 다양한 분야의 기술이 필요한 연구로서 관련 기술을 확보한 다양한 연구기관의 참여를 통한 융복합 연구 진행</li> <li>○ 체계적인 인터페이스 조정을 통한 연계성 유지 및 산·학·연 역할 분담과 과제 간 유기적인 협조체계 구축</li> <li>※ 관련 기술을 확보한 연구기관 및 성과물을 활용할 수 있는 철도운영기관 및 산업체 참여 유도</li> <li>○ 필요시 외국 전문가 또는 외국기관 활용</li> <li>○ 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성 도모</li> <li>○ 연구진의 연구참여율을 높여 연구집중도 제고</li> </ul>                                                                                           |
| 5. 최종성과물       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| □ 주요 최종성과물     | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 개인용 궤도시스템 운영 제어 기술</li> <li>○ 신교통 및 기존 교통수단의 운영방식 개선 및 기술</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 6. 기대효과 및 파급효과 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 대중교통 운영비 절감 및 도심지 물류비용 절감 기대</li> <li>○ 철도와 연계를 통한 접근성 개선으로 철도 이용자의 수요증가 기대</li> <li>○ ‘국가 온실가스 감축정책 추진’에 따른 자동차 운행억제 정책 일환의 대체 수단으로 활용</li> <li>○ PRT시스템은 타 교통수단에 비해 에너지 소비가 현저히 낮으며, 운영 현장에서 CO<sub>2</sub> 등의 방출이 없는 장점을 지니고 있음 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 자동차 : 2.38mj, 버스 : 1.65mj, 철도 : 2.02mj, PRT : 0.55mj의 에너지 소비로 철도에 비해 3.6배의 에너지 소비 감소효과가 예상됨(mj: MJoule Per Passenger Per Kilometre)(출처 : Frost&amp;Sullivan영국)</li> </ul> </li> <li>○ EU의 EDICT(Evaluation and Demonstration of Innovative City Transport) 프로젝트에 따르면, 대체적으로 8% 정도의 교통혼잡완화 효과를 지니는 것으로 예상됨</li> </ul> |

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7. 연구개발 기간 및 소요예산 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○연구기간 : 시행일로부터 총 5년</li> <li>○연구예산 : 총 300억원(정부출연금 : 200억원, 민간 : 100억원)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 8. 기타             | <ul style="list-style-type: none"> <li>○연구내용, 연구기간 및 연구개발비는 본 과제제안요구서(RFP)를 참조하여 작성 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 과제의 목적 달성을 위해 필요하다고 판단되는 경우에는 세부연구내용을 일부 추가할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시</li> <li>- 과제 신청자는 연구개발 성과목표·지표 등을 연구개발계획서에 제시</li> <li>- 연구개발 성과목표·지표별 달성목표치 및 가중치 등을 연구개발계획서에 제시</li> <li>- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함</li> <li>- 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검 · 관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용</li> <li>- 연구성과의 실용성 검증 계획을 반드시 제시해야 함</li> </ul> </li> <li>○국제공동연구 또는 전문가 활용방안 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함</li> </ul> </li> <li>○기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함</li> </ul> <p>※ <a href="http://www.kictep.re.kr">www.kictep.re.kr</a> 열린정보, <a href="http://rndgate.ntis.go.kr">http://rndgate.ntis.go.kr</a>의 유사과제 목록 참조</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함</li> </ul> <li>○연구관리 전문기관(국토교통과학기술진흥원)은 필요시 선정된 동 과제 연구책임자와 협의를 거쳐 연구개발계획서를 수정·보완(연구기간 변경, 연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음</li> |

| 연구과제명               | 초소형 개인 연계교통 운송장치 개발                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 연구개발목표           | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 초소형 개인 연계교통 운송장치 및 운영 시스템 기술의 개발 및 실증</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 2. 연구개발 필요성 및 기술 동향 | <div> <div>□ 연구개발의 필요성</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 철도이용객의 역간 환승시간을 단축시키기 위해 새로운 운송수단 개발이 필요</li> <li>○ 교통약자를 포함한 역간 연계환승에 적합하고, 안전하고 가볍고 저렴한 신개념의 초소형 개인용 이동시스템 개발이 필요</li> </ul> </div> <div> <div>□ 기술동향</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국내 : 씨티커뮤니케이션즈에서 2009년 트라이비키(Triviky) 출시. 최고 속도 23km/h로 주행가능하며 알루미늄 바디와 리튬 배터리 채택. 일반인 대상 스포츠·레저 목적으로 출시</li> <li>○ 일본 : 혼다(Uni-cub), 도요타(Winglet) 등 자동차 제작회사에서 자사 디자인의 시제품을 제작하여 다양한 행사에서 기업 이미지 홍보 목적으로만 활용</li> <li>○ 미국 : 2001년 Segway사에서 자이로스코프와 가속도계를 이용하는 자가 균형 기술을 적용한 1인승 운송수단인 Segway 출시. 안전 문제 대두로 특수목적 용도로 제한적 활용</li> </ul> </div>                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 3. 연구개발내용           | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 연계환승용 초소형 이동장치 핵심기술관련 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 초소형 이동장치 핵심기술 조사 및 분석</li> <li>- 초소형 고출력 모터 및 모터 제어를 위한 관련 기업과 공동연구</li> <li>- 구조 단순화 및 경량화 설계 기술 조사 및 분석</li> <li>- 배터리 급속충전 및 소형화 기술 조사 및 분석</li> <li>- 자동 경로 유도 기술 조사 및 분석</li> </ul> </li> <li>○ 연계환승용 초소형 이동장치 운영 효율화 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 보관 및 도난방지 체계 기술 조사 분석</li> <li>- 통행수요 모형 및 계량화를 위한 운영처와 협력</li> <li>- 운영관리 시스템 기술 구축 방안 마련</li> <li>- 역사 내 초소형 이동장치 이동경로 확보방안 마련</li> </ul> </li> <li>○ 연계환승용 초소형 이동장치 안전 확보 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 장애물 감지 및 회피기술 조사 및 분석</li> <li>- 역사 내 장애물 및 회피방안 마련</li> </ul> </li> <li>○ 연계환승용 초소형 이동장치 실용화 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 부품단위의 성능요구조건 도출</li> <li>- 부품단위의 성능평가 기준 도출</li> <li>- 실증 테스트 베드 구축 및 시범역사 적용을 위한 운영처와 협력</li> </ul> </li> </ul> |
| 4. 연구개발 추진방법        | <div> <div>□ 추진전략</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국내·외 유사사례 자료 수집 및 분석을 통해 대중교통 접근성 향상 및 연계 환승 목적에 적합한 초소형 개인용 이동장치 시스템 사양 도출</li> <li>○ 산업계 참여를 통한 시작품 제작 완성도 제고</li> <li>○ 운영기관을 활용한 현장 적용시험 추진, 시스템 성능 평가 및 보완</li> </ul> </div> <div> <div>□ 추진체계</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국내 산업계 참여를 통한 시작품 제작 완성도 제고</li> <li>○ 운영기관을 활용한 현장 적용시험 추진, 시스템 성능 평가 및 보완</li> </ul> </div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5. 최종성과물          | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 초소형 이동장치용 핵심부품 설계 및 제작 기술</li> <li>□ 주요             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 초소형 이동장치 시제품</li> <li>○ 초소형 이동장치 운영 및 관리 기술</li> <li>○ 자동경로확인 및 급속충전기술</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 6. 기대효과 및 파급효과    | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 대중교통 간 연계 환승시간 단축으로 대중교통 경쟁력 강화, 이용 만족도 제고 및 사회적 시간비용 감소로 경제 활성화 기여             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수도권 대중교통 이용객 10명 중 3명 환승 (2010년 기준, 한국교통연구원)</li> <li>- 대중교통 평균 환승시간 버스 7.4분, 지하철 4.7분 (장애인이나 노약자의 경우 통계자료 전무)</li> <li>- 도보대비 이동속도 2.5배 증가로 이동 소요시간 60% 단축</li> </ul> </li> <li>○ 장애인(약 250만명, '11년), 노약자(65세 이상 고령자 11.8%, '12년) 등 교통 약자에 대한 대중교통 이용 편의성 제공으로 교통약자의 대중교통 이용률 증대</li> <li>○ 신개념 초소형 개인형 이동장치 개발로 교통 및 레저 산업분야에서 신규 시장 창출(약 1,000억원 규모)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 7. 연구개발 기간 및 소요예산 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 연구기간 : 시행일로부터 총 3년</li> <li>○ 연구예산 : 총 30억원 (정부출연금 : 24억원, 민간 : 6억원)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 8. 기타             | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 연구내용, 연구기간 및 연구개발비는 본 과제제안요구서(RFP)를 참조하여 작성             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 과제의 목적 달성을 위해 필요하다고 판단되는 경우에는 세부연구내용을 일부 추가할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시</li> <li>- 과제 신청자는 연구개발 성과목표·지표 등을 연구개발계획서에 제시</li> <li>- 연구개발 성과목표·지표별 달성목표치 및 가중치 등을 연구개발계획서에 제시</li> <li>- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함</li> <li>- 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검 · 관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용</li> <li>- 연구성과의 실용성 검증 계획을 반드시 제시해야 함</li> </ul> </li> <li>○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용 계획을 연구계획에 포함</li> </ul> </li> <li>○ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함</li> <li>※ <a href="http://www.kictep.re.kr">www.kictep.re.kr</a> 열린정보, <a href="http://rndgate.ntis.go.kr">http://rndgate.ntis.go.kr</a>의 유사과제 목록 참조             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야함</li> </ul> </li> <li>○ 연구관리 전문기관(국토교통과학기술진흥원)은 필요시 선정된 동 과제 연구책임자와 협의를 거쳐 연구개발계획서를 수정·보완(연구기간 변경, 연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음</li> </ul> |

| 연구과제명               | 무형제도 차량자율이동시스템 개발                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 연구개발목표           | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 차량의 공유로 효율적인 활용과 이동수단으로서의 가치를 향상하기 위해 차량과 정규노선 또는 도로 인프라와의 통신에 의한 이동이 가능하도록 하는 무형제도 차량자율이동시스템 개발</li> <li>○ 자동차 공동이용서비스의 거점지역 간 무형제도의 차량 자율적 이동시스템 개발</li> <li>○ 무형제도 구성을 위한 정규노선차량연계 통신 인프라 및 서비스 개발</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 2. 연구개발 필요성 및 기술 동향 | <div> <div>□ 연구개발의 필요성</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 자동차 공동이용 서비스는 불필요한 개인 자동차 보유를 억제하고 주차문제와 교통혼잡 문제를 개선하여 대기오염, 환경오염, 각종 사회적 비용 등을 해결하기 위한 하나의 방안으로 독일, 스위스에서 시작하여 북미, 아시아로 전파되고 있음</li> <li>○ 국내에서는 서울, 경기, 인천의 수도권 지역에서 점점 확대 시행되고 있으며, 전기차 민간 시범보급과 연계하여 보급 중이나, 거점 지역별 차량이 몰림 현상과 거점으로의 이동이 불편한 단점 보완이 필요</li> </ul> </div> <div> <div>□ 기술동향</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 현재, 자동차 공동이용 서비스의 자동배차를 위한 개발된 기술의 사례는 전 세계적으로 전무함</li> <li>○ 소형 전기자동차의 개발과 충전소 보급이 확대됨에 따라 자동차 공동이용 서비스는 확대될 전망</li> <li>○ 국내에서는 ‘자전거 함께타기’, ‘쏘카’ 등 공유경제가 활성화 되고 있으며, 트럭을 이용한 자전거 몰림 현상을 해결하고 있음</li> <li>○ 세계최고의 ICT 기술을 자랑하는 우리나라에서는 도로인프라의 실정을 반영하고, 정기적인 운행노선이 잘 갖추어진 점을 활용하여 일정구간에 대한 차량을 이동하는 것이 가능함</li> </ul> </div> |
| 3. 연구개발내용           | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 대중교통노선을 운행하기에는 재정적인 어려움이 있는 시범지역을 대상으로 자동차공동이용 거점 간에 ICT를 이용하여 통신 인프라를 구축하고, 통신 단말기를 이용하여 정규노선수단과 자율이동대상 차량을 연결하여 운행하는 무형제도시스템을 위한 서비스 프로토타입 개발</li> <li>○ 정규제도차량 스트림 클라우드 구축 기술개발</li> <li>○ 이용특성별 무형제도 통신 및 인프라 설계기술 개발</li> <li>○ 무형제도 연계 차량자율이동 운영기술 개발</li> <li>○ 무형제도 차량자율이동시스템 실용화 기술 개발</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 4. 연구개발 추진방법        | <div> <div>□ 추진전략</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국토부, 산업부, 미래부의 범 부처 사업으로 R&amp;D 성과물을 활용하고 지자체를 중심으로 적용하기 위한 추가적인 기술을 개발 함</li> <li>○ 자동차 공동이용사업자로 부터 기존의 문제점 분석을 통한 개선 항목을 발굴하여 적용함</li> <li>○ 시범사업을 통해 문제점 보완 및 서비스 완성도를 높이기 위해 산학연 공동 구성체를 설립하여 기술개발 완료 후 민간이 운영하도록 함</li> </ul> </div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| □ 추진체계            | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국토부 주체의 기술개발 계획을 수립하고, 산학연 공동연구를 통해 핵심 지식재산권 확보</li> <li>○ 자문위원회 운영을 통해 수요자 요구사항 파악, 연구개발방향 및 기술개발 전략수립, 시장 변화에 따른 대응 전략 및 상용화 전략을 수립</li> <li>○ 시장 적용의 용이성을 위해 국내 자체 기술개발 및 국산 SW 활용으로 적극 개발</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 5. 최종성과물          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| □ 주요 최종성과물        | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Door to Door 통신 단말 및 보안 시스템</li> <li>○ 차량스트림 클라우드 시스템(통신 인프라 포함)</li> <li>○ 무형궤도 인프라 설계 표준</li> <li>○ 자동차 자동배차의 공동이용서비스 모듈</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 6. 기대효과 및 파급효과    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 자동차 공동이용 활성화로 인한 CO<sub>2</sub>배출 저감 효과 및 도시환경 개선 효과</li> <li>○ 도심의 차량 진입 감소로 유류절감으로 인한 개인적 차량보유로 인한 경제적 이득</li> <li>○ 차종의 다양화를 통한 자동차 산업의 발전에 기여</li> <li>○ 도로의 스마트화로 인한 교통 혼잡도 감소</li> <li>○ 대중교통의 만성적 적자 해소</li> <li>○ 친환경 차량 이용 배기가스 배출 저감</li> <li>○ 자동차 공동 이용에 따른 친환경 도시 재생</li> <li>○ 교통혼잡 비용 감소</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 7. 연구개발 기간 및 소요예산 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 연구기간 : 시행일로부터 총5년</li> <li>○ 연구예산 : 총 180억원(정부출연금 130억원, 민간 50억원)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 8. 기타             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 연구내용, 연구기간 및 연구개발비는 본 과제제안요구서(RFP)를 참조하여 작성 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 과제의 목적 달성을 위해 필요하다고 판단되는 경우에는 세부연구내용을 일부 추가할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시</li> <li>- 과제 신청자는 연구개발 성과목표·지표 등을 연구개발계획서에 제시</li> <li>- 연구개발 성과목표·지표별 달성목표치 및 기중치 등을 연구개발계획서에 제시</li> <li>- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함</li> <li>- 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검 · 관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용</li> <li>- 연구성과의 실용성 검증 계획을 반드시 제시해야 함</li> </ul> </li> <li>○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용 계획을 연구계획에 포함</li> </ul> </li> <li>○ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함</li> <li>※ <a href="http://www.kictep.re.kr">www.kictep.re.kr</a> 열린정보, <a href="http://rndgate.ntis.go.kr">http://rndgate.ntis.go.kr</a>의 유사과제 목록 참조 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야함</li> </ul> </li> <li>○ 연구관리 전문기관(국토교통과학기술진흥원)은 필요시 선정된 동 과제 연구 책임자와 협의를 거쳐 연구개발계획서를 수정·보완(연구기간 변경, 연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음</li> </ul> |

| 연구과제명               | 무인대리주차시스템 기술 개발                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 연구개발목표           | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 차량을 역사에서 주차장까지 자동화된 무인대리주차시스템 개발</li> <li>○ 무인대리주차시스템 운영 시스템 개발</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 2. 연구개발 필요성 및 기술 동향 | <div> <div>□ 연구개발의 필요성</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 승용차를 이용하여 철도역까지 접근하는 사람들은 주차시설의 부족에 따른 주차의 어려움과 주차 후 철도역까지 이동에 따른 불편은 철도를 기피하는 하나의 원인이 되고 있음</li> <li>○ 지하철·철도 이용자들은 승용차 주차시설의 부족에 따른 불편사항을 혼잡 다음으로 크게 생각하고 있음</li> <li>○ 이용자들이 승용차를 이용하여 철도역에 접근할 때, 주차에 따른 불편을 해소 해주고, 자동화된 발렛시스템 도입으로 주차에 대한 대기 및 이동시간을 획기적으로 단축하여, 철도의 접근성과 편의성을 높이는 환경 구축이 필요함</li> </ul> </div> <div> <div>□ 기술동향</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 운전자가 주차장 입구까지 차량을 운전하고 시동을 끄고 내리면, 이후 기계식 주차설비를 갖춘 자동주차시스템에 의해서 차량이 랜덤하게 주차되어 지는 방식이 있음 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 하지만, 자동주차시스템은 주차대기시간을 줄일 수는 있지만, 주차이동 거리는 여전히 불편으로 남아 있음</li> </ul> </li> <li>○ 국내외 많은 자동차 제조업체에서 경쟁적으로 차량의 편의성과 기술력을 홍보 하고자 자동주차보조장치를 탑재한 차량을 선보임 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 주로 카메라와 초음파센서를 활용하여, 주차공간에 대한 인지를 하고, 차량을 자동으로 조정하여 주차하는 방식</li> <li>- 주차에 따른 스트레스를 줄여주지만, 주차대기시간 및 이동시간을 줄이지는 못함</li> </ul> </li> <li>○ 자율주행자동차 개발에 따라 주차 시 운전자 개입을 최소화하여, 차량이 알아서 주차공간을 찾아 이동하고 주차하는 전자동 자동주차시스템에 대한 연구가 진행 중 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 하지만, 아직까지 자율주행자동차를 위한 고비용 센서와 기술적인 문제로 단기간에 이루어질 수 없음</li> </ul> </li> </ul> </div> |
| 3. 연구개발내용           | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기계식 차량이동시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 역사 공간적 규모 및 형태를 고려한 이동시스템 개발</li> <li>- 기계식 차량이동시스템과 기존 자동주차시스템간의 효율적 주차연계기술 개발</li> </ul> </li> <li>○ 차량 주차배정 및 입출고 운영시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 개인별 맞춤형 모바일 주차위치제공 시스템 개발</li> <li>- 자동주차 배차관리 소프트웨어 개발</li> <li>- 자동 주차 및 배차 방법에 대한 알고리즘 개발</li> </ul> </li> <li>○ 전자식 차량이동시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 주차시설 외부로부터 시설 내로 차량을 유도하는 기술</li> <li>- 자동시동 ON/OFF 시스템 개발</li> </ul> </li> <li>○ 무인대리주차시스템 테스트베드 구축 및 실용화 기술 개발</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4. 연구개발 추진방법   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| □ 추진전략         | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기존 자동주차시스템을 보다 효과적으로 활용하여 이용자의 주차 시 대기 시간과 이동시간을 줄이기 위하여, 승용차를 역사에서 자동주차시스템까지 안전하게 이동 시킬 수 있는 시스템 개발이 필요함</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| □ 추진체계         | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 철도 운영기관 협의회를 자문기구로 구성하여 연구 결과가 현장에 반영될 수 있도록 함으로써 실용화 중심의 연구 진행</li> <li>※ 한국철도공사 및 도시철도 운영기관으로 구성된 철도 운영기관 협의회 운영</li> <li>○ 다양한 분야의 기술이 필요한 연구로서 관련 기술을 확보한 다양한 연구기관의 참여를 통한 융복합 연구 진행</li> <li>○ 체계적인 인터페이스 조정을 통한 연계성 유지 및 산·학·연 역할 분담과 과제 간 유기적인 협조체계 구축</li> <li>※ 관련 기술을 확보한 연구기관 및 성과물을 활용할 수 있는 철도운영기관 및 산업체 참여 유도</li> <li>○ 필요시 외국 전문가 또는 외국기관 활용</li> <li>○ 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성 도모</li> <li>○ 연구진의 연구참여율을 높여 연구집중도 제고</li> </ul> |
| 5. 최종성과물       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| □ 주요 최종성과물     | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기계식 차량 이동시스템</li> <li>○ 기계식 차량이동시스템의 효율적 주차연계기술</li> <li>○ 차량 주차배정 및 입출고 운영시스템</li> <li>○ 전자식 차량이동시스템</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 6. 기대효과 및 파급효과 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 철도역 주차장 이용 시 주차 대기시간 및 이동시간 개선을 통하여 철도이용객 증대</li> <li>○ 교통약자층이 주차 어려움으로 발생할 수 있는 스트레스 저감 및 주차장 사고 방지 효과</li> <li>○ 주차 시 불필요한 시간을 줄임으로서, 이산화탄소와 에너지 사용을 줄이는 효과</li> <li>○ 무인대리주차시스템을 카셰어링에 적용함으로써, 주차에 대한 고민을 덜어내고 보다 활발한 카셰어링을 통한 승용차 이용 억제 효과</li> <li>○ 교통시설물 접근 시 승용차를 많이 이용하는 시설물(예: 공항)에 무인대리주차시스템을 적용함으로써, 이용객의 편리성 향상</li> </ul>                                                                                                                                                                |

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7. 연구개발 기간 및 소요예산 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 연구기간 : 시행일로부터 총3년</li> <li>○ 연구예산 : 총 41.25억원(정부출연금 33억원, 민간 8.25억원)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 8. 기타             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 연구내용, 연구기간 및 연구개발비는 본 과제제안요구서(RFP)를 참조하여 작성 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 과제의 목적 달성을 위해 필요하다고 판단되는 경우에는 세부연구내용을 일부 추가할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시</li> <li>- 과제 신청자는 연구개발 성과목표·지표 등을 연구개발계획서에 제시</li> <li>- 연구개발 성과목표·지표별 달성목표치 및 기중치 등을 연구개발계획서에 제시</li> <li>- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함</li> <li>- 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검 · 관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용</li> <li>- 연구성과의 실용성 검증 계획을 반드시 제시해야 함</li> </ul> </li> <li>○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함</li> </ul> </li> <li>○ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함</li> </ul> <p>※ <a href="http://www.kictep.re.kr">www.kictep.re.kr</a> 열린정보, <a href="http://rndgate.ntis.go.kr">http://rndgate.ntis.go.kr</a>의 유사과제 목록 참조</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함</li> </ul> <p>○ 연구관리 전문기관(국토교통과학기술진흥원)은 필요시 선정된 동 과제 연구책임자와 협의를 거쳐 연구개발계획서를 수정·보완(연구기간 변경, 연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음</p> |

| 연구과제명               | CTSR 일체적 운영기술 개발                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 연구개발목표           | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 개인용(소형) 대중교통에 대한 위치검지기술 및 관제기술 개발</li> <li>○ 효율적인 유지보수 및 관리·운영을 위한 통합관제·운영시스템 구축</li> <li>○ 철도와 접근 교통수단간 원활한 연계를 위한 운영 기술 개발</li> <li>○ CTSR 시스템 수요분석 및 개인용 궤도시스템(PRT)에 대한 시스템 용량 분석</li> <li>○ CTSR 최적 조합 및 적용가능지역 선정기법 개발</li> <li>○ CTSR 활성화를 위한 법·제도 개선방안 마련</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 2. 연구개발 필요성 및 기술 동향 | <div data-bbox="209 1093 365 1167" data-label="Text"> <p>□ 연구개발의 필요성</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국민행복이 국가정책의 이슈로 대두되며 기존 차량 중심의 철도 발전은 철도 접근의 편의성 증대로 패러다임이 변화되고 있으며, 철도 접근 편의성 증대를 위해 도입되는 교통수단을 통합적으로 관제·운영할 수 있는 시스템의 필요성 대두</li> <li>○ 국가시책에서 국민행복추구에 따른 SAFETY의 강조로 안전하고 신뢰성 있는 교통서비스제공이 더욱 요구되는 실정이며, 이를 위해 기존관제시스템보다 더욱 발전되고 체계적인 구조적 장치가 필요</li> <li>○ 지능형 교통체계를 수립하여 교통운영의 최적화, 자동화를 통하여 교통체계의 이동성, 안전성, 편의성을 높이는 시스템을 구축 중이며, 철도를 포함한 각 교통 분야별 지능형 교통체계 구축·운영체계 구축이 요구되고 있는 실정임</li> <li>○ 이에 철도와 지능형 교통체계의 융합을 통한 철도 접근 수단의 구축·운영 시스템을 연구개발 할 필요가 있음</li> <li>○ 철도기반의 지능형 교통체계 구축·운영을 위한 기반조성방안에 초점을 두어 전반적인 인프라 구축과 운영·관리·제어방안, 유지·보수의 효율성에 대한 방안 마련이 필요함</li> <li>○ 철도는 Door to Door 서비스 제공이 어려운 간선교통수단으로 버스, 택시 등 연계교통수단을 필요로 하며, 두 개 이상의 교통수단이 연계되는 환승서비스와 연계교통의 접근서비스에 따라 이용 빈도가 좌우됨</li> <li>○ 연계교통서비스 개선 및 도입의 문제는 이용자의 행태에 기반한 수단 선택적 구조를 파악하고 정확한 수요예측과 그에 따른 정책적 시사점이 우선적으로 고려되어야 함</li> </ul> <div data-bbox="209 1821 365 1854" data-label="Text"> <p>□ 기술동향</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>□ CTSR 관제시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 스마트 통합관제 시스템 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 신호, 전력, 통신, SCADA, 기계설비에 대한 개별 관제를 하나의 관제 시스템으로 일원화하고, 각 분야별 인터페이스를 통해 운영에서의 효율성과 경제적 측면에서 최적의 솔루션 도입이 절대적으로 요구됨</li> </ul> </li> <li>○ 철도교통 위치검지기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존의 위치검지기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 기존철도교통 위치검지기술은 열차제어분야를 중심으로 기술개발이</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> |

이루어져 왔음. 열차제어분야에서 열차의 위치검지는 궤도회로를 이용, 열차의 충돌·추돌을 방지하기 위한 열차방호의 목적으로 사용되며, 속도검지는 타코미터 등의 차륜센서를 이용하여 열차의 속도 및 이동 제어를 위한 목적으로 사용되고 있음

- 최근의 위치검지기술

- 최근 열차제어시스템의 운영밀도 향상 및 운영효율성 증대를 위해 지상 기반의 열차제어방식에서 차상기반의 열차제어방식으로, 수동운전에서 자동운전으로 발전함에 따라 RFID, 도플러 레이다, GPS 위성항법시스템 등이 적용되고 있는 추세임. 최근 유럽 및 북미 지역에서는 무선통신기술과 GPS 위성항법시스템이 접목된 열차제어시스템이 개발 적용되고 있음
- CBTC시스템은 통신기반 열차제어시스템으로 기존 궤도회로기반 고정 폐색방식의 열차제어시스템을 대신하는 이동폐색방식(MBS :Moving Block System)의 열차제어시스템의 한 종류로 현재까지 CBTC 시스템은 통신방법에 따라 RF통신기반 CBTC 시스템, 루프기반 CBTC 시스템으로 구분됨
- CBTC 시스템에서는 차륜에 설치된 타코메타를 주요 위치검지센서로 활용하여 열차의 속도 및 이동거리를 측정하며, 열차위치의 절대위치 확인 및 타코미터에 의해 발생한 위치오차의 보정을 위하여 RFID를 적용하였으며 열차가 플랫폼에 정확하게 정차할 수 있도록 하는 정위치 정차센서도 추가적으로 포함하고 있음

○ 기타 위치검지기술

- 위성통신을 이용한 위치인식기술(GPS)

- 현재 활용되고 있는 매크로 위치인식기술 중 가장 대표적인 기술인 GPS (Global Positioning System)는 지상, 해상, 공중 등 지구상의 어느 곳에서나 시간제약 없이 인공위성에서 발신하는 정보를 수신하여 정지 또는 이동하는 물체의 위치를 측정할 수 있는 범지구적 위치결정시스템. 더 나아가 GPS의 정확도를 높이기 위해 왜곡을 줄이는 방법으로 동일한 대기권 내에서 정보를 송수신하는 D- GPS도 개발, 적용 단계에 있음

- 이동통신망 기반 위치 인식

- 구축되어 있는 셀룰러 이동통신 네트워크를 이용하여 삼각측량 방법에 의해 이동 단말의 지리적인 위치 정보를 구하는 방법. 이는 단말의 서비스 셀 영역의 기지국과 주변 기지국 간의 협조에 의해 단말의 위치를 알아내는 네트워크 기반 방식과 기지국과는 별개로 GPS 수신기를 가진 단말이 위치 정보를 네트워크로 전달하는 단말 기반방식이 존재

- 하이브리드 방식의 위치인식

- 하이브리드 방식의 위치인식기술은 이동통신망과 GPS를 복합적으로 활용하는 A- GPS(Assistance- GPS)가 존재. A- GPS는 이동통신망을 이용하여 이동 단말에 Assistance 데이터를 전송, 이동 단말기는 수신한 Assistance 데이터를 이용하여 단말기가 위성의 위치를 추적하여 동기를 이루고, 의

사 거리를 측정하여, 위치인식서버에 측위 데이터를 전송함으로써 단말기의 위치를 인식하는 방법

- 영상 인식을 이용한 위치인식

· 영상 인식을 이용한 기술은 장면 분석 방법을 활용. 이는 일반적으로 특정 공간에 놓인 비디오카메라를 통해 잡힌 영상의 시간적 또는 공간적인 차이점을 찾아내어 위치를 찾아내는데, 마이크로소프트 연구소에서 유비쿼터스 컴퓨팅의 일환으로 수행 중인 EasyLiving 프로젝트에서 개발한 개인위치추적기(Person Tracker)가 대표적 시스템임

□ 철도-연계교통수단 운영 기술 개발

○ 철도 연계 교통 요금체계

- 수도권통합요금할인제도

· 수도권통합요금할인제에서는 수도권 대중교통요금을 통합하여 대중교통 이용의 수단에 관계없이 이용거리에 비례하여 요금을 징수하는 시스템을 운영하여 대중교통 이용주민의 경제적 부담 경감과 편리성을 제고

- PRT 요금제도

· 순천만PRT(스카이큐브)의 경우 4.64km에 1인당 5,000원 안팎으로 요금 결정 예정, 영국 히드로공항의 PRT의 경우 3.8km에서 약 3,400원 수준으로 운영

- 택시 요금제도

· 서울택시요금의 경우 기본요금 3,000원(2.4km) 거리요금 142m 당 100원, 호출 시 1,000원(00시~04시:2,000원)의 호출료를 징수할 수 있으며, 심야(00시 ~ 04시) 사이에 운행한 요금에 대하여 20% 할증 부과

- 공공자전거 요금제도

· 공공자전거의 경우 연회원, 반기회원, 월회원, 주회원, 1일회원 등으로 구분하여 운영중 (서울공공자전거 ; 1일 1천원, 30일 5천원, 6개월 1.5만원, 1년 3만원)

○ 셰어링시스템의 배치기술

- 공공자전거 배치

· 공공자전거 운영센터의 상황실에서 각 자전거 거치대의 모든 진행 상황을 실시간으로 확인한 후, 자전거 배송과 분배가 이뤄짐

- 셰어링시스템 배치

· 현재 셰어링시스템은 대여지점과 반납지점이 동일하도록 구성되어 있음, 일부 렌터카의 경우 대여지점과 반납지점을 다르게 선택할 수 있으나 추가 요금 지불 필요

○ 대여 시스템

- 공공자전거 대여 시스템

· 공공자전거 대여 시스템은 온라인으로 회원을 가입 한 후 자전거 배치대에 있는 KIOSK를 통해서 대여 및 반납이 가능

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 셰어링 대여 시스템             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 셰어링시스템은 온라인으로 회원가입, 차량예약을 거쳐 차량을 이용할 수 있으며, 현장에서는 KIOSK나 RF태그 및 모바일app을 이용하여 차량을 이용할 수 있음</li> </ul> </li> </ul> <p><input type="checkbox"/> CTSR 기반 기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국내 간선 교통체계는 도로와 철도가 경쟁하는 관계로 운영되고 있으며 철도 관련 정책은 철도역을 중심으로 한 환승센터 구축에 많은 노력을 기울이고 있는 실정</li> <li>○ 친환경적이고 경제적인 개인용궤도시스템(PRT) 기술개발 및 상용화를 위해 소형 궤도열차 시뮬레이션 및 모델 설계 개발을 시작하여 2013년 순천만 국제 정원 박람회에 시범운영</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p>3. 연구개발내용</p>    | <p><input type="checkbox"/> CTSR 관제시스템 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 관제·운영시스템에 대한 개념설계 연구</li> <li>○ 연관분야에 대한 선진사례 분석</li> <li>○ 관제·운영시스템에 필요한 요구사항도출</li> <li>○ 기존 대중교통 관제·운영시스템과의 연계방안 수립</li> <li>○ 개인운송수단별 위치검지 및 운영기술</li> <li>○ 개인운송수단별 관제·운영 알고리즘</li> <li>○ CTSR용 스마트 통합관제·운영시스템</li> <li>○ CTSR용 시스템 운영 안전성 평가 기술</li> <li>○ 실시간 정보교환 표준 작성</li> <li>○ Test-Bed 적용</li> <li>○ 보완사항 도출 및 표준화</li> </ul> <p><input type="checkbox"/> 철도-연계교통수단 운영 기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ CTSR 요금 운영 전략 마련</li> <li>○ CTSR 대여 시스템 기술 개발</li> <li>○ CTSR 대기소 구축 기술 개발</li> </ul> <p><input type="checkbox"/> CTSR 기반 기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ CTSR 수요분석 및 용량분석 시뮬레이터 개발</li> <li>○ CTSR 최적 조합 및 적용 가능 지역 선정기법 개발</li> <li>○ CTSR 활성화를 위한 법·제도 개선방안 마련</li> </ul> |
| <p>4. 연구개발 추진방법</p> | <p><input type="checkbox"/> 추진전략</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 시행 후 1년 이내에 선진사례와 개념설계에 대한 연구를 추진하여 연계교통 수단에 대한 관제화방안과 그에 따른 요구사항을 도출하고 관련분야 전문가 자문을 거쳐 그 내용을 확정함</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 해당 교통시스템을 구성하는 각 구성분야에 대한 연구 클러스터를 적극 활용하여 통합관제·운영과 관련된 기술융합 방안 마련과 최신 기술 적용 및 시스템 호환에 대한 연구를 추진</li> <li>○ 교통류에 혼재되어 있는 개별차량의 특성파악에 주력하여 국내외 연구자료와 전문가의 자문을 거쳐 그에 최적화된 검지 및 관제·운영기술을 도출</li> <li>○ 개발기술의 가용성 향상 도모             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기구축된 유사교통수단에 대하여 개발기술이 적용 가능한지를 검토</li> <li>- 현존하는 관제·운영시스템을 대체/발전 가능성에 대한 검토</li> </ul> </li> <li>○ 일정계획             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립</li> <li>- 4년 이내에 개발 완료</li> </ul> </li> <li>○ 기존 연구성과 활용 및 전문가 자문             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존 R&amp;D 사업으로 수행되었던 관련 연구성과를 활용하여 적용</li> <li>- 과제성공 제고를 위한 자문회의 등 국내외 전문가의 의견 수렴</li> </ul> </li> </ul>                                                                     |
| □ 추진체계     | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 교통시스템을 구성하는 각 구성분야에 대한 연구 클러스터를 활용함</li> <li>○ 개발기술의 실용화 및 사업화를 위해 산업체, 연구기관 및 학계 컨소시엄으로 구성하여 공동연구를 수행해야 함             <ul style="list-style-type: none"> <li>* 철도, 도로교통 및 신교통 등 관련 기술을 확보한 연구기관 및 성과물을 활용할 수 있는 산업체와 연구기관의 참여를 유도</li> </ul> </li> <li>○ 관련 정부기관, 수요기관, 운영기관등과의 연계를 통한 실용화 등의 협력체계 구축</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 5. 최종성과물   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| □ 주요 최종성과물 | <div style="margin-left: 20px;"> □ CTSR 관제시스템 개발             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 개인용 대중교통수단 특화 관제시스템</li> <li>○ 타 대중교통 관제·운영 시스템과의 인터페이스 알고리즘</li> <li>○ CTSR용 스마트 통합 관제·운영 시스템 하드웨어 구성</li> <li>○ CTSR용 스마트 통합 관제·운영 시스템 소프트웨어 구성</li> <li>○ CTSR용 스마트 통합 관제·운영 시스템 운영 시나리오</li> <li>○ CTSR용 스마트 통합 관제·운영 기술</li> <li>○ CTSR용 안전목표 및 안전성 평가 분석 기준</li> <li>○ CTSR용 스마트 통합 관제·운영 시스템 위험원 분석 및 안전요구사항</li> <li>○ CTSR용 스마트 통합 관제·운영 시스템 보안 시스템 구성</li> <li>○ CTSR용 스마트 통합 관제·운영 시스템 성능시험 기준</li> <li>○ CTSR용 스마트 통합 관제·운영 시스템 표준화 사양</li> </ul> </div> <div style="margin-left: 20px; margin-top: 10px;"> □ 철도-연계교통수단 운영 기술 개발             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ CTSR 요금체계(안) 및 요금산정 지침 도출</li> <li>○ CTSR 대여 정책 및 대여시스템 개발</li> <li>○ CTSR의 차량 및 주차장, 대기소 구축지침 도출</li> </ul> </div> |

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                   | <p>□ CTSR 기반 기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 이용자 행태분석을 통한 CTSR의 잠재수요 예측을 위한 수단선택모형 개발</li> <li>○ 시뮬레이션을 통한 개인용 궤도시스템(PRT)의 용량분석 기술개발</li> <li>○ CTSR 도입 시 최적의 조합 선정을 위한 가이드라인</li> <li>○ CTSR 도입 가능 지역 선정기법을 위한 가이드라인</li> <li>○ CTSR 관련 법·제도 개선(안)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 6. 기대효과 및 파급효과    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 개인용 대중교통수단 검지기 기술 및 관제·운영기술의 표준을 제시</li> <li>○ 통합관제·운영을 통한 관제·운영 구축비용 약 35% 절감</li> <li>○ 통합관제·운영을 통한 장비 간소화로 운영/유지보수비용 약 30% 절감</li> <li>○ 수단간 연계 활성화로 교통측면에서의 사회적비용 절감</li> <li>○ 환승시간 및 여행시간 최소화를 지원하여 철도이용객 만족도 증가 예상 (표정속도 증대)</li> <li>○ CTSR 수요분석은 신교통수단 도입에 따른 기초자료로 활용</li> <li>○ 대중교통이용증진을 위한 다양한 정책적 지표를 제공</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 7. 연구개발 기간 및 소요예산 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 연구기간 : 시행일로부터 총 4년</li> <li>○ 연구예산 : 50억원 (정부출연금 : 38.5억원, 민간 : 11.5억원)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 8. 기타             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 연구내용, 연구기간 및 연구개발비는 본 과제제안요구서(RFP)를 참조하여 작성 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 과제의 목적 달성을 위해 필요하다고 판단되는 경우에는 세부연구내용을 일부 추가할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시</li> <li>- 과제 신청자는 연구개발 성과목표·지표 등을 연구개발계획서에 제시</li> <li>- 연구개발 성과목표·지표별 달성목표치 및 가중치 등을 연구개발계획서에 제시</li> <li>- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함</li> <li>- 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용</li> <li>- 연구성과의 실용성 검증 계획을 반드시 제시해야 함</li> </ul> </li> <li>○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용 계획을 연구계획에 포함</li> </ul> </li> <li>○ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함</li> <li>※ <a href="http://www.kictep.re.kr">www.kictep.re.kr</a> 열린정보, <a href="http://rndgate.ntis.go.kr">http://rndgate.ntis.go.kr</a>의 유사과제 목록 참조 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함</li> </ul> </li> <li>○ 연구관리 전문기관(국토교통과학기술진흥원)은 필요시 선정된 동 과제 연구책임자와 협의를 거쳐 연구개발계획서를 수정·보완(연구기간 변경, 연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음</li> </ul> |

| 연구과제명               | 철도그리드 연계형 전기차 충전시스템 개발                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 연구개발목표           | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 철도그리드와 연계된 저비용의 안정적인 전기자동차 충전인프라 기술의 개발 및 실증</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 2. 연구개발 필요성 및 기술 동향 | <div>□ 연구개발의 필요성</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 철도기반의 공유형 연계교통시스템 정착을 위해서는 철도의 유인요소를 증대해야 하는데 이를 위해 철도가 가지고 있는 에너지, 교통, 공간 인프라를 적극 활용해야 하며, 도로교통과 철도교통과의 연계를 위한 교통수단의 효율적 활용을 위한 연구가 필요함</li> <li>○ 특히, 철도가 가지고 있는 에너지 즉 전력을 활용하여 전기차의 보급 활성화에 기여할 수 있는 방안에 대한 연구와 전력을 활용하여 전기차를 활성화 할 수 있는 방안에 대한 연구가 필요함</li> <li>○ 전기자동차 확대 보급계획에 따라 국내에서 전기자동차에 전력 공급이 가능한 충전인프라의 구축이 절실하며, 또한 충전인프라에 전력을 공급하기 위한 철도전력망 활용 기술은 가장 현실적인 대안이며, 이를 위한 기술개발이 절실함</li> </ul> <div>□ 기술동향</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 전기자동차 충전기술과 관련하여 전기자동차 충전기 기술, 충전인프라 운영 기술 등에 대한 연구는 다수 진행된 사례가 있으며, 충전인프라와 연계된 교류 전력망에 대한 연계 기술 등은 다양한 연구가 진행되고 있음.</li> <li>○ 철도그리드와 연계하기 위한 전기차 충전장치 및 관련 기술개발 사례는 미비한 상태이며, 일부 적용성 연구가 일부 수행됨</li> </ul> |
| 3. 연구개발내용           | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 충전인프라 구축을 위한 철도그리드 연계기술 개발</li> <li>○ 철도그리드 연계형 충전기 개발</li> <li>○ 충전 전력공급 안정화 및 운영기술 개발</li> <li>○ 철도그리드 연계형 충전시스템 테스트베드 구축 및 실용화 기술 개발</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 4. 연구개발 추진방법        | <div>□ 추진전략</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 본 연구는 친환경 기술로 전기자동차 충전인프라 구축을 위해 전기자동차 충전관련 국제 표준을 바탕으로 충전인프라 기술을 개발할 예정임</li> <li>○ 전기차 충전기 기술, 운영기술, 철도 운영기관에 전력설비 운영기술 등을 종합적으로 고려하여 연구개발을 수행함</li> <li>○ 분야별 원천기술을 실용화하기 위한 응용기술로 충전인프라 기술의 실용화를 위한 단위 장치 및 구성품의 제작 필요로 산업체의 참여가 필수적임</li> <li>○ 개발 기술의 성능검증 및 실용화를 위해 철도 운영노선에서의 테스트 베드 구축을 통한 실증을 수행</li> </ul> <div>□ 추진체계</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 철도, 전기자동차, IT, 에너지 기술 전문가 그룹을 구성하고 산학연 연계 및 정부 지원 하에 연구를 수행</li> <li>○ 충전기 등 시작품의 제작 및 시험 평가를 위해 관련 산업체의 참여가 반드시 필요하며, 기초 요소기술 연구를 위한 대학 등의 연구기관의 참여가 필요</li> <li>○ 철도 운영기관의 참여를 통한 실증 테스트베드 구축 및 운영을 통한 성능 검증 및 향후 실용화를 위한 사업 모델을 개발할 예정</li> </ul>                                                    |

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5. 최종성과물          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| □ 주요<br>최종성과물     | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 철도그리드 연계형 충전장치 모니터링 시스템</li> <li>○ 직류급전용 급속충전기용 DC-DC 컨버터</li> <li>○ 무선 급속충전기용 전력공급장치</li> <li>○ 충전기용 운영시스템 개발</li> <li>○ 교류/직류 충전시스템 및 무선 충전시스템 실증 테스트베드</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 6. 기대효과 및 파급효과    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 철도역사 공영주차장을 차세대 교통 모델인 전기차 공동이용 서비스의 거점으로 정착시켜 대중연계교통의 활성화를 통하여 에너지 절약 및 저탄소 교통체계 정착에 기여</li> <li>○ 철도 공영주차장을 활용할 경우 부지확보를 위한 노력을 덜 수 있으며, 공공기관에서 운영 및 유지보수를 수행하여 투명하고 안정적인 운영이 가능함</li> <li>○ 급속충전기 기초시설공사 비용이 3천만원에서 1천만원 이하로 1/3이 감소되어, 주차장 250개 활용(급속충전기 1,000대) 시 200억원의 비용절감 가능하며, DC 급속충전기 활용시 충전기 비용이 3천만원에서 2천만원으로 감소되어, 급속충전기 1,000대 활용 시 100억원의 비용절감 가능</li> <li>○ 유럽 등 DC 철도전력망을 활용하는 해외시장에 수출 가능</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 7. 연구개발 기간 및 소요예산 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 연구기간 : 시행일로부터 총 4년</li> <li>○ 연구예산 : 총 101억원(정부출연금 : 75억원, 민간 : 26억원)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 8. 기타             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 연구내용, 연구기간 및 연구개발비는 본 과제제안요구서(RFP)를 참조하여 작성 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 과제의 목적 달성을 위해 필요하다고 판단되는 경우에는 세부연구내용을 일부 추가할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시</li> <li>- 과제 신청자는 연구개발 성과목표·지표 등을 연구개발계획서에 제시</li> <li>- 연구개발 성과목표·지표별 달성목표치 및 가중치 등을 연구개발계획서에 제시</li> <li>- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함</li> <li>- 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검 · 관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용</li> <li>- 연구성과의 실용성 검증 계획을 반드시 제시해야 함</li> </ul> </li> <li>○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용 계획을 연구계획에 포함</li> </ul> </li> <li>○ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함</li> <li>※ <a href="http://www.kictep.re.kr">www.kictep.re.kr</a> 열린정보, <a href="http://rndgate.ntis.go.kr">http://rndgate.ntis.go.kr</a>의 유사과제 목록 참조 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야함</li> </ul> </li> <li>○ 연구관리 전문기관(국토교통과학기술진흥원)은 필요시 선정된 동 과제 연구책임자와 협의를 거쳐 연구개발계획서를 수정·보완(연구기간 변경, 연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음</li> </ul> |

## 제2절 평가기준설정

### 가. 연구목표의 적절성, 연구개발 필요성 및 타당성

| 세부항목      | 평가내용                    | 배점 |    |    |    |    |
|-----------|-------------------------|----|----|----|----|----|
|           |                         | 우수 | 양호 | 보통 | 미흡 | 불량 |
| 연구목표의 적절성 | 연구목표의 적절성 및 제안요구서와의 부합성 | 10 | 8  | 6  | 4  | 2  |
| 연구개발의 필요성 | 연구추진 및 기술개발 필요성         | 10 | 8  | 6  | 4  | 2  |
| 연구개발의 타당성 | 정책/기술/경제적/정부지원 타당성      | 10 | 8  | 6  | 4  | 2  |
| 소계        |                         |    |    |    |    |    |

### 나. 연구기관의 적정성

| 세부항목             | 평가내용                  | 배점 |    |    |    |    |
|------------------|-----------------------|----|----|----|----|----|
|                  |                       | 우수 | 양호 | 보통 | 미흡 | 불량 |
| 연구추진체계의 합리성      | 연구추진체계 및 추진일정의 합리성    | 10 | 8  | 6  | 4  | 2  |
| 연구추진전략의 적정성      | 목표 달성을 위한 연구추진전략의 적정성 | 10 | 8  | 6  | 4  | 2  |
| 연구성과목표 및 지표의 적정성 | 연구성과목표 및 지표의 적정성      | 10 | 8  | 6  | 4  | 2  |
| 연구성과의 활용성        | 연구성과의 실용성 및 활용성, 기대효과 | 10 | 8  | 6  | 4  | 2  |
| 연구비 편성의 적정성      | 연구내용대비예산규모, 예산편성의 적정성 | 10 | 8  | 6  | 4  | 2  |
| 소계               |                       |    |    |    |    |    |

### 다. 연구기관의 적정성

| 세부항목      | 평가내용                 | 배점 |    |    |    |    |
|-----------|----------------------|----|----|----|----|----|
|           |                      | 우수 | 양호 | 보통 | 미흡 | 불량 |
| 연구기관의 규모  | 연구기관의 규모, 연구인력 및 전문성 | 10 | 8  | 6  | 4  | 2  |
| 연구기관의 전문성 | 유사연구 수행실적 및 경험       | 10 | 8  | 6  | 4  | 2  |
| 소계        |                      |    |    |    |    |    |

## [부록]

### AHP 기법을 활용한 미래핵심기술 우선순위 도출 설문지

철도기반 공유형 연계 교통시스템(Cloud Transport System for Railroad) 개발 기획

세부과제의 우선순위 도출을 위한 설문조사서

본 전문가 설문조사는 계층분석적 의사결정방법(Analytic Hierarchy Process; AHP)을 활용하여 「철도기반 공유형 연계 교통시스템(Cloud Transport System for Railroad) 개발 기획」 관련 미래핵심기술들의 우선순위를 도출하기 위함입니다. 우선순위 도출 대상으로 최종 선정된 미래핵심기술들은 CTSR 개발 기획과제를 통해 확정된 것입니다.

본 설문의 분석 결과는 「CTSR 개발 기획」 과제의 미래핵심기술 우선순위선정에 반영될 것입니다. 바쁘시더라도 시간을 내주셔서 성실하게 답변해 주시면 대단히 감사하겠습니다.

○ 조 사 기 간 : 2014년 3월 7일(금) ~ 2014년 03월 14일 (금)

○ 연구 책임자 : 이 호

○ 주관 연구기관 : 한국교통연구원

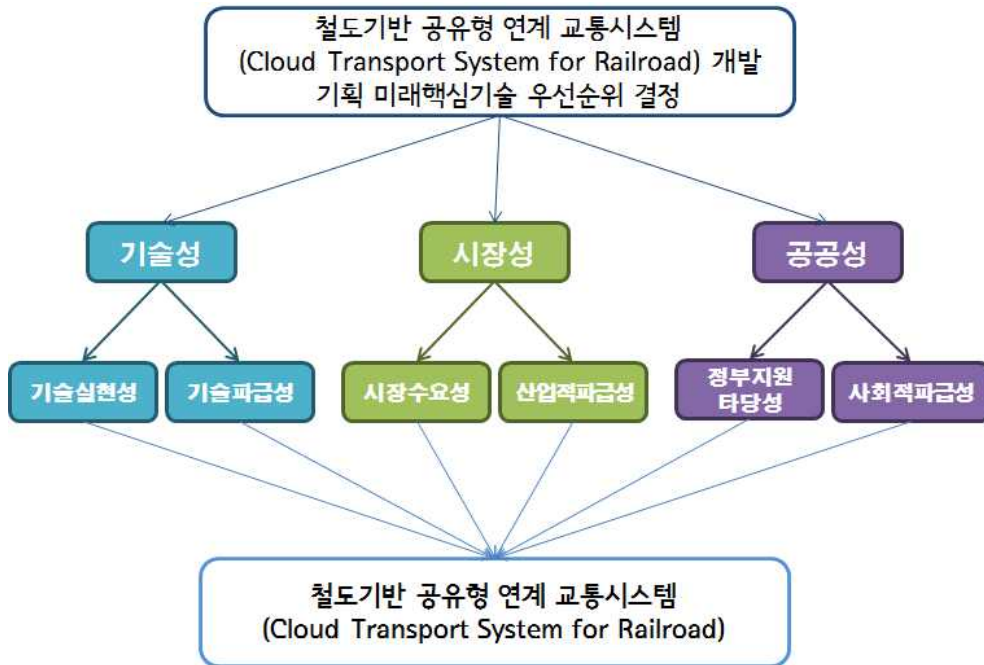
○ 공동 연구기관 : 한국철도기술연구원, 한국전자통신연구원  
경성대학교, 중앙대학교, 대아TI

이 조사표에 조사된 모든 내용은 통계 목적 이외에는 절대 사용하지 않을 것이며, 통계법 제33조(비밀의 보호), 통계법 제34조(통계종사자 등의 의무)의 규정에 의해 응답자 개인 신상에 대한 정보는 엄격히 보호되어질 것입니다

| 설문자 인적사항 |  |              |  |
|----------|--|--------------|--|
| 성 명      |  | 소속<br>기관/회사명 |  |
| 소속부서     |  | 직 위          |  |
| 전화번호     |  | e-mail       |  |

## 설문작성 요령

- 응답하시기전에 아래의 ‘설문작성 요령’을 충분히 숙지하신 다음, 응답의 일관성이 유지될 수 있도록 신중한 답변을 부탁드립니다.
- 『CTSR 개발 기획』의 평가항목 우선순위 선정을 위한구조는 아래와 같은 계층구조로 구성되어 있습니다.



[그림 1] 철도기반 공유형 연계 교통시스템(CTSR) 개발 기획 과제의 미래핵심기술 우선순위 도출을 위한 의사결정계층

### □ 평가기준 설명

| 대항목 | 소항목      | 소항목 개념                                                               |
|-----|----------|----------------------------------------------------------------------|
| 기술성 | 기술실현성    | 현재의 기술수준 등 기타 조건을 고려할 때 해당 기술이 실현될 가능성을 의미함.                         |
|     | 기술파급성    | 현재의 기술수준 등 기타 조건을 고려할 때 해당 기술로 인하여 다른 기술의 발전에 영향을 미치는 정도를 의미함.       |
| 시장성 | 시장수요성    | 해당 기술의 시장에서의 수요 정도를 의미함                                              |
|     | 산업적 파급성  | 해당 기술이 개발된 후 해당 산업분야에 영향을 미치는 정도를 의미함                                |
| 공공성 | 정부지원 타당성 | 해당기술이 정부정책에 부합하고 정부지원에 대한 타당성 정도를 의미함                                |
|     | 사회적 파급성  | 해당기술로 인하여 공공복지에 발전 기여도를 의미함<br>※ 공공복지의 발전 : 철도교통 활성화, 교통약자를 위한 편의성 등 |

□ 설문작성방법, 평가기준에 대한 쌍대비교방법

○ 본 조사에서 사용되는 상대적 중요도에 대한 평가척도는 다음과 같습니다.

| 척도 | 1                  | 3                 | 5                   | 7                         | 9                      |
|----|--------------------|-------------------|---------------------|---------------------------|------------------------|
| 용어 | ‘동등’               | ‘약간 중요’           | ‘중요’                | ‘매우 중요’                   | ‘절대 중요’                |
| 설명 | 동등하게 중요<br>(equal) | 약간 더 중요<br>(weak) | 더욱 더 중요<br>(strong) | 대단히 더 중요<br>(very strong) | 절대적으로 중요<br>(absolute) |

주) 2, 4, 6, 8은 근접해 있는 두 개의 척도를 사이의 중간정도의 중요도를 나타냄

○ 작성예시

평가기준들을 2개씩 서로 쌍대비교를 하였을 때, 어느 평가항목이 얼마나 더 중요한지를 응답하시면 됩니다.

예를 들어 ‘기술성’이 ‘시장성’에 비해 “매우 중요하다”고 판단하시는 경우 아래 표에서 보시는 바와 같이 기술성 쪽에 있는 척도 ‘7’ 란에 ○ 표시를 하시면 됩니다.

| 평가항목 | 절대중요<br>(9) | (8) | 매우중요<br>(7) | (6) | 중요<br>(5) | (4) | 약간중요<br>(3) | (2) | 비중요<br>(1) | (2) | 약간중요<br>(3) | (4) | 중요<br>(5) | (6) | 매우중요<br>(7) | (8) | 절대중요<br>(9) | 평가항목 |
|------|-------------|-----|-------------|-----|-----------|-----|-------------|-----|------------|-----|-------------|-----|-----------|-----|-------------|-----|-------------|------|
| 기술성  |             |     | ○           |     |           |     |             |     |            |     |             |     |           |     |             |     |             | 시장성  |

만약에 ‘기술성’이 ‘시장성’에 비해 “중요하다”고 판단하시는 경우에는 기술성 쪽에 있는 척도 ‘5’ 란에 ○ 표시를 하시면 됩니다.

| 평가항목 | 절대중요<br>(9) | (8) | 매우중요<br>(7) | (6) | 중요<br>(5) | (4) | 약간중요<br>(3) | (2) | 비중요<br>(1) | (2) | 약간중요<br>(3) | (4) | 중요<br>(5) | (6) | 매우중요<br>(7) | (8) | 절대중요<br>(9) | 평가항목 |
|------|-------------|-----|-------------|-----|-----------|-----|-------------|-----|------------|-----|-------------|-----|-----------|-----|-------------|-----|-------------|------|
| 기술성  |             |     |             |     |           |     |             |     |            |     |             |     | ○         |     |             |     |             | 시장성  |

===== 다음 페이지 부터 설문 시작 입니다 =====

## 평가지표 우선순위 설정을 위한 설문 (1)

1. 평가지표의 평가를 위하여 '기술성', '시장성', '공공성'을 두 개씩 서로 쌍대비교 하였을 때, 상대적으로 어느 판단 기준에 더 비중을 두어야 한다고 생각하십니까?

|   | 평가항목 | 절대중요<br>(9) | (8) | 매우중요<br>(7) | (6) | 중요<br>(5) | (4) | 약간중요<br>(3) | (2) | 불필요<br>(1) | (2) | 약간중요<br>(3) | (4) | 중요<br>(5) | (6) | 매우중요<br>(7) | (8) | 절대중요<br>(9) | 평가항목 |
|---|------|-------------|-----|-------------|-----|-----------|-----|-------------|-----|------------|-----|-------------|-----|-----------|-----|-------------|-----|-------------|------|
| ① | 기술성  |             |     |             |     |           |     |             |     |            |     |             |     |           |     |             |     |             | 시장성  |
| ② | 기술성  |             |     |             |     |           |     |             |     |            |     |             |     |           |     |             |     |             | 공공성  |
| ③ | 시장성  |             |     |             |     |           |     |             |     |            |     |             |     |           |     |             |     |             | 공공성  |

2. 다음은 '기술성(기술실현성, 기술파급성)', '시장성(시장수요성, 산업적 파급성)', '공공성(국가전략과의 부합성, 정부지원 타당성, 사회영향력)'의 하위 평가지표의 우선순위 설정을 위한 문항입니다.

2.1. '기술성(기술실현성, 기술파급성)', 측면의 하위 판단기준들은 쌍대비교하였을 때, 상대적으로 어느 기준에 더 비중을 두어야 한다고 생각하십니까?

|   | 평가항목      | 절대중요<br>(9) | (8) | 매우중요<br>(7) | (6) | 중요<br>(5) | (4) | 약간중요<br>(3) | (2) | 불필요<br>(1) | (2) | 약간중요<br>(3) | (4) | 중요<br>(5) | (6) | 매우중요<br>(7) | (8) | 절대중요<br>(9) | 평가항목      |
|---|-----------|-------------|-----|-------------|-----|-----------|-----|-------------|-----|------------|-----|-------------|-----|-----------|-----|-------------|-----|-------------|-----------|
| ① | 기술<br>실현성 |             |     |             |     |           |     |             |     |            |     |             |     |           |     |             |     |             | 기술<br>파급성 |

2.2. '시장성(시장수요성, 산업적 파급성)' 측면의 하위 판단기준들을 쌍대비교하였을 때, 상대적으로 어느 기준에 더 비중을 두어야 한다고 생각하십니까?

|   | 평가항목      | 절대중요<br>(9) | (8) | 매우중요<br>(7) | (6) | 중요<br>(5) | (4) | 약간중요<br>(3) | (2) | 불필요<br>(1) | (2) | 약간중요<br>(3) | (4) | 중요<br>(5) | (6) | 매우중요<br>(7) | (8) | 절대중요<br>(9) | 평가항목       |
|---|-----------|-------------|-----|-------------|-----|-----------|-----|-------------|-----|------------|-----|-------------|-----|-----------|-----|-------------|-----|-------------|------------|
| ① | 시장<br>수요성 |             |     |             |     |           |     |             |     |            |     |             |     |           |     |             |     |             | 산업적<br>파급성 |

2.3. '공공성(정부지원 타당성, 사회적 파급성)' 측면의 하위 판단기준들을 쌍대 비교하였을 때, 상대적으로 어느 기준에 더 비중을 두어야 한다고 생각하십니까?

|   | 평가항목        | 절대중요<br>(9) | (8) | 매우중요<br>(7) | (6) | 중요<br>(5) | (4) | 약간중요<br>(3) | (2) | 불필요<br>(1) | (2) | 약간중요<br>(3) | (4) | 중요<br>(5) | (6) | 매우중요<br>(7) | (8) | 절대중요<br>(9) | 평가항목       |
|---|-------------|-------------|-----|-------------|-----|-----------|-----|-------------|-----|------------|-----|-------------|-----|-----------|-----|-------------|-----|-------------|------------|
| ① | 정부지원<br>타당성 |             |     |             |     |           |     |             |     |            |     |             |     |           |     |             |     |             | 사회적<br>파급성 |

---

철도기반 공유형 연계 교통시스템(Cloud Transport System for  
Railroad) 개발 기획의 세부과제 및 세 세부과제  
우선순위 도출을 위한 설문조사서

---



---

설문작성 요령

---

□ 설문작성방법, 평가기준에 대한 쌍대비교방법

○ 이 부분에서는 7개의 평가기준에 의해 각각의 기술을 독립적으로, 7점 척도를 사용하여 평가 하게 됩니다.

○ 작성예시

예를 들어 “기술 실현성”의 정도에 대해 각각의 최종대안을 독립적으로 평가할 때, 과제 1의 전략과의 부합성 정도가 작으면 “작다”에 ○ 표시를 해주시면 됩니다.

과제 2도 마찬가지로 “기술 실현성” 정도가 어느 정도 크다고 판단되시면 “다소 크다”에 ○ 표시를 해주시면 됩니다.

| 세 부 항 목 | 등 급 | R1    | R2 | R3    | R4 | R5    | R6 | R7    |
|---------|-----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|
|         |     | 매우 작다 | 작다 | 다소 작다 | 보통 | 다소 크다 | 크다 | 매우 크다 |
| 과제 1    |     |       | ○  |       |    |       |    |       |
| 과제 2    |     |       |    |       |    | ○     |    |       |

===== 다 음 পে 이 지 부 터 설 문 시 작 입 니 다 =====

## CTSR 미래핵심기술들의 중요도 평가를 위한 설문 (2)

○ 이 부분에서는 8개 최종 세부과제들의 절대등급을 조사하고자 합니다. 각 세부과제를 독립적으로 7점 척도로 평가하여 ○로 표시하여 주십시오.

| 세 부 과 제                        |                            | 기술성   |    |      |    |      |    |      | 시장성     |    |      |    |      |    |      | 공공성      |    |      |    |      |    |      |  |
|--------------------------------|----------------------------|-------|----|------|----|------|----|------|---------|----|------|----|------|----|------|----------|----|------|----|------|----|------|--|
|                                |                            | 기술실현성 |    |      |    |      |    |      | 시장수요성   |    |      |    |      |    |      | 정부지원 타당성 |    |      |    |      |    |      |  |
|                                |                            | R1    | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   | R1      | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   | R1       | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   |  |
|                                |                            | 매우작다  | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 | 매우작다    | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 | 매우작다     | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 |  |
| 1.철도 이용자 맞춤형 연계교통 시스템 기술개발     | 1-① 개인용 궤도시스템 개발           |       |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |          |    |      |    |      |    |      |  |
|                                | 1-② 초소형 연계교통 운송장치 기술 개발    |       |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |          |    |      |    |      |    |      |  |
|                                | 1-③ 무형궤도 자율주행시스템 기술 개발     |       |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |          |    |      |    |      |    |      |  |
|                                | 1-④ 무인대리주차시스템 기술 개발        |       |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |          |    |      |    |      |    |      |  |
| 2.철도그리드 활용 기술개발                | 2-① 철도그리드 연계형 전기차 충전시스템 개발 |       |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |          |    |      |    |      |    |      |  |
|                                |                            |       |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |          |    |      |    |      |    |      |  |
| 3.철도기반 공유형 연계교통 시스템(CTSR) 기술개발 | 3-① CTSR용 관제시스템 개발         |       |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |          |    |      |    |      |    |      |  |
|                                | 3-② 철도-연계교통수단 운영 기술 개발     |       |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |          |    |      |    |      |    |      |  |
|                                | 3-③ CTSR용 기반 기술 개발         |       |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |          |    |      |    |      |    |      |  |
| 세 부 과 제                        |                            | 기술과급성 |    |      |    |      |    |      | 산업적 과급성 |    |      |    |      |    |      | 사회적 과급성  |    |      |    |      |    |      |  |
|                                |                            | R1    | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   | R1      | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   | R1       | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   |  |
|                                |                            | 매우작다  | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 | 매우작다    | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 | 매우작다     | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 |  |
|                                |                            | 매우작다  | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 | 매우작다    | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 | 매우작다     | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 |  |
| 1.철도 이용자 맞춤형 연계교통 시스템 기술개발     | 1-① 개인용 궤도시스템 개발           |       |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |          |    |      |    |      |    |      |  |
|                                | 1-② 초소형 연계교통 운송장치 기술 개발    |       |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |          |    |      |    |      |    |      |  |
|                                | 1-③ 무형궤도 자율주행시스템 기술 개발     |       |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |          |    |      |    |      |    |      |  |
|                                | 1-④ 무인대리주차시스템 기술 개발        |       |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |          |    |      |    |      |    |      |  |
| 2.철도그리드 활용 기술개발                | 2-① 철도그리드 연계형 전기차 충전시스템 개발 |       |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |          |    |      |    |      |    |      |  |
|                                |                            |       |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |          |    |      |    |      |    |      |  |
| 3.철도기반 공유형 연계교통 시스템(CTSR) 기술개발 | 3-① CTSR용 관제시스템 개발         |       |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |          |    |      |    |      |    |      |  |
|                                | 3-② 철도-연계교통수단 운영 기술 개발     |       |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |          |    |      |    |      |    |      |  |
|                                | 3-③ CTSR용 기반 기술 개발         |       |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |          |    |      |    |      |    |      |  |

## CTSR 미래핵심기술들의 중요도 평가를 위한 설문 (3)

○ 이 부분에서는 8개 최종 세 세부과제들의 절대등급을 조사하고자 합니다. 각 세 세부과제를 독립적으로 7점 척도로 평가하여 ○로 표시하여 주십시오.

| 세 세 부 과 제        |                              | 등<br>급 | 기술성      |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|------------------|------------------------------|--------|----------|----|------|----|------|----|------|---------|----|------|----|------|----|------|
|                  |                              |        | 기술실현성    |    |      |    |      |    |      | 기술파급성   |    |      |    |      |    |      |
|                  |                              |        | R1       | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   | R1      | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   |
|                  |                              |        | 매우작다     | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 | 매우작다    | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 |
| 1-① 개인용 웨도시스템 개발 | 개인용 웨도차량 자동/수동모드 혼합제어 시스템 개발 |        |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                  | 개인용 웨도시스템 사용자 인터페이스 개발       |        |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                  | 개인용 웨도시스템 시범구축 및 실용화 기술 개발   |        |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
| 세 세 부 과 제        |                              | 등<br>급 | 시장성      |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                  |                              |        | 시장수요성    |    |      |    |      |    |      | 산업적 파급성 |    |      |    |      |    |      |
|                  |                              |        | R1       | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   | R1      | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   |
|                  |                              |        | 매우작다     | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 | 매우작다    | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 |
| 1-① 개인용 웨도시스템 개발 | 개인용 웨도차량 자동/수동모드 혼합제어 시스템 개발 |        |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                  | 개인용 웨도시스템 사용자 인터페이스 개발       |        |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                  | 개인용 웨도시스템 시범구축 및 실용화 기술 개발   |        |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
| 세 세 부 과 제        |                              | 등<br>급 | 공공성      |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                  |                              |        | 정부지원 타당성 |    |      |    |      |    |      | 사회적 파급성 |    |      |    |      |    |      |
|                  |                              |        | R1       | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   | R1      | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   |
|                  |                              |        | 매우작다     | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 | 매우작다    | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 |
| 1-① 개인용 웨도시스템 개발 | 개인용 웨도차량 자동/수동모드 혼합제어 시스템 개발 |        |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                  | 개인용 웨도시스템 사용자 인터페이스 개발       |        |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                  | 개인용 웨도시스템 시범구축 및 실용화 기술 개발   |        |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |

| 세 세 부 과 제               |                             | 등 | 급 | 기술성      |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|-------------------------|-----------------------------|---|---|----------|----|------|----|------|----|------|---------|----|------|----|------|----|------|
|                         |                             |   |   | 기술실현성    |    |      |    |      |    |      | 기술파급성   |    |      |    |      |    |      |
|                         |                             |   |   | R1       | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   | R1      | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   |
|                         |                             |   |   | 매우작다     | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 | 매우작다    | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 |
| 1-② 초소형 연계교통 운송장치 기술 개발 | 연계환승용 초소형 이동장치 핵심부품 기술 개발   |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                         | 연계환승용 초소형 이동장치 운영 효율화 기술 개발 |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                         | 연계환승용 초소형 이동장치 안전 확보 기술 개발  |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                         | 연계환승용 초소형 이동장치 실용화 기술 개발    |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
| 세 세 부 과 제               |                             | 등 | 급 | 시장성      |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                         |                             |   |   | 시장수요성    |    |      |    |      |    |      | 산업적 파급성 |    |      |    |      |    |      |
|                         |                             |   |   | R1       | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   | R1      | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   |
|                         |                             |   |   | 매우작다     | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 | 매우작다    | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 |
| 1-② 초소형 연계교통 운송장치 기술 개발 | 연계환승용 초소형 이동장치 핵심부품 기술 개발   |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                         | 연계환승용 초소형 이동장치 운영 효율화 기술 개발 |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                         | 연계환승용 초소형 이동장치 안전 확보 기술 개발  |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                         | 연계환승용 초소형 이동장치 실용화 기술 개발    |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
| 세 세 부 과 제               |                             | 등 | 급 | 공공성      |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                         |                             |   |   | 정부지원 타당성 |    |      |    |      |    |      | 사회적 파급성 |    |      |    |      |    |      |
|                         |                             |   |   | R1       | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   | R1      | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   |
|                         |                             |   |   | 매우작다     | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 | 매우작다    | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 |
| 1-② 초소형 연계교통 운송장치 기술 개발 | 연계환승용 초소형 이동장치 핵심부품 기술 개발   |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                         | 연계환승용 초소형 이동장치 운영 효율화 기술 개발 |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                         | 연계환승용 초소형 이동장치 안전 확보 기술 개발  |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                         | 연계환승용 초소형 이동장치 실용화 기술 개발    |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |

| 세 세 부 과 제              |                               | 등 | 급 | 기술성      |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|------------------------|-------------------------------|---|---|----------|----|------|----|------|----|------|---------|----|------|----|------|----|------|
|                        |                               |   |   | 기술실현성    |    |      |    |      |    |      | 기술파급성   |    |      |    |      |    |      |
|                        |                               |   |   | R1       | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   | R1      | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   |
|                        |                               |   |   | 매우작다     | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 | 매우작다    | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 |
| 1-③ 무형궤도 자율주행시스템 기술 개발 | 무형궤도 자율주행시스템 핵심부품 기술 개발       |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                        | 이용특성에 따른 무형궤도 자율주행시스템 설계기술 개발 |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                        | 무형궤도 자율주행시스템 운영기술 개발          |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                        | 무형궤도 자율주행시스템 실용화 기술 개발        |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
| 세 세 부 과 제              |                               | 등 | 급 | 시장성      |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                        |                               |   |   | 시장수요성    |    |      |    |      |    |      | 산업적 파급성 |    |      |    |      |    |      |
|                        |                               |   |   | R1       | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   | R1      | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   |
|                        |                               |   |   | 매우작다     | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 | 매우작다    | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 |
| 1-③ 무형궤도 자율주행시스템 기술 개발 | 무형궤도 자율주행시스템 핵심부품 기술 개발       |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                        | 이용특성에 따른 무형궤도 자율주행시스템 설계기술 개발 |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                        | 무형궤도 자율주행시스템 운영기술 개발          |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                        | 무형궤도 자율주행시스템 실용화 기술 개발        |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
| 세 세 부 과 제              |                               | 등 | 급 | 공공성      |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                        |                               |   |   | 정부지원 타당성 |    |      |    |      |    |      | 사회적 파급성 |    |      |    |      |    |      |
|                        |                               |   |   | R1       | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   | R1      | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   |
|                        |                               |   |   | 매우작다     | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 | 매우작다    | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 |
| 1-③ 무형궤도 자율주행시스템 기술 개발 | 무형궤도 자율주행시스템 핵심부품 기술 개발       |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                        | 이용특성에 따른 무형궤도 자율주행시스템 설계기술 개발 |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                        | 무형궤도 자율주행시스템 운영기술 개발          |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                        | 무형궤도 자율주행시스템 실용화 기술 개발        |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |

| 세 세 부 과 제           |                                | 등 급 | 기술성      |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|---------------------|--------------------------------|-----|----------|----|------|----|------|----|------|---------|----|------|----|------|----|------|
|                     |                                |     | 기술실현성    |    |      |    |      |    |      | 기술파급성   |    |      |    |      |    |      |
|                     |                                |     | R1       | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   | R1      | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   |
|                     |                                |     | 매우작다     | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 | 매우작다    | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 |
| 1-④ 무인대리주차시스템 기술 개발 | 기계식 차량이동시스템 개발                 |     |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                     | 기계식 차량이동시스템의 효율적 주차연계기술 개발     |     |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                     | 차량 주차배정 및 입출고 운영시스템 개발         |     |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                     | 전자식 차량이동시스템 개발                 |     |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                     | 무인대리주차시스템 테스트베드 구축 및 실용화 기술 개발 |     |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
| 세 세 부 과 제           |                                | 등 급 | 시장성      |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                     |                                |     | 시장수요성    |    |      |    |      |    |      | 산업적 파급성 |    |      |    |      |    |      |
|                     |                                |     | R1       | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   | R1      | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   |
|                     |                                |     | 매우작다     | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 | 매우작다    | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 |
| 1-④ 무인대리주차시스템 기술 개발 | 기계식 차량이동시스템 개발                 |     |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                     | 기계식 차량이동시스템의 효율적 주차연계기술 개발     |     |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                     | 차량 주차배정 및 입출고 운영시스템 개발         |     |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                     | 전자식 차량이동시스템 개발                 |     |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                     | 무인대리주차시스템 테스트베드 구축 및 실용화 기술 개발 |     |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
| 세 세 부 과 제           |                                | 등 급 | 공공성      |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                     |                                |     | 정부지원 타당성 |    |      |    |      |    |      | 사회적 파급성 |    |      |    |      |    |      |
|                     |                                |     | R1       | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   | R1      | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   |
|                     |                                |     | 매우작다     | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 | 매우작다    | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 |
| 1-④ 무인대리주차시스템 기술 개발 | 기계식 차량이동시스템 개발                 |     |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                     | 기계식 차량이동시스템의 효율적 주차연계기술 개발     |     |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                     | 차량 주차배정 및 입출고 운영시스템 개발         |     |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                     | 전자식 차량이동시스템 개발                 |     |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                     | 무인대리주차시스템 테스트베드 구축 및 실용화 기술 개발 |     |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |

| 세 세 부 과 제                   |                                      | 등 | 급 | 기술성      |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|-----------------------------|--------------------------------------|---|---|----------|----|------|----|------|----|------|---------|----|------|----|------|----|------|
|                             |                                      |   |   | 기술실현성    |    |      |    |      |    |      | 기술파급성   |    |      |    |      |    |      |
|                             |                                      |   |   | R1       | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   | R1      | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   |
|                             |                                      |   |   | 매우작다     | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 | 매우작다    | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 |
| 2-① 철도그리드 연계형 전기차 충전 시스템 개발 | 충전인프라 구축을 위한 철도그리드 연계기술 개발           |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                             | 철도그리드 연계형 충전기 개발                     |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                             | 충전 전력공급 안정화 및 운영기술 개발                |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                             | 철도그리드 연계형 충전시스템 테스트베드 구축 및 실용화 기술 개발 |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
| 세 세 부 과 제                   |                                      | 등 | 급 | 시장성      |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                             |                                      |   |   | 시장수요성    |    |      |    |      |    |      | 산업적 파급성 |    |      |    |      |    |      |
|                             |                                      |   |   | R1       | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   | R1      | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   |
|                             |                                      |   |   | 매우작다     | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 | 매우작다    | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 |
| 2-① 철도그리드 연계형 전기차 충전 시스템 개발 | 충전인프라 구축을 위한 철도그리드 연계기술 개발           |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                             | 철도그리드 연계형 충전기 개발                     |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                             | 충전 전력공급 안정화 및 운영기술 개발                |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                             | 철도그리드 연계형 충전시스템 테스트베드 구축 및 실용화 기술 개발 |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
| 세 세 부 과 제                   |                                      | 등 | 급 | 공공성      |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                             |                                      |   |   | 정부지원 타당성 |    |      |    |      |    |      | 사회적 파급성 |    |      |    |      |    |      |
|                             |                                      |   |   | R1       | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   | R1      | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   |
|                             |                                      |   |   | 매우작다     | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 | 매우작다    | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 |
| 2-① 철도그리드 연계형 전기차 충전 시스템 개발 | 충전인프라 구축을 위한 철도그리드 연계기술 개발           |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                             | 철도그리드 연계형 충전기 개발                     |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                             | 충전 전력공급 안정화 및 운영기술 개발                |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                             | 철도그리드 연계형 충전시스템 테스트베드 구축 및 실용화 기술 개발 |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |

| 세 세 부 과 제          |                                      | 등<br>급 | 기술성      |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|--------------------|--------------------------------------|--------|----------|----|------|----|------|----|------|---------|----|------|----|------|----|------|
|                    |                                      |        | 기술실현성    |    |      |    |      |    |      | 기술파급성   |    |      |    |      |    |      |
|                    |                                      |        | R1       | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   | R1      | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   |
|                    |                                      |        | 매우작다     | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 | 매우작다    | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 |
| 3-① CTSR용 관제시스템 개발 | 개인용 궤도차량 위치검지기술 및 관제기술               |        |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                    | CTSR용 Smart 통합 관제시스템 개발              |        |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                    | CTSR용 위치검지기술 및 관제시스템 운영 안전성 평가 기술 개발 |        |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
| 세 세 부 과 제          |                                      | 등<br>급 | 시장성      |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                    |                                      |        | 시장수요성    |    |      |    |      |    |      | 산업적 파급성 |    |      |    |      |    |      |
|                    |                                      |        | R1       | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   | R1      | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   |
|                    |                                      |        | 매우작다     | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 | 매우작다    | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 |
| 3-① CTSR용 관제시스템 개발 | 개인용 궤도차량 위치검지기술 및 관제기술               |        |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                    | CTSR용 Smart 통합 관제시스템 개발              |        |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                    | CTSR용 위치검지기술 및 관제시스템 운영 안전성 평가 기술 개발 |        |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
| 세 세 부 과 제          |                                      | 등<br>급 | 공공성      |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                    |                                      |        | 정부지원 타당성 |    |      |    |      |    |      | 사회적 파급성 |    |      |    |      |    |      |
|                    |                                      |        | R1       | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   | R1      | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   |
|                    |                                      |        | 매우작다     | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 | 매우작다    | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 |
| 3-① CTSR용 관제시스템 개발 | 개인용 궤도차량 위치검지기술 및 관제기술               |        |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                    | CTSR용 Smart 통합 관제시스템 개발              |        |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                    | CTSR용 위치검지기술 및 관제시스템 운영 안전성 평가 기술 개발 |        |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |

| 세 세 부 과 제              |                              | 등<br>급 | 기술성      |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|------------------------|------------------------------|--------|----------|----|------|----|------|----|------|---------|----|------|----|------|----|------|
|                        |                              |        | 기술실현성    |    |      |    |      |    |      | 기술파급성   |    |      |    |      |    |      |
|                        |                              |        | R1       | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   | R1      | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   |
|                        |                              |        | 매우작다     | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 | 매우작다    | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 |
| 3-② 철도-연계교통수단 운영 기술 개발 | 철도-연계 교통수단 시스템 배치 및 구축 기술 개발 |        |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                        | 철도-연계 교통수단 대여시스템 운영 기술 개발    |        |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
| 세 세 부 과 제              |                              | 등<br>급 | 시장성      |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                        |                              |        | 시장수요성    |    |      |    |      |    |      | 산업적 파급성 |    |      |    |      |    |      |
|                        |                              |        | R1       | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   | R1      | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   |
|                        |                              |        | 매우작다     | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 | 매우작다    | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 |
| 3-② 철도-연계교통수단 운영 기술 개발 | 철도-연계 교통수단 시스템 배치 및 구축 기술 개발 |        |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                        | 철도-연계 교통수단 대여시스템 운영 기술 개발    |        |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
| 세 세 부 과 제              |                              | 등<br>급 | 공공성      |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                        |                              |        | 정부지원 타당성 |    |      |    |      |    |      | 사회적 파급성 |    |      |    |      |    |      |
|                        |                              |        | R1       | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   | R1      | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   |
|                        |                              |        | 매우작다     | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 | 매우작다    | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 |
| 3-② 철도-연계교통수단 운영 기술 개발 | 철도-연계 교통수단 시스템 배치 및 구축 기술 개발 |        |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                        | 철도-연계 교통수단 대여시스템 운영 기술 개발    |        |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |

| 세 세 부 과 제          |                           | 등 | 급 | 기술성      |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|--------------------|---------------------------|---|---|----------|----|------|----|------|----|------|---------|----|------|----|------|----|------|
|                    |                           |   |   | 기술실현성    |    |      |    |      |    |      | 기술파급성   |    |      |    |      |    |      |
|                    |                           |   |   | R1       | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   | R1      | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   |
|                    |                           |   |   | 매우작다     | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 | 매우작다    | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 |
| 3-③ CTSR용 기반 기술 개발 | 철도-연계교통수단 수요 및 용량분석 기술 개발 |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                    | CTSR 최적 조합 선정기법 개발        |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                    | CTSR 적용 가능 지역 선정기법 개발     |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                    | CTSR 활성화를 위한 법·제도 개선방안    |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
| 세 세 부 과 제          |                           | 등 | 급 | 시장성      |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                    |                           |   |   | 시장수요성    |    |      |    |      |    |      | 산업적 파급성 |    |      |    |      |    |      |
|                    |                           |   |   | R1       | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   | R1      | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   |
|                    |                           |   |   | 매우작다     | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 | 매우작다    | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 |
| 3-③ CTSR용 기반 기술 개발 | 철도-연계교통수단 수요 및 용량분석 기술 개발 |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                    | CTSR 최적 조합 선정기법 개발        |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                    | CTSR 적용 가능 지역 선정기법 개발     |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                    | CTSR 활성화를 위한 법·제도 개선방안    |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
| 세 세 부 과 제          |                           | 등 | 급 | 공공성      |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                    |                           |   |   | 정부지원 타당성 |    |      |    |      |    |      | 사회적 파급성 |    |      |    |      |    |      |
|                    |                           |   |   | R1       | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   | R1      | R2 | R3   | R4 | R5   | R6 | R7   |
|                    |                           |   |   | 매우작다     | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 | 매우작다    | 작다 | 다소작다 | 보통 | 다소크다 | 크다 | 매우크다 |
| 3-③ CTSR용 기반 기술 개발 | 철도-연계교통수단 수요 및 용량분석 기술 개발 |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                    | CTSR 최적 조합 선정기법 개발        |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                    | CTSR 적용 가능 지역 선정기법 개발     |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |
|                    | CTSR 활성화를 위한 법·제도 개선방안    |   |   |          |    |      |    |      |    |      |         |    |      |    |      |    |      |

## [부록] 소요예산 산출 근거

### 1세부과제 연구비 총괄표

세부과제명 : 개인용 궤도시스템 개발

[단위 : 원]

| 비      |             |                | 목             |               | 1차년도          | 2차년도          | 3차년도          | 4차년도           | 5차년도           | 합 계  | 구성비(%)   | 비 고 |
|--------|-------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|------|----------|-----|
| 1) 인건비 |             | 내/외부 인건비       |               | 681,120,000   | 866,880,000   | 681,120,000   | 681,120,000   | 526,320,000    | 3,436,560,000  | 17%  |          |     |
| 2) 직접비 | 연구장비<br>재료비 | 연구기자재<br>및 시설비 | 250,000,000   | 420,000,000   | 450,000,000   | 450,000,000   | 480,000,000   | 2,050,000,000  | 10%            |      |          |     |
|        |             | 시작품<br>제작비     | 2,400,000,000 | 3,000,000,000 | 2,200,000,000 | 2,200,000,000 | 1,500,000,000 | 11,300,000,000 | 57%            |      |          |     |
|        |             | 재료비            | 113,167,796   | 27,984,465    | 113,167,796   | 113,167,796   | 60,951,447    | 428,439,302    | 2%             |      |          |     |
|        | 연구<br>활동비   | 여비             | 24,520,320    | 24,272,640    | 24,520,320    | 24,520,320    | 24,737,040    | 122,570,640    | 1%             |      |          |     |
|        |             | 수용비 및<br>수수료   | 40,867,200    | 52,012,800    | 40,867,200    | 40,867,200    | 31,579,200    | 206,193,600    | 1%             |      |          |     |
|        |             | 기술정보<br>활동비    | 24,520,320    | 24,272,640    | 24,520,320    | 24,520,320    | 24,737,040    | 122,570,640    | 1%             |      |          |     |
|        | 연구수당        |                | 102,168,000   | 130,032,000   | 102,168,000   | 102,168,000   | 78,948,000    | 515,484,000    | 3%             |      |          |     |
| 3) 간접비 |             |                | 363,636,364   | 454,545,455   | 363,636,364   | 363,636,364   | 272,727,273   | 1,818,181,818  | 9%             |      |          |     |
| 4)     | 합           |                | 계             | 4,000,000,000 | 5,000,000,000 | 4,000,000,000 | 4,000,000,000 | 3,000,000,000  | 20,000,000,000 | 100% | 1)+2)+3) |     |

## 2세부과제 연구비 총괄표

세부과제명 : 초소형 연계교통 운송장치 개발

[단위 : 원]

| 비 |  |  |
|---|--|--|
|---|--|--|

### 3세부과제 연구비 총괄표

세부과제명 : 무형궤도 차량자율이동시스템 개발

[단위 : 원]

| 비      |             |                | 목             |               | 1차년도          | 2차년도          | 3차년도          | 4차년도          | 5차년도           | 합 계           | 구성비(%)   | 비 고 |
|--------|-------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------|-----|
| 1) 인건비 |             | 내/외부 인건비       |               | 774,000,000   | 774,000,000   | 774,000,000   | 774,000,000   | 774,000,000   | 774,000,000    | 3,870,000,000 | 30%      |     |
| 2) 직접비 | 연구장비<br>재료비 | 연구기자재<br>및 시설비 | 641,000,000   | 400,000,000   | 400,000,000   | 200,000,000   | 200,000,000   | 200,000,000   | 200,000,000    | 1,841,000,000 | 14%      |     |
|        |             | 시작품<br>제작비     | 1,000,000,000 | 1,230,000,000 | 1,230,000,000 | 530,000,000   | 530,000,000   | 530,000,000   | 530,000,000    | 4,520,000,000 | 35%      |     |
|        |             | 재료비            | 93,231,800    | 104,300,000   | 104,300,000   | 95,300,000    | 95,300,000    | 95,300,000    | 95,300,000     | 492,431,800   | 4%       |     |
|        | 연구<br>활동비   | 여비             | 46,440,000    | 46,440,000    | 46,440,000    | 46,440,000    | 46,440,000    | 46,440,000    | 46,440,000     | 232,200,000   | 2%       |     |
|        |             | 수용비 및<br>수수료   | 17,802,000    | 17,802,000    | 17,802,000    | 17,802,000    | 17,802,000    | 17,802,000    | 17,802,000     | 89,010,000    | 1%       |     |
|        |             | 기술정보<br>활동비    | 38,700,000    | 38,700,000    | 38,700,000    | 38,700,000    | 38,700,000    | 38,700,000    | 38,700,000     | 193,500,000   | 1%       |     |
|        | 연구수당        |                | 116,100,000   | 116,100,000   | 116,100,000   | 116,100,000   | 116,100,000   | 116,100,000   | 116,100,000    | 580,500,000   | 4%       |     |
| 3) 간접비 |             |                | 272,726,200   | 272,658,000   | 272,658,000   | 181,658,000   | 181,658,000   | 181,658,000   | 1,181,358,200  | 9%            |          |     |
| 4)     | 합 계         |                | 3,000,000,000 | 3,000,000,000 | 3,000,000,000 | 2,000,000,000 | 2,000,000,000 | 2,000,000,000 | 13,000,000,000 | 100%          | 1)+2)+3) |     |

## 4세부과제 연구비 총괄표

세부과제명 : 무인대리주차시스템 개발

[단위 : 원]

| 비 목    |             |                | 1차년도        | 2차년도          | 3차년도          | 4차년도 | 5차년도 | 합 계           | 구성비(%) | 비 고      |
|--------|-------------|----------------|-------------|---------------|---------------|------|------|---------------|--------|----------|
| 1) 인건비 | 내/외부 인건비    |                | 404,337,600 | 613,008,000   | 293,500,800   | -    | -    | 1,310,846,400 | 40%    |          |
| 2) 직접비 | 연구장비<br>재료비 | 연구기자재<br>및 시설비 | 0           | 20,000,000    | 0             | -    | -    | 20,000,000    | 1%     |          |
|        |             | 시작품<br>제작비     | 70,291,000  | 350,000,000   | 750,400,000   | -    | -    | 1,170,691,000 | 35%    |          |
|        |             | 재료비            | 0           | 0             | 0             | -    | -    | 0             | 0%     |          |
|        | 연구<br>활동비   | 여비             | 32,347,004  | 39,428,102    | 29,322,086    | -    | -    | 101,097,192   | 3%     |          |
|        |             | 수용비 및<br>수수료   | 24,260,256  | 24,520,320    | 26,415,072    | -    | -    | 75,195,648    | 2%     |          |
|        |             | 기술정보<br>활동비    | 44,477,136  | 42,910,560    | 38,155,104    | -    | -    | 125,542,800   | 4%     |          |
|        | 연구수당        |                | 60,650,640  | 91,951,200    | 44,025,120    | -    | -    | 196,626,960   | 6%     |          |
| 3) 간접비 |             |                | 63,636,364  | 118,181,818   | 118,181,818   | -    | -    | 300,000,000   | 9%     |          |
| 4)     | 합           | 계              | 700,000,000 | 1,300,000,000 | 1,300,000,000 | -    | -    | 3,300,000,000 | 100%   | 1)+2)+3) |

## 5세부과제 연구비 총괄표

세부과제명 : CTSR 일체적 운영기술 개발

[단위 : 원]

| 비      |             |               | 목           |               | 1차년도          | 2차년도        | 3차년도        | 4차년도          | 5차년도        | 합 계           | 구성비(%) | 비 고 |
|--------|-------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|-------------|---------------|-------------|---------------|--------|-----|
| 1) 인건비 |             | 내/외부 인건비      |             |               | 402,480,000   | 407,619,360 | 377,897,760 | 124,131,024   | -           | 1,312,128,144 | 34%    |     |
| 2) 직접비 | 연구장비<br>재료비 | 연구기자재<br>및시설비 | 0           | 360,500,000   | 203,903,771   | 0           | -           | 564,403,771   | 15%         |               |        |     |
|        |             | 시작품<br>제작비    | 22,264,743  | 486,982,402   | 470,000,000   | 190,000,000 | -           | 1,169,247,145 | 30%         |               |        |     |
|        |             | 재료비           | 0           | 33,000,000    | 110,000,000   | 0           | -           | 143,000,000   | 4%          |               |        |     |
|        | 연구<br>활동비   | 여비            | 25,057,804  | 23,678,544    | 18,409,647    | 9,783,412   | -           | 76,929,407    | 2%          |               |        |     |
|        |             | 수용비및수<br>수료   | 22,786,560  | 21,825,562    | 21,980,362    | 7,447,861   | -           | 74,040,345    | 2%          |               |        |     |
|        |             | 기술정보활<br>동비   | 37,286,371  | 29,652,566    | 28,798,070    | 13,654,413  | -           | 109,391,419   | 3%          |               |        |     |
|        | 연구수당        |               |             | 39,009,600    | 32,845,464    | 22,257,144  | 18,619,654  | -             | 112,731,862 |               | 3%     |     |
| 3) 간접비 |             |               | 51,114,922  | 103,896,103   | 96,753,247    | 36,363,636  | -           | 288,127,908   | 7%          |               |        |     |
| 4)     | 합           | 계             | 600,000,000 | 1,500,000,000 | 1,350,000,000 | 400,000,000 | -           | 3,850,000,000 | 100%        | 1)+2)+3)      |        |     |

## 6세부과제 연구비 총괄표

세부과제명 : 철도그리드 연계형 전기차 충전시스템 개발

[단위 : 원]

| 비      |             |               | 목           |               | 1차년도          | 2차년도          | 3차년도          | 4차년도          | 5차년도          | 합 계  | 구성비(%)   | 비 고 |
|--------|-------------|---------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------|----------|-----|
| 1) 인건비 |             | 내/외부 인건비      |             | 673,689,600   | 1,178,956,800 | 926,323,200   | 673,689,600   | -             | 3,452,659,200 | 46%  |          |     |
| 2) 직접비 | 연구장비<br>재료비 | 연구기자재<br>및시설비 | 190,000,000 | 350,000,000   | 170,000,000   | 0             | -             | 710,000,000   | 9%            |      |          |     |
|        |             | 시작품<br>제작비    | 170,000,000 | 240,000,000   | 300,000,000   | 350,000,000   | -             | 1,060,000,000 | 14%           |      |          |     |
|        |             | 재료비           | 60,470,924  | 32,187,753    | 51,329,339    | 70,470,924    | -             | 214,458,940   | 3%            |      |          |     |
|        | 연구<br>활동비   | 여비            | 53,895,168  | 94,316,544    | 74,105,856    | 53,895,168    | -             | 276,212,736   | 4%            |      |          |     |
|        |             | 수용비 및<br>수수료  | 40,421,376  | 70,737,408    | 55,579,392    | 40,421,376    | -             | 207,159,552   | 3%            |      |          |     |
|        |             | 기술정보<br>활동비   | 74,105,856  | 129,685,248   | 101,895,552   | 74,105,856    | -             | 379,792,512   | 5%            |      |          |     |
|        | 연구수당        |               | 101,053,440 | 176,843,520   | 138,948,480   | 101,053,440   | -             | 517,898,880   | 7%            |      |          |     |
| 3) 간접비 |             |               | 136,363,636 | 227,272,727   | 181,818,181   | 136,363,636   | -             | 681,818,180   | 9%            |      |          |     |
| 4)     | 합           |               | 계           | 1,500,000,000 | 2,500,000,000 | 2,000,000,000 | 1,500,000,000 | -             | 7,500,000,000 | 100% | 1)+2)+3) |     |

## [부록] 기술개발단계 로드맵



※ CTSR에 포함된 기술을 개발하기 이전에, 본 로드맵에서 제시하는 현재의 기술을 활용하여 사전에 기술개발로 CTSR이 구현되었을 때 효과를 검증할 수 있기를 추천함

### 주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통연구기획사업의 최종보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 국토교통연구기획사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.