17RDPP-C138766-01

IoT기반 스마트 게이트프리 기술개발 기획 최종보고서

2018

국토교통부 국토교통과학기술진흥원

보안 과제( ), 일반 과제(○) / 공개(○), 비공개( )발간등록번호( )

국토교통연구기획사업 최종보고서

R&D / 17RDPP-C138766-01

IoT기반 스마트 게이트프리 기술개발 기획 최종보고서

2019. 1.

주관연구기관 / 한국철도공사
공동연구기관 / 한국전자통신연구원
한국경영분석연구원

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통과학기술진흥원 귀하

‘IoT기반 스마트게이트프리 기술개발 기획’(연구개발 기간 : 2017.12.22 ~ 2018.10.21) 과제의 최종 보고서 2부를 제출합니다.

2019. 1.

주관연구기관명 : 한국철도공사 (대표자) 직무대행 정 인 수 (인)

공동연구기관명 : 한국전자통신연구원 (대표자) 이 상 훈 (인)

(사)한국경영분석연구원 (대표자) 하 은 정 (인)

주관연구기관책임자 : 최 성 필
공동연구기관책임자 : 김 영 일
김 민 선

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제38조에 따라 최종보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제고유번호</td><td>17RDPP-C138766-01</td><td>해 당 단 계
연 구 기 간</td><td>2017.12.22.~
2018.10.21.</td><td>단 계 구 분</td><td>(해당단계)/
(총 단 계)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 사 업 명</td><td>중 사 업 명</td><td colspan="4">국토교통연구기획사업</td></tr>
<tr><td>세부 사업명</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 과 제 명</td><td>대 과 제 명</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>세부 과제명</td><td colspan="4">IoT기반 스마트 게이트프리 기술 개발 기획</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 책 임 자</td><td rowspan="2">최성필</td><td>해당단계
참 여
연구원 수</td><td>총: 13명
내부: 명
외부: 명</td><td>해당단계
연 구 비</td><td>정부: 79,000천원
민간: 0천원
계: 79,000천원</td></tr>
<tr><td>총 연구기간
참 여
연구원 수</td><td>총: 13명
내부: 명
외부: 명</td><td>총 연구비</td><td>정부: 79,000천원
민간: 0천원
계: 79,000천원</td></tr>
<tr><td rowspan="3">연구기관명 및
소 속 부 서 명</td><td colspan="3">(주관연구기관) 한국철도공사</td><td colspan="2" rowspan="3">참여기업명</td></tr>
<tr><td colspan="3">(공동연구기관) 한국전자통신연구원</td></tr>
<tr><td colspan="3">(공동연구기관) 한국경영분석연구원</td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="3">상대국명:</td><td colspan="2">상대국 연구기관명:</td></tr>
<tr><td>위 탁 연 구</td><td colspan="3">연구기관명:</td><td colspan="2">연구책임자:</td></tr>
<tr><td colspan="4">요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하되, 500자 이내로 작성합니다)</td><td colspan="2">보고서 면수</td></tr>
</table>

색 인 어 (각 5개 이상)	한 글	게이트프리, 운임정산, 표준화 및 암호화, 철도이용데이터, 부정승차
	영 어	Subway gate-free, traffic charge settlement system, standardization and encryption, subway utilization data, illegal ride

210㎜×297㎜[백상지 80g/㎡(재활용품)]

〈 목 차 〉

제1장 기술의 정의 및 필요성 ····· 1
제1절 기술의 정의 및 분류체계 ····· 1
제2절 기술개발의 배경 및 필요성 ····· 6

제2장 국내외 동향 ····· 43
제1절 국내외 정책 동향 ····· 43
1. 국내 정책동향 ····· 43
2. 국외 정책동향 ····· 50
제2절 국내외 시장 동향 ····· 55
1. 국내 시장동향 ····· 55
2. 국외 시장동향 ····· 61
제3절 국내외 기술 동향 ····· 64
1. 위치인식 및 추적 기술 ····· 64
2. 교통약자 인식기술 ····· 71
3. 운임정보 보안기술 ····· 72
4. 운임정산 기술 ····· 74
5. 부정승차 방지기술 ····· 76
6. 블록체인기술 ····· 77
제4절 논문 및 특허분석 ····· 80
1. 특허동향 ····· 80
2. 위치인식 특허동향 분석 ····· 80
3. 결제정보 표준화 및 암호화 특허동향 분석 ····· 81
4. 운임정산 특허동향 분석 ····· 83
5. 부정승차 특허동향 분석 ····· 84
6. 논문 분석 ····· 85

제5절 유사·중복성 검토 ····89
제6절 연구개발 인프라 분석 ····92
1. 기술 개발 SWOT 분석 ····92

제3장 연구개발과제 구성 및 추진전략 ····95
제1절 비전 및 목표 ····95
제2절 핵심요소기술(CTE) 선정 ····98
1. 선정방법 및 대상 선정 ····98
2. 개발요구사항 분석 ····99
3. 요소기술 도출 ····103
4. 핵심요소기술 및 후보과제 기술 도출 ····108
제3절 연구개발 과제 구성 ····111
1. 개발 시스템 개요 ····111
2. 연구단 과제구성 ····113
3. 소요예산 ····117
제4절 세부과제별 주요내용 및 추진전략 ····118
1. 세부 구성 과제 ····118
2. 세부과제별 연구내용 ····119
3. 추진전략 ····128
4. 추진체계 ····130
제5절 세부과제 간 연계관계 ····131
제6절 기술개발 및 성과 로드맵 ····132
1. 기술개발 및 성과 로드맵 ····132
제7절 산업생태계 분석 ····138
1. 산업생태계 특성 및 상관관계 분석 ····138
2. 공급자 현황 ····147
3. 수요자 현황 ····150

제8절 연구과정상 위험요소 및 대응방안 ·····152
1. 기술적 위험요소 및 대응방안 ·····152
2. 정책적 위험요소 및 대응방안 ·····154
3. 산업적 위험요소 및 대응방안 ·····155
제9절 성과활용 및 사업화 전략 ·····157

제4장 사전타당성 분석 ·····161
제1절 사업논리모형 ·····161
제2절 기술적 타당성 ·····163
1. 스마트게이트프리 기술체계 적합성 ·····163
2. 스마트게이트프리기술 확보 ·····165
2. 기술적 파급효과 ·····169
3. 기술개발 성공 가능성 ·····169
제3절 정책적 타당성 ·····170
1. 상위 계획과의 부합성 ·····170
2. 사업추진체계 및 추진의지 ·····176
3. 법·제도적 위험요인 검토 결과 ·····178
제4절 경제적 타당성 ·····179
1. 분석 개요 ·····179
2. 비용편익 분석 ·····179
3. 비용-편익 항목설정 ·····181
4. 분석대상 설정 ·····182
5. 비용 산정 ·····183
6. 편익산정 ·····184
7. 비용-편익 분석 결과 ·····184
8. 해외시장 진출 가능성 ·····186

제5장 소요예산 산정 ····187
제1절 인력투입계획 ····187
1. 연구단 총괄 ····187
2. 승객상황인식 기술개발 ····188
3. 승객정보 보안 및 표준화 기술개발 ····189
4. 부정승차 방지 기술개발 ····190
5. 실시간 Trusted 연락운임체계 기술개발 ····191
제2절 연구 장비 재료 투입계획 ····192
1. 연구단 총괄 ····192
2. 승객상황인식 기술개발 ····193
3. 보안 및 표준화 기술개발 ····194
4. 부정승차 방지 기술개발 ····195
5. 실시간 Trusted 연락운임체계 기술개발 ····196
제2절 소요예산 산정 ····197
제3절 예산 적정성 검토 ····206

제6장 과제 공모 방안 ····207
제1절 제1 세부과제 : 스마트게이트프리 체계 기술 개발 ····207
제2절 제2 세부과제 : 승객상황인식기술 개발 ····209
제3절 제3 세부과제 : 보안 및 표준화 기술개발 ····217
제4절 제4 세부과제 : 부정승차 방지기술 개발 ····221
제5절 제5 세부과제 : 실시간 Trusted 연락운임체계 기술 개발 ····223
제6절 연구단계별 평가기준(안) ····228

붙임. 참고 문헌 ····235

<부 록#1> ····· 239

1. 기술수요조사(일반인) ····· 239

<부 록#2> ····· 261

1. 기술수요조사(수도권 전철 운영사업자) ····· 261

<부 록#3> ····· 281

1. 시나리오 ····· 281

2. Use case ····· 284

<부 록#4> ····· 289

1. 핵심요소기술(CTE) 도출을 위한 전문가 회의결과 보고 ····· 289

2. 핵심요소기술(CTE) 도출을 위한 전문가 회의 참석자 서명부 ····· 304

〈 표 목차 〉

표 1-1. 기술분류체계 및 기술정의(1) ····2
표 1-2. 기술분류체계 및 기술정의(2) ····3
표 1-3. 교통약자 유형별 증가 추세 ····10
표 1-4. 2015년 전국 교통약자 현황 ····10
표 1-5. 제3차 증진계획 기간 중 전국 유형별 교통약자 추계 인구 ····11
표 1-6. 제4차 증진계획 기간 중 전국 유형별 교통약자 추계 인구 ····11
표 1-7. 장애유형 ····12
표 1-8. 2016년 장애인 수 현황 ····12
표 1-9. 연도별 장애인 비중 현황 ····13
표 1-10. 주로 이용하는 교통수단 ····14
표 1-11. 교통약자 이동편의시설 설치 및 관리실태 ····15
표 1-12. 이동편의시설 기준 적합 설치율 및 만족도 ····16
표 1-13. 교통약자 이동편의시설 만족도 점수 ····16
표 1-14. 교통약자가 주로 이용하는 교통수단 ····17
표 1-15. 수도권 전철 게이트(개집표기) 설치 유형 및 현황 ····19
표 1-16. 수도권 전철 시간대별 안전사고 발생 건수 ····20
표 1-17. 수도권 광역철도 사고유형별 발생 현황(최근 5년간) ····21
표 1-18. 차량공유 비즈니스 모델의 종류 ····22
표 1-19. 2021년 카셰어링 관련 전망 ····23
표 1-20. 지역별 자전거 공유 서비스 현황 ····24
표 1-21. 국내외 주요지역의 교통수단분담률 ····25
표 1-22. 서울시 교통수단 분담률(2016년 기준) ····25
표 1-23. 수도권 도시철도 환승 현황 ····26
표 1-24. 검암역-고속철도역 간 선택가능 경로 ····27
표 1-25. 승객 A의 선택 경로별 운영기관 ····28
표 1-26. 수도권 도시철도 연락운임의 정산내역 ····29
표 1-27. 서울시 지하철 출퇴근시간 게이트 혼잡비용 ····33
표 1-28. MaaS 서비스/시험 현황 ····37
표 1-29. 서울시 교통수단 분담률(2016년 기준) ····37
표 2-1. 한국 사물인터넷 산업에 대한 평가 ····57
표 3-1. 게이트 통과 인원 ····96
표 3-2. 일반승객 요구사항 ····99
표 3-3. 일반승객 요구 제약 사항 ····100
표 3-4. 교통사업자 요구사항 ····100
표 3-5. 카드(토큰) 사업자 요구사항 ····101
표 3-6. 관련분야 전문가 요구사항 ····101

표 3-7. 기술현황 분석 ·····104
표 3-8. 요소기술 분류 체계 ·····106
표 3-9. 핵심요소기술 및 후보과제 기술 도출 ·····108
표 3-1. 핵심요소기술에 대한 우선순위 평가 ·····109
표 3-1. 연구단 과제 구성 ·····113
표 3-12. 소요예산 ·····117
표 3-13. 기술개발 및 성과 로드맵 ·····132
표 3-14. 한국표준산업분류(10차) 기준 철도산업 분류 ·····138
표 3-15. 유관산업 및 철도산업 생태계 주요 산업활동 유형 ·····142
표 3-16. 유관산업 및 철도산업 생태계 이용 특성 ·····142
표 3-17. 유관산업 및 철도산업 생태계 내 구성요소 및 활동(1) ·····143
표 3-18. 유관산업 및 철도산업 생태계 내 구성요소 및 활동(2) ·····144
표 3-19. 2012년~2016년 철도산업 사업체 및 종사자 수 ·····147
표 3-20. 2017년 철도 및 도시철도 운영기관 현황 ·····148
표 3-21. 2017년 철도 운영기관 현황 ·····148
표 3-22. 2017년 도시철도 운영기관 현황 ·····149
표 3-23. 대중교통 이용현황 ·····150
표 3-24. 각 세부기술별 위험요소 및 대응방안 ·····152
표 3-25. 정책적 위험요소 및 대응방안 ·····154
표 3-26. 산업적 위험요소 및 대응방안 ·····155
표 4-1. 사업논리모형 ·····161
표 4-2. 기술체계 및 추진방안 ·····163
표 4-3. 핵심기술 확보방안 ·····165
표 4-4. 기본계획 실현을 위한 중점과학기술 목록 ·····173
표 4-5. IoT기반 스마트게이트 비용부문 세부항목 ·····181
표 4-6. IoT기반 스마트게이트 도입에 따른 편익항목 ·····181
표 4-7. 단계적 스마트게이트 도입 계획 ·····182
표 4-8. IoT기반 스마트게이트 기술 연구비 투입 계획 ·····183
표 4-9. IoT기반 스마트게이트 도입에 따른 비용 ·····183
표 4-10. IoT기반 스마트게이트 도입에 따른 편익 ·····184
표 4-11. 연도별 비용-편익 분석결과 ·····184
표 4-12. IoT기반 스마트게이트 도입에 따른 비용-편익 분석겨로가 ·····185
표 4-13. 세계 주요도시 역 혼잡도 ·····186
표 5-1. 인력투입계획(연구단 총괄과제 : 스마트게이트프리 체계 기술 개발) ··187
표 5-2. 인력투입계획(승객상황인식기술 개발) ·····188
표 5-3. 인력투입계획(승객정보 보안 및 표준화 기술 개발) ·····189
표 5-4. 인력투입계획(부정승차 방지 기술 개발) ·····190
표 5-5. 인력투입계획(실시간 Trusted 연락운임체계 기술 개발) ·····191
표 5-6. 연구장비재료 투입계획(연구단 총괄과제 : 스마트게이트프리 체계 기술 개발)

.....192
표 5-7. 연구장비재료 투입계획(승객상황인식기술 개발) 193
표 5-8. 연구장비재료 투입계획(승객정보 보안 및 표준화 기술 개발) 194
표 5-9. 연구장비재료 투입계획(부정승차 방지 기술 개발) 195
표 5-10. 연구장비재료 투입계획(실시간 Trusted 연락운임체계 기술 개발) 196
표 5-11. 연구비 산정 표준 모델(표준모델 1) 197
표 5-12. 연구비 산정 표준 모델(표준모델 2) 197
표 5-13. 연구비 산정 표준 모델(표준모델 3) 197

〈 그림 목차 〉

그림 1-1. 기술정의 개념도 ·····1
그림 1-2. 출근 시 대중교통수단 선택이유 및 불편점수 ·····6
그림 1-3. 출퇴근시간 대중교통 이용객 ·····7
그림 1-4. 시간당 지체도가 발생하는 하차계이트 백분율 ·····8
그림 1-5. 역삼역 게이트 지체도 시공간 분포 분석결과 ·····8
그림 1-6. 강남역 게이트 지체도 시공간 분포 분석결과 ·····9
그림 1-7. 수도권 전철 시간대별 사고발생 건수(2016년) ·····20
그림 1-8. 유형별 차량공유 서비스 ·····22
그림 1-9. 연도별 카셰어링 이용자/차량규모 ·····23
그림 1-10. 자전거 공유 시장 전망 ·····24
그림 1-11. 검암역-고속터미널역 간 경로 ·····27
그림 1-12. “지하철 이용, 코엑스 가기 힘든 휠체어 장애인” ·····34
그림 1-13. MaaS 개념도 ·····36
그림 1-14. Gateless Gateline(1) ·····38
그림 1-15. Gateless Gateline(2) ·····38
그림 1-16. 플랫형 개찰 시스템 ·····39
그림 1-17. 서울 지하철역의 개찰구 ·····39
그림 1-18. “Mobile App Usage Study”, 2015 and 2016 ·····42
그림 2-1. 제3차 수도권정비계획 수도권 광역전철망 구상 ·····43
그림 2-2. 제1차 철도산업정보화 기본획 추진 비전 및 전략 ·····46
그림 2-3. 제3자 교통약자 이동편의 증진계획 ·····48
그림 2-4. 일본정부·기업의 사물인터넷 인프라 정비를 위한 주요정책 및 행보 ·····50
그림 2-5. ICT 생산 중장기(2017-2021) 전망(시장규모) ·····55
그림 2-6. ICT 생산 중장기(2017-2021) 전망(증가율) ·····55
그림 2-7. 사물인터넷의 연도별 성장 및 디바이스 확장 전망 ·····56
그림 2-8. 도로관리 시스템 구성 ·····57
그림 2-9. 하이패스 전국 개통 10년 이용률 변화 ·····58
그림 2-10. 자동출입국 심사 이용객 추이 ·····58
그림 2-11. 지능형 교통체계(ITS) 개념도 ·····59
그림 2-12. 지능형 교통계게(ITS) 수집 정보 및 처리 ·····59
그림 2-13. 버스정보시스템(BIS) 개념도 ·····60
그림 2-14. 요금정보시스템(TCS) 개념도 ·····60
그림 2-15. IoT 접목 동남아시아 교통체증 해결 시스템 작동 원리 ·····62
그림 2-16. KT 비콘 안부 확인 서비스 ·····64
그림 2-17. 엔엑스트렌드의 ‘아이콘(Eyecon)’ 서비스 ·····64
그림 2-18. Beacon 기술을 활용한 병원 내 길 안내 서비스 ·····65
그림 2-19. 5m 정밀도의 증강현실 서비스 지원 LBS 플랫폼 개발 기술 ·····65

그림 2-20. 실시간 무선 위치인식 시스템의 적용 분야 ·····66
그림 2-21. UWB 레이더 센서 모듈(유메인) ·····67
그림 2-22. UWB 레이더 센서 제품 활용분야(탐중앙연구소) ·····67
그림 2-23. 근거리 레이더 센서 제품(효성기술) ·····67
그림 2-24. 애플의 아이비콘(iBeacon) 서비스 ·····68
그림 2-25. WIFI 기반 위치 추적 서비스 ·····68
그림 2-26. 구글 Eddystone 서비스 개념도 ·····69
그림 2-27. 퀄컴의 iZat의 하이브리드 위치 서비스 ·····69
그림 2-28. Ubisense사의 Ubitag 및 Ubisensor ·····70
그림 2-29. 지자기센서 원리 ·····70
그림 2-30. 스마트 보행신호 메커니즘 ·····71
그림 2-31. 네덜란드 Dynniq의 크로스워크 ·····71
그림 2-32. 터치엔 RS for 원패스 ·····72
그림 2-33. 이상거래 탐지시스템(FDS) 구성(예시) ·····73
그림 2-34. FIDO 주요 기능 ·····73
그림 2-35. 2018 국토교통기술대전 스피드 게이트 시연 ·····74
그림 2-36. 플랫형 개찰 시스템 ·····75
그림 2-37. 서울 지하철 5~8호선의 개찰구 LED 표시 ·····76
그림 2-38. 유리식 게이트 ·····76
그림 2-39. 파리(왼)와 뉴욕(오) 지하철의 개찰구 모습 ·····77
그림 2-40. IoT블록체인 개념도 ·····78
그림 2-41. IoT블록체인 프레임워크 ·····78
그림 2-42. BoT 응용시나리오 ·····79
그림 2-43. 연도별 출원건수 및 누적건수 ·····81
그림 2-44. 블록체인기술 관련 연도별 특허출원 동향(1994~2015) ·····81
그림 2-45. 혼잡도 평가 및 예방절차 ·····85
그림 2-46. 대기행렬 구조 ·····86
그림 2-47. 기술개발 SWOT 분석 ·····92
그림 3-1. 비전 및 목표 ·····95
그림 3-2. 연구개발 목표 ·····97
그림 3-3. 기술기획 추진전략 ·····98
그림 3-4. 후보기술군 도출(1) ·····103
그림 3-5. 후보기술군 도출(2) ·····103
그림 3-6. 스마트게이트프리 시스템 구조 ·····111
그림 3-7. 기술개발 범위 ·····112
그림 3-8. 연구단 구성도 ·····116
그림 3-9. 부정승차 및 교통약자 검출기술 개념도 ·····125
그림 3-10. 추진전략 ·····129
그림 3-11. 추진체계도 ·····130

그림 3-12. 세부과제간 추진연계도 ·····131
그림 3-13. 기술개발 및 성과 로드맵 ·····137
그림 3-14. 철도산업 생태계 형성구조 ·····139
그림 3-15. 철도산업 수요 종속적 공급구조 ·····139
그림 3-16. 정부주도의 유기적 복합 산업생태계 ·····140
그림 3-17. 유관산업 및 철도산업 생태계 구조 비교 ·····140
그림 3-18. 유관산업 및 철도산업 생태계 구조 비교 ·····141
그림 3-19. 철도차량 제조산업 내 이슈 간 인과관계 ·····145
그림 3-20. 철도부품소재 제조산업 내 이슈 간 인과관계 ·····146
그림 3-21. 철도건설 및 철도서비스 분야 이슈 간 인과관계 ·····146
그림 3-22. 성과활용 방안도 ·····158
그림 3-23. 사업화 전략 ·····159
그림 4-1. 국토교통부 중점 추진 과제 ·····171
그림 4-2. 사업추진체계 ·····176
그림 4-3. 4대 추진전략 ·····177
그림 4-4. 도시철도 역 수 ·····182

제1장 기술의 정의 및 필요성

제1절 기술의 정의 및 분류체계

1. 기술의 정의

o 대중 교통수단을 이용하는 승객에 대해 비접촉 방식으로 승·하차의 정보를 획득함으로써, 게이트 통과에 따른 지체현상 없이 실시간으로 요금을 정산하고, 연계교통간의 요금분쟁을 해소시키는 기술

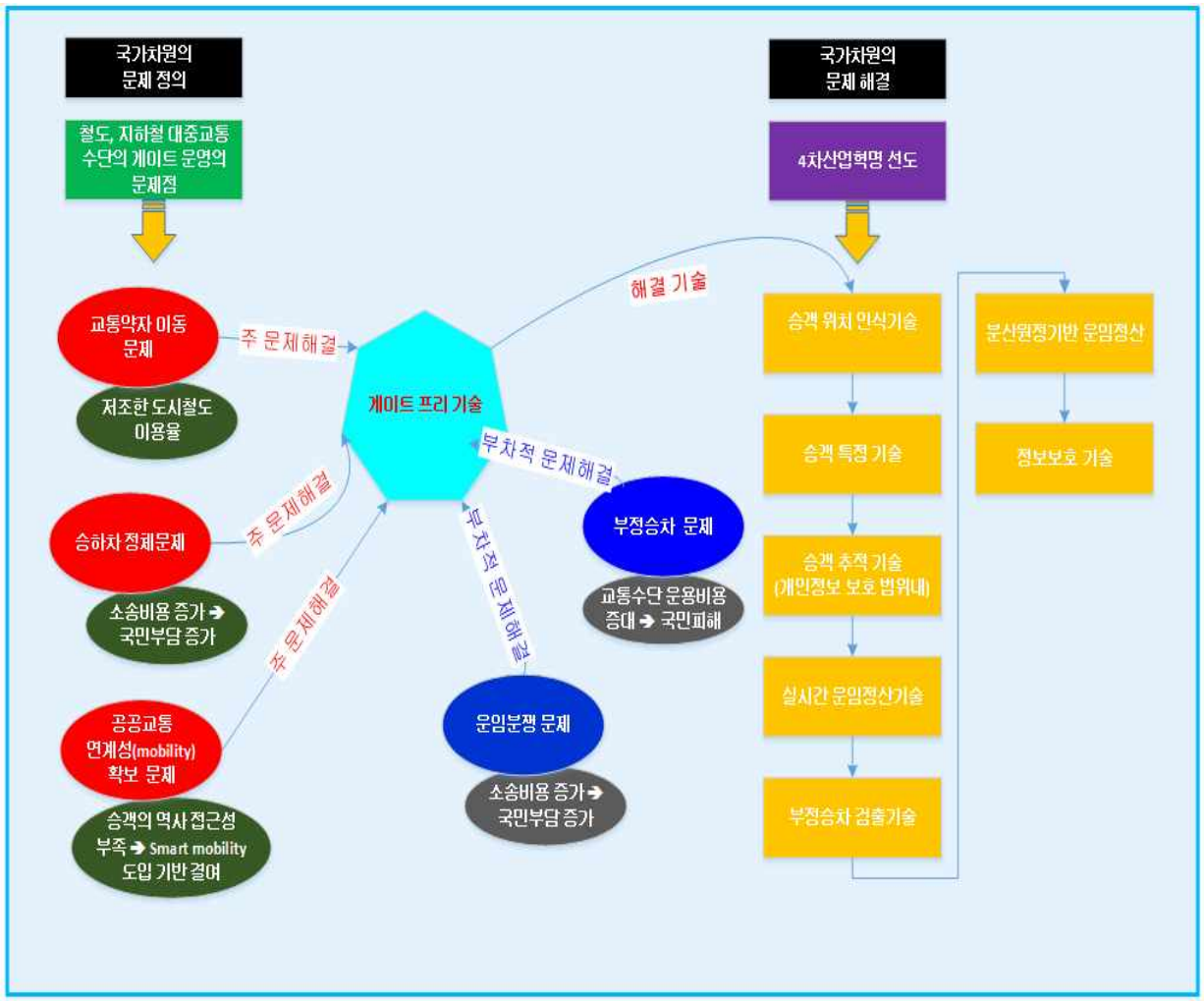


그림 1-1. 기술정의 개념도

2. 기술분류 체계

o 스마트게이트프리에 대한 기술분류체계와 기술의 정의는 다음의 〔표 1〕과 같음

표 1-1. 기술분류체계 및 기술정의(1)

구분	요소기술	기술 정의	비고
승객 상황 인식기술	▪ 승객 위치 인식기술	▪ 멀티모달 IoT 장비를 활용하여 비접촉방식으로 승객의 현재 위치를 인식하고 궤적을 트래킹하는 기술 - 멀티모달 IoT 장비 : BLE, Wi-Fi, UWB radar, CCTV, RFID 리더, 지자기센서, 가속도센서, 자이로센서 등	
	▪ 승객 탑승여부 인식기술	▪ 멀티모달 IoT 장비를 활용하여 승객의 열차(차량) 승.하차 여부를 인식하는 기술	
승객 특정기술	▪ 승객 정보인식 기술	▪ 스마폰의 응용앱(예: 열차 승차 앱)을 사용하는 승객을 인식하여 개인정보를 획득하는 기술	
	▪ 교통약자 인식 기술	▪ 교통약자가 소지하는 표식장치(스마트폰 앱, RF 태그장치 등)를 인식하여 교통약자에게 교통편의를 제공하는 메시지 생성기술	
승객 추적기술	▪ 승객 위치 추적기술	▪ 승객의 이동경로에 대한 정보를 역사(station) 단위로 지속적으로 획득하는 기술	
	▪ 승객 환승정보 획득기술	▪ 승객의 위치추적 기술을 기반으로 승객의 환승정보를 획득하는 기술	
실시간 운임 정산기술	▪ 비접촉식 운임정산기술	▪ NFC(Near Fileld Communication)의 통달거리(20 cm) 보다 원거리에서 비접촉식으로 승객의 운임을 정산하는 기술 ▪ 역사내의 물리적 게이트장치에 승객의 보행에 지장을 주는 장치 설치없이 승객의 운임을 정산하는 기술	
	실시간 운임정산 기술	▪ 승객의 최종 탑승정보를 기반	

구분	요소기술	기술 정의	비고
		으로 주어진 시간 이내에 운임을 정산하는 기술 ▪ 승객의 보행속도에 제약을 주지 않고 운임정보를 처리하는 기술	
부정승차 방지기술	▪ 부정승차 방지 기술	▪ 승차표(스마트 앱, 교통카드 등)를 소지하지 않거나, 해당 승차표의 동작을 허용하지 않고 무단으로 교통수단을 이용하는 것을 검출하는 기술 ▪ 정당하지 않은 승차표를 사용하는 것을 검출하는 기술	
승객정보 보호기술	▪ 운임정보 보안 기술	▪ 역사에 설치되는 멀티모달 IoT 장비와 원격에 위치하는 통합운임정산시스템간에 교환되는 운임관련 정보에 대한 암호화 기술	
	▪ 승객 개인정보 보호기술	▪ 멀티모달 IoT 장비에서 승객 위치 인식 및 운임정보 획득 시 개인의 사생활정보를 안전하게 보호하는 기술	
연락운임 분쟁해소기술	▪ 위치기반 연락운임 실시간 정산기술	▪ 환승하는 승객의 연락운임을 승객의 최종 탑승정보를 기반으로 주어진 시간 이내에 정산하는 기술 ▪ 분산원장기술을 적용하여 연계 교통회사들 간에 연락운임분쟁이 없도록 하는 기술	

표 1-2. 기술분류체계 및 기술정의(2)

구분	요소기술	기술 정의	비고
승객 상황 인식기술	▪ 승객 위치 인식기술	▪ 멀티모달 IoT 장비를 활용하여 비접촉방식으로 승객의 현재 위치를 인식하고 궤적을 트래킹하는 기술 - 멀티모달 IoT 장비 : BLE, Wi-Fi, UWB radar, CCTV, RFID 리더, 지자기센서, 가속도센서, 자이로센서 등	
	▪ 승객 탑승여부 인식기술	▪ 멀티모달 IoT 장비를 활용하여 승객의 열차(차량) 승.하차 여부를 인식하는 기술	

구분	요소기술	기술 정의	비고
승객 특정기술	▪ 승객 정보인식 기술	▪ 스마폰의 응용앱(예: 열차 승차 앱)을 사용하는 승객을 인식하여 개인정보를 획득하는 기술	
	▪ 교통약자 인식 기술	▪ 교통약자가 소지하는 표식장치(스마트폰 앱, RF 태그장치 등)를 인식하여 교통약자에게 교통편의를 제공하는 메시지 생성기술	
승객 추적기술	▪ 승객 위치 추적기술	▪ 승객의 이동경로에 대한 정보를 역사(station) 단위로 지속적으로 획득하는 기술	
	▪ 승객 환승정보 획득기술	▪ 승객의 위치추적 기술을 기반으로 승객의 환승정보를 획득하는 기술	
실시간 운임 정산기술	▪ 비접촉식 운임정산기술	▪ NFC(Near Fileld Communication)의 통달거리(20 ㎝) 보다 원거리에서 비접촉식으로 승객의 운임을 정산하는 기술 ▪ 역사내의 물리적 게이트장치에 승객의 보행에 지장을 주는 장치 설치없이 승객의 운임을 정산하는 기술	
	실시간 운임정산 기술	▪ 승객의 최종 탑승정보를 기반으로 주어진 시간 이내에 운임을 정산하는 기술 ▪ 승객의 보행속도에 제약을 주지 않고 운임정보를 처리하는 기술	
부정승차 방지기술	▪ 부정승차 방지 기술	▪ 승차표(스마트 앱, 교통카드 등)를 소지하지 않거나, 해당 승차표의 동작을 허용하지 않고 무단으로 교통수단을 이용하는 것을 검출하는 기술 ▪ 정당하지 않은 승차표를 사용하는 것을 검출하는 기술	
승객정보 보호기술	▪ 운임정보 보안 기술	▪ 역사에 설치되는 멀티모달 IoT 장비와 원격에 위치하는 통합운임정산시스템간에 교환되는 운임관련 정보에 대한 암호화 기술	

구분	요소기술	기술 정의	비고
	▪ 승객 개인정보 보호기술	▪ 멀티모달 IoT 장비에서 승객 위치 인식 및 운임정보 획득 시 개인의 사생활정보를 안전하게 보호하는 기술	
연락운임 분쟁해소기술	▪ 위치기반 연락운임 실시간 정산기술	▪ 환승하는 승객의 연락운임을 승객의 최종 탑승정보를 기반으로 주어진 시간 이내에 정산하는 기술 ▪ 분산원장기술을 적용하여 연계 교통회사들 간에 연락운임분쟁이 없도록 하는 기술	

제2절 기술개발의 배경 및 필요성

1. 연구의 배경

가. 출퇴근 시간대 도시철도 게이트 구간 지체 발생

o 영국의 11개 대도시들은 대중교통 출근자의 행복지수가 80.1점에서 96.6점으로 분포하나, 서울시 대중교통의 양적 성장에도 불구하고 출근자의 대중교통 행복지수는 71.3점에 불과함

* 자료 : 서울시 출근자의 대중교통 행복지수 높이기(서울연구원, 2014)

o 2013년 대중교통 질적에 대한 조사결과, 대중교통 출근자의 주요 관심사는 시간과 혼잡도로 나타남[1)]

- 대중교통수단 선택시 가장 중요한 것(중요도 점수)은 시간이며, 가장 불편한 것(불편점수)은 혼잡으로 나타남

* '짧은 이동시간', '정류장까지의 접근시간' 등 시간 관련 항목은 중요도 점수가 높고, '편의시설' 및 '무선통신환경', '혼잡한 정도' 등의 요소는 상대적으로 덜 중요

* 불편점수는 '혼잡도'가 61.3점으로 가장 높았고, 시간 관련 항목 중 '배차간격'을 제외한 '정류장까지 긴 접근시간', '이동시간이 오래 걸림' 등은 선택이유와 정반대의 최저 불편점수로 나타남



그림 1-2. 출근 시 대중교통수단 선택이유 및 불편점수

o 서울시 교통카드 빅데이터 분석결과, 출근시간대의 지하철 이용객 첨두율은 20.7%, 버스는 19.7%였으며 퇴근시간대에는 지하철19.9%, 버스 16.7%로 출퇴근시간대 지하철 이용객의 첨두율이 40.6%로 가장 높게 나타남

1) 서울시 출근자의 대중교통 행복지수 높이기(서울연구원, 2014)



그림 1-3. 출퇴근시간 대중교통 이용객

* 자료 : 관련기사 “지하철・버스 가장 붐비는 시간은 ”오전 8시 10분“” 2015. 4월 29일자 한국일보

o 지하철 혼잡 지체 증가는 승하차 지연시간 뿐만 아니라 하차 후 일시에 게이트를 빠져나올 경우의 정체시간에서 발생함

o 기존 턴스타일(삼발이형) 게이트는 1985년 처음 도입 돼 노후화 되고, 게이트 분당 통과 인원수도 32명으로 통과 인원 수가 제한되어 출퇴근 첨두시간대에 정체가 발생됨

* 하루 평균 9만명의 외국인 관광객 등이 찾는 4호선 명동역 등의 국내 지하철역은 대형 캐리어를 이용하는 관광객들이 출구 폭이 좁은 턴스타일 게이트를 오가면서 불편을 겪고 있음

o 최근 신형 슬림게이트를 설치해 게이트 폭을 5cm 늘리고, 게이트 분당 통과 인원 수는 구형(32명)에 비해 60명으로 늘려 혼잡도 줄이는 추세에 있으나, NFC 접촉(태그) 방식으로 게이트에서 일시 정지 후 통과하기 때문에 첨두시에 통과인원을 처리하기에는 한계가 있음

* 게이트에서 운임정보 처리 및 디스플레이 소요시간: 1 sec 정도 소요

o 게이트 혼잡에 의한 지체도 분석결과, 서울 2호선 역삼역의 경우, 오전 7시~8시 사이에 운영 중인 하차 게이트중 약 47%의 하차게이트에서 지체가 발생했으며, 거의 모든 평일에 있어서 출퇴근시간대인 오전 8시~9시에 가장 많은 하차게이트에서 지체가 발생함

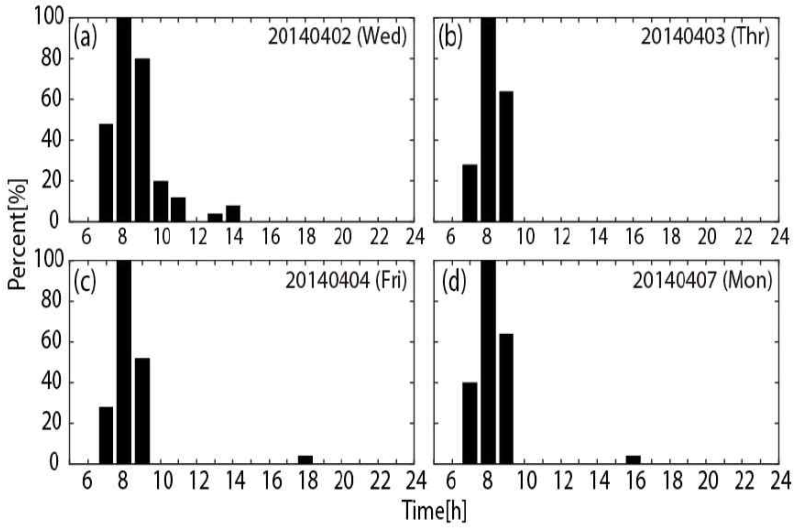


그림 1-4. 시간당 지체도가 발생하는 하차게이트 백분율

* 자료 : 탁정화, 김승범, 이호, “스마트카드 데이터를 활용한 도시철도 게이트 지체도 산정”, 한국도시철도학회논문집 제4권 4호(통권 15호), pp705-717 2016년 12월

o 서울 2호선 역삼역과 강남역을 비교했을 때, 강남역에서 첨두시간(오전 8시부터 9시) 동안 발생한 지체도는 역삼역에 비해 높고(강남역은 역삼역보다 지체의 정도가 2배 이상인 것으로 분석됨) 지체 발생 기간도 역삼역에 비해서 상대적으로 긴 것으로 나타남. 또한 환승역의 특성 상 연속적으로 단시간에 걸쳐 발생하는 지체의 빈도수가 단일역인 역삼역에 비해서 많은 것으로 나타남

o 출퇴근 시간대 지하철 하차시 게이트 구간에서 지체가 발생함에 따라 지하철 혼잡 및 이동에 불편을 겪음

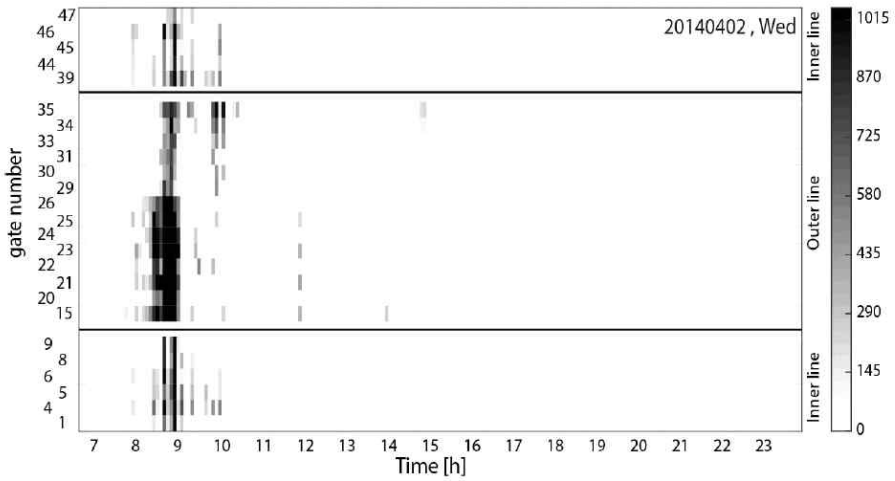


그림 1-5. 역삼역 게이트 지체도 시공간 분포 분석결과

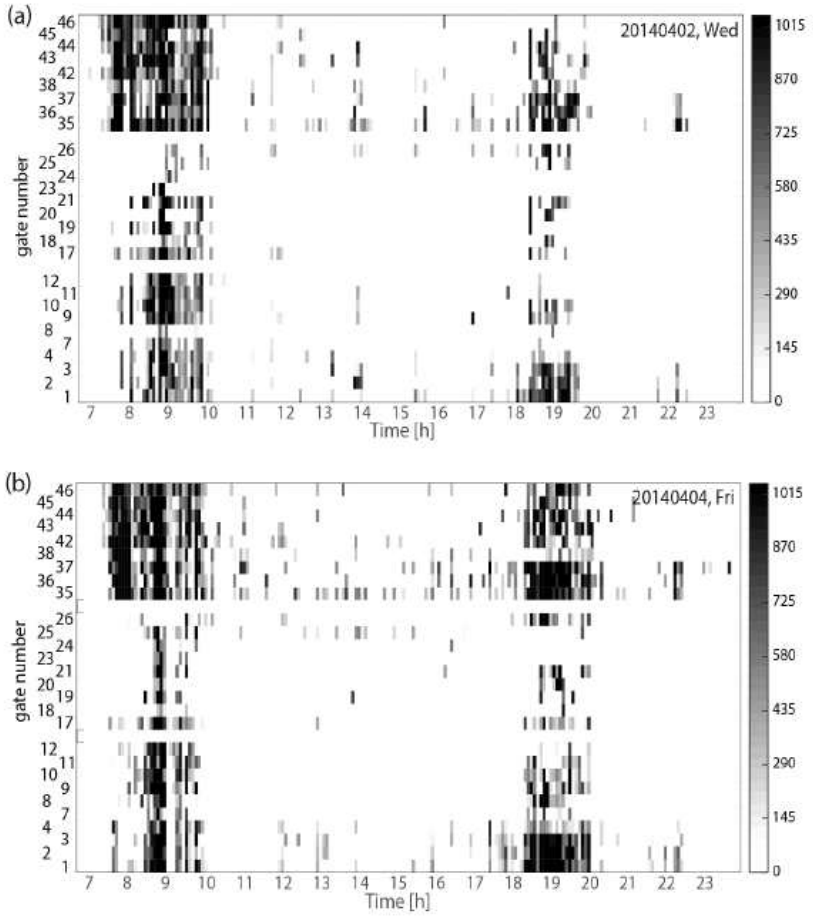


그림 1-6. 강남역 게이트 지체도 시공간 분포 분석결과

나. 교통약자의 지하철 게이트 이동 불편

o 국토교통부가 발표한 '2016년 교통약자 이동편의 실태 조사(전수조사)' 결과에 따르면, 2015년 말 기준으로 우리나라의 교통약자 수는 인구 4명 중 1명 이상으로 전체인구의 약 25.7%인 1,323만명 수준으로 2014년에 비해 약 18만명 증가함

표 1-3. 교통약자 유형별 증가 추세

구분	2014년(명)	2015년(명)	전년대비 증가율(%)
계	13,048,222	13,228,203	1.4
장애인	1,500,806	1,412,994	-5.9
고령자	6,520,607	6,775,101	3.9
임산부	435,435	438,420	0.7
어린이	2,297,070	2,334,907	1.6
영유아동반자	2,294,304	2,266,781	-1.2

o 특히, 교통약자 중 고령자(65세 이상)는 678만명으로 가장 높은 점유율(51.2%)을 차지하였으며, 고령자 수는 '10년 대비 약 4.4% 증가

* 고령자 51.2%, 어린이 17.7%, 영유아 동반자 17.1%, 장애인 10.7%, 임산부 3.3%

* 교통약자 : 장애인, 고령자, 임산부, 영유아를 동반한 자, 어린이 등 생활을 영위함에 있어 이동에 불편을 느끼는 자(교통약자법 제2조)

표 1-4. 2015년 전국 교통약자 현황

(단위 : 명, %)

구분	총 인구	교통약자					
		소계	장애인	고령자	임산부	어린이	영유아 동반자
인구	51,529,338	13,228,203	1,412,994	6,775,101	438,420	2,334,907	2,266,781
인구대비	100.0	25.7	2.7	13.1	0.9	4.5	4.4
교통약자	-	100.0	10.7	51.2	3.3	17.7	17

o 제3차 교통약자 이동편의증진계획('17~'21)에 따르면 교통약자의 수는 '17년 전체 인구의 26.8%인 1,367만명에서 '21년 전체 인구의 약 29.0%인 1,497만명으로 연평균 2.3% 증가 전망

* 교통약자 이동편의 증진계획: 2007년부터 국토교통부에서 5개년 단위로 추진

o 동 자료에 따르면 향후, 교통약자의 지속적인 증가가 예상되며, '26년 전체 33.2%인 1,729만명으로 증가할 것으로 전망

표 1-5. 제3차 증진계획 기간 중 전국 유형별 교통약자 추계인구

(단위 : 명, %)

구분		인구	교통약자					
			소계	장애인	고령자	임산부	어린이	영유아 동반자
2017	인구	50,976,519	13,670,196	1,505,787	7,156,170	432,819	2,308,235	2,267,185
	구성비	100.0%	26.8%	3.0%	14.0%	0.8%	4.5%	4.4%
2018	인구	51,140,690	13,913,121	1,505,641	7,437,375	429,004	2,276,134	2,264,967
	구성비	100.0%	27.2%	2.9%	14.5%	0.8%	4.5%	4.4%
2019	인구	51,293,706	14,230,917	1,505,495	7,760,744	425,222	2,277,541	2,261,915
	구성비	100.0%	27.7%	2.9%	15.1%	0.8%	4.4%	4.4%
2020	인구	51,435,495	14,602,305	1,505,349	8,132,783	421,474	2,283,561	2,259,138
	구성비	100.0%	28.4%	2.9%	15.8%	0.8%	4.4%	4.4%
2021	인구	51,566,389	14,968,999	1,505,198	8,537,304	417,765	2,254,207	2,254,525
	구성비	100.0%	29.0%	2.9%	16.6%	0.8%	4.4%	4.4%
증가율		0.3	2.3	-0.01	4.5	-0.9	-0.6	-0.1

* 자료 : 통계청 ,「장애인구추계」, 2016

표 1-6. 제4차 증진계획 기간 중 전국 유형별 교통약자 추계인구

(단위 : 명, %)

구분		인구	교통약자					
			소계	장애인	고령자	임산부	어린이	영유아 동반자
2022	인구	51,685,514	15,388,507	1,505,048	8,967,669	414,089	2,253,561	2,248,140
	구성비	100.0%	29.8%	2.9%	17.4%	0.8%	4.4%	4.3%
2023	인구	51,791,168	15,830,287	1,504,897	9,420,949	410,445	2,251,144	2,242,852
	구성비	100.0%	30.6%	2.9%	18.2%	0.8%	4.3%	4.3%
2024	인구	51,887,579	16,297,702	1,504,747	9,899,743	406,833	2,247,902	2,238,477
	구성비	100.0%	31.4%	2.9%	19.1%	0.8%	4.3%	4.3%
2025	인구	51,972,363	16,789,493	1,504,596	10,402,431	403,253	2,244,944	2,234,269
	구성비	100.0%	32.3%	2.9%	20.0%	0.8%	4.3%	4.3%
2026	인구	52,042,140	17,286,982	1,504,446	10,917,695	399,704	2,240,172	2,224,965
	구성비	100.0%	33.2%	2.9%	21.0%	0.8%	4.3%	4.3%
증가율		0.2	3.0	0.01	5.0	0.9	0.2	0.3

* 자료 : 통계청 ,「장애인구추계」, 2016

o 교통약자 가운데 장애인의 경우, 우리나라「장애인복지법」에서는 '신체적 정신적 장애로 인하여 장기간에 걸쳐 일상생활 또는 사회생활에 상당한 제약을 받는 자'로 정의하고 있으며, 지체, 뇌병변, 시각, 청각, 언어, 지적, 정신, 자폐성, 신장, 심장, 호흡기, 간, 안면, 장루·요루, 간질의 15가지 장애 유형이 있음

표 1-7. 장애유형

장애유형	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	지체	시각	청각	언어	지적	뇌병변	자폐성	정신	신장	심장	호흡기	간	안면	장루·요루	뇌전증

o 2016년 등록장애인은 2,511천명으로 전체 인구 대비 4.9%이며, 이 가운데 수족마비 증상을 갖는 지체장애인은 1,267천명, 시각장애인은 252천명으로 등록장애인의 60.5%로 가장 높은 비율을 차지함

표 1-8. 2016년 장애인 수 현황

장애유형	계	남자	여자
계	2,511,051	1,457,588	1,053,463
지체	1,267,174	732,667	534,507
시각	252,794	150,752	102,042
청각	271,843	147,749	124,094
언어	19,409	13,900	5,509
지적	195,283	117,725	77,558
뇌병변	250,456	143,359	107,097
자폐성	22,853	19,419	3,434
정신	100,069	51,838	48,231
신장	78,750	45,769	32,981
심장	5,507	3,450	2,057
호흡기	11,831	8,822	3,009
간	11,042	7,938	3,104
안면	2,680	1,549	1,131
장루·요루	14,404	8,876	5,528
뇌전증	6,956	3,775	3,181

표 1-9. 연도별 장애인 비중 현황

구 분		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
인구(명, %)	장애인구	2,517,312	2,519,241	2,511,159	2,501,112	2,494,460	2,490,406	2,511,051
	전체인구	50,515,666	50,734,284	50,948,272	51,141,463	51,327,916	51,529,338	51,696,216
	장애인구비중	5.0	5.0	4.9	4.9	4.9	4.8	4.9
증가율(%)	장애인구	3.6	0.1	-0.3	-0.4	-0.3	-0.2	0.8
	전체인구	1.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3
장애유형비중(%)	지체	53.1	52.9	52.7	52.3	51.9	51.5	50.5
	시각 9.9	10.0	10.1	10.1	10.1		10.2	10.1
	청각/언어	11.0	11.1	11.0	10.9	10.9	10.8	11.6
	지적	6.4	6.6	6.9	7.2	7.4	7.6	7.8
	뇌병변	10.4	10.3	10.3	10.1	10.1	10.1	10.0
	자폐성	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9
	정신	3.8	3.8	3.8	3.8	3.9	4.0	4.0
	신장	2.3	2.4	2.5	2.7	2.8	3.0	3.1
	심장	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2
	호흡기	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5
	간	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4
	안면 0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	장루 · 요루	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6
	뇌전증	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

o 2016년 교통약자 이동편의 실태 조사 결과, 교통약자의 외출 빈도는 일반인에 비해 낮음

- 외출빈도(주 3회 이상) 항목을 수치로 보면 일반인 89%, 장애인 78%, 임산부/고령자 79%의 빈도를 보임
- 특히, 교통약자의 도시철도(지하철) 이용률은 타 교통수단에 비해 매우 낮은 것으로 나타남
- 교통약자가 외출시 주로 이용하는 교통수단은 도보, 버스, 승용차, 지하철, 철도 순으로 나타남

표 1-10. 주로 이용하는 교통수단(단위%)

구분		사례수	점유율(%)									
			도보	휠체어	자가용	버스	지하철	철도	택시	특별교통수단	무료셔틀	기타
전 체		9,020	26.2	2.7	16.5	26.3	14.2	2.0	6.5	3.1	1.4	1.1
교통약자별	장애인	2,021	23.0	8.7	13.7	19.1	12.0	2.3	4.5	12.3	2.8	2.1
	지체	681	23.6	16.6	16.6	18.1	10.3	0.4	3.4	7.0	3.1	0.9
	시각	671	20.3	1.5	8.9	15.5	11.2	3.0	5.7	25.5	3.6	4.8
	청각	466	24.9	1.5	20.2	24.9	14.8	4.1	4.7	2.8	1.5	0.6
	복합	203	25.1	17.2	4.9	21.2	13.8	2.0	3.9	8.4	2.5	1.0
	임산부	693	22.9	0.1	23.1	27.6	11.4	1.6	12.8	0.1	0.4	0.0
	고령자	2,669	31.4	1.1	13.6	27.9	14.2	1.7	7.1	0.2	1.6	1.2
	소계	5,383	27.2	3.6	14.8	4.6	13.0	1.9	6.9	4.7	1.9	1.4
일반인		3,467	24.7	1.3	19.0	29.0	16.0	2.0	5.9	0.7	0.7	0.7

<참고> 2개 이하 복수응답

o 2016년 국토부에서 교통약자 이동편의 실태를 조사한 결과, '16년 10월말 현재 이동편의 시설의 기준 적합 설치율은 평균 72.5%이며, 교통수단 77.4%, 여객시설 67.8%, 보행환경 72.2%* 로 미흡한 실정임

* 주 1 : 한국교통연구원,「2016년 교통약자 이동편의 실태조사 연구」(2016)

** 주 2 : 조사대상은 교통수단, 여객시설, 도로 등 이동편의시설을 설치해야 하는 시설 (교통약자법 시행령 별표1)

표 1-11. 교통약자 이동편의시설 설치 및 관리실태

구분	기준적합*	기준미적합**	미설치
교통수단	77.4%	7.0%	15.6%
여객시설	67.8%	8.9%	23.3%
보행환경	72.2%	12.3%	15.5%
평균	72.5%	9.4%	18.1%

주 1 : 기준적합*은 교통약자이동편의증진법 시행규칙의 기준에 맞게 설치된 경우

주 2 : 기준미적합**은 법적기준에 맞지 않게 설치되어 있거나, 유지관리 상태가 불량한 경우

주 3 : 미설치***는 설치되어 있지 않은 경우

o 이동편의시설 전체 기준 적합 설치율 72.5%이나 도시철도역사의 기준적합률은 83.6%으로 타 여객시설에 비해 높은 편임

o 일반인과 교통약자 총 5,123명을 대상으로 한 이동편의 시설의 만족도는 100점 만점 기준 평균 63점이며, 교통수단 66점, 여객시설 64점, 보행환경 60점으로 전반적으로 미흡한 실정임

o 이동편의시설 기준적합률이 높더라도 만족도 수준은 전반적으로 낮게 나타나 설치기준 적합률과 만족도 수준에 상당한 차이를 보임

o 특히, 일반인과 교통약자의 이동편의시설 이용 시 만족도 조사결과에서 일반인에 비해 교통약자의 실질적 이용 만족도는 매우 낮은 것으로 나타남

* 일반인은 교통약자에 비해 만족도 점수 9~10점 높게 조사되어 교통약자의 실질적 이용 만족도는 낮은 것으로 나타남

** 전체 만족도 조사대상은 교통약자(3,079부)와 일반인(2,044부)을 6:4로 조사(한국교통연구원,「2016년 교통약자 이동편의 실태조사 연구」(2016)

표 1-12. 이동편의시설 기준 적합 설치율 및 만족도(17개 시도)

구분		2016년(전국)	
		기준적합률(%)	만족도(%)
교통수단	버스	85.3	66
	도시철도 및 광역전철차량	91.7	68
	철도	93.8	66
	항곡기	98.7	70
	여객선	17.6	62
	평균	77.4	66
여객시설	여객자동차터미널	54.4	60
	버스정류장	39.4	60
	도시철도 및 광역전철 역사	83.6	68
	철도역사	81.0	66
	공항터미널	80.9	68
	여객선터미널	67.6	60
	평균	67.8	64
보행환경		72.2	60
평균		72.5	63

o 일반인과 교통약자의 이동편의시설에 대한 '11년과 '16년 만족도 현황을 비교 분석한 결과,'16년 만족도는 '11년 대비 평균 2점 상승

표 1-13. 교통약자 이동편의시설 만족도 점수

구분			2011(①)	2016년(②)	비고(②-①)
교통수단	버스	일반버스	56점	58점	▲2점
		저상버스	62점	65점	▲3점
	도시철도 및 광역전철차량		64점	65점	▲1점
	철도		61점	63점	▲2점
	항곡기		65점	67점	▲2점
	여객선		58점	60점	▲2점
	평균		61점	63점	▲2점
여객시설	여객자동차터미널		54점	56점	▲2점
	버스정류장		57점	58점	▲1점
	도시철도 및 광역전철 역사		61점	62점	▲1점
	철도역사		63점	63점	-
	공항터미널		64점	65점	▲1점
	여객선터미널		57점	57점	-
	평균		59점	60점	▲1점
보행환경			54점	56점	▲2점
평균			58점	60점	▲2점

* 자료: 제3차 교통약자 이동편의 증진계획(2017-2021) 국토교통부(2016.12.)

o 조사결과, 이동편의시설에 대한 만족도는 일반인, 비장애인*, 장애인 순으로 장애인의 만족도가 가장 낮은 것으로 나타남

* 주 : 비장애인은 교통약자 중 고령자와 임산부

o 교통약자의 외출 시 주로 이용하는 교통수단은 일반인(버스, 도보, 승용차 순)과 차이를 보였는데, 교통약자는 도보, 버스, 도시철도 순으로 도시철도 이용율이 저조함

o 교통약자의 외출빈도가 낮고 도보 수단의 비율이 가장 높은 것은 교통수단에 의한 이동 편의성이 낮기 때문임

* 휠체어 장애인들의 외출 시 불편한 사항은 '턱 및 계단'(약40.8%), '고르지 못한 도로·노면'(약30.7%). '대중교통 이용'(약16.2%) 등의 순으로 나타남

* 외출시 불편한 이유는 "장애인 관련 편의시설이 부족해서"가 54.9%, "외출시 동반자가 없어서"가 31.9% 차지

* 장애인들의 교통수단 이용시 어려운 이유로는 "버스 택시가 불편해서"가 61.1%, "엘리베이터 등 편의시설이 부족해서"가 14.2%로 나타남

* 휠체어 장애인들의 외출 시 불편한 사항은 '턱 및 계단'(약40.8%), '고르지 못한 도로·노면'(약30.7%). '대중교통 이용'(약16.2%) 등의 순으로 나타남

※ 자료 : 이동불편 교통체계 개선기술 개발기획 최종보고서, 국토교통과학기술진흥원, 2014.9

표 1-14. 교통약자가 주로 이용하는 교통수단(단위 %)

구분			사례수	점유율(%)									
				도보	휠체어	자가용	버스	지하철	철도	택시	특별교통수단	무료셔틀	기타
전체			9,020	26.2	2.7	16.5	26.3	14.2	2.0	6.5	3.1	1.4	1.1
교통약자	장애인		2,021	23.0	8.2	13.7	19.1	12.0	2.3	4.5	12.3	2.8	2.1
		지체장애인	681	23.6	16.6	16.6	18.1	10.3	0.4	3.4	7.0	3.1	0.9
		시각장애인	671	20.3	1.5	8.9	15.5	11.2	3.0	5.7	25.5	3.6	4.8
		청각장애인	466	24.9	1.5	20.2	24.9	14.8	4.1	4.7	2.8	1.5	0.6
		복합장애인	203	25.1	17.2	4.9	21.2	13.8	2.0	3.9	8.4	2.5	1.0
	임산부		693	22.9	0.1	23.1	27.6	11.4	1.6	12.8	0.1	0.4	0.0
	고령자		2,669	31.4	1.1	13.6	27.9	14.2	1.7	7.1	0.2	1.6	1.2
	소계		5,383	27.2	3.6	14.8	24.6	13.0	1.9	6.9	4.7	1.9	1.4
일반인			3,637	24.7	1.3	19.0	29.0	16.0	2.0	5.9	0.7	0.7	0.7

* 자료: 2016년 교통약자 이동편의 실태조사 결과(2016년), 국토부

o 이와 같이, 교통약자가 교통수단 이용에 가장 큰 불편을 느끼는 것은 이동 흐름을 방해하는 장애물(Barrier)에 의한 것으로, 교통수단 이용률 저조의 주된 원인이 되고 있음

o 특히 휠체어를 이용하는 수족마비 장애인이나 시각장애인 뿐만 아니라 부피가 크고 무거운 짐을 든 일반인 등 교통약자에게 지하철 게이트는 이동흐름을 방해하는 장애물(Barrier)로서 지하철 교통수단을 이용하는데 불편함을 끼치는 요인이 되고 있음

다. 도시철도 게이트 구간 안전사고 발생 우려

o 코레일 광역철도 구간과 서울교통공사 1~4호선(구 서울메트로) 중 턴스타일(바형) 게이트는 전체 37.3%를 차지함. 특히, 턴스타일(바형) 게이트는 출퇴근 혼잡이나 부정승차 등으로 넘어짐이나 끼임 사고 발생 가능성이 상존하고 있으며, 정전사고 발생시 게이트 갇힘 사고로 대규모 인명피해가 우려됨

표 1-15. 수도권 전철 게이트(개집표기) 설치 유형 및 현황

게이트유형	코레일(광역철도)	서울(1~4호선)	서울(5~8호선)	계
턴스타일	1,267	2,572	-	3,839
슬림게이트(플랩형)	2,829	631	2,640	6,100
스피드게이트	7	343	-	350
계	4,103	3,546	2,640	10,289

* 자료 : 코레일, 서울교통공사, 2018년 5월 16일 기준

◈ 출퇴근시간대 지하철 환승게이트가 많은 역에서 빨리 환승을 찍고 나가려고 몰려드는 사람들 때문에 넘어짐 등 각종 사고가 발생

* 사례) 이사를 하고 새로운 마음으로 출근하던 회사원 박모씨는 회사가 아닌 치과로 가야만 했음. 출근시간대 사람들로 붐비는 잠실역에서 처음 지하철을 타게 됨. 평소 방향감각이 떨어진 박모씨는 교대방향 개찰구로 들어가야하나 성수방향으로 잘못 들어감. 급한 마음에 개찰구를 넘다가 발이 회전봉에 걸리면서 앞니가 부러지는 사고를 당함

* 자료 : 관련기사 “지하철 개찰구 뛰어넘지 마세요” 2012.06.18.일자, Daily

◈ 2018년 1월 25일 오전, 서울 지하철 2호선 신림역과 선릉역 구간에서 원인을 알 수 없는 단전사고가 발생해 열차운행이 중단되고, 강남역 지하철 게이트가 고장나서 출근길 시민들이 갇히게 되어 큰 불편을 겪음

* 자료 : 관련기사 “ 지하철 2호선 ‘또’단전사고, 승객들”출근길 강남역 지하철 먹통...게이트 고장나서 안에 갇혔다“ (2018년 1월 25일자 일요신문)

◈ 2017년 2월 14일, 오후 3시 44분쯤 도시철도 1호선 6개 역사(신평~대티)에서 일시 정전사고 발생

- 이 사고로 지하 역사 내부 불이 1분여 동안 모두 꺼졌으며, 개찰구도 작동하지 않아 시민들이 큰 불편을 겪음
- 더욱이, 정전당시 사고원인 조차 파악하지 못한 상태에서 정전과 관련된 별다른 안내를 하지 않아 시민들의 민원이 폭주함

* 자료 : 관련기사 " 부산도시철도 다대선 변전소 기계 오류로 역사 내 정전 소동, 부산교통공사, 지하철 '정전사고'비상점검으로 '거짓해명' (2017.02.15.일자 프레시안)

o 2016년 코레일 광역전철 안전사고는 출퇴근시간대에 발생하는 사고가 대부분으로 전체 사고의 56.4%가 집중됨

* 2016년 코레일 광역전철 전체 사고 발생건수 중에 안전사고 발생비율은 출근시간대(오전 6시~10시)는 24.1%, 퇴근시간대(오후 16시~20시) 32.3%을 차지함

표 1-16. 수도권 전철 시간대별 안전사고 발생 건수

시간대(시)	0	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	계
건수(건)	25	2	13	22	56	124	97	92	93	84	104	83	102	125	115	115	100	70	78	68	55	1,623
비율(%)	1.5	0.1	0.8	1.4	3.5	7.6	6.0	5.7	5.7	5.2	6.4	5.1	6.3	7.7	7.1	7.1	6.2	4.3	4.8	4.2	3.4	100
				24.1										32.3								

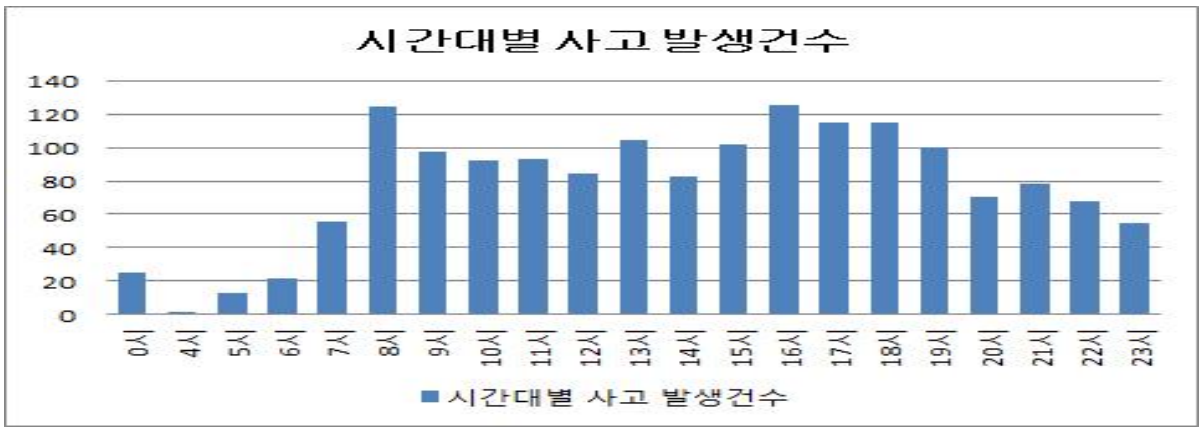


그림 1-7. 수도권 전철 시간대별 사고발생 건수(2016년)

* 자료 : 코레일 광역철도본부

o 출퇴근 첨두시간대에서 역사내 승객들이 일시에 게이트 밖으로 빠져나올 경우 넘어짐·끼임 등의 안전사고 발생이 우려됨

o 2017년 수도권 광역철도 사고유형을 분석한 결과, 역사내 넘어짐·끼임 사고가 1,544건으로 전체의 81%를 차지함

o 최근 5년간 사고유형별 발생현황에서도 역사내 넘어짐·끼임 사고가 평균 1,356건으로 전체의 79%로 가장 높은 비율을 차지함

- 역사 내 넘어짐·끼임 사고는 출퇴근 지하철 혼잡으로 인해 발생하는 대표적인 사고 유형임

표 1-17. 수도권 광역철도 사고유형별 발생 현황(최근 5년간)

구분	**넘어짐**	**끼임**	개인 질병	다른 고객	뛰어듬	급정차	부딪힘	선로 통행	시설 하자	추락	홈빠짐	기타 /미상	계
2013	908	342	43	42	15	1	63	6	9	57	17	70	1,573
2014	975	388	46	66	14	0	106	6	21	72	8	60	1,762
2015	1,039	229	33	23	15	0	120	0	0	46	6	88	1,599
2016	1,017	340	11	44	10	0	210	2	0	26	5	80	1,745
2017	1,247	297	70	4	21	8	117	1	33	45	29	25	1,897
평균	**1,037**	**319**	**40**	**35**	**15**	**1**	**123**	**3**	**12**	**49**	**13**	**64**	**1,715**

라. 지하철 등 역사 접근성 제고를 위한 연계 교통 확대 인프라 구축 추진

o 국토부에서는 '19년 핵심정책 과제로 "철도역사 접근성 제고를 위한 연계 교통 확대"를 선정하여 ① 공공형 택시, ② 카셰어링 ③ 기존 교통수단 연계강화를 추진 중임

* 국토부 장관 보고 사항('18.12.24.)

o 카셰어링(Car sharing)으로 대표되는 차량공유서비스는 택시, 렌터카 등 허가받은 법인/개인만이 교통수단을 제공하였던 기존의 교통서비스에 일반인이 참여하도록 했고, 사용시간이나 장소 등을 유연하게 제공함으로써 기존 교통수단에 비해 상대적으로 저렴한 요금과 높은 편의성을 장점으로 미래교통수단의 한 축으로 자리잡고 있음

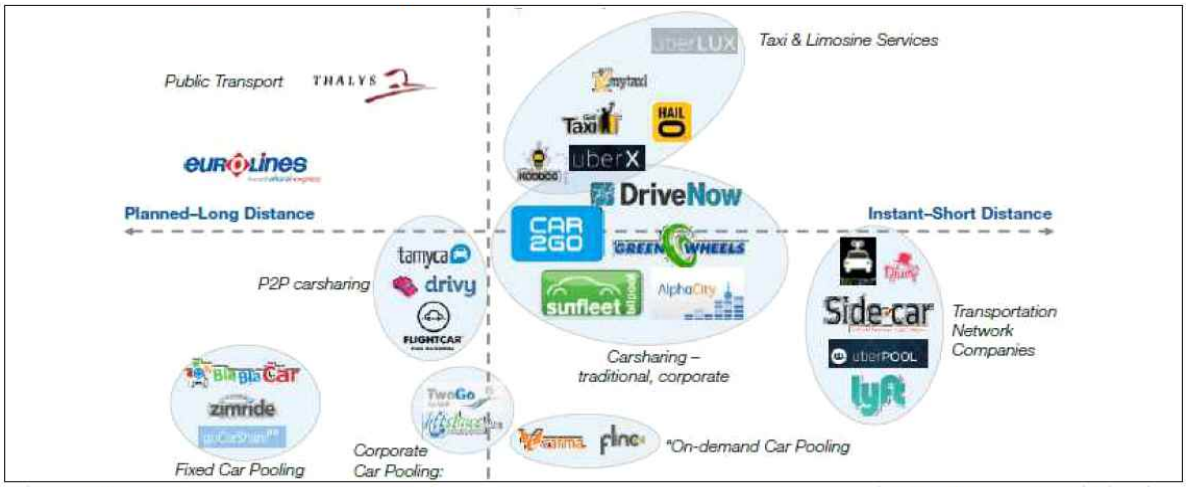


그림 1-8. 유형별 차량공유 서비스

* 자료 : World Economic Forum(2016.1), "A Field Guide to the Future of Mobility" p.12에서 인용

o 차량공유의 비즈니스모델은 우버(Uber)와 리프트(Lyft) 등으로 대표되는 라이드 헤일링(Ride-hailing)와 집카(ZipCar), 스트릿카(StreetCar) 등의 카셰어링(Car-sharing)서비스를 기본으로 하며, 이후 라이드 셰어링, P2P(Peer-to-Peer) 카셰어링 등 다양한 방식으로 진화하며 시장을 확대하고 있음

o 관련 업체는 차량의 소유나 운전의 주체에 따라서 각자의 사업모델을 구축하고 있으며, 이는 소비자들의 차량을 이용하는 행태가 다양하다는 것을 반증함

표 1-18. 차량공유 비즈니스 모델의 종류

프로젝트명	차량소유	차량운전	서비스
라이드헤일링 (Ride-hailing)	개인/법인	차량소유자	각종택시, UberX, UberBlack, Lyft, GrabTaxi, 카카오택시/블랙 등
라이드셰어링 (Ride-sharing)	개인/법인	차량소유자	UberPool, LyftLine, GrabShare, 풀러스, 럭시 등
카셰어링 (카클럽)	법인	사용자	ZipCar, Car2Go, DriveNow, Maven, 쏘카, 그린카 등
P2P 카셰어링	개인	사용자	Turo, Getaround 등

o 차량공유의 효과는 교통량 감소와 화석연료 절약, 이산화탄소 및 미세먼지 발생 감소로 나타남

o Uber의 발표에 따르면, 샌프란시스코 지역에서 카풀링서비스(UberPool)를 시행한 한 달 동안 67만 마일(약 107만㎞)의 교통량을 감소시켰으며[2], 7개월만에 3.12억마일(약 5억㎞)을 절약[3]

o 이와 같은 차량공유의 긍정적인 효과는 차량공유 시장을 폭발적으로 성장시키는 요인이 되고 있음

o 버클리 대학 지속가능교통 연구센터의 발표에 따르면 2014년 전세계 차량공유 이용자와 이에 사용되는 차량은 484만명, 10만4천대로, 이는 2006년에 비해 각각 14배, 9배 성장한 수치임[4]

o BCG는 2021년까지 전 세계 운전면허 소지자 153백만명 중 약 22%에 해당하는 3,500만명이 차량공유 서비스에 가입할 것이며, 이들로 인해 발생하는 매출이 매년 47억 유로에 달할 것으로 예측함[5]

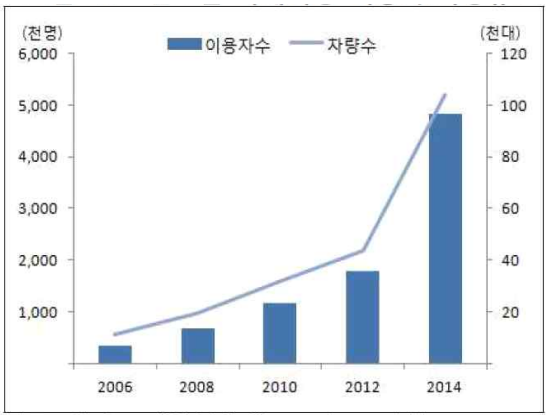


그림 1-9. 연도별 카셰어링 이용자/차량규모
* 자료 : Shaheen(2016.10), "Innovative mobility car sharing outlook" 재구성

표 1-19. 2021년 카셰어링 관련 전망

구분	운전면허 소지자 [백만명]	카셰어링 가입자 [백만명]	카셰어링 매출 [십억유로]
세계	153	35	4.7
유럽	46	14	2.1
북미	31	6	1.5
아태지역	75	15	1.1

* 자료 : BCG(2016.2), "What's ahead for car sharing?" 재구성

2) 실제 카풀을 사용한 사용자들이 자가용을 운전하여 동일 목적지로 주행했을 때 발생한 교통량을 '절약'으로 표현함
3) 이를 50mpg의 연비로 환산시 절약한 가솔린은 약 620만 갤런이며, 5만5천톤의 탄소배출을 감소시킨 것과 같음
4) Susan Shaheen, Adam Cohen(2016.10.), "Innovative mobility carsharing outlook", CARSHARING MARKET OVERVIEW, ANALYSIS, AND TRENDS Winter 2016.
5) BCG, "What's ahead for car sharing?", 2016.2.

o 교통분야에서의 공유경제는 차량을 통해서만 실현되는 것은 아니다. 이륜차(자전거, 오토바이)와 스마트 모빌리티(전기자전거, 전동 킥보드 등)와 같이 차량외의 다양한 교통수단이 공유형태로 운영되고 있으며, 이들 시장은 더욱 확대될 것으로 전망되고 있음[6]

o 특히 배터리와 모터 등의 전동화 기술이 지속적으로 발달됨에 따라 스마트모빌리티의 최대이동범위는 대도심을 가로지를 수 있는 수준(약 30㎞)까지 증가되었으며, 이를 통해 레저/취미 용도 외에도 출퇴근용도로 활용이 가능하게 됨[7]

표 1-20. 지역별 자전거공유 서비스 현황

(단위 : 개)

구분	국가	서비스
북미	3	103
남미	5	29
유럽	31	471
중동	4	7
아시아	10	396

* 자료 : Roland Berger(2016.6), “Bike Sharing 4.0”

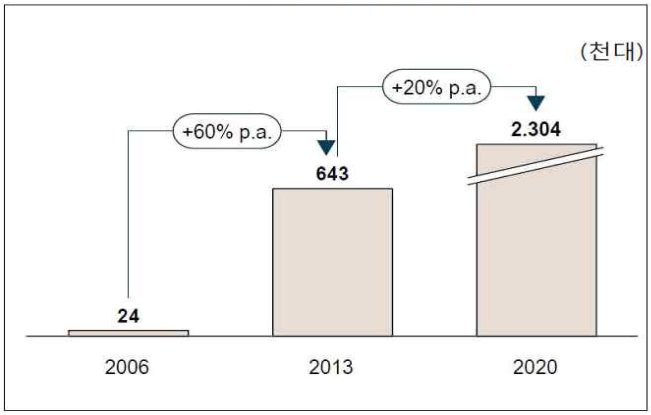


그림 1-10. 자전거 공유 시장 전망

* 자료 : Roland Berger(2016.6), “Bike Sharing 4.0” p.10에서 인용

o 주목해야 할 점은 사용자들의 이동양상이 다수의 교통수단을 적절하게 조합한 형태인 복합이동(Multimodal Mobility)[8]으로 진행되고 있음

o 교통자원 측면에서 자동차는 분명히 많은 점유율을 차지하고 있으나, 절대적인 교통수단이 될 수는 없음

o 따라서 사용자들은 ‘다양한 보유자원의 효율적 사용’을 목표로 목적지까지의 이동전략을 수립하고 있으며, 최근에는 스마트폰을 활용한 경로계획 서비스의 발달로 인해 ‘보유자원’에 대한 정보가 보편화됨으로써 적은 노력으로도 개개인의 중요도(시간, 비용 등)에 따른 최적경로 및 교통수단조합 도출 등 고도화된 전략 수립이 가능해짐

o 이를 통해 사용자는 복합이동의 효율을 높여 이동의 흐름이 끊기거나 지체되지 않도록(Seamless Mobility)하고 있으며, 개개인의 여건과 취향에 맞도록 개인화된 이동방식(Personalized transport)을 취하고 있음

o 정체해소 측면에서도 복합이동은 긍정적인 효과를 보인다. 현재 지역별로 처해 있는 교통환경은 인구비중, 경제규모 등에 따라 매우 다른 양상을 보이고 있기 때문에 카셰

6) 2004년 11개 도시에서만 운영되던 자전거 공유 서비스는 현재 50개국 1,000여개로 늘어남
7) 현재 스마트 모빌리티에 대한 각국의 법규제가 상이하여 교통수단으로 인정여부가 다름
8) 도보, 자전거, 자동차, 대중교통 등 다양한 모드(Mode)의 이동방식이 복합적으로 사용되는 교통행태

어링과 같은 단일 교통수단이나 서비스만이 교통문제 해소의 해답이 되는 것은 불가능함

o 특히 캘리포니아와 같이 자동차의 수단분담률[9]이 높은 지역에서는 카셰어링 서비스만으로도 의미있는 수준의 정체 감소 효과를 거둘 수 있겠으나, 뉴욕이나 워싱턴 또는 유럽권 대도시와 같이 대중교통의 수단분담률이 높은 지역에서도 동일한 효과를 기대하기는 어려움

o 또한 런던이나 베를린 등 유럽주요도시들은 도시 중심부에 LEZ(Low Emission Zone)를 지정하여 高오염발생 차량의 출입시 과태료를 부과하고 있어, 이러한 지역에서 차량기반 서비스만으로 정체해소 효과를 기대하기는 어려움

표 1-21. 국내외 주요지역의 교통수단분담률

구분	미국		유럽		한국	
	캘리포니아	워싱턴D.C	베를린	런던	서울시	경기도
승용차	73	32	30	32	25	32
대중교통	16	44	27	45	40	32
도보	3	14	31	21	34	35
자전거/기타	8	10	13	2	1	1

* 자료 : USDOT(2015), “State Transportation Statistics 2015” 재구성

Senate Department of Urban Development and the Environment(2013), “Mobility in the City” 재구성

Transport for London(2016), “Travel in London” 재구성

국토교통부(2015.12.) “교통수단이용실태조사” 재구성

o 한국의 경우, 대중교통의 교통수단 분담률이 전체의 40%로 가장 많은 비율을 차지하며, 이 가운데 서울의 지하철·철도는 38.9%로 가장 높은 비율을 차지함

표 1-22. 서울시 교통수단 분담률(2016년 기준)

구분	총합	승용차	버스	지하철·철도	택시	기타
통행량	32,306	7,858	8,430	12,566	2,122	1,332
분담율	100	24.3	26.1	38.9	6.6	4.1

* 자료 : 서울 열린데이터 광장 홈페이지(www.data.seoul.go.kr)

o 따라서, 복합이동(Multimodal Mobility)을 구현하여 국민들의 교통 이동의 편리성을 향상시키기 위해서는 지하철·철도 중심의 대중교통의 접근성을 향상시키기 위한 인프라 구축 필요성이 대두

9) 전체통행량에서 해당교통수단으로 수행한 통행량의 비중

마. 수도권 도시철도 연락운임 정산문제 등으로 대중교통 통합운영 효율성 저하[10)]

(1) 지하철·철도역에 대한 접근성을 향상시켜 국민의 교통이동 복지를 실현하기 위해서는 수도권 도시철도 연락운임 정산 문제 등 대중교통 통합운영 효율성을 저하시키는 문제 해결 필요성이 대두

(2) 과거에는 일정한 권역 내에서의 교통이 주를 이루었으나, 2000년대에 들어서면서 수도권 전체가 하나의 교통권으로 묶이는 광역 교통권역이 형성된 이후 점차 강화되고 있음

(3) 2004년 7월 서울시의 대중교통 통합운영이 시작되었고, 2013년 현재 수도권 전체가 하나의 대중교통 통합운영 체계 하에서 통합된 요금 시스템을 갖추게 되었음

(4) 대중교통 통합운영과 함께 도시철도 신규 노선 건설 증가로 대중교통 도시철도 노선 간 연락운임 정산이 요구 되고 있음

* 한 번의 승하차로 두 개 이상의 기관이 운영하는 노선을 연결해서 이용하도록 하는 것을 연락운송(連絡運送)이라 하고, 연락운송의 운임을 연락운임(連絡運賃)이라 하며, 승객이 지불한 연락운임을 두 개 이상의 기관이 나누어 가지는 절차를 연락운임 정산이라 함

- 연락운임 정산에서는 노선 간 환승이 이루어지는 경우가 많으므로 환승횟수를 살펴보면 다음 〔표 2〕와 같음

* 수도권 도시철도 노선간 환승은 하루 평균 약 1,300만 통행이 이루어지고 있어, 도시철도 운영기관 간 연락운임 정산이 요구되고 있음

표 1-23. 수도권 도시철도 환승 현황

(단위 : 통행/일, 2011년 기준)

출발 \ 도착	서울시	인천시	경기도	수도권외부	총합계
서울시	8,500,607	246,134	1,257,031	72,947	10,076,721
인천시	255,657	300,887	74,386	1,314	632,244
경기도	1,287,475	71,685	705,028	32,522	2,096,709
수도권 외부	74,259	1,395	33,106	-	108,759
총합계	10,117,998	620,102	2,069,551	106,784	12,914,435

* 자료 : 서울연구원 교통시스템 연구실

(5) 이처럼 대중교통 정책의 근간으로 자리 잡은 수도권 대중교통 통합요금제지만 양적 팽창을 이루는 연락운임에 대한 정산 체계는 아직 걸음마 단계임

(6) 연락운임 정산은 다음과 같은 이유로 인해 어려움이 있음

10) 수도권 도시철도 요금체계의 문제점과 과제(연락운임 정산을 중심으로), 국회입법조사처, 2013.12.19

o 첫째, 수많은 승객이 이용하는 경로를 파악하는데 어려움이 있음

- 검암역에서 고속터미널역으로 이동하는 방법은 〔표 1-24〕 ①의 경로 뿐만 아니라 ② 김포공항역에서 환승해 9호선을 이용하는 방법, ③ 서울역과 충무로역에서 환승해서 4호선·3호선을 이용하는 방법 등 여러 가지가 있을 수 있음(〔표 1-24〕 및 〔그림 1-11〕 참조)

표 1-24. 검암역→고속터미널역 간 선택가능 경로

출발역	경로	도착역
검암역	①-(공항철도)→서울역-(4호선)→이수역-(7호선)-	고속터미널역
	②-(공항철도)→김포공항역-(9호선)→	
	③-(공항철도)→서울역-(4호선)→충무로역-(3호선)→	

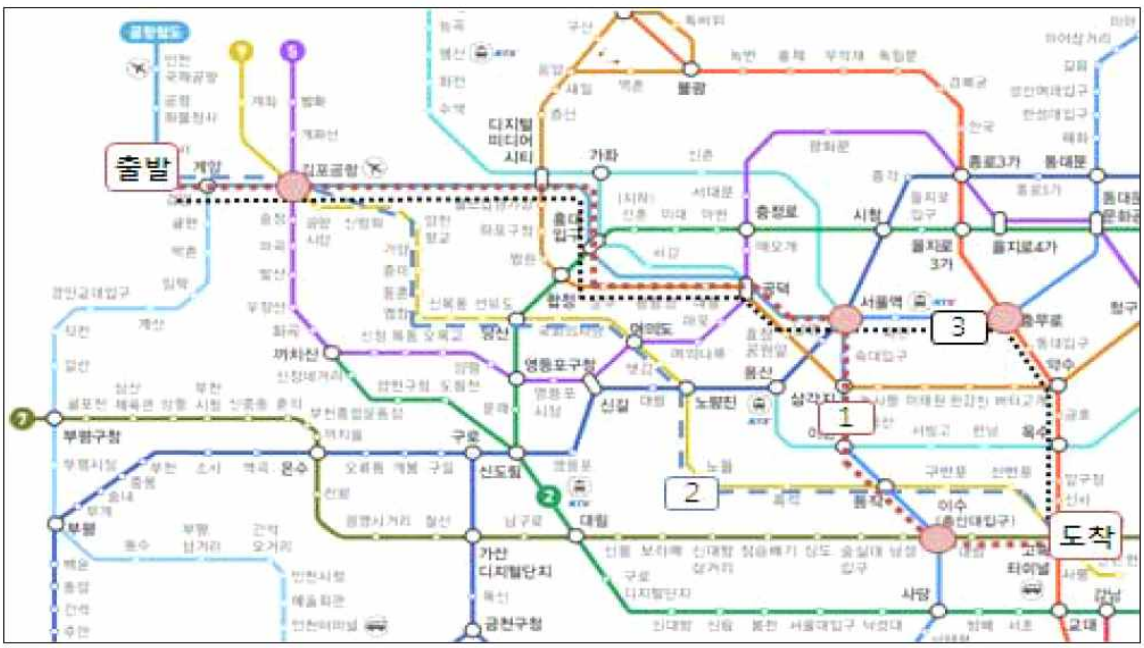


그림 1-11. 검암역-고속터미널역 간 경로(주: 붉은 원은 환승역을 말함)

- 승객이 어떤 경로를 선택하는가에 따라 이용 노선과 운영사가 달라지므로 노선 간 운임 배분이 달라지는데(〔표 1-24〕 참조), 운영자 입장에서는 수많은 승객들이 선택한경로의 빈도를 정확히 알 수 없음
- 따라서 승객들이 선택한 경로를 정확하게 추정하는데 있어서 기본적인 어려움이 발생함

표 1-25. 승객 A의 선택 경로별 운영기관

경로	이용노선	운영기관
①	공항철도, 4호선, 7호선	공항철도(주), 서울교통공사
②	공항철도, 9호선	공항철도(주), 서울메트로9호선(주)
③	공항철도, 4호선, 3호선	공항철도(주), 서울교통공사

o 둘째, 경로 추정 이외에도 운임 배분의 비율을 결정하는 규칙을 협의하는데 어려움이 있음

- 승객들이 공항철도→4호선→7호선(경로 1)을 이용한 것으로 파악된 경우, 각 운영주체별(공항철도(주), 서울교통공사)로 운임을 어떻게 배분할지에 대해 협의해야 함
- 즉, 각 구간의 거리(인·㎞), 거리 당 운송원가, 노선별 건설 비용, 승차권의 발권 및 개표를 위한 영업비용 등 다양한 요소들이 고려될 수 있음
- 연락운송 제도가 생길 당시에는 2개 기관의 협의만 필요했지만, 현재는 7개 기관 간 합의가 필요하고 앞으로 민자 도시철도의 증가로 협의기관이 더욱 늘어나는 추세임

o 셋째, 모든 역이나 노선에 동일한 정산 방법을 적용할 수 있다면 비교적 편리하겠으나, 여러 가지 예외의 경우를 고려해야 하는 문제가 있음

- 버스에서 도시철도로 환승한 경우, 먼저 '버스-도시철도'간 연락운임을 정산하여 그 결과를 도시철도 정산에 반영해야 하는데, '버스-도시철도' 간 환승이 4차례(5번 탑승)까지 인정되므로 다양한 환승 조합이나 예외적 상황이 발생함 4회까지 환승이 가능하므로 버스→지하철→버스→지하철→버스 나 지하철→버스→지하철→버스→지하철 등과 같은 다양한 사례가 생길 수 있음
- 또한 승차역은 알 수 있으나 하차역을 알 수 없는 경우, 특정 도시철도 역에서의 환승이 수 차례 반복된 경우, 환승게이트가 설치되어 있는 경우, 노량진역 등에서 설치된 소프트웨어 환승이 늘어나는 경우4)등 다양한 예외적 상황이 발생하는데, 이러한 각각의 경우에 대해 별도의 정산 방식을 마련해야 함

(7) 비정기적·장기간의 정산 주기로 인한 정산문제 발생

o 연락운임의 정산 주기에 대한 규정이 없어 실제 정산 여부는 관련 기관간 협의를 통해 결정되는데, 과거 정산 연혁(〔표 5〕 참조)을 살펴볼 때 짧게는 약 7개월에 한 번, 길게는 거의 4년에 한 번 정산이 시행되는 등 비정기적이고 장기간의 정산 주기를 보이고 있음

표 1-26. 수도권 도시철도 연락운임의 정산내역

(단위 : 백만 원)

정산 기간	기관명	정산금 (수령)	기관별 정산금(지급)			
			서울메트로	도시철도공사	인천메트로	한국철도공사
1997	서울메트로	5,693	-	3,652	-	2,041
	도시철도공사	-6,155	-3,652	-	-	-2,503
	한국철도공사	462	-2,041	2,503	-	-
1998	서울메트로	6,339	-	3,565	-	2,774
	도시철도공사	-7,131	-3,565	-	-	-3,566
	한국철도공사	792	-2,774	3,566	-	-
1999.1. ~ 1999.9	서울메트로	5,432	-	4,709	-	723
	도시철도공사	-5,683	-4,709	-	-	-974
	한국철도공사	251	-723	974	-	-
1999.10 . ~ 2004.6.	서울메트로	-32,276	-	-24,142	2,870	-11,004
	도시철도공사	26,353	24,142	-	4,658	-2,447
	인천메트로	-14,415	-2,870	-4,658	-	-6,887
	한국철도공사	20,338	11,004	2,447	6,887	-
2004.7. ~ 2007.12 .	서울메트로	-51,189	-	-24,244	168	-27,113
	도시철도공사	19,510	24,243	-	350	-5,083
	인천메트로	-5,211	-167	-350	-	-4,694
	한국철도공사	36,892	51,189	-19,510	5,213	-
2008.1. ~ 2008.12 .	서울메트로	-15,871	-	-7,511	53	-8,413
	도시철도공사	6,034	7,511	-	109	-1,586
	인천메트로	-1,632	-53	-109	-	-1,470
	한국철도공사	11,469	15,871	-6,034	1,632	-
2009.1. ~ 2009.7.	서울메트로	-9,214	-	-4,358	29	-4,885
	도시철도공사	3,500	4,358	-	62	-920
	인천메트로	-927	-29	-62	-	-836
	한국철도공사	6,641	4,885	920	836	-

* 자료 : 감사원, 『감사결과 보고서: 지하철 공기업의 경영개선 실태에 관한 감사』, 2011.11., p.73.의 일부 수정

(8) 이러한 정산 주기는 다음과 같은 문제점을 야기하는 원인이 되고 있음

o 첫째, 오랜 기간 동안 정산이 이루어지지 않으면 정산해야 할 금액이 누적되면서 기관별 정산 금액 규모가 부담스러운 수준으로 증가하여 기관간 갈등의 원인이 됨

- 수도권 도시철도의 일일 수익금은 약 60~70억 원 수준이므로 2년에 한 번씩 정산할 경우, 누적 수익금은 4~5조 원에 달하게 됨

- 이 경우, 정산 금액이 0.1%만 달라져도 한 기관이 다른 기관에 지급해야 할 정산 금액이 수십억 원 씩 증감하게 되어 도시철도 운영기관 입장에서는 상당한 부담이 되며, 기관 간 갈등의 원인이 됨
- 실제로 정산금 지급과 관련한 갈등으로 인해 도시철도 운영기관 간 법적 분쟁이 발생한 사례가 있음
  * 도시철도 운영기관간 이용자 환승정보 수집 시스템 부재로 인해 1,000억 원대의 환승연락운임 정산분쟁이 발생(이데일리 2017.9.13.일자)
  * 과거 인천메트로는 한국철도공사에 운임수입 정산금 약 69억 원(1999.10.~2004.6.)을 지급해야 했으나, 인천메트로가 정산금을 지급하지 못해 소송을 통한 정산금 지급이 이루어짐. 이 과정에서 불필요한 소송비용(약 5,300만 원)과 행정력 낭비 등의 비효율이 발생함
  * 2013년 11월 현재에도 철도 운영기관 간 정산금 지급의 문제로 인해 한국철도공사·공항철도·신분당선 등의 기관이 서울교통공사를 상대로 정산금 지급과 관련한 소송을 제기한 상태임

o 둘째, 정산이 완료되어 기관별 정산금의 지급과 수령이 이루어지기 전에는 각 기관별로 줘야 할 금액과 받아야 할 금액이 확실치 않아 회계 정보의 왜곡이나 회계 투명성 악화가 초래될 수 있음
- 매년 수십억 원 이상의 금액에 대한 지출이나 수입 여부가 불확실하므로 회계 상 불투명한 부분이 발생하게 되고, 정확하지 않은 재무 현황을 바탕으로 마련된 사업계획이나 지출계획 등으로 인해 합리적 사업추진을 어렵게 할 가능성이 커짐
  * 연간 재무보고에서는 추정된 정산금을 '미수금'·'미지급금'으로 처리함

o 셋째, 미정산 기간이 장기화됨에 따라 중간에 새로운 노선이나 새 사업자가 진입하게 될 경우 보다 복잡한 정산이 불가피해 짐
- 수도권 도시철도는 지속적으로 노선이 확충되면서 2010년까지는 4개 사업자간 협의가 이루어졌으나 2013년에는 공항철도, 서울메트로9호선, 신분당선의 세 개 노선이 신설되어 7개 사업자가 협의를 하게 됨
- 즉, 정산 중간에 신규 노선과 운영기관이 추가되면서 도시철도망과 정산 과정은 더욱 복잡해지고, 결과에 대한 신뢰는 약화될 수 밖에 없음
- 2011년 감사원의 감사에서 정산 기간의 장기화로 인한 문제점을 지적하면서 매일 정산을 할 수 있는 일일정산 시스템을 구축하도록 통보한 바 있으나, 현재까지 실현되지 못하고 있음

(9) 연락운임 정산에 대한 신뢰성 부족

o 각 운영 기관 간 협의를 통해 정산의 원칙을 설정하고, 이 기준을 전산화하여 기관별 정산 금액을 계산하여 결정하게 됨

- 정산 시스템은 승객의 다양한 통행 행태를 반영하기 위한 고난도의 연산과 함께 고급 프로그래밍 작업을 통해 구현되기 때문에 일반인들이 쉽게 이해하거나 시스템의 정확성을 확인하기 어려움
- 지금까지의 정산에서는 도시철도 운영기관들이 협의하여 특정한 연구기관에 연구용역을 맡기는 형태로 정산이 이루어져 왔음
  * 그런데 2013년 현재 정산 시스템에 대한 오류 가능성이 제기되면서 지급해야 할 정산금 지급을 보류하였고, 이로 인해 도시철도 운영기관간 법적 분쟁이 발생하게 됨
- 현재의 정산 제도에서는 기관 간 협의 이외에 별도의 시스템 검증이나 신뢰성 확보를 위한 절차가 없기 때문에 정산 결과에 불만이 있는 사업자의 경우 시스템 오류에 대한 문제제기가 가능한 상황임
  * 특히 도시철도 노선과 역이 증가하면서 정산해야 할 네트워크가 복잡해질수록, 정산 주기가 길어져 수령해야 하거나 지급해야 할 금액이 커질수록, 승객의 통행패턴에 있어서 예외적 상황이 발생하거나 교통카드 데이터의 오류가 많아질수록 정산 시스템의 신뢰성에 대한 문제제기 가능성이 높아짐

o 연락운임 정산에 대한 신뢰성 문제가 제기되는 또 하나의 이유는 연락운임 정산이 수년에 한 번씩 이루어지므로 점차 복잡해지는 도시철도 네트워크를 정산 시스템이 충실히 반영하는지 확인하기 어렵기 때문임

- 네트워크의 변화는 정산 시스템의 업그레이드를 요구하게 되는데, 매번 새롭게 정산 알고리즘이 만들어지기 때문에 정산 알고리즘에 대한 충분한 확인(Validation)이 어려워져 신뢰성을 저하시키는 원인이 됨
  * 충분한 시간과 비용을 들여 모든 운영기관이 신뢰할 수 있는 정산 시스템을 구축하고 지속적으로 확인하는 과정이 부족했기 때문에 정산시스템에 대한 신뢰성 부족 문제나 지하철망의 변화에 따라 프로그램 수정의 어려움이 발생한 것으로 보임

(10) 따라서, 연락운임 정산 문제 해결로 대중교통 통합운영의 효율성을 향상 시킬 수 있는 인프라 구축 필요

2. 기술개발의 필요성

가. 출퇴근시간대 도시철도 게이트 구간 지체 완화 기술 개발 필요

o 고속도로에서 통행료를 결제하기 위해 서행하거나 정차함으로써 발생하는 교통체증을 없애기 위해 도입된 시스템이 차량이 정차하지 않고도 하이패스 카드와 무선통신망에 의한 정보교환을 통해 통행료가 결제되도록 하는 하이패스(hi-pass)결제시스템임. 이러한 하이패스를 시스템을 지하철에 도입하여 '지하철 하이패스 시스템'을 구축하여 요금정산게이트의 지체현상 해소 필요

o (역사 내 게이트 혼잡 해소 및 운영효율화의 참고사례) 인천국제공항의 경우, 지문, 얼굴정보 등 첨단 바이오인식 기술을 출입국 심사에 적용한 자동출입국심사 시스템을 도입하여 출입국 심사 대기시간을 대폭 감소시킴

- 즉, 1일 투입 심사관을 30% 증가하는 효과로 인해 심사시간이 30% 감소하여, 종래 심사관 1인당 550명이 심사하였으나, 시스템 도입 후 심사관 44명 증원효과를 거두어 24,000명의 추가 심사가 가능하게 됨

- 이용객 출입국 심사시간은 1인당 종래 32분에서 3분으로 90% 단축되었고, 화물항공기 승무원과 항공사 직원은 각각 45분과 75분에서 10분으로 77%~87%로 단축됨

※ 자료출처 : 경제발전경험모듈화사업 : 출입국 심사정책의 혁신, 법무부, 2014.

o 게이트프리 기술을 개발할 경우, 출퇴근 시간 하차게이트에서의 혼잡, 승차 및 환승게이트에서의 혼잡정체 해소에 기여할 수 있음

o 또한, IoT기술을 통해 출퇴근시간 지하철 이용객 정체를 없애는 게이트 통과 기술개발로 기반시설 확충비용을 절감할 수 있음

- 출퇴근시 게이트 통과 인원수 확대 : (개발 전) 60명/분 ⇒ (개발 후) 120명/분

- 출퇴근 혼잡시 기반시설 확충 없이 지하철 보행로 서비스 수준(LOS) 개선

: (개발 전) F등급(0.5㎡/인) ⇒ (개발 후) B등급(2.5~3.5㎡/인) 확보

o 출퇴근 첨두시 통행시간 증가량에 평균 시간가치를 적용하여 서울시 지하철 게이트 태그로 인한 혼잡비용을 산정한 결과, 연간 11백만 원의 게이트 혼잡비용이 발생한 것으로 나타남

- 이는「교통시설 투자평가지침」상에 제시된 수도권 철도 통행 평균 시간가치(104원/인/분)을 초당 시간가치(1.73원/인/초)로 환산하여 적용한 결과임

o 지하철 이용자 설문조사 분석 결과 중에 지하철 게이트 태그로 인한 피해 환산 금액 원단위를 적용하여 게이트 태그로 인한 혼잡비용을 산정한 결과, 연간 272억 원의 혼잡비용이 발생함

- 여기에, 태그 시 인식 오류가 발생할 경우 혼잡비용이 급증할 수 있음

- 상기한 혼잡비용은 정상 태그시 혼잡비용으로 태그 인식 오류로 인한 혼잡비용은 제외함

표 1-27. 서울시 지하철 출퇴근시간 게이트 혼잡비용

구분		혼잡비용
평균시간 가치 (1.73원/인/초)	1일 혼잡비용(백만 원/일)	11
	연간 혼잡비용(백만 원/년)	74
평균시간 가치 (11.67원/인/초)	1일 혼잡비용(백만 원/일)	4,000
	연간 혼잡비용(백만 원/년)	27,200

* 1일 게이트 혼잡비용 : 1일 지하철이용객수*출퇴근집중률(40%)*승하차태그시간(2초)*초당평균시간가치

나. 도시철도 게이트 구간 안전사고 예방 기술 개발 필요

o 수도권 전철(코레일 광역철도 구간)에 발생하는 사고건수 중 56.4%가 출퇴근 시간대에 발생하며, 사고유형으로는 넘어짐·끼임 사고가 전체의 81%를 차지함. 이 가운데 게이트구간 사고는 연간 평균 약 40건으로 꾸준히 발생하고 있으며, 턴스타일(바형) 게이트를 넘거나 끼이는 사고가 발생하거나, 정전시 게이트 갇힘 사고가 발생하여 대규모 인명 피해가 우려됨

o 정부에서는 국가안전관리기본계획(20105-2019)를 수립·시행하여 사회재난으로부터 인명피해가 발생할 수 안전사고를 관리를 최우선으로 함

* 사회재난 : 화재·붕괴·폭발·교통사고(도로·해상·항공)·화생방사고·환경오염사고 등으로 인하여 발생하는 대통령령으로 정하는 규모 이상의 피해와 에너지·통신·교통·금융·의료·수도 등 국가기반체계의 마비,「감염병의 예방 및 관리에 관한법률」에 따른 감염병 또는「가축전염병예방법」에 따른 가축전염병의 확산 등으로 인한 피해

* 안전관리 : 재난이나 그 밖의 각종 사고로부터 사람의 생명·신체 및 재산의 안전을 확보하기 위하여 하는 모든 활동

※ 자료 : 국가안전관리기본계획(2015~2019), 국민안전처

o 역사 내 화재나 정전사고가 발생할 경우 게이트고장으로 갇힘사고가 발생하여 대규모 인명피해가 발생할 우 있으나, 게이트프리 기술은 이러한 사고가 발생하더라도 승객들을 신속하게 대피할 수 있도록 하여 인명사고를 예방할 수 있음

다. 교통약자 이동편의성 향상 기술 개발 필요

o 우리나라 교통약자 수는 인구 4명중 1명 이상으로 전체인구의 약 25.7%를 차지하고, 수족마비증상을 갖는 지체장애인 및 시각장애인은 1,519천명으로 전체의 60.5%를 차지하나, 교통약자가 지하철 이용시 게이트는 이동에 제약을 주는 장애물로서 지하철 이용에 불편을 야기시키므로 지하철 이동권 보장을 위해서 게이트프리 기술이 필요

o 교통약자의 이동권 보장을 위하여 “교통약자 이동편의 증진법(이하 “교통약자법”)”을 ‘06년부터 제정·운용하고 있으나, 장애인의 70.5%는 한달에 5회도 외출하지 못하고 있는 실정이며(보건복지부, 2014), 교통수단 이용시 이동 장애물이 주된 원인으로 나타남

※ 자료 : 이동불편 교통체계 개선기술 개발기획 최종보고서, 국토교통과학기술진흥원, 2014.9

o 이동편의시설의 기준 적합율은 증가하고 있음에도 불구하고, 교통약자의 만족도수준이 떨어지는 것은 하드웨어와 소프트웨어의 2가지 측면에서 살펴볼 수 있음

o 첫째, 하드웨어 측면에서는 설치 기준이 중증 장애인 등 교통약자의 이동 행태를 제대로 반영하고 있지 못하고 있음

o 신체적 활동이 제한적인 교통약자의 경우, 보조 및 지원시설이 마련되어 있지 않아 철도교통수단 이용이 불편하거나 아예 불가능한 경우가 발생함

o 현재, 운영 중인 교통약자시설로서 엘리베이터, 장애인 게이트 등 편의설비가 도입되고 있으나 중증 장애인은 버튼을 누르거나 카드를 태그 하는 등의 기본적인 행동에도 제약이 있음



그림 1-12. “지하철 이용, 코엑스 가기 힘든 휠체어 장애인“, 에이블뉴스, 2013.3.25.

o 두 번째 소프트웨어 측면에서는 살펴보면 교통약자가 이동시 이동편의시설에 대한 정보를 제공받을 수 있는 체계가 제대로 갖추어져 있지 못함

o 휠체어 장애인 등 교통약자가 지하철 이용 시 엘리베이터 및 환승통로, 장애인 화장실 위치에 대한 정보를 파악하기가 어려워 지하철 이용이 매우 불편함

o 따라서, 수도권전철 이용 시 교통약자의 원활한 이동과 편의를 향상시키기 위한 게이트 프리 기술 개발 필요

- 휠체어 장애인이 게이트 통과시 단말기에 카드를 접촉하지 않고 게이트 통과시 자동으로 결제되는 기술 개발 필요

- 수족마비 중증 장애인이 지하철 이용시 장애인 이동편의시설에 대한 정보를 실시간으로 취득하게 하고. 게이트프리 기술로 교통약자 이동 편의성 향상 30% 향상 필요

- 이를 통해 교통약자의 이동편의시설에 대한 만족도를 62점에서 80점이상 향상 필요

o 게이트프리 기술은 기존 방식처럼 태그를 통해 결제하지 않으며, 게이트바와 같은 이동 장애물이 없기 때문에 부피가 크고 무거운 짐을 든 일반인이나 교통약자들도 차별 없이 지하철을 안전하고 편리하게 이용할 수 있게 함에 따라 교통약자 이동편의성을 향상 시킬 수 있으며, 교통약자의 이동권 보장에 크게 기여할 것으로 판단됨

라. 역사 접근성 제고를 위한 스마트 모빌리티(MaaS) 도시철도 서비스 인프라 개발구축 필요

o 최근 역사 접근성을 제고하기 위한 연계 교통 확대 방안으로 다수의 교통수단을 적절하게 조합한 형태인 복합이동(Multimodal Mobility)을 효율적으로 수행하는 MaaS(Mobility As A Service) 개념이 대두

o MaaS(Mobility As A Service)는 특정 경로에 대한 계획 및 대안수립 단계에서부터 다양한 교통수단의 이용과 비용결제까지의 전과정을 한 개의 플랫폼(스마트폰앱)에서 수행하여 단순히 '이동수단을 사용하는' 서비스가 아닌 '이동 자체를 지원하는' 서비스의 형태로 진화한 개념임

o 기존의 사용자가 목적지에 도달하기 위해 네비게이션 앱을 통해 경로를 계획하고, 자전거 공유앱을 사용하여 카셰어링 스팟으로 이동한뒤 카셰어링 앱으로 차량를 빌려 목적지까지 이동했다면,

o MaaS는 이 모든 것을 한 개의 앱에서 수행할 수 있도록 정보를 통합하고 사용자에게 최적의 이동 전략을 수립하여 제시함으로써 사용자가 각각의 교통수단을 관리하는 노력과 시간을 절감하여 주고 각각의 교통수단과의 연계가 매끄럽게 될 수 있도록 함

o 사용자는 매 이동시마다 또는 월별 정액요금을 내고 서비스를 이용할 수 있으며 최대 이동거리나 횟수에 따라 요금제 선택이 가능

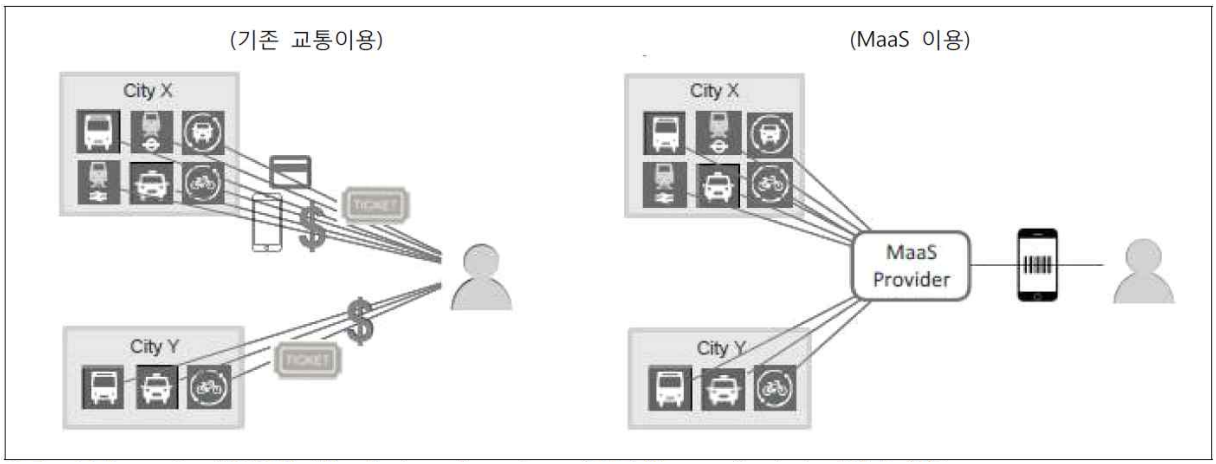


그림 1-13. MaaS 개념도

* 자료 : M.Kamargianni(2017.1), "The Business Ecosystem of Mobility-as-a-Service" p.5에서 인용

o 최초의 MaaS개념은 스웨덴 예테보리에서 수행한 UbiGo의 연구에서 시작하였으며, 2013년 11월부터 6개월간 70여 가구에 MaaS를 사용하게 하고 실증 결과를 세계 지능형 교통시스템 학회(World ITS Congress 2014)에서 발표하면서 세계적인 관심을 받기 시작하였으며, 다양한 지역에서 실증연구가 시작됨

o MaaS의 도입과 확산을 위해 유럽연합은 2015년 MaaS Alliance를 조직하였으며, 현재는 핀란드를 중심으로 영국 등 유럽권 국가 및 미국, 싱가포르에서 서비스 또는 실증

연구 중임

표 1-28. MaaS 서비스/시험 현황

프로젝트명	홈페이지	서비스 주체	서비스 지역
Whim app	whimapp.com	MaaS Global	헬싱키, 버밍엄
UbiGo	www.ubigo.me	UbiGo(Go:Smart)	예테보리, 스톡홀름
Qixxit	www.qixxit.at	Deutsche Bahn	독일
Moovel	moovel-transit.com	Daimler	독일, 보스톤, 포틀랜드, 헬싱키
Beeline	beeline.sg	싱가포르 정부	싱가포르
SMILE	smile-einfachmobil.at	비엔나시	비엔나
MobilityMixx	mobilitymixx.nl	MobilityMixx	네덜란드

주 : 실증시험 중인 지역은 기울임꼴 표시

자료 : Deloitte(2017), "The rise of mobility as a service" 재구성

o 이와 같이 스마트 모빌리티(MaaS) 서비스는 교통수단간 연계를 강화하여 사용자들에게 교통수단간 이동의 편리성과 교통요금을 줄일 수 있는 신 개념 대안으로 전 세계적으로 실증 연구개발이 진행중 임

o 서울시 지하철·철도 교통수단 분담률은 38.9%로 서울시 전체 교통수단분담율중 가장 높은 비중을 차지함에 따라 서울시 지하철/철도 접근성을 향상시킬 수 있는 스마트 모빌리티의 핵심 인프라임

표 1-29. 서울시 교통수단 분담률(2016년 기준)

구분	총합	승용차	버스	지하철·철도	택시	기타
통행량	32,306	7,858	8,430	12,566	2,122	1,332
분담율	100	24.3	26.1	38.9	6.6	4.1

* 자료 : 서울 열린데이터 광장 홈페이지(www.data.seoul.go.kr)

o 스마트게이트프리 기술은 스마트 모빌리티(MaaS) 서비스 인프라를 구현하고 실증할 수 있는 핵심 기반기술로서 비예약 기반의 도시철도 역사 접근성을 제고하기 위해 개발이 반드시 필요

마. 지하철 게이트프리 기술분야 세계 시장 선점

o 미래 첨단 이동환승 기술로 게이트프리 기술과 관련하여 세계 각국에서는 기술선점을 위해 치열한 경쟁이 시작됨에 따라, 국내 지하철 분야에서도 원천 기술 확보를 통해 세계시장 선점 필요

o 영국에서는 이동환승 기술분야에서 세계적 권위가 있는 회사인 “Cubic Transportation System사”가 2017년 캐나다 몬트리올에서 열린 2017 UITP Global Transport Summit에서 “Gateless Gateline”을 선보였으며, 2017년에 영국 2개노선을 대상으로 시험 운영

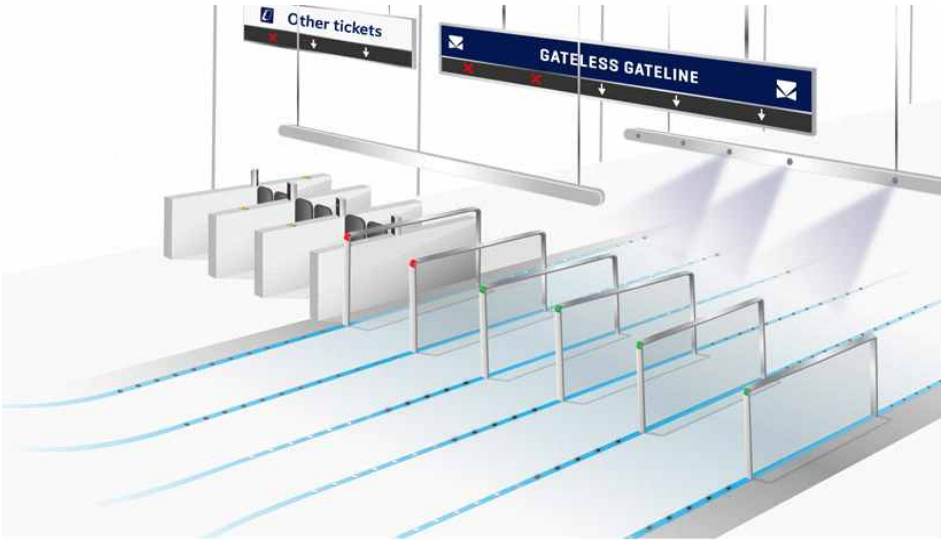


그림 1-14. Gateless Gateline(1)

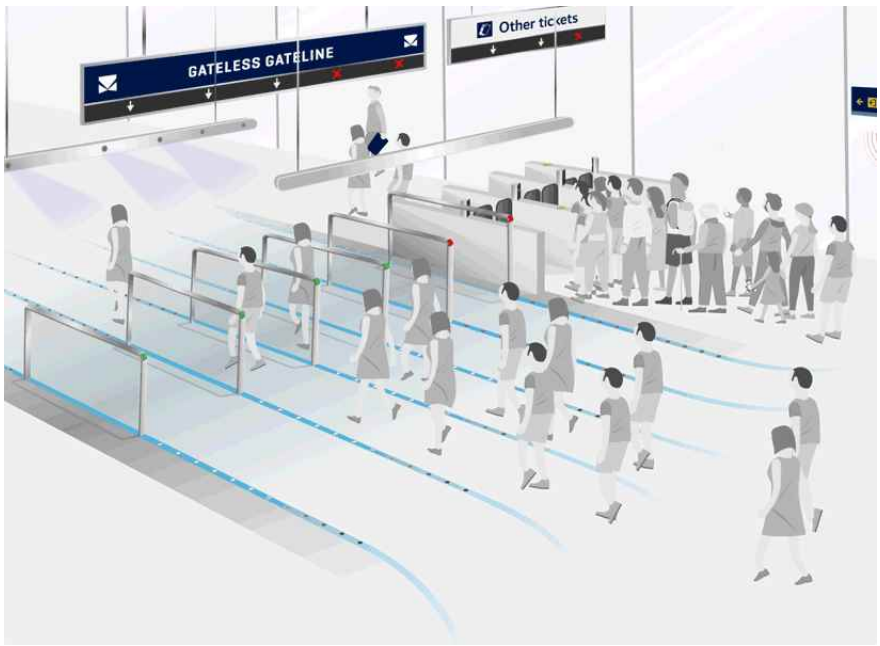


그림 1-15. Gateless Gateline(2)

o 일본에서는 미쓰비시 전기 디자인 연구소가 2017년 11월 지하철판 하이패스형 “플랫형 개찰 시스템”을 선보임

- “플랫형 개찰 시스템”은 별도의 구조물 없이 교통 기능이 있는 IC카드를 소지하고 있는 사람이 지정된 곳으로 이동하면 땅바닥에 매립한 자동요금 징수 시스템(ETC)이 승객 소지 카드를 알아서 인식해 요금을 징수하도록 함

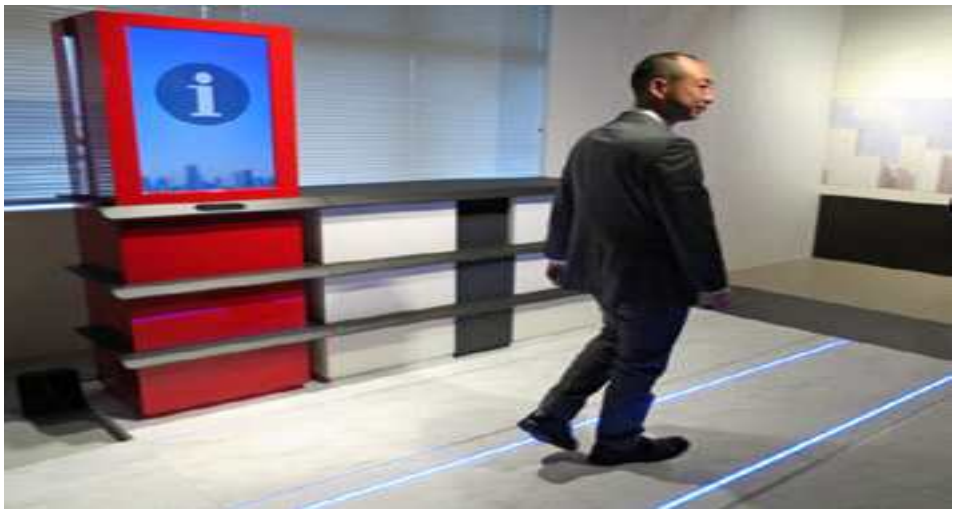


그림 1-16. 플랫형 개찰 시스템

* 자료 : 이데일리,2017.11.17.일자

o 국내에서는 2017.12월 KT와 서울교통공사간 그린 서브웨이(Green Subway) 실증사업과 미래대중교통기술 공동연구 업무제휴를 통해 ‘오픈형 게이트 개발“을 추진하고 있으나, 현재 관련 원천 기술을 보유하고 있지 못함에 따라 게이트프리 기술분야에서 국가 경쟁력을 제고 하기 위해 원천 기술 확보 및 기술 선점 필요



그림 1-17. 서울 지하철역의 개찰구

바. 4차 산업혁명으로 첨단 지하철 인프라 구축

o IoT, 핀테크, 안면인식, 블록체인 등 4차산업혁명 기반의 기술 융합으로 첨단 지하철 인프라 구축과 고부가가치 연계 산업 창출 필요

o 전 세계적으로 4차산업혁명 기반의 융합 원천 기술 확보 및 기술 경쟁이 심화되고 있음

o 게이트 프리 기술을 통해 IoT, 핀테크, 안면인식, 블록체인 등의 4차 산업혁명 기반의 융합 기술력을 확보하고, 첨단 지하철 인프라를 구축하여 IT 기반의 지하철 강국 위상 제고 필요

o 4차 산업혁명의 첨단 융합기술을 통해 수도권 도시철도 운영기관간 1,000억원의 환승연락운임정산 분쟁 해결과 연간 58억 6,000만원의 부정승차로 인한 손실을 방지할 수 있으며, 실시간 환승정보 수집 기술을 통해 AI기반의 고부가가치의 연계 산업 창출이 가능함

* 교통약자 실시간 경로정보 제공 기술, 맞춤형 연계 교통 정보 및 자동 예약 콜 기술, 공공 빅데이터 인프라 구축 기술 등

사. 수도권 전철 통합운영 효율성 향상 필요

o 수도권 지하철 환승구간 이용객들의 환승경로 정보를 실시간으로 수집하여 연락운임 정산 문제를 해소하고 교통수단간 연계를 강화하기 위해 수도권 전철 통합운영 효율성 향상 필요

o 기존 과금 정산시스템의 비정기적·장기간의 연락운임 정산 주기를 실시간으로 정산할 수 있도록 시스템 개선 필요

o 복잡한 정산 규칙으로 인해 신뢰성 검증이 어려운 기존 시스템을 개선하여 신뢰성 있는 과금 정산 시스템 구축을 통해서 대중교통 통합운영 체계를 효율화할 수 있는 시스템 구축 필요

3. 기술 미개발시 예상되는 문제점

가. 출퇴근 게이트 구간 지체 및 안전사고의 지속적 발생

o 수도권 전철 게이트 지체도 분석결과, 출퇴근시간대 열차에서 내려서 일시에 게이트 밖으로 빠져나오는 승객들로 인해 하차게이트에서 지체현상이 발생하는 것으로 나타남

o 수도권 전철에서 현재 운영중인 게이트 태그방식의 정산시스템은 태그 인식 시간이 최소 1초 이상이 소요되고, 인식 오류가 발생할 경우 지체 현상이 심화되어, 이용객들에게 불편을 야기함

o 역사 내 정전 발생 또는 게이트 고장으로 인해 게이트 갇힘 사고가 발생하고, 일시에 빠져나가려는 승객들로 인해 대규모 인명 피해 발생이 우려됨

o 게이트 프리 기술을 통해 출퇴근 게이트 구간 지체를 해소하고, 게이트 갇힘 사고 등 안전사고 예방 필요

나. 교통약자 지하철 이용 및 이동권 보장 미흡

o 교통약자이동편의증진법 등 교통약자 이동권에 관한 법률에 의하면 교통약자는 모든 교통수단에 대하여 차별없이 안전하고 편리하게 이용할 수 있는 권리를 가진다고 명시하여 교통약자 이동권 보장을 의무화하고 함에 따라 교통약자의 주요 교통수단으로 지하철 이동권 보장은 필수적임

o 휠체어 이용자 등 수족마비 교통약자가 이용할 수 있는 교통수단은 극히 제한적이며, 주된 대중교통수단으로서 지하철 이용시 이동에 제약을 받음

o 특히, 부피가 크고 무거운 짐을 든 일반인이나 수족마비 또는 시각장애를 갖는 교통약자에게 지하철 게이트는 장애물로서 이동에 불편을 끼침

* 교통약자 : 장애인, 고령자, 임산부, 영유아를 동반한 사람, 어린이 등 일상생활에서 이동에 불편을 느끼는 사람

o 게이트프리 기술은 부피가 크고 무거운 짐을 든 일반인이나 교통약자들도 차별없이 지하철을 안전하고 편리하게 이용할 수 있게 함에 따라 교통약자의 지하철 이동편의성 향상 및 이동권 보장에 크게 이바지할 것으로 판단됨

다. 4차 산업혁명 기반의 첨단 지하철 인프라 구축 기회와 국제경쟁력 상실

o 전 세계는 4차 산업혁명 기반의 미래 첨단 이동환승 기술로서 게이트프리 관련 기술개발을 하기 위해 경쟁이 심화됨에 따라 기술 선점을 위해 원천 기술 보유 시급

o 구글이 시장조사기관 호주TNS와 조사하여 발표한 '아태지역 모바일 앱 보고서 2016'에 따르면, 2016년 이미 한국 시장의 스마트폰 사용률은 91%로, 데스크톱PC와 노트북 등 컴퓨터 사용률 73%보다 훨씬 높음. 또한 한국은 스마트폰 보급률과 앱 설치수에서

1위를 차지, 4차산업혁명의 잠재적 인프라를 충분히 갖추고 있음

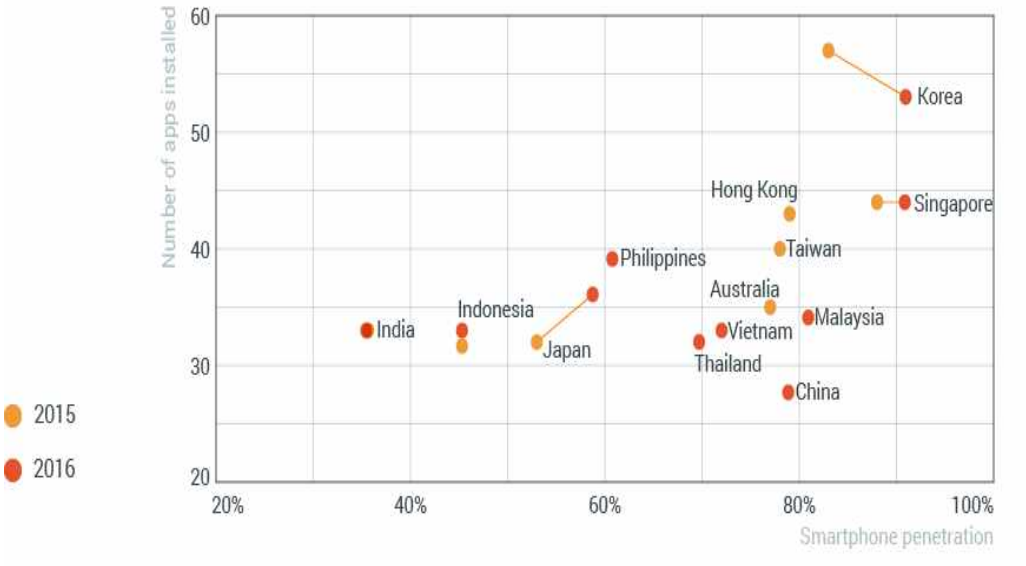


그림 1-18. “Mobile App Usage Study,” 2015 and 2016.
Source: TNS/Google,

o 게이트프리 기술은 ICT, IoT, 핀테크, 블록체인 등 4차산업혁명 기술의 융합으로 첨단 지하철 인프라 구축 및 고부가가치의 기술 보유 가능

o 중국에서는 안면인식 기술 등 4차산업혁명의 융합기술을 이용하여 부정승차을 원천 차단하고 있으며, 미국 아마존사는 매장에서의 자동결제시스템을 구축하여 시험 운영 중

라. 수도권 전철 연락운임정산 발생에 따른 대중교통 통합운영 효율 저하

o 수도권 전철 내 신뢰할 수 있는 운임정산 시스템이 마련되지 않을 경우 연락운임 정산 분쟁이 지속적으로 발생하여 대중교통 통합운영 효율성 저하 우려

o 스마트게이트 프리 기술을 통해 실시간 환승 경로 정보를 수집함으로써 보다 효율적이고 신뢰할 수 있는 운임정산 시스템을 구축함으로써 대중교통 통합운영 효율을 제고하고, 연락운임 정산분쟁 해소가 시급함

제2장 국내외 동향

제1절 국내외 정책동향

1. 국내 정책동향

가. 도시철도 기본계획 현황

o 제3차 수도권정비계획(2006~2020)의 철도망 확충계획에 따르면, 도로 의존형 교통체계를 저비용·고효율의 철도수송체계로 개선하기 위하여 전철망의 대폭적 확충 추진함

- 전철 수송 분담율을 2002년 현재 23.6%에서 2020년에 40%까지 제고함.
- 현재 공사 중에 있거나 「제2차 수도권광역교통 5개년계획(2004~2008)」에서 추진이 확정된 사업에 대해서는 계획대로 추진함
- 장기구상사업에 대해서는 수도권 공간구조의 미래상 등을 고려하여 구체적 타당성 검토를 거쳐 추진함

o 급행열차의 운행 확대 등을 통한 철도망 이용의 효율을 제고함

- 향후 건설되는 광역전철은 일반열차와 급행열차의 병행운행이 가능하도록 설계하고, 현재의 운영시스템에서 급행열차의 운행 확대방안도 강구함.
- 출·퇴근용 열차 증설 등 출·퇴근시의 전철 수송력 증강함

o 지자체가 추진하는 도시철도 및 경전철은 도시철도법에 따라 도시철도 기본계획을수립하여 시행함

- 다른 교통수단과의 연계 수송체계 등을 감안하여 전체적으로 효율적인 교통망이 형성될 수 있도록 유도함

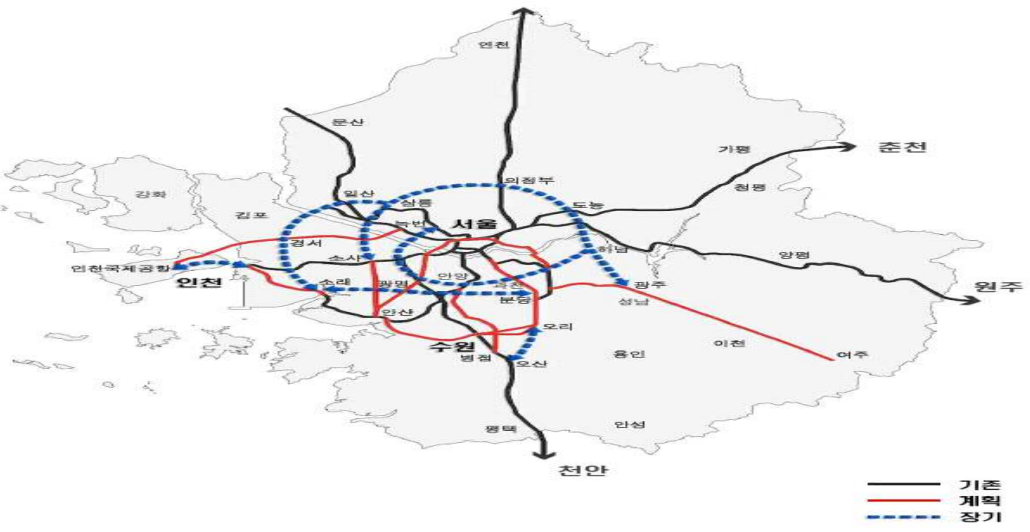


그림 2-1. 제3차 수도권정비계획 수도권 광역전철망 구상

나. 4차 산업혁명 분야

o 문재인 정부 '국정운영 5개년 계획'에서는 100대 국정과제와 별도로 새정부 국정비전을 선명하게 부각할 수 있는 4대 복합 혁신과제 중 '4차 산업혁명을 선도하는 혁신국가 도약'을 선정하여 관련 기술 집중 발굴 육성 정책을 설정함

- 대통령 직속 '4차 산업혁명위원회'를 신설('17년 8월)

- 과학·기술혁신으로 초지능·초연결 기반 구축

o 인공지능 소프트웨어, 하드웨어, 데이터·네트워크 각 분야별 핵심 원천기술 및 이를 활용한 융합기술 개발 및 전문가 양성('17년~)

- 선진국 대비 지능정보기술 수준 : ('15년) 75% → ('22년 목표) 90%

o 기초과학 발전방향을 제시하고 도전적 과제 등 R&D 혁신체계 지원('17년~)

o 민간의 기술·서비스 개발 촉진을 위해 알고리즘, 기계학습 데이터, 컴퓨팅 파워 등을 구축, 개발자·스타트업에게 개방('17년~)

o IoT 전용망의 조기 구축('17년)을 유도하고, IoT 국제표준 시험인증 환경 구축('17년) 등을 통해 IoT 서비스·제품 상용화 촉진

- 역동적 4차 산업혁명 생태계 조성으로 신성장 동력 확보

o 5G·IoT 인프라가 내재된 대규모 융복합 글로벌 테스트베드(자율주행차, 지능형로봇·도시 등) 조성으로 혁신제품·서비스 출시 가속화('17년~)

o 스마트카, 드론, 3D프린팅, 바이오, AR/VR 등 융복합 신산업 기반의 고부가가치 첨단기술 산업 육성 지원

- 신산업 성장을 위한 규제개선 및 제도 정비

o ICT 신기술·서비스 시장진입 지원 및 규제 개선

- 신산업 분야 규제 샌드박스(규제 없이 신기술·서비스 테스트 가능) 도입 및 네거티브 규제원칙 마련 등 새로운 규제체계 확립

o 4차 산업혁명 시대에 대응한 법제도 정비(국가정보화 기본법 등)

- 4차 산업혁명에 대응한 선제적 사회혁신

o 고령층·장애인 등 취약계층을 돕는 기술개발* 추진 확대('17년~)

- 인공지능 및 ICT기술을 활용하여 인간 활동(식사, 배변, 이동 등) 보조분야에 특화된 기술을 개발, 고령층과 장애인 등 취약계층이 겪는 일상의 어려움 해결

다. 철도분야

o '2017년 제1차 철도산업정보화 기본계획(2016-2020)'에서는 ICT 기술환경 변화에 따라 사람과 사물이 연결되는 '초(超)연결 환경' 구축을 강조하며 4차산업 신기술 및 SW융합 활성화 정책을 수립함

- PC 중심에서 모바일, 스마트TV 등으로 플랫폼이 다양화되고, 빅데이터, 클라우드 등 신기술의 급성장 및 SW융합 활성화

- 컴퓨터의 데이터 저장·처리능력의 향상과 방대한 규모의 데이터 분석기술 고도화로 빅데이터 기반*의 다양한 산업간 융합 가속화

  * 빅데이터가 '제4의 경영자원'으로서 공공행정, 소매, 제조, 마케팅, 의료, 정보통신 등에서 새로운 경제적 효과를 창출할 것으로 전망

- 클라우드 컴퓨팅의 도입으로 공공·민간부문의 ICT 자원을 저비용으로 구축·관리가 가능해져 경영 효율화와 일하는 방식의 혁신이 가속화

o 모든 것이 연결과 접속을 통해 상호작용하는 '초(超)연결 환경'이 도래하여, 유·무선 네트워크 고도화 및 모바일기기 확산 등으로 모든 사물과 사람이 항상 연결되는 세상으로 전환

- 자동차, 철도, 전력, 에너지 등 초연결 환경을 기반으로 하는 모든 산업간 융합은 새로운 부가가치를 양산

o 상황 인식, 센서, 인공지능 등 기술발달로 ICT가 지능화되면서 스스로 인간의 감정과 상황에 따른 맞춤형 서비스를 제공

o 국토부「철도교통분야 지능형교통체계 계획 2020」에서는 교통문제 해결을 위해 정보·통신기술 적용 지능형교통체계 구축 관련 주요사업으로 연계교통정보제공, 요금지불자동화로 대중교통이용불편 해소가 계획 수립의 도입 배경이 되며, 관련 기술개발 및 투자 정책을 수립함

o '제2차 철도산업발전 기본계획(2011-2015)'에서도 철도 지능형교통체계 확대 및 철도 중심의 연계교통체계 강화 등 철도 지능형 교통체계 구축 정책을 수립함

- 바르고 편리하며 안전한 선진철도 구현과 철도를 국민경제를 이끄는 미래성장동력 산업으로 육성하여 '세계일류철도국가로의 도약'이라는 비전을 수립하였고, 이를 위한 목표로 철도선진국 수준으로의 철도기술력 제고 및 해외 철도 시장 진출 확대를 수립함

- 철도 또는 타 교통수단과의 원활한 환승시스템 마련은 '제2차 철도산업발전 기본계획'의 보완이 필요한 사항으로 강조되고 있음

o 제1차 철도산업정보화 기본계획(2016-2020)에서는 '신IT기술을 적용한 미래정보화 추진' 전략과제에서 '철도산업 IT응용기술 연구개발'을 통해 정보통신기술 발전을 국가사회 전반에서 충분히 활용하여 새로운 가치가 창출될 수 있도록 IT응용기술 연구개발 지원하는 정책을 수립함

- 4차 산업혁명에 대응하여, 교통혁신을 선도하기 위한 ICT·IOT 융합기술개발 집중 지원 필요를 강조함

- 세계적 기술을 보유하고 있는 ICT분야와 연계하여 철도 이용객 편의성 향상 및 안전성 제고를 위한 기술개발 과제 추진

- 미래 성장동력 확보를 위한 미래 철도 대비 첨단융합기술의 지속적인 지원으로 철도 신산업 창출 및 세계시장 경쟁력 확보

비 전

창조형 철도(C-Rail) 실현

※ C-Rail(Creative Rail) : 정보통신기술의 전략적 활용을 통해 철도의 창조 역량을 강화하고, 이를 통한 창의적인 철도 신규 사업 창출 및 양질의 서비스를 제공하여 철도산업이 미래를 견인하는 역할을 수행함

추진전략	중점 추진과제
정보자원 및 데이터 관리체계 개선	**① 철도산업 업무의 데이터화 및 개방·연계·공유** **② 클라우드 기반 철도 자원 관리체계 구축** **③ 신규 철도 비즈니스 창출기반 조성**
新 IT 기술을 적용한 미래 정보화 추진	**① 철도산업 IT응용기술 연구개발** **② 철도 정보통신기술 기반의 철도 안전 제고**
안정적인 운영기반 제공 및 고도화 추진	**① 정보화 사업의 조정체계 및 사이버 침해 대응강화** **② 기존 사업의 기능 개선 및 고도화 추진**

그림 2-2. 제1차 철도산업정보화 기본계획 추진비전 및 전략

o 제3차 철도산업발전 기본계획(2016-2020)에서는 세계 철도 기술을 선도할 수 있는 미래선도형 핵심 R&D 과제를 추진하고, 핵심 과제에 예산을 집중 투자하는 정책을 수립함

o 인공지능, 사물인터넷, 빅데이터, 증강현실 등 기존 기술 간 경계를 허무는 융합 기술이 발전함에 따라 IT와 교통수단을 결합한 신규서비스(모바일앱·카카오택시 등) 확대, 빅데이터를 활용한 지능형교통체계의 일반화

o 전통적인 교통수단과 인공지능이 융합하여 자율주행이 가능하고, 스스로 유지보수·운영·관리하는 '스마트 교통수단'으로 진화

o 고속철도와 일반철도, 간선 광역철도와 지선 광역철도, 도시철도간의 환승편의 제고 등을 통해 막힘없는 철도망 흐름 구현 하도록 하고 있음

- 목표 : 미래 선도형 철도기술 비중 점진 확대, 철도 기술력 선진국 대비 `15년 83.1% → `20년 90%

o 국가기간교통망계획(2001~2020) 제2차 수정계획에서는 5대 목표별 추진전략 및 과제를 수립하였고, 철도분야에서는 교통연계성 강화를 위한 인터모달리즘 구현을 위한 교통수단간 연계환승체계 강화, 선진국 수준의 교통서비스 제공 정책을 위한 고령화

사회 및 교통약자에 대비한 교통대책 마련 정책을 수립함

o 국토교통부의 '2018년 철도안전 시행계획'에 따르면 사물인터넷, 드론 등의 첨단기술을 활용하여 철도차량・시설물 등에 대한 안전관리를 첨단화·과학화 정책을 수립함

o 사물인터넷 기술을 활용하여 철도차량·시설의 이상상태를 실시간으로 감지하여 대응할 하고, 빅데이터 분석 등을 활용하여 위험도가 높은 요소들을 사전에 예보하고 집중 관리해 나감

o 서울교통공사는 출퇴근 시간대 지하철 역사 혼잡 해소를 위해 안전하고 깨끗한 그린 서브웨이(Green Subway) 실증사업과 미래 대중교통기술 공동 연구를 위해 전략적 업무협약(MOU) 체결을 통해 교통카드 태그없이 지하철 승차가 가능한 '오픈게이트' 기술을 2018년 상반기 연구하고 있음

o 정부는「제3차 과학기술 기본계획」내 국가전략기술개발 전략의 IT 융합 신산업 창출 분야의 스마트교통시스템 구축계획 수립과「제1차 철도산업정보화 기본계획(2016-2020)」의 철도산업 IT응용기술 연구개발을 통한 철도 이용객 편의성 향상,「철도교통분야 지능형교통체계 계획 2020」내 교통문제 해결을 위해 정보·통신기술 적용 지능형교통체계 구축과 관련하여 연계교통정보제공, 요금지불자동화로 대중교통 이용불편 해소를 중점사업으로 선정

o 2018년도 국토교통과학기술 연구개발사업 시행계획(2017)에서는 도로 · 철도의 안전사고 예방 및 이용자 편의 향상을 위한 교통 인프라 개선과 건설 · 운영 효율화를 위한 ICT 융복합을 통한 교통서비스 개선 기술에 대한 과제 필요성을 제기

  * 교통약자 이동편의 향상을 위한 교통수단 개발, 교통사고 긴급구난 체계 구축 등을 통해 안전하고 제약없는 도로교통 환경 조성

라. 교통약자 관련 분야

(1) 2018년도 국토교통과학기술 연구개발사업 시행계획(2017)에서는 도로 · 철도의 안전사고 예방 및 이용자 편의 향상을 위한 교통 인프라 개선과 건설 · 운영 효율화를 위한 ICT 융복합을 통한 교통서비스 개선 기술 개발 정책을 수립함

o 교통약자 이동편의 향상을 위한 교통수단 개발, 교통사고 긴급구난 체계 구축 등을 통해 안전하고 제약없는 도로교통 환경 조성

- 제 3차 교통약자 이동편의증진계획(2018~2021)에서는 교통약자이동편의증진법 제 6조(교통약자증진계획)를 근거로 교통수단・여객시설・보행환경 분야를 포함한 교통약자 이동권 강화 관련 목표 및 정책방향을 제시를 위한 장애인·노인·임산부 등 교통약자 이동편의 강화를 위한 5년 단위 증진계획을 수립함

(2) 목표로는 '17년 고령사회와 '25년 초고령사회 진입 등 교통약자의 지속적 증가에 대비한 중장기 이동편의 증진계획 마련, 장애인·노인·임산부 등 교통약자를 위한 이동편의 증진정책의 기본방향 및 목표를 제시하기 위한 중장기 마스터플랜 수립, 이동편

의 증진을 위한 실행가능 목표를 수립하여 지자체의 교통약자 이동편의 증진정책 수립을 위한 근거 및 투자 기준 제시가 있음

o 제 3차 교통약자 이동편의증진계획(2018~2021)에서는 이동편의시설 시범사업 추진이 정책이 설정됨

o '21년 기준 교통약자가 이동하는데 불편함이 조금 있는 수준 달성 즉, 보행환경 기준 적합 설치율 81% 이상 수준으로 향상될 전망으로 이동편의시설 개선 권고사항은 이용자 만족도 분석을 통한 불만족 사항과 이동편의 시설 설치율을 고려하여 도출하고, 이를 지방 교통 약자 이동편의 증진계획에 반영 추진

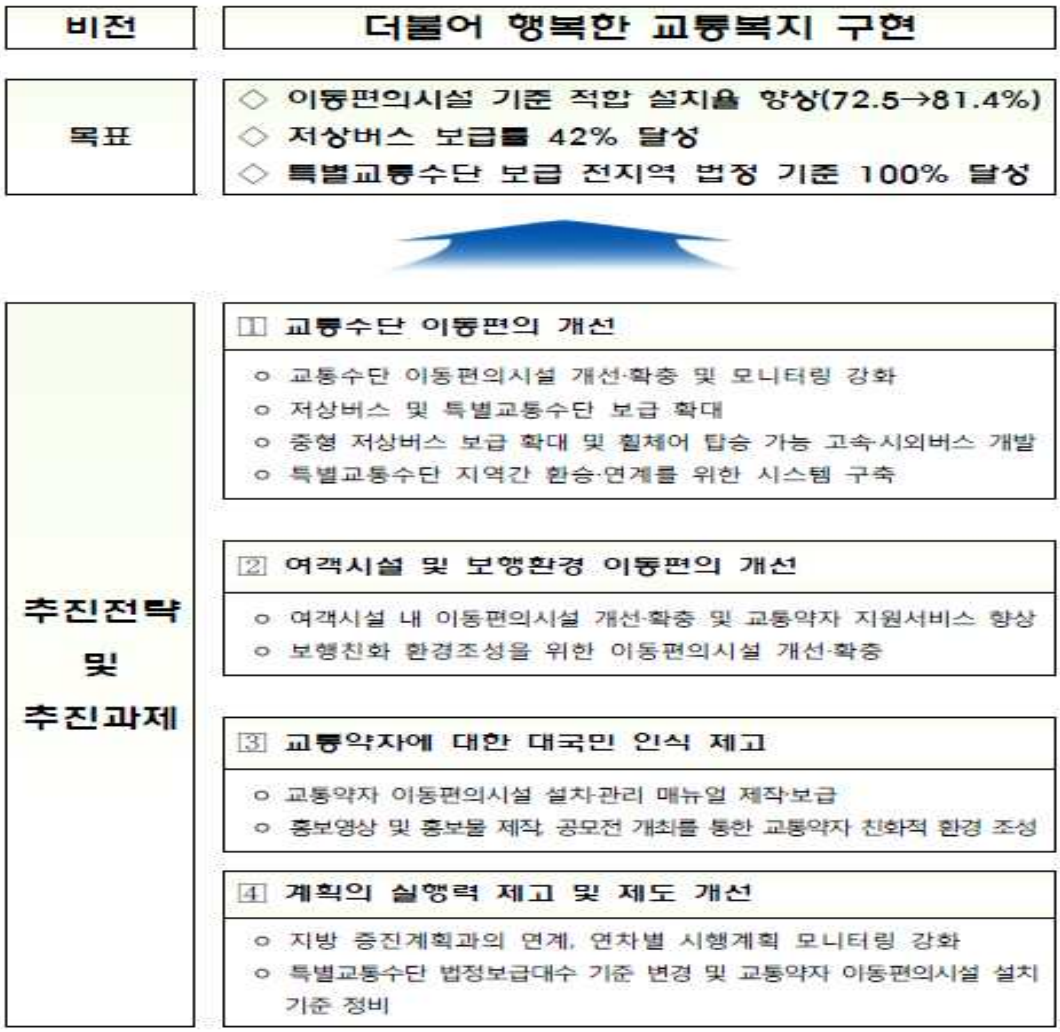


그림 2-3. 제 3차 교통약자 이동편의 증진계획 (* 자료 : 국토교통부)

o 또한, 「교통약자의 이동편의증진법」에 근거하여 이동편의시설개선이 이루어져 설치율은 향상되고 있으나, 교통약자의 정성적인 만족도에는 효과를 거두지 못하는 실정으로 이동편의시설 설치기준 정비를 통하여 교통약자는 물론, 일반인들로 하여금 다중이용시설을 안전하고 편리하게 이동·접근할 수 있는 환경을 조성하여 물리적 복지정책의 실효성을 도모하기 위한 시범사업을 추진

o 교통약자 이동편의시설의 설치·관리를 위한 매뉴얼 작성·배포를 통해 교통사업자 및 일반 국민의 교통약자이동편의 시설물에 대한 이해도 제고(국토교통부, 보건복지부, 장애인협회 등)를 계획함

o 국·내외 교통약자 이동편의시설 설치기준 및 사례조사를 통해 관련 이동권 보장을 위한 설치기준 비교 검토, 교통약자의 이동편의시설 이용 만족도 상승을 위한 실질적 설치기준 마련 필요 등 교통약자의 이동편의시설 설치기준을 정비함

o 제 4차 과학기술기본계획(2018-2022)에서는 추진과제 19 "따뜻하고 포용적인 사회 실현" 정책이 설정됨

o 사회적 약자의 생활복지 향상 및 디지털 정보격차 해소를 위한 정보소외계층을 대상으로 한 정보통신보조기기 개발·지원 및 디지털 정보기술 교육 확대를 위한 정보소외계층 대상 스마트 기기 활용 교육 및 ICT를 활용한 창·취업과 사회참여 확대를 위한 전문교육 확대

o 교통약자이동편의증진법에 의해 교통약자의 이동권 강화를 법률적으로 보장하고 있으며, 휠체어 이용자 등의 철도 이용의 편의를 도모하기 위한 지원 시스템을 운영하고 있음

* 이동권 : 일반적으로 이용하는 모든 교통수단을 교통약자들도 차별 없이 안전하고 편리하게 이용하여 자신들이 원하는 장소로 이동할 수 있는 권리를 말함

> **교통약자의이동편의증진법 제3조(이동권)** 교통약자는 인간으로서의 존엄과 가치 및 행복을 추구할 권리를 보장받기 위하여 교통약자가 아닌 사람들이 이용하는 모든 교통수단,여객시설 및 도로를 차별 없이 안전하고 편리하게 이용하여 이동할 수 있는 권리를 가진다.

- 게이트프리 기술은 교통약자의 이동권을 보장 강화하기 위한 국가 정책에 부합함

2. 국외 정책동향

가. 일본

o 일본은 'Research Map 2009'에서 고효율 에너지형 저비용의 편리한 철도 R&D 방향을 수립하였고, 이를 위한 4대 추진분야(안전한 철도, 친환경 철도, 고효율 에너지·저비용 철도, 편리하고 쾌적한 철도) 정책을 수립함

o 일본의 IoT 관련 정책은 2015년부터 본격화됨

- 2015년 9월 일본 총무성은 IoT · 빅데이터 시대에 대응한 ICT정책 비전과 구체적인 방향에 대해 논의를 시작하며, 같은해 10월 IoT 추진 컨소시엄을 발족함
- 2016년에는 4차산업혁명에 대응한 신산업구조 비젼을 발표하면서 데이터활용 촉진을 위한 환경을 정비함.
- 또한, 히타치 등 주요기업에서 IoT 국제 표준화 실증실험을 시작했고, 오므론의 경우 IoT 유통시장을 구상하기 시작함
- 2017년 일본 총무성에서는 IoT 국제경쟁력 지표를 발표하고, IoT 등 활용도를 높이는 빅데이터 공유 라이드라인 마련에 착수함
- 오므론 및 100여개 기업과 함께 IoT 유통시장 출범 계획에 대해 구체화 작업을 진행중임



그림 2-4. 일본 정부 · 기업의 사물인터넷 인프라 정비를 위한 주요 정책 및 행보

* 자료 : 일본총무성 · 경제산업성, ICT Brief 2017-19호

o 제4기 과학기술기본계획('01년~'15년)에서 철도네트워크 서비스 고도화 및 편의성 제고, 친환경성 향상 등과 관계된 기본방향을 발표함

- 이용하기 쉬운 질 높은 철도네트워크 구축을 위해 기존 간선철도의 고속화, 대도시권 철도의 통근 · 통학 시 혼잡 해소 등을 추진함
- 총 인구가 감소하고 있어 대폭의 수요증가는 예상되지 않은 상황에서 이용의 편리성과 서비스 향상에 주력함
- 향후 철도정비시 기존 시설 개량을 통한 고도화와 질적인 향상을 도모하여 이용자의

요구에 대응한 철도네트워크를 구축함

- 친환경적인 교통체계 구축을 추진 위해 고령화와 복지중시형 사회로의 전환에 대응하여 교통약자의 이동 원활화를 위한 철도정비와 저비용 고효율 철도정비를 실시함
- 고속성 · 대량성 · 정시성과 같은 철도의 특성을 발휘할 수 있는 분야의 기술개발을 중점적으로 추진함

나. 중국

o 사물인터넷을 국가 주요 기술부문으로 지목하고 있으며, 사물인터넷 산업 활성화를 위한 정책을 적극 추진하고 있음

o 국가발전개혁위원회는 “사물통신 12차 5개년 계획”을 통해 스마트교통, 스마트 홈, 스마트 그리드, 스마트 물류 등 10대 분야를 사물인터넷 중점 투자 분야로 지정함

o 중국 국무원은 중국 정부의 사물인터넷에 관한 정책 방향성을 담은 “사물인터넷의 건강한 발전에 관한 지도방안”을 발표함(2013년 2월)

o 중장기 철도망계획('03년~'20년)을 통해 철도 기술수준을 선진국 수준으로 높이고 국산화를 강력하게 추진할 계획을 가지고 있음

o 추진방향으로 지역간 균형발전, 운송수단별 균형발전, 주요 간선의 여객화물분리, 대형 경제지구 간의 연계 강화, 주요 도시간 고속철도망 구축, 여객과 화물의 원활한 통행, 용지 및 자원 이용의 효율화, 생태환경보호로 설정함

o ‘제12차 5개년 철도망계획('11년~'15년)’세부 계획으로 철도망 배치의 합리화, 기술장비의 선진화, 운수안전의 안정화, 혁신능력의 강화, 정보화 수준 제고, 운송능력 및 서비스 수준 제고, 경영효율과 수입 증가를 총괄 목표로 설정함

다. 미국

o 미연방정부는 이미 2008년에 국가 경쟁력에 영향을 미칠 수 있는 ‘파괴적 혁신 기술’ 중 하나로 IoT를 선정하고 해당 분야 연구개발에 대해 꾸준한 정책적 접근을 이어오고 있음

o 2013년 12월에 발표된 ‘스마트 아메리카(Smart America)’ 프로젝트가 대표적임. 이는 미국 연방정부 내 각 부처간 ICT 분야 연구개발 사업들을 하나로 연계한 연구개발 프레임워크인 NITRD(The Networking and Information Technology Research and Development)의 상급연구그룹인 CPS 기획 그룹이 추진 중인 프로젝트. 스마트 시티 구축을 목적으로 산업분야를 비롯해 공공기관, 의료, 산업, 에너지 등의 분야를 대상으로 IoT를 활용한 연구 프로젝트를 본격 개시함

o 「제4차 산업혁명」(하원규·최남희 저, 2015)에서는 GE의 전략을 바탕으로 한 미국의 4차 산업혁명 접근법을 다음과 같이 정리함

- 클라우드 서비스를 기축으로 하는 미국의 인터넷 우위성을 최대한 활용함
- 제조업 관련 기업과 인터넷 기업에서 축적한 방대한 데이터를 인공지능에 의하여 처리하여 전세계로 서비스를 제공함
- 그 과정에서 전세계의 공장 및 설비를 제어 하여 생산을 관리함으로써 미국 주도의 산업 플랫폼과 표준화를 실현감

o 연방철도청(FRA)은 PRIIA, ARRA 등에 근거하여 제1차 장기국가철도계획 ('10년~'35년)을 수립하였으며, 주요 내용은 대도시간 연결, 도심구간 열차속도 향상, 철도와 타 교통수단 연계추진임

o '08년 여객철도 투자 및 개선에 관한 법령 (PRIIA: Passenger Rail Investment and Improvement Act)을 제정하여 미국여객철도공사 (Amtrak)의 장거리 노선과 Northeast Corridor (NEC) 노선, 고속철도 개발을 통한 지역 간 여객철도 구축 활성화를 추진함

o 철도 안전성 향상을 위한 프로그램으로 철도 안전 기술 그랜트 프로그램, 철도-도로 횡단 위험 저감 프로그램 수립함

o 철도 안전기술 그랜트 프로그램은 철도안전향상법(Rail Safety Improvement Act of 2008) 을 근거로 철도의 안전과 효율성 강화를 위해 추진하고 있으며, 철도-도로 교차구간 위험 저감 프로그램은 고속철도 코리도(corridors)에 위치하는 철도-도로 교차구간의 위험을 제거하기 위한 프로그램임

라. 프랑스

o 교통분야 연구프로그램인 PREDIT3(2007년)과 PREDIT4(2012년)를 통해 지속사능한 운송, 안전향상, 환경보존과 함께 수송기술 개발 및 수송서비스 강화 등을 추진하고 있음

마. 독일

o 연방교육부의 '이동성과 수송(Mobility and Transport)' 연구 프로그램에서 지속가능성, 효율화, 안전, 고객 지향, 국제경쟁력 향상 등을 목표로하여 지능형 교통 네트워크 등 6가지 연구 분야를 제시하고 있고 철도 분야 적용을 위해 'Research Initiative Rail 2010' 프로그램을 제시한 바 있음

o 또한 '첨단기술전략(High-Tech Strategy, HTS) 2020에서 전세계 당면 이슈을 해결하는데 독일이 선두 역할을 하고, 인간의 삶과 생활수준 향상, 이동성 등 5대 중점 핵심기술 개발을 추진하고 있으며, 혁신 성과 확산을 위한 환경조성 및 제도 개선에 역점을 두고 있음

바. EU(유럽연합)

o 유럽연합(EU)에서는 '철도네트워크와 교통관리'라는 정책을 추진하여, 2005년부터 현재까지 신뢰성 높은 유럽 통합철도시스템 구축을 위한 관리 측면을 강조하여, 2011년 이후부터 2014년까지 철도용량 극대화, 유지보수 최적화 및 효율화·자동화, 유럽 철도 상호 운영성 등의 연구정책을 수립함

o 유럽철도연구자문위원회(ERRAC)에서는 효율적인 도시교통, 고속여객 서비스 제공을 통한 철도의 역할 증대라는 비전을 수립하였고, 이를 위해 7개 분야(지능형 이동수단, 에너지 및 환경, 개인 안전, 안전과 표준화, 경쟁력 기술, 전략 및 경제성, 인프라)에 대한 기술개발 로드맵을 수립함

- 유럽철도연합/국제철도연맹(CER/UIC)에서는 '지속가능한 이동성(Sustainable Mobility) 지향'이라는 철도분야 전략을 수립함

o EU는 범유럽교통망 건설을 위하여 CEF Transport 프로젝트를 운용 중이며, '30년까지 총 264억 유로를 투자할 계획을 가지고 있음

o CEF(Connecting Europe Facility) 프로젝트는 TEN-T(Trans- European Transport Network)의 가이드라인에 기반한 범유럽 교통망 구축을 위하여 파이낸싱 프로젝트 설계를 목표로 추진하며, '20년까지 예정된 TEN-T의 핵심 구축사업을 상호 운용성 및 효율적인 교통시스템 구축 관점에서 지원 하고자 함

o TEN-T의 주요사업으로는 핵심 네트워크 구축, 에너지 효율성 및 안정성 확보, 인프라 접근성 및 교통수단의 통합관점에서의 추진이 있음

- 이 중 철도관련 안전 및 보안 인프라 구축을 위해 인프라 접근성 및 교통수단의 통합, 상호연결 최적화향상을 위한 지원(Funding Objective 3) 및 복잡한 도로문제를 해결하기 위하여 철도와 타 교통수단 연계 지원을 계획하고 있음

o 유럽 철도연구 자문위원회(ERRAC)는 유럽연합집행위원회(EC)가 채택한 포괄적 미래 교통시스템 공급 전략을 달성하기 위해 'Rail route 2050'계획을 수립함

o FP7의 후속 R&D프로그램인 Horizon2020에서는 녹색 및 스마트한 통합 교통 구현을 위해 철도분야의 에너지효율화, 스마트기술, 차세대차량 기술개발을 추진함

- 지능형 인프라(Intelligent Infrastructure) : 철도운용 및 유지보수 비용 감소를 위하여 비용 효율화, 지능형 이동관리, 에너지관리 관련 연구가 진행 중임

- 스마트 철도 서비스(Smart rail services) : 스마트 기술을 철도와 연계하여 다양한 여객서비스 및 효율적이고 이동성이 향상된 물류서비스 연구가 진행 중임

- 차세대 철도차량(New generation of rail vehicles) : 열차의 수명, 용량, 환경을 고려한 장기적 관점에서의 철도차량 개발에 대한 연구가 진행 중임

o EU연합은 FP7의 후속프로그램인 Horizon2020에서 녹색 및 스마트한 통합 교통 구현을 위해 철도분야의 스마트기술개발을 추진하고 있음

* EU연합의 스마트 철도 서비스(Smart rail services)분야에서는 스마트 기술을 철도

와 연계하여 다양한 여객서비스 및 효율적이고 이동성이 향상 연구가 진행 중임

3. 국내외 정책동향 시사점

o 국내 철도 관련 정책은 일반 승객 및 교통약자를 위한 편의성 제고 및 사회문제 해결을 위한 방향으로 계획이 수립되고 있으며, 시설 중심이었던 기존 정책에서 시스템 중심으로 나아가고 있음

o 산업 측면에서 철도 산업을 국가경제 발전을 위한 새로운 성장동력으로 바라보고 있으며, 미래선도형 핵심 R&D 과제를 추진해 선진국 수준으로 기술력을 증진시키기 위한 추진방향을 가지고 있음

o 미국, EU, 일본 등 교통 선진국들은 양적인 성장보다 안정성, 지역 간의 연계성, 효율성 및 친환경성을 중시하는 정책을 추진 중이며, 이를 위한 기술 개발에 적극적인 투자 및 지원 계획을 가지고 있음

o 특히, 인구 구조 및 교통 인프라 현황이 유사한 일본의 경우, 철도네트워크 서비스 고도화, 편의성 제고, 친환경성 향상을 주요 목표로 삼고 있으며, 출퇴근시 혼잡 해소, 이용 편리성 향상, 교통약자를 위한 복지 중심의 기술개발을 추진하는 점을 볼 때, 국내 역시 유사한 방향으로의 기술 개발이 필요할 것으로 사료됨

제2절 국내외 시장동향

1. 국내 시장동향

o 국내 ICT 현황 및 전망은 2017년 ICT산업 생산이 전년대비 4.8% 증가한 약 456조 원으로 전망됨

o 2017~2021년의 ICT산업 생산은 연평균 1.5%의 성장을 보여 2021년에 약 484조 3천억 원 규모를 형성할 것으로 전망됨

o 2018도 ICT분야 핵심키워드로 2017년 순위와 동일하게 인공지능(AI)이 부동의 1위, 사물인터넷(IoT)이 2위로 선정되어 4차산업혁명의 주축이자 미래가치 기술로서의 기대를 나타냄

o 블록체인(7위), 스마트홈/스마트시티(8위), 클라우드(10위)가 새롭게 순위에 올랐으며, 로보틱스, 사이버 보안 등은 순위 밖으로 밀려났고 빅데이터, 스마트카/자율주행자동차, 5세대(5G) 이동통신, 가상현실/증강현실, 핀테크는 전년에 이어 순위에 오름

o 2018년 ICT분야의 핵심 키워드에서 가장 많은 응답을 받은 인공지능(AI)은 기존 전통산업의 혁신, 증강현실/가상현실, 로봇 등 미래유망기술을 앞당기는 기반기술로 자리잡는 원년이 될 것으로 기대됨

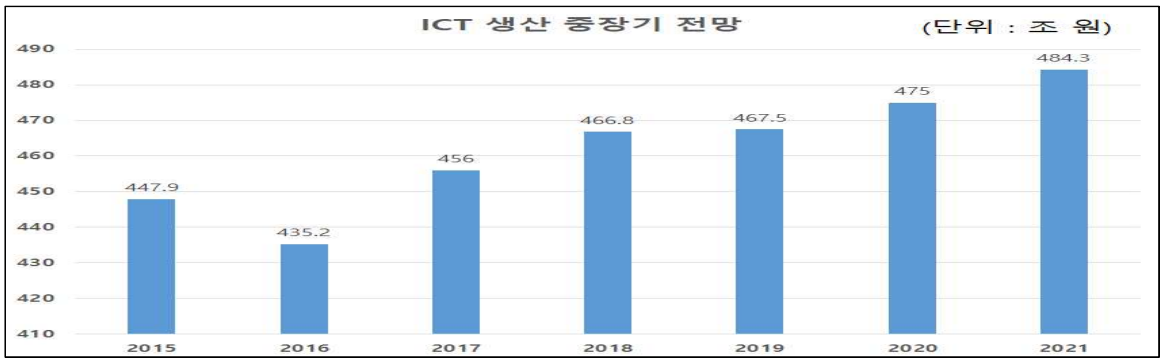


그림 2-5. ICT생산 중장기(2017~2021) 전망(시장규모)

* 자료 : ICT산업 중장기 전망(2017-2021) 및 대응전략, 정보통신정책연구원,2017

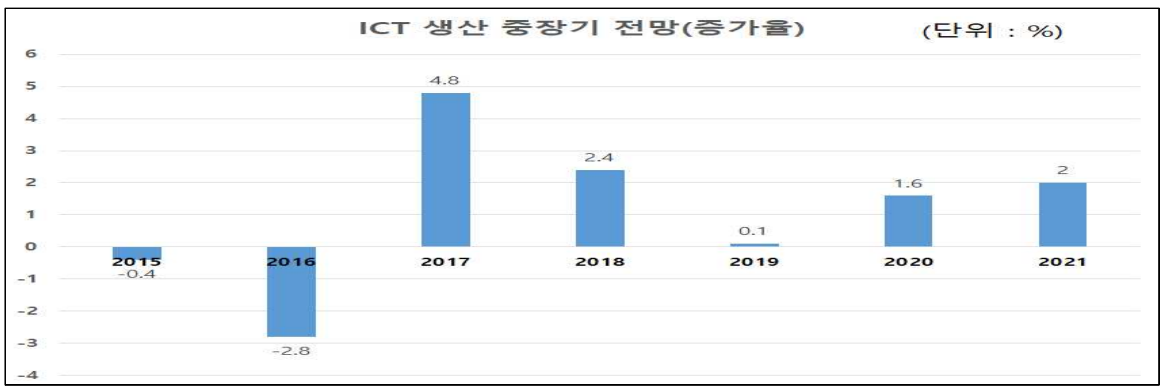


그림 2-6. ICT생산 주장기(2017~2021) 전망(증가율)

* 자료 : ICT산업 중장기 전망(2017-2021) 및 대응전략, 정보통신정책연구원, 2017

o 사물인터넷 시장이 본격적인 성장기에 접어들면서 인터넷에 연결되는 디바이스 수가 2020년에는 500억 개를 넘을 것으로 예상됨

o 최근 산업 각 분야별 사물인터넷의 본격 도입, 센서 가격의 하락 및 실시간 · 지능형 개인 맞춤 서비스가 가능하게 되면서 인터넷에 연결되는 사물의 수가 급격히 증가되고 있음

o 또한, 생활 밀착형이고 지능화된 Sensing 융합 서비스 및 차세대 디바이스 규모가 증가할 것으로 전망됨

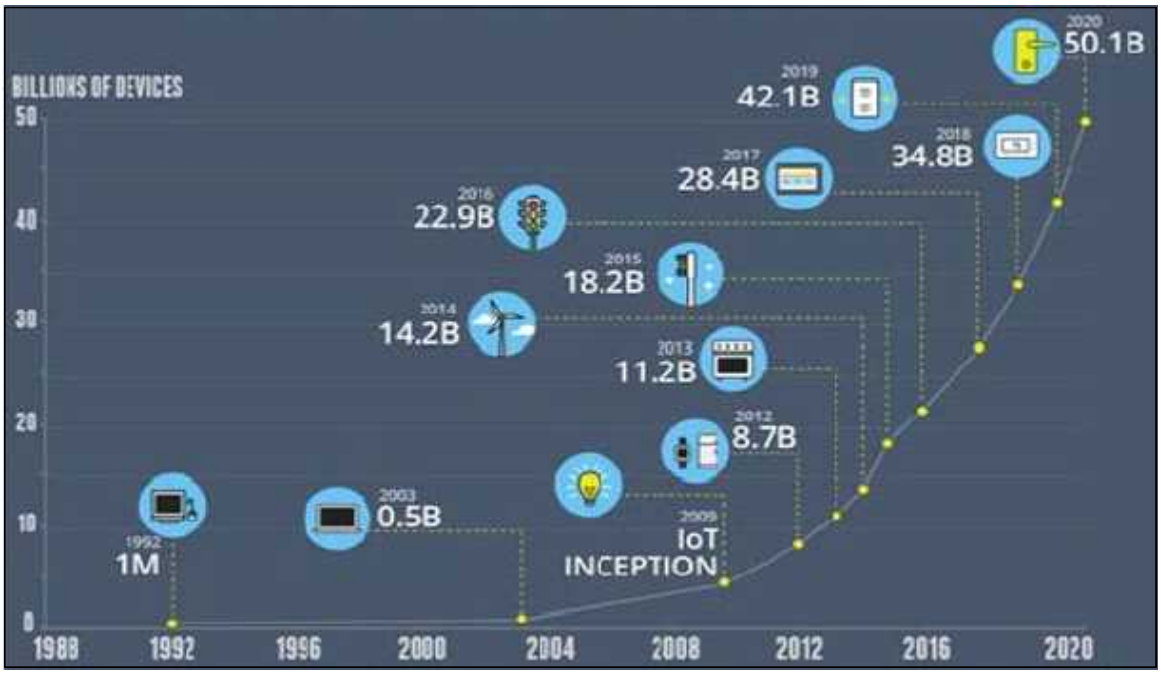


그림 2-7. 사물인터넷의 연도별 성장 및 디바이스 확장 전망

* 자료 : Infrafocus

o 세계 사물인터넷 시장 또한 급격히 성장하여 2022년 1조 달러 이상의 시장이 형성될 것으로 전망됨

o 사물인터넷 시장은 2024년까지 4.3조 달러 이상의 규모가 될 것이며, 애플리케이션, 플랫폼, 시스템 및 사물인터넷 서비스 4개 분야의 시장 규모도 1.8조 달러 수준이 될 것으로 예측됨(Machina Research, 2015.4.)

o 리포츠앤리포츠(2017)는 스마트 가전, 스마트폰, 수송기기 등의 증가로 데이터 수집을 위한 통신 인프라의 수요가 높아져 2016년 160억 달러 시장 규모로 성장하였으며, 2023년이 되면 이보다 10배 이상 늘어난 1,950억 달러(약 224조 원)에 달할 것으로 예측

o 우리나라는 사물인터넷 산업에서 비교적 경쟁우위에 있는 것으로 평가되고 있음

- IDC의 G20 국가를 대상으로한 "사물인터넷 발전을 위한 준비 지수"(2016.11)에서 2위를 차지함. 특히, 사물인터넷에 특화된 투자 및 혁신을 촉진하고 매력적인 투자 기회를 증진시키는 비즈니스 환경 측면에서 매우 높게 평가 받음

o 또한, 일본 정부가 사물인터넷 역량을 측정하기 위해 자체 신교 지표로 조사한 “사물인터넷 국제 경쟁력 순위”(2017. 3.)에서 미국, 중국, 일본에 이어 4위를 기록함

표 2-1. 한국 사물인터넷 산업에 대한 평가

IDC “IoT 발전을 위한 준비지수” 상위 5개국			일본의 “IoT 국제 경쟁력” 상위 5개국		
순위	2013년	2016년	순위	2017년	점수
1	미국	미국	1	미국	61
2	한국	한국	2	중국	54
3	일본	영국	3	일본	54
4	영국	오스트레일리아	4	한국	51
5	중국	일본	5	대만	50

* 자료 : IDC　　* 자료 : 일본총무성

o IoT 기술 관련 교통 분야에 접목한 것으로는 ‘도로상태 관리 시스템’으로 차량에 탑재되는 도로정보수집 단말기와 이벤트 생성 및 관리 서버로 구성됨

- 도로정보수집 단말기는 충격센서, 카메라, CAN(Controller Area Network) 인터페이스를 이용하여 노면의 요철, 차선의 도색상태, 노면 결빙에 의한 ABS(Anti-Lock Brake System) 작동 여부를 탐지하여 수집된 정보를 LoRa(Long Range)〔2〕 기반 IoT 기술을 통하여 관리서버로 전송함
- 관리서버는 차량들로부터 수집된 정보를 분석하여 해당 시설관리주체로 통보하는 역할을 수행함

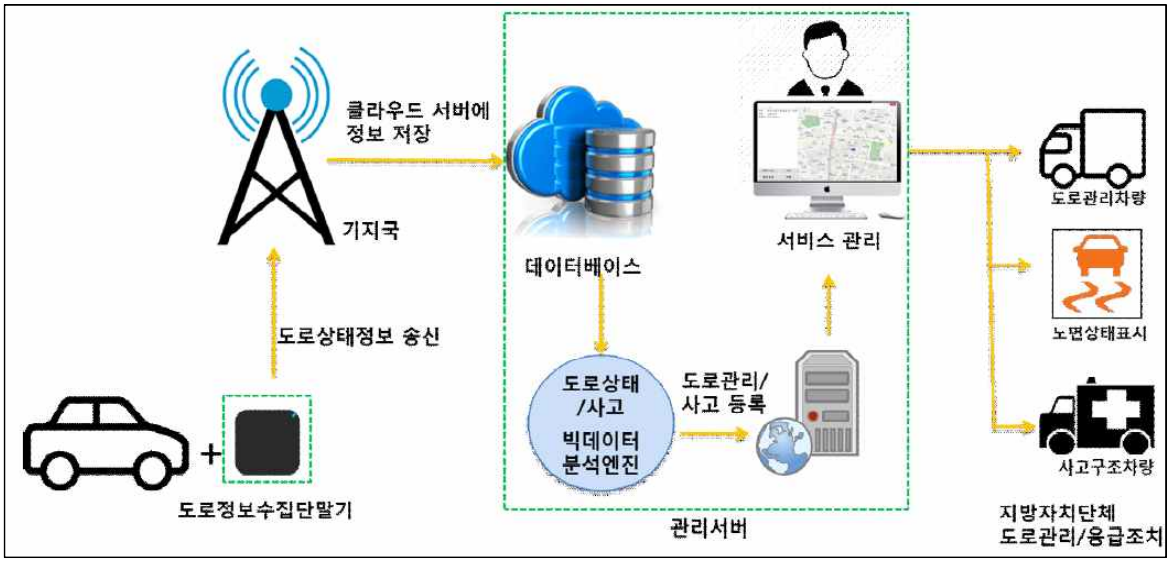


그림 2-8. 도로관리 시스템 구성

* 자료 : 자동차의 IoT 단말을 이용한 도로상태 관리 시스템의 설계, 김인수, 류춘우, 박재홍, ㈜와이즈오토모티브, 2017

o 2017년 전국 고속도로에 하이패스 도입 10년 만에 하이패스 이용률이 80%를 돌파했고, 2015년 대비 약 344만대가 향상됨



그림 2-9. 하이패스 전국 개통 10년 이용률 변화

* 자료 : 매일신문

o 고속도로 뿐만 아니라 공항 자동출입국 심사 이용객도 2010년 4,298만명에서 2017년 7월 4,594만명으로, 이용비율 6.1%에서 29.8%로 23.7%가량 증가한 것으로 파악됨

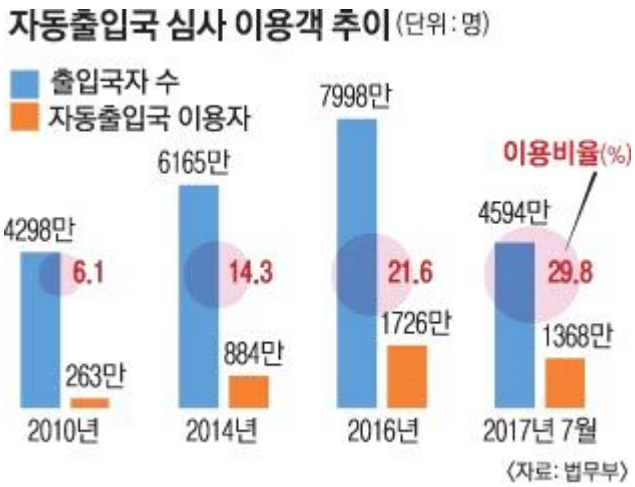


그림 2-10. 자동출입국 심사 이용객 추이

* 자료 : 법무부

o 울산광역시, 부산광역시, 한국도로공사, 국토교통부에서 적용한 지능형 교통체계(ITS)

- 교통수단 및 교통시설에 전자·제어 및 통신 등의 첨단기술을 접목하여 교통정보 수집 및 서비스를 제공함으로서, 교통체계의 운영 및 관리를 과학화, 자동화하고, 교통관제의 효율성과 안전성을 제공함

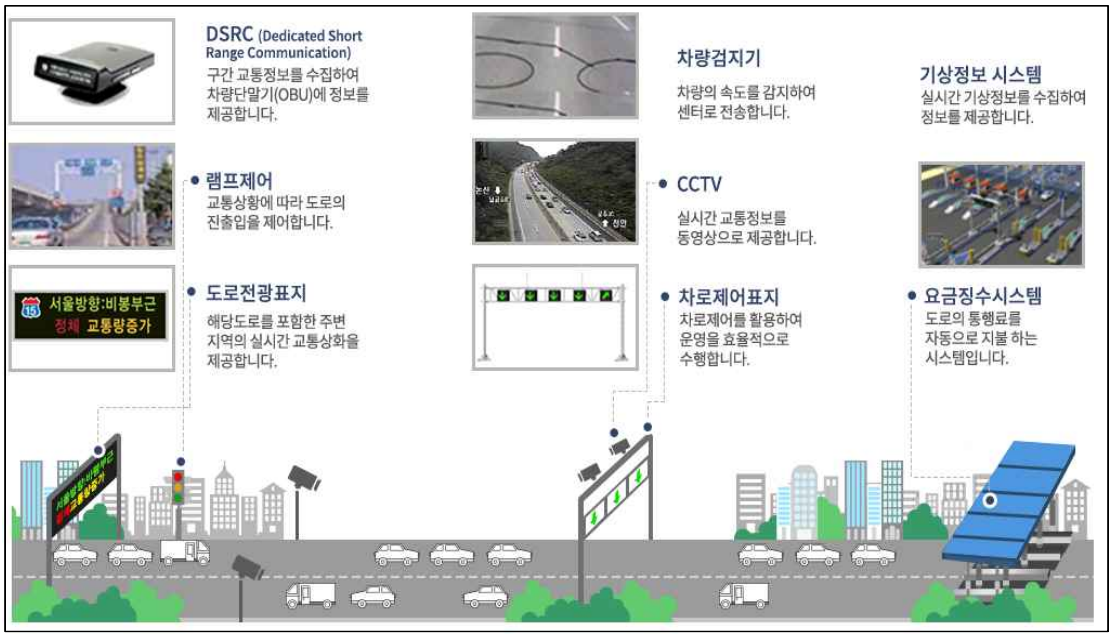


그림 2-11. 지능형 교통체계(ITS) 개념도

* 자료 : NEIGHBOR SYSTEM

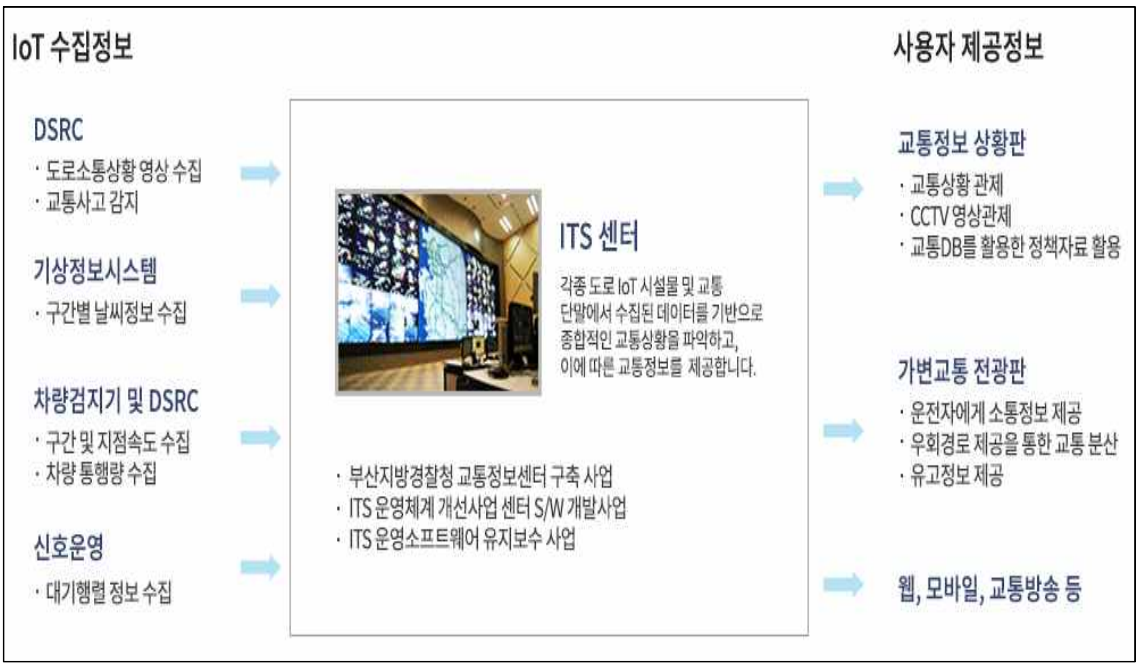


그림 2-12. 지능형 교통체계(ITS) 수집 정보 및 처리

* 자료 : NEIGHBOR SYSTEM

o 울산광역시, 부산광역시, 진주시, 구미시, 통영시, 현대제철 적용 버스 정보 시스템(BIS)

- 도로상을 운행하는 버스위치, 운행상태 등의 실시간 운행정보를 수집하여 버스회사, 버스이용자, 운영자 등 정보수혜자에 버스도착 정보를 생성 및 제공하는 시스템

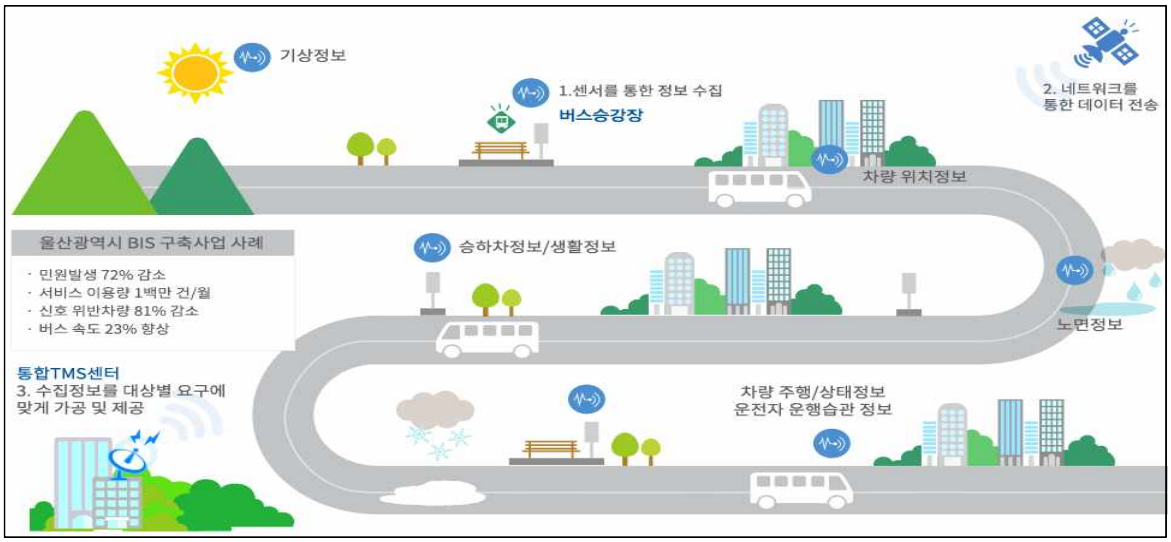


그림 2-13. 버스정보시스템(BIS) 개념도

* 자료 : NEIGHBOR SYSTEM

o 한국도로공사, 인천대교, 광안대교, 북항대교, 마창대교, 용마터널, 미시령터널, 수정산터널, 백양터널, 원적산터널, 대구4차순환도로에서 적용한 요금정보시스템(TCS)

- 고속도로, 터널 요금소에 설치된 차로설비로부터 통행료를 수집하여 영업소의 효율적인 운영관리업무에 적합하도록 구축된 영업소 통행료수납관리 시스템임

- 주요기능은 통행료 수납관리, 일마감관리, 정산관리, 미납관리등 운영에 필요한 각종 데이터 조회, 집계보고서출력 등

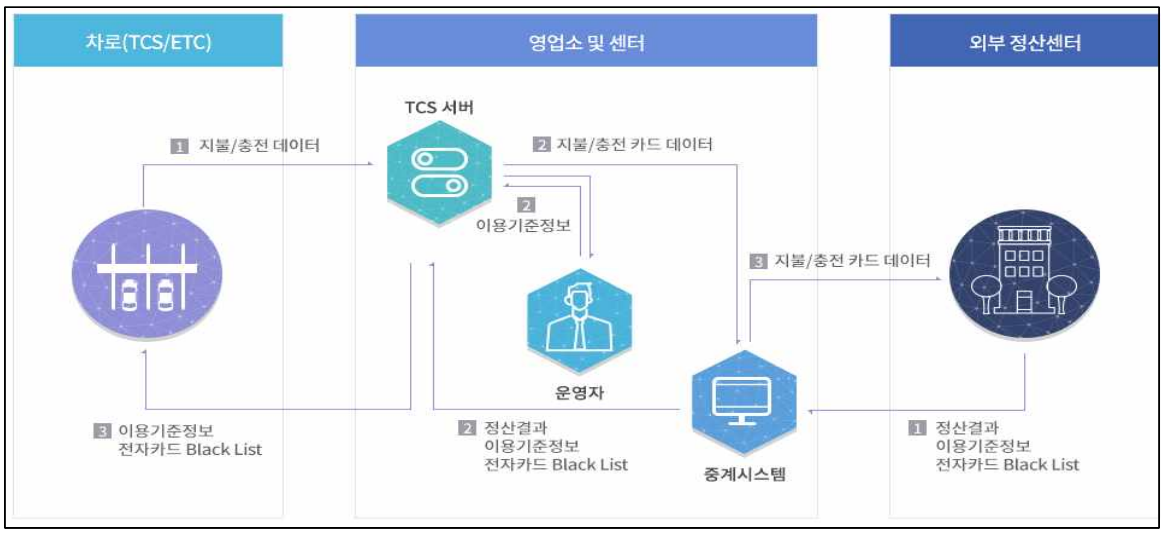


그림 2-14. 요금정보시스템(TCS) 개념도

* 자료 : NEIGHBOR SYSTEM

2. 국외 시장동향

가. 미국 사물인터넷 대응 현황

- o 대규모 R&D 투자를 통해 대부분의 분야에서 세계 최고 수준의 기술력 보유
- o 사물인터넷, CPS 등 ICT 융합 전 분야의 근간이 되는 스마트, 고신뢰 SW기술 분야에서 타국가 대비 독보적인 기술력을 보유하고 있고, 미래 융합원천기술 선점을 위한 기술개발 및 투자를 지속하고 있음
- o 사물인터넷의 다양한 서비스를 창의적으로 펼치고 있고, 시장 역시 창추랗고 있어 기술의 확산이 능동적으로 진행되고 있음
- o 2015년 사물인터넷 분야에 전년대비 42% 늘어난 88억 달러를 투자하였으며, 2011~2015년까지 5년간 사물인터넷에 투자한 금액은 350억 달러 수준(Govini, 2016. 5.)
- o 세부 분야 중 가장 빠르게 성장하고 있는 분야는 '센서'로 20115억 7,800만 달러에서 2015년 16억 달러로 2.8배 증가
- o 구글 산하 NEST의 네스트러닝 서모스택은 맞춤형 인지 기반 실내 환경 제어 서비스 및 다양한 기기와 연동 서비스를 제공함
- o 애플, 아마존, 페이스북 등은 지능형 클라우드 인프라를 기반으로 AI 개인 비서 서비스를 공개
- o IBM은 클라우드 플랫폼의 애널리틱스 방식에 바탕을 두고, 사물인터넷 센서를 이용해 도시와 기업의 효율성을 높이는 '스마트 플래닛(Smart Planet)' 서비스를 진행중

나. 일본 사물인터넷 대응 현황

- o 사물인터넷 · 빅데이터 · 인공지능 등 첨단기술 발전에 대응해 이를 활용한 혁신과 새로운 비즈니스 창출을 위한 투자지원 · 인프라 환경 정비 등 총체적 정책 마련을 강조
- o 사물인터넷 서비스 · 표준화 부문 등에서 미국 실리콘밸리 기업에 비해 경쟁력이 뒤쳐졌다고 판단하며 선도적 인프라 정비와 기술 개발을 적극 독려하는 분위기
- o 사물인터넷 · 빅데이터 등에 대응한 정책 로드맵에서도 2025년 모든 일상생활 영역에서 사물인터넷 파급효과를 극대화할 수 있는 액션플랜을 구체화함. 사물인터넷 창출에 관련된 방대한 정보 가치에 주목하여 안전하고 투명한 데이터 유통 사회를 실현하기 위한 인프라 정비를 촉구
- o 오므론(Omron) 등 일본기업 100개사는 2020년까지 모든 사물 · 사람이 연결된 사물인터넷이 창출하는 데이터를 매매 · 중개하는 유통시장을 출범할 계획임. 이는 사물인터넷 데이터 거래를 활성화하기 위해 "IoT 데이터 유통시장" 구상을 발표(2016. 10.)한 이후 이를 실현하기 위한 계획을 구체화

다. 중국 사물인터넷 대응 현황

o 사물인터넷 기술을 “2006~2020년 과학기술 중장기 발전계획” 중 차세대 브로드밴드 무선 이동통신 기술에 포함시키고 2010년까지 약 70억 위안(약 1조 2,000억 원)에 달하는 R&D 자금을 지원하기로함

o 사물인터넷 구성 요소별 정책 주체 간 원활한 정보 교환으로 시너지 효과를 창출하는 한편 보안 관련 연구 개발을 보다 강화할 것임을 강조함

o 중국 정부의 전폭적인 지원 하에 중국의 사물인터넷 시장규모는 2012년 전년대비 38.6% 성장한 3,650억 위안을 기록하였고, 2020년에는 1조 위안을 돌파할 것으로 예상됨

o 중국 정부는 중국스마트홈산업연합을 통해 스마트홈시스템 엔지니어 육성 시스템 구축, 스마트홈기술 시험 플랫폼 개발 및 스마트홈 기기/서비스 클라우드 기반 플랫폼 개발 사업을 추진중임

라. 동남아의 경우 교통체증 해결책으로 IoT 기술을 주목하고 있음

o 말레이시아의 실리콘밸리라고 불리는 ‘사이버자야’(Cyberjaya)에서는 IoT 기술을 도입한 스마트 교통관리시스템을 개발해 현재 시험 중에 있음

o 이 시스템은 멀티미디어발전협회(MDeC)의 투자를 받아 사이버뷰(Cyberview)가 말레이시아텔레콤(TM)과 함께 내놓은 합작품으로, 향후 쿠알라룸푸르, 페낭 등 말레이시아 도시 전역에서 이용될 예정임

o 시스템 작동원리는 다음과 같음

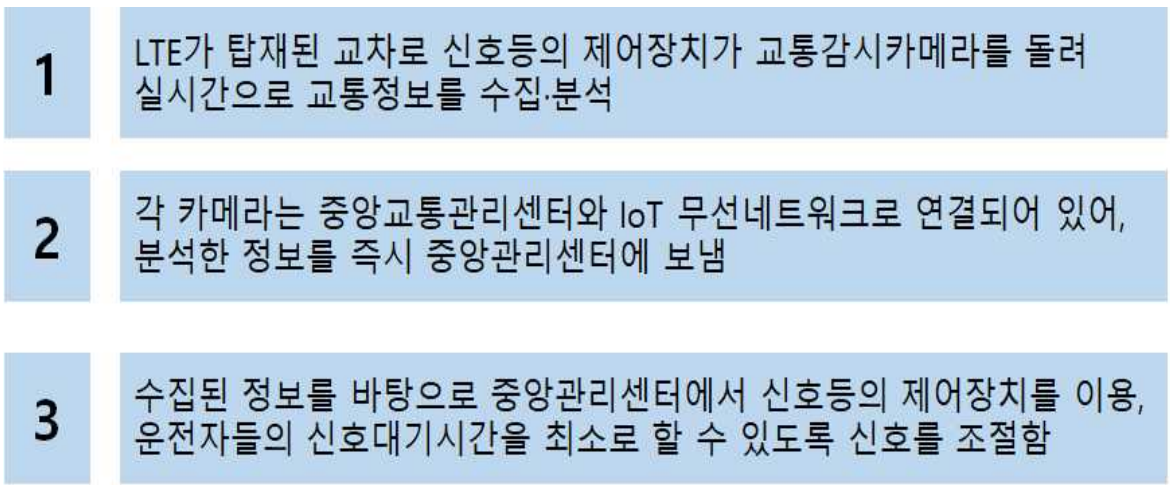


그림 2-15. IoT 접목 동남아시아 교통체증 해결 시스템 작동 원리

* 자료 : ASEAN

3. 국내외 시장동향 시사점

o 세계 도시철도 시장은 도시화 및 광역권 내의 수송 수요 증가로 4% 대의 높은 성장률을 이어나갈 것으로 전망되며, 세계 시장의 성장기조에 발맞춰 기술 개발을 통한 시장 선도자의 입장을 선점할 필요가 있음

o 규모는 크나 성장이 정체되어 있는 국내 및 아시아 시장의 경우 기술 개발의 파급효과가 클 것으로 사료되며, 적극적인 투자 움직임을 보이고 있는 유럽 시장 및 높은 성장세가 전망되는 아프리카/중동 시장 위주의 시장 침투가 필요할 것으로 보임

o 미국, 독일, 프랑스, 일본 등 시장규모가 큰 교통 선진국의 경우, 수요가 높은 교통 복지 관련 기술 개발을 통해 시장 경쟁력을 확보할 필요가 있음

제3절 국내외 기술동향

1. 위치인식 및 추적 기술

가. 국내동향

o KT는 취약 계층의 고독사를 방지하기 위해 2015년에 '비콘 안부 확인 서비스'를 시작하였으며 소외계층이 거주하는 주거지역에 비콘을 설치해 거동이 불편한 노인이나 주민에게서 이상 징후가 발견되면 사회복지사에게 자동으로 통보함



그림 2-16. KT 비콘 안부 확인 서비스

o 엔엑스트렌드의 '아이콘(Eyecon)'은 Beacon 기반의 BLE 기술을 활용하여 비콘 근처에 다가온 인물을 식별해 가정 침입 범죄를 예방해줌



그림 2-17. 엔엑스트렌드의 '아이콘(Eyecon)' 서비스

o 어빌리티시스템즈는 Beacon 기술을 활용하여 GPS를 받을 수 없는 장소에서 현재 위치 파악, 사용자의 동선 추적 기능, 사용자의 이동경로 및 행동 패턴을 분석하는 기초 정보 제공, 길 찾기 안내 기능 등을 제공하는 비콘 플랫폼을 개발하였으며 신촌세브란스

병원과 강남세브란스병원 등에 비콘 기반 실내 길안내 서비스를 제공하고 있음



그림 2-18. Beacon 기술을 활용한 병원내 길 안내 서비스

o 한국전자통신연구원에서는 2011년부터 2014년까지 “5m 정밀도의 증강현실 서비스 지원 LBS 플랫폼 개발 과제”를 수행하였으며 GNSS, WiFi, NFC, 스마트폰에 내장된 센서(자이로, 가속도, 고도, 지자계)를 활용하여 주변환경에 따라 최적의 위치를 결정하는 보행자 항법 기술을 개발하였음

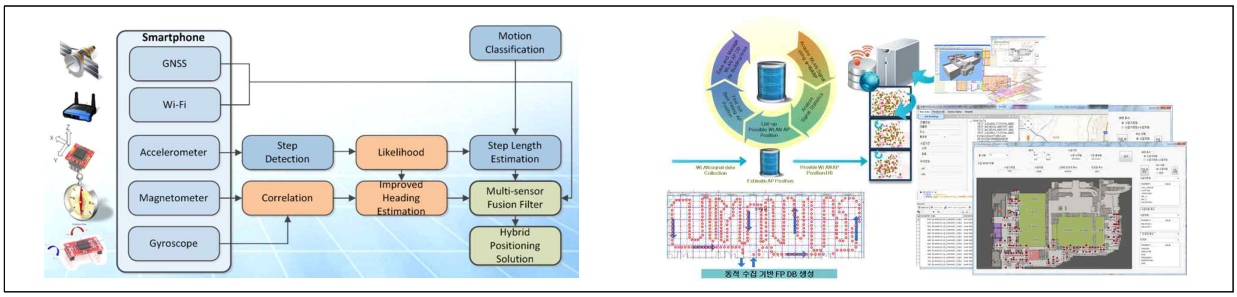


그림 2-19. 5m 정밀도의 증강현실 서비스 지원 LBS 플랫폼 개발 기술

o 한국전기연구원은 ‘2010 지식경제 R&D 성과전시회’에서 ‘초광대역 임펄스 무선통신 및 측위기술’을 선보임

o 이 기술은 국내 독자 기술로 개발된 세계 최고 수준의 초광대역(UWB) 기술 기반의 실시간 무선 위치인식 시스템임

o 또한 새로운 방식의 임펄스 발생 및 검출 기법을 적용해 상용화에 걸림돌이었던 기존 방식의 복잡성을 해결하고 전력소모를 최소화한 저전력·초소형·초정밀 위치인식 기능이 그 특장점임

o 이 실시간 위치 인식 시스템(RTLS. Real Time Location System) 기술은 의료·유통·홈네트워크 등 산업화 현장에 적용하면 환자나 작업자 등의 안전과 효율성을 대폭 증가시킬 수 있음

o 가령 복잡한 라인이 들어선 대규모 공장 등에서의 작업자의 현재 위치 파악을 통한 작업 흐름 관리 및 인명 안전관리, 병원에서의 환자 안전관리 및 고가의료장비 관리, 할인점 등 대형 유통점에서의 재고 관리 및 자산관리, 백화점 또는 대형 마트 등에서의 고객 이동성향 파악 등이 가능함



그림 2-20. 실시간 무선 위치인식 시스템의 적용 분야

o (UWB 레이더 센서) UWB 레이더 센서는 임펄스 신호를 투사해서 반사된 신호를 고속 측정하여 신호처리를 통해 물체를 검출하는 지능센서로서, 물체검출외에 인체신호 모니터링등에 많이 활용되고 있음.

- 유메인은 자체 개발한 레이더 신호처리 소프트웨어(SW)를 활용, 물체의 크기와 형태를 정확하게 식별하면서도 가격은 15만원대로 낮춘 UWB 근거리 레이더 모듈 생산 기술을 개발



그림 2-21. UWB 레이더 센서 모듈(유메인)

- 탑중앙연구소는 UWB 레이더 기술을 이용하여 의료용 호흡탐지 및 초음파 측정용, 중장비용 근접 감지용, 재실탐지 및 침입 탐지용, 가로등 제어용을 위한 UWB 레이더 센서 제품 개발



그림 2-22. UWB 레이더 센서 제품 활용 분야(탑중앙연구소)

- 레이더 센서 전문 기업인 효성기술은 근거리 레이더 센서 칩을 포함한 모듈을 민수용 제품으로 양산한 세계 최초의 업체로서 개발한 UWB 레이더 센서는 투과성과 분해능이 뛰어나며 SoC기반의 레이더 센서보드, UWB 안테나, 응용 알고리즘으로 구성되어 있음. 자체 개발한 레이더 신호처리 SW로 물체의 크기 및 형태를 더 정확하게 추출하며 제품 활용 분야는 사물인터넷, 스마트홈, 의료기기 등 다양한 분야에 적용하고 있음



그림 2-23. 근거리 레이더센서 제품(효성기술)

나. 국외동향

o 애플은 2013년 오차범위 5cm라는 BLE(Bluetooth low energy) 기반 초정밀 위치 감지 시스템인 아이비콘(iBeacon)을 개발하였으며 아이비콘 기기가 설치된 실내에서 사용자가 해당 위치에 접근했을 때, GPS나 NFC 기반이 아닌, 블루투스로 연동되어 앱에 제품, 세일, 쿠폰 정보 등을 제공함

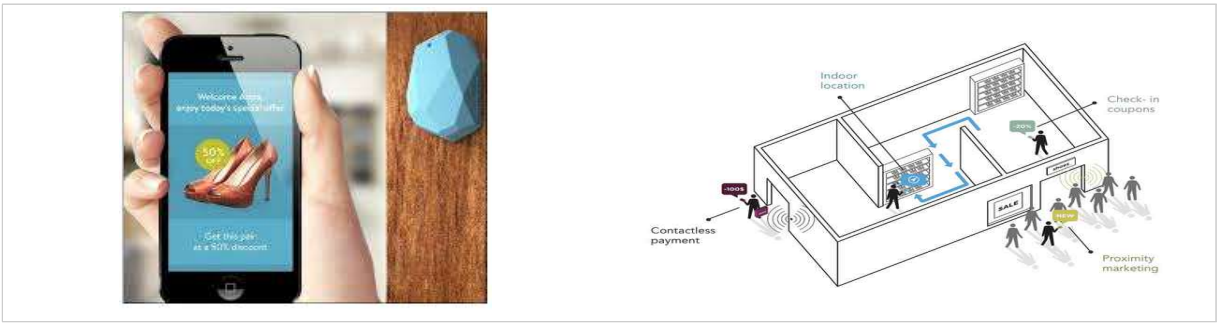


그림 2-24. 애플의 아이비콘(iBeacon) 서비스

o 애플은 지도 서비스를 시작한 이후 실내 기반 모바일 위치 서비스도 지원하기 위해 2013년 실내 GPS 개발 회사인 WiFiSLAM를 2천만달러에 인수하였으며 이 회사는 위성 GPS 신호가 다다르지 않는 실내에서 WiFi 신호를 기반으로 모바일 기기의 위치를 추적하는 기술을 제공하고 있음

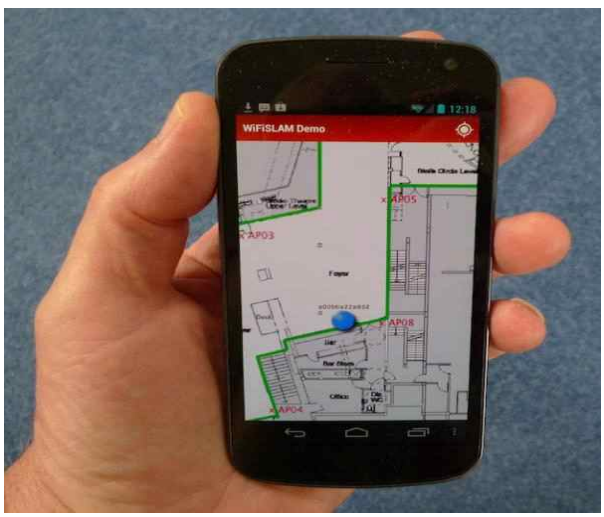


그림 2-25 WiFi 기반 위치 추적 서비스

o 구글은 2015년에 BLE 비콘 플랫폼인 에디스톤(Eddystone)을 발표하였으며 에디스톤은 애플 기기에 최적화되어 있던 기존의 아이비콘의 적용 범위를 넘어, 구글의 안드로이

드와 애플의 iOS에서도 문제없이 호환되어 플랫폼의 제한없이 비콘의 기능을 적용시켰음. 에디스톤에는 아이비콘의 UUID의 역할을 하는 Eddystone-UID외 세 가지 프레임(URL, Telemetry(TLM), EDI)이 탑재되어 보다 자유로운 개발 및 활용이 가능하도록 하였음

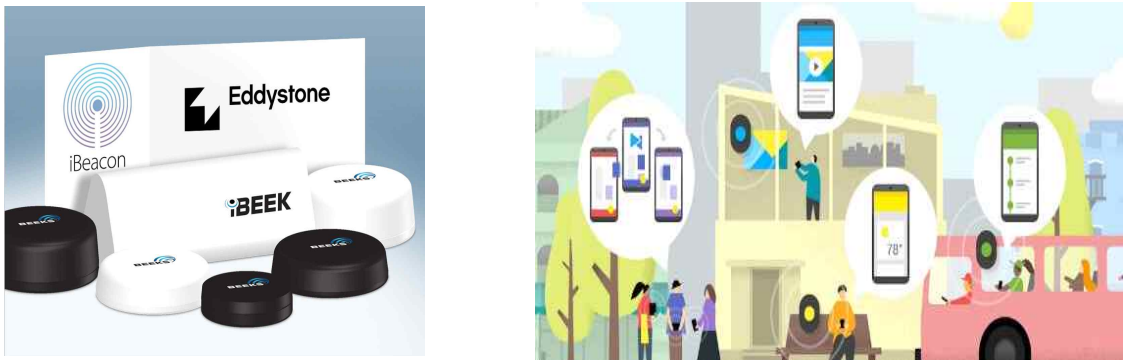


그림 2-26. 구글 Eddystone 서비스 개념도

o 퀄컴은 GPS, Wi-Fi, 이동통신, 가속도계, 자이로, 지자기 센서, 고도계 등을 모두 이용하는 다양한 위치 측정 기술을 하나의 칩에 집약한 위치인식 솔루션 iZat을 발표하였으며 실외는 물론 GPS 신호가 수신되지 않는 실내에서도 이용자의 위치를 계산할 수 있는 하이브리드 방식을 사용하기 때문에 GPS 위성 신호 수신 환경이 좋지 못한 도심지나 실내에서도 위치정보를 제공할 수 있음. 또한, 중앙 서버에서 GPS 위성 정보, 이동전화 기지국 정보, Wi-Fi정보 등을 지속적으로 관리하고 이를 사용자 측에 제공함으로써 초기 사용자 위치 계산에 소요되는 시간을 최소화하는 클라우드 서비스 방식으로 구현됨



그림 2-27. 퀄컴 iZat의 하이브리드 위치 서비스

o Ubisense사의 Ubitag는 Ubisensor들로 구성된 망에 자신만의 고유한 32bit 식별자를 UWB를 통해 송신하고 망은 수신한 식별자를 활용하여 각 Ubisensor들에 의하여 측정

된 값으로부터 TDoA(Time Difference of Arrival)와 AoA(Angle of Arrival) 혼합방식에 의하여 Ubitag의 위치를 계산함. Ubitag와 Ubisensor는 작업장, 헬스케어, 보안 등에 사용 가능하도록 tag와 sensor로 구성된 시스템으로 송신신호는 약 50m 정도의 거리까지 도달함



그림 2-28. Ubisense사의 Ubitag 및 Ubisensor

o (지자기 센서기술) 다중의 축을 따라서 지구 자기장을 측정할 수 있는 디바이스로 휴대기기에 장착되어 향상된 나침반 및 내비게이션 기능 등을 제공하며, 철 소재의 가는 스트립을 통과해서 흐르는 전류 흐름과 직각으로 자기장이 적용되었을 때 이 스트립에서 발생하는 저항의 변화를 활용하는 AMR(Anisotropic Magneto Resistive) 센서 기술이 저전력, 높은 공간 분해능, 높은 정확도로 많이 활용되고 있음.

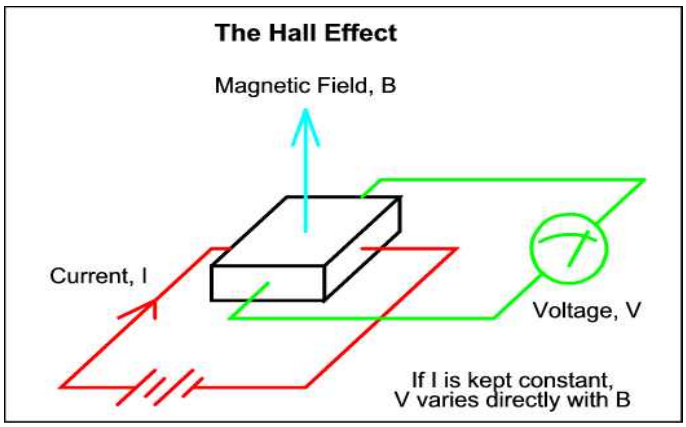


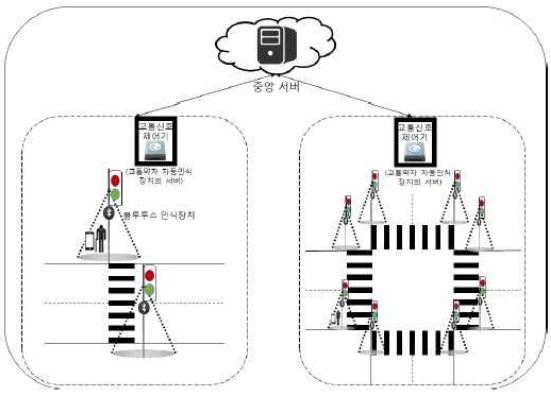
그림 2-29. 지자기센서 원리

- 휴대폰에 탑재된 지자기센서를 이용하여, 휴대폰의 위치를 인식하기 위해서 측위 대상이 되는 공간을 일정한 범위로 나눈 후, 신호 세기를 측정해야 하는 측위 지점을 설정하여 지구자기장세기를 측정하고 측위 지점의 위치 좌표와 함께 수신된 신호의 세기를 데이터베이스로 저장하여 사용함

2. 교통약자 인식기술

가. 국내동향

o 홍익대학교 소프트웨어공학연구실에서는 2015년도 미래창조과학부의 재원으로 과학벨트 기능지구지원사업의 지원을 받아 “교통약자 자동인식 스마트 보행신호 메커니즘 모델링”에 대한 연구를 수행하였으며 교통약자(장애인, 고령자, 어린이 등)의 보행안전을 위해 보행신호등에 IoT를 접목한 교통약자 자동인식 스마트 보행신호 메커니즘을 제안하였음



항목		비 고
중앙서버 (A)		임대망 또는 자가망 으로 모든 교통약자의 정보를 DB에 저장하고, 신호등서버에 정보를 제공 및 관리.
신호등 서버 (B)		임대망 또는 자가망으 로 교통약자의 정보를 중앙서버로부터 받아 저장.
블루투스 인식장치 (C)		비콘[5]이용, 보행신호등 주변에 설치되며 교통약자의 블루투스 신호를 인식
스마트 폰 또는 블루투스 기기 (D)		스마트신호등 어플리케이션이 설치된 스마트 폰
	+	지팡이,벨트 기타 액세서리에 블루투스(비콘)가 내장된 용품

그림 2-30. 스마트 보행신호 메커니즘

나. 국외동향

o 네덜란드의 교통 솔루션 기업인 Dynniq는 걸음걸이가 느린 약자들을 위해 초록불이 켜지는 시간을 더 늘려주는 스마트폰 앱인 크로스워크(Crosswalk)를 개발함. 크로스워크 앱은 GPS와 블루투스 통신 모듈이 장착된 신호등 제어기와 연동함. 신호등 제어기는 횡단보도 인근에 있는 앱 사용자를 즉시 감지하고 사용자는 앱을 켜고 스마트폰을 통해 초록불의 시간을 직접 연장할 수 있음. 노약자와 장애인들에게 필수 앱으로 전망됨



그림 2-31. 네덜란드 Dynniq의 크로스워크

3. 운임정보 보안기술

o 지문, 화자, 음성 등의 생체인증을 활용하여 보다 편리하고 안전한 인증서비스를 제공하기 위해 FIDO (FastIDentity Online)는 온라인 환경에서 ID, 비밀번호 없이 생체인식 기술을 활용하여 보다 편리하고 안전하게 개인 인증을 수행하는 기술로써 개인의 생체정보를 생체인식 단말기에 저장한 후, 추출한 생체정보를 생체인식 단말기에서 비교, 검증한 후 전자서명 값을 공동 FIDO 서버로 전송해 인증하는 방식임

가. 국내동향

o 라온시큐어는 FIDO 기술을 기반으로한 TouchEn OnePass를 개발하였으며 이 기술은 바이오 정보를 서버에 저장하지 않기 때문에 서버해킹을 통한 생체정보의 탈취를 원천 차단함. 또한, 별도의 패스워드 관리가 필요 없으며, 인증방식 추가시 별도의 수정없이 간단하게 사용가능한 기술



그림 2-32. 터치엔 RS for 원패스

o FDS(Fraud Detection System)은 이상금융거래 탐지시스템으로 전자금융거래에 사용되는 단말기 정보, 접속정보, 거래내용 등을 종합적으로 분석하여 의심거래를 탐지하고 이상금융거래를 차단하는 기술로 FDS 성능 고도화 방안으로 머신러닝 기술을 도입함

o 머신러닝 기반 FDS를 활용한 국외 금융회사는 Paypal, BillGuard, Sul America, US Credit Issuer등이 있으며 국내 금융회사는 SK증권, 신한은행, 한국스마트카드, KB국민카드가 있음

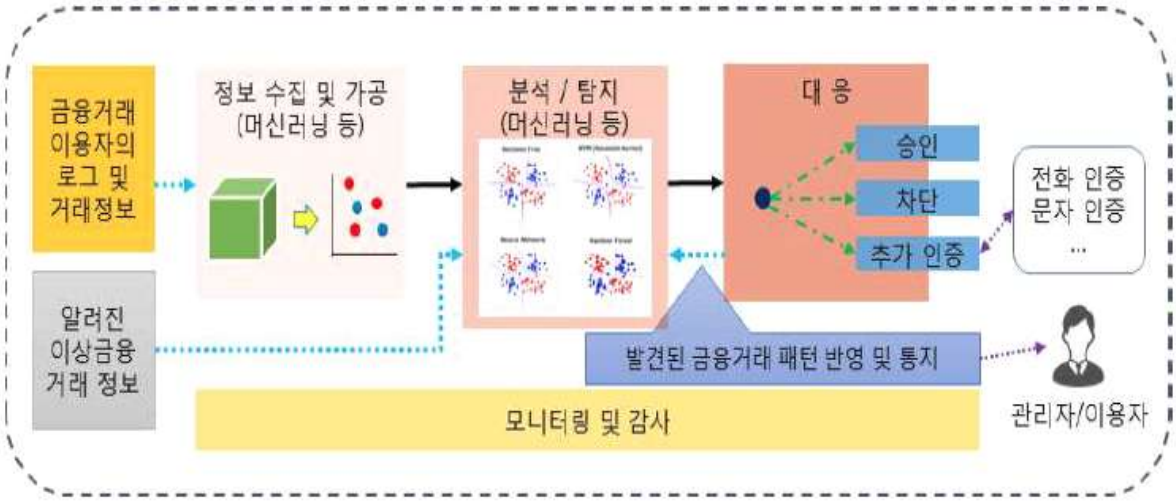


그림 2-33. 이상거래 탐지시스템(FDS) 구성(예시)

나. 국외동향

o FIDO Alliance는 온라인 환경에서 생체인식기술을 활용한 인증방식에 대한 기술표준을 정하기 위해 2012년 7월 설립된 협의회이며, 기술표준으로 현재 FIDO 1.0을 공개하며, 삼성전자, 구글, 아마존, Paypal 등이 참여하고 있음

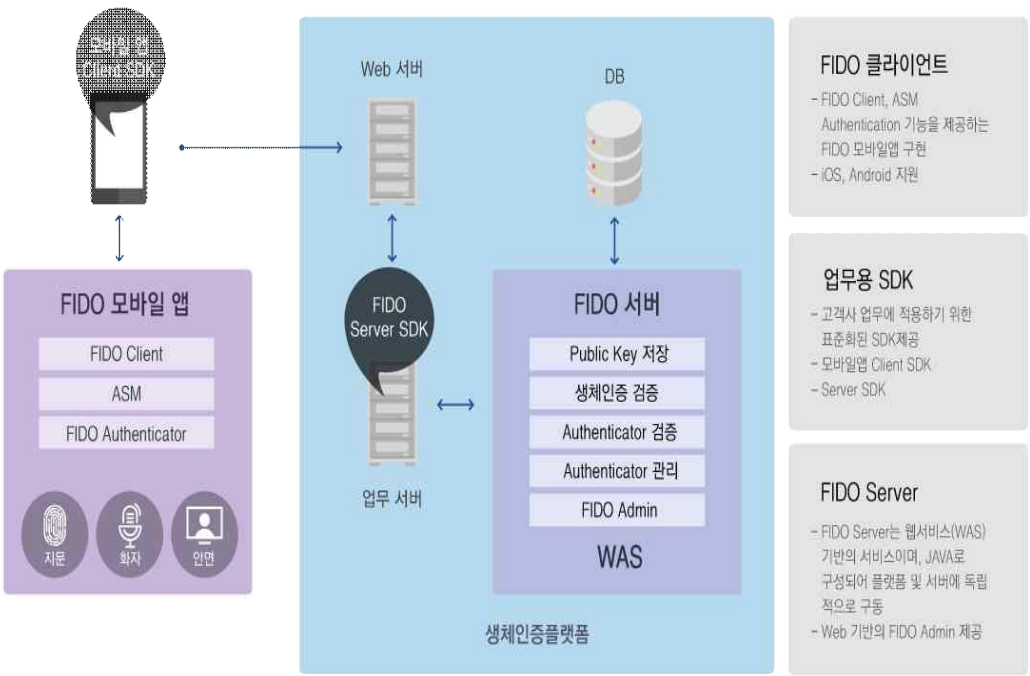


그림 2-34. FIDO 주요 기능

4. 운임정산 기술

가. 국내동향

o 최근 코레일에서는 비접촉 방식의 결제기술인 스피드게이트 핵심 기술을 개발함

o 승객이 스마트폰에 교통카드 앱 '모바일 레일플러스(R+)'를 설치하고 블루투스 기능을 활성화하면 고속도로의 하이패스를 이용하듯이 전철역 스피드 게이트를 통과할 수 있음

o 본 기술은 기존 게이트 결제 시스템을 그대로 활용하는 결제 기술로서, 게이트 단말기와 모바일간의 블루투스 통신을 통해 결제정보를 송수신하여 운임을 결제하도록 함



그림 2-35. 2018 국토교통기술대전 스피드 게이트 시연

o 본 기술은 기존 게이트 단말기에 블루투스 모듈을 추가함에 따라 비접촉식 결제를 수행하는 특징을 가짐

o 기존 게이트를 활용한다는 점에서 게이트리스 환경에서 자동으로 운임이 결제되는 스마트패스와는 다르며, 고객들이 다양한 행동을 취하는 경우 결제가 어려운 면이 상존함

- 고객들이 모바일을 가방에 넣거나 포켓에 넣을 경우, 인식률이 떨어져 결제가 어려움

o 블루투스 통신을 통한 결제를 위해서는 모바일과 결제 단말기 간의 페어링 시간 단축이 필요하며, 블루투스 통신 결제 방식은 배터리 소모량이 많으므로 배터리 소모량을 줄이기 위한 기술 개발이 선결되어야 함

o 또한, 본 기술은 게이트에서의 비접촉 결제에 초점을 두고 있으므로 환승정보 수집에는 한계가 있음

나. 국외동향

o 2017년 11월 일본 미쓰비시 전기 디자인 연구소에서는 지하철판 하이패스형 “플랫형 개찰 시스템을 선보임

o 별도의 구조물 없이 교통 기능이 있는 IC카드를 소지하고 있는 사람이 지정된 곳으로 이동하면 땅바닥에 매립한 자동요금 징수 시스템(ETC)이 승객 소지 카드를 알아서 인식해 요금을 징수

o 또 요금 처리가 잘 된 승객이 지나갈 땐 파란 색 불빛, 문제가 있을 땐 빨간 색 불빛이 켜져 이를 안내하며, 이용자가 굳이 교통카드를 꺼낼 필요가 없어 편리

o 지하철역으로서도 같은 시각 내 더 많은 승객을 통과시킬 수 있으며, 좁은 문 탓에 별도 통로로 지나가야 했던 휠체어나 유모차 이용자의 편의도 개선할 수 있음

o 미쓰비시전기 디자인연구소는 이와 함께 역 내 설치한 카메라 영상을 인공지능(AI)이 알아서 분석해 필요한 사항을 관리자에게 선별적으로 보여주는 기능도 선보임

o 가령 개찰 영상 속에서 역무원의 도움이 필요할 수 있는 휠체어나 유모차, 시각장애인을 감지하면 이 사람이 어디에 있는지 역무원의 태블릿 화면에 실시간으로 보여주고, 요금을 내지 않은 고객의 이동 경로도 파악할 수 있음

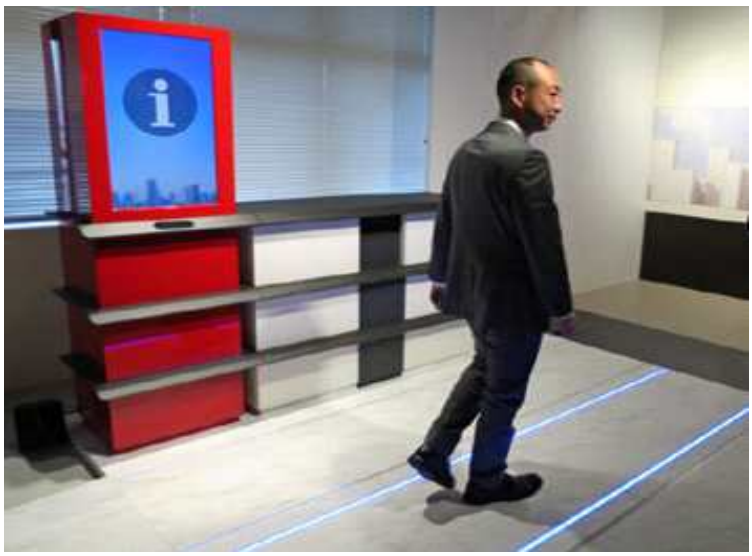


그림 2-36. 플랫형 개찰 시스템

* 자료 : 이데일리,2017.11.17.일자

5. 부정승차 방지기술

가. 국내동향

o 국내 지하철에서는 '삼발이' 게이트와 플랩식 게이트가 설치되어 있으며 현재 부정승차 인지를 위해 점등 표시색을 사용하고 있음



그림 2-37. 서울 지하철 5~8호선의 개찰구 LED 표시

o 일반인이 무임승차권 카드로 게이트를 통과하면 게이트에 불빛이 들어오게 하여 역무원이 부정승차자를 적발하고 있으며 필요하면 CCTV 녹화 화면을 판독하여 부정승차를 단속함

o 유리식 게이트는 2007년에 인천국제공항철도에 첫 도입되었으며 차단범위가 넓어 무임승차방지에 도움을 줌



그림 2-38. 유리식 게이트

나. 국외동향

o 해외에서는 부정승차를 막기 위해 개찰구의 높이를 어른 키보다 높게 하여 무임승차를 예방하고 있으며 검표원이 불시에 표를 검사하는 경우가 대부분임



그림 2-39. 파리(왼)와 뉴욕(오) 지하철의 개찰구 모습

6. 블록체인 기술

o 블록체인은 분산 데이터베이스의 한 형태로, 지속적으로 성장하는 데이터 기록 리스트로서 분산 노드의 운영자에 의한 임의 조작이 불가능하도록 고안됨

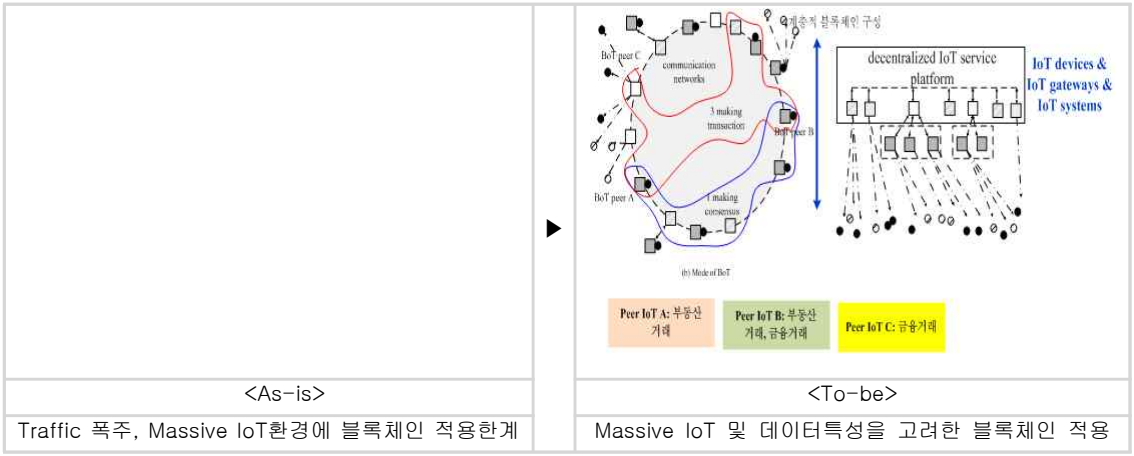
o 잘 알려진 블록체인의 응용사례는 암호화폐의 거래과정을 기록하는 탈 중앙화된 전자장부로서 비트코인이 있으며, 거래 기록은 의무적으로 암호화되고 블록체인 소프트웨어를 실행하는 컴퓨터상에서 운영 됨.

o 비트코인을 비롯한 대부분의 암호 화폐들이 블록체인 기술 형태에 기반하고 있으며, 블록체인기술과 IoT기술을 적용시킴으로써, IoT 객체간의 트랜젝션에 대한 트러스트 확보, 원가절감, 상호 트랜젝션의 가속화가 가능하고, 다양한 산업분야에 블록체인기술을 적용함으로써 4차산업에 대한 견인역할을 수행할 수 있고 다양한 응용 서비스 창출이 가능

o 블록체인은 누구나 참여 가능한 public blockchain, 특정 독립기관(단체)에서만 사용하는 private blockchain, 여러기관들이 컨소시엄을 통해서 사용하는 consortium blockchain으로 분류

o ITU-T SG20/Q4에서는 다양한 형태의 IoT디바이스들이 연결되는 Massive IoT환경에서, IoT 디바이스와 IoT 게이트웨이, IoT시스템간의 속성 및 데이터의 특성을 고려하여, 중앙제어관리센터와 무관하게, 거래 및 IoT데이터를 액세스하고 관리할 수 있는 IoT블럭체인 프레임워크에 대한 표준화 작업을 진행하고 있음

o 블록체인과 IoT를 통합하는 BoT(Block chain of IoT)는 신뢰확보, 원가절감, 거래 촉진, 대규모의 다양한 특성을 갖는 IoT디바이스를 계층적으로 연결하는 측면에서 장점을 지니며, 물리객체 및 가상의 객체도 BoT peer를 통해 BIoT에 참여 가능할 뿐 아니라, 합의원리에 의해 관리하고 암호화로 해시된 분산 레코드의 공유를 통해 거래이력 및 IoT데이터를 효율성 있게 관리 가능



<As-is>	<To-be>
Traffic 폭주, Massive IoT환경에 블록체인 적용한계	Massive IoT 및 데이터특성을 고려한 블록체인 적용

그림 2-40. IoT블록체인 개념도

* 자료 : TU-T Y.IoT-BoT-fw Framework of blockchain of things as decentralized service platform

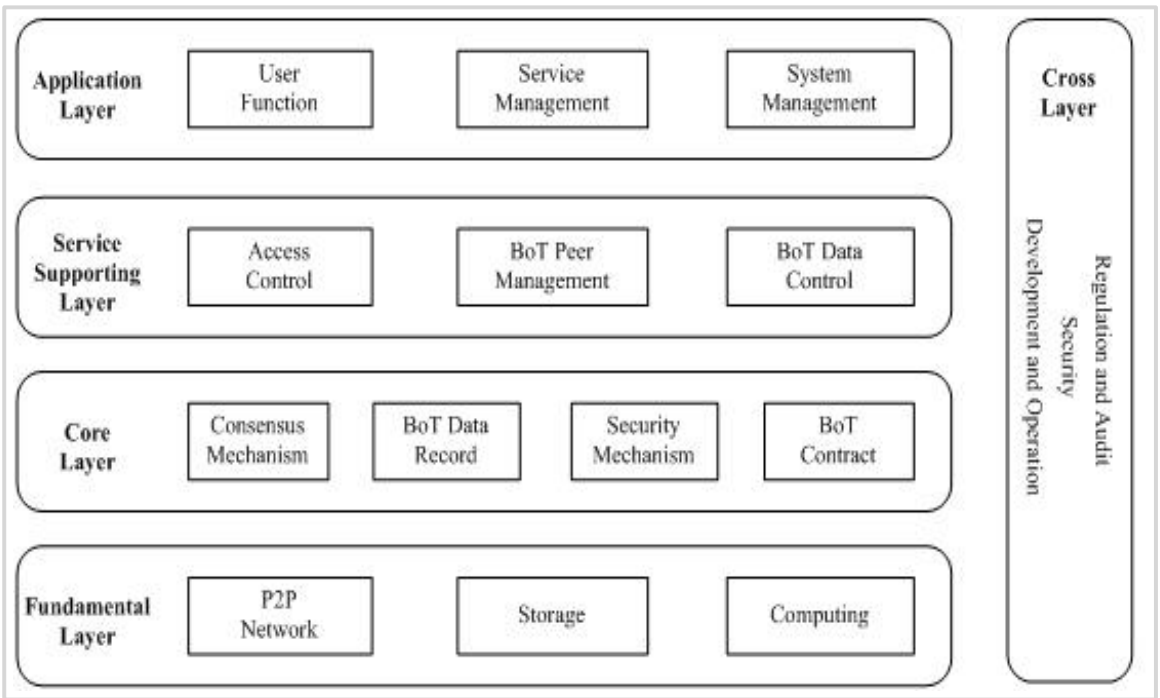


그림 2-41. IoT블록체인 프레임워크

* 자료 : U-T Y.IoT-BoT-fw Framework of blockchain of things as decentralized service platform23)

o 블록체인은 금융 분야 뿐 아니라 다양한 분야에 적용될 수 있으며, 스마트게이트프리 과제에서 추구하는 연락운임 정산체계에 적용하는 경우 운임분쟁의 사전에 해결할 있으며, 블록체인과 IoT기반의 블록체인(BoT: Blockchain of IoT) 응용의 예는 다음의 그림과 같음

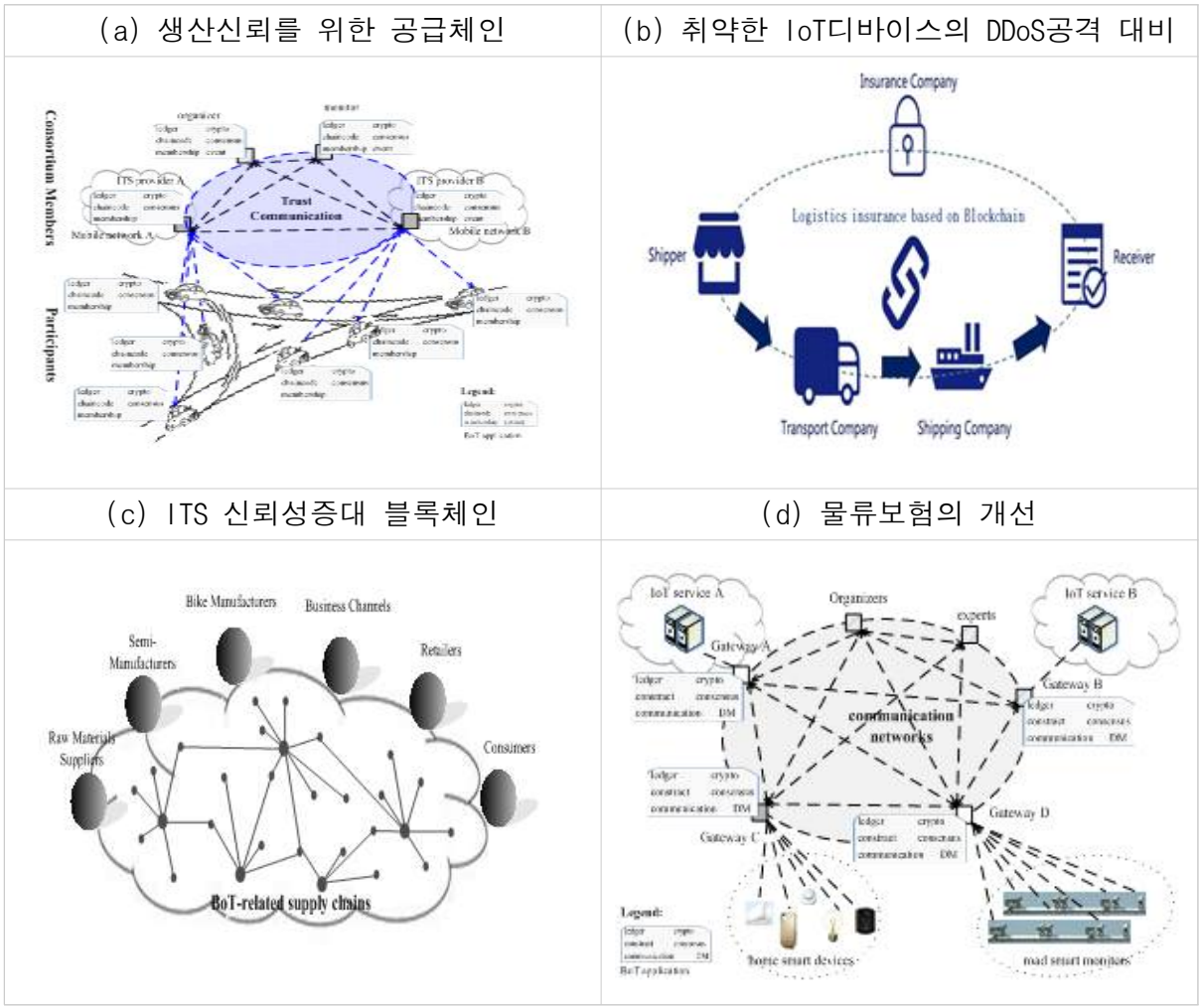


그림 2-42. BoT 응용시나리오

제4절 논문 및 특허분석

1. 특허동향

가. 본 분석을 위해서 각 주제와 관련된 기술에 대하여 2000년 1월부터 2017년 12월까지 공개 및 등록된 한국, 미국, 일본 및 유럽특허에 대해 아래의 과정으로 분석

o 분석대상 특허 검색 DB및 검색범위는 추후 선정

o 분석대상 기술 및 검색식 도출

- 검색식은 각 소분류별 관련 키워드 및 기술내용과 관련된 키워드를 포함하도록 하여 상세한 검색식을 작성

o 유효특허 선별 기준 및 결과 분석

- 검색식에 따라 도출된 특허 모집단 내에서 유효특허를 선별하기 위해, Raw Data에 대한 유효특허 선별 기준을 마련하여 적용

- 기술분류체계 상의 어느 중분류에도 속하지 않는 문헌들은 노이즈로 분류. 또한, 연구자의 연구 및 개발 기술과 연관성이 낮은 기술은 노이즈로 분류함

나. 본 사업과 직접 관련성이 높은 위치인식 특허동향, 결제정보 표준화 및 암호화 특허동향, 운임정산 특허동향, 부정승차 특허동향에 대해 분석을 진행함

2. 위치인식 특허동향 분석

가. “실·내외 LBS기술”에 관한 전체 연도별 출원동향을 살펴보면, 2004년도부터 꾸준한 증가세를 보이고 있으며, 2010년대에 들어서면서 출원 증가가 더욱더 가속화되고 있는 것으로 나타남

나. 이는 2010년 이후로 스마트 기기의 보급이 활성화되면서 스마트 기기에 적용 가능한 LBS 기술 관련 특허 출원이 더욱 활발하게 이루어진 것으로 판단되며, 특히 SK TELECOM, KT, QUALCOMM 등의 통신기업 및 삼성전자, APPLE, GOOGLE등의 스마트기기 관련 업체의 출원 건수가 증가하였기 때문인 것으로 예상됨

다. 따라서, 향후 실·내외 관련 LBS기술 동향은 스마트기기의 활성화와 더불어 큰 폭으로 시장이 성장할 것으로 예측됨



그림 2-43. 연도별 출원건수 및 누적건수

3. 결제정보 표준화 및 암호화 특허동향 분석

가. 블록체인 기술 관련 특허는 1999년~2002년과 2012년~2014년에 크게 증가함

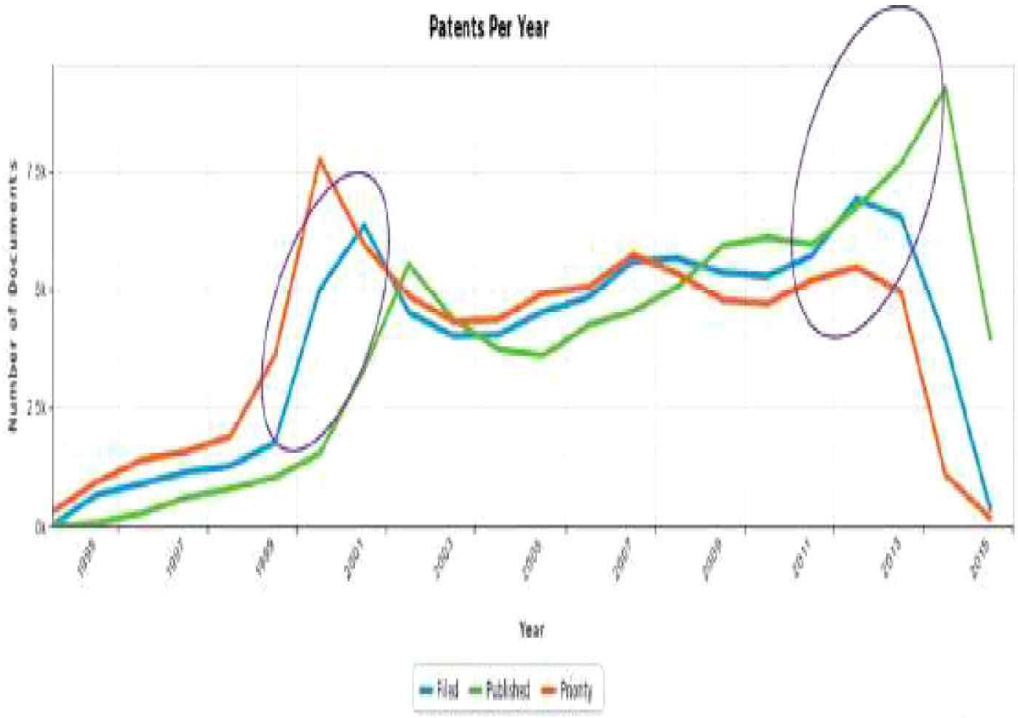


그림 2-44. 블록체인기술 관련 연도별 특허출원 동향(1994~2015)

* 핀테크 기술동향 및 주요기술 특허 분석 보고서(한국전자정보통신산업진흥회, 2016))

나. 해외 주요 특허

o 골드만삭스는 블록체인기반 '세틀코인(SETLcoin)'특허출원('15.12)

- 세틀코인은 주식·채권 등의 실시간 거래뿐만 아니라 거래 내역 역시 블록체인과 같은 분산된 네트워크 원장(ledger)에 바로 기록돼 이력 확인이 용이한 데다 위·변조도 불가능한 첨단 핀테크 기술을 반영

- 골드만삭스는 블록체인관련 금융 플랫폼을 선점해 특허 사용료 등의 이익을 기대

* 골드만삭스의 금융시장 인프라 구축관련 특허는 90건으로 비슷한 규모의 경쟁사인 모건스탠리의 2배에 해당

- 뱅크 오브 아메리카(BoA)는 15건의 블록체인 관련 특허를 출원했고, 앞으로 20건을 추가 제출할 예정이라고 밝힘(Forbes매거진, 2016)

다. 국내 주요 특허

o 국내에서는 코인플러스가 12건으로 가장 많은 블록체인 특허를 보유하고 있음

- '블록체인 기반의 콘텐츠 저작권리 위변조 감시시스템'과'와이파이망을 기반으로 하는 디지털 가상화폐 결제 시스템'을 비롯한 12건의 특허를 보유

- 블록체인 기술을 바탕으로 가상화폐인 비트코인 거래소, 비트코인 ATM, 모바일·웹을 통한 비트코인 결제 솔루션 상용화를 목표로 하고 있음

o KB금융그룹은 '블록체인을 활용한 모바일 앱 보안 솔루션 관련 기술특허'를 출원 ('17.3)

- 서비스 부문과 보안부분을 분리해 보안부문의 암호화키를 블록체인망에 보관해 안정성을 높임

o 국내 금융관련 특허는 주로 정보시스템을 이용한 영업방법 특허의 형태로 출원되고 있으나, 국외 금융권은 영업방법으로 특허 출원 뿐 아니라, 최근 핀테크 개발에 힘쓰기 위해 금융시장 인프라 관련한 특허 보유 증가 (금융보안원, 2016)

라. 시사점

o 점진적으로 확산되는 블록체인 기술적용에 대비해 지속적인 관심과 준비 필요

- 블록체인 기술은 금융을 넘어 제조유통, 공공 부문, 문화예술 등 전 산업으로 확산 중에 있음

- 관련 기업들과의 협력체계 구축을 통한 시너지 창출

4. 운임정산 특허동향 분석

가. 운임 정산의 개선 과제

(1) 비정기적·장기간의 정산 주기로 인한 문제점

- o 첫째, 오랜 기간 동안 정산이 이루어지지 않으면 정산해야 할 금액이 누적되면서 기관별 정산 금액 규모가 부담스러운 수준으로 증가하여 기관 간 갈등의 원인이 됨
- o 둘째, 정산이 완료되어 기관별 정산금의 지급과 수령이 이루어지기 전에 는 각 기관별로 줘야 할 금액과 받아야 할 금액이 확실치 않아 회계 정보의 왜곡이나 회계 투명성 악화가 초래될 수 있음
- o 셋째, 미정산 기간이 장기화됨에 따라 중간에 새로운 노선이나 새 사업자가 진입하게 될 경우 보다 복잡한 정산이 불가피해 짐

(2) 정산 시스템에 대한 신뢰성 부족

- o 현재의 정산 제도에서는 기관 간 협의 이외에 별도의 시스템 검증이나 신뢰성 확보를 위한 절차가 없기 때문에 정산 결과에 불만이 있는 사업자의 경우 시스템 오류에 대한 문제제기가 가능한 상황임
- o 정산 시스템에 대한 신뢰성 문제가 제기되는 또 하나의 이유는 정산이 수 년에 한 번씩 이루어지므로 점차 복잡해지는 도시철도 네트워크를 정산 시스템이 충실히 반영하는지 확인하기 어렵기 때문임

(3) 대중교통 통합운영의 효율성 저하

- o 수도권에는 경전철을 포함하여 다수의 도시철도 건설 계획이 마련되어 있는데, 신규 도시철도 운영자 입장에서는 기관 간 협의만으로 이루어지는 현 통합요금제가 견고한 진입 장벽으로 작용하게 됨
- o 수도권 내 도시철도를 확충하고자 하는 다수의 노선 계획이 수립되어 있는 상황이기도 하고, 다수의 도시철도 노선이 생겨 노선 간 통합운영이 요구되는 지자체가 생겨나고 있는 추세임

나. 시사점

- o 현 상황이 지속된다면 수도권은 점점 더 운영자간 협의가 어려워질 것이고, 타 지자체에서도 현 수도권의 문제점을 똑같이 답습할 수 밖에 없을 것으로 보임
- o 보다 효율적이고 신뢰할 수 있는 정산 시스템의 마련이 시급하게 요구되는 시점이라 할 수 있음

다. 제안하는 기술 및 특허동향

o 스마트 게이트프리 정보를 활용한 블록체인 기반의 Smart contract 기술을 운임정산 적용을 제안

o 기존의 운임정산 방법과는 차별화된 기술로서, 블록체인 기반의 Smart contract 기술을 운임정산에 적용하는 최초 사례로 예상되며 관련 특허동향은 없는 것으로 조사됨

- 운임정산에 대한 적용 사례가 없으므로 관련 특허동향의 분석이 무의미.

o 최초기술 지적재산권 확보를 통한 독립적 생태계 조성 가능

5. 부정승차 특허동향 분석

가. 직접 검표방식과 주식회사 그루정보통신(출원번호 10-1999-0026695)의 지하철 부정승차 단속시스템

나. 주식회사 그루정보통신(출원번호 10-1999-0026695)의 지하철 부정승차 단속시스템

o 지하철 부정 승차 단속 시스템 특허

o 승객이 지하철 표를 사용하지 않고 자동게이트를 뛰어넘거나 아래쪽으로 기어서 통과하는 등과 같이 비정상적인 방법으로 자동 개집표기를 통과할 시 부정 승차로 판단

o 경고음이나 경고방송과 함께 게이트 출구 쪽의 상황을 볼 수 있도록 설치된 CCD 카메라로부터 부정승차 장면을 컴퓨터에 동영상으로 저장.

o 동영상 저장 기능은 부정 승차 과정을 모두 기록할 수 있어야하기 때문에 컴퓨터에는 게이트에 근접한 후 게이트를 통과할 때까지의 동영상을 계속해서 기록하도록 하고, 정상적인 승차일 때는 저장된 동영상을 지우는 과정을 반복하며 부정 승차 단속

다. 기존의 특허는 게이트의 사용을 전제로 하여, 교통약자와 교통흐름을 고려한 게이트프리 시스템에 적용은 적절치 않음

6. 논문 분석

가. 교통혼잡도

- o 출퇴근시에 승객 혼잡도 증대는 예기치 못한 사고를 발생시킬 뿐 아니라 정체를 야기시켜 중대한 사회적 비용을 발생시키는 관계로 국내외에서 이에 대한 연구가 진행되고 있음
- o 철도 및 지하철의 혼잡도를 분석하기 위해서 이론적인 모델 및 시뮬레이션 방법이 활용되고 있으며, 승객의 이동성 분석, 혼잡도 예측 등의 분야에 대한 연구가 진행되고 있음
- o 중국 북경교통대에서는 지하철에서의 혼잡위험을 평가하고 승객의 안전을 개선시키기 위한 목적으로 역사내의 플랫폼, 게이트, 수송효율을 평가지표로 선정하여 "역사혼잡경보시스템"에 대한 연구를 수행[11)]
  - 혼잡도 경고레벨을 4단계로 선정하여 평가
  - 북경의 구마오역을 선정하여 평가를 수행
  - 연구에 따르면, 역사내에서 승객밀도가 4명/m2경우에 혼잡이 발생하며, 오전출근시간대인 07:43~07:55에 가장 혼잡도가 높은 곳으로 평가 됨.

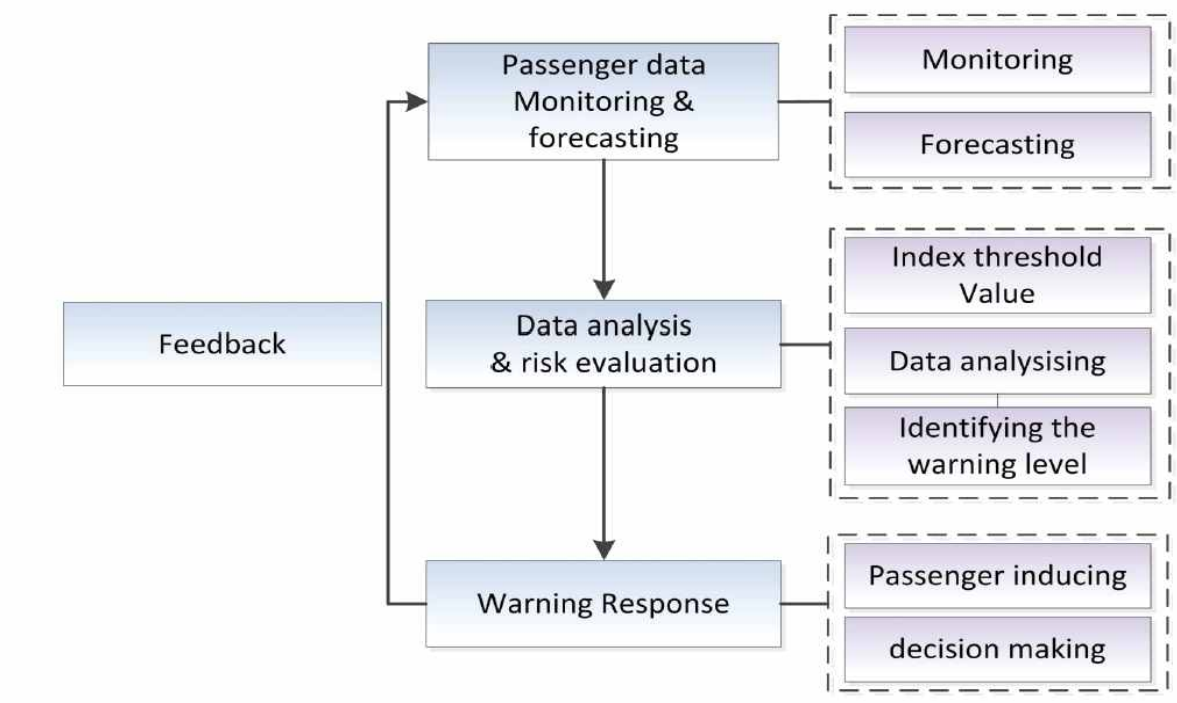


그림 2-45. 혼잡도 평가 및 예방절차

11) Kai Lu1 and Baoming Han, "Congestion Risk Evaluation and Precaution of Passenger Flow inMetro Stations, " The Open Civil Engineering Journal, 2016, 10, 93-104

o 중국의 상해대학에서는 역사내의 혼잡도를 Queuing network 기반으로 역사내의 각 설비(게이트, 계단, 통로 등)에서의 지연시간, 혼잡 확률 등에 대해 연구 분석[12)]

- 연구에 따르면, 에스컬레이터, 계단, 엘리베이터 등에서의 혼잡 확률이 높으며, 다음으로 게이트에서의 혼잡확률이 높게 나타내어 게이트프리 도입시에는 에스컬레이터, 계단, 엘리베이터 에서의 혼잡도 감소를 위한 연동기술이 같이 고려되어야 할 것임

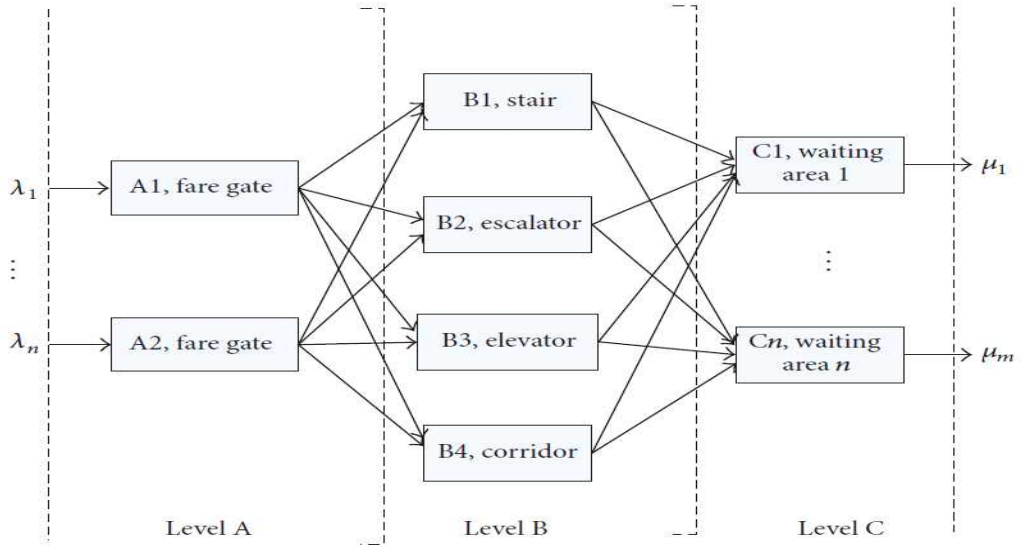


그림 2-46. 대기행렬 구조

o 국내의 서울메트로에서는 서울지하철 2호선 열차지연 및 혼잡방안해소에 대한 연구를 수행[13)]

- 2호선의 만성적 지연을 해소하고 차내 혼잡도를 완화하기 위하여 2호선 혼잡구간 및 시간대에 성능이 우수한 ATO(Automatic Train Operation) 열차를 연속배차하고, 혼잡역에는 승객의 신속한 승·하차를 돕기 위한 질서도우미(커트맨)를 배치하여 효과를 측정.

- 누적지연이22.5%(6:22→4:56) 가 개선되고 차내 혼잡률이 30%(202%→172%)가 개선

o 국내의 중앙대에서는 도시철도 혼잡의 개선을 물리적 개선과 운영개선으로 분류하고, 물리적 개선 없이 운영개선을 통해 혼잡을 개선할 수 있는 방안을 제시[14)]

12) Hanchuan Pan and Zhigang Liu, " A Queuing Network Based Optimization Model for Calculating Capacity of Subway Station, "Discrete Dynamics in Nature and Society, Volume 2017, Article ID 4825802, 7 pages

13) 조성근, 정일봉, " 서울지하철 2호선 열차지연 및 혼잡해소방안 연구, "서울도시연구 제16권 제1호 2015.3. 논문 pp. 123-136

- 열차 차량간 승객부하의 균형을 도모함으로써 용량증대의 효과를 가져오고, 편성당 차량수와 시격을 동시에 축소함 으로써 승객균형효과를 극대화

o 필리핀의 De La Salle 대학에서는 필리핀의 마닐라 철도 시스템(MRT)에서 사용되는 데이터베이스 모니터링 시스템에 MS RFID를 연동시켜 기차역내에서 승객의 혼잡도를 줄이는 방안을 제시[15)]

- MRT는 16.9Km에 걸쳐서 13개의 역을 지나는 필리핀의 특급열차로서, 한시간에 23,000 승객을 처리
- 증대하는 승객으로 인해 열차의 운행스케쥴을 수동으로 처리하게 됨에 따라 RFID로 역사내에 진입하는 승객의 수를 계수하여 열차의 운행스케쥴을 결정

o 한국의 서울메트로에서는 도시철도 승하차 시간지연에 따른 문제점 분석을 통해 이를 해결하는 방안을 제시[16)]

- 열차 간격을 조정하여 역사 내 혼잡도 및 열차 내 혼잡도를 완화
- 역사내 혼잡도 개선방안

. 승객 대기용 의자를 설치

. 환승역 분리펜스를 제거

. 출근시간에 에스컬레이터를 양방향 상행 운행

. 역사 내 고객 안내사인 제작 및 부착

. 주요 혼잡 역에는 양문 승 하차 방식을 도입

. 출입문 확장

o 한국의 계명대학교에서는 첨두시 이용자들이 집중됨에 따라 역사 내 승·하차 게이트에서 혼잡이 반복적으로 발생하기 때문에 RF기술을 사용하는 AFC(Automatic Fare Collection)데이터를 기반으로 추정된 지체도를 활용하여 게이트 상의 탄력적 게이트 운영(게이트 미터링) 방안 수립을 위한 기초자료를 제시[17)]

- 승·하차 게이트의 시간별 지체도 추이를 분석하고, 지체 해소를 위해 필요한 추가게이트 수와 대향방향에서 전환 가능한 게이트 수 를 비교하여 탄력적 운영 여부를 판단

---

14) 손기민, “ 도시철도 혼잡도 개선방안, “ 2013년도 한국도시철도협회 추계세미나 주제발표

15) Aaron Don M, .et al, “ Minizing passenger congestion in train stations through RFID coupled with database monitoring system “, ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, VOL. 12, NO. 9, MAY 2017

16) 안현근 외 , “ 도시철도 승 하차 시간 지연에 따른 문제점과 해결방안 모색 “, 2016 년도 한국철도학회 춘계학술대회 논문집, 500-509페이지

17) 김승범 외 , “ AFC 기반 승·하차 게이트 탄력적 운영 방안 수립 “, Journal of Korean Society for Urban Railway, Vol.5, No.2, pp.833-840, June 2017

나. 논문 분석의 시사점

o 철도 및 지하철의 혼잡도는 열차내부에서의 혼잡도, 역사 플랫폼에서의 혼잡도, 역사내 이동경로에서의 혼잡도, 게이트웨이에서의 혼잡도로 이루어 짐

o 열차내의 혼잡도는 출.퇴근시간대의 승객증가, 차량간에 불균등한 승객탑승 등의 원인으로 발생되며, 역사내에서의 혼잡도에도 영향을 끼치며, 이를 해결하는 방안은 다음과 같음

- 차량간에 승객탑승 밀도 균등화 추진
- 열차 운행시간 간격 조정
- 열차증차 및 급행열차 운행

o 역사 플랫폼에서의 혼잡도는 출.퇴근시간대의 승객증가, 승.하차 시간지연 등의 원인으로 발생되며, 이를 해결하는 방안은 다음과 같음

- 열차 승.하차 출입문 이원화
- 역 정차시간 조정(30초 ~ 70초)
- 통로라인 가변 운용

o 역사내의 이동경로 혼잡도는 출.퇴근 시간대의 승객증가, 이동경로 폭의 상태, 계단, 에스컬레이터, 엘리베이터 등의 운용 상태 등의 원인으로 발생되며, 이를 해결하는 방안은 다음과 같음

- 승객 경로 조정(승객 동선 관리)
- 열차운행조건 및 간격 조정
- 계단 폭 가변 사용
- 에스컬레이터 운행속도 조정 및 상.하향 에스켈레이터 공용 사용
- 엘리베이터 운행속도 조정

o 역사내의 게이트 혼잡도는 출.퇴근 시간대의 승객증가, 승객 운임정산 시간 정체, 교통약자의 게이트 통과지연 등의 원인으로 발생되며, 이를 해결하는 방안은 다음과 같음

- 게이트에서의 승객 대기행렬 완화기술
- 교통약자의 교통편의 시설 도입

제5절 유사·중복성 검토

1. 유사과제 분석

순번	1			
선행과제명	스마트 모빌리티 서비스 지원을 위한 통합결제 기술개발 및 시범운영			
지원부처명	국토교통부		지원사업명	교통물류연구사업
개발기간	2018.08.~2019.12.		연구기관 (연구책임자)	공고중
유사도	40%			
유사내용	■ 모빌리티 사용자 확인 및 요금 결제를 위한 디바이스 활용 기술 개발 ■ 스마트 모빌리티 서비스 지원을 위한 패키지형 통합 결제/정산 플랫폼 기술 개발 ■ 스마트 모빌리티 서비스 지원 통합 결제/정산 플랫폼 기술 시험검증			
연계성	■ (선행과제) 4종 이상 운행수단의 심리스(Seamless) 연계성을 보장하는 통합결제 정산기술 개발 - 모빌리티 사용자 확인 요금 결제를 위한 디바이스 활용 기술 개발 ① 사용자 및 개인 디바이스 인증 확인 기술 ② 모빌리티 수단내 결제 확인용 스마트디바이스 ③ 개인 디바이스용 결제·확인용 어플리케이션 등 - 스마트 모빌리티 서비스 지원을 위한 패키지형 통합 결제/정산 플랫폼 기술 개발 ① 모빌리티 요금 통합결제/정산을 위한 플랫폼(S/W) ② 외부결제시스템용 결제정보 생성/연계 플랫폼(S/W) ③ 개별 모빌리티 운영 단위의 모빌리티 서비스 운영관리 플랫폼(S/W) 등 - 스마트 모빌리티 서비스 지원 통합 결제/정산 플랫폼 기술 시험검증 ■ (본 제안과제) 지하철에 국한된 게이트 프리 기술을 확대하여 철도(고속, 일반), 버스, 택시 등 타 교통수단과의 심리스(Seamless) 여행을 실현하도록 기술 개발함 - 선행과제는 하나의 시나리오에 대한 프로토타입 기술 개발하는 과제로 사업화에는 한계가 있음 - 선행과제는 모빌리티 사용자의 위치인식 및 비접촉식 게이트프리에 관한 기술, 스마트 토큰과 같이 비접촉식 디바이스에 대한 기술을 포함되고 있지 않아 본 스마마트게이트프리 기술과 연계추진 필요 - 본 과제의 연락운임 분쟁해소를 위한 블록체인 플랫폼기술 및 게이트프리 기술을 확대/개발하여 사업화 기술 개발을 추진토록 함			

순번	2		
선행과제명	ICT기반 철도 이용객 정보 제공기술 개발		
지원부처명	국토교통부	지원사업명	철도기술연구사업
개발기간	2014.11.10~2018.11.09	연구기관 (연구책임자)	한국철도기술연구원 (안태기)
유사도	10%		
유사내용	■ 철도 이용객이 언제 어디서나 편리하게 철도시설물과 연계하여 다양한 정보수집/제공을 통한 단절 없는 철도시설물 연계 통합 플랫폼 구축		
차별성	■ (선행과제) 교통약자를 포함한 철도 이용객의 불편사항을 해소하고, 교통수단 또는 실내외 장소에 따른 상황별 정보제공 단절 문제를 해결하고, 새로운 철도 서비스를 창출하기 위한 철도 이용객 정보의 표준화 및 인프라 구축, 철도 이용객 정보 수집 및 전송, 철도 이용객 정보 제공 시스템 제작 및 현장 시범운영을 포함하는 철도 이용객 정보제공 기술 개발 ① 철도 이용객 정보 표준화 및 실용화 기반구축 ② 철도운영기관이 보유하고 있지 않는 실시간 정보를 수집할 수 있는 기술개발과 상황에 따른 자동 경로 생성 알고리즘 등 철도 이용객 정보제공시스템의 핵심 기술 개발 ③ 철도 이용객이 언제 어디서나 편리하게 철도시설물과 연계하여 다양한 정보수집/제공을 통한 단절 없는 철도시설물 연계 통합 플랫폼 구축 및 정보제공시스템 현장시범 운영 - 선행과제는 실내외 장소에 따른 정보제공의 단절을 해소하여 철도이용객에게 실시간 정보제공 기술을 개발하기 위함 ■ (본 제안과제) - 선행과제는 철도이용객에게 정보제공 시스템을 구축하는 과제로 게이트 프리 기술과는 차별화됨 - 본 게이트프리 기술은 비구속/비접촉 방식으로 승객의 위치를 인식하는 기술을 포함하고 있어, 선행과제의 기술 고도화에 활용 가능함 - 게이트프리 기술을 확대/개발시 정보제공 기술을 연계하는 방안을 검토함		

순번	3		
선행과제명	도시철도 역사 혼잡관리기술 개발		
지원부처명	국토교통부	지원사업명	철도기술연구사업
개발기간	2013.12.17.~2018.02.16	연구기관 (연구책임자)	서울교통공사(김영수)
유사도	10%		
유사내용	■ 객체인식센서 및 제어기 개발		
차별성	■ (선행과제) 도시철도를 이용하는 고객들이 느끼는 체감 혼잡도를 20% 이상 개선시키는 혼잡도 관리시스템을 개발 - 시뮬레이터를 개발(체감 혼잡도 95% 이상 정확도로 측정) - 정확도가 95% 이상인 혼잡도 측정시스템과 정확도가 90% 이상인 혼잡도 제어시스템 개발 ①객체인식센서, 승차위치인 PSD 출입문 주변, 승강장, 대합실, 전동차 객실 등에 머무르고 있는 승객들의 밀집도를 측정 ②밀집도인식센서, 요금집계시스템, 이동통신 중계기시스템 등의 데이터를 추출 ③빅데이터 측정센서 및 전동차의 하중을 측정하여 승객들의 탑승 인원을 측정하는 정확도가 95% 이상인 ④전동차 객실 응하중 센서 등을 개발 ■ (본 제안과제) 멀티모달 IoT센싱시스템의 개발을 통해, 역사내의 기존의 게이트 없이 실시간으로 승객의 운임정산을 수행 - 멀티모달 IoT센싱시스템기반의 승객상황인식 기술개발 - 부정승차 검출 기술 개발 - 분산원장기반의 trusted 운임정산시스템 개발		

제6절 연구개발 인프라 분석

1. 기술 개발 SWOT 분석

o 기술 동향, 기술 수준, 연구 인프라 및 연구개발 역량, 지적재산권 확보 가능성 등을 종합적으로 분석하여 Strength(강점), Weakness(약점), Opportunity(기회), Threat(위험) 요인을 도출

강점(Strength)	약점(Weakness)
▪ **스마트폰 점유율** 세계적 우위 선점	▪ 스마트폰 종류별(**안드로이드, 아이폰**) **상이한 센서**
▪ **국내의 IoT 센싱 기술** 및 비콘 서비스 기술 **상용화** 수준	▪ **국내의 IoT 센싱 기술** 및 비콘 서비스 기술의 **정확도 결여**
▪ **세계적 수준의 ICT기술** 및 인프라 구축	▪ **멀티 모달 IoT 센서 융합기술 상용화 경험 결여**
▪ 연계 교통을 위한 **연락 운임 체계 운영 경험**	▪ **역사**에 대한 **3D 공간정보 미 구축**
▪ 국가의 사회문제 해결형 R&D 추진 계획	▪ 연락 운임 분쟁에 의한 경제적 손실

기회(Opportunity)	위협(Threat)
▪ **국토부**의 **3D공간 구축**에 대한 **R&D 추진**	▪ **멀티 모달 IoT 장비의 최적 설치 문제**
▪ **위치인식기술 기반** O2O 및 비콘 서비스 **시장 확대**	- 역사 표준 모델링 및 멀티모달 IoT센싱 시뮬레이터 개발로 해결
▪ **교통약자의 이동 편의성 확보**	▪ 개발된 기술을 **연계 교통기관들과 동시 적용이 어려움**
▪ **블록체인 기반의 운임정산기술 확보**	- 교통 기관별 예산 편성 상이성
▪ **부정승차, 교통정체 문제 해결**	▪ **부정승차 검출 기술의 인권 침해적인 문제** 제기
	- 영상 정보의 비가역적 처리로 해결 가능

그림 2-47. 기술개발 SWOT 분석

가. (강점)

o (스마트폰 점유율) 국내의 스마트폰 점유율은 2016년 91%('아태지역 모바일 앱 보고서 2016')로 스마트폰을 활용한 스마트게이트프리 응용서비스를 제공하는데 유리한 입장

o (국내 ICT 기술수준) 국내의 ICT 인프라 및 상용서비스는 세계수준으로, 철도, 지하철, 공공버스 등에 스마트게이트프리 기술을 적용하는데 있어, 인적, 물적 인프라에 대한 제약이 없는 상태임

o (국내의 IoT기술 및 비콘 서비스 능력) 산.학.연을 중심으로 IoT의 각 분야(디바이스, 네트웍, 플랫폼, 응용서비스)에 대한 기술력 및 표준화 능력을 보유하고 있어, 다양

한 응용서비스를 창출하는데 강점을 지님

o (연락운임 정산 경험) 지하철, 철도, 공공버스 회사들 간의 환승여객 정보 획득 및 이에 기반한 연락운임 정산경험과 기술을 보유

o (국가의 사회문제 해결형 R&D 주도) 국민의 편리와 사회 안전을 위해 수시로 개방형태로 사회문제점을 도출하고, R&D 기획을 추진하는 국가 정책이 지속적으로 시행되고 있어, 국가주도로 스마트게이트프리 기술개발이 추진될 가능성이 매우 높음

나. (약점)

o (스마트폰 종류별 제공 센서 상이) 현재 세계적으로 유통되고 있는 안드로이드 폰과 애플폰의 경우 서로 제공하는 센서의 종류(지가기 센서, 가속도센서 등)와 응용앱이 상이하여 스마트폰기반의 스마트게이트프리 앱 개발시 이를 고려해야 함

o (IoT센싱 기술과 비콘서비스 정확도) 스마트게이트프리 서비스는 기존의 비콘서비스보다 위치인식에 대한 정확도가 높아야 하므로, 현재 상용화되고 있는 IoT센서에 대한 정확도를 개선하는 기술개발이 도입되어야 함

o (멀티모달 IoT센서 융합기술) 멀티모달 IoT센서의 융합을 위한 상용화 플랫폼기술이 상대적으로 미비하여 스마트게이트프리에 필요한 IoT 센싱데이터의 융합 및 응용서비스 적용이 가능한 IoT 프레임워크 및 플랫폼 기술개발이 선행되어야 함.

o (역사내부의 3D공간정보 미구축) 현재 국토부에서 제공하는 공공건물에 대한 3D공간정보에 모든 역사가 포함되어 있지 않아 스마트게이트프리 기술 적용시 사전에 역내내 3D공간정보 확보가 필요

o (연락운임 분쟁) 철도, 지하철, 버스회사 들간의 연락운임 분쟁소송 건으로 연락운임 체계의 정산에 대한 불신환경 존재(약점 뿐 아니라 기회요인으로도 작용)

다. (기회)

o (국토부의 3D공간정보 구축) 국토부에서 추진하고 있는 3D공간정보 구축 R&D사업의 결과를 활용하여 스마트게이트프리를 위한 역사의 3D공간 정보를 구축

o (O2O, 비콘서비스 확대) 위치인식기반 O2O 및 비콘서비스의 확장에 따라 스마트게이트프리 서비스에 대한 이용객들의 인식확대 및 활용가능성 증대 효과

o (교통약자의 이동편의성 확보) 스마트게이트프리 기술을 통해 용이하게 교통약자를 검출하고 이동성 편의를 제공할 수 있는 기술력 확보 가능

o (운임정산 기술) 날로 증대되고 있는 블록체인 기술의 확대로 인해, 연락운임정산 분쟁을 근원적으로 해결할 수 있는 기술 확보가 가능

o (부정승차문제 해결) 스마트게이트프리의 핵심기술인 위치인식기술 및 응용앱 기술을 활용하여 용이하게 부정승객을 검출하고 추적할 수 있는 방안 도출을 통해 부정승차

로 인한 손실액 감소목표 달성

o (교통정체문제 해결) 스마트게이트프리의 핵심기술인 위치인식기술을 활용하여 역사내의 혼잡도를 검출하고, 이를 해소하기 위한 대응기술 확보가 가능

라. (위협)

o (역사내 멀티모달 IoT장비 최적설치) 다양한 교통 수단별 다양한 형태의 역사가 존재하므로, 이를 고려한 멀티모달 IoT장비 최적설치방안이 필요

* 역사 표준모델링 및 멀티모달 IoT 시뮬레이터 개발을 통해 문제 해결 가능

o (스마트게이트프리 기술 적용성) 스마트게이트프리 기술 도입을 위한 예산확보가 각 교통기관별로 상이하므로 동시에 스마트게이트프리 기술을 적용하는 데 어려움 수반

* 스마트게이트프리기술에 대한 교통회사 및 정부부처 홍보 추진 필요

o (부정승차 승객의 인권 보호)) CCTV를 활용하여 부정승차 승객을 검출하고 추적하는 동안에 획득되는 영상정보의 유출가능성

* 획득한 영상정보를 비가역적 방법으로 처리하여 인권문제에 대응

제3장 연구개발과제 구성 및 추진전략

제1절 비전 및 목표

1. 비전 및 목표

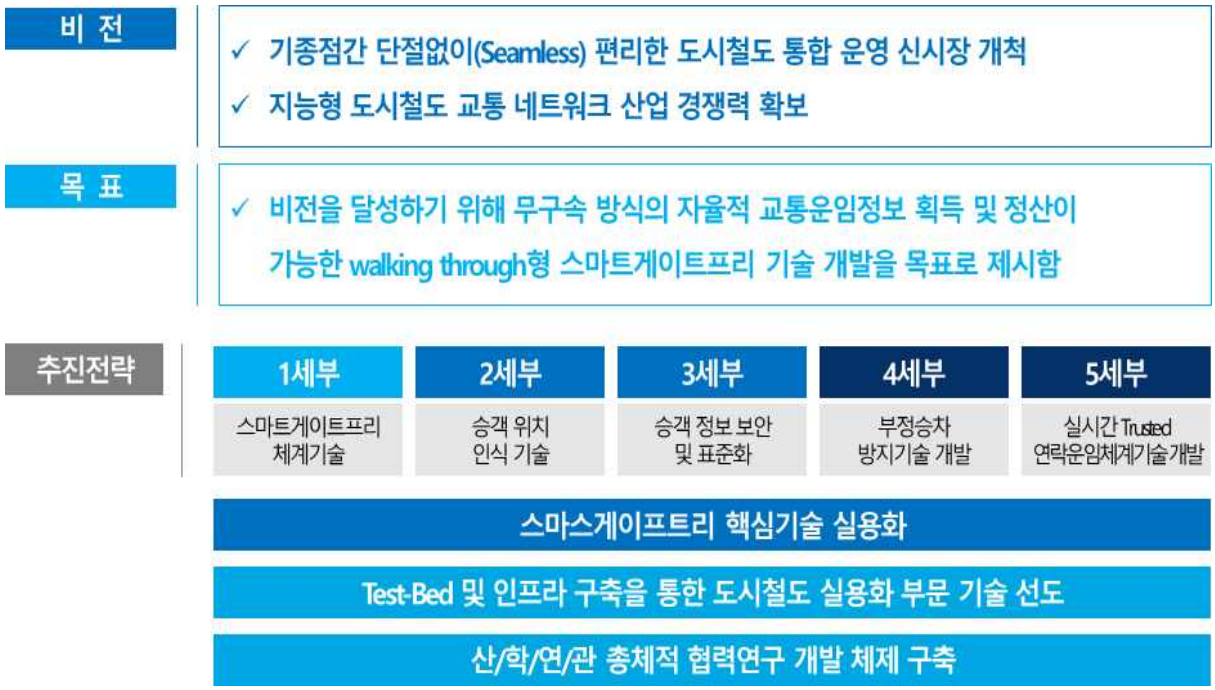


그림 3-1. 비전 및 목표

가. 비전

o 기종점간 단절없이(Seamless) 편리한 도시철도 통합 운영 신시장 개척

o 지능형 도시철도 교통 네트워크 산업 경쟁력 확보

나. 목표

o 비전을 달성하기 위해 무구속 방식의 자율적 교통운임정보 획득 및 정산이 가능한 walking through형 스마트게이트프리 기술 개발을 목표로 제시함

2. 세부 연구목표

가. 무구속 방식의 실시간 운임정보 획득기술 개발

o 빠른 역사 통과를 위한 무접촉·무구속 이용객 인지기술을 활용해 분당 32명[18]을 처리하는 기존게이트와 60명을 처리하는 슬림게이트의 통과인원수를 200% 향상시켜 분당 120명을 처리하여 역사내 게이트 지체 해소

표 3-1. 게이트 통과 인원

구분	턴스타일 게이트	플랩 게이트	스마트게이트 프리[19]
통과 인원수	32.3명/분(min)	37.0명/분(min)	120.0명/분(min)

나. 교통약자 보호 기술

o 교통약자 도시철도 이용 만족도를 일반인 대비 90%의 만족도 향상

※ 교통약자의 이동편의성 만족도 점수 60점(자료: 제3차 교통약자 이동편의 증진계획(2017-2021) 국토교통부(2016.12.)이며, 일반인 대비 90% 만족도 향상을 목표로함(16페이지 참조)

다. 부정승차 방지기술 개발

o 연간 50여억원에 이르는 부정승차를 방지하기 위해 부정승차 적발율을 70% 향상

※ 부정승차(무임승차 및 승차권 부정사용)를 적발하기 위해서는 스마트폰 앱을 사용하지 않거나 스마트 토큰 미소지 승객의 위치 및 상황인식을 기반으로 하여야 하며, 주된 기술인 영상인식 기술(YOLOv2)은 약 78.6 mAP(mean Average Precision)의 정밀도 수준(210페이지 참조)

라. 연락운임 분쟁 해소 기술 개발

o 분산원장기반의 실시간 운임정산기술(trusted 운임정산)의 개발을 통해 1,000억대의 법적분쟁 비용 절감

※ 스마트게이트프리 기술을 적용하여 현재 교통기관들간의 연락운임 분쟁(1,000억대, 30페이지 참조) 제로화 추진

18) 지하철 역사 내 게이트 방식별 통과 소요시간 비교연구, 서울산업대학교도서관
19) 플랩게이트는 운임정보를 게이트에 표출시키는 시간제약으로 분당 통과인원수가 최대 (37명/분)인 것에 비해 스마트게이트프리에서는 스마트폰 앱으로 운임정보를 표출시킴으로 통과인원수 제약 없음

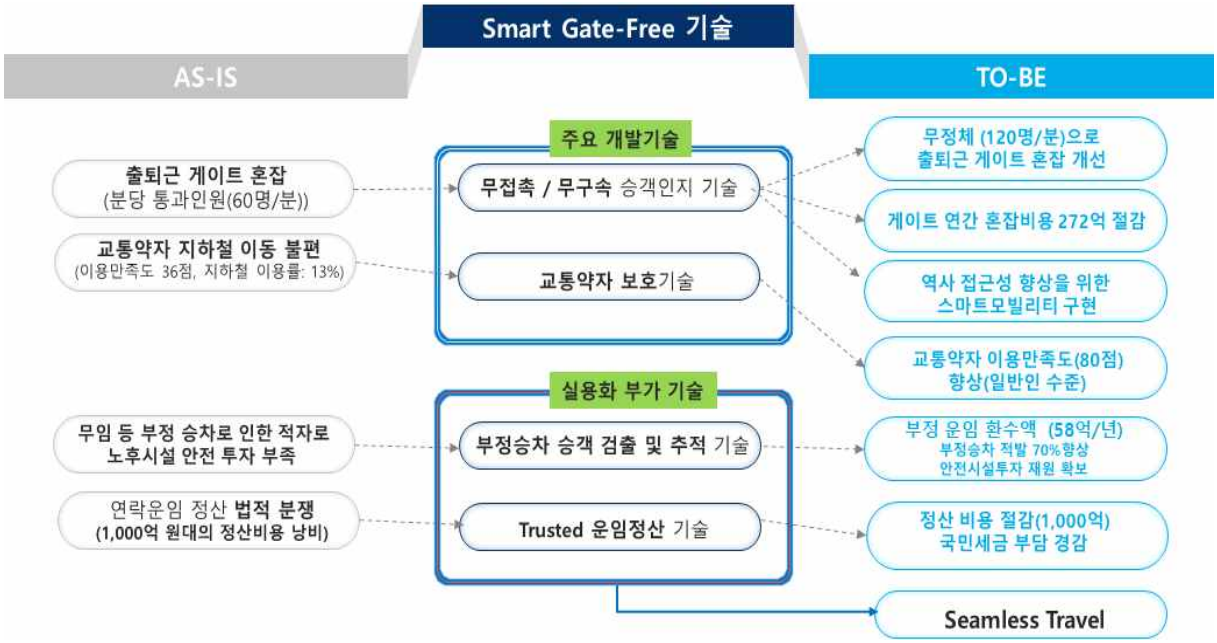

Smart Gate-Free 기술
AS-IS
TO-BE
주요 개발기술
출퇴근 게이트 혼잡
(분당 통과인원(60명/분))
교통약자 지하철 이동 불편
(이용만족도 36점, 지하철 이용률: 13%)
무접촉 / 무구속 승객인지 기술
교통약자 보호기술
무정체 (120명/분)으로
출퇴근 게이트 혼잡 개선
게이트 연간 혼잡비용 272억 절감
역사 접근성 향상을 위한
스마트모빌리티 구현
교통약자 이용만족도(80점)
향상(일반인 수준)
실용화 부가 기술
무임 등 부정 승차로 인한 적자로
노후시설 안전 투자 부족
연락운임 정산 법적 분쟁
(1,000억 원대의 정산비용 낭비)
부정승차 승객 검출 및 추적 기술
Trusted 운임정산 기술
부정 운임 환수액 (58억/년)
부정승차 적발 70%향상
안전시설투자 재원 확보
정산 비용 절감(1,000억)
국민세금 부담 경감
Seamless Travel

그림 3-2. 연구개발 목표

제2절 핵심요소기술(CTE) 선정

1. 선정방법 및 대상 선정

o 본 기술기획과제에서는 다음의 그림과 같이 스마트게이트프리 기술에 대한 사용자 요구사항 분석, 현 기술 수준을 분석하여 스마트게이트 프리 시스템 요구사항을 정의하고, 핵심기술 분류, 시스템 개념 및 구조도 도출, 요소기술 발굴 등을 통해 기술기획 보고서와 RFP 작성을 추진하였음

o 일반 승객 및 교통사업자, 카드회사, 교통관련 기술전문가 들에 대한 설문조사에 기반하여 스마트게이트 관련 요구사항 분석

o 사용자 요구사항 분석 및 IoT 및 교통관련 전문가 들의 기술자문을 통해, 무구속 실시간으로 승객 정보 획득 및 운임정산이 가능한 스마트게이트 시스템 요구사항 정의 및 후보기술 분류, 핵심요구기술 도출을 통한 시스템 개념 및 구조도 정의

- 제1차 전문가 기술자문 회의(2018. 2. 1. / 용산역 회의실) : 산학연 전문가 27명

  * 위치인식/부정승차 방지 기술, 운임정산 및 암호화 기술 국내 현황 및 수준 검토

- 제2차 전문가 기술자문 회의(2018. 2. 13. / 서울역 회의실) : 산학연 전문가 10명

  * 위치인식/부정승차 방지 기술 국내 현황 및 수준 상세 검토

o IoT 및 교통관련 전문가들을 대상으로 FGI기법으로 핵심요소 기술을 선정

- 제3차 전문가 기술자문 회의(2018. 9. 27 / 용산역 회의실) : 산학연 전문가 12명

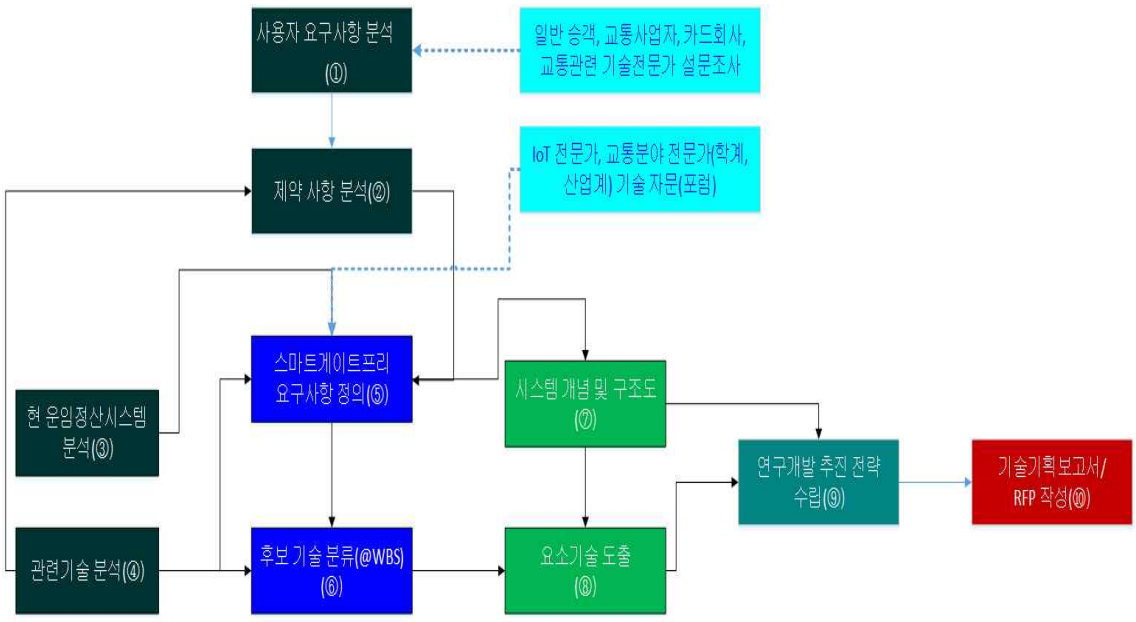


그림 3-3. 기술기획 추진전략

2. 개발요구사항 분석

가. 일반 승객 요구사항

o 요구사항

표 3-2. 일반승객 요구사항

번호	제목	내용	비고
PSR-01	비접촉방식게이트 통과	▪ 교통카드(플라스틱) 를 비접촉 방식으로 무자각 방식으로 사용(출발역, 도착역)	설문조사 : 지하철 혼잡개선 요구 반영
		▪ 환승역에서 교통카드(플라스틱)비접촉 사용	설문조사 : 지하철 혼잡개선 요구 반영
PSR-02	게이트 통과 속도 지연 최소화	▪ 휴지시간(지체) 없이 게이트 통과가 가능하여야 함.	설문조사 : 지하철 혼잡개선 요구 반영
PSR-03	교통약자 이동편의성	▪ 교통약자에 대한 비구속 방식으로 교통 이용이 가능	설문조사 : 교통약자 이용편의 게선 요구 반영
PSR-04	허용 수하물의 규격을 수용하는 게이트 설치	▪ 허용된 수하물의 규격(부피, 중량)을 허용하는 게이트웨이 설치(게이트or 게이트프리)	설문조사 :스마트게이트프리 요구 반영
PSR-05	교통 요금 정보 제공	▪ 교통서비스 이용시 실시간 교통요금 지불기능 및 이동구간 확인리 가능한 d응용서비스	설문조사 :교통요금 지불 및 이동기능 확인이 가능한 응용앱 개발 요구 반영
PSR-06	비접촉식 통합 교통 단말	▪ 비접촉방식의 단일교통단말(예: 스마트폰또는 토큰 또는 플라스틱 카드)로 공공교통 서비스 이용	설문조사 : 접촉식 교통금 지불방식 개선요구 반영
PSR-07	승객의 개인정보 보안	▪ 승객의 이동 및 탑승정보는 운임정산에 한하여 활용하고 폐기되어야 함	
PSR-08	승객 안전 대응	▪ 역사내에서 발생하는 승객의 안전사고를 실시간으로 검출하여 대응하는 절차 수행	설문조사 : 지하철 안전 요구 반영

o 제약 사항

표 3-3. 일반승객 요구 제약 사항

번호	제목	내용	비고
CC-01	스마트폰 외에 비접촉식 교통카드 사용	▪ 스마트폰(앱)을 사용하지 않는 승객들에게도 게이트프리 서비스를 제공하기 위해서는 비접촉식 교통카드(예; RFID 카드) 개발이 필요	

나. 교통사업자 요구사항

o 요구사항

표 3-4. 교통사업자 요구사항

번호	제목	내용	비고
TOR-01	승객위치정보 획득	▪ 승객이 운임구역내 접근시 승객의 위치정보를 획득하여 별도의 서버에 저장	코레일. 서울교통공사
TOR-02	승객 이동경로 획득	▪ 운임 정산을 목적으로 승객의 이동경로를 획득	코레일, 서울교통공사
TOR-03	승객 경로정보 데이터 형태	▪ 승객경로정보는 한국스마트카드(주)에서 관리하는 정보의 형태와 동일	코레일, 서울교통공사
TOR-04	신속한 승객운임정보 획득	▪ 승객이 게이트를 지체없이 통과할 수 있을 정도로 승객 운임정보를 하차역에서 신속히 획득	서울교통공사
TOR-05	승객 운임정보 확인	▪ 승객의 운임을 자동부과하고, 그 결과를 승객의 스마트폰에 표시	코레일, 서울교통공사
TOR-06	무임승차 검출	▪ 무임승차 승객을 99.9%의 정확도로 검출	서울교통공사
TOR-07	부정승차 검출	▪ 승객의 연령기준에 맞는 운임결재를 수행	코레일, 서울교통공사
TOR-08	운임정산 투명화	▪ 연락 운임분쟁이 없도록 실시간으로 연락운임정산을 위한 통계데이터 획득	서울교통공사
TOR-09	운임데이터 보안 확보	▪ 역사와 운임통합관리 시스템간 운임정보의 안전한 전달체계 구축	서울교통공사
TOR-10	경제성 있는 게이트 장치 운용	▪ 저가격의 게이트장치 또는 적은 수의 게이트 장치를 설치하여 승객을 처리	서울교통공사
TOR-11	스마트게이트 프리장치 도입전략	▪ 스마트게이트프리 시스템은 과도기적으로 기존의 역무자동화기(AFC)와 혼용 운용이 가능하여야 함	코레일, 서울교통공사

다. 카드(토큰) 사업자 요구사항

o 요구 사항

표 3-5. 카드(토큰) 사업자 요구사항

번호	제목	내용	비고
TCR-01	저가격	▪ 기존의 플라스틱카드와 동등 이하의 가격으로 제공	
TCR-02	소프트웨어 카드	▪ 스마트폰 앱형태의 S/W카드 적용	

라. 관련분야 전문가 요구사항

o 요구 사항

표 3-6. 관련분야 전문가 요구사항

번호	제목	내용	비고
EGR-01	운임정산기술	▪ 운임정산의 분재해결을 위해 블록체인플랫폼을 사용	
EGR-02	교통정보예측	▪ 환승, 혼잡도 등과 같은 교통정보를 예측하는 알고리즘 개발필요	
EGR-03	연락운임분쟁	▪ 30년동안 지속되어온 연락운임정산문제 해결할 수 있는 IT기술도입	
EGR-04	승객인식 기술	▪ 부정승차 승객 식별을 위한 영상처리 기술확보가 필요	
EGR-05	인도어 LBS구축	▪ 승객이동경로 획득을 위한 인도어 LBS 구축을 위한 인도어 맵 구성 및 체계적 관리 체계필요	
EGR-06	승객이동경로 정보 공유	▪ 교통운영사간에 정확한 승객정보 공유를 위해 표준화된 메시지 정의 및 연동체계 마련이 필요	

번호	제목	내용	비고
EGR-07	운임정보 보안	▪ 운임정산을 위한 개인정보 식별부분은 표준 및 보안기술 적용이 필요함 ▪ 비식별화된 개인정보를 통한 운임정보관리 및 운영필요	
EGR-08	부정승차 방지기술	▪ 영상정보를 활용하여 부정승차 징후(특징)예측 및 경고메시지 발생	
EGR-09	시각장애인 교통편의 서비스	▪ 시각장애인을 위한 음성안내서비스에 필요한, 이용자 앱, 시각장애인 장비(지팡이, 시각장애인 견의 패드 등)에 탑재되는 위치획득 모듈 개발필요	
EGR-10	승객위치인식기술	▪ 블루투스 스마트 비콘의 신호세기를 활용한 거리·위치 추정기술, 비콘 기반 위치인식 시스템의 오차 개선기술 개발이 필요	
EGR-11	역사공간정보 분석 및 활용	▪ 역사내에 멀티모달 IoT센서 설치시에 필요한 공간정보분석 기술도입 필요	
EGR-12	Geo-fencing기반 위치정보 표출 서비스	▪ 역사내에서 승객의 위치정보를 획득하기 위해 Geo-fencing 기술[20] 적용	
EGR-13	승객 안전서비스	▪ CCTV 영상네트워크를 활용한 스마트게이트프리 역사내의 승객 안전사고 검출 및 대응 기술 개발 필요	

20) Geo-fencing: 지오 펜스 (geo-fence)는 실제 지리적 영역에 대한 가상 경계를 나타내며, 지오펜스를 사용하는 것을 geo-fencing이라 함(Wikipedia)

3. 요소기술 도출

o 후보기술 군 도출

- 관련 분야 산학연 전문가 조사를 거쳐 Device, network, platform, contents 4개분야로 기술후보군 도출

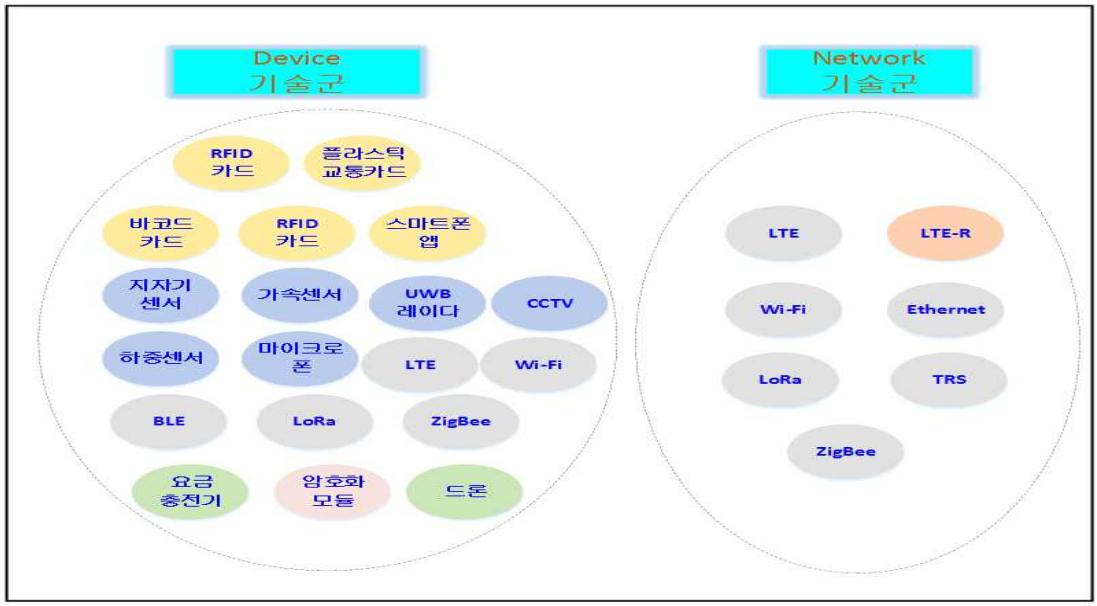


그림 3-4. 후보기술군 도출(1)

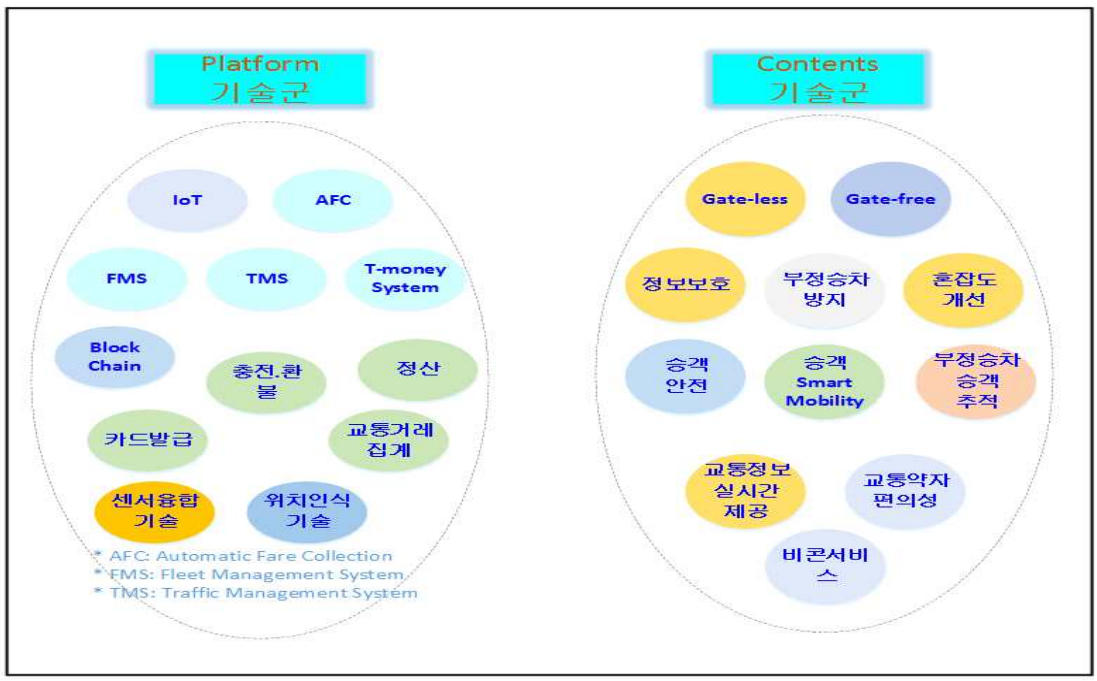


그림 3-5. 후보기술군 도출(2)

- 디바이스 기술군은 역사 내에 설치되어 유무선 방식으로 승객의 위치 및 상황을 인식할 수 있는 기술들과 승객의 운임정보를 획득할 수 있는 기술들을 포함
- 네트워크 기술군은 역사 내에 설치되는 승객위치인식 및 요금정보 획득장치들 간에 필요한 유무선 통신기술과 이들의 장치와 클라우드에 설치되는 운임통합 관리장치 간에 필요한 유무선 통신기술로 이루어짐
- 스마트게이트프리가 갖는 다양한 기능 등을 구현하는데 필요한 플랫폼 기술군은 IoT 플랫폼, 요금정산 플랫폼, 블록체인플랫폼 등을 포함
- 콘텐츠기술군은 스마트게이트프리 기술로서 창출이 가능한 다양한 서비스들을 포함

후보기술군을 참조하여 스마트게이트프리 시스템에 필요한 세부기술을 도출("4. 핵심요소기술 및 후보과제 기술도출" 참조)

o 기술 현황 분석

표 3-7. 기술현황 분석

기술명	세부기술	기술 수준/접근방식	확보 방식
표준화 및 암호화 기술	▪ 게이트 및 요금정산 시스템간 연동 프로토콜(TCP/IP)	▪ 상용화 수준	▪ 상용기술 활용
	▪ H/W 암호화 기술 * 역사 게이트 장치에 적용	▪ PUF[21] 기술 도입기	▪ 반도체회사 참여
	▪ S/W 암호화기술	▪ 상용화 수준	▪ 상용기술 활용
이용객 위치인식기술	▪ 비콘서비스	▪ BLE: 상용화 ▪ Wi-Fi: 미 상용화	▪ BLE: 응용서비스 개발 ▪ Wi-Fi:플랫폼 및 응용서비스 개발
	▪ UWB 센서 * 승객인식에 적용	▪ UWB 센서: 상용화 수준(인식율 85% 수준) ▪ 인식률 증대기술 개발 필요	▪ UWB 센서: 인식률 증대기술 개발 필요
	▪ 지자기센서 ▪ 가속센서	▪ 상용화 수준(인식율 85% 수준)	▪ 성능개선 개발 필요

기술명	세부기술	기술 수준/접근방식	확보 방식
		▪ 위치인식 정학도 개선 필요	
	▪ CCTV * 승객인식에 적용	▪ 상용화 수준(인식율 78.6 mAP(YOLOv2) ▪ 인식률 증대기술 개발 필요	▪ 인식률 증대기술 개발 필요
	▪ 멀티모달 IoT연동기술	▪ Wi-Fi, LoRa, ZigBee 상용화 수준 ▪ 멀티모달 IoT센서간 데이터 공유/연동기술 개발	▪ 개발 필요
통합운임 정산플랫폼기술	▪ 교통카드 기술 * Non-NFC 기술	▪ 비접촉식 교통카드 * RFID 카드 ▪ 스마트폰 앱기반 가상카드: 신규개발	▪ 개발 필요
	▪ 운임정산기술 * 상용시스템과 스마트 게이트프리 기술 연동	▪ 코레일: 상용 ▪ 블록체인기술: 상용화 수준	▪ 블록체인기술은 개방형 플랫폼 활용 개발 필요
부정승차 방지기술	▪ Legacy 시스템 개선 기술 * 기존시스템기반 부정승차 방지기술	▪ 멀티모달센서와 게이트간 연동기술 ▪ UWB, CCTV, 비콘 협력기술	▪ 개발 필요
	▪ Gate-less 기술	▪ 멀티모달센싱 시스템 적용기술 ▪ UWB, CCTV, 비콘 협력기술	▪ 개발 필요

21) PUF: Physical unclonable function

o 요소기술 분류체계

표 3-8. 요소기술 분류체계

구분	요소기술	기술 정의	비고
승객 상황 인식기술	▪ 승객 위치 인식기술	▪ 멀티모달 IoT 장비를 활용하여 비접촉방식으로 승객의 현재 위치를 인식하고 궤적을 트래킹하는 기술 - 멀티모달 IoT 장비 : BLE, Wi-Fi, UWB radar, CCTV, RFID 리더, 지자기센서, 가속도센서, 자이로센서 등	
	▪ 승객 탑승여부 인식기술	▪ 멀티모달 IoT 장비를 활용하여 승객의 열차(차량) 승.하차 여부를 인식하는 기술	
승객 특정기술	▪ 승객 정보인식 기술	▪ 스마폰의 응용앱(예: 열차 승차 앱)을 사용하는 승객을 인식하여 개인정보를 획득하는 기술	
	▪ 교통약자 인식 기술	▪ 교통약자가 소지하는 표식장치(스마트폰 앱, RF 태그장치 등)를 인식하여 교통약자에게 교통편의를 제공하는 메시지 생성 기술	
승객 추적기술	▪ 승객 위치 추적기술	▪ 승객의 이동경로에 대한 정보를 역사(station) 단위로 지속적으로 획득하는 기술	
	▪ 승객 환승정보 획득기술	▪ 승객의 위치추적 기술을 기반으로 승객의 환승정보를 획득하는 기술	
실시간 운임 정산기술	▪ 비접촉식 운임정산기술	▪ NFC(Near Fileld Communication)의 통달거리(20 cm) 보다 원거리에서 비접촉식으로 승객의 운임을 정산하는 기술 ▪ 역사내의 물리적 게이트장치에 승객의 보행에 지장을 주는 장치 설치없이 승객의 운임을 정산하는 기술	
	▪ 실시간 운임정산 기술	▪ 승객의 최종 탑승정보를 기반으로 주어진 시간 이내에 운임을 정산하는 기술 ▪ 승객의 보행속도에 제약을 주지 않고 운임정보를 처리하는 기술	

구분	요소기술	기술 정의	비고
부정승차 방지기술	▪ 부정승차 방지 기술	▪ 승차표(스마트 앱, 교통카드 등)를 소지하지 않거나, 해당 승차표의 동작을 허용하지 않고 무단으로 교통수단을 이용하는 것을 검출하는 기술 ▪ 정당하지 않은 승차표를 사용하는 것을 검출하는 기술	
승객정보 보호기술	▪ 운임정보 보안 기술	▪ 역사에 설치되는 멀티모달 IoT 장비와 원격에 위치하는 통합운임정산시스템간에 교환되는 운임관련 정보에 대한 암호화 기술	
	▪ 승객 개인정보 보호기술	▪ 멀티모달 IoT 장비에서 승객위치 인식 및 운임정보 획득시 개인의 사생활정보를 안전하게 보호하는 기술	
연락운임 분쟁해소기술	▪ 위치기반 연락운임 실시간 정산기술	▪ 환승하는 승객의 연락운임을 승객의 최종 탑승정보를 기반으로 주어진 시간 이내에 정산하는 기술 ▪ 분산원장기술을 적용하여 연계 교통회사들 간에 연락운임분쟁이 없도록 하는 기술	

4. 핵심요소기술 및 후보과제 기술 도출

o 도출한 요소기술과 산학연 국내 전문가의 의견을 수렴하여 11개의 후보기술을 최종 선정하여 과제단위로 정리

- 일반승객 및 교통사업자, 전문가들의 요구사항을 분석하여, 스마트게이트프리 과제에서 필요로 하는 총 38개의 세부요소기술들을 도출하고, 유사한 내용을 통합하여 중분류 기술로 분류

- 소분류기술들 중에서 유사한 내용의 통폐합, 1~2차에 걸친 기획타당성 검토위원회의 의견을 반영하여 중분류 기술단위로 5개의 후보과제를 도출함

표 3-9. 핵심요소기술 및 후보과제 기술 도출

대분류	중분류	소분류		비고
스마트 게이트 프리 핵심기술(32개)	승객 상황인식 기술 (13개)	① 승객위치 인식기술		후보기술 선정
		② 승객특정기술		후보기술 선정
		③ 승객추적기술		후보기술 선정
		④ 교통약자 보호기술(교통약자 인식 및 보호)		후보기술 선정
		이용객 승차여부 인식기술		⑧번 기술에 포함
		이용객 정보인식 기술		②번 기술에 포함
		교통사고 및 재난 인식기술		기타위 의견 반영 미선정
		행위기반 위험승객 인식기술		기타위 의견 반영 미선정
		시각장애인 인식 기술		선행과제와 중복으로 미선정
		시각장애인 보호 기술		선행과제와 중복으로 미선정
		열차 혼잡도 인식기술		기타위 의견 반영 미선정
		역사 혼잡도 인식기술		기타위 의견 반영 미선정
		혼잡도 해소기술		기타위 의견 반영 미선정
	보안 및 표준화 기술(5개)	⑤ 결재정보 표준화기술		후보기술 선정
		⑥ 승객정보 보호기술		후보기술 선정
		운임정보 보안 기술		⑥번 기술에 포함
		개인위치정보 암호화 기술		
		PUF기반 운임정보 획득 단말기술		상용단말 장치 사용예정으로 미 포함
	부정승차 방지기술 (4개)	⑦ 부정승차 방지기술(무임, 부정승차)		후보기술 선정
		사람/사물 객체 구별 기술		⑦번 기술에 포함
		미결제/결제 이용객 검지 기술		⑦번 기술에 포함
		미결제 이용객 추적/적발 기술		③ 및 ⑦번 기술에 포함
	실시간 Trusted 연락운임 체계기술 (10개)	⑧ 실시간 운임정산기술		후보기술 선정
		⑨ 연락운임분쟁 해소기술		후보기술 선정
		⑩	모바일 이용정보 조회 및 결제플랫폼기술	후보기술 선정
			스마트폰 응용앱 기술	
			스마트 토큰 장치기술	
			이용객 환승정보 획득기술	
		비접촉 모바일 결제 플랫폼 구축 기술		⑨ 번 기술에 포함
		컨소시엄기반 블록체인 플랫폼 기술		⑨ 번 기술에 포함
		BoT(Block chain of IoT)플랫폼기술		⑨ 번 기술에 포함
		스마트모빌리티 정산플랫폼		⑩번 기술에 포함
시스템 구축 및 실용화 기술(6	스마트게이트 시스템 기술(4개)	⑪	멀티모달 IoT 장치개발(CCTV, BLE, UWB radar, 지자기센서, 가속도 센서 등)	후보기술 선정

개)			실시간 운임정산 시스템장치	
			역사 표준모델링 기술	
			멀티모달 IoT장치 설치 시뮬레이터	
	타 교통수단간 연계 기술(2개)	비예약(시내버스, 택시) 교통수단 연계기술		⑨ 번 기술에 포함
		예약(철도, 항공, 렌트) 교통수단 연계기술		

o 추가 요소기술에 대한 통폐합을 통해 5개 과제를 선정

- 11개의 후보기술 군을 그룹화하여 총5개의 세부 과제를 선정
- 체계기술개발 과제는 4개의 세부과제에서 개발한 기술을 적용한 시스템구축 과제로서 시스템설계 및 통합, 시험 및 검증을 목표로 하는 과제임

o 핵심요소기술에 대한 우선순위평가

- 유사한 기능을 갖는 기술들의 경우, 우선순위가 낮은 기술이라도 우선순위가 높은 기술과 그룹화하여 핵심요소기술로 선정
- 우선순위가 높은 기술이라도 기획타당성검토위원회의 권고를 반영하여 핵심요소기술에서 제외

표 3-10. 핵심요소기술에 대한 우선순위평가

대분류	중분류	소분류	중요도	우선순위			
				기술성	시장성	개발가능성	종합우선
스마트게이트프리 핵심기술(32개)	승객 상황인식기술 (13개)	① 승객위치 인식기술	4.93	1	1	1	1
		② 승객특정기술	4.93	2	1	13	2
		③ 승객추적기술	4.29	3	3	11	3
		④ 교통약자 보호기술(교통약자 인식 및 보호)	3.43	32	14	8	17
		이용객 승차여부 인식기술	3.21	17	8	24	14
		이용객 정보인식 기술	3.36	6	17	23	14
		교통사고 및 재난 인식기술	3.71	27	25	31	29
		행위기반 위험승객 인식기술	3.14	18	21	28	23
		시각장애인 인식 기술	2.93	30	31	25	31
		시각장애인 보호 기술	3.07	35	29	26	33
		열차 혼잡도 인식기술	3.64	24	22	14	22
		역사 혼잡도 인식기술	3.93	29	20	8	20

		혼잡도 해소기술	3.71	6	16	38	18
	보안 및 표준화 기술 (5개)	⑤ 결재정보 표준화기술	4.21	6	13	7	7
		⑥ 승객정보 보호기술	3.93	18	10	15	13
		운임정보 보안 기술	3.86	20	26	17	21
		개인위치정보 암호화 기술	3.93	14	19	22	18
		PUF기반 운임정보 획득 단말기술	3.64	25	34	20	27
	부정승차 방지기술 (5개)	⑦ 부정승차 방지기술(무임, 부정승차)	4.36	4	4	19	5
		사람/사물 객체 구별 기술	3.00	16	18	18	16
		사람/사물 객체 구별 기술	2.79	21	28	21	24
		미결제/결제 이용객 검지 기술	2.86	26	33	30	30
		미결제 이용객 추적/적발 기술	3.79	10	11	6	11
	실시간 Trusted 연락운임체계기술 (10개)	⑧ 실시간 운임정산기술	4.14	5	7	12	7
		⑨ 연락운임분쟁 해소기술	4.14	9	6	10	5
		⑩ 모바일 이용정보 조회 및 결제플랫폼기술	4.14	13	5	2	4
		⑩ 스마트폰 응용앱 기술	4.14	22	12	5	12
		⑩ 스마트 토큰 장치기술	3.50	34	32	37	34
		⑩ 이용객 환승정보 획득기술	3.57	15	23	31	25
		비접촉 모바일 결제 플랫폼 구축 기술	3.79	27	39	33	36
		컨소시엄기반 블록체인 플랫폼 기술	3.64	33	37	36	37
		BoT(Block chain of IoT)플랫폼기술	3.71	31	35	33	35
		스마트모빌리티 정산플랫폼	3.86	11	15	3	10
시스템 구축 및 실용화 기술 (6개)	스마트게이트 시스템 기술 (4개)	⑪ 멀티모달 IoT 장치개발(CCTV, BLE, UWB radar, 지자기센서, 가속도센서 등)	4.21	12	8	4	7
		⑪ 실시간 운임정산 시스템장치	3.50	36	24	27	32
		⑪ 역사 표준모델링 기술	3.21	37	30	16	28
		⑪ 멀티모달 IoT장치 설치 시뮬레이터	2.79	38	36	35	38
	타 교통수단간 연계 기술(2개)	비예약(시내버스, 택시) 교통수단 연계기술	2.86	39	38	39	39
		예약(철도, 항공, 렌트) 교통수단 연계기술	3.50	23	27	28	26

제3절 연구개발 과제 구성

1. 개발 시스템 개요

o (시스템 구성) 스마트 게이트프리 시스템은 멀티모달 IoT센싱 시스템(MISS)및 운임통합관리시스템(FIMS)으로 구성됨.

* MISS: Multi-modal IoT Sensing System

* FIMS: Fare Integrated Management System

- MISS(Multi-modal IoT Sensing System): 승객운임정보 및 위치정보 획득, 부정승차 검출 및 추적 등의 기능 수행
- FIMS(Fare Integrated Management System): 운임정보획득, 운임정보 실시간 정산, 연락운임정산, 부정승차 승객 추적 등의 기능 수행

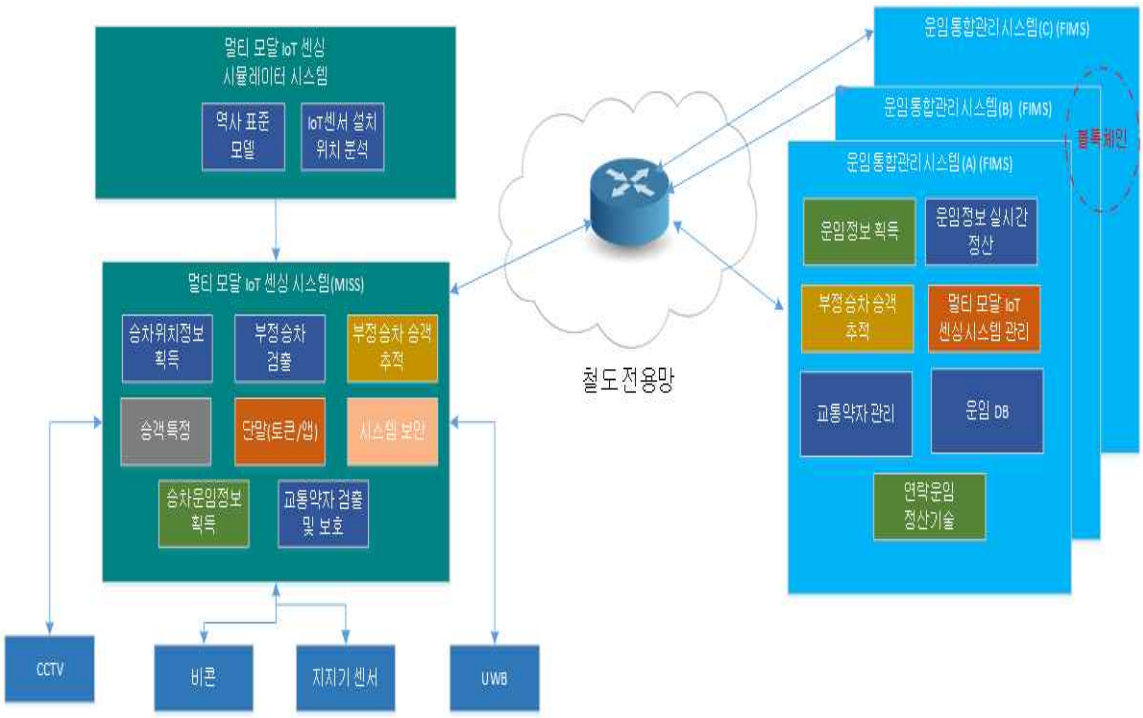


그림 3-6. 스마트게이트프리 시스템 구조

o MISS(Multi-modal IoT Sensing System)

- (기능) 승객운임정보 및 위치정보 획득, 운임정보 획득, 부정승차 검출 및 추적 등의 기능 수행

  * 부가기능: 교통약자 검출 및 대응

- (구성) 역사마다 설치되며, 각종 센서(CCTV, 비콘 단말, UWB, 지자기 센서 등) 및

센싱정보 처리장치(각종 센서 AP, RFID기반 토큰 AP) 등으로 구성 됨.

o FIMS(Fare Integrated Management System)

- (기능) 운임정보획득, 운임정보 실시간 정산, 연락운임정산, 부정승차 승객 추적 등의 기능 수행
- (구성) 여러 역서를 통합하여 운임을 관리하는 시스템으로, 멀티모달 IoT센싱시스템 관리 블록, 운임정보 획득 블록, 운임정보 실시간 정산 블록, 연락운임 정산블럭, 운임정보 데이터베이스, 부정승차 관리 블록, 교통약자 관리 블록 등으로 구성됨.

o 개발 범위

- 승객 상황인식 기술
- 보안 및 표준화 기술
- 부정승차 방지기술
- 실시간 Trusted 연락운임체계기술

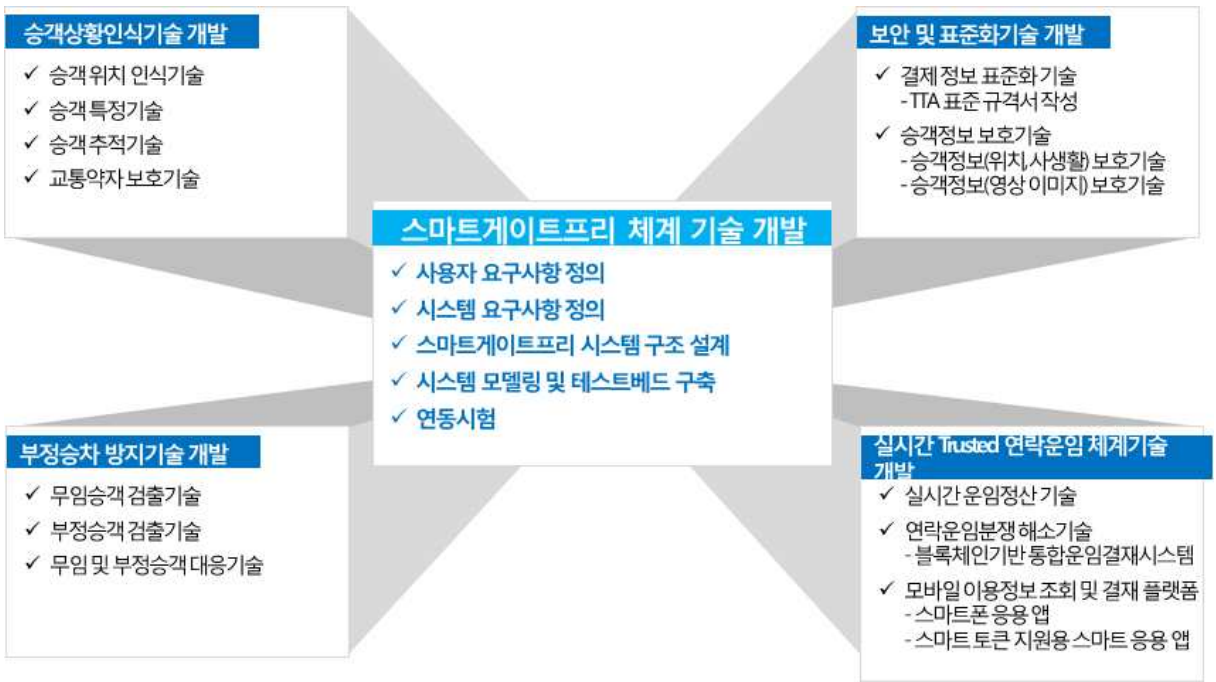


그림 3-7. 기술개발 범위

2. 연구단 과제구성

o 연구단 산하에 5개의 세부과제로 구성

표 3-11. 연구단 과제 구성

세부과제	세부기술	세부과제 주요업무	비고
스마트게이트프리 체계기술	스마트게이트프리 체계기술	1) 임무 o 스마트게이트프리 체계기술 개발 o 세부과제 핵심기술 통합 및 시스템 검증 2) 연구개발내용 o 사업수행계획서 작성(총괄) o 사용자 요구사항 작성 o 시스템 연구개발 목표 및 성능 정의 o 시스템 모델링 o 시스템 통합 및 현장시험	
승객상황 인식기술	승객위치 인식기술	1) 임무 o 승객 위치인식기술 규격서 작성 o 승객 위치인식기술 구현 및 검증 2) 연구개발내용 o 멀티모달 IoT센싱 시스템 요구사항 작성 o 멀티모달 IoT센싱 기반 승객 위치인식 기술 기능규격서 작성 o 멀티모달 IoT센싱 기반 승객 위치인식 기술 기능 구현 및 검증	
	승객특정기술	1) 임무 o 승객 특정기술 규격서 작성 o 승객 특정기술 구현 및 검증 2) 연구개발내용 o 멀티모달 IoT센싱 시스템 요구사항 작성 o 멀티모달 IoT센싱 기반 승객 특정기술 기능규격서 작성 o 멀티모달 IoT센싱 기반 승객 특정기술 기능 구현 및 검증	
	교통약자 보호기술	1) 임무 o 교통약자 검출기술 규격서 작성 o 교통약자 검출기술 구현 및 검증	

세부과제	세부기술	세부과제 주요업무	비고
		2) 연구개발내용 o 멀티모달 IoT센싱 시스템 요구사항 작성 o 멀티모달 IoT센싱 기반 교통약자 검출 및 대응기술 기능규격서 작성 o 멀티모달 IoT센싱 기반 교통약자 검출 및 대응기술 기능 구현 및 검증	
	승객 추적기술	1) 임무 o 승객추적기술 규격서 작성 o 승객추적기술 구현 및 검증 2) 연구개발내용 o 멀티모달 IoT센싱 시스템 요구사항 작성 o 멀티모달 IoT센싱 기반 승객추적기술 기능규격서 작성 o 멀티모달 IoT센싱 기반 승객추적기술 기능 구현 및 검증	
승객 정보 보안 및 표준화	결재정보 표준화 기술	1) 임무 o 결재정보 규격서 작성 o 표준화 활동 2) 연구개발내용 o 비접촉식 스마트게이트 프리용 결재정보 요구사항 작성 o 비접촉식 스마트게이트 프리용 결재정보 표준 규격서 작성 o 결재정보 프로토콜 구현 및 검증, 연동 시험 - 기존 결재시스템과의 호환성 검증	
	승객정보 보호기술	1) 임무 o 승객정보 보호기술 규격서 작성 o 승객정보 암호화기술 규격서 작성 및 표준화 활동 o 승객정보 보호기술 구현 및 검증 2) 연구개발내용 o 승객정보 보호기술 개발 - 승객정보(영상 및 요금정보, 교통약자 정보 등) 암호화 기술 개발	

세부과제	세부기술	세부과제 주요업무	비고
		- 승객정보 접근제한 기술 개발 o 승객정보 암호화기술 규격서 개발 - 승객정보 암호화 기술규격서 o 승객정보 보호기술 구현 및 검증	
부정승차 방지기술	부정승차 방지기술	1) 임무 o 부정승차 및 무임승차 방지기술 규격서 작성 o 부정승차 및 무임승차 방지기술 구현 및 검증 2) 연구개발내용 o 부정승차 및 무임승차 방지기술 요구사항 작성 o 부정승차 및 무임승차 방지기술 기능규격서 작성 o 부정승차 및 무임승차 방지기술 기능 구현 및 검증	
실시간 Trusted 연락운임체계 기술	실시간 운임정산기술	1) 임무 o 실시간 운임정산기술 규격서 작성 o 실시간 운임정산기술 구현 및 검증 2) 연구개발내용 o 실시간 운임정산기술 요구사항 작성 o 실시간 운임정산기술 기능규격서 작성 o 실시간 운임정산기술 기능 구현 및 검증	
	연락운임 분쟁해소기술	1) 임무 o 연락운임 실시간 정산기술 규격서 작성 o 연락운임 실시간 정산기술구현 및 검증 2) 연구개발내용 o 분산원장기반 연락운임 실시간 정산기술 요구사항 작성 o 분산원장기반 연락운임 실시간 정산기술 기능규격서 작성 o 분산원장기반 연락운임 실시간 정산기술 기능 구현 및 검증	
	이용정보 조회	1) 임무	

세부과제	세부기술	세부과제 주요업무	비고
	및 결제 플랫폼 기술	o 이용정보 조회 및 결제 플랫폼 요구사항 정의서 작성 o 스마트폰 기반 이용정보 조회 및 결제 기능규격서 작성 o 스마트폰 응용 앱 개발 및 검증 2) 연구개발내용 o 스마트폰 응용앱 기반 이용정보 조회 및 결제 플랫폼 개발 - 교통운임 실시간 조회 기술 - 선불 충전기반 승차금액 구매 결제 기술 o 스마트 토큰 기반 이용정보 조회 및 결제 플랫폼 개발 - 스마트폰 응용맵을 통한 스마트 토큰 이용정보 조회기술 - 스마트폰 응용맵을 통한 스마트 토큰 구매결제 기술 o 이용정보 조회 및 결제 플랫폼 구축 및 연동시험	

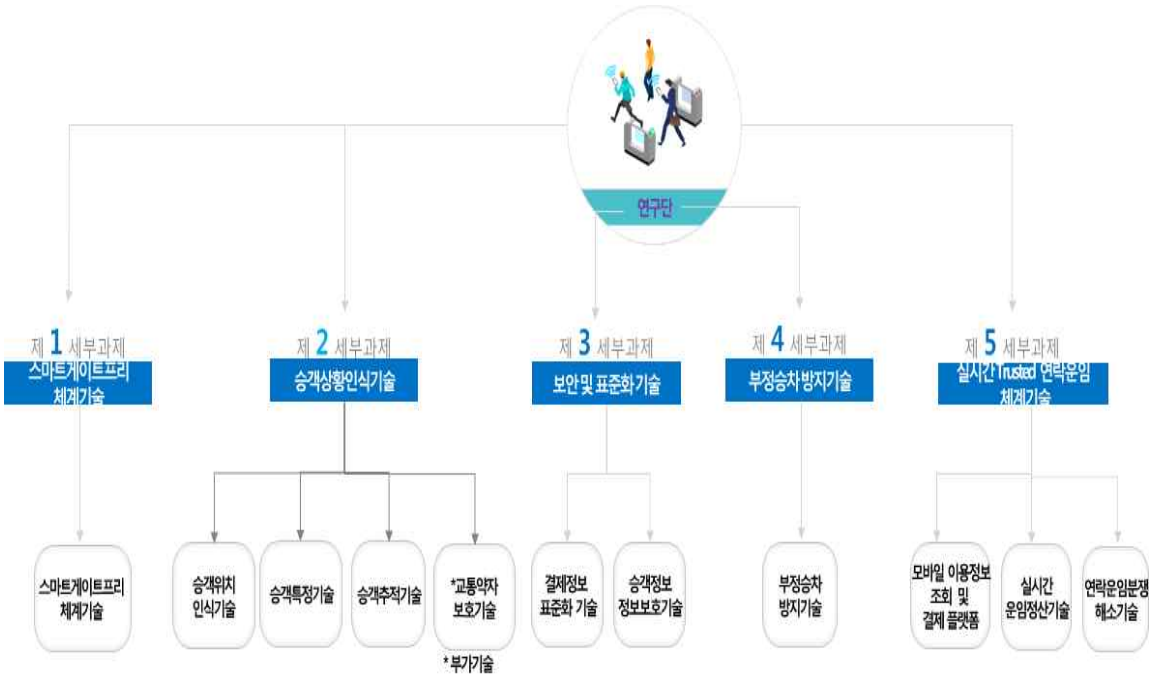


그림 3-8. 연구단 구성도

3. 소요 예산

표 3-12. 소요예산

단위: 백만원

세부과제명	세부기술명	2019	2020	2021	2022	(합계)
스마트게이트프리 체계기술개발	스마트게이트프리 체계기술 개발	860	1,267	1,747	910	4,781
	(소계)	860	1,267	1,747	910	4,781
승객상황인식기술 개발	승객 위치인식 기술 개발	305	580	448	447	1,780
	승객 특정 기술 개발	305	580	448	448	1,781
	승객 추적기술 개발	305	580	448	448	1,781
	교통약자 보호기술 개발	305	580	448	448	1,781
	(소계)	1,220	2,320	1,792	1,791	7,123
보안 및 표준화 기술개발	결재정보 표준화 기술 개발	1285	900	386	514	3085
	승객정보 보호기술 개발	643	643	514	514	2314
	(소계)	1,928	1,543	900	1,028	5,399
부정승차 방지기술개발	무임승차 방지기술 개발	340	340	340	340	1,360
	부정승차 방지기술 개발	340	340	340	340	1,360
	(소계)	680	680	680	680	2,720
실시간 Trusted 연락운임체계 기술 개발	실시간 운임정산기술 개발	197	197	197	390	981
	연락운임 분쟁 해소기술 개발	197	197	200	376	970
	모바일 이용정보 조회 및 결제플랫폼 기술 개발	200	200	232	395	1027
	(소계)	594	594	629	1161	2,978
(합계)		5,282	6,404	5,748	5,570	23,000

제4절 세부과제별 주요내용 및 추진전략

1. 세부 구성 과제

가. 스마트게이트프리 체계기술개발

o 사용자 요구사항 정의

o 스마트게이트 프리 시스템 요구사항 정의

o 스마트게이트 프리 시스템 구조 설계

- 멀티모달 IoT센싱시스템

- 운임통합 관리시스템

o 스마트게이트 프리 시스템 모델링 및 테스트베드 구축, 연동시험

나. 승객 상황 인식기술 개발

o 승객 위치 인식기술

- 멀티모달 IoT센서 기반 승객위치 인식 알고리즘

- 스마트폰 앱 및 스마트 토큰, 스마트 토큰용 앱

o 승객 특정기술

- 스마트폰 앱 및 스마트 토큰 기반 승객특정 기술

o 승객 추적기술

- 스마트폰 앱 및 스마트 토큰 기반 승객추적기술

o 교통약자 보호기술

- 스마트폰 앱 및 교통약자 전용 IoT단말

- 교통약자 인식알고리즘 및 대응메시지 생성기술

다. 보안 및 표준화기술 개발

o 결재정보 표준화 기술

- 스마트게이트프리 적용 결재정보 처리 프로토콜

- TTA표준 규격서 작성

o 승객정보 보호기술

- 승객정보(위치, 사생활) 보호기술

- 승객정보(영상 이미지) 보호기술

라. 부정승차 방지기술 개발

o 부정승차 방지 기술 개발

- 무임승객 검출기술

* 멀티모달 IoT센서기반 무임승객 검출

- 부정승객 검출기술

* 멀티모달 IoT센서기반 부정승차 승객 검출

- 무임 및 부정승객 대응기술

마. 실시간 Trusted 연락운임체계 기술 개발

o 실시간 운임정산 기술

- 환승 정보 및 열차 탑승정보기반 실시간 운임정산기술

o 연락운임분쟁 해소기술

- 블록체인기반 통합운임결재시스템

o 모바일 이용정보 조회 및 결재 플랫폼

- 이용정보 검색 및 요금 충전이 가능한 스마트폰 응용 앱

- 스마트 토큰 지원용 스마트 응용 앱

2. 세부과제별 연구내용

가. 스마트게이트프리 체계기술개발

(1) 시스템 엔지니어링 기술

o 사용자 요구사항 정의

o 스마트게이트 프리 시스템 요구사항 정의

o 스마트게이트 프리 시스템 구조 설계

- 멀티모달 IoT센싱시스템

- 운임통합 관리시스템

o 개발 접근 방법

- 교통사업자들을 포함하는 개발협의체 또는 운영위원회를 통해 공통의 사용자 요구사항 정의
- 사용자 요구사항과 관련 요소기술의 현황분석에 기반한 시스템요구사항 도출
- 사용자 및 시스템요구사항에 기반하는 스마트게이트프리 시스템 구조설계

(2) 스마트게이트 프리 시스템 모델링 및 테스트베드 구축, 연동시험

o 스마트게이트프리 시스템이 설치되는 다양한 역사의 구조분석을 통한 표준역사 모델화

o 스마트게이트프리 테스트베드 구축

o 스마트게이트프리 시스템 통합시험 및 검증

o 스마트게이트프리 시스템 현장 시범서비스

o 개발 접근 방법

- 스마트게이트프리 시스템을 설치를 위한 역사 표준모델화를 통한 멀티모달 IoT 소요 갯수 최소화 및 스마트게이트프리 기술의 정확도 증대 추진
- 세부과제의 결과물을 통합하는 스마트게이트프리 시스템 테스트베드 구축 및 기능 및 성능 검증 추진

나. 승객 상황 인식 기술

(1) 승객위치 인식기술

o NFC 장비 외에 다양한 IoT 장치를 사용하여 역사(station)내에 위치하는 승객들의 위치를 실시간으로 인식하는 기술과 역사 내에서 승객의 이동궤적을 추적하는 기술로 구성

o 승객의 위치 인식률을 향상시키기 위해, 다양한 IoT센싱 장치들을 연동하여 95% 이상의 승객위치 인식율 달성

- (예) 멀티모달 IoT 장비 : BLE, Wi-Fi, UWB radar, CCTV, RFID 리더, 지자기센서, 가속도센서, 자이로센서 등
- (개별센서의 정확도)

※영상기반 객체인식기술: YOLOv2 기술은 40 FPS에서 78.6 mAP 성능을 나타냄(Joseph Redmony, Ali Farhadi, “YOLO9000: Better, Faster, Stronger,” 2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), Pages 6517 - 6525.

※ 지자기센서의 정밀도: 센싱주기와 실내측위 환경에 따라 지자기센서에 의한 실내측위 정밀도는 가변적으로 변화

※ 무선 및 BLE 측위 정밀도: 무선신호를 사용하여 측위를 하는 경우에 가시거리 확보시 3~5m 위치정확도를 제공하며, 비콘서비스의 경우 비콘주기와 승객의 이동성에 의존(참고: 유재준,

조영수,"실내 위치 기반 서비스 기술개발 및 표준화," 전자통신동향분석 제29권 제5호 2014년 10월, 페이지 51-61

- 스마트폰을 사용하지 않는 고객을 위한 스마트토큰기반의 승객위치 인식기술

o 개발 접근 방법

- 멀티모달 IoT장비의 개개 센서들의 위치인식 정확도 개선 개발
- 멀티센서들의 결합을 통해 승객위치인식률 증대를 위한 알고리즘 개발

※ 개별 IoT센싱 장비들에서 획득한 "승객위치 정보와 추정정확도"를 결합하여 고정밀도의 승객위치정보를 추론하는 알고리즘

- 멀티센서들간의 실시간 연동을 위한 프로토콜 개발
- 스마트 토큰(RFID)과 스마트폰 리더기 연동을 통한 승객위치인식 기술

※ 개별 IoT센싱 장비들에서 획득한 "승객위치 정보와 추정정확도"를 결합하여 고정밀도의 승객위치정보를 추론하는 알고리즘

(2) 승객 특정 기술

o 승객정보 인식기술

- 사전에 스마폰에 응용앱(예: 열차 승차 앱)을 설치한 승객이 역사에 진입하는 경우, 스마트폰의 앱과 멀티모달 IoT 장비의 연동을 통해 승객을 인식하여 개인정보를 95% 이상의 정확도로 획득하는 기술

※ 위치 인식한 승객의 정보를 95% 정확도로 인식

* 승객 개인정보: 승객 명, 스마트폰 번호

- 스마트폰을 사용하지 않는 고객을 위한 스마트토큰기반의 승객정보 인식기술

o 승객 탑승여부 인식기술

- 멀티모달 IoT 장비를 활용하여 승객의 열차(차량) 승.하차 여부를 95% 이상의 정확도로 인식하는 기술
- 열차의 차량내 또는 기관차량에 설치되는 비콘장비와 역사 플랫폼에 설치되는 비콘장비의 연동을 통해 승객이 해당열차에 탑승했는지의 여부를 인식하는 기술

o 개발 접근 방법

- 스마트폰 응용앱을 통한 승객정보 획득기술 개발

* 위치기반 승객위치 인식기술

* 승객수 최번 시에도 승객정보 실시간 획득기술

- 승객정보 획득 가능한 스마트 토큰(RFID) 개발
- 무구속/무접촉 방식의 승객 탑승여부 인식기술 개발

* 멀티모달 IoT장비를 통한 위치인식기술과 차량 위치인식 기술을 결합한 승객 탑승 여부 인식 기술 개발

(3) 승객 추적 기술

o 승객 위치추적 기술

- 멀티 모달 IoT 장비와 승객이 소지한 휴대폰 또는 RFID 태그형 승차표의 연동을 통해, 승객의 이동경로에 대한 정보를 역사(station) 단위로 지속적으로 획득하는 기술

※ 해상도: 역사내의 플랫폼 출입구 단위의 정보

- 승객 추적해상도는 멀티 모달 IoT 장비의 설치위치와 장비의 성능에 의존

o 개발 접근 방법

- 스마트폰 탑재형 센서(지자기 센서, BLE, Wi-Fi)와 응용앱을 활용한 위치인식정보를 기반으로 승객의 위치를 추적하는 기술 개발

- 스마트 토큰(RFID)과 스마트 토큰 리더(RFID reader)를 통한 승객의 위치를 역사단위로 추적

- CCTV를 활용한 객체인식 및 추적기술 개발

* CCTV 영상을 통한 승객인식 및 CCTV 카메라간 연동을 통한 지속적 추적기술

(4) 교통약자 보호기술

o 교통약자 인식기술

- (장애인 등록 승객) 교통약자가 소지하는 표식장치(스마트폰 앱, RF 태그장치 등)를 95%이상의 정밀도로 인식하는 기술

- (장애인 미 등록 승객) 임산부, 노약자 등 장애인 등록이 되어 있지 않은 교통약자를 80% 이상의 정확도로 인식하는 기술

* 영상기반 장애인 및 유아 동반자의 특징점 도출을 통한 교통약자 인식

o 교통약자 대응 기술

- (장애인 편의 제공) 인식한 교통약자에게 교통편의를 제공하기 위한 메시지를 생성하는 기술

o 개발 접근 방법

- 교통약자 인식기술 표식장치 리더기를 역사의 입구 및 플랫폼 입.출구에 설치하여 교통약자 인식 및 대응서비스 연동기술 개발

- 스마트폰 앱을 활용하는 경우, 승객위치인식 기술과 연계한 무자각 방식의 교통약자의 이동경로 추적 및 대응서비스 연동기술 개발

- 장애인 미등록 승객을 위한 CCTV 영상분석기반의 교통약자 인식기술 개발

  * 영상 딥러닝을 통한 교통약자 인식율 증대 기술

나. 보안 및 표준화기술 개발

(1) 결재정보 표준화 기술

o 스마트게이트프리 적용 결재정보 처리 프로토콜

o TTA표준 규격서 작성

o 개발 접근 방법

- TTA 기술위원회와의 협력을 통한 기존 결재정보관련 표준화 개정작업 추진

  * SAM(Secure Application Module)규격(TTAS.KO-1.0022/R1: 비접촉식 전자화폐 판독기용 지불SAM 규격) 갱신

- 스마트게이트 프리 신규 규격 제정을 위한 PG(Project Group) 생성 추진

  * 교통사업자 및 스마트게이트프리기술 관련 전문 인력을 통한 PG 구성

(2) 승객정보 보호기술

o 운임정보 보안 기술

- 역사에 설치되는 멀티모달 IoT 장비와 원격에 위치하는 통합운임정산 시스템간에 교환되는 운임관련 정보에 대한 암호화 기술

- 허가 받지 않은 자로부터의 승객 운임정보의 열람, 운임정보의 수정 등의 권한을 제한하는 기술

  * 지문 인식, 홍채 인식, 얼굴 인식 등 다양한 생체 인식 기반의 인증 시스템 기술인 FIDO(Fast IDentity Online)기술의 적용을 통한 운임정보 보안

  * 지식기반인증. 특징기반 인증, 소지기반 인증

  * 단말접속정보에 대한 로그를 수집·분석을 통해 의심스러운 거래를 차단하는 이상금융거래를 탐지하는 FDS(Fraud Detection System)기술 적용 가능

o 승객 개인정보 보호기술

- 멀티모달 IoT 장비에서 승객위치 인식 및 운임정보 획득시 개인의 사생활정보를 안전하게 보호하는 기술

  * 스마트폰을 통한 개인의 사생활 정보, 승객의 CCTV영상 등을 운임정산 목적 외에 사용하지 않고, 일정기간 후에 폐기하거나 비가역적인 방식으로 처리하여 저장

o 개발 접근 방법

- 교통사업자의 현장(역사)내, 현장과 원격의 통합운임정산 시스템간에 유통되는 운임정보를 제3자로부터 보호하는 암호화기술 개발

  * FIDO 및 FDS 기술 외에 운임단말의 보안을 위한 PUF(physical unclonable function) 기술 개발

  - CCTV영상으로부터 개인의 안면정보 및 승객위치정보 보호기술 개발 추진

다. 부정승차 방지기술 개발

(1) 부정승차 방지기술

o 무임승객 검출기술

- 멀티모달 IoT센서기반 무임승객 검출

  * 승차표(스마트 앱, 교통카드 등)를 소지하지 않거나, 해당 승차표의 동작을 허용하지 않고 무단으로 교통수단을 이용하는 것을 검출하는 기술

  * 역사의 집계장치(게이트)를 통과하는 승객에게서 운임관련 정보가 검출되지 않는 경우, 부정승차로 간주하여 경보신호 발령과 해당 승객의 이동궤적을 추적

o 부정승객 검출기술

- 멀티모달 IoT센서기반 부정승차 승객 검출

  * 정당하지 않은 승차표를 사용하는 것을 검출하는 기술

  * 얼굴인식, 신체특징 등을 활용하여 성인이 아동 승차표를 사용하는 경우를 검출

o 무임 및 부정승차객 대응기술

- 무임 및 부정승객 검출정보 자율 생성 및 전달 체계

  * 무임 및 부정승객 검출 시 관련 IoT객체에 경보발령 및 관련정보 전송

- 무임 및 부정승객 정보저장

  * 무단승차로 간주되는 경우, 승객의 개인정보(CCTV영상)를 비가역적인 방식으로 처리하여 저장

o 개발 접근 방법

- 무임승차 검출기술 개발

  * CCTV 이미지 영상 또는 UWB 센서로부터의 승객 검출정보와 운임정보 획득센서(스마트폰 앱과 위치정보 결합, 스마트 토큰 리더기)로 부터의 운임정보 획득 정보를 실시간으로 비교하여 무임승차 여부를 검출하는 기술개발

- 부정승차 검출기술 개발

* 영상 딥러닝 기반의 승객 얼굴 인식 및 연령 추정, 착용의상 분류, 하중센서를 활용한 몸무게 인식 등을 통한 승객의 연령대 추정

* 승객 추정연령대와 인식된 승차요금과의 실시간 비교를 통한 부정승차 검출

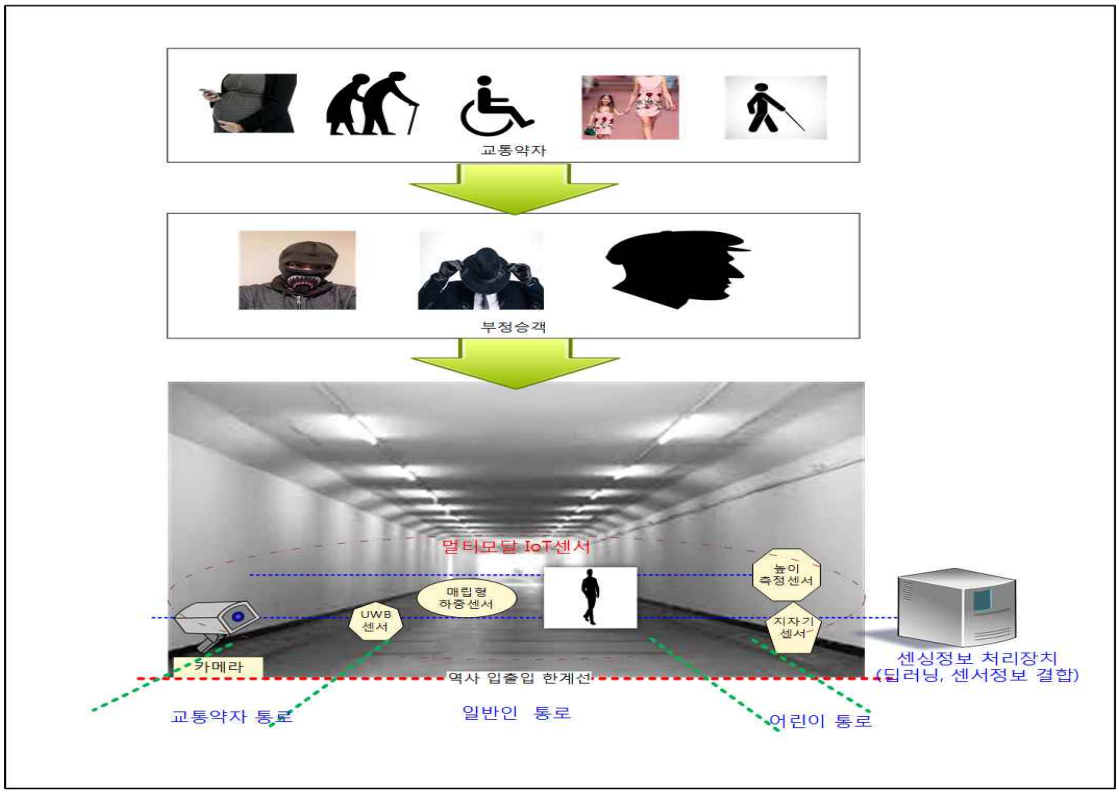


그림 3-9. 부정승차 및 교통약자 검출기술 개념도

라. 실시간 Trusted 연락운임 체계 기술개발

(1) 실시간 운임정산 기술

o 비접촉식 운임정산기술

- NFC(Near Fileld Communication)의 통달거리(20 cm) 보다 원거리에서 비접촉식으로 승객의 운임을 정산하는 기술

  * 스마폰 응용앱 또는 RFID 태그형 승차표를 활용하여 비접촉식으로 승객의 운임을 정산

- 역사내의 물리적 게이트장치에 승객의 보행에 지장을 주는 장치 설치 없이 승객의 운임을 정산하는 기술

o 실시간 운임정산 기술

- 승객의 최종 탑승정보를 기반으로 주어진 시간 이내에 운임을 정산하는 기술

  * 승객의 최종 탑승여부는 최초의 승차시각과 최종 하차시각이 열차의 노선별 운행시간을 충분히 경과하는지 여부를 파라미터로 해서 결정하며, 환승노선이 존재하는 경우에는 최종 환승노선의 운행시간을 기준으로 결정

- 승객의 보행속도에 제약을 주지 않고 운임정보를 처리하는 기술

  * 승객의 승하차 정체시간을 제로화하기 위해 운임정산 결과를 기존의 방식(게이트에 설치된 디스플레이장치에 현시)과 달리 개인의 스마트폰에 현시시키는 방식을 적용

o 개발 접근 방법

- 멀티모달 IoT센싱정보를 활용한 실시간 운임정산기술 개발

  * 승객위치 정보와 운행 교통수단(열차, 버스) 위치정보와의 실시간 비교를 통한 승차여부 확인기술 개발

  * (탑승정보) 교통수단 위치정보와 승객위치정보가 일치하는 시간(최소시간: 역간 차량 운행시간)을 기준으로 탑승여부를 확인

  * (하차정보) 교통수단 위치정보와 승객위치정보가 일치 후에 불일치하는 경향을 기준으로 하차여부를 확인

(2) 연락운임 분쟁해소기술

o 위치기반 연락운임 실시간 정산기술

- 환승 게이트(경로)를 통과하는 승객의 위치추적 정보를 활용하여 승객의 환승정보를 획득하는 기술

- 환승하는 승객의 연락운임을 승객의 최종 탑승정보를 기반으로 주어진 시간 이내에 정산하는 기술

  * 기존기술(버스의 경우 승객 운임정보를 버스 종착지에서 수집한 후 새벽에 카드회사로 전송)을 개선하여, 연락운임을 정해진 시각(예: 최종 탑승 완료 후 1분 이내)에 처리

o 블록체인과 같은 분산원장기술을 적용하여 연계 교통회사들 간에 연락운임에 대한 분쟁이 없도록 하는 기술

- 연계 교통회사에 각각 분산 저장된 정산운임 정보를 블록체인 기반으로 처리하여 저장하는 기술

o 개발 접근 방법

- 실시간 운임정산기술과 교통환승정보 획득기술의 결합을 통한 연락운임 실시간 정산기술 개발

- 블록체인과 스마트 컨트렉트 기반의 연락운임 자율정산 기술 개발

⑶ 모바일 이용정보 조회 및 결재 플랫폼

o 이용정보 검색 및 요금 충전이 가능한 스마트폰 응용 앱

o 스마트 토큰 지원용 스마트 응용 앱

o 개발 접근 방법

- 교통회사 운임정산플랫폼과 연동형 이용정보 조회 및 결재 플랫폼 개발
- 스마트 토큰의 요금조회 및 요금 충전이 가능한 스마트폰 응용앱 및 전용단말 개발
- 스마트 모빌리티 플랫폼과 연계가 가능한 이용정보 조회 및 결재 플랫폼 개발

3. 추진전략

o IoT기반 스마트 게이트프리 기술개발을 위해 핵심기술 개발 분야와 현장시험 및 실증 분야에 대한 단계적 추진 전략을 수립

가. 핵심기술 개발 분야의 단계적 추진전략

o 핵심기술은 위치인식 기술, 운임정산 플랫폼 기술, 표준화 및 암호화 기술, 부정승차 방지 기술로 구분

o 운임정산 플랫폼 기술 1단계에서는 기존 운임정산시스템을 활용한 철도 이용데이터 수집 기술을 개발하고, 2단계는 블록체인 기반 승객 운임거래정보 내역 보호 등 분산원장 기반 신규기술을 적용하여 개발함

o 부정승차 방지 기술 1단계에서는 Constrained 환경에서의 부정승차방지 기술을 개발하고, 2단계에서는 Full 스마트게이트프리 환경에서의 부정승차 방지 기술을 개발함

나. 현장시험 및 실증분야의 단계적 추진전략

o 현장시험 및 실증을 위해서는 기존 게이트 활용 및 개량을 통한 게이트프리(Gate-free) 현장구축 기술을 확보한 후, 최종적으로 게이트리스(Gateless) 시스템 현장구축 방안을 검토함

o 기존 게이트를 활용 및 개량을 통한 현장구축은 다음과 같이 총 5단계로 구분하여 개발함

- (1단계) 기존 게이트 유지
  - (2단계) 기존 게이트 일부 개량(접촉식) : 모바일 또는 QR코드 활용
    ※ 휴대폰 앱기반 승객위치인식 및 과금정보 획득
  - (3단계) 기존 게이트 일부 개량(비접촉식) : 모바일 또는 토큰형 비콘 등 활용
    ※ 휴대폰 앱기반 승객위치인식 및 과금정보 획득
    ※ RFID기반 스마트 토큰을 통한 승객위치인식 및 과금정보 획득
  - (4단계) 기존 게이트 전부 개량
    ※ 휴대폰 앱기반 승객위치인식 및 과금정보 획득
    ※ RFID기반 스마트 토큰을 통한 승객위치인식 및 과금정보 획득
  - (5단계) 타 교통수단 연계 방안 도출


핵심기술 개발 분야 단계적 추진전략
위치인식 기술 개발
운임정산 플랫폼 기술 개발
1단계 • 기존 운임정산시스템을 활용한 철도 이용데이터 수집 기술 개발
2단계 • 분산원장기반 신규기술 적용 e.g. 블록체인 기반 승객 운임거래 내역 보호
표준화 및 암호화 기술 개발
부정승차 방지기술 개발
1단계 • Constrained 환경에서의 부정승차 방지 기술 개발
2단계 • Full 스마트게이트프리 환경에서의 부정승차 방지 기술 개발
현장시험 및 실증 분야 단계적 추진전략
기존 게이트 활용/개량을 통한 현장구축 기술 확보
기존게이트 유지 • 1단계
기존 게이트 일부 개량 (접촉식) | 모바일 or QR코드 • 2단계
기존 게이트 일부 개량 (비접촉식) | 모바일 or 토큰형 비콘 • 3단계
기존 게이트 전부 개량 • 4단계
타 교통수단 연계 방안 도출 • 5단계
기획연구 최종 목표
IoT기반 스마트게이트프리 기술 개발 기획
스마트게이트 및 정산시스템 첨단화
시스템 현장구축으로 실용화 달성
게이트 프리 및 통합운임정산 핵심 기술 개발
현장구축 및 실용화를 향상
게이트리스(Gateless) 시스템 현장구축 방안검토
실시간 위치 추적 적발 등 부정승차 • 방지 방안 검토

그림 3-10. 추진전략

4. 추진체계

o 스마트게이드프리 기술을 효율적으로 개발하기 위해서는 다음과 같은 추진체계의 구성이 필요

o 스마트게이트프리 기술개발을 위한 사업단 단위의 컨소시엄 구성

- 교통사업자, 출연(연), 산업체, 학계로 구성

o 산업체는 교통과금 전문업체, IoT전문업체 등으로 구성

o TTA 또는 ITU-T를 통한 스마트게이프프리 표준화 추진

o 본 과제에서 개발된 스마트게이드프리 기술을 관련 교통회사에 적용추진

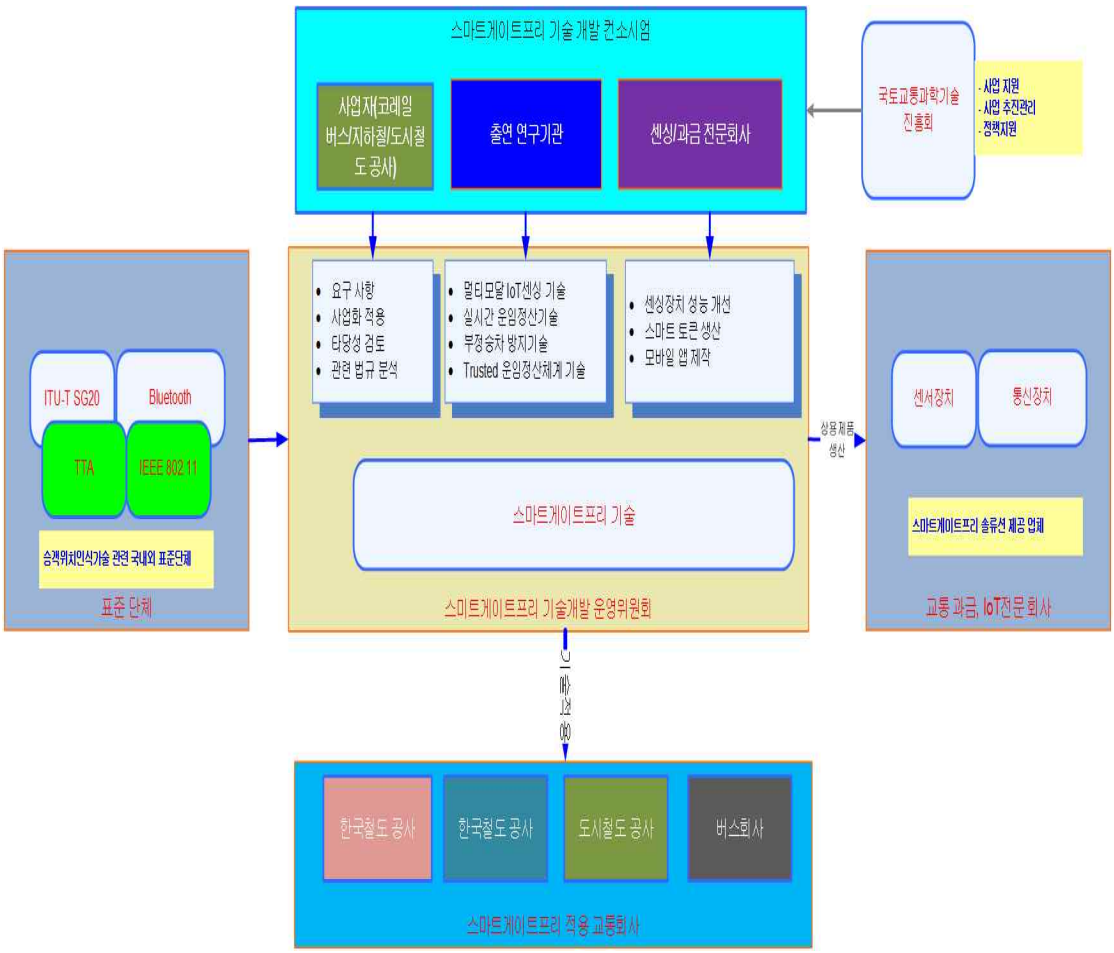


그림 3-11. 추진체계도

제5절 세부과제 간 연계관계

o 스마트게이트프리 체계기술과제는 다른 4개의 세부과제를 통합 조정하는 역할을 수행하며, 과제의 원활한 수행을 위해 운영위원회를 구성

o 멀티모달 IoT센싱정보를 각 세부과제별로 공유하기 위해, 표준화된 데이터형태의 센싱정보를 사용

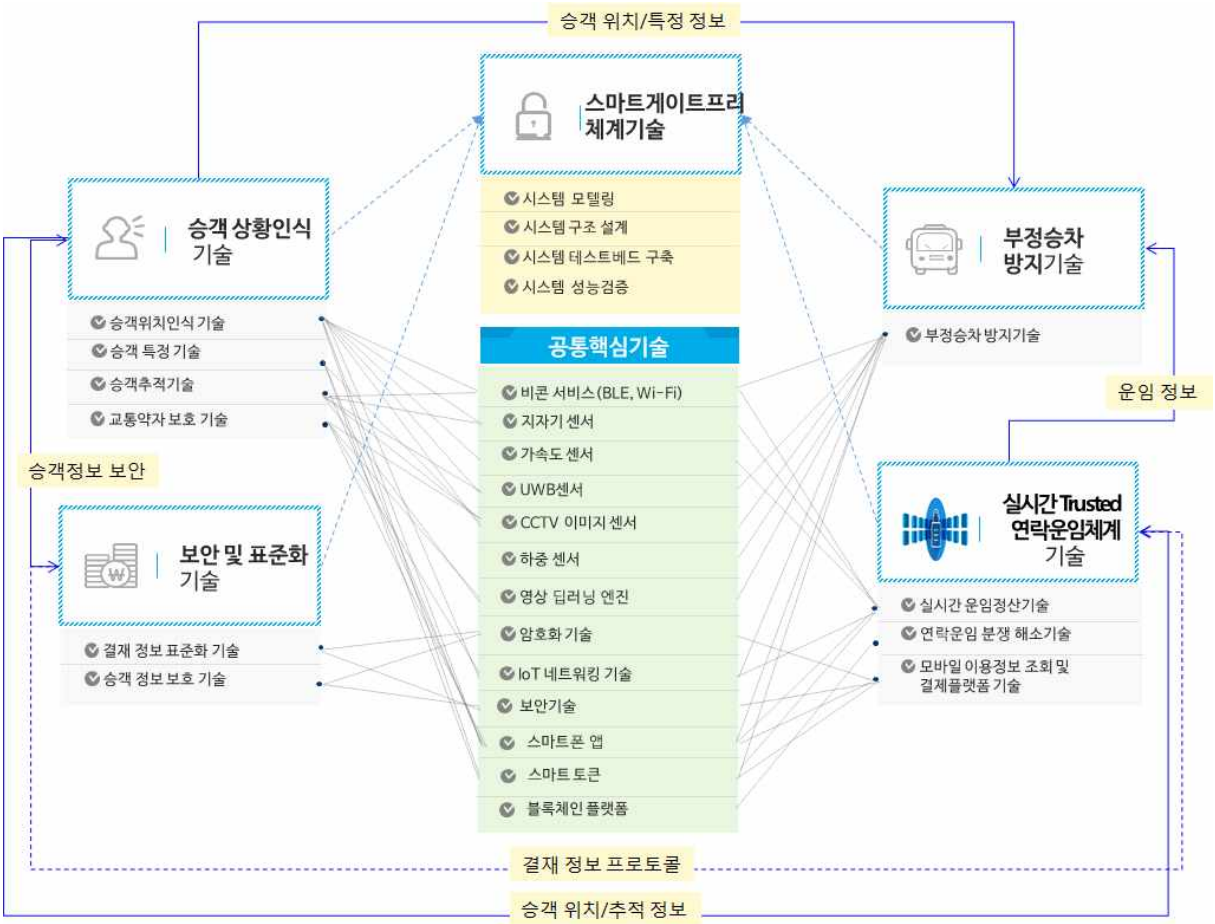


그림 3-12. 세부과제간 추진연계도

o 체계기술과제와 세부과제와의 관계

- 체계기술과제는 사용자 및 시스템 요구사항 정의서, 시스템 구조 설계 및 기능규격서 작성 후 각 세부과제에 제공
- 체계기술과제는 각 세부과제에서 개발한 기능을 스마트게이트프리 시스템에 탑재하여 통합

o 세부과제간 관계

- 세부과제간의 개발 중복성 방지 및 개발효율성을 제고하기 위해, 공통 핵심기술을 체계기술개발과제의 업무분할에 따라 공통개발 하고 각 세부과제별로 공용 활용 추진

제6절 기술개발 성과 로드맵

1. 기술개발 및 성과 로드맵

o 5세부과제를 4년에 걸쳐 개발 추진
- (1차 년도) 시스템 요구사항 정의 및 시스템 구조설계, 핵심 알고리즘 개발 및 성능 분석
- (2차 년도) 시스템 구현 및 실험용 테스트베드 구축, 통합시험, 문제점 도출 및 분석
- (3차 년도) 시스템 보안 설계 및 구현, 실용화형 테스트베드 구축, 연동(성능) 시험
- (4차 년도) 실용시스템 보안 및 시범시스템 구축, 시범서비스

표 3-13. 기술개발 및 성과 로드맵

세부과제명	세부기술	성과물			
		2019년도	2020년도	2021년도	2022년도
스마트게이트프리 체계기술개발	시스템 개발	• 사용자 요구사항 정의서 • 시스템 요구사항 정의서 • 시스템 구조 설계서	• 멀티모달 IoT 센싱시스템 상세설계서 • 운임통합관리시스템 상세설계서 • 스마트게이트프리 시스템 테스트베드(실험)	• 스마트게이트프리 시스템 테스트베드(실용)	• 스마트게이트프리 시스템 테스트베드(시범)
	시스템 모델링 및 연동시험	• 역사구조분석 기술문서	• 역사표준모델 • 역사표준모델 기반 멀티모달 IoT센서 설치 시뮬레이터 • 멀티모달 IoT 센싱시스템 배치계획서	• 스마트게이트 프리 시스템 시험항목 및 절차서 • 스마트게이트 프리 실험 시스템 시험결과서	• 스마트게이트 프리 시스템 시범서비스 시나리오 • 스마트게이트 프리 시범 시스템 시험결과서
승객상황 인식기술	승객위치인식기술	• 승객위치인식 센싱기술 분석서 • 승객위치인	• 단일센서기반 승객위치인식기술 알고리즘(S/W)	• 멀티모달 IoT 센서기반 승객위치인식기술 알고리즘	• 멀티모달 IoT 센서 통합 장치(시범) • 멀티모달

세부과제명	세부기술	성과물			
		2019년도	2020년도	2021년도	2022년도
		식기술 요구사항 정의서 • 승객위치인식기술 기능 규격서 • 승객 위치 인식 알고리즘 설명서 및 성능 분석서 • 멀티모달 IoT 센서 구조설명서	• 멀티모달 IoT 센서기반 승객위치인식기술 알고리즘(S/W Ver.1.0) • 멀티모달 IoT 센서 통합 장치(H/W, 실험 모델) • 멀티모달 IoT 센서 통합 장치(Ver.1.0) 시험결과서 • 스마트토큰 장치	(S/W Ver.2.0) • 멀티모달 IoT 센서 통합 장치(H/W, 실용 모델) • 멀티모달 IoT 센서 통합 장치(Ver.2.0) 시험결과서	IoT 센서기반 승객위치인식기술 성능시험 결과서
	승객특정기술	• 승객특정기술 요구사항 정의서 • 승객특정기술 기능 규격서 • 승객특정알고리즘 설명서 및 성능분석서	• 단일센서기반 승객특정기술 알고리즘(S/W) 및 시험 결과서 • 멀티모달 IoT 센서기반 승객특정기술 알고리즘(S/W Ver.1.0) 및 시험 결과서	• 멀티모달 IoT 센서기반 승객특정기술 알고리즘(S/W Ver.2.0) 및 시험 결과서	• 멀티모달 IoT 센서기반 승객특정기술 성능시험 결과서
	승객추적기술	• 승객추적기술 요구사항 정의서 • 승객추적기술 기능 규격서 • 승객추적알고리즘 설명서 및 성능분석서	• 단일센서기반 승객추적기술 알고리즘(S/W) 및 시험 결과서 • 멀티모달 IoT 센서기반 승객추적기술 알고리즘(S/W	• 멀티모달 IoT 센서기반 승객추적기술 알고리즘(S/W Ver.2.0) 및 시험 결과서	• 멀티모달 IoT 센서기반 승객추적기술 성능시험 결과서

세부과제명	세부기술	성과물			
		2019년도	2020년도	2021년도	2022년도
			Ver.1.0) 및 시험 결과서		
	교통약자 보호기술	• 교통약자 보호기술 요구사항 정의서 • 교통약자 보호기술 기능 규격서 • 교통약자 보호알고리즘 설명서 및 성능분석서	• 단일센서기반 교통약자 보호 알고리즘(S/W) 및 시험 결과서 • 멀티모달 IoT 센서기반 교통약자 보호 알고리즘(S/W Ver.1.0) 및 시험 결과서	• 멀티모달 IoT 센서기반 교통약자 보호 알고리즘(S/W Ver.2.0) 및 시험 결과서	• 멀티모달 IoT 센서기반 교통약자 보호기술 성능시험 결과서
보안 및 표준화 기술	결재정보 표준화 기술	• 결재정보 표준화 요구사항 정의서 • 결제정보 프로토콜 설명서 • 결제정보 규격서(초안)	• TTA 신규 PG • TTA 기고서	• TTA 기고서	• TTA 규격서
	승객정보 보호기술	• 승객정보 보호기술 요구사항 정의서 • 승객정보 보호기술기술 기능 규격서 • 승객정보 보호기술알고리즘 설명서 및 성능분석서	• 승객정보 보호 장치(H/W, 실험모델) 및 시험 결과서 • 승객정보 보호 알고리즘(S/W Ver.1.0) 및 시험 결과서	• 승객정보 보호 장치(H/W, 실용모델) 및 시험 결과서 • 승객정보 보호 알고리즘(S/W Ver.2.0) 및 시험 결과서	• 승객정보 보호 장치(H/W, 시;범모델) • 승객정보 보호 알고리즘 성능시험 결과서
부정승차	부정승차	• 부정승차	• 멀티모달	• 멀티모달	• 멀티모달

세부과제명	세부기술	성과물			
		2019년도	2020년도	2021년도	2022년도
방지기술	방지기술	방지기술 요구사항 정의서 • 부정승차 방지기술 기능 규격서 • 부정승차 방지 알고리즘 설명서 및 성능분석서	IoT 센서기반 부정승차 방지 알고리즘(S/W Ver.1.0) 및 시험 결과서	IoT 센서기반 부정승차 방지알고리즘(S/W Ver.2.0) 및 시험 결과서	IoT 센서기반 부정승차 방지기술 성능시험 결과서
실시간 Trusted 연락운임체계 기술	연락운임분쟁 해소기술	• 연락운임분쟁 해소기술 요구사항 정의서 • 연락운임분쟁 해소기술 기능 규격서 • Private block-chain 기반 연락운임 정산 플랫폼 설계서 및 성능분석서	• 블록체인기반 연락운임 분쟁 해소 알고리즘(S/W Ver.1.0) 및 시험 결과서	• 블록체인기반 연락운임 분쟁 해소 알고리즘(S/W Ver.2.0) 및 시험 결과서	• 블록체인기반 연락운임 분쟁 해소 기술 성능시험 결과서
	실시간 운임정산기술	• 실시간 운임정산기술 분석서 • 실시간 운임정산기술 요구사항 정의서 • 실시간 운임정산기술 기능 규격서 • 실시간 운임정산 알고리즘 설명서 및 성능분석서 • 운임통합관리 시스템 구조설명서	• 실시간 운임정산알고리즘(S/W Ver.1.0) • 운임통합관리 시스템(H/W, 실험모델) • 운임통합관리 시스템 시험결과서	• 실시간 운임정산알고리즘(S/W Ver.2.0) • 운임통합관리 시스템(H/W, 실용모델) • 운임통합관리 시스템 시험결과서	• 운임통합관리 시스템(시범) • 실시간 운임정산 기술 성능시험 결과서

세부과제명	세부기술	성과물			
		2019년도	2020년도	2021년도	2022년도
	모바일 이용정보 조회 및 플랫폼	• 모바일 이용정보 조회 및 플랫폼기술 분석서 • 모바일 이용정보 조회 및 플랫폼기술 요구사항 정의서 • 모바일 이용정보 조회 및 플랫폼 기술 기능 규격서 • 모바일 이용정보 조회 알고리즘 규격서 및 성능분석서 • 모바일 운임결제장치 구조설명서	• 모바일 이용정보 조회 알고리즘 및 플랫폼 (S/W Ver.1.0) • 모바일 운임결제장치 (H/W, 실험모델) • 모바일 이용정보 조회 알고리즘 및 플랫폼, 결제장치 시험결과서	• 모바일 이용정보 조회 알고리즘 및 플랫폼 (S/W Ver.2.0) • 모바일 운임결제장치 (H/W, 실용모델) • 모바일 이용정보 조회 알고리즘 및 플랫폼,결제장치 시험결과서	• 모바일 운임결제장치 (H/W, 실용모델) • 모바일 이용정보 조회 알고리즘 및 플랫폼,결제장치 성능시험 결과서

o 기술개발 및 성과 로드맵

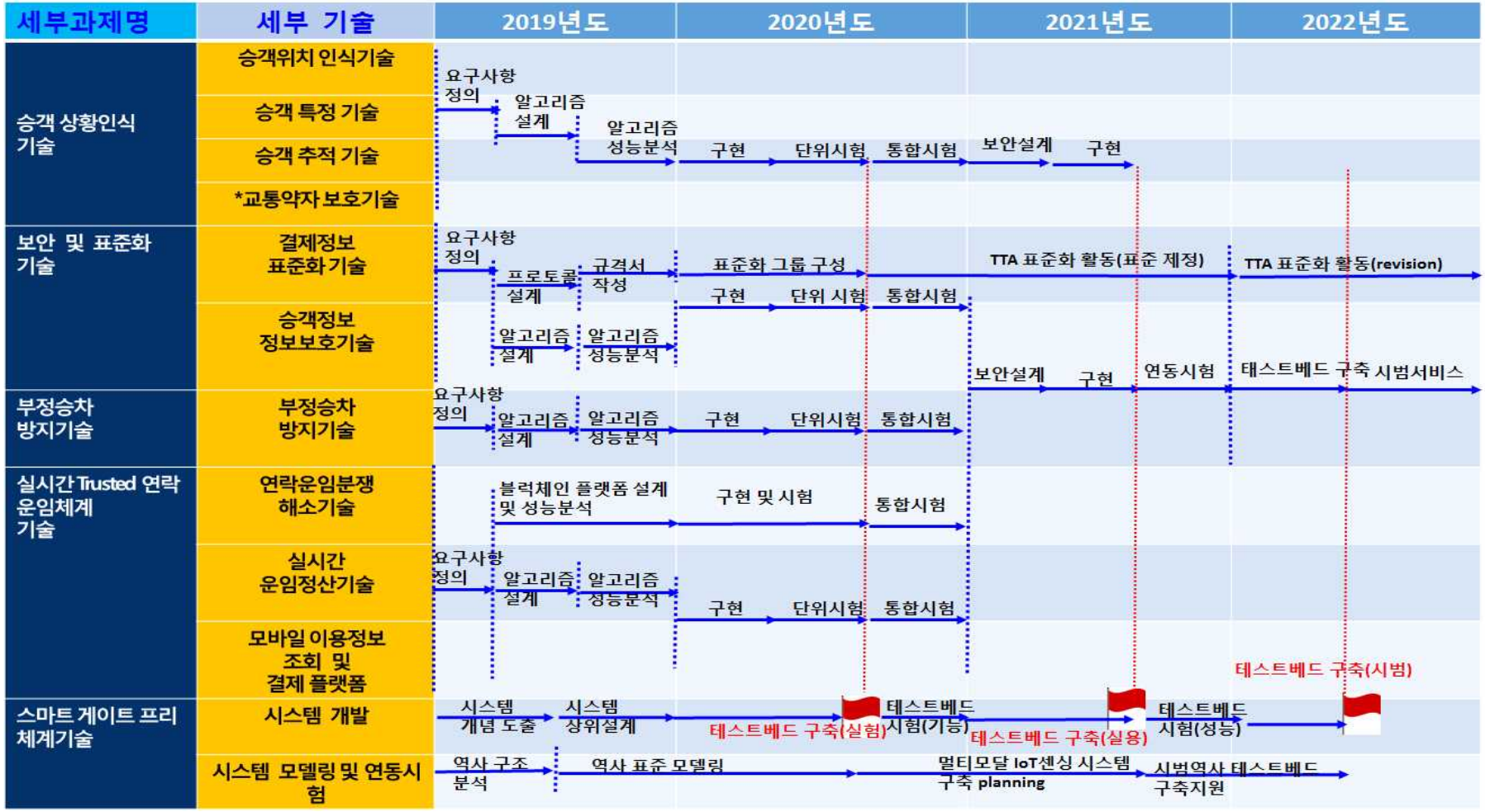


그림 3-13. 기술개발 및 성과 로드맵

제7절 산업생태계 분석

1. 산업생태계 특성 및 상관관계 분석

가. 산업생태계 특성

o (정의 및 범위) 철도산업발전 기본법 제3조 9호 내 철도산업의 범위는 명시되어 있으나, 철도산업 또는 철도산업 생태계에 대한 개념적 정의가 부재함
- 철도산업발전기본법 제3조 8호 내 철도산업은 '철도운송, 철도시설, 철도차량, 철도기술개발과 관련된 산업, 그 밖에 철도의 개발·이용·관리와 관련된 산업'으로 정의되고 있음
- 그러나, 철도산업이 아우르는 범위만을 제시하고 있을 뿐, 철도산업의 개념적 정의 또는 철도산업이 형성하고 있는 산업적 구조나 생태계에 대해 규명하는 것에는 다소 한계를 지니고 있음

o (산업 형성구조) 한국표준산업분류 기준, 철도산업은 건설, 제조, 서비스 등 다양한 산업을 보유한 복합 산업
- 산업생태계의 주요 구성요소인 산업 참여자와 생산 활동을 기반으로 철도산업 생태계의 형성구조를 도출하기 위해 한국산업분류를 사용하며, 이는 한국표준산업분류가 가진 생산주체의 관점이 산업생태계의 정의에 관점적 귀속성을 보유하고 있기 때문임
- 한국표준산업분류 기준, 철도산업은 건설, 제조, 서비스 분야로 구분되며, 철도건설은 선로와 정차장, 철도제조는 차량과 설비장치로, 철도 서비스는 판매, 운영 및 지원 부분으로 구분됨

표 3-14. 한국표준산업분류(10차) 기준 철도산업 분류

대분류	중분류	소분류	세분류	세세분류
제조업	기타 운송장비 제조업	철도장비 제조업	철도장비 제조업	기관차 및 기타 철도 차량 제조업
				철도 차량 부품 및 관련 장치물 제조업
건설업	종합 건설업	토목 건설업	토목 시설물 건설업	교량, 터널 및 철도 건설업
	전문직별 공사업	기반조성 및 시설물 축조관련 전문공사업	시설물 축조 관련 전문공사업	철도 궤도 전문공사업
운수업	육상 운송 및 파이프라인 운송업	철도 운송업	철도 운송업	철도 운송업
		육상 여객 운송업	도시 정기 육상 여객 운송업	도시철도 운송업
	창고 및 운송관련 서비스업	기타 운송관련 서비스업	육상 운송 지원 서비스업	철도 운송 지원 서비스업

자료 : 한국표준산업분류(10차), 통계청

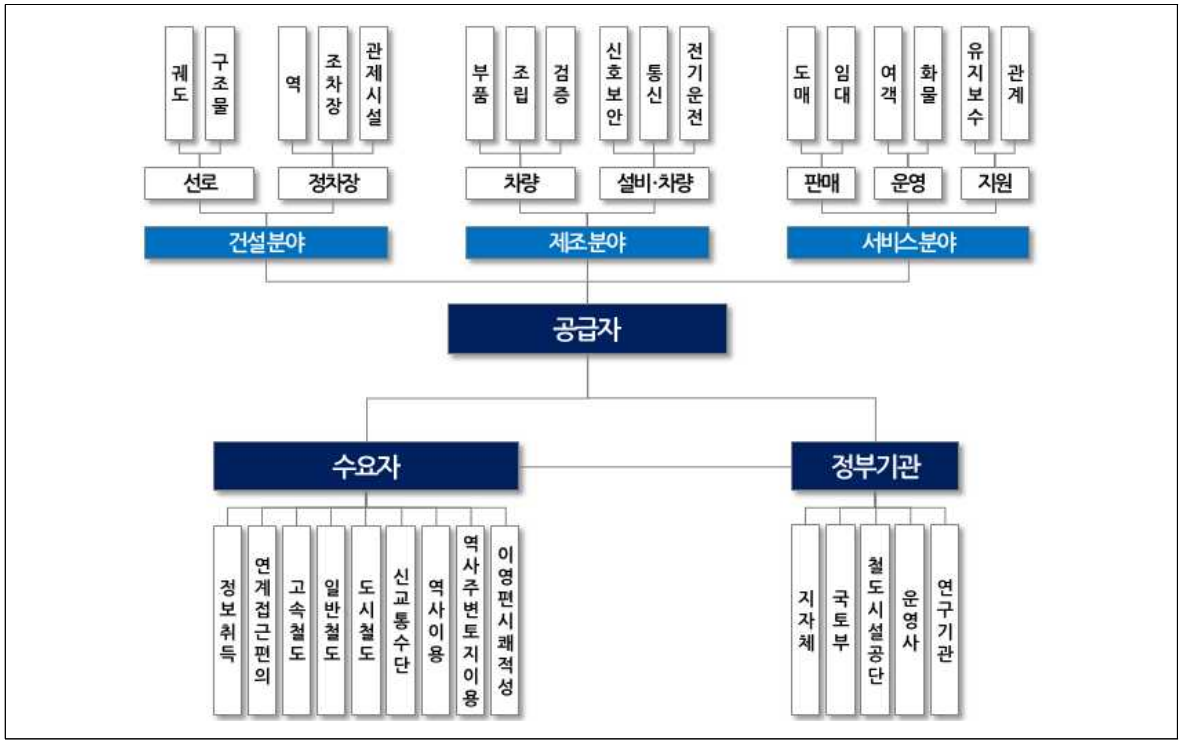


그림 3-14. 철도산업 생태계 형성구조

o (산업 특징) 철도산업은 '수요 종속적 공급구조'라는 특성을 보유하였으며, 이러한 특성에 의해 '유기적 통합체계'가 형성되어있음

- 철도산업은 '수요 발생에 따른 공급'이라는 특성을 보유하고 있으며, 이러한 특성은 '수주산업'이라 불릴 정도로 철도 건설 및 철도 제조 분야에서 더욱 더 두드러지게 나타남

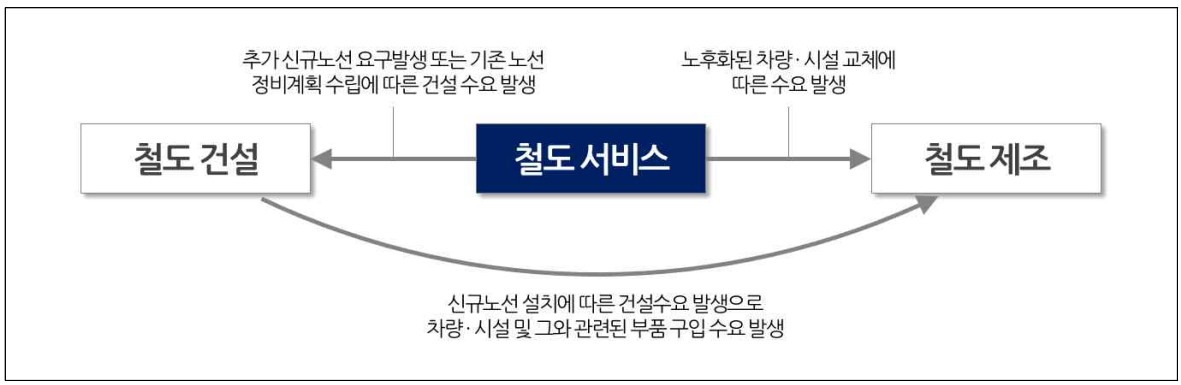


그림 3-15. 철도산업 수요 종속적 공급구조

- 이러한 '수요 종속적 공급구조' 라는 철도산업의 특징은 생태계 내 세부 산업· 참여자 및 생산활동 간 관계를 분리·분절 할 수 없는 '유기적 통합체계 (Meta System)' 를 구축하게 함

o (산업생태계 정의) 법적 범위, 산업구조특징 등을 종합했을 때, 철도산업 생태계는 '정부주도의 유기적 복합 산업생태계'로 정의됨

- '정부 주도의 유기적 복합 산업생태계'란 정부가 주도하는 산업생태계임과 동시에, 건설·제조·서비스 등의 복합적 산업 간 유기적 활동을 통해서만 최종적 서비스가 제공되는 산업임을 의미
- 국내 철도산업 생태계 내 철도건설 및 제조분야에서 정부는 주요 수요자로써 B2G의 수주산업을 주도하고 있으며, 철도서비스 분야에서는 정부가 주요 운영 방향을 결정, 감독함으로써 B2G의 서비스 품질 제고를 주도함

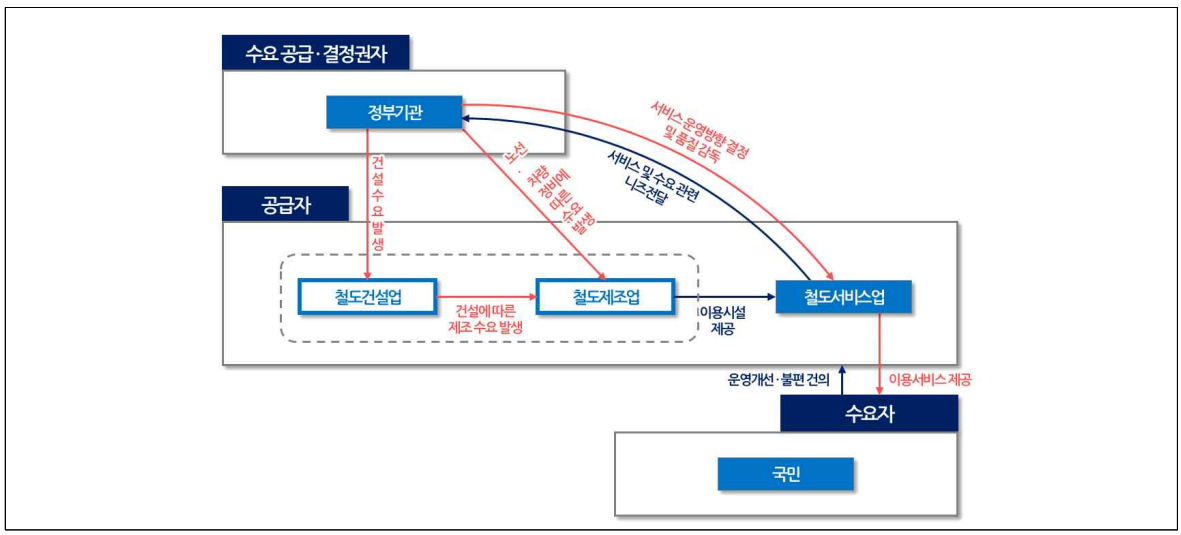


그림 3-16. 정부주도의 유기적 복합 산업생태계

나. 산업생태계 내 상관관계

o (구성산업 비교) 철도산업 생태계는 타 유관산업 대비 복합적이고 광범위한 생태계 구조를 보유하였으며, 구성산업 간에도 높은 연계성을 지님

- 자동차 및 항공산업의 생태계 구성산업은 크게 제조 및 서비스 산업으로 구성된 데 비해, 철도산업은 건설업이 생태계 주요 구성산업에 포함됨

자동차

분야	구성산업
자동차제조	자동차 공업
	부품 공업
	제조설비 생산
	부품·자재 생산
자동차서비스	자동차판매
	부품·요품판매
	임대·리스
	운송
	정비
	보험 등기타

항공

분야	구성산업
항공기제조	완제기 개발·제조
	부품 제조
	정비 생산
	소재 (100% 수입)
항공서비스	항공 운송
	항공장비(MRO)
	항공시스템

철도

분야	구성산업
철도건설	선로 건설
	정차장 건설
철도제조	차량 제작
	설비·장치 제조
철도서비스	판매
	운영
	지원서비스

그림 3-17. 유관산업 및 철도산업 생태계 구조 비교(1)

- 특히, 철도건설제조 분야의 자본재적 산업 특성, 생태계 구성산업 활동 간의 연속성, 철도서비스 산업변화에 따른 철도건설제조 산업에 발생되는 투자 수요 등은 철도산업 생태계 구성 산업 간 연계성이 높다는 것을 시사함

o (유관산업 구성산업 간 연계성) 자동차산업은 자동차 공업과 판매서비스업 간의 수요·공급 관계를 제외하고는 구성산업 활동 간 연계성* 이 미미하고 항공 산업은 운송서비스업 중심으로 산업 활동이 집약됨

* 구성산업 활동 간 연계성 : 소비자에게 제공되는 최종서비스가 건설→제조→서비스 순으로 생산되는 활동의 일련성

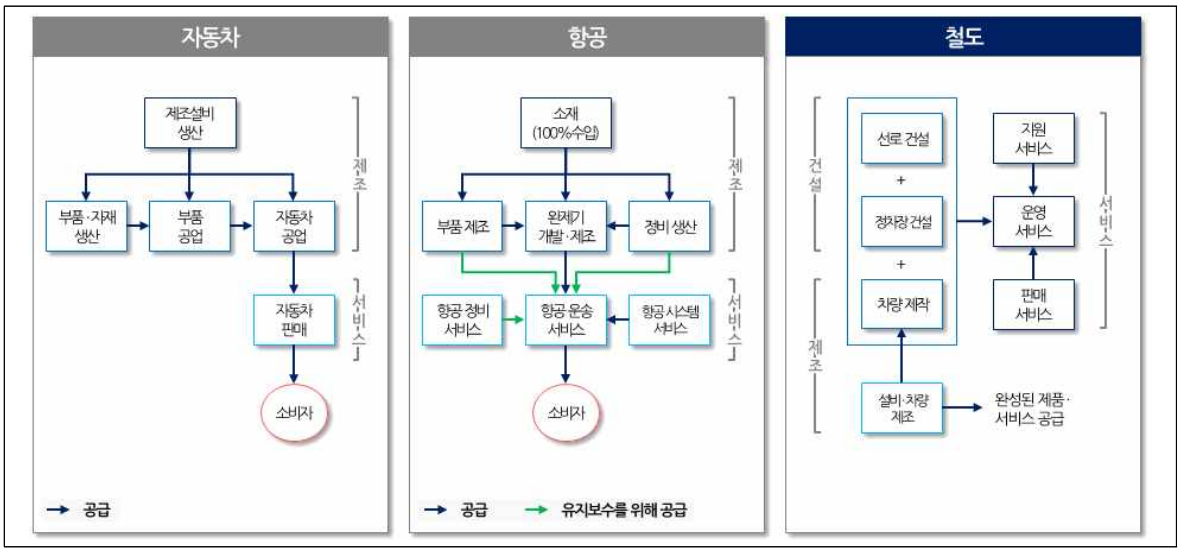


그림 3-18. 유관산업 및 철도산업 생태계 구조 비교(2)

o (철도산업 구성산업 간 연계성) 반면, 철도산업 생태계는 자동차산업과 항공 산업 대비 정부의 활동·개입 수준이 높고, 공공요금이라는 정부 규제에 의해 이용 접근성·공공성이 높음

- 철도산업은 정부 및 지자체 산하 공기업이 완제품의 수요자임과 동시에 철도 서비스업의 주요 운영자 역할을 담당하고 있어 타 유관산업 대비 산업 생태계 내 정부의 활동 및 개입 수준이 높음
- 또한, 자동차산업과 항공산업은 사치품에 속하며, 철도산업 이용 비용이 공공요금으로 제한되어 있는 특성으로 인해 타 산업 대비 요금적 측면에 있어 이용 접근성과 공공성이 높음

표 3-15. 유관산업 및 철도산업 생태계 주요 산업활동 유형

구분		자동차산업	항공산업	철도산업
주요 산업활동 유형	제품거래활동	- (완성차) B2C - (부품 · 소재) B2B	- (완제기) B2B - (부품) B2B · 소재는 100% 수입 의존	- (완성차량) B2G - (부품 · 소재) B2B와 B2G · 차량제작에 소요되는 거래는 B2B, 시설 등 유지보수는 B2G임
	서비스거래활동	- (판매 서비스) B2C · 완성차 제작사가 딜러제도를 통해 소매 형태로 판매까지 담당	- (운송 서비스) B2C · 아시아나, 대한항공 등 민간 항공사들이 여객 · 화물 운송서비스 제공	- (운송서비스) B2C 및 G2C · B2C는 민자 철도노선이 제공하는 서비스이며, 대부분이 정부 · 지자체 산하 공기업이 G2C 형태로 운송서비스 제공

표 3-16. 유관산업 및 철도산업 생태계 이용 특성

구분	자동차산업	항공산업	철도산업
생태계 이용 특성	- 실질소득이 증가함에 따라 수요가 증가하는 특성을 지니고 있음 · 이는 자동차 이용에 대한 모든 비용을 소비자가 부담하는 등 이용에 대한 부담이 크기 때문임 - 사치품에 속함 · 이용비용의 일부를 개별 소비세, 자동차세 등의 세금으로 납부하는 사치품	- 운송서비스 이용에 대한 비용을 소비자가 모두 부담하는 요금구조는 실질소득 변동에 수요량이 정비례 하는 결과를 야기 - 사치품과 유사한 이용 특성을 보유 · 이용요금의 일부를 항공권 세금 및 수수료로 납부 하는 등 사치품과 유사한 이용 특성 보유	- 실질소득이 증가할 경우, 철도이용 대신 타 교통수단으로 전환하는 등 수요량이 감소하는 특성을 보유 · 그러나, 이러한 이용특성은 고속열차의 발전과 요금개편 등에 따라 변동가능 - 이용에 대한 비용을 공공요금으로 규제하고 특정 사회적 배려 대상자에게 면제해 주는 등 이용 접근성 · 공공성이 높음

표 3-17. 유관산업 및 철도산업 생태계 내 구성요소 및 활동(1)

구분		자동차산업	항공산업	철도산업
구성요소	전방산업	- 자동차 공업(제조)	- 항공 운송 서비스	- 철도 운송 서비스
	생태계 구성산업	- 제조, 서비스	- 제조, 서비스	- 건설, 제조, 서비스 · 건설, 제조, 서비스 간 수요 창출자이자 수요 공급자
	인프라	- (도로건설) 완성차 제조 중심의 산업 생태계 내 도로건설이 수요창출에 미치는 파급효과 저조	- (공항건설) 운송서비스 중심 항공산업은 네트워크, 공항은 플랫폼이라는 특성과 공항산업 산업군의 광범위함으로 인해 공항과 항공간 별도의 생태계로 분류	- 철도제조서비스업 산업의 발전 및 운영은 철도인프라 건설이 전제되어야 함 · 철도건설은 제조업에게 수요창출동인임과 동시에 서비스업에는 수요 공급자
활동	주요 제품 거래 유형	- (완성차) B2C - (부품 · 소재) B2B	- (완제기) B2B - (부품) B2B · 소재는 100% 수입 의존	- (완성차량) B2G - (부품 · 소재) B2B와 B2G · 차량제작을 위한 거래는 B2B, 시설 등 유지보수 목적의 거래는 B2G
	주요 서비스 거래 유형	- (판매 서비스) B2C · 완성차 제작사가 딜러제도를 통해 소매형태로 판매까지 담당	- (운송 서비스) B2C · 아시아나, 대한항공 등 민간 항공사들이 여객 · 화물 운송서비스 제공	- (운송서비스) B2C와 G2C · 일부 민자 철도노선에 의해 B2C의 성격도 보유 하고 있으나, 대부분이 정부 또는 지자체 산하 공기업이 운영 하고 있어 G2C성격이 강함

o 건설업이 생태계 주요 구성 산업 내 포함됨에 따라 타 유관산업 대비 철도산업의 생태계 범위는 더욱더 광범위하며 복합적임

o 철도제조서비스업 산업의 발전과 철도인프라 건설의 상호의존성은 타 산업 대비 높음

o 타 유관산업 대비 철도산업 생태계는 정부의 활동·개입 수준이 높음

- 이는, 철도산업 생태계에서 정부·지자체 산하 공기업이 완제품의 수요자임과 동시에 서비스업의 운영자 역할을 담당하고 있기 때문임

표 3-18. 유관산업 및 철도산업 생태계 내 구성요소 및 활동

구분	자동차산업	항공산업	철도산업
생태계 성격		- 자본재 · 소비재적 성격 동시 보유 · 제조업은 자본재적 특성을 보유하였으며, 서비스업은 소비재적 특성 보유	- 건설 · 제조 산업은 자본재적 특성 보유 - 서비스 산업은 소비재적 특성을 보유
생태계 이용 특성	- 실질소득이 증가함에 따라 수요가 증가하는 특성을 지니고 있음 · 이는 자동차 이용에 대한 모든 비용을 소비자가 부담하는 등 이용에 대한 부담이 크기 때문임 - 사치품에 속함 · 이용비용의 일부를 개별 소비세, 자동차세 등의 세금으로 납부하는 사치품	- 운송서비스 이용에 대한 비용을 소비자가 모두 부담하는 요금구조는 실질소득 변동에 수요량이 정비례하는 결과를 야기 - 사치품과 유사한 이용 특성을 보유 · 이용요금의 일부를 항공권 세금 및 수수료로 납부하는 등 사치품과 유사한 이용 특성 보유	- 실질소득이 증가할 경우, 철도이용 대신 타 교통수단 으로 전환하는 등 수요량이 감소하는 특성을 보유 · 그러나, 이러한 이용특성은 고속열차의 발전과 요금개편에 따라 변동 가능 - 이용에 대한 비용을 공공요금으로 규제하고 특정 사회적 배려 대상자에게 면제해 주는 등 이용 접근성 · 공공성이 높음
구성산업 간 연계성	- (활동 관점) 완성차 제작과 판매서비스업 간 일부 연계성을 보유하고 있으나, 판매를 제외한 다른 서비스업과 제조업 간 활동연계성은 미미 - (투자관점) 불특정 다수 대상 대량생산이라는 제조업의 특성상, 서비스업과 제조업 간 투자 수요 관련성 미미	- (활동 관점) 운송 서비스업 중심으로 모든 항공 제조업 및 유관 서비스업활동이 집약됨 - (투자관점) 운송서비스업의 노선강화를 위해 제조업 수요 발생 가능	- (활동 관점) 건설→제조→서비스 순으로 최종서비스가 제공되는 등 구성 산업 간 연속성 있는 활동연계성 보유 - (투자 관점) 철도서비스 산업의 운영환경에 따라 철도 건설 · 제조 수요가 발생

o 타 유관산업 대비 구성 산업 간 연계성이 높음

- 이는, 철도건설·제조 산업의 자본재적 특성과 건설→제조→서비스 순으로 이어지는 산업 활동 간의 연속성, 철도서비스 산업의 변화에 따라 철도건설·제조 산업의 투자수요가 발생하는 점 등은 철도산업 생태계 구성 산업 간 파급 효과를 보유하였다는 것을 시사함

o 이용비용(요금) 관점에서 철도산업은 타 유관산업 대비 공공요금 이라는 정부규제에 의해 이용 접근성 및 공공성이 높음

다. 산업생태계 내 이슈 연관성

o (동일 산업군) 건설, 제조, 서비스 산업으로 구성된 철도산업 생태계 내 철도제조 분야의 이슈들은 해외진출 관련 이슈를 제외하고 개별적으로 이슈 간 인과의 형태로 연계되다 하나의 귀결점에 도달하는 특징을 지님

- (철도차량 제조) 철도제조 산업 내 철도차량 제조업은 독점적 시장 구조, 수요 부족 등의 시장 환경과 수주 산업이라는 산업적 특성이 시발점이 되어 철도차량 제조산업의 성장 제약과 철도안전 위협을 초래함

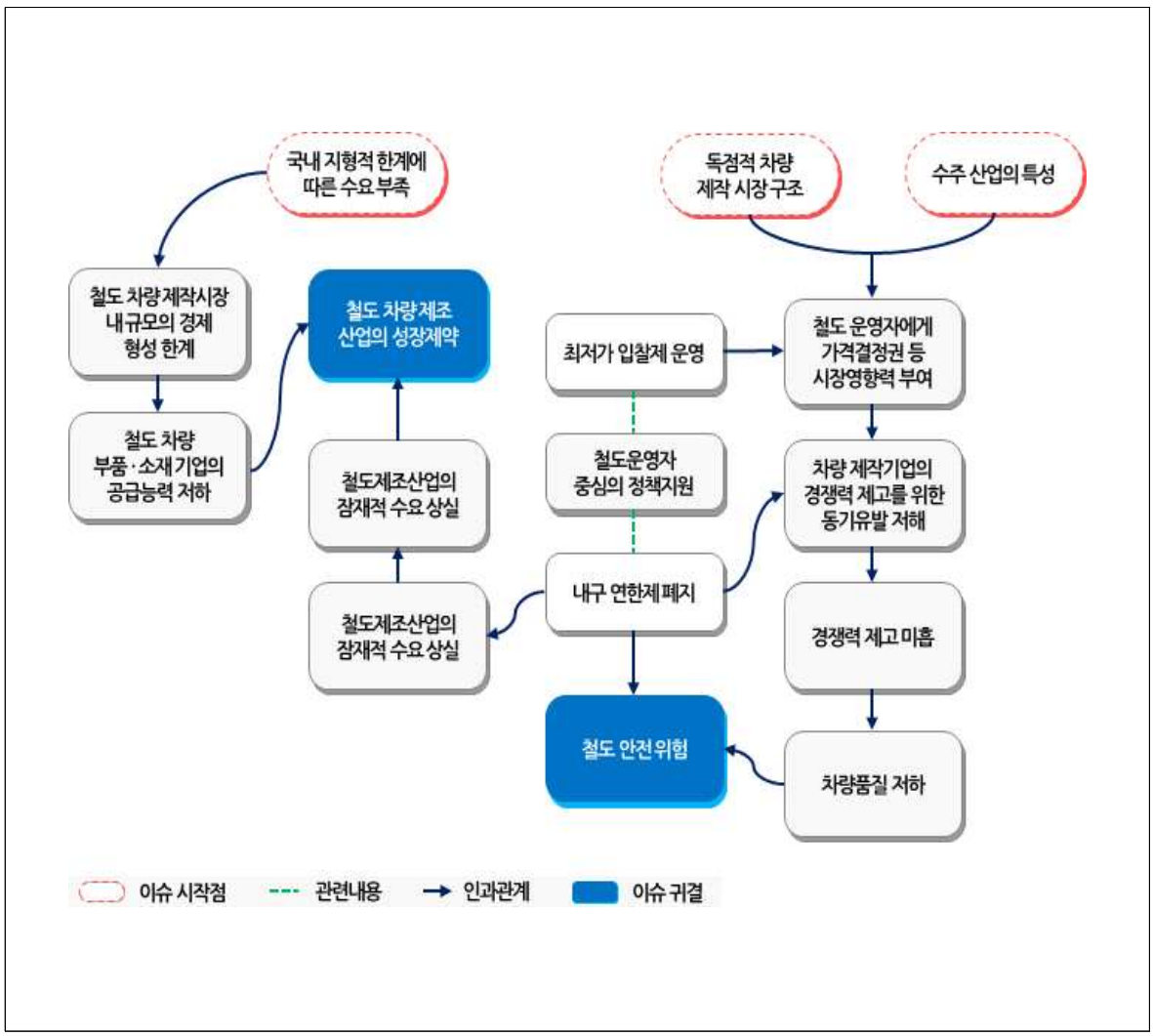


그림 3-19. 철도차량 제조산업 내 이슈 간 인과관계

- (철도 부품소재 제조) 부품소재 기업의 영세성과 규격 표준화 미흡이 결국 철도 부품소재 제조기업의 기술경쟁력을 확보에 한계를 야기하고 있으며, 이는 철도 부품소재 제조산업의 이슈 간 인과관계를 규명하는 주요한 요인으로 판단할 수 있음

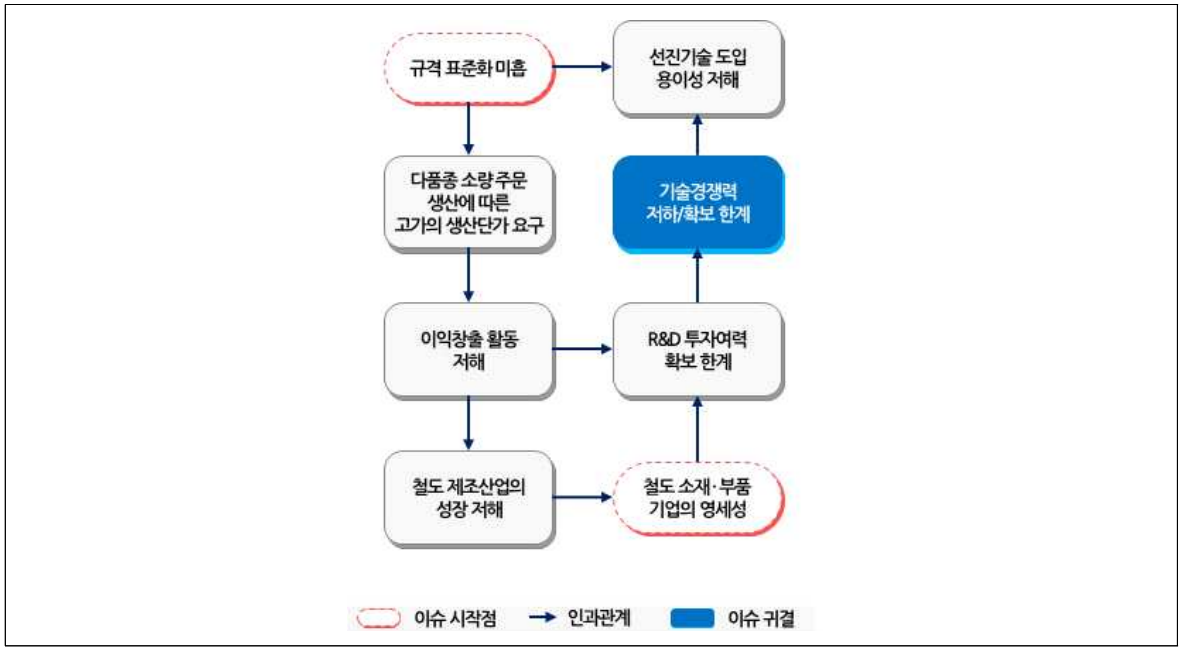


그림 3-20. 철도부품소재 제조산업 내 이슈 간 인과관계

o (타 산업군) 철도건설 분야의 이슈들은 철도서비스 분야 이슈들과는 인과관계성을 철도차량 제조산업과는 상호 이해관계 일치성을 지니고 있음

- (철도건설-철도서비스) 철도건설 분야와 철도서비스 분야의 이슈들은 부족한 국내 철도 건설 수요, 곧 철도 투자를 기점으로 인과적 관계를 보유함

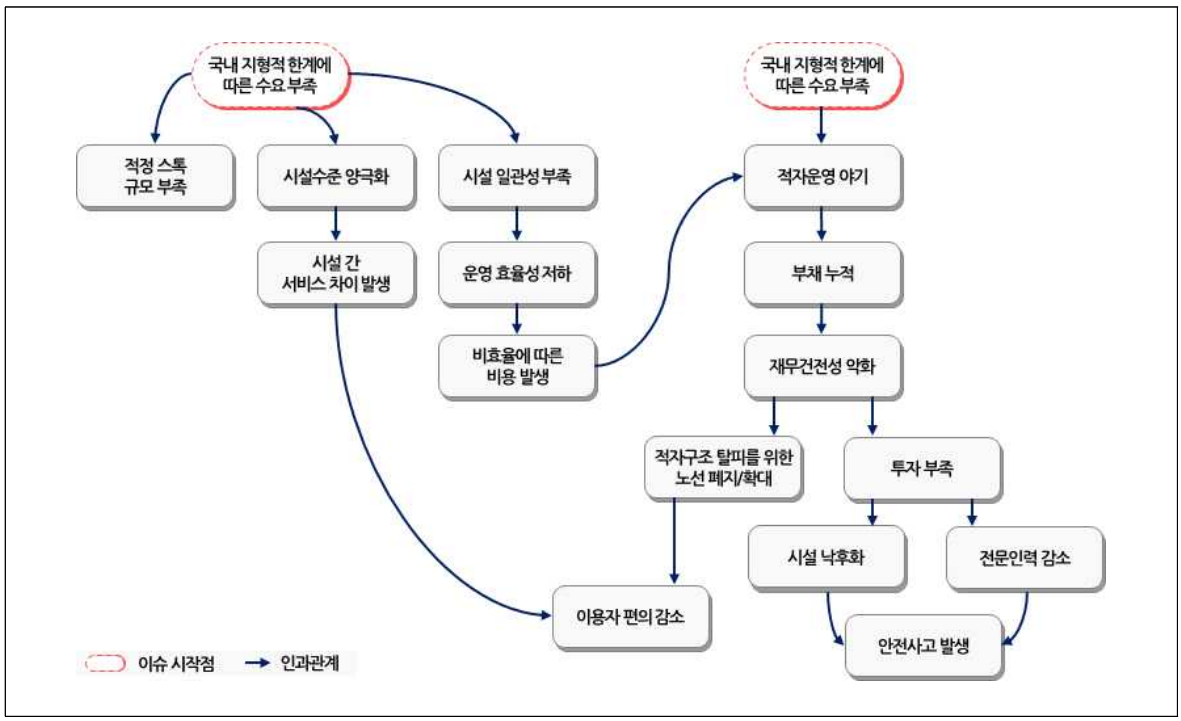


그림 3-21. 철도건설 및 철도서비스 분야 이슈 간 인과관계

2. 공급자 현황

가. 철도산업 사업체 및 종사자 수

o 통계청 「전국 사업체 조사」에 따르면, 2016년 기준 철도산업의 사업체 및 종사자 수는 각각 2,095개소, 69,696명임

표 3-19. 2012년 ~ 2016년 철도산업 사업체 및 종사자 수

구분	사업체 수(개소)					종사자 수(명)				
	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년
계	1,811	1,849	1,897	2,044	2,095	62,231	63,350	59,865	70,070	69,696
기관차 및 기타 철도차량 제조업	8	8	8	10	13	2,570	2,189	2,453	2,388	2,444
철도차량부품 및 관련장치물 제조업	236	252	272	296	280	3,909	4,128	4,323	3,521	3,263
교량, 터널 및 철도 건설업	367	375	400	364	365	15,365	16,455	11,794	12,903	11,185
철도궤도 전문공사업	32	38	36	38	38	941	903	980	1,754	1,274
철도운송업	281	273	265	285	276	6,514	6,487	6,668	7,153	6,717
도시철도 운송업	702	706	716	737	775	13,317	13,451	14,085	16,543	16,255
철도 운송지원 서비스업	185	197	200	314	348	19,615	19,737	19,562	25,808	28,558

자료 : 전국 사업체 조사, 통계청

나. 철도운영기관 현황

o 철도 운영기관 관련 산업 사업체로는 철도운영기관과 도시철도운영기관으로 나뉨
- 철도운영기관에는 한국철도공사, 공항철도(주), 한국철도시설공단, 수서고속철도(주)가 있음
- 도시철도운영기관으로는 서울메트로, 부산교통공사, 인천교통공사, 대구도시철도공사, 대전광역시도시철도공사, 광주광역시도시철도공사, 서울9호선운영(주), 서울메트로9호선운영, 부산-김해경전철(주), 신분당선(주), 경기철도, 의정부경전철(주), 용인경전철(주), 인천국제공항공사가 있음
- 의정부경전철(주)의 경우 2012년 7월 정식 개통을 시작으로 2016년 35,000명 이용객을 기록하며 실제 예상치인 118,000명의 30% 수준을 기록하며 2017년 5월 파산하였음

표 3-20. 2017년 철도 및 도시철도 운영기관 현황

소속구분	기관명
철도운영기관	한국철도공사
	공항철도(주)
	한국철도시설공단
	수서고속철도(주)
도시철도운영기관	서울메트로
	부산교통공사
	인천교통공사
	대구도시철도공사
	대전광역시도시철도공사
	광주광역시도시철도공사
	서울9호선운영(주)
	서울메트로9호선운영
	부산-김해경전철(주)
	신분당선(주)
	경기철도
	의정부경전철(주)
	용인경전철(주)
	인천국제공항공사

자료 : 공공데이터포털(2016)

o 철도 및 도시철도 운영기관별 매출액 현황

- 철도운영기관과 도시철도 운영기관별 매출액 규모는 다음과 같음
- 2016 ~ 2017년 철도 및 도시철도 운영기관의 매출액 현황은 약 12조원 추정되며, 2년간 비슷한 규모의 시장으로 유지됨

표 3-21. 2017년 철도운영기관 현황

(단위 : 백만원)

소속구분	기관명	2016년 매출액	2017년 매출액
철도 운영기관	한국철도공사	5,693,600	5,786,700
	공항철도(주)	403,954	413,563
	한국철도시설공단	1,341,072	1,453,077
	수서고속철도(주)	30,156	580,109

표 3-22. 2017년 도시철도 운영기관 현황

(단위 : 백만원)

소속구분	기관명	2016년 매출액	2017년 매출액
도시철도운영기관	서울메트로	1,249,300	107,445
	부산교통공사	293,774	313,673
	인천교통공사	148,507	172,490
	대구도시철도공사	177,365	197,186
	대전광역시도시철도공사	53,151	53,897
	광주광역시도시철도공사	25,211	27,338
	서울9호선운영(주)	67,563	68,566
	서울메트로9호선운영	67,563	68,566
	부산-김해경전철(주)	85,533	67,911
	신분당선(주)	83,493	83,125
	경기철도	26,071	35,168
	의정부경전철(주)	14,087	-
	용인경전철(주)	43,721	422,222
	인천국제공항공사	2,241,343	2,499,104
	합 계	12,045,464	12,350,140

자료 : 한국기업평가, 철도통계

3. 수요자 현황

가. 대중교통 이용객 현황

o `17년 기준 서울시 대중교통 이용객은 하루 총 1,338만명으로 밝혀짐
- 서울시 교통카드 빅데이터 48억 7천만 건을 분석한 결과, `17년 기준 하루 평균 마을버스 이용자 수 119.8만명, 시내버스 이용자 수 420만명, 지하철 이용자 수는 798.3만명으로 나타남

표 3-23. 대중교통 이용현황

(단위 : 천명/일)

구분		2015년	2016년	2017년
서울시 계		13,585	13,491	13,380
버스		5,600	5,492	5,398
	시내버스	4,404	4,280	4,200
	마을버스	1,196	1,212	1,198
지하철		7,985	7,999	7,983

자료 : 서울시 교통카드 빅데이터 분석결과

o `16년 기준 1,349만 1,000명보다 약 11만명 줄어든 수치로 `15년(1,358만명) 이후 3년째 감소세를 보임
o 교통수단별로 지하철, 마을버스 및 시내버스 모두 이용객 수가 소폭 감소함
o 전체 대중교통 이용객 수는 `15년 상반기 감소 이후 인구감소와 노령화, 저유가 등 다양한 사회현상과 맞물려 감소하는 추세임
o 신분당선(정자~광교), 수인선(송도~인천), 인천 2호선(검단오류~운연), 경강선(판교~여주) 순으로 개통된 후, 수도권 지하철 이용객은 `15년 대비 `16년 하루 평균 1,201만 1000명 증가
o `17년 기준 전체 지하철 하루 평균 이용객의 수가 가장 많은 2호선은 하루 224만명이 승차·유입[22], 모든 환승역(51개)의 절반에 가까운 23개나 있어 환승인원도 가장 많음
o 또한, `16년 기준 단일 역사 중 승차 및 하차 인원이 가장 많은 곳은 2호선 강남역이며, 하루 평균 20만명이 타고 내림
o 대부분 호선의 이용객이 줄어드는 가운데 `16년 기준 9호선(8.5%)과 8호선(1.9%), 6호선(0.5%) 등은 이용객이 되레 늘었으며, 그 이유로는 해당 노선 인근에 대규모 주택 및 상업단지에 입주가 시작돼 증가한 것으로 보임

22) 유입 : 승·하차호선이 다른 통행의 하차승객 수

o 더불어 노령화로 인한 무임승차 비율은 지난 3년간(`14~`16) 꾸준히 상승중임. `15년 14.1%에서 `16년 14.3%로 증가하였으며 한 해 동안 2억 6,705만 8,000명, 하루 평균 73만명이 장애인·국가유공자·65세 이상 노인이었음

제8절 연구과정상 위험요소 및 대응방안

1. 기술적 위험요소 및 대응 방안

o 각 세부기술별 위험요소 및 대응방안

표 3-24. 각 세부기술별 위험요소 및 대응방안

기술분야	위험/장애 요인	대응방안	위험 관리 (핵심기술 확보 실패시 대응방안)
승객위치인식 기술	• 역사내 승객혼잡 발생시 승객위치 인식 정확도 결여	• 멀티모달 IoT센서를 통한 승객위치 인식율 제고 • 승객 입출구의 다양한 지점에 센서를 설치하여 정확한 승객 위치 인식	• 승객위치 인식률 제고를 위한 국제 공동연구 추진(예; 중국, 미국 등)
	• 비콘서비스 이용시 혼잡시간대에 승객 위치 인식율 저하	• 비콘 방송주기 제어 및 멀티비콘장치 적용	• 2019년 10월을 목표로 표준화 작업 중인 Wi-Fi기반 위치측위 기술(IEEE 802.11az) 개발업체와 협력 추진
승객 특정기술	• 스마트폰 앱을 사용하지 않는 승객을 특정	• 승객의 ID를 포함할 수 있는 RFID기반의 스마트 토큰의 개발 적용 - 스마트토큰에 개인정보 입력 유도	• Semi-passive RFID 기술기반의 스마트 토큰 기술 적용(5년 동작)
	• 스마트토큰을 사용하지 않는 승객을 특정	• 영상인식을 통한 음직임 객체추출 및 특징점기반 레이블링 기술 적용	• 실시간 객체검출이 가능한 영상딥러닝 프레임워크 기술 적용
승객 추적기술	• 스마트폰과 스마트 토큰을 이용하지 않는 부정승차 승객추적의 정밀도 확보	• 역사내 지능형 CCTV를 적용하여 객체 실시간 추적	• 소형 드론을 적용한 이동형 영상감시장치 기술 도입

기술분야	위험/장애 요인	대응방안	위험 관리 (핵심기술 확보 실패시 대응방안)
교통약자 보호기술	• 교통약자 인식 및 분류의 정확도 확보	• 교통약자(노약자, 임산부, 보행지체자 등)을 인식할 수 있는 스마트폰 또는 및 디바이스 개발 • 영상 딥러닝 기술 개발 적용	• 실시간 객체검출이 가능한 영상딥러닝 프레임워크 기술 적용 □
결재표준화 기술	• 이종 교통수단을 통합하는 결재 표준화 추진	• 정부 및 교통기관과의 협력을 통한 국가표준안 추진(TTA)	• ITU-T SG20 표준화 추진
승객정보 보호기술	• 영상정보처리에 따른 승객정보 유출 위험	• 원래의 이미지를 복원할 수 없도록 승객의 영상 이미지를 특징점 벡터로 처리 보관하는 기술 적용	• 승객 영상정보 접근 제한을 위한 영상정보 취급자에 대한 FIDO기술 도입 □ • 승객 개인정보 암호화 기술 도입 및 인증제도 도입 추진
무임승차 방지기술	• 스마트폰 및 스마트 토큰을 사용하지 않는 무임승객 검출	• 영상객체 검출 및 특징점 추출 기술과 UWB센서 등 위치인식 기술 결합 적용 • 영상 딥러닝기술을 통한 승객의 행위인식 기술 적용	• 운임 게이트 선개방 후 폐쇄 기술 도입을 통해 무임 승객 검출
부정승차 방지기술	• 스마트폰을 사용하지 않는 승객의 연령대 추정의 정확도	• 영상검출센서와 하중센서등의 결합을 통한 승객연령대 추정기술 적용	• 승객 영상 및 이용 시간대 정보 등에 대한 데이터베이스 구축 및 딥러닝 분석을 통한 승객 연령대 추정 기술 도입
연락운임 분쟁해소기술	• 실시간 정산되는 연락운임의 정확도	• 승객위치인식기술과 승객의 열차 탑승 및 하차 정보의 결합을 통한 연락운임 정확도 향상 • 정확한 연락운임 정산을	• 승객 운임정보시계열 통계 분석을 통한 누락 이동경로 추정 기술적용

기술분야	위험/장애 요인	대응방안	위험 관리 (핵심기술 확보 실패시 대응방안)
		위한 교통기관들간의 운임정보 표준화 추진 • 블록체인 기술을 적용한 실시간 연락운임 정산기술 개발 - 블록체인 TPS향상기술 개발 추진	• 교통기관 공유 운임정보 표준화

2. 정책적 위험요소 및 대응 방안

o 정책적 위험요소 및 대응방안

표 3-25. 정책적 위험요소 및 대응방안

분야	위험/장애 요인	대응방안	위험 관리(대응방안)
교통기관들간의 협력	• 교통기관들간의 경영정책상이로 인한 스마트게이트프리의 전면 도입에 대한 지연 가능성	• 실시간 연락운임 정산을 위한 교통기관들간의 결재정보 표준화 추진 • 스마트폰 앱 및 스마트 토큰에 대한 공동개발 추진	• 국토교통부 및 과기정통부 협력을 통한 법규 제정 추진
스마트게이트프리 시스템의 도입시기	• 스마트게이트프리기술 적용을 위한 환경적 요인	• 스마트게이트프리의 기술의 단계적 도입 추진 - 1단계: 현행의 게이트 기술과 비접촉식 게이트 동시 운용 - 2단계: 비접촉식 게이트프리 운용 - 3단계: 무 게이트 역사 운용	• 국토교통부 협력을 통한 교통기관별 스마트게이트프리 적용 정책 방향 수립 추진
	• 교통기관들간의 경영정책에 따른 스마트게이트프리의 도입시기 차별위험	• 스마트게이트프리의 단계적 도입 추진 - 1단계: 개별 교통수단에 스마트게이트프리 기술적용	

		- 2단계: 소수의 교통기관들(예: 지하철/철도, 지하철/버스 등)간에 스마트게이트프리 도입 - 3단계: 스마트게이트프리 전면도입	
	• 스마트모빌리티 기술과의 연계성 확보 방안	• 현재 진행중인 스마트모빌리티의 연락운임기술과 스마트게이트프리 기술과의 융합 추진 - 본 과제의 “스마트토큰과 스마트앱”과 스마트모빌리티과제의 “스마트폰 앱”과 연동방안 추진	• 국토교통부 신규 R&D 정책에 포함 추진

3. 산업적 위험요소 및 대응 방안

o 산업적 위험요소 및 대응방안

표 3-26. 산업적 위험요소 및 대응방안

분야	위험/장애 요인	대응방안	비고
위치인식 IoT센서의 정확도	• 개별 위치인식센서의 정확도 한계로 스마트게이트프리의 유효성 저하가능성	• 멀티모달 IoT센서의 결합을 통한 위치인식 정확도 확보	• 해외 고정밀도 위치 측위센서 도입 활용
운임정보 보안	• 운임정보의 해킹 가능성	• 역사내의 요금정산 단말의 보안성 확보를 위한 PUF기술 적용 추진	• 한국전자통신연구원 또는 국가보안연구소 최신 보안 알고리즘 적용
운임정보 신뢰	• 스마트게이트프리 시스템 지장에 따른 요금정보 손실 및	• 스마트컨트렉트와 결합된 블록체인 플랫폼기술 개발 추진	• Hyperledger fabric 적용

	교통기관들간의 데이터 비일치 가능성	• 연락운임정보의 단계적 신뢰도 확보기술 개발 추진	
스마트게이트 프리 시스템 경제성	• 멀티 IoT센싱시스템의 가격 경제성	• 저가의 상용 센서들의 결합을 통한 센싱정보 정확도 확보로 설치비용 절감 추진 • 역사 표준모델 개발을 통해 센서설치비용 최적화 추진	• 스마트게이트프리 적용 교통기관들간의 공통센싱시스템 개발

제9절 성과활용 및 사업화전략

1. 성과 활용

o 무예약 방식으로 운용되는 교통수단의 스마트게이트프리 상용화기술로 활용
- 전철 및 지하철, 공공버스에서의 비접촉식, 무 구속 방식의 요금정산기술

o 교통혼잡도 개선기술로 활용
- 승객의 위치를 분산센서로 확보하고, 승객의 이동흐름을 검출, 예측하는 기술을 활용하여 교통혼잡도 개선 가능

o 교통약자 이동편의성 제공기술로 활용
- 승객의 상황인식기술을 적용하여 교통약자를 자율적으로 검출, 추적하여 교통약자의 이동편의성을 제공하는 기술

o 역사내 교통재난 감시 및 대응기술로 활용
- 멀티모달 IoT센서의 센싱정보를 활용하여 승객의 혼잡으로 인한 재난 예측, 사고 검출, 국가재 http://travel.chosun.com/site/data/img_dir/2017/02/07/2017020700919_0.jpg난망 연계를 통한 재난 감시기술로 발전

o 역사 에너지절감 기술로 활용
- 멀티모달 IoT센싱정보를 활용하여 획득한 승객의 위치정보를 기반으로 승객이 없는 경우에 소등 및 편의시설의 동작을 제어함으로써 전력절감

o 다양한 비즈니스를 창출할 수 있는 위치기반 응용서비스 기술로 활용
- 멀티모달 IoT센서의 고정밀도 특성을 활용하여, 기존의 비콘서비스의 한계를 극복하는 다양한 응용서비스 창출

o 스마트모빌리티 인프라 기술로 활용
- 광역기반의 다양한 교통수단에 걸쳐서 결재이동성을 제공하는 스마트모빌리티에서 필요로 하는 승객의 위치획득 기반기술로 활용

o 공공건물 입·출입 스마트게이트 기술로 활용
- 국가 및 지자체 공공건물, 극장 및 엔터테인먼트 등과 같이 대중의 입 출입에 보안과 시간을 요하는 장소의 게이트기술로 활용

o 고속도로 Beyond hi-pass 하이패스 기술로 활용

- 현행 DSRC(Dedicated Short Range Comm.)기술을 적용하는 교통하이패스의 기능을 대치할 수 있는 위치센싱기반의 스마트폰앱 개발을 통해 무료기반의 교통과금 서비스 제공

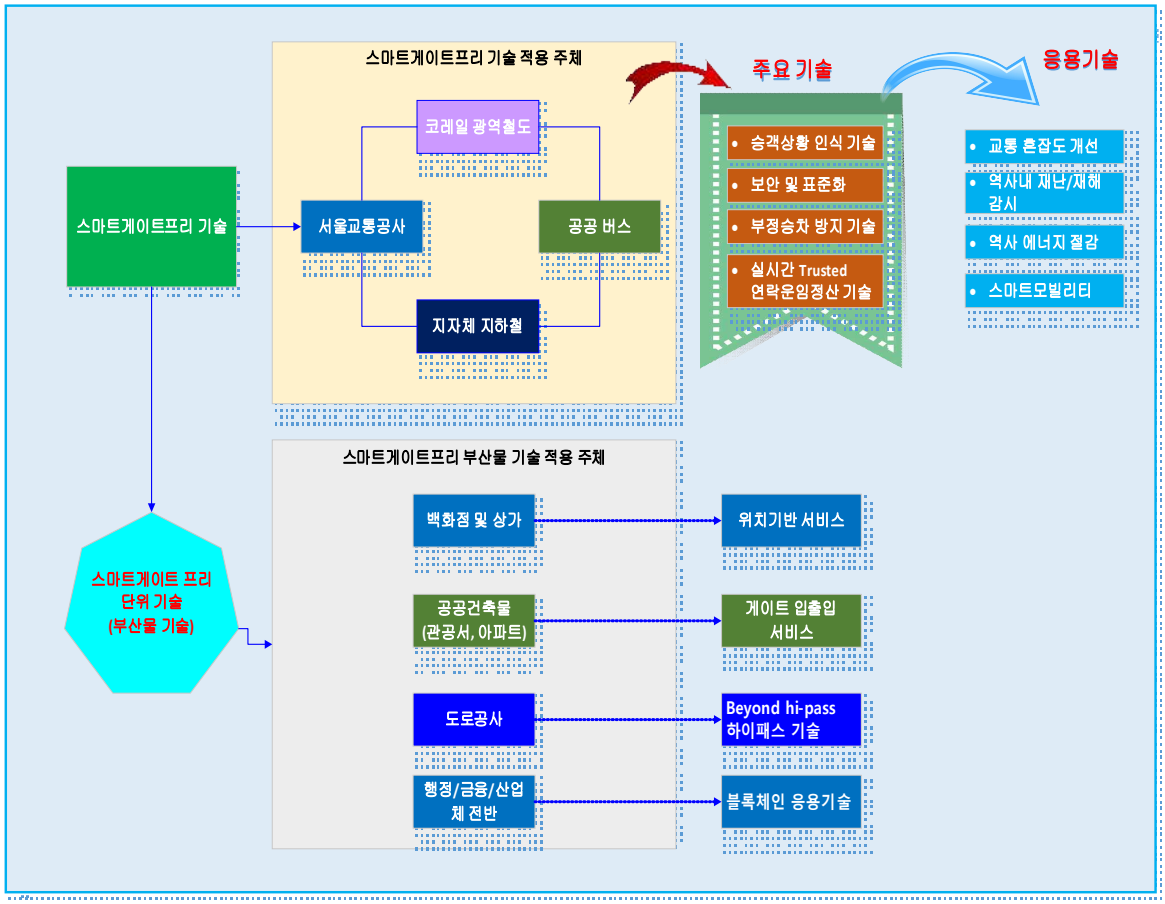


그림 3-22. 성과활용 방안도

2. 사업화 전략

o 스마트게이트프리 컨소시엄 구성을 통한 중.장기 사업화 전략 추진

- (1단계) 교통수단별 스마트게이트프리 핵심기술 적용 시범서비스 실행 및 개선점 도출, 해결기술 개발 추진
- (2단계) 기존 게이트기술과 Pre-smart-free기술 병행을 통한 교통운영사업자 경비 절감 및 승객 편의성 제고
- (3단계) 공공 교통수단을 통합하는 스마트게이트프리 사업화 추진
- (4단계) 국내의 스마트게이트프리 기술의 국제화 추진을 통해 국내 교통산업 활성화 추진

o 스마트게이트프리과제 부산물 기술 사업화 전략

- (위치기반 응용서비스) 고정밀도의 실.내외 위치기반 기술을 활용한 다양한 사업화 추진

  . (예) O2O서비스, 개인상황 맞춤형 안내 서비스 등

- (블록체인 응용서비스) 스마트컨트렉트와 접목되는 다양한 응용서비스 사업화 추진

  . (예) 철도인프라 유지보수 관리, 블록체인기반 ITS서비스 등

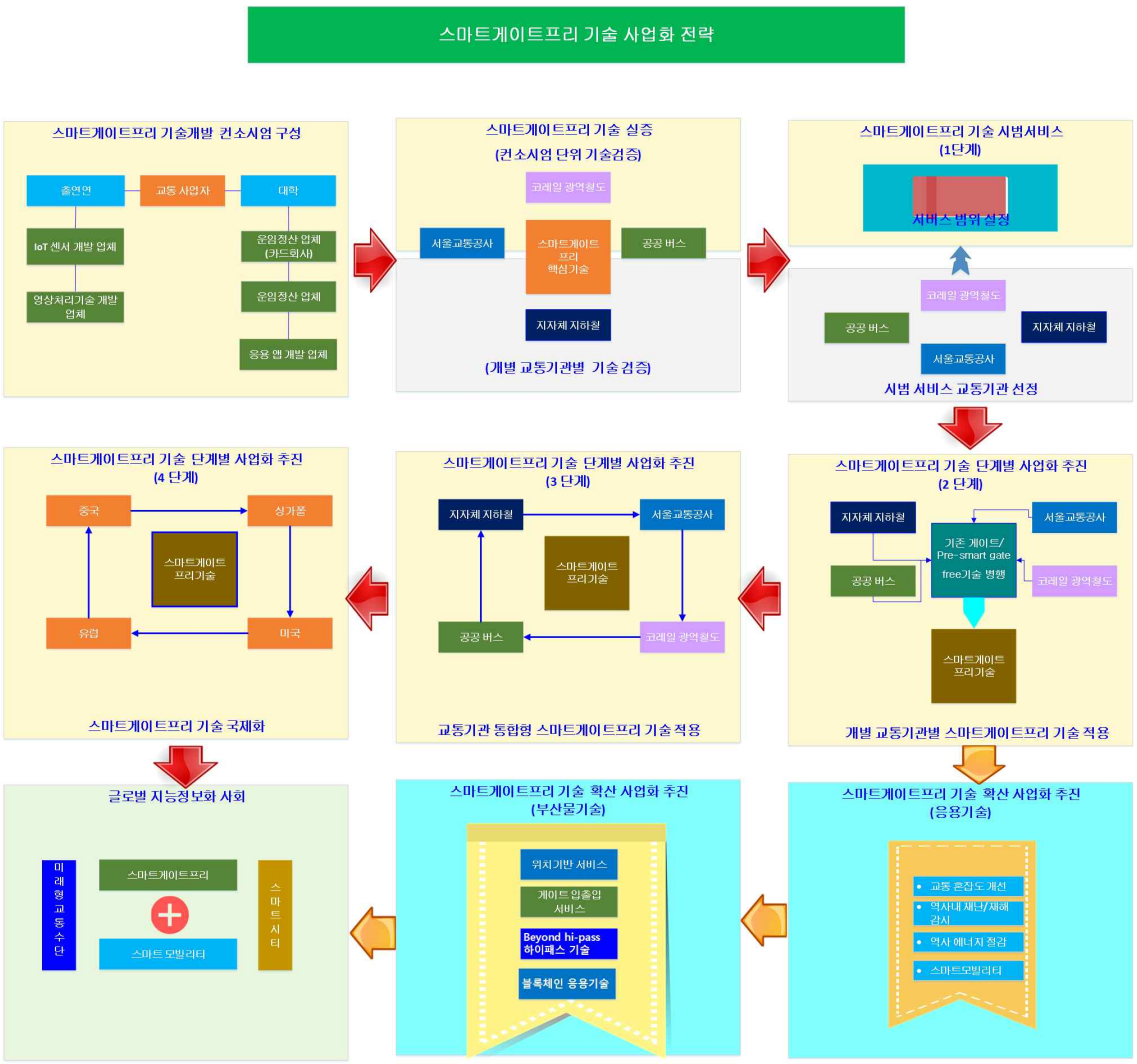


그림 3-23. 사업화 전략

제4장 사전타당성 분석

제1절 사업논리모형

표 4-1. 사업논리모형

1. 문제 정의	
현문제 현상(As-is)	예상 문제점(To-be)
○ 출.퇴근시 역사내 심한 정체현상 발생 -(원인) 운임정산 게이트 정체에 따른 혼잡발생	○ 교통이용자 역사내 정체로 인한 경제손실 발생
○ 역사내 안전사고 발생 -(원인) 운임정산 게이트의 정체 및 승객이동 경로의 혼잡에 따른 사고 발생	○ 안전사고 발생에 따른 인적,경제적 손실 발생
○ 부정승객 지속적 증가 -(원인) 비예약방식의 교통수단에서 무인화된 운임정산 게이트 운용 및 낮은 부정승객 검출율로 범죄 유발	○ 부정승객 증가에 따른 교통기관의 적자 발생 - 부정승차에 의한 적자로 노후시설 안전투자 부족
○ 교통약자의 공공교통 이용선호도 저하 -(원인) 역사내 운임정산 게이트 통과에 대한 어려움 및 승객정체에 따른 사고발생 우려	○ 교통약자에 대한 이동편의성 저하로 공공교통 이용율 저하 및 국민복지 열화
○ 연락운임 정산 법적문제 발생 -(원인) 승객 운임데이터의 정확성 결여 및 누락	○ 연락운임 법적분쟁으로 인한 예산 낭비 - 1,000억대의 정산비용 낭비
○ 공공교통수단들과 연계되는 승객의 이동성 정보 결여 -(원인) 교통수단간에 연계되는 승객의 정보(승객 실시간 위치인식 및 교통수단 탑승 데이터) 정확성 결여	○ 공공교통수단간 승객이동성(smart mobility)서비스 도입 지연 - 승객의 실시간 상황인식 및 부정승차 검출 기술 미확보

2. 목표	3. 수혜자
○ 무구속 방식의 자율적 교통운임정보 획득 및 정산이 가능한 walking through형 스마트게이트프리 기술 개발 - 무구속 방식의 실시간 운임정보 획득기술 개발 - 부정승차 방지기술 개발 - 연락운임 분쟁 해소 기술 개발	○ 일반 국민 ○ 교통사업자 - 지하철, 철도, 버스 ○ 교통약자 ○ ICT 산업체

4. 투입	5. 활동	6. 산출	7. 성과/영향
❍ 멀티모달 IoT단말장치와 교통운임 정산플랫폼 개발, 시범서비스에 230억원 투입	❍ 5개의 연구개발과제로 구성되는 연구개발단 구성 ❍ 4차년도에 걸쳐서 TRL 7수준의 스마트게이트프리 시스템 개발 ❍ 스마트게이트프리 기술규격 표준화 및 시범서비스 실시	❍ 스마트게이트프리 시스템 - 멀티모달 IoT센싱 장치 - 통합운임관리 장치 ❍ 스마트폰 앱 ❍ 스마트토큰 ❍ 스마트게이트프리 표준규격	❍ IoT기술을 적용한 교통이용자 편의성 증대 - 게이트 혼잡 개선 - 게이트 통과 인원수 증대 : (턴스타일) 32.3명/분, (스마트게이트프리) 120명/분 ❍ IoT기술을 적용하여 부정승차 문제 해소 - 게이트 혼잡 개선 - 부정승차 적발율 70%향상 ❍ 실시간 및 분산원장기반의 연락운임정산 기술을 통한 정산비용 절감 - 연락운임 분쟁 제로화 ❍ 교통약자의 이용 만족도 일반인 수준으로 확대 (80점)

8. 가정

❍ 정부의 지원이 이루어지는 경우, 역사내 정체문제 해소, 교통약자 편의성 확대, 환승운임 등을 포함해서 교통이용객에 대한 실시간 교통정보 제공 가능

❍ 다양한 이종 교통사업자들의 협력에 의해 스마트게이트프리 기술이 조기에 적용되는 경우 스마트모빌리티 사업과 연계를 통해 이용객의 편의성 뿐 아니라 다양한 비즈니스모델의 창출로 교통산업 중흥토대 마련

제2절 기술적 타당성

1. 스마트게이트프리 기술체계 적합성

o 스마트게이트프리 사업논리모형에 따른 사업목표인 “ 무구속 방식의 자율적 교통운임정보 획득 및 정산이 가능한 walking through형 스마트게이트프리 기술 개발”의 세부 기술목표는 다음과 같음.
무구속 방식의 실시간 운임정보 획득기술 개발
부정승차 방지기술 개발
연락운임 분쟁 해소 기술 개발

o 스마트게이트프리 사업을 추진하기 위해 도출한 연구개발 목표와 세부기술과의 관계는 아래와 같음

표 4-2. 기술체계 및 추진방안

사업목표	소요 상위기술	세부기술별 타당성	최종목표대비 현 기술수준	개발 추진방안
무구속 방식의 실시간 운임정보 획득기술 개발	승객상황인식기술	▪ “승객 위치 인식기술”을 통한 승객의 승하차 여부 판단 및 실시간 운임정산 가능	▪ 85%	▪ R&D 추진 ▪ 멀티 IoT센싱기술 개발 추진 ▪ 혼잡시 승객위치인식 정밀도 향상기술 개발 추진
		▪ 정확한 운임정보 획득을 위해서는 “승객 특정기술”을 적용하여야 함	▪ 85%(영상분석 기준) ▪ 0%(토큰) ▪ 100%(플라스틱 카드)	▪ R&D 추진 ▪ 멀티 IoT센싱기술 개발 추진 ▪ 휴대폰 앱 및 스마트 토큰 개발
		▪ 무구속 방식으로 정확한 운임정보 획득을 위해서는 승객의 위치 인식 및 “승객 추적기술”을 적용하여야 함	▪ NA	▪ R&D 추진 ▪ 멀티 IoT센서의 협력을 통한 승객추적기술 개발 추진
		▪ “교통약자 보호 기술”의 적용을 통해 교통약자의 운임정보를 용이하게	▪ NA	▪ R&D 추진 ▪ 멀티 IoT센서의 협력을 통한 승객 특징 및 위치인식기술 개발 추진

사업목표	소요 상위기술	세부기술별 타당성	최종목표대비 현 기술수준	개발 추진방안
		획득하고, 편의성 제공이 가능함		
	보안 및 표준화 기술	▪ 스마트게이트프리 기술을 다양한 교통수단에 적용하기 위해서는 “결재정보 표준화”가 필요	▪ 60%(SAM 기준)	▪ 연구개발과 병행하여 검증된 기술에 대한 표준화 작업 추진 ▪ 교통업체 및 카드회사 공동 컨소시엄을 통한 표준화 추진
		▪ 실시간 위치정보기반 승객운임정보 획득을 위해서는 “승객정보 보호기술” 적용이 선행되어야 함	▪ 95%이상(승객정보 접근자 기준) ▪ 95%(운임정보단말 기준) ▪ NA(승객 영상)	▪ 승객영상정보 보안기술 R&D 추진 ▪ 승객정보 접근자로부터의 보안기술은 상용기술(FIDO, FDS 등) 적용 ▪ 정보운임단말은 PUF 기술 적용 추진
부정승차 방지기술 개발	부정승차 방지 기술	▪ 스마트게이트프리기술을 적용하기 위해서는 “부정승차 방지 기술” 적용이 선행되어야 함	▪ 영상분석기반 무임승차 검출 수준 ▪ NA(무임승차 검출율)	▪ R&D 추진 ▪ 멀티 IoT센서의 협력을 통한 부정 승차 및 무임승차 검출 및 대응기술 개발 추진
연락운임 분쟁 해소 기술 개발	실시간 Trusted 연락운임체계 기술	▪ 승객의 위치정보 및 상황정보를 기반으로 하는 “연락운임 분쟁 해소기술” 적용이 필요	▪ 60%(하이퍼레져 블록체인 플랫폼 기준)	▪ R&D 추진 ▪ 분산원장기반 연락운임 분쟁해소기술 개발 추진
		▪ 연락운임분쟁 해소를 위해서는 승객의 상황인식을 기반으로 하는 “실시간 운임정산기	▪ 95%이상(플라스틱 카드 기준) ▪ N/A(스마트폰 앱, 스마트 토큰 기	▪ R&D 추진 ▪ 스마트폰 앱 및 스마트토큰 기반의 실시간 운임정산을 위한 기술개발 추진

사업목표	소요 상위기술	세부기술별 타당성	최종목표대비 현 기술수준	개발 추진방안
		술” 적용이 필요	준)	
		▪ 신뢰기반으로 승객에 운임정보를 제공하기 위해서는 “모바일 이용정보 조회 및 플랫폼” 적용이 필요	▪ 95%이상(플라스틱 카드 기준, 비실시간) ▪ N/A(스마트폰 앱, 실시간)	▪ R&D 추진 ▪ 스마트폰 앱 및 스마트토큰 기반의 모바일 이용정보 조회 및 충전 기술개발 추진

* NA: Not available

2. 스마트게이트프리기술 확보

o 교통수단 이용시 혼잡비용에 의한 경제손실을 방지하고, 교통약자의 배려, 4차산업 핵심기술의 선도를 위해서는 스마트게이트 프리기술을 조속히 확보하여야 함.

o IoT기반 스마트 게이트프리를 구성하는 중요기술들의 일부 세부 단위기술들은 각 산업 및 생활 분야에서 실용화 수준으로 적용되고 있으나, 스마트게이트프리 시스템의 상용화를 위해서는 성능 개선, 기술간 통합 및 융합이 필요하고, 일부 기술에 대해서는 추가적인 개발이 이루어져야 함

표 4-3. 핵심기술 확보방안

핵심기술명	세부기술	기술 수준	확보 방식
승객정체 해소기술	▪ 승객위치 인식기술	▪ 비콘, 지자기센서, UWB 센서 등의 개별기술 들은 고 정밀도 및 신뢰도를 요하지 않는 분야에서 상용화 수준 - BLE 기반 비콘서비스 : 상용화 - Wi-Fi 기반 비콘서비스: 미 상용화 - UWB 센서: 특정분야에서 상용화되고 있으나 인식률 증대기술 개발 필요 - CCTV : 범용으로 상용화되고 있으나 인식률 증대기술 개발 필요 ▪ 스마트게이트프리 시스템에 필요	▪ 멀티모달 IoT센싱시스템 개발 - 개별 IoT센서들의 정확도 확보기술 개발 추진 - 멀티모달 IoT센서들간 연동기술 개발 추진

핵심기술명	세부기술	기술 수준	확보 방식
		한 고정밀도/고신뢰도를 보장하는 승객위치 인식기술 개발필요	
	▪ 승객특정기술	▪ 휴대폰 및 비콘기술, 휴대폰 및 지자기센서를 결합하여 승객을 특정하는 기술은 상용화 수준	▪ 휴대폰을 사용하지 않는 승객을 특정하는 기술개발 추진
	▪ 교통약자 보호기술	▪ 역사근무자에 의한 승객 안내수준 ▪ 교통약자 검출 및 보호를 위한 프로시저 개발이 필요	▪ 휴대폰 앱 개발 및 교통약자 인식을 위한 IoT 디바이스 개발
	▪ 승객 추적 기술	▪ 승객 추적에 필요한 안면인식기술, 비콘서비스 기술 등은 실용화 수준 ▪ 휴대폰을 사용하는 다수의 승객들 및 휴대폰을 사용하지 않는 다수의 승객들의 이동경로를 정밀하게 추적하는 기술 개발이 필요	▪ 멀티모달 IoT센싱시스템 개발
승객 정보 보안 및 표준화	▪ 결재정보 표준화 기술	▪ 교통카드 단말기용 보안응용모듈(SAM) 표준 적용 중 ▪ 스마트게이트프리 기술적용에 필요한 표준기술개발 필요	▪ TTA표준화 추진 - MISS/FIMS 연동 프로토콜(TCP/IP) ▪ 암호화 기술 개발 -(H/W기반 암호화기술) MISS 단말 장치에 적용 추진 -(S/W기반 암호화기술) MISS/FIMS간 정보전송에 적용
	▪ 승객정보 보호기술	▪ CCTV를 통해 획득한 승객안면 안식기술은 상용화 수준이나, 승객정보를 보호하기 위해 획득한 영	▪ 영상정보에 대한 특징점 추출 및 비가역적인 변환기술

핵심기술명	세부기술	기술 수준	확보 방식
		상을 비가역적인 방법으로 변환하여 저장하는 기술개발 필요 ▪ 승객 개인정보데이터(위치, 이동경로 등)를 암호화 보안하는 기술은 상용화 수준 ▪ 승객정보 보호절차 및 활용절차에 대한 기술개발이 필요	개발 추진 ▪ 승객정보 보호절차 및 활용방안에 대한 절차 추진
부정승차 방지기술	▪ 무임승차 방지기술	▪ CCTV를 활용하여 상시무임승차 승객을 검출하는 기술이 연구초기 단계에 있음	▪ Legacy 시스템 개선 방안 추진 - 멀티모달 IoT센서와 게이트간 연동기반 무임승차 방지기술 개발 추진 ▪ 스마트게이트프리 전용 기술 - 멀티모달 IoT센싱장치(UWB, CCTV, 비콘장치)기반 무임승차 방지기술개발 추진
	▪ 부정승차 방지기술	▪ 인력에 의한 부정승차 확인 수준	▪ 멀티모달 IoT센싱장치기반 부정승차 방지기술개발 추진
연락운임 분쟁 해소기술	▪ 실시간 운임정산기술	▪ 지하철의 경우 접촉식 교통카드의 탑승역 정보를 통해 요금을 정산하는 수준이며, 버스의 경우 새벽에 그날의 교통요금을 스마트커드회사로 일괄 전송하는 방식 적용	▪ 기존의 상용 결재시스템과 스마트게이트프리 연동기술 개발 추진 ▪ 승객위치인식기술 및 차량탑승 검출기술을 기반으로 실시간으로 요금을 정산하는 기술개발 추진
	▪ 연락운임	▪ 교통회사간 연락운임 정산에 따	▪ Private 블록체인망

핵심기술명	세부기술	기술 수준	확보 방식
	분쟁해소 기술	른 법적분쟁 발생(1,000억원대 분쟁) ▪ 교통회사간 블록체인기반운임정산시스템 개발을 통한 분쟁문제 해결이 필요	구성을 통해 연락운임분쟁을 해결하는 기술개발 추진 ▪ 블록체인기술은 개방형 플랫폼 활용 추진
	▪ 이용정보 조회 및 결제 플랫폼 기술	▪ 스마트폰 앱을 통한 교통카드 운임정보 조회 수준 ▪ 스마트 토큰을 사용하는 승객들에게 필요한 스마트 토큰 이용정보 조회기술, 스마트 토큰 구매결재기술 개발 필요	▪ 스마트폰 앱기반 가상카드 개발 추진 ▪ 비접촉식 교통카드(RFID기반의 스마트 토큰) 개발 추진 ▪ 스마트 토큰을 위한 스마트폰 응용앱 개발 추진

2. 기술적 파급효과

o 스마트게이트프리 기술은 철도, 지하철의 혼잡도를 개선시키고, 교통약자에 대한 이동편의성 제공, 부정승차 방지, 운임정산 분쟁 등의 사회적 문제를 해결
o 멀티모달 IoT센싱 시스템은 개별 센서들이 갖는 한계점을 극복해주는 기술로서 다양한 분야에서 적용가능하여 기술적 파급효과가 매우 높음
o 스마트게이트프리 기술은 철도, 지하철 외에도, “공항, 항만, 스마트 시티, 군사분야, 사회안전 분야” 등에 적용 가능한 기술로 경제 유발효과가 매우 클 것으로 판단 됨

3. 기술개발 성공 가능성

o “스마트게이트 프리”기술의 요구사항에 따른 현재의 ICT 기술 수준을 비교시, 기존기술을 보완 및 추가 개발하는 분야는 기존의 축적된 기술경험을 활용하는 경우 개발 성공 가능성이 매우 높음.

멀티모달 IoT센싱시스템에서 활용되는 개별 IoT센서들의 경우 정확도를 증대시키는 기술개발이 집중적으로 추진되어야 함.

o 신규개발이 이루어져야 하는 핵심기술 분야는 4년내에 실용화 수준으로 개발 가능할 것임.
o 스마트게이트프리 시스템의 상용화 적용을 위해서는 단계적 접근방식으로 현장적용이 추진되어야 할 것임.
  - (1단계) 기존시스템과 병행적용을 통한 문제점 도출 및 해결방안 개발을 통한 시스템 실용도 확보
  - (2단계) 1단계의 현장적용 결과를 반영한 최종 상용시스템 설계 및 개발을 추진

제3절 정책적 타당성

1. 상위 계획과의 부합성

가. 정부/부처의 상위 유관계획과의 부합성

o 본 과제의 IoT기술을 적용한 스마트게이트프리 기술은 정부의 국정목표 및 국정전략, 「4차 산업혁명 시대 신사업 창출을 위한 정책과제(16‘)」의 융복합 신사업 기반과 연결되고 국내에 4차 산업혁명을 선도하는 혁신기술 구축을 목표하고 있음

- 현 정부의 5대 국정목표(‘17) 중 하나인 ‘더불어 잘사는 경제’와 관련된 국정전략에는 ‘과학기술 발전이 선도하는 4차 산업혁명’이 포함되어 있으며 이를 통해 소프트웨어 강국, ICT 르네상스로 4차 산업혁명 선도 기반을 구축하고 고부가가치 창출 미래형 신사업 발굴·육성을 추구하고자 함

- 4차 산업혁명 시대 신사업 창출을 위한 정책과제(‘16)는 정부 R&D 혁신(산업기술) 투자대상을 상용화 중심에서 원천·융합·도전형 R&D로 전면 개편하고, 향후 트렌드를 선도할 AI·신소재 등 Up-stream 원천기술 확보에 중점투자 확대를 통해 R&D의 생산성을 획기적으로 제고하고 있음
  * 해당분야 투자확대 계획: (’15년) 30% → (‘25년 목표) 70%이상

o 본 과제를 통해 개발될 기술은 「국토교통 4차 산업혁명 대응 전략(‘17)」에서 제시된 중점 추진 과제 중 교통서비스·산업혁신 분야의 도로·철도·항공 운영 서비스 효율화 관련 추진과제, 혁신기반 조성 분야의 국토교통 공공 데이터의 개방과 활용 지원 관련 추진과제와 연계됨

- 「국토교통 4차 산업혁명 대응 전략(‘17)」은 열차 운행 안전관리 및 유지관리 최적화 등에 활용하기 위해 ’철도 시설물 정보 통합 관리‘, ’빅데이터 분석‘, ’운전시격 단축 및 유연한 열차편성이 가능한 신호·통신시스템 개발(‘17~’22), ‘스마트폰 APP, 관련 시스템 연계로 실시간 안전정보 공유 시범사업(’17)‘ 측면의 기술분야를 중점분야로 추진하고 스마트한 철도 서비스를 제공하고자 함

- 「국토교통 4차 산업혁명 대응 전략(‘17)」에 속한 ’빅데이터 플랫폼 구축을 통한 신사업 창출 지원‘전략은 버스, 택시, 도로 등 각 분야별로 분산된 교통 데이터를 통합·관리하는 교통 빅데이터 통합 플랫폼 구축과제를 포함하고 있음

- 위 전략의 방향성을 반영해 본 과제는 수도권 전철 이용 데이터 수집 기술 개발을

기반으로 공공 빅데이터 DB를 구축하여 4차 산업혁명의 기반 마련을 꾀함

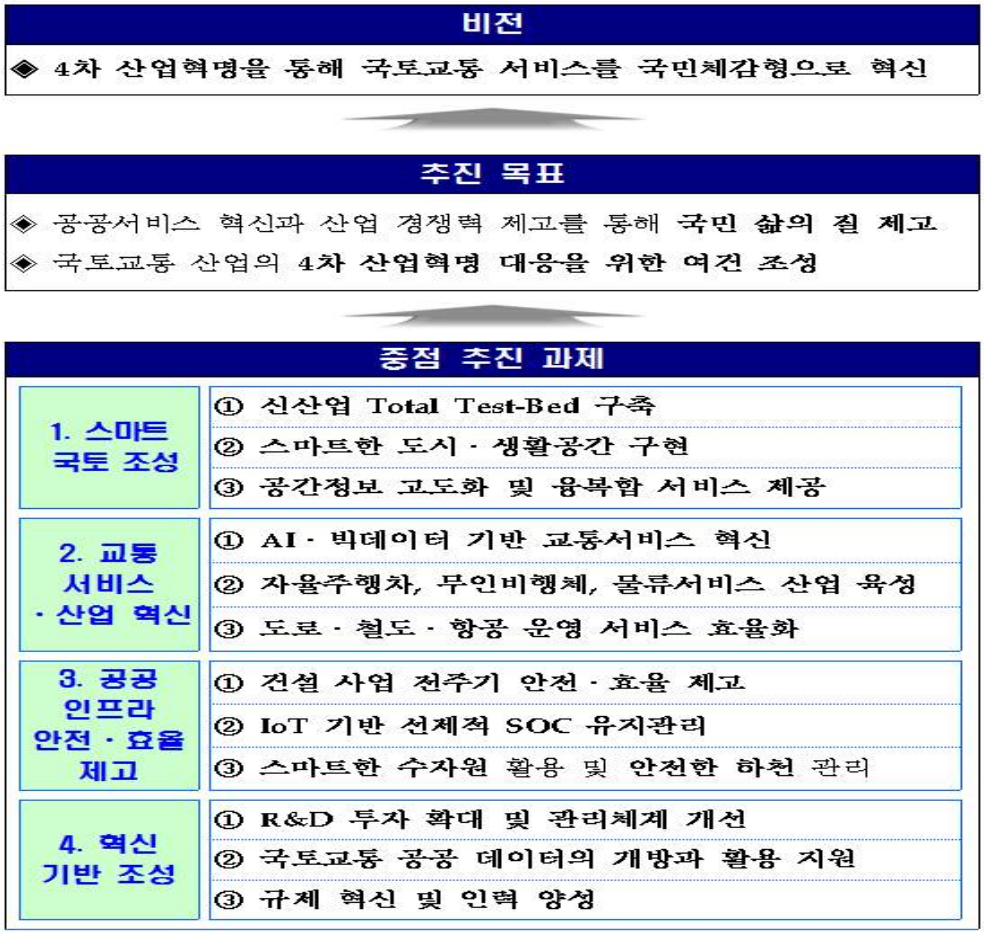


그림 4-1. 국토교통부 중점 추진 과제

o 본 과제는 교통약자의 이동편의 증진법(소관부처: 국토교통부)과 장애인·노인·임산부 등의 편의증진 보장에 관한 법률(소관부처: 보건복지부)의 공통적인 목적인 '안전하고 편리한 시설을 제공하여 약자의 사회활동 참여와 복지 증진'에 기여하고 있음

- 기존의 개찰구와 달리 본 과제의 게이트프리 기술은 한국철도시설공단의 「교통약자 편의시설 설계('17)」의 기본개념인 안전성[23], 편리성[24], 보편성[25] 기준에 부합함

- 교통약자의 이동편의 증진을 위한 연구개발 사업 추진의 법적근거는 관련법[26]에 내용이 명시되어 있고 이를 통해 정부지원의 당위성, 개발기술의 시급성 확보

23) 안전성: 어느 위치에서건 이동시, 안전한 상태에 놓이도록 해야 한다.
24) 편리성: 가장 편한 상태로 시설활용이 가능해야한다.
25) 보편성: 일반인의 이동과 대등한 관계를 유지해야한다.
26) 교통약자 이동편의 증진법 제26조

- 본 과제의 기술개발은 '17년 고령사회와 '25년 초고령사회 진입 등 교통약자의 지속적 증가에 대비한 중장기 이동편의 증진계획을 마련한다는 점에서 「제4차 과학기술기본계획(2018~2022)」의 비전인 '과학기술로 국민 삶의 질을 높이고 인류사회 발전에 기여'의 고령화 인류사회 문제해결 기여와 연계됨

o 본 과제를 통해 개발될 기술은 미래 교통약자의 이동권 보장을 위한 기술개발 및 상용화 지원 확대에 기여할 것으로 예상되며, 「제 4차 과학기술기본계획(2018~2022)」의 4대 전략 중 과학기술로 모두가 행복한 삶을 구현하고자 하는 전략의 하위 추진과제와도 부합됨

나. 정부/부처의 중장기 R&D계획과의 부합성

o 본 과제는 「제 4차 과학기술기본계획(2018~2022)」의 중점과학기술 목록(120개)을 반영한 ICT·SW, 건설·교통 분야의 기술개발을 추진함

- 「 제 3차 과학기술기본계획」의 5대 전략 중 (High 2) 국가전략기술개발의 'IT융합 신사업 창출-스마트 교통·물류 시스템 구축' 추진과제에 포함됨

표 4-4. 기본계획 실현을 위한 중점과학기술 목록

대분류	중분류	중점과학기술
ICT·SW (17)	콘텐츠	가상·혼합현실 기술, 지능형 콘텐츠제작 기술, NUI·NUX 기술
	정보보안	지식정보보안기술
	통신·방송 및 네트워크	초고속·대용량·초저지연 통신 네트워크 기술, 초연결 사물인터넷기술, 지능형 실감 방송·미디어서비스기술
	반도체	초고집적 반도체 공정 및 장비·소재기술, 초고속·초절전형 반도체 소자 및 SoC 설계·제작기술
	디스플레이	인체친화형 디스플레이기술, 대면적·초고속·초정밀 디스플레이 소재·공정 및 장비 기술
	빅데이터·인공지능	지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술, 초고속·대용량 데이터 플랫폼 기술, 다중인공지능 공통 플랫폼기술
	컴퓨팅·소프트웨어	양자정보통신 기술, 신개념 컴퓨팅 기술, 시스템 SW 운영 및 기반 기술
건설·교통 (11)	건축	지능형 건물관리기술, 친환경 다기능 건설재료 기술, 스마트홈 기술
	도시 및 국토	지속가능한 도시재생 기술, 스마트시티 구축 및 운영 기술, 국토공간정보 구축 및 분석기술
	사회기반 시설	지속가능한 인프라 구조물 건설기술, 빅데이터 기반 국가 인프라 예방적 유지관리 기술
	교통·물류	스마트 도로교통 기술, 스마트 철도교통 기술, 지능형 물류체계기술

o 본 과제의 기술은「제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획('18~'27)」의 사람 중심의 국토교통 R&D, 사회이슈 해결형 R&D의 하위 전략기술과 연계됨

- 「제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획('18~'27)」의 전략 중 '사람 중심의 국토교통 R&D-철도·항공 이용자 보호시스템'의 운영부문에서 이용객 편의 확보로 도입될 Walking-through(;승객·물품 일괄검사)기술과 연계됨

- 「제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획('18~'27)」의 전략 중 '사회이슈 해결형 R&D-편리한 교통환경'의 목표인 교통복지 실현을 위한 Barrier Free 기술, 빅데이터 기반 기술에 부합함

o 「제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획('18~'27)」의 4대 전략 중 기술융합을 통한 새로운 가치 창출 전략의 실천과제로 철도·항공·물류 등 교통 분야 사회적

비용 절감을 위한 고속화·자동화·대용량화기술이 포함됨

다. 지하철 이용 관련 대국민 안전 및 교통약자 편의성 증진 관련 정책 부합성

o 2017년 8월 발표 정부 「100대 국정과제」 중 '내 삶을 책임지는 국가' 목표 하에 행정안전부의 전략 3 : 국민안전과 생명을 지키는 안심사회를 위한 안전사고 예방 및 재난 안전관리의 국가책임체제 구축에 해당됨

- 교통사고, 승강기 사고, 지진, 화재 등 각종 재난과 안전사고로부터 국민생명 보호 강화 추진을 목표로 교통 안전 관련 내용은 범정부 교통안전 추진체계 구축, 보행자 우선 및 교통약자 보호, 취약계층 배려 중심의 교통정책을 추진함

- 안전위험요소 제거를 위해 승강기 · 건설 · 지하안전 등 부문별 위협요소 제거하고, IoT를 활용한 위험 예측, 감지, 분석, 대응기술 개발함

o 「2017 스마트 철도안전관리시스템 구축 기본계획」에 따르면 열차속도 향상, ICT 기반의 철도 이용정보 제공, 무장애(Barrier-Free) 공간설계에 따른 철도의 접근성·편리성이 향상되며, 이용객 안전이 향상될 것으로 전망됨

- 유니버셜 철도시설 설계 도입, 승강설비의 발달, 저심도 열차 도입, 역사와 쇼핑몰 연계 등을 통한 접근성·환승 편의 향상

- 스마트 철도안전관리는 IoT, Big Data 등 첨단기술을 활용, 위험원을 실시간으로 분석·감시하고 선제적으로 대응함으로써, 승객 안전 및 철도사고, 장애가 발생하지 않도록 하기 위한 관리기술과 프로세스 정보시스템 개발

o 「제 3차 철도안전 종합계획(안)」 중점추진 분야 2 '안전한 철도인프라 확충' 중 '승강장 안전설비의 확대 설치', '주요 역사의 혼잡도 개선', '교통약자·외국인 안전사고 예방'에 부합함

- 고령자, 장애인 이용 시설물 관리 강화를 위한 교통약자 이용 시설물 신뢰성 향상과 유지보수 체계화, 승강기, 에스컬레이터의 안전사고 예방을 위한 안내표지 부착 및 도우미 서비스 제공을 추진함

- 역사, 승강장 바닥 재질개선 및 취약시기 안전관리 강화, 교통약자의 안전사고 발생시 신속한 구호를 위한 체계를 구축함

o 2018년도 국토교통과학기술 연구개발사업 시행계획(2017)에서는 도로 · 철도의 안전사고 예방 및 이용자 편의 향상을 위한 교통 인프라 개선과 건설 · 운영 효율화를 위한 ICT 융복합을 통한 교통서비스 개선 기술 개발 정책을 수립함

- 교통약자 이동편의 향상을 위한 교통수단 개발, 교통사고 긴급구난 체계 구축 등을 통해 안전하고 제약없는 도로교통 환경 조성

o 제 3차 교통약자 이동편의증진계획(2018~2021)에서는 교통약자이동편의증진법 제 6조(교통약자증진계획)를 근거로 교통수단・여객시설・보행환경 분야를 포함한 교통

약자 이동권 강화 관련 목표 및 정책방향을 제시를 위한 장애인·노인·임산부 등 교통약자 이동편의 강화를 위한 5년 단위 증진계획을 수립함

- 목표로는 '17년 고령사회와 '25년 초고령사회 진입 등 교통약자의 지속적 증가에 대비한 중장기 이동편의 증진계획 마련, 장애인·노인·임산부 등 교통약자를 위한 이동편의 증진정책의 기본방향 및 목표를 제시하기 위한 중장기 마스터플랜 수립, 이동편의 증진을 위한 실행가능 목표를 수립하여 지자체의 교통약자 이동편의 증진정책 수립을 위한 근거 및 투자 기준 제시가 있음

o 제 3차 교통약자 이동편의증진계획(2018~2021)에서는 이동편의시설 시범사업 추진이 정책이 설정됨

- '21년 기준 교통약자가 이동하는데 불편함이 조금 있는 수준 달성 즉, 보행환경 기준적합 설치율 81% 이상 수준으로 향상될 전망으로 이동편의시설 개선 권고사항은 이용자 만족도 분석을 통한 불만족 사항과 이동편의 시설 설치율을 고려하여 도출하고, 이를 지방 교통 약자 이동편의 증진계획에 반영 추진

- 또한, 「교통약자의 이동편의증진법」에 근거하여 이동편의시설개선이 이루어져 설치율은 향상되고 있으나, 교통약자의 정성적인 만족도에는 효과를 거두지 못하는 실정으로 이동편의시설 설치기준 정비를 통하여 교통약자는 물론, 일반인들로 하여금 다중이용시설을 안전하고 편리하게 이동·접근할 수 있는 환경을 조성하여 물리적 복지 정책의 실효성을 도모하기 위한 시범사업을 추진

- 교통약자 이동편의시설의 설치·관리를 위한 매뉴얼 작성·배포를 통해 교통사업자 및 일반 국민의 교통약자이동편의 시설물에 대한 이해도 제고(국토교통부, 보건복지부, 장애인협회 등)를 계획함

- 국·내외 교통약자 이동편의시설 설치기준 및 사례조사를 통해 관련 이동권 보장을 위한 설치기준 비교 검토, 교통약자의 이동편의시설 이용 만족도 상승을 위한 실질적 설치기준 마련 필요 등 교통약자의 이동편의시설 설치기준을 정비함

2. 사업추진체계 및 추진의지

가. 사업 추진체계

- o 1세부과제는 '체계 기술개발'로 스마트게이트프리 시스템 구조개발 및 테스트베드 구축, 시스템 검증 및 시범서비스 개발을 목표로 함
- o 2세부과제는 '승객 상황인식 기술개발'로 승객 위치인식 기술개발, 승객 특정 기술개발, 승객 추적기술개발, 교통약자 보호 기술개발을 목표로 함
- o 3세부과제는 '보안 및 표준화 기술개발'로 결재정보 표준화 기술개발, 승객정보 보호기술 개발을 목표로 함
- o 4세부과제는 '부정승차 방지 기술개발'로 무임승차 방지기술 개발, 부정승차 방지기술 개발을 목표로 함
- o 5세부과제는 '실시간 Trusted 연락운임'으로 실시간 운임정산 기술개발, 연락운임 분쟁 해소기술 개발을 목표로 함

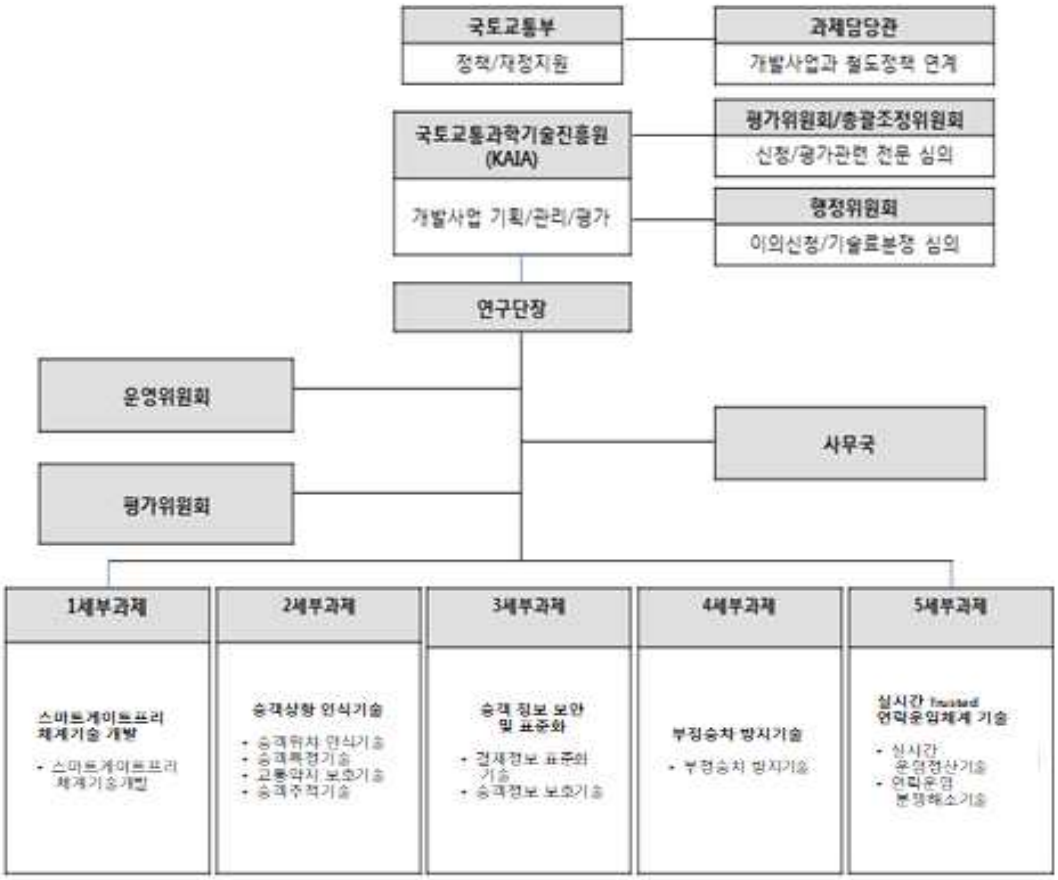


그림 4-2. 사업추진체계

나. 정책적 추진의지

o 본 과제는 「 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획('18~'27)」의 국토교통 R&D 투자 현황을 미루어 보아, 국토교통부의 사업 추진의지가 높을 것으로 예상됨

o 지난 10년간 국토교통 R&D 예산증가율은 '09년 3,924억원에서 '18년 5,058억원으로 연평균 2.9%이고, 분야별로는 철도, 건설, 도시건축 등 순으로 투자비중이 높음

o 국토교통부에서는 국민 삶과 맞닿아 있는 국토교통 분야의 특성상 생활편의, 위해요소 제거, 공공서비스 품질 등 삶의 질 향상 기술 개발 동력으로서 사람 중심의 국토교통 기술 개발을 추진하고 있으며 그 중 사회문제 해결형 R&D 분야에 대한 투자를 확대하고 있음

o 본 과제는 국토교통 R&D 현황 및 미래사회 트렌드를 분석하여 도출한 4대 추진전략[27]에 포함되어 있어, 국토교통부의 사업 추진의지가 높을 것으로 판단됨

【 국토교통 R&D 현황 및 대응방향 】

현 황 (As is)	대응 방향 (To be)	추진전략
·新산업 모델로 플랫폼 비즈니스 등장 ·국토교통 차기 성장동력 부재	·4차 산업혁명 기술 도입으로 모든 생활공간의 스마트化 추진 ·국토교통 新성장동력 발굴·육성	1 4차 산업혁명 대응 혁신성장동력 육성
·국내 건설산업 노동생산성 저하 ·해외건설 수주액 감소 ·교통분야 사회적 비용 지속 증가	·국토교통 산업의 지능화·고도화 ·해외시장 창출 가능한 기술 개발 ·교통 효율성·편의성 증대	2 기술융합을 통한 새로운 가치창출
·기후변화 및 에너지 수요 증가 ·저출산·고령화 및 도시화율 증가 ·사회적 가치에 대한 의식 변화	·친환경 에너지 자립형 기술 개발 ·쾌적·안전·편의 등 국민 삶의 질 향상을 위한 기술 개발	3 사람 중심의 국토교통 기술개발
·정부 R&D 사업 일몰제 시행 ·R&D 기획역량 및 R&D 특성별 맞춤형 지원 요구	·미래변화 예측, 기술개발 방향 제시 등 기획 역량 강화 ·수요자 중심 R&D 시스템 구축	4 미래지향적 R&D 시스템 도입

그림 4-3. 4대 추진전략

27) 2 기술융합을 통한 새로운 가치창출

o 본 과제는 국토교통 8대 혁신성장동력 중 지능형철도에 해당하는 과제로 전체 국토교통 R&D 예산 대비 '18년 19.2% 수준인 혁신성장동력 예산투자를 '27년 27.2% 수준으로 8% 예산비중을 확대 추진, 혁신성장동력 분야의 국가 경쟁력도 세계 3위권으로 도약 추진하고 있음

3. 법 · 제도적 위험요인 검토 결과

o 현 정부가 규제 혁신을 위해 도입하는 규제 샌드박스(Regulatory Sandbox)를 활용하여 기술의 빠른 출시 및 상용화 계획

o 지나치게 높은 시장규제 수준[28]으로 새로운 상품·서비스 창출에 제약이 많았던 과거와 달리 신산업·신기술 분야에서 새로운 제품과 서비를 내놓을 때 일정 기간 기존 규제를 면제·유예시켜주는 제도를 바탕으로 본 과제가 해당제도에 적용될 수 있는지에 대한 심사를 신청하고, 심사요건에 해당하는 사항들을 지속적으로 보완해야 함

o 규제 샌드박스의 적용여부 심사를 통과해야 함은 물론, 시범사업과 임시 허가 등으로 규제를 면제·유예받은 이후에 문제가 생길 시 사후 규제의 적용이 가능

o 철도 이용 데이터를 활용하여 철도 이용객의 이동경로를 반영한 합리적인 운임정산 시스템을 개발하기 위하여 데이터 관련 기술이 효과적으로 활용될 수 있도록 데이터 활용 및 보호에 관련된 규제 및 법·제도의 개선 추진

o 국내의 경우 개인정보보호법을 비롯하여 기타법 등 데이터 사용에 제약을 두는 법·제도가 많아 Opt-out(개인정보 이용 사후 동의제)의 필요 여부를 검토하는 방안 등 이를 보다 개선할 수 있는 방안이 마련되어야 함

28) 교역환경지수(WEF, '16.12월): 韓 종합27위(국내시장 개방 99위, 사업환경 47위)
상품시장 규제수준(OECD, ' 14년): 33개국 중 4위

제4절 경제적 타당성

1. 분석 개요

- o 비용편익분석은 가장 최신본인 국토교통부 고시 제2017-366호로 고시된 '교통시설 투자평가지침 제6차 개정본'의 내용을 준용하여 분석하였음.
- o 공공투자사업의 경제성 분석에 있어 할인율은 사업의 편익과 비용을 현재가치로 환산하는데 결정적인 파라미터로 작용하기 때문에 이 지침에서 제시하는 5.5%를 사용함.
- o 경제적 타당성 분석의 분석기간은 20년으로 함.
- o 경제적 평가는 기준시점을 기준으로 하여 미래에 발생하는 편익과 비용을 산정하여 이의 크기를 비교하는 방식으로 진행함.
- o 미래에 발생하는 편익과 비용은 가격기준시점의 불변가격으로 산정하며, 만약에 편익과 비용을 경상가격으로 산정하는 경우 할인율을 경상할인율로 사용함.
- o 2017년 교통시설투자평가지침의 원단위는 가격변환지수로 매년 발표되는 '소비자물가지수'를 적용하여 환산함
- o 또한, 사회적 할인율 5.5%, 분석기간 20년 기준 편익 및 비용의 현재가치 산정방법에 따라 비용-편익비(B/C Ratio), 순현재가치(NPV), 내부수익률(IRR)을 산정함

2. 비용편익 분석

가. 비용-편익비(B/C Ratio)

- o 수익성 지수법(Profitability Index Method)라고도 하며, 개별 대안사업별로 편익을 비용으로 나눈 값이 가장 큰 대안을 선택하는 방법.
- o 사업의 비용과 편익은 오랜 시간에 걸쳐 투입되거나 발생하기 때문에 할인율을 적용하여 이를 특정시간(일반적으로 현재 년도)에 발생하는 것으로 환산하여 비교하게 되는데 이를 '현재가치화' 라고 함.
- o 각 사업의 비용-편익비는 현재가치로 환산된 비용과 수입으로 나타내는 것이 일반적임.
- o 비용-편익비의 산정식은 다음과 같음

$$\text{비용·편익비(B/C비율)} = \text{비용-편익비} = \frac{\text{수입의 현재가치}}{\text{비용의 현재가치}}$$

$$= \sum_{n}^{N} BPV_n / \sum_{m}^{M} CPV_m$$

=TBPV/TCPV

여기서, BPV_n : n항목 편익의 현재가치

CPV_m : m항목 비용의 현재가치

n, N : 편익 항목의 종류

m, M : 비용 항목의 종류

o 위의 식에 적용되는 각 편익항목 및 비용항목의 현재가치 산정식은 다음과 같이 산정한다.

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

BPV_n : n항목 편익의 현재가치
T : 기준연차로부터 평가대상기간 최종 연차까지의 연수
t : 기준연차를 0으로 하는 연차
B_{nt} : 기준 연차로부터 t년째의 n항목의 편익
r : 사회적 할인율
n : 편익의 종류

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

CPV_n : n항목 비용의 현재가치
T : 기준연차로부터 평가대상기간 최종 연차까지의 연수
t : 기준연차를 0으로 하는 연차
C_{nt} : 기준 연차로부터 t년째의 n항목의 qldyd
r : 사회적 할인율
n : 비용의 종류

o 단일투자안과 상호 독립적 투자안의 경우 투자안의 PI가 1보다 크면 선택투자안을 채택.

o 상호 배타적 투자안의 경우 PI 〉 1인 투자안 중에서 PI가 가장 큰 투자안을 선택.

o 순현재가치법처럼 화폐의 시간가치를 고려하고 있으며, 현금흐름을 기초로 한다는 면에서 이론적으로 우수한 수익성 분석방법중의 하나이며, 단점으로는 투자안의 자본비용(r)를 추정하기 어려움.

나. 내부수익률(IRR)

o 일반적으로 공공교통시설 개발사업의 경우 비용이 평가대상 기간의 초기에 집중되고 편익이 시설 완성 후와 평가대상 기간 내에 지속적으로 발생함.

o 경제적 내부수익률이 크다는 것은 미래의 편익을 낮게 평가함에도 불구하고 사업의 효과가 있다는 것을 의미하는 것이므로 경제적 내부수익률이 큰 공공교통시설 개발사업은 우량한 사업이라 할 수 있으며, 산정식은 다음과 같음.

$$\text{내수수익률(IRR)} = \sum_{t=0}^{T} \frac{\sum_{i=n}^{N} Bit - \sum_{j=m}^{M} Cjt}{(1+ir)^t} = 0$$

여기서, B_{it} : i항목의 t년도 편익
C_{jt} : j항목의 t년도 비용
n, N : 편익 항목의 종류
m, M : 비용 항목의 종류
T : 기준연차로부터 평가대상기간 최종 연차까지의 연수
t : 기준연차를 0으로 하는 연차
ir : 내부수익률

3. 비용-편익 항목설정

o IoT기반 스마트게이트 도입에 따른 총비용 중 연구개발비와 기존 게이트의 철거비, IoT기반 스마트게이트 설치비, 유관리비를 비용항목으로 계상함.

o 경제성분석에서 비용부문은 일반적으로 유사사업의 실적자료와 비교 검토를 통하여 비용을 검증하여 항목별로 값을 제시하여야 하며, 이 때 제시되어야 하는 항목은 세분류되어야 함.

o 각각의 항목에 대한 구체적인 구성항목은 다음 표와 같음.

표 4-5. IoT기반 스마트게이트 비용부문 세부항목

구분	세부항목
연구비	* IoT기반 스마트게이트 개발비
철거비	* 기존 게이트 철거비 - 철거인건비 - 철거 게이트 수송비
설치비	* IoT기반 스마트게이트 구입/설치비
유지관리비	* 유지보수비

o IoT기반 스마트게이트 도입에 따른 구체적인 구성항목은 다음 표와 같음.

표 4-6. IoT기반 스마트게이트 도입에 따른 편익항목

구분	세부항목	비고
이용자 편익	* 게이트 혼잡비용 절감	
운영자 편익	* 부정 운임 환수액 향상 * 기존 게이트 고철비	

4. 분석대상 설정

o 도시철도는 수도권, 부산, 대구, 광주, 대전에서 운영 중이며, 수도권 710개 역, 부산 149개 역, 대구 91개 역, 광주 20개 역, 대전 22개 역, 총 992개 역 운영 중에 있음.

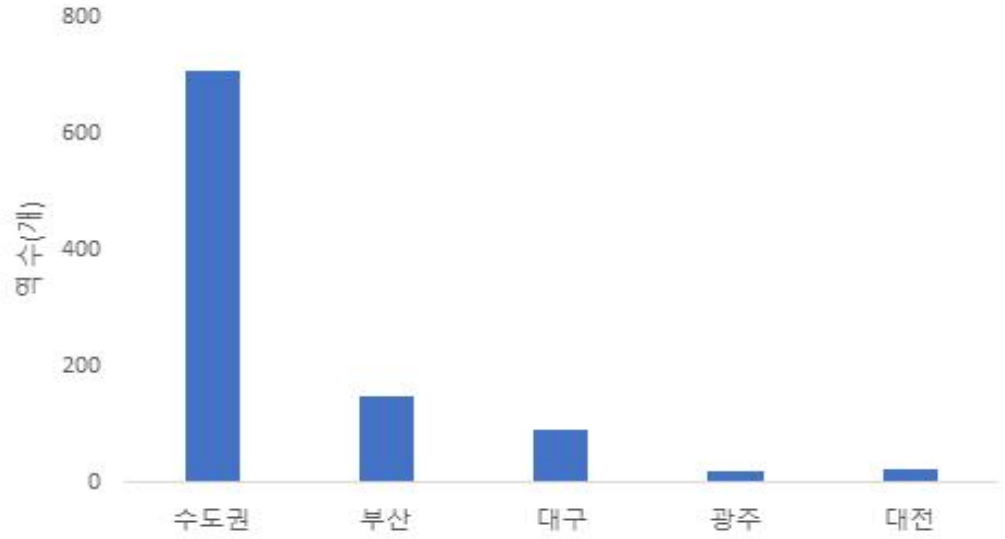


그림 4-4. 도시철도 역 수

o 수도권 역에 한정하여 경제성 분석함 : 총 710개 역

o IoT기반 스마트게이트의 설치는 5년에 걸쳐 단계적으로 설치하는 것으로 가정함.

표 4-7. 단계적 스마트게이트 도입 계획

	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
호선	1	2 3 4	5 6 7 8 9	인천1 인천2 분당 신분당 경의중앙 경춘	공항철도 의정부경전철 수인선 용인경전철 인천공항자기부 상철도 경강선 우이신설선 서해선	
역수	97	142	187	184	100	710

* IoT기반 스마트게이트의 설치는 5년에 걸쳐 단계적으로 설치하는 것으로 가정함
* 연도별 역 수는 호선 기준으로 1, 5년차는 100개 내외, 2~4년차는 140개 역 이상 공사한다고 가정 함

5. 비용 산정

가. 연구개발비

o IoT기반 스마트게이트프리 기술의 연구개발비는 2019년부터 4년간 230억이 투입될 것으로 계획 됨.

표 4-8. IoT기반 스마트게이트프리 기술 연구비 투입 계획

년도	금액	비고
2019년	54억원	
2020년	68억원	
2021년	64억원	
2022년	54억원	
총액	240억원	

나. IoT기반 스마트게이트 도입비

o IoT기반 스마트게이트프리 기술은 기존 게이트 방식 대비 약 10배가량의 가격 상승이 예상됨. (기존 게이트는 역 당 20개로 가정 함)

o IoT기반 스마트게이트의 유지보수는 기존 게이트 방식 대비 약 10배가량의 가격 상승이 예상됨.

o 제품 출시는 연구개발이 종료되는 다음 해인 2023년으로 예상하고 있음.

표 4-9. IoT기반 스마트게이트 도입에 따른 비용

항목		금액	비고
연구비		240억원	
기존 게이트 철거비	인건비	3.6억원	
	운반비	1.4억원	
IoT기반 스마트게이트 설치비		1,420억원	
IoT기반 스마트게이트 유지보수비		1,090억원	
총액		2,755억원	

* 철거인건비는 반장 20만원, 철거인 1인당 15만원 2인 산정함.

6. 편익산정

o IoT기반 스마트게이트프리 기술 적용 시 이용자적 측면에서 게이트 혼잡비용을 년간 272억원 절감할 것으로 예상됨.[29)]

o IoT기반 스마트게이트프리 기술 적용 시 70%의 부정운임 환수율 개선이 이루어 질 것으로 예상됨. (58억/년)

표 4-10. IoT기반 스마트게이트 도입에 따른 편익

항목	금액	비고
게이트 혼잡비용 절감액	5,966억원	272억원/년
부정운임 환수액	891억원	41억원/년
기존 게이트 고철금액**	3억원	
총액	6,860억원	

* 기존 게이트 1개당 60kg, 350원/kg, 역당 게이트 20개로 산정함.

7. 비용-편익 분석 결과

o '교통투자시설 평가지침(제6차 개정)'에서 제시한 분석기간 30년, 사회적 할인율 0.055를 적용함.

o 본 사업의 경제성분석 결과는 총편익과 총비용의 현재가치로 산정하며, 연도별 불변금액은 다음과 같음.

표 4-11. 연도별 비용-편익 분석결과

구분	편익		비용		순편익	
	금액	현재가치	금액	현재가치	금액	현재가치
2019년	-	-	54	54	(54)	(54)
2020년	-	-	68	64	(68)	(64)
2021년	-	-	64	58	(64)	(58)
2022년	-	-	54	46	(54)	(46)
2023년	-	-	-	-	-	-
2024년	-	-	-	-	-	-
2025년	-	-	-	-	-	-
2026년	43	30	201	138	(158)	(109)

29) 교통투자시설 평가지침(제6차 개정)
수도권 철도 평균 시간가치 104원/인/분
1일 게이트 혼잡비용 = 1일 지하철이용객수 × 출퇴근 집중율(40%) × 승하차태그시간(2초) × 초당 평균 시간가치

구분	편익		비용		순편익	
	금액	현재가치	금액	현재가치	금액	현재가치
2027년	106	69	302	197	(196)	(128)
2028	188	116	405	250	(217)	(134)
2029	269	158	412	241	(143)	(84)
2030	313	174	250	139	63	35
2031	313	164	50	26	263	138
2032	313	156	50	25	263	131
2033	313	148	50	23	263	124
2034	313	140	50	22	263	118
2035	313	133	50	21	263	112
2036	313	126	50	20	263	106
2037	313	119	50	19	263	100
2038	313	113	50	18	263	95
2039	313	107	50	17	263	90
2040	313	107	50	17	263	90
2041	313	107	50	17	263	90
2042	313	107	50	17	263	90
2043	313	107	50	17	263	90
2044	313	107	50	17	263	90
2045	313	107	50	17	263	90
2046	313	107	50	17	263	90
2047	313	107	50	17	263	90
2048	313	107	50	17	263	90
2049	313	107	50	17	263	90
합계	6,859	2,824	2,755	1,549	4,104	1,274

표 4-12. IoT기반 스마트게이트 도입에 따른 비용-편익 분석 결과

항목	IRR	B/C
결과	13.69%	1.27

o 비용-편익 분석결과 IoT기반 스마트게이트프리 기술의 도입은 경제적 타당성이 있는 것으로 나타남.

8. 해외시장 진출 가능성

표 4-13. 세계 주요도시 역 혼잡도

(단위 : 만 명, 개)

순위	구분	이용객 수/년	역 수	이용객 수/역/년
1	홍콩	148,200	82	1,807
2	카이로	83,700	49	1,708
3	상파울루	81,170	55	1,476
4	모스크바	239,000	176	1,358
5	광저우	164,000	123	1,333
6	상트페테르부르크	78,600	60	1,310
7	싱가포르	79,420	64	1,241
8	도쿄	316,100	271	1,166
9	서울	327,400	311	1,053
10	베이징	329,000	334	985
11	오사카	83,600	101	828
12	멕시코시티	148,700	198	751
13	상하이	210,100	300	700
14	타이베이	65,190	109	598
15	산티아고	63,990	108	593
16	선전	78,100	137	570
17	파리	152,400	298	511
18	런던	117,100	307	381
19	뉴욕	164,400	481	342
20	마드리드	63,460	231	275

o 서울보다 역의 혼잡도가 높은 홍콩, 이집트, 브라질, 러시아, 중국, 싱가포르, 일본 등을 상대로 수출의 가능성이 높을 것으로 판단 됨.

제5장 소요예산 산정

제1절 인력투입계획

1. 연구단 총괄과제 : 스마트게이트프리 체계기술 개발

o 2개 세부기술의 연구활동에 따른 연구인력 할당
- 인력: 공사 1급 인력기준

표 5-1. 인력투입계획(연구단 총괄과제 : 스마트게이트프리 체계 기술 개발)

세부기술	연구활동	1차년도 (MY)	2차년도 (MY)	3차년도 (MY)	4차년도 (MY)
1-1. 스마트게이트프리 시스템 개발	1-1-1.사용자 및 시스템 요구사항 정의	2			
	1-1-2. 시스템 설계	3			
	1-1-3. 시스템 구현		2		
	1-1-4. 테스트베드 구축			3	
	1-1-5. 테스트베드 시험			2	2
	소계	5	2	5	2
1-2. 멀티모달 IoT센싱 시스템 모델링	1-2-1. 역사 표준 모델링	2	2		
	1-2-1.멀티모달 IoT센싱장치 구축 planning		3	3	
	1-2-1.시범역사 테스트베드 구축			3	3
	소계	2	5	6	3
(합계)		7	7	11	5
총계		30			

2. 승객상황인식기술 개발

o 4개 세부기술의 연구활동에 따른 연구인력 할당
- 인력: 공사 1급 인력기준

표 5-2. 인력투입계획(승객상황인식기술 개발)

세부기술	연구활동	1차년도 (MY)	2차년도 (MY)	3차년도 (MY)	4차년도 (MY)
2-1. 승객 위치인식 기술	2-1-1.승객 위치인식 알고리즘 설계	2			
	2-1-2. 승객 위치인식 알고리즘 구현		4		
	2-1-3. 승객 위치인식 알고리즘 시험 및 보완			3	3
	(소계)	(2)	(4)	(3)	(3)
2-2. 승객 특정 기술	2-2-1. 승객 특정 알고리즘 설계	2			
	2-2-2. 승객 특정 알고리즘 구현		4		
	2-2-3. 승객 특정 알고리즘 시험 및 보완			3	3
	(소계)	(2)	(4)	(3)	(3)
2-3 승객 추적기술	2-3-1. 승객 추적 알고리즘 설계	2			
	2-3-2. 승객 추적 알고리즘 구현		4		
	2-3-3. 승객 추적 알고리즘 시험 및 보완			3	3
	(소계)	(2)	(4)	(3)	(3)
2-4. 교통약자 보호기술	2-4-1. 교통약자 보호 알고리즘 설계	2			
	2-4-2. 교통약자 보호 알고리즘 구현		4		
	2-4-3. 교통약자 보호 알고리즘 시험 및 보완			3	3
	(소계)	(2)	(4)	(3)	(3)
(합계)		8	16	12	12
총계		48			

3. 승객정보 보안 및 표준화기술 개발

o 2개 세부기술의 연구활동에 따른 연구인력 할당
- 인력: 공사 1급 인력기준

표 5-3. 인력투입계획(승객정보 보안 및 표준화 기술 개발)

세부기술	연구활동	1차년도 (MY)	2차년도 (MY)	3차년도 (MY)	4차년도 (MY)
3-1 결재정보 표준화 기술	3-1-1. 요구사항정의	2			
	3-1-2. 프로토콜 설계	5			
	3-1-3. 결재표준 규격서 작성	3	3		
	3-1-4. TTA 표준화 활동		4	3	4
	(소계)	10	7	3	4
3-2 승객정보 보호기술	3-2-1. 승객정보 보호 알고리즘 설계	5			
	3-2-2. 승객정보 보호 알고리즘 구현		5		
	3-2-3. 승객정보 보호 알고리즘 시험 및 보완			4	4
	(소계)	5	5	4	4
(합계)		15	12	7	8
총계		42			

4. 부정승차 방지 기술개발

o 2개 세부기술의 연구활동에 따른 연구인력 할당
- 인력: 공사 1급 인력기준

표 5-4. 인력투입계획(부정승차 방지 기술개발)

세부기술	연구활동	1차년도 (MY)	2차년도 (MY)	3차년도 (MY)	4차년도 (MY)
4-1 무임승차 검출기술	4-1-1. 무임승차 검출 알고리즘 설계	2			
	4-1-2. 무임승차 검출 알고리즘 구현		2		
	4-1-3. 무임승차 검출 알고리즘 시험 및 보완			2	2
	(소계)	(2)	(2)	(2)	(2)
4-2 부정승차 검출기술	4-2-1. 부정승차 검출 알고리즘 설계	2			
	4-2-2. 부정승차 검출 알고리즘 구현		2		
	4-2-3. 부정승차 검출 알고리즘 시험 및 보완			2	2
	(소계)	(2)	(2)	(2)	(2)
(합계)		4	4	4	4
총계		16			

5. 실시간 Trusted 연락운임체계 기술 개발

o 3개 세부기술의 연구활동에 따른 연구인력 할당
- 인력: 공사 1급 인력기준

표 5-5. 인력투입계획(실시간 Trusted 연락운임체계 기술 개발)

세부기술	연구활동	1차년도 (MY)	2차년도 (MY)	3차년도 (MY)	4차년도 (MY)
5-1 실시간 운임정산기술	5-1-1. 실시간 운임정산 알고리즘 설계	1			
	5-1-2. 실시간 운임정산 알고리즘 구현		1		
	5-1-3. 실시간 운임정산 알고리즘 시험 및 보완			1	2
	(소계)	(1)	(1)	(1)	(2)
5-2 연락운임 분쟁 해소기술	5-2-1. 운임정산용 블럭체인 플랫폼 설계	1			
	5-2-2. 운임정산용 블럭체인 플랫폼 구현		1		
	5-2-3. 블럭체인기반 연락운임 정산기술 시험 및 보완			1	2
	(소계)	(1)	(1)	(1)	(2)
5-3 모바일 이용정보 조회 및 결제플랫폼 기술	5-3-1. 모바일 이용정보 조회 및 결제플랫폼 설계	1			
	5-3-2. 모바일 이용정보 조회 및 결제플랫폼 구현		1		
	5-3-3. 모바일 이용정보 조회 및 결제플랫폼기술 시험 및 보완			1	2
	(소계)	(1)	(1)	(1)	(2)
(합계)		3	3	3	6
총계		15			

제2절 연구 장비 재료 투입계획

1. 연구단 총괄과제: 스마트게이트프리 체계기술 개발

o 2개 세부기술의 연구활동에 따른 연구장비재료 수량 할당표

표 5-6. 연구장비재료 투입계획(연구단 총괄과제 : 스마트게이트프리 체계 기술 개발)

세부기술	연구활동	품목	1차 년도 (MY)	2차 년도 (MY)	3차 년도 (MY)	4차 년도 (MY)
1-1.스마트게이트프리 시스템 개발	1-1-1. 사용자 및 시스템 요구사항 정의					
	1-1-2. 시스템 설계					
	1-1-3. 시스템 구현	멀티모달 IoT장치		3		
		서버		1		
		통합운임플랫폼		2		
		카메라		5		
		센서		20		
	1-1-4. 테스트베드 구축	멀티모달 IoT장치			4	
		통합운임플랫폼			2	
	1-1-5. 테스트베드 시험	멀티모달 IoT장치/운임정산 플랫폼간 연동프로토콜 분석 장치				2
		시험용 부품				1
	(소계)			(31)	(6)	(3)
1-2. 멀티모달 IoT센싱 시스템 모델링	1-2-1. 역사 표준 모델링	서버	2			
		역사 설치용 센서시스템		1		
	1-2-1.멀티모달 IoT센싱장치 구축 planning	멀티모달 IoT 설치 통합 시뮬레이터		1		
	1-2-1.시범역사 테스트베드 구축	표준역사모델 검증용 테스트베드				1
	(소계)		(2)	(2)		(1)
(합계)			2	33	6	4
총계			45			

2. 승객상황인식기술 개발

o 4개 세부기술의 연구활동에 따른 연구장비재료 수량 할당

표 5-7. 연구장비재료 투입계획(승객상황인식기술 개발)

세부기술	연구활동	품목	1차년도 (MY)	2차년도 (MY)	3차년도 (MY)	4차년도 (MY)
2-1. 승객 위치인식 기술	2-1-1.승객 위치인식 알고리즘 설계	BLE 분석장비	20			
		영상 분석장비	1			
		지자기 맵 구축 장비 제작	2			
	2-1-2. 승객 위치인식 알고리즘 구현	센서간 연동 통신 장치 제작		10		
	2-1-3. 승객 위치인식 알고리즘 시험 및 보완	승객 위치 실시간 분석 플랫폼			1	
	(소계)		(23)	(10)	(1)	
2-2. 승객 특정 기술	2-2-1. 승객 특정 알고리즘 설계	영상분석용 서버	2			
	2-2-2. 승객 특정 알고리즘 구현	지자기 센서 분석기반 승객특정장치 제작(S/W)		1		
		승객특정알고리즘 성능평가 장치		1		
	2-2-3. 승객 특정 알고리즘 시험 및 보완	승객 영상분석 및 저장 장치			1	
	(소계)		(2)	(2)	(1)	
2-3 승객 추적기술	2-3-1. 승객 추적 알고리즘 설계					
	2-3-2. 승객 추적 알고리즘 구현					
	2-3-3. 승객 추적 알고리즘 시험 및 보완	승객 추적 플랫폼			1	
	(소계)				(1)	
2-4. 교통약자 보호기술	2-4-1. 교통약자 보호 알고리즘 설계					
	2-4-2. 교통약자 보호 알고리즘 구현	교통약자 인식 장비		1		
	2-4-3. 교통약자 보호 알고리즘 시험 및 보완	교통약자 지원 응용앱				1
	(소계)			(1)		(1)
(합계)			25	13	2	1
총계			41			

3. 승객 정보 보안 및 표준화 기술 개발

o 2개 세부기술의 연구활동에 따른 연구장비재료 수량 할당

표 5-8. 연구장비재료 투입계획(승객 정보 보안 및 표준화 기술 개발)

세부기술	연구활동	품목	1차년도 (MY)	2차년도 (MY)	3차년도(MY)	4차년도 (MY)
3-1 결재정보 표준화 기술	3-1-1. 요구사항정의					
	3-1-2. 프로토콜 설계					
	3-1-3. 결재표준 규격서 작성					
	3-1-4. TTA 표준화 활동					
	(소계)					
3-2 승객정보 보호기술	3-2-1. 승객정보 보호 알고리즘 설계					
	3-2-2. 승객정보 보호 알고리즘 구현	승객정보 보호알고리즘 시험장치 제직		1		
	3-2-3. 승객정보 보호 알고리즘 시험 및 보완	보안기반 승객정보 저장 DB구축			1	
	(소계)			(1)	(1)	
(합계)				1	1	
총계			2			

4. 부정승차 방지 기술개발

o 2개 세부기술의 연구활동에 따른 연구장비재료 수량 할당

표 5-9. 연구장비재료 투입계획(부정승차 방지 기술개발)

세부기술	연구활동	품목	1차년도 (MY)	2차년도 (MY)	3차년도 (MY)	4차년도 (MY)
4-1 무임승차 검출기술	4-1-1. 무임승차 검출 알고리즘 설계					
	4-1-2. 무임승차 검출 알고리즘 구현	무임승차 검출용 시험장비 제작(영상 및 UWB 센서 결합장치)		1		
	4-1-3. 무임승차 검출 알고리즘 시험 및 보완	무임승객 정보 구축 장치			1	
	(소계)			(1)	(1)	
4-2 부정승차 검출기술	4-2-1. 부정승차 검출 알고리즘 설계					
	4-2-2. 부정승차 검출 알고리즘 구현	부정승차 검출용 센싱장비 및 관리장치 제작(승객특징 검출 센서)		1		
	4-2-3. 부정승차 검출 알고리즘 시험 및 보완	부정승차 승객 정보 구축 장치			1	
	(소계)			(1)	(1)	
(합계)				2	2	
총계			4			

5. 실시간 Trusted 연락운임체계 기술 개발

o 3개 세부기술의 연구활동에 따른 연구장비재료 수량 할당

표 5-10. 연구장비재료 투입계획(실시간 Trusted 연락운임체계 기술 개발)

세부기술	연구활동	품목	1차년도 (MY)	2차년도 (MY)	3차년도(MY)	4차년도 (MY)
5-1 실시간 운임정산 기술	5-1-1.실시간 운임정산 알고리즘 설계					
	5-1-2.실시간 운임정산 알고리즘 구현	실시간 운임정산 플랫폼 구축		1		
	5-1-3.실시간 운임정산 알고리즘 시험 및 보완					
	(소계)			(1)		
5-2 연락운임 분쟁 해소기술	5-2-1.운임정산용 블럭체인 플랫폼 설계					
	5-2-2.운임정산용 블럭체인 플랫폼 구현	Consortium 기반 블럭체인 플랫폼 제작		1		
	5-2-3.블럭체인기반 연락운임 정산기술 시험 및 보완	연락운임 정산 DB구축			1	
	(소계)			(1)	(1)	
5-3 모바일 이용정보 조회 및 결제플랫폼 기술	5-3-1. 모바일 이용정보 조회 및 결제플랫폼 설계	모바일 응용앱 제작	1			
	5-3-2. 모바일 이용정보 조회 및 결제플랫폼 구현	스마트 토큰 제작		1		
	5-3-3. 모바일 이용정보 조회 및 결제플랫폼기술 시험 및 보완	스마트 토큰 충전 시스템 제작			1	
		모바일 결재플랫폼 성능 분석 장치				1
	(소계)		(1)	(1)	(1)	(1)
(합계)			1	3	2	1
총계			7			

제3절 소요예산 산정

1. 연구단 총괄과제: 스마트게이트프리 시스템 개발

o 국토교통과학기술진흥원 (2014) 〈국토교통 R&D 연구비 표준 모델 개발〉에 의거 표준모델 1. 2. 3을 활용하여 본 기술개발 연구비를 산정함

표 5-11. 연구비 산정 표준 모델(표준모델 1)

<표준모델 1>

1,2년 총연구비 (공법) 산정 모델
=0.999*인건비+0.982*연구장비재료비+0.965*기타경비+1.082*간접비+14361992
3,4년 총연구비 (시스템) 산정 모델
=0.99*인건비+1.005*연구장비재료비+0.987*기타경+1.032*간접비+12971556

<표 5-12. 연구비 산정 표준 모델(표준모델 2)

<표준모델 2>

1,2년 총연구비 (공법) 산정 모델
=1.634*인건비+0.982*연구장비재료비+14361992
3,4년 총연구비 (시스템) 산정 모델
=1.673*인건비+1.005*연구장비재료비+12971556

표 5-13. 연구비 산정 표준 모델(표준모델 3)

<표준모델 3>

1,2년 총연구비 (공법) 산정 모델
=2.003*인건비+597072777
3,4년 총연구비 (시스템) 산정 모델
=2.141*인건비+1079058750

1. 스마트게이트프리 체계기술 개발

o 표준 모델 1 적용

(단위 : 백만원)

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계
인건비	492	574	820	410	2,296
연구장비 재료비	40	332	360	210	942
기타경비	197.00	220	293	252	961
간접비	73	113	103	76	365
세부과제 연구비	814	1,248	1,582	957	4,601

o 표준 모델 2 적용

(단위 : 백만원)

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계
인건비	492	574	820	410	2,296
연구장비 재료비	40	332	360	210	942
기타경비 및 간접비	326	361	567	290	1,543
세부과제 연구비	858	1,267	1,747	910	4,781

o 표준 모델 3 적용

(단위 : 백만원)

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계
인건비	492.00	574	820	410	2,296
연구장비 재료비					
기타경비	1,583	1,747	2,835	1,957	8,121
세부과제 연구비	1,091	1,173	2,015	1,547	5,825

2. 승객상황인식기술 개발

o 표준 모델 1 적용

(단위 : 백만원)

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계
인건비	574	1,312	984	984	3,854
연구장비 재료비	140	430	130	30	730
기타경비	343	363	267	252	1,224
간접비	104	129	88	77	397
세부과제 연구비	1,168	2,237	1,472	1,345	6,222

o 표준 모델 2 적용

(단위 : 백만원)

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계
인건비	574	1,312	984	984	3,854
연구장비 재료비	140	430	130	30	730
기타경비 및 간접비	376	812	676	675	2,539
세부과제 연구비	1,090	2,554	1,790	1,689	7,123

o 표준 모델 3 적용

(단위 : 백만원)

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계
인건비	574	1,312	984	984	3,854
연구장비 재료비					-
기타경비	1173	1913	1584	1584	6,254
세부과제 연구비	1,747	3,225	2,568	2,568	10,108

3. 승객 정보 보안 및 표준화 기술 개발

o 표준 모델 1 적용

(단위 : 백만원)

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계
인건비	943	984	574	656	3,157
연구장비 재료비	-	50	50	-	100
기타경비	1,335	1,334	904	930	4,504
간접비	303	213	198	207	922
세부과제 연구비	80	76	74	62	291

o 표준 모델 2 적용

(단위 : 백만원)

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계
인건비	943	984	574	656	3,157
연구장비 재료비	-	50	50	-	100
기타경비 및 간접비	612	618	432	480	2,142
세부과제 연구비	1,555	1,652	1,056	1,136	5,399

o 표준 모델 3 적용

(단위 : 백만원)

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계
인건비	943	984	574	656	3,157
연구장비 재료비					
기타경비	1543	1584	1173	1255	5,555
세부과제 연구비	2,486	2,568	1,747	1,911	8,712

4. 부정승차 방지기술 개발

o 표준 모델 1 적용

(단위 : 백만원)

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계
인건비	328	328	328	328	1,312
연구장비 재료비	-	300	100	-	400
기타경비	198	233	178	148	759
간접비	44	53	52	64	214
세부과제 연구비	582	920	668	550	2,720

o 표준 모델 2 적용

(단위 : 백만원)

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계
인건비	328	328	328	328	1,312
연구장비 재료비	-	300	100	-	400
기타경비 및 간접비	222	210	287	288	1,008
세부과제 연구비	550	838	715	616	2,720

o 표준 모델 3 적용

(단위 : 백만원)

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계
인건비	328	328	328	328	1,312
연구장비 재료비					
기타경비	926	926	1453	1453	4759
세부과제 연구비	1,254	1,254	1,781	1,781	6,071

5. 실시간 Trusted 연락운임체계 기술 개발

o 표준 모델 1 적용

(단위 : 백만원)

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계
인건비	246	246	246	492	1,230
연구장비 재료비	-	500	200	100	800
기타경비	313	373	241	223	1,148
간접비	112	161	120	106	499
세부과제 연구비	683	1,285	819	930	3,717

o 표준 모델 2 적용

(단위 : 백만원)

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계
인건비	246	246	246	492	1,230
연구장비 재료비	-	500	200	100	800
기타경비 및 간접비	170	156	238	383	948
세부과제 연구비	416	902	684	975	2,978

o 표준 모델 3 적용

(단위 : 백만원)

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계
인건비	246	246	246	492	1,230
연구장비 재료비					
기타경비	844	844	1360	1640	4,688
세부과제 연구비	1,090	1,090	1,606	2,132	5,918

6. 총 연구비용

o 표준모델 1

(단위 : 백만원)

구분	세부과제명	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	총연구비
1세부	스마트게이트프리 시스템 개발 총괄과제	814	1,248	1,582	957	4,601
2세부	승객상황인식기술 개발	1,168	2,237	1,472	1,345	6,222
3세부	보안 및 표준화 기술 개발	1,335	1,334	904	930	4,504
4세부	부정승차 방지기술 개발	582	920	668	550	2,720
5세부	실시간 Trusted 연락운임체계 기술 개발	683	1,285	819	930	3,717
총계						21,763

o 표준모델 2

(단위 : 백만원)

구분	세부과제명	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	총연구비
1세부	스마트게이트 프리 시스템 개발 총괄과제	858	1,267	1,747	910	4,781
2세부	승객상황인식 기술 개발	1,090	2,554	1,790	1,689	7,123
3세부	보안 및 표준화 기술 개발	1,555	1,652	1,056	1,136	5,399
4세부	부정승차 방지기술 개발	550	838	715	616	2,720
5세부	실시간 Trusted 연락운임체계 기술 개발	416	902	684	975	2,978
총계						23,000

o 표준모델 3

(단위 : 백만원)

구분	세부과제명	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	총연구비
1세부	스마트게이트프리 시스템 개발 총괄과제	1,583	1,747	2,835	1,957	8,121
2세부	승객상황인식기술 개발	1,747	3,225	2,568	2,568	10,108
3세부	보안 및 표준화 기술 개발	2,486	2,568	1,747	1,911	8,712
4세부	부정승차 방지기술 개발	1,254	1,254	1,781	1,781	6,071
5세부	실시간 Trusted 연락운임체계 기술 개발	1,090	1,090	1,606	2,132	5,918
총계						38,929

제4절 예산 적정성 검토

1. 예산 적정성 검토

o 표준모델 1번 적용시 제 1세부과제 연구비용의 총합은 74,601백만원, 제 2세부과제 연구비용의 총합은 6,222백만원, 제 3세부과제 연구비용의 총합은 4,504백만원, 제 4세부과제 연구비용의 총합은 2,720백만원, 제 5세부과제 연구비용의 총합은 3,717백만원으로 총 22,295백만원으로 분석됨

o 표준모델 2번 적용시 제 1세부과제 연구비용의 총합은 4,781백만원, 제 2세부과제 연구비용의 총합은 7,123백만원, 제 3세부과제 연구비용의 총합은 5,399백만원, 제 4세부과제 연구비용의 총합은 2,720백만원, 제 5세부과제 연구비용의 총합은 2,978백만원으로 총 23,000백만원으로 분석됨

o 표준모델 3번 적용시 제 1세부과제 연구비용의 총합은 8,121백만원, 제 2세부과제 연구비용의 총합은 10,108백만원, 제 3세부과제 연구비용의 총합은 8,712백만원, 제 4세부과제 연구비용의 총합은 6,071백만원, 제 5세부과제 연구비용의 총합은 5,918백만원으로 총 38,929백만원으로 분석됨

o 연구의 특성상 기타경비 및 간접비에 대한 정확한 산출이 어려운 관계로 표준모델 2의가 표준모델 1 보다 기타경비 및 간접비에 대한 유연성이 높아 표준모델 2 적용이 타당함

제6장 과제 공모 방안

제1절 제1 세부과제

1. 스마트게이트프리 체계기술 개발

구분	내용
연구과제명	스마트게이트프리 체계기술개발
연구개발 목표	스마트게이트프리 모델링 및 시스템 통합
연구기간 및 예산	4년(4,781백만원)
연구개발 필요성	o 스마트게이트프리 시스템의 실용화를 위해서는 필요한 핵심기술들의 요구사항 도출 및 시스템 구조 및 개발 일정관리, 개발 결과물들을 통합하고 기능 및 성능 검증을 체계적으로 수행하는 것이 필요 - 스마트게이트프리 시스템에 대한 사용자 및 시스템 요구사항 도출 및 시스템 구조 및 기능규격서 개발이 필요 - 스마트게이트프리 기술이 적용되는 각 교통사업자(철도, 지하철, 버스회사 등)들과의 협력을 통한 시스템 요구사항 및 적용전략 수립이 필요 o 멀티모달 IoT 센싱시스템을 역사에 설치하기 위해서는 역사들의 다양한 구조에 따른 전파 환경의 특징, 승객들의 트랙픽에 따른 멀티모달 IoT센서들의 종류 및 설치위치 등을 분석하여야 함. 이를 위해서는 다양한 역사들의 특징점을 분석하여 표준모델링화 하는 기술개발이 추진되어야 함. - 철도 및 지하철 역사를 표준모델로 분류하는 파라미터 설정 및 분류기준 개발 - 철도 및 지하철의 표준화된 역사모델에 기반한 멀티모달 IoT센싱 장치의 설치 위치 선정 및 운용 평가 - 신규역사 건축 및 리모델링시 역사 표준모델을 적용하여야 경제적 효과 극대화 가능 o 개발된 스마트프리 시스템의 성능 및 기능을 검증하기 위한 시험항목 및 절차서 개발이 필요
연구개발 내용	o 스마트게이트프리 시스템 사용자 및 시스템 요구사항 작성 o 역사구조 및 승객서비스 편의사항 분석을 통한 역사표준 모델링 기술

	개발 o 멀티모달 IoT센싱 시스템 구조 설계 - 멀티모달 IoT센싱시스템 - 운임통합 관리시스템 o 멀티모달 IoT센싱 시스템 개발 ※ 실시간 운임정산 처리속도: 120명/분 o 멀티모달 IoT센싱 시스템 시험항목 및 절차서 작성 o 운임통합관리 시스템 개발 o 운임통합관리 시스템시험항목 및 절차서 작성 o 스마트게이트프리 시스템 통합 및 성능 검증 o 스마트게이트프리 시범 시스템 구축 및 시범 서비스
연구개발 추진방법	o 스마트게이트프리 시스템 개발 주관 - 운영위원회 및 실무위원회 구성 o 스마트게이트프리 사용자 요구사항 작성 - 코레일, 도시철도, 지하철, 버스회사 등 관련 사용자들의 요구사항 도출 o 스마트게이트프리 시스템 구조 설계 및 요구사항 작성 o 스마트게이트프리 시스템이 설치되는 역사들의 규모, 플랫폼 구조, 승객 이동통선 등을 고려한 표준 모델링 기술 개발 o 스마트게이트프리 시스템 시험항목 및 절차서 작성 o 각 세부 과제에서 개발하는 연구결과물을 통합하고, 각종 알고리즘을 통합시스템에 탑재 적용 o 스마트게이트프리 시스템 현장 시험 추진
연구개발 성과물	o 멀티모달 IoT센싱 시스템 사용자 및 시스템 요구사항 정의서 o 멀티모달 IoT센싱 시스템 설계서 o 멀티모달 IoT센싱 시스템 시험항목 및 절차서 o 역사 표준 모델 규격 o 멀티모달 IoT센싱 시스템 적용 역사 표준모델 설명서 o 역사표준 모델 기반 멀티모달 IoT센서 설치시뮬레이터 o 멀티모달 IoT센싱 시스템 o 운임통합관리 시스템
기타	o 최소 1개 이상의 교통 운영기관 참여 필수 (철도, 지하철, 버스회사)

제2절 제2 세부과제 : 승객상황인식기술 개발

1. 승객 위치인식 기술 개발

구분	내용
연구과제명	승객 위치인식기술 개발
연구개발 목표	멀티모달 IoT센서의 결합을 통한 승객위치 인식기술 개발
연구기간 및 예산	4년(1,780백만원)
연구개발 필요성	o 승객이 승.하차시 통과하게 되는 게이트 없이 역사내에서 승객의 실시간 요금정산 및 승객의 이동 흐름을 개선을 위해서는 승객의 위치를 실시간으로 정확히 인식하는 기술 개발이 필요함 - 정확한 운임정산을 위해서는 승객의 열차 탑승여부를 위치인식 기반으로 추정하는 기술 개발이 필요함 o 이동하는 승객의 위치를 인식할 수 있는 상용 센서들을 95% 이상의 정밀도를 요구하는 실용 스마트게이트프리 시스템에 적용하기 어려운 관계로, 이기종의 멀티모달 IoT 센싱기술 개발이 필요함 - 출퇴근시 승하차 승객이 혼잡하게 되는 경우 단일 센서로 수많은 승객의 위치를 정확히 인식하는 것은 매우 어려움으로 다수의 이기종의 IoT센서를 결합하여야만 승객의 위치를 정확히 측정 가능함 - (예) 영상기반 객체인식기술: YOLOv2 기술은 40 FPS에서 78.6 mAP 성능을 나타냄(Joseph Redmony, Ali Farhadi, “YOLO9000: Better, Faster, Stronger,” 2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), Pages 6517 - 6525. - (예) 지자기센서의 정밀도: 센싱주기와 실내측위 환경에 따라 지자기센서에 의한 실내측위 정밀도는 가변적으로 변화 - (예) 무선 및 BLE 측위 정밀도: 무선신호를 사용하여 측위를 하는 경우에 가시거리 확보시 3~5m 위치정확도를 제공하며, 비콘서비스의 경우 비콘주기와 승객의 이동성에 의존(참고: 유재준, 조영수,” 실내 위치 기반 서비스 기술개발 및 표준화, “ 전자통신동향분석 제29권 제5호 2014년 10월, 페이지 51-61
연구개발 내용	o 멀티모달 IoT센싱장치 요구사항 작성 o 멀티모달 IoT센싱 기반 승객 위치인식기술 기능규격서 작성 o 멀티모달 IoT센싱 기반 승객 위치인식 기술 개발 - 표준역사모델 기반 멀티모달 IoT 센서 협력 알고리즘 개발 . 승객의 위치 인식률을 향상시키기 위해, 다양한 IoT센싱 장치들을 연동하는 기술 - (예) 멀티모달 IoT 장비 : BLE, Wi-Fi, UWB radar, CCTV, RFID

	리더, 지자기센서, 가속도센서, 자이로센서 등 - 승객 혼잡도 기반 멀티 IoT센서 제어 및 협력 알고리즘 개발 - 멀티모달 IoT 센서간 연동 프로토콜 개발 - 스마트폰을 사용하지 않는 고객을 위한 스마트토큰 개발 - 스마트 토큰 기반의 승객위치 인식기술 o 멀티모달 IoT센싱 기반 승객 위치인식기술 기능 구현 및 검증 - 멀티모달 IoT 센서 협력알고리즘 구현 및 탑재 - 승객 위치인식 기능 및 성능 검증
연구개발 추진방법	o 다양한 기능을 갖는 IoT센서들의 연동을 통해 역사내에서 승객의 위치를 인식 - 단일 센서들이 갖는 인식 한계를 극복하여 고정밀도로 승객의 위치를 인식하는 기술개발 o 스마트폰 앱을 활용하는 방안과 스마트 토큰을 사용하는 승객의 위치를 인식하는 2가지 방안으로 개발 추진 o 승객이 밀집되는 출.퇴근시간에 정확히 승객의 위치를 인식하기 위한 IoT센서 설치계획(planning) 기술 개발 - 역사에 대한 표준 모델링 기술 개발 o 멀티모달 IoT센서 연동을 위한 3D공간정보 구성기술 개발 추진
연구개발 성과물	o 멀티모달 IoT센싱 시스템 요구사항 정의서 o 멀티모달 IoT센싱 기반 승객 위치인식기술 기능규격서 o 멀티모달 IoT센싱 시스템 o 승객 위치인식 S/W o 스마트 토큰
기타	o 최소 1개 이상의 교통 운영기관 참여 필수 (철도, 지하철, 버스회사)

2. 승객 특정 기술 개발

구분	내용
연구과제명	승객 특정 기술 개발
연구개발 목표	멀티모달 IoT센서 및 비콘서비스 결합을 통한 승객 특정기술 개발
연구기간 및 예산	4년(1,781백만원)
연구개발 필요성	o 스마트게이트프리 기술이 적용되는 역사에서는 다양한 위치(플랫폼, 이동통로, 게이트)에서 스마트폰을 사용하는 승객의 개인정보(휴대폰)를 특정하여야 열차 승.하차 여부, 운임정산 등의 작업을 수행할 수 있으므로 승객특정기술이 개발되어야 함. o 스마트폰을 사용하지 않는 고객을 위해서는 스마트토큰을 통한 승객정보(토큰의 요금 충전상태, 연령 등)을 획득하는 기술개발이 필요 o 스마트폰과 스마트 토큰을 비콘 서비스와 결합 사용하여 승객을 특정하여야 사람의 개입 없이 사물간 자율적으로 연동이 가능하게 됨.
연구개발 내용	o 멀티모달 IoT센싱 시스템 요구사항 작성 o 멀티모달 IoT센싱 기반 승객 특정기술 기능규격서 작성 o 승객정보 인식기술 개발 - 사전에 스마폰에 응용앱(예: 열차 승차 앱)을 설치한 승객이 역사에 진입하는 경우, 스마트폰의 앱과 멀티모달 IoT 장비의 연동을 통해 승객을 인식하여 개인정보를 획득하는 기술 * 승객 개인정보: 승객 명, 스마트폰 번호 - 스마트폰을 사용하지 않는 고객을 위한 스마트 토큰 기반의 승객정보 인식기술 개발 * 승객 정보: 요금, 연령대 o 승객 탑승여부 인식기술 개발 - 멀티모달 IoT 장비기반 승객의 열차(차량) 승.하차 여부 인식 기술 * 승객위치인식 기술과 연계한 탑승여부 인식기술 o 멀티모달 IoT센싱 기반 승객정보 및 탑승여부 인식기능 구현 및 검증
연구개발 추진방법	o 비콘서비스 또는 지자기센서, Wi-Fi 전파지문을 사용할 수 있는 스마트폰 활용하여 승객의 개인정보(휴대폰)를 특정하는 기술개발 - 스마트폰 응용앱을 통한 승객정보 획득 * 위치기반 승객위치 인식기술 * 승객수 최번시에도 승객정보 실시간 획득기술 확보

	- 무구속/무접촉 방식의 승객 탑승여부 인식기술 개발 * 멀티모달 IoT장비를 통한 위치인식기술과 열차 위치인식기술 결합 o 스마트폰에 탑재되는 각종센서를 활용하여, 분실된 스마트폰을 사용하는 승객을 특정할 수 있는 기술 개발 추진 o 스마트폰을 사용하지 않거나, RFID기반의 스마트 토큰을 사용하는 승객의 경우, 역사내에서 임의로 승객의 가상 ID를 부여하여 관리하는 기술 개발 추진
연구개발 성과물	o 승객 특정기술 기능 규격서 o 승객 특정기술 알고리즘 및 S/W - 승객정보 인식 및 승객 탑승인식
기타	o 최소 1개 이상의 교통 운영기관 참여 필수 (철도, 지하철, 버스회사)

3. 승객 추적기술 개발

구분	내용
연구과제명	승객 추적기술 개발
연구개발 목표	멀티모달 IoT센서의 결합을 통한 승객 추적기술 개발
연구기간 및 예산	4년(1,781백만원)
연구개발 필요성	o 스마트게이트프리 기술이 적용되는 역사에서는 승객이 밀집되는 출퇴근 시간에서도 승객들을 특정하여 운임을 정산하기 위해서는 다양한 위치(플랫폼, 이동통로, 게이트)에서 특정되는 승객들을 추적하는 기술 개발이 선행 되어야 함. o 무인승차, 부정승차 승객을 검출하고 운임을 배상하기 위해서는 역사 내에서 이동하는 부정 승차자를 지속적으로 추적하는 기술개발이 필요
연구개발 내용	o 멀티모달 IoT센싱 시스템 요구사항 작성 o 멀티모달 IoT센싱 기반 승객추적기술 기능규격서 작성 o 멀티모달 IoT센싱 기반 승객추적기술 개발 - 멀티 모달 IoT 장비와 승객이 소지한 휴대폰 또는 RFID 태그형 승차표 연동기술 - 승객 추적 해상도 * (정상 승객) 승객의 이동경로 정보를 역사(station) 및 환승노선 단위로 지속적으로 획득 * (부정승차 승객) 부정승객 특정 후 역사 내에서 멀티모달 IoT센서 장치 단위로 추적 - 멀티 모달 IoT 장비간 승객추적 정보 연동 기술 o 멀티모달 IoT센싱 기반 승객추적기술 기능 구현 및 검증
연구개발 추진방법	o 비콘서비스 또는 지자기센서, Wi-Fi, CCTV, UWB 레이더와 같은 IoT센서장치를 연동하여, 특정의 승객(부정 승차 승객, 교통 약자 등)의 위치를 실시간으로 추적하는 기술 개발 추진 - CCTV 영상을 통한 승객인식 및 CCTV 카메라간 연동을 통한 지속적 추적기술 o 스마트폰을 사용하는 승객의 경우, 스마트폰에 탑재되는 응용 앱을 통해 승객을 추적하는 기술개발 추진 o 스마트폰을 사용하지 않는 무임 승차자, RFID기반의 스마트 토큰을 사용하는 승객의 경우, 역사내에서 임의로 승객의 가상 ID를 부여하고, 역

	사내의 각 IoT센서들과의 협력을 통해 위치를 추적하는 기술개발 추진
연구개발 성과물	o 멀티모달 IoT센싱 시스템 요구사항 정의서 o 멀티모달 IoT센싱 기반 승객추적기술 기능규격서 o 멀티모달 IoT센싱 기반 승객추적 알고리즘 및 S/W
기타	o 최소 1개 이상의 교통 운영기관 참여 필수 (철도, 지하철, 버스회사)

4. 교통약자 보호기술 개발*(부가기술)

구분	내용
연구과제명	교통약자 보호기술 개발
연구개발 목표	멀티모달 IoT센서의 결합을 통한 교통약자 검출 및 대응 서비스 기술 개발
연구기간 및 예산	4년(1,781백만원)
연구개발 필요성	o 교통약자의 경우 혼잡한 역사 내에서 보행의 어려움, 게이트 통과의 어려움 등으로 철도 및 지하철의 이용률이 저조하므로, 이를 개선하는 기술개발이 필요 o 교통약자가 역사에 진입하는 순간부터 열차를 탑승할 때 까지 교통약자를 인식하고 보호해 주는 IoT 응용기술 개발이 필요 o 사전에 장애인으로 등록된 교통약자 외에 임산부, 노약자와 같이 사전 등록이 되지 않은 승객들을 무구속 방식으로 인식하는 기술 개발이 필요 o 교통약자 인식과 더불어 교통약자의 상황을 인식하여 대응할 수 있는 기술개발이 필요
연구개발 내용	o 멀티모달 IoT센싱 시스템 요구사항 작성 o 멀티모달 IoT센싱 기반 교통약자 검출 및 대응기술 기능규격서 작성 o 교통약자 검출 기술 개발 - (장애인 등록 승객) 교통약자가 소지하는 표식장치(스마트폰 앱, RF 태그장치 등)를 통한 교통약자 검출 기술 - (장애인 미 등록 승객) 임산부, 노약자 등 장애인 등록이 되어 있지 않은 교통약자를 검출 하는 기술 * 영상기반 장애인 및 유아 동반자의 특징점 도출을 통한 교통약자 인식 o 교통약자 대응 기술 개발 -(장애인 편의 제공) 인식한 교통약자에게 교통편의를 제공하기 위한 메시지를 생성하는 기술 * 교통편의: 교통정보(우회 경로, 지체 등) 제공 및 역사 직원 지원서비스 ※ 교통약자 만족도 일반인 대비 90% 향상 o 멀티모달 IoT센싱 기반 교통약자 검출 및 대응기술 기능 구현 및 검증
연구개발 추진방법	o 비콘서비스 또는 지자기센서, Wi-Fi, CCTV, UWB 레이더와 같은 IoT센서장치를 연동하여, 교통약자를 검출하고 추적하는 기술개발 추진 o 교통약자를 인식하기 위한 다양한 방법 추진

	- 교통약자의 휠체어, 지팡이 등에 탑재되는 IoT디바이스 개발 추진 - 교통약자의 휴대폰에 탑재되는 응용 앱 개발 o 장애인 미등록 승객을 위한 CCTV 영상분석기반의 교통약자 인식기술 개발 - 영상 딥러닝을 통한 교통약자 인식율 증대 기술 개발 추진 o 교통약자 보호를 위한 대응서비스 제공에 필요한 프로토콜 개발 추진
연구개발 성과물	o 교통약자 검출기술 규격서 o 교통약자 주변기기에 탑재되는 교통약자 인식 IoT디바이스 o 교통약자 검출기술 및 대응 알고리즘 및 S/W
기타	o 최소 1개 이상의 교통 운영기관 참여 필수 (철도, 지하철, 버스회사)

제3절 제3 세부과제 : 보안 및 표준화 기술개발

1. 결제 정보 표준화 기술 개발

구분	내용
연구과제명	결재정보 표준화 기술 개발
연구개발 목표	스마트 게이트프리를 위한 결재정보 표준화 기술 개발
연구기간 및 예산	4년(3,085백만원)
연구개발 필요성	o 스마트 게이트프리 기술을 도입하기 위해서는 스마트폰의 응용앱과 멀티모달 IoT센싱 시스템 및 운임정산 시스템간의 표준이 제정되어야 함. o 결재정보 표준화기술은 기존의 “비접촉식 전자화폐 판독기용 지불 SAM 규격(TTAS.KO-12.0022/R1)” 과의 호환성을 유지하면서 개발이 되어야 함.
연구개발 내용	o 비접촉식 스마트게이트 프리용 결재정보 표준 규격서 작성 o 비접촉식 스마트게이트 프리용 결재정보 표준 범위 - 멀티모달 IoT센싱 시스템 표준 - 운임통합관리 시스템 표준 o 결재정보 프로토콜 구현 및 검증, 연동시험 - 기존 결재시스템과의 호환성 검증 o 결재정보 표준화 추진 - 국내 TTA 표준화 활동: 표준기고서 작성 및 표준안 개발 - 국제 ITU-T 표준화 활동: ITU-T SG20 표준 기고서 작성 및 표준안 개발
연구개발 추진방법	o 멀티모달 IoT센싱 시스템과 통합결재 시스템간의 표준 프로토콜 개발 및 검증 - 스마트게이트프리의 도입전략에 기반하여, 기존의 표준규격과 공존할 수 있는 프로토콜 개발 - 기존의 결재시스템과 연동시험 추진 o 국내 표준화 활동 추진 - TTA 기술위원회와의 협력을 통한 기존 결재정보관련 표준화 개정작업 추진 * SAM(Secure Application Module)규격(TTAS.KO-1.0022/R1: 비접촉식 전자화폐 판독기용 지불SAM 규격) 갱신 - 스마트게이트 프리 신규 규격 제정을 위한 PG(Project Group) 생성

	추진 * 교통사업자 및 스마트게이트프리기술 관련 전문 인력을 통한 PG 구성
연구개발 성과물	o 멀티모달 IoT센싱 시스템 요구사항 정의서 o 스마트게이트 표준 결재 규격서 o 표준 프로토콜 구현 S/W o 표준프로토콜 시험 및 성적서
기타	o 최소 1개 이상의 교통 운영기관 참여 필수 (철도, 지하철, 버스회사)

2. 승객정보 보호기술 개발

구분	내용
연구과제명	승객정보 보호기술 개발
연구개발 목표	스마트 게이트프리를 위한 승객정보 보호기술 개발
연구기간 및 예산	4년(2,314백만원)
연구개발 필요성	o 스마트 게이트프리 기술을 도입시 스마트폰 앱 보안 외에 멀티모달 IoT장비와 운임통합정산 시스템간에 운임관련 정보에 대한 보안기술이 적용되어야 함 o 스마트 게이트프리 기술을 도입시 승객의 위치를 포함하는 개인정보가 제3자로부터 보호되어야 함 o 부정승차 및 교통약자에 대한 교통편의성 제공을 위해 사용되는 CCTV 영상을 저장하는 경우, 개인정보보호를 위해 재생하지 못하도록 변환하여 저장하는 기술 개발이 필요
연구개발 내용	o 승객 운임정보 보안기술 개발 - 역사에 설치되는 멀티모달 IoT 장비와 원격에 위치하는 통합운임정산 시스템간에 교환되는 운임관련 정보에 대한 암호화 기술 * (예) PUF기반 요금정산 단말 적용 - 허가 받지 않은 자로부터의 승객 운임정보의 열람, 운임정보의 수정 등의 권한을 제한하는 승객정보 접근제한 기술 개발 * (예) 지문 인식, 홍채 인식, 얼굴 인식 등 다양한 생체 인식 기반의 인증 시스템 기술인 FIDO(Fast IDentity Online)기술의 적용을 통한 운임정보 보안 *(예) 지식기반인증. 특징기반 인증, 소지기반 인증 *(예) 단말접속정보에 대한 로그를 수집·분석을 통해 의심스러운 거래를 차단하는 이상금융거래를 탐지하는 FDS(Fraud Detection System)기술 적용 가능 o 승객 개인정보 보안기술 개발 - 멀티모달 IoT 장비에서 승객위치 인식 및 운임정보 획득시 개인의 사생활정보를 안전하게 보호하는 기술 * 스마트폰을 통한 개인의 사생활 정보, 승객의 CCTV영상 등을 운임정산 목적 외에 사용하지 않고, 일정기간 후에 폐기하거나 비가역적인 방식으로 처리하여 저장 - 승객정보(영상 및 요금정보, 교통약자 정보 등) 암호화 기술 개발 - 개인 영상정보 변환 저장기술 o 승객정보 암호화기술 규격서 개발

	- 승객정보 암호화 기술규격서 o 승객정보 보호기술 구현 및 검증 o TTA 표준화 활동
연구개발 추진방법	o 교통사업자의 현장(역사)내, 현장과 원격의 통합운임정산 시스템간에 유통되는 운임정보를 제3자로부터 보호하는 암호화기술 개발 - 승객정보 보호를 위해서 승객정보 암호화 기술 및 승객정보 접근 제약기술 개발 추진 * FIDO 및 FDS 기술 외에 운임단말의 보안을 위한 PUF(physical unclonable function)기술 개발 o CCTV영상으로부터 개인의 안면정보 및 승객위치정보 보호기술 개발 추진 - 영상 복원이 불가능도록 비가역적으로 암호화 처리 보관하는 기술 개발 추진 o 개인정보의 경우 일정기간 경과 후 자동폐기 되도록 추진 o 국내 표준화 활동 추진
연구개발 성과물	o 승객정보 보호기술 요구사항 정의서 o 승객정보 보호기술기술 기능 규격서 o 승객정보 보호 장치(H/W) o 승객정보 보호 알고리즘(S/W)
기타	o 최소 1개 이상의 교통 운영기관 참여 필수 (철도, 지하철, 버스회사)

제4절 제4 세부과제 : 부정승차 방지기술 개발

1. 부정승차 방지기술 개발

구분	내용
연구과제명	부정승차 방지기술 개발
연구개발 목표	멀티모달 IoT센싱장치 기반의 부정승차 방지기술 개발
연구기간 및 예산	4년(2,720백만원)
연구개발 필요성	o 열차 부정승차로 인해 많은 국고가 소진되고 있어, 부정승차를 방지하는 기술개발이 이루어져야 함. o 스마트게이트프리 기술을 현장에 적용하기 위해서는 무임 및 부정승객을 역사 현장에서 검출할 수 있는 기술 개발이 선행되어야 함 - 부정승차 방지를 위해서는 멀티모달 IoT센싱장치를 통해 승차표의 소지 유무, 정당한 승차권을 보유했는지의 여부를 실시간으로 파악할 수 있는 기술이 개발이 필요
연구개발 내용	o 부정승차 유형 분석 - 부정승객의 행위 분석기반 유형 분석 및 대응방안 수립 o 승객 운임정보 인증기술 개발 - 선불카드 형식의 스마트폰 앱 사용자의 운임 잔액 검색 및 잔액 통보기술 - 스마트 토큰의 운임 잔액 검색 및 잔액 표출 기술 o 무임승차 승객 검색기술 개발 - 멀티모달 IoT센서 기반의 무임승차 승객 검색 및 추적 기술 * 승차표(스마트 앱, 교통카드 등)를 소지하지 않거나, 해당 승차표의 동작을 허용하지 않고 무단으로 교통수단을 이용하는 것을 검출하는 기술 * 역사의 집계장치(게이트 또는 게이트프리 시스템의 운임정산 단말)를 통과하는 승객에게서 운임관련 정보가 검출되지 않는 경우, 부정승차로 간주하여 경보신호 발령과 해당 승객의 이동궤적을 추적 o 부정승차 승객 검색기술 개발 - 멀티모달 IoT센서기반 부정승차 승객 검출 기술 * 부정승차 유형별(use case 참조) 검색기술 * 정당하지 않은 승차표를 사용하는 것을 검출하는 기술 *(예) 얼굴인식, 신체특징 등을 활용하여 성인이 아동 승차표를 사용하는 경우를 검출 o 무임 및 부정 승객 대응기술

	- 무임 및 부정승객 검출정보 자율 생성 및 전달 체계 * 무임 및 부정승객 검출시 관련 IoT객체에 경보발령 및 관련정보 전송 - 무임 및 부정승객 정보저장 * 무단승차로 간주되는 경우, 승객의 개인정보(CCTV영상)를 비가역적인 방식으로 처리하여 저장 o 부정 및 무임승차 검색 기술 구현 및 검증
연구개발 추진방법	o 멀티모달 IoT센싱 시스템의 IoT네트워킹을 통한 부정승차, 무임승차 승객 실시간 검색 기술 개발 o 멀티모달 IoT센싱 시스템의 메시지 방송기반 무임승차 승객 검색 및 추적기술 개발 o 부정승차 유형별 검색을 위한 다양한 알고리즘 개발 - 스마트 토큰의 부정사용 검출을 위한 승객 연령추정기술 - 부정승차 승객정보를 인근역으로 전송하는 기술
연구개발 성과물	o 무임승차 및 부정승차 방지기술 요구사항 정의서 o 무임승차 및 부정승차 방지기술 기능규격서 o 무임승차 및 부정승차 방지기술 구현 S/W
기타	o 최소 1개 이상의 교통 운영기관 참여 필수 (철도, 지하철, 버스회사)

제5절 제5 세부과제 : 실시간 Trusted 연락운임체계 기술 개발

1. 실시간 운임정산기술 개발

구분	내용
연구과제명	실시간 운임정산기술 개발
연구개발 목표	승객위치 인식기반 실시간 운임정산기술 개발
연구기간 및 예산	4년(981백만원)
연구개발 필요성	o 교통 혼잡해소 및 역사의 승객처리 능력 확대를 위해서는 철도, 지하철, 버스 등의 환승체계를 포함하여, 승객의 공공교통 이용 후 실시간으로 운임을 정산하는 기술개발이 필요 o 요금 정산 게이트가 없는 스마트게이트프리 환경하에서는 교통승객과 일반인이 혼재될 가능성이 있으며, 이를 대비하여 승객위치인식 기술과 연계하여 탑승여부를 검출하여 요금을 정산하는 기술개발이 필요 - 멀티모달 IoT센싱장치를 통한 승객의 위치정보를 기반으로 실시간으로 운임을 정산함으로써,요금분쟁을 사전에 차단하는 것이 가능함.
연구개발 내용	o 비접촉식 운임정산기술 개발 - NFC(Near Fileld Communication)의 통달거리(20 cm) 보다 원거리에서 비접촉식으로 승객의 운임을 정산하는 기술 * 스마폰 응용앱 또는 RFID 태그형 승차표를 활용하여 비접촉식으로 승객의 운임을 정산 - 역사내의 승객의 보행에 지장을 주는 장치 설치 없이 승객의 운임을 정산하는 기술 - 승객의 행동인식 기반 승하차 및 환승 정보 추출 기술 o 승객의 위치 및 상황 인식기반 실시간 운임정산기술 개발 - 승객의 최종 탑승정보를 기반으로 주어진 시간 이내에 운임을 정산하는 기술 - 승객의 상황인식 기반 정산운임 갱신 기술 o 승객의 보행속도에 제약을 주지 않고 운임정보를 처리하고 표출하는 기술 * (예) 승객의 승하차 정체시간을 제로화하기 위해 운임정산 결과를 기존의 방식(게이트에 설치된 디스플레이장치에 현시)과 달리 개인의 스마트폰에 현시시키는 방식을 적용 o 실시간 운임정산 기술 구현 및 검증
연구개발 추진방법	o 멀티모달 IoT센싱 시스템을 통한 승객의 위치정보 획득을 통해 실시간

	으로 승객의 운임을 정산하는 기술개발 * 승객위치 정보와 운행 교통수단(열차, 버스) 위치정보와의 실시간 비교를 통한 승차여부 확인기술 개발 * (예) 교통수단 위치정보와 승객위치정보가 일치하는 시간(최소시간: 역간 차량 운행시간)을 기준으로 탑승여부를 확인 * (예) 교통수단 위치정보와 승객위치정보가 일치 후에 불일치하는 경향을 기준으로 하차여부를 확인 o 연계 교통을 이용하는 승객의 최종목적지 인식기반 운임정산 기술 개발 o 역사내에서 배회하는 승객의 위치정보 이력 추적 및 행동인식에 기반하는 운임정산 기술 개발
연구개발 성과물	o 실시간 운임정산기술 요구사항 정의서 o 실시간 운임정산기술 기능규격서 o 실시간 운임정산 시스템 및 구현 S/W
기타	o 최소 3개 이상의 교통 운영기관 참여 필수 (철도, 지하철, 버스회사)

2. 연락운임 분쟁해소 기술 개발

구분	내용
연구과제명	연락운임 분쟁 해소기술 개발
연구개발 목표	분산 원장기반 운임 실시간 정산기술 개발
연구기간 및 예산	4년(970백만원)
연구개발 필요성	o 현행의 연락운임정산 체계에서 교통 회사간의 운임정산에 대한 분쟁으로 법적인 소송(1,000억원)이 야기되고 있어, 이를 해결할 수 있는 기술개발이 필요 - 현행 환승운임 체계에서는 모든 역사내에 환승게이트가 설치되어 있지 않아, 승객들의 정확한 탑승 노선을 특정할 수 없아 교통회사간에 합의한 정책기반으로 운임 정산을 하고 있어 법적인 문제 발생 상존 o 스마트게이트프리 시스템을 도입하고 교통회사들의 운임정산시스템에 분산원장기반의 운임정산 기술을 도입하는 경우 연락운임 정산 분쟁 해결이 가능함
연구개발 내용	o 위치기반 연락운임 실시간 정산기술 - 환승 게이트(경로)를 통과하는 승객의 위치추적 정보를 활용하여 승객의 환승정보를 획득하는 기술 - 환승하는 승객의 연락운임을 승객의 최종 탑승정보를 기반으로 주어진 시간 이내에 정산하는 기술 * (예) 기존기술(버스의 경우 승객 운임정보를 버스 종착지에서 수집한 후 새벽에 카드회사로 전송)을 개선하여, 연락운임을 정해진 시각(예: 최종 탑승 완료 후 1분 이내)에 처리 o 블록체인과 같은 분산원장기술을 적용한 운임정산 기술 개발 - 연계 교통회사에 각각 분산 저장된 정산운임 정보를 블록체인 기반으로 처리하여 저장하는 기술 - Private block-chain기반 연락운임 정산 플랫폼 개발 * 확장성 지원(Scalability) 블록체인 * 정산시스템에 적합한 합의 알고리즘 o 블록체인기반 연락운임 정산 플랫폼 기능 구현 및 검증 o 블록체인기반 연락운임 시스템 구축 및 연동시험
연구개발 추진방법	o 실시간 운임정산기술과 교통환승정보 획득기술의 결합을 통한 연락운임 실시간 정산기술 개발 o 연락운임 정산이력을 분산원장기반으로 거래하는 시스템 구현을 위해, 교통요금 정산에만 필요한 Private block-chain 플랫폼 개발 추진

	o 지속적으로 증대되는 블록의 크기를 고려해서 확장성과 고속의 합의가 가능한 블록체인 기술 개발 추진 o 기존의 상용 블록체인 플랫폼을 활용하여 운임정산시스템 구축 추진
연구개발 성과물	o 분산원장기반 연락운임실시간 정산기술 요구사항 정의서 o 분산원장기반 연락운임 실시간 정산기술 기능규격서 o 실시간 연락운임 정산기술(S/W) o Private block-chain기반 연락운임 정산 플랫폼
기타	o 최소 1개 이상의 교통 운영기관 참여 필수 (철도, 지하철, 버스회사)

3. 모바일 이용정보 조회 및 결제플랫폼 기술 개발

구분	내용
연구과제명	이용정보 조회 및 결제 플랫폼 기술 개발
연구개발 목표	스마트게이트프리 기술에 적용 가능한 모바일 이용정보 조회기술 및 결제플랫폼 기술 개발
연구기간 및 예산	4년(1027백만원)
연구개발 필요성	o 스마트게이트 프리 환경에서는 스마트폰의 활용을 근간으로 하기 때문에 기존의 “비접촉식 전자화폐를 위한 지불 SAM과 충전 SAM”을 탈피하여 스마트폰으로 교통 이용정보를 실시간으로 조회할 수 있고 결제하는 기술개발이 필요 o 스마트게이트 프리구역을 통과하는 승객이 실시간으로 환승운임 및 정상 정산운임을 조회할 수 있도록 하는 기술 개발이 필요
연구개발 내용	o 스마트폰 응용앱 기반 이용정보 조회 및 결제 플랫폼 개발 - 교통운임 실시간 조회 기술 - 스마트폰과 교통회사 및 카드회사와의 정보 연동기술 - 선불 충전기반 승차금액 구매 결제 기술 o 스마트 토큰 기반 이용정보 조회 및 결제 플랫폼 개발 - 스마트폰 응용맵을 통한 스마트 토큰 이용정보 조회기술 - 스마트폰 응용맵을 통한 스마트 토큰 구매결제 기술 - 스마트 토큰 구매 및 충전 장치 개발 o 이용정보 조회 및 결제 플랫폼 구축 및 연동시험
연구개발 추진방법	o 스마트게이트 프리 장치와 연동이 되며, 실시간으로 이용조회가 가능한 스마트폰 응용앱 개발을 추진 o 스마트 토큰 사용자를 위한 스마트폰 응용앱을 통해 스마트 토큰의 이용정보와 충전이 가능한 기술개발을 추진
연구개발 성과물	o 이용정보 조회 및 결제 플랫폼 요구사항 정의서 o 스마트폰 기반 이용정보 조회 및 결제 기능규격서 o 스마트폰 응용 앱 o 스마트 토큰 구매 및 충전 장치
기타	o 최소 1개 이상의 교통 운영기관 참여 필수 (철도, 지하철, 버스회사)

제6절 연구단계별 평가기준(안)

1. 공모평가기준

가. 연구목표의 적절성, 연구개발 필요성 및 타당성 : 배점 30점

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. 연구계획의 적장성 : 배점 50점

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	연구내용대비 예산 규모, 예싼 편성의 적정성	10	8	6	4	2
소계						

나. 연구기관의 적정성 : 배점 20점

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

2. 연구단계별 평가지표

세부과제명	세부기술	평가기준(안)			
		2019년도	2020년도	2021년도	2022년도
스마트게이트프리 체계기술	시스템 개발	• 기술문서 작성여부 - 사용자 및 시스템 요구사항 정의서 - 시스템 구조 설계서 • 연구개발 추진체계 적절성 • 개발시스템 도입 전략 수립여부 • 핵심요소기술 추진방안 적절성	• 멀티모달 IoT센싱 장치 구현 및 개별 동작여부 • 운임통합 관리시스템 구현 및 개별 동작여부 • 스마트게이트프리 시스템 테스트베드 구축 여부(실험)	• 스마트게이트프리 시스템 실험 모델 목표성능 - 최종 목표성능의 70% • 스마트게이트프리 시스템 테스트베드(실용) - 최종 목표성능의 85%	• 스마트게이트프리 시스템 테스트베드(시범) 구축 여부 • 최종 목표성능 - 99% 요금정산 정확도 - 통과인원수: 120명/분 - 부정승차 적발율 향상 : 85%이상 - 운임분쟁 발생: 1건 이하/년
	시스템 모델링	• 기술문서 작성여부 - 역사구조분석서 - 역사 승객 트래픽 양분석서 • 역사구조 분류 S/W 제작여부	• 역사표준 모델 생성여부 - 철도, 지하철 각각 표준 모델 개수: 10 이상 • 멀티모달 IoT센서 설치 시뮬레이터 제작여부	• 스마트게이트 프리 시스템 시험항목 및 절차서 작성여부 • 스마트게이트 프리 실험 시스템 시험결과서 작성여부	• 스마트게이트 프리 시스템 시범서비스 시나리오 개수: 소 10 이상 • 스마트게이트 프리 시범 시스템 통합 및 연동 시험결과서
승객상황 인식기술	승객위치 인식기술	• 기술문서 작성여부 - 승객위치 인식 센싱 기술 분석서 - 승객위치인	• 단일센서 기반 승객위치인식 기술 알고리즘(S/W) - 위치 정	• 멀티모달 IoT 센서 통합 장치(H/W, 실용모델) - 위치 정	• 멀티모달 IoT 센서 통합 장치(시범) - 위치 정확도 : 50cm 이

세부과제명	세부기술	평가기준(안)			
		2019년도	2020년도	2021년도	2022년도
		식기술 요구사항 정의서 - 승객위치인식기술 기능 규격서 - 승객 위치 인식 알고리즘 설명서 및 성능분석서 - 멀티모달 IoT 센서 구조설명서	확도 : 1.5m • 멀티모달 IoT 센서 통합 장치(H/W, 실험 모델) - 위치 정확도: 1m	확도 : 0.8m	하
	승객특정 기술	• 기술문서 작성여부 - 승객특정기술 요구사항 정의서 - 승객특정기술 기능 규격서 - 승객특정알고리즘 설명서 및 성능분석서	• 단일센서 기반 승객특정기술 알고리즘(S/W) - 승객특정 정확도: 80% • 멀티모달 IoT 센서 기반 승객특정기술 알고리즘 - 승객특정 정확도: 85%	• 멀티모달 IoT 센서 기반 승객특정기술 알고리즘 - 승객특정 정확도: 90%	• 멀티모달 IoT 센서 기반 승객특정기술 - 승객특정 정확도: 95%
	승객추적 기술	• 기술문서 작성여부 - 승객추적기술 요구사항 정의서 - 승객추적기술 기능 규격서 - 승객추적알고리즘 설명서 및 성능분석서	• 단일센서 기반 승객추적기술 알고리즘(S/W) - 승객추적 정밀도: 2.5m • 멀티모달 IoT 센서 기반 승객추적기술 알고리즘 - 승객추적	• 멀티모달 IoT 센서 기반 승객추적기술 알고리즘 - 승객추적 정밀도 : 1.5m	• 멀티모달 IoT 센서 기반 승객추적기술 - 승객추적 정밀도: 1m 이내

세부과제명	세부기술	평가기준(안)			
		2019년도	2020년도	2021년도	2022년도
			정밀도: 2m		
	교통약자 보호기술	• 기술문서 작성여부 - 교통약자 보호기술 요구사항 정의서 - 교통약자 보호기술 기능 규격서 - 교통약자 보호알고리즘 설명서 및 성능분석서	• 단일센서 기반 교통약자 보호 알고리즘(S/W) - 교통약자 인식율: 70% • 멀티모달 IoT 센서 기반 교통약자 보호 알고리즘 - 교통약자 인식율: 85%	• 멀티모달 IoT 센서 기반 교통약자 보호 알고리즘 - 교통약자 인식율: 90%	• 멀티모달 IoT 센서 기반 교통약자 보호기술 - 교통약자 인식율: 95%
보안 및 표준화 기술	결재정보 표준화 기술	• 기술문서 작성여부 - 결재정보 표준화 요구사항 정의서 - 결제정보 프로토콜 설명서 - 결제정보 규격서(초안)	• TTA 신규 PG 생성여부 • TTA 기고서 - 6건 이상	• TTA 기고서 - 6건 이상	• TTA 규격서 - 표준규격 3건 이상
	승객정보 보호기술	• 기술문서 작성여부 - 승객정보 보호기술 요구사항 정의서 - 승객정보 보호기술기술 기능 규격서 - 승객정보 보호기술알고리즘 설명서 및 성능분석서	• 승객정보 보호 장치(H/W, 실험모델) 제작여부 • 승객정보 보호 알고리즘 - 승객정보 보호율: 85%	• 승객정보 보호 알고리즘 - 승객정보 보호율: 95%	• 승객정보 보호 알고리즘 - 승객정보 보호율: 99%

세부과제명	세부기술	평가기준(안)			
		2019년도	2020년도	2021년도	2022년도
부정승차 방지기술	부정승차 방지기술	• 기술문서 작성여부 - 부정승차 방지기술 요구사항 정의서 - 부정승차 방지기술 기능 규격서 - 부정승차 방지 알고리즘 설명서 및 성능 분석서	• 멀티모달 IoT 센서 기반 부정승차 방지 알고리즘 - 무임승차 검출율 : 70% - 부정승차 검출율 : 70%	• 멀티모달 IoT 센서 기반 부정승차 방지알고리즘 - 무임승차 검출율: 80% - 부정승차 검출율: 80%	• 멀티모달 IoT 센서 기반 부정승차 방지기술 - 무임승차 검출율 : 85% 이상 - 부정승차 검출율 : 85%
실시간 Trusted 연락운임체계 기술	연락운임 분쟁 해소기술	• 기술문서 작성여부 - 연락운임분쟁 해소기술 요구사항 정의서 - 연락운임분쟁 해소기술 기능 규격서 - Private block-chain기반 연락운임 정산 플랫폼 설계서 및 성능분석서	• 블록체인 기반 연락운임 분쟁 해소 알고리즘 - 정산데이터 신뢰도: 80% • 블록체인 플랫폼 TPS - 요금정산 트랜젝션 수용도 : 80%	• 블록체인 기반 연락운임 분쟁 해소 알고리즘 - 정산데이터 신뢰도 : 95% • 블록체인 플랫폼 TPS - 요금정산 트랜젝션 수용도 : 95%	• 블록체인 기반 연락운임 분쟁 해소 기술 - 정산데이터 신뢰도: 99% • 블록체인 플랫폼 TPS - 요금정산 트랜젝션 수용도 : 99%
	실시간 운임정산 기술	• 기술문서 작성여부 - 실시간 운임정산기술 요구사항 정의서 - 실시간 운임정산기술 기능 규격서 - 실시간 운임정산 알고리즘 설명서 및 성	• 실시간 운임정산 알고리즘 - 실시간 운임정산 정확도 : 85%	• 실시간 운임정산 알고리즘 - 실시간 운임정산 정확도: 90%	• 운임통합관리 시스템 (시범) - 실시간 운임정산 정확도 : 99%

세부과제명	세부기술	평가기준(안)			
		2019년도	2020년도	2021년도	2022년도
		능분석서 - 운임통합관리 시스템 구조설명서			
	모바일 이용정보 조회 및 플랫폼	• 기술문서 작성여부 - 모바일 이용정보 조회 및 플랫폼기술 요구사항 정의서 - 모바일 이용정보 조회 및 플랫폼 기술 기능 규격서 - 모바일 이용정보 조회 알고리즘 규격서 및 성능분석서 - 모바일 운임결제장치 구조설명서	• 모바일 이용정보 조회 알고리즘 - 이용정보 조회 정확도 : 85% • 모바일 결제정보 플랫폼 - 승차구매 결재 정확도 정확도 : 85%	• 모바일 이용정보 조회 알고리즘 - 이용정보 조회 정확도: 90% • 모바일 결제정보 플랫폼 - 승차구매 결재 정확도 정확도: 90%	• 모바일 이용정보 조회 알고리즘 - 이용정보 조회 정확도 : 99% • 모바일 결제정보 플랫폼 - 승차구매 결재 정확도 정확도 : 99%

< 참고 문헌 >

1. Think with Google, “Mobile Apps In APAC: Source: TNS/Google, “Mobile App Usage Study,” 2015 and 2016,” http://reboundmobile.com/mobile-apps-in-apac-2016-report/, 2016.
2. 정보통신정책연구원, “ICT산업 중장기 전망(2017~2021) 및 대응전략,” 2017.2
3. https://www.semtech.com/lora/what-is-lora
4. 한국전자통신연구원, “ 5m 정밀도의 증강현실 서비스 지원 LBS 플랫폼 개발 기술,” 방송통신기술게발사업 보고서, 2014.03.
5. 전자신문, “ 유메인, 초광대역 근거리 레이더 모듈 국산화...가격 저렴해 대중화 가능,” 2017.01.16.
6. http://www.ibeacon.com/what-is-ibeacon-a-guide-to-beacons/
7. 전자통신동향분석, “ 지능형 로봇 공간을 위한 실내 측위기술,” 전자통신동향분석 제 22권 제 2호 2007년 4월, pp 48-57.
8. 한국디자인진흥원, “ 네덜란드, '스마트 신호등' 시험 운영,” 라이프스타일 2017.07.18.
9. 전자통신동향분석, “ 패스워드 없는 인증기술-FIDO,” 소프트웨어 기술동향 특집, 제29권 제4호 2014년 8월, pp 101-109.
10. https://fidoalliance.org/
11. 이데일리, “ 일본, 개찰구 없앤 ‘지하철판 하이패스’ 도입 모색,” 2017-11-20.
12. ITU-T, “ITU-T Y.IoT-BoT-fw Framework of blockchain of things as decentralized service platform,” ITU-T SG20/Q4.
13. IPAC 특허지원센터, “ `16년 핀테크 특허분석보고서 (특허기술전략연구회) ,” 특허분석보고서, 2017.2.21.
14. Kai Lu1 and Baoming Han, “Congestion Risk Evaluation and Precaution of Passenger Flow inMetro Stations, “ The Open Civil Engineering Journal, 2016,10, pp. 93-104.
15. Hanchuan Pan and Zhigang Liu, “ A Queuing Network Based Optimization Model for Calculating Capacity of Subway Station, “Discrete Dynamics in Nature and Society, Volume 2017, Article ID 4825802, 7 pages
16. 조성근, 정일봉, “ 서울지하철 2호선 열차지연 및 혼잡해소방안 연구, “서울도시연구 제16권 제1호 2015.3, pp. 123-136.
17. 손기민, “ 도시철도 혼잡도 개선방안, “ 2013년도 한국도시철도협회 추계세미나 주제발표.
18. Aaron Don M, .et al, “ Minizing passenger congestion in train stations through RFID coupled with database monitoring system “, ARPN Journal of

Engineering and Applied Sciences, VOL. 12, NO. 9, MAY 2017.
19. 안현근 외 , “ 도시철도 승 하차 시간 지연에 따른 문제점과 해결방안 모색 “, 2016 년도 한국철도학회 춘계학술대회 논문집, 500-509페이지.
20. 김승범 외 , “ AFC 기반 승·하차 게이트 탄력적 운영 방안 수립 “, Journal of Korean Society for Urban Railway, Vol.5, No.2, June 2017, pp.833-840.
21. 김명규, “ 지하철 역사 내 게이트 방식별 통과 소요시간 비교연구,” 학위논문(석사)- 서울産業大學校 住宅大學院 : 住宅環境工學科 2005. 8.
22. 전자공학회, “ PUF 기술을 활용한 보안 칩 기술 개발 과 그 응용 분야,” 전자공학회지 2016. 7, pp. 59-67.
23. D. Jeon, J. H. Baek, D. K. Kim, and B.-D. Choi, “TowardsZero Bit-Error-Rate Physical Unclonable Function: Mismatch-Based vs. Physical-Based Approaches in Standard CMOS Technology,” in Digital System Design (DSD), 2015 Euromicro Conference on, 2015, pp. 407-414.
24. 한국정보통신기술협회, “ TTAS.KO-12.0022/R1 : 비접촉식 전자화폐 판독기용 지불 SAM 규격,” 2003.
25. http://smart-transportation.org/
26. Xiao LIANG, Hao-yu QIN and Mei-quan XIE, “Simulation Study of Passenger Flow Characteristics in Subway Passage,” 2016 International Conference on Computational Modeling, Simulation and Applied Mathematics (CMSAM 2016).
27. 주재영, 이지환, 이장호, “도시철도 혼잡도 기준 개선방안 연구-온도, 습도를 고려한 체감혼잡도 모형개발을 중심으로-, “ 2015 년도 한국철도학회 추계학술대회 논문집
28. 신민, 허진호, 김희규, 문영삼, 김진호, “도시철도 역사 건축계획의 동선설계 영향요인 분석,” 2017 년도 한국철도학회 춘계학술대회 논문집
29. J. Guo, W. Huang, and B.M. Williams, "Adaptive Kalman filter approach for stochastic short-term traffic flow rate prediction and uncertainty quantification", Transp. Res., Part C Emerg. Technol., vol. 43, 2014, pp. 50-64.
30. 조성근·정일봉, “서울지하철 2호선 열차 지연 및 혼잡 해소방안 연구,” 서울도시연구 제16권 제1호 2015. 3, 논문 pp. 123~135.
31. 허수정, 송준열, 박용완, “지구 자기장 기반의 Fingerprint 실내 위치추정 방법 연구,” 한국통신학회논문지 '13-01 Vol.38C No.01, pp. 131-140.
32. 국토교통부, “ 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획(2018~2027)(안), “ 국가과학기술자문회의 운 영 위 원 회, 2018.4.25.
33. Wenbo Lan, Jianwu Dang, Yangping Wang and Song Wang, “Pedestrian Detection Based on YOLO Network Model,” Proceedings of 2018 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation August 5 - 8, Changchun, China, pp. 1547-1551.

34. Joseph Redmon, Ali Farhadi, “YOLO9000: Better, Faster, Stronger,“ 2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 6517-6525.

<부 록 #1>

1. 기술수요조사 목적 및 개요

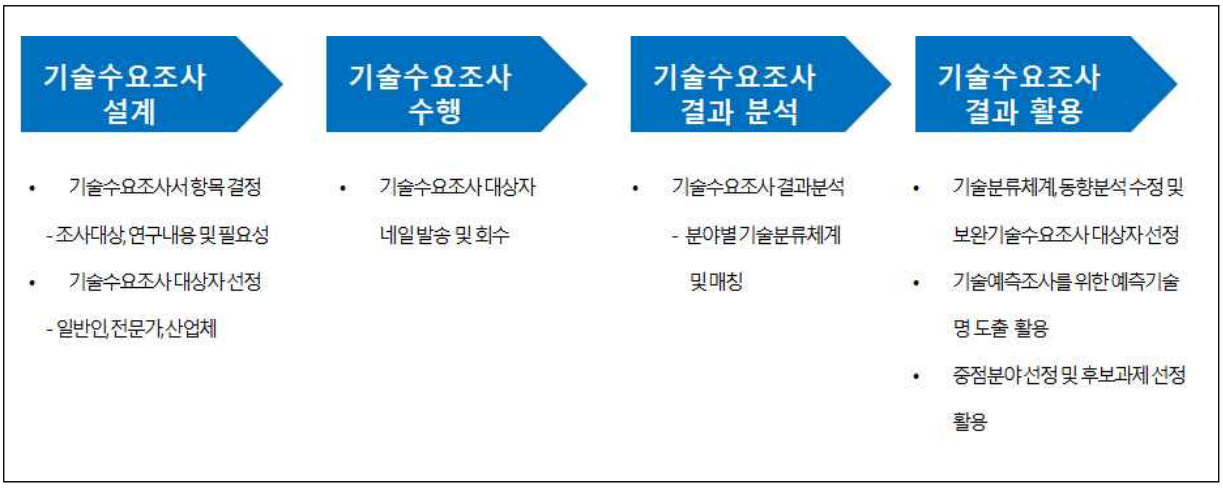
가. 기술수요조사 목적

- o 본 기획연구의 기술 수요조사 목적은 지하철 혼잡 및 교통약자 지하철 이동 편의성을 높일 것으로 예상되는 기술에 대한 세부기술과제 도출
- o IoT 스마트게이트프리 기술개발에 대한 일반인, 전문가 및 산업계에서의 필요성과 활용성, 요구사항, 기대효과 등 파악

나. 기술수요조사 개요

- o 조사 일시 : 2018년 4월 5일 ~ 2018년 4월 13일
- o 조사 대상 : 출퇴근시간 지하철 일반 이용객, 산업체, 전문가
- o 조사 방법 : 조사원에 의한 설문 조사 및 직접 면접조사
- o 조사 내용 : 일반인, 산업체, 전문가 대상 지하철 이용에 대한 애로 및 개선사항, IoT기반 스마트게이트프리 기술 도입에 대한 수요조사

2. 기술 수요조사 절차



3. 일반인 기술수요조사 개요

o 조사 일시 : 2018년 4월 5일 ~ 2018년 4월 13일 오전 07:00 ~ 11:00, 17:00~20:00

o 조사 장소 : 역삼역 등 서울, 경기지역 지하철 6개역

o 조사 대상 : 출퇴근 시간 지하철 이용객

o 조사 방법 : 조사원에 의한 설문 조사

o 조사 내용 : 기존 지하철 이용 관련 개선사항, 향후 IoT기반 스마트게이트프리 기술 도입에 대한 수요조사

o 설문지 회수 : 총 176부 중 151부(회수율 85.79%)

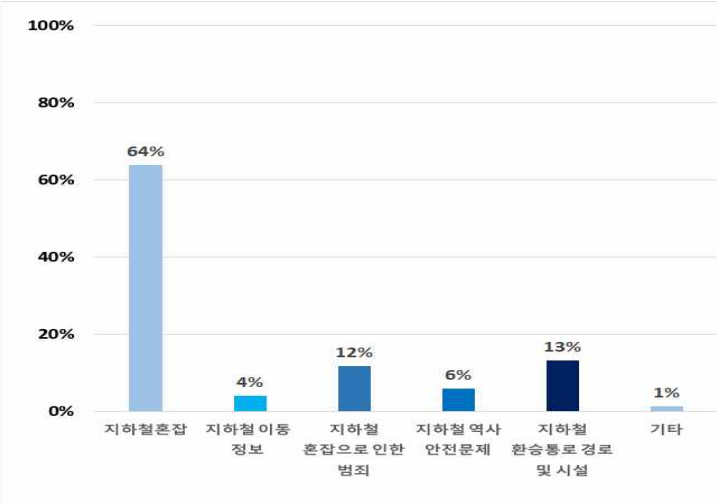
4. 일반인 기술수요조사 결과

1) 기존 지하철 출퇴근 시간 이용 관련 개선사항

o 출퇴근 시간 지하철 역사 이용시 가장 불편한 점

- 출퇴근 시간 지하철 역사 이용시 가장 불편한 점으로는 지하철 혼잡(64%)과 지하철 환승통로 경로 및 시설이 13%로 나타남
- 지하철 역사 이용 불편점의 1위와 2위의 큰 비율 차이(1위: 64%, 2위 13%)로 나타남으로 1위인 지하철 혼잡에 대한 이용객 불편이 큰 것으로 나타남
- 대부분의 지하철 일반 이용객이 지하철 혼잡에 대해 불편함을 느끼고 있는 것으로 조사됨

구 분		응답	
		빈도	비율
출퇴근 시간 지하철 역사 이용시 가장 불편한 점	지하철 혼잡	141	64%
	지하철 이동 정보	9	4%
	지하철 혼잡으로 인한 범죄(도난, 성범죄 등)	26	12%
	지하철 역사 안전문제	13	6%
	지하철 환승통로 경로 및 시설	29	13%
	기타	3	1%
합 계		221	100%

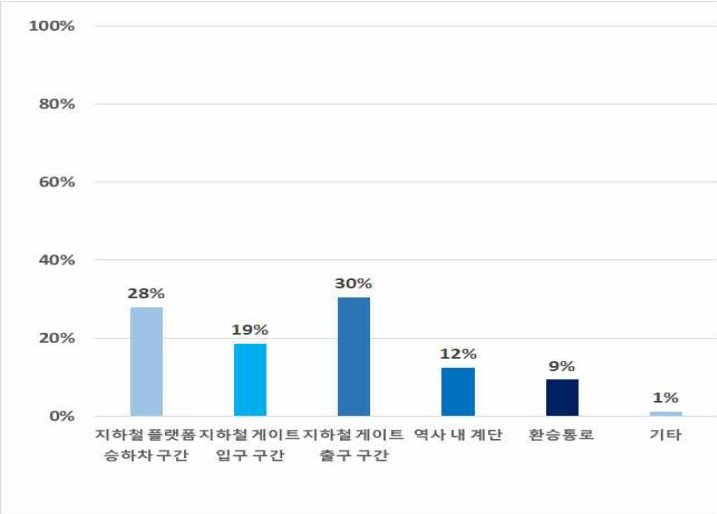


<출퇴근 시간 지하철 역사 이용시 가장 불편한 점>

o 출퇴근시 지하철 혼잡을 겪었다면 어느 구간에서 불편함을 겪은 곳

- 출토근시 시하철 혼잡을 겪은 구간에 대해서는 지하철 게이트 출구구간(30%)과 지하철 플랫폼 승하차구간(28%)으로 답변하였음
- 지하철 게이트 출구 구간에서 대부분의 이용객이 불편함을 겪는 것으로 분석됨

구 분		응답	
		빈도	비율
출퇴근시 지하철 혼잡을 겪었다면 어느 구간에서 불편함을 겪은 곳	지하철 플랫폼 승하차 구간	45	28%
	지하철 게이트 입구 구간	30	19%
	지하철 게이트 출구 구간	49	30%
	역사 내 계단	20	12%
	환승통로	15	9%
	기타	2	1%
합 계		161	100%

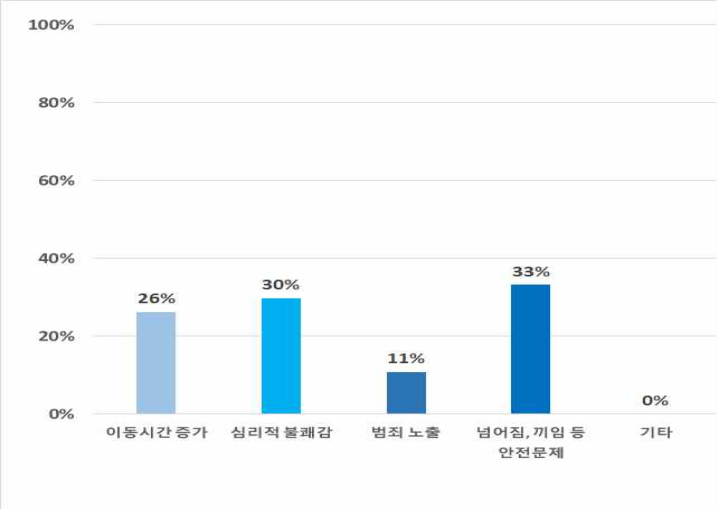


<출퇴근시 지하철 혼잡을 겪었다면 어느 구간에서 불편함을 겪은 곳>

o 지하철 혼잡시 가장 불편한 점

- 지하철 혼잡시 가장 불편한 점으로는 넘어짐, 끼임 등 안전문제(33%)와 많은 이용객에 의한 심리적 불쾌감(30%)으로 답변하였음
- 대부분의 이용객이 많은 이용객으로 인한 넘어짐, 끼임 등 안전 문제에 대해 불편함을 겪는 것으로 나타남

구 분		응답	
		빈도	비율
지하철 혼잡시 가장 불편한 점	이동시간 증가	68	26%
	많은 이용객으로 인한 심리적 불쾌감	77	30%
	도난 및 성범죄 등 범죄 노출	28	11%
	많은 승객으로 인한 넘어짐, 끼임 등 안전문제	86	33%
	기타	0	0%
합 계		259	100%

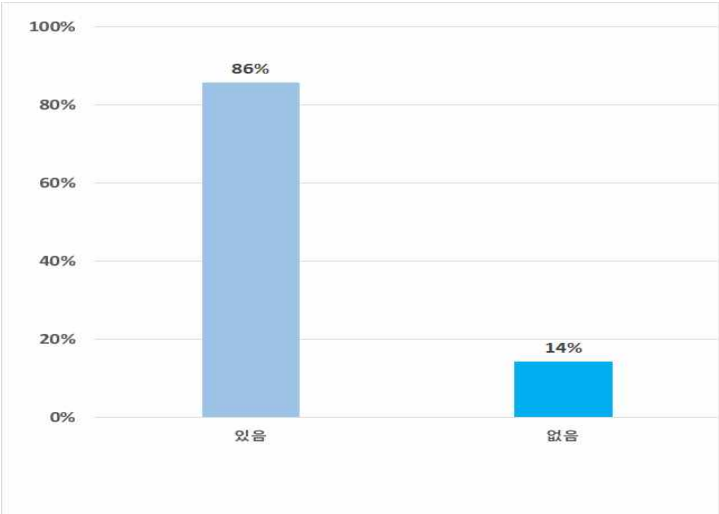


<지하철 혼잡시 가장 불편한 점>

o 지하철 이용시 많은 이용객들로 인한 사고 발생 우려 경험

- 지하철 이용객 중 86%가 많은 이용객으로 인해 사고 발생을 우려한 경험이 있다고 답변함
- 대부분의 지하철 이용객이 많은 이용객들로 인한 사고 발생을 우려하는 것으로 분석됨

구 분		응답	
		빈도	비율
지하철 이용시 많은 이용객들로 인한 사고 발생 우려 경험	있음	138	86%
	없음	23	14%
합 계		161	100%

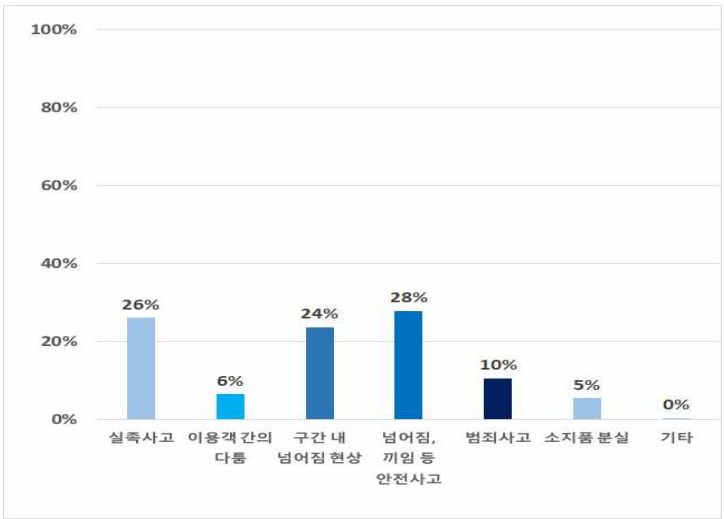


<지하철 이용시 많은 이용객들로 인한 사고 발생 우려 경험>

o 많은 이용객으로 인해 우려되는 사고

- 많은 이용객으로 인해 우려되는 사고로는 넘어짐, 끼임 등 안전사고(28%)와 많은 이용객에 의해 발을 헛디딜 수 있는 실족사고(26%)로 답변함
- 지하철 이용시, 이용객이 많은 이용객으로 인해 전도 및 실족사고에 대한 우려가 높았음

구 분		응답	
		빈도	비율
많은 이용객으로 인해 우려되는 사고	실족사고	77	26%
	이용객 간의 다툼	19	6%
	구간 내 넘어짐 현상	70	24%
	넘어짐, 끼임 등 안전사고	82	28%
	소매치기, 성범죄 등 범죄사고	31	10%
	소지품 분실	16	5%
	기타	1	0%
합 계		296	100%



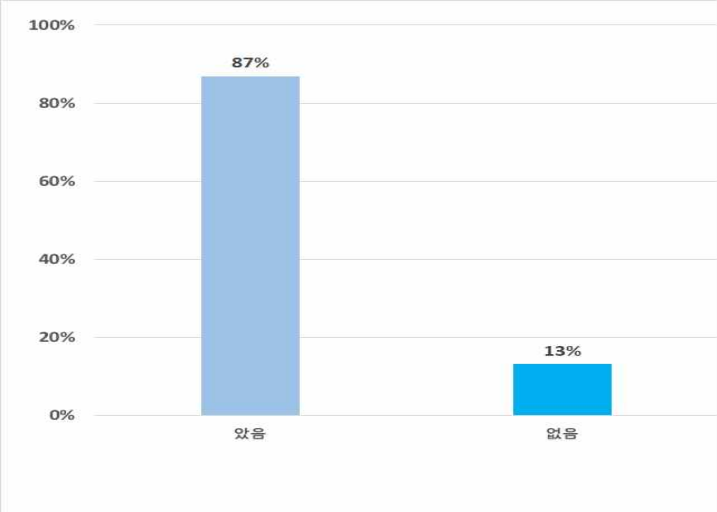
<많은 이용객으로 인해 우려되는 사고>

o 출퇴근 시간 게이트 구간 보행정체 경험

- 지하철 이용객의 87%가 출퇴근시간 게이트 보행정체를 경험한 적이 있다고 응답함

- 대부분의 지하철 이용객이 보행정체 현상을 겪고 있는 것으로 분석됨

구 분		응답	
		빈도	비율
출퇴근 시간 게이트 구간 보행정체 경험	있음	140	87%
	없음	21	13%
합 계		161	100%

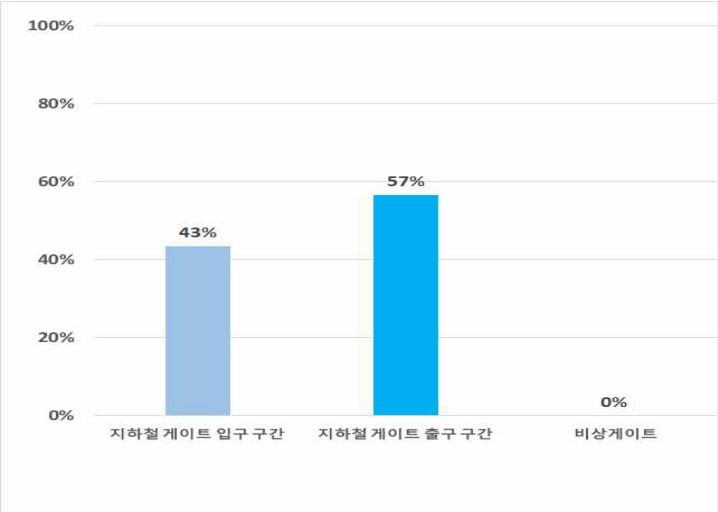


<출퇴근 시간 게이트 구간 보행정체 경험>

o 지하철 게이트 혼잡 구간

- 지하철 게이트 구간의 출구구간(57%), 입구구간(43%)에서 혼잡도를 겪고 있다고 응답함
- 지하철 이용객이 게이트 출구구간에서 혼잡을 겪는 것으로 분석됨

구 분		응답	
		빈도	비율
지하철 게이트 혼잡 구간	지하철 게이트 입구 구간	69	43%
	지하철 게이트 출구 구간	90	57%
	장애인, 노약자 등 교통약자를 위한 비상게이트[1] 구간	0	0%
합 계		159	100%

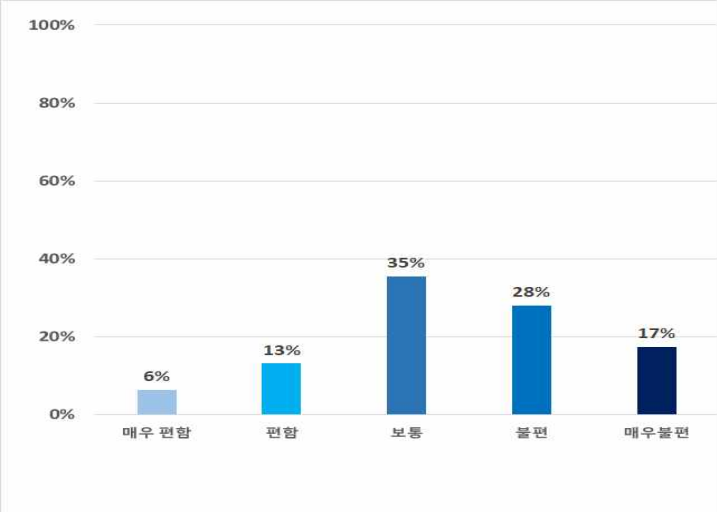


<지하철 게이트 혼잡 구간>

o 교통카드를 게이트에 접촉하여 교통요금을 지불하고, 게이트 바(bar)를 밀어 통과하는 과정에 대해 만족도

- 지하철 이용객이 교통요금 지불을 위해 교통카드를 접촉하고, 게이트 바(bar)를 밀어 통과하는 과정에 대해 보통(35%), 불편(28%), 매우 불편(17%) 순으로 나타남
- 대부분의 이용객이 교통카드 접촉과 게이트 바(bar)를 통해 통과하는 과정에 대해 불편함을 느끼고 있는 것으로 나타남

구 분		응답	
		빈도	비율
교통카드를 게이트에 접촉하여 교통요금을 지불하고, 게이트 바(bar)를 밀어 통과하는 과정에 대해 만족도	매우 편함	10	6%
	편함	21	13%
	보통	57	35%
	불편	45	28%
	매우 불편	28	17%
합 계		161	100%

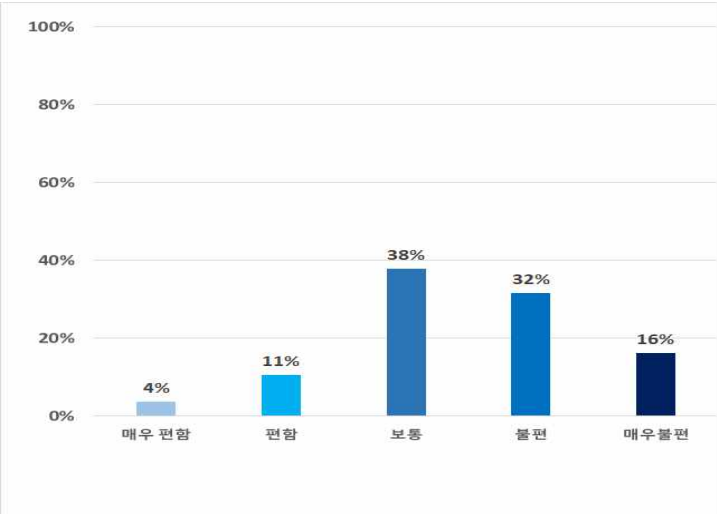


<교통카드를 게이트에 접촉하여 교통요금을 지불하고,
게이트 바(bar)를 밀어 통과하는 과정에 대해 만족도>

o 교통요금 처리를 위해 미리 교통카드를 준비해야하는 과정에 대한 만족도

- 교통요금을 처리하기 위해 미리 교통카드를 준비해야하는 과정에 대한 만족도로는 보통(37%), 불편(32%), 매우 불편(16%) 순으로 나타남
- 교통 요금 처리를 위해 교통카드를 미리 준비하는 과정에 대해 대부분의 이용객이 불편함을 느끼고 있는 것으로 분석됨

구 분		응답	
		빈도	비율
교통요금 처리를 위해 미리 교통카드를 준비해야하는 과정에 대한 만족도	매우 편함	6	4%
	편함	17	11%
	보통	61	38%
	불편	51	32%
	매우 불편	26	16%
합 계		161	100%



<교통요금을 처리하기 미리 교통카드를 준비해야하는 과정에 대한 만족도>

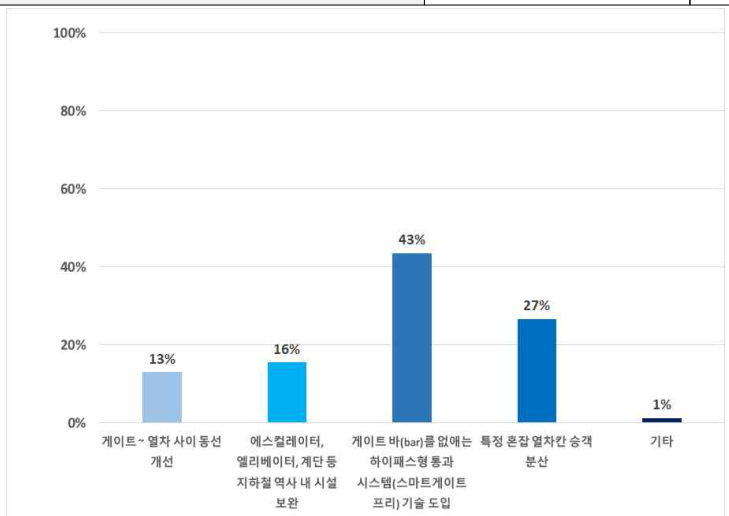
2) 향후 'IoT기반 스마트게이트프리 기술' 도입에 대한 편의

o 출퇴근시간 지하철 혼잡을 해소하기 위해 가장 필요한 방법

- '출퇴근시간 지하철 혼잡 해소를 위해 가장 필요한 방법'에 대해 43%가 게이트 바(bar)를 없애는 하이패스형 통과 시스템(스마트게이트 프리) 기술 도입이라고 응답함

- 지하철 혼잡 해소를 위해 게이트 바(bar)를 없애는 하이패스형 통과 시스템(스마트게이트 프리) 기술 도입에 대한 수요가 높은 것으로 분석됨

구 분		응답	
		빈도	비율
출퇴근시간 지하철 혼잡을 해소하기 위해 가장 필요한 방법	게이트 ~ 열차 사이 동선 개선	21	13%
	에스컬레이터, 엘리베이터, 계단 등 지하철 역사 내 시설 보완	25	16%
	게이트 바(bar)를 없애는 하이패스형 통과 시스템(스마트게이트 프리) 기술 도입	70	43%
	특정 혼잡 열차칸 승객 분산	43	27%
	기타	2	1%
합 계		161	100%

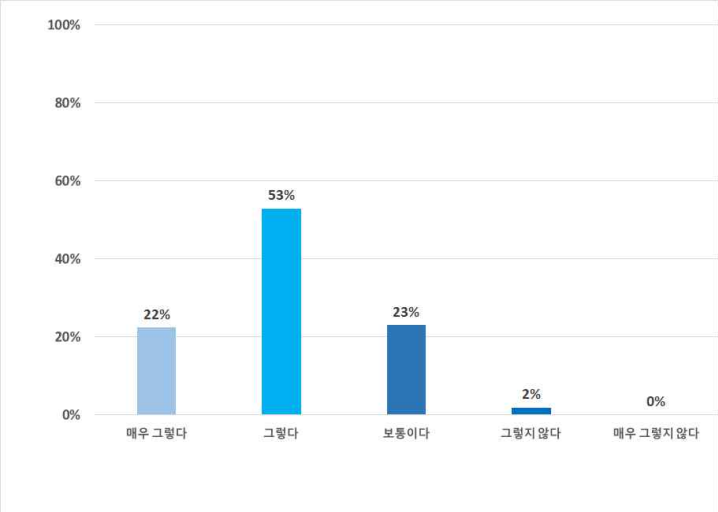


<출퇴근시간 지하철 혼잡을 해소하기 위해 가장 필요한 방법>

o 스마트게이트프리 구축을 통한 게이트 통과 원활도 예상

- 스마트게이트 구축을 통한 게이트 통과 원활도 예상에 대한 응답으로는 그렇다(53%), 보통이다(23%), 매우 그렇다(22%) 순으로 응답함
- 대부분의 이용객이 스마트게이트프리 구축을 통해 게이트 통과가 원활도가 높아질 것으로 예상함

구 분		응답	
		빈도	비율
스마트게이트프리 구축을 통한 게이트 통과 원활도 예상	매우 그렇다	36	22%
	그렇다	85	53%
	보통이다	37	23%
	그렇지 않다	3	2%
	매우 그렇지 않다	0	0%
합 계		161	100%

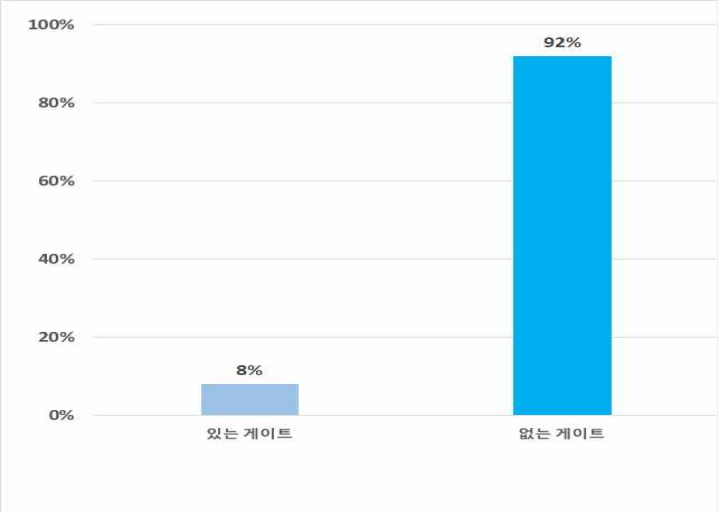


<스마트게이트프리 구축을 통한 게이트 통과 원활도 예상>

o 게이트 바(bar) 유무에 따른 수요도

- 게이트 바(bar) 유무에 따른 수요로는 게이트 바(bar)가 없는 게이트에 대한 수요가 92%로 나타남
- 대부분의 이용객이 게이트 바(bar)가 없는 게이트를 선호하는 것으로 분석됨

구 분		응답	
		빈도	비율
게이트 바(bar) 유무에 따른 수요도	있는 게이트	13	8%
	없는 게이트	148	92%
합 계		161	100%

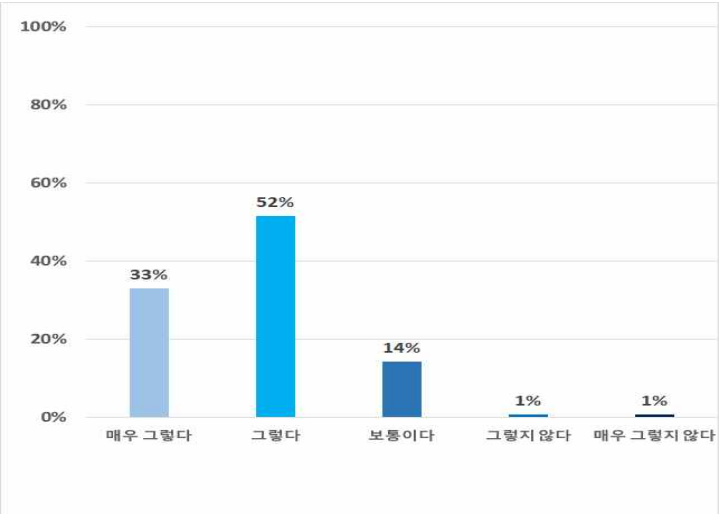


<게이트 바(bar) 유무에 따른 수요도>

o IoT 기반 스마트게이트프리 기술 도입에 따른 교통약자 이용 편의 개선여부

- IoT 기반 스마트게이트프리 기술 도입에 따른 교통약자 이용 편의 개선에 대해 그렇다(52%), 매우 그러다(33%), 보통이다(14%) 순으로 나타남
- 대부분의 이용객이 IoT 기반 스마트게이트프리 기술 도입을 통해 교통약자 이용 편의가 개선될 것으로 예상함

구 분		응답	
		빈도	비율
IoT 기반 스마트게이트프리 기술 도입에 따른 교통약자 이용 편의 개선여부	매우 그렇다	53	33%
	그렇다	83	52%
	보통이다	23	14%
	그렇지 않다	1	1%
	매우 그렇지 않다	1	1%
합 계		161	100%



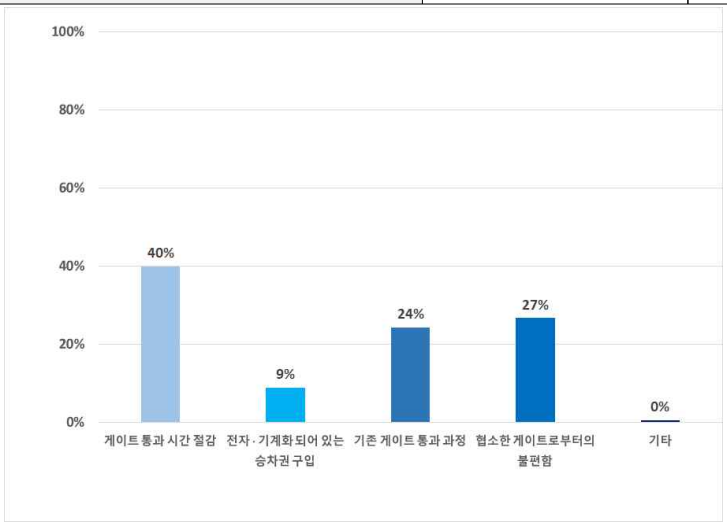
<IoT 기반 스마트게이트프리 기술 도입에 따른 교통약자 이용 편의 개선여부>

o 교통약자의 지하철 이용에 대한 예상되는 편의 향상 부문

- 교통약자의 지하철 이용에 대한 예상되는 편의로는 게이트 통과 시간 절감(40%), 협소한 게이트로부터의 불편 개선(27%), 기존 게이트 통과 과정(24%) 순으로 나타남

- 대부분의 이용객이 교통약자의 지하철 이용에 대해 게이트 통과 시간 절감, 협소한 게이트로부터의 불편 개선에 대해 편의가 향상될 것으로 예상함

구 분		응답	
		빈도	비율
교통약자의 지하철 이용에 대한 예상되는 편의 향상 부문	게이트 통과 시간 절감	99	40%
	전자 · 기계화 되어 있는 승차권 구입	22	9%
	기존 게이트 통과 과정	60	24%
	협소한 게이트로부터의 불편 개선	66	27%
	기타	1	0%
합 계		248	100%

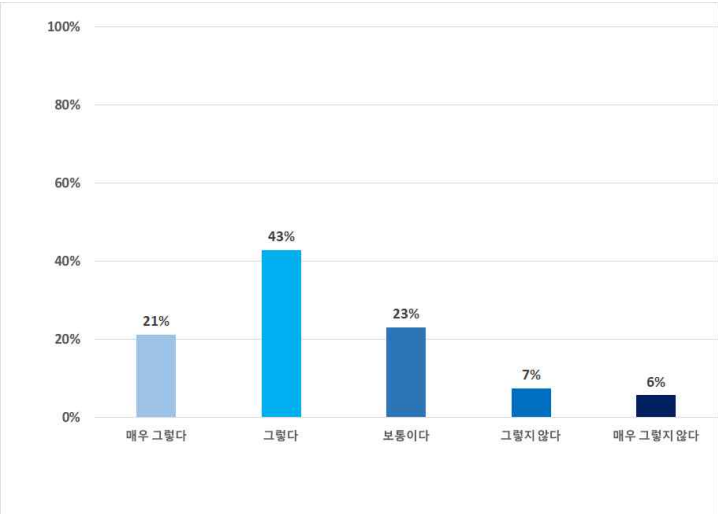


<교통약자의 지하철 이용에 대한 예상되는 편의 향상 부문>

o 향후 교통요금을 지불할 수 있는 어플리케이션 개발시 설치 의사

- 향후 교통요금을 지불할 수 있는 어플리케이션 개발시 설치 의사에 대해 그렇다(43%), 보통이다(23%), 매우 그렇다(21%) 순으로 나타남
- 대부분의 이용객이 향후 교통요금 지불 가능 어플리케이션 개발시 설치할 의사가 있는 것으로 분석됨

구 분		응답	
		빈도	비율
향후 교통요금을 지불할 수 있는 어플리케이션 개발시 설치 의사	매우 그렇다	34	21%
	그렇다	69	43%
	보통이다	37	23%
	그렇지 않다	12	7%
	매우 그렇지 않다	9	6%
합 계		161	100%

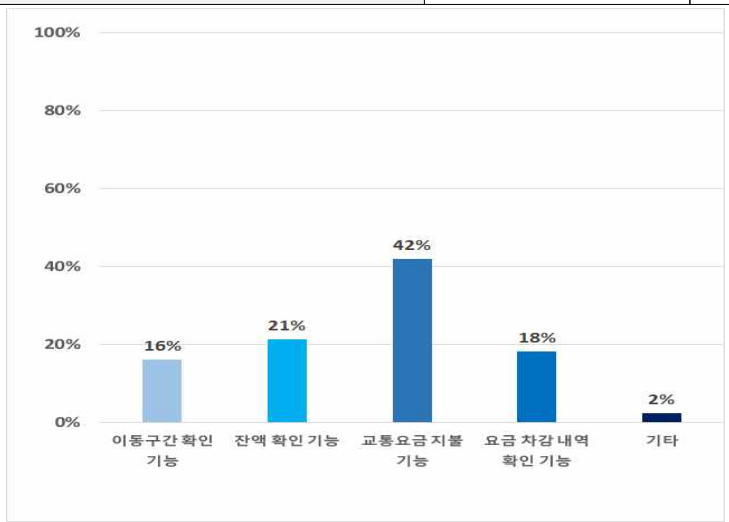


<향후 교통요금을 지불할 수 있는 어플리케이션 개발시 설치 의사>

o 교통요금 지불 어플리케이션 개발의 예상 편의 부문

- 교통요금 지불 어플리케이션 개발의 예상 편의 부문에 대해 교통요금 지불기능(42%), 잔액 확인 기능(21%), 요금 차감 내역 확인 기능(18%) 순으로 나타남
- 대부분의 이용객이 교통요금 지불 어플리케이션 기능에 대해 가장 수요가 높은 부문으로는 교통요금 지불 기능에 대한 선호도가 높은 것으로 분석됨

구 분		응답	
		빈도	비율
교통요금 지불 어플리케이션 개발의 예상 편의 부문	이동구간 확인 기능	40	16%
	잔액 확인 기능	53	21%
	교통요금 지불 기능	104	42%
	요금 차감 내역 확인 기능	45	18%
	기타	6	2%
합 계		248	100%

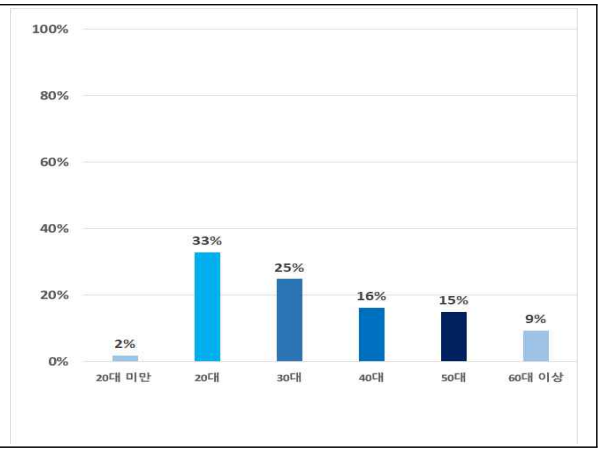


<교통요금 지불 어플리케이션 개발의 예상 편의 부문>

3) 응답자 유형

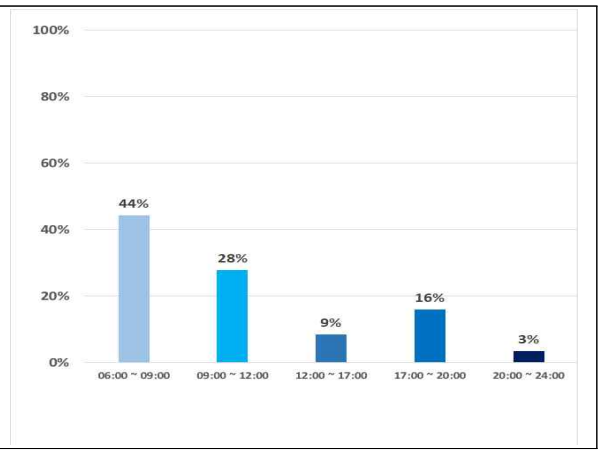
o 응답자 연령

구 분		응답	
		빈도	비율
응답자 연령	20대 미만	3	2%
	20대	53	33%
	30대	40	25%
	40대	26	16%
	50대	24	15%
	60대 이상	15	9%
합 계		161	100%



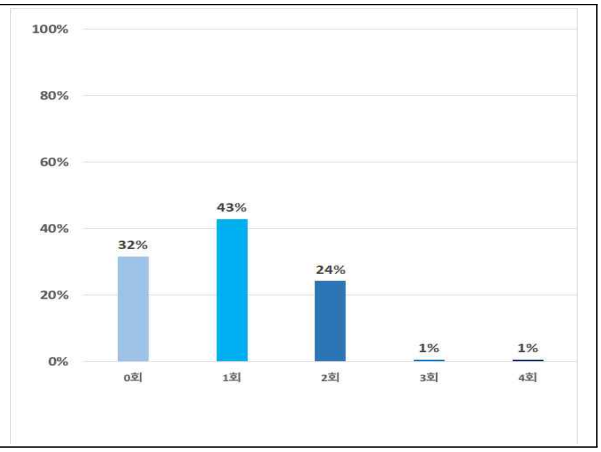
o 지하철 이용시간

구 분		응답	
		빈도	비율
지하철 이용시간	06:00 ~ 09:00	78	44%
	09:00 ~ 12:00	49	28%
	12:00 ~ 17:00	15	9%
	17:00 ~ 20:00	28	16%
	20:00 ~ 24:00	6	3%
합 계		176	100%



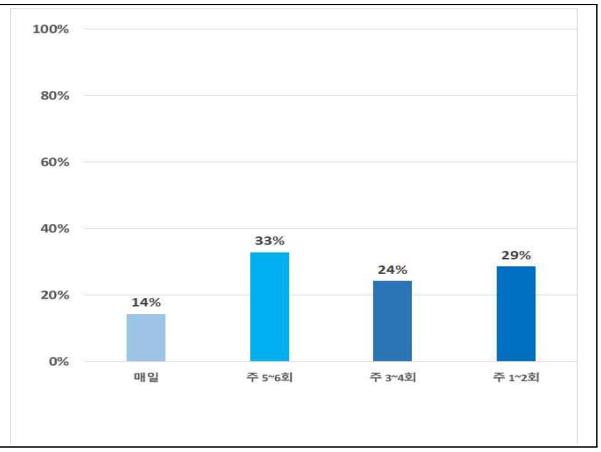
o 지하철 환승 횟수

구 분		응답	
		빈도	비율
지하철 환승 횟수	0회	51	32%
	1회	69	43%
	2회	39	24%
	3회	1	1%
	4회	1	1%
합 계		161	100%



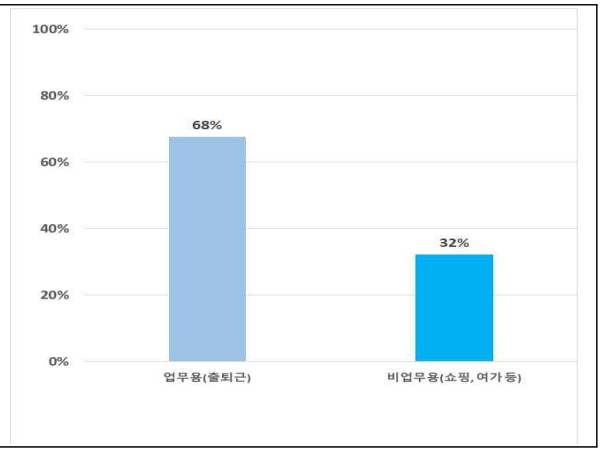
o 지하철 이용 빈도

구 분		응답	
		빈도	비율
지하철 이용 빈도	매일	23	14%
	주5-6회	53	33%
	주3-4회	39	24%
	주1-2회	46	29%
합 계		161	100%



o 지하철 주요 이용목적

구 분		응답	
		빈도	비율
지하철 주요 이용목적	업무용(출퇴근)	109	68%
	비업무용 (쇼핑, 여가 등)	52	32%
합 계		161	100%



5. 기술수요조사 결과(일반인) 종합

1) 기존 지하철 출퇴근시간 이용 관련 개선사항

- o 지하철 출퇴근 시간 일반인의 지하철 이용시 경험하는 가장 큰 불편점으로는 지하철 혼잡이 가장 큰 애로 사항으로 나타났으며, 지하철 혼잡으로 인해 넘어짐 끼임 등 안전 문제 및 심리적 불쾌감이 가장 불편한 것으로 분석됨
- o 대부분의 지하철 이용객이 지하철 혼잡으로 인한 사고 발생을 우려한 적이 있으며, 넘어짐, 끼임, 실족사고 등 안전사고에 대한 우려가 가장 높은 비중을 분석됨
- o 출퇴근시간 지하철 이용객 87%가 보행정체를 겪은 적이 있다고 응답하였으며, 지하철 게이트 출구 구간에서 가장 혼잡한 것으로 분석됨
- o 지하철 이용객이 교통카드를 게이트에 접촉하고 게이트 바(bar)를 밀어 통과하는 과정과 교통요금 처리를 위해 가방, 옷 등에서 미리 교통카드를 준비하는 과정에 대해 불편함을 느끼고 있는 것으로 분석됨

2) 향후 'IoT기반 스마트게이트프리 기술' 도입에 대한 편의

- o 지하철 이용객이 지하철 혼잡을 해소하기 위한 방안으로 '지하철 하이패스형 통과시스템(스마트게이트프리)'가 구축에 대한 수요가 높으며, 게이트 통과가 원활해질 것으로 예상하는 것으로 분석됨
- o '지하철 하이패스형 통과시스템(스마트게이트프리)'도입을 통해 장애인, 고령자, 임산부 등 교통약자의 지하철 이용 편의가 개선될 것으로 예상하며, 게이트 통과 시간 절감에 대한 편의 향상이 가장 큰 예상 편의로 분석됨
- o 지하철 이용객 측면에서 향후 교통요금 지불이 가능한 어플리케이션 개발시, 가장 유용한 기능으로는 교통요금을 편리하게 지불 팔 수 있는 편의에 대한 수요가 가장 높았음

<부 록 #2>

1. 기술수요조사(수도권 전철 운영 사업자)

o 수도권 전철 운영사업자(서울교통공사) 전문가들을 대상으로 기술수요조사를 시행하고, 그 결과는 다음과 같음

< 국가R&D 관련 교통 운영사업자 요구사항 조사 #1 >

귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.
본 설문은 국토교통연구기획사업 국가R&D「IoT기반 스마트게이트프리 기술개발 기획」과제 관련으로 시스템 개발을 위해 고려해야할 수도권 전철의 교통 운영사업자의 요구사항을 조사하기 위한 것으로 설문에 협조해 주시면 감사하겠습니다.

* 스마트 게이트프리 : 수도권 전철 게이트구간에서의 비접촉 자동결제를 통해 출퇴근 시간대 게이트 혼잡도 및 교통약자 이동 편의성 향상 기술
* 연구수행기관 : 한국철도공사 연구원, 한국전자통신연구원, 한국경영분석연구원
* 사업주관기관 : 국토교통과학기술진흥원

□ 기본사항

○ 소속기관 : 서울교통공사
○ 부　　서 : 도시철도연구원
○ 직　　책 : 차장
○ 재직기간 : 22년

☞ 다음 페이지 설문에 응해주시기 바랍니다.

□ 시스템 개발 시 교통사업자 요구사항

○ 시스템 개발을 위해 필요한 사항에 대해 요구항목 칸에 표시(◯)하여 주시기 바랍니다.

번호	제목	내용	요구항목 표시(○)
TOR-01	승객위치정보 획득	▪ 승객이 운임구역내 접근시 승객의 위치정보를 획득하여 별도의 서버에 저장	
TOR-02	승객 이동경로 획득	▪ 운임 정산을 목적으로 승객의 이동경로를 획득	○
TOR-03	승객 경로정보 데이터 형태	▪ 승객경로정보는 한국스마트카드(주)에서 관리하는 정보의 형태와 동일	
TOR-04	신속한 승객운임정보 획득	▪ 승객이 게이트를 지체없이 통과할 수 있을 정도로 승객 운임정보를 하차역에서 신속히 획득	○
TOR-05	승객 운임정보 확인	▪ 승객의 운임을 자동부과하고, 그 결과를 승객의 스마트폰에 표시	○
TOR-06	무임승차 검출	▪ 무임승차 승객을 99.9%의 정확도로 검출	○
TOR-07	부정승차 검출	▪ 승객의 연령기준에 맞는 운임결재를 수행	○
TOR-08	운임정산 투명화	▪ 연락 운임분쟁이 없도록 실시간으로 연락 운임정산을 위한 통계데이터 획득	○
TOR-09	운임데이터 보안 확보	▪ 역사와 운임통합관리 시스템간 운임정보의 안전한 전달체계 구축	○
TOR-10	경제성 있는 게이트 장치 운용	▪ 저가격의 게이트장치 또는 적은 수의 게이트 장치를 설치하여 승객을 처리	
TOR-11	스마트게이트 프리장치 도입전략	▪ 스마트게이트프리 시스템은 과도기적으로 기존의 역무자동화기(AFC)와 혼용 운용이 가능하여야 함	○

< 국가R&D 관련 교통 운영사업자 요구사항 조사 #2 >

귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.
본 설문은 국토교통연구기획사업 국가R&D「IoT기반 스마트게이트프리 기술개발 기획」과제 관련으로 시스템 개발을 위해 고려해야할 수도권 전철의 교통 운영사업자의 요구사항을 조사하기 위한 것으로 설문에 협조해 주시면 감사하겠습니다.

* 스마트 게이트프리 : 수도권 전철 게이트구간에서의 비접촉 자동결제를 통해 출퇴근 시간대 게이트 혼잡도 및 교통약자 이동 편의성 향상 기술
* 연구수행기관 : 한국철도공사 연구원, 한국전자통신연구원, 한국경영분석연구원
* 사업주관기관 : 국토교통과학기술진흥원

□ 기본사항

○ 소속기관 : 서울교통공사
○ 부　　서 : 도시철도연구원
○ 직　　책 : 차장
○ 재직기간 : 23년

☞ 다음 페이지 설문에 응해주시기 바랍니다.

□ 시스템 개발 시 교통사업자 요구사항

○ 시스템 개발을 위해 필요한 사항에 대해 요구항목 칸에 표시(◯)하여 주시기 바랍니다.

번호	제목	내용	요구항목 표시(○)
TOR-01	승객위치정보 획득	▪ 승객이 운임구역내 접근시 승객의 위치정보를 획득하여 별도의 서버에 저장	◯
TOR-02	승객 이동경로 획득	▪ 운임 정산을 목적으로 승객의 이동경로를 획득	◯
TOR-03	승객 경로정보 데이터 형태	▪ 승객경로정보는 한국스마트카드(주)에서 관리하는 정보의 형태와 동일	◯
TOR-04	신속한 승객운임정보 획득	▪ 승객이 게이트를 지체없이 통과할 수 있을 정도로 승객 운임정보를 하차역에서 신속히 획득	◯
TOR-05	승객 운임정보 확인	▪ 승객의 운임을 자동부과하고, 그 결과를 승객의 스마트폰에 표시	◯
TOR-06	무임승차 검출	▪ 무임승차 승객을 99.9%의 정확도로 검출	◯
TOR-07	부정승차 검출	▪ 승객의 연령기준에 맞는 운임결재를 수행	◯
TOR-08	운임정산 투명화	▪ 연락 운임분쟁이 없도록 실시간으로 연락 운임정산을 위한 통계데이터 획득	◯
TOR-09	운임데이터 보안 확보	▪ 역사와 운임통합관리 시스템간 운임정보의 안전한 전달체계 구축	◯
TOR-10	경제성 있는 게이트 장치 운용	▪ 저가격의 게이트장치 또는 적은 수의 게이트 장치를 설치하여 승객을 처리	◯
TOR-11	스마트게이트 프리장치 도입전략	▪ 스마트게이트프리 시스템은 과도기적으로 기존의 역무자동화기(AFC)와 혼용 운용이 가능하여야 함	◯

< 국가R&D 관련 교통 운영사업자 요구사항 조사 #3 >

귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.
본 설문은 국토교통연구기획사업 국가R&D「IoT기반 스마트게이트프리 기술개발 기획」과제 관련으로 시스템 개발을 위해 고려해야할 수도권 전철의 교통 운영사업자의 요구사항을 조사하기 위한 것으로 설문에 협조해 주시면 감사하겠습니다.

* 스마트 게이트프리 : 수도권 전철 게이트구간에서의 비접촉 자동결제를 통해 출퇴근 시간대 게이트 혼잡도 및 교통약자 이동 편의성 향상 기술
* 연구수행기관 : 한국철도공사 연구원, 한국전자통신연구원, 한국경영분석연구원
* 사업주관기관 : 국토교통과학기술진흥원

□ 기본사항

○ 소속기관 : 서울교통공사
○ 부　　서 : 도시철도연구원
○ 직　　책 : 차장
○ 재직기간 : 20년

☞ 다음 페이지 설문에 응해주시기 바랍니다.

□ 시스템 개발 시 교통사업자 요구사항

○ 시스템 개발을 위해 필요한 사항에 대해 요구항목 칸에 표시(◯)하여 주시기 바랍니다.

번호	제목	내용	요구항목 표시(○)
TOR-01	승객위치정보 획득	▪ 승객이 운임구역내 접근시 승객의 위치정보를 획득하여 별도의 서버에 저장	
TOR-02	승객 이동경로 획득	▪ 운임 정산을 목적으로 승객의 이동경로를 획득	◯
TOR-03	승객 경로정보 데이터 형태	▪ 승객경로정보는 한국스마트카드(주)에서 관리하는 정보의 형태와 동일	
TOR-04	신속한 승객운임정보 획득	▪ 승객이 게이트를 지체없이 통과할 수 있을 정도로 승객 운임정보를 하차역에서 신속히 획득	◯
TOR-05	승객 운임정보 확인	▪ 승객의 운임을 자동부과하고, 그 결과를 승객의 스마트폰에 표시	◯
TOR-06	무임승차 검출	▪ 무임승차 승객을 99.9%의 정확도로 검출	◯
TOR-07	부정승차 검출	▪ 승객의 연령기준에 맞는 운임결재를 수행	◯
TOR-08	운임정산 투명화	▪ 연락 운임분쟁이 없도록 실시간으로 연락 운임정산을 위한 통계데이터 획득	◯
TOR-09	운임데이터 보안 확보	▪ 역사와 운임통합관리 시스템간 운임정보의 안전한 전달체계 구축	◯
TOR-10	경제성 있는 게이트 장치 운용	▪ 저가격의 게이트장치 또는 적은 수의 게이트 장치를 설치하여 승객을 처리	◯
TOR-11	스마트게이트 프리장치 도입전략	▪ 스마트게이트프리 시스템은 과도기적으로 기존의 역무자동화기(AFC)와 혼용 운용이 가능하여야 함	◯

< 국가R&D 관련 교통 운영사업자 요구사항 조사 #4 >

귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.
본 설문은 국토교통연구기획사업 국가R&D「IoT기반 스마트게이트프리 기술개발 기획」과제 관련으로 시스템 개발을 위해 고려해야할 수도권 전철의 교통 운영사업자의 요구사항을 조사하기 위한 것으로 설문에 협조해 주시면 감사하겠습니다.

* 스마트 게이트프리 : 수도권 전철 게이트구간에서의 비접촉 자동결제를 통해 출퇴근 시간대 게이트 혼잡도 및 교통약자 이동 편의성 향상 기술
* 연구수행기관 : 한국철도공사 연구원, 한국전자통신연구원, 한국경영분석연구원
* 사업주관기관 : 국토교통과학기술진흥원

□ 기본사항

○ 소속기관 : 서울교통공사
○ 부　　서 : 도시철도연구원
○ 직　　책 : 과장
○ 재직기간 : 12년

☞ 다음 페이지 설문에 응해주시기 바랍니다.

□ 시스템 개발 시 교통사업자 요구사항

○ 시스템 개발을 위해 필요한 사항에 대해 요구항목 칸에 표시(◯)하여 주시기 바랍니다.

번호	제목	내용	요구항목 표시(○)
TOR-01	승객위치정보 획득	▪ 승객이 운임구역내 접근시 승객의 위치정보를 획득하여 별도의 서버에 저장	◯
TOR-02	승객 이동경로 획득	▪ 운임 정산을 목적으로 승객의 이동경로를 획득	◯
TOR-03	승객 경로정보 데이터 형태	▪ 승객경로정보는 한국스마트카드(주)에서 관리하는 정보의 형태와 동일	◯
TOR-04	신속한 승객운임정보 획득	▪ 승객이 게이트를 지체없이 통과할 수 있을 정도로 승객 운임정보를 하차역에서 신속히 획득	◯
TOR-05	승객 운임정보 확인	▪ 승객의 운임을 자동부과하고, 그 결과를 승객의 스마트폰에 표시	◯
TOR-06	무임승차 검출	▪ 무임승차 승객을 99.9%의 정확도로 검출	◯
TOR-07	부정승차 검출	▪ 승객의 연령기준에 맞는 운임결재를 수행	◯
TOR-08	운임정산 투명화	▪ 연락 운임분쟁이 없도록 실시간으로 연락 운임정산을 위한 통계데이터 획득	◯
TOR-09	운임데이터 보안 확보	▪ 역사와 운임통합관리 시스템간 운임정보의 안전한 전달체계 구축	◯
TOR-10	경제성 있는 게이트 장치 운용	▪ 저가격의 게이트장치 또는 적은 수의 게이트 장치를 설치하여 승객을 처리	
TOR-11	스마트게이트 프리장치 도입전략	▪ 스마트게이트프리 시스템은 과도기적으로 기존의 역무자동화기(AFC)와 혼용 운용이 가능하여야 함	

< 국가R&D 관련 교통 운영사업자 요구사항 조사 #5 >

귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.
본 설문은 국토교통연구기획사업 국가R&D「IoT기반 스마트게이트프리 기술개발 기획」과제 관련으로 시스템 개발을 위해 고려해야할 수도권 전철의 교통 운영사업자의 요구사항을 조사하기 위한 것으로 설문에 협조해 주시면 감사하겠습니다.

* 스마트 게이트프리 : 수도권 전철 게이트구간에서의 비접촉 자동결제를 통해 출퇴근 시간대 게이트 혼잡도 및 교통약자 이동 편의성 향상 기술
* 연구수행기관 : 한국철도공사 연구원, 한국전자통신연구원, 한국경영분석연구원
* 사업주관기관 : 국토교통과학기술진흥원

□ 기본사항

○ 소속기관 : 서울교통공사
○ 부　　서 : 도시철도연구원 시스템연구팀
○ 직　　책 : 연구원
○ 재직기간 : 20년

☞ 다음 페이지 설문에 응해주시기 바랍니다.

□ 시스템 개발 시 교통사업자 요구사항

○ 시스템 개발을 위해 필요한 사항에 대해 요구항목 칸에 표시(◯)하여 주시기 바랍니다.

번호	제목	내용	요구항목 표시(○)
TOR-01	승객위치정보 획득	▪ 승객이 운임구역내 접근시 승객의 위치정보를 획득하여 별도의 서버에 저장	◯
TOR-02	승객 이동경로 획득	▪ 운임 정산을 목적으로 승객의 이동경로를 획득	◯
TOR-03	승객 경로정보 데이터 형태	▪ 승객경로정보는 한국스마트카드(주)에서 관리하는 정보의 형태와 동일	◯
TOR-04	신속한 승객운임정보 획득	▪ 승객이 게이트를 지체없이 통과할 수 있을 정도로 승객 운임정보를 하차역에서 신속히 획득	◯
TOR-05	승객 운임정보 확인	▪ 승객의 운임을 자동부과하고, 그 결과를 승객의 스마트폰에 표시	◯
TOR-06	무임승차 검출	▪ 무임승차 승객을 99.9%의 정확도로 검출	◯
TOR-07	부정승차 검출	▪ 승객의 연령기준에 맞는 운임결재를 수행	◯
TOR-08	운임정산 투명화	▪ 연락 운임분쟁이 없도록 실시간으로 연락 운임정산을 위한 통계데이터 획득	◯
TOR-09	운임데이터 보안 확보	▪ 역사와 운임통합관리 시스템간 운임정보의 안전한 전달체계 구축	◯
TOR-10	경제성 있는 게이트 장치 운용	▪ 저가격의 게이트장치 또는 적은 수의 게이트 장치를 설치하여 승객을 처리	x
TOR-11	스마트게이트 프리장치 도입전략	▪ 스마트게이트프리 시스템은 과도기적으로 기존의 역무자동화기(AFC)와 혼용 운용이 가능하여야 함	◯

< 국가R&D 관련 교통 운영사업자 요구사항 조사 #6>

귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.
본 설문은 국토교통연구기획사업 국가R&D「IoT기반 스마트게이트프리 기술개발 기획」과제 관련으로 시스템 개발을 위해 고려해야할 수도권 전철의 교통 운영사업자의 요구사항을 조사하기 위한 것으로 설문에 협조해 주시면 감사하겠습니다.

* 스마트 게이트프리 : 수도권 전철 게이트구간에서의 비접촉 자동결제를 통해 출퇴근 시간대 게이트 혼잡도 및 교통약자 이동 편의성 향상 기술
* 연구수행기관 : 한국철도공사 연구원, 한국전자통신연구원, 한국경영분석연구원
* 사업주관기관 : 국토교통과학기술진흥원

□ 기본사항

○ 소속기관 : 서울교통공사
○ 부　　서 : 도시철도연구원
○ 직　　책 : 과장
○ 재직기간 : 11년

☞ 다음 페이지 설문에 응해주시기 바랍니다.

□ 시스템 개발 시 교통사업자 요구사항

○ 시스템 개발을 위해 필요한 사항에 대해 요구항목 칸에 표시(◯)하여 주시기 바랍니다.

번호	제목	내용	요구항목 표시(○)
TOR-01	승객위치정보 획득	▪ 승객이 운임구역내 접근시 승객의 위치정보를 획득하여 별도의 서버에 저장	○
TOR-02	승객 이동경로 획득	▪ 운임 정산을 목적으로 승객의 이동경로를 획득	○
TOR-03	승객 경로정보 데이터 형태	▪ 승객경로정보는 한국스마트카드(주)에서 관리하는 정보의 형태와 동일	○
TOR-04	신속한 승객운임정보 획득	▪ 승객이 게이트를 지체없이 통과할 수 있을 정도로 승객 운임정보를 하차역에서 신속히 획득	○
TOR-05	승객 운임정보 확인	▪ 승객의 운임을 자동부과하고, 그 결과를 승객의 스마트폰에 표시	○
TOR-06	무임승차 검출	▪ 무임승차 승객을 99.9%의 정확도로 검출	○
TOR-07	부정승차 검출	▪ 승객의 연령기준에 맞는 운임결재를 수행	○
TOR-08	운임정산 투명화	▪ 연락 운임분쟁이 없도록 실시간으로 연락 운임정산을 위한 통계데이터 획득	○
TOR-09	운임데이터 보안 확보	▪ 역사와 운임통합관리 시스템간 운임정보의 안전한 전달체계 구축	○
TOR-10	경제성 있는 게이트 장치 운용	▪ 저가격의 게이트장치 또는 적은 수의 게이트 장치를 설치하여 승객을 처리	
TOR-11	스마트게이트 프리장치 도입전략	▪ 스마트게이트프리 시스템은 과도기적으로 기존의 역무자동화기(AFC)와 혼용 운용이 가능하여야 함	○

< 국가R&D 관련 교통 운영사업자 요구사항 조사 #7 >

귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.
본 설문은 국토교통연구기획사업 국가R&D「IoT기반 스마트게이트프리 기술개발 기획」과제 관련으로 시스템 개발을 위해 고려해야할 수도권 전철의 교통 운영사업자의 요구사항을 조사하기 위한 것으로 설문에 협조해 주시면 감사하겠습니다.

* 스마트 게이트프리 : 수도권 전철 게이트구간에서의 비접촉 자동결제를 통해 출퇴근 시간대 게이트 혼잡도 및 교통약자 이동 편의성 향상 기술
* 연구수행기관 : 한국철도공사 연구원, 한국전자통신연구원, 한국경영분석연구원
* 사업주관기관 : 국토교통과학기술진흥원

□ 기본사항

○ 소속기관 : 서울교통공사
○ 부　　서 : 도시철도연구원 교통정책연구TF
○ 직　　책 : 4급
○ 재직기간 : 23년

☞ 다음 페이지 설문에 응해주시기 바랍니다.

□ 시스템 개발 시 교통사업자 요구사항

○ 시스템 개발을 위해 필요한 사항에 대해 요구항목 칸에 표시(◯)하여 주시기 바랍니다.

번호	제목	내용	요구항목 표시(○)
TOR-01	승객위치정보 획득	▪ 승객이 운임구역내 접근시 승객의 위치정보를 획득하여 별도의 서버에 저장	◯
TOR-02	승객 이동경로 획득	▪ 운임 정산을 목적으로 승객의 이동경로를 획득	◯
TOR-03	승객 경로정보 데이터 형태	▪ 승객경로정보는 한국스마트카드(주)에서 관리하는 정보의 형태와 동일	◯
TOR-04	신속한 승객운임정보 획득	▪ 승객이 게이트를 지체없이 통과할 수 있을 정도로 승객 운임정보를 하차역에서 신속히 획득	◯
TOR-05	승객 운임정보 확인	▪ 승객의 운임을 자동부과하고, 그 결과를 승객의 스마트폰에 표시	◯
TOR-06	무임승차 검출	▪ 무임승차 승객을 99.9%의 정확도로 검출	◯
TOR-07	부정승차 검출	▪ 승객의 연령기준에 맞는 운임결재를 수행	◯
TOR-08	운임정산 투명화	▪ 연락 운임분쟁이 없도록 실시간으로 연락 운임정산을 위한 통계데이터 획득	◯
TOR-09	운임데이터 보안 확보	▪ 역사와 운임통합관리 시스템간 운임정보의 안전한 전달체계 구축	◯
TOR-10	경제성 있는 게이트 장치 운용	▪ 저가격의 게이트장치 또는 적은 수의 게이트 장치를 설치하여 승객을 처리	◯
TOR-11	스마트게이트 프리장치 도입전략	▪ 스마트게이트프리 시스템은 과도기적으로 기존의 역무자동화기(AFC)와 혼용 운용이 가능하여야 함	◯

< 국가R&D 관련 교통 운영사업자 요구사항 조사 #8 >

귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.
본 설문은 국토교통연구기획사업 국가R&D「IoT기반 스마트게이트프리 기술개발 기획」과제 관련으로 시스템 개발을 위해 고려해야할 수도권 전철의 교통 운영사업자의 요구사항을 조사하기 위한 것으로 설문에 협조해 주시면 감사하겠습니다.

* 스마트 게이트프리 : 수도권 전철 게이트구간에서의 비접촉 자동결제를 통해 출퇴근 시간대 게이트 혼잡도 및 교통약자 이동 편의성 향상 기술
* 연구수행기관 : 한국철도공사 연구원, 한국전자통신연구원, 한국경영분석연구원
* 사업주관기관 : 국토교통과학기술진흥원

□ 기본사항

○ 소속기관 : 서울교통공사
○ 부　　서 : 도시철도연구원
○ 직　　책 : 전문위원
○ 재직기간 : 9개월

☞ 다음 페이지 설문에 응해주시기 바랍니다.

□ 시스템 개발 시 교통사업자 요구사항

○ 시스템 개발을 위해 필요한 사항에 대해 요구항목 칸에 표시(◯)하여 주시기 바랍니다.

번호	제목	내용	요구항목 표시(○)
TOR-01	승객위치정보 획득	▪ 승객이 운임구역내 접근시 승객의 위치정보를 획득하여 별도의 서버에 저장	○
TOR-02	승객 이동경로 획득	▪ 운임 정산을 목적으로 승객의 이동경로를 획득	○
TOR-03	승객 경로정보 데이터 형태	▪ 승객경로정보는 한국스마트카드(주)에서 관리하는 정보의 형태와 동일	○
TOR-04	신속한 승객운임정보 획득	▪ 승객이 게이트를 지체없이 통과할 수 있을 정도로 승객 운임정보를 하차역에서 신속히 획득	
TOR-05	승객 운임정보 확인	▪ 승객의 운임을 자동부과하고, 그 결과를 승객의 스마트폰에 표시	○
TOR-06	무임승차 검출	▪ 무임승차 승객을 99.9%의 정확도로 검출	○
TOR-07	부정승차 검출	▪ 승객의 연령기준에 맞는 운임결재를 수행	○
TOR-08	운임정산 투명화	▪ 연락 운임분쟁이 없도록 실시간으로 연락 운임정산을 위한 통계데이터 획득	○
TOR-09	운임데이터 보안 확보	▪ 역사와 운임통합관리 시스템간 운임정보의 안전한 전달체계 구축	○
TOR-10	경제성 있는 게이트 장치 운용	▪ 저가격의 게이트장치 또는 적은 수의 게이트 장치를 설치하여 승객을 처리	
TOR-11	스마트게이트 프리장치 도입전략	▪ 스마트게이트프리 시스템은 과도기적으로 기존의 역무자동화기(AFC)와 혼용 운용이 가능하여야 함	○

< 국가R&D 관련 교통 운영사업자 요구사항 조사 #9 >

귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.
본 설문은 국토교통연구기획사업 국가R&D「IoT기반 스마트게이트프리 기술개발 기획」과제 관련으로 시스템 개발을 위해 고려해야할 수도권 전철의 교통 운영사업자의 요구사항을 조사하기 위한 것으로 설문에 협조해 주시면 감사하겠습니다.

* 스마트 게이트프리 : 수도권 전철 게이트구간에서의 비접촉 자동결제를 통해 출퇴근 시간대 게이트 혼잡도 및 교통약자 이동 편의성 향상 기술
* 연구수행기관 : 한국철도공사 연구원, 한국전자통신연구원, 한국경영분석연구원
* 사업주관기관 : 국토교통과학기술진흥원

□ 기본사항

○ 소속기관 : 서울교통공사
○ 부　　서 : 전자2사업소
○ 직　　책 : 과장
○ 재직기간 : 18년

☞ 다음 페이지 설문에 응해주시기 바랍니다.

□ 시스템 개발 시 교통사업자 요구사항

○ 시스템 개발을 위해 필요한 사항에 대해 요구항목 칸에 표시(◯)하여 주시기 바랍니다.

번호	제목	내용	요구항목 표시(○)
TOR-01	승객위치정보 획득	▪ 승객이 운임구역내 접근시 승객의 위치정보를 획득하여 별도의 서버에 저장	◯
TOR-02	승객 이동경로 획득	▪ 운임 정산을 목적으로 승객의 이동경로를 획득	◯
TOR-03	승객 경로정보 데이터 형태	▪ 승객경로정보는 한국스마트카드(주)에서 관리하는 정보의 형태와 동일	
TOR-04	신속한 승객운임정보 획득	▪ 승객이 게이트를 지체없이 통과할 수 있을 정도로 승객 운임정보를 하차역에서 신속히 획득	◯
TOR-05	승객 운임정보 확인	▪ 승객의 운임을 자동부과하고, 그 결과를 승객의 스마트폰에 표시	◯
TOR-06	무임승차 검출	▪ 무임승차 승객을 99.9%의 정확도로 검출	◯
TOR-07	부정승차 검출	▪ 승객의 연령기준에 맞는 운임결재를 수행	◯
TOR-08	운임정산 투명화	▪ 연락 운임분쟁이 없도록 실시간으로 연락 운임정산을 위한 통계데이터 획득	◯
TOR-09	운임데이터 보안 확보	▪ 역사와 운임통합관리 시스템간 운임정보의 안전한 전달체계 구축	◯
TOR-10	경제성 있는 게이트 장치 운용	▪ 저가격의 게이트장치 또는 적은 수의 게이트 장치를 설치하여 승객을 처리	◯
TOR-11	스마트게이트 프리장치 도입전략	▪ 스마트게이트프리 시스템은 과도기적으로 기존의 역무자동화기(AFC)와 혼용 운용이 가능하여야 함	◯

< 국가R&D 관련 교통 운영사업자 요구사항 조사 #10 >

귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.
본 설문은 국토교통연구기획사업 국가R&D「IoT기반 스마트게이트프리 기술개발 기획」과제 관련으로 시스템 개발을 위해 고려해야할 수도권 전철의 교통 운영사업자의 요구사항을 조사하기 위한 것으로 설문에 협조해 주시면 감사하겠습니다.

* 스마트 게이트프리 : 수도권 전철 게이트구간에서의 비접촉 자동결제를 통해 출퇴근 시간대 게이트 혼잡도 및 교통약자 이동 편의성 향상 기술
* 연구수행기관 : 한국철도공사 연구원, 한국전자통신연구원, 한국경영분석연구원
* 사업주관기관 : 국토교통과학기술진흥원

□ 기본사항

○ 소속기관 : 서울교통공사
○ 부　　서 : 전자2사업소
○ 직　　책 : 부장
○ 재직기간 : 23년

☞ 다음 페이지 설문에 응해주시기 바랍니다.

□ 시스템 개발 시 교통사업자 요구사항

○ 시스템 개발을 위해 필요한 사항에 대해 요구항목 칸에 표시(◯)하여 주시기 바랍니다.

번호	제목	내용	요구항목 표시(○)
TOR-01	승객위치정보 획득	▪ 승객이 운임구역내 접근시 승객의 위치정보를 획득하여 별도의 서버에 저장	◯
TOR-02	승객 이동경로 획득	▪ 운임 정산을 목적으로 승객의 이동경로를 획득	◯
TOR-03	승객 경로정보 데이터 형태	▪ 승객경로정보는 한국스마트카드(주)에서 관리하는 정보의 형태와 동일	
TOR-04	신속한 승객운임정보 획득	▪ 승객이 게이트를 지체없이 통과할 수 있을 정도로 승객 운임정보를 하차역에서 신속히 획득	◯
TOR-05	승객 운임정보 확인	▪ 승객의 운임을 자동부과하고, 그 결과를 승객의 스마트폰에 표시	◯
TOR-06	무임승차 검출	▪ 무임승차 승객을 99.9%의 정확도로 검출	◯
TOR-07	부정승차 검출	▪ 승객의 연령기준에 맞는 운임결재를 수행	◯
TOR-08	운임정산 투명화	▪ 연락 운임분쟁이 없도록 실시간으로 연락 운임정산을 위한 통계데이터 획득	◯
TOR-09	운임데이터 보안 확보	▪ 역사와 운임통합관리 시스템간 운임정보의 안전한 전달체계 구축	◯
TOR-10	경제성 있는 게이트 장치 운용	▪ 저가격의 게이트장치 또는 적은 수의 게이트 장치를 설치하여 승객을 처리	
TOR-11	스마트게이트 프리장치 도입전략	▪ 스마트게이트프리 시스템은 과도기적으로 기존의 역무자동화기(AFC)와 혼용 운용이 가능하여야 함	◯

<부 록 #3>

1. 스마트게이트프리 시나리오

o 스마트게이트프리 기술은 다양한 연계교통간에 사용자 편의를 위한 기술로서 다음과 같은 시나리오를 가정하여 관련 요소기술을 도출함.

o 시나리오 구성

- 부산지역의 거주자가 공공교통을 이용하여 서울로 이동하는 동안에 발생하는 교통요금 정산과정에 관한 사항으로 구성

지역	상황	필요 기술	비고
부산	① 부산에 사는 변호사 A는 대전과 서울에서 업무를 보기위해, 부산에 있는 집에서 휴대폰으로 “스마트프리 교통앱”을 다운로드 받는다. - 당일 일정을 입력시키면 열차표가 자동으로 예약 됨	▪ 스마트게이프리 전용앱 - 안드로이드 및 애플 폰 - 자동 예약기술	
	② 변호사 A는 휴대폰을 소지하고 버스내에 있는 교통단말에 플라스틱 교통카드를 접촉시킴이 없이 버스를 타고 부산역으로 이동 - 부산역에 버스를 내릴 때 휴대폰으로 버스이용금액이 표출된다.	▪ 스마트폰과 버스내의 교통단말간 자율연동 및 실시간 요금정산기슬	
	③ 변호사 A는 휴대폰을 소지하고 요금게이트가 없는 부산역을 통해 대전행 KTX를 승차	▪ 승객의 위치를 무접촉, 무자각으로 인식하여 열차탑승여부를 인식하는 기술	
대전	④ 변호사 A는 KTX를 하차하여 휴대폰을 소지한채로 요금게이트가 없는 대전역을 통과 - 대전역사를 나올 때 휴대폰으로 KTX를 탑승 및 하차했다는 메시지가 표출된다.	▪ 승객의 열차 탑승 및 하자 상황 인식기술	
	⑤ 변호사 A는 휴대폰을 소지한 상태로 대전역 앞에서 법원으로 가는 버스를 탑승 및 하차 - 휴대폰으로 버스에 탑승 및 하차했다는 메시지가 표출된다.	▪ 승객의 버스 탑승 및 하자 상황 인식기술	

지역	상황	필요 기술	비고
	⑥ 변호사 A는 대전번원에서 업무를 마친 후 버스를 이용하여 대전역으로 이동 - 대전역에 도착시 휴대폰으로 버스에 탑승 및 하차했다는 메시지가 표출된다.	▪ 승객의 버스 탑승 및 하자 상황 인식기술	
	⑦ 변호사 A는 휴대폰을 소지하고 요금게이트가 없는 대전역사를 통과하여 서울행 ITX를 승차 - 대전역에 열차 승차시 휴대폰으로 탑승했다는 메시지가 표출된다.	▪ 승객의 열차 탑승 상황 인식기술	
서울	⑧ 변호사 A는 ITX를 하차하여 휴대폰을 소지한체로 요금게이트가 없는 서울역사를 통과 - 서울 역사를 나올 때 휴대폰으로 ITX를 탑승 및 하차했다는 메시지가 표출된다.	▪ 승객의 위치를 무접촉, 무자각으로 인식하여 열차탑승여부를 인식하는 기술	
	⑨ 변호사 A는 서울역에서 플라스틱 교통카드를 접촉함이 없이 휴대폰을 소지한 채로 지하철 1호선을 탑승 - 지하철 탑승시 휴대폰으로 지하철 탑승 메시지가 표출된다.	▪ 승객의 위치를 무접촉, 무자각으로 인식하여 열차탑승여부를 인식하는 기술	
	⑩ 변호사 A는 동대문역에서 휴대폰을 소지한 채로 지하철 3호선으로 환승 - 지하철 탑승시 휴대폰으로 지하철 3호선 탑승 메시지가 표출된다.	▪ 승객의 위치를 무접촉, 무자각으로 인식하여 열차탑승여부를 인식하는 기술	
	⑪ 변호사 A는 지하철 내에서 휴대폰을 분실한채로 중간역에서 내려서 지하철 2호선으로 환승 - 환승역에서 스마트토큰을 구매하여 충전시킨 후 지하철 2호선에 탑승	▪ 승객의 위치를 무접촉, 무자각으로 인식하여 열차탑승여부를 인식하는 기술 ▪ 실시간 연락운임 정산 기술 ▪ 스마트토큰 기술	
	⑫ 변호사 A는 지하철 2호선 역에서 하차하여 게이트 없는 역사를 통과 - 지하철 하차시 휴대폰으로 지하철 2호선 하차 메시지가 표출된다.	▪ 승객의 위치를 무접촉, 무자각으로 인식하여 열차탑승여부를 인식하는 기술 ▪ 실시간 연락운임 정산 기술	

지역	상황	필요 기술	비고
	⑬ 변호사 A는 스마트토큰만을 소지한 채로 버스에 탑승	▪ 승객의 위치를 무접촉, 무자각으로 인식하여 버스탑승여부를 인식하는 기술	
	⑭ 변호사 A는 버스탑승중에 교통사고를 당해 병원에 입원 치료 중 분실된 스마트폰을 회수		
	⑮ 변호사 A는 휴대폰을 소지하고 휠체어를 타고 지하철 2호선에 탑승	▪ 승객의 열차 탑승 및 하자 상황 인식기술	
	⑯ 변호사 A는 휴대폰을 소지하고 휠체어를 타고 지하철 2호선에서 하차	▪ 승객의 열차 탑승 및 하자 상황 인식기술	
	⑰ 변호사 A는 역무원의 케어서비스를 통해 안전하게 역사를 나와 법원에 도착	▪ 교통약자 인식기술	

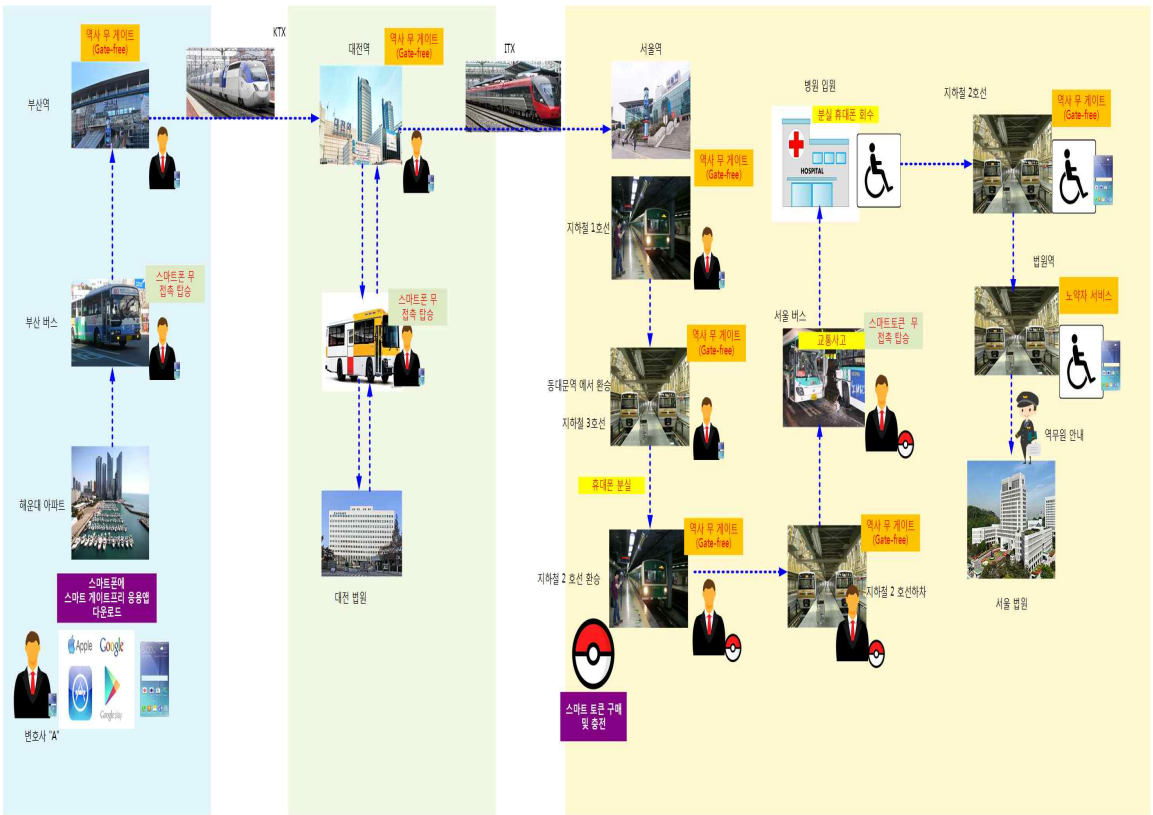
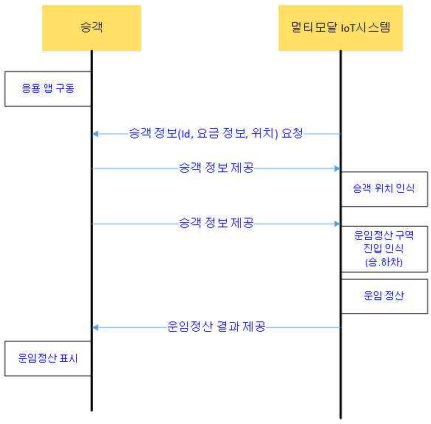
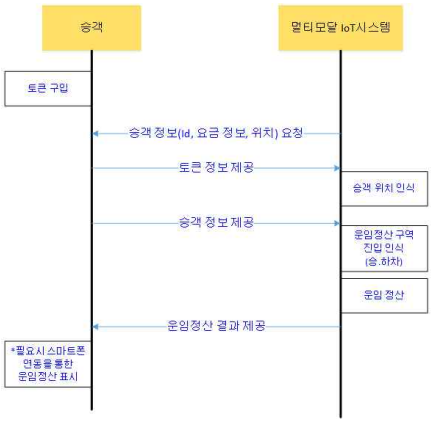


그림 27 스마트게이트프리 시나리오

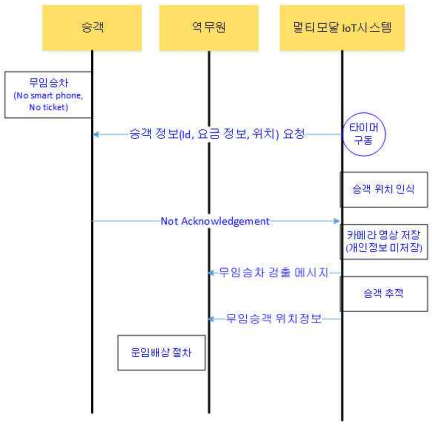
2. Use case

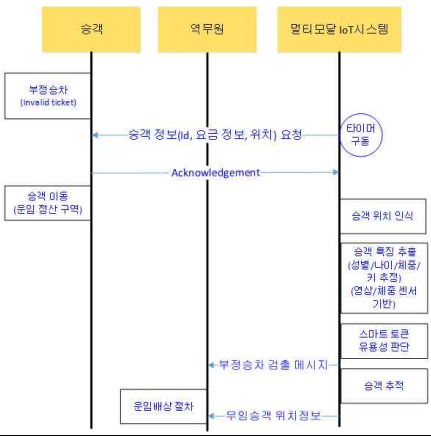
1. 비접촉식 운임정산 기술

번호	Use case 명	내용	적용 기술	비고
1	스마트폰 활용 서비스	[스마트 폰] ▪ 스마트 폰에 응용 앱 설치 ▪ 스마트 폰 지자기 센서, 가속도 센서 동작 구동 ▪ 비콘서비스에 응답(승객정보, 운임정보 등) ▪ 지자기 센서: 승객 위치 정보 제공 [멀티 모달 IoT 센서] ▪ 비콘: 승객 휴대폰 호출방송 ▪ 승객 위치 인식 ▪ 운임정산 구역 통과 검출 ▪ 운임정산  	▪ 승객 위치인식 기술(멀티 모달 IoT센서 융합) ▪ 승객 탑승여부 인식 기술(열차 특정) ▪ 승객 특정 기술 ▪ 승객 추적 기술(플랫폼 ==> 운임정산 구역) ▪ 요금 정산 기술	
2	RFID 기반 스마트 토큰 활용 서비스	[스마트 토큰] ▪ 스마트 토큰 구매(충전) ▪ 비콘서비스에 응답(운임정보잔고 등) [멀티 모달 IoT 센서] ▪ 비콘: 토큰 호출방송 ▪ 승객 위치 인식 ▪ 운임정산 구역 통과 검출 ▪ 운임정산	▪ 토큰 인식 기술 ▪ 승객 탑승여부 인식 기술 ▪ 요금 정산 기술	

번호	Use case 명	내용	적용 기술	비고
				
3				
4				

2. 부정승차 방지기술

번호	Use case 명	내용	적용 기술	비고
1	무임승차 검출	[승객] ▪ 스마트 폰 앱 미구동 ▪ 스마트 토큰 미소지 [멀티 모달 IoT 센서] ▪ 비콘: 승객 휴대폰 호출방송 ▪ 승객 위치 인식 ▪ 승객 응답 타이머 구동 ▪ 미응답 승객 영상저장 및 위치 추적 ▪ 역무원에 무임승차 승객정보 메시지 전송 	▪ 승객 위치인식 기술(멀티 모달 IoT센서 융합) ▪ 승객 추적 기술 (게이트 지역) ▪ 무임승객 검출기술	

번호	Use case 명	내용	적용 기술	비고
2	부정 승차 검출	[승객] ▪ 스마트 토큰 부정 구매: (어른이 청소년/어린이 승차표 구입/청소년이 어린이 승차표 구입) ▪ 비콘서비스에 응답(운임정보잔고 등) [멀티 모달 IoT 센서] ▪ 비콘: 승객 휴대폰 호출방송 ▪ 승객 위치 인식 ▪ 승객 특징 추출(성별, 나이, 체중, 키): 영상센서, 체중센서 ▪ 스마트 토큰 유용성 판단 ▪ 부정승차 승객 영상저장 및 위치 추적 ▪ 역무원에 부정승차 승객정보 메시지 전송 	▪ 승객 위치인식 기술(멀티 모달 IoT센서 융합) ▪ 승객 추적 기술(게이트 지역) ▪ 부정승차 승객 검출 기술	

3. 교통약자 편의성 제공 기술

번호	Use case 명	내용	적용 기술	비고
1	교통약자 검색 및 케어 서비스	[승객] ▪ 교통약자 인식 장치 사용(휠체어, 지팡이, 모자 등) ▪ 승객정보(교통약자 정보) 송신 [멀티 모달 IoT 센서] ▪ 영상 정보로 교통약자(보행 장애인) 검출	▪ 승객 위치인식 기술(멀티 모달 IoT센서 융합) ▪ 교통약자 인식 기술 ▪ 승객 추적 기술(게이트 지역)	

		▪ 교통약자 지원메시지 생성 및 전송(역무원)		

<부 록 #4>

1. 핵심요소기술(CTE) 도출을 위한 전문가 회의결과 보고

- 국가R&D 「IoT기반 스마트게이트프리 기술개발 기획」 -

외부전문가 자문회의 결과 보고

□ 목 적

○ IoT 관련 분야 전문가를 초빙하여 본 기술 개발에 필요한 핵심요소기술(CTE, Critical Technology Element)을 객관적이고 체계적으로 도출하기 위함

* 표준화&암호화 기술, 위치인식기술, 통합운임정산 기술, 부정승차 방지 기술 등

□ 회의개요

○ 일시 : 2018. 9.27(목) 14:00 ~ 17:00(3시간)

○ 장소 : 용산역 회의실(ITX-3)

○ 참석 : 18명

- 산업체(5명) : 연대성(아이티컨버전스랩 대표), 이규성(마이크로시스템(주) 부회장), 이두원(㈜ 아니스트 대표), 박호준(한화하이테크 실장), 김창균(전 서울토피스 센터장)
- 학계(6명) : 박용범(단국대 교수), 임승각(공주대 교수), 고대식(목원대 교수), 강윤희(백석대 교수), 김석찬(부산대 교수), 김양중(한국산업기술대 교수)
- 한국철도공사(2명) : 정경우(스마트철도사업단 처장), 전종호 대리(스마트철도산업단)
- 주관연구기관(2) : 권용식 부장, 최성필 선임연구원
- 공동연구기관(3명) : 김영일 박사(한국전자통신연구원), 김민선(한국경영분석연구원 원장), 이서명 연구원(한국경영분석연구원)

○ 내용

- 참석자 소개, 사업개요 설명, 질의응답
- 자문의견서(붙임1 참조)

자문의견서(회의록)

소속 : 공주대학교 성명 : 임승각

연구기관명 (부서명)	한국철도공사 연구원 (경영연구처)
과제명	국가 R&D 「 IoT 기반 스마트 게이트프리 기술 개발 기획 」

회 의 명	국가 R&D CTE 도출을 위한 전문가 회의			참석인원	18
회의일짜	2018.9.27.(목)	회의시간	14:00~18:00	회의장소	용산역회의실
회의목적	국가 R&D 핵심요소기술(CTE) 도출 및 기술수요조사				
회의내용	○ 연구 과제명에서 “Free” 라는 의미가 불분명. - 3단계에 걸쳐서 R&D가 이루어져야 하는 상황에서 과제명에서 스마트 게이트 Free는 “스마트 게이트가 없는” 이라는 것을 의미함. 과제의 연구 내용을 보면 IoT 기반 전자적 게이트이므로, 추후라도 이를 변경하여야 연구 내용을 포괄할 수 있는 과제명이 될 것임. ○ “사회적 약자” “교통 약자” 의 개념과 “환승” 의 범위를 명확히 한 후 이들을 포함한 시나리오 기반의 핵심 요소 기술을 도출하는 것이 좋을것임. ○ 필요한 후보 기술군을 4가지로 타당하게 제시하였음. 그러나 특정 기술군의 경우 향후 개인 정보와 관련되어 있으므로, 이에 대하여는 어느 정도를 구현하는지에 대한 범위를 설정한 후 향후 관련된 법률적자문을 받으신 후 진행하는 것이 타당할 것으로 사료되어짐 => 이는 향후 시스템 구현 후 서비스 제공시 발생될 수 있는 정보 보호 관련된분쟁을 사전에 예방할 수 있을 것임. ○ 요소 기술 분류 체계에서 “승객 위치 추적 기술” 과 “승객 환승 정보 획득 기술 “의 2개로 분류됨. 위치 추적 기술이 환승 정보 획득을 위하여 필요하다면 2개를 1개로 통합한 후 “승객 환승 정보 획득 관련 기술 “로 표기하는 것이 오해의 소지를 없앨 수 있을 것으로 판단됨. ○ “부정 승차 방지 기술” 의 경우 매우 세심한 배려가 필요할 것임. 영상 기반의 경우 대상이 사람이므로 마스크등 얼굴 노출을 피할 수 있을 것이며, 획득 영상을 통해 부정 여부를 판별한다는 것을 매우 어려울 것으로 판단됨. 또한 장애우의 경우 본인과 보호자가 요금 무료 또는 50%를 할인받도록 현재 시행중이지만, 방지 기술에서는 누가 보호자인지를 어떻게 구별할 것인지 등의 기술적 해결 과제가 존재함. ○ 스마트 게이트 존에서 이상 행동이나 비정상적 행동에 대한 적절한 기술적 해결 방안을 고려할 것				

자문의견서(회의록)

소속 : 전 서울토피스 센터장　　성명 : 김창균

연구기관명 (부서명)	한국철도공사 연구원 (경영연구처)
과제명	국가 R&D 「 IoT 기반 스마트 게이트프리 기술 개발 기획 」

회 의 명	국가 R&D CTE 도출을 위한 전문가 회의			참석인원	18
회의일짜	2018.9.27.(목)	회의시간	14:00~18:00	회의장소	용산역회의실
회의목적	국가 R&D 핵심요소기술(CTE) 도출 및 기술수요조사				
회의내용	김창균입니다 (전 서울시 교통정보센터장, 현 휴먼교통연구소 대표) **전문가 요구사항** - 스마트 게이트의 필요성과 시급성에 대한 다양한 검증을 해야 합니다. 이미 고속도로에서 스마트 톨게이트는 성공적으로 운영중이고, 외국에서 스마트 톨게이트는 이미 대중화 수준으로 활용중입니다. 스마트 게이트에 대한 기술 수준은 더 이상 문제가 되지 않으며, 스마트 게이트가 필요로 하는 기능과 역할을 사전에 철저하게 규명하는 것이 보다 중요합니다 Why Smart gate righr now ? What are core functions for passengers ? - 연락운임 정산 부문은 지난 30년 동안 아직 해결이 안되었으니, 이번 기회에 연락운임 정산관련 신빙성 높은 알고리즘 개발이 필수적이라고 생각합니다 전철과 지하철의 운임 담당 기관간에 긴밀하고 성공적인 협조가 절대 필요한 시점입니다 - 코레일 내부의 중복 과제에 대한 문제를 사전에 정리하는 것이 바람직하다고 봅니다 이와 관련하여 IT전문가보다는 교통전문가들과의 토론이 도움이 될 것이라고 봅니다 **기술우선순위** 여러 기술 사항중에서 게이트와 스마트폰 앱 또는 요금카드 등과의 통신 기술 검토가 가장 중요함 전송과 커뮤니케이션 속도, 용량, 시스템의 안정성이 매우 중요함 오작동을 최소화하는 기술 검토 필요 승객의 위치추적 기술도 중요사항임 **시나리오** 스마트게이트를 일반 요금 진출입 지점에에 설치할 지 환승 진출입 지점에 설치할 지 시나리오를 구성해야 스마트 게이트를 전철내부의 여러 지점에 설치하고 승객의 동선을 모두 체크하여 출발역, 환승역, 도착역 등의 정보를 수집하는 구간 게이트 개념도 가능함 이경우 연락운임 정산에 매우 유리함 게이트의 크기와 형식을 여러가지로 하여 승객의 동선 추적을 철저하고 다각도로 분석할 수 있음 시스템 오작동시 대처 시나리오도 매우 중요 대부분의 시스템은 오작동이 발생하니 플랜 B를 만들어 요금 정산의 문제 발생에 대비해야 게이트 통과 하는 승객의 유형에 대한 분류를 하여 각 분류에 대한 기술 수준 표준화 결정				

자문의견서(회의록)

소속 : 백석대학교 성명 : 강윤희

연구기관명 (부서명)	한국철도공사 연구원 (경영연구처)
과제명	국가 R&D 「 IoT 기반 스마트 게이트프리 기술 개발 기획 」

회 의 명	국가 R&D CTE 도출을 위한 전문가 회의			참석인원	18
회의일짜	2018.9.27.(목)	회의시간	14:00~18:00	회의장소	용산역회의실
회의목적	국가 R&D 핵심요소기술(CTE) 도출 및 기술수요조사				
회의내용	○ 기술 분류체계의 구분별 기술수준(level) 상이하여 이에 대한 조정이 필요함 ○ 스마트 게이트 프리를 통해 얻을 수 있는 편익을 기준으로 기술정의가 필요할 것으로 생각됨 (사용자 편이성, 시스템 신뢰성) ○ 사니리오 기반 유스케이스 도출을 통해 기술 연관성 및 소요기술에 대한 도출이 필요함 (선행기술 도출 및 식별 활용) ○ 기술 구분 간의 명확한 차이점 명시가 필요함 (대부분에 대한 조정이 필요함) ○ 승객위치이식 기술과 승객정보인식기술은 상호연계 및 중복부분이 있는것으로 판단됨 ○ 대부분 기술분류에 포함된 개인정보 수집을 위한 제약점 및 활용에 대한 구체성이 필요함 ○ 물리적 적용환경에 대한 정의 및 적용가능 기술 도출이 요구됨 ○ 시나리오 - 승객은 역사 내의 승객은 영상인식을 통해 “승객 식별” 을 수행하여 역사 진입을 확인한다. 승객의 이동경로는 승객프로파일을 통해 지속적으로 유지되며, “승객추적” 을 통해 이상적인 이동경로 발생 시 이를 승객에게 통지하도록 한다. 승객의 게이트를 통과한 후 승객운임정보 시스템에 연동하며, 승객의 출발역을 “분산원장“저장한다. ” 승객정보 보호“를 위해 사용자의 승객정보는 특징값을 추출하여 유지한다. 승객이 목적역에 도착 후에 해당정보는 ” 분산원장 “에 저장한다. 이후 시스템은 ” 연락운임 “이 발생을 식별한 후 실시간 정산을 수행한다. - 세부적용기술 승객추적기술 승객정보 보호기술 블록체인 기반 신뢰성 보장기술 위치기반 연락운임 실시간 정산 기술 - 선행요구기술 연락운임 정산관련 참여 시스템 간의 메시지 수준 정의 및 연동 기술 실시간 운임정산 기술에 포함될 수 있음				

자문의견서(회의록)

소속 : 한화하이테크　　성명 : 박호준

연구기관명 (부서명)	한국철도공사 연구원 (경영연구처)
과제명	국가 R&D 「 IoT 기반 스마트 게이트프리 기술 개발 기획 」

회 의 명	국가 R&D CTE 도출을 위한 전문가 회의			참석인원	18
회의일짜	2018.9.27.(목)	회의시간	14:00~18:00	회의장소	용산역회의실
회의목적	국가 R&D 핵심요소기술(CTE) 도출 및 기술수요조사				
회의내용	○ 스마트 게이트 프리 환경을 아래와 같이 정의 (1) 약 7~10m 길이의 게이트바가 없는 긴 복도 형식이나 간이 칸막이를 이용하여 승객들이 지나갈 수 있도록 배치 (2) 복수개의 IoT 센서들을 이용하여 스마트폰의 BEACON을 이용한 과금 처리기를 게이트 측면에 배치 (3) 복수개의 카메라들을 이용하여 승객 인식에 사용 1) 전면 2개, 측면 1개 등 ○ 일반적인 승객이 지나갈 경우 (1) BEACON을 이용한 승객 인식 (2) 복수개의 카메라를 통하여 사람인지를 인식 1) 2명 이상의 객체가 겹쳐도 1명의 사람을 인식 2) 해당 인원이 식별이 가능한 상태인지를 판별 -> 정상 (3) 해당 승객에 대해 과금 처리 ○ 부정승차로 의심되는 사람이 지나갈 경우 (1) BEACON을 통한 승객 인식 (2) 복수개의 카메라를 통하여 사람인지를 인식 - 해당 인원이 사람임이 확인되나 -> 얼굴인식 불가능 상태 (부정승차 가능성이 높은 사람으로 인지) (3) 시스템에 경고 메시지를 송신하고, 해당 영상을 보관(on-the-fly) (4) 필요에 따라 인력을 동원하여 제지 가능 ○ 사람으로 인지되지 않은 객체가 지나갈 경우 (1) BEACON 수신이 되지 않거나, 사람으로 인지되지 않은 객체가 지나가는 것으로 판단 (2) 시스템에 경고 메시지를 송신하고, 해당 영상을 보관(on-the-fly)				

회 의 록

소속 : 목원대학교 성명 : 고대식

연구기관명 (부서명)	한국철도공사 연구원 (경영연구처)
과 제 명	국가R&D 「IoT기반 스마트 게이트프리 기술개발 기획」

회 의 명	국가R&D CTE도출을 위한 전문가 회의			참석인원	20
회의일자	2018.09.27.(목)	회의시간	14:00 ~ 18:00	회의장소	용산역 회의실
회의목적	국가R&D 핵심요소기술(CTE) 도출 및 기술수요조사				

회의내용

1. 게이트의 목적을 수준별로 정의할 필요있음
즉 무인자동차가 3단계 정도 있는것처럼
게이트리스의 최종목표를 레고수준(level)이라고
정의하고 현수준 게이트리스를 1단계,
혹은 부정승차 검거율 100%를 레고수준이라고
90%를 2단계 80%를 1단계로 정의하는것이
가능할것임.

2. 요소기술 발굴을 비롯하여 기획의 많은 부분을
부정승차 탐지분야에 집중할 필요가 있음. 이부분이
가장 어려운 해결분야일것임. 예) 영상인식등 기술적용이
불가피할수도 있음. (승객특징기술이 중요함)

3. 10 page의 요소기술 분류체계의 구분에 9개
기술을 나열했으나 ① 승차시간 운영정산 ② 부정승차탐지
③ 승객정보 ④ 표준약관 자원기술 나머지는 그하위로
의견서기술 것을 제안함.

4. 수요조사서는 빠른 날로 제출.

5. 후보기술 도출은 CPND가 아닌 gateless 기반으로 재정비.

자문의견서(회의록)

소속 : 아이티컨버전스랩 성명 : 연대성

연구기관명 (부서명)	한국철도공사 연구원 (경영연구처)
과제명	국가 R&D 「 IoT 기반 스마트 게이트프리 기술 개발 기획 」

회 의 명	국가 R&D CTE 도출을 위한 전문가 회의			참석인원	18
회의일짜	2018.9.27. (목)	회의시간	14:00~18:00	회의장소	용산역회의실
회의목적	국가 R&D 핵심요소기술(CTE) 도출 및 기술수요조사				
회의내용	1. 이용자 시나리오(안) 설계 후 필요 기술 구체화 필요 2. 무접촉 결제 카드 도입 로드맵 수립에 따른 레가시 연동 필요 3. 역사 내 위치 인식 한계에 따른 RF기술 적용 범위 확대 및 GPS구간 세분화 필요 4. 실시간 운임정산 신뢰성 제고 위한 블록체인 연계 검토 필요 5. 위치 추적 범위(환승 고객) 및 목적에 관한 명확한 대고객 커뮤니케이션 필요 6. 기술 분류 체계 단순화를 통한 필요 기술 도출 과정의 효율성 제고 필요 7. (소물인터넷으로써의) 비콘과 로라 기술 적용 검토 필요 8. 레가시에서 구현 가능한 것으로부터, 중장기 기술과제로의 진입 필요(요구사항 1과 연계) ※ 상기 요구사항은 의견 발표 순서에 따른 것으로 우선순위와 상관없음. 중복 의견 배제함. - 스마트게이트의 일반적인 시나리오 ‘탑승 이전, 탑승, 환승, 나가기, 기타교통 환승, 운임 요금 확인’ 은 아래 이미지와 같이 요약 가능함. <시나리오> “탑승이전(앱 내 탑승 구간 사전 설정, 별도 설정 없이 탑승) - 게이트 통과 - 역사 내 환승 - 나가기 - 운임 요금 확인 - 기타 교통 환승 - 운임요금 확인 “				

자문의견서(회의록)

소속 : 부산대학교　　성명 : 김석찬

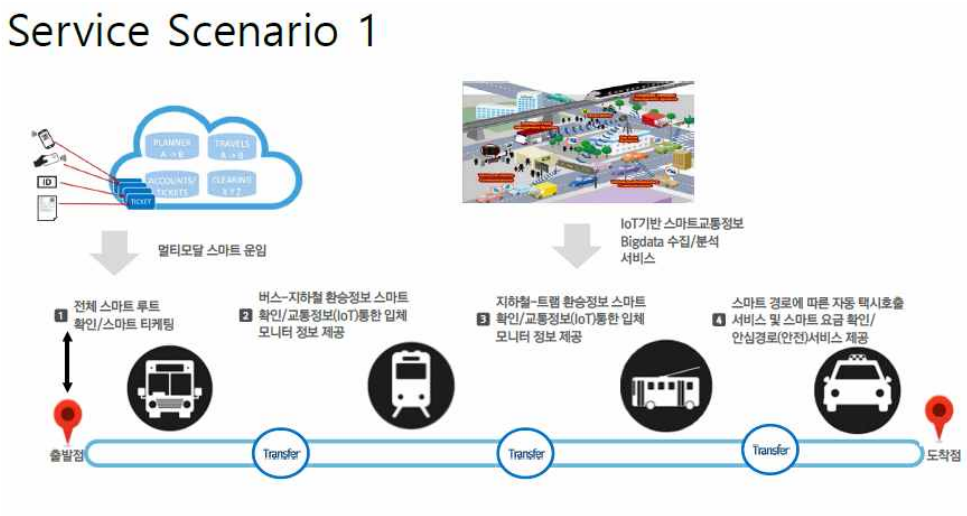
연구기관명 (부서명)	한국철도공사 연구원 (경영연구처)
과제명	국가 R&D 「 IoT 기반 스마트 게이트프리 기술 개발 기획 」

회 의 명	국가 R&D CTE 도출을 위한 전문가 회의			참석인원	18
회의일짜	2018.9.27.(목)	회의시간	14:00~18:00	회의장소	용산역회의실
회의목적	국가 R&D 핵심요소기술(CTE) 도출 및 기술수요조사				
회의내용	1) 전문가 요구사항 * 연구범위를 명확하게 정해야 함 - 시나리오 기반으로 필요기술 도출 - 또는 게이트 등급에 따른 단계별 필요기술 정리 * 과금 방법 정의 - 과금이 되는 주제를 정해야 함 (스마트폰을 통해 블루투스, NEC, 와이파이 등으로 할 것인지, 티켓 기반으로 할 것인지, 아니면 새로운 디바이스를 개발해서 할 것인지) * 위치 추적은 어느 레벨로 할 것인지도 정해야 함 - 역사 단위로 할 것인지, 아니면 역사 내에서 이동하는 것까지 할 것인지 * 사회적 약자는 별도 장치를 개발해서 관리 가능할 것임 * 부정 승차자는 출구에서 검출 후 여러 가지 방법으로 경고를 함 (예: 경광등이나 소리로 공개적으로 알려 주의를 줌) 2) 도출기술에 대한 우선순위 * 적절한 위치 인식 및 루트를 따라 이동하는 경로 파악은 BLE 비콘 기술로, 역사 간 승객 이동 정보의 취합 및 전달은 LoRa 등의 IEEE 802.15.4 기반 저전력 문선 WAN 기술이 적절해 보임 (별첨하는 기술수요조사서 참조) 3) 기술수요조사서 - 별첨 4) 시나리오 * 승객 입장 1. 스마트폰, PC, 전화 등의 다양한 방법을 통해 티켓 구매(실체가 없는 전산상으로) 2. 역사에 진입하여 개찰구쪽으로 이동 (바닥에 진행방향 표지된 것을 따라서) 3. 시스템은 개찰구 근처에 오면 BLE 비콘 등을 이용해서 이동방향, 위치 등을 파악하고, 특정위치 지나는 시점에 스마트폰과 연동하여 검표를 하고 안면인식 등의 보조자료를 확보 (스마트폰 연동이 힘든 경우를 대비해 티켓 자체를 소유한 승객들은 별도의 게이트를 통과시킴) 4. 위치 파악으로 승객의 이동루트를 파악하는 경우 혹시 잘못된 방향이나 플랫폼 진입시 스마트 폰을 통해 경고를 하고 바른 길로 안내 5. 위치파악으로 이동성을 관찰 후 지하철에 탑승 여부 등의 정보를 관리하고, 역사 단위로도 이동경로 정보를 관리함. 기차도 의자 밑의 RFID와 스마트 폰과의 연동으로 제 자리 착석 여부를 관리할 수 있음. 6. 목적지 역사의 출구에서 부정 승차자를 찾고 적절한 조치를 취함				

자문의견서(회의록)

소속 : 한국산업기술대학교　　성명 : 김양중

연구기관명 (부서명)	한국철도공사 연구원 (경영연구처)
과제명	국가 R&D 「 IoT 기반 스마트 게이트프리 기술 개발 기획 」

회 의 명	국가 R&D CTE 도출을 위한 전문가 회의			참석인원	18
회의일짜	2018.9.27. (목)	회의시간	14:00~18:00	회의장소	용산역회의실
회의목적	국가 R&D 핵심요소기술(CTE) 도출 및 기술수요조사				
회의내용					

자문의견서(회의록)

회 의 록

소속 : 한국해양대 성명 : 곽 동명

연구기관명 (부서명)	한국철도공사 연구원 (경영연구처)				
과 제 명	국가R&D「IoT기반 스마트 게이트프리 기술개발 기획」				
회 의 명	국가R&D CTE도출을 위한 전문가 회의			참석인원	20
회의일자	2018.09.27.(목)	회의시간	14:00 ~ 18:00	회의장소	용산역 회의실
회의목적	국가R&D 핵심요소기술(CTE) 도출 및 기술수요조사				

프로필 (명함)
용산역 회의실
신분증사본
pdf 파일.
206935@
korail.com

회의내용

전문가 의견사항
도출기술의 수준의
기술수요조사에
대한 의견

○ 연간 운임 분쟁 해소를 위해 실시간 접수기록과 더불어 분쟁원인들 도입하여 데이터의 신뢰성 확보를 위해 하드웨어 필요할까? 스마트 센트랙션 기술 도입으로 연간 운임 접수 자동화를 위한 필요는 있다. 또한 다양한 센서 운임 접수 루트간 법적 합의 방법과 보관 방법을 기술적에 고려해야 할 사항이다.

○ 승객 개인정보 보호 기술은 한일 자재에서 다루기 위험한 범위로 별 검토 사업으로의 연계와 법적 제도와 법적 문제 해결에 대한 고려를 필요로 한다.

○ 복잡 운치 문제는 별도의 HW 도입 없이 해결을 하기 힘든 문제로 별도 사업으로 만들어 원천 기술과 할수 있다는 일반적 수준의 고려만 포함할것을 조언한다.

자문의견서(회의록)

소속 : 마이크로시스템즈　　성명 : 이규성

연구기관명 (부서명)	한국철도공사 연구원 (경영연구처)
과제명	국가 R&D 「 IoT 기반 스마트 게이트프리 기술 개발 기획 」

회 의 명	국가 R&D CTE 도출을 위한 전문가 회의			참석인원	18
회의일짜	2018.9.27. (목)	회의시간	14:00~18:00	회의장소	용산역회의실
회의목적	국가 R&D 핵심요소기술(CTE) 도출 및 기술수요조사				
회의내용	1. 개발 범위를 명확히 해야한다. 현재 돌출된 내용중 단계별 요구사항을 설정하여 추진할 필요가 있 2. 개발범위 설정 후 세부과제를 선정하여 프로세스를 정해라 3. 사용자위주로 개발 할 것인지 수요자 중심으로 할 것인지를 명확히 설정해야 한다 4. 최종 NO GATE 로 할 것인가에 대한심도있는 검토가 필요 5. 현재 산재되어있는 각 기관별 시스템을 통합해야 된다 <도출기술 우선순위> 1. 이용객 위치 인식기술 - 승객위치 기술 - 승객위치 추적기술 2. 부정승차 방지기술 - 승객 정보인식기술 - 승객탑승여부 인식기술 - 승객환승정보 획득기술 3. 통합운임 정산플랫폼기술 - 위치기반 연락 운임 실시간 정산기술 - 실시간 운임 정산기술 - 비 접촉식 운임 정산기술 4. 표준화 및 암호화 기술 <시나리오> 1 단계 - 승객위치 확인기술 2 단계 - 부정승차방지기술 3 단계 - 통상운임 정산 플렛홈 기술 4 단계 - 표준화 및 암화 기술				

자문의견서(회의록)

소속 : ㈜아니스트 성명 : 이두원

연구기관명 (부서명)	한국철도공사 연구원 (경영연구처)
과제명	국가 R&D 「 IoT 기반 스마트 게이트프리 기술 개발 기획 」

회 의 명	국가 R&D CTE 도출을 위한 전문가 회의			참석인원	18
회의일짜	2018.9.27.(목)	회의시간	14:00~18:00	회의장소	용산역회의실
회의목적	국가 R&D 핵심요소기술(CTE) 도출 및 기술수요조사				

회의내용

IoT 기반 스마트게이트프리 기술 개발 기획에 대한 의견

이두원 / ㈜아니스트 대표, 동국대학교 블록체인학과 교수

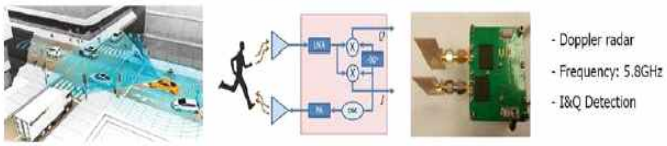
1. 공간분석의 필요성

■ 디바이스의 설치 및 Zone 영역의 확보시

- 철도 및 지하철 역사는 8~12개 이상의 다양한 전파들이 존재하므로, 기기의 설치 및 Zone 구간의 선정시 장소 환경에 대한 전파 혼선 및 간섭을 고려한 공간분석이 반드시 필요로 되어짐
- Zone 선정 거점 별 네 방향에 대한 Spectrum분석을 통해 기기의 설치 및 디바이스 인지에 대한 측정치를 확보해야 높은 인식률을 확보할 수 있음

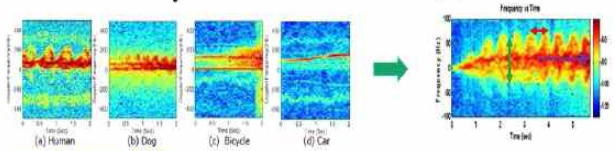
2. 전파와 인공지능의 융합 필요

■ 전파와 인공지능의 융합: Application of Human Detection



시간영역에서 목표물의 행동을 관찰하기 위해, 도플러 레이다를 사용하여 측정 후, STFT을 적용, 시각AI활용

$$S(t,f)=\int s(t')\cdot e^{-((t-t')/2\sigma^2)}\cdot e^{j2\pi f(t-t')}\,dt'=|\chi|e^{j\phi}$$



마이크로 도플러의 특징추출(주기, 보폭, 속도, 대역폭, 에너지등)

기타 확대 응용분야: 제스처, 헬스케어(심박수), 졸음운전(눈깜박임), 운동량, 간섭분석…

■ 전파와 인공지능의 융합 (사례 : 도쿄 공항 시범운행)



도쿄공항 시범운행, 전파와AI융합,
자율주행 휠체어, 파나소닉, 2017

3. Geo-fencing 기술의 활용 필요

■ 좌표 기반 Push 서비스 : 거리별 전파의 미치는 영향 이용

Technology	Coverage	Detecting Target
Geofence	Wide	상권 및 거대 매장 - 아울렛 등
WiFi AP	Mid	중간 범위의 구역, 넓은 매장 - 백화점, 마트 등
BLE	Small	소규모 매장 Check-in
Sound	Small (In-Door)	유리/벽 등 물리적으로 구획된 Indoor 매장





4. 물류정보 연계기술과의 연계 필요

■ 국토부의 Last-mile strategy와 연계
- 퍼스트 마일은 자동차나 지하철, 버스 등을 타기까지의 첫 번째 이동 구간
- 라스트 마일은 최종목적지에 도착하는 마지막 이동 구간을 의미

⇒ 지하철과 연계한 물류의 흐름을 스마트게이트프리 시스템과 연계하여 물류의 Visibility 확보

5. 블록체인과 연계 필요

■ 스마트 계약을 이용한 운임 지불, 자산관리, 소유 역사 관리 등에 이용
- 교통수단별 운영시간 통합요금 정산시 공정성 및 투명성 확보
  ⇒ 정산 플랫폼의 운영(B2C가 아닌 교통수단 기관별 B2B 플랫폼에 블록체인 기술 적용 ⇒ 운임분쟁 해결)

▶ 교통수단 이용자의 상황별 트랜잭션을 블록체인에 관리하는 것은 아이러니 (굳이 반영한다면 '환승' 상황 ⇒ 부정승차 문제 해결)

6. 교통수단별 연계성을 고려한 O2O 서비스 확대

① 공유경제 고려한 교통 O2O
② 지역 특산물(예:기장 미역) 거래 및 지역 먹거리(예:성심당 빵) O2O
- 지하철 및 철도역 거점별 O2O 서비스 확대 : 지역 상권의 대도시 거점화

자문 회의사진

회의사진

외부전문가 자문회의 사진(1)

2. 핵심요소기술(CTE) 도출을 위한 전문가 회의 참석자 서명부

참 석 자 서 명 부

□ 회의명 : 핵심요소기술(CTE) 도출을 위한 전문가 회의
(과제명 : IoT기반 스마트게이트프리 기술개발 기획)

□ 일 정 : 2018. 9. 27.(목) 14:00~18:00

□ 장 소 : 용산역 회의실(ITX-5)

□ 참석자 명단

연번	소 속	참 석 자		서 명	비고
		직 위	성 명		
1	아이티센씨티에스	대표	연대성		
2	케이코어시스템(주)	부회장	이기성		
3	(주)아니스트	대표	이두헌		
4	한국과학기술원	교수	박홍림		
5	〃	〃	임승각		
6	목원대	교수	고대승		
7	ETRI	기술총괄	김영길		
8	배재대	교수	강용득		
9	목원대	교수	김석찬		
10	한국산업기술대학교	〃	김양중		
11	한국정보통신연구원	원장	김민선		
12	철도공사	처장	정재우		
13	한국철도공사	대리	전종호	전종호	
14	〃	부장	천봉식		
15	한화하이테크	실장	박호건		
16	한국전자통신연구원	전임	이서명		
17	씨에스토피스	센터장	김창균		
18	한국철도공사	과장	최성철	최성철	
19					
20					