제 출 문

국토교통과학기술진흥원 귀하

‘지방간선도로 감응신호 제어용 매립형 무선 자기검지기 성능향상 및 실용화 기술개발 기획’(연구 개발 기간 : 2017. 8. 25 ~ 2018. 8. 24) 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2018. 08. 24.

주관연구기관명 : 한국교통대학교 산학협력단 (대표자) 전 문 수 (인)
공동연구기관명 : 서울과학기술대학교 산학협력단 (대표자) 이 동 훈 (인)

주관연구기관책임자: 김 진 태
공동연구기관책임자: 정 성 봉

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제29조에 따라 최종보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제 고유 번호</td><td>17RDPP-C1361
66-01</td><td>해당 단계
연구 기간</td><td colspan="2">2017.8.25
~ 2018.8.24</td><td>단계구분</td><td>3/3</td></tr>
<tr><td>연구사업명</td><td colspan="6">국토교통연구기획사업</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구과제명</td><td>대과제명</td><td colspan="5">지방간선도로 감응신호 제어용 매립형 무선 자기검지기
성능향상 및 실용화 기술개발 기획</td></tr>
<tr><td>세부과제명</td><td colspan="5">지방간선도로 감응신호 제어용 매립형 무선 자기검지기
성능향상 및 실용화 기술개발 기획</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구책임자</td><td rowspan="2">김 진 태</td><td>해당단계
참여
연구원 수</td><td>총: 9명
내부: 9명
외부: 0명</td><td>해당단계
연구개발비</td><td>정부: 78,000천원
기업: - 천원
정부 외: - 천원
계: 78,000천원</td></tr>
<tr><td>총 연구기간
참여
연구원 수</td><td>총: 9명
내부: 9명
외부: 0명</td><td>총 연구개발비</td><td>정부: 78,000천원
기업: - 천원
정부 외: - 천원
계: 78,000천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및
소속 부서명</td><td colspan="3">한국교통대학교 산학협력단
서울과학기술대학교 산학협력단</td><td colspan="2">참여기업명
-</td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="3">상대국명: -</td><td colspan="2">상대국 연구기관명: -</td></tr>
<tr><td>위탁연구</td><td colspan="3">연구기관명: -</td><td colspan="2">연구책임자:김진태, 정성봉</td></tr>
<tr><td colspan="4">○ 연구개발 목적
- 국도 감응신호제어 차량 검지기술 및 장비 개발
- 감응신호제어 무선통신 보안기술 및 관리 소프트웨어 개발
- 무선 감응신호제어 검지정보 생산성 향상, 성능평가 및 실용화 기술 개발
○ 연구개발 필요성
- 무선기술의 취약요소인 통신보안, 해외기술 도입 시 발생하는 유지보수 어려움을 극복하고 도로교통부문 대국민 안전확보를 위하여 국내 기술 개발 추진 필요
- 국토교통부 ‘국도 감응신호 기본계획’ 추진에 활용될 수 있는 국내 기술 확보 필요
○ 기대효과
- 루프 검지기 대비 저비용 무선시스템 확대 적용
- 검지기 분야 무선 보안 통신기술 및 모바일 교통관리 기술 확보
- 국도 혼잡관리 및 운영 효율성 증진을 통한 사회적 비용 감소
○ 파급효과
- 전국 국도에 감응신호제어 시스템 구축 가능
- 감응신호 무선 시스템 및 관련 기술(통신, 배터리, 모바일 운영) 개발 촉진</td><td colspan="3">보고서 면수 : 330p</td></tr>
</table>

요약문

연구의 목적 및 내용

□ 연구 목적

○ 본 기획연구는 국내 지방부 국도 교차로의 교통운영 효율성 및 검지정보 생산성 향상을 위한 기반 기술 확보를 목적으로 국내 교통 환경에 적합한 차량 검지 인프라 개발 방향을 검토함

□ 연구 내용

○ 국도 감응신호제어를 위한 차량 검지기술 개발 연구추진 전략 및 추진체계 정립
○ 세부 연구 과제 산출 및 단위 연구별 성과목표 및 성과지표 설정

1. 국도 감응신호제어 차량 검지기술 및 장비 개발

개발목표	◦매설식 무선 자기검지기 / 비매설식 레이더 검지기 실용화 장비기술 개발
주요 연구내용	◦검지기 핵심부품의 국산화 및 고도화 ◦무선통신 방식(Zigbee, LoRa, RF)별 상용화 제품 개발
기술개발방향성	◦무선 검지기술 핵심원천기술 개발 및 IPR 확보, 국내 실정에 맞는 기술 표준화 및 국산화 개발, 실무자 중심 운영전략 수립

2. 감응신호제어 무선통신 보안기술 및 관리 소프트웨어 개발

개발목표	◦무선 자기검지기 무선통신 보안기술 및 관리 소프트웨어 개발
주요 연구내용	◦무선 감응신호제어 디지털 인프라 기술 개발 ◦실시간 모니터링 및 신뢰성 평가기술 개발
기술개발방향성	◦감지장치의 통신보안 기술 및 지방자치단체 실무자 운영 효율성 제고를 위한 통합 유지보수 전문가 시스템 제공

3. 무선 감응신호제어 검지정보 생산성 향상, 성능평가 및 실용화 기술 개발

개발목표	◦감응신호제어 검지정보 생산성 향상 기술 개발, 검지정보 평가
주요 연구내용	◦감응신호제어 단위연장시간 외부 조정 핵심 기술 개발 ◦통신방식별 무선 검지기 시스템 안전성, 정확도 알고리즘 평가
기술개발방향성	◦지자체 및 운영기관을 통한 실증단지 구축 운용환경 평가, 비즈니스 모델 검토 및 실용화 추진 전략 제시

연구 결과

□ 감응신호제어용 무선 기반 자기검지기의 기술 개발 요구사항 및 과제 제안요구서 작성

○ 기술개발 동향분석 및 추진동향
○ 기술정의, 분류체계, 기술 내용 등 기술 목표 설정
○ 기술수요 및 성공 가능성
○ 연구개발과제 구성 및 추진전략
○ 인력투입계획 및 소요예산 산정
○ 사전타당성 검토
○ 과제 제안요구서 작성 및 평가기준 수립

연구개발성과의 활용계획

○ 국도 교통운영 효율성 증대 및 지정체 감소로 인한 사회적 비용 감소
○ 국내 감응신호운영 기반 기술 확보 및 무선 교통관리 시스템 기술 개발 촉진

핵심어	차량 검지기	검지 정보	감응 신호	무선통신 보안기술	모니터링 기술

SUMMARY

Purpose & Contents

☐ Purpose of Research

○ This research examines the direction of development of vehicle detection infrastructure suitable for domestic traffic environment to improve traffic operation efficiency and detection information productivity at intersection of national roads of local districts

☐ Research content

○ Development of Vehicle Detection Technology for National Traffic Signal Control
○ Establishment of detailed research tasks and performance targets and indicators

1. Development of detection technology and equipment for traffic signal control

Development Goals	◦Development of Underground wireless magnetic sensor / non-embedded radar probe practical application technology
Major Research Contents	◦The localization and enhancement of key components of the detector ◦Development of a commercial product for each wireless communication method (Zigbee, LoRa, and RF)
Technology development	◦Development of core technologies for wireless detection and IPR, standardization of technologies for domestic situations, and establishment of working-level operation strategies

2. Development of wireless communication security technology and management software

Development Goals	◦Development of wireless magnetic sensor communication security technology and management software
Major Research Contents	◦Development of Digital Infrastructure Technology for Wireless communication Signals ◦Development of real-time monitoring and reliability assessment technology
Technology development	◦Integrated maintenance expert system to improve communication security technology and operational efficiency of detection devices

3. Development of a technology to improve the productivity of the communication signal control index, evaluate performance

Development Goals	◦Communication signal control index development of productivity technology, evaluation of index
Major Research Contents	◦Development of technology for adjustment of communication signal control unit extension time ◦Evaluation of Safety and Accuracy Algorithm for Wireless Detector System
Technology development	◦Demonstration complex through local governments and operating agencies Evaluation of management environment, review of business model and proposal of practical implementation strategy

Results

☐ Preparation of technical development requirements and task proposal request for the radio based magnetic detector for the control of the communication signal

○ Trend analysis and implementation
○ Establishing technical goals such as technical definition and content classification system
○ Technical Demand and Success
○ Composition and Implementation of R&D Projects
○ Planning and Budget for Human Resources
○ Preliminary Feasibility Study
○ Preparation of a task proposal request and Establishment of evaluation criteria

Expected Contribution

○ Reduced social costs due to increased efficiency and decreasing of the fixed body of the National Highway Traffic Operation
○ Securing technologies based on domestic communication signal operation and promoting development of wireless traffic management system

Keywords: Vehicle detector | Detection Index | Communication signals | Wireless Communication Security technology | Monitoring Technology

목 차

제1장. 기술개발 개요 및 필요성 ····· 1

제1절. 기술개요 및 분류체계 ····· 1

1. 검지기술 정의 ····· 1
2. 감응신호 정의 ····· 2
3. 타 검지기술 검토 ····· 3
4. 기획기술 분류체계 ····· 4

제2절. 기술개발 필요성 ····· 7

1. 기존 검지기 대체 기술 필요성 ····· 7
2. 국가적 기술 개발 필요성 ····· 7
3. 사업추진 의지 및 관계 기관 동향 ····· 8

제3절. 기술개발 실용화 개선 및 추진 방안 ····· 12

1. 실용화 개선 방향 ····· 12
2. 실용화 추진 방향 ····· 12
3. 기술개발 미래성 ····· 14

제2장. 국내·외 동향 및 환경 분석 ····· 16

제1절. 국내·외 정책 동향 ····· 16

1. 미국 정책 동향 ····· 16
2. 유럽 정책 동향 ····· 17
3. 일본 정책 동향 ····· 18
4. 국내 정책 동향 ····· 18

제2절. 국내·외 기술 동향 ····· 29

1. 국외 감응신호 제어 동향 ····· 29
2. 국내 감응신호제어 동향 ····· 33
3. 감응 차량검지기술 동향 ····· 36

제3절. 국내외 지자기 검기지 상용화 및 시장 동향 ····· 50

1. 미국 시장 동향 ····· 50
2. 유럽 시장 동향 ····· 66
3. 일본 시장 동향 ····· 68
4. 중국 시장 동향 ····· 72
5. 국내 시장 동향 ····· 74

제4절. 국내·외 특허 및 연구 동향 ····· 83

1. 국내·외 특허 동향 분석 ····· 83
2. 선행 연구 동향 분석 ····· 93

3. 선행 논문 동향 분석 ····· 123
제5절. 국내 연구개발 인프라 및 인력 현황 ····· 131
1. 대학 인프라 및 인력 ····· 131
2. 연구소 인프라 및 인력 ····· 131
3. 민간업체 인프라 및 인력 ····· 131
제6절. 국내 수요처 의견수렴 및 요구사항 분석 ····· 133
1. 검지기 운영 현황 ····· 133
2. 수요처 의견수렴 ····· 137
제3장. 연구개발과제 구성 ····· 141
제1절. 비전 및 목표 ····· 141
1. 비전 ····· 141
2. 목표 ····· 142
제2절. 연구개발 과제 범위 ····· 144
1. 기술요구사항 및 기술수요분석 ····· 144
2. 무선 자기검지기 기술 수준 ····· 144
3. 무선 자기검지기 기술 요구사항 ····· 145
4. 연구개발 후보과제 도출 ····· 147
제5장. 세부과제도출 ····· 151
제3절. 기술수준 및 성공 가능성 ····· 152
1. 기술개발 역량 및 잠재력 ····· 152
2. 기술개발의 위험요인 ····· 153
3. 기술개발의 성공 가능성 ····· 154
제4장. 연구과제 주요내용 및 추진전략 ····· 156
제1절. 총괄 및 세부과제별 주요 연구내용 ····· 156
1. 총괄연구단: 지방간선도로 감응신호제어용 좌회전 검지기 실용화 기술 개발 ····· 156
2. 1세부과제: 국도 감응신호제어 차량 검지기술 및 장비 개발 ····· 158
3. 2세부과제: 무선통신 보안기술 및 관리 소프트웨어 개발 ····· 160
4. 3세부과제: 검지정보 생산성 향상, 성능평가 및 실용화 기술 개발 ····· 162
제2절. 세부과제 간 연관관계 ····· 164
1. 세부과제 구성 ····· 164
2. 세부과제 간 연계관계 ····· 164
제3절. 기술로드맵 및 성과지표 ····· 166
1. 기술로드맵 ····· 166
2. 세부과제별 성과목표 및 성과지표 ····· 167
3. TRL 및 핵심연구 성과 ····· 170

제4절. 연구개발 추진체계 ····· 174
1. 총괄 및 세부과제별 연구 추진 전략 ····· 174
2. 연구추진체계 ····· 174
제5장. 사전 타당성 검토 ····· 178
제1절. 정책적 타당성 ····· 178
1. 상위계획과의 부합성 ····· 178
2. 지방자치단체 관련 사업계획 부합성 ····· 181
3. 지능형 교통시스템 확대 부합성 ····· 182
제2절. 기술적 타당성 ····· 187
1. 기술개발 계획의 적절성 ····· 187
2. 연구내용의 적절성 ····· 190
3. 사업기간 및 연구개발비의 합리적 편성 ····· 192
4. 성과목표 및 지표 설정의 적절성 ····· 192
제3절. 경제적 타당성 ····· 193
1. 분석 전제 및 개요 ····· 193
2. 경제성 분석 지표 ····· 195
3. 분석 결과 ····· 212
제4절. TCO 분석 ····· 214
1. 분석 전제 및 개요 ····· 214
2. TCO 분석 지표 분석을 위한 시스템 정의 ····· 215
3. TCO 분석 결과 ····· 217
제6장. 자원투입계획 ····· 220
제1절. 인력투입계획 ····· 220
제2절. 소요예산 산정 ····· 222
제7장. 과제공모방안 ····· 224
제1절. 과제제안 요구서 ····· 224
제2절. 평가기준 설정 ····· 231
1. 연구개발 목표 ····· 231
2. 연구개발 내용 ····· 231
3. 추진전략 및 계획 ····· 231
4. 개발기술의 실용성 및 경제성 ····· 232
5. 연구책임자의 전문성 및 관리능력 ····· 232
부록. 특허 분석 및 세부 과제카드 ····· 234
제1절. 총괄연구단 R&D 과제카드 ····· 314

제2절. 세부과제별 R&D 과제카드 ····· 321
1. 1세부과제 : 국도 감응신호제어 차량 검지기술 및 장비 개발 ····· 321
2. 2세부과제 : 무선통신 보안기술 및 관리 소프트웨어 개발 ····· 325
3. 3세부과제 : 검지정보 생산성 향상, 성능 평가 및 실용화 기술 개발 ····· 328

표 목 차

〈표 1-1〉 감응신호운영 방법에 따른 기술 분류 ····· 18
〈표 1-2〉 차량검지 기술별 감응신호운영 적용성 검토 ····· 20
〈표 1-3〉 매립형 무선 지자기 검지기 개발기술 구성 ····· 21
〈표 1-4〉 관련 기술 개발 사례 ····· 26
〈표 1-5〉 현존 및 기획과제 감응신호운영 요소기술 비교 ····· 31
〈표 2-1〉 미국 내 차량검지기술 TCO 분석 ····· 33
〈표 2-2〉 국내 감응신호 운영 현황 ····· 36
〈표 2-3〉 국도감응신호 구축사업(국토교통부)을 통해 설치된 검지기 수 ····· 37
〈표 2-4〉 국토교통부 감응신호제어 도입 시범사업 결과 (2013.08~2014.04) ····· 37
〈표 2-5〉 감응신호제어 도입 시 평균 교통신호위반 감소 건 수 ····· 37
〈표 2-6〉 감응신호제어 도입 시 평균 신호대기 지체시간 감소 효과 ····· 38
〈표 2-7〉 감응신호제어 도입 시 평균 통행시간 감소 효과 ····· 38
〈표 2-8〉 감응신호제어 도입 시 평균 통과교통량 증가 효과 ····· 38
〈표 2-9〉 감응신호제어 도입에 따른 편익 증대효과 ····· 39
〈표 2-10〉 2018년 감응신호제어 확대 대상 신호교차로(국토교통부 계획) ····· 39
〈표 2-11〉 지방자치단체 감응신호제어시스템 설치 사업 ····· 39
〈표 2-12〉 평창 동계올림픽 행사주변 감응신호제어운영 기반시설 구축계획 ····· 40
〈표 2-13〉 교통감응 신호운영 장애요인 ····· 40
〈표 2-14〉 루프검지기 고장 원인별 분류(단위: %) ····· 41
〈표 2-15〉 국도 신호교차로 아스팔트 포장 진단(국토교통부) ····· 42
〈표 2-16〉 RF무선통신 기술기반 차량 검지 현장시험 결과(군산시) ····· 43
〈표 2-17〉 대전광역시 RF무선통신 기술기반 차량 검지 현장시험 결과(교통량) ····· 44
〈표 2-18〉 대전광역시 RF무선통신 기술기반 차량 검지 현장시험 결과(점유시간) ····· 44
〈표 2-19〉 교통신호제어용 검지기 작동 기능 구분 ····· 49
〈표 2-20〉 우리나라 감응신호제어기술 ····· 50
〈표 2-21〉 감응제어 기법에 따른 감응신호 설치기준(안) ····· 51
〈표 2-22〉 감응방법 구분(도로교통공단) ····· 52
〈표 2-23〉 검지체계별 특성 ····· 53
〈표 2-24〉 감응신호제어를 위한 루프검지기 운용방식 비교 ····· 55
〈표 2-25〉 영상검지기 방식의 분류 ····· 57
〈표 2-26〉 차간 거리별 적정 영상검지기 설치높이 비교 ····· 60
〈표 2-27〉 감응제어시스템 활용 기술 동향 ····· 63
〈표 2-28〉 현시 진행 순서 ····· 65
〈표 2-29〉 무선 지자기 검지기의 장점 ····· 67
〈표 2-30〉 미국 센시스 지자기 검지기의 설치(매립) 깊이 ····· 74

〈표 2-31〉 POD 무선 자기검지기 성능 개요 ····· 77
〈표 2-32〉 우리나라 차량검지기 생산 산업체 및 기술 수준 ····· 96
〈표 2-33〉 국내 교통신호운영에 사용되는 통신기술 인프라 현황 ····· 97
〈표 2-34〉 도로교통공단 수행 감응신호운영 대체 후보 검지기 및 현장실험 지점 ····· 98
〈표 2-35〉 특허 검색 데이터베이스 및 검색 방법 ····· 99
〈표 2-36〉 특허 검색 데이터베이스 및 검색 방법 ····· 100
〈표 2-37〉 중분류별 특허 검색 키워드 ····· 101
〈표 2-38〉 신호제어용 검지기술 특허 등록년도 및 국가별 등록추이 ····· 102
〈표 2-39〉 본 기획과제 관련 요소기술별 특허 건 수 연도별 분류 (국내) ····· 104
〈표 2-40〉 본 기획과제 관련 요소기술별 특허 건 수 연도별 분류 (국외) ····· 105
〈표 2-41〉 기획과제 기술 분류별 국내 특허 등록 현황 ····· 106
〈표 2-42〉 기획과제 기술 분류별 미국 특허 등록 현황 ····· 107
〈표 2-43〉 기획과제 기술 분류별 유럽 특허 등록 현황 ····· 107
〈표 2-44〉 기획과제 기술 분류별 일본 특허 등록 현황 ····· 108
〈표 2-45〉 본 기획과제 관련 선행연구 검색 방법 ····· 109
〈표 2-46〉 감응제어 기법 관련 국내 연구 ····· 110
〈표 계속〉 감응제어 기법 관련 국내 연구 ····· 111
〈표 2-47〉 성능 평가 분석 자료별 결과 ····· 120
〈표 2-48〉 성능 평가 결과 ····· 126
〈표 2-49〉 목표 달성 수준 ····· 127
〈표 2-50〉 딜레마 존 검지기 세부 평가 항목 정의 및 성능 달성 수준 ····· 129
〈표 2-51〉 감응제어 기법 관련 국외 연구 ····· 132
〈표 2-52〉 정지선 검지 기술 평가결과 ····· 136
〈표 2-53〉 통행시간 정확도 분석(국도522, Westbound) ····· 137
〈표 2-54〉 본 기획과제 관련 논문 검색 방법 ····· 139
〈표 2-55〉 감응제어 및 검지기 기술 관련 국내 논문 ····· 140
〈표 2-56〉 감응제어 및 검지기 기술 관련 국외 논문 ····· 144
〈표 2-57〉 국내 기술인력 현황 ····· 148
〈표 2-58〉 지자체별 검지기 설치 현황 ····· 150
〈표 2-59〉 국내 지방부 간선도로 교통감응신호 적용 이력 ····· 151
〈표 2-60〉 최근 3년간 감응신호 설치 현황 ····· 152
〈표 2-61〉 검지기 관련 주요 의견 사항 ····· 154
〈표 2-62〉 지자체별 신호 운영 및 유지관리를 위한 예산 비용 ····· 155
〈표 2-63〉 수요처 요구사항 ····· 156
〈표 3-1〉 검지기 기술 조건 ····· 163
〈표 3-2〉 후보과제 분류 카테고리 ····· 164
〈표 3-3〉 카테고리별 후보과제 ····· 165
〈표 계속〉 카테고리별 후보과제 ····· 166

〈표 3-4〉 세부 별 과제 현황 ····· 167
〈표 3-5〉 통신 기술 현황(통신사 기준) ····· 168
〈표 4-1〉 총괄연구단 목표 및 주요 연구내용 ····· 172
〈표 4-2〉 연차별 총괄연구단 연구 내용 및 예상 성과 ····· 173
〈표 4-3〉 1세부 목표 및 주요 연구내용 ····· 174
〈표 4-4〉 연차별 1세부 연구내용 및 예상성과 ····· 175
〈표 4-5〉 2세부 목표 및 주요 연구내용 ····· 176
〈표 4-6〉 연차별 2세부 연구내용 및 예상성과 ····· 177
〈표 4-7〉 3세부 목표 및 주요 연구내용 ····· 178
〈표 4-8〉 연차별 3세부 연구내용 및 예상성과 ····· 179
〈표 4-9〉 1세부 성과목표 및 성과지표 ····· 183
〈표 4-10〉 2세부 성과목표 및 성과지표 ····· 184
〈표 4-11〉 3세부 성과목표 및 성과지표 ····· 185
〈표 4-12〉 연구개발 TRL 설정 ····· 186
〈표 4-13〉 1차년도 핵심연구 성과 ····· 187
〈표 4-14〉 2차년도 핵심연구 성과 ····· 188
〈표 4-15〉 3차년도 핵심연구 성과 ····· 189
〈표 4-16〉 감응제어시스템 인수 시험 검사 항목 ····· 193
〈표 5-1〉 권역별 감응 신호 교차로 선정 대상 개소 ····· 194
〈표 5-2〉 전체 단계별 구축구간 선정 결과 ····· 195
〈표 5-3〉 2017년 이후 좌회전 감응신호 관련 지자체 사업 현황 ····· 198
〈표 5-4〉 2017년 ITS 운영 지자체 ····· 200
〈표 5-5〉 국도 ITS 구축현황 ····· 200
〈표 5-6〉 세부 별 연구 사업 구성 ····· 204
〈표 5-7〉 세부 성과지표 설정 ····· 205
〈표 5-8〉 단계별 기술개발 구성 ····· 207
〈표 5-9〉 단계별 기간 및 사업비 ····· 208
〈표 5-10〉 경제성 분석기법의 비교 ····· 210
〈표 5-11〉 국가R&D사업 경제성 분석방법 및 절차 ····· 210
〈표 5-12〉 검지기 개발 및 공사 유지보수 비용 산정 ····· 212
〈표 5-13〉 감응신호 구축 재원 ····· 213
〈표 5-14〉 실시설계 및 감리 업무 범위 (공고 제14조) ····· 213
〈표 5-15〉 전력시설물공사 부문 설계비 요율(제18조 제2항 관련) ····· 214
〈표 5-16〉 수도권단계별소요예산(단위 : 억원) ····· 217
〈표 5-17〉 국가R&D사업 편익항목 분류 ····· 218
〈표 5-18〉 도로부문 사업 편익항목 분류 ····· 218
〈표 5-19〉 수단별 평균 통행시간가치(전국권) ····· 220
〈표 5-20〉 도로 유형별 교통사고 발생비율 ····· 222

〈표 5-21〉 교차로 평균정지지체 ····· 224
〈표 5-22〉 신호위반 감소 원단위 ····· 224
〈표 5-23〉 수단별 통행시간 가치(전국권)(단위: 만원) ····· 225
〈표 5-24〉 교통사고비용(단위: 만원) ····· 225
〈표 5-25〉 단계별 편익산정 결과(단위: 억원) ····· 227
〈표 5-26〉 경제성 분석 결과(단위: 백만원) ····· 229
〈표 5-27〉 루프검지기 및 무선 자기 검지기 구성 ····· 232
〈표 5-28〉 검지기 설치 개요 ····· 232
〈표 5-29〉 설치 인력 ····· 233
〈표 5-30〉 설치 규격 ····· 233
〈표 5-31〉 유지관리 ····· 233
〈표 5-32〉 검지기별 주요 비용 ····· 234
〈표 5-33〉 TCO 분석 결과 (단위: 백만원) ····· 235
〈표 6-1〉 지원 인력 투입 총괄(단위: 명) ····· 236
〈표 6-2〉 1세부과제 연구투입인력(단위: 명) ····· 236
〈표 6-3〉 2세부과제 연구투입인력(단위: 명) ····· 237
〈표 6-4〉 3세부과제 연구투입인력(단위: 명) ····· 237
〈표 6-5〉 소요 예산 총괄(단위: 억원) ····· 238
〈표 6-6〉 1세부과제 소요예산(단위: 억원) ····· 238
〈표 6-7〉 2세부과제 소요예산(단위: 억원) ····· 239
〈표 6-8〉 3세부과제 소요예산(단위: 억원) ····· 239
〈표 7-1〉 평가항목별 배점기준(안) ····· 249

그 림 목 차

〈그림 1-1〉 본 연구에서 정의하는 감응신호 기술 적용 상황 ····· 19
〈그림 1-2〉 매립형 무선지자기 검지기 개발기술 분류 ····· 2
〈그림 1-3〉 교통안전/운영 담보기술 국내 확보 병행과 해외기술 의존 상황 비교 ····· 23
〈그림 1-4〉 시스템 불록 다이어그램 ····· 25
〈그림 1-5〉 지자기 검지기 기술(민간) ····· 27
〈그림 1-6〉 본 기획과제 실용화 추진방향 정립을 위한 SWOT 분석 ····· 28
〈그림 1-7〉 실용화 확보를 위한 본 기획과제 수행방법 개선 방안 ····· 29
〈그림 2-1〉 SAM 포장기법 개요 ····· 41
〈그림 2-2〉 일반 아스팔트 포장과 개질 아스팔트 포장 비교도 ····· 42
〈그림 2-3〉 매설형 무선통신 차량검지기 현장실험 시스템 개요도 ····· 43
〈그림 2-4〉 대전시 신호교차로 무선검지기 실험현장 (2007) ····· 44
〈그림 2-5〉 완전감응 신호제어 상 독립현시 운영 ····· 45
〈그림 2-6〉 완전감응 신호제어 상 독립현시 운영 ····· 46
〈그림 2-7〉 교통량-밀도 지방부 감응제어 상 독립현시 운영 ····· 47
〈그림 2-8〉 감응신호현시 제어 개요도 ····· 48
〈그림 2-9〉 좌회전 감응 예시도 ····· 51
〈그림 2-10〉 루프검지기 제어기 및 루프센서 ····· 54
〈그림 2-11〉 일반 소형 루프검지기 크기 ····· 54
〈그림 2-12〉 대형 루프검지기 형상 ····· 56
〈그림 2-13〉 영상검지기 운영 현장 사례 ····· 57
〈그림 2-14〉 영상검지 카메라 위치에 따른 교통류 제약 ····· 58
〈그림 2-15〉 영상검지기 설치를 위한 고려사항 ····· 59
〈그림 2-16〉 카레라의 높이에 따른 교통류의 모습 ····· 59
〈그림 2-17〉 영상검지기 설치조건 ····· 59
〈그림 2-17〉 완전감응제어 검지기 설치위치 개요도 ····· 61
〈그림 2-18〉 완전감응을 위한 일반적인 검지기 설치 위치 ····· 61
〈그림 2-20〉 반감응제어 검지기 구성 ····· 62
〈그림 2-21 이중고리기반 8현시 번호 체계 ····· 64
〈그림 2-22〉 감응신호운영을 위한 이중고리기반 현시표출체계 ····· 64
〈그림 2-23〉 무선지자기 검지기의 신호교차로 설치상황 개요도 ····· 66
〈그림 2-24〉 지자기검지기 구성요소 ····· 67
〈그림 2-25〉 지자기검지기 설치 ····· 68
〈그림 2-26〉 지자기검지체계 구성요소 ····· 68
〈그림 2-27〉 미국 무선 지자기 검지기 시스템 구성 개요도 ····· 68
〈그림 2-28〉 미국 센시스 지자기 검지기 ····· 69

〈그림 2-29〉 신호교차로 인공위성 사진과 검지기 설치위치 도면 비교 ····· 69
〈그림 2-30〉 무선 지자기 검지기 설치에 요구되는 기반 시설 ····· 70
〈그림 2-31〉 무선 자기검지기 현장 시공 사진 ····· 70
〈그림 2-32〉 미국 무선 지자기검지기의 루프검지기 대체 사용 사례 개요도 ····· 71
〈그림 2-33〉 미국 내 센시스네트워크 무선 지자기 검지기 설치 지점 분포도 ····· 71
〈그림 2-34〉 노면포장 손실 시 루프 및 무선 지자기 검지기 손상 사례 ····· 72
〈그림 2-35〉 유선 루프검지기와 무선 지자기검지기 크기 비교 ····· 73
〈그림 2-36〉 무선지자기 검지기의 설치 형태별 종류 ····· 73
〈그림 2-37〉 미국 North Carolina 주 검지기 예시 ····· 74
〈그림 2-38〉 센시스 검지기 관리시스템 Shortwell의 GUI ····· 75
〈그림 2-39〉 Trafficware사의 POD 무선 자기검지기〉 ····· 75
〈그림 2-40〉 Trafficware사의 POD 시스템 구성 개요도 ····· 76
〈그림 2-41〉 Trafficware사의 베이스 스테이션 (Rack Mount) ····· 76
〈그림 2-42〉 Trafficware사의 POD 무선 검지기 ····· 77
〈그림 2-43〉 Trafficware사의 POD 관리시스템 (Pod Connect) ····· 78
〈그림 2-44〉 Trafficware사의 POD 무선 차량검지시스템 ····· 78
〈그림 2-45〉 Trafficware사의 POD 지자기 검지기 설치지점 개요도 ····· 79
〈그림 2-46〉 검지영역 별 설치 방법 ····· 79
〈그림 2-47〉 Canoga Traffic Sensing Systems 모식도 ····· 80
〈그림 2-48〉 Smart Sensor Advance 설치 형상 ····· 81
〈그림 2-49〉 WaveTronix사의 차량 검지 시스템의 탐지 범위 ····· 81
〈그림 2-50〉 Honeywell사의 Magnetic Sensors ····· 81
〈그림 2-51〉 SenSource사의 자기 필드 센서 ····· 82
〈그림 2-52〉 지하 설치 및 지상 설치 방식 ····· 82
〈그림 2-53〉 RTM지자기 검지기 및 제어기 보드 ····· 83
〈그림 2-54〉 RTM300 설치지점 및 모식도 ····· 83
〈그림 2-55〉 RTM300의 작동 원리 ····· 84
〈그림 2-56〉 감응신호제어 용도로 일반적으로 사용되는 초음파 검지기 ····· 85
〈그림 2-57〉 검지기에 의한 우회전전용차로 체류 정보 수집상황 예시도 ····· 85
〈그림 2-58〉 일본 감응신호 운영 ····· 86
〈그림 2-59〉 경찰청 규격 49호 초음파 도플러식 차량 검지기 ····· 86
〈그림 2-60〉 경찰청 규격 204판1호 분리형 초음파식 차 량검지기 ····· 86
〈그림 2-61〉 스미토모전공 시스템솔루션 초음파검지기 SD-450 ····· 87
〈그림 2-62〉 SCIDET-3000 ····· 87
〈그림 2-63〉 원적외선 센서 및 IR-MA 검지부 ····· 88
〈그림 2-64〉 정주기식 교통신호운영을 이용한 중국의 차량녹색 잔여시간 표시 ····· 88
〈그림 2-65〉 ROSIM사의 감음형 트래픽 제어 시스템 ····· 89
〈그림 2-66〉 무선 차량 센서(Wireless vehicle detector; WVD) ····· 89

〈그림 2-67〉 ROSIM 무선 차량 감지 센서 ····· 90
〈그림 2-68〉 ㈜ITSBANK사의 무선자기센서 차량검지 시스템 ····· 91
〈그림 2-69〉 ㈜ITSBANK의 무선자기센서 차량검지 시스템 ····· 92
〈그림 2-70〉 ㈜ITSBANK사의 반감응 신호 제어 시스템 ····· 92
〈그림 2-71〉 하나텍 시스템의 무선자기센서 차량검지 시스템 ····· 93
〈그림 2-72〉 모루시스템의 ITS용 기능 보드 ····· 93
〈그림 2-73〉 한국전기교통주식회사의 교통신호제어기 ····· 94
〈그림 2-74〉 TOPES사의 교통정보 수집장치, 영상식 교통정보 수집장치 ····· 95
〈그림 2-75〉 핵심특허 추출 키워드 ····· 99
〈그림 2-76〉 국가별 기술요소별 특허등록 점유율(%) 비교 ····· 109
〈그림 2-77〉 대전 테스트 베드 설치 구간 ····· 112
〈그림 2-78〉 U-TSD 시스템 실시간 데이터 수집 및 검증 ····· 113
〈그림 2-79〉 센서노드 하우징 조립 지그 및 센서노드 하우징 ····· 113
〈그림 2-80〉 곤지암 ITS 성능평가 장소 및 센서 노드 설치 위치 ····· 114
〈그림 2-81〉 실시간 자기신호 가시화 및 연동분석 S/W 개발 ····· 114
〈그림 2-82〉 센서모듈 및 케이스 ····· 115
〈그림 2-83〉 센서 검지여부 확인 실험 ····· 116
〈그림 2-84〉 센서 시제품 ····· 117
〈그림 2-85〉 주차 점유 알고리즘 개발 ····· 117
〈그림 2-86〉 테스트베드 시스템 구성도 및 지자기 센서 설치 ····· 118
〈그림 2-87〉 지자기센서 및 지역중계장치 시제품 제작 ····· 119
〈그림 2-88〉 루프검지기 및 레이더 검지기 설치지점 ····· 120
〈그림 2-89〉 AVC 검지기의 고장 및 교통자료 불량 예시 ····· 122
〈그림 2-90〉 지자기 검지기의 구성 및 보드 ····· 122
〈그림 2-91〉 무선통신 검지기 주제어부 및 안테나 부 ····· 123
〈그림 2-92〉 지점교통정보 수집 S/W 보완 ····· 124
〈그림 2-93〉 시범운영 대상구간(안양시 흥안로) ····· 124
〈그림 2-94〉 시스템 내부구성 ····· 125
〈그림 2-95〉 레이더 검지 영역에서 차량번호 인식 ····· 125
〈그림 2-96〉 차량 검지 예시 ····· 127
〈그림 2-97〉 딜레마 존 운행 교통류 특성 분석 ····· 128
〈그림 2-98〉 신호위반 예방을 위한 신호제어 알고리즘 ····· 128
〈그림 2-99〉 검지기 현장 전경 및 현장 장비 연결 ····· 129
〈그림 2-100〉 지자기 센서노드와 무선중계기 시작품 ····· 130
〈그림 2-101〉 지자기 센서노드 단위 테스트 방법 및 결과 ····· 130
〈그림 2-102〉 교통량/속도 테스트 결과 ····· 131
〈그림 2-103〉 3개 대체 검지기별 설치·분석 지점 ····· 133
〈그림 2-104〉 검지기 선정 절차 ····· 134

〈그림 2-105〉 무선 자기검지기 설치 현장 ····· 136
〈그림 2-106〉 미국 104번 국도 Sensys 지자기 검지기 설치 사례 ····· 138
〈그림 2-107〉 미국 14번 국도상 교차로 Sensys 지자기 검지기 설치 사례 ····· 138
〈그림 2-108〉 전국 도로현황 총괄 그래프 ····· 149
〈그림 2-109〉 담당자 인터뷰 진행 순서 ····· 153
〈그림 3-1〉 비전 및 목표 ····· 158
〈그림 3-2〉 검지기 DATA log(예시) ····· 161
〈그림 3-3〉 검지 기술의 향후 발전 방안 ····· 164
〈그림 3-4〉 무선자기 검지기 개발 및 성능기준 확보의 어려움 ····· 169
〈그림 3-5〉 무선자기검지기 기술 개발의 주요 항목 ····· 170
〈그림 4-1〉 총괄 기술 로드맵 ····· 182
〈그림 4-2〉 연구개발 체계(안) ····· 192
〈그림 5-1〉 수도권 단계별 구축구간 ····· 196
〈그림 5-2〉 국가 도로관리계획 현황 ····· 197
〈그림 5-3〉 지자체 교통신호체계 개선사업(안) 개념도 ····· 199
〈그림 5-4〉 경찰청 열린정책 〈교통소통 확보를 위한 좌회전 신호방식 개선 및 회전규제 완화〉 추진사항(1) ····· 201
〈그림 5-5〉 경찰청 열린정책 〈교통소통 확보를 위한 좌회전 신호방식 개선 및 회전규제 완화〉 추진사항(2) ····· 202
〈그림 5-6〉 연구과제 예상 결과물(제품) ····· 208
〈그림 5-7〉 경제성 분석을 위한 절차 ····· 211
〈그림 5-8〉 감응신호시스템 설치 항목별 분석 ····· 216
〈그림 5-9〉 시범사업구간 ····· 223
〈그림 5-10〉 TCO 분석 Model ····· 230
〈그림 5-11〉 TCO 절감효과 분석 절차 ····· 231

제1장. 기술개발 개요 및 필요성

제1절. 기술개요 및 분류체계

○ 지방부 국도 구간은 지역과 지역을 연결하는 간선도로 기능을 담당하며 주도로의 직진 수요에 집중되는 경향이 많음. 이에 반해 좌회전 및 부도로의 교통량은 직진교통량에 비해 매우 적은 특징을 보이고 있으며 현재 국도 상에서 운영되고 있는 신호시스템은 대부분 TOD 운영을 위주로 하는 고정 패턴의 신호체계로서 통과차량의 규모에 상관없이 표출되는 불필요한 신호가 많다 할 수 있음

○ 시차정주기(Time of Day: TOD)방식은 상시 정체가 반복되고 교차로 간 간격이 크지 않은 도시부 교통흐름 관리에는 유리하나, 지방부 간선도로의 경우 신호교차로 간격이 크고, 요일별 및 시간대별로 교통량 변화가 상대적으로 크기 때문에 이러한 기존 방식의 TOD 교통신호 운영 효율성이 매우 낮은 것으로 평가되고 있음

○ 지방부 국도 신호교차로에 적합한 교통신호 제어 방식으로 해외에서 일반적으로 사용하는 감응신호 운영방식이 있으며 이는 교차로 방향별로 차량의 존재 유무를 감지할 수 있는 검지기를 설치하여 차량 수요가 있으면 녹색신호를 제공하고 수요가 낮은 경우 녹색신호를 단절하거나 생략하는 신호운영 방식임

○ 국도 상 불필요한 차량 지체 감소를 통한 교통소통 증진과 신호위반 안전사고 예방을 통한 교통안전 확보를 위하여 국토교통부는 2014년 11월 ‘국도 감응신호 기본계획’을 마련한 후, 9년(2015~2023년, 현재 3차 년도)에 걸쳐 전국 국도 상 전체 4,930개 신호교차로 중 3,206개 교차로(65%)에서 감응신호운영에 필요한 기반 시설을 설치할 계획을 수립함

○ 현재 감응신호운영에 요구되는 시설인 ‘차량 검지기’는 노면에 전선을 매설하는 방식의 ‘루프검지기’가 일반적으로 설치되고 있으나, 루프검지기의 빈번한 단선 및 관할 지방자치단체(시설 관리주체)의 유지보수 어려움이 나타나는 등 국토교통부가 추진하는 지방부 간선도로 교차로 감응신호운영 확대 계획 적용이 어려운 상황임

1. 검지기술 정의

○ 감응신호운영에 소요되는 차량검지 대체 기술(기존 ‘루프검지기’ 대체기술) 개발에 대한 필요성이 증가하고 있으며, 이러한 대체 검지기는 고장 발생시 현실적으로 검지기 수리 또는 교체를 관할지방자치단체가 용이하게 수행하는 실용성을 담보하여야 하며(실무관계자 의견) 아래 요구사항을 현실적으로 충족할 수 있어야 함

(가) 확장성 : 기존 ‘루프검지기’ 설치에 소요되는 행정 및 시공시간 대비 소요시간이 단축되어야 함

(나) 경제성 : 기존 ‘루프검지기’보다 설치 및 유지관리 비용이 저렴하여야 함

(다) 기술성 : 기존 ‘루프검지기’ 정확도와 유사한 수준의 차량검지 정확성이 담보되어야 함

○ 본 기획연구에서 검토하는 차량 (대체)검지기술은 기존 ’루프검지기’ 정확도와 유사한 수준을 유지하면서, 시공 및 유지보수에 소요되는 시간을 단축시키며 시공·설치에서부터 폐기 과정까지 투입되는 전체 비용이 기존 ‘루프검지기’보다 저렴할 수 있는 실용적인 기술임

2. 감응신호 정의

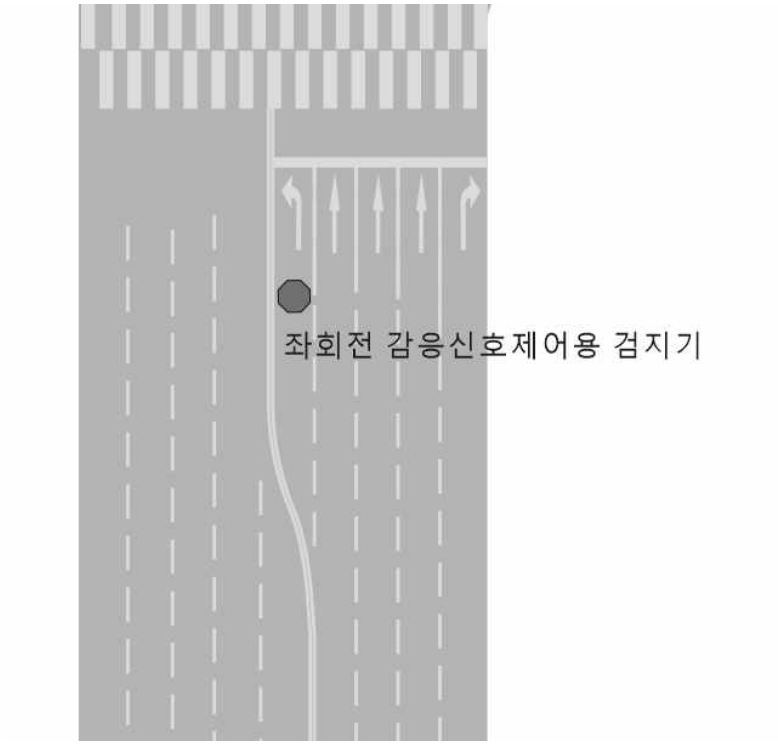
○ 해외 및 우리나라에서 활용하는 감응신호제어 모드를 구분하면 <표 1-1>과 같으며, 그 중 우리나라 교통신호제어시스템(경찰청 표준신호제어기)이 사용하는 감응신호제어 모드는 ‘좌회전 조기종결 또는 생략’ 기능에 국한됨

○ 본 기획과제에서 수행하는 감응신호운영방법은 <그림 1-1>과 같이 좌회전 차로에 감응신호제어 검지기 1식을 설치하여 좌회전만 감응신호 운영을 수행하는 상황(좌회전 조기종결 또는 생략)에 한정됨 (타 감응신호운영은 본 연구의 범위를 벗어나 신규 교통신호제어기 개발까지 연구범위가 확장되어야만 가능함)

<표 1-15> 감응신호운영 방법에 따른 기술 분류

구분	설치기준	본 기술	적용성	비고
완전감응 제어	• 교차로 모든 접근로에 방향별 움직임별 검지기를 설치하여 운영하는 방법 • 일반적으로 보행자 감응신호 모든 방향 운영을 동시에 수행	×	×	대상 아님
반감응 제어	• 비교적 교통량이 적은 부 도로에만 검지기를 설치하여 운영하는 방법 • 일반적으로 부도로 보행자 감응신호운영을 동시에 수행	×	△	기능 활용 가능
좌회전 조기종결 또는 생략	• 주도로 또는 부도로 좌회전차로에만 검지기를 설치하여 운영하는 방법 • 우리나라 활용 방법 (국내 기술 한계로 선행좌회전[1] 운영 시만 가능)	○	△	현시 순서 제약
보행자 감응	• 보행량이 적은 횡단보도에 보행자 압(壓)버튼을 설치하여 운영하는 방법 • 불필요한 보행시간 단축을 위한 운영 시스템	×	×	대상 아님

주1: 2009년 국가경쟁력강화위원회 교통운영체계 선진화 사업시 직진우선으로 현시순서를 바꾸고 좌회전 감응신호 운영 불가 사례 존재



<그림 1-1> 본 연구에서 정의하는 감응신호 기술 적용 상황

○ 교통수요 존재여부에 따라 교통신호가 반응하는 감응신호운영은 현장 조건을 반영하며, 운영 방법에 따라 다양한 조합 형태로 검지기가 설치될 수 있음. 검지기들의 조합 설치 상황도 국내 경찰청 표준교통신호기 내부 기능상의 제약으로 교차로 현장에서 운영되는 현시 적용순서에 따라 감응신호운영 적용여부가 영향을 받고 있음

3. 타 검지기술 검토

○ 본 기획과제는 감응신호제어에 활용될 수 있는 '지방간선도로 감응신호제어용 매립형 무선 지자기 검지기의 개발'로 초기 기획되었으나, 연구 진행과정에서 '매립형 무선 지자기 검지기'로 방향을 고정하지 않고 다른 방식의 차량 검지기술에 대한 검토가 새롭게 요구되었음

○ 이에 다양한 방식의 차량 검지기술을 포함한 개발기술 검토와 매립형 무선 지자기 검지기 개발 기술에 대한 구성요소를 구분하여 제시함

○ 현재 활용 가능한 차량 검지기술을 구분하고, 다양한 검지기의 국도 교차로 감응신호운영 적용 가능성과 기능 장단점 검토를 수행하였으며 그 결과는 <표 1-2>와 같음

<표 1-16> 차량검지 기술별 감응신호운영 적용성 검토

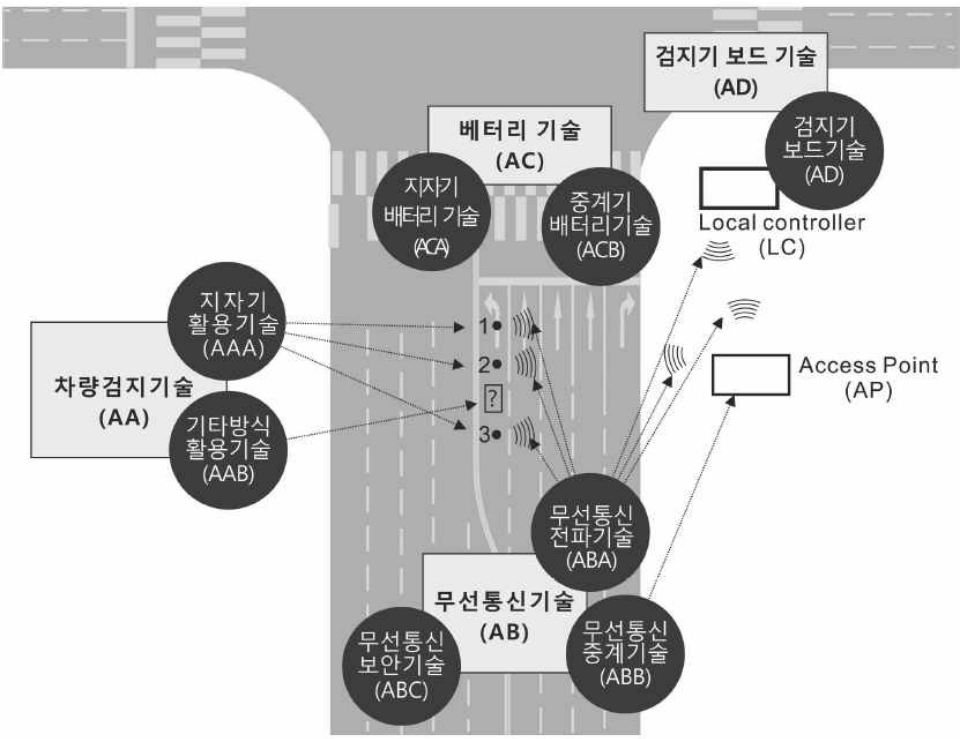
검지기술	검지기 기능		적용성	비고
	장점	단점		
루프검지기 (Inductive loop)	• 범용 기술로 경험 누적 • 기상조건에 민감하지 않음 • 타 검지기 대비 정확도 높음	• 노면포장 절삭 수반 • 철골 구조 상부 적용불가 • 현장 유지보수 어려움	비교 대상 기술	
지자기검지기 (Magnetometer)	• 교통량 부하에 다소 자유로움 • 기상조건에 민감하지 않음 • 무선통신 활용 가능	• 노면표장 절삭 수반 • 검지영역이 넓은 경우 검지기 두 개 이상 설치	○	후보 선택
자기검지기 (Magnetic)	• 철골 구조 상부 적용 가능 • 기상조건에 민감하지 않음 • 교통량 부하에 다소 자유로움	• 노면표장 절삭 수반 • 정지하여 진행하지 않는 차량 인지 어려움	×	현장 조건별 상시 정확도 확보 어려움 (주간, 야간, 강우, 강설, 안개, 태풍, 정지, 정체 상황 등)
전자레이더검지기 (Microwave radar)	• 검지거리가 단거리인 경우 • 기상조건에 민감하지 않음 • 다차로 검지 가능	• 정지하여 진행하지 않는 차량 인지 어려움		
능동형적외선검지기 (Active infrared)	• 다중 빔 전송으로 정확한 차량 위치, 속도, 차종 구분 • 차로 검지 가능	• 안개 및 강설 기상조건에 민감 • 주기적인 렌즈 유지보수 수반 • 유지보수 시 차로 폐쇄		
수동형적외선검지기 (Passive infrared)	• 다중 구역 수동형 검지센서 활용 속도검지 • 다차로 검지 가능	• 강우, 강설, 박무 등 열악한 기상조건에 민감 반응 • 조건별 Presence 운영 불가		
초음파검지기 (Ultrasonic)	• 다차로 검지 가능 • 차량 상부로 부터 검지 가능	• 온도 변화, 강풍과 같은 기상조건에 민감 반응 • 루프검지기 대비 정확도 낮음		
음향검지기 (Acoustic)	• 수동형 검지 • 침적에 둔감함 • 다차로 검지 가능	• 저기온시 정확도 낮음 • 지체상황시 정확도 낮음 • 정체상황시 정확도 낮음		
영상검지기 (Video image processor)	• 검지영역 추가/제외 편리 • 다차로 검지 가능 • 넓은 영역 검지 편리	• 주기적인 렌즈 유지보수 수반 • 기상조건에 민감함 • 별도 카메라 시설 설치 수반		

4. 기획기술 분류체계

○ 매립형 무선 지자기 검지기술은 현재 미국 및 유럽에서 교통신호제어 용도로 사용되고 있는 기술로 <표 1-3>과 같이 8가지 세부 기술요소에 대한 검토가 필요함

<표 1-17> 매립형 무선 지자기 검지기 개발기술 구성

대분류	중분류	소분류	내용
감응신호 제어용 차량 검지기술	차량 검지기술	지자기 활용 기술	• 매립 지자기 검지기 센싱 기능 확보 기술 • 매립 지자기 검지기 단위장치(Puck) 개발 기술
		기타방식 활용 기술	• 지자기 검지기와 기능적으로 비교 가능한 대안기술 검토 • 지자기 검지기와 기능적으로 대체 가능한 대안기술 검토
	무선통신 기술	무선통신 전파 기술	• 주변 장애요인을 극복하는 통신 성공수준 확보 기술 • 주변 장애요인을 극복하는 통신지체 억제수준 확보 기술
		무선통신 중계 기술	• 주변 검지기로부터 송출되는 자료 수집 및 관리 기술 • 교통신호제어기로 취합 자료 단위 시간 내 전송 기술
		무선통신 보안 기술	• 외부 외곡 시도로 부터 무선통신 자료 보호 기술 • 무선통신 자료 단위 시간 내 암호화 및 해독 기술
	배터리 기술	지자기 배터리 기술	• 단위시간 동안 차량검지에 소모되는 배터리 전력 확보 기술 • 단위시간 동안 정보송출에 소모되는 배터리 전력 확보 기술
		중계기 배터리 기술	• 단위시간 동안 정보취합에 소모되는 배터리 전력 확보 기술 • 단위시간 동안 LC로 정보 송출하는 배터리 전력 확보 기술
	검지기 보드 기술		• 검지기로 수집되는 정보 해독기술 • 기존 신호제어기 검지기 보드 기능과 호환기술



<그림 1-2> 매립형 무선지자기 검지기 개발기술 분류

○ 본 기획과제에서 검토하는 매립형 무선지자기 검지기는 ‘좌회전 차로’에만 매설되며, 좌회전 차로에 설치된 검지기는 좌회전 차량의 존재 유무를 검지하여 해당 정보를 노변에 위치한 ‘중계장치(Access Point; AP)’까지 무선통신 방식으로 전달, 해당 방식과 비교될 수 있는 다른 방식에 대한 검토가 필요함

○ 지자기 검지기 내부에 탑재되는 소형 배터리는 차량의 존재 유무를 검지하는 과정과 검지한 자료를 AP까지 송출하는 과정에서 전력을 소모하게 되며 여기에 연평균 좌회전 방향별 움직임, 교통량 및 도로의 적정 유지보수 주기를 고려하면 상당한 누적 전력량이 소모되기에 탑재 소형 배터리에 대한 검토가 필요함

○ 노변에 설치되는 AP장치는 도로 외부에 설치되며 전력을 유선으로 공급받는 방식과, 배터리를 사용하는 방식의 경제적 장단점을 비교하여 현장 실무에서 유리한 방식 검토가 필요함

○ 검지기에서 수집된 차량검지 정보는 AP장치까지 무선통신 방식으로 전송되며, 이때 무선통신은 도로 현장에 존재하는 다양한 제약으로부터 방해 받지 않아 통신지체 발생량이 충분히 작을 수 있는 방식 검토가 필요함

○ AP장치로부터 교통신호제어기(Local controller; LC)까지의 통신은 유선방식 또는 무선방식 모두 적용하므로 현장 실무에 유리한 방식 검토가 필요함

○ AP를 통하여 수집된 차량 검지정보가 우리나라 표준교통신호제어기로 내부로 전송 후, 표준교통신호제어기 내부에 설치된 검지기 보드 내부기술(AD) 간격 해소 방안에 대한 검토가 필요함

제2절. 기술개발 필요성

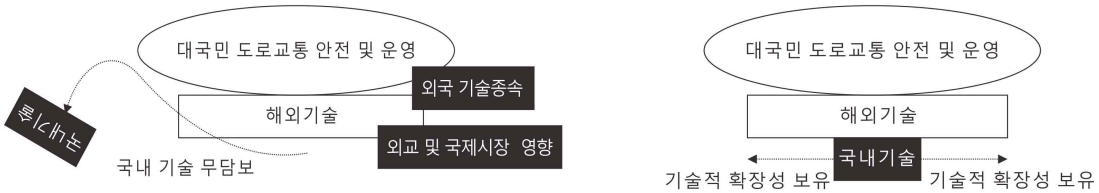
1. 기존 검지기 대체 기술 필요성

○ 도시부 교통흐름 특성과 다른 (예; 주도로 및 부도로 교통량의 차이, 직진과 좌회전 교통량의 차이) 지방부 국도 교차로 교통신호 시간을 합리적으로 운영하기 위하여 '감응신호제어' 방법을 적극 확대 적용할 필요가 있으나, 과거 실무 경험을 통해 증명된 기존 '루프검지기'의 낮은 지속가능성 문제를 극복하기 위한 대체 검지기 개발 필요성이 높음

○ 우리나라보다 도로 및 교통여건이 양호한 미국, 영국 등은 교통신호운영용 루프검지기를 대체하는 목적으로 무선 지자기검지기를 이미 개발하여 현장에서 일반적으로 운영하고 있음

○ 과거 1980년대 부산광역시가 일본에서 교통신호제어시스템(오므론 (Omron Corporation) 제품)을 수입하여 운영한 이후 쉽지 않은 유지보수 상황을 경험(외부 기술 의존 유지보수)한 사례에 비추어 우리나라는 자체 개발 타당성을 고민하여야 할 시점임

○ 우리나라 대국민 교통안전 확보 기술을 <그림 1-3>과 같이 우리나라 내부 기술이 아닌 해외 기술에 의지하는 방안도 국가의 정책적 측면에서 합리적이지 않기 때문에 정책적인 판단 무게의 중요함이 고려되어야 함



(가) 해외 기술 의존 (나) 국내 자체기술 병행

<그림 1-18> 교통안전/운영 담보기술 국내 확보 병행과 해외기술 의존 상황 비교

2. 국가적 기술 개발 필요성

○ 해당 기술이 완성될 경우 감응신호운영이 가능하기 때문에 국토교통부의 '국도 감응신호 기본계획' 추진이 탄력 받아 우리나라 전국 국도 신호교차로에서 지·정체 감소로 인한 사회비용 절감 효과 및 도로교통 검지기 및 교통신호제어 시장의 활성화를 견인할 것으로 기대됨

○ 따라서 가격 경쟁력 있는 해외기술 수입 활용 기회를 인정하더라도, 도로교통부문 대국민 안전 확보를 위하여 국내 기술 개발을 별도로 추진하는 것이 합리적임

○ 본 과제 추진 시 자기검지기 각 구성요소에 대한 규격 및 성능조건을 명확히 할 수 있도록 제안서(규격서 등) 개발이 필요함

○ 국내 기술개발 환경측면에서 개선되어야 할 사항에 대해 고려하는 제안서 개발이 필요함

○ 감응신호 구현·운영을 위해서는 시스템 통합 중심으로 연구가 필요함

○ 통신은 자료를 전송하는 수단이므로 본 연구의 목적에 해당하지 않음 (무조건적 통신기술 검토는 무의미함)

○ 현재 활용되고 있는 무선통신 기술은 이미 7년 이상 미국 현장에서 사용되고 있어 기술적 문제는 없는 것으로 기술동향 보고서에서 제시하고 있음

○ 따라서 미국에서 이미 활용하고 있는 통신기술 성능을 기준으로 보안문제를 해결할 수 있는 방향으로 본 과제가 추진될 수 있도록 계획함(향후 민간 검지시스템 개발 업체가 다양한 통신기술 후보 중 하나를 선택)

○ 본 연구 기술개발 전략을 수립하는 과정에서 (1) 자기검지기 시스템 통합을 중심으로 수행하고 (2) 무선 자기검지시스템 구축을 위한 기술, (3) 신뢰성 확보를 위한 성능기준 및 유지보수 내용, (4) 기술의 실용화 추진 및 관련 핵심기술의 마련 등에 대한 대책, (5) 경제적 측면에서의 효율성과 향후 미래 시장규모 분석 등의 내용이 고려되어야 할 것임

3. 사업추진 의지 및 관계 기관 동향

가. 국가 사업추진 의지

○ 국토교통부는 무전자기검지기 연구개발 결과에 따라 실용화 하려는 의지를 가지고 있음

○ 따라서 국가 R&D로 제품을 개발하고자 기획 과제를 진행하였으며, 이를 통하여 국내 감응신호 시스템에서 요구하는 수준의 검지기 개발이 이루어질 경우 루프검지기의 유지보수 문제 등의 단점을 보완할 수 있을 것으로 기대됨

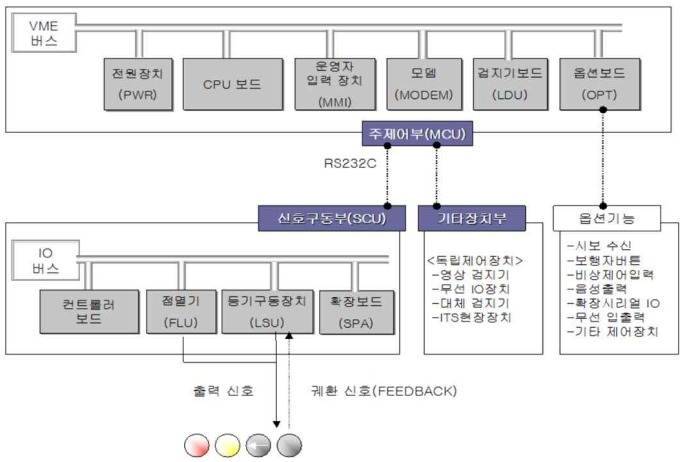
○『국도감응신호체계 기본계획』에 따르면 루프검지기는 높은 검지율을 보이지만 설치 및 유지보수에 고비용이 소요되며, 짧은 내구연한(2~5년)과 내구연한 경과 시 수집오차가 발생하여 도로가 파손될 경우에 검지능력이 저하됨을 제시함

○ 이러한 문제점들을 해결하기 위한 방안으로 대체검지기 적용성 검토 연구가 이루어 졌으며, 기존 루프검지기 대비 대체검지기의 성능 시험 비교를 통해 결과를 도출하였음

○ 그 결과 저가형 영상검지기, 무선 루프 검지기, 무선 점형써치코일 검지기가 대상으로 결정되었으며, 향후 시범구간에 시범설치•운영 후 대체검지기 보완 및 개선을 통해 확대 적용할 계획을 수립함

○ 이러한 계획 하에 “2017년 국토교통기술 연구개발사업 시행계획”에 따라 본 과제인 “지방 간선도로 감응신호제어용 매립형 무선 자기 검지기 성능향상 및 실용화 기술 개발 기획”을 진행함

○ 한편, 대체검지기 도입의 주요 결정권자인 경찰청의 『표준교통신호제어기 표준규격서(2014)』를 살펴보면 기타 장치부에 대체 검지기를 허용하고 있으며 실제 2017년도 대구광역시에서 영상식 차량감응 신호시스템을 2군 관사 외 11개소에 설치한 사례가 있음



<그림 1-5> 시스템 블록 다이어그램

(자료: 경찰청 표준교통신호제어기 표준규격서)

나. 연구개발 참여기관 참여 의지

○ 정부출연 연구기관 및 민간 기업 등이 국산화된 대체기술을 개발하고자 노력하고 있음

○ 자체적으로 검지기 기술을 개발하고 있으며, 본 과업의 목적에 부합 가능한 개발을 위한 인프라를 구축하고 있음

○ 또한 무선 자기 검지기의 핵심기술인 국내 통신 및 보안 기술과 관련하여서도 다양한 분야에서 표준화와 기술개발이 이루어지고 있으며, 특히 LPWA(저전력/광역 통신기술 Low-Power Wide Area)의 접목이 가능할 것으로 판단 됨

○ 기술적 요구사항, 최소 기능 사양, 표준화 등에 있어서 도로교통공단, 경찰청 등의 국가기관을 통해 매뉴얼화가 이루어지고 있으며, 원활한 모니터링 및 적합한 설치 개소 선정을 위한 프로세스 마련 등에 대한 학술적인 관심이 매우 높음

○ 국가 연구 기관을 통해 관련 기술의 개발 및 기술이전 사례(<표 1-4>)가 있으며, 이와 함께 일반 민간 기업에서도 관련 연구 개발이 진행 중임

<표 1-19> 관련 기술 개발 사례

구분	내용
기술명	배터리형 무선 VDS(Vehicle Detectin System)
기술개요	본 기술은 교통정보를 수집하는 배터리형 무선 VDS 기술로, 상세기술로는 센서노드와 릴레이노드로 구성되어 있음
기술이전목적 및 필요성	• 루프검지기, 영상검지기 등 기존 VDS 기술은 우수한 성능을 기반으로 ITS 분야에 널리 적용되고 있으나 설치와 유지관리에 필요한 비용이 과다하여 전국적인 확산이 어려워 ITS 적용 효과를 극대화하지 못하고 있음 • 따라서, 주요 고속도로, 국도, 시가지도로 등 전국적인 도로망을 대상으로 ITS 인프라 구축 및 확대가 용이한 고신뢰성, 저비용의 배터리형 무선 VDS 기술이 필요함
기술성숙도	6단계(시작품 단계)
기대효과 및 활용 방안	• ITS 서비스 분야 중 교통관리최적화, 교통정보유통활성화, 여행자정보고급화, 대중교통활성화, 화물운송효율화, 차량 및 도로 첨단화 분야 등에 활용 가능하며 지능형 주차장 관리 시스템, 어린이 안심 서비스, 굴곡도로 및 운전자 시계 확보가 어려운 도로 등에 대한 텔레매틱스 및 안전운전 서비스 등 다양한 서비스 시장 확대 가능

자료: ETRI 기술이전 홈페이지



<그림 1-6> 지자기 검지기 기술(민간)

자료: 교통량 수집시스템 재구축사업(2단계), 서울시 제안 자료 중 일부 발췌

제3절. 기술개발 실용화 개선 및 추진 방안

1. 실용화 개선 방향

○ 본 기획과제에서 검토한 본 과제 성과품(매립형 무선 자기검지기)의 실용화는 이미 해외에서 가격 경쟁력을 확보한 상태로 생산하고 있음

○ 본 기획과제에서 준비하는 본 과제 성과품(매립형 무선 자기검지기)은 해외 상용 제품들과 비교하여 아래 요인들을 충분히 만족시킬 수 있어야 함

- 비용 측면에서 경쟁력 확보
- 기능성 측면에서 호환성 확보
- 공공시설로서 보안성 확보

○ 본 기획과제가 준비하는 본 과제 성과품 세부 요소기술별로 상기 요인을 충족하는 실용화 추진 방안을 수립함

2. 실용화 추진 방향

○ 기술개발 추진방향 수립에 참고하기 위하여 개발하는 제품의 강점, 약점, 기회, 위기 요인을 정리하고 분석하는 SWOT (Strength, Weakness, Opportunity, Threat) 분석은 <그림 1-6>과 같음

- 본 기획과제가 준비하는 본 과제 추진 내부요소로부터 도움을 받을 수 있는 요인은 (1) 국토교통부의 감응신호 사업 수행의지, (2) 감응신호운영 대한 이미 검증된 기술개발 효과, (3) 우리나라의 높은 IT 기술력이 있음

구분	도움요소 (Helpful for your objective)	위험요소 (Harmful for your objective)
내부요소 (Internal within organization)	**강점** 국토부 국도 감응신호 사업수행 의지 검증된 기술개발 기대효과 국내 수준높은 IT 기술	**약점** 국내 민간업체 경험 부족 국내 무선통신 사용 허가 전기, 통신, 교통 등 다분야 융합 개발
외부요소 (External outside organization)	**기회** 미국 등 교통선진국 관련기술 확대 미래 타 교통서비스 활용기회 확대 배터리 등 요소기술 발전	**위협** 중국 민간업체 제품 높은 가격경쟁력

<그림 1-7> 본 기획과제 실용화 추진방향 정립을 위한 SWOT 분석

- 본 기획과제가 준비하는 본 과제 추진 내부적 요인으로 위협을 받을 수 있는 요인은 (1) 국내 교통신호 검지기 관련 대부분 영세한 민간업체들의 제한된 기술력, (2) 국도 신호교차로에서 사용될 무선통신망 사용 허가 및 무선통신 보안 확보, (3) 제품 중심 연구개발 수행 전기, 기계, 통신부문 전문가와 제품을 활용하는 사람 중심 연구개발 수행 교통부문 전문가들의 융합 어려움 등이 있음

- 해외 미국 및 중국에서는 해당 기술을 선도하고 해당 기술이 적용될 수 있는 다양한 활용분야를 개척하고 있기 때문에, 본 과제 성과품에 대한 기회 요소는 미래 시장임

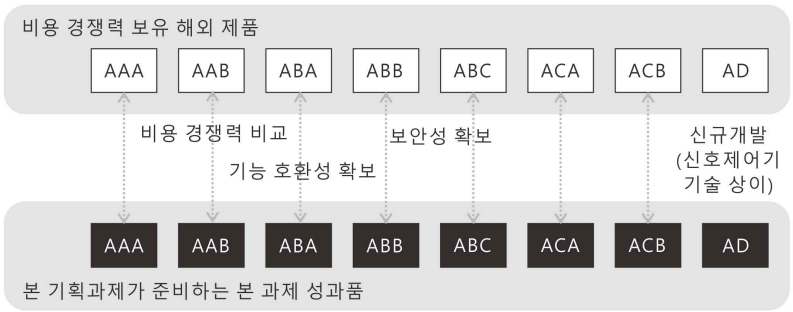
- 외부 위험요소 요인은 중국에서 생산되는 제품의 높은 가격 경쟁력임

○ 본 기획과제가 준비하는 본 과제 성과품(무선 자기검지기 시스템)의 실용성 확보를 담보하기 위하여 본 기획과제의 수행 방향을 <그림 1-7>과 같은 방향으로 개선하여 추진할 필요가 있음

- 특정 요소기술에 해당하는 해외 제품 가격의 경쟁력이 매우 우수한 것으로 판단되는 경우 해당 요소 기술의 국산화 개발을 유보하더라도, 해외에서 생산된 무선통신 제품을 안전하게 국내에서 활용(국제 해킹으로 부터 보안 확보)할 수 있게 하는 최소 기술방안 확보

- 특정 요소기술에 해당하는 해외 제품 가격의 경쟁력이 충분히 높지 않은 것으로 판단되는 경우 해당 요소기술의 국산화 개발을 추진하며 이 때 본 과제에서 개발되는 요소기술 성과품의 가격 경쟁력 확보 목표 설정 (비용 기준: 해외 제품 가격)

- 모든 하드웨어 요소기술 해외 제품 가격의 경쟁력이 우수한 것으로 판단되는 경우 하드웨어를 활용하면서 해외에서 생산된 무선통신 제품을 안전하게 국내에서 활용(해킹으로 보안 확보)할 수 있게 하는 기술방안 확보



<그림 1-8> 실용화 확보를 위한 본 기획과제 수행방법 개선 방안

- 실시간신호제어를 위하여 설계된 우리나라 교통신호제어기 내부에서 처리하는 검지기 신호처리 주기와 '감응식 신호운영'을 위해 요구되는 검지기 신호처리 주기가 상이하여 발생하는 공학적 기술문제 극복방안 확보

- 현장에서 가동되는 다중 검지기 채널 관리 및 운용방안 마련 및 실제 교통신호를 제어하는 실무자들이 검지기 배터리 및 작동 상태를 관리할 수 있게 하는 관리기술 확보

○ 본 과제 성과품 결과가 실제 우리나라 국도 신호교차로 감응신호제어를 운영하고 현장에서

유지보수 및 관리하는 실무자들이 사용하기 쉬울 수 있도록 교통공학 기술 기반 기획과제 지속 추진이 필요함

3. 기술개발 미래성

○ 본 기획과제에서 준비하는 본 과제 성과품(매립형 무선 자기검지기)은 그 용도가 감응신호제어용으로 개발되나, 미래성을 고려하면 교통신호제어 용도를 벗어나 자율주행환경 하에서 제공될 수 있는 타 분야, 첨단교통서비스에서도 널리 활용될 수 있기 때문에 기술 개발에 따른 미래성은 높은 것으로 판단됨

○ 지방부 국도 구간은 지역과 지역을 연결하는 간선도로 기능으로 주도로의 직진 수요에 집중되는 경향이 많음. 이에 반해 좌회전 및 부도로의 교통량은 직진교통량에 비해 매우 적은 특징을 보이고 있으며 현재 국도 상에서 운영되고 있는 신호시스템은 대부분 TOD 운영을 위주로 하는 고정 패턴의 신호체계로서 통과차량의 규모에 상관없이 표출되는 불필요한 신호가 많다 할 수 있음

○ 이는 불필요한 신호대기로 인한 지체 및 정체, 통과차량이 없는 교차로의 신호대기시 신호위반 및 사고발생 등 부작용이 따르고 있으며 이를 해소하기 위한 방안으로 감응제어를 고려할 수 있음

○ 그러나 교차로 감응신호운영 구현을 위해 필요한 요소기술이 지금까지 마련되지 못하여 현장에서 이를 합리적으로 구현하기 어려웠으며 '정주기식' 신호운영 방법을 사용하여 상기 문제들이 지속 발생하는 현실적인 한계가 있었음

○ 본 기획과제 검토 결과 전 세계적으로 활발하게 수행되는 자율주행차량 연구 흐름과 연계되어, 기존 '유선 루프 검지기' 대신 '무선 지자기 검지기'를 활용하는 '감응식 교통신호운영' 방법이 미국, 영국, 중국 등 현장에서 이미 적용되고 있는 것으로 파악되었음

○ '감응식 교통신호운영'에 활용 가능한 '무선 지자기 제품'은 이미 미국, 영국, 중국의 민간업체들이 오래 전부터 생산을 하고 있으며, 가격 경쟁력을 가지고 있어 (예; 무선 지자기 검지기를 다량 주문할 경우 개당 미화 1달러 수준임) 우리나라에서도 이를 연구개발하지 않고 수입하여 소모하는 방안을 대안으로 고려할 수도 있음

<표 1-20> 현존 및 기획과제 감응신호운영 요소기술 비교

구분	설계용도	목적	자료처리 단위	비고
현존 기술	실시간신호제어 운영	포화도 산출	20 msec	표준신호제어기 검지보드
본 기획 기술	감응신호 운영	교통수요 존재여부 감지	100 msec	부재

주: 포화도(Degree of Saturation; DS)는 실시간 용량추정이 어려운 현실적 제약을 극복하기 위한 '교통량-대-용량 비율 (Volume-to-capacity ratio; v/c)'의 대체 지표 (Surrogate measure)임

○ 지자기 검지기는 무선방식으로 설치·운영함이 효율적으로 AP장치 및 AP장치로부터 표준교통신호제어기까지 자료(차량 검지 자료)가 무선으로 통신되는 일련의 과정에서 전송 자료가 외부의 해킹 등으로 보호받을 수 있는 무선보안 방안에 대한 검토가 필요함

제2장. 국내·외 동향 및 환경 분석

제1절. 국내·외 정책 동향

1. 미국 정책 동향

○ 미국은 도로망 규모가 크고 도로폭이 넓어(차로수가 많음) 비호보좌회전과 함께 보호좌회전을 활용하는 교차로가 많으며 이러한 도로환경에 적용될 수 있는 미국식 감응신호운영 방식을 운영하고 있으며 감응신호운영 방식을 세분화하여 실무에서 활용함

○ 또한 교차로에 교통신호기의 신규 설치 및 운영방식을 판단하는 과정에서 경찰 행정 공무원이 수행하는 우리나라와 달리 교통엔지니어링 업체가 장시간(개소당 수개월 소요) 공학적으로 판단하기 때문에 현장에 투입되는 교통감응신호운영의 품질이 높으며 이러한 경험 과정이 오랫동안 누적되어 현장과 관련된 많은 기술력을 축적하고 있음

○ 미국은 국가전기제품생산협회(National Electrical Manufacturers Association; NEMA)에서 교통신호제어기 표준을 지속적으로 발표하여 전국적으로 주정부에서 동일한 기능을 구현하는 교통신호제어 장비가 유통될 수 있도록 장려하고 있음

○ 미국은 감응신호제어를 단독 독립신호교차로 운영뿐만 아니라, 여러 개 신호교차로를 일련의 '신호제어군'으로 묶어서 운영하는 신호연동제어군 방식을 수행하고 있음(우리나라의 경우 표준장비의 기술적 제약으로 신호연동군의 제어는 감응식이 아닌 정주기식으로만 운영)

○ 감응신호제어를 도시부 교차로의 경우 완전 감응방식, 반감응 방식 등 필요에 따라 능동적으로 선택·적용하며, 일반적으로 주행속도가 높은 지방부 도로 교차로의 경우 완전 감응방식 및 반감응 방식 중에서도 검지기 위치를 조정하여 운영하는 교통량-밀도 운영모드를 사용하여 적용하는 등 기술 수준이 매우 높음

○ 교통감응신호 운영을 현장여건에 따라 선택할 수 있도록 기본 장비가 갖추어져 있고, 소프트웨어 기술까지 기본적으로 탑재, 민간과 주정부는 해당 기술수준을 준수하는 교통신호제어기가 현장에 설치되고 운영될 수 있도록 하고 있음. 교통감응신호 운영 및 기술은 안정화된 단계로 평가됨

○ 미국은 미래형 교통신호제어시스템 개발을 지속적으로 시도하고 있으나(Real-Time Traffic Adaptive Control Systems (RT-TRACS), Optimized Policies for Adaptive Control (OPAC), Real-time Hierarchical Optimizing Distributed Effective System (RHODES), Adaptive Control Software (ACS-Lite), Automatic Traffic Surveillance and Control (ATSAC) 등) 신기술과 동시에 기존 감응신호운영을 대체하기 위한 정책적 노력은 부족한 것으로 나타나고 있음

○ 교통감응신호운영은 30년 이상 지속된 안정화된 기술로 미국 주정부 및 지방정부에서 새로운 정책방향을 수립 또는 변화를 줄 수 있는 사항은 아님

○ 최근 미국 NEMA는 TS 5-2017 휴대용 교통신호시스템 (Portable Traffic Signal Systems; PTSS) 기술 표준을 발표함. 이는 돌발 및 반복정체 상황, 단일 차로 폐쇄 등 공사구간의 차량 흐름을 안전하게 관리하려는 기술임

○ 미국은 다양한 차량검지 방법 및 장치(Inductive Loop, Magnetometer, Video Image Processor, and Infrared etc.)를 개발·활용하여 왔음. 자기검지기의 경우 IT기술 발전으로 배터리 수명과 검지능력의 개선, 설치 용이와 비용 저감의 효과 등 시스템 전체 운영효율성이 증진되는 효과가 입증되어 확대 보급되는 추세이나 루프검지기 신뢰수준까지 도달하였다고 판단하기 어려운 수준임

○ 미국 내 차량검지 기술에 대한 TCO분석은 <표 2-1>와 같이 자기센서 기반 차량검지기가 영상이나 루프 검지기와 비교하여 우수한 TCO 경쟁력을 가지고 있는 것으로 나타남

<표 2-1> 미국 내 차량검지기술 TCO 분석

구 분	초기비용	유지보수 비용	Total cost of Ownership
무선자기검지기	$7,500	$75	$7,575
루프검지기	$5,600	$5,600	$11,200
영상검지기	$16,000	$7,000	$23,000

자료: Sensys Networks 분석자료 (http://www.sensysnetworks.com)

○ 차량검지 기술 중 자기센서 기반 차량검지시스템은 미국 전역으로 빠른 속도로 확대 설치되고 있으나, 검지기 무선통신방식으로 기존 IEEE802.15.4 WPAN(Wireless Personal Area Network)기술을 사용하고 있어 보안 문제가 지적(미국 US-CERT에서 2014년 보안 취약점을 공식화)되는 등 정책적 추가 연구가 필요한 상황임

2. 유럽 정책 동향

○ 유럽 표준으로 정한 TR2500 기술기준을(Institute of Highway Engineers, 2005) 영국, 독일 등 개별 국가에서 일반적으로 실무에 사용하고 있으며 유럽집행위원회에서는 민간기업의 제품기능을 통일화하려 하고 있음. 교통감응신호 시장은 미국과 유사하게 신규시장이 아닌 기본적 기술수준이 확보된 시장으로 평가됨

○ 유럽표준(European Harmonised Standards)에 따라 TR2500 교통신호제어기의 세부기준이 정의되어 있으며 세부기준은 MOTUS(신호제어기: TM150), PEEK(신호제어기: PTC-1), SIEMENS(신호제어기: ST950), TELENT(신호제어기: OPTIMA) 등 교통신호제어기 생산 민간기관과 합의를 통하여 정의함

○ 감응신호운영 방식에서는 미국과는 차이가 있음. 이는 미국의 도로망 구조와 달리 유럽의 도로

는 도로폭이 좁고 교차로 간 간격이 짧아 좌회전 신호운영을 비보호 운영(유럽 대부분의 국가가 유럽연합의 도로교통에 관한 비엔나협약 가입국으로 녹색신호시간에 좌회전 진행이 허용됨)하고 있으며 교통신호 주기가 2현시(Simple 2-phase operation)로 구성, 전체 신호주기 시간이 상대적으로 짧음

○ 이러한 도로여건으로 감응신호운영 방식도 미국과 달리 녹색시간을 세분화하지 않고 교차로 모든 방향의 접근수요 존재여부를 감지한 후 최소녹색시간 또는 최대녹색시간의 표출 여부를 판단하는 일반적인 방식의 감응신호운영을 선택하고 있음

○ 영국은 고정식 신호운영 방식보다 교통감응신호운영방식이 차량수요에 대응하는 녹색시간 변화 속도가 빠르지만 다른 방향 대기행렬 길이가 연장되면 '앞 막힘' 현상이 발생될 수 있음을 우려, 최대녹색시간의 길이 설정을 정기적으로 보정할 것을 권고하고 있음. 해당 업무는 많은 인력과 시간이 필요하기 때문에 지방자치단체 도로 당국(Local Highway Authority)이 수행할 수 있도록 정책적으로 지원하고 있음

3. 일본 정책 동향

○ 일본은 1963년 3월 도쿄와 요코하마에 최초 감응신호기를 설치하였으며, 1966~1967년에 교통감응신호제어기 및 검지장치를 자체 개발, 운영하는 등 감응신호제어 운영을 국가 차원에서 적극 지원하였음(일본 교통공학회, 2009)

○ 감응신호제어 종류를 갭 감응, 딜레마 감응, 고속 감응, 버스 감응, 열차 감응, 간이 반감응, 보행자감응, 고령자감응 등으로 구분하여 활용하고 있으며 이 중 우리나라 좌회전 감응에 해당하는 방식이 '갭 감응'이며 검지기로 전용차로를 이용하는 차량 존재 유무를 파악하고 신호시간을 통제함

○ 일부 지방자치단체(아이치현)는 검지기 등의 시스템 고장으로 감응신호가 작동하지 않을 경우를 대비하여 '신호가 변하지 않는 경우 버튼을 누르세요' 라는 문구를 운전자 푸시버튼 상자에 표기하는 등 적극적으로 감응신호를 홍보하고 고장 상황에서 운전자들이 대처할 수 있는 방안을 강구함

4. 국내 정책 동향

가. 교통감응신호운영 도입

○ 우리나라 교차로 감응신호운영은 1997년 교통신호제어기 표준규격 제정 연구(경찰청, 도로교통공단)를 시작으로 경찰청이 2004년 교통신호제어기 표준 규격을 정의하면서 '좌회전 감응제어'를 정의함

○ 다양한 감응제어운영 방식 중 실시간신호제어시스템의 하드웨어 및 소프트웨어 기능 제약으로 인해 우리나라에서 구현가능 한 '좌회전 감응제어'에 대한 규격만 '표준신호제어기 규격서'에 포함함

나. 교통감응신호운영 사업추진 현황 및 계획

○ 국토해양부(현 국토교통부)는 국도 교차로 지점의 교통소통 개선 필요성을 인식하고, 2000년도를 시점으로 총 3년에 걸쳐 국도 신호교차로의 소통 및 안전기능 고도화를 위한 교통감응신호제어 장비개발 연구를 진행함

○ 루프검지기의 실무 적용이 가능하였으나 실제 교통신호제어기를 포함한 전체 교통신호제어 시스템의 발전까지 연계되지 못하는 한계점이 따름

○ 2000년대 초중반 전국 지방자치단체 단위로 지능형교통체계(Intelligent Transport Systems; ITS) 구축사업이 활발하게 추진되었으며, ITS시스템을 구축한 광역시 및 중소도시를 중심으로 실시간 신호제어시스템이 도입되면서 일부 교차로에 '좌회전 감응제어' 기능이 구현됨(선행좌회전 현시 순서로 한정)

○ 반면 감응신호제어를 위한 하드웨어 및 소프트웨어의 수준이 낮고 '좌회전 감응제어' 시스템 설치 지점에서 루프검지기 단선과 고장 검지기의 신속한 유지보수 어려움 등으로 감응신호운영이 중단, 기존 정주기식 운영으로 변경됨

○ 2000년도 중반 차량감응신호와 함께 보행여건 개선을 위한 보행자 작동신호기 도입을 한국교통연구원(2005)이 수행하였으나 큰 성과를 내지는 못함

○ 경기도청은 2007년부터 2010년까지 국도 주방향 소통개선 및 신호제어 효율성을 확보하고자 도내 주요 교통 혼잡지역 20개축 1,451개 교차로를 대상으로 일부지역에 한하여 교통감응신호제어를 도입함. 교통신호제어기 하드웨어 및 소프트웨어 기능 문제와 지방자치단체의 검지기 유지보수 문제 등으로 기존 정주기식 신호운영으로 대다수 운영되고 있음

○ 2010년 '교통신호제어기 표준 규격'을 재개정하면서 '전감응', '반감응'에 대한 학술적 정의가 포함되었으나 국내 교통신호제어기 기능상의 문제로 단기간 내 미국, 유럽과 같은 감응신호운영 구현은 한계점으로 인식됨

○ 2011년 국가경쟁력강화위원회에서 수행한 교통운영체계선진화 사업으로 좌회전 감응시스템 운영방안 도입을 검토한 바 있으나 학술적 수준에서 검토, 국내 교통신호제어기 하드웨어 및 소프트웨어 문제점에 대한 가시적 개선이 나타나지는 못함

○ 국토교통부는 2014년 11월 '국도 감응신호 기본계획'을 수립, 국도의 불필요한 지체를 줄여 교통소통 증진과 신호위반 위험을 감소시켜 교통안전을 확보하고자 함. 2015~2023년에 걸쳐 전국 국도 4,930개 신호교차로 중 3,206개 교차로(65%)에서 감응신호운영에 필요한 기반 시설을 설치할 계획임

○ 차량 검지기는 노면에 전선을 매설하는 방식의 루프검지기가 검지기능 및 비용 측면에서 유리하여 확대 설치되고 있었으나 루프검지기의 단선 및 관할 지방자치단체(시설의 관리주체)의 유지보수 어려움이 발생하며 지방부 간선도로 교차로의 감응신호운영 확대 계획에 차질이 발생함

○ 국도의 혼잡 교통상황을 개선하기 위해 신규도로 건설 및 확장은 효과는 크나 막대한 건설비용이 필요함. 이에 대한 대안으로 교통체계 개선기법이 대두되며 감응신호체계가 적절한 것으로 평가됨

○ 2015년 감응신호제어시스템 도입 이전 국내 감응신호제어 적용 교차로는 <표 2-2>와 같으며 반감응식 제어 설치 후 일부 축소됨

<표 2-2> 국내 감응신호 운영 현황

지역	설치년도	개소	감응형태		비고
			반감응	완전감응	
천안시(지방도23)	2008	1	-	○	운영 중
이천시(국도3호선)	2008이전	11	-	-	반감응식 설치 후 좌회전 감응만 운영
고양시(지방도310)	2004이전	5	○	-	운영 중
오산시(국도1호선)	2005	3	○	-	운영 중
파주시(국도1호선)	2011	11	○	-	운영 중
전주시(시가지도로)	2012	2	○	-	총 10개소 중 8개소는 차량만 감응
수원시(국도1호선)	2007	1	○	-	운영 중

자료: 고광용 (2015) 국도감응제어시스템 설치기준 정립, 도로교통공단

○ 국내 감응신호는 도시지역을 중심으로 좌회전 감응제어가 도입, 비도시지역에 비해 비교적 활성화되어 있음. 비도시지역의 경우 개별적 설치 사례가 있으나 전면 도입한 지역은 전무한 실정임

○ 감응신호제어의 효과를 극대화하기 위해서는 보행자 작동신호기를 병행 설치하여 보행자 감응을 동시 운영하는 방안이 효율적임. 보행자 감응을 함께 시행하고 있는 지역은 매우 제한적인 것으로 나타남

○ '국도 감응신호 기본계획(2014. 9)' 해당 사업으로 2015년부터 현재까지 투입된 예산과 검지기를 설치한 교차로 수는 <표 2-3>과 같음

<표 2-3> 국도감응신호 구축사업(국토교통부)을 통해 설치된 검지기 수

년도	노선	지방자치단체	예산 (단위: 백만 원)	교차로 수 (단위: 개소)	검지기 수 (단위: 개)
2015	국도 48호선	김포시	1,600	30	188
	국도 7호선	경주시	1,518	18	74
2016	국도 3호선, 38호선	이천시	1,608	24	84
	국도 6호선, 47호선	남양주시	1,751	24	81
2017	국도 3호선	이천시	824	24	77
	국도 39호선	평택시	969	15	38
	국도 43호선	화성시	728	15	31
계			8,998	150	573

○ 국토교통부는 2015년부터 2017년까지 3년 동안 약 90 억 원을 투입하여 전체 150 개 지방부 국도 교차로에 총 573개의 검지기를 설치함. 교통감응신호운영을 위한 기반시설을 지속적으로 확충하고 있으며 사회적 비용절감 기대효과가 클 것으로 예상됨

다. 신호교차로 감응신호 도입 효과

○ 감응신호운영 시범사업을 화성시 국도43호선 및 포천시 국도87호선 지점에서 수행함

○ 시범사업에서는 신호위반 건수 감소, 평균 신호대기 지체시간 감소, 평균 통행시간 감소, 평균 통과교통량 증가 효과가 발생하는 것으로 나타남

<표 2-4> 국토교통부 감응신호제어 도입 시범사업 결과 (2013.08~2014.04)

시범사업	도로	구간	길이
도시부	화성시 국도43호선	장안대 입구 – 왕림성당앞	2.0km
지방부	포천시 국도87호선	가산교차로 – 유교3교차로	2.0km

<표 2-5> 감응신호제어 도입 시 평균 교통신호위반 감소 건 수

구 분	교통신호 제어방식 별 신호위반 건 수 (건/일개)		감소	개선 비율 (%)
	정주기 신호제어	감응 신호제어		
도시부	229	75	154	62.7%
지방부	428	247	181	42.3%
평균	328	161	167	51.0%

자료: 국토교통부 간선도로과 (2014.07) 시범사업구간 신호교차로 포장개선, 보도자료

○ 교차로 신호운영방식을 정주기 운영에서 감응신호제어를 변경하였을 경우 신호위반 건수는 도시부 62.7%, 지방부 42.3% 감소하여 평균 51.0%의 감소효과를 확인함

<표 2-6> 감응신호제어 도입 시 평균 신호대기 지체시간 감소 효과

구 분	평균 신호대기 감소시간 (초/대)		감소 (초/대)	개선 비율 (%)
	정주기 신호제어	감응 신호제어		
첨두 시간	29.0	18.3	10.7	36.9
비첨두 시간	6.9	4.4	2.6	36.9
평균	14.46	9.12	5.34	37.7

자료: 국토교통부 간선도로과 (2014.07) 시범사업구간 신호교차로 포장개선, 보도자료

○ 또한 신호대기 감소는 정주기 운영방식 대비 첨두시간 및 비첨두시간 36.9% 감소되었으며 전일 평균 37.7% 감소효과가 있음을 확인함

<표 2-7> 감응신호제어 도입 시 평균 통행시간 감소 효과

지역	평균 통행시간 감소 (초/대)		감소량(초)	개선 비율 (%)
	정주기 신호제어	감응 신호제어		
도시부	182	162	20	11.0

○ 통행시간 감소는 정주기 교통신호 운영방법 대비(도시부) 11.0% 감소 효과를 확인함

<표 2-8> 감응신호제어 도입 시 평균 통과교통량 증가 효과

시간대	평균 통과교통량 증가대수 (대/시)		증가량	개선 비율 (%)
	정주기 신호제어	감응 신호제어		
도시부(화성)	3,152	3,227	75	2.4
지방부(포천)	1,095	1,537	422	38.5
평균	2,123	2,382	259	12.2

○ 통과교통량 증가효과는 정주기 운영대비 도시부 2.4%, 지방부 38.5% 감소로 평균 12.2% 감소를 확인함

○ 또한 차량 1대당 약 5.34초 지체 감소효과가 있으며, 안전부문에서 31.3% 신호위반 감소효과를 확인함

○ 국토교통부는 연간 기대편익을 환산한 결과 총 4천6백억 여원의 편익이 발생하는 것으로 분석하고 전국 국도 교차로로 감응신호운영을 확대, 2018년도 감응신호운영 확대 계획은 <표 2-10>과 같음(총 49개 교차로)

<표 2-9> 감응신호제어 도입에 따른 편익 증대효과

시간대	기대 편익	평균 통행시간 가치	기대편익 (원/년)	계 (원/년)
소통 부문	5.34 초/대 신호대기 감소 시간	17,660 원/시/대	4,085	4,640
안전 부문	31.3 % 신호위반 감소 효과	4,681 교차로/전국	555	

<표 2-10> 2018년 감응신호제어 확대 대상 신호교차로(국토교통부 계획)

년도	사업대상 노선	지방자치단체	적용대상 교차로 수
2018	일반국도 42호선	여주	14
	일반국도 3호선	이천	12
	일반국도 42호선	용인	23
	계		49

라. 지방자치단체 추진 감응신호운영 사업

○ 지방자치단체 지능형교통체계(Intelligent Transport Systems; ITS) 구축사업, 광역지방자치단체 수행 사업 등과 연계하여 서울시, 화성시 등 지방자치단체가 독자적으로 감응신호운영을 추진함

<표 2-11> 지방자치단체 감응신호제어시스템 설치 사업

사업명	지방자치단체	예산	교차로수	비 고
자체 ITS 사업	서울시	-	76개소	시행 완료
	화성시		10개소	
	안산시		5개소	
	울산시		차량감응 13개소, 보행감응 38개소	계획 없음
국도감응시범사업	포천시	3억원	4개소	시행 완료

주: ITS 사업 수행 연도 상이로 년도 미기재

○ 강원도 평창은 동계올림픽 기간 동안 국도에 올림픽 전용차로를 운영, 일반차량의 불법좌회전이 빈번할 것으로 예상되는 교차로 지점을 선정하여 감응신호운영을 도입하는 방안을 계획함

○ 대상범위는 평창군 관내 국도 6호선, 지방도 456호선의 신호교차로 11개소로 올림픽기간 동안 교통신호 위반으로 인한 교통사고 발생을 억제하여 교통안전을 확보하기 위함임

<표 2-12> 평창 동계올림픽 행사주변 감응신호제어운영 기반시설 구축계획

구분		공구 명	교차로 수	교차로 이름
적용 도로	국도 6호선	무이~장평	3	• 태기, 무이1, 무이2
		장평~간평1	1	• 이목정
		장평~간평2	2	• 속사IC, 속사1
		장평~간평3	4	• 하진부1, 가우2, 오대교, 하진부2
	지방도 456호선	월정3~차항	1	• 올림피아 앞
계			11	-

마. 교통감응 신호운영 장애요인

○ 국내 감응신호제어시스템 도입 장애요인은 루프검지기의 유지관리 및 기술적 제약요인인 것으로 알려짐

○ 국도 감응신호운영 도입 활성화를 위해서는 '좌회전 감응신호 운영' 적용이 필요하며 기존 루프검지기의 파손을 억제하는 방안과 루프 대체검지기 확보가 필요한 실정임

<표 2-13> 교통감응 신호운영 장애요인

구분	사유	원인	개선방향	비고
1	루프검지기 유지관리 어려움	잦은 단선/유지보수 어려움	대체검지기 확보	저렴하고 유지보수 용이성 확보
2	현 표준신호제어기 기술 제약	현 기술사양 한계	신규 제어기 개발	국제 기술표준 반영

바. 신호교차로 주변 루프검지기 보호를 위한 도로포장 강화 기획

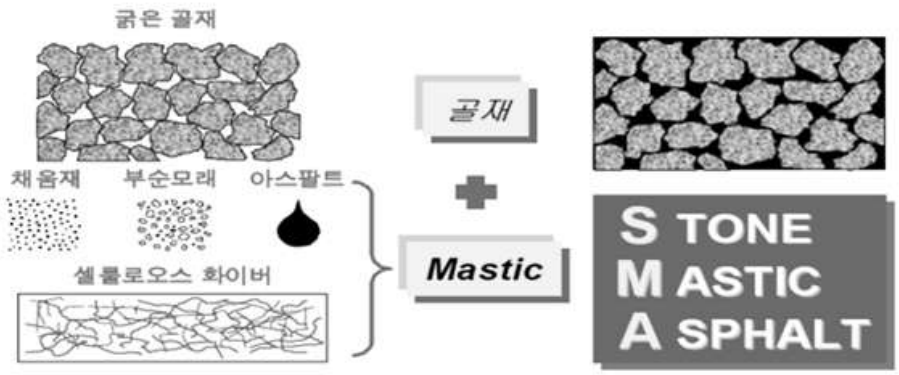
○ 국토교통부와 경찰청은 신호교차로 주변 루프검지기 단선 원인을 분류하고 포장표면 및 시공단면에 일차적인 원인이 있다고 판단하고 도로포장을 강화하는 특수포장기법 도입을 정책적으로 검토함

- 굵은 골재를 상용하는 개질 아스팔트 포장을 대안으로 제시하며 이는 도로 포장재에 섬유소를 추가하여 변형과 균열에 대한 저항력을 높이는 방식에 해당

- 차량검지기 수명 확보를 위해 Stone Mastic Asphalt (SMA) 포장기법을 적용하는 방법을 제안, 경제성 확보를 위하여 차량검지기가 설치되는 위치 등에 도로포장 적용범위를 한정

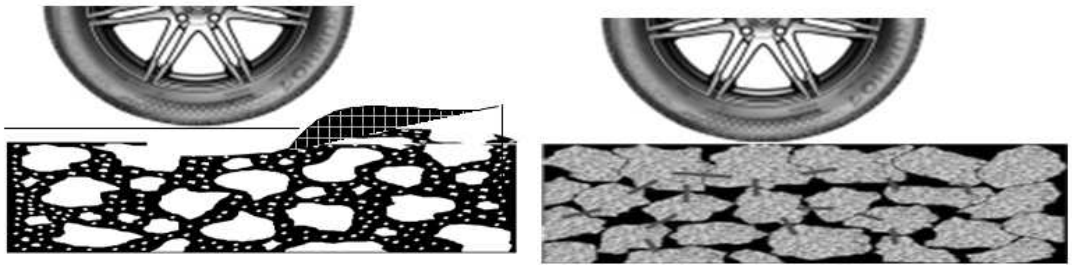
<표 2-14> 루프검지기 고장 원인별 분류 (단위: %)

구분			아스팔트	콘크리트+아스팔트	콘크리트
포장 표면	균열	심함	18	20	2
		일부	29	40	20
		없음	53	40	78
		계	100	100	100
	융기	관측	10	0	0
		비관측	90	100	100
		계	100	100	100
	재포장	유	14	20	9
		무	86	80	91
		계	100	100	100
시공 단면	실런트 손실	부분	35	10	11
		전체	23	30	38
		없음	42	60	51
		계	100	100	100
	루프선 노출	노출	39	35	38
		비노출	61	65	62
		계	100	100	100
	루프선 파손	파손	88	25	29
		판단불가	12	75	71
		계	100	100	100



<그림 2-1> SAM 포장기법 개요

(자료: 국토교통부(2014) 시범사업구간 신호교차로 포장개선, 간선도로과 보도자료)



(가) 일반 아스팔트 포장　　(나) 개질 아스팔트 포장

<그림 2-2> 일반 아스팔트 포장과 개질 아스팔트 포장 비교도

<표 2-15> 국도 신호교차로 아스팔트 포장 진단(국토교통부)

	국토 특성	일반 아스팔트 포장	개질 아스팔트 포장
원인	• 국도는 대형차 등 차량통행이 많고 교차로 구간은 정지, 출발, 회전 등 압력 가중으로 아스팔트 포장체 밀림과 균열 등 변형이 심각하게 발생, 포장체 변형은 포장체내 매설된 차량검지기(Inductive Loop)의 단선을 발생시켜 감응신호시스템이 무력화되는 요인으로 작용 • 감응신호시스템 기능유지를 위해서는 교차로부 포장체의 밀림현상 및 균열 등 변형에 대한 저항력이 강한 포장공법 적용이 필요함	• 골재와 골재 사이의 아스팔트 접착재의 점성에 의존하는 포장체로 밀림과 균열 등 변형 발생	• 골재와 골재의 맞물림 특성으로 변형 저항성 약 2.3 배 우수 등 포장수명 2~3배 증가
대안	• 차량검지기 수명 확보를 위해 SMA 포장기법 적용 • (경제성 확보를 위한 포장설계) 차량검지기가 설치되는 위치 등에 한정하여 개질 SMA를 적용함으로써 경제성을 최대한 확보하고자 노력		

자료: 국토교통부 (2014) 시범사업구간 신호교차로 포장개선, 간선도로과 보도자료

사. 무선통신 검지기 기능실험

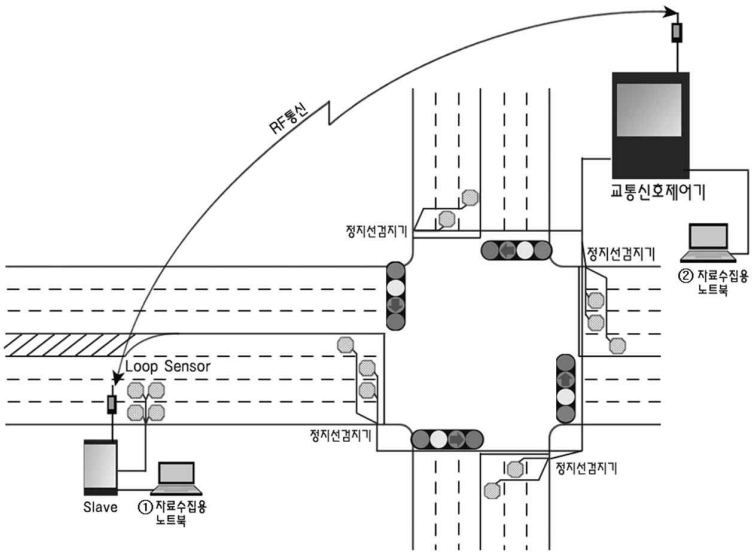
○ 서울특별시는 2007년 교통신호제어용 루프검지기를 대신할 수 있는 무선통신 검지기 도입을 검토, 전라북도 군산시와 대전광역시에서도 검기지 기능 실험을 실시함

○ 서울특별시, 군산시, 대전광역시가 실증실험을 통해 검토한 루프검지기의 RF 무선통신 기술은 루프검지기 ‘리드인(Lead-in)선’과 ‘피더(feeder)선’의 대체 기술임

○ 검토된 무선검지시스템은 교통신호제어기와 검지기간 통신방식을 기존 유선방식에서 도로측구 및 보도굴착이 없는 무선통신 방식으로 전환하게 하는 시스템이나 도로 노변 무선통신장비가 신설되고, 검지기로부터 도로 노변까지 유선연결이 유지되어야 함

○ 도심부 도로환경(밀집된 도로표지, 대형트럭 주차 등) 및 우천 등의 기상조건이 좋지 않은 상황

에서도 무선통신의 성공여부(Radio Frequency)가 중요한 것으로 군산시는 ITS사업과 연계, 2005년 2월 '사정리삼거리', '경장사거리', '구암교사거리' 3개소 지점에서 RF 무선통신 기능을 기준자료(관측자료)와 수집자료(무선검지기)간 비교 검토한 결과 신뢰도 수준이 99.0%인 것으로 확인함



<그림 2-3> 매설형 무선통신 차량검지기 현장실험 시스템 개요도

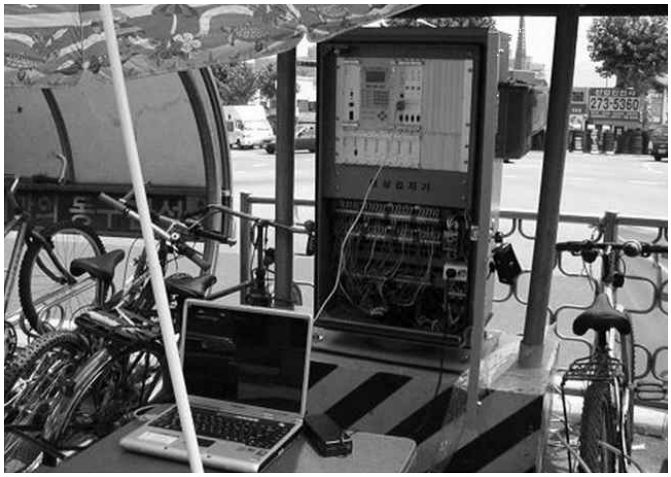
(자료: 서울지방경찰청 교통개선기획실 내부자료, 2007, unpublished)

<표 2-16> RF무선통신 기술기반 차량 검지 현장시험 결과(군산시)

구 분	기준 자료	수집 자료	오차 개수	신 뢰 도
사정리삼거리	270	268	2	99.3%
경장사거리	265	262	3	98.9%
구암교사거리	228	225	3	98.7%
계	763	755	8	99.0%

자료: 군산시 ITS 신뢰성 시험결과 보고서(2005)

○ 대전광역시는 2005년 8월 인동네거리를 대상으로 동일한 시험을 수행하였으며, 현장시험을 기준자료(관측자료)와 수집자료(무선검지기)를 비교한 결과 신뢰도 수준이 100%인 것으로 확인함



<그림 2-4> 대전시 신호교차로 무선검지기 실험현장 (2007)

(자료: 서울특별시 내부자료, 2007, Unpublished)

<표 2-17> 대전광역시 RF무선통신 기술기반 차량 검지 현장시험 결과(교통량)

위 치	기준 자료	수집 자료	오차 개수	신 뢰 도
인동네거리 슬레이브1	106	106	0	100.0%
인동네거리 슬레이브2	70	70	0	100.0%

○ 대전광역시는 추가 현장시험을 통하여 검지기 점유시간 기준자료(유선검지기 자료)와 무선검지기를 활용하여 수집한 시험자료를 비교한 결과 신뢰도 수준이 100%인 것으로 확인함

<표 2-18> 대전광역시 RF무선통신 기술기반 차량 검지 현장시험 결과(점유시간)

위 치	점유시간(10ms)			비점유시간(10ms)		
	기준 자료	수집 자료	신 뢰 도	기준자료	수집자료	신 뢰 도
대전역삼거리	136,486	136,486	100.0%	157,110	157,110	100.0%
인동네거리	12,702	12,702	100.0%	26,236	26,236	100.0%

○ 서울특별시는 RF 무선통신 방식 차량검지 방식이 경제성측면에서 현장 적용성이 낮은 것으로 판단하였으나 RF 무선통신의 적용은 기술적 장애요인이 되지 않는다고 판단함

- 서울지방경찰청에서 수행한 검지기 시공자료를 토대로 예산절감 효과를 추정한 결과, 연평균 98~99%에 해당하는 검지기 유지보수공사 원인이 검지기 헤드 파손(도로 재포장 공사; 가스공사, 수도공사, 통신공사 등)으로 경제적 효과 낮다고 판단
- 서울특별시 기술자문(한양대학교, ITS코리아) 결과 당시(2005~2007) 신호교차로 제어수준의 통신거리는 RF 무선통신에 하자 사항은 없는 것으로 판단

제2절. 국내·외 기술 동향

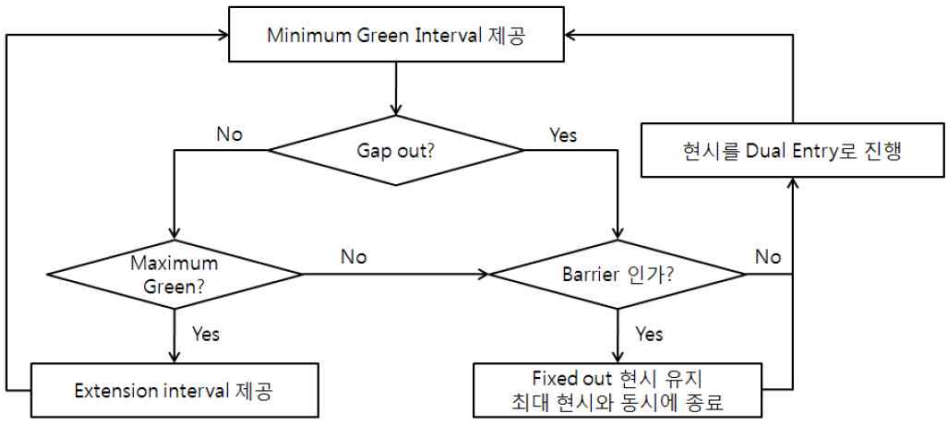
1. 국외 감응신호 제어 동향

○ 국내·외에서 활용하고 있는 감응신호제어 기능을 검토한 결과 국외의 경우 다양한 감응제어 방식을 운영하고 있으나 우리나라는 일부 기능만을 활용하고 있으며 이는 우리나라 표준교통신호제어기의 기능이 국외에 비해 한정적인 것이기 때문으로 나타남

가. 완전감응제어(fully actuated control)

○ 완전감응신호제어는 기본적으로 교통수요가 많은 독립교차로에 주로 사용되지만, 교통량의 패턴을 예측하기 힘든 경우에 전체 네트워크의 적절한 조화를 위하여 사용되는 신호제어방식으로 운영 알고리즘의 개략적인 흐름은 <그림 2-5>와 같음

○ 완전감응 신호제어에서는 교차로의 모든 방향에 검지기가 설치되며, 차량이 검지되는 정보에 의하여 각 방향 시간 계수의 변화가 수시로 결정됨



<그림 2-5> 완전감응 신호제어 상 독립현시 운영

(자료: 김남선 (2010) 경찰의 지방부3지 교차로 감응신호제어 적용에 관한 정책적 연구, 치안정책연구소)

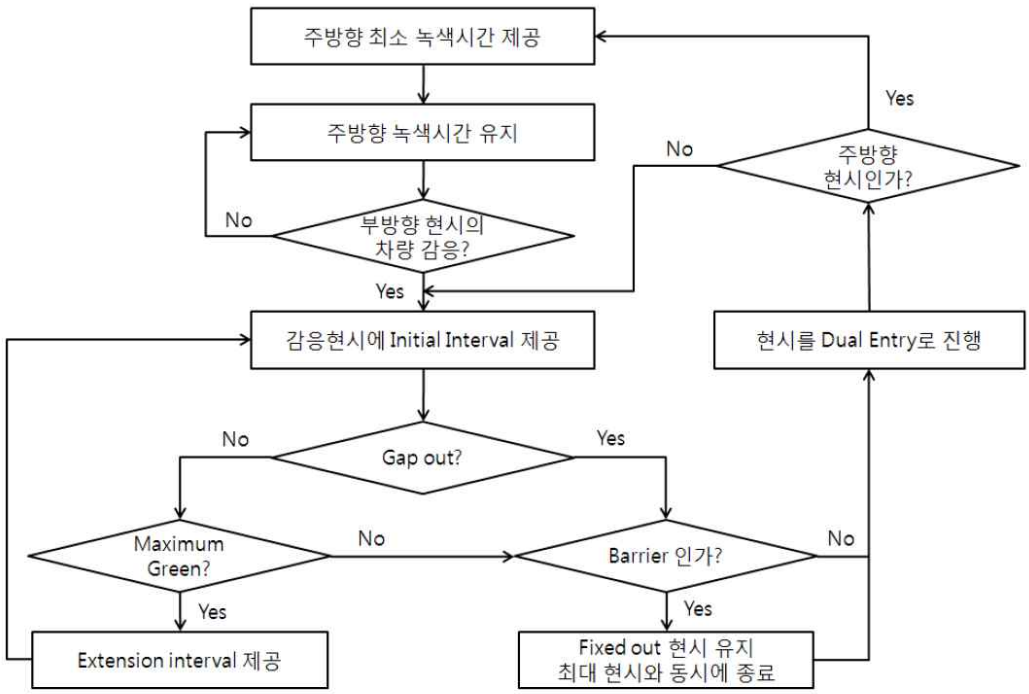
나. 반감응제어 (semi actuated control)

○ 반감응신호제어는 주도로와 부도로가 만나는 교차로에서 부도로의 수요가 적을 경우 적용할 수 있는 신호제어기법으로, 주도로의 통과폭을 기본적으로 보장하는 신호운영방법임

○ 신호교차로에서 부도로를 이용하는 교통량 수준이 낮은 경우 불필요하게 녹색시간을 낭비하지 않고 적절한 분량의 녹색시간을 부도로에 제공한 후 나머지 잔여 시간을 주도로로 배정하여 주도로 정체를 관리하는 방법으로 운영 알고리즘의 개략적인 흐름은 <그림 2-6>과 같음

○ 반감응제어는 주로 지방부 도로 주방향과 부방향 교통량 균형이 맞지 않는 지점에서 부도로에서

주방향으로 진출하고자 하는 차량이 적은 경우 해당 방향으로 불필요한 녹색신호시간 제공을 억제하기 위한 방법임. 반감응제어시 검지기는 부도로 또는 주도로의 좌회전 차로에만 설치함



<그림 2-6> 완전감응 신호제어 상 독립현시 운영

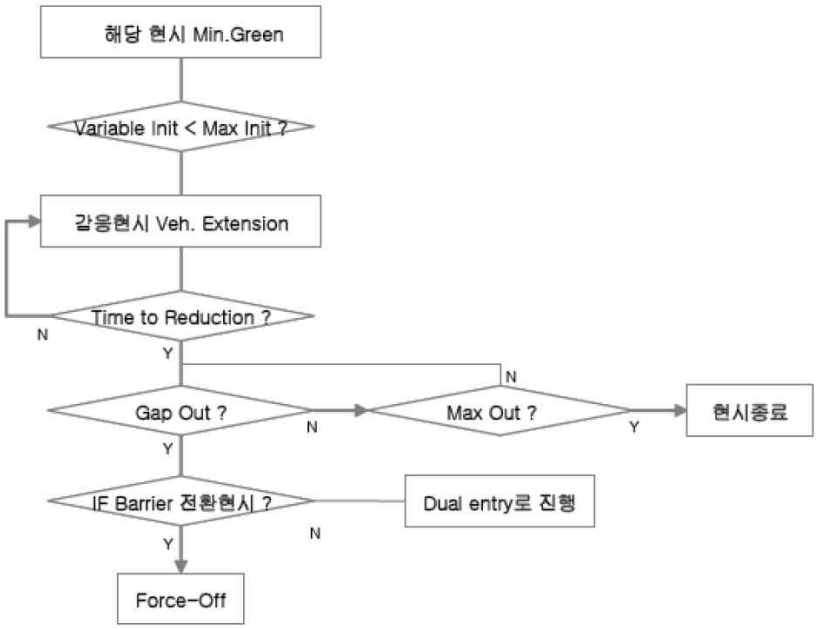
(자료: 김남선 (2010) 경찰의 지방부3지 교차로 감응신호제어 적용에 관한 정책적 연구, 치안정책연구소)

다. 교통량-밀도 제어 (volume-density mode of operation)

○ 교통량-밀도(Volume-Density)제어는 접근속도가 높은 지방부 도로의 소통 및 안전을 고려한 신호제어 방식으로 독립교차로에 대한 감응신호제어방식 중 가장 이상적이며 미리 정해진 방식에 따라 감응하지 않고 교통량, 대기행렬 길이 및 지체시간에 관한 정보를 수집하였다가 해당 정보를 활용하는 방식임(<그림 2-6> 참조)

○ 완전감응신호제어를 기본으로 하지만 교차로 효율성을 높이기 위하여 몇 가지 다른 특징으로 제어 및 운영을 수행하며 감응 수요에 따라 최소녹색시간이 계속적으로 변화하여 운영되기 때문에 운용 효율을 높일 수 있음

○ 해당 제어방식은 통과시간(Passage Time)과 최소 간격(Minimum Gap) 간의 허용시간을 줄일 수 있으므로 완전감응제어보다 매우 효과적이며, 감응신호와 통과시간(Passage Time) 사이의 시간을 줄임으로써 대기행렬 차량 군의 끝부분에 명확하고 민감하게 반응함



<그림 2-7> 교통량-밀도 지방부 감응제어 상 독립현시 운영

(자료: 김남선 (2010) 경찰의 지방부3지 교차로 감응신호제어 적용에 관한 정책적 연구, 치안정책연구소)

○ 교통량-밀도(Volume-Density)제어 알고리즘 내에는 크게 가변초기시간(Variable Initial time)과 간격단축(Gap Reduction) 부분이 존재하며 지방부 국도 신호교차로에서 적극적으로 활용됨

○ 미국 국가전기생산자협회 (National Electrical Manufacturer Association; NEMA)가 규정하는 신호운영변수 제어방식의 경우 접근속도가 56km(35mph)보다 빠른 경우 제한된 초기녹색시간 보다 계측된 차량의 수에 맞는 초기녹색시간을 정하는 것이 교통운영에 안정적임

○ 이전 녹색시간 종료 후 누적된 차량 감지횟수 만큼 초기녹색시간 설정하며, 이 시간이 최소녹색시간(Minimum Green Interval)보다 작을 경우에는 초기녹색시간으로 최소녹색시간 값을 사용하고, 가변되는 시간의 최대치인 최대초기녹색시간을 초과할 경우에는 초기녹색시간으로 최대 초기녹색시간 값을 사용함

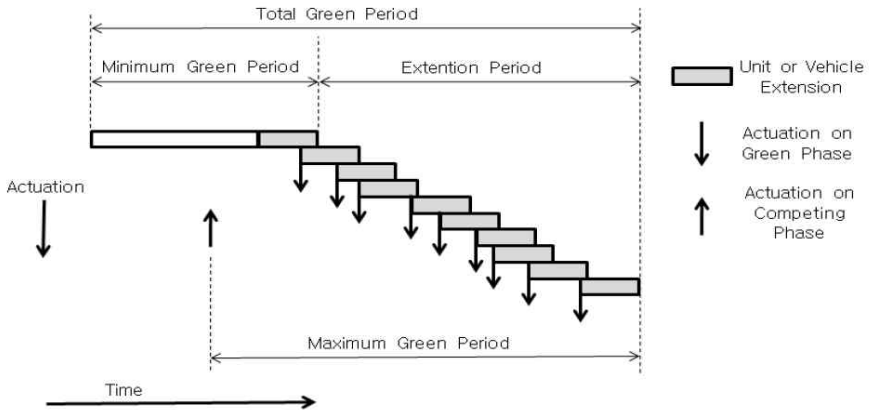
○ 상충하는 차선에서 차량이 대기하는 시간이 길어질 경우, 검지기가 통행시간(Passage Time)을 조절하는 기능으로 상류부에 설치되어 있는 검지기로 인하여 Allowable Gap이 길어지는 경우가 발생하는데, 이때 Sluggish Time이 발생되기 때문에 Gap Reduction 기능을 통해 녹색을 효과적으로 종료시킬 수 있는 기능임

라. 감응신호제어 운영변수

○ 교통량-밀도 제어를 제외한 일반적인 감응신호제어운영은 기본적으로 최소녹색시간, 진행연장

시간, 최대녹색시간 세 가지 신호시간운영변수를 사용함

○ 이들 운영변수의 기능적인 상관관계는 <그림 2-8>과 같으며 해당 기능을 이용하여 교통량에 따라 신호교차로 녹색시간 길이를 설계함



<그림 2-8> 감응신호현시 제어 개요도

○ 상기 최소녹색시간, 진행연장시간, 최대녹색시간에 대한 기능은 아래와 같음

(1) 최소녹색시간 (minimum green time period)

○ 최소녹색시간은 녹색시간의 초기 부분으로 황/적색 신호 동안 정지선에서 검지기까지 대기한 차량을 통과시킬 수 있는 최소 녹색시간임

(2) 진행연장시간 (unit extension time period)

○ 진행연장시간은 교차로 통과 차량이 검지기에서부터 교차로까지 안전한 통행을 확보할 수 있고, 정해진 방향별 움직임의 교통수요 밀도를 현장에서 측정하는 운영 변수임

(3) 최대녹색시간 (maximum green time period)

○ 최대녹색시간은 상충현시에 감응이 있을 때, 녹색시간을 최대로 제공할 수 있는 시간을 지정하는 변수로, 현장에서 차량감응 결과에 따라 직접적으로 산출할 수 없고, 해당 교차로 설계 시 결정함

○ 좌회전 차로에 사용되는 검지기는 <표 2-19>와 같이 두 가지 종류로 기능할 수 있어야 해외 수출이 가능하며, 본 기획 과제에서 준비하는 검지기 역시 해당 기능이 작동될 수 있도록 준비되어야 함

<표 2-19> 교통신호제어용 검지기 작동 기능 구분

구 분	메모리 운용방식	기능
Presence mode	non-locking	• 차량이 검지영역을 지나간 후에 제어기가 차량의 검지여부를 지워버림 • 회전교통량이 많거나, 부도로의 교통량이 많은 경우 도시부 접근로에 적당함 • 정지선에 Large-Area검지기를 사용하는 경우에 적용함 • RTOR을 검지하기 위한 정지선 검지기에도 적용함
Pulse mode	locking	• 0.1~0.15초 Pulse로 call 상태를 인지하는 것으로 상류부 검지기에 사용됨 • 적색시간에 도착하는 교통량에 최대한 빨리 녹색신호를 줄 수 있음 • RTOR이나 황색신호 시 통과한 차량을 확인할 수 없다는 단점이 있음 • 주로 상류부나 Small-Area검지기를 사용하는 경우에 적용함

2. 국내 감응신호제어 동향

가. 감응신호제어 기술

○ 감응제어시스템이란 신호교차로에서 부도로의 진·출입 차량이나 주도로의 횡단보행자를 검지하여 필요한 신호만을 부여하고, 나머지 시간은 항상 주도로에 녹색시간을 부여하는 신호시스템임

○ 국내의 경우 1980년대 후반 좌회전 감응에 대한 기술을 확보하고 1990년대 후반 현시연장 감응에 대한 기술을 확보함

○ 2010년을 중심으로 주방향 직진현시를 제외한 모든 또는 일부 현시에 대해 감응제어가 가능한 반감응 신호제어기술 및 독립교차로를 대상으로 직진현시를 제외한 모든 현시를 감응하여 잔여 녹색시간을 주방향 직진현시에 부여함으로써 주방향 직진차량의 원활한 소통을 도모할 수 있는 전감응, 보행자와 차량을 독립적으로 감응하는 보행-차량 분리 감응 기술을 확보한 상태임

<표 2-20> 우리나라 감응신호제어기술

감응신호제어기술 분야	비고	확보 시기
좌회전 감응	· 좌회전 차량이 없으면 신호를 직진으로 전환하여 직진 녹색 증가하는 방법	1980년대 후반
현시연장 감응	· 현시순서나 연동을 고려하지 않고 Call 발생 방향으로 현시전환	1990년대 후반
현시 생략 감응 (반감응)	· 버스나 긴급차량 우선신호에서 Green-Extension 기능 구현시 사용	2010
독립교차로 감응 (전감응)	· 연동을 유지하면서 부방향의 Call이 없으면 주방향에만 녹색시간 계속 부여	2010
보행-차량 분리 감응	· 보행신호가 있는 현시에서 차량과 보행자를 독립적으로 감응하여 최소녹색시간 제약을 벗어나는 감응	2010

○ 국도 감응제어를 수행하기 위한 검지기로는 루프검지기와 장방형검지기가 주로 사용되고 있음. 감응제어 기법에 따른 감응신호 설치기준(도로교통공단, 2015)을 살펴보면 반감응제어는 비교적 교통량이 적은 부도로와 주도로 좌회전 차로에 검지기를 설치하며 비보호 좌회전이 있는 경우에는 보호좌회전으로 수정 후 그에 따른 현시를 수정하여 운영해야 함

○ 또한 부도로가 협소도로인 경우 쌍 루프를 설치하여 입출입 차량을 구분하여 검지할 수 있으며 좌회전 조기종결기법과 병행하여 사용이 가능함

○ 완전감응제어는 모든 현시에 대해 감응제어를 실시하기 때문에 모든 접근로와 이동류에 검지기를 설치, 주로 주방향 및 부방향 모두 교통량이 많으며, 도착 교통량 변동의 편차가 높은 교차로에 설치·운영하고 있음

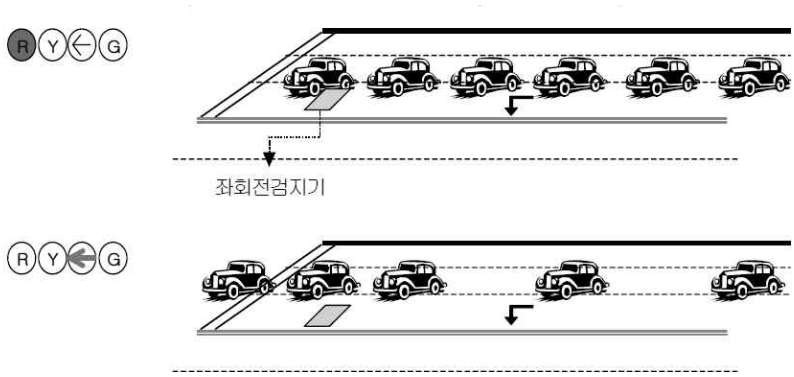
○ 좌회전 조기종결은 전용좌회전차로에 검지기를 설치하고 검지가 된 후 신호가 시작하고 기준시간동안 다음 차량이 검지가 되지 않으면 신호를 조기종결 후 다음현시로 넘어가도록 설정함

○ 보행자 감응의 설치 기준은 주도로 차량이나 횡단 보행자가 부도로 이용 차량이 없는 경우 신호대기를 최소화하기 위해 운영하기 때문에 보행자 작동신호기(Push-button) 및 음성안내기, 알림표지판 등의 시설 설치가 필요함

<표 2-21> 감응제어 기법에 따른 감응신호 설치기준(안)

구분	설치기준
반감응제어	• 비교적 교통량이 적은 부도로와 주도로 좌회전 차로에 검지기를 설치하여 감응제어 실시 • 비보호 좌회전이 있는 경우에는 보호좌회전으로 수정해야하며, 그에 따른 현시 수정 • 부도로가 협소도로이면 쌍 루프를 설치하여 In, Out 차량을 구분하여 검지 • 좌회전 조기종결기법과 병행하여 사용
완전감응제어	• 모든 접근로와 이동류에 장방형 검지기 설치 • 장방형검지기는 정지선으로부터 4m 이격하여 설치 • 보행자 감응 동시 수행
좌회전 조기종결	• 전용좌회전차로에 장방형 검지기 설치 • 최소 녹색시간 적용하여 운영
보행자 감응	• 보행자 작동신호기(음성안내서비스 적용)을 설치 • 보행자 자동감지를 통해 보행자가 있을 시에만 음성안내 • 보행자 작동신호기에 대한 표지판 및 입간판 설치 • 보행자 감응을 수행중인 횡단보도의 보행등 지주 도색 • 보행자 작동신호기를 누를 경우 보행신호가 나오도록 설정 • LED 점등 방식을 통해 버튼을 누른 경우와 누르지 않은 경우를 구분

자료: 고광용 (2015) 국도감응제어시스템 설치기준 정립, 도로교통공단



<그림 2-9> 좌회전 감응 예시도

(자료: 김남선 (2010) 경찰의 지방부3지 교차로 감응신호제어 적용에 관한 정책적 연구, 치안정책연구소)

나. 감응신호제어를 위한 감응방법

○ 감응방법은 1990년대 중반 한계비점유시간 감응 기술 확보를 시작으로 현재 진출입 선택 감응, 인공지능 패턴 감응 등 다양한 방법론 및 기술 확보가 이루어 짐

○ 한계비점유시간 감응제어는 검지기의 위치를 차량이 연속하여 진행할 때 두 차량 사이에 나타나게 되는 비점유(Spacing)시간이 설정된 한계 비점유시간보다 크거나 같은 경우 현시를 조기에

종결하여 다음 현시로 진행함으로써 소모시간을 줄이려는 제어 방법임

○ 누적손실시간 감응은 각 통과차량의 비점유시간에서 포화 비점유시간을 제외한 순수한 손실시간을 누적하여 그 시간이 설정된 한계 손실시간보다 크거나 같은 경우 현시를 조기에 종결하여 다음 현시로 진행함으로써 소모시간을 최소화하는 제어 방법임

○ 최대유출률 감응은 과포화시 녹색시간 후반부의 유출교통량의 변동률이 큰 경우 유출교통량이 최대가 되는 시점에서 녹색시간을 조기 종결하여 해당 교차로의 효율을 최대화하는 제어기능임. 포화 차두시간 값과 포화 비점유시간 값을 기준으로 적용할 수 있음

○ 교통량-밀도 감응은 감응 수요에 따라 최소녹색시간이 계속적으로 바뀌어 운영되기 때문에 운용효율을 높이는 방법이나 설정 파라미터가 많아 현장에서 많이 사용되지 않고 있음. 그 외 중앙선이 없는 진출입로에서 차량 진행 방향을 검지하여 선택적으로 감응을 허용하는 진출입 선택감응, 차량 도착패턴을 학습을 통해 제어하는 인공지능 패턴 감응, 단말장착차량과 비장착차량 혼합류 상황에서 비장착차량 도착 추정, 현시를 제어하는 Connected Vehicle 감응 등이 있음

<표 2-22> 감응방법 구분(도로교통공단)

감응 방법	비고	확보 시기
한계비점유시간 감응	• 차간시간을 측정하여 일정 시간 이상이면 현시를 종료	1990년대 중반
누적손실시간 감응	• 녹색시간 시작부터 차간시간을 누적하여 일정 시간 이상이면 현시를 종료	1990년대 중반
최대유출률 감응	• 교통량-밀도 감응과 유사하나 시간 파라미터를 단순화시킨 감응제어	1990년대 중반
교통량-밀도 감응	• 설정 파라미터가 많아 현장에서 많이 사용되지 않음	2000년대 초반
진출입 선택 감응	• 중앙선이 없는 진출입로에서 차량 진행 방향을 검지; 선택적으로 감응 허용	2015
인공지능 패턴 감응	• 차량 도착패턴을 수치화하여 저장한 후 학습을 통해 현시시작과 종료를 제어	N/A
Connected Vehicle 감응	• 단말장착차량과 비장착차량 혼합류 상황에서 비장착차량 도착 추정 현시 제어	

3. 감응 차량검지기술 동향

가. 검지기 종류

○ 검지기는 교통류 및 교통상황을 설명하기 위한 자료를 수집하는 장치로 수집하는 정보는 고속도로와 같은 연속류와 도시부 단속류의 특성에 따라 약간의 차이가 있으나 대부분 교통량, 속도, 점유율, 밀도 등을 수집함

○ 검지체계 구분에 따라 설치되는 검지기의 특성 차이가 있으며 검지체계는 특정지점에서 교통류의 특성변수인 교통량, 속도, 점유율을 수집하여 가공하는 지점검지체계(point-based measurement)와, 특정 구간을 통과하는 차량의 통과시간으로부터 교통자료를 수집하여 가공하는 구간검지체계(section-based measurement)로 구분할 수 있음

○ 국내의 경우 도로상에 루프센서를 설치하여 통과 및 점유하고 있는 차량을 검지하는 방식인 루프검지기와 영상을 이용한 차량을 검지하는 방식인 영상검지기가 주로 활용되고 있음

○ 루프검지기(Loop Detector)는 차량 진입시 차량도체에 의한 유도자장과 루프자장의 상호작용으로 자속의 변화와 인덕턴스의 변화가 나타나며, 인덕턴스의 변화를 주파수의 함수로 변환 하여 차량의 존재유무 및 속도 등을 검지하며 영상검지기(Video image vehicle detector)는 영상처리기술(video image processing technology)을 이용하여 도로상의 차량에 대한 속도, 점유시간, 차두시간, 대기행렬 길이 등의 정보를 측정하는 방식임

○ 루프검지기 중 Small-Area검지기(지점검지기)는 주로 접근속도가 높은 직진차로에 설치하며, 정지선 상류부로 Set-back시켜 설치함. Small-Area검지기는 Locking Detection Memory로 운영되며 여기서 Locking Detection Memory는 검지기가 차량을 현시를 요청하면, 이후 차량이 소거되어도 계속 현시 요청을 고정시키는 운영방법임

○ Large-Area검지기(구간검지기)는 길이가 6m 이상 검지기로 접근속도가 낮은 좌회전 차로에 주로 설치하며, 정지선에 설치함. 이는 속도가 빠른 접근로에 설치할 경우 검지기의 길이가 지나치게 길어져 유지보수에 어려움이 있기 때문임

<표 2-23> 검지체계별 특성

구 분	지점검지체계	구간검지체계
수집자료	· 교통량, 지점속도, 밀도, 점유율 · 대기행렬길이	· 교통량(단말기 장착차량, 또는 매칭차량) · 구간통행시간, 구간통행속도 · 차종, 차량 주행궤적(경로) 등
기술형태	· 루프, 영상, 레이저, 초음파, 초단파 등 · 인프라 기반 불특정 다수	· AVI, DSRC, RFID 등 · 특정차량기반 또는 인프라기반 불특정 다수
기능	· 돌발상황 검지 · 전수차량 검지 가능 · 차로별 차량 검지 가능	· 지점검지기보다 정확한 통행시간 정보 산출 · 구간 및 경로정보 제공가능
문제점	· 유지관리 어려움 · 경로추적 어려움 · 교통류 상태, 검지간격 등이 가공정보 신뢰성에 큰 영향을 미침	· 해당 지점(구간)의 전체 교통량 파악 어려움 · 실제 통행시간 정보가 시간적으로 과거의 정보가 됨(시간처짐 발생) · 버스전용차로 등 차로별 교통운영을 달리하는 경우 차로별 정보 파악 불가



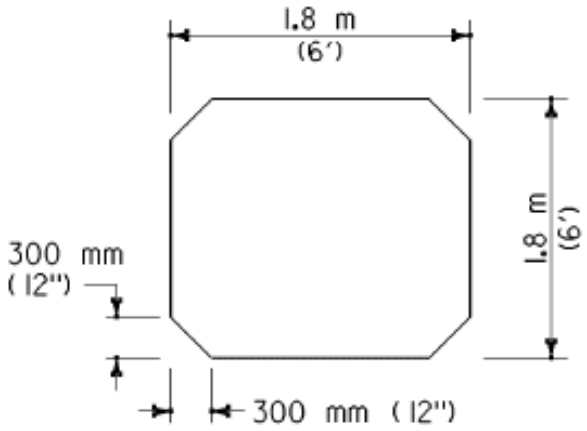
<그림 2-10> 루프검지기 제어기 및 루프센서

(1) 소형 루프검지기

○ 루프검지기는 유도자장이 형성된 루프코일 위를 차량이 통과할 때 변화하는 유도자장의 자속 변화를 통해 차량을 검지하는 기술로 Small-Area검지기(지점검지기)는 한 지점에서 차량의 통과를 검지하는 방식으로 Short-Loop, Point, Passage검지기라고 함

○ 일반적으로 검지영역 크기는 1.8m×1.8m(6ft×6ft)이며, 한 차로 혹은 여러 차로에 차로단위로 설치하며 Pulse 또는 Presence Mode로 검지하고, 제어기상에는 Locking Detection Memory로 운영되며 교통량, 속도, 밀도, 점유율, 차두시간, 대기행렬 길이, 차종 등의 데이터를 생성함

○ Small-Area에서는 접근로의 주행속도에 따라 루프검지기의 운용방식의 차이가 있으며 접근로의 주행속도에 따라 Set-back거리가 달라지는데 Set-back거리는 85% 접근속도로 최대 허용 차두간격만큼 주행할 때의 거리로 하며 최대 허용 차두시간은 3초를 권장함



<그림 2-11> 일반 소형 루프검지기 크기

<표 2-24> 감응신호제어를 위한 루프검지기 운용방식 비교

접근로 주행속도	검지기 setback	고려 대기차량수	초기 녹색시간	단위 연장시간	최소녹색시간
24 km/h (15mph)	23 m	3~4	8.5 sec	3.5 sec	12.0 sec
32 km/h (20mph)	31 m	4~5	10.5 sec	3.5 sec	14.0 sec
40 km/h (25mph)	36 m	5~6	10.0 sec	3.5 sec	13.5 sec
48 km/h (30mph)	36 m	5~6	10.0 sec	3.5 sec	13.5 sec
56 km/h (35mph) 이상	접근속도가 56 kmp (35mph)이상일 경우, Variable Initial Interval이 요구됨				

(2) 대형 루프검지기

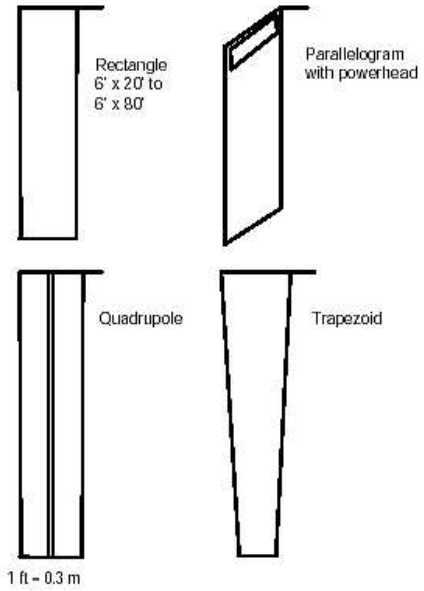
○ Large-area검지기(대형검지기)는 차량이 점유되는 시간만큼 차량 Prence를 검지하는 방식으로 Long-Loop가 주로 사용됨. 검지영역의 길이는 교차로 접근속도와 제어기 단위연장 설정 값에 따라 변하며, 최소 6m 보다 길어야 함

○ 제어기에는 Non-Locking Detection Memory로 운영되며, 검지기의 길이는 교차로 접근속도와 제어기의 단위연장 설정 값에 따라 다름

○ Large-Area검지기는 Non-locking Detection Memory로 운영되며 여기서 Non-locking Detection Memory는 검지기가 차량을 검지할 경우 현시를 요청하지만 차량이 검지기에서 소거되어 더 이상 검지되지 않을 경우 현시 요청을 철회하는 운영방법임

$$L = 1.47 \times v(3 - e) - 18 \quad \cdots\cdots \text{(수식 1)}$$

여기서, L = 검지기 길이(ft)
v = 차량 접근로 주행 속도(mph)
e = 제어기 단위연장시간 (일반적으로 0~1.5 sec 적용)



<그림 2-12> 대형 루프검지기 형상

(3) 영상검지기

○ 영상 검지기는 영상 처리 기술(Image processing technology)을 이용하여 차량들의 속도, 점유 시간, 차두 시간 등과 같은 교통 매개변수를 측정하는 검지기임. 특히, 영상 검지기는 인간의 눈과 같은 기능을 하는 카메라를 정보 입력 수단으로 사용하기 때문에 기존의 루프 검지기뿐만 아니라 초음파나 초단파, 적외선 검지기의 성능보다 한 단계 앞선 시스템으로 차량의 검지 기능과 모니터링 기능을 동시에 수행할 수 있음

○ 현재 영상 검지기는 선진국에서 가장 연구가 활발한 첨단 시스템이며, 컴퓨터 기술의 발달에 따라 신호 처리 속도가 매우 빨라져 성능이 크게 향상되고 있음

○ 초기에 비디오카메라는 주로 도로 상의 상황을 화면을 통해 모니터링 하여 교통 상황을 파악하기 위한 목적으로 많이 사용되었으나 현재는 영상을 통해 자동적으로 대상 도로의 상황을 검지, 분석하여 교통 정보를 제공하기 위한 교통관제의 목적으로 많이 사용되고 있음

○ 여타 검지기는 일부 교통 매개변수를 가지고 교통관제에 필요한 정보를 추출하는 데 반하여 영상 검지기는 카메라 영상을 통해 입력되는 실시간 자료를 그대로 처리하므로 좀 더 다양하고 정확한 교통 정보를 얻을 수 있음

○ 영상검지기는 검지방식에 따라 영상 loop방식(또는 Bar 방식)과 Video image tracking 방식으로 구분됨. loop(또는 Bar 방식)방식은 두 개의 영상 Loop 또는 검지선을 통과하는 차량의 통과 시간을 측정하여 차량속도등 기타 교통정보를 산출하는 방식으로 교통정보 수집통계 처리시 사용됨. Video image tracking방식은 영상화소(Pixels)의 움직임을 추적하여 차량의 존재 및 속도 등을 컴퓨터에 의하여 교통정보를 산출하는 방식으로 정지차량 검출 시 주로 사용됨

<표 2-25> 영상검지기 방식의 분류

검지방식	기술내용 및 특성	사용용도
영상 loop 또는 Bar 방식	· Loop Coil 차량검지 방식과 동일하게 영상화면상에 Bartype 또는 직사각형의 영상 Loop 또는 검지선(영상 line)을 설정하고 이 위를 통과하는 차량의 영상내 Pixels의 Grey Level 변화를 분석하여 차량의 존재여부를 검출함 · 2개의 영상 Loop 또는 검지선을 통과하는 차량의 통과 시간을 측정하여 차량속도등 기타 교통정보를 산출함	• 차량존재 검출/경보용 • 교통신호 제어용 • 고속도로 간선도로의 교통정보 수집통계 처리
Video image tracking 방식	· 영상 화면내의 차선별 또는 도로 내에 설정된 검지 Line 또는 검지영역(Area)내에 주행하는 차량에 의하여 발생되는 영상화소(Pixels)의 움직임을 추적하여 차량의 존재 및 속도 등을 컴퓨터에 의하여 교통정보를 산출함	• 정지 차량 검출 (고속도로, 터널) • 고속도로, 간선도로의 교통정보수집 • 교통사고, 정체인식, 경보
영상 Loop 및 Tracking 혼합방식	· 영상Loop 및 Tracking방식의 장점을 취하여 복합화, 퍼지 및 특수 이론을 응용하여 일반적인 차량 Data및 교통정보와 교차로내의 차량의 좌/우 회전 및 도로에서의 역주행, 돌출/이상차량을 검출함	• 고속도로, 간선도로의 교통정보 수집 • 교차로 통행 상태 분석 • 교통사고, 정체인식, 경보

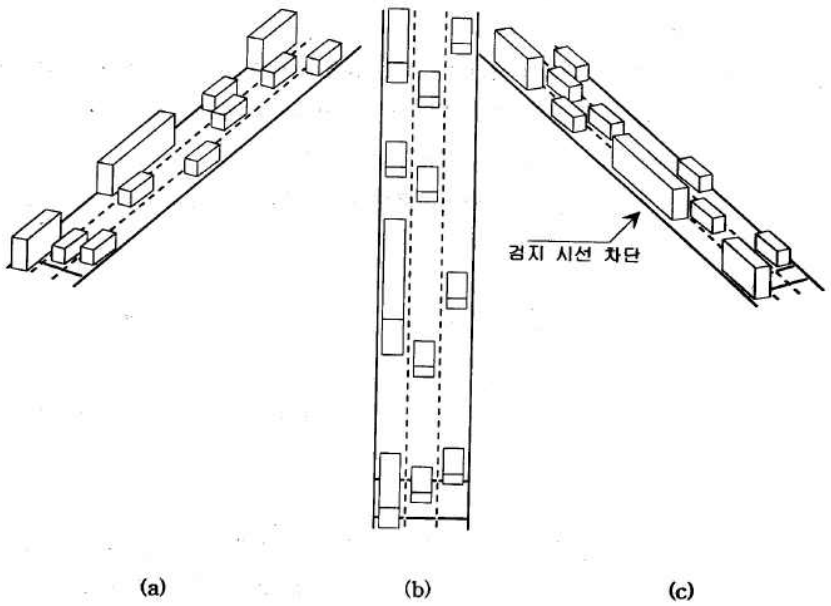


<그림 2-13> 영상검지기 운영 현장 사례

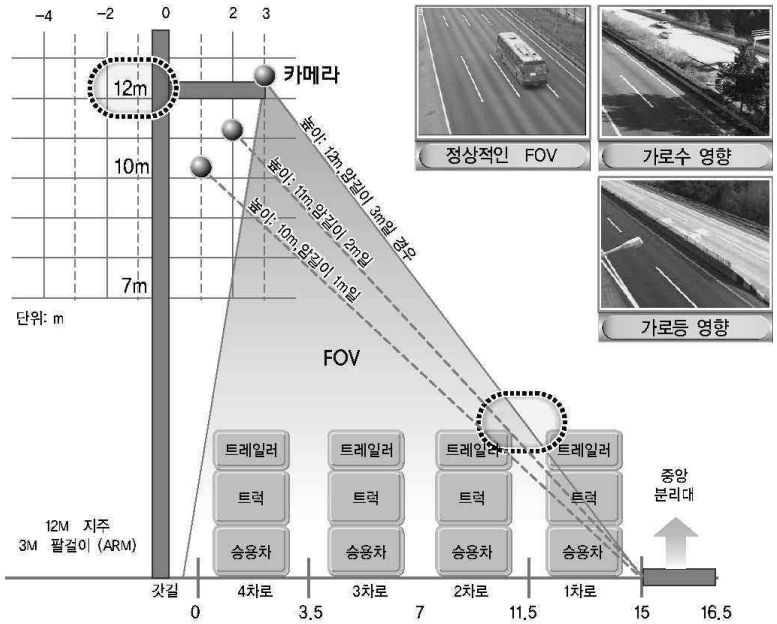
○ 영상검지기 작동 원리는 카메라의 입력 영상으로부터 이동체의 특징점을 찾아 추적하고 이 특징점들의 추적 경로로부터 선형운동을 하는 강체의 자세를 추정하는 원리임. 특징점의 3차원 위치로 부터 물체의 형태 및 운동 특성을 계산하여 물체의 종류와 속도를 구하고 물체가 가상의 3차원 검지 터널을 지나게 되면 이로부터 죄종적인 교통정보를 산출함

○ 카메라의 위치가 좋지 못할 경우 인접 차로의 차량들에 의해 검지 시선이 차단될 수 있으며 속도와 차량길이 등의 측정에 오차가 커질 수 있음. 따라서 교통류를 고려한 카메라의 높이, 카메라 경사각, 도로변에서의 카메라 위치가 영상검지기 설치의 중요한 고려 요소가 됨

○ 카메라가 도로 상공(Overhead)에 위치한 경우와 노측에 위치한 경우, 교통류를 서로 다른 위치에서 바라본 모습을 그림으로 표현하면 아래 그림과 같으며 (a)는 카메라가 교통류 진행방향의 좌측에 위치한 경우이며, (b)는 카메라가 교통류의 상공에 위치한 경우, (c)는 카메라가 교통류 진행방향의 우측에 위치한 경우를 나타냄



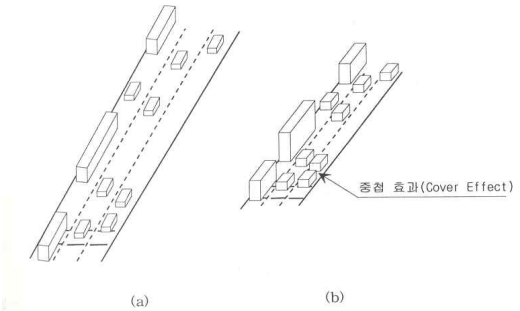
<그림 2-14> 영상검지 카메라 위치에 따른 교통류 제약



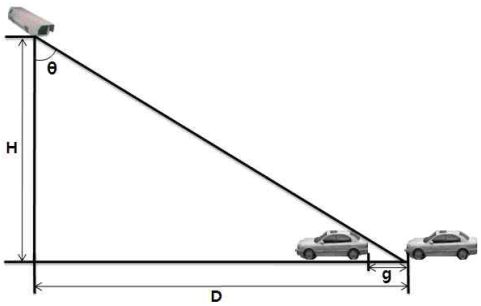
<그림 2-15> 영상검지기 설치를 위한 고려사항

○ 차량의 은폐(Occlusion)는 카메라의 설치 높이가 낮을수록 심해지기 때문에 카메라를 가급적 교통류의 상공에 위치시키는 것이 좋으나, 실제적으로 여러 가지 이유로 인해 도로 변에 설치해야 하는 경우가 많기에, 이러한 경우에는 인접한 차량들로 인해 검지 시선이 차단되지 않도록 주의가 필요함

○ 카메라의 높이가 낮을 경우 카메라에 포착되는 차량들은 실제의 길이보다 길어 보이게 되며 중첩 효과(Collating effects)로 인해 여러 대의 차량들이 한 대의 차량으로 검지될 가능성이 있기 때문에 좋은 검지 시야를 확보하기 위해서 카메라는 되도록 높은 곳에 위치하는 것이 좋음



<그림 2-16> 카레라의 높이에 따른 교통류의 모습



<그림 2-17> 영상검지기 설치조건

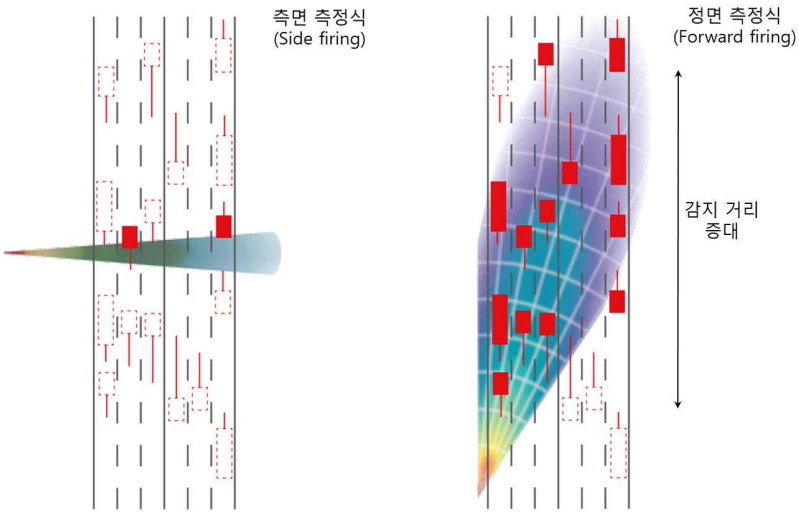
○ 검지영역의 길이를 50m로 가정하고, 검지대상 차량의 높이를 승용차 1.5m, 중차량 4m를 대입하여 차간 거리에 따른 영상검지기의 설치높이를 계산하면 4.0m에서 38.0m에 이름

<표 2-26> 차간 거리별 적정 영상검지기 설치높이 비교

차간거리 (m)	설치높이 (m)	
	승용차 (1.5 m)	중차량 (4.0 m)
2	38	100
3	25	67
4	19	50
5	15	40
6	13	33
7	11	29
8	9	25
9	8	22
10	8	20
11	7	18
12	6	17
13	6	15
14	5	14
15	5	13
16	4	13
17	4	12
18	4	11
19	4	11
20	4	10

(4) 레이더 검지기

○ 2010년 이전의 교통정보 수집용 레이더는 도로의 수직 방향으로 측정하는 측면 측정식(Side firing) 이었다. 하지만, 2010년 이후 SmartMicro社의 정면 측정식(Forward firing) 레이더가 100미터 이상부터 차량들의 움직임 정보(거리, 속도)를 획득할 수 있어 기존의 점 형태의 교통정보 수집이 아닌 입체적인 정보 수집이 가능해지고, 속도 정확도면에서도 기존 방식 대비 크게 개선이 됨에 따라 최근 시장의 요구는 정면 측정식 레이더 기술을 요구하고 있음

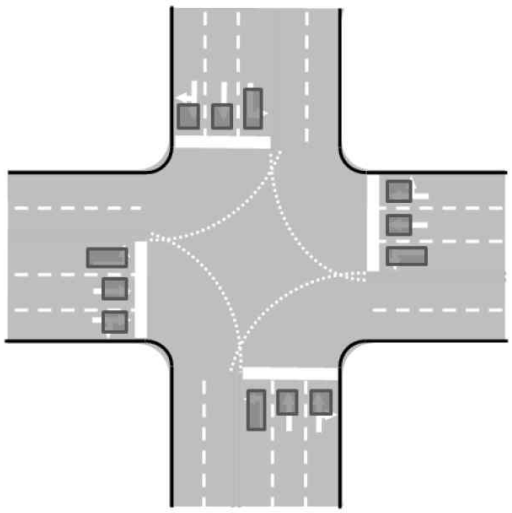


<그림 2-18> 레이더 검지기 설치위치 개요도

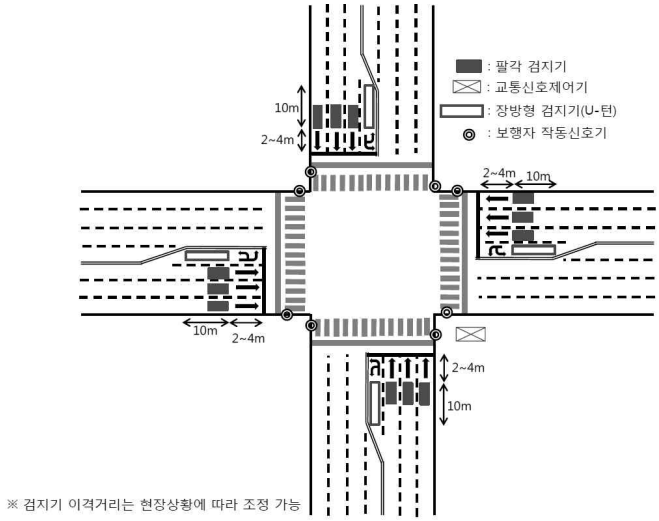
나. 감응신호운영방법별 검지기 설치

(1) 완전감응신호운영을 위한 검지기 설치

○ 완전감응제어는 모든 방향에 대해 감응을 실시하기 때문에, 각 접근방향 모두 검지기를 설치함



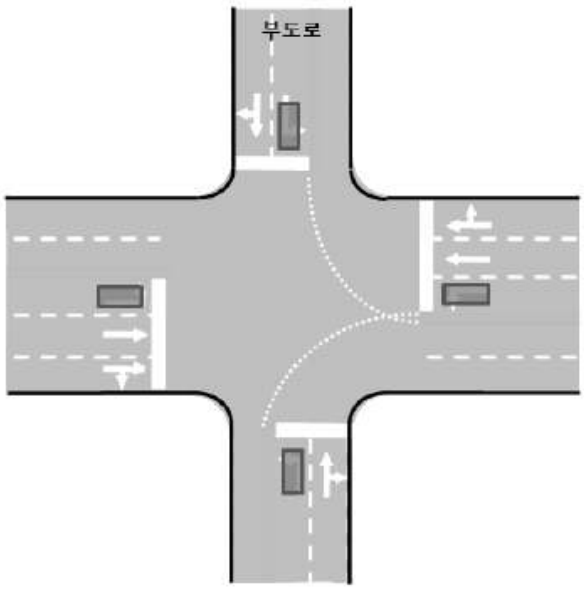
<그림 2-19> 완전감응제어 검지기 설치위치 개요도



<그림 2-20> 완전감응을 위한 일반적인 검지기 설치 위치

(2) 반감응신호운영을 위한 검지기 설치

○ 반감응제어의 경우 교통량이 적은 주도로 좌회전과 부방향에 대해서만 감응을 실시하므로 검지기를 좌회전 차로에만 설치함



<그림 2-21> 반감응제어 검지기 구성

다. 감응제어시스템 기술 동향

○ 루프식 차량검지시스템은 1920년대에 그 기본원리가 개발되어 이후 오랫동안 세계적으로 가장 대표적인 차량검지기술로 이용되어 왔지만 최근 추진되는C-ITS 등 차세대 기술에 대한 이용자의

요구를 충족시키기에는 어려움이 있음

○ 영상식 차량검지시스템은 루프식의 대표적인 문제점인 노면 훼손, 유지보수 비용 및 편리성 문제를 해결하기 위한 대안으로 주목받았으나, 실제 운영 시 안개/황사/주·야 교차시간대 등의 경우 정보 신뢰성이 크게 저하되는 문제가 있어 날씨 영향을 받지 않는 루프식검지기를 전면적으로 대체하기는 어렵고, 주로 국도에서 관리자 모니터링 용도로 활용되고 있음

○ 한국도로공사는 정확한 교통정보 수집을 목적으로 루프식 차량검지시스템을 주로 활용하고 있고, 최근 하이패스 대중화로 인하여 DSRC 검지기를 구축하였으나, 교통량 정확도가 떨어지는 단점이 있음

○ 국토관리청 및 지자체(경찰)에서는 교통정보 수집을 위하여 루프식과 영상식을 혼합하여 사용중이나, 국도 관리의 특성상 돌발상황 인지 목적이 높으므로, 비접촉식 영상 센서의 활용 비율이 높으며, 최근 초음파센서도 소수 운영 중임

○ 국내에서는 스마트하이웨이사업에서 돌발상황 검지시스템으로 레이더 기술이 개발된 사례는 있으나, 레이더 기반 차량검지시스템의 개발사례는 없으며, 최근 들어 제2서해안고속도로, 인천대교 등에서 해외 레이더 제품을 도입하여 설치한 사례가 있음

○ 최근 기술 동향으로 자율주행기술의 상용화 가능성이 가시화되기 시작한 2015년을 기점으로 검지기술에 대한 관심도 및 접근 방법에 있어 변화가 나타나고 있으며 인프라기술과 결합된 형태의 네트워크 기반 검지시스템 기술개발과 Connected Vehicle을 대상으로 한 감응제어기술이 요구되고 있음

○ 이는 정보통신기술을 활용한 능동적 검지기술의 중요성이 부각되면서 디지털 정보교통능력이 가능하며 무선방식의 편의성을 선호하는 기술로 레이더 기반 등 비접촉식 전천후 주야간 검지가 가능한 형태로 기술개발이 예상됨

<표 2-27> 감응제어시스템 활용 기술 동향

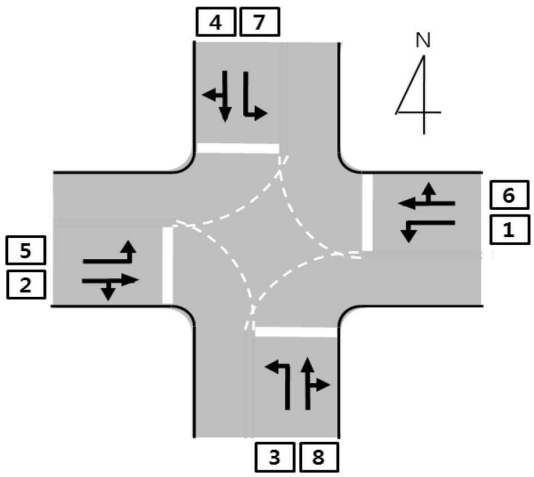
시기	특징	사례
2015년 전	· 전자기적 상호작용 등 아날로그적 검지특성이 우수한 기술을 중요시함 · 실시간 상태모니터링이 가능한 기술 선호 · 유선방식의 안정성을 선호	지자기검지기 레이더검지기 영상검지기
2015년 이후	· 정보통신기술을 활용한 능동적 검지기술을 중요시함 · 디지털 정보교환능력이 가능한 기술을 선호 · 무선방식의 편의성을 선호	IoT기반 센서 RF단말 RSE가 검지역할 수행

라. 감응신호운영을 위한 현시표출체계

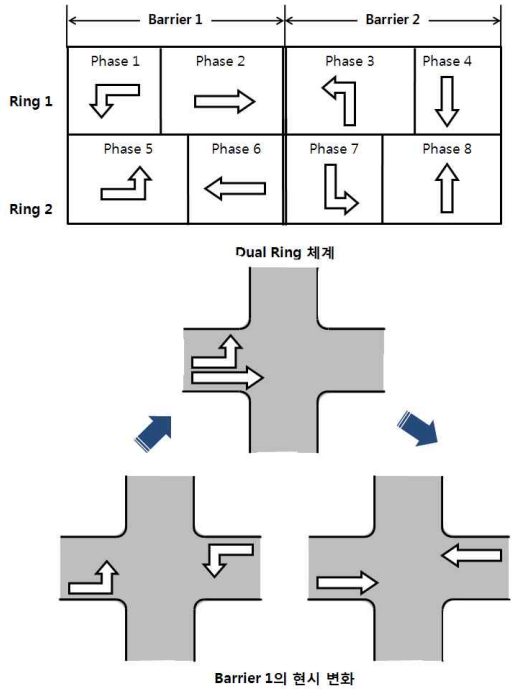
○ 감응제어의 현시(Phase)체계는 2현시에서 8현시까지 구현이 가능하며, 현시조합은 Single Ring과 Dual Ring으로 구분됨

○ Single Ring은 한 현시가 하나의 이동류로 이루어지는 것이 아니라 동시에 두 개 이상의 이동류가 한 현시로 정의되어 같은 신호 시간을 받는 것이고, Dual Ring은 이동류 8개(직진과 좌회전)를 8현시로 표현하여 하나씩 서로 다른 신호 시간을 받음

○ 감응 제어에서는 Dual Ring 8현시를 기본 값으로 설정하고 Single Ring은 운영상의 선택 사항으로 고려함



<그림 2-22> 이중고리기반 8현시 번호 체계



<그림 2-23> 감응신호운영을 위한 이중고리기반 현시표출체계

○ 현시 진행방법은 Single Entry와 Dual Entry로 나뉘며 Single Entry는 지정된 현시 순서에 따라 진행 될 때 차량 감응이 없는 현시는 독립적으로 종료가 가능하며 이 경우 Barrier 내의 나머지 현시는 그대로 진행됨

○ 반대로 Dual Entry의 경우는 같이 진행하는 현시에 감응이 존재하지 않을 때 미리 지정된 방법에 따라 링에서 한 현시가 선택됨. 일반적으로 감응 제어 Dual Ring 8현시 운영에서는 Dual Entry가 Default로 사용되고 Single Entry는 운영자의 선택 사항으로 함

○ 현시 진행순서는 3가지 방식으로 구분되고 이는 Barrier 내의 한 Ring의 두 현시 중 선행현시를 지정함으로써 결정되는 것으로 남북방향을 기준으로 3가지 방식이 구분됨

<표 2-28> 현시 진행 순서

구분	특징	현시표시		
선행좌회전 (Left turn first)	· 좌회전 동시 개시 · 좌회전과 직진 동시 운영 · 직진 동시운영			
선행 및 후행좌회전 (Lead-lag left turn first)	· 직진과 좌회전 동시 개시 · 좌회전 종료 후 직진 동시 운영 · 직진과 좌회전 동시 운영			
후행좌회전 (Through movements first)	· 직진 동시 개시 · 좌회전과 직진 동시 운영 · 좌회전 동시운영			

제3절. 국내외 지자기 검기지 상용화 및 시장 동향

1. 미국 시장 동향

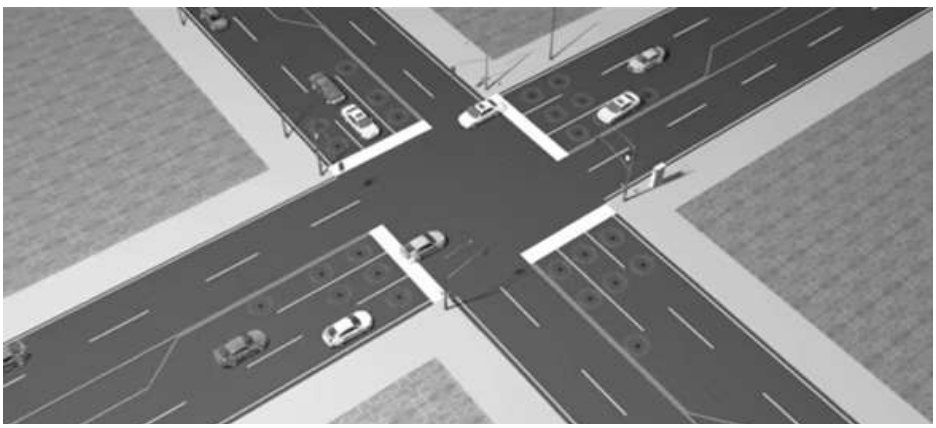
○ Global Industry Analysts 보고서에 따르면 전 세계적으로 자기검지시장은 자동차 및 관련 기반시설분야(Infrastructure), 가전제품, 산업장비 등 다양한 분야에 활용될 전망으로 2020년까지 약 2조 7천억 원 규모로 추정됨

○ 해외에서는 무선통신을 이용한 차량검지신호 수신방식을 도입하여 방수 및 방진이 가능한 자기센서 모듈로 루프검지기의 사용을 점진적으로 대체, 검지기 유지보수 비용을 절감하고 효율성을 높이려는 자기검지기에 대한 기술개발이 활발함

○ 지자기 검지기 방식은 지자기 센서를 탑재한 지자기 검지기를 도로에 매설한 후 차량 정보를 수집하고 수집한 차량 정보를 근거리 무선통신으로 원격지의 제어기에 전송하는 방식임. 이러한 지자기 검지기 방식은 시공비용과 설치시간 및 유지보수가 용이하며 전력소모가 낮은 장점이 있지만, 상대적으로 루프 검지기 방식에 비해 정보의 신뢰성은 다소 낮은 것으로 조사됨

○ 미국의 경우 캘리포니아 지역을 시작으로 많은 지역에서 무선지자기가 루프검지기 기능을 대체하고 있는 것으로 조사되었으며 소통정보 수집용 및 감응신호제어용 뿐만 아니라 실시간신호제어용으로도 매립형 무선통신 지자기 검지시스템을 현장에서 사용하고 있음

○ 일반적으로 신호교차로의 완전감응신호운영을 위하여 검지기가 직진 및 좌회전 차로에 설치되는 위치지점 개요도는 <그림 2-24>와 같음



<그림 2-24> 무선지자기 검지기의 신호교차로 설치상황 개요도

(자료: http://sensysnetworks.com)

○ 무선 자기검지기 센서의 크기는 일반 루프검지기 크기와 비교하여 소형이며 시공과 철거가 용이할 뿐만 아니라 단시간 내 공사처리가 가능, 유지보수가 신속하고 공사 중 불필요한 지체 및 정체를 유발하지 않는 장점이 있으며 기후나 날씨, 주야, 장애물 등을 가리지 않고 정확하게 상

세한 실시간 교통 정보를 수집할 수 있기 때문에 미국 지방정부 교통 시장에서 점차 이용 점유율이 높아지고 있음

<표 2-29> 무선 지자기 검지기의 장점

구분	루프검지기	무선 지자기검지기
이동성	낮음	높음
도로 절삭면	깊음	낮음
공사 소요시간	수 시간 소요	수 분 소요
공사로 인한 정체발생 시간		

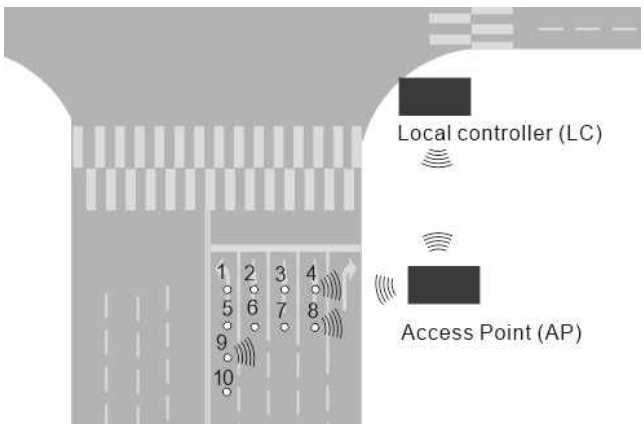
○ 미국 조지아주 교통성(Department of Transportation, DOT)은 무선 지자기 검지기가 노면에서 차량을 검지하기 때문에 영상검지 및 타 검지기술 대비 일반적으로 정확도 측면에서 양호함을 보고하고 있음

○ 그러나 통신방식에서 IEEE802.15.4 WPAN(Wireless Personal Area Network)기술을 사용함에 따라 '14년 미국 US-CERT에서 취약하다고 보고된 바가 있음

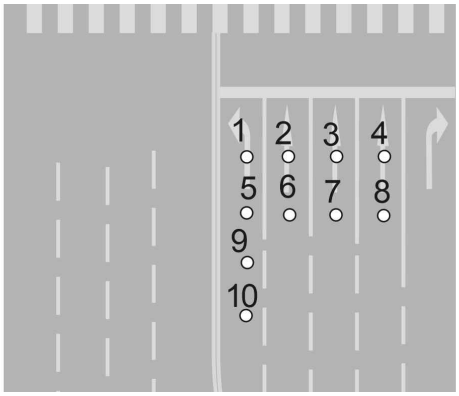
○ 미국은 이러한 지자기 검지기 장점에도 불구하고 아직까지 교통시장에서는 감응신호제어 용도로 루프검지기가 주로 이용되고 있는데 이는 기술자들의 현장 의견이 시장에 많이 반영되고 있는 것으로 알려 짐(검지기 고장 등 문제 발생 시 주민의 민원 전화가 수시로 발생하기 때문에 기술자들은 민원처리가 수월한 루프검지기의 사용을 선호)

○ 반면 미국은 우리나라와 달리 교통 및 도로 유지보수 여건이 상당히 양호함. 루프검지기 단선으로 인한 유지보수 문제가 심각하지 않아 우리나라의 경우와 상대 비교하기 어려움

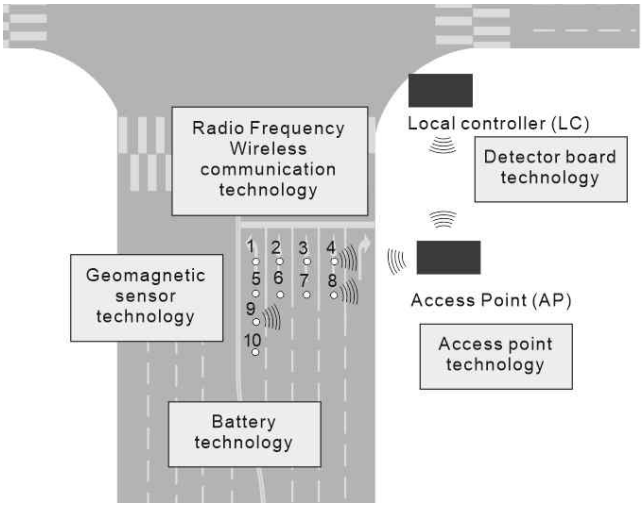
○ 그 외 단점으로 배터리 수명이 제조업체 보장기간보다 짧아 배터리를 자주 교체하는 문제점이 발생하였으나 최근 배터리 기술의 발전으로 교체 문제는 상당수 해결된 상황임



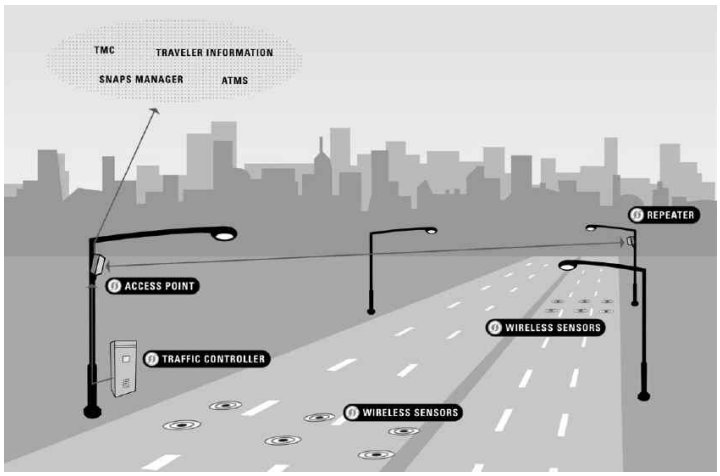
<그림 2-25> 지자기검지기 구성요소



<그림 2-26> 지자기검지기 설치



<그림 2-27> 지자기검지체계 구성요소

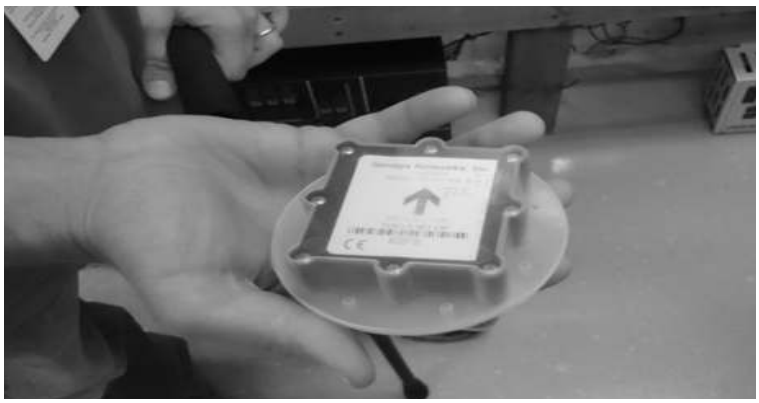


<그림 2-28> 미국 무선 지자기 검지기 시스템 구성 개요도

(자료: Sensys networks (2007) advantages of the Sensys wireless vehicle detection system, white paper, unpublished)

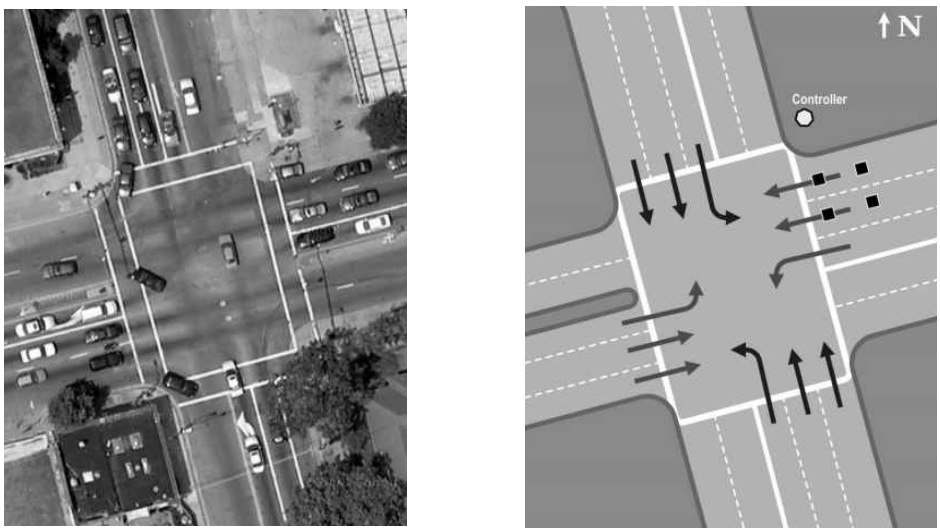
가. SENSYS NETWORK - FLEXMAG SENSOR

○ 미국 캘리포니아 버클리대학(University of California Berkeley)과 ㈜센시스 네트워크(SENSYS NETWORK Inc.) 민간회사는 차량 검지시스템으로부터 수집된 자료를 토대로 실시간 도로교통 소통정보를 분석하는 연구를 통해 정해진 시간마다 일정하게 고정식으로 등기하는 기존 정주기식 신호운영 방식으로 탈피하여 각 도로의 소통 상태를 원활하게 하는 최적 신호시간 설계를 자동으로 수행하는 미래형 신호제어시스템 구축하려 시도하며 지자기 차량 검지기 설치를 확대하고 있음



<그림 2-29> 미국 센시스 지자기 검지기

(자료: 김상기 (2017) 감응식신호기 시스템 도입, 한국지방행정연구원, unpublished)

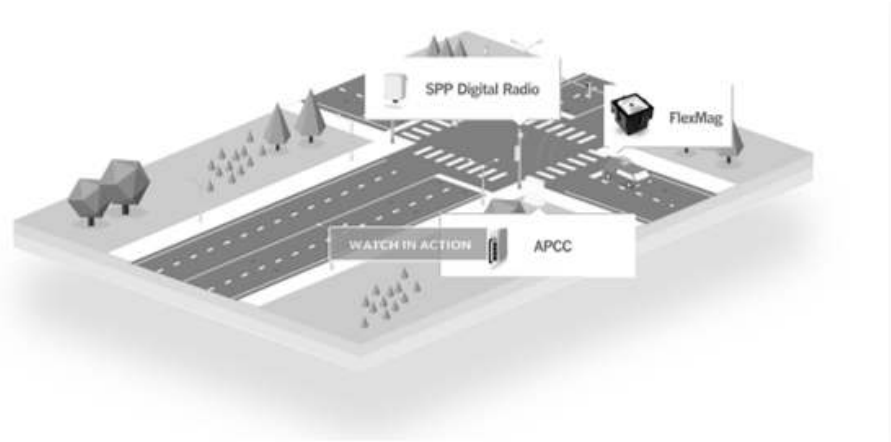


(가) 인공위성 사진 (나) 검지기 설치위치 도면

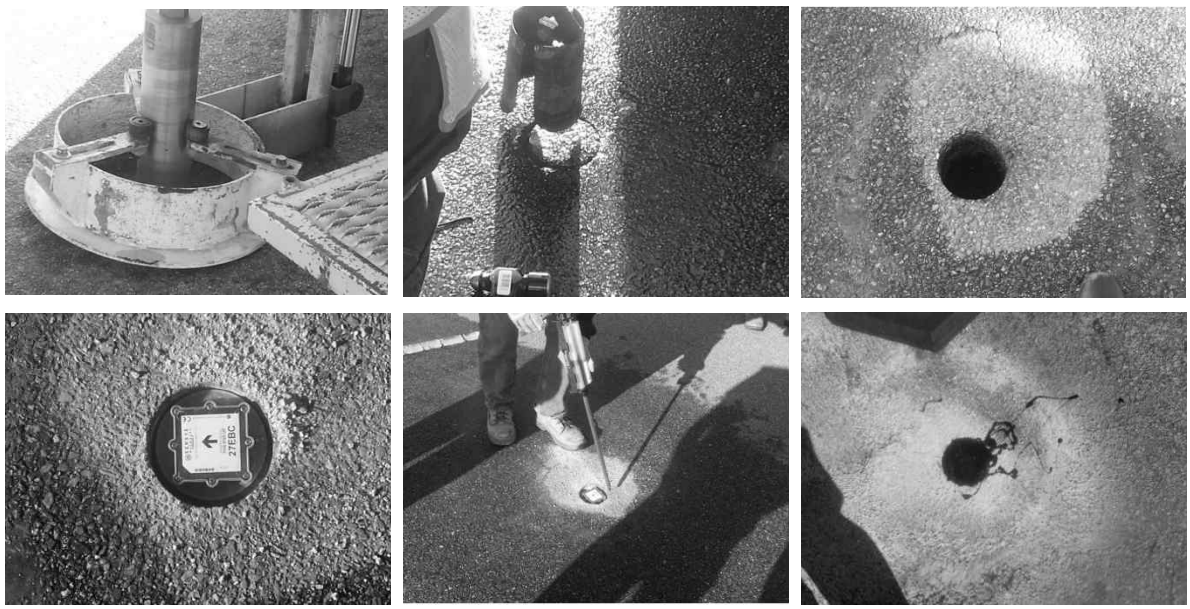
<그림 2-30> 신호교차로 인공위성 사진과 검지기 설치위치 도면 비교

○ 지자기 검지기는 단일 직진 차로 당 2개의 무선 지자기검지기를 하나의 단위로 설치하며 단일 좌회전 차로 당 3개의 무선 지자기검지기를 하나의 단위로 설치함

○ 독립교차로 운영시에는 제어기와 무선 지자기검지기 간 연결을 위하여 1개 라디오 접속지점 (Access Point; AP)(최소1개), 제어카드 (Access Point Communication Card; APCC)(최소 1개), Repeater(최소 2개) 설치가 필요함



<그림 2-31> 무선 지자기 검지기 설치에 요구되는 기반 시설

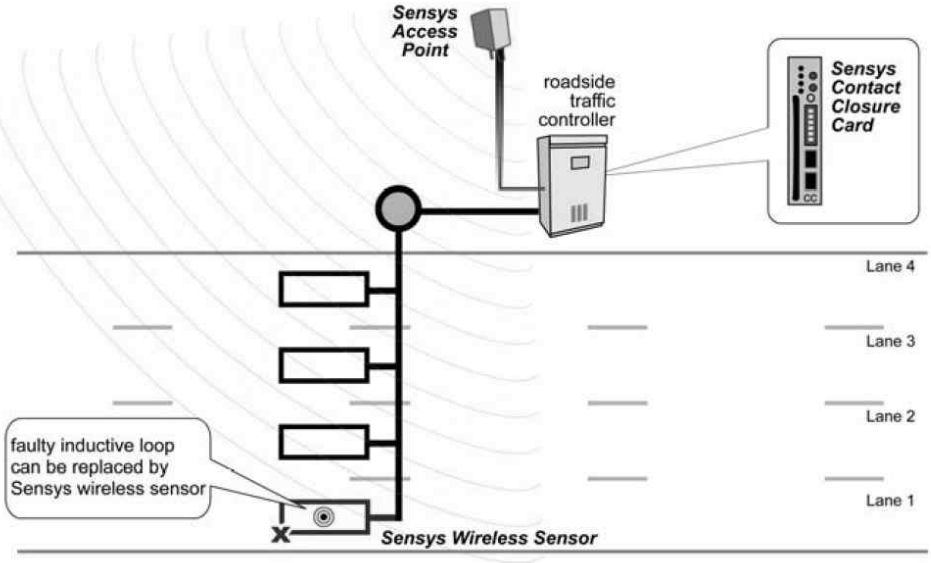


<그림 2-32> 무선 자기검지기 현장 시공 사진

(자료: 김상기 (2017) 감응식신호기 시스템 도입, 한국지방행정연구원, unpublished)

○ 검지기 크기는 약 4인치 정도이며 포장에 6인치 코어를 뚫어 손쉽게 설치가 가능하며 코어링 트럭을 사용 할 경우 검지기 1식 설치 시 소요 시간은 약 5분 미만임

○ 검지기 설치 후 에폭시 수지를 이용하여 마무리 하며 검지기 배터리 수명은 최소 10년이 보장됨. 검지기 설치 후 TrafficDOT2 운영프로그램 이용하여 모니터링 및 제어를 수행함



<그림 2-33> 미국 무선 지자기검지기의 루프검지기 대체 사용 사례 개요도

(자료: Sensys networks (2007) advantages of the Sensys wireless vehicle detection system, white paper, unpublished)



<그림 2-34> 미국 내 센시스네트워크 무선 지자기 검지기 설치 지점 분포도

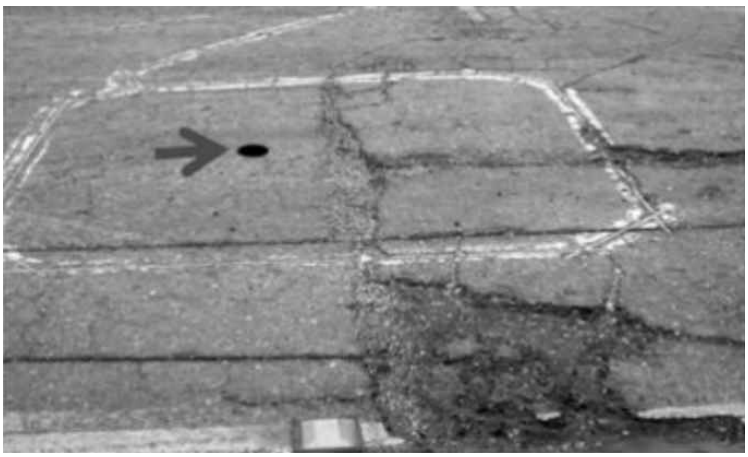
(자료: http://www.sensysnetworks.com)

○ 센시스네트워크 무선통신 지자기 검지기는 미국내 볼티모어를 포함한 많은 시(市)에서 설치 운용되고 있으며, 특히 노스캐롤라이나 주(州)정부 교통성(Department of Transportation)에서는 해당 검지기를 활용한 실무 프로젝트가 정부-학계를 중심으로 진행됨

○ 미국 볼티모어 시는 2007년에 간선도로 9개 신호교차로에 설치된 무선 지자기 검지기가 2017년 현재까지 운용되고 있음을 발표하고 200개 이상의 교차로에 1,000개 이상의 무선 지자기 검지기를 확대 설치하는 등 교통시장에서 지자기 검지기의 성능을 인정을 받고 있음



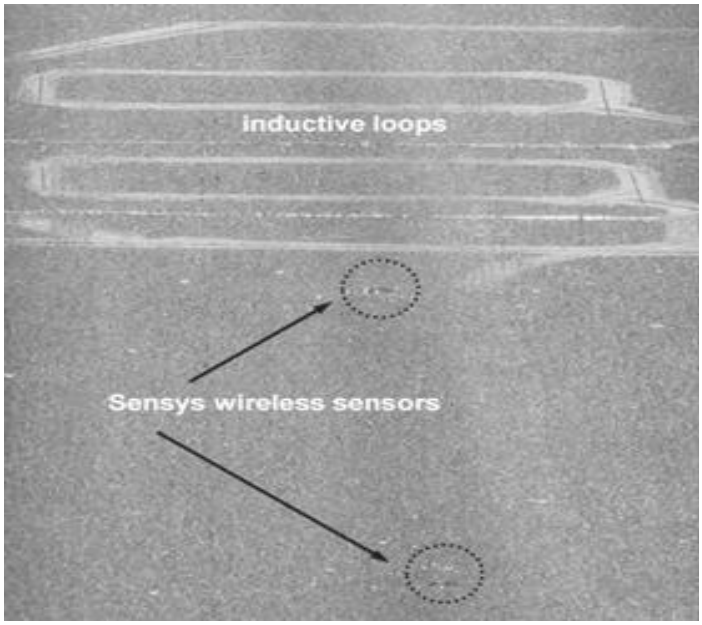
(가) 사례 1 (화살표는 무선 지지기 검지기)



(나) 사례 2 (화살표는 무선 지지기 검지기)

<그림 2-35> 노면포장 손실 시 루프 및 무선 지자기 검지기 손상 사례

(자료: 김상기 (2017) 감응식신호기 시스템 도입, 한국지방행정연구원, unpublished)



<그림 2-36> 유선 루프검지기와 무선 지자기검지기 크기 비교

(자료: 김상기 (2017) 감응식신호기 시스템 도입, 한국지방행정연구원, unpublished)



(가) 도로 상부 포장표면에 가깝게 설치되는 무선 지자기 검지기 종류 (FLUSH)



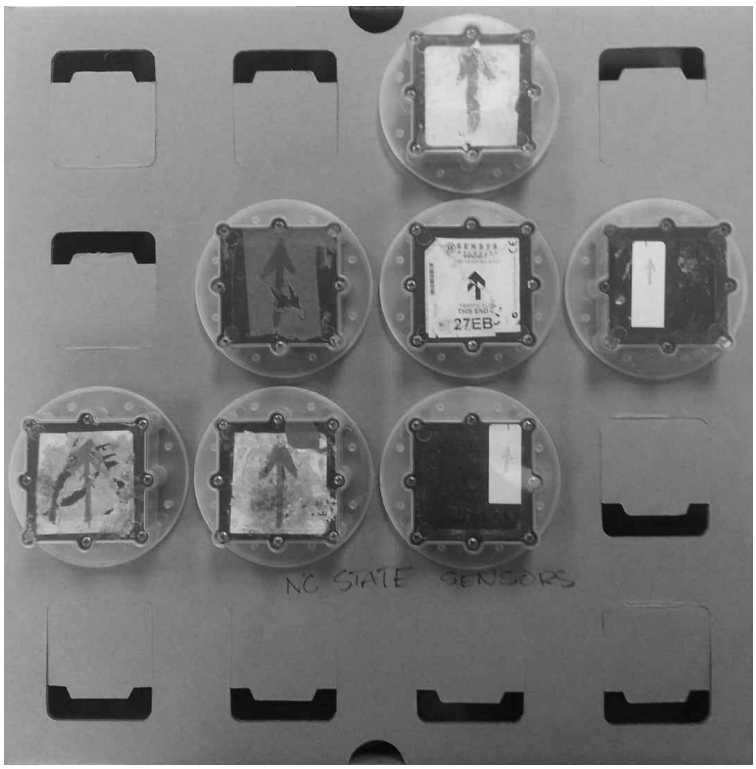
(나) 도로 하부 포장아래 깊게 설치되는 무선 지자기 검지기 종류 (DEEP)

<그림 2-37> 무선지자기 검지기의 설치 형태별 종류

(자료: http://www.sensysnetworks.com)

<표 2-30> 미국 센시스 지자기 검지기의 설치(매립) 깊이

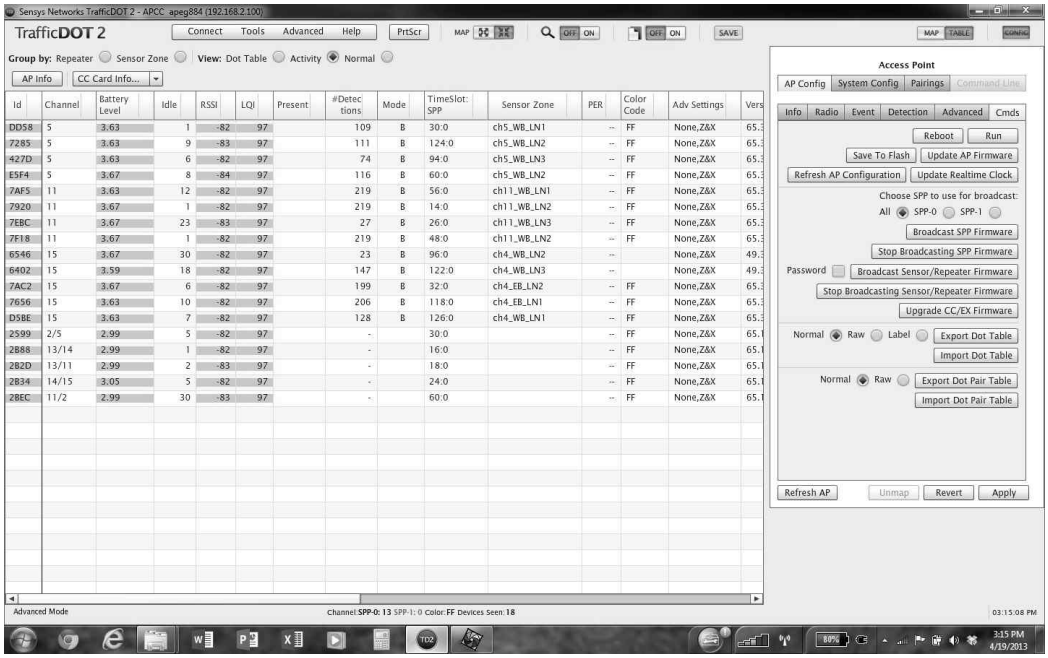
장비 종류	깊이	적용 구간	비고
VSN240-F-2	Flush mount, in-pavement installation	freeway, arterial	signal control applications
VSN240-T-2		N/A	
VSN-240-F-GR	Up-to 4.255" (10.8 cm) depth	freeway, arterial	signal control applications
VSN240-T-GR		N/A	



<그림 2-38> 미국 North Carolina 주 검지기 예시

(자료: 김상기 (2017) 감응식신호기 시스템 도입, 한국지방행정연구원, unpublished)

○ 무선통신 지자기 검지기의 운용에 필요한 채널, 배터리 충전수준 등에 대한 모니터링을 수행하기 위한 운영프로그램(TrafficDOT2)에서는 각 채널별 배터리 수준과 통신상황, 이상여부 등을 점검할 수 있음



<그림 2-39> 센시스 검지기 관리시스템 Shortwell의 GUI

(자료: 김상기 (2017) 감응식신호기 시스템 도입, 한국지방행정연구원, unpublished)

나. TRAFFICWARE - THE POD WIRELESS DETECTION SYSTEMS

○ 무선 지자기검지기 개발 기업으로 미국 캘리포니아주에 위치한 트래픽웨어(Trafficware Inc.) 민간회사는 교통신호기 회사인 NAZTEC을 인수, 무선통신 지자기 검지센서(제품명 : POD)를 시판하고 있으며 용도와 기능은 ㈜센시스네트워크의 무선 지자기검지기와 유사함



<그림 2-40> Trafficware사의 POD 무선 자기검지기>

○ 텍사스 갈베스톤(Galveston) 시(市)에서는 트래픽웨어사의 Valence POD 시스템을 1년간 운영한 결과, 그 성능이 루프검지기와 유사한 것으로 분석됨

○ 또한 미국 텍사스 슈가랜드 시(市)는 2015년 ITS시스템을 구축하면서 700개의 트래픽웨어사의 POD 무선 지자기 검지기를 주도 6번 도로에 설치(교차로 포함)하여 도로의 교통소통정보와 교통신호를 관리하여 미국 우수 ITS사례로 선정됨



<그림 2-41> Trafficware사의 POD 시스템 구성 개요도

(자료: Trafficware 회사 인터넷자료, http://www.trafficware.com)

○ 미국 내에서는 영상검지기 설치비용 대비 무선 지자기 검지기를 설치할 경우, 감응신호 제어운영을 수행할 수 있는 교차로수가 약 2배 증가하는 것으로 나타나 가격경쟁력 측면에서 매우 뛰어난 것으로 평가받고 있음



<그림 2-42> Trafficware사의 베이스 스테이션 (Rack Mount)



<그림 2-43> Trafficware사의 POD 무선 검지기

○ POD 무선 자기검지기는 3축 자기검지 방식으로 교통량(count), 차량 존재 유무(presence), 속도(speed) 등을 검지하며 D셀 리튬 배터리로 구동, 최대 10년 동안 자율적으로 실시간 데이터 전송이 가능함. 또한 별도의 리피터가 필요 없기 때문에 유지보수차원에서 효율이 좋은 것으로 평가받고 있음

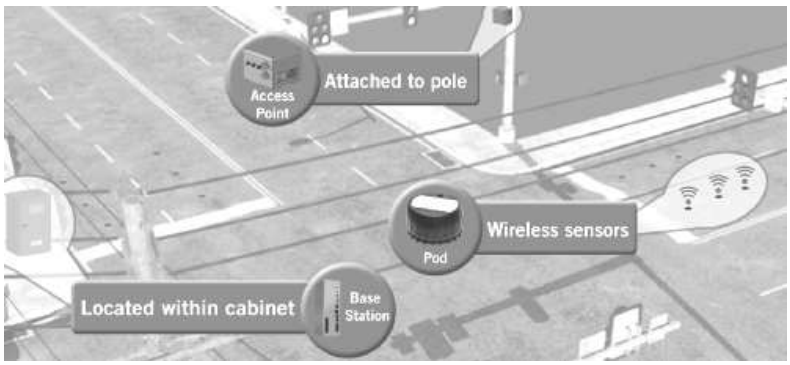
<표 2-31> POD 무선 자기검지기 성능 개요

구 분	특징
검지방식	· 3축 자기검지 방식 (차량검지기), 추가적으로 Z축을 사용하여 부가측정 · 교통량(count), 차량 존재 유무(presence), 속도(speed) 검지 모드
통신방식	· 라디오 주파 방식(특정 주파수 설정 및 튜닝 방식) · 무선통신을 이용한 펌웨어 갱신 지원
장비사양	· 주파수 대역 : 902~928 MHz · 주파수 채널 : 60 · 작동온도 : -40℃ ~ +85℃ · 작동습도 : 100%, IP68 Rating · 채널 밴드 폭 :430KHz · 최대 출력 : 20 dBm · 크기 : 2″H × 36″D

○ 운영 및 모니터링 프로그램(Pod Connect)은 그래픽 중심 사용자 인터페이스(GUI) 기능을 제공, 웹 브라우저에서 편리하게 액세스 할 수 있는 간소화된 프로세스를 제공하며 태블릿과 스마트에서 편리하게 액세스 할 수 있음. 센시스네트워크의 모니터링프로그램(TrafficDOT2)과 유사하게 배터리 및 채널별 통신상황, 이벤트 및 점유상황 정보 등을 표출함

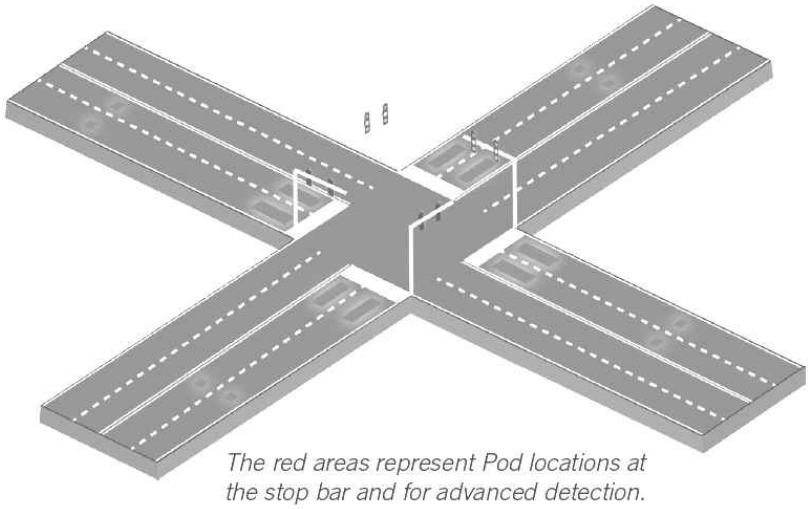


<그림 2-44> Trafficware사의 POD 관리시스템 (Pod Connect)

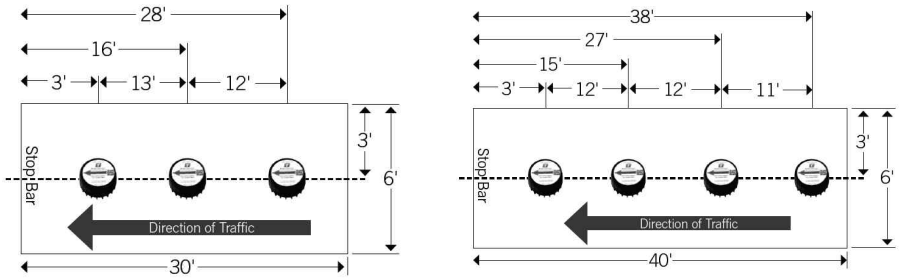


<그림 2-45> Trafficware사의 POD 무선 차량검지시스템

○ 교차로 상류에 선행 검지를 위한 검지기를 설치하며 900MHz 대의 Radio Frequency (RF) 방식 통신 활용함. 구간검지의 경우 다중센서 작동으로 가능하며 AND / OR 로직을 이용하여 제어할 수 있음



<그림 2-46> Trafficware사의 POD 지자기 검지기 설치지점 개요도



검지영역 6×30(인치) 확보시 설치 방법　　검지영역 6×40(인치) 확보시 설치 방법

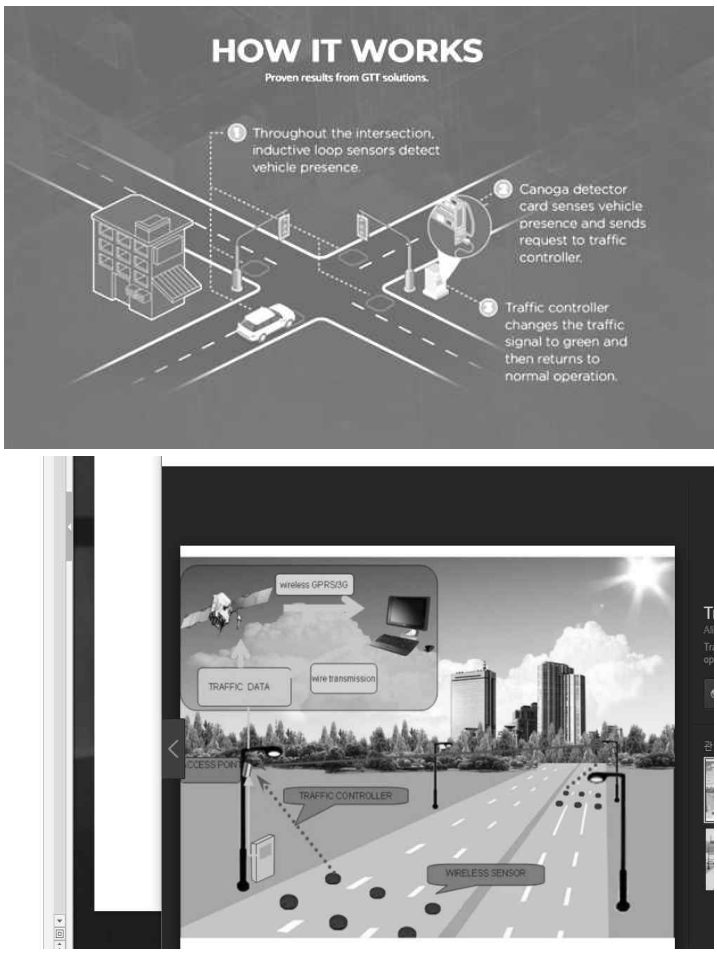
<그림 2-46> 검지영역 별 설치 방법

(자료: http://www.trafficware.com)

다. Global Traffic Technologies Vehicle Detection System

○ 미국 미네소타 주 세인트 폴에 본사를 두고있는 Global Traffic Technologies사의 Canoga Traffic Sensing System은 교통 관리 및 계획기반 시스템으로 개별 차량 속도 및 교통량, 점유도, 차량 길이, 평균 속도 등을 모니터링하며 정확한 실시간 교통 데이터를 산출함

○ 교통 혼잡 상황 및 날씨 조건(안개, 비, 우박, 바람, 눈 또는 얼음)에 관계없이 신뢰성있는 측정값을 제공하며 간선 도로, 교차로, 주차장, 고속도로 및 자전거 도로에 대해서도 모니터링이 가능함



<그림 2-47> Canoga Traffic Sensing Systems 모식도

라. Wavetronix Vehicle Detection System

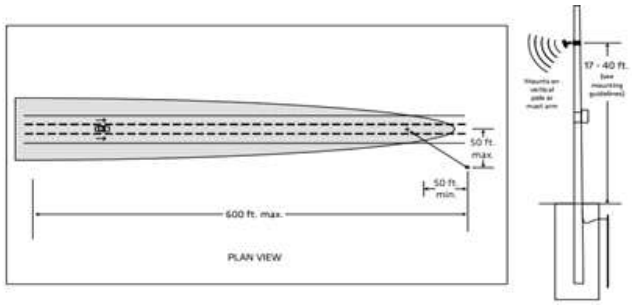
○ Wavetronix사의 SmartSensor Advance는 최대 275m 떨어진 차량을 감지할 수 있는 다기능성 장치로 동시 25대의 차량을 추적 할 수 있음

○ 탐지 정확도는 95%로 8채널 모듈 및 10년 이상의 배터리 이용이 가능함. 전천후 기상조건에서도 성능 및 내구도가 떨어지지 않으며 교차로에 미리 조립된 백 플레이트를 쉽게 지상 위치에 설치할 수 있어 비용절감이 효과가 높으며 유지보수 관리가 용이함

○ 600피트 광역 탐지 범위를 통해 비용절감이 가능하며 탐지영역에 대한 동적 ETA 추적을 통해 신호가 있는 교차로에서의 사전 차량 감지가 가능함



<그림 2-48> Smart Sensor Advance 설치 형상



<그림 2-49> WaveTronix사의 차량 검지 시스템의 탐지 범위

마. Honeywell Magnetic Sensors

○ Honeywel사의 자기 저항 센서는 자기장의 강도 및 측정, 나침반과 항법에 지구의 필드 감지, 위치 감지(선형, 각도 및 회전 변위) 및 전류 감지 정보를 제공함

○ 자기저항센서는 저전력의 고체 자기센서로, 27micro-gauss에서 8gauss(0.8 milli-Tesla)의 지구 자기장의 방향과 크기를 측정하며 차량 감지, 주차 미터, 전자 교통신호, 나침반, 자동차, GPS, 차량 네비게이션 시스템, 거리 측정 등 다양한 분야에서 활용되고 있음

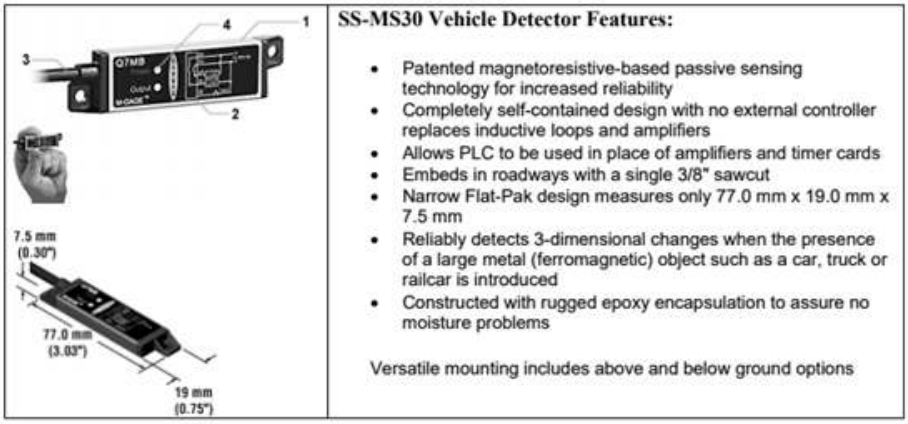


<그림 2-50> Honeywell사의 Magnetic Sensors

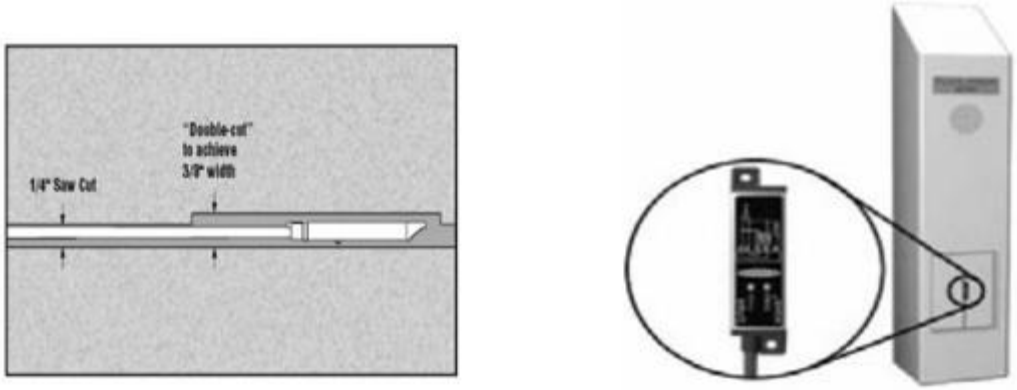
바. SenSource Magnetic Field Vehicle Detector

○ SenSource사의 수동 감지 기술이 적용된 SS-MS30 센서는 강자성 물체(대형 철제 물체)를 감지하여 지구의 자연 자장(주변 자기장)의 변화를 측정함

○ SS-MS30 센서는 차선 중앙에 설치하는 것을 권장되며 지상설치도 가능함



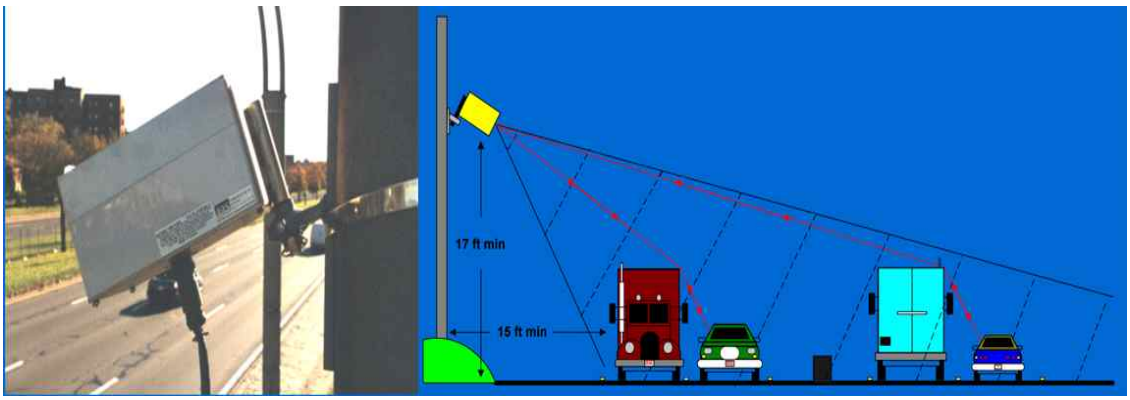
<그림 2-51> SenSource사의 자기 필드 센서



<그림 2-52> 지하 설치 및 지상 설치 방식

사. ImageSensing 社

○ 레이더 검지기를 <그림 2-53>과 같이 측면 측정식으로 개발하여 최대 10차선 측정이 가능함



<그림 2-53> ImageSensing 社사의 영상 검지 센서

○ 패치 타입의 싱글 채널 송수신 구조로 교통량(속도 O, 거리 X, 각도 X) 측정 가능함

2. 유럽 시장 동향

○ 유럽은 도시특성상 도시부 도로의 도로망 및 규모가 작은 반면 교통량이 많아 정주기식으로 운영하는 경우가 일반적임. 반면 지방부의 경우는 무신호교차로인 회전교차로로 운영하기 때문에 감응 신호운영에 대한 필요성이 크지 않음

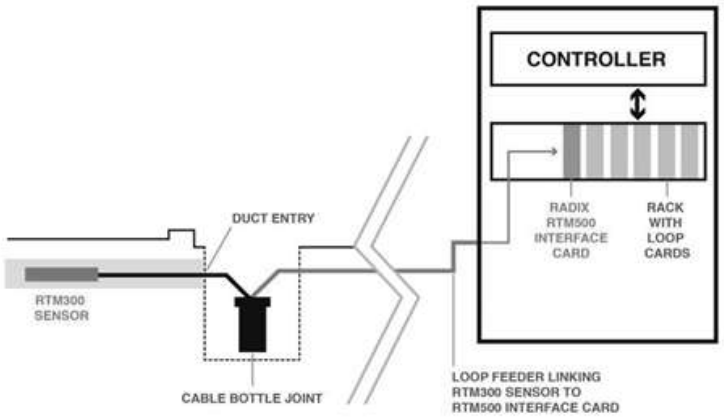
○ 유럽은 마이크로파 검지기를 광범위하게 사용하고 있으며 현재 영국 Radix Traffic사에서 지자기 검지기 RTM300를 제작판매 중에 있음

○ RTM300센서는 도로 표면 아래 덕트 내부에 쉽게 설치가 가능하며 센서에서 수집된 정보를 레거시 또는 루프피더케이블을 통해 로컬 신호 컨트롤러의 Radix Traffic RTM 표준 Eurocard인터페이스 카드와 통신함



<그림 2-54> RTM지자기 검지기 및 제어기 보드

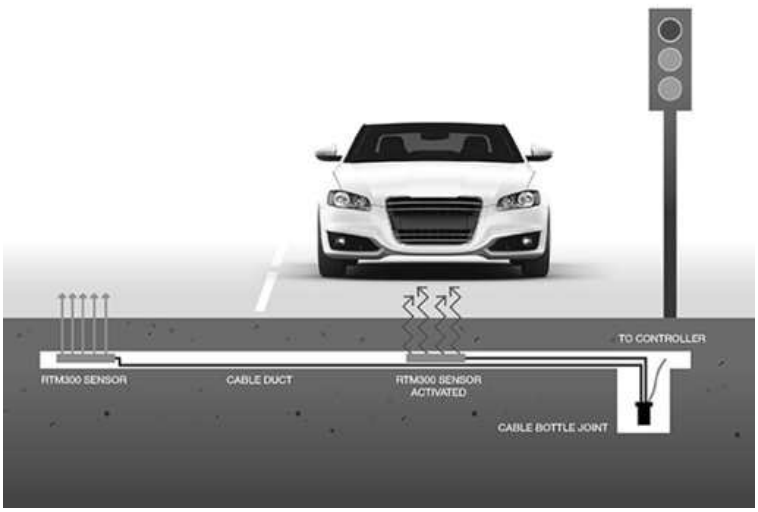
○ 매설형 센서인 RTM은 도로폐쇄가 필요 없이 덕트 내부에 시공되기 때문에 노면 아래 150mm ~ 600mm의 깊이에 설치, 손상 우려가 거의 없음. 설치가 쉽고 센서의 신뢰성이 뛰어나 기존 루프검지기를 저비용으로 대체하는 경우 매우 효과적임



<그림 2-55> RTM300 설치지점 및 모식도

○ 교통 신호 컨트롤러 캐비닛에 설치된 Radix Traffic RTM500 인터페이스 카드 1식 당 최대 4개의 트래픽 RTM 센서와 통신이 가능하며 표준 3U 160mm 유로 카드 (Eurocard) 설계로 TR2512 지정 루프 탐지기 카드를 직접 교체 할 수 있는 장점이 있음

○ 또한, 유도 루프에 비해 15 년의 긴 설계 수명은 유지보수 비용 절감 효과가 있음



<그림 2-56> RTM300의 작동 원리

○ 또한 독일의 Smart Micro 사에서는 정면 측정식 레이더 검지기를 개발하여 <그림 2-57>과 같이 4~6차선(160 m 거리) 검지가 가능함



<그림 2-57> ImageSensing 社사의 영상 검지 센서

○ 패치 타입의 4 채널 송수신 구조로 교통량(속도 O, 거리 O, 각도 X) 측정과 도로 사고 감지 및 역주행 차량 감지기 가능함

3. 일본 시장 동향

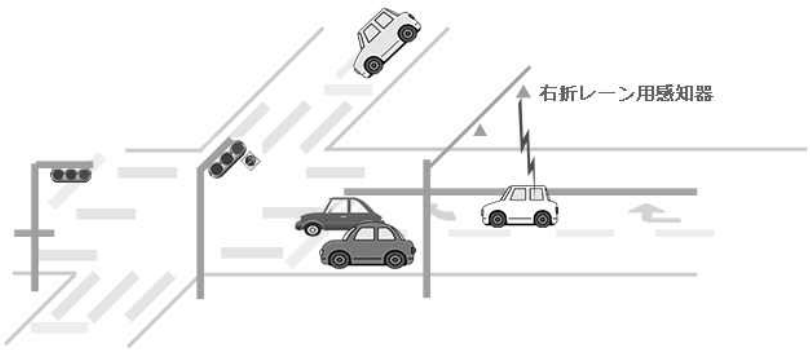
○ 일본은 비매설식 초음파 검지기와 영상검지기를 감응신호운영 용도로 적극 활용하고 있으며 이는 지진 위험의 환경적 영향을 최소화하기 위함임

○ 초음파 검지기는 일본에서 사용되는 가장 일반적인 형태의 검지기로 사람의 귀로 들리지 않는 높은 주파수의 음파 (초음파)를 지면으로 발사한 후 차량이 존재하지 않을 시 지면을 반사하여 돌아오는 시간과 차량이 존재하여 차량 상부를 맞고 반사되어 돌아오는 시간의 차이로 차량의 존재 유무를 감지하는 방식을 활용함



<그림 2-58> 감응신호제어 용도로 일반적으로 사용되는 초음파 검지기

○ 교차로 접근로 전용차로 상류로부터 접근하는 차량의 존재 유무를 확인하기 위하여 영상검지기를 활용하기도 하며 이는 교차로로 진입하려는 차량들의 차간간격을 영상검지기로 추출하는 경우 보다 상세한 수준 자료수집이 가능하기 때문에 단위연장시간(unit extension time) 설정 값으로부터 보다 자유로울 수 있는 장점이 있으며 별도의 검지기를 설치하고 있음



<그림 2-59> 검지기에 의한 우회전전용차로 체류 정보 수집상황 예시도



(가) 차량 검지 기준 (나) 감응신호 운영중 표지판 설치 사례

<그림 2-60> 일본 감응신호 운영

○ 일본내 신호교차로 차량 감응을 위한 경찰청 표준 양식에 따른 대표적 초음파 검지기의 제조사는 일본신호, 코이토공업, 쿄우산제작소, 마츠시타통신공업, 스미토모전공 등이 있음



(가) 일본신호 (나) 코이토공업 (다) 쿄우산제작소

<그림 2-61> 경찰청 규격 49호 초음파 도플러식 차량 검지기



(가) 일본신호 (나) 코이토공업 (다) 쿄우산제작소 (라) 마츠시타통신공업 (마) 스미토모전기공업

<그림 2-62> 경찰청 규격 204판1호 분리형 초음파식 차 량검지기

○ 스미토모전공 시스템솔루션 주식회사에서 초음파식 차량검지기 SD-450을 제조하고 있으며, 검지영역은 표준영역(폭1.2m)와 협소영역(폭0.75m) 2개 타입으로 구분됨. 한 개 제어기 본체에 전송부, M/T, U전송의 지정이 가능하며 교통관제센터에 검지 결과를 송신하기 위한 통신 유닛이 내장되어 있음



(가) SD-450 제어부



(나) SD-450 검지 안테나부

<그림 2-63> 스미토모전공 시스템솔루션 초음파검지기 SD-450

○ 스미토모전공 시스템솔루션 주식회사에서 생산하는 화상식 차량검지기 SCIDET-3000은 교통관제센터에 정보송신을 위한 통신 유닛을 내장하고 있으며, 1개 카메라로 4개차로 검지, 구간존재검지, 속도계측, 차종판별이 가능하고 최대 2개차로의 대기행렬길이 계측이 가능함

○ 옵션으로 정지화상의 압축전송, 주차차량의 검출, 돌발상황 판단 또한 가능하며 우회전 감응신호를 위해 주로 사용되고 있음





(가) 신호등주 영상 검지기 설치 형태

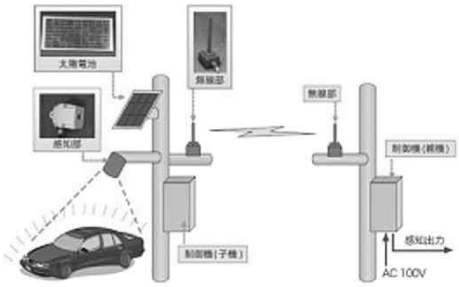


(나) 검지 영상

<그림 2-64> SCIDET-3000

○ 일본신호주식회사의 원적외선 센서의 경우 차량 통과시 발생하는 배경의 온도 차이를 검출하는 방식으로서, Passive 방식을 사용을 통해 전력 소비를 절감시킬 수 있으며, 태양광 전지를 사용하고 무선통신을 이용함으로서 제어부의 소형화, 배선공사의 경제성을 확보하였음

○ 스미토모전공 시스템 솔루션 주식회사의 원적외선식 검지기 IR-MA, IR-SS는 AC100v의 전원공급을 필요로 하며, 태양전지에 의한 전원공급부, 데이터 무선전송부로 구성됨



(가) 원적외선 센서 구성도



(나) 검지 영상

<그림 2-65> 원적외선 센서 및 IR-MA 검지부

4. 중국 시장 동향

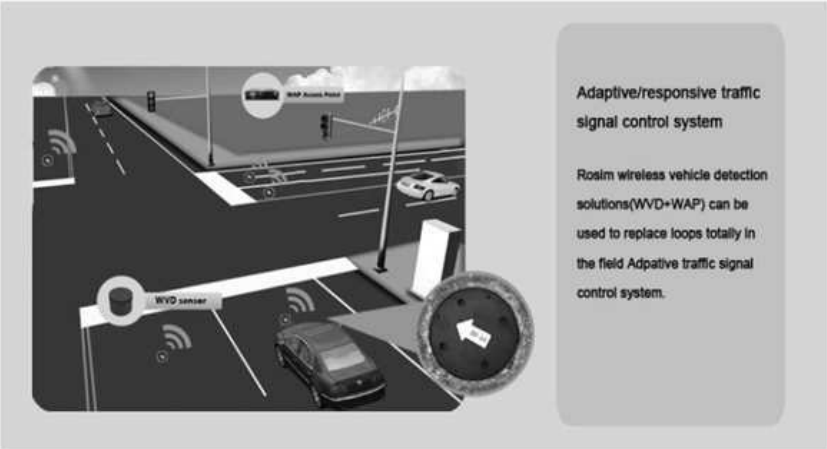
○ 중국의 신호교차로에서 운영되는 일반적인 신호운영방식은 정주기식 신호운영 방식임

○ 미국 등 교통선진국에서 생산하는 교통감응신호 제어용 무선 지자기 검지기 생산 공장이 중국내 위치하고, 인터넷시장을 통한 해외 판매가 가능하기 때문에 전 세계 무선 지지가 검지기 생산 및 유통 시장에 큰 영향을 미치고 있음



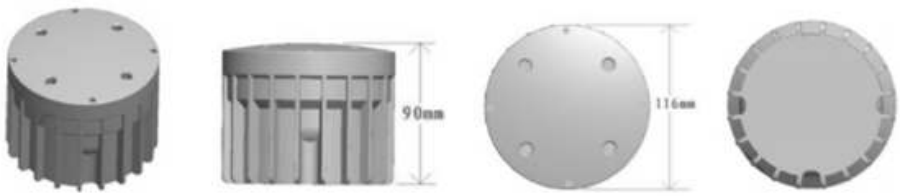
<그림 2-66> 정주기식 교통신호운영을 이용한 중국의 차량녹색 잔여시간 표시

○ 중국의 ROSIM사는 고효율 및 저비용 트래픽 응용 무선 차량 검지시스템을 개발하는 업체로 ROSIMITS 무선 자기 탐지기는 ISM 주파수 대역 433Mhz, 48개 주파수 채널, 120 미터 통신(양방향) 기능을 갖추고 있음



<그림 2-67> ROSIM사의 감음형 트래픽 제어 시스템

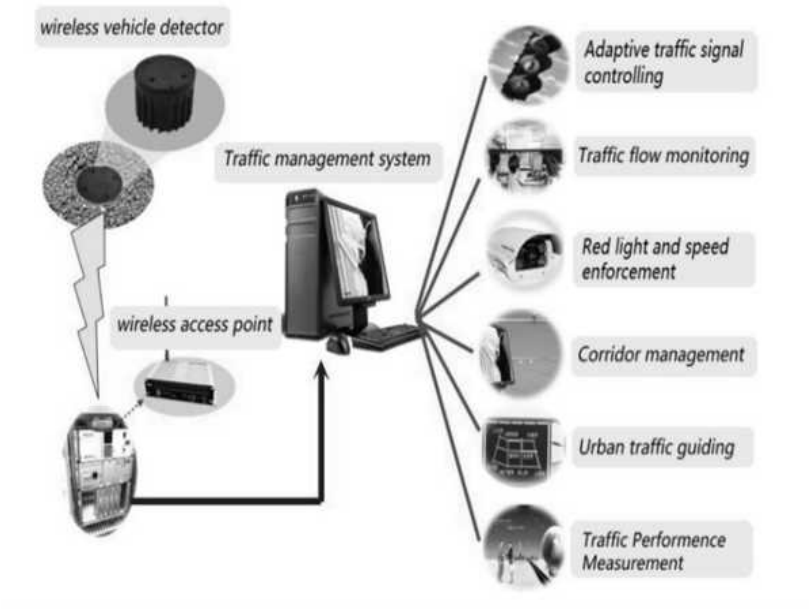
○ 무선 차량 검지 시스템은 무선 차량 센서(Wireless vehicle detector; WVD)와 무선 엑세스 포인트(Wireless access point; WAP)를 구성되며 RS232, 이더넷, GPIO, GPRS 또는 3G 등을 이용하여 무선 통신이 이루어짐



<그림 2-68> 무선 차량 센서(Wireless vehicle detector; WVD)

○ 무선 차량 센서는 모든 유형의 차량의 존재를 탐지할 수 있는 자력계를 이용하며 이를 기반으로 하는 차량 점유시간과 통과 시간을 통해 차량 속도 측정, 차량 이동방향 인식 및 차량 점유율 등이 계산 가능하며 모든 차량 탐지 애플리케이션에 정확하고 신뢰할 수 있는 탐지 데이터를 제공함

○ uPower® 무선 센서 네트워크 기술을 기반으로 수년간 유지 보수 없이 센서의 역할을 수행가능하며 배선 시공이 필요하지 않기 때문에 짧은 시간 안에 시공이 가능함



<그림 2-69> ROSIM 무선 차량 감지 센서

5. 국내 시장 동향

가. ㈜ITSBANK

○ ㈜ITSBANK사의 무선 자기 센서 차량 검지 시스템은 검증된 루프 방식의 검지율을 그대로 유지하며 루프의 단점을 보완한 차세대 첨단 차량검지 시스템임

○ 루프방식에서의 코일을 제어기까지 연결하는 방식이 아닌 무선 검지데이터 송신 방식으로 설치의 제약이 적고 데이터 통신 주기 설정에 따라 하나의 Access Point가 11개 에서 2,592개까지의 센서와 동시에 통신이 가능함(기본 데이터통신 주기 세팅인 0.125 sec의 경우 54개의 센서와 동시 통신가능)

○ 루프가 설치되지 못하는 장소에도 직경 10cm 깊이 5.7cm 의 홀에 매립설치가 가능하여 설치 제약이 따르는 곳의 교통량 조사, 과속 감시, 주정차 감시 등의 시스템에 설치운영이 가능함



<그림 2-70> ㈜ITSBANK사의 무선자기센서 차량검지 시스템

○ ㈜ITSBANK사의 무선 자기센서는 저전력 무선 통신기술을 바탕으로 안정적인 통신과 더불어 1회의 시공으로 10년의 장기적 운영이 가능하며 기존 루프방식의 하드웨어적 보정 및 설정 방법이 아닌 소프트웨어를 이용하여 무선 설정이 가능하여 시공 후 검지 영역 및 데이터 통신 방식 등의 설정을 보다 쉽고 빠르게 할 수 있어 운영에 편의성을 제공함

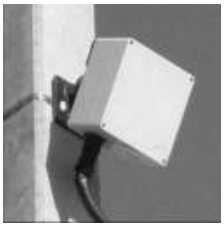
○ 무선 차량 검지기는 3축 자기차량 검지 기술을 이용하여 Count & Presence 검지 모드, 오토바이 및 자전거 검지 모드를 지원함

○ 코어드릴을 이용한 작은 홀 작업으로 10분 이내 설치 가능(직경 10cm, 깊이 5.7cm, 견고한 에폭시 커버링 시공, 최소 차선 봉쇄 후 시공, 도로 절단 불필요)하며, 라이프 사이클 평균 10년으로 장기 사용이 가능함

○ Access point, Wireless Repeater 두가지 중계기를 이용하여 센서와 데이터 송수신, AP와 데이터 송수신, RP간 데이터 송수신이 가능하며 이를 통한 무선 통신 펌웨어 업그레이드가 가능함



(가) 무선 차량 검지기



(나) Access point



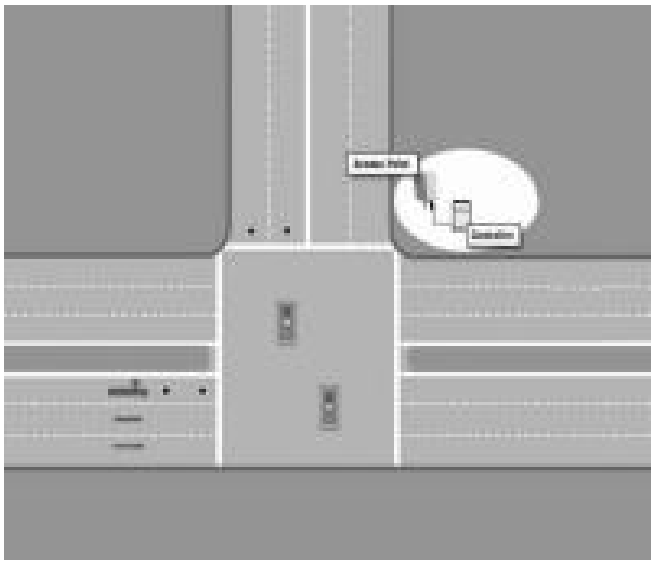
(다) Wireless Repeater



(라) 교통 신호 제어기 인터페이스

<그림 2-71> ㈜ITSBANK의 무선자기센서 차량검지 시스템

○ 시간대별 교통흐름에 탄력적 대을 및 교통 지체로 인한 사회적 비용 절감을 위해 반감응 신호 제어 시스템에 무선 차량 검지시스템을 사용할 수 있음



<그림 2-72> ㈜ITSBANK사의 반감응 신호 제어 시스템

나. 하나텍시스템

○ 지자기 센서 정보를 수직하고 수집된 검지정보를 활용하여 최적의 교통정보(교통량, 속도, 점유율)를 생성하는 지자기 VDS 제어기, AP, 검지센서 등을 제작, 판매하는 업체임






(가) 지자기 VDS 검지센서 (나) 지자기 VDS AP (다) 지자기 VDS 제어기

<그림 2-73> 하나텍 시스템의 무선자기센서 차량검지 시스템

○ 지자기 VDS 제어기(HNV-MVK)는 Watchdog 기능과 LCD를 통한 시스템 상태 확인이 가능하며 차로별 교통량, 속도 검지, 센서 검지 정보 추출이 가능하며 15inch 형식으로 크기를 최소화시킴

○ 지자기 VDS AP(HNV-MVK-AP)는 지자기 VDS 검지 센서에서 통신거리 50m이내에서 무선(Zigbee)으로 수신되는 차량 검지 정보를 유선(RS422)으로 지자기 VDS 제어기에 전달하며 입력 채널 수는 24채널로 12차로를 수용가능 함

○ 지자기 VDS 검지센서(HNV-MVK-S)는 차량 통과시 변화되는 지구자기장 변화를 감지하여 통과 차량을 검지하는 차량 검지센서로서 Wireless 지중 매설 방식으로 설치(홀 컷팅 공법)가 용이하며 저전력 설계를 통한 배터리 수명(배터리 사용연한 5년 이상)을 연장하였으며 무선 통신을 이용한 검지 정보 제공이 가능함

다. 모루시스템

○ 모루시스템은 국내의 대표적인 산업용 통신장치 공급업체로서, 높은 신뢰성의 교통신호제어기 내장용도의 산업용 모뎀 Board를 널리 공급하여 시스템의 안정적 운영기반을 제고하였으며 ITS Solution Board 제품군은 우수한 호환성과 검증된 현장 신뢰성 및 강력한 환경 내력을 갖고 있음



(가) Operation Control Unit (나) Signal Control Unit

<그림 2-74> 모루시스템의 ITS용 기능 보드

○ 교통신호제어기용 Modem 보드는 Common Mode 절연내압 5000V BARRIER를 2회 반복 적용하면서도 최고의 신호 품질을 확보하였고, 추가적인 여러 단계의 서지 에너지 흡수 및 보호회로를

설계함

○ Signal Control Unit(SCU)의 구성품은 LSU, BSU, FLASH 구성되어 있으며 현장 신뢰성을 갖고 있음

라. 한국전기교통주식회사

○ 한국전기교통주식회사는 국가 교통관련 시설물 지능화/네트워크화 사업 일환인 지능형교통시스템의 개발, 구축 운영과 유지에 필요한 신호제어분야의 통합솔루션을 공급하며 교통신호제어기, LED 신호등, 음향신호기, 경보제어기 등을 제작 판매하는 업체임

○ 교통신호제어기는 실시간 신호제어 및 차량정보 제공, 연동 제어기능, TOD 제어기능, 차량 감응 제어기능, 다양한 대체 검지기 수용가능, 통신 기능이 탑재되어 있음



<그림 2-75> 한국전기교통주식회사의 교통신호제어기

○ 한국전기교통은 검지기로부터 수집되는 감지정보를 교통신호제어기 내부에서 재해석하는 '검지기 보드' 관련 기술을 보유한 업체로 강남순환도로에 설치된 미국 SENSYS 무선 지자기 검지기 현장실험을 국내에서 수행한 경험을 보유하고 있음

마. ㈜성우

○ ㈜성우는 지능형 교통시스템(ITS)으로 대표되는 도로사업을 수행중이며 루프식 VDS와 영상식 VDS의 측정정확도 95% 이상의 교통량, 속도, 점유율 데이터를 수집하여 센터의 요구사항에 따라 실시간으로 전송하는 시스템을 개발 및 판매하고 있음

○ 또한 차량 번호판을 자동으로 인식하는 기능을 가지고 있는 교통정보수집시스템을 개발했으며, 주간/야간의 구분없이 통과 차량의 정확히 인식이 가능함

○ 루프식 VDS를 이용하여 차량을 검지하는 것이 일반적이지만 필요에 따라 비매설형센서를 이용할 수 있도록 설계함

바. TOPES

○ 다양한 교통 분야 사업의 수행 중인 TOPES는 교통정보 시스템분야에서 일반 교통정보 수집장치, 영상식 교통정보 수집장치를 통해 차량을 검지하는 장비를 개발 및 판매하고 있음

○ 교통정보 수집장치는 고화질의 영상만을 이용하여 다차로 차량을 검지하는 장비로 이 시스템은 각종 도로에 설치하여 차로별 통과하는 차량의 정보(차량번호, 통행시간, 차량이미지)를 센터로 전송하는 시스템임

○ 통과하는 차량의 정보(차량 대수, 차량 길이, 점유 시간, 평균속도)를 센터로 전송하여 전송된 정보를 각종 도로의 교통정보를 파악하는 기초 자료로 사용함



(가) 교통정보 수집장치



(나) 영상식 교통정보 수집장치

<그림 2-76> TOPES사의 교통정보 수집장치, 영상식 교통정보 수집장치

사. 우리나라 신호제어용 검지기 산업시장

○ 우리나라의 신호제어용 검지기 산업시장은 지금까지 루프검지기의 사용에 주로 의존하고 있었기 때문에 산업시장 측면의 큰 발전이 없었다고 할 수 있음

○ 루프검지기를 대체하는 검지기 가술이 중소기업의 기술 개발로 이루어지고 있으나 아직까지 높은 기술력이 투입되어야 하는 고비용의 '적외선검지기', '초단파검지기', '지자기검지기'는 기술투자 생산에 따른 회사 경영 위험을 회피하기 위해 주로 수입에 의존하고 있는 상황임

○ 상대적으로 IT 소프트웨어 기술을 기반으로 하는 감응제어용 영상검지기는 국내 산업시장에서

‘㈜서돌전자통신’, ‘㈜세인시스템’ 등의 민간회사가 자체적으로 개발한 실적을 보유하고 있으며, 감응제어운영상황에서 보행신호를 차량신호와 분리하여 감응하기 위한 검지장치(보행자 센서)도 국내 산업시장에서 기술력을 보유하고 있음

○ 무선통신을 이용한 검지기술은 과거 ‘㈜이나루’에서 무선통신을 이용한 루프검지기술을 개발하였으나 회사규모가 영세하여 산업시장에서 후퇴하였으며, ‘㈜모루’가 근래 자체적으로 기술 개발하여 무선성능이 안정화 단계까지 진입한 것으로 평가되고 있음

<표 2-32> 우리나라 차량검지기 생산 산업체 및 기술 수준

구 분	수준	국내 산업체
적외선검지기	• 출입구 감시용으로 제한적	엘시큐리티 등 다수(수입)
초단파검지기 (Microwave)	• 전자기파의 도플러효과를 이용하여 속도를 검지 • 존재검지에 약점, 상용단계	Traffic21 등 다수(수입)
CW레이더	• 초단파검지기와 유사하지만 레이더를 매질로 사용 • 단속류에서 약점, 상용단계	-
FMCW레이더	• 서로 다른 주파수를 발생시켜 각각의 반사파 도착시점 차이를 이용해 속도와 거리가지 측정 • 정지선에서 약점, 안정화단계	도로교통공단
Search-Coil 검지기	• 금속탐지기의 맴돌이전류 현상을 응용한 차량검지기 • 안정화 단계	코스텍(자체 개발)
무선루프검지기	• 소형화한 루프에서 리드인 부분을 없애고 무선으로 대체 • 안정화 단계(무선성능)	모루시스템(자체개발)
지자기검지기	• 지구자기장의 세기변화를 측정하여 차량 통과여부 검지, 도시부 대형 신호교차로 환경에서 안정화가 요구되는 수준 • 상용단계	ITS뱅크(수입)
영상검지기 (감응제어용)	• 영상 픽셀 변화를 측정하여 차량존재를 검지, 야간과 폭설시 오검지 가능성 큼 • 성능 향상 단계	서돌전자통신 (자체개발), 세인시스템(자체개발)
피에조	• 차량의 무게를 이용해 압력을 측정하여 차량을 검지하는 기술, 비용이 높음 • 안정화단계	코스텍(자체 개발)
보행자센서	• 감응제어 시 보행자를 분리감응하기 위한 보행자 검지장치 • 상용화 단계	ITS뱅크(자체개발) 한국전기교통 (자체개발)

자료: 도로교통공단 (2017) 내부자료, unpublished

○ 우리나라 공공기관은 지금까지 교통정보 수집을 목적으로 하는 검지기 사용은 많았으나, 교통신호 감응신호제어를 위한 검지기는 루프로 한정되어 사용되었기에 (교통신호제어 시장의 한계) 이를 교통신호제어용 타 검지기 산업시장의 발전이 더디었고, 본 기획과제가 준비하는 본 과제

에서 개발하는 매설식 무선통신 지자기 검지기가 상용화되면 국내 신호제어용 검지기 시장의 확장을 기대할 수 있을 것이라 판단함

아. 국도변 교통신호제어용 통신망 인프라 시장

○ 국도에 설치되는 감응식 교통신호제어기는 경우에 따라 센터로 통신 연결되기 때문에 교통신호제어용 통신망 인프라 시작을 검토하였으며 그 결과는 <표 2-33>과 같이 과거 임대망 사용에서 최근 LTE기술을 이용한 무선통신망의 전면 사용이 급격하게 증가하고 있음 (국도 경우도 LTE 기술 이용 시 센터연결의 문제점 없음)

<표 2-33> 국내 교통신호운영에 사용되는 통신기술 인프라 현황

인프라 종류	지역	규모(추정)	점유율	특징
임대망 (PSTN/PSDN)	서울 제외 대부분의 도시	-	75.1%	아날로그 모뎀
임대망 (ADSL/VDSL)	지방 국도	50여대	0.1%	고속 모뎀
광자가망	성남, 수원, 안양, 구리	500여개	1.3%	지자체 행정망, 시설 관리망 등
CDMA	안산, 의정부	400여개	1.0%	3G 이동통신망
LTE	서울, 화성, 군포, 김포, 울산, 이천	5,000여대	12.5%	4G 이동통신망

자. 교통신호제어용 루프검지기의 대체검지기

○ 도로교통공단(2015)은 감응신호용으로 적용 가능한 대체 검지기의 수집자료(교통량, 점유율, 비점유율)의 루프검지기 동등성 평가를 실제 도로 현장에서 수행함

○ 현장평가는 기상상태가 좋은 시험일을 선택적으로 선별하여 각 2시간 동안 현장시험을 수행한 것으로 감응신호제어와 관련되는 '교통수요 존재 여부' 검지 결과만을 제시함

○ 국도 현장에 설치되는 감응신호제어 시스템은 다양한 조명상태(주간, 야간) 및 기상상태(연무, 박무, 강우, 강설, 태풍 등)에서 루프검지기와 유사한 수준으로 오류없이 작동되어야 하나 평가 결과 대체검지기는 루프검지기와 큰 차이를 보여 기능적 개선이 요구되는 것으로 제시함

<표 2-34> 도로교통공단 수행 감응신호운영 대체 후보 검지기 및 현장실험 지점

실험참여 민간회사 (국내)	대체 검지기 후보 및 실험조건		현장 검지방법 별 수집 교통량 (시험시간 120분)					
			1차 현장시험			2차 현장시험		
			루프	대체	차이	루프	대체	차이
A	영상 검지기	주간	132	111	21	85	97	14
		야간	63	62	3	68	69	9
B	영상 검지기	주간	155	95	78	74	94	28
		야간	66	58	16	62	72	28
C	FMCW 레이더 검지기		81	89	64	평가 없음		
D	무선루프검지기		99	59	40	59	59	4
E	무선점형써치코일		355	418	69	도로공사 및 기상상태로 인한 시험 중단		

자료: 고광용 (2015) 국도감응제어시스템 설치기준 정립, 도로교통공단 교통과학연구원

제4절. 국내·외 특허 및 연구 동향

1. 국내·외 특허 동향 분석

가. 특허 조사 방법

○ 특허 분석은 기술 분류를 실시하고 분류된 기술별로 키워드를 선정하여 검색식을 작성하였으며 연도별, 국가별, 출원인별 정량분석을 실시하고 특허지형도 분석을 실시하며 기술별 주요특허를 선별함

○ 검색 DB는 KIPRIS, Patents-google, JUSTIA, Science direct를 특허 추출 기준으로 미국, 유럽, 일본, 우리나라의 1990년부터 2017년까지 분석함

<표 2-35> 특허 검색 데이터베이스 및 검색 방법

구분	특허 추출 기준			
검색 DB	• KIPRIS • Patents-google		• JUSTIA • Science direct	
검색 국가	미국	유럽	일본	한국
	출원, 등록			
분석 범위	1990.01.01. ~ 2017.11.30.(약 27년)			
검색 범위	Title, Abstract, Claim			



<그림 2-77> 핵심특허 추출 키워드

○ 협력적특허분류(CPC)는 각국에서 표준으로 사용하는 국제특허분류(IPC)가 모든 기술에 대응시키기 어렵기 때문에 일본, 미국, 유럽 등은 별도의 특허분류코드를 만들어 사용하고 있었으나, 이로 인해 발생하게 되는 선행기술조사에 대한 어려움을 해결하기 위해 유럽특허청과 미국특허청이 CPC를 공동으로 개발하여 2013년 1월 1일부터 사용되기 시작하였음

○ 우리나라는 2015년 1월 이후 신규출원에 CPC, IPC를 함께 부여하고 있으며 CPC는 국제특허분류 IPC보다 세분화된 특허분류체계임. 효율적인 선행기술조사를 위해 미국, 유럽 특허청 주도로

2012년 개발되었고, 2015년 현재 전 세계 특허문헌의 약 71%가 CPC로 분류되고 있음. 특허 조사에서는 CPC, IPC 분류 전체를 대상으로 함

○ 유효 특허 추출을 위해 CPC 코드와 IPC 코드를 다음과 같이 사용하였음

<표 2-36> 특허 검색 데이터베이스 및 검색 방법

구분	사용 코드
CPC 코드 (12 개)	· G07F17/246(차량 근접 탐지기), G08G1/087(교통 제어), G08G1/09623(교통 신호 정보), H04H 20/53(교통 정보 수신기), H04H20/55(교통 정보), G08G(차량의 위치), G08G1/00(교통 제어 시스템), G08G5/0082(교통 감시), G09B19/14(교통), F16H2059/605(교통 정보),B60W2550/22(교통 신호), H02K29/06(위치 검지기)
IPC 코드 (33 개)	· G08G(교통제어시스템), G06Q50/30(교통, 통신), H04W4/00(무선통신네트워크), H04W28/18(무선통신), H04W(무선통신네트워크), H04Q(무선통신망), H04M3/42(무선통신네트워크), A63H30/04(무선 통신), H04B7/24(지점간 무선 통신), H04L12/28(무선 통신 경로 구성), B60Q1/26(교통 신호 장치), B60R21/01(교통 장치 작동 회로), B60W40/04(교통 상태), B61L23/08(교통 제어), B61L23/22(교통 제어), G01S13/91(교통 제어), G06G7/76(교통), G08G1/00(교통 제어 시스템), G08G1/07(교통 신호 제어), G08G1/09(가변 교통 지시 장치), G08G1/095(교통 신호), G08G1/087(우선 교통 제어), G08G1/097(교통제어시스템 관제), G08G7/00(교통제어시스템), G09B19/14(교통 관계), H04H20/55(교통 정보), G08G(차량 구분), G06Q50/30(교통 통신), E01F9/576(교통), E01F9/608(교통 제어), H02K29/14(속도 검지기), H02K29/06(위치 검지기), H01L31/119(검지기)

○ 교통 제어, 교통 신호, 무선 통신, 차량 탐지기, 교통제어시스템 등 관련 코드 총 45 개를 이용하여 유효 특허를 추출함. 특허추출 키워드로는 검지기를 중심으로 '차량', '교통', '신호', '지자기', '무선' 등 관련 핵심 용어가 검출될 수 있도록 설정함

○ 중분류별 국내·외 특허 검색 키워드는 대분류부터 소분류까지 8가지 키워드의 조합으로 검색하며 명칭, 요약, 대표 청구항 모두를 검색 범위로 함

<표 2-37> 중분류별 특허 검색 키워드

구분	대분류	중분류	소분류	검색 Keyword
국내	A	AA	AAA	· 차량, 교통, 신호, 감응, 지자기, 검지
			AAB	· 차량, 교통, 신호, 레이저, 루프, 영상, 음향, 검지기
		AB	ABA	· 차량, 교통, 신호, 감응, 무선, 통신, 전파
			ABB	· 차량, 교통, 신호, 감응, 무선, 통신, 중계
			ABC	· 차량, 교통, 신호, 감응, 무선, 통신, 보안
		AC	ACA	· 차량, 교통, 신호, 감응, 지자기, 검지기, 배터리
			ACB	· 차량, 교통, 신호, 감응, 중계기, 배터리
		AD		· 차량, 교통, 신호, 검지기, 보드, 자료, 해석
국외	A	AA	AAA	· traffic, signal, vehicle, actuated, geomagnetic, detector
			AAB	· traffic, signal, control, laser, loop, video image, sonic, vehicle detector sensor
		AB	ABA	· vehicle, detector, sensor, wireless, communication, radio, wave, propagation
			ABB	· vehicle, traffic, signal, actuated, wireless, communication, relay
			ABC	· vehicle, traffic, signal, actuated, wireless, communication, security
		AC	ACA	· vehicle, traffic, signal, actuated, detector, sensor, battery
			ACB	· vehicle, traffic, signal, actuated, wireless, relay, repeater, battery
		AD		· vehicle, traffic, signal, controller, actuated, board, data, analysis

나. 연도별 국가별 특허등록 동향

○ 신호제어용 검지기술 특허 등록 현황을 살펴보면 2007년 이후 매년 약 20~30건 정도의 지속적인 특허가 등록되었으며 1990년 1월 1일부터 2017년 11월 30일까지 476건이 등록됨

○ 2016년 단일년도 등록건수는 50건으로 가장 많이 특허가 등록되었으며 우리나라의 경우 1997년 1건을 시작으로 2015년과 2016년 각 6건이 등록됨

○ 국가 및 지역별로는 유럽이 176건(37.0%)로 가장 많으며 미국 156건(32.8%), 일본 90건(18.9%), 우리나라 54건(11.3%) 순임

<표 2-38> 신호제어용 검지기술 특허 등록년도 및 국가별 등록추이

구분	미국	유럽	한국	일본	누적
2017	17	-	1	-	476
2016	28	15	4	3	458
2015	22	3	6	2	408
2014	11	12	6	1	375
2013	14	7	3	6	345
2012	2	5	4	8	315
2011	3	10	3	3	296
2010	1	9	5	18	277
2009	5	23	1	8	244
2008	12	6	2	6	207
2007	11	7	1	2	181
2006	17	15	-	3	160
2005	8	-	2	6	125
2004	-	12	1	4	109
2003	-	10	1	-	92
2002	2	9	3	3	81
2001	1	-	3	1	64
2000	-	6	-	2	59
1999	-	6	6	1	51
1998	2	1	1	1	38
1997	-	1	1	3	33
1996	-	2	-	3	28
1995	-	2	-	-	23
1994	-	-	-	3	21
1993	-	-	-	-	18
1992	-	-	-	-	18
1991	-	2	-	1	18
~ 1990	-	13	-	2	15
합 계	156 (32.8%)	176 (37.0%)	54 (11.3%)	90 (18.9%)	

다. 연도별 기술별 국내·외 특허등록 동향

○ 신호 검지기술 관련 최초 특허등록은 2001년 무선통신 전파기술 1건을 시작으로 2017년 현재 54건이 등록됨

○ 국내 기술별 특허등록 현황을 살펴보면 기타방식 활용기술이 전체 54건 중 23건(42.6%)에 해당하며 2010년 이후 가장 왕성하게 진행되고 있음. 다음으로 무선통신 전파기술이 8건으로 14.8%

에 해당하며 나머지 기술분야는 10% 미만인 것으로 나타남

○ 무선통신 전파기술을 비롯하여 무선통신 중계기술, 무선통신 보안기술, 검지기 보드기술 등 2010년 이후 지속적으로 특허등록이 진행되고 있으나 지자기 배터리기술 및 중계기 배터리기술 특허는 총 1건에 불과한 것으로 나타남

○ 해외의 경우 신호 검지기술 관련 특허는 각 기술부분에서 1994년 이후 왕성하게 등록되고 있으며 국내 기타방식 활용기술이 42.6%로 편중된 반면 해외는 무선통신 전파기술 20.9%, 무선통신 중계기술 20.1%, 기타방식 활용기술 17.3% 순으로 비교적 고르게 등록되고 있음

○ 지자기 활용기술은 약 5.2%(22건)으로 특허 내 점유율은 높지 않은 상황이나 2012년 이후 매년 등록이 진행되고 있음

<표 2-39> 본 기획과제 관련 요소기술별 특허 건 수 연도별 분류 (국내)

구분	감응신호제어용 검지기술 소분류								
	지자기 활용 기술	기타 방식 활용 기술	무선 통신 전파 기술	무선 통신 중계 기술	무선 통신 보안 기술	지자기 배터리 기술	중계기 배터리 기술	검지기 보드 기술	합계
	AAA	AAB	ABA	ABB	ABC	ACA	ACB	AD	
2017	-	1	-	-	-	-	-	-	1
2016	-	4	1	-	-	-	-	-	5
2015	-	4	-	1	3	-	-	2	10
2014	1	2	3	1	1	-	1	-	9
2013	-	-	1	1	2	-	-	1	5
2012	-	1	1	1	-	-	-	2	5
2011	1	1	-	1	-	1	-	-	4
2010	1	4	1	-	-	-	-	-	6
2009	-	1	-	-	-	-	-	-	1
2008	-	1	-	-	-	-	-	1	2
2007	-	-	-	-	-	-	-	-	0
2006	-	-	-	-	-	-	-	-	0
2005	-	-	-	-	-	-	-	-	0
2004	-	1	-	-	-	-	-	-	1
2003	-	1	-	-	-	-	-	-	1
2002	1	2	-	-	-	-	-	-	3
2001	-	-	1	-	-	-	-	-	1
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	0
1999	-	-	-	-	-	-	-	-	0
1998	-	-	-	-	-	-	-	-	0
1997	-	-	-	-	-	-	-	-	0
1996	-	-	-	-	-	-	-	-	0
1995	-	-	-	-	-	-	-	-	0
1994	-	-	-	-	-	-	-	-	0
1993	-	-	-	-	-	-	-	-	0
1992	-	-	-	-	-	-	-	-	0
1991	-	-	-	-	-	-	-	-	0
~ 1990	-	-	-	-	-	-	-	-	0
합계	4 (7.4%)	23 (42.6%)	8 (14.8%)	5 (9.3%)	6 (11.1%)	1 (1.9%)	1 (1.9%)	6 (11.1%)	54 (100.0%)

<표 2-40> 본 기획과제 관련 요소기술별 특허 건 수 연도별 분류 (국외)

구분	감응신호제어용 검지기술 소분류								
	지자기 활용 기술	기타 방식 활용 기술	무선 통신 전파 기술	무선 통신 중계 기술	무선 통신 보안 기술	지자기 배터리 기술	중계기 배터리 기술	검지기 보드 기술	합계
	AAA	AAB	ABA	ABB	ABC	ACA	ACB	AD	
2017	1	1	4	3	3	1	3	1	17
2016	2	12	6	7	7	5	4	3	46
2015	2	-	6	5	3	-	9	1	26
2014	1	2	6	4	1	2	4	2	22
2013	5	7	3	6	5	-	-	1	27
2012	2	1	3	2	-	1	4	3	16
2011	-	2	3	2	2	4	-	3	16
2010	-	2	10	12	1	2	-	2	29
2009	-	5	9	9	3	3	1	4	34
2008	-	5	6	6	4	-	2	-	23
2007	3	9	4	3	2	-	1	1	23
2006	3	10	10	5	3	3	5	-	39
2005	-	2	6	3	2	1	-	-	14
2004	-	-	2	5	5	-	-	-	12
2003	-	-	1	3	-	-	2	5	11
2002	1	2	2	2	1	3	-	3	14
2001	-	1	1	1	-	-	-	-	3
2000	-	1	2	3	-	1	-	1	8
1999	-	1	1	1	1	1	-	2	7
1998	1	1	1	-	-	-	1	-	4
1997	-	2	1	1	-	-	-	-	4
1996	1	-	-	1	-	2	1	-	5
1995	-	-	-	-	-	1	-	1	2
1994	-	-	-	-	-	3	-	-	3
1993	-	-	-	-	-	-	-	-	0
1992	-	-	-	-	-	-	-	-	0
1991	-	-	1	1	-	-	1	-	3
~ 1990	-	7	-	-	-	6	-	1	14
합계	22 (5.2%)	73 (17.3%)	88 (20.9%)	85 (20.1%)	43 (10.2%)	39 (9.2%)	38 (9.0%)	34 (8.1%)	422 (100.0%)

라. 요소기술별 국내 특허등록 동향

○ 기술요소별 국내 특허 등록은 기타방식 활용기술 23건(42.6%), 무선통신 전파기술 8건(14.8%), 무선통신 보안기술 6건(11.1%), 검지기 보드기술 6건(11.1%), 무선통신 중계기술 5건(9.3%), 지자기 활용기술 4건(7.4%), 지자기 배터리기술 1건(1.9%), 중계기 배터리기술 1건(1.96%) 순임

<표 2-41> 기획과제 기술 분류별 국내 특허 등록 현황

대분류	중분류	소분류	특허 건수		기술요소
			개수	비율	
A	AA	AAA	4	7.4%	지자기 활용기술
		AAB	23	42.6%	기타방식 활용기술
	AB	ABA	8	14.8%	무선통신 전파기술
		ABB	5	9.3%	무선통신 중계기술
		ABC	6	11.1%	무선통신 보안기술
	AC	ACA	1	1.9%	지자기 배터리기술
		ACB	1	1.9%	중계기 배터리기술
	AD		6	11.1%	검지기 보드기술

마. 요소기술별 미국 특허등록 동향

○ 미국 특허등록 현황은 기타방식 활용기술 34건(21.8%), 무선통신 전파기술 30건(19.2%), 무선통신 중계기술 25건(16.0%), 중계기 배터리기술 24건(15.4%), 무선통신 보안기술 22건(14.1%), 지자기 활용기술 14건(9.0%), 지자기 배터리기술 4건(2.6%), 검지기 보드기술 3건(1.9%) 순임

<표 2-42> 기획과제 기술 분류별 미국 특허 등록 현황

대분류	중분류	소분류	특허 건수		기술요소
			개수	비율	
A	AA	AAA	14	9.0%	지자기 활용기술
		AAB	34	21.8%	기타방식 활용기술
	AB	ABA	30	19.2%	무선통신 전파기술
		ABB	25	16.0%	무선통신 중계기술
		ABC	22	14.1%	무선통신 보안기술
	AC	ACA	4	2.6%	지자기 배터리기술
		ACB	24	15.4%	중계기 배터리기술
	AD		3	1.9%	검지기 보드기술

바. 요소기술별 유럽 특허등록 동향

○ 유럽 특허등록 현황은 기타방식 활용기술 및 무선통신 중계기술, 검지기 보드기술 각 30건(17.1%), 무선통신 전파기술 28건(15.9%), 지자기 배터리기술 25건(14.2%), 무선통신 보안기술 18건(10.2%), 지자기 활용기술 8건(4.6%), 중계기 배터리기술 7건(4.0%) 순임

<표 2-43> 기획과제 기술 분류별 유럽 특허 등록 현황

대분류	중분류	소분류	특허 건수		기술 요소
			개수	비율	
A	AA	AAA	8	17.1%	지자기 활용기술
		AAB	30	17.1%	기타방식 활용기술
	AB	ABA	28	17.1%	무선통신 전파기술
		ABB	30	15.9%	무선통신 중계기술
		ABC	18	14.2%	무선통신 보안기술
	AC	ACA	25	10.2%	지자기 배터리기술
		ACB	7	4.6%	중계기 배터리기술
	AD		30	4.0%	검지기 보드기술

사. 요소기술별 일본 특허등록 동향

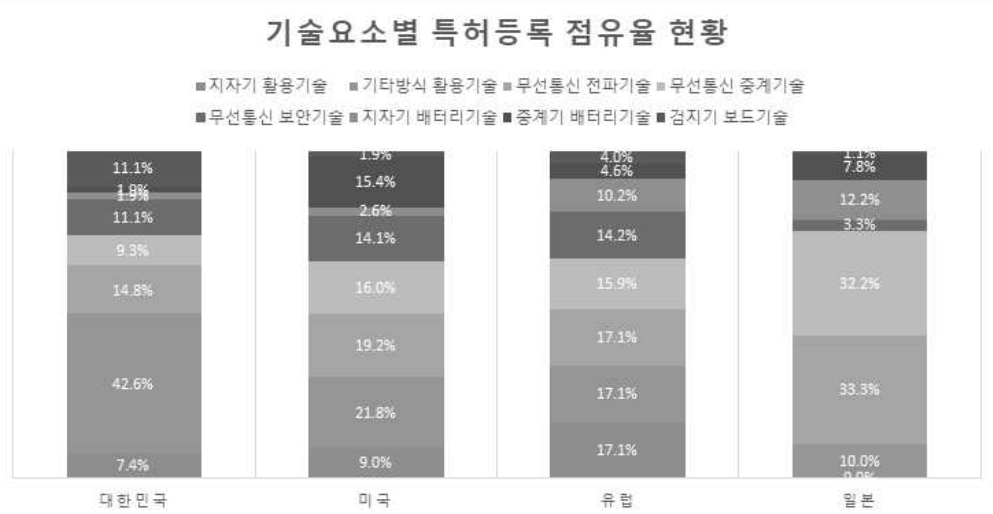
○ 일본의 특허등록은 무선오신 전파기술 30건(33.3%), 무선통신 중계기술 29건(32.2%), 지자기 배터리기술 11건(12.2%), 기타방식 활용기술 9건(10.0%), 중계기 배터리기술 7건(7.8%), 무선통신 보안기술 3건(3.3%), 검지기 보드기술 1건(1.1%), 지자기 활용기술 0건(0.0%) 순임

<표 2-44> 기획과제 기술 분류별 일본 특허 등록 현황

대분류	중분류	소분류	특허 건수		기술 요소
			개수	비율	
A	AA	AAA	0	0.0%	지자기 활용기술
		AAB	9	10.0%	기타방식 활용기술
	AB	ABA	30	33.3%	무선통신 전파기술
		ABB	29	32.2%	무선통신 중계기술
		ABC	3	3.3%	무선통신 보안기술
	AC	ACA	11	12.2%	지자기 배터리기술
		ACB	7	7.8%	중계기 배터리기술
	AD		1	1.1%	검지기 보드기술

○ 우리나라의 경우 기타방식 활용기술의 특허등록 점유율이 42.6%로 매우 높으며 일본의 경우 무선통신 전파기술 33.3%, 무선통신 중계기술 32.2%로 치중되어 있음

○ 유럽의 경우 지자기 활용기술과 기타방식 활용기술, 무선통신 전파기술이 각 17.1%의 점유율을 보이며 무선통신 중계기술과 무선통신 보안기술도 15.0 수준으로 고른 점유율을 보임. 미국의 경우에도 기타방식 활용방식이 21.8%로 가장 높으나 유럽과 유사하게 전반적으로 고른 점유율을 보이고 있음



<그림 2-78> 국가별 기술요소별 특허등록 점유율(%) 비교

2. 선행 연구 동향 분석

가. 관련 선행연구 검색 방법

○ 신호 검지기술 관련 선행연구는 특허 분석과 동일하게 1990년 1월 1일부터 2017년 11월 30일까지 국가연구개발을 중심으로 분석함

○ 검색DB는 국토교통고학기술진흥원 및 한국교통연구원, 한국건설기술연구원 및 국가과학기술정보센터 연구보고서DB를 검색하였으며 연구사업 명, 연구과제 보고서 명, 연구보고서 초록을 검색 범위로 함

<표 2-45> 본 기획과제 관련 선행연구 검색 방법

구분	특허 추출 기준
검색 DB	· 국토교통과학기술진흥원 연구보고서 관리 DB · 한국교통연구원 연구보고서 관리 DB · 한국건설기술연구원 연구보고서 관리 DB · 국토연구원 연구보고서 관리 DB · 서울연구원 연구보고서 관리 DB · 도로교통공단 교통과학기술원 연구보고서 관리 DB · 국토해양부 연구보고서 관리 DB · 건설기술정보시스템 (CODIL) 연구보고서 관리 DB · 국가과학기술정보센터 (National Digital Science Library; NDSL) 연구보고서 관리 DB
분석 범위	1990.01.01. ~ 2017.11.30. (약 27년)
검색 키워드	교통신호, 감응신호운영, 무선 지자기, 검지기
검색 범위	연구사업 명, 연구과제 보고서 명, 연구보고서 초록

나. 국내 선행연구 검색 결과

○ 국내 선행연구는 총 35건이 검색되었으며 주요 수행기관은 국책연구원 및 국토교통부, 경찰청 산하기관이며 영상 및 레이더 검지 방식의 기술개발과 돌방상황관리, 통합운영관련 기술개발이 2010년 이후 주를 이름

<표 2-46> 감응제어 기법 관련 국내 연구

연구 종료	과제(연구) 명	과제책임	연구사업
2017	· 디지털 신호제어기 시제품 개발 연구	고광용	도로교통공단연구 보고서
2017	· 교통신호정보를 반영한 영상처리교차로 안전성 평가기술 개발	서원호	국토교통기술촉진 연구사업
2017	· 객체인지 기반의 실시간 영상검지기술국산화를 위한 서버단위 원격 돌발관리시스템 사업화	정종모	국토교통기술사업화 지원
2017	· 다차선 레이더-차량번호인식 복합형 무인교통단속장비 개발	이상만	국토교통기술사업화 지원
2017	· 지자기 센서와 핑거프린팅 기법을 기반으로 한 교차로 교통정보 플랫폼 개발	김승일	중소기업 융복합기술개발사업
2016	· 영상기반 교통정보 추출방안 연구	기용걸	도로교통공단연구 보고서
2016	· 교차로 신호위반 예방을 위한 교통류 검지 실용화 기술 개발	장진환	한국건설기술연구원 보고서
2016	· 터널 교통사고 자동검지를 위한 차량검지기 알고리즘 및 음향 분석장치 시제품 개발	장진환	한국건설기술연구원 보고서
2016	· TMR센서기술을 적용한 무선형 지자기 VDS개발	이재득	국토교통기술사업화 지원
2016	· 교통 안전을 위한 HD급 영상 기반의 교통 객체 영상처리 기술 및 교통감시시스템 개발	안순현	특구기술사업화사업
2016	· 레이더 기반 스마트 차량검지시스템 개발	조풍연	국토교통기술사업화 지원
2015	· 다중영상기반 실시간 교통검지기술 개발 :차세대 도로교통정보 서비스 고도화 기술개발	박범진	한국건설기술연구원 보고서
2015	· 자동차와 트램 교통신호 통합운영기술 개발	김영찬	국토교통기술촉진연구사업
2015	· 미래지향적 지능형교통체계(ITS) 투자촉진 및 산업발전 전략 연구	강연수	기본연구보고서

<표 계속> 감응제어 기법 관련 국내 연구

연구 종료	과제(연구) 명	과제책임	연구사업
2015	· 차량검지기(VDS)를 이용한 안개검지 및 위험경보 알람시스템 개발	윤여환	한국건설기술연구원 보고서
2015	· 국도감응제어시스템 설치기준 정립	고광용	도로교통공단연구 보고서
2014	· 지자기 센서를 활용한 공영주차정보 시스템 상품화 및 사업화	박진수	국토교통기술촉진 연구사업
2013	· 신호교차로용 비매설형 검지시스템 개발	고광용	도로교통공단 연구보고서
2013	· U-TSD(Traffic Surveillance&Detection)기술개발	김도현	한국전자통신연구원 운영비지원
2013	· 수직 스테레오 카메라를 이용한 차량 검지 및 분류 시스템	김영모	일반연구자지원사업
2012	· HD(High-quality and Durable) 차량검지기 개발	임성한	한국건설기술연구원 보고서
2011	· 레이더 차량 검지기용 다기능 제어기 개발	이승요	산학연공동기술개발 사업
2011	· 실시간 교통안전 감시시스템 기술 개발	성낙문	국토교통과학기술 진흥원사업
2012	· 차세대 무선통신 신호제어시스템 기술사업화	김용길	건설교통RnD정책 인프라사업
2011	· 차세대 무선통신신호제어 시스템 기술사업화	제이티	
2010	· 교통 및 도로환경 검지기술 개발	강원의	한국건설기술연구원 보고서
2010	· 자기신호 형상 분석을 통한 차량의 감지 센서	박효성	산학연공동기술개발 사업
2009	· AMR센서를 이용한 저전력 무선센서모듈과 점유검지 시스템개발	이훈영	산학연공동기술개발 사업
2008	· 차세대 무선통신 신호제어 시스템 개발 최종보고서	문영준	국가교통핵심기술개발 사업
2007	· 디지털국토 기반조성을 위한 통합교통정보 인프라 구축방안	이상건	국토연구원 연구보고서
2006	· 영상기반 차량검지기술을 이용한 도로안전도 평가기법 개발	이기영	한국도로공사 연구보고서
2006	· 차량검지기 자료의 효율적 수집저장 및 관리체계 연구	백승걸	한국도로공사 연구보고서
2005	· 양방향연속진행 교통신호제어시스템	임용택	한국도로공사 연구보고서
2004	· 국도상의 신호교차로의 소통 및 안전기능 고도화를 위한 교통신호제어기기 개발	문영준	건설기술연구사업
2004	· 차량검지 및 교통분석을 위한 다중영역 교통레이더 검지기 개발	심상만	산업기술개발사업
2003	· 검지기별 구간소통정보 산출 및 성능평가사업	강원의	2002 ITS 연구개발사업

(1) U-TSD(Traffic Surveillance & Detection) 기술 개발(2013, 한국전자통신연구원)

1) 개발 목적

○ Traffic Surveillance & Detection 기술은 ITS 분야의 신호제어, 교통소통, 교통사고 회피, 자동단속 등 다양한 서비스에 활용되는 교통량, 점유율, 속도 등의 실시간 도로 상황정보를 검지센서를 통해 수집하여 분석·제공하는 기술임

○ 주요 고속도로, 국도, 시가지도로 등 전국적인 도로망을 대상으로 ITS 인프라 구축 및 확대가 용이한 고신뢰성, 저비용의 Traffic Surveillance & Detection 기술이 필요하며 저비용, 저전력, 고신뢰성의 USN 기반 Traffic Surveillance & Detection 시스템을 개발하여 전국단위의 'Global Traffic Surveillance & Detection Map' 실현하여 u-교통 분야 에너지 효율을 통한 녹색성장 실현을 목표로 연구를 수행함

2) 주요 연구 내용

○ 통행량, 점유율, 속도 등 다양한 Traffic 정보 수집을 위한 배터리 기반 저전력, 초소형 u-교통 센서네트워크 시스템 개발 연구를 수행하였음

- 주행차량 검지를 위한 차량검지용 센서노드 H/W, S/W, 하우징 개발
- 도로환경에 적합하고 시의성을 제공하는 센서 네트워킹 S/W 개발
- 차량검지 센서노드와의 연동을 통해 속도, 교통량, 점유율 등 교통정보를 생성하는 베이스스테이션 H/W, S/W, 하우징 개발

○ 테스트베드 구축 실험은 대전 및 제주도에서 실주행 차량을 대상으로 교통량, 속도 등 교통정보 모니터링 및 정확도 분석함으로서 개발 핵심요소기술의 검증을 수행함



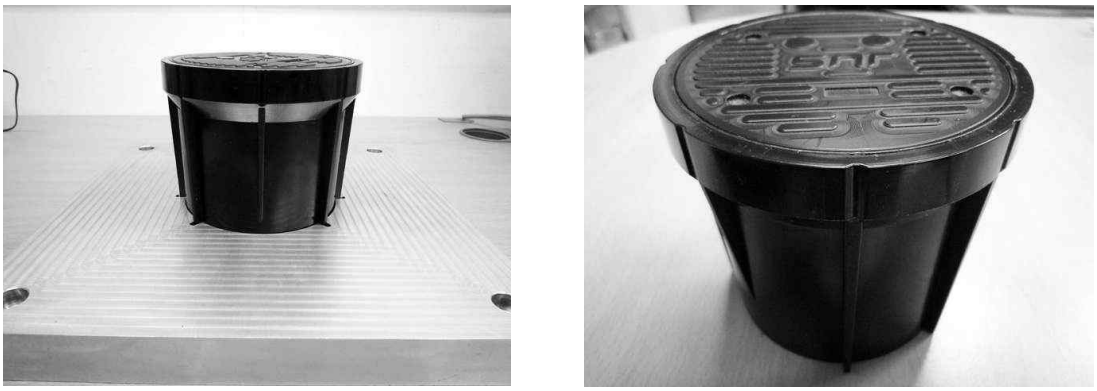
<그림 2-79> 대전 테스트 베드 설치 구간
(자료: U-TSD 기술개발, 2013, 한국전자통신연구원)



<그림 2-80> U-TSD 시스템 실시간 데이터 수집 및 검증

(자료: U-TSD 기술개발, 2013, 한국전자통신연구원)

3) 주요 성과



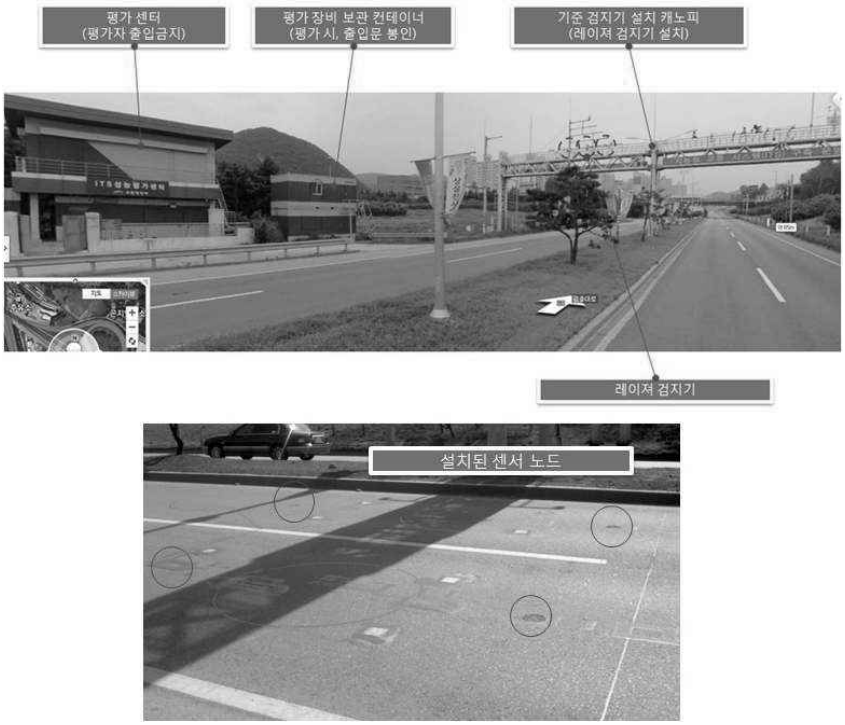
<그림 2-81> 센서노드 하우징 조립 지그 및 센서노드 하우징

(자료: U-TSD 기술개발, 2013, 한국전자통신연구원)

○ ITS 성능평가를 곤지암 ITS 성능 평가장에서 실시하고 시제품은 2012년 5월 7일부터 3일간 실시함. 최종품은 2013년 3월 19일부터 3일간 실시하였음

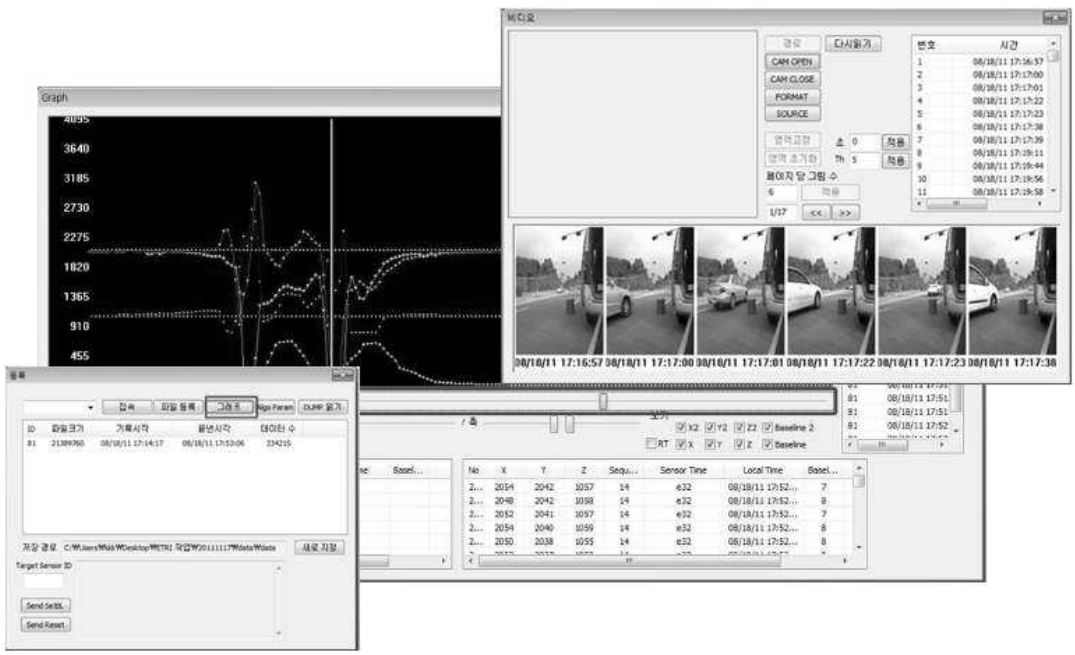
○ 시험은 상행 및 하행 각 2개 차로(총 4차로)를 대상으로 총 8개의 무선 센서 노드를 도로에 매립하였으며, 독립형 릴레이 노드를 상행과 하행 각 1개씩 설치하여 무선 센서노드의 데이터를 수신하였음

- 성능평가에서는 교통량과 속도에서는 최상등급 그리고 점유율에서는 상급으로 평가됨



<그림 2-82> 곤지암 ITS 성능평가 장소 및 센서 노드 설치 위치

(자료: U-TSD 기술개발, 2013, 한국전자통신연구원)



<그림 2-83> 실시간 자기신호 가시화 및 연동분석 S/W 개발

(자료: U-TSD 기술개발, 2013, 한국전자통신연구원)

(2) 자기신호 형상 분석을 통한 차량의 감지 센서(2010, 한국전자파연구원)

1) 개발 목적

○ 유도 루프 센서는 기상 또는 환경 조건에 크게 영향을 받지 않고 어느 정도는 정확히 차량 감지가 가능하나, 유도 루프 센서는 현장 운영상의 유지보수 및 오류발생 등의 문제점을 갖고 있어 3축 자기저항 센서를 이용하여 차량의 자기장 형상을 분석하여 98% 이상의 정확도를 확보하며 유도 루프 센서를 대체할 수 있는 차량 감지 장치를 개발하고자 하였음

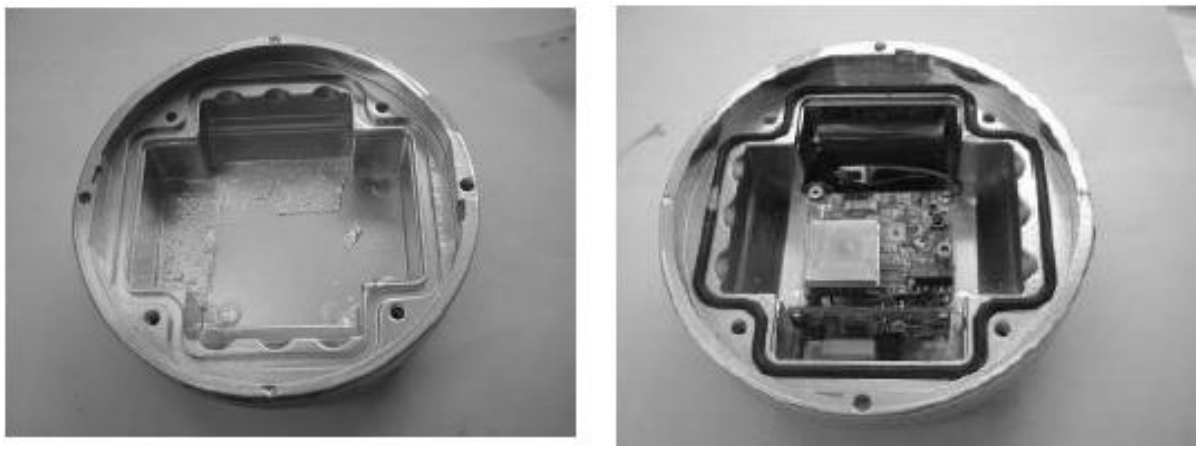
○ 차량에 의한 지구 자기장의 변동은 각 차종이 모두 다르므로 다양한 차량의 자기장 형상을 측정 및 분석하여 이를 통해 차량의 신호는 단순히 Gaussian 형태의 그래프가 아니라 미분 형태의 신호를 나타내며 루프 코일보다 더 정확한 분석이 가능함을 제시함

- 차량이 센서위에 위치하였을 때 변화되어지는 자기장의 변화로부터 차량이 위치하였음을 파악하기 위한 방법으로 자기장 세기의 변화를 분석함

2) 주요 연구 내용

○ 지자기 센서모듈을 설계 및 제작하였으며 지자기소자는 미국 하니웰 제품을 사용하고 모듈은 직접 설계 후 제작함

- 개발된 지자기 센서는 0.1mG의 분해성능을 가지며 자기 센서의 온도 test 시행결과 20 ℃에서 측정된 1 Gauss의 자기장은 -20℃에서 0.98 Gauss 그리고 80℃ 1. 03 Gauss 로 측정되어 오차율은 95% 수준으로 분석됨

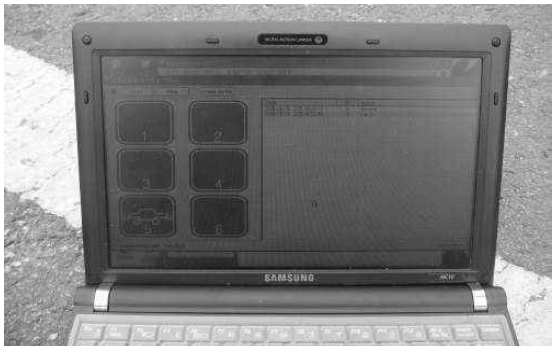


<그림 2-84> 센서모듈 및 케이스

(자료: 자기신호 형상 분석을 통한 차량의 감지 센서, 2010, 한국전자파연구원)

3) 주요 성과

○ 3대의 센서를 주차장에 설치한 후 100대의 차량에 대한 인식률을 조사하였으며 93%의 차량 인식률을 보임. 인식이 불가한 경우는 주차차량이 옆차로에 걸친 경우 등 특수 상황으로 분석됨

<그림 2-85> 센서 검지여부 확인 실험

(자료: 자기신호 형상 분석을 통한 차량의 감지 센서, 2010, 한국전자파연구원)

(3) AMR센서를 이용한 저전력 무선센서 모듈과 점유검지 시스템 개발(2009, 경희대학교)

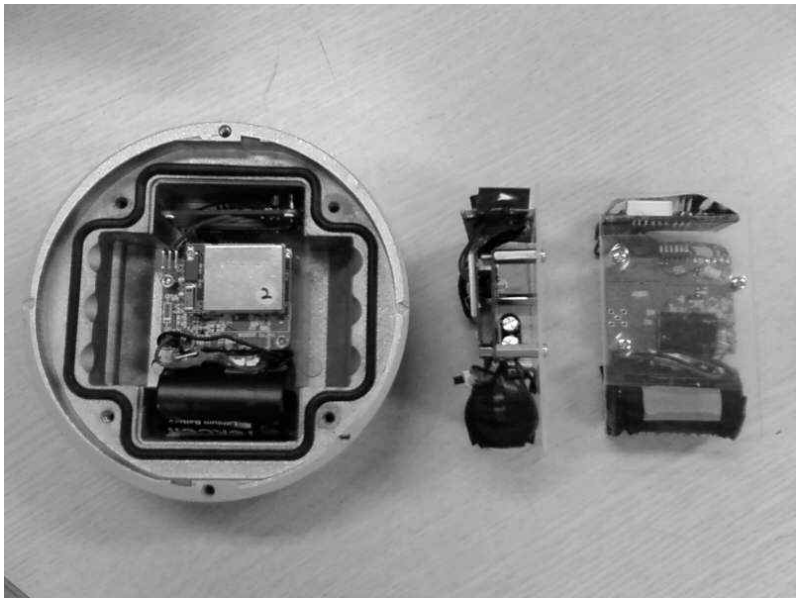
1) 개발 목적

○ AMR 센서방식을 이용한 저전력무선 점유검지 시스템은 AMR센서 모듈화 기술, 저전력 무선통신기술, 지능형 Sensor Network 기술을 통하여 차량의 주차면 점유정보를 실시간으로 관리, 조절하는 시스템으로 사용자의 주차편의를 제공해주며 효율적 주차환경 개선을 목적으로 함

2) 주요 연구 내용 및 성과

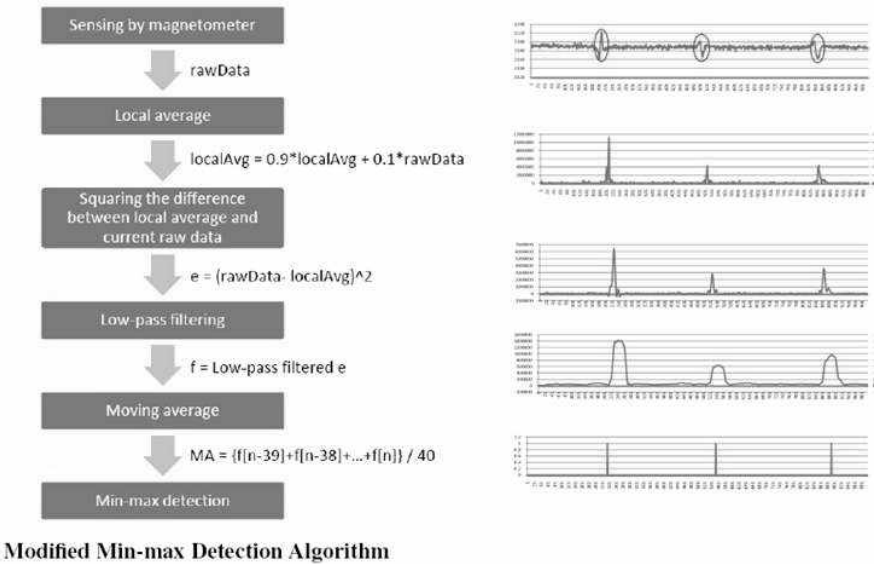
○ AMR센서를 이용한 저전력 차량감지 무선센서 (통로센서,주차면 센서) 모듈 개발

○ 센서신호왜곡보정 기능(H/W, F/W) 개발 및 각종 제어기의 다중 통신제어 센서 개발



<그림 2-86> 센서 시제품

(자료: AMR센서를 이용한 저전력 무선센서모듈과 점유검지 시스템 개발, 2009, 경희대학교)



<그림 2-87> 주차 점유 알고리즘 개발

(자료: AMR센서를 이용한 저전력 무선센서모듈과 점유검지 시스템 개발, 2009, 경희대학교)

(4) 지자기센서를 활용한 공영주차정보시스템 상품화 및 사업화(2014, 아인스에쓰엔씨)

1) 개발 목적

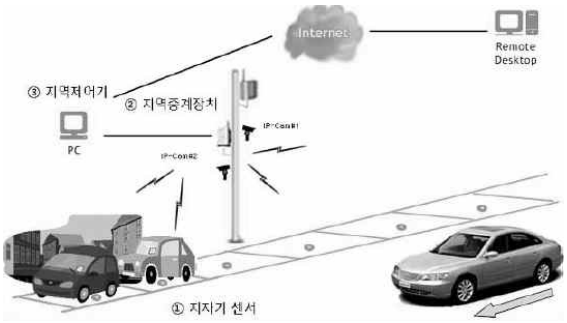
○ 공영주차정보제공시스템은 불법주정차 억제 및 기존 주차장의 가동율 극대화로 주차시설에 대한 투자 최소화 효과, 주차차량의 주차장 유도로 도로교통 장애 요소 최소화 지원을 목적으로

함

○ 도로에 매립되는 지자기센서의 특성상 차량검지의 안정성 확보 및 통신 연결성 확보를 고려하며 배터리 공간을 추가 확보하는 기술임

2) 주요 연구 내용

○ 시작품의 성능 검증 및 안정성 확보를 위한 현장 실험을 수행하기 위해 테스트베드 구축 및 실험 실시





<그림 2-88> 테스트베드 시스템 구성도 및 지자기 센서 설치

(자료: 지자기센서를 활용한 공영주차정보시스템 상품화 및 사업화, 2014, 아인스에쓰엔씨)

3) 주요 결과

○ 환경 적응 실험

- 주차면 14면에 지자기센서를 설치하고, 지역통신장치 1Set를 설치하여, 2013.06 ~2013.09 에 걸쳐 현장 운영한 결과 최고기온 33.9℃ 최대강수량 165㎜ 환경에서도 정상적 동작함

○ 차량검지율 실험

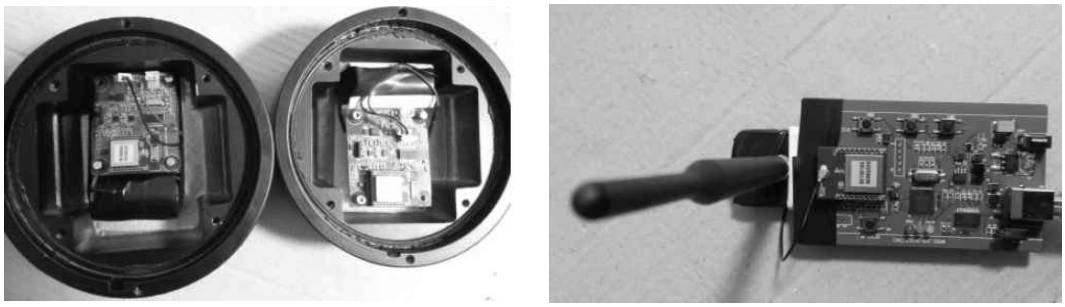
- 주차면 14면에 설치된 지자기센서에서 수집된 주차정보는 초기에 통신문제와 겹쳐 차량검지율이 65%선이었으나, 통신성공율이 증가한 이후로는 신규 모델 및 경차에 대한 인식율 저하로 85% 수준임

○ 전력 소모 실험

- 지자기센서에 내장된 배터리의 방전 능력은 출력전압으로 판단하므로 실험 시작 전 출력전압과 실험 종료 후 출력전압이 0.1V 강하하는데 소요 일수를 측정, 전력 소모는 양호한 것으로 나타남

○ 통신 거리 실험

- 실험 기간 중에 지역통신장치와 지자기센서간의 통신 내역을 분석한 결과 원거리에 설치된 지자기 센서의 자료 교신 내역이 현저히 적게 수신됨을 확인



<그림 2-89> 지자기센서 및 지역중계장치 시제품 제작
(자료: 지자기센서를 활용한 공영주차정보시스템 상품화 및 사업화, 2014, 아인스에쓰엔씨)

(5) 신호교차로용 비매설형 검지시스템 개발(2013, 도로교통공단)

1) 개발 목적

○ 루프검지기로 대표되는 매설형 검지기는 설치공사와 유지보수 측면에서 어려움이 있으며, 도로의 파손 및 결빙으로 인해 검지능력을 상실하거나 저하시키는 문제를 발생, 기존 매설형 검지체계를 비매설형 검지체계로 전환하기 위해 신호제어용 각 검지용도별 대체성을 검증하기 위한 목적으로 연구를 수행함

- 국내 현실을 반영한 실용화 기술개발
- 대체검지기 정확도 및 신뢰도 향상을 위한 기술보완
- 현장평가 및 검증을 통해 대체검지기 성능 평가

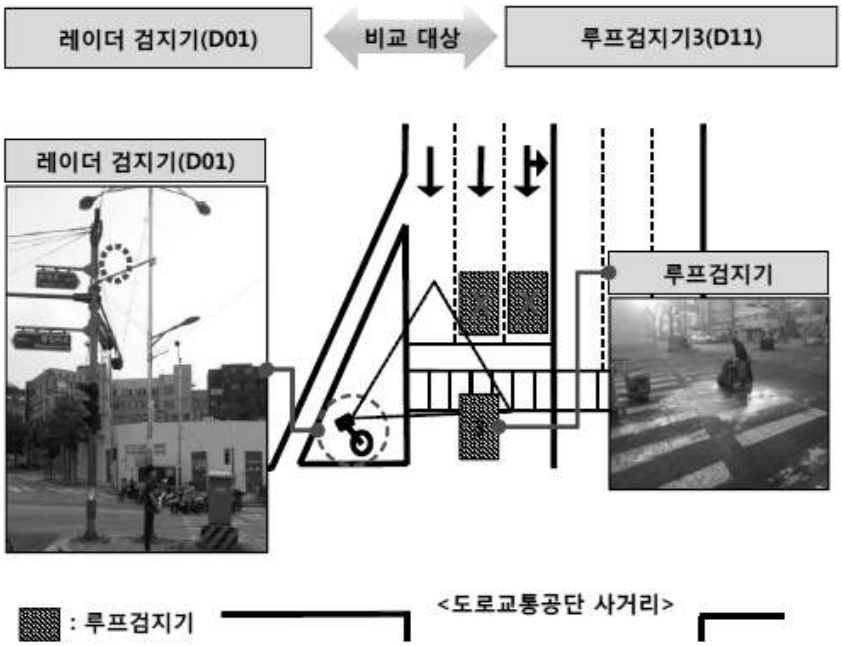
2) 주요 연구 내용

○ 레이더 검지기의 설치방식은 Front-Fire방식과 Side-Fire방식으로 구분되며, 국내 신호교차로 현장 상황을 고려하여 Side-Fire방식을 선택함

- Front-Fire : 차량에 대해 전면에서 검지하는 방식, 검지범위 및 검지영역 설정에 이점이 있으나 다른 방향에서 진입하는 좌회전 차량이 검지영역에 침범하는 경우 감지에 방해를 받을 수 있음
- Side-Fire : 측면에서 검지하는 방식으로서 차량이 과다점유되는 현상이 발생되나 현장에서 거리에 따른 검지영역을 설정함으로서 이러한 문제를 차단할 수 있으며, 국내 신호등 시설 설치여건 고려시 설치가 용이하고 물리적 방해요소가 발생하지 않음

○ 현장 테스트는 기존 루프검지기 대비 레이더 검지기 성능의 비교를 위하여 해당 검지기를 동시에 설치하여 테스트를 진행함

- 루프검지기 : 좌회전 1개소(도로 재포장으로 인해 단선 발생), 정지선 1개소, 직진방향 1개소
- 레이더검지기 : 직진방향, 좌회전방향 검지위치 설정



<그림 2-90> 루프검지기 및 레이더 검지기 설치지점

(자료: 신호교차로용 비매설형 검지시스템 개발, 2013, 도로교통공단)

3) 주요 결과

○ 성능평가 결과 FMCW 방식의 레이더 검지기는 차량의 주행궤적 및 구간사이에 머문 상태가 제공되기 때문에 대기행렬 상태를 파악하기에 루프검지기보다 용이한 것으로 나타나며 대기행렬 검지기로서 보완 적용 시 설치 및 유지관리 비용 절감이 예상

<표 2-47> 성능 평가 분석 자료별 결과

평가 변수	분석 결과
교통량	• 반송파 수신감도가 높을수록 정확도 저하함 • 교차로 모드시 고속도로 모드보다 타 차선의 간섭이 심함
속도	• 반송파 수신감도 및 도로모드 영향 없이 약 95% 이상의 정확도 보유
포화도	• 비점유시간의 정확도에 영향 • 현장적용의 어려움(정확도 : 평균 87%)
점유시간	• 상대적으로 반송파 수신감도 60%에서 정확도가 가장 높음 • 점유율 산출시 어려움(평균 75%)
비점유시간	• 상대적으로 점유시간 보다 비점유시간이 약 4$ 정도로 정확도가 높음 • 정지선 검지기, 감응제어 검지기 적용성 낮음

(6) HD(High-quality and Durable)차량 검지기 개발(2012, 한국건설기술연구원)

1) 개발 목적

○ 기존 AVC 검지기는 교통량 수집 장비 중 그 활용도가 매우 높음에도 다 년 간의 운영 과정에서 현장의 전원 공급 불안, 기후 변화, 도로 포장 상태 불량 등으로 인한 제어기 작동중단, 검지기 센서 파손 등의 문제점이 빈번히 발생

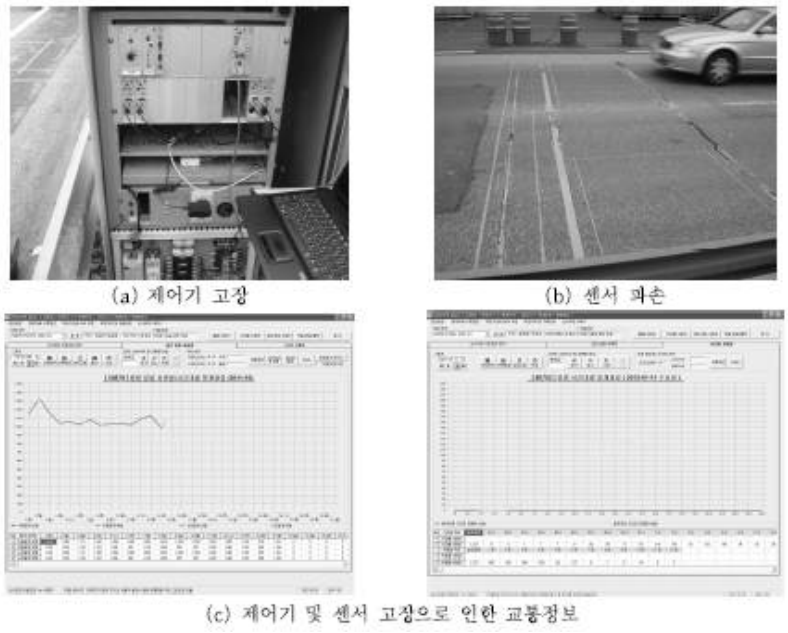
○ 차종분류조사가 가능한 AVC 검지기를 설치하고, 소구간의 검지기 설치 시에는 교통량 조사 체계의 효율성 향상 및 예산 절감을 위한 교통량 자료만 수집 가능한 검지기의 개발을 목적으로 함

2) 주요 연구 내용

○ AVC 전원안정화 현장 제어기 개발 및 장비 설계, 프로토타입 구상에 따른 시작품 제작을 수행하였으며, 성능 테스트 및 확대방안 마련을 위하여 국내에서 운영 중인 타 검지기와 비교하여 교통자료의 질, 장비의 내구성 및 안정성 등을 검토함

- 불안정한 전원공급을 개선하기 위해 제어부의 전원 공급 장치를 개선하였음. DC/DC 전원부를 고주파용으로 설계하고 내부 회로를 분리 구성하여 효율이 높고 보다 안정적인 전원공급이 가능하도록 구상
- 입출력 전압전류, 보조축전지 잔류전원 등의 정보를 저장하고 메모리장치에 전송 기능 개발
- 환경변화에 따른 고장률을 최소화하기 위하여 함체부를 개선하였음. 방열판을 추가하여 고온의 조건에서 열을 흡수하도록 했고 우드박스를 적용하여 함체 내부의 열, 습도 등의 환경변화에 저항성을 강화

○ 자료의 안정적인 수집측면에서 검지성능이 상대적으로 우수한 매설 방식의 검지기 중에 검지정확성, 운영 안정성, 기후의 영향 측면에서 모두 우수하고, 기존 도로교통량 조사시스템에서 활용하고 있는 루프검지기를 선정했으나, 설치/유지보수 측면에서 루프검지기보다 편리한 지자기 검지기를 한 차로에 시범적으로 적용하여 검토함

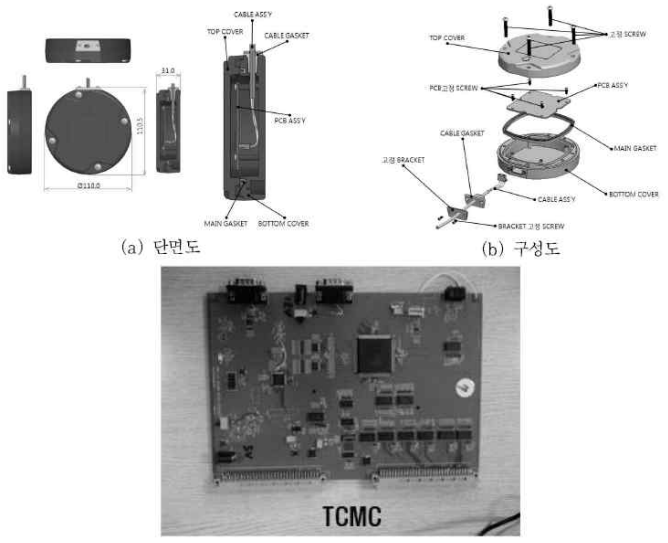


<그림 2-91> AVC 검지기의 고장 및 교통자료 불량 예시

(자료: HD 차량검지기 개발, 2012, 한국건설기술연구원)

3) 주요 결과

○ 개발된 HD 차량검지기는 성능을 테스트 전 교통량 정확도 기준(95% 이상)을 합격한 AVC 장비와 개발된 검지기를 설치, 교통량 정확도를 비교 평가 결과 일교통량, 시간 교통량, 요일 교통량 모두 통계적으로 차이가 없는 것으로 분석됨



<그림 2-92> 지자기 검지기의 구성 및 보드

(자료: HD 차량검지기 개발, 2012, 한국건설기술연구원)

(7) 차세대 무선통신 신호제어시스템 기술사업화(2012, 세인)

1) 개발 목적

○ 기 수행 연구 '차세대 무선통신 신호제어시스템 개발'의 성과를 기반으로 기존 신호제어운영전략을 보완하고 무선통신 및 비매설식 교통정보 수집장치를 개발하여 실제 교차로를 대상으로 현장 구축 및 시범운영을 통해 사업화 모델 정립을 목적으로 수행

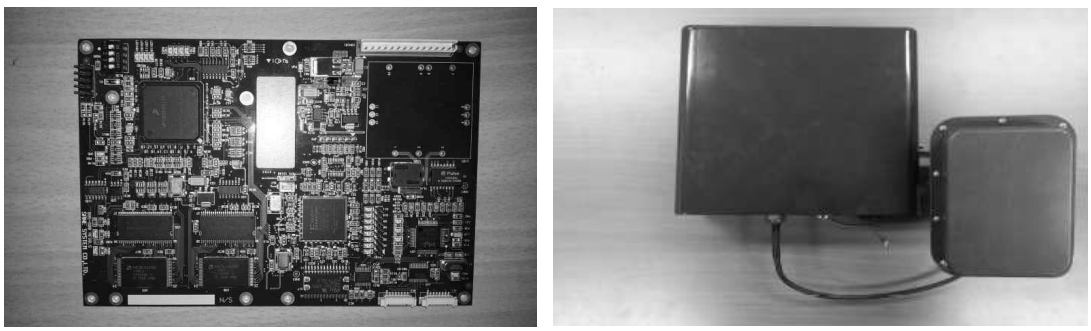
○ 또한 유지/관리가 용이한 비매설식의 검지체계 및 주행차량(Probe) 자체를 검지기로 하는 교통정보 수집 체계를 구축하여 제어의 실효성 파악이 가능한 지체시간, 여행시간 등과 같은 실시간 효과척도지표를 산출하여 상시 운영 가능한 시스템의 개발 및 보급을 최종목표로 함

- '차세대 무선통신 신호제어시스템'에서는 2003년부터 2008년 까지 총 5년간의 연구개발을 통해 DSRC 무선통신 기반의 교통신호제어 시스템을 개발하였음
- 과업수행 기간 내 하이패스 단말기 보급률이 다소 미비하여 신호운영시스템으로서의 가능성을 확인 하였으나, 사업화를 추진하기엔 다소 무리가 있다고 판단되었음
- 2007년 차세대 무선통신 신호제어시스템 개발 현장평가시 단말기 탑재 차량수집율 : 4~7%

2) 주요 연구 내용

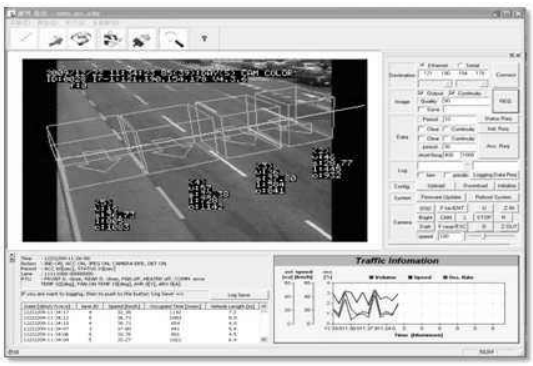
○ 기존 영상식 VDS 장치에서 수집되는 기본 교통정보(교통량, 속도, 점유율) 이외에 교통신호 제어에 활용 가능한 추가 정보를 제공할 수 있는 교차로 VDS 장치의 기능 개선을 진행

○ 개발된 DSRC 무선통신 검지기는 안양시 테스트 베드에 총 10기 설치하여 현장 시험을 위한 통신영역 최적화가 진행됨



<그림 2-93> 무선통신 검지기 주제어부 및 안테나 부

자료: 차세대 무선통신 신호제어시스템 기술사업화, 2012, 세인



<그림 2-94> 지점교통정보 수집 S/W 보완

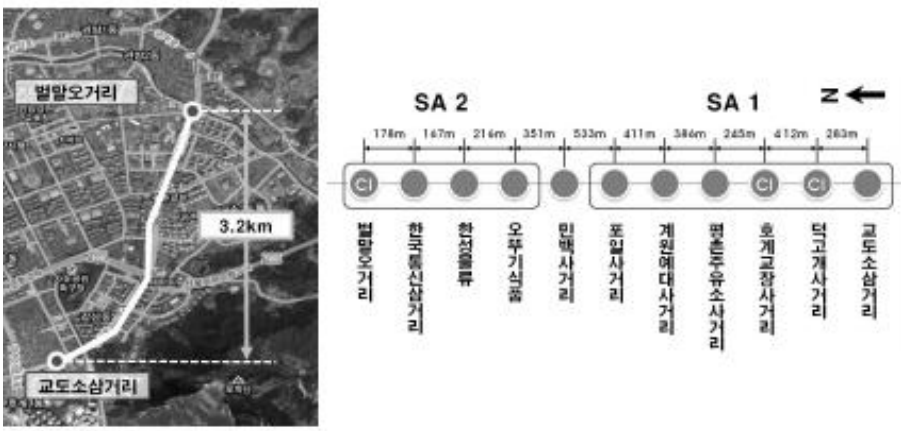
(자료: 차세대 무선통신 신호제어시스템 기술사업화, 2012, 세인)

3) 주요 결과

○ 시범운영구간이 흥안로 구간의 두 개의 그룹(SA)를 연동하는 10개 교차로를 구현하여 오전 첨두, 오후 비첨두, 오후 첨두 시간에 대한 기존 운영 신호제어효과 대비 차세대 신호제어 알고리즘 적용에 따른 제어 효과분석을 수행함

○ 시뮬레이션의 분석시간대를 과포화→비포화, 비포화→과포화와 같이 교통상황이 변동되는 시간대에 대한 제어모드별 신호운영효과 분석을 통해 개발 시스템의 교통환경 변화에 대한 높은 유연성 및 효율성을 검증함

○ 시범운영 구간을 대상으로 본 연구에서 개발한 알고리즘을 적용한 시뮬레이션분석을 수행하여 두 개의 CI에 대한 교차로 통행시간과 지체를 분석한 결과, 벌말오거리의 교차로 통행시간의 경우 21.5% 통행시간 감소, 지체시간은 7.8% 의 감소효과를 나타내며, 덕고개사거리는 통행시간 -2.6%, 지체시간 -5.6%를 나타내며 고정식 신호제어와 비슷한 수준으로 나타남



<그림 2-95> 시범운영 대상구간(안양시 흥안로)

(자료: 차세대 무선통신 신호제어시스템 기술사업화, 2012, 세인)

(8) 다차선 레이더-차량번호인식 복합형 무인교통단속장비 개발(2017, 건아정보기술)

1) 개발 목적

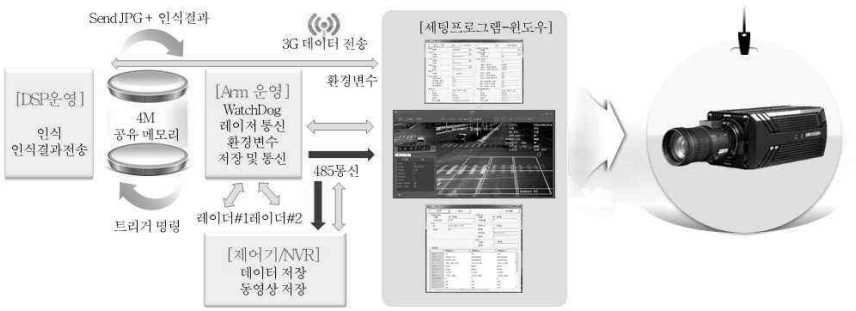
○ 차량의 속도와 거리, 위치를 측정하기 위한 레이더와 다차로를 동시 촬영하기 위한 촬영장치 및 다차로 촬영 영상에 대한 차량번호인식알고리즘을 구동하기 위한 일체형 시스템 개발로 별도의 제어함체 없이 단일장비만으로 차량번호, 교통정보, 속도, 단속이미지를 출력해주는 복합장비 개발을 목적으로 함

2) 주요 연구 내용

○ 영상과 레이더 센서에서의 데이터 간 융합을 위해서 공간 매칭 기능 구현 및 GUI(Graphic User Interface) SW 및 레이더에서 생성된 개별 차량에 대한 위치(거리, 각도) 정보 기반의 다차로 차량번호 인식 알고리즘을 구현함

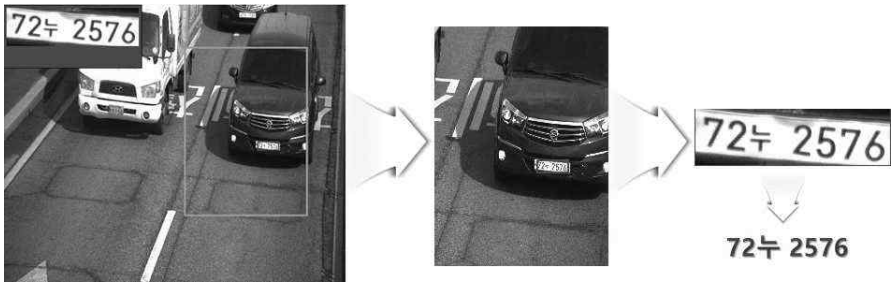
- 멀티프레임에서 차량 번호판 픽셀 이동 거리 측정을 통한 레이더 속도 정보 검증 기술 확보
- 다차로 레이더 속도 검증을 위한 테스트베드 구축

○ 스마트 카메라 내에서 DSP를 활용한 차량번호 인식 알고리즘 이식, 스마트 카메라 차량번호 인식 결과와 레이더 교통/단속 정보를 이용한 응용 제품 상용화, 카메라 내 DSP 기반의 ANPR과 리눅스 기반의 레이더-차량번호 인식 융합제어기 일체형의 ANPR-RADAR 복합 장비를 개발, 다차로 레이더 성능 검증을 위한 인증 방법을 확보



<그림 2-96> 시스템 내부구성

(자료: 다차선 레이더-차량번호인식 복합형 무인교통단속장비 개발, 2017, 건아정보기술)



<그림 2-97> 레이더 검지 영역에서 차량번호 인식

(자료: 다차선 레이더-차량번호인식 복합형 무인교통단속장비 개발, 2017, 건아정보기술)

○ 레이더 번호인식률 성능테스트 결과 인식률 97%, 레이더-영상 교통단속장비 성능테스트 결과 위반차량 단속률 92.5%로 성과목표치를 달성하였으며 전체 영상영역이 아닌 레이저 검지 영역 내에서 차량번호인식을 수행하여 알고리즘의 부하를 절감, 이는 연산량 절감을 통한 저전력 구현을 지원하여 친환경 에너지에 대응하는 제품 개발의 기반이 됨

<표 2-48> 성능 평가 결과

구분	성과지표	목표치	성능평가 결과
레이더 번호인식률 성능테스트	동시 인식 차로	2차로	2차로
	인식률	95% 이상	97%
레이더-영상 교통단속장비 성능테스트	동시 단속 차로	2차로	2차로
	측정 가능 속도	0~250km/h	0~250km/h
	위반차량 단속률	80% 이상	92.5%
	차량번호 인식 오류율	2% 미만	0.3%
	속도 오차율	± 5% 이하	+ 3.8%
	과속 단속 오류율	2% 이하	0.67%
	속도검지 분해능	1km/h	0.36km/h

(9) 수직 스테레오 카메라를 이용한 차량 검지 및 분류 시스템(2013, 경북대학교)

1) 개발 목적

○ 상·하로 구성된 스테레오 카메라를 이용하여 주행중인 차량의 3차원 정보를 실시간으로 획득하고 영상 처리 과정을 거침으로서 환경적 요인(악천후, 조도 변화, 그림자 등)에 대응하는 차량 검지 기술 개발을 목적으로 함

2) 주요 연구 내용

○ 차량으로 인식된 특징점들을 통해 얻은 3차원 정보를 world coordinate로 나타내어 매 프레임

마다 특징점을 추적하여 특정점의 절대적 이동거리를 구하였으며 카메라에서 초당 프레임 수를 획득하여 속도를 계산



<그림 2-98> 차량 검지 예시

(자료: 수직 스테레오 카메라를 이용한 차량 검지 및 분류 시스템, 2013, 경북대학교)

○ 인식률은 90%로 약간 낮아지는 수치를 보였으며 이는 차량 디자인 트렌드인 패밀리 룩 디자인이 원인으로 이를 해결하기 위해 차량 전면의 3차원 정보를 획득하려 하였으나 한계가 따름

3) 주요 결과

○ 차종 분류에서 기존의 기계학습보다 우수한 결과를 얻지 못하였지만 차량 검지 및 차량속도 측정에서는 수직 스테레오 카메라 시스템이 우수한 결과를 보임

<표 2-49> 목표 달성 수준

목표	달성도	내용
H/W 개발	100%	• 정교한 수직 에피폴라 라인 정렬 • 카메라와 조명의 동기화
차량 검지 기술	100%	• 주야간 검지율 98% 이상
차량모델 인식 기술	100%	• 차량 전면부 3차원 지도를 활용한 1,2차 알고리즘 • 인식률 91% 이상
차량 속도 측정 기술	100%	• 차량검지에 사용한 특징점의 3차원 정보 • 각 특징점의 절대적 이동거리 이용 및 프레임 역재생을 이용하여 특징점 추출 및 추정 • 검지기를 통한 차량 속도와 비교, 오차 4% 이내

(10) 교차로 신호위반 예방을 위한 교통류 검지 실용화 기술 개발(2016, 한국건설기술연구원)

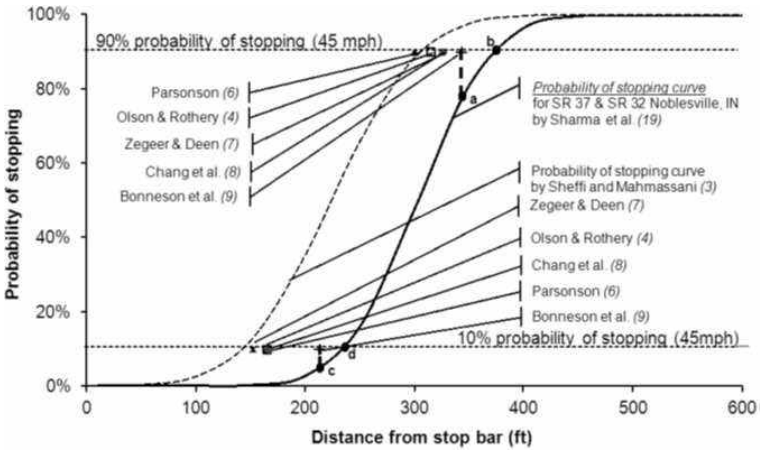
1) 개발 목적

○ 신호위반 예방 검지기는 신호교차로에 접근하는 차량의 흐름을 파악하여 차량이 딜레마 존에 진입할 경우, 신호시간을 조정하여 신호위반을 원천적으로 예방하는 기술로 사용자 관점의 단속 기술이 아닌 이용자 관점의 예방기술로 급정거로 인한 추돌사고 등 신호위반 관련 사고 감소를 목적으로 함

2) 주요 연구 내용

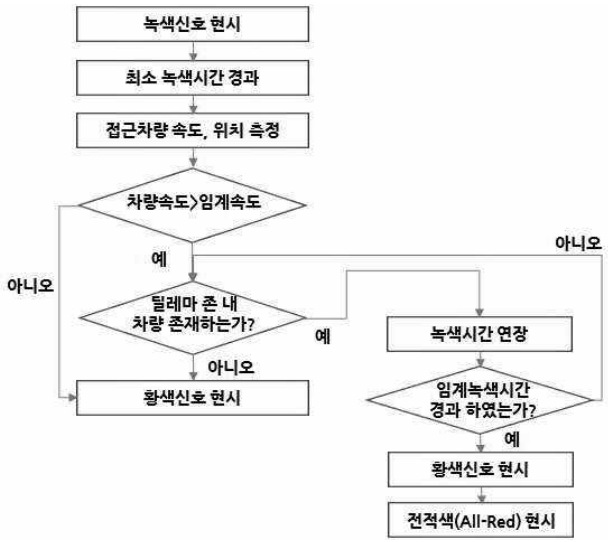
○ 교차로 신호위반 예방을 위한 교통류 검지기 요구사항 정의 및 개발을 위해 신호위반 차량 교통류 특성, 수요처(국토부, 경찰청, 지자체 등) 요구사항을 파악하여 신호위반 교통류 검지기 하드웨어 설계 및 장비를 제작함

○ 교차로 교통류 검지 데이터를 이용한 신호위반 예방 신호제어 알고리즘 개발을 위하여 신호위반 차량의 딜레마 존 운행 특성을 분석하고, 신호위반 차량 운행특성 및 연속적인 교통류 딜레마 존 진입차량 문제해결이 가능한 신호제어 알고리즘을 개발함



<그림 2-99> 딜레마 존 운행 교통류 특성 분석

(자료: 교차로 신호위반 예방을 위한 교통류 검지 실용화 기술 개발, 2016, 한국건설기술연구원)



<그림 2-100> 신호위반 예방을 위한 신호제어 알고리즘

(자료: 교차로 신호위반 예방을 위한 교통류 검지 실용화 기술 개발, 2016, 한국건설기술연구원)

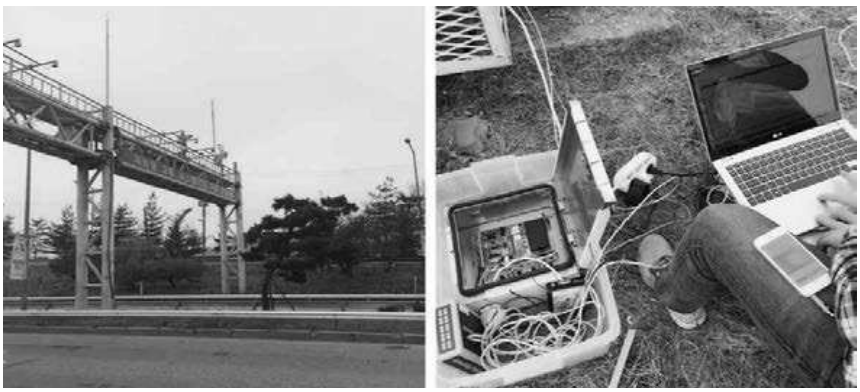
3) 주요 결과

○ 국내·외 사례 검토 등을 통한 신호위반 예방 검지기 성능평가 방법론 정립 및 효율적 성능검증 방안을 수립하고 ITS 성능평가센터(곤지암, 안산)를 활용한 개발 검지기 정량적 성능평가 및 경제성 분석을 수행

○ 시제품은 경량, 소형 기기로 기존 도로 인프라 구조물에 별도의 허가, 승인, 구조 계산 등이 필요 없이 설치 가능하며, 도로의 차량을 정확하게 검지하기 위하여 도로를 종방향으로 바라보는 방식으로 설치하고 한국건설기술연구원의 곤지암 ITS 성능평가 센터의 장비를 활용함

<표 2-50> 딜레마 존 검지기 세부 평가 항목 정의 및 성능 달성 수준

평가항목	성능 목표	항목 정의	달성 수준
교통량 정확도	95%	• 지정된 일정 시간 동안 검지기를 통해 취득한 통행 차량의 대수의 정확도를 평가	100%
속도 정확도	95%	• 지정된 일정 시간 동안 검지기를 통해 취득한 통행 차량들의 평균 속도의 정확도를 평가	100%
최대 탐지거리	200m	• 검지기를 통해서 차량 정보를 취득할 수 있는 최대 탐지거리를 평가	100%
최대 탐지속도	55m/s	• 지정된 일정 시간 동안 검지기를 통해 취득된 통행 차량의 탐지 속도의 최대치를 평가	100%
처리속도	100ms	• 지정된 일정 시간 동안 검지기를 통해 취득된 통행 차량의 평균 탐지 처리 속도를 평가	100%
동작 온도	-20~60℃	• 차량 검지기의 운영 환경을 평가	100%



<그림 2-101> 검지기 현장 전경 및 현장 장비 연결

(자료: 교차로 신호위반 예방을 위한 교통류 검지 실용화 기술 개발, 2016, 한국건설기술연구원)

(11) 자자기 센서와 핑거프린팅 기법을 기반으로 한 교차로 교통정보 플랫폼 개발(2017, ㈜하나텍시스템)

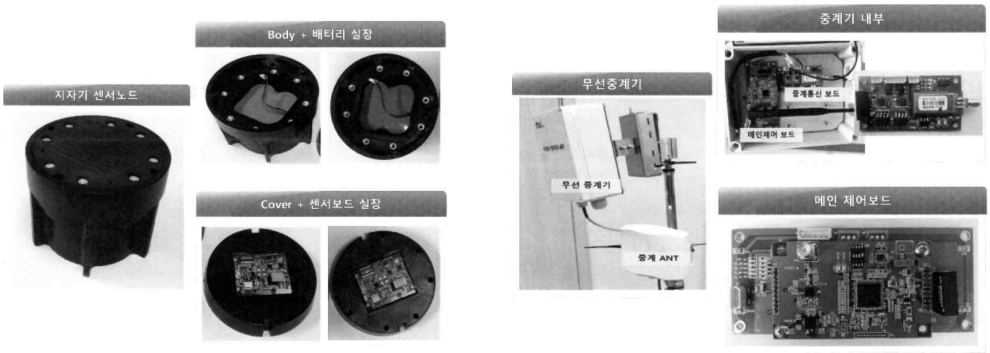
1) 개발 목적

○ 효율적인 신호 체계 구축을 위하여 교차로 내 지자기 센서노드, 무선 중계기, AP일체형 주제어기를 개발하고, 신호 운영계획 산출 기술을 통하여 도시부 교차로의 월별, 요일별, 시간대별 교통흐름 패턴을 Bigdata로 구축하여, 교차로의 혼잡 해소에 기여할 수 있는 교차로 교통정보 플랫폼 개발을 목적으로 함

○ 교차로 교통정보 플랫폼 개발을 위해 지자기 센서, 무선 중계기 AP일체형 주제어기 시작품을 개발하고, 신호 운영계획 산출 기술을 위한 교통정보 수집방안 및 분석 알고리즘 설계, 교차로 교통정보 연계 표준화를 위한 연계방안 도출 등 “핵심응용기술 개발”하는 기술임

2) 주요 연구 내용

○ 교차로 차량 데이터 수집을 위한 지자기 센서노드 개발 및 현장 시험 결과를 토대로 테스트베드 운용 가능한 지자기 센서노드 성능결과 확인



(가) 지자기 센서노드 (나) 무선 중계기

<그림 2-102> 지자기 센서노드와 무선중계기 시작품



<그림 2-103> 지자기 센서노드 단위 테스트 방법 및 결과

○ 핑거프린팅 기법 기술개발을 위한 Deep Neural Network 수집 기술 분석 및 교차로 차량 주행 궤적 분석을 통한 최적 지자기 검지기 설치위치 도출

3) 주요 결과

○ 광명 테크노파크 앞 도로 현장시험 위한 장비 구축 및 단위테스트 수행(기준 검지기: 교통량/속도테스트, 통신테스트 수행)

○ 단위테스트 결과 주간 교통량 정확도 98 %(최상급), 속도 정확도 99 %(최상급)를 나타냄



(가) 교통량/속도 테스트, 통신테스트 (나) 단위 테스트 결과

<그림 2-104> 교통량/속도 테스트 결과

다. 국외 선행연구 검색 결과

○ 국외 감응제어 기법 관련 연구로는 무선통신 기반 검지기술 개발과 운영기법에 관한 연구가 진행되고 있음

<표 2-51> 감응제어 기법 관련 국외 연구

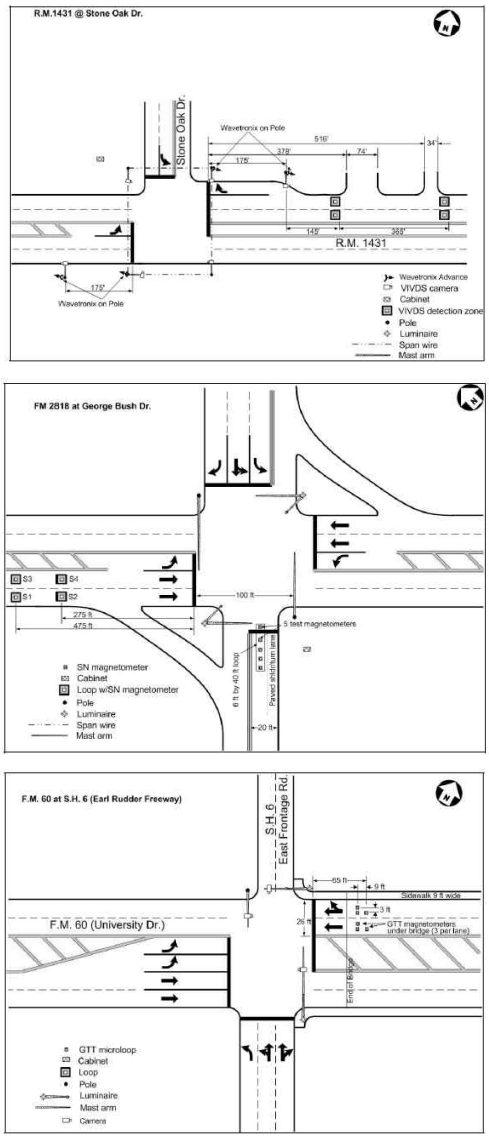
년도	과제(연구) 명	과제책임	발행기관
2017	• Traffic Signal Operations Manual	-	Caltrans
2016	• A Survey on Urban Traffic Management System Using Wireless Sensor Networks	Kapileswar	MDPI, Basel, Switzerland
2016	• Traffic Controller Assemblies with NTCIP Requirements Ver.03.07	-	NEMA
2015	• Evaluation of Vehicle Detection Technologies for Applications in Georgia	Yang	Georgia Department of Transportation
2015	• Special Specification TO-8010 Wireless Magnetometer Vehicle Detection System	-	Texas Department of Transportation
2015	• Controller Specification		Institute of Highway Engineers
2015	• Wimag Vehicle Detection System	-	Simens
2014	• Error Assessment for Emerging Traffic Data Collection Devices	Wang	Washington Department of Transportation
2014	• Sensys Networks VDS240 Wireless Vehicle Detection System	-	Sensys
2010	• Vehicle detection using non-invasive wireless magnetic sensor network	Liepins	Institute of Electronics and Computer Science
2009	• Alternative Vehicle Detection Technologies for Traffic Signal System	Middleton	Texas Department of Transportation
2009	• Adaptive Traffic Control systems in the United States	Matt	HDR Engineering, Inc
2008	• 3000/3000E Controller Operating Manual	-	PEEK
2007	• Advantages of the Wireless Vehicle Detection System	-	Sensys
2005	• Traffic Control System Handbook	Robert	FHWA
2005	• Traffic Control Systems	-	NEMA
2004	• Traffic Measurement and Vehicle Classification with a Single Magnetic Sensor	Cheung	California Partners for Advanced Transportation Technology
1996	• Improved Traffic Signal Coordination Strateg ies for Actuated Control	Messer	Southwest Region University Transportation Center

(1) Alternative Vehicel Detection Technologies for Traffic Signal Systems(2008, Texas Department of Transportation)

1) 연구 목적

○ 루프 및 영상검지기를 대체할 수 있는 기술에 대한 평가를 목적으로 연구를 진행, 대체 검지기 후보로서 3개 검지기를 검토 후 대체검지기 선정 가이드를 제시함

- Global Traffic Technologies사의 Microloops
- Sensys Network사의 Magnetometer
- Wavetronix사의 SmartSensor Advance



<그림 2-105> 3개 대체 검지기별 설치·분석 지점

(자료: Alternative Vehicle Detection Technologies for Traffic Signal System, 2009, TTI)

2) 주요 내용 및 성과

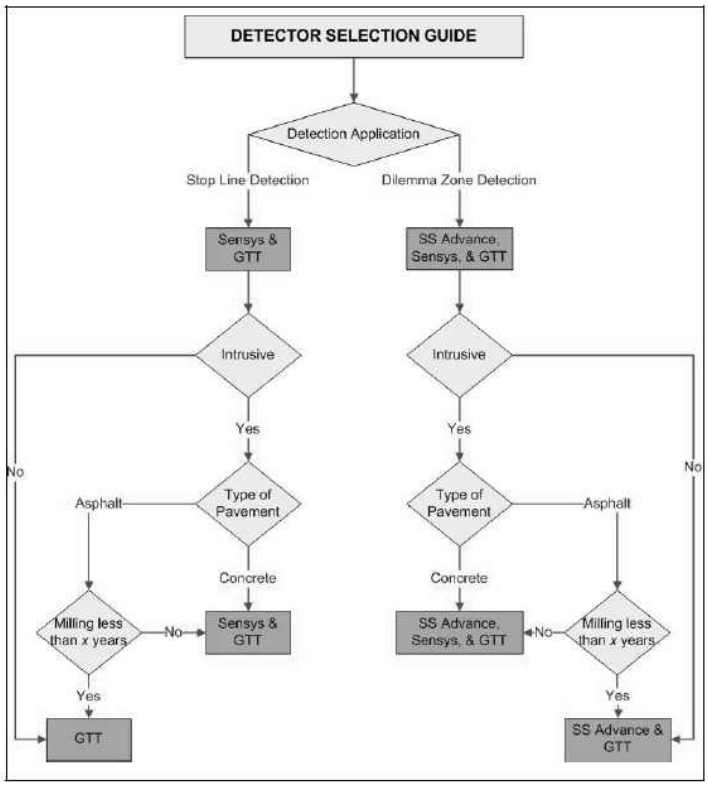
○ GTT의 검지기는 신뢰성을 확보한 것으로 검토 되며 날씨 또는 조명에 의한 영향이 없는 것으로 나타남. 교량 하부와 같은 일부 구간에서는 기기 파손의 우려가 있으며 검지부와 제어부는 유선으로 연결되기 때문에 통신 장애가 발생할 수 있음

○ TTI에서는 SH6 하부에 동일 검지기를 설치하여 10년간 운영했으나 침수 외에는 문제가 발생하지 않았으며, 침수상태에서도 작동함

○ Sensys 검지기의 경우 시공시 사용한 에폭시 본드의 영향을 받았으며 일부 노드와 통신 실패 상황이 발생하였음. 칩의 실링 처리 문제인 것으로 판단되며 제조사는 품질 보증을 위해 펌웨어를 출시함

○ Wavetronix 검지기의 경우 날씨에 영향을 받지 않으며 다른 지장물의 검지 요소에 면역을 갖는 방식으로 설치됨. 검지부와 제어부의 케이블 연결은 기설 도관을 사용하여 유틸리티 작업에 다소 취약한 편임

○ 검지기 설치 환경에 따른 대체검지기 선정 가이드는 사용 환경에 따라 선택할 수 있도록 제시함



<그림 2-106> 검지기 선정 절차

(자료: Alternative Vehicle Detection Technologies for Traffic Signal System, 2009, TTI)

(2) Evaluation of Vehicle Detection Technologies for Applications in Georgia(2015, Georgia Department of Transportation)

1) 연구 목적

○ 다양한 차량 검지 기술에 대한 평가 기준을 정립하고, 제약 조건등을 고려한 신호 운영 효율성 및 안전성 확보를 위한 검지기 선정 지침을 정립함

○ 평가는 정지선 검지와 Advance 검지 부문으로 구분하였으며, 정지선 검지 기술 6개, Advance 검지(Dilemma Zone or Volume-Density) 기술 2개를 선정하여 비교 분석함

○ 정지선 검지 부분에는 Autoscope사의 AIS-IV(A), FC-334T Thermal Imaging Camera(F), RZ4 Advanced WDR Camera(R), SmartSensor Matrix(SM), Wireless Magnetometer(WM), Vantage SmartSpan Camera(VS)가 사용되었으며, 무선 지자기 검지기는 Sensys사의 제품을 사용함

2) 주요 내용 및 성과

○ 무선 지자기 검지기에 대한 설치 가이드를 제시함

- 일반적으로 카메라 및 기타 비 침투 장치보다 정확하고 신뢰할 수 있으며, 유도 루프와 비교하여 설치 및 유지 관리가 더 쉽고, 신호 지원 구조와 독립적임
- 센서 노드와 액세스 포인트, 리피터 간의 통신 신뢰성 확보가 중요함. 첨두시 대형 트럭과 같은 차량이 천천히 통과할 경우 무선 신호에 영향을 미칠 수 있으며 이 경우 리피터의 추가로 해결할 수 있음
- 무선 자기 검지기의 생애주기 비용은 접근로 당 3개 이하 차로일 경우 다른 검지기기 비용과 유사하나, 3개 차로를 초과하는 대형 교차로의 경우에는 경제적이지 못함



<그림 2-107> 무선 자기검지기 설치 현장
(자료: Evaluation of Vehicle Technologies for Applications in Georgia 2015, GDOT)

<표 2-52> 정지선 검지 기술 평가결과

Criterion	Unit	Test Sites 1 and 2			Test Site 3		
		A	F	R	SM	WM	VS
Accuracy	100ms	5.72	6.58	1.17	6.99	3.09	14.16
	Scaled(0~100)	85.69	83.54	97.07	82.51	92.28	64.60
Reliability	100 milleseconds	6.72	7.27	3.96	2.97	0.00	49.01
	Scaled(0~100)	86.56	85.45	92.08	94.07	100.00	1.98
Ease of Install /Maintenance	Rating(1~5)	3.44	3.44	3.44	4.00	3.43	3.44
	Scaled(0~100)	61.00	61.00	61.00	75.00	60.75	61.00

(3) Error Assessment for Emerging Traffic Data Collection Devices(2014, Washington State Department of Transportation)

1) 연구 목적

○ 교통정보 수집 기반 시설로 적합한 검지기 선정을 위해 데이터 수집 기술에 대한 효과평가를 수행함

○ 평가는 수집 정보의 정확성, 신뢰성 및 비용을 기준으로 하며, 평가결과는 교통정보 수집 시스템을 선정하고자 하는 정부기관의 의사 결정 지원 자료로서 활용

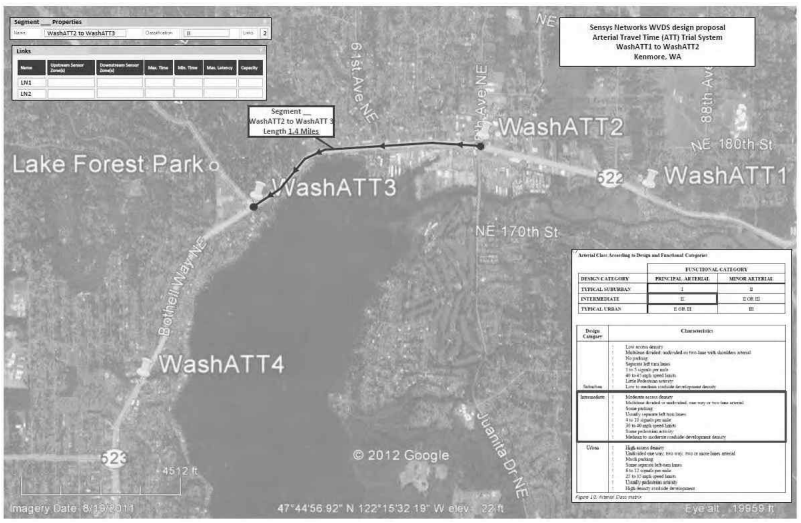
2) 주요 내용 및 성과

○ 테스트 베드는 국도 522의 NE153번가~83NE 교차로 구간(도심부 단속류 축), I-90(캐스케이드 산맥에서 스노 퀄미 패스를 연결하는 고속도로), Milespost109(Ellensburg, Wash.)에서 milepost32 (North Bend, Wash)구간 2개 축을 구성하였음

○ 평가는 자동 번호판 인식(ALPR) 시스템, Sensys사의 무선 자기 검지기, TrafficCast사의 BlueTOAD 시스템, Blip 시스템의 BlipTrack 센서 및 INRIX의 협력사 검지기를 대상으로 수행함

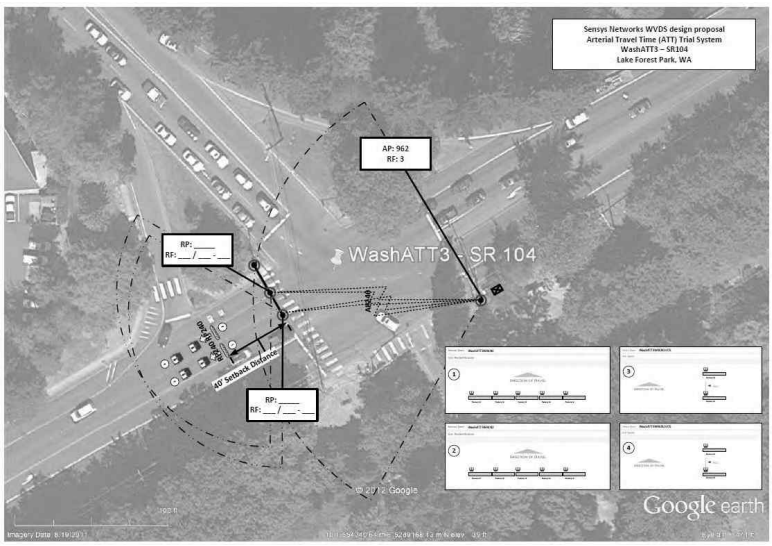
<표 2-53> 통행시간 정확도 분석(국도522, Westbound)

Sensor	83rd Pl. NE to 68th Ave.NE				68th Ave.NE to SR 104				SR 104 to NE 153rd St.			
	RMSE (sec)	MAD (sec)	MPE (%)	MAPE (%)	RMSE (sec)	MAD (sec)	MPE (%)	MAPE (%)	RMSE (sec)	MAD (sec)	MPE (%)	MAPE (%)
BlueTOAD	141.81	33.99	5.51	20.76	38.94	23.10	3.94	13.33	40.33	22.63	7.88	15.85
Sensys	146.63	35.87	13.18	21.54	51.43	37.20	19.01	23.37	41.37	25.69	13.88	18.86
Inrix	149.24	65.21	-35.33	35.93	45.32	29.63	-12.37	15.41	69.33	57.24	46.11	47.84
Blip-BT	134.25	33.46	-12.22	18.47	36.17	23.03	2.31	13.36	34.85	22.08	10.21	16.12
Blip-WiFi	136.19	38.63	-16.10	23.01	37.59	26.16	8.99	16.00	35.44	24.01	11.53	17.38
Blip-Combined	134.52	34.56	-15.18	19.68	35.57	22.63	4.79	13.33	34.83	22.29	11.26	16.35



<그림 2-108> 미국 104번 국도 Sensys 지자기 검지기 설치 사례

(자료: Error Assessment for Emerging Traffic Data Collection Devices, 2014, WSDOT)



<그림 2-109> 미국 14번 국도상 교차로 Sensys 지자기 검지기 설치 사례

(자료: Error Assessment for Emerging Traffic Data Collection Devices, 2014, WSDOT)

○ 평가 결과 Inrix 협력사의 검지기를 제외하고 대부분의 시스템이 양호한 결과를 나타내었으며 Sensys사의 검지기의 경우 대부분의 시나리오에서 수용 가능한 수준의 정확성을 보임

3. 선행 논문 동향 분석

가. 관련 선행논문 검색 방법

○ 감응제어 기법 및 검지기 관련 연구 논문은 국내·외 유명 학술검색사이트를 대상으로 논문 명, 본문, 초록을 검색 범위로 설정하였으며 검색기간은 2000년 1월 1일부터 2017년 11월 30일까지로 약 17년에 해당함

<표 2-54> 본 기획과제 관련 논문 검색 방법

구분	논문 검색		
검색 DB	· NDSL	· MDPI	· Semantic Scholar
	· RISS	· ACM DL	· Sensorsmag
	· DBpia	· ResearchGate	· JOHNSON MATTHEY
	· IEEExplore	· Sciencedirect	· TechRepublic
	· ELSEVIER	· Utah digitallibrary	· Citeseerx
분석 범위	2000.01.01. ~ 2017.11.30. (약 17년)		
검색 키워드	교통, 신호, 차량, 지자기, 자기, 검지기, 센서, 감응		
검색 범위	논문 명, 논문의 본문, 논문의 초록		

나. 관련 선행논문 검색 결과

○ 감응제어 및 검지기 기술과 관련한 국내 논문은 지자기 검지기 기술 및 자기형상과 관련한 연구가 주를 이루며 2000년 유영재의 연구를 시작으로 지속적으로 발행되고 있음

(1) 국내 논문 동향

○ 교통과학연구원(2001)의 연구에서는 지방지역 일반도로 독립교차로의 실시간 교통대응제어체계 개발을 위해 제어기의 소프트웨어와 검지기 체계 등 하드웨어를 개선·보완한 시스템을 개발을 완료하여 현장실험을 실시하여 지체와 딜레마존(Dilemma Zone)의 감소를 확인함

○ 한국건설기술연구원(2004)에서는 고속으로 운영되는 일반국도의 연동신호제어 하에서 신호교차로 통과차량의 안전성을 높이는 딜레마감응 제어방법을 개발하였으며, 이를 평가하기 위한 HILS(Hardware in Loop System)를 개발함. HILS 장비를 통한 실내시험평가 및 일반국도 1호선 오산시, 화성시 관내 신호교차로에 시스템을 구축하여 현장평가를 실시한 결과, 교통소통 및 안전 측면에서 효과가 입증됨

○ 한국교통연구원(2010)에서는 고양시 관내를 지나는 지방도 310번 상의 6개 교차로를 대상으로 중요교차로의 차량검지체계로부터 얻어진 신호주기 정보를 반감응 제어를 위한 공통신호주기로 이용하여 인접 교차로와 연동하는 시스템을 구축하여 그 효과를 제시함

○ 김남선(2011)은 다양한 교통량 시나리오를 설정하여 반감응 신호제어를 이용한 비보호 좌회전 운영전력의 효과분석을 통하여 반감응 신호제어를 이용한 비보호 좌회전의 운영기준을 제시함.

효과분석 연구대상지역은 비보호좌회전 신호가 운영되고 있는 구간을 기준으로 교통량, 신호운영현황 등 교통환경 변수를 조사하고 미시적 교통류 해석 모형인 VISSIM을 이용하여 시뮬레이션의 효과를 분석함

○ 고광용 외 3인(2017.02)은 일반국도가 통과하는 시범운영지역을 선정하고 다양한 개선방안을 적용하여 그 운영 효과를 측정한 후 국도감응 기본계획 수립을 위한 설계기준으로 확립하고자 함

○ 효과분석을 시행한 결과 주방향 녹색시간은 기존 고정신호제어 대비 약 27.8% 정도 증가하였으며 통과차량대수는 12.19% 정도 증가하였으며, 평균정지지체는 36.93% 감소함. 주행시간은 10.99% 정도 단축되었고 신호위반건수는 평균 31.82% 정도 감소되었고 차량감응만 시행하였을 때의 효율은 약 65.88% 정도를 보였으며 이와 같은 결과는 감응제어가 고정시간제어 대비 이동성 및 안정성이 확보되는 것으로 볼 수 있었음

<표 2-55> 감응제어 및 검지기 기술 관련 국내 논문

구분	논문명	학술지	저자	발행년도
1	· 우리나라 일반국도 환경을 고려한 감응제어시스템 시범운영 효과분석	한국ITS학회논문지	고광용 외 3인	2017.02
2	· 자기형상을 이용한 차량감지조건 향상 기법	한국통신학회논문지	최학윤	2017.10
3	· 지자기센서기반 차량검지시스템과 R을 이용한 교통정보모델링	한국정보과학회 학술발표논문집	손석현 외 3인	2013.06
4	· 자기신호분석을 통한 차량의 감지센서와 자기형상에 관한 연구	한국통신학회논문지	최학윤	2015.02
5	· 반감응 신호제어의 정량적 효과 평가에 관한 연구	한국ITS학회논문지	김승진 외 4인	2013.06
6	· 국도 반감응 신호제어 도입 타당성 분석	교통 기술과 정책	김형진	2013.10
7	· 영상검지기 기반 반감응 신호제어시스템의 성능평가 및 효과분석 방법론에 관한 연구	한국ITS학회논문지	이철기 외 4인	2012.02
8	· 차량감지를 위한 이방성 자기저항센서 모듈의 설계	조명전기설비학회논문지	최학윤 외 1인	2011.08
9	· 차량검지를 위한 무선 자기센서 네트워크 프로토콜	한국정보처리학회 학술대회 논문집	유재준 외 2인	2011.05
10	· 좌회전 감응신호제어방법 개발에 관한 연구	한국ITS학회논문지	김수희 외 4인	2011.06
11	· 영상검지기를 이용한 좌회전 감응식 신호제어전략 개발	대한교통학회지	은지혜 외 5인	2011.04
12	· 차량 네트워크 기반 속도 및 지자기센서 데이터를 이용한 측위 시스템	한국통신학회논문지	문혜영 외 2인	2010.12
13	· 자기 센서 노드 기반 차량 검지 및 속도 계산 알고리즘 설계 및 구현	한국정보과학회 학술발표논문집	유재준 외 2인	2010.06
14	· 무선 자기 센서 네트워크를 이용한 차량 검지 시스템의 설계 및 구현	한국정보과학회 학술발표논문집	유재준 외 2인	2009.06
15	· 천안시 외곽지역의 감응식 신호운영을 위한 기초연구	한국ITS학회논문지	박순용 외 1인	2009.06
16	· 가속도 및 지자기 검지 기능의 복합센서 모듈 개발	대한전기학회 학술대회 논문집	박호준 외 4인	2006.07
17	· 지자기 센서를 이용한 차량감지에 관한 연구	대한전기학회 학술대회 논문집	강문호 외 1인	2001.07
18	· 3축 자기센서를 이용한 자기차선상의 차량위치 및 방향 추정	센서학회지	유영재	2000.09

○ 최학윤(2017.10)은 지자기 검지기의 차종 구분의 검지 정확도를 높이기 위해 다양한 차종을 대상으로 3축 자기장형상과 크기를 분석함. 실험결과, 3축 자기장 값의 감지조건을 1<(x2+y2)/(y2+z2)<5 범위에서 y2+z2성분을 6,000mG ~ 11,000mG까지 1000mG 간격으로 변화시켰는데 y2+z2이 8,000mG이상이고 (x2+y2)/(y2+z2)이 3이하인 조건을 동시에 만족하는 경우에 20대의 차량이 모두 감지되었으며 주차공간에서 측정한 결과는 95%의 차량감지율을 보임

○ 손석현 외 3인(2013.06)은 실제 도로에 지자기센서기반 VDS 장비를 설치하고 취득된 실데이터를 기반으로 통계 분석 프로그램인 R을 통해 교통정보 모델링을 수행함. 기존 ITS용 VDS장비의 단점을 보완(설치 및 유지보수비용의 절감, 신뢰성)한 국산화 지자기센서기반 VDS장비는 ITS분야에 필요함을 제언함

○ 최학윤(2015.02)은 도로, 주차장 및 차량의 종류를 감지하기 위해 자기센서를 이용하여 이동 및 정지된 차량의 자기장을 측정하고 자기장 형상을 분석함. 주행차로의 자기장 형상은 비주행차로의 경우보다 자기장 첨두치가 크며 복잡한 형상을 보여 센서의 설치위치로 주행 차량의 방향을 구분할 수 있었으며, 차체가 클수록 자기장의 변화가 커 차량 종류 식별이 가능하였음. 이를 통해 자기센서로 분석한 자기장형상은 주차장의 주차면 점유상태확인과 주행차량의 속도 감지 그리고 차량 종류를 인식하는데 사용될 수 있음을 제시함

○ 김승진 외 4인(2013.06)은 지방부도로에서 보행자 검지자료 및 부도로 차량의 검지자료를 이용하여 신호 제어의 효율성을 극대화하는 반감응식 신호제어 기법을 실제 현장에 구현하는 전략을 개발하고, 이를 실제 교차로에 적용하여 평가된 정량화된 결과를 제시하고자 하였으며 분석결과 반감응제어 기법 도입에 따라 직진교통량 처리용량이 증대되어 오전 첨두시간의 교통량은 평균적으로 9.4% 증가하였고, 오후 첨두시간의 경우 약 11.3%의 교통량의 증가가 나타남. 그리고 주방향 직진 차량에 대한 녹색시간을 추가로 제공함에 따라 주방향 연동 폭이 확대되어, 평균적인 통행시간이 오전 첨두시에는 6.3%, 오후 첨두시에는 7.8% 감소하였으며 지체차량 수도 전체적으로 약 29.2% 대폭 감소되어 반감응 신호제어 효과가 큰 것으로 확인함

○ 김형진(2013.10)은 기존 연구 사례들을 분석하여 반감응제어방식을 신제 국도에 도입할 경우의 기대효과를 도출하고 향후 국도ITS 사업에 포함가능여부를 분석하였음. 연구 분석 결과 신호제어기법의 도입으로 인한 효과가 분명하고, 이를 기반으로 국도의 소통능력이 크게 개선될 것으로 판단되기 때문에 현재 각 지방의 국토관리청에서 지속적으로 구축하고 있는 국도 ITS 사업과 연계하여 일부 구간에 대한 시범 사업 도입이 필요한 것을 확인함

○ 최학윤 외 1인(2011.08)은 정지 및 이동 중인 차량에 대하여 3축의 EMF변화를 감지할 수 있는 센서모듈 모델링을 실시함. 최대 측정범위가 ±2[G]인 하니웰사의 MR센서를 이용하여 증폭회로 및 센서필터 등을 구성하여 PCB를 제작 후 성능 테스트 수행 결과 3축은 각각 0,2~0.3[mG]로 측정되었고, 센서의 분해능을 결정하는 자기장의 변동은 0.03[mG]단위에서 움직임이 안정되는 것을 확인함. 차량감지 성능 테스트에서는 차량의 진입과 주차 후 자기장의 변화가 지자장의 평균치 0.5[G]를 중심으로 0.323~0.695[G]로 측정되었며 약 0.37[G]의 변동폭을 확인할 수 있었음

○ 유재준 외 2인(2011.05)은 차량 검지를 위해 자기 센서노드를 기반으로 구축되는 무선 센서 네트워크 시스템의 응용 프로토콜을 설계함. 차량 검지를 위한 자기 센서노드 기반 무선 센서네트워크는 센서노드에서 판단된 차량 존재 정보를 기반으로 센서 네트워크의 전반을 관리하는 베이스 스테이션, 자기 센서노드와 베이스 스테이션 사이에서 검지정보를 중계하고, 자기 센서 네트워크의 시각 동기화 등을 관리하는 중간 릴레이 노드로 구성함

○ 문혜영 외 2인(2010.12)은 차량 통합 네트워크 기반 센싱 데이터(차량 내부 CAN 네트워크의 차량 속도, 지자기 센서 데이터)를 활용하여 GPS가 정상작동 되지 않는 곳에서의 측위 문제점을 해결하기 위한 기법을 제안함. 특위 기법의 GPS가 위치정보 추출에 우선적으로 활용되며, GPS가 불가능한 지역에 대해서는 Wi-Fi A를 이용한 측위를 수행한 결과 GPS와 Wi-Fi 장치의 위치정보 모두 유효하지 못한 경우, 수신된 최종 위치를 기준으로 CAN 네트워크 및 지자기 센서의 데이터를 이용하는 측위 알고리즘을 구현함으로써 제안한 기법이 동작함을 확인함

○ 박순용 외 1인(2009.06)은 천안시 교통정보센터에서 운영하고 있는 외곽지역의 신호교차로 중 감응식 신호제어 운영을 실시한 성거읍사무소 4지 교차로를 대상으로, 감응식 신호제어 운영과 고정식 신호제어 운영의 효과 및 안정성을 비교 평가하고자함. 평가 결과 고정식 운영의 최적화만으로도 차량의 지체를 감소하는 효과를 보았으나 고정식 방식의 특성상 교통량 조사를 통한 신호운영 변수의 변화가 쉽지않았으며 교통량 조사 등과 같은 부가적 노력 없이 신호 교차로의 운영을 보다 효과적으로 운영할 수 있을 것으로 판단하였음

○ 박호준 외 4인(2006.07)은 초소형 정전 용량형(capacitive type) 3축 가속도 센서와 플럭스 게이트형(fluxgate type) 2축 지자기 센서, 구동 ASIC, 마이크로 컨트롤 유니트를 통합 기판에 집적시킨 복합센서 모듈을 개발함. 고온 보존, 저온 보존, 진동, 정전기 등의 12개 항목에 대해 우수한 성능을 확보한 것으로 나타났으며 안정된 성능을 발휘하는 것으로 나타남

○ 강문호 외 1인(2001.07)은 기존 차량감지장치를 대체할 수 있는 새로운 방식의 차량 감지장치에 대한 연구를 수행, 자성체에 의한 지구자기장 변화를 감지하는 지자기센서(Magneto-Resistive)를 차량의 진입부와 진출부에 각각 설치하고, 각 센서출력전압을 증폭하는 전압증폭기 및 신호처리회로, 마이크로프로세서, 무선 데이터 송수신장치를 갖춘 감지장치와 실제 차량주행을 모사하기 위한 모의 차량 주행 장치를 제작함. 감지기에 의해 모의 차량의 이동량, 속도 등을 감지하여 모의 차량의 기준속도와 비교한 제안된 감지방식의 신뢰성을 제시함

○ 유영재(2000.09)는 자기차선에서 발생하는 자장의 3축 성분 세기인 전후방향 자장(x), 축방향 자장(y), 높이방향 자장(z)를 해석함으로써 자기차선 추적제어에 필요한 제어기 입력변수인 차량 거리와 차량 방향을 예측하는 시스템을 제안함. 자기 차선으로 발생하는 자장 3축 성분를 해석함으로써 자기차선 추적제어에 필요한 제어기 입력변수인 차량 거리와 차량 방향을 예측함. 이를 위해 자기 차선에 사용되는 원통형 영구자석인 단일 자기원에 자기 쌍극자모델이 적용될 수 있음을 실험 데이터와 모델과 비교함으로써 검증하였고 실험데이터의 분석을 통하여 자장의 3축 성분에 따른 센서의 위치와 방향을 추정함

(2) 국외 논문 동향

○ 감응제어 및 검지기 관련 국외 논문은 무선기술의 접목과 평가 방안, 지능형 검지 방식에 대한 연구가 진행되고 있음

○ Tubaishat외 2인(2007)은 감응 신호 운영을 위한 무선 지자기 검지기 시스템 기반의 분산형 신호 제어 방안을 제안함. 개별 교차로 단위로 제어를 담당하는 에이전트가 설치되며 해당 에이전트는 광역 관리를 위해 검지기 수집 정보를 상호간 교환 가능하며 차로별 설치된 지자기 검지기는 자신의 설치위치, 차선번호, 단위시간동안의 검지 차량수를 에이전트로 전송하는 방안임. 인접 개별 교차로 단위의 통행흐름 개선 및 인접 교차로간 연동 효과의 개선이 있음을 제시함

○ Christopher외 3인(2010)은 기존 루프 검지기의 유지보수 문제점을 해결하기 위한 대체 검지기로서 무선 지자기 검지기의 성능 평가 연구를 수행함. 테스트 베드의 독립교차로 좌회전 차로에 유도 루프와 무선 지자기 검지기를 동시에 설치하여 5일 동안 수집된 자료를 바탕으로 분석하였으며 검지와 비검지의 검증은 트래픽 이벤트 로그 데이터와 비디오 영상을 대조하여 수행함. 분석 결과 무선 지자기 검지기는 검지 실패율에서 루프 검지기와 유사하였으며, 오검지율은 약간 높은 것으로 나타났으며 무선 지자기 검지기의 상태변화는 활성화상태에서 0.2초 이하, 상태종료에서 0.5초 이하의 대기시간을 갖는 것으로 나타남(85%값 기준) 검지 실패를 최소화하기 위해 정지선 검지기의 간격을 8인치 이격하는 것을 제안함

○ Medina외 2인(2014)은 무선 지자기 검지기의 성능 평가를 위해서 신호교차로의 정지선 및 상류에서 테스트를 수행하고 비교 분석을 위하여 루프 검지기를 동일 설치하였으며, 검지 정보의 오류여부를 판단하기 위하여 영상자료를 확보함. 신호교차로 정지선에서 일반적인 무선 지자기 검지기의 오류 원인은 인접 차로의 차량을 검지하는 경우였으며 양호한 날씨에서 차로당 평균 5.6~7.6%, 동절기 기상조건에서는 7.7%~15.4%의 오차를 나타내었음

○ Taghvaeeyan와 Rajamani(2014)는 교통량, 차종구분, 속도를 측정할 수 있는 자기센서를 개발함. 자기센서는 비매설식 무선 이방성 자기 장치로 구성되며 도로 측면에 설치하여 바로 근접한 차로의 교통상황을 측정하고 인접하지 않은 차로에서 주행하는 대형 차량에 의한 오류를 저감시킬 수 있도록 자기 검지기 기반 알고리즘을 제안함. 알고리즘 적용전 오차율 8%가 알고리즘 적용에 의해 1%로 감소하였으며 속도는 종방향으로 위치한 센서 간의 교차 상관성을 계산함으로서 산출, 주파수 신호 처리 기술을 사용함으로서 계산속도를 향상시킬 수 있었음

○ Kwong외 3인(2009)은 지자기 검지기를 활용한 통행시간 추정 알고리즘을 개발하였으며 2지점의 지자기 검지기에서 검출되는 차량 신호를 매칭함으로서 구간 통행시간을 산출할 수 있었음. 매칭된 모든 차량의 통행 시간을 집계하여 통계 분포를 산출하고, 용량, 교통량/용량비, 대기행열 길이 및 링크의 통행 차량 수를 비롯한 기타 교통정보를 제공함. 매칭 알고리즘은 지자기 검지기의 고유 신호값을 기반의 통계자료로 참값 추정이 불필요로 하며 미국 CA, Albany에 있는 San Pablo Avenue의 1.5km 구간에서 실험함

<표 2-56> 감응제어 및 검지기 기술 관련 국외 논문

발행 년도	논문명	학술지	저자
2007	Adaptive Traffic Light Control with Wireless Sensor Networks	IEEE	Tubaishat외 2인
2010	Operational Evaluation of Wireless Magnetometer Vehicle Detectors at a Signalized Intersection	TRB annual meeting	Christopher외
2014	Detection Performance of Wireless Magnetometrs at Signalized Intersection and Railroad Grade Crossing Under Various Weather Conditions	Journal of TRB	Medina외 2인
2014	Portable Roadside Sensors for Vehicle Counting, Classification, and Speed Measurement	IEEE TRANSACTIONS ON INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS	Taghvaeeyan and Rajamani
2009	Arterial travel time estimation based on vehicle re-identification using wireless magnetic sensors	Transportation Research Part C	Kwong외 3인
2007	Design Considerations for a Wireless Sensor Network for Locating Parking Spaces	IEEE	Boda외 2인
2010	Intelligent Traffic Light Flow Control System Using Wireless Sensors Networks	JOURNAL OF INFORMATION SCIENCE AND ENGINEERING	YOUSEF외 2인
2006	Parking monitor system based on magnetic field sensors	2006 IEEE Intelligent Transportation Systems Conference	Wolff외 4인
2016	Queue length estimation at signalized intersections based on magnetic sensors by different layout strategies	WCTR 2016	Li외 4인
2014	Reliable Wireless Vehicle Detection using Magnetic Sensor and Distance Sensor	International Journal of Digital Content Technology and its Applications	Ma외 4인
2015	RF-based Traffic Detection and Identification	Vehicular Technology Conference, 1988, IEEE 38th	Al-Husseiny and Youssef
2011	Some Practical Vehicle Speed Estimation Methods by a Single Traffic Magnetic Sensor	14th International IEEE Conference	Li외 4인
2011	Vehicle detection and classification by measuring and processing magnetic signal	Measurement	Lan외 3인
2011	Wireless Magnetic Sensor Node for Vehicle Detection With Optical Wake-Up	IEEE SENSORS JOURNAL	Sifuentes외 2인
2007	Wireless magnetic sensors for traffic surveillance	Transportation Research Part C	Haoui외 2인

○ Boda외 2인(2007)은 공공 주차장의 주차 공간을 실시간으로 추적하고 운전자와 통신 할 수 있는 무선 센서 네트워크를 제안함. 무선 센서는 통합 센서, 프로세서, 메모리 및 자율 네트워킹 기능이 있는 무선 인터페이스가 있는 임베디드 시스템으로서 다수의 무선 센서를 사용하여 다양한 분산 모니터링 작업을 수행하는 센서 네트워크를 구성 할 수 있고 검지부로서 무선 지자기 검지기를 사용함. 실험 결과 186대의 차량 중 3대의 검지에 실패하여 검지실패율을 1.61%인 것으로 나타남

○ Yousef외 2인(2010)은 효율적 교통제어를 위한 WSN(Wireless Sensor Network) 기반으로 교통류를 제어하는 교통 시스템 통신 알고리즘(TSCA)과 신호시간 조작 알고리즘(TSTMA)을 제시함

○ Wolff외 4인(2004)은 주차면에 설치된 지자기 검지기 정보를 기반으로 주차 관리 시스템을 제안함. 차량 주차면 점유 및 비점유 판정을 위한 자기장 파형 분석을 수행하였으며, 인접차량 검지에 따른 간섭 발생 및 주차장 위치에 따른 정적 자기장의 검지 능력 저하와 같은 한계점을 확인하였으며 차량 검출 알고리즘의 개선을 통한 주차 관리시스템으로서 자기 센서의 활용 가능성을 제안함

○ Haijian외 4인(2016)은 차로당 대기행렬 길이를 추정하기 위한 자기 검지기의 배치 전략을 제안함. 또한 차로당 단일 검지기를 이용하여 대기행렬 길이를 추정하는 전략을 Tail(Tail Interval-Based Method), PTM(Passing Time-Based Method), Tail 간격 및 T-PM(Passing time-based method) 세가지로 구분하였으며 T-PM은 정확성과 견고성면에서 상대적으로 우수한 성능을 보여 단일 자기 검지기를 이용시 대기행렬 검지 시스템 대비 경제성이 있음을 제안함

○ Ma외 4인(2014)은 가로구간 교통량 검지 및 주차점유 검지기로서 활용 되는 자기 센서가 금속 물체에 영향을 받는 문제점을 해소하기 위해 자기 센서와 거리 센서를 결합하여 검출 정확도를 향상시키는 기법을 개발함. 자기 센서를 이용하여 자기장 변화에 따른 차량 존재가 파악 되었을 경우 거리 센서를 활성화시켜 차량 존재 여부를 2차적으로 확인함으로서 검지 신뢰성을 향상시킴

○ Al-Husseiny와 Youssef(2015)는 RF 기반 교통 검지 및 차종을 구분하기 위한 시스템 Monitor를 제안함. 비매설식 검지 기법으로 Monitor 시스템 아키텍처와 수신된 RF 신호 강도의 평균 및 분산을 기반으로 통계기법을 사용, 개체존재를 감지하고 트래픽 추정치를 줄이는 방법을 제안함

○ Coleri외 2인(2004)은 유도 루프 검지기 및 영상 검지기를 대체하여 무선 센서 네트워크를 활용한 교통량 검지 시스템을 제안함. 무선 센서 네트워크와 액세스 포인트로 구성되며, 검지된 신호는 센서 노드에서 정보를 생성하여 엑세스포인트로 전송되는 기술로 자기 검지방식을 이용한 프로토 타입 센서 노드 Traffic-Dot은 97%의 차량 검지율을 보이며 페어 형태로 설치함으로서 속도 측정도 가능함

○ Ding외 3인(2004)은 차량 검지를 위한 센서 노드 데이터의 처리 알고리즘을 제안함. 차량 검지시 발생하는 음향 및 자기 신호에 대해 ATA(Adaptive Threshold algorithm, ATA) 검지 판정 임계 알

고리즘을 제안하였으며 시간영역 에너지 분포 곡선을 계산 후 Decision State에 따라 동적으로 갱신되는 임계값을 사용하여 에너지 곡선을 분할함으로서 도출된 Decision Result를 통해 차량 검지 여부를 결정함

○ Li외 4인(2011)은 단일 다기능 자기 센서를 활용한 3가지 차량 속도 추정 방안을 제안함. 선형 시간 Complexity를 이용한 차량 검지 알고리즘으로 차량 검지에 따른 파형을 분석함에 있어 속도 산출을 위한 참조 기준을 VLB(Vehicle Length Based), TDB(Time Difference Based) 및 MVB(Mean Value Based)로 구분함. 45대의 샘플 차량에 대해 테스트 한 결과 3개 기준에 따른 평균 속도의 오차는 모두 1km/h 미만으로 나타남

○ Cheung외 2인(2004)은 무선 자기 검지 시스템을 루프 검지기와 비교하고 영상 수집정보를 통해 검증함. 현장 테스트 결과 98%의 차량 통행 검지율을 확인하였으며, 평균차량 길이 및 속도 추정에는 90%의 정확도를 보이며 차종구분에 있어서는 80%의 정확도를 나타냄

○ Lan외 23인(2011)은 단일 센서 인식률 저하 문제를 MEMS(Micro-Electro-Mechanical System)을 기반으로 차량 검지율을 향상시키기 위한 분석 기법을 제안함. 차량 검지시 발생하는 파형 상의 오목부 및 볼록부의 각도를 분석하는 ISVM(Improved Support Vector Machine)을 통하여 약 85%의 검지율을 확인함

○ Sifuentes외 2인(2011)은 유선 네트워크에 기반한 검지시스템의 비경제성을 지적하고 기존 단일 검지 방식의 한계점으로부터 자기 센서와 광센서를 포함하는 WSN 기반 검지 방식을 제안함. 단일 자기 검지 방식 적용시 발생할 수 있는 오검지를 줄이기 위하여 광학 센서를 이용하여 차량 검지시 비활성화 상태의 자기 센서를 활성화 시키는 방식을 적용함

○ Haoui외 2인(2008)은 Sensys사의 자기 검지 센서 적용 기법을 제안하였으며 단일 AP의 차로별 센서 노드 및 로컬 제어기 연결 용량 및 산출 가능 정보를 제시함. 현장 테스트를 통한 루프검지기와의 비교 결과 유사수준의 정확도를 나타냄

제5절. 국내 연구개발 인프라 및 인력 현황

○ 본 기획과제가 준비하는 '본 과제'와 관련되는 연구범주는 크게 (1) 검지기 개발 부문과 (2) 감응신호운영 기능 평가 부문 두 가지로 구분됨

1. 대학 인프라 및 인력

○ 검지기 개발은 실제 하드웨어 제품 생산 인프라를 보유하고 있거나 기술을 관리하는 연구소 및 민간업체가 우선적으로 참여해야 할 것으로 판단하며 해당제품 개발과정에 참여하는 대학은 전기, 전자, 통신, 배터리, 기계 분야 연구경험이 많은 광운대, KAIST, 서울대, 연세대, 고려대, 한양대, 명지대, 서울과학기술대 등 박사급 교수들임

○ 대학에서 투입되는 교통공학 분야 연구는 '감응신호운영 기능 평가'부분으로 전국 모든 대학(교통공학 전공학과 또는 프로그램을 두고 있는 한국교통대, 서울과학기술대, 한양대, 서울시립대, 연세대, 아주대, 서울대, KAIST, 명지대, 계명대, 고려대 등)이 현장 설치를 통해 자료를 수집 및 평가할 수 있는 인프라를 확보하고 있음

○ 해당 연구에 투입되는 인력은 해당 대학에서 교통공학을 전공한 교수진 전부 해당되나, 특히 교통신호운영 분야 연구 경험을 보유한 서울시립대, 아주대, 한국교통대, KAIST, 서울과학기술대학, 연세대, 명지대 등 박사급 교수들임

2. 연구소 인프라 및 인력

○ 검지기 개발은 실제 하드웨어 제품 생산 인프라를 보유하거 있거나 기술을 관리하는 연구소 및 민간업체가 우선적으로 참여하여야 할 것으로 판단하며 해당 제품개발에 참여할 수 있는 국책연구소는 도로교통과 관련된 전기, 전자, 통신, 배터리, 기계 융합분야 제품개발 연구경험이 많은 한국전자통신연구원(ETRI), 국도 검지기 연구경험이 많은 한국건설기술연구원(KICT), 교통체계 연구경험이 많은 한국교통연구원(KOTI) 등이 있음

○ 이들 국책연구소에서 보유한 전문 인력은 도로교통과 관련된 검지기 및 교통신호제어기 분야 연구개발 업무를 국내외에서 수행한 박사급 연구원, 부연구위원, 연구위원, 수석연구원, 책임연구원 등 우수한 연구원 소속 연구 인력이 국내 시장에 배치되어 있음

3. 민간업체 인프라 및 인력

○ 검지기 개발은 실제 하드웨어 제품 생산 인프라를 보유하고 있거나 기술을 관리하는 연구소 및 민간업체가 우선적으로 참여해야 할 것으로 판단하며 해당제품 개발과정에 참여할 수 있는 민간업체는 전기, 전자, 통신, 배터리, 기계 기술을 융합한 교통신호제어기 또는 교통신호검지기 제품을 생산하는 인프라를 보유한 <표 2-57>의 민간 기업체임

○ 개발되는 제품의 요소장비별 관련되는 연구개발 인프라 보유 회사는 아래와 같이 다르게 구분될 수 있음

- 교통신호제어기 내부에 탑재되는 '검지기보드' 생산 인프라는 국내 민간업체 '㈜모루' 및 '㈜한국전기통신'이 보유하고 있음
- 무선 지자기검지기 관련 기술은 미국 SENSYS 네트워크 제품을 수입해서 판매하는 국내 민간업체 '㈜아이티에서뱅크' 및 '㈜모루'가 보유하고 있음
- 무선통신기술을 이용하여 매설된 검지기를 관리하는 기술은 교통과 연계되는 IT기술을 보유한 국내 민간업체 '㈜서울전자통신', '㈜코스텍' 등이 있음

○ 국내 민간업체 인력은 주요 기술개발 인력은 업체의 H/W개발 인력은 31명, S/W기술 인력은 21명으로 ITS업체에서 검지기의 생산 및 운영체계에 대한 기술개발을 현재 수행하고 있음

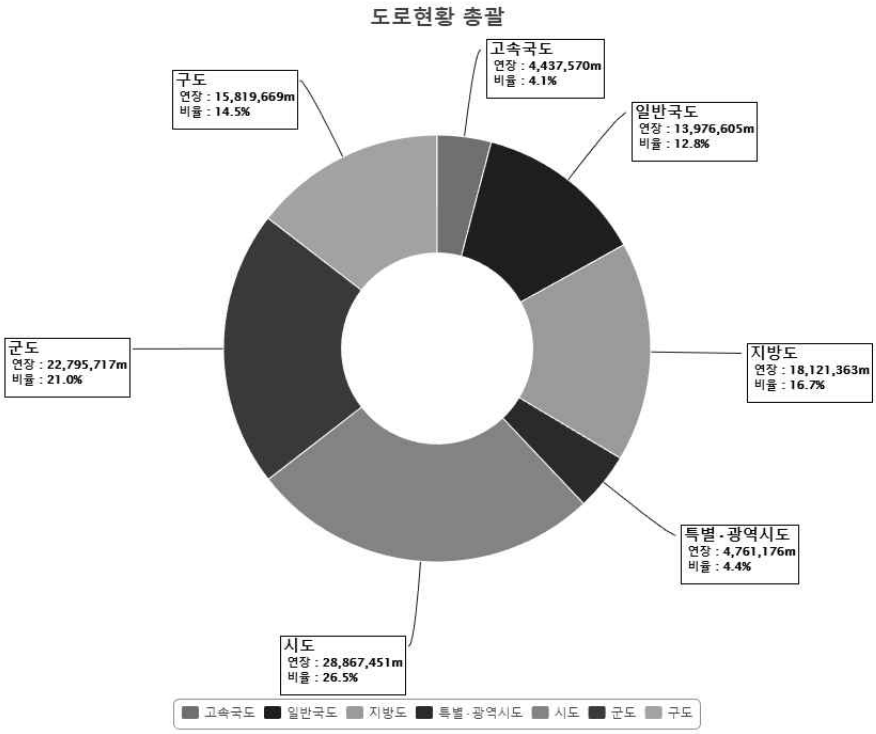
<표 2-57> 국내 기술인력 현황

기업	H/W 개발인력(명)	S/W 개발인력(명)	분야
엘시큐리티	2	1	검지기
Traffic21	2	2	검지기
모루시스템	3	2	검지기
서돌전자통신	3	3	제어기, 검지기
코스텍	4	2	제어기, 검지기
세인시스템	1	1	제어기, 검지기
한국전기교통	3	2	제어기, 검지기
진우산전	8	4	제어기
한진E&C	1	0	제어기
피엔디	1	1	제어기
LK11	3	3	제어기
합 계	31	21	-

제6절. 국내 수요처 의견수렴 및 요구사항 분석

1. 검지기 운영 현황

○ 국내 도로 총 연장은 고속국도, 일반국도, 지방도, 특별·광역시도, 시도, 군도, 구도를 포함하여 약 108,779km 로 각각의 연장 및 비율은 아래 그림과 같음



<그림 2-110> 전국 도로현황 총괄 그래프

(자료: 국토교통부 도로 및 보수현황 시스템 통계자료, 2016년 말 기준)

○ 이 중 지방도는 326개 노선으로 총 18,121km(개통도 16,844km)이고 4차로 이상 도로연장은 약 2,066km로 전체의 약11%를 차지함

○ 4차로 이상의 도로 2,066km 연장 안에 있는 신호교차로 및 비보호 교차로가 본 연구의 실제수요임

○ 도로현황 및 정보를 현재 국가통계포털, 국토교통 통계누리, 도로 및 보수 현황 시스템 등 다양한 방법으로 제공하고 있지만, 국지도별 교차로 현황은 별도로 제공하고 있지 않기 때문에 각 시도별 세부조사가 필요할 것으로 판단되어 현재 조사 진행 중임

○ 다음 지도를 활용하여 교차로 검색 시 국내 총 교차로 수는 17,879개로 추정 가능하며, 이는 교차로, 삼거리, 사거리, 네거리, 오거리를 포함한 것임

○ 네이버 지도의 경우 명칭에 교차로가 들어간 교차로는 총 6,578 개소임

○ 이 중 신호제어용 검지기 설치 현황은 <표 2-58>과 같음

<표 2-58> 지자체별 검지기 설치 현황

지자체	신호제어군 (SA)	감응형식	지자체	신호제어군 (SA)	감응형식
		좌회전			좌회전
남양주시	70	18	파주시	21	22
군포시	28	2	양주시	-	-
평택시	13	13	성남시	-	-
여수시	30	49	원주시	-	-
대전광역시	115	457	충주시	30	83
광주광역시	166	237	천안시	54	140
부산광역시	306	31	청주시	50	10
울산광역시	70	346	전주시	119	48
대구광역시	211	11	순천시	15	-
제주특별자치도	22	97	김제시	-	-
광명시	17	61	군산시	26	-
용인시	14	64	익산시	-	-
의왕시	21	-	포항시	46	-
시흥시	64	71	창원시	84	-
과천시	-	-	김해시	-	2
수원시	117	210	양산시	30	-
고양시	67	144	경주시	-	-
김포시	-	78	구리시	15	-
부천시	54	58	인천광역시	215	1594
의정부시	36	43	안양시	-	-
하남시	-	-	서울특별시	989	126
광주시	-	29	세종특별자치시	-	-

자료: 지자체 교통신호 운영개선을 위한 현황 진단 및 평가 연구(1차), 한국지능형교통체계협회, 2017.5

<표 2-59> 국내 지방부 간선도로 교통감응신호 적용 이력

지역	설치년도	개소
고양시(지방도310)	2004 이전	5
오산시(국도1호선)	2005	3
이천시(국도3호선)	2008 이전	11
수원시(국도1호선)	2007	1
천안시(지방도23)	2008	1
파주시(국도1호선)	2011	11
전주시(시가지도로)	2012	2

자료: 국도감응제어시스템 설치기준 정립, 도로교통공단, 기술자료집 2015-2 통권 제36호

○ 최근 3년간 좌회전 감응신호 설치 현황을 살펴 보면 2015년 이후 국토교통부 및 지자체 감응신호 설치는 경기도, 대구광역시, 울산광역시, 용인시, 청주시, 경주시, 경산시에서 도입하였으며, 대구광역시, 청주시, 경산시에서 자체적으로 사업을 진행하였음

○ 국토교통부 주관으로는 진영국토관리청(울산광역시), 익산지방국토관리청(나주시), 포항국도관리청(경주시), 수원국토관리청(김포시)에서 감응신호를 설치하였음

<표 2-60> 최근 3년간 감응신호 설치 현황

구분	연도	설치기관	공사명	위치	비고
지자체	2017	대구광역시	차량감응시스템 설치공사	2군관사 외 13개소	영상식 감응신호 11개소 루프식 감응신호 3개소
	2017	용인시	좌회전 감응신호시스템 구축사업(수지구)	수지구(군부대입구삼거리, 시립상현어린이집삼거리)	-
	2017	청주시	좌회전 감응식 교통신호 시스템 설치공사	청주시 상당구 공군사관학교앞 삼거리외 4개소	-
	2015	경산시	청천주유소삼거리외 9개소 감응식 신호설치	청천주유소 삼거리외 9개소	-
국토교통부	2017	진영구토 관리사무소	2017년 울산광역시 국도 감응신호 설치공사	울산광역시 울주군 삼남면 방기리 ~ 언양읍 동부리 일원	-
	2017	광주국토 관리사무소	나주시 관내 국도 감응 신호 구축사업	나주시 월촌마을 앞~용호마을 입구 등 11개소	-
	2017	수원국토 관리사무소	2017년 이천,평택,화성 국도 감응신호 구축사업	(1) 국도3호선 : 이천시 이마트후레쉬센터사거리 ~ 장평삼거리(24개소) (2) 국도39호선 : 평택시 평택서부운동장 삼거리 ~ 현덕면 권관리 산 107-5(15개소) (3) 국도43호선 : 화성시 S-OIL 발안주유소사거리 ~ 샘골앞삼거리(8개소)	-
	2015	포항국토 관리사무소	국도7호선 경주 괘릉리 외 8개소 감응신호제어체계 구축공사	국도7호선 경주시 외동읍 일원 8개소	-
			국도7호선 경주 구어리 외 8개소 감응신호제어체계 구축공사	국도7호선 경주시 외동읍 일원 8개소	-
	2015	수원국토 관리사무소	국도48호선 김포시 관내 감응신호 제어체계 구축공사	경기도 김포시 성동마을입구삼거리~발산리 삼거리(33개소)	-

자료: 국가종합전자조달 나라장터 입찰공고

2. 수요처 의견수렴

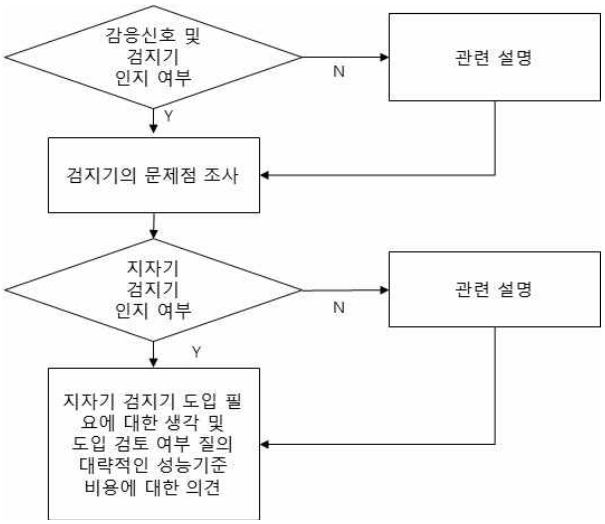
가. 관련 담당자 의견수렴

○ 신호 교차로를 설치하고 관리하는 부서를 주요 수요처로 볼 수 있으며 수요처 의견수렴을 위하여 우선 과거 감응신호를 적용 하였던 지자체를 확인 후 각 지방자치단체 별 담당자 면담 조사를 진행함

○ 국도 감응신호 도입에 대한 수요 분석을 위해 기존 감응신호 적용 지자체 및 관련 연구기관을 확인하였으며 신호 교차로 설계, 설치 및 관리 부서를 대상으로 설문 인터뷰를 진행함

○ 감응신호에 대한 지자체 및 해당 운영 신호 교차로 등에 대한 도입여부에 대한 의견을 수렴하였으며 감응신호에 대한 인지 여부를 확인하고 기존 감응신호 문제점 등에 대한 설명을 통하여 본 과업의 필요성에 대한 내용을 전달함

○ 『국도 감응신호제어체계 기본계획』의 구축 계획 설명을 통해 향후 도입에 따른 의견 및 성능 기준에 대한 의견을 수렴함



<그림 2-111> 담당자 인터뷰 진행 순서

나. 감응신호 도입 및 검지기 대체 요구사항 분석

○ 감응신호 관련 설문조사 및 문헌조사 결과 지자체에서는 감응 신호에 대한 관심 및 필요성에 대하여는 어느 정도 인지하고 있으나, 감응신호 추가 및 유지관리에 따른 중앙부처의 지원의 필요성을 지속적으로 요구하고 있음

○ 루프검지기를 대체하여 무선 자기 검지기에 대한 장점 및 개선 사항에 대해서는 크게 인지하고 있지 못하고 있으나 유지보수 및 공사비용이 저렴할 경우 도입할 정책에 따른 도입의사는 있다고 응답함

○ 현재 루프검지기의 성능 기준과 동등 하거나 더 높아야 한다는 의견이 다수이며 루프검지기 파손 등 유지보수 문제로 인하여 감응신호 구축 이후 운영 유지보수에 문제 해결이 필요함을 제시함

○ 기타 검지기 관련 주요 의견은 민원발생에 관한 내용이 다수이며, 실제 민원 발생시 자체적인 해결보다는 신호운영주체인 경찰청에 이관하는 경우가 많은 것으로 파악됨

<표 2-61> 검지기 관련 주요 의견 사항

구 분	관련 주요 의견
1	대부분의 검지기가 루프검지기를 사용하고 있기 때문에 유지보수의 어려움이 있음
2	감응신호를 위한 검지기 설치 등 운영해 보았으나 효율성에 대한 검증 필요
3	기존 루프검지기 등 매립형 검지기는 파손 등 유지보수 문제로 실질적 효율적 운영이 안
4	단일 교차로의 좌회전 감응을 통한 교통량 해소뿐만 아니라 교차로 연동 등 축 단위 효과 검증 필요
5	감응신호 시 오류발생에 따른 민원 발생에 대한 대비 필요
6	민원발생에 따라 실제 감응신호가 설치되어 있으나 운영되지 않는 곳 있음
7	실제 루프검지기의 단선 등에 따른 유지보수 비용이 무선 자기 검지기로 대체되어 경제성을 낼 수 있다고 하면 충분한 고려할 사항이라는 의견이 있었음
8	검지기 설치에 대한 구축에 대해서만 고려하지 말고 운영효율성을 위한 유지보수 방안도 필요
9	무선 자기 검지기 성능에 대한 우려 (검지능력 등)
10	루프 검지기보다 많은 숫자가 설치되어야 성능이 나올 것 같은데 실제로 비용적인 측면에서 우위가 있는지에 대한 우려
11	예산에 대한 확보가 있어야 고려해볼 수 있음 (국가 재정 지원 필요 등)
12	확실한 성능 검증이 선행 되어야 도입 여부에 대한 검토 진행 가능

다. 관련 사업 진행 의지

○ 『감응신호제어체계 기본계획』에 따른 예산 편성 현황은 시범사업 진행 지자체를 제외하고 구체적으로 편성되지 않은 것으로 파악됨

○ 신기술 도입 등 구축의 의지는 있으나 사고, 민원 문제 및 예산 확보의 문제가 있어 관련 법령 및 예산지원에 대한 범정부차원의 정책적 지원 요청

○ 사업 진행이 이루어질 경우 기존 신호운영 및 유지관리를 위한 예산 비용 활용 예상

○ 본 사업에 대한 참여의사는 중앙 정부 시행에 따라 효과성에 대한 검증이 이루어질 경우 충분히 있을 것으로 파악됨

○ 관련하여 수도권 지방자치단체 신호기 담담 관리자와의 인터뷰 결과 약 50%의 응답자가 감응신호 도입에 대해 일부 부정적인 의견을 보이고 있으며 주요 사유로는 대부분이 민원 및 유지보수에 관련된 사항이었음

○ 지자기 검지기에 대한 인지도도 떨어지는 것으로 나타났고 인지하고 있는 경우에도 루프검지기보다 성능이 떨어지며 감응신호용으로 활용이 어려운 것으로 파악하고 있음

○ 만약 지자기 검지기의 성능 개선이 이루어질 경우 90% 이상이 도입의사가 있는 것으로 파악됨

○ 대체 검지기에 대한 정확도 및 유지보수 등의 용이성이 확실히 검증될 경우 감응 신호 도입이 더욱 활발히 이루어질 수 있을 것으로 보고 있음

○ 제품 개발 연구 시 명확한 설계 기준 및 검증 기준을 가져가야 할 것으로 판단됨

<표 2-62> 지자체별 신호 운영 및 유지관리를 위한 예산 비용

지자체	유지관리비용 (억원/년)	신호제어기 관련 예산 (억원/년)	신호운영 DB 현황조사 등 관련 예산 (억원/년)	비고
남양주시	2.40	1.0	유지관리비용에 포함	-
군포시	0.46	3.00	0.20	-
평택시	0.78	1.20	미조사	-
여수시	2.50	0.80	0.18	-
거제시	1.50	미조사	미조사	-
대전광역시	7.14	9.59	유지관리비용에 포함	-
광주광역시	7.00	2.00	2.00	-
부산광역시	6.80	6.70	7.20	-
울산광역시	10.50	13.00	1.20	-
대구광역시	7.00	7.50	3.70	-
제주특별자치도	8.90	1.00	1.00	-
안산시	11.00	3.20	2.00	-
광명시	8.00	미조사	1.67	-
용인시	5.00	미조사	미조사	-
의왕시	3.00	미조사	미조사	-
시흥시	12.00	2.00	2.00	-

자료: 지자체 교통신호 운영개선을 위한 현황 진단 및 평가 연구(1차), 한국지능형교통체계협회, 2017.5

<표 2-63> 수요처 요구사항

지차제	관련 의견
남양주시	· 신호운영의 이원화 문제 해결이 필요함(신호주기는 경찰서 협의사항으로 신호운영에 대하여 애로사항이 있음. 경찰서와 업무협조를 원활하게 대응할 수 있도록 관리체계를 갖추어야함)
군포시	· 향후 실시간신호제어(TRC) 운영 필요시 루프검지기를 활용한 운영은 유지관리 어려움이 있음
평택시	· 현재 운영 중인 신호현시 및 주기에 대한 평가/분석을 통한 개선에 정부 지원 필요
여수시	· 현장-센터 간 프로토콜 호환성 문제 해결 필요 · 루프검지기 유지관리에 어려움이 있음
거제시	· 유지관리 비용 정부 지원 필요
대전광역시	· 신호제어기 교체 예산 확보를 위한 정부 지원 필요
광주광역시	· 신호제어 시스템 유지관리비 예산 확보 어려움. 중앙부처 50% 지원 요청
부산광역시	· 지자체 현장의 운영실태 파악이 우선적으로 검토 되어야 함
울산광역시	· 신호사업 국비지원에 대한 예산을 지자체가 활용할 수 있도록 경찰청과 업무 협의 필요 · 신호운영의 이원화 문제 해결 필요
대구광역시	· 신호운영의 이원화 문제 합리적인 해결 필요 · 시스템 구축 후 안정화 기간 동안 정부 지원 필요
제주시	· 신호 관련 사업 경찰청과 국토부 예산의 중복성이 없도록 검토 필요
광명시	· 신호제어 시스템 유지관리비를 지자체 부담으로 예산 확보 부담, 중앙부처의 지원이 필요
용인시	· 좌회전 감응신호 추가 구축 예정으로 지원이 중앙부처의 지원이 필요
부천시	· 좌회전 감응제어를 진행을 위한 지자체 예산 부족으로 중앙부처 지원 필요
원주시	· 좌회전 감응제어 실시를 위한 시스템 설치시 중앙부처의 지원 필요

제3장. 연구개발과제 구성

제1절. 비전 및 목표

1. 비전

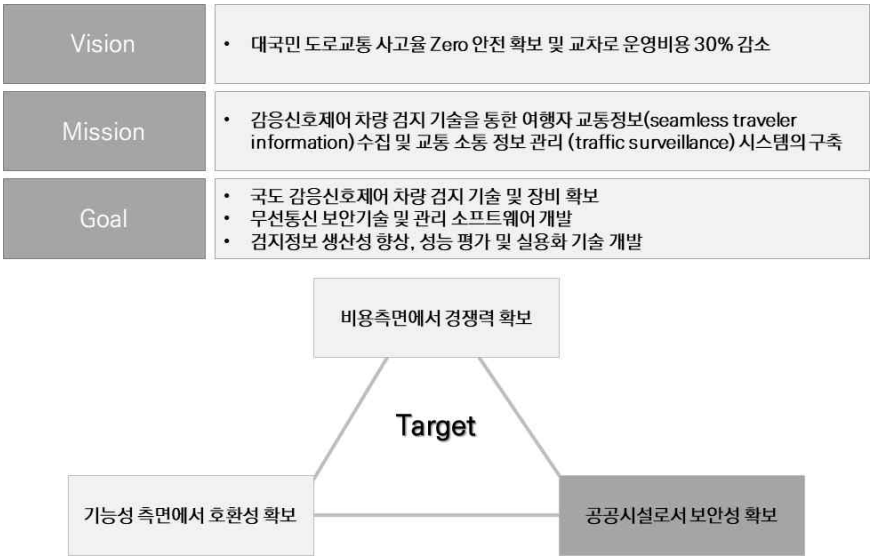
○ 현재 국도 상에서 운영되고 있는 신호시스템은 대부분 TOD 운영을 위주로 하는 고정 패턴의 신호체계로서 통과차량의 규모에 상관없이 표출되는 불필요한 신호가 많으므로 불필요한 신호대기로 인한 지체 및 정체, 통과차량이 없는 교차로의 신호대기 시 신호위반 및 사고발생 등 부작용이 따르고 있음

○ 감응신호 제어용 자기검지기의 개발로 불필요한 교차로의 신호대기를 방지하여 운영비용을 절감하고 신호위반 및 교통사고발생의 부작용을 막아서 안전한 도로교통을 추구함

○ 감응신호제어 차량 검지 기술을 통한 여행자 교통정보 (seamless traveller information) 수집 및 교통 소통 정보 관리 (traffic surveillance) 시스템의 구축을 미션으로 함

○ 비전 및 미션을 달성하기 위해서는 국도 감응신호제어 차량 검지 기술 및 장비 확보, 무선통신 보안기술 및 관리 소프트웨어 개발, 검지정보 생산성 향상, 성능 평가 및 실용화 기술 개발이 필요함

○ 또한 향후 본과제의 개발 기술들은 교통신호제어 용도뿐만 아니라 자율주행환경 하에서 제공될 수 있는 타 분야, 첨단교통서비스에서도 널리 활용할 수 있음



<그림 3-1> 비전 및 목표

2. 목표

○ 본 기획과제에서 연구하는 국도 감응신호제어 차량 검지 기술 및 장비 확보, 무선통신 보안기술 및 관리 소프트웨어 개발, 검지정보 생산성 향상, 성능 평가 및 실용화 기술 개발들은 아래 요인들을 충분히 만족시킬 수 있어야 함

- 비용 측면에서 경쟁력 확보
- 기능성 측면에서 호환성 확보
- 공공시설로서 보안성 확보

○ 국도 감응신호제어 차량 검지기술 및 장비 개발의 경우 감응신호제어용도 차량감지용 매설 장치 제품 및 다양한 무선통신 방식별 차량감지 정보 송출 장치 제품을 개발하고 탑재 배터리 수명연장 기술 및 제품 및 설치 기술 개발을 목표로 함

○ 또한 차량 주행패턴 기반 방향별 교통 (좌회전 및 유턴) 구분 상용화제품 운용 기술 및 트랙터, 원동기, 중장비차량의 특수차량 검지도 가능해야함. 또한 검지기로부터 수집 정보의 교통신호제어기 전달을 위한 정보연계 프로토콜 기술 및 검지기 보드 장비 개발도 필요함

○ 무선통신 보안기술 및 관리 소프트웨어 개발의 경우 무선통신 간섭 및 보안 위협에 대응하고 성능평가 환경 개발 및 평가할 수 있어야 함. 다양한 통신 방식별 무선 데이터 암호화 핵심기술, 사용자 인증 및 권한 검증 접근제어 기술 등의 개발도 필요함

○ 뿐만 아니라 검지기 성능 모니터링 및 관리 소프트웨어 개발도 병행되어야 하는데 검지장비 통신 채널 별 설치 지점 확인 및 관리 소프트웨어, 검지성능 관리 소프트웨어, 배터리 수명 확인 소프트웨어, 보드 수신정보 모니터링 소프트웨어, 이력 데이터 누적 및 관리 소프트웨어, 운영자

검지기 성능 모니터링 소프트웨어 모듈 기술 설계도 동반되어야 함

○ 검지정보 생산성 향상, 성능 평가 및 실용화 기술 개발의 경우 감응신호제어 검지정보 생산성 향상 기술 개발이 필요함

○ 이를 위해 검지기 고유번호 및 점검 검지기 참조번호 매칭 기술 개발, 운영자 검지기 성능 모니터링 및 관리 소프트웨어 인터페이스 핵심기술 설계, 자기검지기 및 레이더 검지기 수집 및 검지기 보드 수집자료 기반 감응 패턴 분석을 통한 감응신호제어 단위연장시간 외부 조정(교통신호제어기 외부) 핵심 기술 개발, 무선 자기검지기 실용화 단계를 고려한 도로 절삭, 포장 기술 등 포함 무선 자기 검지기 설치관리 매뉴얼 개발 등과 함께 법제도적 장치의 연구, 감응신호제어 확대적용 방안 및 실용성 확보 전략 수립이 필요함

○ 또한 검지정보 생산성 향상, 성능 평가 및 실용화 기술 개발의 경우 감응신호제어 검지정보 평가도 동반 되어야 하는데 이를 위해 우리나라 전국 국도 현장 교차로 차로 단위 기하구조 자료 수집 및 분석을 통한 좌회전 및 부도로 진출 감응신호 운영 여건 분석이 필요함

○ 우리나라 전국 국도 이용 교통량 자료 및 차종 자료 수집 분석을 통한 좌회전 및 부도로 진출 감응신호 운용측면 장애 요인 분석, 우리나라 감응신호제어 운영상태(강설, 박무, 혹서, 태풍, 심야) 조건 자료수집 및 분석을 통한 좌회전 및 부도로 진출 감응신호 운영 여건 분석, 무선 자기검지기 배터리 전력공급, 매설 수준별 별 내압, 내구력, 통신 보안성 등의 시스템 안정성 평가, 다양한 무선 자기검지기 통신방식별 실외시험을 통한 좌회전 및 부도로 진출 감응신호 성능 비교 평가, 국도 감응신호제어용 자기검지기 및 레이더 검지기 수집자료 정확도 및 가공 알고리즘 정확도 평가 등도 수반되어야 함

제2절. 연구개발 과제 범위

1. 기술요구사항 및 기술수요분석

가. 기술요구사항 및 기술수요분석 목적

○ 현재 무선 자기검지기의 기술수준을 파악하여 신규 개발의 필요성 및 세부과제를 도출하기 위한 근거 및 기초자료로 활용하는 것을 목적으로 함

- 기존 신호감응용 루프검지기의 보완 및 대체를 위한 기술적 요구사항을 전문가를 대상으로 하여 필요한 정보를 수집함
- 현재 개발되어 있는 제품의 기술수준을 살펴보고 기술의 변화를 예측하고, 개선에 필요한 사항을 조사하여 개발의 방향을 설정함

나. 기술요구사항 및 기술수요분석 절차

○ 기존 신호감응 체계에 가장 보편적으로 적용되어 사용되고 있는 루프검지기의 성능기준 및 문제점 조사

○ 루프검지기 대비 현재 사용되고 있는 자기 검지기 성능 비교 조사

○ 자기 검지기 특성에 따른 필요 성능기준 조사

○ 감응신호의 적용 향상을 위한 검지기술 요구사항 조사

다. 기술요구사항 및 기술수요분석 방법

○ 산·학·연 전문가를 대상으로 신호감응 지자기 기술 및 관련 기술에 대한 자문 및 세부 설문조사를 통해 결과를 도출함

○ 현재기술수준에 대한 항목, 성능 목표에 대한 항목, 기타 기술 요구사항에 대한 항목을 바탕으로 조사를 진행함

○ 이를 통하여 신규 기술 개발이 요구되는 사항을 정리하여 연구개발 후보과제를 도출함

○ 도출된 결과를 바탕으로 기존 감응신호 운영에 있어서 문제가 되었던 부분과의 비교를 통하여 연구개발 후보과제를 선정함

2. 무선 자기검지기 기술 수준

○ 기존 신호감응용 루프검지기와 무선 자기검지기 기술 격차를 평가하였을 때 80~90%의 수준으로 평가 됨

○ 검지기 기술에서 가장 중요한 존재검지능력의 경우 90~95%로 평가되었으며, 검지주기는 50~200ms인 것으로 나타남

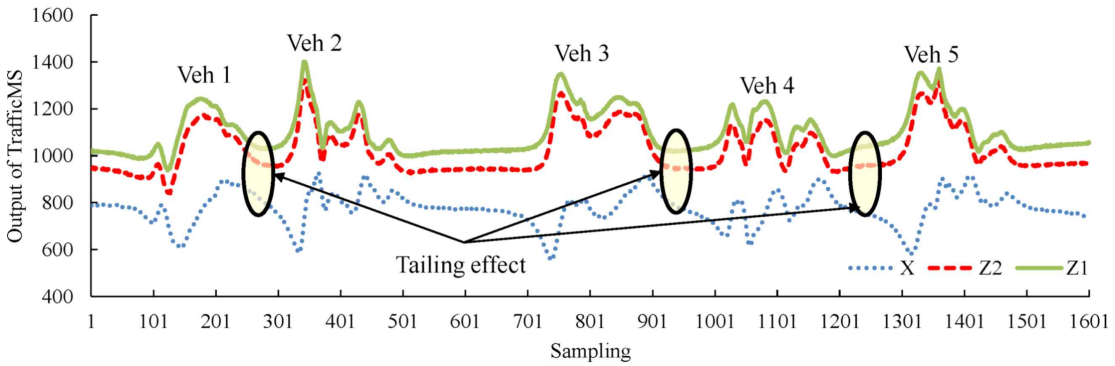
○ 검지가 가능한 차량의 종류에 있어서 경운기, 트렉터, 오토바이, 트레일러 등 대부분의 차량이 검지가 가능하나 차종들을 한 센서에서 동시 검지는 어려우며 각각 모드를 다르게 설정하여 동시에 여러 개의 센서를 사용해야 하는 번거로움이 있음

○ 배터리 수명은 평가되거나 홍보되고 있는 사안을 살펴보았을 때 5년 이상인 것으로 보이나 정확히 검증하여 측정된 결과는 나타나지 않은 것으로 보이며, 그 기준을 설정할 수 있는 표준 환경에 대한 연구가 필요한 것으로 판단됨

○ 무선 자기검지기에 보안기술은 응용단계에서 특별한 보안기술이 적용된 사례가 보고되어 있지 않지만, 일반적으로 지그비 통신에 사용되는 멕레벨의 보안기술인 AES CCM이 사용되고 있음. 연구개발에 있어 다양한 통신방식이 고려되고 있는 가운데 각각에 대한 보안 기술이 필요할 것으로 판단됨

○ 현재 루프검지기에 대체하여 무선 자기검지기를 사용하기 어려운 이유는 다음과 같음

- 현재 무선 PAN통신 기술을 사용한 무선검지기 특성상 통신 지연발생으로 국내 신호제어기의 루프검지기 기반 인터페이스에 적합 하지 않음.
- 차종에 따른 검지 정확도가 달라져서 여러 개의 검지기를 사용해야함
- 원시정보의 유형이 루프검지기와 달리 매우 복잡하고 다양하여 이를 알고리즘으로 처리하는데 어려움이 있음(차종별, 인접차로의 대형차량 소통, 앞 뒤 차량의 영향 등)



<그림 3-2> 검지기 DATA log(예시)

(자료: 관련산업 개발 기업체 내부자료)

- WPAN(Wireless Personal Area Network) 통신기반으로 데이터전송에 대한 신뢰성 기술이 확보되지 않음
- 검지기 원격 유지 보수를 위한 보안강화 OTA(Over The Air)기술이 확보되지 않음
- 측정 오류 발생을 막을 수 있는 오토캘리브레이션 기능이 없어 측정 오류가 발생 함

3. 무선 자기검지기 기술 요구사항

가. 검지기 기술

○ 루프검지기를 무선자기검지기로 대체하기 위해서는 존재검지, 통신, 안테나, 배터리 등 다양한 분야에서의 성능이 검증된 기술을 필요로 하며 국내 도로 사정이나 운영 등의 특성에 따른 조건 등을 고려할 필요가 있음

- 정상 주행 차량일 경우 차량존재검지 90% (1차년도), 99% (2차년도) 목표
- 신뢰성을 담보할 통신기술 개발 필요(기존 WPAN 통신방식을 개량할 수 있는 또는 그것이 어려울 경우 LPWA와 같은 신규 통신기술의 적용)
- 보안 측면에서도 미국에서 WPAN 통신의 보안 취약성이 발견되었고 이에 따라 보안에 대한 다양한 요구조건이 발생하였음
- 통신 신뢰성과 보안은 일부 상충관계에 있기 때문에 보안 및 속도가 최적화 될 수 있는 균형적인 기술 개발이 필요.
- 저전력 고효율 안테나 기술 개발 필요(저전력으로 악천후 등의 악조건 속에서도 데이터 전송에 문제가 없는 안테나 개발 필요)
- 최소 5년 이상의 배터리 성능을 가져야 함

○ 좌회전 감응신호용에 최적화 필요가 있음

- 조속한 실용화를 위해 가장 시급한 환경에서의 조건을 충족시킬 수 있는 검지기 개발이 필요
- 하지만 향후 완전감응 신호 및 ITS분야 활용 등 확장성에 대한 고려가 필요함

○ 검지기 모니터링 필요 및 이를 통해 이상 발견 시 원격 유지보수 및 관리 필요

○ 지반 연약지역, 중장비 및 중차량 다수 통행지역 등 도로 파손이 빈번히 일어날 수 있는 환경에 대한 보완 대책 필요

○ 이와 관련 된 주요 검지기 기술조건을 정리하면 아래 <표 3-1>과 같음

<표 3-1> 검지기 기술 조건

구 분	내 용	비고
존재검지	1차년도 : 검지 성공률 90% 2차년도 : 검지 성공률 99%	일반 존재검지로 통신 제외
통신기술	보안 및 신뢰성(통신 속도) 담보 통신기술 개발 필요	기존 WPAN 통신방식을 개량 또는 신규 통신 기술 개발(LPWA 등)
안테나기술	저전력 고효율 안테나 기술 개발	악천후, 전파간섭 등의 악조건 속에서 정상 작동 가능
배터리기술	최소 수명 5년 이상, 4계절 대응	저온 및 고온에서 성능 담보
최적화 기술	좌회전 감응신호용에 최적화 필요 (조속한 실용화를 위한 시급한 환경에서의 조건 충족)	향후 완전감응 신호 등 확장성에 대한 고려가 필요함
유지보수 및 관리	원격 유지보수 및 관리 필요	검지기 모니터링 필요

나. 운영 소프트웨어 및 보안 기술

○ 다양한 차종 및 다양한 환경에서의 검지데이터에 대한 의 판단 및 처리 가능 기술 필요

○ 검지기 관리 및 운영 모니터링 소프트웨어 필요(배터리 수명 확인, 검지성능, 신호 이상 확인 등)

○ 운영의 최적화를 통해 배터리 성능을 확보하는 기술 필요

○ 다양한 보안기술 검토 필요

○ 신호 제어기 표준에 맞는 데이터 처리 능력 필요

다. 검지기 및 검지정보의 신뢰성 확보 및 활용 방안

○ 검지기의 정확성, 신뢰성 등을 확인할 수 있는 방안 마련

○ 검지기 Log Data를 활용하여 신호기술에 접목할 수 있는 다양한 방안 마련

- 감응신호 운용에 따라 발생하는 효과 및 개선점 파악
- 각 조건별(도로, 기상, 차종 편성 등) 감응 신호 효과 평가

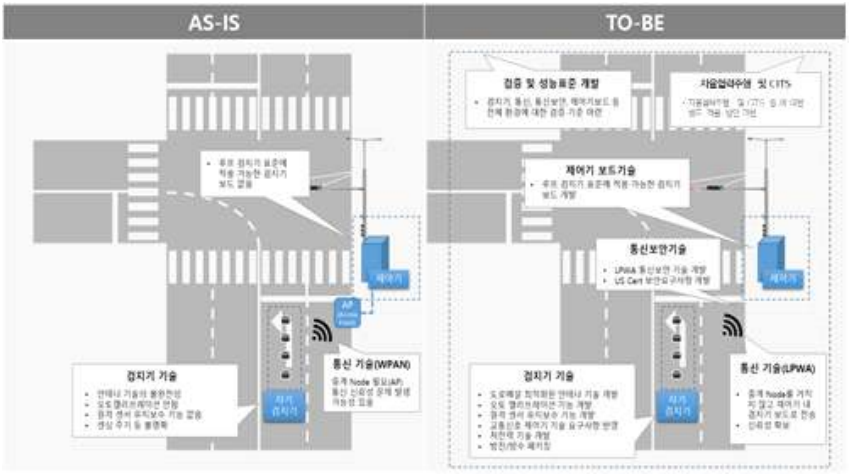
4. 연구개발 후보과제 도출

가. 연구개발에 따른 AS-IS TO-BE

○ 현재 기술수준 및 향후 목표 및 기술 요구사항을 반영하여 그림과 같이 AS-IS TO-BE를 도출함

나. 후보과제 분류

○ 후보과제를 분류하기 위한 카테고리 선정(안)을 제시하고 각 기술에 대한 분류를 2~3단계로 구성하였으며 각 카테고리에 적합한 후보과제를 도출함



<그림 3-3> 검지 기술의 향후 발전 방안

○ 후보과제를 분류하기 위한 카테고리 선정(안)을 <표 3-2>와 같이 제시하고 각 기술에 대한 분류를 2~3단계로 구성하였으며 각 카테고리에 적합한 후보과제를 <표 3-3>과 같이 도출함

<표 3-2> 후보과제 분류 카테고리

대분류	중분류	소분류
검지기술	-차량검지기술	지자기 활용기술
		기타방식 활용기술
	- 무선통신기술	무선통신 전파기술
		무선통신 중계기술
		무선통신 보안기술
	- 배터리 기술	지자기 배터리 기술
		중계기 배터리 기술
	- 검지기 보드 기술	
	- 인프라 기술	
	- 교통정책 기술	
성능평가기술	검지시스템 평가기술	검지기술
		연계기술
	통신안정성 평가기술	
	운용안전성 평가기술	
	현장적용성 평가기술	
	시스템 기능 점검기술	

<표 3-3> 카테고리별 후보과제

분류	상세
차량검지기술	- 정차 차량 검지 기술(지자기 및 융합기술 이용) 핵심모듈 및 알고리즘 개발
	- 센서 기반(지자기 및 융합기술) 차량 운행 패턴(좌회전 및 유턴 등) 검지 기술 개발
	- 차량주행 중 좌회전 진입로 유입 패턴 예측 및 검지 기술(지자기 및 융합기술 이용) 개발
	- 도로 환경에 따른 좌회전 차로 유입 패턴 별 검지 기술(지자기 및 융합기술 이용) 개발
	- 특수 차량(원동기, 중장비차량, 긴급수송차량 등) 검지 기술 개발
	- 지자기 검지기 설치 기술 및 융합 기술 표준화
	- Corridor 또는 교차로 상류부 차량 속도 측정 기술 개발
	- Corridor 차량 속도 측정 기술을 기반으로 교차로 교통사고 방지 알고리즘 개발
	- High resolution vehicle actuation data 검지 및 저장 기술 알고리즘 개발
	- 검지기술 최적 운영을 위한 지자기 검지기 융합 기술(레이더, 루프, 영상 등) 개발 검토
	- 무선 루프 검지기 적용성 검토
무선통신 중계기술	- 차량 검지 능력 및 에너지 절감을 고려한 좌회전 감응 통신 기술 검토 및 개발
	- 자가망 네트워크 통신[SKT(LoRa)] 기술 적용성 검토
	- 전용 LTE망 네트워크 통신[SKT(LoRa), KT 및 LGU+(NBIoT)] 기술 적용성 검토
	- RF 네트워크 통신 기술 적용성 검토
	- 블루투스 네트워크 통신 기술 적용성 검토
	- 지그비 네트워크 통신 기술 적용성 검토
	- 전용 M(machine) to M(machine) 적용성 검토
	- 도로 환경 기준에 부합하는 중계기 소형화 설계 및 제작 기술 연구 개발
	- 시스템 안전성, 효율성 및 에너지 저감형 중계기 통신 기술 연구 개발
	- 최적 운영을 위한 유-무선 복합 중계 기술 연구 개발
	- 시스템 안전성 향상을 위한 무선 중계기 + 중계 ANT 복합 기술 연구 개발
	- 시스템 안전성 향상을 위한 중계기 전원 공급방식 적합성 연구
	- 무선 통신 암호화 핵심기술을 위한 요소기술 및 시스템 체계 연구 개발
	- 무선 데이터보안을 위한 사용자 인증 및 권한검증 접근제어 연구 개발
배터리 기술	- 최적 운영을 위한 에너지 저감형 지자기 검지기 배터리 수명 연장 기술 연구 개발
	- 고출력 및 고에너지 특성을 겸비한 배터리 기술 연구 개발
	- 전력 공급의 경제성과 효율성 및 안정성확보를 위한 배터리 기술, 통신 기술 기준 연구 개발
	- 고출력 및 고에너지 특성을 겸비한 배터리 기술 연구 개발
	- 통신용량 및 에너지 절감을 고려한 배터리 기술 연구 개발
	- 리튬이온을 사용한 무정전전원장치(UPS) 배터리 기술 적용성 검토

<표 계속> 카테고리별 후보과제

분류	상세
검지기 보드 기술	- 실시간 수요 기반 검지기 보드 정보 수신 프로토콜 핵심모듈 및 알고리즘 연구 개발
	- 데이터 누적 기술 검토 및 연구 개발
인프라 기술	- 무선검지장비 외부 모바일 디바이스 기반 성능 관리기술
	- 실시간 수요 기반 좌회전 신호 배치 및 배정 알고리즘 기술 개발
	- 개인 단말장비 기반 스마트 교통 이용정보 제공 기술 개발
	- 도로 절삭 및 포장 방법 기술 개발
교통정책 기술	- 관련 법, 제도, 정책적 요구사항 도출 및 정비방안
	- 시범사업 수행방안 및 실용화 전략 수립
	- 무선검지장비 시공 시방서 개발
	- 실용화를 위한 통합운영관리체계 전략 개발
검지시스템 평가기술	- 검지정확도 및 알고리즘 안정성 평가 연구 개발
	- 검지 데이터 감응 패턴 분석 평가 연구 개발
	- 검지기보드 실시간 송수신 입출력 정확도 평가 연구 개발
	- 검지 데이터 전송 안전성 및 모니터링 연구 개발
통신안전성 평가기술	- 통신환경 및 시스템 상태 평가 연구 개발
	- 무선 통신 보안안전성 평가 연구 개발
운용안전성 평가기술	- 매설 내압 및 내구력 안전성 평가 기술 개발
	- 배터리 전력공급 안전성 평가 기술 개발
현장적용성 평가기술	- 다양한 국도 현장 좌회전 감응제어 정상작동 여부 평가기술 개발
	- 다양한 국도 현장 부도로 감응제어 정상작동 여부 평가기술 개발
시스템 기능 점검기술	- 무선통신 기반 검지기 작동 여부 점검 기술
	- 무선통신 기반 배터리 수명 점검 기술
	- 무선통신 기반 검지기 기능 수행 점검 기술
	- 검지기 고유번호 및 점검 대상 검지기 참조번호 매칭 기술
	- 모니터링 프로그램 및 데시보드 호환성 기술

5. 세부과제도출

○ 후보과제를 통해 세부과제 카테고리를 재설정하며 1세부를 국도 감응신호제어 차량검지기술 및 장비개발로 선정하여 하드웨어 개발에 필요한 세부과제를 도출 함

○ 2세부를 무선통신 보안기술 및 관리 소프트웨어로 선정하여 검지기를 통해 올라오는 데이터의 활용 및 보안 방안 등을 개발하고자 함

○ 3세부는 검지정보 생산성 향상, 성능평가 및 실용화 기술개발로 데이터를 활용하여 다양한 분야에 접목할 수 있는 방안을 마련하고자 함

○ 과제 도출에 있어 무선지자기의 대안이 될 수 있는 기술보다 무선지자기의 성능 요구사항이 중요하였기 때문에 별도의 AHP 분석 등을 대신하여 전문가를 통한 기술요구사항 분석을 통하여 그 요구사항을 충족할 수 있는 세부 기술을 선정 함

○ 관련하여 레이더 검지기의 경우 비매설 검지기로, 도로 표면을 담보할 수 없는 지역 및 기상 악조건 지역에서의 대안이 될 수 있는 방안 중의 하나로 검토하였음

○ 세부과제에 대한 하드웨어와 소프트웨어 및 검증으로 나누어 새로운 카테고리로 구분함

○ 세부과제 도출을 위한 분류는 1,2,3세부로 구분하고 각 세부 내에 두 개의 세세부로 구성함

<표 3-4> 세부 별 과제 현황

분 류	상세
1세부	매설식 무선 자기검지기 실용화 장비기술 개발
	비매설식 레이더 검지기 실용화 장비기술 개발
2세부	무선 자기검지기 무선통신 보안기술 개발
	무선 자기검지기 성능 모니터링 및 관리 소프트웨어 개발
3세부	감응신호제어 검지정보 생산성 향상 기술 개발
	감응신호제어 검지정보 평가

제3절. 기술수준 및 성공 가능성

1. 기술개발 역량 및 잠재력

○ 각 세부 기술 개발을 위한 국내 기술은 선진국 대비 우위를 점하고 있지 못한지만 국내기술화 하는데 있어 대부분의 분야에서 국내 연구진들로 기술 개발이 가능할 것으로 판단됨

○ 특히 통신 기술에 있어 NB-IoT, LoRa가 국내 통신사를 통해 구축되어 있으며, 관련된 연구가 <표 3-5>와 같이 다방면에서 진행 중임

- 국내 이동통신사들은 저전력장거리(LPWA) 통신망 구축 계획에 있어 세가지 통신방식 'LTE-M, LoRa, NB-IOT' 로 경합하고 있음
- 현재 SKT는 LTE-M과 LoRa, KT와 LGU+는 LTE-M과 NB-IoT를 구축 중
- IoT의 활성화로 관련 기술에 대한 개발이 가속화 되고 있음

<표 3-5> 통신 기술 현황(통신사 기준)

구분	통신기술	내용
SKT	LTE-M, LoRa	- LoRa의 주파수 간섭문제 해결방식 : LBT(Listen Before Talk)방식, 채널 hopping, 전송실패시 자동재전송 기능 - LoRa의 단말기 비용경쟁력 : 통신모듈 가격이 LTE-M대비 1/5 수
KT	LTE-M, NB-IoT	- NB-IoT는 기존 LTE망 사용으로 구축비용 절감가능 - 2,3세대 LTE 기지국은 소프트웨어 업그레이드로 NB-IoT 제공가능(1세대는 불가)
LG U+	LTE-M, NB-IoT	- KT와 협력하여 구축 중

○ 또한 IoT 기술의 선도 국가로 필요한 알고리즘 및 소프트웨어 개발에 있어 우수한 기술력을 보유하고 있을 것으로 판단됨

○ 이를 바탕으로 최적의 통신기술을 선택할 경우 국내 우수 기술의 활용이 가능할 것으로 보임

○ 보안기술에 있어 국제표준에 반영된 우리 기술을 살펴보면, 타원곡선 인증서 알고리즘(EC-KCDSA), 전자서명 알고리즘(EC-KCDSA, EC-KNR, IBS-2) 등이 있으며, 이를 통하여 우리나라는 국제표준의 Maker 역할을 하고 있음

○ 배터리 성능에 있어 소형 기기의 보급 및 대용량 배터리 개발 등을 통해 H/W적인 부분에 있어 충분한 기술개발이 가능할 것으로 판단되며, 향후 배터리 성능을 향상시킬 수 있는 최적 소프트웨어 개발이 이루어질 경우 충분한 목표 달성이 가능할 것으로 판단됨

- 전세계 배터리 시장을 살펴보면 삼성 SDI와 LG 화학이 세계 1,2위를 차지하였음

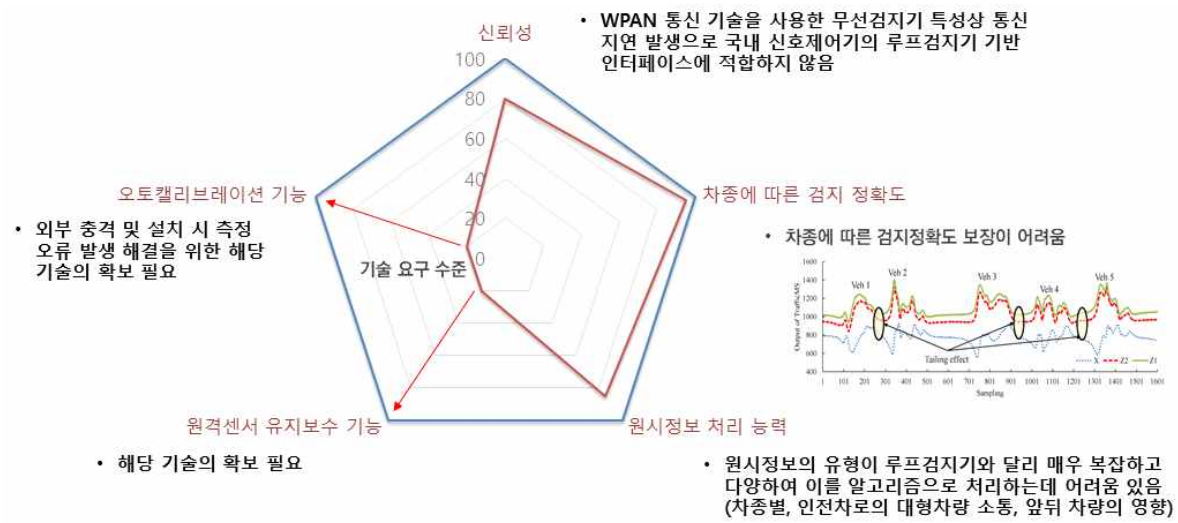
- 특히 스마트폰, 소형 노트북에 탑재되기 위한 배터리 기술 개발에 많은 특허를 가지고 있음

○ 기타 오토캘리브레이션 기능, 원격 센서 유지보수 기능, 방진/방수 패키징 기술 등에 있어 다양한 기술 개발 역량을 보유하고 있을 것으로 판단됨

2. 기술개발의 위험요인

○ 성능목표의 충족 가능성 확보가 필요 함

- 본 기술의 효과적인 보급을 위해서는 기존 루프검지기의 성능에 도달하거나 뛰어넘어야 필요가 있음
- 다만, 루프검지기 성능을 기술 수준으로 정하는 것이 아닌 신호운영 관점에서의 통신 시간 등에 대한 요구사항을 검지 장치에 적용할 필요가 있음
- 존재검지 능력, 검지 데이터 전송에 따른 신뢰성 확보 등 개발 목표 달성에 있어 많은 부분을 고려할 필요가 있음
- 특히 검지기의 가장 기본 기능인 존재검지 능력을 루프검지기 성능에 도달에 어려움이 있을 것으로 보이며 정확한 성능목표를 설정하고 그에 따른 개발이 필요할 것으로 판단됨
- 또한 데이터 전송 신뢰성 확보 및 보안성이 검지기 성능기준에 중요한 요인이 될 것임
- 외부 충격 및 설치 시 측정 오류 발생을 해결하기 위한 오토캘리브레이션 기능이 필요함
- 원시정보 처리에 있어서 루프검지기에 비해 매우 복잡하고 다양하기 때문에 이를 알고리즘으로 처리하는데 어려움이 있음
- 매우 다양한 차종에 따라 검지 데이터가 변화하고, 차량의 운행 행태, 농기구, 이륜차 운행 등 다양한 변수가 존재함



<그림 3-4> 무선자기 검지기 개발 및 성능기준 확보의 어려움

○ 다양한 통신환경에의 최적화 된 방안 마련이 필요함

- 기존 통신방식과 함께 LPWA 기술에도 NB-IoT, 로라, 시그폭스, 와이선 등 다양한 기술이 있으며, 향후 어떠한 통신방식으로 개발되는지에 따라 해외시장 진출 등에 영향을 미칠 수 있기 때문에 본과제 시 이에 대한 검토가 면밀히 이루어져야 할 것임

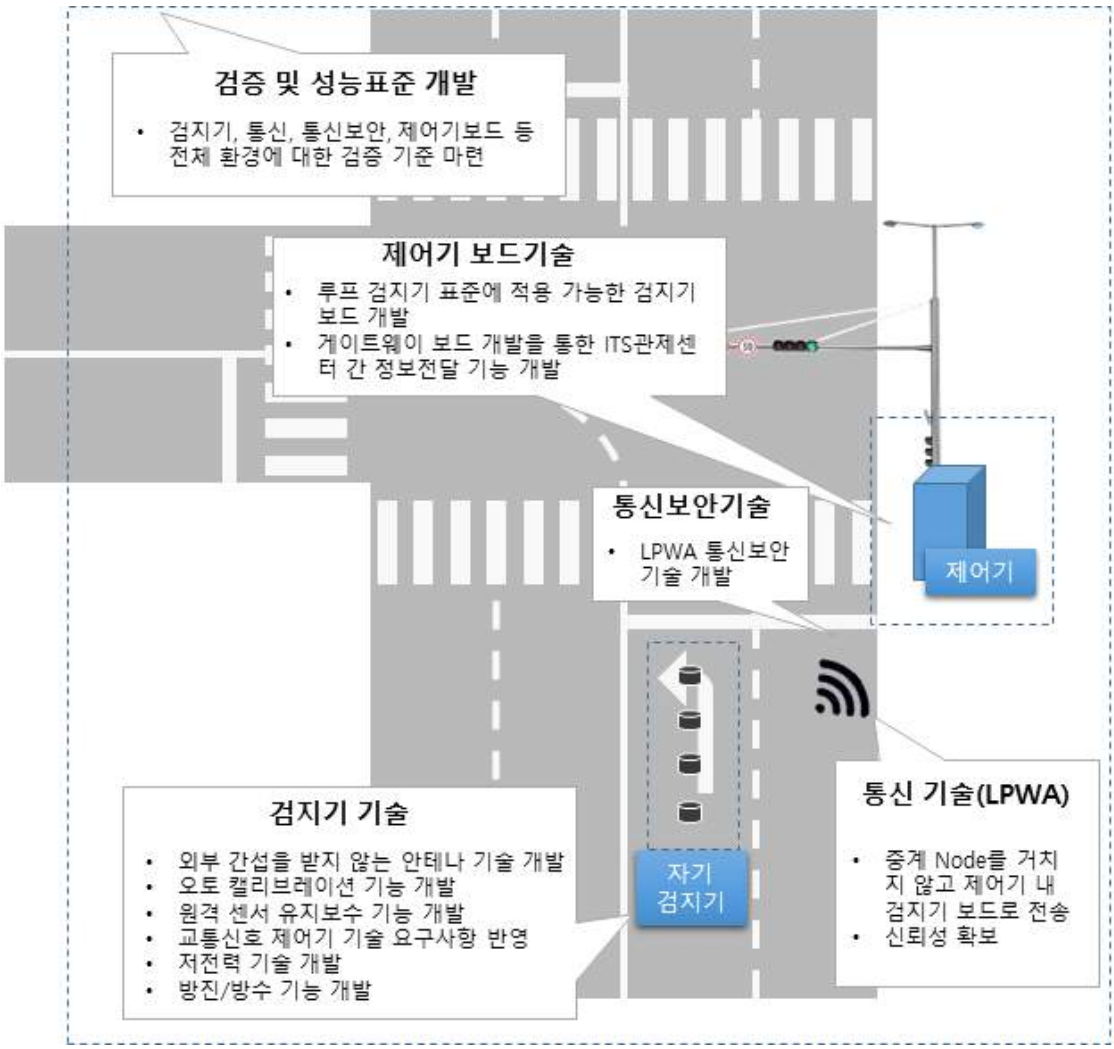
○ 개발 기술의 보안성 확보가 필요함

- 국민의 안전과 직결되는 문제로 실제 대표적인 미국 업체에서 보안에 문제가 발생한 사례가 있었음

- 연구개발 과정에 있어서 해외 유사기술의 충분한 검토를 통해 보안성 확보 및 차별성을 두고 개발할 필요가 있음

○ 국내 환경 변화에 대한 대응 필요

- 기온 상승으로 인한 계절별 콘크리트 및 아스팔트 변형에 따른 영향 분석 필요



<그림 3-5> 무선자기검지기 기술 개발의 주요 항목

3. 기술개발의 성공 가능성

○ 연구소, 지자기 기술개발 업체, 검인증 관련 전문가를 대상으로 본 보고서의 연구개발 계획을 통해 성공가능성에 대한 자문을 진행한 결과 성공가능성이 80% 이상으로 나타남

○ 기존 국내의 인프라 및 기술력을 고려하여 볼 때 충분한 기술개발이 이루어질 수 있을 것으로 예상됨

- 통신기술, 보안기술, S/W 기술에 있어 우리나라가 선도하는 분야의 적용이 가능
- 단계별 기술개발을 통해 목표를 이룰 수 있을 것으로 예상하며, 또한 기존 기술의 고도화 사업을 통해 성공가능성을 높일 수 있음
- 핵심기술의 제작기술 확보, 성능평가 및 신뢰성 평가 등을 통해 공인된 기관으로부터 인증을 통해 기술 개발의 완료가 가능함

○ 기술 개발의 과정 내에서 추가적인 노력을 통해 성공 가능성 확보가 가능할 것으로 판단됨

- 신호운영에 대한 요구사항 및 시스템 요구사항에 대한 규격 결정에 대한 전문가의 선정이 필요하고, 기존의 시험검증 체계를 새로운 기술에 맞추어 현실적으로 변경해야 함
- 또한 신호운영자의 요구조건이 지자체별로 다르기 때문에 적극적인 지자체를 테스트베드로 활용하고, 기술개발에 있어 부가적인 내용에 대해서도 고려할 필요가 있지만 핵심기술 개발에 보다 역량을 집중할 경우 성공가능성이 높아질 것으로 판단됨

제4장. 연구과제 주요내용 및 추진전략

제1절. 총괄 및 세부과제별 주요 연구내용

1. 총괄연구단: 지방간선도로 감응신호제어용 좌회전 검지기 실용화 기술 개발

가. 연구 목표 및 주요 연구내용

○ 총괄연구목표는 하드웨어, 소프트웨어, 실용화 기술 개발을 주요 목표로 하며 그에 따른 연구내용은 <표 4-1>과 같음

<표 4-1> 총괄연구단 목표 및 주요 연구내용

구 분	내 용
목 표	○ 국도 감응신호제어 차량 검지기술 및 장비 개발 ○ 감응신호제어 무선통신 보안기술 및 관리 소프트웨어 개발 ○ 무선 감응신호제어 검지정보 생산성 향상을 위한 성능평가 및 실용화 기술 개발
주요 연구내용	○ 국도 감응신호제어 차량 검지기술 및 장비 개발 - 무선 자기 검지기 감응신호제어용도 차량검지용 매설 장치 상용화제품 개발 - 무선 자기 검지기 감응신호제어용도 차량검지 정보 송출장치 무선통신 방식(WPAN(ZigBee3.0), LPWA(LoRa, NB-IoT) 등)별 상용화 제품 개발 - 비매설 감응신호 운영을 지원하는 레이더 검지기 소형화 및 기능 개선을 통한 상용화 제품 개발 ○ 무선통신 보안기술 및 관리 소프트웨어 개발 - 무선통신 보안기술 성능평가 기술 개발 및 평가 - 무선통신 방식 (WPAN(ZigBee3.0), LPWA(LoRa, NB-IoT) 등)별 무선 데이터 암호화 핵심기술 개발 및 검증 - 모바일 디바이스 기반 무선 검지장비 성능 관리 소프트웨어 개발 - 모바일 디바이스 기반 무선 검지장비 배터리 수명 확인 소프트웨어 개발 ○ 점지정보 생산성 향상, 성능평가 및 실용화 기술 개발 - 검지기 고유번호 및 점검 검지기 참조번호 매칭 기술 개발 - 국도 현장 감응제어의 지속가능한 기능 유지를 위한 제도적 장치 개발 - 무선 자기검지기 통신방식(WPAN(ZigBee3.0), LPWA(LoRa, NB-IoT) 등)별 현장 실험을 통한 좌회전 및 부도로 진출 감응신호 성능 비교 및 평가 - 무선 자기검지기 배터리 전력공급, 매설 수준별 내압, 내구력, 통신 보안성 등 시스템 안정성 평가

나. 연차별 연구 목표 및 주요 연구내용

○ 3차년도의 연구 목표에 따른 주요 연구내용 및 예상성과는 <표 4-2>와 같음

<표 4-2> 연차별 총괄연구단 연구 내용 및 예상 성과

연차	연구 목표	연구 내용	예상 성과
1차년	국도 감응신호제어 차량 검지 핵심기술 및 장비 기본 설계	- 검지기 핵심부품의 국산화 및 고도화 - 차량 검지기술 연구 - 무선통신 방식별 상용화제품 설계	-좌회전 검지 무선 감응신호제어 검지기
	무선통신 보안기술 및 관리 소프트웨어 개발	- 무선통신 방식별 무선 데이터 암호화 핵심기술 개발 -무선통신 보안 기술 및 운영자 관리 소프트웨어 모듈설계	-무선통신 방식별 도입 방안 도출 -운영자 관리 소프트웨어 설계
	검지정보 향상 기술 개발 및 감응신호 운영 여건 분석	- 검지기 고유번호 및 점검 검지기 참조번호 매칭 기술 개발 - 교차로 기하구조 자료 수집 및 분석을 통한 좌회전 및 부도로 진출 감응신호 운영 여건 분석	-무선 감응신호제어 운영 플랫폼 기본 설계 및 상세 설계 -무선 감응신호제어 실용화 생태계 구축을 위한 기틀 마련
2차년	무선 감응신호제어 차량검지 성능 시험 및 검증	-차량검지 핵심기술 검증을 위한 검지기 개량 및 기반 구축 -차량 검지기술 고도화 연구	-검지 장애물 대응방안 마련 -이동객체 주행방향 예측 기술 개발
	무선 감응신호제어 인프라 확장기술 통합 구현	-실시간 모니터링 및 신뢰성 평가 기술 -도입 기준 및 시범사업 추진 방안 연구	-기술 및 시범서비스 구체화 -실시간 모니터링 및 통합 유지보수 시스템
	무선 감응신호제어 검지평가 시뮬레이션 구현	-차량검지 성능평가 핵심기술 및 알고리즘 고도화 -현장 기반 무선 감응신호제어 운영 시뮬레이션 구현	-무선 감응신호제어 평가 시뮬레이션 프로토타입 개발 -무선 감응신호제어 운영 시스템 구축 및 분석 정밀도 확보
3차년	무선 감응신호제어 차량 검지기 실용화	-국도 여건에 부합하는 상용화 제품 및 현장 설치 기술 개발 -검지정보 송출 장치 무선통신 방식 별 상용화 제품 개발	-정보연계 프로토콜 기술 및 검지기 보드 장비 개발 -검지기 소형화 및 기능 개선을 통한 상용화 제품 개발
	무선 감응신호제어 인프라 확장 기술 안정화를 통한 시범사업 추진	-무선 감응신호제어 디지털 인프라 기술 개발 -도입 기준 및 시범사업 추진 방안 연구	-디지털 인프라 유지관리 및 모니터링 시스템 -무선 감응신호제어 시범서비스
	무선 감응신호제어 시스템 운영 전략 개발	-무선 감응신호제어 시범 운영 전략 개발 -무선 감응신호제어 비즈니스 모델 검토 및 실용화 추진	-무선 감응신호제어 도입 운영 시나리오 개발 -현장 지속가능성 유지를 위한 제도적 장치 개발

2. 1세부과제: 국도 감응신호제어 차량 검지기술 및 장비 개발

가. 연구 목표 및 주요 연구내용

○ 1세부는 무선자기 검지기 및 실용화 장비기술 개발을 목표로 그에 따른 주요 연구내용은 <표 4-3>과 같음

<표 4-3> 1세부 목표 및 주요 연구내용

구 분	내 용
목 표	○ 매설식 무선 자기검지기 실용화 장비기술 개발 ○ 비매설식 레이더 검지기 실용화 장비기술 개발
주요 연구내용	○ 매설식 무선 자기검지기 실용화 장비기술 개발 - 무선 자기 검지기 성능 개선으로 차량 존재 검지율 90% (1차년도), 99% (2차년도) 목표 - 감응신호제어용도 차량감지용 매설 장치 상용화제품 개발 - 무선 자기 검지기 성능 개선으로 감응신호제어용도 차량감지 정보 송출 장치 무선통신 방식(WPAN(ZigBee3.0), LPWA(LoRa, NB-IoT) 등) 별 상용화제품 개발 - 지방 국도 좌회전 및 부도로 교통량 기준 무선 자기 검지장비 탑재 배터리 수명연장 기술 및 상용화제품 연구 개발 - 지방 국도 도로 여건에 부합하는 에너지 저감형 소형 무선통신 중계기 및 안테나 상용화 제품 개발, 현장 설치 기술 개발 - 지방 국도 좌회전 차로로 접근하는 차량 주행패턴 기반 방향별 교통 (좌회전 및 유턴) 구분 상용화제품 운용 기술 개발 - 지방 국도 좌회전 (또는 부도로 진출) 차량(컨테이너 및 트럭 등) 차종 구분을 통한 감응신호제어 단위연장시간 강제 조정 기술 구현 장비 개발 - 지방 국도 좌회전 (또는 부도로 진출) 감응신호 운영에 영향을 미치는 특수 차량(트랙터, 원동기, 중장비차량) 검지 상용화제품 운용 기술 개발 - 차량 검지능력 및 에너지 절감을 고려한 좌회전 감응 통신기술 검토 및 개발 - 감응신호제어용도 무선 자기 검지기 및 레이다 검지기 수집 정보 교통신호제어기 전달을 위한 정보연계 프로토콜 기술 및 무선자기 검지기 및 레이다 검지기용 검지기 보드 장비 개발 ○ 비매설식 레이더 검지기 실용화 장비기술 개발 - 지방 국도 도로포장 관리 담보가 어려운 지점 및 기상 악조건 상황에서 좌회전 (또는 부도로 진출) 감응신호 운영을 지원하는 레이더 검지기 소형화 및 기능 개선을 통한 상용화 제품 개발 - 지방 국도 좌회전 차로 인접차로 및 반대 대향방향 주행 차량 구분을 위한 레이더 검지기 검지영역 외부 제어기술 개발 - 무선통신 모바일 디바이스 기반 레이더 검지기 검지영역 조향 및 검지내용 확인을 위한 모니터링 관리기술 개발 - 지방 국도 좌회전 (또는 부도로 진출) 차량(컨테이너 및 트럭 등) 차종 구분을 통한 감응신호제어 단위연장시간 강제 조정 기술 구현 장비 개발 - 무선자기 검지기 및 레이더 검지기 등 감응신호제어용 검지기보드 연계 프로토콜 기술 개발 - 지방 국도 교차로 지주 마스터 암 레이더 검지기 부착기술 개발

나. 연차별 연구 목표 및 주요 연구내용

○ 1세부 연구내용에 따른 연차별 연구 목표, 주요 연구내용 및 예상성과는 <표 4-4>와 같음

<표 4-4> 연차별 1세부 연구내용 및 예상성과

연차	연구목표	연구내용	예상 성과
1차년	국도 감응신호제어 차량 검지 핵심기술 및 장비 기본 설계	○ 검지기 핵심부품의 국산화 및 고도화 - 차량 검지능력 및 에너지 절감을 고려한 좌회전 감응 통신기술 검토 및 개발 -도로환경 안전기준 및 설치기준에 부합하는 검지기 설계 -배터리 출력 특성과 2차전지 에너지 특성을 겸비한 융합형 에너지 매체 기초 연구 ○ 차량검지기술 연구 -정보연계 프로토콜 기술 및 검지기 보드 장비 개발 -레이더 검지기 검지영역 외부 제어기술 개발 -감응신호제어용 검지기 보드 연계 프로토콜 기술 개발	-무선 차량 검지기 및 검지기 보드 설계서 -정보인식 및 원격진단 모듈 설계서 -지방 국도 무선 차량용 검지기
2차년	무선 감응신호제어 차량검지 성능 시험 및 검증	○ 차량검지기술 연구 -테스트베드내 장애물 대응제어 기술 개발 -고장 진단 데이터기반 유지보수 대응모듈 제작 -주행로 이동객체 운동방향 예측기술 개발 ○ 무선 검지 핵심기술 검증을 위한 인프라 구축 -차량검지 핵심모듈을 적용을 통한 시스템 체계구축 -차량검지 기술 신뢰성 검증을 위한 검지기 개발 및 평가, 인프라 구축	-주행로내 장애물 대응제어 시험결과 보고서 -데이터기반 유지보수 대응 모듈 설계서 -이동객체 운동방향 예측 시험결과 보고서
3차년	무선 감응신호제어 차량 검지기 실용화	○ 도로 여건에 부합하는 상용화 제품 및 현장 설치 기술 개발 -차량 주행패턴 기반 방향별 교통 구분 상용화 제품 기술 개발 -배터리 수명연장 기술 및 상용화 제품 연구 개발 ○ 검지정보 송출 장치 무선통신 방식별 상용화 제품 개발 -차량검지 정보 송출 장치 무선통신 방식별 상용화 제품 개발	-정보연계 프로토콜 기술 및 검지기 보드 장비 개발 -배터리 수명연장 및 기능 개선을 통한 상용화 제품 개발

3. 2세부과제: 무선통신 보안기술 및 관리 소프트웨어 개발

가. 연구 목표 및 주요 연구내용

○ 2세부 과제는 무선 자기검지기 무선통신기술 개발 및 성능 모니터링 및 관리 소프트웨어 개발을 목표로 그에 따른 주요 연구내용은 <표 4-5>와 같음

<표 4-5> 2세부 목표 및 주요 연구내용

구 분	내 용
목 표	○ 무선 자기검지기 무선통신 보안기술 개발 ○ 무선 자기검지기 성능 모니터링 및 관리 소프트웨어 개발
주요 연구내용	○ 무선 자기검지기 무선통신 보안기술 개발 - 무선통신 간섭 및 보안 위협 시험 시나리오 개발 - 무선통신 보안기술 성능평가 환경 개발 및 평가 - 무선통신 방식 (WPAN(ZigBee3.0), LPWA(LoRa, NB-IoT) 등)별 무선 데이터 암호화 핵심기술 개발 및 검증 - 무선통신 방식 (WPAN(ZigBee3.0), LPWA(LoRa, NB-IoT) 등)별 무선 데이터 보안을 위한 사용자 인증 및 권한 검증 접근제어 기술 개발 - 무선통신 방식 (WPAN(ZigBee3.0), LPWA(LoRa, NB-IoT) 등)별 자기검지기 시험장비 무선통신 보안 성능 비교 평가 - 무선통신 보안상태 확인 및 운영자 관리를 지원하는 모바일 디바이스 기반 소프트웨어 모듈 기술 설계 - 무선통신 방식(WPAN(ZigBee3.0), LPWA(LoRa, NB-IoT) 등)별 무선 데이터 보안을 위한 통신방식 인증 및 권한 검증 환경 개발 및 평가 ○ 무선 자기검지기 성능 모니터링 및 관리 소프트웨어 개발 - 모바일 디바이스 기반 검지장비 통신 채널 별 설치지점 확인 및 관리 소프트웨어 개발 - 모바일 디바이스 기반 무선 검지장비 검지성능 관리 소프트웨어 개발 - 모바일 디바이스 기반 무선 검지장비 배터리 수명 확인 소프트웨어 개발 - 모바일 디바이스 기반 교통신호제어기 탑재 자기검지기 및 레이더 검지기 보드 수신정보 모니터링 소프트웨어 개발 - 모바일 디바이스 기반 이력 데이터 누적 및 관리 소프트웨어 개발 - 모바일 디바이스 기반 운영자 검지기 성능 모니터링 소프트웨어 모듈 기술 설계

나. 연차별 연구 목표 및 주요 연구내용

○ 2세부 과제의 연차별 연구목표에 따른 연구내용 및 예상성과는 <표 4-6>과 같음

<표 4-6> 연차별 2세부 연구내용 및 예상성과

연차	연구 목표	연구 내용	예상 성과
1차년	무선통신 보안기술 및 관리 소프트웨어 개발	○ 디지털 인프라 기술 개발 -정적/동적 디지털 인프라 정보 DB 설계 ○ 무선통신 방식별 무선 데이터 전송 구축기술 개발 -무선 데이터 전송 필수기능 및 안전 서비스 요구 사항 분석 -무선통신 방식별 무선 데이터 암호화 핵심기술 개발 및 검증 -무선 데이터 보안을 위한 사용자 인증 및 권한 검증 접근제어 기술 개발 ○ 무선통신 보안상태 확인 및 운영자 관리 소프트웨어 모듈설계 -보안상태 확인 및 운영자 관리 지원 소프트웨어 모듈 기술 설계	-정적/동적 DB 및 무선검지상황정보 DB 설계서 -무선 데이터전송 필수 기능 및 안전 서비스 요구 사항 도출 -무선통신 방식별 데이터 암호화 핵심기술 설계서 -사용자 인증 및 권한 접근 제어 기술 개발 설계서 -상태확인 및 관리모듈 소프트웨어 기술 설계서
2차년	무선 감응신호제어 인프라 확장기술 통합 구현	○ 실시간 모니터링 및 신뢰성 평가 기술 -실시간 신뢰성 평가 기술 기본/상세 설계 -실시간 기반 유지보수 전문가 시스템 기본/상세 설계 ○ 모바일 디바이스기반 모니터링 및 관리 소프트웨어 개발 -무선통신 방식별 보안 및 성능 비교평가 소프트웨어 개발 -무선 검지장비 검지성능 관리 소프트웨어 개발 -교통신호제어기 탑재 검지기 보드 수신정보 모니터링 소프트웨어 개발	-실시간 신뢰성 평가 기술 및 신뢰성 기반 유지보수 전문가 시스템 설계 -무선통신 방식별 비교평가 소프트웨어 설계서 -검지장비 검지성능 관리 소프트웨어 설계서 -검지기 보드 수신정보 모니터링 소프트웨어 설계서
3차년	무선 감응신호제어 인프라 확장기술 안정화를 통한 시범사업 추진	○ 무선 감응신호제어 디지털 인프라 기술 개발 -무선 감응신호제어 디지털 인프라 유지관리 기준서 개발 -무선 감응신호제어 디지털 인프라 모니터링 시스템 고도화 및 안정화 ○ 실시간 모니터링 및 신뢰성 평가기술 -실시간 모니터링 기술 고도화 -On-Off 통합 유지보수 전문가 시스템 구현	-안정화 기술 적용 및 검증 -무선 감응신호제어 디지털 인프라 유지관리 기준서 -무선 감응신호제어 디지털 인프라 유지관리 및 모니터링 시스템 -실시간 모니터링 및 On-Off 통합 유지보수 전문가 시스템

4. 3세부과제: 검지정보 생산성 향상, 성능평가 및 실용화 기술 개발

가. 연구 목표 및 주요 연구내용

○ 감응신호제어 검지정보 생산성 향상기술 개발 및 검지정보평가를 위한 주요 연구내용은 <표 4-7>과 같음

<표 4-7> 3세부 목표 및 주요 연구내용

구 분	내 용
목 표	○ 감응신호제어 검지정보 생산성 향상 기술 개발 ○ 감응신호제어 검지정보 평가
주요 연구내용	○ 감응신호제어 검지정보 생산성 향상 기술 개발 - 검지기 고유번호 및 점검 검지기 참조번호 매칭 기술 개발 - 모바일 디바이스 기반 운영자 검지기 성능 모니터링 및 관리 소프트웨어 인터페이스 핵심기술 설계 - 자기검지기 및 레이더 검지기 수집 및 검지기 보드 수집자료 기반 감응 패턴 분석을 통한 감응신호제어 단위연장시간 외부 조정(교통신호제어기 외부) 핵심기술 개발 - 우리나라 국도 현장 감응제어의 지속가능한 기능 유지를 위한 제도적 장치 개발 - 감응신호제어용 무선통신 활용 관련 법 제도 연구 - 경찰청 표준신호제어기 규격서 내 무선 자기 검지기 및 레이더 검지기 보드 장치 반영을 위한 연구 - 무선 자기검지기 실용화 단계를 고려한 도로 절삭, 포장 기술 등 포함 무선 자기 검지기 설치관리 매뉴얼 개발 - 감응신호제어 확대적용 방안 및 실용성 확보 전략 수립 ○ 감응신호제어 검지정보 평가 - 우리나라 전국 국도 현장 교차로 차로 단위 기하구조 자료 수집 및 분석을 통한 좌회전 및 부도로 진출 감응신호 운영 여건 분석 - 우리나라 전국 국도 이용 교통량 자료 및 차종 자료 수집 분석을 통한 좌회전 및 부도로 진출 감응신호 운용측면 장애 요인 분석 - 우리나라 감응신호제어 운영상태(강설, 박무, 혹서, 태풍, 심야) 조건 자료수집 및 분석을 통한 좌회전 및 부도로 진출 감응신호 운영 여건 분석 - 전국 국도 기하구조 조건, 교통 조건, 기상조건 등을 고려한 감응신호 제어 실외시험 환경 설계 및 계절별 시험 시나리오 개발 (차량 주행 상황 및 차종 혼합 상황별 좌회전 및 부도로 진출 감응신호 성능 평가 포함) - 무선 자기검지기 배터리 전력공급, 매설 수준별 별 내압, 내구력, 통신 보안성 등의 시스템 안정성 평가 - 무선 자기검지기 통신방식(Zigbee, LoRa, RF)별 실외시험을 통한 좌회전 및 부도로 진출 감응신호 성능 비교 평가 - 국도 감응신호제어용 자기검지기 및 레이더 검지기 수집자료 정확도 및 가공 알고리즘 정확도 평가

나. 연차별 연구 목표 및 주요 연구내용

○ 3세부 과제의 연차별 연구 내용 및 예상성과는 <표 4-8>과 같음

<표 4-8> 연차별 3세부 연구내용 및 예상성과

연차	연구목표	연구내용	예상 성과
1차년	검지정보 향상 기술 개발 및 우리나라 감응신호 운영 여건 분석	○ 무선 감응신호제어 검지정보 생산성 향상 기술 개발 -검지기 고유번호 및 점검 검지기 참조번호 매칭 기술 개발 -감응신호제어 단위연장시간 외부 조정 핵심 기술 개발 ○ 무선 감응신호제어 실용화 생태계 구축을 위한 기틀 마련 -무선 자기검지기 설치관리 매뉴얼 개발 -감응신호제어 조건 자료수집 및 분석을 통한 감응신호 운영 여건 분석 -교통량 및 차종 분석을 통한 감응신호 운용측면 장애 요인 분석	-무선 감응신호제어 검지기 고유번호 및 참조번호 매칭 기술 개발 설계서 -단위연장시간 외부조정 핵심 기술 개발서 -무선 검지기 설치 관리 매뉴얼 -운영여건 분석 보고서 -운용측면 장애 요인 분석 보고서
2차년	무선 감응신호제어 검지평가 시뮬레이션 구현	○ 차량 검지성능 핵심기술 및 알고리즘 고도화 -운영자 검지기 성능 모니터링 및 관리 소프트웨어 핵심기술 고도화 -표준신호제어기 규격서 내 검지기 보드 장치 반영을 위한 연구 ○ 무선 감응신호제어 운영 효율성 평가 -무선 자기검지기 배터리 전력공급, 내구력, 통신 보안성 등의 시스템 안정성 평가 -통신방식별 실외시험을 통한 감응신호 성능 비교 평가 -검지기 수집자료 정확도 및 가공 알고리즘 정확도 평가	-검지기 성능 모니터링 및 관리 소프트웨어 고도화 -표준신호제어기내 검지기 보드 장치 반영을 위한 연구 보고서 -무선 검지기 평가 시뮬레이션 프로토타입 개발 -무선 검지기 시스템 안정성 평가 결과서 -통신방식별 감응신호 성능 비교 평가 결과서 -수집자료 및 가공 알고리즘 정확도 평가 결과서
3차년	무선 감응신호제어 시스템 운영 전략 제시	○ 무선 감응신호제어 시범 운영 전략 제시 -시범 운영을 위한 법·제도개선 방안 제시 -무선 감응신호제어 시범 운영을 위한 전문가 의견 수렴 -무선 감응신호제어 도입 시나리오 검토 및 실용화 계획 수립 ○ 무선 감응신호제어 비즈니스 모델 검토 및 실용화 추진 -실용화 계획 및 대안 검토 -비즈니스 모델 검토 및 실용화 추진 -무선 감응신호제어 실용화 전략 제시	-무선 감응신호제어 운영 시스템 구축 및 분석 정밀도 확보 -무선 감응신호제어 도입에 따른 운영 시나리오 개발 -실증단지 구축을 위한 실용화 기술 개발

제2절. 세부과제 간 연관관계

1. 세부과제 구성

○ 본 과제는 3개의 세부과제로 구성 됨

- 1세부 : 국도 감응신호제어 차량 검지기술 및 장비 개발
- 2세부 : 감응신호제어 검지장치 무선통신 보안기술 및 관리 소프트웨어 개발
- 3세부 : 감응신호제어 검지장치의 검지정보 생산성 향상, 성능 평가 및 실용화 기술 개발

2. 세부과제 간 연계관계

○ 1세부과제는 국내 지방부 좌회전 감응신호제어를 위한 매설식 무선 자기검지기 실용화 장비기술 개발, 비매설식 레이더 검지기 실용화 장비기술 개발로 구성됨

- 1세부과제에서 무선 자기 검지기 및 레이더 검지기 등 감응신호제어용 검지기보드 연계 프로토콜 기술 개발은 2세부과제에서 무선통신 보안기술 성능평가 환경 및 평가 모델 개발에서 활용 가능함
- 1세부과제에서 무선통신 모바일 디바이스 기반 레이더 검지기 검지영역 조향 및 검지내용 확인을 위한 모니터링 관리기술은 2세부과제에서 무선 검지기 성능 모니터링 및 관리 소프트웨어를 개발하는 연구와 연계됨
- 1세부과제에서 개발한 무선 감응신호제어 차량 검지기술은 3세부과제에서 국내 법 제도 초안 도출 및 설치관리 매뉴얼 개발에 활용 가능함

○ 2세부과제는 무선 감응신호제어 검지 장치의 무선통신 보안기술을 개발, 무선 감응신호제어 검지 장치의 검지기 성능 모니터링 및 관리 소프트웨어 개발로 구성됨

- 2세부과제에서 개발된 무선 감응신호제어 검지 장치의 무선 통신 보안기술은 3세부과제에서 활용하여 국내 무선 감응신호제어 검지 장치의 법 제도 반영 및 국제화 전략 수립 등 추진 가능함
- 2세부과제에서 개발된 무선 검지기 성능 모니터링 및 관리 소프트웨어 기술은 3세부과제에 활용하여 모바일 디바이스 기반 운영자 검지기 성능 모니터링 및 관리 소프트웨어 인터페이스 핵심기술 개발을 위한 기술정보로 상호 연계됨

○ 3세부과제는 무선 감응신호제어 검지 장치의 검지정보 생산성 향상, 성능 평가 및 실용화 기술 개발 과제로 구성됨

- 1세부 과제에서 개발된 무선 감응신호제어 차량 검지기술 및 장비의 평가 가술 및 2세부과제의 무선통신 관리 소프트웨어 등의 규격에 대한 법 제도화를 통하여 국내 및 국제기준으로 제안하기 위한 국제화 전략 등을 마련하는데 활용됨
- 2세부 과제에서 개발된 모바일 디바이스 기반 검지장비 통신 채널 별 설치지점 확인 및 관리

소프트웨어 개발을 통해 우리나라 국도 현장 감응제어의 지속가능한 기능 유지를 위한 제도적 장치를 개발하는데 활용됨

제3절. 기술로드맵 및 성과지표

1. 기술로드맵

○ 신호감응형 무선자기검지기 및 관리시스템 구축을 위해서는 전체적으로 3년 정도의 연구개발이 필요할 것으로 판단됨

○ 비매설식 레이더 검지기 실용화 장비기술개발을 위해서는 무선자기 검지기와 마찬가지로 3년의 연구개발이 필요할 것으로 판단됨

- 검지기 핵심기술에 대한 기본설계 및 장비 개발 진행 (1차 년도)
- 성능시험 및 검증 진행 (2차 년도)
- 검지기 실용화 기술 개발 (3차 년도)



<그림 4-1> 총괄 기술 로드맵

2. 세부과제별 성과목표 및 성과지표

가. 1세부 성과목표 및 성과지표

○ 1세부 성과목표 및 성과지표의 질적 성과와 양적 성과는 <표 4-9>와 같음

<표 4-9> 1세부 성과목표 및 성과지표

세세부	성과목표	성과 지표							
		질적성과	양적 성과						
			성과지표		측정방법	단위	목표	가중치 (0-1)	목표치 설정근거
1-1	매설식 무선 자기검지기 실용화 장비기술 개발	- 차량감지용 상용화제품 개발 - 정보 송출 장치무선통신 방식별상용화 제품 개발 - 검지기 수집 정보연계 프로토콜 기술 및 무선 검지기용 검지기 보드 장비 개발	1	논문	학술지 개재 발표 (국내외)	편	2	0.2	매설식 감응신호제어 기술을 논문으로 개제
			2	지식재산권	특허출원	건	2	0.2	매설식 신호제어모듈 제작
			3	시작품	시작품 제작	건	1	0.3	매설식 무선 자기검지기
			4	평가기술 (지침/기준)	관련문서 작성	건	1	0.1	무선 자기검지기 관련 지침서
			5	HW개발	HW등록	건	1	0.2	하드웨어 개발
1-2	비매설식 레이더 검지기 실용화 장비기술 개발	- 레이더검지기 소형화 및 기능 개선을 통한 상용화 제품 개발 - 주행 차량 구분 레이더 검지기 검지영역 외부제어기술 개발 - 레이더검지기 검지영역 조향 및 검지내용 확인을 위한 모니터링 관리기술개발	1	논문	학술지 개재 발표 (국내외)	편	2	0.2	비매설식 감응신호제어 기술을 논문으로 개제
			2	지식재산권	특허출원	건	2	0.2	비매설식 신호제어모듈 제작
			3	시작품	시작품 제작	건	1	0.3	비매설식 무선 레이더 검지기
			4	평가기술 (지침/기준)	관련문서 작성	건	1	0.1	무선 레이더검지기 관련 지침서
			5	HW개발	HW등록	건	1	0.2	하드웨어 개발

나. 2세부 성과목표 및 성과지표

○ 2세부 성과목표 및 성과지표의 질적 성과와 양적 성과는 <표 4-10>과 같음

<표 4-10> 2세부 성과목표 및 성과지표

세세부	성과목표	성과 지표							
		질적성과	양적 성과						
			성과지표		측정방법	단위	목표	가중치 (0-1)	목표치 설정근거
2-1	무선통신 보안기술 개발	-무선통신 보안기술 성능평가 환경 개발 및 평가 -무선통신 간섭 및 보안 위협 시험 시나리오개발 -무선통신 보안상태 확인 및 관리지원 소프트웨어 모듈기술설계	1	논문	학술지 개재 발표 (국내외)	편	2	0.2	무선통신별 보안기술을 논문으로 게재
			2	지식재산권	특허출원	건	2	0.2	무선통신 보안 제어기술
			3	시작품	시작품 제작	건	1	0.3	무선통신 관리 소프트웨어 모듈 설계
			4	평가기술 (지침/기준)	관련문서 작성	건	1	0.1	무선통신 보안관련 지침서
			5	SW개발	SW등록	건	1	0.2	소프트웨어 개발
2-2	검지기 성능 모니터링 및 관리 소프트웨어 개발	-검지장비 통신별 설치 지점관리 소프트웨어 개발 -검지성능관리 소프트웨어 개발 -교통신호제어기 탑재 검지기 보드 모니터링 소프트웨어 개발 -운영자 검지기 성능 모니터링 소프트웨어 모듈기술설계	1	논문	학술지 개재 발표 (국내외)	편	2	0.2	검지기 성능 관리 소프트웨어 기술을 논문으로 게재
			2	지식재산권	특허출원	건	2	0.2	성능관리 소프트웨어 제어기술
			3	시작품	시작품 제작	건	1	0.3	성능관리 소프트웨어 모듈
			4	평가기술 (지침/기준)	관련문서 작성	건	1	0.1	성능관리 소프트웨어 지침서
			5	SW개발	SW등록	건	1	0.2	소프트웨어 개발

다. 3세부 성과목표 및 성과지표

○ 3세부 성과목표 및 성과지표의 질적 성과와 양적 성과는<표 4-11>과 같음

<표 4-11> 3세부 성과목표 및 성과지표

세세부	성과목표	성과 지표							
		질적성과	양적 성과						
			성과지표		측정방법	단위	목표	가중치 (0-1)	목표치 설정근거
3-1	감응신호제어 검지정보 생산성 향상 기술 개발	-무선통신 보안기술 성능평가 환경 개발 및 평가 -무선통신 간섭 및 보안 위협 시험 시나리오개발 -무선통신 보안상태 확인 및 관리지원 소프트웨어 모듈기술설계	1	논문	학술지 개재 발표 (국내외)	편	2	0.2	무선통신별 보안기술을 논문으로 게재
			2	지식재산권	특허출원	건	2	0.2	무선통신 보안 제어기술
			3	시작품	시작품 제작	건	1	0.3	무선통신 관리 소프트웨어 모듈 설계
			4	평가기술 (지침/기준)	관련문서 작성	건	1	0.1	무선통신 보안관련 지침서
			5	SW개발	SW등록	건	1	0.2	소프트웨어 개발
3-2	감응신호제어 검지정보 평가	-검지장비 통신별 설치 지점관리 소프트웨어 개발 -검지성능관리 소프트웨어 개발 -교통신호제어기 탑재 검지기 보드 모니터링 소프트웨어 -개발 -운영자 검지기 성능 모니터링 소프트웨어 모듈기술설계	1	논문	학술지 개재 발표 (국내외)	편	2	0.2	검지기 성능 관리 소프트웨어 기술을 논문으로 게재
			2	지식재산권	특허출원	건	2	0.2	성능관리 소프트웨어 제어기술
			3	시작품	시작품 제작	건	1	0.3	성능관리 소프트웨어 모듈
			4	평가기술 (지침/기준)	관련문서 작성	건	1	0.1	성능관리 소프트웨어 지침서
			5	SW개발	SW등록	건	1	0.2	소프트웨어 개발

3. TRL 및 핵심연구 성과

○ 핵심 요소기술별 기술 유형 및 기술성숙도는 국토교통 R&D 유형별 기술성숙도를 기준으로 실용화를 목표로한 TRL 7이상의 성과 목표를 제시하며 세부과제 연차별 단계별 기술개발 성과목표를 제시함

<표 4-12> 연구개발 TRL 설정

TRL 단계	기초연구		실험		시제품		**실용화**		양산
	1	2	3	4	5	6	**7**	**8**	9
	[기초실험] 기본원리발견	[개념정립] 기술개념과 적용분야의 확립	[기본성능검증] 분석과 실험을 통한 기술개념 검증	[부품/시스템 성능검증] 연구실 환경에서의 Working Model 개발	[장치/시스템 시제품 제작] 유사 환경에서의 Working Model 검증	[시제품 성능평가] 유사 환경에서의 프로토타입 개발	[시제품 신뢰성평가] 실제 환경에서 시제품 데모	[시제품 인증] 상용제품 시험평가 및 신뢰성 검증	[사업화] 상용제품생산

<표 4-13> 1차년도 핵심연구 성과

핵심연구성과 (level1)		단위 성과 (level2)		질적성과지표		목표수준 / 목표치	측정 방법	검증방법	정량목표
A1	매설식 무선 자기 검지기 실용화 장비 기술 개발 (1차)	A1-1	감응신호 제어용 차량감지용매설장치	①	차량검지용 무선자기검지기 개발	차량검지 정확도 90%이상	공인기관시험	시험성적서	시제품 : 1식 H/W 설계서 : 1건 S/W 설계서 : 1건 시험결과서 : 1건
				②	교통량기준 무선자기검지장치 배터리 수명연장기술	효율 개선 10%이상	공인기관시험	시험성적서	설계서 : 1건 시험결과서 : 1건
		A1-2	감응신호 제어용 차량감지 정보 송출장치 (무선통신방식별)	①	통신방식별 무선AP 시제품제작	시험 인증	공인기관시험	시험성적서	시제품 : 3식 H/W 설계서: 3건 시험결과서 : 3건
				②	좌회전 및 주행패턴 분석 기술 개발	좌회전 판단 (차종,방향)정확도 90%	공인기관시험	시험성적서	설계서 : 1건 시험결과서 : 1건 S/W 등록 : 1건 특허출원(국내) : 1건
		A1-3	감응신호제어용 검지기 보드 장비 개발	①	수집정보 정보연계 및 신호단위연장시간 조정 기술 개발	연동시험	공인기관시험	시험성적서	S/W 설계서 : 1건 시험결과서 : 1건
				②	교통신호제어기 정보연계용 검지기 보드 개발	연동시험	공인기관시험	시험성적서	H/W 설계서 : 1건 시험결과서 : 1건 시제품 : 1식
B1	검지기 성능 모니터링 및 관리 소프트웨어 개발 (1차)	B1-1	센터 기반 소프트웨어 개발	①	데이터 수집 및 관리/모니터링 S/W 개발	센터S/W 개발	사용자평가	전문가 평가 점수 85점이상	S/W 설계서 : 1건 소프트웨어 등록 : 1건 특허출원(국내) : 1건 전문가평가 : 1건
			모바일 디바이스 기반 소프트웨어 개발	②	모니터링/관리 S/W 개발	모바일S/W 개발	사용자평가	전문가 평가 점수 85점이상	S/W 설계서 : 1건 소프트웨어 등록 : 1건 전문가 평가 : 1건

<표 4-14> 2차년도 핵심연구 성과

핵심연구성과 (level1)		단위 성과 (level2)		질적성과지표		목표수준 목표치	측정 방법	검증방법	정량목표
A2	매설식 무선 자기 검지기 실용화 장비 기술 개발 (2차)	A2-1	감응신호 제어용 차량감지용 매설장치	①	차량검지용 무선 자기검지기 개선	차량검지정확도 95%이상	공인기관시험	시험성적서	시제품 : 1식 H/W 설계서 : 1건 S/W 설계서 : 1건 시험결과서 : 1건
				②	교통량기준 무선자기검지장치 배터리 수명연장기술개선	효율 개선 20%이상	공인기관시험	시험성적서	설계서 : 1건 시험결과서 : 1건
		A2-2	감응신호제어용 차량감지정보 송출장치 (무선통신방식별)	①	무선AP 시제품 개선	시험 인증	공인기관시험	시험성적서	시제품 : 1식 H/W 설계서: 1건 시험결과서 : 1건
				②	좌회전 및 주행패턴 분석 기술 개선	좌회전 판단(차종,방향)정확도 95%	공인기관시험	시험성적서	설계서 : 1건 시험결과서 : 1건 S/W 등록 : 1건 특허출원(국내) : 1건
		A2-3	감응신호제어용 검지기 보드 장비 개발	①	교통신호제어기 정보연계용 검지기 보드 개선	연동시험	공인기관시험	시험성적서	H/W 설계서 : 1건 시험결과서 : 1건 시제품 : 1식
		A2-4	감응신호제어 단위테스트베드	①	감응식신호 단위 테스트베드 구축	테스트베드 구축	자체시험	구축보고서	기술보고서 : 1건
B2	검지기 성능 모니터링 및 관리 소프트웨어 개발 (2차)	B2-1	센터 기반 소프트웨어 개발	①	데이터 수집 및 관리/모니터링 S/W 개선	센터S/W 개발	사용자평가	전문가 평가 점수 85점이상	S/W 설계서 : 1건 소프트웨어 등록 : 1건 특허출원(국내) : 1건 전문가평가 : 1건
			모바일 디바이스 기반 소프트웨어개발	②	모니터링/관리 S/W 개선	모바일S/W 개발	사용자평가	전문가 평가 점수 85점이상	S/W 설계서 : 1건 소프트웨어 등록 : 1건 전문가 평가 : 1건

<표 4-15> 3차년도 핵심연구 성과

핵심연구성과 (level1)		단위 성과 (level2)		질적성과지표		목표수준 / 목표치	측정 방법	검증방법	정량목표
A3	매설식 무선 자기 검지기 실용화 장비 기술 개발 (3차)	A3-1	감응신호 제어용 차량감지용매설장치	①	차량검지용 무선자기검지기 보완	상용제품 인증	공인기관시험	시험성적서	상용품 : 1식 H/W 설계서 : 1건 S/W 설계서 : 1건 인증서 : 1건
		A3-2	감응신호제어용 차량감지정보 송출장치 (무선통신방식별)	①	무선AP 시제품 보완	상용제품 인증	공인기관시험	시험성적서	상용품 : 1식 H/W 설계서 : 1건 인증서 : 1건
		A3-3	감응신호제어용 검지기 보드 장비 개발	①	교통신호제어기 정보연계용 검지기 보드 보완	상용제품 인증	공인기관시험	시험성적서	H/W 설계서 : 1건 인증서: 1식
		A3-4	감응신호제어 단위테스트베드	①	감응신호 테스트베드 운영	테스트베드 운영	자체시험	운영보고서	기술보고서 : 1건
B3	검지기 성능 모니터링 및 관리 소프트웨어 개발 (3차)	B3-1	센터/모바일 기반 소프트웨어 개발	①	감응신호 테스트베드 운영	테스트베드 운영	자체시험	운영보고서	기술보고서 : 1건

제4절. 연구개발 추진체계

1. 총괄 및 세부과제별 연구 추진 전략

가. 총괄연구단 : 지방 간선도로 감응신호제어용 좌회전 검지기 실용화 기술 개발

○ 하부 세부과제 기관과의 조정과 목표성능을 만족시키기 위한 기술적 인터페이스를 Top-Down/Bottom-Up 방식으로 효과적으로 조율

- 일정관리, 개발기술의 평가조정, 연구성과의 활용 및 홍보전략 수집

나. 1세부과제 : 국도 감응신호제어 차량 검지기술 및 장비 개발

○ 산·학·연이 공조하여 핵심원천기술 개발 및 IPR을 확보하고, 개발 기술의 표준화 및 운영전략을 수립하며, 학계를 통한 창의적 아이디어 발굴을 통한 융합기술 개발, 해외 전문기관으로부터의 기술자문을 통한 개발방향 수립

다. 2세부과제 : 무선통신 보안기술 및 관리 소프트웨어 개발

○ 산·학·연이 공조하여, 무선 감응신호제어 감지장치의 무선통신 보안기술 개발과 감지장치의 성능 모니터링 및 관리 소프트웨어 기술 개발을 위한 핵심기술 확보를 추진하고 기존 신호제어 감지장치 관련 기관들과 긴밀히 협력하여 감지장치의 통신 보안성 및 관리의 효율성 면에서 한층 업그레이드된 무선 감응신호제어 감지장치를 개발할 수 있도록 개발방향 수립

라. 3세부과제 : 검지정보 생산성 향상, 성능 평가 및 실용화 기술 개발

○ 산·학·연이 공조하여, 무선 감응신호제어 감지장치의 검지정보 생산성 향상을 위한 핵심기술 확보를 추진하고, 지자체 및 운영기관을 통한 실증단지 구축 및 운용환경 평가를 위한 시뮬레이션 기술 개발

2. 연구추진체계

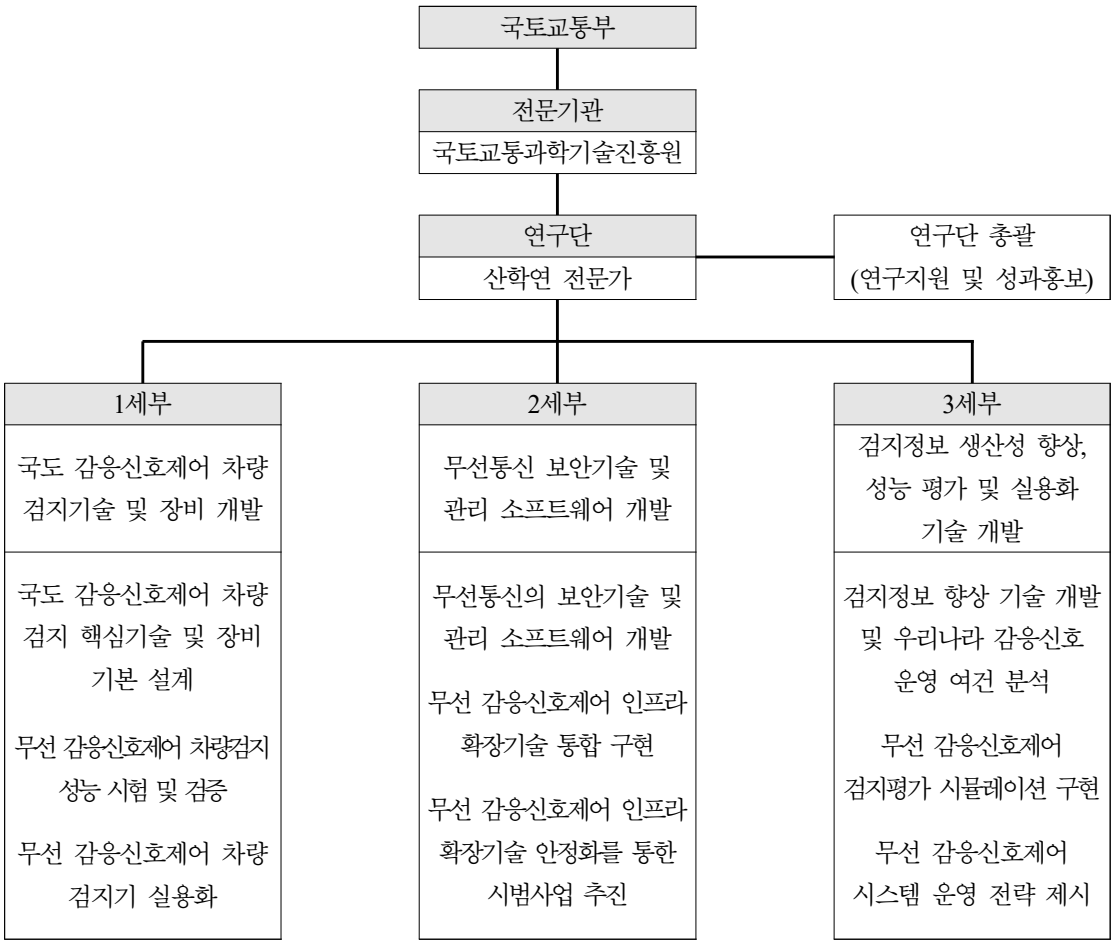
가. 핵심기술 개발 네트워크

○ 산·학·연이 공조하여, 핵심원천기술 개발 및 IPR을 확보하고, 개발 기술의 표준화 및 운영전략을 수립

○ 학계를 통한 창의적 아이디어의 발굴을 통한 융합기술 개발과 기술이전 등을 통한 시제품 생산 및 원가 경쟁력 확보 추진

나. 개발 및 사업화 네트워크

○ 핵심기술 개발 네트워크를 통해 개발할 기술을 적용하기 위해 지자체를 사업 전 미리 시범적용 지역을 지정하여 사업의 효율성 증대를 도모하고 국토교통부의 주관 하에 시험운행을 위한 법제도 정비, 시험평가 및 시제품 제작, 개발 기술의 제품 개발 등과 연계한 시범 시스템 구축으로 사업화를 추진



<그림 4-2> 연구과제 구성 체계도

다. 관계기관 협조 체계

○ 본 기획에서는 연구개발의 필요성과 연구 성과물에 대한 사업화 방안을 확보하기 위하여 다양한 분야의 자문 위원 도입을 통하여 연구개발의 활용 가능성을 사전에 검토함

○ 특히 기존『국도감응신호체계 기본계획』을 연구하였던 도로교통공단의 담당자, 루프검지기, 지자기검지기, 영상검지기 개발 업체, 관련 기술을 연구하고 있는 학술 자문을 통해 향후 협조체계에 대한 검토를 진행하였음

○ 그 결과, 대체 검지기 도입을 위해서는 감응신호 설치 및 운영 유지보수 체계에 대한 향후 계획 마련 필요하며, 지자체, 국토관리청, 경찰청의 업무 연계 및 신호운영에 대한 가이드라인 제시가 필요한 것으로 판단 됨

○ 이와 같은 가이드라인을 충족하기 위한 각 세부 과제도출이 이루어져야하고, 세부 과제별 별 담당 기관, 자문, 감독기관을 구성하여 기술개발 기준 설정, 세부 기술개발, 기술개발 목표 달성여부 확인 등이 유기적으로 이루어져야 함

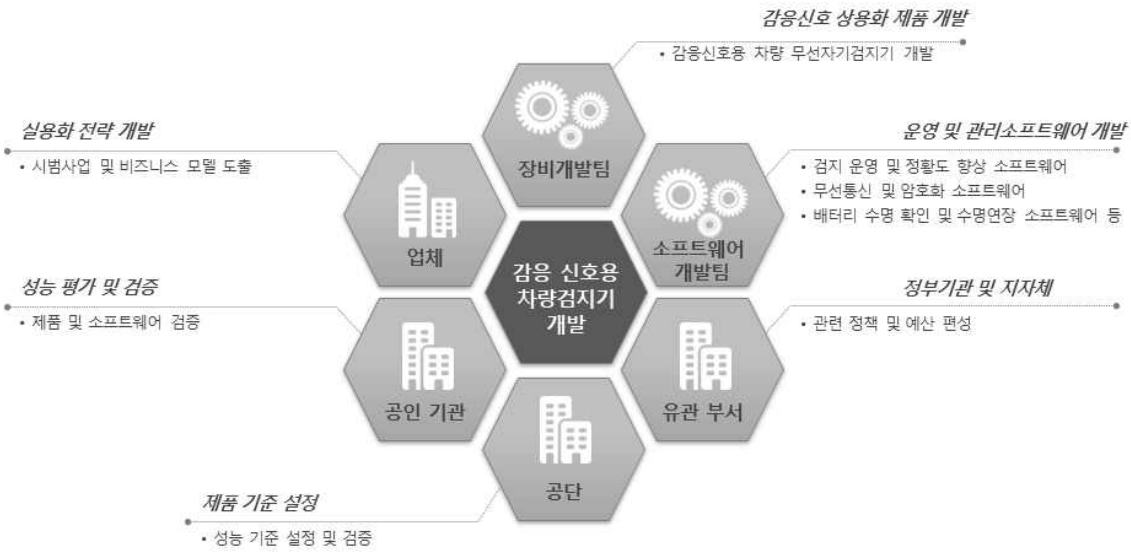
○ 과제별 추진체계를 살펴보면, 산·학·연의 공조를 통해 핵심원천기술을 개발하고, 개발 기술의 표준화 및 사업화 전략을 수립하고 아이디어 도출을 통한 융합기술이 개발되어야 함

○ 특히 무선 통신, 배터리기술, 보안기술에 있어 기존 기술을 가지고 있는 선도업체와의 공조 및 자문이 필요하며, 국내외 전문기관으로부터의 기술자문 필요함

○ 또한, 검지기의 원활한 보급을 위해 시범사업 및 비즈니스 모델 도출을 통하여 검지정보의 생산성을 높여야 하며, 기존 ITS 기관 및 빅데이터 연구 기관 등과의 협조를 통해 검지정보를 활용할 수 있도록 하는 등의 대안이 필요함

○ 제품 개발 과정에 있어 제품의 검증을 위한 실증단지 구성 필요하며, 공인 기관을 통한 제품 및 소프트웨어의 성능 평가 및 검증이 이루어져야 함

○ 이러한 분야별 연구가 원활히 이루어지기 위해서는 최종적으로 지자체 및 정부기관(국토관리청 등)을 관련 정책 및 예산편성이 필요함



<그림 4-3> 연구개발 체계(안)

○ 또한 현재 국도감응제어 시스템 설치기준에 있어 신규 검지기술에 대한 내용 반영 필요함

○ 현재 감응제어 시스템 설치기준 및 운영기준에서 '인수검사항목'을 예로 들 경우 검지기 기준에서 루프검지기에 대한 내용으로 정의되어 있음

○ 이 밖에도 검지기 설치기준, 제어기준 등에 대한 관련 내용에 대한 관련 기관의 협의 및 개정안 마련 필요

<표 4-16> 감응제어시스템 인수 시험 검사 항목

구 분	검 사 항 목
일반사항	• 감응제어 시 감응제어가 수행되는지 확인 • 감응제어 해제 시 고정식 신호로 신호제어가 전환되는지 확인 • 예약제어를 통해 감응시간대 변경이 이루어 지는지 확인
검지기	• 루프와 인입선의 직렬저항과 단선 여부 • 절연의 완전성 : 절연 시험기를 이용한 배선의 절연 점검(Megger) • 루프와 Lead-in선의 감도 측정 • 동작주파수와 지점별 전압측정에 의한 Q값의 계산 • 직류시험에 관한 사항(절연저항, 도체저항) • 교류시험에 관한 사항(Inductance, 감지범위) • 기기 동작상태에 대한 사항(검지기 증폭기, 통신장치 등) • 아스팔트 절삭상태 • 도로봉합제 상태, 노면 상태 • 시험결과의 처리에 대한 사항
차량 감응	• 차량검지가 유·무 확인 • Call 기반의 감응제어가 수행되는지 확인 • 좌회전 감응이 수행 되는지 확인 • 현시생략이 수행 되는지 확인 • 차량 통과 후 최소 녹색시간으로 현시가 운영되는지 확인
보행자 감응	• 보행자 작동신호기가 제대로 수행되는지 확인 • 보행자 작동신호기의 LED등이 제대로 표출되는지 확인 • 보행자 작동신호기의 음성안내 멘트가 제대로 표출되는지 확인 • 음성안내 음량이 조절되는지 확인 • 음성안내 시간대 조절이 가능한지 확인 • 보행자 자동감지를 통해 음성안내가 수행되는지 확인 • 보행자 자동감지 고장 시 주기적으로 음성안내가 표출되는지 확인

자료: 『국도 감응신호제어체계 기본계획』 중 설치기준 및 운영기준

제5장. 사전 타당성 검토

제1절. 정책적 타당성

1. 상위계획과의 부합성

○ 2014년 국토교통부는 경찰청과 함께 감응신호시스템 도입을 위해 국무회의에 보고하고 국도 감응신호 제어체계 시범사업을 진행하였음

○ 시범사업을 통해 효과를 분석하고 2015년 국토교통부와 경찰청은 “교차로 감응신호시스템” 도입을 결정함

- 2015년 말까지 설치기준 및 기본계획을 마련하고, 2016년부터 단계적으로 향후 10년 동안 매년 35억 수준의 감응신호 도입을 계획하였음
- 도로교통공단의『국도 감응신호제어체계 기본계획』연구를 바탕으로 지자체간 국도 구간의 감응대상 교차로를 선정하였음
- 동 연구를 통해 지자체간 국도 구간의 감응대상 교차로를 선정하였음

○ 권역별 대상교차로는 <표 5-1>과 같이 경상권 930개소, 수도권 708개소 등 전국 3,206개소로 이는 본 연구의 수요처가 될 수 있음

<표 5-1> 권역별 감응 신호 교차로 선정 대상 개소

권 역	대상 교차로 수
수 도 권	708
강 원 권	269
충 청 권	726
전 라 권	573
경 상 권	930
합 계	3,206

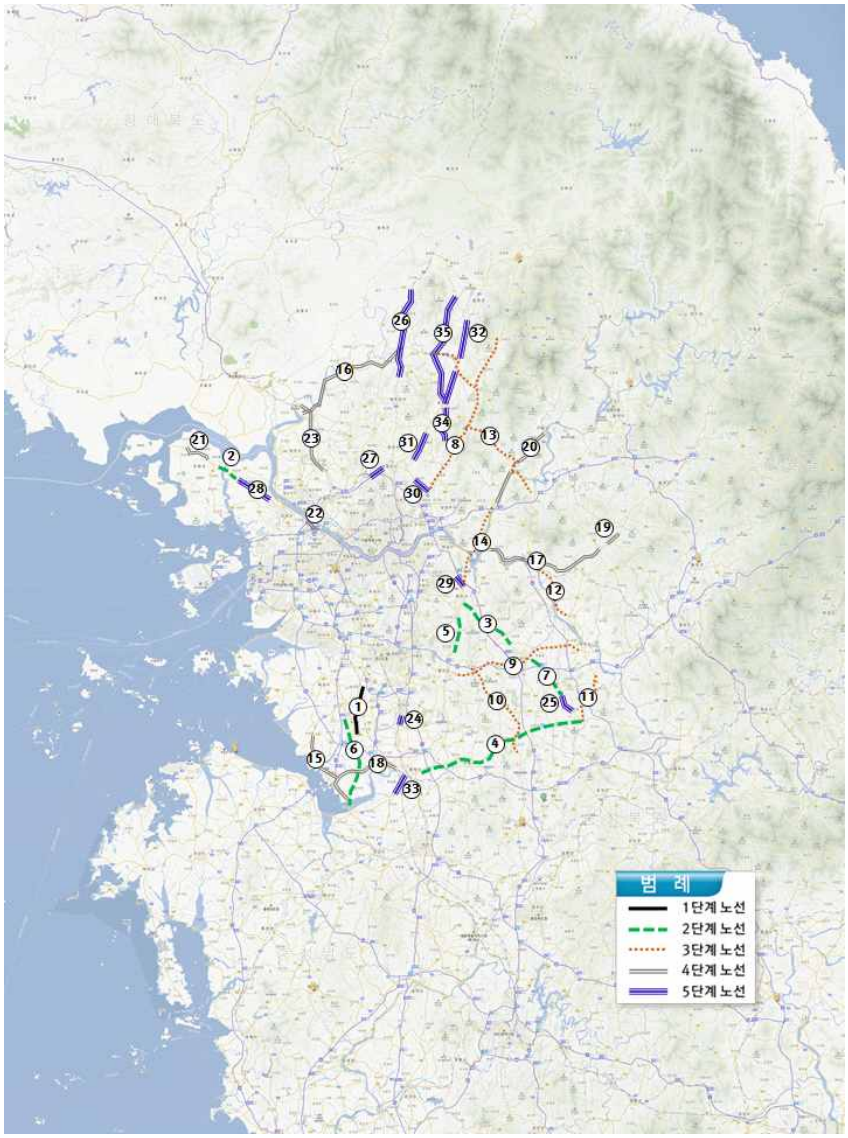
○ 위 선정된 대상교차로를 <표 5-2>와 같이 1단계에서 5단계 단계별로 구분하여 대상을 선정함

- 선정기준은 도로 특성에 따라 우선순위를 구분하였으며, 지자체 단위로 구간을 선정하였음
- 우선순위는 국가재정, 권역별 형평성 등을 고려하여 전체 254개 구간(중복제외)을 5단계로 구분하여 사업 추진
- 단계별 사업추진을 위해 구간별 교통량, 통행속도, 사고건수, 교차로수, 센터유무, 기존 설치 현황, 지자체 수요조사 등의 기준에 대한 정량 점수를 항목별 가중하여 우선순위를 선정함

<표 5-2> 전체 단계별 구축구간 선정 결과

항목	연장(㎞)	구간 수	교차로 수	대표 구간
1단계	40.40	3 개 축	54 개소	48-김포
2단계	998.55	35 개 축	821 개소	03-이천-광주
3단계	1,657.83	38 개 축	789 개소	33-고성-사천-진주
4단계	2,462.25	72 개 축	790 개소	04-김천-칠곡
5단계	1,457.94	106 개 축	752 개소	29-홍성-서산
계	6,616.97	254 개 축	3,206 개소	-

○ 수도권 단계별 구축구간을 그림으로 나타낸 것을 현재 일부 사업의 진행이 이루어지고 있음



<그림 5-1> 수도권 단계별 구축구간

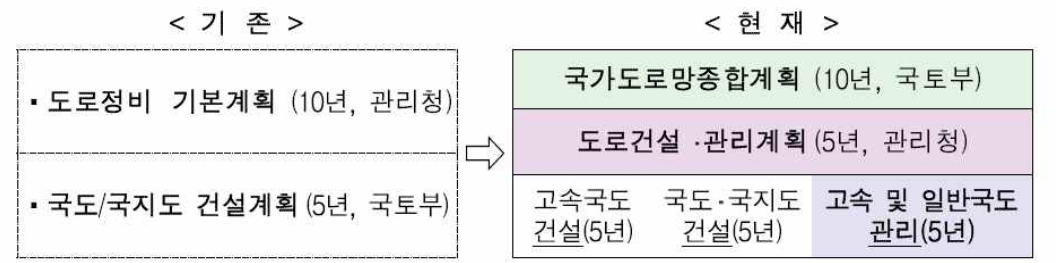
(자료: 국도 감응신호제어체계 기본계획)

○ 또한, 지난 3년간 도로관리 예산은 지속적으로 증가하였으며, 2018년도 예산은 총 1조 6436억 원으로, 이를 통하여 교통편의성 증진 및 교통사고 사망자 감소 등에 기여하고 있음

○ 국토교통부는 이러한 예산을 통해 언제어디서나 안전하고 편리한 도로를 제공하는 것을 목표로 다양한 사업을 진행하고 있으며, 2018년 주요 사업 중의 하나로 교통흐름 개선을 위한 감응 신호시스템구축(40억 원, 56개소)을 계획하고 시행하고 있음

○ 2018년 국토교통부에서 발표한『고속 및 일반국도 등 도로관리계획』에 따르면 국도 교차로 대상 감응형 신호시스템 설치 · 운영 및 고속국도 진입로 신호조절 통합 관리 계획이 포함되어 있음

○ 『고속 및 일반국도 등 도로관리계획』은 도로법 개정('14년7월)에 따라 기존의 '도로정비 기본계획' 『국가도로종합계획』과 『도로건설•관리계획』으로 개편하면서 10년 단위의 '국가도로종합계획'을 수립하고 '도로건설•관리계획'의 하위계획으로 마련된 것임



<그림 5-2> 국가 도로관리계획 현황

(자료: 고속 및 일반국도 등 도로관리계획(2018.01), 국토교통부)

○ 본 계획에서 '최소비용 최대효과를 지향하는 경제적 도로관리'의 세부항목으로 '병목정체 개선으로 국토의 혈맥기능 강화'를 위한 다양한 대안을 두고 있고, 그중 감응형 신호에 대한 계획이 제시되어 있음

○ 특히 2018년 50개소 등 전국 3,206개소 단계적 확대에 대한 내용이 명기되어 있음

○ 또한, 국토교통부는 경찰청과 협업하여 신호관련 산•학•연•관 TF 운영, 도시부 신호운영체계를 개선하여 교통소통 개선을 추진하고 있음

2. 지방자치단체 관련 사업계획 부합성

○ 각 지방자치단체에서는 노후교통신호제어기 교체 사업을 통해 안전한 교통 환경 제공을 계획하고 있으며, 좌회전감응의 최적상태에 대응 할 수 있도록 하고 있음

○ 또한 많은 지방자치단체에서 국토교통부와 공동으로 '국도 감응신호 구축사업'을 진행하여 감응신호체계를 구축하고 있고, 일부 지자체에서는 단독으로 진행하는 경우도 있음

○ 현재 대부분의 구축현장에서 루프검지기를 도입하고 있음

○ 2017년 이후 인천광역시, 용인시, 화성시, 청주시, 울산광역시 등에서 <표 5-3>과 같이 감응신호 구축 사업을 진행하였으며, 특히 2018년 평창 동계올림픽을 개최하면서 국도 31호선 등 4개 구간, 96km 신설도로의 개통 전 안전진단 실시와 함께 감응신호 설치, 비보호 좌회전 확충 등 180개 교차로를 개선하였음

○ 이를 통하여 차량평균 속도의 증가, 신호대기 차량정지 횟수 감소, 신호위반 건수 감소 등의 성과를 올렸으며, 향후 지속적인 교통신호 개선사업 추진계획을 가지고 있음

<표 5-3> 2017년 이후 좌회전 감응신호 관련 지자체 사업 현황

지 역	구분	대상 교차로 수	상세 내용
인천광역시	교통신호 제어기 교체	830개소 (6개년)	- 금년 사업 규모: 2018년 127대 선정, 1,079백만원 예산 - 내용: 2010년 규격 적용, 긴급자동차우선신호, 좌회전감응신호, 앞막힘제어신호 등 다양한 대응 가능
	좌회전 감응신호 구축	10개소	- 적용현장: 남동구 수현삼거리, 서구 엘지캠퍼스 입구, 남동구 인천대공원 후문, 계양구 도로공사사거리, 남동구 치야고개삼거리, 계양구 갈현삼거리, 서구 공촌삼거리, 계약구 인혜학교사거리, 서구 미래복지요양센터, 계양구 당밋길사거리 - 공사내용: 지능형 좌회전감응 신호 설치
용인시	좌회전 감응신호 구축	2개소	- 적용현장: 수지구(군부대입구삼거리,시립상현어린이집삼거리) - 공사내용: 좌회전감응 교통신호제어기 설치 등 - 예산 41,943,000원
화성시	좌회전 감응신호 구축	5개소	- 적용현장: 동탄반송마을사거리, 지방도313호선 양노교차로, 비봉교차로 등 5개소 - 적용 효과: 평균 6.7km 시간당 통행속도 증가 - 비고: 위 5개소 포함 총 10개소 운영 중
청주시	좌회전 감응신호 구축	5개소	- 적용현장: 남일면 공군사관학교 정문앞 3거리, 남일면 은행삼거리, 가덕면 시동삼거리, 강내면 교원자동차학원앞삼거리, 옥산면 소로2리 삼거리 - 비고: 기존 남이면 양촌리 교차로, 남청주IC인근 외천교차로, 주중동 수름재3거리, 오창읍 친환경농산물유통센터3거리 4개 포함 총 9개소 운영 중
울산광역시	지능형 감응신호제어 시스템 구축	13개소	- 적용현장: 국도35호선 울주군 언양읍 옛 한국도로공사 입구부터 삼남면 방기리 오뚜기식품 구간 13개 교차로 - 비고: 울산시(3억)와 진영국토관리사무소(7억) 종합계약 협정, 좌회전 감응신호 및 보행작동신호기(9개소) 구축

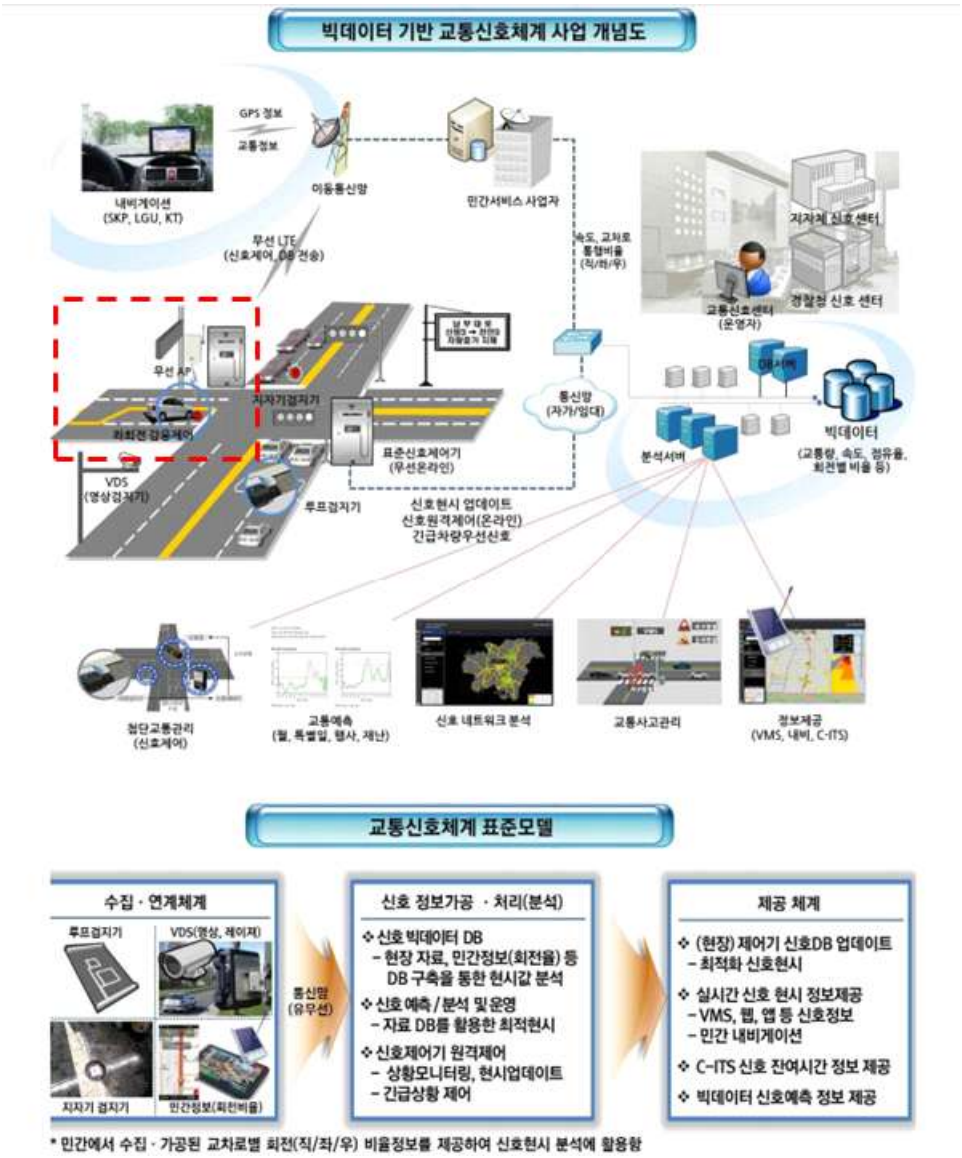
3. 지능형 교통시스템 확대 부합성

○ ITS란 전자, 정보, 통신, 제어 등의 기술을 교통체계에 접목시킨 지능형 교통시스템(ITS : Intelligent Transportation Systems)으로 신속, 안전, 쾌적한 차세대 교통체계를 만드는 데 목적을

두고 있으며, 국가교통정보센터의 ITS 기본계획(추진전략)에 따르면 현재 성숙 고급화 단계로 지속적인 투자가 이루어지고 있음

○ 감응 신호체계 또한 ITS의 한 부분을 차지하는 기술로써 『지자체 교통신호 운영개선을 위한 현황 진단 및 평가연구(2017)』을 살펴보면, 빅데이터 기반 지자체 교통신호체계 개선사업(안)의 개념도를 통해 좌회전 감응제어에 무선 자기 검지기를 고려하고 있음을 알 수 있음

○ 좌회전 감응제어에 있어 루프검지기, 영상검지기와 함께 무선 자기 검지기를 고려하고 있으며, 도출된 정보를 통해 신호현시 업데이트, 신호원격제어(온라인), 긴급차량 우선신호 등을 고려하고 있음



<그림 5-3> 지자체 교통신호체계 개선사업(안) 개념도

(자료:: 지자체 교통신호 운영개선을 위한 현황 진단 및 평가연구(2017))

○ 한국도로공사에서도 2018년 고속도로 ITS 구축ㆍ교체사업에 총 1,231억 투자를 계획하고 있으며 이를 통해 검지기 기술 등 ITS 관련 우수한 기술이 사장되는 것을 예방하고자 함

○ 서울을 비롯한 전국 46개 지자체에서 지능형 교통시스템을 운영을 하고 있으며, 최근 스마트시티 추진에 따라 그 역할이 커지고 있음

<표 5-4> 2017년 ITS 운영 지자체

구 분		내 용
운영 지자체	서울ㆍ경기권 (23)	- 서울특별시, 인천광역시, 광명시, 과천시, 고야시, 광주시, 구리시, 군포시, 김포시, 남양주시, 부천시, 성남시, 수원시, 시흥시, 안산시, 안양시, 양주시, 용인시, 의왕시, 의정부시, 파주시, 평택시, 하남시
	지방권 (23)	- 대전광역시, 대구광역시, 울산광역시, 부산광역시, 광주광역시, 제주특별자치도, 세종특별자치시, 거제시, 경주시, 군산시, 김제시, 김해시, 순천시, 양산시, 여수시, 원주시, 익산시, 전주시, 창원시, 천안시, 청주시, 충주시, 포항시

○ 국도 ITS는 각 지방국토관리청에서 관리하고 있으며 총 구축 연장은 3,104.5km, 구축 장비수는 4,465대로 충청권(867.8km)이 가장 긴 연장 및 구축장비를 보유하고 있음

<표 5-5> 국도 ITS 구축현황

관리기관	구간	구축연장(km)	구축장비수(대)
서울지방국토관리청	경기권	787.3	1,243
원주지방국토관리청	강원권	565.4	461
대전지방국토관리청	충청권	867.8	1,377
익산지방국토관리청	전라권	320	436
부산지방국토관리청	경상권	567	948
합 계		3,107.5	4,465

자료: ITS 국가교통정보센터 ITS 통계

○ 또한 경찰청에서는 교통소통 확보를 위한 좌회전 신호방식 개선 및 회전규제 완화 정책을 시행하고 있으며 관련하여 감응식 신호 시스템 도입을 추진하고 있음

○ “교통량이 없음에도 정해진 신호주기에 따라 기계적으로 신호를 부여하거나 교통량에 맞지 않는 비효율적인 신호운영 장소 개선 필요”를 추진배경으로 삼고 있음

○ 이를 위해 <그림 5-4>, <그림 5-5>와 같이 두 가지 추진사항을 두고 있으며 한 가지는 좌회전 교통량의 효율적 처리 및 신호 대기시간 단축을 위한 “비보호 겸용 좌회전(PPLT: Protected Permitted Left Turn) 신호체계 도입(녹색신호 시 비보호 좌회전이 허용)과 감응식 신호시스템 설치 확대임



<그림 5-4> 경찰청 열린정책 <교통소통 확보를 위한 좌회전 신호방식 개선 및 회전규제 완화> 추진사항(1)



<그림 5-5> 경찰청 열린정책 <교통소통 확보를 위한 좌회전 신호방식 개선 및 회전규제 완화> 추진사항(2)

제2절. 기술적 타당성

1. 기술개발 계획의 적절성

○ 본 연구의 비전은 “지방간선도로 감응신호 제어에 최적화된 무선 자기검지기 성능향상 기술 개발을 통해 대국민 도로교통 사고율 Zero 안전 확보 및 교차로 효율성 향상”으로 설정하였음

○ 이를 통해 국도 감응신호제어 차량 검지 기술 및 장비 확보, 무선통신보안기술 및 배터리 성능 향상 기술 개발, 관리 소프트웨어 개발 및 검지정보 생산성 향상, 성능평가 및 실용화 기술개발을 목표로 함

○ 비용 측면에서 경쟁력 확보, 기능성 측면에서 호환성 확보, 공공시설로서 보안성 확보를 이루고자함에 있어 위 비전과 목표는 적절하다고 판단됨

○ 비전과 목표 달성을 위한 각 세부별 연구사업이 구성되었음

○ 크게 국도 감응신호제어 차량 검지기술 및 장비개발, 무선통신 보안기술 및 관리 소프트웨어 개발, 성능평가 및 실용화 기술 개발을 바탕으로 각 세부 적용사항을 설정하였음

<표 5-6> 세부 별 연구 사업 구성

구분	내용	적용사항
1세부	국도 감응신호제어 차량 검지기술 및 장비 개발	· 무선 자기 검지기 감응신호제어용도 차량검지용 매설 장치 상용화제품 개발 · 무선 자기 검지기 감응신호제어용도 차량검지 정보 송출장치 무선통신 방식별 상용화 제품 개발 · 비매설 감응신호 운영을 지원하는 레이더 검지기 소형화 및 기능 개선을 통한 상용화 제품 개발
2세부	무선통신 보안기술 및 관리 소프트웨어 개발	· 무선통신 보안기술 성능평가 기술 개발 및 평가 · 무선통신 방식별 무선 데이터 암호화 핵심기술 개발 · 모바일 디바이스 기반 무선 검지장비 성능 관리 소프트웨어 개발 · 모바일 디바이스 기반 무선 검지장비 배터리 수명 확인 소프트웨어 개발
3세부	성능평가 및 실용화 기술개발	· 검지기 고유번호 및 점검 검지기 참조번호 매칭 기술 개발 · 국도 현장 감응제어의 지속가능한 기능 유지를 위한 제도적 장치 개발 · 무선 자기검지기 통신방식별 현장실험을 통한 좌회전 및 부도로 진출 감응신호 성능 비교 및 평가 · 무선 자기검지기 배터리 전력공급, 매설 수준별 내압, 내구력, 통신 보안성 등 시스템 안정성 평가

○ 세부별연구사업의 성과지표로는 <표 5-7>과 같이 각 기술의 개발, 소프트웨어 개발 등 세부적으로 제시되어 있으며 이를 달성할 경우 연구 목표를 달성할 수 있을 것으로 판단됨

<표 5-7> 세부 성과지표 설정

구분	내용	성과지표
1세부	국도 감응신호제어 차량 검지기술 및 장비 개발	· 차량감지용 상용화제품 개발 · 정보 송출 장치 무선통신 방식별 상용화 제품 개발 · 검지기 수집 정보연계 프로토콜 기술 및 무선 검지기용 검지기 보드 장비 개발 · 레이더 검지기 소형화 및 기능 개선을 통한 상용화 제품 개발 · 주행 차량 구분 레이더 검지기 검지영역 외부 제어기술 개발 · 레이더 검지기 검지영역 조향 및 검지내용 확인을 위한 모니터링 관리기술 개발
2세부	무선통신 보안기술 및 관리 소프트웨어 개발	· 무선통신 보안기술 성능평가 환경 개발 및 평가 · 무선통신 간섭 및 보안 위협 시험 시나리오 개발 · 무선통신 보안상태 확인 및 관리지원 소프트웨어 모듈 기술 설계 · 검지장비 통신별 설치지점 관리 소프트웨어 개발 · 검지성능 관리 소프트웨어 개발 · 교통신호제어기 탑재 검지기 보드 모니터링 소프트웨어 개발 · 운영자 검지기 성능 모니터링 소프트웨어 모듈 기술 설계
3세부	성능평가 및 실용화 기술개발	· 무선통신 보안기술 성능평가 환경 개발 및 평가 · 무선통신 간섭 및 보안 위협 시험 시나리오 개발 · 무선통신 보안상태 확인 및 관리지원 소프트웨어 모듈 기술 설계 · 검지장비 통신별 설치지점 관리 소프트웨어 개발 · 검지성능 관리 소프트웨어 개발 · 교통신호제어기 탑재 검지기 보드 모니터링 소프트웨어 개발 · 운영자 검지기 성능 모니터링 소프트웨어 모듈 기술 설계

○ 기술개발 목표 설정은 정책, 기술, 시장 분석 등의 수행 결과로부터 도출 되었으며, 연구개발 수행 시 달성 가능한 것으로 판단됨

- 2010년 경찰청 표준규격에 반감응 및 전감응 기능 규격 정의하여 현재의 교통신호제어기에서 전감응, 반감응, 좌회전 감응 등의 감응제어기법이 활용 가능
- 국내 무선 자기 검지기 기술은 루프검지기 대비 신호감지기 적용성을 종합하여 볼 때 80~90% 수준으로 파악되었음
- 존재검지능력은 현재 90~95% 수준으로 본 기술개발을 통해 99%이상으로 높여야 할 필요성이

있음

- 통신 기술은 다양한 통신기술에 대한 검토가 필요하며, 그 중 통신신뢰성, 속도, 보안 측면에서의 성능 목표를 최적으로 달성할 수 있는 통신기술의 접목이 필요
- 현재 특별히 적용된 사례가 보고되어 있지 않지만 일반적으로 ZigBee 통신에 사용되는 보안기술이 사용되고 있음. 연구개발에 있어 다양한 통신방식이 고려되고 있는 가운데 각각에 대한 보안 기술이 필요
- 배터리 기술은 5년 이상으로 보이나 표준 환경 조건 등이 고려되지 않은 것으로, 정확한 검증기준 마련 필요

○ 중점과제 및 세부추진과제는 연구 목표를 달성하기 위해 적절하게 도출되었으며, 세부과제의 연구목표 달성을 통해 총괄 목표 달성이 가능할 것으로 판단됨

2. 연구내용의 적절성

○ 단계별 세부과제 도출을 위한 시장, 기술, 국내외 관련 사업을 조사하였고, 비전 및 목표를 달성하기 위한 연구개발 과제들로 구성되어 있음

○ 총 3단계의 구성으로 1단계 장비 및 소프트웨어 개발, 2단계 시험 및 검증, 3단계 실용화 및 운영전략 개발로 이루어져 있음

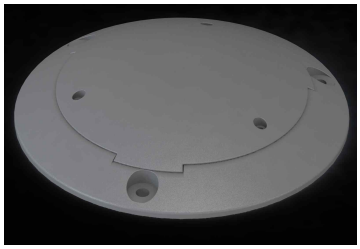
<표 5-8> 단계별 기술개발 구성

구분	내용	적용사항
1단계	국도 감응신호제어 차량 검지 핵심기술 및 장비 기본 설계, 무선통신 보안기술 및 관리 소프트웨어 개발, 검지정보 향상 기술 개발 및 감응신호 운영 여건 분석	· 1세부: 검지기 핵심부품의 국산화 및 고도화, 차량 검지기술 연구, 무선통신 방식별 상용화 제품 설계 · 2세부: 무선통신 방식별 무선 데이터 암호화 핵심기술 개발, 무선통신 보안 기술 및 운영자 관리 소프트웨어 모듈설계 · 3세부: 검지기 고유번호 및 점검 검지기 참조번호 매칭 기술 개발, 교차로 기하구조 자료 수집 및 분석을 통한 좌회전 및 부도로 진출 감응신호 운영 여건 분석
2단계	무선 감응신호제어 차량검지 성능 시험 및 검증, 무선 감응신호제어 인프라 확장기술 통합 구현, 무선 감응신호제어 검지평가 시뮬레이션 구현	· 1세부: 차량검지 핵심기술 검증을 위한 검지기 개량 및 기반 구축, 차량 검지기술 고도화 연구 · 2세부: 실시간 모니터링 및 신뢰성 평가 기술, 도입 기준 및 시범사업 추진 방안 연구 · 3세부: 차량검지 성능평가 핵심기술 및 알고리즘 고도화, 현장 기반 무선 감응신호제어 운영 시뮬레이션 구현
3단계	무선 감응신호제어 차량 검지기 실용화, 무선 감응신호제어 인프라 확장 기술 안정화를 통한 시범사업 추진, 무선 감응신호제어 시스템 운영 전략 개발	· 1세부: 국도 여건에 부합하는 상용화 제품 및 현장 설치 기술 개발, 검지정보 송출 장치 무선통신 방식 별 상용화 제품 개발 · 2세부: 무선 감응신호제어 디지털 인프라 기술 개발, 도입 기준 및 시범사업 추진 방안 연구 · 3세부: 무선 감응신호제어 시범 운영 전략 개발, 무선 감응신호제어 비즈니스 모델 검토 및 실용화 추진

○ 세부과제의 구성기술은 기술수요조사를 통한 기술요구사항 정의, 전문가 자문을 통한 기술개발 필요 분야에 대해 충분한 논의를 거쳐 도출되었음

- 후보과제 도출, 중복성 검토, 우선순위 도출 등의 과정을 통해 세부과제 및 관련 개발 기술을 설정하여 절차의 타당성을 높였음

○ 기술개발 완료 시 예상 제품 형상은 <그림 5-6> 같이 예상됨


무선 자기 검지기


무선 AP 일체형제어기


제어용검지기보드

<그림 5-6> 연구과제 예상 결과물(제품)

3. 사업기간 및 연구개발비의 합리적 편성

○ 본 사업은 사업화 및 실제 보급을 목표로 3단계 총 3개 세부과제로 이루어진 (연구단) 사업으로 추진

○ 연구사업은 총 3년으로, 1단계는 무선 자기 검지기술 및 최적 소프트웨어 및 운용알고리즘 개발, 2단계는 기기 성능 검증 및 고도화, 3단계는 기기 성능 보완 및 사업화 방안 마련으로 연구사업비는 1단계 사업을 중심으로 편성되는 것이 적합할 것으로 판단됨

<표 5-9> 단계별 기간 및 사업비

구분	기간	사업비
1단계	2019년 ~ 2020년	16,7억원
2단계	2020년 ~ 2021년	13,0억원
3단계	2021년 ~ 2022년	11.3억원
합계		41.0억원

4. 성과목표 및 지표 설정의 적절성

○ 성과 지표 설정에 있어 각 세부별 및 세세부 별 양적성과 및 질적성과로 설정하여 세부과제 수준에서 평가가 가능하도록 제시하였음

○ 또한 시작품 제작, 특허출원, S/W 등록, H/W 등록, 논문 등을 각 세부 특성에 맞게 설정하였음

- 각각의 목표치 및 설정 근거를 제시하여 세부과제별로 성과물의 형태를 명확히 설정하고 각 단계별 활용이 가능하도록 제시함

○ 사업화를 위한 활용 계획에 따라 초기 기술개발을 완료하여 시험 및 검증까지 이룰 수 있는 지표를 제시하였음

○ 이를 통해 향후 본연구의 성과물이 기술을 필요로 하는 현장에 원활하게 보급될 수 있을 것으로 판단됨

제3절. 경제적 타당성

1. 분석 전제 및 개요

가. 경제성 분석 개요

○ 경제성 분석은 편익/비용(Benefit cost ratio, B/C ratio) 비율, 순현재가치(Net present value, NPV)와 내부수익율(Internal rate of return, IRR) 계산을 통하여 사업의 경제성•재무성을 파악하는 과정임

○ 편익/비용(Benefit cost ratio, B/C ratio)분석은 개별 대안사업별로 편익의 현재가치를 비용의 현재가치로 나눈 값이 가장 큰 대안을 선택하는 방법으로 사업의 비용, 편익은 장시간에 걸쳐 투입되거나 발생하기 때문에 할인율을 적용하여 이를 특정기간(일반적으로 현재년도)에 발생하는 것으로 환산하여 비교하게 되는데 이를 "현재가치화"라고 함

○ 각 사업의 편익/비용비는 현재가치로 환산된 편익과 비용으로 나타내는 것이 일반적이며 일반적으로 편익/비용 비율 ≥1이면 경제성이 있다고 판단함

$$\text{편익 · 비용비율}(B/C\text{비}) = \sum_{t=0}^{n} \frac{B_t}{(1+r)^t} \Big/ \sum_{t=0}^{n} \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

여기서, B_t = 매년도 편익, C_t = 매년도 비용

r = 실질할인율(5.5%), n = 분석기간

○ 순현재가치(Net Present Value, NPV)는 사업에 수반된 모든 비용과 편익을 기준년도의 현재가치로 할인하여 총 편익에서 총비용을 제한 값이며, ≥0이면 경제성이 있다고 판단함

$$\text{순현재가치}(NPV) = \sum_{t=0}^{n} \frac{B_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^{n} \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

○ 마지막으로 내부수익률(Internal Rate of Return, IRR)은 편익과 비용의 현재가치로 환산된 값이 같아지는 할인율 R을 구하는 방법으로, 사업의 시행으로 인한 순현재가치를 0으로 만드는 할인율임. 내부수익률이 사회적 할인율보다 크면 경제성이 있다고 판단함

$$\text{내부수익률}(IRR) = \sum_{t=0}^{n} \frac{B_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=0}^{n} \frac{C_t}{(1+r)^t} \text{의 조건을 만족하는 } i$$

<표 5-10> 경제성 분석기법의 비교

분석기법	판단	장 점	단 점
편익/비용 비율	B/C≥1	• 이해 용이 • 사업규모 고려 가능 • 비용편익 발생기간의 고려	• 편익과 비용의 명확한 구분 곤란 • 상호배타적 대안선택의 오류발생 가능 • 사회적 할인율의 파악
내부수익률	IRR≥r	• 사업의 수익성 측정 가능 • 타 대안과 비교가 용이 • 평가과정과 결과 이해가 용이	• 사업의 절대적 규모 고려치 않음 • 몇 개의 내부수익률이 동시에 도출될 가능성 내제
순현재가치	NPV≥0	• 대안 선택시 명확한 기준 제시 • 장래발생편익의 현재가치 제시 • 한계 순현재가치 고려 • 타 분석에 이용가능	• 할인율의 분명한 파악 • 이해의 어려움 • 대안 우선순위 결정시 오류발생 가능

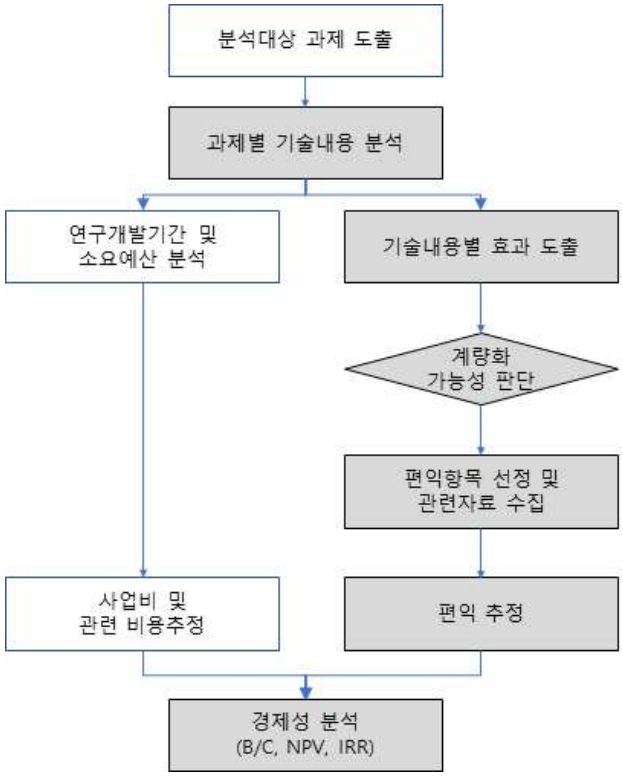
나. 경제성 분석의 전제

○ 기본전제로『연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(제1판)』및『도로철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판)』을 준용하여, 다음과 같은 조건으로 수행함

<표 5-11> 국가R&D사업 경제성 분석방법 및 절차

구 분	내 용	비 고
경제성 분석 방법	• 비용편익 분석법	• 순현재가치, 비용편익 비율, 내부수익률 등 활용
분석기간	• R&D표준지침(2011년) 분석기간 부재 - 철도산업의 경우 보통 10년 설정 • 회임기간에 대해서는 기초연구는 5년, 개발·응용연구는 3년을 적용	• 기술수명기간 활용 편익 발생 기간을 산정 • 사업계획서에서 별도의 회임기간을 제시할 경우 이를 활용
사회적 할인율	• 5.5%	• 사회적 할인율에 대한 구체적인 언급은 없음
사업화율	• 기술개발 성공 가능성 및 상용화 가능성 비율을 적용	• R&D표준지침(2011년) 참고

○ 경제성 분석의 기본적인 절차는 <그림 5-7>과 같음



<그림 5-7> 경제성 분석을 위한 절차

○ 기본적으로 경제성 분석에 있어서 편익 산정의 경우 『감응신호제어체계 기본계획』에서 기존의 루프검지기를 활용한 감응제어 관련 기본계획의 경제성 분석 내용을 활용함

○ 실제 나타나는 편익의 경우 본 과제에서 개발되는 무선 자기 검지기가 루프검지기의 성능을 100% 대체 가능할 경우 편익은 기존 루프검지기를 통한 감응신호의 편익과 동일할 것으로 분석

○ 관련 편익은 통행 측면, 안전 측면으로 구성되어 있음

- 통행측면의 경우 차량당 평균 정지지체 감소에 따른 통행시간 편익이 있고, 안전측면의 경우 신호위반 감소 비율에 따른 교차로 교통사고 감소 편익이 있음

○ 비용의 경우 본과제 예산을 개발 비용 및 TCO 분석에 도출된 비용으로 산정

2. 경제성 분석 지표

가. 비용 및 편익 산출

(1) 비용산출의 전제 및 항목별 비용

1) 비용산출 전제

○ 비용항목은 TCO 분석 및 『감응신호제어체계 기본계획』에서 제시된 비용을 적용하였음

- 제품비용, 설치비용, 유지보수 비용 산정 결과를 적용함
- 기존 루프검지기 공사 예산항목의 평균값을 활용하여 전문가를 통한 공사 절감 단가를 확인하는 방식으로 진행
- 공사비는 현장 및 관제센터 비용으로 나눌 수 있으며 실시설계비, 공사관리비, 상시자문비, 현장공사비가 포함되어 있으며 실제 비용은 무선 자기 검지기가 루프검지기에 비해 30% 절감이 가능할 것으로 조사됨
- 유지보수 비용은 공사비의 10%로 가정함

○ 분석기간은 루프검지기와 마찬가지로 도로 사정 등에 따른 10년으로 산정하였으며, 배터리 교체에 따른 5년, 7년, 10년을 주기로 교체 유지보수비에 반영

○ 연구개발은 총 3년을 기준으로 개발비용은 41억으로 산정되었음

- 각 연구활동 별 연차별 예상 소요 예산을 바탕으로 1차년 16.71억, 2차년도 13.00억, 3차년도 11.29억원이 산정되었으며 자세한 사항은 제6장, 2절 소요예산 산정 참고

2) 항목별 비용산정

○ 비용은 연구개발비 및 공사비 유지보수비 등으로 산정되며 아래 <표 5-12>와 같음(공사비의 경우 “국도 감응신호 제어체계 기본계획” 재원조달 및 기대효과 DATA 활용 산정)

<표 5-12> 검지기 개발 및 공사 유지보수 비용 산정

구분	내용	적용사항
연구개발비	대체검지기 개발 R&D 비용	1단계: 16.7억 2단계: 13.0억 3단계: 11.3억
공사비	설치비+실시설계비+공사감리비	수도권: 0.64억원 강원권: 0.71억원 충청권: 0.67억원 전라권: 0.73억원 경상권: 0.72억원
유지보수비	공사비의 10% (매년 적립 5년 주기 교체)	0.069억원

○ 연구개발비를 제외한 소요예산 산정은 기존 루프검지기 및 감응신호 공사비 산정과 동일한 방법으로 산정함

<표 5-13> 감응신호 구축 재원

구분	내용	적용사항
공사비	• 현장시스템 공사비와 센터시스템 공사비로 구분	• 본 과업에서는 기존 관제센터 등은 그대로 활용하고 현장공사비에 대한 금액 고려
실시설계비	• 실시설계비는 발주 단위별 규모가 매우 상이하여 공사비 기준으로 산출하는『전력기술관리 운영요령, 지식경제부공고 제 2012-283호』의 전력부문 공사비 요율 방식으로 산출 • 공사비가 요율표의 간 단위 중간에 있을 때의 요율은 직선 보간법에 따라 산정 • 공사감리는 상주 감리 업무를 수행함	• 본 과업에서는 감응신호체계 구축 기본계획의 내용을 반영하였으며 실제 세부 공사 시 별도의 실시설계비 및 공사감리비 산정 필요
공사감리비	• 공사감리비 산정을 위하여 전력기술관리법 제12조의2 제1항·제14조제5항, 같은 법 시행령 제7조의2 제5항·제20조 제4항·제27조의5 제3항·제29조 제2항·별표 1 및 별표 2 각 비고 제3호 다목·제5호 및 같은 법 시행규칙 제9조 제2항 등에 기준함 • 또한, 공사감리비를 산정함에 있어 제33조에 의거하여 비용을 산출하였음	

○ 실시설계비에 관한 기본적 기준은 <표 5-14>와 같음

<표 5-14> 실시설계 및 감리 업무 범위 (공고 제14조)

분 야	업무 범위	
실시설계	• 설계 개요 및 법령 등 각종 기준 검토 • 기본설계 결과의 검토 • 설계요강의 결정 및 설계지침의 작성 • 구조물 형식 결정 및 설계 • 구조물별 적용 공법 결정 및 설계	• 시설물의 기능별 배치 결정 • 공사비 및 공사기간 산정 • 기본공정표 및 상세공정표의 작성 • 시방서, 물량내역서, 단가규정 및 구조 및 수리계산서 작성
공사감리	• 시공계획 및 공정표 검토 • 시공자가 작성한 시공도 검토	• 시공자가 제시하는 시험성과표 검토 • 공정 및 기성고 사정 및 준공도 검토

○ 전력시설물공사 부문 설계비는 2,000만원에서 5,000억원까지 기본설계, 실시설계, 설계감리 요율이 <표 5-15>와 같이 정해져 있음

<표 5-15> 전력시설물공사 부문 설계비 요율(제18조 제2항 관련)

요율 / 공사비	기본설계	실시설계	설계감리	계
2,000만원까지	3.79	11.38	1.89	17.06
3,000만원까지	3.07	9.19	1.53	13.79
5,000만원까지	2.14	6.42	1.07	9.63
1억원까지	2.01	6.01	1.00	9.02
2억원까지	1.60	4.80	0.80	7.20
3억원까지	1.46	4.38	0.73	6.57
5억원까지	1.33	3.97	0.66	5.96
10억원까지	1.17	3.51	0.58	5.26
20억원까지	1.08	3.22	0.54	4.84
30억원까지	1.04	3.11	0.52	4.67
50억원까지	1.02	3.06	0.51	4.59
100억원까지	0.99	2.98	0.49	4.46
200억원까지	0.96	2.89	0.48	4.33
300억원까지	0.95	2.87	0.47	4.29
500억원까지	0.94	2.81	0.46	4.21
1,000억원까지	0.92	2.77	0.45	4.14
2,000억원까지	0.91	2.72	0.44	4.07
3,000억원까지	0.90	2.67	0.43	4.00
5,000억원까지	0.89	2.64	0.42	3.95

○ 공사감리비는 「전력기술관리 운영요령, 지식경제부고시 제2012-383호」의 제33조에 의거 「전기사업법」에 의한 자가용전기설비 중 변압기 또는 발전기의 용량변경과는 관련이 없어, 감리원의 최소배치기준을 적용 가능

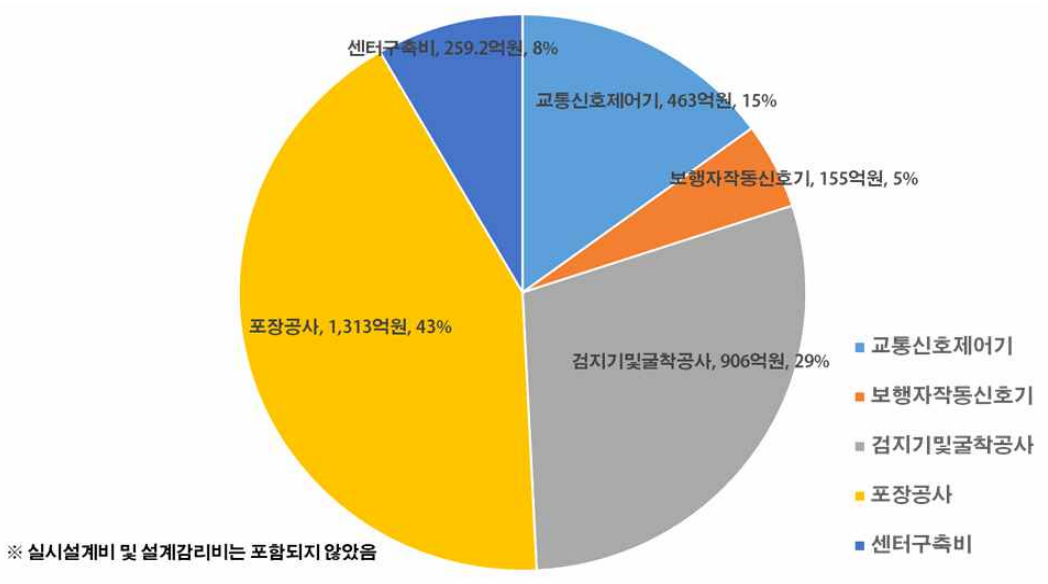
『전력기술관리 운영요령, 지식경제부고시 제2012-283호』

제25조(감리원배치기준)
① 법 제12조의2 제1항에 따른 감리업자등은 감리원을 배치함에 있어 발주자의 확인을 받아 별표 2의 전력시설물공사 감리원수 이상으로 배치하여야 한다.
② 감리업자등은 제1항에도 불구하고 일정규모 이상 공동주택 및 건축물의 전력시설물공사는 발주자의 확인을 받아 별표 2의 공동주택 등의 감리원 배치기준에 따라 공사기간동안 감리원을 배치하여야 한다.
③ 제1항 및 제2항에 따라 감리업자등은 공사현장에 상주하는 상주감리원과 상주감리원을 지원하는 비상주감리원을 각각 배치하여야 하며, 비상주감리원은 고급감리원 이상으로써 해당 공사 전체기간동안 배치하여야 한다. 다만, 법 제12조의2 제1항제2호에 따라 감리업무를 수행하는 경우와 제1항 별표 2의 감리원배치기준에 따라 감리원 1명 이상을 총 공사기간동안 상주 배치하는 경우에는 비상주감리원을 배치하지 아니할 수 있다.

제33조(감리원의 최소배치기준)
① 감리업자 등은 제25조제1항부터 제3항까지의 규정에도 불구하고 「전기사업법」에 따른 자가용전기설비 중 수전용 변압기 또는 발전기의 용량변경이 수반되지 아니하는 전력시설물의 보수공사에 대하여는 발주자의 확인을 받아 영 별표3에 따른 책임감리원 1명과 보조감리원 1명 이상을 공사기간동안만 상주 배치할 수 있다.

○ 현장공사비의 경우 교통신호기, 보행자작동신호기 등의 교통시설물 설치비용과 굴착 및 포장도로 공사 등의 도로공사 관련비용으로 구분됨

○ 기존의 감응신호 시스템의 설치항목 분포를 살펴보면 검지기 및 굴착공사 비용이 전체 비용의 약 29%를 차지하면 본 과업의 성과 시 해당금액의 절감 효과 및 일부 포장공사 비용의 절감이 가능할 것으로 판단됨



<그림 5-8> 감응신호시스템 설치 항목별 분석

(자료: 『국도 감응신호제어체계 기본계획』 중 재원조달 및 기대효과)

○ 『국도 감응신호제어체계 기본계획』에서 단계별 계획에 따른 총 소요비용을 노선별, 항목별, 권역별로 구분하였으며, 본 과제에서는 권역별 비용을 평균하여 반영하였음

○ 향후 시범사업 등을 토대로 루프검지기 대비 절감액 산정이 필요 함

○ 수도권 단계별 소요예산을 예로 살펴보면, 선정된 교차로를 대상으로 총 5단계로 구분하여, 단일로, 3지, 4지 및 센터구축비, 실시설계비, 공사감리비의 비목으로 구분하였음

○ 대체검지기 사업 시 센터 구축비를 제외한 나머지 부분에서 금액이 절감될 것으로 예상 됨

<표 5-16> 수도권 단계별 소요예산 (단위 : 억원)

단위구간명		단일로		3지				4지				센터구축비		설계비	감리비	소계	
				보행감응		보행미감응		보행감응		보행미감응							
		개소	비용	개소	비용	개소	비용	개소	비용	개소	비용	지자체	국토부			개소	비용
1단계	48-김포	7	1.2	11	8.1	0	0.0	4	5.7	0	0.0	0.0	1.9	0.6	0.4	22	17.9
2단계	48-강화	3	0.5	5	3.7	0	0.0	2	2.9	0	0.0	0	1.7	0.3	0.2	10	9.3
	03-이천-광주	1	0.2	13	9.6	0	0.0	10	14.3	0	0.0	0	3.4	0.9	0.4	24	28.8
	38-안성-이천	5	0.8	18	13.3	13	5.8	8	11.5	3	3.0	0	1.7	1.1	0.7	47	37.8
	45-광주-용인	0	0.0	11	8.1	0	0.0	7	10.0	0	0.0	0	1.7	0.6	0.4	18	20.9
	39-평택-화성	0	0.0	7	5.2	5	2.2	1	1.4	3	3.0	0	3.4	0.5	0.4	16	16.2
	03-여주-이천	2	0.3	32	23.6	0	0.0	7	10.0	0	0.0	0	2.0	1.1	0.7	41	37.8
	47-남양주-포천	0	0.0	25	18.4	2	0.9	9	12.9	0	0.0	0	3.7	1.1	0.7	36	37.7
3단계	42-용인-이천-여주	4	0.7	16	14.7	14	6.2	18	25.8	0	0.0	0	0.11	1.4	0.7	56	49.6
	17-안성-용인	0	0.0	12	8.8	0	0.0	10	14.3	0	0.0	0	0.00	0.8	0.4	22	24.4
	37-이천-여주	0	0.0	11	8.1	0	0.0	6	8.6	0	0.0	0	0.06	0.6	0.4	17	17.8
	37-여주-양평	0	0.0	12	8.8	0	0.0	6	8.6	0	0.0	0	2.0	0.6	0.4	18	20.5
	37-가평-포천	0	0.0	13	9.6	0	0.0	4	5.7	0	0.0	0	2.0	0.6	0.4	17	18.3
	45-남양주-광주	1	0.2	16	11.8	7	3.1	2	2.9	0	0.0	0	0.0	0.6	0.4	26	19.0
4단계	82-화성-평택	3	0.5	5	3.7	2	0.9	4	5.7	2	2.0	0	0.0	0.4	0.4	16	13.7
	37-연천-파주	0	0.0	13	9.6	0	0.0	6	8.6	0	0.0	0	3.7	0.7	0.7	19	23.3
	06-양평	0	0.0	8	5.9	10	4.5	0	0.0	1	1.0	0	0.0	0.4	0.4	19	12.2
	38-평택	9	1.5	28	20.6	7	3.1	8	11.5	2	2.0	0	0.1	1.2	0.7	54	40.7
	44-양평	0	0.0	1	0.7	2	0.9	1	1.4	0	0.0	0	0.0	0.1	0.2	4	3.4
	46-가평	1	0.2	17	12.5	3	1.3	1	1.4	1	1.0	0	0.0	0.5	0.4	23	17.5
	48-강화(2)	2	0.3	2	1.5	2	0.9	7	10.0	0	0.0	0	0.0	0.4	0.4	13	13.6
	48-김포	2	0.3	0	0.0	1	0.4	1	1.4	0	0.0	0	0.0	0.1	0.2	4	2.5
	01-파주	0	0.0	11	8.1	2	0.9	6	8.6	0	0.0	0	0.0	0.6	0.4	19	18.6
5단계	01-평택	0	0.0	3	2.2	3	1.3	0	0.0	0	0.0	0	0.03	0.2	0.2	6	4.0
	03-이천	0	0.0	11	8.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.06	0.3	0.2	11	8.7
	03-연천	6	1.0	19	14.0	0	0.0	7	10.0	0	0.0	0	0.0	0.8	0.7	32	26.5
	39-양주	3	0.5	3	2.2	4	1.8	0	0.0	0	0.0	0	1.7	0.2	0.4	10	6.9
	43-화성	0	0.0	21	13.3	1	0.4	9	11.5	0	0.0	0	0.0	0.9	0.7	27	26.8
	43-광주	0	0.0	3	2.2	0	0.0	1	1.4	0	0.0	0	0.0	0.2	0.4	4	4.3
	43-남양주	0	0.0	1	0.7	0	0.0	1	1.4	0	0.0	0	0.0	0.1	0.4	2	2.7
	43-포천(1)	0	0.0	10	7.4	0	0.0	4	5.7	0	0.0	0	0.0	0.5	0.4	14	14.0
	43-포천(2)	0	0.0	29	21.4	0	0.0	14	20.1	0	0.0	0	0.2	1.3	0.7	43	43.6
	45-평택	0	0.0	2	1.5	0	0.0	3	4.3	1	1.0	0	0.03	0.2	0.4	6	7.5
	75-가평	1	0.2	1	0.7	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.1	0.4	2	1.4
	87-포천(1)	0	0.0	2	1.5	0	0.0	6	8.6	0	0.0	0	0.04	0.4	0.4	8	10.9
	87-포천(2)	1	0.2	0	0.0	0	0.0	1	1.4	0	0.0	0	0.01	0.1	0.4	2	2.2
총계		51	8.4	392	289.8	78	34.7	174	247.9	13	13.1	0	29.4	20.4	17.1	708	660.7

자료: 『국도 감응신호제어체계 기본계획』 중 재원조달 및 기대효과

나. 편익산출 전제 및 항목별 편익산정

(1) 편익산출의 전제

○ 편익 항목은 국가 R&D 사업 편익항목 분류 및 도로철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정 · 보완 연구(제5판)를 토대로 선정함

<표 5-17> 국가R&D사업 편익항목 분류

편익항목 분류	설 명	비고(적용사례)
기술개발에 의한 편익	· 연구개발사업으로 인하여 발생하는 기술과 제품으로부터 발생하는 부가가치 또는 비용절감분	· 부품수입비용감소 · 유지보수비용절감 · 고장률감소 등
시설구축에 의한 편익	· 건물/시설/연구소 건립에 투입되는 연구개발투자를 통해 발생하는 부가가치	· 시너지효과편익 · 물류비용절감효과 등
장비구축에 의한 편익	· 연구개발사업의 장비 구입 및 인프라 구축으로 인하여 운영자 입장에서 발생하는 사용료 수입, 이용자 입장에서 발생하는 비용절감분, 기초 연구의 체질개선과 관련된 과학기술적 편익 등	· 장비사용비용절감편익 · 재해피해감소편익 등

<표 5-18> 도로부문 사업 편익항목 분류

구분	세부 항목
직접편익	· 차량운행비용 절감 · 통행시간 절감 · 교통사고 감소 · 쾌적성 증가, 정시성 향상, 안정성 향상 등*
간접편익	· 환경비용(공해 및 소음) 절감 · 지역개발효과* · 시장권 확대* · 지역 산업구조 개편*

주: *는 편익산정 시 계량화하여 반영하지 못한 항목임
자료: 도로철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정 · 보완 연구(제5판)

○ 위의 다양한 편익 항목 중 본 과업에 있어 계량화가 가능한 통행시간 절감 편익 및 교통사고 감소 편익을 바탕으로 분석함

○ 통행시간 절감 편익은 좌회전 감응신호 설치에 따른 지·정체 감소 효과 편익으로 정의 됨

○ 교통시설사업을 진행하면 교통경로, 교통수단, 통행속도 등 교통패턴의 변화가 발생하게 되는데, 본 사업을 통할 경우 평균 통행속도의 상승으로 인한 편익이 발생할 것으로 예상

○ 예비타당성 지침에 따르면 통행시간 절감편익이 교통시설 투자 사업에 의하여 발생하는 편익 중 30~80%의 많은 비중을 차지하고 있는 것으로 보고 있음

○ 통행시간 절감편익은 통행시간가치(교통서비스를 이용하는 사람이 통행할 때, 통행시간 단축을 위하여 지불하고자 하는 금전적 가치로 정의됨. 이와 같은 정의는 평균통행시간 절감 또는 한계통행시간 절감, 통행목적, 교통수단 등에 따라 상이한 값을 가질 수 있는 상황을 모두 포함하는 것)에 의해 결정 됨

○ 통행시간 가치의 경우『도로철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판)』의 값을 최근연도의 가치로 환산하여 준용하였으며, 안전 편익은 신호위반 절감에 따른 교통사고비용 절감 편익으로 사용 함

○ 교통사고 비용은 '교통사고로 발생된 모든 경제적 손실을 부담주체와는 상관없이 화폐가치로 환산한 것'을 의미함

○ 교통사고 비용에는 의료비용, 교통사고 피해자의 생산손실비용, 물질적 피해비용, 정신적 피해비용, 경찰 및 보험회사의 교통사고처리 비용과 법적인 문제가 야기된 경우의 법정비용 등 행정비용이 포함

○ 교통사고는 사회적·경제적 손실을 초래함. 도로교통공단의 발표에 따르면, 2007년 도로에서 발생한 교통사고의 인적, 물적 피해액은 약 10조 3,441억 원으로 연 간 GDP의 약 1.15%, 국가예산의 6.6%, 산업재해비용의 63.8%를 차지하는 것으로 추정되었으며, 교통사고에 따른 고통과 심리적 피해(Pain, Grief and Suffering: PGS)비용 을 포함할 경우 교통사고비용은 더 큰 실정

○ 교통사고는 인적피해사고와 대물피해사고로 구분 가능

○ 이를 계량화하기 위해 교통사고 비용 확인

○ 본 연구에서는 직접편익인 통행시간 절감 편익과 교통사고 감소 편익을 고려함[1)]

(2) 통행시간 절감 편익산정의 방법

○ 도로투자사업에 의한 통행시간 절감 편익은 교통투자사업의 시행으로 도로 및 철도의 통행수요 및 통행속도가 변화할 경우 발생할 수 있는 통행시간 비용의 정(+)의 편익과 부(-)의 편익을 계량화함

○ 통행시간비용은 통행량, 통행시간, 통행시간가치의 곱으로 산정하며, 사업시행으로 절감된 통행시간 비용을 편익으로 계상함

○ 통행량과 통행시간은 교통수요분석을 통해서 산출하며, 시간가치는 여객의 경우 통행목적에 따라

1) 이 밖에도 차량운행비용 절감편익, 환경비용 절감편익이 있지만 공사 지점이 정해져 있지 않은 본 과업의 특성상 구체적인 수치 및 자료 구득이 어렵기 때문에 제외함

업무/비업무통행으로 구분하고, 화물은 화물자동차 운전자의 시간가치(업무)만을 고려함. 단 여객통행의 버스 운전원은 업무통행자로 간주

○ 통행시간가치는 「예비타당성조사 수행을 위한 통행시간가치 산정에 관한 연구(KDI, 2012.12.)」의 업무통행시간가치 산정방법론 및 업무통행에 대한 비업무통행시간가치 비율과 KTDB(2015년 배포자료)의 평일평균 재차인원 및 업무(비업무)통행비율을 적용하여 산정된 다음의 값을 적용 함

<표 5-19> 수단별 평균 통행시간가치(전국권)

구분	승용차		버스		화물차		철도(1인당)	
	업무	비업무	업무	비업무	업무	비업무	업무	비업무
재차인원(인)	0.34	1.22	1.74	9.85	1.00	-	0.19	0.18
시간가치(원)	22,775	9,748	17,260(1인) 22,775(0.74인)	5,011	16,374	-	22,775	5,033
시간가치(원/대·시)	7,744	11,893	34,114	49,358	16,374		4,327	4,077
2013년 기준 평균 시간가치(원/대)	19,637		83,472		16,374		8,404	
2017년 기준 평균 시간가치(원/대)	20,619		87,646		17,193		8,824	

주: 1) 재차인원은 국가교통DB센터 제공자료 기준
2) 2017년 기준 가치는 2013년 가치에 편익보정지수(소비자물가지수) 105.0%를 적용한 값임.

○ 통행시간 절감 편익 산출방법은 아래와 같음

- 통행배정 작업의 결과로 산출된 직접 영향권 내 링크의 통행시간과 차종별 교통량의 곱을 이용하여 도로부문 총통행 시간을 산출함
- 단, 고속도로 및 유료도로의 링크 통행시간은 통행료를 제외한 순수한 통행시간을 토대로 다시 산정하여야 함
- 사업미시행시와 사업시행시에 대해 수단별로 총통행시간 비용을 산출한 후 비교된 차액을 통행시간 절감 편익으로 산출함

○ 분석 각 년도의 통행시간 절감편익(VOTS) 계산식은 다음과 같음

$$VOTS = VOT_{\text{사업미시행}} - VOT_{\text{사업시행}}$$

여기서, $VOT = \left\{ \sum_{l} \sum_{k=1}^{3} (T_{kl} \times P_{k} \times Q_{kl}) \right\} \times 365$

T_{kl} = 링크 l의 차종별 통행시간

P_{k} = 차종별 시간가치

Q_{kl} = 링크 l의 차종별 통행량

k = 차종(1: 승용차, 2: 버스, 3: 화물차)

(3) 교통사고 절감 편익산정의 방법

○ 한편, 교통사고 절감편익은 특정 사업시행으로 절감할 수 있는 교통사고비용을 계량화한 것을 의미하고, 교통사고비용은 교통사고로 발생하는 모든 사회·경제적 손실을 화폐가치화한 것으로, 사고발생비율과 사고비용 원단위의 곱으로 산정함

○ 이 때, 도로교통사고란「도로교통법」제2조에서 규정하는 도로에서 차의 교통으로 인하여 발생한 인적·물적피해가 따르는 사고를 의미하며, 인적피해사고는 '지역별 교통사고통계(경찰청 각 연도)'의 규정에 따라 사망, 중상, 경상 및 부상신고 사고로 아래와 같이 세분화함

- 사망 : 교통사고로 발생시로부터 30일 이내에 사망한 경우
- 중상 : 교통사고로 인하여 3주 이상의 치료를 요하는 부상을 입은 경우
- 경상 : 교통사고로 인하여 5일 이상 3주 미만의 치료를 요하는 부상을 입은 경우
- 부상신고 : 교통사고로 인하여 5일 미만의 치료를 요하는 부상을 입은 경우

○ 비록 경찰청이 교통사고를 사망/중상/경상/부상신고로 세분하고 있으나, 매년 발간하는 통계연보(교통사고통계)에서는 중상, 경상, 부상신고를 합산하여 '부상'으로 제시하고 있으므로, 자료구득 및 갱신의 실효성을 고려하여 인적피해사고를 '사망'과 '부상'으로 구분함

○ 물적피해사고는 교통사고 중 인적피해 없이 단순 물적피해만 발생한 사고를 의미하여, '지역별 도로교통 사고비용의 추계(도로교통공단, 각 연도)'의 구분에 따라 차량피해와 대물피해로 구분함

- 차량피해 : 사고유발자의 차량에 발생한 물적피해로 차량피해에 국한해 자료 집계
- 대물피해 : 사고피해자의 차량 등에 발생한 모든 물적피해

○ 인적피해 사고비용은 기존『도로•철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정•보완 연구(제5판)』(한국개발연구원,2008)와 동일

○ 물적피해 사고비용 원단위는『'07년 도로교통 사고비용의 추계와 평가』(도로교통공단, 2008)의 주요 통계치 적용

$$VOTS_{\text{도로}} = VOT_{\text{사업미시행}} - VOT_{\text{사업시행}}$$

여기서, $VAC_{\text{도로}} = \sum_{t=1}^{3}\sum_{s=1}^{4}(A_{ts} \times P_s \times VL_t)$

A_{ts} = 도로부문 사고유형별 1억대 · km당 교통사고 사상자수(인적피해), 사고 건수(물적피해)

P_s = 사고유형별 사고 비용(만원/인, 만원/건)

VL_t = 연간도로유형별 억대 · km

t = 도로유형(1: 고속도로, 2: 일반국도, 3: 지방도)

s = 사고유형(1: 사망, 2: 부상, 3: 차량, 4: 대물)

○ 도로 유형별 교통사고 발생 비율은 <표5-21>와 같음

<표 5-20> 도로 유형별 교통사고 발생비율

도로유형	인적피해(인)		물적피해(건)	
	1억대·km당 사망자 수	1억대·km당 부상자 수	1억대·km당 차량손해 사고 건수	1억대·km당 대물피해 사고 건수
고속국도	0.79	16.97	107.35	72.75
일반국도	3.11	107.27	914.4	619.63
지방도	2.40	73.61	689.92	467.51

주: 1) 기타 도로는 제외
2) 물적피해 사고건수의 경우는 추정사고건수임
3) 부상의 경우에는 PGS 비용 중 가중평균값을 적용
4) 물적피해비용은 순평균비용+교통경찰비용+보험행정비용
5) 2007년 기준 단가를 소비자 물가지수(1.253)를 활용하여 2017년 기준으로 보정함

자료:) 경찰청, 『교통사고통계』, 2008.2) 건설교통부, 『2007 도로교통량통계연보』, 2008.3) 도로교통공단, 『07 도로교통 사고비용의 추계와 평가』, 2008.4) 보험개발원, FY2007 종목별 총괄손해상황(미발간자료), 2008

(4) 통행시간 절감 및 교통사고비용 절감 편익 원단위 산출

○ 통행시간 절감 및 교통사고 감소 원단위의 경우 기존 LOOP 검지기 설치 감응신호 편익과 동일하기 때문에 『국도 감응신호제어 체계 기본계획』 6장의 재원조달 및 기대효과에서 분석한 값을 준용함

○ 해당 분석 값은 『도로철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정 · 보완 연구(제5판)』의 편익 별 원단위 산출 내용을 포함함

(5) 통행시간 절감 원단위

○ 통행시간 절감의 경우 네트워크 변화, 교통수단의 변화, 통행시간의 변화 등 다양한 경우가 있지만 본 과업에서는 통행시간 변화에 따른 비용 절감을 원단위로 사용하였으며, 그 값은 「국도 감응신호 제어 체계 기본 계획」에서 연구한 내용을 준용하였음[2)]

○ 「국도 감응신호 제어 체계 기본 계획」에서는 평균정지지체 감소 원단위는 차량 1대당 지정체 감소분으로 선정하였고 이를 절감편익의 원단위로 사용함

○ 2014년 2월 ~ 2014년 5월 약 4개월간 걸쳐 2.1km 구간내 교차로에 감응신호시스템을 구축하여 시범운영한 결과를 바탕으로 산출된 자료임

○ 실제 국도(화성시, 포천시) 감응신호 시범사업 구간을 대상으로 조사가 이루어짐

- 화성시: 국도 43호선 장안대학교 입구 ~ 왕림성당 구간 약 2.1km 4개 교차로
- 포천시: 국도 87호선의 가산교차로 ~ 유교3교차로 구간 약 2.1㎞의 4개 교차로



<화성시> <포천시>

<그림 5-9> 시범사업구간

○ 감응신호 설치 후 시범사업의 다양한 방식의 홍보를 통해 효과를 극대화하고, 설치 사전/사후 비교를 통해 결과를 도출하였음

○ 영상자료를 바탕으로 산출된 결과로 평균정지지체는 <표 5-21>과 같음

2) 실제 공사구간의 수요 분석 등을 통한 원단위 산출이 원칙이지만 본과업 특성상 정해진 공사구간이 없이 경제성 분석이 필요하기 때문에 기존 시범사업을 통해 분석한 값을 준용함

<표 5-21> 교차로 평균정지지체

지역	시간대	평균정지지체		
		TOD 운영	감응 운영	변화량
3지 교차로	첨두시	8.3초/대	3.6초/대	4.7초/대
	비첨두시	7.0초/대	4.6초/대	2.4초/대
	일 환산	7.22초/대	4.11초/대	3.11초/대
4지 교차로	첨두시	8.3초/대	3.6초/대	4.7초/대
	비첨두시	7.0초/대	4.6초/대	2.4초/대
	일 환산	7.22초/대	4.11초/대	3.11초/대

자료: 국도 감응신호 제어체계 기본계획

(6) 교통사고 감소 원단위 산출

○ 시범사업이 시행된 포천, 화성시의 영상자료를 기반으로 기존 고정식 신호체계 운영시 총 신호위반 횟수, 감응식 신호체계 운영시 총 신호위반 횟수를 비교분석하여 나온 결과값으로 49.0% 감소함

○ 기존 고정식 신호체계 운영시 총 영상분석시간 동안 657대의 신호위반 차량을 감지하였으며, 감응식 신호체계 운영시 322대의 신호위반 차량이 감지되었음

○ 따라서, 감응식 신호체계 운영에 대해 335대의 신호위반 차량이 감소되었으며, 이를 통해 신호위반에 따른 교통사고 발생 위험률이 약 49.0% 감소하는 것으로 판단할 수 있음

<표 5-22> 신호위반 감소 원단위

관측지점	사전	사후	감소원단위
화성시 자안입구	229	75	32.8%
포천시 가산교차로	428	247	57.7%
합계	657	322	49.0%

마. 통행시간가치 및 사고감소가치

○ 통행시간가치는『예비타당성조사 수행을 위한 통행시간가치 산정에 관한 연구』(KDI,2012.12)의 업무통행시간가치 산정방법론 및 업무통행에 대한 비업무통행시간가치 비율과 KTDB(2015년 배포자료)의 평일평균 재차인원 및 업무(비업무)통행비율을 적용하여 산정된 값을 적용함

○ 제시된 편익은 2013년 기준 값이므로, 통계청 소비자 물가지수(2013년 대비 2017년 물가 상승률 1.087)를 곱하여, 2017년 기준으로 환산함

<표 5-23> 수단별 통행시간 가치(전국권) (단위: 만원)

구분	승용차		버스		화물차		철도(1인당)	
	업무	비업무	업무	비업무	업무	비업무	업무	비업무
재차인원(인)	0.34	1.22	1.74	9.65	1.00	0.00	0.19	0.81
시간가치(원)	22,775	9,748	17,260 (1인) 18,626 (1.35인)	5,011	16,374	-	22,775	5,033
시간가치 (원/대・시)	7,744	11,893	34,114	49,358	16,374	-	4,327	4,077
평균 시간가치 (원/대) 2013년	19,637		83,472		16,374		8,404	
평균 시간가치 (원/대) 2017년	21,326		90,651		17,782		9,127	

○ 사고비용은 『도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판)』(한국개발연구원, 2008)와 동일 방법을 적용함

<표 5-24> 교통사고 비용 (단위: 만원)

구분	인적피해(인)		물적피해(건)	
	사망	부상	차량손해	대물피해
2007년 기준	41,944	2,156	110	119
2017년 기준	52,556	2,701	138	149

주: 1) 인적피해비용구성=순평균비용(위자료, 장례비, 생산손실비, 의료비 및 기타)+교통경찰비용+보험행정비용+PGS 비용
2) 물적피해비용구성=순평균비용+교통경찰비용+보험행정비용
3) 부상의 경우에는 PGS 비용 중 가중평균값을 적용
4) 물적피해비용은 순평균비용+교통경찰비용+보험행정비용
5) 2007년 기준 단가를 소비자 물가지수(1.253)를 활용하여 2017년 기준으로 보정함
자료: 1) 도로교통공단, 『07. 도로교통 사고비용의 추계와 평가』, 2008.
2) 한국교통연구원, 『2005년 교통사고비용 추정』, 2007.

바. 편익산정

(1) 통행시간 절감 편익 산정

○ 통행시간 편익산정을 위해 교차로 유형별 교통량에 평균 지정체감소를 반영하여 연간 총 지정체 감소 시간을 구하고 시간가치를 곱하여 편익을 산출함

○ 편익 대상의 경우 『국도 감응신호제어 체계 기본계획』에서 선정된 수도권 단계별 공사 구간 자

료를 활용하며 2017년 기준 승용차 1대당 시간가치는 21,326원/시임

○ 본 연구에서 감응신호 대상이 선정되지 않았고 특정 교차로를 현재 단계에서 임의로 선정하기 어렵기 때문에 편익산정 결과는 기존 국도감응신호 기본계획에서 산정한 단계별 편익산정결과를 활용함

○ 향후 본과제를 통하여 대상 교차로 선정시 교차로 I의 일 교통량(승용, 버스, 화물 비율 고려)을 반영한 보다 명확한 편익 산정 가능

$$B_{\text{소통}} = \sum_{j=1}^{J}\sum_{i=1}^{I}(\triangle t \times V_i \times 365 \times VOT \times 1/3,600)$$

- $B_{\text{소통}}$: 소통측면의 사회적 편익
- $\triangle t$: 정지지체 감소 원단위 = 5.34초/대(단일), 3.11초/대(3지), 6.19초/대(4지)
- V_i : 교차로 i의 일 교통량
- VOT : 승용차 1대당 시간가치 = 21,326원/시
- j : 연도

(2) 안전측면 편익 산정

○ 안전측면의 편익산정을 위해 '고정식신호 운영시 사고발생비용'에서 감응식신호 사고감소원단위를 적용한 '감응식신호 운영시 사고발생비용'을 뺀 차액을 안전측면 편익으로 산출함. 2017년 기준 사고1건 감소당 경제적 가치는 49,575,280원임

$$B_{\text{안전}} = \sum_{j=1}^{30}(VAC^{Tod} - VAC^{Act})$$

- $B_{\text{안전}}$: 안전측면의 사회적 편익
- $VAC^{Tod} = A_j \times P_{\text{신호}} \times C$: 고정식 신호 운영시 사고발생비용
- $VAC^{Act} = A_j \times P_{\text{신호}} \times C \times K$: 감응식 신호 운영시 사고발생비용
- A_j : j년도 국도에서 발생된 총 사고건수
- $P_{\text{신호}}$: 총 사고건수 중 신호위반에 따른 사고건수의 비율 = 11.3%
- C : 사고 1건당 PGS 포함 교통사고비용 = 49,575,280원/건
- K : 감응식 신호체계 운영시 신호위반 감소 원단위 = 0.490
- j : 연도

(3) 편익산정 결과

○ "국도감응신호제어 체계 기본계획"에서 공사 단계별 편익 산정결과는 아래와 같이 분석되었음

○ 편익량이 가장 낮은 1단계의 경우 통행시간절감편익 137.7억원/년, 안전측면 편익 0.6억원/년 발생하며, 편익량이 가장 많은 2단계의 경우 통행시간절감편익 1,355.6억원/년, 안전측면 편익 19.0억원/년이 발생함

○ 편익의 구성비를 살펴보면 통행시간절감편익이 약 99%로 대부분을 차지함

○ 본 과업에서 경제성 분석 결과 도출에 활용된 편익은 4단계, 5단계의 연간 편익을 활용하였으며, 이는 3년 개발 계획을 고려한 것으로 향후 사업 일정의 변화에 따라 편익은 증가할 수 있을 것으로 기대 됨

<표 5-25> 단계별 편익산정결과 (단위: 억원)

구분	통행시간절감편익	안전측면편익	합계
1단계	137.7	0.6	138.3
2단계	1,355.6	19.0	1,374.6
3단계	872.8	8.2	881.0
4단계	694.6	11.3	705.9
5단계	722.3	6.1	728.4

3. 분석 결과

○ 본 과업의 비용 편익 분석은 경제성 분석 개요를 바탕으로 비용항목 도출과 편익항목 도출 내용에 따라 분석됨

○ 사회적 할인율은 5.5%를 활용 하였으며, 분석기준연도는 2017년으로 산정

○ 순현재가치(Net Present Value, NPV)는 사업에 수반된 모든 비용과 편익을 기준년도의 현재가치로 할인하여 총편익에서 총비용을 제한 값이며, 순현재가치 ≥0이면 경제성이 있는 것으로 판단함

- 순현재가치$(NPV) = \sum_{t=0}^{n} \frac{B_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^{n} \frac{C_t}{(1+r)^t}$

○ 마지막으로 내부수익률(Internal Rate of Return, IRR)은 편익과 비용의 현재가치로 환산된 값이 같아지는 할인율 R을 구하는 방법으로, 사업의 시행으로 인한 순현재가치를 0으로 만드는 할인율임. 내부수익률이 사회적 할인율보다 크면 경제성이 있다고 판단함

- 내부수익률$(IRR) = \sum_{t=0}^{n} \frac{B_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=0}^{n} \frac{C_t}{(1+r)^t}$의 조건을 만족하는 i

○ 그 결과 B/C는 6.40로 경제적 타당성을 확보하는 것으로 분석됨

<표 5-26> 경제성 분석 결과 (단위: 백만원)

년도	비용			편익	현재가	
	기술개발비용	공사비	운영 및 유지비	통행시간 절감 및 안전편익	비용	편익
2018	1,760	-	-	-	427	-
2019	1,370	-	-	-	225	-
2020	1,190	-	-	-	170	-
2021	-	53,988	-	70,590	43,580	56,981
2022	-	48,906	5,398	143,430	37,420	109,743
2023	-	-	10,289	143,430	7,462	104,022
2024	-	-	10,289	143,430	7,073	98,599
2025	-	-	10,289	143,430	6,704	93,459
2026	-	-	10,289	143,430	6,355	88,587
2027	-	-	10,289	143,430	6,023	83,968
2028	-	-	10,289	143,430	5,709	79,591
2029	-	-	10,289	143,430	5,412	75,442
2030	-	-	10,289	143,430	5,129	71,509
합계	4,100	102,894	87,707	1,361,460	131,688	861,900
B/C = 6.40						
NPV=727,321백만원						
IRR= 196%						

제4절. TCO 분석

1. 분석 전제 및 개요

가. 분석 필요성

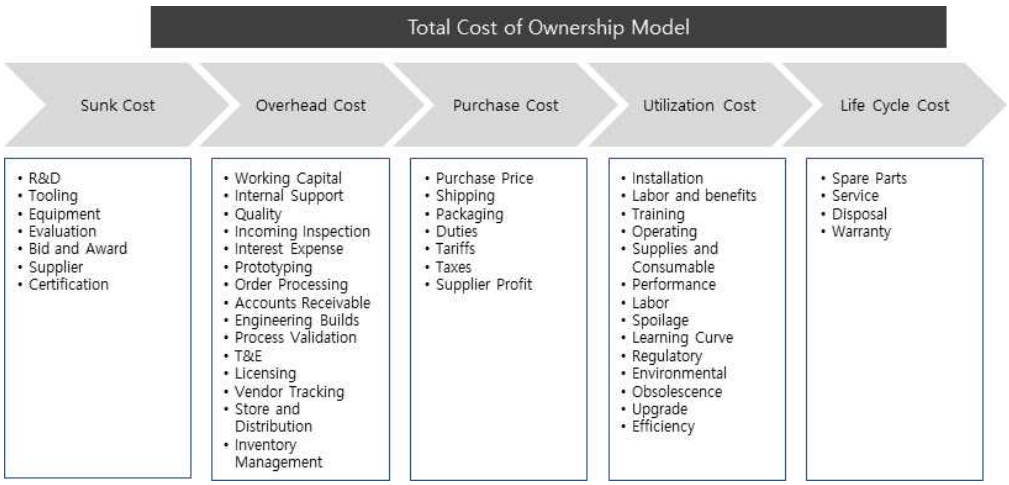
○ 루프검지기를 무선 자기 검지기로 대체할 경우 비용적인 측면에서의 효과를 비교분석함으로써 타당성 검토가 가능함

○ TCO분석은 전체 라이프사이클에 걸쳐 소요되는 모든 비용을 확인하기 위함으로 감응신호 도입에 따른 총소요비용을 도출하고 그 중 유지관리 및 운영이 쉽고 편한 대안을 선택하면 전체 TCO 절감에 도움을 줄 것으로 기대할 수 있음

- TCO분석은 시간경과에 따라 지불해야 하는 직접적인 비용 뿐만 아니라, 운영유지, 교육 등 어떤 시스템을 사용하고 폐기하는 전 주기 과정에서 소요되는 모든 비용을 파악하여 분석하는 기법임

나. 분석 내용 및 방법

○ TCO 분석을 위한 비용영역은 매몰비용, 오버헤드 비용, 구입비용, 설치 및 사용비용, 그리고 사용기간 동안 소요되는 기타비용 등 5가지 비용항목으로 구성



<그림 5-10> TCO 분석 Model

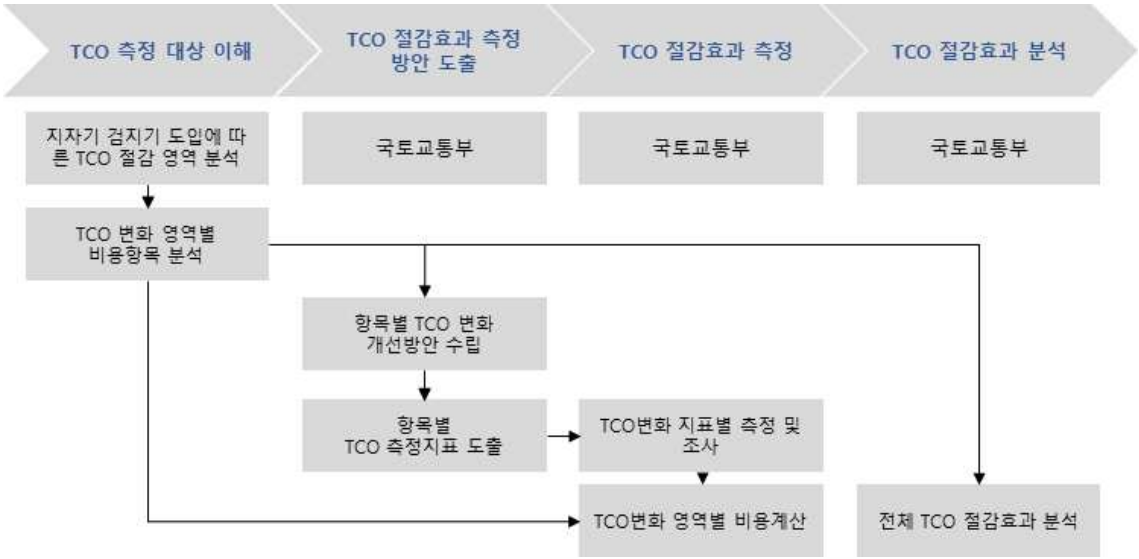
○ 본 연구에서는 지자기 검지기의 TCO분석을 수행함에 있어 5가지 항목별 비용세부내역을 정의하되, 각 요소별 비용의 추산치 차이로 인한 TCO 왜곡 방지 방안 마련

- 왜곡 방지를 위해 LOOP 검지기와 비슷하거나 동일한 영역에서 오는 비용 항목에 대한 것을 동일하다고 가정함

○ 현재 활용되고 있는 LOOP 검지기를 무선 자기 검지기로 대체할 경우 감응신호 운영에 따른 총소요비용의 변화를 확인할 수 있음

- 검지기 제품 비용, 설치 공사 비용, 유지보수 비용 분석
- 검지기 설치 후 운용에 따른 총소요 비용 분석

○ 절감효과의 분석 절차는 <그림 5-11>과 같음



<그림 5-11> TCO 절감효과 분석 절차

다. 분석 전제

○ 무선 자기 검지기의 예상 비용(장비비, 공사비, 유지보수비 등)은 관련 전문가를 통한 표준 비용으로 산정

○ 신호 관리에 따른 비용은 LOOP 검지기와 같은 것으로 가정

2. TCO 분석 지표 분석을 위한 시스템 정의

가. 루프검지기 및 무선 자기 검지기 구성

○ 무선 자기 검지기의 제품 구성은 현재 일반적인 형태로 향후 개발에 따라 변경될 수 있음

○ 센서 내 장착되는 배터리와 패키징에 따른 가격 변동 가능

<표 5-27> 루프검지기 및 무선 자기 검지기 구성

분류	루프검지기	무선 자기 검지기
구성	센서	
	도입선 및 케이블	제어카드 (APCC)
	접속부	디지털 라디오
	제어기	Repeater
제품 비용	15만원	65만원

주: 자기 검지기 제품비용 65만원은 무선통신모듈과 보안모듈 탑재시 예상 비용임

나. 설치 개요

○ 검지기 기존 설치 개요로 설치 과정에 있어서 시간이 무선 자기 검지기가 루프검지기 대비하여 2배 이상 빠르게 가능함

○ 설치과정에 있어서 배관 설치 및 배선 연결이 필요 없고, 설치 깊이 및 면적 또한 무선 자기 검지기의 경우 루프검지기 대비 작기 때문에 설치 시간 및 차로 점유가 상대적으로 감소함

○ 이를 통하여 공사 비용 및 향후 유지보수 비용을 낮출 수 있으며 설치 규격의 경우 개발되는 제품의 스펙에 따라 달라질 수 있음(검지기 설치 수량 등)

<표 5-28> 검지기 설치 개요

분류		루프검지기	무선 자기 검지기	
설치	과정	공간 확보		
		코일 및 인입선 매설용 홈파기	검지기 매설용 홈파기	
		이물질 제거 및 매설		
		충진		
		배관 설치 및 배선 연결	-	
		최종검사		
	비용(원/개소)	2,500만	1,020만 (1 달러 = 1,200 원)	
	개수(개/차로)	1	직진	2 ≤
			좌회전	3 ≤
	시간	±2 시간/차로	< 5 분/개 (검지기 매설)	
		±12 시간/개소 (왕복 4차선 4지교차로)	4 ~ 6 시간/개소 (전 과정)	

<표 5-29> 설치 인력

분류	루프검지기		무선 자기 검지기	
인력	홈파기	1	홈파기	1
	공기압축	2	설치 및 충진	1 ~ 2
	보조	3	보조	3
	교통정리	1	교통정리	1

<표 5-30> 설치 규격

분류		루프검지기			무선 자기 검지기	
규격	표면적	8각	㎡	3.24	㎠	78.5 ~ 182.4
		32각		7.2		
		원형		≒ 2.54		
	깊이 (cm)	12			5.7	
정확도 (MAPE, %) (2006, CalTrans)		0.98 ~ 1.01			1.00 ~ 1.02	

다. 유지 관리

○ 유지관리의 경우 일반적으로 아래 표와 같이 나타남

○ 무선 자기 검지기의 경우 배터리 수명에 따라 달라질 수 있지만 5년 이상을 목표로 하고 있음

○ 배터리 성능 이외에 도로 공사 및 파손으로 인한 교체를 최소화하기 위한 설치 규격, 패키징 구성 등에 대한 고려가 필요함

<표 5-31> 유지관리

분류		루프검지기		무선 자기 검지기
유지·관리	주기 (년)	대형차량 위주	0.5 ~ 1	10 ≤ (배터리 수명)
		일반차량 위주	2 ~ 4	
		최소권장	1.5	
	비용 (원)	2,500만 / 2년미만		1,020만원 / 5년이상

3. TCO 분석 결과

가. 검지기별 주요 비용

○ 주요 비용은 크게 제품 비용, 설치비용, 유지보수 비용으로 구분됨

○ 기타 신호기 운영비용 등은 두 개의 검지기가 모두 동일하다는 가정 하에 제외함

<표 5-32> 검지기별 주요 비용

분류	루프검지기	무선 자기 검지기
제품비용	15만원*1개 = 15만원	65만원*3개 = 195만원
설치비용	2,500만원	1,020만원
유지보수 비용	2,500만원/1회	1,020만원/1회

나. 연도별 비용 분석(1개소 기준)

○ 10년을 기준으로 제품 구입비부터 유지보수 비용까지의 총 비용을 분석함

○ 제품 비용을 제외한 설치비 단가, 유지보수비 단가가 자기검지기가 루프검지기보다 적음

○ 10년 기준 비용 계산 시 무선 자기 검지기 TCO가 루프검지기 대비 21% (단순 비용 계산 시), 32% (현가 계산 시)의 비용이 소요 되는 것으로 파악됨

<표 5-33> TCO 분석 결과 (단위: 백만원)

년도	루프검지기		무선 자기 검지기	
	비용 구분	금액	비용구분	금액
1차년도	제품비용	15	제품비용	195
	설치비용	2,500	설치비용	1,020
2차년도	-	-	-	-
3차년도	-	-	-	-
4차년도	유지보수	2,500	-	-
5차년도	-	-	-	-
6차년도	-	-	유지보수비	1,020
7차년도	유지보수	2,500	-	-
8차년도	-	-	-	-
9차년도	-	-	-	-
10차년도	유지보수	2,500	유지보수비	1,020
합계	10,015		3,255	

주1: 신호 운영비 및 공통 비용 제외
주2: 유지보수비용 및 주기는 "국도감응신호체계 기본계획" 의 유지관리 주기 반영
주3: 제품은 무선 자기 검지기 설치 3개를 기준으로 하였으며 검지 정확도 향상 등을 위한 추가 시 제품비용 및 설치비용 증가 가능성 있음
주4: 제품비용은 예상 비용으로 개발 난이도 및 부품에 따라 달라질 수 있음

○ 경제성 분석 및 TCO 분석 결과 무선 자기 검지기의 성능 보장 시 대체하는 것이 효과적이라는 것을 알 수 있음

○ TCO 분석을 통해 볼 때 본 과제를 통한 연구비용(41억원)을 고려하더라도 현가 계산 시 120여 개소 이상 설치될 경우 검지기 대체에 따른 경제적 효과를 볼 수 있을 것으로 예상됨

○ 본 연구에서 실제 제품생산에 필요한 기반시설 구축 및 인건비 등 기업의 입장에서의 비용은 고려되지 않지 때문에 향후 기술이전 대상 업체의 경우 TCO 분석에 있어서 추가해야할 요소가 있음

○ 또한 기존 연구에서의 설치 개요를 활용하였기 때문에 향후 본 R&D 진행 시 감응신호에서 원하는 검지 표준에 도달하기 위해 필요한 설치 개요 등을 고려하여 세분화 된 비용 분석이 추가로 필요할 것으로 판단됨

제6장. 자원투입계획

제1절. 인력투입계획

○ 연구일정에 따른 인력투입계획은 세부과제별로 투입되는 연구 인력을 구분하여 산출함

○ 투입 연구 인력은 3년간 총 139명임

<표 6-1> 지원 인력 투입 총괄 (단위: 명)

세부기술	1차년	2차년	3차년	합계
국도 감응신호제어 차량 검지기술 및 장비 개발	11	12	15	38
감응신호제어 검지장치 무선통신 보안기술 및 관리 소프트웨어 개발	13	15	15	43
감응신호제어 검지장치의 검지정보 생산성 향상, 성능 평가 및 실용화 기술 개발	17	20	21	58
합계	41	47	51	139

○ 1세부과제의 연구투입인력은 3년간 38명임

○ 2세부 및 3세부과제의 연구투입인력은 3년간 각 43명, 58명임

<표 6-2> 1세부과제 연구투입인력 (단위: 명)

목표	연구활동	1차 년도	2차 년도	3차 년도	계
매설식 무선 자기검지기 실용화 장비기술 개발	차량검지용 매설장치 상용화제품 개발	3	3	5	11
	무선통신 방식 별 상용화 제품 개발	2	3	2	7
비매설식 레이더 검지기 실용화 장비기술 개발	악조건 상황 감응신호 레이더 검지기 상용화 제품 개발	2	2	2	6
	인접차로 및 대향방향 구분 가능 레이더 검지영역 외부 제어기술 개발	2	2	2	6
	차종 구분기술 및 모니터링 관리기술 개발	2	2	4	8
합계					38

<표 6-3> 2세부과제 연구투입인력 (단위: 명)

목표	연구활동	1차 년도	2차 년도	3차 년도	계
무선 자기검지기 무선통신 보안기술 개발	무선통신 보안 위협 시험 시나리오 개발 및 평가	2	2	3	7
	무선통신 방식별 데이터 암호화 기술, 접근제어 기술 및 보안성능 평가 기술 개발	2	3	3	8
	운영 관리를 위한 모바일 디바이스 기반 소프트웨어 모듈 기술 설계	2	2	2	6
	무선통신 방식별 보안 인증 및 권한 검증 환경 개발 및 평가	3	3	3	9
무선 자기검지기 성능 모니터링 및 관리 소프트웨어 개발	모바일 디바이스 기반 검지장비 운영관리 소프트웨어 개발	2	3	2	7
	모바일 디바이스 기반 검지기 운영관리 소프트웨어 개발	2	2	2	6
합계					43

<표 6-4> 3세부과제 연구투입인력 (단위: 명)

목표	연구활동	1차 년도	2차 년도	3차 년도	계
감응신호제어 검지정보 생산성 향상기술 개발	검지기 매칭기술 및 인터페이스 핵심기술 개발	2	2	2	6
	검지기 수집자료 기반 감응신호 단위연장시간 조정 핵심기술 개발	2	3	3	8
	감응제어 유지 위한 제도적 장치 및 무선통신 활용 관련 법제도 연구	2	2	2	6
	표준신호제어기 기반 검지기 장치 반영 연구 및 설치관리 매뉴얼 개발	3	3	3	9
	감응신호제어 확대적용 방안 및 실용성 확보 전략 수립	2	2	3	7
감응신호제어 검지정보 평가	자료 수집을 통한 감응신호 운영 여건, 장애 요인 및 악천후 조건 분석	2	2	2	6
	기하구조 조건, 교통 조건, 기상 조건 고려한 시험 시나리오 개발 및 시스템 안전성 평가	2	3	3	8
	무선 자기검지기 통신 방식별 감응신호 성능 비교 및 검지기 수집자료 정확도 및 가공 알고리즘 정확도 평가	2	3	3	8
합계					58

제2절. 소요예산 산정

○ 연구일정에 따른 소요예산은 투입인력을 고려한 인건비, 연구활동에 따른 장비 재료비 투입계획을 고려하여 산정하였음

○ 총 소요예산은 41억으로 산정함

<표 6-5> 소요 예산 총괄 (단위: 억원)

세부기술	1차년	2차년	3차년	합계
국도 감응신호제어 차량 검지기술 및 장비 개발	10.45	7.13	5.23	22.82
감응신호제어 검지장치 무선통신 보안기술 및 관리 소프트웨어 개발	4.74	3.22	3.03	10.98
감응신호제어 검지장치의 검지정보 생산성 향상, 성능 평가 및 실용화 기술 개발	1.52	2.65	3.03	7.2
합계	16.7	13.0	11.29	41.0

<표 6-6> 1세부과제 소요예산 (단위: 억원)

목표	연구활동	1차 년도	2차 년도	3차 년도	계
매설식 무선 자기검지기 실용화 장비기술 개발	차량검지용 매설장치 상용화제품 개발	3.13	2.37	1.74	7.24
	무선통신 방식 별 상용화 제품 개발	2.09	1.19	0.70	3.98
비매설식 레이더 검지기 실용화 장비기술 개발	악조건 상황 감응신호 레이더 검지기 상용화 제품 개발	2.09	1.19	0.70	3.98
	인접차로 및 대향방향 구분 가능 레이더 검지영역 외부 제어기술 개발	2.09	1.19	0.70	3.98
	차종 구분기술 및 모니터링 관리기술 개발	1.06	1.19	1.39	3.64
합계					22.82

<표 6-7> 2세부과제 소요예산 (단위: 억원)

목표	연구활동	1차 년도	2차 년도	3차 년도	계
무선 자기검지기 무선통신 보안기술 개발	무선통신 보안 위협 시험 시나리오 개발 및 평가	1.19	0.55	0.64	2.38
	무선통신 방식별 데이터 암호화 기술, 접근제어 기술 및 보안성능 평가 기술 개발	1.19	0.80	0.64	2.63
	운영 관리를 위한 모바일 디바이스 기반 소프트웨어 모듈 기술 설계	0.59	0.54	0.43	1.56
	무선통신 방식별 보안 인증 및 권한 검증 환경 개발 및 평가	0.59	0.54	0.43	1.56
무선 자기검지기 성능 모니터링 및 관리 소프트웨어 개발	모바일 디바이스 기반 검지장비 운영관리 소프트웨어 개발	0.59	0.54	0.43	1.56
	모바일 디바이스 기반 검지기 운영관리 소프트웨어 개발	0.59	0.27	0.43	1.29
합계					10.98

<표 6-8> 3세부과제 소요예산 (단위: 억원)

목표	연구활동	1차 년도	2차 년도	3차 년도	계
감응신호제어 검지정보 생산성 향상기술 개발	검지기 매칭기술 및 인터페이스 핵심기술 개발	0.18	0.27	0.29	0.73
	검지기 수집자료 기반 감응신호 단위연장시간 조정 핵심기술 개발	0.18	0.40	0.43	1.01
	감응제어 유지 위한 제도적 장치 및 무선통신 활용 관련 법제도 연구	0.18	0.27	0.29	0.73
	표준신호제어기 기반 검지기 장치 반영 연구 및 설치관리 매뉴얼 개발	0.27	0.40	0.43	1.10
	감응신호제어 확대적용 방안 및 실용성 확보 전략 수립	0.18	0.27	0.43	0.88
감응신호제어 검지정보 평가	자료 수집을 통한 감응신호 운영 여건, 장애 요인 및 악천후 조건 분석	0.18	0.27	0.29	0.73
	기하구조 조건, 교통 조건, 기상 조건 고려한 시험 시나리오 개발 및 시스템 안전성 평가	0.18	0.40	0.43	1.01
	무선 자기검지기 통신 방식별 감응신호 성능 비교 및 검지기 수집자료 정확도 및 가공 알고리즘 정확도 평가	0.18	0.40	0.43	1.01
합계					7.20

제7장. 과제공모방안

제1절. 과제제안 요구서

과 제 명	지방 간선도로 감응신호제어용 좌회전 검지기 실용화 기술 개발
1. 연구개발 목표	□ 교차로 운영 효율성 증대, 검지정보 생산성 향상 및 교통사고 예방을 위한 좌회전 검지 기술 개발 ○ **국도 교차로 혼잡관리 및 운영효율성, 유지보수 안전성 증진을 위한 검지기술 개발** - 루프 검지기 대비 저비용 구축, 검지 정확도 담보 무선시스템 개발 - 공공시설 보안성 담보를 위한 검지기 분야 무선 보안 통신기술 및 모바일 교통관리 기술 확보 - 무선 감응신호제어 검지정보 생산성 향상, 성능평가 및 실용화 기술 개발
2. 연구개발 필요성	□ 국내·외 교통운영 관리 환경변화 대응 기술 개발 필요 ○ **국내 검지기술 문제점 및 감응신호 확대 요구** - 감응신호운영 시설인 루프검지기의 빈번한 단선 및 관할 지방자치단체(시설 관리주체) 유지보수 애로사항 지속 발생 - 국토교통부(국도 감응신호 기본계획(2014))의 국도 감응시설 확대 및 운영에 필요한 루프검지기 대체 고효율 차량 검지기술 필요 - 전국 국도 신호교차로 지·정체 감소로 인한 사회비용 절감 효과 및 도로교통 검지기 및 교통신호제어 시장 활성화 견인 ○ **국외 차량 검지기술 변화** - 기존 '유선 루프 검지기' 대신 '무선 지자기 검지기'를 활용하는 감응식 교통신호운영 환경 대두, 미국, 영국, 일본, 중국 등 민간기업의 가격경쟁력을 통한 무선 검지기 세계시장 선점 - 수입 의존시 국내 기술력 저하 및 기술종속 문제점과 함께 장기적 유지보수 문제 예상, 무선 시설 보안성 미확보로 인한 통신보안 문제 발생 ○ **기술개발 미래성** - 교통신호제어 용도와 더불어 향후 자율주행환경 하에서 제공될 수 있는 타분야, 첨단교통서비스에서도 기반 시스템으로 널리 활용될 수 있는 기술로 미래 교통환경 조성을 위한 기술 개발 필요

3. 연구개발 내용

□ 1세부 과제 : 국도 감응신호제어 차량 검지기술 및 장비 개발

○ 1-1세부 매설식 무선 자기검지기 실용화 장비기술 개발

- 무선 자기 검지기 사양 개선으로 차량존재검지율 90% (1차년도), 99% (2차년도) 목표
- 감응신호제어용도 차량감지용 매설 장치 상용화제품 개발
- 무선 자기 검지기 사양 개선으로 감응신호제어용도 차량감지 정보 송출 장치 무선통신 방식(WPAN(ZigBee3.0), LPWA(LoRa, NB-IoT) 등) 별 상용화제품 개발
- 지방 국도 좌회전 및 부도로 교통량 기준 무선 자기 검지장비 탑재 배터리 수명연장 기술 및 상용화제품 연구 개발
- 지방 국도 도로 여건에 부합하는 에너지 저감형 소형 무선통신 중계기 및 안테나 상용화 제품 개발 현장 설치 기술 개발
- 지방 국도 좌회전 차로로 접근하는 차량 주행패턴 기반 방향별 교통 (좌회전 및 유턴) 구분 상용화제품 운용 기술 개발
- 지방 국도 좌회전 (또는 부도로 진출) 차량(컨테이너 및 트럭 등) 차종 구분을 통한 감응신호제어 단위연장시간 강제 조정 기술 구현 장비 개발
- 지방 국도 좌회전 (또는 부도로 진출) 감응신호 운영에 영향을 미치는 특수 차량(트랙터, 원동기, 중장비차량) 검지 상용화제품 운용 기술 개발
- 차량 검지능력 및 에너지 절감을 고려한 좌회전 감응 통신기술 검토 및 개발
- 감응신호제어용도 무선 자기 검지기 및 레이다 검지기로부터 수집 정보의 교통신호제어기 전달을 위한 정보연계 프로토콜 기술 및 무선자기 검지기 및 레이다 검지기용 검지기 보드 장비 개발

○ 1-2세부 비매설식 레이다 검지기 실용화 장비기술 개발

- 지방 국도 도로포장 관리 담보가 어려운 지점 및 기상 악조건 상황에서 좌회전 (또는 부도로 진출) 감응신호 운영을 지원하는 레이더 검지기 소형화 및 기능 개선을 통한 상용화 제품 개발
- 지방 국도 좌회전 차로 인접차로 및 반대 대향방향 주행 차량 구분을 위한 레이더 검지기 검지영역 외부 제어기술 개발
- 무선통신 모바일 디바이스 기반 레이더 검지기 검지영역 조향 및 검지내용 확인을 위한 모니터링 관리기술 개발
- 지방 국도 좌회전 (또는 부도로 진출) 차량(컨테이너 및 트럭 등) 차종 구분을 통한 감응신호제어 단위연장시간 강제 조정 기술 구현 장비 개발
- 무선자기 검지기 및 레이다 검지기 등 감응신호제어용 검지기보드 연계 프로토콜 기술 개발
- 지방 국도 교차로 지주 마스터 암 레이더 검지기 부착기술 개발

□ 2세부 과제 : 무선통신 보안기술 및 관리 소프트웨어 개발

○ 2-1세부 무선통신 보안기술 개발

- 무선통신 간섭 및 보안 위협 시험 시나리오 개발
- 무선통신 보안기술 성능평가 환경 개발 및 평가
- 무선통신 방식 (WPAN(ZigBee3.0), LPWA(LoRa, NB-IoT) 등) 별 무선 데이터 암호화 핵심기술 개발 및 검증
- 무선통신 방식 (WPAN(ZigBee3.0), LPWA(LoRa, N B-IoT) 등) 별 무선 데이터 보안을 위한 사용자 인증 및 권한 검증 접근제어 기술 개발 및 검증
- 무선통신 방식 (WPAN(ZigBee3.0), LPWA(LoRa, NB-IoT) 등) 별 자기검지기 시험장비 무선통신 보안 성능 비교 평가
- 무선통신 보안상태 확인 및 운영자 관리를 지원하는 모바일 디바이스 기반 소프트웨어 모듈 기술 설계
- 무선통신 방식 (WPAN(ZigBee3.0), LPWA(LoRa, NB-IoT) 등) 별 무선 데이터 보안을 위한 통신방식 인증 및 권한 검증 환경 개발 및 평가

○ 2-2세부 검지기 성능 모니터링 및 관리 소프트웨어 개발

- 모바일 디바이스 기반 검지장비 통신 채널 별 설치지점 확인 및 관리 소프트웨어 개발
- 모바일 디바이스 기반 무선 검지장비 검지성능 관리 소프트웨어 개발
- 모바일 디바이스 기반 무선 검지장비 배터리 수명 확인 소프트웨어 개발
- 모바일 디바이스 기반 교통신호제어기 탑재 자기검지기 및 레이더 검지기 보드 수신정보 모니터링 소프트웨어 개발
- 모바일 디바이스 기반 이력 데이터 누적 및 관리 소프트웨어 개발
- 모바일 디바이스 기반 운영자 검지기 성능 모니터링 소프트웨어 모듈 기술 설계

□ 3세부 과제 : 검지정보 생산성 향상, 성능 평가 및 실용화 기술 개발

○ 3-1세부 감응신호제어 검지정보 생산성 향상 기술 개발

- 검지기 고유번호 및 점검 검지기 참조번호 매칭 기술 개발
- 모바일 디바이스 기반 운영자 검지기 성능 모니터링 및 관리 소프트웨어 인터페이스 핵심기술 설계
- 자기검지기 및 레이더 검지기 수집 및 검지기 보드 수집자료 기반 감응 패턴 분석을 통한 감응신호제어 단위연장시간 외부 조정(교통신호제어기 외부) 핵심 기술 개발
- 우리나라 국도 현장 감응제어 지속가능한 기능 유지를 위한 제도적 장치 개발
- 감응신호제어용 무선통신 활용 관련 법 제도 연구
- 경찰청 표준신호제어기 규격서 내 무선 자기 검지기 및 레이더 검지기 보드 장치 반영을 위한 연구
- 무선 자기검지기 실용화 단계를 고려한 도로 절삭, 포장 기술 등 포함 무선 자기 검지기 설치관리 매뉴얼 개발
- 국내 기술력 확보를 위한 무선 자기 검지기 설치 요소 기술 표준화 방안 연구
- 감응신호제어 확대적용 방안 및 실용성 확보 전략 수립

○ 3-2세부 감응신호제어 검지정보 평가

- 우리나라 전국 국도 현장 교차로 차로 단위 기하구조 자료 수집 및 분석을 통한 좌회전 및 부도로 진출 감응신호 운영 여건 분석
- 우리나라 전국 국도 이용 교통량 자료 및 차종 자료 수집 분석을 통한 좌회전 및 부도로 진출 감응신호 운용측면 장애 요인 분석
- 우리나라 감응신호제어 운영상태(강설, 박무, 흑서, 태풍, 심야) 조건 자료 수집 및 분석을 통한 좌회전 및 부도로 진출 감응신호 운영 여건 분석
- 전국 국도 기하구조 조건, 교통 조건, 기상조건 등을 고려한 감응신호 제어 실외시험 환경 설계 및 계절별 시험 시나리오 개발 (차량 주행 상황 및 차종 혼합 상황별 좌회전 및 부도로 진출 감응신호 성능 평가 포함)
- 무선 자기검지기 배터리 전력공급, 매설 수준별 별 내압, 내구력, 통신 보안성 등의 시스템 안정성 평가
- 무선 자기검지기 통신방식(WPAN(ZigBee3.0), LPWA(LoRa, NB-IoT) 등)별 실외시험을 통한 좌회전 및 부도로 진출 감응신호 성능 비교 평가
- 국도 감응신호제어용 자기검지기 및 레이더 검지기 수집자료 정확도 및 가공 알고리즘 정확도 평가

4. 연구개발 추진방법

□ 연구개발 추진 전략

○ 실용화 제품 양산

- 개발될 무선 자기검지기의 경우 타 세부과제와 연계성 및 과업기간을 고려, 1차년도 연구 단계에서 시작품 생산이 가능하여야 함

○ Testbed 구축

- 통합 Testbed의 조속한 선정, Testbed내에서의 연구 시스템 구축은 본 연구의 성공 여부에 영향을 미칠 수 있으므로 지방자치단체 등의 긴밀한 협조 및 적극적인 참여 필요하며 2019년 이후 시작품 테스트를 통해 상용화 제품 개발, 지방자치단체 및 국토관리청 기술 보급
- 이를 위하여, 1차년도에 Testbed의 후보지 선정이 필요하며, 2차년도 착수 이전에 지방자치단체 등을 대상으로 과제 참여에 대한 공모를 실시하고, 2차년 이후 지방자치단체 등의 적극적인 참여 필요
- 지방자치단체 등 참여를 위한 공모시 다음 사항이 제시, 평가될 필요가 있음
- Testbed 현장의 적합성, 인허가 등 행정 처리의 지원 방안, 연구주체와 관할부서 협조 체계 지원 방안, 연구비 매칭 펀드의 투입, 지방자치단체의 역할, 연구 종료 후 조치, 이전 및 운영, 활용 방안 등

□ 연구개발 추진 체계

○ 컨소시엄 구성조건

- 본 과제는 기본적으로 현장 실증을 기반으로 실용화 기술을 개발하는 것으로서, 현장 기술 확보, 실내의 성과 검증, 장치 개발 등이 복합적으로 수행되어야 하므로 관련 전문기관간의 역할 분담이 매우 중요함
- 검지기 기술 개발 및 교통운영 관련 전문 기관이 중심이 된 산·학·연 공동 기술 개발, 핵심기술 개발 단계는 산학 또는 산학·연 공동연구로 반드시 산업체를 포함한 연구체계를 구성

○ 선정평가 우대조건

- 자기검지기 개발 경험 보유, 통신보안 핵심기술 보유, 교통운영 실무 경험 기관 구성

5. 최종성과물	○ **지방 간선도로 감응신호제어 좌회전 검지기** ○ **각종 부품단위 및 시스템 사양서, 설계도면 등** ○ **무선 감응신호제어 운영 및 유지 관리 시스템 (S/W포함)** ○ **특허, 논문, 보고서, 평가 기준 및 지침서 등**
6. 연구기간 및 지원예산	○ **총 연구기간 : 2019. 4 ~ 2022. 4 (3년)** - 1차년도 연구개발기간 : 2019. 4 ~ 2020. 4 (1년) ○ **총 연구비 : 41.00 억원 이내** - 1차년도 연구비 : 16.70 억원 이내 ○ **총 정부출연금 : 30.75 이내** - 1차년도 정부출연금 : 12.53 억원 이내
7. 기타	○ **본 과제의 보안등급은 "일반 과제"임** ○ **연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함** ○ **기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함** * www.kaia.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조 - 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 과제의 연구개발 결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함 - 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함 * 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발 목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음 ○ **연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 세부과제별로 As-Is와 To-Be를 구체화가시화하여 제시** ○ **연구개발계획서에 세부 과제간 연구내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시** - 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시

* (예시) 개발기술 상호간, 성과물 상호간, 개발기술-성과물간 연계성

- 과학기술적 성과물을 포함하여 최종성과물을 구체화하여 제시

○ **연구신청자는 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 사업수행(일정)계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시**

- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함

  * 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용

- 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능

○ **세부과제(기술)별로 기술도입, 원천기술 개발 등 기술 확보 전략을 연구개발 계획에 제시해야 함**

- 연구개발 기술 수준을 TRL로 설정하고 이에 합당한 근거를 제시하여야 함

○ **참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업수행실적이 있고, 과제 추진시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장 제공 등)이 명확하여야 하며 시작품을 직접 개발할 수 있으며 활용 하고자 하는 기업에 한함**

○ **국제공동연구 또는 전문가 활용방안**

- 필요시 관련 기술 해외 선도 기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

○ **추후 연구개발 계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제 내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음**

- 본 과제의 연구기간은 추후 협약시 변경될 수 있음

- 전문기관은 필요시 선정된 주관기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서의 수정·보완(연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화 명확화)할 수 있음

- 연구추진과정에서 관련기술 환경변화에 따라 연구내용(연구비 포함)이 조정될 수 있음

○ **기타 세부적인 연구내용, 주요 성과물, 연구비(안) 등은 기획보고서 참조**

제2절. 평가기준 설정

1. 연구개발 목표

○ 국도 교차로 혼잡관리 및 운영효율성, 유지보수 안전성 증진을 위한 무선 기반 자기검지기 기술 확보를 목적으로 최종 목표에 부합되도록 각 과제의 구성과 연차별 목표 및 최종 목표를 설정하여 제시

○ 연차별 목표 및 최종목표의 달성에 대한 정량적인 평가를 위하여 국토교통부 R&D 성과 지표에 따라 명확한 성과지표 설정과 평가기준 제시

2. 연구개발 내용

○ 현장 중심의 실용화를 전제로 한 기술 개발과 실현을 위한 체계적이고 실천적인 과제 구성이 필요함

○ 기획 과제에서 제시한 연구목표 및 기술개발 요청사항에 대하여 제안과제의 적정성, 상향된 목표 제시 여부 평가

○ 산학연관의 긴밀한 협력 체계하에서 연구 과제의 추진이 필요하므로 체계적인 과제 구성 및 추진 체계 구성 여부 평가

○ 최종목표 달성을 위한 각 과제간 연계 여부 및 과제간 개발사항의 중복 여부 및 차별성, 적정성 평가

3. 추진전략 및 계획

○ 연구개발 성과목표·지표체계, 실용성 검증 및 실용화 추진계획 등을 연구개발계획서에 필히 제시하며 이를 통해 향후 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용

○ Testbed의 구축이 본 연구 과제의 성공의 선결 요건이 될 수 있으므로, Testbed의 조속한 선정 및 구축 방안이 구체적으로 수립되었는지에 대한 평가 필요

○ 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있고, 과제 추진시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공, 현장제공, 시제품제작 등)이 명확하여야 함

○ 지원한 기관 및 연구진은 기초/원천기술, 응용기술, 실용화기술 등 과제성격에 따른 성과물을 얻을 수 있는 능력을 갖춘 수준이 요구됨

○ 과제의 단계별 추진사항이 연구목표 달성을 위해 타당한가를 평가하고 연구개발 사항과 이를 위한 구체적 추진방안 수립 여부

○ 세부과제 및 단위과제간의 Data 연계, 개발 기술 공유, 현장의 공유 등에 대한 체계적인 구성을 갖추고 시너지 효과를 달성하고자 하는 구체적 방안이 있는지에 대한 평가

○ 과제의 목표달성을 위한 연구기간의 단계설정과 연구개발비의 적정하게 편성 여부

4. 개발기술의 실용성 및 경제성

○ 기관 선정의 우선 순위는 검지기 및 통신 분야에서 이론적 수준, 현장 실용화의 수준, 세계 수준의 기술 경쟁력 보유 수준 등을 복합적으로 고려하여 결정함

○ 현재 기술수준과 비교하여 목표한 개발기술의 향상 정도, 기술선도국 대비 예상수준, 기술의 경쟁력 수준 등에 대하여 정성적 또는 정량적 평가 여부

○ 연구기관 또는 참여기관을 통한 개발기술의 실용화 및 사업화 방안이 성과 지표의 구제적 항목으로 제시 여부

○ 개발되는 과제 결과는 실험실 내의 제한된 범위와 조건과는 달리 현장의 여건과 환경을 고려한 실질적이고 실현가능한 기술 여부

5. 연구책임자의 전문성 및 관리능력

○ 연구책임자는 과제 내의 세부과제 및 세세부과제 간에 유기적인 결합이 원활하게 추진되도록 할 필요가 있으며, 융합기술 및 기존 기술의 고도화인 점을 고려하여 교통 및 개발 분야의 이해도가 높은 전문가를 필요로 함

○ 연구책임자는 각 과제의 연구기관과의 협조체제 구축은 물론 과제내에서 진행되는 과제 관리, 대외기술협력 등 해당 사업의 원활한 추진을 위한 역할을 수행해야 하여 이에 대한 역량을 갖추어야 함

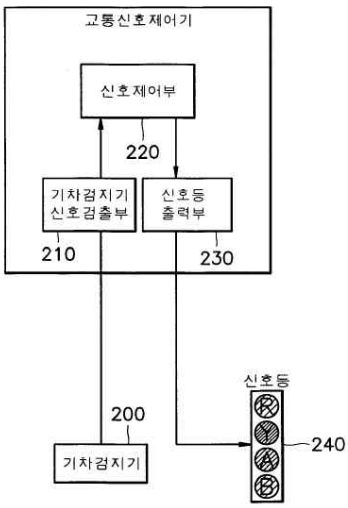
○ 연구책임자는 국토교통부에서 실시하는 해당분야의 산업육성, 발전정책 및 종합계획 수립 등 관련 업무 추진 시, 기술자문 및 적극적인 업무협조 역할을 수행해야 함

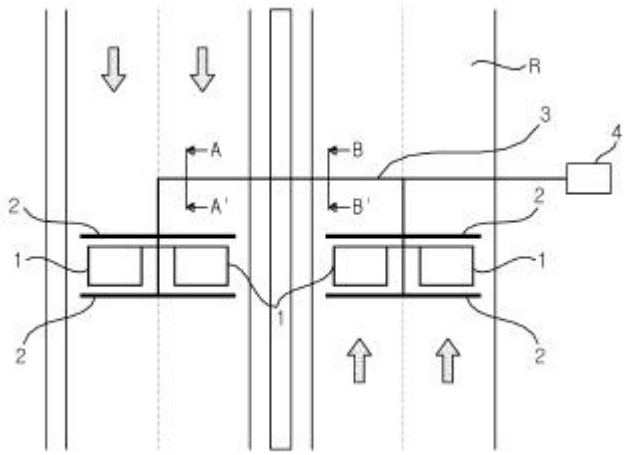
<표 7-1> 평가항목별 배점기준(안)

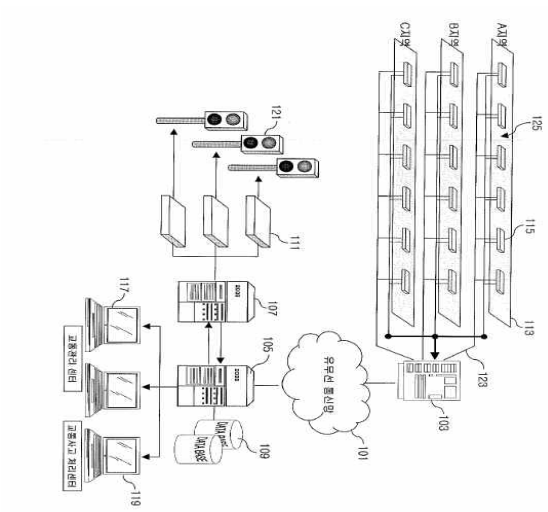
기준 항목		세부 항목
연구개발 목표 (10점)		최종목표 및 연차별 목표의 명확성, 타당성 (5점) 성과지표와 평가기준의 명확성, 적정성 (5점)
연구개발 내용 (25점)		연구개발 최종목표와의 부합성 (5점) 과제구성의 체계성, 실현가능성 (5점) 세부과제간의 상호연계성, 연계방안의 구체성 (10점) 연구개발내용의 차별성 및 독창성 (5점)
추진체계 및 전략 (25점)		연구추진 체계 및 전략의 구체성, 타당성 (5점) 연구단계별 추진방안의 구체성 (5점) 연구기간 및 연구비 편성의 적절성 (5점) 시작품 제작 및 테스트베드 구축 방안의 구체성, 타당성 (10점)
연구성과물 활용계획의 구체성 및 달성 가능성 (25점)		성과물 활용 및 실용화 방안의 구체성, 적절성 (10점) 성과물의 실용화 가능성 (10점) 실용화 촉진 방안의 구체성 (5점)
연구진 구성의 전문성 및 연구책임자의 관리 능력 (15점)		연구책임자의 전문성 및 해당분야 실적 (10점) 연구진 전문성 및 구성의 적정성 (5점)
기타	부합성	평가위원 과반수이상이 연구개발계획서가 과제제안요구서(RFP)와 부합되지 않는다고 판정 시 탈락조치
	중복성	평가위원 과반수이상이 기 수행되었거나 수행중인 과제와 중복되는 것으로 판정 시 탈락조치

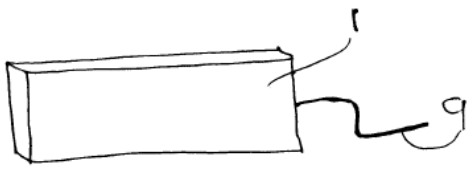
주: 총점은 100점이며, 60점 미만인 경우에는 탈락조치

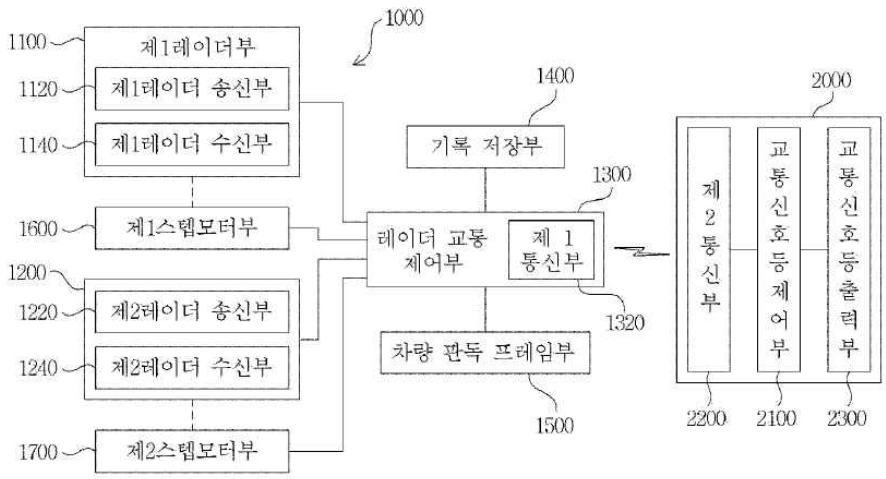
부록. 특허 분석 및 세부 과제카드

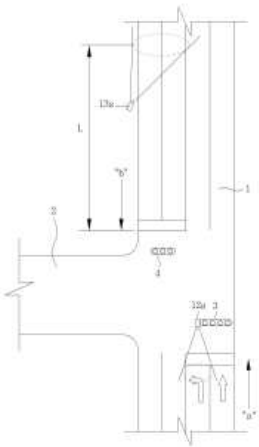
순서	1	발명의 명칭	기차감응 교통신호 제어 장치 및 방법
출원인	김광호	특허번호	특1998-067024
출원일	2012-05-28	법적상태	공개(o), 등록( ), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 여러 방향의 도로가 집중된 교차로를 철로가 통과하는 경우, 기차의 교차로 진입에 따른 교통신호 제어장치에 있어서, 기차의 교차로 진입을 검지하는 기차 검지기; 상기 기차 검지기로부터 기차진입을 나타내는 신호를 받아서 기차의 건널목 진입여부를 검출하는 기차 검지기 신호검출부; 기차의 교차로 진입시, 기차의 진행방향과 무관한 방향의 도로간 차량을 진행시키기 위한 신호를 기차감응 교통신호라 할 때, 상기 기차 검지기 신호검출부로부터 소정의 시간동안 기차 검지 신호가 들어오면 상기 기차 감응 교통신호를, 들어오지 않으면 평상시의 교통신호를 출력하는 신호제어부; 및 상기 신호제어부의 출력에 따라 신호등을 현시하기 위한 신호등출력부를 포함함을 특징으로 하는 기차감응 교통신호 제어장치.		
대표도면			
분석결과 종합	• 본 발명은 여러 방향의 도로가 집중되는 교차로를 철로가 통과할 경우, 예상되는 교통혼잡을 줄이기 위한 기차 감응 교통신호임 • 검지기를 통해 차량의 통과 또는 집입을 인식 가능해지는 것으로 R&D를 추진하는데 참고할 만한 자료임		

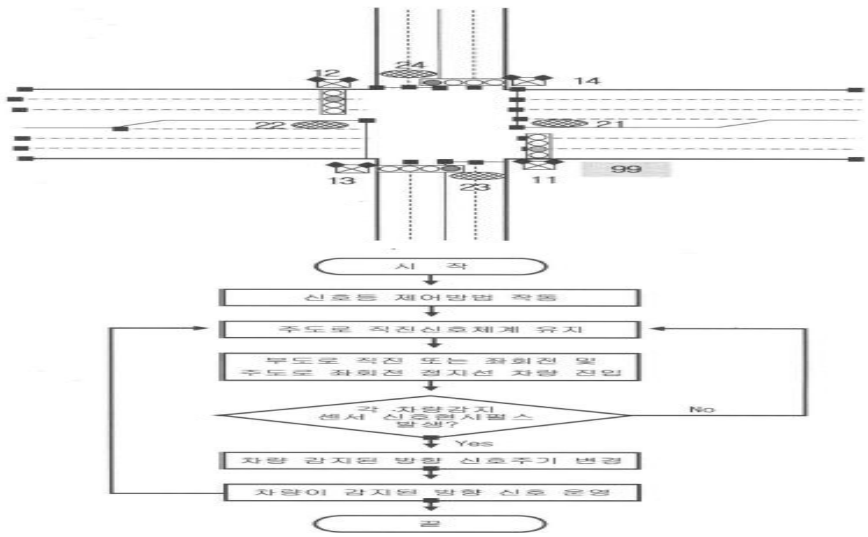
순서	2	발명의 명칭	차량 검지 장치의 시공 방법
출원인	한국건설기술연구원	특허번호	10-2012-0095712
출원일	2012-08-30	법적상태	공개( ), 등록(o), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 루프센서의 전기신호에 기초하여 차량을 검지하는 차량 검지 장치의 시공방법으로서, a) 차량의 진행 방향에 수직한 방향으로 형성되는 너비가 90cm 내지 110cm가 되고, 차량의 진행 방향으로 형성되는 폭이 90cm 내지 110cm가 되도록 도로를 각각 커팅하여 적어도 둘의 루프코일 매설영역을 형성하는 단계; b) 유효 단면적을 갖는 루프코일을 상기 루프코일 매설영역에 1회 감아 매설하는 단계;와 c) 도로를 커팅하여 리드선 매설영역을 형성하고, 형성된 리드선 매설영역에 리드선 배관을 매설하는 단계;와 c-2) 상기 각 루프코일의 리드선을 하나로 묶어 상기 리드선 배관에 인입하는 단계;와 d) 외부 전원과 상기 리드선을 전기적으로 연결하는 단계를 포함하여 이루어지며, 상기 루프코일의 유효 단면적의 크기는, 최소 AWG 18(0.823mm2) 이상이어야 하며, 상기 루프코일에서 50uH 내지 300uH의 인덕턴스가 발생되는 범위 내에서 결정되는 것을 특징으로 하는 차량 검지 장치의 시공 방법.		
대표도면			
분석결과 종합	• 본 발명은 루프센서의 전기신호에 기초하는 차량 검지 장치의 시공방법임 • 차량 검지 장치(루프식)의 시공법으로써 R&D를 추진하는데 참고할 만한 자료임		

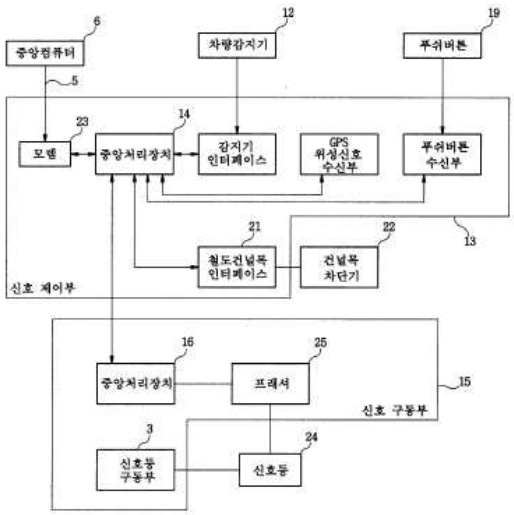
순서	3	발명의 명칭	차량 검지기를 이용한 교통관리 시스템
출원인	김태완 외 2인	특허번호	10-2006-013988
출원일	2005-06-14	법적상태	공개(o), 등록( ), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 도로상의 교통량을 감시할 수 있는 교통감시 시스템에 있어서, 차량의 운행상태를 검출하기 위한 다수의 검지기가 소정 간격을 두고 도로상으로 매설되며, 다수의 지역(A,B,C...)별로 형성된 연속차량 검출 시스템; 상기 각각의 연속차량 검출 시스템으로부터 검출되는 교통정보를 취합하고, 소정의 전송 프로토콜에 따라 유무선 통신망 으로 탑재하기 위한 데이터 전송서버; 상기 데이터 전송서버로부터 제공되는 교통정보를 접수하고, 상기 교통정보를 날짜별, 시간별 및 지역별로 분류하기 위한 정보관리 서버; 상기 정보관리 서버와 접속되어 날짜별, 시간별 및 지역별 교통정보를 저장하기 위한 데이터베이스; 및 상기 정보관리 서버와 연동하여 상기 날짜별, 시간별 및 지역별 교통정보를 수신하며, 교통정보에 기초하여 지역별 도로상황을 실시간으로 시뮬레이션하기 위한 교통관리 센터 단말기로 이루어진 것을 특징으로 하는 차량 검지기를 이용한 교통관리 시스템.		
대표도면			
분석결과 종합	• 본 발명은 차량 검지기를 이용하여 추출된 교통정보를 취합 및 분석하여 도로상의 교통현황을 실시간 관리하는 시스템임 • 차량 검지기를 이용한 교통관리 시스템으로써 R&D를 추진하는데 참고할 만한 자료임		

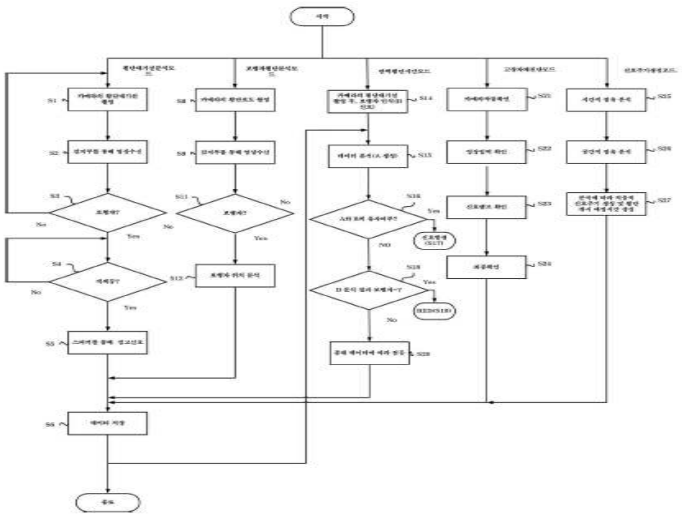
순서	4	발명의 명칭	차량의 전자파를 검지 하는 차량 센서
출원인	서정수	특허번호	10-2005-0000289
출원일	2003-06-23	법적상태	공개(o), 등록( ), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 차량 검지센서에 있어서, 철심이나 페라이트 막대(5)에 코일(3)을 감고 콘덴서(7)로 동조회로를 구성하며; 증폭기능으로 차량에서 발생하는 전자파를 수신, 동조, 증폭으로 원거리까지 차량 검지 신호를 전송할 수 있는 수단이 특징인 차량의 전자파를 검지하는 차량 센서		
대표도면			
분석결과 종합	• 본 발명은 차량의 전자파를 검지하는 차량센서로 도로 차량유무를 파악할 수 있는 차량센서임 • 콘덴서 공진회로를 구성하여 증폭회로로 증폭하여 원거리까지 케이블을 통해 수신된 신호를 전송할 수 있는 점에서 R&D를 추진하는데 참고할 만한 자료임		

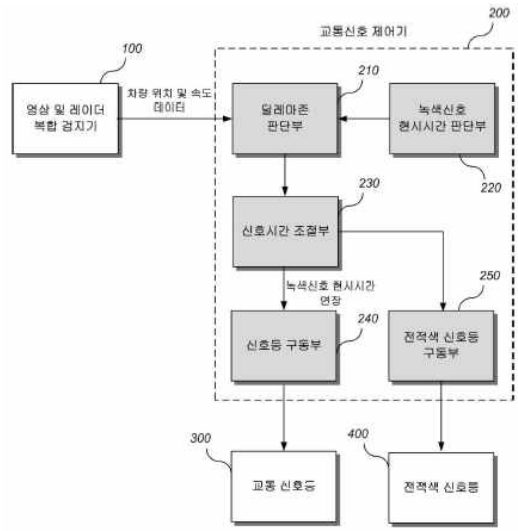
순서	5	발명의 명칭	레이더를 이용한 좌회전 교통신호 대기차량 감응신호 제어시스템
출원인	주식회사 윌아이텍	특허번호	10-1718409
출원일	2016-06-20	법적상태	공개( ), 등록(o), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 교차로의 일측에 차량의 높이보다 높이 설치되고 레이더 신호를 이용하여 좌회전 차선이 포함된 각 차선별 차량의 교통흐름 정보를 검출하여 기록 저장 관리하는 레이더교통검출시스템장치; 및 상기 레이더 교통 검출시스템장치로부터 상기 교통흐름정보를 입력하고 분석하여 도로의 차량이 정지, 회전, 직진하는 교통신호를 출력하는 교통신호등시스템장치; 를 포함하되, 상기 레이더교통검출시스템장치와 통신망을 경유하여 접속하고 상기 교통흐름 정보를 수신하여 할당된 영역에 기록저장하며 전체 시스템의 운용을 제어하고 감시하는 중앙교통통제시스템장치; 를 더 포함하고, 상기 레이더교통검출시스템장치는 검출하고 분석된 상기 교통흐름 정보를 교통상황프레임의 할당된 영역에 각각 기록 저장 관리하고, 상기 레이더교통검출시스템장치는 상기 교통상황프레임을 교통신호등시스템장치와 중앙교통통제시스템장치에 각각 전송하고, 상기 교통신호등시스템장치와 상기 중앙교통통제시스템장치는 수신되어 입력된 상기 교통상황프레임으로부터 상기 교통흐름 정보를 추출하는 구성으로 이루어지고,상기 시작 오버헤드(OH ; over head) 필드에는 교통상황프레임에 기록된 데이터가 시작하는 위치 신호, 기록되어 유효한 데이터 숫자, 해당 고유번호가 기록되고, 상기 제1 차량검출필드와 제2 차량검출필드에는 해당 차선에 차량이 검출되는지의 여부와 검출된 경우는 검출된 차량의 숫자 정보가 기록되고, 상기 제1 차량이동속도필드와 제2 차량이동속도필드에는 해당 차선에서 검출된 차량의 이동속도 정보가 기록되고, 상기 제1 차량크기필드와 제2 차량크기필드에는 검출된 차량의 크기(길이)를 순서대로 기록하면서 검출영역에 위치하는 전체 차량이 형성하는 길이 정보가 기록되고, 상기 제1 검출시간필드와 제2 검출시간필드에는 각 정보가 검출된 해당 일자와 시간 정보가 순서대로 기록되고, 상기 예비영역필드는 공백으로 유지되며 필요에 의하여 특정하게 정의된 정보가 기록되고, 상기 시알시체크필드에는 교통상황프레임에 기록된 정보에 오류가 있는지를 확인하고 오류가 있는 경우 알려진 해밍코드(hamming code) 방식으로 복구하며, 복구가 어려운 경우 해당 프레임의 정보를 재전송하도록 요청하는 신호가 자동 기록되고, 상기 종료 오버헤드(OH) 영역에는 교통상황프레임에 기록된 데이터가 종료하는 위치 신호와 프레임의 일련번호정보가 기록되어 이루어지는 것을 특징으로 하는 레이더를 이용한 좌회전 교통신호 대기차량 감응신호 제어시스템.		
대표도면			
분석결과 종합	• 본 발명은 교차로에서 좌회전 교통신호를 대기하고 있는 차량의 유무를 파악하여 관리하는 감응신호 제어시스템임 • 레이더를 이용한 좌회전 감응신호 제어시스템으로써 R&D를 추진하는데 참고할 만한 자료임		

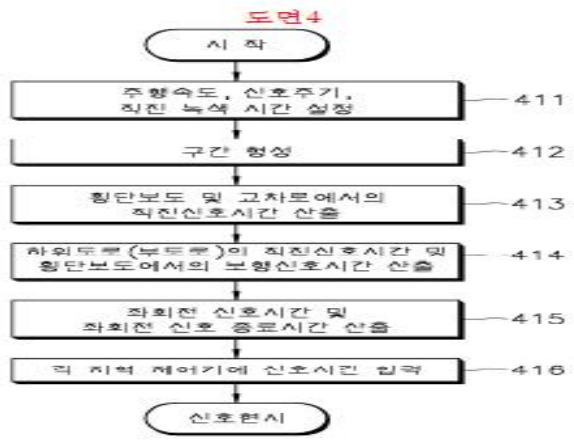
순서	6	발명의 명칭	좌회전 차량 감응 교통신호 제어시스템
출원인	한국건설기술연구원	특허번호	10-1252225
출원일	2012-08-30	법적상태	공개( ), 등록(o), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 삼거리 교차로에 설치된 신호등과, 상기 신호등의 점등을 제어하는 신호제어부를 구비하는 교차로 교통신호 제어시스템에 있어서, 상기 신호제어부와 전기적으로 연결되어 좌회전 차선에 대기하는 차량의 존재 여부를 검출하는 대기차량검출부와, 상기 신호제어부와 전기적으로 연결되어 상기 좌회전 차선의 반대 차선에서 주행하는 직진 차량의 통행량을 검출하는 통행차량검출부로 이루어지며, 상기 대기차량검출부는, 교차로에서 좌회전 차선에 대기하는 차량을 촬영하기 위한 제1 카메라와, 상기 제1 카메라로 촬영되어 보내진 영상이미지에서 차량의 번호판을 판독하여 차량 여부를 검출한 후, 검출데이터를 상기신호제어부에 송신하는 제1 영상처리부로 구성되고, 상기 통행차량검출부는 좌회전 차선의 반대 차선에서 주행하는 직진 차량을 촬영하기 위한 제2 카메라와, 상기 제2 카메라로 촬영되어 보내진 영상이미지에서 차량 번호판을 판독하여 차량 여부를 검출한 후, 검출데이터를 신호제어부에 송신하는 제2 영상처리부로 이루어지며, 상기 신호제어부는, 양방향 직진도로의 직진 신호상태에서 상기 대기차량검출부로부터 좌회전 차선에 대기 차량이 없는 것으로 검출될 때, 양방향 직진 도로의 직진 신호를 계속 유지하고, 상기 대기차량검출부로부터 좌회전 차선에 대기 차량이 존재하는 것으로 검출될 때에는, 상기 통행차량검출부로부터 검출된 반대 차선의 직진 차량통행량에 따라 좌회전신호의 점등을 제어하는 것을 특징으로 하는 좌회전 차량 감응 교통신호 제어시스템.		
대표도면			
분석결과 종합	• 본 발명은 좌회전 차선이 있는 교차로의 대기 차량 여부와 반대 차선의 차량 통행량에 따라 신호 체계를 조정하는 시스템임 • 영산 판독을 이용한 좌회전 감응신호 제어시스템으로써 R&D를 추진하는데 참고할 만한 자료임		

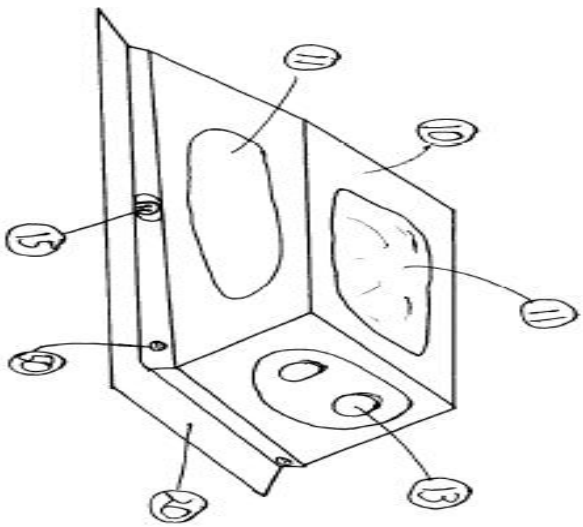
순서	7	발명의 명칭	차량자동감지 교통신호 제어방법
출원인	윤성명	특허번호	10-0535378
출원일	2002-09-18	법적상태	공개( ), 등록(o), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 본 발명은 교차로 신호등 제어방법에 관한 것으로서, 부도로의 출입 교통량이 주도로에 비하여 매우 적은 교차로에서 비접촉식 비매설형 차량감지센서(마이크로 웨이브센서, 초음파 센서, 레이저 센서)를 이용하여 정지선 대기 차량을 자동으로 감지하여 교통신호를 제어하는 지능형 진입 차량 감응 교통신호 제어방법에 관한 것이다. 본 발명은 정지선에 근접하여 설치된 비접촉식 비매설형 차량감지센서(21, 22, 23, 4);와 차량감지센서로부터 차량 감지신호를 입력받아 교통제어를 위한 우선순위를 결정하여 제어신호를 발생하는 교통제어기(99); 및 상기 교통제어기에서 출력되는 제어신호에 응답하여 교통신호를 .변경하는 신호등(11, 12, 13, 14)으로 구성된다. 본 발명은 부도로 출입 교통량이 적은 교차로에서, 평상시에는 주도로의 직진신호를 연속으로 점등하여 운영하며 도로 출입을 위한 정지선 대기 차량을 자동으로 검지하여 신호기를 제어한다. 본 발명에 따르면, 정지선 대기 차량이 감지될 경우에만 차량이 대기하는 방향의 신호를 변경해 줌으로써, 부도로의 교통신호에 의하여 직진 차량의 흐름이 중단되거나 필요 이상으로 신호를 받아 정체되는 등의 문제를 해결하는 효과가 있다. 또한 종래의 인덕턴스 루프검지기의 설치 및 유지보수의 어려움을 보완하여 설치 및 유지보수 비용을 줄이는 효과가 있다.		
대표도면			
분석결과 종합	• 본 발명은 교차로 신호등 제어방법에 관한 것으로써 비매설형 차량감지센서를 이용하여 대기 차량을 자동으로 감지하는 교통신호 제어방법임 • 마이크로웨이브센서, 초음파센서, 레이저센서를 이용한 차량감응 교통신호 제어방법이라는 점에서 R&D를 추진하는데 참고할 만한 자료임		

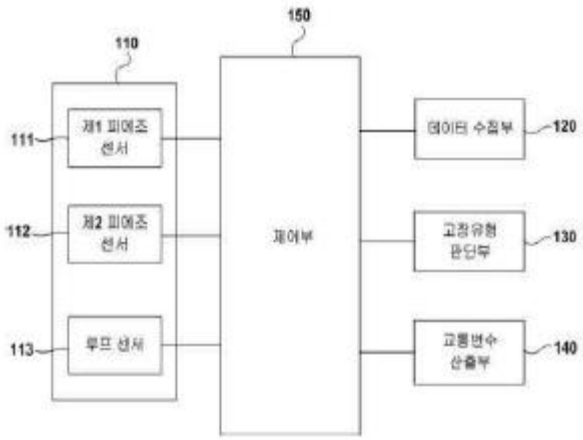
순서	8	발명의 명칭	비매설형 차량감지센서를 이용한 교통신호 제어시스템
출원인	진우산전 주식회사	특허번호	10-2003-0000826
출원일	2003-01-07	법적상태	공개( ), 등록(o), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 본 발명은 비매설형 차량감지센서를 이용한 교통신호 제어시스템에 관한 것으로, 부도로의 출입 교통량이 주도로 직진교통량에 비하여 매우 적은 T자형 또는 +자형 교차로에서, 주도로의 직진 차량을 제외한 모든 방향의 교차로 진입차량(부도로의 정지선에 진입하는 직진 또는 좌회전 대기차량, 주도로의 좌회전 차량)을 비접촉식 비매설형 차량감지센서를 이용하여 정지선 대기 차량을 자동으로 감지하고, 이를 통하여 교통신호를 자동으로 제어할 수 있도록 함으로써 평상시에는 주도로의 직진신호를 연속으로 점등하여 운영하며, 부도로 출입을 위한 정지선 대기 차량을 감지한 경우에만 차량이 대기하는 방향의 신호로 변경해 주어 부도로의 교통신호에 의하여 직진 차량의 흐름이 중단되거나 필요 이상으로 신호를 받아 정체되는 등의 문제를 개선하며, 주도로를 통행하는 운전자들에게 주도로의 신호등이 적색이면 반드시 부도로의 진출입 차량이 있다는 사실을 환기시켜 교차로에서 차량의 차고를 미연에 방지할 수 있도록 한 것이다.		
대표도면			
분석결과 종합	• 본 발명은 비매설형 차량감지센서를 이용한 교통신호 제어시스템에 관한 것임 • 비접촉식 비매설형 차량감지센서를 이용하여 정지선 대기차량을 감지하는 교통신호 제어방법이라는 점에서 R&D를 추진하는데 참고할 만한 자료임		

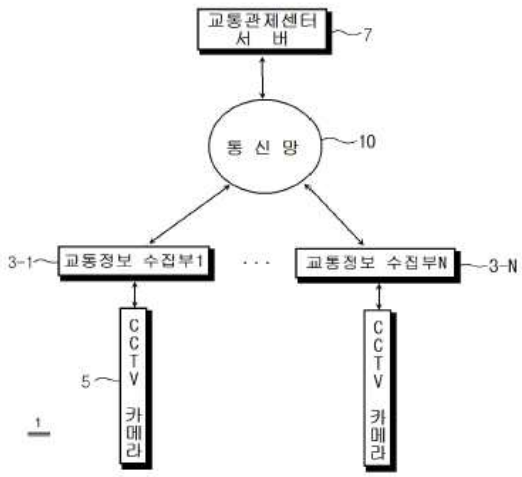
순서	9	발명의 명칭	보행자 영상감응식 교통신호장치 및 교통신호방법
출원인	딕스비전 주식회사	특허번호	10-2010-0060433
출원일	2010-06-25	법적상태	공개( ), 등록(o), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 제 1 모드로 횡단대기분석모드를 수행하는 횡단대기선분석모듈; 제 2 모드로 보행자횡단분석모드를 수행하는 보행자횡단분석모듈; 제 3 모드로 탄력횡단시간모드를 수행하는 탄력횡단시간조정모듈; 제 4 모드로 고장자체진단모드를 수행하는 고장자체진단모듈; 및 제 5 모드로 신호주기생성모드를 수행하는 신호주기생성부를 포함하며, 상기 제 1 내지 제 4모드는 차례로 또는 동시에 수행되는 보행자 영상감응식 교통신호장치에 있어서, 상기 횡단 대기선 분석모듈은, 카메라로부터 횡단대기선에 대한 촬영을 수행하며, 촬영에 따라 검지부를 통해 상기 횡단대기선이 촬영된 영상을 수신하며,상기 횡단대기선이 촬영된 영상에 횡단 대기선을 넘어선 보행자가 있는 경우, 신호등의 상태가 적색신호인지 여부를 판단하여, 상기 판단결과 적색신호인 경우, 스피커를 통해 경고신호를 출력한 뒤, 상기 횡단대기선 상의 보행자의 숫자와 시간데이터를 저장부에 저장하는 것을 특징으로 하고, 상기 보행자 횡단분석모듈은 상기 카메라로부터 횡단보도에 대한 촬영을 수행하며, 촬영에 따라 상기 검지부를 통해 상기 횡단보도에 대해촬영된 영상을 수신하고, 상기 횡단보도에 대해 촬영된 영상에서 횡단보도를 건너는 보행자가 있는 경우, 상기보행자에 대한 위치를 분석하여, 상기 횡단보도 상의 보행자의 숫자와 시간데이터를 상기 저장부에 저장하는 것을 특징으로 하는 보행자 영상감응식 교통신호장치.		
대표도면			
분석결과 종합	• 본 발명은 보행자 영상 감응식 교통신호장치 및 교통신호방법에 관한 것임 • 보행자 영상감응식 교통신호장치를 이용한 교통신호 제어방법이라는 점에서 R&D를 추진하는데 참고할 만한 자료임		

순서	10	발명의 명칭	딜레마존 내의 차량을 고려한 교통신호 제어 시스템 및 그 방법
출원인	한국건설기술연구원	특허번호	10-2015-0169784
출원일	2015-12-01	법적상태	공개(o), 등록( ), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 교차로에 접근하는 임의의 접근차량 각각의 속도 및 위치 정보를 측정하여 수집하는 영상 및 레이더 복합 검지기(100); 교통신호 제어기(200) 내에 탑재되고, 녹색신호가 현시된 후 최소 녹색신호 현시시간이 경과되면, 상기 영상 및레이더 복합 검지기(100)에서 수집한 데이터에 따라 임의의 접근차량이 딜레마존(Dilemma Zone) 내에 존재하는지 판단하는 딜레마존 판단부(210); 교통신호 제어기(200) 내에 탑재되고, 상기 딜레마존 판단부(210)의 판단 결과에 따라 상기 딜레마존 내에 접근차량이 있는 경우 신호시간을 조절하는 신호시간 조절부(230); 및 상기 신호시간 조절부(230)에서 조절된 신호시간에 따라 녹색신호 현시시간을 연장하여 현시하는 교통신호등(300)을 포함하되, 상기 딜레마존 내에 접근차량이 있는 경우 상기 신호시간 조절부(230)는 녹색신호 현시시간이 소정 시간만큼 연장되도록 신호시간을 조절하거나 또는 황색신호 현시 후에 전적색신호가 현시되도록 신호시간을 조절하는 것을 특징으로 하는 딜레마존 내의 차량을 고려한 교통신호 제어 시스템.		
대표도면			
분석결과 종합	• 본 발명은 레이더 복합 검지기를 통한 차량 교통신호를 제어하는 시스템임 • 레이더 복합 검지기를 이용하여 교차로에 접근하는 차량의 속도 및 위치를 측정 및 수집하여 교통신호를 제어할 수 있다는 점에서 R&D를 추진하는데 참고할 만한 자료임		

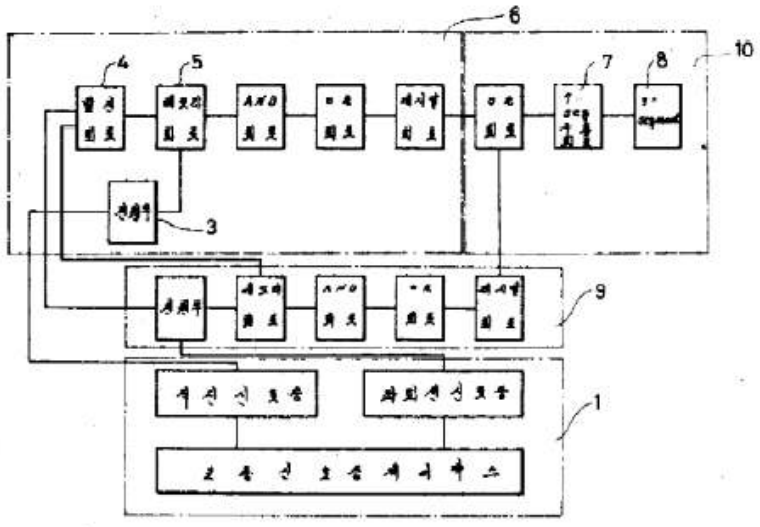
순서	11	발명의 명칭	주행차량의 연속주행을 위한 교통신호 제어방법 및 교통신호 제어시스템
출원인	이상구 외 1인	특허번호	10-2001-0022712
출원일	2001-04-26	법적상태	공개( ), 등록(o), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 본 발명은 주행차량의 연속진행을 위한 교통신호 제어방법, 교통신호 제어시스템 및 교통신호 제어를 위한 방법을 저장한 기록매체에 관한 것으로, 보다 상세하게는 교통신호를 제어하고자 하는 도로의 양방향차로의 신호를 서로 분리하여 제어하고, 상기 각 차로의 신호등에서의 직진신호는 제어하고자 하는 신호등의 전(前) 신호등에서 직진신호가 현시된 후, 상기 제어하고자 하는 차로의 차량이 상기 전 신호등의 정지선으로부터 설정된 주행속도로 주행한 경우 상기 제어하고자 하는 차로의 신호등이 설치되어 있는 정지선에 이르렀을 때 정지하지 않도록 직진신호가 현시되도록 교통신호를 제어하는 것을 특징으로 하는 주행차량의 연속진행을 위한 교통신호 제어방법, 교통신호 제어시스템 및 교통신호 제어를 위한 방법을 저장한 기록매체에 관한 것이다. 본 발명에 의하면 각 교차로 등에서 충분한 직진녹색시간을 확보할 수 있어 주어진 시간 동안 많은 차량을 통과시킬 수 있으며, 또한 각 교차로에서 차량들이 최대한 정지하지 않고 연속하여 진행할 수 있도록 하여 주며, 또한 과속으로 주행하는 차량은 본 발명의 신호체계에서는 반드시 신호등에서 정지하여야 하기 때문에 운전자들이 이점을 인식하여 과속을 자제하도록 유도하는 효과가 있다.		
대표도면			
분석결과 종합	• 본 발명은 주행 차량의 연속 진행을 위한 교통신호 제어방법임 • 교통신호를 제어하고자 신호시간 데이터를 지정하여 운여되도록하는 방식으로써 R&D를 추진하는데 참고할 만한 자료임		

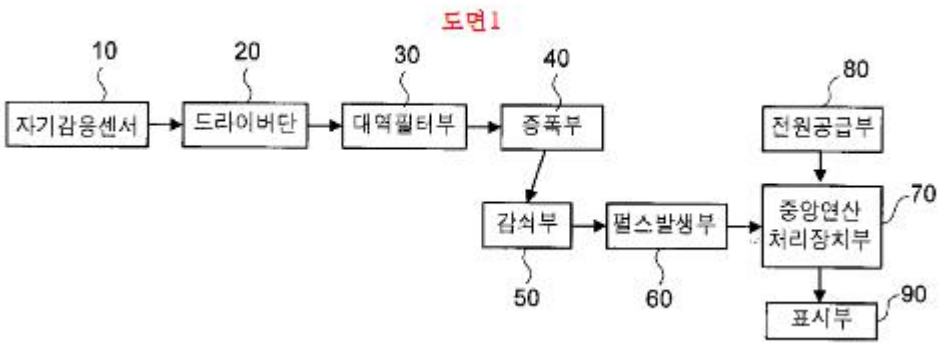
순서	12	발명의 명칭	교통센서 및 그것을 이용한 완전 감응식 신호기 시스템
출원인	서정수	특허번호	10-2001-0015502
출원일	2001-03-24	법적상태	공개( ), 등록(o), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 본 발명은 교통센서 및 그것을 이용한 완전 감응식 신호기 시스템에 관한 것으로서, 광파이버와 센서가 부설된 교통센서를 도로의 차선에 서로 마주보게 여러 개를 설치하여, 교통센서는 각각 수백Hz 이상의 주파수로 적외선 신호를 주고받을 수 있어 혼선을 최소화하고, 차량의 통행으로 광신호의 차단 시간을 비교, 분석, 계산하여 교차로 중계기로 전송, 상기 교차로 중계기에는 각 도로의 차량흐름과 횡단보도 횡단 대기자를 파악하여 순차 신호등의 주기의 변화를 가져올 수 있어, 능동적인 신호등 제어가 가능하며, 상기의 중계기는 서로 데이터 전송이 가능하여, 중앙 통제소에서 각각의 중계기를 제어 할 수도 있으면서 전체적인 도로 상황을 감시, 제어를 할 수 있는 교통센서 및 그것을 이용한 완전 감응식 신호기 시스템이다.		
대표도면			
분석결과 종합	• 본 발명은 교통센서 및 그것을 이용한 완전 감응식 신호기 시스템에 관한 것임 • 광파이버와 센서가 부설된 교통 센서를 이용하여 도로상황을 감시, 제어를 할 수 있는 점에서 R&D를 추진하는데 참고할 만한 자료임		

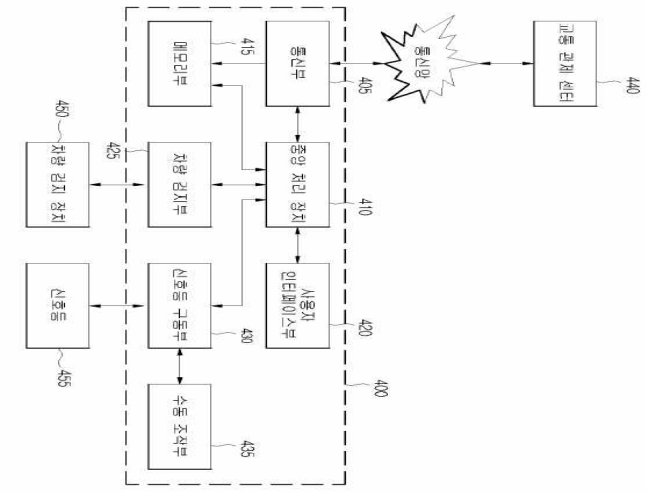
순서	13	발명의 명칭	매설형 차량검지기를 이용한 센서신호 감응 식 교통 파라미터 산출 시스템
출원인	한국건설기술연구원	특허번호	10-2014-0183421
출원일	2014-12-18	법적상태	공개( ), 등록(o), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 운행 중인 차량의 교통 파라미터를 감지하기 위해, 도로의 지면 하부에 일정 간격을 두고 차례로 설치된 제1 피에조 센서(111), 루프 센서(113) 및 제2 피에조 센서(112)를 구비하는 차량 검출부(110); 상기 제1 피에조 센서(111), 상기 루프 센서(113) 또는 상기 제2 피에조 센서(112)의 고장 유무를 판단하고, 센서들의 고장유형을 판단하는 고장유형 판단부(130); 상기 고장유형에 따라 운행 중인 차량의 교통 파라미터를 산출하는 교통변수 산출부(140); 및 상기 차량 검출부(110), 상기 고장유형 판단부(130) 및 상기 교통변수 산출부(140)를 제어하는 제어부(150)를 포함하며, 상기 고장유형은, 상기 제1 피에조 센서(111), 상기 제2 피에조 센서(112) 중 어느 1개만 고장 난 제1 고장유형; 상기 루프 센서(113)만 고장 난 제2 고장유형; 상기 제1 피에조 센서(111), 상기 제2 피에조 센서(112) 중 어느 1개의 고장 및 상기 루프 센서(113)가 고장 난 제3 고장유형; 및 상기 제1 피에조 센서(111) 및 상기 제2 피에조 센서(112)가 고장 난 제4 고장유형을 포함하고, 상기 제1 고장유형에 해당하는 경우, 상기 교통변수 산출부(140)는, 평균 앞 내민 길이를 활용한 제1 속도(Vf1), 1-2축 평균 축거와 평균 앞 내민 길이 값을 활용한 제2 속도(Vf2) 및 평균 차량 길이를 활용한 제3 속도(Vf3)의 평균속도에 의해 차량의 속도를 산출하는 것을 특징으로 하는 매설형 차량검지기를 이용한 센서 신호 감응 식 교통 파라미터 산출 시스템.		
대표도면			
분석결과 종합	• 본 발명은 매설형 차량검지기를 이용한 센서신호 감응식 교통 파라미터 산출시스템임 • 매설된 피에조 센서 및 루프 센서를 이용하여 차량 검출 및 센서의 고장유무를 파악한다는 점에서 R&D를 추진하는데 참고할 만한 자료임		

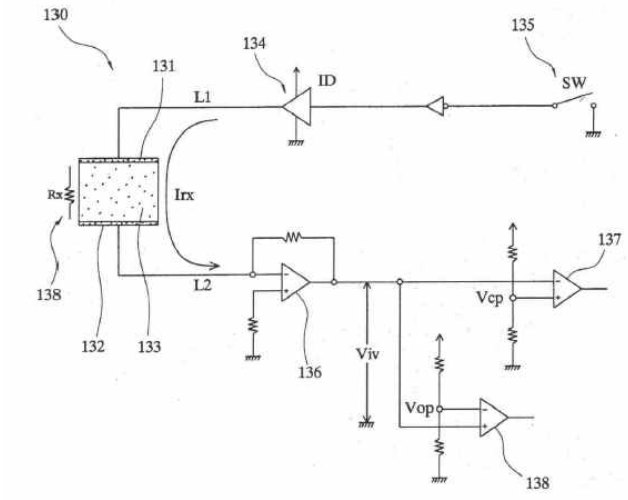
순서	14	발명의 명칭	교통정보 감응형 CCTV 모니터링 시스템
출원인	한국도로공사 외 1사	특허번호	10-2015-0172632
출원일	2015-12-04	법적상태	공개( ), 등록(o), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• CCTV 카메라와, 통과 차량을 감지하기 위한 차량검지수단과, 상기 CCTV 카메라에 의해 획득된 영상 및 상기 차량검지수단에 의해 검출된 감지데이터를 외부로 전송하는 제어부를 포함하는 교통정보 수집부들; 상기 교통정보 수집부들로부터 전송받은 감지데이터 및 CCTV 영상들을 전송받으며, 전송받은 감지데이터를 분석 하여 돌발 상황 발생여부를 판단하며, 기 설정된 단일 모니터를 동일 면적으로 분할한 후 분할된 각 영역에 전송받은 CCTV 영상들 각각을 평면적으로 정렬하여 디스플레이 하는 교통관제센터 서버를 포함하고, 상기 교통관제센터 서버는 돌발 상황이 발생되었다고 판단될 때 돌발 상황이 발생된 돌발 영상의 면적을 증가시켜 다른 CCTV 촬영영상들보다 확대된 상태로 전시되도록 함으로써 하나의 모니터를 통해 CCTV 촬영영상들이 분 할하여 전시되되 돌발 상황을 용이하게 전달시킬 수 있는 것을 특징으로 하는 교통정보 감응형 CCTV 모니터링 시스템.		
대표도면			
분석결과 종합	• 본 발명은 교통관제센터의 인력소모를 절감시킬 수 있는 교통정보 감응형 CCTV 모니터링 시스템임 • CCTV 카메라와 통과 차량의 감지를 위한 차량 검지수단을 이용해 교통 정보를 수집하며 이를 모니터링하는 시스템으로써 R&D를 추진하는데 참고할 만한 자료임		

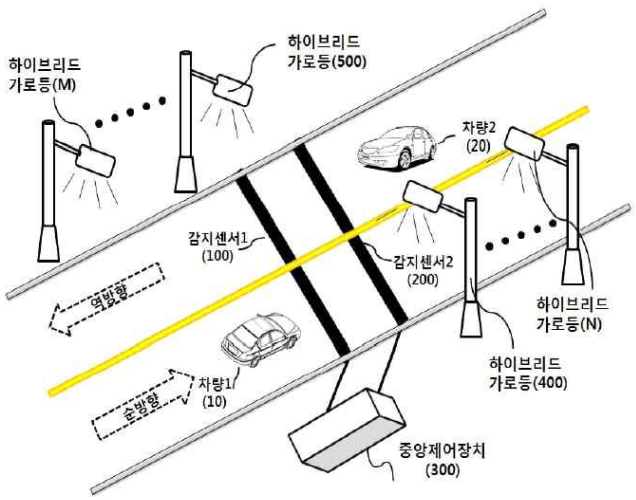
최종 보고서

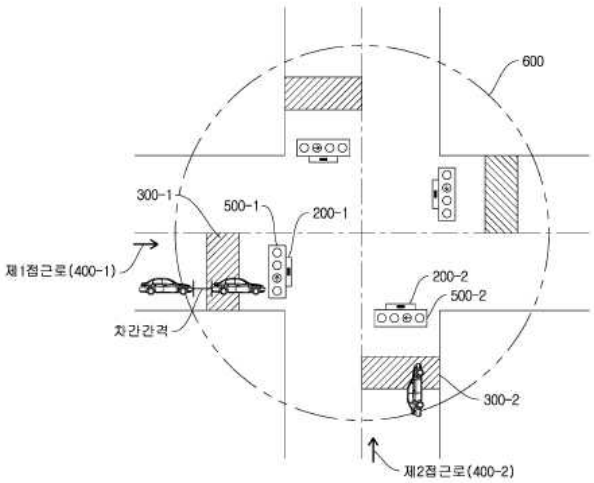
순서	15	발명의 명칭	교통신호등의 잔류점등시간 자동 감응표시판
출원인	박갑제	특허번호	특 1985-0000704
출원일	1988-05-11	법적상태	공개( ), 등록(o), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 전원부(3) 및 발진회로(4)로 구성되는 직진신호카운터회로(6)와 세그멘트 구동회로(7) 및 세그멘트(8)로 된 표시부회로(10)를 갖는 통상의 신호등 카운터회로에 있어서, 직진신호카운터회로(6)는 D플립플롭(IC6)과 디케이드 카운터(IC7 , IC9) 및 업(UP), 다운(DOWN) 카운터회로(IC8)(IC10)로 구성된 메모리회로(5)를 전원부회로(3)와 발진회로(4)에 연결되고, 상기 메모리회로(5)의 출력단은 논리소자인 AND회로(IC11)(IC12)에 연결되게 구성하며, 상기 직진신호 카운터회로(6)와 동일한 회로인 좌회전 신호카운터회로(9)가 직진 및 좌회전신호를 선택적으로 출력할 수 있도록 이루어진 표시부회로(10)의 OR회로(IC15)에 병렬로 연결되어서 이루어지는 것을 특징으로 하는 교통신호등의 잔류점등시간 자동감응표시판.		
대표도면			
분석결과 종합	• 본 발명은 교통신호에 관한 것으로, 특히 신호등에 점등된 신호의 잔류시간을 운전자에게 전달하는 잔류점등시간 자동 감응 표시판임 • 앞/뒷면이 양단형태의 압자소자 구조		

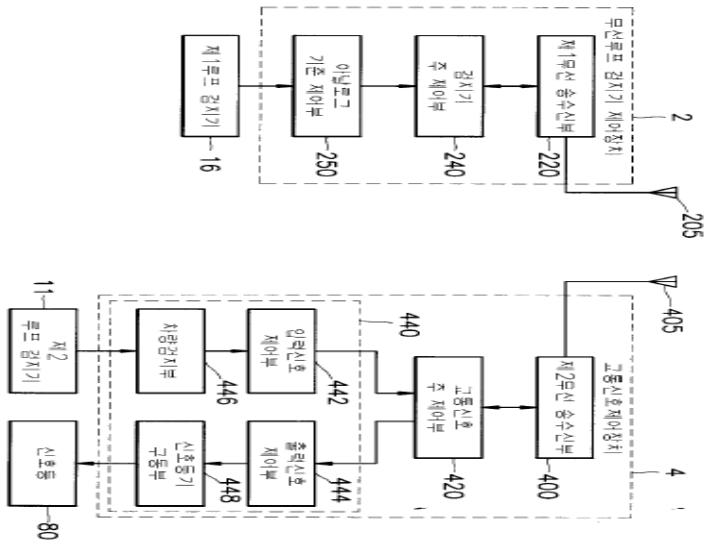
순서	16	발명의 명칭	교통상황 감지장치
출원인	에르센테크놀러지	특허번호	10-2001-0063331
출원일	2001-10-15	법적상태	공개( ), 등록(o), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 본 발명은 교통상황 감지장치에 관한 것으로서, 도로의 일정 구역에 자기감응센서를 설치하여 도로상에 주행중인 차량에서 발생되는 자장과 주행자량이 지구 자기 플럭스(Flux)를 변화시키는 변화량을 감지함으로써 주행하는 차량의 속도, 종류 및 차량대수를 파악하여 운전자가 인지할 수 있도록 도로상의 가변 전광판 등을 통해 실시간으로 정보를 제공하는 장치이다.		
대표도면			
분석결과 종합	• 본 발명은 교통상황 감지장치에 관한 것임 • 도로의 일정 구역에 자기감응센서를 설치하여 도로상의 주행중인 차량에서 발생되는 자장과 주행 자량의 변화량을 통해 실시간 정보를 제공하는 장치로써 R&D를 추진하는데 참고할 만한 자료임		

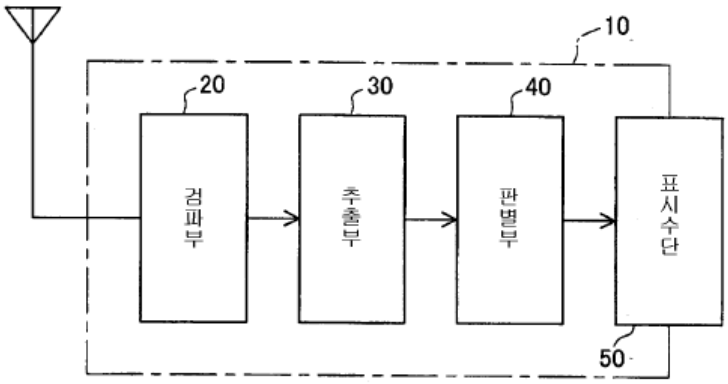
순서	17	발명의 명칭	교통 신호 제어 방법 및 장치
출원인	한양대학교 산학협력단	특허번호	10-2004-0107924
출원일	2004-12-17	법적상태	공개( ), 등록(o), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 본 발명은 교통 신호 제어 방법 및 장치에 관한 것이다. 본 발명에 따른 교통 신호 제어 장치는 교차로에 상응하는 현시 정보, 차량 소통 정보를 저장하는 메모리부, 임의의 현시를 활성화하기 위한 제어 신호를 출력하고, 활성화된 현시에 설정된 최소녹색시간, 최대녹색시간 신호운영변수를 기초로 다양한 현시순서 운영을 보장하는 새로운 현시구현체계를 활용하여 일정 단위시간 후 모든 접근로에서의 직진 및 좌회전 움직임 소통정보의 비교 및 최대녹색시간 만료여부를 기초로 차 현시통행권 부여 대상 현시를 선택하며 현 현시의 표출을 종료시키고 황색 등화 제어 신호를 출력한 후, 선택된 다른 현시를 활성화시키기 위한 신호를 출력하는 중앙 처리 장치 및 당해 제어 신호에 상응하여 상기 교차로에 설치된 복수의 신호등을제어하는 신호등 구동부를 포함하여 구성된다. 따라서, 본 발명은 보다 효율적으로 교차로에서의 신호 현시를 운영할 수 있도록 한다.		
대표도면			
분석결과 종합	• 본 발명은 교통신호 제어 방법 및 장치에 관한 것임 • 가변 현시 조합 기능을 이용하여 보		

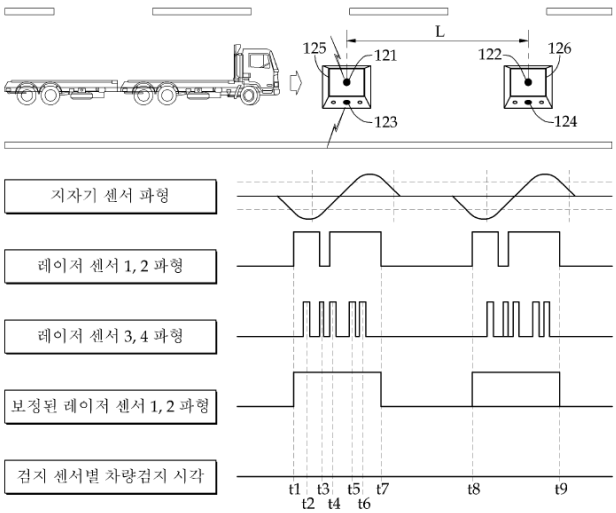
순서	18	발명의 명칭	접촉눌림에 의한 변위감응센서
출원인	박승혁	특허번호	10-2007-0103056
출원일	2007-10-12	법적상태	공개( ), 등록(o), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 접촉눌림에 의한 변위감응센서에 있어서, 신축성을 가지는 연질 재질 내에 도전물질이 소정 밀도로 함유되며, 평시 저항치 Rx(Rx>0)이지만, 눌려졌을 때 상기 연질 재질 내의 상기 도전물질의 밀도가 커지게 됨으로써 상기 저항치가 0으로 접근하여 작아지도록 형성된, 신축성을 가지는 반도전성층이 형성되고; 상기 반도전성층의 상면에 도전물질이 함유된 제1도체층(131)이 형성되며; 상기 반도전성층의 하면에 도전물질이 함유된 제2도체층(132)이 형성되는 접촉부가 구비되고; 상기 제1도체층(131)에 전류드라이버(134)가 연결구비되고; 상기 전류드라이버(134)에 전류드라이버(134)가 작동되도록 하는 스위치(135)가 연결구비되며; 상기 제2도체층(132)에 반전입력부(-)가 접속되고, 전류를 전압으로 변환하는 전류-전압변환기(136)가 연결구비 되고; 상기 전류-전압변환기(136)에 반전입력부(-)가 접속되는 제1전압비교판별기(137)가 연결구비되며; 상기 전류-전압변환기(136)에 비반전입력부(+)가 접속되는 제2전압비교판별기(138)가 연결구비되는 것을 특징으로 하는 접촉눌림에 의한 변위감응센서.		
대표도면			
분석결과 종합	• 본 발명은 접촉눌림에 의한 변위감응센서에 관한 것임 • 본 센서는 신축성을 가지는 연질로써 눌러졌을시 수축하며 도전율리 증가하는 변위감응센서로써 R&D를 추진하는데 참고할 만한 자료임		

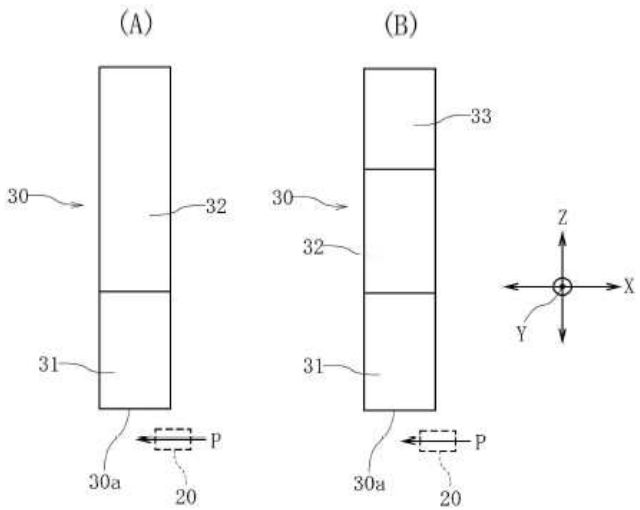
순서	19	발명의 명칭	차량감응 하이브리드가로등 제어 시스템 및 방법
출원인	김 스티브에스	특허번호	10-2010-0130532
출원일	2010-12-20	법적상태	공개( ), 등록(o), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 가로등 제어 시스템에 있어서, 순방향으로 주행 중인 차량1(10)이 감지된 경우, 엘이디램프로 구성된 제1조명부(410)와 방전등 또는 HID방전등으로 구성된 제2조명부(410)로 이루어지고 주변의 밝기를 감지하는 센서가 부착된 하이브리드가로등(400~N);과 초음파 또는 전자기파를 이용하여 차량을 감지하고 차량감지신호를 중앙제어장치(300)로 전송하는 감지센서1(100)로부터 차량감지신호를 수신한 시간 T1 ;및 상기 감지센서1(100)로부터 순방향으로 D만큼 떨어진 감지센서2(200)로부터 차량감지신호를 수신한 시간 T2 를 이용하여 차량속도(V)를 D/(T2-T1)[m/s]로 계산하고, 상기 감지센서2(200)의 차량감지신호를 수신한 시점부터, 상기 감지센서2(200)와 상기 하이브리드가로등(400~N)간의 거리(E)/상기 차량속도(V)로 계산되는 점등시간(T)초 후에 상기 하이브리드가로등(400~N)의 상기 제1조명부(410)를 순차적으로 점등시키는 중앙제어장치(300);를 구비하고, 역방향으로 주행 중인 차량2(20)이 감지된 경우, 엘이디램프로 구성된 제1조명부(410)와 방전등 또는 HID방전등으로 구성된 제2조명부(410)로 이루어지고 주변의 밝기를 감지하는 센서가 부착된 하이브리드가로등(500~M);과 초음파 또는 전자기파를 이용하여 차량을 감지하고 차량감지신호를 중앙제어장치(300)로 전송하는 감지센서1(100)로부터 차량감지신호를 수신한 시간 T1 ;및 상기 감지센서1(100)로부터 순방향으로 D만큼 떨어진 감지센서2(200)로부터 차량감지신호를 수신한 시간 T2 를 이용하여 차량속도(V)를 D/(T1-T2)[m/s]로 계산하고, 상기 감지센서1(100)의 차량감지신호를 수신한 시점부터, 상기 감지센서1(100)과 상기 하이브리드가로등(500~M)간의 거리(E)/상기 차량속도(V)로 계산되는 점등시간(T)초 후에 상기 하이브리드가로등(500~M)의 상기 제1조명부(410)를 순차적으로 점등시키는 중앙제어장치(300);를 구비하고, 상기 차량1(10) 또는 상기 차량2(20)가 감지되지 않는 경우, 상기 방전등 또는 HID방전등으로 구성된 제2조명부(420)만이 점등되는 것을 특징으로 하는 차량감응 하이브리드가로등 제어 시스템.		
대표도면			
분석결과 종합	• 본 발명은 가로등 제어 시스템 및 방법에 관한 것임 • 차량의 속도를 감지한 후, 상기 차량 속도에 맞추어 조명을 감응 가동시키는 시스템으로써 R&D를 추진하는데 참고할 만한 자료임		

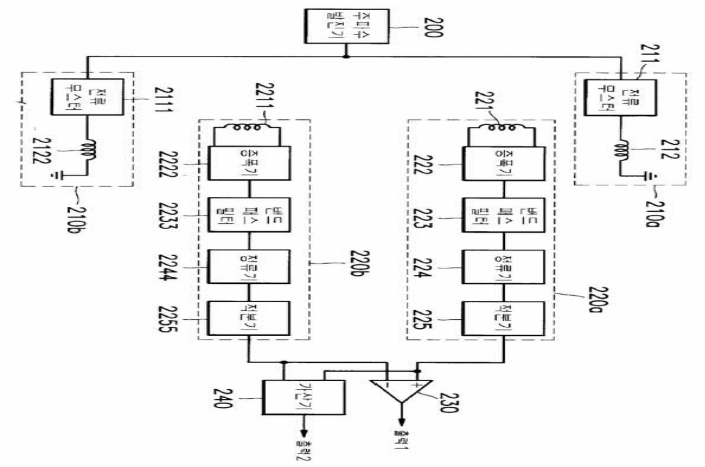
순서	20	발명의 명칭	감응식 교통 신호 제어 방법 및 장치
출원인	아주대학교 산학협력단	특허번호	10-2016-0110753
출원일	2015-03-11	법적상태	공개(o), 등록( ), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 도로 교차 영역에서 각각의 도로에 대한 교통 신호등을 제어하는 감응식 교통 신호 제어 방법에 있어서, 하나 이상의 접근로에 구비되어 있는 차량 검지기로부터 검지 데이터를 수신하는 단계; 및 수신한 검지 데이터로부터 교통량을 파악하고, 제1 접근로에서 상기 교통 신호등에 관한 현시 조기 종료가 기 설정된 횟수만큼 연속으로 발생하였을 때, 상기 제1 접근로의 신호 현시의 최대녹색시간을 미리 설정된 제1 감소시간만큼 줄이는 단계를 포함하는 감응식 교통 신호 제어 방법.		
대표도면			
분석결과 종합	• 본 발명은 도로 교차 영역에서 각각의 도로에 대한 교통 신호등을 제어하는 감응식 교통 신호 제어 방법임 • 차량 검지기로부터 수신한 검지 데이터 교통량 파악 후 알고리즘을 통한 감응식 교통 신호 제어 방법으로써 R&D를 추진하는데 참고할 만한 자료임		

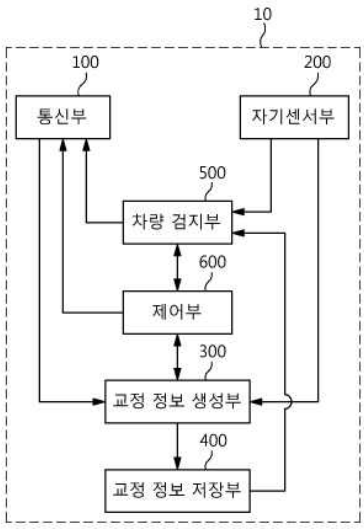
순서	21	발명의 명칭	무선 통신 방식을 이용한 교통 제어 시스템
출원인	상성전자 주식회사	특허번호	특 1998-073465
출원일	1998-11-05	법적상태	공개( ), 등록(o), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 무선 통신 방식을 이용한 교통 제어 시스템이 개시된다. 이 무선 통신 방식을 이용한 교통 제어시스템은, 소정의 교차로를 기준으로 하여 소정 거리 밖에 존재하는 하나 이상의 제1루프 검지기; 소정의 교차로를 기준으로 하여 소정 거리 내에 존재하는 하나 이상의 제2루프 검지기;무선으로 데이타를 송수신하기 위한 제1안테나를 구비하고, 제1루프 검지기로부터 측정된 차량 정보를 제1안테나를 통하여 출력하며, 제1안테나를 통하여 소정의 제어 명령을 수신하는 무선 루프 검지기 제어장치; 및 소정의 교차로에 인접하며, 제1안테나와 무선으로 데이타를 송수신하기 위한 제2안테나를 구비하고, 제2안테나를 통하여 수신된 데이타 및 제2루프 검지기로부터 측정된 차량 정보로서 소정의 교차로에 위치한 신호등의 동작을 제어하며, 무선 루프 검지기 제어장치의 동작을 제어하는 제어 명령을 제2안테나를 통하여 전송하는 교통신호 제어 장치를 포함하는 것을 특징으로 하고, 무선 방식의 루프 검지기 제어장치를 설치하여 코일 인입선 길이를 단축함 로써 루프 검지기의 신뢰성을 향상시키고, 루프 코일의 단선이나 절단 시에도 그 복구 작업이 쉬워질 뿐만 아니라 고장 종류 및 원인, 고장 발생 부위 등의 원인을 정확히 판단하여 고장 복구 작업을 즉시 처리할 수 있다.		
대표도면			
분석결과 종합	• 본 발명은 무선 통신 방식을 이용한 교통 제어 시스템임 • 무선 통신 방식을 이용한 교통제어 시스템은 루프 검지기로부타 소정 거리내의 제어장치를 구비하여 운용되는 교통 제어 시스템으로써 R&D를 추진하는데 참고할 만한 자료임		

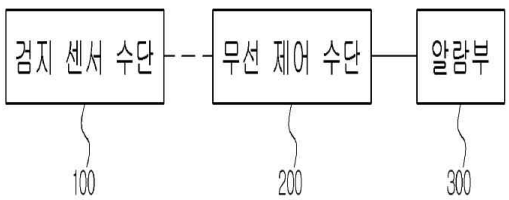
순서	22	발명의 명칭	무선통신기기의 통신상태의 검지장치와 검지방법, 및 단말기기 요약
출원인	멜코 인코포레이티드	특허번호	10-2004-0047504
출원일	1999-11-25	법적상태	공개(o), 등록( ), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 무선통신기기에 의한 정보통신이 불가능한 상태인 경우에, 정보통신이 불가능한 요인을 판별할 수가 있는 전반(伝搬)환경 검지기술을 제공하는 것을 목적으로 한다. 그 해결수단으로서, 검지장치(10)의 검파부(20)는, 무선통신기기가 정보통신에 사용하는 소정의 주파수의 전파를 수신하여 검파한다. 추출부(30)는, 검파한 전파의 유무의 시계열 변화의 패턴을 추출한다. 판별부(40)는, 추출한 패턴과, 복수의 기기가 그 소정의 주파수의 전파에 중첩하는 패턴을 서로 대조하여, 해당 무선통신기기가 발하는 전파의 전반환경을 판별한다. 표시부(50)는, 판별한 결과를 표시한다.		
대표도면			
분석결과 종합	• 본 발명은 무선 통신기기에 의한 정보통신이 불가능한 상태인 경우에 정보통신의 환경 검지기술을 제공하는 것임 • 정보통신에 사용하는 전파의 전반 상태를 검지하는 것으로써 R&D를 추진하는데 참고할 만한 자료임		최종 보고서

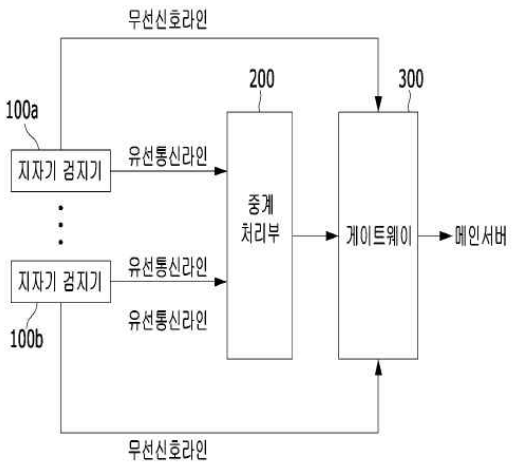
순서	23	발명의 명칭	복합센서를 이용한 이동식 차량 검지 시스템 및 그의 제어방법
출원인	한국건설기술연구원	특허번호	10-2009-0108363
출원일	2009-10-15	법적상태	공개(o), 등록( ), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 도로를 통행하는 차량에 대해 교통상황에 대한 정보를 검지하며, 제1, 제2 지자기 센서를 각각 포함하고, 상단에 각각 제1, 제2 레이저 센서가 형성되고, 측면에 각각 제3, 제4 레이저 센서가 형성되며 서로 소정거리를 유지하는 제1, 제2 함체를 포함하는 검지부; 상기 제1, 제2 함체의 제1, 제2 지자기 센서 및 제1 내지 제4 레이저 센서로부터 출력된 차량 검지 정보를 수신하여 처리하고 무선으로 송신하는 검지정보 처리부; 상기 검지정보 처리부로부터 수신한 무선신호를 수신하며, 데이터를 연산처리하고 분석하여 차종을 분류한 교통 상황 정보를 생성하는 데이터 처리부를 포함하는 복합센서를 이용한 이동식 차량 검지 시스템.		
대표도면			
분석결과 종합	• 본 발명은 복합센서를 이용한 이동식 차량 검지 시스템 및 그의 제어방법임 • 지자기 센서, 레이저 센서를 이용한 통과차량의 교통량, 속도, 점유시간, 차량 길이, 축수. 축거, 차종에 관한 정보를 수집 할수 있다는 점에서 R&D를 추진하는데 참고할 만한 자료임		

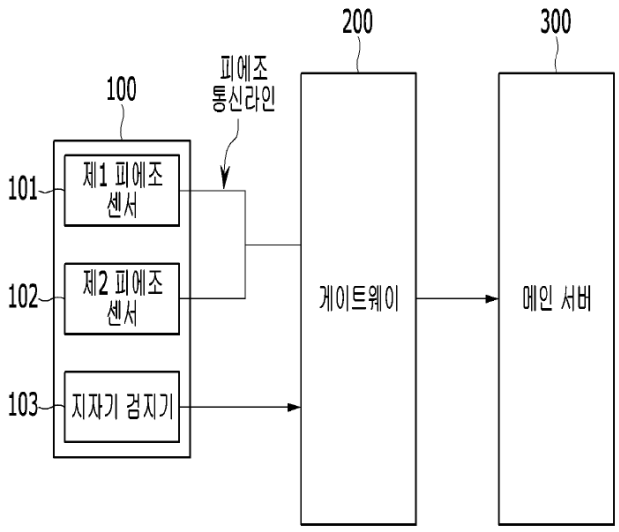
순서	24	발명의 명칭	자기 검지 장치
출원인	알프스 덴키 가부시키가이샤	특허번호	10-2015-0056064
출원일	1999-11-25	법적상태	공개(o), 등록( ), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 1 방향의 자계 성분을 유도하는 자계 유도층과, 상기 자계 유도층의 단부가 대향하는 가상면 상에 위치하여 상기 제 1 방향과 직교하는 제 2 방향으로 감도축을 가지는 자기센서가 설치된 자기 검지 장치에 있어서, 상기 자계 유도층은, 상기 자기센서와 대향하는 제 1 부분과, 상기 자기센서로부터 떨어진 제 2 부분을 가지고 있고, 제 1 부분의 투자율이 제 2 부분보다 낮은 것을 특징으로 하는 자기 검지 장치.		
대표도면			
분석결과 종합	• 본 발명은 강한 자장의 영향을 받기 어려운 구조의 자기 검지 장치임 • GMR 소자 등의 자기센서에 의해 감도축과 직교하는 방향의 자계성분을 감지하는 자기 검지 장치로써 R&D를 추진하는데 참고할 만한 자료임		

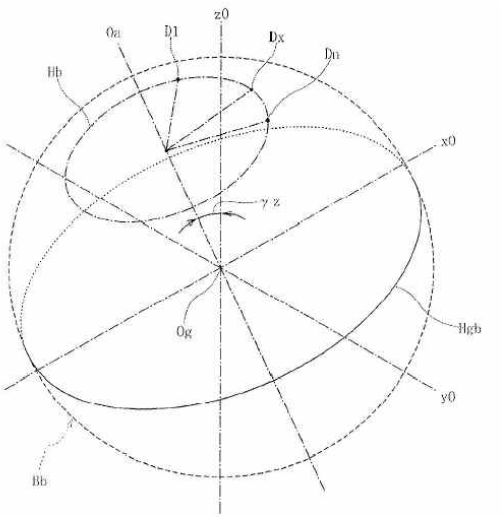
순서	25	발명의 명칭	자기 라인 검지 장치 및 그를 이용한 산업용 자동운반차(AGV)의 운전 제어 방법
출원인	상성항공산업 주식회사	특허번호	10-1997-0067413
출원일	1997-12-10	법적상태	공개( ), 등록(o), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 본 발명은 자기 라인(magnetic line) 검지 장치 및 그에 따른 AGV의 운전 제어 방법에 관한 것으로서, 산업용 자동 운반차인 에이지브이(AGV)의 이동여부 및 방향의 가이드가 되는 외부에 설치된 자기라인(magnetic line)을 검지하는 자기 라인 검지 장치는, 소정의 주파수를 가지는 정현파를 발생하는 주파수 발진기; 상기 주파수 발진기의 출력 신호를 전류 증폭한 신호를 출력하다가 상기 자기 라인을 검지하면 특정 검지 신호를 출력하는 한 쌍의 마그네틱 감지부; 상기 한 쌍의 마그네틱 감지부의 특정 검지 신호 출력에 의해 동일한 신호가 자기 유도되면 소정의 변환을 행하여 상기 특정 검지 신호를 직류 신호로 변환하는, 상기 한쌍의 마그네틱 감지부와 일대일 대응하는 한 쌍의 자기 신호 변환부; 상기 자기 신호 변환부로부터 출력되는 두 개의 직류신호를 서로 비교하여 증폭하는 차동증폭기; 및 상기 신호 변환부의 상기 직류신호를 가산하는 가산기를 포함함을 특징으로 한다. 본 발명에 의하면, AGV내에서 마그네틱 마크 센서로서 자기 라인을 검지하는 장치 및 방법을 사용함으로써 검지 장치가 차지하는 용량 및 무게를 줄여 AGV 운전이 보다 효율적으로 될 수 있다.		
대표도면			
분석결과 종합	• 본 발명은 자기 라인 검지 장치 및 그에 따른 AGV의 운전 제어 방법에 관한 것임 • AGV 내에서 마그네틱 마크 센서로서 자기 라인을 검지하는 장치 및 방법을 사용함으로써 검지 장치가 차지하는 용량 및 무게를 줄여 AGV 운전이 보다 효율적으로 될 수 있는 점으로써 R&D를 추진하는데 참고할 만한 자료임		

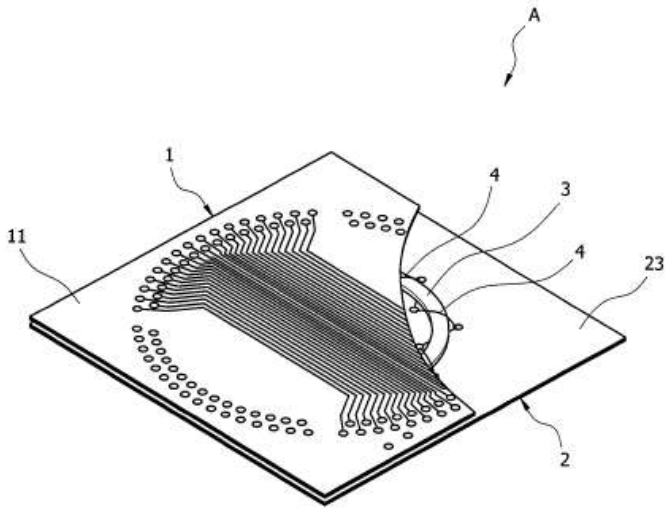
순서	26	발명의 명칭	자기센서를 이용한 차량 검지 장치 및 방법
출원인	한국전자통신연구원	특허번호	10-2013-0067452
출원일	2013-06-24	법적상태	공개(o), 등록( ), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 중앙 관리센터로부터 기준 차량에 대한 운행 정보를 수신하는 통신부; 차량의 이동에 의한 자기장의 변화를 감지하고, 변화하는 자기장에 대한 자기신호를 생성하는 자기센서부; 상기 통신부에 의해 수신된 기준 차량에 대한 운행 정보와 상기 자기센서부에 의해 생성된 기준 차량의 이동에 의한 자기신호의 변화를 기록하여 교정 정보를 생성하는 교정 정보 생성부; 상기 교정 정보 생성부에 의해 생성된 교정 정보에 기초하여 상기 자기센서부에 의해 생성된 실제 차량의 이동에 의한 자기신호의 변화를 교정하고, 교정된 자기신호의 변화를 분석하여 실제 차량의 이동을 검지하는 차량 검지부; 및 상기 통신부, 교정 정보 생성부 및 차량 검지부를 제어하며, 교정 정보를 생성하도록 하는 교정 정보 생성 모드 또는 실제 차량의 이동을 검지하도록 하는 차량 검지 모드를 설정하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는, 자기센서를 이용한 차량 검지 장치.		
대표도면			
분석결과 종합	• 본 발명은 시험 차량에 대한 자기센서를 이용한 차량 검지 장치 및 방법에 관한 것임 • 실제 차량의 이동을 검지하도록 하는 차량 검지 모드를 설정하는 제어부를 포함하기에 R&D를 추진하는데 참고할 만한 자료임		

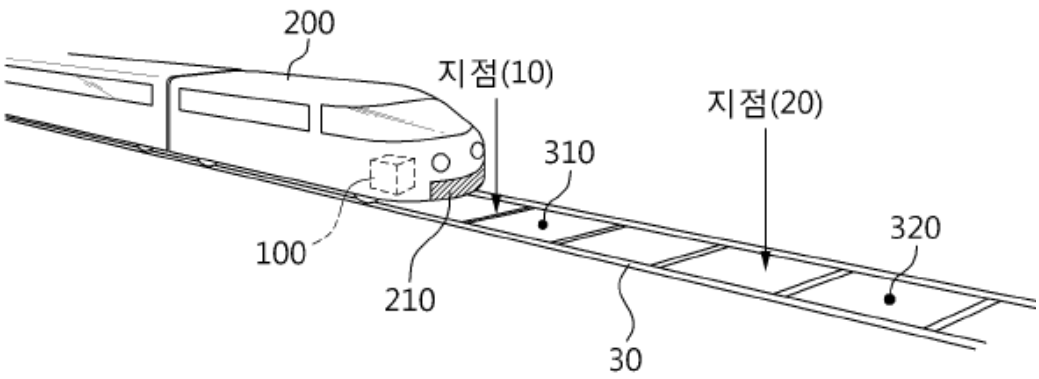
순서	27	발명의 명칭	지자기 감지를 이용한 무선 감지 시스템
출원인	㈜제이엔디	특허번호	10-2017-0099697
출원일	2017-09-01	법적상태	공개(o), 등록( ), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 지자기 센서(110)를 포함하며, 상기 지자기 센서(110)로부터 지자기 변화 신호를 전달받아 외부로 송신하는 검지 센서 수단(100); 상기 검지 센서 수단(100)과 무선 네트워크를 통해 연결되며, 상기 검지 센서 수단(100)으로부터 상기 지자기 변화 신호를 수신하여, 제어 신호를 생성하는 무선 제어 수단 (200); 및 상기 무선 제어 수단(200)과 유선 또는 무선을 통해 연결되며, 알람 수단을 포함하며, 상기 무선 제어 수단(200)의 제어 신호에 따라 상기 알람 수단의 동작 상태를 제어하는 알람부(300);를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 지자기 감지를 이용한 무선 감지 시스템.		
대표도면			
분석결과 종합	• 본 발명은 지자기 감지를 이용한 무선 감지 시스템에 관한 것임 • 검지 센서 수단으로부터 발생된 변화 신호를 생성하는 무선 제어 수단이용한 지자기 무선 감지 시스템으로써 R&D를 추진하는데 참고할 만한 자료임		

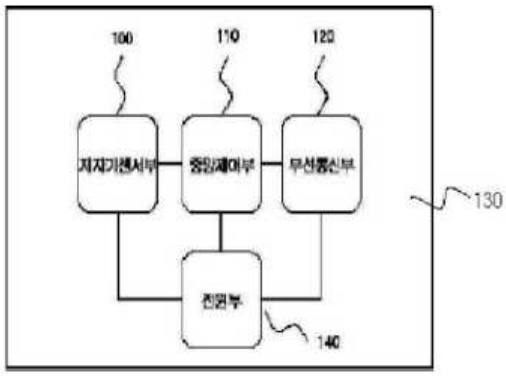
순서	28	발명의 명칭	지자기 검지기를 이용한 차량검지시스템
출원인	전자부품연구원	특허번호	10-2013-0078010
출원일	2014-12-17	법적상태	공개( ), 등록(o), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 지자기 센서, 유선통신부 및 무선통신부를 포함하며, 상기 유선통신부와 무선통신부 중 설정된 하나의 통신부가 활성화되어 동작하는 적어도 하나의 지자기 검지기, 상기 지자기 검지기와 유선으로 연결되어 유선 통신을 통해 상기 지자기 검지기의 감지 신호를 수신하는 중계처리기, 그리고 상기 지자기 검지기와 무선 통신을 통해 상기 지자기 검지기의 감지 신호를 수신하거나, 유선으로 연결된 상기중계처리기로부터 상기 지자기 검지기의 감지 신호를 수신하는 게이트웨이를 포함하고, 상기 지자기 검지기는 유선 통신 또는 무선 통신 중 하나의 통신 방식을 이용하여 상기 감지 신호를 전송하고, 상기 지자기 검지기는 상기 지자기센서에서 출력한 감지 신호를 디지털 신호로 변환하여 출력하는 AD 변환부, 상기 AD 변환부에서 출력한 디지털 감지 신호를 상기 중계처리기와 연결된 케이블을 통해 전송하는 유선통신부, 상기 AD 변환부에서 출력한 상기 디지털 감지 신호를 근거리 무선통신으로 상기 게이트웨이로 전송하는 무선통신부, 그리고 상기 유선통신부와 상기 무선통신부 중 하나가 활성화되도록 하는 설정값이 설정되어 있으며, 상기 설정값에 따라 상기 유선통신부와 무선통신부 중 하나를 활성화시키며, 각 구성에 대한 제어 동작을 수행하는 제1 제어부를 포함하는 지자기 검지기를 이용한 차량검지시스템.		
대표도면			
분석결과 종합	• 본 발명은 지자기센서, 유선통신부 및 무선 통신부를 포함하는 지자기 검지기를 이용한 차량검지 시스템임 • 지자기 검지기로부터 생성된 신호를 무선 통신 전송하여 수신하는 게이트웨이를 포함하는 차량 검지시스템으로써 R&D를 추진하는데 참고할 만한 자료임		

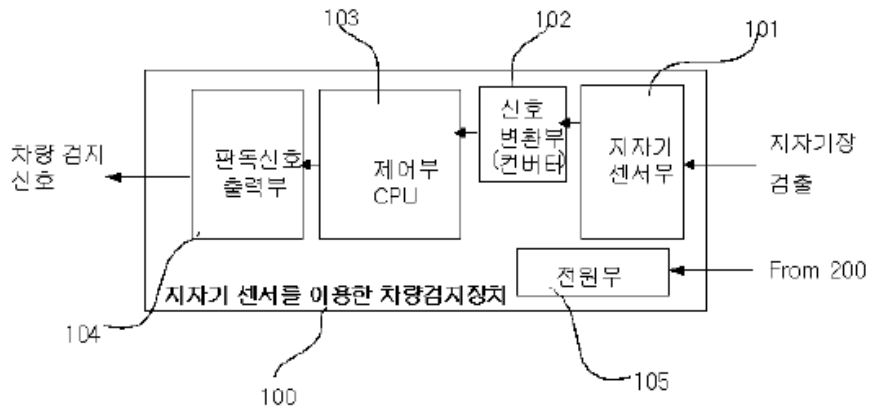
순서	29	발명의 명칭	지자기 검지기와 피에조 센서를 이용한 차량검지시스템
출원인	장승익 외 1인	특허번호	20-0178347
출원일	1999-11-25	법적상태	공개(o), 등록( ), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 하나의 차선에 설치된 하나의 지자기 검지기와 제1 및 제2 피에조 센서를 포함하는 센서부, 상기 센서부로부터 상기 지자기 검지기의 감지신호와 상기 제1 및 제2 피에조 센서의 감지신호를 수신하는 게이트웨이, 및 상기 게이트웨이의 출력을 원격 무선통신을 통해 수신하고, 웹기반 사용자 인터페이스를 통해 교통상황 정보를 외부에 제공하는 메인 서버를 포함하며, 상기 게이트웨이와 상기 메인 서버 중 하나에서 차량의 도로점유율, 차량의 속도, 차축의 수, 차량의 길이, 축간 길이, 이동중인 차량의 하중 중 적어도 하나의 정보를 산출하고, 다른 하나에서 나머지 정보를 산출하되, 상기 차량의 도로점유율은 상기 지자기 검지기의 감지신호를 이용하여 산출되고, 상기 차량의 속도, 상기 차축의 수, 상기 차량의 길이 및 상기 축간 길이는 상기 제1 및 제2 피에조 센서의 감지신호를 이용하여 산출되며, 상기 차종은 산출한 상기 차축의 수, 상기 차량의 길이 및 상기 축간 길이를 이용하여 판별되고, 상기 이동중인 차량의 하중은 상기 제1 및 제2 피에조 센서의 감지신호 중 적어도 하나를 통해 파악되는 출력 전압, 감도, 피에조 센서에 작용된 압력, 피에조 센서의 단면적을 이용하여 산출되는 지자기 검지기와 피에조센서를 이용한 차량검지시스템.		
대표도면			
분석결과 종합	• 본 발명은 하나의 차선에 설치된 지자기 검기와 피에조센서를 이용한 차량 검지 시스템에 관한 것임 • ㅂ하나의 차선에 설치되 하나의 지자기 검지기와 제1 및 제2 피에조 센서를 포함하는 센서부를 이용한 것으로 R&D를 추진하는데 참고할 만한 자료임		

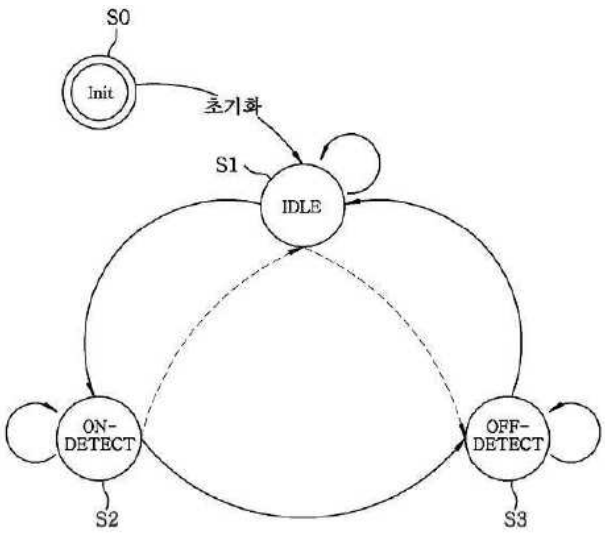
순서	30	발명의 명칭	지자기 검지장치
출원인	알프스 덴키 가부시키가이샤	특허번호	10-2011-0104564
출원일	2011-09-22	법적상태	공개(o), 등록( ), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 서로 직교하는 기준 X방향과 기준 Y방향 및 기준 Z방향이 정해진 자기 검지부와, 연산부를 가지고, 상기 자기 검지부에, 기준 X방향이 지자기의 방향으로 향하여졌을 때에 검지 출력의 절대값이 최대가 되는 X축센서와, 기준 Y방향이 지자기의 방향으로 향하여졌을 때에 검지 출력의 절대값이 최대가 되는 Y축 센서, 및 기준 Z방향이 지자기의 방향으로 향하여졌을 때에 검지 출력의 절대값이 최대가 되는 Z축 센서가 탑재되고, 상기자기 검지부는, X축 센서와 상기 Y축 센서 및 상기 Z축 센서의 직교 관계를 유지하면서 삼차원 방향으로 자유롭게 회전운동하고, 상기 연산부에서는, 상기 X축 센서와 상기 Y축 센서 및 상기 Z축 센서의 그것의 검지 출력에 의거하여 X-Y-Z의 삼차원 좌표 상에서 지자기 벡터의 좌표 위치를 특정하고, 상기 자기 검지부가 회전하였을 때에, 적어도 3지점의 상기 지자기 벡터의 좌표 위치의 데이터를 사용하여, 상기 자기 검지부의 회전축과, 상기 좌표 위치를 포함하는 회전 평면의 적어도 일방이 연산되는 것을 특징으로 하는 지자기 검지장치.		
대표도면			
분석결과 종합	• 본 발명은 지자기를 검지하는 3축 센서를 이용한 지자기 검지 장치임 • 3축 센서를 이용하여 기울어진 자세이어도, 지자기 벡터를 검지하여 정확한 방위를 알 수 있는 점에서 R&D를 추진하는데 참고할 만한 자료임		

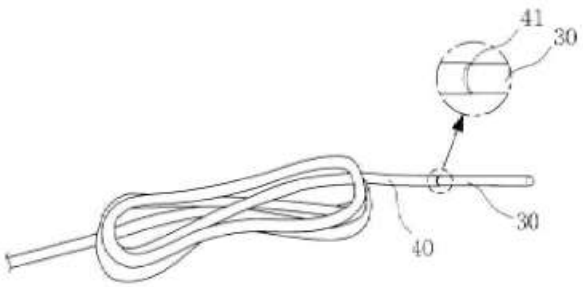
순서	31	발명의 명칭	지자기 센서
출원인	기아자동차주식회사	특허번호	10-2005-0035028
출원일	2005-04-15	법적상태	공개( ), 등록(o), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 본 발명은 정확한 피씨비(PCB : Printed Circuit Board) 패턴(Pattern) 방식으로 지자기 센서를 구현하여, 센서의 회전에 따른 반응속도 및 정확도를 높이고, 미소 전압의 변동을 증폭시켜 감지함으로써 감지능력을 상승시키며, 패턴방식에 의한 전자적인 검지방식으로 인해 기계적인 마모가 없어 불량률을 감소시키고, 패턴 방식으로 인한 생산이 자동화가 가능하여 생산성을 향상시키도록 한 것으로, 상부패턴모듈과 하부패턴모듈사이에 강자성체코어를 설치하되, 상기 상부패턴모듈은 상부엑스패턴기판과 상부와이패턴기판 및 상부드라이브패턴기판을 순차적으로 적층시켜 형성하고, 상기 하부패턴모듈은 하부드라이브패턴기판과 하부엑스패턴기판 및 하부와이패턴기판을 순차적으로 적층시켜 형성하며, 상기 상부엑스패턴기판과 상부와이패턴기판 및 하부엑스패턴기판과 하부와이패턴기판이 각각 서로 직교되도록 설치하고, 미세코일이 상기 상부 드라이브패턴과 하부드라이브패턴의 홀을 번갈아 관통하면서 상기 강자성체코어를 감싸도록 설치되어 구성된 것을 특징으로 하는 지자기 센서에 관한 것이다.		
대표도면			
분석결과 종합	• 본 발명은 정확한 PCB 패턴 방식으로 구현된 지자기 센서임 • 강자성체코어를 감싸도록 설치되어 구성된 것을 특징으로 하는 지자기 센서에 관한 것으로써 R&D를 추진하는데 참고할 만한 자료임		

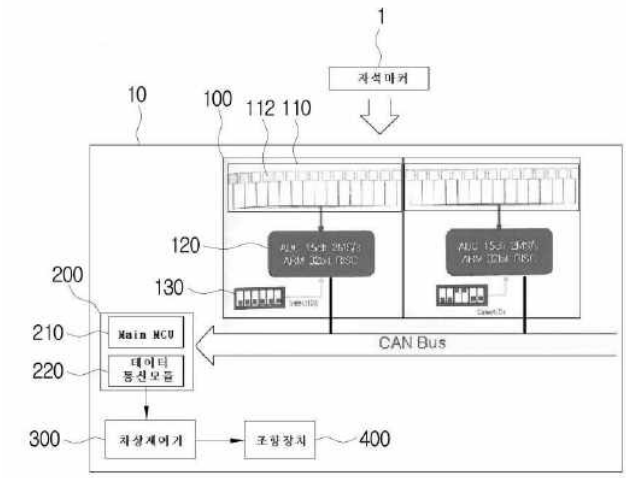
순서	32	발명의 명칭	지자기를 이용하여 이동수단의 위치를 검지하는 장치, 그 장치의 동작 방법 및 그 시스템
출원인	한국철도기술연구원	특허번호	10-2015-0126227
출원일	1999-11-25	법적상태	공개(o), 등록( ), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 지자기 센서가 센싱한 지자기 데이터를 수신하는 데이터 수신부; 이동수단의 이동경로 상에 위치하는 복수의 지점들에 대하여 샘플링된 복수의 지자기 데이터를 상기 복수의 지점들에 대한 위치 정보와 연관시켜 저장하는 데이터베이스; 및 상기 지자기 센서가 센싱한 지자기 데이터와 상기 데이터베이스에 저장된 지자기 데이터를 비교하여, 상기 이동 수단의 위치를 검지하는 프로세서를 포함하는 위치 검지 장치.		
대표도면			
분석결과 종합	• 본 발명은 지자기를 이용하여 이동수단의 위치를 검지하는 장치임 • 지자기 장치가 센싱한 지자기 데이터를 위치정보와 연관시켜 이동 수단의 위치를 검지하므로써 R&D를 추진하는데 참고할 만한 자료임		

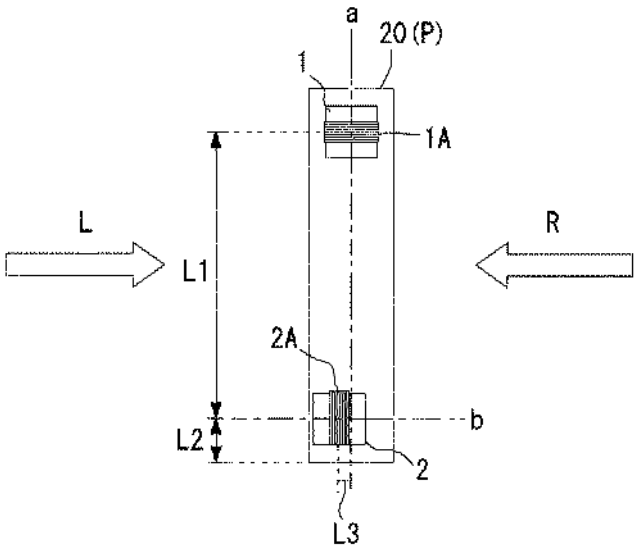
순서	33	발명의 명칭	지자기센서를 이용한 옥외 주차구획 점유 검지 장치
출원인	강명수	특허번호	10-2011-0013580
출원일	2011-02-10	법적상태	공개(o), 등록( ), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 지자기 세기를 측정하는 센서부; 지구 자기장 학습에 의한 기초 지자기 정보를 설정하고, 상기 측정된 지자기 세기의 변화치에서 환경 지자기 정보를 필터링하고, 상기 필터링된 변화치를 임계치와 비교하여 차량점유상태를 판단하는 제어부; 상위 네트워크와 상기 제어부 간의 정보 송수신을 수행하는 통신부; 및 상기 옥외 주차구획 점유 검지 장치의 동작에 필요한 전력을 공급하는 전원부를 포함하는 옥외 주차구획 점유 검지 장치.		
대표도면			
분석결과 종합	• 본 발명은 지자기센서를 이용하여 옥외에 설치된 주차구획의 차량 점유 여부를 판단하는 장치에 관한 것임 • 지자기 센서를 주차구획 옥외에 매립하여 주차구획 내에 주차하는 차량 점유 여부를 판단하는 점에서 R&D를 추진하는데 참고할 만한 자료임		

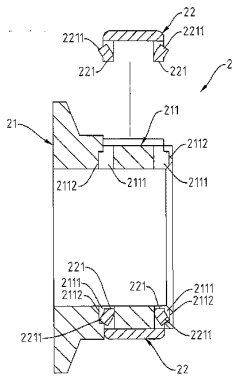
순서	34	발명의 명칭	지자기센서를 이용한 차량 검지장치 및 주차 유도시스템
출원인	주식회사 포이즈앤컴팩트	특허번호	10-2010-0030890
출원일	2010-03-19	법적상태	공개(o), 등록( ), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 주차관리를 위한 차량 검지장치에 있어서, 차량을 감지하기 위한 장소에 설치되고 유도 코일에 의해 지구 자기장을 감지하는 지자기센서부(101)와; 상기 지자기센서부(101)의 자기장 신호를 감지하여 노이즈를 고려한 증폭으로 위상 변화에 의해 안정된 출력을 위해 변환하는 신호 변환부(102)와; 지자기센서부(101)가 설치된 지점의 지구 자기장의 값을 기준 자기장 값으로 저장하여 두고, 상기 신호 변환부(102)로부터 입력되는 감지된 자기장 신호와 기준 자기장 신호값을 비교하여 차량 검지 유무를 판단하는 제어부(103)와; 상기 제어부의 차량 검지 유무 판단 신호를 버퍼링하여 출력하는 판독신호 출력부(104)와; 배터리 전원 또는 외부 전원을 입력받아 상기 각부의 구동전원을 공급하는 전원부(105)를 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 지자기센서를 이용한 차량 검지장치.		
대표도면			
분석결과 종합	• 본 발명은 지구 자기장의 변화를 인식하여 차량의 존재 유무를 감지할 수 있는 주차 유도 시스템임 • 자기 센서와 센서의 감지신호를 수집하고 데이터화하는 정합장치로 구성되어, 다수의 정합장치로부터 감지신호데이터를 전송받아 무선 통신을 이용하는 점에서 R&D를 추진하는데 참고할 만한 자료임		최종 보고서

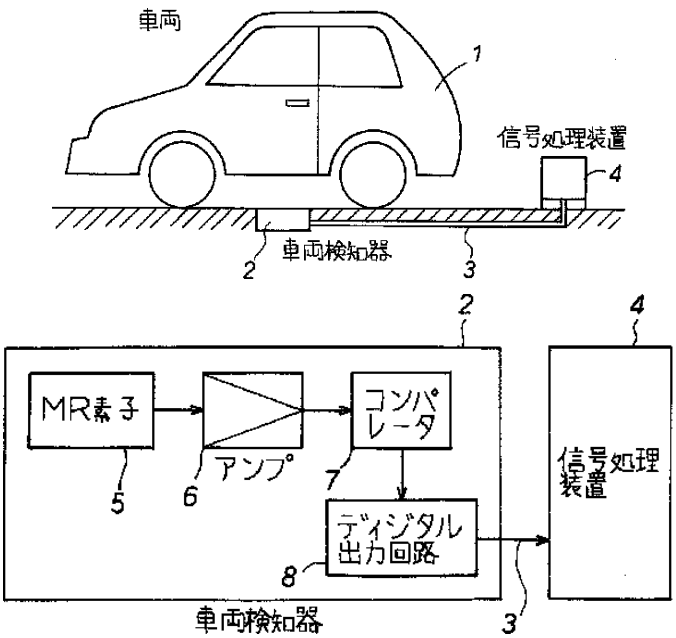
순서	35	발명의 명칭	차량 검지 장치 및 방법
출원인	한국전자통신연구원	특허번호	10-2010-0062844
출원일	1999-11-25	법적상태	공개( ), 등록(o), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 차량의 이동에 의해 변화하는 자기신호를 연속적으로 획득하는 자기센서와, 상기 획득된 자기신호를 기반으로 자기신호의 변화 기울기를 검출하는 기울기 검출부와, 상기 검출된 기울기를 기반으로 상기 차량의 상태 전이 정보를 생성하는 차량 상태 전이부와, 상기 차량의 상태 전이 정보를 이용하여 상기 차량의 진입 또는 진출을 판단하는 차량 진출입 판단부를 포함하는 차량 검지 장치.		
대표도면			
분석결과 종합	• 본 발명은 자기센서를 이용한 차량검지방법에 관한 것임 • 차량에 반응하여 생성되는 자기센서로부터의 자기신호를 연속적으로 획득한 후, 자기 신호의 변화기울기를 검출하는 점에서 R&D를 추진하는데 참고할 만한 자료임		

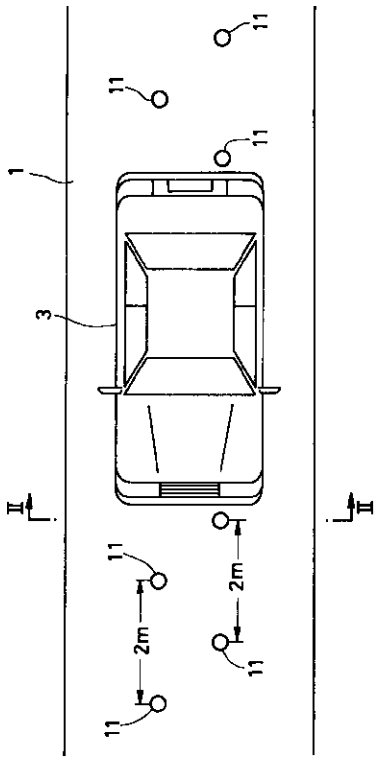
순서	36	발명의 명칭	차량검지용 루프센서를 대체하는 아몰퍼스형 자기센서
출원인	김동형 외 2인	특허번호	10-2013-0107176
출원일	1999-11-25	법적상태	공개(o), 등록( ), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 도로에 매설된 차량을 검지하는 차량검지장치에 있어서, 코어(10); 상기 코어(10)에 권취된 코일(20); 상기 코어(10) 및 이에 권취된 코일(20)을 수납 내장하는 케이스(30); 및 차량검지신호를 전송하는 신호라인(40)으로 구성된 것을 특징으로 하는 차량검지용 루프센서를 대체하는 아몰퍼스형 자기센서.		
대표도면			
분석결과 종합	• 본 발명은 루프의 단점을 극복하는 자기센서에 관한 것임 • 비점유 시간, 점유율, 교통량, 포화도, 속도, 종류. 포화 비점윱시간의 처리에 대해 루픈 센서의 환경적 단점을 자기센서로 극복한다는 점에서 R&D를 추진하는데 참고할 만한 자료임		

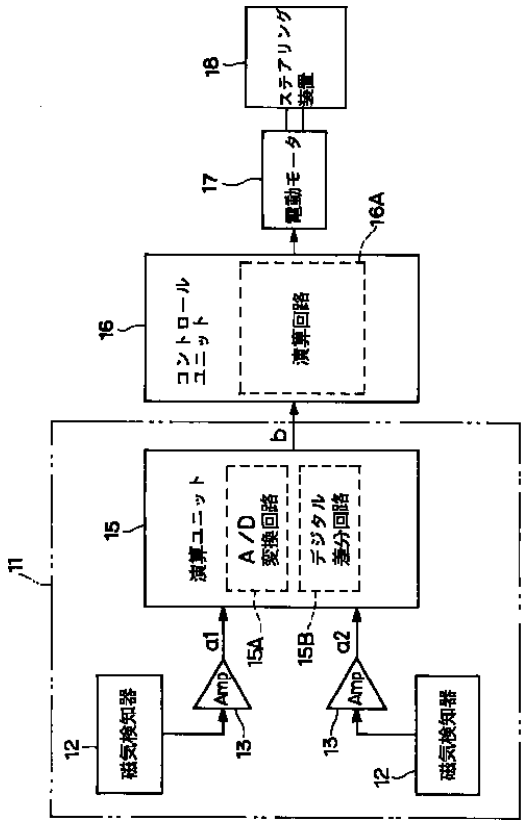
순서	37	발명의 명칭	차량위치 검지용 자석 검지 시스템
출원인	한국철도기술연구원	특허번호	10-2016-0032398
출원일	2016-03-24	법적상태	공개(o), 등록( ), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• PRT 차량에 구비되어 도로에 설치된 자석마커의 자기 세기를 감지하여 디지털 신호 형태의 자기 데이터로 출력하는 복수의 자석마커 감지수단과, 복수의 자석마커 감지수단으로부터 측정되는 자기 데이터를 수집하는 데이터수집수단으로 구성되며; 상기 자석마커 감지수단은 상기 자석마커의 자기 세기를 획득하여 설정된 데이터 획득시간마다 자기 데이터를 획득하여 설정된 데이터산출 시간간격에 따라 자기 데이터의 평균값을 산출하고, 설정된 데이터전송 시간간격에 따라 상기 데이터 수집수단에 설정된 프로토콜로 상기 자기 데이터를 전송하는 것을 특징으로 하는 차량위치 검지용 자석 검지 시스템.		
대표도면			
분석결과 종합	• 본 발명은 차량위치 검지용 자석 검지 시스템에 관한 것임 • 도로에 설치되 자석 마커의 자기 세기를 감지하여 실시간 차량 위치를 감지한다는 점에서 R&D를 추진하는데 참고할 만한 자료임		

순서	38	발명의 명칭	車兩檢知器
출원인	中日本高速道路株式會社 株式會社ホトロン	특허번호	特願2011-77666(P2011-77666)
출원일	2011. 3. 31	법적상태	공개( ), 등록(o), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	【請求項1】 所定の磁束を發生する一次側コイルおよび上記一次側コイルに對して所定の間隔を置いて配置され、上記一次側コイルの磁束を検出する二次側コイルを含む検知コイルと、上記一次側コイルから上記二次側コイルへ伝達される磁束の変化により、上記検知コイルの監視エリア内における車兩の有・無信号を出力する検知回路とを備えている車兩検知器において、 上記一次側コイルと上記二次側コイルは、それらの各コイル軸線がほぼ直交するように配向された狀態で、一方のコイルのコイル軸線に對して、他方のコイルのセンタータップに相当するコイル中央部が所定距離ずらされていることを特徴とする車兩検知器。 【請求項2】 上記一方のコイルが上記一次側コイルであり、上記他方のコイルが上記2次側コイルであることを特徴とする請求項1に記載の車兩検知器。 【請求項3】 上記一次側コイルと上記二次側コイルは、コアレスの空芯コイルであることを特徴とする請求項1または2に記載の車兩検知器。 【請求項4】 駐車スペースに立設される非磁性体からなる筒狀に形成された車止め用ポールを有し、上記車止め用ポール内に、少なくとも上記一次側コイルと上記二次側コイルとを收納してなることを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1項に記載の車兩検知器。		
대표도면			
분석결과 종합	•		

순서	39	발명의 명칭	車兩の速度檢知裝置
출원인	光陽工業股▲分▼有限公司 造隆科技股	특허번호	特願2011-20591(P2011-20591)
출원일	2011.2.2	법적상태	공개( ), 등록(o), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	【請求項1】 車兩に設置される台座と、前記台座内に回轉可能に設置され、車兩の車軸と共に回轉する回轉子と、前記回轉子の一方の側に設置され、回轉子の回轉速度を檢出可能な檢知器とを具備した、車兩の速度檢知裝置であって、前記回轉子は非金屬材料で作製された本体と、前記本体の外緣部に間隔を隔てて設置され、金屬材料で作製された複數の磁氣センサとを具備し、前記檢知器は回轉子の回轉に伴い發生する起電力を方形波に変更し、該方形波を基に車兩の走行速度を計算することを特徵とする、車兩の速度檢知裝置。 【請求項2】 前記檢知器に基板が設けられ、該基板の回轉子に近い側に鐵心が設置され、該鐵心の表面にコイルが巻設され、これによって該コイルが基板に電氣的に接續され、前記鐵心の上方に永久磁石が設置されている、請求項1に記載の車兩の速度檢知裝置。 【請求項3】 前記本体の外緣部に複數の位置決め空間が凹設され、該位置決め空間の兩側に位置決め溝が凹設されており、前記位置決め空間に金屬材料で作製された磁氣センサが設置され、該磁氣センサの兩側にそれぞれ折れ曲がった翼部があり、該翼部が前記位置決め溝内に位置決めされる、請求項1に記載の車兩の速度檢知裝置。 【請求項4】 前記位置決め溝の側壁に係合溝が設置され、前記翼部の表面に係合片が凸設され、該係合片が前記係合溝内に嵌合して固定位置決めされる、請求項3に記載の車兩の速度檢知裝置。 【請求項5】 前記台座内に第1收納空間が備えられ、該第1收納空間の一方の側に第2收納空間が設置されており、前記第1收納空間内に前記回轉子が軸設され、前記第2收納空間内に前記檢知器が設置されている、請求項1に記載の車兩の速度檢知裝置。 【請求項6】 前記第1收納空間内に軸受が固設され、前記回轉子が前記軸受の外緣部に設けられ、前記軸受が車軸にかぶせて設けられている、請求項5に記載の車兩の速度檢知裝置。 【請求項7】 前記本体を射出成形するときに、一体成形方法によって前記本体の外緣部に前記回轉子の磁氣センサの一部が埋設して取着される、請求項1に記載の車兩の速度檢知裝置。 【請求項8】 前記走行速度が車兩のメータに表示される、請求項1に記載の車兩の速度檢知裝置			
대표도면			
분석결과 종합	•		

순서	40	발명의 명칭	高感度地磁氣センサによる車兩檢知器
출원인	中央電子株式會社	특허번호	(출원)特願平９－３２３８２６
출원일	1997. 11. 10.	법적상태	공개( ), 등록(o), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	•【課題】 枯れ葉、ゴミ、雨、雪などの影響を受けることなしに車両の有無を検出する。 【解決手段】 高感度地磁氣センサ（ＭＲ素子）５、アンプ６、コンパレータ７、ディジタル出力回路８によって構成した車兩檢知器２を駐車スペースにおける地面に設置しておき、車兩１の有無による地磁氣の変化を車兩檢知器２によって檢出する。 【請求項１】 車両の存在の有無に伴う地磁気の変化を検出可能な位置を駐車スペース内に求め、当該位置に高感度地磁気センサにより構成した車両検知器を設置しておき、該車両検知器により検出した地磁気の変化により駐車スペース内における車両の存在の有無を検知するようにしたことを特徴とする高感度地磁気センサによる車両検知器。		
대표도면			
분석결과 종합	•		

순서	41	발명의 명칭	車兩位置檢出裝置
출원인	株式會社ユニシアジェックス	특허번호	(출원)特願平９－２７３８５３
출원일	1997. 9. 20.	법적상태	공개( ), 등록(o), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 【請求項１】 走行路に一定の幅をもって左、右２列に設けられた複数の磁石と、前記車両の左側に少なくとも１個設けられ、前記走行路の左側に設けられた各磁石から発生する磁束に対応した検知信号を出力する第１の磁気検知器と、前記車両の右側に少なくとも１個設けられ、前記走行路の右側に設けられた各磁石から発生する磁束に対応した検知信号を出力する第２の磁気検知器と、前記第１の磁気検知器から出力される検知信号と前記第２の磁気検知器から出力される検知信号に基づいて前記車両の左右方向の位置を判定する車両位置判定手段とを備えてなる車両位置検出装置。 【請求項２】 走行路に一定の幅をもって左、右２列に設けられた複數の磁石と、前記車兩の左側に少なくとも１個設けられ、前記走行路の左側に設けられた各磁石から發生する磁束に對応した檢知信号を出力する第１の磁氣檢知器と、前記車兩の右側に少なくとも１個設けられ、前記走行路の右側に設けられた各磁石から發生する磁束に對応した檢知信号を出力する第２の磁氣檢知器と、前記第１の磁氣檢知器または第２の磁氣檢知器が正常な狀態か非正常な狀態かを判定する狀態判定手段と、該狀態判定手段により、前記第１，第２の磁氣檢知器が双方とも正常であると判定されたときには、前記第１，第２の磁氣檢知器から出力される檢知信号を用いて前記車兩の左右方向の位置を判定し、前記第１，第２の磁氣檢知器のうちいずれか一方が非正常であると判定されたときには、前記第１，第２の磁氣檢知器のうち正常な磁氣檢知器から出力される檢知信号を用いて前記車兩の左右方向の位置を判定する車兩位置判定手段とを備えてなる車兩位置檢出裝置。 【請求項３】 前記各磁石は前記走行路に左右交互に配置する構成としてなる請求項１または２に記載の車兩位置檢出裝置。		
대표도면			
분석결과 종합	•		

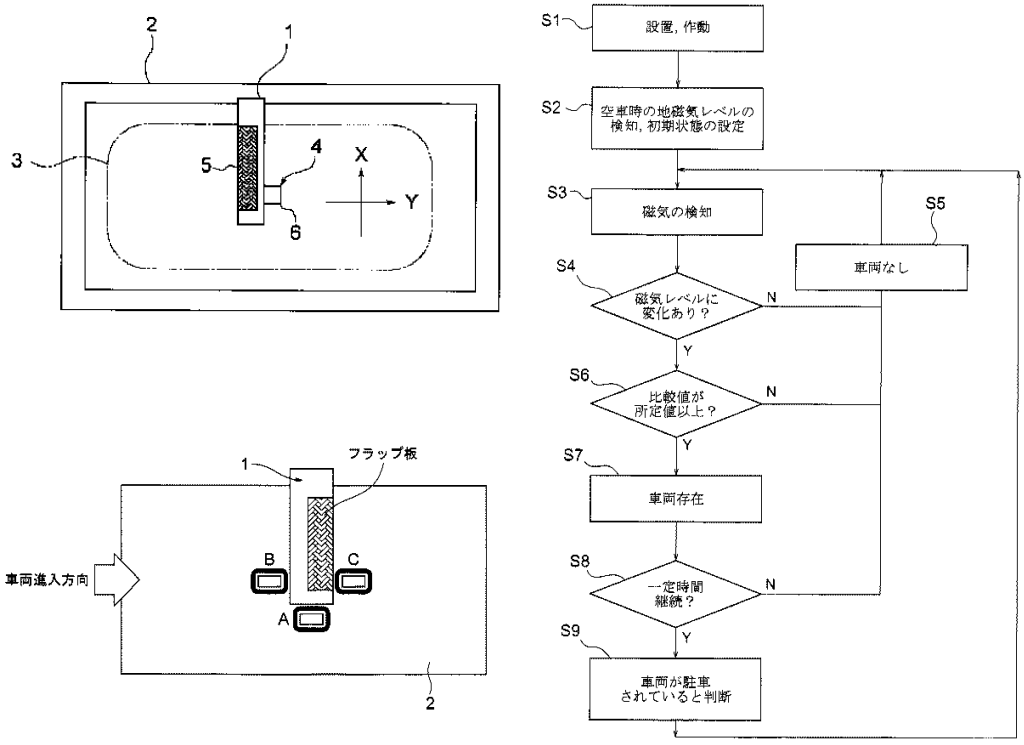
순서	42	발명의 명칭	車兩位置檢出裝置
출원인	株式會社ユニシアジェックス	특허번호	(출원)特願平９－２０７１１０
출원일	1997. 7. 16.	법적상태	공개( ), 등록(o), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 【請求項１】 走行路面の中央に位置して走行方向に等間隔に配置された複数の磁石から発生する磁束を検知することにより、車両の左右方向の位置を検出する車両位置検出装置において、前記車両の左側、右側に左右対称にそれぞれ設けられ、前記各磁石から発生する磁束に対応した検知信号を出力する一対の磁気検知器と、該各磁気検知器からそれぞれ出力された検知信号を互いに比較し、この比較結果に対応して状態が変化するデジタル信号を出力する信号比較手段とを備えたことを特徴とする車両位置検出装置。 【請求項２】 前記信号比較手段は、前記車両の右側に設けられた磁氣検知器から出力された検知信号が前記車両の左側に設けられた磁氣検知器から出力された検知信号より大きいときには第１の振幅レベルを有するパルス信号を出力し、前記車両の左側に設けられた磁氣検知器から出力された検知信号が前記車両の右側に設けられた磁氣検知器から出力された検知信号より大きいときには前記第１の振幅レベルとは異なる第２の振幅レベルを有するパルス信号を出力する構成としてなる請求項１に記載の車両位置検出装置。 【請求項３】 前記信号比較手段は、前記各磁氣検知器からそれぞれ出力された検知信号の差を演算することにより、各検知信号を互いに比較する構成としてなる請求項１または２に記載の車両位置検出装置。 【請求項４】 前記各磁氣検知器は、前記走行路面と對向するように前記車両に設けられ、前記各磁石から發生する垂直方向の磁束を検知する構成としてなる請求項１，２または３に記載の車両位置検出装置。		
대표도면			
분석결과 종합			

순서	43	발명의 명칭	車兩檢知方法、車兩檢知裝置及び車兩檢知ユニット
출원인	株式會社三協電機 株式會社日出ハイテック	특허번호	特許第4308318号(P4308318)
출원일	2008. 8. 20.	법적상태	공개( ), 등록(o), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 【請求項1】 車兩檢知エリアにおける車兩の存否に伴う磁氣の変化を、車兩檢知エリア又はその近くに設置した電子コンパスで檢知して、車兩檢知エリアにおける車兩の存否を檢知することを特徴とする車兩檢知方法。 【請求項2】 請求項1記載の車兩檢知方法において、車兩が存在しないときに檢知した基準地磁氣レベルと電子コンパスで實測した實測磁氣レベルとの較差に基づいて、車兩檢知エリアにおける車兩の存否を檢知することを特徴とする車兩檢知方法。 【請求項3】 請求項1又は請求項2記載の車兩檢知方法において、電子コンパス又はその設置環境溫度を自動檢知し、その檢知溫度が電子コンパスの安定動作許容溫度の範囲外にある場合は電子コンパスの設置環境溫度が前記許容溫度となるように、電子コンパス又はその設置環境溫度を溫度調整して電子コンパスの安定動作を確保した狀態で、車兩檢知エリアにおける車兩の存否を檢知することを特徴とする車兩檢知方法。 【請求項4】 請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の車兩檢知方法において、車兩の存否に伴う磁氣変化を2以上の電子コンパスで檢知し、それら電子コンパスで檢知した磁氣レベルに基づいて、車兩檢知エリアにおける車兩の存否を檢知することを特徴とする車兩檢知方法。 【請求項5】 請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の車兩檢知方法において、車兩の存否に伴う磁氣変化をX軸、Y軸、Z軸のいずれか2以上の軸に配置された2以上の電子コンパスで檢知し、それら電子コンパスで檢知した磁氣レベルに基づいて、車兩檢知エリアにおける車兩の存否を檢知することを特徴とする車兩檢知方法。 【請求項6】 請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の車兩檢知方法において、車兩移動に伴う磁氣レベルの変動と車兩移動以外の要因による磁氣レベルの変動とを判別したうえで、車兩檢知エリアにおける車兩の存否を檢知することを特徴とする車兩檢知方法。 【請求項7】 請求項1乃至請求項6のいずれかに記載の車兩檢知方法において、車兩檢知エリアへの車兩進入檢知に当たり、次の1乃至3の判別工程と、4乃至8のいずれか一又は二以上の判別工程と、9の判別工程を備えて、車兩移動に伴う磁氣レベルの変動と車兩移動以外の要因による磁氣レベルの変動とを判別したうえで、車兩檢知エリアにおける車兩の存否を檢知することを特徴とする車兩檢知方法。 1．車兩不存在時における車兩檢知エリア內で檢知する磁氣レベルの変動量が基準値を超えると、このときの変動を「判定用変動」として記憶して次の工程2へ進むと判斷する工程、 2．前記工程1の「判定用変動」後の磁氣レベルが所定時間継續して安定を保持するか否かを判斷する工程、 3．前記工程2で安定保持と判斷された場合には、この磁氣レベルを「判別用磁氣レベル」として記憶して次の工程へ進むと判斷し、非安定と判斷された場合は檢知狀態に戻ると判斷する工程、 4．車兩不存在時における地磁氣レベルの初期設定値と、前記工程3で記憶された「判別用磁氣レベル」とを比較し、この較差により車兩不存在と車兩存在の可能性ありの判別をする工程、 5．前記工程1の「判定用変動」後に檢知される磁氣レベルの最大値と基準値とを比較してこの較差により車兩不存在と車兩存在の可能性ありの判別をする工程、		

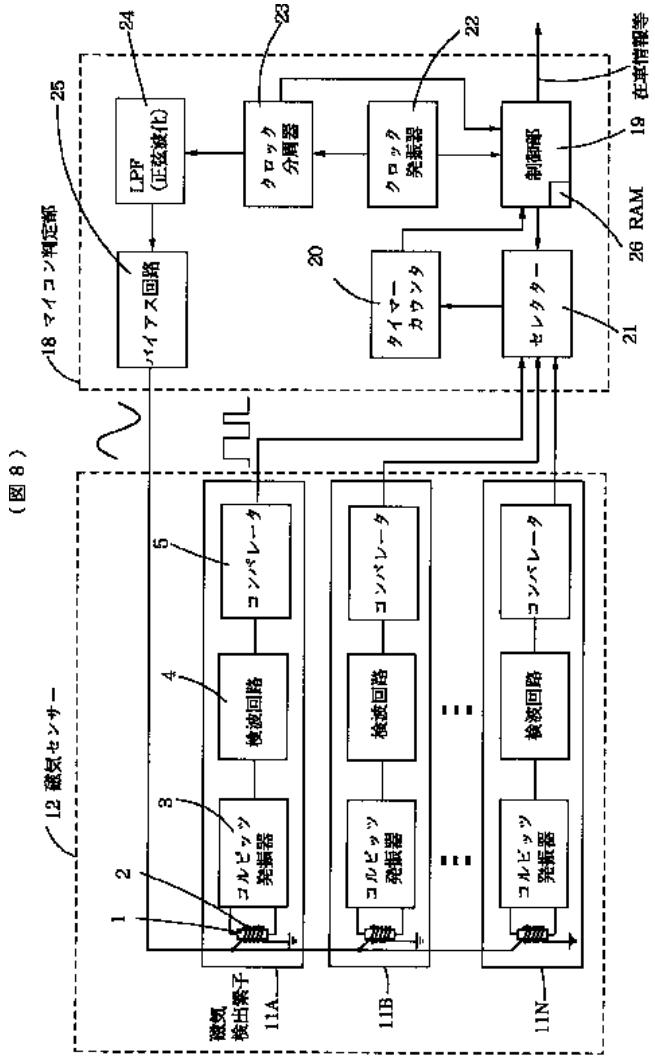
청구항	6. 前記工程１の「判定用変動」から前記工程３で磁氣レベルが安定保持したと判斷されるまでに要した時間と基準時間とを比較して、この較差により車兩不存在と車兩存在の可能性ありの判別をする工程、７. 前記工程３で記憶した「判別用磁氣レベル」と、それ以前に車兩不存在と判斷されて記憶された全ての履歴の「判別用磁氣レベル」とを比較し、これらの較差により車兩不存在と車兩存在の可能性ありの判別をする工程、 8. 前記工程１の「判定用変動」直前に檢知された車兩不存在時の磁氣レベルと、前記工程３で記憶した「判別用磁氣レベル」とを比較し、この較差により車兩不存在と車兩存在の可能性ありの判別をする工程、 9. 前記４乃至８のいずれか一又は二以上の判別工程による結果を基に車兩檢知エリアへの車兩進入と判斷する工程。 【請求項8】 請求項１乃至請求項７のいずれかに記載の車兩檢知方法において、車兩檢知エリアからの車兩退出檢知に当たり、次の１乃至３の判別工程と、４乃至８のいずれか一又は二以上の判別工程と、９の判別工程を備えて、車兩移動に伴う磁氣レベルの変動と車兩移動以外の要因による磁氣レベルの変動とを判別したうえで、車兩檢知エリアにおける車兩の存否を檢知することを特徴とする車兩檢知方法。 1. 車兩存在中の車兩檢知エリア内で檢知する磁氣レベルの変動量が基準値を超えると、このときの変動を「判定用変動」として記憶して次の工程２へ進むと判斷する工程、 2. 前記工程１の「判定用変動」後の磁氣レベルが所定時間継續して安定を保持するか否かを判斷する工程、 3. 前記工程２で安定保持と判斷された場合には、この磁氣レベルを「判別用磁氣レベル」として記憶して次の工程へ進むと判斷し、非安定と判斷された場合は檢知狀態に戻ると判斷する工程、 4. 車兩檢知エリアへの車兩不存在時における地磁氣レベルの初期設定値と、前記工程３で記憶した「判別用磁氣レベル」とを比較し、この較差により車兩檢知エリアの車兩不存在と車兩存在の可能性ありの判別をする工程、 5. 前記工程１の「判定用変動」直前に檢知された車兩存在時の磁氣レベルと、前記工程３で記憶した「判別用磁氣レベル」とを比較し、この較差により車兩不存在と車兩存在の可能性ありの判別をする工程、 6. 車兩進入檢知以降に生じた「判定用変動」後に安定判斷された「判別用磁氣レベル」について、前後の「判別用磁氣レベル」同士を比較した較差を「在車時変動量」とし、このうち最新の「在車時変動量」と、車兩進入を檢知した際の「判定用変動」により生じた磁氣レベルの変動量である「進入時初期変動量」とを比較し、その較差により車兩檢知エリアの車兩不存在と車兩存在の可能性ありの判別をする工程、 7. 前記工程６記載の「進入時初期変動量」と、前記工程６記載の各「在車時変動量」を總和した変動量とを比較し、その較差により車兩檢知エリアの車兩不存在と車兩存在の可能性ありの判別をする工程、 8. 車兩進入を檢知した際の「判定用変動」直前の車兩不存在時の磁氣レベルと前記工程３で記憶した「判別用磁氣レベル」との較差と、前記工程６記載の各「在車時変動量」のいずれか一又は二以上の組み合わせとをそれぞれ比較し、その較差により車兩檢知エリアの車兩不存在と車兩存在の可能性ありの判別をする工程、 9. 前記４乃至８のいずれか一又は二以上の判別工程による結果を基に車兩檢知エリアからの車兩退出と判斷する工程。 【請求項9】 請求項１乃至請求項８のいずれかに記載の車兩檢知方法において、停電發生又は通電復歸を檢知し、前記復歸後も停電前と同様に、車兩檢知エリアにおける車兩の存否を檢知することを特徴とする車兩檢知方法。 【請求項１０】 請求項９記載の車兩檢知方法において、通電復歸時の車兩檢知エリアにおける車兩の存否の判別檢知に当たり、次の１乃至３の判別工程と、４又は５のいずれか一方又は兩方の判別工程と、６の判別工程を備えて、車兩移動に伴う磁氣レベルの変動と車兩移動以外の要因による磁氣レベルの変動とを判別したうえで、車兩檢知エリアにおける車兩の存否を檢知することを特徴とする車兩檢知方法。 1. 停電直前の磁氣レベル及び、車兩の存在又は不存在狀態を記憶する工程、 2. 通電が復歸すると、通電復歸後の磁氣レベルが所定時間継續して安定を保持するか否かを判斷する工程、 3. 前記工程２で安定保持と判斷された場合には、この磁氣レベルを「判別用磁氣レベル」として記憶して次の工程へ進むものと判斷し、非安定と判斷された場合は檢知狀態に戻ると判斷する工程、

청구항	4．車両検知エリアへの車両不存在時における地磁氣レベルの初期設定値と、前記工程３で記憶した「判別用磁氣レベル」とを比較し、この較差により車両検知エリアの車両不存在と車両存在の可能性ありの判別をする工程、 5．停電直前の磁氣レベルと、前記工程３で記憶した「判別用磁氣レベル」とを比較し、この較差により前記工程１で記憶した停電前の車両検知エリアの車両の存在又は不存在狀態と判斷する工程、 6．前記４又は５のいずれか一方又は両方の判別工程による結果を基に車両検知エリアの車両存在と車両不存在の判別をする工程。 【請求項１１】 車両検知エリアにおける車両の存在を檢知すると車両の退出を規制し、精算が濟むとその規制を解除する車止め裝置に、電子コンパス、又は電子コンパスとそれで檢知された磁氣変化に基づいて車両の存否を判別する判別處理部が、內藏又は外付けされたことを特徵とする車両檢知ユニット。 【請求項１２】 車両検知エリア又はその近くに、車両検知エリアにおける車両存否に伴う磁氣変動を檢知する電子コンパスが單体で備えられたこと、又は請求項１１記載の車両検知ユニットが設置されたことを特徵とする車両檢知裝置。 【請求項１３】 請求項１２記載の車両検知裝置において、車両移動に伴う磁氣レベルの変動と車両移動以外の要因による磁氣レベルの変動とを判別したうえで、車両検知エリアにおける車両の存否を檢知する機能を備えたことを特徵とする車両檢知裝置。 【請求項１４】 請求項１２又は請求項１３記載の車両検知裝置において、判別處理部が、車両検知エリアに設置された２以上の電子コンパスが檢知した車両存否に伴う磁氣変動を集約し、一括して判別處理可能なものであることを特徵とする車両檢知裝置。 【請求項１５】 請求項１２又は請求項１３記載の車両検知裝置において、車両検知エリアに設置された２以上の電子コンパスで檢知された車両存否に伴う磁氣変動を個別に判別處理する判別處理部が電子コンパスごとに設けられ、それら判別處理部で處理された判別結果を集約する中継裝置を備え、その中継裝置は前記判別結果に応じて制御する端末機器に前記集約したデータを伝送するものであることを特徵とする車両檢知裝置。 【請求項１６】 請求項１２乃至請求項１５のいずれかに記載の車両検知裝置において、電子コンパス又はその設置環境溫度を自動檢知する溫度センサーを備え、その溫度センサーで檢知した溫度が電子コンパスの安定動作許容溫度の範囲外にある場合は電子コンパスの設置環境溫度が前記許容溫度となるように、電子コンパス又はその設置環境溫度を溫度調整できる溫度調整機器を備えたことを特徵とする車両檢知裝置。 【請求項１７】 請求項１２乃至請求項１６のいずれかに記載の車両検知裝置において、車両検知エリアへの車両進入檢知に当たり、次の１乃至３の判別工程を行う機能と、４乃至８のいずれか一又は二以上の判別工程を行う機能と、９の判別工程を行う機能を備えて、車両移動に伴う磁氣レベルの変動と車両移動以外の要因による磁氣レベルの変動とを判別したうえで、車両検知エリアにおける車両の存否を檢知することを特徵とする車両檢知裝置。 １．車両不存在時における車両検知エリア內で檢知する磁氣レベルの変動量が基準値を超えると、このときの変動を「判定用変動」として記憶して次の工程２へ進むと判斷する工程、 ２．前記工程１の「判定用変動」後の磁氣レベルが所定時間継續して安定を保持するか否かを判斷する工程、 ３．前記工程２で安定保持と判斷された場合には、この磁氣レベルを「判別用磁氣レベル」として記憶して次の工程へ進むと判斷し、非安定と判斷された場合は檢知狀態に戻ると判斷する工程、 ４．車両不存在時における地磁氣レベルの初期設定値と、前記工程３で記憶された「判別用磁氣レベル」とを比較し、この較差により車両検知エリアの車両不存在と車両存在の可能性ありの判別をする工程、 ５．前記工程１の「判定用変動」後に檢知される磁氣レベルの最大値と基準値とを比較してこの較差により車両検知エリアの車両不存在と車両存在の可能性ありの判別をする工程、

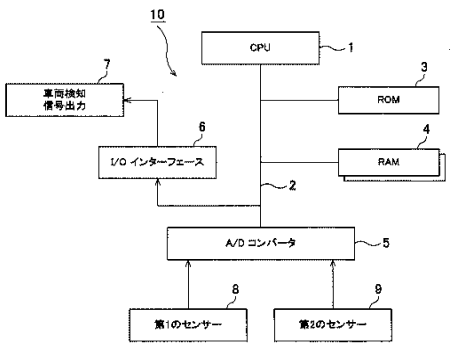
청구항	6．前記工程１の「判定用変動」から前記工程３で磁氣レベルが安定保持したと判斷されるまでに要した時間と基準時間とを比較して、この較差により車兩檢知エリアの車兩不存在と車兩存在の可能性ありの判別をする工程、 7．前記工程３で記憶した「判別用磁氣レベル」と、それ以前に車兩不存在と判斷されて記憶された全ての履歷の「判別用磁氣レベル」とを比較し、これらの較差により車兩檢知エリアの車兩不存在と車兩存在の可能性ありの判別をする工程、 8．前記工程１の「判定用変動」直前に檢知された車兩不存在時の磁氣レベルと、前記工程３で記憶した「判別用磁氣レベル」とを比較し、この較差により車兩不存在と車兩存在の可能性ありの判別をする工程、 9．前記４乃至８のいずれか一又は二以上の判別工程による結果を基に車兩檢知エリアへの車兩進入と判斷する工程。 【請求項１８】 請求項１２乃至請求項１７のいずれかに記載の車兩檢知裝置において、車兩檢知エリアからの車兩退出檢知に当たり、次の１乃至３の判別工程を行う機能と、４乃至８のいずれか一又は二以上の判別工程を行う機能と、９の判別工程を行う機能を備えて、車兩移動に伴う磁氣レベルの変動と車兩移動以外の要因による磁氣レベルの変動とを判別したうえで、車兩檢知エリアにおける車兩の存否を檢知することを特徵とする車兩檢知裝置。 1．車兩存在中の車兩檢知エリア內で檢知する磁氣レベルの変動量が基準値を超えると、このときの変動を「判定用変動」として記憶して次の工程２へ進むと判斷する工程、 2．前記工程１の「判定用変動」後の磁氣レベルが所定時間継續して安定を保持するか否かを判斷する工程、 3．前記工程２で安定保持と判斷された場合には、この磁氣レベルを「判別用磁氣レベル」として記憶して次の工程へ進むと判斷し、非安定と判斷された場合は檢知狀態に戻ると判斷する工程、 4．車兩不存在時における磁氣レベルの初期設定値と、前記工程３で記憶した「判別用磁氣レベル」とを比較し、この較差により車兩檢知エリアの車兩不存在と車兩存在の可能性ありの判別をする工程、 5．前記工程１の「判定用変動」直前に檢知された車兩存在時の磁氣レベルと、前記工程３で記憶した「判別用磁氣レベル」とを比較し、この較差により車兩檢知エリアの車兩不存在と車兩存在の可能性ありの判別をする工程、 6．車兩進入檢知以降に生じた「判定用変動」後に安定判斷された「判別用磁氣レベル」について、前後の「判別用磁氣レベル」同士を比較した較差を「在車時変動量」とし、このうち最新の「在車時変動量」と、車兩進入を檢知した際の「判定用変動」により生じた磁氣レベルの変動量である「進入時初期変動量」とを比較し、その較差により車兩檢知エリアの車兩不存在と車兩存在の可能性ありの判別をする工程、 7．前記工程６記載の「進入時初期変動量」と、前記工程６記載の各「在車時変動量」を總和した変動量とを比較し、その較差により車兩檢知エリアの車兩不存在と車兩存在の可能性ありの判別をする工程、 8．車兩進入を檢知した際の「判定用変動」直前の車兩不存在時の磁氣レベルと前記工程３で記憶した「判別用磁氣レベル」との較差と、前記工程６記載の各「在車時変動量」のいずれか一又は二以上の組み合わせとをそれぞれ比較し、その較差により車兩檢知エリアの車兩不存在と車兩存在の可能性ありの判別をする工程、 9．前記４乃至８のいずれか一又は二以上の判別工程による結果を基に車兩檢知エリアからの車兩退出と判斷する工程。 【請求項１９】 請求項１２乃至請求項１８のいずれかに記載の車兩檢知裝置において、停電發生又は通電復歸を檢知する停電檢知器を備え、通電復歸を檢知すると停電發生前と同様に車兩檢知エリアにおける車兩の存否を檢知する機器を備えたことを特徵とする車兩檢知裝置。 【請求項２０】 請求項１９記載の車兩檢知裝置において、通電復歸時の車兩檢知エリアにおける車兩の存否の判別檢知に当たり、次の１乃至３の判別工程と、４又は５のいずれか一方又は兩方の判別工程と、６の判別工程を備えて、を備え、車兩移動に伴う磁氣レベルの変動と車兩移動以外の要因による磁氣レベルの変動とを判別したうえで、車兩檢知エリアにおける車兩の存否を檢知することを特徵とする車兩檢知裝置。

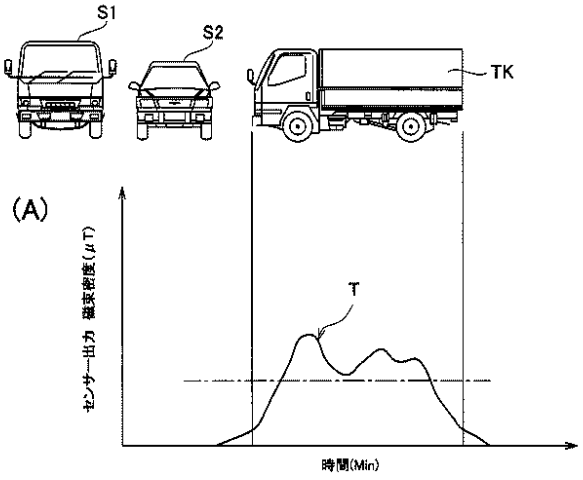
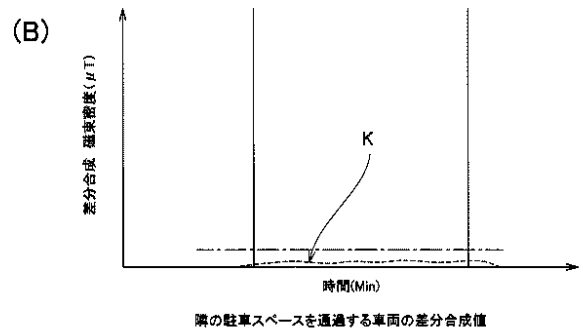
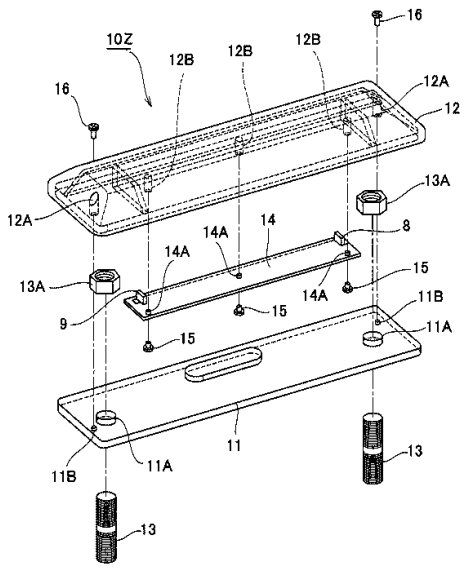
청구항	1．停電直前の磁氣レベル及び、車兩の存在又は不存在狀態を記憶する工程、 2．通電が復歸すると、通電復歸後の磁氣レベルが所定時間繼續して安定を保持するか否かを判斷する工程、 3．前記工程２で安定保持と判斷された場合には、この磁氣レベルを「判別用磁氣レベル」として記憶して次の工程へ進むと判斷し、非安定と判斷された場合は檢知狀態に戻ると判斷する工程、 4．車兩不存在時における地磁氣レベルの初期設定値と、前記工程３で記憶した「判別用磁氣レベル」とを比較し、この較差により車兩檢知エリアの車兩不存在と車兩存在の可能性ありの判別をする工程、 5．停電直前の磁氣レベルと、前記工程３で記憶した「判別用磁氣レベル」とを比較し、この較差により前記工程１で記憶した停電前の車兩檢知エリアの車兩の存在又は不存在狀態と判斷する工程、 6．前記４又は５のいずれか一方又は兩方の判別工程による結果を基に車兩檢知エリアの車兩存在と車兩不存在の判別をする工程。
대표도면	
분석결과 종합	•

순서	44	발명의 명칭	車兩檢知方法、車兩檢知裝置、及び車兩檢知システム
출원인	キヤノン電子株式會社	특허번호	特願平８－４３９３３
출원일	1996. 3. 1.	법적상태	공개( ), 등록(o), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 【請求項１】 車両から発生する磁界を磁気センサーにより検出して車両を磁気的に検知する車両検知方法において、車両の通過幅内の地面もしくは地中に、地面に垂直な方向に磁界検出感度を持つ磁気検出素子を車両長手方向に沿って複数個並べた磁気センサーを設置し、前記複数個の磁気検出素子のそれぞれにより外部磁界強度を検出して車両の無い状態を基準としての外部磁界強度変化を計測し、該計測結果の複数の計測値の絶対値の総和が所定の結合しきい値Ｓを越えるか否かの判定により車両の検知を行うことを特徴とする車両検知方法。 【請求項２】 前記結合しきい値Ｓは、磁氣検出素子１個の場合のしきい値ｓと、前記總和を求めるために加算した前記計測値の加算數ｎの平方根とを掛けた積の値に設定することを特徴とする請求項１に記載の車兩檢知方法。 【請求項３】 前記外部磁界強度変化の計測結果の複數の計測値の絶對値を大きい順に並べ、｜ΔＨ（ｋ）｜（ｋ＝１，２，…の序數）とし、この値と、磁氣檢出素子１個の場合のしきい値ｓと、前記加算數ｎの平方根とを以下の數式においてｋ＝１から順次代入して上記數式が滿足されるか否か比較し、上記數式が滿足された時点で車兩を檢知したと判定することを特徴とする請求項２に記載の車兩檢知方法。 $$\sum_{k=1}^{n} |\Delta H\ (k)| \geqq s \times \sqrt{n}$$ （但し $|\Delta H\ (k)| \geqq |\Delta H\ (k+1)|$ ， $k = 1, 2, 3 \cdots n-1$ ） 【請求項４】 前記磁氣檢出素子１個の場合のしきい値ｓを０．０５～０．１ガウスの範囲に設定することを特徴とする請求項２または３に記載の車兩檢知方法。 【請求項５】 車両から發生する磁界を磁氣センサーにより檢出して車両を磁氣的に檢知する車兩檢知裝置であって、地面に垂直な方向に磁界檢出感度を持ち、車兩の通過幅內の地面もしくは地中に車兩長手方向に沿って並ぶように配置される複數個の磁氣檢出素子からなる磁氣センサーと、前記複數個の磁氣檢出素子のそれぞれにより檢出される外部磁界强度に基づいて、各磁氣檢出素子に對する車兩の無い狀態を基準としての外部磁界强度変化のそれぞれを計測する計測手段と、該計測手段により計測された外部磁界强度変化の計測値のそれぞれの絶對値の總和が所定の結合しきい値Ｓを越えるか否かにより車兩檢知の判定を行なう判定手段とを有することを特徴とする車兩檢知裝置。 【請求項６】 前記計測手段は、車兩の無い狀態で前記複數個の磁氣檢出素子により檢出された外部磁界强度の値を基準となる初期値として記憶する記憶手段を有し、該記憶手段に記憶した初期値を基準として前記外部磁界强度変化の計測を行なうことを特徴とする請求項５に記載の車兩檢知裝置。 【請求項７】 前記磁氣檢出素子は、コイルを付設した磁氣インピーダンス素子を組み込んだコルピッツ發振器と、該發振器の出力を檢波する檢波回路と、該檢波回路の出力を所定の比較電壓と比較するコンパレータから構成され、前記コイルにより前記磁氣インピーダンス素子に交流バイアス磁界をかけて外部磁界强度を檢出することにより、前記コンパレータの出力に外部磁界强度に応じてパルス幅が異なる２種類のパルスが交互に現れるパルス幅変調出力が得られるようにし、前記計測手段は前記２種類のパルスのパルス幅の差のデータを外部磁界强度データとして求め、該データに基づいて前記車兩の無い狀態を基準としての外部磁界强度変化を計測することを特徴とする請求項５または６に記載の車兩檢知裝置。 【請求項８】 請求項５から７までのいずれか１項に記載の車兩檢知裝置を用いて車兩檢知を行なう車兩檢知システムであって、前記車兩檢知裝置の判定手段による車兩檢知の判定結果に基づいて、車兩が磁氣センサー上に進入したか否か、磁氣センサー上で停車したか否か、及び磁氣センサー上から退出したか否か判定する判定手段と、該判定手段の判定結果に基づいて、車兩が磁氣センサー上で停車している旨の在車情報、及び車兩が磁氣センサー上から退出した旨の退車情報を出力する出力手段を有し、前記在車情報と退車情報の出力により駐車車兩の管理を行なえるようにしたことを特徴とする車兩檢知システム。			

대표도면	 (図 8) 12 磁気センサー 18 マイコン判定部 磁気検出素子 11A 11B 11N コルピッツ発振器 検波回路 コンパレータ バイアス回路 LPF(正弦波化) クロック分周器 クロック発振器 制御部 タイマーカウンタ セレクター RAM 在車情報等
분석결과 종합	•

순서	45	발명의 명칭	車兩檢知方法及びその裝置
출원인	アマノ株式會社	특허번호	特願2004-358167(P2004-358167)
출원일	2004. 12. 10.	법적상태	공개( ), 등록(o), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 【請求項1】 駐車場等の駐車スペースにおいて、地磁氣の変化から車両の存在を検知する車両検知方法であって、 車両の長手方向に磁界検出感度を持つX軸磁氣検出素子と、地面に對して垂直な方向に磁界検出感度を持つZ軸磁氣検出素子とを夫々備え、且つ、車両の長手方向或いは車幅の方向、又は、地面に對して垂直な方向に間隔をあけて設置された複數の磁氣センサーにより、車両の長手方向の磁氣出力と地面に對して垂直方向の磁氣出力を夫々検出して、これ等検出された車両の長手方向と地面に對して垂直方向の各磁氣出力の差分を合成すると共に、車両が無い狀態を基準にして、これ等合成された各磁氣出力の差分合成値が所定のしきい値を超えているか否かにより、車両の有無を検出することを特徴とする車両検知方法。 【請求項2】 前記各磁氣センサーの各X軸磁氣検出素子と各Z軸磁氣検出素子によって検出された磁氣出力を合成する一方、各磁氣センサーの上記各磁氣検出素子によって検出された各磁氣出力の差分を合成して、車両が無い狀態を基準にして、上記磁氣出力の合成値がしきい値を超えるか否か、及び、上記磁氣出力の差分合成値が所定のしきい値を超えているか否かの組合せにより、車両の有無を検出することを特徴とする請求項1に記載の車両検知方法。 【請求項3】 前記各磁氣センサーには、前記X軸磁氣検出素子とZ軸磁氣検出素子に加えて、車両の車幅方向に磁界検出感度を持つY軸磁氣検出素子が具備されていて、これ等各磁氣センサーの各磁氣検出素子が検出した各磁氣出力の差分を合成すると共に、車両の無い狀態を基準にして、これ等差分の合成値が所定のしきい値を超えているか否かにより、車両の有無を検出することを特徴とする請求項1に記載の車両検知方法。 【請求項4】 前記車両の長手方向に磁界検出感度を持つX軸磁氣検出素子と、前記地面に對して垂直な方向に磁界検出感度を持つZ軸磁氣検出素子と、前記車両の車幅方向に磁界検出感度を持つY軸磁氣検出素子とによって検出された各磁氣出力を合成する一方、これ等各磁氣検出素子が検出した各磁氣出力の差分を合成して、車両の無い狀態を基準にして、上記各磁氣出力の合成値が所定のしきい値を超えるか否か、及び、上記差分の合成値が所定のしきい値を超えているか否かの組合せにより、車両の有無を検出することを特徴とする請求項1、2又は3に記載の車両検知方法。 【請求項5】 前記各磁氣センサーの各磁氣検出素子による検知の結果、各磁氣センサーの各磁氣検出素子による磁氣出力の合成値と、各磁氣出力の差分合成値のいずれか一方、又は、双方が所定のしきい値を超えていれば、車両有りと判定することを特徴とする請求項2又は4に記載の車両検知方法。 【請求項6】 駐車場等の駐車スペースに設置して、地磁氣の変化から車両の存在を検知するように構成した車両検知裝置であって、 車両の長手方向に磁界検出感度を持つX軸磁氣検出素子と、地面に對して垂直な方向に磁界検出感度を持つZ軸磁氣検出素子とを夫々備える複數の磁氣センサーを、上記の駐車スペース上に車両の長手方向或いは車幅方向、又は、地面に對して垂直な方向にある程度の間隔を保って並設する一方、 これ等各磁氣センサーの各磁氣検出素子によって検出された磁氣出力を授受する制御部には、 上記各磁氣センサーの各X軸磁氣検出素子と各Z軸磁氣検出素子が検出した車両長手方向の磁氣出力の差分と、地面に對して垂直方向の磁氣出力の差分を合成する2軸磁氣出力差分合成手段と、 車両が無い狀態を基準にして、2軸磁氣出力差分合成手段によって合成された差分合成値が所定のしきい値を超えているか否かにより、車両の有無を検出する車両有無判定手段と、を設けたことを特徴とする車両検知裝置。		

청구항	【請求項７】 前記の制御部に、 前記各磁氣センサーの各Ｘ軸磁氣検出素子と各Ｚ軸磁氣検出素子が検出した車両の長手方向及び地面に對して垂直方向の各磁氣出力を合成する２軸磁氣出力合成手段と、 車両が無い状態を基準にして、上記２軸磁氣出力合成手段によって合成された磁氣出力の合成値が所定のしきい値を超えているか否か、及び、前記２軸磁氣出力差分合成手段によって合成された差分合成地が所定のしきい値を超えているか否かの組合せにより、車両の有無を検出する車両有無判定手段と、を具備せしめたことを特徴とする請求項６に記載の車両検知装置。 【請求項８】 前記各磁氣センサーに、前記Ｘ軸磁氣検出素子とＺ軸磁氣検出素子と、車幅方向に磁界検出感度を持つＹ軸磁氣検出素子とを設けると共に、これ等の各磁氣センサーを、前記駐車スペース上に車両の長手方向或いは車幅方向、又は、地面に對して垂直な方向にある程度の間隔を保って並設する一方、 前記制御部には、 上記各磁氣センサーの各Ｙ軸磁氣検出素子が検出した車両の車幅方向の磁氣出力の差分と、上記各Ｘ軸磁氣検出素子とＺ軸磁氣検出素子が検出した、車両長手方向と地面に對し垂直方向の各磁氣出力の差分を合成する３軸磁氣出力差分合成手段と、 車両が無い状態を基準にして、上記３軸磁氣出力差分合成手段によって合成された上記各磁氣検出素子による各磁氣出力の差分合成値が、所定のしきい値を超えているか否かにより、車両の有無を検出する車両有無判定手段と、を具備せしめたことを特徴とする請求項６又は７に記載の車両検知装置。 【請求項９】 前記制御部に、 前記Ｘ軸とＹ軸とＺ軸の各磁氣検出素子によって検出された各磁氣出力を合成する３軸磁氣出力合成手段と、 車両が無い状態を基準にして、上記３軸磁氣出力合成手段によって合成された各磁氣出力の合成値が所定のしきい値を超えるか否か、及び、前記３軸磁氣出力差分合成手段によって合成された各磁氣出力の差分合成値が所定のしきい値を超えるか否かの組合せにより、車両の有無を検出する車両有無判定手段と、を具備せしめたことを特徴とする請求項６、７又は８に記載の車両検知装置。 【請求項１０】 前記制御部に設けた車両有無判定手段に、前記各磁氣検出素子による車両検知の結果、各磁氣出力の合成値と、各磁氣出力の差分合成値のいずれか一方、又は、双方が所定のしきい値を超えていれば、車両有りと判定する車両有無判定機能を具備せしめたことを特徴とする請求項７又は９に記載の車両検知装置。 【請求項１１】 前記制御部と各磁氣検出素子を含む各磁氣センサーの全体を、車両が乘っても破損しない頑强なケース体内に收めて、駐車スペース上に設置するように構成したことを特徴とする請求項６、７、８、９又は１０に記載の車両検知装置。
대표도면	

대표도면	 隣の駐車スペースを通過する車両のセンサー合成出力  隣の駐車スペースを通過する車両の差分合成値 
분석결과 종합	•

순서	46	발명의 명칭	車両検知装置及び車両検知方法
출원인	三菱プレシジョン株式會社	특허번호	特願2016-9579(P2016-9579)
출원일	2016. 1. 21.	법적상태	공개( ), 등록(o), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		

청구항

• 【請求項１】

駐車場の車室毎に割り当てられた固有の識別ＩＤを定期的に發信し、当該車室に駐車した車両が電磁遮蔽の効果により電波伝播を低減するように配置される無線タグと、

電波到達内に設置する無線アンテナ及び前記無線アンテナに接續する識別ＩＤ受信器と、

を備え、

前記識別ＩＤ受信器において、特定の識別ＩＤが所定時間を超えて受信できないこと、または特定の識別ＩＤの受信電波强度が所定値より低い状態が所定時間を超えて續くこと、を調べて、当該識別ＩＤに對応する車室に車両が駐車していると判定する、

ことを特徴とする車両検知装置。

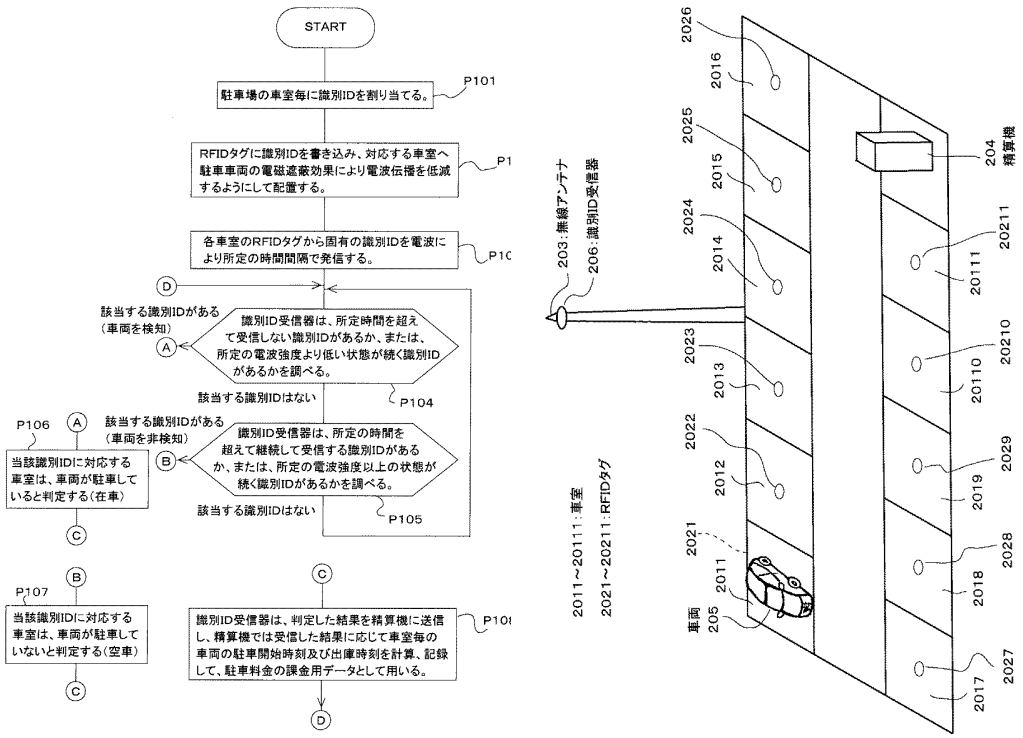
【請求項２】

駐車場の車室毎に固有の識別ＩＤを割り当て、無線タグが、当該車室に駐車した車両の電磁遮蔽の効果により電波伝播を低減するように配置され、前記識別ＩＤを車室から電波により所定間隔で發信し、

識別ＩＤ受信器が、電波到達内で、電波により發信された識別ＩＤを受信し、特定の識別ＩＤが所定時間を超えて受信できないこと、または特定の識別ＩＤの受信電波强度が所定値より低い状態が所定時間を超えて續くこと、を調べて、当該識別ＩＤに對応する車室に車両が駐車していると判定する、

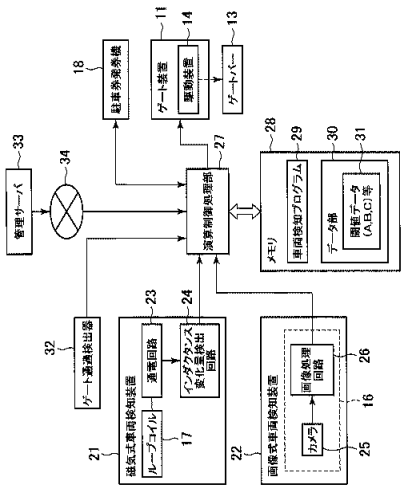
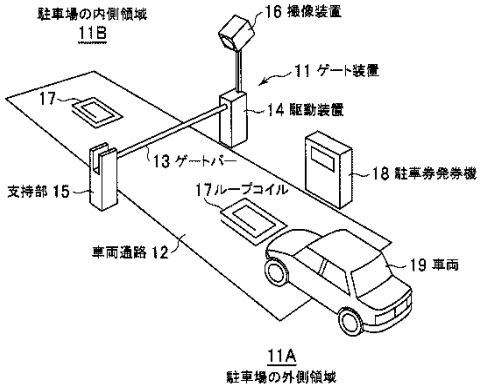
ことを特徴とする車両検知方法。

대표도면

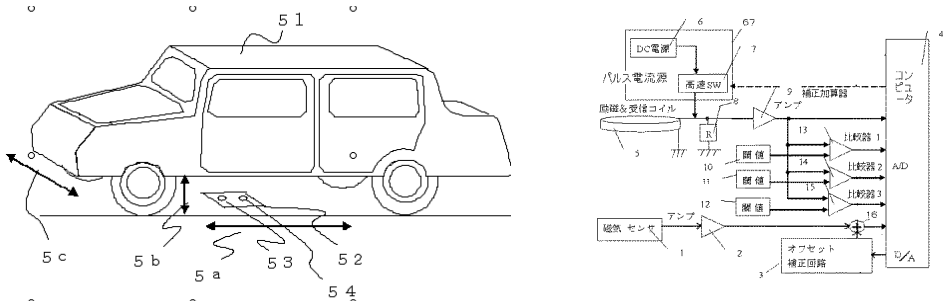


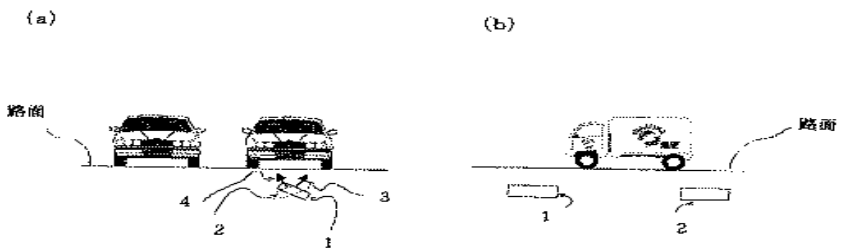
분석결과 종합

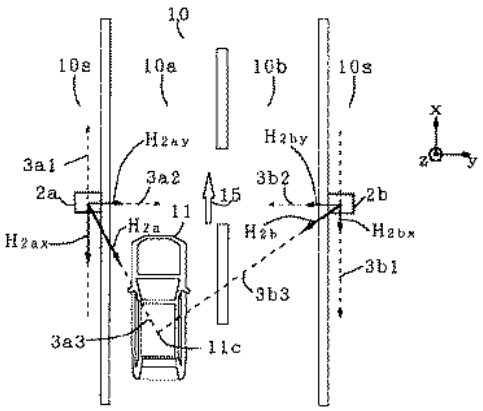
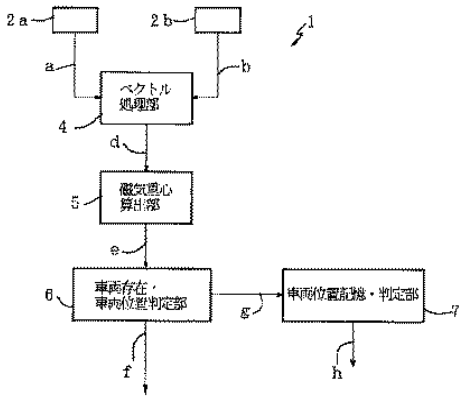
•

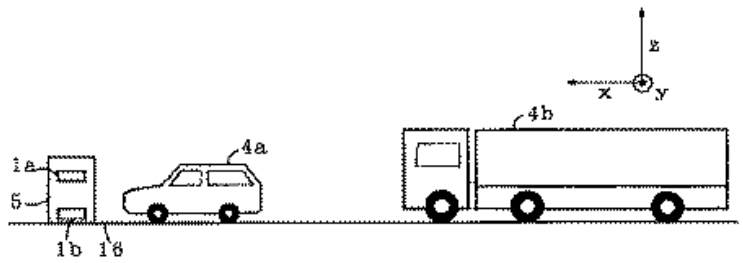
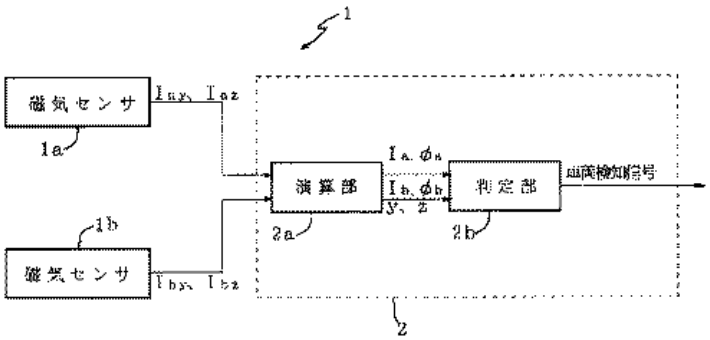
순서	47	발명의 명칭	車両検知システム
출원인	日本信号株式會社	특허번호	特願2011-277216(P2011-277216)
출원일	2011. 12. 19.	법적상태	공개( ), 등록(o), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 【請求項1】 磁氣式車両検知装置と撮像装置を利用した畫像式車両検知装置とを備え、 前記磁氣式車両検知装置と前記畫像式車両検知装置のうちいずれか一方を検知動作が優先される上位の検知装置として構成し、残りの他方をその後に検知動作を行う下位の検知装置として構成し、 前記上位の検知装置の検知構成を、數値が高い第１の検出用閾値が設定された上段の検知構成と、數値が低い第２の検出用閾値が設定された下段の検知構成から成る２段階検知構成とし、 前記下位の検知装置では、前記上位の検知装置の前記下段の検知構成での前記第２検出用閾値での検出不備を補うように第３の検出用閾値が設定される、 ことを特徴とする車両検知システム。 【請求項2】 前記磁氣式車両検知装置はループコイルを利用した磁氣式車両検知装置であることを特徴とする請求項１記載の車両検知システム。 【請求項3】 前記第１の検出用閾値は車両の誤検出を低減するために設定された數値であり、前記第２の検出用閾値を車両の未検出を低減するために設定された數値であることを特徴とする請求項１または２記載の車両検知システム。 【請求項4】 前記磁氣式車両検知装置での前記検出用閾値はインダクタンス変化量に係る數値であり、前記畫像式車両検知装置での前記検出用閾値は畫像認識による車両存在可能性を決める數値であることを特徴とする請求項２記載の車両検知システム。 【請求項5】 前記磁氣式車両検知装置と前記畫像式車両検知装置は通信回線を介して管理サーバと接續され、前記管理サーバは前記磁氣式車両検知装置の前記検出用閾値と前記畫像式車両検知装置の前記検出用閾値の各數値を任意に変更可能に構成されたことを特徴とする請求項１～４のいずれか１項に記載の車両検知システム。 【請求項6】 前記磁氣式車両検知装置と前記畫像式車両検知は駐車場の出入り口に設置されたゲート装置に付設されることを特徴とする請求項１～５のいずれか１項に記載の車両検知システム。			
대표도면	  			
분석결과 종합	•			

최종 보고서

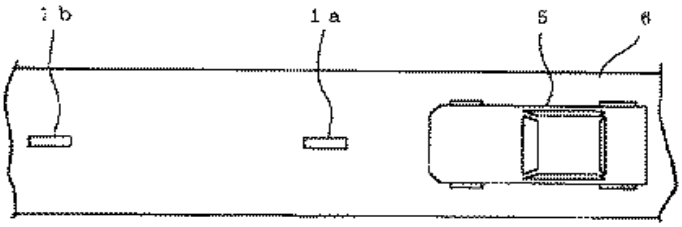
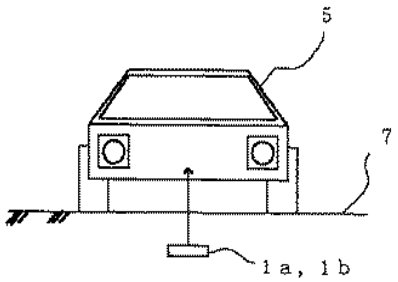
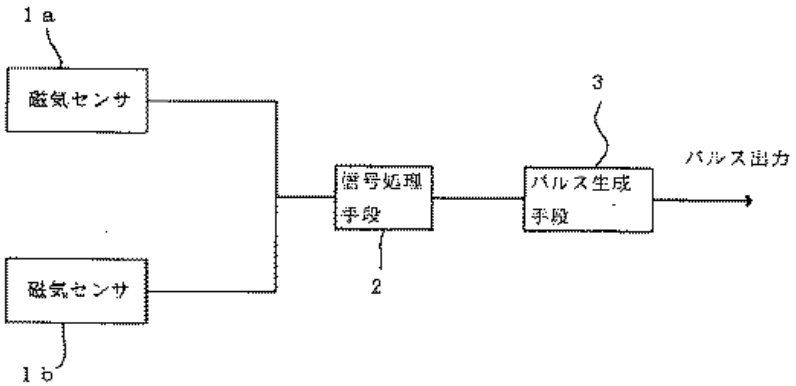
순서	48	발명의 명칭	車兩檢知センサ
출원인	株式會社システック	특허번호	特願2007-213776(P2007-213776)
출원일	2007. 8. 20.	법적상태	공개( ), 등록(o), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	•【請求項１】 車兩の移動を檢出する車兩移動檢出部と車兩の存在を檢知する車兩存在檢出部とコンピュータを有し、 前記車兩移動檢出部は、前記車兩移動による地磁氣の歪み、または着磁した前記車兩による磁氣変化を讀み取る磁氣センサと、前記磁氣センサの出力電壓を增幅する增幅器と、オフセット補正回路とを有し、前記オフセット補正回路は、前記車兩が存在しないときの前記增幅器の第１の出力電壓を受けて、前記コンピュータへ入力する入力電壓を前記コンピュータが前記車兩が存在しないと判斷する基準となる中心電壓に調整する補正値を出力し、前記車兩が移動してきて存在するときには、前記第１の出力電壓の変化分に応じた値が前記中心電壓に加わるものであり、 前記車兩存在檢出部は、前記車兩の存在を檢知するためのパルス磁界を發生し、前記車兩の存在により変化を受け戻ってきた前記パルス磁界を感知するための勵磁コイルと、前記コンピュータからの指令で前記勵磁コイルにパルス電流を供給するパルス電流源と、前記勵磁コイルに接續され前記勵磁コイルが感知して發生した第２の出力電壓を減衰させるための抵抗と、前記第２の出力電壓を增幅する第２の增幅器と、前記第２の增幅器の出力する電壓の大小を比較するための閾値を持った比較器とを有し、 前記コンピュータは、前記車兩移動檢出部からの出力を受けて前記車兩の移動を判斷し、前記パルス電流源を驅動する前記指令を出力し、前記比較器の出力を受けて前記第２の出力電壓の減衰狀態の時間変化から前記車兩の存在を判斷するものであり、 前記車兩移動檢出部により前記車兩の移動を檢知した場合に、前記コンピュータが前記車兩存在檢出部を驅動して、前記車兩の存在を檢知することを特徵とする車兩檢知センサ。 【請求項２】 前記車兩移動檢出部により前記車兩の移動を檢知することにおいて、前記磁氣センサの感知した磁氣の時間的変化速度から前記車兩の移動を判定することを特徵とする請求項１記載の車兩檢知センサ。 【請求項３】 互いに異なる前記閾値を持った前記比較器を複數個持ち、前記第２の出力電壓の各閾値における前記車兩が存在しない場合と現在の測定の場合の時間差から被測定對象物が車兩か否かを判定することを特徵とする請求項１又は請求項２記載の車兩檢知センサ。 【請求項４】 前記閾値を持った前記比較器の個數は３個以上にすることで、前記閾値電壓になる時間を３点以上測定し、前記時間差を計算し、各々の前記時間差の比率変化から被測定對象物が車兩か否かを判定することを特徵とする請求項３記載の車兩檢知センサ。 【請求項５】 前記車兩存在檢出部の出力により前記コンピュータが被測定對象物が車兩であるか否かを判定することにおいて、前記車兩移動檢出部の出力の大きさにより鐵材を多く含む車兩か、非磁性材を多く含む非車兩であるかを判定することを特徵とする請求項１から請求項４のいずれか１つに記載の車兩檢知センサ。		
대표도면			
분석결과 종합	고서•		

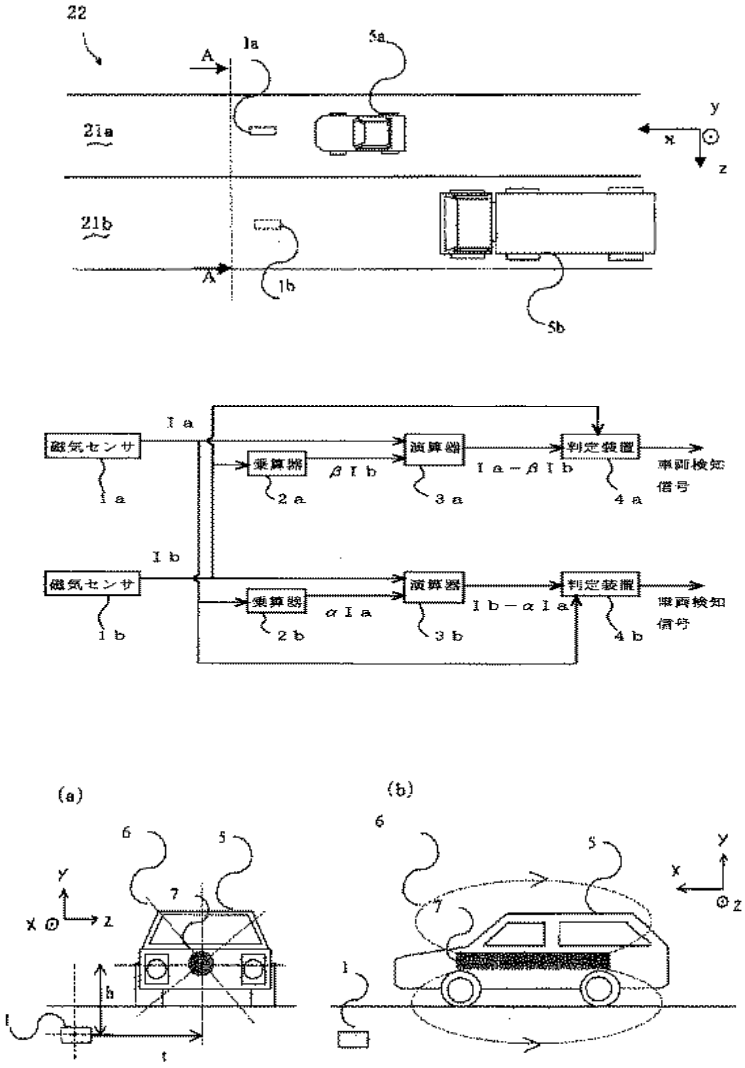
순서	49	발명의 명칭	車兩檢知裝置
출원인	日立電線株式會社 トヨタ自動車株式會社	특허번호	特願2004-57576(P2004-57576)
출원일	2004. 3. 2.	법적상태	공개( ), 등록(o), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 【請求項１】 道路上を通過する車兩による磁場を向きの異なる複數軸で計測する磁氣センサと、これらの計測値の時系列を波形データとして記憶するメモリ裝置と、各計測軸の波形データから評価要素として、パルス長Ｔｉ、絶對値積分値Ｓｉ、積分値Ａｉ、形狀因子Ｐｉ（ｉは計測軸番号）をそれぞれ計算する計算手段と、これらの評価要素に基づいて車兩が通過したこと及び車兩が通過した車線を判定する判定手段とを備えたことを特徵とする車兩檢知裝置。 【請求項２】 前記判定手段は、任意の１つの計測軸（ｉ＝１とする）に關する評価要素から２つの第一評価量Ｓ１／Ｔ１及びＡ１／Ｓ１を計算し、これら２つの第一評価量の組み合わせにより波形データを分類し、この分類により車線の判定を行うことを特徵とする請求項１記載の車兩檢知裝置。 【請求項３】 前記判定手段は、前記２つの第一評価量間の相關マップを予め有し、この相關マップを用いて前記分類を行うことを特徵とする請求項２記載の車兩檢知裝置。 【請求項４】 前記判定手段は、任意の２つの計測軸（ｉ＝１，２とする）に關する評価要素から２つの第二評価量Ｐ２／（Ｓ２Ｔ２）及び（Ｓ１－Ｓ２）／（Ｓ１＋Ｓ２）を計算し、この第二評価量により判定を行うことを特徵とする請求項２又は３記載の車兩檢知裝置。 【請求項５】 前記判定手段は、前記分類毎の前記２つの第二評価量間の相關マップを予め有し、前記分類に応じた相關マップを用いて判定を行うことを特徵とする請求項４記載の車兩檢知裝置。 【請求項６】 前記磁氣センサとして２軸或いは３軸の檢出軸を有する磁氣センサを１箇所に設置し、各檢出軸の出力値に回轉演算を施すことにより、所望の計測軸の磁場を求めることを特徵とする請求項１～５いずれか記載の車兩檢知裝置。		
대표도면			
분석결과 종합	•		

순서	50	발명의 명칭	通過車兩檢知裝置
출원인	日立電線株式會社 トヨタ自動車株式會社	특허번호	特願2004-12016(P2004-12016)
출원일	2004. 1. 20.	법적상태	공개( ), 등록(o), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 【請求項１】 道路兩側の路側に、道路幅方向と車兩進行方向の少なくとも２つの檢知軸を備えた磁氣センサを設置し、該磁氣センサにより道路上を車兩が通過することによって変動する磁氣ベクトルを檢出すると共に、上記磁氣ベクトルの經時変化から車兩の通過位置と停止狀況を求めることを特徵とする通過車兩檢知裝置。 【請求項２】 上記磁氣ベクトルから磁氣重心を求め、その磁氣重心から車兩の通過位置を求める請求項１記載の通過車兩檢知裝置。 【請求項３】 上記磁氣ベクトルの大きさ及び方向の經時変化により、車兩の通過位置と進行方向を特定する請求項１または２記載の通過車兩檢知裝置。 【請求項４】 上記磁氣センサで檢出した磁氣ベクトルを記憶し、その記憶した過去の磁氣ベクトルと現在の磁氣ベクトルの經時変化から車兩速度、停止狀況を求める請求項１～３いずれか記載の通過車兩檢知裝置。		
대표도면		
분석결과 종합	•		

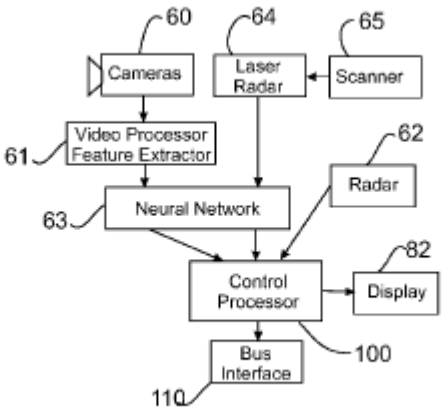
순서	51	발명의 명칭	路側車兩檢知裝置
출원인	日立電線株式會社 トヨタ自動車株式會社	특허번호	特願2004-12015(P2004-12015)
출원일	2004. 1. 20.	법적상태	공개( ), 등록(o), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 【請求項１】 通行する車兩による磁氣の変化を計測する車兩檢知裝置において、路側あるいはトンネル內壁など道路近傍に異なる高さに設置されると共に、それぞれが少なくとも２つの感度軸で磁氣强度を檢出する磁氣センサと、その異なる高さに設置された上記磁氣センサで檢出された磁氣强度が入力され上記磁氣强度から車兩の走行位置を求める演算器を備えたことを特徵とする路側車兩檢知裝置。 【請求項２】 上記演算器は、上記磁氣センサで檢出された磁氣强度から各々の磁氣ベクトルを求めると共に、この磁氣ベクトルの傾きから車兩の位置を求める請求項１記載の路側車兩檢知裝置。 【請求項３】 上記演算器には、走行位置に對応した閾値が入力され、上記磁氣ベクトルの傾きで得られた車兩位置と上記閾値とを比較して、走行車兩の走行位置を決定する請求項１または２記載の路側車兩檢知裝置。 【請求項４】 上記演算器は、上記各車兩の走行位置毎に車兩の通過をカウントする請求項１～３いずれか記載の路側車兩檢知裝置。		
대표도면	  	
분석결과 종합	•		

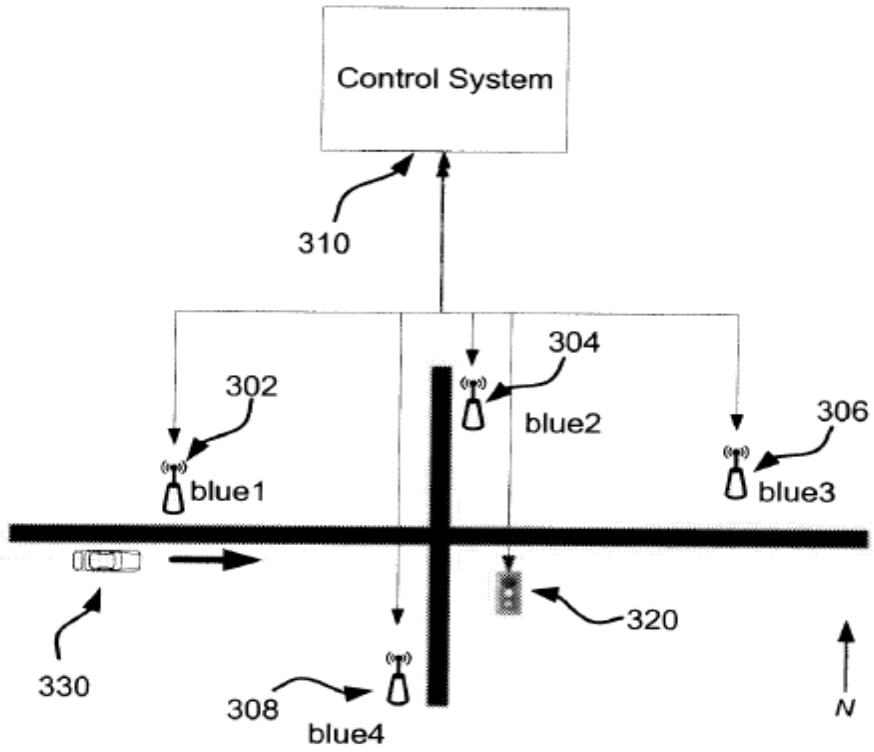
최종 보고서

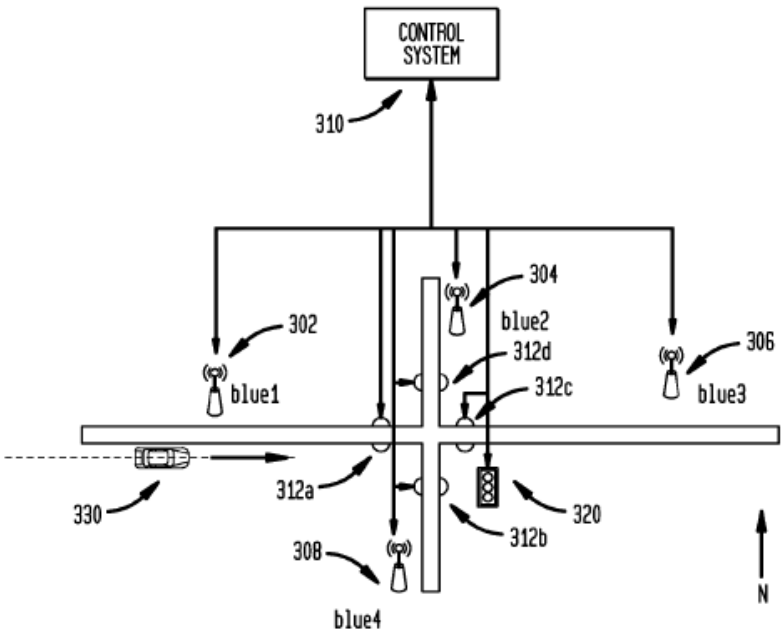
순서	52	발명의 명칭	車兩檢知裝置
출원인	日立電線株式會社 トヨタ自動車株式會社	특허번호	
출원일	2003. 12. 11.	법적상태	공개( ), 등록(o), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 【請求項1】 道路の長手方向に距離を隔てて配置され通過する車両がもたらす磁氣変化をそれぞれ検知する2つの磁氣センサと、それぞれの磁氣センサの出力の絶對値を比較して絶對値が大きい方の出力の絶對値を出力する信号處理手段と、この信号處理手段の出力と予め設定された閾値とを比較してパルスを生成するパルス生成手段とを備えたことを特徴とする車兩檢知裝置。		
대표도면	  		
분석결과 종합	•		

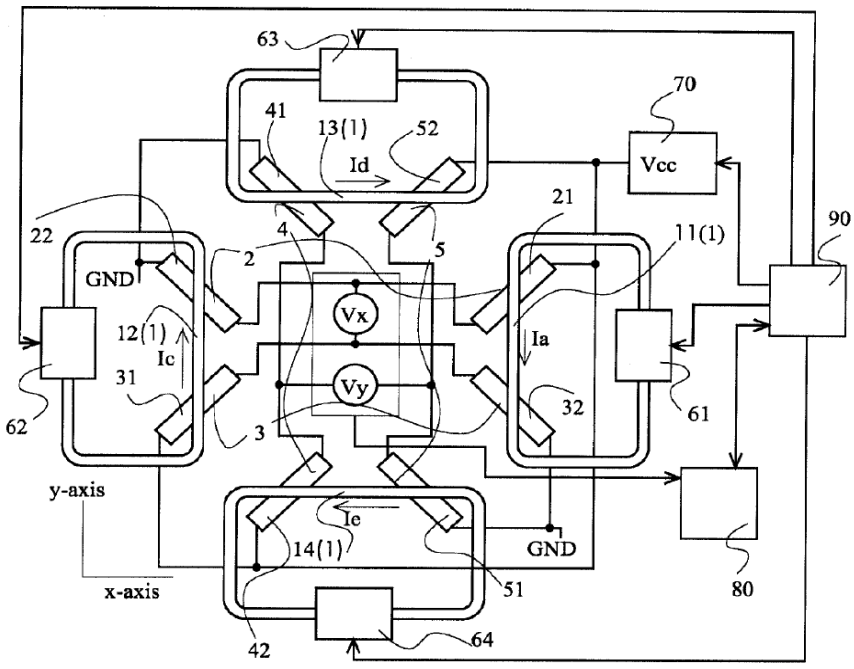
순서	53	발명의 명칭	車兩檢知裝置
출원인	日立電線株式會社 トヨタ自動車株式會社	특허번호	特開2005-157901(P2005-157901A)
출원일	2003. 11. 27.	법적상태	공개( ), 등록(o), 거절( )
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	• 【請求項1】 複數車線を有する道路の各々の車線內に配置された複數の磁氣センサと、所望の車線の磁氣センサの出力から隣の車線の磁氣センサの出力に所定比率を乘じた値を差し引いた値が隣の車線の磁氣センサの出力に所定の係數を乘じた値より大きいか否かで前記所望車線を車兩が通過したか否かを判定する車線判定部を備えたことを特徵とする車兩檢知裝置。 【請求項2】 前記比率は、予め前記所望車線を車兩が通過した期間中に、前記所望車線の磁氣センサ出力の時間的最大値に對する隣車線の磁氣センサ出力の時間的最大値の比率として求めておくことを特徵とする請求項1記載の車兩檢知裝置。		
대표도면			
분석결과 종합	•		

순서	54	발명의 명칭	Wireless magnetic sensors for traffic surveillance
출원인	Sensys Networks, Inc.	특허번호	Transportation Research Part C 16 (2008) 294–306
출원일	2007-10-6	법적상태	
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	■Sensys Networks' VDS240 vehicle detection system is a wireless sensor network composed of a collection of 300 by 300 by200 sensor nodes put in the center of a lane and a 600 by 400 by 400 access point (AP) box placed 150 high on the side of the road. A node measures changes in the earth's magnetic field induced by a vehicle, processes the measurements to detect the vehicle, and transfers the processed data via radio to the AP. The AP combines data from the nodes into information for the local controller or the Traffic Management Center (TMC). An AP communicates via radio directly with up to 96 nodes within a range of 1500; a Repeater extends the range to 10000. This range makes it suitable to deploy VDS240 networks for traffic counts, stop-bar and advance detection, and measurement of queue lengths on ramps and at intersections, as well as parking guidance and enforcement. VDS240 is self-calibrating, IP-addressable and remotely monitored. Data are not lost because unacknowledged data packets are retransmitted. The accuracy of VDS240 for vehicle counts, speed and occupancy is comparable to that of well-tuned loops. Because the nodes report individual vehicle events, the AP also calculates individual vehicle lengths, speeds and inter-vehicle headways—measurements that can be used for new traffic applications. In July 2007, VDS240 systems were deployed in arterials and freeways in several cities and states, and 30 customer trials were underway in the US, Australia, Europe and South Africa.		
대표도면			
분석결과 종합	■this invention is related to vehicle detection using wireless detector network. ■A node measures changes in the earth's magnetic field induced by a vehicle, processes the measurements to detect the vehicle, and transfers the processed data via radio to the AP. ■it is a reference material for promoting R & D		

순서	55	발명의 명칭	Vehicular Anticipatory Sensor System
출원인	Intelligent Technologies International Inc.	특허번호	US 2008/0147253 A1
출원일	2008-02-18	법적상태	Public
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	■System and method for preventing collisions between a vehicle and objects in a path of the vehicle includes a laser system arranged to direct at least one laser beam outward therefrom and which is in an eye-safe portion of the electro magnetic spectrum, an imaging receiver for receiving at least one laser beam reflected from objects in the path of the laser beam, a processor coupled to the receiver and arranged to receive signals derived from the received laser beam and process the signals to determine a distance between the laser system and the objects from which the laser beam has been reflected, and one or more reactive systems coupled to the processor. The processor controls the reactive system to indicate the presence of objects at specific distances from the vehicle. This indication may be used to take preventive action to avoid the collision, either manually or automatically.		
대표도면			
분석결과 종합	■This invention is use for prevention of accidents ■it is a reference material for promoting R & D		

순서	56	발명의 명칭	Data Collection and Traffic Control Using Multiple Wireless Receivers
출원인	Siemens Corporations	특허번호	US 2012/0083996 A1
출원일	2011-09-14	법적상태	PUBLIC
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	■Methods, systems, and devices for monitoring roadway traffic. A method includes transmitting wireless signals from a lurality of roadside equipment (RSE) devices, including rom a first RSE device and from a second RSE device that are ocated at separated positions of an intersection. The method ncludes receiving responses by the first RSE device andsecond RSE device from a wireless device. The responsesinclude a unique identifier corresponding to the wirelessdevice. The method includes determining a signal strength ofeach of the responses by the first RSE and the second RSE and ransmitting data from the first RSE device and the second SE device to a control system. The data includes the uniqueidentifier, the signal strength of each of the responses, andtimes that the responses were received. The method includes etermining traffic information associated with the wireless device based on the received data.		
대표도면			
분석결과 종합	■This invention is used data collectio purpouse using wireless detector networks. ■it is a reference material for promoting R & D which includes transmiting wireless signals between intersection.		

순서	57	발명의 명칭	Traffic Analysis Using Wireless Receivers and Vehicle Detection Devices
출원인	Wolfgang Erich Buckel	특허번호	US 2014/0132425 A1
출원일	2012-11-14	법적상태	Public
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	■Methods, systems, and devices for monitoring roadway traffic. A method includes transmitting wireless signals from at least one roadside equipment (RSE) device and receiving responses by the RSE device from a wireless device, the responses including a unique identifier corresponding to the wireless device. The method includes determining a signal strength of each of the responses by the RSE device and transmitting response data from the RSE device to a control system, the response data including the unique identifier, the signal strength of each of the responses, and times that the responses were received. The method includes detecting at least one vehicle by the control system using a vehicle detection device and associating the response data with the detected vehicle. The method includes determining traffic information associated with the wireless device based on the received response data and the associated detected vehicle.		
대표도면			
분석결과 종합	■This invention includes systems and devices for monitoring roadway traffic. ■The method includes determining a signal strength of each of the responses by the RSE device and transmitting response data from the RSE device to a control system		

순서	58	발명의 명칭	Two Axis Magnetic Field Sensor
출원인	SHUGHEUE MION. PLLC	특허번호	US 2009/0108841 A1
출원일	2007-03-22	법적상태	PUBLIC
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	■Disclosed is a small-sized two-axis magnetic field sensor having a function to cause a magnetic field canceling an external offset magnetic field. The two-axis magnetic field sensor contains a E. coil disposed on a plane four sets of magneto-resistance element pairs on a plane parallel to the plane coil. The plane coil includes at least two pairs of parallel conductors, and two magneto-resistance elements cross only a single conductor of the coil. A current for canceling the external offset magnetic field is determined in advance, and while a DC current that causes total magnetic fields of biasing magnetic fields plus a magnetic field for canceling the external offset magnetic field flows through the coil, intermediate potential outputs from the magneto-resistance element pairs are detected to measure a magnetic field direction, such as geo-magnetism.		
대표도면			
분석결과 종합	■This invention is a magnetic field sensor ■This invention is use for measuring direction of magentic field.		

순서	59	발명의 명칭	Method and apparatus for self-powered vehicular sensor node using magnetic sensor and radio transceiver
출원인	Sensys Networks, Inc.	특허번호	9767691
출원일	2009-10-29	법적상태	
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	■The invention includes a vehicular sensor node, circuit apparatus and their operations. Power from power source is controlled for delivery to radio transceiver and magnetic sensor, based upon a task trigger and task identifier. The radio transceiver and the magnetic sensor are operated based upon the task identifier, when the task trigger is active. The power source, radio transceiver, magnetic sensor, and circuit apparatus are enclosed in vehicular sensor node, placed upon pavement and operating for at least five years without replacing the power source components. Magnetic sensor preferably uses the magnetic resistive effect to create magnetic sensor state. Radio transceiver preferably implements version of a wireless communications protocol. The circuit apparatus may further include light emitting structure to visibly communicate during installation and/or testing, and second light emitting structure used to visibly communicate with vehicle operators.		
대표도면	-		
분석결과 종합	■The present is about a vehicular sensor node. ■This includes, vehicular sensor nodes, circuit apparatus and there operations.		

순서	60	발명의 명칭	Nonce silent and replay resistant encryption and authentication wireless sensor network
출원인	Sensys Networks, Inc.	특허번호	9769664
출원일	2015-09-04	법적상태	
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	■An access point and a sensor node are disclosed for use within a wireless sensor network. The wireless sensor network includes at least one access point adapted to securely communicate with at least one of the sensor nodes using an encryption mechanism that uses a nonce and an encryption key to encrypt the plaintext at the sensor node to create the cipher text included in the data payload of a message sent to the access point. The sensor node does not send the nonce. The access point uses the same nonce to decipher to the received message's data payload, but generates the nonce internally without receiving it from the sensor node.		
대표도면	-		
분석결과 종합	■This invention is about using an access point and sensor In a wireless system. ■It is reference material for R & D.		

순서	61	발명의 명칭	Micro-radar, micro-radar sensor nodes, networks and systems
출원인	Sensys Networks, Inc.	특허번호	9488717
출원일	2012-7-30	법적상태	
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	■A micro-radar is disclosed that is operated based upon two Digital to Analog Converter (DAC) outputs that control its internal timing and Intermediate Frequency (IF) signal frequency. Calibration and temperature compensation is done through estimating the duty cycle of the transmit signal and possibly the reception signal that stimulate a pulse generator to create the transmit pulse and the reception pulse and adjusting one or both DAC outputs. Sensor processors, wireless sensor nodes and wireline sensor nodes are disclosed for operating the micro-radar. An integrated circuit is disclosed implementing all or portions of the micro-radar. Access points, servers as well as systems that include but are not limited to a traffic monitoring system, a traffic control system, a parking management system and/or a production management system are also disclosed.		
대표도면	-		
분석결과 종합	■This invention is about a micro radar. ■This invention is used in monitoring traffic and parking management system.		

순서	62	발명의 명칭	Position and/or distance measurement, parking and/or vehicle detection, apparatus, networks, operations and/or systems
출원인	Sensys Networks, Inc.	특허번호	9418551
출원일	2012-9-27	법적상태	
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	■The following are disclosed: Vehicle parking detection, sensors and an On-Board Device (OBD) to create a parking session. Radars, microwave antennas, rechargeable power supplies and their power management circuits. A localized communications protocol between the wireless nodes and repeaters within a wireless network is disclosed. Wireless sensors and wireline sensors. The networks and/or systems may support parking spot management/monitoring, vehicle traffic analysis and/or management of stationary and/or moving vehicles, monitor storage areas and/or manage production facilities. These networks and/or systems may be operated to generate reports of incorrectly parked vehicles, such as reserved parking spots for other vehicles, vehicles parked in multiple parking spots and/or overstaying the time they are permitted to park.		
대표도면	-		
분석결과 종합	■The above present invention is about vehicle parking detection. ■It uses Radars, Microwave Antennas, power supplies and their circuits.		

순서	63	발명의 명칭	In-pavement wireless vibration sensor nodes, networks and systems
출원인	Sensys Networks, Inc.	특허번호	8990032
출원일	2011-4-22	법적상태	Public
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	■Apparatus and methods are disclosed that may be configured to respond to vibrations in a pavement induced by the travel of a vehicle on the pavement. The apparatus may include vibration sensor nodes embedded in the pavement and systems using the response of the sensor nodes to generate vehicle parameters, weight estimates, pavement deflection estimates and vehicle classifications. From these and other data, traffic ticket, tariff and insurance messages about the vehicle may be generated. Processors and processor-units are disclosed. Delivery mechanisms to configure the processor units and entities controlling and/or benefiting from the deliveries are disclosed.		
대표도면	-		
분석결과 종합	■This invention presents a wireless vibration sensor. ■This sensor can respond to vibrations induced by vehicles moving on pavement.		

순서	64	발명의 명칭	Method and apparatus reporting a vehicular sensor waveform in a wireless vehicular sensor network
출원인	Sensys Networks, Inc.	특허번호	8830089
출원일	2013-7-14	법적상태	Public
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	■The invention includes using multiple wireless vehicular sensor nodes to wirelessly receive multiple, time-interleaved vehicular waveform reports from the nodes. Each vehicular waveform report approximates a raw vehicular sensor waveform observed by a magnetic sensor at the node based upon the presence of a vehicle. The vehicular waveform reports are products of this wirelessly receiving process. The invention includes apparatus supporting the above outlined process. The vehicular waveform reports may be time synchronized.		
대표도면	-		
분석결과 종합	■This invention is about, the use of multiple sensor nodes to receive signals wirelessly. ■This invention includes the supporting apparatus for the above stated process.		

순서	65	발명의 명칭	Magnetic detector of vehicle wheels
출원인	Michel Jamet, Patrice Lefevere	특허번호	20020105441
출원일	2001-05-16	법적상태	
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	■A magnetic detector of the passing of at least one vehicle wheel, a sensor of which is intended for being positioned on or in a roadway, and includes a conductive winding of at least one spiral and a ferrite structure inscribed in an elongated surface area, the conductive element being wound around a portion of the ferrite structure, parallel to its greater dimension.		
대표도면	-		
분석결과 종합	■This invention is about a magnetic Sensor. ■This magnetic sensor can be used to detect vehicles.		

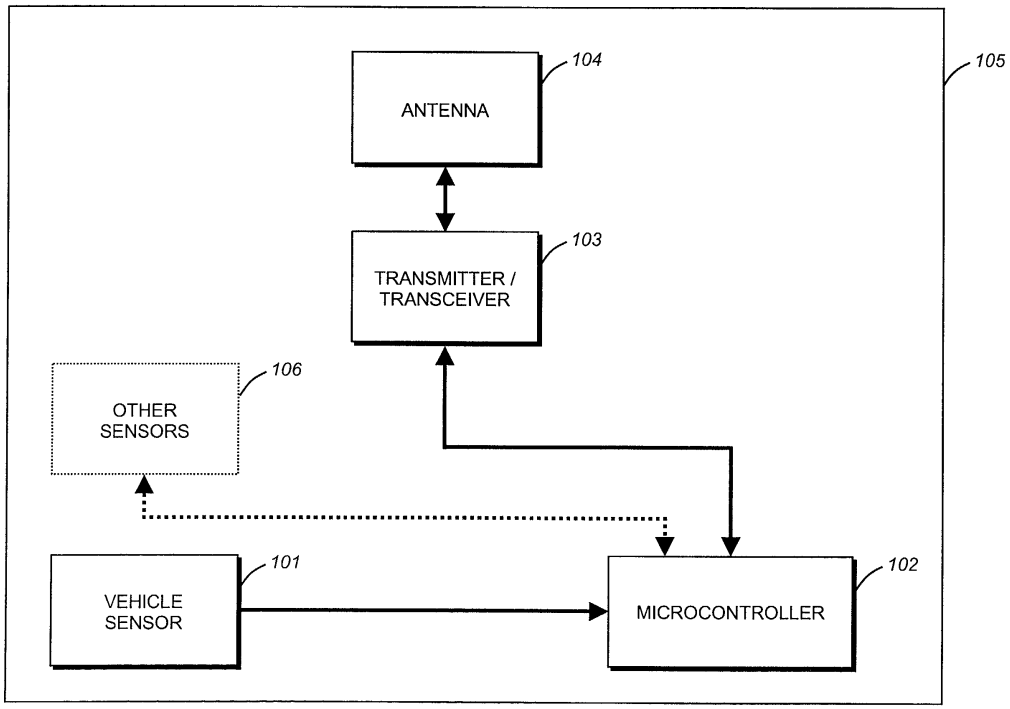
순서	66	발명의 명칭	VEHICLE DETECTOR AND VEHICLE PARKING MANAGEMENT SYSTEM
출원인	William Dugan, Mark Dee, Feisal Hurzook	특허번호	20060136131
출원일	2005-12-06	법적상태	
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	■A detector assembly including a three-dimensional magnetic sensor adapted to detect presence of a vehicle, a transceiver operatively coupled to the magnetic sensor and adapted to send and receiver information, a microprocessor operatively coupled to the magnetic sensor and the transceiver. The detector assembly is part of a vehicle parking management system including a plurality of detector assemblies and a remote device operatively coupled to the plurality of sensor assemblies to exchange information with each of the plurality of sensor assemblies.		
대표도면	-		
분석결과 종합	■This invention includes three dimensional magnetic sensor. ■This sensor is used to detect presence of vehicle.		

순서	67	발명의 명칭	Vehicle position recognizing system
출원인	Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha	특허번호	6502031
출원일	2001-09-27	법적상태	
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	■ A vehicle position recognizing system includes at least one magnetic marker for forming a magnetic field at a predetermined position on the road surface and at least one magnetic sensor for detecting the intensity of the magnetic field formed by the magnetic marker. An on-vehicle detector is provided for performing operation of the vehicle position on the basis of the magnetic field intensity obtained from the magnetic sensor at positions separated forward and backward from the magnetic marker by a predetermined amount. The on-vehicle detector has a correcting unit for correcting the magnetic field intensity of the magnetic marker on the basis of the magnetic field intensity obtained from the magnetic sensor at positions separated forward and backward from the magnetic marker by a predetermined amount. The on-vehicle detector also has a judging unit for judging the presence of the magnetic marker.		
대표도면	-		
분석결과 종합	■This invention is about a magnetic marker and magnetic detector. ■Magnetic marker is used to create magnetic field while sensor is used for determining intensity of magnetic field.		

순서	68	발명의 명칭	Wireless vehicle detector
출원인	Ma Bingsheng	특허번호	CN204178555 U
출원일	2014-09-18	법적상태	
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	■The utility model discloses a wireless vehicle detector . The wireless vehicle detector is characterized by comprising a single-chip microcomputer MSP430F149, and a magnetic resistance sensor module, a wireless transmit-receive module, a real-time clock module and a power module which are connected with the single-chip microcomputer MSP430F149, wherein the magnetic resistance sensor module comprises ah HMC1052 sensor and an amplification circuit which are connected with each other, and the magnetic resistance sensor module is connected with the single-chip microcomputer MSP430F149 through the amplification circuit. According to the wireless vehicle detector provided by the utility model, the HMC1052 sensor detects the change of a magnetic field when a vehicle goes past to obtain voltage signals, the voltage signals, after being amplified through the amplification circuit, are output to the single-chip microcomputer MSP430F149, and after processing, detected information is sent to a control center through the wireless transmit-receive module in a communication mode. The vehicle detector is not affected by climate, and is stable and reliable in performance, small in size and convenient to install and maintain.		
대표도면	-		
분석결과 종합	■This invention presents a wireless vehicle detector ■This vehicle detector is not affected by climate, small in size and easy to install.		

순서	69	발명의 명칭	Wireless earth magnetic induction detection system for vehicle and its installation method
출원인	Zhong Qin, Keyi Wang, Shengyang Wang, Rushan Pan	특허번호	US8390478 B2
출원일	2010-03-25	법적상태	
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	■The present invention providing a system and installation method of wireless vehicle detection based on earth magnetic induction a signal collection module, a signal conditioning module, a MCU control module, a wireless communication module, a battery module and a signal receiver module includes. When the system is installed, firstly, a cylindrical cavity is cut in the road lane along the driveway; secondly, the adhesive is smeared on the interior of the cylindrical cavity; thirdly, a vehicle detection shell is provided, which includes a signal collection module, a signal conditioning module, a MCU control module, a wireless communication module, and a battery module inside; the whole lower part of the vehicle detection shell is inserted into the cylindrical cavity, then the adhesive is filled between the vehicle detection shell and the interior of the cylindrical cavity, which makes the lower portion of the vehicle detection shell firmly cemented in the cylindrical cavity; finally, a signal receiver module and an external processing module is provided, the external processing module is connected to the signal collection module for analyzing and processing the signals received from the signal collection module. The present invention owns many advantages including: the small volume, sensitive detection performance, the fast installation and the easy maintenance.		
대표도면	-		
분석결과 종합	■This invention describes installation methods of wireless vehicle detection systems. ■The present invention is high sensitivity and fast installation.		

순서	70	발명의 명칭	Magnetic field sensor-based vehicle parking state detection device
출원인	Wei Chengjun	특허번호	
출원일	2013년 3월 5일	법적상태	
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	■The utility model discloses a magnetic field sensor-based vehicle parking state detection device comprising a power source, a detector and a data processing and transmission module, wherein a power management module of the magnetic field sensor-based vehicle parking state detection device is respectively connected with a processor and a magnetic field sensor, the processor is respectively in two-way data connection with the magnetic field sensor and a PC machine serial port communication tool, and the PC serial port communication tool is in two-way wireless connection with an upper position machine. The magnetic field sensor is characterized that under the affection of external magnetic field interference sources, and data of a magnetic field in each direction greatly change; and the characteristics of the magnetic field sensor are utilized by the detection device, the detection device determines whether a vehicle is parked in an area according to the amplitude of change, and the detection device cannot be easily affected by the interference of temperature change or windy or snowy weather. The detection device is advantaged by reliable performance, convenience of installation, economical price, and application to an intelligent management system of a large parking lot.		
대표도면	-		
분석결과 종합	■This invention is about a magnetic field sensor. ■This invention includes, sensor , power source and data processing and transmission module.		

순서	71	발명의 명칭	Wireless vehicle detection systems
출원인	Charles Howard	특허번호	US20020190856 A1
출원일	2002-6-04	법적상태	
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	■The vehicle detection system described herein uses wireless magnetic sensors to measure changes in the earth's magnetic field to detect vehicles. The sensors may measure the presence and location of a vehicle , as well as the speed of passing vehicles. The sensor may also be capable of identifying and classifying vehicles. Each sensor and/or sensor system may be configured to consume so little power that it can operate from a battery for up to 10 years. While the preferred embodiment is wireless, the sensor and/or sensor systems may be configured to operate in a wired environment.		
대표도면			
분석결과 종합	■This invention is about a wireless detection system ■In this invention magnetic sensors measure changes in earth's magnetic field to detect vehicles.		

순서	72	발명의 명칭	Wireless vehicle information detection system based on magnetoresistive sensor
출원인	Su Chun	특허번호	CN103354032 A
출원일	2013-06-22	법적상태	
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	■A wireless vehicle information detection system based on a magnetoresistive sensor is disclosed. The system uses a vehicle identification algorithm based on magnetic field interference intensity and two synchronization node monitoring to realize the identification of a traffic flow, a vehicle speed and a vehicle model. The system comprises a detection node and a main node, wherein the detection node is formed by a data acquisition module, a single-chip microcomputer control module, a wireless emission module and a power supply module; when a vehicle passes by the magnetoresistive sensor, a magnetic field around the sensor generates disturbance and a sensor node is awakened; the changed magnetic field causes the changes of a resistance value in the magnetoresistive sensor and causes the changes of a current flowing through the sensor so that a changed electric signal embodies the pass of the vehicle; the main node is formed by the single-chip microcomputer control module, a wireless module and a computer module, is arranged near the detection node, is used to receive data sent by two sub-nodes and then send the data to a PC computer so as to carry out processing.		
대표도면	-		
분석결과 종합	■This invention is about a wireless vehicle information detection system. ■The system uses a vehicle identification algorithm based on magnetic field interference intensity and two synchronization node monitoring to realize the identification of a traffic flow, a vehicle speed and a vehicle model.		

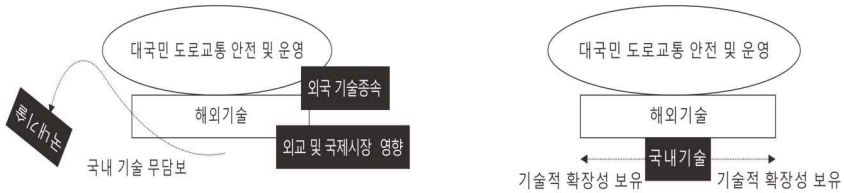
순서	73	발명의 명칭	Underground intelligent vehicle detector
출원인	Lin Guisheng	특허번호	CN1707283 A
출원일	2005-12-05	법적상태	
중요도	R&D시에 참고할 만한 자료임		
청구항	■The intelligent geographic vehicle detector consists of detecting unit, signal processing and logical processing unit for processing signal from the detecting unit through amplification, filtering, shaping, comparison, sensitivity regulation, environment compensation, A/D acquisition, automatic calibration, logic analysis, coding, storing, etc., signal conversion/transmission interface unit, power source and casing. It may have sub-detector connected. It may be used in detecting vehicle to obtain various dynamic and static information, including path, speed, parking time, running direction, etc. and is suitable for traffic management, vehicle monitoring, toll gate management, park management, etc.		
대표도면	-		
분석결과 종합	■This invention is about a buried intelligent vehicle detector. ■It can used in detecting vehicle to obtain static and dynamic information.		

제1절. 총괄연구단 R&D 과제카드

과제명	지방 간선도로 감응신호제어용 좌회전 검지기 실용화 기술 개발

과제구분	기존과제(계속)	신규과제	예타과제
		√	

기술개발 및 상용화 유형	기술개발 유형	상용화 가능시기
	□기초 □응용 ■개발	■단기(3년 이내) □중·장기

연구 배경	필요성	○ 도시부 교통흐름 특성과 다른 (예; 주도로 및 부도로 교통량의 차이, 직진과 좌회전 교통량의 차이) 지방부 국도 교차로 교통신호 시간을 합리적으로 운영하기 위하여 '감응신호제어' 방법을 적극 확대 적용할 필요가 있으며 이를 위해서는 과거 실무 경험을 통해 증명된 기존 '루프검지기'의 낮은 지속가능성 문제를 극복하기 위한 대체 검지기 개발이 요구됨 ○ 우리나라보다 도로 및 교통여건이 양호한 미국, 영국 등은 교통신호운영용 루프검지기를 대체하는 목적으로 무선 지자기검지기를 이미 개발하여 현장에서 일반적으로 운영하고 있음 ○ 과거 1980년대 부산광역시가 일본에서 교통신호제어시스템(오므론 (Omron Corporation) 제품)을 수입하여 운영한 이후 쉽지 않은 유지보수 상황을 경험(외부 기술 의존 유지보수)한 사례에 비추어 우리나라는 자체 개발 타당성을 고민하여야 할 시점임 ○ 우리나라 대국민 교통안전 확보 기술을 <그림 3-3>과 같이 우리나라 내부 기술이 아닌 해외 기술에 의지하는 방안도 국가의 정책적 측면에서 합리적이지 않기 때문에 정책적인 판단 무게의 중요함이 고려되어야 함  (가) 해외 기술 의존 (나) 국내 자체기술 병행 교통안전/운영 담보기술 국내 확보 병행과 해외기술 의존 상황 비교 ○ 해당 기술이 완성될 경우 감응신호운영이 가능하기 때문에 국토교통부의 '국도 감응신호 기본계획' 추진이 탄력 받아 우리나라 전국 국도 신호교차로에서 지·정체 감소로 인한 사회비용 절감 효과 및 교통분야 검지기 및 교통신호제어 시장의 활성화를 견인할 것으로 기대됨 ○ 따라서 가격 경쟁력 있는 해외기술 수입 활용 기회를 인정하더라도, 도로교통부문 대국민 안전 확보를 위하여 국내 기술 개발을 별도로 추진하는 것이 합리적임

연구 배경	필요성	○ 본 과제 추진 시 자기검지기 각 구성요소에 대한 규격 및 성능조건을 명확히 할 수 있도록 제안서(규격서 등) 개발이 필요함 ○ 국내 기술개발 환경측면에서 개선되어야 할 사항에 대해 고려하는 제안서 개발이 필요함 ○ 감응신호 구현·운영을 위해서는 시스템 통합 중심으로 연구가 필요함 ○ 통신은 자료를 전송하는 수단이므로 연구의 목적이 될 수 없음 (무조건적 통신기술 검토는 무의미함) ○ 현재 방식 무선통신 기술은 이미 7년 이상 미국 현장에서 사용되고 있어 기술적 문제가 없는 것으로 이미 기술동향 보고서에서 제시하고 있음 ○ 따라서 미국에서 이미 활용하고 있는 통신기술 성능을 기준으로 보안문제를 해결할 수 있는 방향으로 본과제가 추진될 수 있도록 계획함(향후 민간 검지시스템 개발 업체가 다양한 통신기술 후보 중 하나를 선택) ○ 본 연구 기술개발 전략을 수립하는 과정에서 (1) 자기검지기 시스템 통합을 중심으로 수행하고 (2) 무선 자기검지시스템 구축을 위한 기술, (3) 신뢰성 확보를 위한 성능기준 및 유지보수 내용, (4) 기술의 실용화 추진 및 관련 핵심기술의 마련 등에 대한 대책, (5) 경제적 측면에서의 효율성과 향후 미래 시장규모 분석 등의 내용이 고려되어야 할 것임
	국내외 동향	○ 국내 시장 동향 - (주)ITSBANK는 검증된 루프 방식의 검지율은 그대로 유지하며 루프의 단점을 보완한 차세대 첨단 차량검지 시스템을 개발하였고, 데이터 통신 주시 설정에 따라 하나의 Access Point가 11개에서 2592개까지의 센서와 통신이 가능하도록 구현 - 하나텍 시스템은 지자기 VDS 검지기의 크기를 15inch 형식으로 최소화 시켰으며 통신거리 50m이내에서 무선(Zigbee)으로 수신하여 제어기에 전달하며 입력 채널수는 24채널로 12차로 수용하는 기술을 구현함 - 모루시스템은 국내의 대표적인 산업용 통신장치 공급업체로서, 높은 신뢰성의 교통신호제어기 내장용도의 산업용 모뎀 Board를 널리 공급하여 시스템의 안정적 운영기반을 제고하였으며 그중 ITS Solution Board 제품군은 우수한 호환성과 검증된 현장 신뢰성 및 강력한 환경 내력을 갖고 있음 - 한국전기교통은 검지기로부터 수집되는 감지정보를 교통신호제어기 내부에서 재해석하는 '검지기 보드' 관련 기술을 보유한 업체로 강남순환도로에 설치된 미국 SENSYS 무선 지자기 검지기 현장실험을 국내에서 수행한 경험을 보유하고 있음 - ㈜성우는 지능형 교통시스템(ITS)으로 대표되는 도로사업을 수행중이며 루프식 VDS와 영상식 VDS의 측정정확도 95% 이상의 교통량, 속도, 점유율 데이터를 수집하여 센터의 요구사항에 따라 실시간으로 전송하는 시스템을 개발 - TOPES는 교통정보 수집장치는 고화질의 영상만을 이용하여 다차로 차량을 검지하는 장비입니다. 이 시스템은 각종 도로에 설치되며, 차로별 통과하는 차량의 정보(차량번호, 통행시간, 차량이미지)를 센터로 전송하는 시스템을 개발하였음

연구 배경	국내외 동향	○ 국외 시장 동향 - 미국 캘리포니아 버클리대학(University of California Berkeley)과 ㈜센시스네트워크(SENSYS NETWORK Inc.) 민간회사는 차량 검지시스템으로부터 수집된 자료를 토대로 실시간 도로교통 소통정보를 분석하는 연구를 통해 정해진 시간마다 일정하게 고정식으로 등기하는 기존 정주기식 신호운영 방식으로 탈피하여 각 도로의 소통 상태를 원활하게 하는 최적 신호시간 설계를 자동으로 수행하는 미래형 신호제어시스템 구축하려 시도하며 지자기 차량 검지기 설치를 확대하고 있음 - 무선 지자기검지기 개발 기업으로 미국 캘리포니아주에 위치한 트래픽웨어(Trafficware Inc.) 민간회사는 교통신호기 회사인 NAZTEC을 인수, 무선통신 지자기 검지센서(제품명 : POD)를 시판하고 있으며 용도와 기능은 ㈜센시스네트워크의 무선 지자기검지기와 유사함 - 미국 미네소타 주 세인트 폴에 본사를 두고있는 Global Traffic Technologies사의 Canoga Traffic Sensing System은 교통 관리 및 계획기반 시스템으로 개별 차량 속도 및 교통량, 점유도, 차량 길이, 평균 속도 등을 모니터링하며 정확한 실시간 교통 데이터를 산출하여, 교통 혼잡 상황 및 날씨 조건(안개, 비, 우박, 바람, 눈 또는 얼음)에 관계없이 신뢰성 있는 측정값을 제공하며 간선 도로, 교차로, 주차장, 고속도로 및 자전거 도로에 대해서도 모니터링이 가능함 - Wavetronix사의 SmartSensor Advance는 최대 275m 떨어진 차량을 감지할 수 있는 다기능성 장치로 동시 25대의 차량을 추적 할 수 있으며, 탐지 정확도는 95%로 8채널 모듈 및 10년 이상의 배터리 이용이 가능함. 전천후 기상조건에서도 성능 및 내구도가 떨어지지 않으며 교차로에 미리 조립된 백 플레이트를 쉽게 지상 위치에 설치할 수 있어 비용절감이 효과가 높으며 유지보수 관리가 용이함 - Honeywel사의 자기 저항 센서는 자기장의 강도 및 측정, 나침반과 항법에 지구의 필드 감지, 위치 감지(선형, 각도 및 회전 변위) 및 전류 감지 정보를 제공하며, 자기저항센서는 저전력의 고체 자기센서로, 27micro-gauss에서 8gauss(0.8 milli-Tesla)의 지구 자기장의 방향과 크기를 측정하며 차량 감지, 주차 미터, 전자 교통신호, 나침반, 자동차, GPS, 차량 네비게이션 시스템, 거리 측정 등 다양한 분야에서 활용되고 있음 - SenSource사의 수동 감지 기술이 적용된 SS-MS30 센서는 강자성 물체(대형 철제 물체)를 감지하여 지구의 자연 자장(주변 자기장)의 변화를 측정함. SS-MS30 센서는 차선 중앙에 설치하는 것을 권장되며 지상설치도 가능함 - 유럽은 도시특성상 도시부 도로의 도로망 및 규모가 작은 반면 교통량이 많아 정주기식으로 운영하는 경우가 일반적임. 반면 지방부의 경우는 무신호교차로인 회전교차로로 운영하기 때문에 감응 신호운영에 대한 필요성이 크지 않음 - 일본신호주식회사의 원적외선센서의 경우 차량 통과시 발생하는 배경의 온도 차이를 검출하는 방식으로서, Passive 방식을 사용을 통해 전력 소비를 절감시킬 수 있으며, 태양광 전지를 사용하고 무선통신을 이용함으로서 제어부의 소형화, 배선공사의 경제성을 확보하였음 - 중국의 ROSIM사는 고효율 및 저비용 트래픽 응용 무선 차량 검지시스템을 개발하는 업체로 ROSIMITS 무선 자기 탐지기는 ISM 주파수 대역 433Mhz, 48개 주파수 채널, 120 미터 통신(양방향) 기능을 갖추고 있음

과제목표	감응신호제어를 위한 검지기 기술 및 제어기와의 연동 기술을 마련하여 신뢰성을 확보하고 이를 통한 검증 및 실용화가 이루어져야 함
연구내용	□ 1세부 과제 : 국도 감응신호제어 차량 검지기술 및 장비 개발 ○ 1-1세부 매설식 무선 자기검지기 실용화 장비기술 개발 - 무선 자기 검지기 사양 개선으로 차량존재검지율 90% (1차년도), 99%(2차년도) 목표 - 감응신호제어용도 차량감지용 매설 장치 상용화제품 개발 - 무선 자기 검지기 사양 개선으로 감응신호제어용도 차량감지 정보 송출 장치 무선통신 방식(Zigbee, LoRa, RF) 별 상용화제품 개발 - 지방 국도 좌회전 및 부도로 교통량 기준 무선 자기 검지장비 탑재 배터리 수명 연장 기술 및 상용화제품 연구 개발 - 지방 국도 도로 여건에 부합하는 에너지 저감형 소형 무선통신 중계기 및 안테나 상용화 제품 개발 현장 설치 기술 개발 - 지방 국도 좌회전 차로로 접근하는 차량 주행패턴 기반 방향별 교통 (좌회전 및 유턴) 구분 상용화제품 운용 기술 개발 - 지방 국도 좌회전 (또는 부도로 진출) 차량(컨테이너 및 트럭 등) 차종 구분을 통한 감응신호제어 단위연장시간 강제 조정 기술 구현 장비 개발 - 지방 국도 좌회전 (또는 부도로 진출) 감응신호 운영에 영향을 미치는 특수 차량 (트랙터, 원동기, 중장비차량) 검지 상용화제품 운용 기술 개발 - 차량 검지능력 및 에너지 절감을 고려한 좌회전 감응 통신기술 검토 및 개발 - 감응신호제어용도 무선 자기 검지기 및 레이다 검지기로부터 수집 정보의 교통신호제어기 전달을 위한 정보연계 프로토콜 기술 및 무선자기 검지기 및 레이다 검지기용 검지기 보드 장비 개발 ○ 1-2세부 비매설식 레이다 검지기 실용화 장비기술 개발 - 지방 국도 도로포장 관리 담보가 어려운 지점 및 기상 악조건 상황에서 좌회전 (또는 부도로 진출) 감응신호 운영을 지원하는 레이더 검지기 소형화 및 기능 개선을 통한 상용화 제품 개발 - 지방 국도 좌회전 차로 인접차로 및 반대 대향방향 주행 차량 구분을 위한 레이더 검지기 검지영역 외부 제어기술 개발 - 무선통신 모바일 디바이스 기반 레이더 검지기 검지영역 조향 및 검지내용 확인을 위한 모니터링 관리기술 개발 - 지방 국도 좌회전 (또는 부도로 진출) 차량(컨테이너 및 트럭 등) 차종 구분을 통한 감응신호제어 단위연장시간 강제 조정 기술 구현 장비 개발 - 무선자기 검지기 및 레이다 검지기 등 감응신호제어용 검지기보드 연계 프로토콜 기술 개발 - 지방 국도 교차로 지주 마스터 암 레이더 검지기 부착기술 개발

연구내용	□ 2세부 과제 : 무선통신 보안기술 및 관리 소프트웨어 개발 ○ 2-1세부 무선통신 보안기술 개발 - 무선통신 간섭 및 보안 위협 시험 시나리오 개발 - 무선통신 보안기술 성능평가 환경 개발 및 평가 - 무선통신 방식 (Zigbee, LoRa, RF)별 무선 데이터 암호화 핵심기술 개발 - 무선통신 방식 (Zigbee, LoRa, RF)별 무선 데이터 보안을 위한 사용자 인증 및 권한 검증 접근제어 기술 개발 - 무선통신 방식 (Zigbee, LoRa, RF)별 자기검지기 시험장비 무선통신 보안 성능 비교 평가 - 무선통신 보안상태 확인 및 운영자 관리를 지원하는 모바일 디바이스 기반 소프트웨어 모듈 기술 설계 - 무선통신 방식(Zigbee, LoRa, RF)별 무선 데이터 보안을 위한 통신방식 인증 및 권한 검증 환경 개발 및 평가 ○ 2-2세부 검지기 성능 모니터링 및 관리 소프트웨어 개발 - 모바일 디바이스 기반 검지장비 통신 채널 별 설치지점 확인 및 관리 소프트웨어 개발 - 모바일 디바이스 기반 무선 검지장비 검지성능 관리 소프트웨어 개발 - 모바일 디바이스 기반 무선 검지장비 배터리 수명 확인 소프트웨어 개발 - 모바일 디바이스 기반 교통신호제어기 탑재 자기검지기 및 레이더 검지기 보드 수신정보 모니터링 소프트웨어 개발 - 모바일 디바이스 기반 이력 데이터 누적 및 관리 소프트웨어 개발 - 모바일 디바이스 기반 운영자 검지기 성능 모니터링 소프트웨어 모듈 기술 설계 □ 3세부 과제 : 검지정보 생산성 향상, 성능 평가 및 실용화 기술 개발 ○ 3-1세부 감응신호제어 검지정보 생산성 향상 기술 개발 - 검지기 고유번호 및 점검 검지기 참조번호 매칭 기술 개발 - 모바일 디바이스 기반 운영자 검지기 성능 모니터링 및 관리 소프트웨어 인터페이스 핵심기술 설계 - 자기검지기 및 레이더 검지기 수집 및 검지기 보드 수집자료 기반 감응 패턴 분석을 통한 감응신호제어 단위연장시간 외부 조정(교통신호제어기 외부) 핵심 기술 개발 - 우리나라 국도 현장 감응제어 지속가능한 기능 유지를 위한 제도적 장치 개발 - 감응신호제어용 무선통신 활용 관련 법 제도 연구 - 경찰청 표준신호제어기 규격서 내 무선 자기 검지기 및 레이더 검지기 보드 장치 반영을 위한 연구

<table>
<tr><td>연구내용</td><td>- 무선 자기검지기 실용화 단계를 고려한 도로 절삭, 포장 기술 등 포함 무선 자기검지기 설치관리 매뉴얼 개발
- 감응신호제어 확대적용 방안 및 실용성 확보 전략 수립
- 무선 자기검지기 및 감응신호제어 실제 네트워크 Testbed 선정 및 운용 방안 수립
○ 3-2세부 감응신호제어 검지정보 평가
- 우리나라 전국 국도 현장 교차로 차로 단위 기하구조 자료 수집 및 분석을 통한 좌회전 및 부도로 진출 감응신호 운영 여건 분석
- 우리나라 전국 국도 이용 교통량 자료 및 차종 자료 수집 분석을 통한 좌회전 및 부도로 진출 감응신호 운용측면 장애 요인 분석
- 우리나라 감응신호제어 운영상태(강설, 박무, 혹서, 태풍, 심야) 조건 자료수집 및 분석을 통한 좌회전 및 부도로 진출 감응신호 운영 여건 분석
- 전국 국도 기하구조 조건, 교통 조건, 기상조건 등을 고려한 감응신호 제어 실외 시험 환경 설계 및 계절별 시험 시나리오 개발 (차량 주행 상황 및 차종 혼합 상황별 좌회전 및 부도로 진출 감응신호 성능 평가 포함)
- 무선 자기검지기 배터리 전력공급, 매설 수준별 별 내압, 내구력, 통신 보안성 등의 시스템 안정성 평가
- 무선 자기검지기 통신방식(Zigbee, LoRa, RF)별 실외시험을 통한 좌회전 및 부도로 진출 감응신호 성능 비교 평가
- 국도 감응신호제어용 자기검지기 및 레이더 검지기 수집자료 정확도 및 가공 알고리즘 정확도 평가</td></tr>
<tr><td>산출물</td><td>○ 지방 간선도로 감응신호제어 좌회전 검지기
○ 각종 부품단위 및 시스템 사양서, 설계도면 등
○ 무선 감응신호제어 운영 및 유지 관리 시스템 (S/W포함)
○ 특허, 논문, 보고서, 평가 기준 및 지침서 등</td></tr>
<tr><td>예산</td><td>○ 총 소요금액 : 41.00억 원 (정주출연금 30.75억 원 + 민간매칭 10.25억 원)
<table>
<tr><th>구분</th><th>1차년도</th><th>2차년도</th><th>3차년도</th><th>합계</th></tr>
<tr><td>정부(75%)</td><td>12.53</td><td>9.75</td><td>8.47</td><td>30.75</td></tr>
<tr><td>민간(25%)</td><td>4.17</td><td>3.25</td><td>2.82</td><td>10.25</td></tr>
<tr><td>합계</td><td>16.70</td><td>13.00</td><td>11.30</td><td>41.00</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

산출내역

구분	예산(억원) 정부+민간	연차별 연구내용	비고
1차년도	16.70	- 국도 감응신호제어 차량 검지 핵심기술 및 장비 기본 설계 -무선통신의 보안기술 및 관리 소프트웨어 개발 -검지정보 향상 기술 개발 및 우리나라 감응신호 운영 여건 분석	
2차년도	13.00	-무선 감응신호제어 차량검지 성능 시험 및 검증 -무선 감응신호제어 인프라 확장기술 통합 구현 -무선 감응신호제어 검지평가 시뮬레이션 구현	
3차년도	11.30	-무선 감응신호제어 기술 실용화 추진 -무선 감응신호제어 인프라 확장기술 안정화를 통한 시범 운영 실시 -무선 감응신호제어 시스템 운영 전략 제시	
합계	41.00	-	

연구성과 활용방안 및 기대효과

○ 본 기획과제에서 준비하는 본 과제 성과품(매립형 무선 자기검지기)은 그 용도가 감응신호제어용으로 개발되나, 미래성을 고려하면 교통신호제어 용도를 벗어나 자율주행환경 하에서 제공될 수 있는 타분야, 첨단교통서비스에서도 널리 활용될 수 있기 때문에 기술 개발에 따른 미래성은 높은 것으로 판단됨

○ 우선적으로 우리나라 전국 교차로에 감응신호제어 적용이 용이하여 교통신호 시장의 기술측면 발전을 견인 할 것으로 기대되며 긍정적인 사회 변화(신호위반 감소, 교통사고 감소, 황색시간 가속주행 문화 억제 등)를 유도할 수 있는 계기가 마련되기 때문에 공학적 및 경제적 미래성은 매우 높음

○ 안정적인 성능에도 불구하고 유지보수 및 관리에 현실적인 어려움이 있는 루프검지기 대체 노력이 국제적인 교통시장 변화 추세이며, 우리나라도 이에 동참하여야 감응신호제어 뿐만 아니라 미래형 교통관리 서비스 발전 기반이 마련될 수 있기 때문에 본 기술개발에 따른 미래성은 높음

○ 미국 캘리포니아에서도 자율주행 차량 환경 무봉의 여행자 교통정보(seamless traveller information) 수집을 완수하기 위한 방안 중 하나의 대안으로 가격 경쟁력이 높은 무선 자기검지기를 도로에 규칙을 가지고 다량 설치하는 방식으로 교통소통정보관리(traffic surveillance) 시스템을 구축하기 위한 노력을 수행하고 있는 등 미래가치 높음

제2절. 세부과제별 R&D 과제카드

1. 1세부과제 : 국도 감응신호제어 차량 검지기술 및 장비 개발

과제명	국도 감응신호제어 차량 검지기술 및 장비 개발

과제구분	기존과제(계속)	신규과제	예타과제
		√	

기술개발 및 상용화 유형	기술개발 유형	상용화 가능시기
	□기초 □응용 ■개발	■단기(3년 이내) □중·장기

연구배경	필요성	○ 지능형 자동차 및 지능형인프라 등 첨단 교통기술 동향을 반영하는 도로교통 관리 시스템으로써 효율적인 지방 국도 무선 감응신호제어 기술 확보가 필요한 상황 - 차세대 교통 인프라에 대한 선제적 기술 확보 및 규격 제정 등을 통해 향후 관련 R&D 및 산업육성의 토대를 제공할 목적 ○ 미국, 일본 등 주요 선진국은 이미 무선 감응신호제어 기술 개발에 박차를 가하여 이미 시스템 운용을 하고 있는 상황 ○ 국내는 무선 감응신호제어 기술을 개발하고 있지만, 주요 선진국에 비하면 기술격차가 3년 이상 될 것으로 예상 - 지방 국도와 같은 지역에서 이용되기엔 추가적인 연구개발이 필요한 상황 ○ 지방 국도 교차로 상황에서 정확한 교통정보를 수집/가공/제공을 하기 위해서는 다양한 통신기술을 이용하여 차량/단말/인프라가 주고 받는 통신 네트워크위 통신 부하를 분석하고 통신 부하가 높아짐에 따라 낮아지는 통신 신뢰도를 높이기 위한 통신 최적화 알고리즘의 개발이 요구됨 ○ 지방 국도 교차로 차세대 신호 서비스를 운영하기 위해서는 차량 및 차선의 정확한 구분과 검지를 할 수 있는 기술이 요구됨
	국내외 동향	○ 국내 시장 동향 - (주)ITSBANK는 검증된 루프 방식의 검지율은 그대로 유지하며 루프의 단점을 보완한 차세대 첨단 차량검지 시스템을 개발하였고, 데이터 통신 주시 설정에 따라 하나의 Access Point가 11개에서 2592개까지의 센서와 통신이 가능하도록 구현 - 하나텍 시스템은 지자기 VDS 검지기의 크기를 15inch 형식으로 최소화 시켰으며 통신거리 50m이내에서 무선(Zigbee)으로 수신하여 제어기에 전달하며 입력채널수는 24채널로 12차로 수용하는 기술을 구현함 - 한국전기교통은 검지기로부터 수집되는 감지정보를 교통신호제어기 내부에서 재해석하는 '검지기 보드' 관련 기술을 보유한 업체로 강남순환도로에 설치된 미국 SENSYS 무선 지자기 검지기 현장실험을 국내에서 수행한 경험을 보유하고 있음

연구배경	국내외 동향	○ 국외 시장 동향 - Wavetronix사의 SmartSensor Advance는 최대 275m 떨어진 차량을 감지할 수 있는 다기능성 장치로 동시 25대의 차량을 추적 할 수 있으며, 탐지 정확도는 95%로 8채널 모듈 및 10년 이상의 배터리 이용이 가능함. 전천후 기상조건에서도 성능 및 내구도가 떨어지지 않으며 교차로에 미리 조립된 백 플레이트를 쉽게 지상 위치에 설치할 수 있어 비용절감이 효과가 높으며 유지보수 관리가 용이함 - Honeywel사의 자기 저항 센서는 자기장의 강도 및 측정, 나침반과 항법에 지구의 필드 감지, 위치 감지(선형, 각도 및 회전 변위) 및 전류 감지 정보를 제공하며, 자기저항센서는 저전력의 고체 자기센서로, 27micro-gauss에서 8gauss(0.8 milli-Tesla)의 지구 자기장의 방향과 크기를 측정하며 차량 감지, 주차 미터, 전자 교통신호, 나침반, 자동차, GPS, 차량 네비게이션 시스템, 거리 측정 등 다양한 분야에서 활용되고 있음
과제목표		좌회전 감응신호에 사용되는 루프검지기 기술을 대체할 수 있는 검지기 기술(검지능력, 통신, 안정성 등)을 확보
연구내용		○ 매설식 무선 자기검지기 실용화 장비기술 개발 - 무선 자기 검지기 사양 개선으로 차량존재검지율 90%(1차년도), 99%(2차년도) 목표 - 감응신호제어용도 차량감지용 매설 장치 상용화제품 개발 - 무선 자기 검지기 사양 개선으로 감응신호제어용도 차량감지 정보 송출 장치 무선통신 방식(WPAN(ZigBee3.0), LPWA(LoRa, NB-IoT) 등) 별 상용화제품 개발 - 지방 국도 좌회전 및 부도로 교통량 기준 무선 자기 검지장비 탑재 배터리 수명연장 기술 및 상용화제품 연구 개발 - 지방 국도 도로 여건에 부합하는 에너지 저감형 소형 무선통신 중계기 및 안테나 상용화 제품 개발 현장 설치 기술 개발 - 지방 국도 좌회전 차로로 접근하는 차량 주행패턴 기반 방향별 교통 (좌회전 및 유턴) 구분 상용화제품 운용 기술 개발 - 지방 국도 좌회전 (또는 부도로 진출) 차량(컨테이너 및 트럭 등) 차종 구분을 통한 감응신호제어 단위연장시간 강제 조정 기술 구현 장비 개발 - 지방 국도 좌회전 (또는 부도로 진출) 감응신호 운영에 영향을 미치는 특수 차량(트랙터, 원동기, 중장비차량) 검지 상용화제품 운용 기술 개발 - 차량 검지능력 및 에너지 절감을 고려한 좌회전 감응 통신기술 검토 및 개발 - 감응신호제어용도 무선 자기 검지기 및 레이다 검지기로부터 수집 정보의 교통신호제어기 전달을 위한 정보연계 프로토콜 기술 및 무선자기 검지기 및 레이다 검지기용 검지기 보드 장비 개발 ○ 비매설식 레이다 검지기 실용화 장비기술 개발 - 지방 국도 도로포장 관리 담보가 어려운 지점 및 기상 악조건 상황에서 좌회전 (또는 부도로 진출) 감응신호 운영을 지원하는 레이더 검지기 소형화 및 기능 개선을 통한 상용화 제품 개발

<table>
<tr><td>연구내용</td><td>- 지방 국도 좌회전 차로 인접차로 및 반대 대향방향 주행 차량 구분을 위한 레이더 검지기 검지영역 외부 제어기술 개발
- 무선통신 모바일 디바이스 기반 레이더 검지기 검지영역 조향 및 검지내용 확인을 위한 모니터링 관리기술 개발
- 지방 국도 좌회전 (또는 부도로 진출) 차량(컨테이너 및 트럭 등) 차종 구분을 통한 감응신호제어 단위연장시간 강제 조정 기술 구현 장비 개발
- 무선자기 검지기 및 레이다 검지기 등 감응신호제어용 검지기보드 연계 프로토콜 기술 개발
- 지방 국도 교차로 지주 마스터 암 레이더 검지기 부착기술 개발</td></tr>
<tr><td>산출물</td><td>○ 지방 간선도로 감응신호제어 좌회전 검지기
○ 각종 부품단위 및 시스템 사양서, 설계도면 등
○ 특허, 논문, 평가 기준 및 지침서 등</td></tr>
<tr><td>예산</td><td>○ 총 소요금액 : 22.80억 원 (정주출연금 17.10억 원 + 민간매칭 5.70억 원)
<table>
<tr><th>구분</th><th>1차년도</th><th>2차년도</th><th>3차년도</th><th>합계</th></tr>
<tr><td>정부(75%)</td><td>7.84</td><td>5.34</td><td>3.92</td><td>17.10</td></tr>
<tr><td>민간(25%)</td><td>2.61</td><td>1.78</td><td>1.31</td><td>5.70</td></tr>
<tr><td>합계</td><td>10.45</td><td>7.13</td><td>5.23</td><td>22.80</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>산출내역</td><td>
<table>
<tr><th>구분</th><th>예산(억원)
정부+민간</th><th>연차별 연구내용</th><th>비고</th></tr>
<tr><td>1차년도</td><td>10.45</td><td>- 검지기 핵심부품의 국산화 및 고도화
- 차량 검지기술 연구
- 무선통신 방식별 상용화제품 개발</td><td></td></tr>
<tr><td>2차년도</td><td>7.13</td><td>-차량검지 핵심기술 검증을 위한 검지기 개조 및 인프라 구축
-차량 검지기술 고도화 연구</td><td></td></tr>
<tr><td>3차년도</td><td>5.23</td><td>-국도 도로 여건에 부합하는 상용화 제품 및 현장 설치 기술 개발
-검지정보 송출 장치 무선통신 방식 별 상용화 제품 개발</td><td></td></tr>
<tr><td>합계</td><td>22.80</td><td>-</td><td></td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

연구성과 활용방안 및 기대효과	○ 실시간 네트워크 신호운영과 효율적인 교차로 네트워크 지원 서비스를 제공하기 위한 통신 최적화 기술 및 무선 통신방식 기반 차량 검지기술 개발 ○ 원천기술 및 규격 제정 등을 통한 R&D 및 산업 육성의 토대 마련 ○ 실시간 통신기술을 기반으로 신호교차로에 대한 실시간 교차로 서비스 구현과 효율적인 네트워크 제어가 가능한 시스템 개발 ○ 교차로내 무선 감응신호제어 서비스 구축을 목표로 도로 및 교차로에서 수집되는 실시간 Big Data 처리기술과 센터기반의 통합관리 시스템, 실시간 상왕대응 시스템 구축을 위한 연계기술을 개발함

2. 2세부과제 : 무선통신 보안기술 및 관리 소프트웨어 개발

과제명	무선통신 보안기술 및 관리 소프트웨어 개발

과제구분	기존과제(계속)	신규과제	예타과제
		√	

기술개발 및 상용화 유형	기술개발 유형	상용화 가능시기
	□기초 □응용 ■개발	■단기(3년 이내) □중·장기

연구배경	필요성	○ 현재 구축 운영 중인 감응신호시스템은 검지체계 및 운영 등 여러 가지 측면에서 개선에 대한 요구가 증대하고 있음 ○ 특히 Loop 검지체계의 한계로 인하여 제한된 운영방식(TOD) 위주로 사용하고 있어 이에 대한 개선이 필요한 실정임 ○ 기존 감응신호시스템 기능 및 성능을 개선하기 위한 새로운 시스템에 대한 연구가 필요함 ○ 또한 점차적으로 증가하는 실시간 C-ITS 서비스 구현을 위한 지능형 감응신호시스템에 대한 체계 개발이 시급함 ○ 도로, 차량 운전자간 실시간 정보연계를 기반으로 지능형 감응신호제어시스템 구축 필요 - 국내외적으로 검지기 기반의 교차로 주행안전과 운전자 편리성 및 교통 효율성을 증대하기 위한 감응신호시스템 서비스의 필요성이 점차적으로 증가하고 있는 추세임 ○ 실시간 차량정보 수집 및 제공을 위한 지능형 도로 인프라 기술과 차량 검지기 응용서비스 개발 시급
	국내외 동향	○ 국내 시장 동향 - 모루시스템은 국내의 대표적인 산업용 통신장치 공급업체로서, 높은 신뢰성의 교통신호제어기 내장용도의 산업용 모뎀 Board를 널리 공급하여 시스템의 안정적 운영기반을 제고하였으며 그중 ITS Solution Board 제품군은 우수한 호환성과 검증된 현장 신뢰성 및 강력한 환경 내력을 갖고 있음 ○ 국외 시장 동향 - 미국 미네소타 주 세인트 폴에 본사를 두고있는 Global Traffic Technologies사의 Canoga Traffic Sensing System은 교통 관리 및 계획기반 시스템으로 개별 차량 속도 및 교통량, 점유도, 차량 길이, 평균 속도 등을 모니터링하며 정확한 실시간 교통 데이터를 산출하여, 교통 혼잡 상황 및 날씨 조건(안개, 비, 우박, 바람, 눈 또는 얼음)에 관계없이 신뢰성 있는 측정값을 제공하며 간선 도로, 교차로, 주차장, 고속도로 및 자전거 도로에 대해서도 모니터링이 가능함
과제목표		검지기 성능 모니터링, 검지장비 배터리 수명 확인 모니터링 등 원할한 검지기 사용이 가능하게 하는 기술 개발

<table>
<tr><td>연구내용</td><td>○ 무선통신 보안기술 개발
- 무선통신 간섭 및 보안 위협 시험 시나리오 개발
- 무선통신 보안기술 성능평가 환경 개발 및 평가
- 무선통신 방식 (WPAN(ZigBee3.0), LPWA(LoRa, NB-IoT) 등)별 무선 데이터 암호화 핵심기술 개발
- 무선통신 방식 (WPAN(ZigBee3.0), LPWA(LoRa, NB-IoT) 등)별 무선 데이터 보안을 위한 사용자 인증 및 권한 검증 접근제어 기술 개발
- 무선통신 방식 (WPAN(ZigBee3.0), LPWA(LoRa, NB-IoT) 등)별 자기검지기 시험장비 무선통신 보안 성능 비교 평가
- 무선통신 보안상태 확인 및 운영자 관리를 지원하는 모바일 디바이스 기반 소프트웨어 모듈 기술 설계
- 무선통신 방식(WPAN(ZigBee3.0), LPWA(LoRa, NB-IoT) 등)별 무선 데이터 보안을 위한 통신방식 인증 및 권한 검증 환경 개발 및 평가
○ 검지기 성능 모니터링 및 관리 소프트웨어 개발
- 모바일 디바이스 기반 검지장비 통신 채널 별 설치지점 확인 및 관리 소프트웨어 개발
- 모바일 디바이스 기반 무선 검지장비 검지성능 관리 소프트웨어 개발
- 모바일 디바이스 기반 무선 검지장비 배터리 수명 확인 소프트웨어 개발
- 모바일 디바이스 기반 교통신호제어기 탑재 자기검지기 및 레이더 검지기 보드 수신정보 모니터링 소프트웨어 개발
- 모바일 디바이스 기반 이력 데이터 누적 및 관리 소프트웨어 개발
- 모바일 디바이스 기반 운영자 검지기 성능 모니터링 소프트웨어 모듈 기술 설계</td></tr>
<tr><td>산출물</td><td>○ 무선 감응신호제어 관리 및 유지보수 시스템(S/W포함)
○ 무선 감응신호제어 운영 효율성 평가 시뮬레이터(S/W포함)
○ 무선 통신별 보안평가서, 설계도면 등
○ 특허, 논문, 평가 기준 및 지침서 등</td></tr>
<tr><td>예산</td><td>○ 총 소요금액 : 11.00억 원 (정주출연금 8.25억 원 + 민간매칭 2.75억 원)
<table>
<tr><th>구분</th><th>1차년도</th><th>2차년도</th><th>3차년도</th><th>합계</th></tr>
<tr><td>정부(75%)</td><td>3.56</td><td>2.42</td><td>2.28</td><td>8.25</td></tr>
<tr><td>민간(25%)</td><td>1.19</td><td>0.81</td><td>0.76</td><td>2.75</td></tr>
<tr><td>합계</td><td>4.74</td><td>3.22</td><td>3.03</td><td>11.00</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>산출내역</td><td>
<table>
<tr><th>구분</th><th>예산(억원)
정부+민간</th><th>연차별 연구내용</th><th>비고</th></tr>
<tr><td>1차년도</td><td>4.74</td><td>- 무선통신 방식별 무선 데이터 암호화 핵심기술 개발
-무선통신 보안상태 확인 및 운영자 관리 소프트웨어 모듈설계</td><td></td></tr>
<tr><td>2차년도</td><td>3.22</td><td>-차량검지 핵심기술 검증을 위한 검지기 개조 및 인프라 구축
-차량 검지기술 고도화 연구</td><td></td></tr>
<tr><td>3차년도</td><td>3.03</td><td>-국도 도로 여건에 부합하는 상용화 제품 및 현장 설치 기술 개발
-검지정보 송출 장치 무선통신 방식 별 상용화 제품 개발</td><td></td></tr>
<tr><td>합계</td><td>11.00</td><td>-</td><td></td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>연구성과
활용방안 및
기대효과</td><td>○ 지능형 네트워크 감응신호시스템 개발을 통하여 효율적인 교차로 운영환경을 조성하고, 향후 국외 수출에 대한 기반 기술 확보
○ 또한, 기존 구축 운영 증인 검지기 시스템의 검지체계 개선과 이를 신호운영체계에 반영함으로서 교차로 주행안전성 확보 및 혼잡도 개선을 통한 경제성 제고
○ 실시간 감응신호체계 관리 및 운영 시스템 구축으로 교통체증 저감 및 대기질 개선, 이용자 만족도 향상에 기여
○ 교차로내 실시간 차량 검지정보 등을 수집하여 Big Data 분석을 통한 다양한 교통운영 서비스 창출에 기여</td></tr>
</table>

3. 3세부과제 : 검지정보 생산성 향상, 성능 평가 및 실용화 기술 개발

과제명	검지정보 생산성 향상, 성능 평가 및 실용화 기술 개발

과제구분	기존과제(계속)	신규과제	예타과제
		√	

기술개발 및 상용화 유형	기술개발 유형	상용화 가능시기
	□기초 □응용 ■개발	■단기(3년 이내) □중·장기

연구배경	필요성	○ 무선 감응신호체계 하드웨어 및 소프트웨어 기술 체계 종합과 실제 교차로 네트워크 Testbed를 통한 기술검증 및 보완, 관련 전문 인력 양성 ○ 개별차량 감응식 신호운영 및 제어시스템 체계종합 및 기술검증 필요 - 지방 국도 교차로 신호운영·제어를 위한 차량감응식 교차로 네트워크 연동 및 혼잡도 개선 알고리즘의 체계 종합 및 Testbed 기술검증 - 지방 국도 교차로 차량감응식 신호제어시스템 체계종합을 통해 다양한 통신체계를 통합적으로 활용하는 응용인터페이스 규격 및 표준 개발, 경제성 있는 교차로 네트워크를 제어할 수 있는 알고리즘의 기술검증 ○ 지방 국도 감응신호제어를 위한 차량감응식 교차로 네트워크 연동 및 혼잡도 개선 알고리즘의 체계종합 및 Testbed 운영을 통해 실용화 추진
	국내외 동향	○ 국내 시장 동향 - ㈜성우는 지능형 교통시스템(ITS)으로 대표되는 도로사업을 수행중이며 루프식 VDS와 영상식 VDS의 측정정확도 95% 이상의 교통량, 속도, 점유율 데이터를 수집하여 센터의 요구사항에 따라 실시간으로 전송하는 시스템을 개발 ○ 국외 시장 동향 - Honeywel사의 자기 저항 센서는 자기장의 강도 및 측정, 나침반과 항법에 지구의 필드 감지, 위치 감지(선형, 각도 및 회전 변위) 및 전류 감지 정보를 제공하며, 자기저항센서는 저전력의 고체 자기센서로, 27micro-gauss에서 8gauss(0.8 milli-Tesla)의 지구 자기장의 방향과 크기를 측정하며 차량 감지, 주차 미터, 전자 교통신호, 나침반, 자동차, GPS, 차량 네비게이션 시스템, 거리 측정 등 다양한 분야에서 활용되고 있음 - 일본신호주식회사의 원적외선센서의 경우 차량 통과시 발생하는 배경의 온도 차이를 검출하는 방식으로서, Passive 방식을 사용을 통해 전력 소비를 절감시킬 수 있으며, 태양광 전지를 사용하고 무선통신을 이용함으로서 제어부의 소형화, 배선공사의 경제성을 확보하였음

과제목표	검지기 데이터를 바탕으로 다양한 활용 방안을 마련하고 이러한 내용이 법제도화 또는 매뉴얼 등의 작성에 기초가 됨
연구내용	○ 감응신호제어 검지정보 생산성 향상 기술 개발 - 검지기 고유번호 및 점검 검지기 참조번호 매칭 기술 개발 - 모바일 디바이스 기반 운영자 검지기 성능 모니터링 및 관리 소프트웨어 인터페이스 핵심기술 설계 - 자기검지기 및 레이더 검지기 수집 및 검지기 보드 수집자료 기반 감응 패턴 분석을 통한 감응신호제어 단위연장시간 외부 조정(교통신호제어기 외부) 핵심기술 개발 - 우리나라 국도 현장 감응제어 지속가능한 기능 유지를 위한 제도적 장치 개발 - 감응신호제어용 무선통신 활용 관련 법 제도 연구 - 경찰청 표준신호제어기 규격서 내 무선 자기 검지기 및 레이더 검지기 보드 장치 반영을 위한 연구 - 무선 자기검지기 실용화 단계를 고려한 도로 절삭, 포장 기술 등 포함 무선 자기 검지기 설치관리 매뉴얼 개발 - 감응신호제어 확대적용 방안 및 실용성 확보 전략 수립 - 무선 자기검지기 및 감응신호제어 실제 네트워크 Testbed 선정 및 운용 방안 수립 ○ 감응신호제어 검지정보 평가 - 우리나라 전국 국도 현장 교차로 차로 단위 기하구조 자료 수집 및 분석을 통한 좌회전 및 부도로 진출 감응신호 운영 여건 분석 - 우리나라 전국 국도 이용 교통량 자료 및 차종 자료 수집 분석을 통한 좌회전 및 부도로 진출 감응신호 운용측면 장애 요인 분석 - 우리나라 감응신호제어 운영상태(강설, 박무, 흑서, 태풍, 심야) 조건 자료수집 및 분석을 통한 좌회전 및 부도로 진출 감응신호 운영 여건 분석 - 전국 국도 기하구조 조건, 교통 조건, 기상조건 등을 고려한 감응신호 제어 실외시험 환경 설계 및 계절별 시험 시나리오 개발 (차량 주행 상황 및 차종 혼합 상황별 좌회전 및 부도로 진출 감응신호 성능 평가 포함) - 무선 자기검지기 배터리 전력공급, 매설 수준별 별 내압, 내구력, 통신 보안성 등의 시스템 안정성 평가 - 무선 자기검지기 통신방식(WPAN(ZigBee3.0), LPWA(LoRa, NB-IoT) 등)별 실외시험을 통한 좌회전 및 부도로 진출 감응신호 성능 비교 평가 - 국도 감응신호제어용 자기검지기 및 레이더 검지기 수집자료 정확도 및 가공 알고리즘 정확도 평가
산출물	○ 각종 지침서, 평가서, 매뉴얼 등 ○ 법·제도 개정(안) ○ 특허, 논문, 평가 기준 및 지침서 등

<table>
<tr><td>예산</td><td>○ 총 소요금액 : 7.20억 원 (정주출연금 5.40억 원 + 민간매칭 1.80억 원)
<table>
<tr><th>구분</th><th>1차년도</th><th>2차년도</th><th>3차년도</th><th>합계</th></tr>
<tr><td>정부(75%)</td><td>1.14</td><td>1.99</td><td>2.27</td><td>5.40</td></tr>
<tr><td>민간(25%)</td><td>0.38</td><td>0.66</td><td>0.76</td><td>1.80</td></tr>
<tr><td>합계</td><td>1.52</td><td>2.65</td><td>3.03</td><td>7.20</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>산출내역</td><td>
<table>
<tr><th>구분</th><th>예산(억원)
정부+민간</th><th>연차별 연구내용</th><th>비고</th></tr>
<tr><td>1차년도</td><td>1.52</td><td>- 검지기 고유번호 및 점검 검지기 참조번호 매칭 기술 개발
- 교차로 기하구조 자료 수집 및 분석을 통한 좌회전 및 부도로 진출 감응신호 운영 여건 분석</td><td></td></tr>
<tr><td>2차년도</td><td>2.65</td><td>-차량검지 성능평가 핵심기술 및 알고리즘 고도화
-실생활기반 무선 감응신호제어 운영 시뮬레이션 구현</td><td></td></tr>
<tr><td>3차년도</td><td>3.03</td><td>-무선 감응신호제어 시범 운영 전략 제시
-무선 감응신호제어 비즈니스 모델 검토 및 실용화 추진</td><td></td></tr>
<tr><td>합계</td><td>7.20</td><td>-</td><td></td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>연구성과
활용방안 및
기대효과</td><td>○ 지방 국도 교차로 신호운영·제어를 위한 무선 감응신호제어 교차로 네트워크 연동 및 혼잡도 개선 알고리즘의 체계종합 및 Testbed 운영을 통해 실용화 추진
○ 무선 감응신호제어 기술의 공급을 위한 전문 인력 양성을 위한 교육 프로그램 개발을 통해 교통관리 첨단화를 위한 기반 기술을 적시 공급할 수 있는 시스템 체계 마련
○ 무선 감응신호제어 기술의 표준화를 통한 실용화 수준의 기술 개발을 유도하고, 국제 표준화 흐름에 대응할 수 있는 기반 기술 확보
○ 또한, 본 표준의 개발에 따라 국제시장에서 무선 차량용 검지기 기반 시스템의 하드웨어 및 소프트웨어 핵심기술의 수요가 확대되어 우리의 이익을 우선 반영할 수 있는 기회를 확보할 수 있으며, 한국의 기술 표준 경쟁력 강화 및 효율적인 교차로 네트워크 운영에 따른 사회적 이익을 기대할 수 있음</td></tr>
</table>