제 출 문

국토교통부 장관 귀하

이 보고서를 "지자기센서를 활용한 공영주차정보시스템 상품화 및 사업화“ 과제의 보고서로 제출합니다.

2014 . 10 . 31

주관연구기관명 : ㈜아인스에쓰엔씨

주관연구책임자 : 박 진 수

연 구 원 : 이 경 섭

연 구 원 : 박 재 수

연 구 원 : 박 상 훈

공동연구기관명 : 우광전자통신(주)

공동연구책임자 : 강 명 수

연 구 원 : 송 영 준

연 구 원 : 김 태 영

연 구 원 : 김 상 훈

보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제고유번호</td><td>1615006959</td><td>해당단계
연구기간</td><td>2014.02.01.
~2014.07.31</td><td>단계구분</td><td>3 / 3</td></tr>
<tr><td>연구사업명</td><td colspan="5">국토교통기술촉진연구사업
(조사분석사업명: 건설교통기술촉진연구)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구과제명</td><td>최상위
과제명</td><td colspan="4">지자기센서를 활용한 공영주차정보시스템 상품화 및 사업화</td></tr>
<tr><td>단위과제명</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>연구책임자</td><td>박 진 수</td><td>총연구기간
참여
연구원수</td><td>총 : 8명
내부 : 4명
외부 : 4명</td><td>총연구비</td><td>정부:
149,000천원
기업:
99,334천원
계 :
248,334천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및
소속부서명</td><td colspan="2">㈜아인스에스엔씨
기술연구소</td><td>공동기업명</td><td colspan="2">우광전자통신㈜</td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="3">상대국명 :</td><td colspan="2">상대국연구기관명 :</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td><td>보고서면수</td><td>315</td></tr>
<tr><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">색인어
(각 5개 이상)</td><td>한글</td><td colspan="4">지자기센서, 주차정보시스템, 점유검지, 주차구획, 주차차량</td></tr>
<tr><td>영어</td><td colspan="4">Geo-Magnetic Sensor, Parking Information System, Occupancy Detection, Parking Lot, Parking Vehicle</td></tr>
</table>

요 약 문

Ⅰ. 제 목

“ 지자기센서를 활용한 공영주차정보시스템 상품화 및 사업화”

Ⅱ. 연구개발과제 개요(목적, 필요성, 범위 등을 기술)

1. 목적

● 본 과제의 목표는 개발품의 시제품 제작, 제품 신뢰도 확보를 위한 테스트베드 구축과 운영 및 시범사업을 수행하여, 사업화의 기반을 구축하는데 그 목적을 둔다.

● 1차년도에는 시제품 제작, Biz 모델 수립 및 테스트베드 구축을 목표로 한다.

● 2차년도에는 테스트베드 운영, 실험 결과를 활용한 제품 성능 개선 그리고 시범사이트 구축을 목표로 한다.

● 3차년도에는 시범사이트 기능개선, 공영주차정보시스템 성능 개선 그리고 사업화 관련 특허 출원을 목표로 한다.

2. 필요성

본 연구 개발은 주차정보 제공을 통해 교통 소통의 원활화를 이룩하여, 국가경쟁력 향상을 위해 다음과 같은 효과를 기대한다.

● 주차정보 제공으로 불법주정차의 억제 및 주차단속의 당위성 확보

● 기존 주차장의 가동율 극대화로 주차시설에 대한 투자 최소화 효과

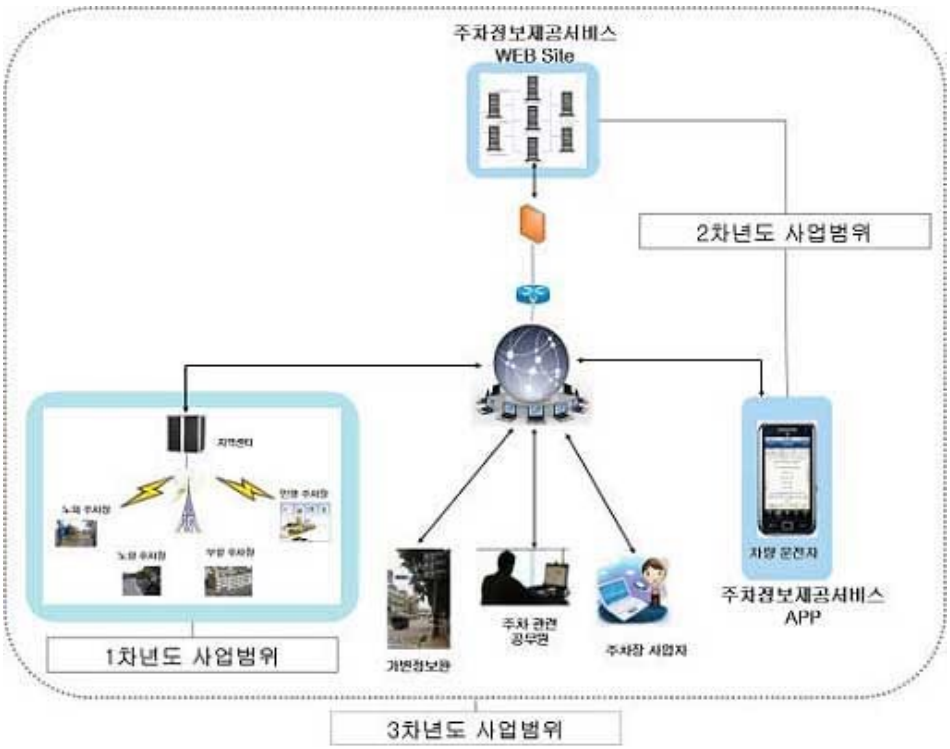
● 주차차량의 주차장 유도로 도로교통 장애 요소 최소화 지원 (도로교통의 원활한 소통 / 쾌적한 도로교통 환경 조성)

● 불필요한 교통 수요 최소화로 환경 저해 요인 억제로 도시환경 개선

● 쾌적한 주차환경을 통한 주민 서비스 개선

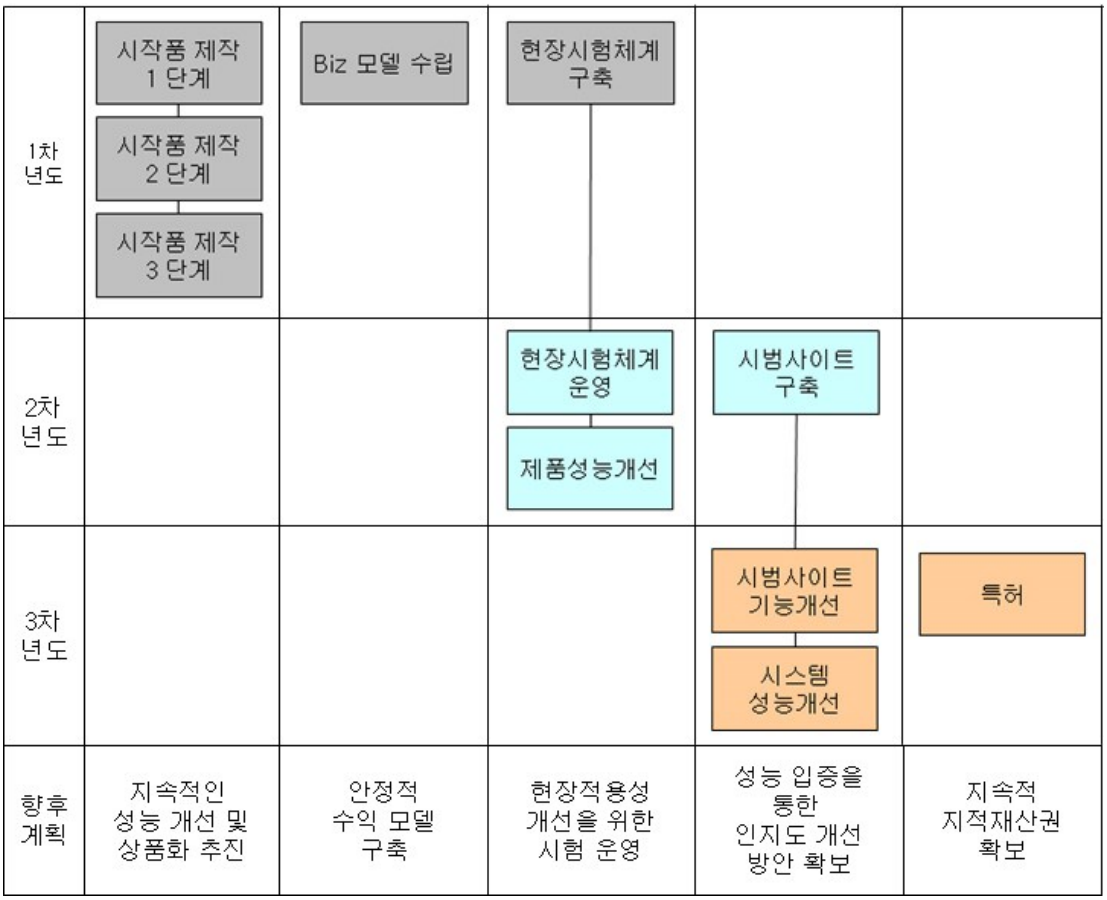
3. 범위

Seq.	핵심 성과물	단위 성과물	단위 목표
1	시작품	시작품 제작	지자기센서 제작
			지역중계장치 제작
			지역제어기 제작
2	테스트베드	테스트베드 구축	테스트베드 구축
		테스트베드 운영	테스트베드 활용
			시험 결과 반영
			기술 개선
		제품 성능 개선	통신성공율
			차량검지율
			전력소모절감율
3	시범사이트	시범사이트 구축	시범사이트 구축
		시범사이트 개선	시범사이트 기능개선
			시범사이트 성능개선
4	지적재산권	Biz 모델 수립	Biz 모델 수립
		특허 출원	특허 출원



Ⅲ. 연구개발 수행내용 및 결과(연구수행과정, 연구수행결과 등을 기술)

1. 연구수행과정



2. 연구수행방법

가. 시작품 제작

▪시작품 구성부품의 검토 : 사전에 설정된 요구조건을 기준으로 주요 부품에 대한 기술자료를 수집하고, 해당 조건에 부합되는 부품을 걸러내는 방법으로 수행.

▪시작품의 성능 개선을 위한 방안 연구 : 현장에서 발생될 수 있는 상황을 고려한 5개의 기능개선 항목을 도출하고, 해당 도출 항목을 해결하기 위한 다각적인 접근 방법을 적용하여, 향후 현장시험 체계의 실험을 통해 발생될 문제점을 최소화하고, 발생되는 문제의 해결을 위한 접근 방안을 사전에 검토하는 단계로 수행.

▪시작품의 제작 : 실험 환경과 소량 제작 여건에 따라 수작업 위주로 진행.

나. Biz 모델 수립

▪BusinessModel Generation에서 제공하는 CANVAS Tool을 적용하여, 연구진 참여의 토론을 거쳐 작성.

다. 테스트베드 구축

▪환경 설계 : 노상주차장에 적용되는 상황을 고려하여 환경을 구성.

▪시스템 설계 : 각 주차구획단위로 지자기센서를 배치하고, 요금정산부스에 지역중계장치 및 지역제어기를 배치.

▪통신 설계 : 각 지자기센서와 지역중계장치는 Zig-Bee 통신, 지역중계장치와 지역제어기는 USB Interface를 통한 통신, 지역중계장치는 공중망 인터넷을 통해 센터와 통신.

▪실험 내역 설계 : 환경 적응력, 주차차량 검지능력, 배터리 전력소모량, 통신 가능 거리 등의 검증을 대상 실험 내역으로 설계.

라. 테스트베드 운영

▪테스트베드 활용 실험 : 환경적응, 차량 검지, 전력 소모 및 통신거리에 대한 검증 실험을 수행하여, 제품의 성능을 검증하고, 축적된 실험 자료는 성능 개선을 위한 자료로 활용한다.

▪실험 결과 분석 : 테스트베드를 활용한 실험을 통해 축적된 자료의 분석을 통해 제품의 성능을 확인하고, 미진한 분야에 대한 원인 분석과 이에 대한 해결 방안을 연구하여, 이를 설계에 반영한다.

▪기술 개선 : 실험 결과 분석 단계에서 도출된 해결 방안을 기반으로 성능 개선을 위한 기술 개선을 수행한다.

마. 제품 성능 개선

▪통신 성공률 개선 : 통신 성공률은 통신 수행 절차와 통신 가능 거리에 의해 좌우 된다. 채택된 통신모듈에 대한 수정없이 전파환경 및 안테나에 대한 연구를 통해 성공률을 개선한다.

▪차량 검지율 개선 : 차량 인식 기술이 곧 검지율 개선 방안이라는 판단으로 차량 인식을 위한 구성 요소에 대한 재평가 및 다양한 접근 방법을 활용한다.

▪전력 소모율 개선 : 전력 소모의 요소는 회로 구성과 운영 방안에 의해 결정된다. 회로에 대한 변경 없이 운영 방안의 적정성을 평가하고, 자료 처리의 단순화 방안을 활용한다.

바. 시범사이트 구축

▪주차정보제공서비스의 실연을 목적으로 구성하였으며, 자료 수집, 자료 처리 및 정보제공으로 기능을 구성한다.

▪자료 수집 : 각 주차구획에 지자기센서를 설치하고, 넓은 영역에 따른 통신거리를 수용하기 위해 통신중계장치를, 지역제어기의 자료 수신을 위해 지역통신장치를 설치한다.

▪자료 처리 : 로컬 지역에는 지역제어기를, 센터에는 웹서버를 구축하여, 자료에 대한 처리를 담당한다.

▪정보 제공 : 로컬 지역에는 전광판으로, 원격지는 스마트폰 앱으로 정보 제공을 수행한다.

사. 시범사이트 기능 개선

▪지역제어장치의 전광판 제어 기능 추가는, 기존 자료 수집 중심의 기능에서 탈피하고, 기존 업무에 피해를 주지 않기 위해 시간 분할 또는 백 그라운드 프로세스 처리 방식으로 접근

▪전광판 전원 공급 방안은 상전 공급에 따른 문제 해소를 위해, 전력 소모를 최소화와 재생 에너지 활용을 우선 검토.

▪전광판 통신망 구성 방안 고려 사항은 통신 거리 및 통신 환경 극복으로 판단. 우선 목표 거리는 가시권 200M로 설정.

아. 시범사이트 성능 개선

▪주차관리원 휴대PDA로 주차정보를 제공하기 위해서 우선 PDA통신 방식에 대한 자료를 조사하고, 기존 통신망과의 통합화 가능성을 우선 검토하며, 사용자 인터페이스도 함께 검토.

▪주차정보제공 앱의 사용자 인터페이스 및 기능에 대한 점은 우선사항을 검토하여, 단순한 것 부터 우선 접근

자. 특허 출원

▪주차정보 제공 관련 기술 특허는 현재 특허 동향에 대한 조사를 선행한 이후 시장 선점 가능 기술을 우선 특허 진행.

▪주차정보제공 앱 관련 기술 특허는 현재 주차정보 제공 앱에 대한 기술 동향 및 주차정보 수요자에 대한 정보 수요 조사를 선행한 이후 시장 선점 가능 기술을 우선 특허 진행.

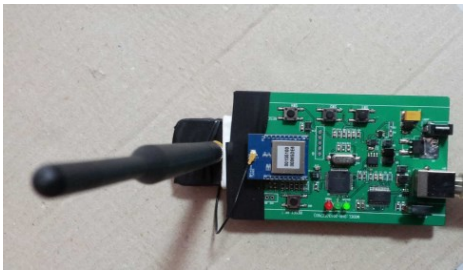
3. 연구수행결과

가. 시작품 제작

▪ 지자기센서 및 지역중계장치 시제품 제작 완료



지자기센서



지역중계장치

나. Biz 모델 수립

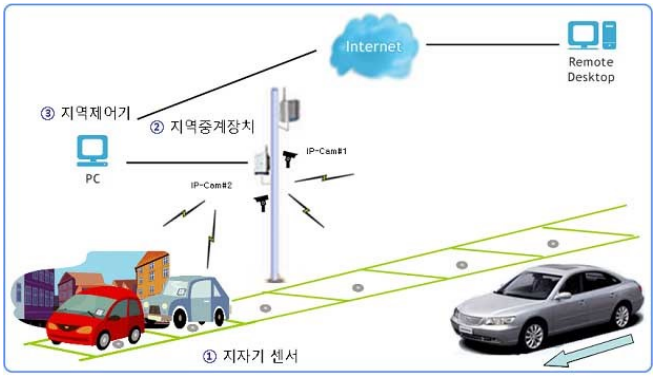
▪ 사업화를 위한 로드 맵으로서 Biz 모델 수립



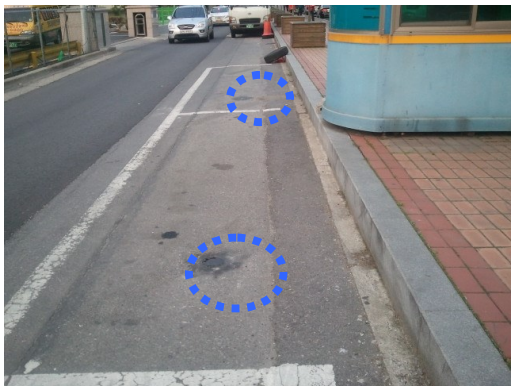
Generation에서 제공하는 CANVAS Tool을 적용하여, 연구진 참여의 토론을 거쳐 작성.

다. 테스트베드 구축

경기도 안양시 명학제2주차장에 테스트베드 구축, 지자기센서 14Set & 지역중계장치 1 Set 설치 완료.



테스트베드 시스템 구성도

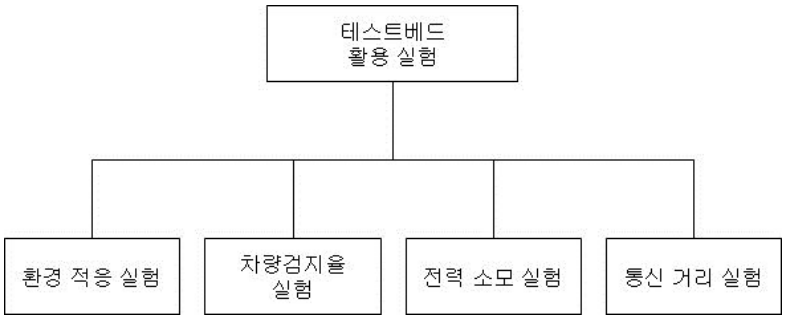


지자기센서 설치 사진

장비명	운영목적	수량	비 고
지자기센서	장비 성능 시험	14 대	
지역중계장치	장비와의 통신 유지	1 대	
지역 제어기	현장 장비 감시	1 대	
인터넷 회선	현장 장비 원격 감시	1 회선	

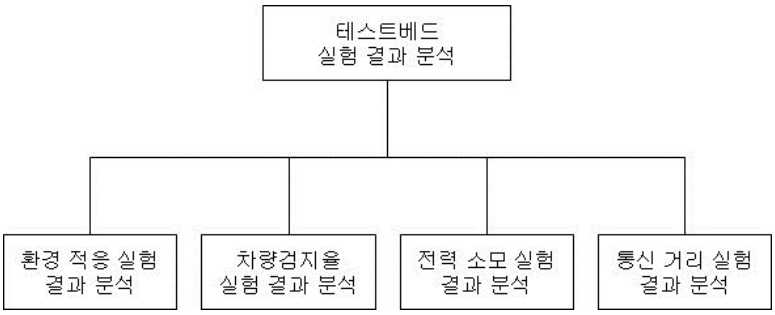
라. 테스트베드 운영

(1)테스트베드 활용 실험



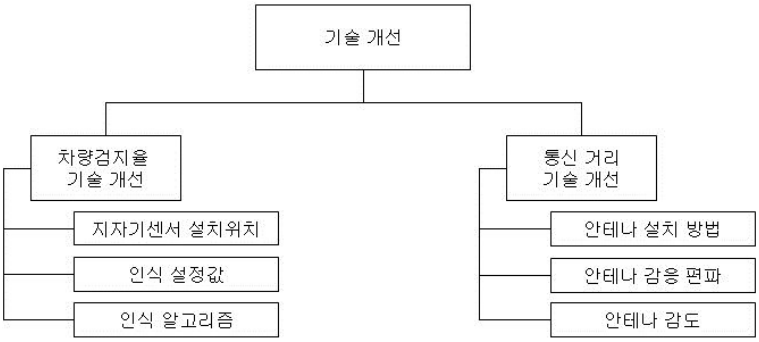
자연 환경 적응 실험은 지속적 운영상태 유지, 차량검지율 실험은 저조한 인식율을 보였고, 전력 소모 실험 결과는 1일 480회의 통신 수행 결과 81~89일 경과에 0.1V 전압강하 발생, 통신거리실험은 약 60m 내외에 위치하는 센서는 안정적 통신하나, 70m 내외에 위치하는 센서의 통신은 불안정한 것으로 확인.

(2)실험결과분석



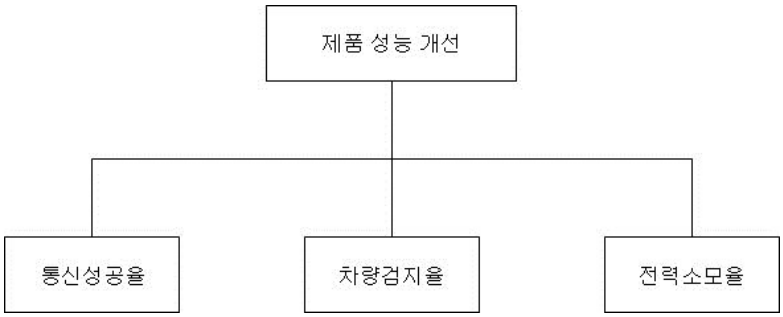
자연 환경 적응 실험 결과는 한국 내의 자연환경 영향을 받지 않는 것으로 판단하였고, 차량검지율은 신규 모델 및 경차에 대한 인식율이 낮은 것으로 확인하였고, 전력소모율은 년간으로 환산하면 최소 3.6년으로 평가되며, 통신거리실험은 60m 이내에서는 안정적 통신되는 것으로 판단한다.

(3) 기술 개선



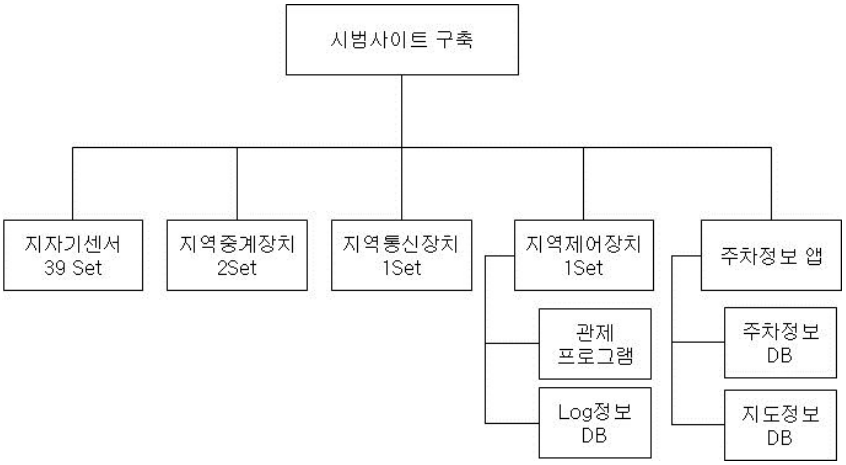
차량검지율에 대한 기술 개선 요소는 지자기센서 설치위치, 인식 설정값 조정 및 인식알고리즘에 대한보완을 실시하고, 통신거리에 대한 기술 개선 요소는 안테나 설치 방법, 안테나 감응 편파 범위 조정 및 안테나 감도 개선을 수행.

마. 제품 성능 개선



통신 성공률 개선을 위해 통신 방식은 비동기 통신 방식으로, 안테나 설치 위치는 외함 뚜껑 내부에, 수직 편파 및 수평편파를 수신하도록 Die-Pole 형태의 필름 안테나로 개선하고, 차량 검지율 개선을 위해 지자기센서 설치 위치 조정, 검지영역의 임계값 재조정 및 인식 알고리즘을 개선하며, 전력소모율 개선을 위해 지자기센서의 운영절차 중 불요불급하지 않은 일부 운영 절차 생략으로 대체한다.

바. 시범사이트 구축



경기도 안양시 명학제2주차장의 39개 주차구획을 대상으로 시범사이트 구축하여, 주차정보 수집, 주차정보 처리 및 주차정보 제공으로 기능을 구성.

사. 시범사이트 기능 개선

주차장 현장 인근에 대한 주차정보 제공을 위한 주차정보제공 전광판 추가.

아. 시범사이트 성능 개선

주차관리원이 휴대하는 PDA로 주차정보 제공 및 주차정보제공 앱을 이용한 주차정보 제공 구현.

자. 특허 출원

주차정보제공서비스를 위한 Biz 모델 관련 특허로서 “주차구획점유검지장치를 이용한 주차장관리시스템 (출원번호:10-2014-0097061, 출원일:2014.07.30., 출원인:우광전자통신(주))”, 주차정보 제공을 위한 기술 특허로서 “전력생산기술을 이용한 주차구획점유검지장치(출원번호:10-2014-0097051, 출원일:2014.07.30., 출원인:우광전자통신(주))”에 대한 출원 완료.

Ⅳ. 최종 연구성과 및 적용실적

1. 연구성과

가. 특허등록

No.	요소기술 구분	특허명칭	등록번호	등록일	출원인 (등록권리자)
A-1	3-가	주차구획점유검지장치를 이용한 주차장관리시스템	10-2014-0097061	20140730	우광전자통신(주)
A-2	1-가	전력생산기술을 이용한 주차구획점유검지장치	10-2014-0097051	20140730	우광전자통신(주)

나. 학술지 게재

No.	요소기술 구분	SCI/ 일반	논문명	학술지명	ISBN ISSN	주저자명	Vol. (No)	시작 페이지	끝 페이지	게재 일자

다. 소프트웨어 등록

No.	요소기술 구분	SW명칭	창작일	저작자명	등록일	등록번호	저작권자명

라. 신기술 지정

No.	요소기술 구분	명칭	출원일	고시일	보호기간	지정번호

마. 시제품 제작

No.	요소기술 구분	시제품명	출시/제작일	제작업체명	설치장소	이용분야
C-1	1-가	지자기센서	2013.01.30.	우광전자통신㈜	경기 안양 명학2주차장	
C-2	1-가	지역중계장치	2013.01.30	우광전자통신㈜	경기 안양 명학2주차장	

바. 현장시험*

No.	요소기술 구분	현장시험명	시험일	시험장소	주요내용
D-1	1-가	차량검지시험		명학제2주차장	주차구획내 차량점유에 대한 검지 능력 확인
D-2	2-가	통신거리시험		명학제2주차장	차량 비점유 및 점유 상태에서 지역제어장치와 지자기센서 간의 통신 통달 거리 확인
D-3	2-나	검지오류시험		명학제2주차장	시험대상 주차구획 인근 주차차량 및 인근 통과 차량에 대한 지자기센서 검지 상태 확인

사. 표준/인증

No.	요소기술 구분	인증번호 (규격번호)	인증명	취득일	취득기관	관리기관

아. 정책채택

No.	요소기술 구분	구 분	정책명	관련기관 (담당부서)	시행일시	채택내용

자. 법령반영

No.	요소기술 구분	구분	활용구분(신규/개선)	명 칭	해당조항	시행일시	관리부처	제정/개선내용

차. 설계기준, 시방서, 지침에 반영

No.	요소기술 구분	구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	설계기준/시방서/지침 명칭	반영일시	반영내용

카. 기술실시계약

No.	요소기술 구분	계약명	실시기업명	계약체결일	기술사용 시작일	기술사용 종료일	징수일자	징수금액 (천원)	계약 유형

타. 사업화/제품화

No.	요소기술 구분	사업화명	사업화내용	업체명	사업자 등록번호	매출액(천원)	매출발생년도	고용실적(명)

하. 현장적용(시공)**

No.	요소기술 구분	발주기관명	시공업체명	적용현장명	공사시작일	공사종료일	공사금액(천원)***

2. 연구성과 적용실적

해당 없음

Ⅴ. 연구목표 달성 및 효과

1. 목표달성도

설정한 연구목표를 달성하여 달성도는 100%

2. 연구목표 효과

연구개발 성과
가. 공공적 성과 ○ 주차정보제공서비스를 통한 불법주정차 발생 요인 제거 ○ 불필요한 교통 수요 억제를 통한 도시 환경 개선 및 교통 흐름 개선
나. 기술적 성과 ○ 지자기센서를 이용한 정지차량 검지기술 확보 ○ 매립 센서노드에 대한 무선통신방안 및 통신거리 연장 기술 확보 ○ 옥외 주차장에 대한 정보 수집 체계 확보 ○ 주차정보제공 앱의 실시간 주차정보 제공 방안 확보
다. 학술적 성과 ○ 지능형교통시스템의 하부 서비스로서 주차정보제공서비스 구축
라. 경제적 성과 ○ 주차 소요 시간 단축에 따른 유류비 절감 ○ 주차 시설 가동율 향상을 통해 주차 시설 확보를 위한 예산 절감 ○ 주차장 가동율 향상에 따른 주차장 수입 증대 ○ 도시 환경 개선에 따른 오염물질 처리 비용 경감
마. 기타 성과 ○ 주차 관련 산업의 신규 시장 개설에 따른 고용 증대 효과

VI. 연구성과 활용계획

단계	단 계 명(R&D 종료시점)	단 계 정 의
Ⅰ	기술 개발 단계 ■완료	국가 R&D 사업을 통해 연구개발이 완료된 단계
Ⅱ	기술 검증.보완 단계 □준비 □진행중 ■완료	시제품 제작, 현장시험적용 등을 통해 기술을 검증하고 보완하여 기술적 완성도를 높이는 단계

Ⅲ	실용화 추진 단계(마케팅) ■준비 □진행중	제품판매 및 공사수주를 위한 마케팅(제안·홍보.입찰 등) 단계
Ⅳ	시장수용 단계 □초기발생 □지속발생	제품 판매나 공사 수주를 통해 실제 매출이 발생하는 단계

구분	1-가	요소기술명	지자기센서 차량검지

1. 동 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획을 표기해 주십시오.

단계	종료 후 1년	종료 후 2년	종료 후 3년	종료 후 4년	종료 후 5년
Ⅰ 기술 개발 단계	■ 완료	■ 완료	■ 완료	■ 완료	■ 완료
Ⅱ 기술 검증.보완 단계	■ 완료	■ 준비	■ 진행중	■ 완료	■ 준비
Ⅲ 실용화 추진 단계 (마케팅)	■ 준비	■ 진행중	■ 진행중	■ 진행중	■ 진행중
Ⅳ 시장수용 단계	□ 초기발생	■ 초기발생	■ 지속발생	■ 지속발생	■ 지속발생

2. 귀 기관이 위 1번에서 응답한 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)을 구체적으로 설명해 주십시오.

단계	단계명	주요 활동내용			
		주체*	성과물**/개수	시기	내용
Ⅰ	기술 개발 단계	-	-	R&D종료시점	R&D 기간 내 완료
Ⅱ	기술 검증.보완 단계		현장시험/2회	~종료후 1년	
Ⅲ	실용화 추진 단계		기술실시계약/1회 사업화·제품화/1개	~종료후 3년	
Ⅳ	시장 수용 단계	AA기업	현장적용 3회	~종료후 4년	

3. 귀 기관의 R&D 결과물을 활용하기 위해서는 기준이나 지침의 제.개정이 필요합니까? (1)
1, 예, 필요합니다. 2. 아니오, 필요하지 않습니다.

4. 위 3에서 1번이라고 응답한 경우, 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획을 설명해

주십시오.

구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용
옥외주차장 시설 설계기준	신규	옥외주차장 설치 기준에 있어 주차정보제공을 위한 시스템 설치 내역으로 주차구획의 차량점유상태를 확인하기 위한 시스템 설치 의무 표기

S u m m a r y

Ⅰ. Title

"To merchandize and commercialize public parking information system using geomagnetic sensors"

Ⅱ. **The outline of R&D project** (The description of the purpose, justification, scope and etc)

1. Purpose

● The purpose of this R&D project is to build a foundation for the merchandizing and commercialization by both building & operating a test bed and by implementing pilot program for making a prototype and securing a product credibility.

● The 1st year object is to make a prototype, to map out a Biz model and to build a test bed.

● The 2nd year object is to improve product performance resulting from test bed operations and testal outcomes, and to build a pilot site.

● The 2nd year object is to improve the function of a pilot site, to improve the performance of public parking information system and to file a related patent.

2. Justification.

This R&D project is expected to bring out the following effects by facilitating and expediting traffic control and by resultantly improving national competiveness..

● To both suppress and control illegal parking with parking information provided and to secure a justification for illegal parking crackdown

● To minimize an investment in the parking facility by maximizing the operational efficiency of existing parking lots

● To minimize the elements of road traffic failure and hindrance (Expediting traffic control / and creating a healthy traffic environment)

● To improve urban environment by minimizing unnecessary traffic demand and thus suppressing environment impediments

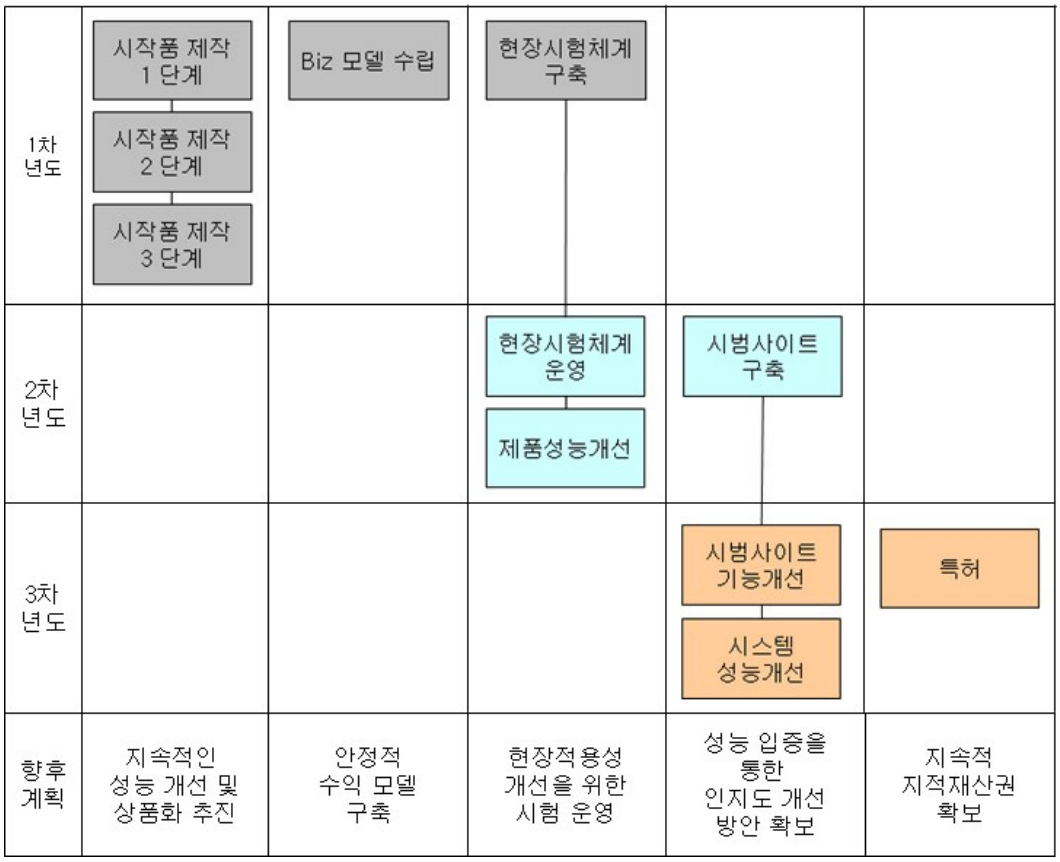
● To improve residents' services through healthy parking environments

3. Scope

No.	Core output	Unit output	Unit goal
1	Prototype	To make a prototype	To fabricate geomagnetic sensors
			To fabricate a regional relay device
			To fabricate a regional controller
2	Test Bed	To build a test bed	To build a test bed
		To operate a test bed	To utilize a test bed
			To reflect the outcomes of a test bed
			To improve the applied technology
		To improve the product performance	Communication success rate
			Vehicle detection rate
			Power consumption saving rate
3	Pilot site	To build a pilot site	To build a pilot site
		To improve a pilot site	To improve the functions in a pilot site
			To improve the performance in a pilot site
4	Intellectual property	To map out a Biz model	To set up a Biz model
		To file a patent	To file a patent

Ⅲ. R&D implementation detailed breakdown and outcomes (Description on the implementation process, implementation outcomes and etc)

1. R&D implementation process



2. R&D implementation method

A. Prototype- making

▪Review of the component parts for a prototype :, The method applied to carry out this is to collect technical data of major components and to sift out parts that comply with requirements, based on predefined requirements.

▪Research on the method for prototype's performance improvement : :, The method applied to carry out this is, to draw out 5 items for performance improvement in consideration of all probable happenings on the site and then to apply a multilateral approach to solve drawn-out items, and then to try to minimize possible problems through on the site tests and finally to review the approaches to problems expected to happen.

▪Prototype-making : A manual-centric work according to test environments and small quantity production restraints.

B. Biz Model Set-up

▪By applying a CANVA tool provided by BusinessModel Generation, a Biz model will be written out after going through much discussion among researchers

C. Test bed-building

▪Environment design : To design environments taking consideration of possible situations on road parking lots.

▪System design : To place geomagnetic sensors for each parking lot, and to place a regional relay device and regional controller on parking tollbooth

▪Communication design : Each geomagnetic sensors and regional relay device will communicate via Zig-Bee communication, and regional relay device and region controller will communicate by way of USB interface, and a regional relay device will communicate with a center via public Internet.

▪ Test items design: To design test items to prove environment adaptability, Parking vehicles-detecting capability, battery power consumption, communication-capable range and etc.

D. Test bed operation

▪Test Bed Utilization Test : To conduct a test for environment adaptability, vehicle detection, power consumption, communication range and etc in order to examine and verify the performance, and accumulated test data will be used for performance improvement

▪Analysis of test results : Will verify the performance through accumulated data analysis from the test using a test bed, will conduct a cause analysis of deficiency areas, and study on the problem-solving, which to be reflected in the future design.

▪Technology improvement : Will conduct technology improvement, based on the solution derived from the test data analysis phase.

E. Product performance improvement

▪Improvement of communication success rate: Communication success rate depends on communication procedure (protocol) and communication-capable range. Try to improve the success rate by way of research on microwave environment and antenna without modification on a adopted communication module.

▪Improvement of vehicle detection rate : From a judgment that vehicle detection technology is the very answer to the improvement of detection rate, will revalue every components for vehicle detection and take advantage of to use various approach.

▪ Improvement of power consumption : The elements of power consumption depend on circuit configuration and operation method. Will evaluate the operation adequacy without modification of circuitry, and will make use of ways of simplifying data processing.

F. Pilot site building

▪Intended for implementation of parking information provision service and be comprised of data collection, data processing and information provision

▪data collection : Will place geomagnetic sensors in each parking block, and set up communication relay device to cover wide area communication range and regional communication device to receive data from regional controller.

▪Data processing : Will set up a regional controller at local area, and build a web server to handle data processing

▪Information provision : Will be served as a electronic display board at local area, and as a app as smart phone in remote and distant areas.

G. Function improvement at pilot site

▪As for an addition of electronic display board control to regional control device, the method to be taken is to take approaches of time division or background process, deviating from existing data collection-oriented functions, in order not to hamper existing tasks

▪As for power supply to an electronic display board, the method to be taken is to firstly consider minimizing minimize power consumption and making use of renewable energy.

▪Considerations to network configuration for electronic display board are how to overcome communication range and communication environment. Initial target range is set tentatively at 200M in visible distance

H. Performance improvement at pilot site

▪ The method to be taken is to examine data and materials on PDA communication method(protocol) in order to provide parking information to parking jockey's portable PDA, and to preferentially review the possibility of integration with existing communication network as well as user interface

▪ As for user interface and functions for the app that provide parking information The method to be taken is to review the priority and take approach to starting from something simple.

I. Patent filing

▪As for technology patent relating to parking information provision, the method to be taken is to preferentially file a patent for the technology that can occupy a market, after firstly finishing a research about the current patent trend.

▪ As for SW app patent relating to parking information provision, , the method to be taken is to preferentially file a patent for the technology that can occupy a market, after firstly finishing a research about the current patent trend and parking information users' information demand

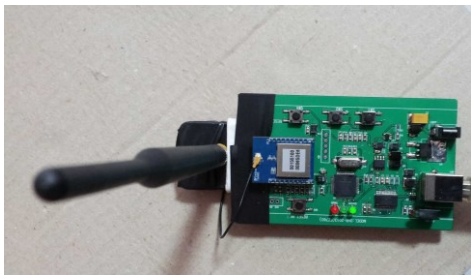
3. R&D outcomes

A. Prototype making

▪ Completion of making a prototype of geomagnetic sensors and regional relay device



Geomagnetic sensors



Regional relay device

B. Biz Model establishment

▪ Mapping out Biz Model as a roadmap for commercialization

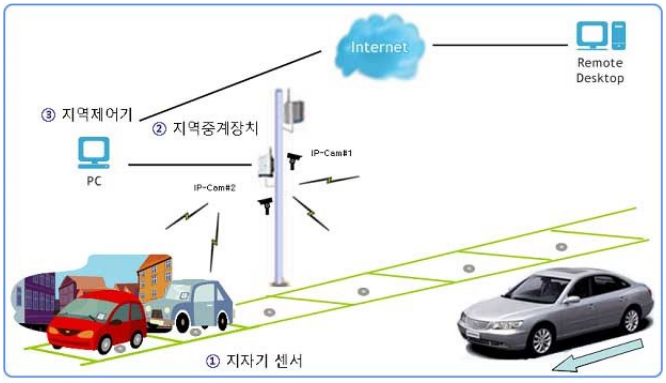
Business Model Canvas Worksheet



A Biz model will be written out after going through much discussion among researchers, applying a CANVA tool provided by BusinessModel Generation,.

C. A Tedbed building

Built a testbed at Myunghak 2nd parking lot at Anyang city, Kyungki-do, and completed set up with 14 sets of geomagnetic sensors and 1 set of regional relay device



System configuration diagram of a testbed

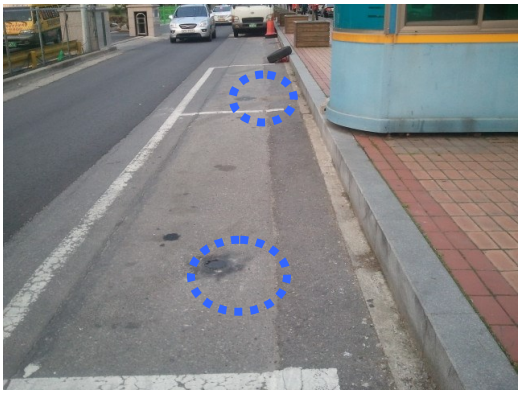
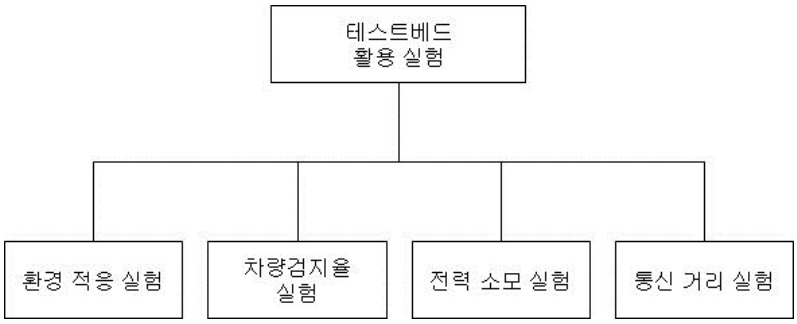


Photo of installed geomagnetic sensors

Name of equipment	Purpose of operation	No. of unit	Remark
Geomagnetic sensor	Test of sensor performance	14 PCS	
Regional relay device	To sustain communication	1 PCS	
Regional controller	To check on site equipment	1 PCS	
Internet line	To remotely check on-site equipment	1 line	

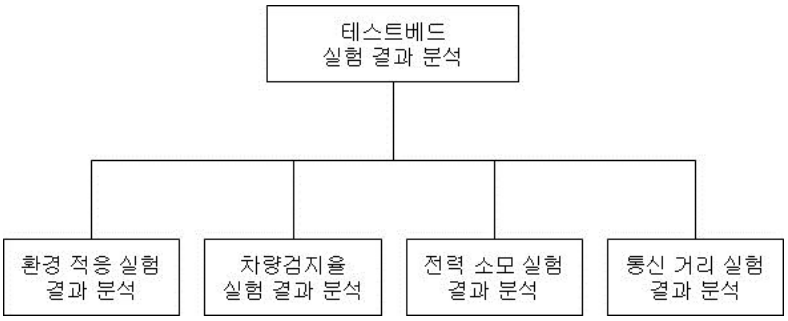
D. Testbed operation

(1) Test of testbed utilization



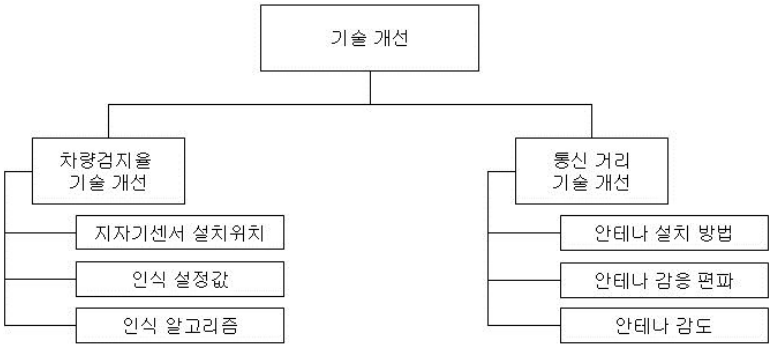
A test of nature environment adaptability showed the state of maintaining ongoing operation. A test of vehicle detection rate showed poor detection rate, A test of power consumption showed 0.1V voltage drop after 480 times communication a day and 81-90 days lapse. A test of communication range showed that sensors between 60m distance maintained stable communication, but confirmed that sensors between 70m distance are unstable to communicate each other

(2) Analysis of test results



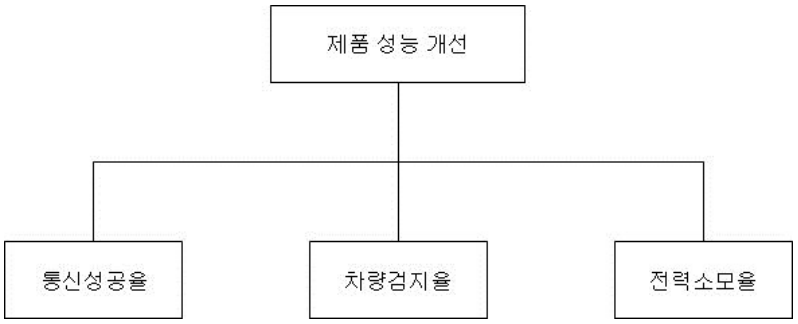
A test of nature environment adaptability is judged to have had no influence from Korean natural environment. A test of vehicle detection rate showed that detection rate for new model and subcompact car was low. A test of power consumption showed minimum3.6 year usable if calculated to annual usage. A test of communication range judged a stable communication within 60m distance

(3) Technology improvement



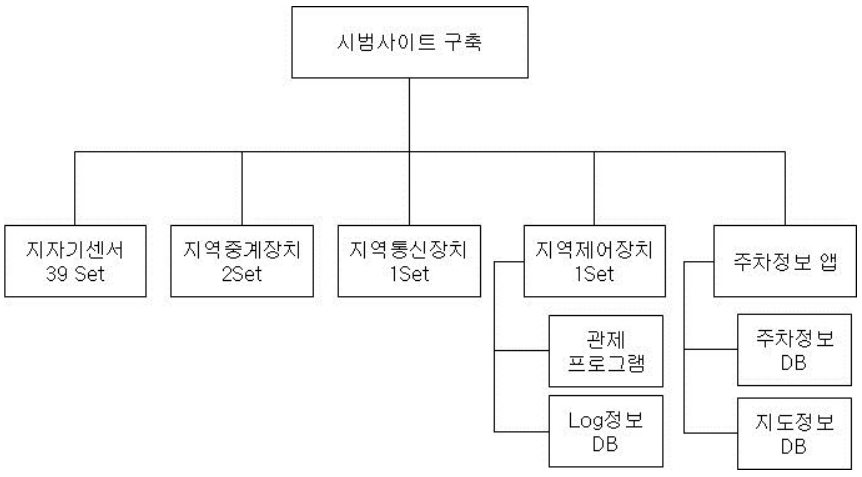
The points for technology improvement for vehicle detection rate are to adjust geomagnetic sensors placement location and detection configuration(tolerance) value, and to take supplementary measures in recognition algorithm. The points for communication range improvement are to change the way of antenna setup, to adjust antenna polarization range and to take a measure of improving antenna sensitivity.

E. Product performance improvement



In order to improve communication success rate, communication method is to be asynchronous communication method, antenna setup location is to be inside enclosure, is to be improved into film antenna in die-pole type.
In order to improve vehicle detection rate, measures are taken to adjust geomagnetic sensors installation location, to readjust threshold value of detection area, and to improve recognition algorithm.
In order to improve power consumption, the measure to be taken to omit some operation procedures that are non-essential among geomagnetic sensors operation procedure

F. A pilot site - building



Built a pilot site on 39 parking blocks at Myunghak 2nd parking lot in Anyang city, Kyungki-do that are comprised of the functions of parking information collection, processing and provision

G. Function improvement of a pilot site

An electronic display board is to be added in order to provide parking information about nearby on-site parking lot (pilot site)

H. Performance improvement of a pilot site

To provide parking information to parking jockey's portable PDA and to implement the development a SW app to provide parking information

I. Patent filing

Completed filing a patent for "Parking information management system by the use of parking block occupancy detecting device as a business model (Patent filing No. : 10-2014-0097061, Date of filing : 2014. 7. 30. Applicant for patent : Wookwang Information and Network System Co., Ltd) and a patent for "Parking block occupancy detecting device by the use of power generating technology" as a technology patent of providing parking information model (Patent filing No. : 10-2014-0097051, Date of filing : 2014. 7. 30. Applicant for patent : Wookwang Information and Network System Co., Ltd)

Ⅳ. Final R&D outcomes and application achievements

1. R&D outcomes

A. Patent filing

No.	Classification to element technology	The name of filed patent	Filing No.	Date of Filing	Applicant (Registrant & Right holder)
A-1	3-가	Parking information management system by the use of parking block occupancy detecting device	10-2014-0097061	20140730	Wookwang Information and Network System Co., Ltd
A-2	1-가	Parking block occupancy detecting device by the use of power generating technology	10-2014-0097051	20140730	Wookwang Information and Network System Co., Ltd

B. Academic journal publication

No.	Classification to element technology	SCI/ General	Title of thesis	Name of Journal	ISBN ISSN	Name of Main author	Vol. (No)	Starting page	Ending page	Date of publication

C. SW registration

No.	Classification to element technology	Name of SW	Date of creation	Name of author	Date of registration	No. of registration	Name of copyright holder

D. Designation of New technology

No.	Classification to element technology	Name	Date of application	Date of notification	Protection period	Serial No. of designation

E. Prototype-making

No.	Classification to element technology	Name of prototype	Date of releaase/production	Name of maker	Installed location	Field of usage
C-1	1-가	Geomagnetic sensors	2013.01.30.	Wookwang Information and Network System Co., Ltd	Myunghak 2nd parking lot in Anyang city, Kyungki-do	
C-2	1-가	Regional relay device	2013.01.30	Wookwang Information and Network System Co., Ltd	Myunghak 2nd parking lot in Anyang city, Kyungki-do	

F. Field test*

No.	Classification to element technology	Name of field test	Date of test	Location of test	Description
D-1	1-가	Vehicle detection test		Myunghak 2nd parking lot in Anyang city, Kyungki-do	To check the capability to detect vehicle occupancy at parking block
D-2	2-가	Communication range test		Myunghak 2nd parking lot in Anyang city, Kyungki-do	To check the communication range between geomagnetic sensors and regional relay device during both vehicle occupancy and non-occupancy
D-3	2-나	Detection error test		Myunghak 2nd parking lot in Anyang city, Kyungki-do	To check the state of geomagnetic sensors' detection toward both parking and passing vehicles near parking block under field test.

G. Standard/Certification

No.	Classification to element technology	No. of certification (No. of standard)	Name of certification	Date of acquisition	Acquisition institute	Management agency

H. Policy adoption

No.	Classification to element technology	Classification	Name of policy	Related organization (Department in charge)	Date of enforcement	Contents of adoption

I. Legislation adoption (Reflection)

No.	Classification to element technology	Classification	Classification to application (new/improving))	Title	Corresponding (related) clauses	Date of enforcement	Ministry in charge	Contents of new / revised legislation

J. Adoption(Reflection) to Design standard, Specifications and Guidelines

No.	Classification to element technology	Classification (Design standard, Specifications and guidelines)	Classification to application (new/improving)	Title of Design standard, Specifications and Guidelines	Date of adoption	Contents of adoption

K. Technology licensing agreement

No.	Classification to element technology	Name of agreement	Name of licensee company	Date of agreement	Starting date of license	Ending date of license	Date of licensee fee collection	Amount of license fee(USD)	Type of agreement

L. Commercialization / Merchandizing

No.	Classification to element technology	Name of commercialization	Contents of commercialization	Name of company	No. of business registration	Sales amount (USD)	Year of sales generation	No. of Employment (Person)

M. On-site application(Installation)**

No.	Classification to element technology	Name of ordering company	Name of installation company	Name of applicable site	Starting date of installation	Ending date of installation	Installation contract amount (USD)***

2. Application results from R&D outcomes

Not applicable

Ⅴ. R&D goal achievements and effects

1. The degree of goal achievements

The degree of R&D goal set-up in R&D plan is achieved 100%

2. The effect of R&D goal

R&D achievements
A. Public interests-wise achievements ○ To remove elements of leading illegal parking through parking information provision ○ To improve urban environment and traffic flow through keeping down unnecessary traffic demand
B. Technological achievements ○ To obtain technologies of detection and recognition on stationary(non-driving) vehicles using geomagnetic sensors ○ To obtain technologies of wireless communication method toward sensor node and of extending communication range ○ To obtain the system to collect information on outdoor parking lot ○ To obtain the method of providing parking information real-time through an app
C. Academic achievements ○ To build the service of parking information provision as sub-service of intelligent traffic system
D. Economic achievements ○ To save gas bill, resulting from shortened time to be taken to parking ○ To save a budget for parking facilities by improving operational rate at parking facilities ○ To increase the revenue of parking lot by improving operation(turn-over) rate at parking lots ○ To save the cost of processing pollutants by improving urban environment
E. Other achievements ○ To bring the effect of increasing employment, creating new market of parking-related industry

Ⅵ. Plan to utilize R&D achievements

Phase	Name of Phase(R&D completion time)	Phase definition
Ⅰ	Technology development phase ■ Completion	The phase in which R&D is completed through national R&D project
Ⅱ	Technology verification, supplement phase □ In preparation □ In progress ■ Completion	The phase in which to verify and supplement technology and to enhance the degree of technological perfection through prototype-making and field test application
Ⅲ	Commercialization push phase (Marketing) ■ In preparation □ In progress	The phase in which marketing(proposal, promotion, bidding and etc) for product sales or for winning a contract occurs
Ⅳ	Market acceptance phase □ Early occurrence □ Consistent occurrence	The phase in which actual sales occur through product sale or win a contract

Classification	1-가	Classification to element technology	Vehicles detection by way of geomagnetic sensors

1. Please note a plan for using R&D achievement for next 5 years (Application report submission deadline)

Phase	1 year after completion	2 year after completion	3 year after completion	4 year after completion	5 year after completion
Ⅰ Technology development phase	■ Completion	■ Completion	■ Completion	■ Completion	■ Completion
Ⅱ Technology verification, supplement phase	■ Completion	■ In progress	■ In progress	■ Completion	■ In preparation
Ⅲ Commercialization push phase (Marketing)	■ In preparation	■ In progress	■ In progress	■ In progress	■ In progress
Ⅳ Market acceptance phase	□ Early occurrence	□ Early occurrence	■ Consistent occurrence	■ Consistent occurrence	■ Consistent occurrence

2. Please explain in detail the content of major activities (Scheduled/Planned) on the application plan that your organization answered on No. 1.

Phase	Name of phase	Content of major activities			
		Organization*	Output**/No.	Period	Content
Ⅰ	Technology development phase	-	-	R&D completion	Completed within R&D period
Ⅱ	Technology verification,		Field test / twice	~ 1 year after completion	

	supplement phase				
Ⅲ	Commercialization push phase (Marketing)		Technology licensing agreement / once Commercialization, Merchandizing / 1 product	~3 year after completion	
Ⅳ	Market acceptance phase	AA Company	On-site application / 3 times	~4 year after completion	

3. Are the enactment and amendment of standard and guidelines necessary in order to take advantage of R&D outcomes ? (1)

1, Yes, necessary. 2. No, not necessary.

4. In case of answering 1 (Yes, necessary), please explain detailed activity plan for adopting standard/guidelines in the future.

Classification (Design standard, Specifications and guidelines	Classification to application (new/improving	Description
Design standard for outdoor parking facilities	New	In design standard for outdoor parking lots (facilities), the installation of the system (Functions) to check vehicle occupancy at parking block need to be stipulated mandatory in specifications to install parking information provision system

6. 영문 목차

Table of Contents

Chapter 1. The outlines of R&D project

Paragraph 1. The purpose and justification

1. Justification

2. Purpose

Paragraph 2. The definition, Scope, Characteristics of R&D project

1. Definition

2. Scope

A. Prototype-making

B. Testbed

C. Pilot site

D. Intellectual rights

3. Characteristics

A. New technology for crecting new market

B. Total system proposal for parking information provision

C. Environment-friendly technology

Paragraph 3. Domestic & Overseas status of related technology development

1. Domestic status

A. Study on academic papers

B. Study on technological papers

C. Domestic technology trends

2. Overseas status

A. Study on academic papers

B. Study on technological papers

C. Analysis of related information and trends on parking vehicles detection technology and infromation provision

D. Analysis of effect of parking information guide system

Paragraph 4. The position of R&D occupied on related areas

1. Excellence of R&D outcomes

2. Differentiation of R&D outcomes

Chapter 2. R&D implementation detailed breakdown and outcomes

Paragraph 1. The strategy and method of R&D implementation

Paragraph 2. The process and contents of R&D implementation

1. Prototype-makeing

A. Review of components and parts

B. System configuration specification

C. System configuration

D. Review of CPU specification

E. Review of geomagnetic sensors specification

F. Review of USN module specification

G. Review of battery specification

H. Review of enclosure specification

I. Review of details for performance improvement

J. Protoype-fabrication

2. Biz Model establishment

A. Develompmnet method for Biz model establishment

B. Canvas configuration

C. Canvas compiliation

D. Canvas completion

E. Business pattern by Canvas

F. Business direction for public parking lot information system

G. Procedure of driving business

3. Building field test systems for to prove the prototype performance

A. Testing throgh a testbed

B. Creating an environment for a testbed

C. Setting up system for a testbed

4. Operating a testbed

A. Utilizing a testbed

B. Operating fied test system – Analysis of test results

C. Operationg field test system – Technology improvement

5. Product performance improvement

A. Improvemnet of communication success rate

B. Improvement of vehicles detection rates

C. Improvement of power consumption

6. Building a pilot site

A. Direction to designing a pilot site

B. Specification of a pilot site configuration / Setup

C. Specification of equipement installation at pilot site

D. System configuration of a pilot site

7. Improvement of a pilot site

A. Improvement of functions:

B. Improvement of performance

8. Filing a patent

A. Patents related to parking information provsion service

B. Patents related to an app of parking information provision

Paragraph 3. R&D implementation outcomes and method to verify the outcomes

1. Outlines.

2. Procedure of verification

3. R&D implementation outcomes and method to verify the outcomes

A. Prototype-making

B. Biz model establishment

C. Testbed building

D. Pilot site-building

E. Patent filing

Chapter 3. Final R&D outcomes and application achievements

Paragraph 1. Prototype-making

1. Parking vehicles detection using geomagnetic sensors

A. Explanation of R&D outcomes

B. Achievements from R&D outcomes

C. Major R&D achievements

D. Deomestic & Overseas market prospect for technology development acievemnets

Paragraph 2. Testbed-building

1. Building a testbed for public parking information system using geomagnetic sensors

A. Explanation of R&C achievements

B. Achievement from R&D outcomes

C. Major R&D achievements

D. Domestic & Overseas market prospect for technology development acievemnets

Paragraph 3. Pilot site-building

1. Building a pilot site for public parking information system using geomagnetic sensors축

A. Explanation of R&C achievements

B. Achievement from R&D outcomes

C. Major R&D achievements

D. Domestic & Overseas market prospect for technology development acievemnets

Paragraph 4. Biz model setup

1. Biz model establishment

A. Explanation of R&C achievements

B. Achievement from R&D outcomes

C. Domestic & Overseas market prospect for technology development acievemnets

Chapter 4. R&D goal achievements and effects

Paragraph 1. The degree of goal achievements

Paragraph 2. The effect of R&D goal

1. Technoogical effect in terms of intellignet traffic systems

A. Service of high class traveller information provisioin

B. Service of operating traffic information provision

2. Technoogical effect in terms of ICT

A. Improved service by machine to machine (things) communication

B. Service by Big-Data of parking information

C. Service of providing drivers with parking convenience

Paragraph 3. Analysis of economic effects of R&D achievements

1. Creating a new market

2. Creating an employment

3. Economic benefit from public parking information system

A. Increase in parking facilities usage

B. Smooth flow of road traffic

C. Improvement in urban air environment

D. Improvement in users satisfaction

E. Contributioin to vitalize local ecomomy

Paragraph 4. Analysis of policy effect of R&D achievements

Chapter 5. Application of R&D achievement and a need for further research

Paragraph 1. The ways of utilize R&D achievements in the future

1. Technology licensing plan

A. Preferrential application

B. Revies of receiving private capital investment

C. Review of linking to existing system

D. Preferrentially building a center

E. Early launch of an app relationg to parking information system

2. Sales plan

A. Driving activity for solution sales

B. Launching eco-friendly sales activity

C. Building a brand image as parking information specialty company

3. The way to drive commercialization

A. Ways of commercialization relating to HW and equipment

B. Ways of commercialization relating to public parking informatioin system

C. Ways of commercialization relating to interface with existing system

D. Ways of commercialization relating to app relating to parking information provision

4. The way to obtain certification

5. Plan to be reflect in policy

A. Consideration to policy

B. Cosideration to legislation

목 차

제1장 연구개발과제 개요 - 29 -

제1절 연구개발의 목적 및 필요성 - 29 -

1. 연구개발의 필요성 - 29 -

2. 연구개발의 목적 - 29 -

제2절 연구개발의 정의, 범위, 특징 - 30 -

1. 연구개발의 정의 - 30 -

2. 연구개발의 범위 - 30 -

3. 연구개발의 특징 - 34 -

제3절 관련분야의 국내외 기술개발 현황 - 36 -

1. 국내 연구 개발 현황 - 36 -

2. 외국 연구 개발 현황 - 41 -

제4절 연구개발결과가 관련분야에서 차지하는 위치 - 62 -

1. 연구개발결과의 우수성 - 62 -

2. 연구개발결과의 차별성 - 62 -

제2장 연구개발 수행 내용 및 결과 - 63 -

제1절 연구수행 전략 및 방법론 - 63 -

제2절 연구수행과정 및 내용 - 64 -

1. 시작품 제작 - 64 -

2. Biz 모델 수립 - 197 -

3. 시작품 성능 검증을 위한 테스트베드 구축 - 203 -

4. 테스트베드 운영 - 206 -

5. 제품 성능 개선 - 219 -
6. 시범사이트 구축 - 222 -
7. 시범사이트 개선 - 225 -
8. 특허 출원 - 242 -
제3절 연구수행결과 및 결과의 검증 방법 등 - 243 -
1. 개요. - 243 -
2. 검증 절차 - 243 -
3. 연구수행결과 및 검증방법 - 244 -
제3장 최종 연구성과 및 적용실적 - 263 -
제1절 시제품 제작 - 263 -
1. 지자기센서를 이용한 주차차량검지 - 263 -
제2절 테스트베드 구축 - 275 -
1. 지자기센서를 이용한 공영주차정보시스템 테스트베드 구축 - 275 -
제3절 시범사이트 구축 - 278 -
1. 지자기센서를 이용한 공영주차정보시스템 시범사이트 구축 - 278 -
제4절 Biz 모델 구성 - 283 -
1. Biz 모델 수립 - 283 -
제4장 연구목표 달성 및 효과 - 288 -
제1절 연구개발 최종목표 달성도 - 288 -
제2절 연구개발 성과의 기술적 효과분석 - 289 -
1. 지능형교통체계 측면의 기술적 효과 - 289 -
2. ICT 측면의 기술적 효과 - 290 -
제3절 연구개발 성과의 경제적 효과분석 - 292 -

1. 신규 시장 창출 - 292 -
2. 고용 창출 - 292 -
3. 공영주차정보시스템에 의한 경제적 이익 - 292 -
제4절 연구개발 성과의 정책적 효과분석 - 302 -
제5장 연구성과의 활용 및 추가연구 필요성 - 303 -
제1절 연구성과 향후 활용방안 - 303 -
1. 기술실시계획 - 303 -
2. 영업계획 - 305 -
3. 사업화추진방안 - 307 -
4. 인증 획득 방안 - 308 -
5. 정책 반영 계획 - 308 -
제2절 추가연구 필요성 등 - 311 -
1. 주차정보 수집체계 - 311 -
2. 주차정보 가공체계 - 311 -
3. 주차정보 제공체계 - 311 -
4. 주차정보의 포괄적 개념 - 312 -
참고문헌 - 313 -

그림 목차

그림 1-1 서울특별시 중기 교통종합계획 - 37 -

그림 1-2 도시 규모별 주차장 유도안내시스템의 필요성 회답 - 44 -

그림 1-3 후쿠오카(福剛)시의 설치지역과 현황 - 45 -

그림 1-4 가네자와(金澤)시의 설치지역과 현황> - 46 -

그림 1-5 나라(奈良)시의 설치지역과 현황 - 47 -

그림 1-6 운전자의 가장 큰 불만으로 손꼽히는 주차위반티켓 - 48 -

그림 1-7 구 주차미터기(좌)와 교체 예정인 신 스마트 미터기(우) - 49 -

그림 1-8 샌프란시스코 시 시범지역에 설치된 무선전자센서 - 50 -

그림 1-9 SF park Pilot 프로젝트 시범지역 - 51 -

그림 1-10 SF park Pilot _ 센서별 점유정확도 시험결과 - 53 -

그림 1-11 SF park Pilot _ 센서별 회전율/즉시성 정확도 시험결과 - 54 -

그림 1-12 SF park Pilot _ 센서별 주차 세션 정확도 시험결과 - 54 -

그림 1-13 SF park Pilot _ 센서별 지연시간 시험결과 - 55 -

그림 1-14 덴버 시에서 시행 중인 Cash Key 미터기 사진 - 56 -

그림 1-15 스마트폰으로 제공되는 실시간 주차정보 시스템 - 58 -

그림 2-1 센서노드의 구성요소 - 67 -

그림 2-2 PIC18F87J50 Family의 동작 전압 특성-1 - 72 -

그림 2-3 PIC18F87J50 Family의 동작 전압 특성-2 - 72 -

그림 2-4 PIC18F87J50 Family 메모리 지도 - 76 -

그림 2-5 일반 I/O 포트 동작 - 79 -

그림 2-6 AMR 센서 기본 회로도 - 83 -

그림 2-7 PHY 구조 - 87 -

그림 2-8 PPDU 구조 - 87 -

그림 2-9 IEEE 802.15.4 프레임 - 88 -

그림 2-10 IEEE 802.15.4 대역폭 - 88 -

그림 2-11 MG2470 칩셋 - 91 -
그림 2-12 MG2470 블록 다이아그램 - 92 -
그림 2-13 MG2470 베이스밴드 PHY 블록 다이어그램 - 93 -
그림 2-14 MG2470 MAC to PHY 인터페이스 - 94 -
그림 2-15 MG2470 외부 인터페이스 - 96 -
그림 2-16 Basic MG2470 State Transition Diagram - 97 -
그림 2-17 WSN(Wireless Sensor Network)의 전송속도와 전력요구사항 - 99 -
그림 2-18 Zig-Bee 연관 기술 - 99 -
그림 2-19 Wireless Sensor Network MAC - 100 -
그림 2-20 경쟁 기반의 동기식 MAC 프로토콜 발전 과정 - 101 -
그림 2-21 경쟁 기반의 동기식 MAC 프로토콜 진행(1) 현황 - 101 -
그림 2-22 경쟁 기반의 비동기식 MAC 프로토콜 발전 과정 - 102 -
그림 2-23 전지의 종류 - 105 -
그림 2-24 방전 전압 특성 - 110 -
그림 2-25 폴리카보네이트의 인장강도 - 121 -
그림 2-26 폴리카보네이트의 충격강도 - 123 -
그림 2-27 폴리카보네이트의 크리프 특성 - 124 -
그림 2-28 폴리카보네이트의 광학적 특성 - 125 -
그림 2-29 폴리카보네이트의 열적 특성 - 126 -
그림 2-30 폴리카보네이트의 변이도 - 129 -
그림 2-31 알루미늄 합금의 종류 - 140 -
그림 2-32 PIC18F87J50 Family 전기적 특성 - 152 -
그림 2-33 HMC1043 기술 사양 - 154 -
그림 2-34 MG2410 운영상태 절체도 - 156 -
그림 2-35 MG2410 공급전압 대 전류소모 - 157 -
그림 2-36 SB-C02 전기특성 - 158 -
그림 2-37 SB-D02 전기특성 - 159 -

그림 2-38 PIC18F87J50 Family 전기특성 - 161 -
그림 2-39 SB-C02 온도특성 - 164 -
그림 2-40 SB-D02 온도특성 - 165 -
그림 2-40 전형적인 통신 수행에 따른 상태곡선 - 169 -
그림 2-41 통신속도 250KBps의 경우 RSSI vs RX 입력전압 - 170 -
그림 2-42 패턴 안테나 - 171 -
그림 2-43 안테나 매칭 회로 - 171 -
그림 2-44 안테나 RF측 매칭 회로 - 172 -
그림 2-45 배터리 방전 특성 - 175 -
그림 2-46 상온에서의 방전 특성 - 176 -
그림 2-47 방전 전류에 따른 용량 변화 - 176 -
그림 2-48 온도에 따른 방전 특성 - 177 -
그림 2-49 리튬이온 배터리의 자가방전곡선 - 178 -
그림 2-50 시간과 온도에 따른 내부저항 상관관계 - 179 -
그림 2-51 전지별 에너지 밀도 VS 방전시간 - 179 -
그림 2-52 폴리카보나이트 인장강도 특성 - 183 -
그림 2-53 폴리카보나이트 시험편 - 183 -
그림 2-54 폴리카보나이트 충격 강도 시험 - 185 -
그림 2-55 알루미늄 합금의 종류 - 187 -
그림 2-56 시작품 제작 절차 - 188 -
그림 2-57 지자기센서 불럭 다이아그램 - 189 -
그림 2-58 지자기센서의 회로 도면 - 190 -
그림 2-59 지자기센서 회로기판 - 190 -
그림 2-60 지자기센서 시작품 - 191 -
그림 2-61 지자기센서 작동그림 - 191 -
그림 2-62 지역중계장치 블록 다이아그램 - 193 -
그림 2-63 지역중계장치 회로설계도 - 194 -

그림 2-64 지역중계장치 회로 기판 - 194 -
그림 2-65 지역중계장치 시작품 - 195 -
그림 2-66 Biz 모델 - 200 -
그림 2-67 단기 사업화 추진단계 - 202 -
그림 2-68 테스트베드 시스템 구성도 - 205 -
그림 2-69 테스트베드 설치 현장-지자기센서 - 206 -
그림 2-70 테스트베드 활용실험 - 207 -
그림 2-71 실험기간 기온변화도 - 208 -
그림 2-72 실험기간 강수량 - 208 -
그림 2-73 테스트베드 실험결과 분석 - 212 -
그림 2-74 기술개선 수행내역 - 214 -
그림 2-75 지자기센서 설치위치 - 215 -
그림 2-76 지자기센서 차량인식중 영점인식 - 216 -
그림 2-77 Threshold Tracking Algorithm - 216 -
그림 2-78 State Machine Detect Algorithm - 217 -
그림 2-79 제품 성능 개선 사항 - 219 -
그림 2-80 시범사이트 구성내역 - 222 -
그림 2-81 시범사이트 장비설치도 - 224 -
그림 2-82 시범사이트 시스템 구성도 - 224 -
그림 2-83 컨넥터의 사양 - 232 -
그림 2-84 RS 232C 결선도 - 232 -
그림 2-85 RS 232C 통신 포트의 결선도 - 233 -
그림 2-86 RS-232C 통신 - 234 -
그림 2-87 RS-422 신호처리체계 - 235 -
그림 2-88 RS-422 콘넥터 - 236 -
그림 2-89 Point to Point 모드 결선도 - 237 -
그림 2-90 Multi-Drop 모드 결선도 - 237 -

그림 2-91 RS-422 통신 - 238 -
그림 2-92 RS485 콘넥터 - 239 -
그림 2-93 RS485 결선도 - 239 -
그림 2-94 RS-485 통신 - 241 -
그림 2-95 검증 절차 - 243 -
그림 2-96 지자기센서 - 245 -
그림 2-97 지역중계장치 - 247 -
그림 2-98 공영주차정보시스템의 Biz 모델 - 253 -
그림 2-99 테스트베드 시스템 구성도 - 254 -
그림 2-100 실험기간 기온변화도 - 256 -
그림 2-101 실험기간 강수량 - 257 -
그림 2-102 시범사이트 장비 배치도 - 261 -
그림 2-103 시범사이트 구성 내역 - 261 -
그림 3-1 지자기센서 - 265 -
그림 3-2 서울 주차장 모니터링 네트워크 구성도 - 269 -
그림 3-3 서울 주차장 모니터링 시스템 구성도 - 269 -
그림 3-4 U-City 추진 현황 분포도 (2012.12 기준) - 272 -
그림 3-5 SF Park Pilot 센서 성능 시험결과 - 273 -
그림 3-6. 테스트베드 장비설치도 - 276 -
그림 3-7. 테스트베드 시스템 구성도 - 276 -
그림 3-8 시범사이트 장비설치도 - 279 -
그림 3-9 시범사이트 시스템구성도 - 280 -
그림 3-10 Biz 모델 구성요소 - 284 -
그림 3-11 정부3.0 스마트파킹시스템 개념도 - 286 -
그림 3-12 정부3.0 공공주차장 모바일서비스 - 286 -
그림 4-1 주차에 필요한 평균시간 변화 - 293 -
그림 4-2 주차 소요 시간 경감에 대한 인식 - 294 -

그림 4-3 주차장 찾는 시간의 감소 - 294 -
그림 4-4 주차장 찾는 시간의 감소 - 294 -
그림 4-6 토요타 역 지하주차장의 혼잡도 변화 - 296 -
그림 4-7 불법주정차 발생 건수 추이 - 296 -
그림 4-8 교통 혼잡도 변화 - 297 -
그림 4-9 주차시설을 이용하는 차량의 주행거리 변화 - 297 -
그림 4-10 주차시설 이용 차량의 이산화탄소, 질소산화물 배출량 변화 - 298 -
그림 4-11 주차에 대한 운전자 스트레스 배제 효과 - 299 -
그림 4-12 주차정보시스템의 사용자 만족도 - 299 -
그림 4-13 주차정보시스템 재사용 의향 조사 - 300 -
그림 4-14 미디어 형태에 따른 주차변화 비율 - 300 -
그림 4-15 이동전화에 기초한 주차정보 서비스 사용추이 - 301 -

제1장 연구개발과제 개요

제1절 연구개발의 목적 및 필요성

1. 연구개발의 필요성

본 연구 개발은 주차정보 제공을 통해 교통 소통의 원활화를 이룩하여, 국가경쟁력 향상을 위해 다음과 같은 효과를 기대한다.

- 주차정보 제공으로 불법주정차의 억제 및 주차단속의 당위성 확보
- 기존 주차장의 가동율 극대화로 주차시설에 대한 투자 최소화 효과
- 주차차량의 주차장 유도로 도로교통 장애 요소 최소화 지원

(도로교통의 원활한 소통 / 쾌적한 도로교통 환경 조성)

- 불필요한 교통 수요 최소화로 환경 저해 요인 억제로 도시환경 개선
- 쾌적한 주차환경을 통한 주민 서비스 개선

2. 연구개발의 목적

본 과제의 목표는 개발품의 시제품 제작, 제품 신뢰도 확보를 위한 테스트베드 구축과 운영 및 시범사업을 수행하여, 사업화의 기반을 구축하는데 그 목적을 둔다.

- 1차년도에는 시제품 제작, Biz 모델 수립 및 테스트베드 구축을 목표로 한다.
- 2차년도에는 테스트베드 운영, 실험 결과를 활용한 제품 성능 개선 그리고 시범 사이트 구축을 목표로 한다.
- 3차년도에는 시범사이트 기능개선, 공영주차정보시스템 성능 개선 그리고 사업화 관련 특허 출원을 목표로 한다.

제2절 연구개발의 정의, 범위, 특징

1. 연구개발의 정의

본 연구개발은 상품화 및 사업화를 목표로 하고 있어, 공영주차정보시스템을 구축하기 위해 필요한 구성품의 제작 및 시스템 운영을 위한 환경을 구축한다.

2. 연구개발의 범위

Seq.	핵심 성과물	단위 성과물	단위 목표
1	시작품	시작품 제작	지자기센서 제작
			지역중계장치 제작
			지역제어기 제작
2	테스트베드	테스트베드 구축	테스트베드 구축
		테스트베드 운영	테스트베드 활용
			시험 결과 반영
			기술 개선
		제품 성능 개선	통신성공율
			차량검지율
			전력소모절감율
3	시범사이트	시범사이트 구축	시범사이트 구축
		시범사이트 개선	시범사이트 기능개선
			시범사이트 성능개선
4	지적재산권	Biz 모델 수립	Biz 모델 수립
		특허 출원	특허 출원

표 1-1 연구개발의 범위

본 연구개발의 범위는 핵심 성과물에 의거, 시작품, 테스트베드, 시범사이트 및 지적재산권으로 구분하며 그 상세 범위는 다음과 같다.

가. 시작품

본 연구개발이 추구하는 공영주차정보시스템 중 현장시스템의 구성품으로서 지자기센서, 지역중계장치 및 지역제어기에 대한 시작품을 제작한다.

(1) 지자기센서

지자기센서는 공영주차정보시스템 중 현장시스템의 구성품으로서 단위 주차면에 대한 차량점유상태 정보를 수집하는 역할을 담당한다.

(2) 지역중계장치

지역중계장치는 공영주차정보시스템 중 현장시스템의 구성품으로서 지자기센서와 지역제어기 간의 통신을 담당한다.

(3) 지역제어기

지역제어기는 공영주차정보시스템 중 현장시스템의 구성품으로서 각 주차장의 주차정보 수집 및 관리를 담당한다.

나. 테스트베드

본 연구개발이 추구하는 공영주차정보시스템의 현장시스템를 구축하고, 이를 활용하여 제작된 시작품의 기능 및 성능을 시험하고, 이 결과를 활용하여 시작품의 기능 및 성능을 보완하기 위해 활용한다.

(1) 테스트베드 구축

제작한 시작품을 사용하여, 현장시스템을 구축한다. 경기도 안양시 소재 명학제2주차장에 테스트베드를 구축한다. 구성 내역은 지자기센서 14 Set, 지역중계장치 1 Set 그리고 지역제어기 1Set 이다.

(2) 테스트베드 운영

구축된 테스트베드는 테스트베드 활용, 시험결과반영 및 제품성능개선의 절차로 운영한다.

(가) 테스트베드 활용

테스트베드 활용은 지자기센서의 차량검지실험, 지자기센서와 지역중계장치 간의 통신실험 그리고 지자기센서의 전력소모율 실험으로 진행한다.

(나) 시험결과 반영

시험결과 반영은 각 실험 결과를 대상으로 원인을 분석하고, 문제점에 대한 대응책을 강구한다.

(다) 기술 개선

기술 개선은 시험결과 반영에서 도출된 대응책을 기반으로 기술 개선 방안을 도출한다.

(3) 제품 성능 개선

제품 성능 개선은 통신성공율, 차량검지율 및 전력소모절감율 개선을 위해 진행한다.

(가) 통신성공율

지자기센서와 지역중계장치 간의 통신실험 결과에 대한 문제점을 분석하여 유선 통신에 준하는 통신 성공율을 확보한다.

(나) 차량검지율

지자기센서의 차량검지실험 결과에 대한 문제점을 분석하여 완벽한 차량검지가 이루어지는 수준을 확보한다.

(다) 전력소모절감율

지자기센서의 전력소모실험 결과에 대한 문제점을 분석하여 최소 3년 이상의 내장 배터리 수명을 확보한다.

다. 시범사이트

본 연구개발이 추구하는 공영주차정보시스템의 시범시스템를 구축하고, 이를 활용하여 공영주차정보시스템의 기능 및 성능을 시연한다.

(1) 시범사이트 구축

성능이 개선된 시작품을 사용하여, 시범사이트를 구축한다. 경기도 안양시 소재 명학제2주차장에 시범사이트를 구축한다, 구성 내역은 지자기센서 39 Set, 지역중계장치 2 Set 그리고 지역제어기 1Set 이다.

(2) 시범사이트 개선

구축된 시범사이트는 공영주차정보시스템을 시연하는데, 실제 운영 환경에 적용되기에는 다소 미진한 점이 있다. 이에 시범사이트의 기능 및 성능에 대한 보완 사항을 도출하고, 이를 개선한다.

(가) 시범사이트 기능개선

시범사이트 구성요소는 주차정보 수집을 위해 구성되어 있어, 주차정보 제공을 위한

기능 개선을 수행한다.

(나) 시범사이트 성능개선

시범사이트 구성요소는 주차정보 수집을 위해 구성되어 있어, 주차정보 제공을 위한 성능 개선을 수행한다.

라. 지적재산권

본 연구개발 수행에 따른 지적재산권 확보를 위해 Biz 모델 수립 및 특허 출원을 수행한다.

(가) Biz 모델 수립

본 연구개발에 따른 후속조치로서 사업화 수행을 위한 접근방법을 모색하기 위해, 사업화 모델을 수립한다.

(나) 특허 출원

본 연구개발에 따른 결과물에 대한 지적재산권 확보를 위해 특허 출원을 수행한다.

3. 연구개발의 특징

가. 신규 시장 개척을 위한 신기술

차량검지 기술은 도로교통 분야에서는 일반화되어 있으나, 주차 분야에서는 해당 시장이 형성되어 있지 않으며, 지자기센서는 국내에서 적용된 사례가 없는 기술이다. 지자기센서를 사용한 주차면점유검지장치가 개발완료되면, 주차정보제공 서비스를 위한 새로운 시장이 형성될 것으로 기대한다.

나. 주차정보제공을 위한 일관 시스템 제안

본 연구개발의 대상 시스템인 공영주차정보제공시스템은 정보 수집, 정보 가공 및 정보 제공을 일관 시스템으로 지원토록 구성되며, 독자 운영 가능한 특징을 지니고 있다.

다. 환경친화적 기술

본 연구개발의 대상 시스템인 공영주차정보제공시스템은 도시환경 개선 및 에너지 절감 효과를 기대할 수 있는 환경친화적 기술로서, 시스템에 관련된 모든 이해 당사자인 지방자치단체, 주차장사업자 및 운전자에게 이익을 제공하는 기술이다.

제3절 관련분야의 국내외 기술개발 현황

1. 국내 연구 개발 현황

가. 학술 문헌 고찰

■ 주차정보제공 기술 관련 학술적 문헌의 대부분은 주차문제가 심각한 지역을 대상으로 주차 문제 개선을 위해 주차정보제공 기술개발 필요성을 제안하는 수준에 머무른 상태로 기술 되어 있음

■ 2000년 이후는 주차정보안내시스템을 위한 기술개발과 직접 관련된 학술적 연구가 수행되고 있어, 이 분야에 관한 사회적 인식이 강화되고 있음을 시사하고 있음.

■ 배덕모(1990)는 주차정보안내시스템 도입 시 이용자 안내기능으로 주차장의 이용률 제고와 교통용량 개선에 관하여 검토하고, 권영인 외(1991)는 주차정보안내시스템의 도입 필요성과 특징을 소개하고 일본 및 유럽의 도입사례 검토를 통하여 국내 도입방안에 관한 정책을 제안하고 있음.

■ 박상섭 외(2000)는 시스템의 필요성과 함께 처리체계의 개념을 제시하는 한편, 김은경(2001)은 주차정보안내시스템 도입을 위한 기초연구로서 주차효용함수를 도출하였음.

■ 최용길(2003)은 주차정보안내시스템의 도입 시 가장 중요하고 핵심적인 기술인 주차장의 주차가능대수, 대기시간 등의 주차 내부 상황 정보를 예측하여 정보판에 제공해 주는 알고리즘을 개발하였음.

나. 기술 문헌 고찰

■ 현재 주차정보제공 기술개발에 관한 연구는 전반적으로 미비한 실정으로 ITS 중 다른 분야와 비교하면 지체 정도가 크고 아직 국내에서 구체적으로 설치 성공 사례가 없어 연구가 미비한 실정임

■ 주차정보제공 기술개발과 관련된 행정적 차원의 동향으로는, 『서울교통 미래 21(1999.1), 중기종합교통계획』에서 첨단주차정보안내시스템의 필요성을 제시하였

음.

■ 주차정보제공 기술개발과 직접 관련된 기술로는 『주차장 안내장치 및 안내방법』(특허 제 0321307,2002.1)이 개발되어 있어, 본 과제를 추진하는 방향 제시의 기준이 될 것으로 판단하고 있음.

■ 과천시의 경우에는 ITS사업의 일환으로 주요 간선도로 상에 VMS와 온라인을 통해 총괄적 개념의 접근으로 주차장 이용 정보를 제공하고 있으나 정보수준이 개략적 수준에 머물러 있고 주차면 단위의 상세정보가 제공되지 않고, 모니터링을 통한 신뢰도 검증이 이루어지지 않는 등 주차장 이용자의 적극적인 요구 수준에는 대응이 어려운 실정으로 판단됨.

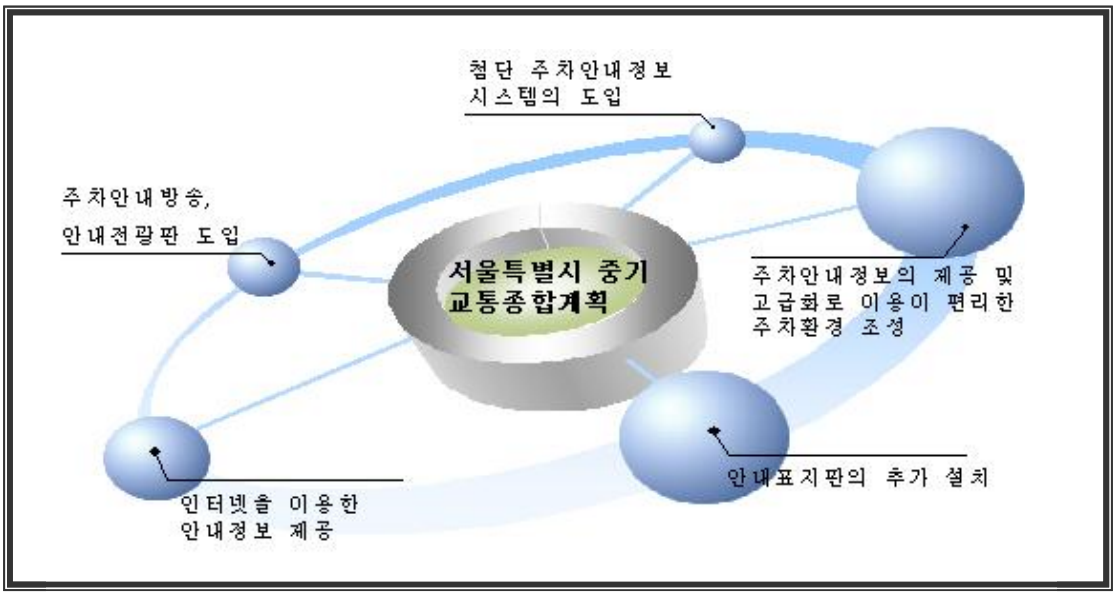


그림 1-1 서울특별시 중기 교통종합계획

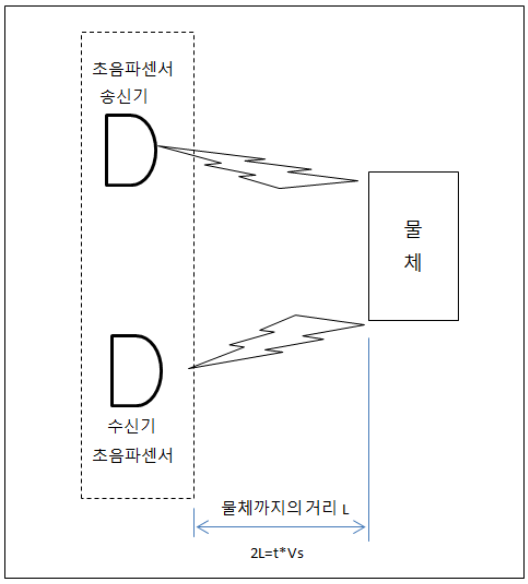
다. 국내 기술 동향

국내에서는 민간 주차장을 대상으로 하여 주차유도시스템의 설치가 활성화되고 있다. 대부분이 건물 부설주차장으로 활용되고 있는 실내 주차장에서 초음파센서를 활용하여 단위 주차면의 차량 점유 여부를 판단하여 운전자에게 정보표시판 및 표시등을 활용하여 정보를 제공하고 있다. 일부 차량번호판 인식기술을 활용한 사례도 있으나 경

제적인 이유로 널리 확산되고 있지는 않은 상황 이다.

(1) 초음파센서

작동 원리 : 초음파를 센서의 발신부에서 대상을 향해 발사하고, 대상 물체에서 반사된 초음파를 센서의 수신부에서 수신하여, 초음파 발사에서 수신까지의 시간을 이용하여 센서와 대상 물체 간의 거리를 산출 하는 방법으로 차량을 검지한다.

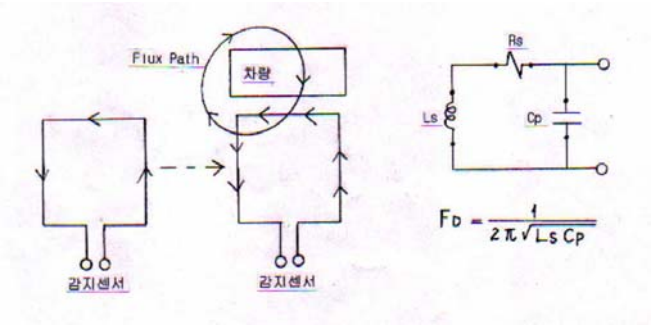


설치 방법 : 일반적으로 차량 상부단에 센서를 설치하여 운영하는 방식을 사용한다.

장,단점 : 장점은 비용이 저렴하다는 점이고, 단점은 초음파의 특성상 온도 변화에 따른 보상이 필요하며, 바람의 영향을 받으므로 바람의 영향이 적은 옥내에만 사용한다.

(2) 마이크로루프센서

작동 원리 : 루프코일에 고주파전류를 공급하여, 루프코일 주위에 자계를 형성하고, 해당 자계를 자성체가 통과하면서 루프코일에 발생되는 임피던스의 변화를 이용하여 차량을 검지한다. 주차장 또는 정지 차량에 대해서는 Presence Mode 에 의한 검지를 사용한다.



설치 방법 : 주차면 바닥 면에 마이크로루프 센서를 매립하거나 부착하는 방식을 사용한다.

장,단점 : 장점은 설치가 비교적 간단하다는 점이고, 단점은 루프코일에 연결된 루프 Detecter의 오류 발생이 빈번하나 자체적인 Soft Reset에 의해 복구되며, 철근이 많은 구조물 또는 강재 구조물에는 적용하지 못한다.

(3) 지자기 + 적외선센서

작동 원리 : 지자기센서를 이용하여 주차면에 차량이 진입하는가를 감시하다가, 차량이라고 판단되면, 적외선을 센서의 발신부에서 대상을 향해 발사하고, 대상 물체에서 반사된 적외선를 센서의 수신부에서 수신하여, 적외선 발사에서 수신까지의 시간을 이용하여 센서와 대상 물체 간의 거리를 산출 하는 방법으로 차량을 검지한다.

설치 방법 : 주차면 바닥 면에 센서를 매립하거나 부착하는 방식을 사용한다.

장,단점 : 장점은 설치가 비교적 간단하다는 점이고, 단점은 이물질에 의해 적외선 발신부나 수신부가 차단되는 경우 오류 발생의 우려가 있다.

(4) **영상검지**

작동 원리 : CCTV 카메라를 이용하여 다수의 주차면을 감시하며, 사전에 설정된 주차영역에 차량이 진입하면, 영상의 변화를 통해 차량을 검지한다.

설치 방법 : 주차장 주변에 카메라 거치를 위한 구조물을 세운 후, CCTV 카메라를 거치하여 사용한다. 위치 선정 시, CCTV 카메라의 시야 확보 및 태양의 역광 및 반사체 등에 유의하여야 한다.

장,단점 : 장점은 동시에 다수의 주차면 감시가 가능하므로 상대적 비용이 저렴하고, 단점은 상용 전원 공급은 필수적이며, 그림자, 비산물 또는 조도의 급격한 변화 등으로 인한 오류 발생의 우려가 있다.

(5) **번호판인식에 의한 검지**

작동 원리 : CCTV 카메라를 이용하여 차량의 번호판을 인식하고, 차량번호판에 대한 문자 인식을 통해 차량을 검지한다.

설치 방법 : 주차면 전면부에 카메라 거치를 위한 구조물을 세운 후, CCTV 카메라를 거치하여 사용한다. 위치 선정 시, CCTV 카메라의 시야 확보 및 태양의 역광 및 반사체 등에 유의하여야 한다.

장,단점 : 장점은 주차면 점유상태와 주차차량에 대한 정보취득으로 다양한 서비스가 가능하고, 단점은 상용 전원 공급은 필수적이며, 타 센서에 비해 투자 비용이 크며, 적정의 조도가 확보되지 않으면 기초 자료인 영상취득이 불가하며, 부가적 서비스를 지원하는 경우 시스템 구성 인프라 소요 비용이 크다.

(6) 타 기술에 대한 지자기센서의 차별성

상기 언급한 5가지 주차면센서 기술은 국내 시장에 출시되어 사용되고 있는 기술이다. 하지만 적용되는 곳은 주로 지하주차장 및 옥내주차장에서 운영되고 있다. 이유는 각 기술로 언급된 문제점 때문이라고 이해된다. 단 두 가지 기술 즉 지자기센서+적외선 센서 와 마이크로루프 기술은 옥외 환경에서 적용 사례를 가지고 있다. 여타 센서는 설치를 위해 구조물과 상용전원을 사용하는 관계로 전원 및 통신 인프라의 지원이 필요하다. 이에 비해 지자기센서는 **설치를 위한 인프라가 필요없고**, **자연 환경에 의한 영향도 최소화**된 기술이다.

2. 외국 연구 개발 현황

가. 학술 문헌 고찰

■ 일본의 경우 1970년대 초부터 주차정보안내시스템의 도입을 시작하여 현재는 약 78개의 자치단체에 도입/운영되고 있음. 이에 따라 학술적 문헌의 내용도 시스템의 도입을 주장하는 내용과는 달리 기술적 접근이나 이용자의 행태에 민감하게 반응 할 수 있는 기술적 내용이 주류를 이루고 있음

■ Hisamitsu Kurogo외(1995)는 주차정보안내시스템의 알고리즘은 주차장 이용현황 변화에 따라 주차장 만차가 발생될 수 있는 시점을 검증하고, Muromachi외(1993)는 상업지역을 대상으로 주차장 대기시간과 같은 주차정보제공이 운전자의 주차장 선택과 대상지역 주차장의 대기시간에 미치는 영향을 정량적으로 분석하였음.

■ Asakura(1999)는 주차정보제공에 의한 주차수요의 분산효과 분석을 목적으로 주차정보 종류와 혼잡 정도에 따른 효과 차이를 도로망을 포함한 동적네트워크를 통하여 분석하고, Russell G.Thompson(2001)은 주차장의 접근시간, 대기시간, 보도시간, 주차요금을 변수로 주차장 선택모형을 구축하고 대기시간과 총 통행거리를 최소화할 수 있는 주차정보안내시스템의 최적표시를 연구하였음.

나. 기술 문헌 고찰

■ 외국에서 개발된 주차정보안내시스템은 토지이용의 고도화와 밀집도가 높은 일본 및 유럽 지역에서 보급/정착단계이고, 현재는 기존 설치지역에서의 사전/사후평가로부터 그 효과가 인정되어 향후 지속적인 확대설치가 계획/추진되고 있음

지역명	설치 도시수
關東.甲信越	20
東海.北陸	9
九州	6
四國.中國	11
關西	6
北海道	4
합계	56(이외에 30 자치단체에서 계획 중)

표 1-2 일본 주차정보안내시스템 설치 현황

■ 주차정보안내시스템을 위한 기술적 차이와 접근방법을 일본과 유럽으로 나누어 구분하면 접근 방법에 큰 차이가 있고 이를 정리하면 다음과 같음

일 본	유 럽
- 각 개별 면 단위의 검지기술 적용 - 차량의 개별특성을 반영한 실시간 예측기능 추구 - 주변 가로망(지구단위)을 고려한 체계적, 종합적 접근 - 모바일 등 이동성 매체를 통한 확대접근 - 복수 정보판에 의한 다단계 정보제공 - 센터에 의한 종합관리체계	- 출입구를 중심으로 한 총량 적용 - 이용가능성만을 제공 - 주차장별 개별정보와 개별단위의 제공에 의존 - 개별 정보판에 의한 고정정보 - 단일 정보판에 의한 일 단계 정보제공



표 1-3 일본과 유럽의 주차정보안내시스템

■ 일본의 경우에는 주차문제를 교통문제의 핵으로 인식하고 주차정보안내시스템에 관한 관심과 기대가 커 현재는 약 80여개의 지방자치단체에서 이 시스템을 도입, 운영하고 있다.

■ 시스템의 도입과 운영의 배경으로는 심각해지는 주차문제에 적극적으로 대응하기 위해서는 주차장 정비가 필수적이나 지가 급등으로 인해 원활한 정비가 이루어지지 않는 반면 외곽 지역의 활발한 개발 등으로 인해 기존 시가지의 상업업무지역이 쇠퇴 함으로서 주차장 부족과 주차장 이용효율의 증진, 자가용 승용차 이용자의 요구에 적극 대응함으로서 지역 활성화와 주차문제에 적극적으로 대응하고 주차차량의 대기시간 감소, 주차장의 이용분산화 등을 위하여 도입하였다.

■ 주차정보안내시스템 도입의 필요성과 각 지방자치단체의 인구규모와의 관계에서는, 일본의 경우 각 도시별 인구가 30-50만의 규모에서 가장 필요성이 높은(81.8%) 것으로 나타났고, 인구 20-30만의 경우에는 76.2%, 그리고 인구가 50만 이상의 도시에서는 거의 100% 주차정보안내시스템이 필요한 것으로 나타났다.

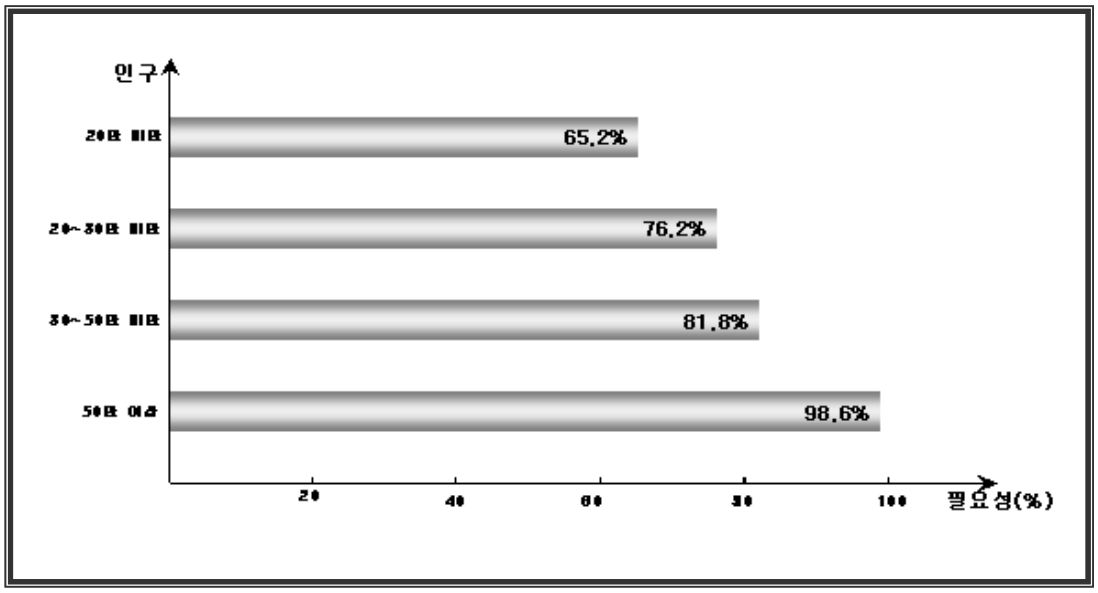


그림 1-2 도시 규모별 주차장 유도안내시스템의 필요성 회답

■ 그러나 주차정보안내시스템의 사업주체와 비용부담 문제에서는 이 시스템의 정비 효과를 기대할 수 있는 대상자에 의해 결정되고 있다. 즉 정비 후의 효과는 자가용승용차 이용자나 해당지역의 주차장 사업주, 상점가의 점포주 그리고 도시경영의 주체적 책임을 갖고 있는 지방자치단체 등 다양한 유관성을 갖고 있다.

■ 또 주차환경 정비에 따라 기대되는 주차문제 개선과 같은 직접적인 효과 이외에도 주차대기차량 감소에 의한 도로교통 혼잡 완화, 노상불법주차에 의한 안전 확보, 외곽 지역의 개발에 따른 기존 시가지의 내방객 감소 등에 대응 등 다양한 효과가 기대된다.

■ 따라서 도입비용에 있어서는 본 시스템의 도입에 필요한 직접적인 비용을 주차장 관련 예산으로부터 직접 지원받아 추진하는 방법 이외에도 “교통안전사업에 의한 조성금”이나 “도로개발자금의 융자”, “도시재개발융자”, “정보처리 통신진흥융자”와 같은 다양한 자금으로부터 지원되고 있다.

다. 주차검지기술 및 정보 제공에 관한 관련정보 및 동향분석

(1) 후쿠오카(福剛)시의 설치사례

■ 후쿠오카시는 주요간선도로에 인접한 13개의 주차장을 대상으로 7개소에 종합 블록 정보판을 설치하고 필요에 따른 유도 및 개별 정보판을 설치하여 도심지역을 대상으로 주차정보를 제공하고 있다.

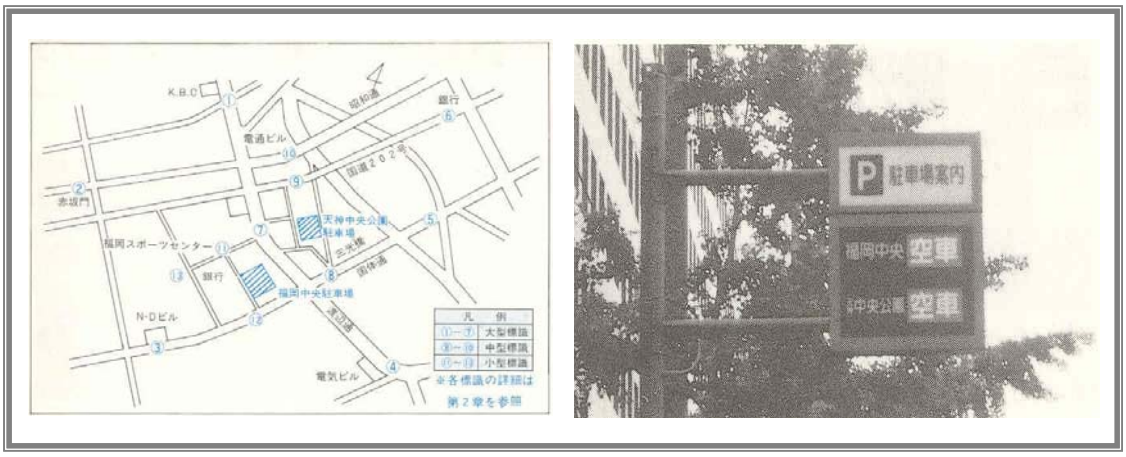


그림 1-3 후쿠오카(福剛)시의 설치지역과 현황

(2) 가네자와(金澤)시의 설치사례

■ 가네자와시는 고속도로 진입도로에서부터 업무중심지역까지를 포함한 전 지역의 주차장에 이르는 차량정체 및 외지관광객의 주차장 탐색에 필요한 교통량을 감소시키기 위하여 주차정보안내시스템을 설치 운영하고 있다.

■ 그리고 주차정보안내시스템의 설치와 함께 중심가 진입지역에 수용대수 천대 규모의 주차장을 정비하여 중심지역으로 유입되는 차량의 진입을 억제하여 주차장 이용정보와 함께 시내 중심가의 교통환경을 개선하는데 중요한 역할을 담당하는 것으로 평가되고 있다.

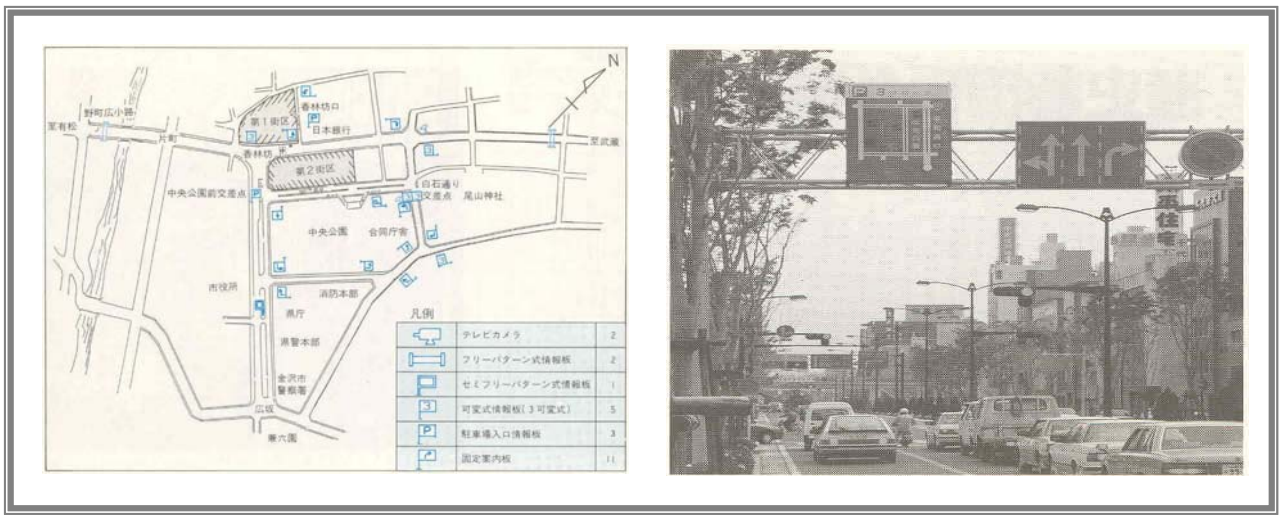


그림 1-4 가네자와(金澤)시의 설치지역과 현황>

(3) 나라(奈良)시의 사례

■ 나라시는 일본의 대표적 관광도시로서 년간 일천만명 이상의 관광객이 내방하는데, 자가용승용차를 이용하는 비중이 50%에 달하고 이들 중 대다수는 지역 내의 도로 및 주차장의 위치와 이용가능성 등을 모르는 상태에서 발생하는 주차장소 탐색 교통량과 이에 따른 교통정체 등 다양한 교통문제를 개선하기 위한 해결 방안으로 주차정보안내시스템이 도입되었다.

■ 따라서 관광유물이 입지하고 있는 각 주간선도로에서부터 종합블록정보판에 의한 정보제공에서 각 개별 정보판에 이르는 다단계의 이용정보를 5분 단위로 정보를 수집/분석/제공함으로서 관광객 주차수요에 대응하고 편중하기 쉬운 주차장이용을 분산시킴으로서 주차로 발생하는 다양한 교통문제에 대응하고 있다.

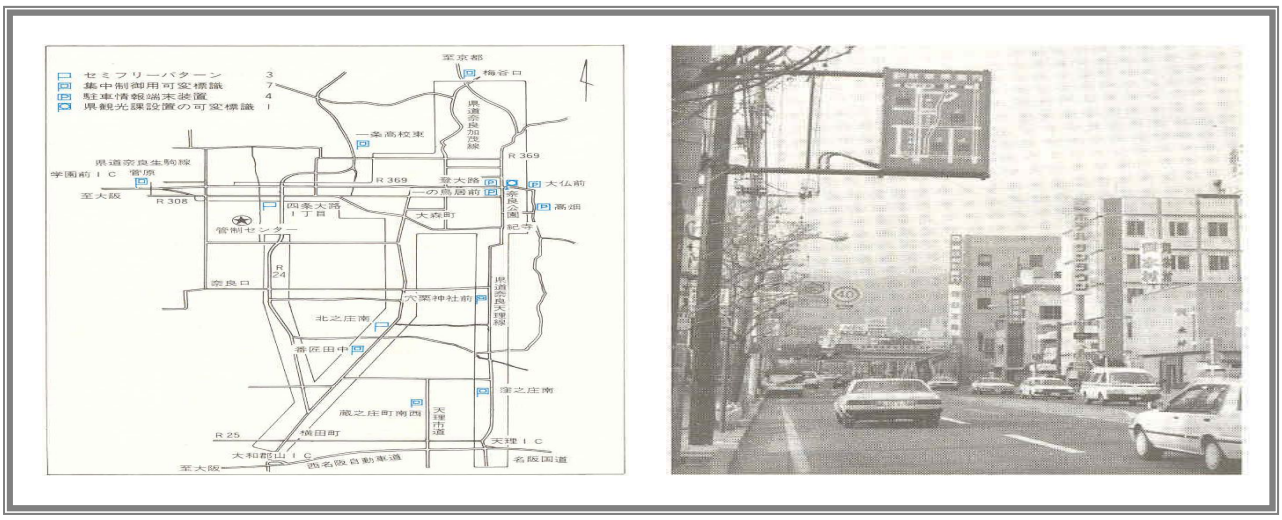


그림 1-5 나라(奈良)시의 설치지역과 현황

(4) 미국의 사례

(가) 미국 주차시스템

- 미국의 경우 각 주(State)마다 약간의 차이는 있으나 보통 길거리에 주차를 할 때에는 길 가장자리에 무인주차기가 설치된 주차구역에 주차를 함.

- 주차미터기에 동전을 주입할 때마다 주차미터기의 스크린에 주차가능시간이 나타나며 이용 후에는 주차미터기에서 발급되는 영수증을 자동차의 앞 유리 와이퍼에 끼워놓아야 함.

- 요금은 대개 시간당 1~2달러 정도이며, 지역에 따라 차이가 있음.

- 발급받은 시간이 초과되기 전까지 차량을 가져가지 않으면 일정 시간마다 순찰을 도는 주차관리요원에 의해 주차위반티켓(Parking ticket)이 발급됨.

- 샌프란시스코 교통국(San Francisco Municipal Transportation Agency: SFMTA)의 자체 통계에 따르면 약 30%의 운전자들이 주차공간을 찾기 위해 길거리를 배회한 경험이 있으며, 시민들이 그에 따른 불편함을 호소함.

- 특히 현 주차미터기는 주차시간이 2시간으로 제한돼 35달러에 해당하는 주차위반티켓을 피하기 위해 식사나 쇼핑 중에도 주차지역으로 달려와 주차미터기에 동전을 추가로 주입해야 하는 불편함에 대한 호소가 가장 많음.

– 현재 샌프란시스코 시의 주차미터기는 주화 외의 다른 결제수단이 가능하지 않아 길거리 주차를 하기 위해서는 항상 잔돈을 가지고 다녀야 하는 불편함이 있음.



그림 1-6 운전자의 가장 큰 불만으로 손꼽히는 주차위반티켓

자료원 : Expandmywealth.com

(나) 탄력적 요금 적용 용이한 스마트 주차미터기 설치 프로젝트, SP park

– 샌프란시스코 시는 주차공간을 찾기 위해 발생되는 교통 혼잡과 그로 인한 운전자들의 불편함을 해소하기 위해 2010년 6월부터 2012년 하절기까지 기존의 주차미터기를 다양한 부가기능을 가진 새 스마트 주차미터기로 교체하는 "SF park" 프로젝트를 시행하기로 함.

– 먼저 시범적으로 2010년 8월부터 3개월 동안 전체 2만5311개의 주차미터기 중 20%에 달하는 기존 5100개의 주차미터기를 스마트 주차미터기로 교체할 계획임.

– 190개의 새 스마트 주차미터기가 2010년 7월 27일 Hayes Valley지역에서 첫 선을 보였으며, 앞으로 10월까지 Financial District, Civic Center, SOMA, The Mission, Fisherman's Warf, The Marina 그리고 Fillmore까지 총 8구역에서 시범적으로 시행될 예정임.



그림 1-7 구 주차미터기(좌)와 교체 예정인 신 스마트 미터기(우)

자료원 : SF park 홈페이지

- 새 미터기의 시간 당 요금은 주차공간에 대한 수요와 공급에 따라 자동적으로 25센트에서 6달러까지 차등적으로 부과되며 야구경기 등과 같은 주요 행사 시에는 시간당 최고 18달러로 책정할 예정임.
- 예를 들면 주차 수요가 높은 다운타운 주요 지역의 미터기는 몇 블록 거리의 주변 지역보다 요금을 상대적으로 조금 더 비싸게 적용하게 됨.
- 가격변동에 따른 혼동을 최소화하기 위해 SFMTA는 4주에 한 번, 시간당 최대 변동폭 50센트 이하로 요금변동이 이뤄질 수 있도록 규정함.
- 새로 설치된 스마트 미터기는 주화전용이였던 기존의 미터기와 달리 신용카드 및 체크카드(Debit Card)로도 결제가 가능하며 샌스란시스코 교통국(SFMTA)의 충전식 주차카드로도 결제가 곧 이뤄질 계획임.
- 도로 위 아스팔트에 부착된 8300개의 무선전자센서가 주차공간의 사용여부, 주차가능 공간의 위치 및 주차된 각 차량의 남은 주차시간에 대한 정보를 실시간으로 수집해 SF park의 데이터 시스템(SF park feed)에 전송하게 되고 이 정보는 다시 도로 위 전광판과 각 스마트 미터기로 전송됨.
- 이에 따라 운전자들은 전광판과 각 스마트 미터기를 통해 주차요금 및 주차위치정

보를 파악하게 됨으로써 주차공간을 찾기 위해 배회하는 불편이 없어짐.



그림 1-8 샌프란시스코 시 시범지역에 설치된 무선전자센서

자료원 : 뉴욕타임즈

- 또한 2011년부터 운전자들은 도로 곳곳에 설치된 전광판과 스마트 미터기뿐만 아니라 샌프란시스코 교통정보 전화국인 511번 혹은 SFPark.org 홈페이지 및 스마트폰 어플리케이션을 통해서도 주차공간에 대한 정보를 미리 파악할 수 있게 됨.

- 한편, 2011년에는 2시간으로 제한된 주차가능시간이 4시간 이상으로 자동으로 연장되고 일부 지역에서는 주차가능 제한시간이 폐지돼 운전자들이 시간 초과 후 다시 주차를 해야 하는 불편까지 없앨 수 있음.

- 또한 도로 위의 센서들로부터 각 주차차량의 주차시간 초과여부에 대한 정보를 바로 조회할 수 있는 휴대용 주차관리장치(Handheld parking enforcement device)를 개발해 주차관리요원의 불법주차관리 효율성을 높일 예정임.

- 이는 또한 각 주차장의 차량회전율에 대한 기록을 축적해 다음 주차요금조정의 근거자료로 이용될 수 있음.

- 뿐만 아니라 스마트 미터기를 통해서 주차공간의 사용여부와 주차가능위치 등에 대한 정보를 확인할 수 있기 때문에 일반 운전자들뿐만 아니라 주차관리자들에게도 주차장 운영과 관리에 도움을 줄 수 있을 것으로 보임.



그림 1-9 SF park Pilot 프로젝트 시범지역

자료원 : SF park 홈페이지

(다) 스마트 미터기 설치에 따른 효과

- 기존 주차미터기의 경우 2~3.5달러 수준으로 5~8달러 수준인 샌프란시스코 시 소유 공공주차장의 미터기보다 요금이 저렴하기 때문에 많은 운전자들이 주차공간을 찾는 어려움에 불구하고 공공주차장보다는 노상 주차를 하려는 경향이 있어, 이로 인해 교통혼잡과 노상 주차공간의 부족 등의 각종 문제가 야기됨.
- 그러나 스마트 미터기는 주차공간의 수요와 공급에 따라 요금이 탄력적으로 적용되고 수요가 높을 경우에 주차요금이 높아지기 때문에 공공주차장 미터기의 요금과 스마트 미터기 요금의 차이가 낮아지게 되어, 이에 따라 현재 운전자들이 공공주차장

을 기피하는 현상을 해결할 것으로 시장 전문가들은 전망함.

- 한편 샌프란시스코 시는 보도 외에도 총 20개 중 15개의 공공주차장에 새 스마트 미터기를 설치했고, 이에 따라 공공주차장 및 길거리 주차공간의 사용량을 평균 20%로 증대시킬 수 있을 것으로 전망함.

- 또한 전체 공공주차장 사용량 증가와 더불어 주차요금 역시 시간당 25센트~6달러로 기존 미터기보다 평균 1~3달러가량 높아지고 스마트미터기를 통해 주차단속요원들이 주차위반여부를 쉽게 확인할 수 있게 됨에 따라 주차요금 및 주차위반단속으로 인한 수입이 증대될 전망임.

- 따라서 SFMTA의 전체 수입원 중 주차요금 및 주차위반티켓이 약 30%로 가장 많은 부분을 차지하고 있는 만큼 스마트 미터기의 도입은 다음 회계연도(2011년 7월 1일)까지 393만 달러에 해당하는 적자를 본 SFMTA에 연간 120만 달러의 수익을 창출하며 재정적자 개선에 적잖은 도움이 될 것으로 기대됨.

- 또한 새 스마트 미터기 설치에 따라 주차공간 확보를 위해 배회하는 차량의 수가 감소하고 중복주차 문제를 해소함으로써 교통정체 문제를 개선할 수 있을 뿐만 아니라 자전거 및 보행자와 자동차의 충돌사고도 줄어들 것으로 보임.

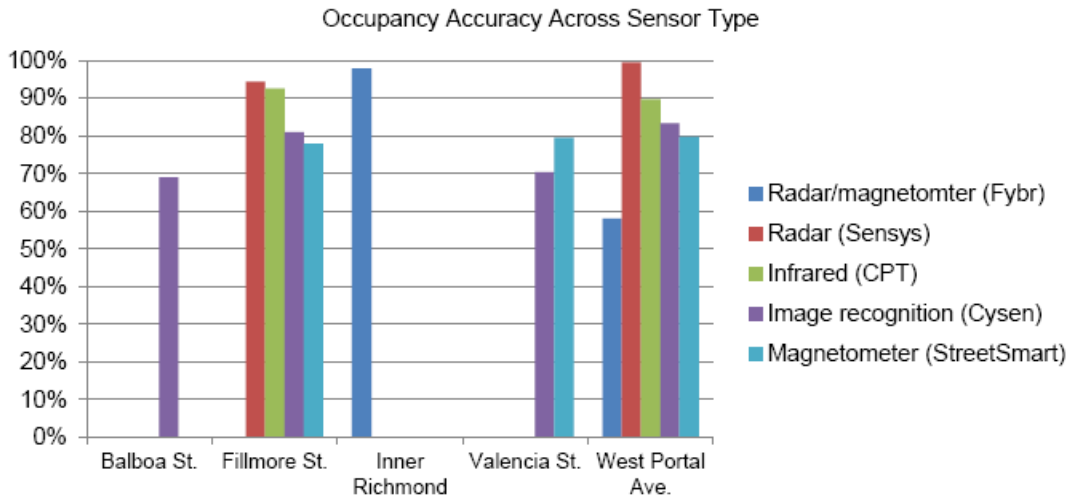
(라) SF-Park Pilot의 센서 시험 결과

- SF-Park Pilot을 수행하고 있는 SFMTA(San Francisco Municipal Transportation Agency, 샌프란시스코자치교통국)이 Pilot 기간 중에 여러 종류의 센서를 이용하여 성능을 시험하였음.

- 사용된 센서는 레이다+자력계 센서(Fybr), 레이다(Sensys), 적외선(CPT), 이미지 인식(Cysen) 그리고 자력계센서(StreetSmart 현재는 Fybr) 이다.

- 성능 시험의 결과는 다음과 같음.

① 점유정확도 시험 결과



Sensor technology (vendor)	Occupancy accuracy
Radar/magnetometer (Fybr)	78%
Radar (Sensys)	98%
Infrared (CPT)	92%
Image recognition (Cysen)	77%
Magnetometer (StreetSmart)	81%

그림 1-10 SF park Pilot _ 센서별 점유정확도 시험결과

차량 인식의 지표인 점유 정확도가 최고 98%에서 77%까지로 결론을 내렸으나, 시험에 사용된 시료가 적은 관계로 참고 자료로 제시되었다.

② 회전율 및 즉시성 시험 결과

Sensor technology (vendor)	Percent of events detected & received within:		
	60 seconds	120 seconds	180 seconds
Radar/magnetometer (Fybr)	60%	63%	64%
Radar (Sensys)	91%	95%	96%
Infrared (CPT)	73%	86%	86%
Image recognition (Cysen)	32%	47%	52%
Magnetometer (StreetSmart)	64%	67%	68%

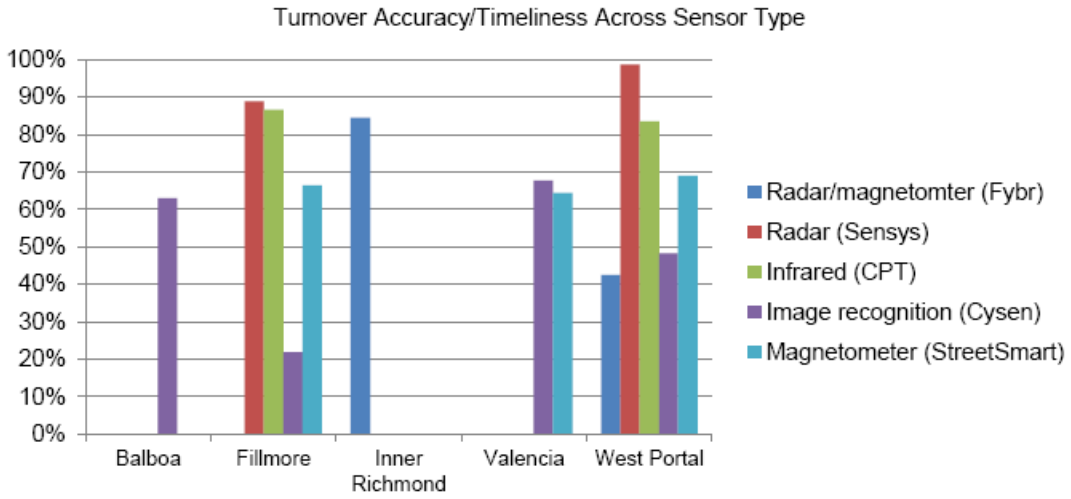


그림 1-11 SF park Pilot _ 센서별 회전율/즉시성 정확도 시험결과

③ 주차세션 시험 결과

Sensor technology (vendor)	Observed sessions	Accurately reported sessions	% Sessions matched and accurately reflected
Radar/magnetometer (Fybr)	131	95	73%
Radar (Sensys)	97	70	72%
Infrared (CPT)	58	43	74%
Image recognition (Cysen)	85	39	46%
Magnetometer (StreetSmart)	211	102	48%

그림 1-12 SF park Pilot _ 센서별 주차 세션 정확도 시험결과

④ 지연시간 시험 결과

2013년 3월과 4월에 수집된 시험 결과 임.

Sensor technology (vendor)	Events	Percent of events received within (cumulative)					
		10 sec	30 sec	1 min	2 min	3 min	> 3 min
Radar/magnetometer (Fybr)	684,659	73%	98%	99%	99%	99%	100%
Radar (Sensys)	210,215	43%	61%	96%	98%	99%	100%
Infrared (CPT)	112,956	3%	46%	89%	94%	94%	100%
Magnetometer (StreetSmart)	14,254,355	60%	95%	97%	99%	99%	100%

그림 1-13 SF park Pilot _ 센서별 지연시간 시험결과

⑤ SFMTA의 센서 성능 시험에 대한 결론

- 레이다와 적외선 기반의 센서는 다양한 성능 시험에서 지속적으로 운영되었고, 레이다센서는 점유 및 회전율/즉시성 정확도 시험에서 매우 좋은 성능을 보였음.
- 레이다+자력계 센서는 Inner Richmond와 Clement Street 시험에서는 좋은 성적을 보였으나, 전자파 간섭이 심한 West Portal에서는 작동이 원활하지 못했음.
- 이미지 인식 센서는 그리 좋지 않은 성적을 얻었는데, 이는 센서의 설계 특성에 기인한 것으로 판단됨. 여러 장소에서의 시험에 한 대의 카메라를 이용하는 관계로 단일 주차면에 대한 지속적 측정이 수행되지 않았음.
- 전체적으로 신규 센서들은 시험에 있어 개선된 정확도와 신뢰도를 가지고 운영되었음. 시험 규모가 상대적으로 적은 관계로, 대형 프로젝트에 적용되는 경우는 예상할 수 없음.
- 센서의 성능 시험 이나 인증을 위한 절차 등이 빨리 확립되어야 한다는 결론을 내렸음.

(마) 미국 기타 주요도시들의 스마트 주차미터기 도입 현황

- 뉴욕시의 교통관리부(Department of Transportation)의 대변인 Scott Gastel에

따르면 현재 뉴욕시는 그린위치 빌리지(Greenwich Village)지역에서 6개월 동안 하루 중 가장 바쁜 시간에 주차요금을 1달러에서 2달러로 높여 징수함으로써 주차차량의 회전율을 높이고자 하는 “Park Smart" 프로젝트를 진행함.

- 로스앤젤레스 교통관리부의 대변인인 Bruce Gillman에 의하면 로스앤젤레스 시는 신용카드 및 현금으로 결제가 가능하고 휴대폰으로 예약이 가능한 주차미터기를 6000개가량 교체했다고 밝힘.

- 시카고 국세청(Department of Revenue)의 대변인 Ed Walsh에 따르면 시카고 시는 사 기업인 Chicago Parking Meters와 11억5600만 달러를 받고 75년 동안 주차시스템에 대한 전매권을 주는 계약을 체결했다고 밝힘.

- 워싱턴 D.C의 교통관리부(DOT)의 대변인 Karyn LeBlanc는 워싱턴 D.C가 신용카드와 주화로 결제가 가능한 스마트 미터기를 6곳에 설치했으며 앞으로 설치를 더욱 확대할 것이라고 언급함.

- 덴버 시의 공공시설부(Public Works of Department)의 대변인 Christine Downs에 따르면 덴버 시는 이미 선불형식의 열쇠모양 장치를 통해 주차요금을 지불할 수 있는 Cash Key 미터기를 설치했으며 주화뿐만 아니라 신용카드 및 체크카드(Debit card)의 사용이 가능한 태양열 미터기의 도입을 고려 중이라고 밝힘.



그림 1-14 덴버 시에서 시행 중인 Cash Key 미터기 사진

자료원: www.downtownchampaign.com

(마) 스마트 주차미터기 확산에 따른 시사점

① 스마트 미터기 시스템 관련 산업 확대

- 새로 도입되는 스마트 미터기는 첨단 전자식 시스템으로 실시간 주차정보제공, 수요와 공급에 기반을 둔 요금의 차등화, 다양한 결제수단 제공 등의 다양한 기능을 통해 사용자와 관리자 모두에게 편의성과 효율성을 높여줌으로써 큰 호응을 얻을 수 있을 것이라 예상됨.
- 샌프란시스코뿐만 아니라 미국 전역에서 스마트 미터기의 수요가 점차 증가함에 따라 스마트 미터기와 관련된 전자센서, 전자통신기술 및 스마트 카드시장 등이 크게 성장할 것이라 전망됨.

② 제품의 내구성과 정확성만이 살 길

- 새 스마트 미터기의 다양한 첨단기능에도 불구하고 미국의 많은 운전자들이 스마트 미터기의 잦은 고장에 대한 우려가 나타남.
- 실제로 캘리포니아 주 LA시에서는 주차미터기의 오작동으로 인한 주차위반티켓 발급에 따른 불만이 상당한 수준이라는 보도가 이뤄진 바 있음.
- 한편, 우리나라 주차관리시스템 시장에서도 주차공간정보를 알려주는 RF위치인식 센서, 초음파 센서, 무선식별전자태그(RFID) 등 다양한 첨단기술이 선보여 한국기업들도 미국 스마트 미터기 시장에 관심을 가질 필요가 있을 것으로 보임

(5) 유럽의 주차 시스템과 그에 따른 문제

(가) 스마트 파킹 프로젝트 (독일 지멘, 스트리트라인社)

- Siemens와 Streetline은 주민과 지역기업에 진보된 주차 서비스를 제공하기 위해 독일 브라운 슈바이크의 도시에서 스마트 파킹 프로젝트를 시작했다.

– 스마트 파킹 프로젝트에서는 고급 주차 기술로 주차 공간을 모니터링하고 운전자들에게 실시간 주차 정보를 제공하여 시내 곳곳에 위치한 주차장을 효율적으로 관리하는데 도움을 주는데 1차적 목적이 있다.

– 이를 통해 운전자들의 주차 패턴과 습관을 추적할 수 있어, 시내에서 특히 번잡한 주차장의 확장 요구를 미리 파악하는 등의 독일 정부 내 공공정책 집행에도 긍정적인 영향을 미칠 것으로 예상된다.

– 독일의 브라운슈바이크 시는 Siemens의 주차 실시간 모니터링 센서 및 네트워크 장비의 설치를 승인하였으며, Streetline은 Siemens의 정보망과 연동되는 앱을 개발하여 핸드폰에 Streetline의 앱을 설치한 운전자들에게 주차공간의 위치와 주차시간 정보를 제공하는 서비스, 휴대전화를 통해 주차비용을 지불하는 서비스를 제공한다.

– Siemens는 ‘도시교통 정체의 주요 원인 중 하나는 주차장을 찾는 운전자’ 라는 연구 결과를 바탕으로 이러한 Business model을 고안하였다고 한다. Siemens와 Streetline 社는 스마트 파킹 프로젝트가, 운전자에게는 주차장을 찾는 수고를 덜어주고, 주차장을 찾는 차량으로 인한 도로 혼잡을 줄이며, 도시 공공정책의 집행에도 효율성을 높일 수 있는 사업이라고 평가하고 있다.



그림 1-15 스마트폰으로 제공되는 실시간 주차정보 시스템

(6) 세계 스마트파킹 시장 진출기업동향

(가) 스마트파킹 시장

■ 해외 유관 업체의 최근 동향에 의하면, Smart Parking을 사업을 운영하는 업체들이 등장하고 있으며, 2013.5월 Navigantresearch.com에서 발표한 smart parking systems보고서에 따르면 2020년에 1백만 주차면 스마트화할 것으로 예상하며, 이에 따른 스마트주차시스템의 매출 규모는 6,000만$ 규모에 이를 것으로 추정하고 있다. 아울러 세계에 등장한 Smart Parking 관련 회사로 Deteq Solutions, IPS Group, Libelium, ParkHelp, ParkMe, Parkopedia, Streetline, StreetSmart Technologies, Urbiotica & Worldsensing 등 10 개 회사를 거론하고 있다. 상기 Smart Parking 사업은 단위 지방자치단체별로 추진되고 있으며, 주로 중심가 지역의 노상 주차장을 대상으로 하며, 스마트폰 앱을 이용하여 정보를 제공하는 등 본 연구과제의 수행 방향과 유사한 형태를 가지고 있다.

■ 외국의 Smark Parking 구축사례 및 전문회사의 상품 개발 상황은 주류가 자기센서 임. 샌프란시스코 SF Park Pilot, 로스앤젤스 LA Express Park 등 구축에 사용된 센서는 자기센서이며, StreetLine, STreetSmart, SmartGrains, Tinynode , NEDAP 등 Smart Parking 전문회사도 자기센서를 주 상품군으로 갖고 영업활동을 하고 있음. 기타 적용기술로는 자기센서+적외선센서, 레이다센서, 자기센서+레이다센서, 초음파 센서 및 이미지 인식기술 등이 시장에 진출하고 있음.

라. 주차정보안내시스템의 효과분석

평가 항목	1일당비용효과	산정항목/근거
이용가능주차장 이전에 따른 대기시간 감소	155,180 엔	- 조사당일의 총 대기차량수 929대 - 1대당 평균대기시간 11.6분 - 총 대기시간 10,780분 - 이용가능한 주차장으로 전환율 45% (이용자 설문조사 결과)
해당 주차장의 대기시간 감소	103,000 엔	- 해당 주차장에서의 주행속도 향상 (전환율 45%의 전환 결과)
노상주차 등 교통 저해요인감소 및 대기차량감소에 따른 주행속도 향상	1,250,000 엔	- 주차장 주변지역의 주행속도 향상 (이전 6km/h에서 이후 14 km/h) - 주변지역 3간선도로의 12시간 교통량 (합계 33,800대) - 효과 대×분 = 39,400×분
주차장 탐색시간과 차량감소에 따른 km 거리/주행감소	12,400 엔	- 총 대기차량수 929대 - 주차장탐색을 위한 평균주행거리 450m - 주차장탐색시의 평균주행속도 10km/h - 1일당 주행대×km의 감소효과 58.5km - 주행시간의 감소효과 351대 ×분 - 주행비용 22.35엔/km (소형차량 기준)
합 계	1,520,580 엔	- 도로교통의 원활화 효과 약 12,000만엔 - 주차장 이용자의 총 편익 약 2,400만엔

표 1-4 주차정보안내시스템 도입후의 경제적 효과

주1. 년간 편익은 축 · 휴일(69일)은 100%, 토요일(52%)은 50%로 산정

주2. 시간가치는 취업자의 평균시간가치 32엔/분으로 산정

주3. 자료 : 駐車場案內System整備效果調査報告書,(社)日本交通計劃協會

■ 그리고 이용자를 대상으로 한 정성적 평가에서는, 주차장의 이용효율이 정비 직후와 6개월 후의 정착 단계에서 모두 긍정적 효과가 있는 것으로 파악되고 이용자 평가에서도 "이용에 도움"이 되는 것으로 평가되고 있어 결과적으로 긍정적인 평가를 받고 있다.

	가능대수	1日 평균 이용대수	증가율	회전율
정비 전	768	792	1.00	1.03
정비 후	768	978	1.24	1.27
정착 단계	768	895	1.13	1.17

표 1-5 주차정보안내시스템 정비 전후의 주차상황 변화(大阪시)

	이용에 도움	어느 쪽도 ?	도움이 안됨
휴 일	70 %	16 %	14 %
평 일	67 %	15 %	18 %

표 1-6 주차정보안내시스템 정비후의 이용자 평가(이바라키시)

제4절 연구개발결과가 관련분야에서 차지하는 위치

1. 연구개발결과의 우수성

■ 전술한 국내외 기술 동향에서 언급된 스마트파킹 업체 중에 Streetline 등 1~2개 업체만이 연구개발결과와 동일한 기술 구현을 한 상태로서, 본 연구개발결과가 경쟁업체 보유 기술 수준에서 크게 뒤지 않으며 기술격차년수는 3년 정도 이다.

■ 선발 스마트파킹 업체 중에 지자기센서를 이용하는 업체의 경우 주로 미국 및 유럽생산 차량을 대상으로 차량검지기술을 발전시켜 왔는데 반해, 본 연구팀은 미국, 유럽 뿐 아니라 특히 한국 모델에 적합한 인식기술을 발전시켜 해외 기술에 비해 인식기술 수준이 낮지 않다고 판단된다.

2. 연구개발결과의 차별성

■ 전술한 국내외 기술 동향에서 언급된 스마트파킹 업체 모두가 미주 및 유럽 소재 업체로서 노상주차장의 주차미터기 기반으로 시스템을 구현하고 있는데 반해, 동양권 즉 아시아를 대상으로 하는 시스템 적용 사례를 가지고 있지 않다. 이에 한국을 비롯한 아시아 문화 정서에 접근된 시스템 구현을 통해 차별성 확보가 가능하다고 판단된다.

■ 아울러 기존 자기센서 보유 업체는 제품 개요적인 측면을 언급할 뿐 기술 개요 및 특허 분야에 대한 일절의 언급이 없는 관계로 상대 비교 평가는 곤란하지만, 추정적으로는 초보적인 수준에 있는 것으로 추측된다. 이는 SF Park Pilot 중에 시행된 센서의 성능 시험 결과가 시사하는 바가 크다고 추측된다.

제2장 연구개발 수행 내용 및 결과

제1절 연구수행 전략 및 방법론

각 연구범위에 대한 연구개발 수행방법은 다음과 같다.

연구범위	연구수행방법 (이론적.실험적 접근 방법)
● 시작품 제작	▪시작품 구성부품의 검토 : 사전에 설정된 요구조건을 기준으로 주요 부품에 대한 기술자료를 수집하고, 해당 조건에 부합되는 부품을 걸러내는 방법으로 수행. ▪시작품의 성능 개선을 위한 방안 연구 : 현장에서 발생될 수 있는 상황을 고려한 5개의 기능개선 항목을 도출하고, 해당 도출 항목을 해결하기 위한 다각적인 접근 방법을 적용하여, 향후 현장시험 체계의 실험을 통해 발생될 문제점을 최소화하고, 발생되는 문제의 해결을 위한 접근 방안을 사전에 검토하는 단계로 수행. ▪시작품의 제작 : 실험 환경과 소량 제작 여건에 따라 수작업 위주로 진행.
● Biz 모델 수립	▪BusinessModel Generation에서 제공하는 CANVAS Tool을 적용하여, 연구진 참여의 토론을 거쳐 작성.
● 테스트베드 구축	▪환경 설계 : 노상주차장에 적용되는 상황을 고려하여 환경을 구성. ▪시스템 설계 : 각 주차구획단위로 지자기센서를 배치하고, 요금정산부스에 지역중계장치 및 지역제어기를 배치. ▪통신 설계 : 각 지자기센서와 지역중계장치는 Zig-Bee 통신, 지역중계장치와 지역제어기는 USB Interface를 통한 통신, 지역중계장치는 공중망 인터넷을 통해 센터와 통신. ▪실험 내역 설계 : 환경 적응력, 주차차량 검지능력, 배터리 전력소모량, 통신 가능 거리 등의 검증을 대상 실험 내역으로 설계.
● 테스트베드 운영	▪테스트베드 활용 실험 : 환경적응, 차량 검지, 전력 소모 및 통신거리에 대한 검증 실험을 수행하여, 제품의 성능을 검증하고, 축적된 실험 자료는 성능 개선을 위한 자료로 활용한다. ▪실험 결과 분석 : 테스트베드를 활용한 실험을 통해 축적된 자료의 분석을 통해 제품의 성능을 확인하고, 미진한 분야에 대한 원인 분석과 이에 대한 해결 방안을 연구하여, 이를 설계에 반영한다. ▪기술 개선 : 실험 결과 분석 단계에서 도출된 해결 방안을 기반으로 성능 개선을 위한 기술 개선을 수행한다.
● 제품 성능 개선	▪통신 성공률 개선 : 통신 성공률은 통신 수행 절차와 통신 가능 거리에 의해 좌우 된다. 채택된 통신 모듈에 대한 수정없이 전파환경 및 안테나에 대한 연구를 통해 성공률을 개선한다. ▪차량 검지율 개선 : 차량 인식 기술이 곧 검지율 개선 방안이라는 판단으로 차량 인식을 위한 구성 요소에 대한 재평가 및 다양한 접근 방법을 활용한다. ▪전력 소모율 개선 : 전력 소모의 요소는 회로 구성과 운영 방안에 의해 결정된다. 회로에 대한 번경 없이 운영 방안의 적정성을 평가하고, 자료 처리의 단순화 방안을 활용한다.
● 시범사이트 구축	▪주차정보제공서비스의 실연을 목적으로 구성하였으며, 자료 수집, 자료 처리 및 정보제공으로 기능을 구성한다. ▪자료 수집 : 각 주차구획에 지자기센서를 설치하고, 넓은 영역에 따른 통신거리를 수용하기 위해 통신중계장치를, 지역제어기의 자료 수신을 위해 지역통신장치를 설치한다. ▪자료 처리 : 로컬 지역에는 지역제어기를, 센터에는 웹서버를 구축하여, 자료에 대한 처리를 담당한다. ▪정보 제공 : 로컬 지역에는 전광판으로, 원격지는 스마트폰 앱으로 정보 제공을 수행한다.
● 시범사이트 기능개선	▪지역제어장치의 전광판 제어 기능 추가는, 기존 자료 수집 중심의 기능에서 탈피하고, 기존 업무에 피해를 주지 않기 위해 시간 분할 또는 백 그라운드 프로세스 처리 방식으로 접근 ▪전광판 전원 공급 방안은 상전 공급에 따른 문제 해소하기위해, 전력 소모를 최소화와 재생 에너지 활용을 우선 검토. ▪전광판 통신망 구성 방안 고려 사항은 통신 거리 및 통신 환경 극복으로 판단. 우선 목표 거리는 가시권 200M로 설정.
● 시범사이트 성능 개선	▪주차관리원 휴대PDA로 주차정보를 제공하기 위해서 우선 PDA통신 방식에 대한 자료를 조사하고, 기존 통신망과의 통합화 가능성을 우선 검토하며, 사용자 인터페이스도 함께 검토. ▪주차정보제공 앱의 사용자 인터페이스 및 기능에 대한 점은 우선사항을 검토하여, 단순한 것 부터 우선 접근
● 특허 출원	▪주차정보 제공 관련 기술 특허는 현재 특허 동향에 대한 조사를 선행한 이후 시장 선점 가능 기술을 우선 특허 진행. ▪주차정보제공 앱 관련 기술 특허는 현재 주차정보 제공 앱에 대한 기술 동향 및 주차정보 수요자에 대한 정보 수요 조사를 선행한 이후 시장 선점 가능 기술을 우선 특허 진행.

표 2-1 연구범위 및 연구수행방법

제2절 연구수행과정 및 내용

1. 시작품 제작

가. 시작품 구성 부품의 검토

(1) 프로세서

- 프로세서의 필요성 검토
- 프로세서 후보는 PIC. ATMEL, ARM 계열
- CPU주변 장치, SRAM, Flash, Serial & Parallel I/O 검토
- Zig-Bee모듈의 인터페이스 검토
- 지자기센서 모듈의 인터페이스 검토
- RTOS 탑재 필요성 검토

(2) 지자기센서

- 주차 차량의 점유 검지에 AMR, GMR 계열 적정성 검토
- 주변 지자기 영향 배제를 위한 방법 검토
- 1 Axis / 2 Axis / 3 Axis 별 적합성 검토
- Honeywell의 102X, 104X, 105X Series의 적합성 검토
- Saturation 발생에 대한 대처 방안 검토

(3) USN 모듈

- 통신 프로토콜 검토 Zig-Bee, UWB
- 전력 소모율의 최소화 검토
- 통신 도달 거리의 최대화 검토
- 안테나 특성 검토

(4) **배터리**

- 단위 부피당 최대 전하량
- Peak시 최대 동작 전류
- 자가 방전 전류의 최소화

(5) **함체**

- 함체 시공 방안 검토
- 함체 요구 조건 설정
    * 내부 회로를 위한 최대 공간 확보
    * 수밀성 확보
    * 회로 발생 열의 방출 능력 확보
- 함체 크기의 적정성 검토
- 함체 내구성 검토
- 함체 재질 검토
- 함체 제작요구서

(6) **지역중계장치**

- 요구 기능에 의한 기능 구성도 검토
- 시공성을 고려한 크기
- 설치 환경 제한성의 최소화 방안
    * 부착 방안 : Pole, 벽면
    * 전원 인입 방안
- 통신 환경 다양성에 대한 대책

* Zig-Bee VS Wireless LAN

* Zig-Bee VS Wi-Fi

* Zig-Bee VS ISP Wire LAN

* USB Interface

* GPS Receiver

- 발생열의 방출 능력 확보

- 통신 거리 확대를 위한 방안

나. 시스템의 구성 사양

현재까지 구성된 시스템의 사양을 요약하면 다음과 같다.

1. 마이크로프로세서는 Microchip사의 PIC18F65J50으로 사용한다.

2. 지자기센서는 Honeywell사의 HMC1043 으로 사용한다.

3. USN 모듈은 Radiopulse사의 LM2470B를 사용한다.

4. 전원은 비츠로셀사의 리튬이온 1차전지로 SB-C02를 사용한다.

5. 함체는 제작요구서의 사양에 준하는 구조체를 사용한다.

6. 기기 외부와의 통신은 Zig-bee를 사용하되, 기기설정, 환경설정 및 기기 점검을 위해 USB를 사용한다.

7. 소프트웨어는 PIC프로그램으로 제작하며, Flash Writing 한다.

다. 시스템 구성

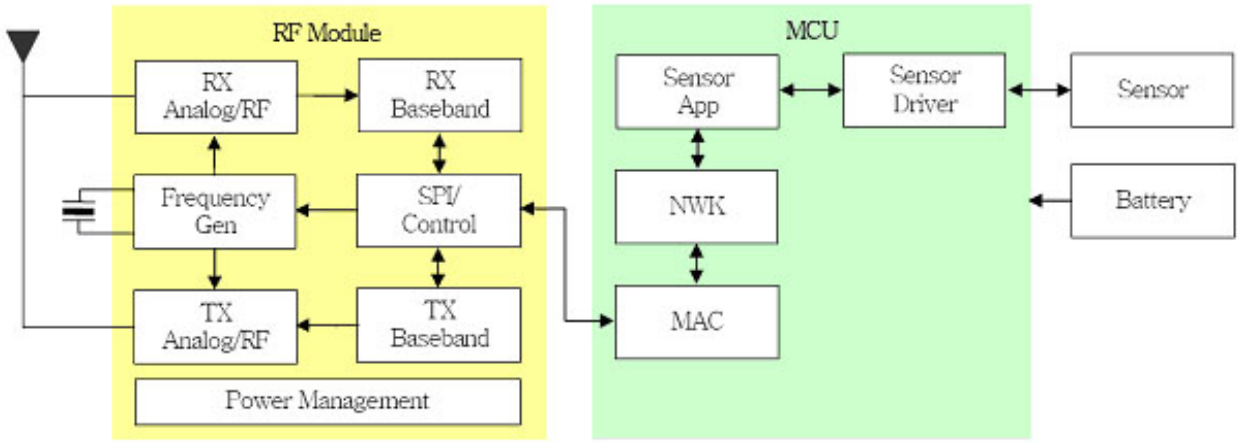


그림 2-1 센서노드의 구성요소

라. CPU 사양 검토

실시간 구동 및 중앙제어를 위해 다각도의 검토를 통해 그 결과로 Microchip사의 PIC18F65J50을 사용하는 것이 적정하다고 결론을 내렸다. 검토 대상은 다음과 같다.

1. ATMEL 사의 AT89C5131A-L
2. STMicroelectronic 사의 UPSD3432
3. Microchip 사의 PIC18F65J50

검토 내용을 정리하면 다음과 같다.

1. 지자기센서는 옥외 환경하에서 작동되므로 환경 온도에 대한 제약이 있는 관계로 -20℃~ 70℃ 환경에서 운영된다. 그리고 전원 공급을 위한 시설비에 대한 경제성 논리에 의해 내부 전원으로 작동되어야 하는데 현재 까지 경험에 의하면 리튬이온 1차 전지를 고려 대상으로 삼고 있는 관계로 DC 2V ~ 3.6V 전압에서 안정적 운영이 되어야 한다. 지자기센서로부터 입력을 받으며, 지역제어기와 실시간 통신을 위해 Zig-Bee 통신을 하므로 이에 대한 적용성이 고려 대상이 된다.
2. 차량 검지를 위한 알고리즘, 환경 설정에 따른 검지 프로세스 수행, 자체 내부 진

단을 위한 점검 프로세스 및 지역제어기와의 통신 절차 등을 원활히 수행하기 위한 프로그램을 내장하는 관계로 이에 대한 프로그램 메모리는 클수록 선호 한다.

3. 센서노드에 적용 가능한 저전력 CPU의 경우 ATMEL , ARM, Motorola, Microchip, TI 등에서 개발되어 공급되고 있으며, 업계에서는 Microchip의 PIC계열과 ATMEL의 AVR ATmega 시리즈 등이 많이 채택하고 있다. 센서 노드의 속성 상 고성능 처리 능력과 연산처리 능력, 운영체체를 위한 SRAM, EEPROM, Flash Memory 등을 CPU에 내장한 제품을 채택하여 별도의 소자가 필요 없도록 개발하고 있는 추세 이다.

4. CPU는 센서노드에 탑재되는 지자기 센서의 자료 처리 및 외부 인터페이스를 위해 UART, I2C, USB 등의 주변장치, Timer, ADC 등으로 구성되며, 이런 주변 인터페이스는 CPU 부하를 최소화하도록 제공되며, 데이터를 발생하는 ADC/DAC 인터페이스를 최적화하도록 지원 해야 한다. 아울러 Family 제품이 존재하여 여건 변화에 따른 처리속도 및 메모리 크기의 대응력을 갖추어야 한다.

MCU	ETRI(32bit) TMA2560	Atmel(8bit) ATmega128	Atmel(8bit) ATmega2560	Atmel(32bit) AT91SAM7S256	MicroChips(8bit) PIC18F8722	MicroChips(16bit) dsPIC33FJ256GP710	TI(16bit) MSP430F1610	CoreRiver GC89C591A0
Max. OF	60MHz	16MHz	16MHz	55MHz	40MHz	40MHz	16MHz	40MHz
Flash	256KB	128KB	256KB	256KB	128KB	256KB	120KB	62KB
SRAM	64KB	8KB	8KB	64KB	4KB	32KB	10KB	2KB
EEPROM	4KB	4KB	4KB	No	1KB	No	No	2KB
ADC	4Ch/10bit	8Ch/10bit	8~16Ch/10bit	8Ch/10bit	16Ch/10bit	32Ch/12bit	8Ch/12bit	8Ch/10bit
DAC	1Ch/10bit	No	No	No	No	Codec	12bit	No
Comparator	1Ch	1Ch	1Ch	No	2Ch	No	1Ch	No

<자료>: ETRI, 2006.

표 2-2 검토 대상 CPU 일람

5. PIC 시리즈는 8비트급 마이크로프로세서 이며, 작은 코어와 다양한 주변장치가 특징이다. 고려 대상 모델은 PIC18계열과 PIC16계열 이다. MicroChip 사의 웹 사이트는 www.microchip.com 이며 8Bit MCU의 계열별 비교 자료는 다음 표에 있다.

Compare 8-bit PIC® MCU Architectures				
	Baseline Architecture	Mid-Range Architecture	Enhanced Mid-Range Architecture	PIC18 Architecture
Pin Count	6-40	8-64	8-64	18-100
Interrupts	No	Single interrupt capability	Single interrupt capability with hardware context save	Multiple interrupt capability with hardware context save
Performance	5 MIPS	5 MIPS	8 MIPS	Up to 16 MIPS
Instructions	33, 12-bit	35, 14-bit	49, 14-bit	83, 16-bit
Program Memory	Up to 3 KB	Up to 14 KB	Up to 28 KB	Up to 128 KB
Data Memory	Up to 138 Bytes	Up to 368 Bytes	Up to 1,5 KB	Up to 4 KB
Hardware Stack	2 level	8 level	16 level	32 level
Features	Comparator	In addition to Baseline:	In addition to Mid-Range:	In addition to
	8-bit ADC	SPI/I²C™, UART,	Multiple Communication Peripherals Linear Programming Space	Enhanced Mid-Range:
	Data Memory	PWMs, LCD,	PWMs with Independent Time Base	8x8 Hardware Multiplier
	Internal Oscillator	10-bit ADC		CAN, CTMU, USB,
				Ethernet, 12-bit ADC
Highlights	Lowest cost in the smallest form factor	Optimal cost to performance ratio	Cost effective with more performance and memory	High performance, optimized for C programming, advanced peripherals
Families	PIC10, PIC12, PIC16	PIC12, PIC16	PIC12FXXX, PIC16F1XX	PIC18

표 2-3 8 Bit MCU 비교표

6. 검토 대상 모델은 PIC18계열과 PIC16계열 이다. 운용 온도는 PIC16 계열은 -40℃~125℃이고, PIC18 계열은 PIC18 계열은 -40℃~85℃이며, 운용 전압은 PIC16 계열은 1.8V - 5.5V 이고, PIC18 계열은 PIC18 계열은 2V - 3.6V 이다. 운용 온도 조건이나 운용 전압 조건에 있어 PIC16계열이 우월하지만 지자기센서 운영 조건을 볼 때 PIC18 계열이 특별한 문제점이 없으며, PIC16계열에 비해 PIC18계열이 최신 계열로서 8Bit MCU에서는 최고의 성능을 가지고 있는 것으로 파악되므로, PIC18계열에서 선택하도록 한다.

7. PIC18 계열은 9XXX, 8XXX, 6XXX, 4XXX 그리고 2XXX가 있는데 9XXX는 100PIN, 8XXX는 80Pin, 6XXX는 64Pin, 4XXX는 40Pin이거나 44Pin 그리고 2XXX는 28Pin 으로 I/O Pin 수에 의해 관련되는데, 향후 확장성을 고려하여 64Pin을 가지고 있는 6XXX을 우선적으로 검토한다.

8. PIC18 계열은 기존 전형적인 마이크로콘트롤러의 이점을 가지면서 저전압 USB를 지원하고 있다. 이는 고속의 처리 능력과 풍부한 기능 아울러 경쟁력을 가지는 가격적인 측면을 가지고 있다. 프로그램 메모리는 Flash Type 이다. Flash Type은 여러 번 쓰기가 가능하므로 개발에 도움이 된다.

**NANO WATT : 작동 중에 전력 절감을 위해 다음과 같이 운영된다.

**ALTERNATE RUN MODE : 타이머 소스에 의해 클럭킹을 하거나 내부 RC 오실레이터를 사용하거나 코드 실행을 하는 경우 전력 소모를 10% 이하로 운영할 수 있다.

**MULTIPLE IDLE MODE : CPU 코아가 사용불가한 경우에도 주변 장치는 작동하는 경우에 일반 동작 전력의 4% 만으로 운영할 수 있다.

**ON-THE-FLY MODE SWITCHING : 운영 중에도 전력 관리 모드를 사용자의 코드에 의해 조정할 수 있으며, 사용자 프로그램에서 전력 절감을 위한 조치를 취할 수 있다.

**UNIVERSAL SERIAL BUS(USB) : USB 2.0을 지원하는 모든 기능을 내장하고 있다. 이 모듈은 데이터의 전송 형태에 따라 저속 통신 / 고속 통신을 지원한다.

9. CPU Speed는 64 ~32 MHz로서 Family와는 무관하게 분포되어 있다. 시스템 운영 환경을 고려 하여 48 MHz를 기준으로 하며, 이에 근접한 모델은 PIC18F87J50 Family 이다. 해당 제품은 다음 그림과 같다.

Device	Flash Program Memory (bytes)	SRAM Data Memory (bytes)	I/O	10-Bit A/D (ch)	CCP/ ECCP (PWM)	MSSP			EUSART	Comparators	Timers 8/16-Bit	External Bus	PMP/PSP
							SPI	Master I^2C™					
PIC18F65J50	32K	3904*	49	8	2/3	2	Y	Y	2	2	2/3	N	Y
PIC18F66J50	64K	3904*	49	8	2/3	2	Y	Y	2	2	2/3	N	Y
PIC18F66J55	96K	3904*	49	8	2/3	2	Y	Y	2	2	2/3	N	Y
PIC18F67J50	128K	3904*	49	8	2/3	2	Y	Y	2	2	2/3	N	Y
PIC18F85J50	32K	3904*	65	12	2/3	2	Y	Y	2	2	2/3	Y	Y
PIC18F86J50	64K	3904*	65	12	2/3	2	Y	Y	2	2	2/3	Y	Y
PIC18F86J55	96K	3904*	65	12	2/3	2	Y	Y	2	2	2/3	Y	Y
PIC18F87J50	128K	3904*	65	12	2/3	2	Y	Y	2	2	2/3	Y	Y

* Includes the dual access RAM used by the USB module which is shared with data memory.

표 2-4 PIC18F87J50 Family

TABLE 1-1: DEVICE FEATURES FOR THE PIC18F6XJ5X (64-PIN DEVICES)

Features	PIC18F65J50	PIC18F66J50	PIC18F66J55	PIC18F67J50
Operating Frequency	DC – 48 MHz	DC – 48 MHz	DC – 48 MHz	DC – 48 MHz
Program Memory (Bytes)	32K	64K	96K	128K
Program Memory (Instructions)	16384	32768	49152	65536
Data Memory (Bytes)	3904	3904	3904	3904
Interrupt Sources	30			
I/O Ports	Ports A, B, C, D, E, F, G			
Timers	5			
Capture/Compare/PWM Modules	2			
Enhanced Capture/ Compare/PWM Modules	3			
Serial Communications	MSSP (2), Enhanced USART (2), USB			
Parallel Communications (PMP)	Yes			
10-Bit Analog-to-Digital Module	8 Input Channels			
Resets (and Delays)	POR, BOR, RESET Instruction, Stack Full, Stack Underflow, $\overline{\text{MCLR}}$, WDT (PWRT, OST)			
Instruction Set	75 Instructions, 83 with Extended Instruction Set Enabled			
Packages	64-Pin TQFP			

표 2-5 PIC18F87J50 기능 구성

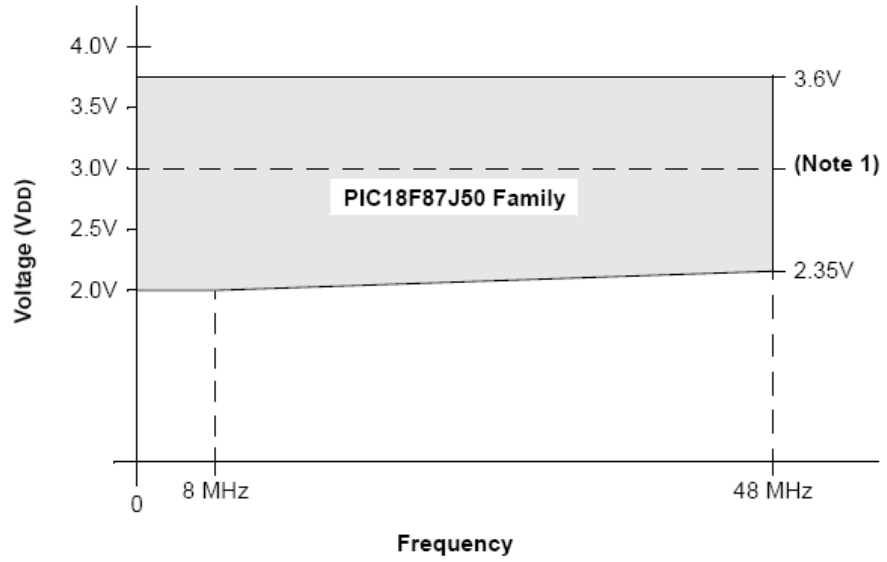
TABLE 1-2: DEVICE FEATURES FOR THE PIC18F8XJ5X (80-PIN DEVICES)

Features	PIC18F85J50	PIC18F86J50	PIC18F86J55	PIC18F87J50
Operating Frequency	DC – 48 MHz	DC – 48 MHz	DC – 48 MHz	DC – 48 MHz
Program Memory (Bytes)	32K	64K	96K	128K
Program Memory (Instructions)	16384	32768	49152	65536
Data Memory (Bytes)	3904	3904	3904	3904
Interrupt Sources	30			
I/O Ports	Ports A, B, C, D, E, F, G, H, J			
Timers	5			
Capture/Compare/PWM Modules	2			
Enhanced Capture/ Compare/PWM Modules	3			
Serial Communications	MSSP (2), Enhanced USART (2), USB			
Parallel Communications (PMP)	Yes			
10-Bit Analog-to-Digital Module	12 Input Channels			
Resets (and Delays)	POR, BOR, RESET Instruction, Stack Full, Stack Underflow, $\overline{\text{MCLR}}$, WDT (PWRT, OST)			
Instruction Set	75 Instructions, 83 with Extended Instruction Set Enabled			
Packages	80-Pin TQFP			

표 2-6 PIC18F8XJ5X 기능 구성

10. PIC18 계열 중 PIC18F87J50 Family의 동작 전압 특성은 그림과 같다.

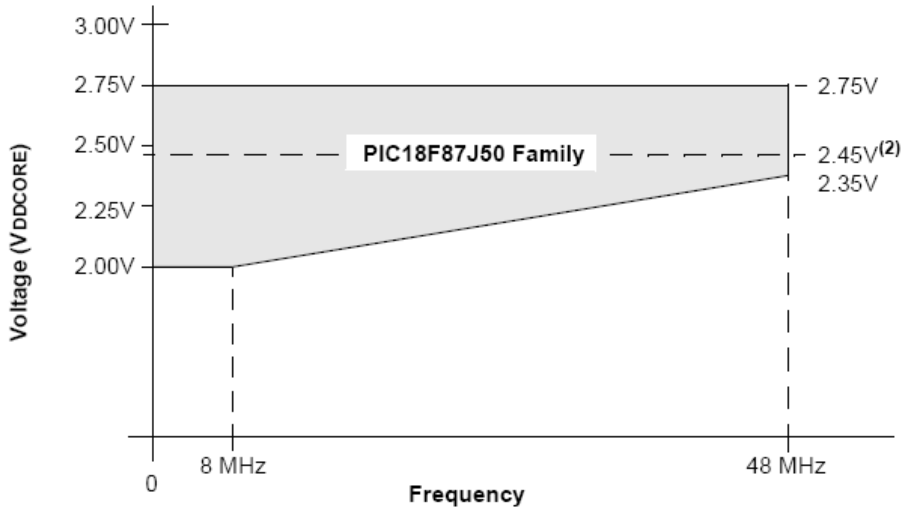
FIGURE 28-1: PIC18F87J50 FAMILY VDD FREQUENCY GRAPH (INDUSTRIAL)



Note 1: When the USB module is enabled, VUSB and VDD should be connected together and provided 3.0V-3.6V while VDDCORE must be ≥ 2.45V. When the core regulator is enabled and VDD is ≥ 3.0V, it will always regulate to ≥ 2.45V. When the USB module is not enabled, VUSB and VDD should still be connected together, but the wider limits shaded in gray apply.

그림 2-2 PIC18F87J50 Family의 동작 전압 특성-1

FIGURE 28-2: PIC18F87J50 FAMILY VDDCORE FREQUENCY GRAPH (INDUSTRIAL)(1)



Note 1: VDD and VDDCORE must be maintained so that VDDCORE ≤ VDD.

2: When the USB module is enabled, VUSB and VDD should be connected together and provided 3.0V-3.6V while VDDCORE must be ≥ 2.45V. When the core regulator is enabled and VDD is ≥ 3.0V, it will always regulate to ≥ 2.45V. When the USB module is not enabled, VUSB and VDD should still be connected together, but the wider limits shaded in gray apply.

그림 2-3 PIC18F87J50 Family의 동작 전압 특성-2

11. PIC18 계열의 아키텍처는 이전 계열과는 다른 아키텍처를 가지고 있다. 이전 계열은 기본적으로 RISC하버드 아키텍처인데, RISC의 한계가 프로그램 메모리 사이즈를 무한정 확장할 수 없다는 약점을 가지고 있었다. 이점을 보완한 것이 PIC18 계열로서, 이전 PIC16 계열의 디바이스와는 거의 호환이 되면서 진보된 아키텍처를 가지고 있다.

12. PIC18Fxxxx는 하버드 아키텍처의 기본 구조인 RAM(데이버 메모리) 버스와 프로그램 메모리 버스가 각각 분리되어 있으며, 기본적으로 그 동안 마이크로칩의 디바이스의 한계성으로 인식되던 하드웨어 스택이 8레벨에서 31 레벨로 확장되어 좀 더 편리하게 디자인을 할 수 있게 되었다는 점이 큰 변화라고 하겠다. 그 동안 PIC 디바이스 중에 가장 많은 명령어의 수가 최대 50 여 개에 불과했지만 PIC18Fxxxx는 70 여 개로 확장되어 좀 더 편리하게 프로그래밍을 할 수 있다.

13. 이전 PIC16FXXXX에서는 기본적으로 인터럽트 벡터가 하나만 존재 하였다. 인터럽트가 발생하면 프로그램 메모리 0X04 번지로 이동하여 각각의 인터럽트 요구 플래그를 확인하여야 하며, 2 개 이상의 인터럽트가 동시에 발생하는 경우 그것의 우선순위는 인터럽트 루틴 내에서 어떤 인터럽트 요구 플래그를 먼저 확인하는 가에 의해서만 결정 되었다.

13-1. HIGH 인터럽트 벡터와 LOW 인터럽트 벡터가 존재한다.

HIGH 인터럽트 벡터는 0X08 번지에, LOW 인터럽트 벡터는 0X18 번지에 존재하고 있다. 다시 말하면 현재 프로그램이 하위 인터럽트를 수행하고 있는 경우 상위 인터럽트의 요구가 발생할 때 상위 인터럽트를 우선적으로 수행하고, 이후 대시 하위 인터럽트를 수행하는 것이 가능해졌다는 의미 이다.

13-2. 모든 인터럽트들은 각각의 인터럽트 우선순위 비트가 존재한다.

모든 안터럽트는 각각의 인터럽트 우선순위를 결정짓는 플래그(IP)가 존재하며, 이는

IPEN(Interrupt Priority Enable) 비트를 1로 설정된 경우 사용할 수 있다. 여기서 주의할 점은 사용자가 동시에 High/Low 인터럽트의 사용을 원하지 않는 경우에는 이전의 디바이스들 즉 PIC16에서 사용하던 소스 코드를 변형 없이 사용할 수 있다는 점 이다. 이때 기본이 되는 인터럽트 벡터는 0X04 번지가 아니라 0X08 번지가 되며 GIEH/GIEL 인터럽트 Enable Bit 대신 GIE/PEIE 비트로 사용하여 PIC16에서와 같이 똑같이 사용할 수 있다.

13-3. 내부ROM의 크기는 최대 128KByte이며, 외부로는 최대 3MByte 까지 확장할 수 있다.

사용자가 외부 메모리를 사용하고자 하는 경우 PIC16 디바이스에서는 외부에 최대 64Kbyte 까지 확장할 수 있었지만 그 이상은 불가능하였다. PIC18F 계열은 프로그램 모드를 마이크로프로세서 모드로 사용하는 경우 외부에 최대 2MByte 까지 확장할 수 있어 이전의 불편함을 최소화 할 수 있다.

13-4. RISC 하버드 아키텍처를 채택하고 있다.

PIC18F 계열은 이전 계열과 같이 RISC구조의 하버드 아키텍처를 채택하고 있다. RISC 구조를 채택하고 있는 디바이스들은 Pipe-Line 구조로서 이는 하나의 명령 사이클 내에서 다음 어드레스의 패치와 이전에 패치되었던 명령을 동시에 실행할 수 있다는 뜻 이다.

13-5. 다양한 오실레이터 옵션이 존재한다.

이전 계열에도 다양한 오실레이터 옵션이 있었지만, PIC18 계열에는 보다 많은 옵션이 존재 한다. 예를 들어 PIC16 계열에는 없는 HS+ PLL mode가 있다. 조금 더 자세히 설명하면 내부에 4x PLL mode가 있어서 외부에 10MHz의 오실레이터를 달면 내부의 PLL에 의해 40MHz로 시스템에 들어가게 된다. 이러한 모드를 사용하기 위해서는 디바이스를 롬-라이팅을 컨피그레이션 비트의 옵션을 HS+ PLL mode로 설정하여 사용하여야 한다.

13-6. PAGE 구분이 완전히 없다.

BANK의 구조도 아주 간편하게 정리 되었다. PIC16 계열의 사용자는 그 동안 어셈블리어를 사용하여 프로그램을 함에 있어 PAGE와 BANK로 인해 곤란을 겪는 경우가 빈번하였다, 이처럼 PAGE와 BANK는 항상 프로그래머에게 고민 거리 였지만, PIC18계열에서는 PAGE의 개념이 완전히 사라졌다. 즉 PIC18 프로그램 메모리에서의 어드레스 BRANCH는 PAGE의 전환 없이 GOTO 명령과 BRA 명령을 사용하여 어느 곳으로라도 즉시 BRANCH가 가능해졌다. BANK의 경우는 PAGE와 조금 다르다. 이전 계열의 디바이스는 여러 BANK에 하드웨어에서 사용하는 레지스터가 각각 나누어져 있었지만 PIC18F는 BANK15에 SFR(Special Function Resister)이 함께 존재하여 PIC16 계열에 비해 상당히 편리하게 사용할 수 있다. 각각의 BANK를 설정하는 레지스터는 BSR 레지스터를 이용하여 운용된다.

13-7. PIC18 계열에는 기본적으로 Hardware Multiply 기능이 내장되어 있다. 이전에는 일부 디바이스에만 내장되던 곱셈 기능이 기본 내장되어 8x8의 곱셈 기능을 1사이클에 구현할 수 있으며 그 결과는 항상 PRODH:PRODL 레지스터에 저장된다.

14. PIC18FXXXX 디바이스에는 다음과 같이 5개의 오실레이터 모드가 있다.

- TWO CRYSTAL MODE : 크리스털 / 레조네이터
- TWO EXTERNAL CLOCK MODE : 최대 4개 클럭 출력
- INTERNAL OSCILLATOR BLOCK : 8 MHz 클럭과 INTRC 소스 지원
- PLL(PHASE LOCK LOOP) : 내부 또는 외부 오실레이터를 이용하여 최대 48MHz 까지 사용
- DUAL CLOCK OPERATION : 마이크로콘트롤러가 리셋되어 있는 상태에서 고주파 오실레이터로 USB 모듈을 실행한다.

15. 2MByte의 프로그램 메모리 공간을 액서스 하기 위해 21비트의 프로그램 카운터

(PC)가 존재하며 2MByte의 프로그램 메모리 공간 중 물리적인 부분은 모두 '0'으로 읽힌다. 내부 프로그램 메모리 영역의 크기가 64 Kbyte인 디바이스는 32K 워드 명령어를 저장할 수 있으며, 128Kbyte인 디바이스는 64K 워드 명령어를 저장할 수 있다. PIC18FXXXX 디바이스의 리셋 벡터 어드레스는 프로그램 메모리의 '0' 번지이며, 인터럽트 벡터 어드레스는 '8' 번지 또는 '18' 번지가 된다.

TABLE 5-2: MEMORY ACCESS FOR PIC18F8XJ5X PROGRAM MEMORY MODES

Operating Mode	Internal Program Memory			External Program Memory		
	Execution From	Table Read From	Table Write To	Execution From	Table Read From	Table Write To
Microcontroller	Yes	Yes	Yes	No Access	No Access	No Access
Extended Microcontroller	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

표 2-7 Memory Access for PIC18F8XJ5X 프로그램 메모리 모드

FIGURE 5-1: MEMORY MAPS FOR PIC18F87J50 FAMILY DEVICES

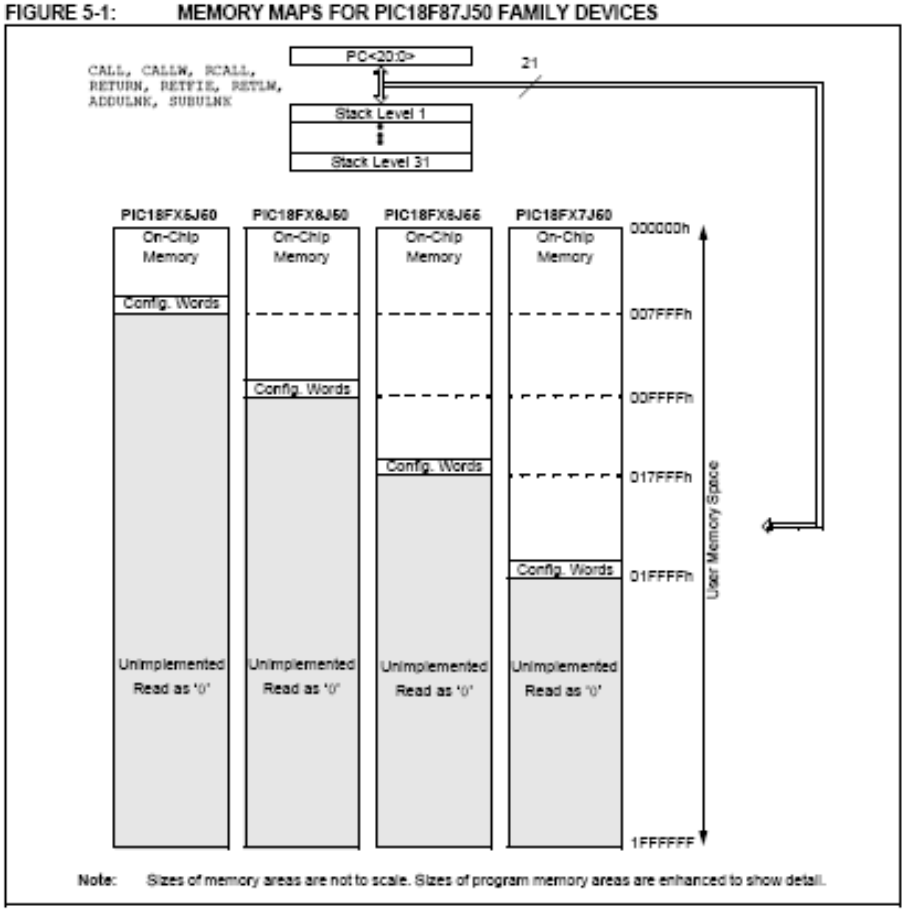


그림 2-4 PIC18F87J50 Family 메모리 지도

16. 데이터 메모리는 SRAM(STATIC RAM) 구조를 가지고 있다. 데이터 메모리 의 어드레스는 12Bit로 되어 있으며, 크기는 4096 Byte 이다.

16-1. GPR(GENERAL PURPOSE REGISTER)

데이터 메모리는 직접 또는 간접으로 접근이 가능하다. 간접 어드레싱은 FSR 레지스터와 INDF 레지스터를 통하여 이루어진다. GPR은 BANK구조를 가지고 있으며 POR(POWER ON RESET) 상태에서 초기화가 되지 않으며 예를 들면 WDT의 타임 아웃 리셋 등과 같은 상태에서도 변하지 않으므로, 사용자는 반드시 프로그램으로 GPR 데이터 메모리를 클리어 시켜 주어야만 한다. 데이터 RAM은 BANK()에서 시작하는 GPR 영역과 SFR(0XF60~0XFFF) 영역으로 이루어 진다.

16-2, SFR(SPECIAL FUNCTION REGISTER)

SFR은 CPU나 마이콤 내부의 주변 장치 모듈의 제어를 위한 레지스터들의 집합체라고 할 수 있다. SFR 역시 GPR과 같은 SRAM 구조를 가지고 있다. SFR 레지스터는 크게 코아 기능에 관련 있는 레지스터 들과 주변 장치에 관련 있는 레지스터 들로 분류된다.

17. PIC18FXXXX의 인터럽트 기능은 이전 디바이스와 차이점이 몇 가지 있다.

17-1. 인터럽트 벡터가 2 개 존재 한다.

0X08 번지 : 상위 인터럽트 벡터

0X18 번지 : 하위 인터럽트 벡터

17-2. 우선순위 비트가(xxxIP : PRIORITY Bit) 존재한다.

사용자는 각 인터럽트 소스의 우선순위 비트를 조절하여 사용하고자 하는 인터럽트를 상위 인터럽트로 사용할 것 인지, 하위 인터럽트로 사용할 것 인지를 결정할 수 있다.

17-3. 인터럽트의 우선순위 로직을 사용하고자 하는 경우 IPEN(INTERRUPT PRIORITY ENABLE : RCON<7>)) 비트가 항상 ‘1”로 설정되어야 한다.

17-4. 인터럽트의 우선순위 기능을 사용하지 않을 경우 즉 IPEN 비트가 ‘0’으로

설정되어 있는 경우는 기본적으로 인터럽트는 상위 인터럽트 벡터 어드레스의 적용을 받는다.

17-5. 인터럽트 우선순위가 ENABLE되어 있고, 만약에 하위 인터럽트 모드만 사용하는 경우에도 반드시 INTCON 레지스터의 GIEH 비트와 GIEL 비트를 모두 '1'로 설정하여야 한다. 만약 GIEL 비트만 '1'로 설정하면 하위 인터럽트가 발생되지 않는다.

18. PIC18FXXXX 마이크로콘트롤러는 디바이스에 따라서 다양한 포트가 7개의 GROUP에서 9개 GROUP 까지 존재한다. 다른 회사의 마이크로콘트롤러와 마찬가지로 각각의 포트들은 아날로그 및 디지털 기능의 특서을 가지고 있을 뿐 아니라 다양한 통신 포트의 기능과 다른 기능을 함께 사용할 수 있도록 MUX 설계되어 있으므로 필요에 따라서 그 기능을 설정하여 사용하여야 한다. 각각의 포트들은 자기 자신의 동작을 위하여 아래와 같이 3개의 레지스터로 구성 되어 있다.

가. TRIS 레지스터 : 입출력 방향 설정 레지스터

나. PORT 레지스터 : 디바이스의 핀 레벨을 읽는다.

다. LAT 레지스터 : 출력 래치

19. 데이터 래치 레지스터(LAT RESISTER) 들은 각각의 I/O 핀들이 동작하고 있을 때의 값들을 읽어와 필요한 값으로 변형시킨 후 다시 출력하는 READ-MODIFY-WRITE 기능을 내장하고 있다.

FIGURE 10-1: GENERIC I/O PORT OPERATION

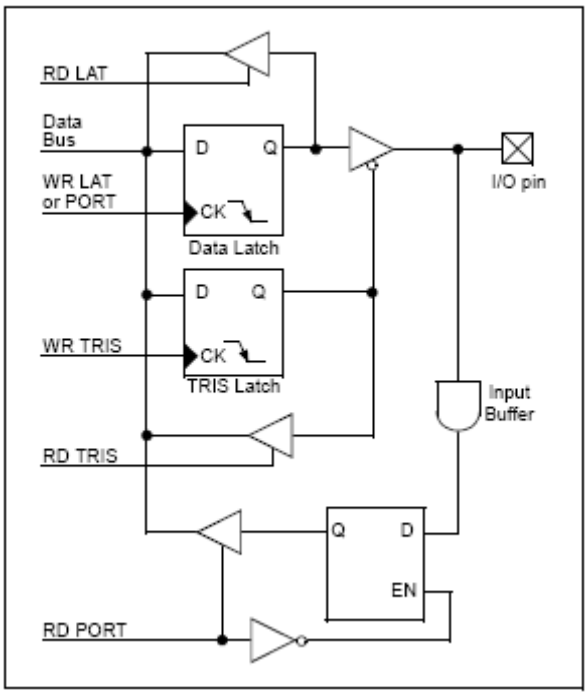


그림 2-5 일반 I/O 포트 동작

마. 지자기센서 사양 검토

주차차량 검지를 위해 지자기센서의 종류별 특성을 검토한 결과 Honeywell 사의 HMC1043 을 사용하는 것이 적정하다고 결론을 내렸다. 검토 대상은 다음과 같다.

1. Honeywell 사의 AMR 센서
2. NVE 사의 GMR 센서
3. STMicroelectronic 사의 UPSD3432

검토 내용을 정리하면 다음과 같다.

1. 지구자기장의 생성 이론은 다양하나 제일 유력한 학설은 다이나모 이론(Dynamo Theory) 이다. 지구의 외핵(유체핵)은 4000~5000℃의 고온의 녹은 금속 성분으로 구성되어 있으며 지극히 완만한 회전운동과 대류운동을 하고 있다고 추측된다. 전기 양도체인 유체가 자기장 내에 운동하면 전자기유도로 인해 내부에서 전류가 흐르며,

그 전류가 또 자기장을 만들어 낸다. 새로 만들어진 자기장이 본래의 자기장을 강화할 경우에는 외부로부터 자기장이 걸려 있지 않더라도 유체 자신의 발전작용으로 전류, 즉 자기장을 계속 보존할 수가 있다. 이러한 자기여기적(自己勵起的)인 발전의 메커니즘을 다이나모 작용이라 하며, 또 이 작용에 의해 지구자기장이 유지된다는 이론이다. 이론의 상세한 것은 아직 완성되지 않았지만, 지구자기장의 생성 원인은 다이나모이론에 의해 설명될 수 있는 것으로 믿어지고 있다.

2. 지구자기장은 일정하게 유지되지 않는다. 시간에 따라 변화 한다. 지구자기장은 일상적으로 하루 중에도 1일간에 20～50nT 정도의 변동을 보인다. 이것은 지구자기장의 세기(약 3만～6만nT, 한국은 5만nT)에 비하면 1/1000 정도의 약한 변화이다. 이 원인은 고도 50～250㎞에 있는 전리층 내를 흐르는 전류가 태양복사에너지에 의해 영향을 받기 때문에 1일을 주기로 하는 변화가 일어난다.

3. 지구자기장의 급격한 변동의 전형적인 예는 자기폭풍이다. 이는 지구자기권에 태양으로부터 특별히 강한 플라스마류(태양폭풍)가 불어닥치는 경우 발생한다. 중 · 저위도 지방에서는 우선 자기장의 수평분력이 갑자기 강해지고(자기폭풍의 급격한 시작), 이어서 수평분력이 200～500nT나 감소한다(主相). 이것은 태양풍플라스마가 지구자기권내로 침입하고, 자기장의 효과로 전자와 이온이 반대 방향으로 이동한 결과 지구반지름의 5배 정도 되는 곳에서 적도면을 따라 동에서 서로 전류가 흐르기 때문에 일어나는 것이다. 태양풍 플라스마의 침입으로 자기권내에서의 하전입자의 활동은 활발해지고, 극지에서는 오로라가 나타나며, 자기권내에는 맥동이라 하는 지구자기의 변동이 일어난다. 얼마쯤 지나서 태양풍플라스마의 활동이 약해지면 환전류도 약해지며 지구자기의 수평분력도 서서히 회복된다(終相)는 것이 자기폭풍의 개요 이다.

4. 이 밖에도 여러 종류의 주기를 가진 변화가 있다. 이들 중 흑점변동의 주기인 11

년보다 짧은 주기를 가진 변동은 태양의 활동에 의해서 일어나는 즉 지구 외에 원인이 있는 현상이다. 한편 그보다 긴 주기의 변동은 지구내부에 원인이 있는 지구 다이나모의 고유의 것으로 여겨진다. 주기가 수십 년에서 수천 년인 변동은 영년변화(永年變化)라고 한다.

5. 지구자기장의 일상적인 변화의 폭은 20~500nT의 범위를 가지고 있다. 이러한 일상적 자기장 변화의 크기는 센서에서 무시하지 않는다면 이로 인한 오류 발생에 대한 처리 부담을 안게 되므로 지자기센서의 해상도는 이 보다 커야 한다.

6. 주차된 차량을 지자기센서로 검지하기 위해서 사용하는 센서는 주차면 내에 있는 차량을 검지하므로 국내에 일반적으로 적용되고 있는 최소 2.5m 의 폭과 최소 5m 길이를 가지는 주차 구획에 존재하는 차량을 검지하는 것이 주요 목적이므로, 일반적인 검지 개념과 달리 예민한 감도를 가지는 지자기센서 보다는 적정한 정도의 감도를 가지는 지자기센서가 적정하다고 판단된다.

7. 자기센서의 종류는 다양하지만 개발 목적에 적합하다고 인정되는 종류는 AMR과 GMR 계열이 적합한 것으로 판단된다.

8. AMR 계열(이방성 자기저항, Anisotropic magnetoresistive)은 자성체가 전류와 자화 방향이 평행일 때 저항이 최대로 되고, 수직되는 경우에는 최소로 되는 현상을 활용하며, 형태는 실리콘 기판 상에 NiFe 박막을 증착하고 이를 저항 스트립으로 패터닝 하여 제작되며, 자계 내에서 약 2~3[%]의 저항 변화를 일으킨다. 저항 스트립 2 개를 사용하는 경우는 전위차계로, 저항 스트립 4 개를 사용하는 경우 휘스톤 브리지 형태로 사용된다.

9. GMR 계열(거대 자기저항, Giant magnetoresistive)은 강자성체와 비자성체를 일체화시켜 물체가 자계 내에서 자기 모멘트가 평행이면 저항이 최소로, 자기모멘트가 평행이 아니면 저항이 최대가 되는 현상을 활용한다.

10. AMR 계열은 1마이크로가우스 ~ 10가우스 범위의 자계를 검출하는데 사용되며, GMR 계열은 통상 10가우스 이상의 자계를 검출하는데 사용된다.

11. 주차장이 갖는 특성으로 주변 주차 차량에 존재 여부에 따라 측정 지점의 자기장 세기는 시시 각각 그 크기는 변화한다는 것에 유의하여야 한다. 따라서 주변 차량에 의한 자기장 세기의 변화분을 제거하기 위해서는 Z축 이외에도 X축과 Y축에 대한 성분 측정이 필요하므로, 센서는 X, Y 그리고 Z축에 대한 측정 능력을 보유하는 것이 바람직 하다.

12. AMR 계열은 1축, 2축 그리고 3축을 측정할 수 있는 모델이 지원되나, GMR 계열은 1축을 측정할 수 있는 모델만 지원된다.

13. 상기 검토 사항에 의하면 자기장 측정 범위, 자기장 측정 가능 축 등에 의거 판단하면, 주차장에 적용하기 적합한 센서는 AMR 계열이라고 판단 하였다.

14. AMR 계열의 소자를 생산하는 회사는 Honeywell, NXP Semiconductors, and Sensitec GmbH. 가 있다.

15. NXP Semiconductors 와 Sensitec GmbH가 공급하는 소자는 대부분의 모델의 경우 공급 전압이 최소 5V 이상이어서 내장 배터리로서 Li-Ion 계열의 배터리를 내정하고 있는 상황에서 해당 제품을 채택하기는 곤란하다.

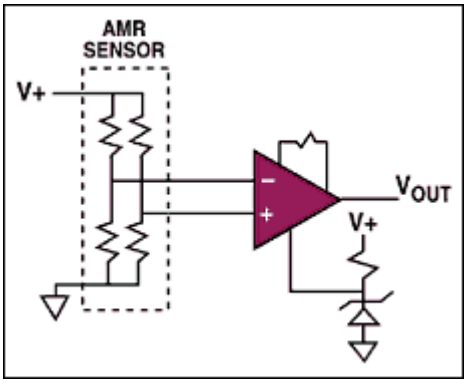


그림 2-6 AMR 센서 기본 회로도

16. Honeywell Microelectronics & Precision Sensors 는 다양한 모델의 AMR 제품을 공급하고 있는데, 종류는 다음 그림과 같다.

Honeywell's Magnetoresistive Components Application Matrix

Design Criteria for HMC Components			
Application	**Size** (Small/Smaller/Smallest)	**Price** (Low/Lower/Lowest)	**Performance** (Good / Better / Best)
General Compassing	HMC1022 / 1043, 1052L / 5883L	HMC1043 / 1022, 1052L / 5883L	HMC1052L/1022,1042/1002
Compassing- Automotive	HMC1022 / 1052L	HMC1022 / 1052L	HMC1052L / 1022
Compassing- Hand Held, GPS	HMC1022 / 1043, 1052L / 5883L	HMC1043 / 1022, 1052L / 5883L	HMC1052L / 1022, 1043 / 5883L
Compassing – Mobile Phones & Consumer Electronics	HMC5883L	HMC5883L	HMC5883L
Attitude Reference	HMC1002 / 1022 / 1043, 1052L	HMC1002, 1043 / 1022 / 1052L	HMC1052L / 1022 / 1002, 1043
Metal Detectors	HMC1021S / 1041Z / 1052L	HMC1021S, 1041Z / 1052L	HMC1021S, 1041Z, 1052L
Vehicle/Traffic Detection	HMC1021S / 1041Z / 1052L	HMC1041Z / 1021S /1052L	HMC1052L / 1041Z, 1021S / 1001
Current Sensing	HMC1021S / 1052L		
Vertical (Z- axis) Sensing	HMC1001, 1021Z, 1051Z/ 1041Z	HMC1001/1051ZL, 1051Z/ 1021Z, 1041Z	HMC1051Z, 1051ZL/1021Z, 1041Z/1001
Position Sensing	HMC1501, 1512	HMC1512/1501	HMC1501,1512

Last digit in part number suffix denotes the number of axis on the sensor.

표 2-8 Honeywell 자기센서 적용비교표

17. 제조사가 추천하는 교통 관련 센서는 검은색 상자 내의 모델 들로서 대부분이 1축 또는 2축 모델 들이다.

18. 제조사가 교통 관련 센서로서 최고 성능을 보장하는 모델은 단축 모델들로서 이는 제조사의 성능 보장에 있어 주요한 요소이나 도로 교통 목적이 아닌 주차 차량 검지를 위해서는 앞에서 언급한 바와 같이 주변 차량에 의한 자기 환경이 수시로 변하는 상황에서 소기의 목적을 달성하기 위해서는 여타 차량에 의한 자기 환경 변화에 대한 성찰이 필요 하다고 판단된다. 이에 대한 대책으로는 검지 알고리즘에 대한 차별화 전략이 필요하다고 판단된다.

19. Honeywell의 102X, 104X, 105X Series의 적합성 검토에서 102X 계열은 1축과 2축 모델만이 공급되고 있어서 3축을 기획하고 있는 상황에서 규격 미달이며 검지 범위가 10μ Gauss ~ ±6 Gauss 이며, 분해능은 27 μ Gauss이고, 감도가 4.0mV/V/Gauss로 너무 예민한 점도 요구 조건에 미달된다.

20. 104X 계열은 Z축과 3축 모델이 공급되며, 검지 범위가 10μ Gauss ~ ±6 Gauss 이며, 분해능은 120 μ Gauss이고, 감도는 1.2mV/V/Gauss로 무난하다.

21. 105X 계열은 1축,2축 그리고 3축 모델이 공급되며, 검지 범위가 120 μ Gauss ~ ±6 Gauss 이며, 분해능은 120 μ Gauss이고, 감도는 1.2mV/V/Gauss로 무난하다.

22. 상기에서 보듯이 기본 제원적인 요소는 104X 계열과 105X 계열이 대동소이한 차이를 가지고 있으나 Set / Reset 시에 소요 전류가 104X 계열은 8A이고, 105X 계열은 4A로 전력 소모가 적은 편 이다.

23. 지자기센서 내의 자성물질은 지구 자기장에 의해 자기포화(Magnetic Saturation)

이 발생하여 자기장 측정 불능 상태가 발생할 수 있는데 이를 극복하기 위해서 여러 방법이 있을 수 있으나 외부 자기장을 제거할 수 없는 상황에서 이를 해소하기 위해 일정 주기별로 Set/Reset기능을 동작시키는 방안을 검토하였고, 회로에 부가하였다.

상기에서 보듯이 기본 제원적인 요소는 104X 계열과 105X 계열이 대동소이한 차이를 가지고 있으나 Set / Reset 시에 소요 전류가 104X 계열은 8A이고, 105X 계열은 4A로 전력 소모가 적은 편 이다.

바. USN 모듈 사양 검토

센서노드와 센터 간의 통신을 위한 USN 모듈은 주차차량 검지환경 하에서 신뢰도가 매우 높아야 하며, 전력소모에서도 배터리 수명과도 직결되는 관계로 여러 USN 모듈을 대상으로 검토한 결과 Radiopulse 사의 MG2470을 사용하는 것이 적정하다고 결론을 내렸다. 검토 대상은 다음과 같다.

1. Digi 사의 XBee-Pro ZB
2. RF Techwin 사의 iRF2400SMG
3. Radiopulse 사의 MG2470

검토 내용을 정리하면 다음과 같다.

1. 센서노드 시스템에 있어 통신에 대한 부문은 기본적이면서도 여러 가지의 중요한 구성 요소로서, 현장의 정보를 전달하는 매체로서 뿐 아니라 센서노드 수명에 영향을 주는 요소인 배터리 수명과 밀접한 관계를 가지고 있으므로, 정보의 전달 역할 뿐 아니라 전력 소모의 최소화를 도모하면서도 기본 의무 수행에 충실하여야 하는 이중적 성격을 가지고 있다. 본 검토에 있어서 주요 검토 사항은 소규모 출력으로 최대의 통신 거리를 확보하고, 반송주파수의 중복에도 불구하고 여타 통신과의 간섭을 회피하며, 아울러 전달되는 정보의 보안성 확보를 중점적으로 검토하기로 한다. 그 우선순위는

하기와 같다.

- 최대 통신거리
- 통신 속도
- 전파 송출 시 전력 소모
- 수신 대기 시 전력소모
- 주파수 간섭 시 회피 방안
- 정보 보안성 확보

2. USN 통신 프로토콜로 많이 언급되는 것으로 우선 Zig-Bee, UWB를 거론할 수 있다.

3. Zig-Bee는 IEEE 802.15.4로 표준안이 성립되어 있으며, IEEE 802.15.5 표준 PHY/MAC 레이어 기반으로 상위 프로토콜로 응용을 규격화한 단거리 무선통신에 적합한 것으로 알려져 있으며, 802.11.X, IEEE 802.15.3 HR-WPAN, Bluetooth 보다 구현 측면에서 훨씬 간단하다. 아울러 송/수신 활동을 제외한 잔여 시간은 대기 모드로 전환하여 전력을 절감하는 효과가 있다.

4. IEEE 802.15.4는 PHY 계층과 MAC 계층으로 구성되며 PHY 계층의 프레임의 최대 크기는 133 Byte 이고, 주파수 대역은 2.4 GHz이고, 채널은 5MHz 간격으로 16 채널을 운영할 수 있으며, 전송속도는 250 KBps 이다.

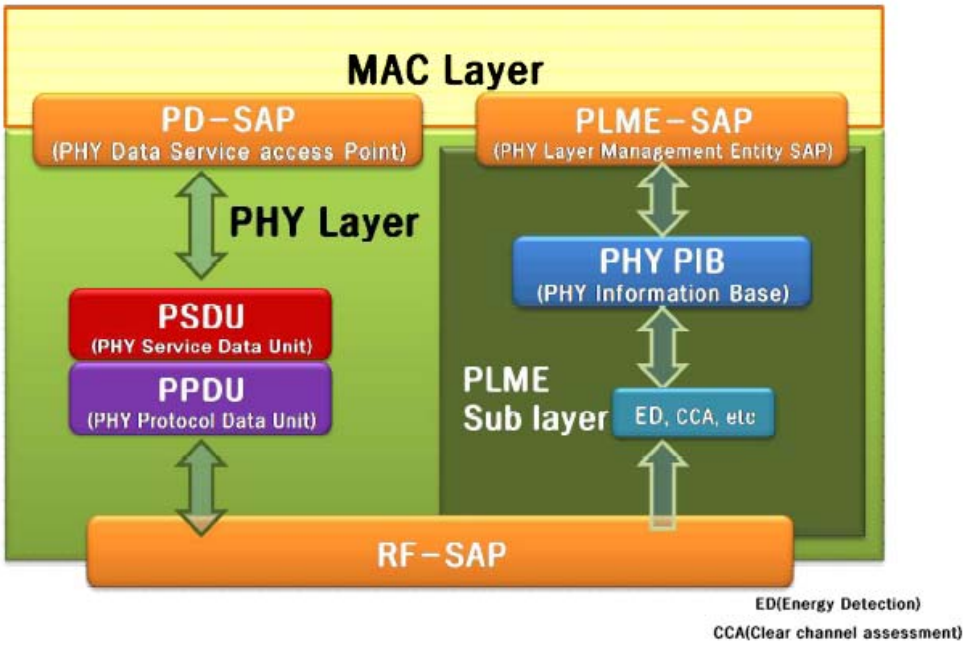


그림 2-7 PHY 구조

5. PPDU(PHY Protocol Data Unit)

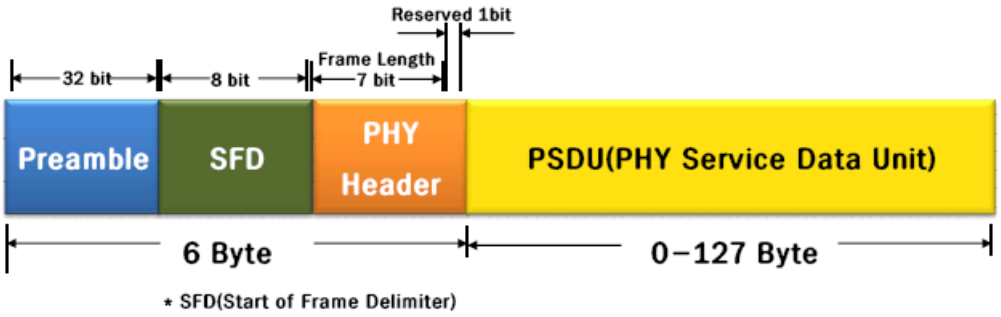


그림 2-8 PPDU 구조

Preamble : 32 Bit (동기화)

프레임 경계 시작 : 8 Bit

PHY 헤더 : 8 Bit (PSDU 길이)

PSDU : 0~1016 Bit(127 Byte)

6. IEEE 802.15.4은 일반적으로 4 종류의 프레임을 가지고 있다. Data Frame,

Beacon Frame, Acknowledgement Frame 그리고 Command Frame 이다.

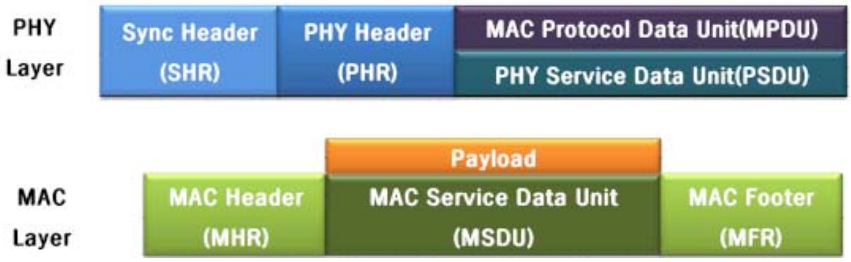


그림 2-9 IEEE 802.15.4 프레임

7. UWB에 대해 FCC는 중심 주파수의 20% 이상의 점유 대역폭을 가지며 500MHz 이상의 점유 대역폭을 가지는 무선 전송 기술이라고 정의 하고 있다.

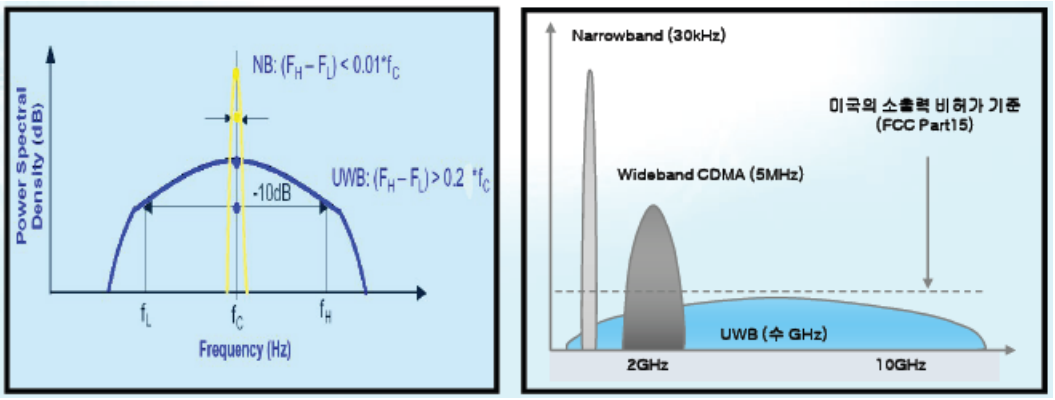


그림 2-10 IEEE 802.15.4 대역폭

8. UWB는 신호 형태가 Impulse 형태를 가지며, 여타 프로토콜에 비해 위치 정밀도가 높고, 안개, 비, 눈 등의 기상 환경의 영향을 적게 받는 것으로 알려져 있다. 주파수 스펙트럼 상에서 위의 그림과 같이 동일출력을 갖는 세 가지 시스템의 경우에 있어 UWB의 경우 매우 넓은 주파수 대역에 걸쳐 전력 스펙트럼 밀도가 존재하며, 상대적으로 전력 스펙트럼 밀도가 낮아서 여타 무선 통신 시스템에 간섭 영향을 주지 않으므로 주파수 공유 측면에서 매우 유리하다.

9. UWB 기술의 특징으로는

- 통신 장치의 소형화, 저전력화 저자격화 구현 용이
- 주파수 전송량이 상대적으로 크다.
- 채널 용량과 거리의 상관관계로 인해 통신거리 제한성 발생
- 기존 협대역 시스템과 주파수 공유 가능
- 정밀한 위치 인식 및 추적 가능
- 장애물 투과 특성 우수

10. UWB 기술은 매우 다양한 응용 시스템에 적용 가능한 기술이나 아직 표준 확립이 미비하고 상용화를 위한 기술로 적용하기에는 위험 관리가 곤란하므로 기술 채택을 배제하도록 결정 한다.

11. 국내에 공급되고 있는 Zig-Bee 모듈은 다양한 공급선이 있으나 제품의 신뢰도를 확보하기 위해서 국내 적용 사례가 있으며, 기술 지원이 안정적인 것이 필수적이라는 판단 하에 다음의 모델을 검토 대상으로 선정 하였다.

- Digi 사의 XBee-Pro ZB
- RF Techwin 사의 iRF2400SMG
- Radiopulse 사의 MG2470

12. Digi 사의 XBee-Pro ZB는 IEEE 802.15.4 규격을 준수하며 사용 주파수 대역은 2.4 GHz 이며, 가시권 하에 전송 거리는 90m이고, 무선 자료 전송 속도는 250 KBps 이고, 운용온도는 -40℃~ 85℃이며, 자료 암호화를 위해 128Bit AES를 제공하며, 운용 전압은 2.7~3.6VDC 이며, 자료 전송 시에 205㎃, 자료 수신 시에 47㎃ 이다.

13. RF Techwin 사의 iRF2400SMG는 IEEE 802.15.4 규격을 준수하며 사용 주파수 대역은 2.4 GHz 이며, 가시권 하에 전송 거리는 100m이고, 무선 자료 전송 속도는 250 KBps 이고, 자료 전송 시에 30㎃, 자료 수신 시에 25㎃ 이다.

14. Radiopulse 사의 MG2470은 IEEE 802.15.4 규격을 준수하며 사용 주파수 대역은 2.4 GHz 이며, 가시권 하에 전송 거리는 90m이고, 무선 자료 전송 속도는 250 KBps 이고, 운용온도는 −40℃~ 85℃이며, 자료 암호화를 위해 128Bit AES를 제공하며, 운용 전압은 1.8~3.6VDC 이며, 자료 전송 시에 46.9㎃, 자료 수신 시에 16.7㎃ 이다.

15. 상기 3개 제품에 대한 검토를 통해 기본적 사양은 대동소이하다고 판단되며, 제일 큰 차이는 송수신 시 전력 소모에 있다고 판단되며 특히 수신 대기 시에 소모 전력이 최소인 제품은 Radiopulse 사의 MG2470 이므로, 이 제품을 중점적으로 검토한다.

16. Radiopulse 사의 MG2470은 단일 칩 형태를 가지며, 칩에 32 MHz X−Tal과 안테나를 연결하면 되므로 별도 회로 구성에 대한 부담이 없다.

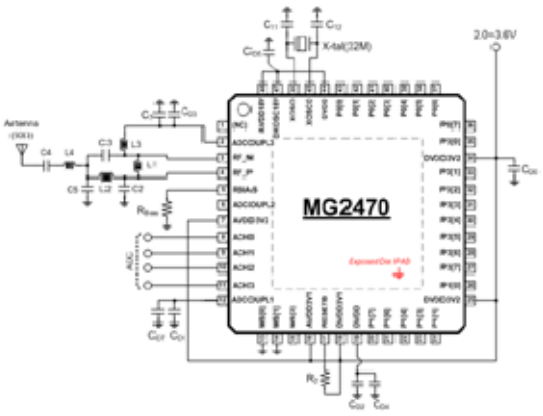


그림 2-11 MG2470 칩셋

17. 상기 그림에서 안테나 부근 및 32 MHz X-Tal에 연결된 부품의 목록은 하기의 표와 같다.

No	Component	Description	Value
1	L1	RF matching inductor	5.6nH
2	L2, L3	RF balun inductors	3.9nH
3	C2, C3	RF balun capacitors	1.0pF
4	L4	RF LC filter/matching inductor	3.9nH
5	C5	RF LC filter/matching capacitor	1.5pF
6	C4	DC blocking capacitor	1.0pF
7	Rbias	Resistor for internal bias current reference	510KΩ
8	X-tal	32MHz crystal unit	32M (±40ppm, 16pF)
9	C11, C12	Crystal loading capacitors	30pF
10	C_{DVREG}	Decoupling capacitor for DVDD (digital voltage regulator output)	1uF
11	C_{D1}	Decoupling capacitor for AVDD_DCPL1	1uF
12	C_{D2}	Decoupling capacitor for AVDD_DCPL2	1uF
13	C_{D3}	Decoupling capacitor for AVDD1	1uF

표 2-9 MG2410 구성부품

직접 변환 구조를 채택하였는데, 2.4GHz 밴드18. Radiopulse 사의 MG2470의 블록 다이아그램은 다음과 같이 간단하다. 외부에 별도의 절환 스위치 없이도, 송신 과 수

신을 위한 양방향의 RF PIN을 사용한다. 수신부는 에서 훌륭한 수신감도를 가지며, 외부 간섭에 대해 영향을 최소화한다. 송신부는 직접 RF 주파수 합성 기술을 사용하는 직접 모듈레이션 기술 기반으로 구축되었다.

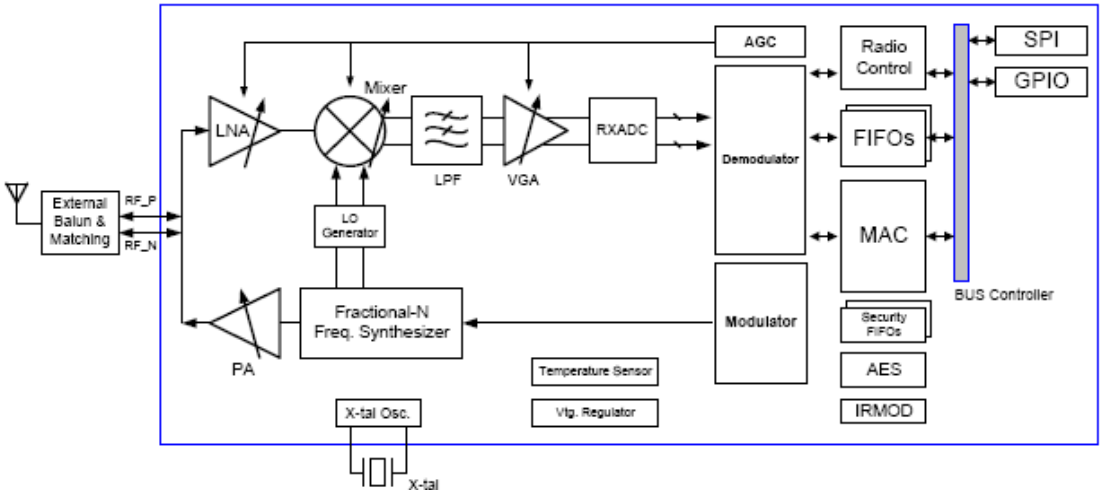


그림 2-12 MG2470 블록 다이아그램

19. LNA(Low Noise Amplifier), RX Mixer 그리고 VGA(Variable Gain Amplifier)는 AGC(Automatic Gain Controller)에 의해 이득이 조정되므로 훌륭한 수신 감도를 유지 한다.

20. PA(Power Amplifier)는 PLL(Frequency Synthesizer)가 보내온 모듈레이트된 RF 신호를 레지스터에 설정된 값에 의해 증폭한다

21. 베이스밴드 PHY 블록 다이어그램은 다음 그림과 같다. 베이스밴드 PHY는 O-QPSK 모듈레이터에 의해 조작되며, 간단한 채널 코더에 의해 복조된다.

22. 변조의 시작은 TX MAC FIFO 내의 자료를 끌어들이면서 시작되며, PHY 제공 데이터 유닛(PSDU)은 코더에 의해 선택적으로 엔코딩되고, PHY 제공 데이터 유닛에

SFD(Start of Frame Delimiter)와 자료 길이가 더해져, PHY 프로토콜 데이터 유닛(PPDU)이 구축된다. 구축된 PPDU는 PHY 콘트롤러의 데이터 레이트 제어에 의해 매핑된다. 각 심벌은 DSSS 칩 모듈레이터에 의해 전개되고, 전개된 PHY 비트의 흐름은 O-QPSK 모듈레이터에 의해 변조되어 RF 송신기로 보내진다.

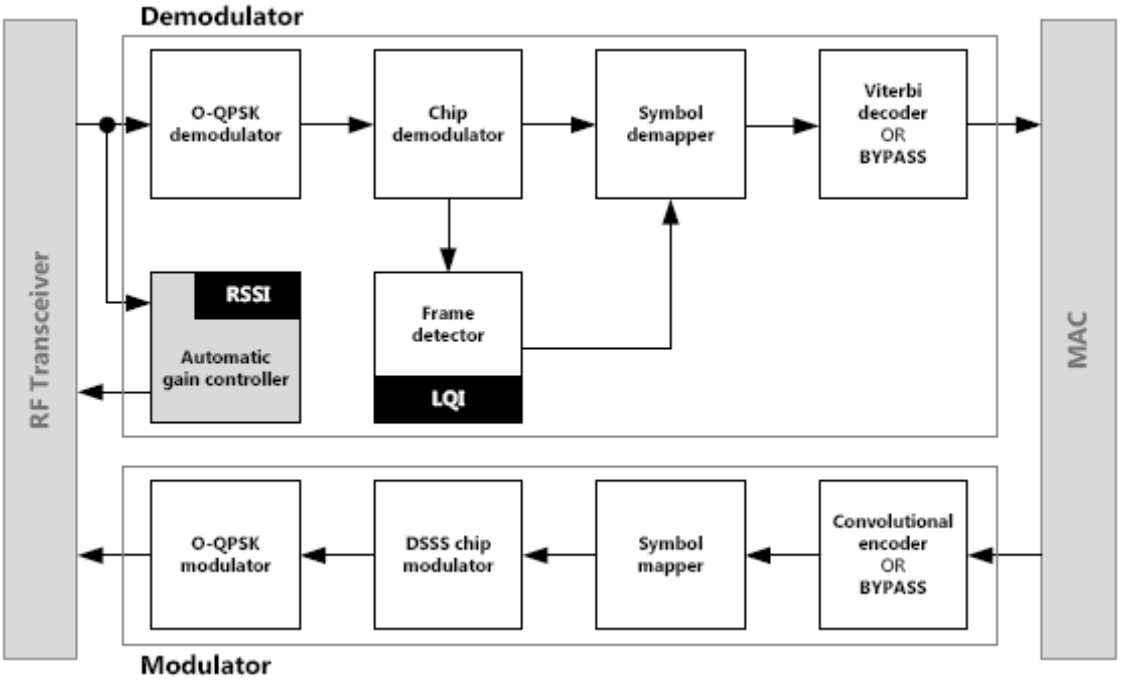


그림 2-13 MG2470 베이스밴드 PHY 블록 다이어그램

23. RSSI(Received Signal Strength Indicator)와 LQI(Link Quility Indicator)는 패킷이 수신되면 자동적으로 조작되며, 이것에 의해 통신 채널의 품질을 결정한다. 패킷이 없는 경우에도 안테나의 RF 신호에 대한 RSSI를 모니터하며, 측정 값으로 채널 상태를 감시한다. CCA(Clear Channel Assessment) 조작은 동시에 한 채널에 여러 사용자가 접근하는 것을 방지하기 위한 역할을 한다. 임의 채널이 바쁜 것으로 판명되면, 해당 채널이 한가해 질 때 까지 패킷 전송을 유예 한다.

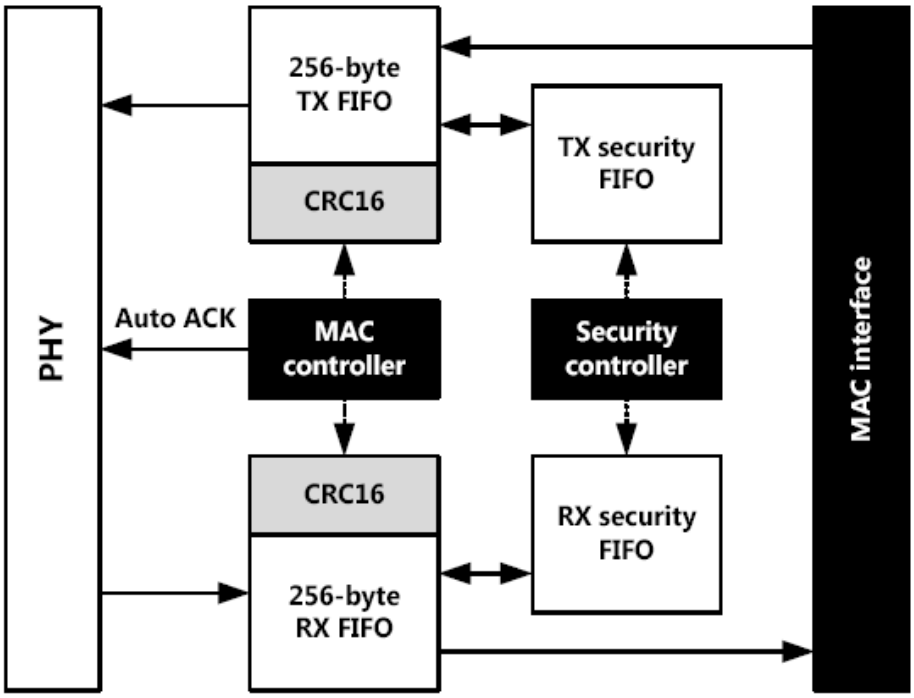


그림 2-14 MG2470 MAC to PHY 인터페이스

24. 인티그레이트 MAC 블록은 상위 레이어에서 베이스밴드 모뎀으로 수신된 자료를 송신하고, 암호화 작업을 거친 자료를 베이스밴드 모뎀으로 전송한다. 상기 그림은 인티그레이트 MAC 구조를 보여 주고 있다. RX FIFO와 TX FIFO는 분리되어 있으며, 그 크기는 256Byte 이다. 각 MAC FIFO는 SPI의 전용 FIFO 접근에 의해 접근 가능하다. MAC FIFO와 보안 FIFO는 주소 영역을 공유하며, SECMAP(0X19F)레지스터에 설정에 의해 구분된다.

25. 자료의 암호화 내지는 해독은 보안 콘트롤 블록에 의해 수행된다. 버안 콘트롤 블록은 암호화/해독 유닛 그리고 관련 콘트롤러로 구성되며, Zig-Bee내 지정된 CCM 모드 그리고 IEEE802.15.4-2003 표준이 지정하는 CTR/CBC 또는 MAC/CCM 모드를 지원한다.

26. PLL(Frequency Synthesizer)은 IEEE802.15.4 사양에 의거하여 2.4 GHz 내에

서 16 채널을 지원하며, 번호는 11번~26번을 부여한다. 채널 주파수는 다음 수식으로 결정된다.

$$Fc = 2405 + 5*(k - 11)\ (MHz)$$

Register	Value	Channel Number k	Center Frequency [MHz]
PLLFREQ (0x286)	0x0B	11	2405
	0x10	12	2410
	0x15	13	2415
	0x1A	14	2420
	0x1F	15	2425
	0x24	16	2430
	0x29	17	2435
	0x2E	18	2440
	0x33	19	2445
	0x38	20	2450
	0x3D	21	2455
	0x42	22	2460
	0x47	23	2465
	0x4C	24	2470
	0x51	25	2475
	0x56	26	2480

표 2-10 MG2470 통신 채널

27. MG2470은 외부 인터페이스를 위해 4선을 사용하는 SPI를 사용한다. CPU는 인터페이스를 통해 MG2470을 제어하며, 내부 레지스터에 자료를 저장하거나 읽기도 한다.

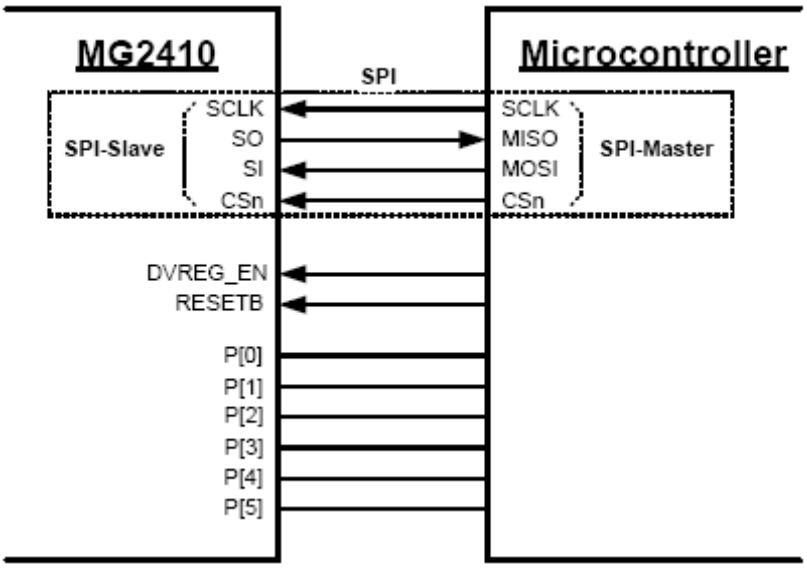


그림 2-15 MG2470 외부 인터페이스

28. MG2470은 2개의 SPI 인터페이스를 가지고 있으며, 패킷을 다루거나 라디오 환경 설정 등에 사용한다.

29. MG2470은 모뎀FSM(Finite State Machine)에 의해 제어된다. MG2470은 외부 리셋에 의해 초기화되고, 모뎀 FSM의 제어에 따라 패킷 전송 모드와 패킷 수신 모드로 MG2470을 운영한다. MAC FIFO에 의해 준비된 패킷을 전송하는 경우 만이 패킷 전송모드이고, 이외는 패킷을 수신하거나 패킷을 기다리는 패킷 수신 모드로 운영된다.

30. 정지 상태 : MG2470이 외부 리셋에 의해 초기화되면, 모뎀FSM의 상태는 정지 상태가 되며, 이 상태에서 모뎀은 정지 상태 이다.

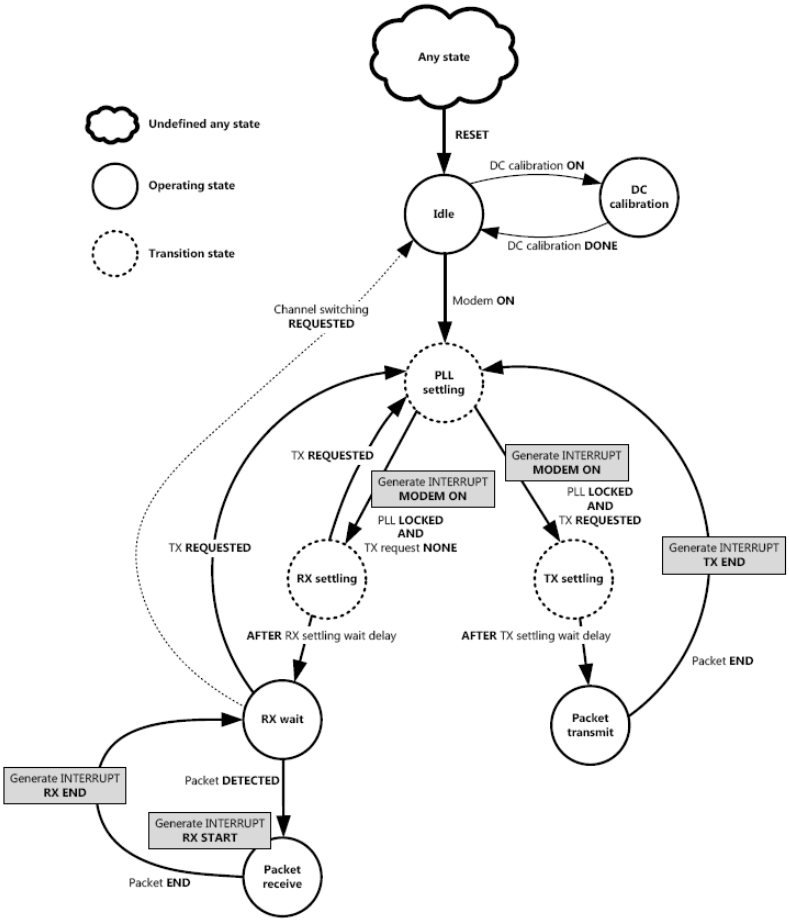


그림 2-16 Basic MG2470 State Transition Diagram

31. 전력 소모의 최소화를 위해 검토해야 될 대상은 수신 대기 상태에서 전력 소모를 최소화 하기 위한 방안과 발신 또는 수신의 경우 전력 소모를 최소화 하기 위한 방안으로 나누어 검토 하였다.

32. 수신 대기 상태에서의 전력 소모를 최소화 하기 위한 방안으로 검토하기 위해서

정지 상태 : MG2470이 외부 리셋에 의해 초기화되면, 모뎀FSM의 상태는 정지 상태가 되며, 이 상태에서 모뎀은 정지 상태 이다.

Current Consumption and Timing Characteristics

T_{OP} = 25°C, VDD=3.0V, unless otherwise noted.

Parameter(Condition)	MIN	TYP	MAX	UNIT
MCU active. No radio and peripherals (UART1&RNG) active. @ MCU clock = 8MHz @ MCU clock = 16MHz		 4.2 5.2		mA
RX mode. MCU active @ MCU clock = 8MHz		24.9		mA
TX mode. MCU active @ MCU clock = 8MHz @ maximum transmit output power @ 0dBm		 36.5 22.5		mA
Power mode1. Digital regulator on, 16MHz RCOSC and 32MHz crystal oscillator off, 32kHz RCOSC, POR, BOD, and sleep timer active.			40	µA
Power mode1. Digital regulator on, 16MHz RCOSC, 32MHz crystal oscillator off, 32.768kHz crystal oscillator, POR, BOD, and sleep timer active.			50	µA
Power mode2. Digital regulator off, 16MHz RCOSC, 32MHz crystal oscillator off, 32kHz RCOSC and sleep timer active.			2	µA
Power mode2. Digital regulator off, 16MHz RCOSC, 32MHz crystal oscillator off, 32.768kHz crystal oscillator and sleep timer active.			12	µA
Power mode3. Digital regulator off, 16MHz RCOSC, 32MHz crystal oscillator off, 32kHz RCOSC(32.768kHz crystal oscillator) and sleep timer off.			1	µA
Wake-up and timing				
Power mode1 → MCU Active Digital regulator on, 16MHz RCOSC and 32MHz crystal oscillator off. Start-up of 16MHz RCOSC		5		µs
Power mode2 → MCU Active Digital regulator off, 16MHz RCOSC and 32MHz crystal oscillator off. Start-up of regulator and 16MHz RCOSC		100		µs
MCU Active → TX or RX Initially running on 16MHz RCOSC, Added start-up time of 32MHz crystal oscillator.		992		µs
TX/RX and RX/TX turnaround			192	µs

표 2-11 Basic MG2470 전력소모 및 시간 특성

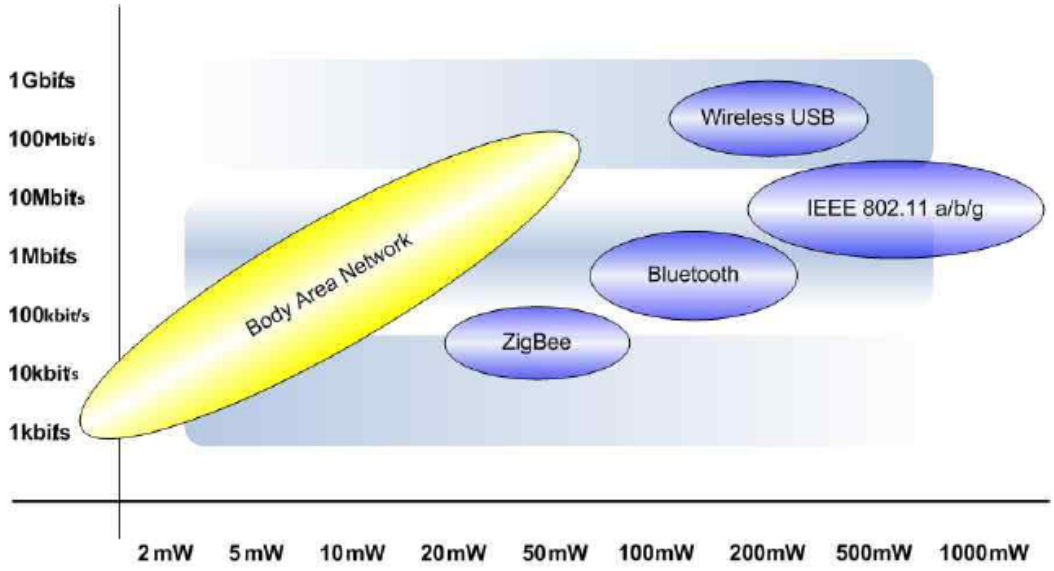


그림 2-17 WSN(Wireless Sensor Network)의 전송속도와 전력요구사항

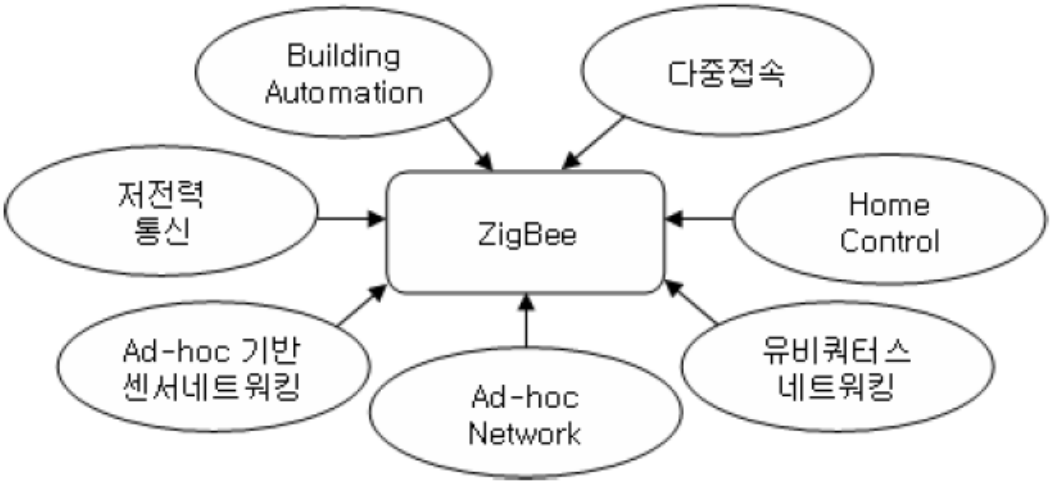


그림 2-18 Zig-Bee 연관 기술

33. Zig-Bee 의 평균 전력 소비는 50㎽ 정도로 UWB(200㎽) / WLAN(1W)에 비하여 매우 낮은 수준이며, Zig-Bee 슬레이브 장치는 마스터 장치로부터 호출이 오는 경우 또는 자체 이벤트에 의해 송신하는 경우에만 전력 사용이 이루어 지므로, 한 번의 배터리 장착으로 최대 2 ~ 3 년 정도 사용 가능하다는 장점이 있다.

34. 그렇지만 한 번의 배터리 장착으로 장기간 안정적으로 활용하는 것에도 한계가 있어 국제 표준단체인 Zig-bee Alliance에서는 LPR Group과 Battery-less SG를 통해 저전력 라우팅(LPR, Low Power Routing) 기술 및 Zig-Bee Batteryless 기술의 연구 및 표준 개발에 박차를 가하고 있다.

35. WSN을 위한 MAC 프로토콜은 무선통신에서 에너지 낭비를 발생시키는 4 가지 주요 요소인 collision, overhearing, control packet overhead, idle listening을 고려하여 설계 함으로서 저전력을 실현한다.

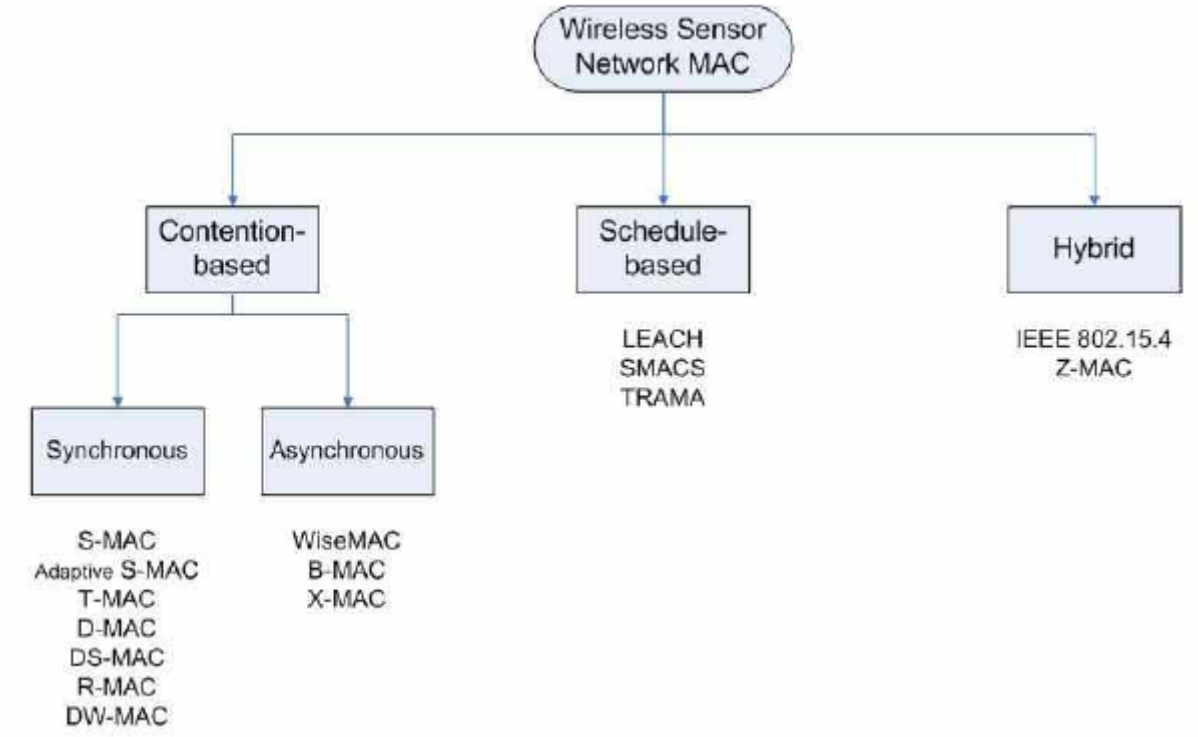


그림 2-19 Wireless Sensor Network MAC

36. 무선 센서 네트워크 MAC 프로토콜 분류

36-1. 경쟁 기반(contension-based) 방식

- 경쟁 기반 방식의 MAC 프로토콜은 네트워크를 구성하는 노드들의 동기화 여부에 따라 동기식과 비동기식으로 분류할 수 있다.

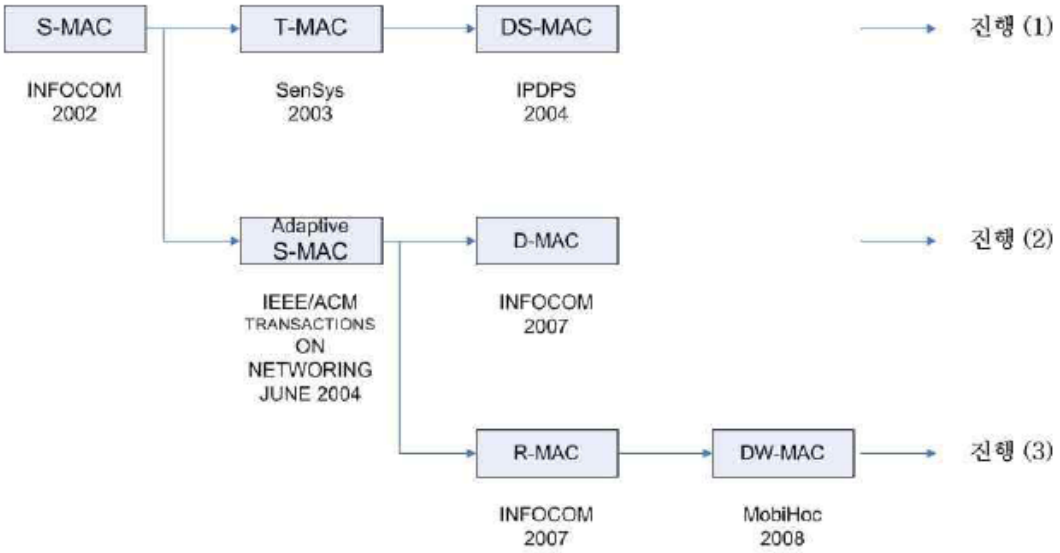


그림 2-20 경쟁 기반의 동기식 MAC 프로토콜 발전 과정

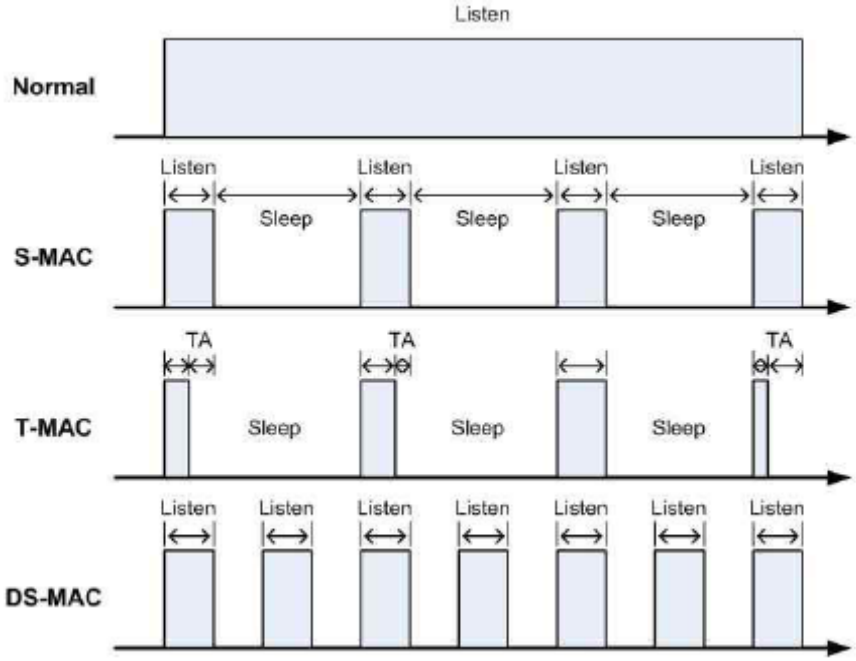


그림 2-21 경쟁 기반의 동기식 MAC 프로토콜 진행(1) 현황

- 진행(1)의 S-MAC, T-MAC, DS-MAC으로 진행된 무선센서 네트워크 MAC 프로토콜은 사이클 주기 조정을 통해 Idle Listening을 줄이는 것을 주요 목표로 제안되었고, DS-MAC은 Idle Listening 뿐만 아니라 트래픽 부하에 따른 전송지연도 고려

하여 제안되었다.

- 진행(2)의 Adaptive S-MAC, D-MAC는 멀티 홉 전송 지원과 낮은 전송 지연을 고려하여 제안되었다.

- 진행(3)의 MAC 프로토콜은 특수한 네트워크 환경을 요구하는 D-MAC과 다르게 라우팅 정보를 가진 제어 패킷을 사용하여 멀티 홉 전송을 제한 하였다.

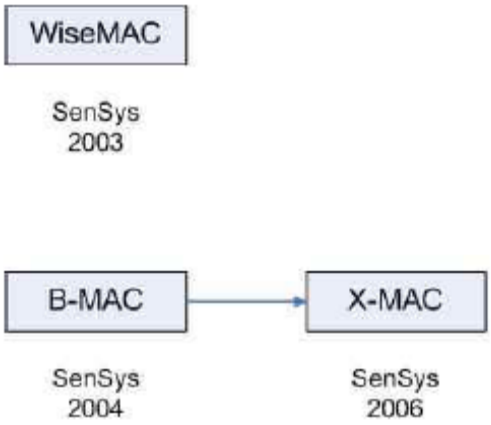


그림 2-22 경쟁 기반의 비동기식 MAC 프로토콜 발전 과정

- 비동기식 MAC 프로토콜은 preamble sampling 기법을 기반으로 사용한다. 단 시간 동안 라디오 채널의 상태를 확인하여 preamble을 전송하는 노드가 있는지 무선매체를 sampling 한다. preamble sampling 기법은 수신 노드가 고정된 주기에 따라 깨어나서 preamble sampling을 하기 때문에 수신노드의 idle listening을 줄일 수 있다.
- WiseMAC의 송신노드는 수신 노드가 깨어나서 preamble sampling을 통해 무선매체의 idle, busy 여부를 확인하려는 시점까지 기다렸다가 수신 노드가 깨어나기 바로 이전에 preamble 전송을 시작한다. B-MAC은 송신 노드가 긴 preamble을 전송하고 수신 노드는 긴 sleep 구간을 가지는 LPL(low power listening) duty cycle 기법을 제안한다. X-MAC은 LPL 기법의 문제를 해결하기 위해 짧은 preamble과

early ACK 메시지를 사용한다.

36-2. 스케쥴 기반(schedule-based) 방식

스케쥴 기반 방식은 TDMA 방식을 기반으로 노드들이 할당된 slot에 깨어나 전송을 시도 하는 방법이다. LEACH 프로토콜은 클러스터링과 라우팅 프로토콜이 통합된 TDMA 기반의 프로토콜 이다. SMACS는 neighbor discovery 기법과 TDMA를 결합한 MAC 프로토콜로 LEACH MAC 프로토콜의 cluster hierarchy 형태와 다르게 flat 형태의 토폴로지로 구현한다. 멀티홉 라우팅을 지원하며 노드 간에 단방향 링크를 설정하여 충돌 없이 송신이 가능하다. Hidden node에 의한 충돌을 피하기 위해 다수의 라디오 채널을 필요로 한다. TRAMA는 이웃 노드의 정보와 스케쥴 정보의 교환을 통해 얻은 이웃 노드의 정보를 해쉬 함수를 사용하여 우선 순위가 높은 노드가 송신하는 프로토콜이다.

36-3. 하이브리드(Hybrid) 방식

- 경쟁기반 방식과 스케쥴 기반 방식을 혼합한 MAC 프로토콜 이다.
- 전송 주기는 슈퍼프레임 단위로 구성되며, 데이터 송수신이 이루어지는 active 구간과 노드들이 sleep 하는 inactive 구간으로 구분된다. Active 구간은 채널에 접근하는 경쟁구간(contention access period) 과 TDMA와 같이 일부 특정 디바이스 전용으로 슬롯을 할당하는 GTS(guaranteed time slots) 구간으로 구분된다. 따라서 경쟁이 적은 경우에는 슬롯에 상관없이 경쟁을 통해 채널을 획득하고, 경쟁이 많은 경우에는 할당된 슬롯에서 경쟁을 통해 채널을 획득한다.
- 상기에서 무선 센서 네트워크를 위한 MAC 프로토콜을 경쟁 기반, 스케듈 기반 그리고 하이브리드 방식으로 분류 정리하였다. 각각 방식은 장단점을 지니고 있으며, 제안된 무선 센서 네트워크를 위한 MAC 프로토콜은 네트워크의 환경과 조건에 따라 다른 성능을 가진다. 이와 같이 프로토콜 설계 시에 기존의 저속, 저전력의 무선 센서

네트워크를 위한 MAC 프로토콜 아이디어로부터 발전된 형태의 저전력 MAC 프로토콜을 개발하기 위해서는 각 방식에서 제기되었던 저전력, 멀티 홉, 전송 지연, 브로드캐스팅 문제 등의 단점 등을 고려한다면 문제점을 최소화한 프로토콜로 개선 발전될 것을 기대한다.

사. 배터리 사양 검토

시스템을 운영하기 위해서 에너지의 공급은 필수적인 사안이며, 더욱이 센서노드의 특성 상 외부 전원 공급이 제한적인 상황에서 에너지 공급원의 선택은 상당히 주요한 의미를 가진다. 이에 현재 시장에 공급되는 다양한 에너지원과 요구 조건을 검토한 결과 안정적인 공급이 가능하고 환경에 적합한 리튬이온 계열의 1차전지로서 비츠로셀이 공급하는 SB-C02를 사용하는 것이 적정하다고 결론을 내렸다. 검토 대상은 다음과 같다.

1. 일차 전지의 종류
2. 이차 전지의 종류
3. 리튬 전지
   - Xeno Energy의 XLP-060F
   - 비츠로셀의 SB-C02 & SB-D02

검토 내용을 정리하면 다음과 같다.

1. 센서노드 시스템에 있어서 전원 공급은 기본적이면서 아주 중요한 요소로서, 시스템이 동작에 필요한 에너지 공급원으로서 안정성과 필요 시 요구 에너지를 공급하여야 하는 기능에 충실하여야 한다. 더욱이 열악한 환경과 제한된 공간 내에 탑재되어야 하는 이유로 에너지 밀도가 높아야 한다. 이에 다양한 전지 계열에 대한 검토가 필요하다.

2. 전지란 전지내부에 들어있는 화학물질 (활성물질:active material)의 화학에너지

(chemical energy)를 전기화학적 산화-환원반응 (electrochemical oxidation-reduction reaction)에 의해 전기 에너지 (electrical energy)로 변환하는 장치이다 전지는 화학전지나 물리전지, 특성에 따라 1차 전지, 2차 전지, 태양전지로 나눈다.

3. 1차 전지는 망간 건전지, 알카리 건전지, Button형 전지(산화은 전지, 공기아연 전지, 알카리 Button 전지), 리튬 전지(원통형 리튬전지, 코인형 리튬전지, 핀형 리튬전지, 페이퍼형 리튬전지) 등이 있다.

4. 2차 전지의 가장 큰 특징은 충전이 가능하다, 2차 전지는 니켈-카드뮴(Ni-Cd)전지, 니켈-수소(Ni-MH)전지, 리튬-이온전지, 리튬-폴리머 전지 그리고 연축전지가 있다.

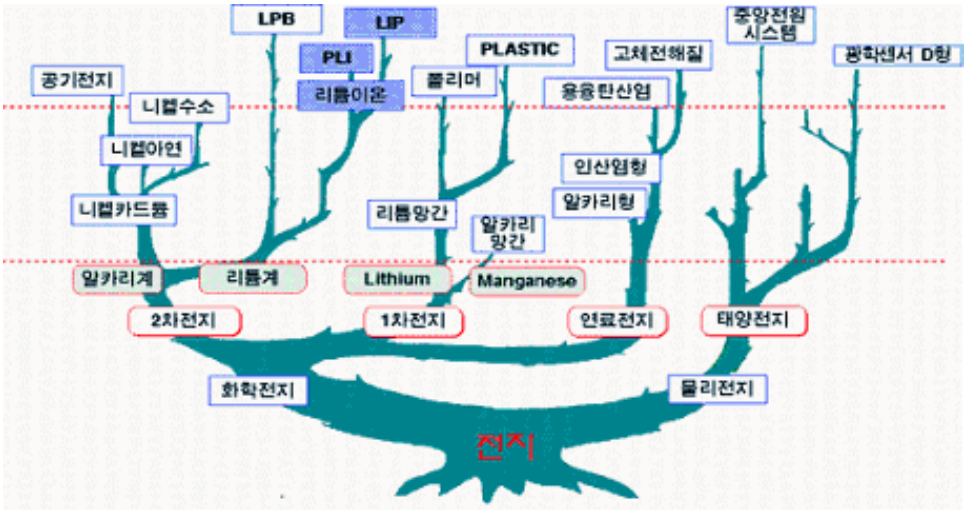


그림 2-23 전지의 종류

5. 전지 원리에 따른 분류는 다음과 같다.

화학전지		물리전지	
일차 전지	화학에너지를 전기에너지로 변환시키는 전지로서, 화학반응이 비가역적이거나 가역적이라도 충전이 용이하지 않음	태양전지	반도체의 p-n접합을 이용하여 광전효과에 의해 태양광에너지를 직접 전기에너지로 변환하는 장치
이차 전지	화학에너지와 전기에너지간의 상호변환이 가역적이어서 충전과 방전을 반복할 수 있는 전지	열전소자	반도체의 p-n접합을 이용하여 열에너지를 직접 전기에너지로 변환하는 장치
연료 전지	연료(천연GAS, Methanol, 석탄)의 화학에너지를 전기에너지로 직접 변환하는 화학발전 장치로서, 외부에서 연료가 연속 공급되어 발전이 가능한 전지	원자력 전지	방사성 동위원소의 에너지를 전기에너지로 변환

표 2-12 전지의 원리

6. 화학 전지의 종류는 다음과 같다.

일차 전지	이차 전지	연료 전지
망간전지, 알카리망간전지, 수은전지, 산화은전지 리튬 1차전지, 공기아연전지	납축전지, 니켈/카드뮴전지 니켈-수소전지	안산형(PAFC), 용융탄산염형(MCFC), 고체산화물형(SOFC) 고분자전해질막(PEFC), 직접메탄올형(DMFC)
기타 전지	**차세대 이차 전지**	
나트륨/황전지(Na/S), 니켈/아연전지(Ni/Zn), 금속공기전지(Metal/Air)	리튬 이온 이차전지, 리튬 이온 폴리머 전지, 리튬 폴리머 전지	

표 2-13 화학 전지의 종류

7. 일차 전지는 화학에너지를 전기에너지로 변환시키는 전지로서, 화학반응이 비가역적이거나, 가역적이라도 충전이 용이하지 않은 전지이다. 즉 전지속의 에너지가 소진되면 버리는 1회용 전지를 의미합니다. 일차 전지의 종류는 다음과 같다.

7-5. 리튬 1차 전지는 60년대 들어 미국의 NASA에서 우주개발용 전원으로 연구 개발한 고에너지 밀도의 전지로서, 양극의 종류에 따라 리튬/ 싸이오닐 클로라이드 (Li/SOCl2) 전지, 리튬/ 이산화황 (Li/SO2) 전지, 리튬/ 이산화망간 (Li/MnO2) 전지, 리튬/ 불화탄소 (Li/(CF)n) 전지로 구분된다. 기전력은 3V 이다.

주요재료	정극 재료	싸이오닐 클로라이드, 이산화황, 이산화망간에 탄소 결합, 불화탄소
	부극 재료	리튬
	전 해 액	√-부칠락톤, 1,2디메특시 에탄의 혼합 기용매에 보론플루오로와 리튬의 전해질을 용해시킨 액체
	분 리 막	폴리프로필렌, 올레핀계 부직포

8. 2차 전지는 화학에너지와 전기에너지간의 상호변환이 가역적이어서 충전과 방전을 반복할 수 있는 전지이다. 이차전지의 종류는 다음과 같다.

8-3. 니켈 수소 전지는 '90년에 실용화하여 '92년에 대량 생산이 개시된 이차전지이며, 니켈카드뮴전지와 동작전압이 같고 구조적으로 비슷하지만, 주기 수명의 감소와 부하 전류를 낮추어 니켈카드뮴전지에 비해 용량이 증가하였고, 부극에 수소흡착합금을 채용하여 에너지밀도가 높다

음극	양극	전해질	작동전압	에너지밀도
MH	NiOOH	KOH 수용액	1.2	200

8-4. 리튬 이온 2차 전지는 '91년 소니에너지테크가 개발한 이차전지로서, 리튬금속

을 전극에 채택하여 안전성 측면은 불완전하여, 보호회로가 필요하다. 리튬이온전지는 고 에너지 밀도와 소형, 박형화가 가능하여, 휴대용 전자제품에 사용된다.

음극	양극	전해질	작동전압	에너지밀도
C	LiMnO2	Li-salt 유기용매	3.6	300

8-5. 리튬 이온 폴리머 2차 전지는 리튬이온 2차 전지의 전해액을 고분자 물질로 대체하여, 안정성을 높인 것이 차이 이다. 원천기술을 만든 곳은 미국의 베일런스와 벨코어사등 벤처기업이다. 장점으로는 안전하고, 모양을 자유자재로 만들 수 있다.

음극	양극	전해질	작동전압	에너지밀도
C	Li산화물(코발트산리튬, 망간산리튬, 니켈산니튬)	Li-salt(유기용액)	3.6V	300

	NiCd	NiMH	SLA	Li-이온	Li-중합체	재사용 알칼리 (Reusable Alkaline)
에너지 밀도(Wh/kg)	40~60	60~80	30	100	150~200	80(최초)
충전주기수명(회수) (용량이 100%에서 80%로 감소)	1,5001	5002	200~5002	500~1,0002	100~1502	102(65%)까지)
급속충전시간(시간)	1~1½	2~4	8~16	3~4	8~15	2~3
과충전 내구력	보통	낮음	높음	매우 낮음	N/A	보통
실온에서의 개월당 자가방전 (%)	202	303	5	104	N/A4	0.3
전지 전압 (기명 전압)(V)	1.255	1.255	2	3.6	2.7	1.5
부하 전류(C)	> 2	0.5~1	0,27	1이하	0.2	0.2
작동 온도(℃)	-40~+60	-20~+60	-20~+60	-20~+60	N/A	0~+65
관리 필요 조건 (최대 수명을 얻기 위하여)	30 일	90 일	3~6 개월	필요 없음	필요 없음	필요 없음
대표적인 전지 가격 (미 $)	50	70	25	100	(90)	5
충전 주기당 원가 (미 $)	0.04	0.14	0.10	0.10~0.20	(0.60)	0.50
최초 상용 시점	1950	1990	1970	1991	N/A	1992

표 2-14 전지별 특성

9. 전자회로의 구동을 위해서는 기전력이 높고, 에너지 밀도가 높을수록 유리하다. 회로를 경감하기 위해서 일차전지 중에 요건을 충족시키는 종류는 리튬 전지로 판단된

다.

10. 리튬전지는 현재 국내에서 Xeno Energy와 비츠로셀이 공급하고 있다.

11. Xeno Energy는 공급 제품을 일반형, 펄스형 그리고 고온형 전지로 분류하며, 일반형은 아주 낮은 자가방전율, 메모리 백업 및 저전류용도, 일반적 수준의 전압하강 현상을 나타내고, 펄스형은 낮은 자가방전율, 중전류 펄스용도, 개선된 전압하강 현상을 나타내고, 고온형은 광업위한 온도 범위(-55℃~130℃, Max. 150℃)를 갖는 것을 특징으로 하고 있다. Xeno Energy의 제품 중에 적정 모델은 XLP-060F로서 규격은 다음과 같다.

12. Xeno Energy의 XLP-060F는 용량이 2400mAH로서 전원 공급원으로서 역할을 하기 위해서는 최소 4 개 이상을 사용하여야 할 것으로 보인다.



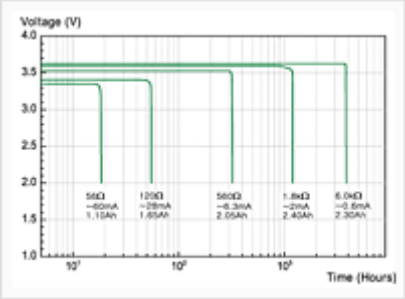


제품사양

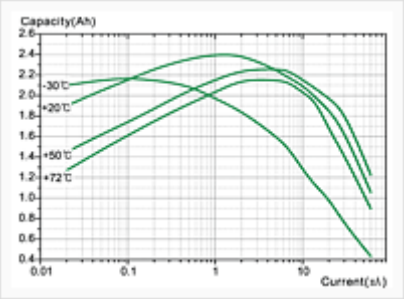
(20℃에서 1년간 저장시 일반적 특성)

종류	ANSI / IEC	AA / ER14505
공칭용량	at 2mA, 20℃, to 2.0V	2.4Ah
공칭전압		3.6V
최대 전류	연속방전	60mA
	펄스방전	200mA
사용온도범위		-55~+85℃

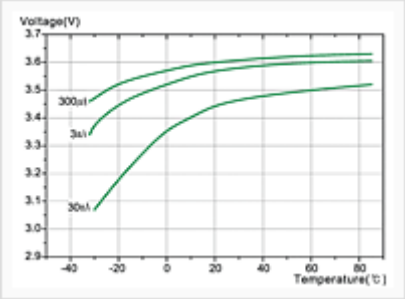
중량		17g



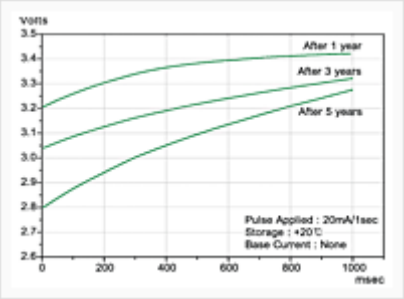
상온연속방전(+20℃)



방전전류별용량



작동전압



장기저장후전압회복

그림 2-24 방전 전압 특성

13. 비츠로셀은 Li/SOCl2 계열 리튬전지를 공급하고 있다. Li/SOCl2 계열은 높고 안정적 작동전압, 낮은 가가 방전율(상온 저장의 경우 1년에 1% 미만), 불연성 무기 전해액, Glass to Metal 밀봉 구조를 갖는 것을 특징으로하고, 리튬전지는 일반형, 펄스형 그리고 고온형 전지로 분류하며, 일반형은 아주 낮은 자가방전율, 메모리 백업 및 저전류용도, 일반적 수준의 전압하강 현상을 나타내고, 펄스형은 낮은 자가방전율, 중전류 펄스용도, 개선된 전압하강 현상을 나타내고, 고온형은 광업위한 온도 범위(-55℃~130℃, Max. 150℃)를 갖는 것을 특징으로 하고 있다. 제조 형태에 따라 양극을 성형하여 제조하는 BOBBIN 형과, 전극을 넓게 펼친 후 감아서 제조하는 WOUND 형으로 구분됩니다. 이 중 BOBBIN 형은 저전류(㎂~수 mA)로 장기간 동

안 사용하는 아주 작은 출력의 기기에 적합한 전원이고 WOUND 형은 대전류(수 mA~수 A)로 단기간 동안 사용되는 비교적 큰 출력의 기기에 적합한 전원이다. 비츠로셀의 제품 중에 적정 모델은 SB-C02와 SB-D02로서 규격은 다음과 같다.

모델: SB-C02

사양

공칭 전압	3.6V
공칭 용량 (at 4mA, 20℃, 2.0V cut off)	8.5Ah
최대 연속 방전전류 (스펙 초과 전류 사용 시 당사에 문의바람)	80mA
최대 펄스 방전전류	180mA
중량	51.0g
사용온도 범위	-55 ~ 85℃

주요 특성

- 높고 안정한 작동전압
- 낮은 자가 방전율 (상온 20°C 저장 시 년 1% 미만)
- 보빈 타입
- 불연성 무기 전해액
- GTM(glass-to-metal) 밀봉 구조
- UL 인증 (파일넘버 MH18384)
- RoHS

도면

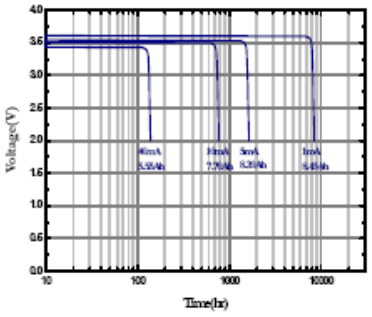


단자방식

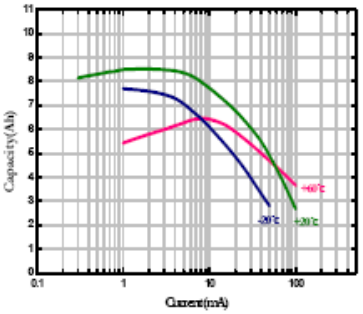
TC ST AX 그 외 요청에 따라 적용 가능

※ 최대 펄스 방전 전류는 상온 20℃ 조건에서 3.0V 이상의 작동전압을 나타내는 최대 펄스 특성임.
(펄스 시간: 0.1s, 펄스 주기: 2분, 기본전류: 10μA)
단, 사용 환경 조건(사용 기간, 온도…)에 따라 Li/SOCl2 전지의 부동태 피막(passivation film) 특성이 다를 수 있으며, 이에 따라 상기 사양과 다를 수 있음. 따라서, 전지 검토 시 당사에 문의하기를 권장함.

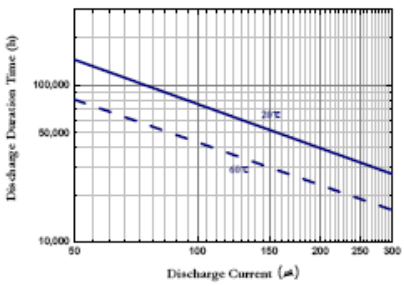
상온 연속 방전(at 20℃)



방전 전류에 따른 용량



저전류 방전에 따른 전지 수명



※ 본 데이터는 고객이 대략적인 전지수명을 참고할 수 있도록 공칭용량 및 자가방전을 기초로 예측된 자료임. 그러나, 실 사용의 다양한 환경에서의 수명 예측을 위해서는 당사에 기술검토가 반드시 필요함.

주의사항

화재, 폭발과 화상 발생 우려됨. 충전, 압착, 해체, 212°F(100℃) 온도 이상에서 가열, 소각 혹은 물에 노출시키면 안됩니다. 전지를 어린이의 손이 미치지 않는 곳에 보관하고, 사용 준비될 때까지 원래의 포장 안에 넣어 두십시오. 사용한 전지는 적절하게 처리할 것.

*상기의 정보는 단지 일반적인 기준 사양서이기 때문에 실 사용 조건에서의 사양 보증을 의미하지는 않음.

※ 당사 제품의 개선에 따라 상기 스펙은 변경될 수 있음.

모델: SB-D02

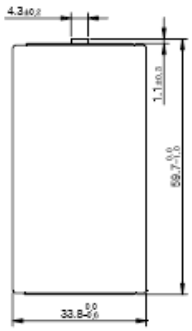
사양

공칭 전압	3.6V
공칭 용량 (at 6㎃, 20℃, 2.0V cut off)	19.0Ah
최대 연속 방전전류 (스펙 초과 전류 사용 시 당사에 문의바람)	100mA
최대 펄스 방전전류	250mA
중량	100.0g
사용온도 범위	-55 ~ 85℃

주요 특성

- 높고 안정한 작동전압
- 낮은 자가 방전율 (상온 20°C 저장 시 년 1% 미만)
- 보빈 타입
- 불연성 무기 전해액
- GTM(glass-to-metal) 밀봉 구조
- UL 인증 (파일넘버 MH18384)
- RoHS

도면

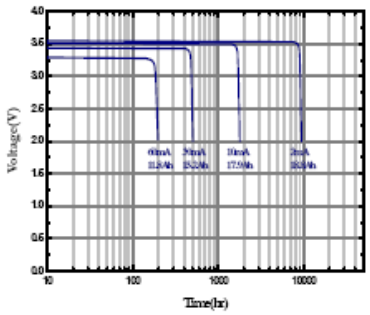


단자방식

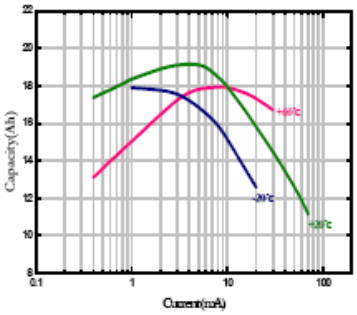
TC ST AX 그 외 요청에 따라 적용 가능

※ 최대 펄스 방전 전류는 상온 20℃ 조건에서 3.0V 이상의 작동전압을 나타내는 최대 펄스 특성임.
(펄스 시간: 0.1s, 펄스 주기: 2분, 기본전류: 10μA)
단, 사용 환경 조건(사용 기간, 온도…)에 따라 Li/SOCl2 전지의 부동태 피막(passivation film) 특성이 다를 수 있으며, 이에 따라 상기 사양과 다를 수 있음. 따라서, 전지 검토 시 당사에 문의하기를 권장함.

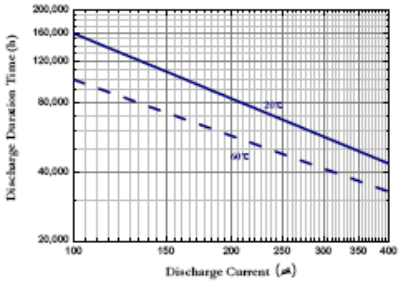
상온 연속 방전(at 20℃)



방전 전류에 따른 용량



저전류 방전에 따른 전지 수명



※ 본 데이터는 고객이 대략적인 전지수명을 참고할 수 있도록 공칭용량 및 자기방전을 기초로 예측된 자료임. 그러나, 실 사용의 다양한 환경에서의 수명 예측을 위해서는 당사에 기술검토가 반드시 필요함.

주의사항

화재, 폭발과 화상 발생 우려됨. 충전, 압착, 해체, 212°F(100℃) 온도 이상에서 가열, 소각 혹은 물에 노출시키면 안됩니다. 전지를 어린이의 손이 미치지 않는 곳에 보관하고, 사용 준비될 때까지 원래의 포장 안에 넣어 두십시오. 사용한 전지는 적절하게 처리할 것.

*상기의 정보는 단지 일반적인 기준 사양서이기 때문에 실 사용 조건에서의 사양 보증을 의미하지는 않음.

※ 당사 제품의 개선에 따라 상기 스펙은 변경될 수 있음.

아. 함체 사양 검토

시스템을 현장에서 운영하기 위해서는 다양한 환경 하에서 시스템의 안정적인 운영 환경을 조성하는데 큰 기여를 하는 것이 함체 이다. 이런 함체를 시장에서 공급 받을 수 있으면 다행이겠지만 시스템 마다 요구 조건이 상이한 관계로 적정한 함체를 시장에서 구하기 어려운 것이 현실이나 시스템의 고유 요구 사항을 정리하여 시장에서 적정한 함체를 공급 받거나 여의치 않은 상황에는 직접 제작하기 위해 함체가 갖추어야 할 요건을 정리하고자 한다.

검토 내용을 정리하면 다음과 같다.

1. 우선적으로 센서노드 함체가 옥외 환경에 설치되어야 하므로 옥외 설치를 위한 요건부터 검토하기로 한다. 옥외에 센서노드 함체를 설치하기 위한 방안으로는 상부 거치, 측면 거치 및 바닥 설치의 방법이 활용되고 있다. 본 시스템은 노상주차장에 주차되어 있는 차량을 검지하는 것을 목적으로 하며, 특히 차량에 의해 변경된 지구 자기자의 세기를 측정하여 차량의 존재 유무를 파악하도록 설계되는 관계로 주위의 차량에 의한 간섭 요인을 최소화 하기 위해서 주차 구획 내의 바닥면에 설치하는 것이 바람직하다고 판단된다.

2. 주차 구획내의 바닥에 설치하기 위해서는 바닥면을 구성하는 포장을 센서노드 함체의 크기에 맞게 절개한 후 센서노드 함체를 안치하는 형태로 작업이 수행되어야 한다. 통상 주차장 바닥의 포장 재질은 아스콘, 콘크리트 및 잡석을 사용하는 것이 일반적인 형태 이다. 잡석의 경우는 별 문제가 되지 않겠으나, 아스콘 이나 콘크리트를 사용한 경우에는 적절한 공구를 사용하여 센서노드 함체를 안치시키기 위한 작업이 필요하다. 일반적인 사용공구로는 다이아몬드 휠을 사용하는 절단기나 다이아몬드 코아를 사용하는 코아 드릴이 사용되고 있다. 절단기는 주로 선 형태로 작업이 이루어지므로 사각형, 육각형 내지는 팔각형 형태도 무난히 수용된다. 코아 드릴은 주로 원 형태

로 작업이 이루어지므로 원 형태 만을 수용할 수 있다.

3. 절단기를 사용하는 작업은 원하는 형태를 만들기 위해 면수 만큼의 이동을 통한 작업이 필요하고, 코아 드릴은 원하는 크기의 코아를 선택하면 한 번의 작업으로 완료하는 장점이 있다. 아울러 절단기는 포장에 필요 이상의 훼손이 발생하므로 요구 형태 이외의 부위는 추가적인 보강 작업이 필요하다. 따라서 코아 드릴을 사용하는 원 형태의 센서노드 함체를 사용한다면 시공 시간 및 소요 경비를 최소화할 수 있는 이점이 있다.

4. 따라서 센서노드 함체의 외형은 원형으로 하는 것이 시공상의 이점을 가질 수 있는 방안이라고 판단된다.

5. 아울러 도로 및 주차장 바닥면의 포장의 경우 대부분이 7㎝의 두께로 시공되므로 가능한 범위는 이 두께를 참조하여야 할 것 이다.

6. 센서노드 함체가 가져할 조건을 정의 함에 있어 고려되어야 할 사항은 다음과 같다.

- 내부 회로를 위한 최대 공간 확보
- 수밀성 확보
- 회로 발생 열의 방출 능력 확보
- 함체의 내구성
- 함체의 재질

7. 내부 회로를 위한 최대 공간을 확보하기 위해서 원의 크기를 늘리는 것이 바람직한 사항은 아니다. 여기서 고려 사항은 전원 공급을 위해 내장되는 배터리를 위한 체

적을 어디 까지 허용할 것인가가 주요 검토 사항 이다. 현재 검토된 Xeno Energy의 XLP-060은 길이가 50.1㎜에 직경은 14.5㎜의 크기를 가지며,내장될 전지의 숫자는 4개 이거나 8개가 필요하고, 비츠로 셀의 SB-C02는 길이가 50.5㎜에 직경은 25.6㎜의 크기를 가지며 내장될 전지의 숫자는 1개 이거나 2개가 필요하고, 비츠로 셀의 SB-D02는 길이가 59.7㎜에 직경은 33.8㎜의 크기를 가지며 내장될 전지의 숫자는 1개가 필요하다.

배터리	소요수량	가로	세로	깊이
Xeno Energy의 XLP-060	4개	50.1	14.5	58
	8개	50.1	29	58
비츠로 셀의 SB-C02	1개	50.5	25.6	25.6
	2개	50.5	25.6	51.2
비츠로 셀의 SB-D02	1개	59.7	33.8	33.8

표 2-14 제조사별 배터리 외형 규격

8. 원통의 부피는 밑면의 넓이 X 높이 = 반지름 X 반지름 X 3.14 X 높이로서, 이 수식을 적용한 요구 체적 계산에 의하면 배터리를 위한 공간으로 최소 25,980㎣에서 최대 84,268㎣필요하며, 요구 크기는 가로 59.7 + 10 ㎜, 세로 29 + 10 ㎜ 그리고 깊이는 58 ㎜가 필요하다.

9. 회로를 위한 공간은 배터리 상부의 공간을 활용한다면 높이 15 ㎜를 사용하는 것으로 보고, 측면을 활용한다면 요구 크기는 가로 59.7 + 10 ㎜, 세로 15 + 10 ㎜ 그리고 깊이는 60 ㎜가 필요하다.

10. 전체 요구 체적에 준하는 공간의 크기는 가로 70㎜, 세로 40㎜ 그리고 깊이는 120㎜로 판단된다. 이 공간에는 약간의 공간의 포함되어 있으나, 현재 도출된 체적은 센서노드 함체 내부에 형성될 공간의 60%를 넘지 않아야 할 것으로 예상 된다.

11. 센서노드 함체의 외경을 150㎜로 산정하는 경우 두께에 할당되는 5㎜를 제외하고, 내부 공간 도출을 아래 그림과 같이 적용한다면, 주 공간의 체적은 내부 가용 높이를 50㎜로 산정하는 경우 420,000㎣이고, 제1보조공간과 제2보조공간의 체적은 각각 87,500㎣로서 총 가용 공간의 체적은 595,000㎣이 확보된다.

12. 제1 보조 공간과 제2 보조 공간은 비츠로셀의 SB-C02를 위해서는 폭이 좁으므로 25㎜에다 5㎜의 공간을 추가 할애 하는 것으로 대응 하고, 주공간의 폭을 10㎜ 양보하는 방안으로, 비츠로셀의 SB-D02를 위해서는 폭이 좁으므로 25㎜에다 15㎜의 공간을 추가 할애 하는 것으로 대응 하고, 주공간의 폭을 15㎜ 양보하는 방안으로 한다면 적정 에너지량을 확보하기 방안으로 적정하다고 결론을 지었다.

13. 상기 결정에 따르면 주공간은 65㎜ X 120㎜ X 50㎜의 공간으로 활용 가능하다는 결론이 나온다. 이는 회로를 위해서 충분할 것으로 예상된다. 아울러 깊이 문제가 발생한다면 비츠로셀의 SB-D02가 33.8㎜이고, SB-C02는 25.6㎜이므로, 최소 내부 높이는 35㎜ 내지는 40㎜를 적용할 수도 있다. 따라서 내부 가용 깊이는 최대 50㎜, 적정 40㎜, 최소 35㎜를 적용하도록 한다.

14. 센서노드 함체의 수밀성 확보는 함체 시공 방법의 확정에 따라서 주요한 해결 문제로 대두 되었다. 수밀성이 확보되지 않는다면 시스템의 안정적 운영을 보장할 수 없는 문제가 야기 된다. USN 통신에 방해가 되는 요소로 센서노드 함체 상부의 물이 존재하는 경우에 대한 시험을 수행한 바 10㎜정도의 물 깊이가 있는 경우에도 통신이 가능하였던 점을 참조하고 도로 상이라는 특수 상황을 고려하면 상부에 존재하는 물의 깊이는 50㎜를 초과하지 않을 것으로 추정되는 바 수압은 큰 고려 사항이 아니라고 판단 된다.

15. 수밀성을 확보하기 위해 제일 우선적인 고려 사항은 수밀 구조일 것 이다.이를 위해 함체와 뚜껑 부위의 결합 방법의 적정성은 함체 전체를 뚜껑 부분으로 덮는 방식이라고 판단된다. 함체와 뚜껑 부분을 요철 구조로 결합되도록 구성하는 방안 이다. 그러나 혹여 발생할 수도 있는 상부 하중에 대해 뚜껑의 결합 부위가 하중에 견디게 하기 위해서는 두께가 보다 두꺼울 필요가 있다.

16. 차선책은 뚜껑 부위가 함체 내부로 결합되는 방안이다. 이를 위해서는 상부 체적 검토에서 표출된 내부 여유 면적 부위가 기둥으로 대응되므로 함체 뚜껑의 두께가 경감되는 이점이 있으나 함체와 뚜껑의 이음매를 통해 수분 및 물이 침투하는 문제가 있다. 이에 대응하기 위해서는 고무 또는 실리콘 패킹이 필요하다. 패킹의 설치 방법은 여러 가지가 있을 수 있다. 제한된 공간에서 패킹을 설치하여 수분 및 물의 침투를 막기 위해서 패킹은 함체에 설치하는 것이 옳은 방안 일지, 뚜껑에 설치하는 것이 옳은 방안일지 검토 및 시험이 필요하다.

17. 함체 내부의 기압이 외부 압력에 비해 낮은 경우에는 외부의 물이 함체에 빨려들어 가는 현상이 발생할 수 있다. 이에 대응할 수 있는 방법은 외부에서 발생할 수 있는 압력에 비해 함체 내부 압력을 높게 유지할 수 있다면 설치된 패킹과 함께 외부 물의 침투를 막을 수 있을 것으로 사료 된다. 이를 위해서 고려되어야 할 사항은 제품의 조립 생산 및 향후 발생될 수 있는 유지보수의 경우에도 안정적으로 내부 기압을 높게 유지할 수 있는 방안 이다. 이로써 차용할 수 있는 아이디어로 자전거 바퀴에 공기를 주입하기 위해 사용되는 밸브를 사용한다면 제품 조립 이후 현장에서 유지보수 이후 압축기를 사용하여 공기를 주입할 수 있으므로, 수밀성에 대한 보장이 기능하다고 판단된다.

18. 함체 내부에 존재하는 회로와 배터리는 동작에 의해 열이 발생되며, 하절기에는 상부에 차량이 존재하지 않는 경우 일사량에 따라 열이 발생되고, 아울러 주차장 바닥에 포장면에 의한 열 유입이 발생된다는 점을 간과할 수 없다. 이를 해결하기 위한 방법론은 내부의 열을 외부로 유출하고, 외부 열의 유입을 차단하거나 차단할 수 없다면 유입되는 열 에너지 이상의 에너지를 방출하여야 한다.

19. 열 에너지를 외부로 방출한다는 것은 그리 간단한 문제가 아니다. 일반적으로 회로에 채택되는 Heat Think를 채택한다면 공기의 유입 및 유출이 필요하므로 고려할 수 없고, 함체의 재질을 열 전도성이 높은 물질로 채택한다면 실제 상황에서 내부의 열이 방출되는 쪽 일지, 아니면 외부 열 유입을 돕는 쪽 일지 예측하기 용이하지 않다. 이에 내부 발생 열 문제는 외부 열 유입에 비하면 사소한 문제라는 판단에 외부 열 유입을 차단하는 방향이 낫다고 판단되므로, 함체 재질을 선정하는 경우에 이를 참조하기로 한다.

20. 함체의 크기는 여러 가지 측면에서 판단이 모호하다. 내부 회로 및 배터리를 위한 공간 및 유지보수를 고려한다면 클수록 좋다는 입장이고, 도로의 훼손을 최소화하고, 시공시간을 단축하기 위해서는 적을수록 유리하다는 측면이 있다. 이에 우선적으로 시공의 적정에 의거 코아 드릴의 규격을 검토하였다.

외경 inch	외경 mm	총길이	비트	튜브	헤드	외경 inch	외경 mm	총길이	비트	튜브	헤드
1	28	355	35	280	40	31/2	89	360	40	280	40
11/4	32	360	40	280	40	4	110	390	70	280	40
11/2	41	360	40	280	40	5	127	410	90	280	40
2	52	360	40	280	40	6	160	410	90	280	40
21/2	64	360	40	280	40	8	205	410	90	280	40
3	76	360	40	280	40	10	254	440	120	280	40

표 2-15 코아드릴 비트의 규격

21. 상기 센서노드 함체 크기의 적정성에서 예시로 외경 150㎜를 들었었는데 상기 코아 드릴 규격에 따르면 6 Inch 코아 드릴의 외경이 160㎜이므로 외경 차이 10㎜라면 충분히 센서노드 함체의 크기를 수용할 수 있다는 결론 이다.

22. 센서노드 함체의 크기 중에 깊이에 해당하는 사항은 통상 포장 마감 깊이가 70㎜인 점을 앞에서 예시하였는고, 센서노드 함체의 내부 유효 높이를 최대 50㎜, 적정 40㎜, 최소 35㎜로 예상 하였는바 최대 깊이를 수용하자면 최대 60㎜, 최소 50㎜로 적용하는 것이 적정하다는 결론 이다.

23. 센서노드 함체의 내구성에 대한 사항은 함체가 매립된다는 사항과 특이 사항이 없는 경우에는 차량에 의한 수직 하중을 감내하는 경우가 거의 없을 것이라는 점에서 큰 의미를 부여하지는 않으나 감내할 수 있는 한계는 대부분의 승용차의 공차 중량이 3,000㎏을 넘지 않으므로, 축당 하중은 1,500㎏이며, 한쪽 바퀴의 부하는 750㎏으로 예상 할 수 있다. 이에 센서노드 함체에 주어지는 하중의 총합은 750㎏으로 결론을 내리고, 해당 하중을 견딜 수 있는 재질과 구조로서 대응 방안을 마련한다.

24. 센서노드 함체의 재질을 선정함에 있어 고려 사항은 다음과 같다.

- 비 자성체의 물질
- 열에 대한 부도체의 물질
- 직경160㎜와 깊이60㎜의 구조에 750㎏ 하중을 견딜수 있는 물질
- 온도의 상승 및 하강에 의한 신축성이 최소인 물질

25. 비자성체는 자계에 영향을 받지 않아 자화가 되지 않는 물질로, 상자성 물질과 반자성 물질을 포함한다. 그 비투자율은 1에 가까운 값이며, 자계에 의해 거의 힘을

받지 않는다. Al, Cu, Sn 등이 있다. 아울러 수지 계열 중에도 대상 물질을 검토한다.

26. 폴리카보네이트(Polycarbonate, PC)는 1956년 독일의 Bayer사에서 처음으로 제조된 수지로서 일반적으로 비스페놀A와 포스겐의 반응으로 생성되는 폴리탄산에스테르이다. 방향족 그룹이 카보네이트에테르 그룹에 의해 연결되어 있는 일종의 긴고리 폴리에스테르 이다. 이 재료는 기계적 강도가 우수하며(인장강도 820 Kg/㎠, 충격치 900 cm/㎠), 투명하다. 또 넓은 온도 범위에 걸쳐서 그 성질을 유지하여 일반적으로는 EP로 분류한다. 이 재료는 실질적으로 자기소화성이 있어 양호한 전지절연성도 가지나 전기방전이 발생하는 곳의 사용은 권장하지 않는다. 가공에 있어서 특별한 주의가 요구되며, 노치, 화학품 및 자외선에 대한 저항성에 제한이 있다. 가격이 비교적 높으며 변형이 일어날 경우 균열이 발생하기 쉬우며, 이런 사항이 없다면 우수한 내크리프성을 가지고 있다. 또 PC는 ABS와 융합하여 사용된다. 착색도 용이하고, 강하고 양호한 과연인성과 높은 가열 변형온도를 가지며 비교적 성형이 용이하다. PC는 기계적 강도가 대단히 강하고 인장강도, 굴곡강도 뿐 아니라 충격강도도 대단히 우수하다. PC의 화학 구성에 있어 PC는 Glass Fiber와 잘 융합되어 이것을 가한 성형품은 경질이 되어 기계적 강도가 향상된다. 그러나 PC는 반복 하중에는 대단히 약하다. 100만회의 반복 하중이 걸렸을 때 강도는 1/5로 감소되는 결점이 있다. 135℃ 정도의 고온에서도 온도의존도가 대단히 뛰어나며 한성은 −100℃ 이하의 온도까지 견딘다.

27.폴리카보네이트의 물성은 녹는점이 230℃, 열 변형 온도가 120~140 ℃이며, 기계적강도가 크고 내수성도 우수하다. 내약품성은 산에는 강하나 알카리에는 약하며, 지방족 탄화수소, 고급알코올, 유지 등에는 안정하나, 그 외의 유기용매에는 녹는다. 특히 내 충격성과 탄성율이 큰 것이 특징이다. 내광성도 우수하고 자외선에 72시간 조사하거나, 150℃에서 공기 중에 26주간, 170℃에서 공기 중에 8주간 방치하여도 탈색되지 않으며, 물리적 성질도 노화되지 않는다.

29. 폴리카보네이트의 기계적 특성

폴리카보네이트의 충격강도는 유리의 250배의 강도를 가지며, 굴곡강도 및 인장강도가 매우 우수하다.

구 분	표준그레이드	GF강화그레이드
비중	1.2	1.4
인장강도(kg/㎠)	650	1,100
인장신장률(%)	100	6
인장탄성률(kg/㎠)	22,000	120,000
충격강도(아이조드노치1/8IN) (kg.cm/cm)	90	20
경도(로크웰 M)	75	90
경도 (로크웰 R)	120	
열변형온도(18.6kg/㎠.C)	135	145
선팽창률(cm.cm,℃)	7×10	2.5×10
광투과율(%)	90	

표 2-16 폴리카보네이트의 기계적 물성

30. 폴리카보네이트의 인장강도 특성

특히 저온(-40℃)~고온(120℃)까지 넓은 온도변화에서의 특성이 큰 변화가 없다.~

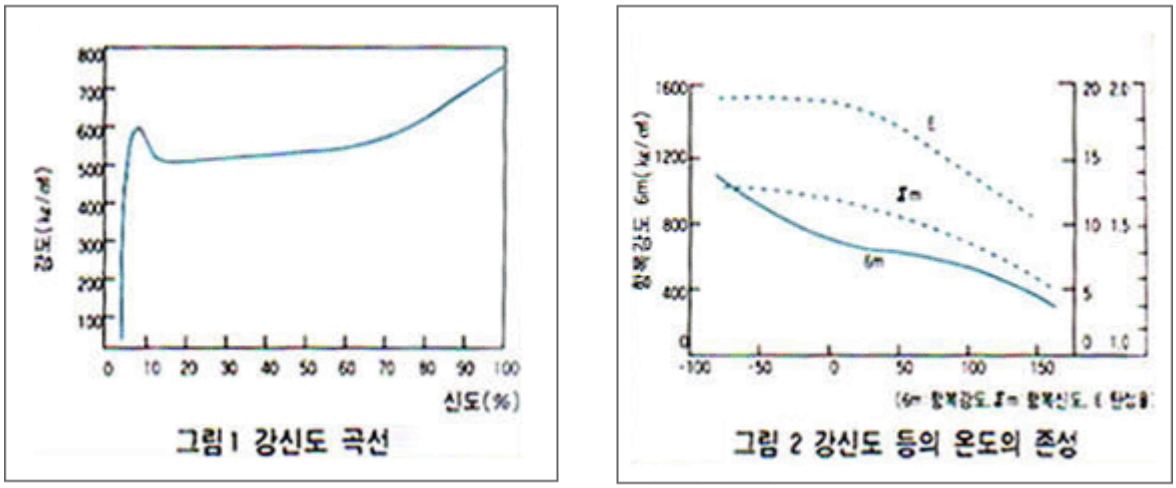
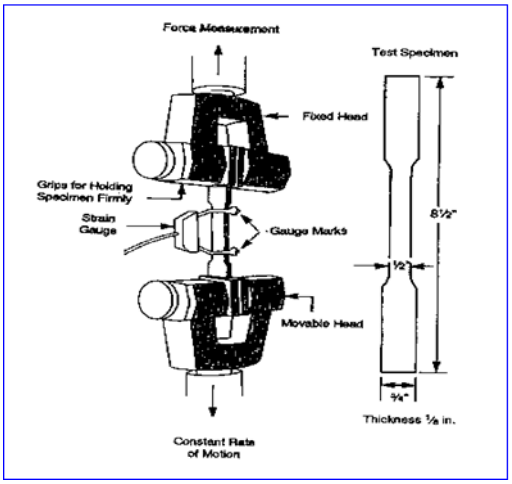
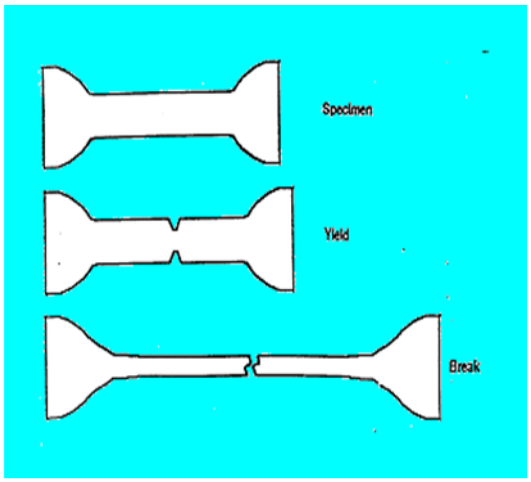


그림 2-25 폴리카보네이트의 인장강도

Polycarbonate의 두께별 인장강도 측정결과는 <표1>과 같습니다.

<결과 : 두께에 의한 강도 변화, 강도의 이방성도>





두께 \ 항목	항복강도 MPa(Kgf/cm2)		파단강도 MPa(Kgf/cm2)		파단신율 (%)	
	//	ㅗ	//	ㅗ	//	ㅗ
1.0	63.3(645)	61.8(630)	80.4(820)	70.6(720)	114	128
2.0	67.2(685)	63.7(650)	81.4(830)	73.5(750)	111	133
3.0	66.7(680)	66.2(672)	78.5(800)	76.5(780)	122	133
4.0	66.7(680)	66.7(680)	76.5(780)	71.6(730)	132	133
5.0	67.2(685)	66.7(680)	72.6(740)	73.5(750)	119	135
6.0	67.7(690)	66.7(680)	72.6(740)	73.5(750)	119	135
8.0	68.6(700)	67.7(670)	66.7(680)	71.1(725)	117	132
10.0	68.6(700)	68.6(700)	64.7(660)	59.8(610)	110	110

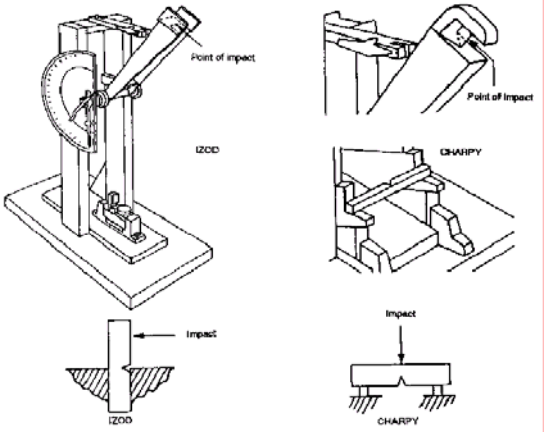
표 2-17 Polycarbonate의 두께와 인장강도

(주) 1. 시험편 형상 ASTM D 638 인장시험편

2. // 압출방향에 인장된 경우, ㅗ 압출방향에 대해 직각으로 인장된 경우

31. 폴리카보네이트의 충격강도 특성

두께와 낙구 충격치의 관계는 <그림4>와 같다. 그림에서 보는 바와 같이 충격강도는 시험편의 두께에 의해 비례하는 것으로 나타났다. 그러나 IZOD충격시험에 의한 파괴상태는 시험편의 두께 6mm부근에서의 연성파괴에서 취성파괴로 변하고 이에 따라 충격파괴 강도도 크게 변하므로 용도에 맞게 알맞은 두께의 선택이 필요하다.



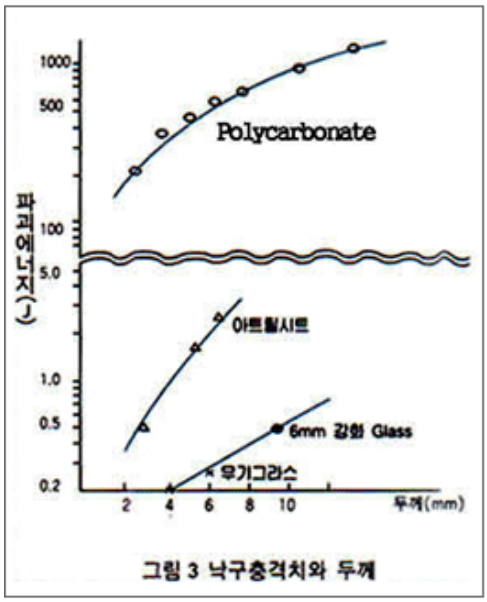


그림 3 낙구충격치와 두께

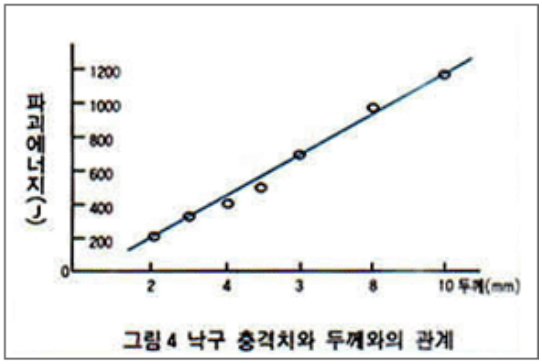


그림 4 낙구 충격치와 두께와의 관계

그림 2-26 폴리카보네이트의 충격강도

(주) 낙추선단 15㎜, 낙하높이 10m, 시험편 100㎜¢ 원판

항목	두께(mm)	충격강도
아이죠드충격강도 (ASTM D256) 노치있음 노치없음	 3.2 3.2	 90 kg.cm/cm2 270~330kg.cm/cm2
낙추 충격강도 중추 R1/8", 받침대지름 1/4"	3.2	280~330kg.cm/cm2
인장 충격강도 (ASTM D1822)	3.2 1.6	250~300kg.cm/cm2 500~550kg.cm/cm2

표 2-18 Polycarbonate의 두께와 충격강도

32. 폴리카보네이트의 크리프 특성

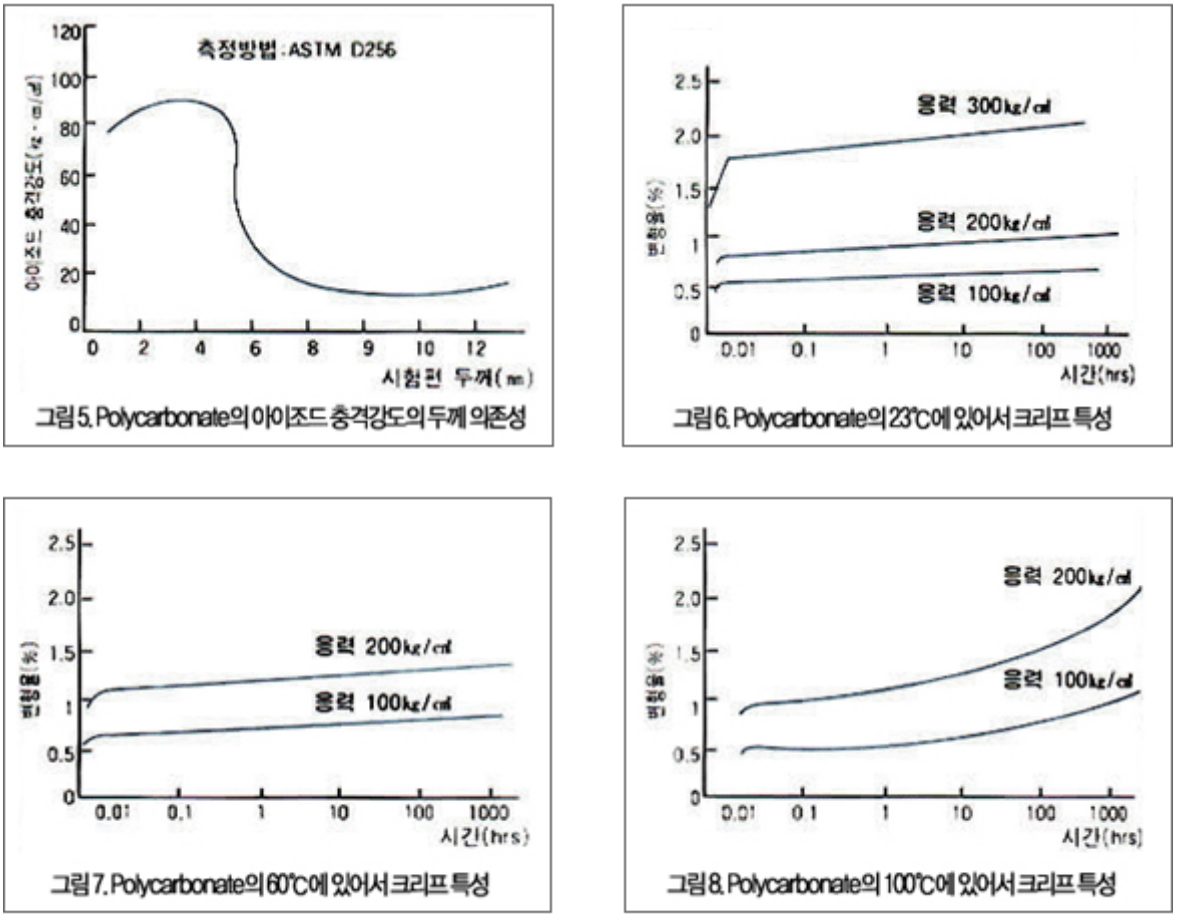


그림 2-27 폴리카보네이트의 크리프 특성

특정 응력 하에서 변형되는 정도를 나타내는 크리프특성의 응력의존성, 온도의존성을 그림 6, 7, 8와 같으며, 이를 통하여 Polycarbonate는 대단히 양호한 한 제품으로 장시간 응력 하에서 사용하여도 변형이 거의 없다.

33. 폴리카보네이트의 광학적 특성(광선투과율)

폴리카보네이트 투명판에 대한 가시부에서 광선투과율은 80~94%로써 300nm이하의 자외선은 거의 투과하지 않으면서 290nm 부근에서 자외선에 의한 광산화반응이 일어나 열화가 진행되지만 Polycarbonate는 이러한 단점을 보완하기 위해 표면에 UV층으로 처리시켜 자외선에 의한 제품 손상을 미연에 차단하였습니다.

따라서 Polycarbonate는 유리와 동일한 수준의 투명도를 갖추고 있으면서도 평면광택이 우수하고 미려한 외관을 보여줍니다.

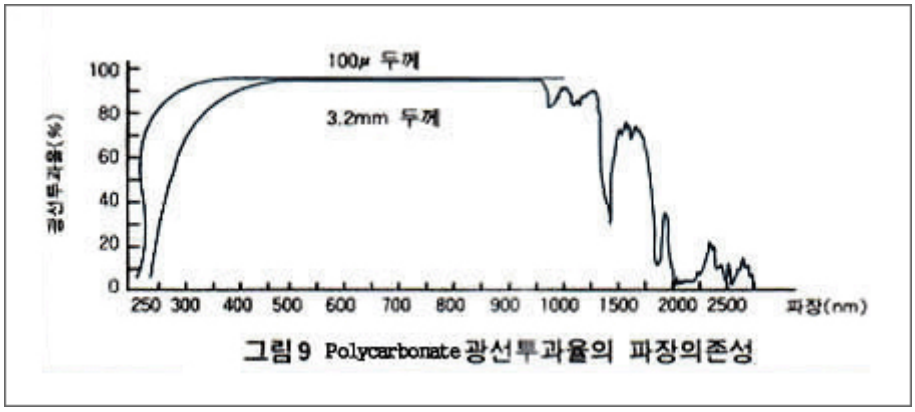


그림 9 Polycarbonate 광선투과율의 파장의존성

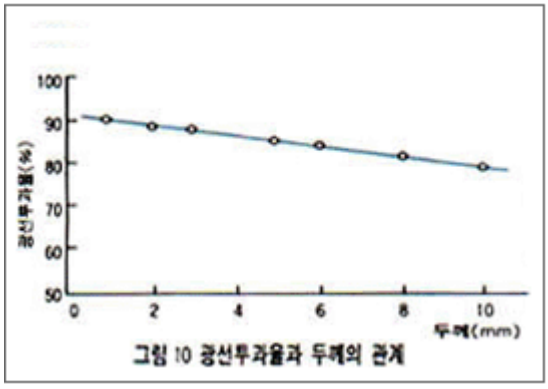


그림 10 광선투과율과 두께의 관계

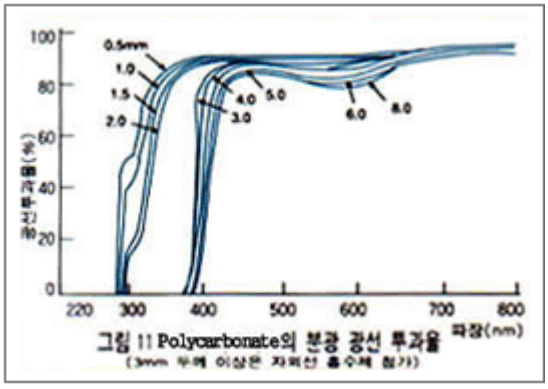


그림 11 Polycarbonate의 분광 광선 투과율

그림 2-28 폴리카보네이트의 광학적 특성

34. 폴리카보네이트의 열적 특성

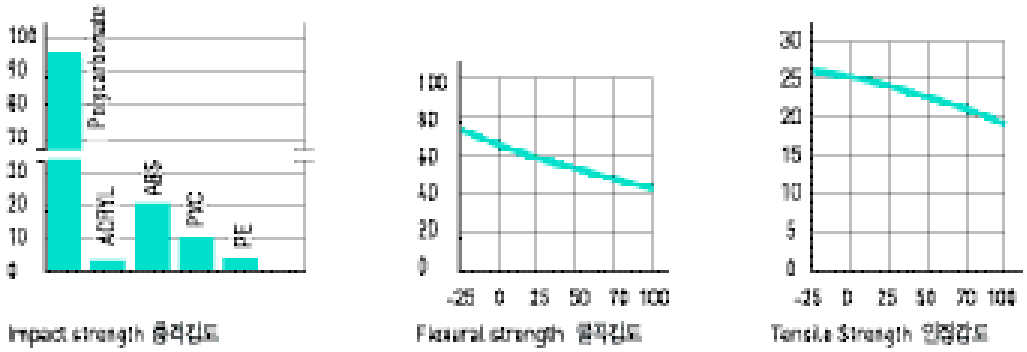


그림 2-29 폴리카보네이트의 열적 특성

-50℃에서 140℃까지 물성의 특성이 유지되는 우수한 수지로써 전세계 어디서나 안전하게 사용할 수 있다.

34-1. 하중변형온도

Polycarbonate의 유리전이온도, 열변형온도, 융점을 <표3>나타내었습니다. 이에 하중변형온도는 시험결과표에서 보는 바와 같이 기존의 Plastic제품보다 변형점

이 높고 이에 따라 중온, 고온 특성이 양호함을 보여준다.

수지명	유리전이온도(℃)	열변형온도(℃)		융점(℃)
		하중 : 4.6kg/㎠	하중 : 18.6kg/㎠	
폴리카보네이트	153~156	145~148	134~138	240
나일론 6	30~49	158	68	224
PBT	20~25	150~160	60	224
HDPE	-21~-24	60~82	43~52	125-135
폴리프로필렌	-10~-35	99~110	60~70	160-170
폴리에틸렌테레프탈레이트	70~90	105	70	160-200
폴리앗탈	10~20	158	120	160-170
변성PPO	140~150	133	114	
폴리스틸렌	80~100	49~97	66~91	
폴리메타크릴레이드	60~105	74~99	71~91	
폴리염화비닐	70~80		54~74	
ABS	70~-105		74~107	

표 2-19 수지별 열적 성질

34-2. 가열수축율

Polycarbonate를 저온에서 고온에 걸친 넓은 범위의 온도변화에 안정하므로 가열 수축율 또한 <표2>에서 보는 바와 같이 대단히 양호한 결과는 보여주며 이에 따라 치수 안정성이 높다.

시험종목		단위	시험방법	결과치
가열수축율	가로 세로	(%)	JISK6735	-0.20 -0.19

표 2-20 가열수축율 (3㎜기준)

35. 폴리카보네이트의 전기적 특성

Polycatbonae 는 전기특성 즉 절연파괴 전압이 높은 우수한 절연재료이다. 특히 주파

수와 온도에 대하여 안전하고 내열성이 높으면서도 기계적 강도가 매우 크기 때문에 고주파 절연재료로 효과적이다. 절연파괴 전압은 체적고유 저항이 1016cm.Ω로 높은 값을 나타냄과 공시에 온도와 습도에 대하여도 안정적 이다.

37. 연소 특성

Polycarbonate 의 연소성 시험에 의해 자기소화성 및 난연성이 있으므로 건축자재, 차량, 전기 등의 분야에서 그 기능별 특성을 발휘하고 있는 수지이며 연소시에 발생하는 가스성분 또한 자극성 유독가스를 발생하지 않은 것 또한 건축재료로서 매우 유용한 제품이다.

	< 475℃	475~500℃	500~550℃	550~1000℃
CO_2	90	60	133	997
CO	10.3	14.6	60	248
메탄	2.25	2.48	5.69	3.75
기타	0.64	1.67	2.70	2.19

표 2-21 각 온도 범위에서 Polycarbonate의 연소생성물(단위 : mg/g)

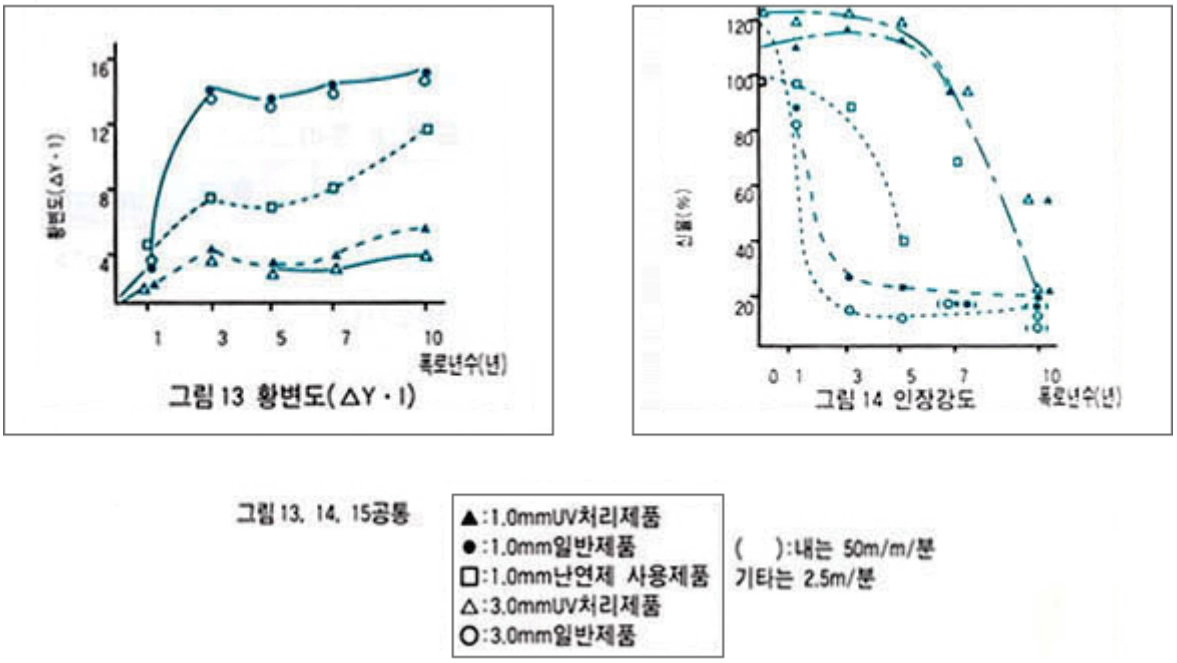


그림 2-30 폴리카보네이트의 변이도

38. 폴리카보네이트의 내후성 특성

- Polycarbonate 는 근본적으로 우수한 내후성을 지니고 있으나 옥외사용에 대비한 표면에 특수 처리를 통하여 내후성을 향상시켰습니다. 당시 부설기술 연구소 및 국가 공인 시험검사소의 자외선 폭로시험 결과 외국의 유수제품에 비하여 보다 우수한 내후성을 나타내며 강도 및 표면 노화, 황변도 등에서 우수한 특성을 보여주는 제품이다.

- KS F 2274 Ws형(선샤인 카아본 아아크 등) 사용에 의한 600시간 노출에 대하여 상기 변화가 거의 없으며 1000시간 이후 태양광의 조사에 의한 영향에서 비처리면의 열화가 조금씩 시작됨에 따라 태양광선의 조사에 의한 영향이 우려된다면 양면 UV처리품을 사용하여야 한다.

- Polycarbonate는 자외선을 다향으로 받게되면 화학적으로 분자구조의 변화를 보여 그 표면의 황변정도에 의하여 제품의 내구변화를 인지할 수 이다.

39. 내찰과 마모 특성

Polycarbonate 의 표면경도는 기존의 폴리카보네이트 시트가 갖는 낮은 표면경도로 인한 표면찰과성이 크나 이러한 단점을 보완하여 Hard Coating에 의해 표면경도를 향상시키는 것이 가능합니다. <표6>은 각종 시험에 의한 그 성능을 비교한 것으로 내마모성 시험에 의한 Haze(흐림값)을 %로 표시한 것이다. 따라서 용도에 따라 제품을 선택하여 사용한다..

시험항목	시험법	Haze의 증가(%)			
		Polycarbonate	Hard Coating P.C	Glass	Acryl
낙사시험	ASTM(1) D673-44	5~15	5~15	10	43.3
마모시험	ASTM(2) D1044-56	5	3	1	18.6
연필경도	JIS K5400	H	3H	9H	2H

표 2-22 Polycarbonate시트의 마모시험에 의한 Haze변화

주) (1) #80SIC, 1000g, (2) CS-10F, 500g : 100회

40. 내약품성 (흡수, 반응 특성)

- Polycarbonate 는 수지 Glass이므로 약품에 의하여 제품 외관이나 물성에 영향을 받을 수도 이다. <표7>은 Polycarbonate를 각종 약품에 접촉 시켰을 때의 외관변화를 종합한 것으로 보 자료를 참고하여 사용에 주의하길 바랍니다. 특히 실내온도 60℃이상 상대습도 95%이상의 수증기에 의한 폭로조건에서 연속사용은 화학적으로 붕괴를 초래하기 때문에 피하지 않으면 안된다.

- Polycarbonate는 지방족 탄화수소 및 알콜에는 용해하지 않고 방향족 탄화수소, 에스테르 케톤류에는 팽윤 내지 용해, 염소화탄화수소, 예컨대, 염화메틸렌, 클레로로

포름, 클로로 벤젠에는 잘 녹고 파라디옥산에도 용해되며 강알칼리에 침식되며 약산에는 견디는 특성이 이다. 또한 유기용제 이외에 휘발유, 등유, 방청유, 염화비닐, 고무에 포함되어 있는 휘발성 물질등에는 Crack을 발생시킬 수도 있다.

- 따라서 Polycarbonate에는 잔류응력은 거의 없으나 다음과 같은 사용상태의 경우에는 응력이 발생할 수 있으므로 주의하여야 한다.

(1) 부적절한 조건에서 구멍뚫기 및 절단할 때

(2) 곡면으로 취부할때

(3) 볼트 등으로 조일때

(4) 기타 사용시에 외력에 의한 강한 부하를 받을때

구 분	해 당 약 품
백화한다.	가성소다, 가성가리, 암모니아등의 수용액
황변한다.	초산, 과산화수소 등의 수용액, 염소
용해한다.	메틸클로라이드, 에틸렌클롤라읻, 테트라클로로에탄, 트리클로로 에탄
팽윤 백화한다.	벤젠, 클루엔, 키살렌, 아세톤, 초산에틸, 초산메틸, 메틸에틸 케튼

표 2-24 Polycarbonate의 내약품성

27. 폴리카보네이트의 특징 및 사출 시 유의사항은 다음과 같다.

27-1.유동성 : 높은 멜트점도를 가지고 있어, 유동성은 빈약하다.

27-2. 성형수축률 : 비결정성 수지로서 0.005㎜/㎜의 수축을 가지며, 흐름 방향과 가로방향 어느 곳이나 동일한 수축율을 가진다.

27-3. 강 내성물질 : 위산, 오일, 석유, 고분자 알코올, 세제, 지방족 탄화수소, 산화제 및 트리클로로에틸렌 등에 양호한 내성을 가진다.

27-4. 약 내성물질 : 가성소다, 아민, 암모니아, 강산, 염소화 탄화수소 즉 클로로플

루오로나 염화메틸렌옥산, 시클로핵사논, 피리딘, 열페놀에 내성이 없으며, 내부왜곡은 4염화탄소를 침적하면 크랙의 발생 상태를 관찰하므로서 평가된다. 아센톤, 벤젠 및 4염화탄소에 의해 팽윤하며 방향족 탄화수소 에스테르와 게톤은 스트래스크래킹을 발생시킬 가능성이 있다.

27-5. 재료의 판정 : 1.2g/㎤ 밀도를 가지며, 화염이 가해지면, 황색불꽃을 내며 타지만 난연성을 가진다. 성형물은 탄화하여 발포를 형성하며, 화염이 제거되면 연소 현상은 중지된다. 염화메틸렌 및 2염화에틸렌(에틸렌 디클로라이드)에 녹는다. 150℃ dtkddml 온도에서 연화되지만, 135℃까지는 사용 가능하다.

27-6. 투영면적 : 통상 450~750㎏/㎠의 형체압이 사용된다.

27-7. 착색 : 가공온도가 높기 때문에 색의 선택은 다른 열가속성 수지에 비해 제한이 있다. 어느 유기착색제는 높은 온도에 불리한 영향을 받는다. 드라이 컬러링이 사용되지만 착색제의 건조를 확실히 하여야 한다. 콤파운드된 재료는 이런 문제를 제거하기 위해 선별되어야 한다.

27-8. 재료와 성형부품의 취급 : 약간의 수분도 발포와 비슷한 문제를 일으키는 원인이 된다. 따라서 충격강도가 뛰어난 품질을 얻고자 할 때는 간략한 예비 건조가 필요하다. 밀폐된 통에서 성형작업을 한다. 수분함량이 0.02%이하로 감소 내지는 유지되어야 한다. 115℃로 3시간 가열하고 다시 성형기 가열호퍼에 120℃로 유지 한다.

27-9. 금형과 게이트에 관한 고려 : 작은 성형품에는 핀포인트게이트가 사용된다. 게이트의 깊이는 두께에 대해 최대 70% 또는 1㎜의 최소 치수로 한다. 게이트는 플래시 링 및 다이어프렘이 사용된다. 가능하면 짧고 둥글게한 런너를 사용한다. 핫런너 금형도 흔히 사용된다.

27-10. 유동길이/두께(L/D비) : 1㎜두께에 있어서 최대 L/D는 경질 PVC나 PMMA보다도 낮다. 이것은 고 멜트점도 높은 설정온도에 기인한다.

27-11. 실린더 : PC는 사출될 경우 내부의 바렐 표면에 상처가 생기거나 침식될 기능성이 있다. 따라서 교환가능한 바렐 라이너가 때로는 사용된다. 이것은 비교적 용이

하게 교환되기 때문이다. 오픈 노즐이 사용되지만 스크류는 통상 역류방지 밸브를 취부한다. 또한 오픈 노즐에서 흘러내림이 발생했을 경우는 노즐온도를 저하하지 않는다. 너무 심하면 셧오프노즐 즉 니들타입을 취부한다.

27-12. 스크류쿠션 : 약 4㎜ 정도이다.

27-13. 쇼트능력 : 실린더 정격능력의 85%까지 사용된다. 필요하다면 20%의 소량도 사용가능하다.

27-14. 멜트온도 : 정확한 온도제어가 필요하며 온도범위는 260~310℃이다. 멜트검사를 위해 주기적으로 사출 유닛에서 인출해 본다.이것은 성형물 속에 기포가 나타나지 않게 하기 위해서 이며, 만일 불량재료를 사용하게 되는 경우 멜트가 불량하여 양질의 성형품이 되지 않기 때문이다.

27-15. 바렐 체류 시간 : 이것은 사용되는 온도와 폴리머그레이드에 의한다. 어떤 착색제는 이 재료에 필요한 높은 멜트 온도에서 대단히 신속히 분해할 가능성이 있다.

27-16. 사출압 : 제1단계는 2000㎏/㎠까지이고 제2단계는(보압)는 1200㎏/㎠까지이다.

27-17. 스크류 회전속도와 배압 : 높은 멜트점으로 인해 높은 스크류속도는 가급적 피하고 가능하면 높은 토크를 내는 스크류모터를 사용한다. 40㎜스크류로서 약 45rpm속도를 사용하며, 배압은 300㎏/㎠까지이며 배압을 사용하지 않을 경우, 산화에 의한 분해가 일어난다.

27-18.운전정지 : PC는 금속에 강력하게 접착한다. 따라서 사출바렐 내부에 PC를 넣은 채로 냉각했을 경우 바렐표면이 바렐벽에서 벗겨질 가능성이 있다. 따라서 성형중단을 필요로 할 경우에는 바렐을 비우고 가열을 170℃로 낮춘다. 운전이 끝나면 PE로써 퍼지를 한다. PC온도로 설정된 실린더속에 PVC, POM 또는 세롤로즈계 등의 수지를 절대로 투입하지 않는다. 완전히 청소를 하려면 기계적인 청소가 될 수 있도록 스크류를 바렐에서 떼어내는 것이 필요하다.

27-19. 재생 : 건조된 것이라면 20%까지 투여 가능하다. 이 이상 가하면 기계적 성

질이 저하된다. 건조는 115℃에서 20시간을 필요로 한다. 젖었거나 습기가 있는 상태에서는 재료 재사용이 불가능하다.

27-20. 마무리작업 : 큰 스프루게이트는 밀링으로 사이드게이트는 루칭으로 의해 제거한다. 상처가 나지 않도록 주의를 한다. PC는 PMM에 의해서도 상처를 입을 가능성도 있다. 성형부품은 실크스크린, 스프레이 및 핫스탬핑에 의해 장식된다. 성형품은 초음파용접 또는 접착을 염화메틸렌 또는 염화에틸렌을 이용하여 접합한다. 8%의 PC를 이들 용제 중 하나에 녹여서 접착제(시멘트)를 만들어서 사용한다. 성형품은 또 에폭시수지 및 폴리아미드를 베이스로 한 핫멜트 접착제에 의해 접합할 수도 있다.

27-21. 기타 : 유리섬유가 가해진 것은 수축이 감소한다. 30%의 GF는 수축이 0.002㎜/㎜로 작지만 밀도는 1.42㎏/㎤로 증가한다. 이 재료는 적절히 안정화 되었을 경우 양호한 옥외 내후성을 가지며 내후성은 자외선흡수제의 적용에 의해 개선된다.

28. 전형적 성형품

PC는 높은 가열 변형온도 (HDT), 저흡수율, 저크리프와 고강도에 의해 전자 및 전기에 널리 응용, 사용된다. 그 전기적 성질은 전류주파수에 어느 정도 의존한다. 그러나 성형품은 장기간 물에 침적되거나 130℃ 고온으로 가열된 후도 사실상 변화하지 않는다. 투명성과 내충격성 및 양호한 내후성을 가지고 있어 유리대체품으로 파괴될 문제가 있는 곳에 적합하다.

따라서 이 재료는 옥외의 조명응용 및 안전헬멧, 필터, 자동차 램프하우징, 보호안경 렌즈, 식품, 믹서부품, 식탁용 식기류, 컴퓨터용 하우징, 가이드 판넬, 터미널박스 등에 사용된다.

28-1. 취급상 주의 : 270℃ 이상에서 성형하지 말 것, 성형전에 충분히 건조할 것, 금형온도 유의할 것.

28-2. 가공조건

구 분 변성	PC
성형방법	사출
성형온도(℃)	240~260
성형수축(㎝/㎝)	0.004~0.005

29. 알루미늄의 성질

- 은백색의 부드러운 금속으로 전성(展性),연성(延性)이 풍부하여, 박(箔)이나 철사로 만들 수 있다.
- 시중에 판매되는 알루미늄은 98.0~99.85%의 순도이며, 주요 불순물은 규소와 철이다.
- 성질은 순도에 따라 다른데, 전기의 양도체로, 비저항은 구리의 약 1.6배이다.
- 또, 비중으로 보아 전형적인 경금속이다.
- 공기 중에 방치하면 산화물의 박막(薄膜)을 생성하여 광택을 잃지만, 내부까지 침식되지는 않는다.
- 공기 중에서 녹는점 가까이 가열하면 흰빛을 내며 연소하여 산화알루미늄이 된다. 이때 높은 온도가 되므로, 분말을 써서 금속의 야금(冶金)이나 용접을 한다.
- 질소,황,탄소등과 직접 화합하여 질소화물,황화물,탄화물이 되며, 할로겐관도 작용하여 염화물,브롬화물 등을 만든다.
- 산에 녹아 염을 만들지만, 진한 질산에는 잘 침식 되지 않는다.
- 알카리에 녹아 수소를 발생하여 알루미산염이 된다.

30. 알미늄의 화학적 성질

Al은 그 표면에 생기는 산화피막의 보호작용 때문에 내식성이 좋다. 대기 중에서는 일반적으로 내식성이 좋으나 부식률은 대기 중의 습도와 불순물량 · 질 등에 관계한다.

전원지방에서 0.001mm/year, 해상에서 0.11mm/year, 중성수용액에서는 내식성이 좋으나 염화물 용액 중에서는 나빠진다. 산성용액 중에서는 수소이온농도의 증가에 따라 부식이 증가하고, 황산 · 회질산 · 인산 중에서는 침식되고 특히 염산 중에서는 속히 침식된다. 그러나 80%이상의 질산에는 잘 견딘다. 질산이나 기타 유기산에는 내식성이 좋다. 암모니아수중에서는 잘 견디나 기타의 알칼리수용액 중에서는 침식된다.

31. 알루미늄의 특 장점

31-1. 경량성 : 알루미늄의 비중은 2.7. 철(7.8)이나 동(8.9) 과 비교하면 약 1/3수준이다. 경량화의 요구가 큰 자동차, 철도 차량, 항공기, 선박 컨테이너 등의 수송 분야 에 다량의 알루미늄이 사용되고 있다. 또, 경량성을 살려, 각종 기계의 고속 회전 부품의 작동 효율을 향상시키거나,장치의 대형화에 의한 중량 증가를 억제하는 등의 효과가 있다

31-2. 강하다.

알루미늄은 비강도(단위무게당의 강도) 가 크기 때문에, 정밀 기계나 건축물 등의 구조재료로 많이 사용되고 있다. 순알루미늄의 인장강도는 그다지 높지는 않지만, 이것에 Mg, Si, Cu, Zn, Mn 등을 첨가해 합금으로 하거나 압연 등의 소성가공이나 열처리를 하거나 해 강도를 높게 할 수 있다.

31-3. 가공성 : 알루미늄은 압출, 압연, 단조, 성형 등의 소성가공이 용이하다.

31-4. 내식성 : 알루미늄은 공기 중에서는 치밀하고 안정된 산화 피막을 형성해, 이 피막이 부식을 방지한다. 내식성과 강도를 겸비한 알루미늄 합금은 각종의 용도에 사용 된다.

31-5. 전기 전도성 : 알루미늄은 도전체로서 매우 경제적인 금속이다. 전기 전도율은 동의 약 60% 정도이지만, 비중이 약 3 분의 1이기 때문에 동일무게의 동에 비해 2 배의 전류를 통할 수 있다. 또한 철에 비해 5배의 열 전도성을 가지고 있다.

31-6. 열 전도성 : 알루미늄은 철에 비해 5배의 열 전도성을 가지고 있다 냉난방 장

치, 엔진 부품, 각종 열교환기, 태양열 집열기, 음료캔 등에도 이 특성이 활용되고 있다. 최근의 고밀도 기기 및 시스템의 과열 방지를 위한 방열 핀이나 히트 싱크 등에도 사용되고 있다.

31-7. 비자성 : 알루미늄은 비자성체로, 자장의 영향을 받지 않는다. 이 특징은 알루미늄의 다른 특성인 가볍다, 내식성이 뛰어나다, 가공성이 좋다 등의 장점과 조합되어 다양한 제품에 활용되고 있으며 응용제품으로는 자기디스크,파라볼라안테나, 전자 의료기기 등을 들 수 있다.

31-8. 반사성 : 잘 연마한 알루미늄은 적외선이나 자외선 등 의 광선, 라디오나 레이다로 부터 발생되는 전자파 및 각종 열선을 잘 반사한다. 순도가 높은 알루미늄일수록 이 성질은 뛰어나 순도 99.8%이상의 알루미늄은 방사 에너지의 90%이상을 반사한다. 이 특성을 살린 것이 난방기의 반사판, 조명기구,우주복 등이며, 최근에는 알루미늄에 경면 가공을 해 이 특성을 활용한 폴리곤 미러 등이 광일렉트로닉스 제품에 사용되고 있다.

31-9. 무독성 : 알루미늄은, 무해 · 무취로 위생적. 만일 어떠한 화학작용으로 인해 금속이 녹든가 화합물을 형성한다고 해도, 중금속과 같이 인체를 해치거나 토양을 손상시키거나 하지 않는다. 이 특성을 살려, 식품이나 의약품의 포장, 음료캔, 의료기기 및 주방용기물 등으로 널리 사용되고 있다.

31-10. 주조하기 쉽다.

알루미늄은 융점이 낮고 용탕 흐름성이 좋아 주조성이 좋다. 이 때문에 박육의 주물이나, 복잡한 형상의 주물을 쉽게 제작 가능하다. 알루미늄 주조품은 피스톤, 실린더 블록, 휠 등의 자동차 부품과 각종 산업 기계 부품 등에 폭넓게 사용되고 있다.

31-11. 표면처리 : 알루미늄은 그 자체로도 외관이 미려한 금속일 뿐 아니라, 양극산화 피막 처리(알루마이트 처리) 등 여러 표면 처리기법을 가함에 따라 보다 아름다워지며, 또, 표면을 경하게 하거나 방식 효과를 향상시킬 수 있다. 양극 산화 피막 처리 시에 자연 발색이나 전해 착색 등에 의해 알루미늄에 다양한 색깔을 띄게 하는 것

이 가능하며, 건축 외장이나 포장재 등 디자인성이 강하게 요구되는 분야에 적합한 재료이다.

31-12. 진공 특성 : 알루미늄을 진공 장치의 재료에 사용했을 때, 금속자체로부터의 가스 방출율이 매우 작고 진공 도달 성능이 다른 재료에 비해 매우 뛰어나다. 따라서 각종 고진공 펌프나 배관, 고진공 반도체장치, 이화학 실험장치 등에 활용되고 있다

31-13. 저온 강도 : 알루미늄은 액체 질소(-196℃)나 액체 산소 (-183℃)의 극저온 하에서도 취성 파괴가 없고 인성이 우수한 장점을 갖고 있어 저온 플랜트나 LNG (-162℃)의 탱크재로서 사용되고 있다.

31-14. 재활용성 : 알루미늄은 다른 금속과 비교하면 산화되기 어렵고, 융점이 낮기 때문에, 사용이 끝난 알루미늄 제품을 녹여 간단하게 재생할 수가 있다. 그리고 재생 지금을 만드는데 필요한 에너지는 신지금을 만드는 경우와 비교해 3%에 불과하며, 품질적으로도 신지금과 거의 동등의 것을 제조 할 수 있다 .

31-15. 자원성 : 지각을 구성하는 원소 중에서, 알루미늄은 산소, 규소에 이어 3번째로 많은 원소이다 (약 8퍼센트). 자연상태에서 알루미늄은 여러 가지 화합물의 형태로 되어 있어, 광물이나 토양, 물, 공기, 식물, 동물 등에 포함되어 있다. 그리고 음식이나 음료, 물이나 공기 등을 통해, 우리는 매일 알루미늄을 섭취하고 있다.

32. 알루미늄의 물리적성질

성 질		고순도 알루미늄 (99. 996 wt%)	보통 순도 알루미늄 (99. 5 wt%)
원자 번호		13	–
원자량		26. 9815	–
격자 정수 (면심 입방 격자) 20℃ (nm)		0. 40496	0. 404
밀도 (g/cm³)	20℃	2. 6984	2. 71
	700℃	–	2. 373
융 점 (℃)		660. 1	~650
비 점 (℃)		2520	–
열전도도 25℃ (W/m·℃)		238	225(연질)
선팽창 계수	20℃~100℃(/℃)	24. 58×10⁻⁶	23. 5×10⁻⁶
	100℃~300℃(/℃)	25. 45×10⁻⁶	25. 6×10⁻⁶
종탄성 계수(kN/mm²)		70. 6	68. 6
전단 탄성 계수(kN/mm²)		26. 2	25. 7
도전율(표준동에 대해) (%)		64. 94	59(연질)
		–	57(경질)
비저항(uΩcm)	660℃	24	20
	20℃	2.6548	2.922(연질)
	20℃	–	3.025(경질)
저항의 온도 계수(/℃)		4. 2×10⁻³	4. 0×10⁻³
질량 자화율(Hm²/kg)		9. 90×10⁻¹⁵	9. 89×10⁻¹⁵
투자율(H/m)		1. 26×10⁻⁶	1. 26×10⁻⁶
반사율(%)	λ = 250nm	–	87
	λ = 500nm	–	90
	λ = 2000nm	–	97

표 2-25 알루미늄의 물리적성질

33. 알루미늄의 기계적성질

Al의 기계적 성질은 그 재료의 순도 · 가공도 · 열처리조건 · 시험온도 등에 따라 달라진다. 순도가 높을수록 연질이 되며, 불순물 중 문제가 되는 Fe, Si, Cu 등의 함량에 따라서 성질이 변화한다. 알루미늄 전신재의 판 · 조 및 원판의 기계적 성질을 표에 표시한다.

기 호	질 별	인장강도(kgf/㎟)	내력(kgf/㎟)	연신율(%)
A1080P A1070P	0	5.5~9.5	1.5이상	15~35
	H12	7.0~11	5.5이상	2~8
	H14	8.5~12	6.5이상	1~6
	H16	10~14	7.5이상	1~4
	H18	12이상	–	1~4
	H112	7.5~5.5	3.5~1.5	13~25

표 2-26 알루미늄의 기계적성질

34. 알루미늄합금의 성질

알루미늄의 화학적 성질은 상당히 비(卑 : Base)하고, 대수소전극전위는 −1.45V 정도로 화학적 친화력이 강한 금속이다. 알루미늄은 연하고, 연전성과 팽창성이 우수하여, 용도에 따라 향상 등, 그 성질을 개선할 필요가 있다. 그러므로 이종 원소를 가하여 유용한 알루미늄 합금을 만든다. 알루미늄 합금은 판, 관, 손, 봉, 형재, 단조품 등의 전신재와 금형 주물, 다이캐스트 등의 주물재로 크게 대별한다.

알루미늄 합금을 자세하게 분류하면 다음과 같다.

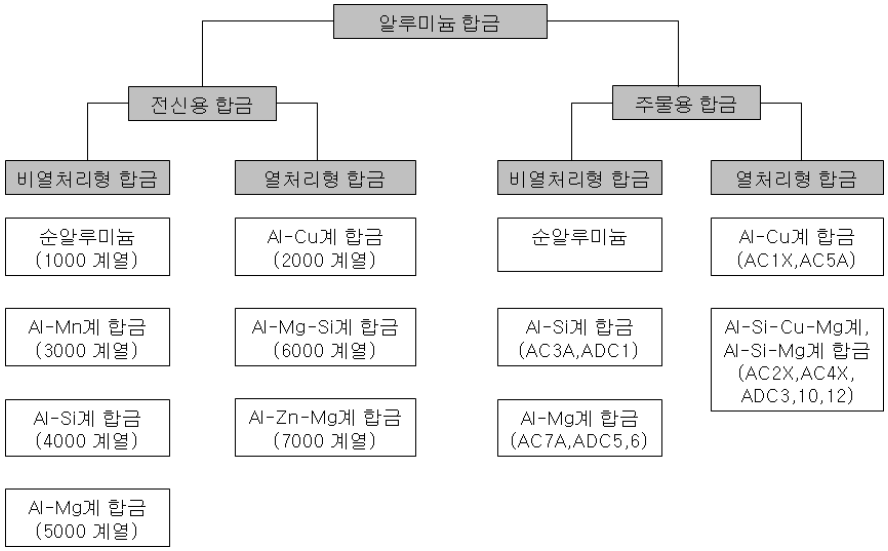


그림 2-31 알루미늄 합금의 종류

35. 전신용 합금

35−1. 1000계 알루미늄

1000번대의 합금은 공업용순알루미늄으로,1050,1100,1200이 대표적이고, 모두 99.00%이상의 순알루미늄계 재료이다. 1100은 양극 산화 처리(알루마이트) 후 광택을 양호하게 하는 Cu가 미량 첨가되어 있다. 1050, 1070, 1085는 각각 순도 99.50, 99.70, 99.85%이상의 순 알루미늄 재료인 것을 나타낸다. 이 계의 재료는 가공성, 내식성, 용접성 등이 뛰어나지만, 강도가 낮기 때문에 구조재로는 적합치 않다. 따라서

강도를 필요로 하지 않는 가정용품, 일용품, 전기 기구에 많이 이용된다. 순 알루미늄에 포함되는 주된 불순물은, Fe, Si이지만, 불순물이 적을수록 내식성이 향상되며, 양극 산화 처리 후의 표면 광택이 개선된다. 이 때문에, 화학, 식품, 공업용 탱크, 장식품, 명찰, 반사판자 등에 사용된다. 또, Fe, Si의 양에 의해 프레스 성형성이 영향을 받기 때문에, 그 양, 비를 합금 원소와 마찬가지로 제어하는 경우가 많다. 또한 전기 전도성, 열전도성도 뛰어나기 때문에 1060,1070은 송배전용 재료, 방열재로서 많이 이용되고 있다.

35-2. 2000계 합금

두랄루민, 초두랄루민의 명칭으로 알려진 2017, 2024가 대표적인 것으로 강재에 필적하는 강도를 갖는다. 그러나 비교적 많은 동(Cu)을 포함하기 때문에 내식성이 떨어져, 부식 환경에 노출되는 경우에는 충분한 방식 처리를 필요로 한다. 항공기용 재료로서 표면에 방식을 목적으로 순 알루미늄을 맞댐 압연한 클래드재가 사용되어 있다. 2014는 고강도 단조재로서 넓은 용도를 가지고 있다. 용융 용접성은 다른 알루미늄 합금에 비해 뒤떨어지기 때문에 결합에는 주로 리벳, 볼트 접합, 저항스폿용접을 한다. 절삭성은 양호한 편이며, 특히 Pb, Bi를 첨가한 2011은 뛰어난 쾌삭성 합금으로서 기계 부품에 많이 사용되고 있다.

35-3. 3000계 합금

3003은 이 계의 대표적 합금으로, Mn의 첨가에 의해 순 알루미늄의 가공성, 내식성을 저하 시키는 일 없이, 강도를 조금 증가 시킨 합금이다. 기물, 건축 재료, 용기 등에 넓은 용도를 갖는다. 3003에 상당하는 합금에 Mg를 1%정도 첨가한 3004,3014는 한층 더 강도를 증가 시킬 수 있기 때문에 칼라 알루미늄, 알루미늄캔 보디 등의 재료로서 수요가 많다.

35-4. 4000계 합금

4032는 Si의 첨가에 의해 열팽창율을 억제해 내마모성의 개선을 한 것으로 Cu, Ni, Mg 등의 미량 첨가에 의해 내열성을 향상 시켜, 단조 피스톤 재료로서 이용된다. 4043은 용융 온도가 낮아, 용접봉, 브레이징 납재로서 사용된다.

35-5. 5000계 합금

Mg첨가량의 비교적 적은 것은 장식용재나 기물용재에, 많은 것은 구조재로서 사용된다. Mg첨가량이 적은 합금으로서는 장식용재, 고급 기물로서 이용되는 5N01, 차량용 내장 천정판, 건축 재료, 기물재로서 이용되는 5005가 대표적인 것이다. 중간 정도의 Mg를 함유 하는 것으로써는 5052가 대표적이고 중간 정도의 강도를 갖는 재료 가장 일반적인 것이다. 5083은 Mg함유량이 많은 합금으로 비열처리형 합금 중에서는 가장 뛰어난 강도를 나타내며 용접성도 양호하다. 이 때문에, 용접 구조재로서 선박, 차량, 화학 플랜트 등에 사용되고 있다. 이 계의 합금은 냉간 가공의 상태에서는 강도가 약간 저하하며, 신율이 증가 한다고 하는 경년 변화를 나타내므로 안정화 처리를 한다. 해수나 공업지대의 오염 분위기에 강하고, 외관을 문제로 하지 않으면 방식 처리를 필요는 비교적 적다.

35-6. 6000계 합금

이 계의 합금은 강도, 내식성 공히 양호하고, 대표적인 구조용재로 알려져 있다. 다만, 용접강도가 낮고, 나사, 리벳, 볼트 접합에 의한 구조 조립을 하는 것이 많다. 6061-T6는 항복강도가 245 N/㎟ 이상으로 SS400강에 상당하는 강도를 나타내 철탑, 크레인 등에 이용된다. 6063은 뛰어난 압출성을 갖추어 건축용 샷시를 중심으로, 6061 정도의 강도를 필요로 하지 않는 구조재로서 사용된다. 6N01는 6063과 6061의 중간의 강도를 가지는 합금이다.

35-7. 7000계 합금

알루미늄 합금 중에서 가장 높은 강도를 갖는 Al-Zn-Mg-Cu계 합금과 Cu를 포함하지 않는 용접 구조용 Al-Zn-Mg계 합금으로 분류할 수 있다. Al-Zn-Mg-Cu계 합금의 대표적인 것은 7075로 항공기, 스포츠 용품류에 사용되고 있다. Al-Zn-Mg계합금은 비교적 높은 강도를 갖고, 용접 후의 열영향부도 자연 시효에 의해 모재에 가까운 강도로 회복 되므로 뛰어난 용접강도를 얻을 수 있다. 7N01가 그 대표적 합금으로 용접 구조용 재료로서 철도차량 등에 이용되고 있다.

35-8. 그 외의 합금

알루미늄에 Li를 첨가하면 밀도가 작아지고 영률은 커지기 때문에, 이상적인 저밀도·고강성재로서 항공기 그 외 대형 구조용 등으로 해서 주목되어 Al-Li계, Al-Li-Mg계, Al-Li-Cu계, Al-Li-Cu-Mg계 등이 실용화를 목표로 개발되고 있다. 그 밖에 8000계 합금으로서 국제 등록되어 있는 급냉 응고 분말야금 합금이나 그 외의 신기술의 연구 개발과 함께 신합금이 계속 개발되고 있다.

36. 주조용 합금

이하에서는 알루미늄합금을 열처리에 의한 경화여부에 기준을 두어 구분하고 각각의 특징을 개략적으로 설명한다.

36-1. 비열처리알루미늄합금

비열처리알루미늄합금의 강도는 실리콘(Si), 철(Fe), 망간(Mn), 마그네슘(Mg) 등의 원소에 의한 고용강화 혹은 분산강화에 의해 결정된다. 이 분류에 속하는 금속은 앞서 제시된 Table 1 과 2 의1XXX, 3XXX, 4XXX, 5XXX 에 속하는 금속들 이다. 근본적으로 석출물에 의해서 경화하는 조직 상의 특성을 가지고 있기에 열처리에 의해 경화하지 않는다. 이들 합금을 경화하기 위해서는 가공경화의 방법이 적용된다. 가공 경화

된 이들 합금의 강도를 저하하기 위해서는 343 ~ 410 ℃의 범위에서 열처리를 실시한다. 비열처리알루미늄합금을 용융 용접하게 되면 열습향부의 강도가 저하한다. 대표적인 비열처리합금의 성분과 용도를 Table 3 에 표시 한다.

비열처리알루미늄합금은 명칭 뒤에 X 와 같은 첨자를 붙여서 강의 제조상태를 표시한다. 비열처리알루미늄합금의 제조상태는 다음과 같이 표시한다.

합 금 명	Nominal Composition				대표적인용도	
	Cu	Mn	Mg	Cr		
1080	99.8% Min. Aluminum				강도는 낮지만 열, 전기 전도성 높음. 성형성, 용접성, 내식성양호	반사판, 조명기구, 장식품, 화학공업용Tank 도전재 등
1070	99.7% Min. Aluminum					
1060	99.6% Min. Aluminum					
1050	99.5% Min. Aluminum					
1020	99.2% Min. Aluminum				강도는 비교적 낮으나, 성형성, 용접성, 내식성양호	일반기물, 건축용재, 전기기구, 각종용기, 기타 강도를 요구하는 성형품
1100	99.0% Min. Aluminum					
3003	0.12	1.2	-	-	강도는 1100 보다 약간 크고, 용접성, 내식성도 1100 과 같은 정도	일반용기물, 건축용재, 차량용재, 선박용재, 각종용재 등
3004	-	1.2	1	-	3003 보다 강도가 높고 Deep Draw 성이 우수하고 내식성도 양호	Can Body, 전구Base, 지붕재, Color Al 등
5005	-	-	0.8	-	3003 과 같은 정도의 강도를 가지며 내식성, 용접성, 가공성양호	차량내장 등 低응력부품 구조재, 조리용 기구, 일반용 기물 등
5050	-	-	1.4	-	표면이 미려하고 3003 이나 5005 보다 높은 강도	
5052, 5652	-	-	2.5	-	내식성 특히 내해수성이 우수하고 성형성, 용접성양호	선박용 구조부품재, 연료 Tank, 가정용기구등
5082	-	-	4.5	0.15	5083 에 가까운 강도를 가지며 성형 가공성, 내식성이 좋음	Can End 등
5083	-	0.7	4.4	0.15	비열처리용합금 중 최고의 강도를 가지나, 성형성은 약간 떨어짐. 내식성, 용접성 양호	선박용재, 차량용재, 압력용기, 용접구조용재등
5086	-	4		0.15		해양구조물, 저장조
5154, 5254	-	-	3.5	0.25	5052 와 5083 의 中 정도의 강도를 가지며 성형성, 내식성, 용접성 양호	선박용재, 차량용재, 압력용기, 용접구조용재등
5454	-	0.8	2.7	0.12		고온용구조물, 고온압력기기
5456	-	0.8	5.1	0.12		해양구조물, 압력용기
5N01	-	-	0.4	-	강도는 비교적 낮으나, 성형성, 용접성, 내식성양호	일반기물, 건축용재, 전기기구, 각종용기, 기타 강도를 요구하는 성형품

표 2-27 대표적인 비열처리알루미늄합금의 성분과 용도

표기	제조상태	주요용도
O	Annealed, recrystallized	낮은 강도를 가지고 연성과 인성을 향상하여 형상의 안정성을 꾀하는 주조재
- F	As fabricated	형강제조용재료, 기계적 특성에 제한이 없다. 가공경화가 가능하다.
- H1	Strain hardened only	별도의 열처리없이 가공경화 만으로 원하는 강도를 얻게 한다. 뒤에 붙은 숫자는 가공경화의 정도를 의미한다.
- H2	Strain hardened and then partial annealed	
- H3	Strain hardened and then stabilized	

표 2-28 대표적인 비열처리알루미늄합금의 제조상태별 용도

합금명/ 제조상태	항복강도 Yield Strength (Kgf/mm2)	인장강도 Tensile Strength (Kgf/mm2)	연신율 Elongation thickness (1.6mm %)	Brinell Hardness	전단강도 (Kgf/mm2)	피로강도 (Kgf/mm2)
1070-O	4.5	7	37	18		
1070-H14	8	11	8	32		
1070-H18	15	16	5	38		
1050-O	3	8	39	20	6.5	3
1050-H14	10.5	11	10	32	7	3.5
1050-H16	12.5	13.5	8	36	8	4
1050-H18	15	16	7	40	8.5	5
1100-O	3.5	9	35	23	6.5	3.5
1100-H12	10.5	11	12	28	7	4
1100-H14	12	12.5	9	32	7.5	5
1100-H16	14	15	6	38	8.5	6.5
1100-H18	15.5	17	5	44	9	6.5
1200-O	4	9.5	38	23	6.5	3.5
1200-H14	11.5	12	9	32	8	5
1200-H16	13.5	14.5	6	38	8.5	6
1200-H18	17	18	6	44	9	6
3003-O	4	11	30	28	7.5	5
3003-H12	12.5	13.5	10	35	8.5	5.5
3003-H14	15	15.5	8	40	10	6.5
3003-H16	17.5	18.5	5	47	10.5	7
3003-H18	19	20.5	4	55	11	7
3004-O	7	18.5	20	45	11	10
3004-H32	17.5	22	10	52	12	10.5
3004-H34	20.5	24.5	9	63	12.5	10.5
3004-H36	23	26.5	5	70	14	11
3004-H38	25.5	29	5	77	15	11
5005-O	4	12.5	25	28	7.5	-
5005-H12	13.5	14	10	_	10	_
5005-H14	15.5	16	6	_	10	_
5005-H16	17.5	18.5	5	_	10.5	_
5005-H18	19.5	20.5	4	_	10	_
5005-H32	12	14	11	36	11	_
5005-H34	14	16	8	41	10	_
5005-H36	17	18.5	6	46	10.5	_
5005-H38	19	20.5	5	51	11	-
5052-O	9	19.5	25	47	12.5	11
5052-H32	19.5	23	12	60	14	12
5052-H34	22	26.5	10	68	15	12.5
5052-H36	24.5	28	8	73	16	13.5
5052-H38	26	29.5	7	77	17	14
5056-O	15.5	29.5	-	65	18.5	14
5056-H18	41.5	44.5	_	105	24	15.5
5056-H38	35	42	-	100	22.5	15.5
5083-O	15	29.5	_	_	17.5	_
5083-H321	23	32.5	-	-	-	16
5086-O	12	26.5	22	_	16	_
8086-H32	21	29.5	12	_	_	_
5086-H34	26	33	10	_	19	_
5086-H38	13.5	27.5	14	-	-	
5086-O	5.5	12.5	25	30	8.5	6.5
5086-T4, T451	15	24.5	22	25	17	10
5086-T6, T651	28	31.5	12	17	21	10

표 2-29 비열처리 알루미늄합금의 기계적 특성

36-2. 열처리 알루미늄합금

알루미늄합금의 강도는 합금원소에 의해서 결정된다. 구리(Cu), 망간(Mn), 아연(Zn), 규소(Si) 등의 원소는 알루미늄합금의 온도가 올라갈수록 고용도가 높아진다. 따라서 열처리에 의해서 이들 합금원소의 석출과 고용화에 의한 경화를 이룰 수 있다. 이러한 의미에서 이들 합금원소가 첨가된 알루미늄합금을 열처리 알루미늄합금 이라고 구분하다. 여기에 속하는 합금은 2XXX, 6XXX 와 7XXX 그리고 합금원소 조합에 따라 일부 4XXX 가 있다. 가장 널리 사용되는 열처리 알루미늄합금의 합금조성과 용도를 아래에 표시한다.

비열처리합금과 마찬가지로 열처리알루미늄합금의 경우에도 명칭 뒤에 X 와 같은 첨자를 붙여서 제조상태를 표시한다. 다음의 표에 열처리 알루미늄합금의 제조상태 표시법을 정리한다.

합금명	Nominal Composition (%)							특성 및 용도
	Cu	Mn	Mg	Cr				
2014	4.4	0.8	0.8	0.5	-	-	-	내식성은 떨어지나, 강도가 매우 높고, 열간 가공성도 좋음 구조용강재, 항공기나 자동차용 부품 단조재
2017	4	0.5	0.7	0.6	-	-	-	
2024	4.4	-	0.6	1.5	-	-	-	2017 보다 강도가 높고 절삭성 양호, 가공경화 후 인공시효성 큼 耐응력부식성도 양호. 구조용, 내식용재료, 자동차
2036	2.6	-	0.25	0.45	-	-	-	자동차용철판
2090	2.7	-	-	-	-	-	-	구조용, 항공기용
2218	4	-	-	1.5	-	2	-	단조품, 고온용강재, 피스톤, 우수한 강도와 경도
2219	6.3	-	0.3	-	-	-	-	구조용, 고온용강재, 우수한 용접성, 항공기용
2519	5.8	-	0.3	0.17	0.06	-	-	구조용, 고강도군사용재료
2618	2.3	0.18	-	1.6	-	1	-	단조품, 고온용강재, 피스톤, 우수한 강도와 경도
6005	-	0.8	-	0.5	-	-	-	구조용, 건축용
6009	0.4	0.8	0.5	0.6	0.25	-	0.1	자동차용철판
6010	0.4	1	0.5	0.8	0.25	-	0.1	
6013	0.9	0.25	0.35	0.95	-	-	-	6061 보다 우수한 강도, 구조용 강재
6061	0.25	0.6	-	1	-	-	0.2	내식성, 용접성이 좋고 중간 정도의 강도로 냉각가공성은 열처리합금으로서 양호. 우수한 내식성, 강도, 용접성 우수, 해수용기자재, 건축용
6063	-	0.4	-	0.7	-	-	-	양극산화대막은 현저하게 양호, 압축가공성우수. 건축용재료, 배관재
6070	-	1.4	-	0.8	-	-	-	구조용재료, 배관재
6101	0.5	-	-	0.6	-	-	-	전기용재료
6262	0.28	-	-	1	-	-	0.09	회전기기, 배관재
6351	-	1	0.6	0.6	-	-	-	6061 와동일
6951	-	0.35	-	0.6	-	-	-	Brazing 용재료
7004	-	-	-	1.5	4.2	-	-	인발가공재, 차량용부재
7005	-	-	0.45	1.4	4.5	-	0.13	
7039	-	-	0.3	2.8	5.6	-	0.23	군사용교량, 무기재료
7075	1.6	-	-	2.5	5.6	-	0.23	2024 보다 매우 높은 강도를 가지며, 현재 Al 합금중 최고의 강도 유지. 고강도항공기용재료, 내식용재료
7079	0.6	-	-	3.3	4.3	-	0.2	두께가 76.2mm 이상의 후판에 적용되는 고강도합금, 항공기재료
7178	2	-	-	2.8	6.8	-	0.23	항공기재료, 7075 보다 우수한 강도

표 2-30 주요 열처리알루미늄합금의 성분과 용도

표기	제조상태	주요용도
- O	Annealed	낮은 강도로 인해 인성이좋고, 형상의 안정성이 우수하다.
- F	As fabricated	기계적 특성에 제한이 없고, 형강의 제조에 사용된다.
- W	Solution heat treated	고용화 열처리 이후에 실온에서 시효하여 사용한다.
- T1	Cooled from an elevated-temperature shaping	고온 성형 후 냉각하여 시효 처리한다. 고온 성형 이후에 냉간 가공하지 않거나 냉간 가공에 의한 경화가 기계적특성에서 고려되지 않는 곳에 사용한다.
- T2	process and naturally aged to a subsequent stable condition	고온 성형 후 냉각하여 시효 처리한다. 고온 성형 이후에 냉간 가공하지 않거나 냉간가공에 의한 경화가 기계적 특성치의 한계를 넘지 않는 곳에 사용한다.
- T3	Solution heat treated, cold worked, and naturally aged to a substantially stable condition.	고용화 열처리 이후에 냉각하면서 자연스럽게 시효 처리한다. 냉간 가공으로 경화시키거나 냉간 가공에 의한 경화가 기계적 특성치의 한계를 넘지 않는곳에 사용한다.
- T4	Solution treated and naturally aged to a substantially stable condition	고용화 열처리 이후에 냉각하면서 자연스럽게 시효 처리한다. 냉간 가공을 실시하지 않거나 냉간 가공에 의한 경화가 기계적 특성치의 한계를 넘지 않는 곳에 사용한다.
- T5	Cooled from an elevated-temperature shaping process and then artificially aged	고온 성형후 냉각하여 인위적으로 시효 처리한다. 냉간 가공하지 않거나 냉간 가공에 의한 경화가 기계적 특성에서 고려되지 않는 곳에 사용한다.
- T6	Solution heat treated and stabilized	고용화 열처리 이후에 냉간 가공을 하지않거나 냉간 가공에 의한 경화가 기계적 특성에서 고려되지 않는 곳에 사용한다.
- T7	Solution heat treated and stabilized	높은 강도 및 특별한 장점을 가지게 하기위해 고용화 열처리 이후에 안정화 열처리 실시
- T8	Solution heat treated, cold worked, and then artificially aged	강도 향상을 위해 냉간 가공하거나, 냉간 가공에 의한 경화가 기계적 특성치의 한계를 넘지 않는 곳에 사용한다.
- T9	Solution heat treated, artificially aged, then cold worked	강도 향상을 위해 냉간 가공을 실시 한다.
- T10	Cooled from an elevated-temperature shaping process, cold worked, and then artificially aged.	강도 향상을 위해 냉간 가공을 실시하거나, 냉간 가공에 의한 경화가 기계적 특성치의 한계를 넘지 않는 곳에 사용한다.

표 2-31 열처리 알루미늄합금의 제조상태와 용도

합금명 / 제조상태	항복강도 Yield Strength (Kgf/mm2)	인장강도 Tensile Strength (Kgf/mm2)	연신율 Elongation thickness (1.6mm %)	Brinell Hardness	전단강도 (Kgf/mm2)	피로강도 (Kgf/mm2)
2014-O -T4,	10	19	-	45	12.5	9
2014-T451-T6	29.5	43.5	-	105	26.5	14
2014-T651	42	49	-	135	29.5	12.5
2017-O	7	18	_	45	12.5	9
2017-T4, T451	28	43.5	-	105	26.5	12.5
2024-O	8	19	20	47	12.5	9
2024-T3	35	49	18	120	29	14
2024-T351,T4	33	48	20	120	29	14
2024-T36	40	50.5	13	130	29.5	12.5
6063-O	5	9	_	25	7	5.5
6063-T1	9	15.5	20	42	10	6.5
6063-T4	9	17.5	22	_	_	_
6063-T5	15	19	12	60	12	7
6063-T6	22	24.5	12	73	15.5	7
6063-T83	24.5	26	9	82	15.5	_
6063-T831	19	21	10	70	12.5	_
6063-T832	27.5	29.5	12	95	19	-
7075-O	10.5	22.5	17	_	15.5	_
7075-T6,T651	47	53.5	11	-	32.5	-

표 2-32 열처리 알루미늄합금의 기계적 특성

자. 기능 개선을 위한 세부 검토

(1) 회로 소모 전력 검토

1. 센서노드는 제한된 에너지를 배터리를 통해 공급받아서 운영하는 형태로서 제한된 에너지를 가지고 효율적으로 운영하여야 최대한 기간 동안 시스템 수명을 유지하기 위한 방안이 강구되어야 한다. 이를 위해서는 구성 부품이 경제적인 에너지 사용을 하는 절전형 부품이어야 하며, 아울러 운영 형태도 에너지 절감형 운영이 이루어져야 한다. 본 검토는 부품이 절전형 부품으로서의 요건을 가지고 있는가 확인하는 것에 목적을 둔다.

2. 주요 부품의 범위는 다음과 같다.

- 마이크로프로세서
- 지자기센서

- Zig-Bee 모듈

- 배터리

3. 마이크로프로세서는 구성부품 중에 운영시간이 제일 많은 부품으로서 에너지 사용도 제일 많은 부품이다. 따라서 마이크로프로세서의 사용 에너지를 최소화하는 것이 필요하며 아울러 에너지를 사용하는 시간도 최소화 시킬 필요가 있는 부품이다.

4. 마이크로프로세서로 선정한 MicroChips 사의 PIC18F16J50의 특징으로 저전력 고속 CMOS Flash Memory를 사용하고 있으며, 전력 관리 모드를 제공하며, 2.5V 전압안정기를 내장하여, Nano Watt 기술을 구현하고 있다.

5. MicroChips 사의 PIC18F16J50의 전기적 특성은 다음과 같다.

28.0 ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Absolute Maximum Ratings(†)

Ambient temperature under bias	-40°C to +100°C
Storage temperature	-65°C to +150°C
Voltage on any digital only I/O pin or $\overline{MCLR}$ with respect to VSS (except VDD)	-0.3V to 6.0V
Voltage on any combined digital and analog pin with respect to VSS (except VDD)	-0.3V to (VDD + 0.3V)
Voltage on VDDCORE with respect to VSS	-0.3V to 2.75V
Voltage on VDD with respect to VSS	-0.3V to 4.0V
Voltage on VUSB with respect to VSS	(VDD – 0.3V) to (VDD + 0.3V)
Total power dissipation **(Note 1)**	1.0W
Maximum current out of VSS pin	300 mA
Maximum current into VDD pin	250 mA
Maximum output current sunk by any PORTB and PORTC I/O pin	25 mA
Maximum output current sunk by any PORTD, PORTE and PORTJ I/O pin	8 mA
Maximum output current sunk by any PORTA, PORTF, PORTG and PORTH I/O pin	2 mA
Maximum output current sourced by any PORTB and PORTC I/O pin	25 mA
Maximum output current sourced by any PORTD, PORTE and PORTJ I/O pin	8 mA
Maximum output current sourced by any PORTA, PORTF, PORTG and PORTH I/O pin	2 mA
Maximum current sunk by all ports	200 mA
Maximum current sourced by all ports	200 mA

Note 1: Power dissipation is calculated as follows:
$Pdis = VDD \times \{IDD - \Sigma IOH\} + \Sigma \{(VDD - VOH) \times IOH\} + \Sigma(VOL \times IOL)$

† **NOTICE:** Stresses above those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at those or any other conditions above those indicated in the operation listings of this specification is not implied. Exposure to maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

그림 2-32 PIC18F87J50 Family 전기적 특성

6. PIC18F65J50은 CPU와 주변기기에 대한 시간관리를 통해 에너지 사용을 절감하는 방법론을 운영하고 있다 Run Mode, Idle Mode 그리고 Sleep Mode를 통해 에너지 사용을 통제 한다.

- Power Management Features:
  - Run: CPU on, peripherals on
  - Idle: CPU off, peripherals on
  - Sleep: CPU off, peripherals off

Mode	OSCCON<7,1:0>		Module Clocking		Available Clock and Oscillator Source
	IDLEN(1)	SCS1:SCS0	CPU	Peripherals	
Sleep	0	N/A	Off	Off	None – All clocks are disabled
PRI_RUN	N/A	00	Clocked	Clocked	Primary clock source (defined by FOSC2:FOSC0); this is the normal full-power execution mode
SEC_RUN	N/A	01	Clocked	Clocked	Secondary – Timer1 oscillator
RC_RUN	N/A	11	Clocked	Clocked	Postscaled internal clock
PRI_IDLE	1	00	Off	Clocked	Primary clock source (defined by FOSC2:FOSC0)
SEC_IDLE	1	01	Off	Clocked	Secondary – Timer1 oscillator
RC_IDLE	1	11	Off	Clocked	Postscaled internal clock

Note 1: IDLEN reflects its value when the SLEEP instruction is executed.

표 2-33 마이크로프로세서의 운영모드 상황

7. MicroChips 사의 PIC18F16J50은 운영모드에 따라서 전력사용량이 다르고 Event 에 따른 대응시간도 상이하여 정확한 전력소모량을 파악하는 것은 용이한 사항이 아니다. 일반적 사용 기준에 의한 추정 소모전력량은 0.8~1W 수준으로 예상된다.

8. 지자기센서는 지자기측정을 담당하는 부품으로서 운영 프로그램에 의해 정해진기능을 수행하게 된다. 주기적인 모니터링은 최적화된 시간 설정에 따라 운영되므로 부품 자체의 에너지 소모가 절전형 부품 인가가 중요 검토 사항 이다.

HMC1043

SPECIFICATIONS

Characteristics	Conditions*	Min	Typ	Max	Units
Bridge Elements					
Supply	Vbridge referenced to GND	1.8	3.0	10	Volts
Resistance	Bridge current = 10mA per bridge measured Vb to Vss	 800 265	 1000 333	 1500 500	 ohms ohms
Operating Temperature	Ambient	-40		125	°C
Storage Temperature	Ambient, unbiased	-55		150	°C
Humidity	Tested at 85°C			85	%
MSL	Moisture Sensitivity Level		3		-
Field Range	Full scale (FS) – total applied field	-6		+6	gauss
Linearity Error	Best fit straight line ± 1 gauss ± 3 gauss ± 6 gauss		 0.1 0.4 1.4		%FS
Hysteresis Error	3 sweeps across ±3 gauss		0.06		%FS
Repeatability Error	3 sweeps across ±3 gauss		0.1		%FS
Bridge Offset	Offset = (OUT+) – (OUT-) Field = 0 gauss after Set pulse	-1.25	±0.5	+1.25	mV/V
Sensitivity	Set/Reset Current = 0.5A	0.8	1.0	1.2	mV/V/gauss
Noise Density	@ 1kHz, Vbridge=5V		50		nV/sqrt Hz
Resolution	50Hz Bandwidth, Vbridge=5V		120		μgauss
Bandwidth	Magnetic signal (lower limit = DC)		5		MHz
Disturbing Field	Sensitivity starts to degrade. Use S/R pulse to restore sensitivity.	20			gauss
Sensitivity Tempco	T_A= -40 to 125°C, Vbridge=5V T_A= -40 to 125°C, Ibridge=5mA	-3700	-3400 -1000	-3100	ppm/°C
Bridge Offset Tempco	T_A= -40 to 125°C, No Set/Reset, ±1 gauss T_A= -40 to 125°C, With Set/Reset		±700 ±10		ppm/°C
Bridge Ohmic Tempco	Vbridge=5V, T_A= -40 to 125°C	2100	2400	2700	ppm/°C
Cross-Axis Effect	Cross field = 1 gauss, Happlied = ±1 gauss		±0.3		%FS
Max. Exposed Field	No perming effect on zero reading			10000	gauss
X,Y, Z sensor Orthogonality	X toY sensors X to Z or Y to Z		0.01 1.5		degree
Set/Reset Straps					
Resistance	Measured from S/R+ to S/R-	1.5	2.5	3	ohms
Current	0.1% duty cycle, or less, 2μsec current pulse	0.8	1.0	8	Amp
Resistance Tempco	T_A= -40 to 125°C	3300	3700	4100	ppm/°C
Offset Straps					
Resistance	Measured from OFF+ to OFF-	10	13	16	ohms
Offset Constant	DC Current Field applied in sensitive direction		10		mA/gauss
Resistance Tempco	T_A= -40 to 125°C	3500	3900	4300	ppm/°C

* Tested at 25°C except stated otherwise.

그림 2-33 HMC1043 기술 사양

9. 지자기센서 HMC1043은 3V의 전원에 Set/Reset를 위해 최대 1A의 전류를 2μs 동안 사용하며, OffSet을 수행하는 경우 최대 60㎃/6Gauss를 사용하는데 통상적으로 Offset 기능을 사용하지 않으므로 Offset 사용 에너지는 무시 한다.

10. 주차면의 점유를 검지하기 위한 프로세스에 대한 정의에 따라 전력사용량은 차이가 발생하므로, 주차환경에 적합한 검지 프로세스의 정립이 요구된다.

11. Zig-Bee 모듈은 센서노드에서 통신을 담당하는 부품으로서 통상 수신대기 상태로 유지하다가 송신 Event가 있는 경우 통신을 수행하는 형태의 운영을 하게 된다.

12. Radiopulse의 MG2470은 수신모드의 경우 16.7㎃의 전류가 필요하고. 0 dBm의 출력일 때는 17.5㎃의 전류가 필요하고, +9.1dBm의 출력일 때는 46.9㎃의 전류가 필요하다. 운영 모드를 Sleep Mode로 절환하면 1.0㎂의 전류만 사용되므로, 운영의 형태에 Sleep Mode를 사용한다면 거의 에너지 사용이 없는 상태도 가능하다.

4.2. Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	MIN	TYP	MAX	Unit
V_{DDIO}	Digital I/O supply voltage (DVDD3V)	1.8	3.0	3.6	V
V_{DDA}	Analog supply voltage on pins 1, 7, 28	1.8	3.0	3.6	V
T_{OP}	Operating temperature range	-40		85	°C

4.3. Digital I/O DC Characteristics

Symbol	Parameter	MIN	TYP	MAX	Unit
V_{DDIO}	I/O supply voltage(DVDD3V)	1.8	3.0	3.6	V
AGND	Chip ground		0		V
V_{IH}	Input high voltage	$0.7\times V_{DDIO}$		4	V
V_{IL}	Input low voltage	-0.3		$0.3\times V_{DDIO}$	V
V_{OH}	Output high voltage	V_{DDIO}-0.2			V
V_{OL}	Output low voltage			0.2	V
R_{PU}	Pull-up Resistance	29		187	kΩ
R_{PD}	Pull-down Resistance	27		190	kΩ

표 2-33 HMC1043 전기 특성

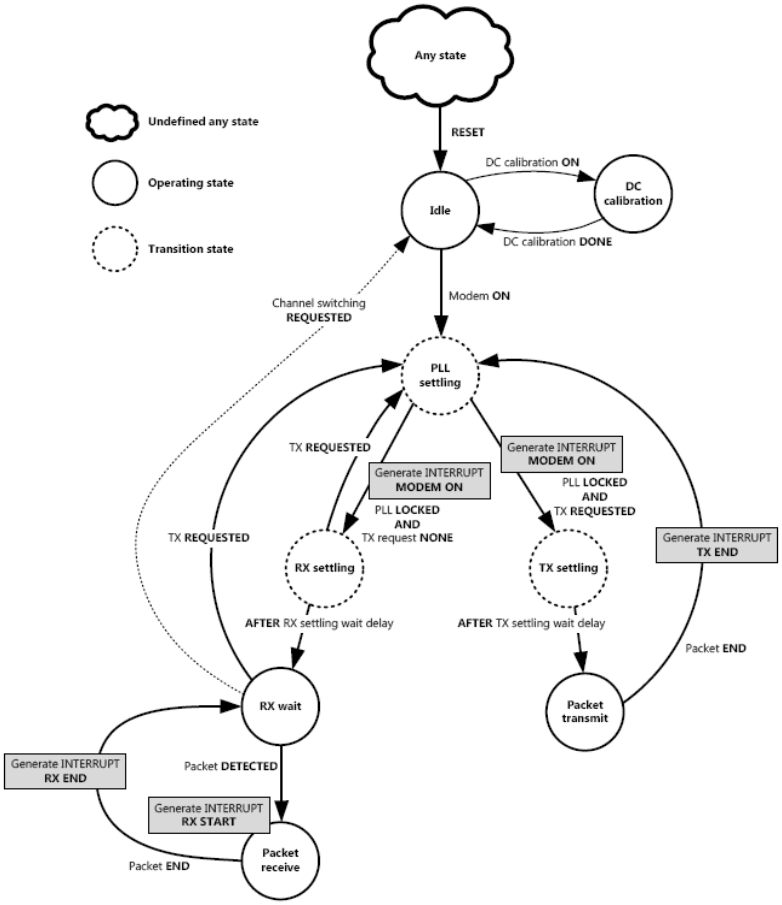


Figure 30. Basic MG2410 State Transition Diagram

그림 2-34 MG2410 운영상태 절체도

4.4. Current Consumption

Test Conditions: T_{OP}=25C, V_{DDA}=V_{DDIO}=3.0V, f_{RF}=2.45GHz, Data rate=250Kbps

Parameter	MIN	TYP	MAX	UNIT	Note
TX Mode				mA	AES, Peripheral, and Temp. Sensor Disabled
@+9.1dBm Output Power		46.9			
@+9dBm Output Power		37.4			
@+8dBm Output Power		29.2			
@+7dBm Output Power		25.8			
@+6dBm Output Power		24.0			
@+5dBm Output Power		23.4			
@+4dBm Output Power		22.0			
@+3dBm Output Power		20.6			
@+2dBm Output Power		19.5			
@+1dBm Output Power		17.5			
@ 0dBm Output Power		17.5			
RX Mode		16.7		mA	AES, Peripheral, and Temp. Sensor Disabled
Deep Sleep Mode			1.0	μA	DVREGEN=0
Analog Temperature Sensor		0.06		mA	Current increase at using it

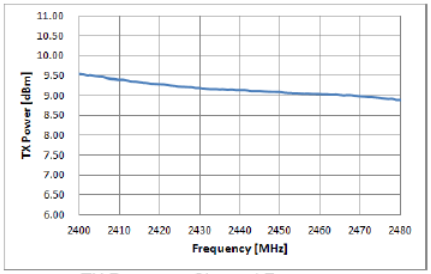
표 2-34 MG2410 운영상태별 전류소모

13. 상기 자료에서 보듯이 송신의 경우에는 출력에 따라 전류 소모가 거의 3배의 차이가 발생하므로 에너지 절전 형태인 0 dBm의 출력을 사용하는 것이 바람직 하다.

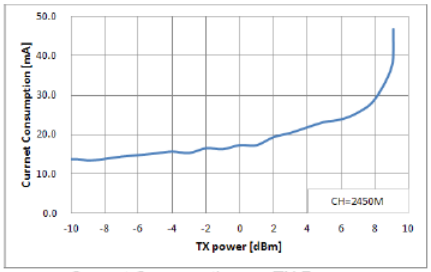
14.상기 표에 따른 전류 소모량에 대한 자료에는 시간 개념이 없는데, 주차면의 점유 검지 Event에 따른 송신 자료의 길이는 64 Byte 미만의 자료로서 256KBps의 속도로 전송하는 경우 2㎳ 시간 동안에 전송이 완료되므로 제일 큰 전류를 사용하는 송신에 대한 부담을 줄일 수 있다고 사료된다.

4.10. Typical Performance Curves

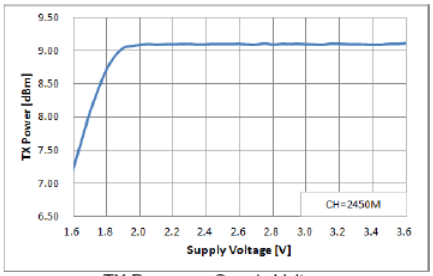
T_{OP}=25°C, VDD=3.0V, and fc=2450MHz, unless otherwise noted. All parameters measured on 2-layer reference design.



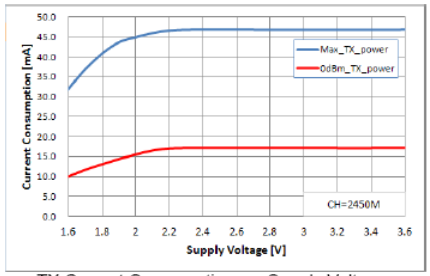
TX Power vs. Channel Frequency



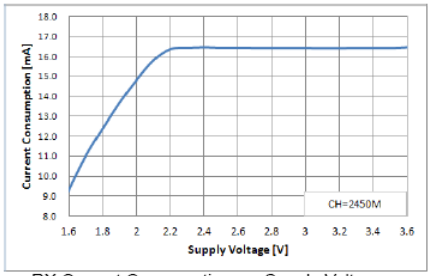
Current Consumption vs. TX Power



TX Power vs. Supply Voltage



TX Current Consumption vs. Supply Voltage



RX Current Consumption vs. Supply Voltage

그림 2-35 MG2410 공급전압 대 전류소모

15. 배터리는 에너지의 공급원인 동시에 에너지를 소모하는 부품이기도 하다. 이는 운영 환경 중에 하나인 온도 여건에 의해 자가 방전이라는 형태로 전류 소모가 발생한다.

모델: SB-C02

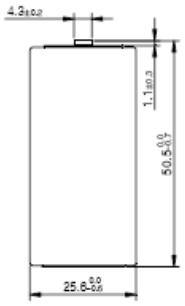
사양

공칭 전압	3.6V
공칭 용량 (at 4㎃, 20℃, 2.0V cut off)	8.5Ah
최대 연속 방전전류 (스펙 초과 전류 사용 시 당사에 문의바람)	80mA
최대 펄스 방전전류	180mA
중량	51.0g
사용온도 범위	-55 ~ 85℃

주요 특성

- 높고 안정한 작동전압
- 낮은 자가 방전율 (상온 20℃ 저장 시 년 1% 미만)
- 보빈 타입
- 불연성 무기 전해액
- GTM(glass-to-metal) 밀봉 구조
- UL 인증 (파일넘버 MH18384)
- RoHS

도면

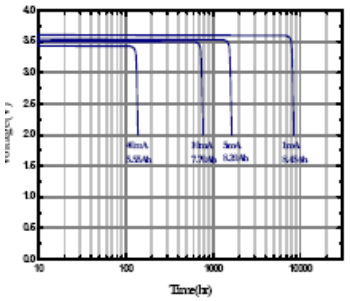


단자방식

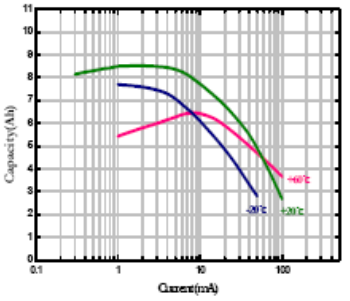
TC ST AX 그 외 요청에 따라 적용 가능

※ 최대 펄스 방전 전류는 상온 20℃ 조건에서 3.0V 이상의 작동전압을 나타내는 최대 펄스 특성임.
(펄스 시간: 0.1s, 펄스 주기: 2분, 기본전류: 10μA)
단, 사용 환경 조건(사용 기간, 온도…)에 따라 Li/SOCl2 전지의 부동태 피막(passivation film) 특성이 다를 수 있으며, 이에 따라 상기 사양과 다를 수 있음. 따라서, 전지 검토 시 당사에 문의하기를 권장함.

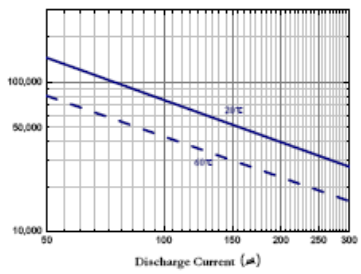
상온 연속 방전(at 20℃)



방전 전류에 따른 용량



저전류 방전에 따른 전지 수명



※ 본 데이터는 고객이 대략적인 전지수명을 참고할 수 있도록 공칭용량 및 자가방전을 기초로 예측된 자료임. 그러나, 실 사용의 다양한 환경에서의 수명 예측을 위해서는 당사에 기술검토가 반드시 필요함.

주의사항

화재, 폭발과 화상 발생 우려됨. 충전, 압착, 해체, 212°F(100℃) 온도 이상에서 가열, 소각 혹은 물에 노출시키면 안됩니다. 전지를 어린이의 손이 미치지 않는 곳에 보관하고, 사용 준비될 때까지 원래의 포장 안에 넣어 두십시오. 사용한 전지는 적절하게 처리할 것.

*상기의 정보는 단지 일반적인 기준 사양서이기 때문에 실 사용 조건에서의 사양 보증을 의미하지는 않음.

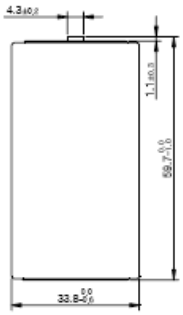
※ 당사 제품의 개선에 따라 상기 스펙은 변경될 수 있음.

Vitzrocell product data catalogue 9

그림 2-36 SB-C02 전기특성

모델: SB-D02

도면



사양

공칭 전압	3.6V
공칭 용량 (at 6mA, 20℃, 2.0V cut off)	19.0Ah
최대 연속 방전전류 (스펙 초과 전류 사용 시 당사에 문의바람)	100mA
최대 펄스 방전전류	250mA
중량	100.0g
사용온도 범위	-55 ~ 85℃

주요 특성

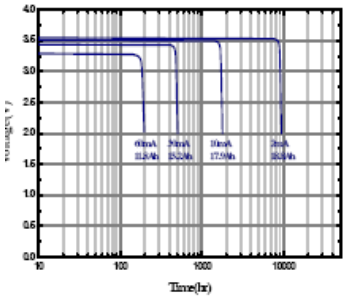
- 높고 안정한 작동전압
- 낮은 자가 방전율 (상온 20°C 저장 시 년 1% 미만)
- 보빈 타입
- 불연성 무기 전해액
- GTM(glass-to-metal) 밀봉 구조
- UL 인증 (파일넘버 MH18384)
- RoHS

단자방식

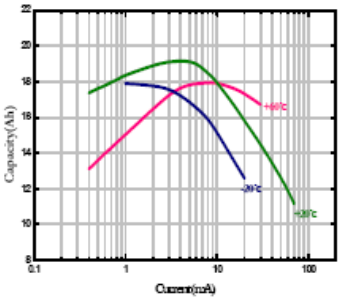
TC ST AX 그 외 요청에 따라 적용 가능

※ 최대 펄스 방전 전류는 상온 20℃ 조건에서 3.0V 이상의 작동전압을 나타내는 최대 펄스 특성임.
(펄스 시간: 0.1s, 펄스 주기: 2분, 기본전류: 10μA)
단, 사용 환경 조건(사용 기간, 온도…)에 따라 Li/SOCl2 전지의 부동태 피막(passivation film) 특성이 다를 수 있으며, 이에 따라 상기 사양과 다를 수 있음. 따라서, 전지 검토 시 당사에 문의하기를 권장함.

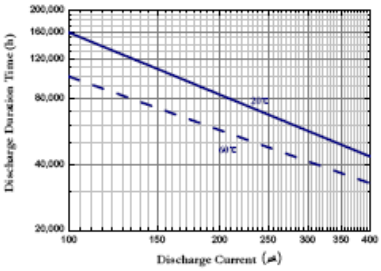
상온 연속 방전(at 20℃)



방전 전류에 따른 용량



저전류 방전에 따른 전지 수명



※ 본 데이터는 고객이 대략적인 전지수명을 참고할 수 있도록 공칭용량 및 자가방전율 기초로 예측된 자료임. 그러나, 실 사용의 다양한 환경에서의 수명 예측을 위해서는 당사에 기술검토가 반드시 필요함.

주의사항

회재, 폭발과 화상 발생 우려됨. 충전, 압착, 해체, 212°F(100℃) 온도 이상에서 가열, 소각 혹은 물에 노출시키면 안됩니다. 전지를 어린이의 손이 미치지 않는 곳에 보관하고, 사용 준비될 때까지 원래의 포장 안에 넣어 두십시오. 사용한 전지는 적절하게 처리할 것.

*상기의 정보는 단지 일반적인 기준 사양서이기 때문에 실 사용 조건에서의 사양 보증을 의미하지는 않음.

※ 당사 제품의 개선에 따라 상기 스펙은 변경될 수 있음.

Vitzrocell product data catalogue 10

그림 2-37 SB-D02 전기특성

13. 비츠로셀의 SB-C02의 경우 상온 20℃의 환경 하에서 1년 동안 용량의 1% 정도가 자가 방전되며, SB-D02의 경우도 동일한 것으로 카다로그에 기재되어 있다. 따라서 자가 방전으로 인한 에너지 소모를 최소화 하기 위해서는 운영 온도에 대한 고려가 필요 하며, 가능하면 온도가 저하되는 현상을 억제한다면 성능 유지에 도움이 된

다고 사료 된다.

(2) 부품 열 내구성 검토

1. 센서노드는 주차장 바닥에 매립되어 24시간 365일 운영되는 가혹 환경에 노출되는 악조건을 가지고 있다. 이와 같은 환경 하에서 시스템의 안정적 운영을 위해 외부로부터 유입되는 열을 최대한 외부로 방출시키거나 차단하는 역할은 함체가 감당할 부분이나 함체가 감당 못하는 부분에 대해서는 회로를 구성하는 부품이 감내하여야 하는 문제 이다. 이에 회로에 사용되는 주요 부품에 대한 열 내구성 검토가 필요하다.

2. 부품 선정에 있어 주요 검토 사항으로 거론되는 사항은 다음과 같다.

- 부품의 운영 온도 범위
- 부품의 전력사용량

3. 주요 부품의 범위는 다음과 같다.

- 마이크로프로세서
- 지자기센서
- Zig-Bee 모듈
- 배터리

4. 센서노드가 운영되는 환경에서 하절기의 최고 노출 온도는 60 ± 5 ℃ 정도로 알려져 있다. 따라서 함체 내부의 온도도 이 정도의 온도가 유지된다는 상황 가정하에 검토 한다.

5. 마이크로프로세서는 센서노드의 두뇌 역할을 담당하는 부품이며, 열 발생도 제일 많은 부품이다. MicroChips 사가 공급하는 제품의 운영 허용 온도는 -40℃ ~

+85℃(Industrial) 로서 동절기 및 하절기에 함체 내에 형성될 온도 조건을 수용한다고 판단 된다.

28.0 ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Absolute Maximum Ratings(†)

Ambient temperature under bias	-40°C to +100°C
Storage temperature	-65°C to +150°C
Voltage on any digital only I/O pin or $\overline{MCLR}$ with respect to VSS (except VDD)	-0.3V to 6.0V
Voltage on any combined digital and analog pin with respect to VSS (except VDD)	-0.3V to (VDD + 0.3V)
Voltage on VDDCORE with respect to VSS	-0.3V to 2.75V
Voltage on VDD with respect to VSS	-0.3V to 4.0V
Voltage on VUSB with respect to VSS	(VDD – 0.3V) to (VDD + 0.3V)
Total power dissipation **(Note 1)**	1.0W
Maximum current out of VSS pin	300 mA
Maximum current into VDD pin	250 mA
Maximum output current sunk by any PORTB and PORTC I/O pin	25 mA
Maximum output current sunk by any PORTD, PORTE and PORTJ I/O pin	8 mA
Maximum output current sunk by any PORTA, PORTF, PORTG and PORTH I/O pin	2 mA
Maximum output current sourced by any PORTB and PORTC I/O pin	25 mA
Maximum output current sourced by any PORTD, PORTE and PORTJ I/O pin	8 mA
Maximum output current sourced by any PORTA, PORTF, PORTG and PORTH I/O pin	2 mA
Maximum current sunk by all ports	200 mA
Maximum current sourced by all ports	200 mA

Note 1: Power dissipation is calculated as follows:
$P_{dis} = V_{DD} \times \{I_{DD} - \Sigma I_{OH}\} + \Sigma \{(V_{DD} - V_{OH}) \times I_{OH}\} + \Sigma(V_{OL} \times I_{OL})$

† **NOTICE:** Stresses above those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at those or any other conditions above those indicated in the operation listings of this specification is not implied. Exposure to maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

그림 2-38 PIC18F87J50 Family 전기특성

6. 지자기센서는 센서노드의 감각 장치이며, 온도에 의한 영향도 받는 부품이므로 함체 내부 온도와 기능의 연관성이 깊다. 제품 공급사인 Honeywell의 제품 카다로그에 의하면 제품의 운영 허용 온도는 −40℃ ~ +125℃ 로서 동절기 및 하절기에 함체 내에 형성될 온도 조건을 수용한다고 판단 된다.

HMC1043

SPECIFICATIONS

Characteristics	Conditions*	Min	Typ	Max	Units
Bridge Elements					
Supply	Vbridge referenced to GND	1.8	3.0	10	Volts
Resistance	Bridge current = 10mA per bridge measured Vb to Vss	 800 265	 1000 333	 1500 500	 ohms ohms
Operating Temperature	Ambient	-40		125	°C
Storage Temperature	Ambient, unbiased	-55		150	°C
Humidity	Tested at 85°C			85	%
MSL	Moisture Sensitivity Level		3		-
Field Range	Full scale (FS) – total applied field	-6		+6	gauss
Linearity Error	Best fit straight line ± 1 gauss ± 3 gauss ± 6 gauss		 0.1 0.4 1.4		%FS
Hysteresis Error	3 sweeps across ±3 gauss		0.06		%FS
Repeatability Error	3 sweeps across ±3 gauss		0.1		%FS
Bridge Offset	Offset = (OUT+) – (OUT-) Field = 0 gauss after Set pulse	-1.25	±0.5	+1.25	mV/V
Sensitivity	Set/Reset Current = 0.5A	0.8	1.0	1.2	mV/V/gauss
Noise Density	@ 1kHz, Vbridge=5V		50		nV/sqrt Hz
Resolution	50Hz Bandwidth, Vbridge=5V		120		μgauss
Bandwidth	Magnetic signal (lower limit = DC)		5		MHz
Disturbing Field	Sensitivity starts to degrade. Use S/R pulse to restore sensitivity.	20			gauss
Sensitivity Tempco	T_A= -40 to 125°C, Vbridge=5V T_A= -40 to 125°C, Ibridge=5mA	-3700	-3400 -1000	-3100	ppm/°C
Bridge Offset Tempco	T_A= -40 to 125°C, No Set/Reset, ±1 gauss T_A= -40 to 125°C, With Set/Reset		±700 ±10		ppm/°C
Bridge Ohmic Tempco	Vbridge=5V, T_A= -40 to 125°C	2100	2400	2700	ppm/°C
Cross-Axis Effect	Cross field = 1 gauss, Happlied = ±1 gauss		±0.3		%FS
Max. Exposed Field	No perming effect on zero reading			10000	gauss
X,Y, Z sensor Orthogonality	X toY sensors X to Z or Y to Z		0.01 1.5		degree
Set/Reset Straps					
Resistance	Measured from S/R+ to S/R-	1.5	2.5	3	ohms
Current	0.1% duty cycle, or less, 2μsec current pulse	0.8	1.0	8	Amp
Resistance Tempco	T_A= -40 to 125°C	3300	3700	4100	ppm/°C
Offset Straps					
Resistance	Measured from OFF+ to OFF-	10	13	16	ohms
Offset Constant	DC Current Field applied in sensitive direction		10		mA/gauss
Resistance Tempco	T_A= -40 to 125°C	3500	3900	4300	ppm/°C

* Tested at 25°C except stated otherwise.

표 2-35 HMC1043 온도특성

7. Zig-Bee 모듈은 센서노드의 통신을 담당하는 부품으로서 제품 공급사인 Radiopulse 사의 제품 카다로그에 의하면 제품의 운영 허용 온도는 -40℃ ~ +85℃로서 동절기 및 하절기에 함체 내에 형성될 온도 조건을 수용한다고 판단 된다.

5. ELECTRICAL CHARACTERISTICS

5.1. Absolute Maximum Ratings

Parameter		Min.	Max	Unit	
Supply Voltage(AVDD3V1,AVDD3V2 ,DVDD3V1,DVDD3V2)		-0.3	3.6	V	All supply pins must have the same voltage.
Core voltage(ADCOUPL1,ADCOU PL2,ADCOUPL3,AVDD18V,D VDD1,DVDD2,DXOSC18V)		-0.3	2	V	
Storage Temperature		-40	85	℃	
ESD	HBM		2	kV	All pads, according to human-body model(JEDEC STD 22)
	CDM		500	V	According to charged-device model(JEDEC STD 22)

Exceeding one or more of these ratings may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and the functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "ELECTRICAL SPECIFICATIONS" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

NOTE: These values were obtained under worst-case test conditions specially prepared for the MG2470 and these conditions are not sustained in normal operation environment.

CAUTION: *ESD sensitive device. Precaution should be used when handling the device to prevent permanent damage.*

5.2. Recommended Operating Conditions

Parameter	MIN	MAX	UNIT
Operating ambient temperature range, T_{OP}	-40	85	℃
Operating supply voltage, VDD (AVDD3V1,AVDD3V2,DVDD3V1,DVDD3V2)	2	3.6	V
Voltage on any digital pin	-0.3	VDD	V

표 2-36 MG2410 온도 특성

8. 배터리는 센서노드의 동력을 담당하는 부품으로서 제품 공급사인 비츠로셀 사의 제품 카다로그에 의하면 SB-C02와 SB-D02 제품의 운영 허용 온도는 -55℃ ~ +85℃ 로서 동절기 및 하절기에 함체 내에 형성될 온도 조건을 수용한다고 판단 된다.

모델: SB-C02

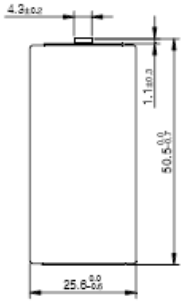
사양

공칭 전압	3.6V
공칭 용량 (at 4㎃, 20℃, 2.0V cut off)	8.5Ah
최대 연속 방전전류 (스펙 초과 전류 사용 시 당사에 문의바람)	80mA
최대 펄스 방전전류	180mA
중량	51.0g
사용온도 범위	-55 ~ 85℃

주요 특성

- 높고 안정한 작동전압
- 낮은 자가 방전율 (상온 20℃ 저장 시 년 1% 미만)
- 보빈 타입
- 불연성 무기 전해액
- GTM(glass-to-metal) 밀봉 구조
- UL 인증 (파일넘버 MH18384)
- RoHS

도면

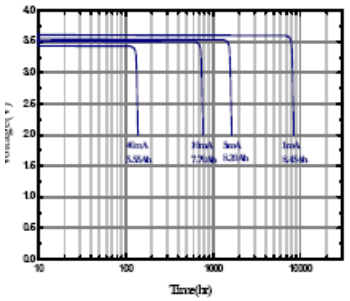


단자방식

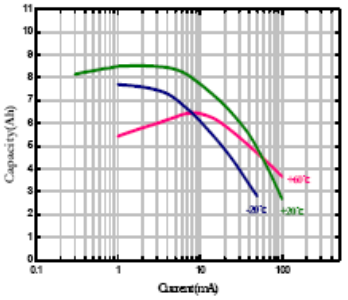
TC ST AX 그 외 요청에 따라 적용 가능

※ 최대 펄스 방전 전류는 상온 20℃ 조건에서 3.0V 이상의 작동전압을 나타내는 최대 펄스 특성임.
(펄스 시간: 0.1s, 펄스 주기: 2분, 기본전류: 10μA)
단, 사용 환경 조건(사용 기간, 온도…)에 따라 Li/SOCl2 전지의 부동태 피막(passivation film) 특성이 다를 수 있으며, 이에 따라 상기 사양과 다를 수 있음. 따라서, 전지 검토 시 당사에 문의하기를 권장함.

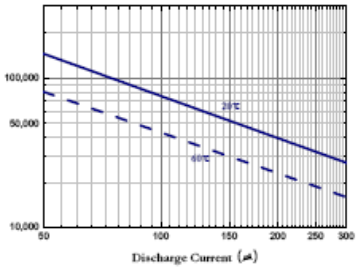
상온 연속 방전(at 20℃)



방전 전류에 따른 용량



저전류 방전에 따른 전지 수명



※ 본 데이터는 고객이 대략적인 전지수명을 참고할 수 있도록 공칭용량 및 자가방전을 기초로 예측된 자료임. 그러나, 실 사용의 다양한 환경에서의 수명 예측을 위해서는 당사에 기술검토가 반드시 필요함.

주의사항

화재, 폭발과 화상 발생 우려됨. 충전, 압착, 해체, 212°F(100℃) 온도 이상에서 가열, 소각 혹은 물에 노출시키면 안됩니다. 전지를 어린이의 손이 미치지 않는 곳에 보관하고, 사용 준비될 때까지 원래의 포장 안에 넣어 두십시오. 사용한 전지는 적절하게 처리할 것.

*상기의 정보는 단지 일반적인 기준 사양서이기 때문에 실 사용 조건에서의 사양 보증을 의미하지는 않음.

※ 당사 제품의 개선에 따라 상기 스펙은 변경될 수 있음.

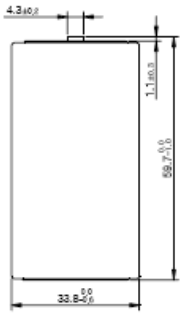
그림 2-39 SB-C02 온도특성

모델: SB-D02

도면

사양

공칭 전압	3.6V
공칭 용량 (at 6㎃, 20℃, 2.0V cut off)	19.0Ah
최대 연속 방전전류 (스펙 초과 전류 사용 시 당사에 문의바람)	100mA
최대 펄스 방전전류	250mA
중량	100.0g
사용온도 범위	-55 ~ 85℃



주요 특성

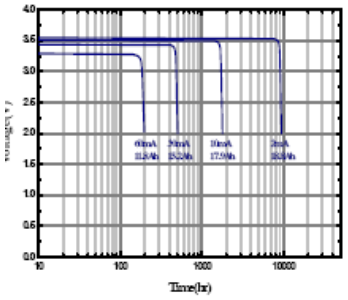
- 높고 안정한 작동전압
- 낮은 자가 방전율 (상온 20°C 저장 시 년 1% 미만)
- 보빈 타입
- 불연성 무기 전해액
- GTM(glass-to-metal) 밀봉 구조
- UL 인증 (파일넘버 MH18384)
- RoHS

단자방식

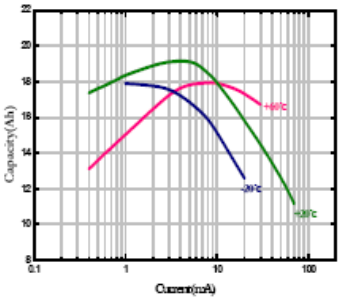
TC ST AX 그 외 요청에 따라 적용 가능

※ 최대 펄스 방전 전류는 상온 20℃ 조건에서 3.0V 이상의 작동전압을 나타내는 최대 펄스 특성임.
(펄스 시간: 0.1s, 펄스 주기: 2분, 기본전류: 10μA)
단, 사용 환경 조건(사용 기간, 온도…)에 따라 Li/SOCl2 전지의 부동태 피막(passivation film) 특성이 다를 수 있으며, 이에 따라 상기 사양과 다를 수 있음. 따라서, 전지 검토 시 당사에 문의하기를 권장함.

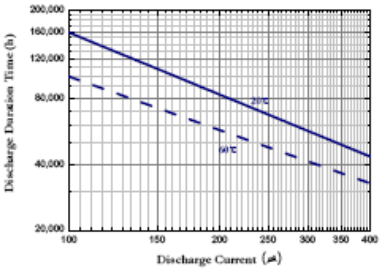
상온 연속 방전(at 20℃)



방전 전류에 따른 용량



저전류 방전에 따른 전지 수명



※ 본 데이터는 고객이 대략적인 전지수명을 참고할 수 있도록 공칭용량 및 자가방전율 기초로 예측된 자료임. 그러나, 실 사용의 다양한 환경에서의 수명 예측을 위해서는 당사에 기술검토가 반드시 필요함.

주의사항

회재, 폭발과 화상 발생 우려됨. 충전, 압착, 해체, 212°F(100℃) 온도 이상에서 가열, 소각 혹은 물에 노출시키면 안됩니다. 전지를 어린이의 손이 미치지 않는 곳에 보관하고, 사용 준비될 때까지 원래의 포장 안에 넣어 두십시오. 사용한 전지는 적절하게 처리할 것.

*상기의 정보는 단지 일반적인 기준 사양서이기 때문에 실 사용 조건에서의 사양 보증을 의미하지는 않음.

※ 당사 제품의 개선에 따라 상기 스펙은 변경될 수 있음.

Vitzrocell product data catalogue 10

그림 2-40 SB-D02 온도특성

9. 부품의 Data Sheet에 의한 열 내구성 검토는 제조사의 의견 내지는 제품 설계에 의한 품질 보증 사항이므로, 본 자료에 의한 검토 이외에 향후 시제품 제작 이후 환경 챔버를 이용한 시험을 통해 추가 검토를 진행할 계획 이다.

(3) 통신 거리 개선 검토

1. 센서노드와 통신중계장치 간의 통신을 Zig-Bee를 사용하기로 결정하였는데, 실제 주차장 환경 하에서 적정 거리의 통신을 보장하는 지는 실제 현장에 투입하지 않고서는 알 수 없다. 더욱이 설치 환경이 RF 통신 환경으로서 저해 요소를 가지고 있다면 안정된 통신이 수행을 보장 받기는 힘든 상황 일 것 이다. 이에 현장 투입 이전에 Zig-Bee 통신에 대한 이해 증진과 실제 현장 환경에서 보다 나은 통신을 확보하기 위해 본 검토를 진행 한다.

2. 통신에 있어 주요한 사항들로는 통신 모듈의 통신 출력, 통신 모듈이 생성한 신호를 적절히 송신하고 수신하는 안테나 그리고 시스템 구성 환경에 있어 저해 요소가 있는지 사전에 파악하는 것이 중점 검토 사항이다.

3. 우선적으로 Zig-Bee 통신에 대해서 알아보면 Zig-Beed 통신에 대표적으로 사용하는 주파수는 2.4GHz 영역대 주파수로서 그 일반적인 전달특성은 직접파와 반사파에 의존하며 회절에 의한 전파 전송이 잘 안 되는 특성이 있다.
다음은 2.4GHz 대역 Zig-bee 모듈의 RF 규격이다.

변조방식 : DSSS/O-QPSK

사용주파수 : 2400 ~ 2483.5MHz

최대송신속도 : 250Kbps

최대출력파워 : 10dBm

최저수신감도 : -94dBm

채널 수 : 16

채널간격 : 5MHz

4. 통상적인 Zig-Bee 출력은 0dBm이며, 전파법규상 최대 10dBm까지 증폭이 가능하다. 그러나 제한된 에너지 원으로서 배터리를 사용하는 관계로 출력은 0dBm으로 운영한다.

5. 선정된 Radiopulse사의 MG-2470은 ISM 밴드인 2.4GHz 대역에서 16개의 통신 채널을 지원하며, 이 칩은 +9.1dBm의 송신출력, 250Kbps의 데이터 전송속도, -97dBm 수신감도, 수신모드 시 16.7mA의 전류를 소모한다. 네트워크 구성 시간이 30mS 정도로 빠르고, 데이터 처리에 소요되는 지연 시간이 매우 짧으며, 빠른 웨이크업(wake-up) 및 네트워크 접속, 단일 네트워크에 수용할 수 있는 노드 수는 256개 까지 지원한다.

6. 송 수신부의 특성은 다음과 같다.

4.5.1. Chip Rate of 2Mcps (RF Bandwidth: 2MHz)

Test Conditions: T_{OP}=25C, V_{DDA}=V_{DDIO}=3.0V, f_{RF}=2.45GHz

Parameter	MIN	TYP	MAX	UNIT	Note
RF Frequency Range (Center Frequency)	2405		2480	MHz	
Maximum Input Level 1500 kbps 1000 kbps 250 kbps 125 kbps 62.5 kbps 31.25 kbps		 -9 -5 -1 0 > 3 > 3		dBm	PER≤1% Packet length of 20-byte
Spurious Radiation 30-1000 MHz 1-12.75 GHz			 -60 -60	dBm	Compiles with EN 300 328, EN 300 400, FCC, and ARIB STD-T66.
Received RF Bandwidth (Chip Rate)		2		MHz	
Channel Spacing		5		MHz	Compiles with IEEE 802.15.4
Receiver Sensitivity 1500 kbps 1000 kbps 250 kbps 125 kbps 62.5 kbps 31.25 kbps		 -81 -92 -97 -99 -101 -103		dBm	PER≤1% Packet length of 20-byte
Adjacent Channel Rejection +5MHz -5MHz		 29 29		dB	250kbps, 20-byte P_{RF} = sensitivity+3
Alternate Channel Rejection +10MHz -10MHz		 52 53		dB	250kbps, 20-byte P_{RF} = sensitivity+3
Others Channel Rejection ≥ +15MHz ≥ -15MHz		 58 62		dB	250kbps, 20-byte P_{RF} = sensitivity+3
Co-channel Rejection		-7.2		dB	250kbps, 20-byte
Blocking/desensitization -250MHz -100MHz -50MHz +50MHz +100MHz +250MHz		 -27 -25 -25 -28 -25 -24		dBm	250kbps, 20-byte P_{RF} = sensitivity+3

표 2-37 수신부 통신속도에 따른 전파특성

4.6.1. Chip Rate of 2Mcps (RF Bandwidth: 2MHz)

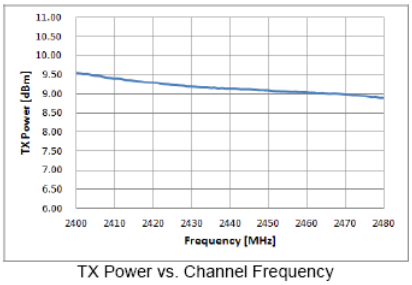
Test Conditions: T_{OP}=25C, V_{DDA}=V_{DDIO}=3.0V, f_{RF}=2.45GHz

Parameter	MIN	TYP	MAX	UNIT	Note
Transmit Chip Rate		2		Mcps	
TX Output Power		9.1		dBm	Using the recommended matching circuit
Error Vector Magnitude (EVM)		6.0		%	
Harmonics 2nd harmonic 3rd harmonic		 -54 -40		dBm	Using the recommended matching circuit
Spurious Emission 30Hz~1GHz 1GHz~2.5GHz 2.5GHz~12.7GHz 5.15~5.3GHz		 -39	 -60 -60 -60	dBm	Complies with EN 300 440, FCC, and ARIB STD-T66.

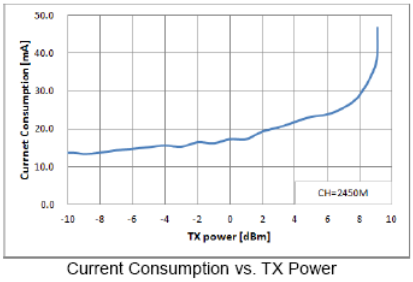
표 2-38 송신부 통신속도에 따른 전파특성

4.10. Typical Performance Curves

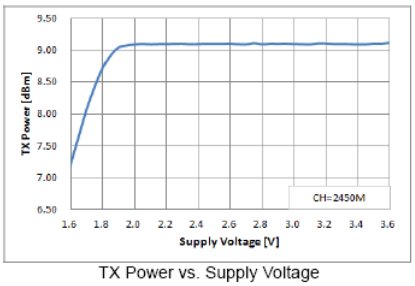
T_{OP}=25℃, VDD=3.0V, and fc=2450MHz, unless otherwise noted. All parameters measured on 2-layer reference design.



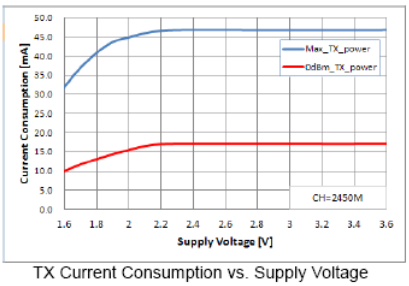
TX Power vs. Channel Frequency



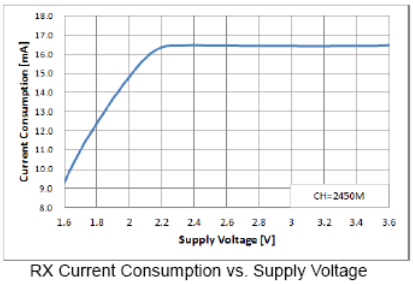
Current Consumption vs. TX Power



TX Power vs. Supply Voltage



TX Current Consumption vs. Supply Voltage



RX Current Consumption vs. Supply Voltage

그림 2-40 전형적인 통신 수행에 따른 상태곡선

7. 선정된 Radiopulse사의 MG-2470은 Received Signal Strength Indicator (RSSI)를 운영하여, 수신된 신호의 에너지 레벨을 관리하여 RF 채널의 에너지 레벨을 안테나에 유지시켜 수신감도를 조정하는 기능을 지원하고 있다.

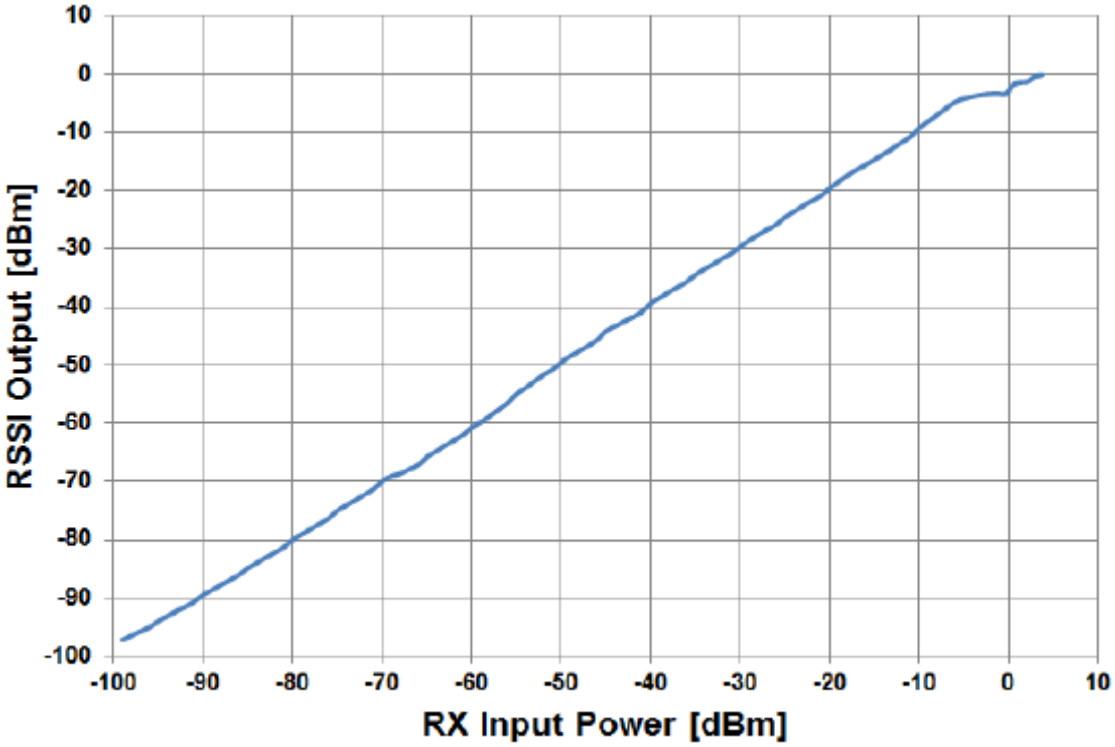


Figure 11. Typical RSSI value vs. RX input power for 250kbps.

그림 2-41 통신속도 250KBps의 경우 RSSI vs RX 입력전압

8. Radiopulse사는 안테나에 대해서도 사용자 선택의 폭을 가지고 있는데 그 종류는 다음과 같다.

안테나타입	통신거리	어플리케이션적용대상	비고
Pattern 안테나	~30m	PC 주변기기, 리모콘	Matching 회로필요
Chip 안테나	~100m	가전기기, 홈네크워크장치	Matching 회로필요
Dipole 안테나	~1000m	AMR(자동검침장치),가로등 제어	

표 2-39 공급자 권장 안테나 종류

9. 패턴안테나는 통신거리가 짧고, 안테나 부착공간이 극히 협소할 경우(제품)에 사용될 수 있다. 작은 공간을 활용할 수 있는 장점이 있는 반면 PCB 재질 이나 두께 또는 동판 두께 등에 따라 특성이 변하기 때문에 길이를 튜닝해야 하는 단점이 있다.

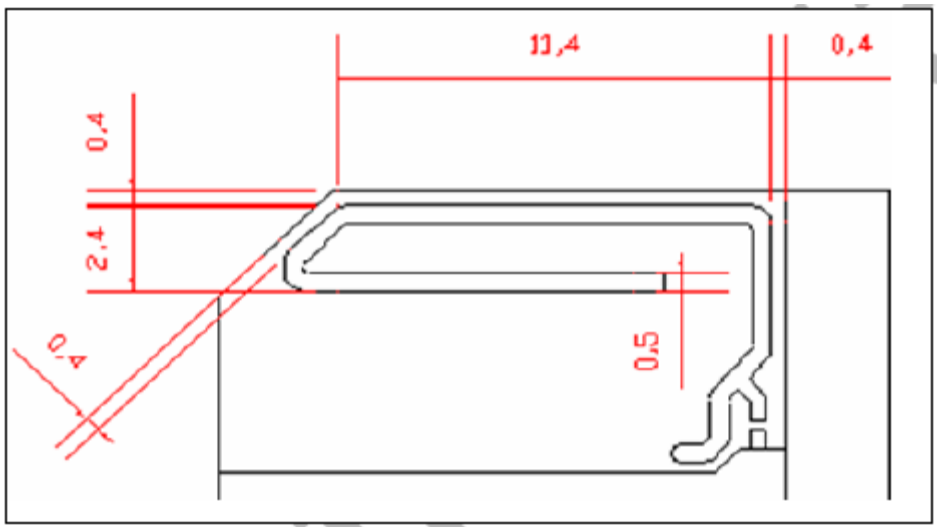


그림 2-42 패턴 안테나

10. 칩안테나에 대해서 Radiopulse사는 다음의 안테나를 추천하고 있다.

		
Amotech Chip Antenna	GigaAnt Chip Antenna	Winizen Chip Antenna

일반적으로 칩안테나는 2.4GHz 대역의 공진주파수가 없으므로, 50Ω 임피던스와 공진을 맞추기 위한 튜닝 작업이 필요하다. 임피던스 매칭을 위해서 다음 그림과 같은 파이 형태의 매칭 회로가 필요하다.

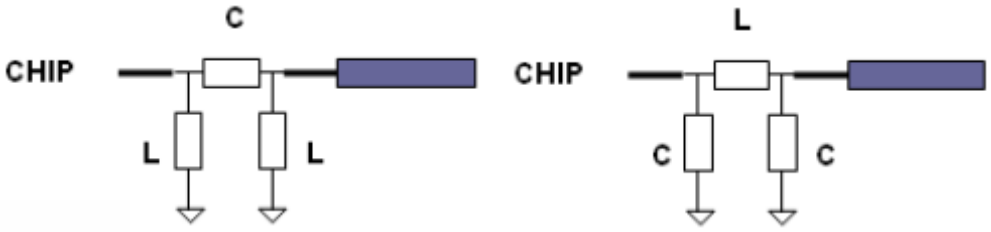


그림 2-43 안테나 매칭 회로

11. 다이폴안테나는 레이디오펄스에서는 MG2470 기반의 모듈에 적용되는 안테나로 아래와 같은 두 종류의 다이폴안테나를 추천하고 있다



5.2dBi 다이폴 안테나



6.4dBi 다이폴 안테나

레이디오펄스에서는 안테나 쪽에 다음 그림과 같은 RF 매칭 회로를 사용할 것을 추천하고 있다.

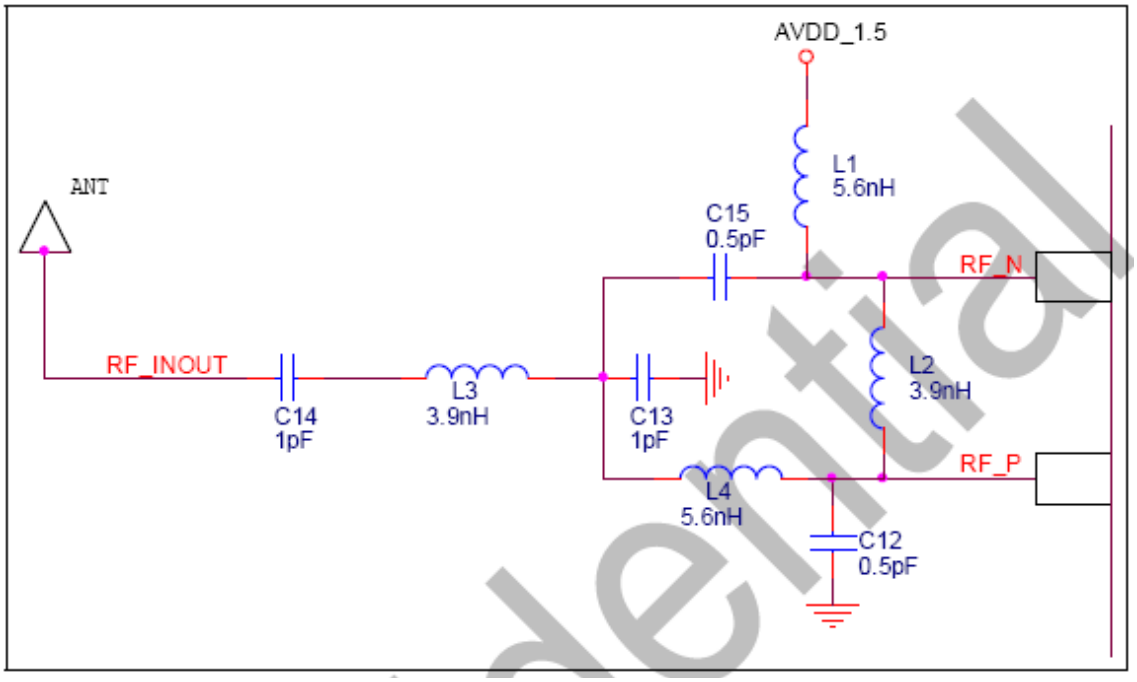


그림 2-44 안테나 RF측 매칭 회로

12. 안테나의 선택에 있어 Pattern 안테나와 칩 안테나가 유사한 특성을 가지고 있는 것으로 보이나 우선적으로는 칩 안테나를 채용하되, 현장 상황에서 통신 거리 미비의 문제점이 발생한다면, 송신 출력의 조정 또는 Mini 다이폴 안테나를 적용하는 방안을 복안으로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

13. 센서노드가 갖는 RF환경으로는 함체의 재질을 고려 대상으로 본다. 현재 센서노드 함체의 재질로 검토되고 있는 알루미늄 합금과 폴카보네이트에 있어서 해당 재질이 전파 방사에 영향을 주는지 확인할 필요가 있다.

14. 함체의 구성 요소에 있어 함체의 뚜껑의 재질은 전파 방사에 있어 영향을 주는 요인이 되어서는 아니된다. 전파가 함체 내에서 방사되어 나아가기 위해서는 방해 요인이 제거되어야 한다. 알루미늄은 전자파에 대한 반사성을 가지고 있으므로 뚜껑의 재질로 사용하는 경우 상당한 전파의 반사를 통해 통신 거리에 악 영향을 준다고 판단된다. 이에 뚜껑의 재질로는 폴리카보네이트가 전파 방사에 영향을 주지 않으면서 수직하중을 감당하는 물질로서 적합하다고 판단되며, 아울러 알루미늄 합금 재질의 몸통은 내부 방사된 전파를 반사하는 효과가 있을 것으로 사료되어, 통신 거리 연장에 도움이 될 것으로 사료된다.

15. IEEE 802.15.4로도 알려진 Zig-bee는 무선 디바이스간 낮은 전력, 단거리 통신을 위해 설계된 통신 표준이다. Zig-bee 표준의 한 가지 흥미로운 점은 디바이스가 자가 구성 및 자가 치료 ad hoc 또는 메시 네트워크를 구축할 수 있도록 설계되었다는 점 이다. Zig-bee 사양이 원격 무선 센서에 이상적인 이유 중 한 가지 특징은 낮은 전력의 물리 (PHY) 계층 실행이라는 점이다. 물리적인 계층 사양 하에서 Zig-bee 디바이스는 868 MHz (유럽), 915 MHz (북미), 2.4 GHz (전세계)의 세 가지 대역에서 작동합니다. 2.4 GHz 대역은 OQPSK (offset quadrature phase-shift keying) 변조 스트림을 사용합니다. 기존 QPSK의 변형인 본 구조는 유사한 구조보다 전력이 적게 드는 동시에, 동일하거나 더 우수한 처리량을 구현하여 많이 사용된다. OQPSK는 하나의 심볼에서 다른 심볼로 최고 90도 위상 전위를 사용합니다. 따라서 심볼 오버슈트 (overshoot)를 막을 수 있으며, 기존 QPSK 변조 구조보다 더 적은

전송전력을 사용한다. 이 같은 설계 결정이 5 MHz 채널 대역폭 사용과 통합되면 디바이스는 충분히 전력 효율적인 방식으로 최고 250 kbps의 데이터 속도를 구현한다.

16. Zig-bee 송신기는 낮은 전력 어플리케이션을 위해 설계되어있어, 물리적인 계층은 중대한 에러에 대해 상대적으로 내성이 있다. 디바이스는 최고 35%의 Error Vector Magnitude (EVM)를 견딜 수 있으며 그 동시에 충분한 비트 에러 속도 (BER) 성능을 유지한다. 따라서, 설계 검증과 제품 요청은 다양한 테스트 방식이 요구 된다.

(4) 배터리 수명 연장 검토

1. 센서노드는 제한된 에너지를 배터리를 통해 공급받아서 운영하는 형태로서 배터리의 성능 보장은 곧 센서노드의 수명 보장과 긴밀한 관계에 있다. 주요 부품 검토 결과 비츠로셀의 SB-C02와 SB-D02를 사용하기로 결론을 지었는데, 검토 결과에 대한 검증을 위해 본 추가 검토를 시행한다.

2. 배터리의 성능을 검사하기 위한 방법은 2차전지 즉 충전용 전지에 대해서는 다양한 방법이 있으나 1차전지에 대해서는 공식적 시험 방법이 존재하지 않는 관계로 2차전지 시험 방법에 준한 검토를 수행한다.

3. 배터리 성능을 표현하기 위해 사용되는 몇 개의 변수를 기준적으로 사용하고 있다. 이 변수에 대한 의미와 실제 SB-C02와 SB-D02의 자료를 통해 검토한다.

4. 방전 곡선은 에너지 셀이 0.2C 속도로 방전하는 경우 방전전압의 추이를 표시하고 있다. 에서 추출할 수 있는 전기량을 보여주는 그래프로서 방전전압과 방전시간의 관

계를 표시하고 있다.

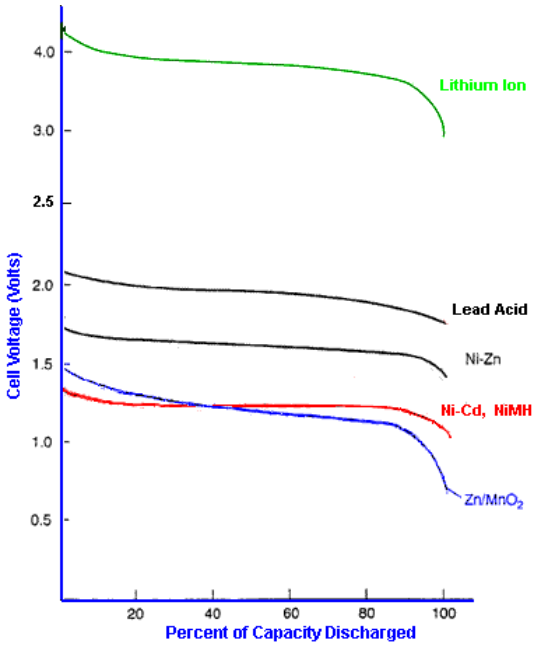


그림 2-45 배터리 방전 특성

5. 방전 곡선을 통해 알 수 있는 사실은 대부분의 배터리는 공칭전압의 출력을 유지하다가 전기량이 90% 수준에 이르면 공칭전압의 출력을 유지하지 못하고 급격한 전압 저하 현상을 보인다는 것 이다.

6. 이에 비해 SB-C02와 SB-D02는 리튬전지 계열로서 전기량이 소진단계에 이르러서 출력 전압이 강하하는 현상을 보이고 있다. 그리고 그래프에 따르면 표준 방전 전류에 근사한 방전 전류를 흘리는 경우가 공칭 용량에 근접하고, 표준 방전 전류 이상의 전류를 방전하는 경우에는 공칭 용량에 못 미치는 용량 제공하는 현상을 볼 수 있다. 아울러 상온 온도 이하의 온도 환경에서는 용량 저하 현상이 발생한다.

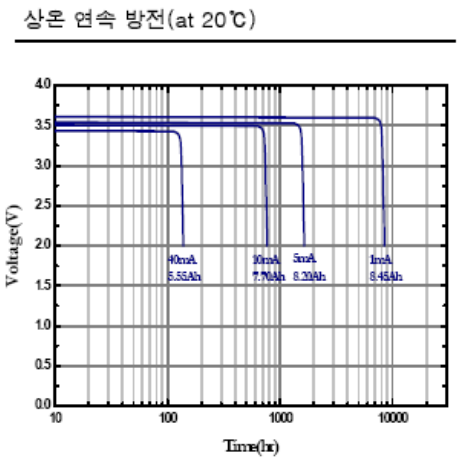


그림 2-46 상온에서의 방전 특성

7. 제조사 비츠로셀이 제시하는 품목별 성능은 다음 표와 같다.

Lithium SOCl2										
모델	국제 표준규격	공칭 전압(V)	공칭용량 (mAh)	표준방전 전류 (mA)	최대연속 방전전류 (mA)	최대펄스 방전전류 (mA)	치수(mm)	사이즈	사용온도범위 (℃)	중량 (g)
SB-AA02	ER14255	3.6	1,200	1	20	30	ϕ14.3x24.6	1/2AA	-55~85	8.8
SB-AA02(P)	ER14255	3.6	1,200	1	20	50	ϕ14.3x24.6	1/2AA	-55~85	8.8
SB-AA11	ER14500	3.6	2,400	2	30	80	ϕ14.3x50.5	AA	-55~85	16
SB-AA11(P)	ER14500	3.6	2,400	4	30	120	ϕ14.3x50.5	AA	-55~85	16.0
SB-A01	ER17500	3.6	3,400	3	60	100	ϕ17.0x50.5	A	-55~85	25
SB-C01	ER26500	3.6	7,200	5	85	150	ϕ25.6x49.5	C	-55~85	51
SB-C02	ER26500	3.6	8,500	5	80	130	ϕ25.6x49.5	C	-55~85	51
SB-D01	ER32L615	3.6	16,500	6	130	200	ϕ34.0x61.0	D	-55~85	98
SB-D02	ER32L615	3.6	19,000	6	120	200	ϕ34.0x61.0	D	-55~85	100
SW-AA02	ER14505	3.6	2,400	5	250	800	ϕ14.3x50.5	AA	-55~85	17
SW-D02	ER32L615	3.6	14,000	50	1,200	3,000	ϕ34.0x61.0	D	-55~85	100

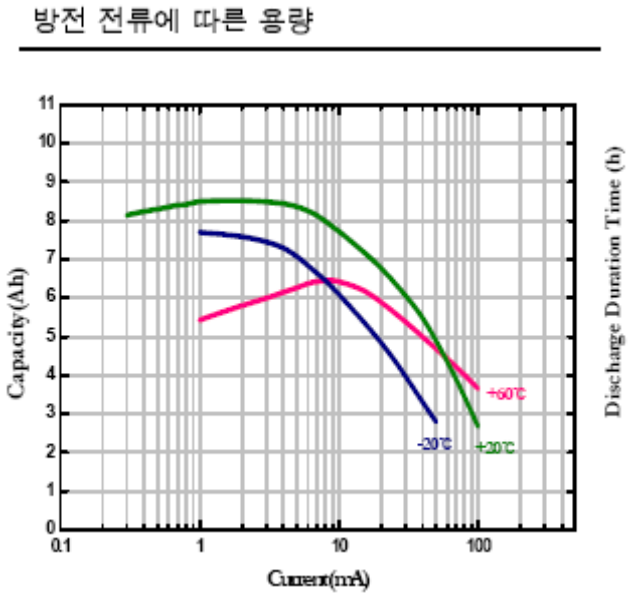


그림 2-47 방전 전류에 따른 용량 변화

8. SB-C02의 경우 표준 방전 전류는 5㎃ 이며, 최대 펄스 방전 전류는 130㎃로서 마이크로프로세서와 Zig-Bee 모듈이 대기 상태에 있을 경우 방전 전류를 5㎃ 이하를 유지하고, 자료 송신 시의 방전 전류를 130㎃를 초과하지 않으며, 온도 환경을 상온 20℃이상으로 유지하는 환경을 조성 한다면 배터리가 보유하고 있는 공칭 용량을 최대한 활용할 수 있다는 결론 이다.

9. 상온보다 높거나 낮은 경우에 있어 온도가 낮은 경우 보다 높은 쪽이 성능이 우월한 것은 온도가 낮은 경우 양극의 소재인 리튬의 활성화가 저하되는 이유로 발생되는 현상 이다. 실제로 리튬이온배터리의 경우는 온도가 상온보다 높은 경우에 성능이 더 우월하다.

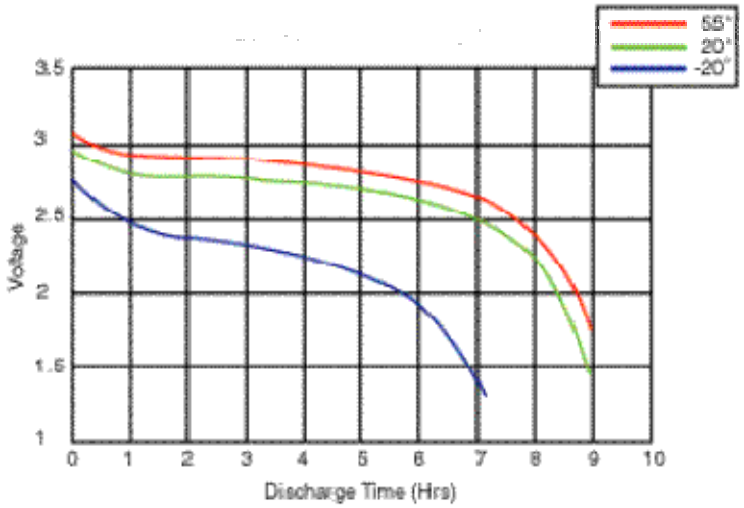


그림 2-48 온도에 따른 방전 특성

10. 자가 방전은 배터리 사용자에게는 매우 안타까운 일이지만 배터리의 구조 상 필연적인 사항으로서 여기에 영향을 미치는 요소로는 온도 효과와 내부 임피던스에 의해 좌우 된다.

11. 온도 효과는 배터리 셀의 내부 화학 반응에 기인하는 것으로서 원치 않는 화학 반응의 결과로서 내부 누설 전류에 의해 자가 방전이 이루러 진다. 다음의 그래프는 리튬이온 배터리의 자가방전곡선 이다.

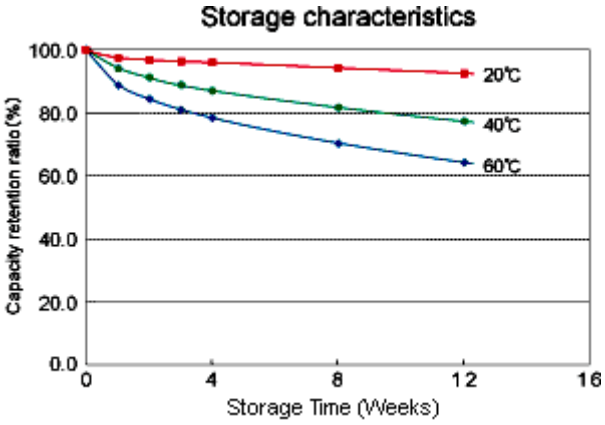
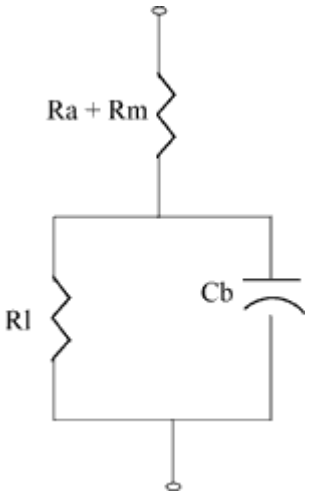


그림 2-49 리튬이온 배터리의 자가방전곡선

12. 다음의 그림은 배터리 등가회로로서



Rm : 터미널, 전극 간 연결을 포함하는 금속 경로의 저항

Ra : 전해질과 격리벽 등의 전기 경로의 저항

Cb : 셀의 전극을 형성하는 병렬 플레이트의 커패시턴스

Rl : 판 또는 전극과 전해질 사이의 비선형 접촉 저항이다.

13. 이와 같은 내부 임피던스는 전기 회로 상에 상존하는 요소로서 주로 전기량이 소진되어 가는 시점에 전압이 급강하 하는 요인이 되고 있다.

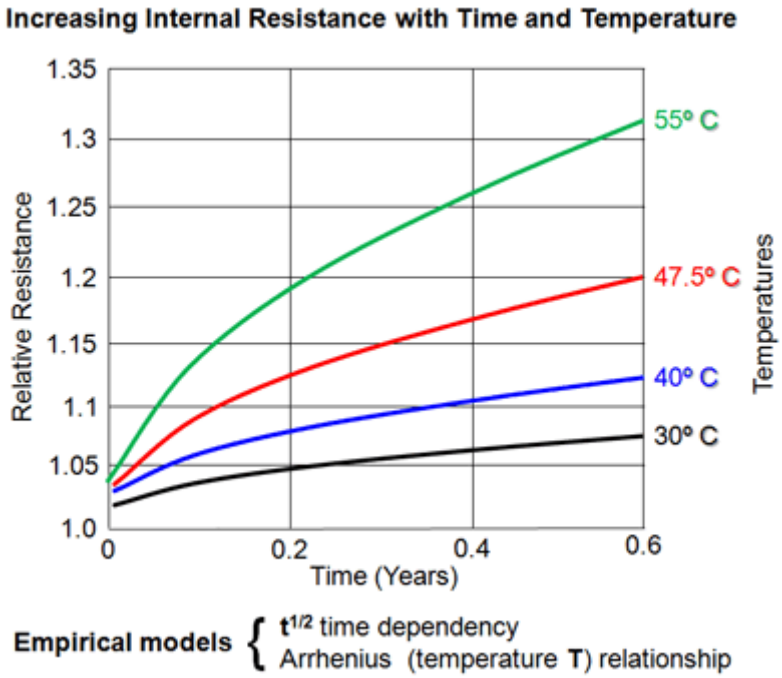


그림 2-50 시간과 온도에 따른 내부저항 상관관계

14. 검토 대상인 SB-C02와 SB-D02는 중량에 있어서 51g과 100g의 중량을 가지며, 공칭 용량은 8.5Ah와 17Ah로서 각 제품이 보유하는 에너지 밀도는 동일 한 것으로 판단된다.

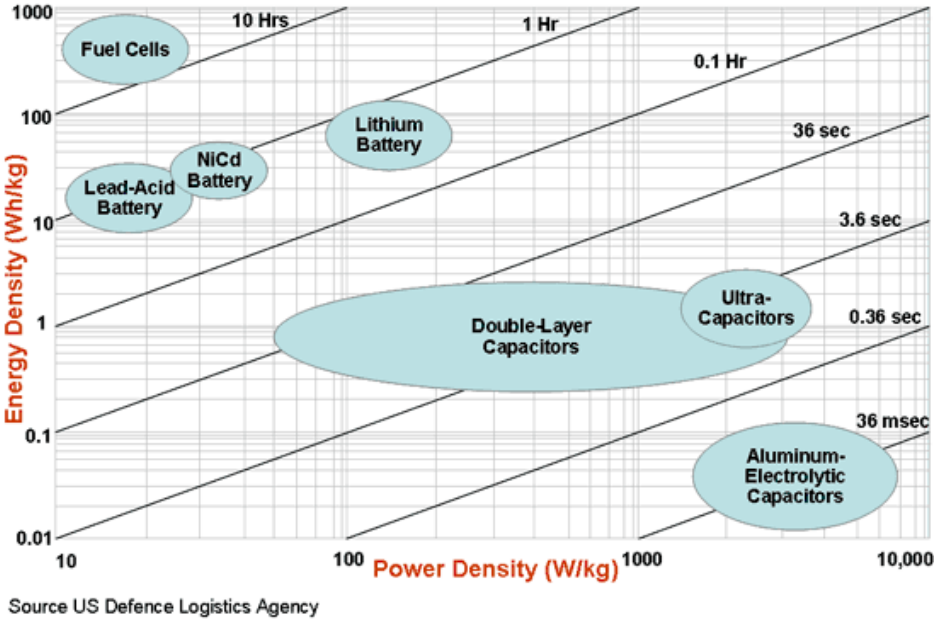


그림 2-51 전지별 에너지 밀도 VS 방전시간

15. 펄스 성능은 배터리 성능 판단에 주요한 요소 중에 하나 이다. 공칭 용량은 전극의 유효 면적에 의해 결정되지만 펄스 전류는 셀 내의 화학 반응 속도에 의해 결정되는 것으로 검토 대상인 SB-C02와 SB-D02는 130㎃와 200㎃로서 차이를 보이고 있다.

16. 극히 제한적인 선택의 폭을 가지고 있는 제품에 대한 성능 검토는 설계 상에 여러 고려 상항 만을 남겨 놓았다고 판단된다. 그러나 우리가 제한된 에너지원인 배터리를 정확히 이해하고 운영한다면 소기의 목적을 달성하는데 큰 무리가 없다는 결론이다. 아울러 SB-C02와 SB-D02 2 개 모델을 적용함에 있어 함체의 공간이 허락한다면 SB-C02 보다는 SB-D02를 채택하는 것이 용량으로나 배터리 운영의 유연성에 도움이 될 것으로 사료된다.

17. 제일 큰 영향 요소인 온도에 대한 부분에 있어 배터리 운영 환경을 상온에 가까운 상태를 유지시키고, 배터리 제원에 의한 방전 전류 유지 및 최대한 에너지를 절감하는 자세로 임한다면 1차전지의 최대 약점인 에너지 추가 공급 없이도 센서노드의 안정적 운영이 가능하것으로 기대된다.

(5) 함체 내구성 검토

1. 센서노드 함체에 대한 요구 조건 중에 센서노드 함체가 바닥에 매립 설치되는 조건에 부합되기 위해 구조체가 받는 하중을 750㎏으로 정의한다.

- 비 자성체의 물질
- 열에 대한 부도체의 물질
- 직경160㎜와 깊이60㎜의 구조에 750㎏ 하중을 견딜수 있는 물질

- 온도의 상승 및 하강에 의한 신축성이 최소인 물질

2. 상기 하중을 감당하기 위해 함체의 재질 및 구조가 적합한가를 확인하기 위한 검토를 수행하였고, 다음과 같은 검토를 수행하였다.

3. 지구자기장 측정을 위한 장비인 만큼 함체의 재질은 우선적으로 비자성체 물질을 사용하여야 하는 제한을 갖고 있다. 비자성체는 자계에 영향을 받지 않아 자화가 되지 않는 물질로, 상자성 물질과 반자성 물질을 포함한다. 그 비투자율은 1에 가까운 값이며, 자계에 의해 거의 힘을 받지 않는다.알루미늄, *Cu, Sn* 등이 있다. 함체에 많이 사용되고 있는 알루미늄 합금과 폴리카보네이트를 위주로 검토한다.

4. 함체의 재질에 대한 검토 사항은 다음과 같다.

5. 재질-1 : 폴리카보네이트 (Polycarbonate)

6. 폴리카보네이트(Polycarbonate, PC)는 기계적 강도가 우수하며(인장강도 820 Kg/㎠, 충격치 900 cm/㎠), 투명하다. 또 넓은 온도 범위에 걸쳐서 그 성질을 유지하여 일반적으로는 EP로 분류한다. 이 재료는 실질적으로 자기소화성이 있어 양호한 전기절연성도 가지고 있으나 전기방전이 발생하는 곳의 사용은 권장하지 않는다. 또 PC는 ABS와 융합하여 사용된다. 착색도 용이하고, 강하고 양호한 과연인성과 높은 가열변형온도를 가지며 비교적 성형이 용이하다. PC는 기계적 강도가 대단히 강하고 인장강도, 굴곡강도 뿐 아니라 충격강도도 대단히 우수하다. PC의 화학 구성에 있어 PC는 Glass Fiber와 잘 융합되어 이것을 가한 성형품은 경질이 되어 기계적 강도가 향상된다. 그러나 PC는 반복 하중에는 대단히 약하다. 100만회의 반복 하중이 걸렸을 때 강도는 1/5로 감소되는 결점이 있다. 135℃ 정도의 고온에서도 온도의존도가 대단히 뛰

어나며 내한성은 −100℃ 이하의 온도까지 견딘다.

7. 폴리카보네이트의 물성은 녹는점이 230℃, 열변형온도가 120~140 ℃이며, 기계적 강도가 크고 내수성도 우수하다. 내약품성은 산에는 강하나 알카리에는 약하며, 지방족 탄화수소, 고급알코올, 유지 등에는 안정하나, 그 외의 유기용매에는 녹는다. 특히 내 충격성과 탄성율이 큰 것이 특징이다. 내광성도 우수하고 자외선에 72시간 조사하거나, 150℃에서 공기중에 26주간, 170℃에서 공기 중에 8주간 방치하여도 탈색되지 않으며, 물리적 성질도 노화되지 않는다.

8. 폴리카보네이트의 기계적 성질

구 분	표준그레이드	GF강화그레이드
비중	1.2	1.4
인장강도(kg/㎠)	650	1,100
인장신장률(%)	100	6
인장탄성률(kg/㎠)	22,000	120,000
충격강도(아이조드노치 1/8IN) (kg.㎝/㎝)	90	20
경도(로크웰 M)	75	90
경도 (로크웰 R)	120	
열변형온도(18.6kg/㎠.C)	135	145
선팽창률(㎝.㎝,℃)	7×10	2.5×10
광투과율(%)	90	

8-1. 인장강도 특성

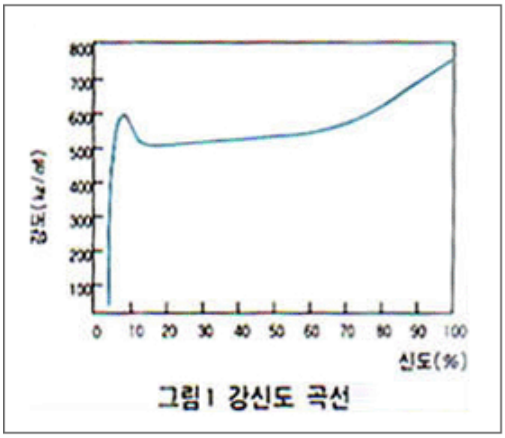


그림 1 강신도 곡선

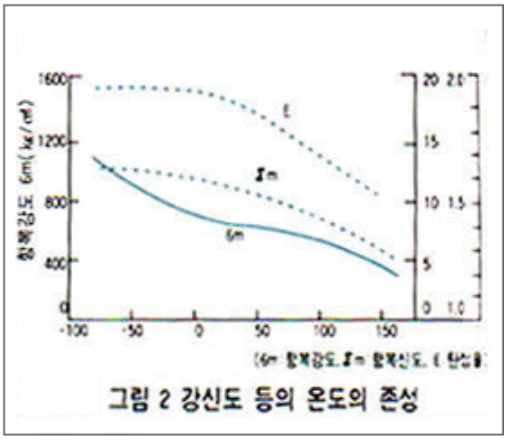
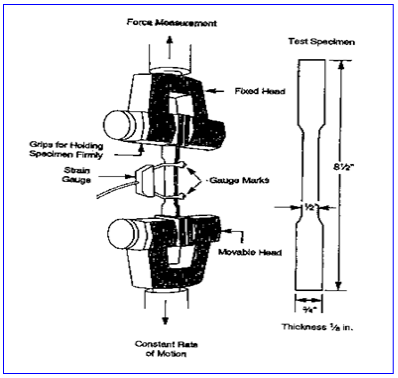


그림 2 강신도 등의 온도의 존성

그림 2-52 폴리카보나이트 인장강도 특성

저온(-40℃)에서 고온(120℃)까지 넓은 온도환경 하에서 특성의 변화가 크지 않다.

Polycarbonate의 두께 별 인장강도 측정결과는 <표-01>과 같다.



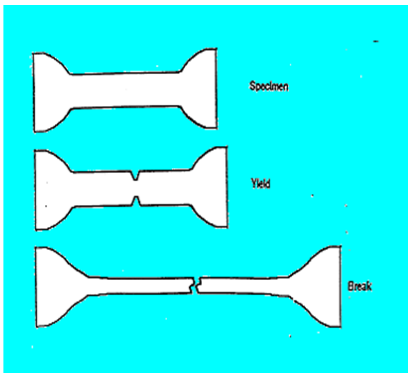


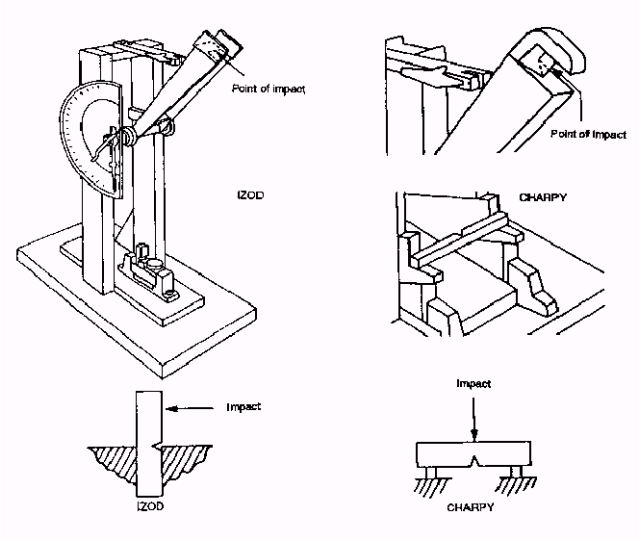
그림 2-53 폴리카보나이트 시험편

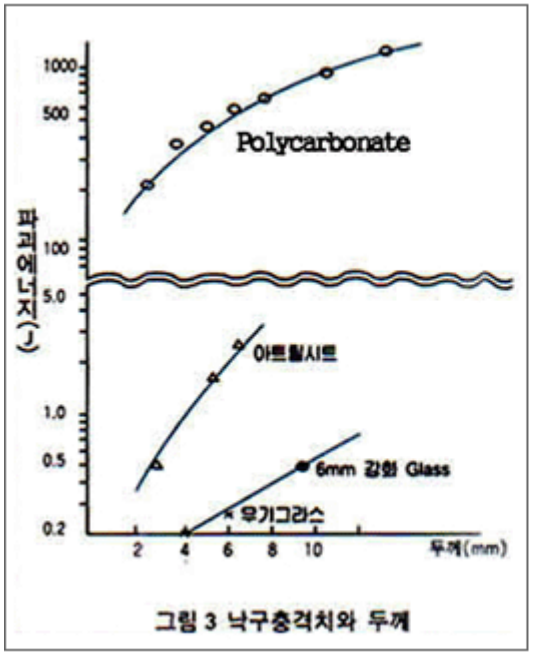
두께＼항목	항복강도 MPa(Kgf/cm2)		파단강도 MPa(Kgf/cm2)		파단신율 (%)	
	//	⊥	//	⊥	//	⊥
1.0	63.3(645)	61.8(630)	80.4(820)	70.6(720)	114	128
2.0	67.2(685)	63.7(650)	81.4(830)	73.5(750)	111	133
3.0	66.7(680)	66.2(672)	78.5(800)	76.5(780)	122	133
4.0	66.7(680)	66.7(680)	76.5(780)	71.6(730)	132	133
5.0	67.2(685)	66.7(680)	72.6(740)	73.5(750)	119	135
6.0	67.7(690)	66.7(680)	72.6(740)	73.5(750)	119	135
8.0	68.6(700)	67.7(670)	66.7(680)	71.1(725)	117	132
10.0	68.6(700)	68.6(700)	64.7(660)	59.8(610)	110	110
(주)	1. 시험편 형상 ASTM D 638 인장시험편					
	2. // 압출방향에 인장된 경우, ⊥ 압출방향에 대해 직각으로 인장된 경우					

표 2-40 Polycarbonate의 두께와 인장강도>

8-2. 충격강도 특성

두께와 낙구 충격치의 관계는 <그림4>와 같다. 그림에서 보는 바와 같이 충격강도는 시험편의 두께에 의해 비례하는 것으로 나타났다. 그러나 IZOD충격시험에 의한 파괴 상태는 시험편의 두께 6mm부근에서의 연성파괴에서 취성파괴로 변하고 이에 따라 충격파괴 강도도 크게 변하므로 용도에 맞게 알맞은 두께의 선택이 필요하다.





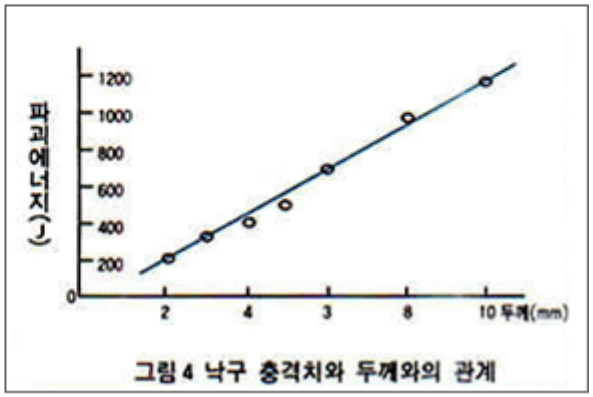


그림 2-54 폴리카보나이트 충격 강도 시험

(주) 낙추선단 15㎜, 낙하높이 10m, 시험편 100㎜¢ 원판

항목	두께(mm)	충격강도
아이죠드충격강도 (ASTM D256) 노치있음 노치없음	 3.2 3.2	 90 kg.cm/cm2 270~330kg.cm/cm2
낙추 충격강도 중추 R1/8” 받침대지름 1/4”	3.2	280~330kg.cm/cm2
인장 충격강도 (ASTM D1822)	3.2 1.6	250~300kg.cm/cm2 500~550kg.cm/cm2

표 2-41 Polycarbonate의 두께와 충격강도

9. 재질-2 : 알루미늄 (Alluminium)

9-1. 알루미늄은 은백색의 부드러운 금속으로 전성(展性),연성(延性)이 풍부하여, 박

(箔)이나 철사로 만들 수 있다. 시중에 판매되는 알루미늄은 98.0~99.85%의 순도이며, 주요 불순물은 규소와 철이다. 성질은 순도에 따라 다르나, 전기의 양도체로, 비저항은 구리의 약 1.6배이다.또, 비중은 전형적인 경금속이다. 공기 중에 방치하면 산화물의 박막(薄膜)을 생성하여 광택을 잃지만, 내부까지 침식 되지는 않는다. 질소,황,탄소등과 직접 화합하여 질소화물, 황화물, 탄화물이 되며, 할로겐관도 작용하여 염화물, 브롬화물 등을 만든다. 산에 녹아 염을 만들지만, 진한 질산에는 잘 침식 되지 않는다. 알카리에 녹아 수소를 발생하여 알루미산염이 된다.

9-3. 알루미늄의 기계적 성질

Al의 기계적 성질은 그 재료의 순도 · 가공도 · 열처리조건 · 시험온도 등에 따라 달라진다. 순도가 높을수록 연질이 되며, 불순물 중 문제가 되는 Fe, Si, Cu 등의 함량에 따라서 성질이 변화한다.

기 호	질 별	인장강도(kgf/㎟)	내력(kgf/㎟)	연신율(%)
A1080P A1070P	0	5.5~9.5	1.5 이상	15~35
	H12	7.0~11	5.5 이상	2~8
	H14	8.5~12	6.5 이상	1~6
	H16	10~14	7.5 이상	1~4
	H18	12 이상	-	1~4
	H112	7.5~5.5	3.5~1.5	13~25

표 2-42 알루미늄의 기계적 특성

10. 알루미늄의 강도를 올리는 방법은 여타 금속을 혼합한 합금 형태로 사용하면 순도 높은 알루미늄에 비해 강도가 커진다.

11. 알루미늄의 합금 종류

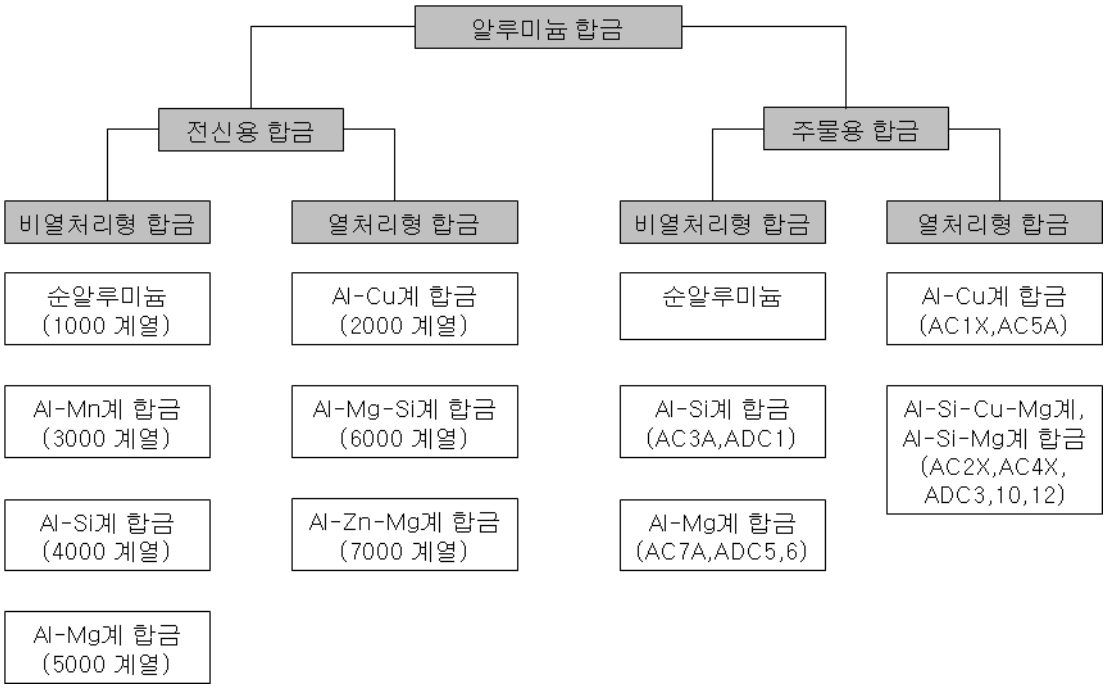


그림 2-55 알루미늄 합금의 종류

12. 비열처리 알루미늄 합금

비열처리 알루미늄 합금의 강도는 실리콘(Si), 철(Fe), 망간(Mn), 마그네슘(Mg) 등의 원소에 의한 고용강화 혹은 분산강화에 의해 결정된다. 이 분류에 속하는 금속은 앞서 제시된 Table 1 과 2 의1XXX, 3XXX, 4XXX, 5XXX 에 속하는 금속들 이다. 근본적으로 석출물에 의해서 경화하는 조직 상의 특성을 가지고 있기에 열처리에 의해 경화하지 않는다. 이들 합금을 경화하기 위해서는 가공경화의 방법이 적용된다. 가공경화된 이들 합금의 강도를 저하하기 위해서는 343 ~ 410 ℃의 범위에서 열처리를 실시한다. 비열처리알루미늄합금을 용융 용접하게 되면 열 습향부의 강도가 저하한다.

13. 상기 검토한 폴리카보네이트와 비열처리 알루미늄 함금을 재질로 사용하는 경우에 있어 양 재질의 기계적 강도가 함체 요구 수준을 충족하는 것으로 결론을 내렸다. 폴리카보네이트의 경우 유효 두께를 3.2 ㎜ 이상을 유지하는 경우 280~330kg.cm/㎠

의 하중을 견디므로 설계 시 참조하고, 비열처리 알루미늄 합금 중에 3003-H14의 경우 650 kg.cm/㎠의 하중을 견디므로 뚜껑 부위의 재질로나 함체 본체의 재질로 무난하다고 판단된다.

14. 함체에 가해지는 수직하중은 정적 하중이며, 차체가 가지는 중량에 비해 하중증가 요인은 미미하다고 판단된나, 함체 내구성에 대한 안정계수를 3을 적용한다면 약 2Ton 하중에 대한 내구성을 확보할 필요가 있으므로 이를 수용하기 위하여 함체의 내부에 6개의 기둥 구조를 배치하되 해당 기둥의 면적을 최소 10㎠ 이상 확보하여야 된다는 판단 이다.

차. 시작품 제조

(1) 지자기센서

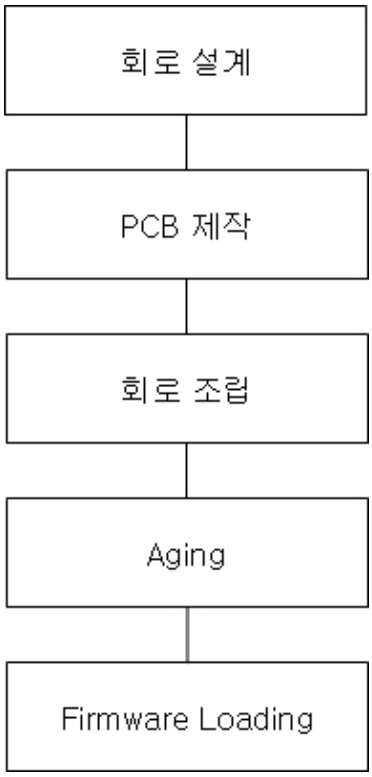


그림 2-56 시작품 제작 절차

(가) 지자기센서 요구사양

- 주차 차량 감지와 주변 영향을 최소화를 위해 3축 지자기센서 채택
- 내부 전원 공급은 3V 이상의 전압과 최대 용량 확보
- 단거리 무선통신체제는 전력소모가 최소인 방식 채택
- 최소 50m 이상의 통신거리 확보
- 함체는 방수, 방열 및 차량 하중에 대한 내구성 확보

(나) 설계 방향

도로에 매립되는 지자기센서의 특성 상 차량검지의 안정성 확보 및 통신 연결성 확보를 고려한 설계를 수행하였으며, 특히 PCB 크기를 최소화하여 배터리 공간을 추가 확보하는데 안점을 두었다.

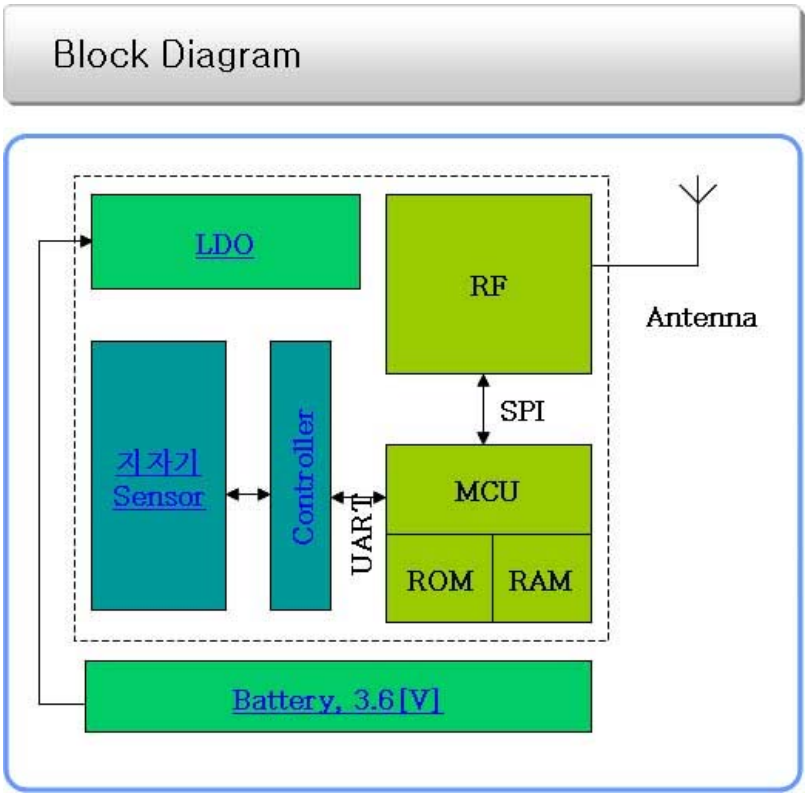


그림 2-57 지자기센서 블럭 다이아그램

(다) 지자기센서 회로설계

지자기센서의 회로 설계 결과의 회로는 다음과 그림과 같다.

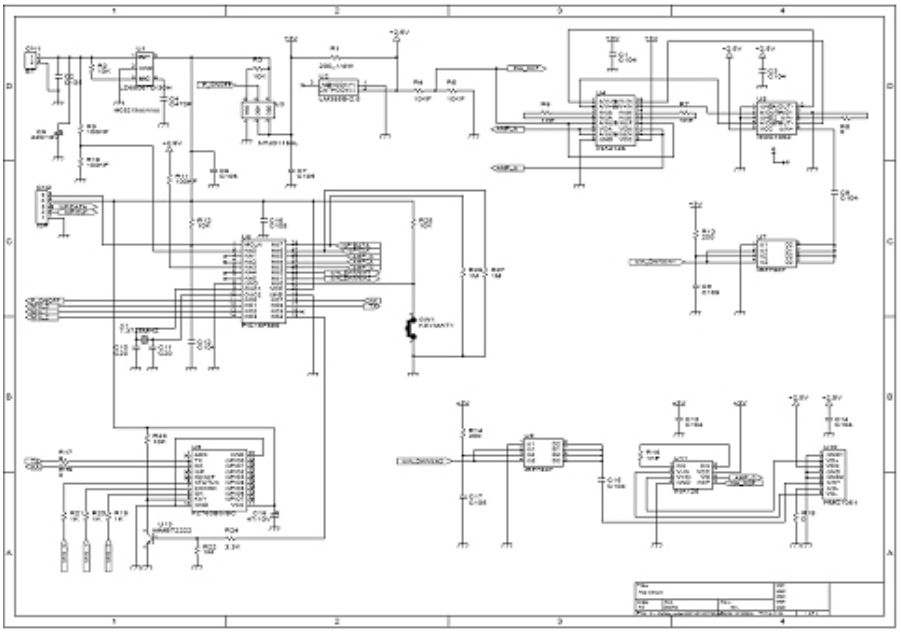


그림 2-58 지자기센서의 회로 도면

(라) 지자기센서 PCB 제작

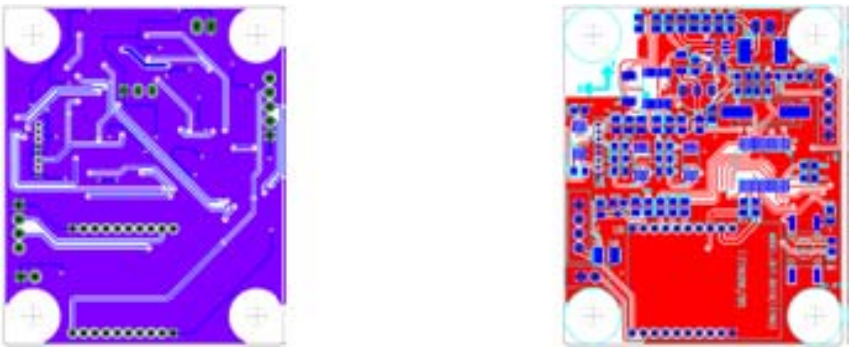


그림 2-59 지자기센서 회로기판

(마) 지자기센서 회로조립



그림 2-60 지자기센서 시작품

(바) 지자기센서 Aging & Firmware Loading

회로조립 이후 전원을 인가한 상태에서 48 시간 경과한 이후 회로 상태를 점검하고, Firmware를 탑재.

(사) 지자기센서 차량검지 결과



그림 2-61 지자기센서 작동그림

(아) 지자기센서 시작품 개요

품 명 :	지자기센서	
제품의 개요 :	지자기센서를 이용하여 옥외 주차구획의 주차차량을 검지하는 제품으로서 내장 Li-Ion 배터리를 전원으로 사용하며, 무선통신으로 상위와 통신을 수행하므로 설치와 운영이 간편한 제품 이다.	
제품의 용도 :	본 지자기센서는 주차구획내 바닥에 매립 설치하여, 주차구획을 점유하는 차량의 존재 여부를 판단하고, 해당 정보를 센터로 보고하는 역할을 수행한다.	
특징	- 전통적으로 사용되는 Loop Coil 시스템과 같이 차량 검지 역할 수행	
	- 특히 정지되거나 주차된 차량을 검지하도록 설계	
	- 주차구획의 바닥에 매립하여 설치 운영	
	- 내장된 Zig-Bee 통신 장비에 의해 무선 송수신	
	- 내장된 Li-ion 배터리에 의해 전원 공급	
	- 지구자기장 측정 기술 기반으로 저전력 운영	
	- 내구성이 뛰어난 알루미늄 다이캐스팅 함체	
장점	- 지구자기장 학습을 통한 자기환경 분석 기능 탑재	
	- 주변 주차구획 주차차량에 의한 Noise 제거 기능	
	- 차량 이외의 자성체에 대한 분별 능력 확보	
	- 무선통신 및 배터리 내장으로 외부 연결 선로 불필요	
	- 비인가 주파수를 활용하므로 무선국 허가 불필요	
기술 사양	운영 환경 :	- 온도 환경 : -34℃ ~ +80℃ (운영)
		-40℃ ~ +80℃ (보관)
		- 방수 환경 : IP67
	운영 모드 :	- 실시간 차량 검지 모드
		- 지자기 학습 모드
	검지 기술 :	3축 자기장 계측
	측정 빈도 :	2 KHz
	무선 통신 :	IEEE 802.15.4_Zig-Bee
	변조 방식 :	O-QPSK
	전송 속도 :	250 KBps
	전송 주파수 :	2.4 GHz _ 기준 주파수
	가용 채널 :	16 Channel
	채널 대역폭 :	2 MHz
	안테나 :	Chip Antenna
	공칭 무선출력 :	0 dBm (5 mW)
	수신 감도 :	-95 dBm
	전원 :	Li-ion Battery 3.6V, 8.5AH
	크기 :	145Φ X 40(H) mm
	무게 :	1,500g

표 2-43 지자기센서 개요

(2) 지역중계장치

(가) 지역중계장치 요구사양

- 동시 2 CH의 통신 능력 확보

- 지자기센서와의 통신은 단거리 무선통신

- 센터와의 통신은 인터넷 기반의 통신
- 최소 50m 이상의 통신거리 확보
- 외부 전원 및 USB 전원 공급 방식 채택
- 함체는 방우, 방열에 대한 내구성 확보

(나) 지역중계장치 설계방향

장비의 기본기능인 2 CH 통신을 안정적으로 수행할 수 있게, 상호 간섭을 배제하도록 설계하였으며, 특히 유의사항으로 발열을 최소화하여 옥외 환경의 안정성을 확보하였다.

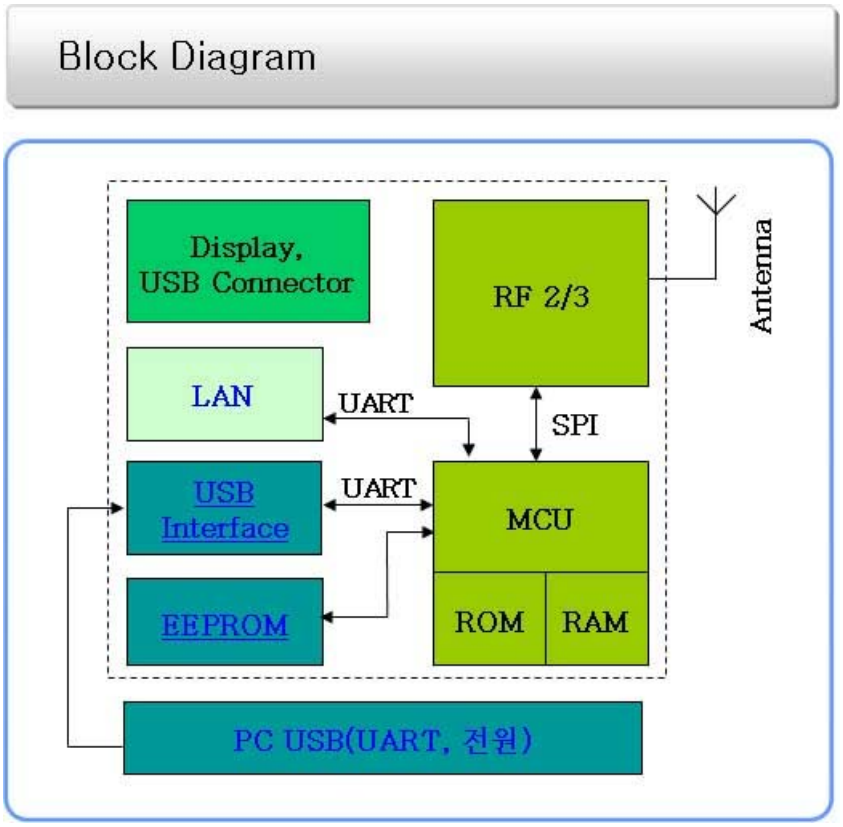


그림 2-62 지역중계장치 블록 다이아그램

(다) 지역중계장치 회로설계

지역중계장치의 회로 설계 결과의 회로는 다음과 그림과 같다.

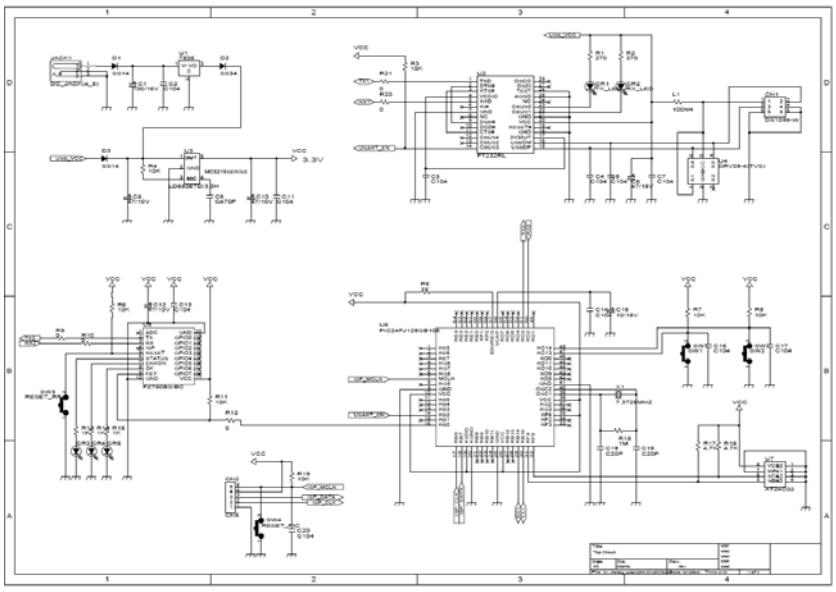


그림 2-63 지역중계장치 회로설계도

(라) 지역중계장치 PCB 제작

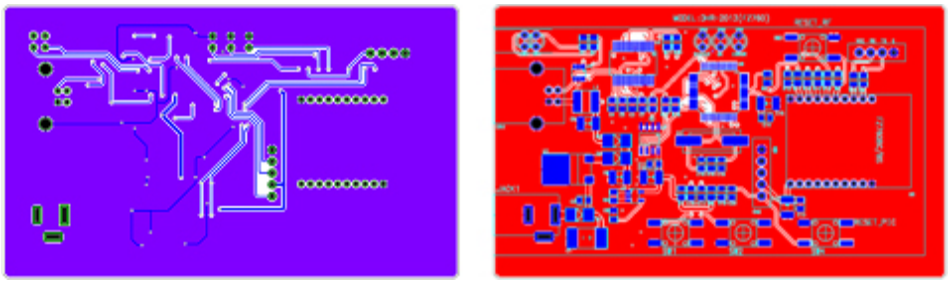


그림 2-64 지역중계장치 회로 기판

(마) 지역중계장치 회로조립

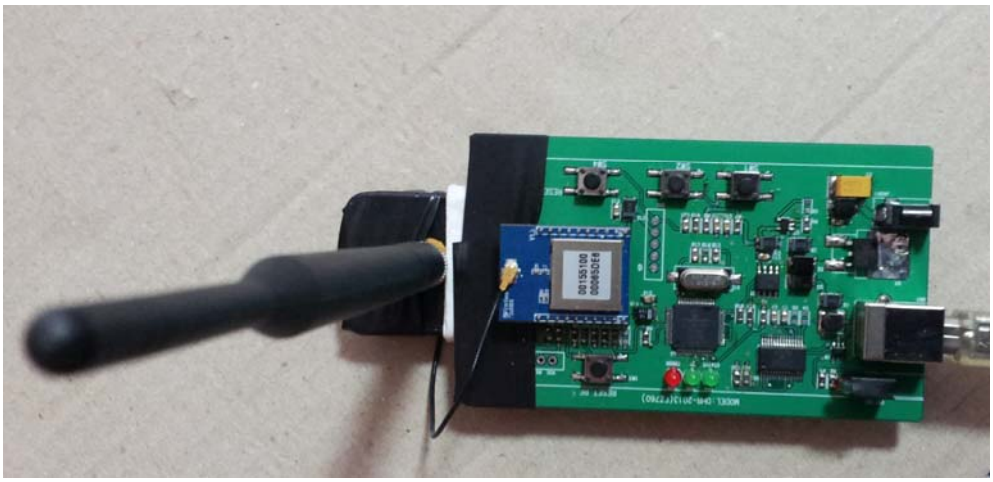


그림 2-65 지역중계장치 시작품

(바) 지역중계장치 Aging & Firmware Loading

회로조립 이후 전원을 인가한 상태에서 48 시간 경과한 이후 회로 상태를 점검하고, Firmware를 탑재.

(사) 지역중개장치 개요

<table>
<tr><td>품 명</td><td colspan="3">지역중계장치</td></tr>
<tr><td>제품의 개요</td><td colspan="3">지자기센서와 Zig-Bee 통신을 통해 통신하고, 상위 센터와 LAN 또는 무선LAN을 통해 통신하여, 현장의 정보를 센터로 전송하는 역할을 담당하는 제품 이다.</td></tr>
<tr><td>제품의 용도</td><td colspan="3">본 지역중계장치는 현장과 센터 간의 통신을 중계하는 역할을 수행한다.</td></tr>
<tr><td rowspan="5">특징</td><td colspan="3">- 소형 경량으로 설치하기 용이한 설계</td></tr>
<tr><td colspan="3">- 하단부와는 Zig-Bee 통신 수행</td></tr>
<tr><td colspan="3">- 상단부와는 LAN 또는 무선 LAN 통신 수행</td></tr>
<tr><td colspan="3">- USB포트를 통해 지역제어기 지원</td></tr>
<tr><td colspan="3">- 외부 환경 적응력이 우수한 알루미늄 다이캐스팅 함체</td></tr>
<tr><td rowspan="2">장점</td><td colspan="3">- 비인가 주파수 활용으로 무선국 허가 불필요</td></tr>
<tr><td colspan="3">- 경량 소형으로 현장 적용 용이</td></tr>
<tr><td rowspan="12">기술 사양</td><td rowspan="9">기술사양</td><td>RF Transceiver</td><td>2.4GHz ISM Band</td></tr>
<tr><td>Data Rate :</td><td>250kbps for ZigBee</td></tr>
<tr><td>Modulation :</td><td>O-QPSK</td></tr>
<tr><td>Compliant :</td><td>IEEE 802.15.4</td></tr>
<tr><td>High RX Sensitivity</td><td>-98dBm</td></tr>
<tr><td>High TX Power</td><td>+8dBm</td></tr>
<tr><td>Power Input :</td><td>AC 90~240V, 0.24A, 50/60[Hz]</td></tr>
<tr><td>Current Consumption :</td><td>1500[mA]</td></tr>
<tr><td>Interface</td><td>USB 2.0 Device</td></tr>
<tr><td>Size(mm) :</td><td>130(W)×80(D)×180(H)</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td rowspan="3">LAN 기술사양</td><td>Serial Transmission Speed :</td><td>1200bps~230kbps</td></tr>
<tr><td>Protocol :</td><td>TCP, UDP, IP, ICMP, IGMP, MAC, DHCP, PPPoE, DNS</td></tr>
<tr><td>Network Interface :</td><td>10/100 Base-T Ethernet (Auto Detection)</td></tr>
</table>

표 2-44 지역중계장치 개요

2. Biz 모델 수립

본 연구 개발 과제는 “지자기센서를 이용한 공영주차정보시스템의 상품화 및 사업화”로서, 최종 연구개발 결과물인 공영주차정보시스템의 사업화 방향 설정이 향후 사업화 활동을 위한 지표로 활용하기 위해 사업화 모델 수립을 진행한다.

가. Biz 모델 수립을 위한 개발 방법

새로운 비즈니스 모델을 만들어 내기 위해서 우선적으로 해야 할 일은, 모든 현황에 대한 정확한 파악을 하고, 이를 근거로 개발 툴을 활용하는 것이 효과적이라는 판단에서 단순하면서 적용성이 좋다는 평을 받은 Business Model Generation에서 제공하는 Canvas를 이용한다.

나. Canvas의 구성

Canvas는 9가지 블록으로 형성이 되어 있어서 Nine blocks 이라고 한다.

- CS: Customer Segment – 고객은 누구인가?
- VP: Value Proposition – 핵심 가치는 무엇인가?
- CH: Channels – 어떻게 이 가치를 제안하고 전달할 것인가?
- CR: Customer Relation – 각각의 고객들과 어떤 관계를 맺을 것인가?
- R$: Revenue Streams – 수익원은 무엇인가? 어떻게 이윤을 창출할 것인가?
- KR: Key Resource – 가지고 있는 핵심 자원은 무엇인가?
- KA: Key Activity – 기업은 어떤 핵심활동을 수행해야 하는가?
- KP: Key Partnership – 아웃소싱 포함, 기업은 어떤 파트너쉽을 가져야 하는가?
- C$: Cost Structure – 이 모든 활동을 유지하기 위한 비용 구조는 어떠한가?

다. Canvas의 작성

(1) **사업화 모델 선정**

본 연구과제의 상황에 맞추어 공영주차정보시스템을 사업화 모델로 선정하고, 해당 시스템의 추구 방향을 주차정보제공서비스로 정하였다.

(2) **사업화 모델의 작성**

사업화 모델의 구성 요소에 대해 참여 연구진이 제안을 하고, 이에 대한 설명 및 토론을 통하여 요소별 내역을 작성한다.

(3) CS: Customer Segment

- 고객은 누구인가? 라는 항목으로 공영주차정보시스템이 제공하는 서비스를 구매할 대상으로서 운전자, 주차장운영자 그리고 지방자치단체을 선정한다.

(4) VP: Value Proposition

- 핵심 가치는 무엇인가? 라는 항목은 Biz 모델이 제공하는 상품 및 서비스로서,주차장 검색, 주차장 예약, 주차요금 전자결제, 주차장 운영 집계자료 및 분석자료 등을 선정한다.

(5) CH: Channels

- 어떻게 이 가치를 제안하고 전달할 것인가? 라는 항목은 상품 및 서비스 유통 채널로서, APP, WEB, 가변정보판 및 무인안내기 등을 선정한다.

(6) CR: Customer Relation

- 각각의 고객들과 어떤 관계를 맺을 것인가? 라는 항목은 고객과의 거래관계로서,

Freemium Service(유/무료 서비스), Self Service(프로그램 자유이용), Individual Assist Co-Work(협업 관계) 그리고 Community(공동이익 추구관계) 등을 선정한다.

(7) R$: Revenue Streams

- 수익원은 무엇인가? 어떻게 이윤을 창출할 것인가? 라는 항목은 고객과의 거래에서 매출 항목으로서, 정보이용료, 회비, 수수료 그리고 광고료 등을 선정한다.

(8) KR: Key Resource

- 가지고 있는 핵심 자원은 무엇인가? 라는 항목은 사업 영위를 위한 유무형 필수자산으로서, IT-Infra와 Business Relation 등을 선정한다.

(9) KA: Key Activity

- 기업은 어떤 핵심활동을 수행해야 하는가? 라는 항목은 사업 영위를 위한 중요 사업 활동으로서, Service Design과 Content Design 등을 선정한다.

(10) KP: Key Partnership

- 아웃소싱 포함, 기업은 어떤 파트너쉽을 가져야 하는가? 라는 항목은 사업 영위를 위한 사업 협력 관계사로서, 지방자치단체, 통신사업자 및 결제대행사 등을 선정한다.

(11) C$: Cost Structure

- 이 모든 활동을 유지하기 위한 비용 구조는 어떠한가? 라는 항목은 사업 수행에 있어 필수 예산 집행 사항으로서, 인건비, 유지보수비 및 수수료 등을 선정한다.

라. Canvas의 완성



그림 2-66 Biz 모델

마. Canvas에 의한 비즈니스 패턴

Canvas 는 다섯 가지 비즈니스 패턴을 언급하고 있다. 그 내용은 다음과 같다.

(1) Unbundling Business Models

여러가지의 서비스를 제공하지만, 각각 분리가 되어 있는 모델을 의미한다. 은행(예금 관리, 금융상품 판매, 송금 수수료 등) 혹은 통신회사(장비 제조업체, 최종 소비자, 컨텐츠 제조업자) 와 같이 각각 분리가 된 서비스 혹은 비즈니스를 제공할 때 나타나는 패턴이다.

(2) The Long Tail

적게 파는 것이 더 낫다는 개념에서 시작되는 롱테일 개념은, 대량생산에서 오는 리스트를 줄이고, 박리다매가 아닌 소량다품 판매를 하는 패턴을 가지고 있다. 출판업계에

서 어떤 사람이 책을 내면 대량으로 출판을 해 놓고 판매하는게 기존 산업이었다면, 최근에는 책을 사고 싶다는 사람이 어느 정도 모이면 출판하는 형태도 보이고 있는데, 이게 롱테일 패턴을 하진 비즈니스 모델 이다.

(3) Multi-sided Platform

언번들과 비슷한 개념이지만, 각각의 서비스 등이 상호 의존적인 패턴이다. 무가지 신문 '메트로' 혹은 '구글'과 같은 업체가 대표적인데, 구글을 사용하는 사람이 많으면 많을수록, 구글의 광고수익이 올라간다는 점을 참고하면 된다.혹은 닌텐도 같이, 콘솔을 많이 가져야 게임, 즉 콘텐츠가 많아지고, 콘텐츠가 많아져야 콘솔을 많이 구입하는 패턴을 생각하시면 되겠습니다.

(4) Free as a Business Model

흔히 Freemium이라고도 하는데, 기본적인 서비스는 무료이나, 핵심 혹은 어느 정도 이상의 기능을 사용하고자 할 때에는 지불을 해야만 사용가능한 패턴이다. 구글 맵 서비스나 스카이프, 앱의 게임-아이템 구입, 등이 예가 될 수 있겠네요.

(5) Open Business Models

'아웃사이드-인' 과 '인사이드-아웃'으로 구분되어 있으며 R&D, 혁신이나 새로운 아이디어를 내부 혹은 외부에서 가져와 비용 및 시간을 줄이는 패턴을 말합니다. 개방된 R&D를 이용, 외부 파트너쉽을 내부 연구에 50%이상 사용하려는 P&G와 글락소스미스클라인의 특허 풀(pool) 등이 있다.

바. 공영주차정보시스템의 사업 추구 방향

- 작성된 Biz 모델은 완성도가 미진하며, 객관적인 수익 모델을 확보하지는 못했지만, 시장 여건이 성숙되는 단계에 전문가의 자문을 통해 완성도를 제고하고, 시장조사 및

수요자의 설문 등을 통해 수익모델을 명확히 하여 적용하기로 결론.

- 상기 5 개의 비즈니스 패턴을 적절히 조합하여, 각 분야 별로 적용한다면 사업화 진행 속도도 올릴 수 있으며, 아울러 사업 수행을 위한 자원도 효율적으로 운영될 것으로 기대한다.

사. 사업화 추진 절차

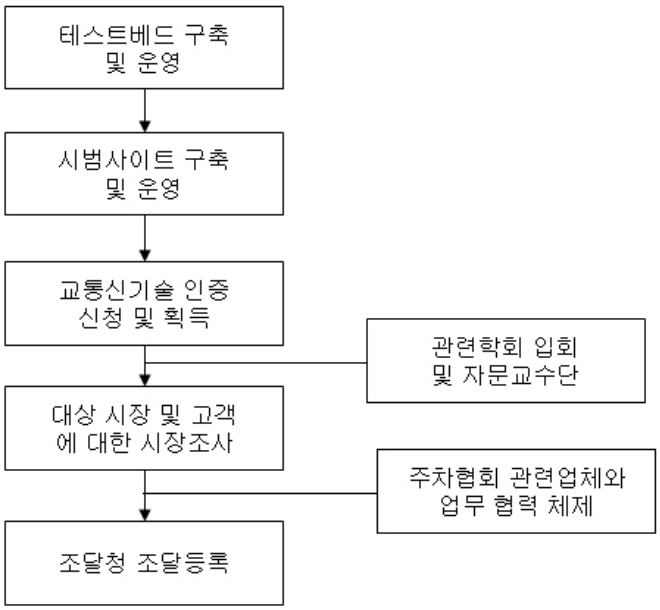


그림 2-67 단기 사업화 추진단계

1) 테스트베드 구축 및 운영 : 제품의 성능 및 안정성 확보를 위험 실험과 이에 따른 문제점 보완

2) 시범사이트 구축 및 운영 : 지방자치단체의 노상주차장에 시범 설치 운영을 통해 성능 입증 및 인지도 제고

3) 교통신기술 인증 신청 및 획득 : 객관적 성능 입증을 위해 교통신기술 인증 을 획득하여 공인 성능 입증

4) 관련학회 입회 및 자문교수단 : 관련학회에 입회하여, 관련 논문 및 학술발표 등을 수행하여 시스템에 대해 홍보하며, 자문교수단 구성을 통해 시스템에 대한 향후 발전

방향 제시

5) 대상 시장 및 고객에 대한 시장조사 : 시스템의 수요자인 지방자치단체 및 주차장 사업자 등을 대상으로한 시장 조사 수행

6) 주차협회 관련 업체와 업무협력체제 : 지자기센서를 이용하는 시스템 통합작업 을 수행하는 관련 업체와의 업무협력체제 구축으로 영업 활성화 도모

7) 조달청 조달 등록 : 조달청 조달등록을 통해 정부 및 지방자치단체 조달 자격 획득 및 나라장터를 활용한 판촉 활동

3. 시작품 성능 검증을 위한 테스트베드 구축

시작품의 성능 검증 및 안정성 확보를 위한 현장 실험을 수행하기 위해, 실험 목적 4가지를 원활히 수행할 수 있는 환경을 조성할 목적으로 테스트베드 구축을 한다.

가. 테스트베드를 통한 실험

1) 환경 적응 능력 검증

- 자연 환경을 통한 적응 시험
- 환경 조성이 불비한 경우에는 환경시험기기를 이용한 시험을 고려.

2) 주차차량 검지 능력 검증

- 다양한 차종에 따른 검지 능력 검증
- 인근 주차 차량에 의한 영향 검증
- 인근 통행 차량에 의한 영향 검증

3) 배터리 전력소모 검증

- 주차면별 가동시간에 따른 전력소모 검증

4) 통신장치의 통신 가능 거리 검증

- 지역중계장치-지자기센서 간의 통신 가능 거리 검증

- 악천후 경우 통신 가능 거리 검증

나. 테스트베드 환경 조성

(1) 대상 지역의 사용 승인

지방자치단체와 교섭으로 안양시 명학역앞 노상주차장의 사용을 재가 받음

(2) 대상 지역의 사용 범위

안양시 명학역앞 노상주차장의 주차면 중에 14개 주차면에 지자기센서를 설치하고, 지역중계장치와 지역제어기는 주차부스에 설치

실험 방안을 고려하여 실험 주차면수는 14 면으로 결정

Seq	1번	2번	3번	4번	5번	6번	7번
	1.6m, 0도	1.5m, 0도	1.4m, 0도	1.3m, 0도	0.8m, 0도	1m, 0도	1m, 0도
Seq	8번	9번	10번	11번	12번	13번	14번
	1m, 0도	1.1m, 0도	0.9m, 90도	1.2m, 0도	0.8m, 90도	1m, 0도	1m, 90도

표 2-45 주차면별 지자기센서 설치방법

* 주 : 거리는 주차면내의 설치 중심거리, 각도는 안테나 방향

(3) 대상 지역의 장비 구성

테스트베드에 서설치 운영되는 장비의 내역은 다음과 같다.

장비명	운영목적	수량	비 고
지자기센서	장비 성능 시험	14 대	
지역중계장치	장비와의 통신 유지	1 대	
지역 제어기	현장 장비 감시	1 대	
인터넷 회선	현장 장비 원격 감시	1 회선	

표 2-46 테스트베드 설치 장비 내역

(4) 대상 지역의 전원 및 통신

테스트베드 운영에 사용되는 전원은 주차부스에 인입된 전원을 사용하며, 통신은 이동통신사의 무선 Wi-Fi를 사용

다. 테스트베드 시스템 구성

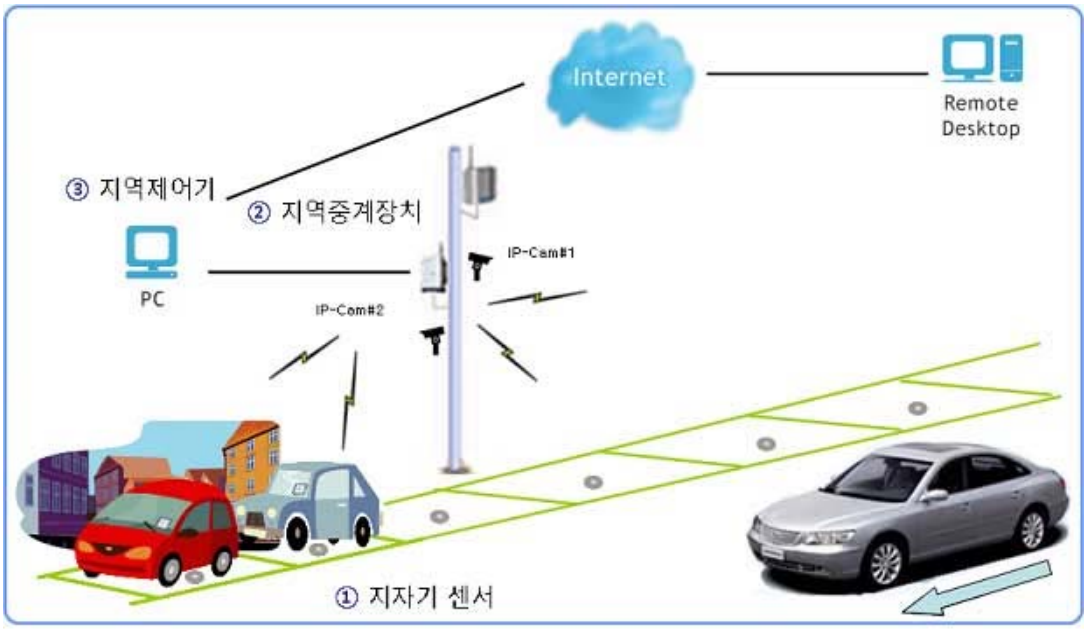


그림 2-68 테스트베드 시스템 구성도



그림 2-69 테스트베드 설치 현장-지자기센서

4. 테스트베드 운영

구축된 테스트베드는 테스트베드 활용, 시험결과반영, 기술개선의 절차로 테스트베드 운영을 수행한다.

가. 테스트베드 활용

본 단계는 테스트베드에 제작된 시제품을 설치 운영하여, 수집된 자료를 향후 제품 성능 개선을 위한 기초 자료로 활용한다.

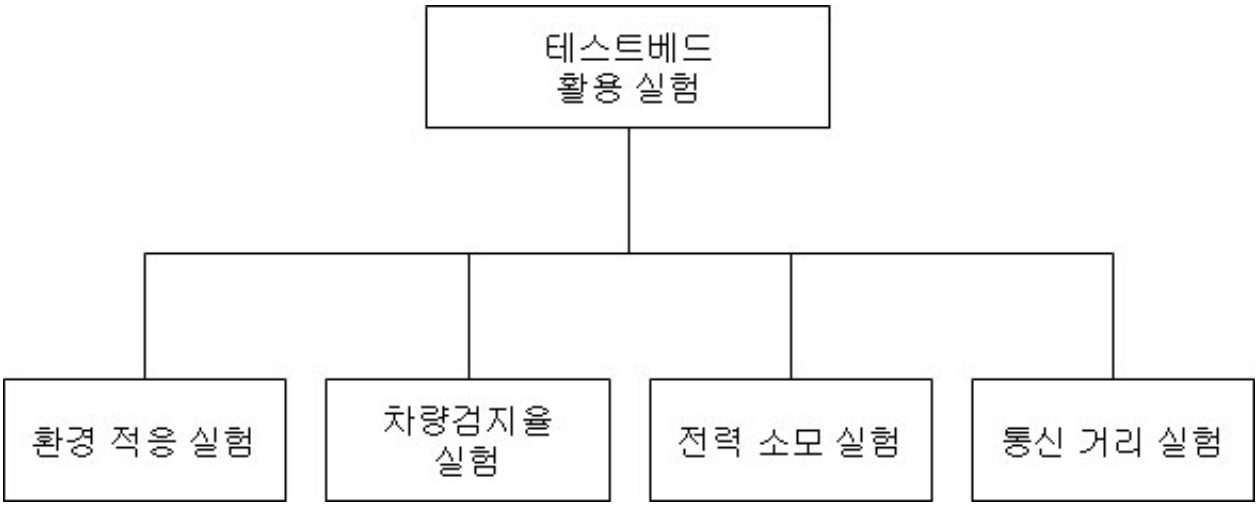


그림 2-70 테스트베드 활용실험

(1) 환경 적응 실험

(가) 환경 적응 실험 목적

옥외 노상주차장 환경 하에서 운영 장비의 운전 상태를 점검하기 위한 실험으로서, 자연 및 인공 환경 하에서의 대응 능력을 확보하는데 그 목적이 있다.

- 옥외 환경에서 온도 대응 능력
- 옥외 환경에서 강수 상황에서 방수 대응 능력

- 자연 환경을 통한 적응 시험
- 환경 조성이 불비한 경우에는 환경시험기기를 이용한 시험 고려.

(나) 환경 적응 실험 과정

테스트베드내에 지자기센서 14 Set와 지역중계장치 1Set를 설치한 상태로 2013.5 ~ 2013.10. 동안 운영하고, 실제 기상 환경 자료를 수집하여, 매일 운영 상황을 점검하였다.

(다) 환경 적응 실험 결과

시험 기간에 관측된 기상 상황은 다음과 같다.

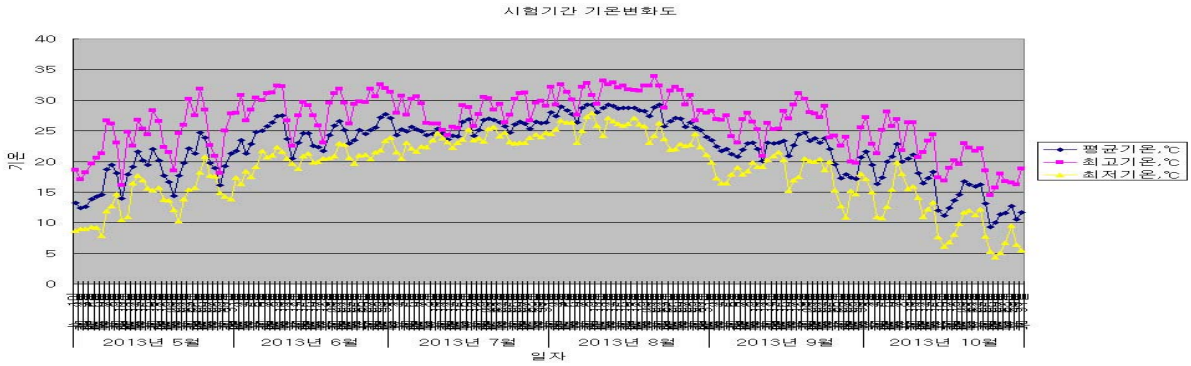


그림 2-71 실험기간 기온변화도

실험 기간 중 관측된 최고기온 2013.8.21.에 33.9℃이고, 최저기온은 2013.10.31 에 5.5℃이며, 실험 기간 중 온도에 따른 영향으로 시스템이 중단된 경우는 발생하지 않았다.

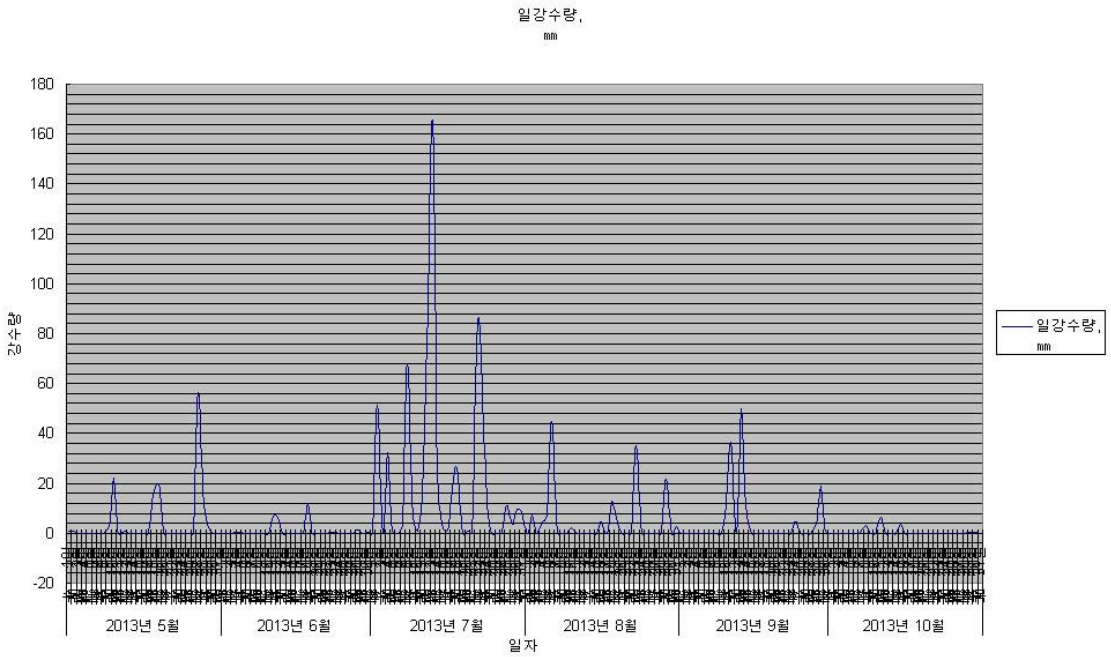


그림 2-72 실험기간 강수량

시험 기간중 관측된 최대 강수량은 2013.07.13, 에 165㎜ 이고, 실험 기간중 비 또

는 강우에 따른 영향으로 시스템이 중단된 경우는 발생하지 않았다.

실험 기간이 하계절인 관계로 저온이 발생하지 않은 관계로 추후 동계간에 저온에 따른 영향을 실험할 계획 이다.

(2) 차량검지율 실험

(가) 실험 목적

옥외 노상주차장에 진출입하는 차량을 대상으로 지자기센서의 차량 인식 능력을 점검하기 위한 실험으로서, 다양한 차종을 대상으로 차량 검지 능력을 확보하는데 그 목적이 있다.

- 다양한 차종에 따른 검지 능력 검증 (경차, 승용차, 승합차, SUV 차종 이용)
  - ** 주차면에 차량 진입의 검지
  - ** 주차면에 차량 진출의 검지
  - ** 인근 주차 차량에 의한 영향 검증
- 인근 통행 차량에 의한 영향 검증

(나) 차량검지율 실험 과정

테스트베드 내에 지자기센서 14 Set와 지역중계장치 1Set를 설치한 상태에서 2013.5 ~ 2013.07. 동안에 1일 1시간을 정해 주차현황 파악 및 입, 출차에 따른 지자기센서 인식 결과를 관찰하였다.

(다) 차량검지율 실험 결과

실험 기간 중에 인식율은 80% 수준으로 상당히 저조하였다. 상황을 확인하였는데, 운전자에 따른 주차면 내 주차 위치의 다양성, 금속 재료를 적게 사용하는 신규 모델 등으로 인해 인식율이 낮은 것으로 확인되었다.

(3) 전력 소모 실험

(가) 전력 소모 실험 목적

옥외 노상주차장에 매립 설치된 지자기센서 내부의 제한된 에너지로 역할 수행 가능 기간 점검하기 위한 실험으로서, 제한된 에너지로 최대한 기간 동안 임무 수행 능력을 확보하는데 그 목적이 있다.

- 실험 시작전 배터리 출력 전압 기록
- 주차면별 가동시간에 따른 전력소모 검증
- 실험 종료후 배터리 출력 전압 기록

(나) 전력 소모 실험 과정

테스트베드내에 지자기센서 14 Set에 대한 실험 시작 전 출력 전압을 기록하고, 시스템 운영을 지속하면서 출력전압이 0.1V 강하될 때 까지의 기간을 확인하였다.

(다) 전력 소모 실험 결과

처음 실험에서는 일반적인 운영상태에서 점검을 시도하였는데, 일간 입출차 상황이 많이 발생하지 않는 관계로 전압이 강하하는 사례가 발생하지 않아서, 강제로 지자기센서 당 하루 자료 전송을 480회 수행하도록 프로그램을 변경하여 실험한 결과 출력전압 0.1Volt 하강하는데 약 81~87일 소요되었다.

(4) 통신 거리 실험

1) 실험 목적

옥외 노상주차장에 매립 설치된 지자기센서와 지역통신장치간의 자료 송수신 가능 거리를 점검하기 위한 실험으로서, 비인가 무선국의 출력으로서 최대 통신거리를 확보하

는데 그 목적이 있다.

- 지역통신장치와 지자기센서 간의 통신성공율
- 지역통신장치와 지자기센서 간의 통신 가능 거리 검증
- 악천후 경우 통신 가능 거리 검증

2) **실험 과정**

테스트베드 설치시 14개의 지자기센서중에 12개는 60m 이내에 설치하고, 2개는 60 ~ 70 m 거리를 가지도록 설치한 상태에서 매일 교신 결과를 분석하여 통신 성공률과 통신 가능 거리를 검증하는 과정을 수행했다.

3) **실험 결과**

60m 이내에 설치한 지자기센서는 1일 적정 교신량을 갖는데 반해, 60 ~ 70 m 거리를 가진 지자기센서는 1일 20회 이내의 교신량을 갖는 것으로 확인되었다. 이는 통신거리가 적정한 거리를 넘어서면 통신에 난점을 가지는 것으로 이해된다.

나. 테스트베드 운영 - 실험 결과 분석

본 단계는 테스트베드를 활용한 실험을 통해 수집된 자료를 사용하여 문제점을 도출하고, 이를 기초로 제품 성능 개선 방향을 설정한다.

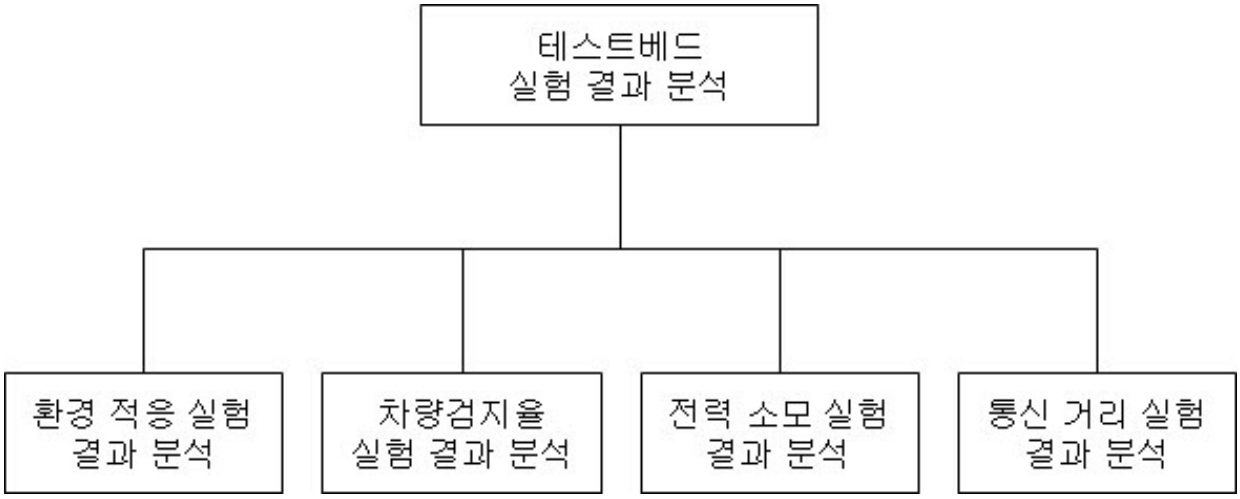


그림 2-73 테스트베드 실험결과 분석

(1) 환경 적응 실험 결과 분석

주차면 14면에 지자기센서를 설치하고, 지역통신장치 1Set를 설치하여, 2013.06 ~ 2013.09 에 걸쳐 현장 운영한 결과 최고기온 33.9℃ 최대강수량 165㎜ 환경에서도 정상적 동작을 하였다. 향후 동계 간에 운영에서도 정상 동작을 유지한다면 환경 적응 능력에는 문제가 없는 것으로 판단한다.

(2) 차량검지율 실험 결과 분석

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

- 이에 차량검지율에 영향을 주는 요소로, 지자기센서의 설치 위치와 차량의 경량화에 따른 스레쉬홀드 값의 적정성으로 판단된다.

- 이에 측정 자료를 기반으로 지자기센서 설치위치의 조정과 스레쉬 홀드 값에 대한 적정값 산출을 위한 시험을 통해 최종 결과 반영 계획 이다.

(3) 전력 소모 실험 결과 분석

지자기센서에 내장된 배터리의 방전 능력은 출력전압으로 판단한다. 이에 실험 시작 전 출력전압과 실험 종료 후 출력전압이 0.1V 강하하는데 소요 일수를 측정하였다. 실험 기간 중 전력 소모가 제일 큰 자료 송출 횟수를 감안하여 살펴본바 약 480건/일 전송으로서 87일이 경과에 출력 전압이 0.1Volt 떨어졌다. 이는 40,000여건의 자료 전송이 발생하였고, 이는 일반적인 주차장의 회전율을 감안할 때 1일 자료 전송 건수를 20건 기준으로 적용하면 200일이 되며, 최소 방전 전압을 3.0Volt로 기준하면 200일 X 6 Step = 1200일 즉 3.2년에 해당되는 자료 발생량 이다. 이로서 전력 소모는 우려할 수준은 아니라고 판단된다.

(4) 통신 거리 실험 결과 분석

실험 기간 중에 지역통신장치와 지자기센서간의 통신 내역을 분석한 결과 원거리에 설치된 지자기센서의 자료 교신 내역이 현저히 적게 수신되었음을 확인하였다. 적정 거리 이내에 설치된 지자기센서와 교신 횟수에 비해 적은 통신 성공이 이루어진 이유는 통신거리, 통신환경의 영향 및 안테나의 수신 능력에 문제가 있는 것으로 파악된다. 이에 통신 거리 및 통신 환경의 영향 같은 비 통제 영역은 배제하고, 안테나의 수신 능력을 개선하는데 목적을 두고 대응 방향을 연구할 계획 이다.

다. 테스트베드 운영 - 기술 개선

본 단계는 테스트베드를 활용한 실험 결과 도출된 문제점을 해결하기 위해 기존 기술의 개선 사항을 도출한다.

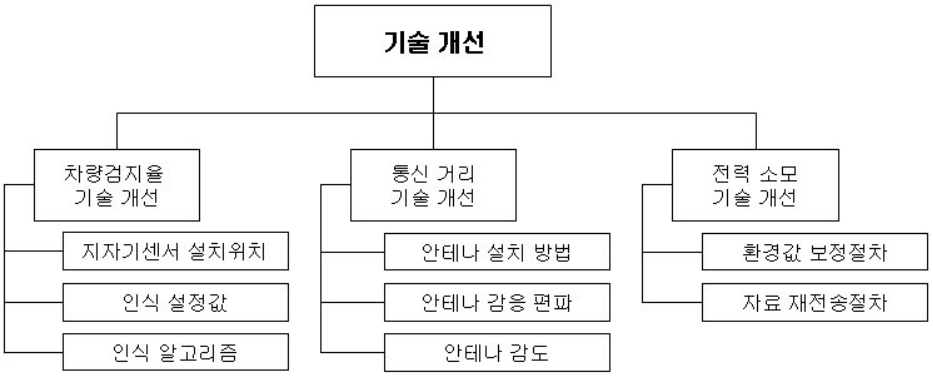


그림 2-74 기술개선 수행내역

(1) 차량검지율 향상을 위한 개선사항

테스트베드를 활용한 실험에서 차량검지율이 낮은 사항에 대한 이유는 2 가지로 분석한다.

- 지자기센서의 적정 설치 위치를 찾기 위해 다양한 위치에 지자기센서를 설치하였던 환경
- 지자기센서의 차량 인식을 위한 검지 영역의 임계값의 과대

상기로 도출된 문제를 해결하기 위해서

- 주차면내 지자기센서 설치 위치 조정
- 지자기센서의 차량 인식을 위한 임계값 재조정
- 지자기센서의 차량 인식 알고리즘의 개선

으로 설정하고 이에 대한 연구를 진행한다.

(가) 주차면내 지자기센서 설치 위치 조정

국내 운행 차량에 대한 제원 분석과 운전자에 따른 주차 습관을 분석한 결과 주차면에 주차하는 위치는 운전자 습관에 따라 주차면 내의 위치가 다르며, 지자기센서가 차체에서 인식이 좋은 영역은 앞쪽 범퍼에서 엔진 룸 인근이 제일 좋은 것으로 판단되

어 다음 영역에 설치하는 것으로 결론을 내렸다.

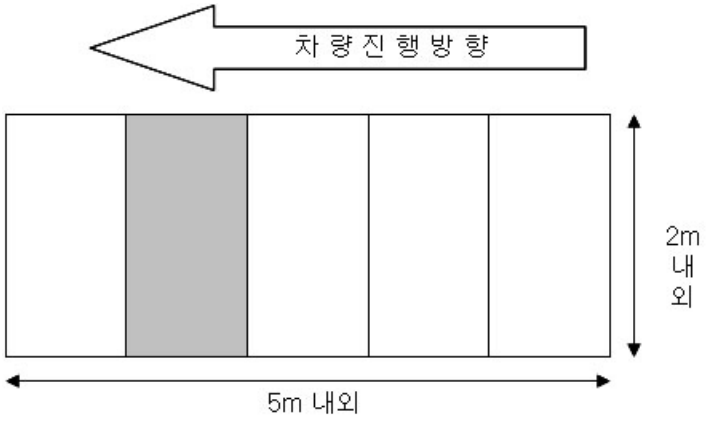


그림 2-75 지자기센서 설치위치

(나) 차량 인식을 위한 임계값 재조정

국내에는 차령 20년 이상의 차량부터 최신 차량 까지 다양한 형태의 차량이 운행되고 있다. 년식이 오래된 차량은 차량 제조 시 금속 사용 비율이 높은데 반해, 신규 모델의 차량은 환경 및 연비 개선 위해 금속 사용 비율이 낮아서 기존 설정값으로는 인식하지 못하는 사례가 있다.

이를 해결하기 위해서 임계값을 재조정하여 적용한 결과 인식율이 개선되었다. 경차의 경우에는 주차 위치 및 자기 볼륨이 적은 관계로 인식 실패율이 아직 높은데, 이에 대해서는 별도의 접근 방식을 적용하여 인식율 제고를 위해 추가 연구를 진행할 계획이다.

(다) 차량 인식 알고리즘의 개선

지자기센서의 측정값을 이용하여 차량을 인식하기 위한 알고리즘으로 채택한 방법은 Threshold Tracking Algorithm으로, 여기에 적정 임계값을 적용하여 차량 인식 방법으로 활용한다. 여기서 발생한 문제점으로는 차량의 자기 프로파일 내에 자기값이 Null인 지점이 존재 한다는 것 이다. 이를 극복하기 위한 방법으로서 차량 인식 알고리즘의 개선을 고려 하였다.

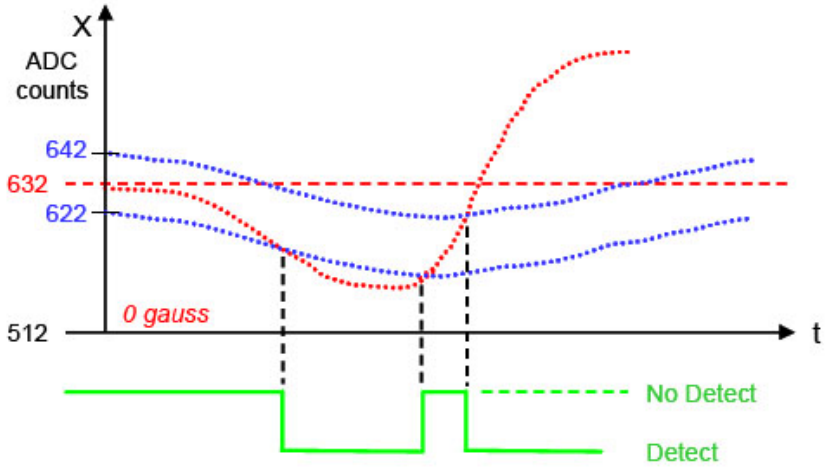


그림 2-76 지자기센서 차량인식중 영점인식

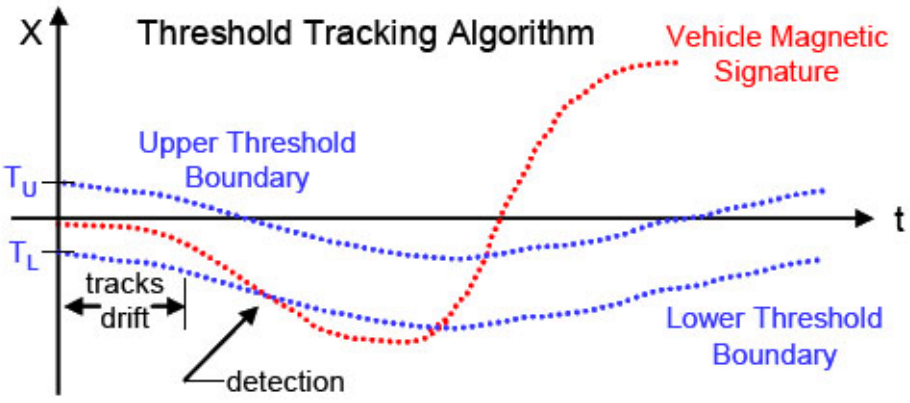


그림 2-77 Threshold Tracking Algorithm

차량을 인식하기 위한 알고리즘으로 사용하던 Threshhold Tracking Algorithm이 지닌 문제를 해결하기 위해, 관련 검토를 통해 신규 적용 알고리즘으로 State Machine Detect Algorithm을 사용하기로 결론을 내렸다.

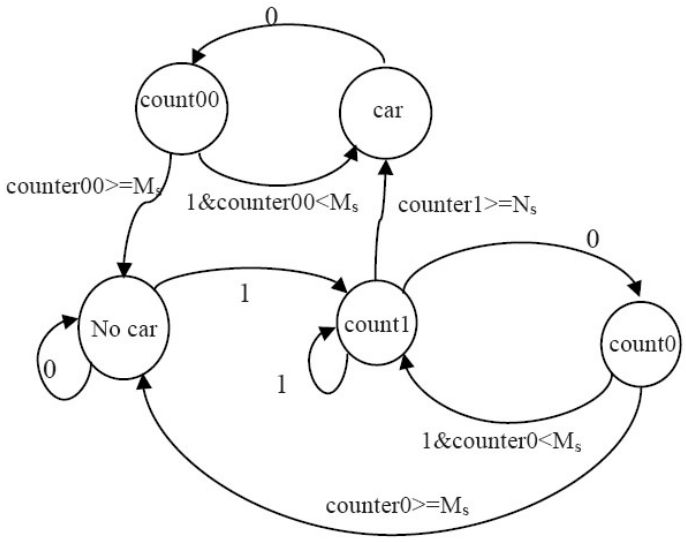


그림 2-78 State Machine Detect Algorithm

(2) 통신 거리 향상을 위한 개선사항

실험 기간 중에 지역통신장치와 지자기센서간의 통신 내역을 분석한 결과 원거리에 설치된 지자기센서의 자료 교신 내역이 현저히 적게 수신되었음을 확인하였다. 적정 거리 이내에 설치된 지자기센서와 교신 횟수에 비해 적은 통신 성공이 이루어진 이유는 통신거리, 통신환경의 영향 및 안테나의 수신 능력에 문제가 있는 것으로 파악된다. 이에 통신 거리 및 통신 환경의 영향 같은 비 통제 영역은 배제하고, 안테나의 수신 능력을 개선하는데 목적을 두고 대응 방향을 연구할 계획 이다.

(가) 안테나 설치 방법

기존 PCB 연계설치 형태에서 함체 외부로 방사가 용이하도록 함체 뚜껑 내측으로 설치 위치 조정

(나) 안테나 감응 편파 조정

기존 수직 편파 대응안테나에서 수직 편파와 수평 편파에 대응 가능한 Die-Pole 형태의 안테나로 대응 편파 조정

(다) 안테나 감도 조정

기존 0 dB 감도에서 3.5 dB 감도로 조정

(3) 전력 소모 절감을 위한 개선사항

실험 결과는 안정권에 든 것으로 판단되나, 경쟁력 확보를 위해 전력 절감 방안을 다음 부문에 대해 검토한다.

(가) 환경값 보정 절차에 대한 검토

기존 처리 절차 중에 간소화 부분을 검토한 결과 환경 지자기 정보 수정 부분이 처리 빈도가 높아서, 해당 처리 빈도 조정

(나) 자료 재전송에 대한 검토

통신 부문에서 자료 전송이 전력 소모가 제일 크다. 통신 오류의 최소화를 위해 동일 자료에 대해 재전송 회수가 과다한 것으로 사료되어, 해당 재전송 처리 회수의 감축 조정

5. 제품 성능 개선

본 단계는 기술 개선 사항을 적용한 제품의 성능 개선 검증을 수행한다.

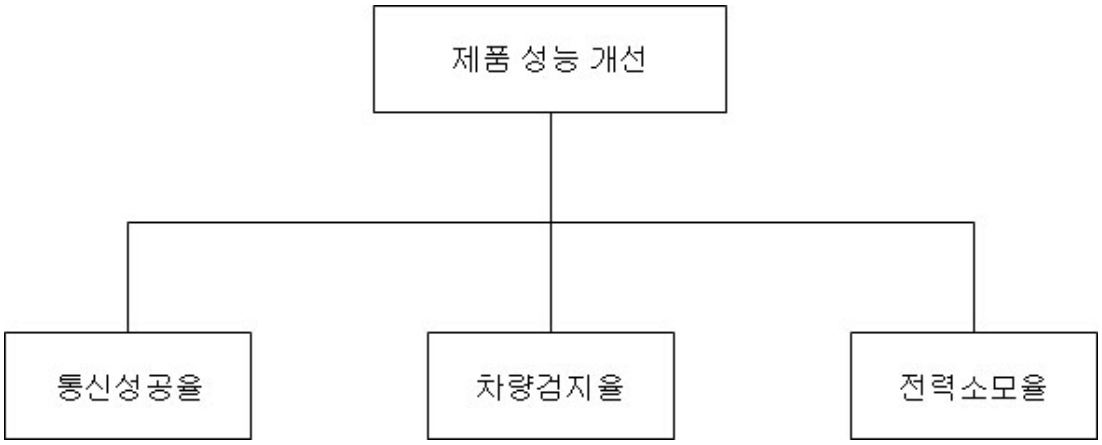


그림 2-79 제품 성능 개선 사항

가. 통신 성공률 개선

통신 성공률은 통신 수행 절차와 통신장치의 통신 가능 거리에 의해 좌우 된다. 통신 수행 절차는 실시간 자료 처리를 위해 비동기 통신 방식을 채택하였고, 통신 가능 거리의 연장을 위해 추가 연구 결과의 산출물인 Film Antena와 Dual Band Antena를 채택한 결과 지자기센서가 생성한 자료를 100% 수신하였다.

(1) 안테나 설치 방법

안테나에서 방사되는 형태를 고려할 때, 현재 안테나 설치 높이인 PCB 상의 위치가 낮은 것으로판단되어 안테나 전파 방사의 용이성을 고려하여, 설치 위치를 함체 뚜껑의 내측에 설치하는 것으로 위치를 조정.

(2) 안테나 감응 편파

현재 사용한 안테나는 수직 편파에 대응하는 안테나로서, 기기 간 통신이 이루어 지는

파형이 직접파가 아닌 반사파에 의존하는 부분을 간과한 점이 있어, 이에 대응하기 위해 수직 편파와 수평 편파에 대응할 수 있도록 Die-Pole 형태의 안테나를 채택

(3) 안테나 감도

현재 사용한 안테나는 감도가 0 dB이다. 감도가 개선된다면 노이즈에 강한 측면이 표현될 것으로 판단되어 감도를 3.5 dB로 개선.

나. 차량 검지율 개선

주차하는 차량에 대한 검지율은 기존 인식방법에서 지자기센서 설치 위치 조정, 인식을 위한 검지영역의 임계값 재조정 및 인식 알고리즘을 개선하였다. 주차 차량에 대한 인식율은 기존 제품에 비해 제고되었으나, 일부 경차에 대한 인식율은 아직 저조한 관계로, 결과는 만족치 못한 92% 수준이었다. 이는 향후 추가 연구를 통해 목표치인 99.7% 수준을 만족하도록 진행할 계획 이다.

(1) 지자기센서 설치위치 조정

테스트베드 설치 시 각 주차면별로 다양한 위치에 시설하여 운영한 결과 주차면선단에서 1,3m 위치가 차량의 형태 및 주차 행태에 비추어 적절한 위치로 확인된다.

(2) 인식 임계값 조정

기존에 설정한 인식 임계값에 의한 결과는 금속을 적게 사용하는 신규 차종 이나 경차 차종에 대해서는 저조한 인식율을 나타냈다. 이에 기존 인식 임계값을 재조정하여 적용한다.

(3) 인식 알고리즘 개선

기존에 사용한 Threshold Tracking Algorithm은 일반적인 행태에서는 적정한 인식을 수행하였으나, 상황 변화에 대한 대응력이 약한 것으로 판단되어, 새로이 State Machine Detect Algorithm으로 대체 적용한다.

다. 전력 소모율 개선

테스트베드 운영 결과 실험치에 의하면 전력 소모량은 큰 문제가 아니라고 판단되나, 지자기센서의 운영 중 불필요한 절차를 배제하여 30% 정도의 절감 효과를 이루었다.

(1) 환경 지자기정보 보정 절차 제거

기존 처리 절차 중에 간소화 부분을 검토한 결과 환경 지자기 정보 수정 부분이 처리 빈도가 높아서, 해당 처리 빈도 조정하고, 운영 상에 문제가 없다면 해당 절차를 제거한다.

(2) 자료 재전송 절차 조정

지자기센서가 처리하는 중에 전력 소모가 제일 큰 요소는 자료 송신의 경우 이다. 통신 성공율이 개선된다면 동일 자료의 재전송에 많은 에너지를 사용하는 것은 낭비적 요소 이므로, 재정송 회수를 최소화 설정할 계획 이다.

6. 시범사이트 구축

본 연구 과제의 목표 시스템인 공영주차장 주차정보 제공서비스를 구현하는 시범사이트를 구축하였다.

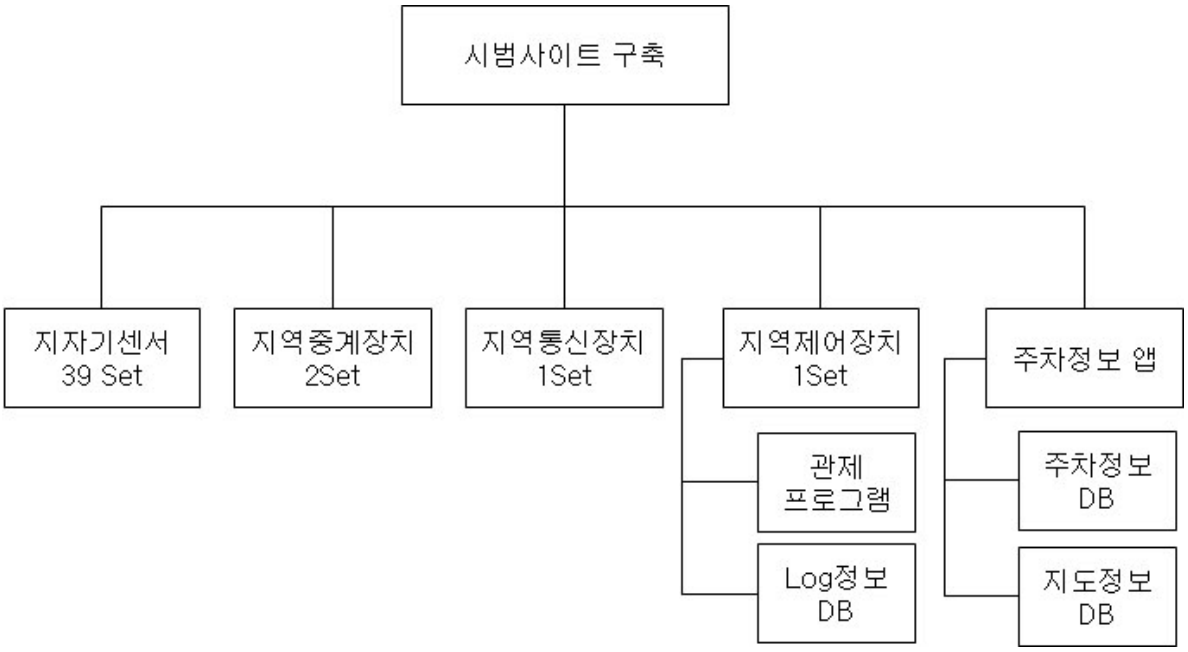


그림 2-80 시범사이트 구성내역

가. 시범사이트 설계 방향

본 시범사이트는 주차장을 대상으로 정보 수집 방안을 구현하고, 수집된 정보에 대한 관리 방안을 구현하고, 정보수요자의 정보 요청에 대응하여 정보제공 방안을 구현을 통하여, 공영주차정보 제공서비스의 구축 및 운영의 문제점을 파악하고자 하는 목적도 가지므로, 사용자 편의에 중점을 둔다.

나. 시범사이트 구성 내역

(1) 지자기센서

경기도 안양 명학역 인근에 운영 중인 '명학2 노상주차장 "을 대상으로 하여, 39개 주차면에 지자기센서를 매립 설치하였다.

(2) **지역중계장치**

대상 주차장의 주차면이 175m 구간에 설치되어 있어, 자료 수집의 원활성을 기하기 위해 2개의 지역중계장치를 설치하였다.

(3) **지역통신장치**

지역중계장치와 지역제어장치 간의 통신을 담당하는 지역통신장치 1Set를 설치하였다.

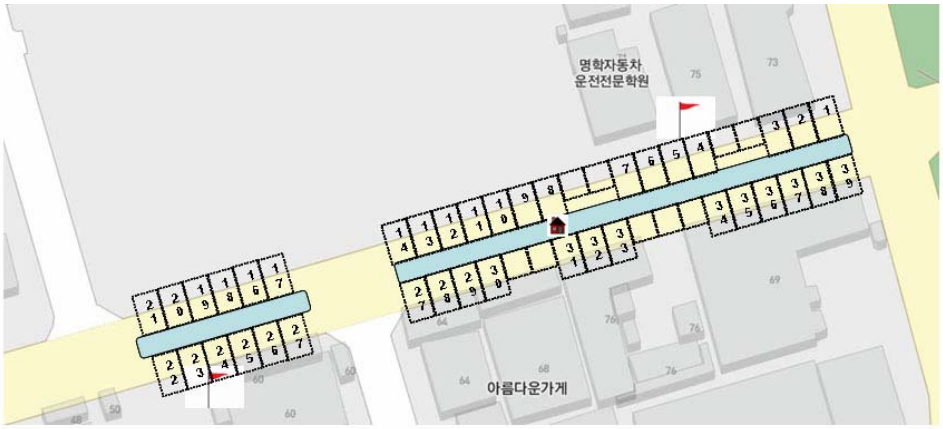
(4) **지역제어장치**

명학2노상주차장의 주차정보를 관리하는 지역제어장치를 설치 하였다. 해당 지역제어장치에는 관제프로그램을 탑재하였고, 주차장 운영 상황을 관리하는 Log정보 DB를 운영한다.

(5) **주차정보제공 앱**

주차정보를 제공하는 앱을 지원하여 시범사이트의 주차현황을 제공한다. 해당 앱에는 주차정보DB와 지도정보DB를 운영하여 주차장 정보를 지도 상에 표시한다.

다. 시범사이트 장비 설치 내역



장치명	수량	비고
지자기센서	39 Sets	구획당 1Set
지역중계장치	2 Sets	깃발표시지역
지역통신장치	1 Set	주차부스
지역제어기	1 Set	주차부스

그림 2-81 시범사이트 장비설치도

라. 시범사이트 시스템 구성도

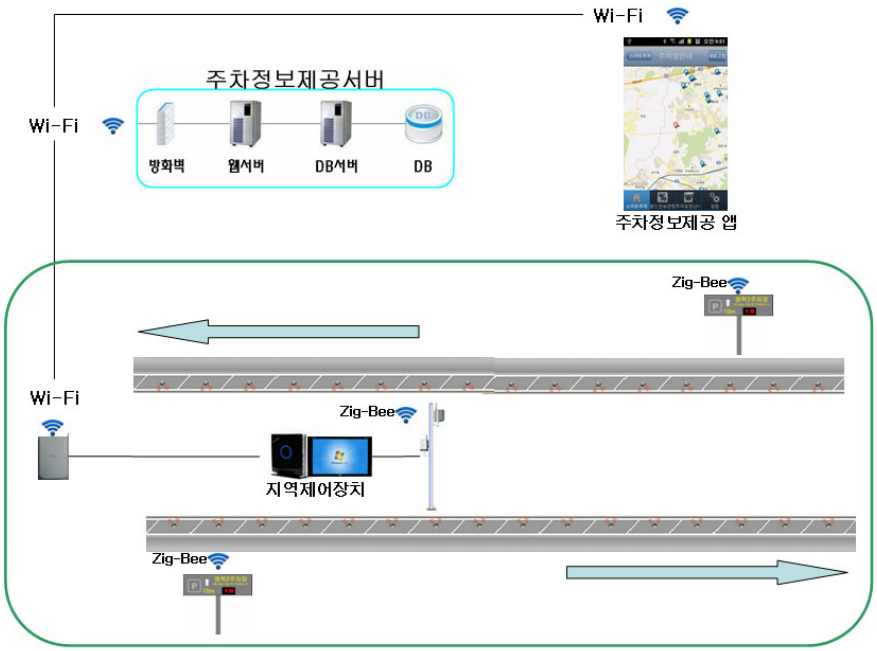


그림 2-82 시범사이트 시스템 구성도

7. 시범사이트 개선

구축된 시범사이트는 공영주차정보시스템의 시작품을 활용하여, 공영주차정보시스템의 기능 및 성능에 대한 시연을 위해 구축되어, 주차정보 수집 중심으로 구성되어 있다. 이에 시범사이트의 개선을 통해 주차정보 제공 관련 기능을 추가하거나 기능을 개선한다.

가. 시범사이트 기능개선 :

(1) 정보제공 방법의 다양화

현장에는 지역제어장치와 연결된 모니터 이외에는 주차정보를 제공할 수 있는 방안이 없다. 이에 인근 통행 차량에게 주차정보를 제공할 목적으로 주차정보제공을 위한 전광판을 추가 설치할 계획 이다.

(2) 지역제어장치의 기능 부여

지역제어장치는 해당 주차장의 정보 수집 및 자료 관리 기능을 가지고 있으나, 주차장 인근에 주차정보제공을 위한 전광판이 운영되기 위해서는 지역제어장치에 전광판 제어 기능을 부여한다.

(3) 전광판 전원 공급 방안 연구

국내 배전망이 가공에서 지중화 추세에 있어 전광판에 전원을 공급하는 것에 상당한 비용 및 시간이 소요될 가능성이 높다. 이에 전광판의 전원 공급을 원활히 수행하기 위한 방안 연구가 필요하다.

(4) 전광판과 지역제어장치 간의 통신 방안 연구

주차정보제공을 위한 전광판은 운전자에게 편리한 장소를 선정하여 설치하여야 한다.

이 조건을 만족시킬 경우 지역제어장치와 전광판 간의 원활한 통신을 지원할 방안에 대한 연구가 필요 하다.

(가) 통신 프로토콜

NO	프레임 ID	프레임 명	통신방식	전송방향
1	PT_IBLM001	상태 요청 데이터	Serial	센터↔주제어기
2	PT_IBLM002	자료 요청 데이터	Serial	센터↔주제어기
3	PT_IBLM003	시간 설정 데이터	Serial	센터→주제어기
4	PT_IBLM004	제어 설정 데이터	Serial	센터→주제어기
5	PT_IBLM005	수집자료 전송 데이터	Serial	주제어기→센터
6	PT_IBLM006	지역장치 상태 데이터	Serial	주제어기→센터

표 2 -47 통신 데이터 목록

프레임ID	PT_IBLM001			
항목	형태	크기	단위/범위	설명
DLE	Hex	1	0x10	통신 프레임 시작표시
STX	Hex	1	0x01	통신 프레임 시작표시
REQUEST DATA	Hex	1	0x20	상태 정보값
YEAR	Hex	1	년	년
MONTH	Hex	1	월	월
DAY	Hex	1	일	일
HOUR	Hex	1	시	시
MIN	Hex	1	분	분
SEC	Hex	1	초	초
DLE	Hex	1	0x10	통신 프레임 끝표시
STX	Hex	1	0x02	통신 프레임 끝표시
CRC1	Hex	1	0x01	보정값1
CRC2	Hex	1	0x01	보정값2

표 2-48 상태요청 데이터

프레임ID	PT_IBLM002			
항목	형태	크기	단위/범위	설명
DLE	Hex	1	0x10	통신 프레임 시작표시
STX	Hex	1	0x01	통신 프레임 시작표시
CONTROL DATA	Hex	1	OP CODE	제어정보값
REQUEST IMAGE	Hex	1	0XA2	이미지요청값
DLE	Hex	1	0x10	통신 프레임 끝표시
STX	Hex	1	0x02	통신 프레임 끝표시
CRC1	Hex	1	0x01	보정값1
CRC2	Hex	1	0x01	보정값2

표 2-49 자료 요청 데이타

프레임ID	PT_IBLM003			
항목	형태	크기	단위/범위	설명
DLE	Hex	1	0x10	통신 프레임 시작표시
STX	Hex	1	0x01	통신 프레임 시작표시
REQUEST DATA	Hex	1	0x20	상태 정보값
YEAR	Hex	1	년	년
MONTH	Hex	1	월	월
DAY	Hex	1	일	일
HOUR	Hex	1	시	시
MIN	Hex	1	분	분
SEC	Hex	1	초	초
DLE	Hex	1	0x10	통신 프레임 끝표시
STX	Hex	1	0x02	통신 프레임 끝표시
CRC1	Hex	1	0x01	보정값1
CRC2	Hex	1	0x01	보정값2

표 2-50 시간설정데이터

프레임ID	PT_IBLM004			
항목	형태	크기	단위/범위	설명
DLE	Hex	1	0x10	통신 프레임 시작표시
STX	Hex	1	0x01	통신 프레임 시작표시
CloseDataTrans	Hex	1	0x0F	Reboot값
DLE	Hex	1	0x10	통신 프레임 끝표시
STX	Hex	1	0x02	통신 프레임 끝표시
CRC1	Hex	1	0x01	보정값1
CRC2	Hex	1	0x01	보정값2

표 2-51 제어설정데이터

프레임ID	PT_IBLM005			
항목	형태	크기	단위/범위	설명
DLE	Hex	1	0x10	통신 프레임 시작표시
STX	Hex	1	0x01	통신 프레임 시작표시
PCOUNT	Hex	1	0x24	자료의 패킷수 요청
PLENGTH	Hex	1	0x30	패킷 Length 요청
PDATA	Hex	1	0x32	패킷 데이타 요청
PDATARECV	Hex	1	0x25	전체자료의 패킷수수를 전송
	Hex	1	패킷수	
DATA RECV	Hex	1	0x35	데이터의 전송
	Hex	1	패킷넘버	전송될 자료의 패킷넘버
	Hex	1016	데이터	전송될 데이터
DLE	Hex	1	0x10	통신 프레임 끝표시
STX	Hex	1	0x02	통신 프레임 끝표시
CRC1	Hex	1	0x01	보정값1
CRC2	Hex	1	0x01	보정값2

표 2-52 수집자료 전송데이터

OP CODE	Format	Function	Answer	Object
0x20	D S 0x20년월일시분초 D E C1 C2	적발된 자료요청	0x21 : 자료있슴 0x22 : 자료없슴	H
0x24	D S 0x24 DM D E C1 C2	자료의 PACKET 수 요청	0x21	H
0x30	D S 0x30 P D E C1 C2	PACKET LENGTH 요청	Packet Length	H
0x32	D S 0x32 P D E C1 C2	PACKET DATA 요청	Packet Data	H
0x25	D S 0x25 Packet수 D E C1 C2	전체DATA PACKET 수를 전송함	0x30	L
0x35	D S 0x35 Packet Number DATA D E C1 C2	실제 자료 전송	0x30	L
0x0f	D S 0X0F 00 00 D E C1 C2	전송 완료	없슴	H

표 2-53 데이터의 흐름

프레임ID	PT_IBLM006			
항목	형태	크기	단위/범위	설명
DLE	Hex	1	0x10	통신 프레임 시작표시
STX	Hex	1	0x01	통신 프레임 시작표시
CloseDataTrans	Hex	1	0x0F	Reboot값
DLE	Hex	1	0x10	통신 프레임 끝표시
STX	Hex	1	0x02	통신 프레임 끝표시
CRC1	Hex	1	0x01	보정값1
CRC2	Hex	1	0x01	보정값2
ID	Hex	1	0x01~0xFF	지역장치 ID
Door	Hex	1	0x00~0x01	도어 캐폐유무
입력전압	Hex	1	0x00~0xFF	입력 전압값
소비전류	Hex	1	0x00~0xFF	소비 전류값
전압종류	Hex	1	0x00~0xFF	전압 종류값
출력전압	Hex	1	0x00~0xFF	출력 전압값
Heater	Hex	1	0x00~0x01	히터 작동 유무
Fan	Hex	1	0x00~0x01	팬 작동 유무
외부온도	Hex	1	0x00~0xFF	외부 온도 값
작동구분	Hex	1	0x00~0x01	작동 구분 값

표 2-54 보조제어기 상태 데이터

OP CODE	Format	Function	Answer	Object
0x20	D S 0x20년월일시분초 D E C1 C2	적발된 자료요청	0x21: 자료있슴 0x22 :자료없슴	H
0x21	D S 0x21 DM D E C1 C2	전송될 자료가 있슴	0x24	L
0x22	D S 0x22 DM D E C1 C2	전송될 자료가 없슴	없슴	L

표 2-55 데이타 요청순서

(나) 통신방법

① RS232

ⓐ 개요

「 Recommend Standard number 232 」의 약어이고, 「 C 」는 표준 규격의 최신

판을 나타내는 것이다. 거의 대부분의 PC의 시리얼 포트는 RS-232C의 서브 세트(9핀)가 표준 장비되어 있다. 풀 규격은 25-pin의 "D"형태 커넥터로, 이 중 22핀을 통신에 사용한다. 그러나 보통의 PC 통신에서는 이들 대부분의 핀은 사용되지 않는다. 대부분의 최신 PC에는 통상 수컷(male)의 9핀 "D" 타입 커백터가 장비되고 있다. 마이크로프로세서는 주변장치를 통해서 외부와 정보를 교환할 수 있으며 일반적으로 정보를 외부와 교환하는 방법으로는 병렬통신과 직렬통신 2가지로 나눌 수가 있다. 정보교환을 할 때는 통상적으로 고속의 통신속도를 필요로하여 한꺼번에 많은 정보를 처리할 수 있는 병렬통신 방식을 주로 쓰며 대량의 정보를 빠른시간에 한꺼번에 처리함으로써 컴퓨터의 성능을 향상 시킬 수가 있다. 직렬통신의 대표적인 것으로 모뎀, LAN, RS232 및 X.25등이 있으며 크게 비동기식 방식과 동기식 방식 2가지로 나누어진다.

ⓑ 데이터 전송

시리얼통신에서는 1 바이트를 8개의 비트로 분리해서 한번에 1비트씩 통신선로로 전송한다. 수신측에서는 통신선로를 통해 수신한 비트들을 조립해서 1 바이트를 만들어 내야 하는데 이때 1 바이트의 범위를 식별하기 위하여 사용하는 것이 스타트비트와 스톱비트이다. 일단 스타트 비트를 송신하면 송신측(계측 장치)에서는 계속해서 데이터비트를 송신한다. 데이터비트는 설정한 값에 따라 보통 5, 6, 7, 8의 어느 쪽이다. 수신측(PC측) 과 송신측(계측 장치)은 이러한 데이터 비트수와 보오레이트의 값을 일치하게 설정할 필요가 있다. 거의 대부분의 장비는 7 또는 8 데이터 비트를 사용해서 데이터를 전송한다. 7 데이터 비트라고 설정되어 있는 경우에는 127보다 큰 ASCII값을 보낼 수 없다. 똑같이 5 데이터 비트의 경우는 31이상의 ASCII 값을 취급할 수 없다. 데이터를 송출하면 마지막으로 스톱 비트를 보낸다. 스톱 비트의 값은 1 의 값 또는 기호이다. 기호라면 이전 데이터 비트의 값이 1이라도 확실하게 스톱 비트로서 잡는 것이 가능하다. 스톱 비트의 데이터 길이는1, 1.5, 2비트의 어느 쪽이

나 될 수 있다.

ⓒ 케이블 규격

RS232C 규격으로는 케이블의 길이는 약150cm로 되어 있다. 그러나 실제 고품질로 실드(shielded)된 케이블을 사용한다면 최장 3km정도까지 향상시키는 것이 가능하다 실드가 불충분한 케이블의 경우, 외부 환경이 크게 영향을 준다. 전기적인 노이즈가 발생하기 쉬운 환경에서는 짧은 케이블을 이용해도 노이즈에 영향을 받는다. 표준적인 사용 환경에 있어서 24게이지 와이어의 실용적인 길이를 다음에 나타낸다. 이것 이상의 길이에 이용한 경우는 신호 증폭기나 옵티칼 아이솔레이터(Optical Isolators)를 사용한다.

옵티칼 아이솔이터는 LED나 포토 다이오드(Photo Diodes)를 내장하고 있고 시리얼 케이블의 각 와이어의 신호의 품질을 확보한다. 전기적인 노이즈는 모든 와이어에 나타나고 영향을 미치지만 신호용 그라운드의 와이어도 영향을 받기 때문에 상대적인 전압 레벨은 확보하는 것이 가능하다.

Specification	RS232C	RS422	RS485
동작 모드	Single-Ended	Differential	Differential
최대 Driver/Receiver 수	1 Driver 1 Receiver	1 Driver 32 Receivers	32 Drivers 32 Receivers
최대 통달거리	약 15 m	약 1.2 km	약 1.2 km
최고 통신속도	20 Kb/s	10 Mb/s	10 Mb/s
지원 전송방식	Full Duplex	Full Duplex	Half Duplex
최대 출력전압	±25V	-0.25V to +6V	-7V to +12V
최대 입력전압	±15V	-7V to +7V	-7V to +12V

표 2-56 통신규격의 비교

아래의 그림 2-83 각 핀의 기능을 나타내며, 9핀 포트와 25핀 포트의 같은 기능을

가진 핀끼리 연결한 것을 나타낸다. 따라서 어떤 입출력 장치와 연결할 때는 그 제품과 같이 제공되는 결선도를 참조하여 연결하면 된다.

ⓓ 결선

아래의 그림 2-83 각 핀의 기능을 나타내며, 9핀 포트와 25펀 포트의 같은 기능을 가진 핀끼리 연결한 것을 나타낸다. 따라서 어떤 입출력 장치와 연결할 때는 그 제품과 같이 제공되는 결선도를 참조하여 연결하면 된다.

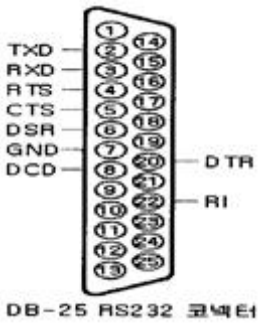


그림 2-83 컨넥터의 사양

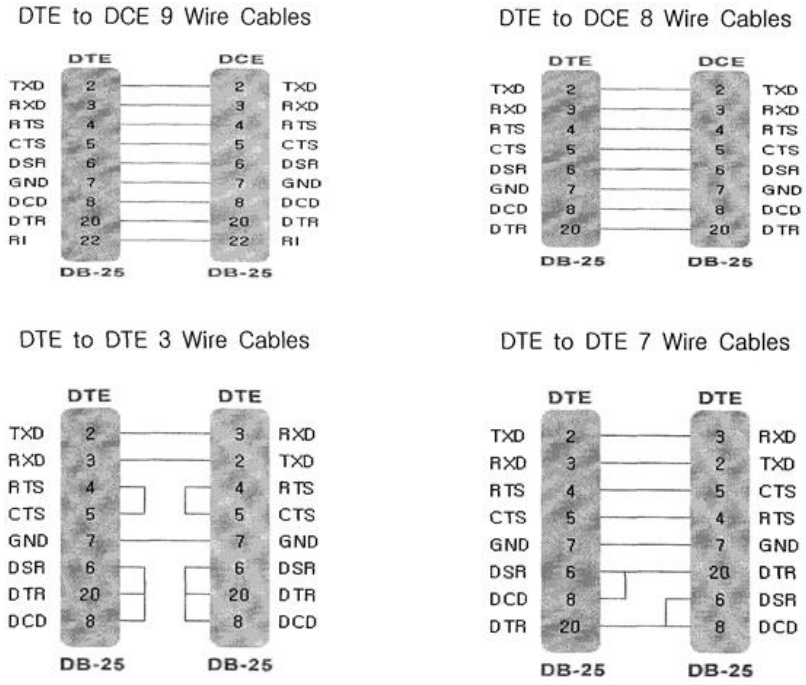


그림 2-84 RS 232C 결선도

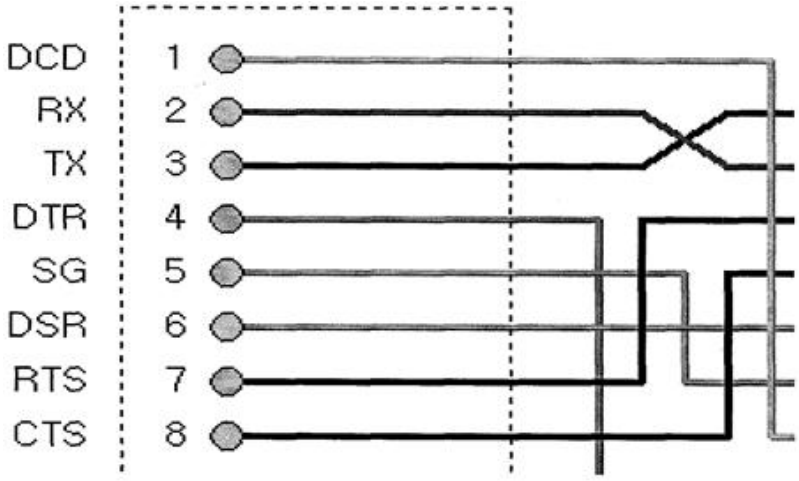


그림 2-85 RS 232C 통신 포트의 결선도

9핀 컨넥터	25핀 컨넥터	기 능	사용법
1	8	DCD(Data Carrier Detect)	입력, 사용하지 않는다
2	3	RD(Receive Data)	입력, 상대방 TD에 접속
3	2	TD(Transmit Data)	출력, 상대방 RD에 접속
4	20	DTR(Data Terminal Ready)	출력, 사용하지 않는다
5	7	SG(Signal Ground)	그라운드, 상대방 SG에 접속
6	6	DSR(Data Set Ready) 입력	입력, 사용하지 않는다
7	4	RTS(Request to Send)	출력, 상대방 CTS와 접속
8	5	CTS(Clear to Send)	입력, 상대방 RTS와 접속

표 3-57. 각 핀의 기능

ⓔ 통신 규격

RS-232C는 가장 보편적인 직렬 통신 규격이다. 이 통신 규격은 전기, 기계적인통신 규격을 다루고는 있지만 프로토콜에 대해서는 언급이 전혀없다. 이 통신 규격은 전기 신호, 특성, 기계적인 접속(핀 연결) 그리고 제어 신호의 기능적인 설명 등을 결정하고 있다. RS-232C는 전이중 방식의 통신을 지원하며, 대부분 3선만 있으면 가능하다 <그림 3-29>은 DB-25 커넥터를 사용한 예를 보여주고 있다.

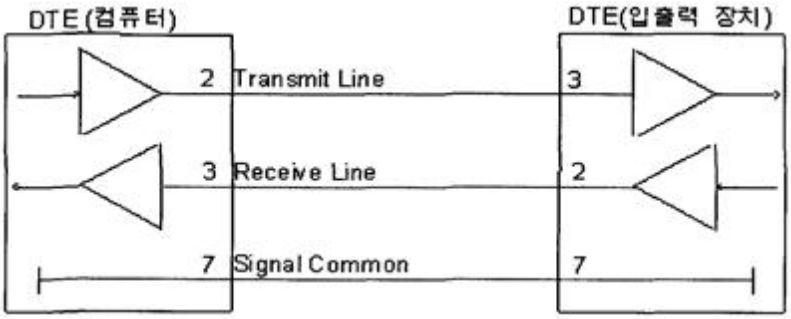


그림 2-86 RS-232C 통신

전송 속도 및 거리는 75m 이하에서는 최대 19.2K Baud rate로 통신이 가능하며, 900m 이하에서는 900 Baud rate로 통신이 가능하다. 일반적으로는 19.2K Baud rate로 20m 이내에서 많이 사용한다.

② RS422

ⓐ개요

RS422는 EIA에 의해서 전기적인 사양이 규정되어 있으나 물리적인 콘넥터 및 핀에 대한 사양은 아직 규정되어 있지 않으며 Point To Point 모드와 Multi-Drop 모드 두 가지가 있다. Point To Point 모드인 경우 RS232와 신호선당 2개의 라인이 필요한 것만 빼고 사용하는 방법에 있어서 별다른 차이가 없다.

일반적으로 사용되는 신호선은 TXD+, TXD-, RXD+ 및 RXD- 이며 신호선에 대한 설명 신호선에 대한 설명은 RS232와 별차이가 없고 다만 물리적으로 하나의 신호선에 두 개의 라인이 필요한데 그들의 표현은 신호선명뒤에 + 와 - 로써 구분표기 하였다.

ⓑ 데이타 전송

슬레이브가 마스트로 데이터를 출력하기 전(슬레이브측의 UART TXD신호선) 먼저

개폐신호를 출력시켜야 한다. (슬레이브 측의 RS422 개폐신호)TXD라인을 통해서 출력하는 첫 번째 데이터 "A"의 스타트비트가 출력되기 전 최소한 RS422 드라이버칩이 개폐신호를 받고 접속되는데 걸리는 시간인 Driver Enable to Output High Delay Time(tZH)이나 Driver Enable to Output Low Delay Time(tZL)이전에 RS422 개폐 신호를 접속하는 상태로 출력시켜야만 한다. (Logic "1"상태) 여기서 tZH와 tZL의 수치는 약간씩 틀리나 보통 수십에서 수백 ns사이의 값이다.

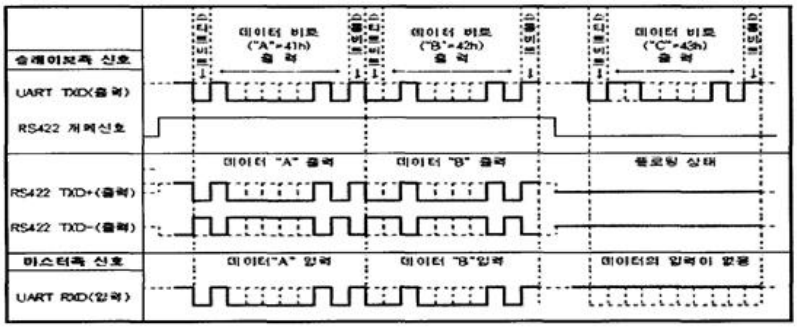


그림 2-87 RS-422 신호처리체계

하지만 이 수치 값이 최소 수치이기 때문에 정확하게 지킬 필요는 없고 여유있게 주면된다. 즉, S/W에서 먼저 RS422 개폐신호를 접속 상태로 출력시키고 난후 TXD 라인에 데이터를 출력시키며 TXD 라인에 마지막 데이터의 스톱비트까지 출력되고 난 것을 확인후 개폐 신호를 단락상태로 출력시키면 된다. (그림 상에서 데이터 "B"의 스톱비트가 출력된 후 RS422 개폐신호가 단락상태(Logic "0")로 전환되는 것을 보면 알수가 있다.)

위 그림에서 알수 있드시 RS422 개폐신호가 접속 상태일 때 슬레이브 측의 RS422 칩의 출력단인 TXD+ 와 TXD- 출력 단에 신호가 출력되어(데이터"A", "B") 마스터 측의 UART RXD 입력단에 신호가 입력됨을 알 수가 있고(데이터 "A", "B") RS422 개폐신호가 단락 상태일 때 슬레이브측의 TXD+와 TXD- 출력 단이 플로팅(Hi -

Z)상태가 되어 신호가 출력 되지 않아(데이더 "C") 마스터 측의 UART RXD 입력 단에 아무신호가 입력되지 않음을 알 수가 있다.

TXD+ 와 TXD- 신호는 공동 TXD라인에 접속시 서로 반대의 상태를 갖고 출력되고 단락과 동시에 플로팅 상태임을 위의 그림을 통해 알 수 있다.

ⓒ결선

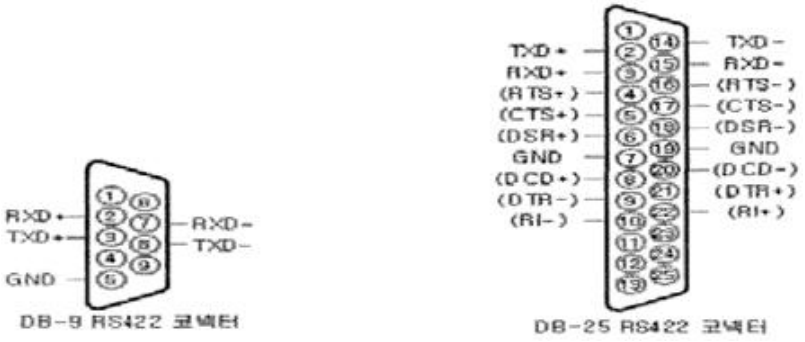


그림 2-88 RS-422 콘넥터

Multi-Drop 모드에 대한 설명Multi-Drop모드가 사용되는 시스템은 하나의 마스터에 여러개의 슬레이브가 연결되어 마스터가 어떤 슬레이브와 통신을 할것인지를 결정하고 해당 슬레이브를 호출하면 호출된 슬레이브가 응답을 하는 체제로 구성된다. (아래의 Multi-Drop 모드 결선도 참조)

이때, 하나의 마스터에 보통 10개(Max 32)까지의 슬레이브가 연결될 수가 있고 이때 마스터는 Point To Point모드로 설정되어 있어도 상관이 없으나 슬레이브는 반드시 Multi-Drop 모드로 설정이 되어 있어야 한다.

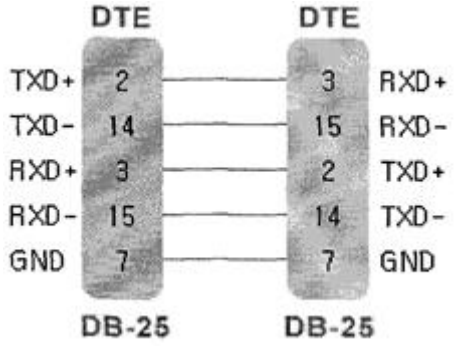


그림 2-89 Point to Point 모드 결선도

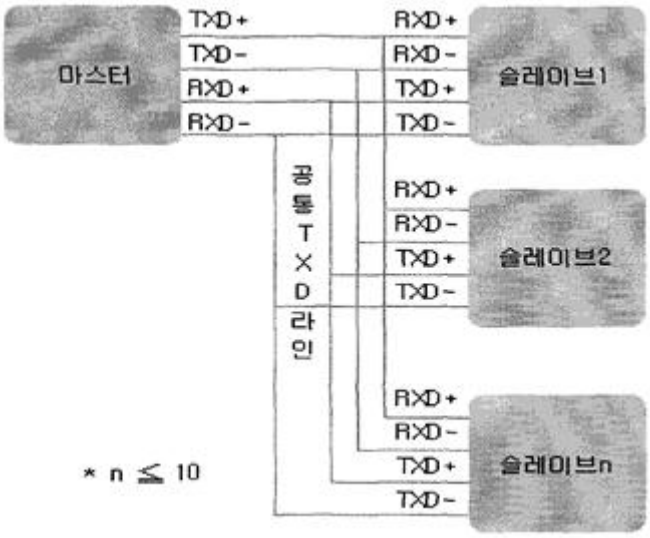


그림 2-90 Multi-Drop 모드 결선도

ⓓ 통신 규격

RS-422은 RS-232C가 지원하지 못하는 여러 가지 사양이 지원된다. 프로토콜에 대한 규정은 없지만, 통신 규격을 100% 활용하고자 할 때는 사용하는 프로토콜이 반드시 여러 개의 유닛 대해서 어드레싱하는 기능을 지원하야 한다. RS-422의 특징을 살펴보면 다음과 같다.

- 신호의 차이를 이용하여(예를 들면, 선간 전압 차이를 이용) 노이즈의 영향을 덜 받게 만든다.

- 제한된 멀티드롭 통신 기능이 지원된다. 이것은 하나의 라인에 하나의 데이터 전송 객체(Transmitter)가 있고, 수신 객체(Receiver)는 여러 개가 있음을 의미한다.
- RS-422은 전이중방식의 통신을 지원하며 각 방향으로 두선, 그리고 접지선으로 한 선이 사용되어 모두 5선만 있으면 통신을 할 수 있다.

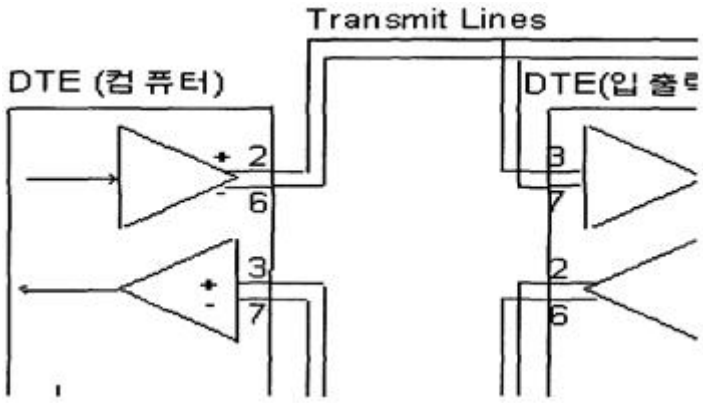


그림 2-91 RS-422 통신

③ RS485

ⓐ 개요

RS485는 EIA에 의해서 전기적인 사양이 규정되어 있으나 물리적인 콘넥터 및 핀에 대한 사양은 아직 규정되어 있지 않다. RS485인 경우 RS232나 RS422처럼 Full Duplex가 아닌 Half Duplex 전송방식만 지원하기 때문에 RS422의 Multi-Drop 모드의 슬레이브처럼 RS485의 모든 마스터는 TXD 신호를 멀티포인트 버스(RS485의 모든 마스터가 공유하는 신호라인을 그렇게 부른다.)에 접속 또는 단락시켜야만 할뿐만 아니라 RXD신호 역시 모드에 따라서는 접속, 단락의 제어를 하여야 한다. RS485에서는 Echo 모드와 Non Echo 모드 두가지가 있다.

ⓑ 결선

신호선에 대한 설명 신호선에 대한 설명은 RS232와 별차이가 없고 다만 물리적으로

하나의 신호선에 두 개의 라인이 필요한데 그들의 표현은 신호선명뒤에 + 와 − 로써 구분표기 한다. 하지만 UART의 TXD, RXD신호선이 멀티포인트 버스에 의하여 공동으로 사용하게됨에 유의하여야 한다. 즉 하나의 마스터는 멀터포인트 버스를 출력이면 출력, 입력이면 입력으로 구분하여 사용할 수 밖에 없다.

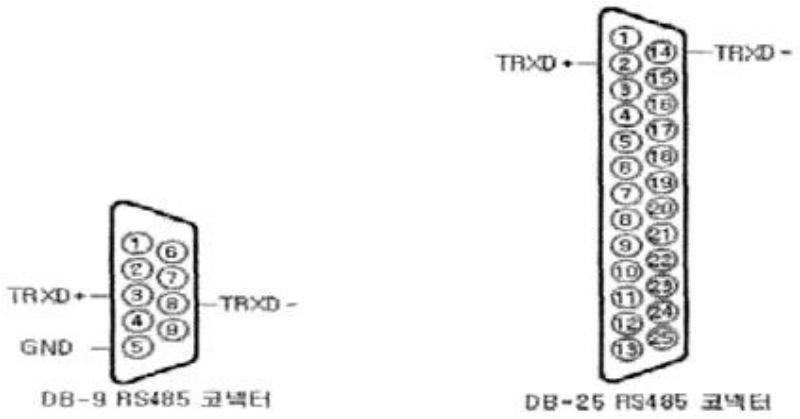


그림 2-92 RS485 콘넥터

물리적으로 하나의 신호선에 두 개의 라인이 필요한데 그들의 표현은 신호선명뒤에 + 와 − 로써 구분표기 한다. 하지만 UART의 TXD, RXD신호선이 멀티포인트 버스에 의하여 공동으로 사용하게됨에 유의하여야 한다. 즉 하나의 마스터는 멀티포인트 버스를 출력이면 출력, 입력이면 입력으로 구분하여 사용할 수 밖에 없다.

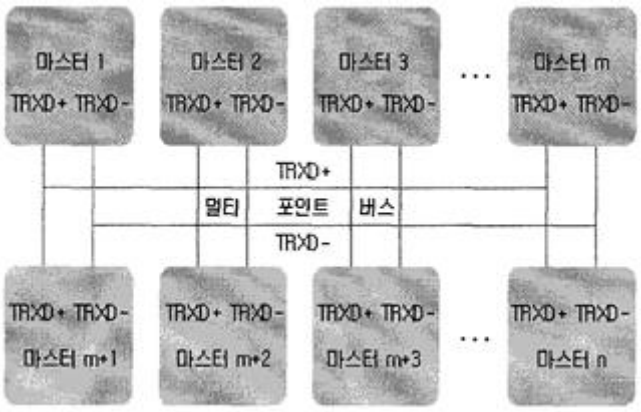


그림 2-93 RS485 결선도

RS485 Echo, Non Echo 모드에 대한 설명 멀티 포인트 버스를 사용하는 시스템은 하나의 버스에 여러 개의 마스터가 연결되어 사용한다. 이 때문에 하나의 마스터가 다른 마스터와 통신을 할 경우에는 반드시 출력 개폐를 하여야만 한다. 동시에 여러 개의 마스터가 출력을 하여 데이터가 충돌하는 현상이 발생하기 때문에 S/W에 의하여 해결. 위의 RS485 Echo 모드에서 자기가 보낸 데이터가 자기 자신에게 되돌아 오는 기능을 없앤 것이 RS485 Non Echo 모드이다 RS485 Non Echo 모드는 TXD 신호선을 멀티포인트 버스에 접속시키면 그 즉시 RXD신호선 이 멀티 포인트 버스에서 단락되고, TXD 신호선을 멀티 포인트 버스에서 단락시키면 그 즉시 RXD신호선이 멀티 포인트 버스에 접속하게 된다. RS 485 개폐신호는 RTS나 DTR 신호중 하나를 사용하며 대부분 RTS 신호를 사용한다.

ⓒ 통신 규격

RS-485는 RS-422이 확장된 버전이며 신호의 특성과 제어 신호에 대한 기능만 규정하고 있다. 프로토콜에 대한 규정은 없지만, 이 통신 규격을 100% 활용하고자 할 때는, 사용하는 프로토콜이 반드시 여러 개의 유닛에 대해서 어드레싱과 버스 제어 기능을 지원해야 한다. 이 통신 규격의 가장 큰 장점은 모든 장치들이 같은 라인에서 데이터를 전송 및 수신을 할 수 있다. RS-485의 특징은 전기적으로는 RS-422과 거의 비슷하며 논리 수준, 데이터 전송 속도, 최장거리 등의 사양은 거의 동일하다. RS-485는 각 라인마다 여러 개의 트랜스미터와 리시버를 설치할 수 있다. RS-485는 반이중방식과 전이중 방식의 통신을 모두 지원하며, 각 방향에 대해서 두 선이 사용되고, 접지선으로 한 선이 사용된다. RS-422과는 달리 반이중 통신을 할 때는 3선이면 가능하며, 전이중 통신을 할 때는 5선이 필요하다.<그림 3-36>는 DB-9 커넥터를 사용하여 전이중 방식으로 구성한 예를 나타낸다. 만약 반이중 방식으로 구성한다면 단지 한 쌍의 데이터 전송라인만 있으면 된다.

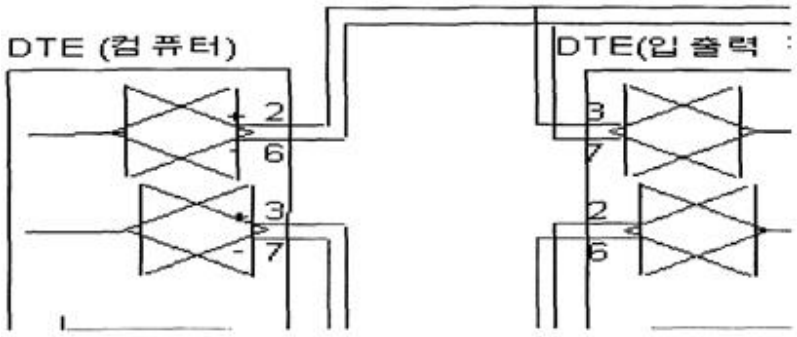


그림 2-94 RS-485 통신

(다) 시스템 통신방법의 설정

지역제어기와 전광판은 RS 485방식으로 설계하였음.

각 전광판과 다른 부분의 차별성을 두고 다른 PORT의 RS485 통신을 채택하다면, 지역제어기의 문제 발생시에도 안내시스템의 원활한 운영이 가능하다는 장점이 있음.

나. 시범사이트 성능개선

(1) 주차관리원 업무 편의 제공

기 구축된 시범사이트에는 주차관리원에 대한 지원 사항이 없다. 이에 주차관리원의 업무 편의를 위해 현장에서 수집된 정보를 주차관리원에게 제공 하는 방안을 연구한다..

(2) 주차정보제공 앱의 성능 개선

현재 구축된 주차정보제공 앱은 사용자 UI가 원활치 못한 측면이 있다. 또한 기능도 매우 단순하여 사용자가 사용하기에 불편한 점이 많다. 이에 사용자 편의를 위한 UI 및 기능을 추가한다.

8. 특허 출원

가. 주차정보제공서비스 관련 특허

공영주차장 및 민영주차장을 대상으로하는 주차정보제공서비스 시스템에 대한 특허를 출원한다. (BM 특허 고려)

나. 주차정보제공 앱 관련 특허

주차정보제공 앱이 정보 제공을 사용자의 요구에 부응하여 제공하는 방법 및 정보제공을 위한 다양한 기능에 대한 특허를 출원한다.

제3절 연구수행결과 및 결과의 검증 방법 등

1. 개요.

본 연구개발 과제는 ITS 시스템 중 여행자 정보 고급화 서비스인 ATIS(Advanced Traveler Information System)분야로 향후 교통정보 제공 관련 시장에 주차정보를 서비스하는 역할을 담당한다. 이에 본 시스템에 대한 평가 및 검증 방법은 표준화가 되지 않은 관계로 공인기관이나 대학교 연구소에서도 대행할 수 없는 상황이므로, 연구팀이 자체적 기준에 의해 진행한다.

본 연구개발의 결과물로는, 시작품 제작에 의한 시작품, Biz 모델 수립에 의한 Biz 모델, 테스트베드 구축에 의한 테스트베드, 시범사이트 구축에 의한 시범사이트 그리고 특허 출원에 의한 특허 출원이 있다.

2. 검증 절차

각 연구결과에 대해 일관적인 검증을 하는 것은 용이한 일은 아니다. 허나 기본적인 검증 방법은 다음의 절차에 따라 이행한다.

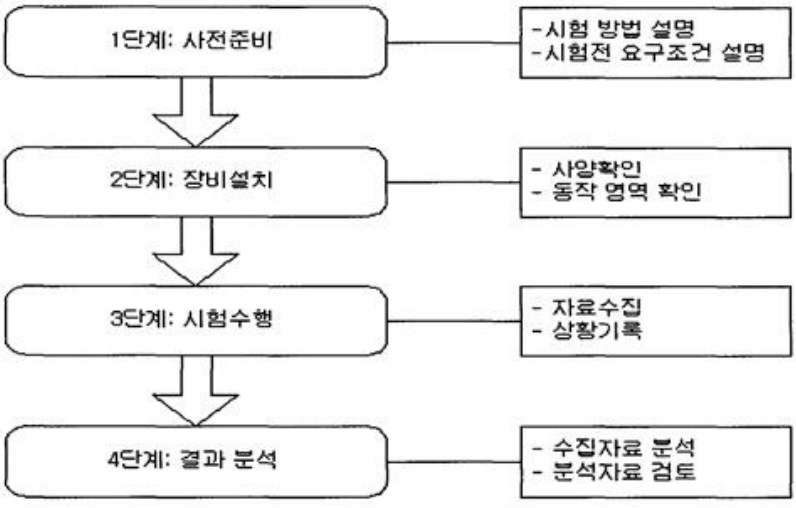


그림 2-95 검증 절차

3. 연구수행결과 및 검증방법

가. 시작품

(1) 시작품 제작의 목적

공영주차정보시스템을 구성하는 요소 중 HW 구성 요소를 제작하여, 각 구성 요소가 갖추어야 할 기능 및 성능을 구현하고, 이에 대한 적정성을 평가하고, 향후 상품이 갖추어야 할 기능 및 성능을 확정할 기초 자료를 확보하는 것을 목적으로 한다.

(2) 시작품의 제작

(가) 지자기센서의 시작품 개요

품 명 :	지자기센서	
제품의 개요 :	지자기센서를 이용하여 옥외 주차구획의 주차차량을 검지하는 제품으로서 내장 Li-Ion 배터리를 전원으로 사용하며, 무선통신으로 상위와 통신을 수행하므로 설치와 운영이 간편한 제품 이다.	
제품의 용도 :	본 지자기센서는 주차구획내 바닥에 매립 설치하며, 주차구획을 점유하는 차량의 존재 여부를 판단하고, 해당 정보를 센터로 보고하는 역할을 수행한다.	
특징	- 전통적으로 사용되는 Loop Coil 시스템과 같이 차량 검지 역할 수행	
	- 특히 정지되거나 주차된 차량을 검지하도록 설계	
	- 주차구획의 바닥에 매립하여 설치 운영	
	- 내장된 Zig-Bee 통신 장비에 의해 무선 송수신	
	- 내장된 Li-ion 배터리에 의해 전원 공급	
	- 지구자기장 측정 기술 기반으로 저전력 운영	
	- 내구성이 뛰어난 알루미늄 다이캐스팅 함체	
장점	- 지구자기장 학습을 통한 자기환경 분석 기능 탑재	
	- 주변 주차구획 주차차량에 의한 Noise 제거 기능	
	- 차량 이외의 자성체에 대한 분별 능력 확보	
	- 무선통신 및 배터리 내장으로 외부 연결 선로 불필요	
	- 비인가 주파수를 활용하므로 무선국 허가 불필요	
기술 사양	운영 환경 :	- 온도 환경 : -34℃ ~ +80℃ (운영)
		-40℃ ~ +80℃ (보관)
		- 방수 환경 : IP67
	운영 모드 :	- 실시간 차량 검지 모드
		- 지자기 학습 모드
	검지 기술 :	3축 자기장 계측
	측정 빈도 :	2 KHz
	무선 통신 :	IEEE 802.15.4_Zig-Bee
	변조 방식 :	O-QPSK
	전송 속도 :	250 KBps
	전송 주파수 :	2.4 GHz _ 기준 주파수
	가용 채널 :	16 Channel
	채널 대역폭 :	2 MHz
	안테나 :	Chip Antenna
	공칭 무선출력 :	0 dBm (5 ㎽)
	수신 감도 :	-95 dBm
	전원 :	Li-ion Battery 3.6V, 8.5AH
	크기 :	145Φ X 40(H) ㎜
	무게 :	1,500g

표 2-58 지자기센서의 개요



그림 2-96 지자기센서

(나) 지역중계장치의 시작품 개요

품 명	지역중계장치		
제품의 개요	지자기센서와 Zig-Bee 통신을 통해 통신하고, 상위 센터와 LAN 또는 무선LAN을 통해 통신하여, 현장의 정보를 센터로 전송하는 역할을 담당하는 제품 이다.		
제품의 용도	본 지역중계장치는 현장과 센터 간의 통신을 중계하는 역할을 수행한다.		
특징	- 소형 경량으로 설치하기 용이한 설계		
	- 하단부와는 Zig-Bee 통신 수행		
	- 상단부와는 LAN 또는 무선 LAN 통신 수행		
	- USB포트를 통해 지역제어기 지원		
	- 외부 환경 적응력이 우수한 알루미늄 다이캐스팅 함체		
장점	- 비인가 주파수 활용으로 무선국 허가 불필요		
	- 경량 소형으로 현장 적용 용이		
기술 사양	기술사양	RF Transceiver	2.4GHz ISM Band
		Data Rate :	250kbps for ZigBee
		Modulation :	O-QPSK
		Compliant :	IEEE 802.15.4
		High RX Sensitivity	-98dBm
		High TX Power	+8dBm
		Power Input :	AC 90~240V, 0.24A, 50/60[Hz]
		Current Consumption :	1500[mA]
		Interface	USB 2.0 Device
		Size(mm) :	130(W)×80(D)×180(H)
	LAN 기술사양	Serial Transmission Speed :	1200bps~230kbps
		Protocol :	TCP, UDP, IP, ICMP, IGMP, MAC, DHCP, PPPoE, DNS
		Network Interface :	10/100 Base-T Ethernet (Auto Detection)

표 2-59 지역중계장치의 개요

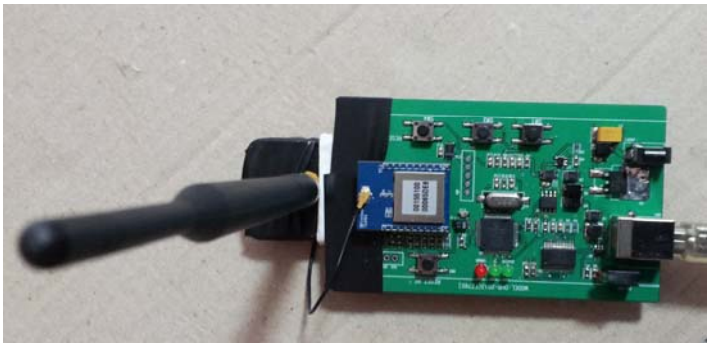


그림 2-97 지역중계장치

(3) 시작품 제작의 검증방법

(가) 지자기센서의 검증방법

실험 항목	실험 내역
차량검지	주차구획내의 차량 점유에 대한 차량 인식 정도에 대한 실험
	1. 주차구획 진입차종에 따른 차량검지 2. 주차구획내 차량 위치에 따른 차량검지 3. 인근 차량에 의한 차량검지
통신거리	지자기센서와 지역중계장치 이격거리에 따른 통신 실험
	1. 이격거리 60m 이내 통신 여부 확인 2. 이격거리 65m 이내 통신 여부 확인 3. 이격거리 70m 이내 통신 여부 확인
전력소모	지자기센서의 전력소모량을 확인하기 위한 실험
	지자기센서에 1일 480회 송신 작업을 부여하여 배터리 출력전압이 0.1V 강하하는데 소요시간 측정

표 2-60 지자기센서 실험항목

(나) 지자기센서의 차량검지 시험

① 진입차종에 따른 차량검지 시험

차종에 따른 차량검지를 위해 경차, 승용차, 승합차 및 SUV차량을 대상으로 검지시험을 수행한다.

시험에 사용된 차량은 다음과 같다.

차종	모델명	색상	차량정보
경차	마티즈	은색	35거3172
승용차	아반떼	적색	37어3056
승합차	스타렉스	은색	경기46노4561
SUV	싼타페	밤색	03어6032
SUV	캡티바	검은색	46다3051

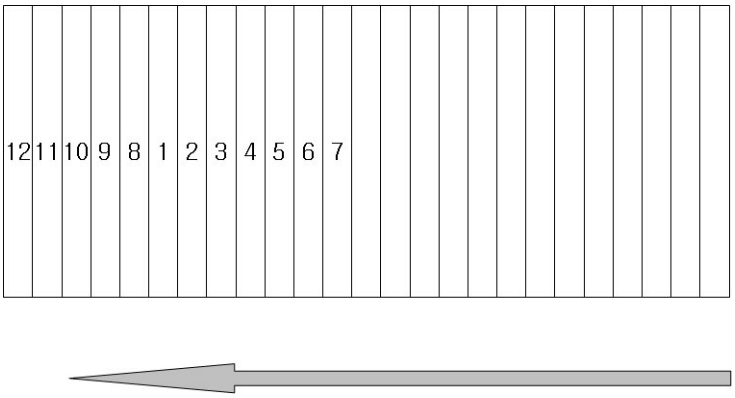
차종	주차면 #7	주차면 #15	비고
경차	99	100	우수
승용차	100	100	우수
승합차	100	99	우수
SUV1	100	100	우수
SUV2	100	99	우수

상기 시험 결과는 차량 검지 시험으로서 결과는 99.7% 수준이다. 제한된 지역과 소수의 차종을 대상으로 한 자체 시험 결과로서 신뢰도에 대한 평가는 높지 않다. 향후 다양한 장소와 보다 많은 차종을 대상으로 검증할 필요성이 있다.

② 차량위치에 따른 점유검지 시험

주차구획내 주차구획선 선단 130Cm 위치에 센서를 설치한 상태에서, 주차위치를 12 단계로 나누어 주차위치에 따른 차량검지 시험을 수행.

센서는 2번 위치에 설치되어 있다.



주차위치 / 차량 종류	주 차 위 치											
	12	11	10	9	8	1	2	3	4	5	6	7
경차	점유	인식	인식	인식	인식	인식	인식	점유	점유	점유	인식	인식
승용차		인식	인식	인식	인식	점유	점유	점유	인식	인식	인식	인식
승합차		인식	인식	인식	점유	점유	점유	인식	인식	인식	인식	
SUV1	점유	점유	점유	점유	점유	점유	점유	점유	점유	점유	점유	점유
SUV2			인식	인식	인식	점유	점유	점유	인식	인식	점유	

상기 시험 결과는 차량 점유검지 시험으로서 차종에 따른 차량의 길이 및 자기 프로파일에 의한 특성을 보이고 있다. “인식”으로 표기된 영역은 지자기센서의 3축 측정치가 주차면이 비점유 상태 인 경우에 비해 특이 값을 나타낸 상태를 의미하며, “점유”로 표기된 영역은 지자기센서의 3축 측정치가 연구진이 설정한 점유 판단 조건을 만족한 상태를 의미한다. “점유”로 표기된 영역은 차량의 범퍼에서 앞바퀴 축에 해당되는 부위와 뒷바퀴 축에 해당되는 부위에서 발생하였다. 운전자에 따른 주차위치와 무관하게 점유 상태로 판단하기 위한 조건은 연구진의 점유 판단 조건을 완화하거나 현재 측정값의 해상도 조정을 통해 극복할 수 있을 것으로 예상되며, 이에 대한 연구는 지속적으로 수행하여 점유 검지 정확도 개선을 달성할 계획 이다.

③ 인접차량에 의한 따른 차량검지 시험

인접 주차면에 주차되어 있는 차량에 의한 지자기센서의 검지 여부를 확인하기 위한 시험이다. 시험 현장인 노상주차장이 종열로 전개된 형태인 관계로 측정 주차면의 전방 주차면의 구획선에 일치되도록 시험 차량을 주차한 상태에서 시험을 수행한다.

주차면 #1(전방)	측정 주차면	비고
경차	미 인식	양호
승용차	미 인식	양호
승합차	미 인식	양호
SUV1	미 인식	양호
SUV2	미 인식	양호

상기 시험 결과는 주차면 #1에 주차된 차량에 의한 측정주차면의 지자기센서의 측정치 변화를 확인하는 시험으로서, 주변 주차면 또는 인근 통행 차량에 의한 간섭 현상을 확인하기 위한 목적을 가지고 있다. 추가로 주차차량을 접근시킨 결과는 지자기센서와의 이격거리가 30Cm 이내로 되는 경우 지자기센서는 측정치를 보여 주는 결과를 얻었다. 기타 외국 사례에서 보고되는 직류 및 교류 전기에 의한 영향 여부는 추가적인 시험을 통해 확인할 계획 이다.

(다) 지자기센서의 통신 시험

이론적인 논거로서 Zig-Bee 통신에 있어 거리 평가의 기준치는 RSSI (received signal strength indicator)와 LQI (link quality indicator)로 가능하다는 의견도 있으나, 측정 환경 및 여건에 따라서 RSSI와 LQI는 참조 수치라는 관점에서 지자기센서와 지역통신장치간의 데이터 수신에 준하여 본 시험을 수행 한다.

.

① 이격거리 60m 이내 통신시험

테스트베드의 14개의 지자기센서 중 12개의 지자기센서가 지역통신장치와 60m 이내의 거리를 가지고 설치 되어 있다. 시험 기간을 1주일로 설정하고, 데이터 수신 상태를 확인하는 것으로 시험을 수행하였다. 본 실험 기간에 지자기센서는 주차면이 공차인 경우도 있지만, 주차 상태인 경우도 있다.

시험 결과는 100%로 양호한 결과를 보였다.

② 이격거리 65m 이내 통신시험

테스트베드의 14개의 지자기센서 중 1개의 지자기센서가 지역통신장치와 65m 이내의 거리를 가지고 설치 되어 있다. 시험 기간을 1주일로 설정하고, 데이터 수신 상태를 확인하는 것으로 시험을 수행하였다. 본 실험 기간에 지자기센서는 주차면이 공차인 경우도 있지만, 주차 상태인 경우도 있다.

시험 결과는 98%로 양호한 결과를 보였다.

③ 이격거리 70m 이내 통신시험

테스트베드의 14개의 지자기센서 중 1개의 지자기센서가 지역통신장치와 70m 이내의 거리를 가지고 설치 되어 있다. 시험 기간을 1주일로 설정하고, 데이터 수신 상태를 확인하는 것으로 시험을 수행하였다. 본 실험 기간에 지자기센서는 주차면이 공차인 경우도 있지만, 주차 상태인 경우도 있다.

시험 결과는 94%로 보통의 결과를 보였다.

④ 통신 시험에 대한 결론

통신의 원활한 상태를 유지하기 위해, Zig-Bee 프로토콜에 의존하면, 자료 송신을 3회 까지 재전송하는데, 향후 자료 손실을 예방하기 위해 지역수신장치에 Buffring 기능을 내장하여 자료 손실을 예방하는 조치가 필요하다는 판단 이다.

(라) 지자기센서의 전력소모 시험

지자기센서별로 1일 480회 상태보고를 부여하여, 시험전 배터리 출력 전압이 0.1V 강하하는데 소요되는 시간을 측정한다.

지자기센서 ID	시험 개시 전압(V)	시험개시일	시험 종료 전압(V)	시험종료일	경과 일수	자료송신 횟수	환산 일수	환산 년수	조정계수 (0.7)
#1	3.6	2014.04.01	2014.06.25	2014.04.01	86	34,400	1,720	4.7	3.3
#2	3.5	2014.04.01	2014.06.26	2014.04.02	87	34,800	1,740	4.8	3.3
#3	3.6	2014.04.01	2014.06.26	2014.04.03	87	34,800	1,740	4.8	3.3
#4	3.6	2014.04.01	2014.06.27	2014.04.04	88	35,200	1,760	4.8	3.4
#5	3.6	2014.04.01	2014.06.25	2014.04.05	86	34,400	1,720	4.7	3.3
#6	3.5	2014.04.01	2014.06.28	2014.04.06	89	35,600	1,780	4.9	3.4
#7	3.5	2014.04.01	2014.06.26	2014.04.07	87	34,800	1,740	4.8	3.3
#8	3.6	2014.04.01	2014.06.24	2014.04.08	85	34,000	1,700	4.7	3.3
#9	3.6	2014.04.01	2014.06.27	2014.04.09	88	35,200	1,760	4.8	3.4
#10	3.6	2014.04.01	2014.06.26	2014.04.10	87	34,800	1,740	4.8	3.3
#11	3.6	2014.04.01	2014.06.25	2014.04.11	86	34,400	1,720	4.7	3.3
#12	3.5	2014.04.01	2014.06.29	2014.04.12	90	36,000	1,800	4.9	3.5
#13	3.6	2014.04.01	2014.06.26	2014.04.13	87	34,800	1,740	4.8	3.3
#14	3.6	2014.04.01	2014.06.27	2014.04.14	88	35,200	1,760	4.8	3.4

상기 시험은 지자기센서의 활동 중 전력 소모가 제일 큰 자료 송신을 통해 개략적 배터리 수명을 추정하기 위한 실험으로서 정확한 배터리 수명을 예측할 수 없다. 시험결과는 4.7~4.9년의 결과가 도출되었고, 안전 확보를 위한 조정계수 0.7을 산입한 결과는 3.3~3.5년의 결과가 나와, 배터리 수명은 양호한 것으로 판단된다.

나. Biz 모델 수립

(1) Biz 모델 수립의 목적

본 연구과제의 목적인 사업화를 위해 사업화 방향 및 사업화 단계를 설정하기 위한 시뮬레이션을 수행하는 것이 목적 이다.

(2) Biz 모델 수립의 결과

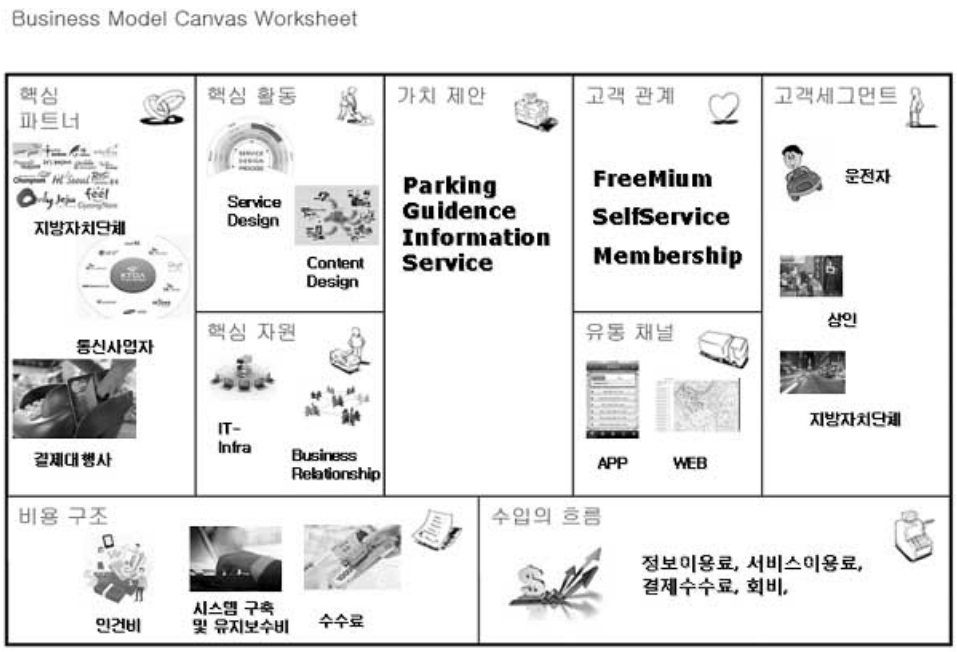


그림 2-98 공영주차정보시스템의 Biz 모델

(가) CS: Customer Segment : 운전자, 주차장운영자 그리고 지방자치단체

(나) VP: Value Proposition : 주차장 검색, 주차장 예약, 주차요금 전자결제, 주차장 운영 집계자료 및 분석자료

(다) CH: Channels : APP, WEB, 가변정보판 및 무인안내기

(라) CR: Customer Relation : Freemium Service, Self Service, Individual Assist Co-Work 그리고 Community

(마) R$: Revenue Streams : 정보이용료, 회비, 수수료 그리고 광고료

(바) KR: Key Resource : IT-Infra와 Business Relation

(사) KA: Key Activity : Service Design과 Content Design

(아) KP: Key Partnership : 지방자치단체, 통신사업자 및 결제대행사

(자) C$: Cost Structure : 인건비, 유지보수비 및 수수료

(3) Biz 모델 수립의 검증방법

Biz 모델 수립 이후 자체 평가에서, 모델에 대한 검증이 필요하다는 판단이다. 이에 외부 자문을 통해 완성도를 높일 계획 이다.

다. 테스트베드 구축

(1) 테스트베드 구축의 목적

시작품의 성능 검증 및 안정성 확보를 위한 현장 실험을 수행하기 위해, 실험 목적 4 가지를 원활히 수행할 수 있는 환경을 조성한다.

(2) 테스트베드 구축의 결과

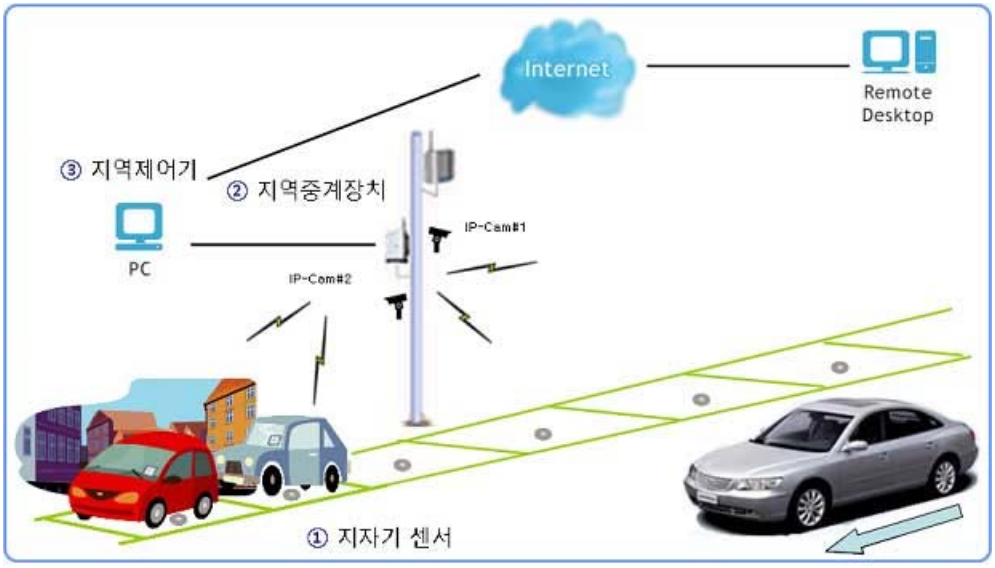


그림 2-99 테스트베드 시스템 구성도

장비명	운영목적	수량	비 고
지자기센서	장비 성능 시험	14 대	
지역중계장치	장비와의 통신 유지	1 대	
지역 제어기	현장 장비 감시	1 대	
인터넷 회선	현장 장비 원격 감시	1 회선	

표 2-61 테스트베드 설치 장비 내역

(3) 테스트베드 구축 의 검증방법

테스트베드에서 시행하는 실험으로, 환경적용능력 검증, 주차차량 검지능력 검증, 배터리 전력소모 검증 및 통신장치의 통신 가능 거리 검증 실험을 수행한다.

각 실험을 수행하면서 발생한 이점은 다양한 차종의 차량이 임의 입출차하여서 다양한 환경에 노출되는 점은 도움이 되었으나, 설치된 장비에 접근하거나 재조정하는 것은 독자 환경이 아닌 관계로 어려움이 있었다.

향후 테스트베드는 실제 현장과 함께 소규모라도 자가 실험 영역을 확보하는 것이 노력과 시간을 절감하는 방안이라고 사료된다.

(가) 환경 적응 실험

① 환경 적응 실험 목적

옥외 노상주차장 환경 하에서 운영 장비의 운전 상태를 점검하기 위한 실험으로서, 자연 및 인공 환경 하에서의 대응 능력을 확보하는데 그 목적이 있다.

- 옥외 환경에서 온도 대응 능력
- 옥외 환경에서 강수 상황에서 방수 대응 능력
- 자연 환경을 통한 적응 시험
- 환경 조성이 불비한 경우에는 환경시험기기를 이용한 시험 고려.

② 환경 적응 실험 과정

테스트베드내에 지자기센서 14 Set와 지역중계장치 1Set를 설치한 상태로 2013.5 ~ 2013.10. 동안 운영하고, 실제 기상 환경 자료를 수집하여, 매일 운영 상황을 점검하였다.

③ 환경 적응 실험 결과

시험 기간에 관측된 기상 상황은 다음과 같다.

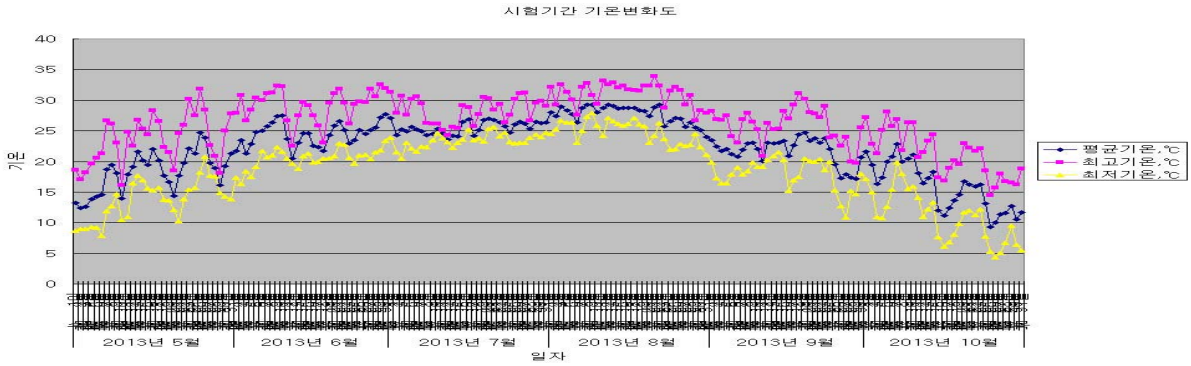


그림 2-100 실험기간 기온변화도

실험 기간 중 관측된 최고기온 2013.8.21.에 33.9℃이고, 최저기온은 2013.10.31 에 5.5℃이며, 실험 기간 중 온도에 따른 영향으로 시스템이 중단된 경우는 발생하지 않았다.

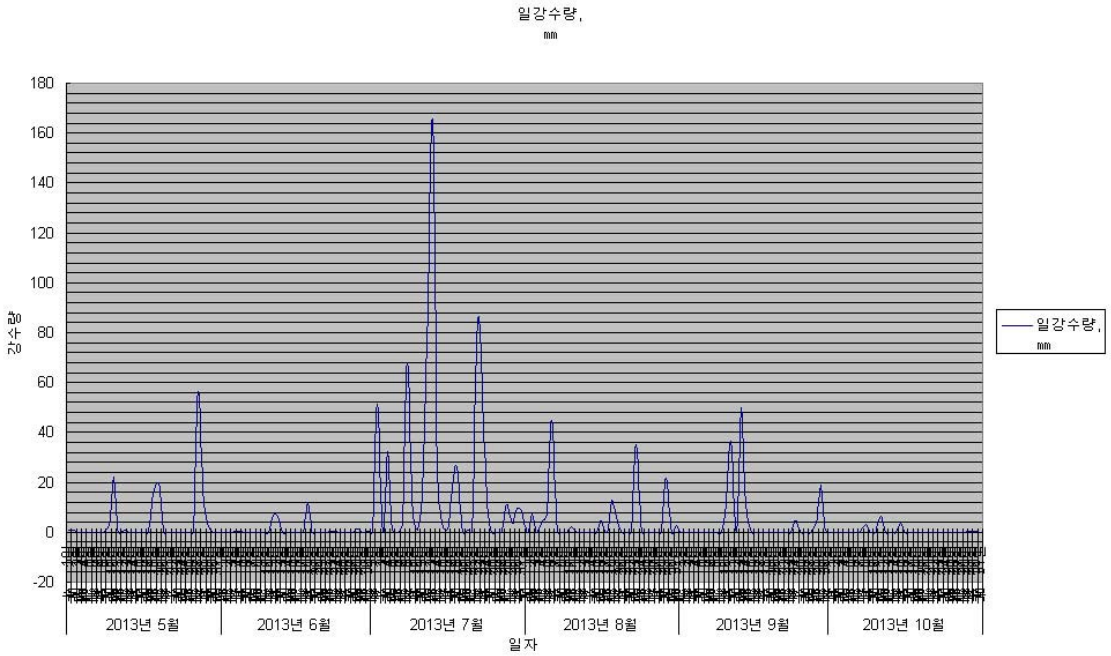


그림 2-101 실험기간 강수량

시험 기간중 관측된 최대 강수량은 2013.07.13, 에 165㎜ 이고, 실험 기간중 비 또는 강우에 따른 영향으로 시스템이 중단된 경우는 발생하지 않았다.

실험 기간이 하계절인 관계로 저온이 발생하지 않은 관계로 추후 동계간에 저온에 따른 영향을 실험할 계획 이다.

(나) 차량검지율 실험

① 실험 목적

옥외 노상주차장에 진출입하는 차량을 대상으로 지자기센서의 차량 인식 능력을 점검하기 위한 실험으로서, 다양한 차종을 대상으로 차량 검지 능력을 확보하는데 그 목적이 있다.

- 다양한 차종에 따른 검지 능력 검증

** 주차구획에서 차량 진입의 검지

** 주차구획에서 차량 진출의 검지

** 인근 주차 차량에 의한 영향 검증

- 인근 통행 차량에 의한 영향 검증

② 차량검지율 실험 과정

테스트베드 내에 지자기센서 14 Set와 지역중계장치 1Set를 설치한 상태에서 2013.5 ~ 2013.07. 동안에 1일 1시간을 정해 주차현황 파악 및 입, 출차에 따른 지자기센서 인식 결과를 분석하였다.

③ 차량검지율 실험 결과

실험 기간 중에 인식율은 상당히 저조하였다. 원인을 분석한바 운전자에 따른 주차구획 내 주차 위치의 다양성, 금속 재료를 적게 사용하는 신규 모델 등으로 인해 인식율이 낮은 것으로 파악되었다.

이를 극복하기 위해서는 지자기센서의 설치 위치에 대한 조정이 필요하고, 아울러 금속 재료를 적게 사용하는 신규 모델을 대상으로 하는 인식율 제고 방안의 검토가 요구된다.

(3) 전력 소모 실험

① 전력 소모 실험 목적

옥외 노상주차장에 매립 설치된 지자기센서 내부의 제한된 에너지로 역할 수행 가능 기간 점검하기 위한 실험으로서, 제한된 에너지로 최대한 기간 동안 임무 수행 능력을 확보하는데 그 목적이 있다.

- 실험 시작전 배터리 출력 전압

- 주차구획별 가동시간에 따른 전력소모 검증
- 실험 종료후 배터리 출력 전압

② 전력 소모 실험 과정

테스트베드내에 지자기센서 14 Set에 대한 실험 시작 전 출력 전압을 점검하고, 시스템 운영을 지속하면서 출력전압이 변동이 오기 까지의 기간을 확인하였다.

③ 전력 소모 실험 결과

처음 실험에서는 일반적인 운영상태에서 점검을 시도하였는데, 일간 입출차 상황이 많이 발생하지 않는 관계로 전압이 하강하는 사례가 발생하지 않아서, 강제로 지자기센서 당 하루 자료 전송을 480회 수행하도록 프로그램을 변경하여 실험한 결과 출력전압 0.1Volt 하강하는데 약 81~87일 소요되었다.

이를 일반 주차장 운영 상황으로 반영하면 통상 1개 주차구획에 10회 내외의 주차가 발생하므로 이를 환산하면 38,400 / (10 X 2) = 1920 일 정도 운영 가능하다는 계산이 나온다. 여기에 가감치를 0.8을 적용하면 약 4년의 시간이 나오므로, 상품성을 가지는 것으로 판단한다.

(라) 통신 거리 실험

① 실험 목적

옥외 노상주차장에 매립 설치된 지자기센서와 지역통신장치간의 자료 송수신 가능 거리를 점검하기 위한 실험으로서, 비인가 무선국의 출력으로서 최대 통신거리를 확보하는데 그 목적이 있다.

- 지역통신장치와 지자기센서 간의 통신성공율

- 지역통신장치와 지자기센서 간의 통신 가능 거리 검증
- 악천후 경우 통신 가능 거리 검증

② 실험 과정

테스트베드 설치시 14개의 지자기센서 중에 12개는 60m 이내에 설치하고, 2개는 60 ~ 70 m 거리를 가지도록 설치한 상태에서 매일 교신 결과를 분석하여 통신 성공률과 통신 가능 거리를 검증하는 과정을 수행했다.

③ 실험 결과

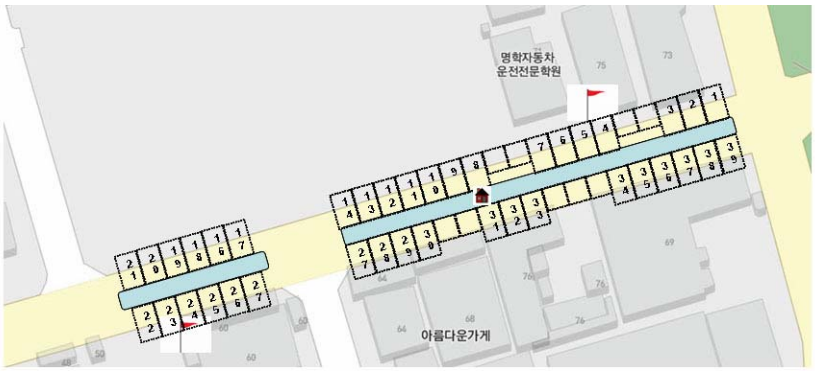
60m 이내에 설치한 지자기센서는 1일 적정 교신량을 갖는데 반해, 60 ~ 70 m 거리를 가진 지자기센서는 1일 20회 이내의 교신량을 갖는 것으로 확인되었다. 이는 통신거리가 적정한 거리를 넘어서면 통신에 난점을 가지는 것으로 이해된다.
이를 극복하기 위한 방안으로 안테나 설치 형태 및 안테나 감도 개선을 목표로 검토할 예정 이다.

라. 시범사이트 구축

(1) 시범사이트 구축 의 목적

개선을 거친 시작품을 활용하여, 공영주차정보시스템의 기능 및 성능을 시연하여주차정보 제공서비스를 구현하는 것을 목적으로 한다.

(2) 시범사이트 구축 의 결과



장치명	수량	비고
지자기센서	39 Sets	구획당 1Set
지역중계장치	2 Sets	깃발표시지역
지역통신장치	1 Set	주차부스
지역제어기	1 Set	주차부스

그림 2-102 시범사이트 장비 배치도

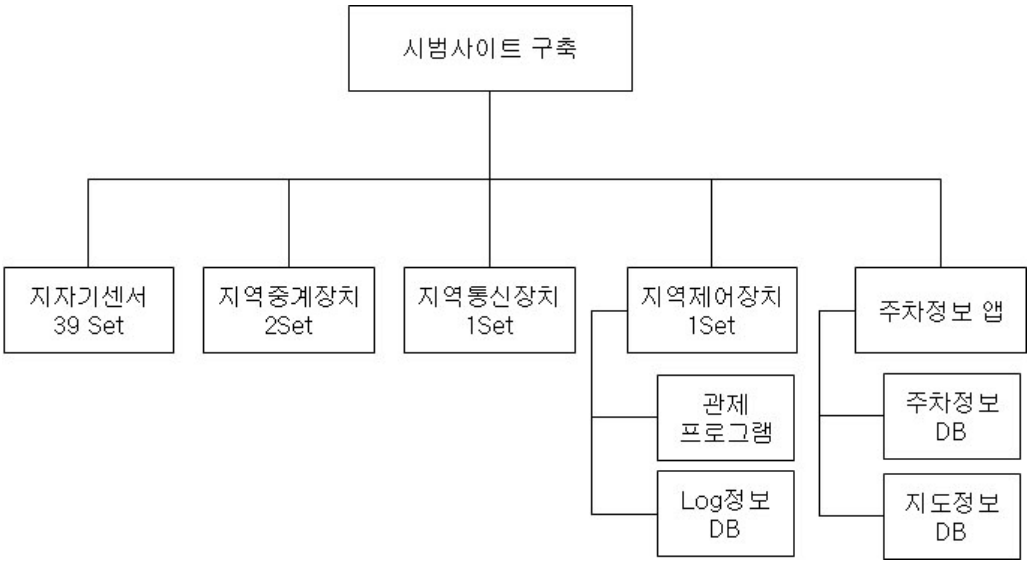


그림 2-103 시범사이트 구성 내역

(3) 시범사이트 구축 의 검증방법

시범사이트에서 시연하고자 하는 주요 사항은 주차정보 수집 및 주차정보 제공에 대한 것이다. 주차면에 설치된 지자기센서가 주차정보를 수행하는 것 그리고, 주차정보를 어떠한 방법으로 관련자에게 제공하는 것을 시연하는 것 이다.

처음 시행하는 관계로 연구개발자의 시각에는 만족하다고 생각하지만, 관계자나 일반인이 공영주차정보시스템에 대해 이해하기에는 부족한 점이 많다고 판단된다.

이에 향후에는 주차 관계자 및 일반인에 대한 설문 조사를 통해 검증한다.

마. 특허 출원

(1) 특허 출원의 목적

본 연구개발의 결과에 대한 지적재산권 확보를 목적으로 특허를 출원한다.

(2) 특허 출원 의 결과

특허명칭	등록번호	등록일	출원인 (등록권리자)
주차면점유검지장치를 이용한 주차장관리시스템	10-2014-0097061	20140730	우광전자통신(주)
전력생산기술을 이용한 주차면점유검지장치	10-2014-0097051	20140730	우광전자통신(주)

(3) 특허 출원 의 검증방법

특허 출원에 대한 검증은 특허 등록으로 확인된다.

제3장 최종 연구성과 및 적용실적

제1절 시제품 제작

1. 지자기센서를 이용한 주차차량검지

가. 연구성과 설명

본 연구성과는 주차면에 주차되어 있는 차량을 검지하는 센서로서, 지자기센서를 사용하는 기술이며, 차량에 의한 지구자기장의 세기 변화를 측정하여 차량을 검지하는 기술이다.

지구자기장은 지구 자체가 보유하고 있는 자기장으로서, 자기장 내에 자성체가 존재하면 자기장 왜곡에 의한 자기장 세기의 변화가 발생한다. 이러한 원리를 이용하여 차량에 의한 지구자기장의 세기 측정을 통해 차량을 검지한다.

나. 연구성과에 의한 성과물

(1) **지자기센서**

(가) 지자기센서의 개념

지자기센서는 주차면에 주차된 차량을 검지하기 위한 목적으로, 특히 옥외에 설치된 주차면을 그 대상으로 한다. 설계 개념은 환경 변화의 영향을 최소화하며, 설치 및 유지보수가 용이하며, 주차정보 수집 및 수집된 정보를 해당 센터로 전송하는 역할을 담당 한다.

(나) 지자기센서의 구성

지자기센서의 구성은 다음과 같다.

■ 지자기센서 부문

■ 중앙제어 부문

■ 통신 부문

■ 전원 부문

■ 함체 부문

(다) 지자기센서의 특징

지자기센서는 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

■ 정지 차량 및 주차 차량 검지

■ 주차면 바닥면 매립 설치 운영

■ 147Ø X 55 ㎜ 소형

■ 내장 Zig-Bee 통신으로 무선 송수신

■ 내장 Li-ion 배터리로 전원 공급

■ 지자기학습 및 지자기 Noise Filtering 기능 내장

■ 전력 소모 최소화

■ 방수, 방진 함체

(라) 지자기센서의 기술 사양

운영 환경 :	- 온도 환경 : -34℃ ~ +80℃ (운영) 40℃ ~ +80℃ (보관) - 방수 환경 : IP67
운영 모드 :	- 실시간 차량 검지 모드 - 지자기 학습 모드
검지 기술 :	3축 자기장 계측
무선 통신 :	IEEE 802.15.4_Zig-Bee
변조 방식 :	O-QPSK
전송 속도 :	250 KBps
전송 주파수 :	2.4 GHz _ 기준 주파수
가용 채널 :	16 Channel
채널 대역폭 :	2 MHz

안테나 :	Die-Pole Film Antenna
공칭 무선 출력 :	0 dBm (5 ㎽)
수신 감도 :	-95 dBm
전원 :	Li-ion Battery 3.6V, 8.5AH
크기 :	147ΦX 55(H) ㎜
무게 :	1,500g



그림 3-1 지자기센서

다. 주요 연구성과

(1) 특허 출원

특허명칭	등록번호	등록일	출원인 (등록권리자)
주차면점유검지장치를 이용한 주차장관리시스템	10-2014-0097061	20140730	우광전자통신(주)
전력생산기술을 이용한 주차면점유검지장치	10-2014-0097051	20140730	우광전자통신(주)

(2) 시제품 제작

시제품명	출시/제작일	제작업체명	설치장소	이용분야
지자기센서	2013.01.30	우광전자통신㈜	명학제2주차장	장비 실험
지역중계장치	2013.01.30	우광전자통신㈜	명학제2주차장	장비 실험

(3) 현장 시험

현장시험명	시험일	시험장소	주요내용
차량검지시험	2013.05 ~2013.09	명학제2주차장	주차면내 차량점유에 대한 검지 능력 확인
통신거리시험	2013.05 ~2013.09	명학제2주차장	차량 비점유 및 점유 상태에서 지역제어장치와 지자기센서 간의 통신 통달 거리 확인
검지오류시험	2013.05 ~2013.09	명학제2주차장	시험대상 주차면 인근 주차차량 및 인근 통과 차량에 대한 지자기센서 검지 상태 확인

라. 기술개발 성과의 국내외 시장 전망

(1) 국내 시장 전망

국내는 주차유도시스템 시장이 2002년 이후 형성되어 시장이 확대되는 양상을 가지고 있으나, 이에 해당 하는 분야는 주로 옥내에 설치된 민영주차장을 대상으로 하고 있다. 이에 반해 옥외에 설치된 주차장에 대해서는 적용 가능 시스템이 존재하지 않는 관계로 시장 형성이 되지 않고 있다.

본 연구 개발에 의한 지자기센서는 옥외 설치 주차장을 대상으로 개발하였으므로, 향후 옥외 주차장을 대상으로 사업 준비가 완료되면 시장의 주도권을 장악할 것으로 기대된다.

(가) 국토교통부의 실시간 주차정보 제공 관련 시범사업

2014년 9월 24일 발표된 “주차난 완화 및 주차문화 발전방안” 에 의하면 주요 정책은 다음과 같다.

- 지자체 공영주차장 조성시 국비 50% 신규지원
- 근린·상업·업무시설 등만 설치가능한 주차빌딩에 주택설치 허용

- 도로 전광판, 스마트폰 등을 통한 **실시간 주차정보 제공**
- 승용차 중심의 기존 부설주차장 설치기준을 세분화
- 전통시장 인근 주차장 확충, **불법주정차 심각지역 무인주차기 설치**
- 공영주차장 요금을 요일과 시간대별로 세분화
- 법부처 합동캠페인, TV 공익광고등을 통한 주차문화 개선
- **장비를 활용한 주차단속** 및 과태료 가중부과 대상 확대

① 실시간 주차정보 시스템 구축

○ 공영주차장에 주차정보를 검지·수집하는 장비를 설치하고 지자체 간 정보를 실시간 연계·제공하는 **시스템 구축 지원**

* 5개 시·도 공영주차장 79개소에 시스템 시범구축(도로 ITS 사업, 15억원)

○ **전국 실시간 주차정보**는 민간에서도 자유롭게 활용하여 새로운 서비스를 창출할 수 있도록 **무상공개 추진**

* 주차장(정보생성) → 지자체(취합□연계□서비스) → 국토부(전국연계□무상공유)

② 제한적 노상주차 허용구역 지정·운영

○ 상가밀집지, 시장 등 불법 주정차가 심각한 지역의 도로에 교통 소통을 방해하지 않는 범위에서 **무인주차기를 설치 · 운영**

* 파킹미터기, 코인주차기 등의 이름으로 미국, 유럽, 일본 등에서 시행
* 세종시 노상주차장에 시범사업(’ 15) 후 확대예정

③ 주차단속 장비 확충 및 시민참여 단속 추진

○ 지자체는 단속인력이 부족*하고 단속시 현장반발이 심하므로 **장비를 통한 단속을 확대**하고 우수지자체는 인센티브 제공

○ 주차위반 차량에 대해 영상매체를 활용한 **시민 신고 활성화**

○ 불법주차 차량에 대한 주정차 단속 알림 서비스를 확대하여 처벌보다는 주민 계도 중심의 단속 추진

(나) 서울특별시청의 주차장 모니터링 시스템 확장

2010년 운영 개시된 주차장 모니터링 사업은 현재 청계천 노상주차장 및 소파길 노상주차장에서 운영되고 있으며, 서울특별시 계획에 의하면 시스템 영역 확대 사업을 2015년 추진할 계획을 가지고 있다.

사업명	사업기간	운영 개시	사업비	사업 목적
주차관리통합센터	2008. 10. 26 ~ 2008. 12. 31	2009.05	464,448천원	주차관리지능화(ITS)사업으로 주차장 운영정보 수집을 통한 종합관리
청계천 USN을 이용한 노상주차관리 시스템 시범 운영		2009. 12. 16	367,000천원	청계천주변주차장의 주차면별 이용현황 처리
남산 주차정보안내시스템 구축 사업		2009. 7. 20	363,000천원	남산주변 7개 주차장 주차장 이용정보 수집 및 주차정 운영실태 시민제공용 전광판 설치
청계천 및 남산공원 주차정보 안내시스템 기능고도화	2012. 11. 23 ~ 2013. 2. 28		260,000천원	기존 시스템의 신뢰도 향상을 위한 고도화시행

서울 주차장 모니터링 사업 수행 내역

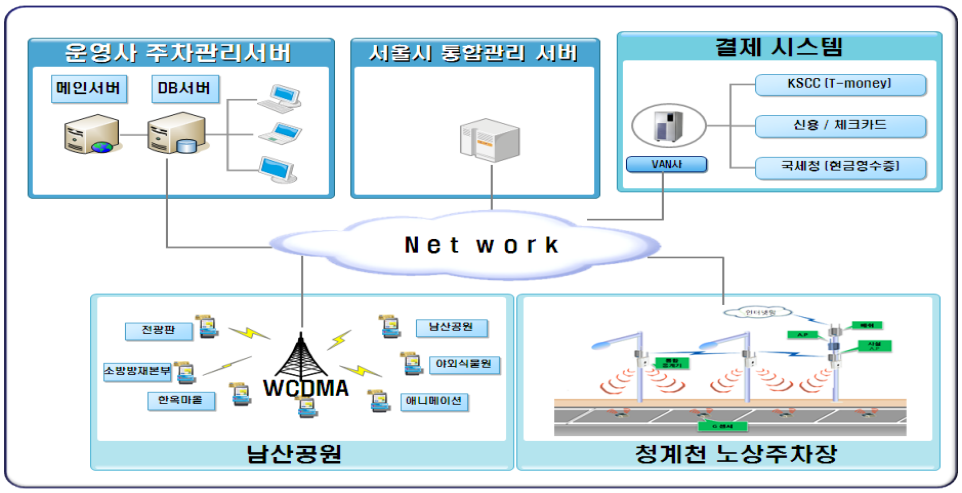


그림 3-2 서울 주차장 모니터링 네트워크 구성도

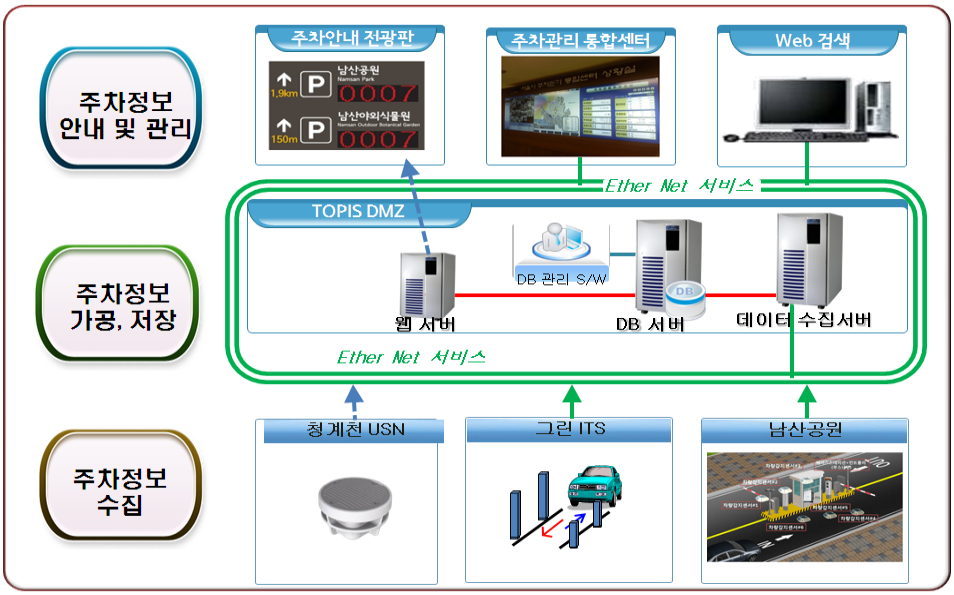


그림 3-3 서울 주차장 모니터링 시스템 구성도

서울특별시 공영주차장 모니터링 시스템 설비 현황

① 청계천 USN 노상주차관리시스템

장비명	규격	단 위	수 량
USN 센서	무선방식, 주차면 감지용	개	138
무선중계기	중계기능, 통신거리 20m	개	35
통신중계기	32bitRISK프로세서, Ethernet지원	개	12
주차안내전광판	1000*220*150	개	4
Access Point		개	8
2.4GHz Antena		개	16
분전반	CCTV 분전반 사용	식	8
함체	실외용	식	21
서지보호기	전원 데이터 일체형	개	8

② 남산 주차정보 안내시스템

장비명	규격	단 위	수 량
G센서	무선방식, 주차면 감지용	개	22
종합안내전광판	대형(3Color 표현,고휘도)	개	3
유도안내전광판	중형(3Color 표현,고휘도)	개	5
입구안내전광판	입구(3Color 표현,고휘도)	개	5
차량감지 센서	적외선 2조 1set	SET	21
차량계수기	32bit RISK 프로세서	개	6

③ 그린 ITS 차량계수장치

장 비 명		단 위	수 량
적외선 차량계수장비	적외선 센서	개	90
차량계수기	32bit RISK 프로세서	개	15

④ 주차관리 통합센터

장비명	규격	단 위	수 량
DB서버	2.93GHz*2CPU	EA	1
백업서버	네트워크 디스크 어래이	SET	1
웹서버	3.0GHz*2CPU	SET	1
전송서버	3.0GHz*2CPU	SET	2
RACK	Expansion Rack 1800	SET	1
보안 미들웨어	WSQL	EA	1
보안 미들웨어	SCURITY	EA	1
서버용 백신	V3	EA	4
RDBMS	Oracle v10g Std	식	1
L2 스위치	24포트 10/100Mbps지원	EA	1
UPS	3KW 모듈러,SNMP	SET	1
Monitoring Server	코어 2듀오,2G RAM, 300G	SET	1
View Server	코어 2듀오,2G RAM, 500G	SET	2
Matrix Switch	RGB Matrix switch	SET	1
통합컨트롤러 시스템	통합콘트롤 시스템	SET	1
KVM 스위치	8ch	SET	1
모니터링운영, S/W	저장, 영상캡쳐, Max 64ch	Copy	1
무정전 전원장치	3KVA,모듈러 ,병렬운전방식	SET	1
구역서버	P-4 Core 2 Dure	SET	1
네트웍장비(HUB)	Giga급 24Port	SET	1
주차관리통합센터 프로그램		식	1
공영주차장 모니터링 프로그램		식	1

(다) U-City 관련 진행사업

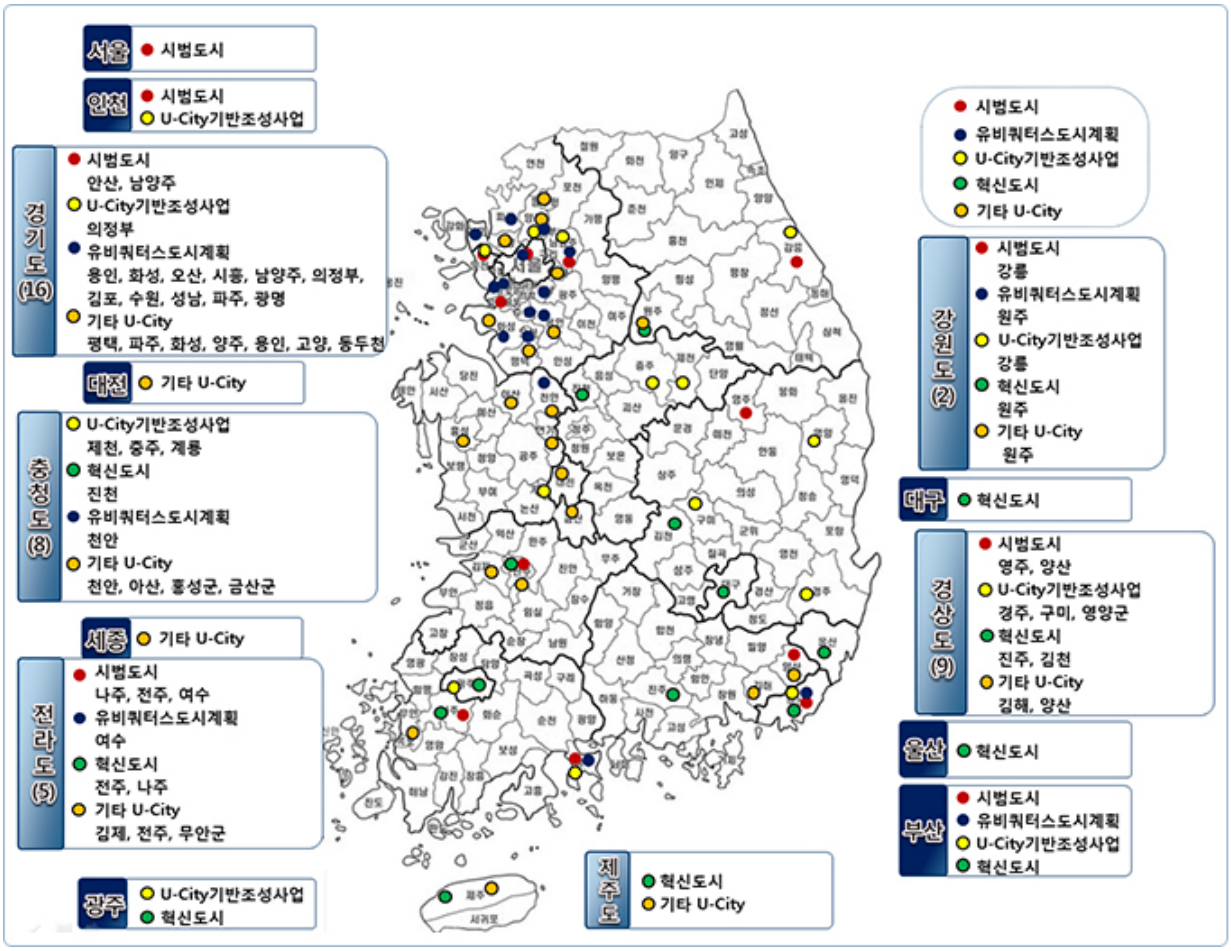
국내에서 진행되고 있는 U-City 프로젝트는 각 지방자치단체별로 특성을 가지고 있으나, 대부분의 프로젝트에는 교통 및 주차 분야에 대한 사업을 진행하고 있다.

국내 U-City 추진현황

U-City 구축 사업명	수행기간	담당부처	지자체 수
U-시범도시사업	’09-’12	국토부	11 개 도시
U-City 계획 수립	’09-’12	국토부	15 개 도시
U-City 기반조성사업	’09	행안부	11 개 도시
혁신도시사업	’05-’12	국토부, 행안부	10 개 도시
기타 U-City 사업	~ ’12	국토부, 행정부, 지경부 등	23 개 도시

※ 출처 : 제2차 유비쿼터스도시종합계획, 국토교통부, 2013.

그림 3-4 U-City 추진 현황 분포도 (2012.12 기준)



※ 출처 : 제2차 유비쿼터스도시종합계획, 국토교통부, 2013.

– 실시간 주차정보 제공을 위한 주차면센서 시장이 형성될 것으로 예상되며, 대부분의 공급이 조달 시장을 경유할 것으로 예상되므로, 제품 및 솔루션에 대한 홍보와 함

게 조달청 나라장터에 품목 등록하여, 수요에 대응할 수 있는 체계를 구축

(2) 외국 시장 전망

전술한 바와 같이 미국 및 유럽에서 주차미터기와 연계된 지자기센서가 확산되고 있으나, 시장 성숙 단계는 아니라고 판단되며, 스마트파킹 관련 선도 업체 중 1~2 개만이 지자기 기술 및 제품을 보유하고 있는 수준이므로, 국내 시장 진입과 함께 적용 기술의 안정성과 경제성을 확보한다면 해외 시장에서도 충분한 경쟁력을 가지고 시장 점유를 수행할 수 있다고 기대한다.

(가) SF Park Pilot의 경우

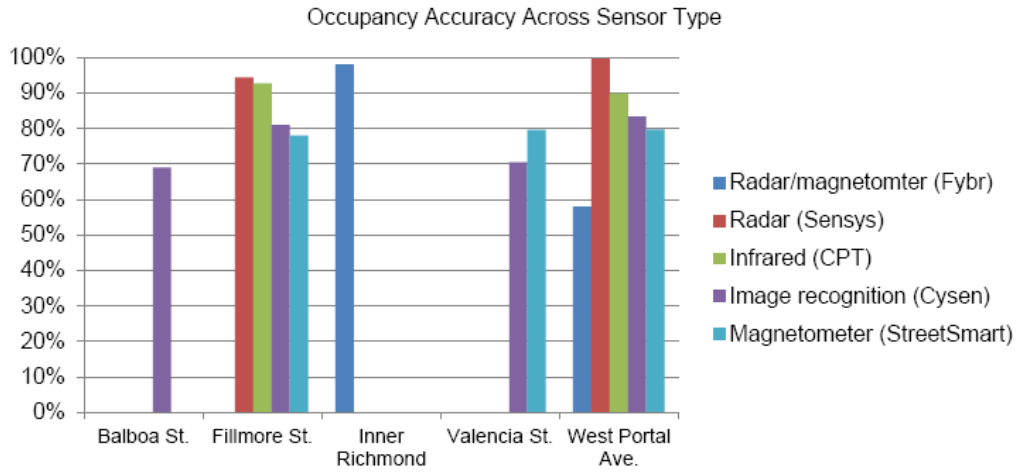
SFMTA(샌프란시스코자치교통국)의 발표 자료에 의하면, 공급되었거나 신기술 센서의 차량검지율이 본 연구과제 성과물의 성과 목표보다 우수하지 않은 것으로 판단되며, 시장 진출을 위해 국내 Reference Site 구축 및 운영을 통해 기반 확보를 조속히 진행할 필요가 있다.

그림 3-5 SF Park Pilot 센서 성능 시험결과

OCCUPANCY ACCURACY

The following table summarizes the average of all occupancy accuracy tests:

Sensor technology (vendor)	Occupancy accuracy
Radar/magnetometer (Fybr)	78%
Radar (Sensys)	98%
Infrared (CPT)	92%
Image recognition (Cysen)	77%
Magnetometer (StreetSmart)	81%



미국의 기존 Smart Parking 업체의 활동으로 시장이 형성되기 시작한 반면, 기술의 안정화가 되지 않은 것으로 판단된다. 단 시간 내에 국내 기술의 신뢰도 및 안정화를 도모하고, 국내 Reference Site가 갖추어 진다면, 미국 시장에 진출하는 것도 가능하다고 판단된다.

제2절 테스트베드 구축

1. 지자기센서를 이용한 공영주차정보시스템 테스트베드 구축

가. 연구성과 설명

본 연구성과는 지자기센서를 사용하여 주차정보를 수집하는 공영주차정보시스템의 현장시스템을 실험할 수 있도록 테스트베드를 경기도 안양시 소재 명학제2주차장에 구축한다.

나. 연구성과에 의한 성과물

(1) 공영주차정보시스템의 현장시스템

(가) 공영주차정보시스템의 현장시스템의 개념

공영주차정보시스템은 주차정보를 수집, 가공하여, 사용자 요청에 의해 주차정보를 제공하는데, 이중에 현장시스템은 주차정보 수집의 역할을 담당한다. 이때 주차정보를 수집하는 주체로 지자기센서를 사용한다.

(나) 공영주차정보시스템의 현장시스템의 구성

현장시스템의 구성은 다음과 같다.

■ 주차정보를 생성하는 지자기센서 : 14 SET

■ 지역중계장치 : 1 SET

■ 지역제어기 : 1 SET



장치명	수량	비고
지자기센서	14 Sets	구획당 1Set
지역통신장치	1 Set	주차부스
지역제어기	1 Set	주차부스

그림 3-6. 테스트베드 장비설치도

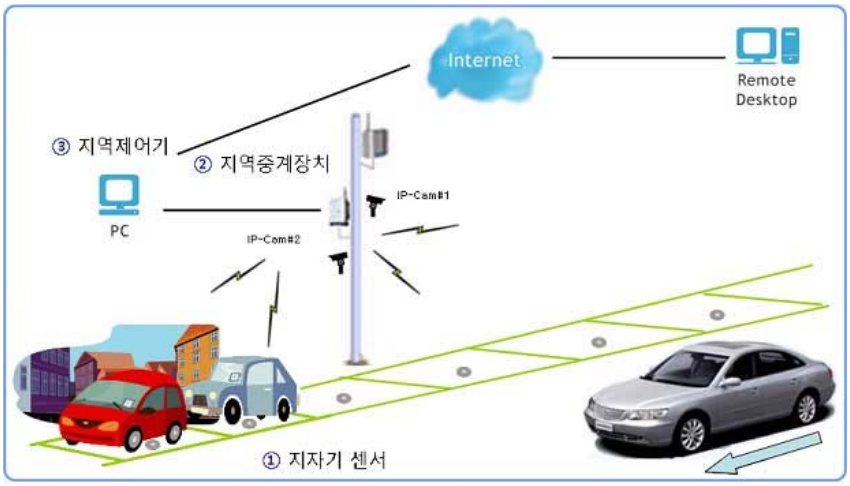


그림 3-7. 테스트베드 시스템 구성도

(다) 공영주차정보시스템의 현장시스템의 특징

공영주차정보시스템의 현장시스템은 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

■ 노상 주차장의 주차면에 대한 주차정보 생성

■ 통신 운영은 무선통신 사용으로 별도의 통신 시공 없음

■ 지자기센서의 전원은 내장 배터리 사용으로 별도의 전기 시공 없음

■ 상위단과의 통신은 무선 Wi-Fi 사용으로 별도의 외부 통신 시공 없음

(라) 공영주차정보시스템의 현장시스템의 운영

① 차량검지율 실험

각 주차면에 설치된 지자기센서의 차량검지 능력에 대한 실험을 수행한다.

② 통신거리 실험

각 주차면에 설치된 지자기센서와 지역중계장치간의 통신 도달 거리에 대한 실험을 수행한다.

③ 전력소모율 실험

각 주차면에 설치된 지자기센서에 내장된 배터리의 전압강하 0.1V 발생 소요 시간을 측정한다.

다. 주요 연구성과

(1) 현장 시험

현장시험명	시험일	시험장소	주요내용
차량검지시험	2013.05 ~2013.09	명학제2주차장	주차면내 차량점유에 대한 검지 능력 확인
통신거리시험	2013.05 ~2013.09	명학제2주차장	차량 비점유 및 점유 상태에서 지역제어장치와 지자기센서 간의 통신 통달 거리 확인
전력소모시험	2013.05 ~2013.09	명학제2주차장	일상 운영에 따른 지자기센서 내장 배터리 전압강하 0.1V 발생에 소요되는 시간 측정
검지오류시험	2013.05 ~2013.09	명학제2주차장	시험대상 주차면 인근 주차차량 및 인근 통과 차량에 대한 지자기센서 검지 상태 확인

라. 기술개발 성과의 국내외 시장 전망

(1) 국내 시장 전망

국내에서 옥외 설치 주차장에 대한 공영주차정보시스템 구축은 아직 사례가 없으며, 국내 동향으로 앱 관련 분야에 2014년 들어서 서울 및 민간기업의 주차정보제공 앱이 시장 출시가 발생하기 시작하여, 해당 앱에 대한 실시간 주차정보 제공에 대한 수요가 발생할 것으로 예상되어 현장시스템에 대한 공급이 요구될 것으로 예상된다.

(2) 외국 시장 전망

미국의 샌프란시스코의 SF Park 와 로스앤젤스의 LA Express Park 프로젝트의 부산물로서 실시간 주차정보 제공이 이루어지고 있는 것으로 파악된다. SF Park Pilot 보고서에 따르면 초기에는 180초의 지연시간이 발생하였으나, 현재는 10 초 정도의 지연시간으로 시스템이 운영된다고 밝혔다. 특히 미국의 StreetLine 사는 미국 및 유럽에 300개 도시에 Smart Parking 시스템을 구축하였다고 홈 페이지에 밝히고 있으며, NavigationResearch.Com은 Smart Parking 시장 보고서에서 시장이 급속히 확대될 것으로 전망하고 있음.

제3절 시범사이트 구축

1. 지자기센서를 이용한 공영주차정보시스템 시범사이트 구축

가. 연구성과 설명

본 연구성과는 지자기센서를 사용하여 주차정보를 제공하는 공영주차정보시스템의 기능을 시연하는 시범사이트를 경기도 안양시 소재 명학제2주차장에 구축한다.

나. 연구성과에 의한 성과물

(1) 공영주차정보시스템

(가) 공영주차정보시스템의 개념

공영주차정보시스템은 주차정보를 수집, 가공하여, 사용자 요청에 의해 주차정보를 제공하는 것을 목적으로 하며, 주차정보 수집을 위한 현장시스템, 주차정보를 수집, 유지관리하는 주차정보 서버 그리고 사용자 요청에 의해 주차정보를 제공하는 주차정보 제공 앱을 구현하여, 주차정보의 수집, 가공 및 제공하는 체제를 구축한다.

(나) 공영주차정보시스템의 구성

공영주차정보시스템의 구성은 다음과 같다.

■ 주차정보를 생성하는 지자기센서 : 39 SET

■ 지역중계장치 : 2 SET

■ 지역제어기 : 1 SET

■ 주차정보제공 서버 및 데이터베이스 : 1 SET

■ 주차정보제공 앱 : 1 SET



장치명	수량	비고
지자기센서	39 Sets	구획당 1Set
지역중계장치	2 Sets	깃발표시지역
지역통신장치	1 Set	주차부스

그림 3-8 시범사이트 장비설치도

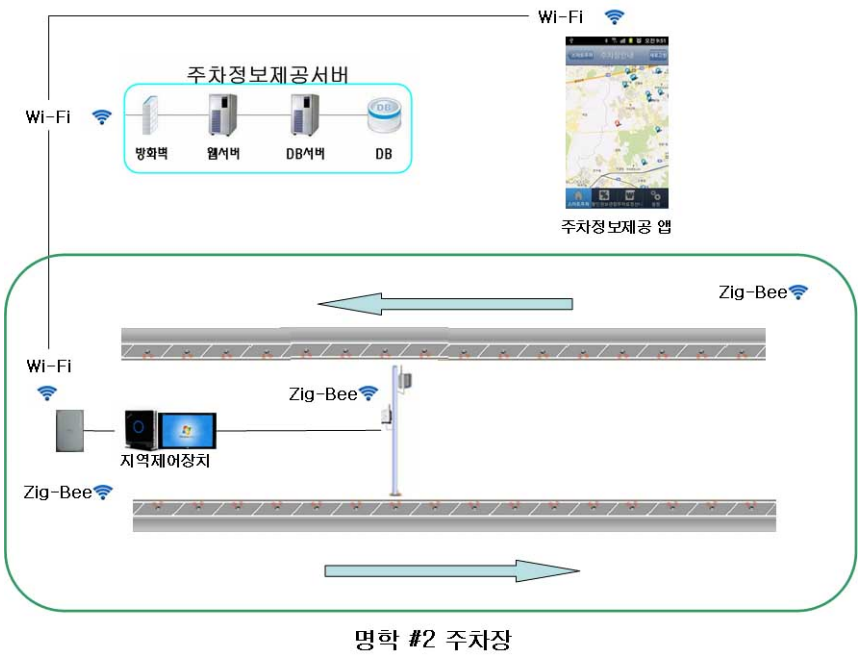


그림 3-9 시범사이트 시스템구성도

(다) 공영주차정보시스템의 특징

공영주차정보시스템은 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

■ 옥내 및 옥외 설치 주차장에 운영 가능

■ 통신 운영은 무선통신 사용으로 별도의 통신 시공 없음

■ 지자기센서의 전원은 내장 배터리 사용으로 별도의 전기 시공 없음

■ 상위단과의 통신은 무선 Wi-Fi 사용으로 별도의 외부 통신 시공 없음

■ 각 주차장에 대한 일반 콘텐츠와 실시간 주차정보 콘텐츠 제공

■ 각 주차장에 대한 중심좌표 및 출입구 좌표 제공으로 유효 접근경로 제공을 위한 편의 제공

■ 공영 및 민영 주차장에 대한 정보를 제공하여 사용자 선택의 폭 확대

(라) 공영주차정보시스템의 운영

① 차량검지 시연

각 주차면에 설치된 지자기센서에 의한 차량검지 능력을 시연한다.

② 현장 주차정보 제공 시연

주차장 인근에 설치된 전광판, 주차부스에 설치된 모니터 및 주차관리원이 휴대하는 PDA를 통한 주차장 운영 현황 등의 주차정보 제공을 시연한다.

③ 주차정보제공 앱에 의한 주차정보 제공 시연

사용자가 휴대하고 있는 스마트 폰에 탑재된 주차정보제공 앱에 의한 주차정보 제공 및 실시간 주차정보 제공을 시연한다.

다. 주요 연구성과

(1) 현장 시험

현장시험명	시험일	시험장소	주요내용
차량검지	2014.02 ~2014.07	명학제2주차장	주차면내 차량에 대한 검지 시연
현장주차정보 제공	2014.02 ~2014.07	명학제2주차장	전광판, 모니터 및 PDA에 대한 주차정보 제공 시연
주차정보제공앱	2014.02 ~2014.07	명학제2주차장	주차정보제공 앱에 대한 주차정보 제공 시연

라. 기술개발 성과의 국내외 시장 전망

(1) 국내 시장 전망

국내에서 공식적으로 공영주차정보시스템 구축 사례가 없으나, 일부 주차장을 대상으로 실시간 주차가용면수를 제시하는 동향을 보이고 있으나, 크게 확산되지 못하고 있는 실정이다. 이유는 여러 가지로 파악이 되나 대부분 예산 문제로 추측된다. 이에 경제적이며, 신뢰성을 확보한 솔루션이 공급된다면 시장이 단시간 내에 확산될 것으로 예상된다. 이에 본 연구과제에 대해서도 경제성 및 신뢰성 확보를 위한 단계를 단시간 내에 이룩한다면 시장에 대한 전망이 밝다고 사료된다.

(2) 외국 시장 전망

외국의 Smark Parking 구축사례 및 전문회사의 상품 개발 상황은 주류가 자기센서임. 샌프란시스코 SF Park Pilot, 로스앤젤스 LA Express Park 등 구축에 사용된 센서는 자기센서이며, StreetLine, STreetSmart, SmartGrains, Tinynode , NEDAP 등 Smart Parking 전문회사도 자기센서를 주 상품군으로 갖고 영업활동을 하고 있음. 기타 적용기술로는 자기센서+적외선센서, 레이다센서, 자기센서+레이다센서, 초음파센서 및 이미지 인식기술 등이 시장에 진출하고 있음. 특히 주목할 만한 사항으로 자기센서+적외선센서 그리고 자기센서+레이다센서를 사용하는 사례로서 해당 회사인 StreetSmart와 Sensys Network은 자기센서를 사용하여 주차면센서와 교통용센서를 출시한 경험을 가지고 있는 회사로서 자기센서를 이용한 주차면 차량검지의 오류 극복을 위해 복합센서로 대체한 사례로 이해된다. 따라서 우선적으로 국내 시장에서 경제성 및 신뢰성을 가지고 국내 시장 진입에 성공하면, 해외 시장 개척도 가능하다는 판단이다.

제4절 Biz 모델 구성

1. Biz 모델 수립

가. 연구성과 설명

본 연구성과는 “지자기센서를 이용한 공영주차정보시스템의 상품화 및 사업화” 과제의 사업화접근 방안을 정하기 위해 수립한 사업 모델이다. 사업 환경 및 국내 시장 여건을 고려하여 구축된 공영주차정보시스템을 활용한 수익모델을 정하기 위해 활용한다.

나. 연구성과에 의한 성과물

(1) 공영주차정보시스템 Biz 모델

(가) 공영주차정보시스템 Biz 모델의 개념

본 공영주차정보시스템 Biz 모델은 과거의 시스템 구축을 사업 목적으로 하지 않고, 구축된 시스템을 활용하는 사업 모델로 사업 수행을 통한 매출 및 이익 추구의 관점을 변화를 주었다. 이는 HW 및 SW를 판매의 대상으로 보는 관점에서, 시스템이 생산하는 콘텐츠를 판매의 대상으로 보는 관점의 변화를 주었고, 아울러 시스템이 제공하는 서비스에 대해서도 주목하였다.

(나) 공영주차정보시스템 Biz 모델의 구성

공영주차정보시스템 Biz 모델의 구성은 다음과 같다.

■ 핵심파트너 : 지방자치단체, 통신사업자, 결제대행사

■ 핵심 활동 : 서비스 설계, 콘텐츠 설계

■ 핵심 자원 : IT-인프라, 사업적 관계

■ 가치 제안 : 주차안내정보서비스(검색, 예약, 전자결제, 주차관련통계분석정보)

■ 고객 관계 : Free + Premium, Self Service, Membership

■ 유통 채널 : App, Web

■ 고객 세그먼트 : 운전자, 상인(주차장사업자+주차장인근 사업자), 지방자치단체

■ 수입의 흐름 : 정보이용료, 서비스이용료, 결제수수료, 회비

■ 비용 구조 : 인건비, 시스템 구축 및 유지보수비, 수수료



그림 3-10 Biz 모델 구성요소

(다) 공영주차정보시스템 Biz 모델의 특징

공영주차정보시스템 Biz 모델은 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

■ 주차정보수집 인프라에 대한 100% 소유권을 갖지 않음.

■ 주차장과 연계된 서비스 제공을 위한 업무 협약에 의한 관계 형성

■ 사용자의 서비스 사용방법은 사용자의 선택

■ 제공 서비스 및 콘텐츠에 대한 지속적인 개선으로 사업 영역 확대

■ 보유 고정자산의 최소화에 따른 사업주체의 유지비용 경감

■ 필수 인원을 제외한 조직 및 인력은 철저한 아웃소싱으로 유지 인건비 최소화

(라) 공영주차정보시스템의 사업화

① 기존 구축 시스템과 인터페이스 강화

현재 구축된 주차유도시스템과 연계를 통해 주차정보 수집 인프라에 대한 투자 비용 절감 효과 기대

② 공영주차정보시스템 구축 IT-자원의 렌탈 및 리스 활용

공영주차정보시스템 구축에 소요되는 IT-자원은 렌탈 및 리스 활용으로, 초기 투자 비용을 최소화하고, 유지보수 관련 비용을 경감하며, 이후 시스템 확장에 있어서도 유연성 확보.

③ 주차정보제공 관련 개방성에 의한 매출 다각화

공영주차정보시스템이 보유하고 있는 콘텐츠를 다양한 형태의 사업자에게 개방하여, 사용자에 대한 접근방법을 다양화하며, 이에 따른 매출 다각화 및 증대 기대.

다. 기술개발 성과의 국내외 시장 전망

(1) 국내 시장 전망

국내에서 다수의 주차정보제공 앱이 출시되어 있으나, 실질적으로 정상운영 상태에 있는 앱 운영회사는 없는 것으로 파악된다. 이는 주차정보제공 앱이 제공하는 콘텐츠가 사용자에게 경제적 이익을 줄 수 있다는 인식을 주지 못한 것으로 판단된다. 이러한 문제점을 정확히 인식하고 제공 콘텐츠 및 서비스에 대한 경제성을 추가한다면 시장 진입 및 매출 증대는 가능하다는 판단이다.

(가) 정부 3.0 추진 Smart Parking System(SPS)

정부 3.0 사업중 ICT 기반 사업으로 스마트파킹시스템을 추진하고 있다. 목표 시스템의 개념도는 다음과 같으며, 본 연구와의 차이는 불법주정차 단속분야를 포함한다. 해당 사업의 진행 시점과 본 연구 성과물의 활용 시점이 일치할 것으로 예상.

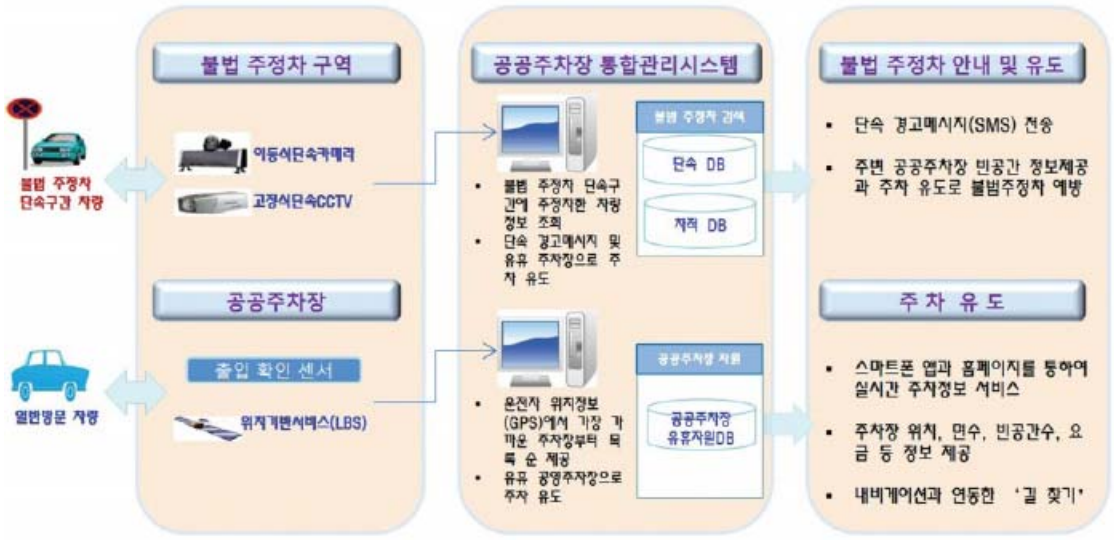


그림 3-11 정부3.0 스마트파킹시스템 개념도



그림 3-12 정부3.0 공공주차장 모바일서비스

(2) 외국 시장 전망

미국의 StreetLine 사의 경우는 미국 및 유럽 지역을 대상으로 300개 도시에 설치했다는 내용을 공표하고 있으며, 과거 시행된 사례로 샌프란시스코의 SF Park 프로젝트, 로스앤젤스의 LA Express Park 프로젝트가 수행되어 운영되고 있다.

아울러 미국, 영국, 네덜란드, 프랑스 및 스위스 등의 회사가 Smart Parking 시장에 진출하여 시장 점유를 위한 경쟁을 시작한 상황 이다. 상기 언급한 프로젝트와 회사들은 자기센서 기반의 프로젝트이거나 주 상품군을 자기센서를 내세우고 있다. 이러한 현상들이 향후 세계 Smart Parking 시장의 형성 및 발전을 보여주고 있다고 판단된다.

제4장 연구목표 달성 및 효과

제1절 연구개발 최종목표 달성도

본 연구과제의 연구목표는 지자기센서를 이용한 차량검지기술을 확보한 시제품 제작, 시제품에 대한 기능 및 성능 실험을 위한 테스트베드 구축, 개선된 시작품을 활용한 시범사이트 구축 그리고 Biz 모델 수립 및 특허 출원을 통한 지적재산권 확보를 수행한다.

본 연구의 주요 내용은 다음과 같이 크게 네 가지로 요약된다.

□ 지자기센서를 이용한 차량검지기술을 확보한 시제품 제작

□ 시제품에 대한 기능 및 성능 실험을 위한 테스트베드 구축

□ 개선된 시작품을 활용한 시범사이트 구축

□ Biz 모델 수립 및 특허 출원을 통한 지적재산권 확보

본 연구에서 연차별 세부목표와 이에 따른 달성수준은 다음과 같다.

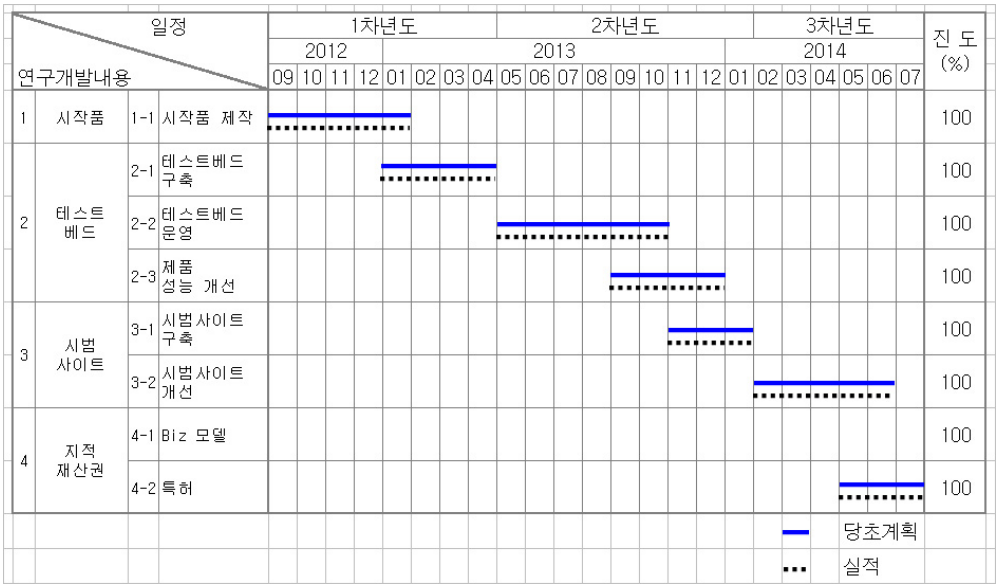


표 4-1. 계획대비 수행실적

제2절 연구개발 성과의 기술적 효과분석

본 연구개발의 성과는 기술적 측면의 효과를 지능형교통체계 측면과 ICT 측면으로 효과를 기대한다.

1. 지능형교통체계 측면의 기술적 효과

가. 고급 여행자 정보제공 서비스

초기에 지능형교통체계의 하부 서비스시스템에는 주차정보 제공분야가 존재하였으나, 기술적 구현성에 문제가 제기되어 해당 분야가 제공되지 않는 상태를 유지하고 있다. 그러나 본 연구개발의 성과가 구현되어 주차정보 제공이 개시된다면, 주차정보제공서비스 관련 시스템이 명문화 될 것으로 기대한다.

아울러 현재 네비게이션 기기를 기반으로 한 경로 안내에 있어서도 목적지 인근이 아닌 목적지 주차장 더 나아가서는 목적지 주차면으로 경로 안내가 이루어질 것으로 예상되어, 현재와 같이 목적지 인근에 도착하여 주차장소를 찾아서 배회하는데 소요되는 시간 및 경비가 절감될 것으로 기대한다.

교통관리 최적화	- 도시부 간선도로 교통신호제 등 - 고속도로 교통관리 등
전자지불 처리	- 자동요금 징수 - 대중교통 요금징수
교통정보유통 활성화	-권역교통정보센터 - 기본정보 제공
여행자정보 고급화	- 동적주행안내 - 출발 전 교통정보안내 등
대중교통 활성화	- 시내버스 운행관리 - 좌석예약 등
화물운송 효율화	- 위험물 차량관리 - 화물차량 운행관리 등
차량 및 도로의 첨단화	- 차량안전 자동진단 - 교차로 진입제어 등

표 4-2 ITS 아키텍처

나. 운행중 교통정보 제공 서비스

현행 운행중 교통정보는 돌발상황, 공사정보 등이 주류를 이루고 있으나, 주차정보 제공이 이루어지면, 운행중 변화된 상황에 맞추어 주차정보가 제공되므로, 변경된 상황에 따른 경로 변경 안내도 보다 상세해 질 것으로 기대된다.

2. ICT 측면의 기술적 효과

가. 사물통신에 의한 개선된 서비스

사물통신은 인간의 개입없이 시스템과 시스템간의 통신에 의해 유익한 서비스를 제공하기 위한 개념으로서, 사전 설정된 주차장 선호 조건에 의해 기호에 적합한 조건을 가지는 주차장을 선택하고, 이에 의거 경로 안내를 수행하는 서비스가 가능해지는 환경을 제공할 수 있다.

나. 주차정보 Big-Data에 의한 서비스

본 연구성과의 결과인 공영주차정보시스템이 존재하기 전에는 제공할 수 없었던 주차 관련 자료의 분석을 통해 주차 수요에 대한 분석 자료 제공을 통해 교통 및 주차 관련 정책 입안에 상당한 영향을 줄 수 있으며, 주차 시설 확충을 위해 소요되는 공간 및 예산의 효율성을 극대화할 수 있는 환경을 제공한다.

다. 운전자 주차 편의 제공 서비스

주차정보제공 앱은 운전자에게 주차공간을 찾는데 큰 도움을 줄 것이다. 현재 시판되고 있는 네비게이션 기기에는 주유소, 충전소 및 경정비업소에 대한 목록은 존재하지만 주차장에 대한 목록은 없거나 미흡한 수준에 있다.

주차정보제공 앱은 단순히 주차장 목록과 아울러 각 주차장에 대한 가동상황에 의거

주차가 가능한 주차장을 알려주므로서 주차공간을 찾아 허비하는 시간과 경비를 절감하는 효과를 기대한다.

제3절 연구개발 성과의 경제적 효과분석

1. 신규 시장 창출

본 연구개발 성과인 공영주차정보시스템은 새로운 서비스를 제공하는 시스템으로서 시장 창출의 효과를 가질 것으로 예상할 수 있다. 대상이 되는 산업 분야는 다음과 같다.

□ 교통정보 서비스업 시장 활성화

□ 텔레메틱스 관련 산업의 활성화

□ 물류 유통 산업 활성화

□ 주차장 운영 산업 활성화

□ 주차장 관련 시설물 설치 산업 활성화

□ 물류 유통 산업 활성화

2. 고용 창출

본 연구개발 성과인 공영주차정보시스템의 운영 효과로 시장이 활성화되거나 새로운 시장이 창출되면, 이에 따른 고용 효과는 부수적으로 발생될 것으로 예상된다.

□ 공영주차정보시스템의 현장시스템 설치 및 유지보수 인력

□ 공영주차정보시스템의 센터 운영인력 및 서비스 설계 인력

□ 교통정보 및 주차정보 서비스업 종사자

□ 주차장 제공 서비스 관련 종사자

3. 공영주차정보시스템에 의한 경제적 이익

공영주차정보시스템 운영에 따른 경제적 이익은 주차시설의 이용 증가, 도로교통흐름 개선, 도

시환경개선, 이용자 만족도 개선, 지역경제 활성화 등에서 경제적 이익이 발생할 것으로 예상된다.

가. 주차시설의 이용 증가

(1) 주차장 탐색 시간 절감

일본 자료에 의하면 토요다 시 인근에 차량이 도착해서 도심지 구역에 주차하는데 걸린 시간이 시스템 도입 전에 비해 12분에서 6 분 정도 감소하는 것으로 조사 되었다. 오끼야마 시의 설문조사에 따르면 응답자의 거의 50퍼센트가 주차 시 소요시간이 상당부분 감소한 것으로 조사 되었다. 동일한 설문조사에서 많은 수의 응답자가 주차에 필요한 시간이 10분 ~ 15분까지 감소했다고 답했으며, 쿠레 시는 8분정도 감소한 것으로 조사 발표 하였다.

아래의 그림은 토요다 시를 대상으로 주차정보시스템의 도입 전과 후의 효과를 도표화한 것이다. 설문조사참가 대상과 수는 정확히 명시 되지 않았으나 주차정보시스템 사용자 및 비사용자 모두를 대상으로 조사한 것이다.

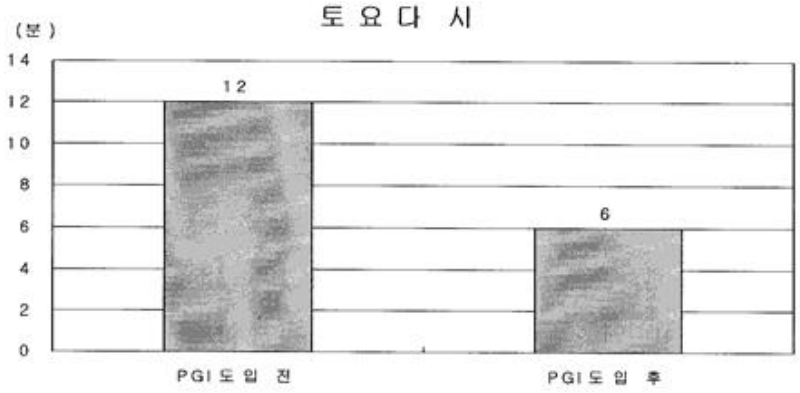


그림 4-1 주차에 필요한 평균시간 변화

아래의 그림은 오까야마 시의 조사로서, 도표에서 보듯이 도입 효과로 50%이상 긍정적 답변이다. 도입 초기 조사 자료인데, 절반이상의 성공을 거둔 셈이다. 향후 텔레메틱스 시장의 성장과 더불어 요구 되는 시스템이 무엇인지 잘 보여주는 조사 자료이다.

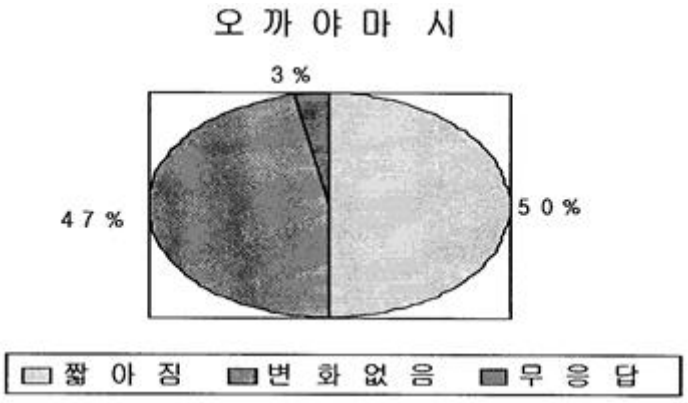


그림 4-2 주차 소요 시간 경감에 대한 인식

아래의 그림은 오까야마 시의 자료로 시내에서 주차장을 찾는데 소요되는 시간의 감소를 나타낸 도표이다. 40%에 가까운 이용자가 기존 상황에 비해 10~15분 정도 줄어든 것으로 응답한 내용이다.

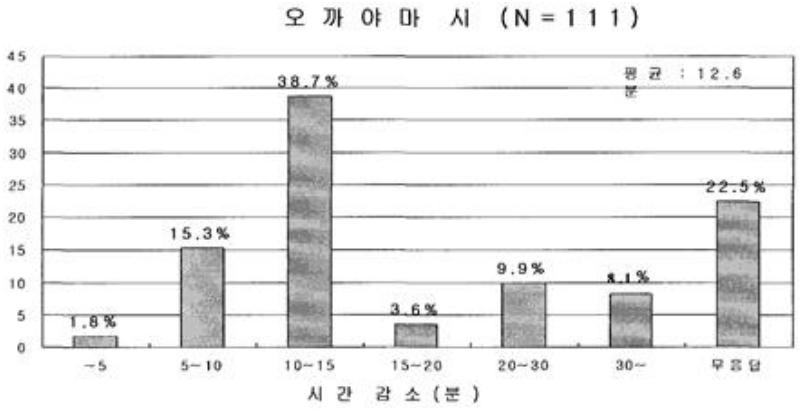


그림 4-3 주차장 찾는 시간의 감소

아래의 그림은 쿠레시의 예이다. 이용자들 평균 8분정도 감소한 것을 알 수 있다.

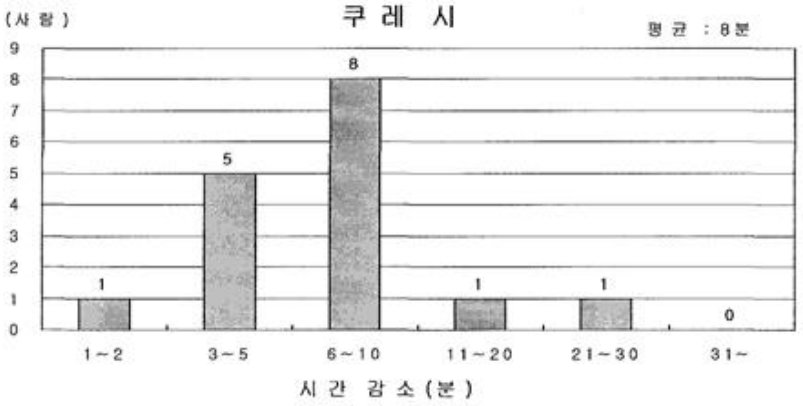


그림 4-4 주차장 찾는 시간의 감소

(2) 주차 대기 시간 절감

아래의 자료는 토요다시에서 주차정보시스템 도입 전과 도입 후 정보제공매체별로 주차정보시스템의 효과를 분석한 자료이다. 정보제공 매체별로는 주차정보제공전광판(VMS), 인터넷(Website), 이동전화(Mobile Phone) 이상 3종류 이다. 조사 결과는 시간과 공간의 제약이 덜 받는 매체별로 효과가 큰 것을 알 수 있다.

아래의 그림은 토요다 시의 자료로서, 연말 수요 시간대(12월24일 오후 2시~4시)에 조사를 실시 하였다.

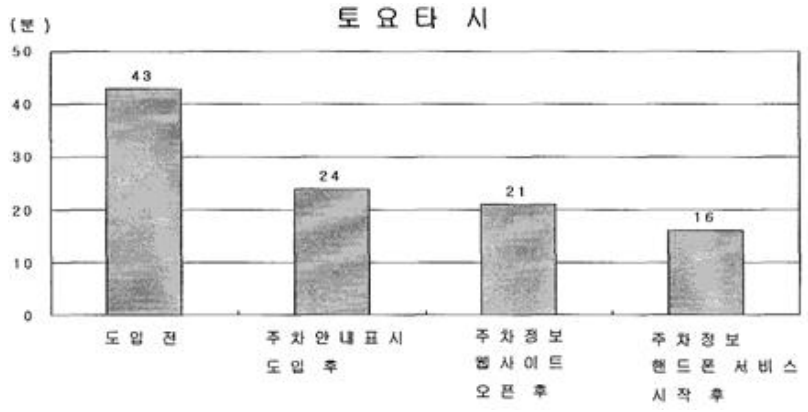


그림 4-5 신 토요타역 지하주차장의 대기행렬 소요시간 변화

(3) 주차시설 사용의 촉진과 재분배

주차정보시스템의 도입은 토요다역 주변의 차량점유로 인한 혼잡비율을 130%에서 117%로 13%정도 감소시키는 효과를 보였다. 특히 정보제공 매체별 서비스 도입에 따라 그 격차는 더욱 크게 나타났다.

아래 그림은 토요다역 주변의 혼잡도 감소의 변화 추이를 정보제공 미디어별로 나타낸 것이다.

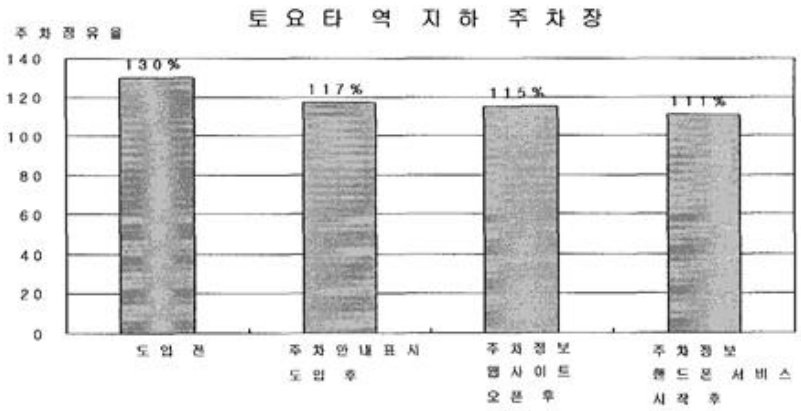


그림 4-6 토요타 역 지하주차장의 혼잡도 변화

나. 도로 교통의 원활한 흐름

(1) 불법주정차 발생 빈도 감소

삿포로시는 주차정보시스템의 도입으로 시내 불법주정차 발생건수가 감소되는 효과를 보았다. 이는 불법주정차 민원 중에 주차장 정보 미흡을 원인으로 제시하는 경우가 제일 많은 것과 일치하는 결과 이다.

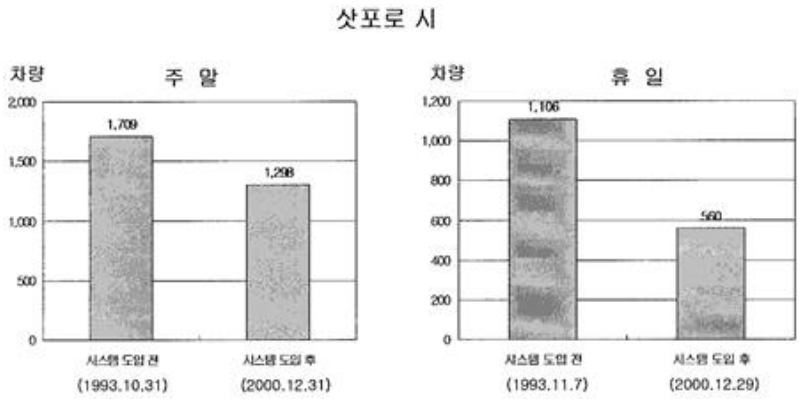


그림 4-7 불법주정차 발생 건수 추이

(2) 교통 소통율 개선

아래의 자료는 삿포로 시에 위치한 국도 36호선의 일부 구간에서 조사한 내용으로 도

로 혼잡율이 0.74에서 0.46으로 0.28정도 감소한 효과를 보았다. 또한 토요다 시의 자료에 따르면 주차정보시스템 서비스제공 이후 주차시설을 이용하는데 걸리던 평균 주행거리가 115.7km/day에서 61.21km/day로 47%퍼센트 정도 감소하는 효과를 보았다.

아래의 그림은 삿포로 시의 주차정보시스템 도입 후 교통 혼잡도의 변화정도를 보여주고 있다.

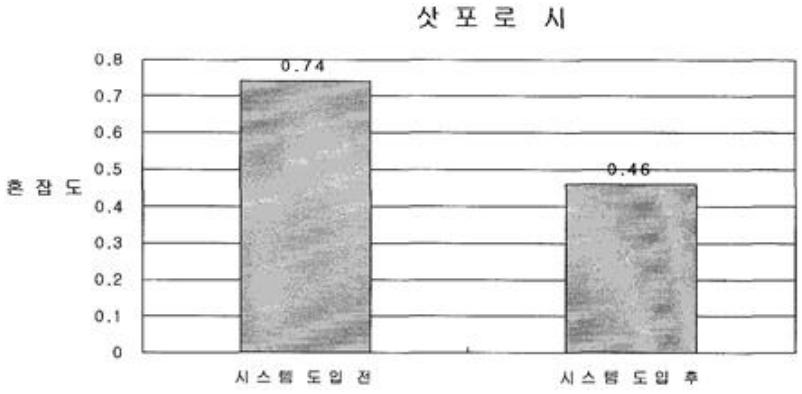


그림 4-8 교통 혼잡도 변화

아래 그림은 토요타 시의 자료로 주차정보시스템 도입에 따른 주행거리의 감소를 나타내고 있다.

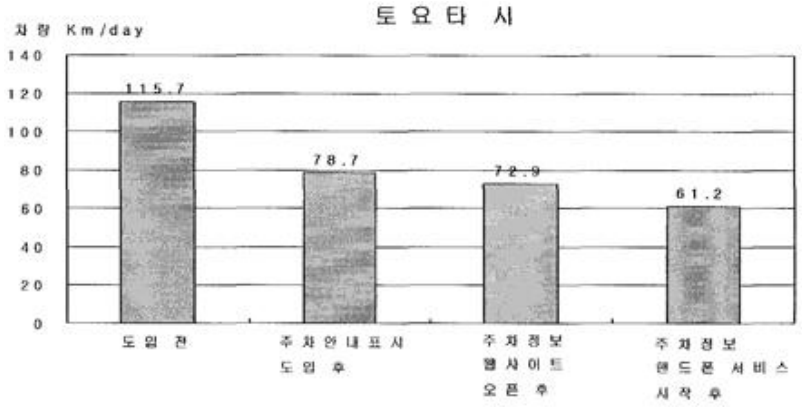


그림 4-9 주차시설을 이용하는 차량의 주행거리 변화

다. 도시 대기 환경 개선

(1) 대기중 공해물질 발생 감소

주차정보시스템의 도입은 토요다 시의 대기환경 개선에도 큰 기여를 한 것으로 조사되었다. 주차장소를 찾아 배회하는 차량의 주차 소요 시간을 경감함으로서 차량에서 배출되는 유독성 공해물질의 감소를 가져왔다.

아래의 그림은 대기오염 주범인 이산화탄소 및 이산화질소계열의 배출량의 변화를 나타낸 것이다.

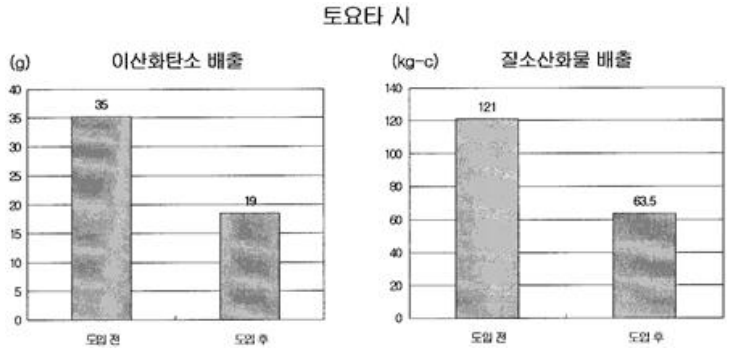


그림 4-10 주차시설 이용 차량의 이산화탄소, 질소산화물 배출량 변화

라. 이용자 만족도 개선

(1) 삶의 질 개선

오까야마 시에서 자체 조사한 설문 내용에 따르면 주차정보시스템의 도입으로 시스템 이용자의 90%이상이 주차장을 찾는 시간과 힘든 노력이 개선되었다고 대답했으며, 70%이상이 주차공간을 찾는 것과 관련된 불안감이나 주차대기시간이 많이 줄었다고 답하였다.

아래의 그림은 오까야마 시의 자료로 이용자들의 교통심리 상태를 조사한 자료로 주

차공간을 확보하기위한 조급한 마음과 불안감의 변화를 보여주는 자료이다.

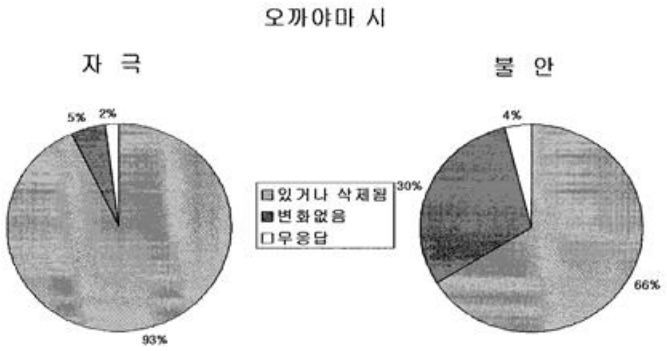


그림 4-11 주차에 대한 운전자 스트레스 배제 효과

(2) 시스템 사용의 효용과 활용 의향

(가) 시스템의 효용

토요다 시에서 주차정보제공 미디어별 이용 효용 및 만족도를 조사한 자료이다 조사에 따르면 이용자의 50%이상이 이동전화를 이용한 서비스에 만족했다.

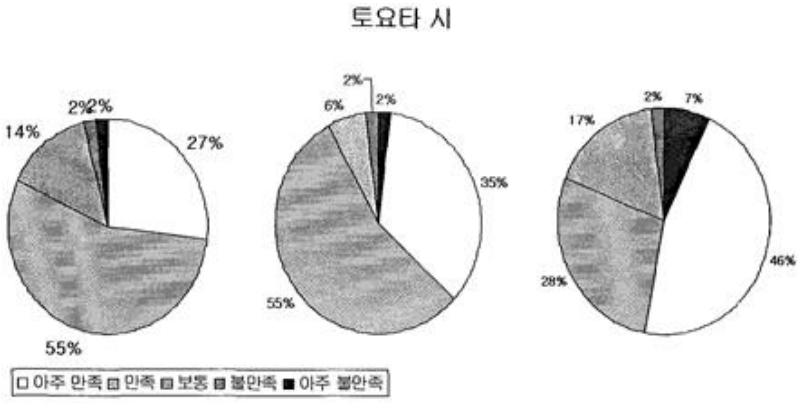


그림 4-12 주차정보시스템의 사용자 만족도

(나) 미래 시스템 활용 의향

쿠레시의 조사에 따르면, 응답자의 60%이상이 미래도 이 시스템을 사용할 것이라고 대답했다. 아래의 그림은 63%정도가 다시 사용할 것을 답한 설문 자료 이다.

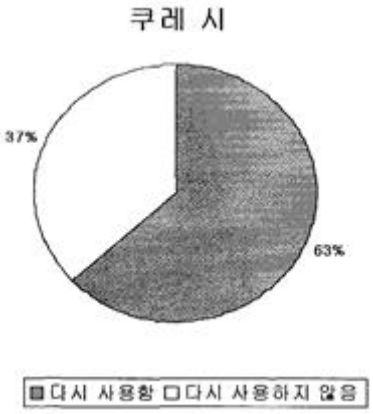


그림 4-13 주차정보시스템 재사용 의향 조사

(3) 정보 이용 통계

(가) 정보 이용 현황

아래의 그림은 토요다 시에서 주차정보제공 미디어별 이용율을 나타낸 자료이다. 그림에서 알 수 있듯이 단연 개인휴대가 용이한 이동전화 서비스가 우위를 점하고 있다. 향후 정보의 이용은 효과적인 정보제공 매체에 따라 정보산업이 어디로 발전할 것인가를 보여주는 자료라 할 수 있다.

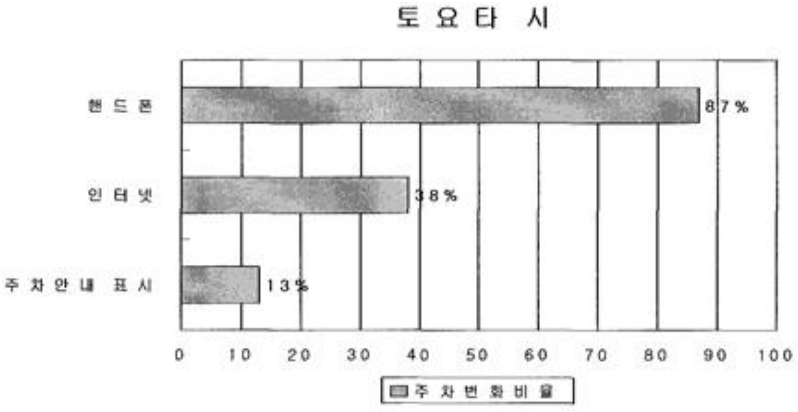


그림 4-14 미디어 형태에 따른 주차변화 비율

(나) 정보제공 서비스별 이용자 추이

아래의 그림은 삿포로시에서 운영중인 이동전화를 이용한 주차정보제공서비스의 년도

별 이용 추이를 나타낸 것이다.

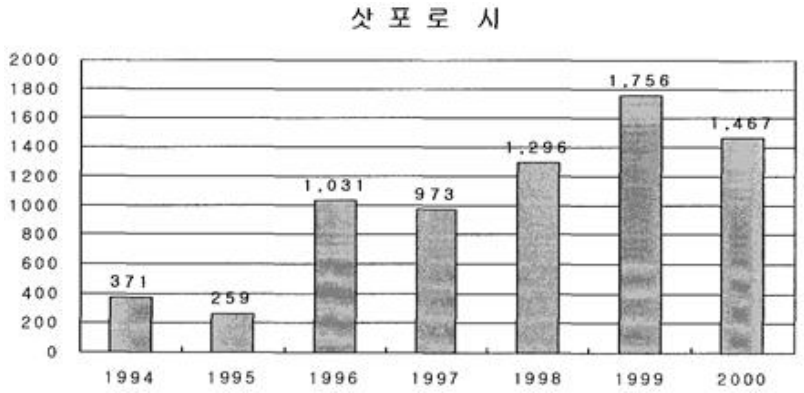


그림 4-15 이동전화에 기초한 주차정보 서비스 사용추이

마. 지역경제 활성화 기여

오까야마시에서 자체 조사한 설문 내용에 따르면 주차정보시스템의 도입으로 지역경제가 활성화되었다는 응답자가 60% 이상 이었으며, 주차가 편리해짐에 따라 영향을 받는 업종으로, 유통업, 외식업 순 인 것으로 확인되었다.

바. 경제적 이익 규모

신규 시장 창출과 이에 따른 고용창출, 주차장 관련 사항으로, 주차장 이용율 증대, 교통 소통율 개선, 도시 환경 개손, 시민 서비스 편의 개선 및 지역 경제 활성화 등으로 인한 경제적 이익 규모는 관련 통계 미비로 산출하기는 곤란하나, 추정적으로 투자 대비 효과는 상당할 것으로 예상되며, 시장 규모 추정에서 산출된 1조3000억원을 근거로 보면 약 10조 이상의 경제적 이익이 발생할 것으로 추정됨다.

제4절 연구개발 성과의 정책적 효과분석

본 연구개발 성과의 정책적 효과 분석은 관련 자료를 확인하지 못한 관계로 제안 없음.

제5장 연구성과의 활용 및 추가연구 필요성

제1절 연구성과 향후 활용방안

1. 기술실시계획

본 연구개발 성과에 대한 기술실시계획은 다음과 같은 방향으로 추진할 계획 이다.

가. 대외 경쟁력 확보

대외 경쟁력은 곧 제품의 경쟁력으로 이해하고, 기술적 차별성, 신뢰도 차별성, 안정도 차별성 그리고 가격의 차별성으로 이해하며, 이에 대한 노력을 경주할 것임.

특히 현재 출시된 제품이 가지고 있는 문제점으로서, 검지의 정확도 부족 문제를 깊이 인식하고 검지 정확도 개선을 위해 인식 알고리즘의 개선 및 복합 센서로의 이행을 신중히 검토하여 진행하겠음.

나. 우선 적용

과거 개발 기술에 대한 검증 및 인증 등 사회적 제도권이 요구하는 수준을 입증하고, 해당 기술에 대한 완성도가 확인된 연후 시스템 적용에 들어가는 것이 상례였다고 볼 수 있다.

허나 본 연구결과는 다양한 HW, SW 및 콘텐츠로 구성되어 있어, 이를 객관적 시각으로 평가하고, 입증하는 것은 상당히 어려운 작업이며, 시간과 경비 또한 적지 않게 소요될 것으로 예상된다. 단적인 예로 출원된 특허의 경우 일반적으로 출원으로부터 등록에 소요되는 기간은 최소 2년 이상 소요되며, 특허 관련 심사관의 지식 및 경험에 따라서는 기각되는 경우도 발생한다.

이에 본 연구개발 결과는 우선 시스템을 구축하여, 사용자에게 서비스를 제공하면서, 사용자의 요구 및 불만사항을 해결하는 단계로 시스템의 안정성 및 신뢰성을 확보하는 방안을 취하고자 한다.

다. 민간자본 투자 검토

본 연구개발의 결과물인 “공영주차정보시스템”은 통상적으로 지방자치단체가 수요자라는 인식을 가지고 있다. 이에 통상 수요자가 시스템 구축비용을 제공하는 절차를 거쳐야 한다고 사료된다. 그러나 작금의 현실은 지방자치단체의 인식 개선 및 해당 사업 수행을 위한 예산 확보 등을 위해 상당한 시간, 영업활동 및 소요 경비를 요구하게 된다.

이를 타개하기 방안으로 전술한 “우선 적용” 원칙을 세웠고, 이를 수행하기 위한 자본의 동원방법으로 민간자본 투자를 검토하는 원칙을 세웠다.

라. 기존 시스템 연계 검토

상기 2 개의 원칙을 세웠어도 여러 환경 극복에는 예상하지 못한 문제 도출로 인해 수행이 원활하게 진행되지 못할 경우가 발생할 수 있으므로, 주차정보 수집을 위한 현장시스템 구축에 있어서는 기존 구축된 시스템과의 인터페이스 구축을 통해 주차정보 수집의 문제를 타개할 수 있을 것으로 예상된다.

마. 센터 부문 우선 구축

자체 자원을 활용하는 것은 외부 통제 요소가 아닌 만큼, 독자적 의지에 의해 진행 가능하므로, 자원 소요 및 기간 소요가 상대적으로 적은 분야는 우선순위를 두어 우선 구축하는 것이 적절하다는 판단으로. 연구개발 결과로 완성된 공영주차정보시스템의

센터 부문을 우선 구축할 계획 이다. 사용장에게 서비스하기에는 질적으로나 양적으로 미비한 점이 많겠지만 시스템의 핵을 확보하기에는 적절한 선택이라고 사료된다.

바. 주차정보제공 앱의 조기 출시

상기 원칙 중에 “센터 부문 우선 구축”의 원칙이 실행된다면, 우선적인 서비스가 가능한 주차정보제공 앱의 조기 출시를 시행할 계획 이다. 이는 과거 여타 시스템들이 걸러온 행적과 유사하게 전체 시스템 구성이 거대한 경우 우선 센터부의 우선 운영을 통해 사용자 계층을 형성시키고, 사용자의 요구사항 및 불만사항을 개선하는 방법으로 시스템의 개선 및 발전을 도모하며, 아울러 무료서비스를 선행하겠지만, 주차정보제공 앱 운영에 의거 유료 서비스를 구비한다면, 매출 발생의 기회도 도모할 수 있을 것으로 기대된다.

2. 영업계획

본 연구개발 성과에 대한 영업계획은 다음과 같은 방향으로 추진할 계획 이다.

가. 솔루션영업 활동전개

본 연구개발 성과는 HW, SW 및 콘텐츠로 구성되어 있으며, 이에 대한 영업은 대상 고객층의다양성에 비추어 솔루션 영업에 준하는 행태를 갖추어야 한다고 판단된다. 공영주차정보시스템을 구매하기 원하는 고객도 있을 것이며, 주차정보제공 앱을 통한 콘텐츠나 정보 제공을 원하는 고객도 있을 것이며, 공영주차정보시스템 운영에 따라 축적된 Big Data나 이에 의거한 분석 정보를 원하는 고객도 존재할 것 이기 때문이다. 이에 영업활동의 주체는 상황 및 여건에 따라 단계적 접근하는 영업 활동이 요구된다. 기술실시계획에서 시사했듯이 시스템 구축 단계 및 공급 가능한 HW, SW 및 콘텐츠에 따라 대상 고객층을 선정하고, 이에 상응하는 영업활동계획을 수립하고 대응하여야

한다.

시스템 구축 단계	판매 가능 상품	대상 고객	접근경로
공영주차정보시스템 센터 부문	주차장정보 데이터베이스	포털 & LBS사업자	Web
주차정보제공 앱	주차정보	운전자	App
기존 시스템 인터페이스	시스템 인터페이스	주차장사업자	업무협약
현장시스템	공영주차정보시스템 중 현장시스템	지방자치단체	제안입찰
주차정보 Big Data	주차 관련 분석 정보	지방자치단체	Web

나. 친환경영업 활동전개

본 연구개발 성과는 고객 계층에게 여러 가지 경제적 이익을 가져다 주지만, 아울러 에너지 절감 및 환경 보호에 기여하는 기회도 부여하는 측면이 있다. 이에 공영주차정보시스템을 사용하는 고객은 지구를 살리는 활동에 참여하고 있다는 의식을 심어 주는 것도 시스템 활성화에 도움이 된다는 판단이다. 이에 CO2 절감, 지구살리기 및 친환경기업의 이미지 구축을 통한 매출 증대 및 사업 활성화를 수행할 계획이다.

다. 주차정보 관련 전문기업 이미지 구축

본 연구개발 성과를 사업화하여 수행하는 회사는 여러 가지 업종에 속할 수 있으나, 그 중에서 제일 중요한 사항은 주차정보 관련 전문기업으로서 활동할 것 이라는 점이다.

해당 회사의 속성을 단적으로 표현한다면 단연코 교통전문기업 그 중에서도 주차정보 관련 전문기업으로서, 개인, 기업 또는 지방자치단체가 주차정보와 관련된 문제에 봉착했을 때 이를 같이 의논하고, 해결책을 찾을 수 있는 전문기업으로서의 위상을 갖추는 것이 중요한 의미가 있다고 사료

3. 사업화추진방안

본 연구개발 성과에 대한 사업화추진방안은 다음과 같은 방향으로 추진할 계획 이다.

가. HW 및 장비 관련 사업화 방안

본 연구개발 성과에 의한 HW 및 장비의 주 고객층은 지방자치단체와 주차장사업자일 것 이다.관공서 납품은 조달 또는 입찰 과정을 거쳐야 하므로, 이를 용이하게 수행하기 위해서, 조달청이 운영하는 제도 중에 “특허 취득 상품”, “국가인증 취득 상품”으로서의 지위를 획득하여나라장터에 진입하는 방안이 최적 이다.

주차장사업자에 대한 민수 납품은 해당 주차장이 여타 주차장에 대한 경쟁력 확보에 도움이 된다는 주차장사업자의 인식이 선행되어야 한다는 점에서, 제반 조건이 구성되면 수행할 계획 이다.

나. 공영주차정보시스템 관련 사업화 방안

본 연구개발 성과에 의한 공영주차정보시스템에 대한 사업화는 전술한 바와 같이 최우선적으로 자체 자원을 동원하여 구축하고, 시스템 운영을 진행하면서 자체 구축된 주차장 정보 데이터베이스를 인터넷 포털 및 LBS 사업자에게 업무협약을 통해 제공한다. 아울러 주차정보제공 앱을 통한 서비스도 수행한다.

다. 기존 시스템의 인터페이스 관련 사업화 방안

자체 구축된 공영주차정보시스템은 현장 정보 수집을 위한 기능 및 인프라는 없는 상태 이다.이는 주차장 정보 데이터베이스에 실시간 주차정보가 존재하지 않는 것을 의미한다. 여타 주차장에 현장시스템이 설치 운영되고 있는 사이트에 인터페이스를 구축하여 해당 정보를 수집할 수 있다면 적은 비용의 투자로서 실시간 주차정보를 제공받을 수 있는 환경이 조성된다. 이를 위해 해당 주차장과의 업무협약 등을 통해 가능할

것으로 기대한다.

라. 주차정보제공 앱 관련 사업화 방안

자체 구축된 공영주차정보시스템의 운영기 개시되면 주차정보제공 앱의 정상적 서비스가 가능한 상황이 조성된다. 주차정보제공 앱에 의한 서비스 가능 범위는 주차장 검색, 주차장 일반 현황 정보 제공, 주차장 실시간 주차정보 제공 등 사용자의 정보 욕구를 충족시키는 서비스와 사용자 선택 주차장에 대한 예약, 주차장 사용에 따른 주차요금 결제 등에 대한 서비스가 가능하며, 이에 따른 수입이 발생될 수 있는 서비스의 존재가 가능하므로, 다수의 사용자를 확보하고, 이를 근거로한 수익 모델 창출이 가능하다고 기대한다.

4. 인증 획득 방안

사업의 객관적 지위 확보를 위해서는 보유 기술 및 상품에 대한 각종 인증이 필요하다. 본 연구결과 성과와 관련된 인증으로는 교통신기술 인증이 적합하다고 판단되며, 이를 위한 준비를 빠른 시간 내에 완료하고, 인증 획득을 완료할 계획 이다.

5. 정책 반영 계획

본 연구개발 결과에 의한 공영주차정보시스템은 주차장과 밀접한 관계를 가지고 있으나, 주차장사업자가 주차장 운영을 위해 필수적인 시설이 아니라는 인식을 가질 수 있는데, 이를 극복하기 위한 다양한 방안 중에 정책 또는 법령에 의한 것이 강력한 방안으로 사료된다.

1. 정책에 관한 고려

본 연구개발 결과에 의한 공영주차정보시스템은 크게는 국가 교통 정책으로, 적게는 지방자치단체의 교통 정책으로 적용될 수 있다는 판단이다. 도로교통과 정지교통 즉

주차는 밀접한 관계를 갖는다. 이는 차량의 운행은 주차장에서 개시되어 주차장에서 종료되기 때문이다. 아울러 현재 교통문제의 상당 부분이 불법주정차 및 주차장소를 찾아서 배회하는 차량으로 인한 것이기 때문 이다.

국가나 지방자치단체가 관리하는 도로 상에 인근 주차장에 대한 실시간주차정보 제공을 의무화하는 것이다. 정보 제공 방안은 전광판 같은 방법을 사용한다면, 모든 주차장은 판매촉진의 일환으로 주차정보 제공에 적극적으로 대응하기 위해 시스템을 구비할 것으로 예상된다.

아울러 운전자는 목적지 인근의 주차장 관련 정보의 획득이 용이하므로 불법주정차를 하지 않을 것이며, 주차장소를 찾아 배회하는 경우가 현저히 줄게되어, 불필요한 교통수요를 억제하는 효과도 가져올 것으로 기대된다.

시스템이 설치가 필요한 장소를 선정하는 기준으로 다음 내역을 제안한다.

1. 대상지구내에 일정 규모 이상의 주차장이 정비되어 있고, 이에 대한 수요가 상시적으로 발생하고 있는 지구와 주차시설

2. 주차수요가 시간대별, 위치별로 상이하여 주차시설 이용의 분산이 필요한 지구와 주차시설

3. 공영주차장만으로는 주차수요를 처리하지 못하고 인근의 민영주차장을 효과적이고 공영적 차원에서 이용해야할 필요가 있는 지구와 주차시설

4. 주차수요가 상시적으로 발생하여 주차장 이용차량에 의한 대기행렬 발생 또는 이와 같은 현상의 우려가 상존하는 지구 또는 주차시설

5. 주차시설 정비비용의 고등으로 기존 주차시설의 효율적이고 공용적 이용이 필

요하다고 판단되는 지구 또는 주차시설

6. 주차차량의 대기 등으로 인하여 배출되는 배기가스 등이 미치는 교통 환경상의 문제가 심각하다고 판단되는 지구

7. 각 자치단체별로 ITS사업이 추진중으로 교통문제 등 지역의 민원과 개선요구가 가장 많은 주차문제에 대하여 집중적인 개선이 필요하다고 판단되는 지구 또는 주차시설

나. 법령에 관한 고려

본 연구개발 결과에 의한 공영주차정보시스템은 주차장 시설물로서 존재할 수 있다. 그러나 주차장 사업자 입장에서는 투자를 최소화하고 싶은 것이 당연한 일이며, 누군가 강제하지 않는다면 최소의 시설을 설치한다. 현재 주차장에 관련된 시설 설치 기준이 존재하고 있다. 해당 기준에 공영주차정보시스템의 현장시스템을 포함한다면 주차정보 수집의 기반을 가지게 되므로 시스템 활성화에 큰 도움이 될 것은 자명한 사실이다.

제2절 추가연구 필요성 등

본 연구개발에 대한 추가 연구 필요성은 당연히 추가적인 연구가 필요하다.

본 공영주차정보시스템은 주차정보의 수집, 주차정보의 가공 및 주차정보의 제공의 영역으로서 본 연구개발 사업은 원시적인 공영주차정보시스템을 구현하는 첫 걸음을 들인 것으로 평가된다.

1. 주차정보 수집체계

현재 연구 성과는 기초 기술 획득 수준으로 이해하고, 인식 알고리즘의 개선 및 복합 센서 등 정확도 및 신뢰도 확보를 위한 연구 진행 계획 이다. 이를 통해 교통신기술 획득을 위한 절차도 병행한다.

주차정보의 수집을 위해 본 연구개발 과제에서 다루었던 노상주차장 형태는 전체 주차장 형태의 일부로서, 실제 운영되고 있는 주차장은 다양한 형태를 가지고 있으며, 시스템 운영 상황도 다양한 형태를 가지고 있다. 이에 실시간 주차정보 생성의 근간이라할 수 있는 주차정보 수집체계의 다양성을 위한 연구가 필요하다.

2. 주차정보 가공체계

주차정보의 가공을 위해 본 연구개발 과제에서 다루었던 주차정보제공 서버는 기본적인 정보 가공 수준에 있다. 다양한 정보 수요를 충족하고, 다양한 서비스를 제공하기 위한 콘텐츠의 다양성을 위한 연구가 필요하다.

3. 주차정보 제공체계

주차정보의 제공을 위해 본 연구개발 과제에서 다루었던 요소는 전광판, PDA 및 주

차정보제공 앱으로서, 연구진이 구현 가능한 요소로서 진행한 미디어이고, 향후 ICT 및 IoT 산업의 발전에 따라 새로운 미디어가 시장에 출현할 수 있으며, 이를 통한 정보 제공 및 서비스 제공을 염두에 둔 연구가 필요하다.

4. 주차정보의 포괄적 개념

본 연구과제에서 언급한 주차정보는 협의의 의미이고, 이는 광의적으로 교통정보 범주를 염두에 두고 접근하여야 한다고 보며, 현재 제공되는 교통정보가 정보 제공의 마지막 단계가 아니라는 인식을 가져야 한다.

우리나라가 ICT 분야에서 세계적 강국이라고 하나, 교통 분야는 국가경쟁력을 고려해 볼 때, 아직 발전할 여지가 많다고 사료된다.

참고문헌

금기정 , **주차장 안내장치 및 안내방법 , 특허 제 0321307 호**

금기정 , **Parking Demand Management System(PDMS) ,** 등록번호 2000-01-12-5617

금기정 , **Parking Managemant System(PMS) ,** 등록번호 2000-01-12-5788

금기정외 , **거주자우선주차제의 효율적 시행과 관리를 위한 주차전산관리시스템 개발 , 대한토목학회논문집** 제 20 권 , 제 3-D , 2000.5

금기정외 , **거주자 우선 주차제의 사전 · 사후평가에 관한 연구 , 대한토목학회논문집** 제 19 권 , 제 3-4 , 1999.7

새서울 주차백서 , 서울특별시 , 2002.6

서울시의 주택가 주차정책 방향 , 서울특별시 , 2000.7

배상훈외 , **우리나라 지능형교통체계(ITS)부문의 산업화 전략 ,** 2000

김원규외 , **ITS 를 고려한 교통시설의 정보화 방안 ,** 1999

권영인 , **선진교통정책론 ,** 2001.7

Kunihiro Miyokawa , **Parking Navigation System in the Kannai-Isezaki Zone ,** 2001

Andreas Kochs , **Stadtinforkoln-Development of an Individual Parking Information System for On-Street Parking Places ,** 2001

Kazuhiro suzuki, koji izuhaka , **An analysis on Evaluation of the Route and Parking Guidance System in Toyta city ,** 2001

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통기술사업화지원사업의 연구보고서입니다.

2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.

3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.