<별책 2>

최종 연구개발 결과보고서

10GHz 대역 물체감지센서용 주파수 분배방안

2008. 12. 31.

주관연구기관 한국전파진흥협회

방 송 통 신 위 원 회

최종 연구개발 결과보고서

10GHz 대역 물체감지센서용 주파수 분배방안

2008. 12. 31.

주관연구기관 한국전파진흥협회

방 송 통 신 위 원 회

제 출 문

방송통신위원장 귀하

본 보고서를 전파방송정책연구의 최종 연구개발결과보고서로 제출합니다.

2008년 12월 31일

주관연구기관 : 한국전파진흥협회
연구 책임자 : 정찬형('08.4-12)
참여 연구원 : 신현욱('08.1-12)
정신교('08.1-12)
구재일('08.1-12)
김민수('08.9-12)
서지영('08.1-12)
성호석('08.1-12)
강현정('08.1-12)
김현진('08.1-12)
김형준('08.1-12)
윤재중('08.1-12)
안준오('08.1-12)
곽기훈('08.1-3)
윤재중('08.1-12)
박미선('08.7-12)

요 약 문

1. 제 목

o 10GHz 대역 물체감지센서용 주파수 분배방안

2. 연구개발의 목적 및 필요성

가. 연구의 목적

o 국내외 10GHz 대역 주파수분배 및 기술기준 현황을 조사·분석하고, 국내 10GHz 대역 수요 및 경제성 분석, 기 사용중인 서비스와의 간섭 분석 등을 실시하여, 10GHz 대역 물체감지센서용 주파수 분배방안 도출

나. 연구의 중요성

o 급격한 전파이용기술의 발달로 인하여 기존의 이동통신, 방송 등의 서비스 뿐만 아니라 전등제어, 건물상황 및 침입 관리, 이동체 감지, 스피드 건, 의료 센싱 등 다양한 무선 센서 분야까지 이용이 확대되고 있는 추세임

o 기존 적외선 감지센서는 외부 환경의 영향을 많이 받으므로, 외부 환경 변화의 영향을 줄일 수 있는 레이더 센서 기술 개발 및 서비스 활성화가 필요

3. 연구개발의 내용 및 범위

o 10GHz 대역 국내외 주파수 이용현황 및 기술기준 현황

o 동일 대역 및 인접 대역에서 기 사용중인 서비스와의 간섭 분석 실시

o 시장성 및 경제성 분석

4. 연구개발결과

o 10GHz 대역 물체감지센서용 주파수 분배방안 및 기술기준안 도출

5. 활용에 대한 건의

o 10GHz 대역 물체감지센서용 주파수 분배를 위한 정책 입안 참고자료로 활용

6. 기대효과

o 보안, 침입감지 등 범용 용도로 다양하게 활용되어 M/W 센서 시장의 활성화를 통한 국내 중소기업의 판로개척 및 수출 지원 기여

o 지하주차장, 화장실, 비상계단 등 실내 전등센서 설치를 통해 에너지 절감 효과 기여

o 비즈니스, 의료, 복지 등 다양한 분야에서의 센서 도입으로 쾌적하고 수준 높은 유비쿼터스 서비스에 기여함으로써 국민 편익 증진

목　　차

제1장 서론 ········ **1**

제2장 국내외 주파수 및 기술기준 동향 ········ **3**

제1절 국내외 주파수 동향 ········ 3

1. 국제전기통신연합(ITU) ········ 3
2. 미국 ········ 4
3. 유럽 ········ 5
4. 일본 ········ 7

제3장 주요 서비스간 간섭분석 ········ **9**

제1절 10GHz 대역 주파수 이용현황 ········ 9

제2절 M/W 방송중계기 업무와의 간섭 분석 ········ 12

1. M/W 방송중계기가 물체감지센서에 주는 간섭영향 분석 ········ 12
2. 물체감지센서가 M/W 방송 중계에 주는 간섭영향 분석 ········ 15
3. M/W 중계기와 물체감지센서간 주파수 공유를 위한 보호거리 산출 ···· 17

제4장 물체감지센서 시장전망 ········ **23**

제1절 국내외 시장동향 ········ 23

1. 개요 ········ 23
2. 해외시장 동향 ········ 24
3. 국내시장 동향 ········ 27
4. 10GHz 대역 물체감지센서 적용 분야 ········ 29

제2절 10GHz 대역 물체감지센서용 시장 전망 ········ 31

1. 국내 시장규모 추정 방법 ········ 31
2. 10GHz 대역 시장 전망 및 경제적 기대효과 ········ 32

제5장 10GHz 대역 물체감지센서용 주파수 분배방안 ········ **36**

제1절 주파수 분배방안 ········ 36

제2절 기술기준안 ········ 37

제6장 결론 ······ 38

[부록 1] 국내외 M/W 모듈 제품 사양 비교표 ······ 40

[부록 2] 10GHz 대역 물체감지센서용 주파수 분배방안 연구반 명단 ···· 44

제1장 서 론

최근 전파를 이용하여 제공되는 다양한 서비스들이 출현하고 있으며, 이러한 서비스들은 통신 및 방송서비스 뿐만 아니라 RFID(Radio Frequency Identification), 타이어 공기압 측정 시스템(TPMS, Tire Pressure Monitoring System), 원격무선도어(RKE, Remote Keyless Entry), 디지털 코드리스폰, 차량충돌방지형 레이더, 지능형 교통정보 서비스(ITS, Intelligent Transport Systems), 체내이식 무선 의료기기(MICS, Medical Implant Communications Service), UWB 등의 생활밀접형 홈네트워크, u-Health 네트워크 등의 환경 구축을 위하여 다양하게 진화하고 있다. 특히, 홈네트워크 구축을 위한 다양한 무선 센서 기술들이 출현하고 있는데 이러한 무선 센서들은 전등제어, 건물상황 및 침입관리, 이동체 감지, 스피드 측정, 의료 센싱 등의 여러 분야로 활용되고 있다. 위와 같은 서비스들의 특징을 살펴보면 이전에는 전파특성이 뛰어난 UHF(300MHz~3GHz) 대역 중심에서 수요가 집중되어 있었는데, 무선 통신기술의 급격한 발달과 기존에 많이 사용되지 않는 간섭이 적은 주파수 대역이라는 장점 등으로 인하여 점차 마이크로파 및 밀리미터파 대역으로 점차 이동되고 있다는 특징이 있다.

이와같은 환경변화에 대응하기 위하여 국내의 방송통신위원회(전 정보통신부)에서는 2006년 7월 10일 정보통신부고시 제2006-26호를 고시함으로써 3.1~4.8GHz 및 7.2~ 10.2GHz 대역을 UWB 대역으로, 57~64GHz 대역을 용도미지정 대역을 분배하였으며, 2007년 9월 20일 정보통신부고시 제2007-343호를 고시함으로써 24.05~24.25GHz 대역 물체감지센서용 주파수를 분배하는 등 마이크로파 및 밀리미터파 대역에서의 생활밀접형 주파수 분배를 위한 다양한 정책 수립 및 주파수 분배 검토를 수행하고 있다.

이러한 상황에서 우리 협회의 "주파수 수요 제기 창구"를 통해 2007년 8월 10일 (주)텔트론으로 부터 10.5~10.55GHz 대역을 무선센서용 주파수로 이용할 수 있도록 신규 주파수를 분배해달라는 수요가 접수되었다(www.spectrum.or.kr). 또한, 2008년 1월 15일에는 유비쿼터스 바이오 정보기술연구센터에서 10.52~10.53GHz 대역을 인체감지센서용 주파수로 이용할 수 있도록 주파수 분배를 요청하는 주파수 수요가 접수되었다.

이에 따라, 방송통신위원회에서는 10GHz 대역에서 조명센서, 침입방지 센서, 자

동문 센서, 속도 측정기 등 다양하게 활용될 수 있는 물체감지센서용 주파수의 분배를 위하여 2008년 8월부터 RAPA를 통해 관련 산·학·연·관 전문가를 구성, 분배 방안을 도출하였다.

본 보고서에서는 물체감지센서용 주파수에 대한 국내외 주파수 분배현황 및 기술동향, 국내 주파수 수요, 기존 서비스와의 간섭분석 결과, 시장성 및 경제성 분석 등을 통하여 국내에 적합한 분배방안을 제안하고자 한다.

제2장 국내외 주파수 및 기술기준 동향

제1절 국내외 주파수 동향

1. 국제전기통신연합(ITU)

ITU에서는 10.5~10.55㎓ 대역을 제1지역, 제2지역, 제3지역 모두 고정, 이동 및 무선표정용으로 분배하였다.

<표 2-1> 10GHz 대역 국제 분배 현황(ITU)

국 제		
(1)	(2)	(3)
제 1 지 역	제 2 지 역	제 3 지 역
10.5-10.55 고정 이동 무선표정	**10.5-10.55** 고정 이동 무선표정	

근거리 무선통신기기의 기술 및 운용 파라미터와 주파수 대역을 권고하고 있는 ITU-R 권고 SM.1538-2에 따르면, CEPT 국가들은 9200~9500MHz, 9500~9975MHz, 10.5~10.6GHz, 13.4~14.0GHz 대역 등을 이동체 식별용 무선기기로 사용하도록 권고하고 있다.

<표 2-2> CEPT 국가의 근거리 무선통신기기용 주파수 권고 현황

용도	주파수 대역
ISM	6.765~6.795㎒, 13.553~13.567㎒, 26.957~27.283㎒, 40.66~40.70㎒, 433.05~434.79㎒, 2400~2483.5㎒, 5725~5875㎒, 24~24.25㎓, 61~61.5㎓, 122~123㎓, 244~246㎓
inductive applications	9~148.5㎑, 3155~3400㎑, 6765~6795㎑, 7400~8800㎑, 10200~11000㎑
medical implants	9~315㎑, 148.5~1600㎑, 402~405㎒
animal implantable devices	315~600㎑,
avalanche detection	457㎑
railway applications-Euroloop	4515㎑
railway applications-Eurobalise	27095㎑

용도	주파수 대역
membrane implants	30~37.5㎒,
model control	34.995~35.225㎒
audio applications and radio microphones	863~865㎒
non-specific SRD and alarms	863~870㎒
RFID	865~868㎒
radio microphones	1785~1800㎒
audio applications	1795~1800㎒
railway applications-AVI, RFID	2446~2454㎒
WAS applications including RLAN	5150~5350㎒, 5470~5725㎒
road transport and traffic telematics (RTTTs)	5795~5805㎒
RTTTs	5805~5815㎒, 63~64㎓, 76~77㎓
movement detection	9200~9500㎒, 9500~9975㎒, 10.5~10.6㎓, 13.4~14.0㎓
HIPERLAN	17.1~17.3㎓
automotive short-range radar	77~81㎓

2. 미 국

미국에서는 10.5~10.55GHz 대역을 무선표정용으로 분배하였으며, CFR 47 §15.245 규정에 따라 10.5~10.55GHz 대역은 기본 주파수의 전계강도(F)가 2500mV/m, 고조파의 전계강도가 25mV/m 이하이면 필드 변동 센서(Field disturbance sensor)용으로 사용할 수 있다.

Table of Frequency Allocations 10-14.2 GHz (SHF) Page 45

International Table			United States Table		FCC Rule Part(s)
Region 1 Table	Region 2 Table	Region 3 Table	Federal Table	Non-Federal Table	
10-10.45 FIXED MOBILE RADIOLOCATION Amateur 5.479	10-10.45 RADIOLOCATION Amateur 5.479 5.480	10-10.45 FIXED MOBILE RADIOLOCATION Amateur 5.479	10-10.45 RADIOLOCATION G32 5.479 US58 US108	10-10.45 Radiolocation Amateur 5.479 US58 US108 NG42	Private Land Mobile (90) Amateur (97)
10.45-10.5 RADIOLOCATION Amateur Amateur-satellite 5.481			10.45-10.5 RADIOLOCATION G32 US58 US108	10.45-10.5 Radiolocation Amateur Amateur-satellite US58 US108 NG42 NG134	
10.5-10.55 FIXED MOBILE Radiolocation	10.5-10.55 FIXED MOBILE RADIOLOCATION		10.5-10.55 RADIOLOCATION US59		Private Land Mobile (90)

US59 The band 10.5-10.55 GHz is restricted to systems using type NON (AO) emission with a power not to exceed 40 watts into the antenna.

<CFR 47 §15.245 >

(a) Operation under the provisions of this section is limited to intentional radiators used as field disturbance sensors, excluding perimeter protection systems.

(b) The field strength of emissions from intentional radiators operated within these frequency bands shall comply with the following:

Fundamental frequency (MHz)	Field strungth of fundamental (mV/m)	Field strungth of harmonics (mV/m)
902-928 ········	500	1.6
2435-2465 ········	500	1.6
5785-5815 ········	500	1.6
10500-10550 ········	2500	25.0
24075-24175 ········	2500	25.0

3. 유 럽

유럽의 ERC 권고 70-03은 근거리 무선기기(SRD : Short Range Device)의 사용과 관련된 내용들을 규정하고 있는데, Annex 6 “Radiodetermination applications"에서 10.5~10.6GHz 대역의 용도 및 기술기준을 규정하고 있다.

Annex 6 Radiodetermination applications

Scope of Annex

This annex covers frequency bands and regulatory as well as informative parameters recommended for SRD radiodetermination applications including SRD radar systems, Equipment for Detecting Movement and Alert. Radiodetermination is defined as the determination of the position, velocity and/or other characteristics of an object, or the obtaining of information relating to these parameters, by means of the propagation properties of radio waves.

Regulatory parameters related to Annex 6

	Frequency Band	Power	Duty cycle	Channel spacing	ECC/ERC Decision	Notes
a	2400.0-2483.5 MHz	25 mW e.i.r.p.	No Restriction	No spacing	ERC/DEC/(01)08	
b	9200-9500 MHz	25 mW e.i.r.p.	No Restriction	No spacing		
c	9500-9975 MHz	25 mW e.i.r.p.	No Restriction	No spacing		
d	10.5-10.6 GHz	500 mW e.i.r.p.	No Restriction	No spacing		
e	13.4-14.0 GHz	25 mW e.i.r.p.	No Restriction	No spacing		
f	24.05-24.25 GHz	100 mW e.i.r.p.	No Restriction	No spacing		
g	4.5-7.0 GHz	-41.3 dBm/MHz e.i.r.p.	No Restriction	No spacing		Tank Level Probing Radar (TLPR)
h	8.5-10.6 GHz	-41.3 dBm/MHz e.i.r.p.	No Restriction	No Spacing		Tank Level Probing Radar (TLPR)
i	24.05-27.00 GHz	-41.3 dBm/MHz e.i.r.p.	No Restriction	No Spacing		Tank Level Probing Radar (TLPR)
j	57-64 GHz	-41.3 dBm/MHz e.i.r.p.	No Restriction	No Spacing		Tank Level Probing Radar (TLPR)
k	75-85 GHz	-41.3 dBm/MHz e.i.r.p.	No Restriction	No Spacing		Tank Level Probing Radar (TLPR)
l	17.1-17.3 GHz	+26 dBm e.i.r.p.	DAA	No Spacing		Ground Based Synthetic Aperture Radar (GBSAR) (note 1)

Note 1: Specific requirements for the radar antenna pattern and for the implementation of Detect And Avoid (DAA) technique apply as described in EN 300 440 for Ground Based Synthetic Aperture Radar (GBSAR) systems

Additional Information

Harmonised Standards

EN 300 440 sub-bands a), b), c), d), e), f), l)

EN 302 372 (for TLPR) sub-bands g), h), i), j), k)

Frequency issues

Bands a), b), c), d), e) and f)

Some countries may allow equipment with transmitter powers between 25 mW and 500 mW in which case an individual licence or a general licence may be required.

Technical parameters also referred to in the harmonised standard

Bands g), h), i), j) and k) are to be used by TLPR equipment only.

The power limit is the radiated emission outside an enclosed tank structure.

The maximum emission inside an enclosed tank structure is given in EN 302 372.

Band h)

For the frequency range 10.6 GHz to 10.7 GHz, the radiated unwanted radiated emissions outside the tank enclosure shall be less than -60 dBm/MHz e.i.r.p.

또한, 2008년 5월말 기준으로 유럽에서 10.5~10.6GHz 대역을 무선측위로 사용하고 있는 국가들을 ERC 권고 70-03 부록에서 명시하고 있는데, 벨기에, 불가리아, 키프로스, 덴마크, 그루지아, 아이스란드, 이탈리아, 라트비아, 리히텐슈타인, 리투아니아, 말타, 네덜란드, 노르웨이, 폴란드, 포르투갈, 루마니아, 슬로베니아, 스위스, 보니아헤르체고비나, 크로아티아, 마케도니아, 세르비아 등 22개 국가가 동 용도로 사용 중이며, 프랑스, 헝가리, 아일랜드, 룩셈부르크, 영국 등 5개 국가가 제한적으로 사용하고 있다. 또한, 오스트리아, 체코, 에스토니아, 핀란드, 독일, 슬로바키아, 스페인, 스웨덴, 터키 등 9개 국가는 동 용도로 사용하고 있지 않으며, 러시아는 동 용도로의 사용을 연구 중에 있다.

Implementation Status		AUT	BEL	BUL	CZE	CYP	DNK	EST	FIN	F	D	GRC	HNG	ISL	IRL	I	LVA	LIE	LTU	LUX	MLT	HOL	NOR	POL	POR	ROU	SVK	SVN	E	SUI	S	G
Annex 5 - Road Transport and Traffic Telematics - RTTT																																
Annex 5A 5795–5805 MHz	ECC/DEC(02)01	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	L	Y	Y	Y	Y	L	Y	Y	L	Y	Y	L	Y	L	Y	Y	N	Y	Y	Y	L	Y	L
Annex 5B 5805-5815 MHz		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	L	Y	Y	L	Y	Y	L	Y	L	Y	Y	N	Y	Y	Y	L	Y	L
Annex 5C 63-64 GHz		Y	Y	Y	Y	Y	Y	L	Y	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	U	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	N	N	Y	Y	U	P	Y
Annex 5D 76-77 GHz		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Annex 6 - Radiodetermination applications																																
Annex 6A 2400.0-2483.5 MHz	ERC/DEC(01)08	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	L	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y
Annex 6B 9200-9500 MHz		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	N	L
Annex 6C 9500-9975 MHz		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	L	N	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	N	Y	N	L
Annex 6D 10.5-10.6 GHz		N	Y	Y	N	Y	Y	N	N	L	N	Y	L	Y	L	Y	Y	Y	Y	L	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	N	Y	N	L
Annex 6E 13.4-14.0 GHz		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	N	Y
Annex 6F 24.05-24.25 GHz		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	L	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	L
Annex 6G 4.5 - 7.0 GHz		U	N	P	P	Y	Y	U	Y	P	Y	N	P	U	P	N	N	Y	N	Y	N	U	N	Y	N	N	P	Y	N	Y	Y	N
Annex 6H 8.5 - 10.6 GHz		U	N	P	P	Y	Y	U	Y	P	Y	N	P	U	P	N	N	Y	N	Y	N	U	N	Y	N	N	P	Y	N	Y	Y	N
Annex 6I 24.05 - 27.0 GHz		U	N	P	P	Y	Y	U	Y	P	Y	N	P	U	P	N	N	Y	N	Y	N	U	N	Y	N	N	P	P	N	Y	Y	N
Annex 6J 57 - 64 GHz		U	N	P	P	Y	Y	U	Y	P	Y	N	P	U	P	N	N	Y	N	Y	N	U	N	Y	N	N	P	P	N	Y	Y	N
Annex 6K 75 - 85 GHz		U	N	P	P	Y	Y	U	Y	P	Y	N	P	U	P	N	N	Y	N	Y	N	U	N	Y	N	N	P	P	N	Y	Y	N
Annex 6L 17.1 - 17.3 GHz		N	N	P	U	N	Y	U	N	N	Y	N	P	N	N	N	N	Y	N	N	N	U	N	N	N	N	N	P	N	L	N	N

Annex 6 - Radiodetermination applications								
Annex 6A	2400.0-2483.5 MHz	ERC/DEC/(01)08	Y	Y	Y	L	Y	Y
Annex 6B	9200-9500 MHz		Y	Y	Y	L	N	Y
Annex 6C	9500-9975 MHz		Y	Y	Y	N	N	Y
Annex 6D	10.5-10.6 GHz		Y	Y	Y	U	Y	N
Annex 6E	13.4-14.0 GHz		Y	Y	Y	N	Y	Y
Annex 6F	24.05-24.25 GHz		Y	Y	Y	Y	Y	Y
Annex 6G	4.5 - 7.0 GHz		Y	N	N	N	N	U
Annex 6H	8.5 - 10.6 GHz		Y	N	N	N	N	U
Annex 6I	24.05 - 27.0 GHz		Y	N	N	N	N	U
Annex 6J	57 - 64 GHz		Y	N	N	N	N	U
Annex 6K	75 - 85 GHz		Y	N	N	N	N	U
Annex 6L	17.1 - 17.3 GHz		Y	N				N

4. 일 본

일본에서는 10.5~10.55GHz 대역을 무선표정으로 분배하고, 세부적 무선국 목적은 공공업무용, 소출력업무용 이동체감지센서용, 일반업무용으로 규정하고 있다. 소출력 이동체감지센서용으로 사용시에는 옥내에서만 사용하도록 규정하고 있다.

국제분배			국내분배		무선국 목적	주파수 사용에 관한 조건
제1지역	제2지역	제3지역				
10.5−10.55 고정 이동 무선표정	10.5−10.55 고정 이동 무선표정		10.5− 10.55	무선 표정	공공업무용 소출력업무용 (이동체감지센서용) 일반업무용	소출력 업무용(이동체감지센서용)의 할당은 별표 9−11에 따름

(별표 9-11)

이동체감지센서용 특정소출력무선국의 주파수표

10.525GHz※	24.15GHz

※ 이 주파수 사용은 옥내에 한함

※ 출 처 : http://www.tele.soumu.go.jp/search/share/plan.htm

또한, 일본에서는 무선표정에 대한 기술기준과 소출력 이동체감지센서용 기술기준을 구분하여 규정하고 있는데 주요 내용은 아래의 <표 2-3>와 <표 2-4>와 같다.

<표 2-3> 10.5~10.55GHz 대역 무선표정용 무선기기 기술기준

시험항목		기술기준	
할당주파수 또는 지정주파수		(1) 10.525(10.51~10.54)㎓ (2) 24.2(24.15~24.25)㎓ ( )안에는, 지정주파수대역	
채널 수 또는 간격		-	
주파수 편차 ($\times10^{-6}$)		위의 지정주파수대역	
점유 주파수대역폭의 허용차		-	
스퓨리어스 발사 또는 불요발사 강도의 허용치		대역외 영역의 스퓨리어스 발사강도	: 100㎼
		스퓨리어스 영역의 불요발사 강도	: 50㎼
공중선전력	지정	0.1W이하	
	편차	+50% -50%	
최대주파수 편이		-	
인접CH 누설전력 허용치		-	
반송파 오프 시의 누설전력		-	
변조신호의 송신속도		-	
종합동작시험		-	
송수신장치 이외의 기타 장치		-	
기타		-	

※ 출처 : http://www.telec.or.jp/tech/05_equipment/t301_01.html

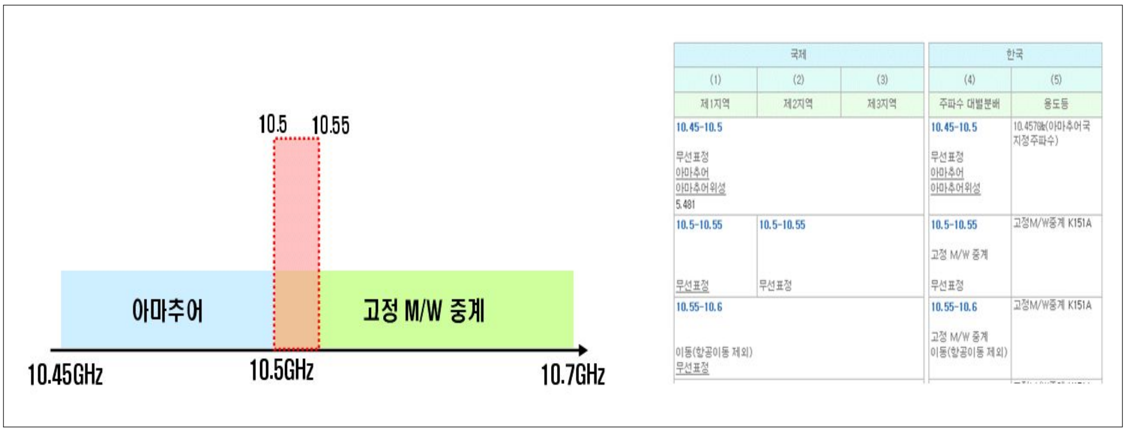
<표 2-4> 10.5~10.55GHz 대역 소출력 이동체식별장치용 무선기기 기술기준

시험항목	기술기준	
할당주파수 또는 지정주파수	(1) 10.525(10.5~10.55)㎓ (2) 24.15(24.05~24.25)㎓ ( )안에는, 지정주파수대역	
채널 수 또는 간격	-	
주파수 편차 ($\times10^{-6}$)	위의 지정주파수대역	
점유 주파수대역폭의 허용차	40㎒(10.5~10.55㎓), 76㎒(24.05~24.25㎓)	
스퓨리어스 발사 또는 불요발사 강도의 허용치	2.5㎼	
공중선전력	지정치	: 0.01W이하
	편차	: +50% -50%
최대주파수 편이	-	
인접CH 누설전력 허용치	-	
반송파 오프 시의 누설전력	-	
변조신호의 송신속도	-	
종합동작시험	-	
송수신장치 이외의 기타 장치	-	
기타	-	

※ 출처 : http://www.telec.or.jp/tech/05_equipment/t308_01.html

제3장 주요 서비스간 간섭분석

제1절 10GHz 대역 주파수 이용 현황

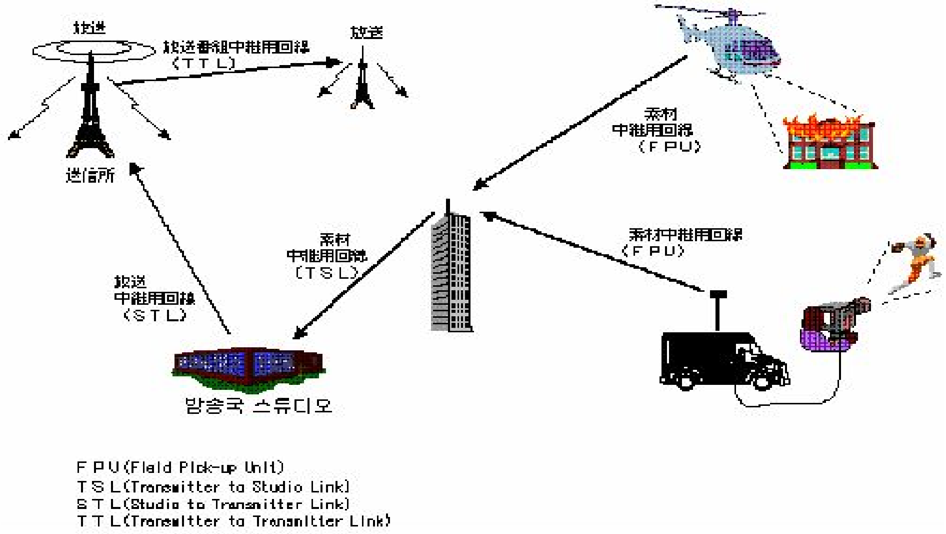


국제			한국	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
제1지역	제2지역	제3지역	주파수 대별분배	용도등
10.45-10.5 무선표정 아마추어 아마추어위성 5.481			10.45-10.5 무선표정 아마추어 아마추어위성	10.457㎓(아마추어국 지정주파수)
10.5-10.55 무선표정	10.5-10.55 무선표정		10.5-10.55 고정 M/W 중계 무선표정	고정M/W중계 K151A
10.55-10.6 이동(항공이동 제외) 무선표정			10.55-10.6 고정 M/W 중계 이동(항공이동 제외)	고정M/W중계 K151A

<그림3-1> 10GHz 대역 주파수 분배 현황

<그림 3-1>은 주파수 수요 제기(10.5GHz ~ 10.55GHz)가 된 10GHz 대역 근처의 국내 주파수 분배 현황을 나타낸다. 10.45GHz ~ 10.5GHz 대역은 아마추어로 분배되어 사용되고 있으며, 10.5GHz ~ 10.7GHz는 고정 M/W중계가 분배되어 KBS, MBC, SBS 방송사에서 사용되고 있다. 만약 10.5GHz ~ 10.55GHz 대역에 새로운 무선 서비스를 하고자 한다면, 10.45GHz ~ 10.5GHz 대역의 아마추어와의 인접대역 간섭 영향 분석과 10.5GHz ~ 10.55GHz대역에 사용 중인 고정 M/W중계기와의 동일 대역 간섭 분석, 10.55GHz ~ 10.7GHz 대역을 사용 중인 고정 M/W중계기와의 인접 채널 간섭분석이 수행되어야 한다. 그러나 10.45GHz ~ 10.5GHz 대역의 아마추어와 상호간 간섭 분석은 동일대역에서의 고정 M/W중계기와의 간섭 영향 보다 간섭 영향이 상당히 미미할 것으로 예상되고, 실제 이 대역에서 아마추어 사용이 활발하지 않아 본 간섭 분석에서 고려하지 않았다. 또한 새로운 무선 서비스와 고정 M/W중계기간 간섭 분석은 동일 대역 사용이 인접 대역 사용보다 더 간섭 영향이 크므로 본 3장에서는 동일 대역을 사용하는 고정 M/W중계기와 새로운 무선 서비스, 즉 물체 감지 센서와의 간섭 분석을 수행하였다. 간섭 분석을 수행하기 전에 고정 M/W중계기와 물체 감지 센서 시스템에 대한 전반적인 이해가 필요하여, 아래와 같이 기술 하였으며, 자세한 내용은 보고서의 다른 절과 중복되는 점을 감안하여 생략하도록 하였다. 일반적인 고정 M/W중계는 <그림 3-2>와 같이 3종류의

링크로 구성이 된다.



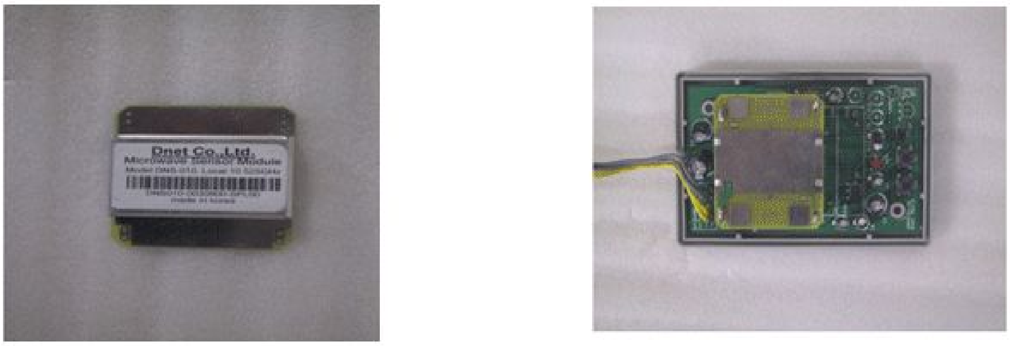
<그림 3-2> M/W 중계 링크 현황

중계기에서 중계기로 영상을 송신하는 TTL(Transmitter to Transmitter Link), 방송 스튜디오에서 중계기로 송신하는 STL(Studio to Transmitter Link), 중계기에서 방송 스튜디오로 송신하는 TSL(Transmitter to Studio Link)로 구성될 수 있다. 주파수 수요 제기가 된 대역 10.5GHz ~10.55GHz 대역에 현재 사용 중인 M/W 중계 링크는 <표 3-1>과 같으며, KBS는 모두 5개의 링크를 사용 중이며, MBC는 8개 링크, SBS는 1개 링크를 사용 중이다. 만약 10.5GHz ~10.55GHz 대역에 새로운 무선 서비스를 하고자 하는 경우, <표 3-1>에 있는 링크들을 고려하여야 한다.

<표 3-1> 방송사별 10㎓ 대역 중계 현황

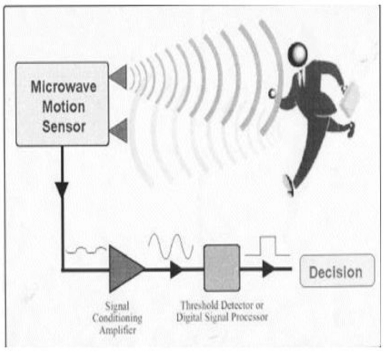
방송사	주파수	연주소	송신소
제주 KBS	10.5125	제주(연)	견월악
관악산 KBS	10.5250	관악산	여의
황령산 KBS	10.5250	황령산	부산(연)
목포 KBS	10.5375	목포(연)	양을산
불모산 KBS	10.5375	불모산	창원(연)
충주 MBC	10.5125	연주소	송신소

방송사	주파수	연주소	송신소
포항 MBC	10.5125	연주소	조항산
마산 MBC	10.5125	연주소	불모 MBC
강릉 MBC	10.5125	강릉 MBC	괘방산 송신소
MBC	10.5125	관악 MBC	남산 MBC
안동 MBC	10.5250	안동 MBC	학가 MBC
MBC	10.5375	남산 MBC	여의 MBC
춘천 MBC	10.5500	춘천연주소	대룡산
SBS	10.5125	SBS 대구	팔공산



<그림 3-3> 물체 감지 센서

한 편, 10.5GHz ~10.55GHz 대역에 주파수 수요 제기가 된 시스템은 물체 감지 센서로, <그림 3-3>은 물체 감지 센서의 제작된 예를 나타내고 있다. <그림 3-4>는 물체 감지 센서의 작동 예와 관련 파라미터를 나타내고 있다. 일반적으로 물체 감지 센서는 도플러 원리를 이용하여 사람이나 물체의 움직임을 감지할 수 있으며, 기본적으로 움직이는 반사체의 존재 유무뿐만 아니라 이동체의 속력과 움직인 거리 정보를 얻을 수 있으며, 이때 분해능은 마이크로파 주파수에 비례하여 커진다. 수요 제기된 물체 감지 센서는 이동 물체 감지 센서, 즉 이동체 감지 분야 또는 Home security, 위험물 접근방지, 조수 접근 감지등의 침입방지 분야에 사용될 수 있으며, 조명 제어 또는 스피드건과 같은 이동체의 속도 측정기등의 다양한 분야에 활용이 예상되며, 실제 활용이 예상되는 분야를 위주로 간섭 분석시 반영하였다.



- TX Carrier Freq.	10.525 GHz
- Freq. accuracy	3 MHz
- Antenna	Patch Type 8dBi
- RF Output Power	13 dBm
- Supply Voltage	5 VDC, 50mA Max.
- Receiver Sensitivity	-85dBm
- Size	40(W) x 46.5(D) x 7.2(H)
- Operating Temperature	-20℃ ~ +55℃

<그림 3-4> 물체 감지 센서 작동 예와 관련 파라미터

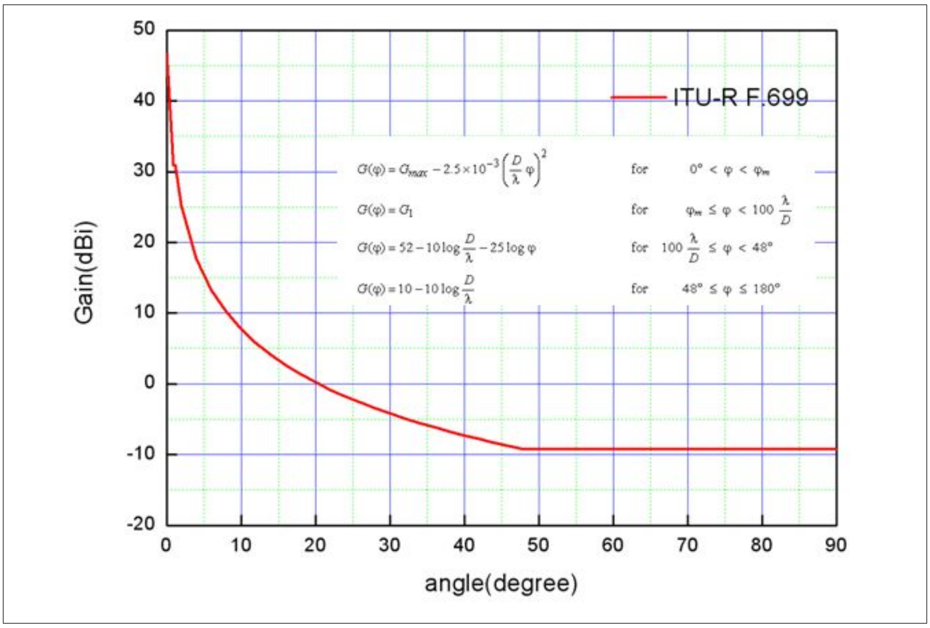
제2절 M/W 방송 중계 업무와의 간섭 분석

1. M/W 방송 중계기가 물체감지 센서에 주는 간섭 영향 분석

<그림 3-5> M/W중계가 물체감지 센서에 주는 간섭 시나리오

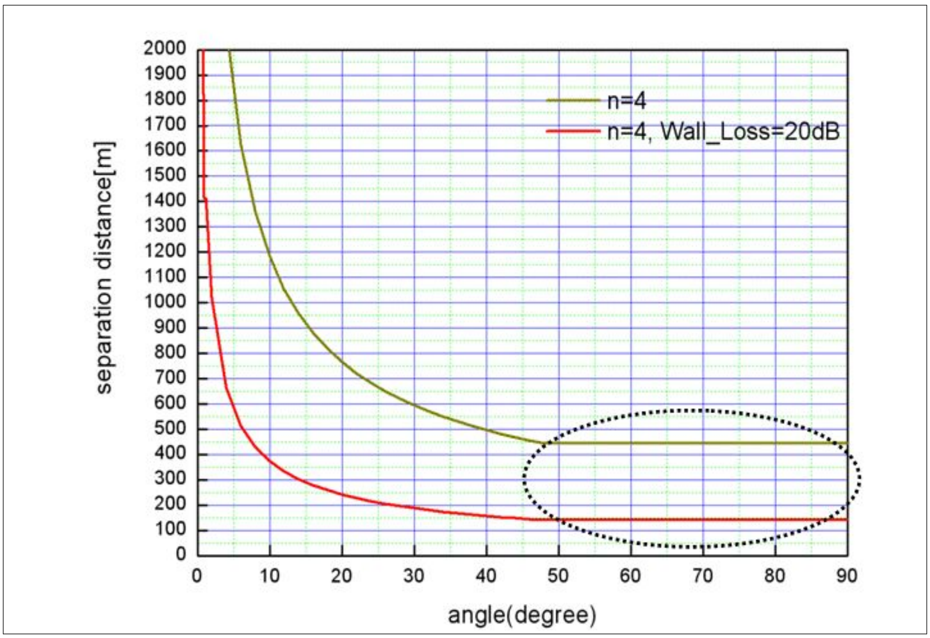
<그림 3-5>는 M/W 중계가 물체 감지 센서에 주는 간섭 분석 시나리오를 나타내고 있다. M/W 중계 링크 중에 물체 감지 센서에 간섭을 줄 가능성이 있는 것은 STL이다. TSL이나 TTL은 중계기가 송신을 하며, 중계기는 주로 산에 설치되어 사용되기 때문에, 물체 감지 센서의 간섭을 줄 확률은 매우 낮다. <그림 3-5>와 같이 방송국 스튜디오에서 중계소를 신호를 보내고 있는 경우, 방송국 스튜디오 근처에 있는 물체 감지 센서에 영향을 주게 되는 경우를 시나리오로 가정하였다. 이때 방송국 스튜디오의 최대 공중선 전력은 1W이며, 안테나 송신 이득은 주로 직경 8ft 파라볼릭 안테나를 사용한다 가정하고, 주파수와 직경과의 관계식에 의해 최대

46.6dBi로 하였다. 이때 안테나 수직 패턴은 <그림 3-6>과 같이 ITU-R F.699-7 "Reference radiation patterns for fixed wireless system antennas for use in coordination studies and interference assessment in the frequency range from 100 MHz to about 70 GHz" 에 제시된 값으로 하였다. <그림 3-6>에 있는 angle은 elevation 각에 해당되고, 사용된 수식은 <그림 3-6>에 나타나 있다. 물체 감지 센서의 수신 감도 레벨은 -85dBm이라고 가정하였으며, SNR 값은 원리가 유사한 24GHz Auto door sensor 값과 같이 동일하게 43dB로 가정하였다. 물체 감지 센서 안테나 이득은 최대값 8dBi로 하였으며, 방송국 스튜디오와 물체감지 센서간 경로는 도심지로 가정하였다. 이 때 사용한 전파 모델은 감쇄지수가 4인 통상적인 자유공간 손실 모델을 사용하였다.



<그림 3-6> M/W중계기 안테나 이득 예

<그림 3-6>은 M/W 중계기의 안테나 이득을 ITU-R F.699문서에서 제공하는 수식을 바탕으로 시뮬레이션한 결과이다. 이 때 사용된 수식은 <그림 3-6>에 나타나 있으며, 여기서 D는 파라볼릭 안테나의 직경에 해당되며, λ는 파장에 해당된다. $G_{\max}$는 파라볼릭 안테나의 최대 안테나 이득을 나타낸다.

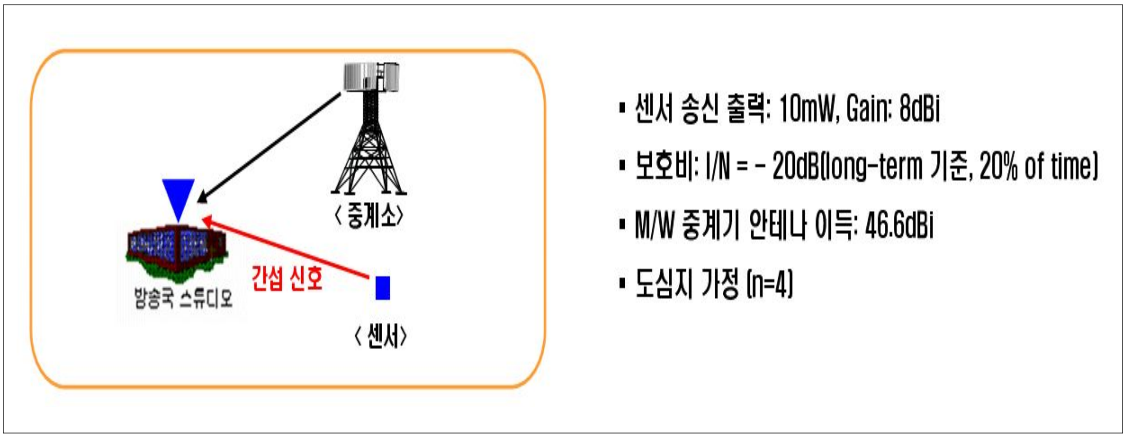


<그림 3-7> M/W중계기에 요구되는 이격거리

<그림 3-7>은 M/W 중계기가 물체 감지 센서에 간섭을 주지 않기 위하여 요구되는 이격 거리를 나타내고 있으며, M/W 중계기는 통상적으로 실외에 존재하고, 물체 감지 센서는 현재까지는 주로 실내에 사용이 되고 있지만, 향후 실외에서 다양한 서비스하는 경우를 대비하여, 실내에서 사용되는 경우와 실외에서 사용되는 경우로 나누어서 이격거리를 고려하였다. 이때 물체 감지 센서가 실내에서 사용하는 경우 건물 투과 손실을 약 20dB로 가정하였다. 실제 사용 환경에서는 M/W 방송 중계기와 물체 감지 센서간 통과되는 벽의 개수에 따라 이 값은 달라지며, 다양한 경우가 존재하기 때문에 하나의 값을 가정을 하고, 이 값을 기준으로 하여 시뮬레이션 결과값을 바탕으로 이격거리를 조정할 수 있다.

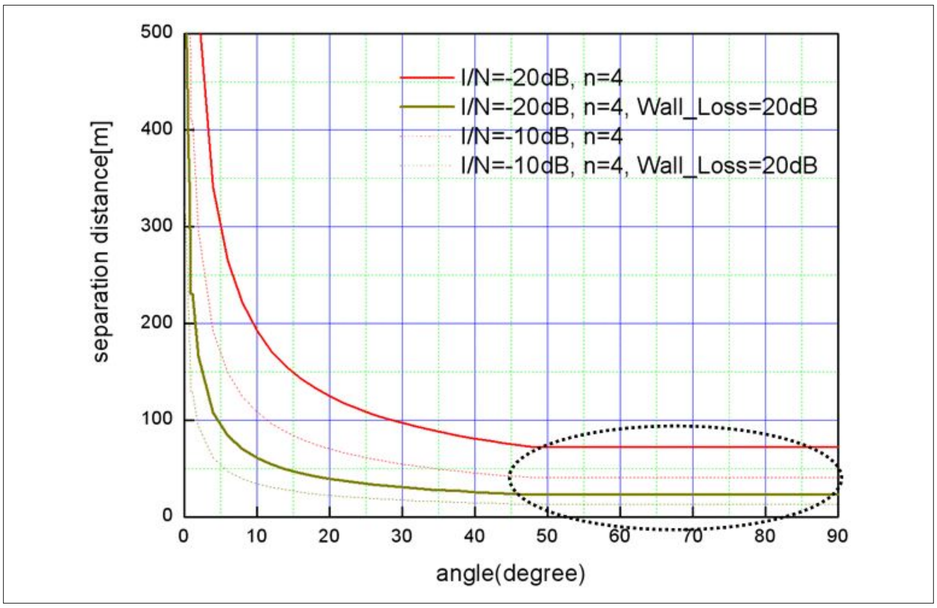
M/W중계기와 물체 감지 센서간의 상대적인 elevation 각에 따라 요구되는 이격거리가 달라지는 것을 알 수 있으며, M/W 중계기와 물체 감지 센서간의 통상적인 elevation 각은 주로 50° ~ 90°에 해당된다. M/W 중계기가 물체 감지 센서에 간섭을 주지 않기 위하여 요구되는 이격거리는 실내에서 사용되는 경우 약 150m, 실외에서 사용하는 경우 약 450m이다. 위의 값은 물체 감지 센서의 안테나가 메인빔으로 M/W 중계기로부터 오는 신호를 수신하는 경우에 해당되며, 실제 물체 감지 센서 설치 환경과 안테나 빔 형태를 반영하면 이격거리는 많이 줄어들 것으로 예상된다.

2. 물체감지 센서가 M/W 방송 중계에 주는 간섭 영향 분석



<그림 3-8> 물체 감지 센서가 M/W중계에 주는 간섭 시나리오

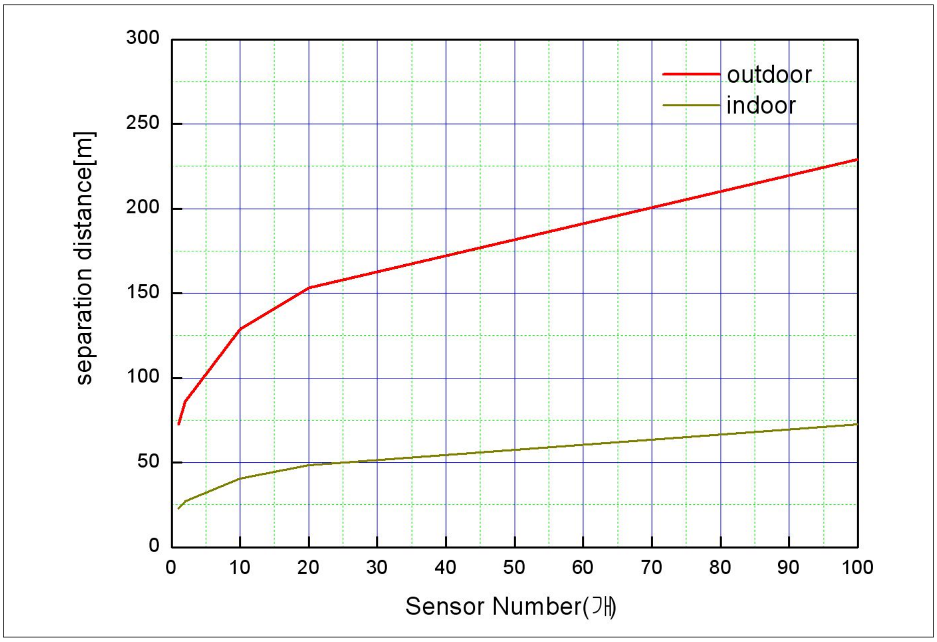
<그림 3-8>은 물체 감지 센서가 M/W 중계기에 주는 간섭 분석 시나리오를 나타내고 있다. M/W 중계기는 먼 거리에 있는 중계소로부터 방송국이나 연주소를 신호를 점대점으로 수신하고 있을 때, 이 때 방송국 연주소 근처에서 물체 감지 센서를 사용하는 경우 물체 감지 센서가 방송국 연주소에 주는 간섭의 영향을 살펴보도록 하겠다. 간섭 송신기에 해당되는 물체 감지 센서의 송신 출력은 10mW, 즉 10dBm으로 가정하였고, 이 값은 제품에 따라 조금씩 차이를 내고 있으며, 최악의 경우를 가정하기 위하여 가장 출력이 높은 것을 기준으로 값을 채택하였다. 물체 감지 센서의 안테나 이득은 최대 8dBi로 가정하였다. 희생 수신기에 해당되는 M/W 중계기 안테나의 이득은 46.6dBi로 가정하였고, 수신 안테나 패턴은 그림6에 제시되어 있는 값을 바탕으로 가정하였으며, 안테나 이득은 방송국 스튜디오와 물체 감지 센서간 elevation각에 따라 달라진다. 간섭 분석 시 M/W 중계기의 보호비는 통상적으로 사용되는 I/N = -20dB 값을 기준으로 하였으며, 이 값은 long-term 기준으로 20% 시간율 이상을 만족시켜야 값이며, worst한 경우를 가정하였다. M/W 중계기와 물체 감지 센서간 경로 손실 모델을 자유 공간 손실 모델에서, 감쇄지수를 4로 가정한 모델을 사용하였고, 실내는 실외의 경로 손실에 벽 투과 손실 20dB를 추가로 고려하였다.



<그림 3-9> 물체 감지 센서에 요구되는 이격거리I

<그림 3-9>는 <그림 3-8>에 제시되어 있는 간섭 분석 시나리오를 바탕으로, 물체 감지 센서가 M/W 방송 중계에 간섭을 주지 않고 사용하기 위하여 요구되는 이격거리를 구한 값이다. 물체 감지 센서가 실내에서 사용되는 경우, 실외에서 사용되는 경우로 나누었으며, 보호비 I/N이 -20dB인 경우와 I/N이 -10dB인 경우에 대하여 각각 시뮬레이션 하였다. 이 때 Angle은 M/W 방송 중계와 물체 감지 센서간 거리, M/W 방송 중계 높이, 물체 감지 센서 설치 높이, M/W 방송 중계 안테나 각, 물체 감지 센서 설치각등에 의해 결정되며, <그림 3-9>는 물체 감지 센서는 메인빔이 M/W 중계기를 맞주보고 있는 것으로 가정되었다. M/W 방송 중계와 물체 감지 센서의 사용 환경을 고려한다면 통상적인 Angle은 45° ~ 90°가 되며, 보호비 I/N이 -20dB인 경우를 보면, 물체 감지 센서를 실내에서 사용하는 경우 약 25m, 실외에서 사용하는 경우 약 75m가 필요함을 알 수 있다. 또한 보호비 I/N이 -10dB인 경우를 보면, 물체 감지 센서를 실내에서 사용하는 경우 약 15m, 실외에서 사용하는 경우 약 45m가 필요함을 알 수 있다. <그림 3-10>은 물체 감지 센서의 개수를 증가시키면서, M/W 방송 중계 서비스를 보호하기위해서 요구되는 이격거리를 나타내고 있다. 보호비 I/N이 -20dB인 경우에 대한 이격거리를 나타내고 있으며, 물체 감지 센서의 개수가 증가하면, 요구되는 이격거리가 증가됨을 볼 수 있다. 이때 물체 감지 센서의 개수에 대한 간섭 신호의 크기를 고려할 때, 위치의 랜덤화에 따른 값을 고려하지 않았으며, 단순한 간섭원 개수에 따른 합을 나타내고 있다. 실외에서 사용되는 경우가 간섭원 개수에 따라 요구되는 이격거리의 더 급격하게 증가

됨을 알 수 있으며, 실제 분포를 고려한다면, 요구되는 이격거리는 감소할 것으로 예상된다.



<그림 3-10> 물체 감지 센서에 요구되는 이격거리II

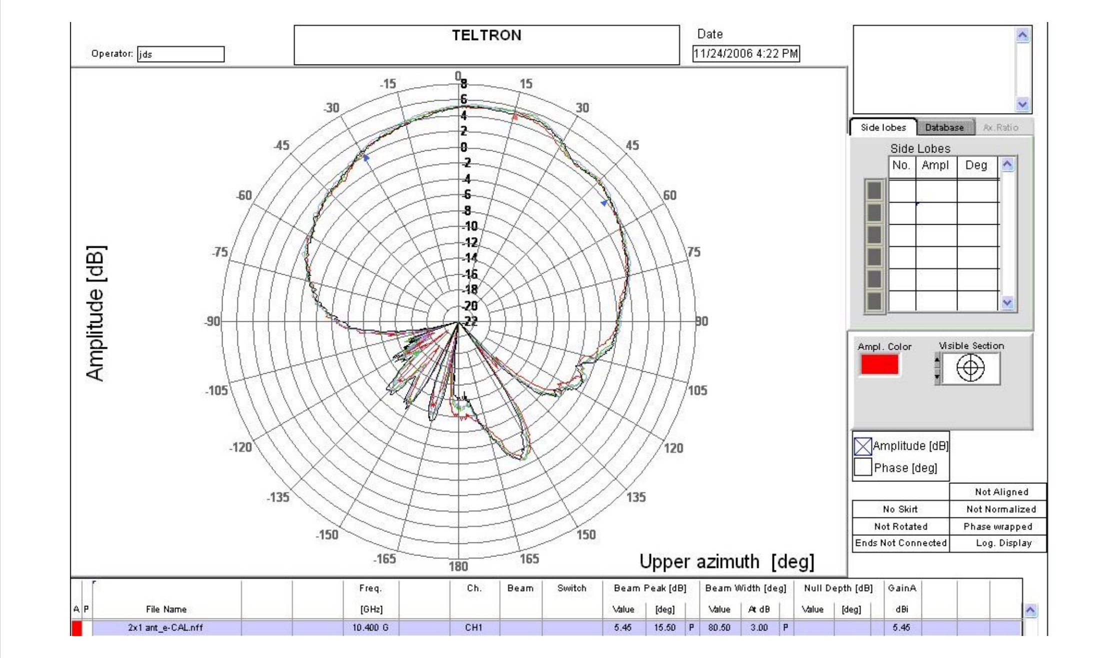
3. M/W 중계기와 물체감지 센서간 주파수 공유를 위한 보호거리 산출

지금까지 10.5GHz ~ 10.55GHz대역에 사용 중인 고정 M/W중계기와 물체 감시 센서간의 동일 대역 간섭 분석을 수행하였으며, M/W 중계기가 물체 감지 센서에 간섭을 주지 않기 위하여 요구되는 이격거리는 실내에서 사용되는 경우 약 150m, 실외에서 사용하는 경우 약 450m이며, 물체 감지 센서가 M/W 방송 중계에 간섭을 주지 않기 위해서 요구되는 이격거리는 물체 감지 센서를 실내에서 사용하는 경우 약 25m, 실외에서 사용하는 경우 약 75m가 필요함을 알 수 있었다. 위의 값은 가장 최악의 경우를 가정하였으며, 실제 M/W 방송 중계와 물체 감지 센서의 설치환경에 따라 요구되는 이격거리가 달라지기 때문에, 실제 물체 감지 센서의 설치환경을 반영하여 물체 감지 센서가 M/W 방송 중계에 간섭을 주지 않기 위한 보호거리를 다시 산출하였다. 이 때 물체 감지 센서가 M/W 방송 중계에 주는 간섭의 경우만 고려하였다.

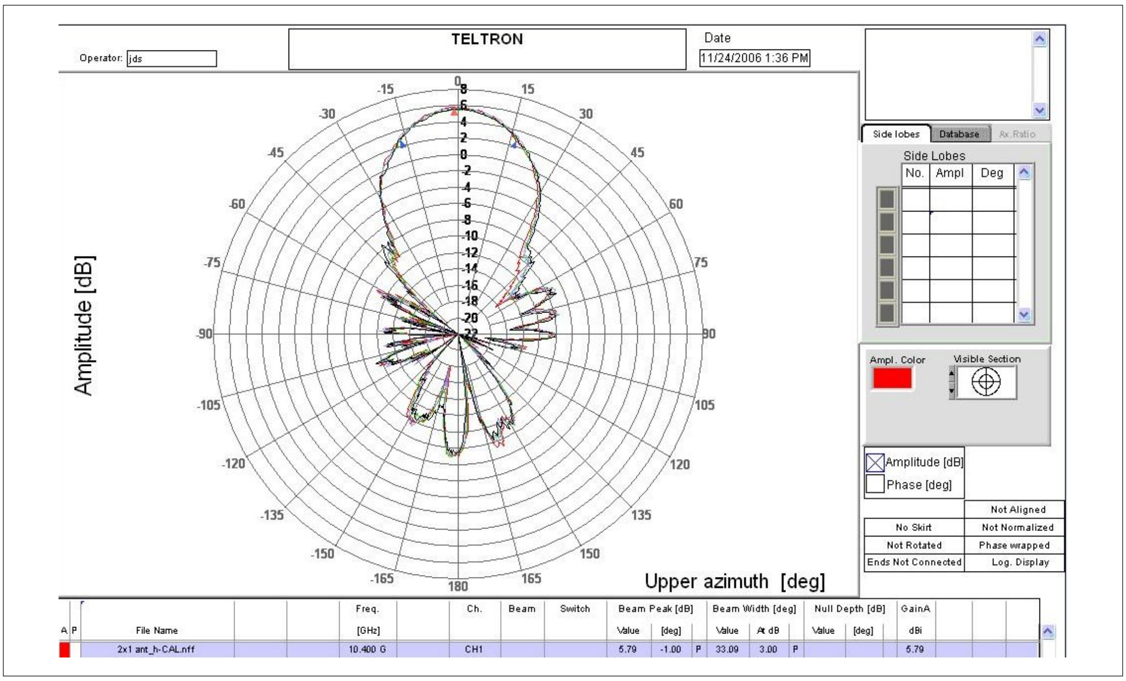
1	KBS제주	제주(연)	견월악	25M0F8WWF	DAR105	10.5125	GHz	TX
2	KBS관악산	관악산	여의	21M0D7WWW	DAR12	10.5250	GHz	TX
3	KBS황령산	황령산	부산(연)	25M0F8WWF	FLH12	10.5250	GHz	TX
4	KBS목포(연)	목포(연)	앙울산	24M8F8WWF	DAR105	10.5375	GHz	TX
5	KBS불모산	불모산	창원(연)	24M8F8WWF	FLH105	10.5375	GHz	TX

<그림 3-11> 국내 TSL 현황

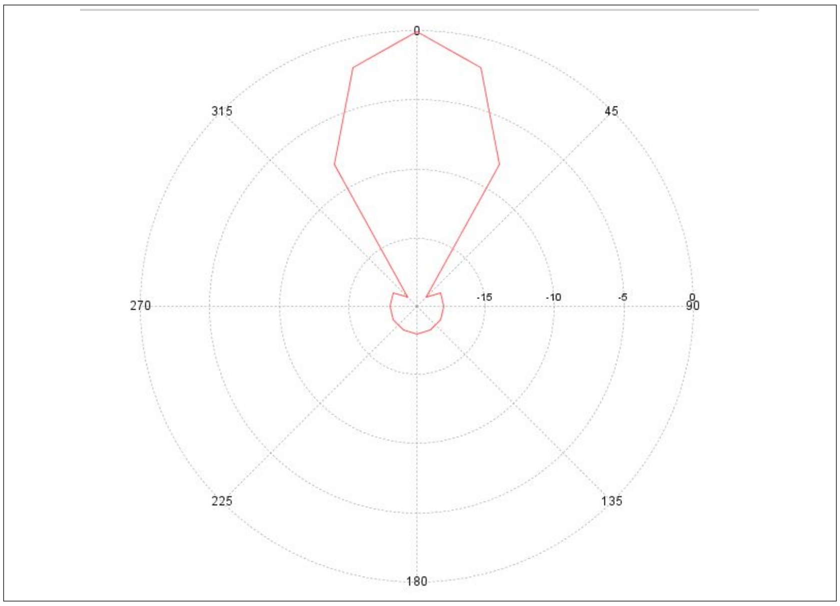
물체 감지 센서가 M/W 방송 중계에 주는 경우 M/W 방송 중계가 희생 시스템이 되므로, 관련되는 M/W 방송중계는 TSL(Transmitter-to-Studio Link)이다. <그림 3-11>은 현재 10.5GHz ~ 10.55GHz대역에서 사용되고 있는 TSL의 현황을 나타내고 있다. 해당되는 TSL는 KBS의 두 사이트임을 알 수 있다. <그림 3-12>는 물체 감지 센서 안테나의 수평패턴을 나타내며, 그림 13은 물체 감지 센서 안테나의 수직패턴을 나타낸다. <그림 3-13>는 간섭 분석을 위한 시뮬레이션에서 물체 감지 센서 안테나의 수직패턴을 모델링한 것을 나타내고 있다. 물체 감지 센서의 안테나 수평패턴보다 수직 패턴이 물체 감지 센서와 M/W 방송 중계간 간섭 분석에 더 큰 영향을 미칠 것으로 예상할 수 있으며, 시뮬레이션에서는 <그림 3-14>에서 보여주는 물체 감지 센서 안테나의 수직패턴을 이용하였다.



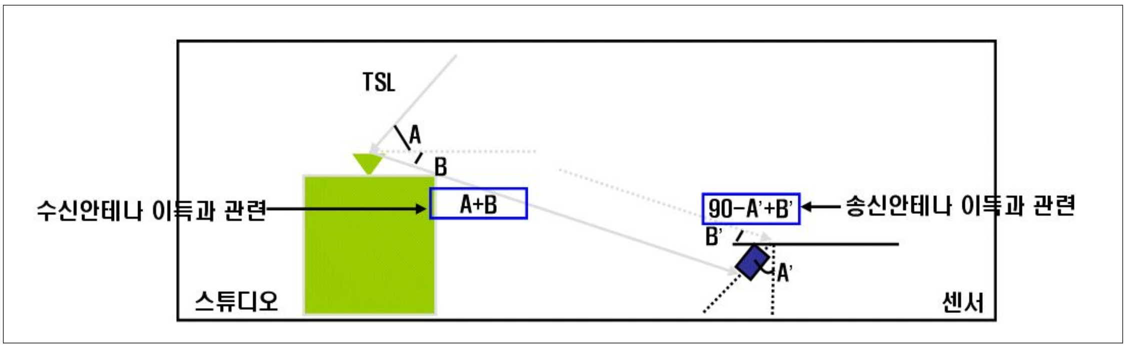
<그림 3-12> 물체감지센서 수평 안테나 패턴



<그림 3-13> 물체감지센서 수직 안테나 패턴

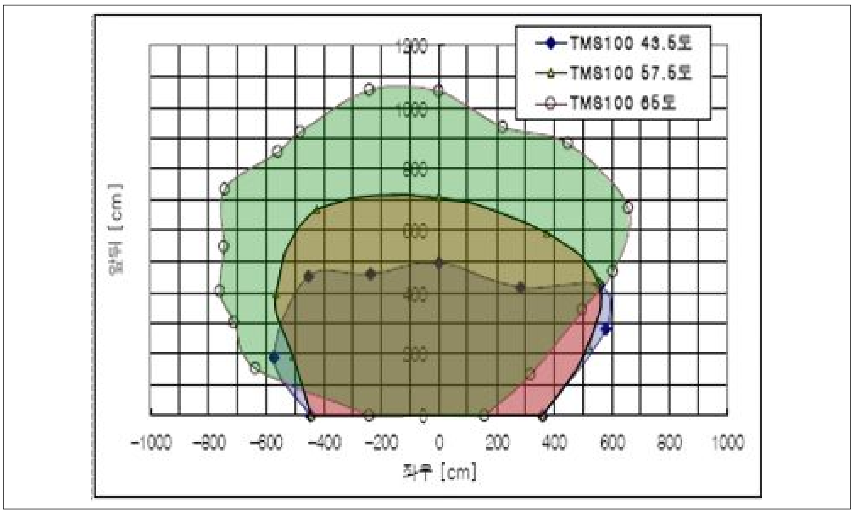


<그림 3-14> 물체감지센서 안테나 패턴 모델링



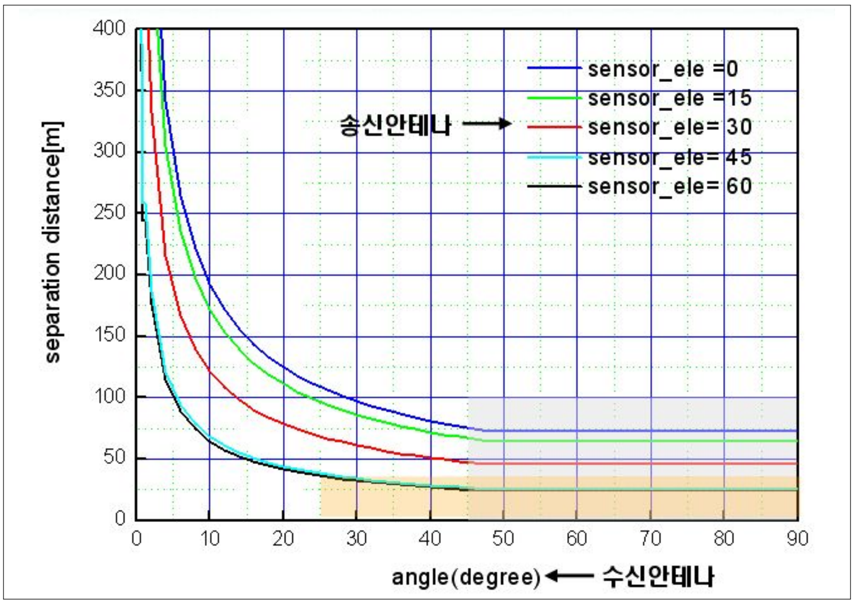
<그림 3-15> M/W 중계기와 물체감지 센서 상대 안테나 이득

물체 감지 센서와 M/W 방송 중계간 간섭 분석시 사용된 관련 파라미터는 안테나 이득을 제외하고는 앞에서 언급한 값이 그대로 이용되었으며, <그림 3-15>는 M/W 중계기와 물체감지 센서간 상대적인 안테나 이득을 구하기 위한 개념을 나타내고 있다. M/W 방송 중계기는 중계기를 바라보는 elevation각 A와 물체 감지 센서를 바라보는 elevation각 B의 합으로 표현될 수 있다. 이 때 A각은 중계기와 스튜디오의 각각 높이와 중계기와 스튜디오간 거리에 의해 결정될 수 있다. B도 A와 마찬가지로 스튜디오의 높이, 물체 감지 센서 높이, 스튜디오와 물체 감지 센서간 거리로부터 구할 수 있다. A+B가 수신 안테나의 이득과 연결이 되며, 그림6의 M/W중계기 안테나 이득에서 일대일로 매칭하여 구할 수 있다. 물체 감지 센서의 송신 안테나 이득은 90-A'+B'로 표현될 수 있다. A'는 물체 감지 센서의 틸트각을 나타내며, 수직면을 기준으로 한 값으며, <그림 3-16>은 물체 감지 센서의 틸트각에 따른 서비스 영역을 나타내고 있다.

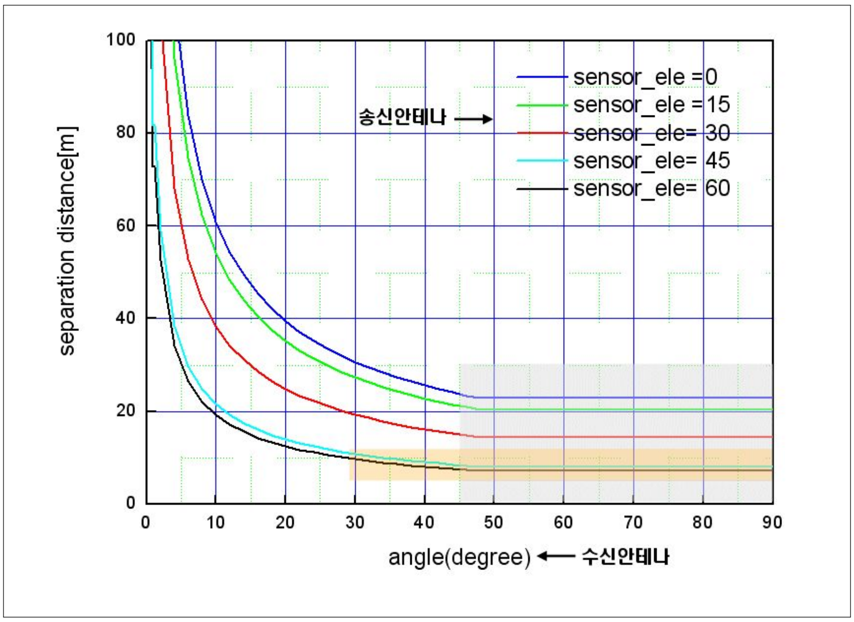


<그림 3-16> 물체감지센서 틸트각에 따른 서비스 영역

B′는 스튜디오의 높이, 물체 감지 센서 높이, 스튜디오와 물체 감지 센서간 거리로 표현될 수 있다. <그림 3-17>는 지금까지 설명된 M/W 중계기와 물체 감지 센서의 안테나 이득을 반영하여 구한 물체 감지 센서가 M/W 중계기에 간섭을 주지 않고 사용하기 위하여 요구되는 이격거리를 나타낸다. 물체 감지 센서가 실외에 사용되는 경우에 해당되는 값이다. x축에 해당되는 각은 M/W 중계기의 수신 안테나 각(A+B)에 해당되며, sensor_ele는 물체 감지 센서의 송신 안테나 이득(90-A′+B′)에 해당되며 sensor_ele를 0°에서 60°로 변화시켜가면서 요구되는 이격거리를 산출하였다. M/W 중계기와 물체 감지 센서의 실제 사용 환경을 고려하며, 분홍색과 파란색 영역을 모두 만족시키는 이격거리는 약 25m임을 알 수 있다. <그림 3-18>은 물체 감지 센서를 실내에서 사용되는 경우 요구되는 이격거리를 나타내고 있으며, 그림 17에서 보여준 결과와 마찬가지로 약 7-8m정도의 이격거리가 필요함을 알 수 있다. 실제 물체 감지 센서로부터 간섭을 받는 TSL링크는 현재 전국에 두군데 존재하며, 그 특정 지역에서 M/W 스튜디오 근처에서 물체 감지 센서를 사용한다면, 위의 값을 만족시키면, 간섭의 영향을 주지 않고 주파수를 공유하여 사용할 수 있음을 예측할 있다.



<그림 3-17> 물체감지센서와 M/W 중계기간 요구되는 보호거리I



<그림 3-18> 물체감지센서와 M/W 중계기간 요구되는 보호거리II

제4장 물체감지센서 시장전망

제1절 국내외 시장동향

1. 개요

일반적으로 센서란 "온도, 광, 압력, 습도 등의 물리량이나 화학량을 감지하여 처리하기 쉬운 신호(주로 전기신호)로 바꾸어 주는 소자 또는 장치"로 정의하고 있다. 센서의 종류는 전자식 센서와 u-센서로 구분되며, 다시 u-센서에는 지능형센서, 실리콘센서, 무선센서 등으로 분류가 가능하다. 일반적으로 무선센서는 감지부, 신호처리부, 무선송수신부로 구성된다. 센서는 아직까지 국제적으로 확정된 분류표나 HS코드가 없으며, 센서기술진흥위원회에서 별도의 센서분류표를 작성하였으나, 각자의 편의에 따라 분류하여 사용하기도 한다.

본 연구에서 검토하고자 하는 10㎓ 대역의 물체감지센서는 다양한 센서류 중에서 무선센서(Wireless Sensor)의 범주에 포함되며, 신호전송 방법상의 분류로 유선 설치가 곤란한 곳에 무선 송수신 모듈을 장착한 센서를 말한다. 특히 소출력 무선기기용으로 미국, 일본, 유럽 등은 10㎓ 대역을 24㎓와 같이 분배하여 사용하고 있으며, 한국의 경우 24㎓ 대역만 2007년도에 이미 할당된 바 있다. 따라서, 시장에서 제품으로써 경쟁이 될 경우 두 가지 대역이 모두 사용되어, 10㎓ 대역도 해외 사례와 같이 동일 주파수 대역의 배분을 통해 국내 제품의 시장경쟁력 확보를 고려하고자 한다.

우선 10㎓ 대역 물체감지센서용 산업의 직접적인 시장 경제성을 추정하기에 앞서, 센서시장의 규모를 가능한 객관적으로 조사하기 위하여 인지도와 신뢰도를 갖고 있는 국내외 전문조사기관의 최근 시장자료를 참고하였으며, 국내 USN (Ubiquitous Sensor Network) 산업실태조사를 기반으로 한 시장전망 추정치와 해외 시장의 특성 반영을 통해 국내 10㎓ 물체감지센서의 적정 시장규모를 산출하였다. 또한 산업연관분석을 이용하여 10㎓ 대역 물체감지센서용 산업의 경제적 파급효과를 계산하였다. 시장전망의 분석 기간은 2009부터 2018년까지 10년으로 설정하였다.

2. 해외 시장동향

가. 품목별 세계 센서시장

Global Industry Analysis (2005)의 세계 센서시장의 추이를 살펴보면, 연평균 5.4%의 성장세를 나타내면서 2003년 421억불에서 2012년 674억불 규모로 성장할 전망이다. 그 중 압력, 화학, 유량유속 등 산업용 센서의 비중이 크다. 시장성장율 측면에서 보면, 범용센서는 갈수록 성장률이 둔화되고 있는 반면 특수용 센서와 신기술 센서가 빠르게 성장할 것으로 전망된다.

<표 4-1> 품목별 세계 센서시장 전망

(단위 : 백만불)

구분	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	CAGR
압력센서	9,328	9,692	10,104	10,581	11,115	11,698	12,315	12,947	13,495	14,075	4.7%
화학센서	9,364	9,719	10,128	10,599	11,127	11,700	12,299	12,904	13,429	14,004	4.6%
유량유속	4,934	5,243	5,591	5,983	6,432	6,905	7,356	7,864	8,363	8,890	6.8%
이미지센서	2,674	2,924	3,230	3,597	4,036	4,555	5,173	5,899	6,479	7,140	11.5%
근접센서	2,435	2,510	2,593	2,691	2,799	2,917	3,035	3,157	3,267	3,380	3.7%
레벨센서	2,214	2,270	2,336	2,412	2,502	2,600	2,707	2,809	2,914	3,017	3.5%
온도센서	2,000	2,081	2,183	2,291	2,419	2,554	2,698	2,848	2,990	3,116	5.1%
위치센서	1,815	1,861	1,914	1,978	2,049	2,128	2,209	2,292	2,368	2,443	3.4%
힘하중센서	732	773	820	872	931	996	1,065	1,137	1203	1,268	6.3%
광센서	468	489	510	537	569	599	634	670	702	732	5.1%
기타센서	6,093	6,312	6,560	6,857	7,190	7,567	8,007	8,462	8,895	9,324	4.8%
합계	42,057	43,874	45,969	48,398	51,169	54,219	57,498	60,989	64,105	67,389	5.4%

※ 자료) Global Industry Analysis(GIA), "Sensor 2005"

나. 세계 무선센서 시장전망

Forst & Sullivan (2006)의 세계 무선센서 시장 추이를 살펴보면, 연평균 37%의 성장세를 나타내면서 '03년 1억불에서 '12년 약 19억불 규모로 성장할 전망이다. 그 중 유량유속, 화학센서, 온도센서 등 산업용 센서의 비중이 크다.

무선센서는 유비쿼터스에 대한 관심으로 향후 5년 사이 빠른 속도로 성장할 것으로 예상된다. 현재 도입단계로 성능 및 가격이 안정되어 있지 않으며, 센서보다는 통신 업체간의 경쟁을 고려해야 할 것이다.

<표 4-2> 세계 무선센서 시장 전망

(단위 : 백만불)

구분	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	CAGR
압력센서	15	17	21	26	32	40	52	69	95	133	27.4%
화학센서	9	11	15	20	27	39	57	89	141	234	43.6%
유량유속	18	22	29	40	58	83	124	194	313	519	45.3%
이미지센서	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
근접센서	4	4	5	7	8	10	14	18	25	36	27.7%
레벨센서	11	12	15	18	22	28	36	47	63	86	25.7%
온도센서	19	22	26	33	43	56	75	105	148	214	30.9%
위치센서	2	2	3	5	7	11	18	27	43	69	48.2%
힘하중센서	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
광센서	1	2	2	3	4	5	6	9	14	22	41.0%
기타센서	30	36	44	56	73	101	145	215	335	541	37.9%
- 보안	6	8	10	13	18	26	40	63	105	182	46.1%
합계	109	128	160	206	274	373	527	773	1,177	1,854	37.0%
보안센서 비중	5.5%	6.3%	6.3%	6.3%	6.6%	7.0%	7.6%	8.2%	8.9%	9.8%	-

※ 자료) Forst & Sullivan, "World Wireless Sensors & Transmitters Markets 2006"

다. 센서간의 기술동향

센서간의 기술동향을 살펴보면, 전자식 센서는 시장이 성숙단계에 도달해 있고, 성능 및 신뢰성 측면에서 대체로 경쟁 우위에 있다. 지능형 센서는 초기에는 레이더, 이미지, 적외선들을 기반으로 한 센서류였으나, 최근에는 MEMS(Micro-Electronic Mechanical System) 기술이 근간을 이루고 있다. 실리콘 센서는 현재 상용화 중인 압력센서, 유량유속, 가속도, 자이로센서 등이 주류이다.

무선센서는 대부분 감지부를 전자식이나 실리콘식을 사용하기 때문에 기술적으로는 통신기술이 핵심이고 주류이다. 다만, 이 센서가 활성화되기 위해서는 센서기술보다는 활용상의 몇 가지 기술적 문제를 어떻게 극복할 것인가에 있다고 볼 수 있다. 무선센서가 활성화되기 위해서는 Zigbee, Battery, 사용주파수와 대역폭 등의 검토가 선행되어야 추진이 용이한 분야이다.

<표 4-3> 센서간 기술동향 비교

구분	전자식센서	U-센서		
		지능형센서	실리콘센서	무선센서
경쟁 요소	가격, 정밀도	가격, 크기, 정밀도, 유용성, 신뢰성	가격, 크기, 정밀도, 신뢰성	가격, 성능, 유용성, 신뢰성, 보안성
경쟁사	300개 이상	60개 이상	80개 이상	50개 이상
고객 만족도	6	8	7	7
성장견인 기술	μ-process Non-Contact Remote Sensing	MEMS Bluetooth 응용기술	MEMS CMOS Package	Zigbee Battery 주파수/대역폭
소요 기술	Fiber Optic Semiconductive magnetic Electromechanical Chemical Bio Technology	CMOS Poly-SiC MEMS/NANO Network	-	Channel Error Tackling Delay Data Packet loss Power Constraint Topology Constraint Data Security Operational Scecurity

※ 자료) 한국센서연구조합(2007)

3. 국내 시장동향

가. 국내 품목별 센서시장

국내 센서시장은 2003년 17억불에서 2012년 34억불로 연평균 7.9%에 이르는 성장률을 전망하고 있다. 그 중 압력센서, 화학센서, 유량유속 등 산업용 센서의 비중이 크다. 최근 자동차, 정보통신, 바이오, 환경 분야에서 수요를 신장하고 있으나, 시장규모에 비해 생산실적은 저조하여 국내 시장의 60~70%를 수입에 의존하고 있는 실정이다. 또한 중국, 대만 뿐만 아니라 선진국의 견제로 시장경쟁이 가열해지고 있는 상황이다.

<표 4-4> 국내 품목별 센서시장 전망

(단위 : 백만불)

구분	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	CAGR
압력센서	393	420	450	484	521	563	608	655	700	750	7.4%
화학센서	370	395	423	455	490	528	571	615	658	700	7.3%
유량유속	262	279	299	321	346	373	403	434	463	495	7.3%
이미지 센서	150	165	184	206	234	266	304	348	385	430	12.4%
근접센서	24	25	27	29	31	34	36	39	42	45	7.2%
레벨센서	87	93	99	107	115	124	134	144	155	165	7.4%
온도센서	64	68	73	78	85	92	99	107	115	120	7.2%
위치센서	29	31	33	35	38	41	43	47	50	53	6.9%
힘하중 센서	15	16	17	19	20	22	24	26	27	28	7.2%
광센서	11	12	13	14	15	16	18	20	21	22	8.0%
기타센서	291	308	328	352	377	408	443	483	520	560	7.5%
합계	1,696	1,812	1,946	2,100	2,272	2,467	2,683	2,918	3,136	3,368	7.9%

※ 자료) 한국센서연구조합(2007), Forst & Sullivan(2006) 재인용

나. 국내 USN 시장전망

국내 10㎓ 대역 물체감지센서 시장전망은 그 상위 범주에 속하는 국내 USN (Ubiquitous Sensor Network) 시장전망을 참고하였다. USN 시장전망은 2007년 하반기에 RFID/USN 협회 주체로 실시한 관련 제품의 산업실태조사 자료를 근거로 세계시장의 성장 추세를 고려하여 추정되었다.

<표 4-5> 국내 USN 기기 시장 전망

(단위 : 억원)

구분		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
USN	센서노드	2,342	4,345	6,952	12,396	13,648	15,818	16,506	19,945	22,696	23,009
	네트워크	300	572	947	1,754	2,107	2,547	2,658	3,211	3,706	3,763
	소계	2,643	4,917	7,899	14,150	15,755	18,365	19,164	23,156	26,402	26,772

※ 주) '17년까지 전망됨에 따라, '18년은 전년 대비 성장률의 10%로 별도 추정

※ 자료) ETRI 인프라정책연구팀(2008.5), "RFID/USN 국내외 시장전망 및 파급효과"

※ RFID/USN 산업실태조사 결과 : 한국 RFID/USN 협회 주체로 관련제품 및 서비스 공급이 예상되는 1,552개 기업, USN 관련 기업 200개사를 대상으로 2007.10.15~12.10까지 설문조사를 실시함

<표 4-6> 국내 RFID/USN 협회 산업실태조사 결과 (2007년 하반기)

(단위 : 백만원)

구분			2006	2007	2008
기기 매출액	RFID	태그	47,661	75,892	148,474
		리더	84,641	96,892	183,066
		안테나	6,754	14,557	39,815
		프린터	2,965	3,152	19,150
	USN	센서노드	40,915	68,525	119,195
		네트워크	3,097	6,415	15,075
	합계		186,033	265,433	524,775

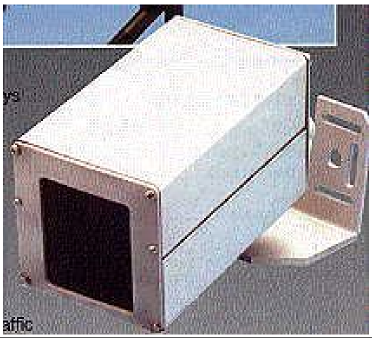
자료) ETRI 인프라정책연구팀(2008.5), "RFID/USN 국내외 시장전망 및 파급효과"

4. 10 GHz 대역 물체감지센서 적용 분야

10㎓ 대역 물체감지센서의 주요 적용분야로는 조명자동제어 분야(지하주차장 조명제어, 빌딩 공유 공간 조명제어, 대기실·화장실의 조명센서), 침입감지센서(보안시스템의 감지센서), 접근감지센서(위험물·위험지역 접근경보기 센서, 비행장·인삼밭·과수원 등 조수접근 경보장치의 센서), 속도측정센서(차량속도 감지기센서, 야구공 속도측정기 센서) 등 크게 4가지 분야로 살펴볼 수 있다.

<표 4-7> 10㎓ 물체감지센서 적용 가능 분야

적용 분야	내 용	비 고
1. 지하주차장 조명 센서 	o 지하주차장은 24시간 조명이 되고 있어 전기에너지 낭비가 극심하므로 차량 및 사람이 출입할 때만 조명하여 에너지 절감 o 확대응용분야 - 지하주차장 조명제어 - 대학 강의실, 복도 - 사무실	고효율에너지 기자재사용 적용장소
2. 방범등의 센서 	o 개인주택의 대문에서 현관까지 어두운 밤에 길을 밝히는 조명 필요, 위험물적재장소의 접근 경고 필요 o 확대응용분야 - 골목길 소형가로등, 방범등 - 위험한 장소 접근 경고 - 개인주택 지하실 조명	지자체 전기세 절감(골목길 가로등)
3. 유해조수 접근감지 센서 	o 과수원의 조류에 의한 피해, 산골 논밭의 산짐승에 의한 피해가 막대함으로 접근시 감지하여 퇴치 필요 o 확대응용분야 - 과수원 - 산골 논밭 - 인삼밭 - 축사, 돈사	농협을 통한 보급 확산

적용 분야	내 용	비 고
4. 화장실 조명 센서 	o 공용화장실은 24시간 조명이 되고 있어 전기에너지 낭비가 극심하므로 사람이 출입할 때만 조명하여 에너지 절감 o 확대응용분야 - 빌딩화장실	건물에너지 등급제 실시예정 (지경부)
5. 침입감지 센서 	o 중요한 물품 저장공간, 군대 보초구간 등에 설치하여 접근하는 물체를 감지 o 확대응용분야 - 건물내부 침입시 감지 - 휴전선 - 해안 침입감시	국내 최대시장
6. 차량감지기 센서 	o 차량의 질주 속도, 투수가 던진 야구공의 속도 등 물체속도측정 o 확대응용분야 - 속도위반차량 검지기의 센서 - 스피드건의 센서 - 야구공, 비행기 등의 이동속도측정기센서	경찰청 개인 기호품
7. Level 센서 	o 액체 수위측정 o 확대응용분야 - 우유탱크의 수위측정센서 - 기름탱크의 수위측정센서	수분, 유분, 먼지의 영향을 받지 않는 강점

제2절 10GHz 대역 물체감지센서용 시장전망

1. 국내 시장규모 추정 방법

센스의 종류는 전자식센서와 u-센서로 구분되며, u-센서는 지능형센서(Smart sensor), 실리콘센서(MEMS sensor), 무선센서(Wireless sensor) 등으로 분류가 가능하다. 따라서, 국내 10㎓ 대역 물체감지센서 시장전망을 위해서 우선 무선센서 시장규모를 추정하였으며, 이는 국내 USN 센서노드 시장 전망치에 무선센서 비중을 적용하여 전파를 이용한 무선센서 시장 규모를 전망하였다. 다만 세계 u-센서 시장에서 무선센서의 시장 비중 변화패턴을 이용하되, 미국·일본에 비해 국내 센서산업이 후발주자임을 감안하여 2003~2012년 비중을 2009~2018년에 적용하였으며, 시계열 자료의 무작위적인 변화를 제거하기 위해 3년간의 자료를 순차적으로 평균한 이동평균값을 사용하였다.

<표 4-8> 국내 USN 기기 시장 전망

(단위 : 억원)

구분	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
USN 센서노드	2,342	4,345	6,952	12,396	13,648	15,818	16,506	19,945	22,696	23,009

※ 주) 참고자료가 2017년까지 전망됨에 따라, 2018년은 전년 대비 성장률의 10%로 별도 추정

※ 자료) ETRI 인프라정책연구팀(2008.5), "RFID/USN 국내외 시장전망 및 파급효과"

<표 4-9> 세계 u-센서 종류별 시장 비중

구분	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
지능형 센서	75.9%	73.6%	71.5%	69.2%	66.6%	64.8%	62.7%	60.3%	57.1%	53.0%
실리콘 센서	22.0%	24.0%	25.8%	27.7%	29.6%	30.5%	31.3%	31.9%	32.4%	32.5%
무선 센서	2.1%	2.3%	2.7%	3.1%	3.8%	4.7%	6.0%	7.8%	10.5%	14.5%
무선센서 이동평균값	2.1%	2.4%	2.7%	3.2%	3.9%	4.8%	6.2%	8.1%	11.0%	14.5%

※ 주) 시계열 자료의 무작위적인 변화를 제거하기 위해 3년간의 자료를 순차적으로 평균한 이동평균값을 적용

※ 자료) Smart Sensors 2006(GIA), World MEMS Sensors Market 2006(Forst & Sullivan), World Wireless Sensors & Transmitters Markets 2006(Forst & Sullivan)

일본 총무성의 무선센서 네트워크 기술 관련 조사연구회에 따르면, 시설제어(전기 기기제어) 비중은 2007년 4.29%에서 2010년 5.23%로 전망하고 있다. 이에 국내 10㎓ 및 24㎓ 대역은 시설제어가 주축이므로 일본의 시설제어(전기 기기 제어) 비중을 국내 무선센서 네트워크의 10㎓ 및 24㎓를 이용한 시설제어 시장의 비중으로 적용하였다. 또한 무선센서 분야에서 후발주자임을 감안하여 일본의 2010년 기준 시설제어 비중(5.23%)을 우리나라 10㎓ 및 24㎓ 대역의 시설제어 센서시장의 포화치로 가정하였다. 즉 시설제어 점유율은 포화치 5.23%, 포화치의 10%에서 90%에 이르는 Growth-time 10년, 로지스틱 곡선의 변곡점 발생 시점 7년으로 가정하여 Loglet 모형으로 산출하였다.

Loglet 모형식, $N_i(t) = \dfrac{m_i}{1+\exp\left\{-\dfrac{\ln(81)}{\Delta t_i}(t-t_{m_i})\right\}}$

주1) 수요의 포화치 m_i = 5.23%

주2) 포화치의 10%에서 90%에 이르는 시간(Growth-time), Δt_i = 10년

주3) 각 로지스틱 곡선의 변곡점 발생 시점, t_m = 7년

국내 무선센서의 방범·보안 분야는 국내 무선센서 시장규모에서 세계 무선센서 시장의 보안 부문 시장점유율을 적용하였으며, 연도별 변화 패턴을 후발주자임을 감안하여 적용하였다. 보안센서는 기존 열선/적외선 센서의 대체효과 보다는 보충효과를 기대하며, 국내 보안 전문업체에서는 국·내외 시장의 성숙기에 기존 열선/적외선 센서 대비 10% 내외로 대체될 것으로 전망하고 있다.

이를 통해 무선센서의 시설제어 및 보안센서 시장규모를 추정하고, 주파수 대역 관련한 제약조건을 추가하여 900㎒, 2.4㎓, 10㎓, 24㎓ 등 Zigbee 기술을 응용한 주파수 대역 중 10㎓ 무선센서용 시장의 규모는 1/4로 가정하였다.

2. 10㎓ 대역 시장전망 및 경제적 기대효과

가. 국내 10㎓ 대역 물체감지센서 시장전망

국내 무선센서 시장은 향후 10년간 약 1조 5백억원 규모로 추산되며, 국내 무선센서 중에서 시설제어 및 방범·보안 부문은 향후 10년간 약 1,231억원 규모가 될 것으로 추정된다. 따라서, 상기의 추정 방법에 따라 Zigbee 기술을 응용한 주파수 대역 중 10㎓ 대역을 이용한 무선센서 시장의 규모는 향후 10년간 약 308억원 규모가 전망되고 있다. 이는 10㎓ 대역을 이용한 모듈 단위의 센서시장에 한정하고 있다.

<표 4-10> 국내 10GHz 무선센서 시장 전망 >

(단위 : 억원)

구분	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	합계
USN 센서시장	2,342	4,345	6,952	12,396	13,648	15,818	16,506	19,945	22,696	23,009	-
무선센서 비중	2.13%	2.37%	2.71%	3.20%	3.88%	4.83%	6.17%	8.12%	10.96%	14.51%	-
무선센서 시장규모	50	103	188	397	529	764	1,018	1,619	2,487	3,339	10,493
시설제어 점유율	0.35%	0.52%	0.77%	1.10%	1.53%	2.05%	2.62%	3.18%	3.70%	4.13%	-
보안센서 점유율	5.50%	6.25%	6.25%	6.31%	6.57%	6.97%	7.59%	8.15%	8.92%	9.82%	-
무선센서의 시설제어/보안 센서시장	2.9	7.0	13.2	29.4	42.9	68.9	103.9	183.4	313.8	465.6	1,231
관련 주파수의 10㎓ 비중	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	-
10㎓ 센서 시장규모	0.7	1.7	3.3	7.4	10.7	17.2	26.0	45.9	78.5	116.4	307.8

나. 10GHz 물체감지센서 산업의 경제적 기대효과

< 개념 및 방법 >

10㎓ 대역의 기술 개발단계 또는 이용 가능한 산업이 국민경제에 미치는 영향력을 살펴봄으로써 합리적인 분배 방안을 도출하고자 하였다. 한 산업부문에서의 소비, 투자, 수출 등 최종지출이 각 산업의 생산활동에 미치는 파급효과를 산업연관표를 이용하여 수량적으로 분석하는 방법이 산업연관분석이다. 한국은행 산업연관표로부터 투입계수를 기초로 10㎓ 센서 관련 부문을 외생부문으로 취급하여 산업을 29부문으로 재분류하였다. 산업 재분류 후에 관련 유발계수를 산출하고, 생산액을 투입액으로 입력하여 10㎓ 물체감지센서 산업의 직·간접적인 경제적 파급효과를 산출하였다.

< 10 ㎓ 관련 산업 재분류 >

2003년도 산업연관표를 기준으로 기본부문 404부문을 10 ㎓ 산업의 특성에 따라 29개 산업군으로 재분류하였다. 재분류표에서 무선통신 및 방송장비 (기본부문번호 267)를 10㎓ 물체감지센서 장비산업 부문으로 선택하여 30부문으로 재분류하였다. 이를 통해 산업파급효과 유발계수를 산출하였다.

<표 4-11> 산업연관분석을 위한 전파/이동통신 산업의 재분류

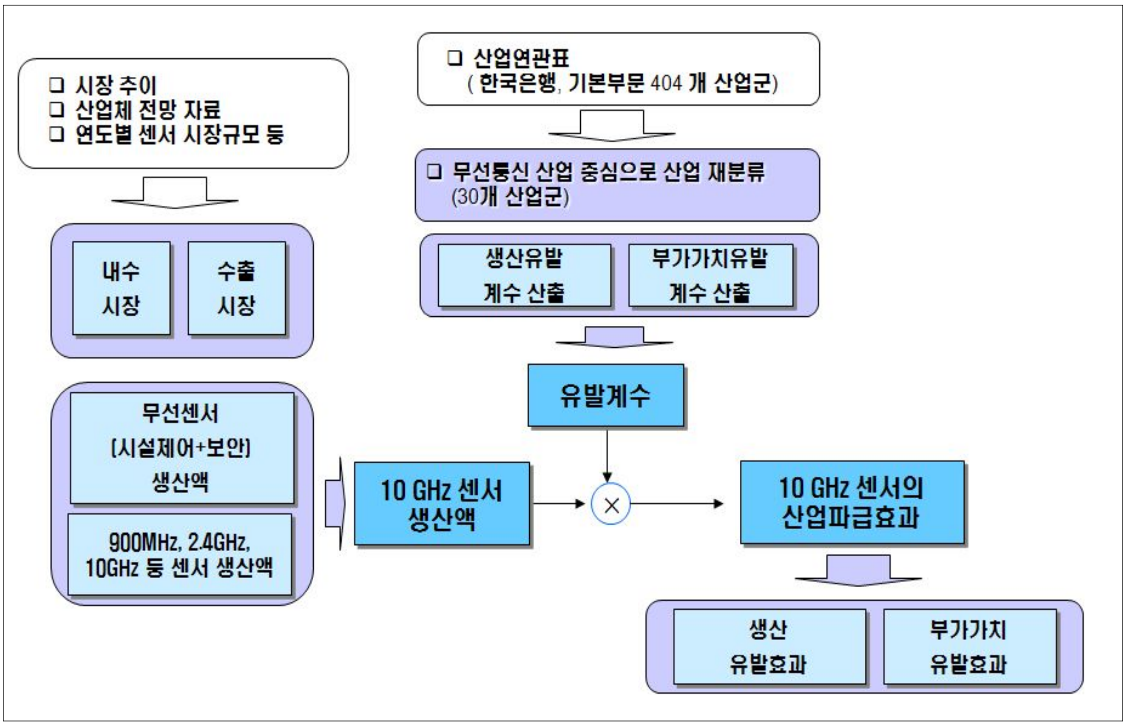
부문 코드	산업 부문명	부문 코드	산업부문	부문 코드	산업부문
01	농림수산품	11	금속제품	21	운수 및 보관
02	광산품	12	일반기계	22	통신 및 방송
03	음식료품	13	전기・전자기기	23	금융 및 보험
04	섬유・가죽제품	14	정밀기기	24	부동산 및 사업서비스
05	목재・종이제품	15	수송장비	25	공공행정 및 국방
06	인쇄・출판및복제	16	가구 및 기타제조업제품	26	교육 및 보건
07	석유・석탄제품	17	전력가스 및 수도	27	사회 및 기타서비스
08	화학제품	18	건설	28	기타
09	비금속광물제품	19	도소매	29	전화 (무선통신 서비스)
10	제1차금속	20	음식점 및 숙박	30	무선통신 및 방송장비

※ 주) 제13부문인 "전기・전자기기"는 이중계산을 피하기 위해 제30부문인 "무선통신 단말기" 부분을 제외

<표 4-12> 10㎓ 대역 장비산업의 파급효과 계수

구 분	생산유발계수	부가가치유발계수
10㎓ 물체감지센서	1.56124964	0.48814853

※ 출처 : ETRI 서비스기반정책연구팀(2008.10)



<그림 4-1> 산업연관분석 프레임웍

이를 통해 산출한 10㎓ 무선센서 산업의 경제적 기대효과는 향후 10년간 생산유발효과 약 481억원, 부가가치유발효과 약 150억원에 이를 것으로 전망된다. 10㎓ 대역의 최대 시장이라 할 수 있는 보안 부문에서의 도입 정도에 따라 시장에 미치는 파급효과는 다소 증감이 예상되며, 물체감지센서 기술을 접목한 관련 산업의 첨단화를 통하여 기술 및 시장 경쟁력 향상에 일조할 것으로 전망된다.

<표 4-13> 10GHz 무선센서 산업의 경제적 기대효과

(단위 : 억원)

구분	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	합계
생산 유발효과	1.1	2.7	5.2	11.5	16.7	26.9	40.6	71.6	122.5	181.7	480.5
부가가치 유발효과	0.4	0.9	1.6	3.6	5.2	8.4	12.7	22.4	38.3	56.8	150.2

제5장 10GHz 대역 물체감지센서용 주파수 분배방안

제1절 주파수 분배방안

10~10.55GHz 대역은 미국, 유럽, 일본 등 주요국에서 이미 소출력 무선 센서용으로 분배하여 사용 중이며, 국내에서는 10.5~10.7GHz 대역을 방송중계용 고정 M/W용으로 분배하여 사용 중이나 기존 역무와의 간섭 분석을 통해 공유가 가능함을 확인함에 따라 아래와 같은 주파수 분배방안을 제안한다.

10 – 11.7 ㎓

국	제		한	국
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
제 1 지 역	제 2 지 역	제 3 지 역	주파수대별 분배	용 도 등
10.5-10.55 고정 이동 무선표정	**10.5-10.55** 고정 이동 무선표정		**10.5-10.55** 고정 이동 무선표정	고정M/W중계 K151A 물체감지센서용 K40A

K40A

10.5～10.55 ㎓ 및 24.05～24.25 ㎓의 주파수대역은 물체감지센서용으로 사용한다.

※ 참조 : 국내 물체감지센서용 주파수 분배현황(정보통신부고시 제2007-34호)

23.55 – 25.25 ㎓

24.05-24.25 무선표정 지구탐사위성(능동)	24.125 ㎓(고주파이용설비) K40 물체감지센서용 K40A

K40A

24.05～24.25 ㎓의 주파수대역은 물체감지센서용으로 사용한다.

제2절 기술기준안

동일 및 인접 대역 업무인 TV 중계 및 아마추어 업무에 간섭 영향을 최소화하기 위하여 우선적으로 옥내에서 사용하도록 제한하고, 수입 제품의 사용과 수출 활성화를 위해 가능한 한 미국, 유럽의 규격과 호환성을 유지하기 위하여 출력과 불요발사는 유럽 규정을 준용하고, 미국처럼 전계강도로 시험을 적용할 수 있도록 아래와 같은 기술기준안을 제안한다.

제103조(물체감지센서용 무선기기) ① 10㎓대 물체감지센서용 무선기기의 기술기준은 다음 각 호의 조건에 적합할 것

1. 주파수대역, 전력 등

지정주파수대(㎓)	복사전력
10.5～10.55	25 ㎽(공중선 절대이득 포함)

2. 주파수 허용편차는 지정주파수대 이내일 것

3. 점유주파수대폭은 50㎒ 이하일 것

4. 불요발사는 공중선 절대이득을 포함하여 다음의 기준 값 이하일 것

주파수	기준값	기준 대역폭
1 ㎓ 미만	- 36 dBm	100 ㎑
1 ㎓ 이상	- 30 dBm	1 ㎒

5. 수신 또는 송신 대기 상태의 부차적 전파발사는 공중선 절대이득을 포함하여 다음의 기준 값 이하일 것

주파수	기준값	기준 대역폭
1 ㎓ 미만	- 54 dBm	100 ㎑
1 ㎓ 이상	- 47 dBm	1 ㎒

6. 기기 본체 또는 사용자 설명서에 “이 기기는 옥내 이용을 목적으로 합니다.” 라는 문구를 명시할 것

제6장 결 론

본 연구에서는 10.5~10.55GHz 대역을 물체감지센서용 주파수로 분배하기 위한 주파수 분배방안을 도출하기 위하여 ITU 및 주요국에서의 10.5GHz 대역 주파수 분배현황 및 기술기준 등을 조사·분석하였다. 국제전기통신연합(ITU)에서는 10.5~10.55GHz 대역을 고정, 이동 및 무선표정으로 분배하고 있으며, 미국에서는 10.5~10.55GHz 대역을 무선표정용으로 분배하여 기본 주파수의 전계강도(F)가 2500mV/m, 고조파의 전계강도가 25mV/m 이하이면 필드 변동 센서(Field disturbance sensor)용으로 사용할 수 있도록 하고 있다.

또한 유럽 ERC 권고에서는 전력이 500mW e.i.r.p 이하로 무선측위 시스템을 사용할 수 있도록 규정하여, 이탈리아, 네덜란드, 노르웨이, 폴란드, 포르투갈, 스위스 등 22개 국가가 동 용도로 사용 중이며, 프랑스, 영국 등 5개 국가가 제한적으로 사용하고 있다. 또한, 오스트리아, 체코, 에스토니아, 핀란드, 독일, 슬로바키아, 스페인, 스웨덴, 터키 등 9개 국가는 동 용도로 사용하고 있지 않으며, 러시아는 동 용도로의 사용을 연구 중에 있다.

마지막으로 일본에서는 일본에서는 동 대역을 무선표정으로 분배하고, 공공업무용, 소출력업무용 이동체감지센서용, 일반업무용으로 이용하도록 하고 있는데, 소출력 이동체감지센서용으로 사용시에는 옥내에서만 사용하도록 규정하고 있다.

국내에서는 동 대역에서 기존에 총 14개의 고정 M/W 중계기가 사용되고 있어, 동 업무와의 간섭 분석을 실시하였다. M/W 방송 중계기가 물체감지 센서에 주는 간섭 영향을 분석한 결과 실내에서 150m, 실외에서 450m의 이격거리를 두어야만 간섭 영향을 주지 않는다는 것을 확인하였다. 하지만, 이는 물체 감지 센서의 안테나가 메인빔으로 M/W 중계기로부터 오는 신호를 수신하는 경우에 해당하며, 실제 물체 감지 센서 설치 환경과 안테나 빔 형태를 반영하면 이격거리는 많이 줄어들 것이라는 결과가 나왔다. 물체감지 센서가 M/W 방송 중계에 주는 간섭 영향을 분석한 결과 보호비 I/N이 -20 dB인 경우에는 실내에서 약 25m, 실외에서 약 75m의 이격 거리를 두어야 하며, 보호비 I/N이 -10 dB인 경우에는 실내에서 15m, 실외에서 45m의 이격 거리를 두어야 한다는 결과가 나왔다.

마지막으로 국내 무선센서 시장을 전망한 결과, 국내 무선센서 시장은 향후 10년간 약 1조 5백억원 규모로 추산되며, 국내 무선센서 중 시설제어 및 방범·보안 부문

은 향후 10년간 약 1,231억원 규모가 될 것으로 추정되며, 여기서 10GHz 대역 무선센서 시장은 향후 10년간 약 308억원 규모로 전망된다. 또한, 경제적 기대효과는 향후 10년간 생산유발효과 약 481억원, 부가가치유발효과 약150억원에 이를 것으로 전망된다.

이러한 연구 결과를 근거로 10GHz 대역 물체감지센서용 주파수 분배방안을 도출하였으며, 이 결과가 정부 정책에 적극 반영되어 국내 물체감지센서용 시장의 활성화와 더 나아가서 국제 시장 진출을 위한 발판을 마련할 수 있는 기회가 되기를 기대한다.

[부록 1]

국내외 M/W 모듈 제품 사양 비교표

회사(국가)	센서명	주파수대역	출력	스퓨리어스발사	규격
복합센서					
OPTEX (일본)	MX-40/50	2.45㎓	10㎽ max.	2.5㎼ max.	FCC part 15 I-ETS 300 440 ETS 300 683 EN 60950
	DX-40/60	10525㎓, 9.9㎓ 10.687㎓(U.K. only)	-	-	FCC Part 15 I-ETS 300 440
일본 ALPH (일본)	Microwave CX-1	10.525㎓	-	-	FCC Part 15 I-ETS 300 440
IR-TECH (타이완)	DP-150, 150L, 250, 550, 150A	10.525㎓	13dBm(20㎽) min. EIRP	-7.313dBm(0.186 ㎽) max.	FCC Part 15
			10dBm(10㎽) min. EIRP		
		US FCC type	Field strength of fundamental : ~580㎷/m@3m	Field strength of harmonics : < 25㎷/m@3m Spurious emission : < 25㎷/m@3m	FCC Part 15
		CE EN300440 type	Field strength of fundamental : ~580㎷/m@3m	Field strength of harmonics : < 1.8㎷/m@3m Spurious emission : < 570㎷/m@3m	CE EN300-440
TEXECOM (영국)	Mirage	2.45㎓	-	-	FCC Part 15 MPT1349 I-ETS 300 440 Conducted Emission : IEC CISPR 22 Radiated Emissions : IEC CISPR 22, FCC Part 15 EMC : EN50130-4
	Prestage DT	10.525㎓	-	-	Conducted Emission ,Radiated Emissions : EN55022 Class B EMC : EN50130-4, EN 300 440-1, EN 301 489-3
Rokonet (이스라엘) 대만 secom에서 사용 중	DT 시리즈	10.687㎓, 10.525㎓, 10.525㎓, 9.900㎓, 9.300㎓	Fundamental field strength : < 115㎷/m@3m	-	FCC CE EN 300 440 IMQ(이탈리아) INCERT(벨기에)

회사(국가)	센서명	주파수대역	출력	스퓨리어스발사	규격
Pyronix (영국)	EQUINOX AM KX15DT	10.525㎓	Fundamental field strength : < 115㎷/m@3m	Field strength of harmonics : < 1.8㎷/m@3m Non harminically related spurious field strength : <570㎶/m@3m	Emission : EN55022 Class B Immunity : EN50130-4
Guardall (영국)	Micra	2.45㎓ ± 8㎒ (± 4㎒ UK)	Transmitter Radiated Power(EIRP) = -26dBw(2.5㎽) 0.008㎼/㎠@1m	Harmonics = Less than 1㎼ EIRP > 1㎓ (1.35㎻ measured at 4.9㎓ all others less than 0.1㎻) Surious Emission = Less than 2㎻ EIRP at 25~1000㎒ Less than 20㎻ EIRP at > 1㎓: (Nothing measured at greater than 0.1㎻)	EN 300 440
VISONIC (이스라엘)	Discovery Duo, Duo/AM, Duo/K980	10.525㎓, 2.45㎓	-	-	FCC Part 15 2.45㎓ has no restriction in EU member state
	Duet-AM	10.525㎓, 10.687㎓	-	-	FCC Part 15
	Duo 220/220 AM	10.525㎓, 2.45㎓	-	-	FCC Part 15 RSS-210(캐나다)
	Next Duo K9-85	2.45㎓	-	-	FCC Part 15
CROW (미국)	Genius	-	-	-	UL Listed
	SRX-1000	10.525㎓ (±3㎒)	13dBm(20㎽) min. EIRP	-7.3dBm(0.186㎽)	USA FCC Part 15
		10.687㎓ (±3㎒)		-30dBm(1㎼)	MPT 1349(영국)
		9.9㎓ (±3㎒)		-20dBm(10㎼)	FRENCH PTT
MAXIMUN (이스라엘)	GUARD/-AV SMART	10.525㎓, 2.45㎓	-	-	FCC
	DOUBLE-TEC	10.525㎓	-	-	FCC
Sectron security & communication systems Ltd. (소피아)	Digital Vision 525D/526D	10.525㎓	-	-	FCC, DOC
Detection systems Inc. (미국)	DS829i, 835i, DS970, ZX970	10.525㎓	-	-	UL List ULC List FCC Certified
FBII (미국)	MX-500	24.124~24.220㎓	-	-	UL, ULC, IC, FCC, CE

회사(국가)	센서명	주파수대역	출력	스퓨리어스발사	규격
M/W 센서					
CIAS (이탈리아)	ALFA (실내 15m)	9.470~10.587㎓	25㎽	-	CE : CEI CT79/2, IMQ I Ⅲ level
	ARMIDOR (실내 20m)	9.470~10.587㎓	500㎽	-	CE : CEI CT79/2
M/W 모듈					
JRC (일본)	NJR4178J	10.5~10.55㎓ (±5㎒ max. (-30~60℃))	7㎽ typ. EIRP	2.5㎼ max.	ARIB STD-73 (일본)
	NJR4211J	24.05~24.25㎓ (-1㎒/℃ max. (-20~60℃))	4㎽ typ.	2.5㎼ max.	ARIB STD-73 (일본)
	NJR4251J	24.05~24.25㎓ (±5㎒ max. (-30~60℃))	7㎽ typ.	2.5㎼ max.	ARIB STD-73 (일본)
	NJR4261J	24.05~24.25㎓ (±5㎒ max. (-30~60℃))	7㎽ typ.P	2.5㎼ max.	ARIB STD-73 (일본)
	NJR4251	24.05~24.25㎓ (±5㎒ max. (-30~60℃))	7㎽ typ.P	1㎼ max.	I-ETS330 440 FCC Part 15
	NJR4261	24.05~24.25㎓ (±5㎒ max. (-30~60℃))	7㎽ typ.P	1㎼ max.	I-ETS 330 440 FCC Part 15
동남엔텍 (한국)	DNS-010	10.525㎓(3㎒)	13dBm(20㎽) min. EIRP	-10dBm(0.1㎽)	FCC Part 15
	DNS-020	10.687㎓(3㎒)	13dBm(20㎽) min. EIRP	-30dBm(10㎽)	FCC Part 15
	DNS-030	10.587㎓(3㎒)	13dBm(20㎽) min. EIRP	-30dBm(10㎽)	FCC Part 15
	DNS-040	9.9㎓(3㎒)	13dBm(20㎽) min. EIRP	-30dBm(10㎽)	-
	DNS-050	9.35㎓(3㎒)	13dBm(20㎽) min. EIRP	-30dBm(10㎽)	-
	DNS-100C/P	2.45㎓(5㎒ max. (-30~55℃))	5dBm(3.2㎽) typ. EIRP	-	-
태성 M.I.S. (한국) 수입품	복합감지기용	10.525㎓(20m) (15m)	13dBm(20㎽) 0dBm(1㎽)	-	FCC Part 15
	외곽감지기용	10.525㎓	20dBm(100㎽)	-	FCC Part 15
Siginal Technology Corporation (미국)	DRO-3000	10.525㎓ 10.4~10.7㎓	15dBm(32㎽) typ. EIRP	< 25㎷/m@3m	FCC Part 15
Microsense Technologies Inc. (홍콩)	DRO-571	10.525㎓ 8~12㎓ (5㎒)	12dBm(16㎽) EIRP	-	FCC Part 15
AMELEKS corp. (중국)	AMDR-1011	10.525㎓ ± 12.5㎒	14dBm(25㎽) max.	-	FCC Part 15

회사(국가)	센서명	주파수대역	출력	스퓨리어스발사	규격
AgilSense (싱가폴)	HB410	9.35㎓ 9.345~9.355㎓	14dBm(25㎽) max.	-30dBm(10㎼)	-
Apollo (중국)	WB-010	10.525㎓ 10.520~10.530㎓	20dBm(100㎽) max.	25㎶/m@3m	FCC Part 15
외곽용 센서					
CIAS (이탈리아)	ERMO482	X band	20㎽	-	CE:CEI CT79/2 CE, USA, 캐나다 표준
	ERMO482x Pro	X band(10.58 ㎓)	500㎽	-	CE:CEI CT79/2 CE, USA, 캐나다 표준
	Coral	9.2~10.6㎓	-	-	CE:CEI CT79/2 CE, USA, 캐나다 표준
	ERMUSA	9.5~9.95㎓	20㎽	-	CE:CEI CT79/2
	MINERMO	9.5㎓, 9.95㎓	20㎽	-	CE:CEI CT79/2

[부록 2]

10㎓ 대역 물체감지센서용 주파수 분배방안 연구반 명단

기관명	소속	직위	성명
한성대학교	정보통신공학과	교수	오종택
(주)텔트론	-	대표이사	이재진
유비쿼터스 바이오 정보기술연구센터	-	차장	김종헌
태광이앤씨	ITS팀	주임	주성진
브이앤아이	-	대표	임혁규
리츠앤	전략지원팀	과장	강민수
(주)디넷		대표	박성정
삼성에스원	기술연구소	책임	한신근
KBS	기술전략기획팀	차장	이완식
MBC	기술기획부	연구원	유인한
SBS	기술팀	부장	정윤철
ETRI	신기술정책연구팀	연구원	장재혁
ETRI	전파자원연구팀	연구원	손호경
전파연구소	전파자원연구팀	연구관	오성택
방송통신위원회	주파수정책과	사무관	지은경
한국전파진흥협회	기술지원팀	과장	김현진
한국전파진흥협회	기술지원팀	대리	서지영
한국전파진흥협회	기술지원팀	대리	성호석

1. 본 연구보고서는 방송통신위원회의 출연금 등으로 수행한 정보통신연구개발사업의 연구결과입니다.
2. 본 연구보고서의 내용을 발표할 때에는 반드시 방송통신위원회 정보통신연구개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.