

[별지 제6호 서식] 최종 연구보고서

소출력 무선설비 및 전파응용설비 이용기준 개선 연구

2008. 12. 31.

전파연구소

제 출 문

본 보고서를 「소출력 무선설비 및 전파응용설비 이용기준 개선 연구」 과제의 최종 보고서로 제출합니다.

2008. 12. 31

연구책임자 : 류 충 상(전파자원연구과 전파분석담당)
연구원 : 권 용 기(전파자원연구과 전파분석담당)
오 성 택(전파자원연구과 전파분석담당)
장 영 호(전파자원연구과 전파분석담당)
연 재 성(전파자원연구과 전파분석담당)

요 약 문

최근 전기·전자 분야의 기술이 급속히 발전함에 따라 새로운 방식의 전파 통신 기술과 서비스 등이 다양하게 등장하고 있다. 따라서 이러한 산업계의 변화를 신속히 국내 제도로 반영할 수 있도록 관련 제도와 법령을 정비하고 국내 산업계 및 전파통신 기간망, 이용자의 권리와 이익을 보호해 줄 수 있도록 제반 규정들을 정비해 나아갈 필요성이 있다.

본 연구보고서는 전파통신 이용질서를 확립하고 소출력 무선기기의 기술 기준과 관련제도를 국제적 수준으로 개선하기 위하여 우리소에서 금년에 수행한 국내 소출력 무선설비 이용제도 개선 및 기술기준 제·개정 현황, 그리고 국내외 표준화 활동 등을 기술하였다.

먼저, 소출력 무선설비 기술기준 개선과 관련하여 우리소에서는 통신, 원격탐사, 국방 및 전파천문학 연구 분야에서 전파를 이용하여 물체를 감지하는데 이용하는 10 GHz 대역 물체감지센서용 무선설비의 기술기준을 신설하였으며, 국내 900MHz 대역 주파수 재배치 계획에 따라 900MHz 대역의 RFID 및 무선마이크 기술기준을 미국, 유럽 등 범세계적 기준과 조화될 수 있도록 개정하였다.

한편 정부조직 개편에 따라 전파관련 법령 및 소출력 무선설비 이용제도 등을 개선하였다. 2008년 중 소출력 무선설비 기술기준을 개정하여 무선설비규칙에 포함하였으며, 소출력 무선기기에 대한 복사전력제도가 국내 제도에 확대 도입됨에 따라 인체 이식용 무선의료기기의 복사시험 방법을 위한 시험방법 등을 개선하여 형식검정 및 형식등록 처리방법을 개정하였다.

마지막으로 소출력 무선설비 기술기준 및 이용제도와 관련한 국제 주파수 표준화 활동을 기술하였다. 금년도 우리소에서는 2008.6.14~29까지 제네바에서 개최된 ITU-R 스펙트럼 연구분과(SG1) 국제회의에 참가하여 ITU-R 권고 SM.329, SM.1138, SM.1538 등을 개선하기 위한 기고서 6편을 제출하여 반영하였으며 2009년도 ITU-R 스펙트럼 연구분과(SG1) WP1A 및 WP1B 국제회의를 국내에 유치하였다. 한편 우리소에서는 2008.8.26~8.29까지 중국 마카오에서 개최된 아태무선통신포럼(AWF)에 참가하여 4편의 기고서를 제출하여 반영하는 등 아태지역 국가간 전파통신 표준화 활동을 선도하였다.

본 보고서에서는 제2장에서 금년도에 제·개정된 소출력 무선설비 기술기준 현황을 기술하였으며, 제3장에서는 소출력 무선설비 이용제도 및 시험방법에 대한 개선사항을, 제4장에는 ITU-R 등 국제 표준화 활동, 그리고 마지막 5장에서는 2009 년도 연구 계획에 대하여 간단히 기술하였다.

SUMMARY

In recent years, there have been tremendous increases in the fields of radio-communication services and equipments. These changes require the well-organized law systems and technical regulations for the radio-communication services and equipments, in order to protect the rights and interests of the radio-communication networks and users.

This study describes all the national and international activities for improving the law systems and technical regulations of the short range radio-communication devices(SRDs) in the worldwide level.

Firstly, Korean lawful systems and technical regulations for the short range radio-communication devices(SRDs), which were newly developed or modified in this year, will be explained. This year, we newly developed technical regulations for the object sensing radio equipments in 10 GHz band. The frequency bands and technical regulations of the equipments were similar to those of EU and USA for global harmonization. On the other hands, we amended the technical regulations for the equipments for the 900MHz RFID, the wireless microphone, toy remote control, etc.

Secondly, according to the amendment of "the Radio Waves Act", we amended "the Conformity Assessment Method for the Type Approval and Type Registration". This regulation is to set the testing methods and procedures for the broadcasting and radio-communications equipments.

Thirdly, the international activities in the fields of worldwide spectrum managements and frequency harmonization will be described. We attended the international meeting of ITU-R Study Group 1 held in Geneva, Swiss, during 14 June ~ 29 June 2008. At this meeting, 6 contributions which proposed amendments of ITU-R recommendation SM.329, SM.1138, SM.1538, etc, were submitted and reflected. On the other hands, We attended the 5'th meeting of APT Wireless Forum(AWF) held in Macao, China, during 26 August ~ 29 August 2008. The meeting of AWF covers the spectrum harmonization and the

various aspects of emerging wireless systems to meet the upcoming digital convergence era for the Asia-Pacific region. At the 5'th AWF meeting, we proposed and reflected 4 contributions for the promotions of Asia-Pacific region's spectrum harmonization and co-works.

We hope the results of work are to be the basis for the improvements in fields of Korea radio-communication regulations and equipments.

목 차

제1장 서론	13
제2장 소출력 무선설비 기술기준 개선	15
제1절 900MHz RFID/USN 기술기준 개정	15
제2절 900MHz 무선마이크 기술기준 개정	66
제3절 10GHz 물체감지센서용 무선기기 기술기준 제정	82
제4절 특정소출력 중계기 기술기준 정비 검토	107
제3장 소출력 무선설비 이용제도 및 시험방법 개선	114
제1절 국내 무선설비 이용제도 개선	114
제2절 소출력 무선설비 시험방법 개선	123
제4장 국제 표준화 활동	146
제1절 ITU-R 전파관리분야(SG1) 표준화 활동	146
제2절 아·태무선통신포럼(AWF) 국제 활동	158
제5장 향후 계획	164
참고문헌	166

표 목 차

표 2-1-1 ISO/IEC 국제 기술 표준 현황	19
표 2-1-2 외국의 RFID 주파수 분배 현황	22
표 2-1-3 외국의 8 Mhz 이하 주파수 대역의 RFID(또는 EAS) 기술기준 현황	22
표 2-1-4 외국의 8 Mhz 이하 주파수 대역의 RFID 기술기준 현황	23
표 2-1-5 외국의 13.56 Mhz 주파수 대역의 RFID 기술기준 현황	23
표 2-1-6 외국의 433 Mhz 주파수 대역의 RFID 기술기준 현황	24
표 2-1-7 외국의 900 Mhz 주파수 대역의 RFID 기술기준 현황	25
표 2-1-8 외국의 2.4 GHz 주파수 대역의 RFID 기술기준 현황	26
표 2-1-9 아시아 태평양 국가들의 UHF RFID 기술기준 현황	28
표 2-1-10 IEEE 802.15.4, 802.15.4b의 주파수 대역 및 데이터 전송률	35
표 2-1-11 IEEE 802.15.4c Chinese WPAN 제안 규격 특성 비교	36
표 2-1-12 일본의 951~956MHz WPAN Spurious 규격	43
표 2-1-13 중국의 779~787MHz 대역 외 방사 규격	45
표 2-1-14 IEEE 802.15.4c Chinese WPAN 제안 규격	45
표 2-1-15 주파수 오프셋에 따른 필요 이격도	47
표 2-1-16 간섭 시나리오별 산출된 예상 보호대역	50
표 2-1-17 양방향 무선호출 시스템 파라미터	53
표 2-2-1 무선마이크(radio microphone)와 In-Ear Monitor 특성	70
표 2-2-2 현재의 아날로그와 미래의 디지털 마이크의 성능 비교	71
표 2-2-3 국내외 무선마이크의 주파수 및 기술기준 현황	71
표 2-3-1 품목별 세계 센서시장 전망	88
표 2-3-2 품목별 국내 센서시장 전망	89
표 2-3-3 국내 USN 시장 전망	90
표 2-3-4 주요국가의 10GHz 대역 주파수 이용현황	93
표 3-1-1 전파발사장치 관련 제도	115
표 3-1-2 전파발사장치별 국내 규제제도 현황	117

표 3-2-1 출력기준별 대상기기	125
표 3-2-2 복사전력 관련 규격 및 시험장 측정법 표준 비교	127
표 3-2-3 복사전력 시험방법 관련규정	131
표 3-2-4 복사전력제도 도입에 따른 형검 처리방법 개정(안)	133
표 3-2-5 타 시험방법 이용을 위한 형검 처리방법 개정(안)	136

그 립 목 차

그림 2-1-1 RFID 서비스 개념	15
그림 2-1-2 모바일 RFID 서비스 시스템 구성도	16
그림 2-1-3 RFID의 발전 전망	17
그림 2-1-4 RFID 동작 원리	17
그림 2-1-5 RFID 주파수 관련 주요 용도 현황	18
그림 2-1-6. 외국의 UHF RFID 주파수 현황	29
그림 2-1-7 USN의 구성 및 개념	30
그림 2-1-8 통달거리에 따른 무선통신방식별 분류	32
그림 2-1-9 IEEE WPAN 표준화 위원회 구성	34
그림 2-1-10 IEEE 802.15.4, 802.15.4b의 주파수 대역	34
그림 2-1-11 펄스형성 필터 형태에 따른 PSD 변화와 성상도 변화	36
그림 2-1-12 일본의 LR-WPAN 주파수 대역	37
그림 2-1-13 일본의 900MHz WPAN 채널 마스크	43
그림 2-1-14 일본의 Carrier Sense 기준	43
그림 2-1-15 일본의 RFID와 WPAN 기술기준 비교	44
그림 2-1-16 일본의 Carrier sense problem	44
그림 2-1-17 중국의 779~787MHz 대역 내 PSD	45
그림 2-1-18 WCDMA와 RFID 주파수 현황	46
그림 2-1-19 RFID 리더 송신기의 구성도	48
그림 2-1-20 스펙트럼 마스크 상에서 slope 교차점	49
그림 2-1-21 RFID 리더의 출력 스펙트럼	49
그림 2-1-22 WCDMA와 RFID시스템간 보호대역I	50
그림 2-1-23 WCDMA와 RFID시스템간 보호대역II	51
그림 2-1-24 양방향 무선통신과 RFID 주파수 현황	52
그림 2-2-1 무선마이크의 구성도	67
그림 2-2-2 주파수 대역별 이용 현황	68

그림 2-2-3 T-ENG 시스템 구성	69
그림 2-2-4 통달거리 시험구성도	75
그림 2-2-5 통달거리 측정환경 평면도	75
그림 2-3-1 물체감지센서용 무선기기 활용분야	82
그림 2-3-2 레이더의 기본원리	84
그림 2-3-3 주파수에 따른 대기의 감쇄지수	86
그림 2-3-4 10GHz 대역 물체감지센서 활용분야	87
그림 2-3-5 물체감지센서 국내시장 전망	90
그림 2-3-6 국내 10GHz 무선센서 시장 전망	91
그림 2-3-7 국내 10GHz 무선센서 시장 전망	92
그림 2-3-8 ITU 및 국내 주파수분배 현황(10.5 ~ 10.55GHz)	93
그림 2-3-9 주요국가의 10GHz 대역 주파수 사용현황	94
그림 2-3-10 국내 10.45~10.7GHz 주파수대역 분배현황	95
그림 2-3-11 고정 M/W 방송중계링크 구성	96
그림 2-3-12 방송중계기가 물체감지센서에 주는 간섭분석 시나리오	97
그림 2-3-13 물체감지센서가 방송국 스튜디오에 주는 간섭분석 시나리오	98
그림 2-3-14 보호거리 산출을 위한 시나리오	99
그림 2-3-15 보호거리 산출결과	100
그림 3-2-1 공중선전력, 전계강도, 복사전력 측정방식 비교	123
그림 3-2-2 간섭감지기준 측정을 위한 스펙트럼 마스크	138
그림 3-2-3 out-of-operating-region disturbance signal source	140
그림 3-2-4 자동정지기능 측정을 위한 스펙트럼 마스크	140
그림 3-2-5 복사방식에 의한 MICS LBT 기술기준 시험구성도	141
그림 3-2-6 S/A를 이용한 방해파 스펙트럼 마스크	142
그림 4-1-1 SG1분야 회의활동 모습	148
그림 4-2-1 AWF 조직 현황	159

제 1 장 서 론

무선통신 기술이 발전함에 우리는 이제 언제, 어디서나, 누구와도 통신할 수 있는 편리한 디지털 세상을 맞이하고 있다. 그러나 최근에는 무선통신 기술이 인간위주의 통신 범주를 넘어서 주변 사물과 다양하게 결합함으로써 언제, 어디서나 우리의 주변 기기를 제어할 수 있을 뿐 아니라 주변 기기로부터 다양한 정보를 얻어 생활에 편리하게 이용할 수 있는 꿈의 디지털 시대를 준비하고 있다.

인간과 주변 사물이 통신할 수 있는 편리한 디지털 세상은 무선통신기술과 우리 주변의 전기, 전자, 생활, 의료 기기가 결합함으로써 구현되는데 이와 같은 세상을 우리는 유비쿼터스 세상이라고 한다. 무선통신기술이 결합된 자동차, 가전, 의료, 헬스, 군사용 기기가 네트워크를 형성하여 서로 통신하고 인간이 이를 이용함으로써 우리는 편리하게 주변 사물을 제어하고 이용할 수 있는 새로운 시대를 개척하고 있다.

신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국용 무선설비는 유비쿼터스 통신망의 말초신경 역할을 수행할 것으로 예상되며 무선국 허가 없이 누구나 손쉽게 이용 가능하므로 최근 그 수요가 폭증하고 있다. RFID, 블루투스, 무선호출장치, 코드없는 전화기, 원격진료 등은 이미 국민 생활 깊숙이 자리 잡아가고 있으며, 이러한 시스템은 홈 네트워크(가전제품, 영상·음향·제어기기 등), 노트북 등 정보기기, 휴대폰 등에 기본 모듈로 장착되어 부지불식간에 이용하게 되는 u-IT 시대의 가장 큰 동력으로 성장하고 있다.

u-IT시대의 말초신경 역할을 담당할 소출력 무선기기가 최근 급속히 증가하는 것은 편리함과 다양함을 추구하는 이 시대의 필연적 산물이다, 그러나 이와 같이 소출력 무선기기의 급속한 증가는 한정된 주파수 자원의 부족, 전파간섭 문제 발생이라는 또 다른 문제를 야기한다. 따라서 정부에서는 국내 전파통신 산업 발전을 촉진하고 유한한 주파수 자원을 합리적으로 이용하기 위한 정책을 수립하고 있으며, 한편으로는 전파 이용자간 전파이용질서가 명확히 지켜지도록 법적, 제도적 장치를 마련하고 있다. 다양한 신규 무선기기 및 서비스가 등장할 수 있도록 법적, 제도적 장치를 마련하여야 하며 시장의 요구와 급변하는 기술변화에 따라 신속히 관련 제도를 정비함으로써 산업체의 수요와 요구를 적극 지원할 수 있어야 한다.

이러한 목적을 위하여 우리소에서는 금년도에도 산업계, 학계, 연구소 등의 의견을 반영하여 소출력 무선설비 기술기준 및 관련 제도를 정비하였으며 소출력 무선설비 기술기준 시험방법 등을 신속히 제공함으로써 산업계의 요구에 충실히 부응하려고 노력하였다. 한편 국내 소출력 무선설비 기술기준이나 시험방법 등이 가능한 국제표준이나 국제적 기준과 조화되도록 제·개정함으로써 국내 무선통신 산업이 국내·외적으로 충분히 경쟁력을 가질 수 있도록 노력하였다.

본 보고서에서는 소출력 무선설비 기술기준의 도입을 위한 2008년도 전파 연구소 연구 수행사항을 중심으로 기술하였다. 제2장에서는 금년도에 제·개정된 소출력 무선설비 기술기준 현황을 기술하였으며, 제3장에서는 소출력 무선설비 이용제도 및 시험방법에 대한 개선사항을 기술하였다. 한편 제4장에는 ITU-R 등 국제 표준화 활동을 기술하였으며, 마지막 5장에서는 2009년도 연구 계획에 대하여 간단히 기술하였다.

제 2 장 소출력 무선설비 기술기준 개선

제 1 절 900MHz RFID/USN 기술기준 개정

1. 900MHz RFID 기술기준 동향

가. 개 요

정보통신이 우리들의 일상생활 속에 매우 친숙하게 공존하고 있지만 의식주(衣食住)와 같이 당연한 것처럼 느끼게 하는 것은 이동전화와 인터넷이 대표적이라 할 수 있을 것이다. 이동전화는 단순한 음성 통화 서비스를 시작과 문자 통신의 수준을 넘어 지상파와 위성 디지털멀티미디어방송(TDMB와 SDMB) 시청, 디지털카메라, 캠코더, 전자사전, 인터넷 등으로 활용도가 급격하게 증가할 뿐만 아니라 응용분야도 다양하고 인터넷은 생활속의 공공증을 백과사전이나 사전을 펼치던 예전과 달리 몸이 먼저 컴퓨터 앞에 가서 검색을 위해 키보드를 치는 것을 누구나 경험하고 있을 것이다. 하지만 이것은 전파식별(RFID : Radio Frequency IDentification) 기술에 비하면 조족지혈(鳥足之血)에 해당하는 시작단계일 뿐일 것이다.

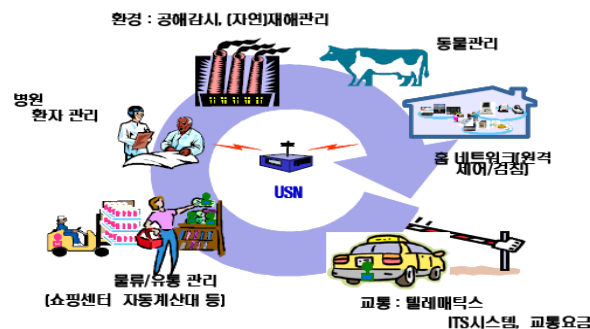


그림 2-1-1 RFID 서비스 개념

RFID는 바코드와 마그네틱 카드의 단점 해소 요구를 만족시키기 위해서 개발된 기술이다. 즉 전파를 이용하여 사물에 부착된 태그로부터 사물의 정보를 인식, 추적, 식별함으로써 사물에 대한 측위, 원격처리, 관리 및 사물 간에 정보 교환 등 다양한 서비스를 제공하는 기술로서 그림 2-1-1과 같이 물류/유통

관리, 동물 관리, 폐기물 관리, 환경 관리, 환자 관리, 교통, 원격 제어/검침, 보안 등의 영역까지 우리 생활의 모든 분야에 정보화를 침투·확산시켜 언제, 어디서, 무엇이든 통신이 가능한 환경을 구현함으로써 비즈니스에 대변혁을 가져오고, 삶의 질을 획기적으로 개선시킬 것으로 기대되기 때문에 전 세계적으로 사용자뿐만 아니라 제조업체에서도 매우 흥미로운 관심을 가지고 있다.

최근 우리나라를 중심으로 소형 RFID 리더를 이동통신 단말기에 내장하여 언제 어디서든 사용자와 사물과의 정보교환을 가능하게 한 것으로 유비쿼터스 시대의 주요한 핵심기술로 전망되고 있는 모바일 RFID 서비스를 그림 2-1-2와 같이 구축하는 시범사업이 진행되고 있다.

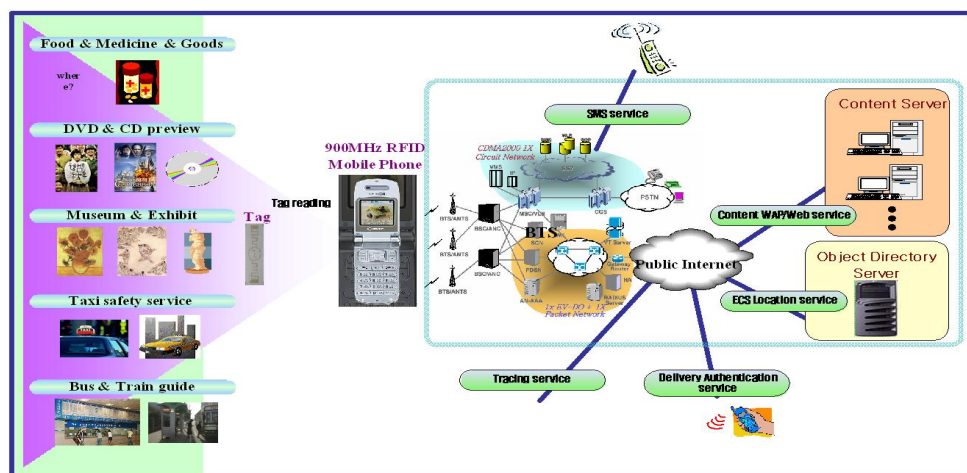


그림 2-1-2 모바일 RFID 서비스 시스템 구성도

방송통신위원회(구 정보통신부)는 광대역통합망(BcN : Broadband Convergence Network)을 기본바탕에 RFID 기술을 기반으로 하는 정보화를 4 단계로 나누어 u-센서 네트워크(USN : Ubiquitous Sensor Network)라는 개념으로 정립하였으며 RFID가 USN으로 추진되기 위한 발전 전망을 그림 2-1-3과 같이 제시하고 있다.

USN이란 필요한 모든 것(곳)에 전자태그를 부착하고, 이를 통하여 사물의 인식정보를 기본으로 주변의 환경정보(온도, 습도, 오염정보, 균열정보 등)까지 탐지하여, 이를 실시간으로 BcN에 연결하여 정보를 관리하는 것을 말하는 것으로 U-city의 핵심 네트워크로 크게 부각되고 있다. 최근에는 별도의 BcN 없이 자기조직화(self-organizing) 매쉬 네트워크 기술을 기반으로 서비스 영역 확대를 추진하고 있다.

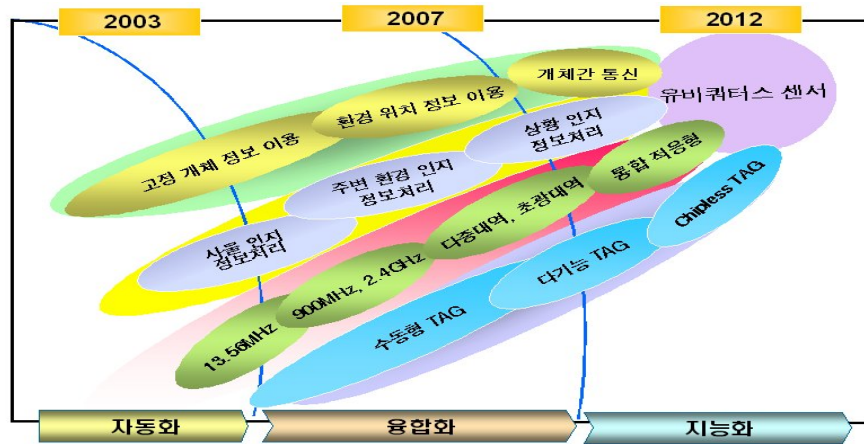


그림 2-1-3 RFID의 발전 전망

RFID는 메모리 소자와 유도코일(또는 패치안테나)로 구성된 회로를 내장한 태그로 전기적 자기유도 방식 또는 정전유도 방식으로 디지털 코드를 기록하거나 읽을 수 있는 장치를 말하고 이러한 기술은 정보의 실시간 처리, 네트워크화의 특성으로 바코드가 사용되고 있는 유통 및 물품 관리뿐만 아니라 보안, 안전, 환경 관리 등에 널리 보급되어 혁신을 일으킬 것으로 전망된다. RFID의 동작 원리는 그림 2-1-4와 같다.

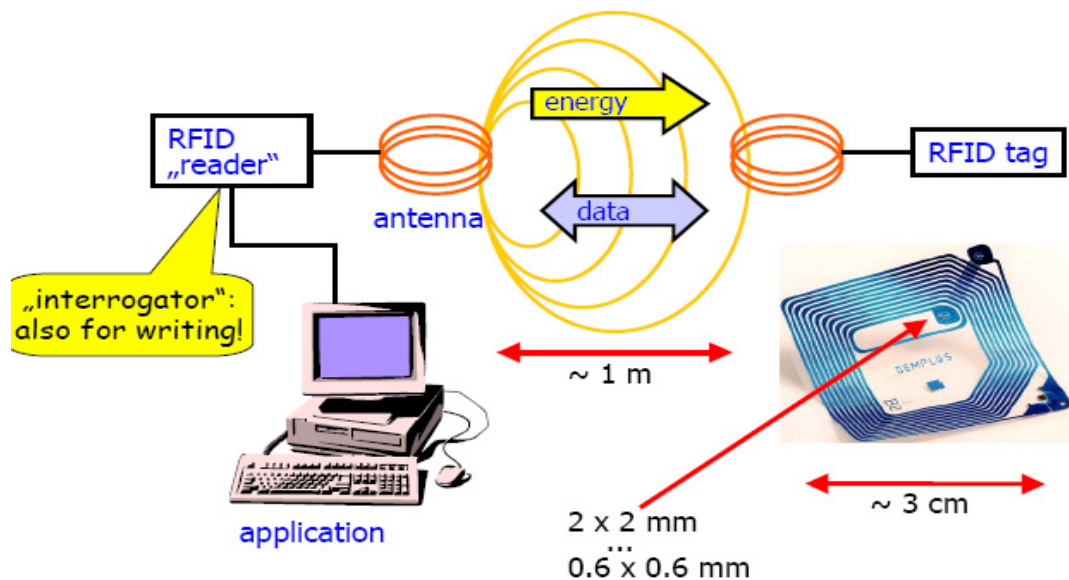


그림 2-1-4 RFID 동작 원리

RFID의 국제표준은 5개 주파수대역에 대하여 13 형태의 표준 태그와 공통 시험 방법에 대하여 표준화가 진행되고 있으며, RFID 주파수와 관련하여 표준화가 진행되는 곳은 ISO/IEC JTC1 SC31 WG4 SG3에서 논의되고 있다. RFID 주파수 대역에 대한 형태와 응용분야는 그림 2-1-5와 같다.

- ※ ISO/IEC JTC1 : International Standardization Organization/International Electrotechnical Commission
 JTC1 : Joint Technical Committee 1(국제표준화기구/국제전기표준회의 IT기술분야 공동기술위원회)
 SC31 : Sub-Committee 31(31번째 분과위원회 : 자동인식 및 데이터 기억)
 WG4 : Working Group 4(4번째 작업그룹 : RFID)
 SG3 : Sub-Group(3번째 부 그룹 : 주파수 대역별 통신규약)



그림 2-1-5 RFID 주파수 관련 주요 용도 현황

RFID 기술은 저주파(LF), 고주파(HF), 초고주파(UHF) 및 마이크로파(M/W) 대역의 전파를 사용하며 각 주파수 대역의 전파 특성에 따라 동물 추적, 교통카드, 물품관리, 전자화폐 등 다양한 분야에 선택적으로 적용되고 있으며, 단말기의 형태에 따라 고정형, 휴대형, 모바일 RFID 기술로 분류되고 최근에는 택시안심귀가서비스 등 휴대폰에 RFID 리더 기능이 결합된 모바일 RFID 서비스도 시범서비스를 선보이면서 우리 생활에 파고들고 있다.

SC31/WG4 내에 4개의 서브그룹(SG)이 있어 표 2-1-1과 같이 세부 분야별로 표준화가 진행되고 있다. RFID 시스템의 리더와 태그간 인지할 수 있는 데이터 프로토콜 표준화는 SG1, RFID 태그의 유일식별을 위한 번호부여 방법 표준화는 SG2, RFID 시스템의 핵심인 주파수 대역별 통신규약의 표준화는

SG3, 마지막으로 RFID 활용을 위한 요구사항을 명확히 하기 위해 표준적 응용 조건이 ARP(Application Requirement Profile)에서 논의된다.

표 2-1-1 ISO/IEC 국제 기술 표준 현황

그룹	그룹명	ISO/IEC	작업명	비고
SG1	응용 인터페이스 프로토콜	15961	응용 인터페이스	o 데이터 프로토콜
		15962	인코딩 규칙 (Encoding Rules)	
SG2	태그식별	15963	태그 식별자(TID)	o 유일 태그 식별
SG3	통신규약 (Air Interface)	18000-1	일반 파라미터	o 파라미터 규정 → 센서 등 고려하여 표준 진행중
		18000-2	135 kHz 이하	o 국내·외 사용(Type A, B) - 출입통제/보안, 동물관리 등 → 센서에 대하여 표준 진행중
		18000-3	13.56MHz(수동)	o 국내·외 사용(Mode 1, 2) - 교통카드, 물류창고, 유통 등 → 새로운 모드 3에 대한 표준 진행중
		18000-7	433MHz(능동)	o 국내·외 사용 - 컨테이너, 타이어공기압력센서 → 새로운 파라미터에 대한 표준 진행중
		18000-6	860-960MHz(수동)	o 국내·외 사용(Type A, B, C) - 물류, 유통 → 센서와 배터리에 대한 표준 진행중
		18000-4	2.45GHz(수동/능동)	o 국내·외 사용(Mode 1, 2) - ID카드, 여권 등 → 센서에 대하여 표준 진행중
SG5	응용지침	TR 18001	응용 요구사항	o 태그형태, 코드, 설치 운영 등 → 태그 보안에 대한 표준 진행중

RFID 시스템의 핵심인 주파수 대역별 통신규약(SG3)은 사용가능한 주파수대역으로 135kHz 이하(125kHz, 135kHz 등), 13.56MHz, 433MHz, 860-960MHz, 2.45GHz 등이 알려져 있으며 이 주파수대역별 표준화는 다음과 같다.

ISO/IEC 18000-1(일반 파라미터) : 물류, 유통, 서플라이 체인(Supply-chain) 등에서의 인식 개념 구조로 규정되는 SCM(Supply-chain Management)으로 사용할 수 있는 규격으로 정의하며, 표준화에 필요한 파라미터와 그 정의를

규정하고 있다.

ISO/IEC 18000-2(135kHz 이하) : 본 표준은 태그에 자체 전원(별도의 배터리)을 가지고 있지 않으며, 자신의 동작 전력을 얻기 위하여 리더로부터 송출되는 전파를 정류하여 자신의 전원으로 이용하는 수동형 태그를 사용한다. RFID 태그의 크기에 따라 다르지만 인식거리는 일반적으로 수 10cm이다. 사용 주파수에 따라 2가지 타입으로 구분되는데 125kHz를 사용하는 것을 Type A라고 하며, 134.2kHz를 사용하는 것을 Type B로 구분하고 있다.

ISO/IEC 18000-3(13.56MHz) : 태그 크기가 신용카드 크기인 경우 인식거리는 수 10cm이며, ISO/IEC 18000-2와 동일하게 수동형 태그를 사용한다. 표준은 고속통신과 저속통신에 따라 2가지 모드를 채택하고 있으며 상호간의 호환성은 없다. 저속통신을 위한 모드 1(Mode 1)은 ISO 15963에 근거하고, 고속통신을 위한 모드 2(Mode 2)는 마젤란(Magellan)의 위상지터변조(PJM : Phase Jitter Modulation)에 근거하고 있다. 아울러 EPCglobal Gen-2 방식을 적용한 모드 3(Mode 3)에 대하여 표준화를 진행중에 있다.

ISO/IEC 18000-7(433MHz) : 본 표준에서는 능동형 태그를 사용하도록 규정하고 있으며, 능동형 태그는 수동형 태그와는 달리 자체적으로 내부 배터리 및 송신 장치도 내장하고 있어 스스로 송신할 수 있는 RF 단말 장치로 비교적 긴 인식거리를 가지므로 공항이나 항만의 파렛, 컨테이너 관리, 공장의 부품 관리 등의 자산 추적 관리 시스템에 주로 활용된다. 컨테이너 관리에 활용되는 능동형 태그는 배터리 수명은 수 년 이상이고, 배터리를 교체할 수 있는 것도 있으며, 재사용이 가능한 것이 대부분이다.

ISO/IEC 18000-6(860-960MHz) : 본 표준에서는 능동형 태그를 사용하도록 규정하고 있으며, 순방향 링크 인코딩, 변조도, 데이터율 등의 파라미터에 따른 표준의 적용에 따라 3가지 형태(Type A, B, C)로 구분하고 있다. Type A는 Alien 표준을 적용하고 있고, Type B는 U-Code 표준을 적용하며 Type C는 EPCglobal Gen-2를 적용하고 있다.

ISO/IEC 18000-4(2.45GHz) : ITU-R에서 전세계가 ISM 주파수대역으로 할당되어 있어 국제적인 조화가 쉽다는 장점이 있다. 수동형과 능동형에 따라 2가지 모드로 구분하고 있는데, 모드 1은 수동형 태그를 사용하며 인식거리는 수 10cm ~ 1m 정도이고 모드 2는 능동형 태그를 사용하기 때문에 수 m ~ 10m 정도이면서 주파수도약확산스펙트럼(FHSS : Frequency

Hopping Spread Spectrum)방식을 채용하고 있다.

ISO/IEC 18000 시리즈 표준에서는 앞에서 언급한 수동형 및 능동형 태그 이외에 반수동형(Semi-Passive) 태그 또는 반능동형(Semi-Active) 태그에 대한 표준화도 진행중에 있다.

ISO/IEC TR 18001(응용 요구사항) : 응용 요구사항 프로파일(Application Requirement Profile : ARP)이라는 그룹명에서 이행지침(Implementation Guidelines)로 변경되었으며, RFID의 시스템으로서 태그의 형태와 배열, 거리, 데이터량, 속도, 태그 수 등 설치운영에 대하여 정리한 기술 보고서(Technical Report) 형식으로 작업이 이루어지고 있으며, 최근 태그 보안 이슈에 대하여 논의가 착수되고 있다.

나. 국내 · 외 RFID 주파수 및 기술기준 동향

1) 주요 국가 RFID 주파수 분배 현황

국제 표준에서 RFID를 사용 가능한 5개 주파수 대역은 135 kHz 이하, 13.56 MHz, 433 MHz, 860~960 MHz, 2.45 GHz이고 국가별로 RFID를 사용할 수 있는 세부적인 주파수 대역은 표 2-1-2와 같다. 특히 일본은 UHF 대역에서 주파수 분배는 950-955 MHz (6MHz폭)으로 하고 있으나 이동통신 서비스로 인하여 실제 사용 주파수대역은 952-955 MHz (3MHz폭)이다.

2) 주요 국가 RFID 기술기준 현황

135 kHz 이하 주파수 대역의 RFID는 주로 가축관리, 수도관 위치 확인 등에 활용하고 있으며 각국에서는 별도의 주파수 분배 없이 미약 전계강도 기준 범위 내에서 사용하도록 규정하고 있다. 현재 3가지 주파수 대역이 제품으로 상용화 되어 있는 제품의 특성은 표 2-1-3과 같으며 기술기준은 표 2-1-4와 같다. 특히, 60 kHz 및 8 MHz의 경우 국내 · 외에서 편의점, 백화점, 할인마트 등에서 데이터를 읽기 보다는 상품도난 방지용으로 많이 사용하는 주파수 대역이다.

국내에서 135 kHz 이하 기준값은 54 dBuV/m@3m를 적용하였으나, 실제

측정(보상값 적용)에 사용되는 값으로 2006년 11월에 현실화하였다.

표 2-1-2 외국의 RFID 주파수 분배 현황

구 분		미 국	유 럽	일 본	한 국
LF		135kHz 이하	135kHz 이하	135kHz 이하	135kHz 이하
HF		13.553 ~ 13.567MHz	13.553 ~ 13.567MHz	13.553 ~ 13.567MHz	13.552 ~ 13.568MHz
UHF		433.5 ~ 434.5MHz	433.05 ~ 434.79MHz	433.67 ~ 434.17MHz	433.67 ~ 434.17MHz
UHF	리더	902 ~ 928MHz(26MHz)	865 ~ 868MHz(3MHz)	950 ~ 956MHz(6MHz)	908.5 ~ 914MHz(5.5MHz)
	태그	860 ~ 960MHz			
M/W		2,400 ~ 2,483.5MHz	2,446 ~ 2,454MHz	2,400 ~ 2,483.5MHz 2,427 ~ 2,470.75MHz	2,400 ~ 2,483.5MHz(능동) 2,427 ~ 2,453MHz(수동) 2,434 ~ 2,465MHz(수동) 2,439 ~ 2,470MHz(수동)

표 2-1-3 외국의 8 MHz 이하 주파수 대역의 RFID(또는 EAS) 기술기준 현황

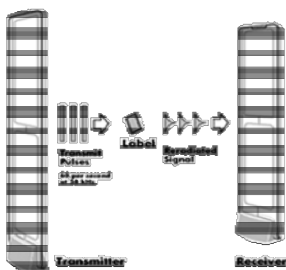


	60kHz 주파수대	120/130 kHz 주파수대	8MHz 주파수대
감지방법	접촉식/비접촉식	접촉식/비접촉식	비접촉식
인식거리	2m 이하	수십m 이하(수동형)/ 10m이하(능동형)	2m 이하
동작원리	교류 자기장내에 연자성 재료가 놓일때 발생하는 고주파펄스 감지	무선주파수 자기유도에 의한 태그의 신호(고유 ID)를 인식	무선 주파수에서 공진하도록 하여 감지
적용사례	편의점, 할인점 등	버스승차권, TPMS Wake-up signal, 출입통제, 보안 등	편의점, 할인점 등
제품			

표 2-1-4 외국의 8 MHz 이하 주파수 대역의 RFID 기술기준 현황

60kHz의 경우	유럽연합	미국	한국
규정	ERC 70-03	FCC 15.209	방송통신위원회 고시
기준값	69 dBuA/m@10m	41 uV/m@300m	500 uV/m@3m
3m 거리로 환산	152 dBuV/m@3m	152 dBuV/m@3m	102 dBuV/m@3m

130 kHz의 경우	유럽연합	미국	한국
규정	ERC 70-03	FCC 15.209	방송통신위원회 고시
기준값	66 dBuA/m@10m	19 uV/m@300m	500 uV/m@3m
3m 거리로 환산	149 dBuV/m@3m	145 dBuV/m@3m	96 dBuV/m@3m

8 MHz의 경우	유럽연합	미국	한국
규정	ERC 70-03	FCC 15.223	방송통신위원회 고시
기준값	9 dBuA/m@10m	100 uV/m@30m	500 uV/m@3m
3m 거리로 환산	81 dBuV/m@3m	80 dBuV/m@3m	60 dBuV/m@3m

13.56 MHz RFID는 금융, 도서관리 등에 주로 활용되었으나, 현재는 물류 분야로 확대되고 있으며 외국의 세부적인 기술기준은 표 2-1-5와 같다. 국내에서는 기존에 미약전계 강도 기준을 적용하여 80 dBuV/m를 물류용으로 사용하였으나 제조업체의 사용범위의 확장을 위하여 출력 상향 조정이 불가피하다는 의견에 따라 2006년 2월 93.5 dBuV/m 로 개정하였다.

표 2-1-5 외국의 13.56 MHz 주파수 대역의 RFID 기술기준 현황

13.56MHz의 경우	미국	유럽연합	일본	한국
규정	FCC 15.225	ERC 70-03	무선설비규칙	방송통신위원회 고시
주파수대역	13.553~13.567MHz	13.553~13.567MHz	13.553~13.567MHz	13.552~13.568MHz
점유주파수대폭	14kHz	14kHz	14kHz	16kHz
기준값	15848 uV/m@30m	66 dBuA/m@10m	15848 uV/m@30m	47544 uV/m@10m
3m 거리로 환산	104 dBuV/m@3m	119 dBuV/m@3m	104 dBuV/m@3m	104 dBuV/m@3m

433 MHz 주파수 대역의 RFID는 컨테이너 물류용으로 활용하기 위한 주파수 대역이므로 유럽을 제외하고 대부분의 국가에서 용도를 컨테이너 집하장 또는 수송망에 제한하고 있으며 세부적인 기술기준은 표 2-1-6과 같다. 우리나라는 ISO/IEC 표준과 동일한 기술기준을 적용하고 있다.

표 2-1-6 외국의 433 MHz 주파수 대역의 RFID 기술기준 현황

구분	ISO/IEC 18000-7	미국(CFR 15.240) (’04.4)	유럽(ERC Rec 70-03) (ETSI 300 220-1)	국내/일본
범위	433.92 MHz	433.5~434.5(1 MHz)	25-1000 MHz를 사용하는SRD무선기기	433.92 MHz
출력	5.6 dBm(첨두) 또는 각국 규정	55,000 uV/m@3m(첨두) 11,000 uV/m@3m(평균)	10 mW(ERP) 6.1 mW(7.85 dBm EIRP)	5.6 dBm(첨두)
점유주파수 대폭	500 kHz	-	별도 기준없음 433.05-434.79MHz	500 kHz (태그 200kHz)
주파수 허용편차	20×10^{-6} 이하	-	100×10^{-6} 이하 (≤ 43.392 kHz)	20×10^{-6} 이하
스퓨리어스 발사	각국규정	15.209 기준이내	-36 dBm(< 1GHz) -30 dBm(≥ 1 GHz)	-36 dBm(< 1GHz) -30 dBm(≥ 1 GHz)
듀티사이클	-	송신 60초이내, 휴지 10초이상	10 % 이하	송신 60초이내, 휴지 10초이상
기타조건	-	<ul style="list-style-type: none"> 항구, 철도역, 창고 등 상업 및 공업지역에 한함 레이더기지에서부터 40 km 이내 사용금지, 설치 장소와 인증사항 신고의무 		<ul style="list-style-type: none"> 국내 : 컨테이너 집하장에 한함 일본 : 주로 항구, 공항 또는 수송망의 거점에서 사용

900MHz 대역의 RFID는 비교적 긴 인식거리를 제공함으로써 유통·물류·모바일 시스템 등을 포함한 보다 다양한 영역에서 활용될 수 있어 전세계 RFID 제조업체의 관심이 집중되고 있으나, 일정한 공간에서 여러 리더를 사용하는 밀집환경에서 리더간 또는 리더와 태그간 주파수 간섭 등의 문제가 발생하고 있으며, RFID기술의 빠른 확산은 밀집리더(Dense-Reader) 환경의 도래를 더욱 가속화하고 있다.

특히 국내 기술기준은 다른 국가에 비해 채널당 점유 대역폭이 좁아 밀집리더 환경 극복을 위해서는 채널대역폭 및 주파수 대역 확대가 필요한 상황이다. 이에 따라, Dense-Reader 환경의 도래로 인한 문제를 조기에 해결하기 위하여 무선설비규칙을 2008년 5월 19일 채널대역폭을 200kHz에서 600kHz로 상향 조정하여 개정함에 따라 RFID/USN 관련 기술의 이용 촉진과 관련 산업의 지속가능한 성장기반을 마련하였으며 자세한 기술기준은 표 2-1-7과 같다.

표 2-1-7 외국의 900 MHz 주파수 대역의 RFID 기술기준 현황

구 분	미국	유럽('08.2)	일본('07.12)	중국	국내('08.5)
주파수 대역	902-928MHz (26MHz폭) (ISM 대역)	865-868 (3 MHz폭)	950-956 MHz (6MHz폭)중 952-955 MHz (3MHz폭)	840-845/920 -925MHz (10MHz폭)	908.5-914 (5.5 MHz폭)
점유주파수 대폭	o 20dB 대역폭은 250/500kHz, o 6dB 대역폭은 500kHz	200 kHz	200 kHz 952~954: 200 kHz* _n	250 kHz	200kHz
채널수	o 대역폭 250kHz미만: 50개 o 대역폭 250-500kHz: 25개	-	14개	38개	6개
출 력	o 1W + 6 dBi, (FH대역폭 250 미만) o 250mW + 6dBi (FH대역폭 250-500kHz)	o 100mW e.r.p (865-865.6MHz) o 2W e.r.p (865.6-867.6MHz) o 500mW e.r.p (865.6-867.6MHz)	o 1W + 6 dBi (952~954MHz) o 10mW + 3 dBi (952~955MHz)	o 100 mW e.r.p (840-845/920-925MHz) o 2 W e . r . p (840.5-844.5/920.5-924.5MHz)	o 1W + 6 dBi
전송방식	FHSS/디지털	FHSS 사용 금지			FHSS, LBT, FHSS+LBT
송신시간	o 20dB 대역폭이 250kHz 미만 : 평균 점유시간 20초내 최대 0.4초 o 20dB 대역폭이 250초 과 500kHz미만 : 평균 점유시간 10초내 최대 0.4초	o 송신 : 4초 이내 o 휴지 : 0.1초 이상	o 1W : 송신 4초 이내, 휴지시간 휴지 0.05초 o 10mW : 송신1초 이내, 휴지시간0.1 초	송신:2 초	o 휴지 : 100ms o FHSS+LBT 송신:채널수×0.4초 휴지 : 0.1초
비고		o 500 mW 이상도 허용 (이동하거나 사용지역 밖에서는 500mW 이하 저감) o LBT 권고 o 500 mW 이상 기기에 대해 리더기 채널 고정	캐리어 센싱 기능 o 출력 1W 경우 : -74dBm(수신전력 감지시간 5ms) o 출력 10mW 경우 : -64dBm(수신전력 감지시간 10ms)		-

유럽에서도 프랑스의 경우 2005년까지 865.6-867.6MHz 주파수 대역은 군사 지역의 20km 이내에서는 사용하지 못하였으나 최근에는 군사지역 인근에서는 출력을 500mW 이하로 제한하여 허용하고 있다.

표 2-1-7에서 중요한 것은 ITU-R에서 규정한 제2지역(미국, 캐나다, 브라질 등)에서만 산업·과학·의료용(ISM) 주파수대역으로 규정하고 있으며 특히 미국의 경우 UHF RFID는 ISM 기기 및 기술기준에만 적합하면 어떤 무선 기기도 사용가능한 ISM 대역 전체(902~928MHz)에서 사용 가능하지만 호핑 채널의 20dB 주파수 대역폭이 250 kHz 미만이면 출력이 1W이하이고 임의의

주파수에서 평균 점유시간은 20초 기간내에서 0.4초를 초과하지 않아야 하며, 호핑채널의 20dB 주파수 대역폭이 250~500kHz이면 출력이 250mW 이하이고 임의의 주파수에서 평균 점유시간은 10초 기간내에서 0.4초를 초과하지 않도록 규정하고 있다. 또한 유럽과 일본의 경우도 고출력의 경우, 허가를 받아서 사용하도록 규정하고 있으므로 우리나라와 같이 UHF RFID 대역으로 분배한 대역이 좁고 점유주파수대폭이 200 kHz 이하임에도 불구하고 출력을 1 W로 허용하는 것에 대해 충분한 재검토가 필요하다고 사료되어 진다.

2.45 GHz 주파수 대역의 RFID는 신분증(ID카드, 여권), 주차관리에 주로 사용되었으나 최근에는 ISM 대역으로 지정되어 외국과 공통 주파수의 사용이 가능한 2.45 GHz 주파수 대역의 RFID를 이용한 국제적인 물류, 유통 등을 위한 연구가 매우 활발하게 이루어졌고 현장에서 활용되고 있으며 기술기준은 표 2-1-8과 같다. 대표적인 예로 실시간위치추적시스템(RTLS : Real-Time Locating System) 및 컨테이너 보안 장치(CSD : Container Security Device)에 2.4 GHz 주파수 대역이 사용되고 있다.

표 2-1-8 외국의 2.4 GHz 주파수 대역의 RFID 기술기준 현황

구 분	미국	유럽	일본	국내
주파수대역 (ISM 대역)	2,400~2,483.5MHz	2,446~2,454MHz	2,400~2,483.5MHz 2,427~2,470.75MHz	2,400~2,483.5MHz 2,427~2,470MHz
주파수대폭	83.5MHz	8MHz		26, 31, 31MHz
출 력(EIRP)	0.5W/4W	4W	1W/30W(허가)	1W/30W(허가)
전송방식	FHSS/디지털	-	-	-
송신시간	평균점유시간은 채널수×0.4s내에서 최대 0.4s 최소 15개 채널 사용시 LBT 가능	송신 on : 최대 4S 송신 off : 최저 100ms		

3) 아시아 태평양 국가들의 UHF RFID 기술기준 현황

아태지역의 전기통신연합(APT) 무선포럼에서 권고로 채택된 APT 국가의 UHF 주파수대 RFID의 주파수 이용 동향은 APT/AWF-RFID-1, Sep. 2006. 을 참조하여 표 2-1-9와 같이 정리하였다. UHF RFID의 주파수 이용에 대한 큰 축은 902-928 MHz 주파수 대역을 사용하는 미국과 865-868 MHz 주파수 대역을 사용하는 유럽이 있는데, 일본을 제외하고 대부분 APT 회원국은 UHF RFID 주파수 대역을 미국과 조화되도록 분배하고 있으며 일부 회원국은 유럽과도 조화를 이룰 수 있게 주파수를 분배하여 이용하고 있다는 것을 그림 2-1-6에서 쉽게 알 수 있다.

이 표와 같이 일부 국가들은 고출력 RFID에 대하여 허가하여 사용할 수 있도록 기술기준을 마련하고 있음을 알 수 있다.

표 2-1-9 아시아 태평양 국가들의 UHF RFID 기술기준 현황

국가	총 대역폭	주파수대역	출력	규정	비고
호주	8 MHz	918 ~ 926 MHz	1 W(e.r.p.)	비허가	전파통신(낮은 간섭 가능성의 기기) 허가 등급 2000
브루나이	5 MHz	866 ~ 869 MHz	0.5 W(e.r.p.)	비허가	
		923 ~ 925 MHz	0.5 W(e.r.p.)	비허가	
			2 W(e.r.p.)	허가	
캄보디아	5 MHz	866 ~ 869 MHz	0.5 W(e.r.p.)	비허가	-
		923 ~ 925 MHz	0.5 W(e.r.p.)	비허가	
			2 W(e.r.p.)	허가	
중국 (홍콩)	8 MHz	865 ~ 868 MHz	0.1 W(e.r.p.)	비허가	기술기준 : HKTA 1049
		865.6 ~ 868 MHz	0.5 W(e.r.p.)		
		865.6 ~ 867.6 MHz	2 W(e.r.p.)		
		920 ~ 925 MHz	4 W (e.i.r.p.)		
피지	10 MHz	915 ~ 925 MHz	1 W (e.i.r.p.)	등록 및 허가	무선기기는 반드시 디지털 변조 또는 스펙트럼 확산 사용
인도	2 MHz	865 ~ 867 MHz	4 W (e.i.r.p.)	비허가	-
인도네시아	5 MHz	923 ~ 925 MHz (예정)	-	-	RFID 주파수 분배를 위하여 우편전기 통신국에서 검토중임
라오 PDR	5 MHz	866-869 MHz	0.5 W(e.r.p.)	비허가	우편전기통신부는 현재 RFID 도입 및 응용을 위한 규정의 체계를 재 검토하고 있음
		923-925 MHz	0.5 W(e.r.p.)	비허가	
			2 W(e.r.p.)	허가	
말레이시아	0.1 MHz	868.1 MHz	0.05 W(e.i.r.p.)	비허가	868.050 ~ 868.150 MHz 사용량 파악 후 추가 분배 예정
		919 ~ 923 MHz	2 W(e.r.p.)	비허가	
			4 W(e.r.p.)	허가	
미얀마	?	925 MHz	0.2 W(e.r.p.)	-	현행 법률에서, 전파통신기기의 서비스범위인 300m 이하 또는 1000 피트가 고려됨
뉴질랜드	4 MHz	864 ~ 868 MHz	1 W (e.i.r.p.) FHSS/디지털: 4 W e.i.r.p.	비허가	SRD를 위한 일반 사용자는 전파 허가하에 사용은 자유로움
		921 ~ 929 MHz	1 W (e.i.r.p.)	비허가	
필리핀	?	주파수분배 검토중	-	-	무선통신기기와 공유 사용 검토중
싱가포르	5 MHz	866 ~ 869 MHz	0.5 W(e.r.p.)	비허가	-
		923 ~ 925 MHz	0.5 W(e.r.p.)	비허가	
			2 W(e.r.p.)	허가	
스리랑카	5 MHz	868 ~ 869 MHz	0.1 W(e.r.p.)	허가로 1회 납부	출력 제한은 RFID 태그를 위한 것임
		920 ~ 924 MHz			
태국	5 MHz	920 ~ 925 MHz	0.5 W(e.i.r.p.)	비허가	-
			4 W (e.i.r.p.)	허가	
베트남	5 MHz	866 ~ 869 MHz	0.5 W(e.r.p.)	비허가	-
		923 ~ 925 MHz	0.5 W(e.r.p.)	비허가	
			2 W(e.r.p.)	허가	

※ 이 정보는 <http://www.apsec.org/Progran/AWF/pawf.html#documents>의 (AWF-3) Final RFID Recommendation 9 With 2nd updates to table)문서를 참조할 수 있다.

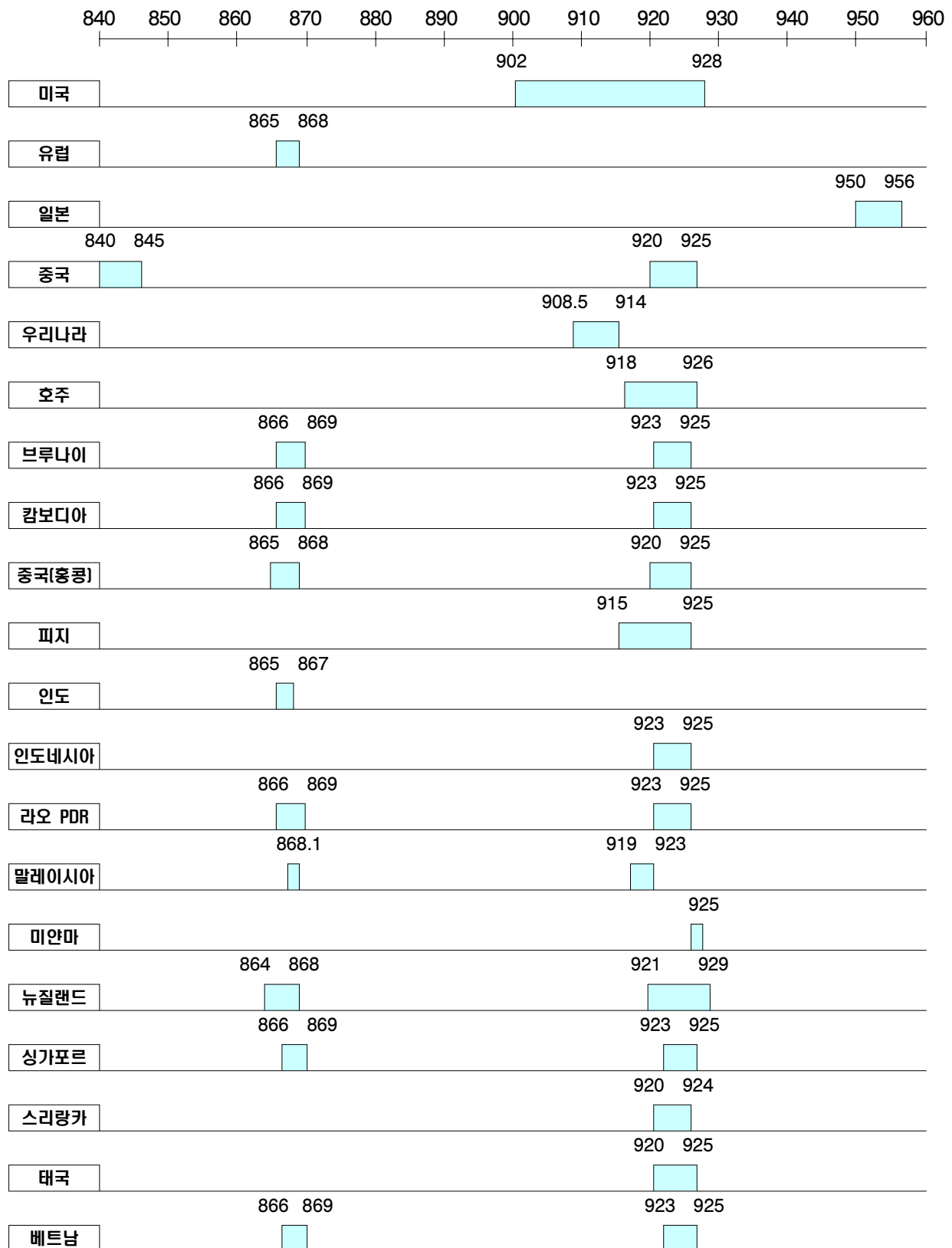


그림 2-1-6. 외국의 UHF RFID 주파수 현황

2. 900MHz USN 기술기준 동향

가. USN의 개요

유비쿼터스(ubiquitous)란 라틴어에서 유래한 것으로 언제(anytime), 어디서나(anywhere), 동시에 존재한다는 의미를 나타내며, 미래 사회가 물이나 공기처럼 주변 환경에 내재되어 있는 모든 사물 및 사람이 보이지 않는 네트워크로 연결이 되어 시간과 공간의 제약을 받지 않으며 정보를 얻을 수 있게 된다는 의미로 사용된다. USN(유비쿼터스 센서네트워크)이란 주변 환경 및 물리계에서 감지된 정보가 인간생활에 활용되도록 센서노드 간에 형성되는 유무선 통신기술 기반의 네트워크를 말하므로 향후 국가 경쟁력을 좌우할 가장 유망한 차세대 성장 동력이자 사회전반의 일대 혁신을 가져올 수 있는 중요한 미래 기술이며 그 개념은 그림 2-1-7과 같다.

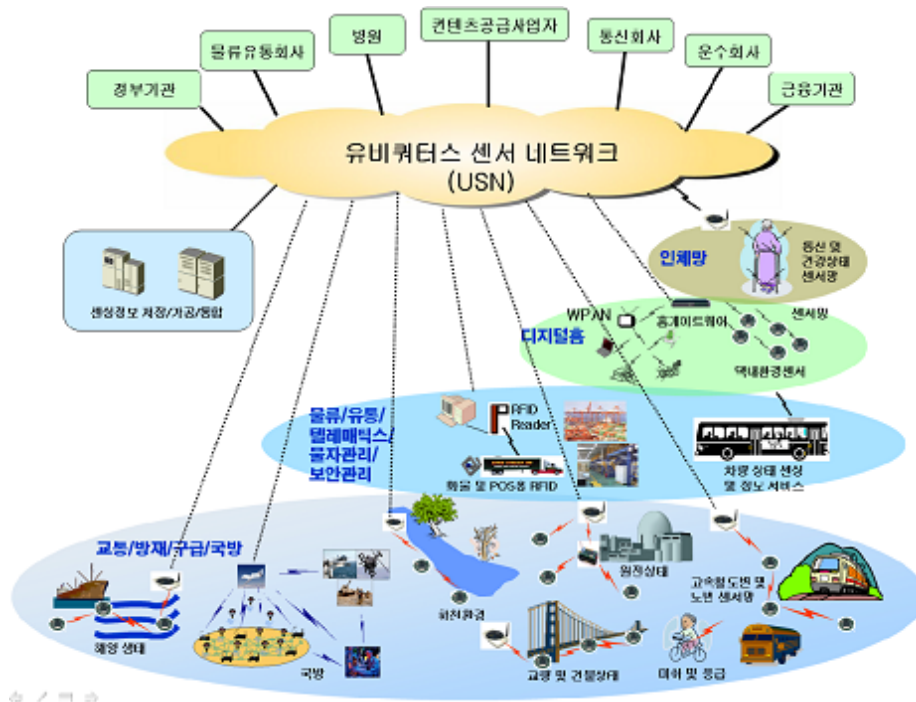


그림 2-1-7 USN의 구성 및 개념

또한 USN의 특성 상 공공 부문 및 민간 부문의 IT산업은 물론 비 IT산업 전반에 가장 큰 영향을 미칠 수 있는 중요한 산업이며, 무한한 성장 잠재력을

내포하고 있어 향후 산업 전반에 커다란 변혁을 가져올 수 있는 분야로 대두되고 있다. USN의 적용 분야는 국방, 제조, 건설, 교통, 의료, 환경, 교육, 물류, 유통, 농/축산업 등에 걸쳐 다양하다. 따라서 국내외적으로 관련 산업에 대한 관심이 크게 고조되고 있으며, 이미 미국, 유럽, 일본 등 일부 선진국에서는 USN 기반기술을 상당부분 확보하고 응용기술에서 우위를 차지하기 위한 치열한 경쟁이 전개되고 있다.

USN의 기본 동작 원리는 다음과 같다. 센서노드는 센서 네트워크로부터 전달된 서비스 요구 또는 이미 설정한 조건에 따라 생성된 정보를 싱크노드로 전달한다. 이때 해당 정보는 감지된 초기데이터 또는 주변 센서 노드간의 커뮤니케이션에 의해 가공된 형태로서 저전력을 소모하는 경로를 찾고, 싱크노드로 전달된 정보는 사용자의 서비스에 대한 응답으로 사용되거나 통계적 자료로 활용된다. 여기서 센서노드란 환경 물리계에서 감지된 정보를 통합적으로 처리한 결과 또는 초기 데이터를 유무선 통신기술로 전달하는 시스템으로 데이터처리, 통신경로설정, 미들웨어처리 등을 수행하는 프로세서와 통신모듈을 포함한다. 싱크노드란 IP주소를 갖지 않는 센서노드가 외부 네트워크와 통신하기 위해 접속하는 중계노드이며 베이스노드로 불리기도 한다. 센서 게이트웨이는 센서 네트워크와 백본을 연결하기 위한 것으로 센서 네트워크 및 백본(backbone) 접속을 위한 네트워크 인터페이스를 모두 갖는다. 백본 인터페이스로 사용될 수 있는 것은 매우 다양하여 USN을 구성하기 위해서는 Ethernet, BcN(광대역핵심망)부터 UWB(초광대역) 무선시스템, CDMA 및 GSM 이동통신 네트워크, 위성망 등 다양한 유·무선 통신시스템 등이 있다.

USN 망은 수많은 센서노드, 싱크노드 및 게이트웨이로 구성되어 각종 환경정보를 수집하는 무선 센서네트워크, 무선 센서네트워크와 IP기반 네트워크와의 연결을 담당하는 게이트웨이 노드, 그리고 USN 서비스를 활용하는 주체인 사용자와 관련된 응용서비스 모두를 포함한 종합 개념이다.

나. USN 기술 동향

원래 무선통신기술은 음성에서 출발하여 데이터 및 영상 등의 고속 정보를 효율적으로 전송함으로써 사용자에게 여러 가지 서비스를 동시에 제공할 수 있는 시스템의 개발을 목표로 발전하여 왔다. 따라서 현재까지의 무선통신

기술의 연구 방향은 주로 데이터의 전송 효율을 높이기 위한 방법에 집중되었다. 그러나 환경감시, health care, 원격 점검, 빌딩 관리 등 USN의 적용 분야는 많은 양의 데이터 전송을 필요로 하지 않기 때문에 저속의 데이터 통신 시스템으로도 구현할 수 있으며, 오히려 장기간 사용을 위해서는 시스템이 단순해야 하므로 저가, 저전력 그리고 비교적 낮은 성능을 갖는 무선통신 시스템으로 구현하여야 한다.

현재까지 연구된 무선통신 방식 중 USN 서비스에 가장 알맞은 통신 방식으로는 WPAN이 있으며 통달 거리에 따른 분류는 그림 2-1-8와 같다. WPAN은 원래 WLAN보다 작은 거리에서 초고속 또는 저속의 데이터 통신을 위해 개발된 규격으로 Bluetooth (IEEE 802.15.1), 고속 WPAN (IEEE 802.15.3), 고속 UWB (IEEE 802.15.3a), 저속 UWB (IEEE 802.15.4a), 저속 센서 네트워크 (IEEE 802.15.4)를 포함한다. 다양한 WPAN 규격 중에서도 USN과 가장 유사한 통신방식은 저속 센서 네트워크로 표준화 단체로 IEEE 802.15.4가 이에 해당한다.

USN의 기반기술인 PHY/MAC에 대한 해외 연구동향은 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers)와 IETF(Internet Engineering Task Force) 등의 연구단체, 그리고 ZigBee Alliance와 같은 기업 단체를 통해 센서네트워크의 각 요소들에 대한 표준화가 이루어지고 있다. 또한 USN PHY/MAC은 UWB, Binary CDMA 등 다양한 기술이 가능하지만 본 장에서는 IEEE 802.15.4, 802.15.4b, 802.15.4c 및 802.15.4d에서 제시한 규격을 기준으로 한다.

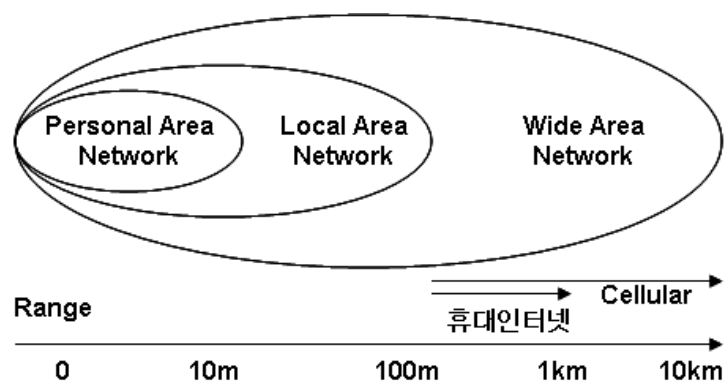


그림 2-1-8 통달거리에 따른 무선통신방식별 분류

1) IEEE 802.15 WPAN 기술

IEEE 802.15 WPAN 워킹 그룹은 무선개인영역 네트워크 (WPAN: Wireless Personal Area Network)를 위한 표준을 제정하는 것을 목표로 한다. IEEE 802.15는 개인 중심의 휴대기기들 간의 상호 연결 편의성을 제공하기 위한 근거리 네트워크이자, 10m 내외의 비교적 단거리에서 저전력, 소형, 저가의 개인 무선 네트워크 기술로서 USN의 주요 기술이 될 전망이다. 주요 기술로는 고속의 WiMedia, 차세대 Bluetooth, 저가, 저전력의 Zigbee 등이 있다.

IEEE 802.15는 그림 2-1-9과 같이 총 5개의 Task Group이 구성되어 있으며 이 중 IEEE 802.15.1 Task Group에서는 유럽의 Bluetooth 기술을 IEEE 802 위원회에서 어떻게 포함시킬 것인지를 논의하여 이미 표준이 완료된 상태이다. IEEE 802.15.2 Task Group은 2.4GHz 대역폭을 사용하는 기기 사이에 상호 간섭을 어떻게 해소할 수 있을 것인지에 대한 표준을 만들고 있다. 대표적인 방법으로는 IEEE 802.11b 기기와 Bluetooth 기기가 사전에 서로의 정보를 미리 나누어 각각의 기능과 사용 중인 채널에 대해 파악한 후 최적의 통신 방식을 사용하는 Collaborative 방식이 있으며, 어느 한 쪽이 통신을 시작한 이후 다른 기기가 이를 사용하려면 서로에 대한 정보의 교류 없이 같은 주파수 대역을 피하여 사용하는 Non-Collaborative방식이 있다.

IEEE 802.15.3 표준은 최대 55Mbps의 데이터 전송속도를 지원함으로써 이동용 무선 영상 시스템과 멀티미디어 시스템에의 적용을 고려하고 있다. IEEE 802.15.4 기술은 초저가의 무선PAN 기술로 상위계층은 Zigbee 기술을 사용하여 센서네트워크를 구축할 수 있도록 되어 있다.

IEEE 802.15.4는 USN의 주요 기술로 대두되고 있으며, 802.15.4a에서는 저속 UWB 및 Chirp 기술 등을 이용하여 위치 인식 기능을 갖는 별도의 PHY 계층을 연구하고 있다. 802.15.4b는 802.15.4의 모호성을 해결하며, Sub-GHz 대역에서 데이터 속도를 높이기 위한 enhancement 규격을 연구하여 2006년도에 문서가 출시되었다. 또한 중국 및 일본에서는 802.15.4c 및 802.15.4d 위원회에서 자국의 주파수 환경에 맞는 별도의 PHY/MAC을 연구 중에 있다.

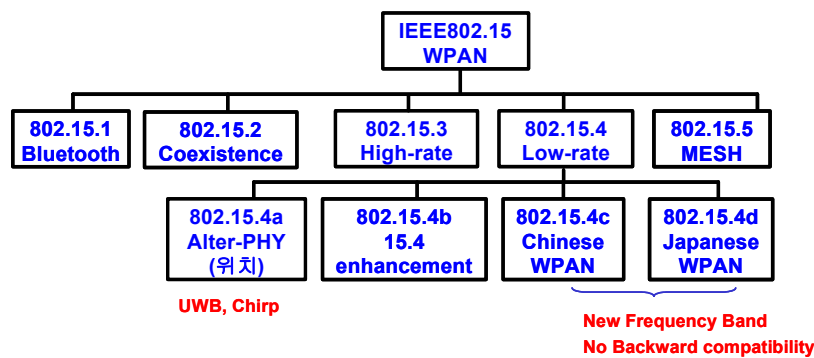


그림 2-1-9 IEEE WPAN 표준화 위원회 구성

IEEE 802.15.4와 802.15.4b의 주파수 대역은 그림 2-1-10과 같으며 유럽의 경우 868MHz 대역에서 600kHz의 하나의 채널을, 미국의 경우 902~928MHz 대역을 2MHz의 채널로 10개의 채널로 구성하며, 채널 앞과 뒤에 보호 대역을 두고 있다. 2.4GHz 대역에서는 전 세계 공통이며 5MHz 간격으로 16개의 채널을 사용하고 있다.

또한 최근에 IEEE 802.15.4a에서는 저속 UWB 기술 등을 이용하여 통신에 위치 인식 기능을 추가하려는 연구가 진행 중에 있으며, 1m 이내의 고정밀도의 거리/위치 인식 기능을 가지고 있다.

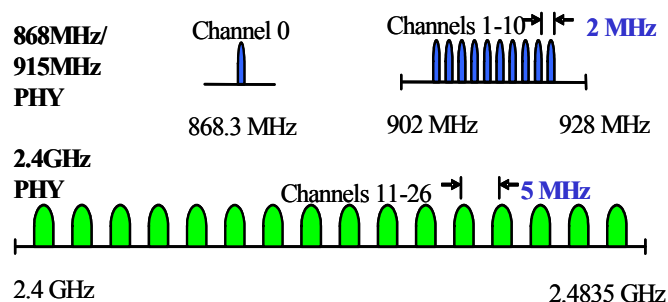


그림 2-1-10 IEEE 802.15.4, 802.15.4b의 주파수 대역

2) IEEE 802.15.4 PHY 기술

IEEE 802.15.4에서 제시하고 있는 PHY 계층의 기술을 분석하여, 규격이 포함하고 있는 주요 특성을 살펴보고자 한다. 먼저 IEEE 802.15.4에서 제시하고 있는 모뎀 방식은 표 2-1-10과 같다.

IEEE 802.15.4 초기 버전을 살펴보면, 868/915MHz 대역에서는 BPSK를 2.45GHz 대역에서는 O-QPSK를 사용하도록 되어 있었으나, 802.15.4b의 규격 논의과정에서 868/915MHz 대역에서도 250kbps의 고속을 지원하기 위하여 O-QPSK와 PSSS(Parallel Sequence Spread Spectrum) 방식을 Option 규격으로 새롭게 추가하였다.

표 2-1-10 IEEE 802.15.4, 802.15.4b의 주파수 대역 및 데이터 전송률

PHY (MHz)	Frequency Band(MHz)	Spreading Parameters		Data Parameters		
		Chip rate (kchip/s)	Modulation	Bit rate (kb/s)	Symbol rate (ksymbol/s)	Symbols
868/915	868~868.6	300	BPSK	20	20	Binary
	902~928	600	BPSK	40	40	Binary
868/915 alternate	868~868.6	440	PSSS	206.25	13.75	15-ary
	902~928	1600	PSSS	250	50	5-ary
868/915 alternate	868~868.6	400	O-QPSK	100	25	16-ary
	902~928	1000	O-QPSK	250	62.5	16-ary
2450	2400~2483.5	2000	O-QPSK	250	62.5	16-ary

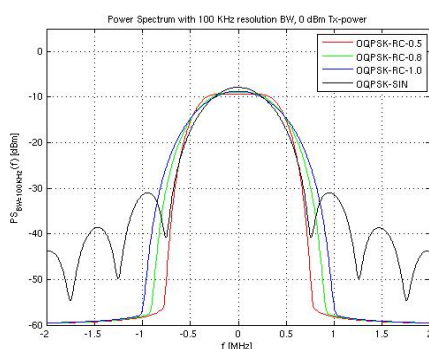
3) IEEE 802.15.4c PHY 기술

IEEE 802.15.4c는 중국의 PAN 규격을 논의하는 표준으로 USN 주파수 대역을 살펴보면 314~316MHz, 430~434MHz, 및 779~787MHz대가 USN용으로 사용될 수 있다. 이 중에서 779~787MHz 대역의 경우 2MHz 채널 간격으로 4개의 채널이 할당되어 있으며, 315Mz와 430MHz는 400kHz의 대역폭을 가지도록 규정되어 있다. 중국의 USN 주파수 상황을 고려하여 최대 비트속도를 250kbps까지 제공하는 규격이 제안 중에 있다. 현재 MPSK와 O-QPSK의 두가지 규격이 제안되어 있는데 특성을 비교한 것이 표 2-1-11에 나타나 있다.

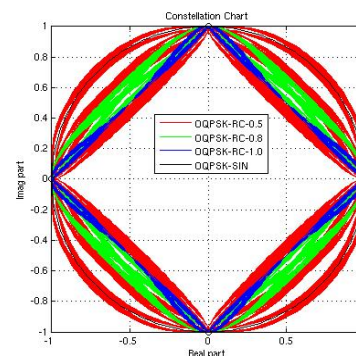
표 2-1-11 IEEE 802.15.4c Chinese WPAN 제안 규격 특성 비교

Parameter	MPSK	O-QPSK
Modulation	MPSK(16pt)	O-QPSK
Data Rate	250kb/s	250kb/s
Chip Rate	1Mc/s	1Mc/s
PN Code Length	16	16
PN Codes	Non-Integer	Non-Integer
Sys2System Cyc. Shift	1Chip	2Chips
PER(AWGN)	Same	Same
Crest Factor	~2.87dB	~1dB
Meets -36dBm (Out-of-band Rejection)	Yes	Yes
Flat Fading Perf.	Same	Same
Provides common sync, modulation % chipping Seq. Across 700, 800&900MHz	No	Yes

O-QPSK의 경우 기존의 IEEE 802.15.4의 O-QPSK와 비슷하나 채널 대역폭이 좁고, -36dBm 이하의 불요방사 규격을 맞추기 위하여 half-sine 필터를 사용하지 못하고 raised cosine 필터를 사용한다는 것이다. 이렇게 필터링을 엄격하게 하는 것이 요구됨에 따라 진폭의 변화(1dB정도의 변화)가 생기는 것을 감수해야 한다. 또한 802.15.4와 다르게 PN 코드를 정수가 아닌 실수 타입으로 하려고 하고 있다. 그림 2-1-11은 펄스 형성 필터의 roll-off factor를 조정함에 따라 정진폭 특성에서 진폭의 변화가 발생함을 알 수 있고, 대신 PSD에서 sidelobe 레벨이 작아짐을 알 수 있다.



(a) PSD 변화



(b) 정상도의 변화

그림 2-1-11 펄스형성 필터 형태에 따른 PSD 변화와 정상도 변화

4) IEEE 802.15.4d 기술

IEEE 802.15.4d는 Japanese PAN 규격을 논의하는 표준으로 현재 2개의 PHY 규격이 제안되고 있는데 첫 번째 제안은 Oki사에서 제안한 방식은 기존의 USN 기술이 Spread Spectrum을 사용하는데 반하여 데이터율을 100kbit/s를 그대로 전송하는 방법을 사용하였다. 모뎀 방식은 BT=0.5인 Gaussian 필터를 사용하고 변조지수가 1인 GFSK 변조를 사용하여 채널 대역폭은 400kHz로 한정하였다. 두 번째 제안은 Yokogawa에서 제안한 방식으로 600kHz는 기존의 200kHz 채널 3개를 묶어서 사용하는 DSSS-BPSK 방식으로 Bit rate는 20kbps이고 Chip rate는 300kchip/s로 유럽의 BPSK와 유사하고, 400kHz에서 spreading없이 100kbps를 GFSK로 그대로 전송하는 안을 검토하고 있다.

USN를 위한 주파수로는 그림 2-1-12와 같이 0dBm 출력 기준으로 950.8~955.8MHz 대역을, 10mW까지 고출력이 허용되는 주파수로는 954.0~955.0MHz가 된다. 채널 대역폭은 200kHz로 고출력은 상측 및 하측 보호 대역을 제외하면 4개 채널, 1mW 저출력 모드는 24개의 채널을 허용하고 있다.

USN 채널은 타 시스템의 공유를 허용하기 위하여 RFID와 같이 캐리어 센싱 규정을 적용하고 있는데 10msec동안 센싱한 기준레벨이 -75dBm 이하이며, 전송시간 역시 1초 이하로 전송하고 100msec 이상 휴지시간을 적용하고 있다. 이는 RFID 저출력 모드와 유사하지만 RFID와의 간섭을 피하기 위하여 RFID 기준 레벨보다 10dBm 낮은 값으로 정한 것으로 보인다.

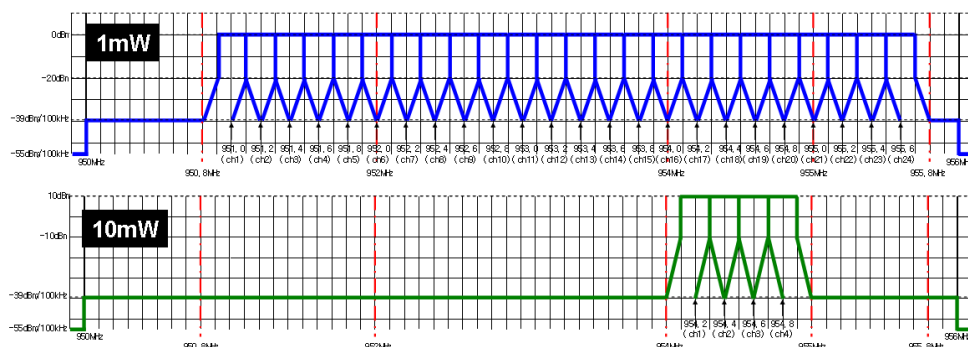


그림 2-1-12 일본의 LR-WPAN 주파수 대역

다. 국내외 USN 주파수 및 기술기준

현재 USN 기술로 각광을 받고 있는 IEEE 802.15.4는 초기에 홈네트워크와 같은 소규모 센서 네트워크를 위해 개발되어진 네트워크로서 저속, 저전력 특성은 보장하지만, 통신 반경이 작고, 이동성을 보장하지 않으며, QoS가 보장되지 않아 국내에서 고려하고 있는 USN 서비스에 최적이라고는 말하기가 어렵다. 따라서 최근 ETRI를 중심으로 국내 USN 환경에 적합한 PHY/MAC 기술을 개발하고 있는 것은 u-City 등 국내 USN 서비스가 활발히 진행되고 있는 시점에서 긍정적인 일이다. 본 장에서는 IEEE 802.15.4에서 제시하고 있는 주파수 대역을 중심으로 국내외 WPAN 관련 주파수 기술기준 현황 및 각 주파수 대역의 전파특성을 살펴본다.

먼저 현재 IEEE 802.15.4 규격을 채용한 센서네트워크가 사용하는 주파수 대역 및 기술기준 현황을 국내외적으로 살펴보고자 한다. 또한 국내에서 RFID/USN 주파수로 할당된 908.5~914MHz 대역의 현 기술기준을 살펴 IEEE 802.15.4 규격이 사용될 수 있는지 판단하고자 한다. 이를 통해 국내 RFID/USN 주파수 대역이 USN 용으로 사용될 경우 필요한 기술기준 개정 항목을 제시한다.

1) 미국

미국의 USN 주파수로는 902~928MHz 및 2.4~2.4835GHz의 ISM 대역이 이용되고 있다. 연방통신위원회(FCC)의 관련 법규인 CFR47에 따라, 인증만으로 무선국을 개설할 수 있는 비허가 무선국에 관한 규정인 FCC CFR47 part15.247을 적용하며, 이 규정에 따르면 우리나라의 용도별 형식 인증과 달리, 전파법의 규정을 준수하면 용도별 형식 인증 없이 자유로이 사용할 수 있다. 광대역 동작을 하는 시스템에 대해서 기술하고 있는 Part 15.247에 기술된 규정에 따르면 송신 출력은 최대 1W, 6dB 대역폭은 500kHz 이상으로 규정하고 있다. 불요방사는 FCC part 15.209에 규정되어 있으며, 216~960MHz에서는 -49.2dBm EIRP/100kHz, 1~12.5GHz에서는 -41.2dBm EIRP/1MHz로 규정되어 있다. Part 15.247 중 902~928MHz 대역의 기술기준은 다음과 같다.

▶ Section 15.209의 Radiated emission limits 정의

- 다른 절에서 특별히 정의되지 않는 경우 아래의 규정을 따르게 되어 있음

Section 15.109 Radiated emission limits.

(a) Except for Class A digital devices, the field strength of radiated emissions from unintentional radiators at a distance of 3 meters shall not exceed the following values:

Frequency of Emission (MHz)	Field Strength (microvolts/meter)
30 - 88	100
88 - 216	150
216 - 960	200
Above 960	500

Section 15.209 Radiated emission limits, general requirements.

(a) Except as provided elsewhere in this Subpart, the emissions from an intentional radiator shall not exceed the field strength levels specified in the following table:

Frequency (MHz)	Field Strength (microvolts/meter)	Measurement Distance (meters)
0.009 - 0.490	2400/F(kHz)	300
0.490 - 1.705	24000/F(kHz)	30
1.705 - 30.0	30	30
30 - 88	100 **	3
88 - 216	150 **	3
216 - 960	200 **	3
Above 960	500	3

▶ Section 15.247 : Operation within the bands 902-928MHz, 2400-2483.5MHz, 5725-5875MHz

▶ 902-928MHz 대역에서 FH를 사용하는 기기의 동작방식 규정

- Section 15.247(a)-(i) & 15.247(b)

	채널 20dB BW < 250kHz	채널 20dB BW > 250kHz
Hopping채널	50개 이상	25개 이상
주파수당 평균점유시간	10초 동안 0.4초	10초 동안 0.4초
Max duty cycle	2%	4%
Output power	1W	0.25W

- ▶ 902-928MHz 대역에서 디지털변조를 사용하는 기기의 동작방식 규정
 - Section 15.247(a)-(2)
 - DSSS, OFDM 방식 : 채널의 6dB 대역폭이 500kHz이상
 - Section 15.247(b)-(2)
 - 최대출력 전력 1W

- ▶ 안테나 이득 규정 [Section 15.247(b)(4)]
 - 안테나 이득은 6dBi를 초과할 수 없음
 - 6dBi를 초과하는 경우 초과분에 비례하여 공중선 전력을 줄여야 함

- ▶ Out of band에서의 radio power 규정 [Section 15.247(d)]
 - 대역 내 : 100kHz 대역폭에서 20dB 이하
 - 대역 외 : Part 15.209 규정

- ▶ 디지털 변조 기기에서 전력밀도 규정 [Section 15.247(e)]
 - PSD : 최대 8dBm/3kHz

- ▶ FH 방식과 디지털 변조방식을 혼합한 기기에 관한 규정 [Section 15.247(f)]
 - FH 방식을 이용할 경우 최대 채널 점유시간 최대 0.4sec 기준 적용
 - 디지털 변조 방식을 이용할 경우 PSD 8dBm/3kHz 기준 적용

- ▶ The incorporation of intelligence & coordination [Section 15.247(h)]
 - LBT 등의 간섭회피기술 허용

- ▶ Section 15.249 : Operation within the bands 902-928MHz, 2400-2483.5MHz, 5725-5875MHz, and 24.0-24.25MHz
 - (a) field strength of emissions from intentional radiators (ISM 대역의 출력규정)

Fundamental Frequency	Field Strength of Fundamental (millivolts/meter)	Field Strength of Harmonics (microvolts/meter)
902 - 928 MHz	50	500
2400 - 2483.5 MHz	50	500
5725 - 5875 MHz	50	500
24.0 - 24.25 GHz	250	2500

- narrowband operation of up to 1mW ERP (if wideband, then 1mW per 100kHz below 1000MHz, and 1mW/MHz above 1000MHz)

2) 유럽

유럽은 1998년 설립된 ETSI (European Telecommunication Standard Institute)의 표준을 따르고 있으며, ETSI에서는 유럽 내의 네트워크 및 서비스, 장비의 공통사용을 위한 유럽의 공통표준을 제정하고 있다. 2.4GHz ISM 대역에서 협대역 동작을 하는 시스템에 대해서는 CEPT ERC Recommendation 70-03E를 따르도록 권고하고 있고, 이 대역에서 스펙트럼 확산 방식으로 동작하는 시스템에 대해서는 ETS 300 328 규정을 따르도록 되어 있다. 868MHz 대역의 경우도 ERC Recommendation 70-03E를 따르며, non-specific SRD의 경우, 송신출력은 25mW 이하, duty cycle은 1% 이하로 규정하고 있다. 불요방사파는 868MHz 대역에서는 -30dBm EIRP/100kHz, 2.4GHz 대역에서는 -30dBm EIRP/1MHz로 규정되어 있다.

3) 일본

일본은 우리나라와 마찬가지로 ISM대역의 제3지역에 속하기 때문에 868MHz 및 915MHz 대역은 비허가 무선국으로 할당되어 있지 않다. 하지만 그림 2-1-12에서와 같이 최근에 USN을 위한 주파수로 900MHz 대역을 할당하였는데, 0dBm 출력 기준으로 950.8~955.8MHz 의 5MHz 대역을, 10mW까지 고출력이 허용되는 주파수로는 954.2~954.8MHz가 된다. 채널 대역폭은 200kHz로 고출력은 상측 및 하측 보호대역을 제외하면 4개 채널, 1mW 저출력

모드는 24개의 채널을 허용하고 있다. 이 대역에는 RFID 주파수 대역 역시 공존하도록 되어 있다.

2.4GHz 대역의 경우는 우리나라와 마찬가지로 특정 소출력 무선기기로 형식 인증을 받아야 사용할 수 있으며, ARIB STD-T66 (Second Generation Low Power Data Communication System/ Wireless LAN System)에 의한 규정을 따르게 되어있다. 이 규정에 따르면 출력은 10mW/1MHz로 규정되어 있고, 불요 방사는 대역폭이 기술되어 있지 않으나 -16.02 dBm이하(2387~240 MHz, 2483~2496.5 MHz), -26.02 dBm ($f < 2387$ MHz, $f > 2496.5$ MHz)이하로 규정되어 있다.

900MHz 대역의 기술기준에서 특이할 점은 대역폭을 3개의 연속된 채널까지 허용하고 있어 최대 600kHz까지 사용할 수 있도록 한 점이다. 그림 2-1-13은 일본의 900MHz WPAN 채널 마스크를 보여준다. 주파수 허용오차는 국내와 동일하게 20ppm을 기준으로 하고 있으며 송신기의 스퓨리어스는 표 2-1-12와 같이 정하고 있다.

기술기준에서는 송신하려는 대역폭을 타 시스템이 점유하고 있으면 사용할 수 없도록 규정하고 있다. 10msec 이상 캐리어 센싱하여야 하며, 캐리어 센싱 기준 레벨은 -75dBm이다. 기준 레벨 이상의 신호가 없어, 즉 채널을 점유하는 시스템이 없으면 전송이 시작되는데 1초 이하로 전송한 후 100msec이상 멈추도록 되어 있다. 한편 Duty Cycle이 10% 이하인 장비들은 충돌확률이 적으므로 128usec 동안만 캐리어 센싱을 하고 이 경우 100msec 이하로 데이터를 전송한 후 100msec이상 멈추도록 되어 있다. Duty cycle이 0.1% 이하인 장비들은 충돌확률이 거의 없으므로 캐리어 센싱을 하지 않아도 되도록 규정하고 있다. 자세한 내용은 그림 2-1-14에 나타나 있다.

일본의 WPAN 기술기준과 RFID 주파수와의 기술기준을 비교한 것이 그림 2-1-15와 같으며, 다양한 장비들을 공존하도록 하면서도 간섭을 최소화하기 위한 규격임을 알 수 있다. 이렇게 일본은 RFID 주파수와 WPAN 간의 Co-existence를 위해 세부적인 기술기준까지 제정하고 있다.

현재 일본에서는 RFID와 WPAN이 동시에 사용될 경우에 발생할 수 있는 문제를 고려하고 있는데 그 중 대표적인 것이 RFID에의 간섭이다.

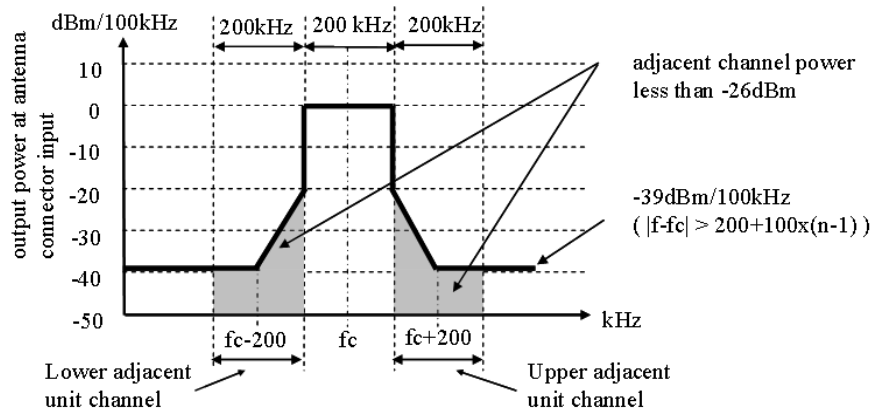


그림 2-1-13 일본의 900MHz WPAN 채널 마스크

표 2-1-12 일본의 951~956MHz WPAN Spurious 규격

Frequency	Spurious limit
$f \leq 1000\text{MHz}$ (except $710\text{MHz} < f \leq 960\text{MHz}$)	-36dBm/100kHz
$710\text{MHz} < f \leq 945\text{MHz}$	-55dBm/100kHz
$945\text{MHz} < f \leq 950\text{MHz}$	-55dBm/100kHz
$950\text{MHz} < f \leq 956\text{MHz}$	-39dBm/100kHz
$956\text{MHz} < f \leq 958\text{MHz}$	-55dBm/100kHz
$958\text{MHz} < f \leq 960\text{MHz}$	-58dBm/100kHz
$1\text{GHz} < f$ (except $1885.5\text{MHz} < f \leq 1919.6\text{MHz}$)	-30dBm/100kHz
$1885.5\text{MHz} < f \leq 1919.6\text{MHz}$	-55dBm/100kHz

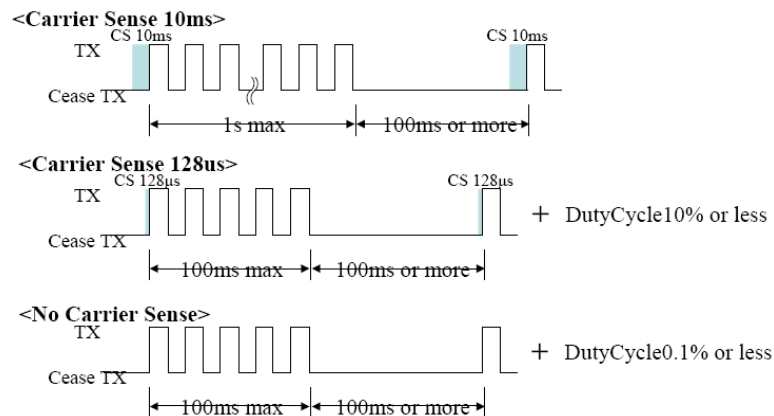


그림 2-1-14 일본의 Carrier Sense 기준

그림 2-1-16에서처럼 RFID 시스템이 프레임을 전송하는 중간 단계에서 WPAN 시스템이 128μsec 동안 캐리어 센싱할 경우 RFID 시스템을 캐리어 센싱할 수 없는 경우가 발생하며 이 경우 WPAN 패킷은 RFID에 간섭을 줄 수 있다. RFID 시스템의 경우 리더의 전송 신호는 고출력인데 반하여 태그의 역산란 신호는 신호의 세기가 매우 미약하다. 따라서 리더의 역방향 수신 시 인접 WPAN 시스템이 태그의 응답보다 큰 경우 태그를 인식하지 못하는 경우도 발생할 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 다양한 전파간섭 분석 연구가 선행되어야 한다.

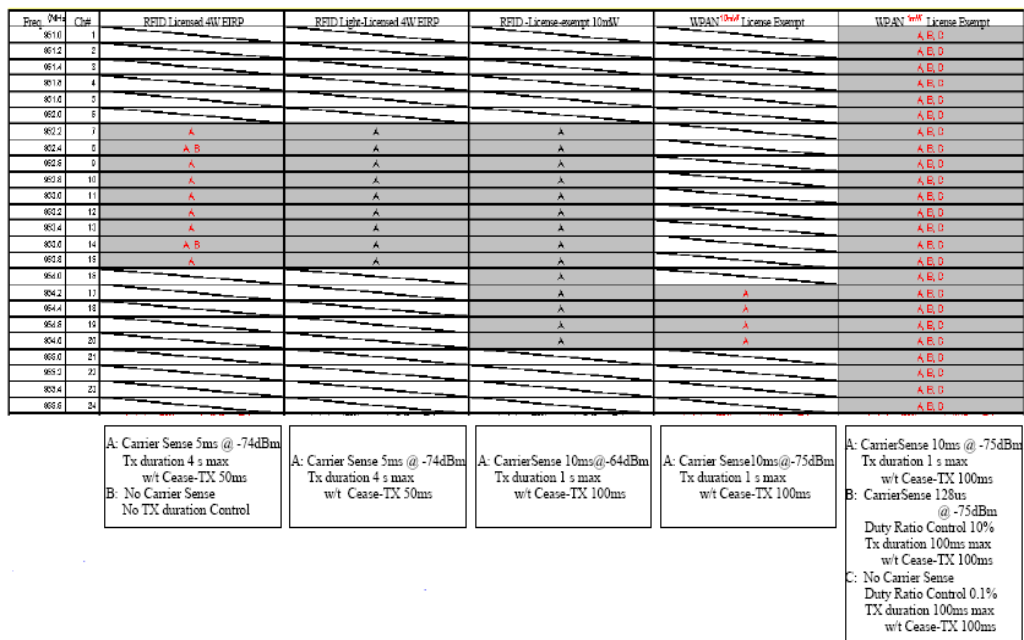


그림 2-1-15 일본의 RFID와 WPAN 기술기준 비교

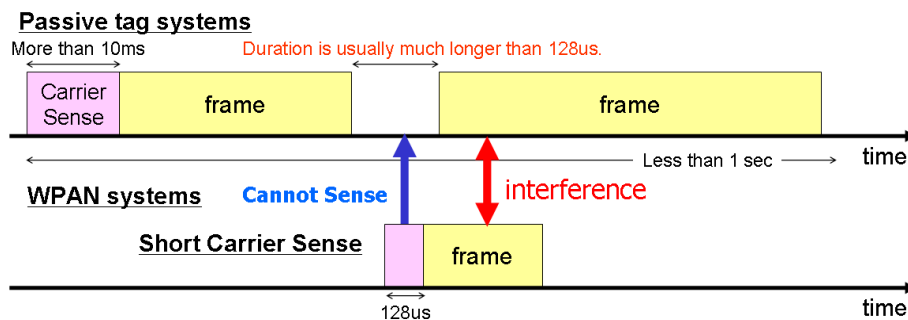


그림 2-1-16 일본의 Carrier sense problem

4) 중국

중국에 Sub-GHz 대역의 USN 주파수 대역을 살펴보면 314~316MHz, 430~434MHz, 및 779~787MHz대가 USN용으로 사용될 수 있다. 이 중에서 779~787MHz 대역의 경우 2MHz 채널 간격으로 4개의 채널이 할당되어 있으며, 315MHz와 430MHz는 400kHz의 대역폭을 가지도록 규정되어 있다. 그 중에서 대역폭이 넓고 전파특성이 우수하여 가장 관심이 많은 대역이 779~787MHz 대역의 스펙트럼 마스크는 그림 2-1-17과 같으며, 불요방사에 대한 규정은 표 2-1-13과 같이 -36dBm/100kHz로 엄격하게 규정되어 있다는 점이다.

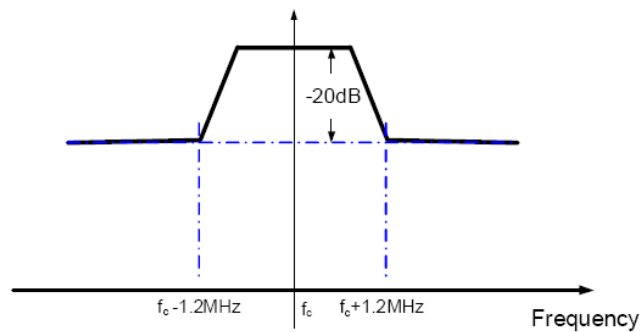


그림 2-1-17 중국의 779~787MHz 대역 내 PSD

표 2-1-13 중국의 779~787MHz 대역 외 방사 규격

Frequency Range	Limit during operation	Limit in standby
30MHz ~ 1GHz	-36dBm/100kHz	-47dBm/100kHz

중국의 USN 주파수 상황을 고려하여 최대 비트속도를 250kbps까지 제공하고 있는데 주파수별 WPAN 규격은 표 2-1-14와 같다.

표 2-1-14 IEEE 802.15.4c Chinese WPAN 제안 규격

PHY (MHz)	Frequency Band (MHz)	Spreading Parameters		Data Parameters	
		Chip rate (kchip/s)	Modulation	Bit rate (kb/s)	Symbol rate (ksymbol/s)
315	314~316	200	MPSK or O-QPSK	50	12.5
430	430~434	200	MPSK or O-QPSK	50	12.5
780	779~787	1000	MPSK or O-QPSK	250	62.5

중국의 USN 표준화를 통해서 우리의 USN 기술기준 시 참고해야 할 내용은 2MHz의 대역폭과 -36dBm의 대역 외 불요방사와 규격을 위해서는 IEEE 802.15.4 규격 중 하드웨어의 제작을 저렴하게 하기 위해 만든 half-sine 펄스를 사용할 수 없으며, 필터링 특성을 엄격하게 해야 한다는 것이다.

3. 900MHz RFID/USN 주파수 재분배 및 기술기준 개정

가. RFID 주파수를 재배치를 위한 보호대역 분석

보호대역을 분석하기 위하여 ETRI에서 시뮬레이션을 수행하였고 연구소에서 측정하여 결과를 분석하였다.

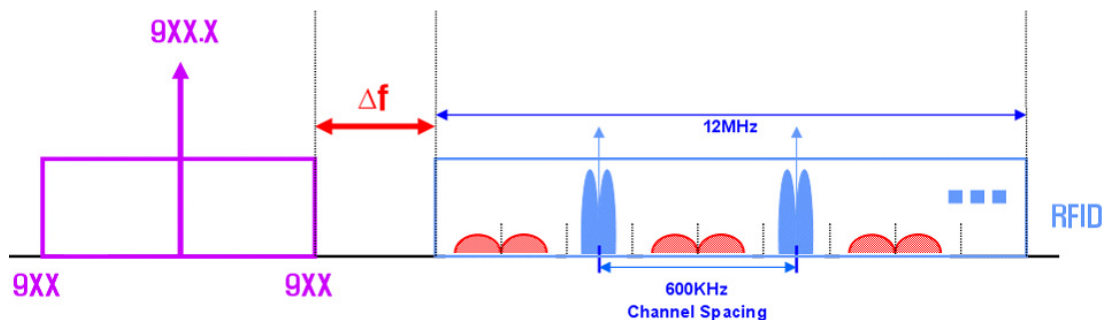


그림 2-1-18 WCDMA와 RFID 주파수 현황

900MHz대역 WCDMA 추가 대역 확보에 따른 재배치안을 마련하기 위한 일환으로 그림 2-1-18과 같은 주파수 배치 현황을 예상하여 WCDMA와 RFID시스템 그리고 WCDMA와 무선마이크의 보호대역을 산출하였다. 무선 마이크와 WCDMA 시스템과의 보호대역 산출을 위하여 WCDMA 단말기가 무선마이크 수신에 미치는 간섭 영향, 무선 마이크가 WCDMA 기지국에 미치는 간섭 영향을 분석하였다. 마찬가지로 RFID 시스템과 WCDMA와의 보호대역 산출을 위하여 RFID 리더가 WCDMA 기지국에 미치는 간섭 영향을 분석하고, WCDMA 단말기가 RFID 리더기 수신(태그 송신)에 미치는 간섭 영향을 분석하였다. RFID 시스템의 파라미터는 국내 기준을 그대로 사용하였으며, WCDMA 관련 파라미터는 국내 기술 기준과 3GPP 규격을 참고하여 도출하였다.

1) WCDMA와 RFID간 보호대역 산출

가) WCDMA(단말)가 RFID에 미치는 간섭 영향 분석

그림 2-1-18 처럼 주파수 오프셋(Δf)을 증가 시키면서, RFID 리더기 수신 대역폭(200kHz)에 수신되는 WCDMA 단말기의 간섭 신호의 크기를 계산하여 RFID 시스템의 허용 간섭 레벨을 만족시키기 위하여 추가적으로 얼마만큼의 이격이 필요한지 산출 하여 표 2-1-15에 나타내었다. 이때 WCDMA 단말기의 송신 전력은 0dBm으로 간주하였다. 산출 방법은 아래와 서술되어 있다.

표 2-1-15 주파수 오프셋에 따른 필요 이격도<WCDMA_MS = 0dBm>

offset(MHz), Δf	dBc/1MHz	dBm/200kHz	이격도(dB)
1	-33.5	-40.5	44.5
3	-35.5	-42.5	42.5
5	-37.5	-44.5	40.5
6	-47.5	-54.5	30.5

$$\begin{aligned}
 \text{※ 이격도} &= \text{간섭송신 전력(dBm)} + \text{간섭송신 안테나 이득(dBi)} \\
 &\quad + \text{희생수신기 안테나 이득(dBi)} - (\text{허용간섭레벨(dB)}) \\
 &= -40.5\text{dBm} + 0\text{dBi} + 6\text{dBi} - (-70 - 9) = 44.5\text{dB}
 \end{aligned}$$

나) RFID가 WCDMA 기지국에 미치는 간섭 영향 분석

RFID시스템에 의한 WCDMA 기지국에 받는 간섭 영향은 기술 기준상의 RFID 불요발사 레벨과 실제 발사 레벨값을 바탕으로 WCDMA 기지국에 간섭을 주지 않고 사용할 수 있는 이격도를 구하였다. RFID 시스템은 중심 주파수로부터 약 500kHz이상 이격되면 잡음 레벨에 도달하게 된다. 즉 WCDMA 기지국에서 RFID로부터 받는 간섭 신호 크기는 500kHz이상이 되면 일정하다고 볼 수 있다. 500kHz 주파수 오프셋, 보호대역에서의 필요한

이격도를 구하였고, 아래와 같다.

Case1) 기술기준상 레벨

$$\begin{aligned}
 \text{※ 이격도} &= \text{간섭송신 전력(dBm)} + \text{간섭송신 안테나 이득(dBi)} \\
 &\quad + \text{회생수신기 안테나 이득(dBi)} - (\text{허용간섭레벨(dBm)}) \\
 &= -36\text{dBm} + 15.8(\text{대역환산}) + 6\text{dBi} + 0\text{dBi} - \\
 &\quad (-109\text{dBm}) = 94.8\text{dB}
 \end{aligned}$$

Case2) 실제 레벨

$$\begin{aligned}
 \text{※ 이격도} &= \text{간섭송신 전력(dBm)} + \text{간섭송신 안테나 이득(dBi)} \\
 &\quad + \text{회생수신기 안테나 이득(dBi)} - (\text{허용간섭레벨(dBm)}) \\
 &= -41\text{dBm/MHz} + 5.8(\text{대역환산}) + 6\text{dBi} + 0\text{dBi} - \\
 &\quad (-109\text{dBm}) = 70.8\text{dB}
 \end{aligned}$$

RFID 리더기의 잡음 레벨을 정확하게 측정하려면, RFID 신호를 필터를 사용해서 제거하고 리더로부터 출력되는 레벨을 측정해야 하나 필터의 제작 등을 고려하면, 단 시일 내에 측정하는데 어려움이 따른다. 따라서 다른 방법으로 RFID 리더의 출력 잡음 지수를 계산해서 잡음 레벨을 계산하고 스펙트럼과 비교하는 방법을 택하였다. RFID 리더기의 송신기 구성은 그림 X.X와 같다.

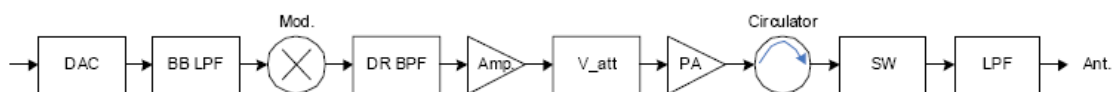


그림 2-1-19 RFID 리더 송신기의 구성도

각각의 소자에 대한 잡음지수와 이득으로부터 계산된 송신기의 잡음지수는 38dB이고, 송신기의 이득은 35dB, 송신기의 출력 잡음 레벨은 -101dBm/Hz가 된다. 따라서 1MHz의 RBW로 측정하는 경우 잡음 레벨은 -41dBm/1MHz이며, 또는 -66.23dBm/3kHz이다.

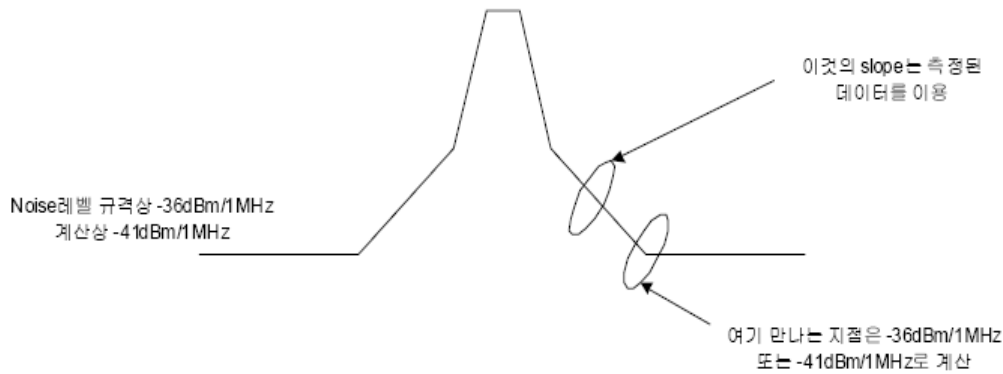


그림 2-1-20 스펙트럼 마스크 상에서 slope 교차점

그림 2-1-21은 RFID 시스템 스펙트럼 마스크 상에서 slope 교차점으로 나타낸다. 잡음레벨과 교차되는 지점은 500kHz로 계산되었다. 그리고 그림 X.X 실제 RFID 리더의 송신 파형을 나타내며, 잡음 레벨이 계산된 값과 거의 유사함을 알 수 있다.

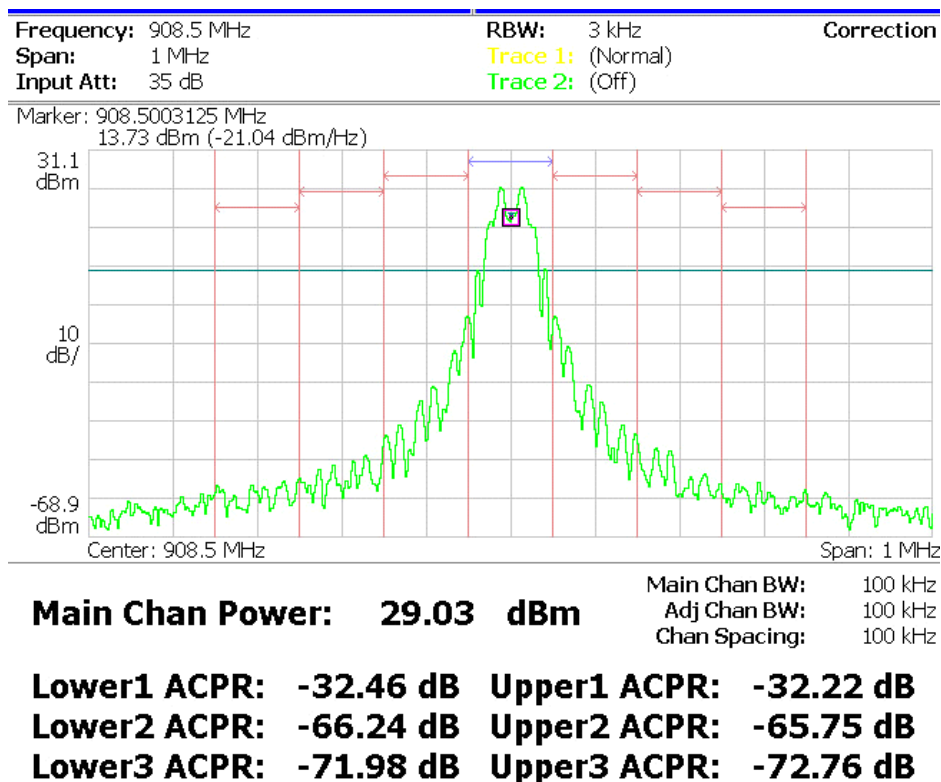


그림 2-1-21 RFID 리더의 출력 스펙트럼

2) WCDMA와 RFID간 보호대역

표 2-1-16 간섭 시나리오별 산출된 예상 보호대역

간섭 분석 시나리오	보호대역(MHz)
WCDMA 단말 ⇒ RFID	2MHz
RFID ⇒ WCDMA 기지국	500kHz, 70.8dB 추가 이격

지금까지 WCDMA 시스템과 RFID시스템 그리고 WCDMA과 MIC시스템 간 보호대역 설정을 위하여 시나리오별로 서로간의 간섭영향을 살펴 보았다. 표 2-1-16는 지금까지 살펴본 간섭 분석 시나리오와 내용을 바탕으로 산출된 예상 보호대역을 나타낸다. 먼저 WCDMA 단말이 RFID에 주는 간섭 영향에서는 허용 간섭 레벨은 앞에서 제시된 값이 아닌 아래에 제시된 논문에 발표된 내용을 바탕으로 산출하였다.

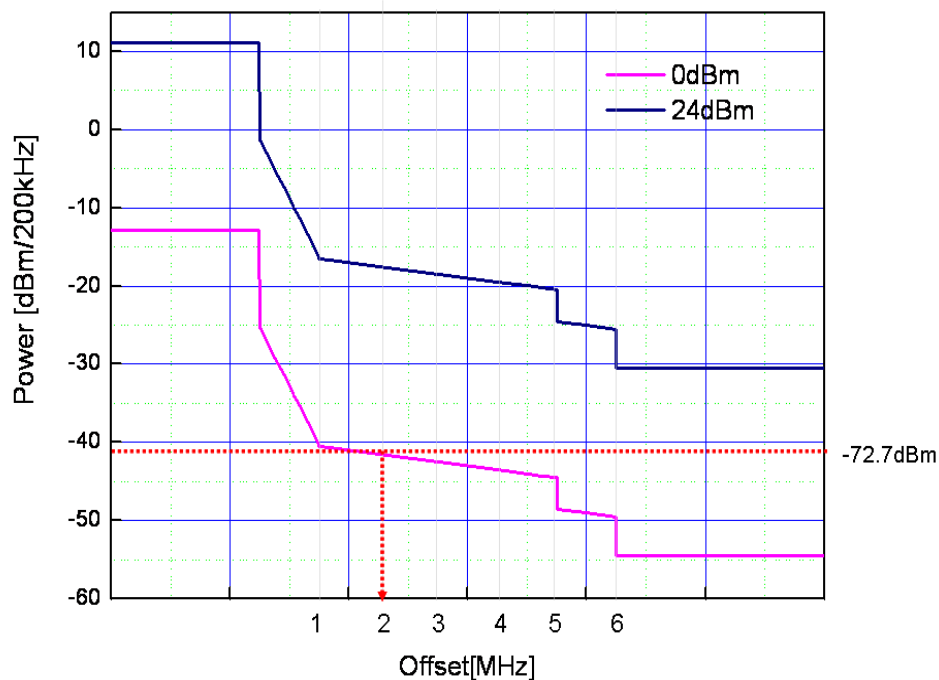


그림 2-1-22 WCDMA와 RFID시스템간 보호대역I

표 1. 고출력 RFID 시스템의 최대 허용 간섭 레벨
계산

Table 1. Maximal permissible interference level for
high power RFID system.

RFID reader Tx power : 4 W EIRP
Reader-to-tag distance(nominal operating range) : 8 m
Pathloss@8 m : $31.53 + 20 \cdot \log_{10}(8) = 49.6$ dB (IEEE802.15.4 - 2006)
RequiredSNR@readerreceiver : 11.5 dB(BER= 10^{-3})
Backscattered signal power : 36 dBm(4 W EIRP) +2 dBi - 2×49.6 dB = -61.2 dBm
Maximal permissible interference level(MPIL) : -72.7 dBm(= -61.2dBm - 11.5 dB).

논문의 값에 의하면 RFID시스템의 최대 간섭 허용 레벨은 -72.7dBm이다. 그림 2-1-22는 WCDMA 단말기 송신 전력을 0dBm으로 가정하였을 때 200kHz로 환산한 송신전력에 해당되며, WCDMA 단말기와 RFID 리더기가 1m까지 접근한다고 가정하였을 때, 1m에 해당되는 자유공간 손실이 31.6dB 가된다. 최대 허용 간섭 레벨이 -72.7dBm이며 보호거리가 1m이면 WCDMA단말 가능 송신 전력은 -41.1dBm이 된다. 이 송신 전력 값에 해당 되는 주파수 윗셋이 약 2MHz됨을 알 수 있다.

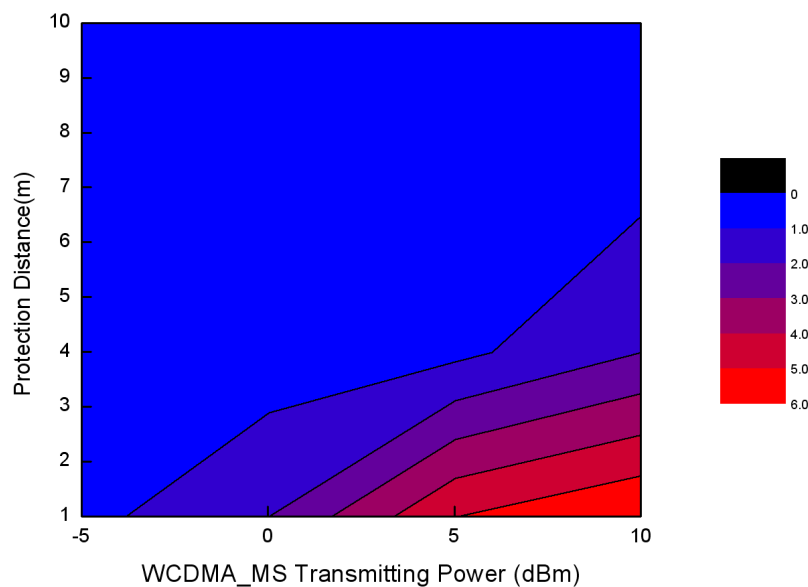


그림 2-1-23 WCDMA와 RFID시스템간 보호대역II

그림 2-1-23는 WCDMA단말의 송신 전력을 -5dBm에서 10dBm으로 증가시키고, WCDMA단말과 RFID 리더간의 보호거리를 변화시키면서, 서로간의 보호대역을 산출한 결과이다. 만약 보호대역을 2MHz로 한 경우, WCDMA단말기 송신 출력이 10dBm인 경우 보호거리는 약 4m정도가 된다. 즉 실제 적용 가능한 보호거리와 WCDMA 단말기 송신 출력으로 보호대역을 산출할 수 있다. 보호거리가 크게 정할수록, WCDMA 단말기 송신 출력이 작을수록 보호대역이 줄어든다는 사실을 시뮬레이션 결과를 통해서 확인할 수 있다.

RFID 시스템이 WCDMA 기지국에 주는 간섭 영향은 앞 절에서 설명하였듯이 보호대역 500kHz와 70.8dB의 추가 이격을 만족시키면 WCDMA 기지국에 간섭 영향을 주지 않고 사용할 수 있다. MIC가 WCDMA 기지국에 주는 간섭 영향은 1MHz의 주파수 이격과 43.7dB의 추가 이격이 있으면 간섭 없이 사용할 수 있다. 43.7dB 값은 이격 거리로 환산한 경우 약 4m에 해당된다. 다시 말해서 무선마이크를 WCDMA 기지국으로부터 4m만 이격시키고 1MHz 보호대역이 주어지면, WCDMA 기지국에 간섭을 주지 않고 사용할 수 있다는 이야기가 된다.

지금까지 WCDMA와 RFID/MIC간의 보호대역을 시나리오별로 살펴보았다. RFID가 WCDMA 기지국에 주는 간섭 영향으로 인한 보호대역은 각각 500kHz, 1MHz이며 추가 이격을 필요로 함을 알 수 있었고, WCDMA 단말이 주는 영향으로 인한 보호대역은 2MHz였다. 상기 대역은 향후 소출력 시스템의 활성화가 예상되므로, WCDMA 시스템으로부터 소출력 기기의 보호를 위해 최종적으로 2MHz 보호대역이 필요하다는 것을 알 수 있었다.

나. 양방향 무선통신과 RFID 보호대역 분석

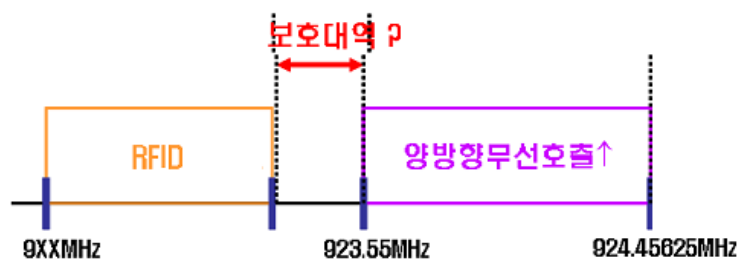


그림 2-1-24 양방향 무선통신과 RFID 주파수 현황

900MHz 주파수 재배치와 관련하여 양방향무선호출과 RFID간 보호대역, 양방향무선호출과 무선마이크간 보호대역 도출이 필요함에 따라 본 연구에서 검토가 진행되었다. 923.55MHz ~ 924.45625MHz대역의 양방향 무선 호출은 상향 링크에 해당되며, 현재 무선호출 및 가입자간 데이터 송수신이 가능하며, 원격 검침 및 다양한 서비스를 준비 중에 있다.

1) 보호대역 설정을 위한 파라미터 검토

o (간섭분석 시나리오)

- 시나리오1: RFID 리더가 양방향 무선 호출 기지국에 미치는 간섭 영향
- 시나리오2: 양방향 무선 호출 단말기가 RFID 리더기 수신(태그 송신)에 미치는 간섭 영향
- 시나리오3: 무선 마이크가 양방향 무선 호출 기지국에 미치는 간섭 영향
- 시나리오4: 양방향 무선 호출 단말기가 무선마이크 수신에 미치는 간섭 영향

o (간섭분석을 위한 파라미터)

- 양방향 무선 호출 시스템 관련 파라미터

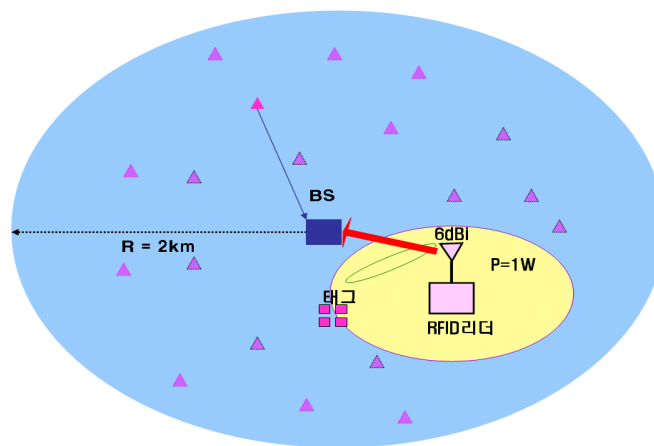
표 2-1-17 양방향 무선호출 시스템 파라미터

Parameters	기지국/팜토셀(적용중)	단말기	비고
다중접속방식	TDMA		동시 접속자 1명
변조방식	4-FSK		
대역폭	16 kHz	10 kHz	국내 기술기준
공중선 전력	~150W(60W)/~ 50W(2W)	~1W(0.8W)	국내 기술기준
셀반경	~2Km(1.5Km)/500m(350m)	-	
안테나 높이	3m/18cm	-	
안테나 이득	3 dBi/0dBi	0 dBi	국내 기술기준
밀도	고출력(2)/팜토셀 (100설치진행중)	14,000	기지국 개수, 셀반경으로 추정가능
Sensitivity	/-102 dBm	-105 dBm	
Receiver protection ratio (C/I)	dB	dB	보호비제공이 힘든 경우, 잡음지수라도 명시
Receiver blocking		-	
송신 마스크 특성	불요방사 기준		개정된 국내 기술 기준

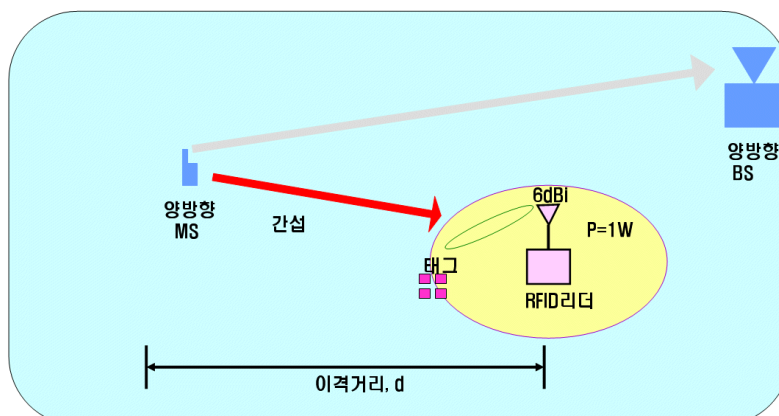
- ※ 기지국이 주로 실외에 설치되지만, 펌토셀과 같이 실내에 사용할 수도 있음.
 ⇒ 펌토셀처럼 실내에 설치되는 경우 어떤 서비스가 이루어지는요?? =>
 서비스의 특성화 보다는 서비스 품질을 향상하고 망을 유동적으로
 운용하며, 망 설치 및 운용비용을 절감합니다.

2) 보호대역 설정을 위한 간섭 시나리오

- 시나리오1: RFID 리더가 양방향 무선 호출 기지국에 미치는 간섭 영향



- 시나리오2: 양방향 무선 호출 단말기가 RFID 리더기 수신(태그 송신)에 미치는 간섭 영향



다. RFID 기술기준 개선 방향

1) RFID 기술기준 현황

구 분			현행 기술기준 ('08.5)
주파수대역			908.5~914MHz
최대점유 주파수대폭			200kHz
주파수 허용편차			20
출력 (e.i.p.)			4W e.i.r.p.
출력 허용편차			상한 20% 하한 -
채널링			없음
전파(변조) 형식			N0N, A1D, B1D, B7D, G1D, G7D
전송방식			FHSS, AFHSS, LBT
공유조건	FHSS	채널 점유	연속 0.4초 이내(휴지 : 100ms)
		호핑 채널	6
	또는 LBT		LBT 수신전력 감지레벨(수신전력 감지시간 5ms) - 출력 50mW 미만 : -83dBm - 출력 50mW-250mW 미만 : -90dBm - 출력 250mW-1W이하 : -96dBm

2) 문제점 및 이슈

- (출력 이슈) 현행 기술기준에 따른 시스템을 이용한 시범사업 기간중 RFID 시스템간 혼신 발생으로 출력기준의 재검토 필요
 - ※ 현행은 4W 복사전력까지 허용하고 있어 RFID 시스템간 혼신 발생 가능성이 높으므로 출력이 높은 경우 허가 등의 관리 방안 검토 요구
- (채널링 이슈) 무작위 채널 사용에 따른 RFID 시스템간의 혼신을 저감하고, 새로운 기술 방식 도입을 위해 채널 설정이 필요
 - ※ 현재는 채널 규정을 두지 않아 자유롭게 채널을 설계하여 사용할 수 있음
- (주파수 허용편차 이슈) 인접채널 혼신을 저감하기 위하여 주파수허용편차 강화 필요
 - ※ 현 기술기준 : $\pm 20\text{ppm}$, 국제표준 : $\pm 10\text{ppm}$

- **(송신전 감지 이슈)** 송신전 감지(LBT)의 수신전력 감지레벨이 엄격하여 기술개발이 어려우므로 기준을 완화하거나 폐지 요구
 - 908.5~910 MHz대의 공공업무 보호를 위해 LBT 기능을 적용하고 있으나, 세계적으로 산업체는 실시간 처리가 요구되는 RFID 운용 특성상 LBT 기술 적용을 꺼려하고 있음

3) RFID 기술기준 개선 방향

- **(출력 기준은 현행대로 유지)** RFID의 서비스 요구조건이 10m 인식거리이므로 이를 위해 출력은 현행 4W 복사전력을 유지하기로 함
 - 개별 기기마다 무선국 허가로 관리할 경우 산업 활성화가 어렵다는 지적에 따라, 현행과 같이 비신고로 하되 시스템간 혼신을 저감하기 위해 채널링을 추진하기로 함
- **(RFID 채널링 추진)** 시스템간 혼신 저감을 위해 채널간격 200 kHz로 설정하되, 호핑방식의 경우에는 16개 (RFID의 경우는 6개)의 중첩되지 않는 채널을 사용하도록 규정
 - ※ 실험 결과 채널링이 되어 있는 경우에는 서비스가 중단되는 정도의 혼신은 발생하지 않음 (TTA)
- **(주파수 허용편차 강화)** 새로운 기술(밀집리더모드)의 국제표준과 동일한 $\pm 10\text{ppm}$ 으로 함
 - ※ ISO/IEC18000-6(2006) : $\pm 10\text{ppm}(-25\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +40\text{ }^{\circ}\text{C})$, $\pm 20\text{ppm}(-40^{\circ}\text{C} \sim +65\text{ }^{\circ}\text{C})$
- **(송신전 감지 기준 완화)** 송신전 감지(LBT) 수신전력 레벨을 환경 잡음을 고려하여 국제표준(IEEE 802.15.4)에 따라 -65dBm으로 완화 (※기존 -94dBm)

라. USN 기술기준 개선 방향

1) USN 기술 현황

- 접속망은 무선랜, 블루투스 등이 주로 이용되고 있으며, 그 외에도 이동전화, TRS, 무선폭출, 무선데이터망, WiMax(WiBro)망이 이용되고 있음

※ USN 접속망 기술방식별 특성

기술방식	주파수대	전력소비	전송속도	비고
이동전화/PCS/이동통신	800MHz/1.7GHz /1.9GHz	대전력	중속	무선설비규칙 제82조, 제83조, 제91조
TRS	800MHz	대전력	저속	무선설비규칙 제88조
양방향 무선폭출	920MHz	대전력	저속	무선설비규칙 제85조
무선데이터망	800-900MHz	대전력	저속	무선설비규칙 제87조
WiBro	2.3GHz	대전력	고속	무선설비규칙 제92조

- 센서망은 지그비, UWB, RTLS 및 협대역 데이터 전송기술이 주로 이용되고 있음

※ 센서망 기술방식별 특성

기술방식	주파수대	전력소비	전송속도	통신거리
무선랜 및 블루투스	2.4/5GHz	대전력	고속	근거리 (30~100m)
ZigBee 및 유사기술	900MHz/2.4GHz	소전력	저속	중장거리 (50~300m)
RTLS 및 유사기술	2.4GHz	소전력	초저속	장거리 (500~1000m)
협대역 데이터전송용	170/240/440MHz	중전력	저속	중거리 (100~500m)
UWB	3.1~10.2GHz	소전력	초고속	근거리 (5~15m)

2) 문제점 및 이슈

- 저전력 장거리 센서노드용 주파수가 필요

※ 환경관리, 안전관리 등을 위해 중장거리의 저속 저전력형 센서가 많이 요구되며, 이를 위해서는 1 GHz 이하 주파수대가 필요함

- 가격을 저렴하게 하기 위해 국제적으로 호환이 되어 대량생산이 가능한 주파수가 요구됨
 - ※ 미국, 유럽 등 세계적으로 가장 널리 이용되는 USN 주파수가 800/900 MHz 대역임

3) USN 기술기준 개선 방안

- (RFID와 주파수 공유) RFID 간섭 회피 기술을 적용하여 주파수와 공유하여 이용하도록 추진
 - ※ RFID 후보 주파수 : 917-923.5MHz
- (저전력 장거리 센서노드용 허용) 중·장거리의 서비스가 가능한 1~10 mW 출력을 허용
 - ※ ETRI에서 1mW의 출력으로 50m 이상 서비스가 가능한 ZigBee 개발(2006년)

마. 주파수 및 기술기준 개정

방송통신위원회의 900MHz대역에 이동통신 서비스를 위한 주파수회수 및 재배포 계획에 따라 RFID/USN용 무선기기의 주파수범위를 908.5~914MHz대역에서 917~923.5MHz대역으로 변경하여 주파를 분배하였다. RFID의 데이터 인식율을 향상시키기 위한 밀집모드 기술방식을 도입하고 RFID 상호간의 간섭영향을 최소화하기 위해 중심주파수를 설정, 고정형 RFID 이외의 출력을 200mW이하로 설정, LBT 수신전력 감지기준을 현실화 및 특정채널의 점유시간인 듀티사이클을 2%이하로 허용하였다. 또한 기존 주파수분배표에 USN 무선기기를 허용하고 있었으나 기술기준이 마련되지 않아서 USN 무선기기를 사용할 수 없었을 뿐만 아니라 활성화가 이루어지지 않았다는 USN 제조업체의 의견을 반영하여 USN 기술기준을 마련하여 RFID 무선기기들과 공유할 수 있도록 「무선설비규칙」 고시에 RFID/USN 무선기기에 대한 조항을 제99조 제1항을 개선하였고 그 내용은 다음과 같다.

1) 대한민국 주파수 분배표 개정

「대한민국 주파수 분배표」 고시의 제2호(주파수 분배표) 및 제4호(국내 주파수 분배표 주석)에 894-942MHz 대역의 RFID의 주파수 재배치를 다음과 같이 하였다.

●방송통신위원회고시 제2008-136호

「전파법」 제9조에 따라 대한민국 주파수 분배표(방송통신위원회고시 제2008-45호, 2008. 5.19.) 전부를 다음과 같이 개정하여 고시합니다.

2008년 12월 31일

방송통신위원회위원장

대한민국 주파수 분배표

대한민국 주파수 분배표는 다음과 같다.

(제2호 894-942MHz 및 제4호 K90B와 K90D에 대해 언급하고 나머지는 생략)

국			한		국
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
제1지역	제2지역	제3지역	주파수대별 분배	용도 등	
890-942 고정 이동 (항공이동 제외) 5.317A 방송 5.322 무선표정	890-902 고정 이동 (항공이동 제외) 5.317A 무선표정 5.318 5.325	890-942 고정 이동 5.317A 방송 무선표정 5.327	894-942 고정 이동 5.317A 무선표정	코드없는 전화기 K54 양방향무선호출 K70 무선데이터통신 K88A 특정소출력(음성 및 음향 신호전송용) K37D RFID/USN 등 K90B K90D 이동통신 K88B	
5.323	902-928 고정 아마추어 이동 (항공이동 제외) 5.325A 무선표정 5.150 5.325 5.326			K91	
	928-942 고정 이동 (항공이동 제외) 5.317A 무선표정 5.325				

제4호 중 K90B와 K90D를 다음과 같이 한다.

K90B

13552~13568 kHz, 908.5~914 MHz의 주파수대역은 RFID/USN (Radio Frequency IDentification/Ubiquitous Sensor Network)용으로 사용할 수 있다. 다만, 908.5~914 MHz 대역의 RFID/USN용 무선설비는 2009년 6월 30일까지 형식등록을 허용하고, 2011년 6월 30일까지 사용을 허용한다.

K90D

915~923.5 MHz의 주파수대역은 RFID/USN 등의 무선설비용으로 사용할 수 있다. 다만, 인접대역으로부터의 유해 간섭을 허용하고 동일 대역내에서의 유해 간섭을 상호 허용하는 조건으로 사용하여야 한다.

부 칙

이 고시는 2009. 1. 1일부터 시행한다.

2) 「신고하지 아니하고 개설했 수 있는 무선국용 무선기기」 개정

「신고하지 아니하고 개설했 수 있는 무선국용 무선기기」 고시에 물체감지센서용 무선기기에 대한 조항을 제5조와 같이 주파수범위를 908.5~914MHz에서 917~923.5MHz 대역으로 변경하여 개정하였고 그 내용은 다음과 같다.

●방송통신위원회고시 제2008-138호

「전파법시행령」 제24조제4호에 따라 신고하지 아니하고 개설했 수 있는 무선국용 무선기기(방송통신위원회고시 제2008-74호, 2008. 5.19.) 일부를 다음과 같이 개정하여 고시합니다.

2008년 12월 31일
방송통신위원회위원장

신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국용 무선기기 일부개정

신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국용 무선기기 일부를 다음과 같이 개정한다.

제5조(RFID/USN 등의 무선기기) RFID/USN 등의 무선기기는 다음과 같다.

주파수(MHz)	전계강도 또는 복사전력
13.552 ~ 13.568	47.544mV/m@10m 이하
433.670 ~ 434.170	3.6mW이하(공중선절대이득포함)
917 ~ 923.5	4W 이하(공중선절대이득 포함)

부칙

이 고시는 고시한 날부터 시행한다.

3) 「무선설비 규칙」 개정

방송통신위원회의 900MHz대역에 이동통신 서비스를 위한 주파수회수 및 재배포 계획에 따라 RFID/USN용 무선기기의 주파수범위를 908.5~914MHz대역에서 917~923.5MHz대역으로 변경하여 주파를 분배하였다. RFID의 데이터 인식율을 향상시키기 위한 밀집모드 기술방식을 도입하고 RFID 상호간의 간섭 영향을 최소화하기 위해 중심주파수를 설정, 고정형 RFID 이외의 출력을 200mW이하로 설정, LBT 수신전력 감지기준을 현실화 및 특정채널의 점유 시간인 듀티사이클을 2%이하로 허용하였다. 또한 기존 주파수분배표에 USN 무선기기를 허용하고 있었으나 기술기준이 마련되지 않아서 USN 무선기기를 사용할 수 없었을 뿐만 아니라 활성화가 이루어지지 않았다는 USN 제조업체의 의견을 반영하여 USN 기술기준을 마련하여 RFID 무선기기들과 공유할 수 있도록 「무선설비규칙」 고시에 RFID/USN 무선기기에 대한 조항을 제99조 제1항을 개선하였고 그 내용은 다음과 같다.

◎방송통신위원회고시 제2008-137호

「전파법」 제45조(기술기준)에 따라 무선설비규칙(방송통신위원회고시 제2008-131호, 2008. 12. 29) 일부를 다음과 같이 개정하여 고시합니다.

2008년 12월 31일
방송통신위원회위원장

무선설비규칙 일부개정

무선설비규칙 일부를 다음과 같이 개정한다.

제99조 제1항을 다음과 같이 한다.

제99조(RFID/USN 등의 무선설비) ① 917~923.5 Mhz 주파수대역의 전파를 사용하는 무선설비의 기술기준은 다음 각 호와 같다.

1. 발사하는 전파의 중심주파수는 다음 표에 따를 것.

채널	주파수(Mhz)	채널	주파수(Mhz)	채널	주파수(Mhz)	채널	주파수(Mhz)
1	917.1	9	918.7	17	920.3	25	921.9
2	917.3	10	918.9	18	920.5	26	922.1
3	917.5	11	919.1	19	920.7	27	922.3
4	917.7	12	919.3	20	920.9	28	922.5
5	917.9	13	919.5	21	921.1	29	922.7
6	918.1	14	919.7	22	921.3	30	922.9
7	918.3	15	919.9	23	921.5	31	923.1
8	918.5	16	920.1	24	921.7	32	923.3

2. 전파형식은 N0N, A1D, B1D, B7D, G1D, G7D 중 1 이상을 사용할 것.

3. 주파수허용편차는 중심주파수로부터 $\pm 40 \times 10^{-6}$ 이하일 것. 다만, 수동형 RFID (고주파신호의 반사파를 태그가 통신에 이용하는 것)의 경우 $\pm 10 \times 10^{-6}$ 이하일 것.

4. 공중선절대이득을 포함한 복사전력은 10 mW 이하 (채널 1, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 18번에서는 3 mW 이하)일 것. 다만 수동형 RFID 판독기와 기록기의 경우 채널 2, 5, 8, 11, 13, 17에서 4W이하, 채널 20부터 32까지는 200 mW 이하일 것.

5. 점유주파수대폭은 917~923.5 Mhz 이내일 것. 다만 수동형 RFID의 판독기와 기록기의 경우에는 200 kHz 이하일 것.

6. 주파수호핑 방식을 이용하는 경우 16개 (수동형 RFID 판독기와 기록기의 경우 6개) 이상의 중첩되지 않는 채널을 사용하고, 채널당 연속 점유 시간이 0.4초 이내일 것.
7. 송신전 신호감지 (Listen Before Transmission) 방식을 이용하는 경우 송신전 5 ms 이상 수신하여 그 수신신호의 세기가 -65 dBm 이하인 경우에 한하여 전파를 발사하고, 4초 이내에 송신을 중단하여 50ms이상 휴지할 것
8. 6호와 7호 이외의 방식을 이용하는 경우에는 특정 채널의 점유시간이 임의의 20 초 주기 동안에 2%이내일 것
9. 송신중의 불요발사는 공중선 절대이득을 포함하여 다음의 기준값 이내일 것

주파수	기준값	비고
1GHz 미만	- 36 dBm	* 단 지정주파수대역의 끝으로부터 50kHz 이내의 주파수에서는 기준대역폭 3kHz를 적용한다.
1GHz 이상	- 30 dBm	

10. 수신 또는 송신 대기 상태의 부차적 전파발사는 공중선 절대이득을 포함하여 다음의 기준값 이하일 것

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

부칙(제2008-137호, 2008.12.31.)

제1조 (시행일) 이 고시는 고시한 날부터 시행한다.

제2조(다른 고시 사항의 경과조치 등) ① 이 고시 시행 이전 규정에 따라 형식검정합격, 형식승인, 형식등록을 하였거나 무선국 개설 허가를 받아 운영중인 무선설비 및 전파응용설비는 이 고시에 의해 적합한 것으로 본다.

② 제98조제4항 및 제99조의 규정에 명시된 음성 및 음향 전송용 특정소출력 무선기기와 RFID기기에 대하여는 2009년 6월30일까지 종전의 규정에 의해서도 인증을 신청할 수 있으며, 이 기기들은 2011년 6월 30일까지 이 고시의 규정에 적합한 기기로 대체하거나 조정하여야 한다.

③ 이전 고시 규정에 따라 음성 및 음향 전송용 특정소출력 무선기기와 RFID기기에 대해 인증 받은 자는 2010년 6월 30일까지 해당 기기를 이 고시 제98조제4항 및 제99조에 적합하게 변경하고 형식검정·형식등록 및 전자파적합등록에 관한 고시(방송통신위원회 고시 제2008-118호, 2008. 8. 7.) 제8조에 따라 전파연구소장에게 신고하여야 한다. 이 경우 전파연구소장은 동 고시 제8조제3항의 규정에도 불구하고 동 고시 별지 제5호 서식의 인증사항변경(추가)신고서만을 제출하게 할 수 있다.

4. 맺은말

방송통신위원회는 2011년 6월 이용기간이 만료되는 800MHz 이동전화 주파수 등에 대한 정책방향을 담은 '주파수 회수 및 재배치 계획'을 확정했는데 그 주요내용은 800MHz 셀룰러 주파수(50MHz폭)의 이용기간 만료(2011년 6월)시 20MHz폭을 회수하여 3G이상 용도로 저주파수를 보유하지 못한 후발 또는 신규 사업자에게 할당하고 이동통신 수요에 대응하기 위해 2011년 6월까지 900MHz대역에서 이동통신용(905~915MHz/950~960MHz)으로 20MHz폭을 확보하고 3G이상의 용도로 후발 또는 신규 사업자에게 할당하는 것을 주요 골자로 하고 있다. 이에 수요가 증가하고 있는 RFID/USN용 주파수를 기존 908.5-914MHz(5.5MHz) 주파수대역을 확대하여 917-923.5MHz(6.5MHz)대역으로 재배치하여 2008년 12월 31일 주파수를 분배하였다. 기술기준은 기존 시범사업에서 나타난 RFID 리더기간의 간섭 영향을 해결하고 전파간섭 회피기술인 LBT의 수신전력 감지레벨이 현실적으로 구현 불가능하여 산업체 현장 등의 노이즈가 높은 환경에서도 적용될 수 있는 감지레벨로 현행화하였으며, 기존에 허용되지 않았던 이러한 기술을 사용하지 않더라도 특정채널 점유시간이 20초 주기 동안 2%이하를 허용하도록 하였다. 또한 기존 주파수분배에 RFID/USN용으로 분배하였지만 시장의 활성화가 이루어지지 않아 USN에 대한 기술기준을 제정하지 않았으나 제조업체 등의 요청에 따라 RFID 주파수 대역에 공유하는 방안으로 USN 기술기준을 마련하여 고시하였다.

「대한민국 주파수 분배표」 고시(방송통신위원회고시 제2008-136호, 2008.12.31)의 제2호(주파수 분배표) 및 제4호(국내 주파수 분배표 주석)에

기존 908.5-914MHz(5.5MHz) 주파수대역을 917-923.5MHz(6.5MHz)대역으로 재배치하였다. 또한 「신고하지 아니하고 개설했을 수 있는 무선국용 무선기기」 고시(방송통신위원회고시 제2008-138호, 2008.12.31)에 RFID/USN용 무선기기에 대한 조항을 제5조와 같이 기존 908.5-914MHz(5.5MHz) 주파수대역을 917-923.5MHz(6.5MHz)대역으로 변경하고 공중선전력에서 복사전력으로 변경하여 개정하였으며, 「무선설비규칙」 고시(방송통신위원회고시 제2008-137호, 2008.12.31)에 기존 908.5-914MHz(5.5MHz) 주파수대역을 917-923.5MHz(6.5MHz)대역으로 변경하고 기존에 발생한 간섭 문제 등을 해결할 수 있는 방안을 포함하여 RFID/USN 무선기기 기술기준을 제99조와 같이 변경하였다.

RFID 및 USN(Ubiquitous Sensor Network)은 주변 환경 및 물리계에서 감지된 정보가 인간생활에 활용되도록 센서노드 간에 형성되는 유무선 통신기술 기반의 네트워크로 u-City 등에서 광범위하게 활용될 것으로 예상된다. u-City는 첨단 정보통신 인프라와 유비쿼터스 정보서비스를 도시공간에 융합하여 도시 생활의 편의 증대와 삶의 질 향상, 체계적 도시 관리에 의한 안전 보장과 시민 복지 향상, 신산업 창출 등 도시의 제반 기능을 향상시킬 것으로 예상되며, 국내외 기술기준 내용이 RFID 산업체의 기술개발과 수출 업무에 일조하기를 기대한다.

제2절 900MHz 무선마이크 기술기준 개정

1. 개 요

전화를 발명한 G.벨이 1876년 처음으로 전화송화기로 사용했으며, 20세기에 들어와서 방송이나 레코드 녹음을 위한 음질의 향상을 위하여 여러 방식이 개발되어 반도체를 사용한 소형·고성능인 것이 실용화되어 있다. 음파를 받기 쉬운 모양을 한 용기 속에 음파에 의해 진동하고 기계적 진동을 전기신호로 변환시키는 소자가 들어 있고, 소형화된 IC 증폭기와 그 전원용 전지를 내장한 것도 있다.

무선마이크 시스템은 사실상 모든 유형의 마이크에 사용 가능하며 마이크의 케이블대신 사용되는 송-수신 시스템이다. 무선 시스템은 케이블이 닿기 어렵거나 곤란할 때는 무선마이크 시스템을 사용함으로써 문제를 해결할 수 있어 방송, 행사 등에서 매우 유용하다. 예컨대 후보와의 인터뷰를 시도하는 정치적 군중집회 장소에서의 뉴스 리포터를 들 수 있다. 또 무대위를 빠르게 돌아다니며 노래하는 연기자, 청중들은 해변에 있고 연기자는 해변으로부터 15m 떨어진 곳에 정박되어 있는 배에서 노래할 때, 그리고 오퍼레이터와 장비가 설치된 곳으로부터 150m 떨어진 곳에서 연설가가 취임연설을 할 때 등의 경우도 마찬가지이다. 다만 무선마이크 시스템이 마이크 케이블을 완전히 없애지 못하는 이유는 비용이 너무 비싸기 때문이다.

무선마이크에서는 마이크로폰의 소자 자체가 소형 주파수변조(FM) 송신회로의 일부를 내장하여 만들어지고 있다. 콘덴서형 마이크로폰을 사용하여 직접 무선송신기 변조회로를 일부 내장하는 것과 반도체형 소형 마이크로폰을 사용하여 그 출력을 소형 송신기의 변조기에 접속하는 것이 있다. 반도체형 소형마이크로폰은 넥타이핀·브로치 등에 끼우고, 송신기는 윗주머니에 넣는 등의 방법을 사용할 수 있다.

송신기는 출력이 작아서 장애물이 없는 야외에서도 전파의 도달거리가 약 200 m 정도로 한정되어 무선국의 면허가 필요없고 널리 사용할 수 있다. 또 그 때문에 송신기 본체가 담배갑보다 작아 핸드마이크로폰에서는 그 원통(圓筒)케이스 속에 있으며, 전지로 작동된다. 송신용 안테나는 1 m 정도

가느다란 전선이 사용되는데, 의복 속에 넣고 밖에서는 보이지 않게 하여 사용할 수 있다. 일반적으로 사용되는 무선마이크의 구성도를 그림 2-2-1에 나타내었다.



그림 2-2-1 무선마이크의 구성도

일반적으로 무선마이크의 수신기는 단일 수신회로로 구성되어 있어서 사용 환경에 따라 무선전파 수신에 순간 차단될 경우 소리의 끊김 현상이 발생하지만 최근에는 다이버시티 수신 기능을 사용하여 두개의 독립된 수신회로를 집적하여 한쪽 수신회로의 수신이 단절될 경우 순간적으로 다른 쪽의 수신회로로 자동 절체되어 끊김 현상을 방지하는 기능을 갖는 무선마이크가 많이 사용되고 있다.

2. 국내·외 무선마이크 기술동향 및 주파수 분배 현황

가. 무선마이크 이용현황

무선마이크중 신고하지 아니하고 개설했을 수 있는 음성 및 음향신호 전송용 특정 소출력 무선기기의 주파수 대역별로 이용 현황을 조사한 결과 그림 2-2-2과 같으며, 740.000 ~ 752.000MHz의 주파수 대역 이용이 40.9%로 가장 많은 비중을 차지하고 있는 것으로 분석되었다. 조사대상의 제조업체중 173.020 ~ 173.280MHz 대역을 사용하고 있는 업체는 없는 것으로 나타났다.

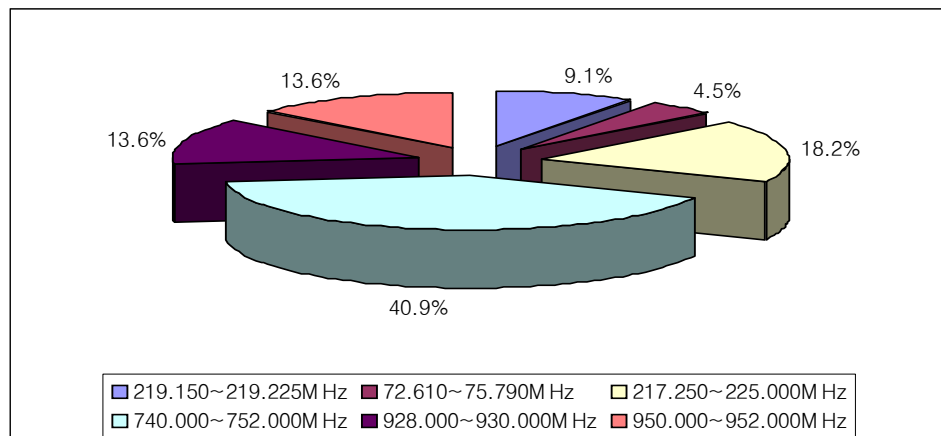


그림 2-2-2 주파수 대역별 이용 현황

나. 무선마이크의 기술개발동향

1) 디지털 무선마이크

최근 개발되고 있는 무선마이크는 대개 디지털 하이브리드 방식이거나 완전 디지털방식으로 개발되고 있다.

o 디지털 하이브리드(Digital Hybrid)

- 디지털 하이브리드 방식은 시스템의 오디오 성능을 개선하기 위하여 디지털 신호처리 프로세서(DSP)와 결합한 아날로그 FM 변조 방식을 사용함.
- 잡음과 기타 불요 성분들을 억제하고 오디오 스펙트럼에 대한 평탄한 응답특성을 용이하게 얻기 위하여 디지털 신호처리 기술을 적용하였음.
- 따라서 디지털 전송 방식을 사용하지 않으므로 실질적인 디지털 방식이라고 보기는 어려움.
- 이러한 디지털 하이브리드 시스템의 점유 대역폭은 200-500kHz 임.

o 완전 디지털(Pure Digital)

- 완전 디지털 무선 마이크는 디지털 전송 방식을 사용하며 다양한 형태를 가질 수 있으나 다수의 시스템들이 주파수 호핑 대역 확산(frequency hopping spread spectrum) 전송 기술을 사용함.
- 이 방식은 FM 변조신호보다 넓은 대역폭을 요구하기 때문에 주로 900MHz대역이나 2.4GHz 대역에서 사용되고 있음. 그런데 이러한

대역에서의 디지털 전송 방식 사용은 현재 무선 컴퓨터 네트워크, 블루투스 응용기기, 코드리스 폰, 아마츄어 무선 햄, 기타 소출력 기기 등과 서로 간섭을 주고 받음으로써 사용에 제약을 받을 수 있음.

○ 데이터 압축율(지연)과 스펙트럼 효율성

- 일반적으로 완전 디지털 방식을 무선마이크에 접목한다면 스펙트럼 이용 효율이 무조건 제고될 것으로 생각하지만 반드시 그렇지는 않음
- 완전 디지털 방식에서 스펙트럼 효율성을 제고하기 위해서는 데이터 압축율을 높여야 하는데 이것은 수신하여 재생 시에 지연(delay)이 발생하게 되고, 지연을 거의 없도록 하기 위하여 압축을 하지 않으면 아날로그 FM 변조와 같은 음질을 보장하기 위해서 보다 넓은 대역폭이 요구됨.

2) ITU-R 자료 분석

T-ENG(Terrestrial-Electronic News Gathering System)관련 자료를 토대로 아날로그 방식과 디지털 방식의 무선마이크 스펙트럼 효율성에 대한 내용을 분석한 결과를 요약하였다.

○ T-ENG 시스템 개요

- T-ENG 시스템은 그림 2-2-3과 같이 필름이나 테이프 레코더를 직접 사용하지 않고 무선 링크를 이용하여 뉴스 룸이나 포터블 또는 기타 레코더로 연결하는 비디오 및/또는 사운드 제작 시스템을 말한다.

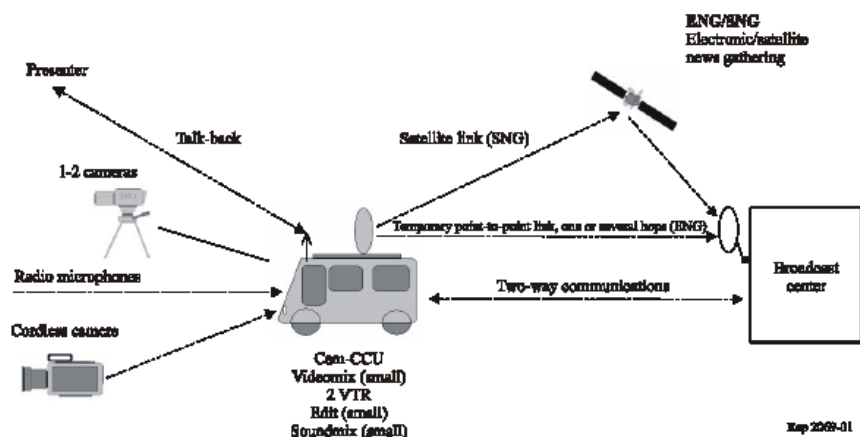


그림 2-2-3 T-ENG 시스템 구성

- T-ENG에서 사용되는 사운드관련 무선 장비는 무선마이크(radio microphone)와 In-Ear Monitor의 특성은 표 2-2-1과 같다.

표 2-2-1 무선마이크(radio microphone)와 In-Ear Monitor 특성

Comparison of radio microphones and in-ear monitors

Characteristics	Radio microphones	IEM (in-ear monitors)
Application	Voice (speech, song), music instruments	Voice or mixed feedback to stage
Transmitter		
Placement of a transmitter	Body worn or handheld	Fixed base
Power source	Battery	AC mains
Transmitter RF-output power	< 30 mW	50 mW
Transmitter audio input	Microphone level	Line level
Receiver		
Placement of a receiver	Fixed/camera mounted	Body worn
Power source	AC mains/battery	Battery
Receiver audio output	Line level	Earphone
Receiver type	Single or diversity	Single
General		
Battery/power pack operation time	> 4-8 h	
Audio frequency response	≤ 80 to $\geq 15,000$ Hz	
Audio mode	Mono	MPX-stereo
RF frequency ranges	TV Bands III/IV/V, 1.8 GHz	TV Bands III/IV/V, 1.8 GHz (See Note 1)
Signal to noise ratio (optimal/possible)	> 100/119 dB	> 60/110 dB
Modulation	FM wideband	
RF peak deviation (AF = 1 kHz)	± 50 kHz	
RF bandwidth	≤ 200 kHz	≤ 300 kHz
Useable equipment/channel (Δ RF = 8 MHz)	> 12	6...8

NOTE 1 – IEM may be also used in 863-865 MHz if complying with EN 301 357.

※ TV band III : 174-216MHz, TV band IV&V : 470-862MHz

o 스펙트럼 효율성

- 아날로그 무선 마이크 채널 대역폭은 200kHz인데 반해, 디지털 무선 마이크는 384kbps/FEC(=1/2)/25% root-raised cosine QPSK의 경우 약 500kHz의 채널 대역폭이 요구됨.
- 채널대역폭은 디지털 무선마이크가 더 넓지만, 동시에 여러 채널을 사용할 경우 nonlinear amplification과 reverse intermodulation의 효과에 따른 채널 간격을 고려할 때, 디지털 무선마이크가 스펙트럼 효율성이 더 나을 것으로 전망하고 있음.

- 표2-2-2는 이론적인 시뮬레이션을 통해 아날로그와 디지털 방식의 스펙트럼 효율성을 비교한 것임.

표 2-2-2 현재의 아날로그와 미래의 디지털 마이크의 성능 비교

Performance comparison of future digital vs. contemporary analog radio microphones

Type of radio microphones	Number of microphones used simultaneously at one location within a			
	Single 8 MHz block in Bands IV and V	Contiguous 2 × 8 MHz block	2 × 8 MHz blocks, separated by 8 MHz	Band 1 785.7-1 799.4 MHz
Typical analog today (200 kHz)	8...10	11	16	10 (estimate)
High performance analog today (200 kHz)	10...12	—	—	—
Theoretically simulated digital (500 kHz)	16	32	32	27
Currently envisioned by manufacturers digital	7...15	(1)	(1)	8...25

(1) Although manufacturers in their reply to the questionnaire did not specify the numbers, majority expressed preference for contiguously allocated channels for future digital radio microphones, as opposed to non-contiguous spectrum.

나. 국내외 무선마이크 주파수 및 기술기준 현황

유럽(ERC/Rec.70-03), 일본(무선설비규칙)은 10mW(e.r.p.) 출력을 비허가로 허용하고 있으며, 특정 주파수대는 허가제로 운용하고 있다. 미국은 ISM대역(Part 15.247, 15.249), 무선마이크(Part 90.265), 청각지원(Part.15.237) 용도로 일부 규정하고, 다양한 주파수의 전계강도가 낮은 무선기기는 활용 가능하다. 국내외 무선마이크의 주파수 및 기술기준 현황은 표 2-2-3과 같다.

표 2-2-3 국내외 무선마이크의 주파수 및 기술기준 현황

국가	주파수대 (MHz)	채널수(간격)	출력	사용조건
한국	72.610-73.910 74.000-74.800 75.620-75.790	35채널(60kHz)	10 mW(e.r.p.)	비허가
	173.020-173.280 217.250-220.110 223.000-225.000	105채널(200kHz)	(공중선전력10mW, 공중선이득 2.14dBi)	

	740.000-752.000 928.000-930.000 950.000-952.000			
	942-952	50채널(200kHz)	제한 없음	허가
유럽	29.7-47	346채널(50kHz)	10 mW(e.r.p.)	비허가
	173.965-174.015	1채널(50kHz)	2 mW(e.r.p.)	비허가
	863-865	10채널(200kHz)	10 mW(e.r.p.)	비허가
	174-216	210채널(200kHz)	10 mW(e.r.p.) 50 mW(e.r.p.)	허가
	470-862	1960채널(200kHz)	10 mW(e.r.p.) 50 mW(e.r.p.)	허가
	1785-1800	75채널(200kHz)	10 mW(e.r.p.) 50 mW(e.r.p.)	허가
일본	806.125-809.75	29채널(125kHz)	10 mW(e.r.p.) (공중선전력10mW, 공중선이득 2.14dBi)	비허가
	322.025-322.15	5채널(25kHz)	1 mW(e.r.p.) (공중선전력1mW, 공중선이득 2.14dBi)	비허가
	322.25-322.4	6채널(25kHz)		
	779-788 797-806	90채널(200kHz가정)	제한없음	허가
미국	72-73, 74.6-74.8 75.2-76	10채널(200kHz)	1.92 mW (80mV/m@3m)	비허가 (Part15.237)
	902-928	FH:50채널(250kHz미만)	1W + 6dBi	비허가 (Part15.247)
		FH:25채널(250kHz이상)	0.25W + 6dBi	
		디지털:50채널(500kHz)	1W + 6dBi	
		아날로그	50mV/m@3m	
	169.445, 171.045, 169.505, 171.105, 170.245, 171.845 170.305, 171.905	8채널(65 kHz)	50 mW	허가 (Part90.265)

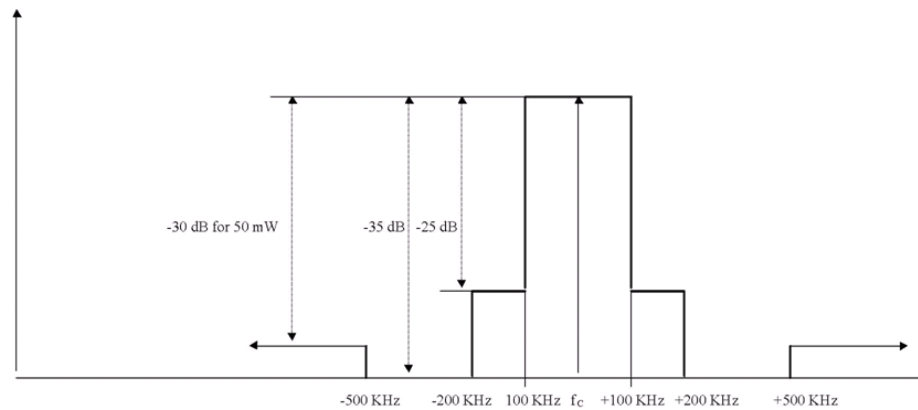
* 미국은 용도규정이 없는 일부 소출력 기기 대역을 전계강도 제한치에 적합하도록 설계하여 활용 중인 것으로 판단됨

다. 각국의 무선마이크 스펙트럼 마스크

o 미국 FCC의 송신 마스크 특성

FCC OCCUPIED BANDWIDTH MASK

FCC occupied bandwidth limit section 74.861 (e) (6)



f_c = Transmitter carrier frequency

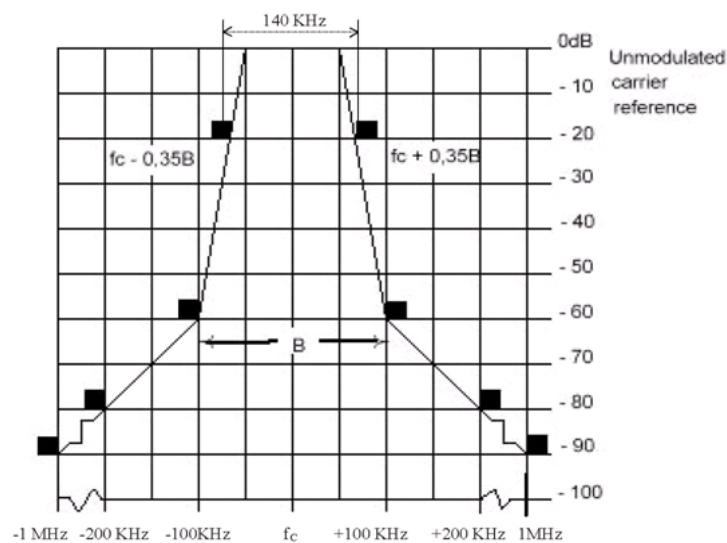
Beyond ± 500 KHz from carrier, spurious levels must be at least: $43 + 10 \cdot \log_{10}(\text{power output in watts})$ dB below the carrier level.

Example: For 50 mW: $43 + 10 \cdot \log_{10}(0.05 \text{ W}) = 30 \text{ dB}$

o 유럽 ETSI의 송신 마스크 특성

ETSI SPECTRAL BANDWIDTH MASK

Occupied Bandwidth Limit per ETSI EN 300 422 V1.2.2 (2000-08) Section 8.3.3



f_c = Transmitter carrier frequency

3. 무선마이크 주파수분배 및 기술기준 제정

가. 무선마이크 기술기준 개선 방향

1) 현행 무선마이크 기술기준

구 분	기술기준 ('08.5)
주파수대역	928-930, 950-952MHz(4 MHz폭)
주파수허용편차	±20ppm
점유주파수대폭	200kHz
출 력	10mW+2.14 dBi
전송방식	아날로그

2) 문제점 및 이슈

- (주파수 확대 요구) 현행 900MHz대 무선마이크 주파수는 928-930MHz와 950-952MHz 주파수대역 등 4MHz폭 (20채널)이 허용되어 있는데, 수신기 혼변조 문제로 실제 동시 이용이 가능한 채널은 6채널로 부족
 ※ 대형 공연이나 극장 등에서는 20 ~ 40채널을 이용하고 있는데, 700 MHz대 12MHz폭 (12채널) 900MHz대에서 6채널로 18채널 밖에 확보가 되지 않음
- (무선마이크 출력 상향 요구) 신체부착형(Body Pack)은 휴대형(Hand-held) 보다 서비스 반경이 짧아 공연 등에서 애로 발생

3) 기술기준 개선방향

- (주파수 가용 채널 확대) 900MHz 대역 재배치에 따라 확보 가능한 주파수폭 약 7MHz 모두를 무선마이크에 분배 필요 (925~932MHz, 8채널)
 - 무선마이크의 채널 수요를 충분히 충족시킬 수 없으므로, 무선마이크에 대해서는 간이한 허가 제도를 도입하여 극장 등에는 지역적으로 사용하지 않는 방송채널을 지정하는 방안을 별도 추진 필요
 - 향후 방송 채널 재배치 과정에서 일부 주파수를 확보하여 취재나 행사 목적의 주파수를 추가 확보 필요

- (무선마이크 출력은 현행 유지) 900 MHz대 무선마이크의 경우 30m의 서비스 범위를 요구하므로 신체부착형이라도 현재의 10mW 출력으로 이를 충족시킬 수 있는지 측정하기 위한 시험 구성도는 그림 2-2-4와 같다.

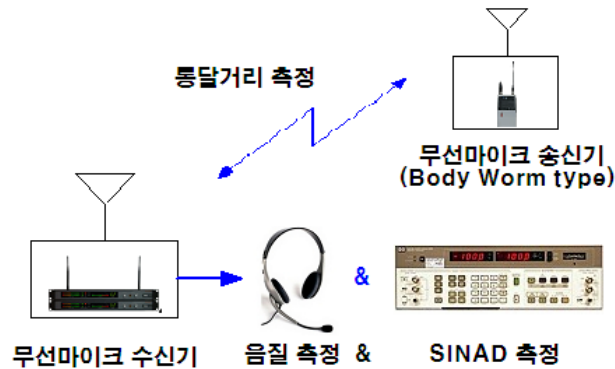


그림 2-2-4 통달거리 시험구성도

통달거리 측정을 위한 시험장비는 Agilent 8903B 오디오분석기(1대), 헤드셋 1대 또는 스피커 1대, Body Worm 무선마이크 송수신기(2 개사 각1대)를 준비하였으며, 측정환경 평면도는 그림 2-2-5와 같다. 공연장 등 실제 무선마이크 사용시 무선마이크 수신기와 송신기가 line-of-site에 있지 않고 문이 닫혀 있는 공간에 무선마이크 수신기가 설치되는 경우도 있으므로 그림과 같이 직선코스가 아닌 현재의 실내에서 실험하였고 특히 중앙에 3개의 나무문이 있는데 실험중에는 문을 닫고 시험을 진행하였다.

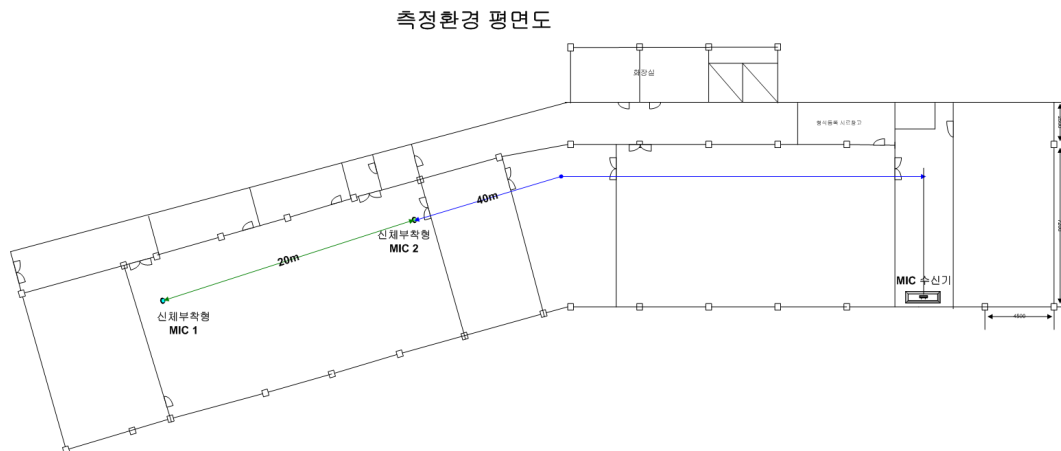


그림 2-2-5 통달거리 측정환경 평면도

○ 통달거리 측정을 위한 시험절차

1. 통달거리 측정을 위하여 시스템 구성도와 같이 구성한다.
2. Body Worm 무선마이크의 송신기를 몸에 부착한 후 수신기에서 멀어지면서 무선마이크 수신기의 양호한 음질을 확인하고 최대 통달거리를 측정한다.
(헤드셋의 음질 확인 및 오디오분석기의 SINID 12dB 이상 확인)
3. Body Worm 무선마이크를 장착한 사람이 360도 회전하면서 2단계를 반복한다.
4. Body Worm 무선마이크를 장착한 사람이 뮤지컬 배우가 취할 수 있는 다양한 포즈로(Body Worm 무선마이크가 수신기 정방향 및 반대방향 등)하고 옷에 대한 특성이 달라질수 있으므로 겨울 잠바를 입고 무선마이크 송신기를 허리에 부착하여 무선마이크 송신기가 겨울잠바에 덮히는 조건으로 시험한다.
5. Body Worm 무선마이크의 채널을 변경하여 2단계에서 4단계를 반복한다.

무선마이크 최대 통달거리 시험은 2개 회사의 제품에 대하여 통달거리를 측정한 결과 출력이 8mW 이하인 A사의 제품은 최악조건에서 무선마이크의 최대 통달거리는 약 40m이고 B사 제품은 최악조건에서 무선마이크의 최대 통달거리는 약 60m로 측정되어 비록 2개사의 제품만 측정하였지만 제조회사 및 공연관계자가 요구한 30m는 충분히 충족한다고 판단할 수 있다.

나. 대한민국 주파수 분배표 개정

「대한민국 주파수 분배표」 고시의 제2호(주파수 분배표) 및 제4호(국내 주파수 분배표 주석)에 928~930MHz, 950~952MHz 및 942~952MHz대역의 특정소출력무선기기(음성 및 음향신호전송용) 주파수는 삭제하고, 925~932MHz대역을 특정소출력(음성 및 음향신호전송용)으로 무선마이크의 주파수 재배치를 다음과 같이 하였다.

●방송통신위원회고시 제2008-136호

「전파법」 제9조에 따라 대한민국 주파수 분배표(방송통신위원회고시 제2008-45호, 2008. 5.19.) 전부를 다음과 같이 개정하여 고시합니다.

2008년 12월 31일
방송통신위원회위원장

대한민국 주파수 분배표

대한민국 주파수 분배표는 다음과 같다.

(제2호 894-942MHz 및 제4호 K90B와 K90D에 대해 언급하고 나머지는 생략)

국			한	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
제1지역	제2지역	제3지역	주파수대별 분배	용도 등
890-942 고정 이동 (항공이동 제외) 5.317A 방송 5.322 무선표정 5.323	890-902 고정 이동 (항공이동 제외) 5.317A 무선표정 5.318 5.325 902-928 고정 아마추어 이동 (항공이동 제외) 5.325A 무선표정 5.150 5.325 5.326 928-942 고정 이동 (항공이동 제외) 5.317A 무선표정 5.325	890-942 고정 이동 5.317A 방송 무선표정 5.327	894-942 고정 이동 5.317A 무선표정	코드없는 전화기 K54 양방향무선호출 K70 무선데이터통신 K88A 특정소출력(음성 및 음향신호전송용) K37D RFID/USN 등 K90B K90D 이동통신 K88B K91

제4호 중 K37D 및 K91을 다음과 같이 한다.

K37D

219.150 MHz, 219.175 MHz, 219.200 MHz 및 219.225 MHz의 주파수는 음성호출로 사용할 수 있고, 72.610~73.910 MHz, 74.000~74.800MHz, 75.620~75.790 MHz, 173.020~173.280 MHz, 217.250~220.110 MHz, 223.000~225.000 MHz, 740.000~

752.000 MHz 및 925~932 MHz의 주파수대역은 특정소출력무선기기(음성 및 음향신호전송용)로 사용할 수 있다. 다만, 950~952MHz의 주파수대역에서 사용 중인 특정소출력무선기기(음성 및 음향신호전송용)는 2011년 6월 30일까지(형식승인 종료는 2009년 6월 30일까지)만 사용을 허용한다. 또한 740.000~752.000MHz의 주파수대역은 2012년 12월 31일까지만 사용을 허용하며 이후에는 위원회가 지정(2009년 12월 31일까지)하는 타 대역으로 이전하여야 한다.

K91

942~959 MHz의 방송중계를 위한 고정국용 주파수는 2015년 6월 30일까지 사용하고, 이후에는 1.7 GHz대역 또는 방송중계용으로 지정된 대역으로 이전하여야 한다. 다만, 950~959 MHz에서 사용 중인 방송중계용 주파수는 2011년 3월 31일까지만 사용을 허용한다. 942~952 MHz의 주파수대역에서 운용 중인 방송 프로그램 제작의 무선마이크는 2009년 6월 30일까지 형식등록을 할 수 있고, 2011년 6월 30일까지 새로이 정해진 주파수 대역으로 이전하여야 한다.

다. 「신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국용 무선기기」 개정

「신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국용 무선기기」 고시에 특정소출력 무선기기(음성 및 음향신호전송용)에 대한 조항을 제4조와 같이 주파수범위를 928~930MHz 및 950~952MHz대역에서 925~932MHz대역으로 변경하여 개정하였고 그 내용은 다음과 같다.

●방송통신위원회고시 제2008-138호

「전파법시행령」 제24조제4호에 따라 신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국용 무선기기(방송통신위원회고시 제2008-74호, 2008. 5.19.) 일부를 다음과 같이 개정하여 고시합니다.

2008년 12월 31일
방송통신위원회위원장

신고하지 아니하고 개설했을 수 있는 무선국용 무선기기 일부개정

신고하지 아니하고 개설했을 수 있는 무선국용 무선기기 일부를 다음과 같이 개정한다.

제4조(특정소출력 무선기기) 특정소출력 무선기기는 다음의 각 호와 같다.

1. ~ 3. (생략)
4. 음성 및 음향신호 전송용 무선기기

주파수(MHz)	실효복사전력	비고
219.150, 219.175, 219.200, 219.225	10mW 이하	음성호출에 한함
72.610 ~ 73.910, 74.000 ~ 74.800, 75.620 ~ 75.790, 173.020 ~ 173.280, 217.250 ~ 220.110, 223.000 ~ 225.000, 740.000 ~ 752.000, 925~932	10mW 이하	

부칙

이 고시는 고시한 날부터 시행한다.

마. 900MHz 무선마이크 기술기준 개정

방송통신위원회의 900MHz대역에 이동통신 서비스를 위한 주파수회수 및 재배치 계획에 따라 특정소출력무선기기(음성 및 음향신호전송용)의 주파수범위를 928~930MHz 및 950~952MHz대역에서 925~932MHz대역으로 변경하여 주파를 분배하였다. 또한 기존 음성 및 음향신호전송용 무선기기의 불요발사는 무선마이크 제조회사의 기술력에 의하여 매우 느슨한 기준을 도입하여 시행하고 있었으나 음성 및 음향신호전송용 무선기기의 제조업체의 기술력이 개선되어 외국과 동등한 수준의 기준으로 개선하는 것이 바람직하므로 「무선설비규칙」 고시에 특정소출력무선기기(음성 및 음향신호전송용)에 대한 조항을 제98조 제4항과 같이 주파수범위를 928~930MHz 및 950~952MHz대역에서

925~932MHz대역으로 변경하여 개정하였고 불요발사의 기준을 외국기준과 동등한 수준으로 개선하였고 그 내용은 다음과 같다.

●방송통신위원회고시 제2008-137호

「전파법」 제45조(기술기준)에 따라 무선설비규칙(방송통신위원회고시 제2008-131호, 2008. 12. 29) 일부를 다음과 같이 개정하여 고시합니다.

2008년 12월 31일
방송통신위원회위원장

무선설비규칙 일부개정

무선설비규칙 일부를 다음과 같이 개정한다.

제98조제4항 제1호 및 제3호 다목 (4)를 다음과 같이 변경한다.

④ 음성 및 음향신호 전송용 특정소출력무선기기의 기술기준은 다음 각호와 같다.

1. 용도, 주파수, 공중선전력 또는 실효복사전력, 점유주파수대폭

용도구분	주파수(MHz)	전파형식	실효복사전력	점유주파수대폭
무선호출	219.150 219.175 219.200 219.225	F(G)3E	10mW 이하	16kHz 이하
무선마이크 및 음향신호전송용	72.610-73.910 74.000-74.800 75.620-75.790 173.020-173.280 217.250-220.110 223.000-225.000 740.000-752.000 925.000-932.000	F(G)3E F(G)7(8,9)W		(1) 주파수가 100MHz 이하의 경우 : 60kHz 이하 (2) 주파수가 100MHz 초과의 경우 : 200kHz 이하

2. <생략>

3. 무선마이크 및 음향신호전송용 무선기기는 다음의 조건에 적합할 것
다. 불요발사는 다음과 같을 것

(4) 사용 주파수대역 밖에서는 다음 표와 같을 것

주파수	기준값	비고
1GHz 미만	- 36 dBm	* 단 지정주파수대역의 끝으로부터 50kHz 이내의 주파수에서는 기준대역폭 3kHz를 적용한다.
1GHz 이상	- 30 dBm	

부칙(제2008-137호, 2008.12.31.)

제1조 (시행일) 이 고시는 고시한 날부터 시행한다.

4. 맺음말

방송통신위원회는 이동통신 수요에 대응하기 위해 2011년 6월까지 900 MHz대역에서 이동통신용(905~915MHz/950~960MHz)으로 20MHz폭을 확보하고 3G이상의 용도로 후발 또는 신규 사업자에게 할당하기 위하여 RFID와 더불어 음성 및 음향신호 전송용 주파수를 928-930MHz, 942-952MHz(4MHz)에서 925-932MHz(7MHz)로 재배치하였다.

「대한민국 주파수 분배표」 고시(방송통신위원회고시 제2008-136호, 2008.12.31)의 제2호(주파수 분배표) 및 제4호(국내 주파수 분배표 주석)와 「신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국용 무선기기」 고시(방송통신위원회고시 제2008-138호, 2008.12.31)에 음성 및 음향신호 전송용으로 928-930MHz, 942-952MHz(4MHz) 주파수대역을 삭제하고 925-932MHz(7MHz) 주파수대역을 재배치하였다. 또한, 「무선설비규칙」 고시(방송통신위원회고시 제2008-137호, 2008.12.31)에 음성 및 음향신호 전송용 주파수를 928-930MHz, 942-952MHz(4MHz)에서 925-932MHz(7MHz)로 개정하였고 불요발사의 기준을 외국기준과 동등한 수준으로 개선하였다.

음성 및 음향신호 전송용 무선기기의 주파수를 928-930MHz, 942-952MHz(4MHz)에서 925-932MHz(7MHz)로 확대하여 개정하였지만 무선마이크의 사용의 증가에 대응하기에는 미흡하므로 향후에 방송 제작용 등 더 많은 주파수 대역에서 음성 및 음향신호 전송용 주파수를 확보하는 것이 필요하다.

제 3 절 10GHz 물체감지센서용 무선기기 기술기준 제정

1. 개 요

최근 전파이용기술의 발달로 무선통신 기술은 통신, 원격탐사, 국방 및 천문과학 연구 등에 광범위하게 활용되고 있으며, 기존 분야에서 전파를 발사하여 물체를 감지하는 레이더까지 다양하게 활용되고 있는 추세이다. 특히 대부분 센서로 구성되는 USN은 유비쿼터스 환경에서 말초신경과 같은 매우 중요한 역할을 수행하게 되는데 센서에 따라 초음파, 적외선 및 무선레이더 센서로 구분된다. 초음파 방식은 경제적이며 구현하기 쉽다는 장점이 있는 반면에 작은 먼지에도 반응하고 온도와 습도에 매우 민감하다는 단점이 있다. 적외선 방식은 경제적이며 구현이 용이하다는 장점에도 불구하고 주변 조도에 쉽게 영향을 받기 때문에 신뢰성이 매우 떨어지는 단점이 있다. 무선레이더 센서방식은 플라스틱, 옷, 나뭇잎과 같은 물체를 투과하여 물체를 감지할 수 있으며, 온도, 습도, 소음, 조도 등의 주변 환경에 영향을 받지 않고 넓은 감시 영역을 갖는 장점이 있다. 따라서 여러 가지 기상조건에서도 비교적 오류가 적고 사용이 용이하다는 특성을 갖고 있는 무선레이더 센서는 현재 가장 활발히 연구되는 분야이다. 레이더는 이동하는 물체에 전파를 발사하여 이동하는 속도에 따른 도플러 편이를 감지하여 이동체의 유무 및 속도를 측정할 수 있다. 무선레이더 센서 활용분야는 그림 2-3-1과 같이 다양하게 활용되고 있다.



그림 2-3-1 물체감지센서용 무선기기 활용분야

이러한 레이더를 초소형으로 제작하면 이동체의 감지센서로 활용이 가능하며, 기존의 PIR 센서보다 먼지, 습도, 온도 등 주변 환경에 영향을 받지 않고 사용할 수 있어 산업현장 및 실생활에서 많이 활용할 수 있다. 또한, 물체의 움직임, 미세 동태 등의 감지가 가능하여 침입자 방지 등 방범시스템에 활용되고 있으며, 향후 조명센서, 침입방지 센서, 자동문 센서, 경찰청 및 야구장 등에서의 속도 측정기 등 실외에서의 활용이 증가할 전망이다.

물체감지센서의 주파수는 ITU-R을 위시하여 세계적으로 10GHz 대역과 24GHz 대역을 할당하여 사용하고 있으나, 국내에서는 24GHz 대역만 주파수분배 및 기술기준이 제정되어 있으며, 10GHz 대역은 주파수가 분배되어 있지 않은 실정이다. 현재 10GHz 대역을 이용한 speed gun, 자동문 센서, 이동체 감지기 등이 일부 수입되어 국내에서 사용하고 있는 실정이므로 이를 양성화하여 사용하게 할 필요성이 대두되고 있으며, 또한 산업체에서 10GHz 대역을 물체감지센서용으로 주파수를 분배해 줄 것을 수요제기 하였다. 물체감지센서는 10GHz 대역 제품이 24GHz 대역 제품보다 시장점유의 대부분을 차지하고 있으며, 양산성이 월등히 좋아 국내제품을 세계시장에서 마케팅 및 시장 경쟁력을 위해서 10GHz 대역도 물체감지센서용으로 주파수를 분배하기 위한 연구를 수행하였다. 연구결과 산업의 경제성 분석 및 타 업무와의 간섭분석 결과 방송중계와의 간섭문제가 대두되었으며, 따라서 실내용에 한해서 10GHz 대역을 물체감지센서용으로 사용할 수 있도록 2008년 12월 29일 주파수를 분배하였으며, 기술기준도 제정 고시하였다.

2. 국내·외 10GHz 대역 기술동향 및 분배 현황

레이더의 원리를 이용하여 주기적으로 방사되는 마이크로웨이브에 대한 반사 신호를 분석하여 정보를 획득하는 감지기술은 실내 전등제어, 건물상황 및 침입관리, 이동체(인체 및 물체)감지, 스피드 건, 의료센싱 등 다양한 분야에서 활용될 것으로 예상하고 있다. 현재 국내의 경우에는 10.5~10.7GHz대역(15개 채널)은 TV 방송을 위한 고정중계업무용으로 분배되어 방송사에서 전 대역을 사용하고 있으며, 물체감지센서용으로는 24.25GHz대역만 주파수가 분배되어 있는 실정이다. 하지만 미국, 일본, 영국 등은 10.5GHz대역과 24.25GHz대역을 모두 무선센서용으로 분배하여 사용 중이다. 향후 10.5GHz대역은 조명 센서,

침입 센서 등 물체감지센서 분야가 산업적으로 그 활용도가 크게 예상되나 주파수 미 할당으로 국내에서 제품개발이 어려운 실정이다. 따라서 국내 산업체의 기술개발과 서비스 이용이 촉진될 수 있도록 적정대역 분배가 필요한 시점이었으며, 이에 대한 주파수 분배 방안 및 기술기준을 제정하기 위한 검토를 수행하였다.

본 절에서는 10GHz 주파수대역의 전파를 사용하는 물체감지센서용 무선기기의 기술동향, 시장동향, 미국 및 유럽 등 각국의 동향에 대해서 살펴보고자 한다.

가. 물체감지센서용 무선기기의 기술동향

주파수분배 및 기술기준에 정의된 10GHz, 24GHz 주파수 대역의 전파를 사용하는 물체감지센서용 무선기기는 일반 학문에서는 레이더라는 말을 더 많이 사용하고 있으며, 전파의 반사 원리를 이용하여 특정물체의 위치 및 속도 등을 감지하는 기기이다. 레이더(RADAR)란 Radio Detection And Ranging의 약자이며 주요 기능은 물체의 위치와 방향의 탐지 및 거리와 속도의 측정을 들 수 있다. 레이더 장치의 기본 동작원리는 그림 2-3-2와 같이 송신기에서 보낸 마이크로파 신호를 약 1~2° 정도의 폭을 갖는 빔을 순차적으로 다양한 방향으로 무수히 발생시켜서 반사되어오는 신호와의 시간차, 빔의 각도, 주파수 변화, 에너지 등을 검출하여 물체의 위치 및 특성을 확인하는 것이다.

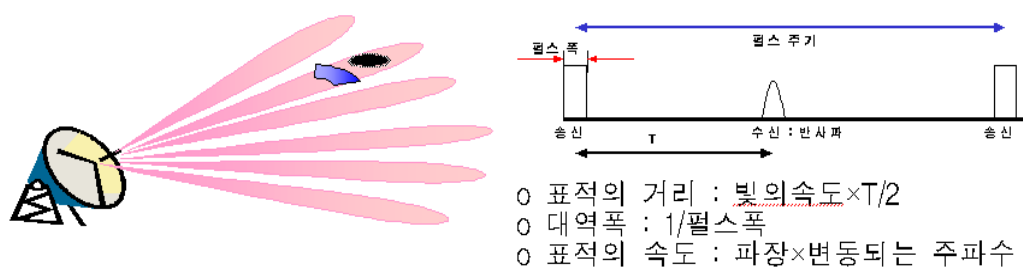


그림 2-3-2 레이더의 기본원리

마이크로웨이브 센서는 도플러 원리를 이용하여 움직임 감지센서로 사용할 수 있다. 송신주파수는 송신파를 반사하는 움직이는 물체의 속도에 비례

하며, 출력 전압의 크기는 움직이는 물체의 반사율 및 크기에 비례하여 나타나는 원리이다. 일반적으로 높은 유전상수를 가진 절연체나 금속의 반사율이 높아 출력전압은 더 크게 된다. 수식적으로 도플러 효과에 의하여 반사되어 수신되는 주파수 $f_{Doppler}$ 는 식 (1)과 같이 표현된다.

$$f_{Doppler} = 2 \times V_{Target} \times \cos\Theta \times \frac{f_{Transmitted}}{c} \quad (1)$$

여기서 c : 빛의 속도(30만km/sec)
 V_{target} : 목표물의 속도
 Θ : 센서와 움직이는 물체와의 각도
 $f_{transmitted}$: 센서의 송신주파수

예를 들어 $v_{target}=1\text{m/s}$ (저속보행 속도)이고 움직이는 물체의 감지를 위하여 주파수를 10.525GHz를 사용한다면 $f_{Doppler}$ 는 15Hz가 된다. 도플러 효과로부터 기본적으로 움직이는 반사체의 존재 유무를 알 수 있으며, 이동체의 속력과 움직인 거리 정보를 얻을 수 있다. 또한 표적과의 거리는 신호의 왕복 전달시간으로 구할 수 있으며, 속도는 되돌아오는 신호의 도플러(Doppler) 편이로부터 구할 수 있다. 이러한 원리를 이용한 레이더의 거리(R) 및 속도 v 는 식 (2)과 (3)에 근거하여 계산할 수 있으며, 표적의 속도는 파장과 변동되는 주파수 곱으로 구할 수 있다.

$$R = \frac{c \cdot \Delta t}{2} \quad (2)$$

여기서 c : 자유공간에서의 전파전파 속도
 Δt : 발사된 전파가 반사되어 되돌아오는데 걸리는 시간(s)

$$v = \frac{\lambda \cdot f_d}{\cos\theta} \quad (3)$$

여기서 f_d : 도플러 주파수 편이

Θ : 레이더와 표적물 사이의 각도로 레이더의 측정방향과 표적물의 이동방향이 이루는 각도

1) 10GHz 대역 전파전파 특성

24GHz 대역과 10GHz 대역의 전파전파특성은 공기중에서 수분과 산소에 의하여 흡수되는 비율이 1.4배 이상 차이가 난다. 그림 2-3-3은 주파수에 따른 수분과 산소에 의한 대기의 감쇄지수를 보여주고 있다.

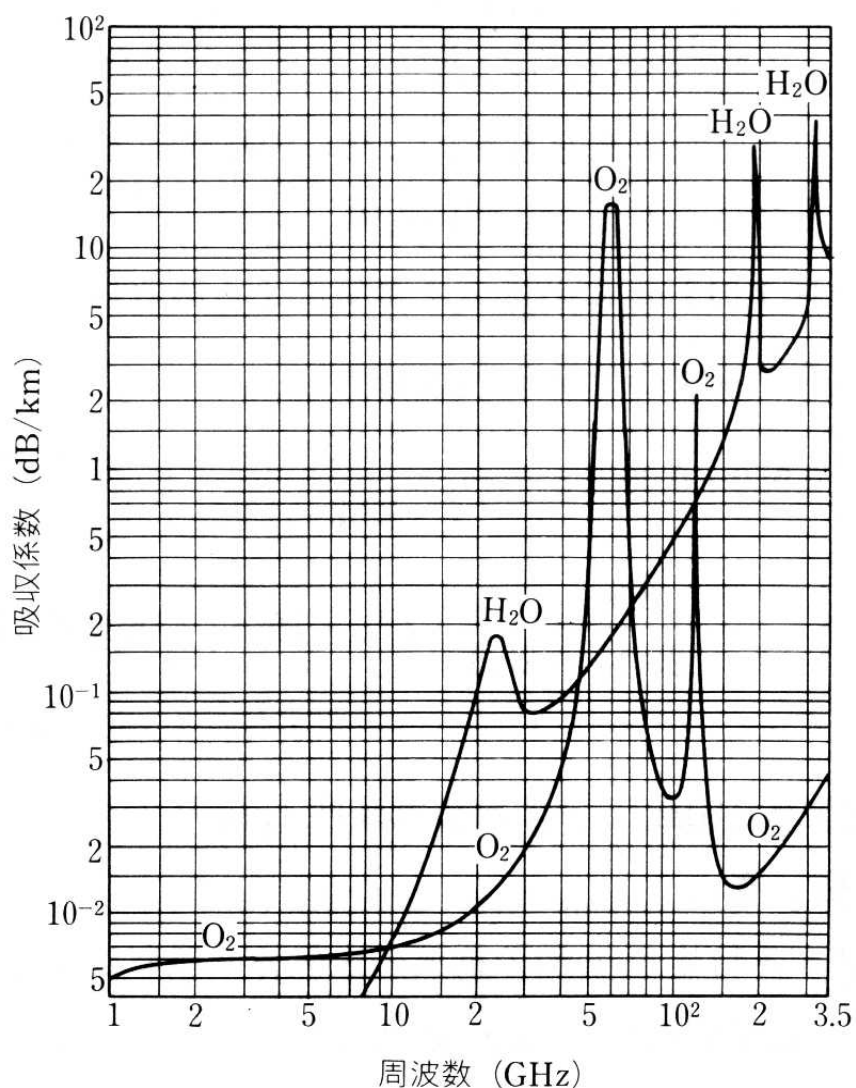


그림 2-3-3 주파수에 따른 대기의 감쇄지수

일반적으로 고주파대역의 부품은 특수한 산업분야로 부품가격이 비싸고 기술적으로 구현이 어렵지만, 고주파 대역 중에서 10GHz 대역은 민수용 위성방송이 90년대부터 발전하여 이를 위한 기술개발이 이루어져 왔다. 따라서 10GHz 대역을 이용한 기기가 다른 고주파대역을 이용하는 기기보다 구현기술이 발전하고 부품가격이 저렴하여 제품의 시장가격 경쟁력이 있다. 즉, 10GHz 대역을 이용한 기기의 시장성이 크고 24GHz 대역의 제품보다 1/5 정도 저렴하여 가격 경쟁력 측면에서 유리하다는 이점을 가지고 있다. 하지만, 전파전파 특성상 24GHz 대역은 대기 중 수분에 의한 전파의 감쇄가 매우 큰 특성이 있어 장거리 통신에는 적합하지 못하고 단거리 응용에 적합하며, 10GHz 대역은 장거리 응용에 적합하므로 적용 장소 및 기능에 따라 10GHz 및 24GHz 대역 모두 물체감지센서용으로 사용할 수 있도록 허용하여야 한다.

2) 10GHz 대역 물체감지센서 활용분야

10GHz 대역 물체감지센서는 인체 및 물체의 무인감시센서, 위험물 및 폭발물 적재장소 접근방지 센서, 농작물 유해조수접근 감지센서, 비행장 조수 퇴치 센서, 건물 자동문센서, 조명제어센서, 차량검지기센서, Level 센서 등 그림 2-3-4와 같이 다양한 분야에서 활용되고 있다.

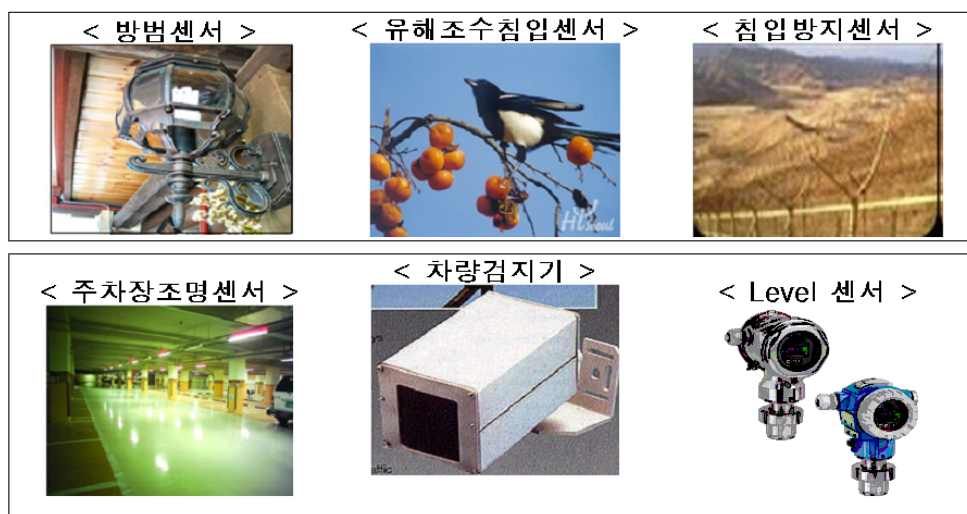


그림 2-3-4 10GHz 대역 물체감지센서 활용분야

나. 10GHz 물체감지센서 산업의 경제성 분석

센서시장의 규모를 가능한 객관적으로 조사하기 위하여 인지도와 신뢰도를 갖고 있는 해외 전문조사기관의 최근 시장자료 및 '07년 하반기 U-센서 산업실태조사를 근거로 추정한 시장전망 자료를 참조하여 10GHz 대역 물체감지센서의 경제성을 분석하였다.

1) 국내·외 시장동향

센서의 종류는 크게 전자식센서와 U-센서 2가지로 구분할 수 있다. 전자식센서는 시장이 성숙단계에 도달해 있고 성능 및 신뢰성 측면에서 경쟁력을 갖고 있다. U-센서는 지능형센서, 실리콘센서(MEMS sensor), 무선센서 등으로 분류할 수 있다. 지능형센서는 초기에 레이더, 이미지, 적외선들을 기반으로 한 센서가 주류를 이루고 있었으나, 최근에는 MEMS 기술을 이용한 센서가 근간을 이루고 있다. 무선센서를 활성화하기 위해서는 Zigbee, Battery, 사용주파수 및 대역폭 등의 검토가 선행되어야 한다. 표 2-3-1은 품목별 세계 센서시장 전망을 보여주고 있다.

표 2-3-1 품목별 세계 센서시장 전망

(단위 : 백만불)

구분	2007	2008	2009	2010	2011	2012	CAGR
압력센서	11,115	11,698	12,315	12,947	13,495	14,075	4.9%
화학센서	11,127	11,700	12,299	12,904	13,429	14,004	4.8%
유량유속	6,432	6,905	7,356	7,864	8,363	8,890	6.8%
이미지센서	4,036	4,555	5,173	5,899	6,479	7,140	12.1%
근접센서	2,799	2,917	3,035	3,157	3,267	3,380	3.9%
레벨센서	2,502	2,600	2,707	2,809	2,914	3,017	3.8%
온도센서	2,419	2,554	2,698	2,848	2,990	3,116	5.3%
위치센서	2,049	2,128	2,209	2,292	2,368	2,443	3.6%
힘하중센서	931	996	1,065	1,137	1,203	1,268	6.4%
광센서	569	599	634	670	702	732	5.3%
기타센서	7,190	7,567	8,007	8,462	8,895	9,324	5.3%
합 계	51,169	54,219	57,498	60,989	64,105	67,389	5.7%

자료) Global Industry Analysis(GIA), "Sensor 2006"

표 2-3-1에서 보는 바와 같이 세계 센서시장의 추이를 살펴보면, 연 평균 5.7%의 성장세를 나타내면서 '07년 512억불에서 '12년 674억불 규모로 성장할 전망이다, 압력, 화학, 유량유속 등 산업용 센서의 비중이 큰 편이다. 또한 시장 성장률 측면에서 보면, 범용센서는 갈수록 성장률이 둔화되고 있는 반면 특수용 센서와 신기술 센서가 빠르게 성장할 것으로 예측하고 있다. 반면에 국내 센서시장은 '07년 23억불에서 '12년 37억불 규모로 성장할 시장규모를 가지고 있으나, 생산실적은 저조하여 국내 시장의 60~70%를 수입에 의존할 것으로 전망하고 있다. 표 2-3-2는 품목별 국내 센서시장 전망을 보여주고 있다.

표 2-3-2 품목별 국내 센서시장 전망

(단위 : 백만불)

구분	2007	2008	2009	2010	2011	2012	CAGR
압력센서	521	563	608	655	700	750	7.6%
화학센서	490	528	571	615	658	700	7.4%
유량유속	346	373	403	434	463	495	7.5%
이미지센서	234	266	304	348	385	430	13.0%
근접센서	31	34	36	39	42	45	7.6%
레벨센서	115	124	134	144	155	165	7.5%
온도센서	85	92	99	107	115	120	7.4%
위치센서	38	41	43	47	50	53	7.2%
힘하중센서	20	22	24	26	27	28	6.7%
광센서	15	16	18	20	21	22	7.8%
기타센서	377	408	443	483	520	560	8.0%
합 계	2,272	2,467	2,683	2,918	3,136	3,368	8.2%

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

표 2-3-2에서 보는 바와 같이 국내 센서시장은 압력, 화학센서 등 산업용 센서의 비중이 큰 편이며, 이미지센서가 빠르게 성장하고 있는 것을 알 수 있다.

유럽 등 해외는 마이크로웨이브 방식의 자동문이 대세를 이루고 있고, 국내시장을 기반으로 마이크로웨이브 센서 기술개발이 활성화될 경우 해외 수출의 기여도를 높일 수 있을 것이다. 반면 국내업체의 제품개발 역사가 짧아 향후 국내시장이 개방될 경우, 외국 센서제품의 수입량 증가로 국내업체의 내수시장 진입에 장애가 될 수도 있음을 간과하여서는 안 될 것이다. 물체감지센서 관련

국내산업의 시장규모는 그림 2-3-5와 같이 '08년 61억원 규모에서 '14년에는 450억원 규모로 성장할 것으로 전망하고 있다.

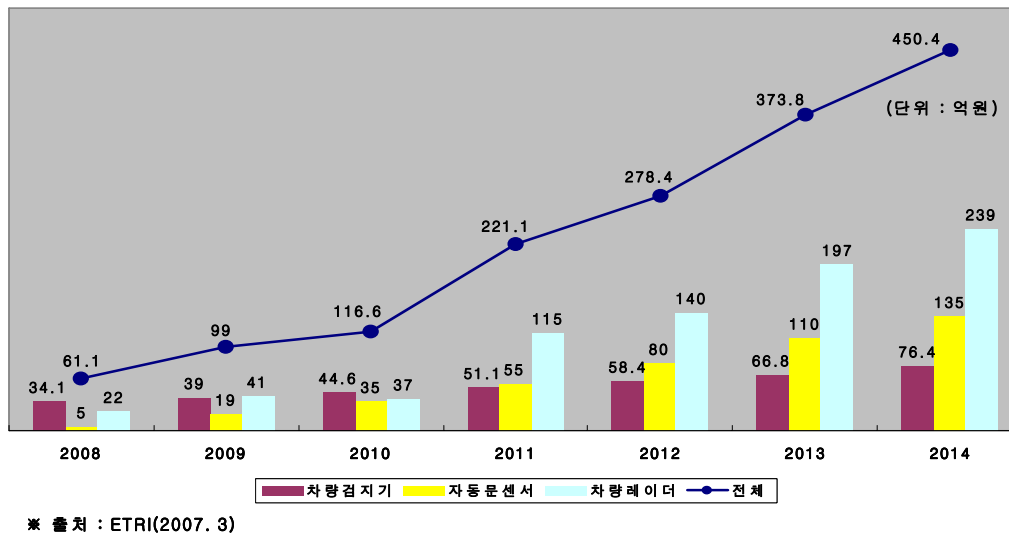


그림 2-3-5 물체감지센서 국내시장 전망

10GHz 및 24GHz 대역을 이용하는 물체감지센서의 국내시장은 '08년부터 '14년까지 차량검지기 34억원에서 76억원, 자동문센서 5억원에서 135억원, 차량레이더 22억원에서 239억원의 시장을 형성할 것으로 예상하고 있다.

한국 RFID/USN 협회에서 관련제품 및 서비스 공급이 예상되는 1,552개 기업, USN 관련기업 200개사를 대상으로 국내 RFID/USN 산업실태조사를 실시하였다. 산업실태조사 결과자료를 근거로 작성된 '09~'15년까지의 국내 USN 시장전망을 표 2-3-3에서 보여주고 있다.

표 2-3-3 국내 USN 시장 전망

(단위 : 억원)

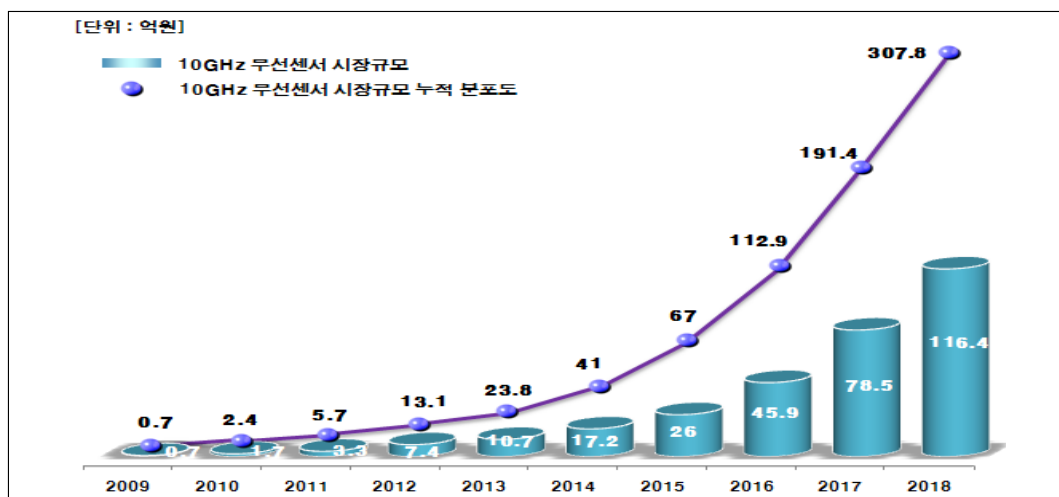
구분	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
센서노드	2,342	4,345	6,952	12,396	13,648	15,818	16,506
네트워크	300	572	947	1,754	2,107	2,547	2,658
소 계	2,643	4,917	7,899	14,150	15,755	18,365	19,164

자료) ETRI 인프라정책연구팀(2008), "RFID/USN 국내외 시장전망 및 파급효과"

표 2-3-3에서 보는 바와 같이 특이할 만한 국내 USN 시장은 '11년에서 '12년 사이에 50%정도 급격하게 성장하여 14,150억원 규모의 시장을 형성할 것으로 예측하고 있다.

2) 10GHz 물체감지센서 시장전망

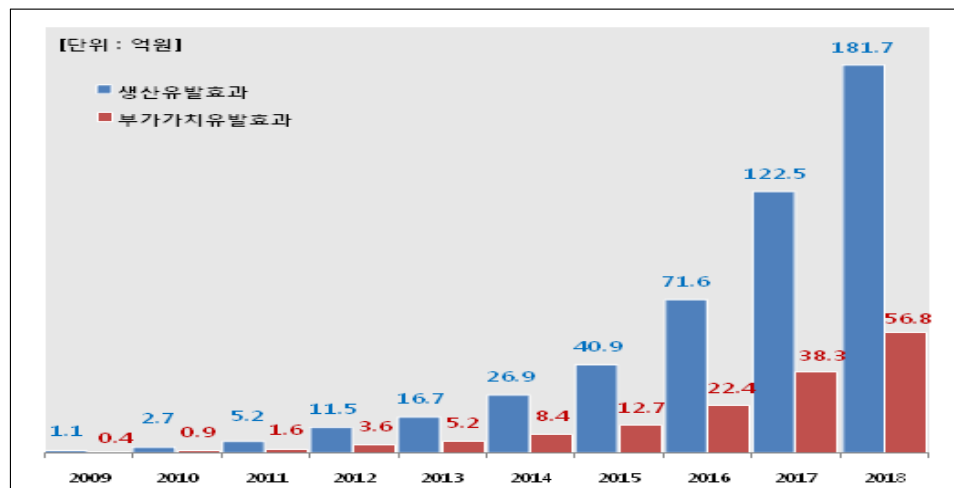
10GHz는 산란성의 장점이 오히려 필요 이상을 감지하여 오작동이 24GHz 보다 심하며, 센서 통제가 어려워 세계적으로 10GHz 대역사용을 고려하고 있는 추세이다. 10GHz 모듈 가격은 24GHz에 비하여 분명한 장점은 있으나, 열선 및 적외선은 비슷하여 가격 경쟁력에서 우위에 있다고는 볼 수 없다. 국내외 열선 및 적외선 센서 시장(해외는 10GHz 및 24GHz 포함)은 이미 포화상태로 진입장벽이 높은 상태이므로 10GHz 센서의 시장 진입 시 품질에 대한 신뢰 구축기간이 필요하며, 10GHz 주파수대역을 분배하기 위해서는 간섭 검토 및 신뢰성을 확보하는 것이 급선무 일 것이다. 따라서 방범센서, 자동문센서, 방송중계용, 자체간섭, 형광등 간섭 등 간섭분석 시뮬레이션 수준을 넘어 현장실험을 통한 실제 간섭분석 검토도 이루어져야 할 것이다. 그림 2-3-6에서 10GHz 대역을 이용한 국내 무선센서 시장 예측치를 보여주고 있다.



자료) ETRI 서비스기반정책연구팀(2008)

그림 2-3-6 국내 10GHz 무선센서 시장 전망

국내 무선센서 시장은 향후 1조 5백억원 규모로 추정되며, 이중 10GHz 대역을 이용한 무선센서 시장은 향후 10년간 약 308억원 규모의 시장을 형성할 것으로 전망하고 있다. 또한 산업연관분석을 통해 10GHz 무선센서 산업의 경제적 기대효과는 그림 2-3-7과 같이 향후 10년간 생산유발효과는 약 481억원, 부가가치유발효과는 약 150억원에 이를 것으로 전망하고 있다.



자료) ETRI 서비스기반정책연구팀(2008)

그림 2-3-7 국내 10GHz 무선센서 시장 전망

10GHz 무선센서의 생산유발효과 및 부가가치유발효과는 한국은행 산업연관표를 기준으로 하였으며, 10GHz 무선센서 관련부문을 외생부문으로 취급하여 산업파급효과 유발계수를 산출하였다.

다. 국내·외 주파수 이용현황

ITU-R에서는 10.5~10.6GHz 대역 주파수를 1, 2, 3 전 지역에 걸쳐 고정, 이동, 무선표정으로 분배하였으며, 10.55~10.6GHz 대역은 1, 2, 3 전 지역에 대해서 항공이동업무를 제외한 고정, 이동, 무선표정으로 사용할 수 있도록 분배하였다. 그림 2-3-8은 10.5~10.55GHz 주파수대역에 대한 지역별 ITU 분배현황 및 국내 주파수분배 현황을 보여주고 있다.



그림 2-3-8 ITU 및 국내 주파수분배 현황(10.5 ~ 10.55GHz)

ITU-R SM.1538 권고안에서 10.5 ~ 10.6GHz 대역은 소출력 레이더로써 무선 측위용으로 사용할 수 있도록 권고하고 있다. 즉 전파를 이용하여 물체의 위치 및 속도 등의 특성을 파악할 수 있는 용도로 사용할 수 있도록 권고하고 있다.

유럽, 미국, 일본 등은 10.5 ~ 10.6GHz 대역을 분배하고 국가별로 소출력 제도에 따라 물체 감지 센서용으로 사용할 수 있도록 허용하고 있다. 표 2-3-4는 주요국가의 10.5 ~ 10.6GHz 주파수대역 이용현황을 보여주고 있다.

표 2-3-4 주요국가의 10GHz 대역 주파수 이용현황

국가	주파수대	출력	용 도
미국	10.5 ~ 10.55GHz(50MHz)	0.5mV/m	Radar Detector
유럽	10.5 ~ 10.6GHz(100MHz)	25mW(eirp)	Detecting Movement and Alert
일본	10.5 ~ 10.55GHz(50MHz)	10mW	속도측정레이더

표 2-3-4에서와 같이 미국은 10.5 ~ 10.55GHz 주파수대역의 50MHz 대역폭을 분배하였으며, 출력은 0.5mV/m, 레이더 감지용으로 사용하고 있다. 유럽은 10.5 ~ 10.6GHz 주파수대역의 100MHz 대역폭을 분배하였으며, 출력은 25mW(국가에 따라 500mW까지), 이동물체 감지용으로 사용하고 있다. 일본은 10.5 ~ 10.55GHz 주파수대역의 50MHz 대역폭을 분배하였으며, 출력은 10mW, 속도측정 레이더 감지용으로 사용하고 있다. 그림 2-3-9는 주요국가의 10.5 ~ 10.6GHz 주파수대역 사용현황을 보여주고 있다. 그림에서 보듯이 ITU, 유럽, 한국은 10.5~10.55GHz 주파수대역을 고정, 이동, 무선표정으로 분배하여 사용하고 있으며, 미국 및

일본은 10.5~10.55GHz 주파수대역을 무선표정으로만 분배하여 사용하고 있다. ITU 및 유럽은 10.55~10.6GHz 대역을 고정, 이동(항공이동 제외), 무선표정으로 사용할 수 있도록 분배하였다. 미국은 10.55~10.6GHz 주파수대역에 대해서 Federal Table 에는 어떤 용도로도 주파수가 분배되어 있지 않으며, Non-Federal Table 에서는 고정에만 사용할 수 있도록 제한하고 있다.

	10.5	10.55	10.6
ITU	고정, 이동, 무선표정		
미 국	무선표정	고정	
	Radar Detector		
유럽	고정, 이동, 무선표정		
	Detecting Movement and Alert		
일 본	무선표정	고정, 이동	
	속도측정레이더		
한 국	고정, 이동, 무선표정		
	고정 M/W 방송중계용		

그림 2-3-9 주요국가의 10GHz 대역 주파수 사용현황

한국 및 일본은 10.55~10.6GHz 대역을 고정, 이동(항공이동 제외)으로 분배하여 사용하고 있으며, 무선표정으로는 사용할 수 없도록 제한하였다. 또한 우리나라는 10.5~10.6GHz 대역을 고정 M/W 방송중계용으로 용도를 지정하여 총14개(MBC : 8개, KBS : 5개, SBS : 1개)의 무선국을 운용하고 있다.

3. 10GHz 물체감지센서용 주파수분배 및 기술기준 제정

국제 주파수 분배 및 산업체 주파수 수요를 고려하고 관련 기술개발과 서비스 축진을 위하여 10GHz 대역 분배가 필요함을 인식하고, 국내제품을 세계시장에서 마케팅 및 시장 경쟁력 확보를 위해서 10GHz 대역도 물체감지센서용으로 주파수를 분배하기 위한 연구를 수행하였다. 연구결과 산업의 경제성 분석 및 타 업무와의 간섭분석 결과 방송중계와의 간섭문제가 대두되었으며, 따라서 실내용에 한해서 10GHz 대역을 물체감지센서용으로 사용할 수 있도록 2008년 12월 29일 주파수를 분배하였으며, 기술기준도 제정

고시하였다. 실내에 주로 이용되는 방법 및 보안용 센서의 경우, 자동문 센서에 비하여 건물당 설치 빈도가 많아 시장성이 더 크다고 할 수 있으나, 신뢰성과 연관되어 있으므로 현재는 기존 외국업체 제품이 시장을 장악하고 있는 실정이다. 따라서 마이크로웨이브 센서를 개발하고자 하는 국내업체의 수요조사를 통하여 국내 제조업체에 지원할 수 있는 방안을 모색하여야 한다. 본 절에서는 10GHz 주파수대역의 전파를 사용하는 물체감지센서용 무선기기와 방송중계기 간의 간섭분석결과, 주파수 분배 및 기술기준에 대해서 살펴보고자 한다.

가. 주파수 간섭분석

물체감지센서용으로 10.5~10.55GHz 주파수대역을 분배하기 위해서는 우선 주파수 분배를 받아 사용 중인 기존의 서비스와의 간섭영향을 평가하여야 한다. 현재 국내에서는 그림 2-3-10과 같이 10.45~10.5GHz 인접대역은 아마추어용으로 분배되어 있으며, 10.5~10.7GHz 대역은 고정 M/W 방송중계용으로 분배되어 있다.



그림 2-3-10 국내 10.45~10.7GHz 주파수대역 분배 현황

현재 물체감지센서로 분배하고자 하는 대역은 10.5~10.55GHz 이므로, 아마추어 및 고정 M/W 방송중계와의 간섭분석을 하여야 한다. 하지만, 인접대역에 있는 아마추어와 물체감지센서간의 간섭분석은 생략하였다. 이유는 물체감지센서가 소출력 기기로 아마추어에는 영향을 주지 않을 것으로 예측하였기 때문이다. 또한 10GHz 대역을 이용하는 물체감지센서가 ITS 분야에도

이용되고 이 경우 간섭영향이 있을 것으로 예상되며, 향후 추가 설치될 중계기로 인한 영향도 있을 것으로 판단되지만, 추후 검토하기로 하고 ITS 분야에 대한 간섭분석도 생략하였다. 따라서 간섭분석은 물체감지센서와 고정 M/W 방송중계기 간의 간섭 영향을 분석하였다.

1) 방송중계와 물체감지센서 간 간섭분석

방송중계와 물체감지센서 간 간섭분석을 위해서 먼저 고정 M/W 방송중계링크 구성을 그림 2-3-11과 같이 가정하였다.

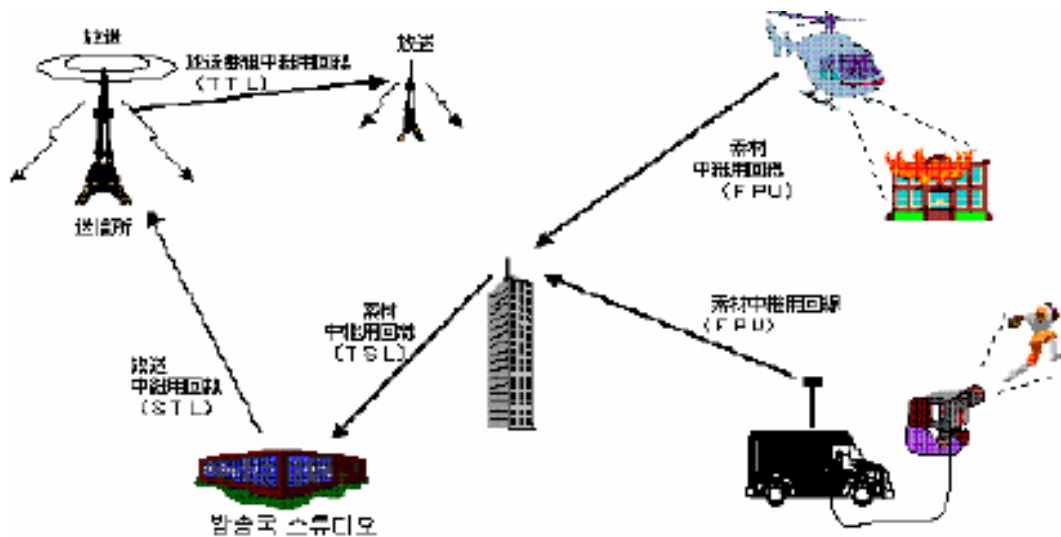


그림 2-3-11 고정 M/W 방송중계링크 구성

그림 2-3-11에서 TTL(Transmitter to Transmitter Link)은 산 위에 설치되어 있는 중계기와 중계기 간의 링크를 의미하며, STL(Studio to Transmitter Link)은 지상에 있는 스튜디오와 산 위에 있는 중계기 간 링크를 나타낸다. FPU(Field Pick-up Unit)는 이동국과 중계기 간 링크를 의미한다. 우리나라는 10.5~10.7GHz 대역을 고정 M/W 방송중계용으로 용도를 지정하여 MBC는 TTL 4개 및 STL(TSL) 4개로 총 8개의 Site를 보유하고 있으며, KBS는 TTL 1개 및 STL(TSL) 4개로 총 5개의 Site를 보유하고 있다. SBS는 TTL만 1개의 Site를 보유하고 있다. 10GHz 대역에 설치된 MBC, KBS, SBS 방송중계기 중 STL(스튜디오와 중계기의 링크)만이 주요 희생 간섭원으로 KBS, MBC 중계기가 이에 해당된다. 간섭분석을 위해서 방송중계기가 물체감지센서에 간섭

영향을 주는 경우와 물체감지센서가 방송중계기에 간섭영향을 주는 경우를 가정하여 분석하였다. 먼저 방송중계기가 물체감지센서에 주는 간섭영향을 분석하기 위해서 그림 2-3-12와 같이 간섭분석 시나리오 및 파라미터를 설정하였다. 방송국 스튜디오에서 중계기로 데이터를 송신하기 위해서 송신출력을 1W, 안테나이득은 46.6dBi, 센서 sensitivity는 -85dBm, 센서 안테나이득은 8dBi로 가정하여 시뮬레이션을 수행하였다.

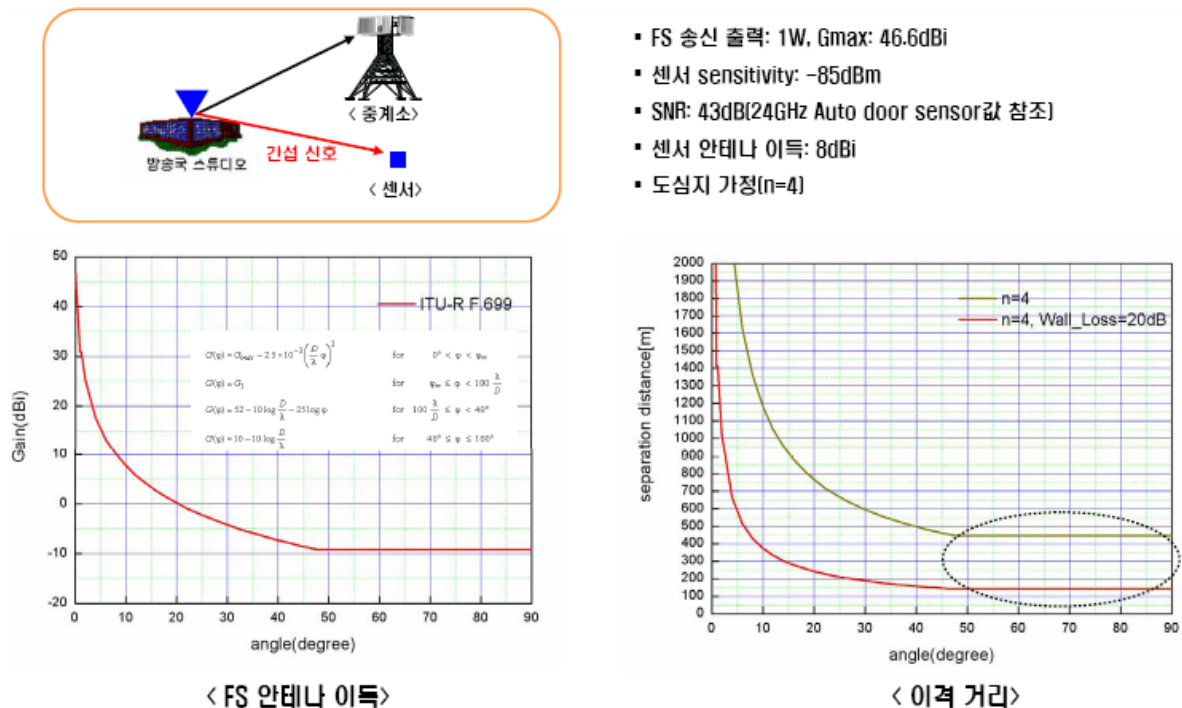


그림 2-3-12 방송중계기가 물체감지센서에 주는 간섭분석 시나리오

그림 2-3-12에서와 같이 안테나패턴은 ITU-R F.699를 사용하였으며, SNR은 43dB로 설정하고 도심지로 가정하여 간섭분석을 수행하였다. 방송중계기가 물체감지센서에 주는 간섭 영향을 분석하기 위해서 Worst Case인 STL만 고려하여 간섭 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션 결과 실내에서 사용할 경우 140m, 실외에서 사용할 경우 443m의 이격거리만 확보되면 간섭 없이 사용할 수 있음을 알 수 있다.

물체감지센서가 방송국 스튜디오에 주는 간섭영향을 분석하기 위해서 그림 2-3-13과 같이 간섭분석 시나리오 및 파라미터를 설정하였다. 물체감지센서의 송신출력을 1W, 센서 안테나이득은 8dBi, 보호비(I/N)는 -20dB(long-term 기준,

20% of time), 도심지로 가정하여 간섭영향을 분석하였다. 물체감지센서가 방송국 스튜디오에 주는 간섭영향을 분석하기 위해서 Worst Case인 TSL만 고려하고 방송중계업무를 최대한 보호하도록 가정하여 간섭 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션 결과 실내에서 사용할 경우 23m, 실외에서 사용할 경우 72m의 이격거리만 확보되면 간섭 없이 사용할 수 있음을 알 수 있었다. 또한 물체감지센서가 방송국 스튜디오에 주는 간섭은 물체감지센서의 개수와 관련되며, 물체감지센서의 개수가 증가되면 간섭 없이 사용할 수 있는 이격거리도 증가하게 된다.

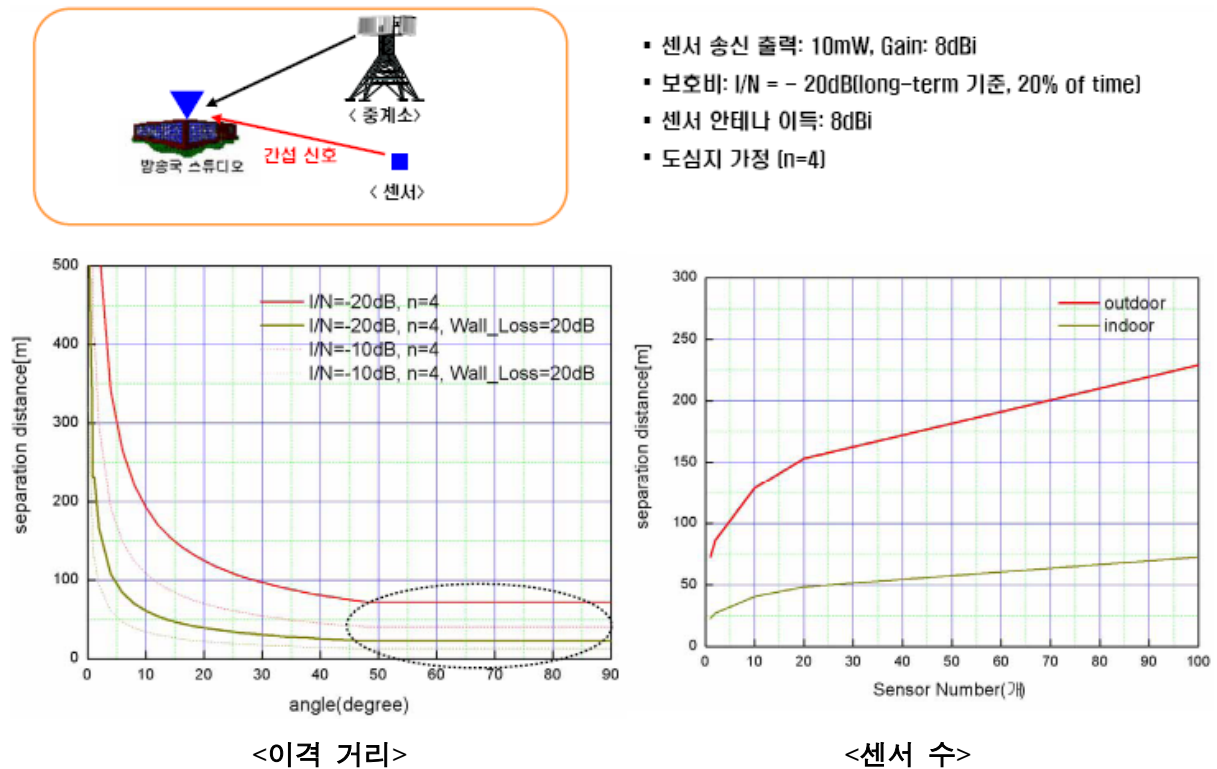


그림 2-3-13 물체감지센서가 방송국 스튜디오에 주는 간섭분석 시나리오

간섭 시뮬레이션 결과 실내와 실외에서 간섭을 받을 수 있는 이격거리가 다름을 알 수 있었다. 유럽의 경우에는 10GHz 대역에 방송중계업무가 집중되어 있음에도 불구하고 센서를 공유해서 이용하고 있으며, 미국에서는 옥내 및 옥외용 출력기준을 별도로 규정하여 사용하고 있다. 방송중계와 물체감지센서를 공유해서 사용하기 위해서는 상호간 간섭 없는 조건을 형성해 주어야 한다.

첫째 물체감지센서가 방송중계로부터 받을 간섭은 특정 지역에 한정되어 있으므로 그 지역에서는 이격거리를 감안하여 설치한다면 간섭 없는 환경을 구성할 수 있다. 둘째 방송중계가 물체감지센서로부터 받을 간섭은 물체감지센서의 개수에 따라 간섭이 증가하므로 방송중계를 보호할 수 있는 보호거리를 확보하여야 한다. 다음절에서 방송중계와 물체감지센서 간 보호거리 산출에 대해서 살펴보았다.

2) 방송중계와 물체감지센서 간 보호거리 산출

물체감지센서가 방송국 스튜디오에 미치는 간섭영향을 분석하기 위해서 Worst Case인 TSL만 고려하였고, 보호거리를 산출하기 위해서 그림 2-3-14와 같이 시나리오를 설정하였다.

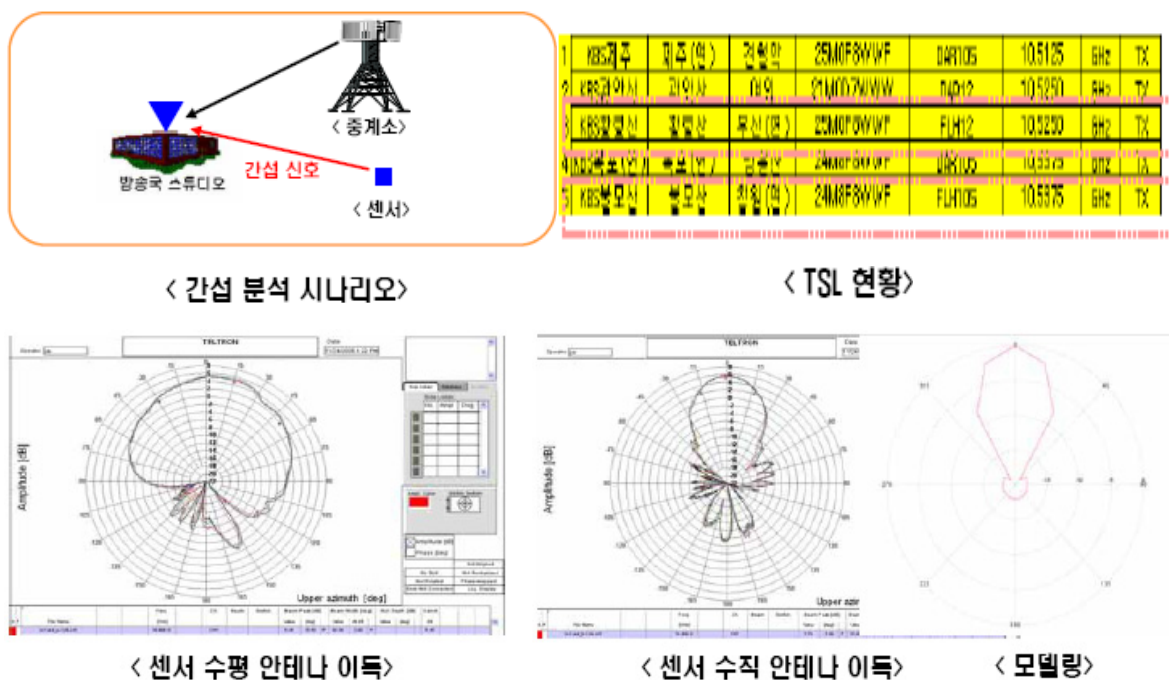


그림 2-3-14 보호거리 산출을 위한 시나리오

물체감지센서가 방송국 스튜디오에 주는 간섭영향을 분석하여 보호거리를 산출하기 위해서 물체감지센서를 간섭송신기로 설정하였고, 방송국 스튜디오를 희생수신기로 설정하였다. 그림 2-3-14에서와 같이 TSL 현황, 물체감지센서 수평안테나 이득, 수직안테나 이득을 설정하여 간섭 시뮬레이션을 수행하였다.

그림 2-3-15는 물체감지센서가 방송국 스튜디오에 간섭을 주지 않도록 환경을 조성하기 위해서 보호거리를 산출한 결과를 보여주고 있다.

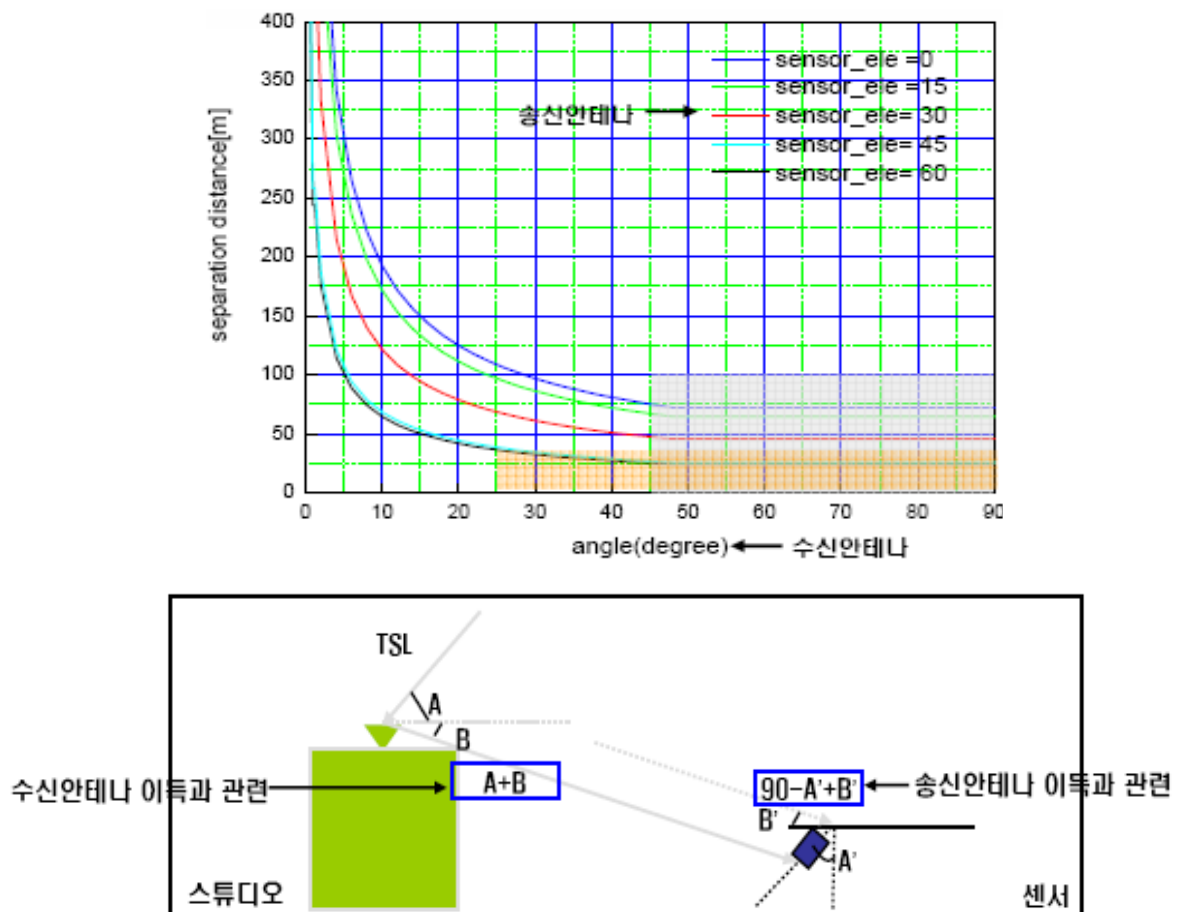


그림 2-3-15 보호거리 산출결과

그림 2-3-15에서 수신안테나 이득은 $A+B$ 값에 해당되는 수직패턴에 의해서 결정된다. 여기서 A 는 스튜디오 높이, 송신기 높이, 스튜디오와 송신기 간 거리에 의해서 결정되며, B 는 스튜디오 높이, 물체감지센서 설치높이, 스튜디오와 센서간 거리에 의해서 결정된다. $A+B$ 는 그림에서 회색부분에 해당되며, 45° 이상인 경우가 대부분이다. 송신안테나 이득은 $90-A'+B'$ 값에 해당되는 수직패턴에 의해서 결정된다. 여기서 A' 는 센서 틸트 각에 의해서 결정되며, B' 는 스튜디오 높이, 물체감지센서 설치높이, 스튜디오와 센서간 거리에 의해서 결정된다. $90-A'+B'$ 는 그림에서 주황색부분에 해당되며, 25° 이상인 경우가 대부분이다. 방송중계업무를 최대한 보호하기 위해서 Worst case를 가정하여 물체감지센서가 방송국 스튜디오에 간섭을 주지 않도록

보호거리를 산출하기 위한 시뮬레이션 결과, 실내에서는 간섭문제가 발생하지 않았지만 실외에서는 방송중계 보호비 $I/N=20\text{dB}$ 를 만족시키기 위해서 물체감지센서를 방송국 스튜디오와 보호거리 약 25m 정도 이격시켜야 문제없이 사용할 수 있는 것으로 나타났다. 또한 방송사에서는 물체감지센서의 어플리케이션이 ITS 분야에도 이용되며, ITS 경우에는 간섭영향이 더 클 것이므로 향후 추가 설치될 중계기에 대한 간섭영향에 대해서도 추가적인 간섭분석이 필요함을 제기하였다. 따라서 주파수분배 연구반에서는 방송사와의 주파수 간섭영향은 그 분석이나 해결방안에 많은 시간이 소요되므로 우선 수요제기가 있는 옥내용으로 한정하고 향후 추가적인 연구와 협의를 통해 옥외에서의 사용에 대해 검토하기로 결정하였다.

나. 10GHz 물체감지센서용 주파수 분배

중소기업청에서 실시한 중소기업 규제 애로 점검에서 코스텍은 10.5~10.55GHz 주파수대역을 물체감지센서용으로 분배하여 줄 것을 요청하였으며, 텔트론과 RIUBIT도 RAPA에서 운영 중인 주파수 수요제기 창구를 이용하여 10.5~10.55GHz 대역 신규 주파수 분배를 요청하였다. 이에 10.5~10.55GHz 대역을 물체감지센서용으로 주파수 분배 조사, 분석 연구를 수행하였다. ITU, 미국, 유럽, 일본 등의 10.5~10.55GHz 대역 이용현황 및 기술동향 등을 검토하여 주파수 도입을 위한 분배방안 연구를 수행하였다. 또한 국제적으로 10.5~10.55GHz 대역에서 응용되고 있는 센서의 시장현황 조사 및 향후 국내시장 전망 등 경제성을 분석하였으며, 10.5~10.7GHz 대역에서 사용 중인 방송중계용 고정 M/W와의 간섭분석을 수행하였다. 각국의 10GHz 주파수 관련 규정 및 동일대역 무선국의 간섭분석, 제기된 수요에 대한 경제성 분석 등을 통하여 물체감지센서용으로 주파수를 분배하기로 결정하였다. 소요대역폭은 전등제어, 건물상황 및 침입관리, 이동체 감지, 의료 센싱 등 주요 서비스 구현이 가능하고 동일 장소에 다양한 목적의 무선센서가 설치되는 경우 상호운용이 가능하도록 대역폭을 50MHz로 결정하였다. 레이더 특성, 동일대역 간섭분석, 국내환경 등 여러 가지 상황을 고려하여 실내용에 한해서 10.5~10.55GHz 대역을 물체감지센서용으로 사용할 수 있도록 2008년 12월 29일 주파수를 분배하였다.

1) 대한민국 주파수 분배표 개정

「대한민국 주파수 분배표」 고시의 제2호(주파수 분배표) 및 제4호(국내 주파수 분배표 주석)에 10.5~10.55GHz 주파수 대역을 물체감지센서용으로 사용할 수 있도록 다음과 같이 신설하였다.

◎방송통신위원회고시 제2008-130호

「전파법」 제9조에 따라 대한민국 주파수 분배표(방송통신위원회고시 제2008-45호, 2008.5.19.)의 일부를 다음과 같이 개정하여 고시합니다.

2008년 12월 29일
방송통신위원회위원장

대한민국 주파수 분배표 일부개정

대한민국 주파수 분배표 일부를 다음과 같이 개정한다.

제2호 10-11.7 GHz 중 10.5-10.55를 다음과 같이 한다.

국 제			한 국	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
제1지역	제2지역	제3지역	주파수대별 분배	용도 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

제4호 중 K40A를 다음과 같이 한다.

K40A (개정)

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

부칙

이 고시는 2009. 1. 1.부터 시행한다.

2) 「신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국용 무선기기」 개정

「신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국용 무선기기」 고시에 물체감지센서용 무선기기에 대한 조항을 제9조와 같이 10.5~10.55GHz 대역을 추가하여 개정하였고 그 내용은 다음과 같다.

◎방송통신위원회고시 제2008-132호

「전파법시행령」 제24조제4호에 따라 신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국용 무선기기(방송통신위원회고시 제2008-74호, 2008.5.19.) 일부를 다음과 같이 개정하여 고시합니다.

2008년 12월 31일
방송통신위원회위원장

신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국용 무선기기 일부개정

신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국용 무선기기 일부를 다음과 같이 개정한다.

제9조를 다음과 같이 한다.

제9조(물체감지센서용 무선기기) 물체감지센서용 무선기기는 다음과 같다

주파수 대역(GHz)	복사전력	비 고
10.5~10.55	25mW (공중선 절대이득 포함) 이하	옥내사용에 한함
24.05~24.25	100mW (공중선 절대이득 포함) 이하	

부칙

이 고시는 고시한 날부터 시행한다.

다. 10GHz 물체감지센서용 기술기준 제정

수요 제기된 10GHz 주파수 대역은 현재 다양한 기술방식이 존재하고 있으며, 이러한 기술적인 측면을 모두 고려하기는 쉽지 않다. 또한, 외국 장비의 국내수입에 대한 허용여부 결정 또한 기술기준 제정에 있어서 고려해야 할 중요한 요소 중의 하나이다. 위와 같은 현실적 요구들을 감안하여 10GHz 물체감지센서용 기술기준은 외국의 현 기술기준을 최대한 포용함과 동시에 국내 개발업체의 기술개발을 장려하기 위해 최소한의 기술적 조건만을 기본으로 하여 기술기준을 제정하였다. 주파수대역은 국제적인 이용현황을 고려하여 10.5~10.55GHz 대역을 사용하도록 하였으며, 동일 및 인접대역 업무에 영향을 최소화(TV 중계, 아마추어)하기 위하여 우선적으로 옥내 사용으로 제한하고 수입제품의 사용과 수출 활성화를 위해 가능한 한 미국, 유럽 규격과 호환성을 유지할 수 있도록 기술기준을 제정하였다. 공중선전력은 공중선 절대이득을 포함하여 25mW 이하로 규정하여 출력 및 안테나이득을 기기 설치환경에 따라 유동성 있게 적용할 수 있도록 규정하였다. 세계적으로 10GHz 대역에서 주파수 허용편차를 구체적으로 적용하는 국가는 없었으나, 국내 24GHz 물체감지센서 기술기준을 참고하여 주파수 허용편차는 지정주파수 대 이내로 결정하였다. 불요발사는 ITU-R SM.329에 의한 일반적인 불요발사 규정을 적용할 경우 모든 국가의 불요발사 기준을 만족할 수 있기 때문에 이를 적용하였다. 부차적 전파발사는 타 무선기기에 영향을 주지 않기 위하여 수신 또는 동작대기 상태에서 공중선 절대이득을 포함하였으며, 전파형식은 정하지 않아 다양한 기술 개발이 이루어 질 수 있도록 하였다.

「무선설비규칙」 물체감지센서용 무선기기에 대한 조항을 제103조와 같이 10GHz 대역을 추가하여 기술기준을 신설하였고 그 내용은 다음과 같다.

◎방송통신위원회고시 제2008-131호

「전파법」 제45조(기술기준)에 따라 무선설비규칙(방송통신위원회고시 제2008-116호, 2008. 9. 11) 일부를 다음과 같이 개정하여 고시합니다.

2008년 12월 29일
방송통신위원회위원장

무선설비규칙 일부개정

무선설비규칙 일부를 다음과 같이 개정한다.

제103조를 다음과 같이 한다.

제103조(물체감지센서용 무선기기) ① 10GHz대 물체감지센서용 무선기기의 기술기준은 다음 각호의 조건에 적합할 것

1. 주파수대역, 전력 등

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

2. 주파수 허용편차는 지정주파수대 이내일 것

3. 점유주파수대폭은 50MHz 이하일 것

4. 불요발사는 공중선 절대이득을 포함하여 다음의 기준값 이하일 것

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

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

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

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

부칙

이 고시는 고시한 날부터 시행한다.

4. 맺음말

10GHz 주파수 대역에 대한 외국의 기술개발 및 응용서비스 동향, 시장동향, 주요 국가별 주파수 이용현황 및 기술기준 동향을 조사·분석하였다. 레이더 특성, 동일대역 간섭분석, 국내환경 등 여러 가지 상황을 고려하였고, 조사·분석한 결과를 반영하여 실내용에 한해서 10.5~10.55GHz 대역을 물체감지센서용으로 사용할 수 있도록 2008년 12월 29일 주파수를 분배하였고 기술기준을 고시하였다.

「대한민국 주파수 분배표」 고시(방송통신위원회고시 제2008-130호, 2008.12.29)의 제2호(주파수 분배표) 및 제4호(국내 주파수 분배표 주석)에 10.5~10.55GHz 주파수 대역을 물체감지센서용으로 사용할 수 있도록 신설하였다. 또한 「신고하지 아니하고 개설했을 수 있는 무선국용 무선기기」 고시(방송통신위원회고시 제2008-132호, 2008.12.31)에 물체감지센서용 무선기기에 대한 조항을 제9조와 같이 10.5~10.55GHz 대역을 추가하여 개정하였으며, 「무선설비규칙」 고시(방송통신위원회고시 제2008-131호, 2008.12.29)에 10GHz 주파수대역의 전파를 사용하는 물체감지센서용 무선기기 기술기준을 제103조와 같이 신설하였다.

10GHz 대역 물체감지센서용 주파수 분배를 통하여 무인감시, 침입센서, 자동문센서, 조명제어센서, 이동물체 감지 등 매우 다양한 센서 응용분야의 창출이 가능하게 되었다. 소출력 레이더 기술이 일상생활에 폭넓게 적용되는 추세이지만 국내 관련시장은 아직 활성화되지 못했다. 2008년 12월 29일 주파수분배 및 기술기준을 고시함으로써 관련 산업이 활성화될 것으로 예상하고 있으며, 향후 다양한 시장과 수요를 창출할 수 있을 것으로 기대된다.

제 4 절 특정소출력 중계기 기술기준 정비 검토

< 검 토 배 경 >

- 건물 내, 지하철, 도로터널 등 특정구역의 음영해소를 위해 설치된 중계기 현황 및 관련 기술기준 분석을 통해 규제완화 가능성을 검토

1. 허가/신고 중계기 이용 현황

(이동통신용) 전국에 설치된 이동통신 3사의 무선국은 21만여개(1~60W급)로, 도로터널, 지하철 등 지하구간의 음영 해소를 위해서는 0.1~40W급 중계기 5,576개를 설치하여 운영 중

- 무선국 개설 신고 후 장비를 설치하고, 전파진흥원의 준공검사를 받아 운용하며 5년마다 정기검사를, 시설 변경 시에는 변경검사를 받음
 - ※ 주파수를 할당받은 사업자가 기간통신역무를 제공하기 위해 개설하는 무선국은 신고제 적용(전파법시행령 제21조②항)

(TRS용) 사업용 및 자가망용 TRS 무선국은 2만여국(1~75W급)이 설치되어 있으며, 기지국 및 이동중계국 등 대부분이 옥외에서 운용 중

※ TRS 무선국종 중 기지국은 1,212개, 이동중계국 15,075개, 육상이동국 4,303개

- 허가를 받아 장비를 설치하고, 전파진흥원의 준공검사를 받은 후 운용

(지상파 DMB용) 전국 18개 사업자가 설치한 방송보조국 1,847국 중 1,770국(10W)이 수도권 6개 사업자가 1~8호선 및 인천지하철에 설치한 중계기

※ DMB 방송국은 1 9개(1kW, 2kW), 기간중계소 53개(1kW, 100W, 90W), 간이중계소 24개(20W)

- 신규 개설허가와 준공검사를 받아서 운용하며, 3년 마다 재허가와 정기 검사를, 시설 등의 변경 시에는 변경허가와 변경검사를 받음
 - ※ 방송국 허가는 위원회, 방송국 검사 및 보조국 허가·검사는 지방전파관리소에서 담당

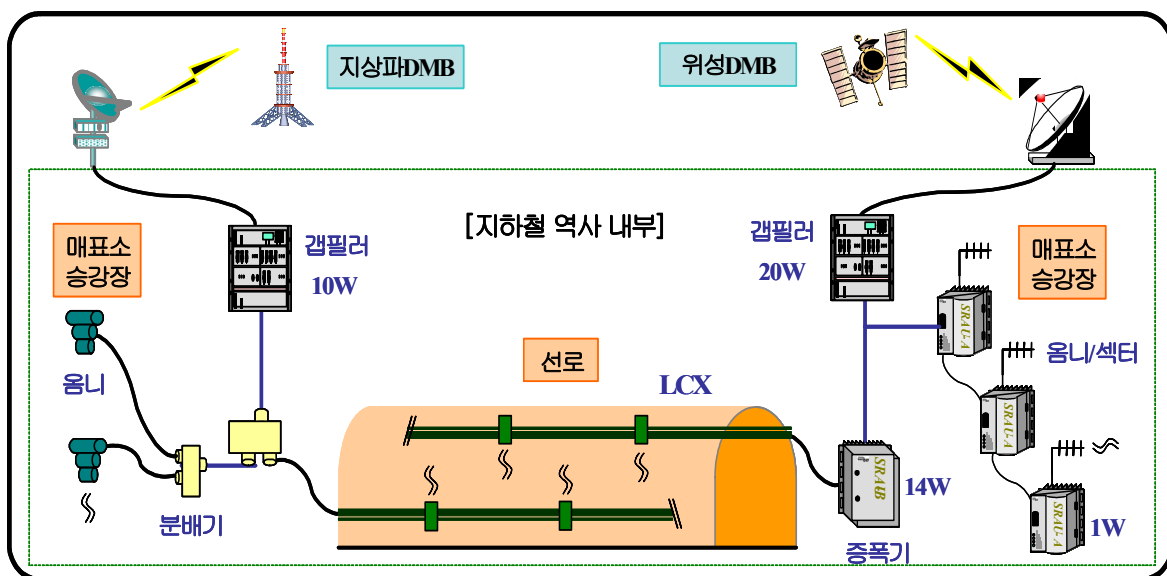
(위성 DMB용) TU미디어가 설치한 전국 9,681개의 중계기 중 382대가 수도권 및 부산지역 지하철에 설치한 1~20W 규모의 중계기(갭필러)

※ 지상형 갭필러는 9,255개(4.5/45W), 인빌딩용은 44개(200mW)를 설치·운영 중

○ 지상파 DMB와 동일한 허가 및 검사규정을 적용

※ 방송국 허가는 위원회, 방송국 검사와 보조국 허가는 지방전파관리소, 보조국 검사는 전파진흥원에서 담당

< 지하철 설치 DMB 갭필러 >



※ 옥외안테나로 수신된 방송신호가 지상파 DMB는 갭필러와 분배기를, 위성 DMB는 갭필러와 증폭기를 통해 매표소/승강장의 음니(섹터)안테나로, 선로 구간의 LCX로 전송됨

< 허가/신고 중계기 이용 현황 >

구 분		통신용		DMB용	
		이동통신	TRS	지상파 DMB	위성 DMB
사 업 자		SKT, KTF, LGT	자가망: 12개사 사업망: 6개사	수도권: 6개사 비수도권: 13개사	TU미디어
소 형 중 계 기	주 요 설치장소	터널, 지하시설	옥외	지하철	지하철
	국 수	5,576	15,075	1,770	382
	출 력	0.1~40W	1~40W	10W	1~20W
허 가 규 제		신고제/검사	허가제/검사	허가제/검사	허가제/검사

2. 비신고 특정소출력 중계기

< 관 련 규 정 >

- o 형식등록을 받은 무선기기로 특정구역 등 가까운 거리에서 사용할 목적으로 위원회가 용도, 주파수 등을 고시한 무선기기는 비신고로 사용 가능

※ 전파법 제19조④항 및 시행령 제24조, 위원회 고시 제2008-74호

(이동통신용) 형식등록을 한 비신고 소출력 중계기를 이동사업자가 주문 제조하여 고층빌딩 인근, 건물 내, 지하시설 등의 음영지역에 설치·운용 중으로 SKT의 경우 전국에 약 70만대 정도 설치

(TRS용) 전국TRS 사업자인 KT파워텔 경우 2,500여대의 5mW급 소출력 중계기를 주로 건물 내 음영해소를 위해 설치하여 운용 중

- o 자가망TRS를 운용중인 포스코는 작업장 지하시설의 음영해소를 위해 400여개의 10mW급 이하 소출력 중계기 설치를 추진 중

※ 국가통합무선망 구축을 위한 TRS주파수 재배치에 따라 800MHz대역의 자가망 TRS가 300MHz대역으로 이전되면서, 철골구조물이 많은 지하작업장에서 저대역 주파수의 특징인 투과손실이 상대적으로 많이 발생함에 따라 소출력 중계기 수요가 발생

(DMB용) DMB 중계를 위해 형식등록을 한 비신고 특정소출력 중계기는 위성 DMB용으로만 2개가 있으나 실제 설치 사례는 없음

※ 인빌딩용, 선박용, 차량용 등으로 이용자가 구입하여 설치가 가능하도록, 전계강도 10mv/m@10m 이하 기준을 적용해 형식등록을 받았으나, 수요 미비로 생산 중단

- 최근, 서울시 시설관리공단에서 특정소출력 중계기 규정에 따른 지상파 DMB용 중계기를 형식등록을 받아 도로터널 내 설치를 계획 중

(FM중계용) 도로터널 등에 설치되어 있는 FM용 중계기는 형식등록을 한 비신고 소출력 중계기와 LCX를 시설자가 설치하여 운용 중

※ 국토해양부에서 작성한 「도로터널 방재시설 설치지침」에 따라 터널 내부에 재난방송 수신 등을 위해 FM/AM중계기를 시설자 또는 관리자가 설치하여야 함

3. 문제점

가. 자가망 TRS용 특정소출력 중계기

- 전기통신역무를 제공하는 사업용 TRS의 소출력 중계기는 기술기준에서 정한 출력 등 조건을 만족할 경우 비신고로 사용이 가능하나,
 - 자가망TRS 사업자가 운용하고자 하는 소출력 중계기(10mW이하)는 현행 특정소출력 중계용 무선기기의 기술기준 적용이 어려움
 - ※ 중계용 특정소출력무선기기의 기술기준(무선설비규칙제98조⑥항) : 전기통신기본법제2조제7호의 규정에 의한 전기통신역무의 전파음영지역 해소를 위한 중계를 목적으로 하는 무선국
 - 전기통신역무의 정의(전기통신기본법제2조제7호) : 전기통신설비를 이용하여 타인의 통신을 매개하거나 전기통신설비를 타인의 통신용으로 제공하는 것을 말한다.

나. 터널용 지상파 DMB 중계기

- 지하철에 설치된 지상파 DMB 중계기는 갭필러·옴니안테나·LCX를 하나의 방송보조국으로 허가 받아 설치하고 준공검사 후 운용함

- LCX의 전계강도는 중계용 특정소출력 무선기기의 전계강도 기준치 이하
이나 고출력인 옴니안테나 때문에 무선국 허가를 받고 있음
 - ※ 10W급 지상파 DMB 갭필러의 옴니안테나 전계강도 계산치는 410mV/m
규모로 소출력 중계기의 기준인 10mV/m에 비해 고출력, LCX의 전계강도
계산치는 1.3mV/m 수준
- o 중계기가 설치되어 있지 않아 지상파 DMB 시청이 불가능한 도로 터널
등에서는 LCX만을 공중선으로 하는 중계기 설치로 수신이 가능할 것으
로 판단되지만,
 - 중계용 특정소출력 무선기기 기술기준에서 적용 가능한 규정이 없어 소
출력 임에도 허가를 받아야하는 문제 발생
 - ※ 위성DMB는 터널 입구 쪽에 지상용 중계기를 설치하여 터널방향으로 신호를
전송중

다. 중계용 특정소출력 무선기기의 기술기준

- o 무선설비규칙 제98조⑥항의 특정소출력 중계용 무선기기의 기술기준을 만족
하면서, 실제 설치·운용이 가능한 DMB 중계기 개발이 어려움
 - 방송중계용 소출력 무선기기는 방송표준방식 및 방송업무용 무선설비의 기술
기준을 만족하도록 되어있어 소출력 특성에는 부적합하다는 의견
 - ※ (주)한국전파기지국에서 개발 중인 인빌딩용 초소형 DMB 중계기(5.3mW/MHz
규모) 제원이 무선설비규칙의 기술기준 요건을 만족시키지 못하는 등, 개정
수요가 있어현재 전파연구소에서 연구반을 구성하여 논의 중
- o 중계용 특정소출력 무선기기의 기술기준은 주파수, 공중선 전력밀도 및 전
계강도 등에 따른 규정의 용도별 적용이 모호해 주관적인 해석이 나올
가능성이 있음

4. 개선방향

- o 소출력 중계기 활성화와 규제 완화를 위해 무선설비규칙 제98조⑥항의 중계용
특정소출력 무선기기의 기술기준 개정을 추진

- 수요가 증가하고 있는 자가망 TRS용 특정 소출력 중계기가 기술기준의 범위 안에서 적법하게 사용될 수 있도록 개정방안을 마련
- ※ 현재는 전기통신역무용 TRS 중계기만 10mW/MHz 이하일 경우 비신고로 사용 가능
- 터널내 수신환경 개선에 적합한 LCX를 활용한 지상파 DMB용 중계기를 신고 없이 설치할 수 있도록 기술기준 개정을 검토
- 전기통신역무용과 방송중계용 등 용도별 중계기 특성에 적합하고, 특정 수신환경에 적용이 편리하도록 현행 기술기준을 정비

5. 추진계획

- o 중계용 특정소출력 무선기기 기술기준 연구반 구성 : '08.11월
- o 기술기준 개정(안) 마련 : '09. 3월

6. 현행 무선설비규칙 관련 규정

제98조(특정소출력무선국용 무선설비)⑥ 중계용 특정소출력무선기기의 기술기준은 다음 각호와 같다.

1. 주파수, 공중선전력밀도 및 전계강도

주파수	공중선전력 밀도 또는 전계강도	비 고
전기통신역무와 방송중 계업무용으로 허가된 것 과 동일한 주파수	10mW/MHz 이하	<p>「전기통신기본법」 제2조제7호의 규정에 의한 전기 통신역무와 「전파법 시행령」 제26조에 의한 방송 업무의 전파음영지역 해소를 위한 중계를 목적으 로 하는 다음의 무선국</p> <p>가. 지하, 터널, 기내, 선실 또는 건물 내에 설치되는 무선기기(기간통신사업자 또는 방송사업자외의 자가 설치하는 경우에는 당해 지역 내의 기간통 신사업자 또는 방송사업자와 사전에 합의한 것에 한한다.)</p> <p>나. 기간통신사업자 또는 방송사업자가 가목 이외의 장소에 기지국 또는 방송국과 육상이동국간에 설 치하는 것으로 육상이동국 방향의 공중선 절대 이득이 6데시벨 이하인 무선기기</p>
시설자가 무선국의 서비 스 지역 내에서 단순 중 계 목적으로 지하공간 또는 터널 등에 설치하 는 무선설비	10mV/m@10 m 이하	단항방식 무선기기에 한함
위성방송국 중계용 무선 설비		

- 제1호의 규정에서 전기통신역무용 중계기는 전기통신사업용 무선설비의
기술기준에 적합할 것
- 제1호의 규정에서 방송중계업무용 중계기는 방송표준방식 및 방송업
무용 무선설비의 기술기준에 적합할 것
- 제1호의 규정에서 전계강도를 제한한 단순 중계용 무선설비 및 위성방
송국 중계용 무선설비의 주파수허용편차는 제3조의 규정에 의한 조건에
적합할 것

제 3 장 소출력 무선설비 이용제도 및 시험방법 개선

제 1 절 국내 무선설비 이용제도 개선

1. 국내 무선설비 관리제도

전파법 제19조, 46조, 57조 및 58조에서는 전파를 발사하는 모든 전파발사장치가 갖추어야 할 법적 기준 및 처리 절차 등을 규정하고 있다. 여기서 말하는 전파발사장치란 의도적으로 전파를 발사하는 무선국 또는 무선설비뿐만 아니라 전파를 발사할 의도는 없지만 비의도적으로 전파가 발사되는 모두 전기·전자 기기를 포함한다.

전파법에서 규정하는 전파발사장치별 관리제도는 표 3-1-1과 같이 정리할 수 있다. 전파발사장치는 크게 의도적 전파발사장치와 비의도적 전파발사장치로 나누어지며, 의도적 전파발사장치는 무선통신설비와 전파응용설비로, 그리고 비의도적 전파발사장치는 유선통신설비와 기타 전기·전자 설비로 나누어진다. 여기서 무선통신설비란 우리가 일반적으로 통신에 이용하는 모든 무선설비로서 지상통신, 방송, 위성통신 등에 이용되는 모든 무선설비를 말한다. 해당 무선통신설비가 시장에서 판매되기 위해서는 형식검정, 형식등록, 또는 전자파 적합등록과 같은 인증을 얻어야 하며, 일부 무선통신설비의 경우 이용자는 해당 무선통신설비를 설치한 후 방송통신위원회 위원장으로부터 허가를 받도록 규정하고 있다. 전파응용설비란 전파에너지를 발생시켜 한정된 장소에서 산업·과학·의료·가사 기타 이와 유사한 목적에 이용하도록 설계된 설비를 말하는 것으로 전파응용설비의 종류 및 출력 등에 따라 형식등록 또는 전자파 적합등록 등의 인증을 얻거나 혹은 방송통신위원회장으로부터 허가를 받은 후 이용하도록 규정하고 있다. 한편 9KHz 이상의 전류가 흐르는 전력선 통신설비는 전파법 관리대상이며 전자파 적합등록을 받거나 혹은 일부 설비의 경우 허가를 받은 후 이용하도록 규정하고 있다. 한편 전파를 의도적으로 발사할 목적은 아니지만 기기를 운용할 때 전파가 발생하는 전기·전자 설비도 모두 전파법 관리 대상에 해당한다. 이와 같이 비의도적으로 전파를 발사하는 전기·전자 설비는 전자파적합등록을 얻어야 하도록 규정하고 있으며 기기의 종류에 따라 방송통신위원회, 지식경제부,

국토해양부, 보건복지부에서 해당기기를 관리하고 있다.

한편 전파발사장치에 대한 국내 규제제도는 제품 인증제도와 시설 허가제도로 크게 나누어 볼 수 있다. 제품 인증제도는 의도적·비의도적 전파발사장치가 국가에서 정한 기준을 만족하도록 제품이 제작되었는지를 제품 생산·유통되기 전에 국가에서 확인하는 과정으로 제품의 종류에 따라 형식검정, 형식등록 또는 전자파적합등록을 얻도록 규정하고 있다. 한편 일부 전파발사장치의 경우 허가, 신고, 기술기준 적합확인과 같은 시설 허가 제도를 거치도록 하고 있는데 이는 해당 전파발사장치가 국가에서 정한 기준과 원칙에 적합하게 설치·운영되도록 해당 전파발사장치 이용자에게 의무를 부과하기 위함이다.

표 3-1-1 전파발사장치 관련 제도

구분	의도적 전파발사 기기 (무선설비)		비의도적 전파발사 기기	
분류	무선통신설비	전파응용설비	유선통신설비	기타 전기·전자설비
종류	지상통신 방송 위성통신 레이더 등	의료용 산업용 과학용 가사용	일반유선통신 대지귀로방식 전력선 통신	의료기기 산업기기 가전기기 자동차 등
유통규제	형식검정 형식등록 전자파적합등록	형식등록 전자파적합등록	전자파적합등록	전자파적합등록
운용규제	허가	허가 (일부)	허가 (일부)	없음
정책기구	방송통신위원회	방송통신위원회	방송통신위원회	방송통신위원회
규제기구	방송통신위원회	방송통신위원회 지식경제부 보건복지가족부	방송통신위원회	방송통신위원회 지식경제부 국토해양부 보건복지가족부

현재 전파법에서 규정하고 있는 전파발사장치에 대한 규제제도 현황과 그 문제점은 표 3-1-2과 같이 요약할 수 있다. 국내에서는 전파발사 장치에 대한 규제제도로 제품 인증제도와 이용 허가제도를 두고 있으나 일부 기기의 경우 인증과 허가 규제가 비효율적으로 중복 적용되고 있거나 혹은 관련 제도의 적용여부를 불분명하게 두고 있어 국내 전파관리 제도에 대한 일관성 있는 정비가 요구된다. 전파응용설비의 경우, 50W 이상의 출력과 9kHz 이상의 전파를 이용하는 전파응용설비는 모두 허가 대상으로 규정하고 있으면서도 예외적으로 전자레인지, 전자유도 가열식 조리기기, 고주파 조명기기는 허가를 면제하고 있어 타 전파응용설비와의 형평성 문제가 발생할 수 있다. 따라서 지금과 같이 제품 종류를 명기하여 허가를 면제하는 방식보다는 일정한 범주에 속하는 전파응용설비는 허가가 면제되도록 하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 한편 50W 이상의 출력과 9kHz 이상의 전파를 이용하는 의료용 전파응용설비는 허가뿐만 아니라 형식등록을 받도록 규정하고 있어 산업, 과학, 의료용 전파응용설비와 형평성 문제가 발생하고 있어 전파관리 제도의 일관성이 유지될 수 있도록 조속한 법 개정이 요구된다.

이와 같이 전파발사장치에 대한 제품 인증제도와 허가 규제제도가 일관성을 유지하지 못함으로써 관련제품 제조자나 소비자에게 혼란과 경제적 부담을 증가하는 요인으로 작용하고 있다. 따라서 전파 질서유지라는 국가의 전파관리 기본원칙이 유지하는 범위 내에서 제품 생산자와 소비자에게 부담이 경감될 수 있도록 인증제도와 허가제도가 효율적 또는 상호 보완적으로 작용될 수 있도록 관련제도 개선이 필요하다.

한편 미국, 유럽 등에서는 제조자 적합선언(DOC) 방식의 제품 인증 제도를 도입함으로써 새로운 소출력 무선기기 제품이 시장에서 신속하게 유통·판매될 수 있도록 하고 있다. 따라서 국내에서도 DOC 제도를 도입함으로써 국내 소출력 무선기기 생산업체 등이 국제 경쟁력을 갖출 수 있도록 관련 제도를 정비할 필요가 있다. 한편 현재의 형식검정, 형식등록, 전자파 적합등록 제도를 해당 전파발생기기가 전파환경에 미치는 영향 정도를 고려하여 형식인증 절차를 차별적으로 적용하도록 하는 방안을 검토할 필요가 있다. 제품 인증제도 개선과 더불어 이용 허가제도 및 절차에 대한 개선도 함께 고려하여 개선함으로써 국내 전파질서 유지를 위한 효율적인 방안을 마련하는 것이 필요하다.

표 3-1-2 전파발사장치별 국내 규제제도 현황

기기구분	인증제도		허가제도	
무선통신 기기	항공·해상인명안 전기기 17종	형식검정 (법46조)	아래 외의 모든 무선국	허가 (법19조1항)
	일반 무선 기기 22종	형식등록 (법46조)	전파가 미약한 무선국, 설치공사가 필요 없는 무선국, 수신전용 무선국, 주파수 할당 받아 개설하는 무선국	신고 (법19조1항)
	방송수신기	전자파적합등록 (법57조)		
	상기 외의 기기 (방송국, 항공국, 해안국, 고정국, 우주국, 지구국 등의 기기)	제도 불명확 (*법령규칙에서 면제인지 아닌지 표현하지 않고 있음)	이동전화 등	허가의제 (법19조2항)
			전파가 미약한 무선국으로 대통령령으로 정한 무선국	비신고 (법19조4항)
전파응용 설비	50W 이상, 9kHz 이상, 의료용	(형식등록: 인증규칙 별표3) 제도 불명확 (*의료용 외의 기기와 형평성 맞지 않음)	50W 이상, 9kHz 이상	허가 (법58조)
	50W 이상, 9kHz 이상, 의료용외	제도 불명확		
	50W 미만 설비	전자파적합등록 (인증규칙 별표4)	상기 외의 설비	제도 불명확
전력망 및 유선통신 망	500 μ V/m@3m 초과 450kHz~30MHz, 10W 이하 전력선통신설비 225/f[MHz] μ V/m@ 3m 초과 9~450kHz, 10W 이하 전력선통신설비	제도 불명확	500 μ V/m@3m 초과 450kHz~30MHz, 10W 이하 전력선통신설비 225/f[MHz] μ V/m@3m 초과 9~450kHz, 10W 이하 전력선통신설비	허가 (법58조)
	상기 외의 전력선통신설비	전자파적합등록 (법57조)	상기 외의 전력선통신설비	제도 불명확
	15 μ V/m(@ $\lambda/2\pi$) 초과, 9~250kHz 유도식통신설비	제도 불명확	9~250kHz 유도식통신설비	허가 (법58조)
	상기 외의 유도식통신설비	전자파적합등록	상기 외의 유도식통신설비	제도 불명확
	상기 외의 전기통신설비 중 9kHz 이상	전자파적합등록 (법57조)	사업자용 설비	기술기준적합 확인
	상기 외의 전기통신설비 중 9kHz 미만	제도 불명확	자가용 설비	-
전기·전자 기기	모든 기기	전자파적합등록 (법57조)	-	-

한편 국내 전파이용 환경보호라는 관점에서 살펴볼 때 무선통신설비나 전파응용설비의 불요발사 기준과 유선 설비나 정보통신기기의 전자파 적합등록 기준은 동일한 원칙과 기준으로 정비할 필요가 있다. 현재 이원화되어 적용되고 있는 무선통신설비, 전파응용설비의 불요발사 기준과 전자파 적합등록 기준을 일원화하거나 동일한 기준으로 개정하는 것이 적절할 것으로 판단된다.

2. 무선설비 관리제도 제도개선 추진

우리소에서는 2008.7.11, 국내외 전파관련 산업동향과 각국의 규제제도 변화 동향 등을 조사, 분석하여 국내 전파발사기기와 관련한 무선국 관리제도 개선을 위한 개선안을 작성하여 방송통신위원회 관련업무 주무부서(전파기획과, 주파수정책과)에 제출하였다. 국내 무선설비 관리제도는 우리소가 제출한 제도개선안 등을 반영하여 2009년 중 관련제도가 개정될 것으로 예상된다.

<추진 방향>

- 모델별 단독 기기로 생산·유통 단계에서 이미 일정 기술기준 (EMI 기준)을 만족하는 기기에 대하여는 형식 인증만을 적용하고,
- 그 외의 기기에 대하여는 모델별 형식인증을 받고, 개별 기기에 대해 기술기준에 적합하게 부가 시설(접지, 차폐시설 등)을 설치한 후, 허가 받고 사용하도록 유도

<예: 전파응용설비의 제도개선 방향>

현 행	변 경
① 50 W 이상 설비 허가 필요 ② 전자레인지, 전자유도 가열식 조리기기, 고주파 조명기기는 허가 면제	⇒ ① 단독기기로 EMI 기준을 만족하는 기기는 허가 면제 ② 그 외의 기기는 신고 또는 허가

- 전파발사 기기에 대한 형식 인증과 이용 허가 관련 법령 규칙의 일관성 확보
 - 유선, 무선, 정보기기별로 상이하게 정의하고 있는 형식 인증 용어를 국가 인증 차원에서 통일
 - 이용자 불편 해소를 위해 전파응용설비 등에 대한 형식 인증 여부를 법령에서 명확하게 규정
- 전파이용 환경 보호를 목적으로 하는 무선설비 및 전파응용설비의 불요발사 기준과 유선설비 및 정보기기의 전자파적합등록 기준의 일관성 확보
 - 전파발사 기준이 무선설비 및 전파응용설비의 불요발사 기준과 전자파적합등록기준으로 이원화 되어 있어 서로 다른 법해석을 유발하므로 기술 기준을 통일시키고 일원화 필요

<제도 개선 내용>

- 인증과 허가 규제를 절충하여 소비자의 부담 경감

분야	대상	형식인증	대상	허가
무선통신설비	소출력 무선설비 (안테나일체형수신기 포함) 일반 무선 기기 21종	형식선언 (허가필요 여부명시)	모델별 단독 기기로 생산·유통 단계에서 이미 기술기준에 적합한 설비	허가면제
	항공·해상인명안전설비 17종	형식검정	전체	허가
	상기 외의 설비 (방송국, 항공국, 해안국, 고정국, 우주국, 지구국 등의 설비)	형식입증 (허가필요 여부명시)	안테나 설치형 수신 무선국, 주파수 할당받아 개설하는 무선국	신고
			가입전화등과 같이 사업자 또는 주파수할당/승인 받은자가 관리할 수 있는 무선국	허가의제
전파응용설비 유선통신설비 전기·전자설비	단독 기기로 모델화 하여 유통되지 않고 설치장소가 한정된 설비	형식입증 (허가필요 여부명시)	모델별 단독 기기로 생산·유통 단계에서 이미 기술기준에 적합한 설비	면제
	상기 외의 설비	형식선언 (허가필요 여부명시)	상기 외의 설비	허가*

※ 공중선, 접지시설, 차폐시설 등 일정 시설이 설치되어야 기술기준 적합이 가능한 기기

- 기기가 전파환경에 미치는 영향 정도를 고려하여 형식인증 절차를 차별적으로 적용하도록 개선

형식인증의 구분	대상	시험	등록
형식검정 (Certification)	해상·항공 무선향행 및 안전 통신 관련 기기	전파연구소 지정시험기관	전파연구소
형식선언 (Declaration)	단위 기기로 생산·유통이 가능한 모든 기기	지정시험기관	비의도적 전파발사장치로 타 부처에서 제품 인증을 하는 경우에는 해당 부처
형식입증 (Verification)	모델별 인증이 부적절하다고 판단되는 기기 (주문제작에 의한 특수 설비 등)	전파연구소 지정시험기관 생산자 또는 공급자 자체시험	전파연구소

□ 후속조치 사항

- 사용자 설명서에 허가/신고/면제 대상 구분 표시
- 형식등록 번호를 모델명으로 대체
 - ※ 인터넷을 통해 모델명 중복 체크 기능 제공 필요
- 형식인증 표시에 시험기관/인증기관 코드 표시
- 제품마다 업체명, 모델명, 형식인증 마크, 제조일 표시
- 제조업체에 모델별 출고 물량 관리 및 요청 시 보고 의무화
- 허위로 형식인증 마크 부착한 자에 대한 처벌 규정 강화
- 이동전화/PDA 등을 통한 형식인증 여부 검색 기능
- 사용자 설명서에 관련 기술기준 규정 명시
 - 전파를 이용하는 기기는 사용 주파수(주파수범위, 채널중심주파수)/출력(공중선전력+공중선이득, 복사전력, 전계강도+거리) 명시

□ 허가 절차 개선 방향

허가의 구분	대상	검사	허가	비고
허가	신고 및 비신고 대상 이외의 모든 무선국, 주파수 이용승인을 받아 개설하는 정부용 및 행사용 무선국 (전파응용설비 유선통신망 포함*)	중앙전파관리소 전파진흥원	중앙전파관리소	무선국/설비마다의 개별 검사
신고	안테나 설치형 수신 무선국, 주파수를 할당 받아 개설하는 무선국	중앙전파관리소 전파진흥원	중앙전파관리소	샘플 검사
	주파수 이용승인을 받아 개설하는 군용무선국	(국방부위탁)	전파연구소	
비신고 (면제)	모델별로 기술기준에 적합한 설비를 이용하는 무선국	-	-	제조자가 공급물량을 관리 필요

※ 시설자의 책임을 강화시키는 경우에는 신고제도로 완화할 수도 있음

□ 주파수 이용권 관리 절차 개선

○ 주파수 이용권 부여 방법에 대한 정의 명확화

현행		개선 방향	
구분	대상	구분	비고
할당	사업용 주파수	할당(사업용)	*이용권 부여는 주파수 이용 주체에게 권리를 부여하는 절차이므로 용어를 한가지로 통일 필요
승인	군, 행사, 안보 업무용 등	할당(개별)	*승인제도는 이용권 부여 방법이 아니고, 기기제조/수입에 앞선 사전 기기형식 등록 절차로 정리되어야 함
지정	단위 무선국	할당(정부용)	*지정은 무선국에 대한 주파수 부여이므로 엄밀하게 이용권과 다른 의미임

- 미래 주파수 이용권과 무선국 허가 관리 방법 고도화
 - 2차 시장 허용시에는 주파수 이용권의 재판매 등에 의한 물권 행사가 가능할 것이며, 이 물권에 의해 경제 활동 (융자 등)이 가능할 것이므로 물권 관리에 대한 정확한 절차를 수립 필요
 - 미래 대안으로 주파수 등기제와 무선국 등록제 등을 고려할 수 있음
 - 주파수를 양도/임대할 경우에 부동산 매매/임대와 유사하게 손쉽게 등기를 할 수 있어야 함
 - 무선국에 대하여는 자동차 등록제와 유사한 방법으로 관리체제 개선도 검토 필요

제 2 절 소출력 무선설비 시험방법 개선

1. 복사전력제도 도입 확대

최근 무선통신 기술과 안테나기술이 발전함에 따라 무선통신기기는 이용자의 편의를 위해 더욱 소형화되고 기기 본체와 안테나가 일체형으로 제조되어가는 추세이다. 과거 대부분 무선통신기기는 기기 본체에 안테나 연결단자를 가진 형태이거나 또는 안테나가 쉽게 분리될 수 있는 형태로 제작되어 왔으나 현재 소출력 무선기기는 안테나 일체형 제품이 대부분을 차지하고 있다. 과거와 같이 기기 본체와 안테나가 쉽게 분리될 수 있는 무선기기의 경우, 해당 무선기기의 출력을 공중선전력(안테나에 공급되는 전력)과 안테나 이득으로 구분하여 규정하는 것이 보다 정확하게 출력을 제어하는 방식으로 인식되어 왔다. 따라서 대부분의 소출력 무선설비의 경우 출력을 공중선 전력과 안테나 이득으로 구분하여 규정하고 있다. 그러나 최근 등장하는 안테나 일체형으로 제작된 소출력 무선기기의 경우, 출력을 공중선 전력과 안테나 이득으로 구분하여 규정하는 경우, 공중선 전력을 직접 측정하기 위하여 공중선을 분리하여야 하는 어려움이 있으며 공중선 분리시 이로 인한 전파특성 변화로 실제 공중선에 공급되는 전력과 차이가 발생할 수 있는 문제점이 있다. 이와 같이 소출력 무선설비 제품이 소형화, 안테나 일체형화 되어감에 따라 미국, 유럽 등에서는 안테나 일체형 소출력 무선기기 제품의 출력 기준을 공중선 전력과 안테나 이득으로 구분하여 규정하는 방식보다는 복사전력으로 출력을 일괄 규정하는 방식을 많이 이용하고 있다.

현재 국내 소출력 무선기기에 대한 출력 규정은 공중선전력방식(이 값에 안테나이득을 곱함), 전계강도방식, 복사전력방식 등 3개 방식으로 규정하고 있으며 각 방식의 경우 출력은 그림 3-2-1과 같은 위치에서 각각 측정한다.

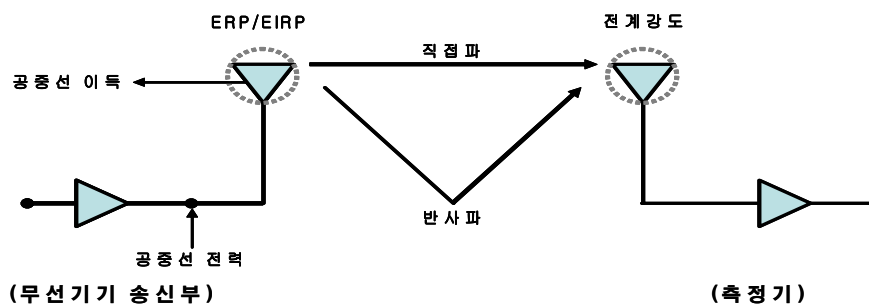


그림 3-2-1 공중선전력, 전계강도, 복사전력(ERP/EIRP) 측정방식 비교

공중선전력 방식이란 공중선에 공급되는 전력이 얼마나 되는지를 직접 측정하는 방식으로 이를 전도성 측정방식이라고도 한다. 한편 전계강도 측정방법과 복사전력 측정방법은 무선통신기기에서 복사되어 나온 전파의 세기를 측정하는 방식으로 간접 측정방식에 해당한다.

해당 무선기기가 일정 거리만큼 떨어진 무선국에 얼마만큼의 전파간섭 영향을 주는지를 알아보기 위해서는 전도성 측정방식으로 출력을 측정한 경우, 직접 측정한 공중선 전력 측정값, 안테나 이득, 자유공간손실 등을 고려하여 해당 무선국에서의 간섭전파 세기를 계산하여 추정하는 반면, 전계강도 방식과 복사전력 방식은 안테나 이득을 개별적으로 고려할 필요 없이 해당 무선기기에서 발사되는 실제 전파의 세기를 직접 측정하는 방식이라는 공통점이 있다. 그러나 전계강도 방식은 해당 무선기기에서 송출된 전파가 지면에서 반사되는 영향을 고려하여 특정 지점에서의 전계강도를 측정하는 방식인 반면, 복사전력 방식은 해당 무선기기가 외부로 송출한 출력을 측정하는 방식으로 지면 반사파 등을 고려하지 않은 출력을 말한다.

여기서 말하는 복사전력은 주로 실효복사전력 (ERP : Effective Radiated Power) 또는 등가등방복사전력(EIRP : Equivalent Isotropically Radiated Power)으로 표현된다. 전파법시행령 제2조와 무선설비규칙 제2조에서 실효복사전력(ERP)과 등가등방복사전력(EIRP)을 각각 정의하고 있는데 실효복사전력이란 공중선전력에 주어진 방향에서의 반파장 다이폴 안테나에 대한 공중선 상대이득을 곱한 것을 말하며, 등가등방복사전력이란 공중선에 공급되는 전력과 등방성 공중선에 대한 임의의 방향에 있어서의 공중선이득(절대이득 또는 등방이득)을 곱한 것을 말한다.

2008.12.31일 현재, 소출력 무선기기에 대한 출력 규정 방식은 대상기기에 따라 표 3-2-1과 같이 3개 방식으로 구분할 수 있다. 표 3-2-1에서 특정 소출력 무선기기중 데이터전송용, 안전시스템용 및 음성/음향신호전송용 무선기기는 기존까지 공중선전력과 공중선이득으로 출력을 규정하고 있었으나 공중선전력은 10mW 이하의 소출력이고 안테나 이득이 2.14dBi(=0dBd)이하로 규정되어 있어 기존의 공중선 전력값을 그대로 실효복사전력(ERP)으로 변환하여 적용하여도 타 무선설비에 미치는 영향은 동일한 결과를 준다. 따라서 2008.5.19일 특정 소출력 무선기기중 데이터전송용, 안전시스템용 및 음성/음향신호전송용 무선기기에 대해 출력을 실효복사전력으로 출력 규정을 수정하였다.

한편 2008.12.31일 10GHz대 물체감지센서용 기기에 대한 기술기준을 신설

하였는데 해당 제품은 대부분 소형, 안테나일체형으로 제작되는 점을 고려하여 출력규정을 실효복사전력으로 정하여 고시하였다.

이와 같이 무선기기의 출력방식을 ERP 또는 EIRP 방식의 복사전력 방식으로 확대 도입됨에 따라 무선통신기기 이용자는 무선기기 출력 및 안테나 특성을 포함한 실효복사전력을 적용함으로써 무선통신기기의 성능과 신뢰성이 증대될 것으로 예상된다.

복사전력 방식에 의한 출력제한은 무선통신기기 제조업체에 제품 설계, 제조 시 유연성을 증대시킬 것으로 예측되며, 국제적으로 통일된 ERP/EIRP 규정을 적용하여 신기술 제품을 조기 개발·상용화함으로써 IT기기, 무선기기 제조업체의 경쟁력을 높일 수 있는 계기가 될 것으로 보인다. 한편 국제적 추세에 따라 소출력 기기의 경우 복사전력 제도를 활발히 도입함으로써 국제적 기술교류와 국가간 상호인정협정(MRA) 등에 효과적으로 대응할 수 있을 것으로 보인다.

표 3-2-1 출력기준별 대상기기

출력 항목	대상 기기
공중선전력+ 공중선이득	<ul style="list-style-type: none"> ○ 특정소출력무선기기 <ul style="list-style-type: none"> - 무선랜을 포함한 무선접속시스템용 - 차량충돌방지용 - 무선데이터통신시스템용 - 이동체식별용 ○ RFID/USN기기 (433MHz대, 917MHz대) ○ 코드 없는 전화기 (46MHz대, 49MHz대, 2.4GHz대) ○ 60GHz대 용도 미지정 기기
전계강도	<ul style="list-style-type: none"> ○ 미약전계강도무선기기 ○ 특정소출력무선기기 (무선조정용, 단항방식 중계용) ○ RFID/USN기기 (13.56MHz대)
복사전력 (ERP/EIRP)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 특정소출력무선기기 : <ul style="list-style-type: none"> - 데이터전송용 - 안전시스템용 - 음성/음향신호전송용 - 중계용(단항방식 제외) ○ 코드 없는 전화기 (17GHz대) ○ UWB 기기 ○ 체내이식무선의료용기기(402MHz대역) ○ 10GHz대, 24GHz대 물체감지센서용 기기

2. 국내외 복사전력 표준 측정방법

가. 국내외 복사전력 측정표준

미국 유럽 등 대부분 국가에서 복사성 출력 측정방법으로 안테나치환법(Antenna Substitution method)을 이용하고 있다. 현재까지 복사성 출력 측정방법 또는 안테나 치환법에 대한 단일한 국제 표준은 존재하지 않아 국가별, 대상기기별로 피시험기기의 측정거리, 높이, 측정장 조건 등에서 약간의 차이를 보이고 있다. 그러나 세계 각국이 공통적으로 복사전력 측정방법으로 이용하고 있는 안테나 치환법이란 다음과 같이 측정하는 방식을 말한다. 피 시험기기에서 발사된 전파를 일정거리(3m, 10m 등)에서 측정용 안테나로 최대의 전파세기를 측정한다. 이렇게 측정한 피시험기기 위치에 반파장 다이폴 안테나 또는 표준 혼 안테나를 치환(치환용 안테나라 함)한 후, 치환용 안테나의 송신전력 세기를 조정하여 피 시험기기와 동일한 전파세기가 측정용 안테나에서 수신되도록 한다. 이때 치환한 안테나로 인입된 송신신호 전력값이 실효복사전력(다이폴 안테나로 측정한 경우)에 해당한다. 한편 측정용 안테나가 이상적인 등가등방성 안테나라 가정할 경우 송신안테나의 출력이 등가등방 복사전력(EIRP)에 해당한다.

복사성 출력 측정방법에 대한 각국의 측정방법은 표 3-2-2와 같이 요약할 수 있다. 유럽의 경우 복사전력 측정을 위한 측정장 조건 및 방법 등은 유럽표준 ETSI TR 102 273-2,3,4, ETSI EN 300 113 및 ETSI EN 300 328 등에서 규정하고 있다. ETSI TR 102 273-2,3,4의 경우 시험장 종류에 따라 각각 구분하여 정하고 있는데 ETSI TR 102 273-2에서는 완전 무반사 실험실(Fully-anechoic Chamber)에 대한 규정, ETSI TR 102 273-3에서는 반 무반사 실험실(Semi-anechoic Chamber)에 대한 규정, ETSI TR 102 273-4에서는 야외 시험장(Open area test site)에 대하여 규정하고 있다. 이와 같이 유럽에서는 완전 무반사 실험실, 반 무반사 실험실 및 야외시험장에 대하여 측정장 조건 및 복사전력 측정방법을 각각 달리 규정하고 있으나 측정장 종류에 따라 시험용 안테나를 1~4m 까지 높이를 변경하면서 측정하는지 여부만 다를 뿐 실제 측정방법은 거의 유사하게 규정하고 있다.

미국의 경우 FCC에서는 복사전력 측정을 위한 측정장 조건 및 측정 방법을 ANSI/TIA-603-B, ANSI/ IEEE C63.5에서 규정하고 있다. 미국 표준으로 규정하고

있는 복사전력 측정방법 등은 유럽과 유사하게 완전 무반사 실험실, 반 무반사 실험실 및 야외시험장에 대하여 시험장 조건 및 절차를 규정하고 있으나 그 시험절차는 유럽과 유사하게 정하고 있다.

표 3-2-2 복사전력 관련 규격 및 시험장 측정법 표준 비교

구분	유럽	미국	우리나라
관련 규격	ETSI TR 102 273-2,3,4 ETSI EN 300 113 ETSI EN 300 328	FCC CFR47, ANSI/TIA-603-B ANSI/ IEEE C63.5	TTAS.KO-06.0159 TTAS KO-06.0068
측정방법	안테나 치환법	안테나 치환법	안테나 치환법
Chamber 종류	Fully-anechoic Chamber Semi-anechoic Chamber 야외시험장	Fully-anechoic Chamber Semi-anechoic Chamber 야외시험장	Fully-anechoic Chamber Semi-anechoic Chamber 야외시험장
접지와 Turn table간 거리	1.5m	0.8m	1.5m 이상
시료와 수신 안테나간 거리	3m(1GHz 이하) 적용가능한 거리(1GHz 이상)	3m	3m 이상
사용안테나	반파장 다이폴 : 1GHz 이하 반파장 다이폴혼 : 1~4GHz 이하 표준 혼 : 4GHz 이상	반파장 다이폴 : 1GHz 이하 표준 혼 : 1GHz 이상	반파장 다이폴 : 1GHz 이하 반파장 다이폴혼 : 1~4GHz 이하 표준 혼 : 4GHz 이상

- ※ ETSI TR 102 273-2,3,4 “Electromagnetic compatibility and radio spectrum matter; Improvement on radiated methods of measurement (using test site) and evaluation of the corresponding measurement uncertainties”, Dec. 2001.
- ※ ETSI EN 300 113-1, “Electromagnetic compatibility and radio spectrum matter; Land mobile service; Radio equipment intended for the transmission of data (and/or speech) using constant or non-constant envelope modulation and having an antenna connector; Part1: Technical characteristics and methods of measurement”, Feb. 2002.
- ※ ETSI EN 300 328, “Electromagnetic compatibility and radio spectrum Matters (ERM); Wideband transmission systems; Data transmission equipment operating in the 2.4 GHz ISM band and using wide band modulation techniques; Harmonized EN covering essential requirements under article 3.2 of the R&TTE Directive”, May 2006.
- ※ ANSI TIA/EIA-603-C, “Land mobile FM or PM communication equipment measurement and performance standards”, Annex A, B, Aug. 2004.
- ※ ANSI/ IEEE C63.5, “American national standard for electromagnetic compatibility radiated emission measurements in electro-magnetic interference (EMI) control calibration of antennas (9 kHz to 40 GHz)”, 1998.
- ※ 한국정보통신 단체표준 TTAS.KO-06.0159, “비신고 무선기기의 실효복사전력 및 등방성 복사전력 표준측정법”, 2007.12.26
- ※ 정보통신단체표준 TTAS KO-06.0068, “휴대용 무선기기의 실효복사전력 표준 측정법”, 2002.12.11

우리나라에서는 복사전력 측정방법과 관련하여 2002.12월 “휴대용 무선기기의 실효복사전력 표준 측정법”에 대한 정보통신단체표준 TTAS KO-06.0068을 제정하였으며 2007.12월 “비신고 무선기기의 실효복사전력 및 등방성복사전력 표준측정법”을 한국정보통신 단체표준 TTAS.KO-06.0159 으로 제정하였다. 국내 소출력 무선기기에 적용하기 위한 정보통신 단체표준 TTAS.KO-06.0159를 살펴보면 유럽 및 미국 등과 복사전력 측정방법과 거의 유사하게 규정하고 있으며 완전 무반사 실험실, 반 무반사 실험실 및 야외시험장에 대하여 각각 적용할 수 있도록 규정하고 있다.

나. 시험장별 측정방법

위에서 살펴본 바와 같이 우리나라, 유럽, 미국 등에서는 복사전력 측정을 위한 표준을 각각 달리 정하여 규정하고 있으나 실제 그 내용은 거의 유사하다. 따라서 각국에서 규정하고 시험장별 표준측정방법을 정리하면 아래와 같이 요약할 수 있다.

반 무반사 실험실 및 야외시험장에서는 복사전력 측정시 시험용 안테나를 1~4m 까지 높이를 변경하면서 측정하도록 규정하고 있는데 이는 바닥면에 의한 반사를 고려해야 하기 때문이다. 한편 완전 무반사 실험실의 경우 바닥면의 반사를 고려할 필요가 없으므로 시험용 안테나를 높이를 변경하는 절차 없이 측정을 수행한다.

< 완전 무반사실에서 복사전력 측정 절차 >

- 1) 무변조로 측정해야함
- 2) EUT는 관련 기준에서 정한 높이의 턴테이블에 직접 마운트 해야함
정해진 높이가 없는 경우, 편리한 높이에 마운트함
- EUT는 기기의 정상적인 사용방향으로 마운트 할 것
- 3) EUT의 antenna 중심을 알고 있는 경우 : EUT 안테나 중심이 턴테이블의 회전축위에 있도록 해야함
- 중심을 모르며 안테나가 외부로 보이는 경우 : 안테나 축이 턴테이블의 회전축위에 있도록 해야함
- 중심도 모르고 안테나도 보이지 않는 경우 : EUT 볼륨 중심의 턴테이블 회전축위에 있어야함
- 4) 시험용 안테나를 수직 편파로 설치.

- 5) 무변조로 EUT를 switch on. 수신기기를 적절한 주파수로 설정
- 6) 수신기기가 최대 신호세기를 찾을때까지 EUT를 수평면에서 360도 회전.
- 7) EUT를 substitution antenna로 대치
- 8) the substitution antenna 중심을 rotation of the turntable 축과 맞춤
- 9) The substitution antenna는 수직편파이어야 함
- 10) 피 대상기기의 주파수로 신호발생기를 설정
- 11) 수신기기가 최대 레벨을 찾을 때까지 substitution antenna를 회전시킴
- 12) 수신기기는 6)에서 측정한 값과 동일한 수신세기가 되도록 SG 출력 레벨을 조정
- 13) The EUT를 2) 3)과 같이 다시 마운트하고 test antenna를 수평편파로 설치하여 4)~12)를 반복측정

< 반 무반사실에서 복사전력 측정 절차 >

- 1) 무변조로 측정해야함
- 2) EUT는 관련 기준에서 정한 높이의 턴테이블에 직접 마운트 해야함
 - EUT는 기기의 정상적인 사용방향으로 마운트 할 것
- 3) EUT의 antenna 중심을 알고 있는 경우 : EUT 안테나 중심이 턴테이블의 회전축위에 있도록 해야함
 - 중심을 모르고 안테나 보이는 경우 : 안테나 축이 턴테이블의 회전축위에 있도록 해야함
 - 중심도 모르고 안테나도 보이지 않는 경우 : EUT 볼륨 중심의 턴테이블 회전축위에 있어야함
- 4) EUT의 안테나 중심높이 기록
- 5) 시험용 안테나를 수직 편파로 설치.
- 6) 무변조로 EUT를 switch on., 수신기기를 적절한 주파수로 설정
- 7) 수신기가 최대신호를 수신할 때까지 시험용 안테나를 1~4m 높이에서 오르내림.
 - 안테나 높이 기록
- 8) 수신기기가 최대 신호세기를 찾을때까지 EUT를 수평면에서 360도 회전.
- 9) EUT를 substitution antenna로 대치
- 10) the substitution antenna 중심을 rotation of the turntable 축과 맞춤
- 11) The substitution antenna는 수직편파여야함
- 12) 적절한 주파수로 신호발생기를 설정하고,
- 13) 수신기가 최대신호를 수신할 때까지 시험용 안테나를 1~4m 높이에서 오르내림
 - 안테나 높이 기록
- 14) 수신기기가 최대 레벨을 찾을 때까지 substitution antenna를 회전시킴
- 15) 수신기기는 8)에서 측정한 값과 동일한 수신세기가 되도록 SG 출력 레벨을 조정

- 16) The EUT를 2) 3) 4)과 같이 다시 마운트하고 test antenna를 수평편파로 설치하여 5)~15)를 반복측정

<야외 시험장에서의 복사전력 측정절차 >

- 1) 무변조로 측정해야함
- 2) EUT는 관련 기준에서 정한 높이의 턴테이블에 직접 마운트 해야함
 - EUT는 기기의 정상적인 사용방향으로 마운트 할 것
- 3) EUT의 antenna 중심을 알고 있는 경우 : EUT 안테나 중심이 턴테이블의 회전축위에 있도록 해야함
 - 중심을 모르고 안테나 보이는 경우 : 안테나 축이 턴테이블의 회전축위에 있도록 해야함
 - 중심도 모르고 안테나도 보이지 않는 경우 : EUT 볼륨 중심의 턴테이블 회전축위에 있어야함
- 4) EUT의 안테나 중심높이 기록
- 5) 시험용 안테나를 수직 편파로 설치.
- 6) 무변조로 EUT를 switch on., 수신기기를 적절한 주파수로 설정
- 7) 수신기가 최대신호를 수신할 때까지 시험용 안테나를 1~4m 높이에서 오르내림.
 - 안테나 높이 기록
- 8) 수신기기가 최대 신호세기를 찾을때까지 EUT를 수평면에서 360도 회전.
- 9) EUT를 substitution antenna로 대치
- 10 the substitution antenna 중심을 rotation of the turntable 축과 맞춤
- 11) The substitution antenna는 수직편파여야함
- 12) 적절한 주파수로 신호발생기를 설정하고,
- 13) 수신기가 최대신호를 수신할 때까지 시험용 안테나를 1~4m 높이에서 오르내림
 - 안테나 높이 기록
- 14) 수신기기가 최대 레벨을 찾을 때까지 substitution antenna를 회전시킴
- 15) 수신기기는 8)에서 측정한 값과 동일한 수신세기가 되도록 SG 출력 레벨을 조정
 - 출력레벨을 기록
- 16) The EUT를 2) 3) 4)과 같이 다시 마운트하고 test antenna를 수평편파로 설치하여 5)~15)를 반복측정

3. 형식검정 및 형식등록 처리방법 개선

가. 복사전력 시험방법 관련 규정 개선

국내 무선설비규칙에서 정하는 무선설비별 기술기준에 대하여 각 기술기준 항목별 시험방법 및 절차 등에 관한 세부사항은 전파연구소공고 제 2008-2호 (“형식검정 및 형식등록 처리방법”, 2008.5.23)에서 규정하고 있다. 전파연구소 공고 제 2008-2호 “형식검정 및 형식등록 처리방법”는 총 6장 19조, 부칙 및 별표 1~4로 구성되어 있으며, 여기서 전계강도 측정방법을 포함한 복사전력 측정과 관련한 시험방법은 제15조(전계강도로 규정된 무선기기 적용방법) 및 별표3(기술기준 항목별 시험방법) 일부 규정, 별표4(복사 시험방법)에서 규정하고 있으며 그 내용을 요약하면 표3-2-3와 같다.

표 3-2-3 복사전력 시험방법 관련규정

관련 조항	주요 내용	비 고
제15조 (전계강도로 규정된 무선기기 적용방법)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전계강도로 규정된 무선기기에만 적용함 - 환경시험 : 상온, 상습에서만 적용 - 시험방법 : “전자파장해방지시험방법” 따름 ※ 국가표준 KN 301 489-1, KN 301 489-3 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 복사전력으로 규정된 기기에 처리방법 삽입 필요
별표3 (기술기준 항목별 시험방법)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기술기준 일부항목에 대하여 복사성 측정방법을 규정 - 부차적 전파발사, 반송파 감지장치 - 전계강도 측정방법 규정 (제15조와 중복) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 복사성 측정방법은 별표4에서 규정함이 적절 ○ 전계강도 측정방법 불필요
별표4 (복사시험방법)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기술기준 전체항목에 대한 복사성 측정방법을 규정하나 - MICS 시험방법만을 상세히 규정하고 있을뿐 기술기준 항목 전반을 커버하기에는 부적합함 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 별표4 전반에 대한 수정 필요

형식검정 및 형식등록 처리방법 제15조(전계강도로 규정된 무선기기 적용방법)에서는 전계강도로 규정된 무선기기에 대한 처리방법을 규정하고 있는데 기술기준 적합성평가를 위한 환경시험은 상온, 상습에서만 적용하도록 정하고 있으며 시험방법은 “전자파장해방지 시험방법”을 따르도록 하고 있다. 현재 전파연구소공고 제2008-11호(2008.12.16) “전자파장해방지 시험방법”에서는 무선설비 기기류에 대한 공통 전자파장해 시험은 국가표준 KN 301 489-1을, 특정소출력무선기기에 대한 장해방지시험은 KN 301 489-3을 적용하도록 규정하고 있다. 한편 형식검정 및 형식등록 처리방법 별표 3(기술기준 항목별 시험

방법) 14조에서는 또 다시 전계강도로 규정된 무선기기에 대한 처리방법을 정하고 있어 전계강도로 규정된 무선기기에 대한 처리방법을 결국 국가표준(KN 301 489-1, 또는 KN 301 489-3)과 중복하여 규정하고 있는 상황이다. 따라서 이에 대한 정비가 요청된다. 한편 형식등록 처리방법 제15조에서는 전계강도로 규정된 무선기기에 대한 처리방법을 규정하고 있을 뿐 복사전력으로 규정된 기기에 대한 처리방법은 규정하지 않고 있다. 따라서 제15조에서 복사전력으로 규정된 기기도 포함하여 적용할 수 있도록 관련 조항을 규정할 필요가 있다. 이때 정보통신 단체표준 TTAS.KO-06.0159 에서는 소출력 무선기기의 복사전력 측정방법을 제시하고 있으므로 복사전력 측정시 관련 정보통신단체 표준을 준용하도록 규정하는 것이 적절할 것으로 판단된다.

형식검정 및 형식등록 처리방법 별표 3에서는 기술기준 항목에 대한 전도성 방식의 시험방법을 규정하는 것을 목적으로 하는 반면, 별표 4에서는 복사방식에 의한 기술기준 시험방법을 규정함으로 목적으로 한다. 그러나 현재 별표 3에서는 수검기기가 공중선 일체형으로 공중선을 분리시킬 수 없는 경우 일부 기술기준항목(부차적 전파 발사, 반송파 감지 장치)에 대하여 방사성으로 측정하는 방식을 이용할 수 있도록 규정하고 있다. 따라서 별표 3과 별표4가 기술기준 항목에 대하여 각각 전도성 측정방법과 복사성 측정방식을 규정하고 있으므로 별표3에서 규정하는 일부 기술기준 항목에 대한 방사성 측정 방식을 별표 4로 이동하여 규정함이 적절할 것으로 판단된다.

형식검정 및 형식등록 처리방법 별표 4에서는 기술기준 항목에 대한 복사 시험 방법을 규정함을 목적으로 하고 있으나 현행 관련 규정은 MICS 복사 시험방법만을 상세히 규정할 뿐 기술기준 항목 전반에 대한 복사전력 시험 방법을 제시하기에는 부적합함을 알 수 있다. 따라서 별표 4에 대하여 전반적인 내용 수정이 요구된다. 예를 들어 별표4 1항(일반적 사항)은 일반적인 사항을 기술해야하나 1.3항 내용은 MICS 시험을 위한 구성도 등을 규정하고 있어 관련 내용이 일반적 사항에서 규정하는 것은 부적절하다. 한편 2항~7항은 기술기준 항목별 복사측정방법을 규정하고 있는데 관련 내용이 적절한지에 대한 검토가 필요할 것으로 생각된다.

따라서 지금까지 논의한 사항을 반영할 때 형식검정 및 형식등록 처리방법은 표 3-2-4와 같이 개정되어야 할 것으로 판단된다. 2009년 1사분기중에 관련 규정의 개정안을 최종 확정하여 개정을 추진할 예정이다.

표 3-2-4 복사전력제도 도입에 따른 형검 처리방법 개정(안)

현행 규정	개 정 안	비고
<p>제15조(전계강도로 규정된 무선기기 적용방법) 전파법시행령 제24조제4호 기기중 전계강도로 규정된 무선기기에 대한 적용방법은 다음과 같다.</p> <ol style="list-style-type: none">1. 기본파의 주파수가 기술기준 제97조제2호에 명시된 미약전파무선국으로 운용할 수 없는 주파수 대역에 포함되지 않아야 한다.2. 시험시 전원전압은 규정된 전원전압의 최고 전압을 인가하여 시험한다. 이 경우 건전지만을 이용하는 무선설비는 새 건전지를 이용한다.3. 기술기준 적합성 평가는 상온·상습에 한하여 실시한다. 다만, 제9조의 환경적 조건을 적용하여 기기의 동작여부 및 파손, 발화 등을 확인한다.4. 시험방법 및 시험조건은 가능한 범위에서 전파법 제56조의 규정에 의한 「전자파 장해방지시험방법」을 따른다.5. 전파법시행령 제24조제4호의 규정에 따라 정의한 “미약전계강도 무선기기”에 대하여는 측정주파수가 15 MHz 이하인 경우, 실측값에 $20\log(6\pi/\lambda)$를 보상한다.(λ는 측정주파수에 대한 파장)6. 저주파 송신기(9 MHz 이하의 전파를 발사하는 미약전계강도 무선기기)는 기술기준 제97조를 준용하고 불요발사는 322 MHz까지 적용한다.	<p>제15조(전계강도 또는 복사전력으로 규정된 무선기기 적용방법) 전파법시행령 제24조제4호 기기중 전계강도로 규정된 무선기기와 복사전력으로 규정된 무선기기에 대한 적용방법은 다음과 같다.</p> <ol style="list-style-type: none">1. 좌동2. 좌동3. 좌동4. 시험방법 및 시험조건은 가능한 범위에서 전파법 제56조의 규정에 의한 「전자파 장해방지시험방법」 또는 정보통신단체표준에서 정한 조건을 따른다.5. (삭 제)6. (삭 제)	<p>○ 복사성 기준에 대한 규정 삽입</p> <p>○ 복사전력 시험은 정보통신단체표준 따름</p> <p>○ 기술기준에서 이미 규정</p> <p>○ 이미 기술기준에서 규정</p>

	현행 규정	개정안	비고
	<p>[별표 3] 기술기준 항목별 시험방법</p> <p>14. 전계강도 측정방법</p> <p>16. 부차적으로 발사되는 전파의 세기 측정방법</p> <p>16.2.2 수검기기가 공중선 일체형으로 공중선을 분리시킬 수 없는 경우</p> <p>16.4 시험절차 : ㉠, ㉢, ㉣, ㉤</p> <p>19. 반송파 감지장치 측정방법</p> <p>19.2.2 공중선을 분리시킬 수 없는 경우</p> <p>19.3 측정기의 조건 : ㉠, ㉢</p> <p>19.4.2 수검기기가 공중선 분리형이 아닌 경우</p> <p>[별표 4] 복사 시험방법</p> <p>1. 일반적 사항</p> <p>1.1 복사 측정방법은 공중선 치환법 외에도 전계강도 측정법(3 m 거리) 등 국제적으로 유효성이 검증된 시험절차를 적용하여 측정할 수 있다.</p> <p>1.2 수검기기 중 액체 속에 넣어서 측정하는 기기는 규정된 전원 전압 시험 중 발생할 수 있는 전기적 쇼트 발생을 방지하기 위하여 정격전압 시험만을 적용한다.(예, 체내이식 무선의료기기의 이식용 무선기기)</p> <p>1.3 체내이식 무선의료기기 중 이식용 무선기기의 출력 및 불요발사 측정을 위한 시험 구성은 다음과 같다.</p> <p>-----</p> <p>2. 실효복사전력/등가등방복사전력 측정방법</p> <p>3~7</p>	<p>[별표 3] 기술기준 항목별 시험방법</p> <p>14. (삭제)</p> <p>16. 부차적으로 발사되는 전파의 세기 측정방법</p> <p>16.2.2 (삭제)</p> <p>16.4 시험절차 : ㉠, ㉢, ㉣, ㉤</p> <p>19. 반송파 감지장치 측정방법</p> <p>19.2.2 (삭제)</p> <p>19.3 측정기의 조건 : ㉠, ㉢</p> <p>19.4.2 (삭제)</p> <p>[별표 4] 복사 시험방법</p> <p>1. 일반적 사항</p> <p>1.1 (좌동)</p> <p>1.2 (좌동)</p> <p>2. 특별 사항</p> <p>2.1 체내이식 무선의료기기 중 이식용 무선기기의 출력 및 불요발사 측정을 위한 시험 구성은 다음과 같다.</p> <p>-----</p> <p>3. 실효복사전력/등가등방복사전력 측정방법</p> <p>4~8</p>	<p>○ 제15조와 중복</p> <p>○ 별표4에서 규정</p> <p>○ 별표4에서 규정</p> <p>○ 별표4에서 규정</p> <p>○ 별표4에서 규정</p> <p>○ 별표4에서 규정</p> <p>○ MICS에만 적용</p> <p>○ 수정여부 검토필요</p> <p>○ 수정여부 검토필요</p>

나. 타 시험방법 적용을 위한 관련규정 개선

형식검정 및 형식등록 처리방법 제18조(기술기준 항목별 시험방법) 제2항에서는 “제1항의 권고하는 시험방법이 없거나 적용하기 곤란한 경우 시험기관은 국제적으로 측정결과의 유효성이 검증된 시험절차를 채택하거나 스스로 시험방법의 유효성을 입증하고 소장의 승인을 득하여 적용할 수 있으며, 이 경우 적용된 시험절차를 시험성적서에 명기해야 한다”.라고 규정하여 형식검정 및 형식등록 처리방법에서 규정한 시험방법 외의 다른 시험방법을 적용할 수 있도록 하고 있다. 즉 여기서는 기술기준 항목별 시험시 여기서 규정한 방식이 외에도 국제적으로 유효성이 검증된 시험절차에 따라 시험할 수 있도록 규정하고 있으며, 필요시에는 시험기관에서 독창적인 방식으로 기술기준 시험을 수행할 수 있도록 하고 있다. 이때에는 시험기관에서 시험방법의 유효성을 스스로 입증하고 소장의 승인을 득한 후 해당 시험방법을 적용할 수 있도록 하고 있다.

한편 다른 시험방법을 적용하기 위한 규정은 형식검정 및 형식등록 처리방법 제18조(기술기준 항목별 시험방법)외에도 별표 3 일부 개별 기술기준 항목 시험방법(26. 수신 주파수 안정도, 27. 인접채널 선택도)에서도 중복하여 규정하고 있다. 그러나 별표 3의 26.3, 27.3에서는 “당해 시험방법을 적용하기 어려울 경우에는 신뢰성을 확보할 수 있는 방법을 채택할 수 있으며, 이 경우 새로운 시험방법절차도 첨부해야 한다.”라고 규정하고 있어 제18조 내용과 중복될 뿐 아니라 모순이 발생할 수도 있다. 즉 시험기관이 독창적인 새로운 시험방법을 적용하는 경우 제18조에서는 소장의 승인을 득한후 적용하도록 규정하고 있으나 별표3의 “수신 주파수 안정도”, “인접채널 선택도” 시험방법에서는 새로운 시험절차를 첨부하여 제출하도록 규정하고 있어 관련 규정사이에 모순이 발생한다. 따라서 상호 규정한 모호성이 제거되도록 관련 규정에 대한 수정이 필요하다.

위에서 논의한 사항을 반영하여 형식검정 및 형식등록 처리방법은 표 3-2-5와 같이 개정되어야 할 것으로 판단되며 최종 개정안은 2009년 1사분기중에 확정하여 개정을 추진할 예정이다.

표 3-2-5 타 시험방법 이용을 위한 형검 처리방법 개정(안)

	현행 규정	개 정 안	비고
	<p>제18조 (기술기준 항목별 시험방법) ①무선설비의 적합성 평가시험 절차 및 방법은 별표 3 및 별표 4의 기술기준 항목별 시험방법을 따른다.</p> <p>②제1항의 권고하는 시험방법이 없거나 적용하기 곤란한 경우 시험기관은 국제적으로 측정결과와 유효성이 검증된 시험절차를 채택하거나 스스로 시험방법의 유효성을 입증하고 소장의 승인을 득하여 적용할 수 있으며, 이 경우 적용된 시험절차를 시험성적서에 명기해야 한다.</p> <p>[별표3]</p> <p>26.3항 (수신 주파수 안정도 관련)</p> <ul style="list-style-type: none"> 수신기에 탑재된 수신주파수 채널별로 모두 측정한다. 정확한 측정을 위하여 가급적 전자파 차폐실을 이용해야 한다. 당해 시험방법을 적용하기 어려울 경우에는 신뢰성을 확보할 수 있는 방법을 채택할 수 있으며, 이 경우 새로운 시험방법 절차도 첨부해야 한다. <p>27.3항 (인접채널 선택도 관련)</p> <ul style="list-style-type: none"> 수신기에 탑재된 수신주파수 채널별로 모두 측정한다. 정확한 측정을 위하여 가급적 전자파 차폐실을 이용해야 한다. 당해 시험방법을 적용하기 어려울 경우에는 신뢰성을 확보할 수 있는 방법을 채택할 수 있으며, 이 경우 새로운 시험방법 절차도 첨부해야 한다. 	<p>제18조 (좌 동)</p> <p>[별표3]</p> <p>26.3항 (수신 주파수 안정도 관련)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ (좌 동) ○ (좌 동) ○ (삭 제) <p>27.3항 (인접채널 선택도 관련)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ (좌 동) ○ (좌 동) ○ (삭 제) 	<p>○ 제18조와 모순</p> <p>○ 제18조와 모순</p>

다. MICS 시험방법 개선 검토

체내이식 무선의료기기(MICS)중 제어용 무선기기는 LBT(Listen Before Transmission) 기능을 구비하도록 규정하고 있다. 즉 통신을 개시하기 전에 먼저 해당 통신채널에서의 간섭전파 존재여부를 확인하고 간섭파가 없는 통신채널로 MICS 시스템이 통신하도록 하기 위함이다. 이와같이 MICS LBT 기능을 확인하기 위하여 유럽, 미국 등에서는 대부분 유럽표준 ETSI EN 301 839-1에서 정한 시험방법을 이용하고 있는데 유럽 표준에서 정한 시험방법은 전도시험방식을 이용하고 있을 뿐 아니라 시험절차가 상당히 복잡하여 각 국가의 지정시험기관에서 직접 수행하기에는 어려움이 뒤따른다. 따라서 미국 FCC 및 유럽, 일본 등에서는 제조사가 직접 수행한 MICS LBT 시험결과를 인정하고 있으나 국내에서는 제조사의 자체 시험결과를 인정하지 않고 있어 국내 지정시험기관에서 직접 유럽표준방식에 따라 MICS LBT 기능 시험을 수행하기에 많은 어려움이 뒤따른다. 따라서 우리소에서는 MICS LBT관련 기술기준을 전도방식이 아닌 복사방식으로 시험하는 방안을 검토중에 있으며 2009년에 이를 마무리할 예정이다.

현행 MICS LBT관련 기술기준 및 유럽표준 시험방법, 그리고 우리소에서 검토 중인 복사방식에 의한 시험방법 등은 아래와 같다.

1) MICS LBT 관련 기술기준

MICS의 LBT 관련 기술기준 사항은 무선설비규칙 제102조 제7호에서 규정하고 있는데 관련 기술기준 내용을 요약하면 다음과 같다.

- o 간섭감지 기준 : $10 \log B \text{ (Hz)} - 150 \text{ (dBm/Hz)} + G \text{ (dBi)}$
 - B : 통신상태에서 최대복사대역폭(복사전력 최대값에서 20 dB감쇠되는 주파수 대역폭중 최대가 되는 대역폭을 말함)
 - G : 제어용 무선기기의 공중선 절대이득
- o 통신개시시간 : 5초 이내
- o 각 채널 수신전력 확인시간 : 10mS 이상
- o 자동정지 기능 : 5초 이상 신호가 없을 때

2) MICS LBT 유럽표준 시험방법

MICS LBT 기술기준은 유럽, 미국 등 대부분 국가에서 유럽표준 ETSI EN

301 839-1을 따라 시험하고 있는데 유럽표준에서는 전도방식에 의해 측정하도록 규정하고 있으며 여기서 규정하고 있는 시험방법은 다음과 같다.

가) 간섭감지기준 시험방법 (ETSI EN 301 839-1 Sec.10.1)

간섭감지기준이란 MICS 채널에 방해파가 존재할 때 이를 방해파로 인식하는 감지하는 최대 기준을 말하는데 유럽표준에서 정한 시험방법은 다음과 같다.

- ① LBT threshold power level(PTh) 계산할 것
: $10 \log B \text{ (Hz)} - 150 \text{ (dBm/Hz)} + G \text{ (dBi)}$
- ② disturbance source로 그림 3-2-2 형태의 스펙트럼 마스크를 만들 것
 - 먼저 notch폭이 채널 폭의 2배가 되도록 하여 EUT가 f_c 주파수로 송신하도록 할 것
 - 만일 f_c 로 송신하지 않는다면 notch 폭을 줄여 f_c 로 송신하도록 할 것
- ③ f_c 대역외 disturbance를 20 dB 높이고 notch 폭을 조정하여 EUT가 f_c 로 송신하도록 할 것
- ④ notch 폭을 그대로 유지한 채, 대역외 disturbance를 다시 20 dB 낮출 것. 이때 EUT는 f_c 로 송신함을 확인
- ⑤ f_c 주파수의 신호를 LBT threshold power level보다 6 dB 낮게 CW로 송신하도록 조정. 이때 EUT는 f_c 로 송신함을 확인
- ⑥ EUT가 f_c 로 송신한다면, 다시 송신을 멈추고 f_c 주파수의 CW 신호를 1dB 높일 것. 이때 EUT가 f_c 로 송신하는지를 확인
- ⑦ EUT가 f_c 주파수로 송신하지 않을 때까지(다른 채널로 송신) 이 과정을 반복. EUT가 f_c 주파수로 송신하지 않는 CW signal source의 level을 기록
이때 (CW signal source의 level - 4 dB)값이 threshold power level(PTh) 보다 같거나 작다면 MICS 제어기는 간섭감지기준을 만족함을 의미함

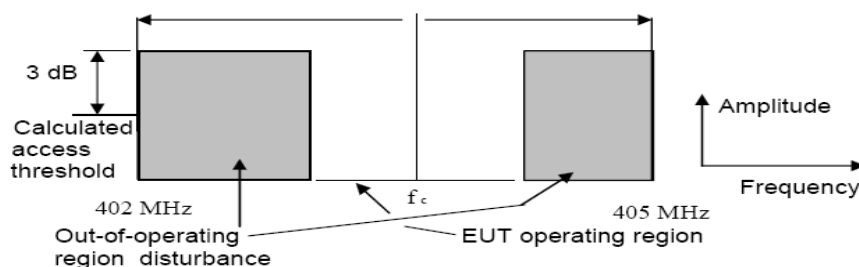


그림 3-2-2 간섭감지기준 측정을 위한 스펙트럼 마스크

나) 통신개시시간 시험방법 (ETSI EN 301 839-1 Sec.10.3.1)

통신개시시간 (5초 이내)이란 MICS 시스템이 통신을 개시하기 전에 MICS 전 채널에서 방해파 존재 여부를 확인하고 최종 통신을 시작하는 최소 시간을 말한다.

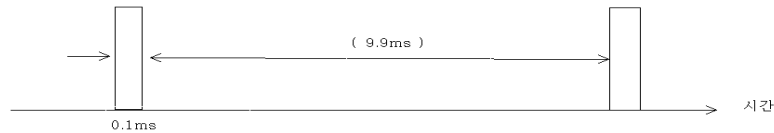
- ① disturbance source로 그림 3-2-2 형태의 스펙트럼 마스크를 만들 것
 - 먼저 notch폭이 채널 폭의 2배가 되도록 하고 out-of-operating-region 출력을 충분히 높여 MICS 시스템이 fc 채널로 통신하도록 함.
- ② notch 폭을 줄이면서 MICS가 fc로 통신하는 최소 notch 폭으로 설정
- ③ fc 주파수에 disturbance source 보다 3dB 높은 CW 신호를 입력하여 MICS가 fc로 통신하지 않도록 함
- ④ EUT가 새로운 통신 세션을 찾도록 함과 동시에 CW 신호를 제거한다.
 - 이때 EUT가 fc 주파수 채널로 전송을 시작하는 시간을 측정
 - 이렇게 측정한 시간은 5초보다 작아야 함

다) 채널 수신전력 확인시간 시험방법 (ETSI EN 301 839-1 Sec.10.3.2)

채널 수신전력 확인시간(10ms 이상)이란 MICS 시스템이 통신을 개시하기 위해 각 채널에서의 방해파 존재 여부를 확인할 때, 최소한 각 채널은 10 ms 이상씩 모니터링 하여야 함을 말하는 것으로 ETSI EN 301 839-1 Sec.10.3.2에서는 다음과 같이 측정하도록 규정하고 있다.

- ① disturbance source로 그림 3-2-2 형태의 스펙트럼 마스크를 만들 것
 - 먼저 notch폭이 채널 폭의 2배가 되도록 하고 out-of-operating-region 출력을 충분히 높여 MICS 시스템이 fc 채널로 통신하도록 함.
- ② notch 폭을 줄이면서 MICS가 fc로 통신하는 최소 notch 폭으로 설정
- ③ fc 주파수에 disturbance source와 동일한 레벨의 CW 신호를 입력하함과 동시에 out-of-operating-region disturbance를 제거하여 MICS가 fc로 통신하지 않도록 함
- ④ out-of-operating-region disturbance를 이전단계보다 3dB 높게 다시 입력한다.
 - 이때의 out-of-operating-region disturbance signal source는 그림 3-2-3과 같은 형태임
 - 이때 MICS 시스템이 fc 주파수로 통신한다면 채널 수신전력 확인시간 (10 mS) 기준을 만족함을 의미함

- ⑤ EUT가 임프란트와 통신 세션을 시작하기 위해 통신채널을 찾는 과정을 여러번(10회 이상) 하여 EUT가 f_c 이외의 주파수로 통신 세션을 시작하지 않음을 확인할 것



(The out-of-operating-region disturbance signal source : should then be modulated with a 0.1 ms pulse whose repetition frequency can be adjusted to 100 Hz corresponding to a silent period between pulses of 9.9 ms.)

그림 3-2-3 out-of-operating-region disturbance signal source

라) 자동정지기능(5초 이내) 시험방법 (ETSI EN 301 839-1 Sec.10.5)

자동정지기능(5초 이내)이란 방해파 등으로 5초 이상 communications session이 방해받을 때, MICS 시스템이 송신을 중단해야함을 의미하는 기준이다.

- ① disturbance source를 이용하여 그림 3-2-4 형태의 스펙트럼 마스크를 만들 것
- ② f_c 채널에 threshold보다 6dB 높은 CW 신호로 인가하여 MICS 시스템이 LIC channel로 통신하도록 함
- ③ f_c 채널에 인가한 CW 신호를 9 dB 낮춤과 동시에 임프란트를 끄거나 blocking 함(5초 이상)
: 이때 MICS 시스템이 LIC 채널로 송신을 끝내는 시간을 측정함.
- ④ 다시 임프란트를 켜거나 blocking을 해제했을 때 MICS 시스템은 LIC 채널로 통신하지 않아야 함 (f_c 로 통신할 것임)
: 임프란트를 끄거나 blocking 되었을 때, 프로그래머는 LIC 채널로 통신을 5초 이내에 중지하여야 하며 임프란트가 활성화되더라도 LIC로 통신을 시작하지 않는다면 5초 이내 자동정지기능을 만족함

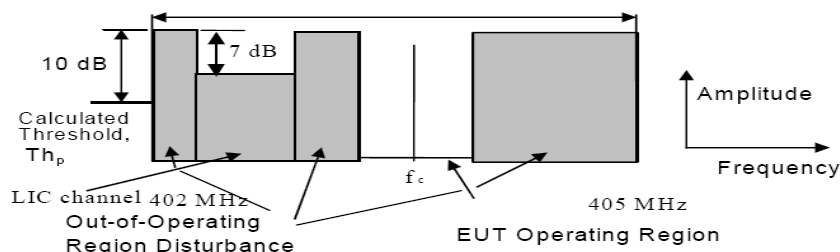


그림 3-2-4 자동정지기능 측정을 위한 스펙트럼 마스크

3) MICS LBT 복사 시험방법 제안

앞에서 언급한 것처럼 유럽표준 ETSI EN 301 839-1에서는 MICS LBT 시험방법을 전도시험방식으로 규정하고 있으며 그 시험절차가 상당히 복잡하여 미국, 유럽, 일본 등에서는 제조사가 직접 수행한 MICS LBT 자체시험결과를 인정하고 있다. 그러나 국내에서는 제조사의 자체 시험결과를 인정하지 않아 국내 지정시험기관에서 직접 유럽표준방식에 따라 MICS LBT 기술기준 적합여부를 시험하여야 하는 어려움이 있다. 따라서 우리소에서는 MICS LBT관련 기술기준을 간편하게 전도방식이 아닌 복사방식으로 기술기준 만족 여부를 확인하는 방법을 검토 중에 있으며 그 내용은 다음과 같다.

MICS LBT관련 기술기준은 간섭감지 기준 $[10 \log B \text{ (Hz)} - 150 \text{ (dBm/Hz)} + G \text{ (dBi)}]$, 통신개시시간(5초 이내), 채널 수신전력 확인시간 (10mS 이상) 및 5초 이내 자동정지 기능이 있다. 이 기술기준을 복사 방식으로 시험하기 위해 그림 3-2-5와 같이 구성한다.

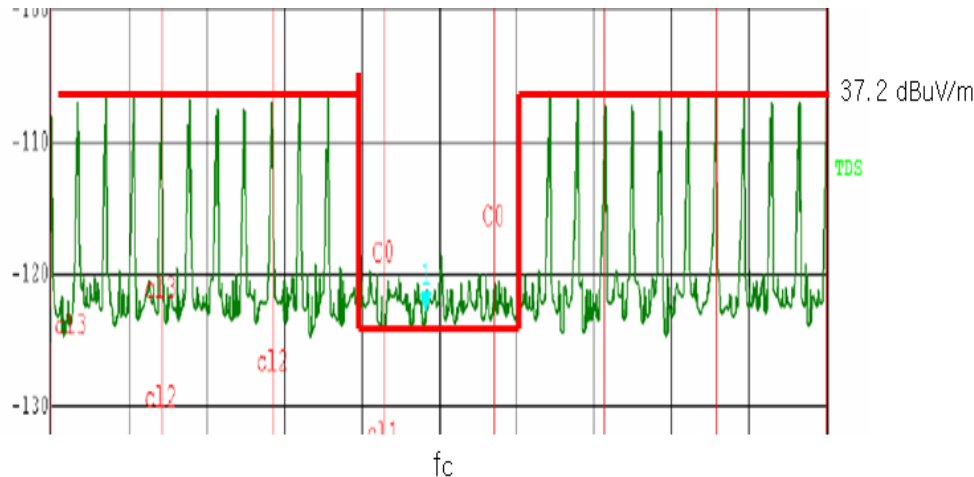


그림 3-2-5 복사방식에 의한 MICS LBT 기술기준 시험구성도

여기서 신호발생기(S/G)는 방해파를 생성하기 위한 목적이고 스펙트럼 분석기(S/A)는 MICS 제어기가 위치하는 P2 지점에서 방해파의 전계강도가 얼마나 되는지를 확인하기 위하여 사용한다.

먼저 신호발생기(S/G)를 이용하여 그림 3-2-6와 같은 방해파 스펙트럼 마스크를 생성한다. 여기서 $37.2 \text{ dB}\mu\text{V/m}$ 는 MICS용 제어기의 안테나 이득을 0 dBi , 채널폭을 300kHz 라 가정했을 때 간섭감지기준 레벨보다 3dB 높은 값에 해당한다. 즉 MICS용 제어기의 안테나 이득을 0 dBi , 그리고 채널폭을 300kHz 라 가정한다면, 간섭감지기준 레벨은 $-95.2\text{dBm} [=10 \log B(\text{Hz})-150+G(\text{dBi}) = 10 \log(300,000)-150+0]$ 이며 이보다 3dB 높은 값은 -92.2dBm 에 해당하는데 이는

전계강도로 37.2 dB μ V/m에 해당하기 때문이다. 따라서 신호발생기(S/A)의 출력을 조정하여 P2 지점에서 방해파 전계강도 세기가 37.2 dB μ V/m이 되도록 조정하며 이를 스펙트럼분석기(S/A)를 통하여 확인한다.



(그림 3-2-2와 비교)

그림 3-2-6 S/A를 이용한 방해파 스펙트럼 마스크

즉 그림 3-2-2와 같이 유럽표준에서 정한 방해파 스펙트럼 마스크를 생성하기 위하여 신호발생기(S/A)를 이용하였으며 그림 3-2-6과 같은 방해파 파형을 생성하도록 한다. 이때 MICS 제어기가 위치하는 P2 지점에서 방해파의 최대 전계강도가 37.2 dB μ V/m가 되도록 함으로써 MICS LBT의 간섭감지 기준을 복사에 의한 전계강도로 환산하여 표현하고자 한다. 만일 이와 같은 상황에서는 MICS 제어기가 신호발생기에 의해 생성된 스펙트럼 마스크를 간섭감지 기준을 초과하는 방해파로 인식한다면, MICS 시스템(제어기 및 임프란트)은 간섭파가 없는 fc채널로만 통신할 것으로 예상된다. 이는 곧 MICS 제어기가 복사방식에 의해 간섭감지 기준을 확인할 수 있음을 의미한다.

한편 통신개시시간(5초 이내)은 MICS 제어기가 새로운 통신 세션을 찾는 순간부터 실제 통신이 이루어지는 시간을 의미한다. 여기에는 통신을 개시하기 전에 MICS 제어기가 MICS 전 채널(9~10개 채널)에서 방해파 존재 여부를 각각 확인하고 최종 통신을 시작하는 최소 시간을 포함한다. 따라서 통신 개시시간(5초이내) 기준 만족여부를 복사방식으로 확인하기 위하여 먼저 그림 3-2-6과 같은 방해파를 생성한 후, fc 주파수 채널에 방해파 강도보다 3dB 높은 CW 신호를 입력하여 MICS가 fc로 통신하지 않도록 한다.

이 상태에서 MICS 제어기가 새로운 통신세션을 찾도록 함과 동시에 fc 채널의 CW 신호를 제거한 후, MICS 시스템이 fc채널로 통신을 시작하는 시간을 측정한다. 이렇게 측정한 시간이 5초보다 작다면 통신 개시 시간 (5초 이내) 기준을 만족함을 의미한다.

채널 수신전력 확인시간(10mS 이상)을 복사방식으로 시험하기 위해서는 신호발생기를 이용하여 그림 3-2-6과 그림3-2-3에서 정한 파형을 이용함으로써 유럽표준에서 정한 방법 및 절차와 동일하게 수행할 수 있다. 즉 그림 3-2-6과 같은 방해파 스펙트럼 마스크가 그림 3-2-3과 같이 변조되도록 하였을 때 MICS 시스템이 fc 채널로 통신할 수 있는지를 측정함으로써 채널 수신전력 확인시간(10mS 이상)을 복사방식으로 측정할 수 있다.

한편 5초 이내 자동정지기능은 유럽표준 ETSI EN 301 839-1 Sec.10.5에서 정한 절차와 동일하게 복사전력을 통하여 확인할 수 있다. 신호발생기를 통하여 MICS 제어기가 위치하는 지점에서 그림 3-2-4와 같은 스펙트럼을 생성한 후 fc 채널에 threshold보다 6dB 높은 CW 신호를 인가하여 MICS 시스템이 LIC channel로 통신하도록 만든다. 이때 fc 채널에 인가한 CW 신호를 9 dB 낮춤과 동시에 임프란트를 5초 이상 끄거나 blocking함과 동시에 MICS 시스템이 LIC 채널로 송신을 끝내는 시간이 5초 이내인지를 확인한다. 그후 다시 임프란트를 켜거나 blocking을 해제했을 때 MICS 시스템이 LIC 채널로 통신하지 않고 fc 채널로 통신함을 확인하면 될 것으로 판단된다.

MICS LBT 기술기준을 복사방식으로 측정하기 위한 절차를 요약하면 다음과 같다.

< 간섭감지기준 복사 시험방법(안) >

- ① 그림 3-2-5와 같이 시험 시스템을 구성할 것
- ② 아래 식을 이용하여 간섭감지기준을 계산할 것

$$: 10 \log B \text{ (Hz)} - 150 \text{ (dBm/Hz)} + G \text{ (dBi)}$$
- ③ S/G를 이용하여 그림 3-2-6과 같은 형태의 스펙트럼 마스크를 만들 것
 이때 S/G출력을 조정하여 P2지점에 스펙트럼 마스크의 최대값이 ②에서 계산한 값보다 3dB 높도록 할 것
- ④ MICS 시스템(제어기와 임프란트)이 통신을 시작하도록 할때 fc 채널로만 통신하는지 반복(3회 이상)하여 확인할 것

< 통신개시시간 복사 시험방법(안) >

- ① 그림 3-2-5와 같이 시험 시스템을 구성할 것
- ② 간섭감지기준을 계산할 것 : $10 \log B \text{ (Hz)} - 150 \text{ (dBm/Hz)} + G \text{ (dBi)}$
- ③ S/G를 이용하여 그림 3-2-6과 같은 형태의 스펙트럼 마스크를 만들 것
이때 S/G출력을 조정하여 P2지점에 스펙트럼 마스크의 최대값이
②에서 계산한 값보다 3dB 높도록 설정할 것
- ④ f_c 주파수에 disturbance source 보다 3dB 높은 CW 신호를 입력하여
MICS가 f_c 로 통신하지 않도록 할 것
- ⑤ EUT가 새로운 통신 세션을 찾도록 함과 동시에 CW 신호를 제거한
후, EUT가 f_c 채널로 전송을 시작하는 시간을 측정할 것 : 5초 이하
여야 함

< 채널 수신전력 복사 시험방법(안) >

- ① 그림 3-2-5와 같이 시험 시스템을 구성할 것
- ② 간섭감지기준을 계산할 것 : $10 \log B \text{ (Hz)} - 150 \text{ (dBm/Hz)} + G \text{ (dBi)}$
- ③ S/G를 이용하여 그림 3-2-6과 그림 3-2-3과 같은 형태의 스펙트럼
마스크를 만들 것. 이때 S/G출력을 조정하여 P2지점에 스펙트럼 마
스크의 최대값이 ②에서 계산한 값보다 3dB 높도록 설정할 것
- ④ MICS 시스템(제어기와 임프란트)이 통신을 시작하도록 할 때 f_c 채널로만
통신하는지 반복(3회 이상)하여 확인할 것
: 이때 MICS 시스템이 f_c 채널로만 통신한다면 이는 MICS 제어기가 각
채널을 10ms이상씩 모니터링하고 있음을 의미함

< 자동정지기능 복사 시험방법(안) >

- ① 그림 3-2-5와 같이 시험 시스템을 구성할 것
- ③ S/G를 이용하여 그림 3-2-4와 같은 형태의 스펙트럼 마스크를 만들 것.
- ③ f_c 채널에 간섭감지 기준보다 6dB 높은 CW 신호를 인가하여 MICS
시스템이 LIC 채널로 통신하도록 할 것
- ④ f_c 채널에 인가한 CW 신호를 9 dB 낮춤과 동시에 임프란트를 끄거나
blocking 한 후(5초 이상), MICS 시스템이 LIC 채널로 송신을 끝내는
시간을 측정할 것.

- ⑤ 다시 임프란트를 켜거나 blocking을 해제했을 때 MICS 시스템은 LIC 채널로 통신하지 않는지 확인할 것 (fc 채널로 통신함)
: 임프란트를 끄거나 blocking 되었을 때, 프로그래머는 LIC 채널로 통신을 5초 이내에 중지하여야 하며 임프란트가 활성화되더라도 LIC로 통신을 시작하지 않는다면 5초 이내 자동정지기능을 만족함

제 4 장 국제 표준화 활동

제 1 절 ITU-R 전파관리분야(SG1) 표준화 활동

1. 개요

가. 연구범위

ITU-R Study Group 1에서는 효과적인 스펙트럼관리를 위한 원칙과 기술 개발, 공유기준과 공유방법, 혼신보호기준과 방법, 스펙트럼 이용의 장기전략, 국가 스펙트럼 경제적 접근방법, 스펙트럼관리와 감시의 자동화 기술 등 스펙트럼관리기술 분야 21개의 연구 과제를 수행하고 있다. 또한, 스펙트럼관리기술 관련 권고/보고서/핸드북 제·개정 추진 및 ITU-D와 연계하여 개발도상국을 지원하고 있으며, SG1에 분장된 5건의 WRC-11 의제 연구를 수행하고 있다.

나. 조직의 구성

ITU-R SG1은 WP1A(스펙트럼 공학기술 분야), WP1B(스펙트럼 관리제도와 경제전략 분야), WP1C(스펙트럼 감시기술 분야) 3개의 작업반으로 구성되어 있다. WP1A는 스펙트럼 공학기술에 관련된 8개의 연구과제, WP1B는 스펙트럼 관리제도와 경제전략에 관련된 13개의 연구과제, WP1C는 스펙트럼 감시기술 관련 11개의 연구과제를 수행하였다. 하지만, 2008년 6월 SG1 회의에서 RA-07에서 채택된 SG1 연구과제 32건 중 WP1A 5개 연구과제, WP1B 6개 연구과제, 총 11개 연구과제를 폐지하기로 결정하였으며, 현재는 WP1A는 스펙트럼 공학기술에 관련된 3개의 연구과제, WP1B는 스펙트럼 관리제도와 경제전략에 관련된 7개의 연구과제, WP1C는 스펙트럼 감시기술 관련 11개의 연구과제를 수행하고 있다.

ITU-R SG1 의장은 Mr. Robin Haines (미국)가 맡고 있으며, 부의장은 Mr. R. Garcia De Souza (브라질), Mr. S. I. Gharbawi (이집트), Mr. S. K. Kibe (케냐), Mr. H. Mazar (이스라엘), Mr. S. Pastukh (러시아), Mr. V. V.

Singh (인도), Mr. J. J. Verduijn (네덜란드), Mr. X. Zhou (중국), 류충상 (한국, 전파연구소)등 9명이 맡고 있으며, ITU 전파통신국의 카운슬러로 Mr. Philippe Aubineau (ITU)이 지원하고 있다.

다. 국내연구 활동

ITU-R SG1 연구과제에 대한 국내 대응 연구를 위하여 산·학·연 전문가를 초빙하여 한국ITU연구위원 SG1 분과 위원으로 위촉하여 활동하고 있다. 2008년에는 분과회의 5회를 통해 국가 스펙트럼관리 방법으로서 주파수 재배치 등 3건의 주요과제, 15건의 권고분석, 4회의 국제회의 참가, 3건의 기고서 제출 및 반영 등을 추진할 계획을 수립·추진 중에 있다.

스펙트럼 공학기술 분야에서는 최근 소출력 무선기기들이 급속히 증가함에 따라 전파통신서비스용 무선기기와 인접하여 이용될 가능성이 높으므로 ITU-R 권고안을 바탕으로 국내 ISM 기기의 분류체계 및 인명안전관련 주파수대역 추가검토, 소출력 무선기기 불요발사 등을 연구하고 있으며, 스펙트럼 관리제도와 경제전략 분야는 24GHz, 60GHz, 79GHz 등의 주파수를 이용한 차량용 UWB 레이더의 기술적, 운용적 조건, RFID 주파수별, 용도별 전계강도 등을 연구하고 있다. 또한, 스펙트럼 감시기술 분야에서는 전파잡음 및 주파수 점유율 측정, 전파감시기술 및 전파품질 측정기술 등과 관련된 연구를 수행하고 있으며, 전파감시핸드북 개정과제의 보조보고자(Co-rapporteur)로 참여하여 관련연구를 수행하고 있다.

2. 국내·외 연구동향

가. ITU-R SG1 연구동향

ITU-R SG1 회의(2008. 6)에서는 WRC-11 의제 5건에 대해서 연구계획을 수립하였으며, SM시리즈 권고 개정안 3건을 채택하였다. 또한 RA-07에서 채택된 SG1 연구과제 32건을 검토하여 11개 연구과제를 폐지하기로 결정하였다. WRC-11 의제 중 SG1에 할당된 주요내용으로는 첫째, 의제 1.2(디지털 융합서비스 도입 등을 위한 전파규칙체계 개선방안)는 결의 951과 관련이

있으며, 라포치 그룹을 구성하여 개선방향 평가, 개념 및 절차 개발 등을 추진하기로 결정하였다. 둘째, 의제 1.6(275~3000GHz 대역 수동업무 보호 및 3000GHz 이상 주파수관리 방안)에 대한 작업계획을 수립하고 WP5C 및 WP7C에 연구협조를 요청하기로 하였으며, 결의 950과 연관되어 있다. 셋째, 의제 1.19(CR과 SDR 스펙트럼 분배



그림 4-1-1 SG1분야 회의활동 모습

및 도입을 위한 전파규칙 검토)는 결의 956과 연관되어 있으며, 서신그룹을 통해 CR/SDR 시스템 정의 및 규제적 이슈를 검토하기로 결정하였다. 넷째, 의제 1.22(소출력 기기로부터의 혼신영향 검토)에 대한 작업계획을 수립하고 RFID 등 소출력 대상기기의 정보 수집을 위하여 ISO 및 ITU-T에 관련정보를 요청하기로 하였으며, 결의 953과 연관되어 있는 의제이다. 다섯째, 의제 8.1(ITU-R 국장보고서 검토)은 결의 63과 연관되어 있는 과제이며, CISPR에 ISM 기기로부터의 혼신영향 연구를 위해서 관련정보를 요청하기로 결정하였다. SM 시리즈 권고 개정안에 대한 주요내용으로는 첫째, SM.1138-1(필요주파수대폭 산정)은 필요대역폭 계산식과 전파형식에 대한 권고안으로 와이브로 등에 이용하는 OFDM 방식의 필요대역폭과 전파형식이 포함되어 있지 않아 우리나라의 경험을 토대로 권고 개정 의견을 제시하였다. 미국은 OFDM 전파형식으로 W7D를 채택하고 있으며, 일본은 OFDM 전파형식을 규정에서 언급하고 있지 않다. 한국이 제안한 OFDM 대역폭의 필요대역폭 계산식과 전파형식을 반영한 권고 SM.1138 개정안이 채택되었다. 둘째, SM.337-5(간섭계산을 위한 주파수 및 이격거리) 권고안은 국내 기지국 공용화 작업 중에서 얻은 이동통신 사업자간의 기지국 안테나 설치간격 경험을 바탕으로 SM.337-4 혼신계산 권고안에 수평 및 수직 안테나

분리도에 따른 간섭전력 계산방법을 2007년도 제안하였다. 한국에서 2007년도에 제안한 안테나 분리도의 계산식을 추가 반영한 권고 SM.337 개정안이 2008년 6월 SG1 회의에서 채택되었으며, 밀집된 무선국 배치가 많은 우리나라의 간섭계산 경험의 국제 권고로 채택됨으로써 유사환경의 다른 국가에서 가이드라인으로 사용하게 될 것이다. 셋째, SM.1723(자동화된 이동전파감시 시스템)은 프랑스의 탈레스에서 제안한 자동화된 이동전파감시 시스템 내용이 반영된 권고 개정안을 SG1에서 채택하여 회원국 회람 예정이다. RA-07에서 채택된 SG1 연구과제 32건을 검토하여 11개 연구과제를 폐지하기로 결정하였다. ITU-R 결의 1-5(업무절차)에 따라 연구가 완료된 연구과제를 정비한 것이다. 새로운 권고, 보고서 등의 개발이 필요한 경우에는 연구의 배경 및 필요성, 연구목표, 연구기간 등을 명시한 연구과제를 채택하여 수행하기로 하였으며, 연구가 완료된 연구과제는 폐지하기로 하였다. 2008년 6월 회의에서 폐지된 연구과제는 66/1, 207/1, 211/1, 212/1, 213/1, 217/1, 223/1, 226/1, 227/1, 228/1, 229/1 등 총 11개 연구과제가 폐지되었다. 또한, 기존 권고, WRC 결의 및 권고, ITU-R 결의에 의해 지시된 연구는 별도의 연구과제 없이 수행하기로 결정하였다. SG1에 할당된 연구과제에 대해서 지속적으로 검토하기 위하여 라포처그룹(의장 : 류충상, 전파연구소)을 구성하였으며, 라포처그룹에서 연구과제를 검토하여 개정 및 폐지의견을 차기회의(2009년 2월)에 안건으로 상정하기로 하였다. 2008년 6월 회의결과 ITU-R SG1의 작업범위는 WRC 의제 5건, ITU-R 결의 연구과제 21건, SM 시리즈 권고 83건, 보고서 6건, 핸드북 3건이 되었으며, 2차 WP1s 회의, 전파감시핸드북 라포처그룹회의, 국제 전파관리제도 개선 라포처그룹 회의를 우리나라에서 2009년 2월에 개최하기로 결정하였다.

나. 주요 이슈사항

WRC-11 의제 중 SG1에 할당된 의제는 5건이며, 주요내용으로 첫째, 의제 1.2(디지털 융합서비스 도입 등을 위한 전파규칙체계 개선방안)는 WRC-03에서 결의 951을 통해 새로운 기술의 출현과 융합서비스 관리의 유연성 확보 등을 고려하여 국제 전파관리제도 개선방안 보고서를 제출할 것을 지시하였으며, 이에 WP1B 작업반에서는 2007년 회의에서 회의준비반(CPM) 보고서의

3개안을 그대로 유지한 상태에서 전파통신국(BR)의 제안을 종합하여 제4안을 추가하기로 결정하였다. 제1안은 현재의 전파규칙(RR)과 세계전파통신회의(WRC) 절차가 현재 또는 미래의 새로운 기술을 수용하는데 충분히 유연성을 가지고 있으므로 국제 전파관리제도 개선방안을 현행의 전파규칙 및 세계전파통신회의(WRC) 절차를 유지하자는 것이다. 제2안은 실제 적용되고 있는 용어와 새롭게 출현되는 기술들을 고려하여 세계전파통신회의(WRC)에서 업무정의를 수정하거나 육상이동 및 고정업무에 대한 새로운 업무정의를 도입하기 위해서 현재의 업무정의를 일부 개정하거나 새로운 업무정의를 도입하자는 것이다. 제3안은 고정위성업무 관련 전파규칙(RR) 5.484나 방송위성업무 관련 전파규칙(RR) 5.492 형태로 육상이동 및 고정업무에 대해서도 필요시 유연성을 갖도록 특정 업무간 새로운 전파규칙 조항을 신설하자는 것이다. 제4안은 고정 및 이동업무 등 주파수분배표에 복합 업무 개념을 도입하자는 것이 며, “복합” 이라는 용어를 hybrid, multi, composite 등을 두고 협의 끝에 composite로 합의하였다. 당해 보고서는 전파국장을 통해 WRC-07에 제출되었으며, WRC-07에서는 제도개선 타당성을 인정하고 WRC-11까지 개선 방안을 도출하기로 결정하였다. 2008년 6월 회의에서 러시아는 복합 업무, 멀티미디어 업무 등 관련 용어 정의 및 결합 업무(고정+이동, 고정위성+방송위성 업무 등)에 대한 집중적인 검토가 필요함을 제기하였으며, 프랑스에서는 400MHz~5GHz 대역에서의 고정 및 이동 업무 분배현황을 분석하여 제1안과 제4안을 병행하는 것이 적절한 방안임을 제시하였다. 또한, 캐나다, 뉴질랜드, 네덜란드, 스웨덴에서도 각 국의 입장을 제시하였다. 회의결과 CPM 작업준비를 위한 라포치 그룹을 구성하여 현 전파규칙의 제약사항 및 향후 기술적 환경 확인, WRC-11 의제 1.2 연구로부터 기대되는 결과, 전파규칙에 대한 추가 개선방안 정의, 관련 ITU-R 문서 확인 및 연구 적용을 위한 검토 등을 추진하기로 결정하였다. 둘째, 의제 1.6(275~3000GHz 대역 수동업무 보호 및 3000GHz 이상 주파수관리 방안)은 WRC-03에서 275~3000GHz 주파수분배 가능성을 타진하기로 하고 결의 950을 채택하였다. ITU 연구결과 275~3000GHz 주파수는 현재 전파천문, 지구탐사, 우주과학, 기상관측 업무에 주로 사용되거나 계획 중이므로 주파수 분배는 아직 이르며, 당해 주파수 이용에 대한 각주 수정 필요성을 제기하였으며, 3000GHz 이상에 대해서는 현재 연구 중이며 결론을 짓지 못하고

있다. 2008년 6월 회의결과 275~3000GHz 수동업무 분배 및 3000GHz 이상 국제주파수 분배 등 WRC 이슈에 대한 회람문서를 작성하고 의제 1.6과 관련하여 차기 회의일정 및 WP5C, WP7C에 추가정보를 요청하기로 결정하였다. 셋째, 의제 1.19(CR과 SDR 스펙트럼 분배 및 도입을 위한 전파규칙 검토)는 ITU-R SG1에서는 2006년도에 CR/SDR 제도 연구과제가 제안되었으나, 기술연구가 성숙될 때까지 제도 연구를 늦추기로 하였으며, CR 시스템 기술과 SDR 기술의 적용에 관련된 제도적 수단이 필요한지를 연구하기로 결정하였다. 2008년 6월 회의결과 의제 1.19 연구추진에 대한 WP5A 등 기타 작업반의 협조 의견에 대한 연락문서에 CR/SDR 용어에 대한 WP1B의 관점을 제시하고 관련 의견을 요청하기로 하였다. 또한, 2010년까지의 작업계획을 수립하였으며, 서신그룹을 통해 CR/SDR 시스템 정의 및 규제적 이슈를 검토하기로 결정하였다. 넷째, 의제 1.22(소출력 무선기기로부터의 혼신영향 검토)는 ITU에서 2001년 소출력 무선기기(SRD)에 대해 필요이상의 규제를 하지 않을 것을 권고하는 ITU-R SM.1538을 개발하고 계속 개정하고 있다. 2006년까지 UWB신호 특성, 측정방법, UWB의 영향, UWB기기 이용제도 등에 대한 권고 ITU-R SM.1754, SM.1755, SM.1756, SM.1757을 개발하였다. 또한, 2007년 전파통신총회(RA-07)에서는 소출력 무선기기의 국가간 이동성과 상호운용성의 이점을 고려하여 진보된 스펙트럼 접근 기술 및 세계적·지역적인 동조 범위 등 규격 조화에 대해 연구할 것을 결의(결의 54)하였다. 2007년 세계전파통신회의(WRC-07)에서는 소출력 무선기기로부터 기존의 다른 무선기기의 보호방안을 강구하기로 결의(결의 953)하였다. 2008년 6월 회의결과 의제 1.22 CPM 보고서 준비를 위한 작업계획을 수립하였고 RFID 등과 같은 소출력 무선기기의 규격 등에 대해 ISO 및 ITU-T에 정보를 요청하기로 하였다. 아랍국가들은 소출력 무선기기가 우리나라를 포함한 OECD 국가의 전유물로 자신들은 모두 수입에 의존하고 있음을 주지시키고, 특히 시리아는 한국을 겨냥하여 국제적으로 표준화되지 않은 규격을 ITU-R 권고에 포함시키고 있음을 지적하였다. 다섯째, 의제 8.1(ITU-R 국장보고서 검토)은 결의 63과 연관되어 있는 과제이며, CISPR에 ISM 기기로부터의 혼신영향 연구를 위해서 관련정보를 요청하기로 결정하였다.

3. 국내 · 외 표준 반영 주요 내용

가. 불요발사(ITU-R SM.329-10)

ITU-R은 SM.329 권고안을 통하여 무선기기의 스푸리어스 발사의 권고 값과 복사 측정방법을 언급하고 있다. 2008년 6월 회의에서는 WRC-결의 63과 관련하여 ISM기기에 대한 권고(SM.1056)와 복사 측정장으로 흡수체를 이용한 전자파무반사실 이용에 대한 내용을 SM.329에 포함시킬 것을 기고하였다.

ITU-R 권고 SM.329 주요 기고내용

- ISM기기에 대한 복사세기 권고
 - SM.1056 ISM기기의 복사세기 제안치 권고 존재를 SM.329에서 언급할 것을 제안
- 복사 측정장의 제안
 - SM.329 권고안에 바닥흡수체를 이용한 전자파무반사실의 채택 및 측정장 정보의 업데이트화

ISM 기준에 대해서 대부분의 국가는 CISPR11을 준용하고 있으나, 미국과 일본은 별도의 기준을 마련하여 운용하고 있으며, 복사 측정장에 대해서 유럽은 완전 전자파무반사실의 측정을 기본으로 하고 있고, 미국은 육상이동 통신기기에 대하여 흡수체를 이용한 전자파무반사실을 이용하고 있다. 회의 결과 ISM기기의 기준은 무선기기의 불요파를 다루는 SM.329에서 논의하지 않기로 결정되었고, 바닥흡수체 이용방법은 반영하기로 하였으며, 차기회의에서 측정 자료를 바탕으로 복사 측정장의 조건을 다시 논의하기로 결정하였다.

나. 필요대역폭 계산식과 전파형식(ITU-R SM.1138)

ITU-R은 필요대역폭과 전파형식을 권고 SM.1138에 제공하고 있으나, 와이브로 등에 이용하는 OFDM에 대한 필요대역폭 및 전파형식을 다루고 있지 않다. 금번 회의에서는 권고 SM.328에서 제시한 OFDM 대역폭 특성과 미국 FCC의 OFDM 전파형식을 참조하여 SM.1138의 권고 개정 의견을 제시하였다.

ITU-R 권고 SM.1138 주요기초 내용

- OFDM 필요대역폭 산식
 - 필요대역폭 = 활성화 서브 캐리어 수 * 연속된 두 서브 캐리어의 간격
- OFDM 전파형식 예제로 W7D를 제안

미국 FCC는 OFDM 전파형식으로 W7D를 채택하고 있고, 일본은 OFDM 전파형식을 언급하지 않고 있다. 회의결과 OFDM 기술방식의 점유주파수 계산 알고리즘을 반영한 권고 SM.1138 개정안이 채택되었다.

다. ISM 기기의 혼신모형 연구계획 수정 제안

‘07년도 WP1A에서 전자기기와 무선기기의 혼신모형에 대한 연구과제가 의장보고서에 제안된 상태였다. 금번 회의에서 우리나라는 WRC-07 결의 63(ISM 기기의 전파발사로부터의 전파통신업무 보호)과 관련하여 전자기기에 ISM 기기를 포함하여 혼신모형을 연구할 것을 제안하였다.

ITU-R 혼신모형 연구과제 기초 내용

- 전자기기에 ISM 기기를 포함할 것을 제안
 - 전자오븐, RF전구 등을 포함한 전파간섭 모형을 제안
- WRC-07 결의 63 기재
 - 신규 연구과제[INTER_MODEL]에 WRC-07 결의 63을 기술

독일은 전자기기와 무선기기의 혼신모형에 대한 연구과제 자체를 포기하였고, 이스라엘 등은 ISM 기기의 혼신문제는 매우 중요하므로 계속 논의해야 한다는 의견을 제시하였다. 2008년 6월 회의결과 WP1A 의장보고서에 당기 고서에서 제시한 ISM 혼신문제의 중요성을 언급하기로 하였다.

라. 소출력기기 주파수 및 기술적 특성(ITU-R SM.1538)

ITU-R SM.1538-2는 소출력기기의 주파수와 기술기준의 세계적 조화를 위해 각국의 주파수 및 기술기준 정보를 권고 부록으로 정리하여 업데이트 하고 있다. 금번 회의에서는 우리나라의 개정된 소출력기기 기술기준과 주파수 분배 현황을 업데이트하여 권고 개정을 제안하였다.

ITU-R SM.1538-2 기고 내용

- 권고 SM.1538-2의 부록에 수록된 우리나라의 소출력기기 관련 기술기준 변경사항을 업데이트 하여 제안
 - 우리나라는 2007년 MICS, 24GHz 센서용 주파수 이용 기준을 고시하고, 공중선 이득이 2.14 dbi 이하인 소출력 무선설비의 규제 완화를 위해 복사전력 기준을 도입함

한국, CEPT, 캐나다, 미국 등 권고 부록에 각국의 기술 기준 변화를 권고 개정안에 반영할 것을 제안하였으며, 아랍국가는 소출력 기기로부터의 혼선 방지 대책 연구(WRC-11 의제 1.22) 이후에 권고 개정 작업 추진여부를 결정해야 한다고 주장하였다. 회의결과 각국에서 제안된 기술기준 변경사항 등에 대해 업데이트하여 잠정 권고 개정안으로 채택하여 차기회의에서 논의를 계속하기로 결정하였다.

마. 주파수 회수 · 재배치 알고리즘 소개(ITU-R SM.1603)

ITU-R은 주파수 회수 · 재배치 실행 방법 등을 SM.1603에서 제공하고 있으며, 금번 회의에서 손실보상 산정기준 등 우리나라 회수 · 재배치 세부절차와 관련된 내용을 정보문서(Information Doc)로 단순 제안하였다.

ITU-R SM.1603 기고 내용

- 주파수 재배치의 필요성, 방법(정부중재, 당사자간 합의), 재배치 비용 및 보상 방법 등 일반적 사항을 권고
- 보상방법에 대하여 프랑스 사례(기금을 활용하여 보상)를 부록으로 수록

미국, 프랑스, 일본 등 주파수 회수 · 재배치를 시행하고 있는 주요 국가들은 우리나라 기고문을 의미 있는 정보문서로서 인정한다는 입장이었지만, 시리아, 이란, 아랍에미리트 등 아랍국가는 회수 · 재배치는 각국에서 독자적으로 시행하는 것으로 ITU-R의 논의 대상이 아니라는 입장이었다. 회의결과 ITU-R SG1 WP1B는 아랍국가 의견을 반영하여 의장보고서에는 언급하지 않되, 필요로 하는 국가가 인용할 수 있도록 정보문서로만 인정하기로 하였으며, 차기회의('09. 2월, 서울)에서 프랑스 사례위주로 되어 있는 권고를 우리나라의 손실보상 방안 등이 추가된 개정안을 본격 논의하기로 결정하였다.

바. 전파잡음 측정에 대한 방법(ITU-R SM.1753)

ITU-R은 전파잡음 측정에 대한 방법을 SM.1753에서 제공하고 있으나, 우리나라는 자동 잡음대역 선정 방법의 추가를 위한 권고 개정 및 권고 개정 내용에 대한 자세한 설명과 시험방법 등에 대한 내용을 정보문서로 2건을 제안하였다.

ITU-R SM.1753 기고 내용

- 전파잡음 측정방법과 관련하여 전파잡음 특징, 측정장비 규격, 측정 및 보정 방법 등 일반적 사항을 권고
- HF, VHF/UHF 대역의 전파잡음 측정방법 및 APD 방법을 이용한 전파잡음 레벨 선정 결과를 포함함

전파잡음 측정에 관한 논의를 위해 small group(독일, 네델란드, 미국, 한국, 스웨덴)을 구성하여 회의를 진행하였으며, 우리나라에서 제안한 기고에 대해 별다른 이견이 없었다. 우리나라 및 독일에서 제안한 내용을 의장보고서에 반영하고 차기회의까지 권고 개정방향과 보고서 개발여부를 재검토하기로 하였으며, ITU-R FTP 및 서신교환을 통해 독일과 함께 보고서 작업을 추진할 예정이다.

4. 국내 산업에 미치는 영향

근거리통신기기의 주파수와 기술적조건(ITU-R SM.1538-2)은 국내 기타업 무용기술기준고시와 관련이 있으며, 본 권고안에서 다루고 있는 국외 소출력 무선기기 기술적 조건을 참조하여 국내 소출력 무선기기의 기술적 조건을 규정하는데 활용할 수 있을 것이다. 수출을 목적으로 소출력 기기를 제조하고 있는 중소기업체는 각국의 주파수분배 현황 및 기술기준 변화 동향을 충분히 숙지하여 시행착오를 줄여야 할 것이다. WRC-11 의제 1.2(디지털 융합 서비스 도입 등을 위한 전파규칙체계 개선방안)는 결의 951을 통해 새로운 기술의 출현과 융합서비스 관리의 유연성 확보 등을 고려하여 국제 전파관리제도 개선방안 보고서를 WRC-11까지 도출하기로 결정하였다. 결의 951에서 결정되는 사안들은 행정적, 절차적, 기술적 이행사항으로 WRC를 통해 채택될 경우 장기적이긴 하지만 국내 정책과 제도체계에도 커다란 영향을

미칠 것이다. 따라서 ITU-R에서 검토되고 있는 내용들은 각 국의 정책방향이나 산업동향을 잘 나타내고 있으므로 이의 인용범위를 명확하게 점검하여 국내 산업계에 어떠한 영향을 미칠 것인지 분석하고 우리나라의 정책방향과 제도에 영향이 적게 미치는 방안을 도출하여 대응하여야 할 것이다. 2008년 6월 회의는 RA-07, WRC-07 회의 이후 첫 번째 연구반회의로서 26개국 200여 전문가가 참여하여 2010년까지의 연구방향을 설정하고 계획을 수립하였다. 우리나라는 6건의 기고를 의장보고서에 반영하여 향후 권고·보고서·핸드북 제·개정 추진 시 우리나라의 전파관리 제도 및 기술의 표준화 기반을 마련하였다. 또한, 차기 WP1x 회의를 유치함으로써 IT 개발도상국과 저 개발 국가들에게 우리나라의 전파관리 경험과 기술을 홍보하고 국제협상 또는 수출시장 개척의 간접적 발판을 마련한 계기가 되었다.

5. 정책에 반영해야 할 사항

주파수 회수 재배치 실행방법(ITU-R SM.1603) 개정으로 스펙트럼 이용의 정의와 무선시스템 효율성 평가 방법 등 향후 우리나라의 주파수 회수 재배치를 위한 주파수 이용효율 평가에 주요 참조자료로 활용될 수 있을 것이다. 전파감시 분야는 무선국검사 제도 및 방법(문서 1/28)이 SM시리즈 신규보고서로 채택되어 차기회의에서 재검토하기로 결정되었으므로 우리나라 무선국검사 절차 및 측정현황 등을 분석하여 보고서에 반영될 수 있도록 노력하여야 할 것이며, 선진외국의 무선국검사 기술동향을 파악하여 장점을 국내제도를 정비하는데 활용하여야 할 것이다. WRC-11 의제 1.6(275~3000GHz 주파수이용 및 3000GHz 이상 관리방안)은 전파천문원 등의 275~3000GHz 주파수대역 이용계획 및 3000GHz 이상의 기술개발 동향을 조사·분석하여 능동업무 개발에 지장을 주지 않는 범위 내에서 수동업무 보호조건이 설정될 수 있도록 노력하여야 할 것이다. 향후, 국제 전파관리 정책변화 동향과 ITU-R 연구결과의 장점을 국내 정책에 반영하고, 한국ITU연구위원회 및 WRC-11 준비반 활동을 중심으로 의제별 전략적 표준화를 추진하기 위하여 충분한 의견수렴을 거쳐 정책방향을 도출할 예정이다.

6. 향후 대응 방안

디지털 융합에 대비한 본격적인 전파관리제도 개선 및 소출력 무선기기 규격을 국제적으로 통일하기 위한 노력이 본격적으로 시작되었으므로 ITU의 정책변화를 인식하고 이에 보다 적극적으로 대응할 필요성이 있다. 또한 서비스 자율화에 따른 전파잡음의 규명 및 전력선통신(PLT), ISM 무선기기 등으로부터 혼신 규명 등 혼신관리에 대한 보다 체계적이고 명시적인 기술적·행정적 규정을 마련하여야 할 필요성이 대두되고 있으므로 이에 대한 연구도 확장·지원하여야 할 것이다. 향후 우리나라가 국제 표준화를 위해 노력하는 상황 등을 더욱 알리고, RFID 등 소출력 무선기기의 영향 분석방법 및 결과 등을 제시하여 국제 규정이나 권고에 의해 소출력 무선기기가 위축되지 않도록 지속적인 노력이 요구된다. 그리고 국제 전파규칙 체계 개선방향이 우리나라 제도에 미치는 영향을 분석하여 우리나라 정책방향과 제도에 영향이 적은 방안을 도출할 수 있도록 이에 대한 대비 연구도 진행하여야 할 것이며, 디지털 융합 시대에 걸 맞는 제도 개선 방안 수립에 기여하여야 할 것이다.

제 2 절 아 · 태무선통신포럼(AWF) 국제 활동

1. AWF 개요

가. AWF 조직

아 · 태 무선통신포럼(AWF : APT Wireless Forum)은 아태지역 국가간 무선통신 기술협력 및 주파수 공동 이용을 목적으로 2004년 우리나라의 제안에 의해 창설되었으며 2004. 9. 7일 부산에서 제1차 AWF 회의가 개최된 이래 매년 정기회의와 임시회의 각 1회씩 개최하고 있다. AWF는 기존 IMT-2000포럼을 개편하여 2004년 창설되어 역사는 길지 않으나 지금까지 APT내에서 가장 활성화된 조직으로 평가받고 있다.

2008년 중국 마카오에서 개최된 제5차 AWF회의에서 AWF 조직이 개편되었는데 개편된 현재 AWF 조직 현황은 그림 4-3-1과 같다. 1개 한시적 작업반 (TG)과 3개의 영구 작업반 (WG)을 두고 있으며 3WG 아래에는 세부 연구분야에 따라 총 8개의 Sub_WG이 조직되어 있다. 현재 AWF 총회 의장은 삼성전자 김영균 전무가 맡고 있으며 한국이 2004년 AWF 창립시부터 현재까지 의장직을 수행하여 오고 있다. 한편 부의장은 중국에서 맡고 있으며 한국, 중국, 일본, 태국, 홍콩, 싱가포르 등에서 각 Sub_WG의 의장직을 수행하고 있다.

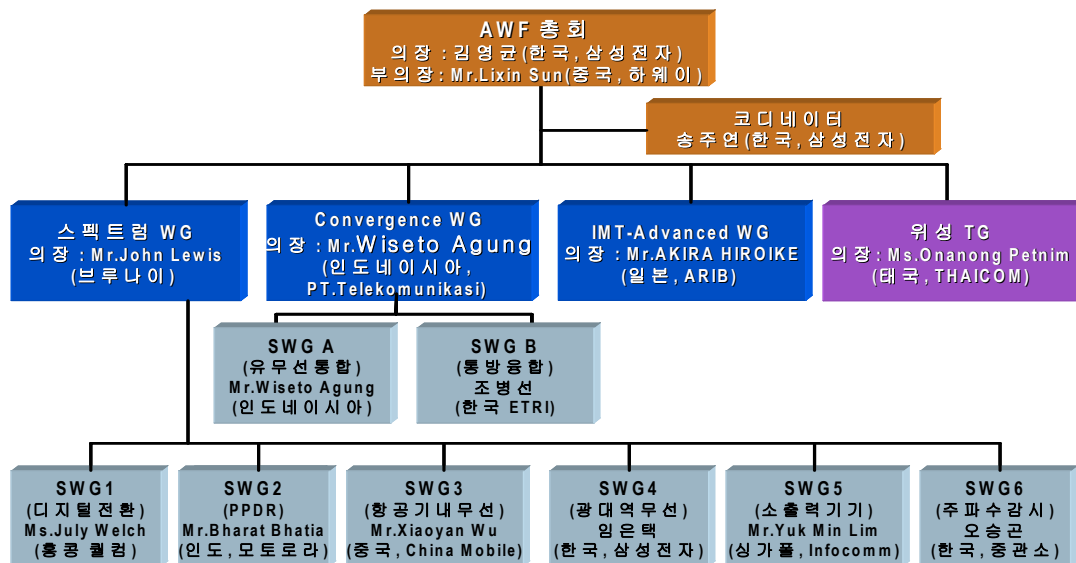


그림 4-2-1 AWF 조직 현황

나. 추진 경위

2004. 9. 7일 제1차 AWF 회의가 부산에서 개최된 이래 매년 정기회의 1회와 임시회의 1회를 개최하고 있다. 2008년 12월까지 AWF 국제회의는 5차례의 정기회의와 4차례의 임시회의를 개최하였으며 회의개최 추진경위는 다음과 같다.

- AWF 1차 회의 : 한국(부산), 2004.9.7.~9.9.
- AWF Interlim 1차 회의 : 태국(방콕), 2005.3.4.~3.5.
- AWF 2차 회의 : 중국(선젠), 2005.9.5.~9.8.
- AWF Interlim 2차 회의 : 말레이시아(쿠알라룸푸르), 2006.2.17.~2.18.
- AWF 3차 회의 : 베트남(하노이), 2006.9.27.~9.30.
- AWF Interlim 3차 회의 : 태국(방콕), 2007.1.13.
- AWF 4차 회의 : 인도네시아(자카르타), 2007.7.31.~8.3.
- AWF Interlim 4차 회의 : 태국(방콕), 2008.3.4.~3.5.
- AWF 5차 회의 : 중국(마카오), 2008.8.26.~8.29.

2. 제5차 AWF 국제회의 참여

금년도 AWF 국제회의는 중국에서 개최된 제5차 AWF 정기회의와 (2008.8.26~8.29)와 태국에서의 임시회의(3.6~3.7)가 각각 1회씩 개최되었다.

태국에서 개최된 AWF 임시회의는 APG 국제회의 개최후 다음날 2일간 개최되는 AWF 임시회의로 그해 정기회의를 준비하기 위한 임시회의 성격을 띤다. 실제로 중요한 회의결과 등은 AWF 정기회의에서 결정되므로 여기서는 2008.8.26~8.29까지 중국에서 개최된 제5차 AWF 정기회의 결과를 요약한다.

가. 회의 개요

제5차 AWF 국제회의는 2008.8.26~8.29까지 4일간 중국 마카오에서 개최되었다. 이번회의에는 APT지역 23개 회원국 및 4개 국제기구 등에서 약 200여명의 대표가 참가하였으며 우리나라에서는 방송통신위원회(임재덕 사무관), 전파연구소(위규진 과장, 류충상, 권용기), 중앙전파관리소(오승곤 과장), TTA, RAPA, ETRI, 삼성전자 등 13명 대표단이 참가하였다. 이번 회의에서 논의된 주요의제로는 DTV 전환 대역의 주파수 공유 이용 방향 논의, 아태지역 내 재난통신(PPDR) 주파수 채널링 방안 연구, 광대역무선접속서비스(BWA) 사용을 위한 주파수 활용방안 연구, 아태지역 주파수 정보시스템(AFIS) 구축 및 주파수 감시 연구 등이었다.

나. 주요 회의 결과

○ AWF 총회 의장 재선임

- APT 사무차장의 추천 및 회원국의 지지로 김영균 전무(삼성전자)를 차기 총회 의장으로 재선임(2년 임기)

○ AWF 회의조직 개편

- 우리나라의 제안으로 AWF 조직 활성화를 위해 기존의 한시적 작업반(TG)을 영구 작업반(WG)으로 승격 개편하고, 인도네시아의 제안으로 신규 위성망 TG를 신설

※ 기존 1WG 3TG 체제를 3WG 1TG 체제로 전환 (붙임 1 참조)

<현행 조직>	변경내용	<개편 조직>
WG (Spectrum)	⇒ (현행유지)	WG (Spectrum)
TG1(IMT-Advanced)	⇒ (WG으로 승격)	WG (IMT-Advanced)
TG2(FMC)	⇒ (통합후 WG으로 승격)	WG (Convergence)
TG3(통방융합)		
-	(신설)	TG(위성망)

○ DTV전환대역 이용방안 연구 개시

- 우리나라의 제안을 바탕으로 DTV전환 후 남는 주파수대역의 아태지역 공유 연구의 중요성을 주지시키고, 당해 대역의 주파수 이용현황과 향후이용계획을 조사하기로 함

※ 아태지역 국가들의 DTV전환에 따른 잉여 주파수의 이용 계획 수립을 지원하고 국가간의 주파수 공유 이용 방안을 모색하고자 함

○ PPDR 관련 ITU-R 공동기고문 개발

- 우리나라가 이용중인 806- 824/ 851-869 MHz 대역의 주파수 채널링 방안을 ITU-R 공동 제안으로 개발하고, PPDR 주파수 이용 방법에 대한 보고서 초안을 개발

※ 아태지역 내에서 조화가 어려울 것으로 조사된 746-806 MHz에 대한 내용을 보고서에서 제외할지 여부를 다음 회의에서 검토하기로 함

○ 항공기내 이동전화 지침 개발

- AWF가 개발하고 있는 항공기내 이동전화 이용에 대한 지침 문서의 우리나라 이동전화 주파수대역 오류를 바로 고치고, WiBro 주파수 대역 (2.3-2.4GHz)도 포함시킴

※ ICAO 시카고 협약(1954년) “항공기 국적 국가가 허가한 무선국에 대해 다른 나라가 인정”이 당해 통신에 적용될 수 있는지 대해서는 별도 검토 필요

○ BWA 보고서 개발

- 광대역무선접속서비스(BWA) 주파수 이용 방안 보고서에 2.3/2.5GHz 대역 WiBro 시스템에서의 5/10MHz 채널폭 규격을 추가하고, 2.3GHz대 주파수 이용방안 연구 작업 계획 수립

※ 5/10MHz 채널폭 BWA 시스템 도입을 계획하고 있는 인도네시아, 말레이시아, 베트남 등의 국가가 Mobile WiMax (WiBro) 기술을 고려할 수 있도록 함

○ SRD 보고서 개발

- 각 국의 SRD(소출력 무선설비) 관련 인증제도 및 절차, 주파수 및 출력, 주파수 정보 등으로 수록한 보고서 개발

※ SRD 기기와 기존 서비스(ITS 등)간 간섭 문제에 대한 연구가 이슈가 되고 있으며, 차기 회의에서 관련 연구방향 제안 및 ITU-R 연구 협력 추진

○ 전파감시연구

- 각국의 주파수 감시 현황과 특히 이동전화 주파수의 혼신 및 해소 사례 정보 교환을 통해 인접국가간의 주파수 간섭해소 방안을 모색하기로 하고 다음 회의까지 계속

정보를 받기로 함

※ 우리나라 지능형전파감시시스템과 SK텔레콤의 이동통신 전파감시 시설에 대해 많은 관심을 표현하였으며, 특히, 베트남, 태국 등이 전파감시 시설 운용에 대한 상호 협력을 표명함

○ AWF 신규 보고서 승인

- 제4차 AWF 임시회의에서 채택된 신규 보고서 2건에 대한 APT 회원국 (기관) 회람 결과에 따라 승인 함

No	보고서명	회람결과
1	Draft New APT Survey Report on "Business and Regulatory Issues of Wireless Convergence Services" <'무선 융합 서비스의 비즈니스/규제 이슈' 설문조사 결과 보고서> - AWF TG3(통방융합)에서 작성한 보고서로 각 주관청의 무선 융합 서비스 관련 서비스, 시장 및 규제 현황 등 설문 결과를 취합	승인 (10개국 동의)
2	Draft New APT Report on "The Co-Existence of Broadband Wireless Access Networks in the 3400-3800 MHz Band and Fixed Satellite Service Networks in the 3400-4200 MHz Band" <'3400-4200 MHz 대역에서의 고정위성서비스망과 3400-3800 MHz 대역에서의 광대역무선접속망의 공유' 연구 보고서> - AWF SWG4(BWA)에서 작성한 보고서로 고정위성서비스와 광대역무선접속서비스 사이의 간섭 연구 결과 및 공유방안을 제시	승인 (9개국 동의)

※ 우리나라는 2건의 신규 보고서 승인 요청(회람)에 대해 동의한 바 있음

○ AFIS 구축계획 및 지침 개발

- 우리나라의 제안으로 아태지역 주파수정보시스템(AFIS) 구축 및 활용을 위한 작업계획과 '전파통신업무 및 응용서비스에 대한 분류 지침' 개발 · 채택

- '08.10월부터 시험서버를 운영하고, '09.6월까지 시스템 구축 완료 예정

※ 당해 시스템이 구축되면, APT 국가 주파수 정보를 쉽게 검색할 수 있어 각국의 주파수정책과 산업체의 기술개발 및 수출 업무에 큰 도움이 될 것으로 예상됨

○ ITU-R SG5 조직 구성 논의

- ITU-R SG5는 SG5의 조직 구성을 확정하기 위해 각국의 의견을 수렴하고 있음 (문서 5/LCCE/3)

- 당해 이슈는 AWF 공식 의제는 아니지만, 금년 11월 개최되는 ITU-R SG5 회의 이전에 우리나라 입장을 설명하고, 아태지역 차원의 지지를 이끌어 냄.

※ 당초 우리와 반대 입장이었던 하던 베트남은 우리 입장에 반대하지 않기로 하고, 뉴질랜드, 일본, 중국은 적극 찬성, 필리핀, 싱가폴은 긍정적인지지 입장을 표명

○ 통방융합 서비스 홍보

- 아태지역 국가들의 요청으로 우리나라 T-DMB, IPTV, WiBro 등 통방융합 서비스의 비즈니스 성공 사례를 발표하여 많은 호응을 얻음

다. 관찰 및 평가

금번 회의에는 200여명의 아태지역 정부, 산업체, 표준화기관 뿐만 아니라 유럽, 미국 등 다른 지역의 전문가들도 참석하는 등 지난 4년간 AWF 회의에 비해 상대적으로 많은 국가와 국제기구 등에서 높은 관심과 참여를 보였으며 이제는 AWF 국제회의 위상이 매우 높아졌음을 실감할 수 있었다.

한편 이번 회의에서 우리나라는 DTV전환대역 공유이용 연구 방향 등 7건의 국가 기고문과 6건의 산업체 기고문 제출하여 이를 의장보고서 등에 반영하였는데 이는 전체 기고문(67건)의 약 20%에 해당했다. 이를 통해 볼 수 있듯이 우리나라는 APT 지역내 국제 표준화 활동을 선도하고 있음을 실제 피부로 느낄 수 있었다. 특히, 이번회의는 WiBro를 IMT 기술로 확실히 인식시키는 계기가 되었으며, 이동통신의 혼신문제 해결 방안, APT내 주파수 정보시스템 구축 등을 선도하여 국내 산업체의 기술개발과 수출 등에 많은 도움이 될 것으로 예상된다.

이번 회의에서 인도네시아는 우리나라의 유무선 통합에 관련된 규제 사항을 차기 AWF 회의에서 발표 해 줄 것을 요청하는 등, 아태지역내 국가들은 우리나라의 무선통신관련 제도 및 기술 개발 등에 많은 관심을 보이고 있다. 따라서 차기 AWF 국제회의 등에서 아태지역 내 국내 산업 프로모션을 위해 국내 산업계가 필요로 하는 내용을 조사하여 AWF를 통하여 소개 및 관심을 유도함으로써 국제표준화 활동을 위한 전략적 기점으로 활용할 수 있을 것으로 예상된다. 따라서 향후에는 국내 정부 기관뿐만 아니라 산업계 등에서도 적극적인 관심과 참여가 요청된다.

제 5 장 향후 계획

최근 무선통신기술이 비약적으로 발전함에 따라 우리소에서는 10GHz대 물체감지센서용 무선설비 등 새로이 등장하는 소출력 무선설비를 국내 제도로 수용하기 위하여 관련 제품의 기술기준 및 시험방법 등을 제·개정하고 있으며 국내 소출력 무선설비 이용제도 및 기술기준을 국제적으로 개선하기 위하여 ITU-R SG1(스펙트럼관리), WRC-11, APG, AWF 등 국제 활동에 적극적으로 참여하고 있다. 따라서 2009년도에도 소출력 무선설비 기술기준 및 이용제도 개선을 위한 국내외 활동을 지속할 예정이다.

먼저 소출력 무선설비 기술기준 및 이용제도 개선과 관련하여 외국과 주파수 및 기술기준이 상이한 로봇제어기 등 데이터전송용(315MHz대 및 447MHz대 등) 무선설비의 주파수 및 기술기준을 국제적으로 조화될 수 있도록 관련 제도 개선을 추진할 예정이다. 한편 방송제작용 무선마이크와 소출력 무선 중계기(DMB/DTV중계기, 위성방송중계기, 자가용 TRS중계기 등) 및 소출력 펌토셀 기지국을 위한 제도를 검토하여 이를 개선할 예정이며, 금년도 추진된 위탁연구 결과를 바탕으로 내년에는 저주파수 대역에서의 미약 자계강도 기준(68kHz EAS 및 135kHz RFID 등) 도입을 추진할 예정이다.

한편 2009.2.24 ~ 3.4까지 전파관리기술 및 정책 분야 ITU-R 연구반(WP1A, WP1B) 국제회의가 국내(서울, 소공동 롯데호텔)에서 개최될 예정으로 있다. 이번 국제회의는 국내에서 처음으로 개최되는 ITU-R 전파관리기술 및 정책 분과 연구반(WP1A, WP1B) 회의로서 유럽, 미국, 일본 등 약 40여 개 국가에서 250여명의 대표가 참가할 것으로 예상된다. 이번 회의에서는 통방융합 시대를 대비한 국제 전파관리제도 개선방안 논의(WRC-11 의제 1.2), CR 및 SDR 등의 신기술 도입방안 논의(WRC-11 의제 1.19), 275 GHz 이상 주파수 대역의 이용계획(WRC-11 의제 1.6) 및 소출력 무선기기로부터의 전파간섭 영향 분석(WRC-11 의제 1.22) 등의 WRC-11 주요 의제를 논의할 예정이다. 따라서 이번 국제회의가 국내에서 차질 없이 개최될 수 있도록 방송통신위원회, 전파연구소, 한국전파진흥협회 등 관련기관의 유기적인 협력과 대처가 절실히 요구된다.

국내 소출력 기술기준과 이용제도를 국제적 수준으로 개선하기 위하여 지난해와 마찬가지로 2009년도에도 관련분야 전문가가 참여한 소출력 연구반

회의, 한국 ITU-R SG1 연구분과 회의 및 WRC-11준비단 WG6 분과 회의를 지속적으로 개최·운영하여 국내외 산업계 요구와 국제 표준화 활동에 적극 대처할 예정이다.

참고 문헌

- [1] ISO/IEC, "Information technology - Radio frequency identification for item management - Part 2: Parameters for air interface communications below 135 kHz", ISO/IEC 18000-2, Sep. 2004.
- [2] ISO/IEC, "Information technology - Radio frequency identification for item management - Part 3: Parameters for Air Interface Communications at 13.56 MHz", ISO/IEC 18000-3, 2004.
- [3] ISO/IEC, "Information technology - Radio frequency identification for item management - Part 4: Part 4:Parameters for air interface communications at 2,45 GHz", ISO/IEC 18000-4, Aug. 2004.
- [4] ISO/IEC, Information technology - Radio frequency identification for item management - Part 6: Parameters for air interface communications at 860 MHz to 960 MHz AMENDMENT 1: Extension with Type C and update of Types A and B, ISO/IEC 18000-6 : March 2006.
- [5] ISO/IEC, "Information technology - Radio frequency identification for item management - Part 7: Parameters for air interface communications at 433 MHz", ISO/IEC 18000-7, 2004.
- [6] ERO, "ERC RECOMMENDATION 70-03 (Tromsø 1997 and subsequent amendments) RELATING TO THE USE OF SHORT RANGE DEVICES (SRD)", 25. Feb. 2008.
- [7] ETSI, "Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Radio Frequency Identification Equipment operating in the band 865 MHz to 868 MHz with power levels up to 2 W; Part 1: Technical requirements and methods of measurement", ETSI EN 302 208-1 V1.2.1, APRIL 2008.
- [8] ETSI, "Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Radio Frequency Identification Equipment operating in the band 865 MHz to 868 MHz with power levels up to 2 W; Part 2: Harmonized EN covering essential requirements of Article 3.2 of the

- R&TTE Directive", ETSI EN 302 208-2 V1.2.1, APRIL 2008.
- [9] FCC 47 C.F.R §15.209 Radiated emission limits, general requirements.
 - [10] FCC 47 C.F.R §15.225 Operation within the band 13.110~14.010 MHz.
 - [11] FCC 47 C.F.R §15.240 Operation within the band 433.5~434.5 MHz.
 - [12] FCC 47 C.F.R §15.247 Operation within the band 902~928 MHz, 2400~2483.5 MHz and 5725~5850MHz.
 - [13] 日本 總務省, “無線設備規則”, 總務省令 제93호, 2006年 5月 31日.
 - [14] The 30th Session of the ASIA-PACIFIC TELECOMMUNITY(APT) Management Committee, “APT RECOMMENDATION on SPECTRUM FOR ULTRA HIGH FREQUENCY(UHF) RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION (RFID) DEVICES” The APT Wireless Forum APT/AWF-RFID-1, Sep. 2006.
 - [15] EPCglobal, EPCTM Radio-Frequency Identity Protocols Class-1 Generation-2 UHF RFID Protocol for Communications at 860MHz~960 MHz, Version 1.1.0.
 - [16] 방송통신위원회, “무선설비규칙”, 방송통신위원회고시 제2008-26호, 2008.5.19.
 - [17] 류충상, “국내외 RFID 주파수 및 기술기준 동향”, 한국전자진흥협회 RFID 주파수 및 기술기준 세미나, pp.69-85, 2008년 5월 20일.
 - [18] 정민화, “RFID 국제표준 동향 및 국가표준화 추진 계획”, 한국표준협회 2008 RFID 국제·국가 표준동향 세미나, pp.3-19, 2008년 5월 21일.
 - [19] ETSI TR 102 273-2,3,4 “Electromagnetic compatibility and radio spectrum matter; Improvement on radiated methods of measurement (using test site) and evaluation of the corresponding measurement uncertainties”, Dec. 2001.
 - [20] ETSI EN 300 113-1, “Electromagnetic compatibility and radio spectrum matter; Land mobile service; Radio equipment intended for the transmission of data (and/or speech) using constant or non-constant envelope modulation and having an antenna connector; Part1: Technical characteristics and methods of measurement”, Feb. 2002.

- [21] ETSI EN 300 328, "Electromagnetic compatibility and radio spectrum Matters (ERM); Wideband transmission systems; Data transmission equipment operating in the 2.4 GHz ISM band and using wide band modulation techniques; Harmonized EN covering essential requirements under article 3.2 of the R&TTE Directive", May 2006.
- [22] ANSI TIA/EIA-603-C, "Land mobile FM or PM communication equipment measurement and performance standards", Annex A, B, Aug. 2004.
- [21] ANSI/ IEEE C63.5, "American national standard for electromagnetic compatibility radiated emission measurements in electro-magnetic interference (EMI) control calibration of antennas (9 kHz to 40 GHz)", 1998.
- [24] 한국정보통신 단체표준 TTAS.KO-06.0159, "비신고 무선기기의 실효복사전력 및 등방성복사전력 표준측정법", 2007.12.26.
- [25] 정보통신단체표준 TTAS KO-06.0068, "휴대용 무선기기의 실효복사전력 표준 측정법", 2002.12.11.
- [26] ETSI EN 301 839-1, "Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Short Range Devices (SRD); Ultra Low Power Active Medical Implants (ULP-AMI) and Peripherals (ULP-AMI-P) operating in the frequency range 402 MHz to 405 MHz, 2007.7.
- [27] 제5차 AWF(아태무선포럼) 국제회의 참가 결과 보고(2008.9.1, 전파자원연구과-991)
- [28] 2008년 ITU-R SG1(스펙트럼관리연구반) 국제회의참가 결과 보고 (2008.7.2, 전파자원연구과-557)

소출력 무선설비 및 전파응용설비 이용기준 개선 연구



140-848 서울시 용산구 원효로 군자감길 46

발행일 : 2009. 2

발행인 : 김 춘 희

발행처 : 방송통신위원회 전파연구소

전화 : 02) 710-6452

인쇄 : 한국장애인이워크협회

Tel. 02) 2272-0307

ISBN-978-89-93720-01-3

비매품

주 의

1. 이 연구보고서는 전파연구소에서 수행한 연구결과입니다.
2. 이 보고서의 내용을 인용하거나 발표할 때에는 반드시 전파연구소 연구결과임을 밝혀야 한다.

