

소출력 무선설비 기술기준 및 관리체계 개선 연구

2012. 12. 31.

제 출 문

본 보고서를 「소출력 무선설비 기술기준 및 관리체계 개선 연구」 과제의 최종 보고서로 제출합니다.

2012. 12. 31.

연구책임자 : 김영택(기술기준과 소출력기준담당)

연구원 : 양미숙(기술기준과 소출력기준담당)

박성원(기술기준과 소출력기준담당)

유한상(기술기준과 소출력기준담당)

문준철(기술기준과 소출력기준담당)

요 약 문

최근 정보통신 기술이 급속히 발전함에 따라 새로운 기술의 무선통신 서비스와 무선기기가 다양하게 등장하고 있다.

UWB, 무선랜 등의 기술을 이용한 다양한 소출력 무선기기들은 노트북, 휴대폰 등에 장착되거나 홈 네트워크를 구성하는 등 편리한 생활을 위해 이용되고 있다.

이에 미국, 유럽 등 주요국에서는 소출력 무선기기에 대한 최소한의 전파 규제를 통해 다양한 서비스를 제공하는 추세이다.

그러나 소출력 무선기기의 급속한 증가는 한정된 주파수 자원의 부족과 전파간섭 문제를 발생시킨다.

따라서 정부에서는 전파통신 산업 발전을 촉진하고 유한한 주파수 자원을 합리적으로 이용하기 위한 정책을 수립하고 있다.

우리원에서는 국내 소출력 무선기기 기술기준의 국제적 수준으로 개선과 다양한 전문가 의견 수렴을 통해 기술기준 등 이용제도 개선 그리고 국제 표준화 활동을 수행하였다.

본 연구보고서에서는 소출력 무선기기 기술기준 도입을 위한 2012년도 국립전파연구원 연구 수행사항을 중심으로 기술하였다.

제2장은 소출력 기술기준 체계개선을 위한 개선방안을 기술하였고 제3장에서는 소출력 무선기기 기술기준 개정에 대해 설명하였다.

제4장은 무선전력전송 활성화를 위한 제도개선 방안에 대해 논하였다.

또한 제5장은 국제주파수 조화 등을 위한 국제표준화 활동에 대해 소개하였고 끝으로 제6장에서 결론을 제시하였다.

SUMMARY

In recent years, as information and communication technology rapidly grows, various services and wireless devices have been emerged.

Also, a great variety of short range devices using UWB and wireless LAN technology are used for convenient life built in laptops and cell phones are construction to home network.

Accordingly, foreign countries such as USA and EU have a tendency of providing various services by applying the minimum radio regulations. However, rapid increase of SRDs brings about spectrum shortage and radio interference problems.

Under this circumstance, the government prepares to establish spectrum policy that develops radio communication industry and promotes the efficient use of spectrum.

The Radio Research Agency(RRA) has improved the level of Korea's SRD technology standard in compliance with the international standard. This study report consists of research work which RRA carried out in order for establishing technology standard for SRDs in 2012.

In the second chapter, plans to improve the SRD technology standard system are described and then amendment of SRD technology standard are explained in the third chapter.

Plans to improve the regulations for activation of Wireless Power Transmission are followed in the fourth chapter and then International standardization activities for spectrum harmonization are introduced.

Lastly, the study is summarized with suggestions and conclusion in the chapter six.

목 차

제1장 서론	13
제2장 소출력 무선설비 규정체계 개선방안 마련	14
제1절 소출력 무선설비 인증현황 조사 및 분석	14
제2절 국외 기술기준 체계 비교분석	21
제3절 기술기준 체계 개선 방안	26
제3장 소출력 무선설비 주파수 이용 및 기술기준 개정 연구	28
제1절 보청기용 무선마이크	28
제2절 광대역 무선랜	41
제3절 차량충돌방지용 레이더	76
제4절 무선마이크	90
제5절 UWB 무선설비	93
제6절 차량간통신(WAVE)	105
제7절 도로노면 레이더	157
제4장 무선전력전송 활성화를 위한 제도개선 방안 연구	176
제1절 무선전력전송 기술 개요	176
제2절 무선전력전송 제도현황 및 이슈	188
제3절 무선전력전송 활성화를 위한 제도 개선 방안	200
제4절 결론	210

제5장 국제 표준화 활동	212
제1절 WRC-12 표준화 활동	212
제2절 ITU-R SG1 표준화 활동	214
제3절 AWG 표준화 활동	218
제6장 결론	224
참고문헌	225

표 목 차

[표 2-1] 스펙트럼 확산 및 디지털 변조 방식 기준	23
[표 2-2] 5GHz 대역에서 사용하는 무선랜용 주파수별 규정	24
[표 3-1] 보청기용 무선마이크 주파수 동향	32
[표 3-2] 주파수 분배표 검토의견	37
[표 3-3] 무선랜 주요 표준 규격	41
[표 3-4] IEEE 802.11 세대에 따른 대표특성 비교	43
[표 3-5] IEEE 802.11 종류별 표준화 상태 및 핵심 내용	43
[표 3-6] MIMO 관련 요구 사항	52
[표 3-7] 각 대역폭 별 유효 부반송파 수	54
[표 3-8] VHT format preamble에서 Non-VHT portion의 CSD	55
[표 3-9] VHT format preamble에서 VHT portion의 CSD	56
[표 3-10] TGac에서 Modulation & Coding	58
[표 3-11] 5GHz 밴드 대역의 현행 FCC 기술기준	72
[표 3-12] 5GHz 밴드에 대한 미국 FCC의 움직임	73
[표 3-13] 5GHz 밴드 신규 주파수 확보에 대한 한국적 상황	74
[표 3-14] IEEE 802.11 규격에서 채널번호 배정방식	74
[표 3-15] 5GHz 밴드의 주요 채널번호에 대한 주파수 위치	75
[표 3-16] 차량충돌방지용 레이더의 종류 및 기술특성	80
[표 3-17] 무선국 파라미터	81
[표 3-18] M/W 무선국에 미치는 간섭	82
[표 3-19] 차량충돌방지용 레이더 불요발사 규정	85
[표 3-20] 이동방송중계시스템 보호를 위한 최소이격거리	100
[표 3-21] 희생 시스템 주요 제원(이동용 중계 시스템)	101
[표 3-22] DSRC 기술 사양	113
[표 3-23] DSRC와 UTIIS 기술사양 비교	114
[표 3-24] Connected Vehicle 안전 어플리케이션(예상)	116
[표 3-25] 차량간 통신 표준 개발 현황	120

[표 3-26] DSRC와 WAVE 통신규격 성능 비교	121
[표 3-27] 무선통신기술 비교	123
[표 3-28] 이동방송중계시스템의 아날로그와 디지털	130
[표 3-29] 방송사 M/W 장비 사양	131
[표 3-30] KBS 중계 장비 사양	143
[표 3-31] 물체감지센서 주요 이용분야	160
[표 3-32] 차량용 레이더 비교 (SRR vs LRR)	160
[표 3-33] 적용분야별 마이크로웨이브 센서 시장 규모	161
[표 3-34] 제2차 시제품 규격	162
[표 3-35] 레이더 주파수 이용 현황	166
[표 3-36] 주요국 주파수 이용 비교	170
[표 3-37] 검지기 특징 비교	170
[표 3-38] 주파수대역별 이용 현황	172
[표 3-39] 도로노면 레이더 유사사례	173
[표 3-40] 도로노면 레이더 검지기 시장전망	174
[표 4-1] 주파수대역별 ISM기기의 주요 용도	191
[표 4-2] 기존 전파응용설비의 용도별 규제 현황	192
[표 4-3] FCC Part 18.305의 관련 기술기준과 국내기준 비교	193
[표 4-4] 조명기기에 대한 전계강도 규정	194
[표 4-5] CISPR 11의 ISM기기 분류체계	195
[표 4-6] Group 2/Class B의 전계강도 침투치 기준	195
[표 4-7] ISM 기기에 대한 일본의 전계강도 기준치	196
[표 4-8] 전자파 장애 방지 기준 적용 기기 분류체계	207
[표 4-9] 전자파 내성 기준	208

그 립 목 차

[그림 3-1] 무선마이크 통신 구성도	28
[그림 3-2] 보청기용 무선마이크 주파수 동향	30
[그림 3-3] 보청기용 무선마이크 주파수대역의 무선국 운용현황	32
[그림 3-4] 보청기용 무선마이크 전파특성 측정결과	33
[그림 3-5] 보청기용 무선마이크 전파트래픽 측정결과	33
[그림 3-6] 교실유형별 전파도달거리 예측결과	34
[그림 3-7] 교실유형별 주파수 소요량 예측 결과	35
[그림 3-8] 교실유형별 전파도달거리 측정결과	35
[그림 3-9] 복도식 교실에서의 전파도달 결과	36
[그림 3-10] 통로식 교실에서의 전파도달 결과	37
[그림 3-11] IEEE 802.11 무선전송 표준화 및 핵심 기술	42
[그림 3-12] Multi-user MIMO 기술	48
[그림 3-13] IEEE 802.11ac의 연접 및 비연접 전송	49
[그림 3-14] VHT PPDU 포맷	51
[그림 3-15] L-SIG와 VHT-SIG-A의 전송 블록 다이어그램	52
[그림 3-16] SU-MIMO에서 데이터 필드 전송 블록 다이어그램	52
[그림 3-17] MU-MIMO 전송 블록 다이어그램	53
[그림 3-18] STA k를 전송하기 위한 블록 다이어그램	53
[그림 3-19] VHT-SIG-A의 데이터 매핑 방법	56
[그림 3-20] Aggregated MSDU 포맷	59
[그림 3-21] Aggregated MPDU 포맷	60
[그림 3-22] VHT A-MPDU 포맷	61
[그림 3-23] IEEE 802.11ac Sounding and Feedback protocol	62
[그림 3-24] NDP Announcement frame 포맷	62
[그림 3-25] Sounding Poll frame 포맷	62
[그림 3-26] Group ID의 Assignment 구성 정보	63
[그림 3-27] 5GHz 밴드 대역 (미국 FCC 기준)	71

[그림 3-28] 5GHz 밴드 무선랜 주파수 사용 (미국 FCC)	75
[그림 3-29] 차량충돌방지용 레이더의 주요 기능	76
[그림 3-30] 24GHz SRR / 77GHz LRR의 시장 점유율	77
[그림 3-31] 차량충돌방지용 레이더의 세계 시장규모	78
[그림 3-32] 차량충돌방지용 레이더의 주파수 동향	79
[그림 3-33] M/W 무선국간 전파간섭 설정	81
[그림 3-34] 차량충돌방지용 레이더 주파수 배치 현황	83
[그림 3-35] 전파천문과의 간섭시험 시나리오	83
[그림 3-36] 차량충돌방지용 레이더의 전파스펙트럼 측정결과	84
[그림 3-37] 전파망원경 수신레벨 비교결과	84
[그림 3-38] 무선마이크 시스템 구성도	90
[그림 3-39] 주요국가별 UWB 주파수 이용현황	93
[그림 3-40] UWB 상용 서비스	94
[그림 3-41] UWB기술을 이용한 U-zone 서비스 예시	95
[그림 3-42] DTV용 고화질 무선전송 제품 군	95
[그림 3-43] UWB기술 응용 모듈, 칩셋 및 어플리케이션	96
[그림 3-44] UWB 전세계 시장전망	97
[그림 3-45] UWB기술을 이용한 WUSB Hub(IOGEAR)	97
[그림 3-46] Wireless Docking Station(Wisair)	98
[그림 3-47] WUSB Note PC(Dell, '09년)	98
[그림 3-48] 고속멀티미디어 전송용 UWB	98
[그림 3-49] 모니터에 UWB기능이 추가된 제품	99
[그림 3-50] 이동용 중계 시스템 (MVL) 장비	101
[그림 3-51] 이동통신 중계 장비 차량	102
[그림 3-52] 텔레매틱스 서비스의 주파수 사용 예	107
[그림 3-53] 현재 구축·운영 중인 ITS 서비스	109
[그림 3-54] 하이패스 시스템 구성도	110
[그림 3-55] UTIS Network 구성도	111
[그림 3-56] 고속도로 교통관리시스템 기본 구성(시스템 기반)	112

[그림 3-57] DSRC 기반 교통정보 수집제공 흐름	113
[그림 3-58] V2I, V2V 기반 도로-자동차 협업 서비스	115
[그림 3-59] WAVE 통신 Architecture	124
[그림 3-60] 국내 ITS 주파수 할당 현황	126
[그림 3-61] 국내외 ITS 무선통신용 주파수 분배 현황	128
[그림 3-62] 유럽의 ITS 주파수 분배 현황	128
[그림 3-63] 미국의 ITS 주파수 분배 현황	129
[그림 3-64] 일본의 ITS 주파수 분배 현황	130
[그림 3-65] KBS 방송 시스템도	132
[그림 3-66] WAVE 통신 구조	134
[그림 3-67] 시나리오 구성도 1	142
[그림 3-68] 기초 간섭 측정을 위한 송수신 현장	144
[그림 3-69] WAVE 차량에서의 방송 전파 수신	144
[그림 3-70] 방송 수신 차량 근처에서 WAVE 전파 수신	144
[그림 3-71] 방송 장비 신호 수신 상황	144
[그림 3-72] WAVE 간섭 측정을 위해 사용된 채리엇 실행 장면 ..	144
[그림 3-73] WAVE 단말과 기지국간 채리엇 throughput 측정	145
[그림 3-74] 시나리오 구성도 2	146
[그림 3-75] 시나리오 구성도 3	147
[그림 3-76] Case 2-1을 위한 실측 현장	148
[그림 3-77] WAVE throughput	149
[그림 3-78] 시나리오 구성도 4	150
[그림 3-79] 시나리오 구성도 5	152
[그림 3-80] WAVE차량과 국도변에 설치된 방송 수신 차량	153
[그림 3-81] 국도변 방송 수신 차량 설치 현장	153
[그림 3-82] WAVE throughput	154
[그림 3-83] 도로노면 레이더 시스템 구성 예상	157
[그림 3-84] 레이더 시스템 개요	158
[그림 3-85] 레이더 시스템 주요 파라미터	158

[그림 3-86] 레이더 대역폭과 해상도의 상관관계	159
[그림 3-87] 레이더 송신출력과 수신전력 계산식	159
[그림 3-88] GPR과 WPR 이용 사례	161
[그림 3-89] 도로노면 레이더 시스템	164
[그림 3-90] 도로노면 레이더 시연 구성	164
[그림 3-91] 도로노면 레이더 시연 환경	165
[그림 3-92] Radiolocation Service 주파수 분배	167
[그림 3-93] 수증기에 의한 대기 감쇠특성	171
[그림 3-94] 고속도로에서 레이더 설치 예상	173
[그림 4-1] 무선전력전송의 주요 기술 동향	177
[그림 4-2] WPC 시스템 개요	180
[그림 4-3] 자기공진방식 제품 예	181
[그림 4-4] 자기유도방식 제품 예	182
[그림 4-5] WPC 표준 기술을 이용한 무선충전기	182
[그림 4-6] 전기차 충전 스테이션 및 인프라 구축	183
[그림 4-7] u-WPT 솔루션 분야	183
[그림 4-8] 로봇 무선충전 시스템	185
[그림 4-9] 무선전력전송장치 개발 시연 제품	186
[그림 4-10] 온라인 전기충전 어린이 대공원 코끼리 열차	187
[그림 4-11] 산업용 전파응용설비	192
[그림 4-12] 의료용 전파응용설비	192
[그림 4-13] 국내 주파수에 따른 인체보호기준	198
[그림 4-14] 의료용 전파응용설비 방사레벨	200
[그림 4-15] 무선충전기의 방사레벨	201
[그림 4-16] 가정용 무선전력전송기기의 EMI기준	208
[그림 5-1] WRC 조직	212
[그림 5-2] ITU-R SG1 조직	214
[그림 5-3] APT 조직도	218
[그림 5-4] AWG 조직도	218

제1장 서론

언제 어디서나 무선통신을 원하는 소비자가 늘고 있어 소비자 욕구에 따라 근거리 통신을 위한 소출력 무선기기의 수요가 급증하고 가속화되고 있다. RFID, WiFi, 무선랜 등 다양한 근거리 소출력 통신기술이 개발되고 있으나 소출력 무선기기들의 과도한 운용은 한정된 주파수 자원의 부족, 전파간섭 문제 발생이라는 또 다른 문제를 야기한다.

따라서 정부에서는 다양한 신규 무선기기 및 서비스가 등장할 수 있도록 법적, 제도적 장치를 마련하여야 하며 시장의 요구와 급변하는 기술변화에 따라 신속히 관련 제도를 정비함으로서 산업체의 수요와 요구를 적극 지원할 수 있어야 한다.

우리원에서는 금년도에도 소출력 무선설비 기술기준 개선과 관련하여 청각장애인을 위한 보청기용 무선마이크와 Gbps를 지원하는 광대역 무선랜(802.11ac), UWB 광대역 차량충돌방지용 레이더, 900MHz대역 무선마이크 주파수 확대 등의 기술기준을 개정하였고 UWB 무선설비 기술기준 개정안을 만들었다. 또한 차세대 ITS 기술인 차량간통신(WAVE)과 도로노면 레이더 기술 도입을 위해 선행연구를 실시하였다. 그리고 무선전력전송 활성화를 위한 제도개선 방안 연구를 실시하여 소출력 산업계 활성화에 부응하고자 노력하였다.

본 보고서의 서론은 소출력 무선설비 기술기준의 도입을 위한 2012년도 국립전파연구원 연구 수행사항을 중심으로 기술되었다. 제2장에서는 소출력 무선기기 관련 제도 개선방안을 기술하였으며, 제3장에서는 금년도에 제·개정된 소출력 무선설비 기술기준 현황을 기술하였다. 한편 제4장은 무선전력전송 활성화를 위한 제도개선 방안을 제시하였으며, 제5장은 ITU-R 등 국제 표준화 활동을 소개하였으며, 마지막 6장에서는 결론과 2013년도 연구 계획에 대하여 간단히 기술하였다.

제2장 비면허 기술기준 현황 및 체계 개선 방안 연구

제1절 비신고 무선기기 인증현황 조사 및 분석

신고하지 아니하는 무선기기의 높은 편의성과 복합 무선기기 등으로 그 이용이 급격히 증가함에 따라 국내·외 비신고 주파수의 유연한 활용 등 이용활성화를 위한 제도개선이 필요하다. 특히, 미국과 유럽 등 주요국은 주파수와 출력 등 최소한의 규정만 규제하고 있지만 우리나라는 사용용도나 변조방식 등 여러 사항이 추가되어 있어 이용활성화를 위한 규제 완화가 필요한 실정이다.

이번 인증현황 조사 및 분석을 통해 인증현황이 낮은 주파수와 비신고 기기에 국내 신제품 연구개발을 유도하고, 해외 수출 등을 고려한 주파수 사용 확대와 산업체 애로사항을 해소함으로써 생활밀착형 무선기기의 산업 활성화를 도모하고자 한다.

1. 인증현황 조사결과 및 시사점

비신고 무선기기 인증현황 조사결과, 3년이상 인증되지 않은 기기 4종, 총 인증건수가 10건 이하로 낮은 기기 7종, 현재까지 인증내역이 없는 기기 2종에 대한 개선이 필요한 것으로 검토되었다.

○ 최근 3년이상 인증되지 않는 비신고 무선기기 : 4종

- 무선조정용 무선기기(40.2, 75MHz), 데이터전송용 무선기기(224MHz), 음성 및 음향신호 전송용 무선기기(74/75, 173MHz), 이동체식별용 무선기기(2.4GHz)

○ 현재까지 총 인증건수가 10건 이하인 비신고 무선기기 : 7종

- 무선조정용 무선기기(40.2, 75MHz), 데이터전송용 무선기기(224MHz), 음성 및 음향신호 전송용 무선기기(74/75, 173MHz), 차량충돌방지용 레이더(76GHz), 이동체 식별용 무선기기(2.4GHz), 용도미지정 무선기기(7.2, 57GHz), 체내이식 무선의료기기용 무선기기(402MHz)

- 현재까지 인증내역이 없는 비신고 무선기기 : 2종
 - 무선조정용 무선기기(13MHz), 코드 없는 전화기(46, 49, 910, 950MHz, 2.4GHz)

인증현황 조사결과에 따라 현재 개선이 필요한 비신고 무선기기에 대해 산업체 및 전문가 의견을 수렴하여 국내 시장 수요와 활성화 방안을 검토하고, 국제 주파수 조화 등을 추가 고려하여 기술기준 철회 검토를 추진하였다.

- 최근 3년이상 인증되지 않는 비신고 무선기기 4종에 대하여 국내 시장에서 수요여부 및 필요성을 검토
- 총 인증건수 10건 이하인 비신고 무선기기 7종에 대하여 주파수 이용여부 검토 후 활성화 방안을 검토
- 현재까지 인증내역이 없는 비신고 무선기기 2종에 대하여 주파수 회수 및 기술기준 철회 필요성을 검토

2. 비신고 무선기기별 인증 현황 분석결과

- 미약 전계강도 무선기기는 모듈을 포함한 인증건수는 3,204건으로 전체 중 약 18.5%를 차지
 - 미약 전계강도 무선기기는 용도별 비신고 무선기기 인증 현황에서 인증 비중이 두 번째로 높게 차지
 - 2007~2010년에는 매년 약 200건 정도를 인증하였으며, 2011년은 뚜렷한 감소 추세가 확인
 - 미약 전계강도 무선기기는 모든 주파수 대역에 걸쳐 사용하고, 1m 이하로 사용거리가 짧아 휴대용 무선기기 적용에 용이
- 자계 유도식 무선기기의 총 인증건수는 31건으로 전체 중 약 0.2%를 차지
 - 2009년 이후 매년 10건 정도를 인증해오고 있음

- 자체 유도식 무선기기는 30MHz이하 대역의 루프안테나를 사용하는 무선 기기로 미약 전계강도 무선기기 보다 사용거리가 긴 거리(1~2m)에서 상품 도난방지를 위한 감지용으로 사용
- 특정 소출력 무선기기 중 무선조정용 무선기기의 인증건수는 683건으로 전체 중 약 4%를 차지
 - 무선조정용 무선기기 중 27MHz 대역은 427건으로 가장 많은 수를 차지 하며, 도난경보용으로도 쓰이는 40.6MHz 대역은 157건을 차지
 - 2009년이후 인증된 현황이 없는 40.2, 40.7, 75MHz 대역을 중심으로 국내 시장 수요검토가 필요(최근 3년간 인증되지 않음)
 - 특히, 40.7MHz 대역은 총 인증건수가 19건이나, 40.2MHz은 5건, 75MHz는 4건으로 총 인증건수가 낮아 활성화 필요성 검토가 필요
 - RFID 주파수와 동일한 13MHz 대역은 인증된 현황이 전혀 없어 기술기준 철회 검토가 필요
 - 무선조정용 무선기기는 완구형 자동차나 헬기의 무선조정을 위해 전파 통달거리가 비교적 긴 단파를 이용
- 특정 소출력 무선기기 중 데이터전송용 무선기기는 모듈을 포함한 인증건수는 2,023건으로 전체 중 약 11.7%를 차지
 - 데이터전송용 무선기기 중 447MHz 대역은 1,081건으로 가장 많은 수를 차지하며, 424MHz 대역은 461건, 433MHz 대역은 232건, 311MHz 대역은 172건을 차지
 - 2007년이후 인증된 현황이 없는 244MHz 대역은 국내 시장 수요검토가 필요(최근 5년간 인증되지 않음)
 - 특히, 244MHz 대역은 총 인증건수가 6건으로 총 인증건수가 낮아 활성화 필요성 검토가 필요
 - 데이터전송용 무선기기는 가로등이나 가스차단 제어, 골프카트 제어, 차량 도어 및 시동 제어, 타이어공기압 경고 등 데이터 신호를 단거리 전송하는 용도로 사용
- 특정 소출력 무선기기 중 안전시스템용 무선기기는 모듈을 포함한 인증

- 건수는 486건으로 전체 중 약 2.8%를 차지
- 안전시스템용 무선기기 중 447MHz 대역은 375건으로 가장 많은 수를 차지하며, 235MHz 대역은 78건, 358MHz 대역은 33건을 차지
 - 매년 꾸준히 인증을 받아 사용되어 오고 있는 것으로 확인
 - 안전시스템용 무선기기는 도어락, 침입감지, 가스감지, 열선 등 센서와 시각장애인 유도신호 전송용으로 사용
- 특정 소출력 무선기기 중 음성 및 음향신호 전송용 무선기기는 모듈을 포함한 인증건수는 880건으로 전체 중 약 5%를 차지
- 무선폭출용 219MHz 대역은 45건을 차지, 최근 5년간 4건이 인증
 - 음성 및 음향신호 전송용 무선기기 중 740MHz 대역은 449건으로 가장 많은 수를 차지하며, 217MHz 대역은 129건, 233MHz 대역은 20건, 72MHz 대역은 11건을 차지
 - 2007년 이후 인증된 현황이 없는 74/75, 173MHz 대역은 국내 시장 수요 검토가 필요(최근 5년간 인증되지 않음)
 - 특히, 74/75MHz 대역(10건)과 173MHz 대역(2건)은 인증건수가 낮아 활성화 필요성 검토가 필요
- 특정 소출력 무선기기 중 무선랜을 포함한 무선접속시스템용 무선기기는 모듈을 포함한 인증건수는 361건으로 전체 중 약 2%를 차지
- 무선랜을 포함한 무선접속시스템용 무선기기 중 5.1GHz 대역은 345건으로 가장 많은 수를 차지하며, 5.47GHz 대역은 16건을 차지
 - 17.7, 19.26GHz 대역은 인증된 현황이 전혀 없으므로 기술기준 철회 검토가 필요
 - 무선랜을 포함한 무선접속시스템용 무선기기는 5GHz 무선랜 (Access Point), USB 동글 등으로 사용
- 특정 소출력 무선기기 중 중계용 무선기기는 모듈을 포함한 인증건수는 379건으로 전체 중 약 2.2%를 차지
- 중계용 무선기기 중 이동통신 대역은 292건 가장 많은 수를 차지하며, 방송용 대역은 87건을 차지

- 중계용 무선기기는 전파 음영지역에 이동통신이나 방송 신호를 중계하는 용도로 사용
- 특정 소출력 무선기기 중 차량충돌방지용 레이더 무선기기는 모듈을 포함한 인증건수는 10건으로 전체 중 약 0.057%를 차지
 - 차량충돌방지용 레이더 무선기기는 자동차 안전운행을 위해 2007년 이후 매년 1~2건 이상 꾸준히 인증되어 왔으나, 총 인증건수가 낮아 활성화 필요성 검토가 필요
- 특정 소출력 무선기기 중 무선데이터통신시스템용 무선기기는 모듈을 포함한 인증건수는 7,680건으로 전체 중 약 44.4%를 차지
 - 무선데이터통신시스템용 무선기기 중 2.4GHz 대역은 7,350건으로 가장 많은 수를 차지하며, 5.7GHz 대역은 330건을 차지
 - 무선데이터통신시스템은 와이파이 등 무선랜, 블루투스, 지그비 등으로 주로 사용되며 키보드, 마우스, 헤드셋 등으로 사용되고 있어 용도별 인증 현황에서 비중이 가장 높음
- 특정 소출력 무선기기 중 이동체 식별용 무선기기의 총 인증건수는 4건으로 전체 중 약 0.023%를 차지
 - 2009년 이후 인증된 현황이 없어 국내 시장 수요검토가 필요 (최근 3년간 인증되지 않음)
 - 또한, 총 인증건수가 4건으로 낮아 활성화 필요성 검토가 필요
- 특정 소출력 무선기기 중 소형 기지국용 무선기기의 총 인증건수는 3건으로 전체 중 약 0.017%를 차지
 - 소형 기지국용 무선기기 중 방송용 대역은 2건, 이동통신 대역은 1건을 차지
 - 소형 기지국용 무선기기는 전파 음영지역에 이동통신 신호를 중계하는 중계용 무선기기로 인증되기도 하므로 중계용에 포함
- RFID/USN용 무선기기는 모듈을 포함한 인증건수는 1,272건으로 전체 중

약 7.3%를 차지

- RFID/USN용 무선기기 중 13MHz 대역은 1,024건으로 가장 많은 수를 차지하며, 917MHz 대역은 222건, 433MHz 대역은 26건을 차지
 - 433MHz 대역은 컨테이너 단위의 수출·입을 위해 컨테이너 집하·관리 장소에 한하여 사용되므로 총 인증건수가 가장 낮음
- 코드 없는 전화기의 총 인증건수는 158건으로 전체 중 약 0.91%를 차지
 - 코드 없는 전화기 중 1.7GHz 대역은 158건을 차지
 - 46, 49, 910, 950MHz, 2.4GHz 대역은 인증된 현황이 전혀 없으므로 기술기준 철회 검토가 필요
- UWB 및 용도미지정 무선기기는 모듈을 포함한 인증건수는 28건으로 전체 중 약 0.16%를 차지
 - UWB 및 용도미지정 무선기기 중 3.1GHz 대역 UWB 무선기기는 12건을 차지하고, 용도미지정 무선기기는 7.2GHz 대역 9건, 57GHz 대역은 7건을 차지
 - 용도미지정 무선기기는 2007년 이후 매년 꾸준히 인증되고 있으나, 총 인증건수가 낮아 활성화 필요성 검토가 필요
- 체내이식 무선의료기기용 무선기기의 총 인증건수는 8건으로 전체 중 약 0.046%를 차지
 - 체내이식 무선의료기기용 무선기기는 2008년 이후 꾸준히 인증되고 있으나, 총 인증건수가 낮아 활성화 필요성 검토가 필요
- 물체감지센서용 무선기기는 모듈을 포함한 인증건수는 74건으로 전체 중 약 0.42%를 차지
 - 물체감지센서용 무선기기 중 10.5GHz 대역은 43건으로 가장 많은 수를 차지하고, 24GHz 대역은 31건을 차지

3. 전문가 의견수렴 및 시사점

최근 3년이상 인증되지 않고 총 인증건수가 10건 이하인 무선기기에 대해 과거 인증된 기기로 국내 시장 판매여부 확인이 필요한 것으로 검토되었다. 대상 기기(주파수)로는 무선조정용 무선기기(40.2, 75MHz), 데이터전송용 무선기기(224MHz), 이동체 식별용 무선기기(2.4GHz), 음성 및 음향신호 전송용 무선기기(74, 75, 173MHz)가 있다.

총 인증건수가 10건 이하인 비신고 무선기기에 대해서는 다음의 이유로 관련 기술기준 유지가 필요한 것으로 검토되었다. 차량충돌방지용 레이더는 교통사고 방지를 위해 이용 확대가 요구되고, 용도미지정 무선기기는 ISM 대역 활성화를 위한 연구개발이 활발하게 진행되고 있으며, 체내이식의료용 무선기기는 심박환자 치료 목적으로 주파수를 이용하고 있어 유지가 필요하다. 대상 기기(주파수)로는 차량충돌방지용 레이더(76GHz), 용도미지정 무선기기(7.2, 57GHz), 체내이식 무선의료기기용 무선기기(402MHz)가 있다.

인증현황이 없는 코드 없는 전화기에 대해 40MHz대역은 '12년까지, 900MHz는 '13년까지 사용기한이 제한되고 인증현황도 없어 향후 기술기준 정비가 필요한 것으로 검토되었다. 2.4GHz 대역은 무선데이터통신시스템용 무선기기 기준을 준용하고 있으나, 고정형 점대점 통신을 제외하고 있어 정비가 불필요하다는 의견이 있었다. 대상 기기(주파수)로는 코드 없는 전화기(46, 49, 910, 950MHz, 2.4GHz)가 있다.

시사점으로는 비신고 무선기기의 경우 영세업체가 많아 시장 규모를 파악하기 어렵고 현행 용도기준의 제도 정비 효과가 낮다는 것이다. 따라서 국내 비신고 주파수 활성화를 위해 활용도가 낮은 주파수를 용도와 무관하게 사용하는 용도미지정 등 방안 검토가 필요할 것이다.

제2절 국외 기술기준 체계 비교 분석

1. 유럽식의 용도 분류 체계 분석

유럽식의 용도분류 기준 체계를 국내 기준과 비교·분석하여 우리나라 제도에 적용하기 위한 방안을 마련하기 위해 개선점을 도출해 보았다.

- (미약 전계강도) 유럽은 미약 전계강도 분류가 없으며 모든 무선기기를 용도로 분류하여 관리
- (자계유도식) 6765~6795kHz, 10.2~11MHz, 26.957~27.283MHz, 148.5kHz~5MHz, 5~30MHz 대역은 국내제도에 없으므로 도입 필요성에 대한 검토 필요
- (무선조종용) 27MHz와 40MHz는 우리나라와 동일하나 유럽은 35MHz를 추가, 우리나라는 72MHz 75MHz는 추가로 사용하므로 국제 조화는 불필요
- (데이터전송용) 유럽에서는 용도미지정 기기에 포함되어 사용주파수 범위가 넓고 주파수별 출력만 규정하므로 응용이 다양화
- (안전시스템용) 각 국가의 사정에 따라 개별적인 주파수를 사용하므로 안전시스템용 주파수의 국제적인 조화는 불필요
- (음성 및 음향신호 전송용) 각 국가별로 서로 다른 주파수 대역을 사용하고 있어 국제적 조화가 어려우며, 100mW이상은 허가제로 운용
- (무선접속시스템용) 5150~5250MHz의 사용조건이 실내용으로 한정되어 타당성 검토 필요
- (중계용 및 소형기지국용) 외국은 허가제로 관리하나 우리나라는 일반 가정에서 사용하기 위해 현행 비신고 체계 유지가 바람직

- (무선데이터통신시스템용) 유럽과 미국은 5825~5850MHz를 추가로 사용하고 있어 국내 도입검토가 필요
- (이동체식별용) 유럽과 미국은 별도 주파수가 없고 우리나라 실정에 따라 개별적인 주파수를 사용
- (차량충돌방지용 레이더) 자동차 수출·입 등을 고려하여 세계적으로 널리 사용되는 기준(주파수, 출력 등) 설정이 바람직
- (RFID/USN용) 900MHz 및 2.4GHz대를 4W이상으로 사용하기 위해 유럽과 일본은 허가제로 운용
- (코드 없는 전화기) 각 국가의 사정에 따라 개별적인 주파수를 사용하므로 코드 없는 전화기용 주파수의 국제적인 조화는 불필요
- (UWB 및 용도미지정) 근거리통신용 UWB 구현을 위해 기술기준 마련 중에 있음, 국제조화된 용도미지정 주파수 분배가 필요
- (체내이식무선의료기기) 심장병 환자의 진료 및 치료를 위해 심장보조장치 필요성이 대두되고 있어 주파수 확대가 바람직
- (물체감지센서용) 물탱크 수위 점검용에 대한 국내시장 수요 점검과 개별 허가제 검토가 필요

유럽식의 기술기준을 국내에 적용하기 위한 방안으로 다음 4개 비신고 무선기기에 대한 주파수 도입을 검토할 필요가 있다.

- 대상기기(주파수) : 자계유도식(6765~6795kHz, 10.2~11MHz, 26.957~27.283MHz, 148.5kHz~5MHz, 5~30MHz), 무선데이터통신시스템(5825~5850MHz), 체내이식무선 의료기기(401~402, 405~406MHz), 용도미지정(122~123, 244~246GHz)

또한 다음 2개 비신고 무선기기에 대한 허가제 전환 또는 도입을 검토할 필요가 있다.

- 허가제 도입 대상 : 100mW의 무선마이크, 100mW의 물탱크 레이더

2. 미국식의 주파수 분류 체계 분석

미국식의 주파수분류 기준 체계를 국내 기준과 비교·분석하여 우리나라 제도에 적용하기 위한 방안을 마련하기 위해 개선점을 도출해 보았다.

FCC에서는 47CFR Part 15와 95에서 비면허 무선기기를 6개로 분류하고 주파수, 출력 등을 규정하고 있다.

- ①일반 소출력 기기, ②스펙트럼 확산 및 디지털 변조기기 ③U-PCS ④ U-NII, ⑤UWB, ⑥TV 유효대역 무선기기

※ U-PCS:Unlicensed Personal Communication Services, U-NII:Unlicensed-National Information Infrastructure

일반 소출력 기기는 용도 또는 기기명칭으로 분류하지 않고 주파수 대역 별로 출력, 대역폭 등을 규정하고 있으며, 출력 허용치에 이하이면 방송 및 안전서비스를 제외한 모든 주파수 이용이 가능하며 허용치 보다 높은 경우는 세부조건을 따르도록 하고 있다.

스펙트럼 확산 및 디지털 변조기기는 RFID, 무선랜 등과 같이 전송 및 변조방식이 기존 무선기기와 다른 경우로 별도 기준을 지정하고 있다.

[표 2-1] 스펙트럼 확산 및 디지털 변조 방식 기준

방식	장비명	주파수	전력(P)	채널대역폭	호핑수	안테나이득
주파수호핑	RFID	902~928MHz	1W	<250kHz	≥ 50	6dBi
			0.25W	250~500 kHz	<50	6dBi
	무선랜	2.4~2.4835GHz	1W	1MHz	≥ 75	6dBi
			0.125W	5MHz	>15	6dBi
		5.725~5.85GHz	1W	1MHz	≥ 75	6dBi
디지털변조	RFID	902~928MHz	1W	≥ 500kHz	-	6dBi
	무선랜	2.4~2.4835GHz			-	6dBi
		5.725~5.85GHz			-	6dBi

U-PCS는 개인용 통신을 위한 무선기기로 1920~1930MHz에서 사용하며 고정 M/W 업무와 공유 가능하도록 별도로 규정하고 있으며, U-NII는 5GHz 대역에서 사용하는 무선랜용으로 주파수별로 출력, 안테나 이득 등을 별도로 규정하고 있다.

[표 2-2] 5GHz 대역에서 사용하는 무선랜용 주파수별 규정

항목	주파수(GHz)					
	5.15~5.25		5.25~5.35/5.47~5.725		5.725~5.825	
	미국	한국	미국	한국	미국	한국
전력밀도	4dBm/MHz	2.5dBm/MHz	11dBm/MHz	10dBm/MHz	17dBm/MHz	10dBm/MHz
공중선이득	6dBi	6dBi	6dBi	7dBi	6dBi(P2P:23dBi)	6dBi(P2P:23dBi)

UWB는 이미지 전송용으로 960MHz, 통신 및 센서용으로 3.1~10.6GHz, 차량용 레이더용으로 22-29GHz으로 사용하도록 규정하고 있으며, TV 유효대역 무선기기는 고정기기용으로 5-36MHz, 38-51MHz대역에서 4W, 이동기기용으로 21-36MHz, 38-51MHz대역에서 100mW를 사용하도록 규정하고 있다.

미국식의 규정체계는 6개 용도로 분류하고 있으며, UWB 등 새로운 기술이 도입되는 경우, 별도 용도로 규정함으로써 관리를 용이하게 하고 있으며 일반 소출력 기기의 경우 별도 용도없이 대역별로 지정한 출력 범위내에서 자유롭게 사용함으로써 소출력 기기의 시장활성화에 도모하고 있다. 특히, 무선랜은 국가인프라로 간주하여 별도로 관리하고 있으며 출력 기준으로 볼 때 우리나라보다 높은 출력을 사용하고 있었다.

국내 규정은 16개 용도로 분류하여 있으나 관리 용이성과 소출력 시장 활성화를 위해 유사 용도를 통합하여 관리할 필요가 있고, 국내 소출력기기 출력 기준을 미국의 주파수 대역별 기준과 비교 분석한 결과 시장 전망을 고려하여 출력 상향 조정을 검토할 필요가 있으며, 국내 무선랜 규정은 「무선랜을 포함한 무선접속시스템」과 「무선데이터시스템용」으로 분리되어 있으나 미국과 같이 통합 관리할 필요가 있을 것이다.

3. 국외 기술기준 분류체계 분석에 대한 전문가 의견 수렴

유럽식 용도분류 체계 분석에 대한 국내 적용 방안을 논의한 결과, 자계 유도식 등 비신고 무선기기 4종에 대한 주파수 도입이 필요한 것으로 검토되었다. 대상기기(주파수)로는 자계유도식(6765~6795kHz, 10.2~11MHz, 26.957~27.283MHz, 148.5kHz~5MHz, 5~30MHz), 무선데이터통신시스템(5825~5850MHz), 체내 이식 무선 의료 기기(401~402, 405~406MHz), 용도미지정(122~123, 244~246GHz)가 있다. 또한, 100mW의 무선마이크, 100mW의 물탱크 레이더 등 비신고 무선기기 2종에 대한 허가제 도입이 필요한 것으로 검토되었다.

다만, 비신고 무선기기를 국내 도입하기 위해서는 국제적인 주파수 조화 또는 국내 수요가 뒷받침되어야 할 것이다. 따라서 국제 조화된 6765~6795 kHz, 122~123GHz, 244~246GHz는 2013년도부터 단계적인 도입을 추진하고 그 외 주파수는 RAPA의 기술기준 수요접수 창구에서 별도로 국내 수요가 있는 지에 대한 의견을 수렴하는 절차를 강구할 필요가 있다.

미국식 주파수분류 체계 분석에 대한 국내 적용 방안을 논의한 결과, 미국은 주파수 대역별로 출력 등을 관리하므로 국내 기술기준의 용도 분류체계와 달라 미국 체계를 도입하는 것은 불가한 것으로 검토되었다.

다만, 무선랜 등에 대해 출력을 비교하여 국내 기술기준에서 출력 상향 조정이 가능한지 검토가 필요할 것이다.

제3절 기술기준 체계 개선 방안

주파수 확보 측면에서 비신고 무선기기 4종에 대한 주파수 도입이 필요한 것으로 검토되었다. 대상기기(주파수)로는 자계유도식(6765~6795kHz, 10.2~11MHz, 26.957~27.283MHz, 148.5kHz~5MHz, 5~30MHz), 무선데이터통신시스템(5825~5850MHz), 체내이식무선의료기기(401~402, 405~406MHz), 용도미지정(122~123, 244~246GHz)가 있다.

국제 조화된 6765~6795kHz, 122~123GHz, 244~246GHz는 2013년도부터 단계적인 도입을 추진하되, 국제적인 주파수 조화가 되지 않은 비신고 무선기기 3종은 국내 도입을 위한 수요접수 및 시장요구 분석이 필요할 것이다.

특정 장소에서 사용하는 비신고 무선기기의 출력을 상향시키기 위해서는 간이허가제 도입(※외부 용역) 연구가 필요한 것으로 검토되었다. 허가제 도입 대상으로는 100mW의 무선마이크, 100mW의 물탱크 레이더가 있다.

폐쇄된 공간인 영화관, 무대에서 사용하는 무선마이크와 물탱크 레이더는 기 무선국과 전파간섭이 없는 공간적 공유가 가능할 것이다. 출력이 비신고 기준인 10mW보다 높고, 사용 장소가 특정되므로 유럽·미국과 같이 운용장소를 명시하는 간이허가가 필요하다. 다만, 「전파법 개정」 법제도 보다는 가용 주파수를 지정하는 「전파지정기준과 같은 비신고 허가기준」 마련이 바람직할 것으로 검토되었다.

주파수 효율적 관리와 신규 도입을 위해 장기적으로 비신고 주파수의 유효기간 도입(※외부 용역) 연구가 필요한 것으로 검토되었다. 업체의 부도나 도산, 제품 단종에 불구하고 비신고로 인증되어 있어 새로운 서비스 도입이 어려우므로 법제도 측면 접근이 필요할 것이다. 특히, 2008년 이후 인증되지 않고 총 건수가 10건 이하인 비신고 무선기기의 국내 시장수요 등 확인 결과, 단종이나 내부개편 등 이유로 기기 확인이 어려운 기기가 다수 존재하므로 종합적인 인증현황 관리가 필요한 것으로 검토되었다.

이를 주파수 정책에 활용하기 위해서는 인증 기기에 대한 통계적 관리가 가능토록 전파방송통합관리시스템 개선이 필요할 것이다. 비신고 신규 도입

이나 용도 확대 등 주파수 정책 수립을 위한 수요 분석을 위해서는 기본적으로 인증통계 분석이 이루어져야 한다. 여기에 통계처리 프로그램 개발, 형식기호로 구분된 용도 DB 재구성과 (구) 인증된 성적서의 온라인화가 필요할 것이 보이며, 수요접수를 개선하여 국내 수요제기 창구에 대한 여러 기능 추가하여 시스템을 보강하고 수요 검증을 강화할 필요가 있다. 업체의 수요를 받는 기존 방식과 별도로 국제 조화가 되지 않은 신규주파수, 간이허가, 출력상향 등 업체에게 수요를 묻는 접수를 실시하고 시장 사용이 불명확한 데이터 전송용과 이동체 식별용에 대한 공개 조사를 통해 타 용도로의 전환 등 주파수 이용 활성화 유도하여야 할 것이다. 새로운 전파서비스 도입 이후 제도 변경이 어려우므로 특정 업체만 한정되지 않도록 기술기준 수요 검증을 강화할 필요가 있다.

제3장 소출력 무선설비 주파수 이용 및 기술기준 개정 연구

제1절 보청기용 무선마이크 무선기기 기술기준

1. 개요

농아학교에서 청각장애인의 학습을 위해 필요로 하는 보청기 전용 무선 마이크는 국내 개발이 이루어지지 않고 전량 수입에 의존하고 있으나, 국내 주파수 및 기술기준이 없어 해당 주파수를 분배하고 기술기준 마련이 필요한 실정이다.

보청기 전용 무선마이크는 일반 마이크와 달리 특정 학생 그룹에만 수신 되도록 무선마이크 채널과 보청기 채널을 일치하고 있어 무선마이크 신호가 인접한 교실로 전송되어도 채널이 일치되지 않은 관계로 수신이 불가능하다.

작동원리를 살펴보면, 보청기 후면에 리시버를 장착함으로써 교사가 착용한 마이크와 무선으로 연동이 가능하게 한다. 먼저, 수업 교사의 음성이 무선마이크로 전달하게 되면, 무선마이크의 전파가 리서버로 전송하는 것이다. 그런 다음 수업 교사의 음성이 리시버를 통해 학생의 보청기로 전송하는 원리이다.



[그림 3-1] 무선마이크 통신 구성도

ITU에서는 「청각장애인을 위한 무선통신시스템」으로, EU는 「보청기를 포함한 무선마이크」로, 영국은 「무선청각보조기」로, 미국은 「보조청각장치」로 명칭을 정하고 있다. 해당 기기를 국내 도입하기 위해 그 명칭을 보다 명확히 정할 필요가 있어 외부 전문가의 의견을 수렴하였으며 통신망 구성에서 송신부분이 무선마이크이므로 송신부를 강조하면서 보청기 수신부분이 부각되도록 「보청기 전용 무선마이크」로 명칭을 확정하였다.

보청기 전용 무선마이크의 국내 시장규모는 9억원 미만으로 경제적 파급효과는 낮은 것으로 검토되었다.

○ 국내 전체 시장규모는 다음과 같이 산출 가능

시장규모 = (마이크 비용+리시버 비용) × 장소

∴ 8.1억원 = (250만원×20대+140만원×50대) × 68개소(22개교+42개종합병원)

※ 보유대수(마이크 20대, 리시버 50대)는 국내 최대규모 농아학교인 서울농학교를 기준

다만, 보청기 전용 무선마이크의 시장규모가 제한되어 있어 국내 개발이 전무하며 전량 수입에 의존하고 있으므로 청각장애인의 교육과 복지 향상을 위해 정부차원에서의 정책적 지원이 필요한 것으로 검토되었다.

이는 「차별금지 및 권리 구제 등에 관한 법률」에 따른 청각장애인의 학습권, 의료권 및 문화·예술활동 등 보장이 필요하다는 의미이다. 농아학교 청각장애인은 학교 수업을 일반 학생과 동등한 청각 수준으로 받아야 하며, 의료인 등이 청각장애인의 언어 치료를 위해서는 보다 정확한 발음이 전달되어야 한다. 또한 청각장애인에게 음악, 미술, 연극 등 문화·예술 활동시 소리를 통한 이해 등 편의를 제공해야 하므로 본 무선마이크가 필수적으로 사용되게 된다.

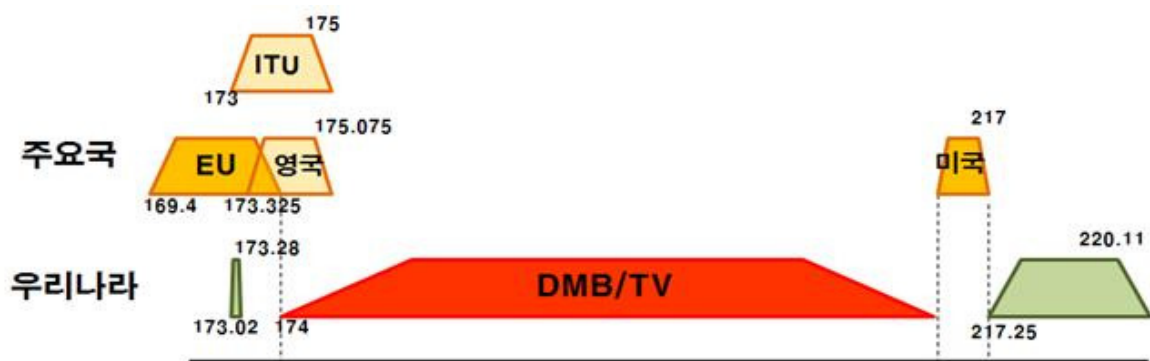
2. 주요국 주파수 동향

ITU-R은 보청기 전송용으로 173~175MHz 주파수를 M.1076에서 권고하고 있으며 상세 규격으로는 대역폭은 50kHz이하, 2mW이하로 정하고 있다.

영국 UK 2030 규정에서 173.3~175MHz를, EU 규정에서 169.7~174MHz 주파수를 사용하므로 공통으로 사용할 수 있는 대역은 173.3~174MHz이 된다. 여기서는 대역폭은 50kHz이하로, 10mW이하 전력은 신고하지 않으나 300mW까지는 허가받아 사용할 수 있도록 하고 있다.

미국 FCC 47 CFR part 95에서 216~217MHz 주파수를 사용하여 대역폭은 50kHz이하로, 40mW이하 전력은 신고하지 않으나 100mW까지는 허가받아 사용하도록 규정하고 있다.

우리나라는 무선마이크용으로 173.02~173.28, 217.25~220.11MHz 등의 7개 대역을 분배하고 있으나 유럽공통과 미국에서 규정한 173.3~174, 216~217MHz 주파수는 분배되지 않고 있는 실정이다.



[그림 3-2] 보청기용 무선마이크 주파수 동향

3. 주파수 분배 관련 주요쟁점

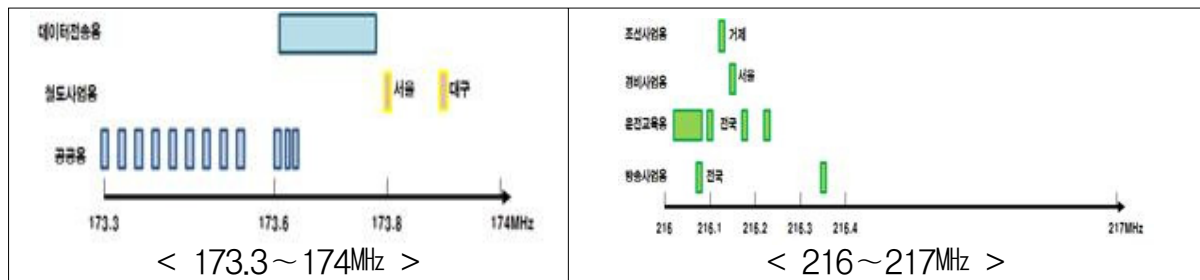
가. 기운용 무선국과의 전파간섭영향

o 162.05~174, 216~223MHz 주파수분배 현황

주파수대별 분배	용 도 등
162.05-174 고정 이동 5.227A	특정소출력(데이터전송용, 음성 및 음향신호전송용) K37B K37D 산업통신용 K51A 전기통신설치-유지보수 K60H 일반통신 K64 무선조정업무 K64A 응급의료교통사고처리 K64C 경비업무 K64D 항공운항시설관리 K64E 방송업무 K64I K52 K53A K60D K64J K71
216-223 고정 이동	219.5 MHz(실험국) K30 간이무선 K48 특정소출력(데이터전송용, 음성 및 음향신호전송용) K37B, K37D 전기통신설치-유지보수 K60H 전력업무 K60I 220.95 MHz(응급의료교통사고처리) K64C 방송업무 K64I 대형건물 K66A 경비업무 K64D 소형보트업무 K67A 항공운송업무 K67B 보도취재업무 K67C 운전면허시험용 K68

보청기용 무선마이크 주파수는 고정업무와 이동업무로 분배되어 전세계적으로 사용되고 있으며, 인근 대역에 일반 소출력 무선마이크가 배치되어 있고 전기통신설치, 전력, 방송, 경비업무 등 다양한 용도의 무전기가 운용되고 있다.

보청기용 무선마이크로 사용하려 하는 173.3~174, 216~217MHz 대역에 지정된 기기로는 173.3~173.7MHz는 공공용, 173.6~173.8MHz는 크레인 조종용, 173.8~173.9MHz는 철도연락용 무전기, 216~216.375MHz는 업무연락용 무전기가 있다



[그림 3-3] 보청기용 무선마이크 주파수대역의 무선국 운용현황

보청기용 무선마이크를 일반 무전기와 공유사용을 위해서는 무전기에서 무선마이크까지는 15.2km이상 이격이 필요한 것으로 검토되었다. 이는 ITU 권고에 따라 자유공간 전송손실 공식에 무선보청기 전력(10mW) 및 무전기 간섭허용레벨(-134dBm)을 적용하여 간섭거리 산출한 결과이다.

세부 분석결과인 무선마이크가 무전기에 미치는 간섭영향으로 거리(d)에 따른 시뮬레이션 분석결과는 다음 표와 같다.

[표 3-1] 보청기용 무선마이크 주파수 동향

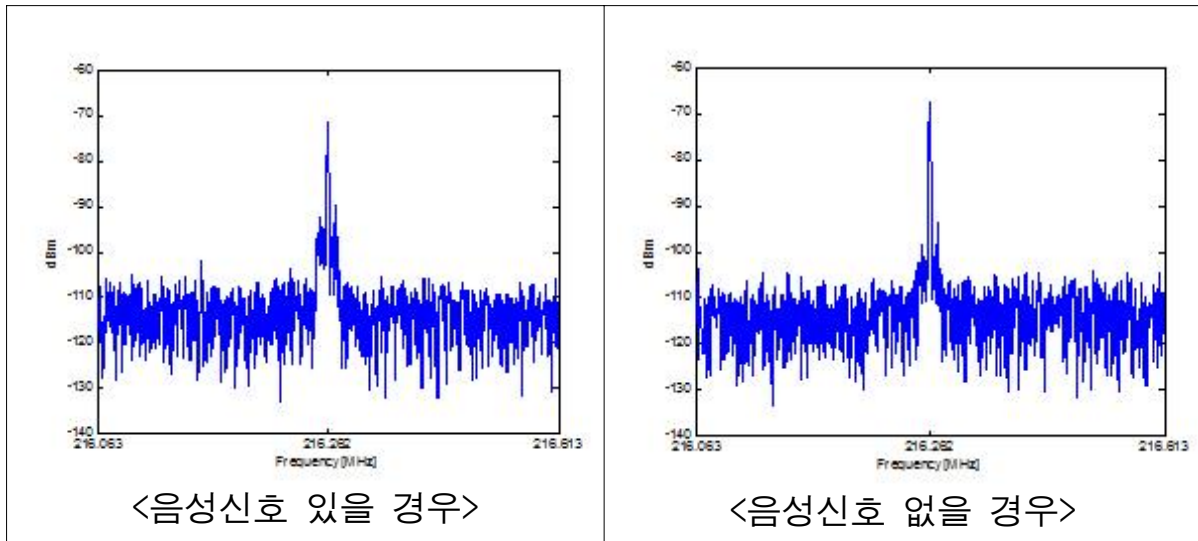
이격거리 [m]	10	50	100	500	1,000	15,200
무선마이크 방사세기 [mW]	10	10	10	10	10	10
거리손실 [dB]	80.41	94.39	100.41	114.39	120.41	144.05
간섭 수신 예상치	-70.41	-84.39	-90.41	-104.39	-110.41	-134.05
무전기 간섭 여부 (kT ₀ B = -134dBm)	간섭	간섭	간섭	간섭	간섭	간섭 없음

따라서, 무전기로 간섭영향을 주지 않기 위해서는 보청기용 무선마이크에 「옥내사용제한」의 공간적 공유조건 적용이 필요하다.

나. 적정 주파수 소요량 산정결과

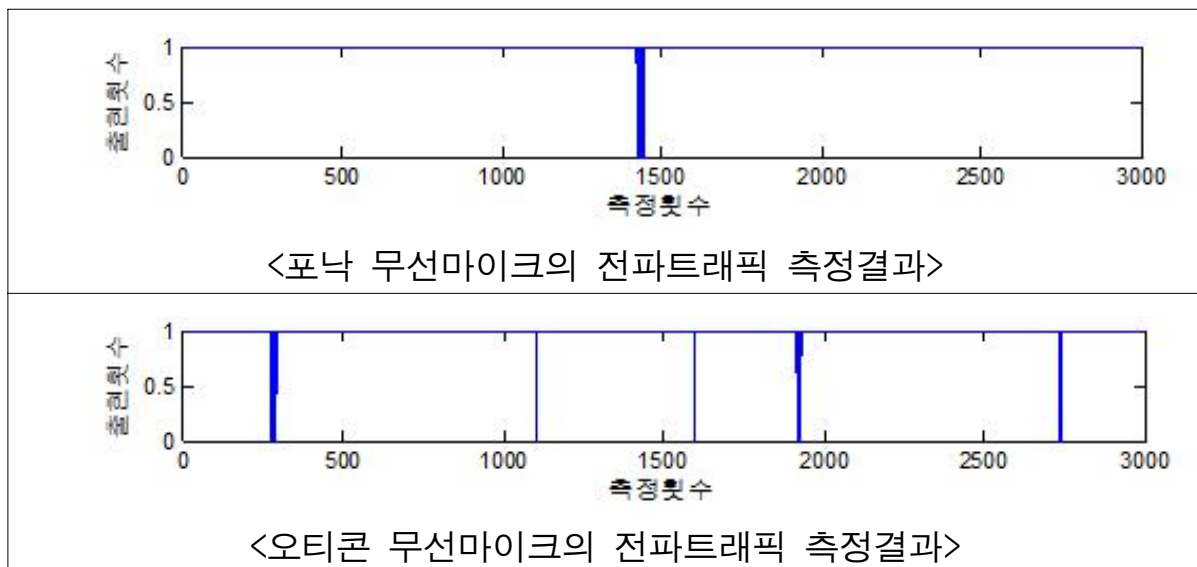
본 무선마이크는 무전기와 달리 음성신호가 없어도 전파신호가 지속적으로 송출되고 있었다. 이는 보청기 수신기와의 싱크를 위한 파일럿 신호로 확인

되었다.



[그림 3-4] 보청기용 무선마이크 전파특성 측정결과

이는 국내 도입이 가능한 두 회사의 제품에 대한 전파트래픽 측정 결과에서 확인할 수 있으며 지속적인 전파신호가 출현하고 있음을 수치적으로 확인할 수 있다.

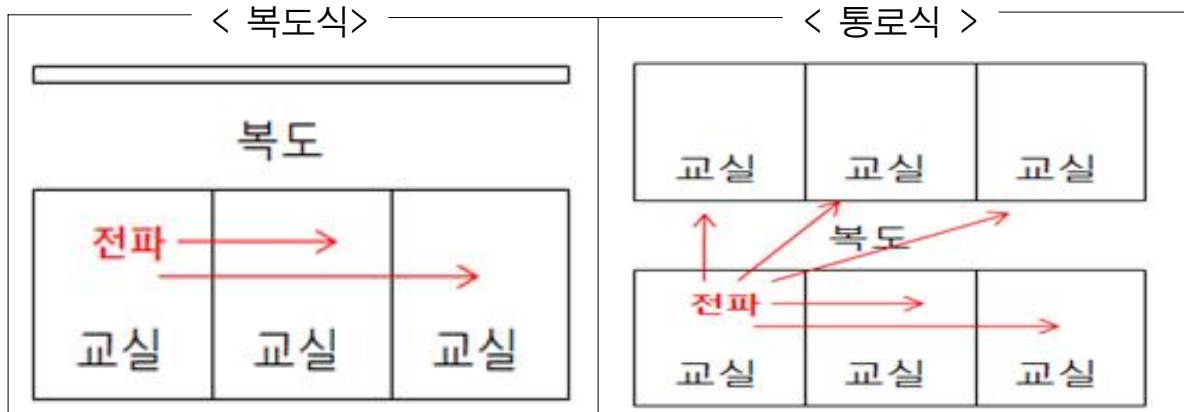


[그림 3-5] 보청기용 무선마이크 전파트래픽 측정결과

따라서, 전파트래픽 측정결과에 따라 무선마이크의 주파수 소요량은 Erlang 산정 방법 적용이 불가하므로 무선마이크의 전파도달거리로 주파수

재활용이 가능한 교실의 수로 소요량을 산정할 수 있다.

학교 교실을 기준으로 전파도달거리를 산술·분석한 결과에 따르면, 무선 마이크의 전파는 3개 교실을 이격하게 되면 전파도달이 불가하다는 것을 알 수 있다.

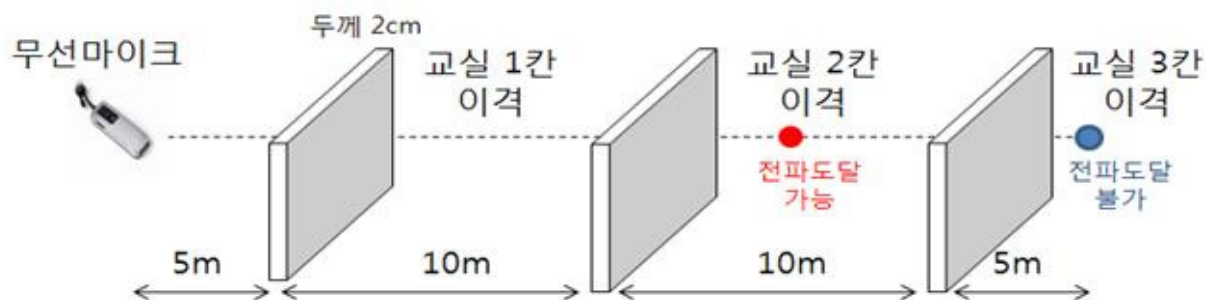


[그림 3-6] 교실유형별 전파도달거리 예측결과

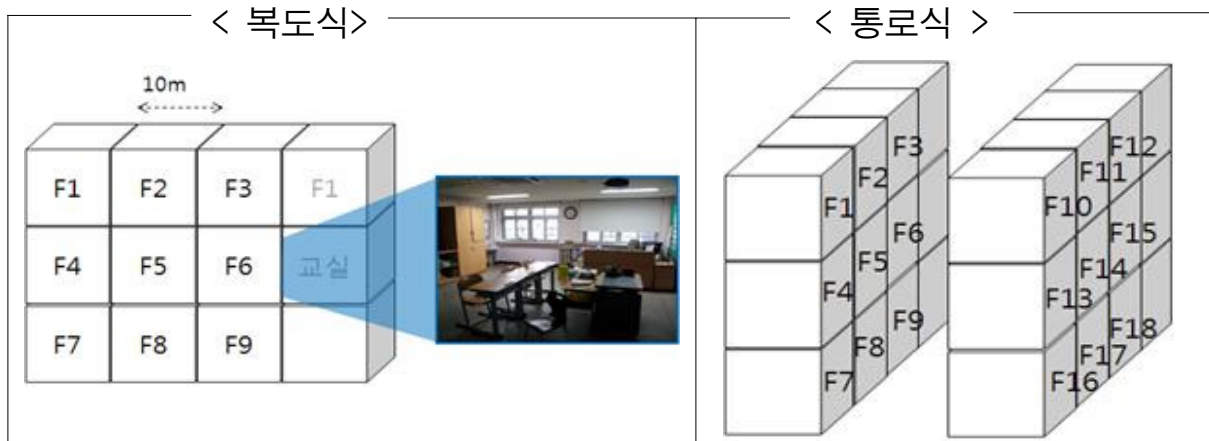
이는 3개 교실을 이격하였을 때, 수신전력(-107dBm)이 수신감도(-95dBm)보다 낮아지기 때문에 수신이 불가하다는 것이다.

$$\ast \text{수신전력} = 10\text{dBm} - 48\text{dB} - 23\text{dB} - 23\text{dB} - 23\text{dB} = -107\text{dBm}$$

$$P_r = P_t + G_t + G_r - \text{Loss} = 10\text{dBm} + 0 + 0 - (\text{Loss}_{\text{path}} + \text{Loss}_{\text{wall}})$$

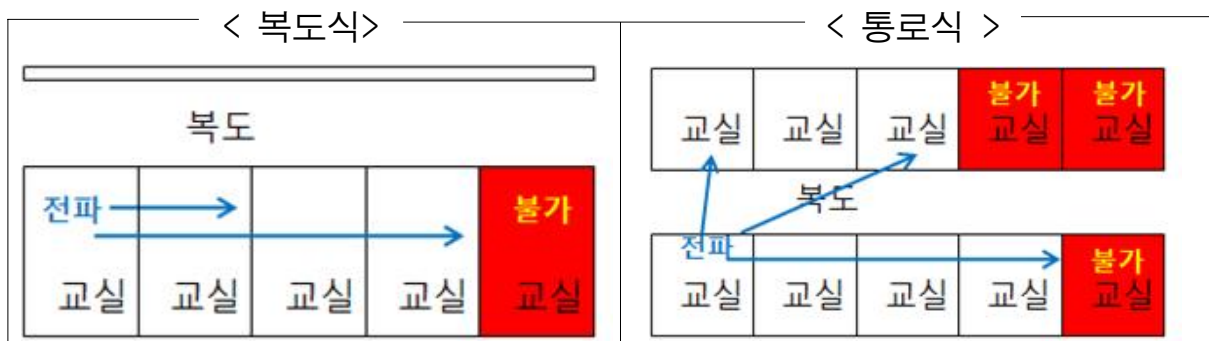


이를 토대로 보청기용 무선마이크의 주파수 소요량을 예측한 결과로는 복도식 교실에서는 9파가 소요되고 통로식은 18파가 소요되는 것을 예측할 수 있었다.



[그림 3-7] 교실유형별 주파수 소요량 예측 결과

실제 종로구에 위치한 농아학교에서 보청기용 무선마이크를 이용한 전파 도달거리를 실측한 결과, 복도식 교실에서 무선마이크의 전파는 4칸 이격시 도달이 불가하고 1층씩 이격시 전파도달거리 1칸씩 감소되는 것을 확인할 수 있었다. 통로식 교실에서 무선마이크의 전파는 4칸 이격되고 맞은편복도 3칸 이격시 도달이 불가하고 1층씩 이격시 전파도달거리 1칸씩 감소되는 것을 확인할 수 있었다.



[그림 3-8] 교실유형별 전파도달거리 측정결과

이를 토대로 보청기용 무선마이크가 전체 학교건물에서 사용하여야 하는 주파수 소요량의 적정량을 산정할 수 있었다. 그 결과, 복도식 교실 구조는 무선마이크 전파가 도달하는 교실이 10개이므로 주파수 재활용을 감안하여 10개 주파수(0.5MHz폭)가 소요되고, 통로식 교실 구조에서 무선마이크 전파가 도달하는 교실은 16개이므로 주파수 재활용을 감안하여 16파(0.8MHz폭) 소요

되는 것을 확인할 수 있었다. 이는 다음의 공식으로 표현할 수 있다.

$$\therefore \text{통로식 교실의 소요량} = \sum_{1\text{층}}^{n\text{층}} (\text{복도식 소요량} \times 2 - 1)$$

세부적으로 복도식 교실 전파도달거리 조사결과, 교실4-1에서 무선마이크 사용시 4층은 4칸 이격된 교과실부터, 3층은 3칸 이격, 2층은 교무실 우측부터 수신이 불가능한 것을 확인하였다.

• 수선별가

4층	계단				복도			계단		
	화장실	4-1 (전파사용)	5-1	6-1	교사연구실	교과실	자료실	방과후교실		
3층	계단				복도			계단		
	화장실	1-1	2-1	3-1	공익대기실	보조원대기실	과학실	컴퓨터실		
2층	계단				복도			계단		
	화장실	자료실	교무실		휴게실	보건실	성고충 상담실	음악실		
1층	계단				복도			계단		
	화장실	조리실습실		예절실	종일반	종일반	학부모 대기실	현관		
지하	계단				복도			계단		
	기계실									

0칸 이격

1칸 이격

2칸 이격

3칸 이격

4칸 이격

6칸 이격

6칸 이격

[그림 3-9] 복도식 교실에서의 전파도달 결과

통로식 교실에서의 전파도달거리 조사결과, 3층 교실 고1-2에서 무선마이크 사용시 4칸 이격된 교실 고2-2부터, 복도 3칸 이격된 계단부터 수신이 불가하다는 것을 확인하였다.



[그림 3-10] 통로식 교실에서의 전파도달 결과

다. 주파수 분배방안

비신고 주파수의 국제조화와 동 무선마이크의 전량 수입을 고려할 때 173.3~174MHz(0.7MHz폭)와 216~217MHz(1MHz폭) 주파수 사용이 바람직한 것으로 검토되었다. 또한 방과후 그룹수업(4파 예비)을 고려하여 건물에 따라 최대 1MHz폭(0.8MHz+0.2MHz)이 필요한 것으로 판단되었다. 하지만, 우리나라 주파수 분배표에 음성 및 음향신호전송용으로 이미 용도분배되어 주파수 분배표의 수정은 불필요한 것으로 판단된다.

[표 3-2] 주파수 분배표 검토의견

주파수대별 분배	용 도 등	검토의견
162.05-174 고정 이동	특정소출력(데이터전송용, 음성 및 음향신호전송용) K37B K37D	특정소출력(음성 및 음향신호전송용)으로 이미 용도분배되어 있음
5.227A		
216-223 고정 이동	특정소출력(데이터전송용, 음성 및 음향신호전송용)	특정소출력(음성 및 음향신호전송용)으로 이미 용도분배되어 있음

국내 주파수 분배표 주석(K37D)에 해당 주파수를 추가하고 무선설비규칙에 기존 무전기와 간섭을 최소화하기 위한 공간적 공유 조건을 추가할 필요가 있다. 173.3~174, 216~216.375MHz는 옥내사용으로 장소를 제한하고 216.375~217MHz는 옥내·외 조건없이 사용이 가능할 것이다.

공간적 공유 조건을 설정하기 위한 사항을 검토한 결과, 일부 주파수만에 공유 조건을 부가할 경우, 전파 전문가가 아닌 일반 사용자가 특정 주파수 사용을 제한하여야 하므로 사실상 적용이 불가하다. 또한 해당 채널을 제한 하더라도 보청기 업체에 따라 운용 채널 명칭이 달라 공통의 조건을 부여 하기는 어려운 것으로 확인되었다. 따라서 학교 차원의 관리가 아닌 일반인이 관리할 경우를 감안하여 학교수업에 방해되지 않도록 하는 최소한 대비가 필요한 것으로 보인다.

무선마이크와 보청기 수신기가 고가의 장비로 개인이 별도 구매가 어려우므로 국내 시장규모도 제한적이므로 활성화 이후 야외사용이 적합하다는 외부 전문가의 의견을 반영하여 다음과 같은 공유 조건을 마련하였다.

173.300~174.000MHz, 216.000~217.000MHz는 보청기 전용으로 사용하는 기기에 한하며 기기 본체 또는 사용자 설명서에 “이 기기는 옥내 이용을 목적으로 합니다.” 문구를 명시할 것

4. 국내 기술기준 현황에 따른 개선(안)

173.3~174MHz와 216~217MHz의 주파수를 사용하는 보청기 전용 무선마이크를 신설하기 위해 주파수 분배표, 무선설비규칙 그리고 신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선기기 고시를 개정하는 개선(안)을 마련하였다.

가. 주파수 분배표 개정(안)

우리나라 주파수 분배표는 음성 및 음향신호전송용으로 분배되어 있어 별도 수정은 필요하지 않고 국내 주석 수정만으로 가능한 것으로 판단된다.

◎ 방송통신위원회고시 제2012-xx호

「전파법」 제45조(기술기준), 제58조(산업·과학·의료용 전파응용설비 등)에 따라 대한민국 주파수 분배표(방송통신위원회고시 제2012-xx호, 2012.xx. xx) 일부를 다음과 같이 개정하여 고시합니다.

2012년 xx월 xx일
방송통신위원회위원장

대한민국 주파수 분배표 일부개정(안)

대한민국 주파수 분배표 일부를 다음과 같이 개정한다.

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, 173.300 ~ 174.000 MHz, 216.000 ~ 217.000 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 ~ 752MHz의 주파수대역은 2012년 12월 31일까지(형식등록 종료는 2010년 12월 31일까지)만 사용을 허용한다.

나. 무선설비규칙 개정(안)

무선설비규칙 제98조제4항1호를 다음과 같이 개정한다.

1. 용도, 주파수, 실효복사전력, 점유주파수대폭

용도구분	주파수(MHz)	전파형식	실효복사전력	점유주파수대폭
무선호출	219.150 219.175 219.200 219.225	F3E G3E	10mW 이하	16kHz 이하
무선마이크 및 음향신호전송용	72.610~73.910 74.000~74.800 75.620~75.790 173.020~173.280 <u>173.300~174.000^{주)}</u> <u>216.000~217.000^{주)}</u> 217.250~220.110 223.000~225.000 740.000~752.000 925.000~932.000	F3E G3E F2E G2E F7W G7W F8W G8W F9W G9W		(1) 주파수가 100MHz 이하의 경우 : 60kHz 이하 (2) 주파수가 100MHz 초과의 경우 : 200kHz 이하

주) 173.300~174.00MHz, 216.000~217.000MHz는 보청기용으로 사용하는 기기에 한하며 기기 본체 또는 사용자 설명서에 “이 기기는 옥내 이용을 목적으로 합니다.” 문구를 명시할 것

다. 신고하지 아니하는 무선기기 개정(안)

제4조제4항을 다음과 같이 개정한다.

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

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	
<u>173.300~174.000, 216.000~217.000</u>	<u>10mW 이하</u>	<u>옥내 사용에 한함</u>

제2절 광대역 무선랜

1. 개요

차세대 무선통신의 기술적인 로드맵을 선도하고 있는 ITU-R WP8F의 IMT- Advanced에서 '보행시 1Gbps 무선전송기술을'10년까지 제공'을 요구하였다.

무선랜 규격은 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n 등으로 세분되어 있으며 최근 버전인 802.11n이 최대 600Mbps까지만 지원 가능하다.

수요가 급증하는 초고화질 영상전송 지원이 불가능함에 따라 Gbps 이상을 지원하는 차세대 무선랜의 새로운 기술에 대해 논의가 진행되었다.

※ 초고화질 영상을 압축하지 않고 전송하려면 1Gbps 이상의 속도 필요

[표 3-3] 무선랜 주요 표준 규격

구 분	IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers) 표준규격					
	802.11	a	b	g	n	ac
승인연도	97년	99.10월	99.10월	' 03.1월	' 09.1월	' 12.5(D3)
주파수대역	2.4GHz	5GHz	2.4GHz	2.4GHz	2.4GHz, 5GHz	5GHz
유효전송속도		54Mbps	5Mbps	54Mbps	180Mbps	1Gbps
최고전송속도	2Mbps	54Mbps	11Mbps	54Mbps	300Mbps	1Gbps
커버리지		35m	100m	100m	210~300m	1km
		OFDM	CCK	OFDM	MIMO-OFDM	

무선랜 기술에 대한 시장수요의 급격한 증가와 더불어, 전 세계적으로 그 성능을 향상시키기 위한 많은 연구와 논의 진행 중이다.

본 5GHz 광대역 무선랜 기술기준 연구반은 차세대 무선랜 표준 도입을 통한 새로운 기술수용 으로 무선랜 관련 산업 활성화를 유도하고, 나아가 국내 산업체의 신제품들이 국제동향에도 부합할 수 있도록 관련 기술기준과 형식검정 및 형식등록 처리방법에 대한 개정안을 마련 필요하다.

또한, 국내 5GHz 주파수의 국제적인 조화를 위해 무선랜 관련 ITU 권고안 논의를 통해 국내 무선랜 주파수 이용활성화 및 재배치를 통한 선진 주파수

이용정책을 수립하기 위함이다.

2. 무선랜 기술

비면허대역인 ISM밴드에서의 근거리무선통신을 위한 기술로 개발되기 시작한 IEEE 802.11 기술은 1997년 1Mbps 및 2Mbps의 전송 속도를 지원하는 2.4GHz 대역의 전송기술로 세상에 처음 선보였다.

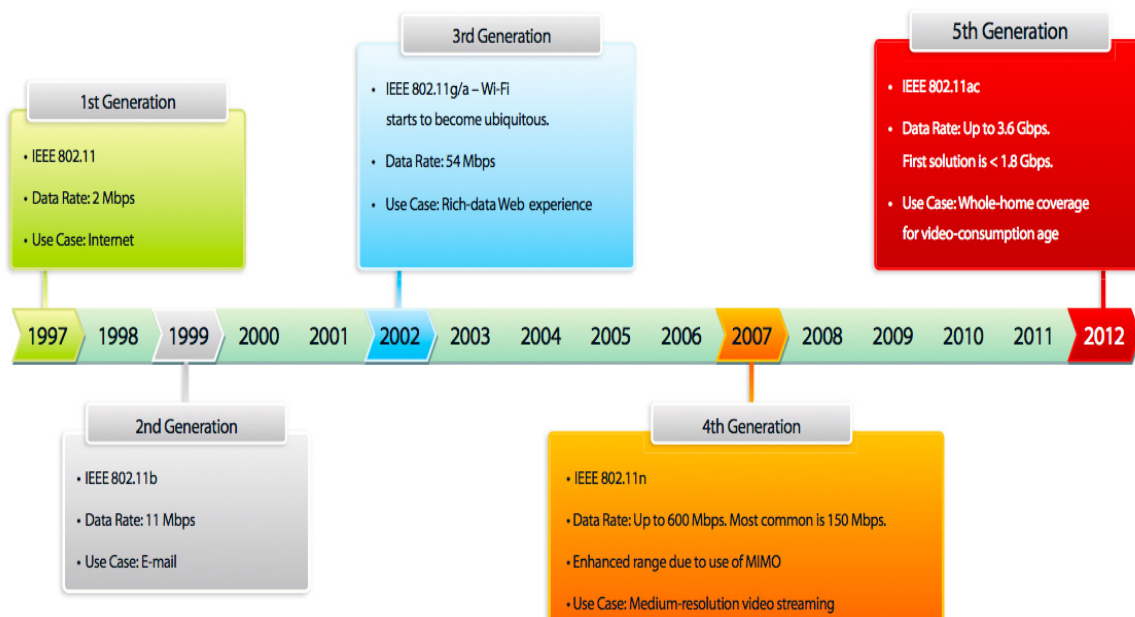
기존의 DSSS(Direct Sequence Spread Spectrum) 방식을 개선하여 전송 속도를 11Mbps까지 높인 IEEE 802.11b 표준이 탄생하였다. (1999년)

2.4GHz 대역과 5GHz 대역에서 OFDM을 사용하여 54Mbps까지 전송 속도를 제공하는 IEEE 802.11a 및 802.11g 표준이 완료되었다. (2002)

시장에 출시된 다양한 WLAN장비의 상호 호완성을 검증하고 인증해 주는 Wi-Fi Alliance(WFA)가 출범하였다.

MIMO-OFDM 기술로 최대 전송속도 600Mbps를 제공하는 IEEE 802.11n 표준이 완료되었다. (2007)

미국 애플사의 iPhone 출시를 계기로 와이파이 시장의 고속 성장은 고품질의 데이터 서비스를 요구하게 되었고 다양한 멀티미디어 서비스를 확산으로 인해 IEEE 802.11n 보다 더 빠른 무선 전송 기술인 Gbps급의 차세대 무선전송 표준인 IEEE 802.11ac가 표준화 완료 단계에 있다. (2012년 현재)



[그림 3-11] IEEE 802.11 무선전송 표준화 및 핵심 기술

가. 기존 무선랜(IEEE 802.11a~n)

지금까지 세대에 따른 WLAN 무선 전송 기술 표준 각각의 특성들을 간단히 살펴보면 다음과 같다.

[표 3-4] IEEE 802.11 세대에 따른 대표특성 비교

표준	발표	주파수대 (GHz)	대역폭 (MHz)	안테나 스트림별 전송속도 (Mb/s)	MIMO 스트림	Modulation	실내(m)	실외(m)
11	Jun 1997	2.4	20	1, 2	1	DSSS, FHSS	20	100
11a	Sep 1999	5	20	6~54	1	OFDM	35	120
		3.7 +					-	5000
11b	Sep 1999	2.4	20	5.5, 11	1	DSSS	35	140
11g	Jun 2003	2.4	20	6~54	1	OFDM, DSSS	38	140
11n	Oct 2009	2.4/5	20	7.2~72.2	4	OFDM	70	250
			40	15~150			70	250
11ac (draft)	Nov. 2011	5	20	up to 87.6	8	OFDM		
			40	up to 200				
			80	up to 433.3				
			160	up to 866.7				

아울러, 표준화가 완료되거나 표준화가 진행중인 802.11 표준들을 요약하면 다음 표와 같다.

[표 3-5] IEEE 802.11 종류별 표준화 상태 및 핵심 내용

표준명	표준화 상태	표준 내용
802.11e	완료 (2005)	QoS를 향상시키고 관리하기 위한 MAC 확장으로 EDCA, HCCA, packet bursting 등의 내용을 포함
802.11h	완료 (2004)	유럽 5GHz Band를 위한 Spectrum 및 Transmit Power Management 확장으로 Dynamic Frequency Selection, Transmit Power Control 등의 내용 포함
802.11i	완료 (2004)	802.11을 위한 보안 확장으로 사용자 인증, 암호화 키 생성 및 관리, 무선 구간 암호화 알고리즘 등을 포함
802.11k	완료 (2008)	Radio Resource 관리를 위한 표준으로 무선랜 관리와 유지보수를 위한 radio 및 network 정보를 정의
802.11p	완료 (2010)	Vehicular Environment를 위한 Wireless Access를 정의한 표준(WAVE)
802.11r	완료	Real Time 서비스를 위한 빠르고 안전한 BSS 간의 handoff를 정의

	(2008)	한 표준
802.11s	완료 (2011)	802.11에서의 mesh networking을 위한 확장을 정의한 표준
802.11u	완료 (2011)	external network와의 interworking을 향상시키기 위한 확장으로 STA의 network discovery 및 selection을 도와주는 규격을 포함
802.11v	완료 (2011)	802.11 무선 네트워크 관리를 위한 규격으로 BSS transition 관리, channel usage 정보, colocated interference reporting, diagnostic 정보, flexible/directed multicast, extended sleep mode 등을 포함
802.11w	완료 (2009)	management frame 보호를 위한 보안 확장 규격
802.11y	완료 (2008)	미국 3650 ~ 3700 MHz 밴드에서의 high powered Wi-Fi 장비 운용을 위한 규격
802.11z	완료 (2010)	DLS (Direct Link Setup)을 위한 확장 규격
802.11aa	완료 (2012)	802.11에서의 robust한 오디오/비디오 스트림 전송을 위한 규격
802.11ad	진행중	1 Gbps 이상의 Very High Throughput을 60 GHz밴드에서 제공하기 위한 규격
802.11ae	완료 (2012)	Management Frame Prioritization을 위한 규격

나. 응용 무선랜 표준

1) IEEE 802.11ah (스마트그리드 및 오프로딩)

IEEE 802.11ah는 일반적으로 1GHz 이하 비면허 주파수 대역을 사용하는 무선랜을 말한다. 위 주파수대역의 특성과 송신전력에 대한 법적 규제를 고려하였을 때, 셀룰러 이동통신 망의 셀 커버리지와 대등한 수준인 대략 1km 정도의 커버리지를 제공할 수 있다. 2.4GHz 또는 5GHz대역을 사용하는 기존의 IEEE 802.11/a/b/g/n/ac 무선랜의 커버리지는 수십미터가 일반적이므로, 커버리지 측면에서 매우 확장되었음을 알 수 있다. 주요 서비스분야는 Wi-Fi를 이용하는 Smart Grid, sensor network이나 machine-to-machine 통신, cellular off-loading 및 광역 무선랜 서비스 등이다.

IEEE 802.11ah 무선랜을 위해 고려중인 주파수로는 863-868.6 MHz (유럽), 915.9 -928.1 MHz (일본), 755-787 MHz (중국), 917- 923.5 MHz (한국, 무선랜 용도로 아직 풀리지는 않았으나 수년 내 할당을 기대함), 866-869 MHz, 920-925 MHz (싱가폴), 그리고 902-928 MHz (미국) 등이

있다.

IEEE 802.11ah 표준화는 2011년 가을에 정식 태스크 그룹이 결성되어, 현재 Draft의 골격초안에 해당하는 Spec. Framework 공식문서를 작성하고 있는 단계이며, 2012년 11월에는 이를 정식 승인하고, 2013년 상반기에 D1.0을 기반으로 한 first letter ballot이 시행될 예정으로 있다.

2) IEEE 802.11af (TV White Space)

IEEE 802.11ah는 일반적으로 TV 유휴대역(TVWS)를 활용하는 무선랜을 말한다.

한국과 미국에서는 54~698MHz에 해당하는 밴드가 해당된다. TV 채널 번호로는 CH2~CH51에 해당하는 대역이다. 한국은 54MHz ~ 806MHz까지 현재 DTV 및 아날로그 TV가 현재 사용하고 있으나, 아날로그방송 종료 후에는 54MHz~698MHz까지만 DTV가 사용하고, 아직 논란 중에 있는 698MHz~806MHz은 추후에 사용용도를 결정할 예정으로 있다. 미국도 비슷한 상황으로서, 54MHz~698MHz까지 DTV가 사용하고 있고, 698MHz ~ 806MHz은 상업 및 공공안전용으로 이미 다 배치가 끝난 상태이다.

예상되는 응용 서비스는 IEEE 802.11ah와 비슷하여 광역 Wi-Fi 서비스, cellular off-loading, smart grid를 포함하는 machine type communication, Wi-Fi backhaul 등이 있다.

IEEE 802.11af의 표준화는 2011년 1월에 Draft 1.0이 승인된 이후에, 그동안 규격 scope에서 제외했었던 구체적인 PHY 사양에 대한 논의가 점화되어 2012년 5월에 802.11ac의 40MHz 모드를 7.5배 Down-clocking한 5.33MHz의 샘플링 클락을 쓰는 모드로 최종 결정되었으며 PHY preamble 구조도 정해졌다.

2012년 7월에 D2.0이 비로소 통과되었으며 Initial Sponsor Ballot은 2013년 상반기로 예상되고 있다.

3) IEEE 802.11ai (고속 인증 서비스)

IEEE 802.11ai (Fast Initial Link Setup Task Group)는 802.11 STA 들의 신속한 초기 링크 설정을 가능하게 하기 위한 802.11 MAC 기술로서, 2010년 5월 베이징 회의에서 FIA Study Group 첫 회의가 열렸으며, 2010년 12월 PAR가 승인되어 2011년 1월 L.A. 회의부터 Task Group (TGai)으로 전환되어 표준화 진행 중이다.

Use case scenario 문서, TGai requirement 문서, Process for creating Draft 문서 등이 2011년 5월 승인되었고, Evaluation Methodology 문서가 2011년 7월 승인되었으며, 현재 11ai 규격의 골격에 해당하는 기본 기능을 명세화하는 Specification Framework 문서 작업이 진행 중이다.

2012년 9월 회의부터는 Draft Text Proposal에 대한 논의가 시작되며, 2013년 1월 첫 번째 Letter Ballot이 실시될 예정이다.

TGai는 AP 및 Network Discovery, 인증 및 association, Higher Layer setup 등의 초기 링크 설정 각 단계에서 소요되는 시간을 줄이는 방법에 대한 표준화 논의를 진행하고 있다.

802.11ai는 소프트웨어 업그레이드 등으로 무선 랜 제품에 손쉽게 적용이 가능한 기술로 향후 표준 개발이 완료된 후 산업체에서 채택될 가능성이 높을 것이다.

다. 광대역 무선랜(IEEE 802.11ac) 기술

1) IEEE802.11ac 표준화

근거리 무선 환경에서의 다양한 멀티미디어 서비스 요구가 지속적으로 증가하면서무선랜 서비스에 대한 규격이 10여 년 전부터 논의되기 시작하여 오늘날에 이르고 있다. 최근에는 최대 600Mbps까지 지원 가능한IEEE 802.11n 기반의 무선랜 제품이 시장에 퍼지고 있으며, 2009년 9월 IEEE에서

802.11n 규격이 최종 승인됨으로써 11n 기반의 무선랜 보급이 더욱 본격화 될리라고 전망되고 있다.

하지만 초고화질의 영상을 압축하지 않고 전송하려면 Gbps 이상의 전송 속도가 필요하며, 802.11n의 성능이 이에 미치지 못함에 따라 IEEE에서는 차세대 무선전송 방식인 VHT(Very High Throughput) 무선 전송 기술 표준을 개발하기 위해 2008년 11월에 IEEE 802.11ac 그룹을 형성하고 표준화 활동을 진행하였다. IEEE 802.11ac는 802.11n의 뒤를 이은 차세대 무선랜 규격으로 다중 사용자 동시 접속 및 Gbps 급 이상의 고성능 지원에 초점을 맞추고 있으며, 블루레이 및 압축되지 않은 초고화질 비디오 서비스를 실시간으로 제공할 수 있게 된다. 최근 와이파이를 채용한 스마트폰에 대한 수요가 폭발적으로 증가하고 있으며, 2012년 중에 시범제품이 출시될 것으로 전망되는 802.11ac는 차세대 스마트폰을 위한 핵심 기술이라고 할 수 있다.

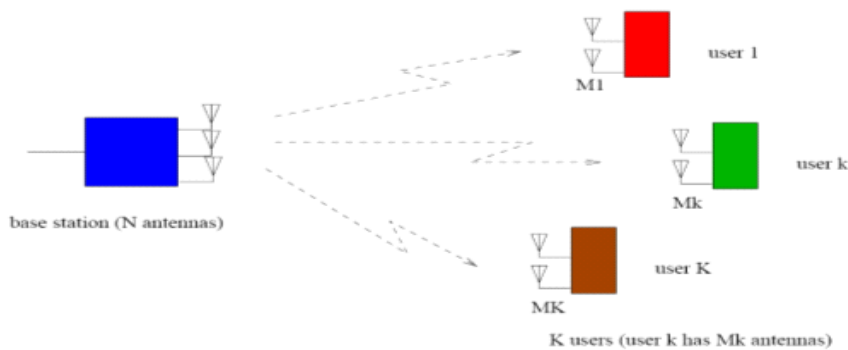
IEEE 802.11ac 표준화는 2007년 5월 IEEE 802.11 Plenary 회의에서 여러 회사들의 발의로 post-802.11n 시대를 대비하기 위한 차세대 무선랜 규격인 VHT에 대한 논의가 시작됨으로써 태동하였다. 이에 따라 802.11 산하에 VHT SG(Very High Throughput Study Group)을 구성하고 Gbps 이상의 무선랜 서비스를 위한 각종 기술 및 제반 사항들을 논의하기 시작하였다. VHT Study Group에서 논의된 주요 사항으로는, VHT는 802.11n 대비 2배 이상의 MAC 상위계층 전송 속도인 1Gbps 이상을 지원하여 압축되지 않은 HD 동영상의 전송을 가능하게 하며, 802.11n와 비교할 때 개선된 커버리지와 전력 소모 감소 기능을 갖는 것을 주요 목표로 해야 한다는 것이다.

아울러 기존 무선랜 사양들에 대한 backward compatibility를 지원하도록 해야 한다는 것도 주요 사항으로 논의되었다. VHT Study Group의 논의에 있어서 주요한 특징으로는 기존에 802.11n이 사용하는 5GHz 대역의 주파수 자원의 포화 가능성으로 인하여 기존에 PAN 서비스에 사용되었던 60GHz 대역이 VHT 서비스를 위한 또 하나의 가능한 주파수 자원으로 제시되었다는 것이다. 따라서, VHT 규격에 대한 논의는 5 GHz 대역을 사용하는 VHTL6와 60GHz 대역을 사용하는 VHT60로 이원화되어 2008년부터는

논의가 독립적으로 진행되고 있으며, 이중 VHTL6는 2008년 11월부터 정식 TG로 전환되어 802.11ac라는 이름으로 본격적인 표준화를 시작하였다.

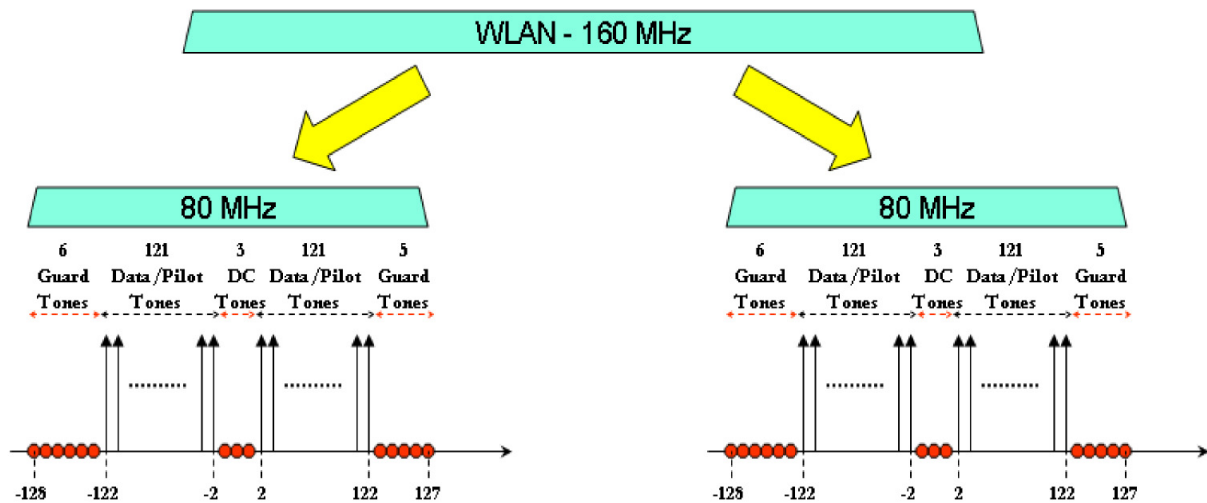
IEEE 802.11ac는 무선 전송속도를 Gbps 이상으로 제고하기 위하여 사용 대역폭의 대폭 확장 및 다수 사용자 동시접속 (Multi-user MIMO) 기술 등을 새로이 도입하였다.

Multi-user MIMO는 5GHz 대역에서 1Gbps 이상의 서비스를 지원하기 위하여 중요하게 활용되는 요소기술이다. 이는 그림 2에서 보듯이 하나의 AP가 여러 개의 STA에 대하여 안테나 전송을 달리하는 방식으로, beam forming 기술의 본격적인 확장 적용이 요청된다. IEEE 802.11ac에서는 AP에서 전송하는 Downlink Multi-user MIMO만을 규격에서 정식 승인하였다.



[그림 3-12] Multi-user MIMO 기술

40MHz 대역폭까지밖에 사용할 수 없던 IEEE 802.11n에 비하여, IEEE 802.11ac에서는 주파수 대역폭을 최대 4배까지 확장시켜 데이터 용량과 전송속도를 증가시킨다. 아울러, 그림 3에서 보듯이 기존의 연접 전송 뿐만 아니라, 비연접 전송까지 160MHz 대역폭 전송의 경우에 허용함으로써, 무선랜 주파수 밴드의 Radar 등의 간섭신호에 대한 회피 우회 전송이 가능하게 하였다.



[그림 3-13] IEEE 802.11ac의 연접 및 비연접 전송

아울러, 무선랜 망 내의 동종 및 이종 간섭신호의 주파수 선별적인 교란에 적응적으로 대비하기 위하여 Dynamic Bandwidth Operation의 기능을 IEEE 802.11ac에서 새로이 도입하였으며, 무선랜 망의 네트워크 용량을 증대하기 위하여 특정 주파수 채널의 점유여부를 판정하는 CCA 판정기준을 주파수 대역폭에 따라 가변적으로 다양하게 설정하는 기능 역시 추가하였다.

한편, 802.11ac 표준화에서는 1Gbps 이상의 전송 속도를 지원하기 위해서 필요한 80MHz/160MHz의 주파수 대역을 제공하기 용이하게 하기 위하여 기존 무선랜 중 2.4GHz를 사용하는 802.11b, 802.11g와의 호환성을 포기하였다.

현재, IEEE 802.11ac는 Draft 3.0 규격이 2012년 5월 회의에서 승인되었으며, 본 규격 버전을 기반으로 Wi-Fi Alliance 등의 산업체 협의체에서 기기간 호환규격을 추가로 정의해나갈 예정이다. 이에 따라, IEEE 802.11ac를 적용한 무선랜 장비 및 기기가 2012년 내에 시장에서 본격적으로 등장할 것으로 보이며, 이미 지난 2012년 연초 미국 라스베이거스에서 열린 CES'2012에서는 IEEE 802.11ac 기술을 적용하여 최대 1.3 Gbps까지 전송할 수 있는 시범제품이 시연된 바 있다. 향후 2-3년 내에 IEEE 802.11ac 제품은 전 세계 시장에서 기존 IEEE 802.11n 주력 제품들을 압도적으로 대체해나갈 것으로 전망되고 있다.

한편, IEEE 802.11ac에서는 기존의 IEEE 802.11 무선랜 표준화에서와 달리 한국회사들이 두드러진 활동으로 표준화를 주도하고 있다. 글로벌 핵심 alliance의 8개 사 가운데 3개 한국회사 (삼성전자/LG전자/ETRI)가 주축 멤버로 활동하고 있으며, IEEE 802.11ac 산하 PHY 및 MAC ad-hoc을 한국인들이 의장을 맡아 활발히 활동하고 있다.

2) IEEE802.11ac 규격 PHY 기술

IEEE 802.11 TGn은 MIMO 기술을 적용하여 40MHz 대역에서 4개의 스트림을 전송하는 경우에 PHY단에서 최대 600Mbps의 전송 속도를 갖는다. 최근에 초고화질 영상 전송등을 포함한 고속 전송 속도 지원의 필요성이 증대되고 있음에 따라서 TGn에서 제공하는 전송속도 이상이 요구되고 있다. 전송 속도 증대 및 전송 효율 증대를 위하여 IEEE 802.11 TGac에서는 다음의 기술을 적용하고 있다.

전송 속도를 증가시키기 위하여 다음과 같은 기술을 고려하고 있다.

- 가) 대역폭 증가: 20/40MHz (TGn) => 20/40/80/160, 80+80 (TGac)
- 나) 전송 스트림 수 증가: 4 스트림 (TGn) => 8 스트림 (TGac)
- 다) High order modulation: 64QAM 5/6 (TGn) => 256QAM 5/6 (TGac)

이러한 전송 속도를 증대시키기 위한 기술을 적용한 경우의 전송 속도는 다음과 같다.

가) TGn

- . 130Mbps: 20MHz, 2 스트림, 800ns GI, 64QAM 5/6
- . 600Mbps: 40MHz, 4 스트림, 400ns GI, 64QAM 5/6

나) TGac

- . 1170Mbps: 80MHz, 4 스트림, 800ns GI, 64QAM 5/6
- . 6933Mbps: 160MHz, 8 스트림, 400ns GI, 256QAM 5/6

아울러, 전송 효율을 증대시키기 위해서는 다음의 기술을 고려하고 있다.

가) Multi-user MIMO

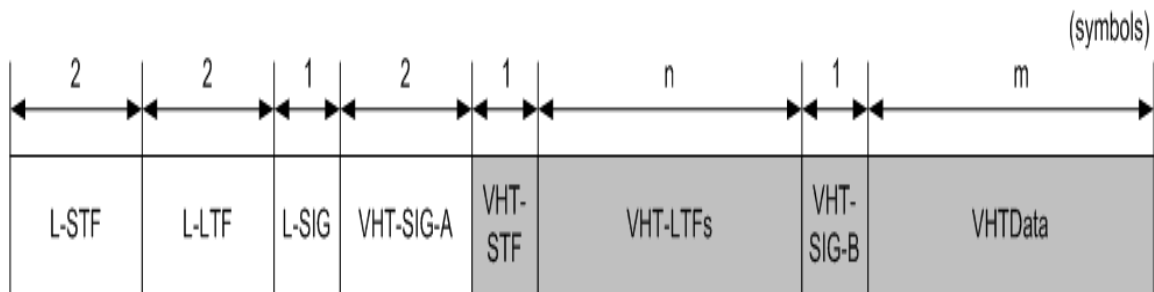
위의 기술을 적용하기 위하여 IEEE 802.11 TGac는 다음의 시스템 요구사항을 갖는다.

가) 대역폭: 5GHz

나) 듀플렉싱: TDD (Time Division Duplexing)

다) VHT mixed format (MF) preamble은 11a/n device를 지원

- HT MF preamble과 동일한 형태로 전송하여 legacy 11a 디바이스를 지원
- HT MF preamble과 동일한 형태로 전송하여 legacy 11n 디바이스를 지원
- 11a, HT MF, HT GF, VHT preamble을 auto detect할 수 있어야 함.
- HT MF preamble보다 더 넓은 채널을 지원해야 함.
- DL MU-MIMO를 지원해야 함.
- VHT-SIG field를 포함해야 함.
- VHT-SIG 필드에는 HT-SIG에 비하여 더 넓은 대역폭과 더 높은 MCS와 더 많은 Spatial stream을 지원할 수 있는 정보를 포함해야 함.



[그림 3-14] VHT PPDU 포맷

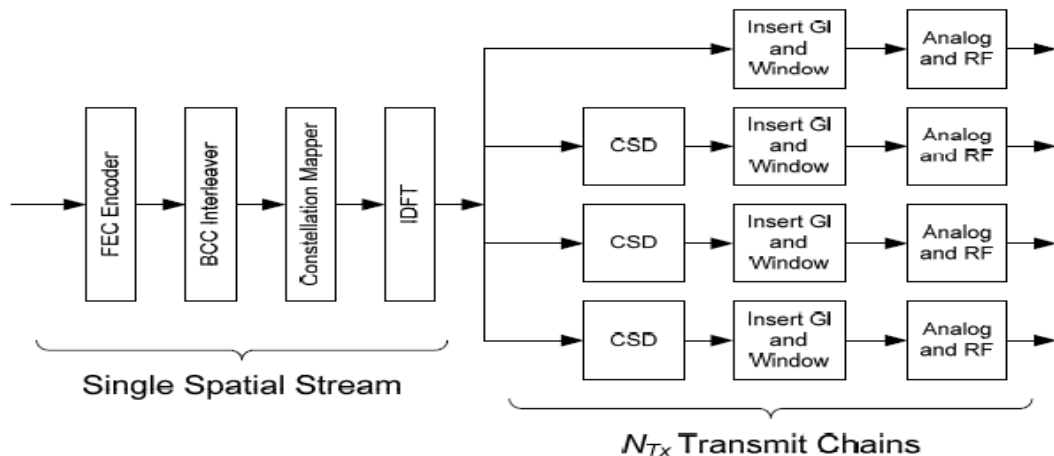
TGac의 VHT PPDU 포맷은 그림 4와 같다. 여기에서 화살표 위의 숫자는 해당 신호의 길이를 심볼 단위로 표현한 것으로서, n은 사용 스트림 개수에 따라 가변적인 VHT-LTFs 심볼 수를 의미하며, m은 VHTData의 심볼 수를 나타낸다.

11a/n과의 backward compatibility를 위하여 L-STF, L-LTF, L-SIG가 있으며, VHT STA들의 common 정보 전송을 위하여 VHT-SIG-A를 포함하고 있다. Precoding되어 각 STA으로 전송되는 VHT field에는 VHT-STF, VHT-LTF, VHT-SIG-B, VHT Data가 있다.

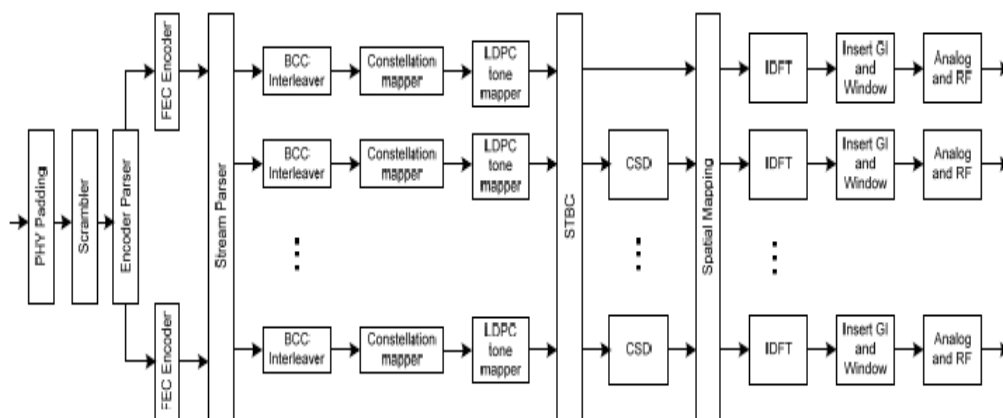
SU-MIMO와 MU-MIMO를 지원하기 위한 파라미터는 다음과 같다.

[표 3-6] MIMO 관련 요구 사항

파라미터		값
대역폭 (MHz)		20/40/80/160
SU-MIMO	최대 전송 스트림 수	8
MU-MIMO (Downlink만 적용)	AP 최대 전송 스트림 수	8
	최대 동시 전송 STA 수	4
	STA당 최대 전송 스트림 수	4



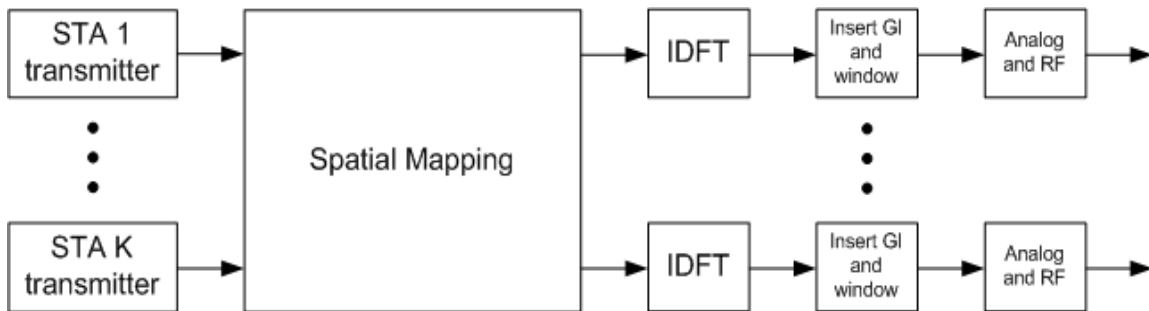
[그림 3-15] L-SIG와 VHT-SIG-A의 전송 블록 다이어그램



[그림 3-16] SU-MIMO에서 데이터 필드 전송 블록 다이어그램

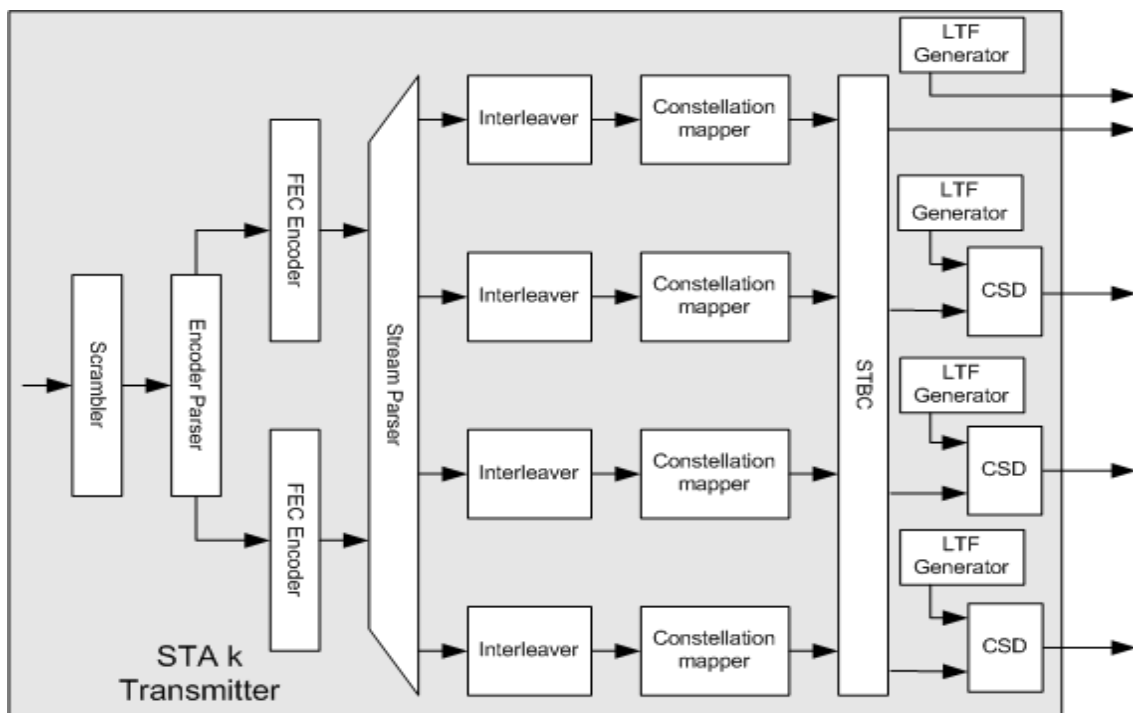
TGn 전송 블록 다이어그램은 legacy 필드의 전송을 위한 구조와 VHT 필드의 전송을 위한 구조로 구분할 수 있다.

MU-MIMO를 전송하기 위한 블록 다이어그램은 다음과 같다.



[그림 3-17] MU-MIMO를 전송하기 위한 블록 다이어그램

여기서 STA k transmitter는 다음과 같다.



[그림 3-18] STA k를 전송하기 위한 블록 다이어그램

각 대역폭 별로 유효 부반송파는 다음과 같다.

[표 3-7] 각 대역폭 별 유효 부반송파 수

Field	20MHz	40MHz	80MHz	160MHz
L-STF	12	24	48	96
L-LTF	52	104	208	416
L-SIG	52	104	208	416
VHT-SIG-A	52	104	208	416
VHT-STF	12	24	48	96
VHT-LTF	56	114	242	484
VHT-SIG-B	56	114	242	484
VHT-Data	56	114	242	484

PAPR을 감소시키기 위하여 20MHz단위로 위상을 변경시킬 수 있으며, 각 대역폭에 따른 위상 값은 다음과 같다.

- 20MHz에서 phase rotation

$$Y_{k,20} = 1$$

- 40MHz에서 phase rotation

$$Y_{k,40} = \begin{cases} 1 & , \quad k < 0 \\ j & , \quad k \geq 0. \end{cases}$$

- 80MHz에서 phase rotation

$$Y_{k,80} = \begin{cases} 1 & , \quad k < -64 \\ -1 & , \quad k \geq -64. \end{cases}$$

- 160MHz에서 phase rotation

$$Y_{k,160} = \begin{cases} 1 & , \quad k < -192 \\ -1 & , \quad -192 \leq k < 0 \\ 1 & , \quad 0 \leq k < 64 \\ -1 & , \quad 64 \leq k. \end{cases}$$

VHT format preamble에서 Non-VHT portion의 CSD(Cyclic Shift Delay)는 다음과 같다.

[표 3-8] VHT format preamble에서 Non-VHT portion의 CSD 값

$T_{CS}^{i_{TX}}$ values for L-STF, L-LTF, L-SIG and VHT-SIG-A portions of the packet								
Total number of transmit antennas (N_{TX})	Cyclic shift for transmit antenna i_{TX} (in units of ns)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	-	-	-	-	-	-	-
2	0	-200	-	-	-	-	-	-
3	0	-100	-200	-	-	-	-	-
4	0	-50	-100	-150	-	-	-	-
5	0	-175	-25	-50	-75	-	-	-
6	0	-200	-25	-150	-175	-125	-	-
7	0	-200	-150	-25	-175	-75	-50	-
8	0	-175	-150	-150	-25	-100	-50	-200

L-STF는 동기, 이득제어, 주파수 오프셋 추정등에 이용되며 20MHz와 40MHz의 시퀀스는 11n과 동일하며, 80MHz를 위한 시퀀스는 다음과 같다.

$$S_{-122,122} = \{S_{-58,58}, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, S_{-58,58}\}$$

160MHz를 위한 시퀀스는 다음과 같다.

$$S_{-250,250} = \{S_{-122,122}, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, S_{-122,122}\}$$

L-LTF 시퀀스는 20MHz와 40MHz의 시퀀스는 11n과 동일하며, 80MHz 시퀀스는 다음과 같다.

$$L_{-122,122} = \{L_{-58,58}, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, L_{-58,58}\}$$

160MHz 시퀀스는 다음과 같다.

$$L_{-250,250} = \{L_{-122,122}, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, L_{-122,122}\}$$

VHT-SIG-A 필드는 11ac detection을 위하여 다음과 같이 1번째 심볼은 BPSK로 전송하고, 2번째 데이터 심볼은 QBPSK로 전송한다.

1번째 심볼로는 11n과 11a/ac를 구분하기 위하여 사용하며, 2번째 심볼로는 11a와 11ac를 구분하기 위하여 사용한다.



[그림 3-19] VHT-SIG-A의 데이터 매핑 방법

VHT format preamble에서 VHT portion의 CSD(Cyclic Shift Delay)는 다음과 같다.

[표 3-9] VHT format preamble에서 VHT portion의 CSD 값

$T_{CS,VHT}(n)$ values for VHT portion of packet								
Total number of space-time streams ($N_{STS,total}$)	Cyclic shift for space-time stream n (ns)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	-	-	-	-	-	-	-
2	0	-400	-	-	-	-	-	-
3	0	-400	-200	-	-	-	-	-
4	0	-400	-200	-600	-	-	-	-
5	0	-400	-200	-600	-350	-	-	-
6	0	-400	-200	-600	-350	-650	-	-
7	0	-400	-200	-600	-350	-650	-100	-
8	0	-400	-200	-600	-350	-650	-100	-750

VHT-LTF 시퀀스는 20MHz, 40MHz에서는 11n의 시퀀스와 동일하며,

80MHz 시퀀스는 다음과 같다.

— —

160MHz에서의 시퀀스는 다음과 같다.

— —

VHT-LTF는 P matrix를 이용하여 매핑하여 전송하며, Space time stream과 전송에 사용되는 VHT-LTF의 수 사이에는 다음과 같은 관계가 존재

$N_{STS,total}$	N_{VHTLTF}
1	1
2	2
3	4
4	4
5	6
6	6
7	8
8	8

매핑 행렬은 4개 space time stream이하는 11n의 매핑 행렬과 동일하며, 5개와 6개의 space time stream을 위한 매핑 행렬은 다음과 같다.

$$P_{6 \times 6} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 & 1 & 1 & -1 \\ 1 & -w^1 & w^2 & w^3 & w^4 & -w^5 \\ 1 & -w^2 & w^4 & w^6 & w^8 & -w^{10} \\ 1 & -w^3 & w^6 & w^9 & w^{12} & -w^{15} \\ 1 & -w^4 & w^8 & w^{12} & w^{16} & -w^{20} \\ 1 & -w^5 & w^{10} & w^{15} & w^{20} & -w^{25} \end{bmatrix}$$

7개와 8개를 위한 space time stream을 위한 매핑 행렬은 다음과 같다.

$$P_{8 \times 8} = \begin{bmatrix} P_{4 \times 4} & P_{4 \times 4} \\ P_{4 \times 4} & -P_{4 \times 4} \end{bmatrix}$$

규격에 정의 되어 있는 MCS는 11n과 달리 256QAM 5/6까지 정의 되어 있다.

[표 3-10] TGac에서 Modulation & Coding rate

MCS	Modulation	Coding Rate
0	BPSK	$\frac{1}{2}$
1	QPSK	$\frac{1}{2}$
2	QPSK	$\frac{3}{4}$
3	16-QAM	$\frac{1}{2}$
4	16-QAM	$\frac{3}{4}$
5	64-QAM	$\frac{2}{3}$
6	64-QAM	$\frac{3}{4}$
7	64-QAM	$\frac{5}{6}$
8	256-QAM	$\frac{3}{4}$
9	256-QAM	$\frac{5}{6}$

3) IEEE802.11ac 규격 MAC 기술

IEEE 802.11 TGac는 초고화질 영상 전송 서비스 지원에 초점을 맞추어 TGn에서 제공하는 600Mbps 이상의 전송 속도 증대 및 전송 효율 증대를 위한 무선 전송 기술의 표준화를 진행하고 있다. IEEE 802.11 TGac에서는 전송 속도를 증가시키기 위하여 TGn에서 규정한 20/40MHz 대역폭의 사용을 20/40/80/160MHz 또는 2개의 80MHz를 사용한 160(80+80)MHz로 증가하였다. 또한 TGn에서 규정한 최대 4개의 전송 스트림 수를 8개 까지 가능하도록 늘렸으며 Modulation 방법도 256QAM에 Code Rate 5/6의 지원 가능성을 열어두었다. IEEE 802.11 TGac는 전송 효율을 증대시키기 위해서는 5GHz 대역에서의 Multi-User MIMO를 기술을 고려하고 있다.

따라서 TGac에서 정의한 기술을 이용하면 전송 속도는 다음과 같이 증가하였다.

o TGn

- 130Mbps: 20MHz, 2 스트림, 800ns GI, 64QAM 5/6
- 600Mbps: 40MHz, 4 스트림, 400ns GI, 64QAM 5/6

o TGac

- 1170Mbps: 80MHz, 4 스트림, 800ns GI, 64QAM 5/6
- 6933Mbps: 160MHz, 8 스트림, 400ns GI, 256QAM 5/6

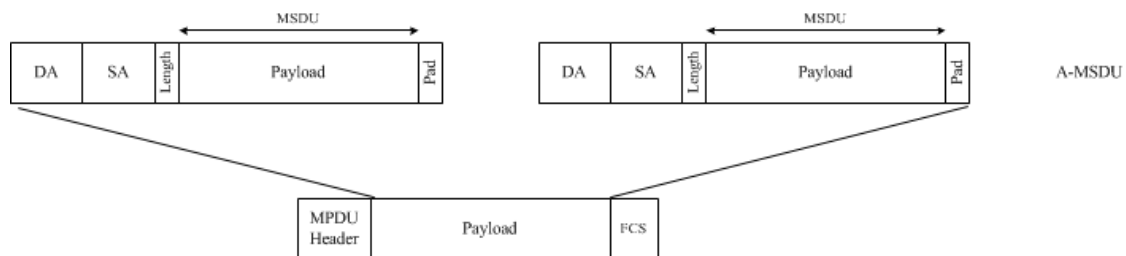
IEEE 802.11 TGac의 Functional Requirements에서 요구하는 System Performance 는 5GHz 대역에서 80MHz의 대역폭을 사용하여 MAC SAP(Service Access Point)에서 측정하였을 때 다음과 같다.

- 최대 Multi-Station aggregated throughput : 1Gbps 이상
- 최대 Single Station throughput : 500Mbps 이상

100Mbps의 High Throughput을 얻기 위하여 IEEE 802.11 TGn은 다음과 같은 throughput enhancement 기술을 적용하였다.

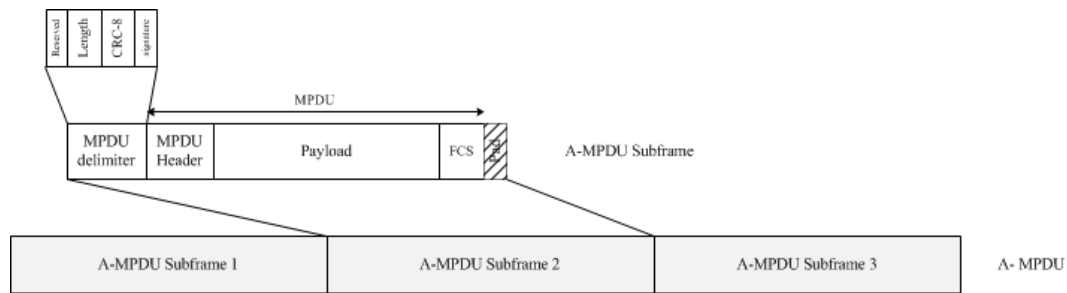
- Aggregate MSDU support
- Aggregate MPDU support
- Varios Block Ack Format support

TGn에서는 동일한 수신자와 동일한 TID를 갖는 데이터를 Aggregate하여 하나의 unicast MPDU로 송신함으로써 효율을 높일 수 있으므로 Aggregate MSDU 방법을 제공한다. TGn의 Aggregate MSDU 포맷은 다음과 같다.



[그림 3-20] Aggregated MSDU 포맷

TGn에서는 MPDU와 MPDU의 송신 사이에 최소로 유지되는 SIFS 간격을 없애 성능 향상을 꾀하는 Aggregate MPDU 방법을 제공한다. TGn의 Aggregate MPDU 포맷은 다음과 같다. 이 때, 11n Aggregate MPDU를 구성하는 마지막 A-MPDU Subframe은 MAC pad를 생략한다.



[그림 3-21] Aggregated MPDU 포맷

IEEE 802.11 TGac는 TGn보다 더 높은 성능을 얻기 위하여 다음과 같은 방안을 제안하고 있다.

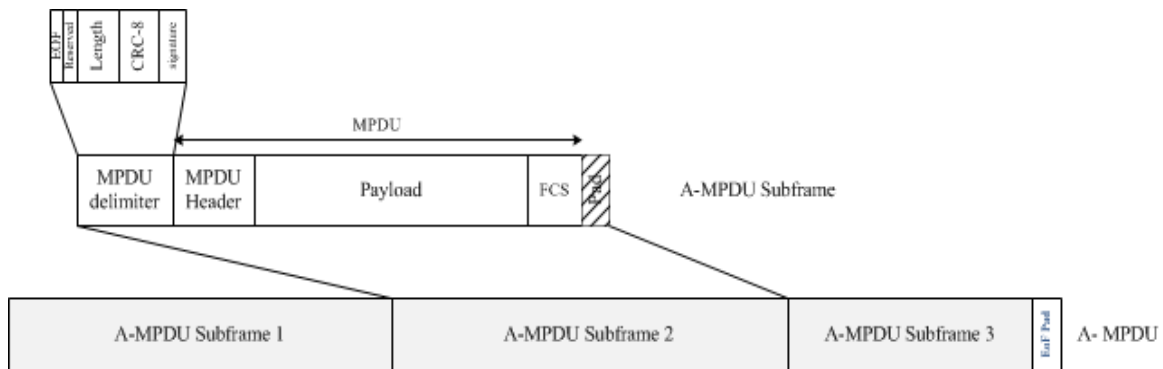
- VHT Aggregate MPDU support
- NDP Channel Sounding
- GroupID Management
- MU-MIMO TXOP Sharing
- RTS/CTS for wider channels

가) VHT Aggregate MPDU support

TGac의 VHT Aggregated MPDU 포맷은 동시에 하나 이상의 사용자에게 데이터를 송신하고자 하는 MU-MIMO 전송 환경에서 효율적으로 동작하기 위한 포맷을 갖는다.

TGac의 VHT A-MPDU 포맷은 각기 다른 사용자에게 전달되는 데이터를 포함한 VHT PPDU 길이의 종료 시점을 맞추기 위하여 zero-length를 갖는 Null Delimiter 포맷을 지원하고 VHT A-MPDU 포맷의 마지막에 EoF Pad field를 포함한다.

또한 TGac에서는 모든 MSDU를 A-MPDU 포맷으로 송신하기 때문에 non-zero length를 갖는 Single MPDU를 송신하기 위하여 TGn과 다르게 EoF(End of Frame) field를 A-MPDU Delimiter의 Reserved bit에 추가하여 single MPDU 송신이 가능하도록 지원한다.



[그림 3-22] VHT A-MPDU 포맷

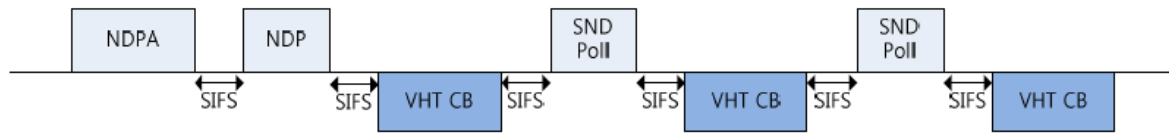
TGac에서 정의한 VHT PHY의 전송 속도를 사용하여 HT에서 정의한 최대 MPDU 또는 A-MPDU 길이를 갖는 VHT PPDU를 송신하게 되면 PHY 오버헤드에 비하여 송신되는 데이터의 비율이 적어 시스템 성능 향상에 제한이 된다. 이를 해결하기 위하여 TGac에서는 VHT PPDU를 사용하여 전송되는 MAC 데이터 unit의 최대 길이를 다음과 같이 정의한다.

- maximum Aggregate MSDU length : 11,414 octets
- maximum single MPDU length : 11,454 octets
- maximum Aggregated MPDU length : 1,048,575 octets

나) NDP Channel Sounding

TGac는 다운링크 MU-MIMO를 사용하여 A-MPDU를 송신하여 시스템 성능을 높이기 위하여 오버헤드를 줄이고 정확한 채널 피드백을 위하여 NDP를 사용한 Channel Sounding 방안을 제공한다. TGac에서 Transmit Beamforming과 Downlink MU-MIMO는 Beamforming steering Matrix를 계산하기 위하여 Feedback을 요청한다.

IEEE 802.11ac에서는 feedback 응답을 제공하는 beamformee가 직접 channel feedback을 계산하는 explicit feedback 방식을 채택하고 있으며, 802.11ac MAC에서는 아래 그림 3-24에서 보이는 것과 같이 NDP를 사용한 Sounding 과 Feedback Protocol의 일반적인 동작 과정을 정의한다.



[그림 3-23] IEEE 802.11ac Sounding and Feedback protocol

그림 3-24에서 보이는 NDPA는 NDP의 송신을 announcement 하는 기능을 갖는 Control Frame으로 채널 Feedback을 수행할 하나 이상의 STA 정보를 포함하고 있다. Sounding Poll은 NDPA에 명시된 STA에게 Feedback 응답을 요청하는 제어 프레임이다.

그림 3-25의 NDPA 프레임과 그림 3-26의 Sounding Poll 프레임은 11ac에서 새롭게 정의된 프레임이다. 이 때 NDPA의 RA는 unicast address 또는 broadcast address 값을 모두 포함할 수 있으며, broadcast address의 경우 Multi-STA Info에 포함된 Beamformee가 feedback 을 수행하게 된다.

Frame Control	Duration	RA	TA	Sounding Sequence	STA Info	FCS
---------------	----------	----	----	-------------------	----------	-----

[그림 3-24] NDP Announcement frame 포맷

Frame Control	Duration	RA	TA	FCS
---------------	----------	----	----	-----

[그림 3-25] Sounding Poll frame 포맷

Sounding and feedback protocol의 recovery 과정은 EDCA TXOP의 multiple frame transmission 과정의 recovery 방법을 따른다.

다) Group ID Management

TGac는 효율적으로 Downlink MU-MIMO 전송을 하기 위하여 VHT BSS에 속해 있는 STA를 임의의 전송 Group에 할당하고 Group ID Management 프레임을 사용해 할당된 Group 정보를 알려준다.

Group ID Management 프레임은 하나 이상의 Group ID에 속한 STA의 position을 할당하거나 변경할 때 사용된다. Group ID Assignment field는 24-octet으로 구성되며, 총 64개의 Group ID 각각에 대하여 3-bit으로 구성된 다음과 같은 정보를 포함한다.

- 1-bit은 member status를 나타냄
- 2-bit은 Group 내 위치한 spatial stream position을 나타냄



[그림 3-26] Group ID의 Assignment 구성 정보

라) MU-MIMO TXOP Sharing

TGac에서 Downlink MU-MIMO 무선 전송을 수행하는 AP는 EDCA TXOP Sharing을 사용한다. EDCA TXOP은 channel access 과정을 통하여 획득되는 것으로 backoff에서 채널을 획득한 AC 외에 secondary ACs의 queue에 저장되어 있는 frame을 함께 전송하는 것이다. TXOP sharing을 지원하기 위하여 Secondary AC, primary destination과 secondary destination의 선택, transmission의 순서 등은 Downlink MU-MIMO 무선 전송을 수행하는 AP에서 결정되어야 하는데 이는 AP에서 Downlink MU-MIMO와 함께 TXOP Sharing 기능을 지원하는 경우에만 동작한다. 이때 TXOP duration과 같은 TXOP 정보는 Primacy AC의 특징을 따른다.

마) RTS/CTS for wider channels

VHT STA에서 RTS/CTS exchange는 secondary channels에 대한 fast collision inference 기능을 수행한다. 이 기능으로 RTS를 송신한 VHT STA은 응답자로부터 수신한 CTS를 사용하여 가용한 bandwidth를 결정할 수 있다. Bandwidth 정보를 포함하는 RTS/CTS frame은 VHT STA으로부터 생성되어 전송되고 TA field의 individual/group bit을 사용하여 bandwidth indication 여부를 나타낸다.

바) 기존 무선랜과 광대역 무선랜 기술 차이

구분	802.11n	802.11ac	비고
PHY	▪ 2.4GHz/5GHz 밴드 동작	▪ 5GHz 밴드만 동작	▪ 2.4GHz밴드협소
	▪ 20/40MHz 대역폭 지원	▪ 20/40/80/160MHz 대역폭	▪ 160 optional
	▪ Contiguous 대역폭만 지원	▪ Non-contiguous 지원 (80+80)	▪ 최초 도입
	▪ segment parser 없음	▪ segment parser 도입 (80+80)	▪ 최초 도입
	▪ 최대 전송 stream 수 : 4	▪ 최대 전송 stream 수 : 8	▪ 8 for MU
	▪ Single-user MIMO 지원	▪ Multi-user MIMO 가능	▪ 최초 도입
	▪ 최대 동시접속 STA수: 1	▪ 최대 동시접속 STA수: 4	▪ 최초 도입
	▪ PHY 최대 600Mbps 가능	▪ PHY 최대 6.9Gbps 가능	▪ MU mode
	▪ PHY 상용 450Mbps 시판	▪ PHY 상용 1.3Gbps 시판	▪ 2012년 CES
	▪ Tx Beamforming방식 복수후보	▪ Tx Beamforming 통일모드	▪ Explicit C.V.
	▪ Sounding 방식 복수후보	▪ Sounding 방식 통일모드	▪ NDP sounding
	▪ Beamforming 정보에 average SNR 사용	▪ Beamforming 정보에 per-tone SNR까지 사용	▪ for MU
	▪ 256QAM정의, 64QAM 시판	▪ 256QAM까지 이미 시판	▪ 2012년 CES
	▪ LDPC optional	▪ LDPC mandatory optional	▪ 2012년 CES
	▪ LDPC tone interleave 없음	▪ LDPC tone interleaver 도입	▪ 최초 도입
	▪ stream별 unequal 변조 가능	▪ stream별 unequal 변조 불허	▪ MCS 간결화
	▪ Green-field mode 허용	▪ Green-field mode 불허	▪ 전송모드 정리
	▪ Preamble에 common field만 정의되어 있음	▪ Preamble에 common field, user-specific field 모두 정의	▪ preamble 확장
	▪ Preamble에서 AMPDU 여부 알려줌	▪ Preamble에 AMPDU 여부 알려주는 기능 삭제	▪ 모든 경우, AMPDU 사용
	▪ User별 길이 지시기능 없음	▪ User별 길이 지시기능 도입	▪ 최초 도입
	▪ L-SIG protection 기능 가능	▪ L-SIG protection 기능 삭제	▪ user length지시
	▪ LTF에 pilot 없음	▪ LTF에도 pilot 신규 도입	▪ LTF 길이증가
	▪ 20MHz별 phase rotation [1 j]	▪ 20MHz별rotation [1 -1 -1 -1]	▪ PAPR 감소
	▪ PHY-level power saving 없음	▪ PHY-level power saving 도입	▪ 프리앰블내PAID
	▪ RIFS 전송 허용	▪ RIFS 전송 불허	▪ 전송모드 정리
	▪ 동적 대역폭 가변기능 없음	▪ 동적 대역폭 가변 도입	▪ 최초 도입
	▪ Scrambler seed에 대역폭 지시관련 별도기능 없음	▪ Scrambler seed에 동적 대역폭 정보 삽입	▪ 간섭감응 회피
	▪ Service에 scrambler seed만	▪ Service에 preamble CRC 추가	▪ 신뢰성 향상
	▪ Primary/Secondary 여부만 구분한 일률적 CCA	▪ 네트워크 성능향상을 위해 사용대역폭까지 고려한 CCA	▪ CCA 포트폴리오 신규제시
	▪ Short/Long GI 모두 허용	▪ Short/Long GI 모두 허용	▪ 기존과 동일
	▪ 잡다한 STBC 모드 도입	▪ 실제 사용가능한 STBC 모드	▪ 전송모드 정리
	▪ STA Grouping 기능이 없음	▪ MU를 위한 Group ID 관리기	▪ 최초 도입

		능	
	▪ Link adaptation 기능이 신규 도입	▪ Link adaptation 기능의 실질화 (solicit/unsolicit 모드의 구분)	▪ 기능 확장
MAC	▪ HT Capability Management	▪ VHT capabilities signaling	▪ 기능 추가
	▪ HT 20/40 MHz operation management	▪ VHT BSS Operation management	▪ 기능 추가
	▪ 20/40 BSS Operation	▪ Wider channel operation ▪ 20/40/80 (/160MHz or 80+80)	▪ 대역폭 확장
	▪ 0/40/Defer mode만 동작	▪ Dynamic/Static Bandwidth signaling 추가.	▪ 수신단 CCA 기능 추가
	▪ Aggregation 도입	▪ Aggregation format 만 허용	▪ PSDU 제한
	▪ A-MSDU 4K, 8K	▪ VHT single MPDU format, ▪ A-MPDU padding ▪ A-MSDU 크기 증가 12k ▪ max A-MPDU 700Kbyte	▪ 포맷 추가 ▪ 포맷 추가 ▪ 크기 확장 ▪ 크기 확장
	▪ Fast link adaptation using HT control field	▪ Fast link adaptation using VHTcontrol field	▪ 기능 추가
	▪ Enhanced Block Ack	▪ Enhanced Block Ack	▪ 기능 수정
	▪ RIFS burst	▪ RIFS burst 삭제	▪ 미사용기능 삭제
	▪ reverse direction protocol	▪	
	▪ TxBF control(sounding PPDUs)	▪ Transmit beamforming capabilities ▪ VHT Sounding Protocol ▪ SU Beamformer/ Beamformee ▪ MU Beamformer / Beamformee ▪ NDPA frame 추가	▪ 기능 추가 ▪ SU(Single User) ▪ MU(Multi User) ▪ 포맷 추가
	▪ Protection(L_SIG protection and nav update)	▪ L_LENGTH 기능 변경	▪ 기능 변경
	▪ Phased Coexistence Operation	▪	▪
	▪	▪ VHT PPDU에 Partial AID 설정	▪ 기능 추가
	▪ Power-Save Multi-Poll ▪ SM power save	▪ TXOP power saving	▪ 기능 추가
	▪ Channel switching	▪ VHT operating mode notification 기능 추가	▪ 기능 추가
	▪ Neighboring BSS signaling	▪ Extended BSS load Element	▪ MU 확장
		▪ MU-MIMO TXOP Sharing ▪ MU-MIMO Data Transmission Sequence ▪ Group ID Management frame ▪ Quiet channel element	▪ MU 추가 ▪ MU 추가 ▪ MU 추가 ▪ 기능 변경
서 비	▪ HD급 비디오 스트리밍 ▪ 압축된 자료 전송	▪ 다중 HD급 비디오 스트리밍 ▪ Full HD 혹은 Blu-ray급 비디	▪ 채널환경이 상 대적으로 좋은

스	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 저용량 자료 동기화/백업 ▪ 저용량 클라우드 환경 ▪ 간섭이 많은 채널환경 ▪ 저화질 원격 감시 ▪ 저용량 공공 서비스망 	오 스트리밍 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 비압축 자료 전송 ▪ 대용량 자료 동기화/백업 ▪ 대용량 클라우드 환경 ▪ 간섭이 적은 채널환경 (MU-MIMO, BF, 5GHz) ▪ 더 넓은 서비스 영역 ▪ 고화질 원격 의료 서비스 ▪ 대용량 공공 서비스망 	5GHz 대역을 사용하는 802.11ac는 늘어난 대역폭의 시너지 효과를 통해 고품질의 고속 무선환경을 제공할 수 있음 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 고품질의 고속 전송을 통해 상대적으로 전 원도 절약할 수 있음
---	---	--	---

3. 국내외 시장전망

Wi-Fi 장착 Consumer용/홈Entertainment 기기들과 더불어 스마트폰, 태블릿 PC 등 스마트Device의 확산을 통해 Globally Wi-Fi 이용 빈도가 폭발적으로 증가하리라 예상된다.

- 모바일 단말의 경우, 연평균 25% ('09년~'15년)의 성장률이 예상되며 '15년에는 총 판매량 중 40% 정도가 Wi-Fi를 탑재할 것으로 전망
- Consumer용 가전 기기의 경우, 연평균 26% ('09년~'15년)의 성장률이 예상되며 Wi-Fi 지원 디지털 카메라, TV, DVD 플레이어의 출하 대수는 '15년 경에 '09년의 10배 이상으로 증가예상
- 홈 Entertainment 단말의 규모 역시 지속적 성장이 예상되며, '15년까지 연평균 최대 8%를 기록할 전망

Wi-Fi 탑재 Device의 확산에 힘입어 Global Wi-Fi칩 출하량의 폭발적 증가가 예상되며, 차세대 Wi-Fi(802.11ac)칩은 '14년도에 시장이 급격히 성장하여 '15년도에는 현재 상용중인 802.11n 칩 시장 규모를 추월, 수년간 상승세를 지속하리라 예상된다.

- o '10년 Wi-Fi칩 출하량이 '09년 대비 33%로 늘어난 7억 7,700만개를 기록할 것이며, 향후 5년간 꾸준한 성장세를 보일 것으로 전망
- o 802.11n의 경우 '12년도와 '13년도에 각각 12억 개씩 판매되어 최고조에 이르고 '15년도에 8.9억 개로 서서히 하락
- o 802.11ac는 '14년부터 시장이 급격히 성장, '15년엔 802.11n 추월하여 10억 개에 이를 전망이며, 그 후 수년간상승세를 지속할 것으로 예측

4. 국내 및 주요국 주파수 분배 및 기술기준 현황

가. 한국의 WLAN 주파수 분배 현황

분배된 주파수 (MHz)	허용된 대역 폭 (MHz)	PSD (mW/MHz)	안테나 이득 (dBi)	Note
2400~2483.5 (BW;83.5MHz)	0.5£BW£26	£10	£6	(1)PSD는 평균 값임. (2)안테나 이득이 기술기준에 정의한 값보다 큰 경우에는 PSD + 안테나이득 의 최대 값이 기술기준을 만족해야 함.
	26<BW£40	£5	(£20, 단 고정, 점대점 장비만 사용 가능)	
	40<BW£60	£0.1	£6	
5150~5250 (BW;100MHz)	£40	£2.5	£6	
5250~5350 (BW;100MHz)	0.5£BW£20	£10	£7	
5470~5650 (BW;180MHz)	20<BW£40	£5		
5650~5725 (BW;75MHz)	한국에서는 이 주파수가 방송 중계기용으로 할당이 되어 있음. 하지만 외국 주요국(미국, 유럽, 일본)은 이 주파수를 WLAN으로 할당하여 사용 하고 있음.			
5725~5825 (BW;100MHz)	0.5£BW£26	£10	£6	
	26<BW£40	£5	(£20, 단 고정, 점대점 장비만 사용 가능)	

나. 주요국(미국, 유럽, 일본) 주파수 분배 현황

Target Band (MHz)		2400 - 2483.5	5150 - 5350	5470 - 5725	5725 - 5850
미국	Channel BW	11b,g,n모두지원	11a,b,g,n,ac 모두지원	11a,b,g,n,ac 모두지원	11a,b,g,n,ac 모두지원
	Modulation Type	NoReg(FHSS, DSSS, OFDM and others...)	Wideband digital modulation techniques	Wideband digital modulation techniques	NoReg(FHSS,D SSS,OFDM and others...)
	Output Power (Conducted)	1W	50mW in 5150~5250 250mW in 5250~5350	250mW	1W
	Antenna Gain	6dBi	6dBi	6dBi	6dBi
	PSD	8dBm in any 3KHz band	4dBm/MHz in 5150-5250 11dBm/MHz in 5250~5350	11dBm/MHz	8dBm in any 3KHz band
유럽	Channel BW	11b,g,n 모두지원	11a,b,g,n,ac모 두지원	11a,b,g,n,ac모 두지원	
	Modulation Type	No Reg (FHSS,DSSS,OFDM and others...)	No Reg (FHSS,DSSS,O FDM and others...)	No Reg (FHSS,DSSS,O FDM and others...)	
	Output Power (e.i.r.p.)	20dBm	23dBm	30dBm	
	Antenna Gain	No Reg(e.i.r.p.)	No Reg(e.i.r.p.)	No Reg(e.i.r.p.)	
	PSD (e.i.r.p.)	10 mW/MHz	10 dBm/MHz	17 dBm/MHz	
일본	Channel BW	11b,g,n 지원	11a,b,g,n 지원	11a,b,g,n 지원	
	Modulation Type (current regulation)	Non OFDM(26MHz width) OFDM (18 MHz width))	Indoor low power data communications systems should be OFDM : 18 MHz chl width		
	Output Power (conducted)	Not specified (Only PSD specified)			
	Antenna Gain	2.14 dBi	No Reg (e.i.r.p. specified for 5Ghz)		
	PSD(conducted for 2,4GHz, and e.i.r.p. for 5GHz)	10mW/MHz (20MHz) 5mW/MHz (40MHz)	10mW/MHz e.i.r.p. (20MHz) 5mW/MHz e.i.r.p. (40MHz)	10mW/MHz e.i.r.p. (20MHz) 5mW/MHz e.i.r.p. (40MHz)	

다. 국내 및 주요국(미국, 유럽, 일본) 기술기준 현황

1) 국내 무선랜 기술기준 현황

가) 현재의 한국 무선랜 기술기준에서 대역폭이 최대 40MHz까지만 허용이 되어 있어 80MHz, 80+80MHz, 160MHz를 지원하는 11ac를 한국에 출시를 할 수 없는 상황임

나) 5650-5725MHz 대역이 현재 한국에서는 무선랜으로 사용할 수 없어 추후 많이 사용 될 것으로 예상되는 5GHz 대역의 무선랜 품질에 많은 부정적인 영향을 줄 것으로 예상됨.

다) 5650-5725MHz 대역이 무선랜을 사용할 수 있도록 할당이 될 경우 무선랜 channel을 효과적으로 사용할 수 있도록 5650-5725MHz대역과 5725-5825MHz에 모두 걸쳐있는 무선랜 채널 144를 사용할 수 있도록 기술기준 변경이 요구됨.

2) 주요국(미국, 유럽, 일본) 기술기준 현황

가) 미국

o 기존에 무선랜 기술기준에서 channel BW에 대한 정의가 없기 때문에 11ac를 출시하는데 문제가 없음.

o 5650-5725MHz 대역과 5725-5825MHz에 모두 걸쳐있는 무선랜 channel 144를 사용할 수 있도록 FCC 기술기준을 변경하였음. 이와 관련된 자세한 내용은 KDB 37298에 있음.

o 현재 무선랜으로 할당이 되어 있지 않은 5350-5470MHz 주파수를 무선랜이 사용할 수 있도록 기술기준 개정 작업을 위한 공유연구를 하고 있음.

나) 유럽

- EN 301893에 WLAN에 대하여 Channel BW를 최소값(5MHz)만 정의를 하였기 때문에 11ac를 출시하는데 현재 문제가 없음.

다) 일본

- 일본도 한국과 같이 기술기준에 channel BW가 정의되어 있기 때문에 한국과 같이 11ac를 출시할 수 있도록 Channel BW에 대한 기술기준 변경이 요구되기 때문에 현재 연구반을 만들어서 작업을 하고 있다. 일본 산업체는 2012년 11월쯤에 11ac를 사용할 수 있는 기술기준이 고시될 것으로 예상을 하고 있음

5. 국내 기술기준 개정 방안

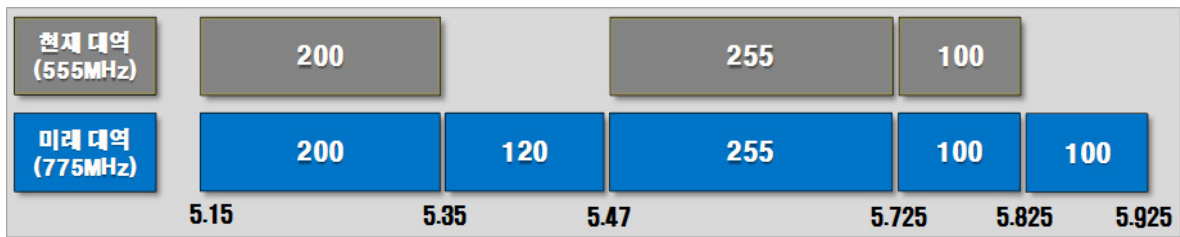
가. (방안1) 기존 무선랜 주파수 이용을 통한 기술기준 개정(RAPA)

- 최대 40MHz대역폭으로 제한되어 있으나 80MHz 및 160MHz대역폭으로 확대하여 광대역 전송 허용한다.
 - 802.11g(2.4GHz대역)는 최대 20MHz폭, 802.11n(2.4GHz 및 5GHz대역)은 최대 40MHz폭으로만 제한
- 160MHz 신호 전송시 2개의 80MHz 주파수 조각의 연접전송 및 비연접전송 허용한다.
 - 전송 PSD는 2개의 80MHz 주파수 조각 각각에 대한 해당 밴드 기술기준을 모두 만족시켜야 함

나. (방안2) 신규 주파수 추가 분배(75MHz)를 통한 기술기준 개정(ETRI)

- 신규 주파수 분배, 대역폭 확대 등 유럽 및 미국 기술기준 개정사항 추가한다.
- 실측 등을 통한 방송중계업무와 간섭 영향 검토한다.

다. 5GHz 신규 주파수 허용 국제 동향



[그림 3-27] 5GHz 밴드 대역(미국 FCC 기준)

최근에 미국 FCC는 5GHz 밴드에서 지금까지 사용하지 않았던 약 220MHz 대역을 추가로 무선랜 사용이 가능하도록 추진 중이다. 즉, 위 그림에서 보는 바와 같이, 미국 FCC는 결과적으로 770MHz의 5GHz 밴드를 향후 1-2년 이내에 상반기까지는 확보할 계획을 가지고 있다. 770MHz 밴드자원을 가지고, 향후 IEEE 802.11ac 후속의 규격에서 사용자별 160MHz 이상의 주파수 전송을 허용한다면 lightly-compressed 및 (1080p 급의) uncompressed video의 high-quality video streaming이 가능해질 전망이다. 스마트 기기에 의한 Wi-Fi 수요가, 상당분량의 cellular off-loading traffic까지 포함할 정도로 급증하는 추세를 고려해볼 때 기존 5GHz 주파수 자원의 포화 예방도 겸하는 목적을 꾀하는 것이다.

5GHz 주파수 자원의 보다 flexible 활용이 가능하다. 즉, 현행 11ac 규격에 대해 2배 개수의 광역채널(80/160MHz) 확보가 가능하다. 또한, High-quality video streaming의 임박한 수요 때문인데, 이에는 4G-LTE cellular network에 대한 off-loading 부담, Backhaul sync of various Wi-Fi devices, uncompressed/lightly-compressed video 수요 등이 해당된다고 할 수 있겠다. 아울러, 현재의 5GHz 주파수 자원이 수 년 내에 급증하는 데이터 트래픽 사용에 의하여 포화될 가능성이 높으므로 이를 예방하는 효과도 노릴 수 있다.

미국 FCC에서 고려하고 있는 5GHz 밴드 신규 주파수는 5.350-5.470GHz와 5.825-5.925GHz 대역으로서, 밴드의 해당 특성 및 현행 FCC 기술기준은 다음 표의 내용과 같다.

[표 3-11] 5GHz 밴드 대역의 현행 FCC 기술기준

대역	기술기준 내용
<p>5.350-5.470 GHz (FCC 47 C.F.R. § 2.106)</p>	<p>5350-5470 MHz: Allocated on primary basis for federal (i) Earth Exploration-Satellite, (ii) Space Research, (iii) Aeronautical Radionavigation, and (iv) Radiolocation. Allocated on secondary basis for non-federal (i) Earth Exploration-Satellite, (ii) Space Research, and (iii) Radiolocation.</p> <p>5350-5460 MHz also allocated on primary basis for non-federal (i) Aeronautical Radionavigation, and 5460-5470 MHz also allocated on primary basis for non-federal Radionavigation.</p> <p>Department of Defense uses 5350-5650 MHz band for radars that are part of an advanced ground-based air defense missile system.</p> <p>Non-federal use is governed under Part 87 for Aviation (subpart F) and Part 90 rules for Private Land Mobile (subpart F).</p> <p>Use of the 5350-460 MHz band by Part 87 Aeronautical Radionavigation service is limited to airborne radars and associated airborne beacons (§ 87.173).</p> <p>Part 90 Radiolocation Service accommodates the use of radio methods for determination of direction, distance, speed, or position for purposes other than navigation (§ 90.103).</p> <p>Under 47 C.F.R. § 15.205(a), the 5350-5460 MHz band currently is restricted, and unlicensed RF devices may not operate in the band.</p> <p>5460-5470 MHz: Non-federal use is governed under Part 80 for Maritime, Part 87 for Aviation, and Part 90 for Private Land Mobile.</p> <p>Use of the 5460-5650 MHz band by Part 80 Maritime Radionavigation service is limited to ship borne radars (§ 80.375(d)).</p>
<p>5.825-5.925 GHz (FCC 47 C.F.R. § 2.106)</p>	<p>5825-5925 MHz: Allocated on primary basis for federal Radiolocation, which is limited to military services (under Fn. G2 to 47 C.F.R. § 2.106).</p> <p>5825-5850 MHz: Also designated for ISM use, and allocated on secondary basis for non-federal Amateur and (at 5830-5850 MHz) Amateur-satellite (space-to-Earth). Non-federal use is governed under Part 15 for RF devices, Part 18 for ISM equipment (§ 18.301) and Part 97 for Amateur (§ 97.303).</p> <p>5850-5925 MHz: Also designated for ISM use (at 5850-5875 MHz), and allocated on primary basis for non-federal Fixed-Satellite (Earth-to-space) and Mobile, and on secondary basis for non-federal Amateur. Non-federal use is governed under Part 18 for ISM equipment (§ 18.301), Part 90 for Private Land Mobile, Part 95 for Personal Radio, and Part 97 for Amateur (§ 97.303).</p> <p>FSS use at 5850-5925 MHz is limited to international, intercontinental systems and subject to case-by-case electromagnetic compatibility analysis (under Fn. US245 to § 2.106).</p> <p>Part 90 mobile use at 5850-5925 MHz is limited to Dedicated Short Range Communications (DSRC) (under Fn. NG160 to § 2.106); Part 90 Subpart M (§ § 90.371-383) Intelligent Transportation Systems (ITS)</p> <p>DSRC Short Range Communications Service On-Board Units -art 95 (Subpart L)</p>

상기 대역에 대한 미국 FCC의 개정 움직임을 시간적으로 정리하면 다음과 같다.

[표 3-12] 5GHz 밴드에 대한 미국 FCC의 움직임

개정 움직임	세부 내용
개정 동기	<p>1) Obama 정권의 국정지표 (2009~) 추진: National Plan Recommendation 5.11 목적: broadband 활성화를 위한 국가적 차원의 unlicensed band 발굴 (주로 Wi-Fi에 집중) 참고: http://www.broadband.gov/plan/5-spectrum/#r5-11</p> <p>2) Wi-Fi major vendor들의 적극적 청원 (2010~) 목적: Wi-Fi 서비스의 광대역 확장을 꾀함</p>
현행 FCC 기술기준 상태	<p>1) FCC의 기존 Unlicensed 5GHz regulation에서 user당 BW UNII-1, UNII-2, UNII-3 모두에 대해, 애초부터 No limitation 즉, 11ac 규격은 up to 160MHz까지만 가능하지만, (추가 Wi-Fi용 spectrum만 열린다면) 실질적으로는 240MHz or more BW가 regulation 상으로는 아무 문제가 없음</p> <p>2) 유럽(ETSI) 및 대만 : User당 BW에 대해서 이미 No limitation</p> <p>3) 한국 : 40MHz => 160MHz 개정작업 (다음단계 후속작업 필요)</p>
미 의회 합의	<p>1) 민주당 Matsui Bill의 하원 상정 (2011년 가을) 내용: 5.35-5.47GHz, 5.825-5.925GHz의 Wi-Fi 전면허용 공화당 반응: 총론은 찬성하나, 기존서비스 영향검증을 따지는 보다 신중한 입장</p> <p>3) 민주/공화 양 당 간의 합의 (2011년 11월) 2011.12월 민주/공화 양 당 간의 합의에 의하여, Matsui Bill을 폐기하고, 대신에 공화당 Walden 의원의 Bill 합의 처리</p> <p>3) 공화당 Walden Bill의 하원 채택 (2011년 12월) 내용: (NTIA의 실험에 의하여 기존 면허 서비스에의 간섭영향이 미미한 것으로 나타나면) 5.35-5.47GHz의 Wi-Fi 사용을 개방함. 이 경우, 다음 단계로 5.825-5.925GHz에 대한 동일한 프로세스에 들어가도록 함 참고: http://republicans.energycommerce.house.gov/Media/file/Markups/Telecom/120111/jobsactdiscussiondraft.pdf 채택: 2011년 12월 미국 연방하원 통과 시효: NTIA가 간섭실험 결과를 2012년 10월까지 보고하도록 함</p> <p>4) 추이: 5.35-5.47GHz에서 Wi-Fi 서비스의 신규사용이 기존 면허서비스에 미치는 영향이 미미할 것으로 예상되고 있음. 전망: 1~2년 내에 5.35-5.47GHz 밴드의 Wi-Fi 추가허용 매우 유력함</p>
추후 예상	<p>5.35-5.47GHz의 Wi-Fi 추가허용이 이루어지면, 순차적으로 5.825-5.925GHz도 Wi-Fi 추가허용을 추진할 전망이다</p>

미국 FCC의 상기 움직임이 이루어지는 해당 대역에 대한 한국적 상황은

아래 표의 내용과 같다.

[표 3-13] 5GHz 밴드 신규 주파수 확보에 대한 한국적 상황

항목	세부 상황
현행 한국의 기술기준	미국의 현행 550MHz 대비 75MHz (5.650-5.725GHz의 방송이동중계 독점)를 제외한 475MHz가 무선랜 가용상태에 있음 5.35-5.47GHz 대역: (미국과 마찬가지로) 대기탐사, 우주탐사용 용도로 지정됨 5.825-5.925GHz 대역: (미국과 마찬가지로) ITS 등의 용도로 지정됨
한국 5GHz 밴드 기술기준의 2012년 개정	일정: 2012.01~10(예정) (방통위 산하 연구반 활동 진행) 내용: 한국 5GHz unlicensed band에서 11ac 사용 가능하도록 함 User 당 BW를 (11n에 맞추어져 있는 기존 40MHz에서) 11ac의 full mode가 가능하도록 160MHz까지로 상향함 방송이동중계 대역(75MHz)의 Wi-Fi 추가사용 가능하도록 협의 중 5.35-5.47, 5.825-5.925GHz 관련 건은 FCC에서도 아직 공식 결정 이 이루어지지 않는 탓에, 해당 시점을 지켜보면서 이에 대응하는 한국 기술기준의 개정은 차기에 수행하는 것이 적절하다고 보여짐.
한국적 상황	5GHz 자원의 Wi-Fi로 인한 잠식 속도 및 포화 가능성은 한국이 세계 최고이므로, 미국보다도 더 적극적으로 5GHz 밴드의 추가확보에 나서야 할 필요가 있음. 또한, 이에 따른 광대역 차세대 (5GHz밴드) Wi-Fi 선행연구에 다음 단계에 착수해야 함

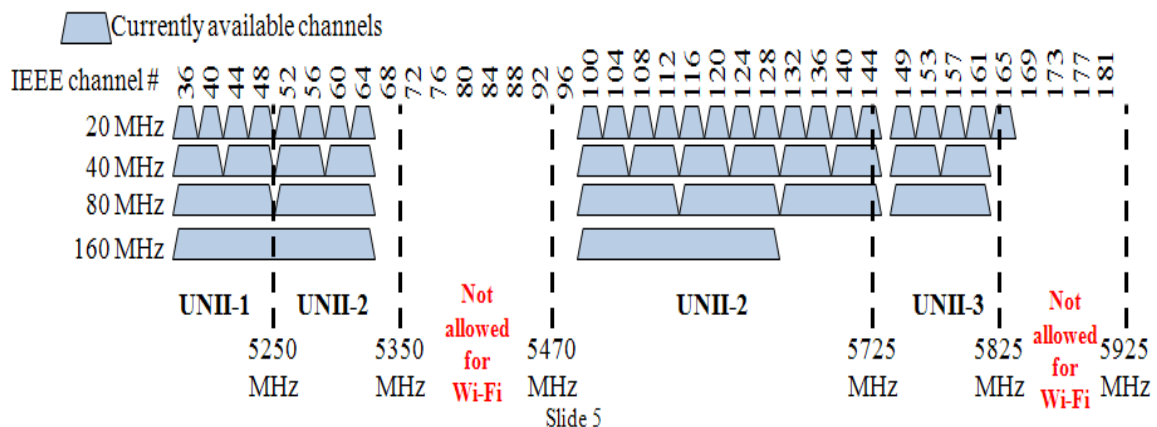
6. 5GHz 밴드의 주파수 위치와 채널번호 간 매핑 관계

IEEE 802.11 규격에서 5GHz 채널번호 배정방식은 다음과 같다.

[표 3-14] IEEE 802.11 규격에서 채널번호 배정방식

<p>20.3.15.3 Channel allocation in the 5 GHz band</p> <p>Channel center frequencies are defined at every integral multiple of 5 MHz above 5 GHz. The relationship between center frequency and channel number is given in Equation (20-88).</p> $\text{Channel center frequency} = \text{Channel starting frequency} + 5 \times n_{ch}(\text{MHz}) \quad (20-88)$ <p>where</p> $n_{ch} = 1, \dots, 200$ <p>Channel starting frequency is defined as dot11ChannelStartingFactor \times 500 kHz or is defined as 5.000 GHz for systems where dot11OperatingClassesRequired is false or not defined. A channel center frequency of 5.000 GHz shall be indicated by dot11ChannelStartingFactor = 8000 and $n_{ch} = 200$.</p>
--

5.00GHz~6.00GHz까지 5MHz 단위 200개 채널번호 배정되어 있으며, 해당 채널의 중심 주파수가 다음의 표에 의하여 정해진다. 즉, 예를 들어 CH#36는 중심주파수가 5180MHz이다. 단, 이 때 채널의 폭은 추가적인 정의에 따르는데, 일반적으로, 5GHz 대역에서 WLAN 용으로는 20MHz 채널 폭이 전제되어 있으므로, CH#36은 5170~5190MHz를 가리키게 된다.



[그림 3-28] 5GHz 밴드 무선랜 주파수 사용 (미국 FCC)

이에 따라, 그림 1에서 표시되어 있는 주요 채널번호에 대한 주파수는 다음과 같다.

[표 3-15] 5GHz 밴드의 주요 채널번호에 대한 주파수 위치

채널번호	중심주파수 (MHz)	주파수 SPAN (MHz)
36	5180	5170 ~ 5190
64	5320	5310 ~ 5330
100	5500	5490 ~ 5510
144	5720	5710 ~ 5730
165	5825	5815 ~ 5835

Note 1) UNII-1 아래, UNII-2 가운데는 면허 서비스가 있으므로, 경계 밴드 (Guard Band)가 필요하다. (미국 기준)

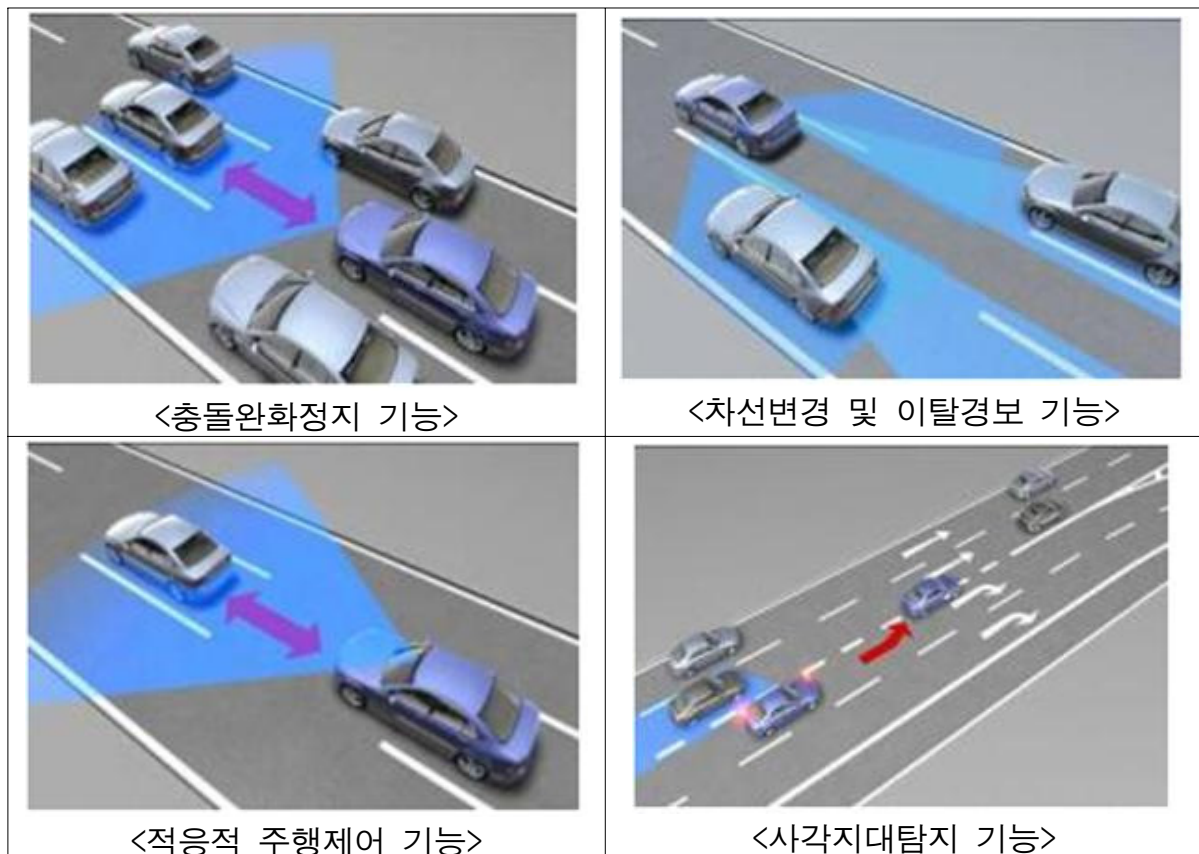
Note 2) CH#144의 경우 무선랜 용도의 UNII-2와 UNII-3에 걸쳐 있는데, 미국은 이를 허용하는 개정을 최근에 수행하였다. 한국은 방송중계대역(5650-5725MHz)의 무선랜 용도 지정이 아직 이루어지지 않았으므로, CH#144는 사용할 수 없다.

Note 3) CH#165가 DSRC 밴드를 일부 침해하는 것이 허용되어 있다.

제3절 차량충돌방지용 레이더 기술기준

1. 개요

기존 차량충돌방지용 레이더는 협대역으로 충돌에 따른 경보만 가능하나 24.25~26.65GHz 차량충돌방지용 레이더는 UWB의 광대역폭을 이용하여 충돌 완화정지, 차선이탈경보 등 여러 기능을 구현할 수 있다. 이에 본 레이더는 한-EU FTA 협상의제 중 주요 의제로 대두되고 있으며 국내 자동차 업계의 제품 개발 및 출시를 고려하여 24.25~26.65GHz 차량충돌방지용 레이더 기술 기준 마련이 필요한 실정이다.



[그림 3-29] 차량충돌방지용 레이더의 주요 기능

차량충돌방지용 레이더의 주요 기능을 살펴보면, 충돌완화정지(Collision Mitigation Braking, CMB) 기능은 전면 차량충돌에 대비하여 충돌을 최소화하기 위해 자동으로 브레이크 작동하는 기능이고, 차선경보 및 이탈경보

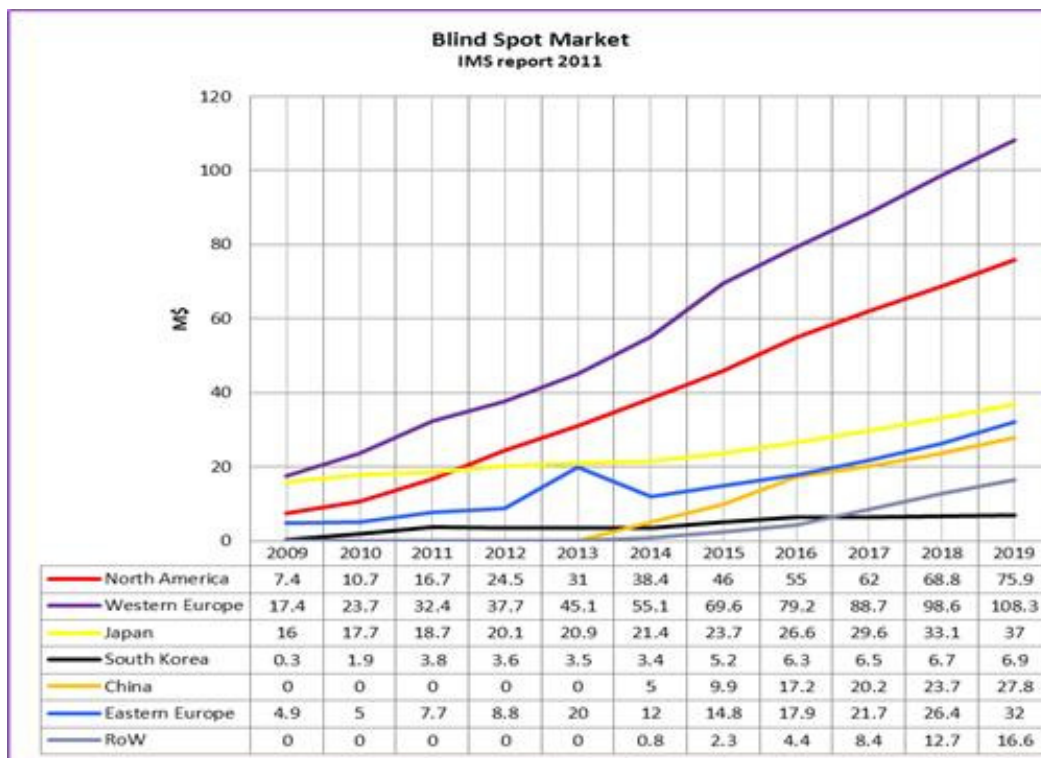
(Lane Change Assistance, Lane Departure Warning) 기능은 도면의 차선을 인식하여 주행차선의 변경을 지원하거나 이탈시 미리 경보를 알리는 기능이다. 적응적 주행제어(Adaptive Cruise Control, ACC) 기능은 주행차선에 위치한 자동차 주행 분포를 분석하여 운전자의 개입 없이 적응적으로 속도를 유지하는 기능이고 사각지대탐지(Blind Spot Monitoring) 기능은 사각지대에 위치한 다른 차량의 주행을 감안하여 미리 경보를 알리는 기능이다.

차량충돌방지용 레이더의 시장 점유율을 살펴보면, 24GHz 대역 레이더는 UWB 레이더(SRR)와 협대역 레이더(LRR)로 분류되며, 24.25~26.65GHz의 UWB 레이더는 차량레이더 시장의 24%를 차지하고 있다.



[그림 3-30] 24GHz SRR / 77GHz LRR의 시장 점유율

차량충돌방지용 레이더의 세계 시장규모는 '13년 546억, '16년 937억, '19년 1,383억원 예측되고 국내 시장은 '13년 15억원을 차지할 전망이다.



[그림 3-31] 차량충돌방지용 레이더의 세계 시장규모

2. 주요국 동향

가. 법제도 동향

미국은 2011-2013 차량안전 관련 법제정을 계획하고 있다. 미국 고속도로 교통안전청은 교통사고 및 사망자를 줄이기 위해 연방 자동차 안전기준 강화 등 법제정 계획(2011~2013)을 발표하였다. 2011년부터 신차 평가시 「전방 추돌 회피 및 경감」과 「차선이탈 예방」 항목을 포함하고 있으며, 2012년부터 「차량 사각지대 탐지」와 「보행자 탐지」 항목도 추가하였다.

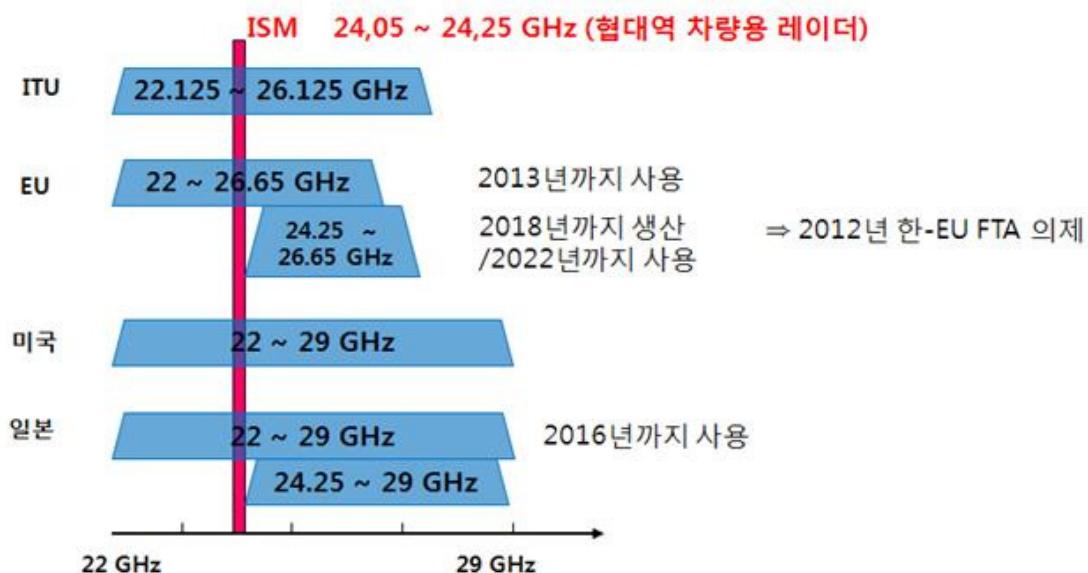
유럽은 2011-2020 교통안전 정책을 추진하고 있다. 유럽연합 집행기관은 교통사고 및 사망자를 2020년까지 절반으로 줄이기 위해 「전방추돌 경감」 장비 의무화 등 교통정책을 발표하였다. 자동차 안전대책 향상을 위해 트럭과 버스에 「차선이탈 예방」 「전방추돌 경감」 장비를 의무화하고 있으며, 「보행자 인식」 등 첨단 운전 보조 장비의 사용 확대를 조사하고 스마트 기술을 적용한 「보행자 인식」 기술 연구 개발을 추진하고 있다.

국제기구인 WP29에서는 자동차안전기준의 국제 조화를 추진하고 있다. UN산하의 ECE/WP29(자동차실무위원회)는 자동차 안전도 향상을 위해 국제 공통의 안전기준 제정 논의를 추진하고 있다. 이와 병행하여 ITU에서는 WRC-15 의제로 79GHz 차량출동방지 레이더 주파수 분배 논의를 2012년부터 시작하고 있다.

우리나라 국토해양부에서는 WP29 국제 조화 이후 국내 법제화 추진 예정으로 2012년 6월에 자동차안전도 평가항목에 전방충돌경감, 차선이탈방지 등 추가하여 고시하였다.

나. 주파수 동향

ITU-R 권고 SM.1755에 따라 UWB 차량용 레이더 대역은 22.125~26.125GHz 가능하나, RR 5.340에서 23.6~24GHz 대역은 모든 전파발사가 금지하고 있다. 이에 EU와 일본은 사용기간을 제한하고 있으나, 미국은 이를 적용하고 있지 않은 실정이다.



[그림 3-32] 차량충돌방지용 레이더의 주파수 동향

- EU : 22~26.65GHz는 2013년까지, 24.25~26.65GHz는 2022년까지 사용
2015년 WRC-15 이후 77~81GHz 광대역 레이더로 전환 예정
- 일본 : 22~26.65GHz(기존 장비)는 2016년까지만 사용
- 미국 : 국익의 이유로 22~29GHz 계속 사용

UWB 기술의 차량충돌방지용 레이더를 국내 도입하기 위해서는 전파발사 금지대역과 협대역 차량용 레이더 대역을 제외한 24.25~26.65GHz 주파수대역 사용이 적합한 것으로 검토되었다.

세계적으로 판매되거나 개발 예정인 차량충돌방지용 레이더의 종류 및 기술적 특성은 다음과 같다.

[표 3-16] 차량충돌방지용 레이더의 종류 및 기술특성

구분	주파수대역	대역폭 및 출력	거리 및 해상도	비고
24GHz 협대역	24.05~24.25GHz	0.2GHz, 100mW	50m, 75cm/픽셀	도입완료
77GHz 협대역	76~77GHz	1GHz, 50dBm	200m, 15cm/픽셀	도입완료
24GHz UWB	24.25~26.65GHz	2.4GHz, -41.3dBm/MHz	15m, 6cm/픽셀	도입추진
79GHz 광대역	77~81GHz	4GHz, 10mW	30m, 4cm/픽셀	WRC-15의 제

3. 전파간섭 및 규정제정방안

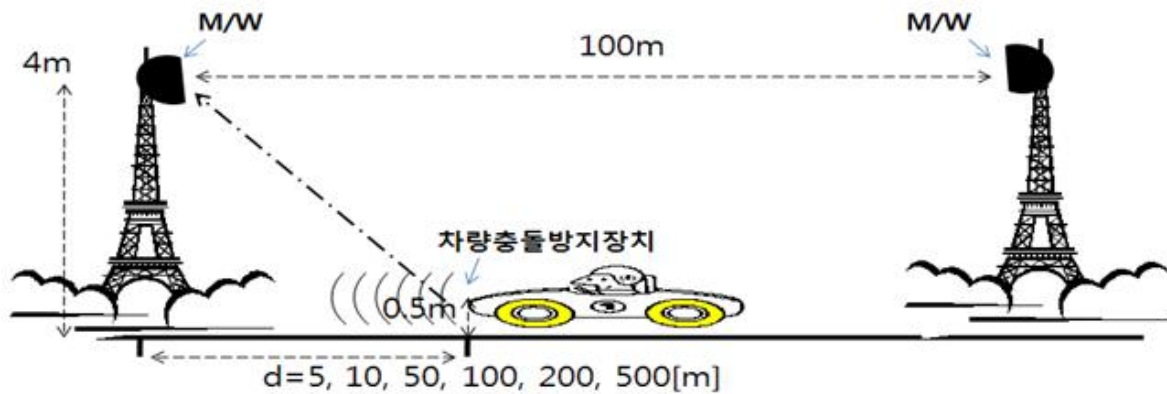
가. 국내분배 및 M/W 무선국과의 간섭분석

우리나라는 고정, 이동 및 위성업무로 분배되어 M/W와 동일한 가입자회선(B-WLL) 용도로 사용하였으나 현재 폐지된 상태로 간섭대상 무선국이 없는 실정이다. 특히, 위성업무는 국내 위성망 이용계획은 없는 것으로 확인되었다.

22 23.6 24 24.05 24.25 27 29.1

M/W	전파천문 (발사금지)	아마 추어 (M/W)	물체감지센서 (차량용 레이더)	M/W (가입자회선용)	M/W
-----	----------------	-------------------	---------------------	--------------	-----

차량충돌방지용 레이더가 M/W 무선국에 미치는 전파간섭 영향을 분석하였다. 기본적인 설정으로 차량충돌방지용 레이더는 자동차 범퍼에 장착하여 지상고 0.5m로 설정하고, M/W 무선국은 단구간 통신이 이루어지므로 B-WLL의 허가사항에 따라 통신구간은 100m, 지상고 4m로 설정하였다.

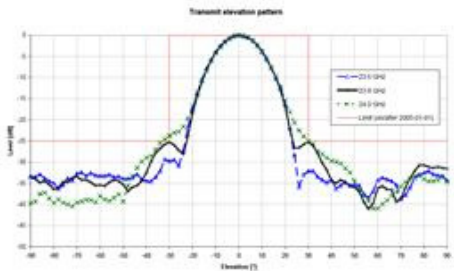



[그림 3-33] 차량충돌방지용 레이더와 M/W 무선국간 전파간섭 설정

차량충돌방지용 레이더를 장착한 차량이 M/W 무선국으로 접근하는 동안 거리(d)에 따른 간섭세기($P_i = P_t + G_t - Loss_{path} + G_r$)를 계산하였다.

[표 3-17] 무선국 파라미터

구분	간섭원 (차량충돌방지용 레이더)	피간섭원 (M/W)
주파수	25.45 GHz	25.45 GHz
대역폭	2 GHz	36 MHz
전력	-41.3dBm/MHz	-
간섭허용레벨	-	-146dBm/MHz

구분	간섭원 (차량충돌방지용 레이더)	피간섭원 (M/W)
안테나이득 및 패턴		

거리(5~500m)에 따라 변하는 간섭의 세기를 수치 계산한 결과, 차량충돌 방지용 레이더에서 발사하는 최고 간섭 세기가 간섭허용레벨(-146dBm/MHz) 보다 낮으므로 전파간섭은 없는 것으로 판단되었다. 간섭허용레벨은 ITU-R 권고 F.758에 따라 -146dBm/MHz를 적용하고 간섭세기가 더 낮은 경우 전파간섭은 없는 것으로 간주할 수 있다.

[표 3-18] M/W 무선국에 미치는 간섭

d [m]	5	10	50	100	200	500
간섭세기 [dBm/MHz]	-157.3 6	-159.8 2	-158.6 5	-162.7 7	-168.8 4	-156.6 9

따라서, UWB 차량충돌방지장치가 M/W 무선국에 전파간섭 영향을 주지 않으므로 주파수 분배가 가능한 것으로 판단된다.

나. 전파천문업무와의 간섭실험

차량충돌방지용 레이더가 전파천문(전파망원경 수신)에 미치는 전파간섭 영향을 현장에서 시험하였다. 다만, 국내 장비가 없어 실험국으로 지정받은 동일 성능의 레이더를 이용하여 22.175~23.5GHz 대역에서 전파천문으로 미치는 간섭영향을 시험하였다. 즉, 향후 도입될 장비보다 중심주파수가 전파천문과 가까워 일부 중첩되므로 최악의 경우로 시험이 가능하였다.

21	23.5	24.25	26.65
전파천문 (전파망원경 수신)		차량충돌방지용 레이더	
22.175	24.175	26.175	
	차량충돌방지용 레이더 실험국		

[그림 3-34] 차량충돌방지용 레이더 주파수 배치 현황

실험국인 레이더의 전파발사 전·후로 전파망원경 수신레벨의 차이를 비교하여 전파간섭 여부를 판단하였다. 기본 설정으로 레이더 실험국은 전파망원경 전면에서 30m 정도 떨어진 고지대 능선에 배치하고 전파망원경 안테나는 고지대 능선을 지향하였다.



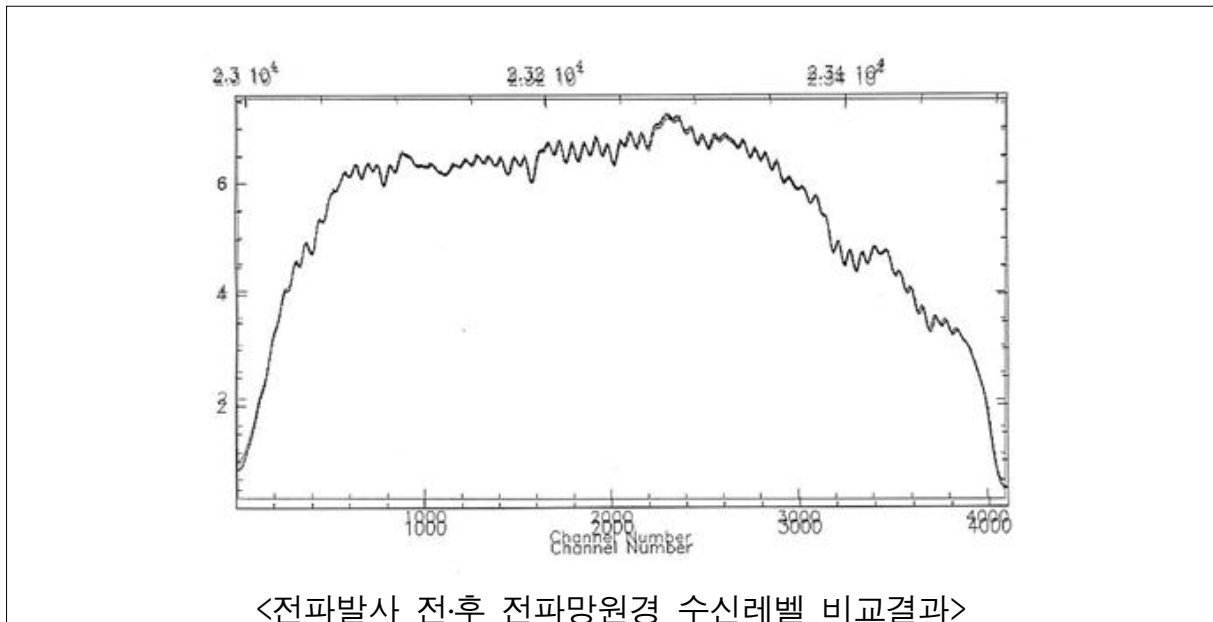
[그림 3-35] 전파천문과의 간섭시험 시나리오

차량충돌방지용 레이더의 전파스펙트럼 특성을 측정한 결과, 전파망원경 수신대역(21~23.5GHz) 내 레이더 실험국의 신호를 측정한 결과 수직편파 신호는 유입되지 않고, 수평편파 신호만 유입하는 것으로 확인되었다.



[그림 3-36] 차량충돌방지용 레이더의 전파스펙트럼 측정결과

차량충돌방지용 레이더가 전파천문으로 미치는 간섭영향을 시험한 결과, 전파발사 전·후 전파망원경 수신레벨 비교하였으나 수신레벨의 차이가 거의 없는 것으로 천문연구원에서 확인되었고 실제 전파간섭 영향은 주지 않는 것으로 판단되었다.



[그림 3-37] 전파망원경 수신레벨 비교결과

따라서, 차량충돌방지용 레이더와 전파망원경이 동일 주파수에서 운용되는 상황에서 전파간섭이 없는 것으로 확인되므로 실제 0.75GHz 주파수 이격시 전파간섭은 없을 것으로 판단되었고 차량충돌방지용 레이더 주파수 분배시 전파천문과의 간섭 고려는 필요하지 않는 것으로 결론지어졌다.

다. 규정제정방안

국내 소출력 용도로 분류함에 있어 차량충돌방지용 레이더는 한-EU FTA 의제이고 수요처도 유럽(오토리브)에 해당되므로 유럽 기준의 적용이 적합하므로 용도분류의 유럽 기준을 적용시 도로·교통용에 해당되므로 차량충돌방지용 레이더에 해당되는 것으로 판단되었다. 다만, 주파수분류의 미국과 다른 용도분류의 일본에서는 차량충돌방지용 레이더를 UWB 응용으로 별도 분류하고 있었다.

차량충돌방지용 레이더의 불요발사를 규정함에 있어 미국 기준과 달리 유럽 기준이 전파천문 보호를 위한 제한치를 가지고 있으므로 유럽 기준의 적용이 바람직한 것으로 판단되었다. 미국 기준은 특정한 일부 서비스(공공용 무선국) 보호를 위해 제한치를 규정하고 있으나 전파천문 보호를 위한 제한치가 없는 실정이다. 유럽은 전파천문 보호를 위한 10~40GHz 대역의 UWB 제한치가 30MHz ~100GHz대역 제한치보다 엄격하게 관리하고 있었다.

[표 3-19] 차량충돌방지용 레이더 불요발사 규정

구 분	불요발사	
미국 (Part 15.515)	Frequency [MHz]	EIRP [dBm]
	960-1610	-75.3
	1610-22,000	-61.3
	22,000-29,000	-41.3
	29,000-31,000	-51.3
유럽 (EN 202 288)	Above 31,000	-61.3
	1164-1240	-85.3
	1559-1610	-85.3
표 7 Limits for Radiated emissions		

	47 ~ 74 MHz	-54 dBm
	87,5 ~ 118 MHz	-54 dBm
	174 ~ 230 MHz	-54 dBm
	470 ~ 862 MHz	-54 dBm
	otherwise in band 30 ~ 1 000 MHz	-36 dBm
	1 000 ~ 100 000 MHz	-30 dBm
	표8 UWB Limits	
	10 000 ~ 23 600 MHz	-61,3 dBm
	23 600 ~ 24 000 MHz (seeclause7.1.5.3)	-74 dBm
	26 650 ~ 40 000 MHz	-61,3 dBm

4. 국내 기술기준 현황에 따른 개선(안)

교통안전을 위해 차량충돌이나 차선이탈방지 기능 등을 수행할 수 있도록 UWB 기술을 이용한 차량충돌방지용 레이더를 신설하기 위해 주파수 분배표, 무선설비규칙 그리고 신고하지 아니하고 개설했을 수 있는 무선기기 고시를 개정하는 개선(안)을 마련하였다.

가. 주파수 분배표 개정(안)

24.25~26.65GHz 대역 차량충돌방지장치가 유럽기준에 따라 도로·교통용으로 분류되므로 차량충돌방지용 레이더에 포함

◎ 방송통신위원회고시 제2012-xx호

「전파법」 제45조(기술기준), 제58조(산업·과학·의료용 전파응용설비 등)에 따라 대한민국 주파수 분배표(방송통신위원회고시 제2011-45호, 2011.10.19) 일부를 다음과 같이 개정하여 고시합니다.

2012년 xx월 xx일
방송통신위원회위원장

대한민국 주파수 분배표 일부개정(안)

대한민국 주파수 분배표 일부를 다음과 같이 개정한다.

한	국
(4)	(5)
주파수대별 분배	용 도 등
24.25-24.45 고정 이동	가입자회선 K176A 특정소출력(차량충돌방지레이더용) K37G
24.45-24.65 고정 위성상호간 이동 5.533	가입자회선 K176A 특정소출력(차량충돌방지레이더용) K37G
24.65-24.75 고정 위성상호간 이동 5.533	가입자회선 K176A 특정소출력(차량충돌방지레이더용) K37G
24.75-25.25 고정 고정위성(지구대우주) 5.535 이동	특정소출력(차량충돌방지레이더용) K37G
25.25-25.5 고정 위성상호간 5.536 이동 표준주파수 및 시보위성(지구대우주)	특정소출력(차량충돌방지레이더용) K37G
25.5-27 고정 이동 위성상호간 5.536	가입자회선, CATV전송용 K176A 특정소출력(차량충돌방지레이더용) K37G

K37G를 다음과 같이 개정한다.

K37G

24.25~26.65 GHz 및 76 ~ 77 GHz의 주파수대역은 특정소출력무선기기(차량충돌방지레이더용)로 사용할 수 있다.

나. 무선설비규칙 개정(안)

무선설비규칙 제98조제4항1호를 다음과 같이 개정한다.

제98조(특정소출력무선국용 무선설비)

⑨ 차량 충돌방지용 레이더 특정소출력 무선기기의 기술기준은 다음 각 호와 같다.

1. 주파수, 공중선전력 등

주파수(MHz)	공중선전력 또는 전력밀도	비고
24.25~26.65GHz	-41.3dBm/MHz	·공중선 절대이득을 포함한 평균 전력밀도는 -41.3dBm/MHz 이하이고 첨두 전력밀도는 -24.44dBm/3MHz 이하일 것
76~77GHz	10mW 이하	·공중선 절대이득을 포함한 전력이 50dBm 이하일 것

2. 점유주파수대폭은 제1호의 지정주파수 범위 이내일 것

3. 주파수허용편차는 제2호의 점유주파수대폭 이내일 것

4. 24.25~26.65GHz 주파수대역의 전파를 사용하는 기기의 발사는 1MHz 분해 대역폭으로 측정한 전력이 다음 조건에 적합할 것

주파수대역	공중선 절대이득을 포함한 평균 전력밀도
10GHz 이상 23.6GHz 미만	-61.3dBm/MHz 이하
23.6GHz 이상 24GHz 미만	-74dBm/MHz 이하
26.65GHz 이상 50GHz 미만	-61.3dBm/MHz 이하

5. 76~77GHz 주파수대역의 전파를 사용하는 기기의 발사는 제1호의 주파수대역 밖의 주파수에서 공중선전력이 10mW 이하일 때 1MHz(측정하는 주파수가 1GHz 미만인 경우는 100kHz) 분해 대역폭으로 측정한 전력이 -26dBm 이하이거나 공중선 절대이득을 포함한 전력이 50dBm 이하일 때 0dBm 이하일 것

다. 신고하지 아니하는 무선기기 개정(안)

제4조제4항을 다음과 같이 개정한다.

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

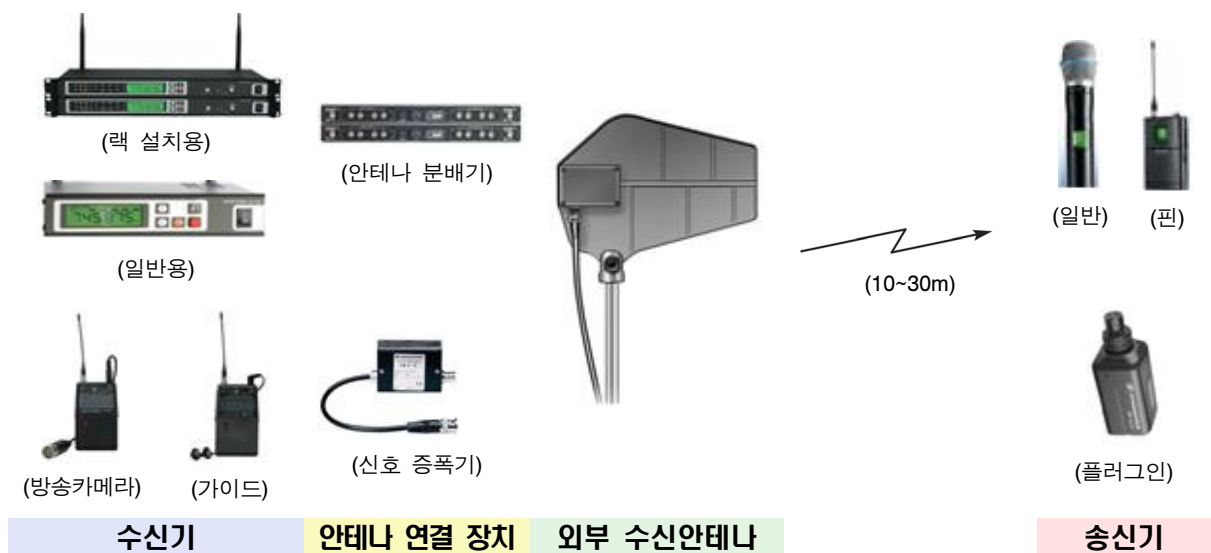
7. 차량 충돌방지용 레이더 무선기기

주파수(MHz)	공중선전력 또는 전력밀도	비고
<u>24.25~26.65GHz</u>	<u>-41.3dBm/MHz</u>	<u>점유주파수대폭은 주파수대역의 범위에내일 것</u>
76~77GHz	10mW 이하	점유주파수대폭은 주파수대역의 범위에내일 것

제4절 무선마이크용 무선설비 기술기준

1. 개요

무선마이크용으로 기존에 분배되어 사용중인 740~752MHz대역에서 2012년 12월 31일에 주파수 사용이 종료됨에 따라 무선마이크 산업 활성화를 위하여 기존 무선마이크용으로 사용중인 900MHz대역의 주파수 분배폭을 확대하여 채널부족을 해결하고자 하였다.



[그림 3-38] 무선마이크 시스템 구성도

2. 국내 주파수 분배 동향

740~752MHz대역 무선마이크 주파수는 '94.5월에 분배되었으나 DTV대역 확정 및 700MHz대역 확보를 위한 주파수 회수가 검토되었다. '08.12월 주파수 분배표 고시를 통해 유예기간 4년을 부여하여 740~752MHz대역은 '12.12.31일까지 사용하게 하였고 동 대역 무선마이크 대체 주파수 확보를 위해 900MHz대역 무선마이크용 주파수를 기존 4MHz폭(928~930MHz, 950~952MHz)에서 7MHz폭(925~932MHz)으로 확대하였다. 또한 '10.1월 주파수 분배표 고시를 통해 740~752MHz대역 무선마이크 적합인증은 '10.12.31일까지 종료하고 DTV대역 470~698MHz에서 허가용 무선마이크 사용을 허용하였다.

3. 기운용 무선국과의 전파간섭 영향

기존 무선마이크 대역은 925~932MHz(7MHz 폭)이었으며 900MHz 대역 무선마이크용 주파수 확대를 위해 현재 무선데이터 사업용 주파수간 가드밴드 및 공공용으로 사용되는 932~938MHz(총6MHz폭) 대역 내에서 무선마이크 공유 가능성을 검토하였다.

900MHz대역은 이동통신(20MHz), 공공(30.5MHz), RFID/USN(6.5MHz), 무선마이크(7MHz), 무선데이터(4MHz), 무선평출(1MHz)로 이용 중이다. 무선전화기(2MHz, '13.12월, 주파수 분배표 K54 참조), 허가용 무선마이크(10MHz, '15.6월, K64J 참조)는 주파수 사용 종료 후 회수될 예정이다.

시뮬레이션 분석결과, 공공용 전술장비와 무선마이크와의 기술적 공유는 가능하며, 사업용 주파수간 인접대역 간섭을 고려해 0.5MHz폭 이격을 통해 통신서비스가 가능한 것으로 판단되었다. 따라서, 기존 925~932 MHz 대역에서 5.5MHz 대역폭이 확대된 925~937.5 MHz(12.5MHz 폭)로 분배대역을 정하였다.

4. 기술기준 개정

700MHz 대역 무선마이크 이용종료와 대체 주파수로 900MHz 대역 확대를 위해 「대한민국 주파수 분배표」, 「무선설비규칙」 그리고 「신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선기기」 고시를 개정하였다.

대한민국 주파수 분배표 중 분배표 일부와 국내 주석 K37D를 개정하였다.

< 대한민국 주파수 분배표 일부 및 국내 주석 K37D 개정 >

한	국
(4)	(5)
주파수대별 분배	용 도 등
698-806 방송 고정 이동 5.313A 5.317A	TV방송용 특정소출력(음성 및 음향신호전송용) K37D(삭제) 770 MHz(실험국) K30 방송중계 K64J K85(삭제) 도서통신 K83(삭제) K86

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 및 925~937.5MHz의 주파수대역은 특정소출력무선기기(음성 및 음향신호전송용)로 사용할 수 있다.

무선설비규칙 제98조제4항을 다음과 같이 개정하였다.

< 무선설비규칙 제98조제4항제1호 개정(고시 제2012-101호) >

④ 음성 및 음향신호 전송용 특정소출력무선기기의 기술기준은 다음 각 호와 같다.

1. 용도, 주파수, 실효복사전력, 점유주파수대폭

용도구분	주파수(MHz)	전파형식	실효복사전력	점유주파수대폭
무선호출	219.150 219.175 219.200 219.225	F3E G3E	10mW 이하	16kHz 이하
무선마이크 및 음향신호전송용	72.610-73.910 74.000-74.800 75.620-75.790 173.020-173.280 173.300-174.000 ^{주)} 216.000-217.000 ^{주)} 217.250-220.110 223.000-225.000 925.000-937.500	F3E G3E F2E G2E F7W G7W F8W G8W F9W G9W		(1) 주파수가 100MHz 이하의 경우 : 60kHz 이하 (2) 주파수가 100MHz 초과의 경우 : 200kHz 이하

주) 173.300~174.00MHz, 216.000~217.000MHz는 보청기용으로 사용하는 기기에 한하며 기기 본체 또는 사용자 설명서에 “이 기기는 옥내 이용을 목적으로 합니다.” 문구를 명시할 것

「신고하지 아니하고 개설했을 수 있는 무선국용 무선기기」 고시 중 제4조제4항을 다음과 같이 개정하였다.

< 신고하지 아니하고 개설했을 수 있는 무선국용 무선기기 고시 제4조제4항 개정 >

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, 925.000-937.500	10mW 이하	
173.300~174.000, 216.000~217.000	10mW 이하	옥내 사용에 한함

제5절 UWB 무선설비 기술기준

1. 개요

UWB 무선기기는 지난 '07년 처음으로 국내에 도입된 이후로 미국, 유럽 등 해외 주요국의 주파수대역과의 조화 및 기술방식 표준화를 따른 기술 기준의 규정 필요성이 계속 대두되어 왔다.

특히, 산업계에서는 '10년도 국제적으로 통용되는 UWB 제품의 개발을 위하여 세계 주파수 조화를 위한 6.3~7.2GHz 대역 주파수 분배를 요청하였다. 동 대역은 유럽과 미국은 UWB 용으로 사용중인 대역이며, 우리나라와 일본에서는 UWB 용도로 분배하고 있지 않은 상태이다.

그간, 국내에서는 UWB 무선기기가 통신용으로 개방되어 사용되기 시작한 이래 간섭회피기술 적용 등 기술상의 문제로 침체되어 왔으나, 기존서비스와 Underlay 방식으로 공유하는 UWB 무선설비의 활성화를 위하여 관련 규정의 제·개정 검토가 필요하게 되었다.



[그림 3-39] 주요국가별 UWB 주파수 이용 현황

2. 기술방식

UWB는 여러개의 서브 서브캐리어에 의한 광대역 고속통신에 이용되는 MB-OFDM(Multi Band Orthogonal Frequency Division Multiplex) 방식을 주로 이용하며, 총 128개의 멀티캐리어로 528MHz의 대역폭을 가진다.

3. UWB 기술 활용 서비스

UWB 통신용은 근거리 무선 홈네트워크에 많이 이용되고 있으며, 다양한 A/V 콘텐츠를 TV, 디지털카메라, 오디오, PC등의 기기에 무선으로 전송하는 등 데이터통신용으로 활용하고 있다.



a. 무선영상 송수신기



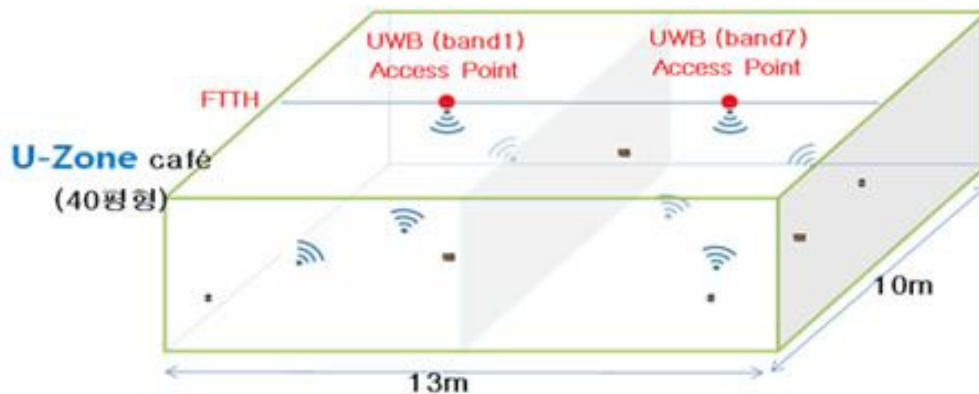
b. 실내외 보안감시용



c. 무선 USB 도킹스테이션

[그림 3-40] UWB 상용 서비스

또한, 최근 업계에서 응용되는 서비스 중 U-zone 서비스는 특정 공간에서 UWB 기술을 이용한 고속 인터넷 사용이 가능하고, Wireless PAN기반의 Wireless USB 제품과 달리, 10미터 이내의 지역에서 무선 인터넷 서비스의 속도 향상을 위해 UWB 제품을 직접 FTTH에 연결하는 서비스가 출시되고 있다.



[그림 3-41] UWB기술을 이용한 U-zone 서비스 예시

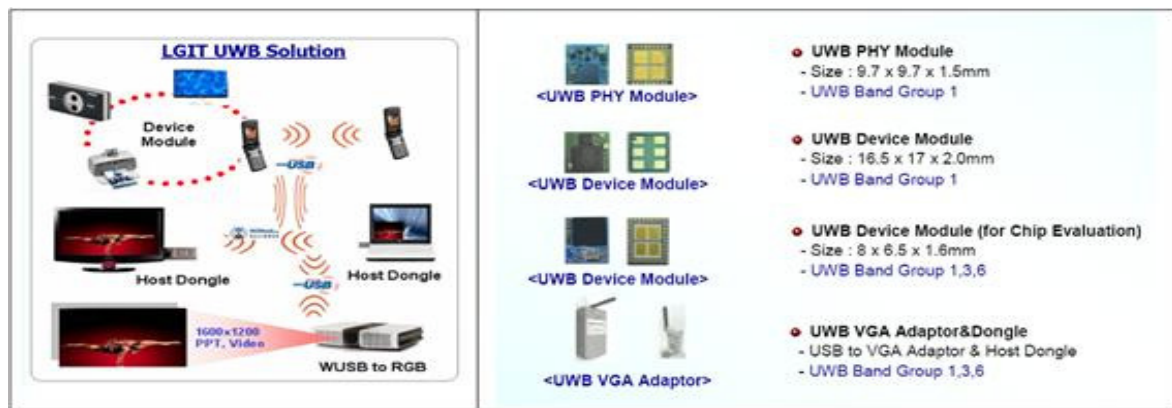
4. 국내 업체별 제품 및 개발현황

'10년 DAA적용 유예기간 종료를 앞두고 UWB 제품의 국내 출시를 꺼림으로 인해 국내 UWB시장 진입 지연 및 산업기회 상실의 우려되었다. 삼성전자의 경우 '04년부터 UWB 연구개발 시작하여 DTV를 중심으로 고화질 콘텐츠의 고속 무선전송 제품군을 준비 중에 있다.



[그림 3-42] DTV용 고화질 무선전송 제품 군

LG이노텍은 BT, WiFi, ZigBee 기술과 더불어 무선 홈네트워크 구현을 위한 UWB기술 응용 모듈, 칩셋 및 어플리케이션 개발 중이며, 지맥스 정보통신은 UWB칩셋을 장착한 Wireless USB 동글 제품 및 무선음향·영상 전송세트 생산중이며, RF 모듈 개발 중이라 기술 개발을 위한 DAA 유예기간 연장을 강하게 요구한바 있다.



[그림 3-43] UWB기술 응용 모듈, 칩셋 및 어플리케이션

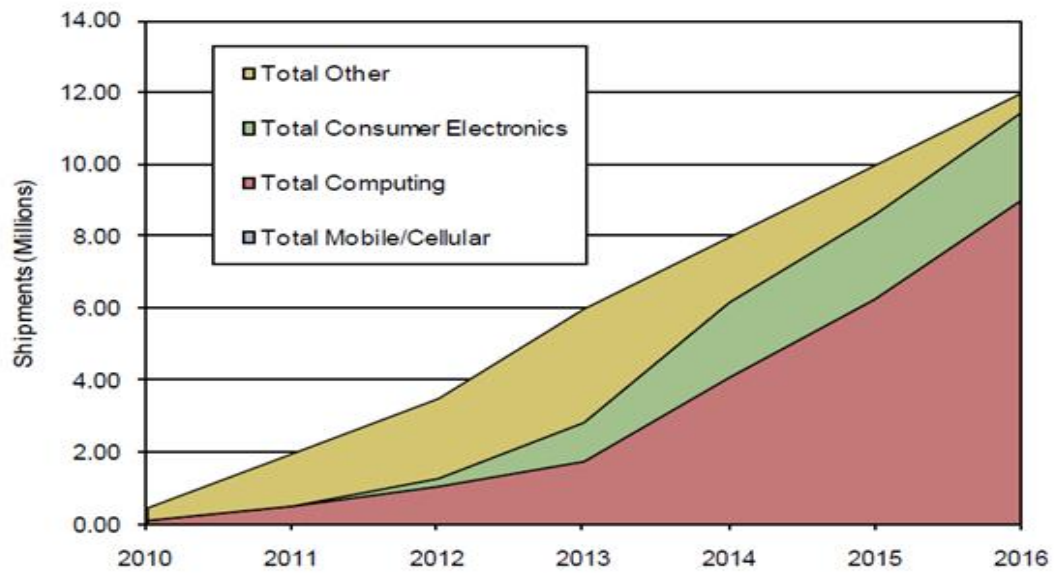
UWB 기술을 이용한 센서용의 경우는 삼성에스원, 씨아이토피아 등 보안 시스템용, 군용 산업체가 주류를 이룬다. 특수상황(군, 소방차 등)에서 아군 위치 파악 또는 구조자위치 파악을 위해 UWB기술을 사용하기를 희망하지만, 국내의 기술기준 자체가 통신용으로 제정되어 있어 기술기준의 예외 조건 등을 요구하고 있다.

5. UWB용 무선기기 시장전망

가. 시장전망

2012년 UWB칩셋 세계 시장은 약 3억개 이상으로 예상되며 '10년 대비 6배 이상 성장할 것으로 전망된다.(출처 : Gartner, 2009.03) 주요 칩셋 제조업체로는 삼성, 알레리온, 웨즈에어, 비빔, CSR 등이 있고, 제품으로 상용화하여 발표한 업체는 삼성, 델, 알레리온, 웨즈에어, 비빔, 한신정보통신, 지우미디어, ABCo 등이 있다.

또한, 국내에서는 차세대 통합단말기, 지능형 HDTV등의 신규시장을 포함하여 약 40~100억 달러 규모의 시장성장이 예상되며, 세부적으로 보면 '12년 PC 및 가전제품 등에 적용이 예상되어 총 360만개 이상, 약 천만 달러 규모와 무선모니터, 무선 도킹 시스템 등이 출시되어 약 1억9천만 달러 시장으로 성장할 것으로 전망된다.



[그림 3-44] UWB 전세계 시장전망

나. 제품 개발현황



[그림 3-45] 고속무선전송용 UWB기술을 이용한 WUSB Hub(IOGEAR)

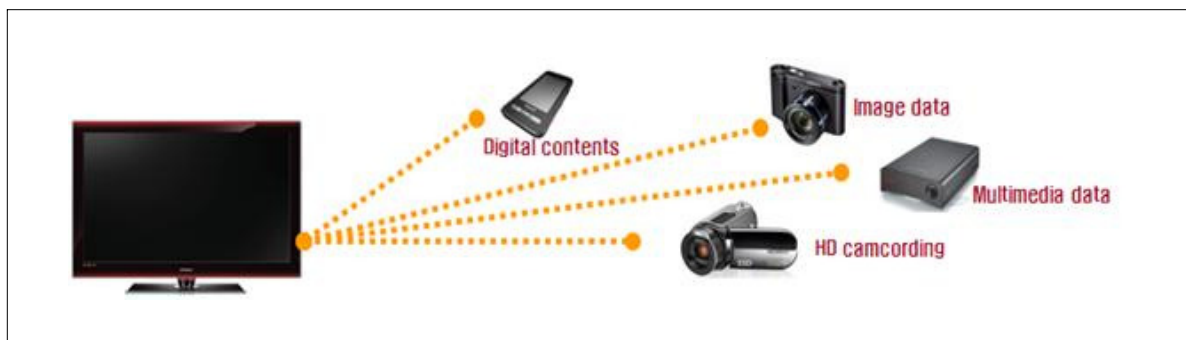


[그림 3-46] Wireless Docking Station(Wisair)



[그림 3-47] WUSB Note PC(Dell, '09년)

1) (삼성전자) '04년부터 고속무선전송용 UWB기술을 이용하여 TV/모니터를 중심으로 고화질 콘텐츠를 전송할 수 있는 제품 개발



[그림 3-48] 고속멀티미디어 전송용 UWB



[그림 3-49] 모니터에 UWB기능이 추가된 제품

2) (ABCO) UWB칩셋을 장착한 Wireless USB 동글제품 및 무선영상 전송 세트 생산 준비중

3) (지우미디어) UWB칩셋을 장착한 Wireless USB 동글제품 및 무선영상 전송세트 및 Docking Station 생산 중

4) (한신정보통신) UWB칩셋을 장착한 Wireless USB 동글제품 및 무선음향·영상 전송세트 생산중이며, RF 모듈 개발 완료

5) (KT, SKT) UWB기술을 통한 U-zone 서비스 등 새로운 서비스 모색중

6. 주파수 분배 및 간섭분석

가. 국제적 조화 고려

세계적으로 3.1~4.8GHz대에서 DAA 기술 적용이 어려움에 따라 UWB 활성화에 애로사항이 존재해 왔으며, 지난 '10년에는 간섭신호 검출레벨을 -80dBm에서 -61dBm으로 완화하여 개정하였음에도 불구하고, 활성화 되지 못함에 따라, 업계에서는 WorldWide 제품에 주로 이용하고 있는 6~7GHz

대역의 주파수 분배를 요청하였다. 동 대역은 UWB BG#3에 해당되는 대역으로 우리나라와 일본은 Band #7과 #8의 UWB 서비스 허용을 하지 않고 있어, 2010년 6월 공표된 무선USB표준(WUSB1.1)을 수용하지 못하고 있다.

따라서, 국제적 주파수 조화 및 기 분배된 BG #6(Band #9~#11)만 사용할 경우 채널 부족으로 전송속도 저하 및 간섭증가에 대비한 BG #3(Band #7~#9)의 추가 분배가 필요하다. 주파수의 추가 분배를 위하여는 기존 6, 7GHz 대역에서 이동방송중계시스템이 1차업무로 사용하고 있음에 따라 서비스 양립을 위한 간섭영향 평가가 우선적으로 고려되어야 한다.

나. 분배 검토 대역내 무선국 간 간섭분석

UWB와 방송중계시스템과의 간섭영향 분석을 위하여 이동방송중계시스템을 보호하기 위한 보호비 기준((I/N)을 -20dB(유럽권고안 기준)설정하고, 경로손실은 자유공간손실 모델을 기준으로 분석하였다. 간섭분석은 배경 잡음(White Noise) 레벨기준, Victim 시스템인 방송중계시스템의 최소 수신감도 기준 및 인접사용시 간섭가능성을 고려하여 동일한 조건에 옥내에서만 사용할 경우에 대한 간섭평가를 실시하였으며, 분석결과는 방송중계시스템과의 간섭을 일으키지 않기 위한 최소 이격거리는 다음과 같이 산출되었다.

[표 3-20] 이동방송중계시스템 보호를 위한 최소이격거리

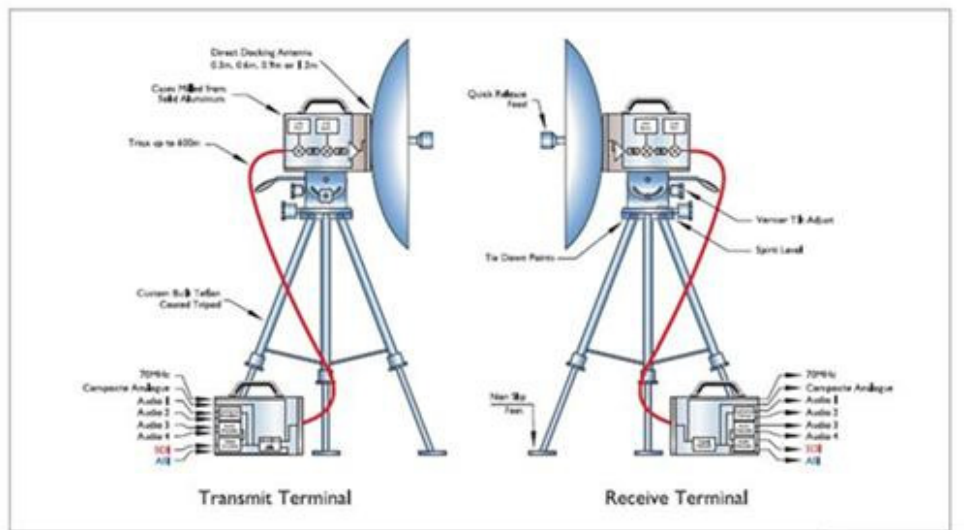
채널	송신출력	최소 이격 거리		
		경우 1	경우 2	경우 3
Band #7 (528MHz폭)	-14dBm	157 미터	43 미터	6.1 미터
Band #8 (528MHz폭)	-14dBm	146 미터	40 미터	5.6 미터
Band #7~#9 (528MHz*3폭)	-9dBm	255 미터	69 미터	9.7 미터

이때 간섭분석 Factor로 사용된 신규주파수분배를 요구하는 대역(6.2GHz ~ 7.2GHz)의 주요 희생 시스템은 이동용 방송 중계 시스템의 제원은 다음과 같다.

[표 3-21] 희생 시스템 주요 제원(이동용 중계 시스템)

항목	값	
시설명	(주)문화방송 대표이사	한국방송공사사장
설치장소	서울 영등포구 여의도동 31	서울 영등포구 여의도동 18번지 한국 방송공사
기기명칭	PF-503T	MVL-D2(MVL-HD2)
공중선명	PARABLOA	PARABLOA
이득	0	0
전파형식	20M0D7W	10M0D7W
출력	1W	1W
주파수	7010 MHz, 7040MHz	7070MHz, 7080MHz, 7090Mz

Victim 시스템은 채널대역폭 8MHz의 대역폭을 가지며, 수신감도는 -92dBm @BER = 10^{-5} , QPSK 변조방식을 사용하는 시스템이다.

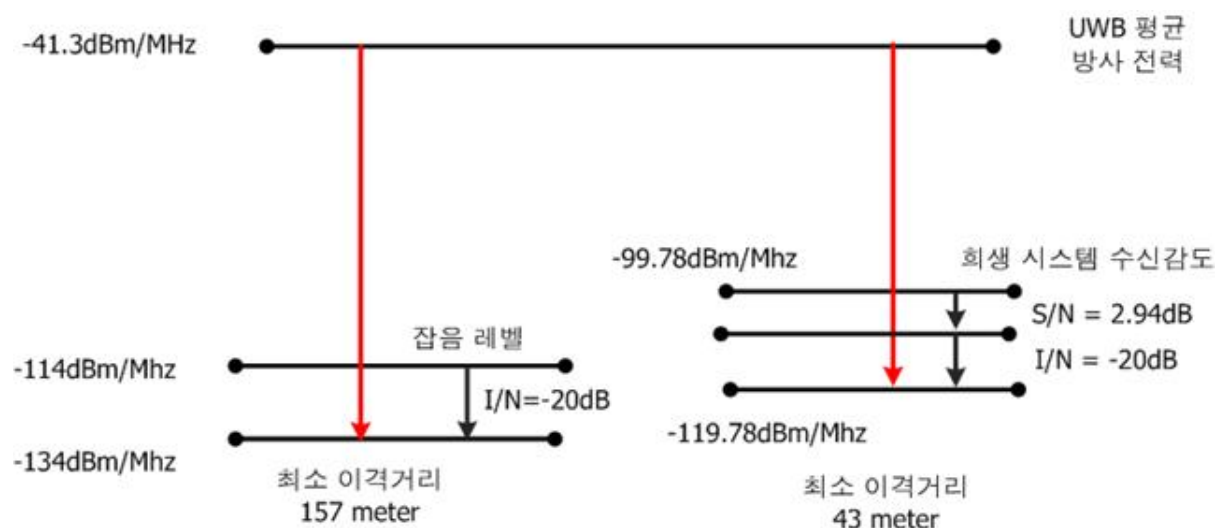


[그림 3-50] 이동용 중계 시스템 (MVL) 장비



[그림 3-51] 이동통신 중계 장비 차량

제시된 Victim의 스펙을 고려하여 희생시스템의 잡음층 레벨을 계산하면, 방송 시스템의 수신감도가 -92dBm 이기 때문에 단위를 $[\text{dBm}/\text{MHz}]$ 로 환산하면 $-99.78\text{dBm}/\text{MHz}$ 이고, V_SNR 값은 변조방식(Modulation)이 QPSK이고, 순방향오류정정 코드(FEC)가 1/2인 경우의 희생시스템의 신호대잡음비(SNR)로 정의되며 그 값은 2.94dB 로 I/N 측면으로 최소이격거리를 계산하기 위한 희생시스템의 잡음층 레벨은 $-102.72\text{dBm}/\text{MHz}(V - V_SNR)$ 로 정해진다.



7. 기술기준 개정 방안

현행 UWB주파수 분배는 3.1~4.8 및 7.2~10.2GHz 대역에 대하여만 분배함에 따라 주파수 분배표를 개정하고 주파수를 추가 분배하고, 최소 157m 이상 이격되어야 함을 고려하여 실내에서만 사용하도록 제한적 조건을 규정 Victim 시스템을 보호하는 기술기준을 정할 필요가 있다.

가. UWB 기술기준 개정관련 주파수 분배표 및 기술기준 개정(안)

o 무선설비규칙 제101조

현행				개정(안)			
제101조 (UWB, 용도미지정 및 고정점대점 통신용 무선기기) ① UWB 기술을 사용하는 무선기기는 다음 각 호의 조건에 적합하여야 한다.				제101조 (특정소출력무선국용 무선설비) ⑤ (현행과 같음)			
1. 주파수대역, 전력밀도 등				1. 주파수대역, 전력밀도 등			
주파수(GHz)	공중선 절대이득을 포함한 전력밀도		비 고	주파수(GHz)	공중선 절대이득을 포함한 전력밀도		비 고
	평균전력	첨두전력			평균전력	첨두전력	
3.1~4.8 7.2~10.2	-41.3 dBm/MHz	0 dBm/50MHz	(생 략)	3.1~4.8 6.3~10.2	-41.3 dBm/MHz	0 dBm/50MHz	(생 략)
2. 일반적 조건 : 항공기, 선박, 위성, 모형비행기에의 적용을 금지함.				2. 일반적 조건 : 항공기, 선박, 위성, 모형비행기에의 적용을 금지하고, 6.3~7.2 GHz 사이에서는 옥내에서만 사용하여야 하며, “실외에서 사용할 수 없음”이라는 문구를 동 설비의 잘 보이는 곳에 표시할 것.			
3. (생 략)				3. (현행과 같음)			
4. 불요발사는 다음 조건에 적합할 것				4. 불요발사는 다음 조건에 적합할 것			

주파수대역	공중선 절대이득을 포함한 평균 전력밀도	주파수대역	공중선 절대이득을 포함한 평균 전력밀도
1.6 GHz 미만	-90 dBm/MHz	1.6 GHz 미만	-90 dBm/MHz
1.6 GHz 이상 ~2.7 GHz 미만	-85 dBm/MHz	1.6 GHz 이상 ~2.7 GHz 미만	-85 dBm/MHz
2.7 GHz 이상 ~3.1 GHz 미만	-70 dBm/MHz	2.7 GHz 이상 ~3.1 GHz 미만	-70 dBm/MHz
3.1 GHz 이상 ~4.8 GHz 미만	-51.3 dBm/MHz	3.1 GHz 이상 ~4.8 GHz 미만	-51.3 dBm/MHz
4.8 GHz 이상 ~7.2 GHz 미만	-70 dBm/MHz	4.8 GHz 이상 ~6.3 GHz 미만	-70 dBm/MHz
7.2 GHz 이상 ~10.2 GHz 미만	-51.3 dBm/MHz	6.3 GHz 이상 ~10.2 GHz 미만	-51.3 dBm/MHz
10.2 GHz 이상	-70 dBm/MHz	10.2 GHz 이상	-70 dBm/MHz

나. 주파수분배표 개정(안)

현행		개정(안)	
주파수대별	용 도 등	주파수대별	용 도 등
5925-6700 고정 고정위성(지구대우주) 이동 5.440	고정 M/W 중계 K151A	5925-6700 고정 고정위성(지구대우주) 이동 5.440	(추가) UWB용 K125B 고정 M/W 중계 K151A
<p>K125B</p> <p>3.1~4.8 GHz 및 7.2 ~ 10.2 GHz의 주파수대역은 UWB(Ultra Wide Band) 통신용으로 사용하되 3.1 GHz~4.8 GHz의 주파수대역에서는 간섭회피기술(DAA)을 적용한다. 단, 4.2 ~ 4.8 GHz의 주파수대역에서는 간섭회피기술(DAA) 적용을 2016년 12월 31일까지 유예한다.</p>		<p>K125B</p> <p>3.1~4.8 GHz 및 6.3 ~ 10.2 GHz의 주파수대역은 UWB(Ultra Wide Band) 통신용으로 사용하되 3.1 GHz~4.8 GHz의 주파수대역에서는 간섭회피기술(DAA)을 적용한다. 단, 4.2 ~ 4.8 GHz의 주파수대역에서는 간섭회피기술(DAA) 적용을 2016년 12월 31일까지 유예한다.</p>	

제6절 차량간통신(WAVE)

1. 개요

지능형교통체계(Intelligent Transport System, 이하 ITS)는 도로, 차량 등 교통체계의 구성요서에 첨단 전자·정보·통신 기술을 융합하여 실시간 교통 서비스를 제공하는 저비용·고효율의 미래형 스마트 교통 SOC로 교통수단 및 시설 이용효율의 극대화, 교통 수요 분산, 교통 흐름 제어 등으로 교통 혼잡을 완화하여 교통체계의 효율적 운용이 가능하고 안전성 및 편의성을 향상 시킬 수 있다.

또한 ITS는 세계시장이 매년 10% 성장중인 미래유망분야로, 범정부 「3대 분야 17개 신성장동력」에 포함하였으며, 기존 자동차·도로 중심의 교통체계지능화의 사업범위를 육상, 해상, 항공교통분야로 확대하는 「지능형교통체계 기본계획 2020」을 2011년 12월 확정하였다.

현재 스마트자동차 서비스를 구현하고 있는 대표적인 예가 하이패스, 버스정보시스템, UTIS가 있으며, 하이패스는 DSRC, 버스정보서비스는 DSRC, TRS, CDMA 등, UTIS는 무선랜 통신방식을 이용하여 서비스를 제공하고 있다. 그러나 이러한 기술은 차량과 노변 기지국간 통신만 하였으나 최근 차세대 지능형교통시스템으로 차량과 노변 기지국 통신 및 차량간 통신도 가능한 WAVE 통신기술이 발전하고 있다.

WAVE(Wireless Access in Vehicle Environments)는 크게 차량 안전 서비스와 도로교통 지원 서비스가 있다. 차량 안전 서비스는 차량 운행의 안전성을 지원하는 서비스로써 전후방 추돌방지 서비스, 교통 표지판이나 도로 상황 정보 제공 서비스, 교차로 안전 지원 서비스가 있다.

WAVE 기술의 국제 표준화는 ISO, IEEE, ITU-R 등에서 논의되고 있다. ISO는 주로 응용서비스와 관련된 표준을 다루며, IEEE는 802.11p에서 차량간 통신의 PHY와 MAC계층에 대한 표준사항을 규정하고, 1609는 MAC 계층의 일부와 네트워크 계층 이상에 대한 표준을 규정하고 있으며, ITU-R에서는

Working Party 5A(WP5A)에서 ITS 서비스를 위한 주파수 사용 권고 및 보고서를 개발하고 있다.

WAVE 서비스 제공을 위한 ITU 및 각국에서는 주파수 분배를 완료하였다. ITU-R은 5.725~5.875GHz대역 150MHz를 ITS용으로 권고하였으며, 유럽은 5.855~5.925GHz대역을 할당하였고, 미국은 5.850~5.925GHz대역을 분배하였으며, 일본은 700MHz대역 중 10MHz대역을 분배하기 위해 검토 중이다.

국내는 5.8GHz대역에서 검토중이며 ETRI 등에서 단말 개발을 위해 실험 주파수로 5.835~5.895GHz를 사용하고 있다.

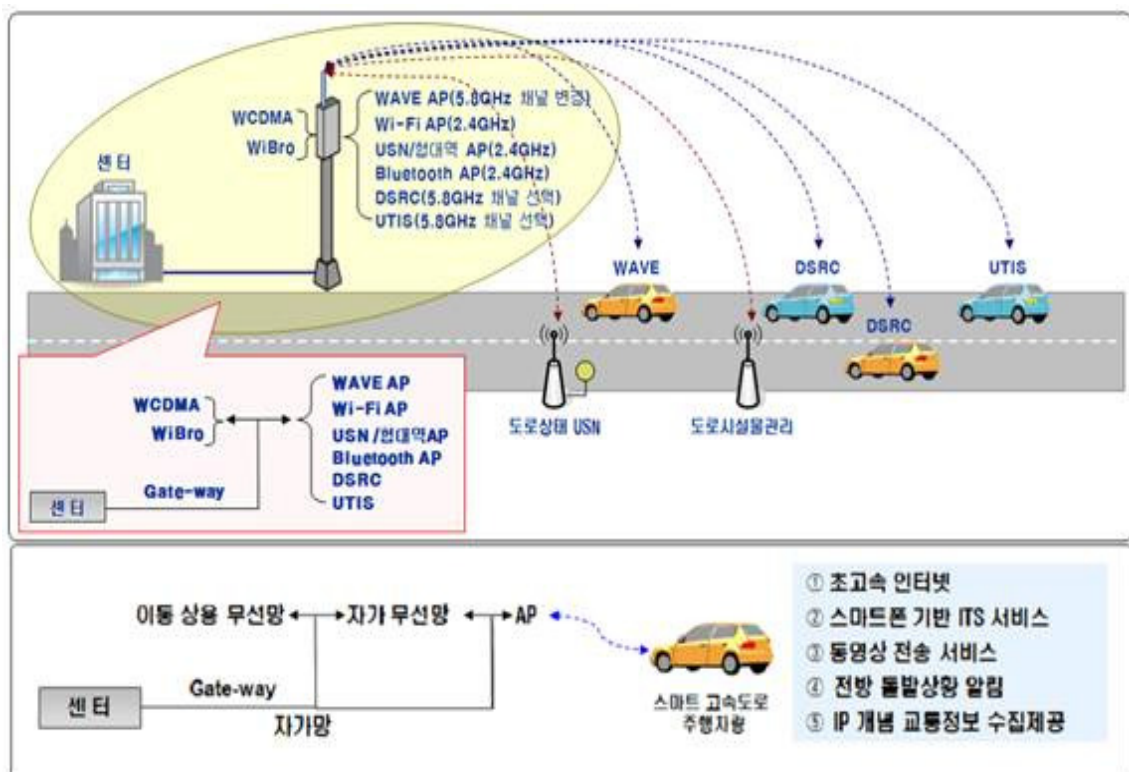
이처럼 국제적으로 스마트 자동차 활성을 위해 WAVE 기술 연구가 활발히 진행중이며 각국 정부에서는 주파수분배 및 기술기준 등 관련 제도를 이미 마련하였다. 이에 방송통신위원회와 국립전파연구원은 차세대 ITS 서비스 국내 도입을 위해 기술기준 마련을 위한 연구반을 운영하여 검토안을 마련하였다.

2. ITS 산업 및 서비스 동향

21세기 ‘스마트’한 통신기기의 등장과 더불어서 운전자에게 안전과 편의성을 제공하기 위한 여러 가지 기술이 등장하였고 이를 지원하기 위한 자원 할당의 필요성이 대두되고 있다.

최근 선진국에서는 도로의 교통관리를 정보 통신기술 등을 접목하여 교통의 효율화, 정체 등에 따른 비용 절감을 통한 그린 ICT를 구현하고 있다. ITS 시스템은 차량 단말, 노변 기지국과 센터, 노변 시설 장비로 구성되어 운영되고 있다.

차량 단말과 노변 기지국간 통신은 5.8GHz DSRC 통신, IR(적외선) 통신, 셀룰러, 무선랜 등 다양한 통신 기술을 사용하고 있으며 최근 차량간 통신은 WAVE 기술을 이용하고 있다.



[그림 3-52] 텔레매틱스 서비스의 주파수 사용 예

국내에서는 스마트하이웨이 사업(국토해양부)¹⁾, U-Transportation 사업(한국교통연구원)²⁾, VMC(Vehicle Multi-hop Communication) 기술개발사업(지식경제부) 등 추진이며, 차량간 충돌방지, 영상을 포함한 교통정보 수집 등을 위한 5.9GHz 대역 통신을 위하여 스마트하이웨이 사업단에서 5.850~5.925GHz(75MHz) 주파수 분배를 요구하고 있다.

가. 국내·외 이용 및 기술 동향

1) 국내 이용 현황

현재까지의 ITS 서비스는 유선통신망의 Backbone 기본 Network 환경에서 도로변 지점방식의 수집 장치 또는 시스템으로부터 수집된 정보를 교통정보센터에서 가공처리하고 가공된 정보를 도로 이용자에게 불특정 다수에게 서비스 하는 형태를 수행하여 왔다.

최근에 DSRC, 무선통신망을 활용한 요금징수(Hi-pass), 구간정보 수집과 가공, 버스정보시스템(BIS) 등이 도입되어 국민들로부터 많은 이용환경의 변화를 가져오고 있으며, 교통정보의 Open API를 통한 서비스 확대로 휴대폰, 태블릿 등 개인 단말기를 활용한 서비스로 확대되고 있는 추세이다.

교통관리 측면에서는 이벤트 발생에 따른 정체 등 악영향을 최소화 하는 CCTV 기반의 돌발상황관리시스템, 고속도로 분선(LCS) 및 진출입관리(Ramp metering), 전방 교통상황에 대한 사전정보제공(VMS 등), 도시부 실시간 신호운영관리, 교통류 저해요인의 단속을 위한 속도, 신호, 전용차로 단속시스템(VES)이 운영중에 있다.

1) 스마트하이웨이 사업(2007~2017): 실시간 도로 교통정보를 수집·제공하여 교통 체증을 줄여 고속 주행할 수 있는 차세대 지능형 고속도로 시스템 개발 사업

2) u-Transportation 기반기술 개발사업(2007~2012): 교통체증 시간을 줄이고 현재 관리자 중심의 교통체계를 u 시대의 이용자 중심의 맞춤형교통체계로 개선하고자 'u-Korea'사업의 일환으로 수행하는 사업



[그림 3-53] 현재 구축·운영 중인 ITS 서비스

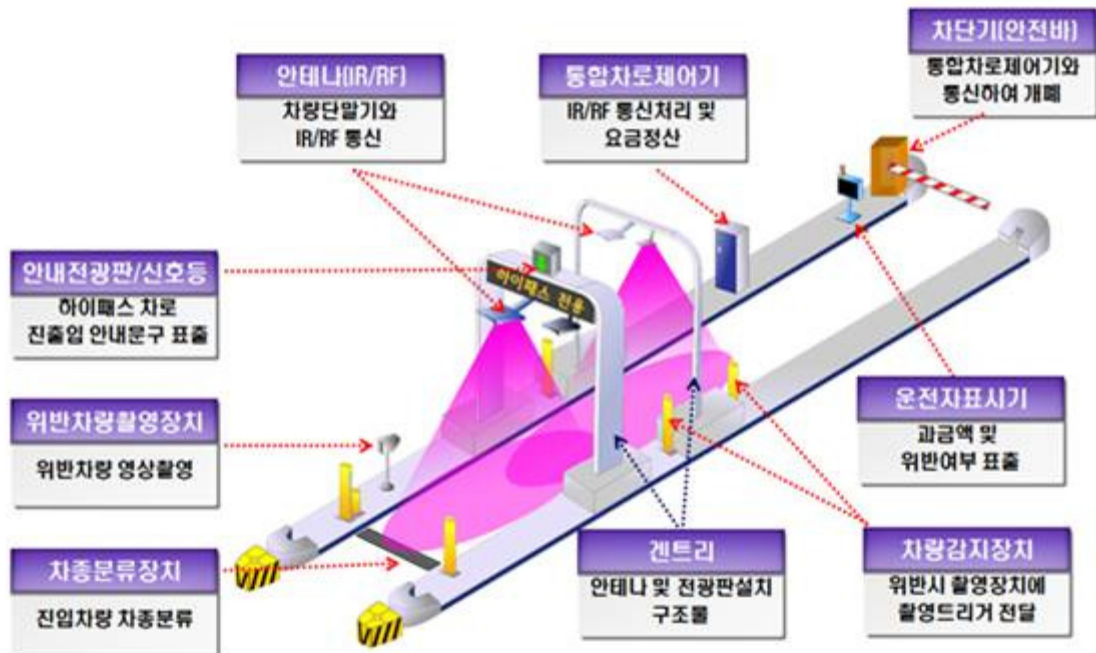
가) 버스정보시스템(BIS; 지방자치단체)

도로에서 운행 중인 버스의 실시간 통과위치, 운행상태 정보를 무선통신망을 이용하여 수집, 처리하여 도로이용자 및 버스 운전자에게 버스 도착예정 시간, 배차간격, 첫차/막차 정보, 실시간 앞 2개, 뒤 2개 차량의 운행상태 정보를 제공하는 시스템으로 버스를 이용하는 일반시민에게 가장 필요로 하는 서비스로 호응을 받고 있으며, 정보는 휴대폰의 Application으로 제공되어 활용도가 높고, 버스운행관리시스템(BMS)과 연계하여 버스 준공영제 등 실적관리로도 활용되고 있다.

나) Hi-pass(한국도로공사)

단말기에 카드를 삽입 후 무선통신(적외선 또는 DSRC)을 이용하여 하이패스

차로를 시속 30Km 이하로 무정차 주행하면서 통행료를 지불하는 최첨단 전자요금수납시스템(ETC : Electronic Toll Collection)이다.



[그림 3-54] 하이패스 시스템 구성도

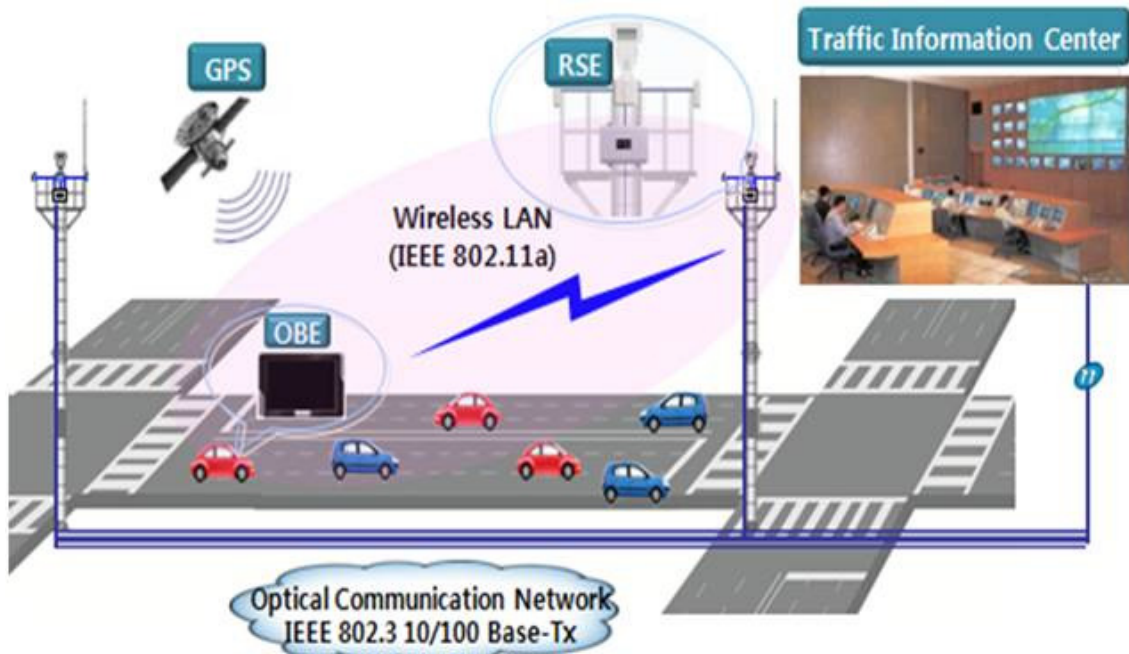
하이패스 시스템에서 이용하고 있는 주파수는 단거리전용통신용(DSRC)으로 5.795~5.815GHz(공공용), 5.835~5.855(사업용, 미사용중) 분배되어 활용되고 있다.

다) UTIS(경찰청)

차량과 노변 기지국간 500m 통신영역에서 최대 54Mbps 급의 무선 통신이 가능하여, 구간소통정보, 돌발 상황, 각종 통제 정보 등과 같은 교통정보를 수집과 동시에 제공하는 무선통신기반 교통정보 수집·제공 시스템이다.

※ UTIS(Urban Traffic Information Systems)는 도시 교통정보 기반확충 사업을 통해 경찰과 자치단체가 합동으로 구축하는 교통정보시스템을 총체적으로 이르는 명칭

- 센터시스템과 노변기지국간의 유선 통신은 IEEE 802.3의 이더넷을 활용하며, 노변기지국과 차량단말간의 무선 통신은 IEEE 802.11a의 표준 무선랜(WiFi)을 활용

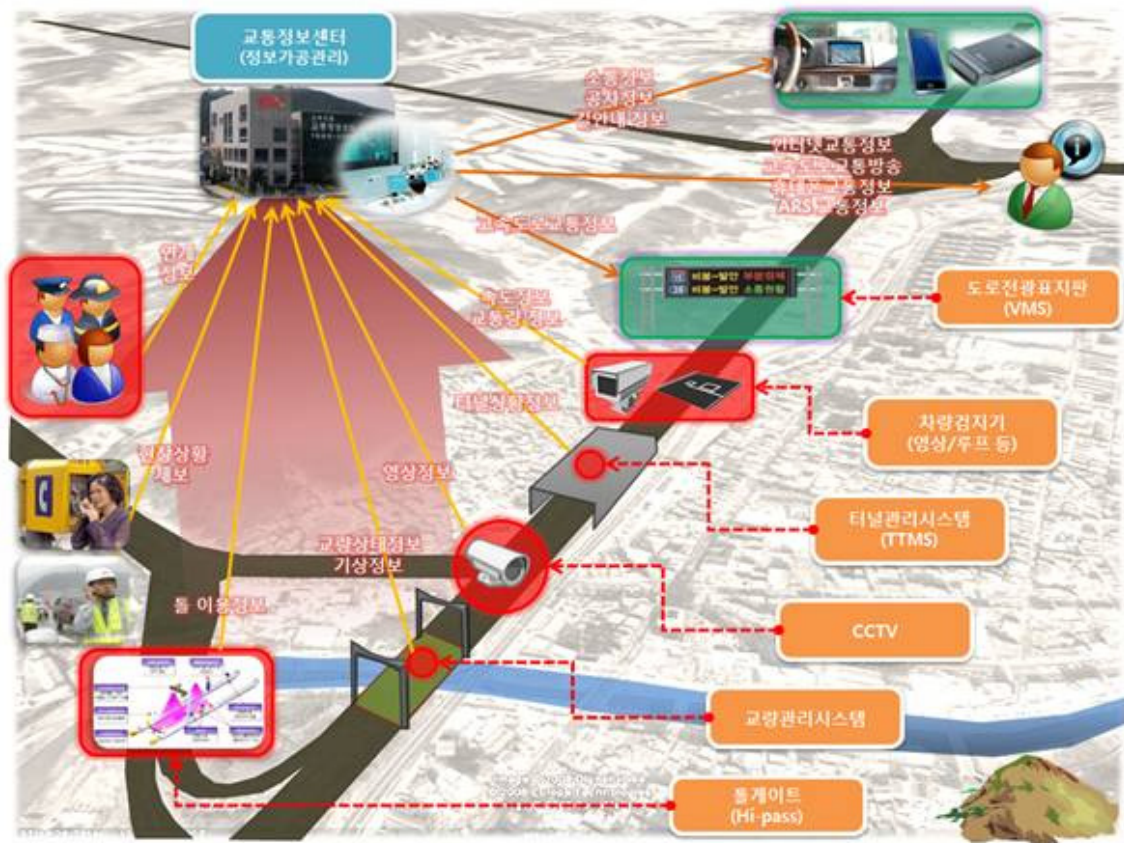


[그림 3-55] UTIS Network 구성도

라) FTMS(한국도로공사)

고속도로 교통관리시스템(FTMS ; Freeway Traffic Management Systems)이란 도시 간 또는 지역 간 교통흐름을 운영·관리하기 위해 고속화 도로에 설치·운영되는 ITS 시스템을 통칭한다.

즉 고속도로 물리 요소인 기본구간(터널, 교량 포함), 엇갈림구간, 접속구간(램프)에 설치된 모든 시설물을 대상으로 정보를 수집·관리하며 필요 시 고속도로 이용자에게 정보를 제공하는 시스템을 의미하며, 기존 ITS(또는 ATMS)가 도시부 간선도로 및 신호교차로 등 특정 도시 및 지역의 단속류 교통을 운영·관리하기 위함이라면 FTMS는 고속도로를 이용하는 연속 교통류의 운영·관리를 목적으로 하는 시스템에 해당된다.



[그림 3-56] 고속도로 교통관리시스템 기본 구성(시스템 기반)

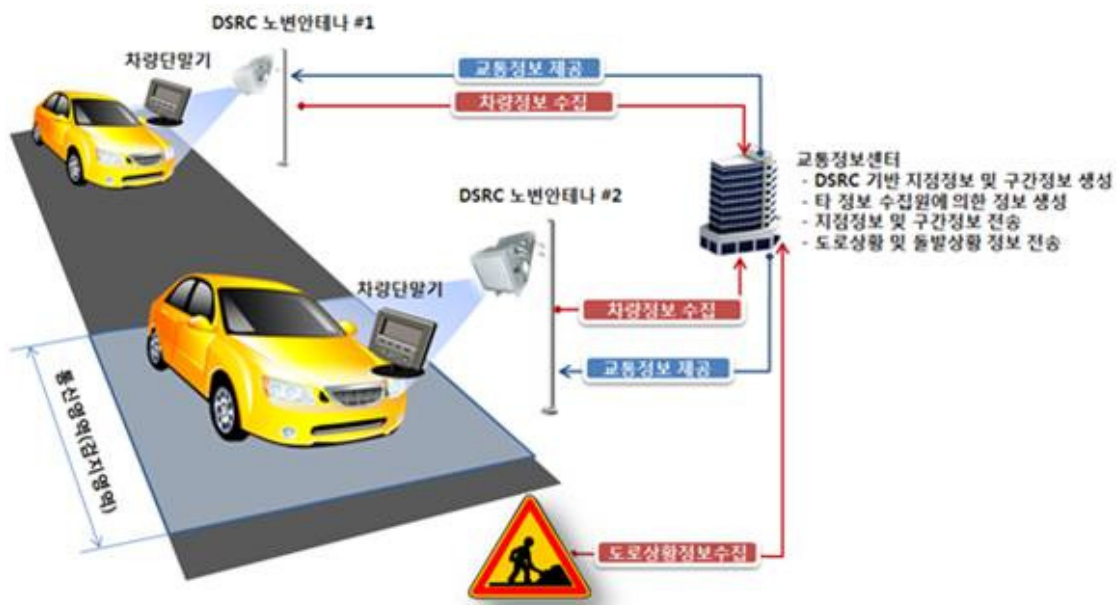
FTMS에는 DSRC 교통정보시스템이 포함되어 있으며 DSRC 교통정보수집 표준에 따라 5.8GHz 기반의 DSRC 무선통신을 이용하여 하이패스 단말기를 장착한 차량과 통신을 하며, 차량단말기 유형에 따라 정보수집용(AID³=1)과 정보수집 및 제공용(AID=4)으로 구분된다.

DSRC 제어부와 안테나부는 ITS를 위한 노변장치와 통신을 위한 데이터 인터페이스 표준(ISO 15784-1,3)의 ASN.1으로 정의된 Datex 데이터 패킷구조를 준용하며 DSRC 제어부와 안테나부는 TCP/IP의 TCP 통신을 기반으로 한다.

3) Application ID

[표 3-22] DSRC 기술 사양

구분		DSRC
기술사양	주파수	5.795GHz~5.815GHz
	주파수변조	ASK
	전송속도	1.024 Mbps
	통신영역	10~100m
	대역폭	10MHz
특징		<ul style="list-style-type: none"> ▶ 작은 용량의 데이터의 빠른 데이터 처리 속도 : 1Mbps ▶ 근거리전용 통신으로 ETC, 지점별 차량검지에 특화되어 있음



[그림 3-57] DSRC 기반 교통정보 수집제공 흐름

DSRC와 UTIS의 시스템 기본구조는 동일하나 각 시스템의 종단에 해당하는 안테나부의 기술사양은 다음 표와 같은 특징을 가진다.

무선통신을 이용하는 기술특성 상 5.8GHz에서 두 시스템의 중첩이 발생하게 되는데, UTIS는 DSRC 운영지역에서의 중첩을 해결하기 위해 주파수 중첩에 해당하는 채널(CH 161 : 5,795 ~ 5,815MHz, Center Frequency : 5,805MHz)을 우회하는 기술을 채용하고 있다.

[표 3-23] DSRC와 UTIS 기술사양 비교

구분		DSRC	UTIS	비고
기술사양	주파수	5.795GHz~5.815GHz	5.725~5.825GHz(기본) 5.470~5.650GHz(확장)	DSRC와 서비스 중첩영역에서는 UTIS의 주파수 채널(161) 사용 억제
	주파수변조	ASK	OFDM	-
	전송속도	1.024 Mbps	10 Mbps	-
	통신영역	10~100m	500m	-
	대역폭	10MHz	20MHz	-
특징		<ul style="list-style-type: none"> 작은 용량의 데이터의 빠른 데이터 처리 속도 : 1Mbps 근거리전용 통신으로 ETC, 지점별 차량검지에 특화되어 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 많은 데이터 처리용량 (throughput) : 10Mbps 	-

기존 ITS 서비스는 시스템 중심으로 추진되었으며, FTMS(고속도로교통관리시스템), 국토 ITS 시스템, UTMS(도시부 교통관리시스템), Hipass, BIS/BMS 등이 주요사업으로 추진하고 있다.

차세대 ITS는 기존 시스템의 공공 교통시설 중심의 유선통신 기반, 단일 센터 집중형의 혼잡·사고의 사후관리 공공주도의 서비스에서 이용자 중심의 현장의 분산형, 연계의 통합형 센터와 무선통신 기반으로 혼잡·사고를 사전에 예방하는 공공과 민간의 상호협력(Cooperative) 시스템으로 계획하고 있다.



[그림 3-58] V2I, V2V 기반 도로-자동차 협업 서비스

2) 국외 이용 현황

차세대 ITS는 미국, 유럽(EU), 일본의 전 세계 ITS 대표 강국에서 2006년부터 추진중이며, 기반연구 결과를 실도로 상황에서 Test하고 표준화하는 과정을 진행하고 있다.

가) 미국

도로 안전성 증대, 이동성 향상, 친환경적 주행환경 조성을 위해 차량 간 소통 및 차량-인프라 간 소통 시스템을 연구하여 향후 V2V/V2I 통신 연구에 필요한 배경지식, 목표, 로드맵 제공을 위한 Connected Vehicle Project⁴⁾를 수행하고 있으며 미국 교통부(U.S.DOT)와 도로교통안전국(NHTSA)주도 하에 교통관련기관, 완성차업체, 부품업체 등이 참여하며, 지능형교통체계사무국

4) IntelliDrive라는 프로그램으로 진행되어 왔으나 '11년 5월에 IntelliDrive라는 프로그램 이름을 더 이상 사용하지 않기로 결정하고, Connected Vehicle이라고 임시적으로 부르기로 함

자료: <http://mobilesynergetics.com/us-dot-ditches-intellidrive-program-name>

(ITS JPO; Intelligent Transportation Systems Joint Program Office)에서 관리하고 있다.

[표 3-24] Connected Vehicle 안전 어플리케이션(예상)

통신 방식	어플리케이션	상세내용
V2V 통신기반	사각지대 감지 및 경고 /차선 이탈 경고	사각지대나 뒤따라오는 차가 있는 경우 운전자가 차선을 변경할 때 경고
	전방 충돌 경고	전방차량이 갑자기 속도를 늦추거나 멈출 때, 운전자가 속도를 늦추지 않을 경우 경고
	전방차량 브레이크 알림	전방 차량이 급제동 시 경고
	교차로 이동 보조	교차로 진입이 안전하지 않을 경우 경고
	차선 변경 경고	반대편 차선에 진행 차량이 있는 경우 운전자가 차선변경을 시도할 때 경고
	돌발 차량 경고	인근 차량이 돌발적으로 움직일 경우 경고
V2I 통신기반	교차로 안전성 관리	보행자 감지, 신호 관리
	차량 도로 이탈 관리	차선 이탈 경고
	차량 속도 관리	스쿨존, 공사지역, 커브, 악천후 및 기타 속도 제한 구역에서 속도 관리
	상용차 안전 관리	응급차 우선 진행

‘11년부터 ‘12년까지 일반 차량 운전자를 대상으로 V2V 통신 기술을 활용한 안전 장비에 대한 인식과 수용도를 테스트하며, 이는 향후 NHTSA의 정책 결정하는데 활용된다.

V2V장비를 장착한 승용차, 버스, 트럭 등 3,000대의 차량을 이용해 실제 환경(real-world condition)에서 테스트를 수행하고, V2I 통신 분야로 테스트를 추후 확대할 예정이며, 5.9GHz DSRC통신을 이용한 안전성, 이동성 향상 어플리케이션의 개념 검증을 완료하였다.

Connected Vehicle 인프라 도입에 대한 시나리오는 20년 동안의 단계적인 시스템 도입 시나리오를 설정하고 DSRC 관련 인프라는 장기적인 관점에서 향후 안전 관련 어플리케이션의 적용에 대비한 투자로 추진된다.

NHTSA는 2013년에는 일반차량, 2014년에는 대형차량의 DSRC 도입에 관련된 결정을 발표할 계획이며, V2V 안전 장비의 차량 장착 의무화에 관한 것으로 향후 교통국의 인프라 도입 의사결정에 영향을 주며, 향후 도입은 NHTSA가 DSRC 장비의 모든 신규차량 의무 장착화를 결정했다는 가정으로 2020년 모델, 즉 2019년에 출시될 신규차량부터 OBE가 탑재되며, 우선도입이 예상되는 상용차, 대중교통차량, 응급 및 공공 안전 차량 등의 잠재적 수요자의 니즈를 파악하여 적절한 어플리케이션과 도입 전략을 수립해야한다.

나) EU(유럽지역)

유럽의 대표적인 차량기반 ITS 프로젝트는 CVIS(Cooperative Vehicle Infrastructure System), SAFESPOT, COOPERS가 있다. CVIS와 SAFESPOT은 유럽의 대표적인 ITS 전문기관인 ETRICO에 의해 수행되고 있으며, COOPERS는 Austria Tech에 의해 수행되고 있다.

CVIS는 CALM 컨셉을 사용해 통신 등 다양한 기술의 조합에 포커스를 맞추고 있다. (Platform 제시)

※ CVIS Module은 현재 사용 가능한 2.5/3G Cellular, M5(Microwave communication), IR을 이용해 V2V, V2I 통신을 수행하는 모듈을 말하며 유럽 전 지역에 사용할 수 있는 표준 모듈을 개발하기 위해 CALM을 준수하여 개발됨

SAFESPOT은 다양한 시스템의 통합을 통해 도로안전성을 제공하는데 목적이 있다. (Concepts으로 연구)

※ SAFESPOT은 ad-hoc 네트워크를 통한 V2V, V2I 정보교환을 기반으로 하는 협력어플리케이션을 사용하여 도로안전성을 향상시키는 것을 목표로 하며, 이를 위해 「안전마진 지원시스템」을 개발하고 있음

※ 「안전마진 지원」이란 잠재적 위험사고를 공간적, 시간적으로 미리 검지 ·

예측하여 운전자가 위험환경에 신속히 대처할 수 있도록 주변 환경을 보다 빨리 인식할 수 있도록 지원하는 것을 말함

COOPERS는 서로 다른 시스템 통합을 위해, 시스템을 정의하고 서로 다른 통신 미디어를 테스트하는 역할을 한다. (Road Operation View)

- ※ COOPERS는 도로안전성 향상과 협력교통관리 시스템 구축을 위한 특정 도로구간의 정보교환을 위해 지속적인 무선 정보통신기술을 이용해 차량과 도로를 연결하는 연구를 수행하는 프로젝트임

다) 일본

일본은 정보통신기술을 활용한 안전운전지원 및 도로교통정보제공의 고도화 등에 필요한 시스템의 정비를 추진함과 동시에 더 나은 교통서비스 향상을 도모하기 위해 ITS 차량탐재장치를 이용한 다양한 서비스를 전개하고 있다.

DSRC를 이용한 ETC 서비스의 전국적 확산을 기반으로 DSRC 통신 인프라를 활용한 교통정보와 차량 안전서비스를 지원하는 연구를 추진하고 있다.

- ※ 2007년 SmartWay 프로젝트에서 DSRC를 이용하여 ETC, 교통정보 제공, 차량 간 충돌 경고 서비스 시연에 성공함
- ※ Smartway의 구현을 위해서 현재 ETC 기반의 DSRC, VICS(Vehicle Information Communication System) 기반의 비콘과의 통신이 가능하도록 하고 있으며, 5.8GHz 대역의 DSRC를 주 통신 기반으로 서비스를 추진하고 있음
- ※ 2008년에는 「ITS Safety 2010 : Large scale verification trial test 2008」에 의해 총 5개 지역에서 Smartway에 대한 현장테스트가 진행되었으며 정보제공 및 안전과 관련된 서비스 시험을 수행

ITS Japan의 인프라 협조 시스템 위원회에서는 협조 시스템의 2012년 실증 실험, 2013년의 도쿄 ITS 세계대회에서의 데모를 거쳐, 2015년의 실용화와 전국 전개를 도모하는 것을 목표로 하고 있다.

3. WAVE 통신 표준화 및 기술 동향

가. 국내 표준화 현황

국내 ITS 표준화 추진 체계는 국토해양부, 지식경제부, 방송통신위원회에서 그 소관 분야를 나누어 도로 인프라, 자동차 전장기술, 통신 기술 등에 요구되는 표준화를 진행하고 있다.

지식경제부는 자동차부품연구원, 자동차 제조업체 등을 통해 첨단자동차-IT관련 기술 및 전장 부품 기술개발을 수행 중이며 기술표준원과 한국표준협회를 통해 ISO 표준화에 대응하는 TC204K(교통전문위원회)를 설립하여 표준화 활동을 진행 중이다.

TTA(한국정보통신기술협회)는 지경부와 방통위 2개 부처가 추진하는 사업 등에서 도로 인프라와 자동차 및 전장부품에 대한 기술에 공통적으로 적용할 수 있는 통신 기술표준화를 추진 중에 있다.

국내 ITS 표준화는 TTA 텔레매틱스 / ITS 프로젝트 그룹(PG310)에서 주도적으로 추진하고 있으며, 인프라통신 실무반(WG3102), 차량간통신실무반(WG3104), 차내망연동실무반(WG3105), 국제대응연구반(WG3106)을 두고 국내 표준개발 및 국제 표준기조 역할을 수행하고 있다. WG3102는 DSRC를 비롯한 차량과 다양한 인프라 간 통신 표준을 개발하고 있으며, WG3104는 차량 안전, 차량간 고속 데이터 전송과 관련된 통신 프로토콜을 개발하고 있다. WG3105는 텔레매틱스 서비스 제공에 필요한 차량 정보의 추출 및 활용이 용이하도록 차량 내부의 전장장치로 이루어진 차내망과 각종 개인 휴대단말(V2N, Vehicle to Nomadic device) 사이의 개방형 인터페이스 표준을 개발하고, 향후 차량과 인프라 간의 협력 및 융합을 통해 실현되는 서비스 개발에 필요한 IT자동차 기술규격 개발을 목표로 하고 있다. WG3106 연구반은 AWG, ITU-R 등의 국제표준화 활동을 지속하여 국내 ITS 기술의 국제표준 반영 및 국제적 ITS 주파수 조화 관련 연구를 지속해 오고 있다. 국내 WAVE(차량간 통신) 표준 개발 현황은 아래와 같다.

[표 3-25] 차량간 통신 표준 개발 현황

- 2008. 06	: 차량간 통신시스템 Stage1: 요구사항 (표준번호: TTAS.KO-06.0175)
- 2008. 12	: 차량간 통신시스템 Stage2: 아키텍처 (표준번호: TTAS.KO-06.0193)
- 2009. 12	: 차량간 통신시스템 Stage3: 물리/MAC 계층 (표준번호: TTAS.KO-06.0193)
- 2010. 09	: 차량간 통신시스템 Stage3: 네트워킹 계층 (표준번호: TTAS.KO-06.0234)
- 2010. 12	: 차량간 통신시스템 Stage3: 응용프로토콜 인터페이스 (표준번호: TTAS.KO-06.0242)

나. 국외 표준화 현황

국제 표준화는 ISO, IEEE, ITU-R 등에서 논의되고 있다. ISO는 주로 응용서비스와 관련된 표준으로 ISO TC 204 위원회에서 표준화 개발 중이다. TC 204 산하에 WG 16, 17, 18이 ITS 관련 작업반으로 WG 16은 DSRC, IR 통신 등 다양한 기술을 수용하는 CALM(Continuous Access for Land Mobiles) 통신방식을 표준화 중이고, WG 17에서는 차량과 개인휴대기기 통신을 위한 인터페이스 표준화 개발중으로 스마트폰 보급의 대중화에 따라 각국의 관심이 고조되고 있다. WG 18은 유럽을 중심으로 차량-노변-센터간 상호운용성 확보를 위하여 협력시스템(Cooperative System)에 대한 메시지, 프로토콜, 프로파일 표준 개발을 시작하였다.

IEEE 802.11에서 차량간 통신의 PHY와 MAC계층에 대한 표준사항을 규정하고, 1609는 MAC 계층의 일부와 네트워크 계층 이상에 대한 표준을 규정한다. IEEE 802.11은 2010년 표준화 완료되었으며 IEEE 1609.3/4/11은 2010년 표준화 완료되었고, IEEE 1609.0/1/2/5/12는 표준화 개발 진행 중이다.

ITU-R의 Working Party 5A(WP5A)에서는 ITS 서비스를 위한 주파수 사용 권고 및 보고서를 개발하고, 차량간 통신을 위한 기술을 Advanced-ITS(A-ITS)로 명명하여 2009년부터 보고서 작업을 진행 중이다. 또한 지난 아태지역무선그룹(APT Wireless Group)은 2011년 3월 아태지역 ITS 관련 정보 공유를 위해 이용현황 보고서를 제정하였고 주요 내용으로는 DSRC방식의 통행료 자동 지불 시스템 주파수 이용 현황과 V2X 통신의 주파수 이용 현황에 대한 내용이 반영되었다.

다. WAVE 통신 기술

국내 DSRC 규격은 짧은 거리 내에서 길가의 RSE와 차량 모바일 단말인 OBE 사이에 무선으로 정보를 주고받는 목적으로 개발되어 최대 1Mbps의 전송속도를 가지며, 약 100m 전후의 통신거리를 지원하므로 현재 도로 교통정보 제공서비스나 하이패스와 같은 과금 체계용으로 사용되고 있다.

최근 지능형교통시스템이 발달하면서 RSE와 OBE 사이에 주고받는 정보의 양이 많아지고, 보다 빠른 속도와 더 먼 거리의 통신을 원하게 되었을 뿐만 아니라 차량과 차량간(V2V, Vehicle to Vehicle)의 통신에 대한 필요성이 대두되었다.

미국 ASTM(American Society for Testing and Materials)은 DSRC의 장점을 그대로 살리면서 고속의 무선통신 규격을 제정하고자 IEEE802.11a 규격을 자동차 환경에 맞게 새롭게 수정하여 IEEE802.11p 규격을 만들었음. 이러한 IEEE802.11p 규격과 IEEE1609 규격을 합하여 WAVE(Wireless Access in Vehicular Environment) 통신 규격이라 칭한다.

[표 2-26] DSRC와 WAVE 통신규격 성능 비교

항목	규격		
	RF-DSRC	IR-DSRC	WAVE
주파수	5.8GHz	800~900nm	5.850~5.925GHz
대역폭	10MHz	50nm	10MHz
기저변조 방식	ASK	ASK-OOK	OFDM
지원 가능 전송 속도	1.024Mbps	1.024Mbps	3,6,9,12,27Mbps
최대 속도 지원	160km/h	160km/h	200km/h
최대 통신 반경	10~20m, 100m	10~20m	max 1000m

WAVE 규격은 최대 200km/h의 주행속도에서도 데이터 통신이 가능한데, 이를 위해 기본 채널대역폭이 10Mbps로 줄었으며, 이는 데이터 전송속도를 절반으로 줄이는 대신 통신의 신뢰성을 높이고, 채널 점유 경쟁을

줄이는데 목적이 있음. 또한 초기 접속 시 보안에 관련된 프로토콜을 따로 정의하여 IEEE802.11a와 같은 인증절차를 생략하여 접속이 매우 빠르다.

무선랜은 주로 실내용으로 대체로 고정된 환경에서의 빠른 데이터 전송을 하는 것이 목표라면, WAVE는 시시각각 변화되는 옥외용 환경에서 신뢰성을 보장한 정확한 통신을 목표로 하며, LOS(Line-of-Sight)가 보장되는 환경에서 최대 1km까지 지원하도록 통신 반경 범위를 개선하였다.

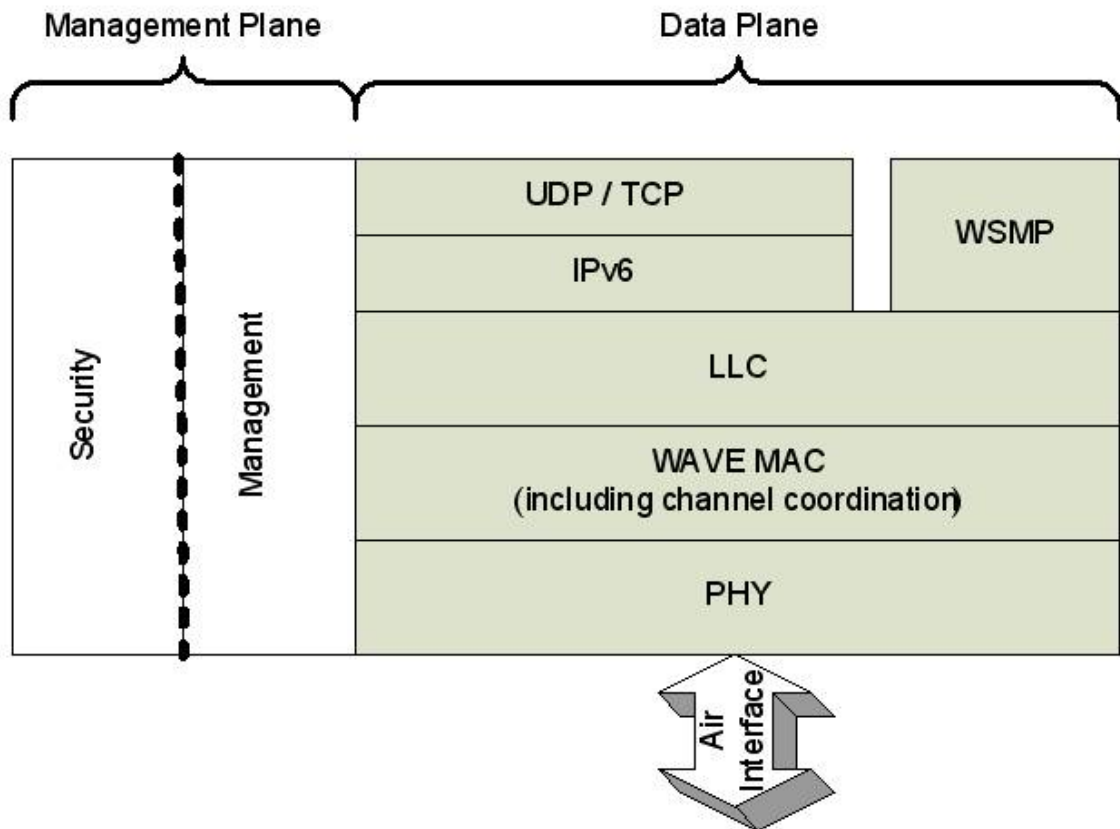
모바일 WiMAX/Wibro나 LTE 등 WAVE 규격과 비슷하거나 오히려 우수한 전송속도를 지원하는 통신 방식들이 존재하나, 이들 통신 방식 규격들은 모두 차량간 통신을 정의하고 있지 않으며, 이들 통신 방식으로 V2V를 구현할 경우 구현 방식별로 호환성을 유지하기가 매우 어렵기 때문에 해외는 물론 국내에서도 시장 경쟁력이 떨어지게 된다.

다중반사파에 의한 멀티패스 페이딩(Multipath Fading) 현상은 고속으로 갈수록 심볼 간 간섭 등 여러 가지 문제점을 야기시키는데, 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 복잡하고 규모가 큰 통신시스템을 필요로 하게 되며, 이 역시 주파수 효율성이 떨어지는 등 심각한 성능 열화를 야기한다.

이를 해결하기 위하여 나온 기술이 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 기술인데, 이 OFDM 기술은 최신 무선랜, 모바일 WiMAX, LTE 등 전송속도가 10Mbps 이상인 고속 무선 이동통신에 사용되고 있으며, WAVE 규격에서도 OFDM 기술을 사용하도록 명시하고 있다.

[표 2-27] 무선통신기술 비교

구 분	하이패스 (DSRC)	WAVE	Wi-Fi	WiBro	WCDMA	LTE
통신망	공용망			상용망		
주파수 대역	5.795 ~5.815GHz	5.85 ~5.925GHz	2.4GHz(11g) 5.8GHz(11a)	2.3 ~2.3585GHz	800MHz /1.8GHz	700MHz /2GHz
이동속도	160km/h	200km/h	20km/h	60km/h	300km/h	350km/h
전송속도	1Mbps	27Mbps (고속 10Mbps)	최대 54Mbps	최대 30Mbps	1Mbps	최대 300Mbps
통신반경	50m	1km	100~200m	1km	도심 500m 외곽 1~3km	1km
통신방식	Broadcast Multicast Unicast	Broadcast Multicast Unicast			unicast	unicast
상용화	2004 ~	2016 예정	1999	2006	2003	2012
주요 서비스	<ul style="list-style-type: none"> 전자요금 수납시스템 버스정보시스템 주차장 관리 교통정보 수집/제공 	<ul style="list-style-type: none"> 전자요금 수납시스템 차량 안전 서비스 (V2V) 교통정보 제공 CCTV 동영상 정보제공 서비스 인터넷 	<ul style="list-style-type: none"> 인터넷 멀티미디어 	인터넷	<ul style="list-style-type: none"> 음성 및 화상 통화 인터넷 	<ul style="list-style-type: none"> 음성 및 화상 통화 멀티미디어
장점	<ul style="list-style-type: none"> 요금징수에 특화된 통신 	<ul style="list-style-type: none"> 교통안전 및 편리성에 특화 고속이동 서비스 제공가능 V2V 가능 	<ul style="list-style-type: none"> 빠른 전송속도 	<ul style="list-style-type: none"> 빠른 전송속도 저속에서의 이동성 보장 	<ul style="list-style-type: none"> 고속 이동성 보장 	<ul style="list-style-type: none"> 고속 이동성 보장 빠른 전송속도
단점	<ul style="list-style-type: none"> V2V 불가 	-	<ul style="list-style-type: none"> V2V 불가 	<ul style="list-style-type: none"> V2V 불가 	<ul style="list-style-type: none"> V2V 불가 	<ul style="list-style-type: none"> V2V 불가



[그림 3-59] WAVE 통신 Architecture

1) IEEE802.11p 규격

IEEE802.11p는 현재 2010년 7월에 국제 규격으로 공표 되었으며, WAVE 프로토콜 스택 중 MAC 및 PHY 계층을 정의한다.

IEEE802.11p가 정의하는 PHY 및 MAC 기능은 기존 IEEE 802.11a 기술이 2007년도 IEEE 802.11-2007 표준 문서에 병합된 5GHz OFDM PHY 기능 및 기본 IEEE 802.11 MAC 기능을 따르며, 고속도로 및 실외 환경에서의 통신에 적합하도록 몇 가지 기능이 수정 및 추가되었다.

IEEE802.11p 표준의 특징을 요약하면 다음과 같다.

- 5.9GHz 대역에서의 통신 채널을 명시함.
- 고속도로 및 실외 환경에서의 동작에 적합하도록 몇몇의 RF 사양을 정의함.

- 기존 IEEE 802.11에 정의되었던 Authentication/Association 절차 없이 데이터 통신이 가능하도록 함으로써 링크 설정 관련된 지연을 제거하는 OCB (Outside the Context of a BSS) 통신 모드를 정의함.
- IEEE 1609.4에서 정의된 채널 조정을 위한 타이밍 정보를 교환하기 위한 Time Advertisement 프레임을 정의함.

4. 5.8GHz~5.925GHz 대역 이용 현황

우리나라의 ITS 관련 주파수 분배는 2001년 4월에 단거리전용통신(DSRC)에서 자가전기통신 설비용으로 5.795GHz~5.815GHz와 사업용전기통신 설비용으로 5.835GHz~5.855GHz의 대역이 할당되었으며 차량 충돌방지용 레이더로 76GHz~77GHz 대역이 할당되었다.

이에 따라 DSRC 주파수 활용은 5.8GHz의 10MHz 대역폭을 하이패스 단말기용으로 사용하고 있고, 5.810GHz의 10MHz 대역폭을 각 지자체의 첨단 교통시스템을 위한 교통정보 수집 및 제공과 실시간 신호제어 시스템 운영 등으로 이용되고 있다.

그리고 5.835~5.855GHz 주파수 20MHz대역은 DSRC 예비용으로 할당되어 ITS 시험주파수로 운영되고 있다. 전체 40MHz 대역을 할당하여 운영 중이지만 5.795GHz~5.815GHz(20MHz폭) 대역만이 실질적인 ITS 응용을 위해 사용 가능하다.

우리나라에서 ITS의 원활한 활성화 및 차세대 ITS 무선통신 기술의 적용을 위해 고려중인 주파수는 미국, 유럽 등 주요 선진국과의 국제적 조화를 고려하여 5.85~5.925GHz 대역을 고려중이나, 이 대역이 이미 이동방송중계 대역으로 사용중이어서 공유 연구와 간섭 분석 연구를 수행하고 있다.

한편 경찰청은 도시지역 광역교통정보 기반구축사업(UTIS, Urban TrafficInformation System)을 추진 중이다.

※ UTIS 사업은 무선기지국, 차량에 탑재되는 전용단말기, 내비게이션 세 가지로 구성되며 특정 소출력 무선기기의 운영 주파수대역(ISM 밴드)인 5.725~5.825GHz 주파수 대역에서 무선랜 기반 기술로 교통정보가 송수신 됨



[그림 5-60] 국내 ITS 주파수 할당 현황

대한민국 주파수 분배표(방송통신위원회 고시 제2012-91호)				
국 제			한 국	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
제 1 지 역	제 2 지 역	제 3 지 역	주파수대별 분배	용 도 등
5725-5830 고정위성 (지구대우주) 무선표정 아마추어	5725-5830 무선표정 아마추어		5725-5850 고정 무선표정 이동 아마추어	방송중계 K151 5750MHz(아마추어 국 지정주파수) 특정소출력(무선 데이터통신시스템 용) K37F 단거리전용통신(D SRC) K127
5.150 5.451 5.453 5.455 5.456	5.150 5.453 5.455		5.150 5.453	
5830-5850 고정위성(지구대우 주) 무선표정 아마추어 아마추어위성 (우주대지구)	5830-5850 무선표정 아마추어 아마추어위성(우주대지구)			
5.150 5.451 5.453 5.455 5.456	5.150 5.453 5.455			
5850-5925 고정	5850-5925 고정	5850-5925 고정	5850-5925 고정	방송중계 K151 단거리전용통신(D SRC) K127
고정위성(지구대우 주) 이동	고정위성(지구 대우주) 이동 아마추어 무선표정	고정위성(지구 대우주) 이동 무선표정	고정위성(지구 대우주) 이동 무선표정	
5.150	5.150	5.150	5.150	

K37F

2400 ~ 2483.5 MHz 및 5725 ~ 5825 MHz의 주파수대역은 특정소출력무선기기(무선데이터통신 시스템용)로 사용할 수 있다.

K151

4400~4500 MHz, 5650~5925 MHz 및 7000~7100 MHz의 주파수대역은 TV방송을 위한 이동중 계업무가 우선하며, 점유주파수대역폭 20, 10, 5 MHz 전송용으로 사용한다. 3400~3600 MHz의 주파수대역은 신규허가를 중지하고, 기 사용중인 시설은 아날로그 방송 종료시까지 사용을 허용한다. 또한, 5650~5925 MHz의 주파수대역에서 점유대역폭 25 MHz 기준에 따라 사용중인 장비는 수명 만료시까지 사용을 허용한다.

K127

5835~5855 MHz 주파수대역은 사업용전기통신설비의 단거리전용통신용(DSRC)으로 사용할 수 있다.

가. 국외 주파수 분배 현황

ITU-R은 2005년 한국, 일본, 유럽 표준에 기반을 둔 5.8GHz 대역 차량간 단거리통신(DSRC: Dedicated Short Range Communication) 권고인 M.1453-2를 제정 하였다.

ITU-R에서는 DSRC용 ITS 주파수 대역으로 5.725~5.875GHz (150MHz) ISM대역의 사용을 권고 하였다.

유럽은 DSRC용으로 5.795~5.815GHz를 사용하고 있으며, A-ITS를 위해 5.855~5.925GHz 대역의 할당을 검토하고 있다. 특히 5.875~5.905GHz (30MHz)의 경우 차량 안전 서비스의 전용 주파수 대역으로 할당 하였다.

미국의 경우도 DSRC용으로 902~928MHz의 대역을 사용하고 있지만 기술이 발전함에 따른 다양한 차량용 서비스 요구를 수용할 수 없기에 5.850~5.925GHz 대역을 차량간통신(WAVE)으로 신규 할당 하였다.

일본의 경우는 차량간통신(WAVE)를 위해 700MHz 대역 내10MHz 대역폭의 할당을 추진하는 것이 유럽·미국과 다른 특이한 점이다.

우리나라는 DSRC 서비스용로서 5.795~5.815GHz(20MHz)를 사용하고 있고 5.835~5.855GHz(20MHz) 대역을 사업자용으로 할당하였다.

우리나라의 경우도 차량간통신(WAVE) 서비스 및 차량의 수출, 국제적 주파수 조율 등을 고려하여 5.850~5.925GHz의 할당을 검토하고 있으나 이미 그 대역을 방송 중계용으로 사용하고 있어 공유 및 간섭 연구를 시작 하였다.

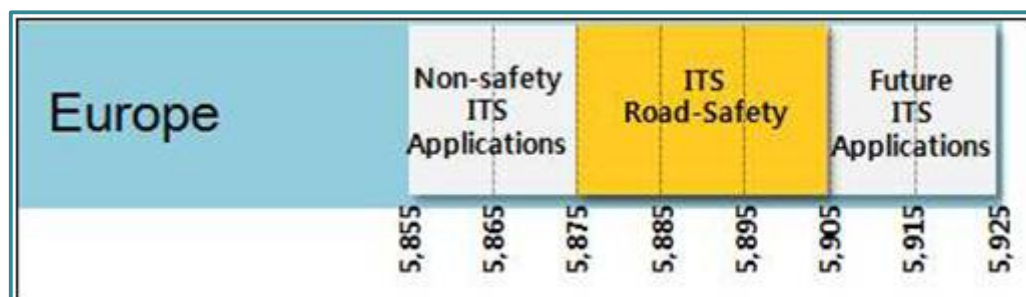


[그림 3-61] 국내외 ITS 무선통신용 주파수 분배 현황

1) 유럽

유럽의 ITS 표준은 기본적으로 미국의 WAVE를 받아들이고 있다. WAVE를 이동통신 서비스와 연계하여 끊임없는 차량 및 교통 통신 서비스를 제공하며, 동시에 차세대 교통통신체제를 지향하여 IPv6 기반 운영체제로 차량 및 노변기지국, 차량 및 차량 통신 방식을 규정하였다.

물리계층은 미국의 WAVE를 따르고 있기에 지능형 교통 통신 방식에 있어서 WAVE 표준을 중심으로 전 세계가 표준화 되고 있다고 볼 수 있다. 참고로 유럽은 2007년 2월 ITS 주파수를 분배하였다.

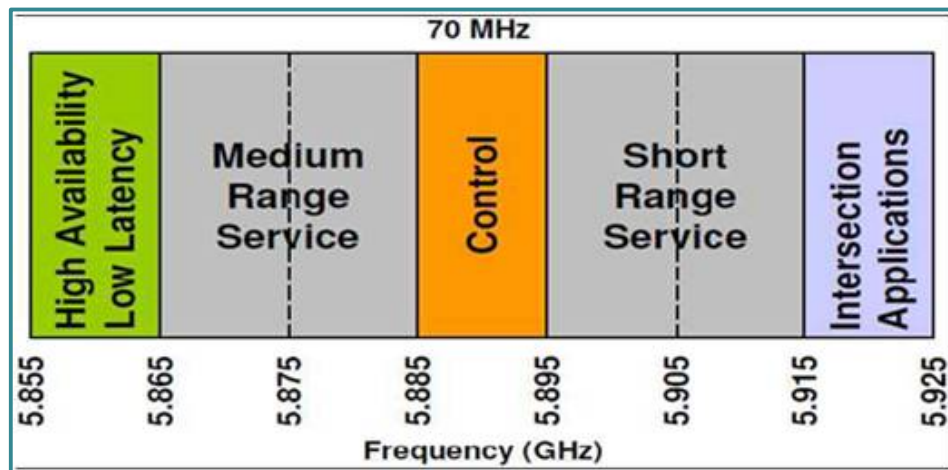


[그림 3-62] 유럽의 ITS 주파수 분배 현황

2) 미국

미국의 경우도 DSRC용으로 902~928MHz의 대역을 사용하고 있지만 기술이 발전함에 따른 다양한 차량용 서비스 요구를 수용할 수 없고, ITU-R의 ITS용 주파수 권고에 따라 5.850~5.925GHz의 75MHz 대역을 WAVE 주파수로 할당하고, 2004년 형식규정을 확정하였다.

1997년 5월에 ITSAmerica는 FCC에 5,850~5,925MHz의 DSRC용 주파수 분배를 신청하였다. FCC는 1998년 6월에 분배 방안을 고시하였고, 1999년 10월에 75MHz를 사설 육상 이동 전파 서비스로 분배하였다.



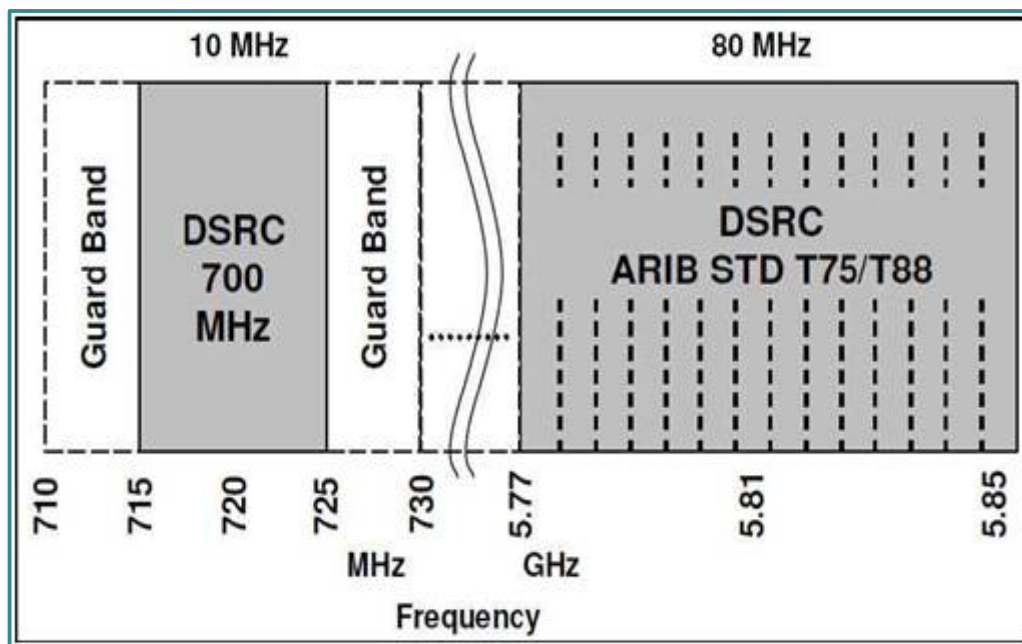
[그림 3-63] 미국의 ITS 주파수 분배 현황

3) 일본

일본은 ITS용 주파수와 같이 5.770~5.850GHz를 분배하고 있으며, 차량 안전용용으로 700MHz 대역에 10MHz 도입을 추진하고 있다. 5.770~5.850GHz주파수 대역은 ETC나 주차장 출입 관리 등 DSRC 방식에 의한 노변과 차량 간의 통신 서비스로 이용되고 있으며, 앞으로 고속도로 등에서도 같은 방식을 이용한 안전운전 지원 서비스가 제공될 전망이다.

일본의 경우는 기존 할당된 5.8GHz 주파수는 그대로 ITS 용으로 이용하면서 추가로 700MHz 대역인 UHF 10MHz 대역폭의 할당을 추진하는 것이 유럽·미국과 다른 특이한 점이다.

즉, 5.8GHz 대역은 비공공 서비스의 목적인 사용자 데이터용으로 사용하고, 제어채널로는 UHF 대역 시스템을 사용하는 방식이다. 그러나 안전 메시지의 공공목적 서비스는 UHF 대역과 5.8GHz 대역 모두를 사용해서 사용자에게 전달할 수 있도록하여 안전을 최우선으로 진행하였다.



[그림 3-64] 일본의 ITS 주파수 분배 현황

5. 이동방송 중계 시스템 규격 및 운용 현황

방송사 마이크로웨이브(M/W) 사용주파수는 지역별로 할당받아 사용하며 디지털 장비인 경우 5GHz대역, 아날로그 장비인 경우 3GHz대역을 사용한다.

[표 3-28] 이동방송중계시스템의 아날로그와 디지털

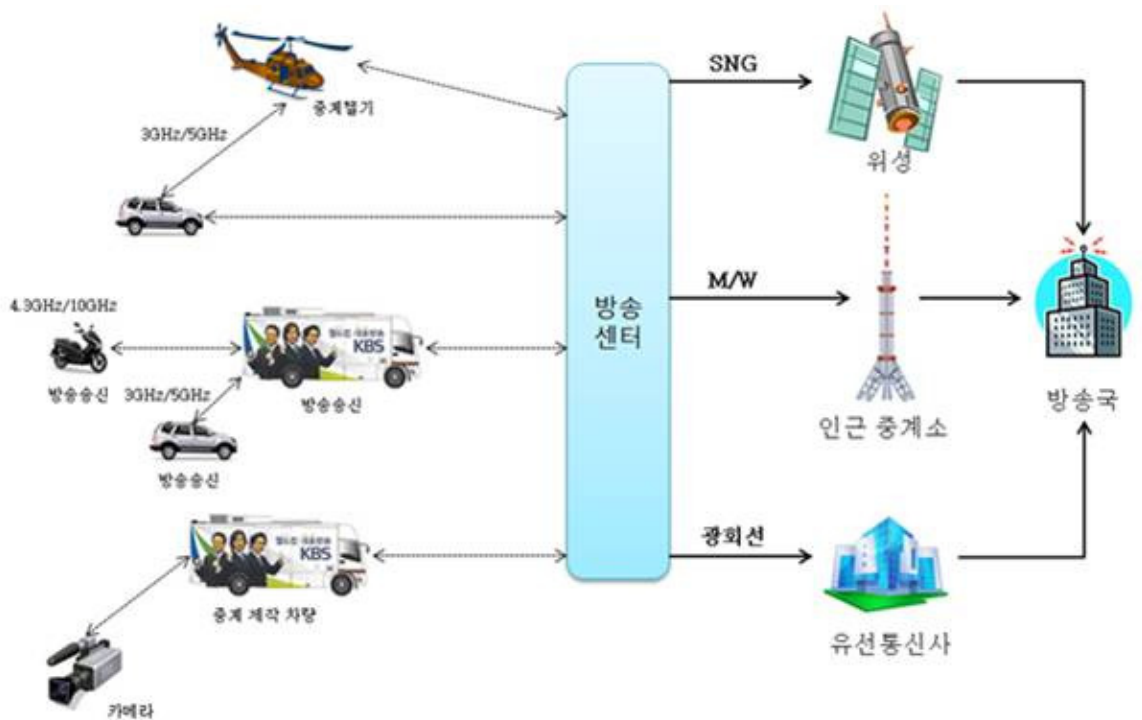
구 분	아날로그	디지털
대역폭	17MHz	15.5MHz
출력	5W	1.5W
변조방식	FM	BPSK, QPSK, 16QAM, 32QAM, 64QAM

송수신 안테나는 주로 파라볼라 안테나를 사용하며 안테나 이득은 22 ~ 26dBi 이고, 수신기의 최소수신레벨은 약 -86dBm이나 운용상 안정된 영상을 수신하기 위해 약 -70~-60dBm 정도로 수신한다.

[표 3-29] 방송사 M/W 장비 사양

장비사양	KBS(청주)	SBS					MBC(대전)
사용주파수	5787, 5800, 5812, 5825, 5837, 5850, 5862, 5875, 5900, 5912MHz	5720MHz, 5750MHz, 5760MHz, 5890MHz					5660MHz, 5680MHz, 5710MHz, 5740MHz
점유대역폭	15.5MHz(아날로그)/17.2MHz(디지털)						
안테나 종류	파라볼라 안테나 사용						
안테나 이득	24dBi	26dBi					24dBi
제조사	(주) NEC, 이케가미 등	(주) 히다찌					(주) 히다찌
최소수신레벨	이동송수신 : -86dBm	QAM			OFDM		-70dBm (안정적 운용을 위해 -20~-30dBm)
		QPSK	16 QAM	64 QAM	QPSK	16 QAM	
		-95.5 dBm	-86.5 dBm	-80.5 dBm	-92 dBm	-87 dBm	
변조 방식	고정송수신 : -70dBm	OFDM: BPSK, DBPSK, 16QAM, 32QAM, 64QAM QAM: 64QAM, 32QAM, 16QAM, QPSK					FM(아날로그), BPSK, QPSK, 16QAM, 32QAM, 64QAM(디지털)

방송사 이동방송중계 운용은 뉴스 등 생방송 중계시 기본적으로 안정적인 송·수신을 위해 광케이블을 사용하고 예비로 경제성, 기동성, 속보성(돌발상황시 유선확보의 어려움)을 이유로 무선 마이크로웨이브(M/W)를 사용한다.



[그림 3-65] KBS 방송 시스템도

- 이동중계차량에서 중계소/위성/유선통신사로 단방향 통신
- 주로 지향성 안테나(파라볼라)를 사용하고, 이동중계차량에서 헬기를 경유하여 전송시 수신률을 높이기 위해 무지향성 안테나 사용
- 송신경로가 여러개인 경우 동일주파수에 의한 혼신을 최소화하기 위해 경로마다 서로 다른 편파를 사용하며, 송·수신 안테나가 통신하기 위해서는 같은 편파를 사용
- LOS 확보시 M/W를 이용한 직접중계, LOS 미확보시 광케이블을 이용한 직접중계 혹은 M/W에서 건물 혹은 헬기를 거쳐 연주소로 보내는 이단중계
- 광케이블을 이용한 중계는 안정적 송·수신은 가능하나, 경제적 부담이 있어 LOS 확보되면 M/W를 사용하며 안정적 운용을 위해 주·예비 2회선 사용

가. 5GHz 대역 이동방송중계용 주파수 이용 현황 (2012. 11월)

□ 주파수 분배 현황

2025MHz 7100	2110 7110	3400	3600	4400	4500	5650	5925	6425	6430	7000
이동(85MHz) 10년 분배	이동(200MHz) 93년 변경 08년 삭제	이동(100MHz) 08년 추가	이동(275MHz)	고정 (500MHz)	고정 (670MHz) 이동 (100MHz)	07년 추가분배				

□ 지역별 무선국 현황

용도	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	총합계
이동방송중계용	44	7	8	0	6	7	1	2	11	9	0	6	3	2	5	6	117

□ 주파수대역별 현황

대역(MHz)	무선국 수	채널 수	국종	주요 시설자
5650~5925	58	28	고정국, 기지국, 육상이동국, 이동국	KBS, MBC, SBS, YTN

□ 연도별 현황

대역(MHz)	2007	2008	2009	2010	2011	2012
5650~5925(*)	90	91	92	93	91	58

□ 연도별 신규허가 현황

대역(MHz)	2007	2008	2009	2010	2011	2012
5650~5925	0	3	2	1	0	1

□ 점유주파수 대역폭별 현황

점유주파수 대역폭(MHz)	2007	2008	2009	2010	2011	2012	합계
25MHz		4	14		1	7	26
20MHz	2	4	8	14	3		31

※ 25MHz대폭의 이동중계국은 수명만료시까지 사용을 허용, 재허가시'17년까지 운용

6. WAVE 통신 시스템 규격

WAVE는 고속으로 이동하는 차량 환경에서 안전 및 교통 서비스를 제공하기 위한 차세대 ITS 통신 기술로 최대 이동속도 200Km/h, 최대 통신거리 1000m, 통신 지연시간 100msec 이하를 만족하는 국제표준통신기술이다.

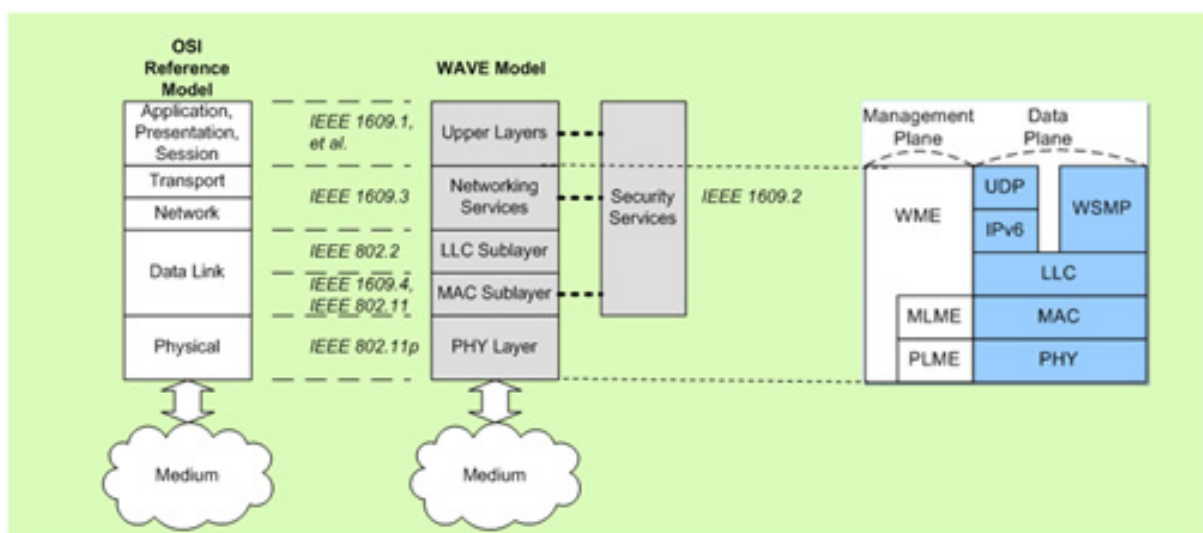
※ WAVE: Wireless Access in Vehicular Environments

WAVE 통신표준은 IEEE 802.11p와 IEEE 1609.x 로 구성되며 주요 기능은 다음과 같다.

- IEEE 802.11p : 물리계층과 MAC 계층 규격
- IEEE 1609.1 : 응용 서비스 계층 규격
- IEEE 1609.2 : 인증 및 보안 계층 규격
- IEEE 1609.3 : 네트워킹 계층 규격(IP/TCP, WSMP)
- IEEE 1609.3 : 멀티채널 계층 규격(제어채널, 서비스채널)

WAVE 통신은 안전 메시지를 신속하게 전달하기 위하여 링크 접속 절차를 거치지 않고 WSMP 프로토콜을 사용하여 단말간 메시지를 직접 전달하는 고유한 특징이 있다.

※ WSMP: WAVE Safety Message Protocol



[그림 3-66] WAVE 통신 구조

WAVE 통신 표준은 미국과 유럽에서 채택하여 주파수 할당과 통신기술 개발, 그리고 실용화를 위한 기술 검증을 추진하고 있다.

미국과 유럽의 WAVE 시스템 규격은 주파수 대역과 통신 규격에서 동일하며, 송신 출력과 안테나 특성에서 차이가 있다.

가. 미국

- 시스템 구성 : RSU(Road-Side Unit), OBU(On-Board Unit)
- 주파수 대역 : 5.850 ~ 5.925 GHz (75MHz)
- 채널 구성 : 제어 채널 1개, 서비스 채널 8개
- 채널 대역폭 : 기본적으로 10MHz (175-174채널, 176-180채널, 181-182채널은 20MHz 대역폭 사용)

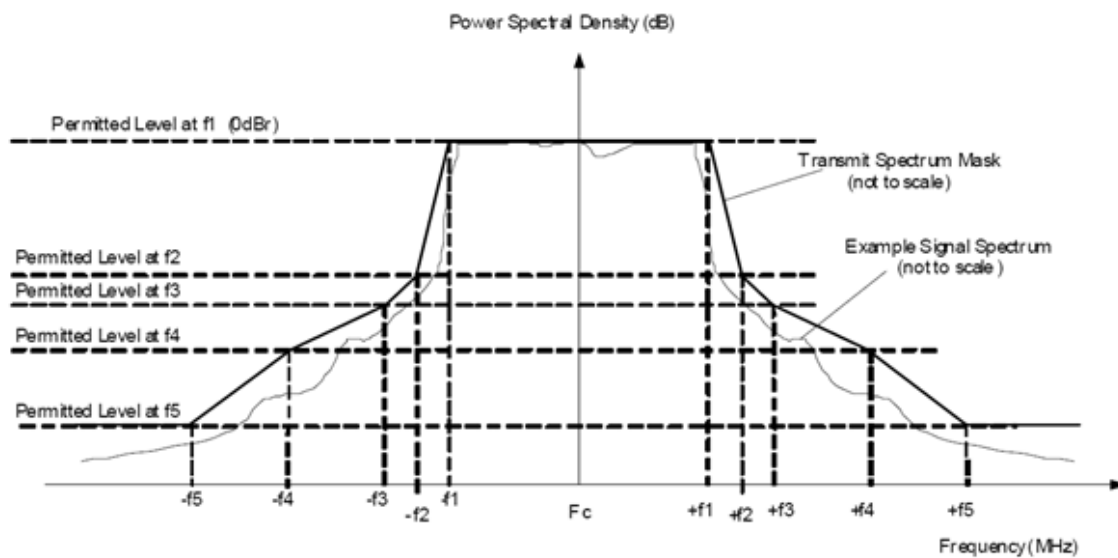
채널 번호	주파수 대역 (GHz)	송신출력 (dBm)	용도
170	5850~5855	-	예비
172	5855~5865	33	서비스 채널
174	5865~5875	33	서비스 채널
175	5865~5885	23	서비스 채널
176	5875~5885	33	서비스 채널
178	5885~5895	33/44.8	제어 채널
180	5895~5905	23	서비스 채널
181	5895~5915	23	서비스 채널
182	5905~5915	23	서비스 채널
184	5915~5925	33/40	서비스 채널

- 송신 출력 : 서비스에 따라 4등급으로 구분하며 안테나 이득은 포함되지 않음

등급	송신 출력(dBm)	통달거리(m)
A	0	15
B	10	100
C	20	400
D	28.8	1000

○ 송신 스펙트럼 마스크

STA transmit power class	Permitted power spectral density, dBr				
	± 4.5 MHz offset ($\pm f1$)	± 5.0 MHz offset ($\pm f2$)	± 5.5 MHz offset ($\pm f3$)	± 10 MHz offset ($\pm f4$)	± 15 MHz offset ($\pm f5$)
Class A	0	-10	-20	-28	-40
Class B	0	-16	-20	-28	-40
Class C	0	-26	-32	-40	-50
Class D	0	-35	-45	-55	-65



주파수 안정도	10 ppm
안테나 빔 패턴	정의되지 않음
안테나 이득	정의되지 않음
Polarization	정의되지 않음
변조 방식	OFDM (BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM)
데이터 속도	3, 4.5, 6, 9, 12, 18, 24, 27Mbps
수신 감도	-85 dBm(BPSK, 코딩율=1/2)
수신 안테나 이득	정의되지 않음
안테나 수신 감도	정의되지 않음

나. 유럽

- 시스템 구성 : RSU(Road-Side Unit), OBU(On-Board Unit)
- 주파수 대역 : 5.855 ~ 5.925 GHz (70MHz)
- 채널 구성 : 제어 채널 1개, 서비스 채널 6개
- 채널 대역폭 : 기본적으로 10MHz (20MHz 대역은 선택사항)

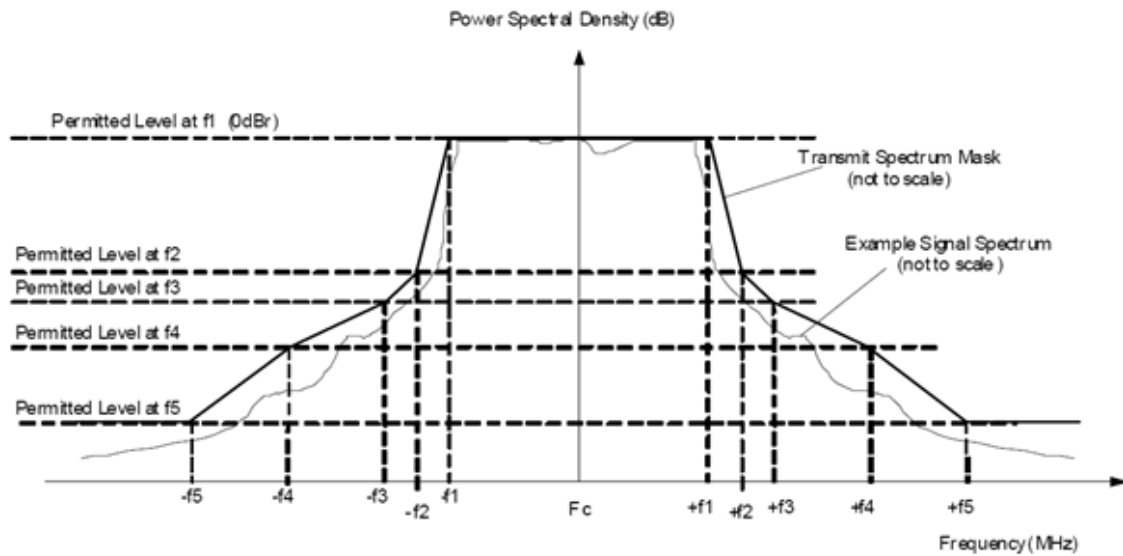
채널 번호	주파수 대역	송신출력	용도
172	5855~5865	33	서비스 채널
174	5865~5875	33	서비스 채널
176	5875~5885	33	서비스 채널
178	5885~5895	33	제어 채널
180	5895~5905	23	서비스 채널
182	5905~5915	23	서비스 채널
184	5915~5925	33	서비스 채널

- 송신 출력 : 서비스에 따라 3등급으로 구분

등급	송신 출력(dBm)	통달거리(m)
A	0	15
B	10	100
C	20	400

- 송신 스펙트럼 마스크 : 미국에 비해 $\pm 25\text{MHz}$ Offset 조건을 추가

등급	E.i.r.p (dBm/ MHz)	$\pm 4.5\text{MHz}$ z Offset (dBr)	$\pm 5.0\text{MHz}$ z Offset (dBr)	$\pm 5.5\text{MHz}$ z Offset (dBr)	$\pm 10\text{MHz}$ Offset (dBr)	$\pm 15\text{MHz}$ z Offset (dBr)	$\pm 25\text{MHz}$ Offset (dBr)
A	0	0	-10	-20	-28	-40	-60
B	10	0	-16	-20	-28	-40	-60
C	23	0	-26	-32	-40	-60	-70



주파수 안정도	1 ppm
안테나 빔 패턴	정의되지 않음
안테나 이득	RSU=10 dBi, OBU=5.8 dBi
Polarization	정의되지 않음
변조 방식	OFDM (BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM)
데이터 속도	3, 4.5, 6, 9, 12, 18, 24, 27Mbps
수신 감도	-82 dBm(BPSK, 코딩율=1/2)
수신 안테나 이득	8 dBi
안테나 수신 감도	-100 dBm/MHz

다. 국내 제안 규격(스마트하이웨이에 적용된 규격)

- 시스템 구성 : RSU(Road-Side Unit), OBU(On-Board Unit)
- 주파수 대역 : 5.835 ~ 5.875 GHz (40MHz)
- 채널 구성 : 제어 채널 1개, 서비스 채널 3개
- 채널 대역폭 : 10MHz

채널 번호	주파수 대역	송신출력	용도
-	5835~5845	23	서비스 채널
-	5845~5855	23	서비스 채널
172	5855~5865	23	서비스 채널
174	5865~5875	23	제어 채널
176	5875~5885	-	예비용
178	5885~5895	-	예비용
180	5895~5905	-	예비용

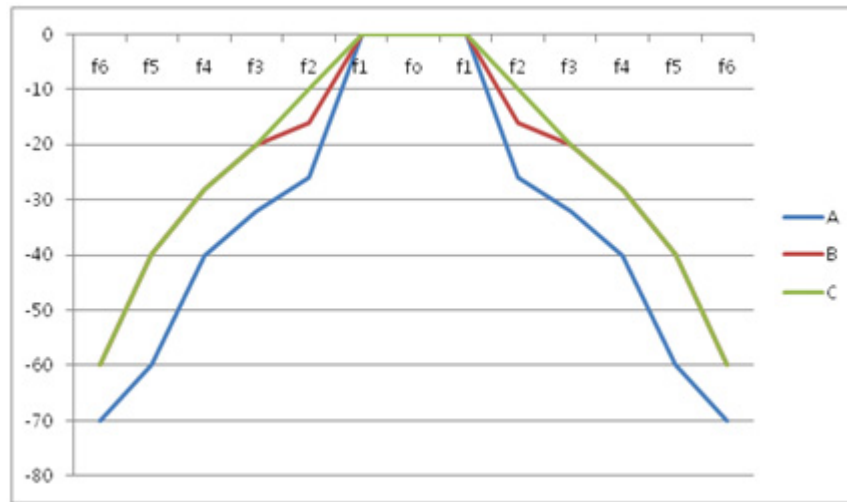
- 송신 출력 : 서비스에 따라 3등급으로 구분(미국과 유럽 장치 연동 고려)

등급	송신 출력(dBm)	통달거리(m)
A	0	15
B	10	100
C	17	400

- 송신 스펙트럼 마스크 : 유럽 방식을 반영

등급	E.i.r.p (dBm/MHz)	±4.5MHz Offset (dBr)	±5.0MHz Offset (dBr)	±5.5MHz Offset (dBr)	±10MHz Offset (dBr)	±15MHz Offset (dBr)	±25MHz Offset (dBr)
A	0	0	-10	-20	-28	-40	-60
B	10	0	-16	-20	-28	-40	-60
C	23	0	-26	-32	-40	-60	-70

Power Attenuation(dBr)



Offset Frequency(MHz)

주파수 안정도	10 ppm
안테나 빔 패턴	정의되지 않음
안테나 이득	RSU=12 dBi, OBU=6 dBi
Polarization	정의되지 않음
변조 방식	OFDM (BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM)
데이터 속도	3, 4.5, 6, 9, 12, 18, 24, 27Mbps
수신 감도	-82 dBm(BPSK, 코딩율=1/2)
수신 안테나 이득	8 dBi
안테나 수신 감도	-100 dBm/MHz

7. WAVE 통신 시스템간 전파간섭 실험 결과

가. 실험 개요

WAVE 장비와 이동방송중계 장비간 동일채널에서의 간섭 영향 분석을 실측 실험

※ 일정 : 2012.11.7.~11.8(2일간), 중부내륙선 여주 스마트하이웨이 시험도로

o 시험 시스템 구성

- WAVE 단말 5대(이동3대, 고정2대), 기지국 2대
- 방송 중계 장비 : 송신 차량과 수신차량 2대

o 시험 내용

구분	내용
예비시험	WAVE와 방송중계 장비 동작 및 시험 세팅
시나리오 기반 간섭 시험	고속도로와 국도에서 4가지 시나리오에 대한 간섭 영향 시험

o 시험 조건

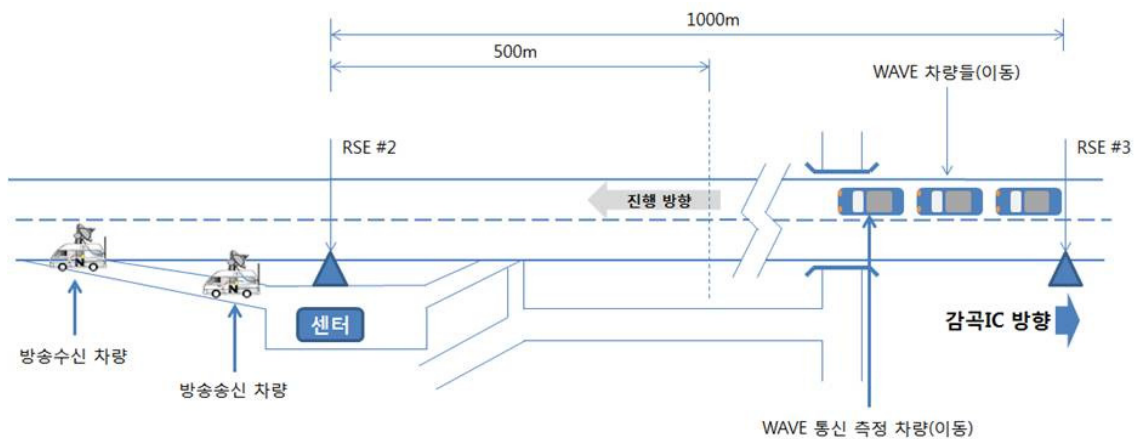
구분	중심주파수(대역폭)	출력	송신신호 특성	수신 레벨
WAVE 장비	5.87 GHz(10Hz)	50/3mW	비연속파(버스트)	-
방송 중계 장비	5.875 GHz(16MHz)	200mW	연속파	-80dBm

o 간섭 영향에 대한 확인 방법

- WAVE 장비: 기지국과 단말간 Throughput 측정 및 변화
- 방송중계장비: 방송수신의 영상 Image 측정 및 이상 유무로 확인

나. 예비 시험

- 일시 : 11월 7일
- 장소 : 중부내륙선 여주 스마트하이웨이 시험도로
- 시스템 구성
 - WAVE 단말 5대, 기지국 2대
 - 방송 중계 장비 : 송신 차량과 수신차량 2대



[그림 3-67] 시나리오 구성도 1

○ 시험 조건

구분	중심주파수(대역폭)	출력	송신신호 특성	수신 레벨
WAVE 장비	5.87 GHz(10Hz)	50mW	비연속파(버스트)	-
방송 중계 장비	5.875 GHz(16MHz)	200mW	연속파	-80dBm

※ WAVE 송신신호는 6Mbps, 패킷 크기는 1500바이트, 전송주기는 100msec

※ 방송 송신신호는 20Mbps, QPSK 변조방식을 사용함

[표 3-30] KBS 중계 장비 사양

중계장비		 < NEC(TVL-D006) >
송신 출력		200mW
변조 방식		OFDM
캐리어 변조 방식		DQPSK, QPSK, 16QAM, 32QAM, 64QAM
전송신호	영상	HD-SDI(SD-SDI) 또는 VBS (option)
	음성	Embedded Audio Group1 4 Channels 또는 Analog Audio 2 Channels
	TS	DVB-ASI (option)
내장 ENC		HD 및 SD
코딩	영상	1080i, 480i
	음성	AAC 최대 4ch, LPCM 2ch 16bit, LPCM 4ch 16bit (option)
내부 테스트 신호		영상 : ID가 있는 동영상 칼라바, 음성 : Tone 신호
전원		DC12V
지연 시간 (CODEC)		H.264 : 10~700ms, MPEG2 : 300~500ms

○ 시험 절차

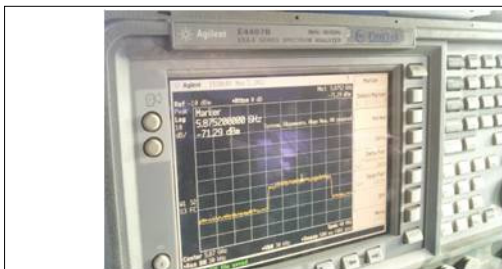
- WAVE장비와 방송 장비 Power On 순서에 따른 방송장비 간섭 영향 확인

○ 간섭여부 확인

- WAVE장비의 간섭은 기지국과 단말간 Throughput을 채리엇으로 측정 및 시스템 동작 상태를 확인
- 방송장비의 간섭은 수신 영상신호에 Scratch 유무를 확인



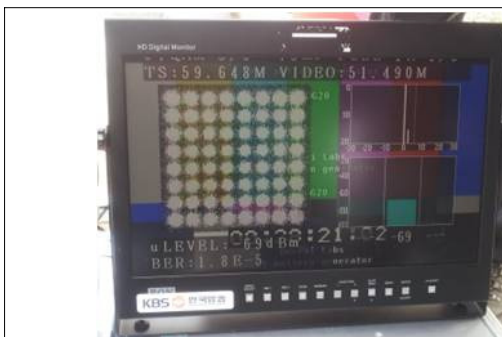
[그림 3-68] 기초 간섭 측정을 위한 송수신 현장



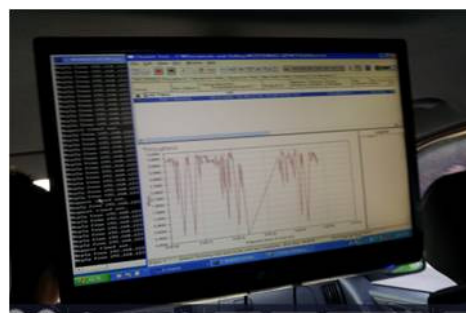
[그림 3-69] WAVE 차량에서의
방송 전파 수신



[그림 3-70] 방송 수신 차량 근처에서
WAVE 전파 수신



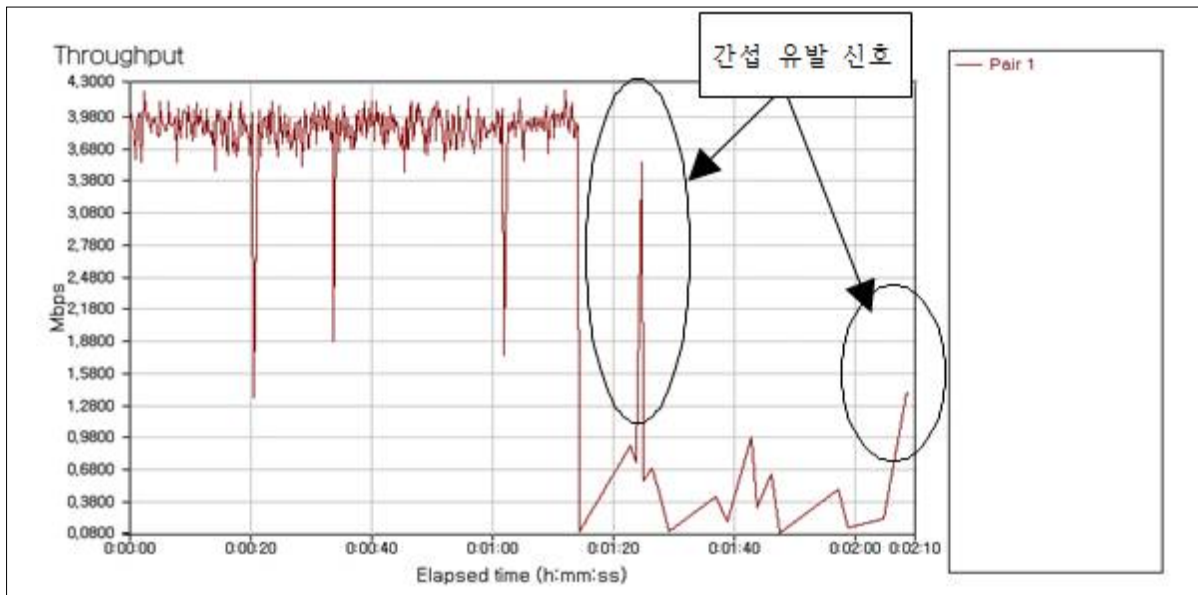
[그림 3-71] 방송 장비 신호 수신
상황



[그림 3-72] WAVE 간섭 측정을
위해 사용된 채리엇 실행 장면

○ 시험 결과

- WAVE 장비 Power On, 방송중계 장비 Power On 3회 실시
- 방송 수신 영상 간섭 현상 발생

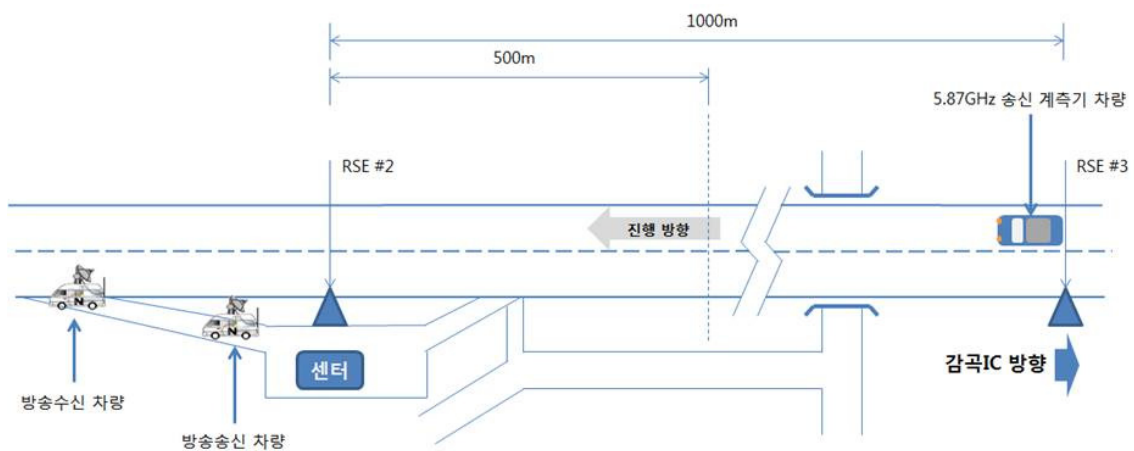


[그림 3-73] WAVE 단말과 기지국간 채리엇 throughput 측정

- ※ 방송 신호에 의해 WAVE 수신기에 CCA신호 발생하며, 이로 인해 WAVE의 통신은 불가하나 틸틈이 송수신을 하기도 함. 이로 인해 방송이 가끔 끊기는 현상이 발생
- 방송중계 장비 Power On, WAVE 장비 Power On 시 WAVE 통신은 wait 상태가 되는 현상 발생
- ※ 방송신호에 의해 WAVE 수신기에 CCA신호 발생. 이로 인해 WAVE의 통신은 불가하며, 초기동작이 불가하여 이후에도 방송장비에 영향이 없는 듯함. 방송은 정지 없이 진행

다. 시나리오 기반 간섭 시험 - Case 1

- 일시 : 11월 8일
- 장소 : 중부내륙선 여주 스마트하이웨이 시험도로
- 시스템 구성
 - WAVE 신호 계측기
 - 방송 중계 장비 : 송신 차량과 수신차량 2대



[그림 3-74] 시나리오 구성도 2

○ 시험조건

구분	중심주파수(대역폭)	출력	송신신호 특성	수신 레벨
WAVE 장비	5.87 GHz(10Hz)	50/3mW	연속파	-
방송 중계 장비	5.875 GHz(16MHz)	200mW	연속파	-80~-82dBm

※ WAVE 송신신호는 계측기에서 발생시켰으며 6Mbps, 패킷 크기는 1500Byte

※ 방송 송신신호는 20Mbps, OFDM 변조방식을 사용함

○ 시험 절차

- 방송중계 장비와 1km 떨어진 지점에서 차량에서 WAVE신호를 송출하며 방송수신 차량에 접근하면서 간섭 영향을 확인

○ 간섭여부 확인

- 방송장비의 간섭은 수신 영상신호에 Scratch 유무를 확인

○ 시험 결과

송신 계측기 출력	방송영상 수신 지점 (WAVE 장비와 이격거리)	결 과
50mW(7 레벨)	1000m	방송 수신 영상 간섭 발생
3mW(3 레벨)	900m	방송 수신 영상 간섭 발생

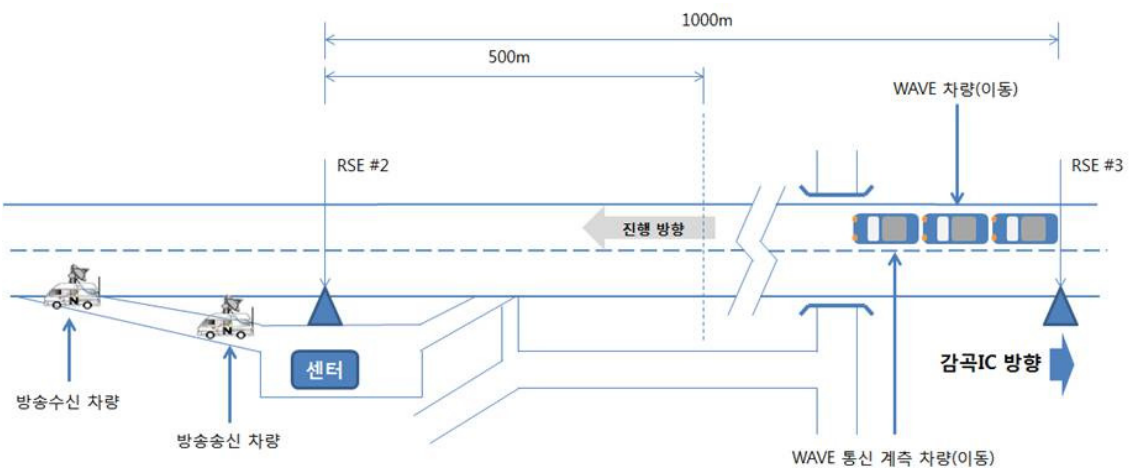
라. 시나리오 기반 간섭 시험 - Case 2

○ 일시 : 11월 8일

○ 장소 : 중부내륙선 여주 스마트하이웨이 시험도로

○ 시스템 구성

- WAVE 단말 5대(이동 3대, 고정 2대), 기지국 2대
- 방송 중계 장비 : 송신 차량과 수신차량 2대



[그림 3-75] 시나리오 구성도 3

○ 시험조건

구분	중심주파수(대역폭)	출력	송신신호 특성	수신 레벨
WAVE 장비	5.87 GHz(10Hz)	50mW	비연속파(버스트)	-
방송 중계 장비	5.875 GHz(16MHz)	200mW	연속파	-70~-72dBm

※ WAVE 송신신호는 6Mbps, 패킷 크기는 1500Byte, 송신 주기는 100msec

※ 방송 송신신호는 20Mbps, OFDM 변조방식을 사용함

○ 시험 절차

- 방송중계 장비와 1km 떨어진 지점에서 차량에서 WAVE신호를 송출
- 첫 번째 단말은 기지국과 Throughput 시험을 하고 2~3번째 차량은 임의의 패킷 신호를 송출
- 50km/h로 방송수신 차량에 접근하면서 간섭 영향을 확인



[그림 3-76] Case 2-1을 위한 실측 현장

○ 간섭여부 확인

- 방송장비의 간섭은 수신 영상신호에 Scratch 유무를 확인

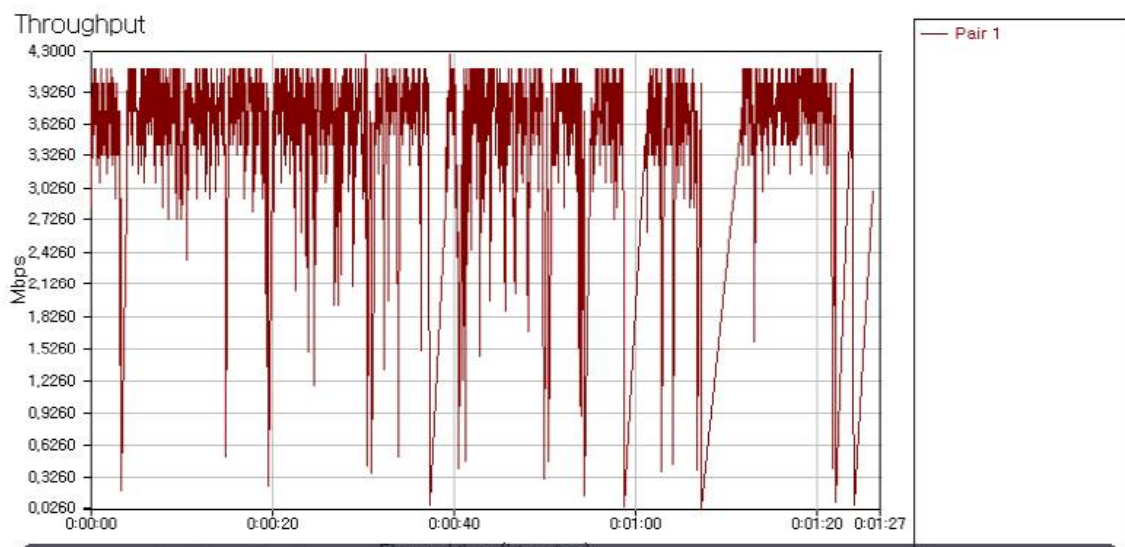
o 시험 결과

송신 계측기 출력	방송영상 수신 지점 (WAVE 장비와 이격거리)	결 과
50mW(7 레벨)	150m	방송수신영상 정지 현상 발생

※ 방송 송신 차량과 멀리 떨어져있고, 방송 송신 전력이 매우 낮아 (25dBi 파라볼라 안테나가 장착된 방송 수신 차량에서 -73~-70dBm으로 수신) WAVE 단말에서 CCA신호가 발생하지 않아 WAVE 통신은 가능하였으나, 고성능 안테나를 장착한 방송 장비에는 WAVE 송신 신호가 매우 크게 전달 되어 간섭을 야기 한 것으로 판단됨

송신 계측기 출력	방송영상 수신 지점 (WAVE 장비와 이격거리)	결 과
3mW(3 레벨)	100m	방송수신영상 정지 현상 발생

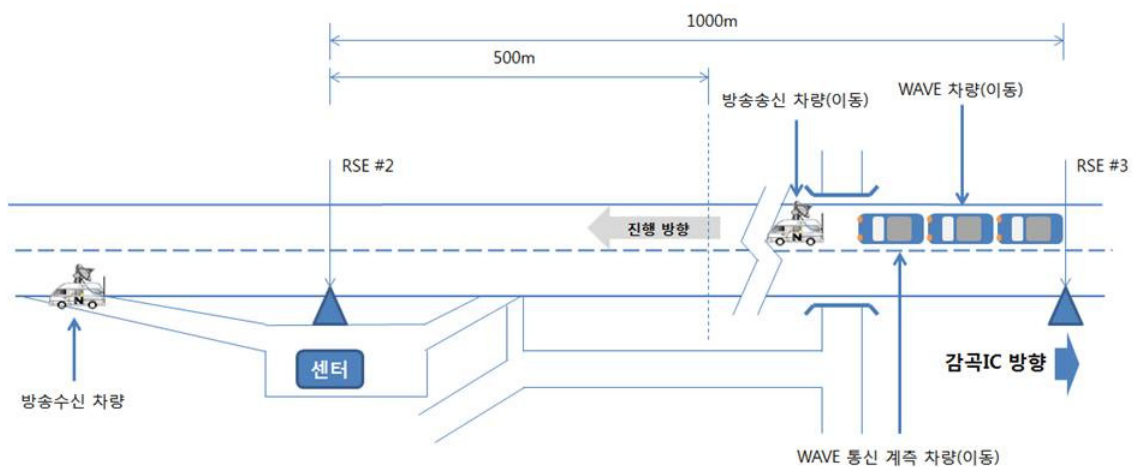
※ WAVE의 송신 파워가 줄어들어 방송 수신 차량과의 거리가 좀 더 가까워졌을 때 방송에 영향을 줌



[그림 3-77] WAVE throughput

마. 시나리오 기반 간섭 시험 - Case 3

- 일시 : 11월 8일
- 장소 : 중부내륙선 여주 스마트하이웨이 시험도로
- 시스템 구성
 - WAVE 단말 5대(이동 3대, 고정 2대), 기지국 2대
 - 방송 중계 장비 : 송신 차량과 수신차량 2대



[그림 3-78] 시나리오 구성도 4

○ 시험조건

구분	중심주파수(대역폭)	출력	송신신호 특성	수신 레벨
WAVE 장비	5.87 GHz(10Hz)	50mW	비연속파(버스트)	-
방송 중계 장비	5.875 GHz(16MHz)	200mW	연속파	-80~-82dBm

※ WAVE 송신신호는 6Mbps, 패킷 크기는 1500Byte, 송신 주기는 100msec

※ 방송 송신신호는 20Mbps, OFDM 변조방식을 사용함

○ 시험 절차

- 방송중계 수신장비와 1km 떨어진 지점에서 방송 송신차량에서 방송 신호를 송출

- 뒤따르는 첫 번째 WAVE 차량 단말은 기지국과 Throughput 시험
- 2~3번째 WAVE 차량은 임의의 패킷 신호를 송출
- 50km/h로 방송수신 차량에 접근하면서 간섭 영향을 확인

o 간섭여부 확인

- 방송장비의 간섭은 수신 영상신호에 Scratch 유무를 확인

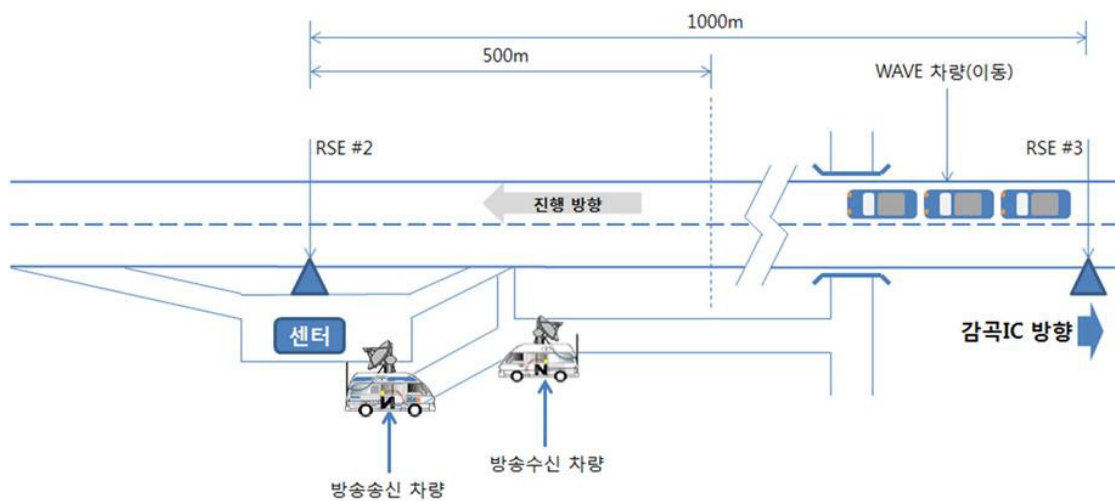
o 시험 결과

송신 계측기 출력	방송영상 수신 지점 (WAVE 장비와 이격거리)	결 과
50mW(7 레벨)	300m	방송수신영상 정지 현상 발생

※ Case 2에 비하여 멀리 떨어진 위치에서부터 영상 정지 현상이 일어난 것은 파라볼라 안테나의 방향이 WAVE 송신 차량을 향하게 되었기 때문인 것으로 판단됨

바. 시나리오 기반 간섭 시험 - Case 4

- 일시 : 11월 8일
- 장소 : 중부내륙선 여주시험도로(SH 체험도로) 옆 국도
- 시스템 구성
 - WAVE 단말 5대(이동 3대, 고정 2대), 기지국 2대
 - 방송 중계 장비 : 송신 차량과 수신차량 2대



[그림 3-79] 시나리오 구성도 5

○ 시험조건

구분	중심주파수(대역폭)	출력	송신신호 특성	수신 레벨
WAVE 장비	5.87 GHz(10Hz)	50mW	비연속파(버스트)	-
방송 중계 장비	5.875 GHz(16MHz)	200mW	연속파	-80~-82dBm

※ WAVE 송신신호는 6Mbps, 패킷 크기는 1500Byte, 송신 주기는 100msec

※ 방송 송신신호는 20Mbps, OFDM 변조방식을 사용함

○ 시험 절차

- 방송중계 송수신장비가 고속도로 인접 국도에 위치한 상태에서 차량 단말과 기지국이 동작시 방송중계의 간섭 영향을 확인



[그림 3-80] WAVE차량과 국도변에 설치된 방송 수신 차량



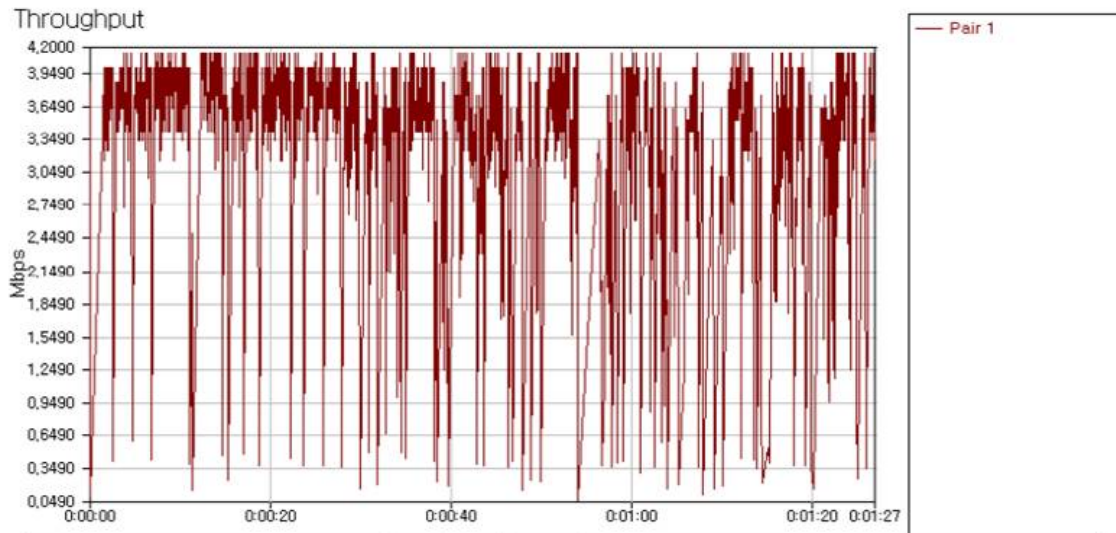
[그림 3-81] 국도변 방송 수신 차량 설치 현장

o 간섭여부 확인

- 방송장비의 간섭은 수신 영상신호에 Scratch 유무를 확인

○ 시험 결과

- WAVE 무선 기지국 ON 일 때, 방송 수신 영상 정지



[그림 3-82] WAVE throughput

※ 센터 뒤편 국도는 지형적으로 고속도로의 WAVE 송신 차량과 격리되어 있어 WAVE에서는 방송 신호를 감지하지 못하여 정상적으로 통신을 수행하였으나, 방송 수신 차량에는 큰 간섭 신호를 전달하여 방송을 위한 통신이 불가 하였던 것으로 판단됨

8. 결론 및 향후 추진방향

차세대 지능형 교통시스템 구현을 위하여 국내외 ITS 산업 서비스 동향, WAVE 통신 기술과 표준화 동향, 5.8GHz 대역 이용 현황, 이동방송중계시스템 운용 현황 및 WAVE 통신 시스템 규격에 대해 알아보았으며 마지막으로 WAVE 통신 시스템간 전파간섭 실험 결과를 분석하였다.

국내에서는 2004년 5GHz 무선랜 주파수 분배를 위하여 방송중계와의 간섭을 실시하였으며, 그 결과 이동방송중계와 간섭영향이 심한 일부대역은 향후 추가 검토를 위하여 분배되지 않았으며, 기존에 사용 중이던 5.725~5.825GHz 대역에 대해서만 간섭회피 기술 적용을 권고하여 무선랜용으로 사용하도록 하였다. 이러한 과거 사례들을 고려하여 현재 DSRC로 분배된 대역을 포함하여 최대한 국제적 주파수 조화에 이를 수 있는 방안검토 및 간섭회피기술 등을 적용하여 간섭영향에 대한 대비가 필요할 것으로 보인다.

국내의 ITS 신기술 개발 현황을 보면 WAVE 부품 및 단말 개발은 ETRI와 전자부품연구원 등에서 통신모뎀칩을 개발하여 스마트하이웨이 시범사업에 활용하고 있으며, 스마트자동차나 그린자동차(EV, PHEV 등), 무선전력전송 등 녹색교통에 맞는 교통수단의 보급으로 새로운 차세대 ITS 서비스 및 수요를 창출 중이다. 이와 같이 WAVE가 차세대 ITS 시스템으로 미래유망 산업분야로 대두되고 있음에 따라 산업 활성화를 위해 주파수 분배 및 기술기준 등 제도적 마련이 선행되어야 한다. 주파수 분배 및 기술기준 마련을 위하여 국내보다 선행 연구된 해외주요국의 사례를 면밀히 검토하고 WAVE 기술개발 동향 및 시장동향, 그리고 표준화 동향 등을 참고한 충분한 검토가 필요하다.

해외 주요국 사례를 통하여 차세대 지능형교통시스템 구현을 위해 필요한 WAVE 주파수 추가분배의 타당성 입증자료로 활용할 수 있으며, 국내외 5GHz 대역의 기존업무와 WAVE 시스템간 간섭영향 사례분석을 통하여 기존업무와 양립가능성에 대한 이해관계자 의견수렴 자료로 활용할 수 있다.

향후 본 연구결과를 기반으로 실제 주파수 분배를 위하여 WAVE 주파수

검토대역뿐만 아니라 인접대역에서 사용 중인 기존 시스템의 보호 또는 주파수 공유방안을 분석하고 주파수 활용 가능성에 대한 정확한 연구를 진행해야 한다. 이러한 연구를 위해서는 검토대역 내 허가·인증 현황을 조사하여 기배된 시스템의 성능을 분석하고 간섭영향 최소화를 위한 간섭회피기술과 이를 적용한 간섭영향 실험이 필요하다. 또한 해외 주요국의 기술기준 분석과 간섭 실험 결과를 참고하여 국내 환경에 적합한 기술기준(안) 연구가 필요하다.

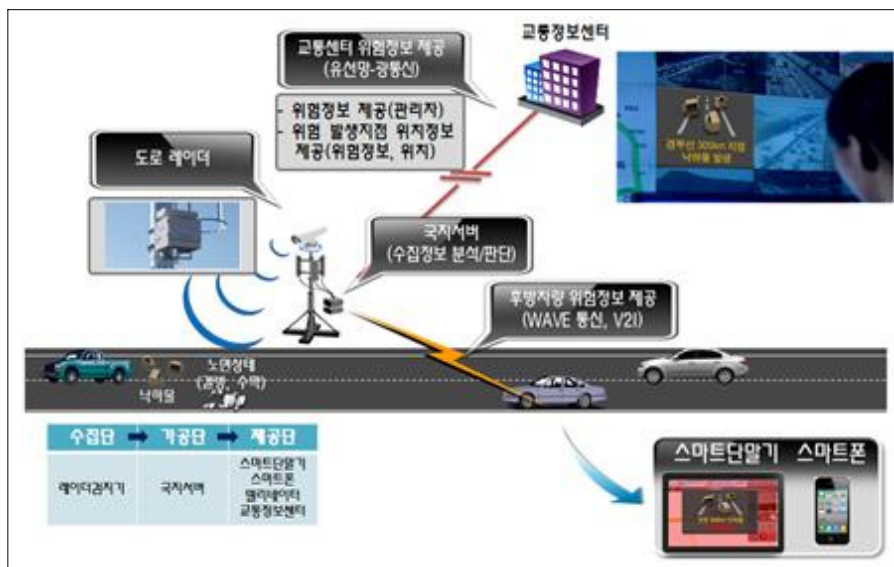
제7절 도로노면 레이더

1. 개요

국토부는 첨단 도로기술, IT를 활용한 통신기술, 차세대 자동차 기술을 상호 융·복합하여 최적의 교통흐름이 확보되는 미래의 지능형 고속도로 구축사업('07년~'14년)의 '스마트 하이웨이 사업'은 빠르고 안전한 차세대 도로 구축을 위해 고속도로의 사고위험 요소(장애물, 낙하물, 결빙, 수막 등) 검지를 위한 레이더 개발을 추진하고 있다.

이에 스마트 하이웨이 사업'은 도로 노면상태(장애물, 낙하물, 결빙, 수막 등) 검지를 위한 레이더용 중심주파수를 34.5GHz로 하고 해당 주파수 대역의 국내 용도 지정 및 기술기준 마련 요구로 방송통신위원회와 국립전파연구원은 국내 도입을 위해 연구반 구성·운명을 통하여 주파수분배와 기술기준 마련을 위한 선행연구를 실시하였으며 향후 관련 제도개선 추진 시 활용하고자 한다.

도로레이더(RWR: Road Watch Radar)는 스마트하이웨이사업 핵심3과제의 한 과제이며 전파를 이용해 도로의 상태를 파악한 후 운전자에게 알려줌으로써 사고를 미연에 방지하기 위한 시스템으로 도로레이더가 수집한 정보를 국지 서버에서 분석하여 차량간통신(WAVE: Wireless Access in Vehicular Environment)을 통해 사용자(운전자)에 제공된다.

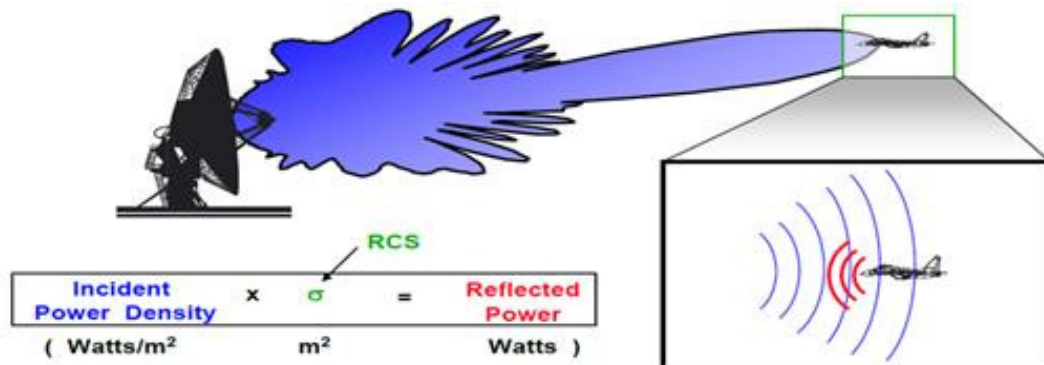


[그림 3-83] 도로노면 레이더 시스템 구성 예상

2. 레이더 기술 및 이용 분야

가. 레이더 기술 개요

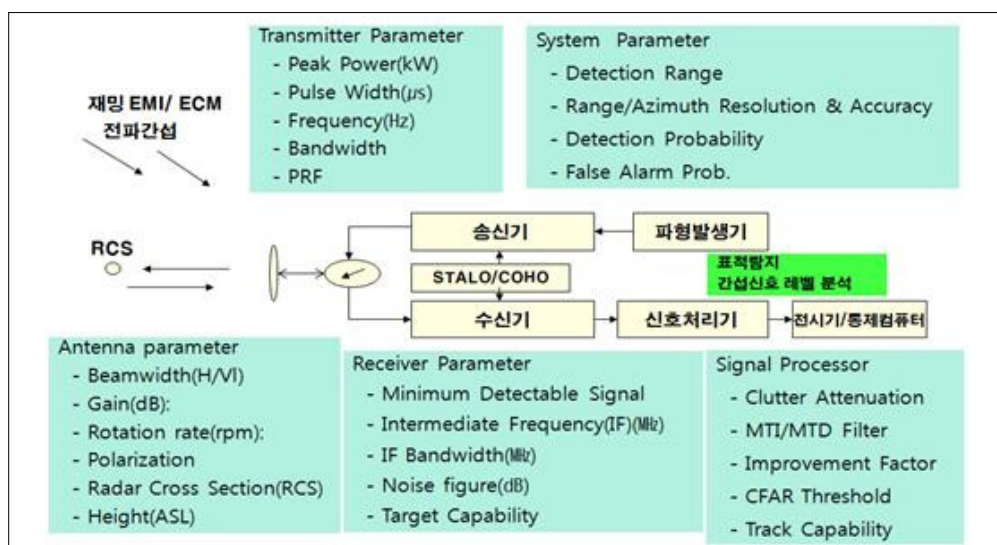
레이더(RADAR : RAdio DeTection And Ranging)는 강력한 RF 빔을 집중해서 방사하고, 탐색거리 내에 있는 목표물로부터 반사되는 빔을 수신하여 목표물의 거리, 고도, 방위 및 속도를 식별 시키는 장치이다.



Radar Cross Section (RCS, or σ) is the effective cross-sectional area of the target as seen by the radar

Measured in m^2 , or dBsm

[그림 3-84] 레이더 시스템 개요



[그림 3-85] 레이더 시스템 주요 파라미터

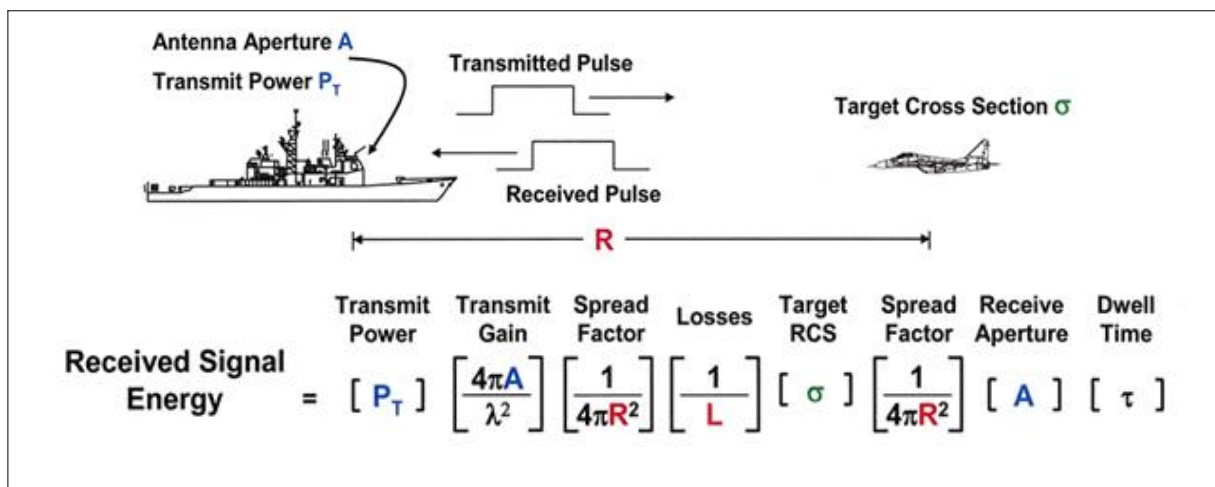
나. 레이더 주요 파라미터

전파자원 관리차원에서 주요 파라미터는 주파수, 대역폭, 출력이 있다. 주파수는 대기, 수분에 의한 감쇠 특성으로 전파의 도달거리(감시영역)에 영향을 주고 대역폭은 펄스의 폭을 결정하며 신호검출능력 및 해상도에 영향을 준다.

$\Delta R = \frac{\text{광속도}}{2 \times \text{대역폭}}$	
대역폭	해상도
50 kHz	3.0 km
100 kHz	1.5 km
500 kHz	300 m
200 MHz	75 cm
450 MHz	30 cm
1.0 GHz	15 cm
3.0 GHz	5 cm
5.0 GHz	3 cm

[그림 3-86] 레이더 대역폭과 해상도의 상관관계

안테나 이득을 포함하여, 출력은 주파수와 함께 전파의 도달거리를 결정하는 주요 파라미터이다.



[그림 3-87] 레이더 송신출력과 수신전력 계산식



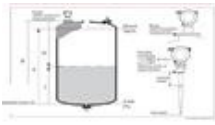
다. 주요 이용분야

1) 물체감지센서 (Movement Detection Sensor)

자동문 제어, 자동 조명 제어, 출입자 감시 등의 인체감지기와 차량 속도측정, 교통정보 수집, 차량 후방 장애물 감지 등의 차량감지기 그리고, 분진, 위험물 등 저장탱크의 레벨 측정을 하는 레벨미터용으로 이용되고 있다.

※ 마찰에 따른 위험물 폭발이나 온도·압력·습도 등의 변화에 영향이 없어 사용 증가

[표 3-31] 물체감지센서 주요 이용분야

구 분	주파수	대역폭,출력	주요 용도
인체감지기 	10GHz 대역 24GHz 대역	통상 <200MHz <20dBm(e.r.p.)	자동문 제어, 자동 조명 제어, 출입자 감시 등
차량감지기 	10GHz 대역 24GHz 대역		차량 속도측정, 교통정보 수집, 차량 후방 장애물 감지 등
레벨미터 	5.8GHz 대역 10GHz 대역 24GHz 대역 77GHz 대역		발전소 coal silo

2) 차량용레이더 (Automotive Radar)

Short Range Radar와 Long Range Radar로 구분되며 Short Range Radar는 넓은 방위각 범위를 갖고 있어 차량의 측방과 후방 충돌방지용의 단거리(<30m) 레이더로 사용되고 Long Range Radar는 좁은 안테나 빔폭과 고출력을 갖는 장거리(<250m) 레이더로 사용되고 있다.

[표 3-32] 차량용 레이더 비교 (SRR vs LRR)

구분	응용	주파수	탐지거리	해상도	탐지속도	수평조각
SRR	BSD, ACC for stop & go	26/79GHz	<30m	0.1m	5~150km/h	10°
LRR	ACC, FCW	77GHz	<150~250m	0.5m	30~250km/h	160°

※ ACC(Adaptive Cruise Control), FCW(Forward Collision Warning), BSD(Blind Spot Detection)

3) GPR (Ground Penetrating Radar), WPR (Wall Probing Radar)

건물 (재)건축 등을 위한 매립시설물 탐지 등의 건설과 도로, 교량 데크의 무결성 검증, 품질확인, 위험요인 모니터링 그리고 광물, 유적의 위치와 범위 등 환경 조사 업무에 이용되고 있다.



[그림 3-88] GPR과 WPR 이용 사례

4) GB-SAR (Ground Based Synthetic Aperture Radar)

지상에 설치하여 지표면 및 표적의 고해상도 영상을 형성하여 구조물이나 지형의 변위를 측정하는 레이더이다.

[표 3-33] 적용분야별 마이크로웨이브 센서 시장 규모 (단위:백만달러)

Application	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	CAGR% (2011-2016)
Consumer Electronics	162.2	185.5	217.6	265.7	372.2	443.2	614.7	27.1
Automotive	85.2	104.6	127.4	166.1	175.0	182.2	226.3	16.7
Aerospace & Defense	28.4	31.8	34.4	40.1	45.4	51.6	71.1	17.5
Industrial & Healthcare	31.6	34.6	34.8	44.5	53.3	76.6	98.4	23.2
Others	8.6	10.5	11.8	19.1	21.7	29.4	44.4	33.6
Total	316.0	367.0	426.0	535.5	667.6	783.0	1,054.9	23.5

Source: MarketsandMarkets Analysis

3. 도로노면 레이더 개발 추진 현황

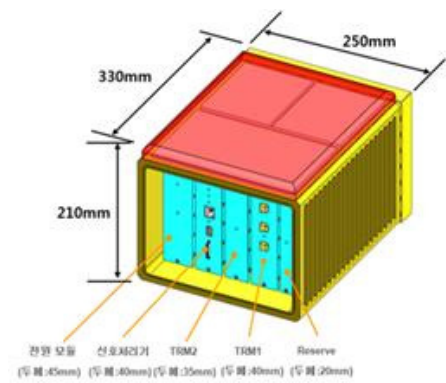
“첨단 IT통신과 자동차 및 도로기술이 융·복합된 빠르고 안전한 지능형 녹색고속도로” 구현을 목표로 추진하는 국책R&D 사업이다.

※ 사업기간 : 2007. 10 ~ 2014. 7(약 7년간)

가. 기술개발 현황

○ '12. 6월 제2차 시제품 제작 완료

[표 3-34] 제2차 시제품 규격

파라미터/특징	수치/성능	
중심주파수	34.5GHz	
대역폭	300MHz	
레이더 방식	Pulsed Doppler (Mono Pulse)	
파형	LFM	
송신 출력	200mW(23dBm)/평균전력:0.6mW	
안테나 구조	패치 배열 안테나	
방위 빔폭	3°(3dB)	
고도 빔폭	9°(3dB)	
거리해상도	≥ 1m	

- 500m 이내에 존재하는 크기 30cmx30cm 이상인 도로의 사고위험 요소 감지를 위하여 300MHz 이상의 대역폭이 필요하다.

○ 도로레이더는 안테나, 송수신기, 신호처리기, 시스템통제기로 구성

- 안테나는 송신기에서 자유공간으로 신호를 방사 시키고, 목표물에서 반사되어 들어오는 신호를 수신기를 통해 받는 기능을 제공한다.
- 송·수신기는 안테나 다음 단계에 위치하여 물체를 탐지하기 위한 송신과

형을 상향변환, 증폭한 송신신호를 안테나에 전달하며 검지된 물체의 수신신호를 안테나로부터 입력받아 하향 변환, 저잡음 증폭 및 IF 신호로 변환하여 신호처리기로 전달하는 기능 제공한다.

- 신호처리기는 송수신기로부터 전송된 신호를 샘플링하고, 샘플링된 신호를 저장하여 신호처리 알고리즘 수행 후, 검지된 정보를 시스템통제기로 보내는 기능을 제공한다.
- 시스템통제기는 도로레이더의 포괄적인 운영 및 관리 기능하는 서브시스템으로 신호처리기로부터 정보를 수집 및 관리하고, 운영자에게 GUI 기반의 관리기능을 제공한다.

나. 실험국 운영 성과

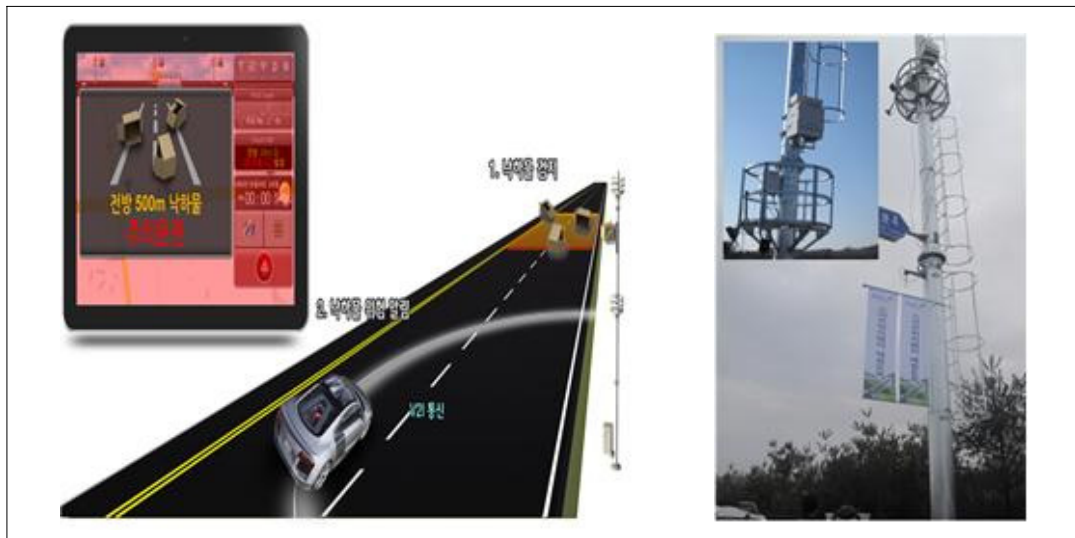
1) 도로레이더 성능검증

- o 검증기관 : 한국지능형교통체계협회 성능평가팀
- o 검증일시 : 2012. 06. 08
- o 검증방법 : 500m범위 내에서 50m간격의 낙하물 및 정지차량 검지 성능시험
- o 검증장소 : 한국도로공사 여주시험도로(스마트하이웨이 체험도로)
- o 검증결과:

구 분	시행 수	성공 수	미 검지 수
정지차량	22	20(90.9%)	2
낙하물	40	24(60%)	16

2) 체험도로 기술시연 실시

- o 시연일시 : 2011.11.30. ~ 2011.12.03.(총 7회)
- o 시연대상 : 국가경쟁력강화위원회, 국토해양부, 한국건설교통기술평가원, 한국도로공사, 국토부 출입기자단 등
- o 서비스명 : 낙하물 검지/제공 서비스



[그림 3-89] 도로노면 레이더 시스템

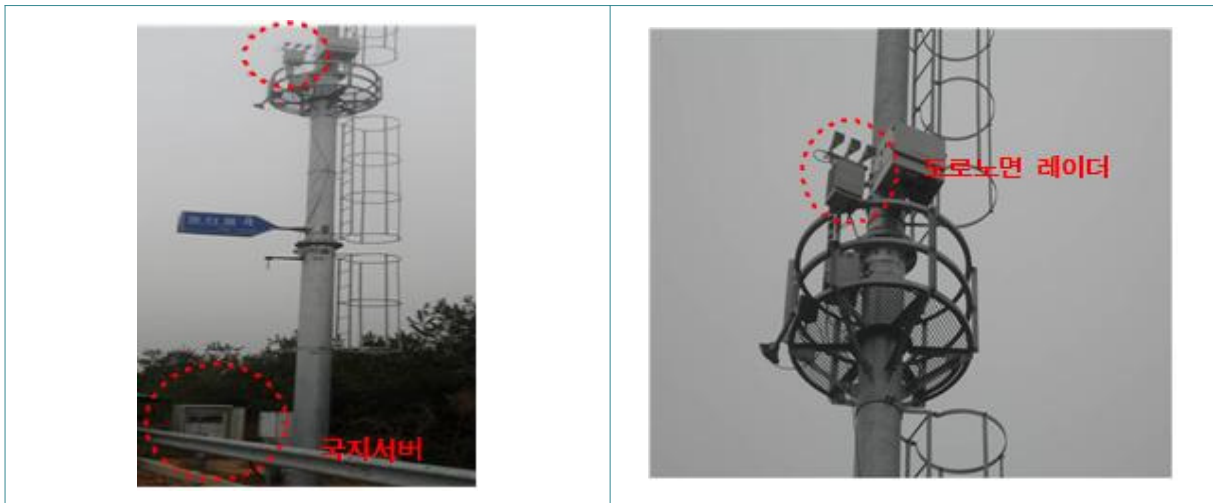
3) 연구반 시연

WAVE 단말이 탑재된 시험차량으로 시험도로를 주행하며 도로노면 레이더가 설치된 노면기지국을 통하여 장애물 발견시 모니터에 경보 메시지가 전달되는 구성으로 시연

※ 일정 : 2012.11.8., 중부내륙고속도로 여주 스마트하이웨이 시험도로



[그림 3-90] 도로노면 레이더 시연 구성



노변장치(기지국)



국지서버

시작품



WAVE 단말이 탑재된 시험차량

[그림 3-91] 도로노면 레이더 시연 환경(여주 스마트하이웨이)

4. 레이더 주파수 이용 동향

가. ITU (국제전기통신연합)

ITU는 레이더를 이용한 업무를 'Radiodetermination'으로 정의하고 항공, 해상에서의 항공기와 선박운행을 위한 'Radionavigation' 업무와 그 외의 'Radiolocation' 업무로 구분된다.

[표 3-35] 레이더 주파수 이용 현황

대역	주파수 범위	점유폭(MHz)	주요 용도
L-Band	1215 ~ 1400 MHz	185	우주/해상감시
S-Band	2700 ~ 3400 MHz	600	기상레이더
C-Band	5250 ~ 5850 MHz	600	기상 및 항공탐지
X-Band	8.50 ~ 10.50 GHz	2,000	선박, 기상레이더
Ku-Band	13.75 ~ 14.00 GHz	250	해상 및 항공탐지
K-Band	15.40 ~ 17.30 GHz	1,900	다중모드탐지
	24.05 ~ 24.25 GHz	200	차량속도측정
Ka-Band	33.40 ~ 36.00 GHz	2,600	지형 매핑, 기상
MMW-Band	59.00 ~ 64.00 GHz	5,000	차량레이더
	76.00 ~ 77.50 GHz	1,500	차량충돌방지
	78.00 ~ 81.00 GHz	3,000	
	92.00 ~ 100.0 GHz	8,000	구름탐지

나. 주요국 레이더 주파수 이용 동향

1) 한국

10/24GHz 대역에서 물체감지센서, 77GHz 대역에서 차량 충돌방지용 레이더 활용 가능하다.

우리나라		
Freq. Band	Power	Bandwidth
10.000-10.050 GHz	25 mW e.i.r.p.	50 MHz
24.050-24.250 GHz	100 mW e.i.r.p.	200 MHz
76.000-77.000 GHz	출력:10dBm, Gain:40dBi (50 dBm e.i.r.p.)	1000 MHz

2) 미국

radiolocation용으로 활용할 수 있는 주파수 대역이 다수 존재하나 정부 (공공, 군용으로 추정)의 radiolocation 서비스에 대한 2차업무로 공유할 수 있도록 규정 (47CFR §90.103 Radiolocation Service)되어 있다.

Radiolocation Service Frequency Table

Frequency or band	Class of station(s)	Limitation
Kilohertz		
70 to 90	Radiolocation land or mobile	1
90 to 110	Radiolocation land	2
110 to 130	Radiolocation land or mobile	1
1705 to 1715	.....do	4, 5, 6
1715 to 1750	.....do	5, 6
1750 to 1800	.....do	5, 6
1900 to 1950	.....do	6, 25, 26, 27 and 28
1950 to 2000	.....do	6, 25, 27 and 28
3230 to 3400	.....do	6, 8
Megahertz		
420 to 450	.....do	21
2450 to 2500	.....do	9, 22, 23
2900 to 3100	.....do	10, 11
3100 to 3300	.....do	12
3300 to 3500	.....do	12, 13
3500 to 3650	.....do	12
5250 to 5350	.....do	12
5350 to 5460	.....do	10, 14
5460 to 5470	.....do	10, 15
5470 to 5600	.....do	10, 11
5600 to 5650	.....do	10, 16
8500 to 9000	.....do	12, 17
9000 to 9200	.....do	10, 14
9200 to 9300	.....do	12
9300 to 9500	.....do	10, 15, 18
9500 to 10,000	.....do	12
10,000 to 10,500	.....do	12, 13, 19
10,500 to 10,550	.....do	20, 22, 24
13,400 to 13,750	.....do	12
13,750 to 14,000	.....do	29
15,700 to 17,300	.....do	
24,050 to 24,250	.....do	12, 22, 24
33,400 to 36,000	.....do	12

[그림 3-92] Radiolocation Service 주파수 분배

3) 유럽

CEPT는 권고안 70-03(ERC REC 70-03)을 통해 차량용 레이더(Road Transport and Traffic Telematics)와 기타 응용(Radiolocation Application) 분야를 위한 주파수를 권고하고 있다.

○ 주파수 대역 및 용도 (ERC REC 70-03)

- 차량용 (Annex5 Road Transport and Traffic Telematics)

Freq. Band	Power	ECC/ERC Decision	Note
		ETSI Standard	
21.650-26.650 GHz	*	ECC/DEC/(04)10 EN 302 288	automotive Short Range Radar
24.050-24.075 GHz	100 mW e.i.r.p.	EN 300 858	Vehicle Radar
24.075-24.150 GHz	0.1 mW e.i.r.p.	EN 300 858	Vehicle Radar
	100 mW e.i.r.p.	EN 300 858	Vehicle Radar with duty cycle
24.150-24.250 GHz	100 mW e.i.r.p.	EN 300 858	Vehicle Radar
76.000-77.000 GHz	55 dBm peak e.i.r.p.	ECC/DEC/(02)01 EN 301 091	Vehicle and Infrastructure Radar
77.000-81.000 GHz	*	ECC/DEC/(04)03 EN 302 264	automotive Short Range Radar

- 일반용 (Annex6 Radiodetermination applications)

Freq. Band	Power	ECC/ERC Decision	Note
		ETSI Standard	
2.400-2.4835 GHz	25 mW e.i.r.p.	ECC/DEC/(01)08 EN 300 440	Movement Detection and Alert operating
9.200-9.975 GHz	25 mW e.i.r.p.	EN 300 440	
10.50-10.60 GHz	500 mW e.i.r.p.	EN 300 440	
13.40-14.00 GHz	25 mW e.i.r.p.	EN 300 440	
17.10-17.30 GHz	400 mW e.i.r.p. (26 dBm e.i.r.p.)	EN 300 440	Ground Based Synthetic Aperture Radar
24.05-24.25 GHz	100 mW e.i.r.p.	EN 300 440	
4.50-7.00 GHz	-41.3 dBm/MHz e.i.r.p.	EN 302 372	Tank Level Probing Radar
8.50-10.60 GHz	-41.3 dBm/MHz e.i.r.p.	EN 302 372	Tank Level Probing Radar
24.05-27.00 GHz	-41.3 dBm/MHz e.i.r.p.	EN 302 372	Tank Level Probing Radar
57.00-64.00 GHz	-41.3 dBm/MHz e.i.r.p.	EN 302 372	Tank Level Probing Radar
75.00-85.00 GHz	-41.3 dBm/MHz e.i.r.p.	EN 302 372	Tank Level Probing Radar
0.030-12.40 GHz	*	ECC/DEC/(06)08 EN 302 066	Ground and Wall Probing Radar
2.20-8.00 GHz	*	ECC/DEC/(07)01 EN 302 435	Building Material Analysis

4) 주요국 34.5 GHz 대역 이용 동향

현재 미국, 유럽, 호주 등 주요국은 35GHz대역을 군용으로 우선 지정하였으나, 군 시스템을 보호하는 조건으로 민간 시스템 사용 가능하며, ITU는 33.4~36 GHz대역에서 1차 업무로 무선탐지 업무용 무선설비를 사용할 수 있도록 권고하고 있다.

35GHz대역을 활용한 새로운 응용 분야가 개척된다면 세계 각국의 관심을 주목시키고, 국제적 조화 검토가 가능하다.

일부 중동지역과 아프리카 지역 국가에서는 이 대역을 고정 및 이동업무도 1순위 업무로 지정되었다. 특히 러시아와 주변국은 34.7~35.2GHz대역에서의 1순위 업무를 우주연구로 지정하였다.

미국은 비군용의 무선탐지용 설비는 공공업무(military service)의 2차 업무로 사용 중이며, 유럽은 33.4~36 GHz 대역을 군사(Defense system)용으로 지정하고, 군과 민간이 공유할 수 있도록 권고하고 있다.

영국은 33.4~36GHz대역을 군사용으로 지정하고, MDM(Microwave Distance Measurement) 서비스를 2차업무로 사용한다.

호주는 33.4~37GHz대역과 이 대역에서의 서비스를 군용으로 제한하고 있고, 일본은 35.5~36GHz대역에 대해서 지구탐사위성과 전파천문(Space Research)용 설비와 radiolocation 서비스간 간섭에 관한 사항 이외에 특이 사항은 확인되지 않는다.

5) 지능형교통시스템용 주파수 이용 동향

24GHz ISM대역은 협대역 레이더로 최근 유럽에서 대역폭 확장에 관한 산업체 요구가 있어 확대 검토 중이며, 26GHz대역에서 UWB 레이더는 유럽/미국의 차량에 장착되어 이용되고 있으나 지구탐사위성과의 간섭영향으로 2013년까지로 이용을 제한하였고, 60GHz대역은 산소에 의한 감쇠로 감시범위 10m 이하로 이용이 감소된다.

77/79GHz대역은 차량레이더용 주파수 이용 권장 대역으로 향후 활성화 될 전망이다.

[표 3-36] 주요국 주파수 이용 비교

주파수대역	우리나라	미국	영국	일본
24 GHz 대역	24.05~24.25	24.05~24.25	24.05~24.25	24.05~24.25
26 GHz 대역	분배검토중		21.65~26.65	21.65~26.65
60 GHz 대역	-		-	
77 GHz 대역	76~77	76~77	76~77	76.5~77.0
79 GHz 대역	-	-	77~81	

5. 주파수 분배 검토

기존 이미지 센서나 매설형 루프 검지기에 비해 환경변화에 대한 영향이 적어, 기존 이미지 센서의 단점을 해결할 수 있는 방법으로 전파의 사용 필요성이 대두 되고 있으며 특히 야간, 악천후와 같이 가시거리 확보가 어려운 경우 영상센서로는 판독이 불가능 하여 레이더의 활용이 반드시 필요하다.

[표 3-37] 검지기 특징 비교

구분	루프 검지기	영상 검지기	레이더 검지기
형식	매설형	비매설형	비매설형
설치	<ul style="list-style-type: none"> - 설치시 차로별 도로 차단 - 도로의 사정에 따라 야간 작업이 요구 	<ul style="list-style-type: none"> - 설치시 도로 차단 불필요 - 인도의 지주에 설치함으로 설치 공사가 매우 간단 - 야간 공사의 필요성이 없음 	<ul style="list-style-type: none"> - 설치시 도로 차단 불필요 - 인도의 지주에 설치함으로 설치 공사가 매우 간단 - 야간 공사의 필요성이 없음
유지 보수	<ul style="list-style-type: none"> - 우천시 도로의 파손 또는 도로의 포장 시에는 루프를 재시공(사후비용 과다) - 교체시기(Life-cycle)가 비매설형에 비해 매우 짧음 	<ul style="list-style-type: none"> - 주기적인 렌즈 및 하우징 유지보수 필요 	<ul style="list-style-type: none"> - 주기적인 하드웨어 유지 보수 필요없음 - 소모품이 없어 교체시기가 반영구적
환경 영향	<ul style="list-style-type: none"> - 여름, 겨울 등의 온도변화 및 중차량에 의한 도로면 파손시 루프검지기 파손 	<ul style="list-style-type: none"> - 주간과 야간의 검지 정확도가 일정하지 않음 - 전이시간대(새벽->아침, 낮->저녁)에 검지 정확도 저하 	<ul style="list-style-type: none"> - 기후, 주야간 환경변화에 영향을 받지 않음
검지 영역	차선별 설치	다차로 (왕복 4차선)	다차로 (왕복 4차선, 왕복 8차선) : 1대의 검지장비로 전차선 가능

가. 34.5GHz 대역 이용 타당성

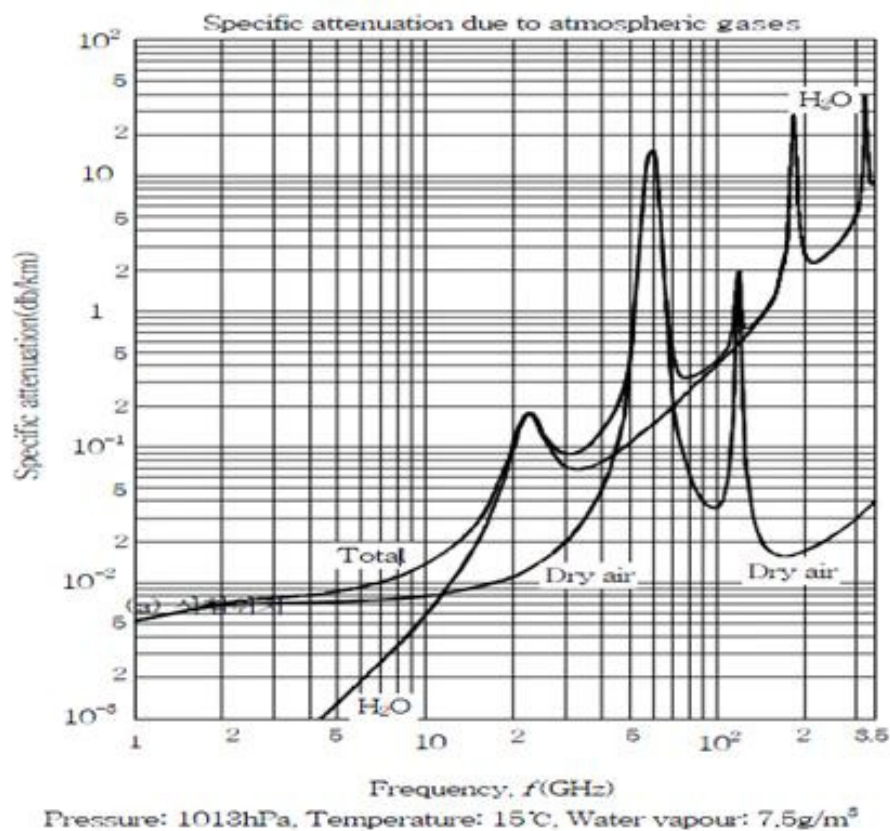
1) 주파수 특성

34.5GHz 대역은 ITU-R가 권고한 radiolocation용 주파수 대역으로 민간 활용사례가 없고 2.6GHz 대역폭 확보 등이 가능하며 77/79GHz 대역에 비해 악천후시 장거리 탐지성능 우수하다.

24.05~24.25GHz대역은 대역폭이 200MHz로 제한되어 도로레이더의 목표해상도 구현이 어렵다

59.0~64.0GHz대역은 산소에 의한 감쇄가 커 감시거리가 10m에 불과하여 도로레이더 목표 감시거리 확보가 어렵다.

76.0~77.0/77.0~81.0GHz 대역은 탐지거리가 짧고(200m이내) 특히 악천후시 감쇄가 심해 기존 이미지 센서의 단점 보완이 어려우며 차량용 레이더와 간섭이 우려된다.



[그림 3-93] 수증기에 의한 대기 감쇄특성

[표 3-38] 주파수대역별 이용 현황

주파수 대역	대역폭	주요 용도	비 고
24.05 ~ 24.25 GHz	200	차량속도측정	- 지구탐사위성과 간섭 우려 - 속도측정기와 간섭 우려
33.40 ~ 36.00 GHz	2,600	지형 매핑, 기상	- 주요국 군용 사용여부 확인 필요
59.00 ~ 64.00 GHz	5,000	차량레이더	- 대기 감쇄가 커 10m이내 사용 가능
76.00 ~ 77.50 GHz	1,500	차량충돌방지	- 차량용 LRR/SRR 간섭 우려
78.00 ~ 81.00 GHz	3,000		- 차량용 SRR 간섭 우려

※ 이후 주파수 분배는 34.5GHz 대역과 77/79GHz 대역을 중심으로 비교 검토 함

2) 77/79GHz 대역 차량레이더 활용시 문제점




차량에 장착되는 레이더 높이가 낮아서 충분한 해상도 확보가 어렵고, 선행 차량이 레이더 가시거리를 제한하는 요소로 작용할 수 있어 장애물 등 도로레이더로 활용하기가 기술적으로 어려움이 있으며, 현재 고가의 차량에 옵션으로 장착되고 있어 공공안전을 위한 서비스 관점에서 특정 계층에만 혜택이 주어질 수 있는 단점이 있다. 또한 감시거리가 짧고(장애물 검지 후 운전자에게 알려주기까지 충분한 시간 확보를 위해 넓은 감시거리 확보가 필요), 차량에 장착된 레이더와 간섭 우려가 있다.

3) 유사 사례

일본의 AHSRA에서는 Visible television camera image를 이미지 프로세싱하여 노면의 상태를 검지하는 연구를 진행하고 있으며 차량의 적외선 카메라를 이용하여 시계가 좋지 않은 상태에서도 전방 이미지를 확인할 수 있는 시스템을 연구하고 있다.

일본은 60GHz 대역 주파수를 이용한 레이더 구현을 완료하였으나 60GHz 대역은 대기 감쇄로 인한 감지거리가 수m 이내에 불과하며, 94GHz 대역 FOD (Foreing Object Detection) 레이더의 경우 일부 공항(영국의 히드로 공항, 캐나다의 밴쿠버 공항)에서 사용되고 있으나 고가이다.

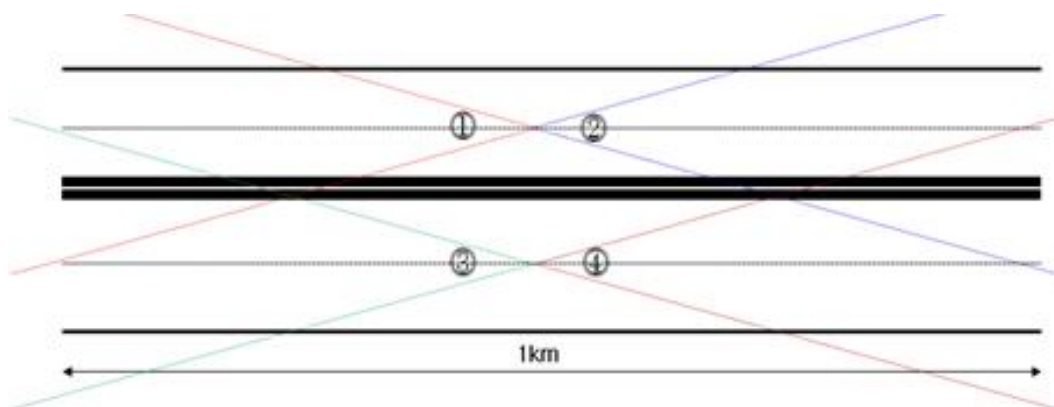
[표 3-39] 도로노면 레이더 유사사례

	일본 mmWave	FOD레이더	도로노면 레이더
주파수	60~61 GHz	94 GHz 대역	34.5 GHz 대역
대역폭	Max 1 GHz	600 MHz	300 MHz
해상도	> 0.15m	> 0.25 m	> 0.50 m
변조방식	FMCW	FMCW	Pulse Doppler
최대출력	10 mW	100 mW	200 mW
예시			
비고	전파특성상 감시거리가 수십m 내외로 짧음	장비가격이 수 십억원 대로 고가	감시거리 500m, 6천만 원 선으로 비교우위

나. 소요 대역폭 (채널수)

소요되는 채널은 총 4개 채널이며, 채널당 필요 대역폭은 300MHz으로 총 1.2GHz 대역폭이 필요하고, 레이더의 성능과 경제성을 고려하여 목표 성능을 30cm 크기의 물체로 선택하고 있다.

동일 위치에서 양방향으로 고속도로 상·하행선 모두 설치 시 한 개 사이트에 최대 4기의 레이더 설치가 예상된다.



[그림 3-94] 고속도로에서 레이더 설치 예상

다. 이용수요 검토

‘12년 국가경쟁력강화위원회는 도로기상정보시스템 확대를 포함한 「지능형교통체계(ITS) 발전전략」을 발표, 시범사업 및 상용화 이후 10년간 1,144억원의 시장규모를 형성할 것으로 전망된다. (자료: ETRI)

도로노면 레이더 장비 설치구간은 고속도로 연장의 17.8%에 해당하는 639km으로 추정되고 있다.

※ 정부의 투자재원 규모에 종속될 수 있으며 스마트하이웨이 상용화 투자 계획이 확정되지 않는 등 객관적 시장정보가 부족한 상황에서의 예측치 임

[표 3-40] 도로노면 레이더 검지기 시장전망

구분	시범	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	합계
연장도로 (km)	40	64	94	134	187	250	319	387	450	503	543	2,971
검지기 설치대수	160	95	120	163	210	251	276	276	251	210	163	2,175
매출액 (억원)	96	57	70	92	115	134	143	139	123	100	75	1,144

※ 노면 검지기 장비 단가 : 6천만원

※ 양방향 및 검지거리(500m)를 고려하여 km당 4대 설치 가정(자료: ETRI, 2012)

6. 결론 및 향후 추진과제

‘12년말 현재 제품 개발이 진행 중이므로 중심주파수, 점유대역폭, 필요 채널 수 등에 대한 보완이 필요할 것으로 판단되어 제품 개발이 완료되는 시점에 주파수 분배 및 기술기준 마련이 필요하며, 상용 주파수 분배 이전에 연구개발용 주파수로 활용할 수 있도록 분배가 요구된다.

34.5GHz 대역은 무선표정 업무로 국제 분배되어있는 주파수로 아직까지 민간용으로 활성화 되지 않아 이용가치가 크며, 세계에서 최초 개발 중인 도로노면 레이더의 이용 활성화를 위해 기술개발이 완료되는 시점에 국제 표준화를 추진하여 기술을 선도함으로써 국가경쟁력 강화에 기여할 수 있다.

스마트 하이웨이 구현을 위한 도로노면 레이더 외에 활용 가능한 다양한 서비스 모델 발굴을 통한 주파수 이용 효율 제고 방안 검토 필요하며 근거리 충돌방지(선박, 무인항공기 등) 및 보안감시용(주요시설 경계감시 등)으로 활용가치가 높을 것으로 기대한다.

제4장 무선전력전송 활성화를 위한 제도개선 방안 연구

제1절 무선전력전송 기술 개요

1. 무선전력전송 기술동향

현재까지 다양한 무선전력전송 기술이 개발되었지만 수 W 이상의 고출력의 경우는 유도결합 (induction coupling) 방식을 제외하고는 상용화되지 못하고 있다. 과거, 수십 W 이상의 대전력을 전송하기 위하여 5.8GHz 등 마이크로파(microwave)를 사용하려는 연구가 일부 이루어져 왔으나 인체에 미치는 영향 및 고효율 안테나 사용에 따른 직진성 등으로 인해 활발하게 상용화되지는 못하고 있다. 반면, 수십 mW 이하의 저출력의 경우는 RFID 등의 활성화로 UHF (Ultra High Frequency) 대역의 RFID/USN 주파수 또는 2.4GHz ISM 대역을 이용한 서비스가 활발하고, 13.56MHz 등을 사용하는 교통카드 (T-money 등) 등도 서비스가 활성화되고 있다.

2007년 MIT의 마린 솔라치치(Marin Soljacic) 교수팀이 제안한 비방사(non-radiated) 방식의 자기공명 (magnetic resonance)의 경우 두 매체가 같은 주파수로 공진할 경우 전자파가 근거리 자기장을 통해 한 매체에서 다른 매체로 이동하는 공진결합 (resonant coupling) 방식에 기반을 두고 있으며, 10MHz 공진주파수를 사용하여 2m 거리에서 60W의 대전력 전송을 시연하였다고 발표함으로써 향후 미래 유망기술로 대두되었다.

하지만, 공진기의 Q (Quality Factor) 값이 매우 커야 하는데, 실제 상용화시에는 부하 조건에 따른 임피던스의 변화, 주변 도체의 영향 등으로 Q 값을 높게 유지할 수 없어 효율을 높이는 데는 한계가 있다. 최근, WPC의 자기유도방식 표준화에 이어 Intel, Qualcomm, 삼성 등에서 A4WP를 구성하여 자기공명 방식을 연구하고 있고, '13년 이후 관련 제품의 출시될 것으로 전망하고 있다. 한편, 전기자동차의 경우 수십 kHz를 이용하여 수십kW 급의 무선충전 시스템에 대한 연구가 활발하며 이의 상용화에 대한 관심이 높아지고 있고 스마트그리드를 구현하기 위하여 자동차 충전기술은 더욱더 발전될 것이다. 무선전력전송은 방식별로 구분하면 다음과 같다.

	유도 결합 방식						
	Fulton Innovation	Seiko-Epson	Convenient Power	東光(日)	Powermat	WiPower	Tokyo University
시제품 사진							
제품 구성	1차코일(송진), 2차코일(수진), Control IC						
제품화 시기	'09년 (Splashpower 인수)	미정	'09년	미정	미정	미정	미정
송진 거리	수mm	3mm Max.	-	수mm	수mm	수mm	수mm
송진시 효율	Max. 98.6%	70% (0.5W)	-	65% ! (2~3W)	-	-	81% (40W)
안체 유해성	Set의 Shield 처리로 해결	임존 내 전자규격 통과	-	-	-	-	-
Data통신 기능 유무	1Mbps 可	3Mbps ('06년)	-	없음	-	-	-

(a) 유도결합 방식

	Radiation 방식	자기공명 방식		
	Powercast	WiTricity	Intel	MIT
시제품 사진				
제품 구성	안테나, RF회로, IC	자기공명용 코일		
제품화 시기	'07년	미정	미정	미정
송진 거리	Max.10m	수m	60cm	0.6 ~ 2m (10MHz)
송진시 효율	10~50% (1W)	- (60W)	75% (60W)	40~50% (60W)
안체 유해성	FCC인증 필요	필리상 유해성 없다고 주장	필리상 유해성 없다고 주장	필리상 유해성 없다고 주장
Data통신 기능 유무	없음	-	-	-

(b) 방사방식 및 자기공명 방식

[그림 4-1] 무선전력전송의 주요 기술 동향

유도결합에 의한 대표적인 기술개발 동향을 살펴보면 그림과 같으며, 현재까지 Fulton사가 가장 앞선 기술 (eCouple™ Technology) 을 보유하고 있다. 특히 Fulton사는 전력흐름을 연속적으로 모니터링할 수 있는 제어 시스템을 추가함으로써 수백 mW에서 수십 W의 전력을 90% 이상의 효율로 전송하는 기술을 시현하였으며, TI, Energizer, Leggatt&Platt 등의 회사와

상용화에 협력하고 있다. 다음으로 Convenient Power사도 유사한 특성을 갖는 배터리 충전 시스템을 개발하였으며, 애플의 iPhone, 닌텐도 DS, Blackberry Curve용 무선충전기를 개발하고 있다. WiPower사는 플로리다 대학에서 개발한 비접촉 방식의 무선전력전송 시스템을 상용화하고 있다. 일본의 Seiko-Epson, 동광전기, 도쿄대학에서도 유사한 기술을 이용하여 시제품을 제작 발표하였으며, 현재까지 발표된 유도결합 기술의 주요 특징을 살펴보면, 수백kHz의 주파수를 사용하며, 전송거리는 수 mm의 접촉식을 사용하고 있다.

특히 Fulton사는 관련 회사들과 연합하여 Wireless Power Consortium이라는 표준화 단체를 구성하여 기술보급에 노력하고 있다. 마이크로파를 이용한 무선전력전송기술은 20세기 초 Tesla의 시도에서 알 수 있듯이 과거부터 많은 시도가 있었으나 전파의 감쇄 특성 및 인체 유해 여부 등으로 고출력 무선전력전송은 상용화되지 못하였다. 하지만 소출력 무선전력전송의 경우는 활발히 상용화되었는데, 예를 들어 RFID 태그나 소출력의 센서노드 등에 수 m의 거리에서 수 mW의 전력을 공급하는 시스템이 상용화되었다.

마이크로파 무선전력전송의 원리는 발진기 (Oscillator)에서 발생한 신호가 증폭기를 거쳐 대신호로 증폭된 후 송신 안테나를 거쳐 공기 중으로 방사되면 수신안테나는 이 신호의 일부를 수신하여 정류기 (Rectifier)를 통해 DC전력으로 변환하여 부하에 전력을 공급하는 것이다. 대표적인 회사로 미국의 Powercast사가 있으며, 2009년 피츠버그 동물원의 수족관에 있는 온도, 습도 센서의 전원을 공급하기 위하여 마이크로파를 이용한 시스템을 개발하였다고 발표하였다. Powercast사는 Philips사와 협력으로 무선 키보드와 마우스, 의료용 RF 무선전력전송 장치를 개발하고 있으며, 최근에는 방위산업용 지능형 센서네트워크에 무선으로 전력을 공급하는 방식을 개발하고 있다.

자기공명을 이용한 무선전력전송 기술은 2007년 마린 솔라치치 교수팀이 제안한 방식으로 2m거리에서 60W의 대전력 전송을 시연하였다고 발표함으로써 향후 미래 유망기술로 대두되고 있으며, Intel, Sony, Qualcomm, Apple 등에서도 유사한 시스템을 개발하고 있지만, 아직까지는 전력효율을 높이거나, 공진기를 소형화하는 등의 지속적인 연구개발이 필요한 분야이다.

2. 무선전력전송 표준화 동향

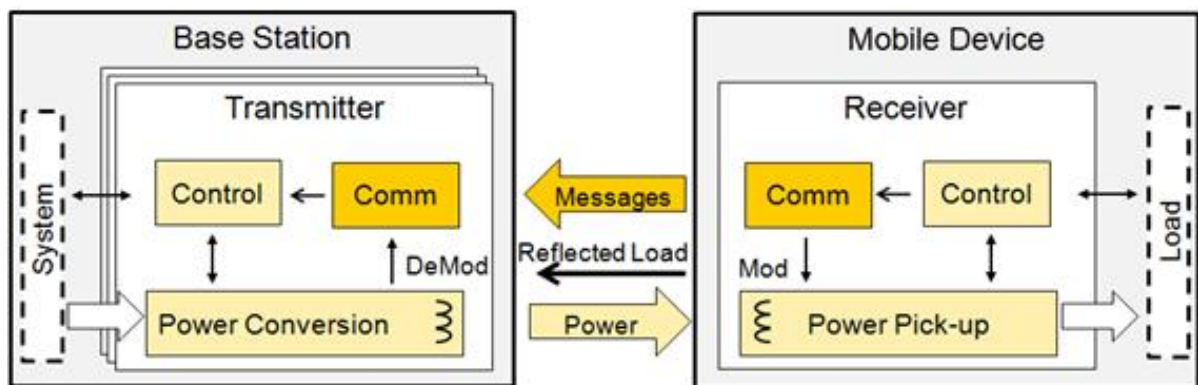
무선전력전송 표준화로는 유도결합의 경우 WPC 표준화가 대표적으로, 현재 휴대용 IT 기기 충전의 경우 상용화 단계에 와 있으며, 기타 CEA나 ITU-R 등에서도 논의 중에 있다. WPC는 세계 최초로 아시아, 유럽, 북미 등의 회사들의 협력체로 출발한 기구로서 상호 호환되는 무선충전에 대한 국제적인 표준을 제정하고자 설립되었으며, 무선전력전송에 대한 상업적인 요구가 대두됨에 따라 글로벌 시장에서 다양한 제품들이 사용될 수 있도록 무선전력전송위한 기술적인 솔루션을 표준화하고, 전력 송수신 관련한 산업체가 상호 호환할 수 있는 표준을 만들고 이러한 표준에 대한 로고를 채택하고 홍보하는 역할 및 개발된 제품에 대하여 검증, 시험, 인증 서비스를 구성하고 로고의 가이드라인을 준수토록 하는데 있다.

WPC의 설립은 2008년 10월에 이루어졌으며, 근접 (1 cm 이하) 전력전송 기술에 기초한 다양한 형태의 휴대용 전자기기 (스마트폰, 휴대폰, 음악 및 영상 플레이어, 배터리, 컴퓨터 주변장치, 헤드셋, 노트북, 면도기, 전동칫솔, 카메라, 캠코더, 리모트컨트롤러, 장난감, 게임기, 의료 및 개인용 보조장치 등) 들의 상호 호환성 있는 무선충전 스테이션에 대한 인터페이스, 성능 요구사항 및 인증에 관한 국제적인 기술 표준을 제정하는 역할을 담당하고 있다. WPC 표준을 만족하는 제품에 대해서는 Qi 로고를 부착토록 하고 있는데 Qi 로고에 라이선스를 부과하여 다양한 제품에 채용할 수 있도록 프로모션 하는 역할도 담당하고 있다.

2010년 7월에 첫 번째 표준문서 (Qi v1.0)가 발부되었으며 이는 유도결합 방식의 무선전력전송 시스템의 기술명세서이다. Qi v.1.0 은 저전력을 요구하는 휴대단말기 충전시스템에 관한 것으로 충전스테이션과 충전기기 간의 인터페이스가 정의되어 있으며, 자기유도기반의 무선전력 전송이 이루어지며 수신단에서 최대 5W의 전력을 수신하여야 하며, Qi 로고를 획득하기 위해서는 타기기간과의 호환성 테스트 및 성능 검증이 되어야 한다. WPC 는 중대전력 표준화 제정을 계획하고 있으며 2010년 7월부터 중전력 파워 전송을 위한 표준화 작업을 진행하고 있다.

베이스 스테이션은 한 개 이상의 송신부를 가지고 있으며 Qi v.1.0 에서는 한 개의 송신부를 갖는 2종류의 시스템과 복수개의 송신부를 갖는 2종류의

시스템을 정의하였다. 충전 단말 기기의 위치 자유도에 따라서 구분되어지며, 자석을 이용하는 고정식 방법, 송신 코일의 위치를 조절하는 방법, 복수개의 송신 코일을 이용하는 방법 등이 제시되었다. 수신부는 필수가 아닌 부록으로 정의되어 있으며 Qi 로고를 획득을 원하는 제조업체가 Qi 스펙을 만족하는 수신기를 설계해야 한다. 충전기기 배터리 관리를 위하여 송수신부 사이에 통신이 제공되며 전력 신호를 이용한 통신 방식을 채택하였다.



[그림 4-2] WPC 시스템 개요

Consumer Electronics Association (CEA) R6에서는 휴대기기 및 차량용 전자기기에 대한 표준을 진행하는 단체인데 2010년 초에 무선 전력 전송 표준화를 위한 위원회, R6.3을 구성하였다. 전자기파 방사, 전력 전송 효율 및 대 전력 측정, 근거리 파워 전송의 호환성 등을 주요 표준화 대상으로 진행 중이며, 무선 전력 전송에 관련된 여러 기술들에 대한 표준을 제정할 계획이며 현재는 RF 방사 규제, 대기 전력 요건, 호환성 등을 진행하고 있으며, 총 5개의 워킹 그룹을 구성하여 각각의 워킹 그룹 별로 표준을 진행할 계획이다.

- i) R6.3 WG1 Wireless Power Nomenclature
- ii) R6.3 WG2 Wireless Power Safety & Emissions
- iii) R6.3 WG3 Wireless Power Transfer Efficiency & Standby Power
- vi) R6.3 WG4 Mid Range Near Field Wireless Power
- v) R6.3 WG5 Short Range Near Field Wireless Power

Fulton Innovation 등은 WPC 뿐만 아니라 CEA 에서도 활동하고 있으며, 추후에 양 단체의 표준이 서로 사용될 가능성이 있으며, 자기유도 방식 및 자기공진유도 방식이 서로 공존하는 시스템에 대한 표준으로 사용될 가능성이 있다.

3. 국내 무선전력전송 개발 동향

지금까지 무선전력전송 기술동향과 국제표준화기구를 통해 진행되고 있는 표준화에 대하여 알아보았다. 이러한 기술들이 적용되어 국내에서 연구 개발되고 있는 제품들은 다음과 같다.

가. 삼성전자(주)

- 무선전력전송 제어기술을 포함한 47건의 특허 출원
- 갤럭시 스마트폰과 갤럭시탭, 노트북 PC를 무선으로 동시에 충전하는 제품 개발 중
- 삼성전자 WPT 출시 제품
- '12년 A4WP를 구성하여 자기공진방식 개발 및 표준화 추진



[그림 4-3] 자기공진방식 제품 예

나. LG전자(주)

- 2011.3월 CTIA 쇼에서 무선충전 패드(WCP-700, 버라이존향) 공개
- 2012.5월 옵티머스 LTE2에 무선충전 칩 삽입

- 2012.10월 옵티머스 Vu2 모델에 무선충전 기능 탑재
- 2013년 초에 출시되는 WCD-800 모델에 무선충전 기능 탑재 예정



[그림 4-4] 자기유도방식 제품 예

다. 엘에스전선(주)

- WPC 표준 기술을 이용한 무선충전기 차버를 2011.12월부터 국내 판매를 시작함. 유선충전기와 동등한 충전 효율 성능을 지니고 있음. 약 2시간 정도면 완전 충전됨.



[그림 4-5] WPC 표준 기술을 이용한 무선충전기

○ 개발 중인 제품

1) 자기유도 방식

- 휴대폰 : 2007년 최초 상용화(비표준, 수직 자기장 기술)
- 휴대폰 : 2011.12월 : WPC 표준형 상용화
- 노트북 : Preposition 기술, 멀티코일 타입 개발 완료
- 전기차, 주택 보안용 기기 다양화 개발 진행 중
 - NFC + 무선충전 듀얼 모드, 전기자전거, 소형 EV 완속 충전기

2) 자기공진 방식

- o LED 스탠드 : 10W, 20W급 노트북, 120W급 TV 개발 완료
- o 소형화 및 전송 거리 증대 기술 개발 중
 - Free Position 충전기, 멀티 Device 충전기, 전력 중계 공진 코일
 - 휴대폰용 소형 안테나

3) Business Domain



[그림 4-6] 전기차 충전 스테이션 및 인프라 구축



[그림 4-7] u-WPT 솔루션 분야

라. (유)한림포스텍

- 배터리팩 전문업체, 2002년부터 무선전력 기초기술 연구 시작함
- 무선충전 시장에서 경쟁력 제고 및 비교 우위를 위해 마케팅, 영업, 연구 개발 조직으로 구성된 스파콘이란 이름의 자회사와 브랜드로 시장 선점 도모
- WPC의 20개사 정회원회에 속함

마. 한국전자통신연구원(ETRI)

- 2011.1월말 스마트폰을 포함한 소형 멀티미디어 기기에 전선 없이도 전원을 공급하거나 충전할 수 있는 자기 공명형 무선충전시스템 기술을 개발했다고 공표함
- 2011.8월에는 40W급 무선충전시스템의 핵심기술을 개발을 발표함
 - 자기공명 방식을 이용, 세계에서 가장 작고 효율이 높은 자기 공진기 기술과 고효율 송수신 회로기술을 개발, 데스크톱 컴퓨터와 디스플레이 간의 전력과 데이터를 모두 무선화 하는데 성공하였고, LED 전광판에 대해서도 옥내와의 전선을 없애 비바람 노출에 의한 누전으로부터 인명을 보호할 수 있게 되었다고 밝힘
- 이번 무선충전 기술 개발은 ETRI가 방통위의 지원을 받아 (주)엘트로닉스와 공동으로 개발하고 있음. 방통위는 무선충전기술을 2010년 10대 유망 서비스로 분류, 관련 산업을 조기 육성하기 위한 핵심기술 연구 지원은 물론 합리적인 주파수 선배치 및 국제 주파수 선도를 위한 표준화 리더로서의 역할을 확대하고 있음
- 1.8MHz 대역을 사용, 자기 공진기를 MIT 공대 기술보다 10배 이상 축소하고 고효율을 갖는 송수신 회로를 개발, 2011년도 상반기에 성공적으로 시제품 시연을 마친 상황임. 이 대역은 현재 미국 등에서 개발되고 있는 6.78MHz, 13.56MHz(ISM 대역) 보다 출력 전력은 높아도 인체에 영향이 적은 주파수 대역이라는 점에서 실용화 가능성이 높음
- 2012. 10월에는 24시간 로봇 서비스 구현을 위한 60W급 무선충전시스템을 개발함

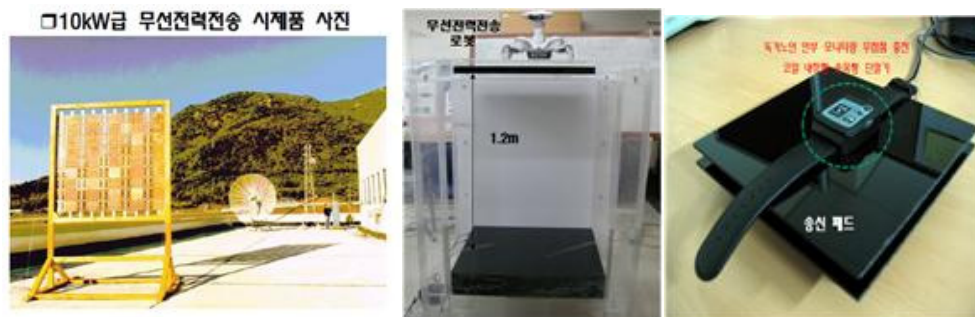
- 1.7MHz대역을 사용, 30cm 이상 전송거리에서 자기장 공진체를 기존 모델보다 축소하고, 주파수 탐색기능과 전력제어기능 등의 적응형 전력 전송 기술을 포함한 고효율 송수신 회로를 개발하여, 성공적으로 시제품 시연을 마침. 특히 로봇이 자신의 전력 상태를 인지하고 스스로 충전을 가능하게 함으로써 사용자가 없는 야간시간에도 무인경비 기능 등의 다양한 로봇 서비스를 24시간 구현할 수 있도록 기여하였음
- o ETRI는 앞으로도 지속적인 연구개발을 통해 보다 효율적인 에너지 전송방식, 전송 시스템의 고효율화 및 소형화, 인체/기기 안전성 확보, 사용 주파수 확보 및 관련 기술의 표준화 등에 박차를 가할 계획임



[그림 4-8] 로봇 무선충전 시스템

바. 한국전기연구원(KERI)

- KERI는 국내 무선전력전송 기술 선도 기관으로 관련 기술을 기관 고유 임무로서, 1990년대부터 꾸준히 연구하고 있으며, 마이크로파 무선전력전송, 비접촉 무선전력전송, 중단거리 무선전력전송 기술들에 대한 국내 최고 기술력을 보유
- 1999년 2.4GHz 마이크로웨이브 주파수를 이용한 10kW급의 무선전력 전송을 세계에서 세 번째로 성공 (KBS9시 뉴스 보도)
- 2005년 국내에서 최초로 비접촉 전원 기술을 이용한 대용량 공장 자동화 용 청정 이송장치 기술 개발 및 사업화 성공(30kW급)
- 2009-2010년 국내 최초로 중계 공진기를 이용해 전원으로부터 2m 떨어진 200W급 전자기기의 충전 시연에 성공함. 충전 효율은 80~85%에 달하며 기존의 무선충전 방식과 비교해 출력과 충전거리 모두 향상됨.
- 2011년 : 에너지 중계 기술을 이용한 200W급 가전 제품 무선전력전송 시스템 개발(LED TV)
- 개발 현황
 - 1997년 : 100W급 마이크로파 무선전력전송장치 개발 및 시연
 - 1999년 : 10kW급 마이크로파 무선전력전송장치 개발 및 시연(세계3번째)
 - 2005년 : 국내 최초 고출력 비접촉 무선전원장치 기술 이전 (30kW급)
 - 2010년 : 에너지 중계 자기 공진 방식을 이용한 100W 근거리 무선전력전송 시스템 개발 및 시연 (MBC 9시 뉴스보도)
 - 2011년 : IEEE MIT-s IMWS-IWPT 국제 무선전력전송 학회 최우수 논문상 수상
 - 2012년 : 근거리 생의학 센서를 위한 무선 충전시스템 개발



[그림 4-9] 무선전력전송장치 개발 시연 제품

사. 한국과학기술원(KAIST)

- 온라인 전기자동차 세계 최초 상용화
- 100 kW급 자기유도방식, 80% 이상 정격 효율, Air gap 20 cm
- 20 kHz, 60 kHz 주파수 사용 (2011.5월 주파수 분배 고시)
- 어린이 대공원 코끼리 열차 운행 중



[그림 4-10] 온라인 전기충전 어린이 대공원 코끼리 열차

제2절 무선전력전송 제도현황 및 이슈

1. 무선전력전송 제도현황

최근 온라인 전기자동차 및 WPC의 무선전력전송 표준화를 통해 자기유도식 무선전력전송 등 무선전력전송시스템의 출시와 전파를 이용한 선없는 무선전력전송의 요구 증대에 따라 무선전력전송이 이슈화되고 있다. 미국, 유럽 등 주요국은 무선전력전송에 대하여 통신목적이 아닌 전력전송용으로써 산업·과학·의료용 ISM(Industrial, Scientific and Medical)로 규정하여 규제하고 있는 추세이다.

전파를 이용한 공간상의 무선전력전송이 인체에 미치는 영향, 타 무선통신에의 간섭 및 전자기기 등에 영향을 줄 수 있으므로 개인용 무선전력전송시스템의 기술 개발 및 원활한 이용을 위한 제도개선이 필요하게 되었다. 따라서, 무선전력전송시스템이 속하는 기기에 대한 명확한 정의와 시사점을 도출하여 해결할 필요가 있다.

국제적으로 ISM기기는 ITU-R에서는 ISM에 대한 정의와 이용 주파수를 다음과 같이 규정하고 있다. ITU-R 주파수분배표의 주석 5.150에 언급된 주파수는 ISM기기의 우선적으로 이용할 수 있는 대역이며, 주석 5.138의 주파수는 전파업무가 간섭영향을 받을 우려가 있는 주관청의 동의를 받아 사용할 수 있는 주파수 대역을 말한다. 또한, ISM 기기 우선이용대역은 동 대역을 이용하는 무선통신기기는 ISM기기로부터 전파혼신을 용인하고, 사용할 수 있음을 명시하고 있다.

ARTICLE 1

Terms and definitions

1,15 industrial, scientific and medical (ISM) applications (of radio frequency energy): Operation of equipment or appliances designed to generate and use locally radio frequency energy for industrial, scientific, medical, domestic or similar purposes, excluding applications in the field of telecommunications.

5,138 The following bands

6 765~6 795 kHz (centre frequency 6 780 kHz)

433.05~434.79 MHz (centre frequency 433.92 MHz) in Region 1 except in the countries mentioned in No. 5.280.

61~61.5 GHz (centre frequency 61.25 GHz)

122~123 GHz(centre frequency 122.5 GHz)

244~246 GHz(centre frequency 245 GHz)

are designated for industrial, scientific and medical (ISM) applications. The use of these frequency bands for ISM applications shall be subject to special authorization by the administration concerned in agreement with other administrations whose radiocommunication services might be affected. In applying this provision, administrations shall have due regard to the latest relevant ITU-R Recommendations.

5,150 The following bands

13 553~13 567 kHz (centre frequency 13 560 kHz)

26 957~27 283 kHz (centre frequency 27 120 kHz)

40.66~40.70 MHz (centre frequency 40.68 MHz)

902~928 MHz (centre frequency 915 MHz)

2 400~2 500 MHz (centre frequency 2 450 MHz)

5 725~5 875 MHz (centre frequency 5 800 MHz)

24~24.25 GHz (centre frequency 24.125 GHz)

are also designated for industrial, scientific and medical (ISM) applications. Radio communication services operating within these bands must accept harmful interference which may be caused by these applications. ISM equipment operating in these bands is subject to the provisions of No. 15.13.

ISM기기는 ITU-R에서 지정한 ISM 대역 내에서 출력(기본파)의 규제 없이 사용할 수 있으며 ISM기기는 일반적으로 산업현장, 병원 등 특수한 장소 등 국소적(Locally)으로 이용되는 경우가 대부분으로 전 세계적으로 전파통신기기가 전파간섭을 용인하는 조건으로 ISM기기를 사용할 수 있다.

또한, 기본파외의 대역에서 타통신, 무선험해, 안전서비스 등에 유해 혼신을 일으키지 않도록 SM.1056(Limitation of radiation from industrial, scientific and medical (ISM) equipment)에서 전파자장해를 일으키는 것을 방지하기 위한 EMI기준으로 ISO/IEC의 CISPR 11 기준을 따르도록 하고 있다.

2. 국내 전파응용설비의 정의

무선전력전송시스템은 국내의 경우 전파법 제58조에 따라 전기통신 분야에의 적용을 제외한 산업용, 과학용, 의료용, 가정용, 기타 유사한 용도로 전파에너지를 발생, 사용하도록 설계된 기기로서 전파응용설비로 분류할 수 있다.

전파법

제58조(산업·과학·의료용 전파응용설비 등) ① 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 설비를 운용하려는 자는 방송통신위원회의 허가를 받아야 한다. 허가받은 사항 중 대통령령으로 정하는 사항을 변경하려는 경우에도 또한 같다. <개정 2010.7.23>

1. 전파에너지를 발생시켜 한정된 장소에서 산업·과학·의료·가사, 그 밖에 이와 비슷한 목적에 사용하도록 설계된 설비로서 대통령령으로 정하는 기준에 해당하는 설비
2. 전선로에 주파수가 9킬로헤르츠 이상인 전류가 흐르는 통신설비 중 전계강도(電界強度) 등이 대통령령으로 정하는 기준에 해당하는 설비

② 방송통신위원회는 제1항에 따른 허가 신청을 받은 경우 제45조에 따른 기술기준에 적합하고 다른 통신에 방해를 주지 아니한다고 인정되면 허가하여야 한다.

③ 제1항에 따라 허가받은 설비에 관하여는 제21조제1항·제3항·제4항, 제24조, 제25조, 제25조의2, 제45조 및 제72조를 준용한다. <개정 2010.7.23>

④ 방송통신위원회는 전선로에 주파수가 9킬로헤르츠 이상인 전류가 흐르는 통신설비의 경우 다른 통신에 방해를 주지 아니하도록 그 운용을 제한하는 주파수 대역을 정하여 고시할 수 있다.

전파법시행령

제74조(통신설비 외의 전파응용설비) ① 법 제58조제1항제1호에서 “대통령령이 정하는 기준에 해당하는 설비”란 주파수가 9킬로헤르츠(kHz) 이상인 고주파 전류를 발생시키는 설비로서 50와트를 초과하는 고주파 출력을 사용하는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 설비를 말한다. 다만, 가사용 전자제품 등 방송통신위원회가 정하여 고시하는 것은 제외한다.

1. 산업용 전파응용설비(고주파의 에너지를 발생시켜 그 에너지를 목재와 합판의 건조, 금속의 용융 또는 가열, 진공관의 배기 등 산업생산을 위하여 사용하는 것)
2. 의료용 전파응용설비(고주파의 에너지를 발생시켜 그 에너지를 의료용으로 사용하는 것)
3. 그 밖의 전파응용설비[제1호 및 제2호의 외의 설비로서 에너지를 직접(負荷)에 가하여 가열 또는 전리 등의 목적에 이용하는 것]

상기 규정에서 보듯이 무선전력전송시스템은 전파에너지를 발생시켜 한정된 장소에서 사용하도록 설계된 장비로써 개인이 사용하는 무선전력전송

시스템은 현행법에 의해 관리하는 것은 제품의 이용활성화에 큰 제약이 될 것이며, 특히 50W이상의 제품의 경우 시장 출시에도 애로가 발생할 것이다.

o ISM 기기 사용 현황

ITU-R 권고 SM.1056에 제공하는 ISM기기의 주요 용도는 다음과 같다. ISM 기기는 저주파 대역에서 고주파 대역까지 다양하게 사용되며, RF전력도 mW에서 수 kW까지 다양하게 사용하고 있다.

[표 4-1] 주파수대역별 ISM기기의 주요 용도

주파수	응용분야	RF전력
150kHz 이하	<ul style="list-style-type: none"> o 산업유도가열 (금속의 용접 및 융합) o 초음파 세척 (15~30kHz) o 의료 응용 (초음파 영상진단) 	10kW ~ 10MW 20 ~ 1000W 100 ~ 1000W
150kHz ~ 1MHz	<ul style="list-style-type: none"> o 유도가열 (열처리, 패키지 봉합, 금속 용접/융합) o 초음파 의료진단기 	1kW ~ 1MW 100 ~ 1000W
1MHz ~ 10MHz	<ul style="list-style-type: none"> o 외과 고주파 투열기 (1~10MHz) o 목재접합 및 건조용 (3.2, 6.5MHz) o 반도체 재료 생산을 위한 밸브 유도 발생기 o RF 아크 융합(1~10MHz) 	100 ~ 1000W 10kW ~ 1.5MW 1 ~ 200kW 2 ~ 10W
10MHz ~ 100MHz	<ul style="list-style-type: none"> o 유전체 가열 (13.56, 27.12, 40.86MHz에서 주로 사용) <ul style="list-style-type: none"> - 세라믹용 - foundry core drying - 섬유 건조 - 비즈니스 제품 (책, 종이, 접착 및 건조) - 음식(육류 및 어류의 해동, 굽기) - 목재 건조 및 접합 (합판 및 판재의 건조) - 일반 유전체 가열 - 플라스틱 성형(금형, 봉합) o 의료 응용 <ul style="list-style-type: none"> - 의료용 고주파 (27MHz) - MRI (10-100MHz) 	15 ~ 300kW 15 ~ 300kW 15 ~ 200kW 5 ~ 25kW 10 ~ 100kW 5 ~ 400kW 5 ~ 1000kW 1 ~ 50kW 100 ~ 1,000W
100MHz ~ 1000MHz	<ul style="list-style-type: none"> o 식품 처리 (915MHz) o 의료 응용 (433MHz) o RF 플라즈마 생성기 o 고무 경화 (915MHz) 	<200kW
1GHz 이상	<ul style="list-style-type: none"> o RF 플라즈마 생성기 o 내수용 전자레인지 (2450MHz) o 상업용 전자레인지 (2450MHz) o 고무 경화 (2450MHz) o RF 초음파 치료 	600 ~ 1,500W 1.5 ~ 200kW 6 ~ 100kW

국내에서 통신목적외의 전파응용설비는 전형적으로 산업·과학·의료용이 대부분으로 산업용이 1,799건, 의료용이 18건 허가를 받아 사용하고 있으며, 산업용 및 의료용 주 응용분야는 다음 그림과 같다.



[그림 4-11] 산업용 전파응용설비



[그림 4-12] 의료용 전파응용설비

[표 4-2] 기존 전파응용설비의 용도별 규제 현황

구분	산업용	가정용	의료용
인증	산업자원부	산업자원부	식품의약품안전청
	.		E-미용기기류
허가(50W초과, 방송통신위원회)	방송통신위원회	전자유도가열식조리기, 전자레인지, PLS (방통위 고시에 의해 허가면제)	방송통신위원회
	케이블 용접, 천막지 접착, 정밀공업제품열처리		극초단파 자극기, 고주파 수술기, 피부조직 절개기 등
규제 항목	전기안전기준, EMC	전기안전기준, EMC	기기의 성능, EMI

※ 과학용 전파응용설비는 허가실적이 없음

3. 국외 ISM 기기 제도 현황

가. 미국

미국 FCC는 Part 18에서 ISM대역을 이용하는 ISM기기 및 비 ISM대역을 이용하는 ISM기기를 규제하고 있으며, 사용에 따른 소비자용 (consumer)과 비소비자용 (non-consumer)으로도 분류하여 관리하고 있다.

소비자용은 일반 이용자들이 주거환경에서 사용하는 것으로서 전자레인지, 가정용 보석 세척기 등이 이에 속하고, FCC에서는 ISM 기기의 설치장소에 대한 특별한 제한없이 인증제도 중심으로 운영하고 있다. 특히, 90kHz 이하의 주파수대에서 500W미만의 비 소비자용은 자기적합시험(Verification⁵⁾)으로 장비를 제조·판매하고 있다. 그 외의 소비자용 ISM기기는 인증(Certification⁶⁾)으로 관리하여 좀 더 강한 규제를 하고 있다. 또한, 미국의 ISM기기 전계강도는 Part 18.305에서 규정하고 있으며, 국내기준과 비교하면 다음표와 같다.

[표 4-3] FCC Part 18.305의 관련 기술기준과 국내기준 비교

전파응용설비	운용주파수	기기가 발생하는 RF에너지 (W)	전계강도(uV/m)	거리(m)	전계강도 환산 (@100m)		국내 (100m)
					dBuV	uV	
별도로 명시되지 않은 모든 형식 기기(기타)	모든 ISM 주파수	500미만	25	300	37.50	75	29.54dB μ V/m (500W이하) 40dB μ V/m (500W초과)
		500이상	$25 \times \sqrt{(\text{전력}/500)}$	300	40.51	106	
	비 ISM 주파수	500미만	15	300	33.06	45	
		500이상	$15 \times \sqrt{(\text{전력}/500)}$	300	36.07	63.5	
산업가열기/RF안정화 아크용접기	5.725MHz 이하	-	10	1,600	44.08	160	40dB μ V
	5.725MHz 이상	-	-	-	44.08	160	
의료가열기	모든 ISM 주파수	-	25	300	37.50	75	29.54dB μ V 49.54@10m
	비 ISM 주파수	-	15	300	33.06	45	
초음파	490kHz 미만	500미만	$2,400/F(\text{kHz})$	300	33.06	14.7	
		500이상	$2,400/F(\text{kHz}) \times \sqrt{(\text{전력}/500)}$	300	23.34	20.82	
	490kHz~ 1,600kHz	-	$24,000/F(\text{kHz})$	30	13.06	4.5	
	1,600kHz 초과	-	15	30	13.06	4.5	
유도가열조리기	90kHz 미만	-	1,500	30	53.06	500	
	90kHz 이상	-	300	30	39.08	90	

5) Verification : 미국의 장비인증 제도로 제조자 또는 수입자가 직접 시험을 하여 적합함을 선언하는 절차

6) Certification :

미국은 ISM 대역에 대하여 ISM 기기의 기본파에 대한 전계강도를 제한하지 않고, 정해진 대역외의 불요발사를 규제하고, 위 표에서 정한 것 외에도 1600m에서 최소 $10\mu V/m$ 를 초과하지 않아야 하며 1000MHz이하에서 동작하는 소비자용 기기는 500W를 초과하는 경우에도 전계강도를 기본값만 적용한다. 또한, 조명기기에 대한 전계강도를 별도로 정하고 있다.

[표 4-4] 조명기기에 대한 전계강도 규정

Frequency(MHz)	Field strength limit at 30 meters($\mu V/m$)
비소비자용	
30-88	30
88-216	50
216-1000	70
소비자용	
30-88	10
88-216	15
216-1000	20

ISM 기기의 인증을 위한 시험방법은 FCC에서 정한 시험방법(MP-5)에 따라 Part18에 규정한 전계강도와 그밖의 전원선에 대한 전도를 적용하고 있다.

ISM 기기를 운용하는 자는 Part 18.115에 무선향행, 안전서비스에 유해혼신을 발생할 경우 즉시 적절한 조치를 취하여야 할 것과 즉각 조치한 사항에 대한 임시보고서를 FCC 지역사무소에 30일 이내에 제출하여야 하며, 최종 보고서를 60일 이내에 제출하여야 한다.

나. 유럽

유럽은 EMC Directive(89/336/EEC)에서 CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization)에서 승인한 EN 55011을 통해 ISM 기기의 인증을 하고 있으며, EN 55011은 CISPR 11을 준용하고 있다. CISPR 11에서는 ISM기기를 RF에너지의 생성원리 및 가정용 저전압 이용 여부에 따라 4가지로 분류하고 있다. 이것은 미국 FCC의 소비자용

및 비소비자용 ISM 분류와 유사한 성격을 가지고 있다.

[표 4-5] CISPR 11의 ISM기기 분류체계

분류	전도성 RF를 이용하는 기기 (Group 1)	복사되는 전자기파를 이용하는 기기 (Group 2)
가정용 저전압 이외의 설비 (Class A)	Group 1, Class A	Group 2, Class A
가정용 저전압 전원설비 (Class B)	Group 1, Class B	Group 2, Class B

CISPR에서는 ISM기기를 Sub Committee B에서 다루고 ISM 기기의 전계강도 기준치 및 측정방법을 CISPR 11에서 규정하고 있으며, 무선헌행 및 안전서비스를 보호할 목적으로 특정대역에서 ISM 기기의 운영을 금지하거나, 불요파 기준치를 적용할 수 있음을 기술하고 있다. 최근 무선전력전송 응용제품은 ETSI TC ERM과 CENELEC TC 210에서 CISPR 11규정에 의하여 2종으로 규정하여 적용하고, EMF를 적용하도록 규정하였다. 또한, 충전기능만 수행하는 경우, 충전과 같은 주파수를 이용한 경우와 통신용 주파수 및 에너지전송용 주파수를 사용하는 경우로 나누어 적용한다.

[표 4-6] Group 2/Class B의 전계강도 침투치 기준

주파수 대역 (MHz)	기준치 (dBuV/m)	건물 밖의 측정거리 (m)
0.2835 ~ 0.5265	65	30
74.6 ~ 75.4	30	10
108 ~ 137	30	10
242.95~243.05	37	10
328.6 ~ 335.4	37	10
960 ~ 1215	37	10

다. 일본

일본은 전파응용설비에 대하여 우리나라 규정체계와 유사하여 출력기준이나 관리제도가 동일하다. 인증은 형식지정과 형식확인 대상으로 분류하여 인증을 하고 있다. 50W를 초과하면 하가를 받되 초음파 세척기, 초음파 가공기, 초음파 용접기, 무전극 램프, 공업용 가열 설비 등의 ISM 기기는 형식지정으로 전자레인지 및 가열식 조리기구는 형식확인이라는 인증제도로 운영하고 있음.

※ 형식지정 - 미리 총무장관으로부터 기준에 적합하다고 지정을 받음

※ 형식확인 - 제조자 및 사업자가 기술적 조건에 적합하다고 확인 후 사용

일본 무선설비규칙 제65조에서는 ISM 기기의 기본파 및 불요파를 규제하기 위한 전계강도 기준치를 아래 표와 같이 적용하고 있으나, 별도의 특례 조치로서 ITU-R 주석 5.150에 지정된 ISM 우선이용대역에서는 미국, 유럽과 같이 ISM 기기의 기본파 규제를 적용하지 않도록 규정하고 있음.

[표 4-7] ISM 기기에 대한 일본의 전계강도 기준치

분류	기준치
의료용 설비	100uV/m@30m 이하
공업용 가열설비	100uV/m@100m 이하
각종 설비 - 500W 이하 - 500W 초과	100uV/m@30m 이하 100uV/m@100m 이내에서 100uV/m@30m×(고주파출력) 이하일 것

2. 무선전력전송의 제도적 이슈

가. 개인용 무선전력전송시스템의 관리제도

제1절에서 살펴보았듯이 무선전력전송시스템은 전파법 상 산업·과학·의료·가사, 그 밖에 이와 비슷한 목적에 사용하도록 설계된 설비로 전파응용설비로 보아야 한다. 무선전력전송시스템이 전파응용설비로 적용받는 경우

현행 제도상 제도적 문제점이 발생한다. 전파법 제58조의 규정에 따라 50W기준으로 관리체계를 나누고 있음에 따라 50W미만의 무선전력전송시스템의 관리 방안과 스마트TV 무선전력전송 등 앞으로 출시될 많은 개인용(소비자용) 응용분야에서 50W를 넘는 제품이 나올 경우 허가를 받아야 한다. 현재 50W이상의 전파응용설비는 “전기용품안전 관리법”에 따라 전기용품안전인증을 받은 경우에 한하여 허가를 면제하고 있다. 따라서, 출력에 상관없이 무선전력전송시스템을 관리할 수 있는 제도로 전파응용설비 허가 제도를 개선하여야 한다.

전파법시행령

제74조(통신설비 외의 전파응용설비) ① 법 제58조제1항제1호에서 “대통령령이 정하는 기준에 해당하는 설비”란 주파수가 9킬로헤르츠(kHz) 이상인 고주파 전류를 발생시키는 설비로서 50와트를 초과하는 고주파 출력을 사용하는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 설비를 말한다. 다만, 가사용 전자제품 등 방송통신위원회가 정하여 고시하는 것은 제외한다.

1. 산업용 전파응용설비(고주파의 에너지를 발생시켜 그 에너지를 목재와 합판의 건조, 금속의 용융 또는 가열, 진공관의 배기 등 산업생산을 위하여 사용하는 것)
2. 의료용 전파응용설비(고주파의 에너지를 발생시켜 그 에너지를 의료용으로 사용하는 것)
3. 그 밖의 전파응용설비[제1호 및 제2호의 외의 설비로서 에너지를 직접(負荷)에 가하여 가열 또는 전리 등의 목적에 이용하는 것]

제76조(전파응용설비의 허가) ① 법 제58조제1항에 따라 전파응용설비의 허가를 받으려는 자는 전파응용설비 공사설계서를 갖추어 다음 각 호의 구분에 따라 방송통신위원회에 허가를 신청하여야 한다.

1. 제74조에 따른 설비: 해당 설비의 설치장소마다 신청
2. 제75조제1항에 따른 설비: 해당 설비의 통신계통마다 신청

② 제1항에 따라 허가를 신청하려는 자가 소유권이전에 따라 다른 사람이 허가를 받아 사용하고 있는 전파응용설비의 전부를 그대로 계속하여 사용하려는 경우에는 다음 각 호의 서류로 제1항의 전파응용설비 공사설계서를 갈음할 수 있다.

1. 현재 허가를 받고 있는 해당 설비의 허가증 사본
2. 새로 설치하려는 설비의 설치장소가 종전의 설비의 설치장소와 다른 경우에는 새로운 설치장소와 그 부근의 지도
3. 소유권이전 등의 사실을 증명하는 서류

③ 방송통신위원회는 전파응용설비의 허가를 한 경우에는 신청인에게 전파응용설비 허가증을 내주어야 한다.

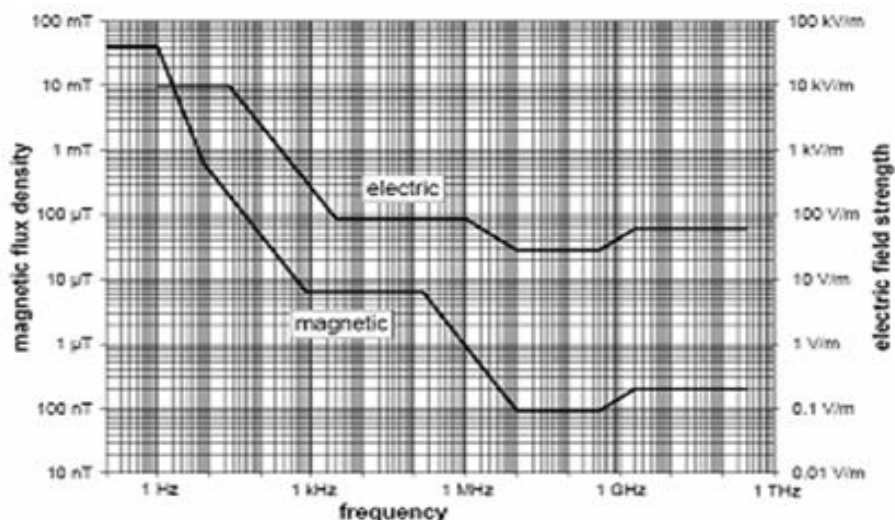
④ 법 제58조제1항 각 호 외의 부분 후단에서 “대통령령으로 정하는 사항”이란 다음 각 호의 사항을 말한다. <신설 2010.12.31>

1. 운용목적
2. 설치장소
3. 기기형식·명칭 및 기기일련번호
4. 전파형식 및 주파수
5. 고주파 출력

참고로, ‘전기용품안전 관리법’에 의해 허가를 요하지 아니하는 설비는 다 음과 전자유도가열식 조리기, 전자레인지, 1,000W 미만의 고주파 조명기기 3종이다.

나. 개인용 무선전력전송시스템 인체보호기준(EMF)

우리나라는 전자기장을 발생시키는 기기, 장치 및 설비 등에서 나오는 전 자파로부터 전자파환경과 인체보호를 위하여 전파법 제47조의2 규정에 따 라 ‘전자파인체보호기준’(방통위고시 제2012-12호)를 정하고 있다. 이러한 인체보호기준의 적용을 받는 대상기자재는 전파법시행령 제65조 별표6 및 ‘전자파강도 및 전자파흡수율 측정대상 기자재’(방통위고시 2012-1호)에 따 라 전자파강도 측정대상과 전자파흡수율 측정대상 기자재로 구분하여 적용 하고 있다. 이중 전자파흡수율은 공중선전력이 20mW를 초과하고 통상 이 용상태에서 인체로부터 20cm 이내에 위치하는 설비에 대한 적용기준이다. 무선전력전송시스템은 현행 규정상 인체보호기준에 적용받는 기기가 아니 지만, 고출력의 전력전송에 따른 전자파의 인체 위해에 대한 우려가 높으 며, 인체 가까이에서 사용되므로 인체보호기준을 측정하여 그 값이 높을 경 우에는 관리하여야 한다.



[그림 4-13] 국내 주파수에 따른 인체보호기준

다. 전자파 적합기준(EMI/EMS)

국내에서 전파응용설비는 산업·과학·의료용 전자파장해 및 보호기준을 적용하고 있다. 이 기준은 CISPR 11 기준으로 국제적으로 같은 기준을 적용하고 있다. 전자파장해 방지기준은 전자기기로부터 전자파가 방사되어 다른 기기에 영향을 주는 것을 방지하기 위한 기준으로 무선전력전송시스템은 타 무선통신서비스 및 전자기기에 오동작 등 영향을 미칠 수 있다. CISPR 11 기준은 전파응용설비의 기본파에 대한 출력규제는 두지 않고 있으며, 본 기준 적용시 무선전력전송은 2종 B급 기기가 적용되어야 한다. 그러나, 현재 출시되거나 개발예정인 무선전력전송의 경우 기본파가 100~수백kHz 및 6.78MHz와 같은 아주 낮은 대역의 주파수를 이용하는 동향에 따라 현재 150kHz부터 규정하고 있는 강도기준과 무선전력전송은 RF방사는 아니지만 전파방사 형태로 사용되는 것으로 CISPR 11규정 적용의 타당성 등을 고려하여 적용대상 기기류 분류를 명확히 하여야 한다.

< 전파응용설비의 전자파장해방지기준(국립전파연구원고시 제2012-13)>

주파수 범위[MHz]	측정 거리 10 m에서 전계강도		측정 거리 10 m에서 자기장도 준침두치 [dB(μ A/m)]
	준침두치 [dB(μ V/m)]	평균치 ^{주2)} [dB(μ V/m)]	
0.15 ~ 30	-	-	39 ~ 3 ^{주1)}
30 ~ 80.872	30	25	-
80.872 ~ 81.848	50	45	-
81.848 ~ 134.786	30	25	-
134.786 ~ 136.414	50	45	-
136.414 ~ 230	30	25	-
230 ~ 1000	37	32	-

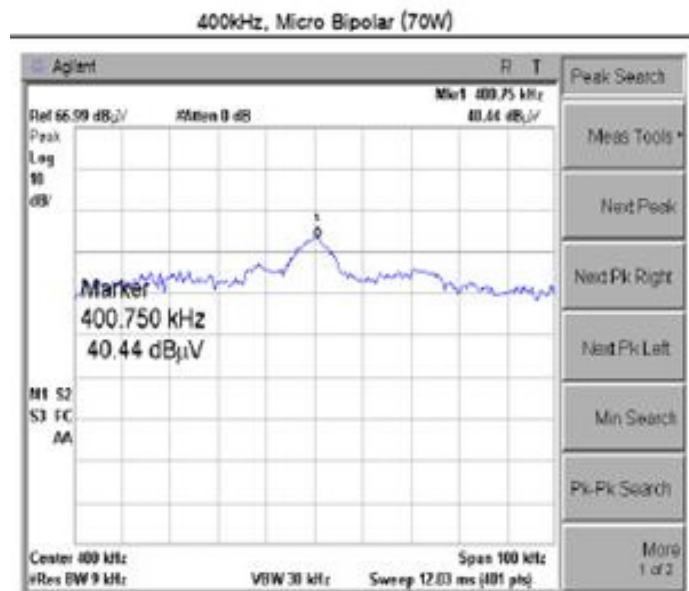
주1) 주파수의 상용대수적 증가에 따라 선형적으로 감소한다.
주2) 이 평균치 허용기준은 마그네트론 구동기기에만 적용하며, 만약 마그네트론 구동기기가 어떤 주파수에서 준침두치를 초과하는 경우, 이 표에 규정된 평균치 허용기준을 적용하여 평균치 검파수신기로 이들 주파수에서 측정을 반복하여야 한다.

이상으로 새로운 기술영역 분야로 볼 수 있는 무선전력전송시스템의 시장 적기 출시 및 활성화를 위하여 합리적 관리제도 개선을 위한 제도적 이슈 측면을 살펴보고, 이를 해결하기 위한 제도 개선방안을 제4장에서 사안별로 제시하였다.

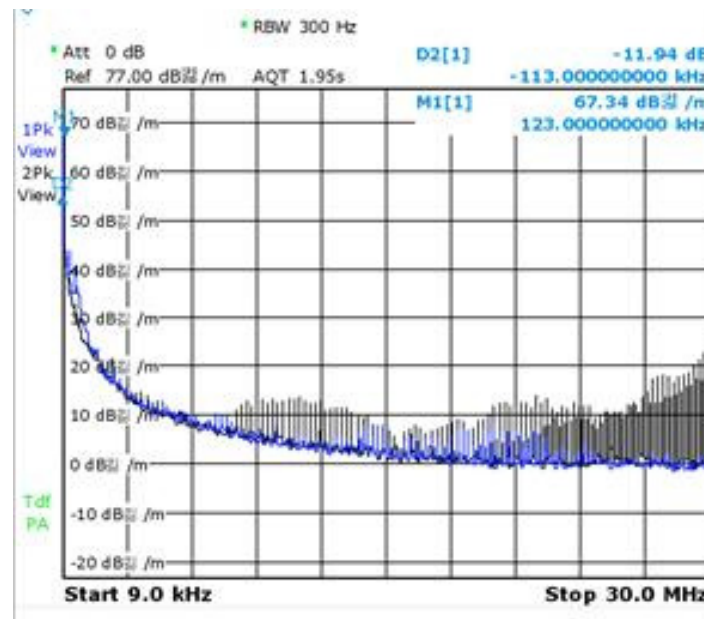
제3절 무선전력전송 활성화를 위한 제도 개선 방안

1. 무선전력전송 관리체계 개선

기존에 온라인 자동차 등 산업분야에서 사용되어 왔던 무선전력전송시스템이 개인이 사용하는 제품에도 응용되어 개발되고 있는 시점에서 개인용 무선전력전송의 활성화를 위해 합리적으로 허가제도를 개선하여야 한다. 노트북 충전기, TV무선전력 공급 장치 (50W 초과) 등을 계속 개별허가를 할 경우 국민의 불편이 매우 가중될 것으로 예상된다. 따라서 현재의 출력 기준으로 정해지는 허가 면제 조건을 보다 실질적인 방법으로 개선이 필요하다. 예를 들면, 전파응용설비는 실질적으로 전자파 방사 기준을 측정하였을때 EMC기준과 크게 차이가 나지 않기 때문에 기본파를 포함하여 전자파적합 기준에 적합한 경우에는 허가를 면제하고, 기본파의 출력이 큰 경우 별도의 기준을 정하는 경우에는 무선분야 적합인증 대상으로 규정하여 안전한 무선전력전송 시스템을 사용할 수 있도록 하여야 한다. 현재 의료용 전파응용설비는 적합인증 대상으로 인증 및 허가를 받아 사용하고 있으며, 의료용 및 무선전력전송의 전자파 방사 레벨을 살펴보면 다음과 같다.



[그림 4-14] 의료용 전파응용설비 방사레벨 41.26dB μ V/10m



[그림 4-15] 무선충전기의 방사레벨

위 그래프의 예에서 알 수 있듯이 의료용 전파응용설비 및 무선충전기의 기본과 방사레벨은 매우 낮음을 알 수 있다. 개인용 무선전력전송의 제도 개선을 위하여는 전파법시행령, 허가를 요하지 아니하는 기기 및 설비, 적합성평가에 관한 고시 등 관련규정을 다음과 같이 정비하여 관리할 수 있다.

○ 방송통신기자재등의 적합성평가에 관한 고시

현 행	개 선(안)	비 고																																																										
<div>[별표 1]</div> <div>적합인증 대상기자재 (제3조제1항 관련)</div> <table><tr><td rowspan="2">대상 기자재</td><td colspan="4">적합성평가기준 적용 분야</td></tr><tr><td>전 자 파 적 합 성</td><td>무 선</td><td>유선</td><td>SAR</td></tr><tr><td>< 생 략 ></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>고주파전류를 이용 하는 의료용설비의 기기</td><td>○</td><td>○</td><td></td><td></td></tr><tr><td><신 설></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>< 생 략 ></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	대상 기자재	적합성평가기준 적용 분야				전 자 파 적 합 성	무 선	유선	SAR	< 생 략 >					고주파전류를 이용 하는 의료용설비의 기기	○	○			<신 설>					< 생 략 >					<div>[별표 1]</div> <div>적합인증 대상기자재 (제3조제1항 관련)</div> <table><tr><td rowspan="2">대상 기자재</td><td colspan="4">적합성평가기준 적용 분야</td></tr><tr><td>전 자 파 적 합 성</td><td>무 선</td><td>유선</td><td>SAR</td></tr><tr><td>< 생 략 ></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>고주파전류를 이용 하는 의료용설비의 기기</td><td>○</td><td>○</td><td></td><td></td></tr><tr><td>전파응용설비 기술 기준 제4조의2에 따른 기기 및 설비</td><td>○</td><td>○</td><td></td><td></td></tr><tr><td>< 생 략 ></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	대상 기자재	적합성평가기준 적용 분야				전 자 파 적 합 성	무 선	유선	SAR	< 생 략 >					고주파전류를 이용 하는 의료용설비의 기기	○	○			전파응용설비 기술 기준 제4조의2에 따른 기기 및 설비	○	○			< 생 략 >					<div>○ 전파응용설비에 별도의 기준을 정한 경우의 무선 전력전송시 스템 적합인증 대상 추가(50W 미만의 비허가 대상과 개인용을 위한 50이상의 무선 전력전송기기를 모두 포함)</div>
대상 기자재		적합성평가기준 적용 분야																																																										
	전 자 파 적 합 성	무 선	유선	SAR																																																								
< 생 략 >																																																												
고주파전류를 이용 하는 의료용설비의 기기	○	○																																																										
<신 설>																																																												
< 생 략 >																																																												
대상 기자재	적합성평가기준 적용 분야																																																											
	전 자 파 적 합 성	무 선	유선	SAR																																																								
< 생 략 >																																																												
고주파전류를 이용 하는 의료용설비의 기기	○	○																																																										
전파응용설비 기술 기준 제4조의2에 따른 기기 및 설비	○	○																																																										
< 생 략 >																																																												

나. 관련 규정 체계 정비에 따른 후속조치

개인용 무선전력전송시스템을 위하여 전파법시행령 개정을 통해 관련제도를 개선하는 때에는 해당설비가 적합성평가를 받아야 하는 대상기기로 적합성평가를 위한 적용기준을 정하여야 한다. 무선전력전송은 크게 전파응용설비로 보아 해당기준을 전파응용설비의 기술기준에 추가하여 규정하고, 전계강도 또는 자계강도 기준을 별도로 규정하도록 한다. 이러한 기준은 향후 무선전력전송 충전방식 또는 충전전력의 세기에 따라 지속적으로 관리되어야 한다. 아직까지 출시된 제품중 110kHz~205kHz를 사용하는 자기유도 방식의 무선전력전송은 미약 전계강도 무선기기의 출력기준에 만족하나, 현재 A4WP⁷⁾를 중심으로 6.78MHz 주파수를 사용하는 자기공명방식의 시스템이 개발되고 있다. 이 경우 6.78MHz는 RR 5.138에 규정된 영향을 받을 수 있는

7) A4WP(Alliance for Wireless Power) : 삼성, SKT, 쉐캅 등 12개 회사가 무선전력전송을 위하여 구성한 국제 컨소시엄

	<p>74조에 따른 무선전력전송용 전파응용설비의 기술기준은 다음 각 호와 같다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 무선전력전송은 송·수신기가 정합되었을 때에만 송신할 것 2. 110~205kHz 주파수를 사용하는 것은 제97조의 기준에 적합할 것 3. 110~150kHz 주파수만을 사용하는 경우에는 제97조의2의 기준에 적합할 것 4. 6.78MHz 주파수를 사용하는 것은 10m 거리 기준으로 기본파의 자계강도 기준값이 42 dBμA/m이하일 것 <p>가. 스퓨리어스 영역에서의 불요발사 기준값은 제97조의2 제1항 제2호에 적합할 것</p>
--	---

○ 국내 주파수 분배표 개정

전파응용설비는 2010년 온라인자동차용으로 19~21kHz 및 59~61kHz가 분배되어 사용되고 있으며, 6.78 MHz의 자기공진방식의 무선충전기를 도입하기 위하여는 주파수 분배가 필요하다. 따라서, 국내 주파수 분배표 및 주석을 다음과 같이 개정하여야 할 것이다.

현행					개정(안)				
국		제	한		국		한		국
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
제 1 지 역	제 2 지 역	제 3 지 역	주파수대별 분배	용 도 등	제 1 지 역	제 2 지 역	제 3 지 역	주파수대별 분배	용 도 등
6765-7000			6765-7000	<신 설>	6765-7000			6765-7000	전 파 응 용 설비K205
고정 이동(항공이 공(R) 제외) 5 . 1 3 8 5.138A 5.139			고정 육상이동 5.138		고정 이동(항공이 공(R) 제외) 5 . 1 3 8 5.138A 5.139			고정 육상이동 5.138	
7000-7100			7000-7100	7050 kHz(아 마추어국 지정 주 파 수)	7000-7100			7000-7100	7050 kHz(아 마추어국 지정 주 파 수)
아마추어 아마추어 위 성 5.140 5.141 5.141A			아마추어 아마추어 위 성		아마추어 아마추어 위 성 5.140 5.141 5.141A			아마추어 아마추어 위 성	

K205

19-21 kHz, 59-61 kHz 대역은 전파응용설비용으로 사용한다. 다만, 다른 무선국에 유해한 간섭을 주지 않고 사용하여야 한다.

K205

19-21 kHz, 59-61 kHz 및 6.78 MHz대역은 전파응용설비용으로 사용한다. 다만, 다른 무선국에 유해한 간섭을 주지 않고 사용하여야 한다.

전파응용설비는 국내에서도 기본파에 대한 출력규정은 하지 않기 때문에 무선전력전송용 기준을 별도로 관리하여 일반 가정에서 사용되는 환경조건에 대하여 인체영향 보호 및 타 무선통신기기에 대한 간섭을 방지하기 위하여 출력규정을 하여야 한다.

2. 전자파 적합기준(EMI/EMS) 마련

국내에서 전파응용설비는 산업·과학·의료용 전자파장해 및 보호기준을 적용하고 있다. 이 기준은 CISPR 11 기준으로 국제적으로 같은 기준을 적용하고 있다. 전자파장해 방지기준은 전자기기로부터 전자파가 방사되어 다른 기기에 영향을 주는 것을 방지하기 위한 기준으로 무선전력전송시스템은 타 무선통신서비스 및 전자기기에 오동작 등 영향을 미칠 수 있다. CISPR 11 기준은 전파응용설비의 기본파에 대한 출력규제는 두지 않고 있으며, 본 기준 적용시 무선전력전송은 2종 B급 기기가 적용되어야 한다. 그러나, 현재 출시되거나 개발예정인 무선전력전송의 경우 기본파가 100~수백kHz 및 6.78MHz와 같은 아주 낮은 대역의 주파수를 이용하는 동향에 따라 현재 150kHz부터 규정하고 있는 강도기준과 무선전력전송은 RF방사는 아니지만 전파방사 형태로 사용되는 것으로 CISPR 11규정 적용의 타당성 등을 고려하여 적용대상 기기류 분류를 명확히 하여야 한다.

< 전파응용설비의 전자파장해방지기준(국립전파연구원고시 제2012-13)>

주파수 범위[MHz]	측정 거리 10 m에서 전계강도		측정 거리 10 m에서 자계강도 준침두치 [dB(μA/m)]
	준침두치 [dB(μV/m)]	평균치 ^{주2)} [dB(μV/m)]	
0.15 ~ 30	-	-	39 ~ 3 ^{주1)}
30 ~ 80.872	30	25	-
80.872 ~ 81.848	50	45	-
81.848 ~ 134.786	30	25	-
134.786 ~ 136.414	50	45	-
136.414 ~ 230	30	25	-
230 ~ 1000	37	32	-

주1) 주파수의 상용대수적 증가에 따라 선형적으로 감소한다.
주2) 이 평균치 허용기준은 마그네트론 구동기기에만 적용하며, 만약 마그네트론 구동기기가 어떤 주파수에서 준침두치를 초과하는 경우, 이 표에 규정된 평균치 허용기준을 적용하여 평균치 검파수신기로 이들 주파수에서 측정을 반복하여야 한다.

무선전력전송시스템은 전자파 장애방지기준에 적합하여야 하며, 처음 무선전력전송시스템이 개발될 당시에는 세계 각국이 전파응용설비로 산업·과학·의료용 설비로 규정하고 규제측면에서 접근하였다. 그러나, 일반 가정에서 특정장소에 한정하지 않고 사용되는 개인용 무선전력전송 시스템의 경우 전파방사 형태로 “2종 기기”에 속하며, 가정용 전기기기기로 분류하여 관리하는 것이 바람직하다. 이것은 향후 무선전력전송시스템의 응용 분야에 따라 상황별로 합리적 분류체제로 가야할 것이다.

[표 4-8] 전자파 장애 방지 기준 적용 기기 분류체계

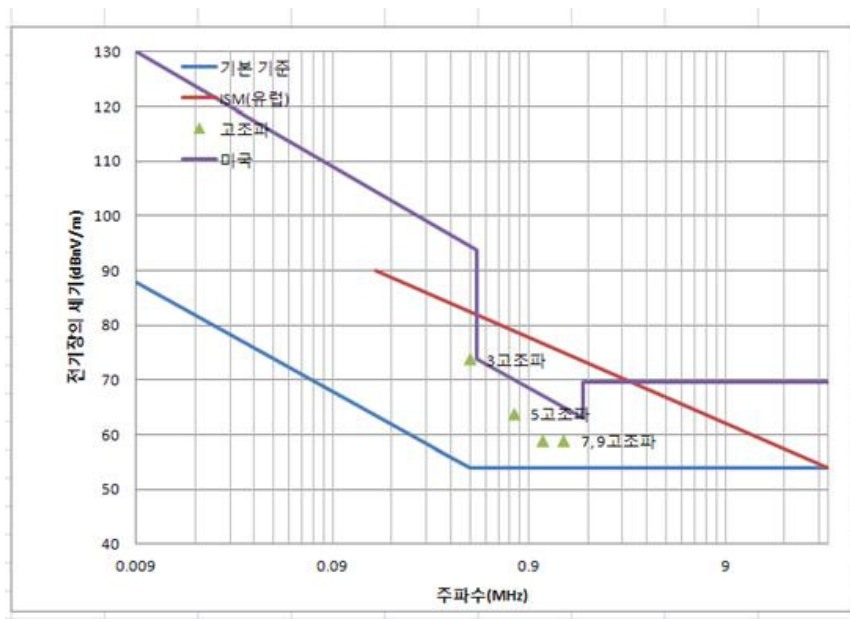
구분	고시의 기준표
일반기준 - 주거, 상업 및 경공업 환경에서 사용하는 제품	별표 1
일반기준 - 산업환경에서 사용하는 제품	별표 2
산업·과학·의료용 등으로 사용하는 고주파 이용기기류 (50W 이하)	별표 3
자동차 및 불꽃점화 엔진구동기기류	별표 4
방송수신기기류	별표 6
가정용 전기기기 및 전동기기류	별표 7
형광등 및 조명기기류	별표 8
정보기기류	별표 9
전기철도기기류	별표 10
전력선통신기기류(전선로에 주파수가 9킬로헤르츠 이상의 전류가 통하는 통신 설비의 기기(전파법 제58조제1항제2호의 전파응용설비는 제외))	별표 11
무선분야 대상기자재	별표 12

가정용 무선전력전송기기는 전자파장애방지기준 별표7의 가정용 전기기기에 대한 기준을 적용하고, 현재 기준에는 방사성 기준이 30MHz이상으로 9kHz부터 30MHz대역에 대한 방사성 장애 허용기준과 시험방법이 마련되어야 한다.

무선전력전송 시스템은 전자파 내성기준(전파연구소고시 제2011-6호 [표 8])에도 적합하여야 한다.

[표 4-9] 전자파 내성 기준

구분	고시의 기준표
일반(주거, 상업 및 경공업지역에서 사용하는 기기)	별표 1
일반(산업지역에서 사용하는 기기)	별표 2
자동차 및 불꽃점화 엔진 구동기기류	별표 3
방송수신기기류	별표 4
가정용 전기기기 및 전동기기류	별표 5
정보기기류	별표 6
전기철도기기류	별표 7
전력선통신기기류(전선로에 주파수가 9킬로헤르츠 이상의 전류가 통하는 통신 설비의 기기 (전파법 제58조제1항제2호의 전파응용설비는 제외)	별표 6
의료용 전기기기류	별표 8
무선설비의 기기류	별표 9



[그림 4-16] 가정용 무선전력전송기기의 EMI기준

개인용 무선전력전송기기는 가정용 전자기기로 분류하여 30MHz이하의 기본기준을 규정하고 무선전력전송기기가 사용하는 기본파에 대한 여유값을 고려하여 기존 가정용 전자기기의 기준보다 완화된 기준을 가정용 전자기기의 기준에 다음과 같이 신설하였다.

별표 7의 4호를 다음과 같이 신설한다.

4. 30MHz 이하대역 가정용 무선전력전송기기 방사성 방해 기준

가. 기본 방사성 방해 기준

주파수 범위(MHz)	준침두값 허용기준(dB μ V/m)	측정거리(m)
0.009 ~ 0.45	$47 - 20\log f$	3
0.45 ~ 30	54	

나. 무선전력전송 고조파에 대한 허용기준은 가목 기본 방사성 방해 기준 값에 다음 표의 여유값을 더하여 산출한 값과 별표 3 제2호 다목 (4)에서 규정한 값 중 낮은 허용기준을 적용한다.

고조파	3	5	7	9
여유값	20dB	10dB	5dB	5dB

다. 30MHz 이상 대역의 방사성 방해 기준은 3호 방사성 방해 기준을 적용하고, 전자파 전도기준은 제1호 가목 (1)의 전자파 전도기준을 적용하며, 산업·과학·의료용 주파수 대역의 기준은 별표 3에 따른다.

3. 전자파 인체보호기준(EMF) 마련

국내 전자파인체보호기준(방송통신위원회 고시)은 모든 주파수대역에 대하여 전자파로부터 인체를 보호하기 위한 기준값을 정하고 있다. 따라서 무선전력전송시스템의 전자파로부터 인체보호를 위해 현행 기준을 적용할 수 있다. 또한 전자파인체보호기준을 적용하기 위해서는 방송통신위원회 고시인 전자파강도 측정대상 기자재에 적용대상기자재로 추가하여야 하며, 무선전력전송시스템에 대한 전자파 노출량 측정기준이 마련되어야 한다. 그러나 현재 무선전력전송시스템에 대한 전자파 인체노출량을 평가하기위한 국내외 또는 국제기구의 표준 측정기준이 없어 이에 대한 표준 측정기준 마련이 필요하다.

4. 무선전력전송시스템의 적합성평가

무선전력전송시스템은 전파법시행령 제74조의 50W 출력규정에 무관하게

인체영향 및 타 무선통신기기와의 간섭을 방지하기 위하여 기본파의 출력 세기를 규정하여 관리할 필요가 있음을 제1절에서 살펴보았다. 이 경우 방송통신기자재등의 적합성평가 대상에 기기를 추가하고, 시험방법을 마련할 필요가 있다. 무선전력전송시스템은 주파수를 직접 방사하는 방식이 아니기에 따라 기존의 미약전계강도 무선기기나 자계유도방식 무선기기의 측정방법을 준용할 수 있다. 따라서 기술기준을 정할때에도 측정거리 기준에 대한 출력이 규정되어야 한다. 무선전력시스템의 적합성평가는 무선분야, EMC 및 전자파강도 기준에 대한 적합여부를 평가하여 인증하여야 한다. 인증을 위하여 방송통신기자재등의 기기부호 및 형식기호 표시방법을 부여하여 관리하여야 한다.

제4절 결론

지금까지 선없이 전력을 전송하고자 하는 필요에 따라 온라인 전기자동차 개발 등을 선두로 이제 스마트폰 등의 개인용 충전기에도 무선전력전송이 응용되면서 무선전력전송 이용을 활성화하기 위한 제도 현황과 향후 합리적 관리를 위한 제도 개선 방안을 도출하였다. 향후 무선전력전송시스템의 산업활성화 및 국제표준 선도를 위하여 산업체에 국내 관리제도 정책방향을 미리 알려 제품의 출시에 차질없이 준비할 수 있도록 하여야 한다. 물론 인체영향평가 기준 적용 등 기술적으로 준비기간 이 필요한 경우 적용시기를 산업 및 표준화 동향을 고려하여 적절하게 정하여 시행할 필요가 있다. 제4장에서 살펴보았듯이 무선전력전송시스템의 이용활성화를 위하여 먼저 노트북용 충전기 등 고출력의 개인용 시스템의 보급을 위하여 50W이상의 전파응용설비는 허가받도록 되어있는 전파응용설비 허가 제도를 우선적으로 하여야 할 것이다. 그리고 다음으로 인증제도, 기술기준, 전자파적합성 및 인체보호 기준 등 기술적인 사항들을 해결해 나아가야 할 것이다. 또한, 산업계에서는 주파수 이용을 원활히 하기 위하여 ITU-R 에서 정한 ISM대역을 활용하여 제품개발에 주력함으로써 주파수 분배를 적기에 할 수 있도록 하여야 한다. 무선전력전송시스템도 비면허기기와 같이 개인용으로 활용도가 높음에 따라 국경없이 사용하는 제품임에 따라 사용 주파수의 국제조화와 국제표준화를 선도하는 국가가 산업경쟁력의 고점을 차지할 수 있을 것이다.

자기유도방식의 표준화가 이루어지고, 제품이 출시된 후 아직까지 자기공진 방식이나 RF방식의 기술들의 개발이 빠르게 진행되고 있는 추세는 아님에 따라 우리나라가 무선전력전송분야에서 해 나아갈 수 있는 일이 더 많을 수 있는 기회가 남아있다. 향후 무선전력전송을 이용활성화를 위하여 제도개선을 통한 제도적 기반위에서 전송방식 및 제어방식 등 표준화에 더 주력하여 무선전력전송분야에서 앞서가는 국가가 되어야 한다.

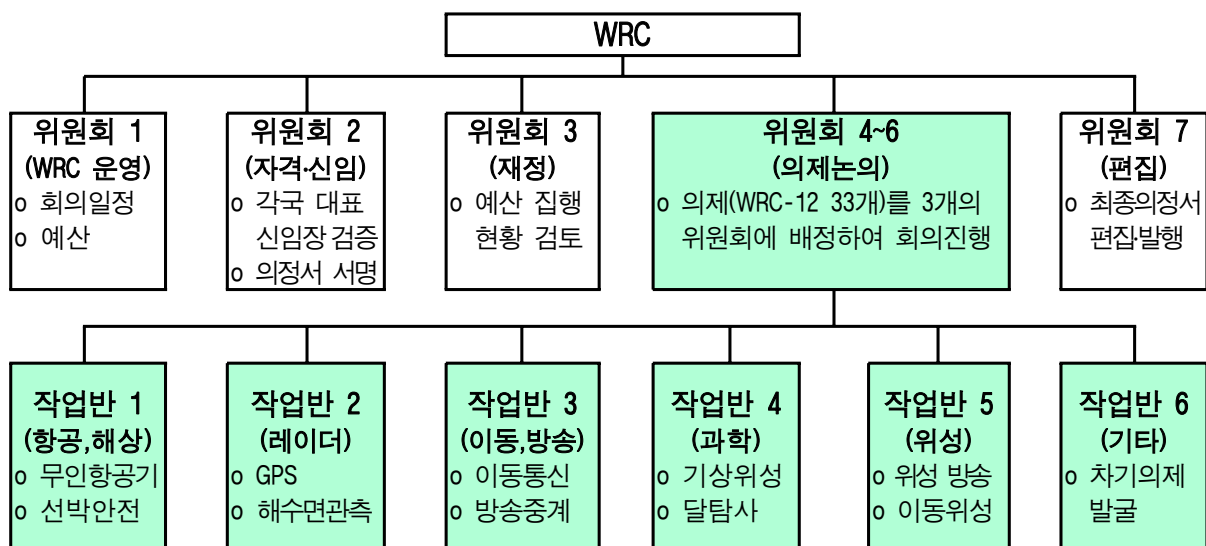
제5장 국제 표준화 활동

제1절 WRC-12 활동

1. 연구범위 및 조직의 구성

WRC(World Radiocommunication Conference) 회의는 ITU가 3~4년 마다 개최하는 회의로 방송·통신용 주파수 분배 및 국가간 전파간섭방지 기준마련 등을 위한 전파규칙(RR, Radio Regulations)을 제·개정한다. 각국은 전파규칙(RR)의 범위내에서 주파수를 이용할 수 있기 때문에 국내 가용 주파수가 RR에 의해 결정되는 등 주파수확보에 중대한 영향을 미치는 회의이다.

WRC는 운영·재정 등 7개 위원회와 그 산하에 6개 작업반으로 구성하여 항공·해상, 레이더, 이동통신·방송, 과학, 위성 및 차기의제로 관리하고 있다.



[그림 5-1] WRC 조직

본 절에서는 소출력기준담당에서 담당하는 분야에 대하여 언급하고자 한다. 이번 WRC-12 기간 등은 아래와 같다.

○ WRC-12 회의

- 기간 및 장소 : '12. 1. 23(월) ~ 2. 17.(금), 스위스 제네바
- 참가자 : 우리나라는 전파기획관을 비롯하여 총 55명의 대표단 참가

2. 주요 논의사항

가. 소출력 무선기기의 전파발사에 의한 전파통신업무의 영향 검토 (의제1.22)

RFID 등 소출력 무선기기(SRD)의 사용이 증가함에 따라 기존 전파통신 서비스에 미치는 영향을 규명하고 필요시 대책을 수립하기 위해 본 의제가 제기되었다.

최종 회의결과, ITU-R 연구결과를 통해 소출력 무선기기에 의한 전파간섭 영향은 미미한 것으로 결론되었으며, 국가별 또는 지역별 규정에 의해 관리가 잘 되고 있기 때문에 관련된 전파규칙(RR)의 변경은 필요 없다는데 합의하였다.

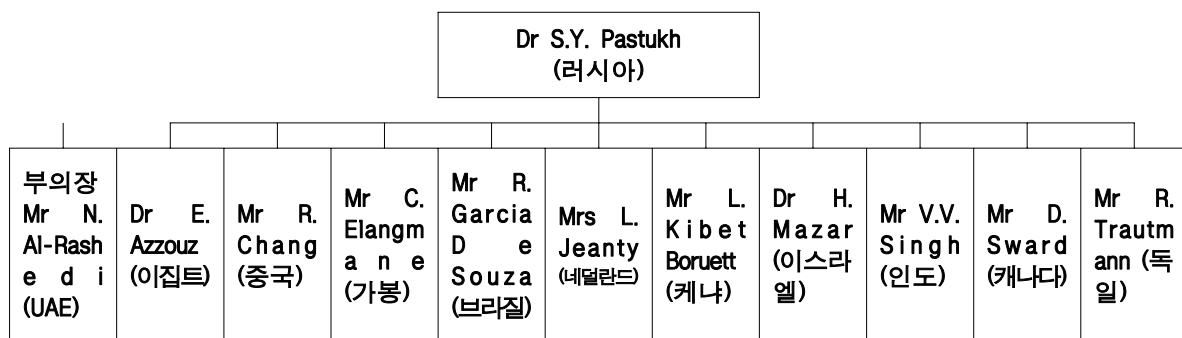
나. WRC-15 차기 의제 선정

소출력 무선기기 분야에서는 WRC-15 의제로 77.5-78GHz 대역 (차량 안정 운행용 레이더) 무선탐지업무 분배 연구가 의제1.18로 선정되었다.

제2절 ITU-R SG1 표준화 활동

1. 연구범위 및 조직의 구성

ITU-R SG1은 효율적인 전파관리 원칙과 기술, 전파통신 업무 간 주파수 공유의 일반 원칙, 혼신보호 기준 및 혼신보호 방법, 전파이용 장기 전략, 전파관리의 경제적 접근방법, 전파관리와 감시의 자동화 기술 등 스펙트럼 관리기술 분야 연구 과제를 수행하기 위해 SG1 의장단을 새롭게 임명하여 스펙트럼관리기술 관련 권고/보고서/핸드북 제·개정 추진하였다.



[그림 5-2] ITU-R SG1 조직

본 절에서는 소출력기준담당에서 담당하는 분야에 대하여 언급하고자 한다. ITU-R SG1 회의에서 회원국 간의 의견 조율을 통해 전파관리, 전파정책 관련 ITU-R 권고, 보고서, 결의 제·개정에 우리나라 입장을 반영할 수 있도록 노력하였다. 이번 ITU-R SG1 기간 등은 아래와 같다.

○ ITU-R SG1 회의

- 기간 및 장소 : '12. 6. 6(수) ~ 6. 15.(금)(10일간), 스위스 제네바
- 참가자 : 50여개 회원국 및 국제기구 대표 등 200여명
- ※ 우리나라는 이일규 교수(수석대표) 등 9명의 대표단 참가

2. 주요 논의사항

가. 자기유도식 시스템 관련 권고 제정

30MHz 이하의 자기유도식 시스템으로부터 전파통신업무를 보호하기 위한 보호거리를 계산하는 방법에 대한 권고를 제정하기 위해 논의하였다. 향후 자기유도식을 사용하는 무선전력전송과 AM 방송 등 무선기기 간의 양립성 검토에 필요한 간섭 보호거리 산출을 위한 계산방법이 필요하므로 2011년 우리나라가 권고 초안을 제안하여 논의를 시작하였다. 금번 회의에서 우리나라는 권고안 채택을 위해 권고 초안의 완성도를 높이고자 수학적 오류, 단위 오류 등을 수정하여 제안하였다.

회의결과, 이스라엘의 수정의견을 반영하여 권고안을 수정하고, SG1 회의에 권고안 채택 및 승인을 위해 문서 SG1/30으로 상정하였다. 이스라엘은 적용 대상기기를 자기유도식 전파응용설비뿐만 아니라 자기유도식 무선기기(자기유도식 RFID도 포함)도 확장하고 보호범위(range) 용어를 보호거리(distance)로 변경할 것을 요청하여 이를 수용하였다. 향후 자기유도식 무선전력전송 시스템과 타 무선기기간의 보호거리 산출에 이용하여 국내 기술 기준 마련에 활용될 것으로 기대한다.

나. 무선전력전송 연구과제 개정

무선전력전송에 대한 연구과제 개정 및 275GHz 이상 능동서비스에 대한 연구방향을 논의하였다. 중국의 제안으로 무선전력전송 연구범위를 기존의 RF 빔 기술방식에 국한하지 말고 자기유도 및 자기공진 RF 방식으로 확대하여 연구과제 개정안을 마련하고 이에 적합한 주파수 대역, 기술적 특성, 표준현황, 기술기준에 대한 연구를 추진하기로 문서SG1/40에서 정하였다. 또한 일본의 제안으로 275GHz 이상에서 동작하는 능동 서비스(THz 이미지 센싱 등)의 동작특성 및 공유에 관한 신규 연구방향을 논의하고 SG3, 4, 5, 7에 의견을 요청하기로 문서WP1A/TEMP/2에서 정하였다.

국내 산업계·학계에서도 무선충전 자기공진 RF방식 및 THz대역 연구가 적극 추진되고 있기 때문에 SG1 국제 표준화에 적극 활동하여야 할 것이며, 국내 연구결과를 준비하여 차기회의부터 ITU-R 관련 권고 및 보고서 제정

작업을 추진할 것이다.

다. 소출력 무선기기 보고서 개정

이번 회의에서는 각국의 소출력 무선기기의 이용 주파수 및 기술기준에 관한 보고서(SM.2153-1) 개정을 검토하였다. 유럽 표준화단체인 CEPT에서 유럽의 소출력 무선기기 기술기준 권고인 'CEPT ERC Recommendation 70-03'이 개정됨에 따라 동 내용이 포함된 ITU-R 보고서에 내용도 현행화해 줄 것을 요청하였다. 주요 개정 내용으로는 WRC-03에서 5150-5350MHz, 5470-5725MHz 대역을 이동업무(1차)로 분배된 5GHz RLAN를 소출력 무선기기로 고려하지 않기로 하고, 관련 대역의 ECC/ERC 결정사항을 삭제하였다.

매번 CEPT 관련 규정 개정(년 2회)시, ITU-R 보고서를 업데이트해야 하는 번거로움이 있으므로, 최신 CEPT 보고서를 참조할 수 있도록 링크를 제공하고 CEPT 관련 세부 기술기준 내용은 삭제하여 보고서 개정안 (문서 SG1/24)을 채택하였다.

차기 회의에서 우리나라의 소출력 무선기기 기술기준 개정 현황 반영이 필요하며, 매번 개정 현황을 수정하는 것보다 하이퍼링크 제공 등 유용한 방안에 대해 검토할 필요가 있다.

라. RFID 보고서 제정

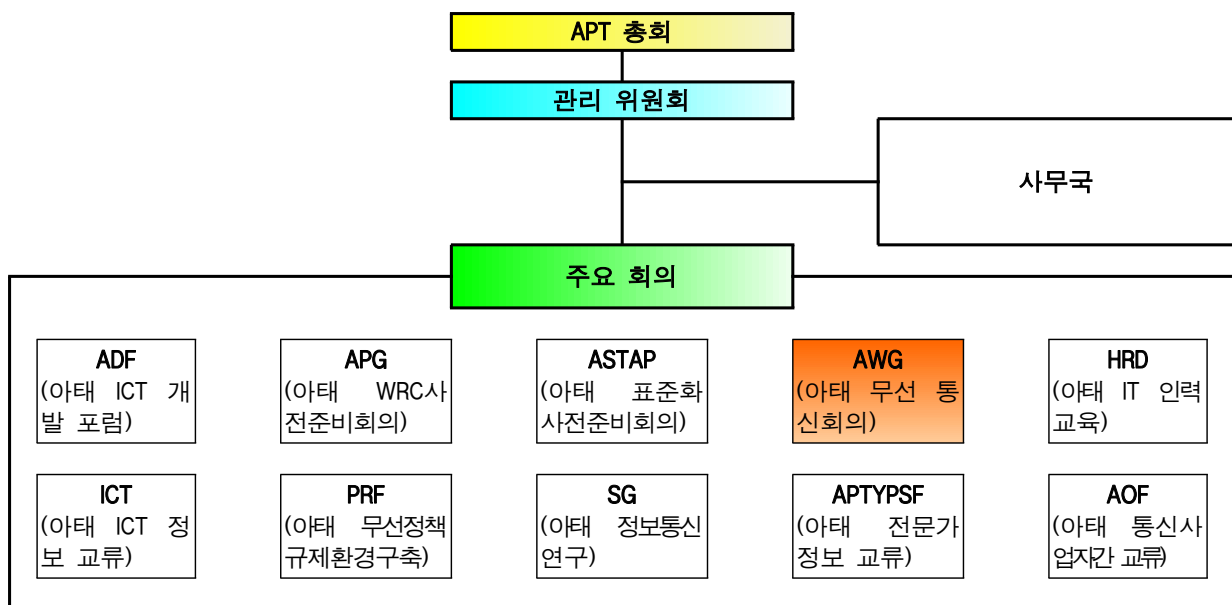
RFID의 국제적 이용을 자유롭게 하기 위해 이용주파수, 표준, 기술 특성에 관한 보고서 제정을 논의하였다. 2010년부터 각국의 RFID 주파수 이용현황, 표준현황 정보를 수록하여 보고서 초안을 마련하였으며 2011년에는 관련 표준화를 추진하는 ISO, ITU-T 연구반에 검토를 요청하였다. 금번 회의에서 ITU-T SG16에게 보낼 연락문서를 작성하여 RFID 관련 개발한 ITU-T 권고 현황을 업데이트해 줄 것을 요청하였다. 이를 반영하여 보고서 제정 초안을 문서SG1/23로 마련하고 채택하였다.

금번 SG1 회의에서 관련 보고서가 채택되어 우리나라 주파수 이용 정보를 확인하고, 433.67-434.17MHz 대역 이용조건으로 하는 일부 개정된 국내 기술 기준 정보를 업데이트하였다.

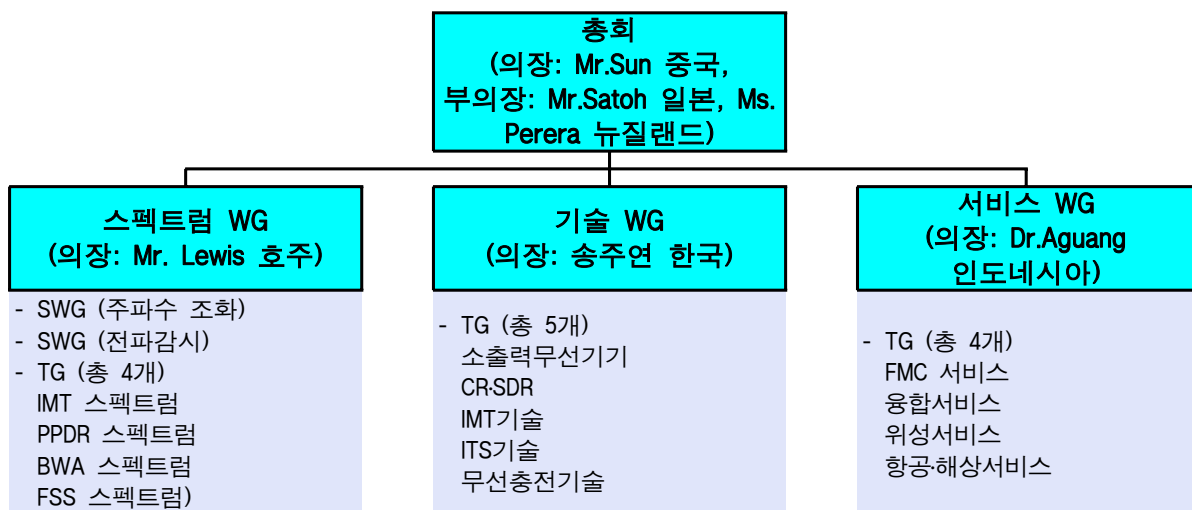
제3절 AWG 표준화 활동

1. 연구범위 및 조직의 구성

AWG(APT Wireless Group, 아·태 무선통신 포럼)는 아·태지역 국가간 무선통신 기술협력 및 효율적 주파수 이용 등을 목적으로 우리나라의 제안에 의해 창설된 회의로 APT의 주요 회의 중 하나이다. AWG 의장단 임기 2년 만료로 AWG-13에서 기존 의장단을 재선임하였다.



[그림 5-3] APT 조직도



[그림 5-4] AWG 조직도

본 절에서는 소출력기준담당에서 담당하는 분야에 대하여 언급하고자 한다. AWG 12차 및 13차 회의에 참가하여 아태지역 회원국 간의 의견 조율을 통해 우리나라 입장을 관심 국가와 협력하여 반영할 수 있도록 노력하였다. AWG 12차 및 13차 회의 기간 등은 아래와 같다.

○ AWG 12차 회의

- 기간 및 장소 : '12. 4. 10 ~ 4. 13, 중국 샤먼
- 참가자 : APT 23개 회원국, 국제기구 대표 등 약213여명
- ※ 우리나라는 RRA 박용철 등 산학연관 전문가 15명의 대표단 참가

○ AWG 13차 회의

- 기간 및 장소 : '12. 9. 12 ~ 9. 15, 베트남 다낭
- 참가자 : APT 26개 회원국, 국제기구 대표 등 약254여명
- ※ 우리나라는 RRA 김영택 등 산학연관 전문가 17명의 대표단 참가

2. AWG 12차 주요 논의사항

가. 소출력 무선기기 공통주파수 선정

1) 배경

아태지역 국가의 소출력 무선기기 이용 활성화를 위하여 각국의 기술기준 정보를 공유하고 공통의 주파수로 선정하기 위한 APT 보고서와 권고를 마련하기로 하였다.

2) 각국 입장

우리나라와 중국은 적극적 입장이지만 일본은 소극적 입장을 취하고 있다. 일본의 소출력 무선기기 주파수분배는 국제 주파수 분배 현황과 다른 경우가 많기 때문이다. 또한, 우리나라는 무선접속시스템의 기술기준 개정사항과 공통주파수 선정을 위한 APT 권고 초안을 제시하였으며 일본은 RFID 등 기술기준 개정사항과 동적주파수접속기술(DSA)을 소개하였다. 중국은 RFID와 블루투스의 상호통신 등 근거리 통신기술을 소개하였다.

3) 회의결과

우리나라가 제시한 APT 권고 초안을 기반으로 아태지역 현황을 분석하여 공통주파수 대역을 논의하기로 하였다.

나. 무선전력전송 연구 개시

1) 배경

2011년도에 개최된 AWG-11에서 우리나라 무선전력전송 기술을 소개하였으며 아태지역에서 관련 기술을 연구할 것을 제안하였다.

2) 각국 입장

우리나라가 주도적으로 제안하였으며 일본, 중국은 지지하였다. 우리나라는 AWG 산하의 연구반(TG) 신설을 제안하고 기술방식, 인체안전 등 연구방향을 제시하였다. 일본, 중국은 연구반 신설을 지지하였으며 주파수대역, 응용 서비스 등 연구범위 확대를 희망하였다.

3) 회의결과

AWG-12 회의에서 무선전력전송 연구반이 신설되었으며 연구반 의장은 우리나라에서 맡기로 하였다. 연구반 의장은 차기 AWG 회의('12.9월) 전까지 제출하기로 하였다.

다. ITS(Intelligent Transport System)

1) 배경

아태지역 ITS 관련 정보를 공유하기 위해 '11년 우리나라의 제안으로 9개 국가의 이용 현황을 조사하여 ITS 현황 보고서를 마련하기로 하였다.

2) 각국 입장

우리나라, 일본, 중국 중심으로 보고서를 작성하였다. 우리나라는 차량용 레이더와 Advanced-ITS에 대한 ITU-R 표준화 동향을 기반으로 하는 보고서 초안을 제시하였고 일본은 7GHz대역 차량용 레이더와 ISO, ETSI 등의 표준화

기구의 기술동향을 소개하였다. 중국은 ITS 응용 요구사항, 보안이슈 등의 ITS 통신 표준화의 협력을 위한 ITU 산하 표준 협력체인 CICS (Collaboration on ITS Communication Standards)의 동향을 소개하였다.

3) 회의결과

우리나라가 제시한 APT 보고서 초안을 기반으로 아태지역 ITS 현황을 조사하여 차기 회의에서 추가하기로 하였다.

3. AWG 12차 주요 논의사항

가. 무선전력전송(WPT) 기고서 제출 및 각국 동향

1) 각 국의 기고내용

우리나라는 각 국의 무선전력전송 주파수, 기술, 규제 현황 파악을 위한 설문조사 추진과 관련 보고서 작업계획을 제안하였다.

< [참조] 우리나라 스마트폰 무선전력전송 관련 동향 >

- **(주파수 동향)** 자기유도방식은 110-205kHz로 제품이 출시되었으며, 자기공진방식은 150 kHz, 6.78MHz, 13.56MHz 등으로 연구가 진행 중
- **(제품개발 동향)** 자기유도방식은 LG전자, LS전선에서 제품(옵티머스 LTE2 폰에 적용)을 출시하고 있으며, 자기공진방식은 삼성전자에서 갤럭시 S3에 적용하여 제품을 출시예정인 있음

일본에서는 연구반의 연구범위 중 인체영향에 관한 연구에 대해 인체영향 기준의 가이드라인 선정을 위해 필요한 평가방법이나 절차 연구로 범위를 구체화 할 것을 제안하였으며 원활한 작업을 위해 에디터를 선정할 것과 각 국의 현황 조사를 위한 설문조사 초안 및 일본의 사례를 제안하였다.

< 일본의 무선전력전송 시장 전망 및 현황 >

- **(시장 전망)** 전 세계 무선전력전송시장 규모(전기자동차 포함) 및 관련 제품은 2015년 240억 달러에 이르게 될 것으로 예측 (IHS iSuppli, Nikkei)
- **(표준화 현황)** ARIB에서 기술표준안 개발을 추진하고 있으며, 소출력 기기 타입의 무선 전력전송에서부터 고출력 무선전력전송까지 포함하여 연구 중

중국에서는 현재 휴대폰, PC 등 IT 관련 장비 시장규모와 무선전력전송 탑재 시장의 규모를 예측(WPC: Wireless Power) 정보로 제공하였으며 2016년에는 27억 달러의 무선전력전송 관련 시장이 형성될 것으로 예측하였다.

2) 회의결과

기술분과 총회에서 한국의 정찬형 부장(RAPA)이 무선전력전송연구반(WPT-TG) 의장으로 선임되어 회의를 주재하였다. 연구범위로 일본의 제안을 반영하여 인체영향기준의 가이드라인 선정에 필요한 평가방법 및 절차, 연구내용을 동 연구반의 연구범위(Terms of Reference)에 반영하였다. 대부분 국가의 전자파 인체영향기준은 국제기준(ICNIRP 또는 IEEE)을 따르는데, 각국은 어떤 국제 기준을 준수하고 있으며 이를 위해 어떠한 평가 방법이나 절차를 사용하고 있는지를 구체적으로 질의할 필요가 있다고 판단된다.

각 국의 무선전력전송 응용, 시장, 기술, 표준화 현황, 주파수대역, 규제 현황 정보 수집을 위한 설문조사서(Survey)를 보완 작성하고, 각 주관청(Administration)에 설문 조사를 요청하기로 하였다. 차기회의부터 각 국의 설문결과를 취합하여 2014년까지 설문조사 결과 보고서 개발을 완료하기로 하였다.

나. 소출력 무선기기 기고서 제출 및 주파수 조화방안 논의

1) 각 국의 기고내용

우리나라는 소출력 무선기기 운영 현황에 관한 보고서 개정안과 작업중인 공통 주파수 대역 관련 초안을 수정하였다. 2011년부터 작업 중인 소출력 무선기기 운영 현황 보고서의 개정 완료를 위해 보고서 제목 및 일부 내용을 수정하였다. 동 보고서는 각 국의 운용 현황(주파수 대역, 기술기준, 인증 현황)을 담고 있으며, 기존 제목(소출력 무선 통신기기 공통 주파수 대역 보고서)이 다른 작업문서의 제목과 혼동되는 관계로 제목 변경을 제안하였다. 아태지역 공통 주파수 대역 권고/보고서 작업문서를 권고로 추진할 것과

ITU-R의 세계공동대역으로 권고되고 있는 ISM 대역을 아태지역 공동 이용 대역안으로 논의하고 아직 논의가 필요한 대역들은 잠정 대역으로 논의될 수 있도록 제안하였다.

공동 이용대역(안)은 전파규칙에 ISM대역으로 지정된 대역으로 9-148.5kHz, 3155-3400kHz, 6765-6795kHz, 13.553-13.567MHz, 26.957-27.283MHz, 40.66-40.7MHz, 2400-2500MHz, 5725-5875MHz, 24.00-24.25GHz, 61.0-61.5GHz, 122-123GHz, 244-246GHz이 있다.

베트남 및 태국은 60GHz대역의 아태지역 공동 이용으로 이용할 것을 제안하고, 자국의 소출력 무선기기 기술, 어플리케이션, 주파수 이용현황을 기고하였다.

2) 회의결과

우리나라의 제안을 반영하여 소출력 무선기기 관련 2건 보고서를 개정 완료(개정 1판)하고, 신규 보고서 1건을 제정하였다. 아태지역 소출력 무선기기 운영 현황 보고서를 개정함으로써 2008년에 제정된 아태지역 10개국의 기술기준 현황에서 2011년 제안된 우리나라, 일본의 기술기준 내용 변경을 반영하여 개정하였다. 아태지역 소출력무선기기 기술, 어플리케이션 현황 보고서를 제정함으로써 2011년부터 총 16개국의 설문조사 결과를 수록하고 금번 회의에서는 태국의 현황을 추가하여 제정하였다.

아태지역 소출력무선기기 공동 주파수 대역 권고/보고서 작업문서를 업데이트하고 차기회의에서 동 작업문서의 문서 형태를 협의하기로 하였다. 우리나라와 베트남은 작업문서를 권고로 개발할 것을 제안하였으나, 일본과 중국은 보고서로 추진하기를 희망하였다. 작업문서가 현재 권고 형식으로 구성되어 있어 우선 우리나라 제안사항과 태국 이용현황을 반영하여 갱신하기로 하였다. 본 작업문서는 2011년에 작성을 시작하여 현재 아태지역내 15개국의 20개 소출력무선기기 주파수 대역에 대한 이용 유무 현황을 수록하고 있다. 차기회의에서 일본이 보고서 형태로 재구성하여 제안하고 이를 검토하기로 하였다.

제6장 결론

비면허기기 이용활성화를 위한 용도분류 체계정비 등 주요국 주파수 및 기술기준 체계를 분석하여 국내 규정 등 체계에 대한 개선방안을 연구하고, 사회적 약자의 학교교육용 무선기기 활성화를 위한 무선보청기용 무선마이크와 WiFi 무선트래픽 급증 해소 및 전송속도 향상을 위해 국제적으로 표준화되어 이용되고 있는 광대역 무선랜(802.11ac)에 대해 주파수 분배 및 기술기준 개정(안)을 마련하였다.

또한, 무선전력전송용 전파응용설비의 개발이 활발해지고 상용화가 예상됨에 따라 전파응용설비의 이용활성화를 위해 체계 정비가 우선적으로 요구되어 소출력기기 이용활성화 개선방안을 마련하였다.

국내 소출력 무선설비 이용제도 및 기술기준을 국제적으로 개선하기 위하여 ITU-R SG1(스펙트럼관리), APT(APG, AWF) 등 국제 활동에 적극적으로 참여하여 소출력기기 국제 주파수 조화에 기여하였으며, 소출력 무선설비 기술기준 및 이용제도 개선을 위한 국내외 활동을 지속하고 있다.

그 외, 차량 안전운행을 위한 차량간통신(WAVE)과 도로노면 레이더 기술, 국내·외 기술개발 및 국제표준화 동향을 연구하였다.

국내 소출력 기술기준과 이용제도를 국제적 수준으로 개선하기 위하여 2013년도에는 디스플레이 장치로 영상데이터를 무선전송하는 UWB 통신 기기의 주파수분배 및 기술기준 개정(안) 마련으로 국내산업의 활성화가 예상되며, 무선전력전송용 전파응용설비의 개발이 활발해지고 상용화가 예상됨에 따라 전파응용설비의 이용활성화를 위해 주파수이용방안 마련 및 기술기준 개정을 통해 제도적 기반을 마련할 계획이다.

또한 데이터수집용 체내이식의료무선기기, 차량안전운행을 위한 차량간통신(WAVE) 기술, 유류탱크 등의 수위측정을 위한 UWB 수위점검 레이더, 테라헤르츠 대역의 주파수를 이용한 근거리 무선통신기기, 자계유도식 무선설비 등에 대하여 주파수 이용방안 및 기술기준 개정(안) 마련을 위한 선행 연구를 수행하여 관련 산업 활성화를 촉진할 것이다.

[참고문헌]

- [1] ITU, Radio Regulations, 2008.
- [2] ITU, Recommendation ITU-R SM.1896, 2011. 06
- [3] ITU, Report ITU-R SM.2153, 2011. 11
- [4] FCC 47 C.F.R §15.209 Radiated emission limits, general requirements.
- [5] ERO, "ERC RECOMMENDATION 70-03 (Tromsø 1997 and subsequent amendments) RELATING TO THE USE OF SHORT RANGE DEVICES (SRD)", 22. August. 2011.
- [6] 日本 總務省, “無線設備規則”, 總務省令 제18호, 2011年 10月 25日.
第四節の十一 特定小電力無線局の無線設備 (第四十九條の十四)
第四節の十七 小電力デ?タ通信システムの無線局の無線設備 (第四十九條の二十)
- [7] Donald L. Evans, Michael D. Gallagher, "SPECTRUM POLICY FOR THE 21st CENTURY President's Spectrum Policy Initiative : Report 2 - Recommendations From State and Local Governments and Private Sector Responders", U.S. Department of Commerce, June 2004.
- [8] EC Directorate-General Information Society, Request by the EUROPEAN COMMISSION to the Radio Spectrum Policy Group for an Opinion on a Coordinated EU Spectrum Policy Approach concerning Wireless Access Platforms for Electronic Communication Services(WAPECS), RSPG04-45 Rev., 26 May 2004
- [9] 지식경제부, "신성장동력 종합추진계획," 2009. 5.
- [10] 국토해양부, "지능형교통체계 기본계획 2020," 2011. 12.
- [11] 도로교통, “WAVE 통신기술로 본 도로교통의 미래,” 제126호, 2011.
- [12] 오현서, 박종현, “차량 통신 네트워크 기술 동향”, 전자통신동향분석, 제23권 제5호, pp49-55, 2008.

- [13] 곽동용 외, “V2X 네트워킹 기술”, TTA 저널, No.124, pp.70-74, 2009.
- [14] ECC Report 101 "COMPATIBILITY STUDIES IN THE BAND 5855 - 5925 MHz BETWEEN INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS (ITS) AND OTHER SYSTEMS"
- [15] 이상선, “차량통신 국제 표준화 동향”, 한국통신학회지 (정보와통신) 제29권 제2호, 2012.1
- [16] 임춘식, 이기영, “ITS 표준화 동향”, 대한전자공학회 제36권 제1호, 2009.1

소출력 무선설비 기술기준 및
관리체계 개선 연구



140-848 서울시 용산구 원효로41길 29

발 행 일 : 2012. 12.

발 행 인 : 이 동 형

발 행 처 : 방송통신위원회 국립전파연구원

전 화 : 02) 710-6555

인 쇄 : 한국장애인이워크협회

Tel. 02) 2272-0307

ISBN : 978-89-97525-06-5-93560 < 비 매 품 >

주 의

1. 이 연구보고서는 국립전파연구원에서 수행한 연구결과입니다.
2. 이 보고서의 내용을 인용하거나 발표할 때에는 반드시 국립전파연구원 연구결과임을 밝혀야 합니다.