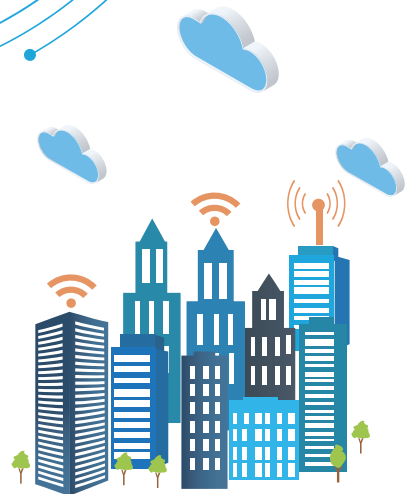


비면허 주파수 신산업 이용제도개선 연구



국립전파연구원
National Radio Research Agency

제 출 문

본 보고서를 「비면허 주파수 신산업 이용제도개선 연구」 과제의 최종 보고서로 제출합니다.

2022. 12. 31.

연구책임자 : 양 미 숙 (미래전파기술팀 비면허주파수담당)

연구 원 : 조 승 철 (미래전파기술팀 비면허주파수담당)

김 봉 석 (미래전파기술팀 비면허주파수담당)

안 상 기 (미래전파기술팀 비면허주파수담당)

요 약 문

전세계적으로 COVID-19로 인해 비대면 활동이 증가하는 등 사회 전반에서 디지털 대전환 시대를 맞고 있으며, 언제 어디서나 안정적이고 고품질의 데이터 서비스를 제공할 수 있는 양질의 통신 서비스 제공의 필요성이 증가하고 있다. 아울러, 전세계적으로 한정된 주파수 자원의 효율적인 이용을 위한 다양한 연구가 이루어지고, 한정된 전파자원의 수요와 공급을 해결하기 위하여 주파수 공동사용 기술과 공동사용 주파수 대역 발굴을 위한 연구들이 진행되고 있다.

우리나라는 과학기술정보통신부를 중심으로 양질의 대국민 네트워크 서비스 제공을 위해 국내외 기술동향 등을 파악한 후 국내에 도입될 수 있도록 제도개선 방안을 마련하고, 신속히 시장에 적용될 수 있도록 다각적인 정책을 추진해 왔다.

국립전파연구원은 그동안 과학기술정보통신부 본부, 국내 산·학·연 전문가들과 협력하여 비면허 무선기기 관련 기술기준 및 시험방법 개선 연구를 수행해 왔다. 2022년에 비면허 기술기준 개정 연구 내용으로는 스마트폰과 연결된 기기의 위치정보 정확도를 향상시키기 위한 UWB 채널을 확대(1개 → 6개), 6 GHz 대역 Wi-Fi 사용 채널 대역폭 확대(160 MHz → 320 MHz), 433 MHz 대역을 활용한 안전벨트 알람장치 용도 확대, 터널 등 음영지역에서 소방대원간 양방향 통신을 위한 중계기 기준 및 차세대지능형교통시스템(C-ITS)의 기술방식 실증을 위해 WAVE와 LTE-V2X 방식 도입을 위한 기술기준 개정안을 마련하기 위한 연구를 추진하였다.

또한, 비면허 무선기기 기술기준 개정 등에 따라 기술기준 개정사항을 반영한 시험방법 개선과 습도시험 폐지 등 시험방법 간소화를 위한 세부 절차 개선 등의 연구를 추진하여 국가표준인 「무선설비 적합성평가 시험방법(KS X 3123)」 개선안을 마련하였다.

앞으로도 국립전파연구원은 국내 비면허 무선기기를 이용한 다양한 서비스를 통해 대국민 생활 환경이 더욱 편리해지며, 국내 산업을 선진화시키고 더욱 고도화시킬 수 있는 기반으로서의 역할을 수행할 수 있도록 국내외 신기술 동향을 조사·분석하고, 국내 산업체 등의 애로사항을 파악하여 해결할 수 있도록 지속적인 연구를 진행할 예정이다.

목 차

제1장 서론	1
제2장 비면허 주파수 신산업 이용제도개선 연구	5
제1절 연구의 배경	5
제2절 이동통신기기 UWB 기술기준	6
제3절 6 GHz 대역 Wi-Fi 기술기준	12
제4절 안전벨트 알람장치 기술기준	33
제5절 소방용 무전중계기 기술기준	37
제3장 지능형 교통시스템(C-ITS) 기술기준 개정 연구	43
제1절 연구의 배경	43
제2절 기술기준 개정안 마련	47
제4장 비면허 무선기기 적합성평가 시험방법 연구	55
제1절 연구의 배경	55
제2절 기술기준 개정사항 반영	55
제3절 시험방법 개선 사항	58
제5장 결론	69
참고문헌	70

표 목 차

[표 2.1] 이동통신기기와 결합된 UWB 응용 서비스	6
[표 2.2] 유럽의 UWB 제도 현황	9
[표 2.3] Wi-Fi 기술 및 서비스의 진화	14
[표 2.4] 미국 FCC의 6 GHz 비면허 대역 주파수 공유 기술기준	20
[표 2.5] 6 GHz Wi-Fi 기술기준	23
[표 2.6] Wi-Fi 관련 비면허 무선기기 기술기준 제·개정 이력	25
[표 2.7] Wi-Fi 칩셋 출하량 현황 및 전망	27
[표 2.8] Wi-Fi 기술기준 관련 주요 이슈 현황	28
[표 2.9] 433 MHz 대역 기술기준	33
[표 2.10] 나라별 자동차 기술기준 비교	35
[표 2.11] 안전벨트 알람장치 기술기준 개정안	36
[표 2.12] 소방업무용 중계기 기술기준 개정안	39
[표 3.1] WAVE와 LTE-V2X의 프로토콜 구조	47
[표 3.2] 다중화 기술 비교	48
[표 3.3] 지능형교통시스템용 무선설비 기술기준 개정안	50
[표 4.1] 지능형교통시스템 단말기 기술기준 비교	56
[표 4.2] 부속서 M. 지능형교통시스템용 무선설비 시험방법 개정안	56
[표 4.3] UWB용 무선기기의 시험방법 개정안	58
[표 4.4] 무선기기 적합성평가 건수	59
[표 4.5] Wi-Fi 기기의 습도조건 검증시험 결과	52
[표 4.6] 전계(자계)강도 시험방법 개정안	60

[표 4.7] 안테나 특성 확인 방법 개정안	61
[표 4.8] 무선설비규칙 제12조(수신설비)	61
[표 4.9] 부차적전파발사 시험 개정안	62
[표 4.10] 433.92 MHz 자동차 무선기기의 기술기준	62
[표 4.11] 전파법 제58조의10(복제 · 개조 · 변조 등의 금지)	64
[표 4.12] 레벨측정레이다 기술기준	64
[표 4.13] 레벨측정레이다 시험방법	65



National Radio
Research Agency

그림 목 차

[그림 2.1] 비면허 주파수를 이용한 서비스 예시	5
[그림 2.2] UWB 채널 배치 현황	7
[그림 2.3] UWB 기술의 역사	8
[그림 2.4] 주요 국가의 UWB 주파수 분배현황	8
[그림 2.5] 무선접속시스템 기기 신제품 출시 현황	13
[그림 2.6] Wi-Fi 7 표준 개발 현황	14
[그림 2.7] IEEE 802.11 Task Group별 표준화 추진 현황	15
[그림 2.8] 6 GHz 대역 Wi-Fi 채널 배치 현황	16
[그림 2.9] IEEE 802.11be 표준화 추진 일정	17
[그림 2.10] Wi-Fi 기술 발전 현황	17
[그림 2.11] 세계 6 GHz 대역 주파수 공급 현황	18
[그림 2.12] 미국의 6 GHz 비면허 정책 시행 과정	19
[그림 2.13] 5G+ 스펙트럼 플랜 비전 및 목표	22
[그림 2.14] 주파수공동사용시스템(K-FC) 개념도	26
[그림 2.15] 국내 6 GHz 기술기준 및 대역정비	27
[그림 2.16] 자동차에 사용되는 무선기기 현황	34
[그림 2.17] 433 MHz 대역 주파수 사용 현황	34
[그림 2.18] 자동차 키의 발전	35
[그림 2.19] 「무선통신보조설비의 화재안전기준(NFSC 505)」주요 개정사항	37
[그림 2.20] 누설동축케이블 구조와 설치모습	38
[그림 2.21] 터널 내 누설동축케이블에 의한 수신전력 측정결과	39

[그림 3.1] C-ITS와 자율주행 개념	43
[그림 3.2] C-ITS 서비스 종류	44
[그림 3.3] 과기정통부와 국토부의 협의계획 보도자료	45
[그림 3.4] 주파수 재배치안 확정 보도자료	46
[그림 3.5] C-ITS 주파수 재배치안	46
[그림 3.6] PAPR 비교	48
[그림 3.7] 주요국 C-ITS 주파수 현황	49
[그림 3.8] LTE-V2X 대역외발사 조건	49
[그림 3.9] WAVE 대역외발사 조건	50
[그림 4.1] 지표투과 레이더와 전계(자계)강도 시험 구성도	60
[그림 4.2] 레벨측정레이더 설치환경과 제품 예시	63



National Radio
Research Agency





국립전파연구원
National Radio Research Agency

제1장 서론

National
Radio
Research
Agency



제1장 서론

최근 몇 년간 COVID-19로 인해 외부 활동보다는 실내에서 보내는 시간이 증가하면서 휴대폰, 태블릿, 노트북 등 다양한 IT 기기를 이용하여 IPTV, OTT 서비스 등을 이용한 동영상 시청 및 비대면 회의, 원격수업 등이 증가해왔다. 이러한 서비스들은 인터넷 연결이 필수적임에 따라 Wi-Fi 이용 증가 및 데이터 사용량도 급속히 증가하였다. COVID-19로 인한 생활패턴의 변화로 인해 Wi-Fi 등의 무선통신서비스를 원활하게 제공할 수 있도록 기술개발 및 제도적 개선이 전세계 주요 국가들을 중심으로 다각적으로 진행되어왔다.

본 연구에서는 최근 생활 패턴의 변화로 인해 증가한 무선통신서비스의 서비스 품질 유지와 광대역 초연결 무선망을 통해 실현되는 4차 산업혁명 시대의 초고속·초연결·고신뢰 네트워크 구축을 지원하기 위해 국민생활과 산업전반에 사용되는 비면허 무선기기의 적시 도입을 위해 현행 제도 중 개선이 필요한 사항을 도출하여 관련 기술기준 등의 개선안을 마련하고 시행에 필요한 시험방법 등의 제도적인 개선 작업을 추진하였다.

첫 번째로, 스마트폰과 연결된 기기의 위치정보를 활용하여 디지털 자동차 키, 에어드롭 기능 등의 위치기반 서비스를 블루투스과 UWB(1개 채널 활용) 기술을 통해 제공해 왔다. 위치기반 서비스의 정확도를 향상시킬 수 있도록 UWB 채널 확대에 대한 수요가 제기되어 기존 1개 채널에서 6개 채널로 확대·개선하였다.

두 번째로, '20년 도입한 6 GHz 대역 Wi-Fi 관련 기술기준을 국제표준화 동향 등을 조사·분석하여 사용 채널 대역폭을 160 MHz → 320 MHz로 확대함으로써 고품질 고속의 데이터 전송이 가능하도록 개선하였다.

세 번째로, 안전벨트 알람장치 무선화를 위해 433 MHz 대역 데이터전송용 특정 소출력무선기기 기술기준을 차량 내 무선기기에 한정하여 이용 확대할 수 있도록 규제완화를 추진하였다. 도어 개폐 및 차량제어 등의 목적으로 기존 RF 리모컨(RKE)에서 UWB, 블루투스 등을 활용하는 방향으로 진화 중이라는 산업계 의견에 따라 현재 기술기준에서 수요제기된 용도만을 포함하는 범위에서 해외 주요국의 기술기준 현황을 조사하였고 간섭영향을 중점적으로 검토하여 개선을 추진하였다.

네 번째로, 소방청 고시인 「무선통신보조설비의 화재안전기준(NFSC 505)」 개정에 따라 음영지역에서 소방대원간 무선기 통신을 위하여 중계기의 기술기준 개정요구가 있었다. 터널 등에서 주로 사용되는 누설동축케이블의 특성이 안테나와 달라 적정 출력을 산출하는 과정에 어려움이 있었는데, 기술기준과 시험방법에 어떻게 반영할지에 대해 연구하였다.

다섯 번째로, 자율주행을 위한 기술기준 개정안을 마련하였다. 자율주행이란 운전자의 조작 없이 자동차 스스로 운행이 가능한 상태를 뜻한다. 자율주행을 위해서는 고도의 센서기술과 개체 간의 무선통신이 반드시 필요하고, C-ITS는 이런 무선통신을 위한 시스템을 뜻한다. 자율주행은 머지않아 실현될 기술로서 사회 전반에 큰 변화를 가져올 것이 분명하므로 국가 주도로 연구개발, 실증사업 등이 활발하게 진행되고 있다. 치열한 경쟁체제에서 발 빠른 제도마련이 중요한데, 주파수 재배치안에 따라 기술기준 개정안을 마련하고 행정예고 절차까지 진행하였다.

또한, 한정된 주파수 자원을 재사용하기 위하여 세계적으로 주파수 공동사용에 관한 관심이 고조되면서 우리나라에서도 주파수 공동사용을 위해 6 GHz Wi-Fi 채널 사용 정보 및 공동사용 기준 정보 제공을 위한 주파수 공동사용시스템에 대한 연구가 진행되고 있으며, 연구 결과 확인 등을 위한 다양한 실증 사업이 진행되고 있다. 새롭게 도입되는 6 GHz Wi-Fi용 무선기기에 대한 서비스 안정성 확인 등을 위해 구축되는 테스트베드 운용에 필요한 주파수 타당성 검토 등을 수행하였다.

마지막으로 본 연구에서는 비면허 무선기기 기술기준 개정 등에 따라 관련 시험방법 개정을 위한 연구를 추진하였다. 새로운 산업생태계를 창출하고 생활용으로 유용하게 사용하는 비면허 무선기기는 기술기준이 도입되면, 국가표준인 「무선설비 적합성평가 시험방법(KS X 3123)」에 따라 적합성평가를 받는다. 개인은 제품을 구매하고 허가나 신고절차 없이 바로 사용할 수 있다. 비면허 무선기기는 종류가 매우 다양하여 획일화된 시험방법을 적용하기는 어려운 경우가 많으므로 기기 별로 시험방법을 분리하여 세분화하는 작업이 필요하다. 게다가 새로운 기술 출현으로 시험은 점점 복잡해질 수밖에 없으므로 시험방법을 효율적이고 합리적으로 개선하는 연구는 지속되어야 한다.



국립전파연구원
National Radio Research Agency

제2장
비면허 주파수
신산업 이용제도개선
연구

National
Radio
Research
Agency



제2장 비면허 주파수 신산업 이용제도개선 연구

제1절 연구의 배경

초연결 시대 도래에 따른 광대역 초연결 무선망의 급속한 확대는 유한자원인 주파수 수요의 폭발적인 증가를 가져왔으며, 초고속·초연결·고신뢰 네트워크가 생활 및 산업 전반의 중요한 인프라로 자리매김하였다.

이에 정부는 「세계 최고의 네트워크 구축 및 디지털 혁신 가속화」를 국정 과제로 설정하고, 비면허 주파수 공급을 통해 네트워크 인프라를 고도화하여 튼튼하고 안전한 디지털 기반 강화와 지역·산업분야별 디지털 융합 혁신을 가속화를 추진하고 있다.



[그림 2.1] 비면허 주파수를 이용한 서비스 예시

비면허 주파수는 그림 2.1에서 보는 바와 같이 우리 생활 및 산업 전반에 사용되고 있는 중요한 자원으로 한정된 주파수 자원을 면허 기기와 비면허 기기가 공존하여 사용함으로써 주파수 이용 효율을 배가시킬 수 있다. 따라서, 비면허 무선기기 이용 제고 및 산업 활성화를 지원할 수 있도록 Wi-Fi 7 등과 같은 신기술을 도입하는 것이 매우 중요하다.

이에 비면허 주파수 신산업 이용제도 연구를 통해 신규 서비스 도입을 촉진할 수 있도록 기술에 대한 선제적인 국제동향 조사 및 국내 도입에 필요한 제도를 적시에 개선할 수 있도록 다양한 분야의 기술기준 개선을 추진하기 위한 연구를 수행하였다.

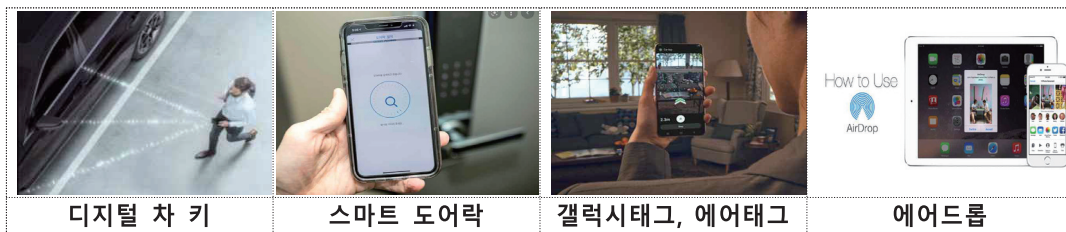
제2절 이동통신기기 UWB 기술기준

1. 연구배경

이동통신기기 중 가장 많이 사용하고 있는 스마트폰(태블릿 포함) 등의 모바일 기기는 그 기능이 다양화되고 지속적으로 발전하여 사물인터넷(IoT, Internet of Things) 기술을 통해 각종 사물에 부착된 센서와 다양한 통신방식으로 연결되고 있다.

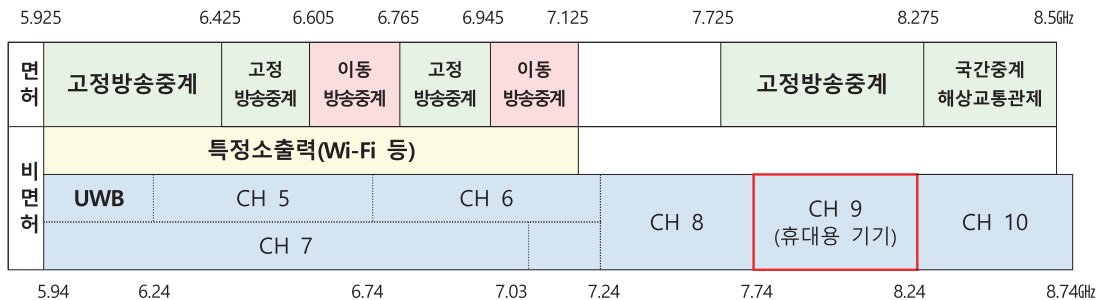
최근 국내외 스마트폰 제조사들은 스마트폰과 연결되는 기기의 위치정보를 활용하여 디지털 자동차 키, 에어드롭 기능 등의 부가 기능을 제공해 왔으며, 이를 위해 블루투스 기술을 이용해왔다. 하지만, 블루투스를 이용한 위치정보의 경우 협대역 주파수 사용 등의 제한으로 위치 정확성에 한계가 있었다. 이에 스마트폰 제조사들은 정확한 위치정보를 획득함으로써 다양한 신규 서비스를 창출하기 위해 UWB(Ultra Wideband) 기술을 적용하고 새로운 서비스 모델 개발을 진행해왔다.

[표 2.1] 이동통신기기와 결합된 UWB 응용 서비스



UWB 기술은 주파수 대역폭을 500 MHz 이상 광대역으로 사용하기 때문에 다른 무선국과의 간섭이 발생할 수 있어 도입 이전에 기존 면허 무선국과의 간섭 영향을 검토할 필요가 있으며, 이를 위해 미국, 유럽, 일본 및 우리나라에서는 사용 주파수, 출력 레벨, 운용 조건 등을 제도적으로 규정하고 있다. 우리나라는 2006년 UWB 기술기준을 제정하여 4.2 GHz ~ 4.8 GHz와 6.0 GHz ~ 10.2 GHz 주파수를 UWB 대역으로 공급하면서 광대역을 사용하는 UWB 기술 특성을 고려하여 타 무선국과의 간섭방지 및 인명안전 등을 위해 항공기, 선박, 위성 및 모형 항공기에서의 UWB 사용을 금지하였다. 2019년 스마트폰 이용이 증가하면서 스마트폰 제조사는 UWB 기술을 탑재한 스마트폰을 출시함에 따라 7737.6 MHz ~ 8,236.8 MHz(9번 채널) 500 MHz 대역폭을 이용하도록 하고 항공기, 선박에서는 MCC¹⁾ 기능 등을 통해 UWB 전파발사를 자동으로 중지하도록 기술기준을 개정하였다.

1) 모든 스마트 폰은 기지국으로부터 MCC(Mobile Country Code)를 전송받아 해당 국가 규정에 맞는 설정 값을 사용하도록 프로그래밍 되어 있으며, 공해상임을 알리는 특정 MCC를 수신할 경우 UWB 전파발사를 중지



[그림 2.2] UWB 채널 배치 현황

금번 기술기준 개정은 UWB 기술을 탑재한 스마트폰을 통해 디지털 도어락, 자동차 키, 연결 대상기기 위치 탐색, 분실물 위치 탐지 등의 다양한 신규 서비스 도입 및 서비스 이용시 위치 정확도를 향상시킬 수 있도록 국내 스마트폰에서 이용할 수 있는 UWB 대역을 확장하기 위한 연구를 수행하였다. 이동통신기기 UWB 제도개선을 위해 이동통신기기 산업체, 연구기관 및 학계 전문가로 구성된 「이동통신기기 UWB 제도개선 연구반」을 구성하여 제도개선을 위해 필요한 주요 기술 현황, 국내외 제도 현황 및 기술기준 개정안 등의 검토를 수행하였다.

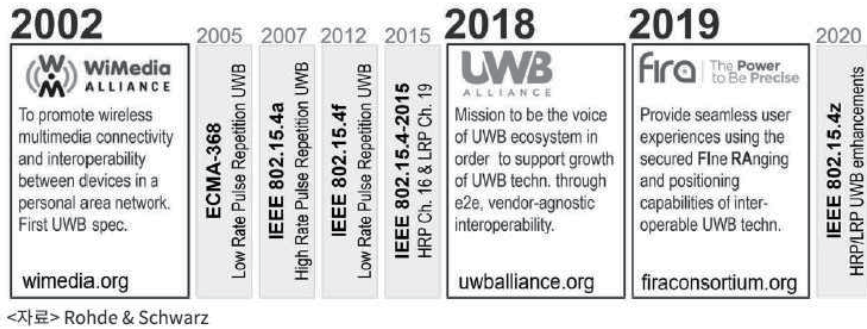
2. 이동통신기기 UWB 기술 적용 연구

가. UWB 기술

UWB 기술은 20여년 전 근거리 무선통신 기술로 등장하였으나, Wi-Fi 등 다양한 근거리 무선통신 기술이 도입되면서 기술 경쟁에서 뒤처져 무선통신 서비스로는 크게 두각을 나타내지 못했다.

UWB는 짧은 시간의 펄스 신호를 사용하여 넓은 주파수 대역으로 데이터를 송수신하는 근거리 무선통신 기술로, 구체적으로는 500 MHz 이상의 넓은 주파수 대역폭, 낮은 출력의 전파를 사용하는 무선통신 기술이다.[3]

미국은 1970년대부터 UWB를 군사목적으로 개발했으며, 이후 군사보안을 해제함으로써 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineering)와 ECMA(European Computer Manufactures Association)에서 UWB 기술표준을 정의하기 시작했다. UWB 표준은 미국의 IEEE 위주로 진행되어 왔으며, IEEE는 UWB 명칭을 IEEE 802.15.4a로 정의(07년)하고, 20년 보안과 측위기능이 강화된 IEEE 802.15.4z를 추가로 정의하였다.



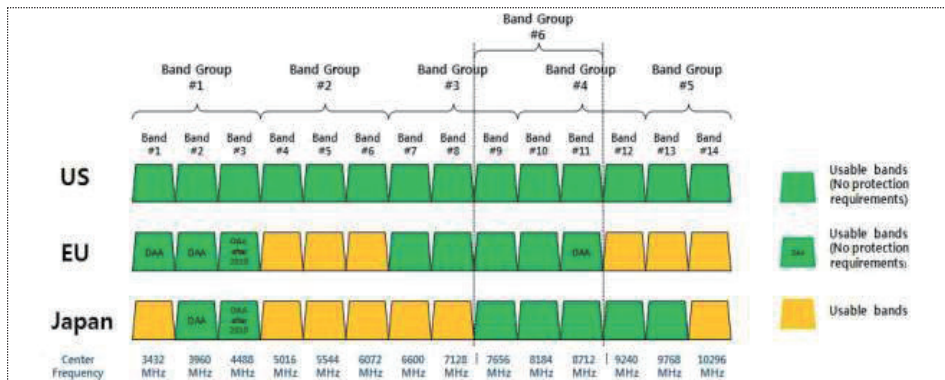
[그림 2.3] UWB 기술의 역사

최근 IEEE에서 추진하고 있는 UWB 표준의 기능 강화 추세에서도 알 수 있듯이 UWB는 넓은 주파수 대역을 사용함에 따라 근거리 무선통신뿐만 아니라 다른 기기의 위치 탐색 정확도가 높아 무선 측위 서비스 등의 응용으로 다시 관심을 받게 되었다.

스마트폰 제조사 등에서는 UWB 표준의 새로운 기능 강화로 인해 기존의 위치 탐색에 사용된 블루투스보다 더 정밀한 위치정보 제공이 가능한 기술로 UWB에 관심을 갖게 되었으며, 미국, 유럽 등의 규제기관에 스마트폰에서 UWB 기술의 사용을 허용해줄 것을 요청하여 각 국가별로 관련 제도가 도입되었다.

나. 주요 국가의 UWB 제도 현황

미국, 유럽, 일본 등 주요 국가에서는 ITU의 UWB 주파수 분배현황을 기반으로 통상 3.2 ~ 4.8 GHz와 6.0 ~ 10.2 GHz 대역을 분배하고 있으며, 자국의 주파수 이용 현황을 고려하여 UWB 제도를 도입해왔다.



[그림 2.4] 주요 국가의 UWB 주파수 분배현황

미국은 UWB 무선기기의 경우 6 ~ 8.5 GHz 대역을 분배하고 UWB 관련 기술 기준을 실내와 실외로 구분하여 실내 서비스 사용시 더 높은 출력을 사용할 수 있도록 허용하고 있다. 스마트폰 등 이동통신기기의 경우에는 항공기, 모형비행기, 선박 및 위성에서의 운용을 모두 금지하고 있다.

유럽은 UWB 무선기기의 경우 6 ~ 8.5 GHz 대역을 분배하고 UWB 관련 기술 기준을 실내와 실외로 구분하여 실내 서비스 사용시 더 높은 출력을 사용할 수 있도록 허용하고 있다. 스마트폰 등 이동통신기기의 경우에는 항공기와 모형비행기에서의 운용을 금지하고 있으며, 선박과 위성의 경우에는 특별한 제한을 두고 있지 않다.

[표 2.2] 유럽의 UWB 제도 현황

구 분	주요 내용			
	EIRP	높이	안테나	Duty Cycle
실외 사용	-41.3dBm/MHz, peak of 0dBm/50MHz	최대 10m	지향성 : 5dB	< 5% per second
실내 사용 (고정/휴대형 포함)	-31.3dBm/MHz, peak of 10dBm/50MHz	-	-	< 5% per second
차량 사용	-41.3dBm/MHz, peak of 0dBm/50MHz	최대 4m	무지향성	< 1% per second

다. UWB와 타 무선국간 간섭영향 연구

금번 기술기준 개정에서는 이동통신기기의 UWB 이용 주파수 대역 확대 적용을 위한 것으로 기존에 사용하던 주파수 대역(1개 채널) 이외에 면허 무선국에 간섭 없이 확장이 가능한 주파수 대역에 대한 검토가 필요하였다. 이를 위해 UWB 주파수 공급 및 기술기준 제·개정 시 수행된 간섭 시험 결과, 국내외 기술자료 검토 결과 및 추가되는 주파수 대역(6 ~ 8.8 GHz, CH 5 ~ CH 10)의 면허 무선국 현황 등에 대한 검토를 수행하였다.

‘18년에 수행된 “UWB-방송중계 혼간섭 영향 분석 결과”에서는 대부분의 방송중계 환경에서 UWB 기기가 주위에 존재해도 방송중계신호의 BER(Bit Error Rate)은 양호하였으며, 열악한 방송중계 상황(방송수신레벨이 -85dBm 이하)인 LOS 환경 또는 3 m 이하로 근접한 경우에만 간섭이 일부 발생하지만 동 상황을 제외하면 동일대역 주파수를 사용하는 UWB 기기와 방송중계 시스템 간의 전파 간섭은 미미한 것으로 검토되었다.

국외의 UWB 기술자료인 Ofcom에서 '05년에 발간한 “Ultra Wideband” 보고서에서는 UWB의 잠재적인 간섭영향을 분석하기 위해 다른 국가 또는 표준화 기구(FCC, ITU, CEPT 등)의 연구 결과에 대한 비교·분석을 수행하였으며, UWB 기기와 기존 기기(면허 무선국 15종)간의 간섭영향을 분석한 결과 전반적으로 유해한 간섭 위험이 크지 않은 것으로 제시하고 있다. 세부적으로는 총 15개 무선국종 중 고정서비스, 이동위성서비스, 지구탐사위성, 전파천문, 무선험행 위성 서비스, 고정위성서비스 및 항공서비스에 대해서만 특정 상황에서 영향이 있지만 간섭 완화 기술, 위치 재배치 및 UWB 기기의 출력 조정 등으로 간섭 영향이 완화되며 이 경우 서비스 공존이 가능한 것으로 제시하고 있다.

3. 이동통신기기 UWB 기술기준(안) 및 시험방법(안)

이동통신기기 UWB 기술기준 개정안과 시험방법 개정안은 면허 무선국과의 간섭 영향 여부에 대해 중점적으로 검토를 추진하여, 이동통신기기에서 UWB 기술을 사용할 수 있는 최적의 기술기준을 마련하고자 하였다. 그 결과, 국내 면허 무선국에 간섭 영향이 없으며, 인명 안전과 연관된 시설의 운영에 영향이 없도록 UWB 기기의 운용 조건 등을 추가하여 기술기준 개정안과 적합성평가 시험에 필요한 시험방법 개정안을 마련하였다.

가. 기술기준 개정(안)

이동통신기기의 UWB 기술 적용을 위한 기술기준은 “제10조(UWB 및 용도미지정 무선기기) 제1항”에 규정되어 있으며, 주요 개정안 내용은 아래 표와 같이 “제7호”를 신설하여 이동통신기기 UWB 운용에 필요한 기술적 사항을 세부 항목으로 규정하였다.

현행	개정안
제10조(UWB 및 용도미지정 무선기기) ① UWB 기술을 사용하는 무선기기는 다음 각 호의 조건에 적합하여야 한다. 1. (생략) 2. 일반적 조건 : 항공기, 선박, 위성,	제10조(UWB 및 용도미지정 무선기기) ① UWB 기술을 사용하는 무선기기는 다음 각 호의 조건에 적합하여야 한다. 1. (현행과 같음) 2. 일반적 조건 : 항공기, 선박, 위성,

현행	개정안
모형비행기에의 적용을 금지함 3. ~ 6. (생략) 7. <신설>	모형비행기에서의 사용을 금지함 3. ~ 6. (현행과 같음) 7. 이동통신용 무선설비의 무선기기 및 이와 통신하는 기기는 다음 조건에 적합할 것 가. 6.0~8.8GHz 대역을 사용할 것 나. 사용자의 요구가 없을 경우 전파를 발사하지 않을 것 다. 통신 개시 후 송수신이 없는 경우 10초 이내에 전파발사를 자동으로 중지할 것 라. 이동통신용 무선설비의 무선기기는 항공기 및 선박에서 전파발사를 중지하는 기능을 갖출 것 마. 이동통신용 무선설비의 무선기기와 통신하는 기기는 송신 요청이 없을 경우 전파를 발사하지 않을 것 바. 사용자 설명서 등에 “항공기, 선박에서 사용하지 말 것”이라는 안내문을 표시할 것 부칙 <제2022-75호, 2022. 12. 30.> 제1조(시행일) 이 고시는 고시한 날부터 시행한다.

나. 시험방법 개정(안)

이동통신기기 UWB 적용을 위한 시험방법은 “무선설비 적합성평가 시험방법 (KS X 3123:2021)”의 부속서 O의 일반사항 f)에서 규정하였던 주파수 대역 및 운용 조건 등을 기술기준으로 이관하고, UWB 동작 기능 확인을 위한 절차만을 유지하는 것으로 개정안을 마련하였다.

현행	개정안
<p>무선설비 적합성평가 시험방법 (KS X 3123:2021)</p> <p>부속서 O (규정)</p> <p>UWB용 무선기기의 적합성평가 항목별 시험방법</p> <p>O.1 일반사항 a) ~ e) (생략)</p> <p>f) <u>7737 MHz ~ 8236.8 MHz 대역의 UWB 방식을 지원하는 “이동통신용 무선설비의 이동국 송신장치”는 MCC(Mobile Country Code) 등을 적용한 펌웨어에 대한 자체확인서, 10초 이내에 UWB 기기의 송신 중지기능을 증명하는 시험성적서, ‘신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국용 무선설비의 기술기준’ 제10조제1항제2호에 대한 “제조사 서약서”를 제출받아 확인한다.</u></p> <p>g) (생략)</p>	<p>무선설비 적합성평가 시험방법 (KS X 3123:2022)</p> <p>부속서 O (규정)</p> <p>UWB용 무선기기의 적합성평가 항목별 시험방법</p> <p>O.1 일반사항 a) ~ e) (현행과 같음)</p> <p>f) <u>기술기준 제10조제1항제7호에 해당하는 기기는 “제조자의 성적서 또는 서약서”를 제출받아 확인한다.</u></p> <p>g) (현행과 같음)</p>

제3절 6 GHz Wi-Fi 기술기준

1. 연구배경

최근 국제적으로 근거리 무선 환경에서 고화질 동영상, AR, VR 등 다양한 멀티미디어 서비스가 지속적으로 증가하고 있으며, 전세계적으로 노트북, 태블릿, 데스크톱 PC 및 스마트폰 등에 Wi-Fi 6E 칩셋을 탑재하는 등의 새로운 Wi-Fi 기술을 적용한 제품들이 다양하게 출시되고 있는 것으로 알려져 있다.

Wi-Fi 기술은 PC에서 e-Mail 등의 텍스트 전송을 위한 수 Mbps급 기술로 '90년대 말 등장한 후 휴대폰 등 모바일기기의 증가로 활용 범위가 급격히 확대되어 현재에는 수십 Gbps급 기술로 진화하고 있다. 특히, 최근 가장 큰

이슈가 되고 있는 6 GHz 대역 ‘Wi-Fi 6E’는 최대 전송속도가 10 Gbps, 네트워크 응답 지연 2 ms를 지원할 수 있어 실제 환경에서는 현재의 5 GHz 대역 Wi-Fi 6 대비 2배 빠른 전송속도를 실현할 수 있는 정도로 기술이 발전하고 있다.




[그림 2.5] 무선접속시스템 기기 신제품 출시 현황

우리나라는 6 GHz Wi-Fi 서비스와 5G NR 통신기술의 상용화 및 글로벌 시장 확대에 맞춰 이를 지원할 수 있도록 국제 동향 및 국내 산업체 요구사항 등을 고려하여 비면허 기술기준을 적기에 개정할 수 있도록 지속적인 연구를 수행해 왔다. 우리나라는 COVID-19 상황으로 인해 인터넷 사용이 증가하면서 데이터 전송량이 폭발적으로 증가함에 따라 이를 지원할 수 있도록 '20년 10월에는 6 GHz 대역 차세대 Wi-Fi 주파수(5925 ~ 7125 MHz)를 공급하였고, '21년에는 지하철 내에서의 6 GHz 대역 주파수 공급(5925 ~ 6425 MHz)과 출력 규제 완화(25 mW → 250 mW)를 통해 대국민 서비스인 Wi-Fi 품질 개선을 도모하여 대국민 데이터 복지를 실현할 수 있도록 지원해 왔다.

금년에는 Wi-Fi 6E 기술 확산 및 Wi-Fi 7 기술의 시장 진입 등을 위해 6 GHz Wi-Fi 관련 기술기준 개정 등의 제도개선을 선도적으로 추진하기 위해 국내외 동향을 조사·분석하고, 산업체 의견수렴 및 간섭 분석 등의 연구를 통해 기술 기준 개정안을 마련하였다.

[표 2.3] Wi-Fi 기술 및 서비스의 진화

구분	Wi-Fi 3 (‘03년)	Wi-Fi 4 (‘09년)	Wi-Fi 5 (‘13년)	Wi-Fi 6/6E (‘19, 20년)	Wi-Fi 7 (‘24년 예정)
서비스	 e-Mail	 저속사진전송	 음악 스트리밍	 8K영상 스트리밍	 실시간 AR/VR
주요주파수	2.4GHz	2.4GHz	5GHz	5GHz/6GHz	6GHz
대역폭	20MHz이하	40MHz이하	160MHz이하	160MHz이하	320MHz이하
지연속도	수십msec이하			수msec이하	-
전송속도	54Mbps	600Mbps	7Gbps	9.6Gbps	30Gbps 이상
기반기술	IEEE802.11a/g	IEEE802.11n	IEEE802.11ac	IEEE802.11ax	IEEE802.11be

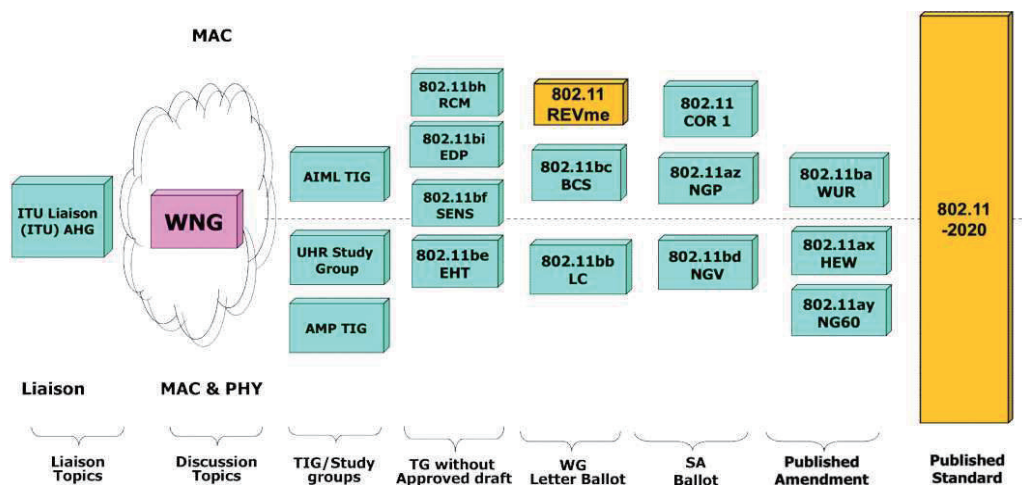
2. 6 GHz Wi-Fi 표준화 동향

Wi-Fi(또는 무선랜) 기술은 사용자 편의 및 시장의 요구에 따라 지속적인 발전이 이뤄져 왔으며 새로운 기술의 도입을 통해 세대별로 비약적인 발전을 거듭하고 있다.



[그림 2.6] Wi-Fi 7 표준 개발 현황(출처 : Wi-Fi Alliance)

Wi-Fi 관련 국제표준 개발은 전기, 전자, 컴퓨터 분야 등 다방면의 국제표준화를 리딩하고 있는 미국의 전기전자공학자협회(IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers)서 진행해 오고 있다. IEEE에서 Wi-Fi 또는 무선랜(Wireless LAN) 관련 국제 표준화를 수행하고 있는 그룹은 IEEE 802.11이며, 그림 2.7과 같이 세부 기술별로 다수의 Task Group이 구성되어 있다.



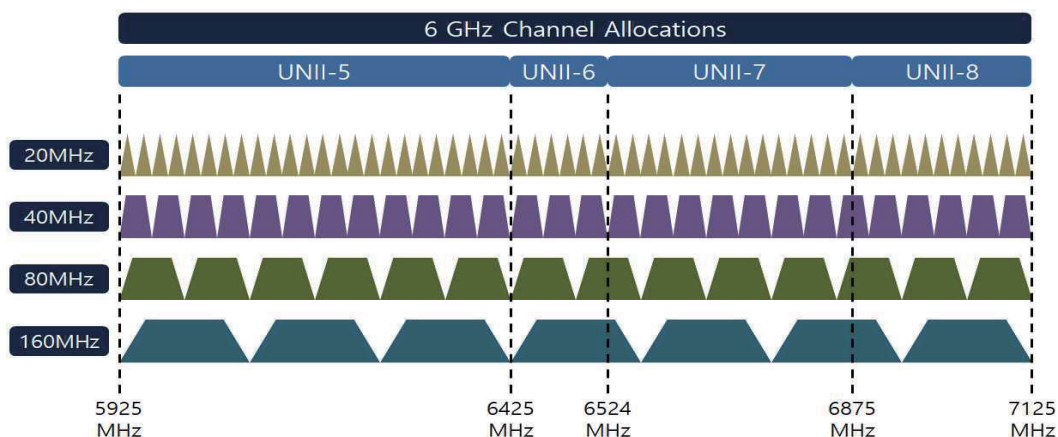
[그림 2.7] IEEE 802.11 Task Group별 표준화 추진 현황[6]

IEEE 802.11 Wireless LAN 워킹그룹은 Wi-Fi에 대한 MAC 및 PHY 계층 표준을 제정하는 그룹으로서, '90년대부터 활발하게 표준화 활동을 지속하고 있다. '97년에 발표된 최초의 무선랜 표준에서는 2.4 GHz ISM 대역에서 DSSS, FHSS 기법을 사용하여 수 Mbps의 속도를 제공하였으며, 이후 802.11a('99년), 802.11b('99년), 802.11g('03년), 802.11n('09년), 802.11ac('13년), 802.11ax('21년) 등의 후속 표준들을 통해 전송속도와 주파수 효율성 측면에서 많은 발전을 이룩했다.

1세대와 2세대 Wi-Fi의 경우 '90년대 IEEE 802.11b 표준의 개발과 '99년의 일반시장에 2.4 GHz 주파수에 11 Mbps 이하의 속도로 기본 인터넷 서비스를 제공하였으며, 주 서비스는 e-mail 정도였다. '00년에는 송신 신호를 수백 개 이상의 직교(Orthogonal)하는 협대역 부 반송파(Subcarrier)로 변조하여 다중화하는 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 기술 기반 IEEE 802.11g 표준이 개발되었다. 이 기술로 54 Mbps의 속도로 웹 데이터 전송이 가능하게 되었으며, 이를 3세대 Wi-Fi라고 하며 주파수는 2.4 GHz와 5 GHz 대역을 사용하였다. '09년에 발표된 4세대 Wi-Fi부터는 IEEE 802.11n으로 OFDM

기술과 더불어 SU-MIMO 기술이 접목되어 영상 스트리밍이 가능하게 되고, 최고 전송속도는 600 Mbps까지 높아졌다. 5세대 Wi-Fi는 '13년에 완성된 IEEE 802.11ac 표준으로 5 GHz 주파수대역을 더욱 발전시켜 사용 대역폭을 160 MHz 까지 확장되고 최고 전송속도는 6.9 Gbps까지 가능하여 고품질 콘텐츠의 무선 전송서비스가 가능하게 되었다.

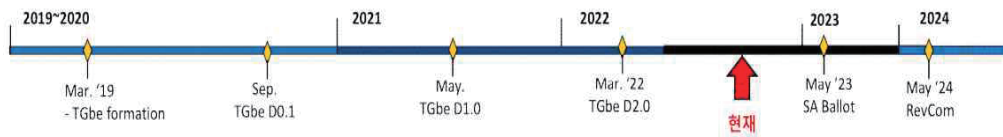
'21년부터 도입된 6세대 무선랜 표준인 IEEE 802.11ax는 고밀도 AP/단말 환경에서 고효율 무선랜 성능을 확보하기 위해 광대역 무선랜 OFDMA 기술, 확장된 MIMO & 빔포밍 기술, 실외 환경 성능 향상 기술, OBSS 성능 향상을 위한 동적 CCA threshold 기반 Spatial Reuse 기술 등이 새롭게 도입되었다. 사용 주파수도 기존의 2.4 GHz, 5 GHz 뿐만 아니라 6 GHz 대역까지 사용할 수 있으며, 6 GHz 대역의 경우 최대 1200 MHz 대역폭을 사용하여 20 MHz 채널 59개, 40 MHz 채널 29개, 80 MHz 채널 14개, 160 MHz 채널 7개를 확보할 수 있다



[그림 2.8] 6 GHz 대역 Wi-Fi 채널 배치 현황(출처 : Wi-Fi Alliance)

IEEE 802.11ax 이후의 차세대 Wi-Fi로 320MHz 대역폭, 4096 QAM, Multi Link 활용을 통해 30 Gbps 이상의 초고속 무선랜 기술을 정의하는 IEEE 802.11be 표준화 활동이 활발하게 진행되고 있다.

IEEE 802.11be는 '18년 5월에 출범한 EHT(Extremely High Throughput WLAN) Study Group에서 표준화 논의가 시작되었으며, '19년 5월부터 TGbe Task Group이 구성되어 표준화 작업이 진행되고 있다. '20년 9월에 IEEE 802.11be Draft 0.1이 발간되었고, 현재까지 지속적인 작업이 진행되고 있으며 '24년 5월 최종 표준 승인을 목표로 하고 있다.



[그림 2.9] IEEE 802.11be 표준화 추진 일정[6]

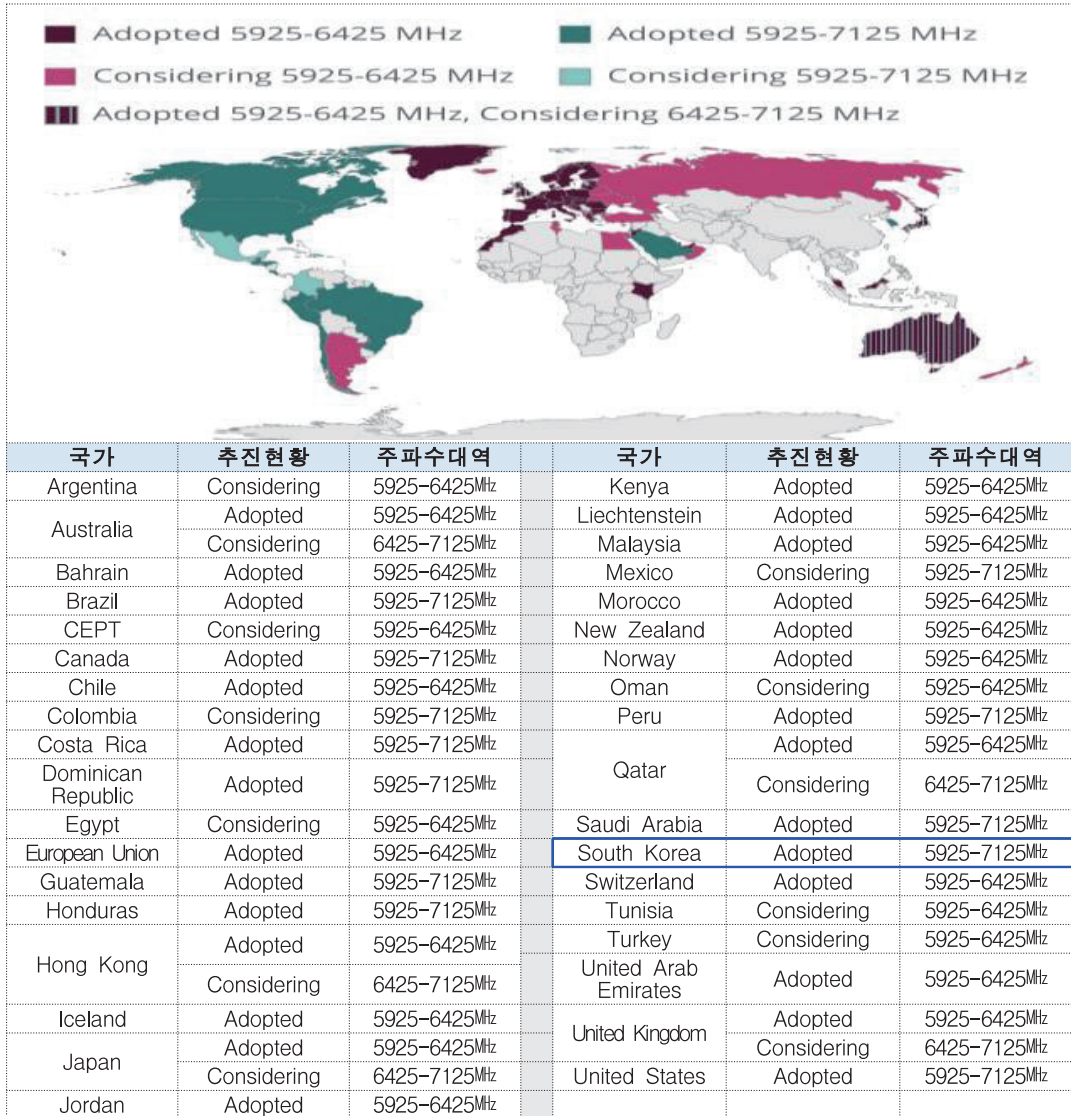
	Wi-Fi 4	Wi-Fi 5	Wi-Fi 6/6E	Wi-Fi 7
Features	IEEE 802.11n (HT) - High Throughput	IEEE 802.11ac (VHT) - Very High Throughput	IEEE 802.11ax (HE) - High Efficiency	IEEE 802.11be (EHT) - Extremely High Thput
Frequency bands [GHz]	2.4, 5 GHz	5 GHz	2.4, 5 and 6 GHz (6E)	2.4, 5 and 6 GHz
Channel widths [MHz]	20, 40	20, 40, 80, 160(80+80)	20, 40, 80, 160(80+80)	20, 40, 80, 160(80+80), 320
OFDM numerology	64 tones / 20 MHz	64 tones / 20 MHz	256 tones / 20 MHz	256 tones / 20 MHz
OFDM symbol duration	3.2 μs (GI = 0.4/0.8 μs)	3.2 μs (GI = 0.4/0.8 μs)	12.8 μs (GI = 0.8/1.6/3.2 μs)	12.8 μs (GI = 0.8/1.6/3.2 μs)
Modulations	BPSK, QPSK, 16/64-QAM	BPSK, QPSK, 16/64-QAM, 256-QAM	BPSK, QPSK, 16/64/256-QAM, 1024-QAM	BPSK, QPSK, 16/64/256/1024-QAM, 4096-QAM
Forward Error Correction	BCC mandatory, LDPC optional	BCC mandatory, LDPC optional	BCC mandatory, LDPC mandatory	BCC mandatory, LDPC mandatory
MU transmissions	SU-MIMO	SU-MIMO DL MU-MIMO	DL & UL SU/MU-MIMO DL & UL OFDMA	DL & UL SU/MU-MIMO DL & UL OFDMA
OFDMA RU (Resource Unit) sizes	-	-	26, 52, 106, 242, 484, 996, 2x996	26, 52, 106, 242, 484, 996, 2x996, 3x996, 4x996, 52+26, 106+26, 484+242, 996+484, 2x996+484, 3x996+484
MU-MIMO stations (Max Spatial Streams)	Up to 1 STAs (4SS)	Up to 4 STAs (8SS)	Up to 8 STAs (8SS)	Up to 8 STAs (16SS)
Max. throughput	600 Mbps	6.933 Gbps	9.607 Gbps	Over 30 Gbps

[그림 2.10] Wi-Fi 기술 발전 현황(출처 : Wi-Fi Alliance)

3. 6 GHz Wi-Fi 관련 해외 동향

6 GHz 대역은 국제적으로 Wi-Fi 6E 등을 위한 비면허 주파수 용도로 활성화되고 있으나 지역별, 국가별 상황에 맞는 유동적인 정책 추진이 진행 중이며, 주요 국가로는 미국, 영국, 브라질, 인도 그리고 유럽 등이 이미 6 GHz 비면허 대역의 사용을 허용하며 5G와 결합하여 이용하고 있다.

6 GHz 대역은 미국, 한국이 비면허로 공급한 이후 많은 국가들이 비면허 정책을 추진하고 있으며, 특히 유럽 지역은 일부 국가에서 6425 ~ 7125 MHz를 IMT로도 사용을 검토하고 있어 5925 ~ 6425 MHz 대역만 비면허로 공급하고 있는 상태이다. 아래 그림 2.11에는 Wi-Fi alliance에서 '22년 10월에 발간한 세계 6 GHz 대역 주파수 공급 추진현황을 나타내고 있으며, 그림에서 알 수 있는 것처럼 국가별로 6 GHz Wi-Fi 대역으로 고려하는 주파수가 일부 상이한 것을 확인할 수 있다.



[그림 2.11] 세계 6 GHz 대역 주파수 공급 현황 ('22.10월 기준, 출처 : Wi-Fi alliance)

가. 미국

미국은 6 GHz 대역 Wi-Fi 서비스 확산을 위해 5925 ~ 7125 MHz 주파수 대역을 가장 먼저 비면허 주파수로 분배하였고, 기존 면허 무선국과의 간섭을 회피하면서 좀 더 유연하게 사용할 수 있도록 주파수 공동사용을 위한 AFC 시스템 도입 등을 체계적으로 진행해 오고 있다.

미국 FCC는 '20년 7월 27일에 6 GHz 대역(5925 ~ 7125 MHz) 1,200 MHz 폭을

Wi-Fi 용도로 사용할 수 있도록 세계 최초로 비면허 주파수로 분배하였다. 이미 사용하고 있던 2.4 GHz 및 5 GHz 대역에 이어 6 GHz 대역까지 Wi-Fi가 사용할 수 있도록 비면허 주파수 범위를 확장하여 저전력 근접 무선통신 네트워크를 활성화하기 위한 정책을 적극적으로 추진하였다. 미국은 관련 법안을 제정하기 위해 크게 3단계로 진행하였다. 6 GHz 대역을 비면허 주파수로 분배하기 위한 이슈 제기 및 의견을 구하는 질의공고(NOI, '17년 8월)를 시작으로 새롭게 제정될 규칙을 고지하는 규칙제정공고(NPRM, '18년 10월)를 거쳐 보고서 및 명령(R&O, '20년 4월)의 단계 이후 '20년 7월 27일에 최종 시행되었다[7]. 그림 2.12와 같이 4년 동안 진행된 수요와 공급까지의 논의단계는 앞에서 설명한 주파수 효율 측면의 공동사용 정책의 일환이며, 기 운영 중인 다양한 기기와의 상호공존을 위한 것이다.



[그림 2.12] 미국의 6 GHz 비면허 정책 시행 과정

기존 면허 서비스를 보호하고 동시에 비면허 기기의 사용을 허용하기 위해서 FCC에서는 비면허 기기의 기술기준을 크게 3가지로 세분화하여 규정하였다. 사용하는 무선기기의 복사전력 크기에 따라 Standard Power(SP), Low Power Indoor only(LPI), Very Low Power(VLP)로 분류하였다. 가장 출력이 높은 SP는 기존 면허 서비스에 간섭을 주지 않기 위해 반드시 AFC(Automated Frequency Coordination) 시스템에 등록된 후 간섭분석 결과에 따라 가용채널과 출력레벨을 획득하여야 하며, 최대 36 dBm(EIRP)까지 사용할 수 있도록 규정하였다. LPI는 오직 실내에 설치되는 무선기기에만 적용되는 기술기준으로 출력레벨은 SP보다 6 dBm 낮은 30 dBm(EIRP)까지로 제한하고 있으며, 건물 등의 외벽 투과 손실을 감안 하여 AFC 시스템의 제어를 받지 않는다. VLP는 실내와 실외에서 모두 사용이 가능하며, 출력은 14 dBm(EIRP)까지로 제한되고 단말(Client)은 6 GHz 전체 대역에서 AP(Access Point)보다 낮은 전력으로 운용해야 한다. 운용 위치 및 시간이 가변적인 이동방송중계와 케이블 TV 중계 시스템은 AFC 기반 공존

방식 적용이 어렵기 때문에 해당 U-NII 대역에서의 비면허 기기 사용을 제한하고 있다. 미국의 6 GHz U-NII(Unlicensed National Information Infrastructure) 대역은 [표 2.4]와 같이 4개의 대역으로 구분된다. UNII-5 대역(5925 ~ 6425 MHz)과 UNII-7 대역(6525 ~ 6875 MHz)의 850 MHz 대역폭은 AFC 적용 조건의 SP(Standard Power)로 AP(4 W)와 Client(1 W)로 실외사용이 가능하고, UNII-5/6/7/8까지의 전체 대역(1,200 MHz 폭)은 실내용 AP(1 W) 및 Client (250 mW)로만 사용할 수 있다.

[표 2.4] 미국 FCC의 6 GHz 비면허 대역 주파수 공유 기술기준[8]

구분		U-NII-5	U-NII-6	U-NII-7	U-NII-8
주파수 대역		5.925~6.425 GHz	6.425~6.525 GHz	6.525~6.875 GHz	6.875~7.125 GHz
채널 수	20 MHz	24	4	18	11
	40 MHz	12	1	9	5
	80 MHz	6	0	4	2
	160 MHz	3	0	2	1
규정 및 제약		실내 운용 및 보호구역 이외의 실외 운용을 허가	실내 운용만 허가	실내 운용 및 보호구역 이외의 실외 운용을 허가	실내 운용만 허가
실외 운용 규정		AFC DB와 연결되어 운용 최대 전력: 36 dBm (AP), 30 dBm (client)	X	AFC DB와 연결되어 운용 최대 전력: 36 dBm(AP), 30 dBm(client)	X
실내 운용 규정		최대 전력: 30 dBm (AP), 24 dBm (client) (최대 전력은 effective isotropic radiated power (EIRP)를 의미)			

'21년 9월 FCC는 AFC 시스템 운용을 위한 제안서와 함께 제공해야 하는 정보, AFC 시스템 운영자를 지정하기 위한 절차 등을 발표하였다, 요구사항으로는 SP 기기는 위치 추적 기능을 갖추어야 하고, 하루 한 번씩 AFC 시스템에 위치를 알려 정해진 출력과 주파수 하에서 작동될 수 있도록 해야 한다. AFC 시스템은 하루 한 번씩 FCC의 데이터베이스인 ULS(Universal Licensing System)에 접속하여 정보를 업데이트해야 한다. AFC 시스템은 마이크로파 수신기에서 예측한 간섭 잡음비가 -6 dB를 초과해서는 안되며 표준전력 기기의 최대 허용 EIRP 36 dBm 에서 주파수 가용성을 결정할 수 있어야 한다. AFC 시스템 운영자는 한 명 이상 지정하여야 하고, 5년간 시스템을 운영해야 하며 실적에 따라 갱신이 가능하다. 또한, 표준전력 접근 기기에 서비스를 제공하는 대가로 요금을 부과할 수 있다[9].

FCC는 '22년 11월 Broadcom, Google, Comsearch, Sony group, Kyrio, Key Bridge Wireless, Nokia Innovations, Federated Wireless, Wireless Broadband Alliance, Wi-Fi Alliance(WFA), Qualcomm, Plume Design, RED Technologies 등 13개 기관을 AFC 시스템 운영기관으로 조건부로 승인하였으며, 이 기관들은 상용 목적으로 사용하기 위한 시스템을 지속적으로 개발할 계획이다. FCC에서는 이 13개 기관에서 개발한 시스템이 FCC 규칙에 적합한지 확인하기 위한 테스트를 진행할 예정이며, 테스트를 통과한 기관에 대해서 상용 운용을 승인할 계획임을 밝혔다.[10]

나. 유럽 및 기타 국가

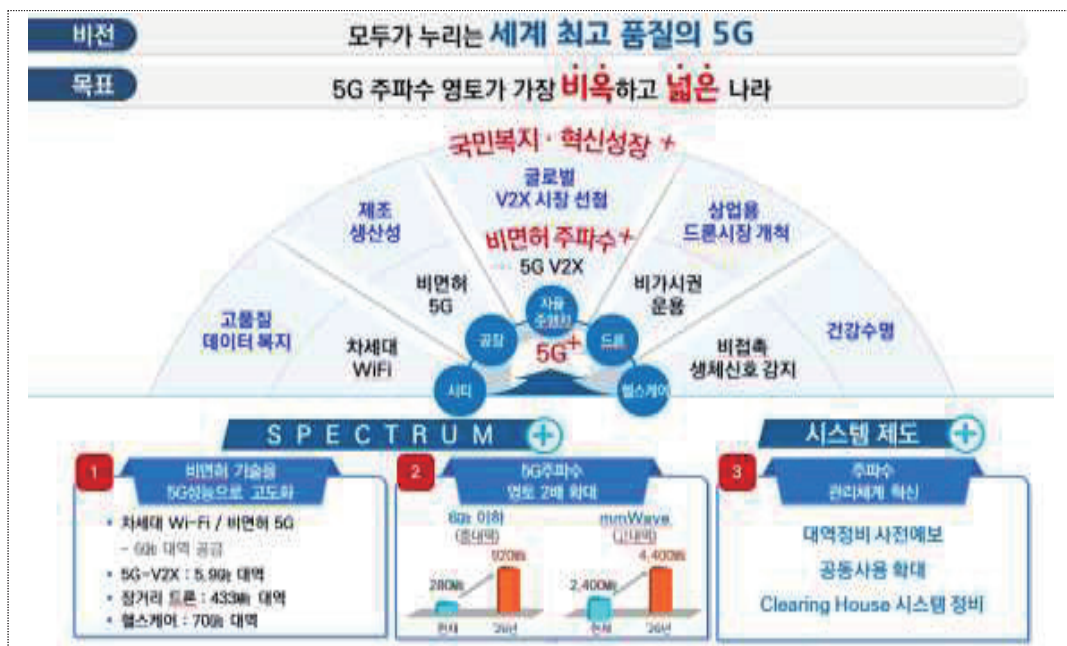
'17년 12월, 유럽위원회(EC)에서는 6 GHz 대역(5925 ~ 6425 MHz, 500 MHz폭)의 비면허 서비스 확대를 위한 연구를 CEPT에 요구하였다. 이에 CEPT ECC 산하 SE45와 FM57에서 기존 무선국과의 공존 가능성, 상호공존 조건, 기술 등을 검토하도록 요청하였다. CEPT에서는 유럽위원회(EC)의 요청을 받은 후 5925 ~ 6425 MHz 대역을 사용하고 있는 고정국, 고정위성국, 지능형교통시스템, 열차 제어시스템, 전파천문, UWB와의 간섭영향 및 공유 가능성 연구 등을 수행한 후 '21년 7월 5925 ~ 6425 MHz 대역을 비면허 주파수로 제공하기로 승인하였다.[11]

'20년 7월 영국 방송통신규제위원회(Ofcom: Office of Communications)는 5925 ~ 6425 MHz 대역만을 비면허 주파수로 사용하기로 승인하였다[12]. 6 GHz 대역 비면허 기술기준은 초저전력(Very Low Power), 실내 사용(indoor use: EIRP 24 dBm)과 실외 사용(outdoor use: EIRP 14 dBm)으로 구분된다. 실내 사용에는 건물 내부나 항공기 내부와 같은 밀폐된 공간에서의 사용은 가능하고, 무인항공기에서의 사용은 제한하고 있다. 또한, 영국은 Wi-Fi 6E 기기 사용의 효율성 증대를 위해 5.8 GHz(5725 ~ 5850 MHz) 대역에서 무선 LAN의 지정된 채널 분배를 위한 동적 주파수 선택(DFS: Dynamic Frequency Selection) 시스템을 제거하고 DFS를 위해 80 MHz 대역폭의 사용하지 않는 채널을 확보하기로 했다. DFS는 인근의 접속할 수 있는 신호레벨이 감지되면 채널 전환을 요구하기 때문에 Wi-Fi 6E 사용자들의 AP(Access Point) 접속연결 지연 및 주파수 혼잡을 일으킬 수 있다. 영국은 6 GHz의 상위대역(6425 ~ 7125 MHz)을 비면허 주파수로 공급하기 위해 CEPT 및 ETSI에서 수행된 기술보고서를 검토하고 있다.

4. 6 GHz Wi-Fi 관련 우리나라 동향

가. 정책 동향

우리나라는 '19년 12월 과학기술정보통신부에서 발표한 「5G+ 스펙트럼 플랜」을 통해 5세대(5G) 이동통신 최초 상용화 이후 5G 품질을 실현하고 글로벌 경쟁력을 강화하기 위한 주파수 공급 전략을 수립하였다. 「5G+ 스펙트럼 플랜」에서는 크게 세 가지 정책 방향을 제시하고 있으며, 한 가지 정책이 비면허 기술을 5G 성능으로 고도화하는 것이다. 5세대 또는 6세대 Wi-Fi의 경우 5G에 비해 데이터의 분산, 소비기능이 저용량이기 때문에 7세대 Wi-Fi 도입을 통해 서비스 성능을 개선하고 용량을 확장하는 것을 목표로 하고 있다.



[그림 2.13] 5G+ 스펙트럼 플랜 비전 및 목표

과학기술정보통신부는 산업계의 요구, 국내 이동통신사의 의견을 기반으로 전파 정책자문회의와 연구반 검토 등을 거쳐 '20년 10월 5925 MHz~7125 MHz 주파수의 1,200 MHz 폭 전체를 Wi-Fi 사용이 가능하도록 비면허 주파수로 공급하였으며, 6 GHz 대역에서의 Wi-Fi로 인한 기존 무선국을 보호하기 위해 실외에서 사용하는 경우에는 매우 낮은 수준(25 mW)으로 출력을 제한하였다.[13].

6 GHz 대역 Wi-Fi 기술기준 개정 이후 '22년 산업계에서는 지하철 객차 안에서 Wi-Fi 6E를 원활하게 이용할 수 있도록 현재의 Wi-Fi 출력기준의 완화를 요청하였고, 과학기술정보통신부는 산·학·연 전문가로 연구반을 구성하여 타 무선국과의 간섭영향을 확인하기 위한 실험, 이해관계자 협의 등을 진행하였다. 통신사업자(3 개사)와 공동으로 진행한 「5G 28 GHz 활용 지하철 Wi-Fi 성능개선 실증」을 통해 지하철 Wi-Fi 속도 10배 향상이라는 성능 개선의 효과뿐만 아니라 동일 대역을 사용하는 면허무선국과의 혼간섭 영향이 없음을 확인하였다. 이에 과학기술정보통신부는 지하철 객차 내부에서 사용하는 경우에 한하여 6 GHz 일부 대역(5,925 ~ 6,425MHz, 500 MHz 폭)의 출력기준을 상향(25 mW → 250 mW)하여 고품질의 Wi-Fi 서비스를 이용할 수 있도록 기술기준을 추가로 개정하였다[14].

[표 2.5] 6 GHz Wi-Fi 기술기준

제7조(특정소출력무선국용 무선설비)			
⑤ 무선랜을 포함한 무선접속시스템용(WAS) 특정소출력무선기기의 기술기준은 다음과 같다.			
1. 5150~5350 MHz, 5470~5850 MHz 주파수대역의 전파를 사용하는 무선기기는 다음의 조건에 적합할 것. 다만, 제7항 제3호, 제5호, 제6호에 해당하는 기기는 이 조항의 규정을 적용하지 아니한다. (이하생략)			
2. 5925~7125 MHz 주파수대역의 전파를 사용하는 무선기기는 다음의 조건에 적합할 것			
가. 주파수 대역, 안테나 절대이득을 포함한 전력밀도 등			
주파수대역(MHz)	점유주파수 대역폭	안테나 절대이득을 포함한 복사전력	비고
5925~6425	160MHz 이하	14dBm 이하 (단, 전력밀도 1dBm/MHz 이하)	※ 안테나 절대이득을 포함한 전력밀도는 평균치일 것 ※ 드론에서 사용은 금지할 것 ※ 자동차에 사용하는 내장형 무선기기의 경우, 6085~6425MHz 대역을 사용할 것



나. 건물 내에서만 사용하는 무선기기의 주파수 대역, 안테나 절대이득을 포함한 전력밀도 등

주파수대역(MHz)	점유주파수 대역폭	안테나 절대이득을 포함한 전력밀도	비고
5925~7125	160MHz 이하	2dBm/MHz 이하	※ 안테나 절대이득을 포함한 전력밀도는 평균치일 것 ※ 건물 내 전원에 연결되어 설치 운용되는 기기 또는 이 기기와 통신하는 기기에 한함 ※ 자동차, 항공기, 철도, 선박, 드론 등 이동체에서 사용은 금지할 것

다. 가목 및 나목에도 불구하고 지하철 내에서만 사용하는 무선기기의 주파수 대역, 안테나 절대이득을 포함한 전력밀도 등

주파수 대역(MHz)	점유주파수 대역폭	안테나 절대이득을 포함한 전력밀도	비고
5925~6425	160MHz 이하	2dBm/MHz 이하	※ 안테나 절대이득을 포함한 전력밀도는 평균치일 것 ※ 지하철 객차 내 전원에 연결되어 설치, 운용되는 기기 또는 이 기기와 통신하는 기기에 한함

라. 주파수허용편차는 $\pm 20 \times 10^{-6}$ 이내일 것

마. 불요발사는 지정주파수 대역 밖의 주파수에서 안테나 절대이득을 포함한 평균전력밀도가 -27 dBm/MHz 이하 일 것. 다만, 가목의 경우, 5925~6425 MHz 대역 밖의 주파수에서 -34 dBm/MHz 이하 일 것

바. 변조형식은 디지털변조일 것

사. 송신 전 신호감지 (Listen Before Transmission) 방식을 이용할 것. 송신 전 9 μ s 이상 수신하여 그 수신신호의 세기가 -62 dBm 이하인 경우에 한하여 전파를 발사하고, 10 ms 이내에 송신을 중단하여 16 μ s 이상 송신을 휴지할 것(다만, 제어 또는 응답 신호는 예외로 한다.)

아. 수신 또는 송신 대기 상태의 부차적 전파발사는 다음의 기준값 이하일 것

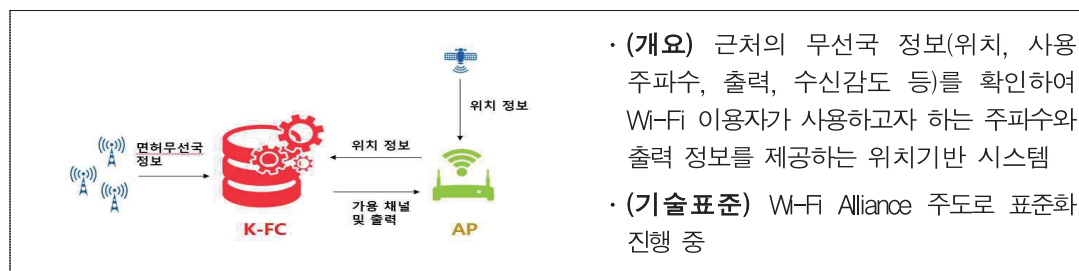
주파수	기준값(평균값)	기준 대역폭
1GHz 미만	- 54 dBm	100 kHz
1GHz 이상	- 47 dBm	1 MHz

[표 2.6] Wi-Fi 관련 비면허 무선기기 기술기준 제·개정 이력

연도	주요내용
1994	<ul style="list-style-type: none"> ■ 2400-2480 MHz, 5725-5825 MHz, 17 GHz, 19 GHz 대역을 구내무선국용 무선랜 주파수로 분배 ※ 체신부공고 제1994-17호
2004	<ul style="list-style-type: none"> ■ WRC-03 결과를 토대로 5150-5250 MHz, 5250-5350 MHz, 5470-5650 MHz 대역을 “무선랜을 포함한 무선접속시스템용(WAS) 특정소출력무선기기”로 주파수 분배 ※ 정보통신부고시 제2004-62호 ■ WAS용 주파수 분배에 따른 기술기준 제정 (5650-5725 MHz 대역은 이동방송중계와의 간섭 문제로 인해 제외됨) ※ 정보통신부고시 제2004-76호
2005	<ul style="list-style-type: none"> ■ 특정소출력무선국용 무선기기 용도 재편성 ※ 정보통신부고시 제2005-60호, 전파연구원고시 제2005-127호 - 무선랜을 포함한 무선접속시스템용 주석 변경(K117A 삭제→ K37E 신설) - 기술기준 전면 개정을 통해 무선랜 및 무선데이터통신시스템용 특정소출력 무선기기 용도 재편성
2007	<ul style="list-style-type: none"> ■ IEEE 802.11n(대역폭 40 MHz, MIMO-OFDM 등)을 반영하여 기술기준 개정 ※ 정보통신부고시 제2007-80호
2012	<ul style="list-style-type: none"> ■ IEEE 802.11ac 기술을 도입하기 위하여 점유주파수대폭 확대 등 기술기준 개정 ※ 방통위고시 제2012-101호
2016	<ul style="list-style-type: none"> ■ 5650~5725 MHz, 5825-5850 MHz의 주파수 대역을 Wi-Fi, IoT, 드론 등 다양한 무선 기기에서 사용할 수 있도록 주파수 분배 및 기술기준 마련 ※ 미래창조과학부고시 제2016-102호
2018	<ul style="list-style-type: none"> ■ 5150-5230 MHz대역 출력허용기준을 다른 대역과 동일한 수준으로 상향 조정하고, 연속된 주파수를 이용해 채널대역폭을 최대 160 MHz폭 까지 사용할 수 있도록 기술기준 개정 ※ 과학기술정보통신부고시 제2018-38호
2020	<ul style="list-style-type: none"> ■ 5925-7125 MHz를 무선랜을 포함한 WAS용으로 분배하고 관련 기술기준을 마련 ※ 과학기술정보통신부고시 제2020-59호
2022	<ul style="list-style-type: none"> ■ 6 GHz 대역 일부(5925-6425 MHz)에 한해 지하철 객차 안에서 Wi-Fi 6E를 이용할 수 있도록 기술기준 개정 ※ 과학기술정보통신부고시 제2022-13호

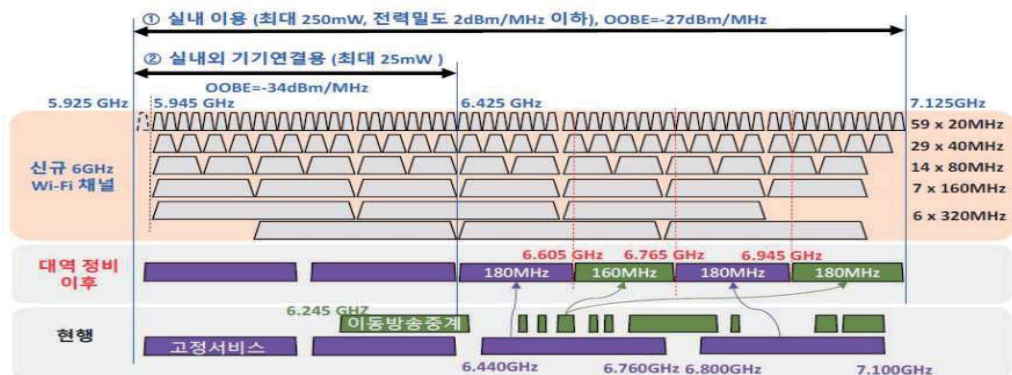
더 나아가서 6 GHz 대역을 Wi-Fi가 좀 더 유연하게 사용할 수 있도록 출력을 상향하기 위해 미국의 AFC(Automated Frequency Coordination)와 같은 한국형 주파수공동사용시스템인 K-FC(Korea Frequency Control) 구축을 위한 기술개발, 기존 무선국 정비 및 관련 시스템 구축을 위한 선행 연구도 같이 진행되고 있다.

K-FC는 이미 허가를 받은 면허 무선국(고정국, 비상국 및 일반지구국)이 사용하고 있는 6 GHz 대역을 Wi-Fi가 간섭이 없이 사용할 수 있도록 가용 채널과 출력레벨(최대 1 W) 정보를 제공하기 위한 시스템이다. K-FC 운영 절차는 이용자가 Wi-Fi 설치 위치를 선택한 후 기기 정보와 위치정보 등을 제출하면 국립전파연구원의 무선국 허가 DB에 입력된 무선국 정보를 기반으로 간섭영향을 분석하여 실제 이용이 가능한 채널과 실제 사용할 수 있는 최대 출력 정보를 제공하게 된다. Wi-Fi 시설자는 제공된 기준에 맞춰 Wi-Fi 설비를 구축하고 서비스를 제공할 수 있도록 하는 시스템이며, 그림 2.14에 개념도를 제시하고 있다.



[그림 2.14] 주파수공동사용시스템(K-FC) 개념도

과학기술정보통신부에서는 K-FC의 원활한 운영을 위해 현재 6 GHz 대역을 사용하고 있는 고정방송중계 무선국과 이동방송중계 무선국의 주파수를 회수재배치하는 작업을 '20년부터 '24년까지 연차적으로 진행하고 있으며, 세부 현황은 그림 2.15에 나타내었다.



[그림 2.15] 국내 6 GHz 기술기준 및 대역정비[15]

5. 6 GHz Wi-Fi 관련 산업체 동향

퀄컴, 인텔, 브로드컴 등의 칩셋 제조사들은 '19년부터 Wi-Fi 6E를 지원하는 칩셋 출시를 완료하였으며, 이를 장착한 AP와 단말 등 Wi-Fi 제품도 '20년 말부터 출시가 진행되고 있다. 또한, '21년부터는 Wi-Fi 6E를 지원하는 단말, 노트북, AR·VR 기기의 출시도 점점 증가하고 있으며, '23년부터는 더욱 증가할 것으로 예상된다.

[표 2.7] Wi-Fi 칩셋 출하량 현황 및 전망 (단위: 백만대)

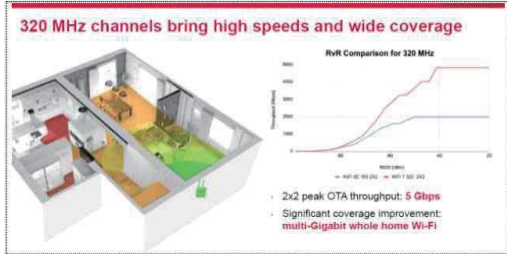
구분	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	CAGR
스마트폰	1,460.4	1,612.1	1,675.6	1,734.0	1,779.2	1,817.1	1,849.0	4.0%
피쳐폰	16.7	9.8	8.3	5.6	3.9	2.3	1.0	-37.5%
데스크탑PC	62.3	66.0	68.8	70.6	72.4	73.4	73.2	2.7%
휴대용PC	150.3	145.3	141.9	138.6	135.7	133.1	130.3	-2.4%
PC악세사리	107.8	112.1	118.1	124.1	130.1	135.5	139.7	4.4%
네트워킹	252.3	268.9	284.1	297.5	311.6	326.9	344.7	5.3%
태블릿	119.7	114.1	105.7	96.7	89.0	83.4	78.8	-6.7%
휴대용 기기	71.1	62.4	54.5	47.0	40.6	37.2	33.1	-12.0%
홈엔터테인먼트	378.8	409.6	438.9	462.6	488.6	515.5	536.1	6.0%
기타 소비자가전	45.7	61.1	75.7	92.2	111.9	136.1	168.6	24.3%
스마트홈	105.4	134.5	157.4	174.2	187.7	198.2	213.3	12.5%
웨어러블	55.5	74.3	99.5	126.6	151.6	176.4	201.3	24.0%
자동차	29.3	37.9	46.2	56.0	67.4	75.8	78.6	17.9%
IoT 응용	56.1	68.1	81.8	94.4	112.5	136.6	157.3	18.7%
합계	2,911.4	3,176.0	3,356.5	3,520.0	3,682.4	3,847.5	4,005.0	5.5%
스마트폰 비율	50.7%	51.1%	50.2%	49.4%	48.4%	47.3%	46.2%	-

※ 출처 : ABI Research, 2019

표 2.7에서 알 수 있는 것처럼, Wi-Fi 6E 기반의 다양한 제품들이 등장하고 있고, Wi-Fi 7의 표준화 완료 시점에 다가옴에 따라 우리나라 통신사업자 등 주요 산업체들은 관련 제품 개발 및 출시를 위해 Wi-Fi 관련 비면허 기술기준의 개정을 요청해오고 있다.

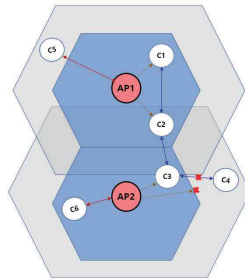
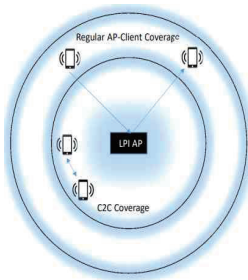
[표 2.8] Wi-Fi 기술기준 관련 주요 이슈 현황

< 채널대역폭(160MHz vs. 320MHz)에 따른 전송속도 비교 분석, @브로드컴 >



	US (proposed)	Europe (adopted)	South Korea (adopted)
Frequency band	5.925-7.125 GHz	5.945-6.425 GHz	5.925-6.425 GHz
Channel access and occupation rules	contention-based	contention-based	contention-based
Maximum AP e.i.r.p.	14 dBm	14 dBm	14 dBm
Maximum AP e.i.r.p. density	-8 dBm/MHz Industry ask: 1 dBm/MHz	1 dBm/MHz 10 dBm/MHz for narrowband	<20 MHz: 1 dBm/MHz <40 MHz: -2 dBm/MHz <80 MHz: -5 dBm/MHz <160 MHz: -8 dBm/MHz
OBE limit	-27 dBm/MHz below 5925 MHz	-45 dBm/MHz (-37 dBm/MHz in 2025) below 5935 MHz	-27 dBm/MHz below 5925 MHz

① 채널 대역폭 확대(160 MHz → 320 MHz)

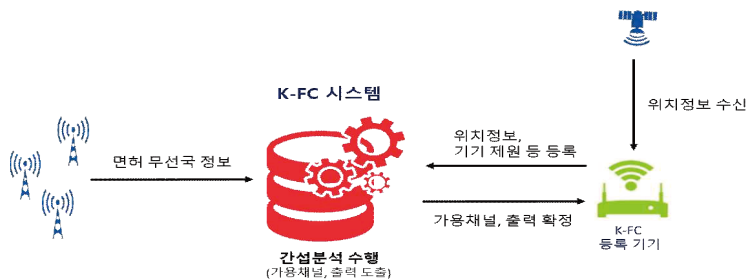


③ 단말기간 직접연결(C2C)

② 주파수 대역 확대(160 MHz → 320 MHz)

	US (adopted)	Europe (adopted)	South Korea (adopted)
Frequency band	5.925-7.125 GHz	5.945-6.425 GHz	5.925-7.125 GHz
Channel access and occupation rules	contention-based	contention-based	contention-based
Maximum AP e.i.r.p.	30 dBm	23 dBm	
Maximum AP e.i.r.p. density	5 dBm/MHz proposed 8 dBm/MHz	10 dBm/MHz	2 dBm/MHz
Maximum Client e.i.r.p.	24 dBm/MHz		
Maximum Client e.i.r.p. density	-1 dBm/MHz		
OBE limit	-27 dBm/MHz below 5925 MHz	-22 dBm/MHz below 5935 MHz	-27 dBm/MHz below 5925 MHz

④ LPI 출력 상향



⑤ 주파수공동사용시스템(K-FC) 도입

우리나라 산업체에서 수요를 제기하고 있는 기술기준 개정 사항들은 표 2.8에 나타난 것 처럼 크게 5 가지로 정리할 수 있다.

첫 번째로 채널 대역폭 확대는 Wi-Fi 7 표준에서는 최대 채널 대역폭을 320 MHz 까지 사용할 수 있음에 따라 현재 기술기준의 채널 대역폭 160 MHz를 320 MHz까지 확대가 필요하다는 수요를 제기하였다. 두 번째로 주파수 대역 확대는 실내외에서

사용할 수 있는 VLP 모드의 경우 현재의 5925 ~ 6425 MHz(대역폭 500 MHz) 주파수 대역으로는 첫 번째에서 제기된 채널 대역폭이 320 MHz로 확대되는 경우 1개 채널만 사용할 수 있어 320 MHz 채널 2개를 사용할 수 있도록 5925 ~ 6585 MHz(대역폭 660 MHz)로 확대가 필요하다는 수요를 제기하였다. 세 번째는 실내에서 Wi-Fi를 사용하는 경우 VLP 단말에서 LPI 출력을 사용할 수 있도록 출력 완화(1 dBm/MHz → 2 dBm/MHz)가 필요하다는 수요를 제기하였으며, 네 번째는 미국 등 글로벌 수준으로 LPI 출력을 상향(2 dBm/MHz → 5 dBm/MHz)이 필요하다는 수요를 제기하였다. 마지막으로 기존 면허 무선국과의 간섭 영향 여부를 판단하여 최대 출력 1 W까지 사용할 수 있도록 하기 위한 K-FC 개발이 필요하다는 수요를 제기하였다.

과학기술정보통신부에서는 국내 산업체에서 제기한 기술기준 개정 사항들을 검토하기 위해 국내 산학연관 전문가로 구성된 “6 GHz 대역 제도개선 연구반”을 '21년부터 구성해서 운영해오고 있다. 동 연구반에서는 국내외 표준화 및 기술 개발 현황, 국내 무선국과의 간섭 영향 등을 검토하여 순차적으로 제도개선을 수행할 예정이며, 상기 수요 외에 Wi-Fi 관련 정책 및 제도개선 수요가 제기되는 경우 이를 포함하여 검토를 수행할 계획이다.

6. 6 GHz Wi-Fi 기술기준 개정(안)

금번 6 GHz Wi-Fi 관련 기술기준 개정 사항은 크게 2가지로 분류할 수 있다. 첫 번째 개정사항은 앞에서 기술기준 수요제기 사항으로 언급된 사항인 채널 대역폭 확대와 관련된 사항이다. 앞에서 언급한 것처럼, Wi-Fi 7 표준화 등을 고려하여 사용하는 채널 대역폭을 현재 160 MHz에서 320 MHz로 확대함으로써 고품질의 Wi-Fi 이용기반을 마련하기 위함이었다. 동 내용에 대해 “6 GHz 대역 제도개선 연구반”에서 검토한 결과 채널 대역폭을 확대하여도 다른 면허 무선국에 간섭이 없다는 결론이 도출되어 기술기준 개정(안)을 마련하였다.

두 번째 개정사항은 지하철 객차 내에서 6 GHz Wi-Fi를 사용할 수 있도록 세계 최초로 우리나라에서 도입한 기술기준과 관련된 사항이다. 현행 기술기준에서는 지하철 객차 내에서는 5925 ~ 6425 MHz까지 2 dBm/MHz의 출력을 사용할 수 있도록 규정하고 있다. 또한, 다른 무선국에 간섭을 주지 않도록 별도의 불요발사 기준을 적용 주파수 대역과 출력값으로 규정하고 있다. 하지만, 기술기준 도입 당시 다른 무선국과의 간섭이 발생하지 않도록 불요발사 주파수 대역을 Wi-Fi 이용 대역의 끝 주파수(6425 MHz)와 동일하게 설정함에 따라 실제 운용 측면에서는 불요발사는 억제되지만 사용하는 출력이 감소하는 상황이 발생하게 되었다.

이에 “6 GHz 대역 제도개선 연구반”에서는 미국, 유럽 등 주요 국가의 불요발사 기준 적용 현황과 국내 시험기관 전문가의 의견을 종합하여 불요발사 주파수 적용 대역을 완화하여 기술기준을 개정하는 것으로 검토하고 개정(안)을 마련하였다.

현행		개정안	
제7조(특정소출력무선국용 무선설비) ① ~ ④ (생략)		제7조(특정소출력무선국용 무선설비) ① ~ ④ (현행과 같음)	
⑤ 무선랜을 포함한 무선접속시스템용(WAS) 특정 소출력무선기기의 기술기준은 다음과 같다.		⑤ 무선랜을 포함한 무선접속시스템용(WAS) 특정 소출력무선기기의 기술기준은 다음과 같다.	
1. (생략)		1. (현행과 같음)	
2. 5925~7125 MHz 주파수대역의 전파를 사용하는 무선기기는 다음의 조건에 적합할 것		2. (현행과 같음)	
가. 주파수 대역, 안테나 절대이득을 포함한 전력밀도 등		가. 주파수 대역, 안테나 절대이득을 포함한 전력밀도 등	
주파수 대역(MHz)	점유 주파수 대역폭	안테나 절대이득을 포함한 복사전력	비고
5925~ 6425	160MHz 이하	14dBm 이하 (단, 전력밀도 1dBm/MHz 이하)	※ 안테나 절대이득을 포함한 전력밀도는 평균치일 것 ※ 드론에서 사용은 금지할 것 ※ 자동차에 사용하는 내장형 무선기기의 경우, 6085~6425MHz 대역을 사용할 것
주파수 대역(MHz)	점유 주파수 대역폭	안테나 절대이득을 포함한 복사전력	비고
5925~ 6425	320MHz 이하	14dBm 이하 (단, 전력밀도 1dBm/MHz 이하)	※ 안테나 절대이득을 포함한 전력밀도는 평균치 일 것 ※ 드론에서 사용은 금지할 것 ※ 자동차에 사용하는 내장형 무선기기의 경우, 6085~6425MHz 대역을 사용할 것
나. 건물 내에서만 사용하는 무선기기의 주파수 대역, 안테나 절대이득을 포함한 전력밀도 등		나. 건물 내에서만 사용하는 무선기기의 주파수 대역, 안테나 절대이득을 포함한 전력밀도 등	
주파수 대역(MHz)	점유 주파수 대역폭	안테나 절대이득을 포함한 전력밀도	비고
5925~ 7125MHz	160MHz 이하	2dBm/MHz 이하	※ 안테나 절대이득을 포함한 전력밀도는 평균치일 것 ※ 건물 내 전원에 연결되어 설치 운용되는 기기 또는 이 기기와 통신하는 기기에 한함 ※ 자동차 항공기 철도 선박, 드론 등
주파수 대역(MHz)	점유 주파수 대역폭	안테나 절대이득을 포함한 전력밀도	비고

현행

개정안

			이동체에서 사용은 금지할 것
--	--	--	-----------------

다. 가목 및 나목에도 불구하고 지하철 내에서만 사용하는 무선기기의 주파수 대역, 안테나 절대이득을 포함한 전력밀도 등

주파수 대역(MHz)	점유 주파수 대역폭	안테나 절대이득을 포함한 전력밀도	비고
5925~6425	160MHz 이하	2dBm/MHz 이하	※ 안테나 절대이득을 포함한 전력밀도는 평균치일 것 ※ 지하철 객차 내 전원에 연결되어 설치 운용되는 기기 또는 이 기기와 통신하는 기기에 한함

라. 주파수허용편차는 $\pm 20 \times 10^{-6}$ 이내일 것

마. 불요발사는 지정주파수 대역 밖의 주파수에서 안테나 절대이득을 포함한 평균전력밀도가 -27 dBm/MHz 이하 일 것. 다만, 가목의 경우, 5925~6445MHz 대역 밖의 주파수에서 -34 dBm/MHz 이하 일 것

바. ~ 아. (생략)

3. (생략)

5925~7125MHz	<u>320MHz 이하</u>	2dBm/MHz 이하	※ 안테나 절대이득을 포함한 전력밀도는 평균치일 것 ※ 건물 내 전원에 연결되어 설치 운용되는 기기 또는 이 기기와 통신하는 기기에 한함 ※ 자동차, 항공기, 철도, 선박, 드론 등 이동체에서 사용은 금지할 것
--------------	------------------	-------------	---

다. 가목 및 나목에도 불구하고 지하철 내에서만 사용하는 무선기기의 주파수 대역, 안테나 절대이득을 포함한 전력밀도 등

주파수 대역(MHz)	점유 주파수 대역폭	안테나 절대이득을 포함한 전력밀도	비고
5925~6425	<u>320MHz 이하</u>	2dBm/MHz 이하	※ 안테나 절대이득을 포함한 전력밀도는 평균치일 것 ※ 지하철 객차 내 전원에 연결되어 설치 운용되는 기기 또는 이 기기와 통신하는 기기에 한함

라. 주파수허용편차는 $\pm 20 \times 10^{-6}$ 이내일 것

마. 불요발사는 다음의 주파수 대역에서 안테나 절대이득을 포함한 평균전력밀도가 기준값 이하일 것

구분	주파수대역	기준값
가목의 경우	<u>5925MHz 미만, 6445MHz 초과</u>	<u>-34 dBm/MHz^{주)}</u>
나목의 경우	<u>5925MHz 미만, 7125MHz 초과</u>	<u>-27 dBm/MHz</u>
다목의 경우	<u>5925MHz 미만, 6445MHz 초과</u>	<u>-27 dBm/MHz^{주)}</u>
^{주)} 6425~6445MHz 대역에서는 주파수의 증가에 따라 선형적으로 감소할 것		

바. ~ 아. (현행과 같음)

3. (현행과 같음)



과학기술정보통신부는 금년에 마련된 기술기준 개정(안)을 토대로 '23년도에 기술적인 사항 등 추가 검토를 진행하여 국내 Wi-Fi 시장 활성화와 대국민 디지털 복지 향상 등을 위해 조속히 최종안을 확정하고, 개정절차를 진행할 예정이다.

제4절 안전벨트 알람장치 기술기준

1. 연구 배경

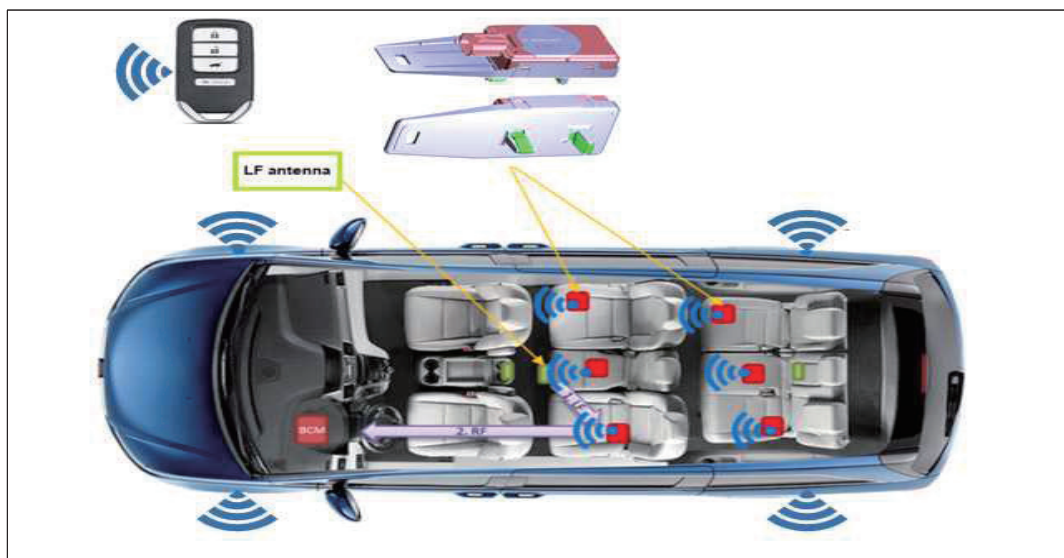
도로교통법 제50조(특정 운전자의 준수사항)에는 본인 뿐 아니라 동승자의 안전벨트 착용을 운전자에게 의무화하고, 위반 시에는 범칙금을 납부하도록 하고 있다. 기존의 안전벨트 미착용알림 장치는 유선 방식으로 설치되었는데 코로나로 인해 캠핑, 차박 등 자동차를 이용한 야외활동이 증가하면서 탈착형 시트 요구가 늘어나 무선 방식으로의 전환이 필요하다는 요구가 있었다. 수요 제기된 내용은 충분히 타당성이 있다고 판단되어 개정 연구에 착수하였다.

2. 간섭분석 등 기술기준 연구

「신고하지 아니하고 개설했을 수 있는 무선국용 무선설비의 기술기준」 제7조(특정소출력무선국용 무선설비) ② 데이터전송용 특정소출력무선기기의 기술기준은 TPMS, 자동차 키 등 자동차에 한해 사용할 수 있도록 433 MHz 대역을 허용하고 있어 용도를 확대하는 방향으로 검토하였다.

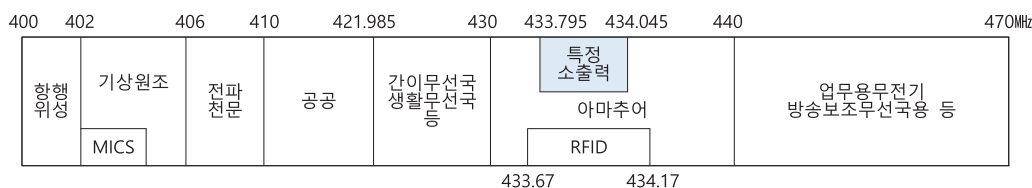
[표 2.9] 433 MHz 대역 기술기준

「신고하지 아니하고 개설했을 수 있는 무선국용 무선설비의 기술기준」	
제7조(특정소출력무선국용 무선설비)	
② 데이터전송용 특정소출력무선기기의 기술기준	
○ 주파수 대역 :	433.795~434.045MHz
○ 실효복사전력 :	3mW
○ 주파수허용편차 :	$\pm 100 \times 10^{-6}$ 이하일 것
○ 스퓨리어스 불요발사 :	1 GHz 이하의 주파수에서 -36 dBm/100 kHz 이하이고, 1 GHz 초과인 주파수에서 -30 dBm/1 MHz 이하일 것
○ 용도 :	자동차의 타이어 공기압 정보 장치, 자동차의 개폐, 시동 또는 주차 장치에 한함
○ 사용 조건	
가. 자동송신의 경우:	연속송신시간은 0.3초 이내이고 최소휴지시간은 0.01초 이상이며 규칙적인 최장 주기(T) 동안의 신호 송신시간의 합을 T로 나눈 값이 1 % 이하일 것 (다만, 긴급 상황 모드에서는 예외로 할 수 있다.)
나. 수동송신의 경우:	자동차의 주차장치는 전파혼신이 발생하는 경우 자동차의 주차 장치가 정지하는 기능을 갖출 것



[그림 2.16] 자동차에 사용되는 무선기기 현황

433 MHz 대역은 아마추어무선, RFID 용도로도 이용되는 대역으로 간섭 가능성을 분석하였다. 우선 안전벨트 알람장치는 시트에 설치된 센서가 변화를 감지하는 때와 자동차 시동 시에만 작동하므로 실제 작동하는 시간은 매우 짧다. 게다가 자동차 내부에서만 통신하므로 선박 컨테이너 관리용으로 사용되는 RFID, 연맹으로부터 사용 가능함을 확인받은 아마추어무선은 간섭 가능성이 거의 없다. 실제 간섭 가능성이 있는 기기는 자동차 내외부 간 간단한 데이터통신 목적으로 사용되는 TPMS(Tire Pressure Monitoring System)와 자동차 리모트 키이다. 자동차 키 또한 차문 개폐, 시동 등에만 사용되어 간섭영향을 무시할 수 있지만, TPMS는 주기적으로 송신하므로 간섭가능성 검토가 필요하다. TPMS 기술기준은 한 주기 동안 1% 이하로만 송신하도록 기술기준에서 제한하고 있고, 자동차업체에서 제공한 자료에 의하면 주차 중에는 13시간마다 1회, 주행 중에는 64초마다 1회만 송신하도록 하고 있어 TPMS와의 간섭 가능성도 무시할 수 있다고 판단하였다.



[그림 2.17] 433 MHz 대역 주파수 사용 현황

기존 기술기준은 용도 제한이 지나치게 엄격하다는 불만이 있어, 자동차 내외부 간 단순 통신용으로 자유롭게 사용할 수 있도록 용도를 완화하자는 의견이 제기되었다. 하지만, 업계에 따르면 자동차 키는 기존의 스마트 키에서 디지털 키 개념으로 전환하는 단계에 있고, UWB, Bluetooth 등 다른 주파수대역을 다양하게 활용하는 스마트폰을 이용하게 될 것이므로 433 MHz 대역을 이용하는 서비스 확산 가능성은 미미하다는 결론을 내리고 안전벨트 알림용도만 추가하기로 하였다.

구분	Mechanical Key	Remote Key	Smart Key	Digital Key
형상				
무선 기능	-	기본적인 문 개폐	UWB를 사용한 보안기능 강화	<ul style="list-style-type: none"> - 별도의 키 없이 스마트폰을 - 이용한 편의성 극대화 - 지문, 안면인식 등 생체인식 기능
사용 주파수	-	- 433MHz	<ul style="list-style-type: none"> - 433MHz - 6.5GHz ~ 8GHz(UWB) 	<ul style="list-style-type: none"> - 433MHz - 2.4GHz(BLE) - 6.5GHz ~ 8GHz(UWB) - 13.56MHz(NFC)

[그림 2.18] 자동차 키의 발전

3. 해외 사례 연구

해외 주요국의 기술기준을 참고하기 위해 미국, 유럽, 중국, 일본의 사례를 조사하였는데, 자동차에 한해 용도를 엄격히 제한하는 우리나라와 달리 300 MHz, 400 MHz 대역에서 기본적인 기술기준을 만족하면 용도 제한이 없는 것으로 조사되었다. 주요 국가의 기술기준은 [표 2.10]에 나타내었다.

[표 2.10] 국가별 자동차 무선기기 기술기준 비교

국가	300MHz 대역		400MHz 대역		비고
	주파수	기술기준	주파수	기술기준	
미국	315MHz	전계강도= 3,750~12,500μV/m @3m	433MHz	전계강도= 12,500μV/m @3m	용도제한 없음
유럽	-	-	433MHz	최대 10mW (e.r.p)	용도제한 없음
중국	315MHz	최대 10mW (e.r.p)	433MHz	최대 10mW (e.r.p)	용도제한 없음
일본	315MHz	312 ~ 315.05MHz : 0.25mW (EIRP) 315.05 ~ 315.25MHz : 0.025mW (EIRP)	420MHz 455MHz	최대 100mW (EIRP)	용도제한 없음
한국	315MHz	전계강도= 500μV/m @3m	433MHz	3mW (EIRP)	용도 제한 (TPMS, RKE 등)

4. 기술기준 개정안

개정안은 안전벨트 알람장치를 포함하여 자동차 내외부 무선통신용으로 사용할 수 있도록 용도만 확대하는 방향으로 만들어졌다. 기존 기술기준의 용도 중 하나인 주차장치는 좁은 공간에서 주차할 때 사용할 수 있는 자동차 키 기능이나 주차 차단기 등 주차장 용도로 오해할 소지가 있어 주차보조장치로 수정하는 것이 필요하다. TPMS의 경우 안전사고 예방을 위해 자동차에 의무적으로 설치하도록 하고 있는데 자동차뿐 아니라 타이어를 사용하는 경전철 등에도 확대 적용할 수 있도록 후속연구가 진행될 예정이다.

[표 2.11] 안전벨트 알람장치 기술기준 개정안

제7조(특정소출력무선국용 무선설비)

② 데이터전송용 특정소출력무선기기의 기술기준은 다음 각 호와 같다.

1. 용도, 주파수, 전파형식, 실효복사전력, 점유주파수대역폭

<표 생략>

주1) (현행과 같음)

주2) (현행과 같음)

주3) 자동차의 타이어 공기압 정보, 개폐, 알람, 시동 또는 주차보조 장치에 한함

2.~5. (생략)

6. 위의 제3호, 제4호, 제5호에도 불구하고 433.795~434.045 MHz 주파수대역을 사용하는 설비는 다음 조건을 만족할 것

가. (현행과 같음)

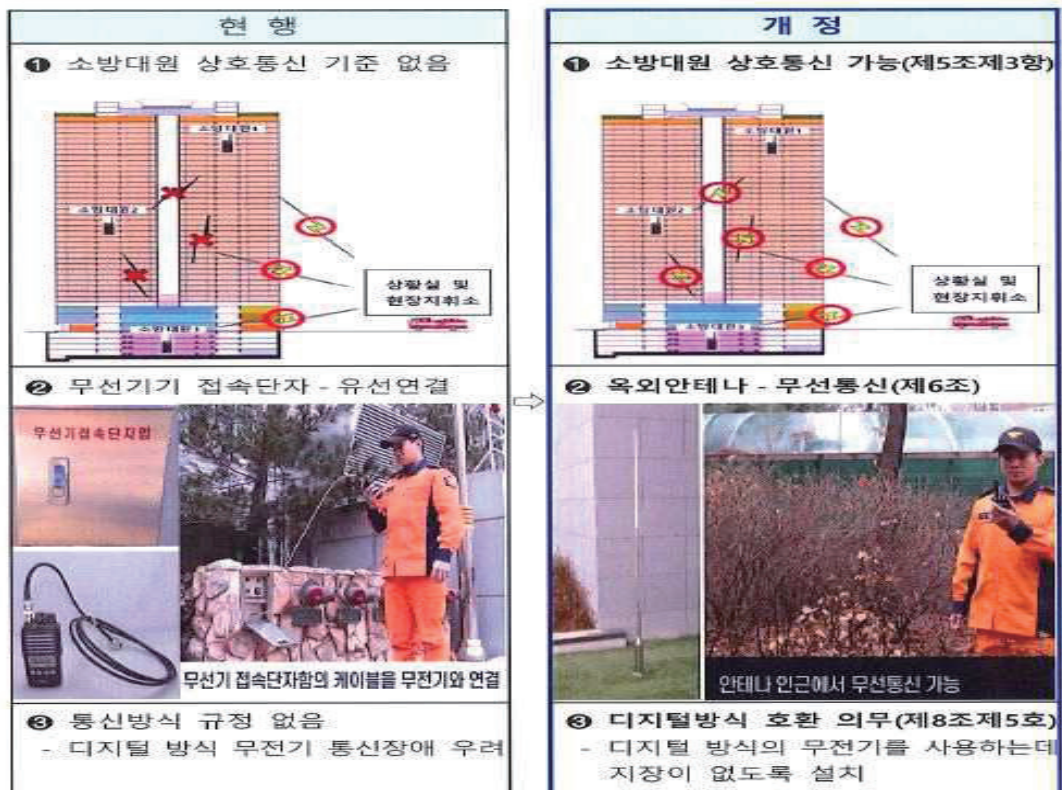
나. 수동송신의 경우: 자동차의 주차보조 장치는 전파혼신이 발생하는 경우 정지하는 기능을 갖출 것

제5절 소방업무용 중계기 기술기준

1. 연구의 배경

소방청은 지하 터널, 지하 등의 음영지역에 설치되는 무선통신보조설비의 성능개선을 위하여 「무선통신보조설비의 화재안전기준(NFSC 505)」를 일부 개정하였다. 무선통신보조설비란 소방관의 원활한 무선통신을 위해 지하시설이나 고층건물 등에 설치하는 소화 활동 보조설비이다. 개정안의 주요 내용은 현장에서 소방대원의 위치에 상관없이 통신장애가 발생하지 않도록 하기 위한 무선중계기 설치, 지상의 지휘관이 접속하는 유선방식 접속단자를 무선방식으로 변경, 디지털 무전기의 의무화 등이다.

무선중계기는 화재현장에서 인명구조 활동과 밀접한 중요한 무선통신보조설비이므로 기술기준 개정이 시급한 상황이다.



[그림 2.19] 「무선통신보조설비의 화재안전기준(NFSC 505)」 주요 개정사항

2. 기술기준 연구

「신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국용 무선설비의 기술기준」 제7조(특정소출력무선국용 무선설비) ⑥중계용 특정소출력무선기기의 기술기준은 음영 지역에서 이동통신, 방송, TRS 등의 중계기를 허용하고 있다. 각각의 무선기기는 해당 기술기준을 따르되 안테나공급전력 기준을 살펴보면 이동통신, 방송중계 목적은 10 mW/MHz, TRS는 10 mW/채널 수준으로 제한하고 있다.

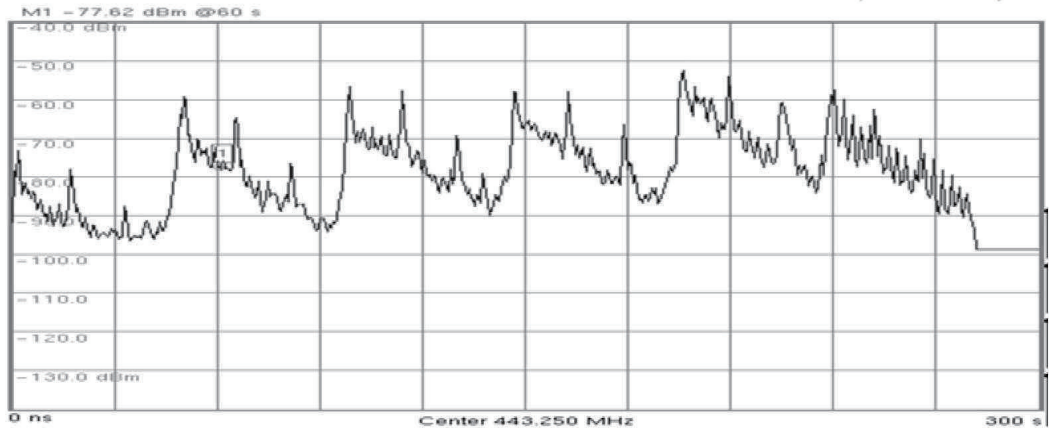
터널처럼 좁고 길다란 구조에서는 일반적인 안테나 대신 누설동축케이블이 주로 사용한다. 누설동축케이블(LCX, Leakage Coaxial Cable)은 안테나와 동축케이블의 특성을 동시에 갖는다. 동축케이블은 전파가 내외부 간 완전히 차단되는 특성을 가지는 반면에 누설동축케이블은 외부 도체에 일정하게 홈(slot)을 만들어 전파가 외부로 새어나갈 수 있도록 만든다. 홈의 길이, 모양, 각도 등에 따라 전파의 감쇠 특성은 다르다. 신호는 케이블 축 방향을 따라서는 동축케이블과 유사하게 비교적 감쇠가 적고, 케이블에서 멀어질수록 안테나와 유사하게 감쇠가 크므로 터널구조에 적합하다. [그림 2.20]은 전형적인 누설동축케이블의 구조와 터널을 따라 설치된 모습을 보여준다.



[그림 2.20] 누설동축케이블 구조와 설치모습

소방대원들이 사용하는 무전기의 기술기준은 「간이무선국·우주국·지구국의 무선설비 및 전파탐지용 무선설비 등 그 밖의 업무용 무선설비의 기술기준」 제9조(산업 및 공공용 무선설비)에 규정되어 있으므로 중계기의 적정출력만을 산출하면 된다. 같은 환경에서 사용하는 TRS 중계기의 안테나공급전력 기술기준인 10 mW/채널과 비슷한 수준으로 정하는 것이 합리적이다. [그림 2.21]은

터널을 따라 수신전력을 측정한 결과인데, 선로증폭기를 구간마다 설치하여 신호감쇠를 보상해줘야 함을 알 수 있다.



[그림 2.21] 터널 내 누설동축케이블에 의한 수신전력 측정결과

3. 기술기준 개정안

문제는 안테나와 누설동축케이블의 전파특성이 다르므로 하나의 출력기준을 적용하기 어렵다는 점이다. 안테나를 사용하는 경우에는 안테나공급전력을 10 mW /채널로 제한하고, 무지향성 안테나를 사용할 수밖에 없는 환경이므로 안테나 이득은 명시하지 않아도 된다는 점에 의견이 모아졌다. 누설동축케이블을 사용하는 경우의 적정 출력은 업계에서 요구하는 값을 연구반에서 추가 검토할 예정이다.

[표 2.12] 소방업무용 중계기 기술기준 개정안

「신고하지 아니하고 개설했을 수 있는 무선국용 무선설비의 기술기준」		
제7조(특정소출력무선국용 무선설비)		
⑥ 중계용 특정소출력무선기기의 기술기준		
용도	안테나공급전력	비고
소방업무중계용 (소방업무로 허가된 것과 동일한 주파수를 사용할 것)	10 mW/채널 이하	무선통신보조설비의 화재안전 기준 제3조제6호에 따른 무선 중계기에 한함



5. 제1호에서 소방업무중계용 무선설비는 「간이무선국·우주국·지구국의 무선설비 및 전파탐지용 무선설비 등 그 밖의 업무용 무선설비의 기술기준」 제9조제3호 다목~바목 또는 제4호나목~라목에 적합하고, 자가통신용 주파수 공용통신 중계기는 그 변조방식에 따라 제13조제1호다목 또는 제2호다목에 적합할 것



국립전파연구원
National Radio Research Agency

제3장
서지능형
교통시스템(C-ITS)
기술기준
개정 연구

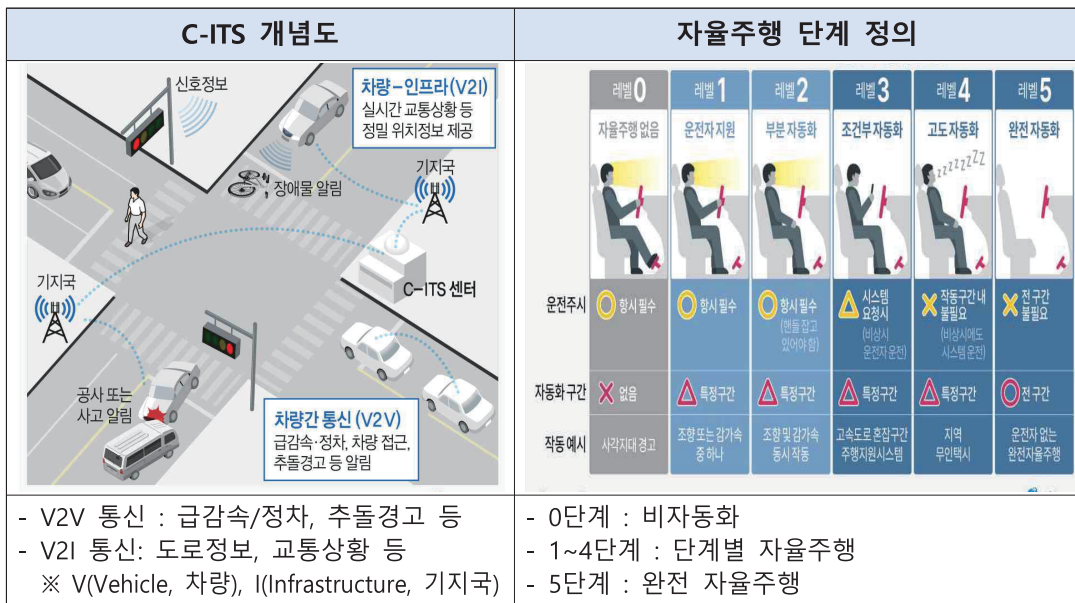
National
Radio
Research
Agency



제3장 지능형교통시스템(C-ITS) 기술기준 개정 연구

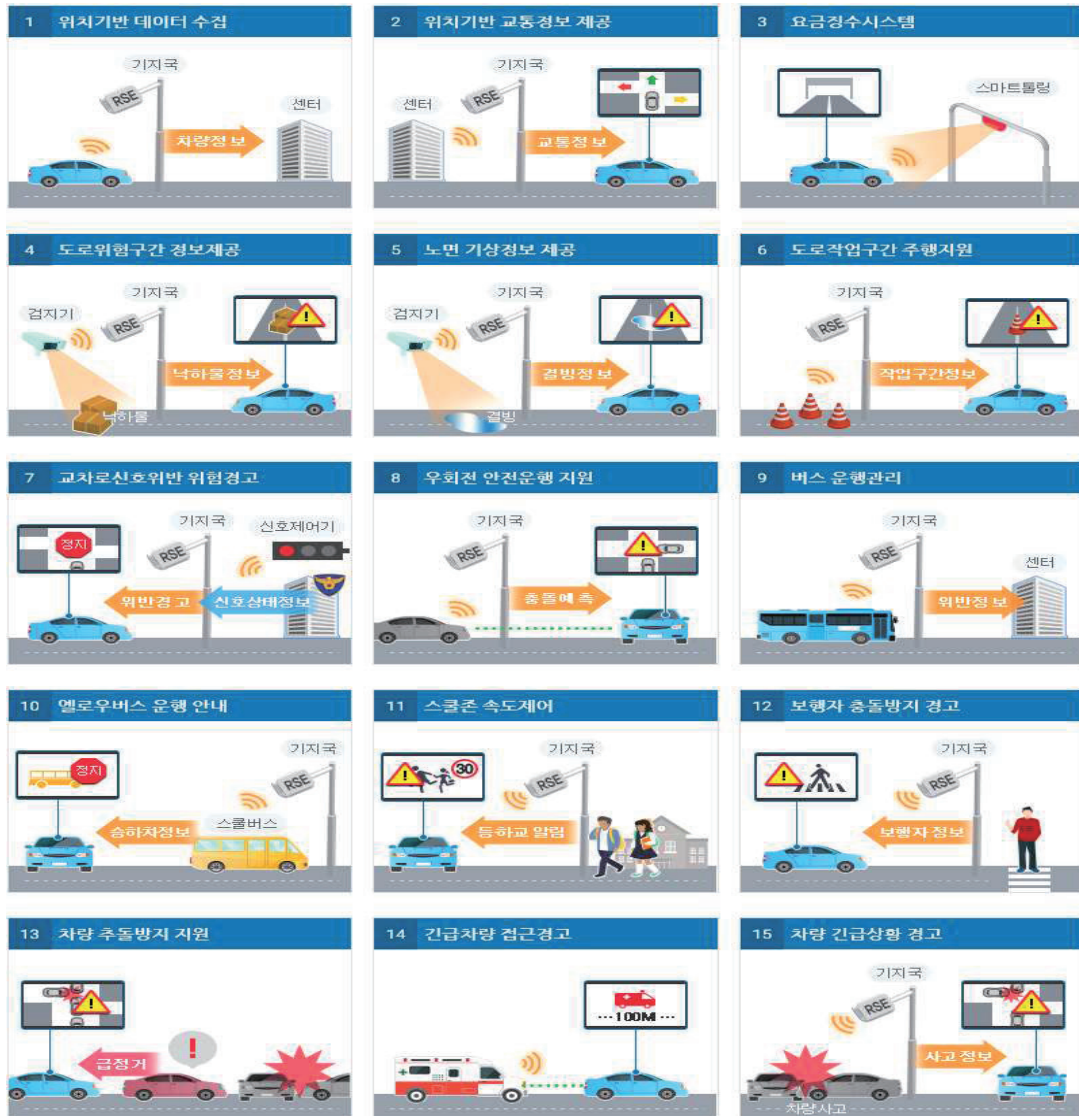
제1절 연구의 배경

지능형교통시스템(C-ITS, Cooperative-Intelligent Transport System)은 차량과 차량, 차량과 기지국 등 간의 무선통신을 통해 교통정보를 공유하고 교통을 유기적으로 제어할 수 있는 교통체계로서 완전 자율주행을 위해서 센서 기술을 보완하는 역할을 한다. 우리나라는 '27년까지 완전 자율주행 상용화를 목표로 국가 차원에서 연구개발을 진행하고 있다. [그림 3.1]은 지능형교통시스템의 개념과 자율주행 5단계 정의를 설명하고 있다.



[그림 3.1] C-ITS와 자율주행 개념


자율주행이 상용화되면 운전자 부주의, 운전 미숙 등에 의한 교통사고를 획기적으로 줄일 수 있을 것으로 기대된다. 교통 정체의 감소를 가져오고 자동차 보험, 교통경찰 등도 불필요해질 것이나 택시, 화물차, 버스 등의 수송 관련 일자리 감소 등의 변화도 예상되어 자율주행은 적지 않은 사회변화를 가져올 것이다. [그림 3.2]는 한국도로공사에서 제시하고 있는 C-ITS를 이용하여 제공할 수 있는 서비스 종류들을 보여준다.



[그림 3.2] C-ITS 서비스 종류

무선설비의 기술기준은 '16.9월에 제정되었는데, 5855 ~ 5925 MHz(10 MHz × 7개 채널) 대역으로 Wi-Fi 기반의 WAVE 기술을 기반으로 만들어졌다. 노면 기지국은 설치를 위해 허가를 받아야 하는 허가무선국으로, 차량 단말기는 비면허 무선기기로 분류하였다. 국토부(한국도로공사)와 일부 지자체는 일부 고속도로와 관할 도로에 실증사업을 꾸준히 추진해 왔으며, '22년 12월 현재 허가받은 무선국은 570국으로 실제 서비스를 제공하고 있다.


하지만, 실증사업으로 구축된 무선국의 주파수 사용 현황을 검토한 결과, 7개 채널 중 4개 채널만을 사용하여 주파수 이용율이 낮고, 미국, 중국 등 주요국에서 이동통신 기반의 LTE-V2X 기술을 채택하면서 과기정통부와 국토부 간의 통신 방식에 대한 의견 차이가 상당 기간 이어져 왔다. 양 부처는 공동작업반을 구성하여 기술성숙도, 국제적 동향 등을 면밀히 검토하여, 두 통신방식의 실증을 거쳐 전국 구축을 추진하는 것으로 협의('21. 8. 26) 하였다. 구체적으로는 LTE - V2X를 조기에 실증(~ '22년)하고, 일부 고속도로에 병행(WAVE+LTE-V2X) 구축하는 시범사업(~ '23년)을 거쳐, '24년 이후 단일 표준하에 전국으로 확산하겠다는 계획이다. [그림 3.3]는 양 부처가 합의하였음을 알리는 보도자료이다.



과학기술정보통신부
Ministry of Science and ICT
www.msit.go.kr

보도자료

4차산업혁명의 큰길로 대한민국이 달려갑니다



대한민국 대전환
한국판뉴딜

보도일시	2021. 8. 27.(금) 조간(온라인 8. 26. 14:00)부터 보도해 주시기 바랍니다.		
배포일시	2021. 8. 26.(목) 09:00	담당부서	과기정통부 디지털포용정책팀 국토부 첨단자동차과
담당과장	김준동(044-202-6150) 박문수(044-201-3847)	담당자	황선영 사무관(044-202-6152) 조익희 사무관(044-201-3934)

과학기술정보통신부-국토교통부 맞손, 차세대지능형교통체계(C-ITS) 전국 구축 시동

- LTE-V2X 조기 실증 및 고속도로 병행구축 시범사업 등 단계적 추진 -

□ 그동안 과기정통부와 국토부는 C-ITS 구축에 필요한 통신방식*에 대해 기술 성숙도, 국제적 동향 등을 면밀히 검토하였으며, 다양한 통신방식의 실증을 거쳐 사업을 추진하는 것으로 협의하였다.

* 와이파이 방식의 WAVE 기술과 이동통신 방식의 LTE-V2X 기술 존재

○ 세부적으로는 LTE-V2X를 조기에 실증(~'22)하고 일부 고속도로에 병행방식(WAVE+LTE-V2X) 시범사업(~'23)을 거쳐 '24년 이후 단일표준 하에 전국으로 확산하는 단계적 계획을 수립하였다.

[그림 3.3] 과기정통부와 국토부의 협의계획 보도자료

과기정통부와 국토부가 합의한 내용에 따르면 LTE-V2X 기술을 수용하기 위해서는 새로운 주파수 배치안이 필요한데, 주파수 이용효율·국제동향·이용 안전성·기존 이용자 보호 등을 종합적으로 검토하여 배치안을 확정(‘22. 3. 16)하였다. 하위 20 MHz 폭은 LTE-V2X로, 상위 30 MHz 폭은 WAVE로 분배하고, 잔여 20 MHz 폭은 예비대역으로 남겨두고 5G-V2X 등 기술개발에 활용할 수 있도록 하였다. [그림 3.4]는 주파수를 기술방식별로 재배치하고 발표한 자료이다.

과학기술정보통신부

보 도 자 료

대한민국 대전환

한국판뉴딜

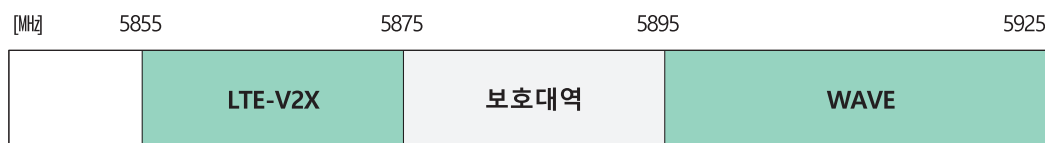
보도 일시	2022. 3. 16.(수) 11:00 (2022. 3. 16.(수) 석간)	배포 일시	2022. 3. 15.(화)
담당 부서	전파정책국 주파수정책과	책임자	과 장 하준홍 (044-202-4940)
		담당자	사무관 윤상훈 (044-202-4929)

과기정통부, 차세대지능형교통체계(C-ITS) 시범사업 주파수 배치안 확정

- 자율주행 시대를 앞당기기 위해 과기정통부와 국토부 맞손 -

☐ 확정된 배치안은 다음과 같다. C-ITS로 공급된 70MHz폭(5,855~5,925MHz) 중 하위 20MHz폭은 LTE-V2X로, 상위 30MHz폭은 WAVE로 분배한다. 또한 잔여 20MHz폭은 보호대역*으로 설정하되 5G-V2X 등 차세대 C-ITS 기술개발 등에 활용할 수 있도록 할 방침이다.

[그림 3.4] 주파수 재배치안 확정 보도자료



[그림 3.5] C-ITS 주파수 재배치안

제2절 기술기준 개정안 마련

확정된 주파수 배치안에 따라 연내 기술기준 개정을 목표로 미국 등 주요국의 산업동향과 기술표준 연구 등을 수행하고, 각계의 의견을 수렴하기 위하여 연구반 구성은 과기정통부, 국립전파연구원, 한국도로공사, 연구기관, 그리고 여러 관련 업체들로 구성하여 7차례 회의를 가졌고, 기술기준 마련을 위하여 LTE-V2X에 대한 시험데이터를 통해 성능 등을 비교분석하였다.

1. 기술 연구

WAVE(Wireless Access in Vehicular Environmen)는 무선랜 표준단체인 IEEE에서 '10년에 발표한 802.p 표준이다. LTE-V2X(Long Term Evolution -Vehicle To Everything)는 이동통신 표준단체인 3GPP에서 '17년에 발표한 Release14이고, '20년에 NR-V2X 표준인 Release16를 발표하였다.

WAVE와 C-ITS의 기본적인 안전서비스 제공을 목표로 개발되어 어느 정도 검증이 이루어진 상황이고, LTE-V2X는 전세계적으로 검증이 진행되고 있다. NR-V2X는 군집, 원격 등 자율주행 고도화 서비스 제공을 목표로 최근에 개발되었다. 우리나라에서 수 년동안 실증사업을 진행하여 서비스에 대한 검증이 이루어진 WAVE 방식과 아직 검증이 미흡한 LTE-V2X 방식은 어떤 기술이 우위에 있는지 의견이 분분한 상태이고, 한국도로공사에서 주요 고속도로에 대규모로 병행구축하는 시범사업이 완료된 이후에야 객관적인 판단이 가능할 것으로 예상된다.

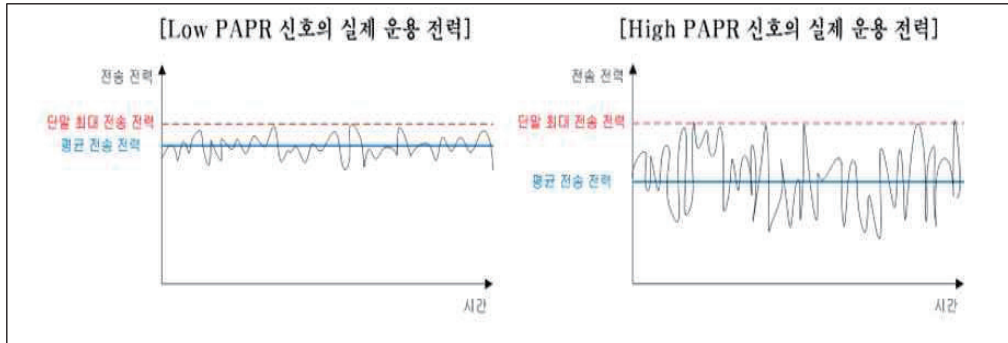
[표 3.1] 에 두 기술의 프로토콜을 비교하고 있는데, 보안 프로토콜인 IEEE 1609.2는 서로 공유하나, 하위 계층에서 사용하는 프로토콜이 구분된다.

[표 3.1] WAVE와 LTE-V2X의 프로토콜 구조

	WAVE ('16년 발표)		LTE-V2X ('17년 발표)
응용계층	SAE J2945/1	IEEE 1609.2 (보안)	SAE J3161/1
전송·네트워크 계층	IEEE 1609.3		IEEE 1609.3
	IEEE 1609.4		3GPP Rel.14
물리·매체접근제어 계층	IEEE 802.11p		

WAVE와 LTE-V2X의 신호 파형을 비교해 보면, WAVE는 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 신호를 사용하여 PAPR(Peak-to-Average Power Ratio)가 높다는 문제가 존재하나, LTE-V2X는 SC-FDMA(Single

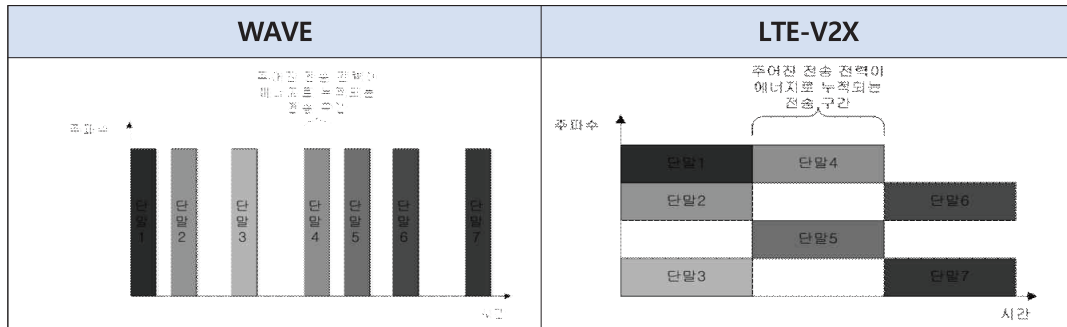
Carrier-Frequency Division Multiple Access) 신호를 사용하여 PAPR이 낮아 전력 측면에서 안정적이다.



[그림 3.6] PAPR 비교

주파수 사용 효율 측면에서는 TDM(Time Division Multiplexing) 방식인 WAVE에 비해 C-V2X는 TDM/FDM 방식의 자원 할당 방식으로 효율이 높으나, WAVE는 CSMA-CA(Carrier Sense Multiple Acces-Collision Avoidance) 다중화기술을 적용하므로 간섭에 더 강한 장점이 있다.

[표 3.2] 다중화 기술 비교



2. 해외 사례 연구

미국 교통부는 당초에 WAVE 통신 의무화를 계획했으나, 트럼프 정부(공화당)가 출범하면서 관련 입법계획 폐기하였다. FCC는 5.9 GHz 대역 현대화 정책의 일환으로 기술방식을 C-V2X로 전환하기로 결정('20.11월)하여 C-ITS 주파수를 30 MHz로 축소하고, 잔여폭 40 MHz는 Wi-Fi 용도로 분배하였다.

세계 1위 자동차 시장인 중국은 일찌감치 C-V2X로 기술을 결정('17년)하고 필요 주파수를 20 MHz(5,905 ~ 5,925 MHz)만 분배하였고, 자동차 제조사인 홍치는 C-V2X 기술을 상용화한 전기자동차 SUV E-HS9를 출시('20.12월)하는 등 국가 주도로 기술개발을 주도하고 있다.

EU는 WAVE 단일기술 채택 계획을 발표('18.3월)하였으나 EC 이사회에서 WAVE 채택안 부결('19.7월)하고, 40MHz 폭(5,875 ~ 5,915 MHz)을 기술 중립적으로 분배하여 단일 기술을 채택하기보다는 기술 간 공존방안을 모색 중이다. [그림 3.7]은 주요 국가들의 C-ITS 주파수 이용 현황을 나타내고 있다.

	5.855	5.865	5.875	5.885	5.895	5.905	5.915	5.925MHz
미국	Wi-Fi				LTE-V2X			
중국						LTE-V2X		
유럽	기술중립							

[그림 3.7] 주요국 C-ITS 주파수 현황

3. 기술기준 개정안

C-ITS의 안정적인 통신은 자율주행 시대를 맞이하여 국민의 안전과 직결되어 매우 중요하다. 금번 기술기준 개정은 새로운 LTE-V2X 방식 도입과 WAVE와의 주파수 재배치에 따라 두 기술 및 채널간 간섭을 방지하고, 원활한 ITS 정보 제공을 위하여 복사전력, 점유주파수대역폭, 대역외발사 기준 등을 기술 방식별로 구분하여 규정하였다. [그림 3.8] 과 [그림 3.9] 는 두 기술표준에서 정의하고 있는 대역외발사 조건이다.

Table 6.6.2.1.1-1: General E-UTRA spectrum emission mask

Δf_{offset} (MHz)	1.4 MHz	3.0 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz	Measurement bandwidth
$\pm 0-1$	-10	-13	-15	-18	-20	-21	30 kHz
$\pm 1-2.5$	-10	-10	-10	-10	-10	-10	1 MHz
$\pm 2.5-2.8$	-25	-10	-10	-10	-10	-10	1 MHz
$\pm 2.8-5$		-10	-10	-10	-10	-10	1 MHz
$\pm 5-6$		-25	-13	-13	-13	-13	1 MHz
$\pm 6-10$			-25	-13	-13	-13	1 MHz
$\pm 10-15$				-25	-13	-13	1 MHz
$\pm 15-20$					-25	-13	1 MHz
$\pm 20-25$						-25	1 MHz

NOTE: As a general rule, the resolution bandwidth of the measuring equipment should be equal to the measurement bandwidth. However, to improve measurement accuracy, sensitivity and efficiency, the resolution bandwidth may be smaller than the measurement bandwidth. When the resolution bandwidth is smaller than the measurement bandwidth, the result should be integrated over the measurement bandwidth in order to obtain the equivalent noise bandwidth of the measurement bandwidth.

[그림 3.8] LTE-V2X 대역외발사 조건

The transmit spectral mask is created and applied as shown in Figure D-1 about the channel center frequency (F_c) defined by the channel starting frequency and channel number from the operating class. The 0 dBr level is the maximum power spectral density measured in the channel. The measurements of transmit spectral density are made using a 100 kHz resolution bandwidth and a 30 kHz video bandwidth.

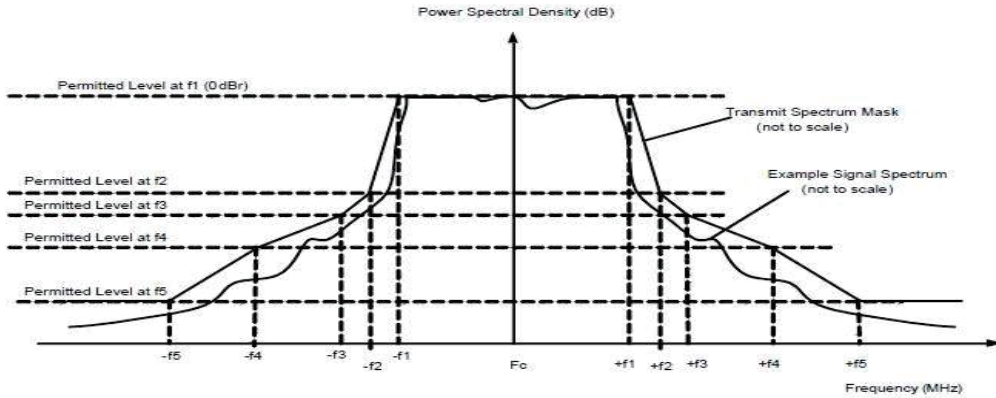


Figure D-1—Transmit spectrum mask and application

[그림 3.9] WAVE 대역외발사 조건

마련된 기술기준 개정안은 주파수 재배치 및 기술기준 안에 대한 의견수렴을 위하여 60일간의 행정예고를 실시하였다. 주파수 재배치에 따른 기존 WAVE 주파수의 상위 대역으로의 전환에 대한 지자체 등 관련 시스템을 운영하는 기관의 유예기간 요청에 따라 두 기술방식 간 간섭영향, 소요예산 등을 고려하여 약 2년간의 유예기간을 두어, 두 기술 간 독립적 주파수 사용을 할 수 있도록 하고, 2023년 상반기에 개정시행 할 예정이다. 기술기준이 개정 시행되게 되면 C-ITS 시범사업을 차질없이 추진할 수 있을 것이다.

[표 3.3] 지능형교통시스템용 무선설비 기술기준 개정안

「간이무선국·우주국·지구국의 무선설비 및 전파탐지용 무선설비 등 그 밖의 업무용 무선설비의 기술기준」

제19조(지능형교통시스템용 무선설비) ① 5855~5875 MHz 주파수 대역의 전파를 사용하는 지능형교통시스템용 무선설비의 기술기준은 다음 각 호와 같다.

1. 점유주파수대역폭은 20 MHz 이하일 것
2. 변조방식은 디지털변조, 접속방식은 직교주파수분할다중접속방식(OFDMA)일 것
3. 발사하는 전파의 중심주파수는 5865 MHz일 것
4. 안테나공급전력은 200 mW 이하, 등가등방복사전력은 4 W 이하일 것
5. 주파수허용편차는 중심주파수의 $\pm 0.1 \times 10^{-6}$ 이내일 것
6. 불요발사는 다음의 기준값 이하일 것

가. 대역외발사

점유주파수대역폭 끝으로부터 이격 주파수	기준값 (평균전력)	분해대역폭
$\pm 0 \sim 1$ MHz	-21 dBm	30 kHz
$\pm 1 \sim 5$ MHz	-10 dBm	1 MHz
$\pm 5 \sim 20$ MHz	-13 dBm	1 MHz
$\pm 20 \sim 25$ MHz	-25 dBm	1 MHz

나. 스푸리어스발사

주파수 범위	기준값	분해대역폭
1 GHz 미만	-36 dBm	100 kHz
1 GHz 이상	-30 dBm	1 MHz

② 5895~5925 MHz 주파수 대역의 전파를 사용하는 지능형교통시스템용 무선설비의 기술기준은 다음 각 호와 같다.

1. 점유주파수대역폭은 10 MHz 이하일 것
2. 변조방식은 디지털변조, 접속방식은 반송파감지다중접속/충돌회피방식 (CSMA/CA)일 것
3. 발사하는 전파의 중심주파수는 5900 MHz, 5910 MHz, 5920 MHz 일 것
4. 안테나공급전력은 100 mW 이하, 등가등방복사전력은 2 W 이하일 것
5. 주파수허용편차는 중심주파수의 $\pm 20 \times 10^{-6}$ 이내일 것
6. 불요발사는 다음의 기준값 이하일 것

가. 대역외발사

중심주파수로부터 이격 주파수	기준값 (평균전력)	분해대역폭
± 5.0 MHz	-26 dBm	100 kHz
± 5.5 MHz	-32 dBm	100 kHz
± 10 MHz	-40 dBm	100 kHz
± 15 MHz	-50 dBm	100 kHz

나. 스푸리어스발사

주파수 범위	기준값	분해대역폭
1 GHz 미만	-36 dBm	100 kHz
1 GHz 이상	-30 dBm	1 MHz





국립전파연구원
National Radio Research Agency

제4장
비면허 무선기기
적합성평가
시험방법 연구

National
Radio
Research
Agency



제4장 비면허 무선기기 적합성평가 시험방법 연구

제1절 연구의 배경

무선기기 간 통신의 안정성과 신뢰성을 담보하기 위해서는 무선기기의 성능을 합리적으로 규정하는 기술기준과 정확한 시험방법이 요구된다. 시험업무를 담당하고 있는 민간 지정시험기관은 '22년 12월 현재 53개이고, 무선시험을 수행하는 기관은 49개 기관으로 시험기관 간 시험방법의 일관성을 유지하는 것이 중요하다. 시험업무는 기술기준뿐 아니라 무선기기의 변조방식 등 기술적 특성, 측정기의 측정 조건 설정 등에 따라 측정값의 차이가 발생하므로 적합성평가 시험시 도출되는 개선사항 등을 공유하고 시험의 정확도를 높이기 위하여 국립전파연구원 기술기준 담당부서 및 시험기관 간 교류가 많이 필요하며, 이에 따라 분야별로 시험방법 연구반을 운영하고 있다.

비면허 무선기기를 포함한 무선설비의 적합성평가 시험방법은 '16년 7월부터 국가표준인 「무선설비 적합성평가 시험방법」(KS X 3123)을 따르도록 하고 있다. 이 표준은 무선설비에 대하여 온도, 습도, 진동 등의 환경시험과 주파수허용편차, 점유주파수대역폭, 송신출력 등의 전파특성 등에 대한 시험방법을 제공하고 있는데, 다양한 비면허 무선기기들은 일반적인 시험방법을 적용하기 어려운 경우가 많으므로 기기별로 시험방법을 세분화하는 작업이 필요하여 수차례 개정을 통해 부속서를 추가하였다.

올해 국립전파연구원에서는 지정시험기관에 근무하는 전문가들과 인증업무 담당자들로 연구반을 구성하여 수시로 의견을 교환하고 5차례에 걸친 전체회의를 통해 시험방법 개선안에 대한 검토를 수행하였다. 그리고, 지능형교통시스템, UWB 등의 기술기준 연구반에도 참여하여 시험과정에서 드러날 수 있는 문제점을 사전에 차단하는 등 기술기준의 완성도를 높이기 위해 노력하였다.

제2절 기술기준 개정사항 반영

1. 지능형교통시스템용 무선설비

지능형교통시스템용 무선설비의 기술기준은 WAVE 기술에 기반하여 제정되었고, 이번 개정에서는 LTE-V2X 기술을 수용하기 위해 주파수대역을 다시 배치하고 대역외발사 조건을 신설하였다. LTE-V2X 기기는 최대 출력을 사용하는 full RB 조건에서 시험하도록 일반사항에 추가하고, 대역외발사 시험을 위해 계측기 설정값, 시험절차 등 추가하였다. 단말기의 안테나공급전력밀도 기준이 삭제됨에 따라 해당 시험방법은 삭제하였다.

[표 4.1] 지능형교통시스템 단말기 기술기준 비교

개정 전		개정 후	
주파수	안테나공급전력	주파수	안테나공급전력
5855~5925 MHz	10 mW/MHz (안테나 절대이득을 포함한 평균전력은 33 dBm 이하일 것)	5855~5875 MHz	200 mW 이하 (등가등방복사전력은 4 W 이하)
		5895~5925 MHz	100 mW 이하 (등가등방복사전력은 2 W 이하)

[표 4.2] 지능형교통시스템 시험방법 개정안

M.1 일반사항

- 참고문헌** [6] 간이무선국·우주국·지구국의 무선설비 및 전파탐지용 무선설비 등 그 밖의 업무용 무선설비의 기술기준, 제19조에 따른 무선설비와 신고하지 아니하고 개설했을 수 있는 무선국용 무선기기, 제4조12에 따른 무선기기에 적용한다.
- 정격전압은 이 표준의 **부속서 E**(전파법 시행령 제25조제4호에 따른 무선설비의 정격전압 적용)을 따른다. 안테나 이득 및 시험단자는 이 표준의 **부속서 F**(전파법 시행령 제25조 제4호에 따른 무선설비의 안테나 이득 및 시험단자 적용)을 따른다.
- 기술기준 제19조 1항에 해당하는 경우, **Full RB** 조건을 설정하여 수검기기를 동작시킨다.

M.2 시험순서

시험은 다음의 조건의 순서로 실시한다.

- 상은 정격전압에서 중간 채널의 최저 및 최고 전송속도에서 안테나 공급전력(~~또는 전력밀도~~)을 확인한다.
- a)에서 확인된 결과 중 각 모드의 가장 높은 안테나 공급전력(~~또는 전력밀도~~)을 가지는 전송속도에서 전체 시험을 실시한다.
- 이 부속서에서 정한 일반사항 및 시험방법을 제외하고는 이 표준의 부속서

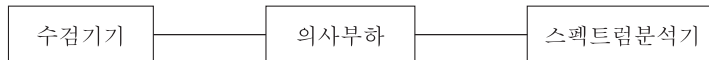
C(적합성평가 항목별 시험방법)을 따른다.

M.3.3 ~~안테나 전력밀도(육상이동국만 적용)~~

(생략)

M.3.4 대역외 영역 불요발사

M.3.4.1 시험구성도



M.3.4.2 시험절차

- 수검기기를 변조상태로 동작시킨다.
- 스펙트럼분석기를 다음과 같이 설정한다.

중심 주파수	반송주파수
스윙 주파수폭	필요주파수 대역폭의 3~5배
분해능 대역폭	기술기준에서 규정한 대역폭
비디오 대역폭	분해능대역폭과 같거나 3배
검출 모드	RMS 모드
스윙 시간	100 ms 이상
스윙 횟수	100회 이상
스윙 모드	1회 스윙 (Single Sweep)
표시 모드	평균치(Average) 모드

- 지정주파수로부터 규정된 이격 주파수까지의 각 주파수마다 전력이 허용치 내에 있는지 확인한다.

M.3.5 스퓨리어스 영역의 불요발사~~의 허용치~~

M.3.5.2 시험절차

검출 모드	첨두(peak) RMS 모드
-------	----------------------------

M.3.6 부차적 전파발사

M.3.6.2 시험절차

검출 모드	첨두(peak) RMS 모드
-------	----------------------------

2. UWB 용 무선설비

UWB 기술을 적용한 다양한 서비스 개발을 위한 연구가 진행되고 있다. 자동차 키, 도어락, 위치기반 서비스 등 UWB 기술을 이용한 응용 분야는 굉장히 다양한데, 기술기준에서는 항공기, 선박, 위성, 모형비행기에의 적용을 금지하고 있다. 그래서, 저전력, 초정밀 센서기능을 구현할 수 있는 UWB 기술을 휴대폰에서 확대 사용하기 위해 기술기준 개정이 필요하였고, 사용 가능한 주파수대역을 확대 허용하되 사용조건을 부가하였다. 기술기준 개정안이 만들어지기 전에는 7.7 ~ 8.2 GHz(1채널)만을 허용하되, 항공기, 선박 등에서 MCC(Mobile Country Code) 등의 기능을 증명할 수 있는 확인서 등 기능을 증빙할 수 있는 자료를 제출하도록 하였다. 기술기준 개정안은 허용 주파수대역, 사용조건 등의 기능에 관한 세부사항을 제시하고, 시험방법에서는 제조자 선언사항으로 처리하도록 하였다.

[표 4.3] UWB용 무선기기의 시험방법 개정안

0.1 일반사항

- f) ~~7737 MHz ~ 8236.8 MHz 대역의 UWB 방식을 지원하는 “이동통신용 무선설비의 이동국 송신장치”는 MCC(Mobile Country Code) 등을 적용한 펌웨어에 대한 자체확인서, 10초 이내에 UWB 기기의 송신 중지기능을 증명하는 시험성적서, ‘신고하지 아니하고 개설했을 수 있는 무선국용 무선설비의 기술기준’ 제10조제1항제2호에 대한 “제조자 서약서”를 제출받아 확인한다.~~

기술기준 제10조제1항제7호에 해당하는 기기는 “제조자의 성적서 또는 서약서”를 제출받아 확인한다.

제3절 시험방법 개선사항

1. 습도시험

시험방법 표준에 따르면 무선설비는 기본적으로 다양한 환경조건에서 시험하도록 하고 있다. 적합성평가 시험 시 적용하는 환경조건은 진동, 충격, 낙하, 연속동작, 온도, 습도 등이고, 무선기기별로 통상 사용상태나 운용조건 등을 고려하여 적용조건이 정해져 있다.

비면허 무선기기의 경우에 외국에서는 습도시험을 하지 않고 있고, 지정시험

기관에서 수행한 시험결과들을 살펴본 결과, 습도시험의 불필요함이 제기되었다. 비면허 무선기기의 습도시험은 온도 35℃, 상대습도 95% 조건에서 4시간 방치 후 상온·상습에 복귀시켜 시험하도록 하고 있어 적지 않은 시간이 소요될 뿐만 아니라, 비면허 무선기기의 적합성평가 수는 전체 무선기기에서 차지하는 비율이 90%를 훌쩍 넘는다. 비면허 무선기기 시험시 습도시험 조건에 대한 영향이 없다면 시험시간이 단축되고, 시험비용을 줄일 수 있을 것이다.

[표 4.4] 무선기기 적합성평가 건수

	2021년		2022년	
전체	6,942 건	100 %	6,420 건	100 %
비면허	6,505 건	94 %	5,995 건	93 %

[표 4.5] Wi-Fi AP 습도조건 검증시험 결과

시험항목	구분	습도조건 미적용(상온·상습)			습도조건 적용		
		정격-10%	정격전압	정격+10%	정격-10%	정격전압	정격+10%
전력밀도 (mW/MHz) ※ 기술기준 10	1회	2.00	2.04	2.00	1.95	2.00	2.02
	2회	1.92	1.96	1.96	1.97	1.98	1.98
	3회	1.99	1.95	2.01	1.98	2.06	1.97
	4회	1.97	1.97	1.98	1.97	2.08	1.97
	5회	2.00	1.99	1.98	1.97	1.99	1.96
	최대	2.00	2.04	2.01	1.98	2.08	2.02
	최소	1.92	1.95	1.96	1.95	1.98	1.96
주파수 허용편차 (kHz) ※ 기술기준 122	1회	8.43	7.48	7.68	11.03	10.16	9.48
	2회	9.29	8.71	7.72	11.36	11.00	10.38
	3회	8.67	8.14	7.87	11.37	10.69	10.16
	4회	9.93	9.39	8.77	11.61	11.15	10.46
	5회	12.13	11.50	10.71	11.45	10.75	10.29
	최대	12.13	11.50	10.71	11.61	11.15	10.46
	최소	8.43	7.48	7.68	11.03	10.16	9.48

습도시험 조건에 영향이 없음은 기존 적합성평가 받은 무선기기의 시험성적서를 통해 확인할 수 있었으나, 무선기기 적합성평가 시행 이래 지속적으로 적용해 온 기준으로 검증을 통해 습도조건을 완화하기 위하여 Wi-Fi 등 국민 실생활에서 많이 사용되는 기기를 선정하여 시험기관과 공동으로 시험을 실시하고 결과를 분석하였다. Wi-Fi AP, Bluetooth, 하이패스 단말기를 각각 5회에 걸쳐 안테나공 급전력과 주파수허용편차를 측정하여 비교한 결과, 상온·상습 상태에서 측정한

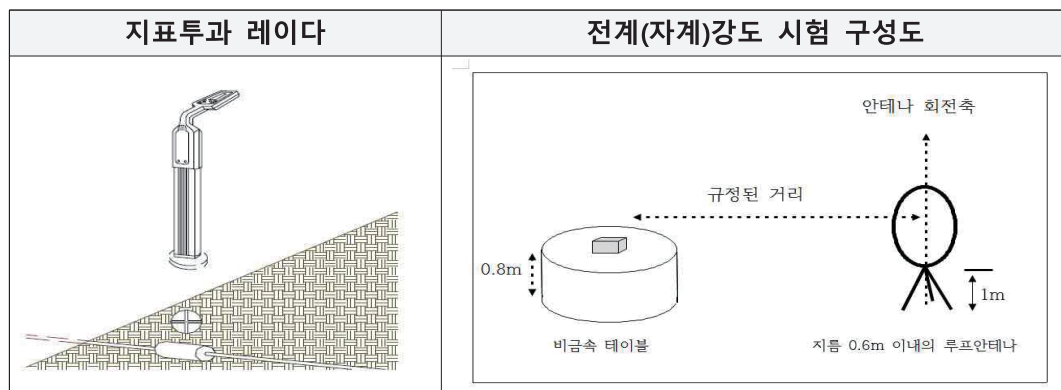
값과 습도조건을 적용하여 측정된 값은 구별할 수 없을 정도로 차이가 없었다. 기기 종류별로 환경조건 시험항목을 정의하는 부속서 B에서 습도시험을 삭제하도록 하였다. [표 4.4] 는 Wi-Fi AP를 측정된 결과로 중심주파수 2442 MHz, 주파수대역 폭 20 MHz, 정격전압 3.8V 조건에서 측정하였다.

2. 전계(자계)강도 시험

전계(자계)강도 시험방법은 X, Y, Z축 각각에 대해 회전하면서 측정하여 최댓값인 방향에 대해 시험하도록 하고 있고, 고정형기기에 한해서만 한 개의 축에 대해 시험할 수 있도록 하고 있다. 이동형기기는 원칙적으로 X, Y, Z축 각각에 대해 시험하여야 하나 싱크홀 탐지 목적의 지표투과레이다처럼 특정 방향으로만 사용하는 기기에 적용하기에는 불합리한 점이 있다. 전파가 방사되는 지면을 향하는 방향으로 가장 전파가 강하지만, 실제 사용 상태에서는 지면으로 흡수될 것이므로 이런 통상 사용상태를 고려하여 시험할 수 있도록 개선이 필요하다. 그래서, 이동형기기에 해당하지만 특정 상태로만 사용하는 무선기기에 대해서 예외적용할 수 있도록 [표 4.6]와 같이 측정방법을 개선하였다. 이와 같은 지표 투과 레이더 등의 시험 구성도는 그림 [그림 4.1]과 같다.

[표 4.6] 전계(자계)강도 시험방법 개정안

측정기기는 아래와 같이 설정하고 피시험기기의 X, Y, Z축의 최댓값을 측정한다
(단 고정형 기기는 통상 사용하는 1개의 축에서만 실시할 수 있다)
(다만, 고정해서 사용하거나 지면 등과 같이 특정한 곳에 방사하는 기기의 경우에는 통상 사용상태에서 최댓값을 측정할 수 있다)



[그림 4.1] 지표투과 레이더와 전계(자계)강도 시험 구성도

3. 기타 개선 내용

시험기관은 안테나 종류, 이득, 편파 등 안테나 특성을 확인하여 시험성적서에 기재하여야 하나, TRP(Total Radiated Power)를 측정하도록 되어 있는 무선기기는 안테나 이득(지향) 정보를 알 수 없는 경우가 있기 때문에 예외를 둘 수 있게 공통조항 문구를 [표 4.7]와 같이 개정하였다.

[표 4.7] 안테나 특성 확인 방법 개정안

4.3 안테나 특성 확인 방법

적합성평가 대상 기자재에 대하여는 다음 각 항목의 안테나 특성을 확인한다. 다만, 수신설비는 예외로 한다.

- a) 안테나와 송신장치 사이에는 증폭기 등 능동 회로가 부가되지 아니한 것일 것
- b) 안테나의 종류 및 형태(형식, 길이, 외관 사진 등)
- c) 안테나의 이득 및 지향 특성(~~전계 강도로 규정된 거리는 예외~~ 해당 사항이 있는 경우)
- d) 안테나의 편파 특성(해당 사항이 있는 경우)
- e) 송신 장치와의 접속 형태(내장형, 고정형 또는 커넥터 규격 등)
- f) 안테나의 제작자 및 모델명(상품명)이 있는 경우)

이러한 조건에 의한 안테나 특성의 확인은 안테나의 제작자가 시험하여 작성한 성적서, 이득 패턴도 또는 안테나 카탈로그 등을 이용할 수 있다.

부차적전파발사는 수신상태에서 불필요하게 발사되는 전파이므로 타 무선기기에 영향을 줄 수 있어 최소화해야 한다. 무선설비규칙 제12조에는 부차적전파발사 기준을 수신설비에 한해서만 규정하고 있고, 무선설비의 용도에 따라 전파의 세기를 별도로 정하여 고시하도록 하고 있으나, 비면허 무선기기는 세부 고시에서 별도로 규정하는 사항이 없어 무선설비규칙을 따르고 있다.

[표 4.8] 무선설비규칙 제12조(수신설비)

제12조(수신설비) ① 수신설비로부터 부차적으로 발사되는 전파의 세기는 수신안테나와 전기적 상수(常數)가 같은 시험용 안테나회로를 사용하여 측정할 경우에 -54데시벨밀리와트(dBmW) 이하이어야 한다. 다만, 과학기술정보통신부장관은 무선설비의 용도에 따라 전파의 세기를 별도로 정하여 고시할 수 있다.

② 수신설비는 다음 각 호의 요건을 모두 갖추어야 한다.

1. 수신주파수는 운용범위 이내일 것
2. 선택도가 클 것
3. 내부잡음이 적을 것
4. 감도는 낮은 신호입력에서도 양호할 것

부차적전파발사 기준은 타 무선설비에 비해 출력이 낮은 비면허 무선기기는 주로 일상생활속에서 다양하게 이용되므로 대역외발사나 스푸리어스발사 못지 않게 중요하다고 할 수 있다. 부차적전파발사는 데이터 종류, 변조 방식 등과 상관없이 없으므로 [표 4.9]처럼 전파형식에 상관없이 안테나별로 1회씩만 시험하게 하도록 명시하여 불필요하게 중복 시험하지 않도록 하였다.

[표 4.9] 부차적전파발사 시험 개정안

5.7 세부 처리 방법

b)여러 전파 형식을 사용하는 경우에는 다음과 같이 시험한다.

- 주파수 허용 편차에 대한 시험은 각 주파수 대역별로 1회만 시험한다.
- 간이 무선국(산업 및 공공용을 포함한다) 무선설비의 디지털 시분할 다중 접속 방식 또는 디지털 주파수 분할 다중 접속 방식인 경우의 전파 형식에 대한 시험은 하나의 전파 형식에 대해서만 시험한다.
- 부차적전파발사 시험은 전파형식에 관계없이 안테나 단자별로 1회만 시험한다

그 밖에 잘못된 기술기준 해석 사례 등이 있어 연구반 회의를 통해서 논의 하였다. 433 MHz 자동차 무선기기의 기술기준에 있는 자동송신과 수동송신 조건 해석에 이견이 있었는데, 자동송신 조건은 TPMS처럼 주기적으로 신호를 송신 하는 경우에만 적용하고 수동송신 조건은 주차보조장치에 한해서만 적용하도록 정리하였다. 기술기준의 문구가 불명확하여 서로 달리 해석할 수 있는 경우인데, TPMS 자동송신 및 수동송신 조건에 대한 기술기준은 해석 및 적용을 명확히 할 수 있도록 향후 기술기준을 개정할 필요가 있다.

[표 4.10] 433 MHz 자동차 무선기기의 기술기준

제7조(특정소출력무선국용 무선설비)

② 데이터전송용 특정소출력무선기기의 기술기준은 다음 각 호와 같다.

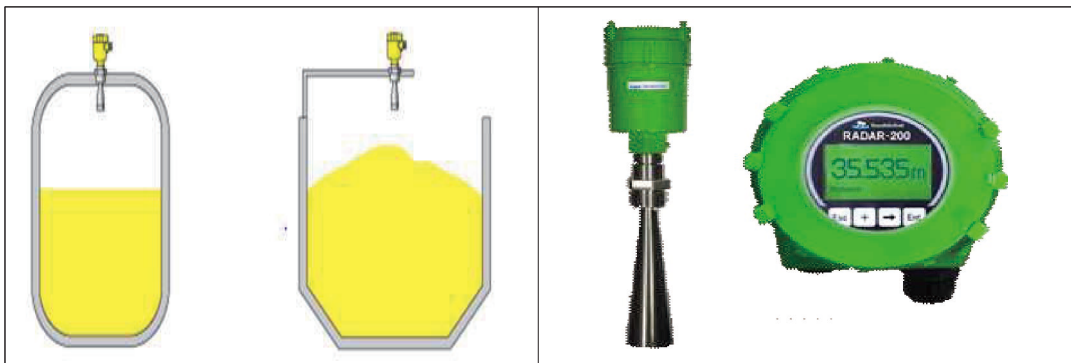
1~5. (생 략)

6. 위의 제3호, 제4호, 제5호에도 불구하고 433.795~434.045 MHz 주파수대역을 사용하는 설비^{주3)}는 다음 조건을 만족할 것

주3) 자동차의 타이어 공기압 경고 장치, 자동차의 개폐, 시동 또는 주차 장치에 한함

- 가. 자동송신의 경우: 연속송신시간은 0.3초 이내이고 최소휴지시간은 0.01초 이상이며 규칙적인 최장 주기(T) 동안의 신호 송신시간의 합을 T로 나눈 값이 1 % 이하일 것 (다만, 긴급 상황 모드에서는 예외로 할 수 있다.)
- 나. 수동송신의 경우: 자동차의 주차 장치는 전파혼신이 발생하는 경우 자동차의 주차 장치가 정지하는 기능을 갖출 것

레벨측정레이더는 전파를 이용하여 주로 밀폐된 공간에 저장된 물질의 높이를 측정하는 기기이다. 농산물을 저장하는 사일로, 독성물질을 저장하는 탱크 등 육안으로 검사하기 어려운 환경에서 필요한 측정장치이다. [그림 4.2]는 전파를 하향으로 발사하는 전형적인 레벨측정레이더를 보여준다.



[그림 4.2] 레벨측정레이더 설치환경과 제품 예시

레벨측정레이더의 기술기준은 두 가지인데, 차폐구조일 때는 미약전계강도 무선기기의 기술기준을 따르도록 하고, 76~81GHz 대역에서는 침투전력밀도, 반치각 제한 등을 까다롭게 제한하고 있다. 전파법 제58조의10에 따르면 모든 무선기기는 적합성평가를 받을 때와 사용(판매)될 때의 형태가 같아야 한다. 즉, 미약전계강도 기술기준을 적용하려면 레벨측정레이더가 포함된 차폐구조물 형태로 적합성평가를 받고, 그 형태 그대로 사용하여야 한다. 그런데, 시험방법에는 차폐구조물의 사양이 규정되어 있어 실제 사용 환경에서의 차폐 구조물과 유사하여야 하나, 일률적으로 적용하게 됨에 따라 가능한 적합성평가 시험을 신청한 자가 제공하는 차폐 구조물을 사용하도록 할 필요성이 있어, 차폐 구조물의 사양을 시험방법에 정한 사유 등을 검토하여 개정할 필요가 있다.

[표 4.11] 전파법 제58조의10(복제·개조·변조 등의 금지)

제58조의10(복제·개조·변조 등의 금지)

- ① 누구든지 적합성평가를 받은 기자재를 복제하여서는 아니 되며, 타인의 정상적인 기자재 사용을 방해하거나 전파이용 질서를 저해할 정도로 개조·변조하여서는 아니 된다.
- ② 누구든지 제1항을 위반하여 복제·개조·변조한 기자재를 판매·대여하거나 판매·대여할 목적으로 진열·보관 또는 운송하거나 무선국·방송통신망에 설치하여서는 아니 된다.

[표 4.12] 레벨측정레이다 기술기준

제14조(레벨측정레이다용 무선기기) ① 전자기적으로 차폐된 구조물 내에 설치하여 사용하는 무선기기의 기술기준은 다음 각 호의 조건에 적합할 것

1. 무선기기를 차폐된 구조물 내에 설치하여 외부에서 측정한 전계강도, 기본파의 주파수, 불요발사 전계강도는 제5조제1호 및 제5조제2호에 적합할 것
 2. 해당기기 또는 사용자 설명서에 “전자기적으로 차폐된 금속 탱크, 철근 콘크리트 탱크 또는 이와 유사한 차폐된 구조물 내에만 설치해야한다.”는 문구를 명기할 것
- ② 76~81GHz의 주파수를 사용하는 레벨측정레이다용 무선기기의 기술기준은 다음 각 호에 적합할 것

1. 주파수대역, 전력밀도, 안테나 빔폭

주파수(GHz)	안테나 절대이득을 포함한 전력밀도		안테나 빔폭의 반치각
	평균전력밀도	첨두전력밀도	
76~81	-3dBm/MHz 이하	34dBm/50MHz 이하	8° 이내

2. 점유주파수대폭(1MHz 분해대역폭으로 측정한 최대 전력밀도보다 10dB 낮은 대역폭)은 제1호의 주파수 범위 이내일 것
 3. 주파수 허용편차는 제2호의 점유주파수대폭 이내일 것
 4. 불요발사는 제1호의 주파수 대역 밖의 주파수에서 측정한 전력밀도가 제1호의 최대 평균전력밀도보다 20dB 이상 낮은 값일 것
 5. 제조자 또는 판매자는 해당 기기 또는 사용자 설명서에 다음 사항을 명시하고 운용자 및 사용자에게 충분히 알릴 것
- “본 무선기기는 일체형 또는 본체 전용의 안테나를 사용하여 연직하향으로 고정 설치되어야 하며, 전파천문안테나로부터 반경 2km 범위이내에 설치하고자 하는 경우에는 천문대와 사전 합의하여야 함”

[표 4.13] 레벨측정레이다 시험방법

N.2.1 시험용 탱크 사양	
항목	시험용 탱크 사양
용량	500 리터 이하
높이 : 직경	3 : 2
재질	금속
형태	원통형 또는 입방체형
a) 금속 재질의 차폐된 구조로 이음새가 없도록 견고히 제작할 것 b) 시험대상기기와 연결을 위해 상단부에 플랜지 형태의 홀이 존재할 것 c) 시험대상기기와 연결시 압력으로 인한 파손이 발생하지 않도록 할 것 d) 최대 20 kg의 하중을 견딜 수 있도록 제작할 것 ※ 시험대상기기의 규격이 각각 다르므로 시험용 탱크는 의뢰 업체에서 제공하여야 한다.	





국립전파연구원
National Radio Research Agency

제5장 결론

National
Radio
Research
Agency



제5장 결 론

최근 몇 년간 COVID-19 상황은 실내에서 활동하는 시간을 증가시켰으며, 이는 OTT 서비스 및 인터넷 이용 시간 증가 등으로 이어져 유무선 네트워크의 안정성 및 고도화의 중요성이 대두되게 되었다. 우리나라는 대국민 양질의 네트워크 서비스 제공을 위해 유선 네트워크의 속도 상향과 Wi-Fi 및 이동통신서비스 등 무선 네트워크의 서비스 품질 향상을 위해 다각적인 정책을 추진해 왔다.

국립전파연구원은 그동안 과학기술정보통신부 본부, 국내 산·학·연 전문가들과 협력하여 비면허 무선기기를 이용한 신규 서비스 도입과 기존 서비스의 성능 개선 등을 위해 비면허 무선기기 관련 기술기준 및 시험방법을 개선하기 위한 연구를 지속적으로 수행해 왔다. 2022년에는 스마트폰과 연결된 기기의 위치정보 정확도를 향상시키기 위해 스마트폰 등에서 사용하는 UWB 채널을 확대(1개 → 6개)하여 기술기준 개정을 추진하였다. 아울러, '20년 도입한 6 GHz 대역 Wi-Fi 사용 채널 대역폭 확대(160 MHz → 320 MHz), 433 MHz 대역을 활용한 안전벨트 알람장치 무선화, 터널 등 음영지역에서 소방대원간 무전기 통신을 위한 중계기 기준 및 차세대지능형 교통시스템(C-ITS)의 기술방식 실증을 위해 WAVE와 LTE-V2X 방식을 사용할 수 있도록 기술기준 개정안 및 적합성평가 시험방법 개정안을 마련하기 위한 연구를 추진하였다.

또한, 비면허 무선기기 기술기준 개정 등에 따라 기술기준 개정사항을 반영한 시험방법 개선과 시험방법 간소화 및 고도화를 위한 세부 절차 개선 등의 연구를 추진하여 국가표준인 「무선설비 적합성평가 시험방법(KS X 3123)」 개선(안)을 마련하였다.

국립전파연구원은 국내 비면허 무선기기를 이용한 다양한 서비스를 통해 대국민 생활 환경이 더욱 편리해지며, 국내 산업을 선진화시키고 더욱 고도화시킬 수 있는 기반으로서의 역할을 수행할 수 있도록 국내외 신기술 동향을 조사·분석하고, 국내 산업체 등의 애로사항을 파악하여 해결할 수 있도록 지속적인 연구를 진행할 예정이다.

[참고문헌]

- [1] 신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국용 무선설비의 기술기준, 과학기술정보통신부 고시
- [2] 무선설비 적합성평가 시험방법(KS X 3123), 국립전파연구원
- [3] UWB 기술과 응용 분야, 정부조달우수제품협회 Webzine Vol.36, 2021.5.
- [4] Ultra Wideband, Ofcom, 2005.1.
- [5] 산업생활(비면허) 주파수 이용효율 개선 평가 자료 [붙임3] 비면허 주파수 이용현황 평가자료 (무선랜, 무선데이터통신시스템용)
- [6] 11-21-1256-01, “2021 September Working Group Chair opening report” , Sept. 2021.
- [7] FCC 20-51, Federal Communications Commission. Apr 2020
- [8] 이기훈, 정방철, 6 GHz 비면허 대역에서의 NR-U와 Wi-Fi간 주파수 공유기술 연구 동향, 전자파기술, 32(5), 11-21, 2021
- [9] 2021 Global Regulatory and AFC Update, Wi-Fi alliance. Jun 2021
- [10] DA-22-1146, “OET Announces Conditional Approval for 6 GHz band Automated Frequency Coordination Systems” , Nov. 2022.
- [11] <https://digital-strategy.ec.europa.eu>
- [12] Improving spectrum access for Wi-Fi spectrum use in the 5 GHz and 6 GHz bands, Ofcom, 2020.7.
- [13] 5G+ 스펙트럼 플랜, 과학기술정보통신부, 2019.12.
- [14] 5G 28 GHz를 통해 지하철 와이파이 속도 업! 업!! 업!!!, 과학기술 정보통신부, 2021.9.29.
- [15] 황석현, WiFi 7 및 6 GHz 비면허 주파수 동향, 정보통신산업동향 제46권, 2022.04.

비면허 주파수 신산업 이용제도개선 연구



국립전파연구원

National Radio Research Agency

(58323) 전남 나주시 빛가람로 767

발행일 2023. 3.

발행인 서 성 일

발행처 과학기술정보통신부 국립전파연구원

전 화 061) 338-4414

인 쇄 다우프린팅 Tel. 062) 952-2033

ISBN : 11-1721137-000141-01

〈 비 매 품 〉

주 의

1. 이 연구보고서는 국립전파연구원에서 수행한 연구결과입니다.
2. 이 보고서의 내용을 인용하거나 발표할 때에는 반드시 국립전파연구원 연구결과임을 밝혀야 합니다.