

산업·생활용 주파수 이용제도 개선 연구

2019. 12.



국립전파연구원

National Radio Research Agency

제 출 문

본 보고서를 「산업·생활용 주파수 이용제도 개선 연구」 과제의 최종
보고서로 제출합니다.

2019. 12. 31.

연구책임자 : 손서중(4차산업기술팀 신산업기술담당)

연구원 : 성주영(4차산업기술팀 신산업기술담당)

송홍중(4차산업기술팀 신산업기술담당)

최승준(4차산업기술팀 신산업기술담당)

요 약 문

국가 산업 및 국민 밀접형 생활용 무선기기들이 미래 초연결사회로의 자원으로 부각되면서 그 수요와 이용이 증가되고 있는 시점이다. 지능정보사회와 4차산업혁명의 도래로 비면허 무선기기의 기술발달 및 주파수 수요는 증가되고 있으며, 대한민국의 경제부흥을 위해 정부 액션플랜(Action Plan)에 포함되어 있는 스마트공장, 바이오헬스, 자율주행자동차, 스마트시티, 스마트 팜, 드론 등이 비면허 기기들이 그 중심에 있다는 것을 알 수 있다.

과학기술정보통신부는 이에 대한 중요성을 인식하고 비면허 주파수 공급절차 체계를 개선('19년5월)하여 입증책임강화 및 사전 스크리닝 기능을 강화시켜 제도개선을 추진하였다. 이에 비면허 기술기준(안) 마련 및 시험방법 연구 등은 국립전파연구원에서 주도적으로 수행하고 있다.

본 연구에서는 도심지역 싱크홀에 의한 안전사고 예방 등을 위한 지표투과레이다의 주파수 수요 검토 및 그에 따르는 제도를 어떻게 도입할 것인지에 대한 연구를 진행하였고, 관련 기술기준(안) 등을 마련하였다. 또 하나의 주제인 드론레이싱 영상 아날로그변조를 위한 제도개선(안)이 있다. 야외나 실내에 정해진 코스를 레이싱 하는 경기의 일종으로 레이싱드론이 100km 이상의 속도를 낼 경우 드론의 운영 영상을 보면서 경기해야하기 때문에 송·수신 시간차이로 인한 제어불능이 없는 아날로그 변조가 필요하다. 이를 보완하여, 제도적 운용조건 등을 포함한 기술기준(안)을 도출하였다. 마지막으로, 현행 주파수관리 체계에 사용가능한 비면허-신산업 무선기기의 증가에 따르는 기술체계 등을 수록하였다.

목 차

제1장 서론	1
제2장 지표투과레이다(GPR) 도입 방안 연구	3
제1절 연구의 배경	3
제2절 지표투과레이다 작동원리 및 기술	4
제3절 GPR 도입현황 및 전파특성 측정	5
제4절 외국의 지표투과레이다(GPR) 관리제도	8
제5절 GPR 제도 및 시험방법 도입(안)	10
제6절 결론	14
제3장 드론레이싱을 위한 제도개선 연구	15
제1절 연구의 배경	15
제2절 드론레이싱용 무선기기 현황 및 가용주파수	16
제3절 전파복사 특성조사 결과	17
제4절 드론 레이싱 제도 개선(안)	19
제4장 신산업 기술·생활용 주파수 이용현황	20
제1절 개 요	20
제2절 비면허 주파수 현황	20
제3절 비면허 기술을 이용한 이용현황	22
제5장 결론	37
참고문헌	38

표 목 차

[표 2-1] GPR 모델별 사용주파수	6
[표 2-2] 미국의 GPR 기술기준과 EMI 기준비교	9
[표 2-3] 유럽의 GPR 기술기준과 EMI 기준비교	10
[표 2-4] 대한민국 주파수분배표 주석 개정(안)	11
[표 2-5] GPR을 신고제로 했을 경우의 전파법 개정(안)	12
[표 2-6] GPR을 신고제로 했을 경우의 전파법 시행령 개정(안)	12
[표 2-7] 간이신고제 도입 시 기술기준 개정(안)	12
[표 2-8] GPR을 비면허로 했을 경우의 기술기준 개정(안)	13
[표 2-9] GPR 정비 방안에 따른 장·단점	14
[표 3-1] 제조사 제공하는 드론레이싱 주파수 채널	16
[표 3-2] 국내의 가용 채널 구분 표	17
[표 3-3] 드론영상 아날로그변조 제도개선(안)	19
[표 4-1] 비면허 주파수 수요타당성 평가 항목	21
[표 4-2] 생활무선국용 무선설비 출력기준 및 사용조건	23
[표 4-3] 미약전계강도 무선기기 출력기준 및 사용조건	24
[표 4-4] 자계유도식 무선기기 출력기준 및 사용조건	24
[표 4-5] 무선조정용 무선설비의 출력기준 및 사용조건	25
[표 4-6] 데이터전송용 무선설비의 출력기준 및 사용조건	26
[표 4-7] 안전시스템용 무선기기의 출력기준 및 사용조건	27
[표 4-8] 음성·음향신호전송용 무선기기 출력기준 및 사용조건	27
[표 4-9] 무선랜을 포함한 무선접속시스템용 무선기기 출력기준 및 사용조건	28
[표 4-10] 중계용 무선기기 출력기준 및 사용조건	29
[표 4-11] 무선데이터통신시스템용 무선기기의 출력기준 및 사용조건	29
[표 4-12] 이동체 식별용 무선기기 출력기준 및 사용조건	30
[표 4-13] 차량 충돌방지용 레이더 무선기기 출력기준 및 사용조건	31
[표 4-14] 도로정보감지 레이더 무선기기 출력기준 및 사용조건	31
[표 4-15] 재난정보방송용 무선기기 출력기준 및 사용조건	32
[표 4-16] RFID/USN 무선기기 출력기준 및 사용조건	32
[표 4-17] 코드없는 전화기 무선기기 출력기준 및 사용조건	33

[표 4-18] UWB 무선기기 출력기준 및 사용조건	34
[표 4-19] 용도미지정 무선기기 출력기준 및 사용조건	34
[표 4-20] 체내이식 무선의료기기 출력기준 및 사용조건	35
[표 4-21] 물체감시 센서용 무선기기 출력기준 및 사용조건	35
[표 4-22] TVWS 무선기기 출력기준 및 사용조건	36
[표 4-23] 레벨측정 레이더용 무선기기 출력기준 및 사용조건	36

그 립 목 차

[그림 2-1] 도심지 싱크홀 생성과정(원인 : 낙후 상하수도)	3
[그림 2-2] 대도시 싱크홀 발생(`19.9월, 여의도)	3
[그림 2-3] 대도시 싱크홀 발생(`19.12월, 고양시)	3
[그림 2-4] 전파신호 딜레이를 이용한 GPR 원리	4
[그림 2-5] 지표면이격방식(Air-Coupled) GPR	5
[그림 2-6] 지표면접촉방식(Ground-Coupled) GPR	5
[그림 2-7] GPR 사용기관별 주파수 및 기술기준 요구조사 결과	6
[그림 2-8] 차량형 24채널 500MHz GPR (국내 A사)	7
[그림 2-9] 카트형 16채널 1.6GHz GPR (국내 A사)	7
[그림 2-10] 차량형 250MHz GPR (국외 B사)	7
[그림 2-11] 카트형 800MHz GPR (국외 B사)	7
[그림 2-12] 차량형 3D GPR 1GHz이하 (국외 C사)	7
[그림 2-13] 차량형 3D GPR 6GHz이하 (국외 C사)	7
[그림 3-1] 드론레이싱 조정 및 경기장	15
[그림 3-2] 레이싱 드론과 영상고글	16
[그림 3-3] 레이싱 영상 송신기	16
[그림 3-4] 경기장 300m 이격지점에서의 수신 전력세기	17
[그림 3-5] 기본 점유주파수대역폭(37MHz)에서의 채널 파워	18
[그림 3-6] 드론 인접채널 출력 비교 A	18
[그림 3-7] 드론레이싱 운영 채널(10MHz) 대역폭	18
[그림 3-6] 드론 인접채널 출력 비교 B	18
[그림 4-1] 비면허 주파수 이용현황(2019년 12월 기준)	21

제1장 서론

과학기술정보통신부는 전파진흥기본계획(‘19년 1월) 수립 이후 비면허 주파수 공급 체계 개편(‘19년 5월)을 하였고, 효율적인 비면허 주파수 검증절차를 마련한바 있다. 이중 국립전파연구원에서는 국민 편익 증진을 위한 산업·생활용 전파자원의 이용을 위하여 싱크홀 탐지, 드론레이싱 영상전송 등의 주파수 발굴 및 제도 정비 연구업무를 수행하였다.

첫 번째 연구주제는 지표투과레이다(GPR)의 제도도입 연구이다. 최근 도심지에서 일어나고 있는 싱크홀에 대한 언론보도를 종종 접하게 된다. 서울도심 어느 지역에 버스에서 하차하던 승객이 갑자기 일어난 싱크홀에 빠져 사라진 영상을 지켜보자면, 안전예방을 위해 최선을 다해야겠다는 생각을 하게 된다. 최근 국토교통부도 지하안전관리에 관한 특별법(약칭 : 지하안전법)을 제정(‘19.11.1. 시행)하여 지하를 안전하게 개발하고 이용하기 위한 관리체계를 만들었다. 국립전파연구원에서는 이러한 제도마련 과정의 일환으로 현재 운용되고 있는 지표투과레이다의 기술적 특징과 주파수 사용에 대한 조사를 착수하였고, 우리나라에서 사용되고 있는 지표투과레이다의 특성 및 안정적인 제도 도입 연구를 시작하게 되었다. 국립전파연구원에서는 국내의 지표투과레이다무선기기 사용을 위한 제도도입에 앞서, 광대역으로 사용하고 있는 지표투과레이다의 누설전자파의 세기에 따른 출력 허용기준(미국 및 유럽 등)을 초과하는지 확인하고 세부분석을 통하여 국내환경에 맞는 기술기준(안) 및 관련 법제도를 제안하였다.

두 번째 연구 주제인 드론레이싱을 위한 제도개선 연구는 우리에게 매우 생소하지만, 최근 국제자동차경주대회(F1) 이후 대규모 프로리그들이 국내·외에서 활동하면서, 제도개선이 필요한 사항을 검토한 것이다. 드론을 경기장에 띄운 뒤 컨트롤 모니터를 통하여 직접 조정하여 장애물 통과 등 빠른 비행을 수행하기 때문에 영상정보의 보전 및 타 무선국과의 혼·간섭을 최소화하여 제도개선이 될 수 있도록 제시하였다. 본 연구에서는 드론레이싱 대회 운영을 위해 최소 4개의 채널 확보가 필요한 것으로 분석되었기 때문에, 한국형 전파채널을 만들어 수용가능한지를 중점적으로 분석 하였다.

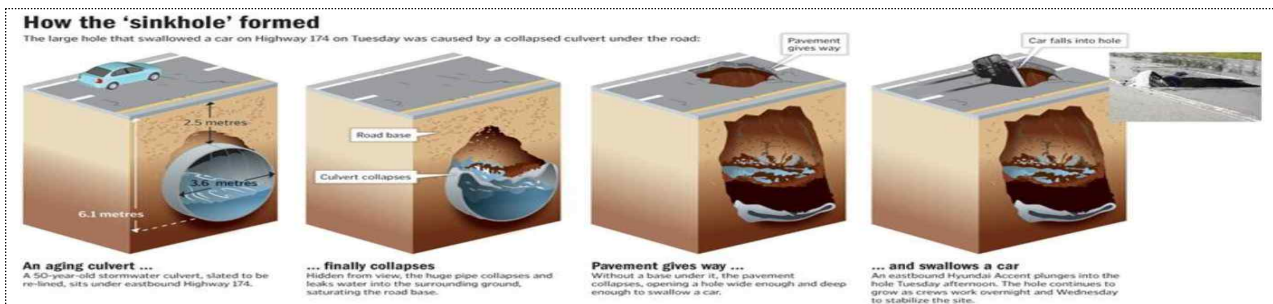
마지막으로, 신산업 기술·생활용 주파수를 사용하는 비면허 기술(Wi-Fi, IoT, 센싱 등)은 4차산업혁명의 경제사회 패러다임 전환을 일으킬 수 있는 일부분으로 5G와 더불어 사람·사물·공간을 연결하는 중추 신경계로 인식되고 있다. 본 연구는 이용현황을 쉽게 이해할 수 있도록 22개 분야 800여 종류의 다양한 비면허 무선서비스 기기들의 주파수,

출력, 용도 등을 체계적으로 정리하였고, 주파수 이용현황, 서비스 무선기기, 적합성평가
인증현황 등을 조사하였다. 비면허·신산업 업무 종사자들이 이용하기 쉽도록 본원에서
배포된 『신산업기술 생활용 주파수의 이용현황』 책자를 배포하였기 때문에 본 보고서에는
기술기준과 이용현황 위주로 소개하고자 한다.

제2장 지표투과레이다(GPR) 도입 방안 연구

제1절 연구의 배경

세계적으로 자연적·인위적으로 인한 싱크홀(Sinkhole) 문제가 사회이슈로 대두되고 있는 추세이다. 우리나라의 경우 지층이 대부분 단단한 화강암 또는 편마암층으로 이루어져 자연적인 싱크홀이 많이 발생하지 않았다. 그러나 최근 도심지에서 일어나고 있는 싱크홀은 석회암 지역에서 발생하고 있는 지하공동발생 메커니즘과 그 원인이 다르다. 일반 싱크홀은 석회암의 주성분인 탄산칼슘이 탄산가스가 녹아 있는 지하수에 의해 용해되어 구멍이 발생되고, 이것이 지표부근까지 확대되어 상부 지층이 갑자기 무너져 내려 생긴 구멍을 말한다. 도시화가 오래된 지역일수록 주로 노후 된 지하매설물의 파손이나 대형 굴착공사 및 지하구조물에 의한 지하수 영향으로 흙이 유실되기 때문이다.



[그림 2-1] 도심지 싱크홀 생성과정(원인 : 낙후 상하수도)

우리나라에서 발생하는 싱크홀은 대도시를 중심으로 낙후된 수도관에서 발생하는 누수나, 인위적인 공사현장의 문제로 인공재난의 한 부분으로 이해할 수 있다. 이러한 재난을 방지하는 목적으로 지표투과레이다(GPR¹⁾)의 사용이 증가하고, 지표투과레이다의 제도적 도입이 시급해지고 있다.



[그림 2-2] 대도시 싱크홀 발생(`19.9월, 여의도)



[그림 2-3] 대도시 싱크홀 발생(`19.12월, 고양시)

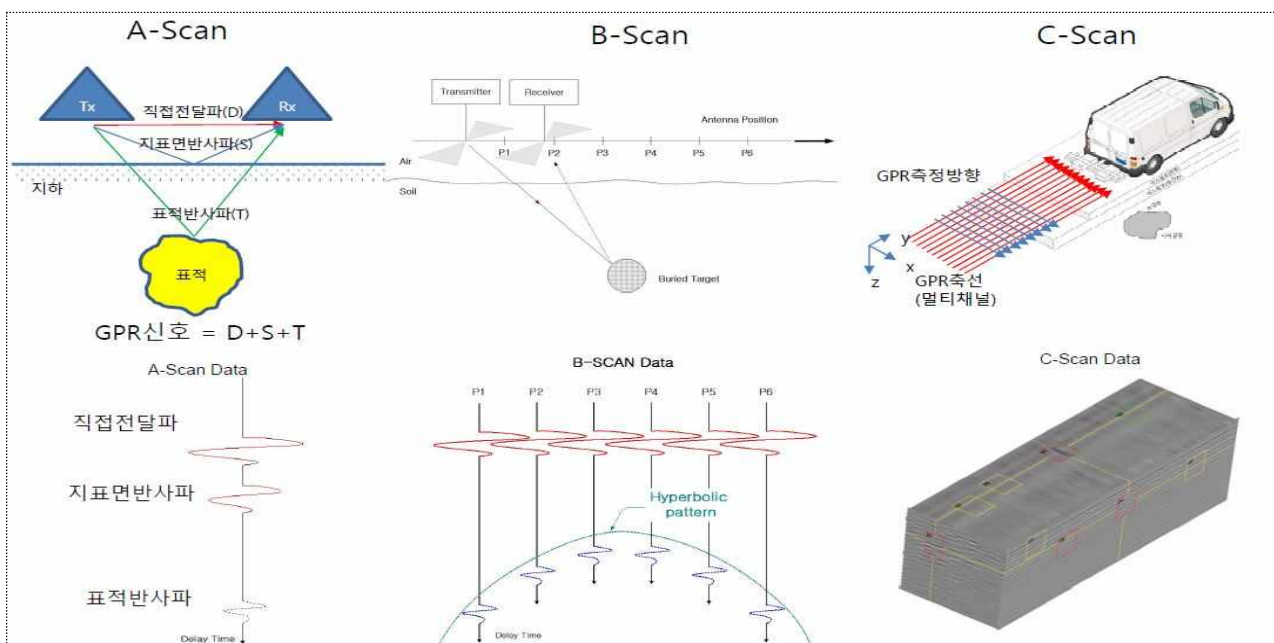
1) 지표투과레이다(GPR, Ground Penetration Radar) : 주파수의 투과 및 반사 특성을 이용하여 지하 매설물 등을 투과하여 깊이나 매질특성에 따른 영상물을 3차원으로 변형하여 지하 싱크홀 탐지 등에 이용

최근 국토교통부도 지하안전관리에 관한 특별법(약칭 : 지하안전법)을 제정('19.11.1. 시행)하여 지하를 안전하게 개발하고 이용하기 위한 관리체계를 확립하고자 노력하고 있다. 이에 대한 안전진단에 사용되는 지표투과레이다의 경우 광대역 주파수를 사용하고 있으나 땅 밑으로 전파를 쏘는 특수성 및 국내 제조사가 없는 관계로 제도의 사각지대에 있던 이슈이다. 그러나 국내에서도 지방자치단체 및 건설현장 등에서 지표투과레이다의 사용이 증가되면서, 산업계에서 먼저 제도를 만들어 줄 것을 요청하였다. 국립전파연구원에서는 이러한 제도마련 과정의 일환으로 현재 운용되고 있는 지표투과레이다의 기술적 특징과 주파수 사용에 대한 조사를 착수하였고, 사용되고 있는 지표투과레이다의 특성 및 안정적인 제도 도입 연구를 시작하게 되었다.

제2절 지표투과레이다 작동원리 및 기술

1. 지표투과레이다의 작동원리

지표투과레이다는 광대역 전파를 지하로 복사하여 신호의 종류에 따른 도달 크기에 따라 구분하여 이를 영상으로 형상화하여 지표면 아래의 상태를 알 수 있는 장치이다. 레이더의 신호는 직접 전달파(D), 지표면반사파(S), 표적반사파(T)를 더하여 최종 GPR 신호의 합으로 표현(A-스캔)될 수 있으며, 각 신호의 높이에 따라 칼라 구분을 하여 영상으로 표시하여 사용한다. 이러한 원리를 이용하여 다수의 안테나 송신부와 수신부 구성(B-스캔)을 아래 그림과 같이 표현될 수 있다. 최근에는 이러한 2차원적인 것을 3차원(C-스캔)으로 구현하여 지하아래를 좀 더 과학적으로 들여다 볼 수 있는 기술이 발달하고 있다.



[그림 2-4] 전파신호 딜레이를 이용한 GPR 원리

2. 지표투과레이다 기술

GPR은 전파의 발사 형태(방식)에 따라 펄스 레이다와 SFCW(Step-Frequency Continuous Wave) 레이다 등으로 분류된다. 일반적으로 널리 사용하고 있는 펄스 형 GPR의 경우 특정시간, 특정장소에서 펄스를 발생하므로 신호가 넓은 주파수 대역에 걸쳐있으며, 중심 주파수에 전력이 집중되는 특징이 있다. 또 다른 SFCW의 경우는 분해능을 향상시키기 위한 방식으로 사용하는 주파수 전체 대역 내에 전력이 고르게 분배되며, 상대적으로 더 넓은 주파수 대역을 사용하는 특징이 있다. 이러한 기술들은 사용자가 탐지하고자 하는 깊이에 따라 다른 방식으로 운용되고 있다. 실제 수m 이상 깊은 지하탐지용으로 사용하고자 할 경우에는 지표면 접촉방식(Ground-Coupled)을 사용하고 있으며, 수cm 내 지표면 정밀탐지용 일 경우 지표면이격방식(Air-Coupled) 기술을 사용하고 있다. 간섭측면으로 지표면접촉방식의 GPR의 경우는 저속탐사에 적합(차량의 고속이동 어려움)하며 공기 중 누설 전자파를 최소화 할 수 있다. 지표면이격방식 GPR의 경우는 고속탐사 (레이다 탑재차량이 수십km/h의 속도로 이동 가능)에 적합하며 상대적으로 간섭 발생 가능성이 높기 때문에 Narrow-Beam 방식으로 설계하고 있다.



[그림 2-5] 지표면이격방식(Air-Coupled) GPR



[그림 2-6] 지표면접촉방식(Ground-Coupled) GPR

제3절 GPR 도입현황 및 전파특성 측정

1. GPR 도입현황

과기정통부는 전파법 제6조(전파자원 이용효율의 개선) 2항에 따라 산업·생활 분야의 비면허 무선기기 카테고리 중 지표투과레이다(GPR)에 대하여 국내 40개 제조·유통·이용기관을 대상(지자체 미포함)으로 GPR 활용실태 설문조사를 실시하였다.(`18. 12월, 한국전파진흥협회)

설문조사 결과 GPR 주파수 및 기술측면 전체 33개 응답 업체 기준 9개 기관(27.3%)이 애로사항이 있다고 응답하였다. 주파수 및 기술측면에서의 애로사항으로는 ‘국제적인 기술기준과의 조화’가 42.9%로 가장 많이 나타났으며, 다음으로는 ‘기술기준의 개정 및 완화’가 35.7%, ‘신규주파수 분배 및 확대’ 21.4%의 순으로 확인되었다.

[단위 : %]



[그림 2-7] GPR 사용기관별 주파수 및 기술기준 요구조사 결과

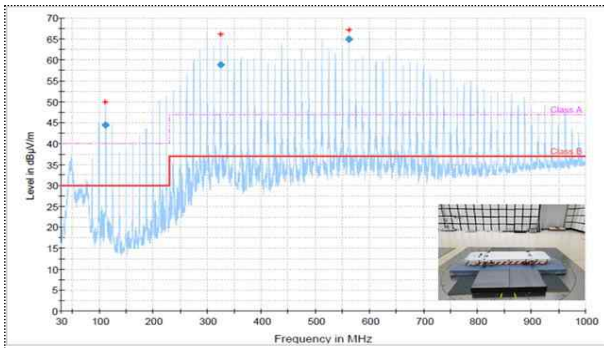
국내 제조사는 단 2곳으로 확인되었으며, 대부분 수입에 의해 전문 용역업체들이 미국 및 유럽형 GPR을 수입하여 사용하고 있다. GPR 업체들은 주파수 관점에서는 잘 모르기 때문에 제품 모델에서 제시하고 있는 주파수가 조사되었다. 모델별 표기된 사용주파수는 중심주파수와 대역폭이 혼합되어 있어, 실제 조사한 결과 6GHz이하에서 사용되고 있음을 확인하였다.

[표 2-1] GPR 모델별 사용주파수

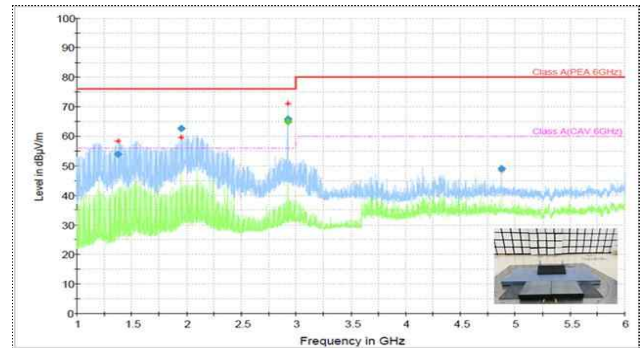
업체구분	활용모델명	제품 유형	사용 주파수 등
1	모름	펄스형	350, 400, 900, 1200MHz
2	proex	펄스형	100, 250, 500, 800MHz
	crossover		170, 400, 450MHz
	crossover		
3	Stream-X, C	펄스형	3D-GPR, 200,600MHz
	OperaDUO		250, 700MHz
4	SIR3000	모름	200~1600MHz
5	proex	펄스형	100, 250, 500, 800MHz
6	FU4000프로	유트리트스캔프로시스템	350MHz
7	DXF-1820	FMCW형	200~300MHz
8	opero Du04	FMCW형	250~700MHz
9	존드12E	펄스형	500, 1500MHz
10	mira	펄스형	3D-GPR, 400MHz, 24ch
	GX		450MHz
11	DS2000	펄스형	250, 700MHz
12	proex	펄스형	500, 800MHz
13	NM-GRPR	NM-별제형	3D GPR, 100~400MHz
	Stream-EM	펄스형	3D GPR, 200MHz
14	모름	펄스형	200, 250, 400, 900MHz
15	SIR4000	모름	100, 270, 400, 900, 1600MHz

2. GPR 기기 전파특성 측정결과

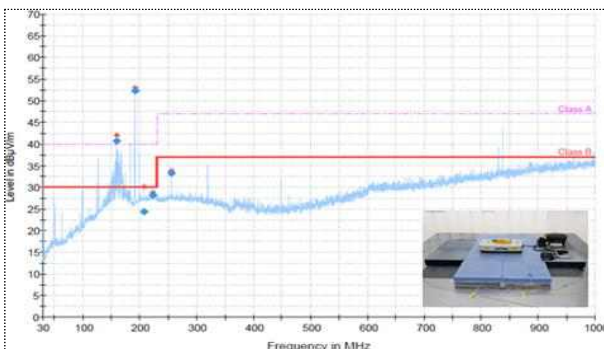
지표투과레이다 무선기기 사용을 위한 제도도입에 앞서, 광대역으로 사용하고 있는 GPR의 누설전자파 세기에 따른 출력 허용기준(미국 및 유럽 등)을 초과하는지 확인하고 세부분석을 통하여 국내환경에 맞는 표준화된 시험방법(안)을 마련하고자 하였다. 관련제도를 도입하고 있는 미국 및 유럽 등의 경우 UWB 기술기준의 범주 안에 GPR 제도를 도입하고 있으며, 우리나라는 해외에서 인증받은 GPR이 이용되고 있기 때문에 조사가 필요하였다. 미국 및 유럽 등의 GPR 기술기준 한계 값은 전자파장해(EMI) 기준을 준용하여 만든 기술기준이다. 국내 제조사 및 수입사별로 GPR의 크기 및 사용하는 주파수가 서로 달라 전자파 무반사실에서 전자파 방사장해 시험방법을 사용하여 측정하였으며, 그 기준은 EMI Class A 기준을 만족하는지를 평가하였다. 이 측정결과를 바탕으로 국내 도입할 기술기준의 방향 및 출력기준을 제안하고자 한다.



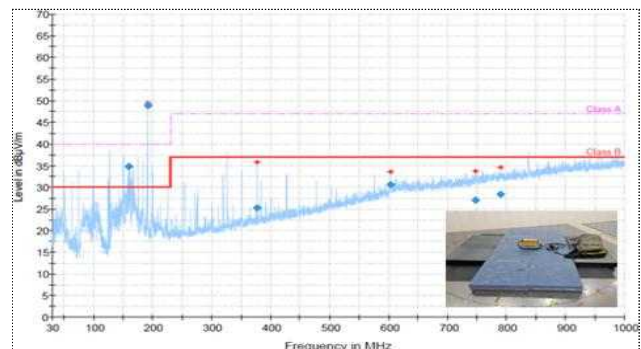
[그림 2-8] 차량형 24채널 500MHz GPR(국내 A사)



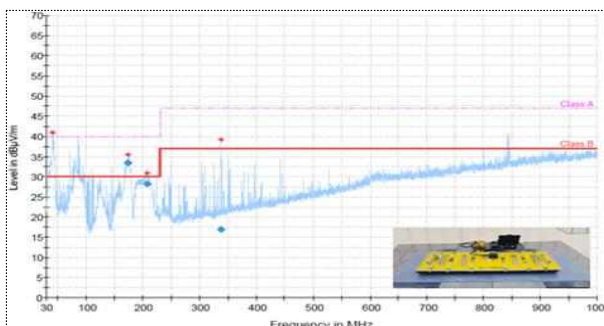
[그림 2-9] 카트형 16채널 1.6GHz GPR(국내 A사)



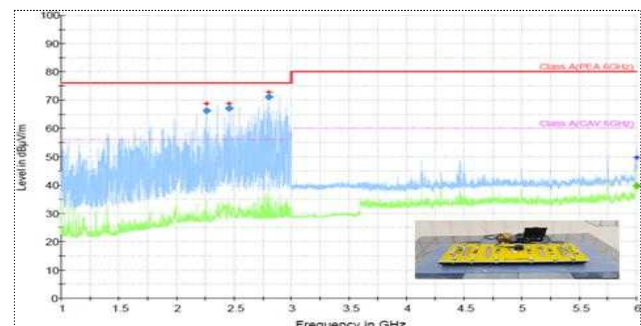
[그림 2-10] 차량형 250MHz GPR(국외 B사)



[그림 2-11] 카트형 800MHz GPR(국외 B사)



[그림 2-12] 차량형 3D GPR 1GHz이하(국외 C사)



[그림 2-13] 차량형 3D GPR 6GHz이하(국외 C사)

국내 A사의 경우 중심주파수 500MHz을 사용하는 펄스형 GPR로 EMI Class A 기준을 만족하지는 않음을 확인하였고, 1.6GHz을 사용하는 카트형인 경우는 기준치에 적합함을 알 수 있었다. 기술적으로 차폐 등의 보완을 한다면 국내제조사의 GPR의 사용에는 문제가 없어 보인다. 국외 B사의 경우는 모델의 주파수 표현이 중심주파수를 사용하는 것이 아니라 1GHz이하 대역 내 250MHz 및 800MHz 대역폭을 사용하는 것으로 확인되었으며, EMI Class A기준에 적합하였다. 200MHz 주파수 부근에서 이상 펄스가 발견되었으나, 이는 GPR 신호와 무관한 제어시스템에서 발생하는 전자파 문제인 것으로 확인되었다. 가장 넓은 대역폭을 사용하는 3D Radar의 경우는 지표면접촉방식의 SFCW 기술을 이용하고 있으나, 상대적으로 안정적으로 EMI Class A 기준을 만족하고 있었다. 가장 고가인 GPR 시스템인 만큼 차폐성능이 우수한 제품 이었다. 본 측정 결과는 국내에서 가장 많이 사용하는 제품군의 실제 출력기준이 유럽형 기술기준에 적합할 수 있음을 알 수 있다. 본 실험에서 적용한 EMI Class A 기준 자체가 우리나라에서도 사용하는 전자파장해기준(CISPR EMI) 제안 값이기 때문에 유럽기준 도입 시 국내 환경에 적합할 것으로 예상된다.

제4절 외국의 지표투과레이다(GPR) 관리제도

1. 미국의 GPR 관리제도

미국 FCC는 CFR 47 Part 15 규정의 F항인 초광대역 동작(Ultra-Wideband Operation) Part의 기술기준 내에 § 15.509에서 지표투과레이다의 기술기준을 다루고 있다. FCC의 Part 15의 경우는 일반적으로 비면허 기기의 기술기준을 수록하고 있는 것으로 알려져 있다. 그러나 미국의 GPR 관리체계는 기술기준은 비면허 광대역 사용에 대한 우려로 법 집행, 소방, 응급 구조, 과학 탐사, 채굴, 건설 등의 목적으로만 사용하도록 용도를 제한하고 있다. 미국의 GPR 기술기준은 960MHz를 기준으로 이하 대역을 사용하는 GPR은 § 15.209에 따라 미약전계강도 기준을 따르고, 960MHz를 초과하는 GPR은 대역별로 출력 기준을 다르게 제한하고 있다. 960MHz는, § 15.209(방사한계치 등 일반적 요구사항) 이전에 § 15.109(방사한계치)에서 온 것이다. 다시 말하면 § 15.109는 미국 EMI 기준이며, 측정 방법은 ANSI C63.4이다. 즉, 960~1240MHz는 공공주파수로 보호를 받아야 하는 주파수로 FCC는 § 15.109를 통하여 1GHz의 기준을 960MHz로 내려서 EMI 관리를 하고 있는 것으로 판단된다. 미국의 기술기준은 특이하게 960MHz 이하는 전계강도이고 960MHz이상은 EIRP 로 관리하고 있다. § 15.109 EMI의 표준시험방법인 C63.4는 1988년에는 1GHz이하에만 적용되었다. 그러므로 기술기준이 제정 될 2000년도에는 960MHz 이상에서는 시험장의 조건 등 전계강도 시험방법이 정립되지 않았고, 차폐 등의 문제로 GPR 케이스 등을 분리할 수 없어 EIRP로

규제를 하는 것으로 판단된다. 이는 EMC 측면에서, 1GHz 이하면 ERP로 1GHz 이상이면 EIRP로 측정한다. 왜냐하면, 1GHz 이하에서는 반파장 다이폴 안테나가 쉽게 제작되어 적용되기 때문이다. 보통 1GHz 이상에서는 혼 안테나로 측정하고, 이론적으로만 존재하는 등방성 안테나를 기준 안테나로 적용하고 있기 때문이다. 이러한 이유로 1GHz 이상에서는 EIRP로 복사전력을 규제하고 있다. 미국의 GPR 기술기준을 좀더 보기 쉽게 표현한다면 아래와 같이 비교해 볼 수 있다.

[표 2-2] 미국의 GPR 기술기준과 EMI 기준비교

주파수 대역	전계강도 (§ 15.209)	전력밀도 EIRP(RMS)	3m 환산	10m 환산	EMI Class A Q-P @10m
30~88MHz	100 μ V/m @10m	-	50.46dB μ V/m	40.00dB μ V/m	40.00dB μ V/m
88~216MHz	150 μ V/m @10m	-	53.98dB μ V/m	43.52dB μ V/m	43.52dB μ V/m
216~960MHz	200 μ V/m @10m	-	56.48dB μ V/m	46.02dB μ V/m	46.02dB μ V/m
Above 960	500 μ V/m @10m	-	64.44dB μ V/m	53.98dB μ V/m	53.98dB μ V/m
주파수 대역	전계강도 (§ 15.209)	전력밀도 EIRP(RMS)	3m 환산	10m 환산	EMI Class A RMS @3m
960~1610MHz	-	-65.3dBm	29.9dB μ V/m	-	60.00dB μ V/m
1610~1990MHz	-	-53.3dBm	41.9dB μ V/m	-	60.00dB μ V/m
1990~3100MHz	-	-51.3dBm	43.9dB μ V/m	-	60.00dB μ V/m
3100~10600MHz	-	-41.3dBm	53.9dB μ V/m	-	60.00dB μ V/m
10600MHz ~	-	-51.3dBm	43.9dB μ V/m	-	-

위 표에서 확인해 볼 수 있는 것은 FCC의 GPR규정에서 960MHz 이하는 10m에서 측정했을 때의 EMI 제한치를 그대로 적용하고 960MHz 이상에서는 혼안테나로 측정하는 3m로 적용한다는 것이다. 결국 미국도 광대역을 사용하는 GPR에 대하여 본 신호와 불요발사를 포함할 수 있는 EMI 규정을 기술기준으로 채택함을 확인해 볼 수 있었다.

2. 유럽의 지표투과레이다 관리제도

유럽에서는 ECC/DEC/(06)08 및 EN 302 066에 따라 30MHz~12.4GHz 대역에서 UWB기술을 사용하는 GPR의 사용을 허용하고 있다. 유럽도 미국과 마찬가지로 비면허 기술기준인 UWB의 한 분야로써 기술기준을 채택하고 있으며, 혹시 모를 간섭에 대비하여 주파수 이용에 관한 결의를 채택하여 권고하고 있다. 유럽내 GPR의 이용확산에 따라

기존 무선국에 미칠 수 있는 잠재적 혼·간섭 영향 등의 관리를 위한 기술 운용기준을 지시하고 있으나, 실제 이를 관리하고 있는 나라는 영국이외에는 대부분 비면허로 허용해주고 있는 것으로 파악됐다. ETSI EN 302 066에 따르면 GPR은 낮은 장비 분포밀도와 지면에 의한 주파수 감쇄로 인해 무선통신기기에 대한 간섭이 적을 것으로 추정되며, 실제 보고된 유해한 간섭 사례는 없다고 보고서에 기록되어 있다. ECC는 GPR 인증(허가) 제도에 대한 가이드라인을 제공하고 있으며, 유럽연합 가입국의 규제기관에 따라 개별적으로 라이선스 요구사항을 결정하도록 권고하고 있다. 미국과 다른 유럽의 GPR 기술기준에 대해 아래와 같이 그 제한 값을 확인해 보았다.

[표 2-3] 유럽의 GPR 기술기준과 EMI 기준비교

대역	EIRP(RMS)	EIRP(Q-P)	3m 환산	10m 환산	EMI Class A Q-P @10m
30~230MHz	-65dBm/MHz	-44.5dBm/120kHz	50.7dBμV/m	40.24dBμV/m	40.00dBμV/m
230~1000MHz	-60dBm/MHz	-37.5dBm/120kHz	57.7dBμV/m	47.24dBμV/m	47.00dBμV/m
대역	EIRP(RMS)	EIRP(Q-P)	3m 환산	10m 환산	EMI Class A RMS @3m
1000~1600MHz	-65dBm/MHz	-30dBm/MHz	30.2dBμV/m		56.00dBμV/m
1600~3400MHz	-51.3dBm/MHz		43.9dBμV/m		56.00dBμV/m
3400~5000MHz	-41.3dBm/MHz		53.9dBμV/m		60.00dBμV/m
5000~6000MHz	-51.3dBm/MHz		43.9dBμV/m		60.00dBμV/m
6000MHz~	-65dBm/MHz		30.2dBμV/m		

유럽에서도 미국과 같이 EMI(CISPR)제한치를 기술기준에 적용하여 사용하고 있음을 알 수 있다. 유럽의 기술기준은 GPR 기기의 특성을 고려하여 기본파 및 불요발사에 대한 출력은 측정하지 않지만 비의도적 방사에 대해서 그 한계 값을 정하고 있다.

제5절 GPR 제도 도입(안)

국내의 지표투과레이더라는 이미 십 여년 전부터 수입제품에 의존하여 사용해 왔으며, 국내 지자체 등 공공기관과 여러 연구기관, 건설현장에서 사용해왔다. 오랜기간 동안 사용해왔으나, 그 사용이 전파를 발사하는 무선기기의 인식보다는 “계측기”로 사용하였고, 전파를 이용하지만 비통신 응용분야였기에 국내에 관련 기술을 개발하는 산업화가 이뤄지지 않았던 것이 문제로 인식되고 있다. 지금은 국내 제조사들이

생겨나면서, 제도화를 통한 사업의 안정화를 요구하고 있는 형편이다. 위에서 우리는 미국과 유럽 등의 제도 등을 검토하였다. 국내 지표투과레이다의 경우 사용하고 있는 주파수는 6GHz 이하로 파악되기 때문에, 미국 및 유럽 등의 기술기준인 10GHz 이상까지 설정할 필요는 없다. mm파에 대한 5G 주파수를 발굴하고 있는 시점을 고려하여 6GHz 이하로 주파수를 선정한다면 큰 무리는 없을 것이다. 하여 관련 주파수의 사용과 국민의 주거환경, 안전 등에 관계되는 소방, 응급 구조, 과학 탐사, 채굴, 건설 등의 목적으로만 사용하도록 용도를 제한하여 아래와 같이 주파수 분배표 등의 개정(안)을 제안한다.

[표 2-4] 대한민국 주파수분배표 주석 개정(안)

주파수분배표 주석 K 000

6GHz 이하의 주파수대역은 지표투과레이다(GPR, Ground Penetrating Radar)용으로 사용할 수 있다. 다만 전파법 제19조의2 ①항5호 및 시행령 제24조 ①항1호 용도로 한정한다.

지표투과레이다는 UWB 무선기기의 일종과 비슷한 비면허 기술기준 범주 안에 있으나, 광대역을 사용하는 문제로 국가에서는 이에 대한 관리방안 등을 도입했거나 권고하고 있다. 국내 연구반에서는 이러한 문제점을 검토하였으며 아래와 같이 두 가지 도입방안을 도출하여 관련 제도를 설명하고자 한다.

1. 지표투과레이다의 간이허가제 도입방안

GPR을 간이허가제로 도입할 경우 상당히 많은 관련 제도 정비가 수행되어야 한다. 지표투과레이다가 국내에서 사용하고 있는 현재 상황에서 간이라고 하지만 허가제의 하나인 간이무선국 기타고시에 신고하고 사용할 수 있는 형태의 제도 도입을 하려면 전파법, 전파법 시행령, 주파수 분배표 등제 등을 기술기준과 함께 개정되어야 한다. 또 하나의 문제는 무선국 허가검사 수수료 및 전파사용료 납부에 대한 부담이 생길 수 있다. GPR은 지표면 아래로 향하여 쓰는 기기임을 고려해 본다면, 이에 대한 예외조항도 고려해야 하며 관련 전파법 및 전파법 시행령의 개선(안)은 다음과 같이 제안될 수 있다.

[표 2-5] GPR을 신고제로 했을 경우의 전파법 개정(안)

제19조의2(신고를 통한 무선국 개설 등) ① 항 5호 신설

5. 국민의 안전을 위해 사용되어 안테나공급전력을 제한할 필요가 없고, 지면 아래로 방사되는 지표투과레이다용 무선국

제67조(전파사용료) ① 항 8호에 “전파사용료 감면조건” 신설

8. 19조의2 ① 항 5호에 따른 지표투과레이다용 무선국

[표 2-6] GPR을 신고제로 했을 경우의 전파법 시행령 개정(안)

제24조(신고하고 개설할 수 있는 무선국) ① 항 1호 개정

1. 간이무선국용 무선설비 중 휴대용 무선기기. 다만, 차량·선박 등 이동체에 설치하는 경우는 제외하되, 지표투과레이다라는 예외로 한다.

제87조(전파사용료) ① 항 8호에 “전파사용료 감면조건” 신설

8. 소방, 긴급 구호, 과학적 연구, 광업 또는 건축 등의 안전진단과 관련된 용도로 동작하는 지표투과레이다용 무선국

기술기준의 경우는, 간이 신고제로 『간이무선국·우주국·지구국의 무선설비 및 전파탐지용 무선설비 등 그 밖의 업무용 무선설비의 기술기준 개정(안)』 으로 관련 정의와 기본과 및 불요발사에 의한 전력밀도 조건, 운용제한사항 등을 아래와 같이 제안할 수 있다.

[표 2-7] 간이신고제 도입 시 기술기준 개정(안)

< 1 안 : 간이 신고제 >

간이무선국·우주국·지구국의 무선설비 및 전파탐지용 무선설비 등 그 밖의 업무용 무선설비의 기술기준 개정(안)

제3조(정의) ① 항 8호 신설

8. “지표투과레이다용 무선국”이란 주파수의 투과 및 반사 특성을 이용하여 지면아래로만 동작하는 무선국을 말한다.

제20조(지표투과레이다용 무선국) 신설

30MHz~6GHz 주파수 대역의 전파를 사용하는 지표투과레이다용 무선국의 기술기준은 다음 각 호와 같다.

1. 주파수대역폭(1MHz 분해대역폭으로 측정된 최대 전력밀도보다 10dB 낮은 대역폭)은 6GHz 이하 주파수대역 이내일 것
2. 기본과 및 불요발사에 의한 전력밀도는 다음 조건에 적합할 것

주파수대역	안테나 절대이득 포함	비 고
30MHz 이상 230MHz 미만	40.24dB _M /m @10m 이하	연직방향으로 전파를 발사하는 기기에 한함
230MHz 이상 1000MHz 미만	47.24dB _M /m @10m 이하	
1000MHz 이상 1600MHz 미만	30.24dB _M /m @3m 이하	
1600MHz 이상 3400MHz 미만	43.9dB _M /m @3m 이하	
3400MHz 이상 5000MHz 미만	53.9dB _M /m @3m 이하	
5000MHz 이상 6000MHz 미만	43.9dB _M /m @3m 이하	

3. 지표투과레이다(GPR) 무선국은 통신 목적으로 사용되지 않으며, 기기의 의도적인 사용에서 지면아래로만 복사가 이뤄져야 함
4. 불요발사는 제1호의 주파수 대역 밖의 주파수에서 측정된 전력밀도가 제1호의 침투 전력밀도보다 20dB 이상 낮은 값일 것
5. 이동체에 부착되어 사용하는 경우, 수동으로 동작하는 비잠금 스위치(사용자의 손이나 동작감지 센서의 사용)를 사용해야 하며, 장비운용자로부터 사용이 중지되었을 때 10초 이내에 송신을 중단해야 함
6. 원격으로 사용하는 컴퓨터 제어 장비의 경우, 제어시스템에 의하여 사용이 중단 되거나 장비운용자에 의하여 사용이 중지되었을 때 기기가 10초 이내에 송신을 중단해야 함
7. 데이터 수집을 위하여 차량에 장착되는 기기의 비활성화 시간은 60초 이내임
8. 지표투과레이다용 무선국 또는 사용자 설명서에 “지면을 향해서만 전파를 발사해야 한다.” 는 문구를 명기할 것

2. 지표투과레이다의 비면허 제도 도입방안

GPR을 비면허로 도입할 경우는 누구나 자유롭게 적합성평가만 받으면 사용할 수 있는 장점이 있으나, 용도 및 작업자·운용자 제한이 어렵고 관리조건을 만들어 비면허 기술기준을 만들 경우 비면허의 개념에서 벗어난다는 한계가 있다.

비면허제도로 도입할 경우 국내에서 이미 운용되고 있는 GPR이 관련 제도 신설로 발생하는 문제를 최소화 할 수 있으며, 관련법을 최소화하여 도입할 수 있어 매우 용이한 장점이 있다. 그 기술기준은 아래와 같이 제안될 수 있다.

[표 2-8] GPR을 비면허로 했을 경우의 기술기준 개정(안)

〈 2 안 : 비면허 제도 〉

신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국용 무선설비의 기술기준 개정(안)

제3조(정의) ①항 13호 신설

13. “지표투과레이다용 무선국”이란 주파수의 투과 및 반사 특성을 이용하여 지면아래로만 동작하는 무선국을 말한다.

제15조(지표투과레이다용 무선기기) ① 지표투과레이다용 무선기기는 다음 각 호의 조건에 적합하여야 한다.

1. 주파수대역, 전력밀도 등

주파수대역	안테나 절대이득을 포함한 전력밀도		비 고
	평균 전력밀도(RMS)	첨두 전력밀도(Q-P)	
30MHz 이상 230MHz 미만	-65dBm/MHz	-44.5dBm/120kHz	연직하향으로 전파를 발사하는 기기에 한함
230MHz 이상 1000MHz 미만	-60dBm/MHz	-37.5dBm/120kHz	
1000MHz 이상 1600MHz 미만	-65dBm/MHz	-30dBm/MHz	
1600MHz 이상 3400MHz 미만	-51.3dBm/MHz		
3400MHz 이상 5000MHz 미만	-41.3dBm/MHz		
5000MHz 이상 6000MHz 미만	-51.3dBm/MHz		

- 주파수대역폭(1MHz 분해대역폭으로 측정한 최대 전력밀도보다 10dB 낮은 대역폭)은 6GHz 이하 주파수대역 이내일 것
- 지표투과레이다(GPR) 무선국은 통신 목적으로 사용되지 않으며, 기기의 의도적인 사용에서 지면아래로만 방사가 이뤄져야 함
- 이동체에 부착되어 사용하는 경우, 수동으로 동작하는 비잠금 스위치(사용자의 손이나 동작감지 센서의 사용)를 사용해야 하며, 장비운용자로부터 사용이 중지되었을 때 10초 이내에 송신을 중단해야 함
- 원격으로 사용하는 컴퓨터 제어 장비의 경우, 제어시스템에 의하여 사용이 중단 되거나 장비운용자에 의하여 사용이 중지되었을 때 기기가 10초 이내에 송신을 중단해야 함
- 데이터 수집을 위하여 차량에 장착되는 기기의 비활성화 시간은 60초 이내임
- 지표투과레이다용 무선국 또는 사용자 설명서에 “지면을 향해서만 전파를 발사해야 한다.” 는 문구를 명기할 것
- 지표투과레이다의 운용기관은 별표 6의 양식으로 해당지역의 중앙전파관리소에 등록하고 사용할 것

제6절 결론

국내의 지표투과레이다는 지방자치단체와 건설·용역업체, 연구기관 등에서 싱크홀 탐지, 구조물 시공검사 등 재난안전 진단을 목적으로 활용하고 있으며, 앞으로도 그 수요는 계속 증가될 것이다. 광대역 주파수를 사용하는 기기임에도 불구하고 안전한 이용을 위한 허가·인증제도 등이 마련되어 있지 않아 불법으로 운용되고 있어 주파수 공급 및 기술기준 등의 제도 마련이 필요하다. 지표투과레이다를 그동안 수입에 의존하여 사용해 왔다면, 관리방안 등을 좀 더 보강하여 제도를 도입해야 할 것이다. 제도가 마련됨에 따라서 국내 기술 발전에 기여하고 산업화가 이뤄지길 희망한다. 지표투과레이다의 사용주파수가 워낙 광대하여 6GHz 이하 이해당사자와 많은 협의를 거쳐 간이 허가제 또는 비면허 제도로 도입될 수 있을 것이다.

[표 2-9] GPR 정비 방안에 따른 장·단점

GPR 정비방안	장 점	단 점
1) 간이무선국 기타고시에 따른 신고하고 사용할 수 있는 무선국	<ul style="list-style-type: none"> · 용도 및 작업자 제한 가능 · 이용 현황 파악 가능 	<ul style="list-style-type: none"> · 전파법, 전파법시행령, 주파수분배표 등 제도정비 어려움 · 무선국 허가·검사 수수료 및 전파사용료 납부에 예외여부 당위성 마련 필요 · WPR 도입 시 신고제 사용 어려움
2) 비면허 기술기준 고시에 따른 허가면제 및 사후관리(운용기관 등록제도 마련) 예외조항 마련	<ul style="list-style-type: none"> · 누구나 자유롭게 이용 가능 · 이용 현황 파악 가능 · 벽투과레이다(WPR) 도입 시 GPR과 연계가 용이 	<ul style="list-style-type: none"> · 용도 및 작업자 제한 어려움 · 기술기준 마련 시 운용기관 등록 제도에 운영관리 어려울 수 있음 · 관리조건이 추가되면 비면허 기술기준과 맞지 않음

제3장 드론레이싱을 위한 제도개선 연구

제1절 연구의 배경

우리에게 생소한 드론레이싱은 여러 대의 드론이 야외나 실내에 정해진 코스를 도는 레이싱 경기의 일종으로, 2015년부터 미국, 유럽, 일본 등에서 드론레이싱 협회와 대규모 프로리그들이 활동 중인 국제 경기종목이다. 이 드론레이싱은 한정된 장소와 공간 내에서만 전파복사가 이루어질 수 있도록 제도적 운용조건 마련을 요구하였다. 이유는 드론레이싱을 위해서는 드론레이싱 선수가 드론을 경기장에 띄운 뒤 컨트롤 모니터를 통하여 직접 조정하여 장애물 통과 등 빠른 비행을 수행하기 때문에 디지털 변조방식은 영상정보 송·수신의 시간차이로 인한 제어 불능 시 사고 유발 가능성이 높아 아날로그 변조방식을 선호하고 있다. 사실 A사의 무지연 디지털 FPV(first person view) 시스템 출시 소식으로 대부분의 아날로그 영상송신기 시장은 사라질 것으로 예측하였으나, 실제로는 정반대의 결과를 가져왔다. 디지털 FPV 시스템은 시속 50km 이상 비행 시에 신호의 지연, 화면 뭉개짐, 프레임이 사라지는 현상 등으로 시장에서 외면 받기 시작한 것이다. 현재 드론 챔피언스리그 등에서도 아날로그 5.8GHz 대역 외에는 대안이 없는 상황으로 인식하게 되었다.



[그림 3-1] 드론레이싱 조정 및 경기장

영상전송기기의 지원가능 대역 중, 활용금지대역(5.9GHz ITS 등)을 구분하여 타 용도와의 혼·간섭을 최소화하는 방안 마련이 필요하다.

제2절 드론레이싱용 무선기기 현황 및 가용 주파수

드론레이싱에 활용기기는 주로 3가지로 조사되었다. TBS Unify Pro 5.8GHz(홍콩), ImmersionRC Tramp HV(홍콩), urious FPV stealth race(베트남) 제품들이다. 이들 제품은 국내 적합성평가를 받은 기기는 아니지만, 드론레이싱 등에서 나름의 성능과 완성도가 인정되어 사용하는 기기이다. 이들 기기를 이용하여 5.6~5.9GHz대역에서 제조사 기반으로 임의의 채널 밴드를 설정하여 드론레이싱에 활용중 이다.



[그림 3-2] 레이싱 드론과 영상고글



[그림 3-3] 레이싱 영상 송신기

(上:TBS, 下:Immersion RC)

[표 3-1] 제조사 제공하는 드론레이싱 주파수 채널

Channel	1	2	3	4	5	6	7	8	단위
Band A	5865	5845	5825	5805	5785	5765	5745	5725	MHz
Band B	5733	5752	5771	5790	5809	5828	5847	5866	MHz
Band E	5705	5685	5665	5645	5885	5905	5925	5945	MHz
Airwave, IRC/FS	5740	5760	5780	5800	5820	5840	5860	5880	MHz
Race Band	5658	5695	5732	5769	5806	5843	5880	5917	MHz
o Band A, B, E, Airwave, IRC/FS는 제조사 자체 채널 밴드 o 공식 경기는 Race Band를 활용하여 진행									

드론 레이싱의 출력기준은 유럽 규격을 기준으로, 최저 25mW에서 최대 800mW까지 활용 가능하나, 통상적으로 25mW를 사용하며 경우에 따라 고출력으로 임의 변경하여 활용이 가능하다. 주요 제조사들의 기기는 유럽 인증(CE)을 획득하였으나, 유럽과 우리나라의 주파수 및 기술기준은 다소 상이함을 알 수 있다. 제조사에서 제공하는 채널 밴드의 일부는 공식적으로 국내에서는 운용이 불가능한 채널들이나, 업계에서 이를 활용하여 대회를 진행 중에 있는 것으로 나타났다. 아래 표에서 음영처리된 주파수는 200mW 이상의 출력으로 아마추어 무선기사(HAM) 보유 시에만 활용(최대 800mW)이 가능하도록 하고 있음을 알 수 있다. 국내 기술기준 상의

주파수 범위를 기준으로, 업계에서 활용 가능한 채널 밴드 검토 및 중심 주파수(안) 마련을 위해 일부채널만 가용한 것으로 확인되었으며, 드론 레이싱 대회 운영을 위해 최소 4개의 채널 확보가 필요한 것으로 분석되었다.

[표 3-2] 국내의 가용 채널 구분 표

Channel	1	2	3	4	5	6	7	8	단위
Band A	5865	5845	5825	5805	5785	5765	5745	5725	MHz
Band B	5733	5752	5771	5790	5809	5828	5847	5866	MHz
Band E	5705	5685	5665	5645	5885	5905	5925	5945	MHz
Airwave	5740	5760	5780	5800	5820	5840	5860	5880	MHz
Race Band	5658	5695	5732	5769	5806	5843	5880	5917	MHz

아마추어 면허 요구 (출력 200mW 이상)

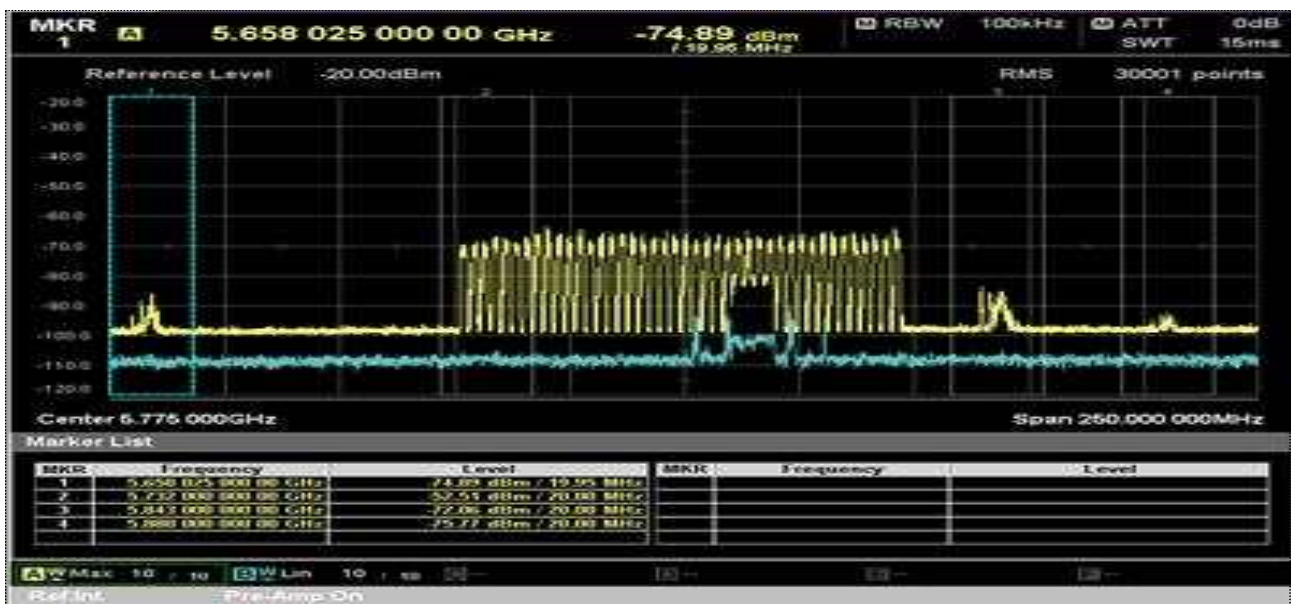
아마추어 면허 요구 + 사전 기체 승인이 필요한 대형 이벤트

유럽 SRD 기술규격(ERC Rec. 70-03) 주파수 대역(5725-5875MHz) 범위 밖

국내 특정소출력 기술기준 제7조 제7항 주파수 대역(5725-5850MHz) 범위 밖

제3절 전파복사 특성조사 결과

드론 레이싱 대회의 운영 실태조사를 통해, 영상송신용 무선기기의 이용현황 및 주파수 활용 현황파악을 실시하였다. 국내 공식 드론 레이싱 대회장인 하동 드론판타스틱레이스(D.Sports 코리아 마스터스 리그, 19.8월)에서 드론 기체에서의 영상 송신용 무선기기의 전파 복사 특성을 조사(한국전파진흥협회 등 연구반)하였다. 현황파악 결과, 기기에서 활용하는 주파수 및 출력이 다소 양호한 이용형태를 보이고 있음을 아래 그림과 같이 확인하였다. 이는 주최 측에 의해 출전 기체의 채널 설정 및 방사전력을 관리하여 대회장 인근에서의 수신전력 또한 수용할 만한 수준임을 확인하였다.



[그림 3-4] 경기장 300m 이격지점에서의 수신 전력세기

영상송신기(TBS unify pro 5G8)의 안테나 공급전력 및 채널파워 등 기기 현황을 파악하기 위하여 Race Band 4번 채널($f_c=5,769\text{MHz}$), 25mW 출력으로 기기를 설정하여, 정상적인 영상 송수신 상태 및 채널 Power 등을 아래와 같이 확인하였다.



[그림 3-5] 기본 점유주파수대역폭(37MHz)에서의 채널 파워



[그림 3-6] 드론 인접채널 출력 비교 A

25mW 출력으로 송출 시 $10\sim 13.5\text{dBm}$ 의 채널파워를 보임을 확인하고, 인접채널에서의 채널파워를 함께 확인 할 수 있도록 추가 측정하였다. 인접채널 37MHz 대역폭에서의 채널파워는 약 -50dBm 정도를 보이며, 측정 대역폭과는 약 -60dBc 차이를 보인다. 국내 대회에서 주로 1/3/6/7번 채널을, 최근 영월 국제대회('19.10월)에서는 3/5/7/8번 채널로 경기를 운영한 바, 인접채널의 동시 운용 가능성을 간접적으로 확인할 수 있었다.



[그림 3-7] 드론레이싱 운영 채널(10MHz) 대역폭



[그림 3-8] 드론 인접채널 출력 비교 B

위 그림에서 확인해 볼 수 있듯이, 중심 주파수를 기준 채널파워의 99%를 차지하는 점유 주파수는 약 10MHz 폭으로 확인되어, 인접채널 중심 주파수 기준의 10MHz 폭에 대한 누설 채널파워 및 상대 값을 측정해 보았다. 이때, 인접채널 10MHz 대역폭에서의 채널파워는 약 -60dBm 정도를 보이며, 측정 대역폭과는 약 -70dBc 차이를 보인다. 어느 정도의 dBc 를 확보해야 인접채널 간 간섭을 극복할 수 있을지는 수신기 특성에 따라 달라질 수 있으므로, 업계에서 활용하는 수신기 스펙 확인이 필요하다. 이번 실험으로 우리는 아날로그 변조방식의 영상송신 무선기기의 실효복사전력 25mW 을 기준으로, 신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국으로 다룰 수 있는 가능성을 확인할 수 있었다. 다만, 국내 주파수 분배 현황($5,725\sim 5,850\text{MHz}$)을 고려하여, 가용한 주파수의 선별과 보호가 필요한 중요 기존 서비스(하이패스 등)를 보호할 수 있는 기준의 마련이 필요하다.

제4절 드론 레이싱 제도 개선(안)

비면허 기술기준 제7조 제7항의 주파수 범위를 기준으로, 현재 업계에서 활용하는 레이스밴드에서 가용한 채널은 일부만 가용한 상황이다. 드론레이싱의 원활한 대회를 위해서는 최소 4개 채널 확보를 원하나 기술기준을 벗어난다. 5,725~5,850MHz(125MHz폭)에서 37MHz 간격으로는 2개 채널만 활용 가능하므로, 최소 4개 채널 확보를 위해서는 중심주파수 간격을 줄여 기기의 정상적 활용이 가능한 최적의 점유주파수대역폭 확인이 필요하다. 또한, 기존 Race Band는 ITS 주파수 등과 중첩으로 그대로 수용될 수 없으며, 별도의 한국형 대역 설정을 위해 중심주파수 재배치가 필요하다. 그렇기 때문에 드론레이싱용 주파수 대역은 5725~5850MHz 에서 아날로그 변조를 사용하도록 하고, 그 주파수 대역폭은 37MHz에서 30MHz 이하로 축소하여 아래와 같이 제7조(특정소출력무선국용 무선설비) ⑦ 무선데이터통신시스템용 특정소출력무선기기의 기술기준 8호를 신설하여 아래와 같이 제도개선(안)을 제안해 본다.

[표 3-3] 드론영상 아날로그변조 제도개선(안)

신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국용 무선설비의 기술기준 개정(안)

제7조(특정소출력무선국용 무선설비) ① ~ ⑧ (현행과 같음)

⑦ 무선데이터통신시스템용 특정소출력무선기기의 기술기준은 다음의 각 호와 같다.

1. ~7. (현행과 같음)
 8. 5725~5850MHz 주파수 대역에서 아날로그 변조를 사용하는 것
- 가. 발사하는 전파의 중심주파수는 다음 표에 따를 것

채널	1	2	3	4
주파수(MHz)	5732	5760	5790	5820

나. 안테나절대이득을 포함한 복사전력은 25mW 이하일 것

다. 점유주파수대역폭은 30MHz 이하일 것

라. 주파수허용편차는 $\pm 100 \times 10^{-6}$ 이하일 것

마. 스푸리어스영역에서의 불요발사는 기본 주파수의 평균전력보다 20dB 이상 낮은 값일 것.

바. 제조자 또는 판매자는 해당 기기 또는 사용자 설명서에 다음 사항을 명시하고 운용자 및 사용자에게 충분히 알릴 것
“본 무선기기는 무인비행장치(드론) 공영에서만 운용 가능하며, 고속도로 요금소로부터 반경 500m 범위 이내에서는 운용을 금함”

제4장 신산업 기술 · 생활용 주파수 이용현황

제1절 개 요

비면허 기술(Wi-Fi, IoT, 센싱 등)은 4차산업혁명의 경제사회 패러다임 전환을 일으킬 수 있는 분야로 5G와 더불어 사람·사물·공간을 연결하는 중추 신경계로 인식되고 있다. 이러한 산업·생활용 주파수 및 기술은 국민생활과 산업전반에 다양하게 활용되고 있으며, 5G⁺ 전략산업의 핵심기술인 스마트시티, 스마트공장, 자율주행차, 드론, 디지털 헬스케어 분야에서 비면허주파수를 효율적으로 이용하기 위해 정책적 제도개선 등을 통하여 산업화, 활성화를 유도하고 있다. 이러한 비면허·신산업 생활용 주파수 업무 관계자들이 쉽게 이해할 수 있도록 지원함으로써 산업화 전반에서 다양한 아이디어로 4차 산업을 견인할 수 있는 발전과 연결될 것이라고 판단하였다. 사실 일반인들이 아닌 기술 개발자들도 국내에서 사용하는 비면허 무선기기에 대한 기술기준에 대하여 어렵게 생각하기 때문이다. 이에 본 연구는 이용현황을 쉽게 이해할 수 있도록 22개 분야 800여 종류의 다양한 비면허 무선서비스 기기들의 주파수, 출력, 용도 등을 체계적으로 정리하였고, 주파수 이용현황, 서비스 무선기기, 적합성평가 인증현황 등을 조사하였다. 비면허·신산업 업무 종사자들이 본원에서 배포된 『신산업기술 생활용 주파수의 이용현황』 책자가 많은 도움이 되기를 바란다.

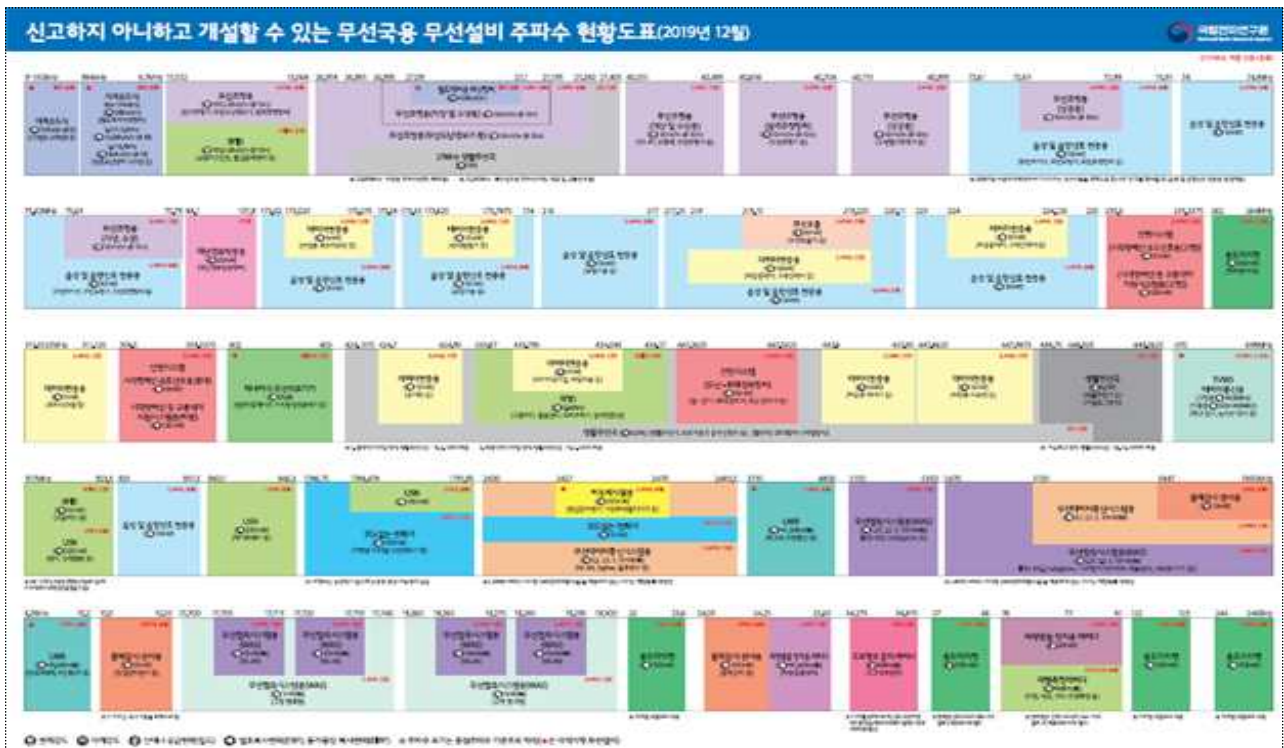
제2절 비면허 주파수 현황

특정 주체에게 배타적 이용권을 부여하지 않는 주파수를 우리는 비면허 주파수라고 한다. 이러한 주파수는 스펙트럼 관리체계의 간섭 영향 분석 등을 거쳐 소출력의 무선기기로 사용할 수 있도록 하고 과학기술정보통신부에서 직접 관리한다. 공급된 주파수가 효율적으로 이용되고 있는지 이용실태를 파악해야 하나 비면허 주파수 자체가 신고하지 않고 개설가능하게 하고 있기 때문에 이용 현황 파악이 곤란한 문제점이 있다. 이에 과기정통부는 비면허주파수 공급체계개편(19.5월)을 통하여 『비면허 주파수 심의위원회』를 구성하여 4차산업 진흥을 위한 주파수를 공급하고 있다. 비면허 주파수의 수요타당성은 경제적효과, 기술발전의 부합성, 주파수 이용효율성 측면을 심사하게 된다. 아래의 수요타당성 평가항목을 살펴보면 이해하겠지만, 관련 산업의 시장현황 및 전망 등을 고려한 산업적 파급효과 및 국내·외 기술 발전 측면에서 주파수를 공급할 수 있도록 개선한 것이다.

[표 4-1] 비면허 주파수 수요타당성 평가 항목

항 목		평 가 내 용
경제적 효과	시장규모	- 관련 산업의 시장 현황 및 전망을 고려한 산업적 파급효과
	시급성 및 선도성	- 기술·서비스 출시의 시급성 - 국내·외 신시장·신산업 창출 등 선도적 효과 여부
	매출 및 고용 창출	- 예상되는 매출액 - 시장 규모(전망치)에 따른 고용창출 효과
기술 발전 부합성	기술의 우수성	- 기술 발전 측면에서의 해당 기술의 유망성, 국내외 경쟁 기술/제품 대비 우수성, 기술의 국내 독자 개발 여부
	기술 표준	- 국내·외 기술 표준 유무 및 준수 여부 (ITU, ETSI, 3GPP, IEEE, ISO, KS, TTA 등)
주파수 이용 효율성	주파수 수요 적정성	- 주파수 이용 목적, 대역, 소요량 등의 적정성
	대체 가능성	- 타 대역으로 대체 가능 여부 - 산업·기술적 측면에서 신규 대역 공급 및 기술기준 개정 필요성
	국내 조화	- 국내 주파수 분배 및 기술기준에의 부합성
	국제 조화	- 주파수의 국제 조화 여부
	간섭 가능성	- 인접 대역과의 혼·간섭 가능성
기타 고려사항		- (사회) 기술·서비스의 보편성 및 공익성* * (보편성) 다수 국민이 이용하는 기술·서비스 여부 등 (공익성) 안전·의료 등 국민 생활 관련 등 - (정책) 신산업 육성, 일자리 창출 등 정책 부합성 등

비면허 주파수의 신규 수요는 『www.spectrum.or.kr』에서 신청할 수 있다.



[그림 4-1] 비면허 주파수 이용현황(2019년 12월 기준)

정부는 전 부처에서 그동안 기존 규제로 인해 시도조차 하지 못했던 신산업들이 제한된 범위 내에서 시장출시 또는 시험·검증할 수 있도록 규제 특례를 부여하는 제도를 도입('19.1월)하였다. 이러한 기술을 현실화하기 위한 주파수는 대한민국 산업화에 필요하며 사람의 혈액과도 같은 역할을 하게 된다. 위 그림에서 알 수 있듯이 대한민국 주파수 분배 안에서 소출력 비면허로 국민 실생활 및 산업에 다양하게 쓰이고 있다. 국민들이 가장 많이 사용하고 주파수는 와이파이(Wi-Fi) 및 블루투스 무선기기이다. 무선접속장치가 설치된 곳에서 전파를 이용하여 일정거리 안에서 무선 인터넷을 사용할 수 있는 근거리 통신망도 비면허의 일부이다. 그밖에 RFID/USN, 드론통신, 물체감지 센서, 무선마이크, UWB, 차량레이다 및 도로정보 감지 레이더 등에서 응용되고 있다.

제3절 비면허 기술을 이용한 이용현황

본 절에서는 제2절에서 설명하고 있는 주파수 대역을 사용하고 있는 무선기기 이용현황 등을 비면허 기술기준과 같이 설명하고자 한다. 이 고시는 전파법 제45조 및 무선설비규칙 제19조에 따라 『신고하지 아니하고 개설했을 수 있는 무선국용 무선설비의 기술기준』을 규정함을 목적으로 하며 우리가 널리 알고 있는 비면허 기술기준이다. 이 고시의 무선설비는 다른 무선국에 유해한 혼신을 주지 않아야 하며, 다른 무선국에 의한 혼신으로부터 보호를 주장할 수 없으나, 기술발전에 따라 최소한의 규정을 지키면 적합성평가 인증을 받아 자유롭게 사용할 수 있는 장점이 있다.

1. 생활무선국용 무선설비

27MHz 대역과 400MHz 대역에서 누구나 자유롭게 휴대형, 차량형, 고정형 등 다양한 형태의 생활무선설비 용도로 사용하며, 『신고하지 아니하고 개설했을 수 있는 무선국용 무선설비의 기술기준(이하 생략 “비면허 기술기준”으로 통칭)』 제4조 이다. 생활무선국용 무선설비는 일명 생활용 무전기이다. 이 기술기준을 이용한 인증현황을 살펴보면 PDA(육상이동국 송수신장치), 생활무전기, 보호계전기, 이동용 UHF 송수신기, 주택용 누전차단기, 케이블 릴 등이 있다. 통신방식은 단신방식이어야 하며, 27MHz 무전기의 경우는 기기 앞면에 "운용 중 기기상호간 혼신 가능성이 있음"이라는 문구를 부착하여야 한다. 지난 '15.11월 정부는 400MHz대역 복신방식의 아날로그 무전기 채널 이용 종료와 디지털 무전기 도입 등을 위한 기술기준을 개정한바 있다. 그러나 계속 사용이 가능한 아날로그 무전기의 경우 개정 전·후로 무전기 중심주파수별 채널번호가 달라지는 등 이용자 혼란 우려의 해소를 위한 기술기준(채널표) 재정비를 추진하면서, '18년에 22-52번 채널은 2019년 1월 1일부터 디지털 협대역 및 초협대역으로 지정하고, 전파형식이 F3E인 아날로그 무선국은 2023년 12월 31일 까지만 사용을 허용한바 있어, 사용자의 주의가 요구된다.

[표 4-2] 생활무선국용 무선설비 출력기준 및 사용조건

기술기준	용도		주파수 대역	출력기준	사용조건
제4조 제1항	생활무선국용 무선설비		26.965, ~, 27.405MHz (40채널, 10kHz)	반송파전력 3W 이하 (전파형식:A3E, F3E) 첨두포락선전력 3W이하 (전파형식:H3E, J3E)	· 양측파대의 점유주파수 대역폭 6kHz · 단측파대의 점유주파수 대역폭 3kHz · 27.185MHz 채널은 기상학, 의학, 교통안내 용도로 사용
제4조 제2항	생활무선국용 무선설비	아날로그	448.75000, ~ 449.13750MHz (27채널, 12.5kHz)	안테나 공급전력 0.5W 이하 (안테나 절대이득 2.14dBi 이하) (전파형식:F3E)	· 점유주파수대역폭 8.5kHz · 2023년 12월 31일까지 허용
		협대역 디지털	424.13750, ~, 424.26250MHz, 448.73750, ~, 448.92500MHz (27채널, 12.5kHz)	안테나 공급전력 0.5W 이하 (안테나 절대이득 2.14dBi 이하) (전파형식:F1D, F1E)	· 점유주파수대역폭 8.5kHz
		초협대역 디지털	424.13750, ~, 424.26250MHz, 448.73750, ~, 448.92500MHz (52채널, 6.25kHz)	안테나 공급전력 0.5W 이하 (안테나 절대이득 2.14dBi 이하) (전파형식:F1D, F1E)	· 점유주파수대역폭 4kHz

2. 미약전계강도 무선기기

비면허 기술기준 제5조에 명시된 주파수 대역별 출력 허용기준을 만족하면 전체 주파수대역에서 용도 지정 없이 무선국 활용이 가능하며 주로 센서 네트워크 환경에서 사용된다. 조명기기 리모컨, 차량용 무선충전기/리모컨, 출입통제용 단말기, 무선충전기, 자전거 무선속도계, 보청기, 체내이식용 의료기기, 지문인식기, 소의 활동량 측정 송신기, 상품도난방지시스템(EAS) 등으로 활용되고 있다. 미약전계강도 무선기기는 전 주파수 대역을 이용하여 사용하고 있지만, 국제조난, 전파천문, 수색·구조, 고정위성, 지구탐사위성 등이 사용하는 대역은 미약전파무선국으로 운용할 수 없음을 유의해야 할 것 이다.(비면허 기술기준 별표3)

아래 표에서 알 수 있듯이 해당 무선기기로부터 3m거리에서 측정한 전계강도조건만 맞으면 용도와 상관없이 다양하게 사용할 수 있어, 생활 밀접형 무선기기의 하나이다. 조건은 불요발사 전계강도가 기본파의 전계강도보다 낮아야 한다.

[표 4-3] 미약전계강도 무선기기 출력기준 및 사용조건

기술기준	용도	주파수 대역	출력기준	사용조건
제5조	미약전계강도 무선기기 (차량용리모콘 무선호출장치 RFID 무선카펍 등)	322MHz 미만	500 μ V/m 이하(@3m)	· 15MHz 이하에서는 전계강도 측정값에 6 π/λ 를 곱하여 적용
		322MHz 이상 10GHz 미만	35 μ V/m 이하(@3m)	-
		10GHz 이상 150GHz 미만	3.5f μ V/m 이하(@3m)	· 단, 전계강도가 500 μ V/m를 초과하면 500 μ V/m로 함 ※ f는 GHz를 단위로 하는 주파수
		150GHz 이상	500 μ V/m 이하(@3m)	-

3. 자계유도식 무선기기

비면허 기술기준 제6조에 명시된 출력 허용기준을 만족하면 30MHz 이하 대역에서 용도 지정 없이 무선국 활용이 가능하며 루프 코일의 자계 결합(트랜스포머 원리)을 이용하여 신호전송용으로 활용된다. 이용형태는 무선충전기, 상품도난방지시스템(EAS), LED 경관등, 철도제어용 차상장치, 무선보청기, 미세먼지 측정기, 무대조명기구, RFID, 유량계, 보행신호 안내(음성, 신호기), 온습도제어기, 가로등 제어, 버스정보안내, 조명기구 등으로 활용되고 있다. 135kHz 이하 주파수 대역의 RFID는 주로 가축관리, 수도관 위치 확인 등에 활용하고 있으며 60kHz 및 8MHz 상품도난방지시스템(EAS)은 국내·외에서 편의점, 백화점, 할인마트 등에서 많이 사용하는 주파수 대역이다.

[표 4-4] 자계유도식 무선기기 출력기준 및 사용조건

기술기준	용도	주파수 대역	출력기준	사용조건
제6조 제1항	루프 안테나를 사용하는 자계 유도식 무선기기로 150kHz 미만의 주파수를 사용하는 것	9~30kHz	72dB μ A/m@10m 이하	※ f는 kHz를 단위로 하는 주파수
		30~90kHz	72-10log(f/30)dB μ A/m @10m 이하	
		90~110kHz	42dB μ A/m@10m 이하	
		110~135kHz	72-10log(f/30)dB μ A/m @10m 이하	
		135~140kHz	42dB μ A/m@10m 이하	
		140~148kHz	37.5dB μ A/m@10m 이하	
		148~150kHz	14.8dB μ A/m@10m 이하	
제6조 제2항	루프 안테나를 사용하는 자계 유도식 무선기기로 150kHz 이상 30MHz 미만의 주파수를 사용하는 것	3.155~3.4MHz	13.5dB μ A/m@10m 이하	-
		7.4~8.7MHz	9dB μ A/m@10m 이하	
		13.552~13.568MHz	RFID용 제8조제3항 규정을 준용	
		984~7,484kHz 혹은 27.090~27.100MHz	철도제어용 차상장치 42dB μ A/m 철도제어용 지상장치 9dB μ A/m	
		그 외 제외한 해당 주파수	미약 전계강도 무선기기용 제5조 규정을 준용	

4. 특정소출력무선국용 무선설비

가. 무선조정용 특정소출력 무선기기

기술기준 제7조1항에 따라 주로 모형 이동체를 무선으로 원격 조정하는 용도로 사용하며 지상 및 수상용, 상공용, 완구조정기, 무선도난경보기, 원격조정장치 등으로 분류하여 사용된다. 이용형태는 미니카 무선조정기, 개 훈련용 조종기, 대형 헬기 조정기, 무선완구 등이 주류를 이룬다. 이 무선기기의 경우 다른 기기의 신호에 의한 오동작을 일으키지 않도록 식별코드를 사용하여야 하며, 「품질경영 및 공산품 안전관리법」에 의거 자율안전확인을 한 완구용 무선조정기는 예외로 하고 있다.

[표 4-5] 무선조정용 무선설비의 출력기준 및 사용조건

기술기준	용도		주파수 대역	출력기준	사용조건
제7조 제1항	무선 조정용	지상 및 수상용	26.995MHz, ..., 27.195MHz (5채널, 50kHz) 40.255MHz, ..., 40.495MHz (13채널, 20kHz) 75.630MHz, ..., 75.790MHz (9채널, 20kHz)	10mV/m 이하@10m	-
		상공용	40.715MHz, ..., 40.995MHz (15채널, 20kHz) 72.630MHz, ..., 72.990MHz (19채널, 20kHz)		
		완구조정기 무선도난경보기 원격조정장치	13.552~13.568MHz, 26.958~27.282MHz, 40.656~40.704MHz		

나. 데이터전송용 특정소출력 무선기기

비면허 기술기준 제7조2항 (데이터전송용 특정소출력 무선기기)에 따라 디지털 정보를 전송하는 용도로 사용하며 자동차타이어공기압경보장치(TPMS), 자동차원격 시동장치 (RKE), 원격주차시스템(RPS), 자동문제어기, 크레인제어기, 호출벨, 무선 호출기, 전동롤스크린 조정기, LED 제어기(시계, 조명) 등에 사용된다. 이러한 기기들은 다른 기기의 오동작을 방지하고 다른 기기의 신호에 의한 오동작을 일으키지 않도록 기기별 코드식별기억장치를 갖춰야 한다.

[표 4-6] 데이터전송용 무선설비의 출력기준 및 사용조건

기술기준	용도		주파수 대역	출력기준	사용조건
제7조 제2항	데이터 전송용	자동문제어, 크레인제어	173.0250MHz, ..., 173.2750MHz (21채널, 12.5kHz)	5mW 이하	· 최대 점유주파수대역폭 8.5kHz 이하
			173.6250MHz, ..., 173.7875MHz (14채널, 12.5kHz)	10mW 이하	
			219.000(224.000)MHz, ..., 219.125(224.125)MHz (6 페어채널, 25kHz)	10mW 이하	· 219.000MHz(224.000MHz)은 채널제어용 주파수 · 점유주파수대역폭 16kHz 이하
			219.150MHz, ..., 219.225MHz (5채널, 25kHz)	10mW 이하	· 점유주파수대역폭 16kHz 이하
			311.0125MHz, ..., 311.1250MHz (10채널, 12.5kHz)	5mW 이하	· 점유주파수대역폭 8.5kHz 이하
			424.7000MHz, ..., 424.9500MHz (21채널, 12.5kHz)	10mW 이하	· 424.7MHz은 채널제어용 주파수 · 점유주파수대역폭 8.5kHz 이하
			447.6000MHz, ..., 447.8500MHz (21채널, 12.5kHz)	5mW 이하	· 점유주파수대역폭 8.5kHz 이하
			447.8625MHz, ..., 447.9875MHz (11채널, 12.5kHz)	10mW 이하	· 점유주파수대역폭 8.5kHz 이하
		TPMS, 자동차 개폐, 시동장치		433.795 ~ 434.045MHz	3mW 이하

다. 안전시스템용 특정소출력 무선기기

안전사고감지 및 장애인 안전유도 등의 용도로 사용하며, 문화재 감시, 화재감시, 홍수감시, 도난방지 도어폰, 건물안전감시, 장애인안전유도용 무선기기 등에서 사용된다. 사용조건으로는 고정장치 및 휴대장치는 다른기기의 오동작을 방지하고 다른기기의 신호에 의한 오동작을 일으키지 않도록 식별코드를 사용하여야 하며, 시각장애인 등 교통약자지원시스템용 무선기기는 식별코드와 간섭회피·경감기술을 사용하여야 한다.

[표 4-7] 안전시스템용 무선기기의 출력기준 및 사용조건

기술기준	용도		주파수 대역	출력기준	사용조건
제7조 제3항	시각 장애인 유도 신호용	고정 장치	235.3000MHz	10mW 이하	· 최대 점유주파수대역폭 8.5kHz 이하
		휴대 장치	358.5000MHz		
	시각 장애인등 교통약자 지원 시스템용	고정	235.3125MHz, 235.3250MHz, 235.3375MHz	100mW 이하	
		이동	358.525MHz, 358.5250MHz, 358.5375MHz		
	도난, 화재경보 장치 등의 안전 시스템용		447.2625MHz, ..., 447.5625MHz (25채널, 12.5kHz)	10mW 이하	

라. 음성 및 음향신호전송용 특정소출력 무선기기

소형 주파수변조송신회로를 내장하여 무선헤출용과 무선마이크로 분류하여 뮤지컬, 공연, 이벤트, 방송제작, 강의 등에서 무선마이크로 널리 사용된다. 실제 인증된 사항을 보면 무선마이크 뿐만 아니라 무선 보청기, 무정전 무선방송 조명장치로도 쓰임을 알 수 있었다. 이 조항의 경우 대부분은 무선마이크로 사용된다. 173.300~174.00MHz, 216.000~217.000MHz는 보청기용으로 사용하는 기기에 한하며 기기 본체 또는 사용자 설명서에 "이 기기는 옥내 이용을 목적으로 합니다." 문구를 명시하여 사용해야 한다.

[표 4-8] 음성·음향신호전송용 무선기기 출력기준 및 사용조건

기술기준	용도	주파수 대역	출력기준	사용조건
제7조 제4항	무선헤출	219.150MHz, 219.175MHz, 219.200MHz, 219.225MHz (4채널, 25kHz)	10mW 이하	· 점유주파수대역폭 16kHz 이하
	무선마이크 및 음향신호 전송용기기	72.610~73.910MHz, 74.000~74.800MHz, 75.620~75.790MHz, 173.020~173.280MHz, 217.250~220.110MHz, 223.000~225.000MHz, 925.000~937.500MHz		· 주파수가 100MHz 이하인 경우: 점유주파수대역폭 60kHz 이하 · 주파수가 100MHz 초과인 경우: 점유주파수대역폭 200kHz 이하
	보청기용 (옥내이용)	173.300~174.000MHz, 216.000~217.000MHz		

마. 무선랜을 포함한 무선접속시스템용 특정소출력 무선기기

근거리 무선 환경에서 다양한 멀티미디어 서비스로 사용하고 있는 무선랜을 포함한 무선접속시스템용 무선기기는 비면허 기술기준 제7조5항의 기술요건을 가지고 있다. 이는 네트워크의 스마트화, 대용량화를 지원하여 5G 서비스(4K/8K 고화질 동영상, AR, VR 등) 제공 등 새로운 모바일 라이프를 창출할 것으로 기대되고 있다. 이용형태로는 우리가 가장 많이 사용하고 있는 무선AP 중계기, Tablet PC, VR/AR 기기, AI 스피커, 교통카드 단말기, 무선 스피커, 의료장비 접속용, 홈오토메이션, 화상회의 시스템, 피부 모발 진단기, 전자책 단말기, MP3 등이 있다. 5250~5350 MHz 및 5470~5725 MHz 주파수대역의 전파를 사용하는 무선기기는 송신출력제어 (Transmitter Power Control) 및 능동주파수선택 (Dynamic Frequency Selection)의 기술적 조건에 적합해야 사용이 가능하다.

[표 4-9] 무선랜을 포함한 무선접속시스템용 무선기기 출력기준 및 사용조건

기술기준	용도	주파수 대역	출력기준	사용조건
제7조 제5항	무선랜을 포함한 무선접속시스템용	5150~5350MHz 5470~5850MHz	10mW/MHz 이하 (안테나 절대이득은 7dBi 이하)	· 점유주파수대역폭 0.5~20MHz
			5mW/MHz 이하 (안테나 절대이득은 7dBi 이하)	· 점유주파수대역폭 20~40MHz · 5230MHz~5250MHz에서 RF 출력 2.5mW/MHz 이하
			2.5mW/MHz 이하 (안테나 절대이득은 7dBi 이하)	· 점유주파수대역폭 40~80MHz
			1.25mW/MHz 이하 (안테나 절대이득은 7dBi 이하)	· 점유주파수대역폭 80~160MHz
	무선랜 용도	17.705~17.715GHz, 17.725~17.735GHz, 19.265~19.275GHz, 19.285~19.295GHz	10mW 이하	· 점유주파수대역폭 10MHz
	고정점대점통신	17.700~17.740GHz 19.260~19.300GHz	1mW/MHz (안테나 절대이득은 23dBi 이하)	· 점유주파수대역폭 10~40MHz

바. 중계용 특정소출력 무선기기

비면허 기술기준 제7조6항에 따라 방송, 통신 서비스 구역 중에 발생하는 전파음영지역 해소를 위한 중계를 목적으로 지하, 터널, 기내, 선실 또는 건물 내에 중계기를 설치하여 무선통신용으로 사용된다. 이용형태로는 이동전화중계기, TRS 중계기, 위성방송중계기, 소방 재난방송 중계장치, 지하터널용 AM/FM/DMB 중계기 등으로 활용된다. 이용조건으로 소출력 중계기를 사용하려면, 해당 업무의 허가용 기술기준 요건에 만족해야 한다. 전기통신업무용 중계기는 「전기통신사업용 무선설비의 기술기준」에 적합해야 하며, 방송중계업무용 중계기는 「방송표준방식 및 방송업무용 무선설비의 기술기준」에

적합해야 한다. 만약, 해당 업무의 기술기준에서 별도로 규정하지 않은 경우에는 각각 「무선설비규칙」 제5조, 제6조, 제8조의 규정을 준용하여 사용해야 한다.

[표 4-10] 중계용 무선기기 출력기준 및 사용조건

기술기준	용도		주파수 대역	출력기준	사용조건
제7조 제6항	중계용	이동전화 중계기, DMB 중계기	이동통신, 방송, TRS 주파수 대역	10mW/MHz 이하	· 방송사업자 외 중계용 무선기기의 안테나 절대 이득은 6dBi 이하
		단향방식 무선기기		10mV/m@10m 이하	

사. 무선데이터통신시스템용 특정소출력 무선기기

비면허 기술기준 기술기준 제7조7항의 기술기준 요건을 만족해야 하며, 스마트폰 보급 확대에 따라 금융, 물류, 가전 등의 다양한 분야에서 무선랜을 이용한 서비스가 활성화되고 있는 추세이다. 이용형태는 무선AP 중계기, 블루투스 이어폰, 애완동물용 사료급여기, 비데, 토지 측량기, 블루투스 스피커, 로봇청소기, 반려동물 스마트밴드, 하이패스, MP3 플레이어, NFC 카드리더기, 무선마우스 및 키보드, 가로등 제어기, 바코드 스캐너, 동글, 교통단말기, 전동칫솔, 가슴기, 셀카봉 등으로 국민 실생활에 가장 광대하게 활용되고 있다.

[표 4-11] 무선데이터통신시스템용 무선기기의 출력기준 및 사용조건

기술기준	용도	주파수 대역	출력기준	사용조건
제7조 제7항	무선데이터통신 시스템용 (무선랜, ZigBee, RTLS, DSRC, 블루투스 등)	2400~2483.5MHz 5725~5850MHz	10mW/MHz 이하 (안테나 절대이득은 6dBi 이하, 고정 점대점 무선기기는 20dBi 이하)	· 점유주파수대역폭 0.5~26MHz · FHSS의 경우, 안테나 출력을 주파수호핑 대 역(단위:MHz)으로 나눈 값이 3mW 이하
			5mW/MHz 이하 (안테나 절대이득은 6dBi 이하, 고정 점대점 무선기기는 20dBi 이하)	· 점유주파수대역폭 26~40MHz
			2.5mW/MHz 이하 (안테나 절대이득은 6dBi 이하, 고정 점대점 무선기기는 20dBi 이하)	· 점유주파수대역폭 40~80MHz
		2400~2483.5MHz	0.1mW/MHz 이하 (안테나 절대이득은 6dBi 이하, 고정 점대점 무선기기는 20dBi 이하)	· 점유주파수대역폭 40~60MHz

아. 이동체 식별용 특정소출력 무선기기

비면허 기술기준 제7조8항에 따라 이동하는 물체를 향해 발사된 전파와 되돌아오는 전파의 변화를 통해 물체를 자동으로 식별하여 도로의 통행료자동징수, 차량 및 화물컨테이너의 운행관리, 출입자 관리 및 보안관리, 조립 공정 관리 등에 사용된다. 이용형태는 항만자동화 시스템(물류관리, 위치식별, 컨테이너보안), 통행료 자동 징수기, 출입자 관리 등으로 활용되고 있다.

[표 4-12] 이동체 식별용 무선기기 출력기준 및 사용조건

기술기준	용도	주파수 대역	출력기준	사용조건
제7조 제8항	이동체 식별용	2440MHz(2427~2453MHz)	300mW 이하 (안테나 절대이득은 20dBi 이하)	-
		2450MHz(2434~2465MHz)		
		2455MHz(2439~2470MHz)		

자. 차량 충돌방지용 레이다 특정소출력 무선기기

`01년에 처음 도입되어 기술기준 제7조9항에 따라서 무인자동차 시대를 대비하여 고도화된 레이다를 차량의 측·후방에 설치해서 차선이탈방지, 사각지대 감지 등 차량의 안전운행을 위한 보조 장치로 사용된다. 이용형태로는 앞 차량 속도 확인, 차량 충돌 전 자동급정거, 차량사각지대 및 보행자 탐지 등으로 활용되고 있다. 차량충돌방지레이다 용도로 24.25~26.65GHz, 76~81GHz 대역이 분배되어 사용할 수 있다. 다만, 24.25~26.65GHz 주파수는 2021년 12월 31일까지 기기 설치가 가능하며, 적합인증은 2017년 12월 31일까지로 이미 종료됐다. 지난 `17년 1월 25GHz대역(24.25~26.65GHz) 근거리 레이다용 주파수 이용종료 추세에 따라, 대체 대역으로 77~81GHz대역을 추가 분배되면서, 자동차 수출·입이 용이할 수 있도록 국내 산업활성화에 기여해 왔다. 최근에는 77~81GHz대역 근거리 레이다 제품 출시 및 76~77GHz대역 장거리 레이다 탐지거리 확대를 산업계에서 요청하여 76~81GHz 기술기준 전면 개정(`19.8월)하였다. 장거리 레이다 탐지거리 확대 수요(200m이상)를 충족시키기 위해 안테나공급전력을 2배 상향 조정하여 탐지거리를 230m로 확대하였다. 산업계에서는 77~81GHz대역의 용도를 차량에만 국한하지 말고 응용분야를 확대해 줄 것을 요구하고 있는 추세이다.

[표 4-13] 차량 충돌방지용 레이더 무선기기 출력기준 및 사용조건

기술기준	용도	주파수 대역	출력기준	사용조건
제7조 제9항	차량충돌방지용	24.25~26.65GHz	평균전력밀도 -41.3dBm/MHz 이하 (안테나 절대이득을 포함한 첨두 전력밀도 -24.44dBm/3MHz 이하)	· 인증은 2017년 12월 31일 종료, 설치는 인증된 기기에 한하여 2021년 12월 31일까지 사용
		76~81GHz	20mW 이하 (안테나 절대이득을 포함한 첨두전력 55dBm 이하)	-

차. 도로정보감지 레이더용 특정소출력 무선기기

비면허 기술기준 제7조10항에 따라서 고속도로·국도에 장애물, 낙하물, 결빙 상태를 실시간 감지하여 운전자에게 정보를 제공하고, 교통사고 예방 등에 활용된다. 이용 형태로는 스마트하이웨이, 도로정보감지레이더용 무선기기 등으로 활용되고 있다. 이용조건으로 도로정보감지레이더용 무선기기 본체 또는 사용자 설명서에 “이 기기를 설치하고자 하는 경우 무선기기 간 상호 혼·간섭을 예방하기 위해 기 설치한(국토부, 지자체 등 해당 도로관리기관) 기관과 사전에 협의할 것”을 명시하고 있다.

[표 4-14] 도로정보감지 레이더 무선기기 출력기준 및 사용조건

기술기준	용도	주파수 대역	출력기준	사용조건
제7조 제10항	도로정보감지용	34.275~34.875GHz	8dBm/MHz (안테나 절대이득을 포함한 첨두전력은 55dBm 이하, 평균 전력은 45dBm 이하)	-

카. 재난정보방송용 특정소출력 무선기기

2019년도 제정된 이 기술기준은 제7조11항에 따라 평소에는 단순 방송 중계용으로 사용하다가 고속도로·국도의 터널진입부에 터널 내 재난 발생 시 FM방송 주파수로 운전자에게 정보를 제공함으로써 터널진입 차량에게 재난 상황에 대처하도록 하여 2차사고 예방 등에 활용된다. 이 기술기준은 「18. 9월 고속도로 시설물 안전 및 유지관리실태」 감사지적 사항으로 터널 진입부 비상방송 근거 규정을 마련하기 위해 과학기술정보통신부와 방송통신위원회 등이 합동으로 만든 기술기준이다.

[표 4-15] 재난정보방송용 무선기기 출력기준 및 사용조건

기술기준	용도	주파수 대역	출력기준	사용조건
제7조 제11항	재난정보방송용	88.1MHz ~ 107.9MHz	안테나 절대이득을 포함한 첨두전력은 20mW/채널 이하일 것	「재난 및 안전관리 기본법」 제3조제5호에 의한 ‘재난관리책임기관’ 이 재난정보방송을 위해 「도로법」 제10조제1호에 따른 ‘고속국도’ 터널 내 · 외부에 설치하는 단방향식 무선기기에 한함

5. RFID/USN 등의 무선설비

거리에 제한 없이 무선으로 신호를 주고받아 조선, 의료, 건설 등 타 산업과 융합할 수 있는 기술로 중요성이 부각되고 있으며, 정보추정/전송과 교통/출입 카드 등으로 전 산업 분야에서 활용된다. 이용형태로는 가로등 원격제어, 수도 미터링 서비스, 휴게소 주차 공간 확인, 교통카드 리더기, 도서 자동화 관리 시스템, RFID, 출입자 관리 등으로 활용된다.

[표 4-16] RFID/USN 무선기기 출력기준 및 사용조건

기술기준	용도	주파수 대역	출력기준	사용조건
제8조 제1항	수동형 RFID용	917~923.5MHz (32채널, 200kHz)	4W	· 채널 2, 5, 8, 11, 14, 17
			200mW	· 채널 20~32
	RFID용		10mW	· 채널 2, 5, 8, 11, 14, 17, 19~32
			3mW	· 채널 1, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 18
제2항	RFID용	433.67~434.17MHz	5.6dBm (안테나 절대이득은 0dBi)	
제3항		13.552~13.568MHz	93.5dBμV/m(47.544mV/m)@10m	
제4항	USN용	917~923.5MHz (32채널, 200kHz)	3mW	· 채널 1, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 18
			10mW	· 채널 2, 5, 8, 11, 14, 17, 19, 20~25
			25mW	· 채널 26~32
	실외용 점대다 무선기기		200mW	· 채널 20~32
제5항	USN용	940.1~946.3MHz	200mW	· Duty cycle 1시간에 0.1%
제6항		1788.478~1791.950MHz	100mW	

6. 코드없는 전화기

비면허 기술기준 제9조에 따라서 전화기의 송수화기와 본체를 연결하는 코드를 무선으로 연결하여 실내의 일정거리 내에서 자유롭게 움직이며 통화 할 수 있는 무선기기이다. 이용형태로는 디지털 무선전화기, 유·무선 겸용 전화기, 무선 헤드셋 등으로 활용된다.

[표 4-17] 코드없는 전화기 무선기기 출력기준 및 사용조건

기술기준	용도	주파수 대역	출력기준	사용조건
제9조 제1항	디지털방식의 코드없는 전화기	1786.750~1791.950MHz	안테나 절대이득을 포함한 평균전력 100mW 이하	· 디지털변조 · 안테나 절대이득을 포함한 수신 전력이 -60dBm을 초과하지 않는 경우에 한하여 간섭화가능 갖출 것
제9조 제2항		2400~2483.5MHz	5mW/MHz (안테나 절대이득은 6dBi 이하)	· 점 유주파수대역폭 26~40MHz
			2.5mW/MHz (안테나 절대이득은 6dBi 이하)	· 점 유주파수대역폭 40~80MHz
			0.1mW/MHz (안테나 절대이득은 6dBi 이하)	· 점 유주파수대역폭 40~60MHz

7. UWB 무선기기

UWB는 비면허 기술기준 제10조1항에 따라 3.1~10.6GHz 광대역으로 사용하는 기존 시스템과 주파수를 공유하여 소출력으로 초고속 통신을 실현하는 무선통신기술이다. UWB 방식의 신호는 넓은 주파수 대역을 사용할 수 있으므로 주파수 영역에서의 전력 밀도 값을 아주 작은 값으로 할 수 있어 다른 통신신호가 존재하는 주파수에 중첩되어 사용하더라도 간섭을 거의 주지 않을 수 있다는 점에 착안하고 있다. UWB의 응용 분야는 레이더 분야와 통신 분야로 크게 분류할 수 있다. 이용형태로는 무선영상 송수신기, 실내외 보안감시용, 무선 USB 도킹스테이션, 경주마 위치 정보 시스템, 보행자 태그, 자율주행 센서, 개인이동로봇, 무인운반로봇, 운동경기분석, 보안용 센서 등으로 활용된다. 다만 위약 광대역을 사용하기 때문에 일반적 사용 조건으로 항공기, 선박, 위성, 모형비행기에의 적용을 금지하고 있다. 262~264MHz 주파수대역의 전파를 사용하는 UWB 무선기기는 주파수호핑 방식을 이용하는 경우 10개 이상의 중첩되지 않는 채널을 사용하여야 하며, 송신 전 신호감지(Listen Before Transmission) 방식을 이용하는 경우 송신전 0.005초 이상 수신하여 그 수신신호의 세기가 -65dBm 이하인 경우에 한하여 전파를 발사하고, 4초 이내에 송신을 중단하여 0.05초 이상 휴지하여야 한다.

[표 4-18] UWB 무선기기 출력기준 및 사용조건

기술기준	용도	주파수 대역	출력기준	사용조건
제10조 제1항	UWB기술을 사용하는 무선기기	3.735~4.8GHz	-70dBm/MHz (안테나 절대이득 포함한 평균 전력밀도)	· 간섭회피 또는 간섭경감기술 (LDC 등) 중 하나의 조건에 적합해야 함
		6.0~10.2GHz	-41.3dBm/MHz (안테나 절대이득 포함한 평균 전력밀도)	· 실외 고정형 UWB기기는 이용할 수 없음

8. 용도미지정 무선기기

‘07년 FACS(Flexible Access Common Spectrum)라는 용도로 도입되었으며, 비면허 기술기준 제10조2에 따라 무선통신 및 무선탐지 등 출력과 대역폭을 고려하여 다양하게 사용이 가능하다. 이용형태로는 스마트폰 응용, 컴퓨터관리 기기응용, ITS, IoT 서비스, 점대점통신, 무압축 영상 전송, 차량용 센서, 통신 모듈, 빔 프로젝터 등으로 활용된다. 용도미지정의 경우 주로 사용하는 주파수 대역이 57~66GHz 대역이다. 현재 22~23.6GHz, 122~123GHz, 244~246GHz의 경우는 아직까지 인증을 받은 무선기기가 없는 것으로 파악되고 있다.

[표 4-19] 용도미지정 무선기기 출력기준 및 사용조건

기술기준	용도	주파수 대역	출력기준	사용조건
제10조 제2항	용도미지정 무선기기	262~264MHz	실효복사전력 100mW 이하	· 다음조건 중 하나이상 적합할 것 ①주파수호핑방식 ②송신 전 신호감지방식 ③송신시간 1% 이하
제10조 제3항		22~23.6GHz	안테나공급전력 100mW 이하, 평균 전력 밀도 6dBm/MHz 이하 (안테나 절대이득은 16dBi 이하)	
제10조 제4항		57~66GHz	안테나공급전력 500mW 이하 (전력밀도 13dBm/MHz 이하, 등가등방복사전력 43dBm 이하)	
			안테나공급전력 100mW 이하	· 무지향성 안테나
			등가등방복사전력 57dBm 이하	· 고정형 점대점 통신용
제10조 제5항		122~123GHz	평균전력 100mW 이하 (안테나 절대이득 포함)	· 기기별 식별코드 사용
제10조 제6항	244~246GHz			

9. 체내이식 무선의료기기(MICS : Medical Implant Communication System)

체내이식 무선의료기기는 기술기준 제11조에 따라 402~405MHz 주파수대역을 사용한다. 파킨슨병 환자의 손떨림 증상 완화를 목적으로 체내이식 무선의료기기가 개발 되었으나 의료기기용 뿐 아니라 맞춤형 원격진료 등 실생활 영역의 새로운 u-Health 서비스 용도의 평생치료 개념으로 확대하여 사용이 가능하다. 이용형태로는 의료 제어용 프로그램, 환자 모니터, 인공심장 박동기, 약물 주입기, 이식형 심장 충격기, 체내이식 무선의료기 등으로 활용된다. 인명에 응용되는 주파수 이기 때문에 사용조건으로 제어용 무선기기는 이식용 무선기기와 통신을 시작하기 전에 통신채널을 설정하기 위하여 채널선택 기능을 구비하여야 한다.

간섭감지기준, 채널당 수신전력 확인시간 10ms 이상, 사용가능채널 확인 및 통신개시 시간 5초 이내 등을 만족해야 한다.

[표 4-20] 체내이식 무선의료기기 출력기준 및 사용조건

기술기준	용도	주파수 대역	출력기준	사용조건
제11조	체내이식 무선의료기기용 (이식용 무선기기, 제어용 무선기기)	402~405MHz	25μW 이하	· 점유주파수대역폭 300kHz 이하

10. 물체감시 센서용 무선기기

물체감시 센서용 무선기기는 비면허 기술기준 제12조에 따라 전파를 발사하고 물체로 인해 반사되는 전파를 수신하는 도플러 원리를 이용하는 무선기기이다. 사람이나 물체의 움직임을 감지하고, 이동체의 속력과 움직인 거리 정보 등을 얻는 감지센서 용도로 주로 사용된다. 이용형태로는 지하주차장 조명 센서, 방범등의 센서, 유해조수 접근감지 센서, 화장실 조명 및 비데 센서, 침입감지 센서, 차량감지기 센서 등으로 활용된다.

[표 4-21] 물체감시 센서용 무선기기 출력기준 및 사용조건

기술기준	용도		주파수 대역	출력기준	사용조건
제 12조 제 1항	물체 감지 센서용	실내 · 외용	5847~5850MHz	10mW 이하	· 점유주파수대역폭 3MHz
제 12조 제 2항		실내용	10.5~10.55GHz	25mW 이하	· 점유주파수대역폭 50MHz
제 12조 제 3항		실내 · 외용	24.05~24.25GHz	100mW 이하	· 점유주파수대역폭 200MHz

11. TVWS(TV White Space) 데이터통신용 무선기기

주파수 자원의 효율적 이용을 위해 TV 방송용 470-698MHz(228MHz 폭) 대역 중 일부 가용주파수(TV White Space, TVWS)를 주파수공동사용기술(DB접속방식)을 이용하여 데이터통신용으로 사용된다. 이용형태는 공공 및 생활정보, 지역정보 제공을 위한 인터넷망, 스마트 그리드, 산불/화재 감시 무선 CCTV, 양식장 수질관리 등으로 활용된다. 이용조건은, TVWS 가용채널 데이터베이스에서 제공하는 채널만 사용할 수 있으며 가용채널 데이터베이스에서 제공하는 채널은 정부의 주파수 분배·회수·재배치 정책 및 전파혼신 제거 조치에 따라 축소 또는 삭제될 수 있다.

[표 4-22] TVWS 무선기기 출력기준 및 사용조건

기술기준	용도		주파수 대역	출력기준	사용조건
제13조	TVWS 데이터 통신용 무선기기	고정	470~698MHz	1W/6MHz 이하, 12.2dBm/100kHz 이하 (안테나 절대이득은 6dBi 이하)	· 점유주파수대역폭은 6MHz 이하 (단, 인접 가용채널 사용 가능할 경우 연속된 2개 채널을 묶어 최대 12MHz 점유주파수대역폭 사용 가능)
		이동		100mW/6MHz (안테나 절대이득은 0dBi)	

12. 레벨측정 레이더용 무선기기

레벨측정 레이더용 무선기기는 비면허 기술기준 제14조에 따라 탱크 또는 용기 내부의 분체·액체·고체 등 물질의 높낮이를 측정하거나 수로·하천 등의 수위를 측정하는데 이용된다. 안전과 환경 문제의 중요성이 부각되는 석유·가스·정유 발전 분야에서도 주로 활용되며, 이용형태로 탱크(차폐)내·외 레벨 측정기 등이 있다. 이용조건은, 제조자 또는 판매자는 해당 기기 또는 사용자 설명서에 "본 무선기기는 일체형 또는 본체 전용의 안테나를 사용하여 연직하향으로 고정 설치되어야 하며, 전파천문안테나로부터 반경 2km 범위 이내에 설치하고자 하는 경우에는 천문대와 사전 합의하여야 함"이라는 사항을 운전자 및 사용자에게 고지할 의무가 있다.

[표 4-23] 레벨측정 레이더용 무선기기 출력기준 및 사용조건

기술기준	용도	주파수 대역	출력기준	사용조건
제14조 제1항	레벨측정 레이더용 무선기기	제5조 미약전계강도 무선기기 규정 준용		· 차폐된 구조물 내에 설치하여 사용
제14조 제2항		76~81GHz	안테나 절대이득을 포함한 평균전력밀도 -3dBm/MHz 이하 (안테나 절대이득을 포함한 첨두전력밀도 34dBm/50MHz 이하)	· 안테나 빔폭의 반치 각 8° 이내

제5장 결 론

4차산업혁명 시대를 견인할 핵심 자원인 산업·생활 주파수의 수요에 신속 대응을 위하여 국립전파연구원에서 수행한 연구는 산업현장의 주파수 수요와 기술발전 등을 예측하여 국제 조화를 고려한 주파수 공급 및 기술규제 완화를 위해 노력하였다. 과학기술정보통신부 주파수 정책부서와 더불어 비면허 제도 개선 등을 위한 산업·생활 주파수 정책 방향을 제시하였다.

첫 번째 연구주제인 지표투과레이다(GPR)의 제도도입 연구는 기술기준 측면에서는 유럽의 기술기준이 우리나라의 환경에 적합하며, 혼·간섭 예방 및 시험방법을 도입하기에도 유리하다. 지표투과레이다의 6GHz 이하 사용주파수가 위낙 광대하여 이해당사자와 많은 협의를 거쳐 간이 허가제 또는 비면허 제도로 도입될 수 있을 것이다. 정책적 판단에 따라 달라질 수 있는 부분이기에 조금 더 신중한 접근을 해야 할 것이다. 두 번째 연구 주제인 드론레이싱을 위한 제도개선 연구는 한정된 주파수인 5,725~5,850MHz(125MHz폭)에서 37MHz 간격으로서는 2개 채널만 활용 가능하므로, 최소 4개 채널 확보를 위해서는 중심주파수 간격을 줄여 기기의 정상적 활용이 가능한 최적의 점유주파수대역폭 확인이 필요하다. 국제 레이싱 대회 개최를 대비하여 국내 한국형 아날로그 주파수 변조가 가능하도록 37MHz에서 30MHz 이하로 축소하여 운용 될 수 있는 기술기준이 바람직 할 것이다.

마지막으로 비면허 전반에 대해서는 산업생활 주파수 생태계의 안정적인 제도 개선을 위해 5G+ 융합서비스 실증 확산방안과 연계하여 산업주체별 수요에 국제부합화 등의 검토가 필요하다. 차기년도에는 광대역 IoT 활용방안, 70GHz 차량레이다 용도 확대방안, 433MHz 장거리 드론 주파수 발굴, 6GHz 대역 Wi-Fi 이용제도 마련 등에 집중하여 신산업 창출을 위한 규제체계 정비에 노력해야 할 것이다.

[참고문헌]

- [1] 백종은, “싱크홀(Sinkhole), 자연현상인가 인재인가?”, 한국건설기술연구원, 경희대학교 과학학술 200호, 2014년 5월 7일
- [2] 박삼규, “싱크홀 유형별 원인조사 및 정책 제언 연구”, 한국지질자원연구원, pp. 64-69, 2014년 11월 13일
- [3] 김정렬, “신산업기술 생활용 주파수의 이용현황”, 국립전파연구원, ISBN 979-11-5820-137-1, 2019년 12월
- [4] 남원모 외, ‘용도미지정 주파수 공급 등 비면허 주파수 규제 개혁 방안 연구, 방송통신정책연구 15-진흥-036, 한국전파진흥협회
- [5] 대한민국 주파수 분배표, 과학기술정보통신부고시, 제2019-87호, 2019. 10. 18.
- [6] 신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국용 무선기기, 과학기술정보통신부고시, 제2019-104호, 2019. 12. 23.
- [7] 신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국용 무선설비의 기술기준, 과학기술정보통신부고시 제2019-105호, 2019. 12. 23.
- [8] 미국 FCC Code of Federal Regulations. part 15-Radio Frequency Devices

산업·생활용 주파수 이용제도 개선 연구



국립전파연구원

National Radio Research Agency

(58323) 전남 나주시 빛가람로 767

발행일 : 2020. 4.

발행인 : 김 정 렬

발행처 : 과학기술정보통신부 국립전파연구원

전화 : 061) 338-4414

인쇄 : 광주카리타스근로시설 디자인

Tel. 062) 943-0234

ISBN : 979-11-5820-146-3 < 비 매 품 >

주 의

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