

主題

WRC-03 결과 5GHz 무선LAN대역

전파연구소 임재우

차례

제 1장 서론

제 2장 5GHz대 국제 분배 결과(WRC-03)

제 1절 미국, 유럽, 일본의 주파수 이용동향

제 2절 ITU-R 관련 연구반 활동 동향

제 3절 WRC-03의 5GHz대 분배결과

제 3장 5GHz대 이용 기준(ITU-R 권고 중심)

제 1절 RLAN 특징

제 2절 공유기술 및 기준

제 4장 5GHz대 이용 전망 및 결론

제 1 장 서론

세계전파통신회의(WRC-03)가 2003년 6월 스위스 제네바에서 열렸으며, 5GHz대역의 주파수 분배와 관련한 국제 결의가 있었다. 결론적으로 5GHz대의 455MHz(5150-5350, 5470-5725MHz)대역을 무선랜을 포함한 초고속 무선접속용으로 국제주파수 분배가 결정되었다. 우리나라 정부 대표단은 산업 육성 및 활성화를 위해 동 주파수 대역의 무선랜을 포함한 초고속무선접속 이용이 바람직하다는 각계의 요구가 있음을 고려하여, 이동 1차업무 분배가 확보되도록 적극적인 활동을 하였다. WRC-03 후속 조치로 무선 인터넷 접속(Hot spot)의 확산과 무선 홈네트워킹 활성화의 필요성이 증가하고 있음을 고려하여 조속한 국내 활용을 위한 검토가 진행 중에 있다.

본 원고에서는 WRC-03의 5GHz대 분배결과를 중심으로 기술하였다. 분배 결의가 결정되기까지의 그간의 ITU-R 연구반 활동과 미국, 유럽, 일

본 등의 주파수 이용현황을 2장에서 기술하였으며, 3장에서는 5GHz대 주파수 이용 기준을 ITU-R의 관련 권고를 중심으로 살펴보았으며, 특히 해당 무선 시스템의 특징과 주파수 공유기술등 5GHz대 주파수 이용에 있어 필수 고려해야 할 주요사항을 중심으로 기술하였다. 4장에서는 5GHz대를 이용한 다양한 서비스등 이용전망과 주파수 정책 수립 시 고려사항을 결론으로 본 원고를 마무리하였다.

제 2 장 5GHz대 국제 분배 결과 (WRC-03)

WRC-03 이전에 이미 미국, 유럽, 일본을 중심으로 5GHz대 이용을 위한 자국내 분배가 있었으며, 이를 WRC 국제 분배에 반영함을 목표로 적극적인 ITU-R 관련 연구반 활동을 하였다. 본 장에서는 5GHz대 국제분배를 위한 선진국들의 5GHz

대 주파수 이용현황 및 ITU-R 연구반 활동사항을 중심으로 기술하였으며, 마지막으로 WRC-03의 결의 결과를 종합 정리하였다.

제 1절 미국, 유럽, 일본의 주파수 이용 동향

○ 미국 동향

미국 FCC는 1997년 1월 5GHz대역에 대하여 국가 정보 인프라망 구축 차원에서 UNII(Unlicensed National Information Infrastructure) 밴드로 지정하여 이용을 권고하였다. 관련 산업 활성화 차원에서 상당히 완화된 주파수 이용지침을 제시하였다. 아래 표 1은 미국의 주파수 이용현황을 나타낸 그림이다.

표 1 미국의 주파수 이용기준

주파수 대역	주파수	최대출력전력
UNII Lower Band	5150 - 5250MHz	Minimum of 50mW or 4dBm + 10logB
UNII Middle Band	5250 - 5350MHz	Minimum of 250mW or 11dBm + 10logB
UNII Upper Band	5725 - 5825MHz	Minimum of 1W or 17dBm + 10logB
B : -26dB Emission bandwidth in MHz		

위 표에서 알 수 있듯이 미국은 5150-5350MHz의 200MHz대역을 무선LAN이 가능한 대역으로 할당하고 있으며, 또한 특히 5250-5350MHz의 100MHz대역은 실외에서도 사용이 가능한 대역으로 일부 FWA등의 Point to Multi Point의 무선서비스가 가능한 대역으로 활용 중에 있다. 또한 5725-5825MHz의 100MHz대역도 Omni 안테나를 사용 최대 4W까지 송신출력이 가능하도록 주파수 이용정책을 제시하였다. 관련 법규는 FCC의 CFR47 Part2와 Part15에 명시하고 있다. 5150-5350MHz대역을 사용한 IEEE802.11a 규격의

무선LAN 제품이 2001년 말경부터 출시가 되고 있으며, 서서히 5GHz대역의 제품의 활성화가 가시화되고 있는 단계이다. 미국정부는 기존의 입장이었던 군용 무선기기와의 전파 간섭을 고려하여, 특히 5470-5725MHz의 255MHz대역의 추가적인 5GHz대 무선랜 이용을 우려하는 입장이었으나, WiFi등 미국 산업계 지속적인 설득과 주파수 공유기술 등의 제시로 WRC-03에서 5GHz대 글로벌 주파수 결의를 지지하였다. 현재 FCC는 5470-5725MHz의 255MHz대역의 추가적인 자국 분배를 결정하기 위한 법률개정 작업을 마무리 중에 있다.

○ 유럽 동향

유럽은 1992년부터 향후 PC나 노트북 등과 같은 업무용 장비간의 네트워크와 가정내의 가전이나 PC등의 무선 네트워크에 대한 요구가 증가할 것을 예상하여 무선LAN에 대한 연구와 준비를 해왔다. 지난 1996년 ERC(European Radiocommunications Committee)는 ERC/DEC/(96)03에서 HiperLAN을 위한 주파수로 5150-5250MHz대역을 지정하였고, 그 이후 1998년 ETSI의 요청으로 ERC에서는 증가하는 향후 멀티미디어 서비스를 수용하기 위해 HiperLAN을 위한 5GHz대역 추가 주파수 지정을 위한 연구를 진행하였다. 그간 WRC-95에서는 5150-5250MHz대역을 NGSS MSS(Non-Geostationary Satellite System in the Mobile Satellite Service)의 피더링크 이용을 위한 FSS(Fixed-Satellite Service)대역으로 할당하였다. 그래서 HiperLAN과 MSS 피더링크간의 공유연구를 수행하였으며(ERC Report 67), ERC Report 72에서는 5GHz대역에서 HiperLAN 수용을 위해 기존 장비(Radiolocation, Aeronautical Radionavigation, Radionavigation 등)와 공유를 고려, 주파수 분배와 관련하여 아래 표 2와 같은 주파수 이용 방안을 마련하였다.

표 2 유럽의 주파수 분배 현황

주파수 대역	주파수	최대 평균출력전력
Band A (Indoor)	5150 - 5350MHz	200mW e.i.r.p.
Band B (In/Outdoor)	5470 - 5725MHz	1W e.i.r.p.
	5725 - 5825MHz	25mW e.i.r.p.

※DFS : Dynamic Frequency Selection,
TPC : Transmit Power Control

5GHz대역의 무선LAN에 해당하는 HiperLAN2 기술규격은 ETSI BRAN에서 진행하여, 2000년도 4월에 HiperLAN2에 대한 표준화 작업은 완성되어 발표되었으나, 아직 상용화 제품이 없는 단계이며, 에릭슨등 관련 산업계는 2003년도 현재 시장불투명을 이유로 IEEE802.11a로 개발 전환 중으로 파악된다.

○ 일본 동향

1999년 11월 당시 우정성은 5GHz대역 중 5150-5250MHz대역을 Broadband Mobile Access System에 대한 기술적 조건에 관한 전기통신 기술심의회 보고서에서 아래 표 3과 같은 주파수 분배 및 기술적 조건을 제시하였다.

표 3 일본의 주파수 분배 현황

주파수 대역	채널 수	할당 및 지정 주파수	점유주파수 대역폭	최대 평균출력전력
5150-5250MHz	4개	5170, 5190, 5210, 5230MHz	18MHz이내	10mW/MHz 이하

다른 나라에 비해 비교적 주파수 이용 상황이 불리한 일본은 5250-5350MHz대역에 대한 주파수 이용검토를 우정성 산하 전기통신기술 심의회에 의뢰하였다. 그 결과 관동지역의 기상 레이더 등

기존 무선설비와의 간섭으로 인하여 전기통신사업자에게 인터넷 접속 등의 데이터 전송 서비스로 요구되는 옥외 무선국 운용은 안정적 서비스 실현이 매우 곤란하다는 결론을 내렸다. 5250-5350MHz 대역을 무선랜으로 활용하기 위한 시도는 불가능하게 되었지만, WRC-2000 국제주파수 분배 시 결의 736에서 “제 3지역의 5250-5350MHz대역에서 고정 무선접속용(FWA) 주파수로 할당할 필요성이 있음.”을 검토하기로 함에 따라, ITU-R의 관련 연구반(JRG8A-9B, JTG4-7-8-9) 활동을 적극적으로 활동하였으며, WRC-03결과 지국 탐사 위성과 공유를 조건으로 아시아지역(제3지역)에서 FWA용 고정업무 분배를 결의하였다. 아래 표 4는 ITU-R에서 권고하는 5GHz대 FWA 시스템 규격이다.

표 4 5GHz대 FWA 시스템 특징

	Base station	Remote station
Antenna Gain/Characteristics	10 dBi/Rec. ITU R 권고 F.1336 Section 2.1	15 dBi/Rec. ITU R 권고 F.1336 Section 2.3
Bandwidth	20 MHz	20 MHz
Receiver Noise Figure	8 dBi	8 dBi
Active Ratio	90%	10%
Polarization	Vertical or Horizontal	Vertical or Horizontal

제 2 절 ITU-R 관련 연구반 활동 동향

최초 5GHz대 무선접속 이용을 위한 국제분배 검토는 2000년 5월 터키 이스탄불 WRC-2000 회의에서 논의되었으며, 5GHz대역의 국제 주파수 분배를 차기 WRC-03에서 결정하는 결의(736) 있었다. 그림 2는 결의 736을 정리한 그림이다. 본 결의 736의 Resolves 1은 5GHz대역에서의 455 MHz 대역을 이동업무가 가능하도록 국제 주파수룰

개정하는 사항을 WRC-03년에 결정하도록 하였다. 본 사항을 WRC의제 1.5에 해당한다. 결의 736의 4개의 Resolves를 검토하여 5GHz대역 국제 주파수 분배를 연구하고자 관련 ITU-R의 연구반인 WP4A, WP7C, WP8B, WP9B 그리고 JRG8A-9B이 공동으로 전담반을 구성한 JTG4-7-8-9가 지난 2000년 9월 제네바에서 제 1차 회의를 시작으로 결성되었다. 5GHz대역의 국제 주파수를 새롭게 분배코자 하는 JTG4-7-8-9 회의에서는 크게 세 분류의 의견으로 나뉘어 열띤 토의가 진행되었다. 그 첫 번째가 이미 주파수를 분배받아 이용 중인 위성, 무선측위 업무를 보호하려는 의견이다. 크게 지구탐사 위성 등 5GHz대 주파수를 이용하는 위성업무와 기상관측 및 국가방위용 레이더등 무선측위 업무가 해당된다. JTG4-7-8-9 구성에서도 알 수 있듯이 위성 쪽 이슈를 담당하는 WP4나 WP7이 주로 담당하고 있으며, 무선측위 업무인 레이더는 WP8B에서 주로 담당한다. 이쪽 부류에서의 주장이나 기고는 주로 기득권을 보호하고자 하는 의견에 해당한다. 결의 736의 Resolves 3, 4가 여기에 해당한다. 위성업무와 관련해서는 주로 NASA나 ESA(European Space Agency) 그리고 비정지 위성인 Global Star, ICO의 의견이 지배적이며, 무선측위와 관련해서는 미국 FCC, NTIA나 미국방성의 주된 의견이다. 두 번째가 무선랜등 초고속 무선접속 시스템과 같은 새로운 IT 기술을 도입하고자 하는 의견이다. 현재 5GHz대 무선랜 기술표준의 대표적인 분류는 IEEE802.11a의 미국측 기술과 HiperLAN2 유럽측 기술 등으로 분류된다. 5GHz대 무선접속용 이동업무의 국제분배를 WRC-2000에서 제안한 쪽은 영국을 비롯한 유럽연합 측으로 Resolves 1을 적극 주장하였다. 그런 이유로 Resolves 1에 해당하는 Sub Working Group 1 의장을 영국의 Mr. Bond Stephen인 RA(Radiocommunication Agency)측

이 맡았다. 그런데 영국 RA측의 전폭적인 지지를 얻은 유럽측 기술인 HiperLAN2는 기술개발의 난항으로 2002년 5월경 HiperLAN2의 기술개발을 포기한다는 에릭슨이나 노키아의 발표가 있는 반면, NASA, FCC, NTIA, DoD등의 미국측 정부기관의 5GHz대 무선랜 사용에 따른 주파수 간섭등 부정적인 우려에도 불구하고 현재 다양한 제품이 미국측 기술인 IEEE802.11a로 구현되어 시장에 팔리고 있으며, 다양한 기술응용이 시도되고 있다. ITU 회의 성격상 국가 자격으로 의견제시를 할 수 있는 Administration 발언 이외에도 기업회원 자격으로 Sector 멤버 발언이 가능하여 관련 ITU-R 연구반 회의에는 미국 기업회원 자격의 Sector 멤버들이 다수 참여하였으나, 미국 정부 대표단의 5GHz대 무선랜 주파수 이용의 부정적인 발언에 함구하는 분위기였다. 현재 미국은 1997년 1월 5GHz대역에 대하여 국가 정보 인프라망 구축 차원에서 UNII(Unlicensed National Information Infrastructure)밴드로 지정하여 이용을 권고하였으나, 본 WRC 의제 1.5의 고려사항인 5470-5725MHz 대역에 대한 이동업무는 포함하고 있지 않다. IEEE802.11 표준화 그룹과 미국의 WECA(Wireless Ethernet Compatibility Alliance)에서 동 대역을 현재의 UNII대역에 대한 추가적인 분배 요구를 추진하고 있었다. 이렇듯 미국 내에서도 양면적인 의견을 보이고 있었으며, 최종적으로 2003년 2월에 플로리다에서 개최된 CITEL(Inter - American Telecommunication Commission) 회의에서 기존의 WRC-03의 5GHz대 분배 입장을 선회하여 5470-5725MHz대를 DFS와 TPC를 적용하여 지구탐사 위성과 레이더를 보호하는 기술적 조건으로 무선랜등을 위한 UNII대역으로 추가 분배한다는 입장을 정리하였다. 마지막으로 세 번째 부류의 의견은 일본을 중심으로 주장하는 것으로 무선랜의 이용이 아닌 아시아 지역등 제 3지역에서

5250-5350MHz대의 FWA이용을 주장하는 의견이다. 그림 1의 Resolves 2에 해당하는 사항으로 50Hz대역의 무선랜 서비스 기술이 아닌 FWA(Fixed Wirelss Access)라는 고정업무용 주파수 분배에 관한 주장이다. Resolves 2를 담당하는 의장은 일본의 Mr. Abe Muneo로 KDDI사 소속이다. 본 Resolves 2는 우리나라의 주파수 이용과도 관련있는 사항으로 일본에서의 50Hz대 국제 주파수 분배에 관한 ITU 활동배경은 앞의 2장 1절의 “일본동향”에서 언급하였다. 표 5는 각각의 ITU-R 관련 연구반의 활동사항을 요약 정리하였다. 50Hz대 국제분배 전담반인 JTG4-7-8-9의 의장은 미국 NASA의 Glenn Research

Center에 근무하는 John E. Zuzek 이다. JTG4-7-8-9산하에 4개의 Working Group으로 나뉘어 작업을 하였으며, 그림 2에서 알 수 있듯이 Resolve 1에서 4의 각각의 소 작업반을 나뉘어 해당 주제에 대한 기고문 검토와 CPM Text Chapter 2.2절 작성을 수행하였다. 2002년 5월초 제네바에서 본 JTG4-7-8-9의 마지막 회의인 제 3차 회의가 개최 되었으며, CPM Text의 해당 Part인 2.2절 문안 작성을 마무리하였다.

Primary and Secondary Users

1. AERO-NAUTICAL RADIO-NAVIGATION 2. FIXED-SATELLITE (Earth-space)	1. EESS (active) 2. RADIO-LOCATION 3. SRS (active)	1. EESS (active) 2. ARN 1. Radiolocation	1. RADIO-NAVIGATION (airborne) 1. Radiolocation	1. MARITIME RADIO-NAVIGATION 1. Radiolocation	1. MARITIME RADIO-NAVIGATION 1. Radiolocation	1. RADIO-LOCATION 1. Amateur 2. Space Research (space space)
5150	5250	5350	5460	5470	5570	5650 5725

Resolves 1: Allocation of frequencies to the mobile service for the implementation of wireless access systems including RLANs.

Resolves 2: A possible allocation in Region 3 to the fixed service while fully protecting the worldwide EESS (active) and SRS (active)

Resolves 3: Additional primary allocations for the EESS (active) and SRS (active)

Resolves 4: A review, with a view to upgrading, of the status of frequency allocations to the radiolocation service

그림 1 WRC 2000 결의 736 (WRC-03의 제 1.5, 1.6)

표 5 5GHz대 국제주파수 관련 ITU-R 연구반 개요

연구반	5GHz대역 국제주파수 관련 사항 요약
WP4A	NGSO MSS Feeder Link와의 간섭 및 공유연구
WP7C	EESS, SRS등의 위성업무와 간섭 및 공유연구
WP8B	레이더와의 간섭 및 공유연구(Radar Correspond Group)
JRG8A-9B	RLAN의 기술특징과 소요대역폭 및 다른업무와의 공유관련 권고안 작성 연구
JTG4 7-8-9	WP4A, WP7C, WP8B, JRG8A-9B의 연락문서를 통한 WRC-03 의제 1.5, 1.6 해당사항인 CPM 보고서 Chapter 2.2 문안 작성 및 의견조율

5GHz대 국제주파수 분배의 이슈사항과 관련이 있는 ITU 연구반에서는 해당 연구결과의 산출물인 권고안 작성을 연구하였으며, 그 권고안은 기존업무와의 공유에 관한 사항과 주파수 소요대역폭 산출에 관한 사항과 무선랜이나 FWA 등의 5GHz 무선시스템의 기술특징을 관한 권고사항

으로 분류되어 작업이 진행되었다. 특히 가장 활발한 작업이 진행되고 있는 권고안 분류는 기존 업무와의 공유분석 연구로 기존업무 분야에 따라 지구탐사 위성업무와의 공유분석과 무선측위인 레이더 업무간의 공유분석 등 다양하게 연구 진행되었다. 해당 분야 권고안을 표 5에서 정리하였다. WRC-2000 이후 약 3년 간의 해당 연구반에서 만들어진 문서는 ITU-R의 권고안으로 정리되었으며, 각 WP와 그 상위 Study Group의 승인 거쳐 최종적으로 WRC-03 바로 전 주에 개최된 RA(Radio Assembly)에 최종 권고안으로 승인되고, 등록하게 되었다. 특히 무선측위인 레이더와 무선랜 간의 공유 기준을 다루는 해당 권고안(권고1652)이 최종적으로 승인됨에 따라 결의 736의 Resolves 1인 5150-5350MHz와 5470-5725MHz대에서 무선랜을 이용을 위한 이동1차 업무분배를 위한 국제적인 합의에 결정적인 역할을 하였다. 주요한 권고안의 내용은 다음 장에서 다루기로 하겠다.

표 5 5GHz대 관련 권고안

권고안	권고안 제목
Recommendation ITU-R M.1450	Characteristics of broadband radio local area networks (RLANs)
Recommendation ITU-R M.1652	Dynamic frequency selection in wireless access systems including radio local area networks for the purpose of protecting the radiodetermination service in the 5 GHz band
Recommendation ITU-R SA.1632	Sharing in the band 5 250-5 350 MHz between the Earth exploration-satellite service (active) and wireless access systems(including radio local area networks) in the mobile service
Recommendation ITU-R S.1426	Aggregate power flux-density limits, at the FSS satellite orbit for Radio Local Area Network (RLAN) transmitters operating in the 5 150-5 250 MHz band sharing frequencies with the FSS (RR Nc. S5.447A)
Recommendation ITU-R F.1613	Operational and deployment requirements for fixed wireless access (FWA) systems in Region 3 to ensure the protection of systems in the Earth exploration-satellite service (active) and the space research service(active) in the band 5 250-5 350 MHz
Recommendation ITU-R SA.1166	Performance and interference criteria for active spaceborne sensors

제 3 절 WRC-03의 5GHz대 분배결과

앞 1절에서 기술하였듯이 미국, 유럽, 일본은 자국의 상황을 고려한 주파수 이용정책을 3-4년 전 이미 수립하였으며, 이에 따른 자국내 분배를 하였다. 엄밀히 따지면 국제법 위반에 해당하는 사실이지만 자국의 5GHz대 기술 개발을 국제 분배 전 유도하여 기술 및 시장 선점을 노리기 위한 이기적인 전략이라 하겠다. 각기 자국에 분배된 정책에 근거한 국제주파수 분배를 얻고자 관련 ITU-R 연구반을 통한 지속적으로 활동을 수행하였다. 우리나라도 5GHz대 국내 전파정책을 위하여 정보통신부와 전파연구소를 중심으로 연구전담반을 구성하여 주파수 공유 가능성 검토 및 국내실정에 맞는 주파수 이용 정책 방안을 마련하여 대응하였다. 이에 관련 산업육성과 활성화를 위하여 동 주파수 대역의 무선랜 이용이 바람직하다는 각계의 요구가 있음을 고려하여, 이동 1차업무 분배가 확보되도록 적극적인 활동을 하였다. 그 결과 WRC-03에서 5150-5725MHz 대역에서 이동 및 고정, 지구탐사(EESS) 및 우주연구(SRS), 무선표정의 1차업무 분배 및 Upgrade가 각국의 이견을 조정하여 마무리 되었다. Radio Regulations의 Article 5 주파수 분배표 및 관련 footnote 추가와 수정이 결정되었으며, 새로운 Resolution [COMM5/16] (WRC-03)이 신설되었다.

o 주요 결과

- Resolves 1 : 이동업무(RLAN) 1차업무 분배결정

	출력 (최대 *e.i.r.p.)	사용 범위	사용제한	비고
5150 - 5250MHz	200mW(10mW/1MHz or 0.25mW/25kHz)	실내	FSS 위성수신기 보호 권고 S.1426준수	
5250 - 5350MHz	200mW(10mW/1MHz) or 1W(50mW/1MHz)	실내·외	EESS(active)보호 권고 SA.1166, SA.1632, M.1652 준수	안테나 Mask or 공유기술 (DFS, TPC)
5470 - 5725MHz	1W(50mW/1MHz) 250mW(공중선전력)	신외	무선표정(Radar)보호 권고 M.1652준수	공유기술 (DFS, TPC)

※e.i.r.p. : 공중선 전력 + 안테나 이득(dBi)
 ※현재 무선단말기(노트북 랜카드)의 안테나 이득은 0dBi가 일반적임.

- Resolves 2 : 고정업무(FWA) 1차업무 (Region 3) 분배결정

	출력 (최대 e.i.r.p.)	사용범위	사용제한	비고
5250 - 5350MHz	2W 안테나 이득 : 10, 15dBi	실외 (접대점 또는 접대다점)	EESS, SRS (active)보호 권고 M.1613준수	일본, 한국포함 아시아 12개국 footnote 처리

- Resolves 3 : 지구탐사, 우주업무 (EESS, SRS) 추가
 - 5460-5570MHz대역에 지구탐사(능동) 1차업무 및 5350-5570MHz대역에 우주연구(능동) 1차업무 추가분배 결정
- Resolves 4 : 무선표정(Radar)업무 Upgrade
 - 5350-5650MHz대역에 무선표정 2차업무(기존)를 1차업무로 상향조정 결정

제 3 장 5GHz대 이용 기준 (ITU-R 권고 중심)

본 장에서는 향후 5GHz대 무선랜 이용시 반드시 준수하여야 할 ITU의 기술적 합의 사항으로 앞의 제2장 3절에서 언급한 WRC-03의 결과에 대한 세부 기술조건에 관련한 ITU-R 권고안을 중심으로 기술하였다. 5GHz대의 WRC 국제분배시 기존역무와 공유를 전제로 합의되었으며, 특히 우리나라에서 5GHz대 이용시 주요 검토해야 할 사항을 중심으로 기술하였다.

제 1 절 무선랜(RLAN) 특징 (권고 M.1450)

초기 무선랜의 필요성은 미국의 자동차 생산 공장에서 작업라인 간의 효율적인 공정 관리를 목적으로 고려되었으며, 지속적인 기술개발과 무선네트워크에 대한 수요에 힘입어 이더넷 표준을 담당하던 IEEE802 그룹을 통한 무선 LAN 표준 개발이 1991년부터 본격적으로 시작되었다. 이렇게 시작한 표준화는 1997년 7월 최초로 2.4GHz대역의 IEEE802.11 규격을 제정하였으며, 1999년 IEEE802.11b와 IEEE802.11a라는 고속 데이터 전송모드를 갖는 규격이 발표되고, ISM 밴드의 2.4 GHz대 무선LAN 제품이 출시되면서 현재의 무선 LAN시장을 주도하게 되었다. 이와는 다르게 유럽 측에서는 1999년 12월 유럽의 표준화 단체인 ETSI에서 BRAN(Broadband Radio Access Network) 연구 Project를 통해 개발된 HiperLAN/1 규격을 발표하였으며, 그 이후 HiperLAN/2와 HiperAccess, HiperMAN의 표준을 발표하게 되었다. 이러한 민가 산업계 표준

활동을 반영하듯이 ITU에서도 무선LAN에 대한 연구가 1997년부터 시작되었고, ITU-R의 JRG8A-9B에서 SG8과 SG9의 공통 관심 대상이었던 무선LAN을 포함한 다양한 무선 액세스 시스템에 관한 연구를 공동으로 수행하게 되었다. ITU-R의 연구의제 중 142-2/9(연구명: Radio Local Area Networks)와 212-2/8(연구명: Nomadic Wireless Access(NWA) systems including Radio Local Area Network(RLAN) for mobile applications)이 해당 과제 제목이다. 표 5는 5GHz대 주파수를 활용할 있는 RLAN을 포함한 무선 액세스 시스템에 대한 기술적인 특징을 정의(권고안 ITU-R M.1450)한 사항이다. 이는 5GHz대역을 활용할 수 있는 시스템을 주로 정의한다. ITU-R에서 진행 중인 5GHz대역에 이용 가능한 무선 액세스 시스템의 실제 사용하는 용어로는 "Wireless Access System including RLAN"으로 표현하고 있다.

표 6 RLAN의 특징(ITU-R 권고)

RLAN Standard	IEEE std 802.11b	IEEE std 802.11a	ETSI BRAN HiperLAN typel ETS 300-652	ETSI BRAN HiperLAN type 2
Access method	CSMA/CA,SSMA	CSMA/CA	TDMA/EY-PMA	TDMA/TDD
Modulation	CCK(8 complex chip spreading)	16, 64-QAM-OFDM BPSK, QPSK-OFDM 52 subcarriers	GMSK/FSK	16,64-QAM-OFDM BPSK,QPSK-OFDM 52 subcarriers
Data rate	1, 2, 5.5 and 11 Mbit/s	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 and 54 Mbit/s	23 Mbit/s(HBR) 1.4 Mbit/s(LBR)	6, 9, 12, 18, 27, 36, 48 and 54Mbit/s
Frequency band	2 400-2 483.5MHz	5 150-5 250MHz 5 725-5 825MHz 5 250-5 350MHz	5 150 to 5 350MHz 5 470-5 725 MHz	5 150-5 350MHz 5 470-5 725MHz
Channelization	25/30 MHz spacing 3 channels	20 MHz channel spacing (8+4) channels	23.5294 MHz(HBR) 1.4 MHz(LBR)	20 MHz channel spacing 19 channels in the 2 bands
Maximum Tx power	1 000 mW e.i.r.p. 100 mW e.i.r.p. 10 mW/MHz e.i.r.p. density	5 150-5 250MHz 10 mW/MHz 200 mW e.i.r.p. in 20 MHz ch. 5 250-5 350MHz e.i.r.p 1 W 5 725-5 825MHz e.i.r.p. 4 W	5 150-5 350MHz e.i.r.p. 200 mW maximum indoor use only. 5 470-5 725 MHz e.i.r.p. 1 W	5 150-5 350 MHz e.i.r.p. 200mW max indoor use only. 5 470-5 725 MHz e.i.r.p. 1 W
Sharing consideration	CDMA allows orthogonal spectrum spreading. CSMA/CA provides "listen before talk" access etiquette	OFDM: provides low power spectral density. CSMA/CA provides "listen before talk" access etiquette. IEEE 802.11h are standardizing DCS and TPC	In 5 150-5 250 MHz e.i.r.p. density limit (Rec.ITU-R M. 1454) In 5 250-5 350MHz and 5 470-5 725 MHz (DFS & TPC)	OFDM provides low power spectral density. DFS and TPC are required
Minimum receiver sensitivity		6 Mbit/s: -82dBm 54 Mbit/s: -65 dBm 10% PER 1 000 Byte PDU		6 Mbit/s: -85dBm 54 Mbit/s: -68dBm 10%PER 54 Byte PDU

현재까지 ITU-R에서 정의하는 5GHz대의 무선랜은 IEEE802.11a와 HiperLAN을 권고하고 있으며, 이는 5GHz대를 각국의 주관청에서 주파수 이용 정책을 수립함에 있어 반드시 고려하여야 할 사항이다. 본 권고안에서는 RLAN의 기술적 특징 등 가이드 라인을 크게 시스템 디자인, 변조 기술, Remote Access 기술로 구분하여 기술하고 있다. RLAN의 시스템은 Point to Multipoint를 기본 구조로 하고 있으며, 중앙 제어형과 비 제어형(ad-hoc 모드)으로 구분하고 있다. 그리고 Point to Point 링크 구조에 대해서도 권고하고 있으며, 특히 캠퍼스 환경등의 빌딩과 빌딩 간의 무선망 연결에서 지향성 안테나를 이용한 장거리 전송의 응용기술 구현에 대해서도 권고하고 있

다. 스펙트럼 재사용에 있어서, 특히 동적주파수 선택기술(DFS)이나 송신출력제어(TPC) 기술사용과 DFS 기술은 동일 확률의 유용한 주파수 채널의 이용을 유도할 수 있는 기술임을 권고하고 있다. Modulation 기술은 표 6에서도 언급하였듯이 선택적 주파수 채널 환경 하에서 고속의 전송을 가능케 하기 위한 다중레벨의 변조기술이나 multicarrier 변조기술의 적용을 기술하고 있다. 대표적인 multicarrier 변조기술로 QPSK 변조되어진 여러개의 sub-carrier로 구성된 multicarrier OFDM을 기술하고 있으며, 아래 그림에서 OFDM 주파수에 대하여 표현하고 있다. 간략화된 OFDM 송·수신부의 블록도는 그림 3에 나타내었다.

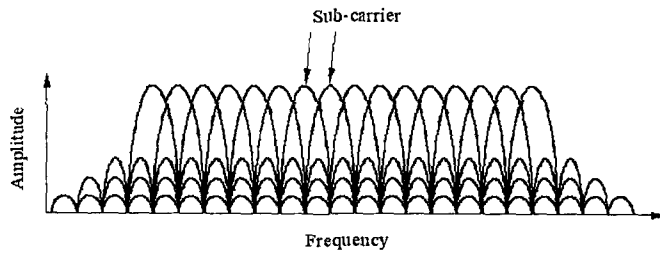


그림 2 Spectrum of OFDM

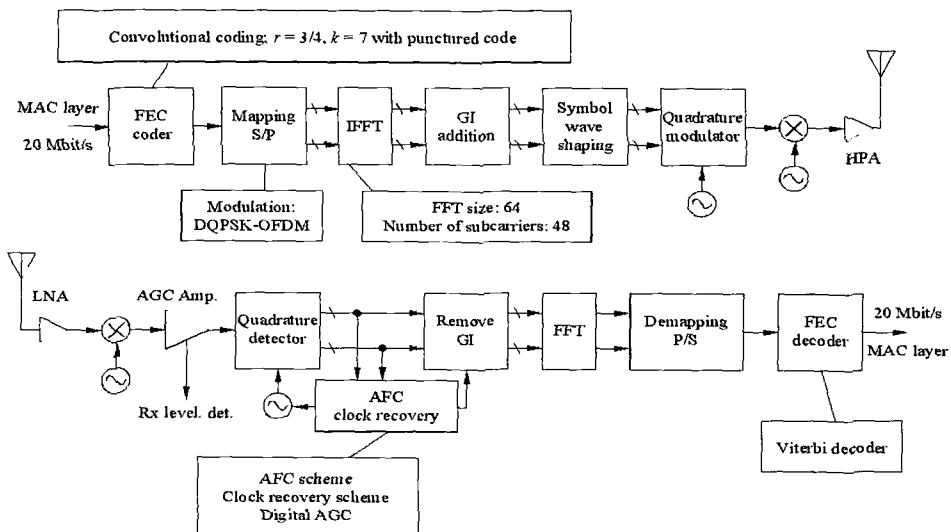


그림 3 Configuration of DQPSK-OFDM with convolution coding

IEEE802.11a와 HiperLAN/2 표준에서 6 - 54Mbit/s의 데이터 전송속도를 제공하기 위하여 다양한 신호 alphabet을 이용한 OFDM sub-carriers 변조와 BPSK, PSK, 16-QAM 및 64QAM 변조 포맷을 이용함을 기술하고 있다. 마지막으로 무선LAN의 가장 유용한 기술 중의 하나인 remote access 기술에 대한 권고내용으로 이동에 따른 사무실 환경(other subnetwork)의 네트워크 접속을 가능케 하기 위한 후보기술을 권고하고 있다. Mobile IP, DHCP, VLAN 및 Mobile VLAN등의 remote access 기술을 소개하고 있으며, Mobile IP와 DHCP 기술은 이동단말기에 추가적인 소프트웨어가 필요함과 단지 TCP/IP만으로 구현 가능하다는 단점을 지적하고 있다. 특히 Mobile VLAN 기술에 대하여 저가와 이동단말기 접속의 추가적인 조작성 필요없음등 multi-protocol, 개인 IP주소 지원등 유비쿼터스 통신에 강한 장점이 있음을 권고하고 있다. 아래 표 7은 각 후보기술에 대한 비교를 나타낸다.

표 7 Comparison of the mobility techniques

	Mobile VLAN	Dial-up connection	DHCP	Mobile IP	Wide area VLAN (in router)
Transport network	Internet	PSTN ISDN	Internet	Internet	Internet
Communication cost	Low	High	Low	Low	Low
Network interface modification	No	Yes	No	No	No
Network address modification	No	Yes	Yes	Yes	No
Additional software on terminal	No	Yes	Yes	Yes	No
Multi protocol	Available	Unavailable	Unavailable	Unavailable	Available
Private IP address	Available	Available	Unavailable	Unavailable	Available
Ubiquitous communication	Available	Available	Available	Available	Unavailable

제 2 절 공유기술 및 기준

5GHz대 기존역무와 무선랜을 포함한 무선접속

시스템과의 주파수 공유에 대한 논란은 WRC-2000의 결의 736 합의 이후 WRC-03 까지 가장 뜨거운 이슈로 ITU-R 관련 연구반에서 다루어졌다. ITU에서 회원 활동은 ISO (International Standardization Organization) 처럼 National Body 체계가 아니어서 민간기업과 기관 등이 일정 분담금을 ITU에 기여함으로써 회원활동이 가능한 조직이다. 그래서 위성궤도 및 주파수나 IMT-2000과 같은 새로운 IT기술의 출현에 따른 기 이용대역에서 주파수를 확보하는 일에 해당 민간기업의 자연스런 참여로 활동하게 된다. 본 5GHz대역의 무선LAN용 국제주파수 분배에 있어서 기존 역무에 대해 혼신 보호해야 하는 측면에서 민간기업이나 관련기관들의 주파수 공유기술 및 기준을 제한하였다. 특히 지상 레이더와의 공유를 위한 사항은 IEEE802.11 표준회의에서 DFS와 TPC 기술에 대한 표준화 작업을 진행하였으며, WiFi에서도 군 시설과의 주파수 공유에 대한 기술 개발을 통하여 미 국무성을 상대로 꾸준히 설득하는 등 활동을 전개하였다. ITU-R에서의 해당 연구반은 JRG8A/9B이 담당하였으며, 레이더 문제에 있어서는 WP8B의 특별단(Radar Correspond Group)을 신설하여 대응하였다. 그 외에 지구탐사등 위성업무와의 공유 문제는 NASA와 ESA 측과의 ITU-R 해당연구반 WP7C에서 진행되었다. 최종적으로 WRC-03 바로 전에 있었던 RA회의에서 그간의 해당 연구반이 제안한 권고안들에 대한 최종 승인 작업이 이루어졌으며, 본 장에서는 그중 대표적인 권고안을 중심으로 다루고자 한다. 지상 레이더등과 같은 무선측위 업무와 5GHz대 무선랜간 공유는 ITU-R 권고 M.1652에서 다루고 있다. 주로 5250-5350MHz와 5470-5725MHz대에서 무선측위 업무와의 공유를 위한 DFS에 대한 사항으로 운용 및 기술적 조건을 정의하고 있다. DFS의 기본목적은 무선LAN으로부터 지구 탐사위성나 고정위

성에 영향을 미치는 누적 방사레벨을 줄이기 위해 무선LAN의 가용 스펙트럼 분포를 분산시키는 것에 있다. 그리고 인지하고 있는 레이더 시스템과의 동일채널 운용을 피하기 위해서이다. DFS 성능에 대하여서는 관련 산업표준을 준수함을 권고하고 있다. 아래 표 8 은 DFS 운용절차에 대한 요약 사항이다. 간섭신호를 검출하기 위한 경계치는 최대 e.i.r.p. 200mW 이하에서 -62dBm이고, e.i.r.p. 200mW이상 1W 이하에서 -64dBm로 정의하여 권고하고 있다. 이때 0dBi 안테나에서 평균 1μs의 수신전력을 기준으로 정의하고, 간섭신호에 대한 유용채널 검출 시간은 60초로 규정하고 있다. 다시말해 5250-5350MHz와 5470-5725MHz대역에서 운용하는 모든 무선랜은 초기 전력공급에 의한 동작시 기 운용중인 레이더 신호의 검출을 시도하고, 레이더가 사용하지 않은 빈 채널을 할당하여 사용하거나, 빈 채널에서 운용 중이라도 60초에 한번 이상 주기적인 레이더 신호에 대한 검출을 수행하여야 한다. 만약 레이더 운용에 의한 신호 검출이 있은 직후 10초 이내에 무선랜의 모든 송신을 막아야 하며, 특히 레이더 신호 검출 후 일반적인 무선랜 신호의 전송은 100 - 200ms내에서 마무리 되어야 한다. 레이더 신호가 검출된 무선LAN 채널은 최소 30분내에 사용할 수 없도록 규정하고 있다.

표 8 DFS 운용절차 요약

Parameter	Value
DFS detection threshold	62dBm for devices with a maximum e.i.r.p. of <200mW and 64dBm for devices with a maximum e.i.r.p. of 200mW to 1W averaged over 1μ s
Channel availability check time	60 s
Non occupancy period	30 min
Channel move time	10 s

그리고 본 권고안은 레이더 검출의 DFS 적용

에시 자료와 5GHz대 각종 레이더의 기술적 특징 권고를 포함하고 있다. 다음은 5GHz대 무선랜에서 DFS 기능을 실제 구현하기 위한 기술적 사항으로 IEEE802.11의 TGh에서 정의하고 있으며, 이를 바탕으로 전파연구소에는 자체 테스트 배드를 구축하여 5GHz대 주파수 공유기술에 대해 대응하였다. DFS 구조 설계는 그림 4에서 처럼 AP와 이동단말기(NIC) 간에 MAC 계층에서 Management Frame을 송수신함으로써 이루어진다. 즉, DFS 기능은 그림과 같이 관리 계층 프로토콜 스택에 의해 처리되도록 구현된다. SNMP, NIC Manager/AP Manager 절차에서 DFS 및 TPC를 위한 MIB 값을 설정 설정하거나 가져오면 된다. SME는 MLME 상위 계층으로써 DFS 및 TPC 동작을 여기하며 DFS 및 TPC를 위한 구현 알고리즘을 수행한다. MLME는 peer 계층 간에 DFS 및 TPC를 위한 Management Frame 들을 처리하고, SME로부터 Command를 받아 처리하거나 상태를 보고한다.

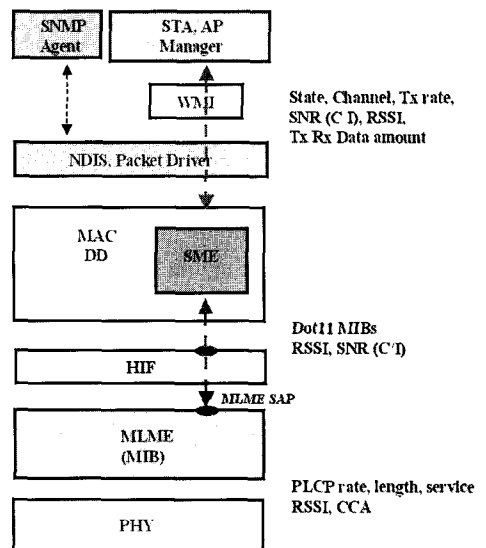


그림 4 DSF 동작 원리

DFS 제어를 위한 요구 사항은 IEEE802.11h

표준에 따라 MAC 계층 및 그 상위 계층에서 DFS를 위한 제어를 하기 위해 PHY 계층으로 입력하거나 출력을 필요로 하는 정보는 다음과 같은 것들이 있다. 물리계층(BBP 및 RF)으로부터 입력되어야 하는 신호는 RSSI(Received Signal Strength Indication)와 안테나 단에서의 에너지(dBm) 그리고 RPI(Received Power Indicator)등이 필요하며, 사용채널 사용여부를 나타내는 CCA(Clear Channel Assessment)와 CCA busy duration을 측정할 있어야 한다.

표 9 RPI 값

RPI	Power Observed at the Antenna(dBm)
0	Power \leq -87
1	-87 < Power < -82
2	-82 < Power < -77
3	-77 < Power < -72
4	-72 < Power < -67
5	-67 < Power < -62
6	-62 < Power < -57
7	-57 < Power

그 이외에 ITU-R 권고안 SA.1632에서는 5250-5350MHz대의 지구탐사 위성업무와 무선랜 간의 공유에 대한 기술적 조건을 권고하고 있으며, 권고안 F.1613은 제3지역 5250-5350MHz대의 지구탐사 위성업무와 FWA 간의 공유를 위한 기술적 조건을 권고하고 있다.

제 4 장 국내 5GHz대 이용 전망 및 결론

2003년도 상반기 국내 초고속 유선 인터넷 가입자는 이미 1,000만 가입자를 넘어서고 있는 상태이며, 이는 세계적인 IT 강국이라고 하는 기술 선진국에서의 기술보급 사례보다 상당히 급성장

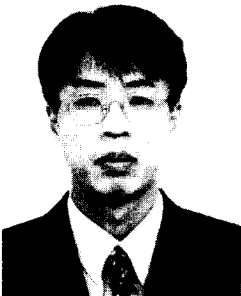
한 사례로 평가받고 있다. Lehman Brothers Research에서 제시한 각 나라별 광대역 침투율(Global broadband penetration rate) 결과에서 미국에 비해 한국은 5배가 넘는 광대역 침투율을 가짐을 알 수 있다. 이는 한국의 초고속 인터넷 인프라가 다른 선진 기술국에 비해 상당히 발달되어 있음을 증명하는 조사 결과이다. 향후 5GHz대 무선랜의 기술 특징상(전송속도:54Mbps) 한국의 발달된 초고속 인터넷 인프라를 광대역 무선액세스화 하는데 중요한 역할을 할 것이라 예상된다. WRC-03 이후 5GHz대를 전 세계가 무선랜 등 무선접속용으로 공동사용 하게 됨에 따라 제품 성능의 안정화와 저가 구현이 실현될 것으로 전망되며, 2004년경에는 광대역 전송 수요에 따라 관련 시장이 확대될 것으로 예상된다. 특히 무선랜 시장의 활성화는 부가적으로 노트북 및 PDA 등 휴대정보 단말기 수요를 견인하는 중요한 요소가 될 것으로 기대된다. 그리고 무선랜을 이용한 다양한 응용 서비스가 개발 되어 무선 인터넷 콘텐츠 산업의 활성화에도 기여할 것으로 기대된다. 현재까지 국내에서 이용할 수 있는 5GHz대 무선랜 주파수는 ISM대역의 5725-5825MHz의 100MHz대역으로 특정 소출력의 비면허로 활용할 수 있다. WRC-03 이후 그 이외의 대역에 대한 활용 검토가 정보통신부와 산업계, 학계 그리고 국방부와 기상청 등 관계기관과 협의 하에 년내 마무리될 전망이다. WRC-03의 결정을 준수하여 5150-5250MHz대역의 경우 소출력의 실내 사용을 전제로 한 주파수 이용이 예상되며, 5250-5350MHz대 및 5470-5725MHz대역은 최대 e.i.r.p. 1W 출력으로 실외 사용이 가능하여 2.4GHz대 무선랜과 2.3GHz의 휴대인터넷 주파수 활용 정책과의 연관성 및 국내 산업 활성화를 고려한 효율적인 주파수 이용방안이 마련되어야 할 것이다. 또한 통신사업자의 주파수 활용에 있어서도 기존의 2.4GHz대 무선랜 주파수 활용 사례와 같이 5GHz대의 일부대

역에 있어 비면허 대역을 통한 주파수 분배로 제조업체 중심의 주파수 활용도를 높이는 방안 고려될 수 있으며, 면허대역을 통한 통신사업자 중심의 안정적인 주파수 활용도를 높이 방안 등 다양한 검토가 고려되어야 할 것이다. 또한 최근 일본의 4.9GHz대 활용 사례와 같이 무선랜의 액세스 포인트에 해당하는 기지국은 정부의 무선국 허가사항으로 규제하고 단말기에 대해서는 제조사의 형식승인을 통한 자유로운 이용을 권장하여 기존 2.4GHz대 무선랜 활용에 가장 큰 걸림돌이었던 유효 채널 부족 등 혼신문제를 사전에 조율함으로써 주파수 활용도를 높이기 위한 방법이 검토되어야 하겠다. 현재 무선랜 표준을 담당하는 IEEE802.11 표준화 그룹은 기존 무선랜의 단점으로 지적되고 있는 전송품질(QoS) 및 보안문제 등 기존의 단점을 극복한 다양한 기술개발이 꾸준히 진행되고 있다. 또한 이동통신과의 결합이나 홈네트워크의 응용 등 실외에서는 홈 네트워크를 위한 수단으로 실외에서는 초고속 무선 인터넷과 광대역 무선엑세스를 위한 요소기술로 활용될 전망이며, 이는 유비쿼터스 네트워크 구현에 있어서도 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] WRC-2000 결의 736, WRC-2003 결과
- [2] FCC CFR47 Part 15 Subpart E - Unlicensed National Information Infrastructure Device
- [3] ERC REPORT 72 "Compatibility Studies Related to the Possible Extension Band for HiperLAN at 5GHz" May, 1999
- [4] ERC REPORT 67 "Study of the Frequency Sharing Between HiperLANs and MSS Feeder Links in the 5GHz Band" February, 1999
- [5] ETSI TS 101 475, Broadband Radio Access Network(BRAN):HiperLAN Type 2: Physical(PHY) layer.
- [6] 임재우 "초고속 무선서비스를 위한 5GHz대역 주파수 이용방안 연구" 정보통신부 전파연구소 전파기술세미나 p111-132. Dec, 2001
- [7] 임재우 "5GHz대 주파수 공유기술 및 주파수 활용방안" 초고속무선랜 포럼 무선랜 활성화 세미나 Dec, 2002
- [8] 전파연구소 "5GHz대역 무선접속망 연구" 보고서 Dec. 2001, 2002
- [9] ITU-R Document 8A-9B/201-E, Spectrum requirement analysis for the implementation of broadband NWA networks, 13. Mar. 2002
- [10] ITU-R Recommendation M.1450, Characteristics of broadband radio local networks, 2003
- [11] ITU-R Recommendation M.1652, Dynamic frequency selection in wireless access systems including radio local area networks for the purpose of protecting the radiodetermination service in the 5GHz band, 2003
- [12] ITU-R Recommendation SA.1632, Sharing in the band 5250-5350MHz between the earth exploration satellite service and wireless access systems in the mobile service, 2003
- [13] ITU-R Recommendation F.1613, Operational and deployment requirement for fixed wireless access

systems in the fixed service in Region 3 to ensure the protection of systems in the earth exploration satellite service in the band 5250-5350MHz, 2003



임 재 우

1995. 2

경원대학교 전자공학과 학사

1997. 2

경원대학교 전자공학과 대학원 석사

2002. 3 - 현재 연세대학교

전기전자공학 대학원 박사과

정 재 학

1997. 6 - 현재 정보통신부 전파연구소 근무 중

관심분야 : 주파수 자원관리, 전파채널 모델, 5GHz대 및 2.3GHz대 무선접속 기술,