

主 題

국내외 5GHz대역 주파수 이용 동향

정보통신부 오 승 곤

차 례

- I. 서 언
- II. 무선LAN 개요
- III. 무선LAN 서비스 동향
- IV. 5GHz대역 무선LAN 동향
- V. 결 론

I. 서 언

통신에 대한 인간의 희망 사항이 있다면 그것은 크게 두가지로 요약될 수 있을 것이다. 하나는 보다 빠르게 통신할 수 있도록 높은 전송 속도, 즉 고속성이며, 다른 하나는 언제, 어디서나 자유롭게 통신하는, 즉 이동성이다. 고속성에 이어서는 유선과 무선의 구별 없이 이를 추진할 수 있으나 이동성에 있어서는 무선만이 가능하다. 따라서 인간이 원하는 통신을 실현하기 위해서는 무선이 필수적인 요소가 된다고 할 수 있다. 최근 무선LAN에 관심이 부각되고 있는 이유도 고속성과 이동성에 대한 인간의 욕구에서 찾을 수 있을 것이다. 우리나라의 경우 초고속정보통신망 구축과 인터넷 확산 붐으로 유선을 이용한 초고속 인터넷의 이용이 생활화되고 있다. 또한 이동통신사업자의 경쟁적인 cdma200-1xEV-DO서비스 개시 등으로 무선을 이용한 인터넷서비스의 고속화가 진전되고 있다. 그러나 당초 “언제, 어디서나 초고속 정보통신서비스 실현”을 주창한 IMT-2000서비스의 본

격적인 상용화서비스가 전 세계적으로 지연되고 있고, IMT-2000이 당초 예상했던 초고속 데이터 전송의 실현에 기술적, 경제적으로 한계점이 있다는 논란도 일부 제기되고 있다. 이러한 상황에서 당초 사무실 환경에서 PC와 주변기기간의 Peer to Peer 통신기기의 개념에서 출발한 무선LAN이 고속 전송 기술 등의 발전에 힘입어 유선망의 이동성 확보 한계와 이동통신망의 고속성 확보 한계를 보완할 수 있는 새로운 통신 Infrastructure로 각광받기 시작하였고, 국내외적으로 이를 이용하여 저렴하게 망을 구축하여 호텔, 대학, 컨벤션센터 등 Hot-spot지역을 중심으로 인터넷서비스를 제공하는 사업자가 등장함에 따라 무선LAN을 이용한 공중 인터넷서비스에 대한 관심이 증대되고 있다. 이에 본고에서는 제1절에서 무선LAN의 개요를 살펴보고, 제2절에서 국내외 무선LAN을 이용한 서비스 동향을 기술하고, 제3절에서 5GHz대역에서의 무선LAN 표준화 동향 및 주파수 이용 동향을 살펴봄으로서 5GHz대역 무선LAN의 동향에 대한 이해를 돕고자 한다.

II. 무선LAN 개요

무선LAN(Wireless Local Area Network)이란 실내 또는 실외 환경에서 유선 대신 무선을 이용하여 구축하는 근거리 통신 네트워크(Local Area Network)를 의미한다. 무선LAN 구성은 무선LAN의 구성은 크게 네트워크간 통신을 지원하는 일종의 무선 모뎀장치인 무선LAN카드, 이동통신의 기지국과 같은 역할을 하는 것으로 단말기와 네트워크간의 통신을 위한 게이트웨이 장치인 액세스포인트(AP), 일종의 중계장치인 브리지(Bridge)로 구성된다.

무선 LAN기기는 코드리스폰과 같이 누구나 자유롭게 구입하여 집, 사무실 등에서 이용할 있는 일종의 생활 무선기기의 개념에서 출발하였다고 볼 수 있다. 따라서 무선LAN이 이용하는 주파수는 세계적으로 무선국 허가나 신고를 하지 않고 ISM(Industrial, scientific, medical)대역에서 상호 간섭을 용인하며 공동 사용토록 하고, 간섭의 최소화 측면에서 소출력으로 사용하도록 규정하고 있다. ISM밴드란 뜻 그대로 산업용, 과학용, 의료용 전파응용설비를 위해 사용되는 주파수 대역을 말한다. ITU-R 규정상 ISM밴드를 사용하는 무선기기는 전파혼신을 용인하는 조건으로 사용할 수 있게 되어 있다.

무선LAN은 사용하는 ISM밴드 주파수대역에 따라 크게 2.4GHz대역 및 5GHz대역 제품으로 구분된다. 현재 주로 상용화되고 있는 것은 2.4GHz대역 제품이며, 5GHz대역 제품은 개발 및 상용화 초기 단계에 있다. 2.4GHz대역의 주파수 이용범위는 2.4~2.4835MHz(83.5MHz)이며, 5GHz대역에서는 당초 ISM대역인 5.725~5.825MHz(100MHz)뿐이었으나 일부 국가들 중심으로 ISM대역의 혼신 문제를 덜기 위해 이 외에 추가적인 주파수(5.150~5.350GHz, 5.470~5.725GHz대)를 분배하여 비면허 형태로 이용하게 하고 있다. 무선LAN의 주파수 대역이 2.4GHz대역에서 5GHz대역으로 이동하는 이유로는 크게 두가지로 볼 수 있

다. 하나는 높은 주파수대역으로 이동함으로써 데이터 속도를 높이기 위함이고, 또 하나는 2.4GHz대역은 전자렌지, 가정용 조리기기, 의료용설비, 기타 무선기기가 공존하기 때문에 혼신의 발생 우려가 계속 높아지기 때문에 혼신의 가능성이 없는 대역을 찾게된 것이다.

무선LAN기기의 응용은 학교, 병원, 기업 등에서 내부 사용자의 LAN 접속을 무선으로 제공, 또는 가정·SOHO의 자가 무선망 구축에 활용하거나, 호텔, 공항, 식당, 대학 등 인구밀집도가 높은 공공장소(Hot Spot)를 중심으로 그 시설 이용자에게 인터넷 접속서비스를 제공하기 위한 인터넷 접속망 구축이나 특정 건물 또는 지역간의 데이터 전송 링크망 구축에 활용되고 있다.

III. 무선LAN 서비스 동향

무선LAN이 경제적으로 인터넷 접속 서비스를 제공할 수 있는 솔루션으로 대두되면서 세계적으로 무선LAN기기를 이용 Hot-Spot을 중심으로 인터넷 접속 서비스를 제공하는 사업자가 지속적으로 늘어나고 있는 추세이다. 미국은 전 세계적으로 가장 활발하게 무선LAN을 추진중인 국가로서 Wordcom, Mericom, hereuare Communications, Cerulic, Tenzing Communications, Airwave, Boingo Wireless, MobileStar, WayPort, Mericom 등 수십 개의 회사가 있으며 현재 전국적으로 약 3,700개 Hotspot이 구축되어 있는 것으로 파악되고 있다. 현재까지는 전국적 서비스 커버리지 미확보에 따른 서비스 제공 제한 및 가입자 증가율 미비 등으로 사업의 수익성이 크지 않은 것으로 알려져 있으며 Mobilestar, Mericom 등 일부 업체는 수익성 악화로 2001년 파산하였다.

유럽의 경우에는 Jippi(핀란드), Sonera(핀란드), Telenor(노르웨이), Telia(스웨덴) 등 주로

표 1.

구 분	KT	하나로통신	데이콤	SK텔레콤
서비스시기	2002. 2(상용)	2002. 2(상용)	2002. 4(예정)	2002년 중
제공 지역	72개 HotSpot	100개 HotSpot	21개 HotSpot	19개 HotSpot
요금	3~6만원	3~6만원	시범서비스	시범서비스

스칸디나비아 지역의 이동통신 사업자 위주로 무선 LAN사업을 추진하고 있으며, 현재 ISM밴드를 이용한 상업용 서비스 제공을 규제하는 국가인 영국, 프랑스 등도 통신사업자들이 무선LAN을 이용한 상업용 서비스 제공을 건의하고 있는 추세에 있다.

일본의 경우에는 NTT, MIS(Mobile Internet Service)J-Phone, SpeedNet 등 통신사업자 뿐만 아니라 데이터서비스를 제공하고 있던 독립사업자들이 2002년 2사분기를 기점으로 본격적인 상용화를 예상하고 있으며, 대부분 2.4GHz 주파수 대역을 이용하여 인프라 구축을 추진 중에 있다. 우리나라의 경우도 2002년 초부터 주요 통신사업자를 주축으로 무선LAN서비스를 본격적으로 추진하고 있으며, 일부 지역에서는 소규모 무선LAN서비스 제공 업체가 늘어나고 있는 추세에 있다.

IV. 5GHz대역 무선LAN 동향

1. 표준화 동향

무선LAN 표준화는 2.4GHz대역은 IEEE802그룹에서 주도되었으나, 5GHz대역은 시장 선점을 위해 미국 주도의 IEEE802그룹과 유럽의 ETSI그룹, 일본 MMAC그룹에서 경쟁적으로 추진되고 있다. 주요 관련 표준을 살펴보면 크게 미국의 IEEE 802.11a, 유럽의 HIPERLAN2로 양분될 수 있다. 이에 대한 자세히 사항은 표 2와 같다.

가. IEEE 802.11a

IEEE 802.11a는 OFDM 변조 방식을 사용한다. OFDM은 넓은 대역의 단일 반송파 대신 상호 중첩된 좁은 대역의 여러 부반송파를 병렬로 보내는

표 2. 무선LAN관련 주요 표준 현황

구 분	IEEE 표준			유럽ETSI
	802.11b	802.11g	802.11a	HIPERLAN2
주파수대역(GHz)	2.4	2.4	5	5
최고속도(Mbps)	11	22~54	54	54
변조방식	DSSS	OFDM	OFDM	OFDM
역세스방식	CSMA/CA	CSMA/CA	CSMA/CA	TDMA/TDD
승인시기	1999	2001	1999	1999
상용화여부	주로 사용	개발중	시제품출하	개발중

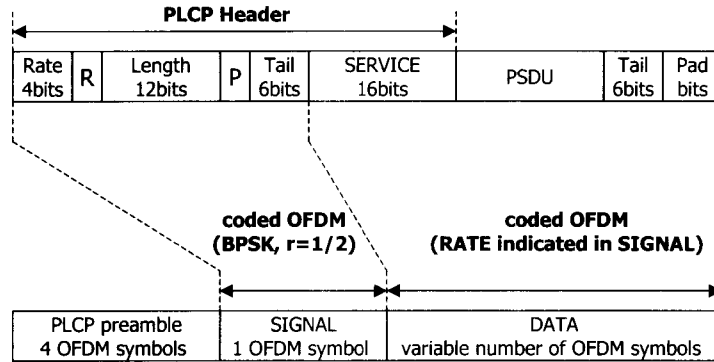


그림 1. IEEE 802.11a의 프레임 구조

다중 반송파 변조 방식으로, 매우 큰 ISI(Inter-Symbol Interference)를 가지는 주파수 선택적 페이딩 채널에서도 좁은 대역의 각 부채널은 flat fading 특성을 갖게 된다는 사실에 기반 한 방식이다. IEEE 802.11a는 인접 채널 주파수 간격이 20 MHz이며, 6Mbps에서 최대 54Mbps의 가변 데이터 전송속도를 지원한다. 데이터 전송 속도에 따라 BPSK, QPSK, 16-QAM 및 64-QAM 중 하나의 부반송파 변조 방식이 이용되며, 또한 오류정정 코드(convolutional code)의 coding rate도 1/2, 3/4, 2/3 중 하나가 선택된다. 표준에서 제안된 프레임 구조는 그림 1과 같다.

하나의 프레임은 PLCP(Physical Layer Convergence Procedure) preamble, SIGNAL, DATA로 구성된다. PLCP preamble은 신호의 수

신 시 자동 이득 제어(AGC), Antenna Diversity를 위한 안테나의 선택, 주파수 동기, 타이밍 동기, 채널의 추정을 위하여 사용된다. PLCP preamble의 구조와 각 부분의 용도는 그림 2와 같다.

그림 2에서 SIGNAL 필드는 RATE와 LENGTH 필드를 포함하며, RATE 필드는 패킷의 나머지 부분에서 사용되는 변조 방식과 coding rate에 대한 정보를 운반한다. SIGNAL field 신호는 매우 중요한 신호이므로 잘못될 경우에는 뒤따르는 DATA신호를 올바르게 복구할 수 없게 된다. 그러므로 항상 BPSK변조와 code rate 1/2을 사용하여 전송한다.

IEEE 802.11의 MAC 계층 프로토콜은 CSMA/CA를 근간으로, 폴링 방식을 함께 사용하고 있다. 일종의 기지국 장치인 액세스 포인트(AP)를

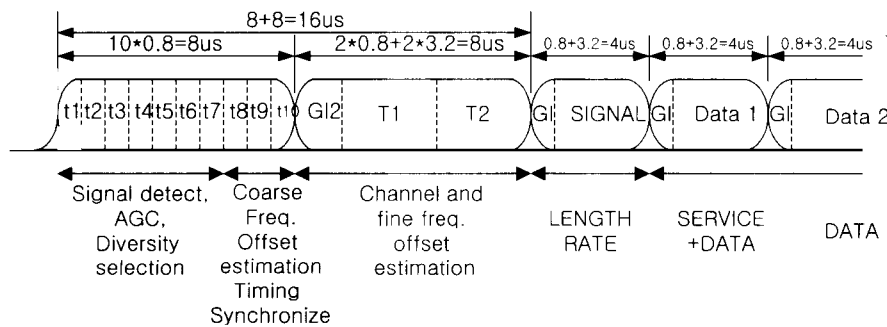


그림 2. IEEE 802.11a의 PLCP Preamble 구조

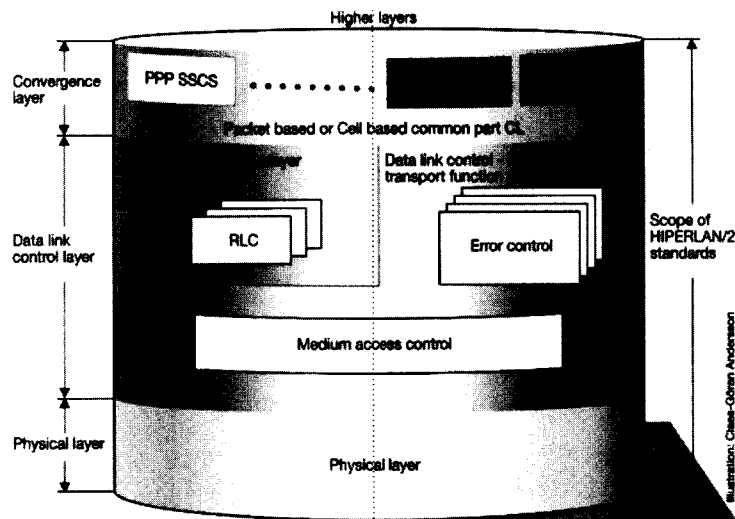


그림 3. HIPERLAN/2 프로토콜 기준 모델

이용하여 데이터를 전송하는 중앙 집중 제어 방식 형태인 infra-structure 구조와 단말들 간에 직접 데이터를 전송하는 ad-hoc 구조를 모두 지원한다. 또한 Automatic Repeat Request(ARQ) 및 단말기가 사용 중이지 않을 때 전력 소모를 최소화하는 Power Saving Mode 등이 규정되어 있으며 정보의 보안을 위하여 Wired Equivalent Privacy (WEP) 알고리즘이 사용된다.

나. HIPERLAN2

HIPERLAN/2의 프로토콜 기준은 그림 3과 같다.

PHY Layer에서는 MAC PDU(Protocol Data Unit)을 PHY PDU로 맵핑하며, 시스템 파라미터와 RF 동기를 위한 헤더 정보를 추가시키는 기능을 수행한다. 변조방식은 OFDM과 다양한 채널 구성이 가능한 FEC을 이용한다.

DLC Layer는 Error Control Protocol과 MAC(Medium Access Control)의 기능을 하는 Basic data transfer function부분과 AP와 MT

간의 제어정보를 관장하는 Radio Link Control (RLC)부분으로 구분된다.

MAC(medium access control)은 그림 4과 같이 2ms의 프레임으로 구성되어 있으며 이는 다음의 여러 채널로 구성되어 있다. BCH(broadcast channel, 하향)는 AP가 자기영역 내에 소속된 모든 MT에게 공지사항을 전송하는 채널로 전송전력 레벨, FCH와 RCH의 시작위치와 길이, wake-up 시점, HIPERLAN/2 망과 AP의 번호 등의 일반적인 사항을 전송한다. FCH(frame control channel, 하향)는 현재 MAC 프레임 내에서 DL-Phase, UP-Phase, RCH에 어떻게 데이터가 할당이 되었는지에 대한 정보를 전송하며, ACH(access feedback channel, 하향)는 이전의 RCH에서 요청한 요구사항에 대한 정보를 전송한다. DL(downlink, 하향) Phase DL Phase에서는 AP/CC에서 MT로 전달되어야 할 제어정보와 사용자 데이터를 전송하며 또한 BCH에 포함되지 못한 추가의 공지사항이 전달된다. UL(uplink, 상향) Phase에서는 MT에서 AP/CC로 전달되어야 할 제어정보와 사용자 데이터를 전송하며, 이 때에 MT는

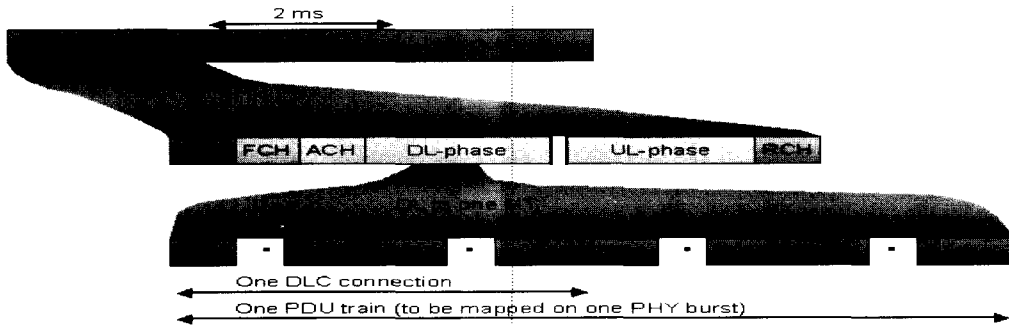


그림 4. MAC 프레임 구조

다음의 프레임에서 슬롯을 할당받기 위하여 필요한 용량을 요청하여야 한다.

EC(error control)는 선택적 재전송(selective repeat) ARQ 방식을 사용하며, 오류가 존재할 경우 이를 CRC로 검출한 후 ARQ ACK/NACK 메시지를 사용하여 재전송을 요구한다. ARQ 방식에서는 수신되는 데이터가 순서대로 정렬되어 있지 않으므로 위의 일련번호를 사용하여 재정렬한 후 송신한 순서대로 CL로 데이터를 전송한다.

RLC(radio link control)의 ACF(association control function)는 MT에 MAC ID를 할당하여 해당 AP에 소속(association)시키는 주요 기능 이외에, 암호키 교환을 통한 인증 기능, AP/CC의 정보를 매 MAC 프레임마다 공지하는 비콘(beacon) 시그널링 기능, 암호키를 주기적으로 갱신하는 기능, MT를 AP와 분리(disassociation)시키는 기능 등을 갖고 있다. RRC(radio resource control)는 현재 사용 가능한 주파수 채널을 조사하여 이를 효율적으로 사용하기 위한 역할을 맡고 있으며 다음의 기능이 있다.

AP와 MT사이의 무선채널의 상황을 조사하여 최적의 무선 주파수를 자동으로 선택하는 기능, 불필요하게 MT에게 슬롯을 할당하는 것을 막기 위해 사용 중인(alive) MT는 AP에게 주기적으로 보고하게 하는 기능과, MT가 다른 AP에게 인계될 경우 현 AP에 MT의 사용중지(absent)를 요청하고 핸드오

버 기능, MT의 전력소비를 줄이기 위한 절전 기능, 현 무선링크에 적합한 전력을 송신하기 위한 송신전력제어 기능이 있다. DCC(DLC user connection control)는 사용자 연결의 설정과 해지를 하는 역할을 하며, 중앙집중모드, 직접모드, 멀티캐스트에서의 사용자 연결 설정 절차, 해지 절차, 변경 절차를 포함한다. CL은 코어 네트워크를 HIPERLAN/2 DLC 계층과 연결시키는 인터페이스 역할을 하며, 크게 패킷기반과 셀기반으로 구분된다. 패킷기반의 CL은 공통부(common part)와 서비스 응용부로 구성되어 있어 다양한 고정망에 쉽게 적용될 수 있는 구조를 지니고 있으며, 이러한 유연한 구조로 인하여 DLC와 PHY 계층은 고정망과는 독립적으로 표준화되고 구현될 수 있다.

2. 주파수 이용 동향

5GHz대역에서의 무선 LAN용도로 사용할 수 있는 주파수로는 이미 국제적으로 ISM밴드인 5.725~5.825GHz가 배정되어 있다. 그러나 초고속 무선 접속시스템에 대한 관심이 부각되면서 ISM설비와의 혼신을 위험을 방지한다는 측면에서 유럽 및 미국을 중심으로 ISM밴드가 아닌 주파수 대역의 이용에 대한 수요가 제기되었고, 이러한 움직임 속에서 국제전기통신연합(ITU)은 WRC 2000년 회의에서는 5.150~5.350GHz 및 5.470~5.725GHz대역을

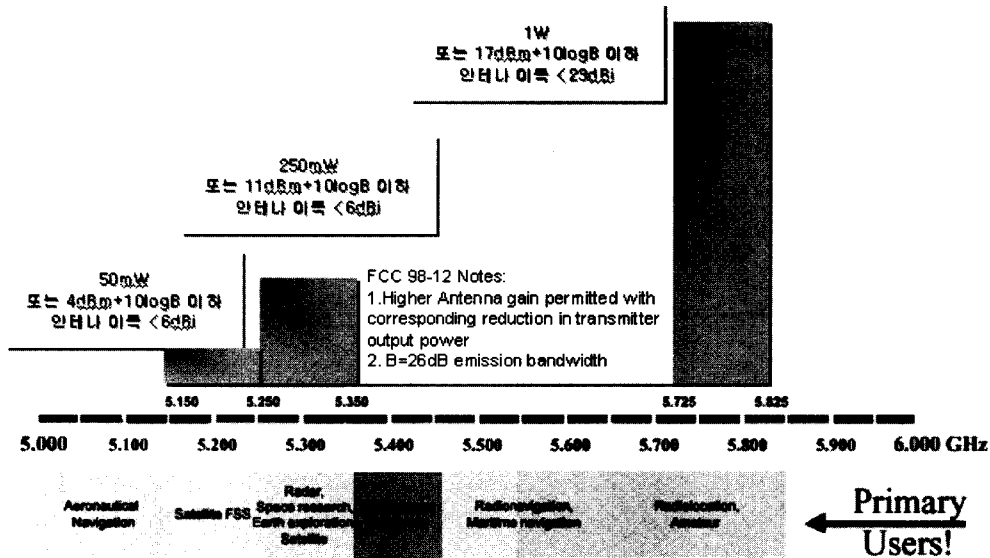


그림 5. 미국 5GHz대역 이용현황 및 기술기준

RLAN를 포함하는 고정 및 이동용으로 분배하는 것을 연구의제로 채택하였다. 이에 따라 ITU에서 2003년에 그 연구결과에 따라 분배가 여부를 확정할 예정이다. 유럽, 미국, 일본 등 일부 국가들은 ITU의 분배 여부와 상관없이 동 대역에 대한 자체적인 주파수 사용 계획을 이미 정하여 시행하고 있다. 국제전파규칙상 기본적으로 주파수 이용은 ITU의 주파수 분배와 맞게 사용하여야 한다. 그러나 혼신을 용인하면서 주파수를 사용할 경우에는 ITU의 주파수 분배와 일치하지 않더라도 사용이 가능하다. 따라서 이들 국가의 동대역에 대한 주파수 이용 방법의 공통점은 기존 무선LAN의 이용과 마찬가지로 상호 혼신을 용인하며 비면허 형태로 기술기준에서 정하는 것에 따라 자유롭게 이용할 수 있도록 하였다. 주요 국가별 무선LAN으로 사용할 수 있는 5GHz대역에 대한 주파수 권고 또는 분배 현황을 보면 다음과 같다.

가. 미국

미국의 FCC는 1997년 1월 National Infor-

mation Infrastructure(NII)를 5GHz대역의 무선 LAN기술을 이용하여 구축한다는 계획하에 3개 대역을 구분, 출력의 범위를 달리하며 비면허로 이용할 수 있도록 분배하였다. 세부 주파수 대역과 출력의 범위는 아래의 그림 5와 같다.

나. 유럽

유럽은 유럽전파위원회(ERC) 주도로 1992년경부터 향후 RLAN(Radio base Local Area Network)에 대한 연구를 해왔다. 그 결과 ERCReport72에서는 5GHz대역에서 HIPERLAN 수용을 위해 레이다 등 동 대역을 사용하는 기존시설과 공존을 고려, 그림 6과 같이 주파수 이용 및 기술 기준을 제시하였다.

다. 일본

일본은 2000년에 5GHz대의 Broadband Mobile Access System에 대한 기술적 조건을 발표하여

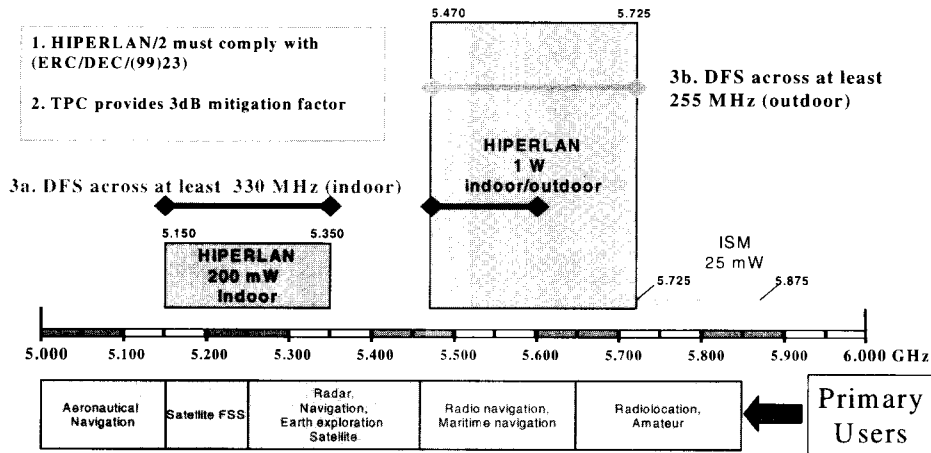


그림 6. 유럽 5GHz대역 이용현황 및 기술기준

5.15~5.25GHz대역을 실내에 한하여 사용하는 조건으로 분배하였다.

라. 우리나라

우리나라는 5GHz대역에서 소출력 무선LAN용으로 사용할 수 있는 주파수는 기 분배된 ISM대역, 즉

5.725~5.825GHz대역이 있으며, ITU에서 분배를 검토하고 있는 주파수 5.150~5.350GHz, 및 5.475~5.750GHz에 대하여는 ITU의 분배 여부 및 국제적 추이를 고려하여 세부 이용 방안을 결정할 예정으로 있다.

이와 같이 주요 5GHz대역의 주파수 이용 현황을 간략히 정리하면 그림 7과 같다.

	5.15-5.25GHz	5.25-5.35GHz	5.470-5.725GHz	5.725-5.825GHz
Korea				10mW/1MHz for SS WLAN
U.S.	50mW (Max) 200mW (EIRP) Indoor	250mW (Max) 1W (EIRP) Indoor/Outdoor		1W (Max) 4 or 200W (EIRP) Indoor/Outdoor
Europe	200mW (EIRP) Indoor		1W (EIRP) Indoor/Outdoor	25mw (EIRP) (5.725-5.875GHz) no WLANs
Japan	200mW (EIRP) Indoor			

그림 7. 국가별 5GHz대역 주파수 이용현황 요약

V. 결 론

이상에서 무선LAN에 대한 개요와 이와 관련하여 5GHz대역에서의 국내외 주파수 이용 동향에 대하여 살펴보았다. 무선LAN은 사실상 오래전부터 사용되어 왔다. 그런데 오늘날에 와서 왜 무선LAN이 주목받는 것일까? 그것은 노트북이나 PDA를 휴대하면서 언제, 어디서나 인터넷에 접속하고자 하는 니즈, 무선LAN장비가 타 통신시스템에 비해 저렴하다는 점에서 이를 실현시킬 수 있는 솔루션으로 주목받기 때문일 것이다. 유선통신망의 꿈이 FTTH(Fiber To The Home)라 한다면 무선망의 꿈은 WTTP(Wireless To The Person) 즉, 정보 유통이 Always on이 되도록 무선채널이 개인별로 부여되는 것이라 할 수 있다. 이러한 꿈의 실현을 용이하게 하는데 무선LAN이 중요한 역할을 할 것이라는 점에서 무선LAN망은 또 다른 통신인프라로서 자리잡을 수 있을 것으로 예상된다. 아울러 무선LAN용의 주파수가 2.4GHz대역 외에 5GHz대역을 검토하게 된 주된 이유가 혼신 위협의 감소와 고속성 확보였음을 본론에서 언급한 바 있다. 그러나 기술발전으로 802.11g에서 연구되었던 2.4GHz대역에서도 5GHz대역에서 당초 추구한 최고54Mbps 급속도의 전송이 가능하게 되고, 5GHz대역 역시 기존에 사용되고 있는 레이다 등의 시설과 주파수를 공유하여야 한다는 측면에서 혼신으로부터 자유로울 수 없는 문제점이 존재하고 있다. 또한 5GHz대역은 2GHz대역에 비해 전파특성상 이동성 확보 측면에서 불리한 특성을 가지고 있어 앞으로 5GHz대역의 무선LAN이 활성화되기까지는 여러 가지 어려운 점이 있을 것으로 예상된다. 이러한 측면에서 2GHz대역이든 5GHz대역이든 무선LAN망이 공중서비스를 위한 중요한 통신인프라로서 자리잡기 위해서는 혼신을 없이 사용할 수 있는 주파수 확보가 중요한 관건이 될 것이다.

참고문헌

- [1] 전파지, "유럽의 Hiperlan 동향", 11, 2001
- [2] <http://www.etsi.org/technicalactiv/hiperlan2.htm>, 'ETSI HIPERLAN/2 standard'
- [3] Mobillian White Paper, 2.4GHz and 5GHz WLAN: Competing or Complementary?, 2001. 5.[3]
- [4] <http://www.itfind.or.kr/주간기술동향>, 무선 LAN 기술 및 시장 동향'
- [5] <http://www.mic.go.kr/정책자료실>



오 승 곤

1988년 서울시립대학교 전자공학과 졸업(공학사), 1988년~1993년 삼성전자 반도체연구소 연구원, 1994년~1999년 정보통신부 정보통신정책실 근무, 2000년 한국정보통신대학원대학교 석사 졸업(공학석사), 2000년~현재 정보통신부 전파방송관리국 근무 <관심분야> 반도체 설계, 디지털정보처리, Spectrum Management, 연구기획