5 GHz 대역 초고속 무선 LAN 기술동향

정찬형 · 이태진

두루넷 무선사업팀

Ⅰ. 서 론

초고속 무선 접속 기술은 '언제', '어디서나' 사용자에게 서비스를 제공 할 수 있어, 미래 지향적 서비스 기술로 고려되고 있다. 특히 차세대 무선 LAN 기술인 5 GHz 대역의 유럽 HIPERLAN/2, 미국 IEEE 802.11a 및 일본 MMAC(Multimedia Mobile Access Communication)등에서 표준화 및 관련 기술연구가 진행 중에 있으며, 상호간 공동 표준안을 추진하고 있다. 한편 동 대역에서 FWA(Fixed Wireless Access)의 용도로 이용하려는 IEEE 802.16의 표준도 활발히 진행되고 있는 상황이다.

본 고에서는 Ⅱ장 5 GHz 기술인 유럽의 HIPERLAN/2, 미국 IEEE 802.11a와 FWA(Fixed Mobile Access) 기술인 IEEE 802.16b에 대해서도 살펴보고 각 기술의 주요 특징 및 비교를 하였으며, Ⅲ장 결론으로 끝을 맺겠다.

Ⅱ. 5 GHz 대역 주요 기술

본 장에서는 5 GHz 관련 주요 기술인 유럽 HIPERLAN/2 및 미국 IEEE 802.11a, IEEE 802.16등의 기술 개요 및 특징을 살펴보고, 관련 표준화 동향에 대해 설명하겠다.

2-1 HIPERLAN/2

HIPERLAN의 연구 개발의 시초는 ETSI의 BRAN Project로부터 시작되었다. BRAN은 향후 효율적 초고속 무선 망 구성을 위해 1997년 4월부터 프로젝트를 시작하였으며 그 주요 내용은 다음과 같다.

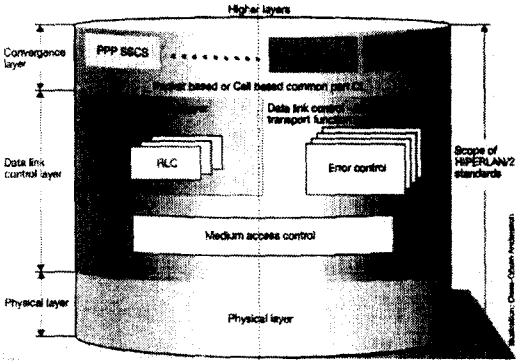
2-1-1 HIPERLAN/2 특징

HIPERLAN/1을 보완한 LAN 구역 내에서 미래의 멀티미디어 어플리케이션을 지원하며 광대역 코어 네트워크와 포터블 단말(PDA, Handy PC등)사이를 연결할 수 있는 초고속 무선 LAN이다. 다음은 HIPERLAN/2의 주요 특징이다.

- 최대 54 Mbps의 Throughput을 가짐
- Broadband ATM 및 IP 네트워크를 수용
- 50 m에서 150 m 커버리지의 실내나 캠퍼스 환경(영국을 중심으로 유럽 여러 국가에서 1~2 Km까지의 옥외 사용에 대해 적극 검토 중)
- 5 GHz대역의 이용
- LAN지역 내에서 사용자 이동성 지원

2-1-2 HIPERLAN/2 기술

HIPERLAN/2의 네트워킹은 센트럴 모드(Central Mode)와 다이렉트 모드(Direct Mode) 두 가지 모드에서 동작되게 된다. 센트럴 모드는 AP(Access Point)를 중심으로 각 MT(Mobile Terminal)가 제어되어, MT간의 통신은 코어 백본을 통해 서로 네트워킹 된다. 주로 사업용 어플리케이션 등에 대해 실내외 일정 셀(Cell)에서 사용되는 경우에 이용되는 모드이다. 다이렉트 모드는 ad-hoc 네트워킹으로 주로 댁내의 MT간 직접 네트워킹하는 경우를 말한다.



[그림 1] HIPERLAN/2 프로토콜 기준 모델

HIPERLAN/2의 주요 기술 특징은 QoS가 지원되는 Connection Oriented Network이며 다중화 방식으로는 TDMA/TDD를 사용한다는 점이다. 또한 DFS (Dynamic Frequency Selection), Link adaptation, Handover, Multi beam antenna(multi sector), Power Control과 같은 기술로 링크버짓 개선과 타 무선기기와의 간섭을 줄일 수 있는 장점을 가지고 있다. [그림 1]은 HIPERLAN/2의 프로토콜 기준 모델이며, 각 Layer마다의 특성은 다음과 같다.[2],[3]

1. Physical Layer

PHY Layer에서는 MAC PDU(Protocol Data Unit)을 PHY PDU로 맵핑하며, 시스템 파라메터와 RF 동기를 위한 헤더 정보를 추가시키는 기능을 수행한다. 변조방식은 여러 서브 캐리어를 가지는 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)과 다양한 채널구성이 가능한 FEC을 이용한다. 주요 파메메터는 다음과 같다.[4]

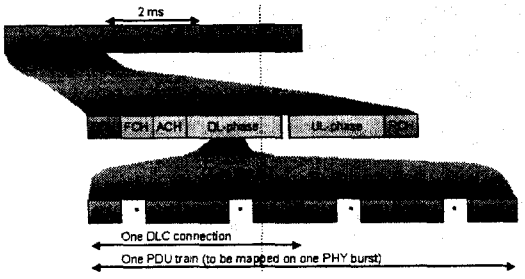
- FFT Size : 64개
- 사용하는 서브캐리어의 수 : 52개 (데이터 전송은 48개, 4개는 Pilot)
- 채널 간격 : 20 MHz
- 샘플링 레이트 : 20 Msample/s
- 가드인터벌 : 800 ns(기본모드), 400 ns(option)
- 서브 캐리어 변조 : BPSK, QPSK, 16QAM, 64 QAM(option)
- 서브 캐리어 복조 : Coherent
- FEC(Forward Error Correction) : rate 1/2, constraint length 7 mother convolution code (9/16 and 3/4 by code code puncturing)
- 지원되는 데이터 전송율 : 6,9,12,18,27,36,54 Mbps
- 인터리빙 : Block Interleaving

2. Data Link Control(DLC) Layer

DLC Layer는 두개의 파트로 분리된다. 첫번째는 Error Control Protocol과 MAC(Medium Access Control)의 기능을 하는 Basic data transfer function 부분과 AP와 MT간의 제어정보를 관장하는 Radio Link Control(RLC)부분이다. HIPERLAN/2은 TDD와 Dynamic TDMA을 기본으로 한다.[5]~[7]

3. MAC (medium access control)

[그림 2]와 같이 MAC 프레임은 동일하게 모두 2 ms의 길이로서 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-up시점, 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 전



[그림 2] MAC 프레임 구조

달되어야 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 다음의 프레임에서 슬롯을 할당 받기 위하여 필요한 용량을 요청하여야 한다. RCH (random access channel, 상향) UL Phase에서 슬롯을 할당 받지 못한 MT가 이 시기를 이용하여 AP에게 요구사항을 전달한다. AP/CC에 연결되어 있지 않는 MT가 AP와 이 시기를 이용하여 첫 번째 접촉을 하며, 이 때 RCH의 엑세스 방식은 slotted aloha을 사용한다.

4. EC (error control)

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

5. RLC (radio link control)

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 소속 AP와 분리(disassociation) 시키는 기능 등을 갖고 있다.

RRC (radio resource control)는 현재 사용 가능한 주파수 채널을 조사하여 이를 효율적으로 사용하기 위한 역할을 맞고 있으며 다음의 기능이 있다.

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

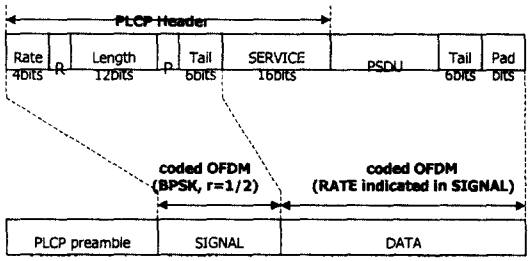
6. Convergence Layer(CL)

CL은 코어 네트워크을 HIPERLAN/2 DLC 계층와 연결시키는 인터페이스 역할을 하며. 크게 이더넷, IP, PPP, IEEE 1394와 같은 패킷기반과 ATM과 UMTS(IMT-2000)와 같은 셀기반으로 구분된다. 패킷기반의 CL은 공통부(common part)와 서비스 응용부(service specific convergence sublayer)로 구성되어 있어 다양한 고정망에 쉽게 적용될 수 있는 구조를 지니고 있으며, 이러한 유연한 구조로 인하여 HIPERLAN/2의 DLC와 PHY 계층은 고정망과는 독립적으로 표준화되고 구현될 수 있다.

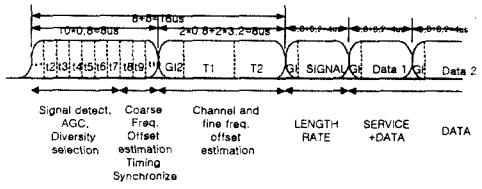
2-2 IEEE 802.11a 기술

2-2-1 IEEE 802.11a Physical 계층

IEEE 802.11a는 OFDM 변조 방식을 사용하는 것을 가장 큰 특징으로 한다. OFDM은 넓은 대역의 단일 반송파 대신 상호 중첩된 좁은 대역의 여러 부반송파를 병렬로 보내는 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, 6 Mbps에서 최대 54 Mbps의 가변 데이터 전송속도를 지원한다. 데이터 전송 속도에 따라 BPSK, QPSK, 16-QAM 및 64-QAM 중 하나의 부반송파 변조 방식이 이용되며, 또한 오류정정 코드(covolutional code)의 coding rate도 1/2, 3/4, 2/3 중 하나가 선택된다. 표준에서 제안된 프레임 구조는 [그림 3]과 같다.



[그림 3] IEEE 802.11a의 프레임 구조

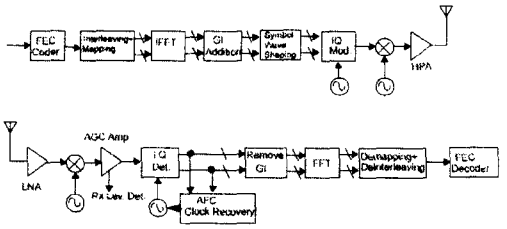


[그림 4] IEEE 802.11a의 PLCP Preamble 구조

하나의 프레임은 PLCP (Physical Layer Convergence Procedure) preamble, SIGNAL, DATA로 구성된다. PLCP preamble은 신호의 수신 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 4]와 같다.

[그림 4]에서 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.

[그림 5]는 OFDM 송신기 및 수신기에 대한 블록



[그림 5] OFDM 물리계층을 위한 송신기 및 수신기 블록도

〈표 1〉 OFDM 물리계층의 주요 파라메타

Parameter	Value	
Sampling rate fs=1/T	20 MHz	
Useful symbol part duration T_U	64*T 3.2 μs	
Cyclic prefix duration T_{CP}	16*T 0.8 μs (mandatory)	8*T 0.4 μs (optional)
Symbol interval Ts	80*T 4.0 μs (T_U + T_{CP})	72*T 3.6 μs (T_U + T_{CP})
Number of data sub-carriers N_{SD}	48	
Number of pilot sub-carriers N_{SP}	4	
Total number of sub-carriers N_{ST}	52 (N_{SD} + N_{SP})	
Sub-carriers spacing Δ_f	0.3125 MHz (1/ T_U)	
Spacing between the two outmost sub-carriers	16.25 MHz (N_{ST}* Δ_f)	

도이며, 〈표 1〉은 OFDM 물리계층의 주요 파라메타를 나타낸 것이다.

2-2-2 IEEE 802.11 MAC 프로토콜

IEEE 802.11의 MAC 계층 프로토콜은 CSMA/CA를 근간으로, 폴링 방식을 함께 사용하고 있다. 일종의 기지국 장치인 액세스 포인트(AP)를 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 사용중이지 않을 때 전력 소모를 최소화하는 Power Saving Mode 등이 규정되어 있으며 정보의 보안을 위하여 Wired Equivalent Privacy (WEP) 알고리즘이 사용된다.

1. MAC 제공 서비스

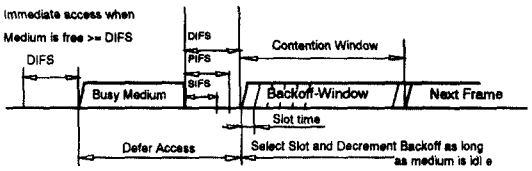
MAC에서 제공하는 서비스는 모두 9개로 크게 SS(Station Service)와 DSS(Distribution System Service)로 나뉜다. SS는 STA에서 제공하는 서비스로 다음의 4가지가 있다 : Authentication, Distribution, Privacy, MSDU Delivery. Authentication은 STA과 STA간에 frame 전송을 위해서 반드시 필요한 것으로써 Ad-hoc 망과 Infra-structure 망에서 모두 필요한 서비스이다. Distribution은 Infrastructure 망에서만 필요한 서비스로써 AP와 AP간의 frame 전송을 지원한다. 어떤 경우든지 AP를 거쳐야 하기 때문에 Infrastructure 망에서 동일한 BSS내의 STA간의 frame 전송 시에도 DSS는 필요하다. Privacy는 무선 구간의 특성상 도청이나 기타의 방법으로 데이터가 무선 구간에서 의도되지 않은 수신자에게 전송되는 것을 막기 위해서 사용되는데 규격에서는 WEP(Wired Equivalent Privacy)가 암호화 방법으로 제안되었다. MAC에서 제공하는 DSS로는 다음의 5가지가 있다 : Association, Disassociation, Distribution, Integration, Reassociation. Association은 Infra-structure 망에서 STA이 AP에 data frame을 전송하기 위해서 필요한 서비스이다. Integration은 IEEE 802.11과 다른 IEEE 802.X간의 프로토콜 변환 서비스로서 Portal에서 제공한다.

2. DCF와 PCF

DCF와 PCF는 각각 Best Effort 서비스와 실시간 서비스를 제공하기 위해 제안된 frame 전송방식으로써 여러 STA이 동일한 무선 채널을 접속하려고 할 때 충돌을 가능한 일으키지 않도록 STA간에 접속 시점을 조절하는 방식이다. DCF에서는 STA간의 접속 시점을 조절하기 위한 중앙 정치가 없이 각 STA이 CCA(Clear Channel Assessment)나 NAV (Network Allocation Vector)를 이용하여 독립적으로 수행하는 방식이다. 이에 반해 PCF에서는 PC(Point Coordinator)가 존재하여 각 STA은 PC의 Polling frame을 전송 받았을 때에만 frame을 전송할 권리를 가진다. 따라서 높은 전송률을 요하는 STA일수록 PC가 Poling을 자주함으로써 차별화 된 서비스를 제공할 수 있을 것이다.

[그림 6]에 나타낸 것처럼 DCF에서 각 STA은 DIFS를 이용하여 채널 엑세스를 하며 CCA에 의하여 채널 사용을 거부 당할 경우 Backoff 알고리듬을 사용한다. 만약 처음 DIFS내에 채널이 Busy 상태가 되면 현재의 채널의 사용이 끝나기를 기다렸다가 다시 채널 엑세스를 시도한다. 그러나 채널 엑세스의 실패로 인해 채널 엑세스를 다시 시도할 경우 Backoff 알고리듬을 사용하여 어떤 Random 시간동안 추가로 더 기다려야 한다. 이러한 기다리는 시간 동안 CCA에 의해 채널이 Busy라는 것을 알게 되어 채널 엑세스가 실패하면 DIFS + Random 시간 동안 다시 기다리는 과정이 반복되게 된다.

PCF에서 각 STA은 PIFS를 이용하여 채널 엑세



[그림 6] 채널 엑세스 방식

스를 시도한다. PIFS는 DIFS보다 하나의 Slot Time 만큼 작은데 이러한 이유로 PCF에 의해 채널 엑세스를 시도하는 STA은 DCF를 사용하여 채널 엑세스를 시도하는 STA보다 채널 점유에 있어서 우선권을 가진다. 그러나 AP이외의 다른 STA은 PCF에 의한 채널 엑세스를 시도할 수 없고 오로지 AP만이 PCF에 의한 채널 엑세스를 시도하여 어떤 일정기간 동안 채널을 예약하고 필요할 경우 Polling frame을 STA에 발송하여 Polling frame 하나 당 하나씩의 frame을 전송할 기회를 해당되는 STA에 부여한다.

2-3 IEEE 802.16 기술

2-3-1 개 요

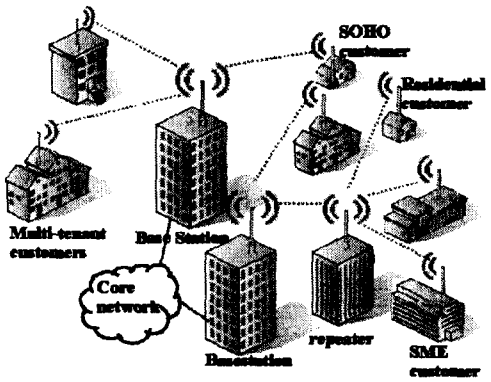
IEEE 802.16은 광대역 무선 접속 표준에 대한 작업 그룹으로 무선 MAN(Metropolitan Area Network)을 위한 일련의 무선 MAN 표준을 정의하는 것을 목표로 하고 있다. 현재 10~66 GHz 대역을 이용한 광대역 무선 접속 시스템의 무선 인터페이스 표준을 작성하기 위한 TG1, 광대역 무선 접속 시스템들 간의 간섭을 줄일 수 있는 권고사항 등을 작성하기 위한 TG2, 2~11 GHz 면허 대역을 이용하는 무선 MAN을 위한 표준을 담당하는 TG3, 그리고 5~6 GHz 비면허 주파수 대역을 이용하는 무선 MAN을 위한 표준을 담당하는 TG4 등 4개의 Task Group이 구성되어 있다.

IEEE 802.11 WG은 2001년 3월에 열린 session #12에서 IEEE 802.11의 문서 체계와 유사한 방식으로 표준을 작성키로 하였다. 즉 IEEE 802.16을 기본 문서로 하여 다수의 물리계층을 지원하는 공통의 MAC과 10~66 GHz 대역의 물리계층 규격을 포함하고, 2~11 GHz 면허 대역과 5~6 GHz 비면허 대역의 물리계층 규격을 각각 Amendment 802.11a와 802.11b로 작성키로 하였다.

- 802.16
Air Interface for 10-66 GHz (Task Group 1) .
- 802.16a
Licensed Frequencies, 2-11 GHz (Task Group 3)
- 802.16b
License-Exempt Bands, with a focus on 5-6 GHz (Task Group 4) (WirelessHUMANTM)
- 802.16.2
Coexistence
- 802.16 Publicity

2-3-2 802.16 TG3 (802.16a)

IEEE 802.16a는 2000년 3월 30일 PAR(Project Authorization Request)가 승인되면서 시작하여 지금까지 contribution을 받으면서 활동하고 있으며, 물리계층을 중심으로 표준화 작업이 진행되고 있다. IEEE 802.16의 MAC에 대한 내용들도 있기는 하지만 물리계층에 비해서는 아주 미비한 수준이다. 2000년 5월에 있었던 session #7에서 2002년 3월까지 PAR의 목표를 완수한다는 계획 아래 세수적인 계획을 세웠다. 그 후, session #8과 #9에서는 기능적 요구 사항에 대한 논의가 session #7에서 이어져서 완료되는 등의 초기 바탕을 마련하는 중점을 두고 있었다. 그리고 session #10에서부터는 20개 정도의 물리계층 제안들을 검토하고, MAC ad-hoc쪽 논의와 트래픽 모델 논의 등이 있었다. 현재 2001년 3월에 session #12까지 열린 상태이고, 여기서는 FCC의 대표들과의 회의가 있었고, 두 가지의 물리계층의 draft 규격이 발표되었다. IEEE 802.16a 시스템은



[그림 7] Service model of IEEE 802.16a

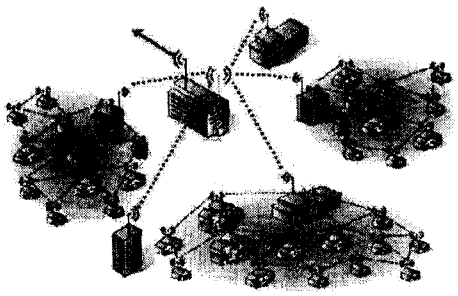
2~11 GHz의 허가 대역에서 PMP(Point to Multi-Point) BWA(Broadband Wireless Access) 서비스를 가능하게 하는 것이다. 기본적인 서비스 모델은 [그림 7]과 같다.

이와 비슷한 서비스로는 xDSL, 광 접속 네트웍(Fiber Access Networks), 디지털 케이블 TV hybrid fiber/coax (HFC) 네트웍 등과 같이 데이터, 음성, 오디오/비디오 서비스를 하는 가입자 망이 될 것이고 데이터 전송률은 최소 10 Mbps이상은 지원해야 한다. 셀 반경은 최대 50 Km까지, near-far 사용자에 의한 전파 지연 차이가 150 ms까지는 지원해야 한다고 정의하고 TDD와 FDD 두 가지 모두를 수용하도록 하고 있다.

현재까지 IEEE 802.16a에서 초점을 맞추고 있는 물리계층에 대해서 살펴보면, 물리계층에서의 큰 흐름은 두 갈래로 나누어지고 있다. 그 하나는 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex)이고, 나머지 하나가 SC-FDE(Single Carrier Frequency Domain Equalizer)이다.

2-3-3 801.16 TG4 (802.16b; WirelessHUMAN)

IEEE 802.16 Task Group 4에서 진행하는 IEEE 802.16b는 5 GHz U-NII 대역을 여러 가지 환경 및 시나리오에서 동작하는 유연성을 지닌 시스템을 구현한다는 기본 아이디어에서 출발하였다. 그래서 IEEE 802.16 TG1의 BWA 시스템에서 지원하는 PMP(Point to Multi-Point)모드와 더불어 네트워크의 신뢰성을 높이는 mesh 모드를 선택적으로 지원하는 것이다.



[그림 8] 이층구조의 네트워크 예
(PMP모드와 mesh모드)

그래서 802.16b에서는 이를 위한 물리계층과 IEEE 802.16의 MAC을 일부 수정하는 형태로 진행되고 있고, 물리계층의 OFDM으로 큰 흐름을 잡고 있다. MAC에서는 mesh 모드를 지원하기 위한 mesh schedule 정보를 프레임 형식에 추가하고, 동적 주파수 선택(DFS : Dynamic Frequency Selection), ARQ, Power control에 대한 사항들이 추가되는 형태로 진행되고 있다. 처음부터 물리계층은 IEEE 802.11a와 ETSI HIPERLAN/2를 기반으로 하고, MAC은 IEEE 802.16을 바탕으로 한다고 못을 박고 시작하였다. 그리고 비허가 대역을 사용하는 802.16a와 802.11 그리고 802.15와 공존하는 전략을 세웠다. 이런 802.16b는 2000년 12월에 PAR(Project Authorization Request)가 승인되면서 시작을 하였다. 2001년 1월에 있었던 session #11에서 물리계층과 MAC에서 합의를 봐야 할 항목들을 발표하고 TG3와의 회의를 하는 것으로 IEEE 802.16 Working Group에서 공식적인 활동을 시작하였다.

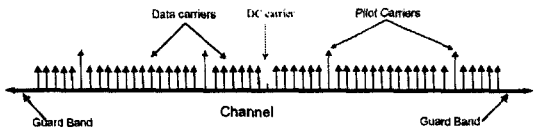
〈표 2〉 Mandatory and optional modes

Mode	Access method	FFT size	Status
64-FFT	TDMA	64	Mandatory
256-FFT	TDMA	256	Mandatory
1024-FFT	OFDMA	1024	Optional

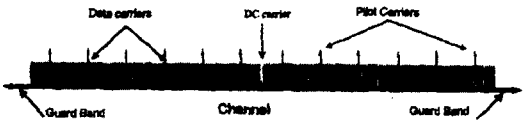
다음으로 session #11.5를 열어서 본격적인 표준화 작업에 들어갔다. Session #12에서 초기에 제안 되었던 물리계층 7개, MAC 13개의 안들 중에서 각각 4개와 6개를 정리하여 물리계층과 MAC에 대한 strawman이 2001년 5월과 4월에 각각 공개하였다. 다른 시스템들과의 공존성에 대한 논의가 되었다.

802.16b의 물리계층을 살펴보면 다음과 같다. IEEE 802.16b 시스템은 5~6 GHz의 비허가 대역을 사용하고, 10 MHz와 20 MHz대역폭은 기본적으로, 5 MHz대역폭은 선택적으로 사용하게 되어 있다. 전송 방식은 OFDM과 TDD를 기반으로 하고, FFT의 크기는 64와 256이고, 1024는 선택적인 사항이다. 다중 접속 방식도 TDMA를 기본으로 하고, OFDMA도 선택적으로 지원한다. 이를 정리한 것이 〈표 8〉과 같다. 그리고 각 OFDM 심벌은 데이터 부반송파, 파일럿(pilot) 부반송파, 널(null) 부반송파로 주어져 있고, 각각은 FFT의 크기에 따라 배치되는 방식을 달리하고 있다.

각 모드에서의 부반송파 할당에 대하여 알아보면, 64-FFT 모드에서는 기존의 IEEE 802.11a에서 사용하는 방식과 같고 (그림 9 참조), 256-FFT 모드에서는 [그림 10]과 같이 배치하고 5 MHz channelization을 이용하는 경우에는 64-FFT에서와 같은 부반송파 할당 방식을 사용하고 있다. 1024-FFT 모드에서는 상, 하향 링크에 따라 따른 할당 형식을 따르고, 파일럿도 고정적인 파일럿과 심벌에따라 변하는 가변적인 파일럿, 두 가지 형태를 지니고 있다. 그 뿐만 아니라, 프레임의 구조도 달라지고 있다.



[그림 9] Carrier allocation for 64-FFT



[그림 10] Carrier allocation for 256-FFT

하향 링크의 경우에는 주파수 영역과 시간 영역의 2차원 형태로 사용자를 할당하여 사용하고 있다. 또 상향 링크는 Ranging 부반송파가 있고, 각 사용자의 데이터 크기에 따라 기본 모드와 확장 모드로 부반송파를 할당하게 되어 있다. 그리고 나머지 자세한 내용은 IEEE 802.16a의 OFDM 모드와 거의 비슷하다.

Cyclic prefix는 FFT의 크기의 1/4, 1/8, 1/16, 1/32를 지원하고, 시간으로 볼 때, 최소 750 ns에서 최대 6ms까지 정의되어 있다. 그 이유는 옥외 환경의 경우, 옥내에 비하여 큰 채널 지연 환산을 갖기 때문이다. 그리고 IEEE 802.16b에서는 사용자들을 위한 time ranging과 power ranging이 있는데, 이는 near-far 사용자 문제를 보상하고, 큰 셀에서의 전파 지연 문제를 해결하기 위해서 제시되었다. OFDMA에서는 ranging을 위한 부반송파가 정의되어 있고, OFDM에서는 preamble에 ranging(synchronization) 심벌을 넣고, pilot 부반송파도 사용한다.

데이터 scrambling은 IEEE 802.11a과 같은 방식과 DVB에서 사용한 방식으로 두 가지가 제안되어 있다. 부호화 및 인터리빙 방식도 3가지가 있다. 우선, IEEE 802.11a에서 사용하는 방식을 채택하여,

generating polymonial이 g0=1338, g1=1718인 1/2 길쌈부호기를 사용하고 이를 puncturing하여 3/4과 2/3이 부호률을 갖는 부호기를 만든다. 그리고 한 심벌 단위의 블록 interleaver를 사용하고 있다. 두 번째 방식은 RS 코드와 길쌈부호를 사용하는 concatenated 부호를 사용하고, 인터리빙 방식도 다르다. 세 번째 방식은 블록 터보 코드를 사용하는데, 2차원 코드와 3차원 코드를 사용한다. 심벌 변조 방식은 BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM이 있고, 이는 IEEE 802.11a의 변조 방식과 동일하다. 그리고 Alamouti의 시공간 부호화를 이용하는 Tx-diversity에 대한 논의도 활발하게 진행되고 있다.

IEEE Standard Association에서 Wireless HUMAN 프로젝트를 승인한 것이 2001년 1월 16일이라서 약 4개월 정도의 기간동안에 이렇게까지 진행된 것으로 볼 때, 이에 대한 관심이 대단하다는 것을 알 수 있다. 그리고 향후에는 PHY쪽의 표준화를 완료하고, IEEE 802.16의 MAC의 표준에 Wireless HUMAN을 지원하기 위해서 추가해야 하는 부분을 정립하는데 초점이 맞추어질 것으로 예상된다.

Ⅲ. 결 론

5 GHz대역은 기존 2.4 GHz 무선LAN 대역에 비해 높은 전송률과 여러 채널을 가지고 있어 차세대 무선 LAN 및 FWA 대역으로 고려되고 있는 중요 대역의 하나이다. 유럽의 HIPERLAN/2와 미국의 IEEE 802.11a, IEEE 802.16 등의 다양 기술이 이미 표준화가 되었거나 진행 중에 있으며, 장비개발도 한창 진행 중에 있어, 2002년 상반기 상용품이 출시될 예정이다.

이런 5 GHz 대역에는 공항, 역, 호텔 등과 같은 지역에 Notebook PC나 PDA를 통해 인터넷과 같은 서비스를 받는 이동서비스와 빌딩이나 밀집주거지역, 단독주택지역에 전용회선이나 Last Mile 접속을 위한 고정 무선서비스가 고려된다. 이미, 유럽과 미국에는 5 GHz 기술 적용을 위해 주파수 분배가 되어 있다. 특히 영국의 경우는 효율적 주파수 할당을 위해 업체로부터 질의를 통해 5 GHz 사용에 대한 권고 안을 제시하였으며, 5 GHz에 허가대역과 비허가 대역에 대한 고려를 동시에 하고 있다.

국내도 이런 부분을 고려하여, 2000년 전파진흥협회를 통한 5 GHz 활성화 연구의 연속으로 2001년 전파연구소를 중심으로 5 GHz 주파수 연구반에서 5 GHz 활용을 위한 주파수 현황 및 간섭, 표준기술, 분배방안에 대한 연구가 산.학.연을 통해 활발히 진행되고 있다. 이런 연구를 통해 국내 상황에 맞는 5 GHz 활용 안이 조속히 마련되길 바라며, 기존 무선설비와의 주파수 공유 문제를 해결하고, 보다 안정적인 서비스를 위해서는 허가제를 통한 서비스가 적극적으로 고려되어야 한다.

참 고 문 헌

[1] Andrea Nascimbene, "ETSI ProjectBroadband Radio Access Networks (BRAN)", Mar. 2000.

[2] http://www.etsi.org/technicalactiv/hiperlan2.htm, "ETSI HIPERLAN/2 standard".

[3] *ETSI TR 101* 683 V1.1.1 (2000-02), "Broadband Radio Access Networks (BRAN);HIPERLAN Type 2;System Overview", Feb. 2000.

[4] *ETSI TS 101* 475 V1.2.1 (2000-11), "Broadband Radio Access Networks (BRAN); HIPERLAN Type 2;Physical (PHY) layer", Nov. 2000.

[5] *ETSI TS 101* 761-1 V1.1.1 (2000-04), "Broadband Radio Access Networks (BRAN); HIPERLAN Type 2;Data Link Control (DLC) Layer;Part 1: Basic Data Transport Functions", Apr. 2000.

[6] *ETSI TS 101* 761-2 V1.1.1 (2000-04), "Broadband Radio Access Networks (BRAN); HIPERLAN Type

2;Data Link Control (DLC) Layer;Part 2: Radio Link Control (RLC) sublayer", Apr. 2000.

[7] Martin Johnsson, "HiperLAN/2-The Broadband Radio Transmission Technology Operating in the 5 GHz Frequency Band", 1999.

[8] CEPT/ERC/DEC(99)23 "ERC Decision of 29 November 1999 on the harmonised frequency bands to be designated for the introduction of High Performance Radio Local Area Networks (HIPERLANs)", 29 Nov. 1999.

[9] ERC Report 67, "Study of the Frequency sharing between HIPERLANs and MSS Feeder links in the 5GHz band", Feb. 1999.

[10] ERC Report 072, Compatibility studies related to the possible extension band for HIPERLAN at 5 GHz, March 1999.

[11] CEPT/ERC/REC 70-03, "Relating to the use of Short Range Devices (SRD)", Date: Tromso 1997 and subsequent amendments Revision: Sept. 2000.

[12] http://www.radio.gov.uk/topics/mobiledata/consult/5ghz/5ghz.htm, "Short Range, High Data Rate, Nomadic Equipment Operating in the Frequency Range 5.150 to 5.875 GHz", Oct. 1999.

[13] http://www.radio.gov.uk/topics/mobiledata/consult/5ghz/response.htm, "Short Range, High Data Rate, Nomadic Equipment Operating in the Frequency Range 5.150 to 5.875 GHz Reponse", Mar. 2000.

[14] http://www.radio.gov.uk/about/committ/smag/5ghzconf/second/agenda.htm, "5GHz Consultation Event-Second Round", Jun. 2000.

[15] http://webapp.etsi.org/tbhomepage/Home.asp, "About ETSI".

[16] RICHARD VAN NEE 외 역 조용수, 무선 멀티미디어 통신을 위한 OFDM 기초, 2000. 12.

정 찬 형

1985년: 서울시립대학교 전자공학과 (공학사)
1988년: 연세대학교 전자공학전공 (공학석사)
1990년: 현대전자산업㈜ 주임연구원
1996년: 서울이동통신 선임연구원
1999년: 한국전파기지국관리㈜ 책임연구원
2001년~현재: 두루넷 무선사업팀장
[주 관심분야] 고속무선통신, 주파수 자원 이용, ASIC 설계

이 태 진

1992년: 서울시립대학교 전자공학과 (공학사)
1994년: 서울시립대학교 전자공학전 (공학석사)
1997년: ㈜인켈 기술개발 본부
1999년: 서울이동통신 주임연구원
2001년~현재: 두루넷 무선사업팀 과장
[주 관심분야] HIPERLAN/2, IEEE802.11a, Wireless ATM, Bluetooth