

主題

무선 LAN 기술 동향

한국전자통신연구원 안 재 영, 오 덕 길, 김 재 명

차 례

- I. 서론
- II. IEEE 802.11과 ETSI HIPERLAN/2
- III. 표준화 동향
- IV. 기술개발 동향
- V. 결론

I. 서론

무선 LAN은 90년대 초반부터 제품이 출시되었으나 유선 LAN에 비해 느린 전송속도와 높은 가격 등의 이유로 인해 널리 이용되지 못하였다. 그러나 1999년 9월 미국의 IEEE 802.11 WG (Working Group)이 11Mbps의 전송율을 제공할 수 있는 IEEE 802.11b의 표준화를 완료함에 따라 상황이 크게 달라지기 시작하였다. 표준 규격이 완성되자 이 규격을 만족하는 칩셋 및 NIC (Network Interface Card)/AP (Access Point)의 출시가 이어졌고, 그 결과 NIC의 가격이 100 달러 정도로 저렴해지게 되었다. 이와 같이 IEEE 802.11b의 등장은 그때까지 무선 LAN의 성장을 가로막던 전송율과 가격 문제의 동시 해결을 가져왔으며, 이에 따라 무선 LAN 시장은 빠른 성장을 보이기 시작하였다.

현재 무선 LAN은 또 한번의 도약을 준비하고 있다. 최근 국내외의 유무선 사업자들은 회의장, 호텔, 공항, 병원, 카페 등 이용자가 밀집되어 있는 Hot

Spot 지역에서 무선 LAN 기술을 이용한 고속 무선 인터넷 서비스 사업을 시작하거나 준비중에 있으며, 또한 ADSL과 결합하여 무선 LAN을 무선 백내망으로도 활용할 계획이다. 무선 LAN이 무선 백내망을 위한 일반적인 솔루션으로 자리잡게 될 경우 그 시장 잠재력은 공중 무선 LAN을 훨씬 넘어설 것으로 전망된다.

이와 같이 무선 LAN은 유선 LAN의 대체라는 기존의 개념을 넘어 공중망과 무선 백내망 등으로 그 영역을 확대하기 시작하였으며, 궁극적으로는 이동통신망과의 연동 및 통합을 통해 무선 LAN 서비스가 제공되는 Hot Spot에서는 보다 고속의 무선 LAN 서비스를 이용하고 그 지역을 벗어나게 되면 자동적으로 전국적인 커버리지를 갖는 이동통신망에 접속하는 형태로 발전될 전망이다. 이에 따라 사용자는 하나의 단말을 가지고 가정, 사무실, 학교, 호텔, 공항 등 장소에 관계없이 고속의 무선인터넷 서비스를 이용할 수 있게 될 것이다.

무선 LAN은 미국의 IEEE 802.11 WG와 유럽

의 ETSI (European Telecommunications Standards Institute) BRAN (Broadband Radio Access Network)이 표준화를 주도하여 왔다. IEEE 802.11 WG은 1997년 공통의 매체접근제어(Medium Access Control: MAC) 계층과 최대 2Mbps의 전송율을 제공하는 3가지의 물리계층에 대한 규격을 포함한 IEEE 802.11 규격(1)을 확정하였으며, 1999년 9월에는 동 기술을 확장하여 2.4GHz 대역에서 최대 11Mbps까지 전송할 수 있는 IEEE 802.11b(2)와 5GHz 대역에서 최대 54Mbps까지 전송 가능한 IEEE 802.11a 규격(3)을 추가하였다.

현재 IEEE 802.11 WG은 기존 표준의 개선 또는 추가적인 표준화 작업을 수행중인 다수의 TG (Task Group)이 활동중이다.

ETSI BRAN은 5GHz 대역에서 최대 54Mbps까지 전송 가능한 무선 LAN 규격인 HIPERLAN/2에 대한 표준화를 2000년 4월 완료하였으며, 현재는 적합성 시험 규격의 표준화와 함께 IEEE 1394 브리지 기능 부계층과 HIPERLAN/2와 IMT-2000과의 연동 규격을 개발중이다.

현재의 무선 LAN 시장은 2.4GHz 대역에서 동작하는 IEEE 802.11b 규격 제품이 주도하고 있으며, 5GHz 대역을 이용하는 IEEE 802.11a를 위한 칩셋과 관련 제품이 출시되기 시작하였다. 2.4GHz 무선 LAN 제품은 현재 표준화 작업 중인 IEEE 802.11g 규격의 기술/시장 전개 상황에 따라 달라질 수도 있겠으나 기본적으로 5GHz 대역을 이용하는 IEEE 802.11a 제품 가격이 급속히 하락할 것으로 보이는 2~3년 후에는 점차 성장세가 둔화될 것으로 예상되고 있다.

본 고에서는 먼저 IEEE 802.11(IEEE 802.11b, IEEE 802.11a 포함)과 ETSI HIPERLAN/2 규격을 간략히 설명한 후, 주로 IEEE 802.11 WG의 활동을 위주로 한 무선 LAN 표준화 동향과 무선 LAN 관련 기술개발 동향을 소

개하고자 한다.

II. IEEE 802.11과 ETSI HIPERLAN/2

1. IEEE 802.11

가. 개요

IEEE 802.11 WG은 1997년 무선 LAN에 대한 최초의 표준인 IEEE 802.11 규격을 완성함으로써(1999년 수정됨) 무선 LAN 이용 확산을 위한 전기를 마련하였으며, 이후 무선 LAN의 고속화에 대한 시장의 요구를 반영하여 새로운 물리계층 규격인 IEEE 802.11b와 IEEE 802.11a를 추가로 표준화 하였다.

그림 1은 IEEE 802.11 WG에 의해 표준화된 무선 LAN 프로토콜의 구조이다.

IEEE 802.11 규격은 CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) 방식을 기반으로 한 공통의 MAC 계층 규격과 3개의 서로 다른 물리계층, 즉 2.4GHz 대역에서 1과 2Mbps의 전송율을 지원하는 DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) 방식과 FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum) 방식, 그리고 적외선 통신 방식 등 3가지 종류의 물리계층 규격을 정의하고 있다.

CCK (Complementary Code Keying) 방식을 기반으로 한 IEEE 802.11b는 2.4 GHz 대역에서 최대 11 Mbps의 전송율을 지원한다. IEEE 802.11a는 기존의 2.4GHz 대신 5GHz 대역을 이용하여 최대 54Mbps의 전송율을 지원하며, 변조 방식으로 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)이 사용된다. IEEE 802.11 MAC 계층 규격은 IEEE 802.11b와 IEEE 802.11a에도 공통으로 적용된다.

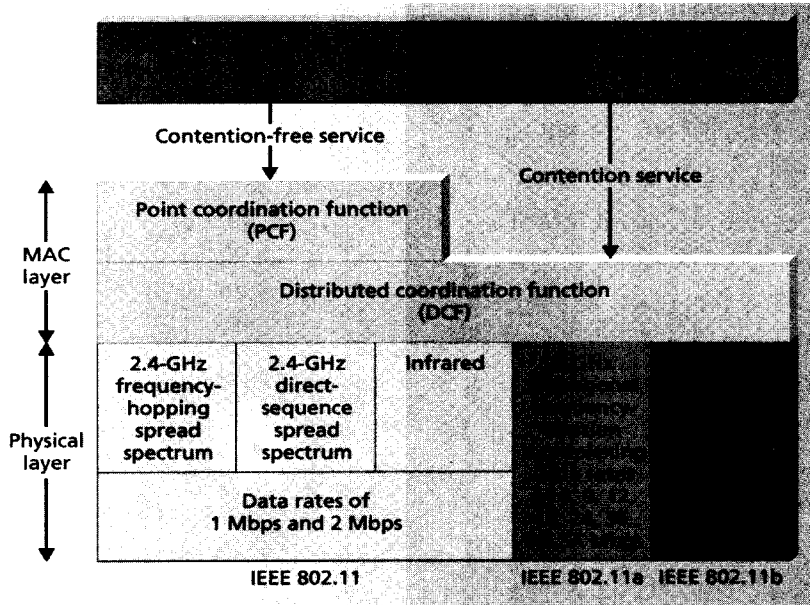


그림 1. IEEE 802.11 WG의 계층화된 프로토콜 구조

나. MAC 계층

1) IEEE 802.11 망 구조

IEEE 802.11은 Infrastructure 구조와 ad hoc 구조를 모두 지원한다. 그림 2는 IEEE 802.11 Infrastructure 구조이다

그림 2에서와 같이 동일한 AP에 연결된 STA (Station)의 집합을 BSS (Basic Service Set)라고 한다. DS (Distribution System)는 BSS간 프레임 전송을 위한 백본으로서 어떤 STA이 다른 BSS에 존재하는 STA으로 프레임을 전송할 때 전송경로를 제공한다. AP는 자신과 결합된(associated) STA과 DS 을 연결하는 하나의 STA로서 STA이 DS 로 프레임을 전송하기 위해서는 반드시 어떤 하나의 AP와 association을 설정해야 한다. Portal은 IEEE 802.11 무선 LAN과 다른 IEEE 802.x LAN과의 인터페이스를 위한 요소이다.

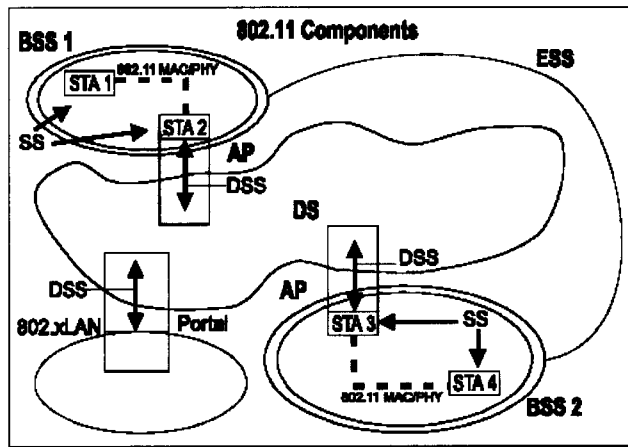


그림 2. IEEE 802.11 Infrastructure 구조
(출처: IEEE 802.11 규격(1))

그림 3은 2개의 STA 만으로 구성된 IBSS (Independent Basic Service Set)를 나타내고 있다. IBSS는 ad hoc 망으로서 필요할 때 잠시 형성되었다가 해체될 수 있는 임시 망이다.

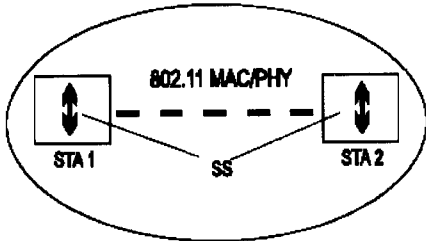


그림 3. IBSS의 논리적 구조
(출처: IEEE 802.11 규격(1))

2) DCF (CSMA/CA) 및 PCF

IEEE 802.11 MAC의 기본적인 접속 방식은 CSMA/CA라고 알려진 DCF (Distributed Control Function)이며, 폴링 기반의 비경쟁 접속 방식인 PCF (Point Coordination Function)는 선택 규격이다. DCF는 IBSS와 Infrastructure 망에서 모두 이용되는 반면 PCF는 Infrastructure 망에서만 이용된다.

그림 4는 물리적인 신호검출(carrier sense)에 기반한 기본적인 DCF 접속 방식을 설명하고 있다.

그림 4에서와 같이 각 STA은 DIFS (DCF InterFrame Space) 이상 동안 매체에 신호가 검출되지 않으면(Idle 상태) 즉시 프레임 송신할 수 있다. 그러나 송신을 기다리는 동안 신호가 검출되면(Busy 상태) STA은 매체가 다시 Idle 상태가 되기를 기다린다. 매체가 Idle 상태가 되면 그 시점부터 다시 DIFS 만큼을 기다린 후 랜덤한 backoff 시간을 선택하여 이 값을 backoff 타이머에 입력하고 타

이머 값을 감소시키면서 backoff 시간이 경과하기를 기다린다(이때 backoff 타이머 값이 0이 아니면 그 타이머의 값을 그대로 이용한다). backoff 시간이 경과한 후에도 매체가 Idle 상태에 있으면 그때 비로소 STA은 프레임을 송신한다. 그러나 backoff 시간이 경과하기를 기다리는 동안 매체가 Busy 상태가 되면(다른 STA의 랜덤 시간이 해당 STA보다 짧아 그 STA이 먼저 송신을 시작한 경우) 해당 STA은 매체가 다시 Idle 상태가 될 때까지 기다려 이전 backoff 타이머에 있는 값을 그대로 이용해 송신을 다시 시도하게 된다.

위와 같은 물리적인 신호검출 방식 외에 매체의 상태를 결정하기 위한 또 하나의 방식은 가상 신호검출 방식이다. 이러한 가상 신호검출 방식은 MAC에 의해 제공되며, 임박한 매체 사용 사실을 알리는 예약 정보의 분배를 기초로 하고 있다. 그림 5는 RTS (Request To Send)/CTS (Clear To Send) 프레임을 이용한 가상 신호검출 방식을 설명하고 있다.

그림 5에서 데이터 프레임을 송신하고자 하는 STA은 먼저 RTS 프레임을 송신하고 이를 수신한 STA은 CTS를 다시 보낸다. 이때 RTS와 CTS 프레임 헤더에는 그 뒤를 따르는 데이터, ACK 프레임 교환까지를 모두 완료할 수 있는 시간 정보가 들어 있고, RTS와 CTS 중 하나의 프레임이라도 수신한 다른 STA들은 자신의 NAV (Network Allocation Vector)를 해당 정보로 갱신하여 이 시간 동안 송신 시도를 중단한다. 이는 다른 STA들

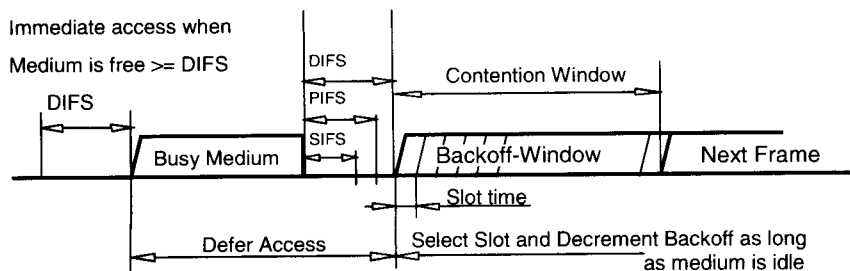


그림 4. 기본적인 접속 방식 (출처: IEEE 802.11 규격(1))

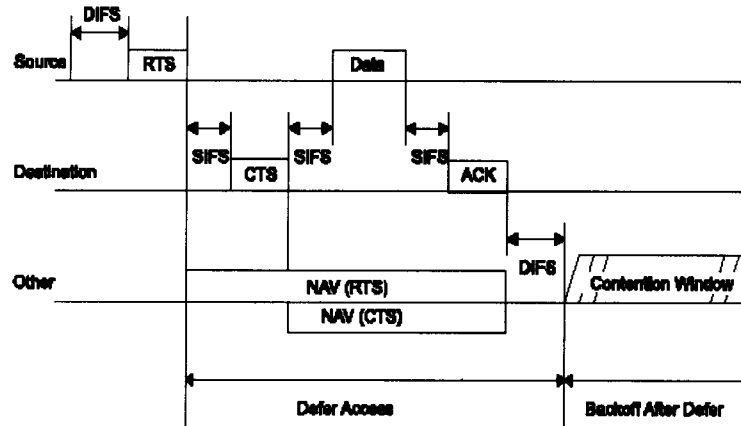


그림 5. RTS/CTS/data/ACK 및 NAV setting (출처: IEEE 802.11 규격(1))

이 가상적으로 신호 검출을 수행하여 충돌을 회피하고 있음을 의미한다. RTS/CTS 프레임 외에도 대부분의 프레임들은 이러한 목적을 위해 헤더에 매체 예약 정보를 가지고 있다.

데이터 프레임의 전송에 앞선 RTS/CTS 프레임 교환은, 상대적으로 긴 데이터 프레임을 직접 송신하여 ACK 프레임을 기다리는 경우에 비해 프레임 충돌의 추정 및 전송 경로 점검을 빨리 수행할 수 있다.

RTS/CTS 방식은 또한 동일한 주파수 채널을 이용하는 다수의 BSS들의 커버리지가 중첩되어 있는 경우와, AP로부터의 신호는 모든 STA들이 수신할 수 있으나 일부 STA들로부터는 신호를 수신할 수 없는 전형적인 상황에서 접속 성능을 향상시킨다.

PCF 접속 방식은 BSS의 AP에 위치하는 PC (Point Coordinator)를 이용한다. PC는 폴링 마스터로 동작하며, 각 STA은 PC의 폴링 프레임을 수신 받았을 때에만 프레임을 전송할 수 있다. PCF 접속에서 각 STA은 DIFS 대신 PIFS (PCF InterFrame Space)를 이용하여 프레임을 송신한다. PIFS는 DIFS보다 하나의 Slot Time만큼 작은데 이러한 이유로 PCF에 의해 접속을 시도하는 STA은 DCF를 사용하여 접속을 시도하는 STA보다 송신 우선권을 갖는다.

PCF가 동작하는 CFP (Contention Free Period)와 DCF가 동작하는 CP (Contention Period)는 CFP 반복 간격으로 계속 반복된다.

다. 물리계층

가) IEEE 802.11

여기서는 IEEE 802.11 물리계층 규격 중 FHSS와 DSSS만을 살펴보기로 한다. FHSS는 대역폭이 1MHz인 79개 또는 23개의 주파수 채널을 호핑 코드에 따라 호핑한다. 변조 방식으로는 1Mbps 전송을 위해서는 2GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying)를, 2Mbps를 위해서는 4GFSK를 사용한다.

DSSS 방식은 각각의 데이터 심벌을 Barker 시퀀스(+1 -1 +1 +1 -1 +1 +1 -1 -1 -1)를 이용해 확산하여 11Mps로 전송한다. 1Mbps의 경우에는 DBPSK, 2Mbps의 경우는 DQPSK로 변조하여 송신한다.

나) IEEE 802.11b

DSSS방식이 FHSS에 비하여 다중 경로 채널 환경에서 강하기 때문에 DSSS가 IEEE 802.11b로

발전할 수 있었고, IEEE 802.11b 주파수 대역 역시 DSSS와 정확히 같은 대역을 사용하고 있다. IEEE 802.11b는 CCK (complimentary code keying)라는 전송 방식을 사용한다. CCK는 4 개의 데이터 심벌의 위상을 각각 $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4$ 라고 했을 때, $e^{\theta_1+\theta_2+\theta_3+\theta_4}, e^{\theta_1+\theta_3+\theta_4}, e^{\theta_1+\theta_2+\theta_4}, -e^{\theta_1+\theta_4}, e^{\theta_1+\theta_2+\theta_3}, e^{\theta_1+\theta_3}, -e^{\theta_1+\theta_2}, e^{\theta_1}$ 의 8 심벌을 전송하는 방식을 말한다.

여기서, $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4$ 는 5.5Mbps와 11Mbps 모드에 따라 다르게 정의된다. 먼저 5.5Mbps의 경우 한 심벌로 변조되는 네 개의 정보 비트를 d_0, d_1, d_2, d_3 라 할 때, θ_1 을 다음 표를 이용해 먼저 결정한 후 나머지 $\theta_2, \theta_3, \theta_4$ 는 다음 식을 이용해 각각 결정한다.

| Dibit pattern (d0, d1) (d0 is first in time) | Even symbols phase change (+j ω) | Odd symbols phase change (+j ω) |
|--|--|---|
| 00 | 0 | π |
| 01 | $\pi/2$ | $3\pi/2(-\pi/2)$ |
| 11 | π | 0 |
| 10 | $3\pi/2(-\pi/2)$ | $\pi/2$ |

$$\theta_2 = (d_2 + \pi) + \pi/2$$

$$\theta_3 = 0$$

$$\theta_4 = d_3 \times \pi$$

11Mbps 모드에서는 정보 비트를 d_0, \dots, d_7 이라고 할 때, θ_1 은 d_0, d_1 을 이용하여 위 5.5Mbps의 경우와 같이 결정하고 나머지 $\theta_2, \theta_3, \theta_4$ 는 각 2개씩의 정보 비트를 이용해 QPSK 변조를 하여 결정한다.

IEEE 802.11b에는 1/2 길쌈 부호를 이용하는 PBCC라는 선택 규격이 있다. 그러나 현재 출시되어 있는 제품들은 대부분 PBCC를 지원하지 않고 있다.

다) IEEE 802.11a

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, 주파수 선택적 페이딩 채널에서도 좁은 대역의 각 부채널은 flat fading 특성을 갖게 된다는 사실에 기반한 방식이다.

표 1은 IEEE 802.11a 물리계층 파라미터이다.

6Mbps부터 최대 54Mbps의 가변 데이터 전송율을 지원하며, 전송속도 중 6, 12, 24Mbps는 필수 규격이고, 그 나머지 속도는 선택 규격이다. 데이터 전송 속도에 따라 BPSK, QPSK, 16-QAM 및 64-QAM 중 하나의 부반송파 변조 방식이 이용되며, 또한 오류정정 부호의 부호율 역시 1/2, 3/4, 2/3 중 하나가 선택된다.

IEEE 802.11a의 프레임 구조는 그림 6과 같다.

하나의 프레임은 PLCP (Physical Layer Convergence Procedure) preamble,

표 1. IEEE 802.11a 물리계층 파라미터

| Carrier Frequency | 5.150-5.350, 5.725-5.825GHz | | | | | | | |
|--------------------------------|-------------------------------------|-----|------|-----|--------|-----|--------|-----|
| Data Rate | 6 | 9 | 12 | 18 | 24 | 36 | 48 | 54 |
| Modulation | BPSK | | QPSK | | 16-QAM | | 64-QAM | |
| Code Rate (Convolutional code) | 1/2 | 3/4 | 1/2 | 3/4 | 1/2 | 3/4 | 2/3 | 3/4 |
| Number of Subcarriers | 52 (64-point FFT, 4 pilot carriers) | | | | | | | |
| OFDM symbol Duration | 40 μ sec | | | | | | | |
| Cyclic Prefix Duration | 0.8 μ sec | | | | | | | |
| Bandwidth | 16.6MHz | | | | | | | |
| Channel Spacing | 20MHz | | | | | | | |

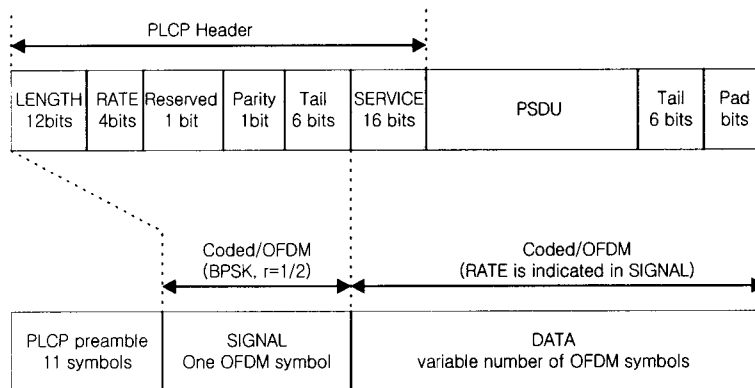


그림 6. IEEE 802.11a의 프레임 구조 (출처: IEEE 802.11a 규격(3))

SIGNAL, DATA로 구성된다. PLCP preamble 은 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 7과 같다.

그림 7에서 SIGNAL 필드는 RATE와 LENGTH 필드를 포함하며, RATE 필드는 패킷의 나머지 부분에서 사용되는 변조 방식과 부호율에 대한 정보를 운반한다. SIGNAL 필드의 정보에 오류

가 발생한 경우 뒤따르는 DATA를 올바르게 복원할 수 없게 된다. 그러므로 이 필드는 항상 BPSK 변조와 부호율 1/2을 사용하여 전송한다.

2. HIPERLAN/2

가. 개요

ETSI BRAN은 2000년 5GHz 대역 무선 LAN인 HIPERLAN/2을 위한 대부분의 규격에 대한 표

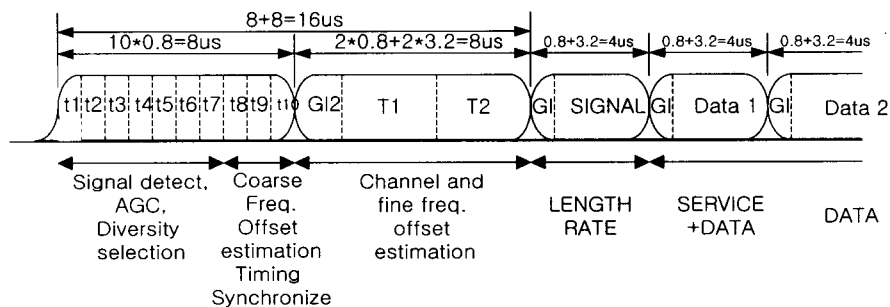


그림 7. IEEE 802.11a의 PLCP preamble 구조 (출처: IEEE 802.11a 규격(3))

준화를 완료하였으며, 그후 IEEE 1394 브리지 규격 등에 대한 추가적인 표준화를 진행해 왔다. HIPERLAN/2은 CSMA/CA를 기반으로 한 IEEE 802.11과 달리 데이터의 교환을 위한 연결(connection)을 미리 설정해 두는 연결지향 방식이며, 다중접속 방식으로는 TDD/TDMA를 사용한다 [4]. 따라서 IEEE 802.11에 비해 QoS의 지원이 대단히 용이하다는 장점이 있다.

HIPERLAN/2는 물리계층과 데이터 링크(Data Link Control: DLC) 계층 외에도 다양한 핵심망과의 인터페이스를 위한 수렴계층을 따로 정의하고 있다. 다음은 현재 표준화가 완료된 HIPERLAN/2 관련 규격들이다.

- Physical (PHY) Layer
- DLC Layer: Part 1: Basic Data Transport Functions
- DLC Layer: Part 2: Radio Link Control (RLC) sublayer
- DLC Layer: Part 3: Profile for Business Environment
- DLC Layer: Part 4: Extension for Home Environment

- Packet based Convergence Layer: Part 1: Common Part
- Packet based Convergence Layer: Part 2: Ethernet Service Specific Convergence Sublayer (SSCS)
- Packet based Convergence Layer: Part 3: IEEE 1394 SSCS
- Packet based Convergence Layer: Part 4: IEEE 1394 Bridge Specific Functions sub-layer for restricted topology
- Cell based Convergence Layer: Part 1: Common Part
- Cell based Convergence Layer: Part 2: UNI SSCS

HIPERLAN/2의 동작 모드는 Central 모드와 Direct 모드 두 가지가 있다. Central 모드에서는 AP를 중심으로 모든 MT (Mobile Terminal)가 연결되며, Direct 모드에서는 AP를 통하지 않고 MT간 직접 링크가 형성된다. Direct 모드는 주로 맥내에서의 ad hoc 망 형성을 위해 설계된 것이다.

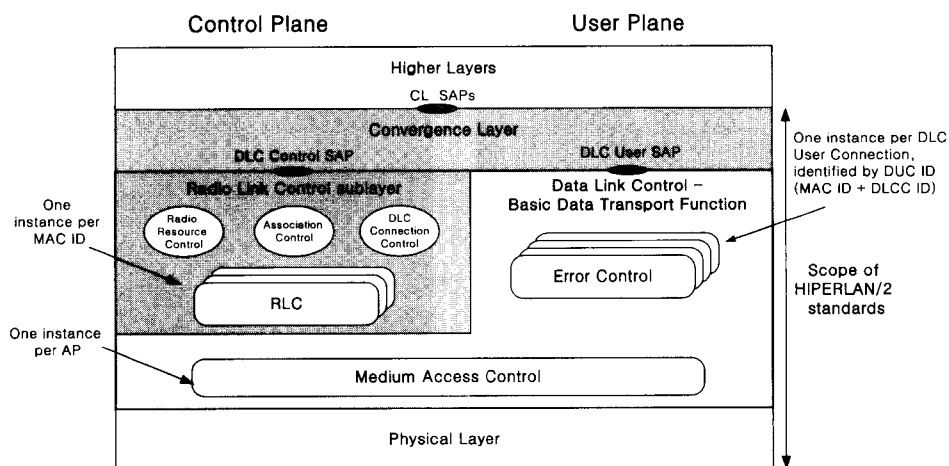


그림 8. AP/CC에서의 HIPERLAN/2 프로토콜 스택 (출처: ETSI HIPERLAN/2 규격[5,6])

나. 수렴계층 (Convergence Layer)

수렴계층은 링크계층 위에 위치하면서 다양한 핵심망을 HIPERLAN/2 DLC 계층과 연결시키는 인터페이스 역할을 한다. 수렴계층은 크게 이더넷, IP, PPP, IEEE 1394 등과 같은 패킷 기반 망을 위한 패킷 기반 수렴계층과 ATM, UMTS(유럽의 IMT-2000) 등과 같은 셀 기반 망을 위한 셀 기반 수렴계층으로 구분된다. 수렴계층은 공통부(common part)와 서비스별 수렴 부계층(service specific convergence sublayer: SCS)으로 구성되어 있어 다양한 핵심망에 쉽게 적용될 수 있는 구조로 되어 있으며, 이러한 구조로 인해 HIPERLAN/2의 데이터 링크계층과 물리계층은 핵심망과 독립적으로 표준화되고 구현될 수 있다.

다. 데이터 링크제어 계층

그림 8은 AP/CC(Central Controller)에서의 HIPERLAN/2 프로토콜 스택 구조이다. AP는 Central 모드에서, CC는 Direct 모드에서 무선자원 할당 등의 역할을 수행하는 장치이며, 맥내망 환경에서 MT는 기본 기능만을 갖는 것과 CC 기능을 수행할 수 있는 것으로 구분된다.

그림 8에서와 같이 HIPERLAN/2의 DLC 계층

은 MAC 및 오류제어 기능을 수행하는 기본 데이터 수송 기능(basic data transport function)과 AP/CC와 MT간의 association 제어, 무선자원 제어, DLC user connection 제어 등을 수행하는 무선링크 제어(Radio Link Control: RLC) 부계층으로 구성된다. MT의 경우도 RLC instance가 하나만 존재한다는 차이를 제외하고는 AP/CC와 동일한 스택 구조를 갖는다.

1) 매체접근제어(Medium Access Control)

매체접근제어(MAC) 프로토콜은 중앙제어형 TDMA/TDD 방식을 기반으로 하고 있으며, 자원 할당은 AP 또는 CC에 의해 제어된다. MAC entity의 역할은 TDMA/TDD MAC 프레임을 구성하는 것이다.

HIPERLAN/2 MAC 프레임 구조는 단일 섹터인 경우와 다중 섹터 시스템인 경우가 다르다. 전방향 안테나를 사용하는 단일 섹터 시스템에서의 프레임 구조를 예시하면 그림 9와 같다. 각 MAC 프레임은 수송 채널(Transport Channel)에 해당하는 BCH (Broadcast CHannel), FCH (Frame CHannel), ACH (Access feedback CHannel), 그리고 적어도 하나의 RCH (Randon CHannel)로 구성되며, 전송될 사용자 데이터가 있는 경우 DL (DownLink) phase와/

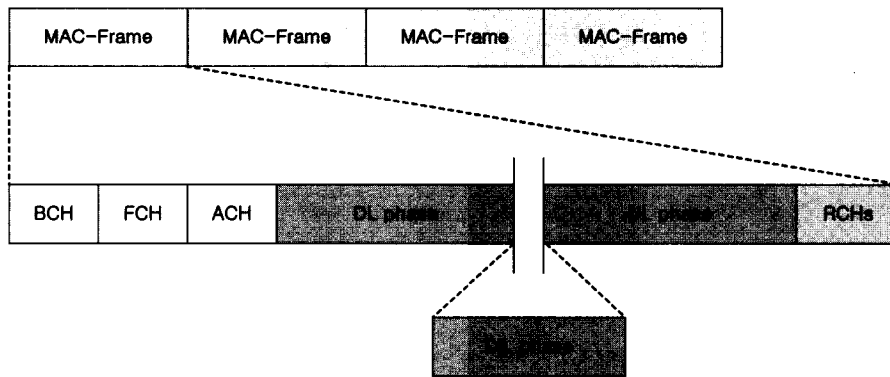


그림 9. 단일 섹터 시스템을 위한 MAC 프레임 구조 (출처: HIPERLAN/2 규격(5))

또는 UL (UpLink) phase가 제공된다. Direct 모드가 이용되고 전송될 사용자 데이터가 있는 경우에는 DL phase와 UL phase 사이에 DiL (Direct Link) phase를 포함한다.

BCH의 길이는 고정되어 있으며, 기타 구간의 길이는 트래픽 부하 등의 조건에 따라 AP/CC에 의해 동적으로 결정된다.

BCH(하향)는 AP/CC가 자기영역 내의 모든 MT로 전송전력 레벨, FCH와 RCH의 시작위치와 길이, wake-up 시점, HIPERLAN/2 망과 AP의 번호 등 공지사항을 방송하는 채널이다. FCH(하향)는 각 채널의 위치 및 길이, DL phase, UL phase, DiL phase의 구성 정보 등 현재 MAC 프레임에 대한 모든 구성 정보를 전송하는 채널이며, 따라서 그 길이는 구성 내용에 따라 가변적이다. 각 MT는 이 정보를 이용해 사용자 데이터 및 제어정보를 송수신할 수 있다. ACH(하향)는 이전 프레임의 RCH에서 수신한 각 MT의 요구에 대한 응답 정보를 제공하는 채널이다. RCH(상향)는 UL phase에서 슬롯을 할당받지 못한 MT가 AP/CC에게 각 MT의 자원 요구나 association 또는 핸드오버 요구 등을 전달하는 채널이다. RCH의 다중접속 방식으로는 slotted Aloha를 사용한다.

DL Phase에서는 AP/CC에서 MT로 전달되어야 할 제어정보와 사용자 데이터를 전송하며, 또한 BCH에 포함되지 못한 추가 공지사항이 전달된다. UL phase에서는 MT에서 AP/CC로 전달되어야 할 제어정보와 사용자 데이터를 전송하며, 이때 MT는 다음 MAC 프레임에서 슬롯을 할당받기 위하여 필요한 용량을 요구하여야 한다. DiL phase는 Direct 모드에 있는 MT들의 제어정보 및 사용자 데이터 전송을 위한 구간이다.

2) 오류제어(Error Control)

오류제어(EC)는 무선 링크에서의 전송 오류를 검

출하고 복원하는 역할을 수행한다. EC는 선택적 재전송 ARQ 방식을 기초로 하며, 하나의 DLC 사용자 연결(DLC user connection; DUC)에 대해 하나의 EC instance가 할당된다. RLC 데이터에 대해서는 ARQ가 적용되지 않으며, 오류 처리는 RLC 자체에 의해 수행된다.

3) 무선링크제어(Radio Link Control) 부계층
무선링크제어(RLC) 부계층은 크게 ACF (Access Control Function), RRC (Radio Resource Control), DUCC (DLC User Connection Control)의 세 부분으로 나눌 수 있다.

특정 AP/CC와 통신하고자 하는 MT는 항상 해당 AP/CC에 결합되어 있어야 한다. ACF는 이러한 association을 확립하고 해제하기 위해 필요한 모든 기능과 메시지를 포함하며, 여기에는 association, 암호키 교환(option), 인증(option), AP/CC의 정보를 매 MAC 프레임마다 공지하는 AP/CC에서의 비콘(beacon) 시그널링, 암호키 갱신(option), disassociation 기능 등이 있다.

AP/CC와 MT는 association 단계에서 MT를 위한 MAC ID를 할당하고, PHY 모드, CL의 종류, 인증과 암호화 적용 여부 등을 결정한다. MT와 AP/CC는 Diffie-Hellman 키 교환 절차에 따라 Diffie-Hellman secret 값과 public 값을 교환하고 그 값들을 이용해 세션 키를 생성하고 갱신한다. 암호키 교환 후 MT와 AP/CC 사이의 인증이 수행되며, 암호키는 주기적으로 또는 AP/CC의 요구에 의해 갱신될 수 있다. 기본적으로 disassociation은 MT에 의해 수행되고, 그것이 불가능하면(예를 들어, 단말을 갑자기 power-off 시킨 경우) AP/CC가 그러한 상태를 파악하여 자체적으로 disassociation을 수행하여 해당 MT에 할당된 모든 자원을 회수한다.

표 2. HIPERLAN/2 물리계층 파라미터

| | | | | | | | |
|--------------------------------|-------------------------------------|-----|------|-------------------|--------|-----|--------|
| Carrier Frequency | 5.150-5.350, 5.470-5.725GHz | | | | | | |
| Data Rate | 6 | 9 | 12 | 18 | 27 | 36 | 54 |
| Modulation | BPSK | | QPSK | | 16-QAM | | 64-QAM |
| Code Rate (Convolutional code) | 1/2 | 3/4 | 1/2 | 3/4 | 9/16 | 3/4 | 3/4 |
| Number of Subcarriers | 52 (64-point FFT, 4 pilot-carriers) | | | | | | |
| OFDM symbol Duration | 40μsec | | | 3.6μsec(Optional) | | | |
| Cyclic Prefix(CP) Duration | 0.8μsec | | | 0.4μsec(Optional) | | | |
| Bandwidth | 16.25MHz | | | | | | |
| Channel Spacing | 20MHz | | | | | | |

RRC는 가용 주파수 자원의 감시(surveillance)와 효율적인 이용에 관한 기능을 수행한다. 따라서 RRC는 현재 사용 가능한 주파수 채널을 조사하여 AP/CC가 최적의 무선 주파수를 자동으로 선택할 수 있게 하는 동적주파수선택 기능, 불필요하게 자원이 예약되어 있는 것을 막기 위해 MT가 active 상태를 AP/CC에게 보고하게 하는 MT_alive 기능, 핸드오버가 이루어져야 하는지의 여부와 reassociation할 새로운 AP/CC를 찾기 위해 MT가 다른 주파수 채널을 탐색하는 MT_absent 기능, MT의 전력소비를 줄이기 위한 절전 기능, 현 무선 링크에 적합한 전력만을 송신토록 하는 송신전력제어 기능, 다른 AP로의 핸드오버 기능 등을 포함한다.

DUCC는 AP/CC와 MT 사이(centralized 모드)와 MT간(direct 모드)의 사용자 연결 설정, 변경, 해제 등을 위한 기능과 메시지를 포함한다. 각 DUC는 DLC connection ID와 MT에 할당된 MAC ID에 의해 유일하게 정의된다. DLC 연결의 설정, 변경 및 해제는 MT는 물론 AP/CC에 의해서도 요구될 수 있다. 이미 존재하는 멀티캐스트 그룹에 단말이 가입하고 탈퇴하는 기능 역시 DUCC의

일부이다.

라. 물리계층

HIPERLAN/2의 물리계층은 IEEE 802.11a의 그것과 매우 유사하다. 표 2는 HIPERLAN/2의 기본적인 파라미터들이다.

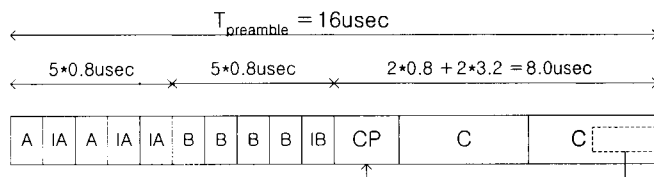
IEEE 802.11a와 비교하면, 이용 주파수 대역에 차이가 있고, 전송속도에서는 24Mbps와 48Mbps가 빠지고, 16-QAM과 code rate 9/16를 사용하는 27Mbps가 추가된 점이 다르다. 그리고 선택 사항이기는 하지만, CP의 길이가 0.4μsec인 모드가 존재한다.

IEEE 802.11a와 가장 크게 차이를 보이는 것은 preamble 구조이다. 앞에서 살펴본 바와 같이 IEEE 802.11a는 하나의 preamble 구조만을 정의하고 있으나 HIPERLAN/2에서는 각 채널의 특성을 고려하여 채널별로 각각 다른 preamble 구조를 정의하고 있다.

III. 표준화 동향

1. IEEE 802.11 WG

현재 IEEE 802.11 WG은 2.4GHz 대역에서 20Mbps 이상을 지원하는 새로



운 물리계층 표준을 개발 중인 TG(Task Group)g, QoS 강화를 위한 MAC 계층 규격 개선 작업을 수행중인 TGe, AP간의 표준화된 프로토콜을 개발하는 TGf, 5GHz 대역에서의 송신전력제어 및 동적주파수선택에 대한 표준화를 추진 중인 TGh, 그리고 보안 강화를 위한 MAC 규격 개선 작업을 수행 중인 TGi 등이 활동하고 있다.

또한 2001년 11월 회의에서 5GHz 무선 LAN 규격의 국제 단일 표준화를 위한 연구 그룹인 5GSG를 폐지하고 차세대 무선 LAN에 대한 요구사항과 표준화 일정을 도출하는 것을 목적으로 하는 WNG SC (WLAN Next Generation Standing Committee)를 구성하여 차세대 무선 LAN에 대한 논의를 막 시작하였다.

여기에서는 2002년 3월 회의까지의 결과를 위주로 IEEE 802.11 WG의 표준화 활동을 소개하고자 한다.

가. TGe

현재의 IEEE 802.11 MAC 계층 규격에 정의된 접속 방식인 DCF와 PCF는 다양한 QoS 요구사항을 만족하지 못한다. TGe는 다양한 QoS를 지원할 수 있도록 IEEE 802.11 MAC 규격을 개선하는 것을 목적으로 만들어졌으며, 2000년 3월에 승인되었고 2000년 5월에 첫 회의를 개최하였다.

다음은 IEEE 802.11e/D2.0a[8]의 내용을 간략히 소개한 것이다.

QoS 향상을 목적으로 TGe가 새로이 제안한 채널 접속 방식은 HCF (Hybrid Coordination Function)이다. HCF는 EDCF (Enhanced DCF)라는 경쟁 기반의 채널 접속 방식과 polled channel access 방식을 함께 이용한다. EDCF는 기존의 DCF를 보완한 것으로 8개의 Traffic Category (TC)별로 IFS (Inter frame Space)와 초기 경쟁 윈도우(CWmin)를 다르게 함으로써 TC별로 서비스를 차별화하기 위한 방식이다. HCF polled channel access 방식은 Traffic Specification (TSPEC) element를 이용하여 TC별로 서비스 수준을 정의하고 이를 바탕으로 HC (Hybrid Coordinator)가 정의된 서비스 수준에 맞는 polling을 각 STA별로 실시하게 된다. 그리고 음성과 같은 delay intolerant 서비스를 위해서는 ACK 프레임의 전송을 실시하지 않을 수 있도록 함으로써 실시간 서비스에 보다 적합하도록 하였다.

DCF에서 STA는 IFS의 값이 작을수록, 그리고 backoff 알고리즘에서 사용하는 초기 채널 접속지연 시간인 CWmin이 작은 값을 가질수록 채널 사용에 대한 우선권을 가지게 된다. EDCF는 이러한 특성을 이용하여 8개의 TC에 대해 각각 AIFS[0], AIFS[1], ..., AIFS[7]과 CWmin[0], CWmin[1], ..., CWmin[7]을 이용하여 서비스를

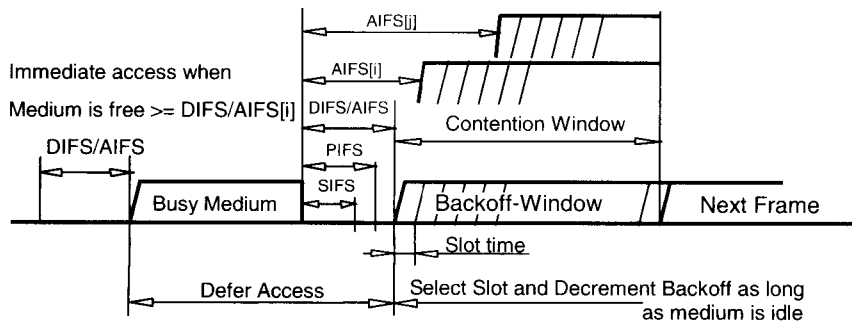


그림 10. EDCF의 기본 접속 방식 (출처: IEEE 802.11e/D2.0a(8))

차별화 한다. 이러한 값들에 대한 정보는 Beacon 프레임이나 Probe Response 프레임에서 QoS Parameter Set element를 통하여 전송되며, 그 중 CWPFactor는 재전송시에 CW 값의 증가속도를 규정하는 것으로서 CWPFactor 값이 작을수록 CW가 천천히 증가하게 된다.

그림 10은 EDCF의 기본 접속 방식을 나타내고 있다. 각 QSTA에는 8개의 TC별로 별도의 Queue가 있으며, 각 Queue는 마치 서로 다른 QSTA에 있는 것과 같이 독립적으로 채널 접속을 수행한다.

HCF에서 QoS 데이터 프레임은 CP (Contention Period)와 CFP (Contention Free Period)에서 모두 전송될 수 있다. QoS frame을 전송하기 위해서는 기존의 DCF, PCF와 마찬가지로 전송 전에 자원 예약이 이루어 져야 한다. 하지만 기존의 자원예약 방식이 프레임 단위로 이루어지는 것과 달리 HCF에서는 버스트 단위로 자원 예약이 이루어진다. 이러한 자원예약은 QSTA (QoS STA)가 RR (Resource Request) 프레임을 통하여 HC에게 송신 기회 (Transmission Opportunity: TXOP)를 요청하는 형태로 이루어진다. 각 QSTA의 RR 프레임은 경쟁제어 구간 (Contention Control Interval: CCI) 동안에 HC에 전송되는데 CCI는 HC가 경쟁제어 (Contention Control: CC) 프레임을 통하여 각 QSTA에게 사전에 공지된다. HC는 각 QSTA로부터 전송된 RR과 Container 프레임을 통하여 각 STA의 TC별 자원할당 요청 기간 (TXOP Duration)과 현재 전송을 위하여 Queue에 대기하고 있는 데이터 프레임의 개수를 알 수 있게 된다. HC는 이러한 정보를 이용하여 QoS (+) CF-Poll 프레임을 통한 이후의 폴링 시점을 결정하게 된다. 각 TC의 자세한 QoS 규격(Minimum Data Rate, Mean Data Rate, Maximum Burst Size, Delay Bound, Jitter Bound)은 TSPEC element를 통하여 정의된다.

각 STA에서는 최대 8개의 TC별로 별도의 Queue가 존재하며, 각 QSTA는 QoS (+) CF-Poll 프레임에 명시된 TC의 Queue에 있는 프레임을 전송한다. HC는 8개의 TC 중에서 가장 높은 등급의 트래픽을 우선적으로 처리하는 Priority Scheduling을 수행할 수 있다. HCF를 통하여 전송되는 프레임의 헤더에는 QoS 정보를 담기 위하여 2 바이트의 QoS 제어 필드가 추가된다.

IEEE 802.11e 초안에 대한 2002년 3월 회의에서의 주요 결정 사항을 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 한 번의 EDCF TXOP 동안에 여러 개의 MSDU를 전송할 수 있도록 허락하였다. 단 QoS Parameter Set element에 정의된 CP TXOP limit에 의해 규정된 TXOP 범위 내에서 전송이 가능하다. 둘째, ad hoc 망에서 QoS를 지원하기 위하여 AP 기능 이동성을 지원할 수 있는 방법이 추가되었다. 이 방법에 따르면 ad hoc 망에 속한 임의의 QSTA로 하여금 HC의 역할을 수행하도록 하고 만약 HC의 역할을 수행하고 있는 QSTA가 해당 ad hoc 망에서 벗어나면 그 ad hoc 망에 존재하는 다른 QSTA로 하여금 HC의 역할을 수행하도록 하여 ad hoc 망에서 QoS가 제공되도록 하였다. 셋째, 여러 개의 프레임에 대해 하나의 Burst ACK 프레임을 사용하여 동시에 ACK를 함으로써 무선 자원의 효율을 향상시키는 방법이 추가되었다. 넷째, 규격의 부록에 있는 SDL을 삭제하기로 결정하였다. SDL을 대신하여 프로토콜을 정의하는 방식은 각 TG별로 독립적으로 정의할 예정이다.

현재 TGe의 표준화 진행 상황을 살펴보면 HCF의 주요 골격은 유지하되 자원 효율성 제고와 QoS의 좀더 포괄적인 지원 측면에서 이를 보완하는 작업이 진행 중임을 알 수 있다. TGe의 표준화 작업이 완료되기 위해서는 새롭게 추가된 기능에 대한 검토가 좀더 이루어 져야 하고 그 밖의 보완 사항을 고려하면 앞으로도 상당한 시간이 더 필요한 것으로 생각된다.

나. TGF

IEEE 802.11은 무선 LAN 시스템을 위한 MAC 계층과 물리계층을 규정하고 있으며, AP와 DS의 개념을 포함한 기본적인 시스템 구조를 포함하고 있다. 그러나 무선 LAN 시스템을 구현하는 방법은 다양하기 때문에 이러한 개념의 구현에 대해서는 의도적으로 규정되지 않았다. 이러한 사실은 DS와 AP 설계에 많은 유연성을 준 반면 각 vendor별로 DS와 AP 설계 방법을 다르게 해 vendor가 다른 AP 장치들간의 상호 연동을 어렵게 만들었다. IEEE 802.11 시스템의 이용이 늘어남에 따라 이러한 제한은 무선 LAN 시장의 성장에 큰 장애물이 되고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 TGF는 multi-vendor AP간 상호연동을 위해 필요한 AP간 프로토콜(Inter Access Point Protocol: IAPP)의 구현을 위한 recommended practices를 정의하고 있다.

TGF는 2000년 3월 승인을 받았고 2001년 1월 회의에서 IAPP를 위한 Draft 작성을 시작하였다. 2001년 3월 회의에서 첫 번째 Draft를 작성한 이래 지속적인 수정 작업을 진행하고 있으며, 2001년 11월 회의와 2002년 1월 회의를 통해 RADIUS와의 통신을 통해 802.1X를 지원하는 Draft 3.0을 완성하였다. 2002년 3월 회의에서는 Old AP와 New AP 사이에 교환되는 서비스의 형태, Security Block과 association information elements, 그리고 IAPP ADD-notify packet의 보안 방안 등이 논의되었다. TGF는 현재 STA의 Secure Roaming을 지원하기 위한 IAPP와 RADIUS의 구체적인 작동 과정 및 보안 방안에 대한 논의를 진행 중이며, 2002년 말 정도에 IEEE 802.11f의 표준화가 완료될 것으로 예상된다.

다음은 IEEE 802.11f/D3.0(9)의 내용을 간략히 소개한 것이다.

그림 11은 현재 TGF가 Draft 3.0에 정의한

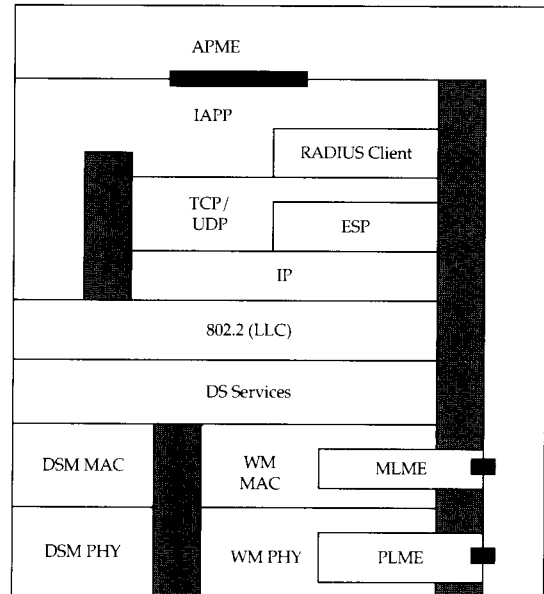


그림 11. IAPP를 지원하는 AP 구조 (출처: IEEE 802.11f/D3.0(9))

IAPP의 프로토콜 스택이다. IAPP는 여러 개의 AP와 이동 STA, DS, 그리고 하나 이상의 RADIUS 서버를 포함하는 RADIUS infrastructure로 구성되어 있는 환경에서 작동한다.

IAPP는 AP의 특성과 기능을 구현하고 있는 AP 운영 entity인 APME (AP Management Entity)와 IAPP SAP (service access point)를 통해 IAPP-INITIATE 서비스 primitive를 교환하며 초기화된다. 만약 STA으로부터 (re)association 요청을 수신하면, APME와 IAPP는 IAPP-ADD 또는 IAPP-MOVE primitive를 교환함으로써 STA의 (re)association 서비스를 제공한다. 이때 IAPP는 Layer 2 Update Frame을 전송함으로써 LLC가 AP 사이에 이동하는 STA의 정보를 Bridge의 Forwarding table에 정확하게 유지할 수 있도록 한다.

IAPP는 APME를 통해 STA reassociation 요청을 수신한 경우 802.1X 인증을 지원하기 위해

RADIUS client를 사용한다. RADIUS client는, AP의 BSSID와 IP 주소를 매핑하는 기능과 AP 사이의 통신을 암호화하기 위해 AP에 키를 분배하는 기능을 수행하는 RADIUS server와 통신을 한다. 이렇게 함으로써 IAPP는 이동하는 STA에 대해 secure handoff를 제공하며, 그림 12에서와 같이 Old AP와 New AP는 IAPP와 RADIUS를 통해 802.1X를 사용하여 STA들이 로밍을 수행할 때 STA의 재인증 과정을 거치지 않고 STA의 association 정보를 교환함으로써 seamless connectivity를 제공한다.

다. TGg

2.4GHz ISM 대역의 IEEE 802.11b는 DSSS 방식으로 1, 2Mbps의 전송율을 지원하고 있고, CCK를 이용해 5.5Mbps, 11Mbps를 지원하고 있다. ISM대역에서 이보다 더욱 높은 전송율을 지원하는 표준을 제시하는 것이 TGg의 목표이다.

이에 대한 요구사항으로는 다음과 같은 것들이 있다: 새로운 표준은 IEEE 802.11b를 확장한 것으로

802.11b 물리계층의 모든 필수사항들을 구현하여 802.11b와 상호 공존이 가능해야 하고, 802.11b의 선택사항들을 수정하지 않아야 하며, MAC의 관점에서도 단순히 MIB 값을 수정하여 동작할 수 있도록 해야 한다. 또한 적어도 20Mbps 이상의 전송율을 제공해야 하며, 주파수 대역과 관련해서도 802.11b의 표준을 유지해야 한다.

TGg는 2000년 3월 Higher IEEE 802.11b라는 SG에서 출발하여, 2000년 9월 정식 TG로 승인되었다.

2000년 10월 회의에서 Texas Instruments, Supergold Communications, Intersil, 3Com에서 제출한 4개의 제안에 대한 발표가 있었다. 2000년 11월에는 3Com의 uncoded DQPSK에 대한 제안이 기각되었으며, Supergold Communications의 MBCK (M-ary Bi-Code Keying)와 Texas Instruments의 PBCC (Packet Binary Convolutional Coding)에 대한 제안은 각각 3월과 5월 회의에서 기각되었다. 그리고 2001년 11월 회의에서 Intersil과 Texas Instruments가 공동안(802.11b와 주파수 대역만

변경된 802.11a가 필수규격이고, CCK-OFDM과 PBCC가 선택규격)을 내었고, 이 안은 76%의 찬성을 얻어 선정되었다. 그리고 이 선정 결과를 바탕으로 Draft 1.0이 작성되었으며, 2002년 후반부 표준화 완료를 목표로 수정 및 보완 작업을 계속 진행하고 있다.

최근 3월 회의에서는 IEEE 802.11b와 IEEE 802.11g의 STA가 공존하는 경우, OFDM 프레임 보호하는 문제에 대한 논의가 이루어졌으나, 이에 대한 해결책이 RTS/CTS를 이용하는 것인 관계로 802.11e와의 공동회의 후에 결정하기로 하였다. 그리고 기존의 25MHz 대역폭을 갖는 3 채널 구조를 20MHz

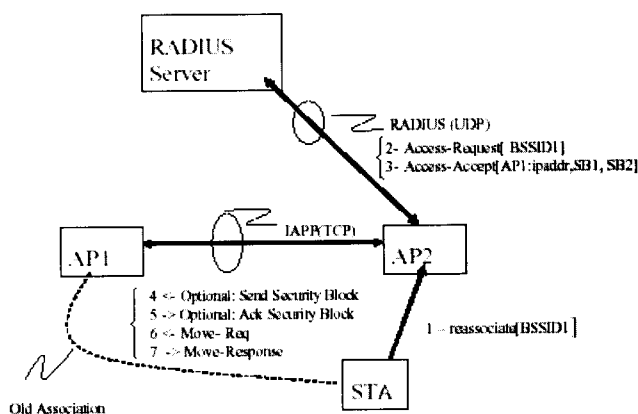


그림 12. STA reassociation 동안의 IAPP 메시지 교환 (출처: IEEE 802.11f/D3.0(9))

대역폭을 갖는 4 채널 구조로 변경하지는 의견도 있었으나, 이에 대한 결정을 내리지는 못하였다.

다음은 IEEE 802.11g/D2.5[10]의 내용을 간략히 소개한 것이다.

그림 13은 IEEE 802.11g의 동작 모드를 설명하고 있다. 그림 13에서 알 수 있듯이 IEEE 802.11g는 기존의 802.11b의 필수 모드를 반드시 포함해야 하고, 802.11b의 선택사항인 short preamble 모드를 지원해야 한다. 그리고 802.11b의 채널 파라미터를 사용하면서 802.11a OFDM 방식의 모든 필수 모드를 지원하는 것을 필수로 하고 있다. 선택 모드로는 CCK-OFDM과 PBCC-22, PBCC-33이 있으며, Draft에서는 이들에 대한 내용을 주로 다루고 있다.

우선 CCK-OFDM에서는 802.11b와의 호환을 위해 preamble의 구조를 그림 14와 같이 수정하였다. 즉 앞에는 802.11b의 필수 모드인 long preamble이나 선택 모드인 short preamble을

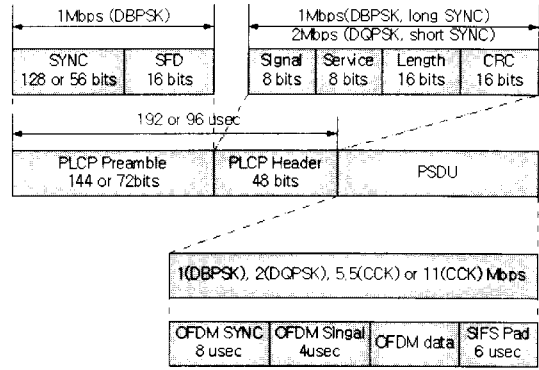


그림 14. IEEE 802.11g CCK-OFDM의 프레임 구조
(출처: IEEE 802.11g/D2.5[10])

전송하고, 이어서 802.11a의 long preamble과 SIGNAL, 그리고 데이터 순으로 전송하는 것이다. 16 비트의 SFD는 헤더의 시작점을 알려주는 역할을 한다.

48비트로 이루어진 헤더는 SIGNAL, SERVICE, LENGTH, CRC 필드로 구성되어 있고, long preamble 모드에서는 DBPSK로, short preamble 모드에서는 DQPSK로 변조되어 전송된다. SIGNAL 필드는 PSDU의 전송율을 나타내는 역할을 하며, 16진수로 나타난 값에 100kbps를 곱한 것이 실제 전송율이다. 그러나 CCK-OFDM의 경우는 2Mbps에 해당하는 값으로 이 필드를 채우고, 실제 전송율은 OFDM SIGNAL 영역에 다시 나타난다. 그리고 SERVICE 필드는 모드 선택 정보나 부가적인 길이 정보로 이루어진다. 그리고 마지막에는 SIFS가 10µsec인 802.11b와의 호환을 위해 6µsec의 SIFT pad를 붙인다.

주파수 대역은 802.11b에서 정의한 대역을 그대로 사용하고, 주파수 마스크 등과 같은 규격은 802.11a의 내용을 그대로 적용한다. PBCC-22와 PBCC-33 선택 모드의 기본적

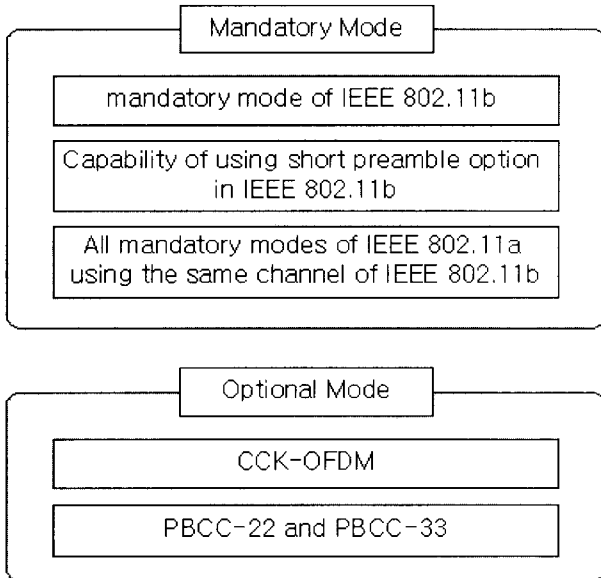


그림 13. IEEE 802.11g의 동작 모드들
(출처: IEEE 802.11g/D2.5[10])

인 동작 시나리오는 802.11b의 선택규격이었던 PBCC(5.5Mbps, 11Mbps)와 같고, 부호화 방식과 변조 방식만 변경되었다.

라. TGh

유럽은 5GHz HIPERLAN/2 대역을 사용하고 자 하는 시스템에 대해 송신전력제어(TPC)와 동적 주파수선택(DFS) 기능을 반드시 지원할 것을 요구하고 있다. TGh는 이러한 DFS와 TPC 기능을 제공하도록 MAC과 물리계층 규격을 보장하는 것을 목적으로 만들어진 그룹으로서, 그 첫번째 회의가 2001년 1월에 열렸다.

2002년 3월 회의에서는 Transmit Power Indication field를 beacon 프레임에 포함시켜 TPC 기능을 더욱 확장시켰고, DFS를 위한 새로운 접근방법, Measurement offset element, 그리고 Fast channel switching에 관한 제안 등이 논의되었으며, quiet period offset에 관한 내용들이 규격에 포함되었다.

IEEE 802.11h Draft 2.0에서는 TPC와 DFS 기능을 수행하기 위해 개선 보완된 실행과정(procedure)과 프레임의 형태를 규정하고 있다 [11]. TPC를 위해서 STA이 AP와 통신을 시작하기 위한 준비과정에서 필요한 항목인 STA의 사용전력능력(power capability)은 association 요구와 reassociation 요구 프레임에 명시된다. 각 국가별 사용 가능한 여러 채널에서의 최대송신전력수준(country and power constraint)은 beacon과 probe 응답에서 규정된다. 각 채널에서 데이터전송을 위한 송신전력의 결정과 그 값의 최적화는 각 STA의 현재 송신전력과 수신 마진 추정값을 바탕으로 수행될 수 있다. 이 과정에서 필요한 송신전력이나 수신전력 마진 추정값은 규격에 명시된 TPC 요구와 TPC 응답 프레임에 포함된다.

이미 운용되고 있는 사용자들과의 간섭을 피하고

채널을 보다 효율적으로 운영하기 위한 DFS 실행과정 역시 Draft 2.0에 포함되어 있다[11]. 채널이 다른 사용자에게 의해 이미 사용되고 있는지의 여부를 결정하기 위해 모든 데이터의 송신을 중지시키는 quiet period에 관련된 정보를 beacon과 probe 응답에 포함시켜 채널 측정을 용이하게 한다. 이 결과 다른 사용자가 감지되면 STA는 그 채널에서의 송신을 중지하고 다른 가능한 채널을 찾게 된다. 채널 측정을 위하여 measurement 요구 프레임을 정의하고 있으며 이 프레임을 받은 STA는 요청된 측정을 실행하여 그 결과를 measurement report 프레임에 넣어 답한다. AP나 STA는 여러 경로를 통해 얻어진 측정결과를 포함한 정보를 이용하여 새로운 채널을 선택할 수 있으며 그 결과를 beacon이나 probe 응답 혹은 channel announcement 프레임에 포함시켜 전송한다.

마. TGi

IEEE 802.11 무선 LAN은 보안을 위해 WEP(Wired Equivalent Privacy) 알고리즘을 적용하고 있다 그러나 WEP은 공유키의 사용, 스트림 암호의 짧은 키를 길게 확장하는 RC4 암호화 알고리즘 사용, 24bit의 초기화 벡터(IV) 값 재사용, 그리고 CRC-32 checksum을 사용하여 무결성(integrity)을 검사하기 때문에 보안성에 문제가 있다는 사실이 밝혀졌다.

2001년 5월 TGe에서 분리된 TGi는 이와 같은 WEP 보안 알고리즘의 문제점을 파악하고 802.1X를 포함함으로써 키를 관리할 수 있는 방안을 정의하는 등 개선된 보안과 인증 기법을 지원할 수 있도록 802.11 MAC을 개선하기 위해 활동하는 그룹이다. TGi는 현재 Draft 2.0에 대한 수정 보완 작업을 진행중이다[12].

IEEE 802.11i Draft에 대한 자세한 내용은 본 호의 다른 논문에서 상세히 소개되고 있으므로 여기

서는 생략하도록 한다

바. WNG SC

2001년 11월 회의에서 그동안 5GHz 무선 LAN 표준들의 조화와 단일 국제 표준화를 논의하던 5GSG의 활동이 더 이상 의미가 없다는 의견이 주류를 이루어 5GSG의 해체가 결정되었으며, 대신 차세대 무선 LAN을 위한 요구사항과 표준화 계획을 작성하는 것을 목적으로 한 WNG SC (Wireless LAN Next Generation Standing Committee)가 새롭게 만들어져 2002년부터 1월 회의에서부터 활동을 시작하였다.

IEEE 802 3월 회의에서 WNG SC는 5일의 일정 동안 3번의 세션이 열렸는데, 매 세션마다 100여 명의 사람들이 모여 많은 관심을 보여 주었다. 3월 회의에서는 모두 10개 정도의 contribution 발표가 있었는데, HDR (High Data Rate) 802.11a, 3세대 이동통신망과의 연동, 차세대 무선 LAN의 개념 및 요구사항 등 3가지 정도로 구분 가능하다.

HDR 802.11a는 현재 802.11a 시스템의 물리계층에서 전송율을 100Mbps 정도로 높이기 위한 기술로는 채널 상태에 따라 각 부반송파 별로 다른 변조 방식을 적용하는 bit-loading 알고리즘과 TCM (Trellis Coded Modulation)을 결합한 방식과 송수신단에 다중 안테나를 사용한 다이버시티 방식과 공간 다중화 방식, 대역폭을 두 배로 증가시키는 방식들에 대한 발표가 있었다. 그리고 이와 같은 방식으로 물리계층에서 전송율을 증가시킨다고 해도 MAC 계층의 개선이나 overhead를 줄이지 않는 한 시스템 효율 증가를 기대하기는 힘들다는 내용의 발표와 CSMA/CA, RTS/CTS의 overhead를 줄이기 위한 CSMA/CS라는 방식을 제안하는 발표가 있었다. 그리고 현재 MMAC와 ETSI에서 같이 진행하고 있는 3세대 이동통신 시스템과의 연동에 대

한 발표가 있었고, 참석자들의 투표에 의해 여기에 같이 참여한다는 결정을 내리기도 하였다. 그리고 홈 네트워크의 요구 사항과 차세대 무선 LAN의 관점, 자체적으로 셀을 구성할수 있는 self-configurable 무선 LAN 네트워크, GAN (Global Area Network)의 개념에 대한 발표가 있었으며, 이들 외에도 IAG (Industry Advisory Group) 미팅 내용과 무선 LAN에서도 UWB (Ultra Wide Band)에 대한 연구가 필요하다는 발표들이 있었다.

그리고 회의 마지막에 현재 WNG을 어떻게 이끌어 나갈 것인가에 대한 논의가 있었는데, SG으로 제안하는 것은 3월 회의에서는 하지 않고 다음에 결정하는 것으로 하고, 5GHz와 2.4GHz 등 어떤 주파수 대역을 중심으로 HDR에 대한 연구를 할 것인가에 대한 결정도 이루어지지 않았다. 그러나 단순히 물리계층에서의 전송율 증가를 위한 연구보다는 MAC과의 연계성을 갖는 연구가 이루어져야 한다는 데 있어서는 거의 만장일치에 가까운 동의를 얻었다.

WNG SC는 추후 차세대 무선 LAN에 대한 물리계층과 이를 지원하기 위한 MAC에 대한 표준을 정하고, 3세대 이동통신망과의 연동 문제를 다루는 중요한 TG으로 발전해 나갈 것이며, 이에 따라 이에 대한 관심이 세계적으로 크게 높아질 것으로 예상된다.

2. ETSI BRAN

유럽의 ETSI BRAN은 5GHz 대역에서 최대 54Mbps까지 전송 가능한 무선 LAN 규격인 HIPERLAN/2에 대한 물리계층과 데이터 링크계층, 그리고 이더넷, IEEE 1394, UNI 등과의 인터페이스를 위한 convergence 계층의 규격 표준화를 이미 완료하였으며, 현재는 일련의 conformance 시험 규격과 IEEE 1394 Bridge를 위한 부계층 규격의 표준화를 진행중이다. ETSI BRAN은 또한

2001년 8월 "Requirements and Architectures for Interworking between HIPERLAN/2 and 3rd Generation Cellular systems"를 작성 완료하였고, 이를 기반으로 현재는 3세대 이동통신망과 HIPERLAN/2의 연동 구조와 프로토콜을 규정하는 기술 규격에 대한 표준화 작업을 진행 중이다.

IV. 기술개발 동향

가. 국외

IEEE 802.11b 규격의 2.4GHz 무선 LAN 칩셋은 미국의 Intersil, AMD, OKI 등이 출시하고 있으며, Intersil은 PRISM 시리즈로 IEEE 802.11b 규격의 무선 LAN 칩셋 시장의 50~60%를 차지하고 있다.

Proxim(RangeLAN), Cisco Systems(Aironet), 3COM, Intel 등은 Intersil이 제공하는 칩셋을 이용해 IEEE 802.11b 규격의 무선 LAN AP 및 NIC 등을 출시하고 있으며, 2000년 Lucent Technologies로부터 분사한 Agere Systems는 자사가 개발한 칩셋을 이용해 ORiNOCO라는 무선 LAN 제품을 판매하고 있다.

IEEE 802.11a 규격을 만족하는 칩셋 개발에 있어 가장 앞선 곳은 미국의 Atheros이다. Atheros는 2001년 CMOS 공정을 적용한 RF 칩과 BBP(Baseband Processor)를 출시하였으며, 최근 IEEE 802.11a와 802.11g Draft, 그리고 IEEE802.11b 규격을 동시에 만족하는 combo 칩을 포함한 2세대 칩을 개발해 샘플을 공급하고 있다. Intersil은 최대 54Mbps의 전송율을 제공하는 IEEE 802.11a 규격과 HIPERLAN/2 규격을 만족하는 PRISM Indigo 칩셋을 개발하여 출시를 앞두고 있는 것으로 알려져 있다.

5GHz 무선 LAN 장비의 경우 Proxim

(Harmony), Intel(Pro/Wireless 5000), Sony(VAIO), SMC Networks(EZ connect) 등이 Atheros의 칩셋을 이용해 장비 개발을 완료하고 2001년 하반기부터 일부 국가에서 관련 제품을 출시하고 있으며, Agere Systems는 IEEE 802.11b NIC은 물론 IEEE802.11a NIC도 장착 가능한 AP를 출시하였다.

또한 미국의 Cisco는 자체적으로 개발한 칩을 적용한 AP 및 NIC을 개발하였다고 발표하였으며, 인텔은 독자적인 칩 개발이 거의 완료단계라고 발표하였다.

HIPERLAN/2의 경우에는 스웨덴의 Ericsson이 2000년말 관련 시제품을 선보인 후 이의 개량 작업을 진행 중이었으나 현재는 칩셋 개발을 중단한 것으로 알려지고 있고, 필립스 반도체도 HIPERLAN/2 칩셋 개발은 포기하고 IEEE 802.11a/h 규격의 칩셋을 개발할 것임을 표명하는 등 유럽 내에서도 HIPERLAN/2 칩셋의 개발이 활발하지 않은 상태이다.

무선 LAN 기술을 공중 무선망에 적용이 급속히 진행됨에 따라 무선 LAN간 연동 및 무선 LAN과 3세대 이동통신망과의 연동에 대한 기술개발도 활발히 진행되고 있다. 이와 관련해 Ericsson은 2001년 3월 노르웨이의 Telnor와 함께 무선 LAN과 UMTS(유럽 방식 IMT-2000)의 통합에 대한 상업적인 평가와 시험을 목적으로 한 H2U라는 이름의 프로젝트에 착수한 바 있고, WECA(Wireless Ethernet Compatibility Alliance)에서는 무선 LAN간 로밍 방식을 연구하기 위한 WISPr(Wireless Internet Service Provider) WG를 만들어 운용중이며, 앞에서 살펴보았듯이 IEEE 802.11 WG 역시 WNG SC에서 이에 대한 논의가 이루어지고 있다.

국내의 경우 삼성전기, 크리웨이브 등 몇몇 업체가 Intersil사의 칩셋을 이용해 IEEE 802.11b 규격의 AP 및 NIC을 상용화하여 시판 중이다.

반면 5GHz 무선 LAN의 경우 국내업체는 대부분 Atheros로부터 부품을 공급받지 못하고 있어 NIC 및 AP 등의 장치 개발이 본격화되지 않은 상태이며, 몇몇 업체는 자체적으로 IEEE 802.11a 모델 및 MAC 칩셋 개발을 위해 노력 중이다.

이와 관련하여 ETRI는 업체와 공동으로 IEEE 802.11a/e/f/h/i를 만족하는 핵심부품 및 시스템 기술 개발, 무선 LAN간 및 무선 LAN과 IMT-2000 시스템과의 연동 기술개발을 수행 중이며, 아울러 차세대 무선 LAN을 위한 핵심원천 기술에 대한 연구를 병행하고 있다.

V. 결론

무선 LAN 시장은 국제적인 표준화의 진전과 관련 제품의 저가격화, 이용 분야의 확대 등에 힘입어 급속한 성장이 예상되며, 특히 무선 LAN이 무선 맥 내망의 솔루션으로 자리잡게 되고, IMT-2000과 성공적으로 연동되는 경우 무선 LAN 시장은 폭발적으로 성장할 것으로 전망된다. 따라서 이러한 시장 흐름과 기술 발전 추세에 대비한 종합적이고 미래 지향적인 기술개발 계획의 수립 및 시행이 시급한 시점이다.

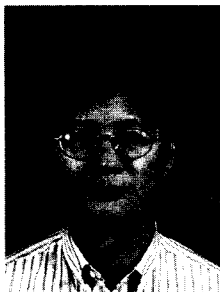
또한 무선 LAN 기술 분야의 경우 국제적인 표준화에 발맞추어 기술 또는 제품 개발을 진행하지 않은 관계로 주도적으로 표준화에 참여하는 한편 기술 및 제품 개발을 병행한 선진 업체들에 비해 기술 수준 및 출시 시기가 뒤쳐질 수밖에 없었다. 또한 IPR의 미확보로 인하여 관련 제품을 개발하더라도 관련 IPR에 대한 기술료를 지불해야 하며, 이는 가격 경쟁력에 있어 원천적으로 불리한 요소로 작용하였다. 이와 같은 문제를 근본적으로 해결하기 위해서는 국제적인 표준화에 앞서 기술개발을 진행하여 관련 기술에 대한 IPR을 확보하고 표준화 활동이 시작되면 확보한 IPR을 관련 표준에 반영시키는 노력과 병행하여 관련 칩셋 및 장치 개발을 진행해야 할 것이다.

참고 문헌

- [1] ANSI/IEEE Std 802.11, 1999 Edition: "Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications".
- [2] IEEE Std 802.11b-1999 (Supplement to IEEE 802.11, 1999 Edition): "Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications: Higher-Speed Physical Layer Extension in the 2.4GHz Band".
- [3] IEEE Std 802.11a-1999 (Supplement to IEEE 802.11, Edition): "Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications: High-speed Physical Layer in the 5GHz Band".
- [4] ETSI TR 101 683 (V1.1.1): "Broadband Radio Access Networks (BRAN); HIPERLAN Type 2; System Overview".
- [5] ETSI TS 101 767-1 (V1.2.1): "Broadband Radio Access Networks (BRAN); HIPERLAN Type 2; Data Link Control (DLC) Layer; Part 1: Basic Data Transport Functions".
- [6] ETSI TS 101 761-2 (V1.2.1): "Broadband Radio Access Networks (BRAN); HIPERLAN Type 2; Data Link Control (DLC) Layer; Part 2: Radio Link Control (RLC) sublayer".
- [7] ETSI TS 101 475 (V1.2.2): "Broadband Radio Access Networks (BRAN); HIPERLAN Type 2; Physical (PHY)

Layer”.

- [8] IEEE 802.11e/D2.0a (Draft Supplement to IEEE 802.11, Edition): “Medium Access Control (MAC) Enhancements for Quality of Service (QoS)”.
- [9] IEEE 802.11f/D3.0 (Draft Supplement to IEEE 802.11, Edition): “Recommended Practice for Multi-Vendor Access Point Interoperability via an Inter-Access Point Protocol Across Distribution Systems Supporting IEEE 802.11 Operation”.
- [10] IEEE 802.11g/D2.5 (Draft Supplement to IEEE 802.11, Edition): “Further Higher-Speed Physical Layer Extension in the 2.4GHz Band”.
- [11] IEEE 802.11h/D2.0 (Draft Supplement to IEEE 802.11, Edition): “Spectrum and Transmit Power Management extensions in the 5GHz band in Europe”.
- [12] IEEE 802.11i/D2.0 (Draft Supplement to IEEE 802.11, Edition): “Specification for Enhanced Security”.



안재영

1983년 연세대학교 전기공학과(학사), 1985년 연세대학교 대학원 전기공학과(석사), 1989년 연세대학교 대학원 전기공학과(박사), 1989년~현재 한국전자통신연구원 무선방송연구소 무선LAN연구팀 팀장/책임연구원

관심분야: 디지털 변복조, 무선 MAC 프로토콜, ad hoc 망



오덕길

1980년 서울대학교 전자공학과(학사), 1984년 서울대학교 대학원 전자공학과(석사), 1996년 서울대학교 대학원 전자공학과(박사), 1982년~현재 한국전자통신연구원 무선방송연구소 광대역무선통신연구부 부장/책임연구원

관심분야: 무선통신, 위성통신



김재명

1974년 2월 한양대학교 공과대학 전자공학과 졸업(학사), 1981년 8월 Univ. of Southern California 공과대학 전기공학과 졸업(석사), 1987년 8월 연세대학교 대학원 전자공학과 졸업(박사).

1982년 9월~현재 한국전자통신연구원 책임연구원(현 무선방송연구소장), 1996년~현재 한국통신학회 상임이사, 1999년~현재 통신위성·우주산업연구회 부회장, 2001년~현재 한국방송공학회 부회장, 2001년~현재 한국전파진흥협회 이사