

60GHz 대역 WPAN 표준 기술 동향: Ecma International TC48 표준 기술 중심

Standardization Trend of 60GHz Frequency Band WPAN Technology

이동통신과 방송기술 개발 현황 특집

이우용 (W.Y. Lee)

초고속무선전송연구팀 팀장

목 차

-
- I . 서론
 - II . 채널 특성과 주파수 대역 할당
 - III . Ecma International TC48 개요
 - IV . 물리 계층
 - V . MAC 계층
 - VI . HDMI 프로토콜 적응 계층
 - VII . 결론

본 고에서는 밀리미터파(57~66GHz) 대역의 새로운 주파수 자원을 개척하여 국내 기업이 세계 시장을 장악하고 있는 LCD, PDP 및 차세대 DVD 플레이어 등에 적용될 Wireless HD-SDI/DVI와 외장 하드 디스크, 메모리 등 외부 기억 장치와의 자원 공유에 사용될 Multi-Gbps급 Wireless LAN, Wireless PAN, Wireless SAN 등에 적용될 무선 전송 기술 동향이다. 57~66GHz 주파수 대역에 대한 국제 표준화로 Ecma International TC48을 중심으로 활발히 일어나고 있는 표준 기술과 표준화 동향을 살펴본다.

I. 서론

본 고에서는 전 세계적으로 주파수 자원의 부족을 해소하기 위한 해결책으로 밀리미터파 대역에 대한 사용 방안이 비허가 또는 ISM 대역으로 할당되면서 관심이 집중되고 있는 57~66GHz 대역을 사용하여 국제 표준을 제정하고 있는 Ecma International TC48 단체의 표준화 동향을 다룬다. 미국의 경우 1994년 FCC는 59~64GHz 주파수 대역을 허가 없이 사용할 수 있는 저전력 장치에 할당하였고 1997년과 2000년 규칙 개정을 통해 주파수 대역을 57~64GHz 대역으로 확장하였다. 일본과 캐나다, 유럽 등도 이러한 국제 주파수 정책에 발맞추어 빠르게 대응하고 있으며 국내에서도 지난 2006년 7월 정보통신부가 새로 57GHz에서 64GHz에 걸친 7GHz의 주파수 대역을 무선 통신용으로 할당하였고 2007년 4월에는 이에 대한 기술 기준이 완료되었다.

밀리미터파(57~66GHz) 대역에 대한 표준화 활동은 유럽의 ETSI/BRAN(무선 LAN 응용), 북미의 IEEE 802(무선 PAN/LAN 응용, 사실상 국제 표준 (de-facto international standard)), ISO 21216 (ITS 통신 응용), 그리고 최근에 60GHz 대역 WPAN 응용과 관련하여 WiHD 컨소시엄과 Ecma International 등에서 활발히 진행 중이다[1]-[9]. 본 고

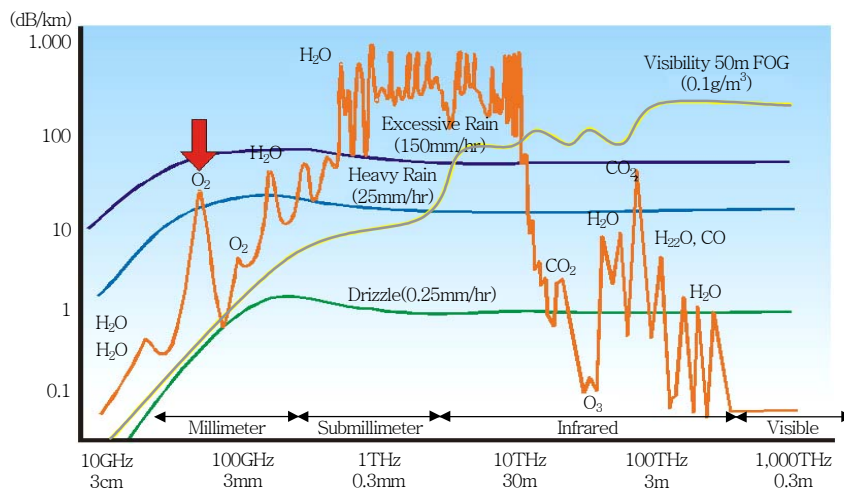
에서는 현재 60GHz 대역 WPAN 응용과 관련하여 가장 빠르게 표준화를 진행하고 있는 Ecma International TC48의 표준화 동향에 대해 살펴보고 하겠다[10]. 먼저 I장에서 각각 60GHz 대역 채널 특성과 주파수 할당 동향을 살펴보고, 본문에서는 WPAN 표준화 동향, PHY 계층 표준화 기술, MAC 계층 표준화 기술에 대해 살펴보고, VII장에서 결론을 맺는다.

II. 채널 특성과 주파수 대역 할당

1. 60GHz 대역 채널 특성

60GHz 주파수 대역은 초광대역을 사용하여 높은 데이터 전송률을 얻을 수 있다는 점 이외에도 직진성이 강해 주변 간섭에 매우 강하고, 보안성이 뛰어나며, 주파수 재사용이 용이하다는 등의 장점을 가지고 있다. 또한, 파장이 짧아 각종 소자의 소형화 및 경량화가 가능하다.

반면, 산소 분자에 의한 흡수 및 강우에 의한 감쇄현상으로 인해 전파거리가 짧고, 직진성의 특징으로 인해 가시거리(line of sight)가 확보되어야 하는 문제점이 발생한다. (그림 1)은 주파수 대역에 따른 산소분자의 흡수현상과 강우감쇄를 보여주고 있다 [11]. (그림 1)에서 볼 수 있듯이 57~66GHz 대역



(그림 1) 주파수 대역에 따른 산소분자의 흡수 현상과 강우감쇄

에서는 km당 12~16dB의 산소 분자에 의한 신호감쇠가 발생한다.

그러나 60GHz 주파수 대역에서는 짧은 전파 거리와 직진성의 특징으로 인해 오히려 보안을 높일 수 있는 강점을 가진다. 60GHz 주파수 대역을 사용한 점 대 점(point-to-point) 무선 통신은 높은 보안성으로 인해 정보 기관에 의해 주로 보안이 필요한 무선 통신에 많이 사용되었고, 또 군에 의해서 인공 위성간의 통신에도 사용되었다. 그리고, 우리나라와 같이 아파트가 보편화된 곳에서는 IEEE 802.11 무선 LAN을 사용할 때에 발생하는 보안 문제를 60GHz 주파수 대역을 사용함으로써 해결할 수 있다. 위의 주파수 특성으로 인해 생기는 또 다른 장점 중의 하나는 주파수 재사용이다. 60GHz 대역 주파수는 무선 링크의 거리가 길어짐에 따라 주파수의 방사 전력이 급격하게 낮아져서 주변의 다른 60GHz 링크에 간섭을 줄 수 없을 정도의 수준으로 낮아지게 되므로, 지리적으로 근접한 위치에서 동일한 60GHz 주파수 채널을 이용해서 여러 무선 링크를 형성하여 통신을 하는 데에 문제가 없기 때문에 주파수의 재사용이 용이하다. 이러한 장점이 단점으로도 작용하여 먼 거리의 단말과 통신하기 위해서는 큰 감쇄를 극복하기 위해 소모되는 전력이 매우 크다. 이러한 단점을 극복하기 위해 지향성 안테나를 사용할 수 있다.

2. 60GHz 대역 주파수 할당 동향

한국을 비롯해 미국, 캐나다 등의 북미 지역은 현

재 57~64GHz, 일본은 59~66GHz의 7GHz 대역폭의 주파수를 각각 할당하였고 미국, 한국, 일본은 이미 기술 기준을 마련하여 원천 기술 개발 및 산업 활성화를 주도하고 있다[12]-[17]. (그림 2)는 주요 국가들의 60GHz 주파수 대역 할당을 보여준다. 유럽의 경우는 아직 주파수 할당 과정이 진행중으로 57~66GHz 전 대역 할당을 ETSI 및 ECC에 요청해 놓은 상태이다[13].

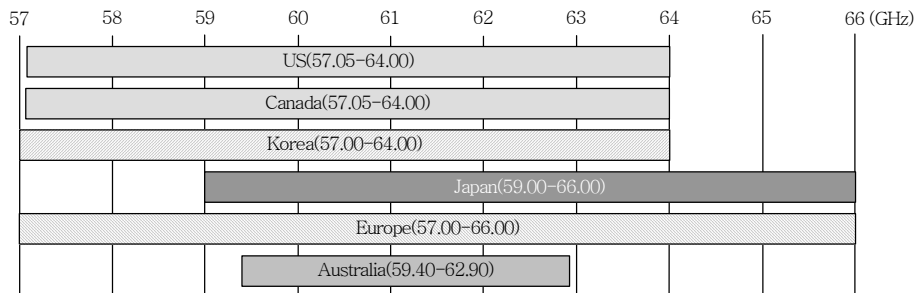
(그림 2)에서 보는 바와 같이 각 국가별로 할당된 주파수에 다소간의 차이가 있으므로 IEEE 802.15.3c PHY 표준을 제안하는 그룹[1]-[6] 및 업체별로 서로 다른 채널 분배 정책을 제안하고 있다[7]-[9].

일반적으로 59GHz에서 64GHz에 이르는 주파수 대역은 한국, 북미, 유럽 및 일본에서 공통으로 할당된 대역이므로 공통 채널로 사용하지만, 각 국가별로 주파수가 일치하지 않는 대역에 대해서는 독립적인 별도의 고속 데이터 전송 채널로 할당하거나, 낮은 데이터 전송률을 지원하는 채널 또는 제어 채널로 할당하는 추세이다. 각 업체별로 제안하고 있는 채널 분배 정책에 대해서는 III장부터는 물리 및 MAC 계층 표준화 동향에서 보다 자세히 살펴보고자 한다[7],[18]-[20].

III. Ecma International TC48 개요

1. 표준단체의 작업 현황

Ecma International TC48(이전의 TC32-TG20)



(그림 2) 국내외 60GHz 주파수 대역 할당 동향

은 60GHz 비허가 대역의 짧은 거리 무선 통신을 위한 PHY(물리) 계층과 MAC 계층에 대한 국제 표준을 개발하고 있다. 본 표준은 대량의 데이터와 멀티미디어 스트리밍 전송을 위한 Gbps급의 높은 전송률을 제공하는 무선 개인 영역 네트워크(wireless personal area network, 점 대 점 통신 포함) 서비스를 제공한다[10].

본 TC48은 현재 60GHz 대역 무선 통신을 위한 PHY와 MAC 계층에 대한 국제 표준규격 초안을 출판하기 위한 초안을 거의 완성한 단계에 있다.

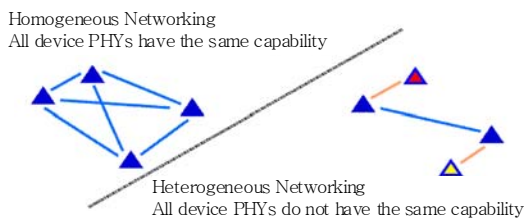
2. 주요 응용

핵심 응용 사례는 다음과 같다.

- 고해상도(비압축/약간 압축) AV 스트리밍
- 무선 결합 장치(wireless docking station)
- 초단거리 통신기기(short range sync & go.)

3. 이종간 통신

본 표준 규격은 3가지 다른 종류의 장치간 상호 공존할 수 있는 상호 운용의 표준을 정의한다. 따라서 모든 장치 유형 간의 상호 운용을 제공하는 이종의 네트워크(heterogeneous network) 솔루션을 제공한다(그림 3) 참조).



(그림 3) 이종간 통신

4. 장치 유형

세 가지 장치 유형은 다음과 같다.

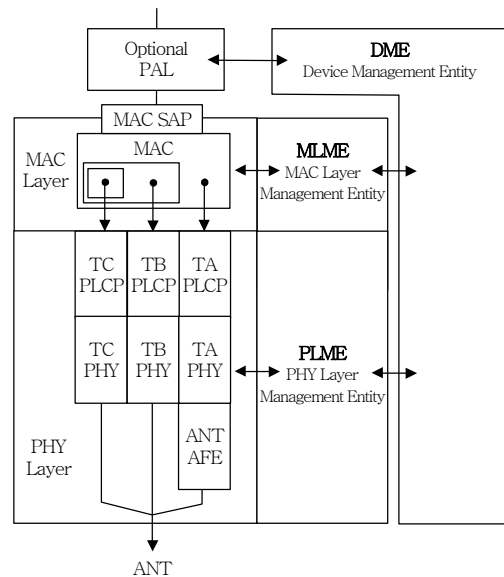
- 장치 유형 A는 10m 범위의 LOS/NLOS multi-path 환경에서 비디오 스트리밍 응용과 WPAN

응용을 제공하고, 높은 이득 혼련 안테나를 사용한다. 이 장치 유형은 'high end'-고성능 장치를 말한다.

- 두번째 유형 장치 B는 아주 짧은 범위(1~3m) 안에서 비디오 및 데이터 응용을 제공한다. 이 장치는 LOS 점 대 점 통신을 제공하는 것으로서 혼련 안테나를 사용하지 않는다. 이것은 '경제적인' 장치에 대한 규격으로써 저가격 및 저전력 구현을 위해 통신 거리와 NLOS 성능을 절충(포기)한 것이다.
- 세번째 유형 장치 C는 데이터 전용의 응용을 지원하는 규격을 말한다. 이 장치는 1m 범위 내에서 점 대 점 LOS 통신을 지원하는 것으로서 혼련 안테나도 없고, QoS도 지원하지 않는다. 이 유형의 장치는 'bottom end' 장치로써 간단한 구현, 낮은 비용과 낮은 소비 전력을 제공한다.

5. 프로토콜 구조

단일 MAC 계층 프로토콜은 (그림 4)에서 기술되었듯이 유형 B 및 유형 C 장치들이 각각의 물리계층에서 지원하는 기능이 제한된 것과 같이 제한된다.



(그림 4) 전체 프로토콜 구조

IV. 물리 계층

1. 주파수 계획

본 규격에서의 주파수 계획은 2.160GHz 대역으로 분리하여 1.728 Giga-Symbols/second의 심볼률이 될 수 있도록 4개의 주파수 채널로 분리하는 것이다. 모든 유형의 장치는 같은 주파수 계획을 따른다. 이러한 주파수 계획 아래에서 각각 3개의 채널은 일본, 한국, 미국 및 캐나다의 기술기준 도메인에서 정의된다. 본 표준 규격은 인접 두 채널의 결합 사용을 지원한다. 이 채널 결합은 더 높은 데이터 속도를 달성하도록 하거나, 보다 작고 효율적인 전송방식을 사용할 수 있게 할 것이다(그림 5 참조)[18].

2. 유형 A 물리 계층

유형 A 물리 계층은 두 가지 전송 방식, 즉, cyclic prefix를 포함하는 단일 반송파 블록 전송(SCBT) 방식과 직교 주파수 다중 분할(OFDM) 방식을 포함한다. 유형 A 장치 간의 상호 운용과 비컨 통신을 보장하기 위하여 공통의 필수(mandatory) 모드는 SCBT 전송 방식 기반으로 정의된다. 또한 필수 디스커버리(discovery) 모드는 안테나 혼련에 앞서서, 유형 A 장치간 초기 통신을 허용하도록 정의한다. 다른 모든 SCBT 모드와 OFDM 모드는 선택 사항이다.

모든 유형 A 장치들은 유연한 멀티-세그먼트 프레임 형식으로 지원한다. 이 형식을 사용하면 잠재적으로 서로 다른 변조 및 코딩 방식을 사용하는 다른 MAC 프로토콜 데이터 전송 단위(MPSUs)를 동일한 프레임으로 전송이 가능하다. 또한, 프레임 검

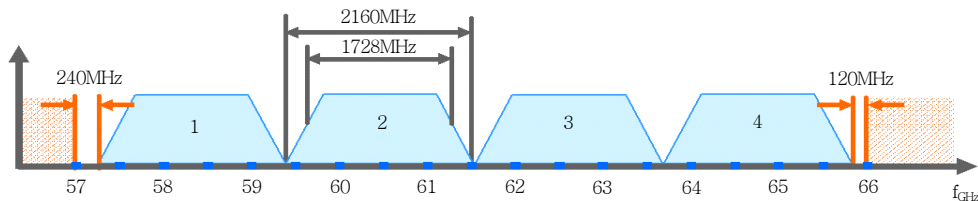
사 합(frame check sums), midambles 및 안테나 혼련을 시퀀스를 위한 길이, 유연한 사용 및 배치를 할 수 있게 한다.

불평등 오류 보호(UEP)는 멀티-세그먼트 패킷이나 특별히 설계된 변조 및 코딩 기법을 사용하여 지원된다. 이 UEP 코딩 모드에서는 비디오 신호들의 MSB와 LSB를 분리하여 RS 및 4개의 병렬 길쌈 부호기를 사용하여 부호화 한다. MSB에 LSB보다 강력한 길쌈 부호화를 제공함으로써 높은 품질의 비디오를 전송할 수 있다. 데이터 신호 전송의 경우 쉽게 동일 오류 보호(EEP) 모드로 전환 가능하다. 또한, 하나의 부호화율의 UEP는 constellation 점에서 MSB와 LSB를 지능적으로 사상하는 다른 형태의 UEP 기법을 제공한다. 오직 MSB만을 전송 기법은 재전송할 때 유용하게 사용된다. 특히 이것은 다른 데이터를 구성 요소들이 서로 다른 수준의 보호를 필요로 할 때 비디오 및 멀티미디어 전송에 유용하다.

또한, 유형 A 장치는 배열 안테나 이득을 얻기 위하여 사용될 수 있는 열린 회로 및 폐쇄 회로 안테나 혼련 프로토콜을 모두 지원한다. 유형 A 장치는 송신 스위치 다이버시티 프로토콜도 지원한다.

가. 단일 반송파 블록 전송(SCBT)

SCBT 전송 방식은 다중 경로(multi-path) 제거를 위한 시간 또는 주파수 등화기를 고용하기 위한 가변 길이 cyclic prefix(길이 4까지 가능함, 0 포함)를 포함한다. 이것은 일반적인 환경뿐만 아니라 지향성 안테나를 사용하는 환경에서도 다중 경로가 매우 심각하게 변할 때 특히 중요하다. SCBT 전송 모드는 여러 개의 전송 모드를 발생시키기 위한 다



(그림 5) 주파수 할당 계획

중 코드뿐만 아니라 $/2$ -BPSK, QPSK, $/2$ -NS8 QAM 및 16QAM을 채용한다[19]. Concatenated (RS+ convolutional code) 부호는 함께 사용에 대한 $/2$ -BPSK, QPSK 모드에 사용한다. TCM 변조 방식에서는 동일한 RS 부호를 사용한다. 이러한 변조를 사용할 때, 유형 A SCBT는 채널 결합 없이 0.4Gbps에서 6.1Gbps까지 데이터 전송 속도를 지원한다. 공통 비컨 전송을 위한 필수 모드는 $/2$ -BPSK 변조이고 데이터 전송률은 0.4Gbps이다.

나. OFDM

OFDM 전송 방식은 입력 데이터를 두 개 이상의 병렬 데이터 흐름으로 나누어 인코딩(encoding) 및 인터리빙(interleaving) 한다. 총 8개의 데이터 전송 모드는 QPSK와 16QAM 변조 기법 위에 서로 다른 4개의 다른 코드를 사용하여 생성할 수 있다. 리드 솔로몬(RS) 부호는 길쌈(convolutional code) 부호를 함께 결합하여 충분한 채널 코딩 이득을 얻고, 수신기에서 초고속의 길쌈 복호기 처리를 위하여 총 4개의 길쌈 인코더를 사용한다. 부호화 모드는 EEP 코딩, UEP 코딩, UEP 사상 및 MSB-only 전송 모드 등 다양한 응용 요구사항을 지원하도록 설계되었다. EEP와 UEP 모드는 고급 비트 인터리버와 결합하여 더 나은 성능을 제공한다. OFDM tone 인터리버는 IFFT의 구현 복잡도를 약간 감소시키는 이득이 있다[7].

다. 감지 모드와 안테나 훈련

감지 모드를 위한 변조 및 부호화는 시간-대역폭 곱을 늘리기 위하여 긴 적응형 확산 인자가 사용되는 것을 제외하고, 공통 비컨 모드와 유사하다. 이 확산 기법은 안테나 훈련에 앞서 어레이(array) 안테나 이득의 부족을 보상한다. 섹터 안테나가 있는 장치는 자신의 섹터를 선택하기 위하여 비컨을 사용한다. 위상차 배열 안테나 훈련은 조절 가능한 확산 인자의 프랭크-자도프(Frank-Zadoff) 시퀀스 전송을 통해 이루어진다. 개방형 회로 모드에서 수신기

는 유사한 프랭크-자도프 시퀀스로 응답한다. 한편 폐쇄 회로 모드에서는 수신기는 송신기를 사용해야 위상 설정을 되먹임 한다. 이 과정은 정확성을 높이기 위해 몇 번 반복할 수 있다. 데이터를 전송하는 동안 이 장치는 이러한 알고리즘의 반복을 통하여 자신의 위상 설정을 갱신할 수 있다(안테나 추적).

3. 유형 B 물리 계층

유형 B 물리 계층은 차등 BPSK(DBPSK) 변조 기반의 공통 비컨 모드를 갖는 단일 반송파 전송 방식으로 설계되었다. 따라서, 단순한 상관(coherent) 복조와 비상관(non-coherent) 복조와 함께, 유형 A 장치와 상호 운용을 지원하는 구형 부담을 최소화하도록 한다. 유형 B 비컨 모드는 유형 A 비컨과 동일한 프레임 형식을 사용한다. 수신기의 복잡성과 소비 전력을 최소화하도록 설계한 2개의 주요 차이점은 파형($\pi/2$ BPSK 대신에 DBPSK를 사용)과 부호화(FEC, RS+ CC 채널 부호 대신 RS 채널 부호 사용)이다.

유형 B 장치는 cyclic prefix와 안테나 훈련을 위한 발견 모드를 지원하지 않는다. 유형 B 장치는 여러 개의 선택 사양인 다른 파형(예: QPSK, EUP-QPSK 및 dual AMI)과 선택사항인 멀티 세그먼트 프레임 형식과 선택사항인 여러 개의 섹터 안테나(무 훈련 안테나)를 지원한다. 또한, 선택 사양으로 유형 B 장치는 유형 A 장치의 안테나 훈련을 돕기 위하여 안테나 훈련 시퀀스(ATS)를 송신한다. 유형 B 장치는 기본적인 전송률이 864Mbps이고, 선택 사양으로 1,728Mbps에서 3,456Mbps까지 확장 가능하다.

4. 유형 C 물리 계층

유형 C 물리 계층은 ASK를 기반으로 한 간단한 단일 반송파 전송 방식을 사용하여 설계되었다. 이 계층은 상관(coherent) 검파와 비상관(non-coherent) 검파를 모두 지원한다. 장치를 통제하고, 유형 A나 유형 B 장치의 상호 운용을 보장하기 위하여

두 개의 심볼을 반복하는 OOK 변조 기법이 비컨 (beaconing, polling) 모드를 위하여 채택되고 있다. 유형 C 장치는 보다 더 나은 채널의 재사용과 전력 절약을 위하여 선택적 전송 폐쇄 회로 전송 전원 제어를 지원한다.

구현을 간소화하기 위하여 유형 C 장치는 멀티 세그먼트 프레임 형식, 안테나 훈련 기법, 길쌈 부호화 FEC와 UEP를 지원하지 않는다. 유형 C 장치는 FEC를 위하여 RS 부호화를 제공한다. 유형 C 장치 부류를 위한 기본적인 전송속도는 비상관 검파를 사용하여 864Mbps를 달성한다. 선택사항으로 비상관 검파 4-level ASK를 사용하여 최대 3,456Mbps까지 확장된다[20].

V. MAC 계층

Ecma International TC48 MAC은 다음 사항의 다른 유형의 장치들을 위한 60GHz 대역에서 방향성 통신을 지원하기 위해 Ecma-368 MAC에 기초하여 “필요한” 변경사항을 다룬다[18].

- 비컨 절차 변경
- 방향성 통신과 공간 재활용을 지원하기 위한 DRP의 향상
- 안테나 훈련의 연관(implications)을 다루기 위한 디스커버리와 데이터 채널의 새로운 개념
- 다른 유형의 장치들간의 상호 운용성과 상호 공존
- 다른 유형의 장치들간의 동기화

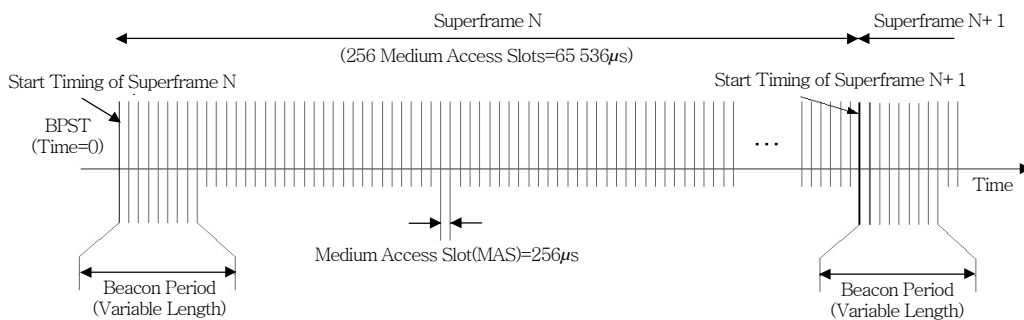
MAC 프로토콜의 기능을 다음과 같은 특성들로 요약한다.

1. 통합 슈퍼 프레임 구조

프레임 교환을 위한 기본적인 타이밍 구조를 슈퍼 프레임(super frame)이라고 한다. 슈퍼 프레임 기간은 매체로 액세스 슬롯(MAS)으로 구성된다. 이것은 장치가 데이터 전송을 위하여 예약할 수 있는 최소 시간 단위이다. 각각의 슈퍼 프레임은 하나의 BP로 시작한다. 하나 또는 그 이상의 연속적인 MAS로 확장 가능하다. “Slave” 모드에서 동작하는 유형 C 장치를 제외하고, 모든 장치는 BP에서 장치 유형에 기반한 필수 모드를 사용하여 비컨을 전송한다. 일단 이웃 디스커버리 절차(neighbor discovery procedure)가 완료되면 장치들은 슈퍼 프레임 구조를 준수해야 한다(그림 6) 참조.

2. 이웃 디스커버리

장치들은 디스커버리 채널에서 비컨 전송과 프레임 폴링을 통해서 서로를 발견한다. 디스커버리 채널에서 폴링 프레임과 비컨 전송을 하는 송신기는 random back-off를 갖는 CSMA/CA 기법을 사용한다. 그래서 모든 장치들은 다른 장치들을 발견하기 위하여 공정하고 빠른 채널 액세스를 하게 된다. 장치 유형을 기반으로, 장치들은 그들의 필수 물리 계층 모드를 사용하여 서로 다른 절차를 따른다. 유형 A 장치들은 점 대 점 방식으로 전 방향 모드-D0



(그림 6) 통합 슈퍼 프레임 구조

비컨의 송신과 수신을 통하여 서로를 발견할 수 있다. 한편, 유형 B 및 유형 C 장치들은 그 자신과 같은 유형의 장치를 방향성 모드-B0 및 모드-C0 비컨을 통하여 각각을 발견할 수 있다. 이중 장치간 이웃 디스커버리는 마스터(master)-슬레이브(slave) 기반의 폴링 프레임의 전송을 통해서 성취된다.

3. 비컨 전송

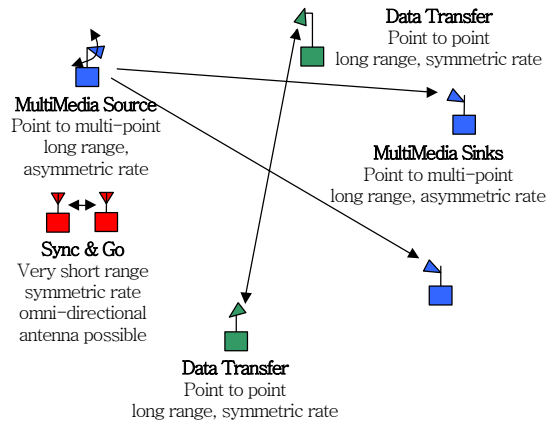
슬레이브 모드에서 동작하는 유형 C 장치를 제외하고, 장치들은 채널 시간 예약이나 시간 동기화와 같은 협력 정보를 모든 이웃과 교환하기 위하여 비컨을 전송한다. Ecma-368에서 전방향 비컨 전송과 달리, 비컨은 동시 연결 지원을 위하여 지향성 안테나를 사용하여 전송된다(즉, 공간 재활용을 극대화).

장치는 확장된 Ecma-368 비컨 프로토콜을 이용하여 각 슈퍼 프레임의 BP 안에서 고유의 비컨 슬롯을 사용하여 비컨을 전송한다. 비컨이 지향성 안테나를 사용하여 전송될 때, 통신을 필요로 하는 모든 장치들이 비컨을 수신할 수 없는 경우가 생길 수 있으므로 하나의 장치는 한 개 이상의 비컨을 보낼 수도 있다. 또한, 하나의 유형 B 장치는 각 전송 모드-B0 비컨(이중 비컨이라 불리는)과 함께 모드-A0 비컨을 보낼 필요가 있다. 그래서 유형 A 장치들은 유형 B 장치들을 간섭하지 않을 것이다.

4. 공간 재활용

모드-D0 비컨을 제외하고, 비컨들은 지향성 안테나를 사용하여 전송되므로 그들은 더 많은 제한 구역에 방송된다. 그래서, 이로 인한 작은 “간섭 구역(interference zone)”을 가져온다. 따라서, 더 많은 링크가 동시에 설정될 수 있고, 채널 시간에서 공간 재활용이 일어난다.

공간 재활용은 새로운 예약 프로토콜을 통해 더욱 극대화 된다. 새 프로토콜은 Ecma-368 분산 예약 프로토콜(DRP)에 기반하고 있다. 그래서 장치들이 하나 이상의 이웃 장치와 통신하는 데 사용할 수 있도록 채널 시간을 예약할 수 있다. 기존의 DRP를



(그림 7) 공간 재활용 프로토콜의 적용 예

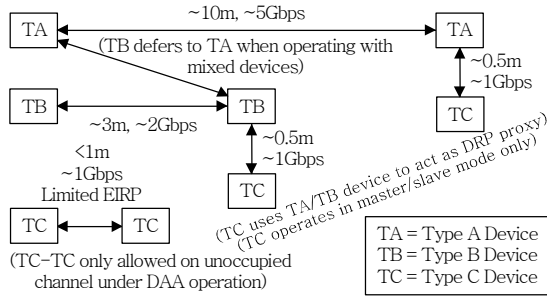
사용하여 동시 전송을 지원하기 위하여 송신 또는 수신을 위하여 DRP를 사용하는 장치는 비컨들의 DRP IE에 빔 개수와 같은 안테나 정보를 포함하게 될 것이다. 새로운 예약을 시도하는 장치들은 수신된 DRP IE에서 제공되는 정보를 통해 기존 예약의 방향성과 시간 모두를 점검해야 할 것이다(그림 7) 참조).

5. 상호 공존과 상호 호환성

비록 장치간 채널 사용에 대한 조정은 비컨 교환을 통해 성취되지만, 어떤 유형의 장치들은 하드웨어 또는 소프트웨어를 제한으로 모든 비컨을 해독하지 못할 수 있다. 제한된 기능의 장치들로부터 잠재적인 간섭을 막기 위해 다른 유형의 장치들은 다른 장치들과 채널 공유 측면에서 우선순위가 주어진다. 일반적으로 하나의 유형 C 장치는 가장 낮은 우선순위를 부여하고, 어떤 유형 A 또는 유형 B 장치가 존재할 때 그들의 채널 사용에 복종해야 한다. 하나의 유형 B 장치는 예약의 소유권을 유형 A 장치가 간섭하지 않는(범위에서) 모드-A0 비컨을 통하여 주장할 수 있다.

이중 장치들간 데이터 교환을 지원하기 위하여 장치들은 폴링 프레임을 통해 마스터-슬레이브 관계를 구축한다. 특히, 하나의 유형 A 장치는 유형 B 또는 형식 C 장치의 마스터 역할을 할 것이다. 유형 B 장치는 유형 C 장치의 마스터 역할을 한다. 마스

터 장치는 채널 시간 예약과 폴링을 통한 통신 조정의 책임이 있다(그림 8) 참조).



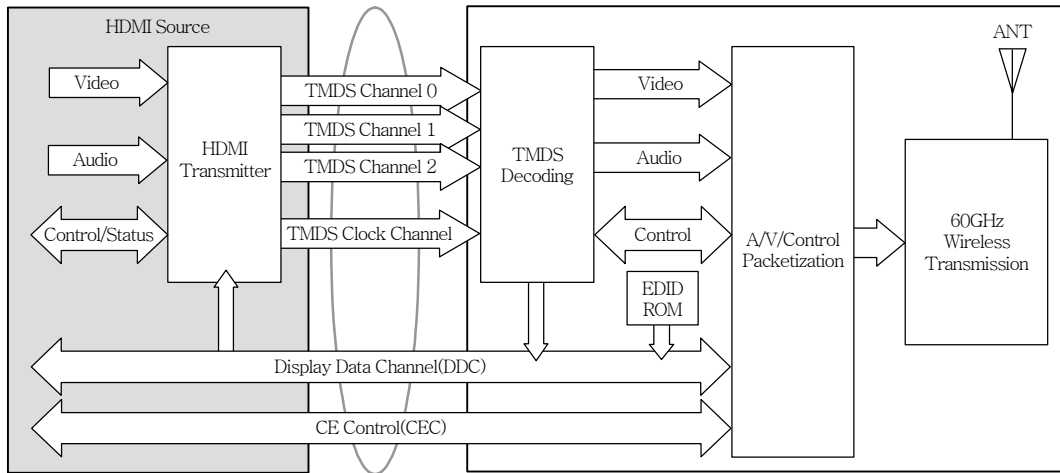
(그림 8) 상호 공존과 상호 호환성 적용 예

6. 다른 특징

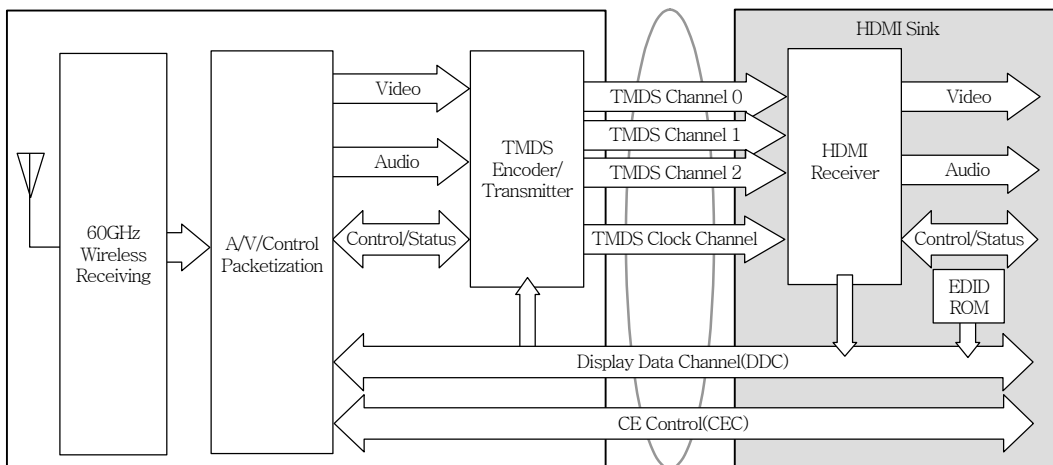
상기의 모든 기능들과 함께, MAC 프로토콜은 다중 전송률 지원 및 차단 링크에서 발생하는 동적 릴레이(relay) 전송을 제공한다.

VI. HDMI 프로토콜 적응 계층

60GHz 무선 솔루션은 (그림 9)와 (그림 10)에 표시한 바와 같이 HDMI 소스와 HDMI 싱크(sink) 사이에 설치될 것이다. 이 무선 HDMI 송신기에서



(그림 9) 무선 HDMI 송신기



(그림 10) 무선 HDMI 수신기

TDMS 부호화는 전송에 앞서 제거된다[18]. 3개의 데이터 채널은 화면 데이터 채널과 CE 제어와 함께 다중화(multiplexing) 된다. 비디오는 불평등 오류 보호(UEP)를 위하여 표시된다. 데이터가 비디오가 아니라면, 그 때 평등 오류 보호(EEP)를 위하여 표시되어야 한다. 직렬 비트 스트림은 프레임으로 만들어져 MAC-SAP에 보내진다. 순차적인 UEP의 경우, 직렬 비트 스트림은 MSB 비트와 LSB 비트로 나누어 별도의 MSB와 LSB 프레임으로 분리하여 프레임으로 만들어야 한다. 무선 HDMI 수신기에서 패킷은 MAC-SAP를 통해 받는다. PAL 헤더는 수신된 패킷의 종류가 비디오, 오디오, 컨트롤 또는 DDC/CEC를 알아보기 위하여 해독된다. 패킷이 비디오라면, 비디오 데이터를 HDMI 수신기에 전달하기 전에 TMDS 부호화가 적용된다. 3개의 데이터 채널은 디스플레이 데이터 채널과 CE 제어 신호와 함께 역다중(de-multiplexing) 시킨다.

Ⅶ. 결론

본 고에서 살펴본 표준 기술은 밀리미터 주파수인 57~66GHz 대역에 대한 새로운 주파수 자원을 개척하여 HDTV급 신호를 케이블, 위성방송 셋톱박스, 게임콘솔, DVD 플레이어, 캠코더 및 이동식 멀티미디어 장비와 무선으로 연결시키는 전송 기술이다. 이에 대한 표준 기술 주도권을 쟁탈하기 위하여 Intel, Philips, Motorola, IBM, SiBeam, NICT, Sony 등 40여 개 세계적인 대기업들이 국제 표준화(Ecma/ISO, IEEE802, ETSI/BRAN) 기구에서 협력 및 경쟁을 벌이고 있는 상황이다. 더구나 본 고에서 살펴본 Ecma International TC48 표준 기술은 국내 기업이 세계 시장을 장악하고 있는 LCD, PDP 및 차세대 DVD 플레이어 등에 적용될 Wireless HD-SDI/DVI와 외장 하드 디스크, 메모리 등 외부 기억 장치와의 자원 공유에 사용될 Multi-Gbps급 Wireless LAN, Wireless PAN, Wireless SAN 등에 적용될 차세대 무선 전송 표준기술이라는 점에서 더욱 중요한 위치를 차지한다고 판단된다.

약어 정리

ASK	Amplitude Shift Keying
ATS	Antenna Training Sequences
BP	Beacon Period
DRP	Distributed Reservation Protocol
DVI	Digital Visual Interface
ECC	Electronic Communications Committee
ECMA	European Computer Manufacturers Association
EEP	Equal Error Protection
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
HD-SDI	High Definition Serial Data Interface
HDMI	High Definition Multimedia Interface
LOS	Line of Sight
LSB	Least Significant Bits
MAS	Medium Access Slots
MPSUs	MAC Protocol Data Units
MSB	Most Significant Bits
NLOS	Non Line of Sight
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
OOK	On-Off-Keying
QoS	Quality of Service
RS	Reed-Solomon
SAN	System Area Network
SCBT	Single Carrier Block Transmission
TCM	Trellis Coded Modulation
UEP	Unequal Error Protection

참고 문헌

- [1] Su-Khiong Yong, "TG3c Channel Modeling Subcommittee Final Report," IEEE 802.15-07-0584-01-003c, 2007.
- [2] Alireza Seyedi, "TG3c System Requirements," IEEE 802.15-07-0583-01-003c, 2007.
- [3] Alireza Seyedi, "TG3c TG3c Selection Criteria," IEEE 802.15-05-0493-27-003c, 2005.
- [4] Ali Sadri, "802.15.3c Usage Model Document(UMD)," IEEE 802.15-06-0055-22-003c., 2006.
- [5] Reed Fisher and Hideto Ikeda, "TG3c Call for Proposals(CFP)," IEEE 802.15-07-0586-02-003c, 2007.

- [6] Hiroyo Ogawa et al., "CoMPA PHY Proposal," IEEE 802.15-07-0693-03-003c, 2007.
- [7] James P.K. Gilb et al., "Proposal for HD AV and Data Support," IEEE 802.15-07-0702-03-003c, 2007.
- [8] Hiroyuki Nakase et al., "PHY/MAC Proposal for TG3c," IEEE 802.15-07-0690-01-003c, 2007.
- [9] I. Lakkis, "TensorCom Physical Layer Proposal," 802.15-07-0700-04-003c, 2007.
- [10] Ecma TC48, "Ecma TC48 Draft Standard for High Rate 60GHz WPANs White Paper," Feb. 2008.
- [11] Bruce Bosco, Celestino Corral, Shahriar Emami, Gregg Levin, and Abbie Mathew, "Status Report of the Subgroup on Channel Modeling," IEEE 802.15-05-0133-00-003c, 2005.
- [12] Brian Gaucher, "Completely Integrated 60GHz ISM Band Front End Chip Set and Test Results," IEEE 802.15-06-0003-00-003c, 2006.
- [13] Alireza Seyedi, "Proposed European Regulations," IEEE 802.15-06-0247-00-003c, 2006.
- [14] Kyeongpyo Kim, Jinkyong Kim, Yongsun Kim, and Wooyong Lee, "Notice of Korean 60GHz Unlicensed Band Allocation," IEEE 802.15-06-0330-00-003c, 2006.
- [15] Yongsun Kim, Wooyong Lee, Jinkyong Kim, and Kyeongpyo Kim, "Technical Regulations for Korean 60GHz Unlicensed Band," IEEE 802.15-07-0554-00-003c, 2007.
- [16] 전파연구소고시 제2007-22호, "57~64GHz대 용도미 지정 무선기기 기술기준 제정(안)," 2007. 3. 29.
- [17] "FCC 47 CFR 15.255: Operation Within the Band 57-64GHz," <http://law.justia.com/us/cfr/ti-tle47/47-1.0.1.1.12.3.236.35.html>, 1997.
- [18] Ecma TC48 "PHY and MAC Layers for 60GHz Wireless Network," 1st Draft, Ecma/TC32-TG20/2007/210, 2007.
- [19] Alireza Seyedi et al., "SCBT Based 60GHz PHY Proposal," IEEE 802.15-07-0681-00-003c, 2007.
- [20] Bruce Bosco et al., "Low Cost, Low Complexity ASK-based PHY for 802.15.3c," IEEE 802.15-07-0695-02-003c, 2007.