

# 고속 WPAN 표준화 동향

김진태 · 박종대 · 주무정

한국전자통신연구원

## Standardization Trends on High Rate Wireless Personal Area Network

Jin-Tae Kim · Jong-Dae Park · Moo-Jung Chu

Electronics and Telecommunications Research Institute

E-mail : jtkim@etri.re.kr, parkjd@etri.re.kr, mjc@etri.re.kr,

### 요 약

고속 WPAN(Wireless Personal Area Network)은 IEEE 802.15 WPAN WG(Working Group)의 TG(Task Group)3에서 표준화되고 있다. TG3에서는 고속 WPAN을 위한 2.4GHz ISM 대역의 물리계층 및 미디어접속제어계층 연구, UWB 에 의한 물리계층 연구(TG3a) 및 밀리미터파에 의한 물리계층 연구(TG3c)로 구성되어 있다. 본 고에서는 UWB 및 밀리미터파에 의한 고속 WPAN의 표준화 동향에 대해 살펴본다.

### ABSTRACT

The international standards of high-rate WPAN (Wireless Personal Area Network) are under development by IEEE802.15 WPAN TG3 (Task Group 3). The study area of TG3 mainly consists of three parts: high rate physical and media access control layer in 2.4GHz ISM (Industrial Scientific Medical) non licensed frequency band; an alternative high rate physical layer by using UWB (Ultra WideBand); and another alternative high rate physical layer based on millimeter wave. This paper describes the standardization trends of UWB and millimeter wave.

### 키워드

WPAN, HR-WPAN, IEEE802.15.3, UWB, Millimeterwave, 60GHz

## 1. 서 론

최근 홈 네트워크 및 유비쿼터스 네트워크에 대한 이용자의 요구가 증대되면서 가정 및 사무실에서 가전기기, 사무기기 및 각종 정보기기들이 근거리에서 배선의 불편함이 없이 고속으로 연결될 수 있는 근거리 무선통신기술이 주목받고 있다. 특히택내 또는 사무실에서 사람의 주변 활동 공간으로 비교적 좁은 영역에서 활용되는 WPAN은 최대 250Kbps 전송속도를 제공하는 지그비, 1Mbps 이하의 전송속도를 갖는 블루투스과 같이 비교적 저속의 근거리 무선통신망을 구축하기 위한 저속(Low Rate) WPAN 기술과 UWB(Ultra WideBand) 및 밀리미터파를 이용하여 수십Mbps에서 수Gbps의 전송속도로 초고속 멀티미디어 서비스 제공을 목표로 하는 고속(High rate) WPAN

기술로 발전되고 있다. 그림 1에서는 고속 WPAN과 저속 WPAN 및 WLAN의 각 방식에 대한 서비스영역과 전송속도를 비교하였다.

WPAN WG의 TG3에서는 고속 WPAN 기술로 2.4GHz 대역을 활용하여 5~55m 정도의 근거리에서 최대 55Mbps 전송속도를 제공할 수 있는 표준을 개발하였고, 이어서 태내 또는 사무실 등과 같이 보다 가까운 거리에서 초고속 데이터전송서비스를 위해 새로운 물리계층으로서 UWB와 밀리미터파를 활용하는 방안을 연구하기 위해 각각 TG3a 와 TG3c을 구성하여 표준화를 추진하고 있다[1].

본 고에서는 서론에 이어 WPAN WG의 각 TG별 표준화 활동에 대해 간단히 살펴보고, 이어서 고속 WPAN의 기술개요와 UWB 및 밀리미터파에 의한 고속 WPAN의 표준화 동향을 살펴본

다.

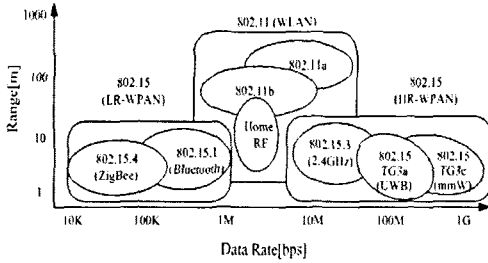


그림 1. WPAN/WLAN 서비스영역과 전송속도

## II. IEEE 802.15 WPAN WG

IEEE 802.15 WPAN WG의 연구범위는 사방으로 10m내외의 사람의 활동 공간인 POS(Personal Operating Space)에서 무선접속을 제공할 수 있도록 물리계층과 데이터 링크계층을 표준화하는 것이며, WLAN과의 차이점은 상대적으로 근거리에서 저전력과 간단한 구조로서 소형 저가화하거나 아니면 데이터 전송속도를 초고속화 하는데 초점을 맞추고 있다. WPAN WG는 기술 분야에 따라 다수의 TG들로 구성되며 표 1에서는 현재 각 TG의 업무를 요약하였다.

표 1. IEEE 802.15 WPAN Task Group

Task Group	업 무
WPAN(TG1) BlueTooth	- 10m정도 근거리의 무선통신 기술에 대한 표준제정 - MAC & PHY 블루투스 규격 채용,
Coexistence(TG2)	- WPAN과 WLAN과의 전파 간섭 축소 방법 연구
High-Rate MAC.PHY(TG3)	- 20Mbps이상의 전송률지원을 위한 MAC/PHY 연구 - 2.4GHz ISM 대역(11,22,33,44,55Mbps까지 전송)
High-Rate(TG3a) Alt. PHY UWB	- TG3에서 PHY를 100Mbps 이상 고속화 하기 위한 alternative PHY(UWB) 연구
Maintenance(TG3b)	- TG3의 MAC 구현/상호운용성 개선 연구
High-Rate(TG3c) mmWave	- TG3에서 밀리미터파(60GHz)를 활용한 초고속 alternative PHY 연구
Low-Rate(TG4), zigbee	- 최대 전송속도20~250kbps의 MAC 및 PHY 연구 - 2.4GHz ISM 대역, 868/915MHz Dual PHY
Low Rate(TG4a) Alt PHY UWB	- UWB PHY를 이용한 저속위치인식 네트워크 연구
Mesh Networking (TG5)	- WPAN에서 Mesh Networking을 위한 MAC 및 PHY 연구

## III. 고속 WPAN 표준화 동향

고속 WPAN TG3에서는 2.4GHz ISM 대역에서 QPSK(Quadrature Phase Shift keying) 방식으로 20Mbps 또는 그 이상의 고속 전송을 지원하기 위한 MAC과 PHY 표준화 작업을 수행하여 2003년 8월에 완료하여 확정하였으며, TG3의 MAC과 PHY의 주요 특징은 다음과 같다.

- 데이터 전송률: 11, 22, 33, 44, 55Mbps

- QoS 프로토콜 확보
- Ad-Hoc Peer-to-Peer 네트워크
- 보안성
- 저전력 소모
- 저비용
- 멀티미디어 응용에 적합한 구조

TG3의 고속 WPAN은 2.4GHz 대역을 사용하므로 동일 대역을 사용하는 기간의 간섭이 발생할 수 있다. 이에 TG2에서 WLAN이나 블루투스 등과 같이 2.4GHz 대역을 사용하는 방식간의 간섭을 최소화할 수 있는 표준을 제시하였으며, 한편 TG3b에서는 TG3에서 표준화한 MAC 프로토콜의 구현과 상호운용성의 미비점을 개선하기 위한 연구 활동을 진행하고 있다.

### 1. UWB에 의한 고속 WPAN(TG3a)

TG3a에서는 TG3의 PHY에서 WPAN의 초고속 전송을 위한 Alternative PHY에 관한 연구를 수행한다. 동영상, 이미지, MP3 파일 등의 대용량 멀티미디어 데이터를 보다 효율적으로 지원하기 위해서 새로운 물리계층 기술인 UWB(Ultra Wide Band)를 도입하여 근거리에서 100Mbps 이상의 초고속전송을 위한 표준화를 위해 노력하고 있다.

UWB는 연속적인 정현파를 사용하는 기존의 무선 통신 시스템과는 달리 초단시간 펄스의 사용으로 인해 초광대역을 점유하면서도 단속적으로 데이터를 전송할 수 있는 독특한 특성을 갖는 기술로서 대역폭인 500MHz 이상인 시스템으로 정의된다. 따라서 UWB 시스템은 수백MHz~수 GHz의 대역에 걸쳐 스펙트럼이 존재하므로 기존의 무선 통신 시스템과의 공존이 불가피하지만 매우 낮은 전력의 초광대역 특성 때문에 큰 간섭이 없을 것으로 예상되고 있다. UWB 시스템은 초광대역 특성으로 인해 수백Mbps 이상의 초고속 무선 전송을 가능하게 하고, 특히 매우 낮은 전력 사용에도 불구하고 기존의 블루투스, IEEE 802.11 계열의 무선 LAN 등과 같은 시스템보다 높은 데이터 전송률을 지원할 수 있다.

현재 TG3a에서는 Intel, TI, Wisair 등에서 주도하는 MBOA(Multi-band OFDM Alliance)그룹의 MB(MultiBand)-OFDM 방식과 Motorola 진영의 DS(Direct sequence)-UWB 방식이 표준안으로 채택되기 위해 경쟁중이며 이를 비교하면 표 2와 같다.

표 2. UWB에 의한 고속 WPAN 방식 비교

	MB-OFDM	DS-UWB
주파수 이용방식	14개 (대역폭: 528MHz) - 3개(mandatory): 3,168-4,752MHz - 11개(optional): 4,753-10,561MHz	-single band: 3.1~4.9GHz -dual band: 3.1~4.9GHz 5.825 ~ 10.6GHz
변조 방식	OFDM(128 FFT)/QPSK	CDMA(M-BOK)/BPSK
코딩 방식	Viterbi	Viterbi

전송률	55 ~ 480Mbps	28.5Mbps ~ 1.3Gbps
Multiple Access	Time/Frequency Hopping	4 CDMA code set
최로 복잡도	FFT/IFFT 구조	Rake receiver 구조
위치 인식	cm 단위의 Resolution	cm 단위의 Resolution
표준화 전략	MB-OFDM 단일표준고려	복수표준고려

MB-OFDM 방식에서는 3.1~10.6GHz의 주파수 대역을 528MHz간격으로 14개 대역으로 분할하여 사용하며 각 대역의 중심주파수는 그림 2와 같다. MB-OFDM 방식에서 대역 1~3은 의무사항이며 1차 구현을 목표로 하고 나머지 채널은 선택사항이다. MB-OFDM 방식에서는 최소 55Mbps에서 최대 480Mbps까지 7종의 데이터 전송률을 제공한다.

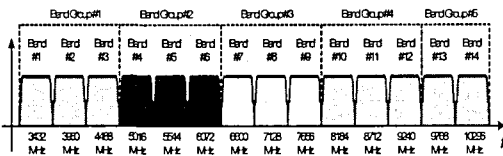


그림 2. MB-OFDM 방식의 주파수 배분

DS-UWB 방식은 그림 3과 같이 2개의 대역을 사용하도록 제시되었으며 운용방식에 따라 low band와 high band를 이용한다. 각 대역에서는 확산코드와 특정 반송주파수에 의해 최대 8개까지의 피코넷 채널을 구성할 수 있다. 이 방식에서는 FEC률과 Code길이에 따라 최소 28Mbps@29m에서 최대 1320Mbps@2.9m까지 8종의 데이터 전송률을 제공한다.

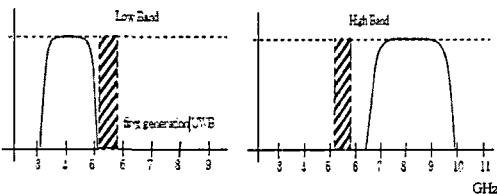


그림 3. DS-UWB 방식의 주파수 배분

DS-UWB 방식과 MB-OFDM 방식의 장단점 비교에서 복잡도와 전력 소모 측면에서는 DS-UWB 방식이 더 나은 성능을 보이며 Coexistence 측면과 CMOS에 의한 구현측면에서는 MB-OFDM 방식이 우수하다. TG3a의 단일 표준으로 채택되기 위해서는 75%의 지지가 필요하다. 그러나 표준안에 대한 투표가 2003년 5월부터 2개월마다 있었지만 2004년 5월 회의에서 60% 지지를 얻은 MB-OFDM 방식이나 2004년 하반기에 다수의 지지를 얻은 DS-UWB 방식 어느 것도 아직 단일 표준으로 채택되지 못하고 있는 실정이다.

DS-UWB 진영은 복수 표준으로 추진하기 위해 CSM(Common Signal Mode) 라는 상호 연동 가

능한 기법을 제시하며 상대 진영을 설득하고 있고 하드웨어 개발이 앞서 가고 있는 이점을 이용하여 휴대폰 및 가전기기에의 응용을 확산하기 위하여 노력하고 있다. 반면 MB-OFDM 측은 Intel의 주도로 자사의 프로세서에 내장할 수 있는 무선 USB에 이 기술을 적용하기 위해 시도하고 있다.

TG3a의 UWB 표준안에 대해 양 진영이 현저한 의견 차이로 인해 별다른 진척을 보이지 못하고 있으나 WLAN 등 경쟁기술이 대두되어 경쟁에서 처지게 될 가능성에 대해 양 진영 모두 경계하고 있으므로 금년 중에는 합의에 의해 단일 표준으로 되거나, 복수 표준으로 되면서 CSM을 이용하거나, 아니면 표준화보다는 시장에서 경쟁하는 방향을 택하게 되던 어떤 형태로든 중대한 결정이 있을 것으로 예상된다[34].

## 2. mmW 에 의한 고속 WPAN(TG3c)

최근 활용 가능한 주파수 대역이 점차 확장되면서 밀리미터파(30GHz~300GHz) 대역을 활용하여 초고속 영상 데이터정보 및 초고속 스트리밍 서비스를 제공하기 위한 기술이 개발되고 있다.

TG3c에서는 미국 연방통신위원회(FCC 47 CFR 15.255)에서 비면허 주파수대역으로 정의한 57~64 GHz 밀리미터파 대역을 활용하여 고속 WPAN의 새로운 Alternative PHY에 관해 표준화를 연구하고 있다. TG3c에서는 802.15 계열의 다른 시스템과 높은 상호 공존성 유지하면서 초고속 인터넷, HD(high density) 스트리밍 다운로드 서비스 등을 제공할 수 있는 수백Mbps 에서 최대 2Gbps 의 데이터 전송을 목표로 하고 있다. 현재 표준화를 위하여 제안사항이 검토되고 있는 기본적인 요구사항을 IEEE 802.15 TG3a(UWB)와 비교하면 표 3과 같다[1].

표 3. 밀리미터파 WPAN의 PHY 요구사항

구분	TG3a Alt. PHY(UWB) Requirements	Millimeter -Wave WPAN system
전송속도	- 110Mbps@10m - 200Mbps@4m - >480Mbps@undefined	- More than 1Gbps@10m
공존 및 간섭	- 다른 IEEE 802 및 블루투스 공존 - 다중 경로에 강함(indoor)	- 다른 IEEE 802(TG3a 포함) 및 블루투스 등과의 공존 - mmW WPAN 시스템간 공존 - 다중 경로에 강함(indoor)
채널 모델	- IEEE P802.15-02/368 규정	- IEEE 15-05-0261-01-003c 제안
전력 소모	- <100mW@100Mbps - <250mW@200Mbps - 전력 절감 기능	- 규격화 중
복잡도	- 가격 민감한 상용제품에 채택될 수준	- 가격 민감한 상용제품에 채택될 수준 - 낮은 주파수 안정도: +/- 500ppm - 간단한 신호처리
802.15.과 연동 기능	- Alt-PHY는 큰 변화 없이 802.15.3 MAC과 연동	- Alt-PHY는 큰 변화 없이 802.15.3 MAC과 연동(시스템 기능 확장으로 부가기능항기)

TG3c에서 고속 WPAN의 Alternative PHY로 활용하고 있는 60GHz 밀리미터파 대역 주파수 특성은 다음과 같다.

- 60GHz 대역은 반송파 주파수가 높기 때문에 허용 주파수 대역폭이 수GHz까지도 가능하므로 초고속 데이터 전송이나 멀티미디어 데이터 전송에 적합하다.

- 60GHz 대역의 전파 특성은 대기중의 산소 분자에 의한 신호의 98%는 대기중 산소분자에 의해 흡수되는 현상 때문에 동일채널 간섭확률이 작아진다.

- 60GHz 대역의 파장은 밀리미터 단위로 아주 작기 때문에 안테나 및 RF 송수신기의 소형 경량화가 가능하다.

- 무선신호에 대한 인체의 영향이 큰 사회적인 문제가 되고 있지만 60GHz 대역의 신호는 기본적으로 저전력(수십mW 단위)을 사용하게 되어 있으므로 인체에 미치는 영향이 작다.

각 국에서 비면허 주파수대역으로 규정한 60GHz 밀리미터파 대역의 주파수 할당은 표 4와 같으며 한국은 아직 규격화되어 있지 않으나 조만간 규격화할 예정이다.

표 4. 60GHz 밀리미터파 대역 주파수 할당

국 가	주파수 할당 및 규정
유럽	- 62-63 GHz, 65-66 GHz: MBS(Mobile, Broadband Systems) - 59-62 GHz : WLAN - 63-64 GHz : RVC(Road-to-Vehicle Communication)
미국	- 59-64 GHz : General Purpose(FCC regulation) - 10W EIRP(Equivalent to 20dBm Transmission Power with 20 dBi antenna gain)
일본	- 59-66 GHz : High speed data communication - 10 dBm transmission power with less than 47dBi antenna gain

최근 TG3c의 연구동향은 지금까지 100여편의 기고서를 바탕으로 밀리미터파에 의한 고속 WPAN의 서비스영역과 전송속도, 채널모델 제시, TG3c 시스템 요구사항 등을 정리하면서 밀리미터파에 의한 고속 WPAN 응용분야에 관한 연구가 진행되고 있다. 금년 말까지 TG3c에 관련된 기술 기준을 정립하고 2006년도에 종합 보완하여 2007년 5월경에 표준안 표결을 거쳐 최종 확정될 계획이다.

TG3c 에서 제안하고 있는 고속 WPAN 기술은 서비스영역과 전송속도는 다른 기술과 차별화되면서 경쟁할 수 있어야 한다. 그런데 현재 TG3a의 UWB 기술은 표준화는 지연되고 있지만 낮은 출력으로 수백Mbps의 전송속도를 제공할 수 있는 기술과 부품이 개발되고 있는데 비해, TG3c의 60GHz 밀리미터파 대역을 활용하는 고속 WPAN은 규격과 부품 개발이 진행되고 있어 향후 몇년이 지나야 가격 대비 성능을 만족할 수 있는 소자 및 시스템기술이 개발될 것으로 예상되고 있다. 따라서 TG3c에서는 밀리미터파에서 수GHz의 넓은 주파수 대역을 활용하여 초고속 데이터 전송을 지원할 수 있도록 향후 개발될 소자 및

시스템기술을 근간으로 표준화를 추진하고 있다. 이에 따라 TG3c에서는 초기에 단거리의 규격으로 제안한 622Mbps@3m는 너무 낮은 규격으로 판단하고 향후 요구규격을 1.5~2Gbps@3m로 높일 예정이며, 서비스영역에 따라 다양한 전송속도를 규정할 예정이다.

TG3c에서 제안하고 있는 응용분야는 밀리미터파에 의한 고속 WPAN에서 적용되는 형태에 따라 WPAN 응용과 Point-to-Point 응용으로 나누며 Rate & Range 규격 및 데이터 전송속도 요구사항에 대한 제안은 아래와 같다.

- 응용분야에 따른 분류
  - . Gigabit wireless Ethernet: 1Gbps@10m
  - . Multi media applications: >1Gbps@3m
  - . Point to Point applications
  - . Wireless cable replacement
  - . HDTV Distribution systems: 300Mbps, 400Mbps, 1.5Gbps
- TG3c Data Rates
  - . 제안된 데이터 속도: 100 ~ 960 Mbps
  - . 선택적 데이터 속도: 1280Mbps, 1600Mbps, 1860Mbps

## V. 결 론

본 고에서는 WPAN WG의 각 TG별 연구 활동과 고속 WPAN의 Alternative PHY로서 UWB에 의한 고속 WPAN과 60GHz 대역의 밀리미터파에 의한 고속 WPAN의 표준화 동향에 관해 살펴보았다. UWB에 의한 고속 WPAN은 두 가지 방식이 경합을 하면서 현격한 의견 차이로 표준화가 지연되고 있으나 금년 중에는 어떠한 형태든 최종 결정이 될 것으로 예상되며, 60GHz 대역의 밀리미터파에 의한 고속 WPAN은 시스템 규격 연구를 진행하면서 향후 2007년 5월 표준안이 확정되는 시점을 고려하여 현재의 기술 수준보다 추후 기술 개발과 사용자 요구를 반영하기 위한 노력을 하고 있다.

## 참고문헌

- [1] IEEE 802.15 Web site: <http://www.ieee802.org/15>
- [2] IEEE 802.11 Web site: <http://www.ieee802.org/11>
- [3] 한국정보통신기술협회(ITA), <http://www.ita.or.kr>
- [4] 최상성, 신철호, 강범주, "무선 홈네트워크 실현을 위한 고속 UWB 기술 및 표준화 동향," 전자통신동향분석, 제19권, 제5호, pp87-94, 2004.10