

무선 사설망(WPAN) 기술

이형수 | TTA WPAN 프로젝트그룹 의장
한국전자통신연구원 위치인식 UWB 팀

1. 기술 개요

최근 보급이 진전되고 있는 홈네트워크 산업은 가정 내 가전기기의 디지털화와 인터넷 이용의 확산으로 TV, 컴퓨터, 디지털카메라, 가전기기(냉장고, 세탁기 등), 센서장치(가스 및 전등 제어) 등 모든 가전기기들의 상호 통신은 물론 외부에서도 원격 제어의 필요성과 그 편리성에 따라 향후 급격히 증가될 것으로 예상된다.

우선, 가정 내 디지털기기의 증가에 따라 유선은 기존의 가정에서는 새로운 배선 공사가 요구되거나, 배선의 길이에 따른 용량의 저하 및 가정 내 Personal화로 인한 여러 방에서의 PC와 TV 등이 필요로 하는 선들과 그림 1과 같이 매우 복잡해지거나 미관상의 불편함이 따르게 된다. 그리고 단말기(TV, 리모콘, 디지털 카메라, PDA 등)가 각 방으로 이동하거나 다른 방에서 보던 정보를 PC에 저장한다던지, 대형 화면으로 보고자 하는 필요성이 발생하고 있다. 이러한 필요성과 편리성, 가격의 저렴화 등에 의해 점진적으로 가정용 정보, 가전기기들 간의 연결이 현재의 유선 1394나 USB, 전력선 통신으로부터, 1~2년 후부터는 무선화되어 갈 것으로 예상된다.

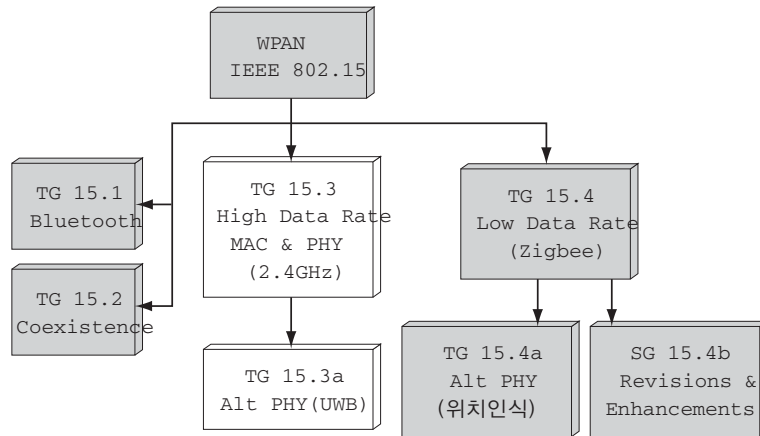
무선 네트워킹 기술로 약 50~100m영역의 WLAN

기술과 10m이하의 좁은 영역의 WPAN(Wireless Personal Area Network)이 현재 표준화되고 있으나, 가정 내의 활동영역과 이동성 및 가전기기의 특성상 전력소모가 적고 기기들간의 Ad-Hoc네트워킹이 가능한 WPAN 기술이 더 적합한 것으로 볼 수 있다.

2. WPAN 표준화 작업그룹의 동향

WPAN 표준화(IEEE 802.15)는 그림 1과 같이 1Mbps급의 전송속도를 가지는 블루투스를 표준화하는 작업으로 시작하였다(이 기술은 많이 소개되었으므로 본 고에서는 생략함). 그리고 2002년도에 55Mbps급 고속 네트워킹을 위한 IEEE 802.15.3(2.4GHz ISM주파수대역, 55Mbps 전송속도)도 표준화 하였으나, 2.4GHz대역에서의 타 기기와의 간섭문제와 HDTV의 보급확산으로 가정 내 3개 정도의 HDTV를 동시에 전송할 수 있는 100Mbps급의 더 큰 용량이 요구됨에 따라 대체 표준으로 IEEE 802.15.3a(고속 UWB) 표준화를 2003년부터 시작하게 되었다.

또한 집안 어느 곳에서나 전등 제어 및 홈 보안시스템, VCR 등을 동작시킬 수 있는 200kbps이하 저속 전송속도를 표준화를 하는 IEEE 802.15.4(일명



(그림 1) WPAN표준화 작업기구

ZigBee라고도 함)를 2003년 5월에 완료하였으나, 기존의 표준안에 대한 구조변경, 보안, 각국의 주파수 이용을 보완하기 위한 IEEE 802.15.4b가 2004년 5월에 구성되어 9월에 보완안이 투표로 결정될 예정이다.

또한 이러한 저속 네트워킹에 향후 대두되는 유비쿼터스 환경에 기본이 되는 정밀한 위치인식 기능(Location Awareness)을 추가하기 위한 새로운 네트워킹 기술로서 UWB를 이용한 저속 위치인식 네트워킹을 위한 802.15.4a(위치인식UWB네트워크)가 2004년 5월부터 표준화 작업에 들어간 상황이며

2004년 9월부터 제안서를 받고 있는 상태이다.

WPAN 기술은 표 1과 같이 전파 도달거리와 전송속도, 전력소비, 가격측면에 적합한 기기를 선택하여 네트워킹화 할 수 있게 세분되어 있다. A/V를 위한 고속 UWB네트워크는 현재 가정 내에 많이 사용되고 있는 WLAN과 비교할 때 전력소비 측면과 가격측면, 전송속도 측면에서 이점을 가질수 있으나 당분간은 많은 경쟁이 예상되고 있다. 또한 위치인식UWB는 능동형 RFID나 센서 네트워크과의 대체 또는 경쟁 관계를 가질 것으로 예상된다.

<표 1> WPAN 기술분류 및 WLAN과의 특성 비교

	WLAN	WPAN			
		블루투스	지그비	위치인식 UWB	고속 UWB
전파도달거리	< 100m	10 ~ 100m	10m ~ 30m	10m ~ 수백m	10m
전송속도(Mbps)	11 ~ 54	1	< 0.20	1/0.001	100 ~ 400
전력소비(W)	1.5 ~ 2(수시간)	< 0.1(수일)	< 0.04(수년)	< 0.04(수년)	< 0.1(수일)
크기	큼	작음	매우 작음	매우 작음	매우 작음
Complexity	> 6	1	0.2	0.1	> 10
가격(\$)	< 20	< 10	< 5	< 5	< 10

3. WPAN 기술표준화 동향 및 이슈

가. IEEE 802.15.3a(고속 UWB)

UWB는 2002년 미국 FCC에서 처음 상업용으로 승인이 될 때까지만 해도 단일 주파수 대역(3.1GHz~10.6GHz)에 ns라는 아주 짧은 시간에 임펄스를 발생시키는 통신기술을 기반으로 하였으나, 이러한 방식으로는 수 백 개 장치간의 Adhoc-Network 구성 및 다양한 전송속도 제공 등의 신뢰도 보장이 어렵기 때문에 2003년 5월 IEEE802.15.3a표준화 제안서에는 기존의 검증된 통신방식인 표 2와 같은 MultiBand-OFDM방식과 CDMA방식 등 크게 2가지 방식으로 표준안이 집약되었다. 2003년 7월에 투표를 하여 1위로 MB-OFDM이 선정되었으나 IEEE의 규정인 참석 투표자의 75% 동의는 받지 못해 표준안 결정이 확정되지 않았다(MB-OFDM방식은 60% 지지, CDMA방식이 40% 지지).

그 후 2개월 마다 표준안 투표를 하였으나 2004년 5월까지 5번의 회의에서도 이 비율이 유지되어 MB-OFDM방식이 주도권을 가졌다. 그러나 2004년 7월 포트랜드에서 열린 회의에서 CDMA방식이 50.3%로 역전되는 의외의 결과가 발생하였고, 9월 베를린 회의

에서는 다시 MB-OFDM방식이 56%로 1위는 하였으나 75% 지지는 못받아 표준안 결정이 계속 지연될 가능성이 높아지고 있으므로, UWB 상용화에 대한 어두운 분위기가 도사리고 있는 상황이다.

현재 CDMA방식을 제안한 모토롤라는 두 개의 표준안으로 가자는 주장을 하고 있으나 MB-OFDM 연합체에서는 단일 표준안을 고수하고 있어 금년 말까지 끝날지도 회의적인 상태이며, 두 진영 다 빠른 시간 내에 칩을 개발하고 응용제품을 만들어 시장에서의 선점을 통해 사실상의 표준을 장악하려는 경쟁을 하고 있다.

두 가지 방식 전부 3.1GHz~5GHz대역을 강제 사용(mandatory)하도록 정하고 있는데, 이는 UWB의 요구사항인 5\$ 이하의 저가격을 만족시키기 위해서는 이 대역 정도가 현재의 CMOS 구현기술로 가능한 대역으로 파악하고 있기 때문이다. 또한 소모전력 100mW(110Mb/s) 또는 250mW(200Mb/s) 규격을 만족시키기 위해서는 칩 공정이 90nm 공정을 사용함으로써 만족할 수 있는 상황이나, 현재 대부분의 칩 설계기술은 180nm 공정을 이용하고 있는 실정이므로 공정에 맞는 RF회로설계나 모뎀 설계가 새로 되어야 될 상황에 있어 당분간 이 저출력 규격은 맞추기가 어려운 실정으로 판단된다.

〈표 2〉 고속 UWB 표준화의 2가지 방식

	MB-OFDM 방식	CDMA 방식
주파수 운용 방식	14개(대역폭 : 528MHz) - 3개(Mandatory) : 3168 ~ 4752MHz - 11개(Optional) : 4753 ~ 1006MHz	- single band(Mandatory) : 3.1 ~ 4.9GHz - dual band : 3.1 ~ 4.9GHz, 5.825 ~ 10.6GHz
변조방식	OFDM(128 FFT)/QPSK	CDMA(M-BOK)/BPSK
Coding	Viterbi	Viterbi
데이터 전송율	55 ~ 480Mbps	28.5Mbps ~ 1.2GHz
Multiple Access	Time/Freq.-Hopping	4 CDMA code set
회로 복잡도	FFT/IFFT 구조	Rake receiver 구조
Location 인식	Cm단위의 Resolution	Cm단위의 Resolution

나. IEEE 802.15.4(가전업체들의 연합모임에선 “ZigBee”라 함)

IEEE 802.15.4 표준화는 그림 2와 같이 무선통합 리모컨, 가전기기 컨트롤러, 빌딩제어, 장난감 등에 사용하기 위한 저속, 저가격, 저소비 전력의 무선 전송 기술의 표준을 제정하기 위한 그룹으로 2003년도에 물리계층 및 MAC 계층의 표준을 마무리한 상태이다.

(상세 기술규격은 TT저널 제94호(2004년 7/8월호)에 나온 “지그비” 기술동향 참조)

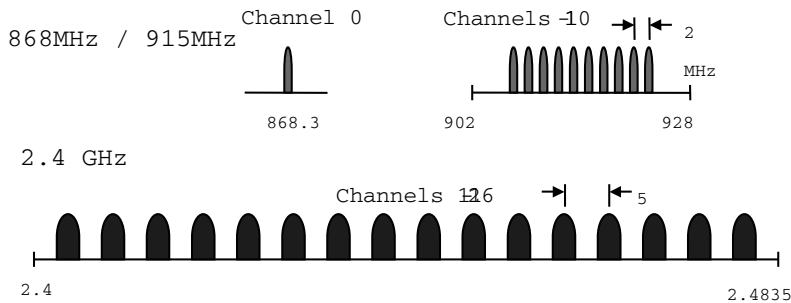
표준안에는 전송속도를 주파수에 따라 Dual mode

로 250kbps(전 세계 용도인 2.4GHz ISM 대역에서 16개의 채널), 40kbps/20kbps(북미에서는 915MHz 대역에서 10개의 채널 / 유럽에서 868MHz 대역에서 1개의 채널) 전송속도로 되어 있으며, CSMA-CA 프로토콜과 255개의 기기를 연결하며 도달거리는 1~100m로 설정할 수 있게 되어 있다.

이러한 주파수 할당은 미국과 유럽에서 ISM대역으로 사용하는 800/900MHz대역이 국내에서는 이 용도로 분배되어 있지 않기 때문에 국내에서는 현재 2.4GHz대역만 전파 규정상으로 유효한 상황이지만, 900MHz대역의 전파특성상 신호의 도달거리를 멀리



(그림 2) IEEE802.15.4(ZigBee)의 응용분야



(그림 3) IEEE802.15.4의 대역별 주파수 할당

까지 하는 장점이 있기 때문에 국내에서도 최근 이 대역에서 RFID로 분배된 908.5~914MHz대역에 대해 ZigBee와의 주파수 공유가 가능한지 간섭분석을 진행 중에 있다.

현재 Chipcon, CompXs, Motorola, Broadcom, CSR, Atheros, Philips 등에서 CMOS 기술을 이용한 무선 SoC 칩 시제품을 발표하고 있으며, CMOS RF 내장 일체형 SoC의 상용화가 급속하게 진전되고 있다.

다. IEEE 802.15.4a(위치인식 UWB)

향후 유비쿼터스 환경에서 중요한 기능 중 하나로 위치인식 기능을 들 수 있다. 이러한 위치인식 기능은 공공의 안전과 물품의 이동경로 파악에 중요한 역할을 할 수 있으므로 IEEE에서 2004년 5월부터 공식적인 표준화 작업을 진행하고 있다.

주요 응용분야로 ZigBee와 상당한 부분이 중복이 될 것으로 예상되나, ZigBee의 취약 분야인 이동성과 멀티패스가 심한 차량 서비스 분야, 수십 센티미터의 위치인식 분야, 전파 도달거리 수 백 미터로 확대가 필요한 분야로 표 3과 같은 차별된 응용분야도 가지고 있다. 이러한 기능은 센서 네트워크의 주요 기능을 만족시키고 있으므로 향후 센서 네트워킹의 주요 대안으로 부각될 가능성이 높은 것으로 예상되어, 각 국에서는 많은 관심을 가지고 표준안 작업을 진행하고 있다.

2004년 7월 현재까지 표준안 요구사항과 평가기준 작성, 채널 모델링 작업 등을 하고 있으며, 각 회사에서 표준안 제출에 대한 의향서를 8월 10일까지 제출하게 되어 있는데 제안 의향서가 30개 이상으로 파악되고 있다. 표준안 공모는 9월부터 시작하여 2005년 1월까지 받는 계획으로 되어 있으며, 2005년 3월부터 투표에 들어갈 예정이다.

〈표 3〉 IEEE802.15.4a의 주요 응용분야

적용환경	응용분야
Applications requiring mobility faster than 11 mph	<ul style="list-style-type: none"> ■ Tire pressure ■ Assets in vehicles(in-car communications) ■ Drive-by : Drop boxes, Drive-by AMR ■ Toll booths
Applications requiring robustness in multipath environments	<ul style="list-style-type: none"> ■ Industrial mission-critical ■ Airplanes ■ Ships/engine rooms ■ Gaming ■ New WINA alliance one example of this need
Applications requiring ranging accuracy better than 0.5 meters	<ul style="list-style-type: none"> ■ Asset tracking(active RFID) ■ Personnel tracking ■ Motion detection ■ Automatic network installation
Applications desiring extended range	<ul style="list-style-type: none"> ■ Meter Reading ■ Building Automation ■ And other longer-range applications where repeaters are not practical

기본 기술적 요구사항은 표 4와 같이 전송속도는 device용은 1kbps 이하, coordinator용도로는 1Mbps전송속도로 되어있으며, 도달거리와 위치 정밀도는 30m이내에서 수 cm의 위치 정밀도와 수백m이내에서 수십 센티 ~ 수 미터의 정밀도를 요구하고 있다. 그리고 소모전력은 수 개월에서 수년 동안 유지될 수 있는 저전력과 기존의 통신시스템과 공존할 수 있도록 되어 있다.

이러한 홈네트워킹 기술 중에서 향후 유선보다는 무선의 사용이 편리성과 미관성 등의 장점에 의해 점차 가정내의 유선을 대체시켜 갈 것으로 예측되며, 무선 LAN과의 연동, 이동전화와의 연동, 전력선통신과의 통합된 유무선 장치 등 다양한 형태로 우리 주변에 나타날 것으로 전망된다.

또한 최근 IEEE에서 표준안을 공모중인 IEEE 802.15.4a 표준화는 향후 센서 네트워킹과 유비쿼터

〈표 4〉 IEEE 802.15.4a의 기본 기술적 요구사항

기술 요구항목	요구조건
Topology 구조	- IEEE 802.15.4 MAC topology 지원 - Message relay, Aggregator, Dynamic network
전송속도 요구사항	- 기본 노드 bit rate : 1kbps - Aggregated bit rate : 1Mbps
도달 거리	- Short range : 30m - Long range : ~ 수 km
공존성과 간섭 완화	고잡음 다중경로 환경, 적절한 정도의 co-channel 및 out-of-band interference
출력 소모	- 건전지 수명은 ~ 수 개월 또는 수 년 - nodes들의 wake up이 빈번하지 않게
QoS	강한 error 수정 필요, 비상시 빠른 대응, 실시간 통신, node들의 synchronization(location)
Form Factor	Sensor, RF tag, battery와 antenna를 갖춘 Application
안테나 특성	비방향성 antenna
복잡도	최소화, 난이도 최소화(gate count, die size)
위치인식	정확도는 수십 센티
이동성	이동 중 cell 간의 이동성, 이동 중 실시간 통신
802.15.4 호환성	MAC 개선
전파규제	전 세계적/지역적 규정에 따름

4. 결론

홈네트워크 산업은 초고속 정보통신망의 최후의 모세혈관으로서 국가산업 전체에 미치는 파급효과가 크고 국민의 삶의 질을 획기적으로 향상시키는 기술분야로 인식되고 있다.

스 인프라 측면에서 주요 대안이 될 수 있는 표준안이 나 현재 다른 표준화보다 많이 알려져 있지 않는 상태이므로 국내에서도 이 분야에 대한 표준안 준비가 시급한 상태이다. 