

홈 네트워크 서비스를 위한 무선 네트워킹 기술 고찰

홍계석[○], 민재원^{**}, 정태명^{***}

[○]성균관대학교 컴퓨터공학과

^{**}성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과

^{***}성균관대학교 정보통신대학

e-mail: aicard@skku.edu[○], jwmin@imtl.skku.ac.kr^{**}, tmchung@ece.skku.ac.kr^{***}

Survey of Wireless Networking Technology for Home Network Services

Je-seok Hong[○], Jae-Won Min^{**}, Tai-Myoung Chung^{***}

[○]Dept. of Computer Engineering, Sungkyunkwan University

^{**}Dept. Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan University

^{***}College of Information and Communication Engineering, Sungkyunkwan University

● 요약 ●

홈 네트워크 산업은 인간의 욕구와 맞물려 앞으로의 발전 가능성이 큰 분야이다. 미 가전협회의 조사에 따르면 소비자들도 홈 네트워크 시스템에 많은 관심을 가지고 있고, 애널리스트 샘 루세노는 “홈 오토메이션 시장은 해를 거듭할수록 규모가 커질 것이다.”라고 예상하고 있다. 최근 네트워크 기술은 유선에서 무선으로 발전되고 있으며 홈 네트워크 서비스에는 유선보다 무선 네트워크 기술이 많이 쓰이고 있다. 본 논문에서는 각종 무선 네트워크 통신 기술에 대해 비교분석하고 홈 네트워크 서비스와의 연관성을 살펴보기 위하여 현재 홈 네트워크 서비스에 널리 사용되고 있는 무선 네트워킹 기술인 IEEE 802.11 무선랜 그룹과, IEEE 802.14.1의 블루투스 및 IEEE 802.14.5에 정의된 지그비 통신 기술에 대한 비교분석 한다.

키워드: IEEE 802.11 무선랜, 블루투스(bluetooth), 지그비(ZigBee)

I. 서론

2007년 정부가 주최하고 있는 ‘스마트 홈 네트워크 쇼’에는 정보통신부, 산업자원부, 건설교통부 뿐만 아니라 삼성, LG, KT 등 국내 굴지의 기업들과 그 외 110여개 업체가 참여해 다양한 제품과 서비스를 선보였다. 이처럼 홈 네트워크 산업은 인간의 더 편해 지고자 하는 욕구와 맞물려 앞으로의 발전 가능성이 큰 분야이다. 더군다나 유선을 넘어서 무선화, 소형화 되어가고 있는 가전 제품과 통신 기기, 휴대 기기들도 홈 네트워크 서비스와의 교집합이 커져가고 있는 상태이다. 시장 조사 기관인 ABI 리서치의 수석 애널리스트 샘 루세노는 “홈 오토메이션 시장을 4개 군으로 분류하고, 경기 침체의 영향을 받는 고급 홈 오토메이션 시장을 제외한 중저가 및 DIY형 홈 오토메이션 시장은 2010년부터 빠른 성장을 보여 2011년에는 280만 대, 2013년에는 400만 대의 홈 오토메이션 시스템이 판매될 것으로 예상되고, 기술 발달에 따라 가격도 빠르게 하락하고 있다”고 얘기하고 있다. 이 같은 서비스들은 점점 온라인, 그리고 모바일 기기에서 사용 가능해질 것이며, 미 가전협회(CEA)의 조사에 따르면 미 소비자의 43%가 무선 홈 모니터링 시스템에 추가 지출을 할 의향이 있다고 조사되었다[1].

따라서 본 논문에서는 무선 네트워킹 기술에 대해 서술하고 각 기술의 특징을 비교 분석하고자 한다. 이 기술들의 발전 상황과 특성을 알아보고 장단점을 분석했다. 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 IEEE 802.11 무선랜, 블루투스, 지그비를 설명한다. 3장에서는 무선 네트워킹 기술들의 비교 분석을 하고 4장에서 결론을 맺는다.

II. 무선네트워킹 기술

2.1 IEEE 802.11 무선랜

미국 전기전자학회(IEEE)의 작업 그룹에서 개발한 무선 LAN 규격으로 주로 무선 랜의 물리 계층과 MAC 계층에 대한 다수의 규약들로 이루어져있다. 이 규격에는 802.11, 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n이 있으며 이들 모두 경로 공유 프로토콜로서 반송과 감지 다중 접속/충돌 예방(CSMA/CA)을 사용하고 있다 [2]. 주된 목적은 빠른 데이터 전송률과 네트워크의 연결 지속 여부다. 각 종류별 특징은 다음과 같다.

- ① IEEE 802.11 : 1997년부터 사용된 규격으로 2.4GHz 대역에서 1~2Mbps 정도의 전송 속도를 제공한다. 변조는 위상 변이 방식을 사용한다.
- ② IEEE 802.11a : 1999년에 채택되어 5~6GHz 대역에서 6~54Mbps 전송 속도를 제공하지만 패킷의 길이에 따라서 데이터 전송률이 가변적이다. 직교 주파수 분할 다중 (OFDM) 기술을 채택하여 주파수 간섭이 상대적으로 적으며, 비동기 전송 방식(ATM) 시스템에 적용되고 있다.
- ③ IEEE 802.11b : 1999년에 채택되었으며 802.11 High Rate 라고도 한다. 802.11과 같은 2.4 GHz 대역이며 5.5~11Mbps 전송 속도를 제공한다. 변조 방식은 CCK(complementary code keying)를 사용한다. 이상적인 최대 데이터 전송률은 7.11Mb/s이다.
- ④ IEEE 802.11g : 2003년 채택된 IEEE 802.11b의 확장 표준으로 2.4 GHz 대역에서 20Mbps 이상의 속도를 제공하는 무선 인터넷이다. OFDM 방식을 채택하고 있으며 최대 데이터 전송률은 26Mb/s이다.
- ⑤ IEEE 802.11n : 상용화된 전송 규격으로 다중 입력 다중 출력(MIMO) 기술과 대역폭 손실의 최소화를 위한 MAC 계층과 물리 계층의 변형을 통해 최대 600Mbps 전송 속도를 지원하며 HDTV, 디지털 비디오 스트리밍 등 높은 대역폭의 동영상도 처리할 수 있다.

표 1. IEEE 802.11 표준 비교[3]

표준	주파수	전송 속도	변조 방식
802.11	2.4Ghz	1~2Mb	위상 변이
802.11a	5Ghz	6~54Mb	OFDM
802.11b	2.4Ghz	5.5~11Mb	CCK
802.11g	2.4Ghz	20Mb 이상	OFDM
802.11n	40Mhz	최대 600Mb	OFDM

블루투스나 지그비와는 달리 802.11 무선랜 표준은 대용량 데이터 전송에 최적화 되어 있다. IEEE 802.11의 네트워크 환경은 인프라 방식과 애드혹 방식으로 구성할 수 있다. 두 방식의 차이는 AP (Access Point)라고 불리는 핫스팟의 유무라 할 수 있다. 핫스팟에 여러 대의 클라이언트가 접속된 형태로 네트워크가 구성된다면 인프라 방식이고, 핫스팟 없이 클라이언트끼리 데이터를 주고 받는다면 애드혹 방식이 된다. 인프라 방식이 핫스팟이 필요하므로 초기 설치 비용이 더 많이 들지만 받아들일 수 있는 클라이언트 수가 많고 더 넓은 접속 반경을 제공하기 때문에 많이 쓰인다.

2.2 블루투스

IEEE 802.15.1 규격을 사용하는 블루투스는 개인 근거리 무선 통신(Personal Area Networks)의 산업 표준이다. 1994년 에릭슨이 최초로 개발하였으며 현재 소니, 노키아, 에릭슨, IBM 등이 참여한 블루투스 SIG(Special Interest Group)이 표준화를 주도하고 있다.[4] 2.4Ghz 주파수를 이용해 10~100m 범위 내에서 각종 기기들의 무선 연결을 지원한다.

현재 블루투스는 초기 버전인 1.1/1.2를 거쳐 4.0까지 버전 업되었으며 버전별 주요 특징을 살펴보자면,

- ① 블루투스 1.1 : 2002년에 IEEE 802.15.1 표준으로 승인 받았고 비 암호화 채널을 지원하였으며 실제 전송 속도는 721kbit/s다.
- ② 블루투스 1.2 : 1.1버전과 호환되며 실제 전송 속도는 1.1버전과 동일하다. 2005년에 표준으로 승인되었다.
- ③ 블루투스 2.0 : 역시 1.1 버전과 호환되며 크게 달라진 점은 데이터 속도가 3배 이상 향상되었다는 점이다. 데이터 속도가 이론상으로 3Mbit/s로 평균 3배, 최대 10배로 향상되었으며 Duty cycle 감소에 의한 저 전력 소비, 사용가능한 대역폭의 증가가 눈에 띄는 버전이다.
- ④ 블루투스 3.0 : 2009년 발표된 버전으로 가장 큰 특징은 전송 속도를 최대 24Mbps까지 향상시켰다는 점이다. 그리고 디바이스간 대용량 그림, 동영상, 파일의 전송을 가능해졌으며 내장된 전력 관리기능으로 전력 소모를 줄일 수 있다.
- ⑤ 블루투스 4.0 : 2010년에 발표된 최신 버전으로 기존의 블루투스 프로토콜로 구성돼 있는 ‘클래식 블루투스’와 와이파이 기반의 ‘블루투스 하이스피드’, ‘블루투스 로우 에너지’ 기능으로 구성되어있다.

블루투스 네트워크는 ‘피코넷’ 기반으로 구성되며, 하나의 피코넷에는 하나의 마스터 디바이스와 최대 7개의 슬레이브 디바이스로 구성될 수 있다. 8개 이상의 디바이스를 동시에 연결하기 위해서는 여러 개의 피코넷을 연결하여 스캐터넷을 형성하여야 한다.

블루투스를 이용하면 PDA를 이용해 홈 네트워크를 원격 제어할 수도 있다. 물론 제어하는 쪽의 단말기(ex. PDA) 와 제어당하는 기기가 모두 블루투스를 지원해야만 한다. 또는 무선 블루투스 이어폰이나 헤드셋으로 락내 TV나 디지털 오디오 기기에 접근해서 소리를 듣는 것도 가능하다.

2.3 지그비

지그비는 저가, 저전력, 무선 매쉬 네트워크 표준이며 산업, 과학, 의학용 무선 주파수(ISM 밴드)내에서 작동한다. 유럽에서는 868 Mhz, 미국과 호주에서는 915 Mhz, 전세계적으로는 2.4 Ghz 무선 주파수를 사용하며 블루투스와 같은 개인 통신망이다.[5]

표 2. 지그비 주파수별 비교[6]

구분	2.4GHz	868MHz	915Mhz
Data Rate	250Kbps	20Kbps	40Kbps
Channel	11~26	1	0
Chip Modulation	O-QPSK	BPSK	
Symbol Rate	62.5Ksym/s		
Chip Rate	2Mchips/s	0.3Mchips/s	0.6Mchips/s
DSSS	32-chip PN code	15-chip PN code	
Sensitivity	-85dBm	-90dBm	
Transmit Power	-0dBm(1mW)		

지그비의 시작은 Home RF의 Low Rate 버전으로 1998년에 시작되었으며, Firefly, RF-Lite로 이름이 변경된 후, 최종적으로 지그비로 명명되었다.

IEEE 802.15.4 표준에 의하면 지그비 네트워크는 총 3개의 장치로 구성되어 있다.

- 지그비 코디네이터 : 각각의 지그비 네트워크는 반드시 하나의 지그비 코디네이터가 필요하다. 코디네이터는 네트워크 정보를 초기화한다.
- 지그비 라우터 : 멀티 홉 라우팅을 하기 위해 필요한 컴포넌트이다. 하나의 네트워크 내에 여러 개의 지그비 라우터가 존재할 수 있으며 지그비 코디네이터나 이미 접속중인 지그비 라우터를 통해 네트워크에 접속할 수 있다.
- 지그비 휴대 기기 : 라우팅에는 참여하지 않으며 하나의 네트워크 내에 여러 개의 지그비 휴대 기기가 존재할 수 있다. 지그비 라우터처럼 지그비 코디네이터나 지그비 라우터를 통해 네트워크에 접속할 수 있다.

지그비는 ISM 밴드 내에서는 DSSS(direct sequence spread spectrum) 방식을 사용하여 최대 데이터 전송률은 2.4 Ghz의 단일 채널에서 250Kb/s가 된다. 868 Mhz 대역에서는 20kb/s 까지 가능하고 915 Mhz 대역에서는 10개의 채널로 채널당 40kb/s의 대역폭을 사용할 수 있다.

지그비의 가장 큰 특징은 저전력 소모로, 지그비 칩은 동작 시 전력소모가 20mA 내외다. UWB의 전력소모가 200mW, 와이파이가 1W인 것에 비하면 상당히 낮은 수치이다. 또 블루투스가 노드당 최대 7개의 다바이스 연결이 가능하다면 지그비는 최대 255대의 기기 연결이 가능하며, 최대 6만 5천개의 확장 연결이 가능하다. 전송거리에도 차이가 있어 블루투스는 10~100m를 가지는 반면에 지그비의 전송거리는 실내에서 30m, 실외에서 100m이다.

스마트 그리드는 기존의 단방향 전력망에 정보 기술을 접목하여 소비자와 전력 공급자가 양방향으로 실시간 정보를 교환함으로써 에너지 효율을 최적화하는 기술을 말하는데 지그비를 통해 이를 홈 네트워크 서비스에 적용할 수 있다. 예를 들자면 가정의 가전 기기를 원하는 시간에 작동시키고 끄는 작업이 가능하게 하는 저전력 및 저가인 지그비가 알맞다.

III. 무선 네트워킹 기술의 비교 분석

2장에서 설명한 무선 네트워크 기술들은 각각 다른 특징들을 가지고 있다. 특징들을 비교한 표는 다음과 같다.

표 3. 무선 네트워킹 기술 비교

	IEEE 802.11 무선랜	블루투스	지그비
전송 거리	300~450m	10~100m	30~100m

전송 속도	600Mbps	24Mbps	250Kbps
초기 설치비용	비싸다	중간	저렴하다
주파수 대역	40MHz 2.4/5 Ghz	2.4GHz	868/915MHz 2.4GHz
전력소모	1W이상	블루투스 로우에너지 기능	20mA
확장성	핫스팟에 따라	노드당 최대 7개	노드당 최대 255개 확장연결 6만5천개
대용량 데이터	가능	가능	불가능
비고	핫스팟(AP)	피코넷	코디네이터

각각의 무선 네트워킹 기술들은 비슷한 주파수를 사용하고 있지만 데이터 전송률, 전송 속도, 전력 소모, 확장성등 차이점이 존재한다. 전송 거리나 전송 속도면에서는 IEEE 802.11 무선랜이 우수하다. 안정적인 인프라 방식을 선택하는 것이 좋으나 핫스팟의 존재가 초기 설치 비용을 증가시키는 요인이 되어 가격 경쟁력은 떨어진다. 이런 면에서는 블루투스와 저렴한 지그비 칩으로 인한 지그비 기술이 유리하다. 주파수 대역은 세 가지 기술 다 2.4 GHz의 비슷한 주파수 대역을 가지고 있지만 IEEE 802.11 무선랜은 표준에 따라, 지그비는 지역에 따라 다른 주파수 대역을 쓰기도 한다. 전력소모는 20mA라는 전력을 가지고도 동작 가능한 지그비가 가장 우수하지만 블루투스 4.0 버전에서 로우에너지 기능을 추가하는 등 전력 소모를 줄이기 위해 노력을 하고 있다.

IEEE 802.11 무선랜은 블루투스나 지그비에 비해 전송 속도가 빠르기 때문에 홈 네트워크 내에서 대용량 데이터를 송수신하기에 적절한 기술이다. 또한, 무선랜을 홈 네트워크에 구축할 경우 핫스팟의 필요성 때문에 초기 설치비용이 많이 필요하지만 핫스팟을 여러 군데 배치함으로써 주거 공간 내에서 무선 네트워크 접근성을 높이고 안정성을 제공할 수 있다.

블루투스 기술은 소비 전력이 낮다는 점과 케이블 없이도 정보 교환이 가능한 이점으로 인해 최근 스마트폰이나 무선 헤드셋 등 많이 쓰이고 있다. 블루투스를 사용하는 가전제품의 사용자가 계속 증가하면서, 이들이 홈 네트워크 내에 참여해 통신할 가능성이 더욱더 높아지고 있다. 미래에 홈 네트워크에서 블루투스로 가전제품과 통신하여 다양한 서비스를 제공할 수 있을 것이라 예상된다.

지그비는 블루투스보다 비교적 덜 알려졌지만 낮은 전력 소모와 많은 기기를 네트워크에 연결할 수 있다는 점, 최소 전송거리가 블루투스보다 길다는 점이 장점이다. 따라서 좁은 주거공간보다는 아파트 단지나 주택단지 등 더 넓은 범위의 홈 네트워크 서비스에 적당한 기술이다. 또한 저전력으로 센서 네트워크 기반의 서비스를 제공하기에도 적합하다.

IV. 결론

본 논문에서는 점점 각광받고 있는 홈 네트워크에서 사용할 수 있는 IEEE 802.11 무선랜, 블루투스, 지그비 무선 네트워킹 기술에 대해 설명을 하고 각각 특징별로 비교분석하였다. 각 기술들은 각자의 장단점을 가지고 있으므로 네트워크를 한 가지 기술만으로 구성하기 보다는, 사용하고자 하는 홈 네트워크의 목적에 맞춰 적절한 기술을 사용하는 것이 적합하다. 그러기 위해선 앞으로 각 기술 표준, 디바이스간의 상호호환성을 높이기 위한 추가적인 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] Prospect for seven industrial trends of America in 2010, <http://www.globalwindow.org>
- [2] IEEE 802.11, <http://ko.wikipedia.org/wiki/802.11>
- [3] IEEE 802.11 group, <http://standards.ieee.org>
- [4] Bluetooth, <http://www.bluetooth.org>
- [5] ZigBee, <http://www.zigbee.org>
- [6] ZigBee comparison of frequency, http://www.zigbee_forum.or.kr