



무선 홈네트워크 표준화 현황

인하대학교 초광대역무선통신연구센터 **곽 경 섭**



>>> 홈네트워크 특집

- 홈네트워크 기술 및 산업 현황
- **무선 홈네트워크 표준화 현황**
- 시범사업 현황 및 추진방향
- 정보가전기기간 상호호환성 제공 미들웨어 기술
- 유비쿼터스 홈을 위한 상황인지 서비스 기술
- 저속/고속 전력선 통신 국내표준화 현황
- 홈네트워크 인증현황
- FTTH 기반 홈네트워크 서비스 현황
- 유비쿼터스를 위한 디지털홈 서비스 현황

1. 개요

광대역 초고속 통신망과 홈 네트워크를 중심으로 인간 생활 중심의 복합적인 서비스 제공의 필요성이 대두되면서 인터넷 뿐만 아니라 기존의 정보가전을 포함한 다양한 차세대 정보기기들을 이용한 스마트홈 환경 구축에 관한 기술들이 활발히 연구 개발되고 있다. 이러한 상황에서 IEEE 802.15.4 LR-WPAN(저속형 WPAN) 표준화 그룹은 고정된 환경이나 이동 및 휴대 환경 하에서 저속으로 무선 연결에 대한 표준을 제안하였다. 특히 IEEE 802.15.4 LR-WPAN는 홈네트워킹분야와 In-home 응용분야에 대해서 기존의 IEEE 802.11 그룹과 IEEE 802.15.1(Bluetooth devices)에 비해 낮은 복잡도, 초저전력 그리고 저가격의 특성을 가지고 있어 스마트홈 환경에 적합한 시스템으로 주목 받고 있다. 현재 초광대역(UWB)을 이용한 위치기반 물리계층 대안인 IEEE 802.15.4a에 대한 표준화가 진행 중이나 아직 기술 대안이 결정되지 않아 IEEE 802.15.4 LR-WPAN 표준화 현황을 기술하고자 한다.

본 기고는 IEEE 802.15.4 LR-WPAN 시스템에 관한 전반적인 개요를 기술하고, IEEE 802.15.4 LR-WPAN 시스템을 응용계층, 네트워크 계층, 데이터 링크 계층 그리고 물리계층으로 구분하여 시스템의 특징을 간략하게 살펴보고자 한다.

2. IEEE802.15.4 WPAN 개요

무선 네트워크 기술에서는 스마트홈 환경을 구축을 HomeRF 기술과 기존의 유선 LAN을 대체하여 유선망에 구축됨이 없이 데이터 통신을 할 수 있는 무선 LAN 기술, 휴대용 장치간의 양방향 근거리 무선 통신을 할 수 있는 블루투스 기술 및 CDMA와 같은 휴대용 이동통신 기술로 크게 나눌 수 있다. 이러한 무선 전송기술들을 전송속도 및 응용분야로 다시 구분하면, 셀룰라폰이나 헤드셋과 같은 음성처리 분야, 고속 기반의 고품질 서비스를(QoS) 요구하는 멀티미디어 분야, 그리고 중 또는 저속의 WPAN으로 가정이나 사무실의 조명·보안 등과 같은 비교적 낮은 QoS의 원격제어 및 홈오토메이션 분야로 나눌 수 있다. 이 중에서 IEEE 802.15.4 LR-WPAN은 가정이나 초저전력, 저가 그리고 시스템의 낮은 복잡도를 목적으로 홈 RF 기술의 후속 기술인 홈 RF 라이트와 결합하여 무선 홈네트워크 구축에 적합한 표준안으로 주목 받고 있다. IEEE 802.15.4 LR-WPAN 시스템은 IEEE 802.11의 무선랜 규격과 IEEE 802.15.1의 블루투스 규격과 같이 ISM인 2.4GHz 주파수 대역 및 유럽과 미국에서 사용하는 868/915MHz 주파수 대역을 함께 사용하며 초기 \$6에서 향후에는 \$2~\$3 정도의 저가를 목표로 하는 양방향 무선 네트워크이다.

이러한 특성과 더불어 대략 2개의 AA배터리 전원으로 최대 6개월에서 2년까지 사용할 수 있는 저전력 특성을 가지고 있으며 동작 반경이 10~75m 내로서 성형

네트워크 구조나 Peer-to-Peer 방식을 이용하여 20kbps에서 최대 250kbps로 데이터를 전송할 수 있도록 규정하고 있다.

3. IEEE 802.15.4 LR-WPAN 아키텍처

IEEE 802.15.4 LR-WPAN 시스템은 그림 1에서 도식한 바와 같이 기본적으로 OSI 계층을 기준으로 응용계층, 네트워크계층, 데이터 연결계층 그리고 물리계층으로 나눌 수 있다. 데이터 연결계층은 MAC 과 LLC 두개의 하위계층으로 구성되어 있으며 물리계층은 동작 주파수 대역에 의해 두 종류의 계층로 구분할 수 있다.

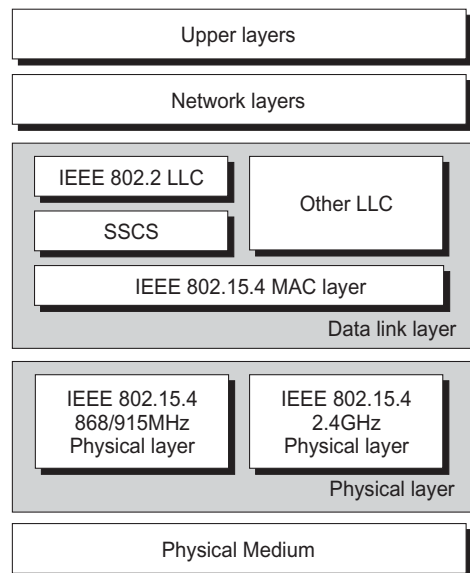


그림 1. IEEE 802.15.4 LR-WPAN 아키텍처

4. 응용 및 네트워크 계층

IEEE 802.15.4 LR-WPAN은 가정이나 사무실의 조명·보안 등을 무선으로 조정할 수 있는 산업용 컨트롤러나 모니터링 그리고 가정내 습도나 온도에 대한 무선 센서, 스마트 배지, 태그와 같은 자동 센서 등과 같은 응용분야를 갖는다. 특히 PC 주변 장치, 홈오토메이션 그리고 가전제품들의 제어 등과 같이 동작 반경 15m ~ 100m 내에서 약 10kb/s~120kb/s 속도로 동작하는 홈오토메이션이 주요 응용분야라 할 수 있다. 기존의 홈네트워킹 관련 기술과 IEEE 802.15.4 LR-WPAN 시스템의 응용 분야에 대해서 정리를 하면 표 1과 같다. IEEE 802.15.4의 네트워크 계층에서는 토폴로지를 구성하고 유지하며 주소체계와 라우팅 그리고 보안 등의 역할을 수행한다.

그림 2에서 알 수 있듯이 네트워크 구성은 중앙 컨

트롤러를 중심으로 성형방식 기반과 중앙 컨트롤러가 필요없이 네트워크 디바이스가 임의의 다른 네트워크 디바이스들과 통신하는 Peer-to-Peer 방식을 사용하도록 제안하고 있다. 성형방식은 시스템의 일괄변경과 데이터베이스 관리가 용이하고, 중앙의 관리점으로부터 모든 기기가 단대단 방식으로 연결되어 네트워크 고장의 발견이 쉽고 수리가 용이하며, 동시에 한 기기의 고장이 전체에 영향을 미치지 않는 특징을 가지고 있다. Peer-to-Peer 방법은 Client-Sever 네트워크 방식과는 달리 노드와 노드간의 메시지 전달에 관한 전용 중앙 관리점이 필요없고, 네트워크 디바이스가 임의의 다른 네트워크 디바이스들과 무선영향권 내에 있으면 통신이 가능하기 때문에 각 노드가 동등하게 파일 서버의 역할을 수행하면서 각 네트워크 노드의 자원들을 공유할 수 있다. 따라서 Peer-to-Peer 방식은 무선 센서네트워크나 보안에 관련된 응용 분야에서는 많은 이점을 가지고 있으며, ad-hoc, self-organizing 그리고 self-healing 등을 할 수 있는 이점이 있다.

표 1. IEEE 802.15.4 응용 및 홈네트워크 기술

분야	기술	내용
홈 네트워크	HomePNA	전화선 네트워킹 기술
	PLC	전력선 네트워킹 기술
	IEEE 1394	디지털 기기간 전송 표준
	이더넷 랜	기업내 표준 네트워킹 방식
	홈 RF	가정내 로컬 무선 네트워킹
	Bluetooth	정보가전 연결용 무선 네트워킹
	IEEE 802.15.4	로컬 무선 네트워킹
정보가전기	홈케이트웨이	인터넷과 유무선 통합 홈 네트워킹
	홈서버	가정내 통합 관리 서버
	디지털 TV	HDTV, PDP 등
	정보가전 제품	DVD, 전자레인지 등
	게임기	PS2, 게임기 등
기반 S/W	휴대용 정보단말기	이동전화, PDA 등
	RTOS	정보가정용/홈서버용 실시간 OS
	정보가전 미들웨어	Upnp, HAVI 등
	시스템 유틸리티	인터페이스, 데이터베이스 등

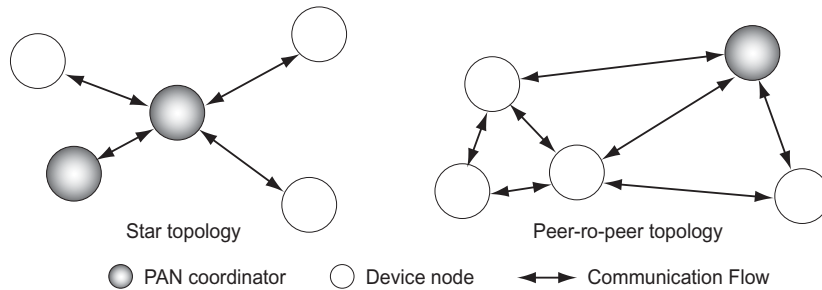


그림 2. 성상 및 Peer-to-Peer 토폴로지

5. 데이터 링크 계층

IEEE 802.15.4에서 데이터 링크 계층은 크게 MAC과 LLC(Logical link control) 두 개의 하위계층으로 구성되어 있다. 구성된 하위 계층 중에서 LLC는 IEEE 802.3과 IEEE 802.11 등과 같이 IEEE 802 그룹에서 공통적으로 사용된다. 그리고 MAC은 SSCS(Service Specific Convergence Sublayer)를 통하여 IEEE 802.2 Type I LLC에 서비스를 제공하거나 SSCS를 통하지 않고 다른 LLC에 서비스를 제공한다. IEEE 802.15.4 MAC은 CSMA-CA(Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) 메커니즘을 통하여 채널에 접속하도록 되어있다. 즉 상위계층에서 통신이 요구될 때 네트워크의 반송파를 감지하고 있다가 사용가능한 채널에 접속하도록 조정하고 활성화와 비활성 등 연결관리를 수행한다. MAC 하위계층은 SAP(Service Access Point)를 통하여 상위계층들에게 MCPS-SAP(common part sublayer)를 통한 MAC 데이터 서비스 및 MAC MLME-SAP(layer management entity)를 통한 MAC 관리서비스를 제공하고 이러한 서비스들은 SSCS나 다른 LLC 그리고 물리계층 사이의 인터페이스를 제공하도록 되어 있다. 그리고 MAC 관리 서비스는 131개의 primitive와 32개의 event를 가지고 있는 802.15.11 블루투스과 비교하여 26개의 primitive를 가지기 때문에 복잡도가 매우

낮고 Low-end 응용분야에 보다 적합하게 사용할 수 있는 장점이 있다.

6. 물리계층

IEEE 802.15.4 LR-WPAN의 물리계층(PHY)에는 직접확산(DSSS) 방식에 기반을 두고, 주파수 영역에 따라 크게 두 종류로 구분할 수 있다. 두 종류의 PHY는 공통적으로 기본 데이터 패킷 구조들을 공유하여 사용하기 때문에 낮은 활성주기의 저전력 동작이 가능하고 보다 저렴한 디지털 IC 구현이 가능하다. 각 PHY는 무선전송기의 활성화와 비활성, 그리고 사용되고 있는 현재 채널 내에서의 에너지 감지와 수신된 패킷에 대한 링크 품질, CSMA-CA에 대해 채널 비움 그리고 power level의 조정을 통한 채널 조정 등의 역할을 한다. 표 2와 3에서 물리계층의 규격을 보여주고 있다.

IEEE 802.15.4의 물리적 계층은 표 3에서 보는 바와 같이 유럽에서 사용되는 868 MHz와 미국에서 사용되는 915 MHz 및 그외지역을 위한 2.4GHz 대역을 위한 PHY로 구분할 수 있다. 868/915MHz PHY는 BPSK 변조방법에 의해 20kb/s와 40kb/s로 데이터 전송을 할 수 있으며 2.4GHz PHY는 O-QPSK 변조방법

표 2. IEEE 802.15.4 LR-WPAN 규격

Property	Range				
Frequency band	PHYs	BPSK	868MHz	1 channel	20kb/s
			915MHz	10 channels	40kb/s
		O-QPSK	2.4GHz	16 channels	250kb/s
Range	10 ~ 20m				
Channel access	CSMA-CA and slotted CSMA-CA				
Latency	15ms 이하				
Temperature	-40 ~ +85 °C				
Addressing	IEEE 8bit/64bit				

표 3. IEEE 802.15.4 물리계층 파라미터

PHY	Frequency Band(MHz)	Channel number	Parameters				
			Spreading Factor		Data Factor		
			Chip rate (kchip/s)	Modulation	Bit rate (kb/s)	Symbol rate (kbaud)	Modulation
868/915MHz PHY	868.0-868.6	1	300	BPSK	20	20	BPSK
	902.0-928.0	10	600	BPSK	40	40	BPSK
2.4GHz PHY	2400-2483.5	15	2000	O-QPSK	250	62.5	16-ary Orthogonal

에 의해 250kb/s로 전송할 수 있다. 868/915MHz PHY는 주어진 물리적 영역에 대해서 노드 수를 줄이면서 상대적으로 보다 나은 sensitivity로 넓은 영역에 데이터를 전송할 수 있고, 2.4GHz PHY는 짧은 지연시간과 low-duty-cycle을 만족하면서 보다 많은 데이터를 처리하는데 사용된다.

IEEE 802.15.4 PHY는 3가지 주파수 대역에서 총 27개의 채널을 사용할 수 있다. 868/915MHz PHY는 868.3 MHz의 중심주파수로 868.0MHz와 868.6MHz 사이에 한 개의 채널과 906.0MHz에서 2MHz 간격의 중심주파수를 가지고, 902.0MHz와 928.0MHz 사이에서 10개의 채널을 지원한다. 그러나 주파수 사용지역이 서로 다르기 때문에 하나의 네트워크에서 11개 채널 모두를 사용하지는 않는다.

7. 향후 전망

본 기고에서는 IEEE 802.15.4 LR-WPAN의 물리계층, 데이터 연결계층, 네트워크계층, 응용계층에 대하여 표준화 현황을 살펴보았다. 현재, IEEE 802.15.3a(고속형) 및 4a(저속형) 표준화가 IEEE 802.15.3 및 4의 물리계층의 대안으로 진행되고 있다. 향후, 홈네트워크 관점에서 이들 표준화 대안이 어느 정도 마무리 되는 시기에 표준화 현황을 기술할 수 있는 기회가 있을 것으로 기대한다. **TTA**