

ZigBee 기술을 이용한 디지털 홈 네트워킹

티에스씨 시스템(주) 장한식, 이상도

목 차

- I. 홈 네트워킹이란?
- II. 유선 네트워킹 기술
- III. 무선 네트워킹 기술
- IV. ZigBee 기술을 이용한 홈 네트워킹
- V. 맺음말

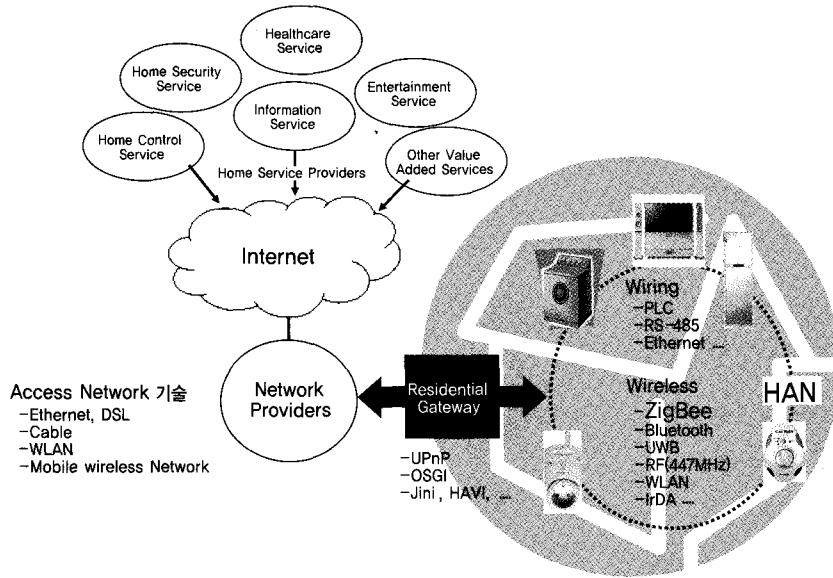
IT839의 3년 차 해인 올해 정통부의 정책 방향은 IT839전략을 기반으로 각 서비스를 상용화할 수 있는 기반을 만들어 시장을 창출하고 성장동력을 구체화하는데 초점이 맞추고, 8대 서비스중의 하나인 홈 네트워크 시장의 활성화를 위해 150만의 홈 네트워크 가구를 보급한다는 목표로 IT839의 전략들을 세우고 있다. 이 시장을 선점하고자 하는 업계의 행보 또한 활발하여, SK텔레콤과 KT 등과 같은 통신 사업자는 물론이고 삼성전자, LG전자, 대우 일렉트로닉스 등의 가전사, 현대통신, 코콤, 코맥스, 서울 통신 기술 등과 같이 홈 오토메이션 또는 홈 컨트롤 시스템을 근간으로 홈 네트워크 시장에 자연스럽게 진입한 기업들, 그리고 ZigBee, PLC 등과 같은 새로운 HAN(Home Area Network) 기술을 바탕으로 신규로 홈 네트워크 시장에 뛰어든 기업들이 시장 선점을 위해 치열한 경쟁을 벌이고 있다.

본 고에서는 홈 네트워킹 기술에 대한 전반적인 내용을 알아보고, 저전력, 저가, 저속, 신뢰성, 보안성

등을 특징으로 홈 네트워킹에 적합한 기술인 ZigBee를 이용한 디지털 홈 네트워킹에 대해서 자세히 알아보도록 하겠다.

I. 홈 네트워킹이란?

홈 네트워킹이란 “가정내의 두 개 또는 그 이상의 계산, 관리, 감시 및 통신 기능을 가진 장치간에 데이터를 공유하고 전달하는 할 수 있도록 하는 것”으로 정의할 수 있다. 이 가정 내의 장치들을 홈 네트워크 디바이스라 하며, 이들간은 이더넷, 전화선, 전력선, RS-485등과 같은 유선 네트워킹 기술이나, Zig Bee, RF, WLAN, Bluetooth, UWB, IrDA등과 같은 무선 네트워킹 기술 또는 이들의 복합으로 연결되어 동작한다. 홈 네트워크 디바이스들은 가정 내의 다른 홈 네트워크 디바이스들과 정보를 공유하고 제어할 수 있을 뿐만 아니라, 외부와도 연결되어 외부로부



(그림 1) 홈 네트워크 서비스 개념도

터 가정 내의 홈 네트워크 디바이스 정보를 공유하고 제어할 수 있어야 한다. 즉, 홈 네트워킹의 기본은 가정의 장비나 기기를 네트워크로 묶고 이를 외부망과 연결하여 유용한 정보를 제공받고, 사용자의 위치와 관계없이 장비를 제어할 수 있는 수단을 제공하는 것이다. 홈 네트워크 서비스 인프라는 크게 서비스 제공자, 액세스 망, 그리고 HAN으로 구분할 수 있다. 홈 네트워크 디바이스 제어 및 모니터 서비스, 헬스케어 서비스, 보안 서비스, 정보 제공 서비스 등을 제공하는 서비스 제공자들은 액세스 망을 거쳐 외부망과 내부망을 정합해주는 역할을 수행하는 게이트웨이(Residential Gateway)를 통해 HAN에 연결된 홈 네트워크 디바이스와 연결되어 정보를 제공하고 그들을 제어한다.

외부망은 주로 이더넷이나 ADSL/VDSL같은 DSL(Digital Subscriber Line), 또는 케이블망을 통해 가정으로 연결되는 것이 우리나라의 통상적인 인터넷 환경이다. 게이트웨이는 이더넷, DSL, 케이

블망, WLAN 등과 같은 액세스 망 인터페이스와, PLC, RS-485, 이더넷, ZigBee, Bluetooth, UWB와 같은 내부망(HAN) 인터페이스를 가지고 있어 외부망과 내부망을 물리적 그리고 프로토콜적으로 정합하는 기능을 수행한다.

가정내의 네트워크인 HAN은 크게 유선을 이용한 네트워킹과 무선으로 이용한 네트워킹으로 구분할 수 있다. 유선을 이용한 네트워킹의 주요 기술은 전력선을 이용하는 PLC(Power Line Communication), RS-485, 이더넷 등이다.

II. 유선 네트워킹 기술

유선 네트워킹 기술의 대표적인 기술로는 전력선을 이용하는 PLC(Power Line Communication), RS-485, 이더넷 등을 들 수 있으며, PLC의 경우는 이미 설치된 전력선을 이용할 수 있지만, 대부분의

기술은 별도의 통신 선로를 포설하여야만 네트워킹이 가능하다.

2.1 PLC(Power Line Communication) 기술

전력선을 이용한 네트워킹 기술인 PLC는 가정 어느 곳이나 연결되어 있는 전기 배선 자체를 통신 선로로 이용함으로써 사용자가 홈 네트워크 디바이스를 콘센트에 꼽는 그 자체만으로도 통신망에 연결할 수 있다는 큰 장점을 가진 기술이다. 그러나, 이런 강점에도 불구하고, 전력 운반을 목적으로 하는 전력선을 매체로 통신하기 때문에 가정내의 전력선 통신 데이터가 외부로 전송되는 것을 차단하는 블로킹 필터를 필수적으로 설치하여야 하고, 가전기기가 추가됨에 따른 임피던스 변화로 안정된 고속 통신이 어렵고, 전기기기의 잡음에 의한 오작동 등 전력선 통신의 안정성에 문제가 제기되고 있다. 이를 보완하기 위해 데이터 통신의 변조 기술 및 에러 정정 코드 기술이 여러 회사에서 개발되고 있으나, 기능 추가로 인해 가격 상승이 상승하고 제조사 별로 상이한 프로토콜(X-10, CEBus, LnCP, HNCP, LonWorks, S-Cube, Z256 등)을 사용함으로써 상호 운용성을 보장받을 수 없는 것이 현실이다.

<표 1>은 X-10, EIA(Electronics Industries Association)에서 권고하는 CEBus, LonWorks, Z256의 특징을 비교하여 보여준다.

<표 1> 전력선 통신 방식의 특징 비교

구분	X-10	CEBus	LonWorks	Z256/Z256M/Z256S
통신 속도	60bps	1Mbps	2Kbps~1.25Mbps	360bps/9.6bps/100K~1Mbps
제어기수	256	64	32258	65535
통신방법	단방향	양방향	양방향	양방향
소비전류	30mA이하	300mA이하	300mA이상	300mA이하
가격	저가	고가	고가	저가
MAC	없음	CSMA/CDXR	LonTalk(CSMA/CA)	CDMA/CDXR

2.2 RS-485 기술

RS-485통신 방식은 단순하고 저렴한 매체로서 주목 받고는 있지만, 표준화된 프로토콜이 없어 호환성에 문제가 있고, 각 디바이스간에 유선 통신 선로를 확보해야 하기 때문에 미관상이나 구축상 기존 주택에 적용하는 것은 어려우며, 신규 주택 설계 및 건설시 홈 네트워크 디바이스의 위치를 정하고 정해진 위치로의 통신 선로를 미리 확보해야 한다.

2.3 이더넷 기술

정통부가 시행하고 있는 초고속 정보통신건물 인증 제도로 인해 대부분은 아파트 가정 내에는 각 방마다 이더넷 포트가 설치되어 있다. 이더넷은 10Mbps에서 100Mbps까지 고속의 데이터 전송을 가능하게 해주므로, 영상 등과 같은 멀티미디어 데이터를 처리할 수 있는 홈 네트워크의 백본 역할을 충분히 담당할 수 있다. 그러나 이를 지원하는 홈 네트워크 디바이스들은 TCP/IP프로토콜, 멀티미디어 데이터 처리 등을 지원하여야 하므로, 다소 무거운 하드웨어로 구성되어 가격이 고가인 단점이 있다.

이러한 유선 기술을 이용한 홈 네트워킹은 미리 정해진 위치에 홈 네트워크 디바이스를 설치해야 하는 한계로 인해 진정한 유비쿼터스 네트워킹 환경을 제공하지 못한다는 큰 단점이 있다.

III. 무선 네트워킹 기술

무선기술을 이용한 네트워킹은 유형의 통신 선로를 포설하여야 하는 유선 기술을 이용한 홈 네트워킹과 달리 별도의 통신 선로 없이 홈 네트워크 디바이스 간의 네트워크를 구성할 수 있고, 이동성을 지원한다

는 차원에서 진정한 유비쿼터스 네트워킹 환경을 제공할 수 있다는 큰 장점이 있다.

현재 홈 네트워크에 적합한 무선 기술로서는 ZigBee, 블루투스(Bluetooth), UWB(Ultra Wide-Band), WLAN(Wireless LAN) 등이 있다. ZigBee 기술을 이용한 홈 네트워킹은 후에 자세히 논하기로 하고 Bluetooth, UWB, WLAN을 이용한 홈 네트워킹에 대해서 먼저 논하기로 하겠다.

3.1 Bluetooth(블루투스) 기술

블루투스는 노트북 PC, PDA 장비, 디지털 카메라, 휴대용 게임기, 휴대폰 등의 매우 이동성이 강한 장비들이 임의의 상황에서 네트워크를 형성하여(ad-hoc 네트워크) 통신을 가능하게 하는 표준이다. FHSS(Frequency Hopping Spread Spectrum) 방식을 사용하여 블루투스 1.0에서는 최대 1Mbps의 전송 속도를 블루투스 2.0에서는 최대 3Mbps를 지원하며, 마스터-슬레이브 방식의 네트워크 구조로 동작한다. 하나의 마스터는 최대 7개의 슬레이브를 수용하여 piconet을 형성하며, scanneternet 토폴로지를 사용하면 여러 개의 piconet들을 연결하여 보다 많은 디바이스를 연결할 수 있다. 블루투스는 사용자 주변에서의 통신이 목적이며 전송거리가 상대적으로 짧기 때문에(10m) PDA나 휴대폰과 같이 가정의 구성원 각자가 휴대하고 있는 장비에 장착하여, 개인의 이동경로 주변의 장비와 통신할 수 있도록 하는 것이 가장 적절할 것이다.

3.2 UWB(Ultra Wide-Band) 기술

UWB 기술은 매우 오래된 역사를 가지고 있는 기술로서 3.1~10.6 GHz대역의 동작 주파수, 100~500Mbps의 전송 속도, 10m이하의 전송거리를

갖는 고속의 데이터 전송을 요구하는 오디오/비디오 기기들을 무선으로 연결하는데 적합하다. 10m이하의 거리를 전파할 수 없기 때문에 홈 네트워킹용으로 사용하는 경우 Cluster Network으로 구성하여야 한다. UWB기술이 가지는 큰 장점은 ISI(Inter-Symbol Interference)를 일으킬 확률이 낮아 GPS, PCS, WLAN 기능 등과 함께 하나의 기기에 통합될 수 있다. 무엇보다도 UWB가 홈 네트워킹 기술로 적합한 이유는 넓은 대역폭(약 7.5GHz)을 사용하므로 다중 반사로 인한 페이딩에 매우 강한 특성을 가지고 있다.

3.3 WLAN(Wireless-LAN) 기술

WLAN은 최근에 급속도로 보급되고 있는 기술로서 별도의 선로연결 없이 비교적 빠른 속도의 데이터 전송을 가능하게 해주는 기술이다.

WLAN을 구비한 노트북 컴퓨터와 데스크탑 컴퓨터가 선을 연결하지 않고 비교적 큰 전송거리(~50m)를 가지고 10Mbps이상의 고속으로 데이터를 주고 받을 수 있다. IEEE802.11 WLAN기술 중 IEEE802.11a 혹은 802.11g High Data Rate WPAN기술은 미래의 유비쿼터스 네트워킹을 이끌어갈 핵심적인 무선 백본 네트워킹 역할을 담당하기에 충분한 기능을 보유하고 있다.

그러나 이를 지원하는 홈 네트워크 디바이스 역시 이더넷을 지원하는 홈 네트워크 디바이스처럼 TCP/IP프로토콜, 멀티미디어 데이터 처리 등을 지원하여야 하므로, 다소 무거운 하드웨어로 구성되어 가격이 고가인 단점이 있다.

이러한 무선 네트워킹 기술은 유선 네트워킹 기술에 비해 언제 어디서나를 표방하는 유비쿼터스 개념에는 어느 정도 부합하나, 무선 출력을 높게 하는 경우 원하지 않은 영역까지 전파가 도달함으로써 보안

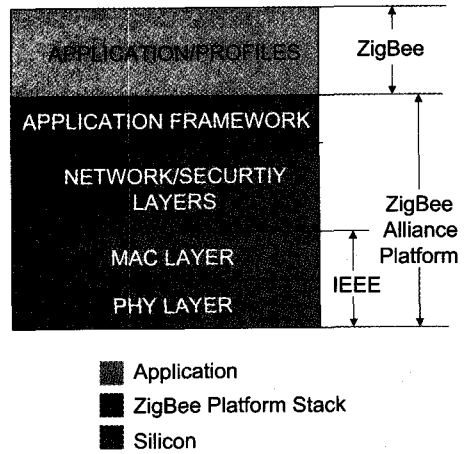
문제가 발생할 수 있으며, 무선 출력을 상대적으로 작게 하면 가정내의 벽을 통과하지 못함으로 인해 전파 음영 지역이 발생하게 된다. 실제 무선 기술을 가정내에 설치할 경우 가급적 전파가 옥외로 전달되지 않도록 출력을 조절하여야 하며, 보안에 강한 무선 기술을 사용하는 것이 필수이다. 그리고 대부분 2.4GHz 대역을 사용하는 기술로서 이들간의 전파 간섭으로 인한 문제도 고려 대상이다.

IV. ZigBee 기술을 이용한 홈 네트워킹

ZigBee를 홈 네트워크에 적용하기 위해서는 먼저 ZigBee의 전파 전파 특성을 확인한 후, 이를 이용하여 가정 내 환경에 맞는 제품 설계 및 설치가 이루어져야 한다. 가정 내의 전파 환경은 벽과 같은 고정된 환경과 사람의 이동, 가구 배치의 변동, 출입문의 개폐유무 등에 의해 수시로 변하게 된다. 이런 각 가정내의 무선 환경 변화를 적절히 수용할 수 있는 가정내 무선망 설계가 필수적이다. 또한 무선 기술을 이용한 네트워킹의 공통적인 문제로서 전파가 옥외로 전달되면서 생길 수 있는 보안 문제 또한 깊이 생각하여야 할 과제이다.

4.1 ZigBee 기술

ZigBee는 IEEE 802.15.4 기반으로 하는 WPAN 기술로 낮은 전력을 소모하며, 초 저가의 센서 네트워크를 구현하기에 최적의 방안을 제공하는 기술이다. ZigBee에서는 PHY와 MAC은 IEEE 802.15.4 WPAN 기술의 PHY와 MAC을 사용하고 있으며, 네트워크 계층과 응용 계층과 같은 상위 계층에서의 프로토콜은 ZigBee Alliance에서 정의 하고 있다.

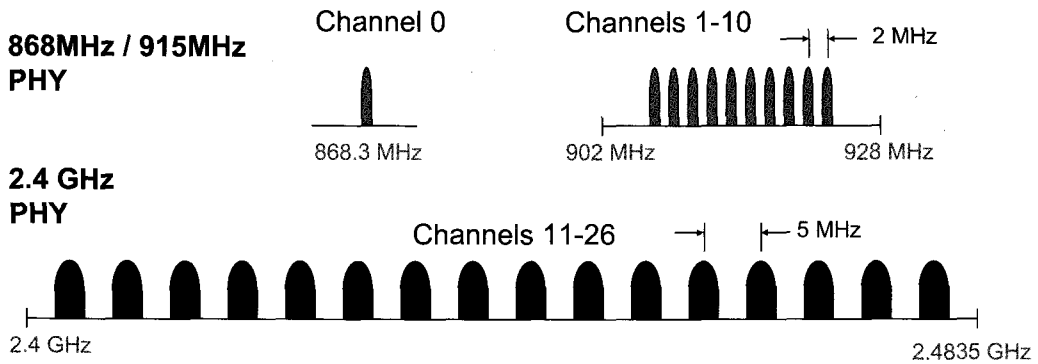


(그림 2) ZigBee Stack

IEEE 802.15.4에서는 두 가지 물리계층(Multi-band, Multi-rate)을 지원하며, 이들 물리계층은 Low-duty-cycle과 Low-power-operation을 위해 동일한 패킷 구조를 갖는다. 두 물리 계층 사이의 근본적인 차이는 주파수 대역으로 일반적으로 널리 활용되는 ISM 대역인 2.4GHz와 유럽과 미국의 868/915MHz 대역으로, 유럽에서는 868MHz 대역을, 미국에서는 915MHz 대역을 사용한다. 그리고 물리계층의 사용대역에 따라 전송속도가 다르며 2.4GHz대역에서는 O-QPSK 변조방식에 의해 250kbps의 전송속도를 제공하고, 868/915MHz 대역은 BPSK 변조방식에 의해 각각 20kbps와 40kbps 전송속도를 제공한다.

868/915MHz 물리 계층은 868.0MHz와 868.6MHz 사이의 대역에서 하나의 채널과 902.0 MHz와 928.0 MHz 대역에서 10개의 채널을 제공한다. 2.4GHz 물리계층은 2.4GHz와 2.4835GHz 사이의 대역에서 5MHz 간격으로 16채널을 제공한다.

응용분야에 따라 처리지연 시간이 짧아야 되는 서비스에 적용할 수 있도록 IEEE 802.15.4 WPAN에



(그림 3) ZigBee 채널 구성

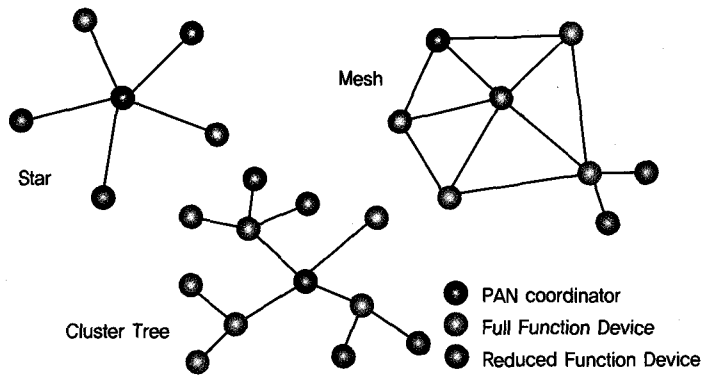
서는 선택적으로 슈퍼프레임 모드를 운용할 수 있도록 하고 있다.

슈퍼프레임에서는 PAN 코디네이터로 불리는 지정된 네트워크 코디네이터가 사전에 예정된 간격으로 슈퍼프레임 Beacon을 송신한다. 이 간격은 최소 15ms에서 최대 245sec가 될 수 있다. 두 개의 Beacon간의 시간은 슈퍼프레임의 주기와 무관하게 16개의 동일한 타임슬롯으로 나누어진다. 디바이스는 타임 슬롯 동안 언제든지 데이터를 보낼 수 있으나, 다음 슈퍼프레임 비컨 전에 해당 데이터 송수신을 완료하여야 한다. 슈퍼프레임의 CAP(Contention Access Period)에서는 타임슬롯의 채널 액세스는 경쟁하게 되며, 지정된 대역폭이나 낮은 처리 지연이 요구되는 단일 디바이스에는 CFP(Contention Free Period) 구간에 GTS (Guaranteed Time Slots)을 할당하여 경쟁 없이 채널을 액세스함으로써 대역폭을 보장해준다. 경쟁이 없이 할당되는 타임슬롯의 수는 관련 네트워크 디바이스들의 요구에 따라 가변이다.

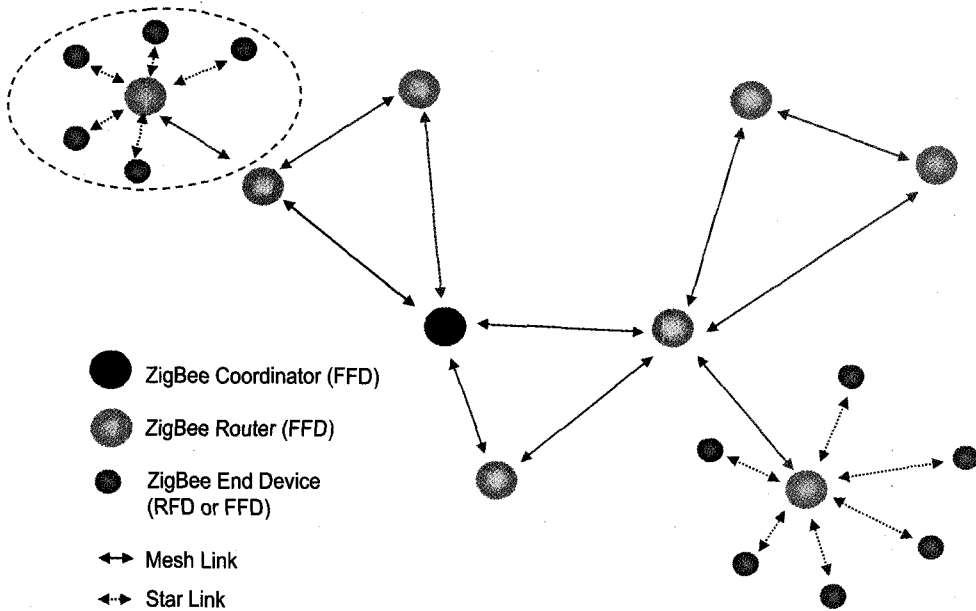
ZigBee 네트워크는 Star형, Cluster Tree형, 그리고 Mesh형으로 구분할 수 있다. Star형에서 노드는 PAN 코디네이터에게 모든 패킷을 전달하여 통신

이 이루어지며, 네트워크 구성이 간단하지만 노드간의 경로가 하나만 존재한다는 단점이 있다. Mesh형은 노드간 여러 개의 경로가 존재하고 하나의 경로가 실패 시 다른 경로로 전달하지만 구현이 보다 복잡하고 보다 많은 메모리의 사용하며 전원을 항상 공급해야 한다. Cluster Tree형은 Parent Node, Child Node으로 구성되어 Child Node는 상위 Parent Node에게 패킷을 전달하고 Parent Node는 자신의 Child Node 테이블을 검색한 후 일치한 테이블이 존재하면 해당 Child Node에게 전달하고 일치하지 않으면 Tree 경로에 따라 Coordinator에게 패킷을 전달하게 된다.

ZigBee는 역할에 따라 FFD, RFD 두 가지로 나눌 수 있는데 FFD는 ZigBee Coordinator, ZigBee Router, ZigBee End Device 어떤 디바이스든 될 수 있고 Star, Peer to Peer, Cluster Tree 네트워크를 모두 지원한다. ZigBee Coordinator는 네트워크당 1개가 존재하고 네트워크를 형성하는 기초가 되고 FFD이며 ZigBee Router로도 동작하고, Network address를 할당하는 역할을 한다. ZigBee Router는 ZigBee 네트워크의 구성요소로 FFD이며 Multi-hop 라우팅 메시지를 전달하는 역할을 한다. 보통



(그림 4) Network Topology



(그림 5) ZigBee device와 네트워크

RFD는 ZigBee End Device로 동작되며 Star topology로 제한되고 PAN coordinator는 불가능하며 아주 간단한 기능 구현되어 제한된 프로토콜 기능을 지원하고 라우팅 기능이 지원되지 않는다.

4.2 ZigBee의 RF 특성

ZigBee의 사용 주파수인 2.4GHz대 주파수의 일반적인 전달 특성은 직접파와 반사파에 의존하며 회절에 의한 전파 전파는 잘 이루어지지 않는 특성을 지니고 있다. (그림 6)은 0dBm출력의 ZigBee 모듈에서의 출력 파형이다.

<표 2>는 ZigBee모듈의 RF 규격이다.



(그림 6) Ember사의 EM2420 RF칩을 사용한 모듈의 출력파형 측정

<표 2> ZigBee모듈의 RF 규격

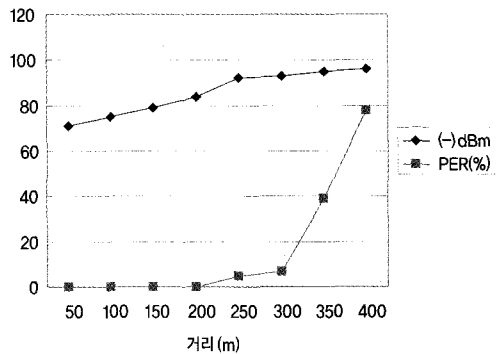
구 분	규 격
변조 방식	DSSS /O-QPSK
사용 주파수	2400 ~ 2483.5MHz
최대 통신속도	250kbps
Chip rate	2000kchip/s
최대 출력파워	10dBm
최저 수신 감도	-94dBm
채널 수	16
채널 간격	5MHz

통상적인 경우의 ZigBee 출력은 0dBm이며, 법규 상 최대 10dBm까지 증폭이 가능하다.

4.3 자유공간에서 ZigBee의 전파 전파(Radio Wave Propagation) 특성

자유공간에서의 ZigBee의 전파 전파 특성을 확인 하기 위하여 거리 별 수신레벨과 PER(Packet error

rate)을 측정하였으며, 측정 결과 송신 지점에서 200m 떨어진 지점까지는 PER 0%이고 이때의 평균 수신레벨은 -92dBm이었고, 200m 이후 지점부터 는 수신레벨의 감소폭은 작아지나 패킷 에러율이 급 상승하는 결과를 보였다.



(그림 7) 자유공간 내에서의 전파 전달 특성

4.4 가정 내 전파 환경

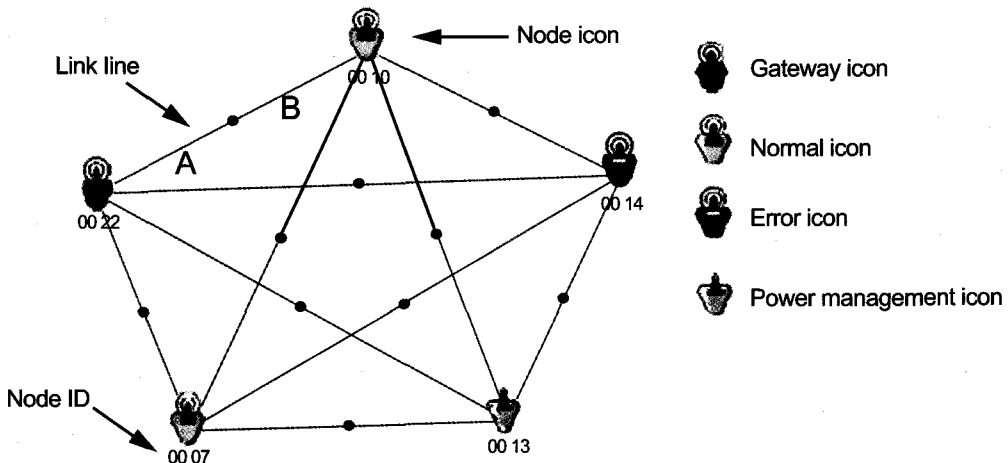
가정 내의 전파 환경은 자유공간과는 달리 전파를 방해하는 여러 가지 장애물들로 이루어져 있다. 장애물은 고정되어 이동될 수 없는 고정 장애물과 시간에 따라 변화되는 유동적인 장애물로 구성되어 있다. 고정되어 있는 장애물인 내부 벽의 경우 투과손실은 10~30dB이며, 벽의 종류, 두께, 콘크리트내부 철재의 구조, 전파의 입사각 등에 의해 투과 손실은 각각 다르게 나타난다. 같은 구조의 집이라도 전파 환경은 제 각각 다르므로 예측에 의한 무선망 설계는 자칫 실수로 이어질 수 있으며 이를 방지하기 위해서는 ZigBee 전용 툴킷과 같은 전파 환경 측정 장치를 사용하는 것이 바람직하다.

유동적인 장애물의 경우 사람의 이동, 문의 개폐, 가구 또는 가전제품 등의 재배치 등이 있다. 문의 개폐 상황에 따른 전파환경 변화에 대한 대책으로는 망 설계 시 모든 문을 닫고 설계하여 통신 안정성을 확보하는 방법이 있으나, 사람의 이동이나 가구 등의 재배치에 따른 환경변화에는 별 다른 대책이 없으므로 변

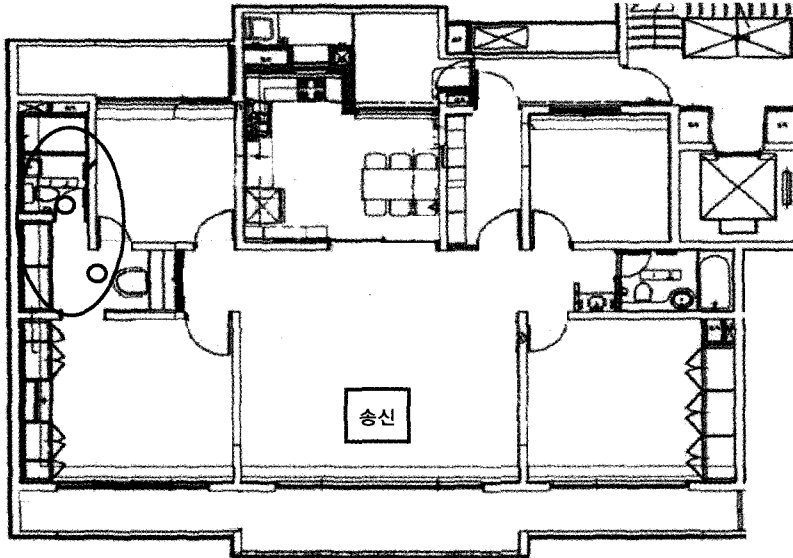
화에 대응이 가능한 정도의 Margin을 주어 망의 안정성을 확보해야 한다.

가정 내에서의 전파 환경은 다른 무엇보다도 집안 내부 구조에 가장 큰 영향을 받는 것으로 확인되었으며, 집의 크기에 의한 영향은 비교적 적은 것으로 확인되었다. 이러한 원인으로는 같은 구조의 50평형대와 30평형대의 아파트의 중심에서 가장 자리까지의 거리 차이는 2~3m의 차이밖에 나지 않기 때문이다. 벽을 몇 개를 통과하는지, 벽의 두께 및 재질이 무엇인지, 반사파가 어떤 경로로 도달하는지 등이 가정 내 전파의 커버리지를 형성하는 주요 변수이다. 신축 현장에서는 이러한 벽의 두께 및 벽 내부의 철근 구조 등을 비교적 알기 쉽고, 아파트의 경우 동일 크기에 같은 구조이므로 비교적 커버리지 결정이 쉬우나, 단독주택과 같은 경우에는 설치자가 직접 측정에 의해 커버리지를 결정해야만 안정적인 통신을 보장 받을 수 있다.

(그림 9)는 50평형대 아파트의 음영 지역을 표시한 것으로, 이런 경우는 송수신 출력 및 감도를 올려 무선 커버리지를 넓히거나, 라우터 디바이스나 다른



(그림 8) 툴킷 사용 예 (Ember사의 EmberStudio™)



(그림 9) 50명형태 아파트의 음영지역

라우팅 기능이 포함된 홈 네트워크 디바이스를 적절히 배치하여 음영 지역을 없애도록 해야 한다.

4.5 ZigBee에서의 보안

홈 네트워크는 IT839 정책에서 신 성장 동력 사업 중의 하나로 다양한 분야가 결합되어 커다란 시너지를 창출하는 복합 멀티미디어 산업이다. 이 기종 유, 무선 네트워크간의 상호 연동 기술은 물론 관리적 측면에서의 기술과 통합 측면에서의 기술이 필요하므로 정보의 처리, 전달 및 저장을 안전하게 하기 위해서는 보안이 필요하다. 특히 개방된 환경인 무선 환경에서의 보안의 중요성은 더욱더 중요하다.

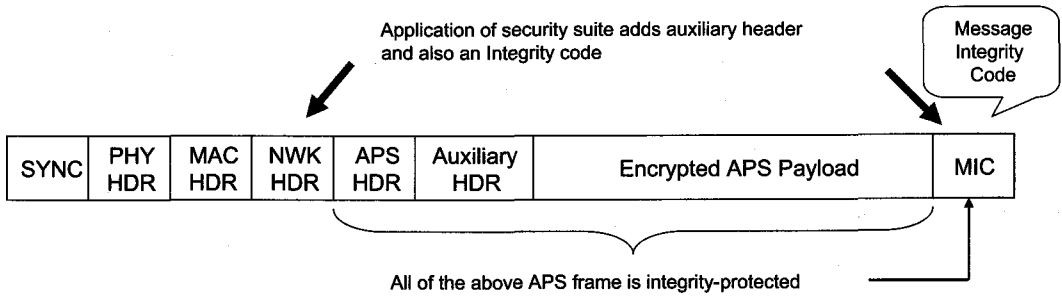
ZigBee Security 1.0 Specification에서 지원하는 보안의 종류는 다음과 같다.

- Access Control List - 리스트 테이블에 있는 디바이스만이 통신이 가능하다.
- Freshness Counter - Incoming and outgoing freshness counter를 사용하여 공격

자로부터 오는 반복적인 패킷을 차단한다.

- Integrity Code - 어떤 공격자가 전달되는 패킷을 modify하는 것을 막기 위해 패킷의 마지막에 Integrity Code를 붙여 패킷의 무결성을 체크할 수 있다. 0, 32, 64, 128 bit의 Integrity Code를 지원하며 integrity Code가 크면 메시지가 커지게 되므로 적절한 것을 사용해야 한다.
- Authentication - Network Key와 Link Key를 이용하여 네트워크 레벨과 디바이스 레벨로 인증을 지원하고 있다.
- Encryption - ZigBee는 128-bit AES Encryption을 사용하고 Network Key와 Link Key를 이용하여 Network Level과 Device Level로 데이터를 암호화하여 패킷을 전송할 수 있다.

ZigBee에서는 다양한 보안 솔루션을 제공 함으로서 타 유무선 기술과 비교하여 홈 네트워크 시스템에 적용하기에 부족함이 없으리라고 생각한다.



(그림 10) ZigBee frames with security

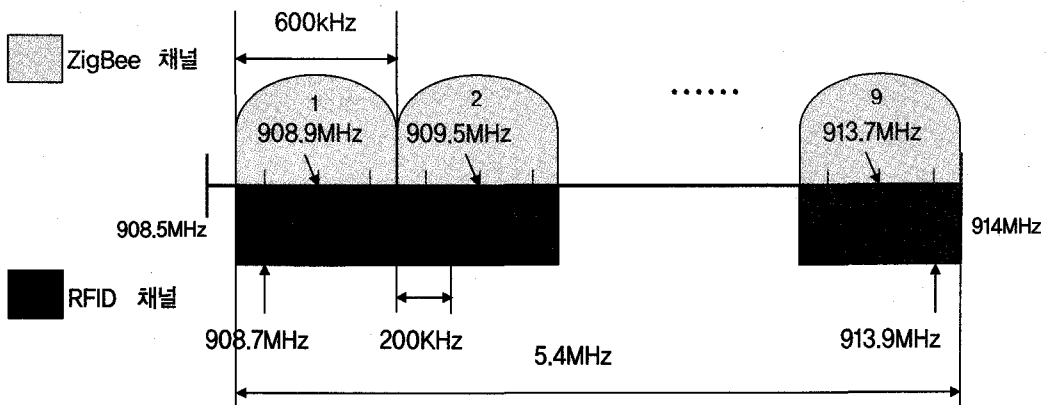
4.6 주파수 간섭

ZigBee 홈 네트워크 디바이스들을 가정 내에는 WLAN, Bluetooth와 같은 ZigBee와 동일한 주파수 대역을 사용하는 기기들과 공존하면서 동작되어야 한다. 그러므로 이들간의 간섭 또한 ZigBee기술을 이용한 홈 네트워킹 방법에 중요한 인자로 작용한다.

ZigBee가 채택한 PHY/MAC규격인 IEEE 802.15.4는 주파수 대역으로 2.4GHz, 868MHz, 915MHz을 권고하고 있으며, 현재 대부분의 ZigBee 디바이스들은 블루투스, WLAN등이 사용하는 주파

수 대역인 2.4GHz를 사용하는 칩을 사용하여 개발되고 있어, 이들 무선 기술간의 간섭이 문제로 부각되고 있다. 이 간섭 문제를 적극적으로 해결하기 위해서 전파 진흥협회(RAPA)의 “ZigBee주파수 연구반”에서는 ZigBee에 대한 주파수 할당 및 용도 배분 연구를 통해 2.4GHz뿐만 아니라 800MHz와 900MHz대역에 대해서도 ZigBee에 주파수를 할당하여 근본적으로 간섭을 피하려는 노력을 하고 있다.

800MHz대역의 경우 기존 이동 통신 사업자에게 할당된 주파수들간의 간섭문제로 할당이 불가능하고, 900MHz대역(908.5~914MHz) 역시 이미



(그림 11) 한국의 900MHz ZigBee 주파수 분배 방안

RFID에 할당이 결정되어 있고, ZigBee가 RFID로의 간접 영향이 없음을 밝혔으나 RFID진영과의 구체적인 조율이라는 걸림돌이 남아 있다.

908.5~914MHz대역에 ZigBee를 할당하는 경우에도, 기존의 IEEE802.15.4를 적용하는 경우, 단 2개의 채널만 확보 가능하므로, 한국정보통신기술협회(TTA)의 PG304(WPAN그룹)에서는 900MHz에 대해서 한국 주파수 환경에 맞는 PHY와 IEEE 802.15.4의 MAC을 준용하는 한국형 900MHz ZigBee 규격을 연구 중이다. (그림 11)은 한국의 900MHz에 대한 ZigBee 주파수 분배 방안이다.

900MHz에 대해서 ZigBee주파수가 할당되면 주파수 간섭에 의한 문제점뿐만 아니라, 음영 지역 발생 등의 문제점도 어느 정도 해소될 것으로 예상된다.

V. 맺음말

본 고에서는 홈 네트워킹의 대표적 유무선 기술에 대해서 알아보고, 그중 저전력, 보안성, 호환성, 안정성, 이동성 등, 유비쿼터스 환경의 홈 네트워킹에 적합한 ZigBee기술에 대해 자세히 알아보고, 이를 이용하여 홈 네트워킹 구성 시, 고려해야 할 사항 등을 알아보았다. 우리의 경제 생활의 중심이자 사회 구성의 기본 단위가 되는 가정을 중심으로 볼 때, 홈 네트워킹은 현대 생활의 중심 네트워킹이라고 볼 수 있다. 그러나, 유무선 HAN기술과 액세스 네트워크 제공자, 서비스 제공자, 그리고 홈 네트워킹 디바이스가 얼마나 유기적으로 융합되어 어떤 서비스를 해주는냐에 따라 그 홈 네트워킹 활용도가 결정될 것이다. ZigBee기술은 타 유무선 홈 네트워킹 기술과 비교하여 많은 강점을 가지고 있다.

이러한 ZigBee의 강점을 이용하여 제공할 수 있는 국민 생활에 보탬이 되는 유용한 그리고 없어서는 안

되는 홈 네트워킹 서비스를 얼마나 발굴하느냐에 따라 ZigBee기술을 이용한 홈 네트워킹의 적합성 측면에서 성패가 갈린다고 본다. 이 문제는 홈 네트워킹 전체 시장에서 공통적인 고민일 것이다. ZigBee는 타 기술에 비해 충분히 그러한 서비스를 발굴할 수 있는 충분 조건을 가졌으며, 또한 연관 사업자, 산업계 등에서 활발히 연구/발굴을 하고 있다.

ZigBee IC의 경우, SoC/SiP화가 지속적으로 추진되어 '05년 하반기부터 MCU가 내장된 Chipset들이 본격적으로 출시되어 모듈의 저가격화, 저전력화, 소형화가 가능해짐에 따라 ZigBee의 적용 분야가 좀 더 다양해질 것으로 본다.

2005년 10월 “한국 ZigBee포럼”이 출범하였다. 이 포럼의 시작으로 한국의 ZigBee 시장이 좀 더 활성화될 것으로 믿는다.

[참고문헌]

- [1] 이경원, 홈 네트워킹 시장 분석 및 발전 방향, 2003
- [2] 박승창, RFID/USN 기술 및 시장의 최근 국내 동향과 미래, 2005
- [3] 전호인, 차세대 성장 동력을 위한 홈 네트워킹 기술의 발전 방안과 대응 과제, 2004
- [4] TTA PG304, 900MHz ZigBee PHY/MAC 표준화(안), 2005
- [5] ZigBee Alliance, ZigBee Security 1.0 Specification, 2004
- [6] ZigBee Alliance, ZigBee Application Frame Work V1.0, 2004
- [7] ZigBee Alliance, ZigBee Network Specification V1.0, 2004
- [8] IEEE, IEEE802.15.4, 2003



장인식

1986년 경북대 전자공학과 졸업
1990년 경북대 대학원 전자통신공학과 졸업
1990년 ~ 1992년 LG 중앙연구소
1992년 ~ 2004년 SK Telecom 네트워크연구원
2004년 ~ 현재 티에스씨 시스템즈 부사장



이상돈

1987년 아주대학교 전자공학과 졸업
1987년 ~ 1999년 태우통신(현) 종합연구소
2000년 ~ 2004년 티에스씨 시스템즈 연구소
2004년 ~ 현재 티에스씨 시스템즈 연구소장