

# UHF 를 이용한 무선 홈 네트워크 시스템 설계

이상민\*

\*고려대학교 컴퓨터 정보통신 대학원

e-mail : [ajoucc@naver.com](mailto:ajoucc@naver.com)

## Design of Wireless Home Network System using UHF

Sang-Min Lee\*

\*Graduate School, Dept. of Computer Science & Engineering, Korea University

### 요 약

최근 정보통신 기술의 발전과 더불어 가정 내에서의 홈 네트워크 서비스에 많은 관심이 집중되고 있다. 기존 홈 네트워크 서비스는 유선으로 연결되어야 함으로 신축 현장에만 적용이 가능했으나 무선으로 연결하는 경우 기 구축되어 있는 현장에도 별도의 배선공사 없이 홈 네트워크 서비스를 제공할 수 있다는 장점이 있다. 본 논문에서는 UHF 대역을 이용한 무선 홈 네트워크 시스템을 설계하였다. 시스템 구성 요소로는 HN(Home Network)세대기, 무선통신모듈, 무선제어기 등이 있다. 세대기와 무선통신 모듈 사이의 통신에는 폴링 방식을 사용하여 신뢰성을 높였으며 그에 적합한 프로토콜을 설계하였다.

### 1. 서론

인터넷의 보급과 더불어 성장한 홈 네트워크 시장이 IT 산업 전체에서 큰 부분을 차지하고 있다. 홈 네트워크란 가정 내부에서는 정보가전 기기들이 유무선 네트워크를 통해 상호 커뮤니케이션하고, 외부에서는 인터넷을 통해 상호 접속이 가능한 환경을 구현하는 것을 말한다<sup>[1]</sup>. 전 세계적으로 기술개발이 활발히 이루어지고 있는 홈 네트워크 기술을 이용한 새로운 개념의 정보통신 아파트의 구조는 외부의 인터넷 세계를 집안으로 연결시켜 주는 가입자 망과 홈 네트워크 기술을 이용하여 연결된 DTV, DSTB, PDA 등과 같은 가정용 기기들, 그리고 이들을 인터넷에 연결시켜 주는 주거용 게이트웨이 (Residential Gateway)로 구성된다. 잘 정비된 네트워크 인프라를 가지면서 아파트와 같은 집단 거주 형태가 보편화된 국내에서는 홈 네트워크 활성화에 최적 조건을 갖추고 있다<sup>[2]</sup>. 그러나 일반적인 홈 네트워크 시스템의 경우 각종 센서 및 제어기기와의 통신을 위해 신축과정에서 배선작업이 선 진행되어야만 시스템 설치가 가능하다는 제약사항이 따르게 된다. 기존의 시스템을 확장 하거나 기축 아파트에 적용하기 위해서는 추가적인 배선이 필요한데 이는 비용 및 배선 작업에 대한 이중 부담이 따른다. 따라서 설치가 쉬우면서도 별도의 배선이 필요 없는 무선을 이용한 방법을 검토해 볼 필요성이 있다. 본 논문에서는 먼저 현재 구현되고 있는 홈 네트워크 시스템의 구조를 살펴보고 이를 바탕으로 구현하고자 하는 무선 홈 네트워크 시스템을 정의하고 무선통신모듈을 설계 한다. 또한 통신의 마스터와 슬레이브의 역할을 구분하고 마지막으로 이 둘간의 통신 방법 및 프로토콜을 설계 한다.

### 2. 홈 네트워크 시스템

#### 2.1 홈 네트워크 시스템 구조

홈 네트워크 시스템은 유·무선을 통합하는 네트워크 기술을 기반으로 가정의 기기들을 제어하고 관리하는 하드웨어나 소프트웨어 그리고 정보가전기기들을 통합하여 외부의 인터넷 망에 연결하는 것을 총칭한다<sup>[3]</sup>. 홈 네트워크 시스템을 구축하기 위해서는 다음과 같은 시스템이 요구된다<sup>[4]</sup>.

##### 2.1.1 통합 Portal System

통합 포탈 시스템은 외부에서 단지 네트워크로 접속 할 수 있게 하는 모든 수단 및 방법을 의미한다. 이는 인터넷 접속이 가능한 기기(핸드폰, 컴퓨터, PDA)등이 인터넷을 통하여 접속하거나, 전화기를 이용하여 국선으로 접속하는 방법 등이 있다.

##### 2.1.2 외부망

액세스 망이라고도 하며 PSTN, ADSL, FTTH(Fiber To The Home), 이동통신망 등이 있다.

##### 2.1.3 단지 네트워크

단지 네트워크는 크게 단지 서버 시스템과 공용 시스템, 그리고 홈 게이트웨이 시스템으로 구성되어 있다. 단지 서버 시스템에는 원격검침서버, 주차관제 서버, CCTV 서버, 출입통제서버, 택배서버, 통합 단지 관리서버 및 콘텐츠 서버, MMS 서버 등으로 구성되어 있으며 공용 시스템으로는 경비실기와 공동 현관기, 전자전광판 그리고 공용 KIOSK 가 있다. 홈 게이트웨이 시스템은 임베디드 시스템으로 LAN 통신을 할 수

있는 HN(홈 네트워크)부분과 RS-485 통신을 할 수 있는 HA(홈 오토메이션)부분으로 구성되어 있어 프로토콜 변환 역할을 하며 각 세대기에 영상을 공급해 주는 역할을 한다.

### 2.1.4 맥내(홈) 네트워크

맥내 네트워크에서는 기본적으로 세대기기가 메인 역할을 하게 된다. 세대기기는 홈 게이트웨이 시스템과 연결되며, 이더넷 및 RS-485 통신, PLC 통신이 가능하도록 되어있다. 또한 무선 AP (Access Point)기능을 함으로서 세대내 IP 공유기능도 같이 할 수 있도록 되어있다. 세대기기와 연결되어있는 주변기기로는 가스, 난방, 조명, 방범 컨트롤러 및 정보 시스템 가전 등이 있다.

## 2.2 홈 네트워크 운용 기술

홈 네트워크 기술은 크게 무선 홈 네트워크 기술과 유선 홈 네트워크 기술 형태로 나눌 수 있다<sup>[6]</sup>.

### 2.2.1 무선 홈 네트워크 기술

무선 홈 네트워크 기술에는 Bluetooth 기술, UWB 기술, Zigbee 기술, Home RF 기술 등으로 나누어 볼 수 있다. Bluetooth 기술은 근거리 무선 통신에 기반을 두고 근거리, 일대다, 음성과 데이터 전송을 위한 무선 방식을 채택하면서 보통 10m 이내 거리의 통신이 가능하고 최대 100m 까지도 확장이 가능하다. 이와 같이 Bluetooth 는 통신 및 정보가전기기를 상호 연결하여 어느 때나, 어느 곳에서나 서비스가 중단 없이 연결될 수 있는 큰 장점을 가지고 있다. UWB 기술은 통신이나 레이더 등에 주로 응용되는 무선 시스템으로 광대역 에너지를 수신하여 신호를 검출하므로 협대역 통신 신호에 의한 간섭 특성이 우수하고 보안 통신에 적합한 기술이다. Zigbee 기술은 인터넷을 통한 전화 접속으로 홈 오토메이션의 편리성을 위해 출발한 기술로서 버튼 하나의 동작으로 집안 어느 곳에서나 전동제어 및 홈 보안 시스템, VCR On/Off 등이 가능하다. Home RF 기술은 데이터 및 음성 트래픽을 모두 지원하는 시스템으로 2.4 GHz 대역을 사용하여 가정 내의 PC 를 중심으로 가전기와 연결하는 홈 네트워크를 구성하는 기술을 말한다.

### 2.2.2 유선 홈 네트워크 기술

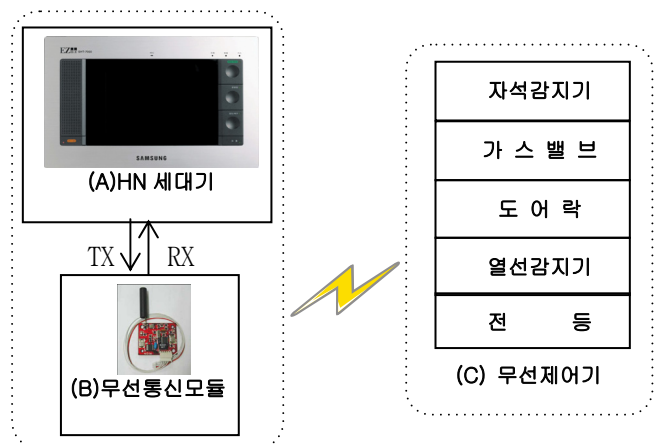
유선 홈 네트워크 기술에는 IEEE1394, Home PNA, PLC, USB 등으로, IEEE1394 는 차세대 홈 네트워크 인터페이스 기술로 주목 받고 있다. 전송속도가 매우 빠른 점을 이용하여 동화상 정보를 실시간 처리하거나 디지털카메라 등과 멀티미디어 주변기기를 연결하여 사용할 수 있을 뿐만 아니라, PC를 통한 화상회의 등 응용분야에서 기능의 우수성을 발휘하고 있다. Home PNA 는 한 컴퓨터의 인터넷 연결만으로 네트워크 상의 모든 컴퓨터가 인터넷을 공유할 수 있으며, 집 안에 설치되어 있는 전화선을 이용해 홈 네트워크

를 구성하게 된다. 미들 웨어로는 HAVi, UPnP, jini 등이 있으며, 최근 광대역 통신망 구축 기술이 발전함으로써, 가입자 구간의 초고속망에서도 무선 기술을 유선 기술에 접속시켜 상호 보완적으로 발전하고 있다. 초고속망은 x Digital Subscribe Line, 광 Cable, BWLL(Broadband Wireless Loop), 위성을 이용한 위성 접속망 등으로 구분할 수 있다.

## 3. 무선 홈 네트워크 시스템 구조 및 설계

### 3.1 무선 홈 네트워크 시스템 구조

무선 홈 네트워크 시스템은 사용자와 인터페이스 및 기기 제어를 담당하는 HN(Home Network)세대기와 무선 제어기들과의 통신을 담당하는 무선통신모듈 그리고 HN 세대기의 명령에 따라 센서 정보 감지 및 동작 제어를 하는 무선 제어기로 구성 되어있다. HN 세대기는 통신 방식에 따라 크게 두 가지로 나누어 지는데 이더넷을 사용하는 홈 네트워크 기기와 RS485 통신을 사용하는 홈 오토메이션 기기로 나누어 진다. 무선통신모듈은 기능에 따라 송신만 할 수 있는 TX 모듈, 수신만 할 수 있는 RX 모듈, 송수신 다 할 수 있는 TRX 모듈이 있다. HN 세대기는 센서 정보 수집 및 제어 요청을 위한 송신만 만 아니라 수집된 센서 정보 및 제어 결과를 수신 해야 하기 때문에 주로 TRX 모듈을 사용하며 TX 모듈은 자석감지기 등 자신의 상태정보만 전달하면 되는 장치에 사용된다. 연동되는 무선제어기는 현재 자석감지기, 가스밸브, 디지털 도어락, 열선감지기, 전등, 난방, 콘센트, 커튼, 에어컨 등이 있으며 추가 및 삭제가 가능하다. 각각의 무선제어기에는 기능에 맞는 무선통신모듈이 장착되어 있다.



(그림 1) 무선 홈 네트워크 시스템 구조

### 3.2 통신 모듈 설계

무선통신모듈과 무선제어기의 통신 방식은 각각의 기능과 역할에 따라 양방향 무선통신방식과 단방향 무선통신방식의 두가지 형태로 나누어 진다. 가스밸브 연동의 경우와 같이 HN 세대기에서 가스밸브를 닫을 수도 있어야 하고 가스밸브의 상태가 변경되면

HN 세대기 에서도 상태가 변경되어야 하므로 양방향 무선통신으로 구현되어있다. 반면 무선감지기 연동의 경우는 HN 세대기에서 제어할 필요가 없으므로 무선감지기에서 열림, 닫힘, 배터리 저전압 등 상태정보만 HN 세대기에 전달되면 되므로 단방향 무선통신으로 구현되어있다. 무선제어기가 배터리로 동작 시 배터리가 다 소모될 경우 각 제어기가 동작하지 않으므로 이를 대비하여 배터리 저전압 발생시 HN 세대기에서 알 수 있도록 구현하였다. 무선제어기는 저전력 설계로 1.5V 건전지 1 개로 6 개월 동작을 하도록 되어있다.

### 3.2.1 TRX 모듈

TRX 모듈은 송신부 및 수신부가 동시에 내장된 FM IF RECEIVER 와 데이터 생성, 분석 및 주변 연결부를 제어하는 마이컴 으로 구성되어 있다. 특히 수신부는 싱글 슈퍼 헤테로다인 방식의 복조 방식 및 PLL 방식의 국부 발진부로 이루어져 있고, 무 조정을 위해 전압 가변형 크리스탈을 사용 하여 온도 변화에 따른 주파수 천이를 방지하고 시스템의 신뢰성을 한층 개선 하였다. 평상시 헤리컬 안테나로부터 인입된 신호를 필터에 의해 필요한 대역만 통과 시킨 후 송. 수신 경로를 결정하는 스위칭 부를 경유하여 신호를 12dB 증폭하여 FM RECEIVER 에 인가하여 원천 신호를 복조하고 이 신호를 마이컴에 의해 ID 를 분석하여 주변 연결 부에 신호분석 결과를 통신 하며, 송신 시 마이컴이 무선으로 전송할 데이터를 FM RECEIVER 에 인가 하여 변조하고, 송.수신 스위치 부를 통해 필터에 인가하여 고조파를 최대한 억압한 후 필요한 변조된 캐리어 만을 헤리컬 안테나를 통해 공중에 방사 한다. 또한, 정 전압원을 분리 하여 통신시에만 동작 시켜 전류 소모를 최소화 한다.

### 3.2.2 TX 모듈

TX 모듈은 수신기능이 없이 송신만 할 수 있는 무선통신 모듈 이다. Control 부의 MPU 는 송신부 정 전압 회로를 구동시켜 무선 송신부에 일정한 전압을 인가하면 발진 회로 및 증폭회로가 구동한다. 이때 FSK IN port 를 통해 고유의 암호와 제어신호를 preamble 과 함께 변조회로를 통해 바랙터 다이오드로 구성된 주파수 변조기에 입력한다. 크리스탈은 Fundamental 진동 형으로 내부의 PLL 발진회로에 의해 32 배수의 Carrier 주파수를 생성하고 증폭 하여 Output Port 로 출력하며, 이를 중단 증폭기에 의해 다시 증폭되어 Low Pass Filter 및 안테나 매칭부를 통해 Herical 안테나로 공중 방사된다.

### 3.2.3 RX 모듈

RX 모듈은 송신기능 없이 수신만 할 수 있는 무선통신 모듈이다. Control 부의 MCU 는 무선신호를 수신하기 위해 일정시간 주기적으로 ON-OFF 한다. 수신시 경우 정전압 IC 를 구동시켜 무선 수신부에 전압을 인가하면 복조 IC 가 구동한다. 이때 수신주파수가 안

테나를 통해 입력되면 복조 IC 내부의 LNA 회로를 통해 증폭한 후 IC 내부의 PLL 에 의해 생성된 국부 발진 주파수와 혼합되어 복조 IC 내부의 필터와 복조 회로를 거쳐 Control 부 MCU 로 입력된다.

## 4. 무선 홈 네트워크 시스템 프로토콜

### 4.1 프로토콜 설계

HN 세대기와 무선통신 모듈간 연동 프로토콜은 유선으로 제어하던 기존 RS485 통신 프로토콜을 응용하였다. 이는 마스터 기가 일정한 간격으로 슬레이브 기기를 호출하며 슬레이브 기기는 마스터 기기가 보낸 데이터에 대해 ACK 하는 방식 즉, 폴링 방식 통신이다. 이러한 통신방식은 인터럽트 통신 방식에 비하여 구현이 쉽고 안정적이라는 큰 장점이 있다. 이러한 폴링 통신 방식을 사용하기 위하여 각 제어기에 고유 ID 를 부여하여 HN 세대기에서 주기적으로 호출할 수 있도록 하였다. 현재 구현된 제어기별 ID 는 디지털 도어락(01~02), 자석감지기(03~12), 열선감지기(13~20), 전등(21~25), 에어컨(26), 보일러(27), 가스밸브(28), 커튼(29), 콘센트(30)로 구성되어 있으며 필요에 따라 확장이 가능하다. HN 세대기와 무선통신모듈간의 메시지 구조는 Header, Data, Sub-Data, Check-sum 의 4 바이트로 구성된다.

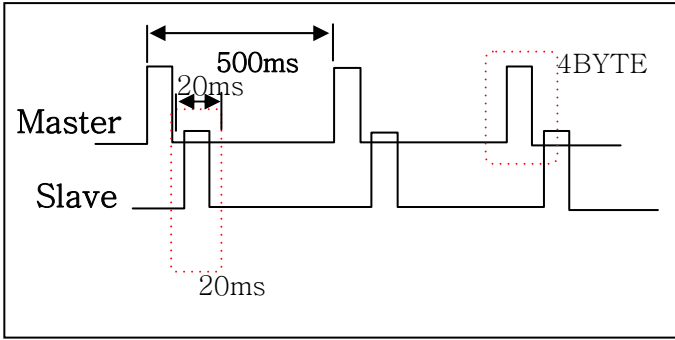
- 통신의 1 번째 바이트인 Header 는 0xAE(Master), 0xB0(Slave)로 배정하였다. 즉, HN 세대기가 보내는 패킷은 항상 0xAE 로 시작하며 무선통신모듈이 보내는 패킷은 항상 0xB0 로 시작하게 된다.

- 통신의 2 번째 바이트인 Data 는 0x5A(Initial), 0x41(Free), 0x4A(무선 ID 등록요청), 0x4B(문열림), 0x4C(무선 ID 삭제요청), 0x23(제어기상태통보), 0x24(비상발생), 0x76(가스발생), 0x78(가스밸브 닫힘 요구) 등이 있으며 연동되는 제어기가 추가됨에 따라 필요한 상황데이터는 추가가 가능하다

- 통신의 3 번째 바이트인 Sub-Data 는 제어기 별로 상이한 것이 특징이다. 그러나 데이터 포맷은 비슷하다. BIT7 은 0 으로 고정하였으며, BIT6 은 주로 상태를 표시한다. 예를들어 가스밸브인 경우 0 이면 닫힘, 1 이면 열림 상태이고, 전등의 경우 0 이면 꺼짐이고, 1 이면 켜짐 상태이다. BIT5 는 배터리 상태를 표시하며, BIT4~0 은 제어기 ID 이다

### 4.2 통신 타이밍

앞에서 언급하였지만 마스터인 HN 세대기는 항상 일정시간(예:500MS) 간격으로 슬레이브인 무선통신모듈에게 데이터를 전송하며 무선통신모듈에서는 마스터가 보낸 데이터에 대해 항상 ACK 하는 폴링방식 통신이다. 즉 마스터는 이벤트 데이터가 없어도 Free 데이터를 일정시간 간격으로 계속 보내며 슬레이브에서는 특정 이벤트 발생시 마스터의 폴링주기에 맞게 데이터를 보내주면 되고 이벤트 데이터가 없을 경우 Free 데이터로 응답해주면 된다.



(그림 2) HN 세대기와 무선통신모듈간 통신 타이밍

### 4.3 동작 설명

#### 4.3.1 무선 감지기 등록

- 1) HN 세대기 에서는 화면 UI 를 이용하여 ID 등록을 요청한다.
- 2) 무선감지기 에서는 등록버튼을 누른다.

<표 1> 무선 감지기 등록 절차

HN 세대기	무선통신모듈	기 타
AE 41 00 C_S →	← B0 41 00 C_S	4A: 등록요청 Data
AE 4A XX C_S →	← B0 41 00 C_S	XX: 등록될 ID
AE 4A XX C_S →	:	ZZ: 결과 + ID
:	← B0 4A ZZ C_S	C_S: Check sum
AE 41 00 C_S →		

#### 4.3.2 무선 감지기 Detect

- 1) 감지기(자석,열선) 상태가 변경되면 무선통신모듈에서는 HN 세대기로 상태 변경데이터를 전송한다.
- 2) HN 세대기 에서는 상태변경 데이터를 보고 어느 감지기가 OPEN/SHORT 되었는지를 판단가능하며 방법설정 상태인 경우 경보서비스를 한다.

<표 2> 무선 감지기 Detect 절차

HN 세대기	무선통신모듈	기 타
AE 41 00 CS →	← B0 23 YY C_S	23: 변경 Data
AE 23 YY C_S →	← B0 41 00 C_S	YY: 상태 + ID
AE 41 00 C_S →		

디지털 도어락, 가스밸브, 전등, 커튼, 보일러 등의 제어기 ID 등록 및 삭제 그리고 문열림, 가스밸브 닫기, 전등 켜기/끄기, 커튼 닫기/열기, 보일러 켜기/끄기 등도 위와 동일하거나 유사한 방식으로 구현된다.

## 5. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 무선 홈 네트워크 시스템을 설계하고 제안하였다. 기존 홈 네트워크 시스템은 유선으로 연결되어야 함으로 신축 현장에만 적용이 가능했으나 본 기술을 사용하여 신축 및 기축 아파트에 별도의 추가배선 공사 없이 홈 네트워크 시스템을 적용할 수 있었다. 본 논문에서는 UHF 대역을 이용하여 무선 홈 네트워크 시스템을 설계 하였으며 시스템 구성 요소로는 HN(Home Network)세대기, 무선통신모듈, 무선 제어기 등이 있다. 그 중 무선통신모듈은 기기의 기능 및 역할에 따라 단방향, 또는 양방향의 두 가지 방식이 있었으며 연동되는 무선제어기는 디지털 도어락, 자석감지기, 열선감지기, 전등, 에어컨, 보일러, 가스밸브, 커튼, 콘센트 등으로 기존에 유선으로 제어하던 거의 모든 기기를 무선을 사용하여 제어 할 수 있어 충분히 기존 시스템을 대체 할 수 있었다. HN 세대기와 무선통신모듈 간의 통신은 기존 유선 통신방식인 폴링방식을 사용하였으며 마스터인 HN 세대기가 슬레이브인 무선통신모듈을 500MS 간격으로 호출하면 무선통신모듈 에서는 그에 응답하면서 상태나 이벤트를 HN 세대기로 전달하도록 설계하였다. 폴링방식을 사용함 으로서 두 기기간의 통신은 높은 신뢰성을 보장 할 수 있었다. 하지만 로비폰 및 경비실 등 공용부 기기와는 유선으로 배선해야 하는 한계점이 있다. 이를 해결하기 위해서는 영상 및 음성, 통신 데이터 등을 무선으로 전송하는 기술 개발이 필요하다.

### 참고문헌

- [1] 양재수, 전호인, “유비쿼터스 홈 네트워킹 서비스”, 전자신문사, 2004.
- [2] 한국 정보통신 진흥 협회, <http://www.kait.or.kr/>
- [3] 이성몽, “유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 개인정보보호 방법”, 주간기술동향, 통권 1194 호, 2005.5.
- [4] 강상우, “홈 오토메이션과 홈 네트워크 복합망 연동을 위한 그룹 게이트웨이 개발에 관한 연구”, 한양대 공학대학원 석사학위논문, 2007.2.
- [5] 전자부품연구원, “홈 네트워크 서비스 시장동향”, <http://www.rndbiz.com/>