

# USN 기술을 이용한 홈 오토메이션 시스템의 구현

하은용\*, 윤상준, 유동호, 홍성모, 김윤구, 최호림  
\*안양대학교 컴퓨터공학과  
e-mail:eyha@anyang.ac.kr

## Implementation of a Home Automation System using USN technology

Eun-Yong Ha\*, Sang-Jun Yoon, Dong-Ho You,  
Sung-Mo Hong, Yun-Gu Kim, Ho-Rim Choi  
\*Dept of Computer Engineering, Anyang University

### 요 약

Home Automation System은 가정에서 사용되는 여러 가전기기들을 통합하여 제어함으로써 가정을 안락하고, 편리하게 해주는 동시에 에너지 효율을 극대화하여 인간의 생활수준을 향상시키는 기술을 말한다. 본 논문에서는 PXA255기반의 임베디드 시스템 보드에 Linux 커널을 포팅하고 웹서버를 탑재하여 홈 오토메이션 서버를 개발하였다. 또한 확장 입출력 포트에 에어컨, 환풍기, 가스 센서 등을 연결하여, Zigbee 센서 모듈을 직렬 포트에 연결하였다. 보드에 연결된 장치들은 인터넷 상에서 제어하도록 디바이스 드라이버 및 제어 프로그램을 설계 구현하였다.

### 1. 서 론

홈오토메이션 기술은 집안의 조명, 냉난방, 방법, 통신 등의 기능을 하나의 시스템으로 통합하여 제어함으로써 인간의 생활수준을 향상시키는 기술을 말한다.[1]

본 논문에서는 ZigBee 기술과 센서를 사용하여 온도 및 온도를 측정하여 사용자에게 보여주고 사용자의 제어에 따라 전등을 On/Off 하거나 커튼 개폐, 에어컨이나 환풍기를 조작하는 기능을 구현하였다. 또한 유선 가스 센서를 이용하여 집안에 가스가 누출 될 경우 인터넷에 정보를 나타내어 외부에 있는 사용자에게 그 사실을 알려주고 자동으로 환풍기를 작동 시켜 환기가 가능하게 제작하였다. 이 모든 기능들은 인터넷으로 제어 할 수 있도록 하였다.

2장에서는 관련연구 동향에 대해 간략히 설명 하고 3장에서는 센서 모듈 프로그램과 CGI 웹프로그램에 대해서 설명한다. 이어지는 4장에서는 구현된 시스템의 프로토타입에 대해 설명하였고, 5장에서 결론과 함께 추가적인 개선방안을 제시한다.

### 2. 대표적인 무선 PAN 기술

#### 2.1. UWB (UltraWideBand)

통신을 위해 펄스를 이용하는 방법은 무선 통신 개발 초기부터 연구되었지만, 최근까지도 UWB에 관한 연구 및 활용은 규제로 인해 주로 군사용 레이더에 한정되었다. 그러나 2002년 2월 미국의 FCC가 -41.3dBm/MHz 이하의 펄스를 전송하는 조건으로 상업적 용도의 UWB 사용을 허가하면서, 본격적인 UWB 기술 개발이 촉발되었다. 현재 IEEE 802.15.3a에 UWB 표준화 워킹그룹이 설립되었으며, 산업 촉진을 위한 단체인 WiMedia, UWB 표준 관련 이익 단체인 MBOA(Multiband OFDM Alliance), Wireless USB Promoter Group 등이 UWB 기술 개발을 적극 지원하고 있다.

#### 2.2. ZigBee

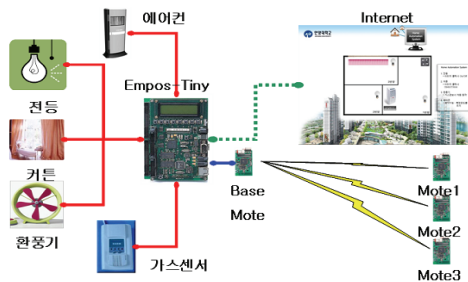
ZigBee는 센서 네트워크와 같은 버티컬 애플리케이션 영역에서 경쟁력 있는 단거리 무선 통신 기술로 각광을 받을 전망이다. ZigBee는 저전력 ZigBee 송수신기를 센서(동작, 빛, 압력, 기온, 습도)와 결합하여 대규모 센서 네트워크를 구성할 수 있게 해주

는 기술이다. 예를 들어, 빌딩 관리인은 빌딩 내 조명/화재감지/냉난방 시스템 등에 ZigBee를 도입함으로써 관리실이 아닌 휴대용 장치로도 원격으로 빌딩 시스템 관리 및 제어 작업을 수행할 수 있다. 또한 병원의 환자는 자신의 신체에 ZigBee 장치를 장착하여 신체 상태 및 건강도를 센서가 주기적으로 측정하여 무선으로 진단 정보를 서버에 전달할 수 있다. 이렇듯 ZigBee는 산업·가정·의료·군사 등 다양한 애플리케이션으로 자동화된 센서 네트워크를 창조하는데 활용될 전망이다.

### 3. 홈 오토메이션 시스템 설계

#### 3.1. 전체 시스템 구성도

주변 장치(에어컨, 전등, 커튼 모터, 환풍기, 가스센서)들을 Empos-Tiny 보드의 입출력 포트에 연결하고 베이스 모드를 보드에 추가로 장착한 블루투스 시리얼 포트에 연결하였다. 그리고 Empos-Tiny에 임베디드 웹서버(GoAhead)를 포팅하여 전체적인 시스템을 구성하였다. Mote 들은 자체적인 Ad-Hoc 네트워크[2]를 구성한다.



[그림 1] 홈오토메이션 시스템 구성도

#### 3.2. 센서 모듈 프로그램

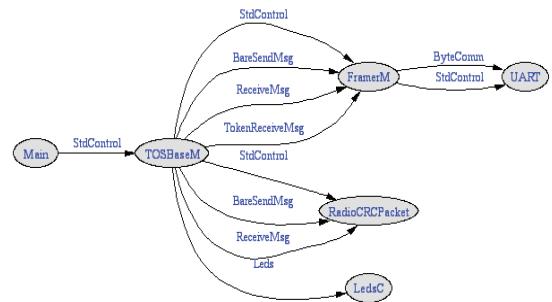
센서 모듈은 ATmega-128의 CPU를 기반으로 동작한다. 또한 그 상위에 RF통신을 지원하는 하드웨어인 CC2420과 온도, 습도, 조도의 값을 측정할 수 있는 센서, 직렬 통신이 가능하도록 하는 UART로 구성된다. 운영체제는 TinyOS[3]를 사용하며, 상위 애플리케이션으로 TOSBase와 Mote 프로그램에 의하여 동작한다. TOSBase프로그램은 RF통신과 PC의 직렬포트가 통신할 수 있도록 하며, Mote프로그램은 각 센서 컴포넌트와 연결을 하여 센싱된 아날로그의 신호를 디지털 신호로 바꾸고 RF를 통하여 Broadcast 하는 기능을 가지고 있다.

##### 3.2.1. 베이스 모드 모듈 설계 - TOSBaseM.nc

TOSBase 모듈은 RF모듈의 센서와 서버의 연결 역할을 한다. RF모듈로 TOS\_msg형태의 메시지를 5개의

저장장소에 수신하여 만들어진 TOS\_msg를 UART을 통하여 서버로 전달하는 역할을 한다.

[그림 2]에서는 TOSBase 모듈의 구성도이다.



[그림 2] TOSBase 모듈의 구성도

TOSBaseM 모듈은 서버와 데이터 송수신이 가능한 FramersM 모듈과 RF센서 송수신 가능한 RadioCRCPacket 모듈, LED에 관련된 LedsC 모듈로 구성된다. TOSBaseM 모듈의 StdControl은 Main으로 제공이 되며 추가된 모듈의 StdControl을 제공 받아 사용하게 된다. 한편 RadioCRCPacket 모듈은 RF센서 모드에서 송신한 메시지를 수신하며 TOSBaseM 모듈에 의해 저장된다. 이렇게 저장된 메시지는 FramersM 모듈에 의하여 서버로 송신하게 된다. 본 논문에서는 서버에서 RadioCRCPacket 모듈에 의해 데이터를 수신할 때 녹색 LED를 on/off하는 기능을 포함하게 구성하였다. 다음 [알고리즘 1] 라디오 수신 이벤트 처리에 대해서 설명해 주고있다.

```

TOS_Msg data;
event TOS_MsgPtr
RadioReceive.receive(TOS_MsgPtr Msg) {
    TOS_MsgPtr buffer;
    if (Msg 오류 체크) {
        if (그룹 검사)
            return Msg;
        atomic {
            buffer = data(최근 데이터)
            if (buffer가 비었으면) {
                data = Msg(최근 메시지 변화)
            }
            ...
        }
    }
    if (기존의 메시지가 있으면) {
        UART를 통하여 data 전송
    }
    ...
}
return buffer;
}
    
```

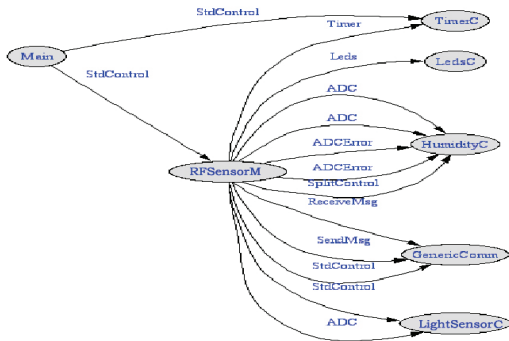
[알고리즘 1] 라디오 수신 이벤트 처리 알고리즘

##### 3.2.2. RF센서 모드 설계 - RFSensorM.nc

센서 모드에 부착되어 있는 각 센서의 정보를 수

집한다. 수집한 데이터를 메시지의 형식으로 저장 후 RF를 통하여 베이스 모드로 전송 한다. 센서의 수집은 조도센서와 온/습도 센서를 통하여 이루어지며, 10개의 센싱된 값이 저장되면 하나의 메시지 구조를 확립하게 된다. 각 센서 모드는 ID의 구별을 통하여 이루어지며 전달될 목표는 베이스 모드를 기준으로 한다.

RFSensor 모듈은 지정된 시간으로부터 타이머 동작을 하는 타이머 모듈과 LED를 제어하는 Leds 모듈, RF통신의 GenericComm 모듈, 온도 습도의 값을 센싱하는 Humidity 모듈 그리고 조도의 값을 센싱하는 LightSensorC 모듈로 구성되어 있다. RFSensorM 모듈은 주기적으로 실행된다. 타이머가 만료되면 타이머 종료 이벤트가 발생하게 되고, 이벤트에 의해 센서의 값을 RFSensorMsg의 형태로 저장한다. 저장된 메시지는 RF를 통하여 베이스 모드로 전송하게 된다.



[그림 3] RFSensorM.nc의 모듈 구성도

다음 [알고리즘 2]은 온도 처리 메시지 전송 알고리즘을 보여준다.

```

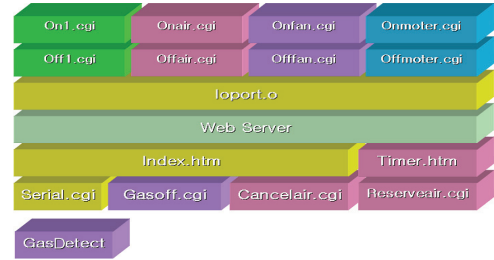
event result_t Timer.fired() {
    ...
    call 온도 데이터 수신 함수
    return SUCCESS;
}
task void dataTaskTemp() {
    모드 번호 설정
    목적지 주소 설정
    if ( TOS_Msg를 RF를 통하여 전송이
    성공하였는가? ){
        Yellow_Led OFF
    }
}
event 온도 수신완료 함수() {
    dataTaskTemp();
}
    
```

[알고리즘 2] 온도 처리 메시지 전송 알고리즘

### 3.3. 웹을 통한 제어 시스템 설계

인터넷을 통해 가전기기를 제어할 수 있도록 Web 오토메이션 소프트웨어를 [그림 4]과 같이 구성하였다. 각종 디바이스드라이버를 통해 입출력을 제어하는 방식으로 구현했다.

5초마다 집안 온도와 조도 정보를 제공하고 집안 내의 가전제품 이미지를 제공하여 이것을 클릭했을 때 해당 가전기기를 제어하는 CGI 프로그램을 호출하도록 구현했다.



[그림 4] 웹 프로그램 모듈 구성도

### 3.3.2. 직렬 포트를 이용한 장치제어 모듈

가장 핵심이 되는 CGI프로그램으로 5초마다 호출되며 시리얼 포트로부터 센싱된 온도, 조도 정보 값을 읽어와 웹에 표시하고 에어컨이 예약신청을 받았는지, 가스경보가 발생 하였는지를 감지하여 해당 이벤트 처리한다.

우선 Index.htm에 의해 Serial.cgi가 호출, 실행되면 [알고리즘 3]에 나타나 있듯이 Serial.cgi는 시리얼을 통하여 센서 모드 송신된 데이터를 베이스 모드로부터 6번 수신(방 3개 \* 온도/조도 데이터 2개)한다. 각 데이터에는 센서모드가 보낸 데이터가 어떤 데이터인지를 구별하는 ID가 존재 하는데 이 ID에 맞게 데이터를 파싱하고 온도 및 조도를 멤버로 갖는 구조체에 해당 데이터를 저장 한다. 이후 온도 예약여부를 검사하게 되는데 예약을 한 상태에서 현재 온도가 예약된 온도보다 크게 되면 에어컨을 작동하고 그렇지 않을 경우 에어컨을 멈춘다. 마지막으로 가스를 감지 사실이 있는지 판단하는 감지가 될 경우 환풍기를 작동시킴과 동시에 웹페이지에 경고창을 표시함으로 사용자에게 경고 메시지를 알려준다.

```

for(i=0; i < 6; i++)
    Read (시리얼 포트)

switch(수신 데이터 ID){
    case 1: if(온도 데이터) ....
            else if(조도 데이터)...
    case 2: if(온도 데이터) ....
            else if(조도 데이터)...
    case 3: if(온도 데이터) ....
            else if(조도 데이터)...
}
if(에어컨 예약)
    if(현재온도 > 예약온도)
        선풍기 On
    else
        선풍기 Off
if(가스 Flag == 1) 경고창 발생
    
```

[알고리즘 3] Serial.c의 전체 알고리즘

### 3.3.3. 가전기기 On/Off 제어 모듈

[알고리즘 4]처럼 텍스트 파일형태로 저장되어 있는 상태정보를 읽어온 후 제어할 가전기기 비트와 현재 상태정보를 AND 비트연산 하여 가전기기 비트를 1 또는 0으로 만들어준 후에 이 상태정보를 디바이스 드라이버를 통해 입출력 포트에 Write하는 방식으로 해당 가전기기를 On/Off 한다. 또한 연산된 상태정보를 다시 텍스트 파일로 저장하여 이후에 이루어지는 처리에 대비하였다.

```

디바이스 드라이버 오픈
if (dev != -1) {
    Read (상태 정보)
    상태 정보 = 상태정보 & 가전기기 비트
    Write (상태정보) to Ioport(device driver)
    Save (상태정보)
} else {
    에러처리 루틴
}
    
```

[알고리즘 4] 입출력 포트 제어 알고리즘

### 3.3.4. 온도 예약 모듈

QUERY\_STRING으로 넘어온 희망온도 값을 파싱하기 위해 reserveair.cgi를 호출한다. reserveair.cgi는 희망온도 값을 파싱 후 서버에 전송하여 희망 온도를 알 수 있도록 한다.

### 3.3.5. 가스 경보 해제 모듈

메인 HTML 사용자가 가스 경보 해제 명령을 내리면 감지 플래그를 0으로 Clear하여 메인 시스템에게 정보 해제를 알린다.

### 3.3.6. GasDetect 모듈

가스 센서로부터 가스 입력을 감지하면 가스 Flag를 1로 바꾸어 주어 메인 시스템에게 가스 감지 사실을 통보 한다.

```

while(1){
    if(입력 포트 상태값에 변화가 있는가 ) {
        Read (가스 플래그)
        if( 플래그 값이 0인가)
            Change (플래그 to 1)
    } .....
}
    
```

[알고리즘 5] 가스감지 처리 알고리즘

## 4. 홈오토메이션 프로토타입 구현

아크릴 판을 이용하여 기본적인 모델하우스를 제작 하였고 모터, 팬, 가스 센서 등을 Empos-Tiny 보드의 입출력 포트에 연결하여 전체적인 시스템을 구성하였다. Web 브라우저상에 각종 이미지(커튼, 조명 1~3, 에어컨, 환풍기)를 클릭 할 경우 해당 가전기기가 작동하는 단순한 인터페이스로 사용자 이용의 편의성을 극대화 하였다. 집안의 온도, 조도 정보를

표시해주며 5초 마다 자동으로 집안 상태정보가 갱신된다. 예약하기 버튼방의 온도를 희망온도에 맞춘다. 집안에서 가스가 감지되었을 경우 경고음과 함께 환풍기가 자동 동작하여 가스를 배출한다. 또한 경고창을 띄우는 방식으로 원거리에 있는 사용자에게 가스 누출 사고가 났음을 알린다.



[그림 6] 인터넷 웹 인터페이스



[그림 5] 홈오토메이션 프로토타입

## 5. 결론 및 개선 방안

본 논문에서는 홈오토메이션 시스템을 개발하는 것을 목표로 ARM 코어가 내장된 PXA255 프로세서 기반 보드에 리눅스 운영체제와 제어할 각종 장치에 대한 디바이스 드라이버 및 제어 프로그램을 개발하고, 또한 웹서버를 포팅해서 인터넷을 통해 가정에 각종 장치를 제어할 수 있는 시스템을 개발하였다.

개발된 시스템을 기반으로 휴대폰과의 연동과 보안 시스템을 추가하게 된다면 사용자에게 보다 편리하고 안전한 홈오토메이션 시스템 구축이 가능하리라 생각한다.

### [참 고 문 헌]

[1] 문경덕, "홈 네트워크 기술 및 산업 현황", 한국정보통신 기술협회, 2005  
 [2] "Ad-hoc Network", [www.ietf.org/html.charters/manet-charter.html](http://www.ietf.org/html.charters/manet-charter.html)  
 [3] "TinyOS Tutorial", <http://www.tinyos.net/tinyos-1.x/doc/tutorial/index.html>