

논문 2009-5-21

무선센서와 마이크로 컨트롤러를 이용한 실내 환경 자동 제어 시스템

Automatic Control System in Room using Zigbee Sensor and Microcontroller Chip

전병찬*, 최규석**

Byoung-Chan Jean, Gyoo-Seok Choi

요 약 최근에 초고속 네트워크 인프라가 빠른 속도로 발전하고 있어 기존의 가전기기들이 디지털화 되어 네트워크로 연동됨으로써 가전기기들이 원격제어 되어지는 단계로 진화되고 있다. 또한, 홈 네트워크와 초고속 네트워크 인프라를 연동하여 인터넷상에서 가전기기들을 제어하고 모니터링 하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 따라서, 본 논문에서는 무선센서와 마이크로컨트롤러를 이용한 실내 환경 자동제어 시스템에 대해서 기술한다. 저전력, Zigbee센서와 무선모듈을 이용하여 실내온도를 측정하였으며, ATmega128 마이크로컨트롤러를 이용해 실내에 있는 각 장치(온도, 조도, 습도)등을 사용하였으며 가습기, 선풍기 등을 제어하는 시스템을 구현하였다. 이러한 무선센서와 마이크로컨트롤러의 기반으로 인해 홈 네트워크 분야에서 다양하게 사용할 수 있으며, 홈 네트워크 분야뿐만 아니라 여러 산업분야에서 다양하게 응용할 수가 있다.

Abstract Lately, superhigh speed network infra is developing with the fast speed, is evolved by step that existent appliances are digitalised and appliances are become remote control by being gear to network. Also, gearing in Home network and superhigh speed network infra, control appliances in Internet and research that do monitoring is proceed. Therefore, describe about indoor environment automatic control system that use Wireless sensor and Microcontroler in this paper. Because using that electric power, Zigbee sensor and Wireless module, embodied system that measured in the room temperature and use ATmega128 Microcontroler and use each device (temperature, illumination, humidity) back in house and control humidifier, electric fan etc. Can use variously in Home network field by this Wireless sensor and Microcontroler base, and also can apply variously to several industry fields as well as Home network field.

Key Words : Zigbee, Tiny OS, Wireless Sensor Network., ATmega128

I. 서 론

오늘날 각 가정에 홈 네트워크 시스템의 보급이 본격적으로 이루어지면서 하나의 제어기기로 실내에 있는 가전제품을 하나의 단말기로 제어할 수 있고 무선 인터넷

이나 WIBRO 등이 보편화 되면서 이제는 외출 시에도 실내의 가전기기를 제어할 수 있는 시대가 도래 되었다.

이러한 홈 네트워크는 실내에 설치되어 있는 조명기구나 냉·난방기구, 백색가전이나 AV가전, 컴퓨터 및 통신 기기, 홈 오토메이션 기체가 하나의 네트워크에 연결되어 지능화된 서비스들을 제공한다. 홈 네트워크를 구성하는 요소들은 사용자가 제어할 각종 장치, 즉, 위에서 열거한 각종 장치들과 장치를 제어할 수 있는 제어 모듈

*정회원, 청운대학교 방송영상학과

**중신회원, 청운대학교 컴퓨터학과(교신저자)

접수일자 2009.6.20, 수정일자 2009.8.26

을 하나의 네트워크에 연결시키고, 이 두 장치들 간의 중간 역할을 해주는 홈 서버 즉, 홈 게이트웨이로 구성이 된다. 만약, 사용자가 실내 온도를 조절 하고 싶으면 사용자는 홈 네트워크 상에 설치되어 있는 단말기 등을 통해 홈 서버에 메시지를 보내게 되고, 홈 서버는 신호를 받으면 네트워크에 연결되어 있는 제어장치에게 신호를 보내므로써 온도를 낮추거나 올릴 수가 있다. 또한, 사용자가 설정한 온도에 맞추어 현재 온도가 일정 온도를 넘어가면 홈 서버는 냉열장치에 신호를 보내 온도를 낮추거나 높일 수가 있다. 각각 방에 설치되어 있는 각종 센서들은 Zigbee와 같은 무선 통신으로 자신들의 정보를 홈 게이트웨이에 전달하게 되며, 홈 게이트웨이에 Ethernet으로 연결된 HOST PC는 어플리케이션을 통해 제어모듈을 위한 메시지를 전달하여 시리얼 통신으로 연결된 제어모듈에 신호를 보내므로써 각종 장치들을 제어하게 된다.

본 논문에서는 Zigbee와 같은 무선 모듈을 이용하여 실내 온도를 측정하고 ATmega128 마이크로컨트롤러를 이용하여 각종 장치들을 제어하는 시스템을 구현하고자 한다. 이를 위해 실내에 Zigbee 모듈이 설치된 MOTE센서를 장착하고 센싱 값을 수신하는 HOST 시스템을 구현하고 ATmega128 보드에는 각종 장치들을 제어할 수 있는 릴레이를 구현한다. 각 장치가 연결된 HOST PC는 각 장치들의 상태를 모니터링 할 수 있도록 테스트 한다.

II. 배경

본 연구에서는 맥내의 실내 환경에 Zigbee와 마이크로컨트롤러를 이용하여 원격으로 자동제어 하는 것이 주목표이기 때문에 이절에서는 Zigbee의 하드웨어의 구성요소와 Tmote 센서모듈 및 ATmega128에 대해서 소개한다.

2.1 Zigbee 모듈

Zigbee는 저전력, 저가격, 사용의 용이성을 가진 근거리 무선 센서네트워크의 대표적 기술 중 하나로 가격이 저렴하고, 전력 소모가 적다. 근거리에서 속도가 빠르지 않아서 네트워크 사용 빈도가 드문 경우, 즉 원격 검침, 출입제어, 전등제어 등 근거리에서 데이터를 보내는 데에는 가장 적합하다. 전송속도는 2.4GHz대역에서 최대 250 Kbps이고, 네트워크에 최대 65,536개의 노드를 불일

수가 있다. Zigbee의 구성요소에는 그림 1와 같이 2개 부분인 RF 송신 부분과 8-bit 마이크로 컨트롤러 칩으로 구성되어 있어 Zigbee 네트워크 구성요소를 살펴보면 노드 번호 할당에 16비트의 MAC 주소를 사용한다.

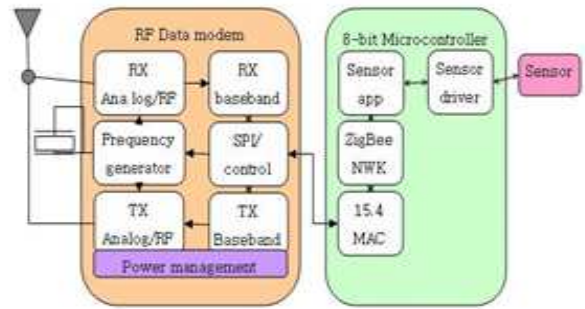


그림 1. Zigbee 하드웨어의 구성요소
Fig 1. Zigbee hardware component

그림 2에서 보여주는 Zigbee 통신 모듈이 탑재된 센서 모듈은 센서가 설치된 실내의 현재 상태, 즉, 현재의 실내 온도, 습도와 실내 밝기 등을 체크한다. Zigbee 모듈에는 온도, 습도, 조도 등 총 4개의 센서가 장착되어 있으며 이들 값을 베이스 노드에 전달 할 RF 관련 모듈이 장착이 되어 있다. 본 논문에 사용된 Zigbee 모듈은 Crossbow사의 Telos와 Moteiv의 Tmote 모듈을 사용하였다 [1,2,4,10].



그림 2. Tmote 센서 모듈
Fig 2. Tmote sensor module

2.2 ATmega128

ATmega128은 AVR RISC 구조에 기초한 저전력 CMOS형의 8비트 마이크로컨트롤러로서 고성능의 저전력 RISC 구조로 되어 있고, 133개의 명령어를 처리하고 32 * 8 비트 개의 범용 작업 레지스터를 가지며, 16MHz

에서 16MIPS까지의 명령 처리 속도를 가진다. 4KB의 SDRAM, 10만 번의 쓰기/삭제가 가능한 4KB의 EEPROM을 가지고 있으며, 53개의 I/O핀, 35개의 인터럽트 소스, 별도의 프리스케일러를 가지는 2개의 8비트, 16비트 타이머, 2¹⁶비트의 PWM 채널, 8비트 10비트 A/D 컨버터와 아날로그 비교기, USART 시리얼, 위치독 타이머 등의 주변 장치가 내장되어 있다[3]. ATmega128은 64개의 I/O 핀을 가지며 각각의 핀 구조는 그림 3과 같다.

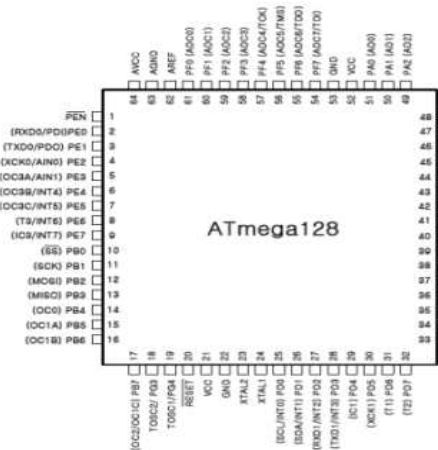


그림 3. ATmega128 핀 구성
Fig 3. Atmega128 Pin Composition

III. 맥내의 실내 환경 자동제어 시스템 설계

3.1 시스템 구성도

본 시스템은 실내에 설치된 센서 값을 수신 받는 무선 센싱 모듈과 서비스 게이트웨이 역할을 하는 HOST PC, ATmega128을 이용한 제어 모듈, PDA 등으로 구성되어 있다. 센서 부분은 Zigbee 모듈을 사용하여 실내에 설치된 무선 노드 센서와 무선 센싱 값을 수신 받는 베이스 노드로 이루어져 있고, 각 센서 노드들로부터 데이터를 수신 받는 베이스 노드는 USB 시리얼 통신을 통해 HOST PC에 센싱 값을 저장한다.

HOST PC는 USB에 베이스 노드 MOTE를 설치하고 PIC 마이크로컨트롤러 칩이 탑재된 보드와 시리얼로 연결 되어 있다. 제어 부분은 ATmega128 칩이 탑재된 보드에 RS232 통신을 통해 센싱 값에 따라 HOST PC가 ATmega128에 ON/OFF 메시지를 전달함으로써

ON/OFF 메시지가 들어오면 릴레이에 연결된 팬이나 가습기 등의 가전기기를 제어할 수 있다. HOST PC는 현재 실내 환경과 장비 동작 상태를 웹 사이트에 표시하여 사용자가 쉽게 확인할 수 있게 한다. PDA등의 모바일 장비는 HOST PC에서 센서로부터 수신 받은 메시지를 TCP/IP 통신을 통하여 HOST PC에서 송신하고 PDA에서 메시지를 수신한다. 그림 4는 본 논문에서 제안한 실내 환경 자동제어 시스템의 구성도 이다.

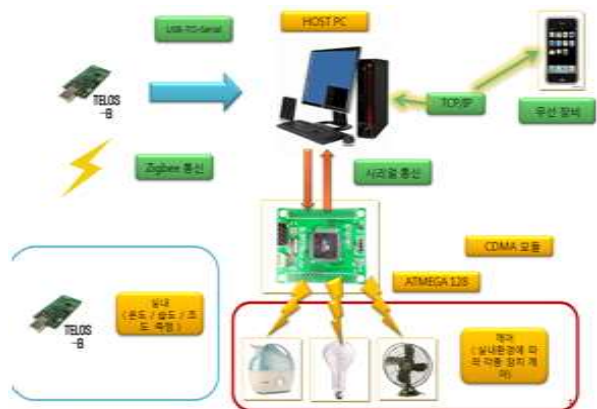


그림 4 . 시스템 구성도
Fig 4. system component

그림 5의 시스템 흐름도를 보면 Zigbee 모듈에서는 각 노드들과 베이스 노드사이의 무선 통신을 이용하게 되므로서 각 노드의 데이터 패킷을 수신하고 수신 받은 데이터를 HOST PC를 통해 전달한다. 여기서, HOST PC는 센서를 통해 수신 받은 데이터를 파싱하고, 변환하여 저장하고 HOST PC에 연결된 ATmega128에 시리얼 통신을 통해 온도, 습도, 조도등의 데이터를 전송하게 된다. ATmega128은 LCD창을 통해 상태를 출력하며, ATmega128과 연결된 가전기기들은 HOST PC에서 수신되는 제어 메시지에 따라 각종 장비들을 제어하게 된다. HOST PC와 PDA 사이에는 TCP/IP를 이용한 네트워크 통신을 이용하므로 HOST PC에 저장된 각종 정보들을 PDA에 전송하게 되며 PDA측에서는 사용자에게 의한 각종 가전제어 요구 메시지를 HOST PC에 전송하게 된다.

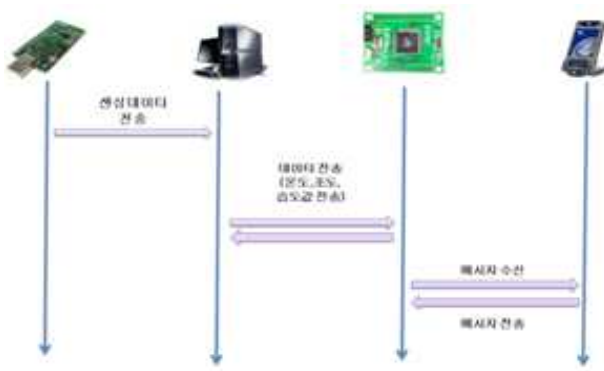


그림 5. 시스템 흐름도
Fig 5. system flowchart

3.2 데이터 처리

센서 네트워크를 구현하기 위해서는 베이스 노드에서 고정노드, 사용자 노드로부터의 메시지를 수신하게 되고 그 데이터를 이용하여 서비스를 하게 된다. 따라서, 메시지 처리를 위해 일관된 형식을 가져야 한다. 본 논문에서 적용될 센서 네트워크 메시지 형식은 표 1에 나타내었다. 총 메시지 크기는 44byte로 이루어져 있다. 그리고 데이터는 Little-Endian 형식이기 때문에 2byte씩 값(Value)을 뒤에서 읽어야 한다.

표 1. 센서네트워크 메시지 형식
Table 1. sensor network message format

Byte order	Field length	Field name	Sample data
0, 1	2 byte	Dest addr	7E 42
2	1 byte	Msg len	1A
10	1 byte	Handler ID	0A
11	1 byte	Group ID	7D
13, 14	2 byte	Mote ID	02 00
15, 16	2 byte	Counter	D2 00
17, 18	2 byte	Channel	01 00
19, 20 21, 22 23, 24 25, 26 27, 28 29, 30 31, 32 33, 34	2 byte > 10	Data	3F 1B 41 1B 40 1B 41 1B 40 1B 41 1B 49 1B 42 1B

- **Dest addr** : 목적지 주소를 가지고 SYNC_BYTE를 포함. 7E로 데이터 시작 판별.
- **Msg Len** : 메시지의 총길이
- **Handler ID** : 메시지 핸들러 ID
- **Group ID** : 무선으로 통신을 할 때 동종의 기기와 데이터를 구분하기 위해 그룹별로 바인딩 하여 통신 할 수 있도록 그룹을 지정하는 ID로 부여.
- **Mote ID** : 송신한 노드의 ID.

- **Counter** : 해당 노드가 보낸 데이터 양.
- **Channel** : 온도, 조도, 습도 등의 각 채널.
- **Data** : 실제 센서 노드가 수집한 데이터. 2byte씩 총 10개의 데이터로 구성

표 2. 데이터 채널
Table 2. data channel

Channel Number	Data
0	Humidity
1	Temperature
2	Total Solar Radiation
3	Photosynthetically Active Radiation
4	Internal Temperature

아래는 각 센서 채널에 대한 설명이다.

- Channel 0 : 습도
- Channel 1 : 온도
- Channel 2,3 : 조도
- Channel 4 : 내부 온도

표 2는 각 데이터 채널 별로 나타내는 데이터에 관한 표이다. Mote로부터 들어오는 연속적인 데이터를 처리하고 각 채널 별로 들어오는 데이터를 온도, 습도, 조도의 값으로 변환한다. 19byte에서 34byte까지의 실제 데이터를 계산한다. 연속적으로 들어오는 시리얼 데이터의 크기가 일정하지 않으므로 2개의 버퍼를 사용하여 데이터의 시작 주소를 체크 한 뒤 정상적으로 데이터가 처리 되면 변환된 값을 DB에 저장 한다. 그림 6에서와 같이 하나의 버퍼는 7E, 42, 1A, 01, 08의 값으로 시작한다. 만일 2개의 버퍼를 비교해 2개의 시작 값이 일치하지 않는 경우에는 들어오는 버퍼 값을 버리고 다음 버퍼를 가져온다. 2개의 버퍼의 시작 값이 일치하는 경우에는 buf_2 값을 저장하게 된다.

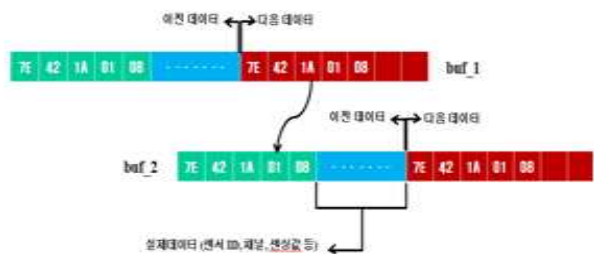


그림 6. 두 개의 버퍼 사용
Fig 6. Two buffer Using

```

switch(channel)
{ case :
  humidity=-4 +(0.0405 * avrdata) + (-2.8 * 1.0E-6)
    *(avrdata * avrdata);
  sprintf(write_buf,"Humidity:5.2f\n",humidity);
  write(fd1,write_buf,strlen(write_buf));
  if(set_humidity > (int)humidity)
  { header[0]='^';
    write(fd1,header,1);
  }
}
else
{ header[0]='#';
  write(fd1,header,1);
}

sleep(1);
break;

```

그림 7. 센싱 값 계산, 메시지 처리

Fig 7. Sensing Value Calculation and Message Process

그림 7은 센서에서 들어오는 값을 각 채널 별로 분리하여 온도, 습도, 조도를 각각 계산하게 되며, 또한 사용자가 설정한 값이 오버플루가 되면 연결된 시리얼 포트에 특정 메시지를 전달하게 된다. 수신 측에서는 메시지를 받고 메시지의 내용에 따라 이벤트를 처리하는 과정을 보여주고 있다.

여기서 사용하는 시리얼 통신 프로그램은 위에서 사용하였던 Zigbee 시리얼 프로그램과 동일한 프로그램을 사용한다. 연결 포트는 /dev/ttyS0를 사용한다. ATmega128에서는 시리얼로 연결된 HOST PC에서 한 문자씩 송, 수신한다. 시리얼 프로그램에서 입력한 값에서 상한 값을 초과하거나 하한 값이 미만인 경우 문자열 토큰을 전송한다. 아래의 코드에서는 #, ^을 통해 ATmega128이 릴레이를 동작시킬 것인지를 결정한다. 시리얼 통신 프로그램에서 메시지를 전송하면 한 문자씩 전송을 받아 LCD 창에 표시한다. 현재 온도, 습도, 조도의 상태를 표시한다.

IV. 구현 결과

본 논문에서 제안한 테스트 구현 환경으로 개발 툴로는 Microsoft Visual Studio NET 2003 C#, Zigbee에서 이벤트가 발생하는 데이터 서버는 리눅스 운영체제에서

MYSQL을 이용하여 데이터를 구축하고, 이를 읽어 들여 시스템을 제어하는 방식을 구현 하였다. ATmega128 마이크로컨트롤러 키트는 청과 CPE-MP100 ATmega128 마이크로세서 키트를 사용하였다. 여기서, 가습기와 선풍기는 일반 시중에서 구할 수 있는 220V 전압의 소형기기를 사용 하였다. PDA는 Windows PocketPC가 탑재된 HP사의 HP-300 모델을 사용하였다.

4.1 홈 네트워크 시스템 구현

그림 8은 본 논문에서 제안한 실내 환경 자동제어 시스템을 보여주고 있다. 그림에서 보는 바와같이 ATmega128가 정상적으로 동작하게 되면, 각 가전 장치들은 ATmega128에 내장되어 있는 릴레이 장치에 선풍기와 가습기를 연결 한 후 각 상황에 따라 가습기와 선풍기가 동작을 제어하게 하는 과정을 보여준다.



그림 8. 실내 환경 제어 시스템

Fig 8. Room environment Control System

4.2 시나리오 및 테스트

본 논문에서 가상의 시나리오는 실내 환경에서 실제 ATmega128에 연결된 각 장치들의 동작 여부를 테스트 하고 Zigbee에서 들어오는 실내 온도, 습도에 따라 각 장치가 상황에 맞게 동작하고 사용자가 PDA를 통해 원격으로 확인할 수 있는지를 테스트한다. 적정 온도는 상황에 따라 알맞게 설정할 수 있어, 여름철의 경우 실내 적정온도가 26~28℃ 이면 측정 온도가 적정 온도를 넘어서게 되어 선풍기가 동작하게 되며, 만약 측정 온도가 적정 온도 미만으로 내려가면 선풍기는 동작하지 않는다. 습도의 경우 겨울철에 40~60%를 유지 하도록 되어 있는데, 측정 습도가 적정 습도 미만이면 가습기를 동작시키고 적정 습도에 도달하면 가습기를 OFF 시킨다. 사용자는

PDA 등의 장비를 통해 현재 실내 상태와 가전기기 동작 상태 등을 실시간으로 모니터링 하게 된다.

4.3 ATmega128 시리얼 통신

HOST PC와 ATmega128 사이 간의 통신은 RS232 통신을 사용한다. HOST PC에서 Zigbee 모듈을 통해 수신 받은 센서 값을 통해 온도, 습도, 조도를 계산한 후 사용자가 설정한 적정 온도, 습도 값에 따라 HOST에서 ATmega128에게 상황에 맞는 신호를 보내게 된다. 만일 적정온도가 넘어서게 되면 HOST에서는 0이라는 신호를 보내 팬을 동작시키고 습도가 적정 습도를 넘어 서면 1이라는 신호를 보내 가습기를 정지시킨다. HOST에서는 온도, 습도, 조도 값에 따라 그에 맞는 상황 메시지를 ATmega128로 보내게 되고 LCD창에는 수신 받은 문자열 값을 출력하게 된다. 그림 9는 ATmega128 보드 화면에 (a) 온도, (b) 습도, (c) 조도를 LCD 창에 보여 주고 있다.



(a) 온도



(b) 습도



(c) 조도

그림 9. ATmega128보드의 LCD 화면
Fig 9. ATmega128 board LCD Screen

노드와 노드간의 통신은 Zigbee 모듈의 RF 통신으로 이루어진다. TinyOS의 어플리케이션 중의 하나인 Oscilloscope RF를 모듈에 포팅하고 베이스 노드에는 TOS Base를 포팅 한다. 노드는 베이스 노드에 모듈에 탑재된 광학센서, 온도센서, 습도센서를 센싱하여 센싱 값을 RF 무선통신을 이용하여 베이스 노드에 센서 노드 값을 전달하게 한다. 또한, 이 값들은 USB-Serial 드라이버를 통해 센싱 데이터 값들을 PC로 전송한다. 그림 10의 화면은 시리얼 통신프로그램을 실행시켰을 때 모트에서 수신된 데이터를 출력하는 과정을 보여주고 있다.

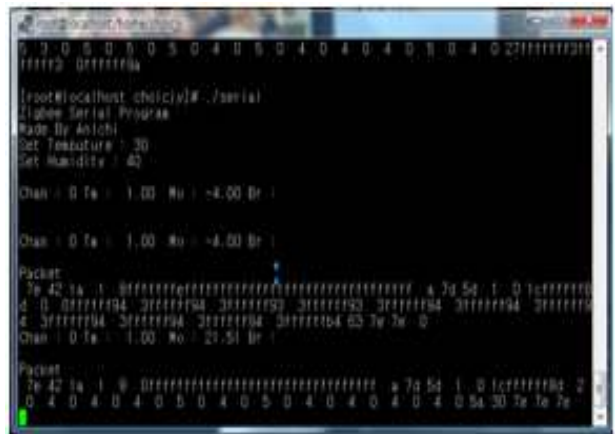


그림 10. 데이터 수신
Fig 10. Data reception

```

interrupt[USART0_RXC] void usart0_rxc(void)// 수신
{
    temp=UDR0;//수신 버퍼로부터 데이터 읽어 ch에 저장
    lcd_char(temp);
    if(temp == '#')
        PORT=0x00;
    else if(temp == '^')
        PORT=0x01;
    UCSR0B |=0x20;//송신 버퍼 empty 인터럽트허용 UDRIE=1
    count++;
}
interrupt[USART0_DRE] void usart0_dre(void)//송신
{
    UDR0=temp;//수신된 ch를 USART 송신 버퍼에 전송
    UCSR0 &=0xdf;//송신버퍼 empty 인터럽트 금지 UDRIE=0;
}
    
```

그림 11. 시리얼 통신 인터럽트
Fig 11. Serial Communication Interrupt

그림 11은 실제 ATmega128에서 이루어지고 있는 시

리얼 통신 인터럽트 부분이다. ATmega128에서 수신 인터럽트가 허용이 되면 한 문자씩 수신 받아서 버퍼에 저장한다. 송신도 송신 인터럽트가 허용되면 버퍼에 있는 값을 HOST PC로 송신하게 된다.



그림 12. PDA 현재 상태 화면
Fig 12. PDA Current Status Screen

그림 12는 PDA에서 온도, 습도, 조도에 관한 화면을 보여주고 있다. 사용자는 원격을 통해 수시로 집안의 상태를 확인하면서 사용자가 원하는 환경으로 제어 할 수도 있다. 위의 기기제어 버튼은 온도가 높거나 습도가 낮을시 사용자가 기기를 제어하는 기능을 가지고 있다.



그림 13. PDA 기기 원격 제어
Fig 13. PDA Appliances Remote Control

그림 13은 가습기와 선풍기의 PDA 기기 원격제어 과

정을 보여주고 있으며, 사용자가 직접 ON/OFF 할 수 있도록 인터페이스를 구성하였다. 현재 기기의 동작 상태 정보를 받아 현재 상태가 ON이면 버튼을 누르고 가습기를 OFF 시키며, 그 반대인 경우에는 ON을 시킨다. 이와 같이 모바일 환경을 응용해 홈 네트워크에 연결되어 있는 가전기기들을 상태에 맞게 제어 할 수가 있다.

V. 결론

본 논문에서는 무선센서와 마이크로컨트롤러를 이용한 실내 환경 자동제어 시스템에 대해서 기술 하였다. 저 전력, Zigbee 센서와 무선모듈을 이용하여 실내온도를 측정하였으며, ATmega128 마이크로컨트롤러를 이용해 맥내에 있는 각 장치(온도,조도,습도)등을 사용하여 가습기, 선풍기 등을 제어하는 시스템을 구현 하였다. 따라서, 최근에 유비쿼터스 시스템이 각광을 받으면서 유비쿼터스 홈 네트워크의 기초가 되는 무선센서 네트워크가 크게 각광을 받고 있다. 이에 따라 앞으로 Zigbee 무선 기술을 사용함에 있어서 홈 네트워크 분야에 다양하게 접목을 시킬 수 있을 것으로 볼수 있으며, 또한, 앞으로 센서 네트워크에 임베디드 시스템을 접목시킴으로써 홈 네트워크 분야뿐만 아니라, 여러 산업 분야에 대해서 다양하게 응용 할 수가 있을 것으로 기대가 된다.

참 고 문 헌

- [1] 전병찬,류상률,최규석, “무선 센서 네트워크를 이용한 독거노인 모니터링 시스템 구현”.한국인터넷 방송통신·TV학회“,p41~p48, 2008.
- [2] 남상엽,송병훈, “무선 센서 네트워크 활용”, (주)상학당.
- [3] 신동욱, 오창현, “알기 쉽게 배우는 AVR ATmega 128”, (주) Ohm사.
- [4] Zigbee를 이용한 홈 네트워크. 전자부품연구원
- [5] 김동균,이명근,전병찬,이상정, “홈 네트워크 액세스 에이전트 및 테스트베드 설계 구현”, 한국컴퓨터학회 논문지, 2006.
- [6] 박세건, “홈 네트워크 테스트베드 구축”, 순천향대학교 공과대학 정보기술공학부, 2004.

- [7] 이동환, “홈 네트워크산업 현황 조사 연구 결과 보고”, 한국 홈 네트워크 산업협회(HNA), 2005.
- [8] 정성욱, “전력선통신(PLC) 기술 및 표준화 동향”, 한국표준협회, 2003.
- [9] 나재훈, 채기준, 정교일, “센서 네트워크 보안 연구 동향”, 한국전자통신, 2005.
- [10] 윤성록, 서상호, 최호석, 황용석, 유형준, 박신종 “Zigbee : 저속-저가-저전력의 무선 통신기술”, 한국 정보통신대학교 시스템집적기술 연구소

본 논문은 2009년도 청운대학교 교내연구비로 수행되었습니다.

저자 소개

전 병 찬(정회원)



- 1992년 한밭대학교 전산학과 공학사
- 1994년 수원대학교 전산학과 공학석사
- 2002년 순천향대학교 대학원 전산학과 박사
- 2008년 현재 청운대학교 방송영상학과 조교수

<관심분야> : 컴퓨터구조, 홈 네트워크, 모바일, 마이크로프로세서 등

최 규 석(중신회원)

제8권 제6호 참조
현 청운대학교 컴퓨터학과 교수
<주관심분야 : 이동통신, 인공지능, 인공생명, 지능형 교통체계(ITS), 이동 컴퓨팅>