

# Zigbee 모바일단말 하드웨어 설계와 정보시스템 구축

## (A Design and Implementation of Information System Using Zigbee Technology)

하 경 주\*

(Kyeoung-Ju Ha)

**요 약** 본 논문에서는 ZigBee를 이용한 모바일 단말 및 리더기를 설계하고 개발된 리더기와 단말기 사이의 통신 프로토콜을 설정한다. 그리고 zigbee 단말기에서 전송하는 데이터를 호스트에서 수집, 가공 및 처리할 수 있는 정보시스템을 구축한다. 모바일 단말은 라우터 또는 엔드 포인트 역할을 수행하며, 리더기는 코디네이트 역할을 수행한다. 본문에서 소개하는 단말과 리더기는 하드웨어적으로 구성이 같다. 지그비 모듈은RadioPulse 사의 MG2455-F48 모듈을 사용하였다.

**Abstract** We show the way how to design and develop the information system using Zigbee technology. First we set the protocol for zigbee tag and reader. And then we give the information system using designed system based on zigbee technology. In this paper, we use MG2455-F48 module as zigbee module

**Key Words** : zigbee technology, protocol, zigbee tag, reader

### 1. 서 론

최근 정보통신부가 전파식별 칩을 보급해 u-센서네트워크(USN)를 구축하는 세부 계획(u-IT839 전략)을 발표함에 따라 언제, 어디서나, 어떤 사물과도 정보를 주고받는 유비쿼터스 구현을 위한 대장정에 돌입하게 되었다. USN(Ubiquitous Sensor Network)은 '필요한 모든 것(곳)에 태그를 부착하고 이를 통해 기본적인 사물의 인식 정보는 물론, 주변의 환경정보(온도, 습도, 오염정보, 균열정보 등)까지 탐지해 이를 실시간으로 네트워크에 연결하고 그 정보를 관리하'는 것을 말한다.

이는 궁극적으로 모든 사물에 컴퓨팅 및 커뮤니케이션 기능을 부여해 anytime, anywhere,

anything과 통신이 가능한 환경을 구현하는 것이다. USN은 우선 인식정보를 제공하는 근거리 무선 네트워크로 발전하였고, 최근에는 센싱(Sensing) 기능이 추가되면서 이들 간 네트워크가 구축되는 형태로 발전하게 되었다.

그 핵심이 되는 기술이 ZigBee이다.

지그비(ZigBee)는 저전력,저가격, 사용의 용이성을 가진 근거리 무선센서네트워크의 대표적 기술 중 하나로 2003년 IEEE 802.15.4 작업분과위원회에서 표준화된 PHY/MAC층을 기반으로 상위 Protocol 및 Application을 규격화한 기술이다. 지그비(ZigBee)는 향후 원거리 모니터링과 제어 및 센서 네트워크 애플리케이션 분야에서 새로운 시장을 창출할 것으로 예상하고 있다. Wi-Fi는 무선 노트북에 이용되는 기술이며, 블루투스는 핸드프리

\* 대구한의대학교 모바일콘텐츠학부

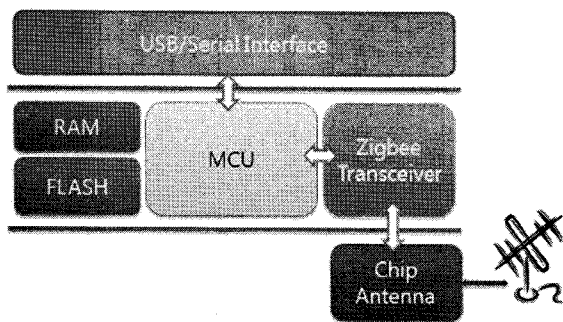
이어폰 및 PC에 많이 활용되었고, 지그비는 저전력을 요구하는 개인 건강보호, 산업제어, 전등 및 상업제어, 컴퓨터 주변장치, 가전제품 분야의 센서 네트워크 등에 두루 활용될 신기술이다. 근거리 무선통신 기술의 가장 중요한 요건으로는 낮은 소비 전력, 저가격, 신뢰성을 꼽을 수 있으며 이를 충족시키기 위한 다양한 기술들이 제시되고 있는데 이중 지그비(ZigBee)가 무선 센서 네트워크 산업에 활용 가치가 매우 높을 것으로 기대된다.

본 논문에서는 국내의 u-IT839전략과 더불어 근거리 무선 유비쿼터스 센서 네트워크 환경 구축에 중추적 역할을 담당할 신기술로 전망되는 ZigBee를 이용한 모바일 단말 및 리더기를 설계하고 이를 이용한 정보시스템을 구축하는 방법에 대해서 기술한다.

## 2. 시스템 구성

### 2.1 시스템 기본 구성

Zigbee 모듈을 이용한 모바일 단말용 하드웨어 구성은 [그림1]과 같다.



(그림 1) 모바일 단말 하드웨어 기본구성

본 논문에서 설명하는 Router 또는 Endpoint 역할을 하는 모바일 단말과 Coordinator 역할을 하는 모바일 단말 리더기는 하드웨어 적으로 동일한 구성을 갖는다.

1. USB/Serial Interface : 데이터를 설정하거나 수변으로 수집된 데이터를 통신 인터페이스를 통해서 PC 또는 다른 디바이스로 전송
2. RAM : Zigbee Stack 또는 Application 프로그램을 실행하는 공간
3. FLASH : 프로그램 데이터와 실행 코드가 적

재되는 공간

4. MCU : 프로그램을 실행하는 모듈
5. Zigbee Transceiver : Zigbee 프로토콜 통신을 처리하는 송수신 모듈
6. Antenna : RF 송수신을 처리

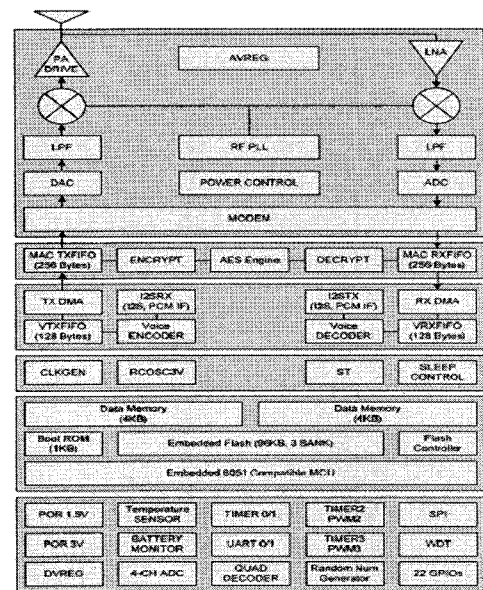
### 2.2 MG2455-F48 모듈구성도

Zigbee 모듈을 이용한 모바일 단말 및 리더기의 하드웨어는 FLASH, RAM, MCU, Zigbee Transceiver 등의 각종 기능을 SoC(System on Chip)로 탑재하여 제공하는 RadioPulse 사의 MG2455-F48 모듈을 사용하였다. MG2455-F48 모듈의 하드웨어 구성도는 [그림 2]와 같다.

#### 2.2.1 MG2455-F48 모듈 특징

MG2455는 IEEE802.15.4와 ZigBee 표준 스택을 따르고 있는 single-chip solution이며, 홈 제어나 센서 네트워크와 같은 저전력 무선 응용 분야에 적합하고, 2.4GHz RF 트랜시버, 베이스밴드 모듈, 하드웨어 MAC, 8051 MCU 그리고 내장 플래시 메모리로 구성되어 있으며, 타이머와 UART와 같은 주변 회로, 그리고 일반적인 용도의 I/O 핀들로 구성되어 있다.

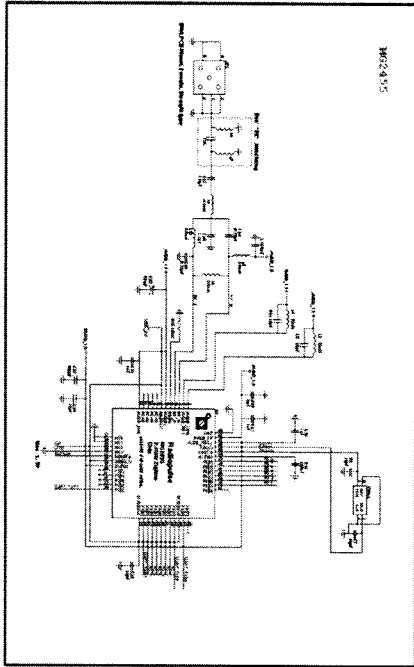
ZigBee 버전 2006 스택 소프트웨어는 라이브러리 형태로 제공되므로 사용자 응용 프로그램은 Keil software와 같은 C-language 컴파일러를 이용하여 개발할 수 있다.



(그림 2) MG2455-F48 모듈 다이어그램

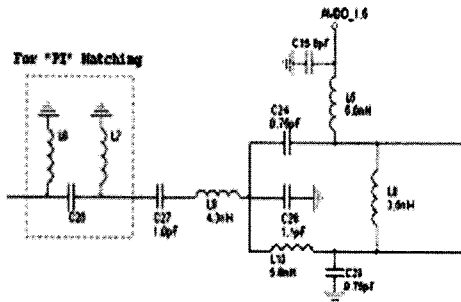
## 2.3 MG2455 모듈을 이용한 하드웨어 설계

MG2455-F48 모듈을 이용한 전체 회로도도 [그림 3]에 나타내었다.



(그림 3) MG2455-F48 모듈을 이용한 전체 회로도

통신 구현을 위하여 그림4와 같은 매칭회로를 구성하였다. L4/C24/L10/C27 는 2.4GHz 를 위한 고정값으로 사용하고 L9 와 C27 는 Narrow Band-Filter 를 활용하기 위한 고정 값으로 사용한다. L8 와 C28을 이용하여 출력 레벨을 조정하고, 2nd and 3rd harmonic 을 줄이기 위하여 L9 과 C27 을 설정하여 구현한다.



(그림 4) 안테나 매칭회로

## 3. ZigBee 를 이용한 정보시스템

### 3.1 ZigBee 통신 및 프로토콜 분석

ZigBee Tag에서 송출하는 데이터의 구성은 [표 1]과 같다. 1개의 Tag당 송출되는 정보는 데이터의 시작문자 1Byte , ID값 8Byte, RSSI값 1Byte, 데이터 끝문자 1Byte, 이며 총 11Byte의 데이터를 송출한다.

<표 1> ZigBee Tag 송출 데이터

구분	크기(Byte)
Start Char.	1
ID	8

'ZigBee Reader는 주변 ZigBee Tag에서 발신하는 정보를 수신하여 단말로 전송한다

ZigBee Reader와 단말과는 RS232C통신을 이용하며 이를 위한 단말에서의 설정값은 [표 2]와 같다.

<표 2> ZigBee Reader COM port 설정값

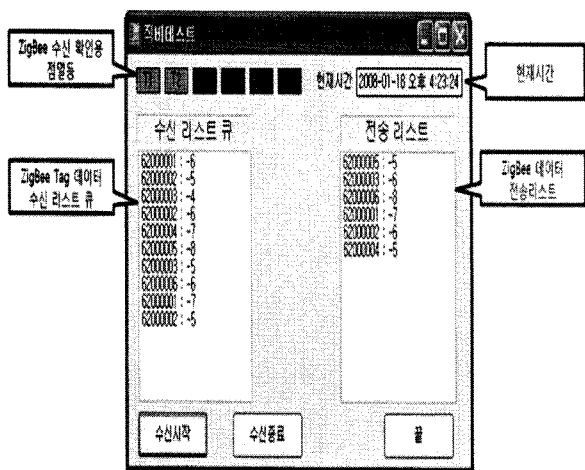
Baud Rate	38400
Parity Bit	None
Data Bit	8
Stop Bit	1
Flow Control	None

Reader가 수신하는 Tag정보를 단순히 확인만 하려면 단말의 하이퍼 터미널을 이용하여 설정값을 세팅해서 Reader가 수신하는 Tag데이터를 확인할 수 있다.

### 3.2 ZigBee 어플리케이션 구성

#### 3.2.1 인터페이스 구성

어플리케이션의 구성은 수신 확인용 점멸등, 데이터 수신 리스트 큐, 데이터 전송 리스트와 수신 종료를 나타내는 것으로 구성되었으며 [그림 5]에 나타내었다.



(그림 5) ZigBee 인터페이스 구성도

ZigBee 수신 확인용 점멸등은 해당 Tag가 수신 되면 초록색으로 표시되고 그렇지 않으면 빨강색으로 표시된다. [그림 5]에서는 Tag1번과 Tag2번이 수신중으로 표시되고 있다. ZigBee Tag 데이터 수신 리스트 큐는 전송리스트로 넘어가기 전까지 수신된 Tag ID와 수신강도(RSSI)값을 표시한다. 이후 전송리스트로 넘어가게 되면 리스트큐는 Clear되며 이는 반복수행된다. ZigBee Tag 데이터 전송 리스트는 수신리스트로부터 넘겨받은 값들을 서버로 전송한 리스트를 표시한다. 이후 수신리스트 큐로부터 새로운 값을 받으면 리스트는 Clear되며 반복수행된다. 수신시작은 ZigBee Tag로부터 수신된 데이터를 수집 / 가공 / 전송 을 시작 하며 점멸등과 각각의 리스트에 해당 내용을 표시 한다. 수신종료는 ZigBee Tag로부터 데이터 수신 을 종료 하고 최종 상태를 유지한다. 현재시간은 내부 프로세스의 초 단위 진행을 확인 하기 위해 단말의 현재시간을 표시한다. 끝은 어플리케이션을 종료한다.

### 3.2.2 수신모듈 구성

ZigBee Reader의 RS232C 통신을 위한 시리얼 포트를 구성하여 설정 값을 세팅해 준다.

```
private static SerialPort sp3 = new
SerialPort("COM3", 38400, Parity.None, 8,
StopBits.One);
```

COM port의 값은 단말의 가용한 포트에 설정한다.

```
'sp3.DataReceived += new
SerialDataReceivedEventHandler(sp3_DataRe
ceived);
...
private void sp3_DataReceived(object sender,
SerialDataReceivedEventArgs e)
{
...
}
```

해당 COM port에 대한 데이터 수신 이벤트를 추가하고 데이터 수신 시 처리할 함수를 구성한다.

### 3.2.3 데이터 수집 및 가공 구현

4.2.2에서 구성된 Sp3\_DataReceived함수내에 수집 및 가공루틴을 구현한다. 먼저 단말기로 전송된 ZigBee Tag 데이터를 수집한다.

```
byte[] rspbyte = new byte[11];
sp3.Read(rspbyte, 0, 11);
```

ZigBee Tag 데이터는 총11Byte이므로 해당 크기만큼 버퍼변수를 설정하고, 설정된 COM port의 수신버퍼로부터 수신된 데이터를 읽어온다. 수신된 데이터들 중, 의미를 가지는 데이터들을 추출/가공 한다.

```
if (rspbyte[0] == 0x23 && rspbyte[10] ==
0x2a)
{
...
string temp_hex =
Encoding.ASCII.GetString(rspbyte, 1, 8);
int tempRssi = rspbyte[9];
...
regcode = temp_hex.Substring(0, 2);
buscode = temp_hex.Substring(2, 2);
bus_id = temp_hex.Substring(4, 4);
ZigBeeRssi = ~( tempRssi - 1)+255;
...
}
```

수신된 데이터의 시작 문자와 끝 문자를 먼저 체크하여 데이터 무결성을 확보한 후, ID값과 RSSI값을 추출한다. 추출된 ID값은 다시 의미 있는 값으로 재 변환하고 RSSI값은 음수를 2의 보수로 수신되었으므로 다시 부호 있는 정수로 변환한다.

가공된 데이터는 리스트에 저장하여 관련된 프로세스에서 사용하도록 한다.

리스트에 접근시 Mutex를 설정하여 의도치 않은 접근을 제한하도록 한다.

```
DS.EnterZAMutex();
DS.ReceiveTable.Add(bus_id,
Date Time.Now);
DS.LeaveZAMutex();
```

### 3.2.4 데이터 전송 구현

단말로부터 전송되는 데이터에 대한 메시지를 구성한다.

```
public boolean setZigBeeData(String bit_id,
String crf_id, String reg_dt, String reg_tm,
String rssi)
{
    if(crf_id != null && crf_id.length() != 0)
    {
        BISDAO BusInfo =
        BISDAO.getDAO();
        value =
        BusInfo.setZigBeeDataInsert(bit_id, crf_id, reg_
        dt, reg_tm, rssi);
    }
    return true
}
}
```

메서드를 통해 전송된 데이터를 DB로 저장한다. 단말에서 상기의 메서드를 호출하여 ZigBee 데이터를 서버로 전송한다.

```
...
ZigBeeData.bit_id = bisZigbee.bit_id;
ZigBeeData.crf_id = bisZigbee.crfid;
ZigBeeData.reg_dt = bisZigbee.reg_dt;
ZigBeeData.reg_tm = bisZigbee.reg_tm;
ZigBeeData.rssi = bisZigbee.rssi;
...
DS.EnterWSMutex();
bisService.setZigBeeData(ZigBeeData);
DS.LeaveWSMutex();
...
}
```

메서드 접근시 Mutex를 설정하여 다른곳에서의 의도치 않은 접근을 제한하도록 한다.

## 4. 실험결과

본 논문에서 개발된 결과를 버스 운행관리 시스템의 정류소 안내기 부분에 적용하여 테스트해 보았다. ZigBee Tag를 버스에 설치하여 운행하고, ZigBee Reader를 정류소 안내기 단말에 설치하여 ZigBee 데이터의 수집/전송 기능을 확인하였다.

날짜(년-월-일)	시간(시:분:초)	위치(경도, 위도)	데이터
2008-02-14	오후 2:27:59	1645215749	정보수신
2008-02-14	오후 2:28:00	1645215749	서버전송
2008-02-14	오후 2:28:00	1645215750	정보수신
2008-02-14	오후 2:28:01	1645215750	서버전송
2008-02-14	오후 2:28:22	1645215748	정보수신
2008-02-14	오후 2:28:26	1645215748	서버전송

(그림 6) ZigBee 데이터 수신/전송 로그

[그림 6]에서와 같이 ZigBee 데이터의 원활한 수신/전송을 확인할 수 있었다.

2008-02-14	오후 2:28:22	1645215748:정보수신
2008-02-14	오후 2:28:26	1645215748:서버전송
2008-02-14	오후 2:28:26	402지그비 도착정보소거:1645215748
2008-02-14	오후 2:28:30	402지그비 도착정보소거:1645215748
2008-02-14	오후 2:28:34	402지그비 도착정보소거:1645215748
2008-02-14	오후 2:28:36	1645215747:정보수신
2008-02-14	오후 2:28:38	1645215747:서버전송
2008-02-14	오후 2:28:38	401지그비 도착정보소거:1645215747
2008-02-14	오후 2:28:38	402지그비 도착정보소거:1645215748

(그림 7) 수신된 데이터의 단말내 사용 로그

또한 [그림 7]에서는 수신된 데이터를 이용하여 단말에서 적극활용 할 수 있음을 알 수 있다.

BIT_ID	CRF_ID	REG_DT	REG_TM	RSSI_VAL
06001821	1644241001	20080214	044454	-77
06001821	1646465586	20080214	052111	-77
06001821	1644240978	20080214	053611	-76
06001821	1644240932	20080214	053621	-78
06001821	1646465543	20080214	053946	-78
06001821	1646401554	20080214	054118	-77
06001821	1644240996	20080214	054618	-77
06001821	1644240912	20080214	054935	-78
06001821	1644241001	20080214	055053	-71
06001821	1646465554	20080214	055116	-79
06001821	1645748999	20080214	055453	-76
06001821	1646401586	20080214	055626	-75
06001821	1646401573	20080214	055753	-78

(그림 8) 전송된 데이터의 DB저장 확인 화면

[그림 8]은 기 구성된 메시지를 통한 DB저장이 원활하게 실행됨을 보여준다.

## 5. 결론

본 논문에서는 지그비(ZigBee)를 이용하여 근거리 네트워크를 구성하고 수집된 데이터를 이용하여 정보 시스템을 구축하는 것을 설명하였다. 이는 지그비(ZigBee)의 개발 목적과도 부합되는 사항이지만 이를 실제 시스템에 적용하여 활용하는 것은 차후 근거리 네트워크를 개발하는데 큰 도움이 될 것이다. 본 연구를 통하여 지그비(ZigBee)의 특성을 이해 할 수 있었고 다양한 방면으로의 적용 가능성이 높음을 알 수 있었다. 또한 지그비(ZigBee)

가 저전력을 요구하는 개인 건강보호, 산업제어, 전등 및 상업제어, 컴퓨터 주변장치, 가전제품 분야의 센서 네트워크 산업에 활용 가치가 매우 높을 것으로 기대된다.

## 참고 문헌

- [1] <http://www.zigbee.org>
- [2] <http://www.ieee802.org>
- [3] EIC, Zigbee Application과 중기 시장전망, 간석철 2004.12
- [4] ZDNET Zigbee : Wireless Technology for Low-Power Sensor Networks By Gary Legg
- [5] "Zigbee enables wireless embedded nets" by Zachary Smith, Network World
- [6] "Zigbee document 03525r5ZB", Zigbee Device Object, Zigbee Alliance, March 2004
- [7] "Freescale Zigbee Overview" by Freescale
- [8] <http://grouper.ieee.org/groups/802/15>



하 경 주 (Kyeong-Ju Ha)

- 1991년 : 경북대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학사)
- 1993년 : 경북대학교 대학원 컴퓨터공학과 석사과정 졸업(공학석사)
- 1996년 : 경북대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사과정 졸업(공학박사)
- 1996년 - 1999년 : 한국전자통신기술연구원(ETRI) 부호기술연구부 선임연구원
- 1999년 - 현재 : 대구한의대학교 모바일콘텐츠학부 부교수
- 관심분야 : 센서 네트워크, 정보보호, Visual cryptography

논문접수일 : 2009년 6월 19일  
 논문수정일 : 2009년 8월 15일  
 게재확정일 : 2009년 8월 31일