

ZigBee와 무선 네트워크를 이용한 생체신호 검출 모니터링 시스템

김국세* · 방선광* · 이정기** · 안성수*** · 이준*

*조선대학교, **KETI, ***동신대학교

Bio-Signal Detection Monitoring System Using ZigBee and Wireless Network

Kuk-Se Kim* · Sun-Kwang Bang* · Jeong-Gi Lee** · Seong-Soo Ahn*** · Joon Lee*

*Department of Computer Engineering, College of Electronics and Information Engineering, Chosun University, **KETI, ***Dongshin University

E-mail : kimkukse@hanmail.net

요 약

유비쿼터스 시대에 병원뿐만 아니라 가정과 요양 시설 내에서도 불규칙적이고 다양한 장소에서 발생하는 응급 환자는 신속한 처리가 이루어 져야 한다. 특히 노인 인구가 늘어나는 현·미래 시대에는 환자나 노인의 몸에 생체 신호 센서를 부착하여 환자의 상태를 실시간으로 모니터링 하여 환자나 노인의 몸에 이상이 생겼을 경우 실시간으로 대처하여 응급 환자에 대한 신속한 처리가 이루어지게 한다. 병원 내에서는 무선 네트워크 인프라를 최대한 이용하고 인프라를 보완하기 위해서는 근거리 무선 통신 프로토콜을 기반으로 하는 센서네트워크인 저 전력 지그비(ZigBee) 시스템을 활용한다. 전체적 시스템은 무선 통신망을 이용하고 심전도, 혈압, 혈당 그리고 체온 등의 바이오센서 모니터링을 위해 ZigBee(IEEE 802.15.4)를 이용하여 응급환자 및 노인 등의 이동시 생체신호를 모니터링 할 수 있게 한다. 본 논문에서는 환자 및 노인의 실시간 생체신호 전송 시스템을 구축하고 무선 센서 네트워크 구축 시 전송세션의 수와 노드 발생률에 따른 전송률 및 지연을 통해 그 효율성을 검증한다.

ABSTRACT

The emergency patient who occurs from the place where it is various the control which is quick must come to accomplish in Ubiquitous environment. In the body of the patient or the old person the organism signal sensor about under attaching condition of the patient at real-time about under the monitor ring about under disposing the control which is quick against the emergency patient does to become accomplished at the case real-time when the above will get in the body of the patient or the old person. Using ZigBee (802.15.4) system base on Shor wireless communication protocol because of complement wireless of hospital. This system use ZigBee (802.15.4) system to get for electrocardiogram, blood pressure and pulse bio-sensors. This paper constructs Bio-Sensor communication monitoring system and transmission rate and the delay which it follows possibility and node occurrence rate of wireless sensor network construction hour transmission session it leads and it verifies the effectiveness.

키워드

ZigBee, Sensor Network

1. 서 론

유비쿼터스 시대에 병원뿐만 아니라 가정과 요양 시설 내에서도 불규칙적이고 다양한 장소에서 발생하는 응급 환자는 신속한 처리가 이루어 져야 한다. 특히 노인 인구가 늘어나는 현·미래 시대에는 환자나 노인의 몸에 생체 신호 센

서를 부착하여 환자의 상태를 실시간으로 모니터링 하여 환자나 노인의 몸에 이상이 생겼을 경우 실시간으로 대처하여 응급 환자에 대한 신속한 처리가 이루어지게 한다. 응급환자는 신속한 처리가 이루어지지 않으면 생명에 위협이 있고 치료 혹은 회복의 효율이 떨어지게 된다. 이런 응급환자에 대한 신속하고 정확한 진료의 시

행 여부는 환자의 완쾌 및 생명 유지와 밀접한 관련을 가지고 있어 생존율에 큰 영향을 미치게 된다. 병원과 요양 시설 그리고 가정 내에서 무선 센서 네트워크 인프라를 최대한 이용하고 인프라를 보완하기 위해서는 근거리 무선 통신 프로토콜을 기반으로 하는 센서네트워크의 저 전력 센서 네트워크 시스템 등을 활용한다. 전체적 시스템은 무선 통신망을 이용하고 심전도, 혈압, 혈당, 그리고 바이탈, 체온 등의 바이오센서 모니터링을 위해 ZigBee (IEEE 802.15.4)를 사용하여 응급환자 및 노인 등의 이동시 생체신호를 모니터링 할 수 있게 한다. 본 논문에서는 환자나 노인 그리고 사용자의 신체에 부착된 실시간 생체 신호 전송 시스템을 구축하고 무선 센서 네트워크 구축 시 전송세션의 수와 노드 발생률에 대한 전송률 및 지연을 통해 그 효율성을 검증한다.

2. ZigBee Protocol

현재 IEEE가 여러 무선 표준들을 발표하고 있지만, ZigBee는 전력 소모 측면에서 효율성이 뛰어나기 때문에 배터리가 수년간 지속될 수 있는 장점을 가지고 개인 무선 통신 환경 하의 저속 무선 데이터 통신을 위한 경제적인 솔루션이라고 할 수 있다. 또한 시스템에 ZigBee를 구현하는데 아주 적은 비용으로 네트워크에 많은 노드들을 저렴하게 설치 할 수 있으며, 구현 측면에서도 Bluetooth나 IEEE 802.15.3 HR (High-Rate) WPAN, IEEE 802.11x 무선 LAN 프로토콜보다 훨씬 간단하게 구성 할 수 있다. 모듈의 외형 크기 또한 Bluetooth 수준으로 하는 것을 지향하고 있으며 이러한 사양이 조기에 실현, 감시 제어를 목적으로 하는 신뢰성을 가지고 있고 저가, 저전력, 무선 네트워킹을 요구하는 센서네트워크의 대표적 표준 방식이 되었다 [2][6].

2.1 ZigBee Architecture and Protocol Stack

ZigBee는 감시 및 제어용 어플리케이션을 위한 저가, 저전력의 근거리 무선 표준 방식 IEEE 802.15.4의 물리계층과 MAC 계층에 준거하여 개발된 표준화 작업이다. ZigBee의 RF 링크 프로토콜과 사용자 어플리케이션은 단지 8bit Microcontroller를 기반으로 동작하고, 실행 코드 사이즈의 크기가 작아서 전체 ZigBee 스택을 위한 코드 사이즈가 32Kbyte이하로 구현이 가능하다. 특히 RFID와 같은 단순한 기능을 가진 노드의 경우 4Kbyte 이하의 코드 사이즈로도 구현이 가능하다.

ZigBee 프로토콜은 IEEE 802.15.4에서 정의된 표준에 따라 채널할당에 CSMA/CA 방식을 채택하였고, 실시간 데이터 전송을 지원하기 위해서 선택적으로 GTS 할당 방식을 적용하고 있

다. 또한 ZigBee 노드들은 Coordinator 혹은 디바이스로 동작이 가능하며, 통신에 있어서 필요한 모든 부하를 Coordinator에게 집중시킴으로써 상대적으로 디바이스의 기능적 요소가 적고 구현에 필요한 비용을 저렴하게 할 수 있다는 장점이 있다.

다음 그림 2.1에서의 ZigBee 플랫폼은 ZigBee 디바이스 타입과 중요한 기능을 중심으로 정의 되었다. 각 계층과 모듈사이의 interface와 제공되는 서비스를 핵심으로 IEEE 802.15.4 하위 계층에 네트워크 계층과 어플리케이션 프로파일을 정의 하였다.

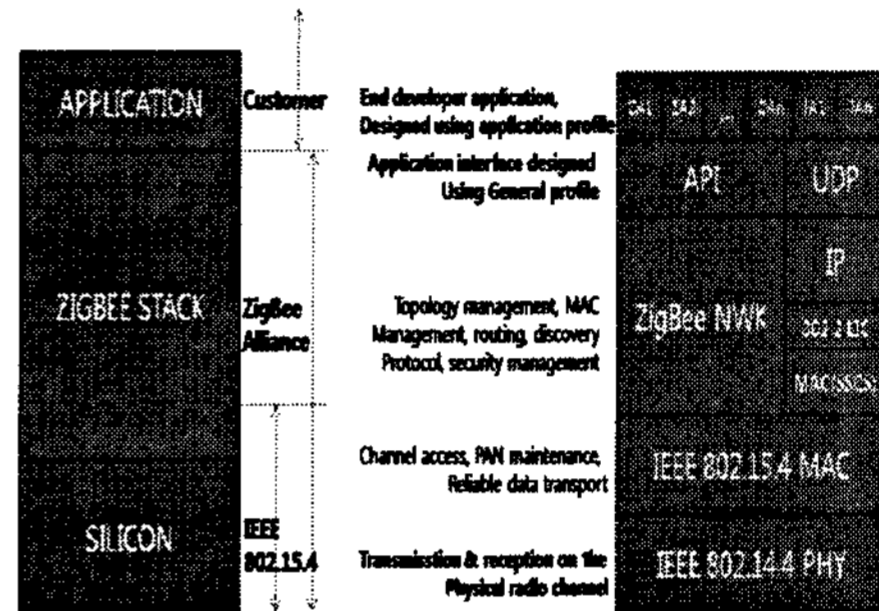


그림 1. ZigBee protocol stack

3. ZigBee를 이용한 생체 신호 검출

본 논문을 위한 시스템 구축에 있어 헬스케어용 센서 네트워크를 위한 바이오센서로는 하이버스 H-MOTE MSP430F1611과 RF 모듈로 CC2420(2.4GHz)를 이용하였고 TinyOS와 NesC를 사용하였다. 그림 2에서는 해당 프로토콜 스택과 프로토콜에 대한 내용을 보여주고 있다.

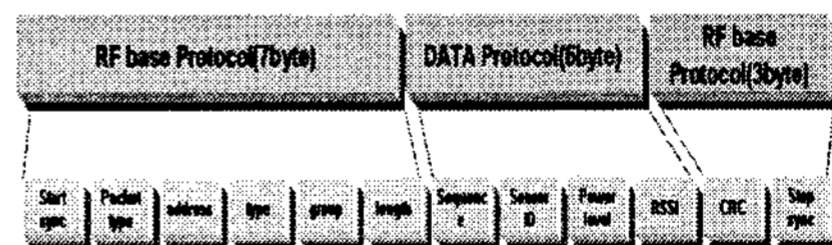


그림 2. Sensor-Mote Protocol structure

그림 2에서는 프로토콜 구성을 위해 상위 7바이트를 베이스 프로토콜과 데이터를 6바이트로 마지막 CRC 체크와 프로토콜을 베이스 프로토콜을 위해 3바이트를 할당하고 있다.

Field	Value	Descript	Byte
Start sync	0x7E	패킷의 시작 동기화 (항상 7E)	1
Packet type	0x42	A-패킷이 필요한 사용자 포킷	1
address	0x7D 0x5E 0x00	0x7D 0x5E → 0x7E (종류명지)	2
type	0x18		1
group	0x27	Sensor의 그룹	1
Length	0x05	데이터 포킷의 길이	1
Sequence	0x00	간송 포킷화 순서	1
Sensor ID	0x00 0x00	센서 ID의 번호	2
Power level	0x00 0x00	RF의 신호 세기	2
RSSI	0x00	Received signal strength indication, 수신 포킷의 RF의 에너지 값으로 RSSI 값을 시작점으로 할 때 필수로 포함	1
CRC	0x00 0x00	패킷의 오류 검사	2
Stop sync	0x7E	패킷의 끝 동기화 (항상 7E)	1

그림 3. RF Protocol struct

이에 자세한 내용은 그림 3에서 보여 주고 있다.

3.1 ZigBee를 이용한 각 센서 위치 검출

Sensor	ID
심전도 센서	1
맥박 센서	2
혈압 센서	3
간사율	4
간호사 ID	5
환자 ID	6

그림 4. Sensor node ID

BASE MOTE는 각각의 Sensor Node로부터 전송된 Node ID와 RSSI의 값을 받아서 Network Control Embedded System에서 처리할 수 있도록 RF Protocol Receive Module을 구성한다. 그림 5에서 보여주고 있다.

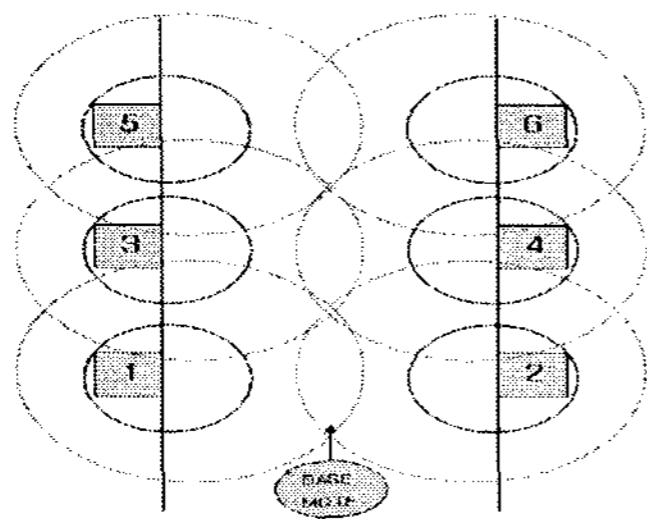


그림 5. 각 센서 노드의 위치
노드 수신

RF Protocol Receive Module은 Serial Device에 연결된 Sink Node로부터 각 Sensor Node가 보내는 16byte 크기의 Protocol을 수신 받아 사용자가 인지할 수 있는 Decimal 형태로 가공된다. 각 센서 노드의 ID Power_Level이 0x1f로 17.4 mA 즉, 0dBm의 신호의 세기로 BASE MOTE로 보낸다. BASE MOTE는 각

Node의 RSSI(Received Signal Strength Indication)의 값을 비교하여 0에 가까울수록 가장 근접해 있다는 걸 인식된다. 환자 자신이 어느 위치에 있는지 파악할 수 있으며 의사나 간호사가 Web을 통해 환자의 현재의 위치와 상태를 실시간으로 파악 가능하다.

3.2 ZigBee를 이용한 바이오센서 검출

Health Care Module을 이용하여 사용자나 환자의 건강 상태를 실시간으로 파악하고, 건강 상태에 이상이 생겼을 경우 체크 항목에 이상 표시를 하고 웹을 통해 담당 간호사나 보호자에게 위험 신호를 보낸다.

각각의 Node ID를 통해 독립적으로 BASE MOTE로 전송한다.

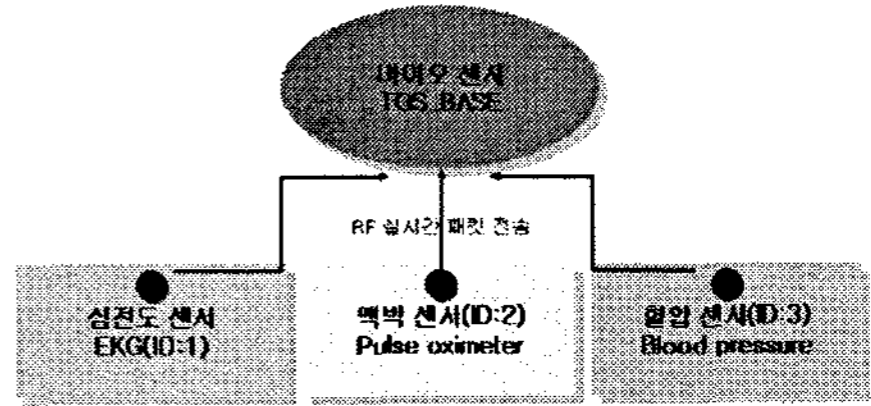


그림 6. 바이오센서 정보 수집 구조

그림 6에서는 바이오센서가 심전도, 맥박, 혈압 그리고 혈중 산소 농도 값을 측정해 내는 구조를 보여 주고 있다. 다음 그림7,8,9에서는 각 센서의 프로토콜 구조와 전송 시스템에 대해서 보여 주고 있다.

① 심전도 바이오센서 측정

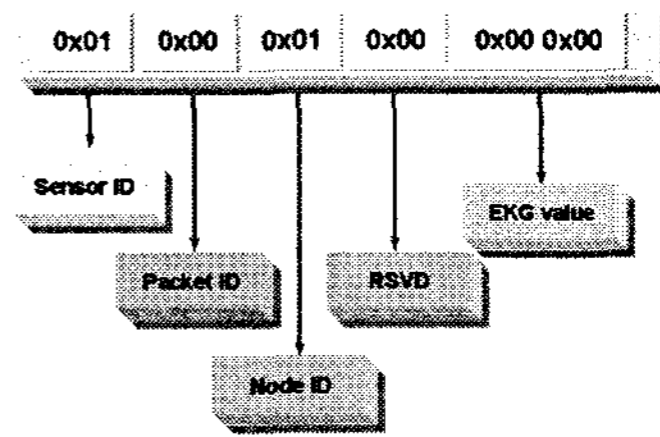


그림 7. 심전도 센서 프로토콜

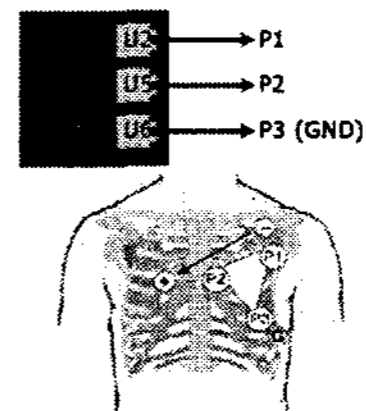


그림 8. EKG 측정 방법

심전도(EKG)는 센싱된 파형의 2byte값을 ADC를 통해 hexa 값으로 변경하여 그 값을 그대로 패킷에 넣어 전송한다. 분당 박동수와 같은 유효한 데이터를 얻기 위해서는, 리시브쪽에서 패킷을 적절한 대입식이나 조건문이 들어간 알고리즘에 적용하는 것이 필요하다. 예를 들어 정수로 변환된 값이 2000 미만이거나 10000이상일 때는 유효하지 않은 데이터로 판정, offset이 가변 최대값을 넘지 않았을 때, 기준 값에 대해 20 이상의 값이 5ms내에 들어왔다면 심장이 뛰는 것으로 판정한다.

② 맥박 바이오센서 측정

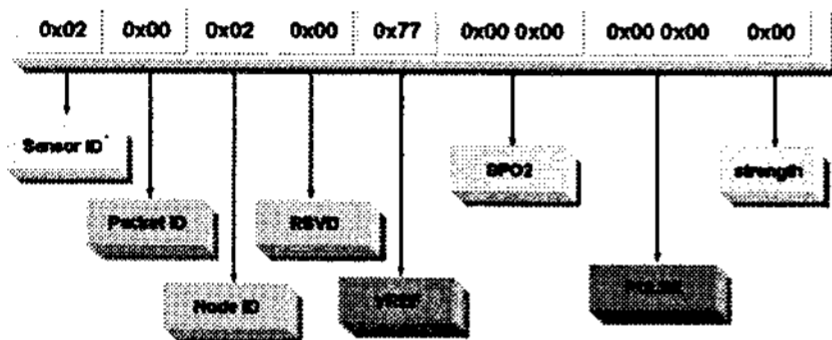


그림 9. 맥박 센서 프로토콜

Pulse Oximeter sensor module은 손가락 검지를 이용하여 맥박을 측정하는 것으로 동맥혈액의 산소분압이나 농도를 측정하는 기구는 아니고 광원과 감지기 사이에 있는 박동성 동맥혈관의 팽창과 수축에 따라서 감지되는 광량이 불포화혈색소와 포화혈색소 간의 감각비에 의해서 좌우되는 성질을 이용하여 비침습적 방법으로 계속해서 동맥혈액의 산소 포화도를 측정할 수 있도록 고안된 장치이다. VREF은 A/D 컨버터의 기준전압(Vreference)을 나타내고, 혈중 산소포화도(SPO2, Saturation of Partial pressure oxyzen)와 맥박 수치(Pulse)의 측정값을 BASE MOTE에 RF전송하고 BASE MOTE는 hexa값으로 변경하여 Embedded System 인터페이스에 표현한다.

③ 혈압 바이오센서 측정

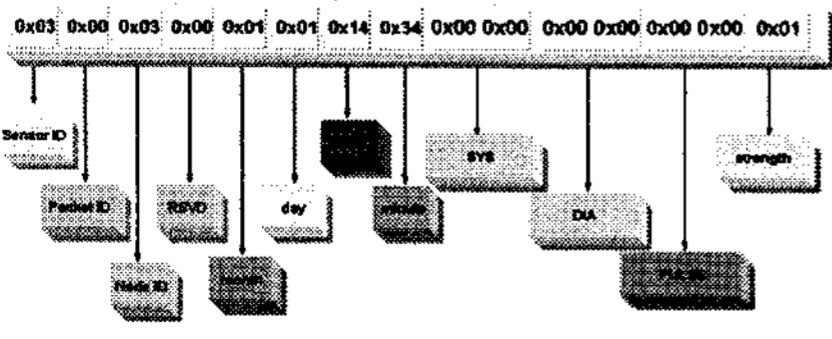


그림 10. 혈압 센서 프로토콜

Blood Pressure Sensor module은 손목에 혈압 기구를 착용하고 측정한다. 저장된 데이터를 전송하는 방식으로 Blood Pressure Sensor

module 안에 저장된 데이터를 RF 통신을 통해 Hmote2420에 전송한다.

Hmote2420이 RF 통신을 통해 BASE MOTE에 전송하는 command 송수신 타이밍은 전원이 들어온 바로 직후와, 측정을 마치고 10~15초간의 term이다. 측정할 달, 일, 시간, 분, SYS(Systolic, 수축기 혈압), DIA(Diastolic, 이완기 혈압), PULSE(맥박 수) 값들을 저장하여 전송한다.

4. 임베디드 리눅스를 통한 바이오센서 모니터링 시스템

바이오센서 정보를 통한 모니터링 프로그램을 위해 임베디드 리눅스 시스템을 사용하였다. 인텔 PXA270 시스템과 Qplus 시스템을 이용하여 모니터링 시스템을 구축 하였다. 그림 11은 모니터링 화면을 보여준다.

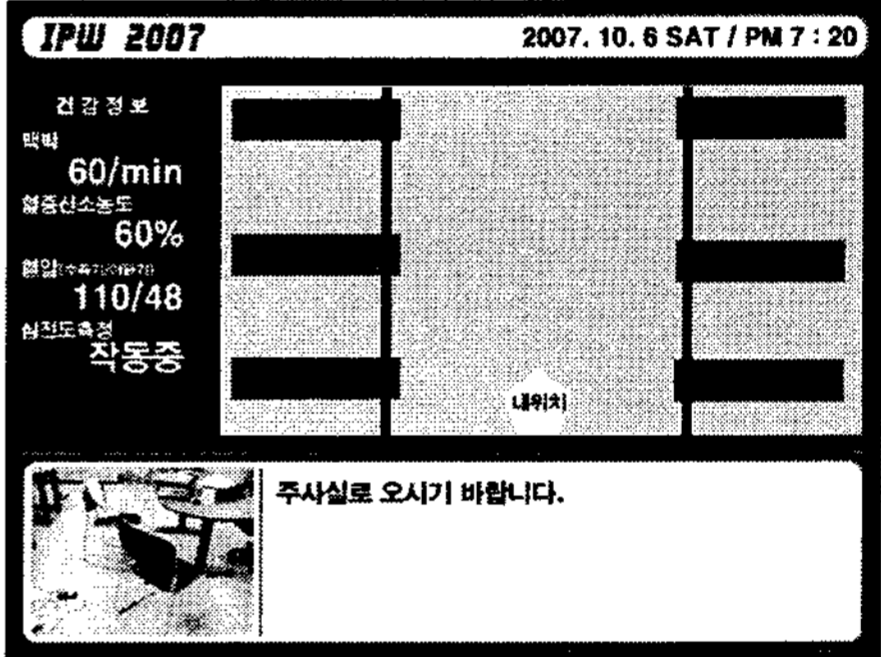


그림 11. Pxa270 임베디드 리눅스 시스템을 이용한 생체 신호 모니터링 시스템

5. 결론

본 논문에서는 노령화 시대에 맞춰 노약자 와 환자를 대상으로 생체 신호를 검출하여 병원이나 특정 건물 내에서 환자의 정확한 위치와 함께 환자의 상태를 실시간으로 모니터링 함으로써 환자의 부상이나 위험으로부터 사고의 예방을 막을 수 있도록 시스템을 구축하였다. 시스템 구축을 위해서 ZigBee와 무선 인터넷을 사용하였으며 사용자 자신 및 인터넷을 통해 모니터링 가능하도록 구성하였다. 앞으로 더욱더 많은 실험과 RFID등을 통해 900MHz를 도입하여 더욱더 저렴하고 확실한 통신 프로토콜을 개발하고 검증하는 절차가 필요하겠다.

참고문헌

[1] IEEE 802.15 Working Group for WPAN <http://www.ieee802.org/15/>
 [2] Bob Heile, Zigbee Alliance Tutorial,

- Sep-Nov, 2005.
- [3] Zigbee Alliance, Zigbee Document 053474r06, Version 1.0, June 27, 2005.
 - [4] J. Newbury, W. Miller, "Potential Communication Services Using Power Line Carriers and Broadband Integrated Services Digital Network," IEEE Transactions on Power
 - [5] I. F. Akyildiz, W. Su, Y. Sankarasubramaniam, and E. Cayirci, A Survey on Sensor Networks, IEEE Communications Magazine, August 2002.
 - [6] Zigbee Alliance, Zigbee Architecture Overview, Sep 2005.
 - [7] Design of Location based Continuous Vital sign Monitoring System using Zigbee Sensor Network and Wireless LAN, kim, Soo jung, 2006.
 - [8] 윤성우, TCP/IP 소켓 프로그래밍, 프리렉, 2003.
 - [9] 문승진, "소형기기 장착용 임베디드 데이터 베이스 엔진 설계 및 구현에 관한 연구, 2001.
 - [10] 엄윤희, "임베디드 시스템의 리눅스 커널 2.6포팅, 2005.
 - [11] 신종욱, 윤병우, "임베디드 시스템을 이용한 홈오토메이션 시스템 설계 및 구현", 2005
 - [12] 윤종호 "인터넷 가전제품용 임베디드 이더넷 보드의 구현", 2001.