
Zigbee를 이용한 의료정보 무선 전송시스템 설계 및 구현

김국전* · 김영길*

Design and Implementation of System for Wireless Transmission of Medical Information Using Zigbee

Kook-Jun Kim* · Woo-Sung Cho* · Young-Kil Kim*

이 논문은 2004년도 유비쿼터스 컴퓨팅 뉴 프론티어 사업단 연구비를 지원받았음

요 약

개인 휴대용 의료단말기는 적은 정보량의 전송과 전력을 적게 소모함으로써 장기간 사용할 수 있는 무선 전송 시스템을 필요로 한다. 현재의 의료 단말기용 무선 전송 시스템은 Bluetooth를 이용하고 있지만 이는 장기간 휴대용 의료 단말기에 사용하기에는 전력 소모가 커서 사용에 지장이 있다. 이에 Bluetooth보다는 전송 속도는 느리지만 전력 소모가 더욱 적은 Zigbee 프로토콜을 이용한 모듈을 설계하여 장기간 사용할 수 있는 의료 단말기용 무선 전송 시스템을 설계하였다.

ABSTRACT

As the portable medical equipments consume the power and transmission of the information, they need the system to use long. Although the current wireless transform systems for medical equipments use Bluetooth protocol system, an electricity consumption is big because it uses long and there is the difficulty in the utility. We designed a module using the Zigbee protocol which an electricity consumption is more small though a transmission speed is slower than Bluetooth and drew the plan the wireless transmit system for medical equipments to use long.

키워드

Zigbee, Sensor Network, 의료정보전송

1. 서 론

현대사회에 의료기술이 발달하고 그 의료기술을 이용하여 이동형태의 의료장비들이 만들어지고 있다. 이러한 의료장비들은 사용자들이 그 장비들을 통하여 간단한 정보만을 얻을 수 있는 형태이거나 측정된 의료정보를 유선으로 전송하여 네트워크에

연결된 의료진을 통해 검사를 받는 형태였다. 그러나 최근 들어 초고속 인터넷 기술과 무선 통신망의 발달로 다양한 데이터(video, audio 및 biological data)들을 지원할 수 있는 멀티미디어 시스템의 구현이 가능해짐에 따라 환자의 상태나 요구에 맞추어 효과적인 진료 및 질병 예방을 가능할 수 있게 되었다. 기존의 생체 계측기를 소형, 부착형, 저전

력, 무선, 디지털화 함으로써 사용자가 항상 휴대하여 언제 어디서나 질병 및 건강을 모니터링하고 위험상황을 미리 예측하고 통지함으로써 이동 중에 양질의 의료 서비스를 제공 받을 수 있다.

의료장비에서 보내는 의료정보는 아주 적은 양의 데이터이고 주기적 또는 비주기적인 간격으로 데이터를 전송한다. 이러한 데이터를 전송하기 위해 근래에 각광을 받아오는 Bluetooth 프로토콜을 이용한 장비들이 많다.

하지만 이를 이용한 장비들은 Bluetooth 프로콜이 저 전력임에도 불구하고 배터리 수명이 짧은 단점이 있다.

본 연구에서는 이러한 단점을 보완하고 의료정보를 전송하기에 충분한 성능을 가진 저전력 통신 solution인 Zigbee 프로토콜을 이용하여 무선 이동형 의료기기 시스템을 구현하였다.

II. 본 론

1. Zigbee란

1) Zigbee의 특징

Zigbee는 WPAN의 표준인 IEEE802.15.4의 프로토콜을 이용하여 PHY 및 MAC층의 구조를 이루고 그 위의 네트워크 및 어플리케이션 층의 구조를 정의한 근거리 무선네트워크이다. 사용 주파수 대역은 IEEE802.15.4에서 정의한 세 가지 주파수 대역을 사용한다. 아래의 표 1에 Zigbee의 특징에 대해 정리해 보았다.

표 1. Zigbee의 주파수대역 과 데이터전송 속도
Table 1. Frequency band and Data transfer rate of Zigbee

구분	범위
Frequency band	868/915/2400 MHz
Modulation	DSSS
Channel access	CSMA/CA
Data rate	20/40/250kbps
Range	10~75m
Channel	868/915MHz : 11 2.4GHz : 16
Latency	Down to 15ms

그리고 이 표준은 선택적이긴 하지만 BEACON 개념을 도입하고 있고, 채널에 접근하는 방식은

CSMA/CA방식을 사용하고 있어 데이터의 파괴성이 적다[2]. Zigbee를 사용하는 각 디바이스에 할당되는 어드레스는 IEEE802.15.4에 정의된 대로 하나의 네트워크에 64,516개이다. 그리고 64bit의 확장 어드레스를 데이터에 포함시켜 보낼 수 있다[1].

2) Zigbee Protocol Stack 및 Network Topology

IEEE 802.15.4 프로토콜 계층구조는 기존 IEEE 802 표준과 동일하며 물리계층과 데이터 링크 계층에 대해서만 표준화 되고 상위 계층의 프로토콜은 각각의 응용 환경에 따르도록 하고 있다. 이에 상위의 네트워크 계층에 관련된 사항으로 IEEE 802.15.4 표준안은 네트워크 계층에서의 소모 에너지 관리의 중요성을 감안하였고, 그림 1과 같이 star 형과 Peer-to-peer 네트워크 토폴로지를 모두 지원한다[1].

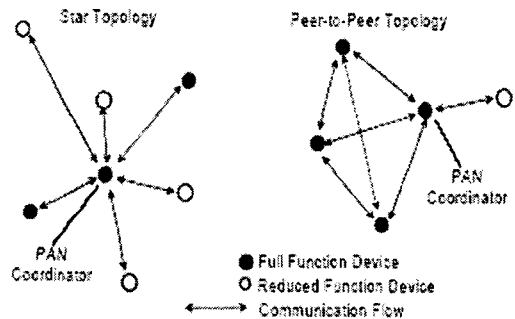


그림 1. Zigbee 토폴로지
Fig 1. Zigbee topology.

Star형은 하나의 FFD(Full Function Device)를 중심으로 FFD 또는 RFD(Reduced Function Device)가 링크되는 형태이고, Peer-to-Peer형은 여러 개의 FFD는 다른 모든 FFD와 링크되고 RFD는 하나의 FFD로 링크되는 형태이다. 여기서 FFD와 RFD는 세 가지의 기능 PAN coordinator, coordinator, device 동작을 하는 Device Type이다.

Zigbee 프로토콜의 스택은 32KByte를 넘지 않는다. Bluetooth(100KByte 이상 되는 경우도 있음)와 달리 아주 단순한 형태로 이루어져 있다.

Bluetooth는 수많은 프로파일에 대하여 각 스택이 존재하지만 Zigbee는 위의 그림 2와 같이 Low Rate 데이터 전송을 위한 하나의 형태로 이루어져 있다. 이러한 단순함 때문에 완전한 프로토콜 스택을 구현하기 위해 32K 미만의 메모리만 있으면 되고 RFD의 형태로 단순한 노드를 구성할 경우엔 4K 미만의 메모리만을 필요로 한다. 하지만 coor-

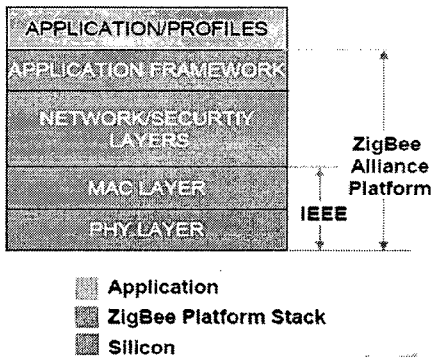
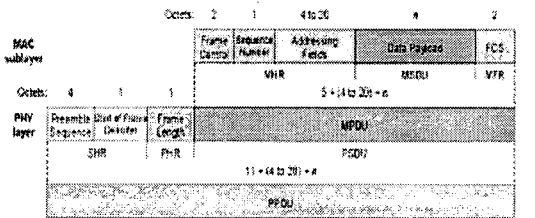
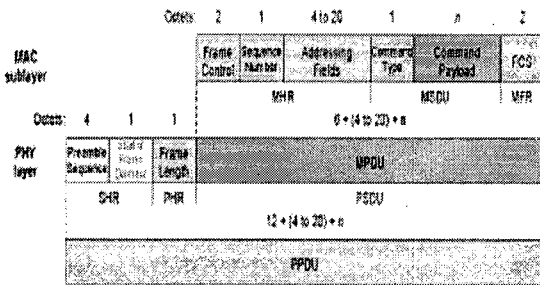


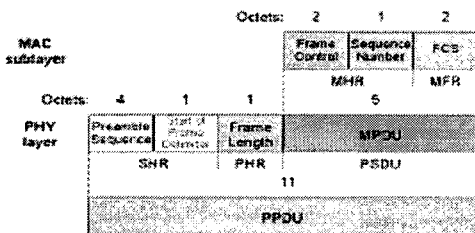
그림 2. Zigbee 스택
Fig 2. Zigbee Stack.



a. 데이터 프레임



b. MAC 명령어 프레임



c. Acknowledgment 프레임

그림 3. 전송 프레임의 구조
Fig 3. Structure of transfer frame.

dinator로 구성할 경우 접근해온 device에 대한 정보, 전송 테이블 등을 위하여 외부의 램을 필요로

한다.

3) Zigbee MAC

Zigbee의 데이터를 전송하는 프레임의 형태는 그림 3과 같이 구성된다.

BEACON을 사용하지 않으면 데이터 패킷과 MAC 명령어 패킷, Acknowledgment 패킷이 존재한다.

2. 의료정보 무선 전송 시스템의 설계 및 구현

이 연구에서 구현한 ZIGBEE Device는 RF모뎀으로는 CHIPCON사의 CC2420, 컨트롤러는 ATMEL사의 ATMEGA128을 이용하여 구현하였다. 그리고 데이터 관리 시스템으로는 ARM920T 기반의 보드를 이용하여 구현하였다. 이 관리 시스템은 이후에 외부와 통신할 단말기에 속한다. 전체 시스템의 블록도는 아래의 그림 4와 같다.

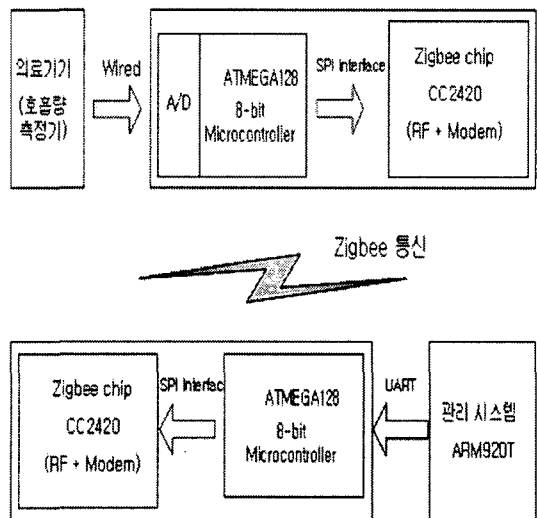


그림 4. 의료 정보 무선 전송 시스템 블록도
Fig 4. Medical Information Wireless Transmission System Block Diagram.

PHY층을 처리하는 RF 모뎀부분, MAC 및 그 상위층을 구현하는 컨트롤러부분, 그리고 데이터를 얻고자하는 의료기기부분이다. 실제 이 연구에서도 위의 형태로 Device를 구성하였다. coordinator의 경우 컨트롤러부분의 외부에 램이 필요하지만 이 연구에서는 관리 시스템을 두었기 때문에 블록도에서는 가장 기본적인 형태의 Zigbee 모듈 블록도를 나타내었다.

1) FFD(Full Function Device) System

Zigbee 네트워크의 coordinator로서 동작하는 이 시스템은 ATMEGA128과 CC2420으로 보드구성이 되어 있고 ARM920T 계열의 프로세서인 LN-2410을 이용하여 만들어진 보드와 UART로 통신을 한다. 이 연구에서 쓰인 시스템은 그림 5와 같다.

여기에서 쓰인 ZIGBEE 디바이스는 데이터 전송 시 19mA 전류가 흐르고 휴면 모드 시 수 mA 전류가 흐른다. 하지만 이 디바이스는 관리시스템에 연결 되어 있기 때문에 소비전력이 큰 문제가 되지 않는다.

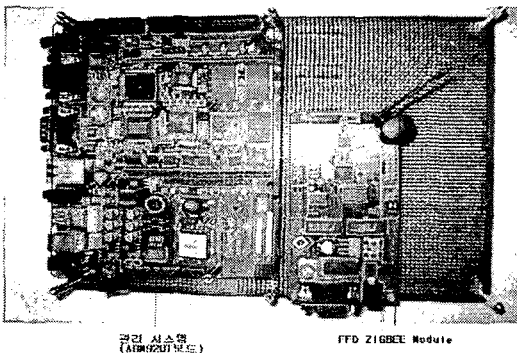


그림 5. FFD 시스템
Fig 5. FFD System.

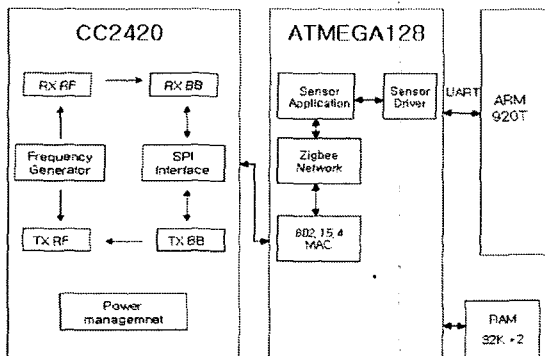


그림 6. FFD 시스템 블록도
Fig 6. FFD System Block Diagram.

2) RFD(Reduced Function Device) System

Zigbee 네트워크에서 END노드로 동작하는 이 시스템은 분리형으로 되어 있어서 의료기기에서 아날로그 데이터를 받아 디지털 데이터로 변환한 다음 Zigbee 모듈을 통해 FFD 시스템으로 전송하는 역할을 한다. 이 연구에서는 호흡량 측정을 목적으로 하는 의료기기를 사용하였고 RFD시스템에는 ATMEGA128을 이용하여 MAC 및 상위층의 동

작을 구현하였다. 구현된 보드는 다음 그림 7과 같다.

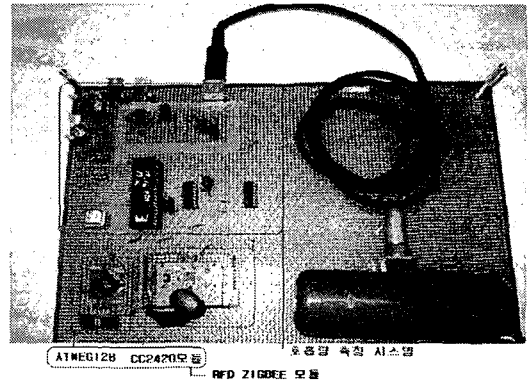


그림 7. RFD 시스템
Fig 7. RFD System.

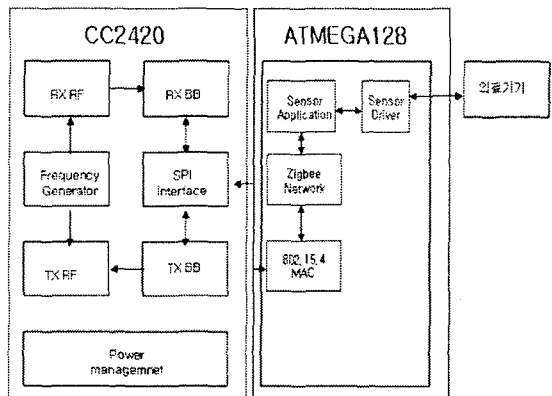


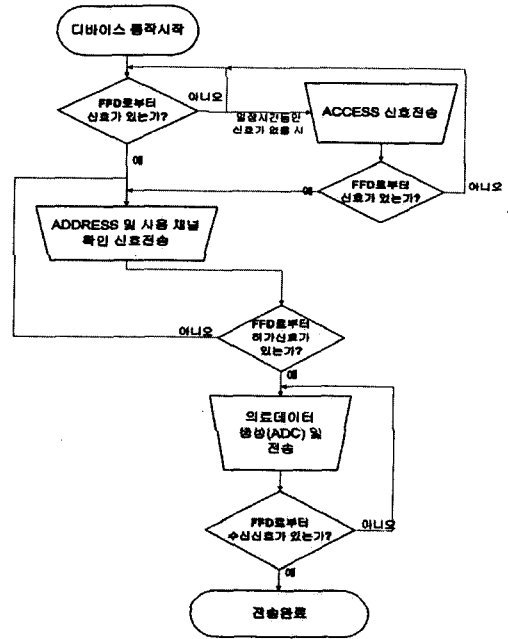
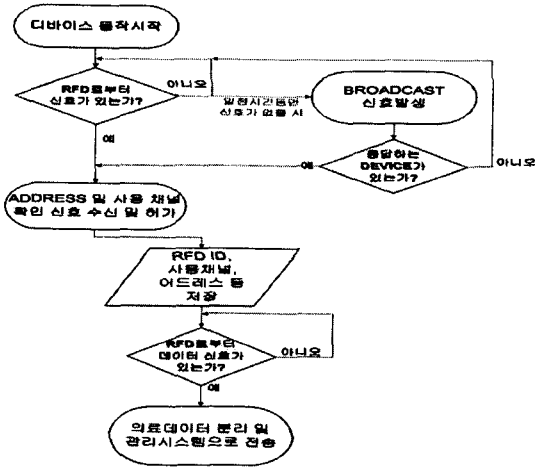
그림 8. RFD 시스템 블록도
Fig 8. RFD System Block Diagram.

3) 실험 및 결과

Zigbee를 이용한 실험 결과 전송 시 19mA, 수신 시 16mA가 흐르는 것을 확인했다.

그림 9는 FFD가 Zigbee Network Protocol을 이용하여 RFD system을 찾아내어 인식하도록 구현된 프로그램의 알고리즘 순서도와 프로그램 실행 시 data를 수신하는 과정을 Uart를 통해 PC의 터미널 프로그램에 Display 해주고 있는 그림이다.

그림 10은 RFD system이 Zigbee Network Protocol을 이용하여 FFD system에 접속하거나 FFD system의 브로트캐스팅 신호를 받아서 접속하여 data를 전송하는 과정을 구현한 프로그램의 알고리즘 순서도와 프로그램 실행시 동작과정을



```

Hello ZIGBEE Coordinator!!
Init Coordinator address1234
First ReceiveUnit!!
NODE ACCESS!!
NODE Address: 0x5078
NODE Accept!!
NODE ACCESS!!
NODE Address: 0x5078
NODE Data: 0x0200
NODE ACCESS!!
NODE Address: 0x5078
NODE Data: 0x0100
NODE ACCESS!!
NODE Address: 0x5078
NODE Data: 0x0100
NODE ACCESS!!
NODE Address: 0x5078
NODE Data: 0x0100
NODE ACCESS!!
NODE Address: 0x5078
NODE Data: 0x0100
NODE ACCESS!!
NODE Address: 0x5078
NODE Data: 0x0100
NODE ACCESS!!
NODE Address: 0x5078
NODE Data: 0x0100
NODE ACCESS!!
NODE Address: 0x5078
NODE Data: 0x0100
    
```

그림 9. FFD와 RFD 간의 접속 순서
Fig 9. Between FFD and RFD connection sequence.

Uart를 통하여 PC의 터미널에 Display한 그림이다.

III. 결 론

본 논문에서는 무선 이동형 의료기기에서의 의료정보전송을 위해 Zigbee라는 프로토콜을 이용한 시스템을 구현하였다. 실제 실험을 통하여 의료정보가 전송됨을 보였다. 무선 이동형 의료기기가 장기간 사용하고, 단순한 의료정보인 경우 Bluetooth보다 Zigbee 프로토콜을 이용한 시스템이 더욱 적합함을 보였다.

이번 논문을 쓰면서 몇 가지의 향후 과제를 얻

```

Hello ZIGBEE
Init Address: 0x5078
Access Unit!!
Coordinator Address: 0x5078
Coordinator Address: 0x5078
Data: Data: 0x0200
Data: 0x0100
Coordinator Data: 0x0100
Data: 0x0100
Coordinator Data: 0x0100
Data: 0x0100
Coordinator Data: 0x0100
Data: 0x0100
Coordinator Data: 0x0100
Data: 0x0100
Coordinator Data: 0x0100
Data: 0x0100
Coordinator Data: 0x0100
Data: 0x0100
    
```

그림 10. RFD와 FFD간의 접속순서
Fig 10. Between RFD and FFD connection sequence.

었다. 첫째가 현재보다 더욱 전력소모를 줄이는 것이다. 회로설계의 최적화와 소프트웨어적으로 전력제어를 함으로써 이뤄나가야 할 것이다. 둘째 의료기기를 포함하는 device의 소형화이다. 효율성을 지니기 위해선 인체에 붙이고서 활동에 문제가 없는 형태이어야 한다. 셋째 관리시스템 즉 단말기를 어떻게 구현하는가이다. 마지막으로 개인의 의료정보 전송시 발생하는 보안문제이다. IEEE-802.15.4 프로토콜에서 AES128의 암호화과정을 거치지만 상위층에서 개인의 정보보안을 소프트웨어

적으로 구현하여야 할 것이다.

참고문헌

- [1] IEEE P802.15 Working Group, IEEE Standards 802.15.4, IEEE, page 13~27, 2003.
- [2] Edgar H. Callaway, Jr., Wireless Sensor Networks Architectures and Protocols, AUERBACH, page 293-299, 2003.
- [3] <http://www.zigbee.org/en/index.asp>
- [4] 박진희, 윤정미, 김대환, 유준재 "유비쿼터스 센서 네트워크에서의 802.15.4 LR-WPAN 연구."
- [5] 전자부품연구원 "Zigbee 기술 동향."
- [6] 김진태, 이훈, 황대환, 김봉태 "저속, 저가, 저전력 무선 PAN 표준 개발동향".
- [7] Zachary Smith "Zigbee enables wireless embedded nets".
- [8] Gary Legg "Wireless Technology for Low-Power Sensor Networks".
- [9] Home networking with Zigbee "Mikhail Gailev".
- [10] I. F. Akyildiz, W. Su, Y. Sankarasubramanian, and E. Cayirci, "A Survey on Sensor-

Networks," IEEE Communications Magazine, August 2002.

저자소개

김영길(Young-Kil Kim)



고려대 전자공학과 학사
 한국과학기술원 석사
 ENST(프랑스) 박사
 아주대 전자공학과 교수(현재)
 ※관심분야 : RFID platform, Embedded system, Mobile 의료정보 system, 초음파 의료 기기

김국진(Kook-Jun Kim)



아주대 전자공학과 학사
 아주대학교 전자공학 석사과정
 ※관심분야 : Zigbee Platform, Embedded system, Mobile 의료정보 system