

무선 생체 센서 네트워크에 관한 연구

*길세기, *신동범, **유제균 **이응혁, ***민홍기, *홍승홍
*인하대학교 전자공학과
**한국산업기술대학교 전자공학과
***인천대학교 정보통신공학과
e-mail : *kclips@hanmail.net*

A Study on the Wireless Biomedical Sensor Networks

*Se-Kee Kil, *Dong-Fan Shen, **Je-Goon Ryu, **Eung-Hyuk Lee,
***Hong-Ki Min, *Seung-Hong Hong
*Department of Electronic Engineering, Inha University
**Department of Electronic Engineering, Korea Polytechnic University
***Department of Information & Telecom. Engineering, University of Incheon

Abstract

Recently, ubiquitous computing and sensor networks are making a rapid development. These technology can enable a new way of biomedical signal processing and healthcare. that is, they can improve care giving by a more flexible acquisition of relevant vital sign data, and by providing more convenience for patients. In this paper, we realize the biomedical sensor networks by applying IEEE 802.15.4/Zigbee networks to some various biomedical sensing unit. For address this, we developed minimized zigbee module and set-up procedure using PDA. The main advantages that we achieve are interference-free operation of different body sensor networks in the vicinity, as well as intuitive usage by the nontechnical personnel.

I. Introduction

일반적으로 병원이나 재택에서의 환자 및 피험자의 상태 모니터링은 여러 센서기기들을 케이블을 통하여 환자 옆에 있는 모니터에 연결하여 수행하게 된다. 그러나 이러한 솔루션들은 진료 행위시 복잡한 케이블로 인한 불편함 및 기기 옆에서만 진료 행위가 가능하기 때문에 환자의 이동성을 제한하는 등의 단점이 있다.

무선 센서 네트워크의 적용은 이러한 단점을 해결할

수 있다. 즉, 무선 모듈을 포함한 생체 측정기기 및 센서를 이용하여 바이탈 사인을 측정한 후 이를 무선 센서 네트워크를 통하여 Display Device로 전송하도록 하던 위의 단점들을 개선할 수 있다[1]. 본 연구에서는 2.4GHz IEEE 802.15.4/Zigbee 네트워크를 사용하여 무선 생체 센서 네트워크를 구현하였다. 우선 소형 Zigbee 모듈을 개발하였으며, 이를 혈압계, 운동량계, 산소포화도계의 생체 측정기기에 적용하여 네트워크를 구성하였다. 그리고 네트워크가 안정적이고 편리하게 네트워크를 동작시킬 수 있도록 PDA를 사용하여 Set-Up 프로시저를 수행할 수 있도록 하였으며, 이를 PC에 CDMA나 WLAN을 이용 전송하여 저장, 관리할 수 있도록 하였다.

II. Zigbee Networks

Zigbee는 IEEE에서 초소형, 저가격, 근거리, 저전력을 목표로 제정한 Wireless Personal Area Network 4를 만족하는 네트워크 기술로서 세계적으로 사용이 허가된 2.4GHz와 유럽/미국에서 각각 사용이 가능한 868/915MHz를 사용하는데 각각 최대 20Kbps, 40Kbps 250Kbps까지의 전송이 가능하다. 그리고 이들의 채널 수는 868MHz는 1개, 915MHz는 10개, 2.4GHz는 16개를 지원한다[3]. 따라서 생체 센서 네트워크처럼 고속보다는 저전력, 소형의 기술을 필요로 하는 네트워크 기술에는 Zigbee 네트워크가 적합하다 할 수 있다.

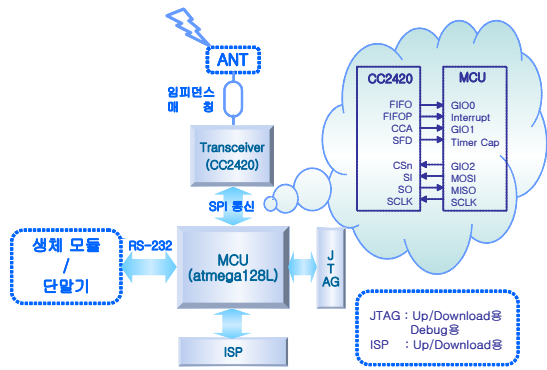


그림 1. 지그비 모듈의 하드웨어 구성도

위의 그림 1은 본 연구에서 개발한 지그비 모듈의 하드웨어 구성도를 나타낸다. MCU로는 FFD(Full Function Device)로 구현하기 위해 Flash 용량이 큰 ATmega128L을 사용하였으며, ISP/JTAG을 이용해 업로드 및 디버깅을 가능하도록 하였다. 트랜시버는 CC2410을 사용하였는데 2.4GHz 대역의 IEEE 802.15.4 Baseband modem과 MAC으로 구성된 RF Transceiver로 최대 250kbps의 data rate를 가지며 128(RX) + 128(TX) byte data buffering과 낮은 전력소모(RX: 19.7 mA, TX: 17.4 mA)의 특성을 가지고 있다.

지그비 네트워크를 구성하는 모듈은 그 기능에 따라 네트워크를 총괄하는 Coordinator와 End-device, 그리고 Coordinator와 End-device간의 중간 매개체 역할을 하는 Router로 분류할 수 있는데 이들의 연결 방식에 따라 Star형, Cluster Tree형, Mesh형의 토폴로지 구성이 가능하다. 본 연구에서는 Router와 Router간의 통신이 가능한 Mesh형을 기본으로 Coordinator와 End-device간의 직접 연결도 가능한 구조로 설계하였다.

III. System Architecture

아래의 그림 2는 본 논문에서는 제안하는 생체 센서 네트워크의 구성을 나타낸다. 시스템은 생체 측정 모듈, Zigbee RF 모듈, Set-Up 프로시저를 수행하는 휴대형 단말기, 그리고 Display & Management Device(PC)로 구성된다. 동작을 살펴보면 각각의 생체 신호 측정 모듈에서 출력된 신호를 휴대형 단말기(PDA)로 전송하고, 휴대형 단말기에서 데이터를 PC(관리 서버)로 전송하도록 되어 있다. 생체 신호 모듈과 End-device 지그비 모듈 간과 코디네이터와 PDA 간에는 RS-232 통신 규약을 사용하여 데이터를 주고받도록 하고, 코디네이터와 End-device 지그비 모듈 간에는 지그비 통신 규약에 따르도록 하였다.

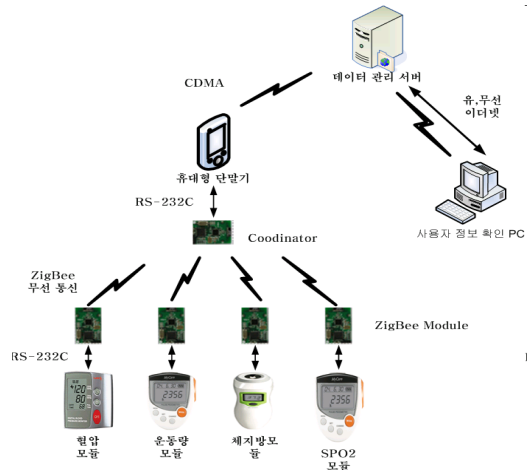


그림 2. 생체 센서 네트워크 구성도

사용자가 특정 시간에 측정하고자 하는 생체 모듈은 언제라도 바뀔 수 있다. 따라서 네트워크에 새로운 디바이스를 추가하거나 삭제하기 혹은 네트워크를 재시작하기 등의 Set-Up 프로시저는 무선 생체 네트워크에서 상당히 중요한 요소이다[2]. 편리하고 직관적인 Set-Up 프로시저를 위해 본 연구에서는 휴대형 단말기(PDA)를 사용하여 Set-Up 프로시저를 간단히 수행할 수 있도록 하였다. 또한 생체 데이터의 누적 관리를 위해서 관리 서버를 두어 PDA로부터 CDMA나 WLAN을 이용하여 데이터를 서버로 전송하여 저장 및 관리를 할 수 있도록 하였다.

아래의 그림 3은 생체 정보를 모니터링하기 위한 휴대형 단말기 응용 프로그램의 흐름도이다. 응용 프로그램을 실행하면 자동으로 연결된 생체 모듈을 검색하여 동작중인 생체 모듈을 보여주며 연결된 모듈이 있으면 자동으로 데이터를 수신하도록 하였다. 데이터 수신은 모두 마치면 메뉴의 FTP를 클릭하여 관리 서버로 전송할 수 있도록 하였다.

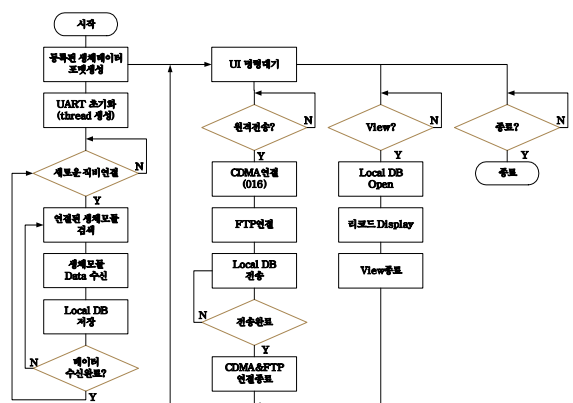


그림 3. 응용 프로그램 실행 순서도

IV. 실험 및 결과

아래의 그림 3은 본 연구에서 개발된 소형 지그비 모듈을 나타낸다. 지그비 모듈은 ATmega128L 컨트롤러와 Chipcon사의 CC2410 트랜시버로 구성되었으며, 유전율이 낮은 FR4 재질의 칩 안테나를 사용하였다. 지그비 모듈 제어를 위한 펌웨어는 WinAVR-gcc 컴파일러로 작성하였으며 IEEE 802.15.4/Zigbee 스택 구현을 위해 Chipcon의 ZStack-1.0 버전을 사용하였다.

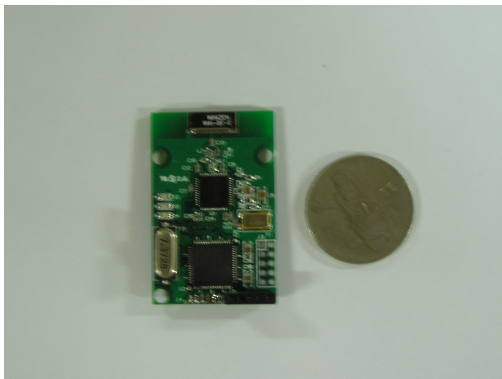


그림 4. 개발된 소형화된 지그비 모듈

아래의 그림 4, 5, 6 에는 설계된 모듈의 무선 특성을 테스트한 결과를 나타내었다. 정재파비(V.S.W.R)는 임피던스 매칭이 잘 될 수록 낮은 값을 나타내는데 실험 결과치는 상당히 낮게 나온 것을 알 수 있다[4]. 그림 5의 반사 계수의 경우 -10dB의 값이 측정되었는데 이는 90%의 파워 흡수, 10%의 파워반사(손실)을 나타내는 값이다. 그림 6은 스미스 차트로 표현한 그래프이다.

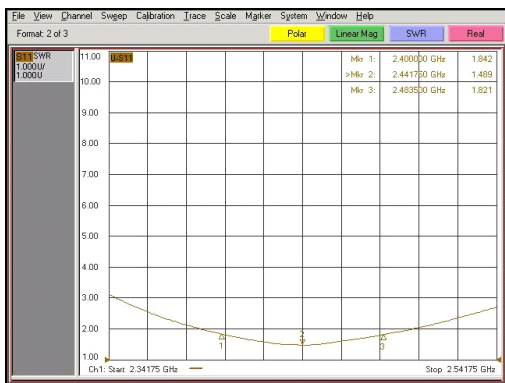


그림 5. 정재파비 V.S.W.R (Agilent E8357A 300KHz~6GHz PNA Series Network Analyzer)

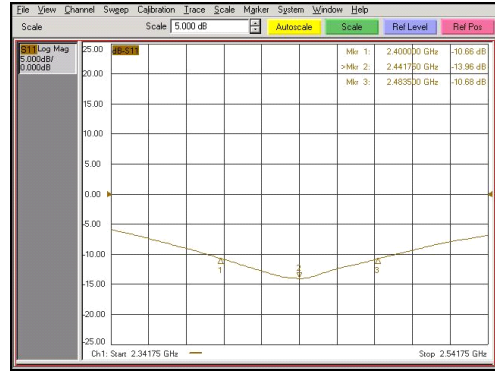


그림 6. 반사 계수(Agilent E8357A 300KHz~6GHz PNA Series Network Analyzer)

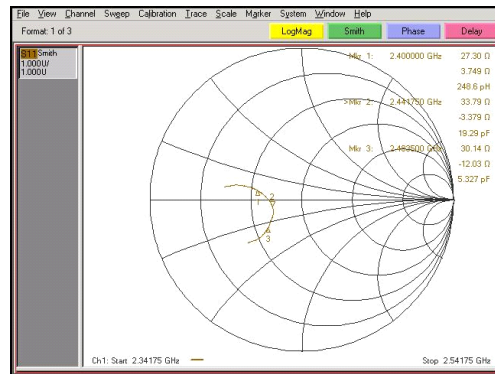


그림 7. 스미스 차트(Agilent E8357A 300KHz~6GHz PNA Series Network Analyzer)

아래의 그림 8, 9, 10 은 본 연구에서 개발한 휴대형 단말기(PDA) 응용 프로그램의 화면이다. 개발에 사용된 단말기는 HP IPAQ Pocket rw6100으로 인텔 PXA270 520MHz 프로세서를 탑재한 기종이다. 응용 프로그램 개발툴은 MS Embedded Visual C++ 4.2를 사용하였다. 그림 8은 체지방계와의 연결 상태를 표시하고 있으며 해당 데이터를 자동으로 수신할 수 있다.



그림 8. 연결 상태

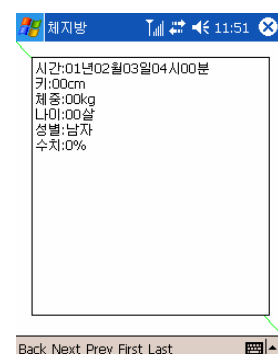


그림 9. 수신 데이터

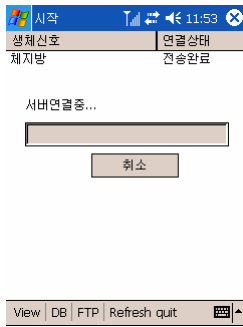


그림 10. CDMA연결

그림 9는 수신된 데이터이며, 그림 10은 PDA에서 수신한 데이터들을 CDMA를 통해 PC(관리서버)로 전송하는 화면이다.

본 연구에서는 사용자의 생체 정보 데이터를 관리하기 위해서 생체 정보 관리 서버를 두어 데이터를 관리하도록 하였다. 아래의 그림 11에 사용자 데이터 관리 프로그램 화면을 나타내었다. 혈압, 체지방, 운동량의 데이터를 항목별로 확인할 수 있으며, 이전에 저장된 데이터를 확인하려면 각 항목(혈압, 체지방, 운동량)에서의 누적데이터 버튼을 클릭하면 확인이 가능하다.

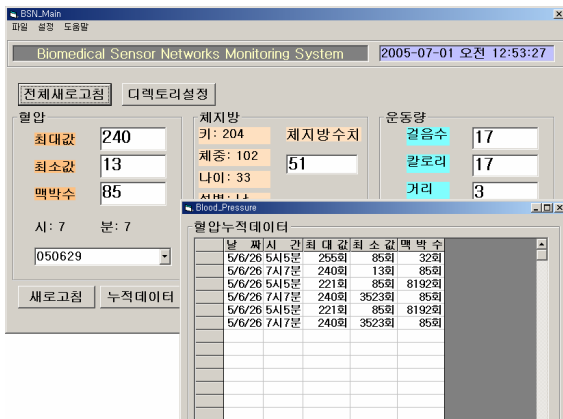


그림 11. 사용자 데이터 관리 프로그램에서 누적 데이터 확인

V. 결론

본 연구는 IEEE 802.15.4/Zigbee 무선 네트워크를 이용한 생체 센서 네트워크에 대한 것이다. 각각의 생체 측정기기에 내장하기 위해서 Zigbee 모듈을 소형화하여 개발하였으며, 이를 혈압계, 운동량계, 산소포화도계 등의 생체측정기기에 적용하여 무선 생체센서네트워크를 구성하도록 구현하였다.

또한, 생체모듈의 자유로운 추가 삭제 및 편리한 인

터페이스를 위해 PDA를 사용하여 Set-Up 프로시저를 수행할 수 있도록 하였으며 데이터를 PDA로부터 PC로 CDMA나 WLAN을 이용 전송하여 저장, 관리할 수 있도록 하였다.

참고문헌

- [1] F.Zhao, Wireless Sensor Network, Elsevier Science Publishing Co, pp2-21, 2004.
- [2] A.Hac, Wireless Sensor Network Designs, pp323-363, 2003
- [3] T.Cooklev, Wireless Communication Standards, IEEE Press, pp138-218, 2004
- [4] S.Iyengar, Distributed Sensor Networks, CRC Press, pp225-265, 2005