

지그비를 기반으로 한 운동감시 기능을 가진 1채널 ECG장치 개발

Zigbee based 1-ch ECG device with activity monitoring function

홍주현, 김남진, 차은중, 이태수

Joo-Hyun Hong, Nam-Jin Kim, Eun-Jong Cha, Tae-Soo Lee

Abstract - PDA-based monitoring is used to acquire continuously the patient's vital signs, including electrocardiography, activity, heart rate and SpO₂. In this paper, A biomedical signal acquisition device was designed using 3-axial MEMS accelerometer and 1-ch ECG amplifier, to have the function of monitoring activity and electrocardiography. The proposed system is composed of transmitter and receiver. Through the Zigbee communication, subject's biosignals can be transmitted in real-time to receiver, and transmitted data confirmed using PDA. The packet size used in this device was set not to exceed a maximum payload size of 116 byte. One packet consists of two segments. The transmission speed was 21 packet per second, 420 ECG samples per second, and 42 acceleration samples per second. The proposed method can be used to develop Activities of Daily Living(ADL) monitoring devices for the elderly or movement impaired people and enables patients to be monitored without any constraints. Also, this method will reduce medical costs in the aged society.

Key Words : electrocardiography(ECG), Personal digital assistant(PDA), 3-axial accelerometer, activity, Zigbee

1. 서 론

일상적인 생활에서 생체신호와 운동기능을 평가하는 것은 대상자의 삶에 질을 높여준다. 심장 마비, 심실성 빈맥, 심장 실신등의 위험부담을 갖고 살아가는 환자는 갑작스런 심장사의 위험이 높다. 이러한 환자의 대부분은 부정맥 모니터링 시스템 또는 심장에 문제가 일어났을 때 경고를 해 줄 수 있는 장치 없이 집에서 지낸다. 만약 이러한 것을 알려 줄 수 있는 장치가 있다면 더욱더 윤택한 삶을 살아갈 수 있을 것이다. 그러므로 부정맥과 같은 상황을 파악하기 위한 착용형 모니터링 시스템과 무선 모니터링 시스템을 이용하는 것은 환자에게 가능한 빨리 경고를 해줄 수 있어서 긴급 상황을 위해 반드시 필요하다[1]. 현재 시스템의 지속적인 모니터링에 대한 주요한 결점은 센서와 프로세서 사이의 연결이 불편하고, 각각의 센서에 대한 시스템 통합이 어렵다는 것이다. 일반적으로, 홀터 모니터링 같은 개인 의료 모니터링 시스템은 오프라인에서 데이터를 모으는데 사용된다. 이러한 시스템은 표준 ECG 전극과 유선으로 연결된 기록계를 기반으로 하거나 심장에 증상이 있을 때 환자의 가슴에 직접 기록계를 부착시킨다.

최근에, 무선통신기술과 소형센서기술의 발전으로 모바일 원격의료진료가 빠르게 발전하고 있다. 원격 진단을 위한 무선통신의 이용은 급속도로 성장하였고 인터넷 기법, 블루투스 기술, 셀룰러 폰, 무선랜을 이용한 이동형 ECG 측정기에 이

르기까지 광범위하게 사용되고 있다[2][3].

몸에 부착되는 몇 개의 센서를 사용하는 모션 캡처는 일상 행동에 대한 평가에 이용된다. 손 목형 모니터링 시스템은 환자의 움직임을 장시간동안 지속적으로 기록할 수 있다. 그러나 정적인 움직임을 반영하기에는 정확도가 떨어지고 환자의 자세에 대한 정보를 공급해 주지 못한다. 허리에 부착된 만보계는 미리 설정된 보폭에 따라 움직임을 기록한다. 이 장치도 움직임 스타일, 걷기 속도와 같은 요소에 영향을 받기 때문에 정확도가 떨어진다.

본 논문에서는 2.4GHz 근거리 RF 통신기술과 MEMS 기술로 제작된 3차원 가속도센서를 사용하여 대상자의 생체신호와 운동기능을 평가하고자 하였다. 본 연구의 목적은 아무런 구속없이 환자의 생체신호와 운동기능을 측정하는 것이다.

2. 방법

2.1 하드웨어 구조

본 연구에서 대상자의 생체신호와 운동기능을 평가하기 위해 그림 1에서와 같이 시스템 하드웨어를 구성하였다. 개발된 장치는 심전도, 운동도를 모니터링 하는 것이다. 운동기능을 평가하기 위하여 3축 가속도계를 이용하였다.

저자 소개

*충북대학교 의용생체공학과 박사과정

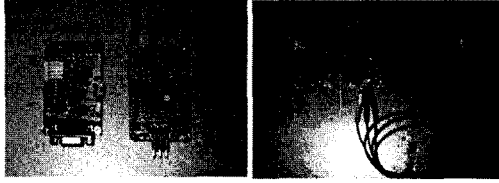
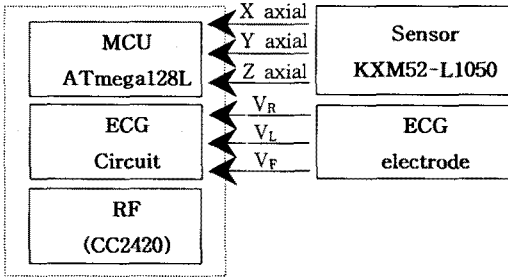
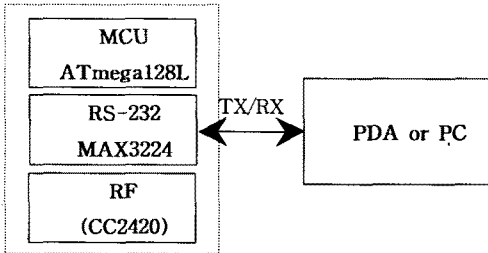


그림 1. 개발된 장치

그림 2는 개발된 시스템의 블록다이어그램이다. 그림 2에서 보는 것처럼 마이크로 컨트롤러(ATmega128L), 무선통신(CC2420), 3축 가속도계(KXM52-L1050)로 구성되어 있다.



[Transmitter]



[Receiver]

그림 2. 시스템 블록도

먼저 마이크로컨트롤러는 Atmel사의 ATmega128L을 사용하였으며, 이것은 진보된 RISC구조를 사용하였으며 고성능이면서 저소비전력형의 8비트 마이크로 컨트롤러이다[4]. 다음으로 CHIPCON사에서 제작한 무선통신칩인 CC2420을 이용하여 RF(2.4GHz)통신으로 데이터를 송수신하였다[5]. 마지막으로 인체의 움직임을 감지하기 위하여 Kionix사의 KXM52-L1050 가속도계를 이용하여 3축 방향에 대한 인체의 움직임을 정량화 하였고[6], 송신부에서 ECG 회로를 통하여 얻은 생체신호를 수신부에서 PDA를 통하여 확인 할 수 있었다.

2.2 무선통신과 가속도계

데이터를 무선통신을 통하여 보내기 위하여 CC2420 무선통신 칩을 사용하였다. 이 통신 칩은 근거리 무선 통신 규격의

하나로 흔히 “블루투스의 저속버전”이라고도 불린다. 저속이면서 전송거리가 짧은 단점을 가지고 있지만 저소비 전력과 저비용이라는 장점을 가지고 있어 개발된 시스템에 가장 적합하다. 지그비의 데이터 전송률은 250Kbps이고 적용거리는 PCB에 내장된 안테나를 사용할 경우 40m정도이고, PCB에 외장형 안테나를 사용할 경우 80m정도의 거리까지 통신이 된다. 우리의 시스템은 PCB 내장형을 사용하였다. 그 이유는 신체영역 내에서 무선통신을 하기 때문에 먼 거리를 요구하지 않기 때문이다.

다음으로 가속도 센서를 보면 기존에 평가한 가속도 센서는 2축의 가속도센서인 ADXL202-JE를 가지고 인체의 움직임을 평가하였다[7]. 그러나 2축이기 때문에 정적인 움직임을 평가하는 데는 용이하나 동적인 움직임을 평가하는데 있어서는 신뢰도가 떨어진다. 그래서 우리는 KXM52-L1050 3축 가속도센서를 이용하여 정적인 움직임뿐만 아니라 동적인 움직임을 정확하게 평가하고자 하였다.

3. 결과

그림 3은 지그비를 기반으로 한 1채널 ECG 장치를 보여주고 있다. RF 칩으로서, CC2420은 지그비 통신을 위해 사용된다. 이 연구의 목적은 아무런 구속없이 PDA를 기반으로 한 휴대 가능한 장치를 개발하고 측정하고 분석하는 것이다. 그림 6은 무선으로 전송된 ECG 파형을 PDA를 통하여 보여주고 있다.

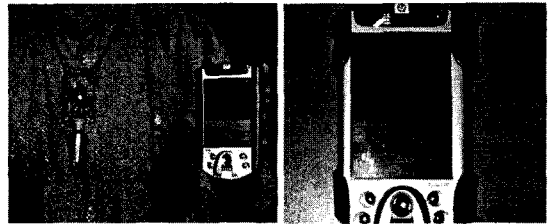


그림 3. 지그비 기반 신체 영역 통신망

이 장치에 사용된 패킷사이즈는 116 바이트를 넘지 않도록 하였다. 하나의 패킷은 2개의 세그먼트로 구성되어 있고, 세그먼트는 시작, 데이터, 끝으로 구성되어 있으며, 데이터는 10개의 ECG 데이터와 3개의 가속도 데이터로 구성되어 있다. 송신 속도는 초당 21 패킷을 보낸다. 이 중에서 ECG는 420개, 가속도는 42개를 보낸다.

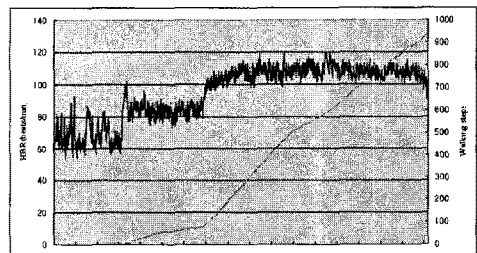


그림 4. 보행수와 심박수

그림 4는 지그비를 이용하여 R-R 인터벌을 탐지하였고 심박율을 계산한 것을 보여주고 있다. 추가로, 보행은 임베디드한 3축 가속도계를 이용하여 카운트 한 것이다. 여기서 두 개의 데이터는 PDA로 전송되고 저장된다. 그림 4는 대상자의 심박율과 보행을 18분 동안 측정된 것으로, 4분 동안 의자에 앉아 있게 하고, 4분 동안 실험실을 걷게 하고, 나머지 10분 동안 복도를 걷게 한 데이터를 보여주고 있다.

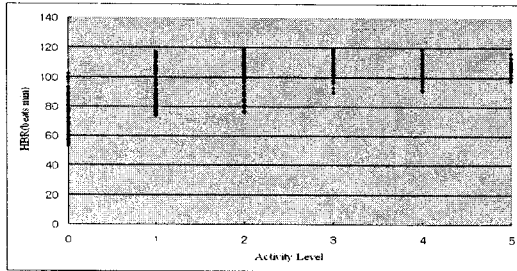


그림 5. 활동도와 심박수

그림 5는 활동도와 심박수를 도표로 나타낸 것이다. 운동도가 증가할수록 심박율이 증가하는 것을 볼 수 있다.

4. 결론

위 결과로 하나의 목걸이 형태의 독립형 기기로 대상자의 운동 상태뿐만 아니라 생체신호 획득에 대한 유용성이 증명되었고, 운동도와 생체신호에 대한 모니터링이 매우 잘 수행되는 것을 볼 수 있었다. PDA 기반의 무선 센서 네트워크는 환자에게 아무런 구속없이 일상생활에서 모니터링 하는 것을 가능하게 한다. 그러므로, 제안된 방법은 일상생활에서 노약자나 지체부자유자를 모니터링 할 수 있는 장치로 개발되는 데 사용될 수 있을 것이다. 의료 센터는 원격으로 노약자의 상태를 모니터 할 수 있고 응급 상황에서 도움을 줄 수 있을 것이다. 또한 이 방법은 고령사회에서의 의료비 절감에 기여할 것이다. 향후에 지금의 시스템에 호흡수, 온도 등의 회로를 첨가하여 실제 임상에 적용 가능하게 개발할 것이며 현재 진행 중에 있다.

감사의 글

“본 연구는 보건복지부 보건의료기술진흥사업의 지원에 의하여 이루어진 것임.”

(과제고유번호: 0405-ER01-0304-0001)

참고 문헌

- [1] Fensli, R., Gunnarson, E., Hejlesen, O., "A Wireless ECG System for Continuous Event Recoding and Communication to a Clinical Alarm Station", Proceedings of the 26th Annual International Conference of the IEEE EMBS, vol.3, pp. 2208-2211, September 2004.
- [2] Pattichis, C.S., Kyriacou, E., Voskarides, S., Pattichis, M.S., Istepanian, R., and Schizas, C.N., "Wireless telemedicine system: an overview," IEEE Antennas Propag. Mag., vol. 44, pp. 143-153, Apr 2002
- [3] Nelwan, S.P., van Dam, T.B., Klootwijk, P. and Meij, S.H., "Ubiquitous mobile access to real-time patient monitoring data." Comput. Cardiology, vol. 29, pp. 557-560, Sept 2002
- [4] http://www.atmel.com/dyn/general/site_search.asp
- [5] <http://www.chipcon.com>
- [6] <http://www.kionix.com>
- [7] 홍주현, 진계환, 박경순, 조명찬, 박길선, 차은중, 이태수, "이동형 생체계측을 위한 임베디드 컴퓨팅", 충북의대 학술지, 2호, 제13권, pp. 205-214, 2003