

# 지그비 기반의 휴대형 심전도 모니터링 시스템 설계

## Design of Zigbee based Portable ECG monitoring system

홍주현\*, 김남진\*\*, 차은종\*\*\*, 이태수\*\*\*

(Joo-Hyun Hong\*, Nam-Jin Kim\*\*, Eun-Jong Cha\*\*\*, Tae-Soo Lee\*\*\*)

**Abstract** - This paper proposes a portable ECG monitoring system, which integrates up-to-date PDA and RF communication technology. The aim of the study is to acquire the subject's biomedical signal without any constraint. It has two types of transmission mode, which are total signal transmission mode and HR(heart rate)/SC(step count) transmission mode. In addition, wireless communication technology uses Zigbee Wireless PAN and can work in low-power mode, which is one of the advantages of Zigbee communication technology. The developed system is composed of a transmitter and a receiver. The transmitter has three-axial acceleration sensor, ECG amplifier and Zigbee communication controller. In total signal transmission mode, it can send data 60 packets per second whose transmission speed corresponds to 300 ECG samples and 60 acceleration samples. In HR/SC transmission mode, it can calculate heart rate from ECG data with 216 samples per second and step count from acceleration data and send a packet every cardiac cycle. The receiver forwards the received data to PDA, where the data can be stored and displayed. Therefore, the developed device enables to continuous monitoring for Activities of Daily Living(ADL). Also, this method will reduce medical costs in the aged society.

**Key Words** : Zigbee, ECG monitoring, HR(heart rate), SC(step count)

### 1. 서 론

최근 급성장하고 있는 BT, NT, IT 기술을 기반으로 언제, 어디서나 진료 및 상담이 가능한 유비쿼터스 헬스케어에 대한 관심이 고조되고 있다. 또한 건강에 대한 관심이 날로 증가하면서 치료 목적이 아닌 예방, 진단을 목적으로 하는 의료서비스가 증가하고 있는 추세이다. 이에 따라 일상생활에서 생체신호와 운동기능을 평가하는 것은 대상자의 삶의 질을 높여준다. 생체신호 중에서 심전도는 환자의 생명에 직접적으로 영향을 주는 지표로서 가장 많이 연구되고 있다. 심전도의 지속적인 모니터링은 개인의 건강상태를 측정하는데 중요한 기준이 된다. 예를 들어, 심실성 빈맥, 심장 실신동의 위험부담을 갖고 살아가는 환자는 갑작스러운 심장사의 위험이 높다. 이러한 환자의 대부분은 부정맥 모니터링 시스템 또는 심장에 문제가 일어났을 때 경고를 해줄 수 있는 장치 없이 집에서 지낸다. 만약 이러한 것을 알려 줄 수 있는 장치가 있다면 더욱더 윤택한 삶을 살아갈 수 있을 것이다[1]. 또한 몸에 부착되는 몇 개의 센서를 사용하는 모션 캡처는 일상 행동에 대한 평가에 이용된다. 예를 들어, 손목형 모니터링 시스템은 환자의 움직임을 장시간동안 지속적으로 기록

할 수는 있지만, 정적인 움직임을 반영하기에는 정확도가 떨어지고 대상자의 자세에 대한 정보를 공급해 주지 못한다.

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 이르기까지 광범위하게 사용되고 있다[2][3].

본 논문에서는 2.4GHz 단거리 RF 통신기술과 MEMS 기술로 제작된 3차원 가속도센서를 사용하여 대상자의 생체신호(심전도)와 운동기능을 평가하고자 하였다. 본 연구의 목적은 아무런 구속없이 환자의 생체신호와 운동기능을 평가하는 것이다.

### 2. 방법

#### 2.1 시스템 구성

본 연구에서 대상자의 생체신호와 운동기능을 평가하기 위하여 그림 1에서와 같이 시스템 하드웨어를 구성하였다.

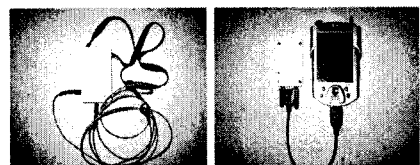


그림 1. 개발된 장치(왼쪽: 송신부, 오른쪽: 수신부)

#### 저자 소개

\* 홍주현 : 충북대학교 학과간협동과정 의용생명공학과

\*\* 김남진 : 휴대형진단치료기기개발센터(UBDC)

\*\*\* 차은종 : 충북대학교 의과대학 의공학교실, 교수

\*\*\* 이태수 : 충북대학교 의과대학 의공학교실, 교수

통신저자: 이태수, 충북대학교 의과대학 의공학교실

tlee@chungbuk.ac.kr

그림 2는 개발된 시스템의 블록다이어그램이다. 그림 2에서 보는 것처럼 송신부는 마이크로컨트롤러(ATmega128L), 3축가속도 센서(KXM52-L1050), 심전도 증폭기, 무선통신 IC(CC2420)로 구성되어 있고, 수신부는 마이크로컨트롤러(ATmega128L), 시리얼통신 IC(MAX3224), 무선통신 IC(CC2420)으로 구성되어 있다.

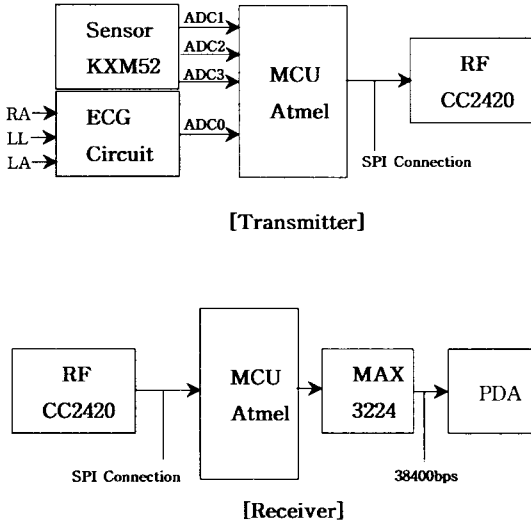


그림 2. 시스템 블록도

본 시스템에서 사용한 마이크로컨트롤러는 Atmel사의 Atmega128L을 사용하였다[4]. 또한 몸에 부착된 센서로부터 얻어진 데이터를 무선으로 전송하기 위해 CHIPCON사의 CC2420 지그비 통신칩을 사용하였으며 데이터 전송률은 250kbps이고 적용거리는 40m정도이고 PCB에 내장된 안테나를 사용하였다[5]. 그리고 운동기능을 심전도와 동시에 분석하기 위해 Kionix사에서 제작한 KXM52-L1050을 사용하여 인체의 움직임을 정량화 하였다[6].

## 2.2 원데이터 전체전송모드와 심박수-보행수 전송모드

제작한 시스템은 두 가지 모드에서 동작하는데 하나는 원데이터 전체전송모드이고 다른 하나는 심박수-보행수 전송모드이다. 그림 3은 원데이터 전체전송모드의 패킷구조를 보여주고 있다.

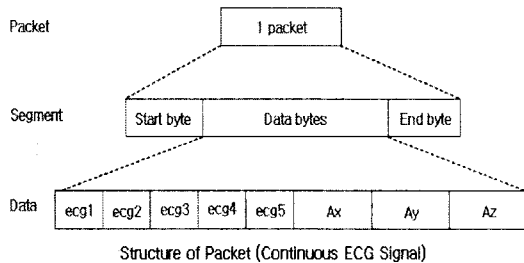


그림 3. 원데이터 전체전송모드의 패킷구조

원데이터 전체전송모드의 패킷사이즈는 18바이트로 구성되

어 있으며 세그먼트는 start byte, data byte, end byte로 구성되어 있다. 여기서 전송속도는 초당 60개의 패킷을 보내며, 300개의 심전도 샘플과 60개의 가속도샘플을 보낸다.

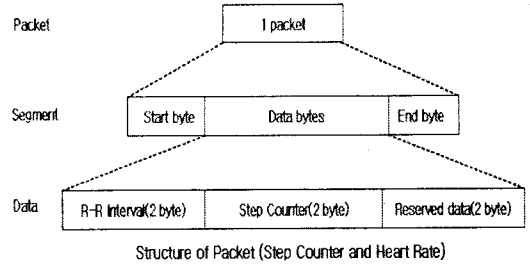


그림 4. 심박수-보행수 전송모드의 패킷구조

그림 4는 심박수-보행수 전송모드의 패킷구조를 보여주고 있다. 심박수-보행수 모드는 심장이 한번 뛸 때 심박수와 보행수를 함께 보내는 모드로서, 이 때 심박율은 초당 216개의 샘플을 가지고 있는 심전도 데이터로 계산되고 보행수는 가속도 데이터로 계산된다.

## 3. 결과

그림 5는 지그비 기반의 휴대형 심전도 모니터링 시스템을 보여주고 있다. 이 연구의 목적은 아무런 구속없이 PDA를 기반으로 한 휴대 가능한 장치를 개발하고 측정하고 분석하는 것이다.

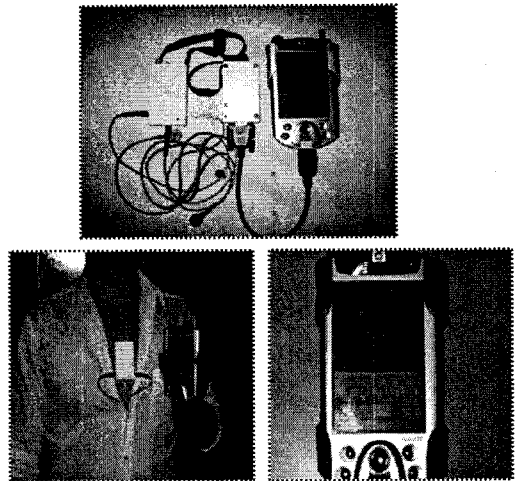
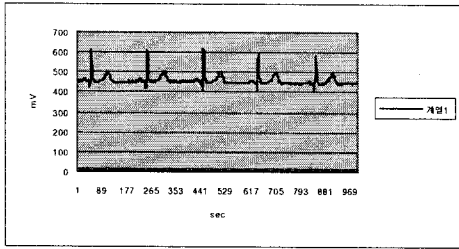


그림 5. 지그비 기반의 휴대형 심전도 모니터링 시스템

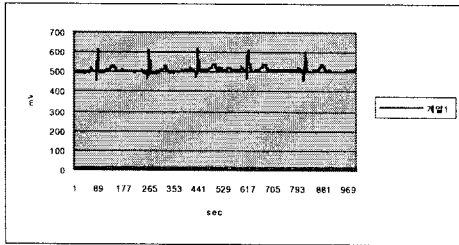
### 3.1 원데이터 전체전송모드

그림 6은 개발된 시스템을 사용하여 무선으로 획득한 데이터를 PDA로 저장하고 이를 PC로 UPLOAD하여 나타낸 원데이터 전체전송모드이다. (a)는 대상자가 책상에 앉아서 여러 가지 다른 일을 하고 있을 때 측정된 것이고, (b)는 대상자가 복도를 걸어다니다고 있을 때의 파형을 보여주고 있다. (a),(b)에서 볼 수 있듯이 기저선(baseline)의 흔들림은 거의

볼 수 없었고, 무선으로 원활하게 데이터가 전송되는 것을 확인할 수 있었다.



(a) 앉아 있는 경우



(b) 보행중인 경우

그림 6. 심전도 원데이터 전체 전송모드

### 3.2 심박수-보행수 전송모드

그림 7은 지그비를 이용하여 일상생활 중에 R-R 인터벌을 탐지하고 심박율을 계산한 것을 보여주고 있다. 보행은 임베디드한 3축 가속도계를 이용하여 카운트 한 것이다. 여기서 두 개의 데이터는 PDA로 전송되고 저장된다. 그림 7은 대상자의 심박율과 보행을 20분 동안 측정 한 것으로, 10분 동안 의자에 앉아 있게 하고, 5분 동안 실험실을 걷게 하고, 나머지 5분 동안 복도를 걷게 한 데이터를 보여주고 있다.

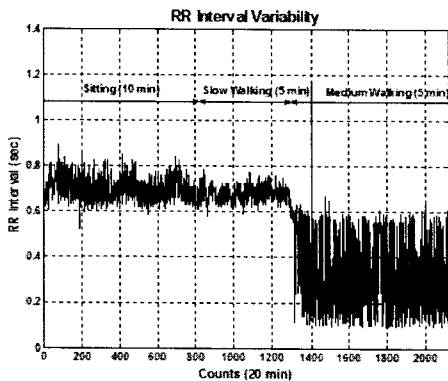


그림 7. 심박수-보행수

그림 8은 활동도와 심박수를 도표로 표현한 것으로, 활동량이 증가할수록 심박수도 함께 증가하는 것을 볼 수 있었다.

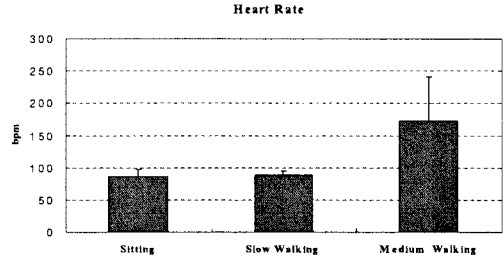


그림 8. 활동도와 심박수

## 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 개발되는데 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.

## 5. 감사의 글

“본 연구는 보건복지부 보건의료기술진흥사업의 지원에 의하여 이루어진 것임”

(과제고유번호: 0405-ER01-0304-0001)

## 참 고 문 헌

- [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](http://www.atmel.com/dyn/general/site_search.asp)
- [5] <http://www.chipcon.com>
- [6] <http://www.kionix.com>