

인체 착용형 다중 생체신호 실시간 모니터링 시스템

이영동* · 정완영**

*동서대학교 디자인&IT전문대학원

**동서대학교 컴퓨터정보공학부

Wearable System for Real-time Monitoring of Multiple Vital Signs

Young-Dong Lee* · Wan-Young Chung**

*Graduate school of Design & IT, Dongseo University

**Division of Computer Information Eng., Dongseo University

E-mail : wychung@dongseo.ac.kr

요 약

유비쿼터스 헬스케어에서의 착용형(Wearable) 생체신호 모니터링 시스템은 가슴 부착형, 손목시계형, 신발, 의복형 등과 같은 형태로 많은 연구들이 진행 중에 있으며, 본 논문에서는 가슴 부착형태의 인체 착용형 다중 생체신호 시스템을 설계하고, 다중 생체신호 모니터링 시스템을 위해 심전도와 3축 가속도 센서를 사용하여 심전도 신호 측정 및 신체 움직임에 따라 변화하는 값을 측정할 수 있도록 구현하였다. 구현한 시스템은 생체센서노드, 센서보드, 생체신호 수집을 위한 베이스스테이션 노드로 구성된다. 생체센서노드는 가슴 부착형으로 신체에 착용하여 사용자의 심전도와 가속도 신호를 계속하도록 설계하였으며, 서버 PC에 연결된 베이스스테이션 노드로 계속된 생체신호를 전송한다. 센서보드는 심전도와 가속도 신호를 측정하기 위한 센서로 구성되며, 생체센서노드와 일체형으로 장착이 가능하도록 설계하였다. 또한, 생체신호 수집을 위한 베이스스테이션 노드는 IEEE 802.15.4 무선통신을 통해 생체센서노드로부터 전송된 생체신호를 수집하여 그 수집된 생체신호를 실시간으로 서버 PC에 디스플레이가 가능하다. 본 논문에서 구현한 시스템을 통해 P, QRS, T파로 구성된 심전도 신호를 계속할 수 있었으며, 계속된 신호에서 심전도 신호의 파형 성분들이 나타남을 확인 할 수 있었다. 또한, 3축 가속도 센서에 의해 신체의 움직임에 따라 변화하는 x, y, z의 3축 가속도 출력 값을 얻을 수 있다.

ABSTRACT

A wearable ubiquitous healthcare monitoring system using integrated ECG and accelerometersensors based on WSN is designed and developed. Wireless sensor network technology is applied for non intrusive healthcare in some wide area coverage with small battery support for RF transmission. We developed wearable devices which are wearable USN node, sensor board and base-station. Low power operating ECG and accelerometer sensor board was integrated to wearable USN node for user's health monitoring. The wearable ubiquitous healthcare monitoring system allows physiological data to be transmitted in wireless sensor network from on body wearable sensor devices to a base-station connected to server PC using IEEE 802.15.4. Physiological data displays and stores on server PC continuously.

키워드

Wearable, ubiquitous healthcare, ECG, accelerometer, IEEE 802.15.4

1. 서 론

노인인구의 증가와 건강에 대한 관심의 증가는 기존의 헬스케어 서비스보다 고급의 새로운 헬스케어 서비스를 요구하고 있다. 특히, 헬스케어 패

러다임이 질병의 진단 및 치료에서 예방 및 관리로 변화하고 IT 기술이 발전함으로써 언제 어디서나 헬스케어 서비스를 제공받는 유비쿼터스 헬스케어 서비스에 대한 요구가 증대되고 있다 [1]. 유비쿼터스 헬스케어는 홈네트워크, 무선센서네트

워크, 모바일, 웨어러블 등과 같은 다양한 분야에서 응용이 될 수 있으며, 최근 많은 관심을 불러 일으키고 있다 [2]. 특히, 생체신호 모니터링을 위한 웨어러블 시스템은 가슴부착형, 손목시계형, 신발, 의복형 등에 생체신호를 측정할 수 있는 센서를 내장하고, 사용자가 직접 착용함으로써 개인의 생체신호를 지속적으로 측정하는 시스템을 말한다. 생체신호 모니터링의 경우 헬스/피트니스 분야에서 다양한 제품을 소개하고 있으며, 스포츠용품 제조업체인 나이키와 아디다스에서는 핀란드의 생체신호 솔루션 업체인 Polar Electro [3]와 연계하여 사용자의 생체신호를 모니터링 하는 신발, 운동복, 시계 형태의 웨어러블 시스템을 소개한 바 있다 [4]. 미국 Vivometrics사의 LifeShirt [5]와 Sensatex사의 SmartShirt [6] 제품도 생체신호 모니터링을 위한 웨어러블 시스템 제품으로 출시되었으며, 국내에서는 최근 한국전자통신연구원(ETRI)에서 착용형 건강관리 기기를 통해 언제 어디서나 건강관리가 가능한 '생체정보처리 기반 웨어러블 시스템 기술'을 선보인 바 있다. 현재 출시되고 있는 생체신호 모니터링을 위한 웨어러블 시스템은 주로 심박동 모니터링 기기 위주로 초기 시장이 형성되어 있으며, 다양한 생체신호 모니터링이 요구되며 국내에서는 아직 미개척 시장에 머무르고 있는 실정이다.

본 논문에서는 인체 착용형 다중 생체신호 실시간 모니터링 시스템을 설계하였으며, 다중 생체신호 모니터링 시스템을 위해 심전도와 3축 가속도 센서를 사용하여 심전도 신호 측정 및 신체 움직임에 따라 변화하는 값을 측정할 수 있도록 구현하였다.

II. 인체 착용형 생체신호 모니터링 시스템

본 논문에서 제안하는 인체 착용형 다중 생체신호 실시간 모니터링 시스템의 전체 구조는 그림 1과 같다.

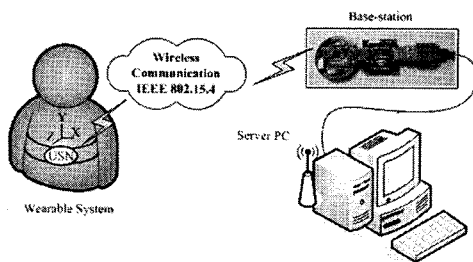


그림 1. 전체 시스템 구조.

인체 착용형 다중 생체신호 모니터링 시스템은 생체센서노드(Body sensor node), 생체신호 수신을 위한 베이스스테이션(Base-station)과 측정신호 모니터링을 위한 서버 컴퓨터로 구성되어

있다. 사용자의 가슴에 부착된 생체센서노드로부터 측정된 생체신호는 무선전송을 위하여 IEEE 802.15.4 [7] 무선통신을 통해 베이스스테이션에 전송되며, 그 결과는 서버 컴퓨터상의 모니터에 실시간으로 전달된 데이터를 확인 할 수 있다. 본 논문에서 사용된 생체센서노드는 2.4 GHz 주파수 대역의 IEEE 802.15.4를 적용하여 직접 설계 제작한 유비쿼터스 헬스케어용 무선센서노드를 사용하였으며, 베이스스테이션으로는 USB 인터페이스를 갖춘 센서노드를 사용하였다.

2.1 인체 착용형 생체센서노드

그림 2는 인체 착용형 생체센서노드의 내부 하드웨어 블록 다이어그램을 보여주고 있다. 본 논문에서 사용된 생체센서노드는 MSP430F1611(TI, USA) 마이크로컨트롤러 [8]와 IEEE 802.15.4를 적용한 RF트랜시버(CC2420, Chipcon AS, Norway) [9], 외부 플래시메모리(M25P80, ST Microelectronics, USA)로 구성하였다. MSP430F1611은 16bit RISC로 내부에 48KB의 프로그램 메모리와 10KB의 램을 가지고 있으며, 12비트 ADC 8채널을 가지고 있다. RF트랜시버 모듈로 사용된 CC2420은 IEEE 802.15.4/ZigBee를 지원하는 RF 칩으로 2400 - 2483.5 MHz 대역을 지원하며, 직접시퀀스 대역확산(Direct Sequence Spread Spectrum)방식으로 동작하며, O-QPSK 변조 방식과 250 Kbps 전송률을 지원이 가능하다.

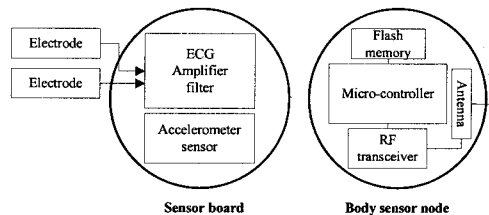


그림 2. 인체 착용형 생체센서노드 하드웨어 블록도.

2.2 다중 생체 센서보드

다중 생체신호 모니터링을 위해 심전도와 가속도 신호를 측정할 수 있는 센서보드를 설계 및 구현하였고, 생체센서노드의 확장가능성을 통해 연결이 가능하도록 하여 심전도 신호와 일상생활 중의 자세변화 및 활동상태 모니터링이 가능하도록 하였다. 이를 위하여 심전도 신호의 차단주파수는 0.05 - 123Hz 대역으로 설계하고, 이득은 300(24.8 dB)의 특성을 가지며, 가속도 신호 측정을 위해 3축 가속도센서(MMA7260Q, Freescale) [10]를 사용하여 신체의 움직임에 따른 가속도 변

화를 측정할 수 있도록 하였다.

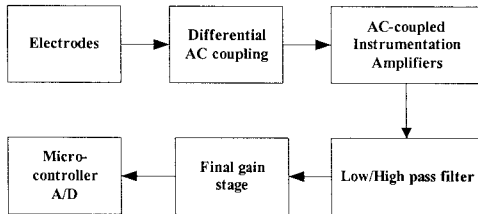


그림 3. 생체센서보드 구성도.

2.3 무선센서네트워크 기반 응용 구현

인체 착용형 생체센서노드에서 측정된 생체신호를 베이스스테이션으로 무선전송하기 위해 무선센서네트워크에 적합하게 설계된 초소형 운영체제인 TinyOS [11]를 사용하여 다중 생체 신호의 샘플링, 생체신호의 무선 송·수신 기능을 담당할 TinyOS 컴포넌트들을 그림 4와 같이 설계하였다. 그림 4는 TinyOS로 구현한 생체신호 모니터링 어플리케이션의 소스트리를 보여주고 있으며, uHealth, Genericcomm, ECG/Accelerometer, Routing 컴포넌트로 구성되어 있다. 각각의 컴포넌트들이 가지고 있는 입출력 인터페이스들을 다른 컴포넌트들과 상호 제공하고, 사용하도록 되어 있다. ECG/Accelerometer 컴포넌트는 uHealth 컴포넌트의 StdControl 인터페이스를 사용하고, 센서보드로부터 획득한 생체신호를 제공할 수 있도록 설계하였다. 그 생체신호는 GenericComm 컴포넌트를 통해 베이스스테이션으로 무선 전송이 가능하다.

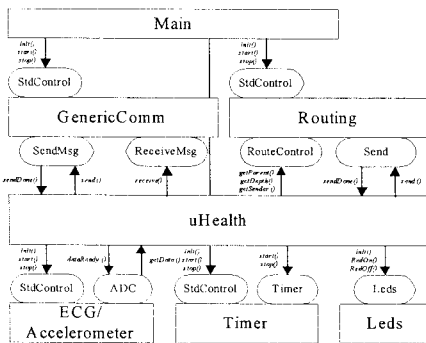


그림 4. 무선센서네트워크 기반의 생체신호 모니터링 응용 구현.

III. 실험 및 결과

그림 5는 구현한 인체 착용형 생체센서노드(그림 5(a)와 센서보드(그림 5(b))를 나타내고 있다.

생체센서노드와 센서보드는 같은 크기(약 40mm)로 설계 제작하였으며, 그림 5(c)는 두 보드를 2층으로 서로 연결한 모습을 보여준다. 아래층에는 심전도와 가속도 센서를 갖춘 센서보드를 위치하고, 위층에는 생체센서노드를 위치하도록 하였다. 또한, 두 보드는 같은 전원(배터리)을 사용하도록 하였으며, 센서의 입력과 출력부는 확장커넥터를 사용하여 입출력이 가능하도록 하였다.

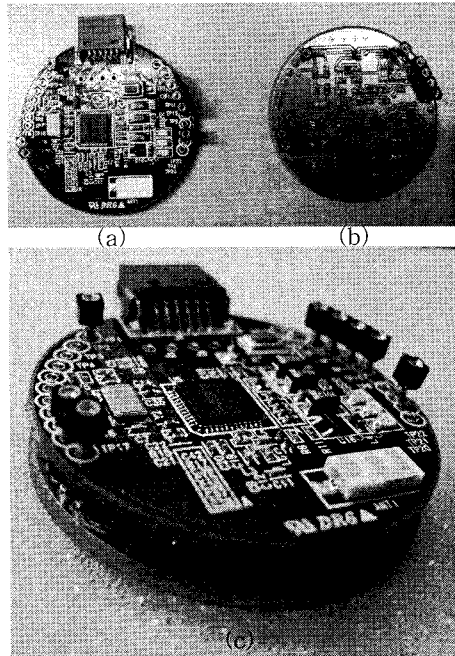


그림 5. 구현한 인체착용형 하드웨어; (a)생체센서노드, (b)센서보드, (c)두 보드를 연결한 모습.

그림 6은 본 논문에서 구현한 인체 착용형 생체센서노드를 사용자가 실제 착용한 모습이다. 심전도 신호 측정은 웨어러블 센서 벨트에 부착된 2개 전극의 전위차로서 심전도 신호를 유도하도록 측정 시스템을 구성하였으며, 가속도 신호는 신체의 움직임에 따라 변화하는 3축(X, Y, Z) 출력 값을 측정하였다.

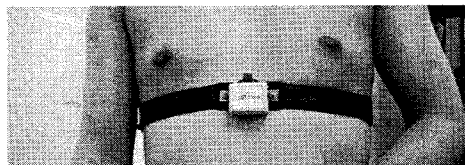


그림 6. 인체 착용형 생체센서노드 실제 착용 모습.

그림 7은 사용자가 인체 착용형 생체센서 노드를 가슴에 착용한 후 일상생활 중의 심전도와 가

속도 신호를 베이스스테이션을 통해 수집한 신호를 결과로 보여주고 있다. P, QRS, T파로 구성된 심전도 신호를 본 논문에서 구현된 시스템을 사용하여 측정할 수 있었으며, 심전도 신호의 기본적인 파형 성분들이 나타남을 확인 할 수 있었다. 또한, 가속도 신호는 신체의 움직임에 따라 3축 가속도 센서의 출력 값이 변화하는 것을 확인 할 수 있었다.

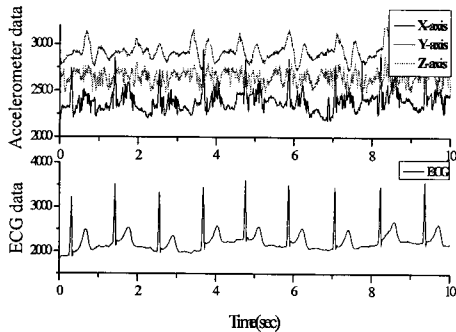


그림 7. 다중 생체신호 모니터링 화면.

서버 측으로 전송된 생체신호는 주기적인 상태 관찰을 위해 실시간으로 저장되며, Labview 프로그램을 사용하여 그림 8과 같이 모니터링 화면을 구현하였다.

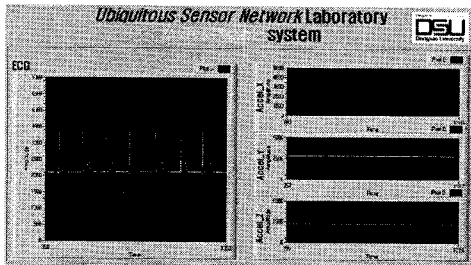


그림 8. 서버에서의 실시간 생체신호 모니터링 화면.

V. 결 론

본 논문에서는 유비쿼터스 헬스케어 분야에서 많은 관심을 불러 일으키고 있는 인체 착용형(웨어러블) 시스템 구현을 위해 가슴 부착형태의 인체 착용형 다중 생체신호 시스템을 구현하였으며, 다중 생체신호 모니터링 시스템을 위해 심전도와 3축 가속도 센서를 사용하여 심전도 신호 측정 및 신체 움직임에 따라 변화하는 값을 측정할 수 있도록 구현하였다.

본 논문에서 구현한 시스템을 사용한 실험 결과 심전도 신호의 측정과 기본적인 파형 성분들이 나타남을 확인 할 수 있었으며, 3축 가속도 센

서의 출력 값이 신체의 움직임에 따라 변화하는 것을 확인 할 수 있었다. 또한, 사용자의 생체신호를 지속적으로 측정하여 그 상태를 실시간으로 모니터링이 가능함을 확인하였다. 본 연구 결과를 기반으로 하여 보다 더 정확하고 신뢰성이 높은 생체신호 모니터링과 사용자가 시스템을 착용 시 보다 더 편리한 시스템을 위한 연구가 필요하다고 판단된다.

참고문헌

- [1] 김창곤, 유비쿼터스 사회 새로운 희망과 도전; 의료혁명의 시작: u-health, 한국전산원, 2005.
- [2] 손미숙, u-Health 서비스 지원을 위한 웨어러블 시스템, 전자통신동향분석 제21권 제3호, 2006년 6월.
- [3] <http://www.polar.fi>
- [4] 손미숙, 박준석, 한동원, 조일연, 웨어러블 시스템 사용자 상호작용 시장 분석 및 기술 동향, 전자통신동향분석 제21권 제2호 2006년 4월.
- [5] <http://www.vivometrics.com>
- [6] <http://www.sensatex.com/>
- [7] IEEE802.15 WPAN/TM TASK GROUP 4(TG4), <http://www.ieee802.org/15/pub/TG4.html>
- [8] MSP430F1611 micro-controller, <http://www.ti.com>
- [9] Chipcon, Inc., "CC2420 Data Sheet", http://www.chipcon.com/files/CC2420_Data_Sheet_t1_3.pdf
- [10] <http://www.freescale.com>
- [11] Philip Levis, Sam Madden, David Gay, Joseph Polastre, Robert Szewczyk, Kamin Whitehouse, Alec Woo, David Gay, Jason Hill, Matt Welsh, Eric Brewer and David Culler, "TinyOS: An Operating System for Sensor Networks", Ambient Intelligence. W. Weber, J. Rabaey, and E. Aarts (Eds.), Springer-Verlag, 2004.