

u-Health System을 위한 생체신호 모니터링에 관한 연구

한 영 환*

A Study on Monitoring of Bio-Signal for u-Health System

Young-Hwan Han *

요 약

u-healthcare 시스템은 센서 네트워크로부터 수집된 대량의 생체신호를 신속히 처리 분석하여 의료진에게 전달함으로써 시간과 장소에 관계없이 환자에게 적절한 의료 서비스를 제공할 수 있다. 현존하는 u-healthcare 시스템들은 단지 환자의 건강 상태를 모니터링 한다. 본 논문에서는 무선 센서네트워크에 기반한 u-health 모니터링의 프로토타입을 구현하고 검증하였다. 이 시스템은 수집된 생체 신호를 신속히 분석하여 의학적으로 의미 있는 결과를 도출하는 것이 용이하다. 이 모니터링 시스템은 피검자의 이상 데이터 수집 시에만 서비스 제공자에게 데이터를 전송한다. 이러한 방법은 모니터링부와 서비스 제공자사이의 무선 데이터 패킷의 부하를 줄일 수 있다. 실시간 생체 신호 모니터링 시스템을 구현함으로써 유-헬스 서비스가 가능하게 되고 의료서비스의 효율성을 향상시킨다.

▶ Keyword : 유-헬스, 생체 신호, 모니터링 시스템, 프로토타입

Abstract

U-healthcare system has an aim to provide reliable and fast medical services for patient regardless of time and space by transmitting to doctors a large quantity of vital signs collected from sensor networks. Existing u-healthcare systems can merely monitoring patients' health status. In this paper, we describe the implementation and validation of a prototype of a u-health monitoring system based on a wireless sensor network. This system is easy to derive physiologically meaningful results by analyzing rapidly vital signs. The monitoring system sends only the abnormal data of examinee to the service provider. This technique can reduce the wireless data packet overload between a monitoring part and service provider. The real-time bio-signal monitoring system makes possible to implement u-health services and improving efficiency of medical services.

▶ Keyword : u-Health, Bio-signal, Monitoring System, Prototype

• 제1저자, 교신저자 : 한영환

• 투고일 : 2011. 02. 09, 심사일 : 2011. 02. 14, 게재확정일 : 2011. 02. 21.

* 상지대학교 컴퓨터정보공학부(School of Computer, Information and Communication Eng., Sangji University)

※ 이 논문은 2009년도 상지대학교 교내 연구비 지원에 의한 것임.

I. 서론

유-헬스케어 기술은 유비쿼터스 정보기술을 이용하여 시간과 공간에 구애받지 않고 언제 어디서나, 대상자의 생체 정보를 측정, 관리하고 의료기관 및 건강 서비스 기관으로 해당정보를 전달하여 적절한 서비스를 제공받음으로써 건강한 삶을 유지시키는 새로운 형태의 서비스이다. 유-헬스케어 기술은 진단과 치료에서 예방과 관리로 변화하는 헬스케어 패러다임의 변화, 노령 인구의 증가와 그에 따른 만성질환보유 환자의 증가, 의료비용의 급속한 증가 등과 같은 사회 경제적 요인들로 인하여 많은 관심을 받고 있다[1-4].

유-헬스케어는 건강과 생활에 관련된 정보를 간편하게 측정할 수 있는 초소형 센서들이 개발되고, 블루투스, 지그비 등 근거리 무선통신기술과 무선 이동통신기술의 발전으로 언제 어디서나 네트워크에 접속할 수 있는 환경이 구축되면서 기술적으로 가능하게 되었다.

유-헬스케어 서비스는 크게 3가지 유형으로 나뉜다. 의료기관의 효율성과 편리성을 위한 U-Hospital, 노인과 만성질환자를 대상으로 하는 원격모니터링 홈 헬스케어 그리고 치료보다는 건강유지가 목적인 웰니스(wellness)이다[5]. 이중 홈 헬스케어는 가정에 설치된 유-헬스케어 의료기기 등을 통해서 생체 모니터링 및 정해진 시각에 정해진 투약을 할 수 있도록 지원할 수 있는 투약안내 등의 서비스를 제공하며, 의료기관과의 정보전달을 통한 예방활동을 도모하고, 응급 상황시 즉각 조치 가능한 응급 의료 체계를 구축할 수 있다.

유-헬스케어를 실현하기 위해서는 일상생활 중 안정적인 건강 및 생활정보 모니터링이 필수적이므로 이를 위해 많은 연구가 진행되고 있다. 또한 원격 의료 서비스를 위한 다양한 시스템이 개발되고 있으나 주로 유비쿼터스 센서 네트워크를 이용하여 단편적인 생체 신호를 수집하고 저장된 생체 신호를 전송하는 수준에 머물고 있다[6-7].

유-헬스의 가장 기본적인 필요조건이면서 가장 중요한 영역이 개인의 건강관련 정보를 유비쿼터스 환경에서 정확히 측정하는 것이다. 측정방법은 센서가 내장된 웨어러블 시스템이나 모바일 기기를 이용하는 것과 사용자의 환경내에 센서를 내장하여 자연스럽게 데이터를 획득하는 방법이 있다[8-10]. 웨어러블 시스템 형태는 반지, 손목시계, 가슴 띠, 혹은 옷에 생체신호 모니터링을 위한 센서를 내장하며, 환경센서는 사용자가 규칙적으로 사용하는 침대, 변기, 의자, 욕조 등에 설치되어 사용자의 생체신호와 활동량 등을 모니터링하게 된다. 각각의 방법은 서로 기술적인 장단점을 가지고 있기 때문에 사용자의

컨텍스트에 따라 적절히 상호 보완되어야 할 것이다.

따라서 본 논문에서는 원격 의료 서비스를 위한 생체신호 전송 시스템과 모니터링 프로그램을 구현하였다. 실시간으로 전송되는 생체 신호의 지속적인 측정과 생체 신호를 효율적으로 관리하기 위한 모니터링 프로그램에 의해 일차적으로 분석하고 이상 유무에 따라 서비스제공자에게 생체신호를 전송하여 부가서비스를 제공받는다.

이를 위해 인체에서 측정가능한 생체신호중 심장관련 정보를 내포하고 있는 산소포화도, ECG, 혈압 등의 생체데이터를 무선센서네트워크 환경으로 구축하여 시스템을 검증하였다.

II. 시스템 구성

유-헬스 시스템은 정보통신기술을 이용하여 의료기관이 아닌 장소에서 일반인, 환자, 장애인, 고령인 등 사용자의 건강상태 체크와 건강관리 등의 의료 서비스를 제공하기 위해 네트워크와 연계되어야 한다. 주로 체온, 혈압, 혈당, 심전도, 심박수, 산소포화도 등과 같은 생체 신호가 사용된다. 유-헬스 시스템으로는 생체현상을 측정하여 건강상태를 체크할 수 있도록 구성된 센서기술과 센서에서 측정된 데이터의 전송 및 기기의 제어를 하는 통신기술 등이 활용되고 있다.

본 장에서는 사용자가 시간과 장소에 구애받지 않고 실시간으로 네트워크 인프라를 통해 자신의 생체 정보를 취득하여 의료진에게 전송하고 적절한 원격 의료 서비스를 제공받기 위한 시스템 구성을 나타낸다. 기존의 실시간 생체 신호 수집 및 전송 시스템에 모니터링 시스템을 부가하여 기본 구성을 수정하였다. 시스템의 전체적인 구성은 다음 그림 1 과 같다.

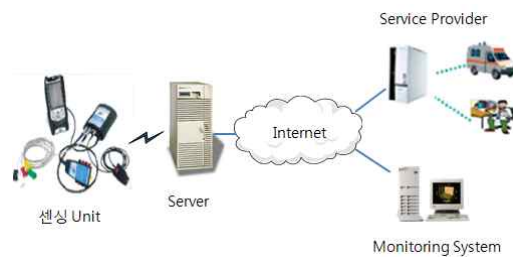


그림 1. 시스템 구조
Fig. 1. System Architecture

시스템은 크게 센싱부, 서버부, 서비스 제공자, 모니터링부로 구성된다. 센싱부에서는 다양한 센서를 통해 생체정보를 획득하며 서버부에서는 전송하기 위한 패킷구조를 만든다. 그 후 작성된 패킷데이터는 헬스케어 모니터링부로 보내진다. 모

니터링부에서는 생체 데이터를 관리하고 측정 결과를 일차적으로 분석한다. 분석결과 이상이 없으면 데이터를 저장하고 이상이 있다고 판단되면 서비스 제공자에게 보내 추가 서비스를 제공받는다.

2.1 생체신호 검출

생체신호는 그림 1의 시스템 구조의 센싱부에서 검출된다. 센싱부는 사용자의 생체 정보 수집을 위한 바이오센서(심전도, 혈압, 맥박, 산소포화도) 그룹으로 구성된다. 이러한 그룹으로부터 얻어진 생체정보들은 유비쿼터스 센서 게이트웨이(u-sensor gateway)로 보내진다. 다음 그림 2는 센싱부를 구성하는 심전도, 맥박, 혈압 그리고 혈중 산소 포화도 값을 측정하기 위한 바이오센서들을 보여 주고 있다.

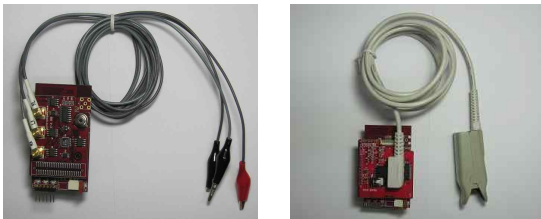


그림 2 센서 모듈
Fig. 2. Sensor Module

2.1.1 심전도 측정

심전도는 심장근육의 수축·확장에 따른 활동 전류를 외부에 전극을 부착하고 측정하여 기록한 것으로 ECG또는 EKG로 표시한다. 심장근육이 수축·이완할 때 발생하는 활동전위는 심장으로부터 온 몸으로 퍼지는 전류를 일으킨다. 이 전류는 몸의 위치에 따라 전위차를 발생시키는데 이 전위차는 인체의 피부에 부착된 표면전극(surface electrode)을 통해 검출하여 기록할 수 있다. 심전도는 심장의 이상유무 확인에 이용되며 협심근, 심근경색, 부정맥 등 심장 질환을 측정하는데 기본적인 방법으로 이용되고 있어 매우 중요한 위치를 차지하고 있다. 심전도의 측정에는 환자의 좌우측 손목과 발목에 전극을 접속하고 심전도를 측정하는 vertical mode와 갈비뼈 주위로 전극을 부착하여 측정하는 horizontal mode가 있으며, 이 중 horizontal mode를 사용하여 심전도를 측정하였다.

ECG 파형은 좌, 우 심방의 순차적 활동을 보여주는 P파, 좌우 심실의 전기적 자극을 보여주는 QRS파, 그리고 S파형 다음에 나타나는 T파로 구성되어 있다. P파는 심방에 전달된 자극이 심방을 탈분극(depolarization)시킬 때 나타나는 파형이며 QRS파는 심실의 탈분극시 나타난다. T파는 심실의

재분극(repolarization)시에 나타난다. 다음 그림 3에 심전도 파형을 나타내었다.

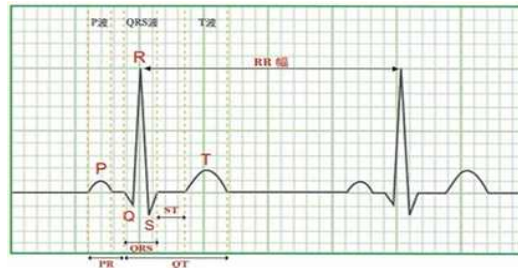


그림 3 심전도 파형
Fig. 3. ECG Waveform

2.1.2 산소 포화도 측정

산소 포화도는 총 헤모글로빈의 농도에 대해 산소를 포함하고 있는 헤모글로빈 농도의 비율로 정의 되며, 저산소증, 신생아 모니터링, 응급의학 등 임상의학 분야에서 중요한 파라미터로 사용되고 있다. 간편한 방법은 손가락 끝이나 귀볼을 투과하여 얻어진 서로 다른 두 파장의 광흡수도에 의해 얻어진 맥동 성분의 비를 이용한다. 광원으로 쓰이는 파장은 660nm의 적색광 영역과 940nm의 적외광 영역이 사용된다.

혈액속의 산화 헤모글로빈(HbO2)과 헤모글로빈(Hb)은 빛의 흡수율에서 매우 다른 양상을 보이며, 동맥을 통해 손가락으로 유입되는 혈액량은 심장박동과 함께 변한다. 따라서 혈액량에 비례한 혈액속의 HbO2와 Hb의 양에 따라 수광부에 입사된 빛의 양에 비례하여 출력 전압이 변한다. 이 전압 값을 이용하여 맥박을 추정하기도 하며, 이를 이용하여 식에 의해 산소포화도가 구해진다.

2.1.3 혈압 측정

혈압이란 혈관이 수축과 이완을 하면서 몸에 혈액을 공급할 때 혈관에 미치는 압력을 의미한다. 심장이 수축할 때 동맥에 걸리는 수축기 혈압(systolic blood pressure)과 심장의 이완시 동맥에 걸리는 이완기 혈압(diastolic blood pressure)이 있다.

혈압은 심장에서 펌프되어지는 혈액의 양, 혈액의 점도, 동맥의 탄력성, 말초동맥의 저항 등에 의해 주로 결정된다. 이 외에도 온도나 습도, 운동, 정신적 스트레스, 그리고 계절에 따라 변한다. 따라서, 혈압을 여러 차례 측정하여 지속적으로 높은 수치가 나오거나 낮은 수치가 나올 경우에 진단을 내리게 된다.

일반적으로 혈압이 140/90 mmHg 이상이면 고혈압으로

본다. 고혈압이 문제가 되는 이유는 위험한 합병증을 일으켜서 이로 인하여 병을 앓거나 사망하는 사람의 수가 매우 많기 때문이다. 뇌혈관질환과 심혈관질환은 질병에 의한 성인의 사망원인 중 가장 많다. 고혈압은 이 두 질환의 원인이자 악화인자로 관련이 깊으므로 고혈압은 성인의 건강에 매우 중요한 문제로 작용한다.

2.2 통신 프로토콜

본 논문에서 구현한 시스템은 응급상황 발생시 또는 측정된 생체 데이터를 지그비를 통해 전송하게 된다. 그림에서 보여주는 바와 같이 각 센서 모듈과 코디네이터 간의 통신은 IEEE802.15.4의 규약을 따른다. 다음 그림 4는 무선 센서 네트워크의 구성을 나타낸다.

측정된 데이터를 전송하거나 센서를 제어하기 위해서는 교환할 데이터가 정의되어야 한다. 여러 개의 생체 신호 측정센서를 사용하는 경우에는 각 센서를 식별할 수 있도록 식별번호가 필요하며, 전송되는 데이터의 검사를 위한 검중 부분도 포함되어야 한다. 실시간으로 센서에서 측정되는 데이터의 변화를 그대로 수집하고 저장하려면 데이터의 유효성과 패킷 크기를 고려할 때 문제점이 발생할 수 있다. 방대한 양의 데이터에 의해 무선으로 전송되는 패킷의 크기도 커지고 수집된 데이터에서 원하는 정보를 추출하는데도 많은 비용이 발생할 수 있다.

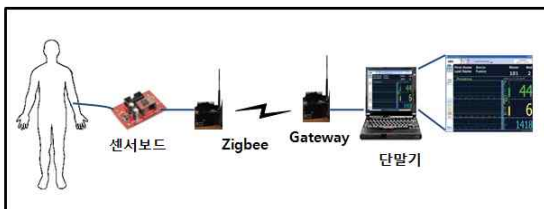


그림 4. 무선 센서네트워크 구성
Fig. 4. Structure of WSN

지그비와의 통신을 위한 프로토콜에 사용되는 패킷을 다음 그림 5와 같은 포맷으로 구성하였다. 패킷의 시작과 끝을 구분하기 위해 0x7E와 같은 특수문자를 사용하고 CRC는 2바이트로 패킷의 마지막에 위치한다. 데이터의 첫 부분에는 패킷의 타입(prot)을 정의하며 목적지 주소, 소스의 주소, 길이(length), 식별자(group), 메시지 타입으로 구성하였다. 패킷의 타입은 ACK가 없는 전송과 ACK가 필요한 전송으로 나누어진다. 길이는 생체 데이터의 길이를 나타내며 식별자가 동일한 것끼리만 통신을 할 수 있다. 패킷의 타입(P. type)

은 측정 센서 모듈을 구분하는데 사용되며, 현재 패킷의 시퀀스(seq), 송신, 수신 아이디, 중계 노드 아이디로 구성된다. 시퀀스는 각 센서데이터의 패킷에 대한 순서정보를 나타낸다.

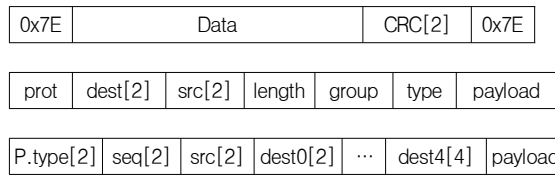


그림 5. 패킷 형태
Fig. 5. Packet Format

2.3 생체신호 수집

본 논문의 시스템 구현은 Zigbex II 센서 노드 위에 TinyOS 2.1 환경에서 작동할 수 있도록 nesc 언어로 설계하고 구현하였다. TinyOS는 무선 센서 네트워크 구현에 공통적으로 사용되는 필수 컴포넌트들을 포함하고 있어 빠르고 간편하게 응용 프로그램을 개발할 수 있다.

센서 네트워크 시스템은 사용자의 건강상태에 대한 정보를 실시간으로 측정하도록 생체정보 측정모듈에 지그비 모듈을 내장하였다. 각 센서 모듈은 ATmega128L, A/D 컨버터, 시리얼 인터페이스 UART, 지그비 RF 트랜시버 CC2420로 구성되며, 운영체제는 TinyOS를 사용하였다. 센서 모듈이 코디네이터로 생체 신호를 전송하는 절차는 다음과 같다. 먼저 측정된 아날로그 생체 신호는 A/D 컨버터에 의하여 디지털 신호로 변환된다. 변환된 신호는 57.6Kbps의 통신 속도로 시리얼 케이블 (RS232c)을 통하여 지그비 모트(mote)의 UART 인터페이스로 전송된다.

심전도(EKG)모듈은 센싱된 파형의 2 byte값을 ADC를 통해 16진수 값으로 변경하여 그 값을 그대로 패킷에 넣어 전송한다. 분당 박동수와 같은 유효한 데이터를 얻기 위해서는, 리시브측에서 패킷을 적절한 대입식이나 조건문이 들어간 알 고리즘에 적용하는 것이 필요하다.

혈중 산소 포화도(SpO2, Saturation of Partial pressure oxyzen) 모듈은 A/D 변환기의 기준전압 VREF을 사용하여 맥박 수치의 측정값을 16진수 값으로 변경하여 센서 모듈에서 패킷으로 전송한다.

혈압 측정은 손목에 기구를 착용하고 측정한다. 저장된 데이터를 전송하는 방식으로 혈압 센서 모듈 안에 저장된 데이터를 전송한다. RF 통신을 통해 코디네이터에 전송하는 명령 송수신 타이밍은 측정을 마치고 10~15초간의 시간 간격 후 전송한다.

표 1. 응급 상황의 판단
Table 1. Parameter of the emergency

데이터	이상 범위	정상 범위
SpO2	≤95 저산소혈증	>95%
HR (Heart Rate)	>100/min tachycardia(빈맥) >150/min paroxysmal tachycardia (발작 빈맥)	60~100/min
BP (Blood Pressure)	>140/90mmHg Hypertension(고혈압) <90/60mmHg Hypotonia(저혈압)	120/80mmHg

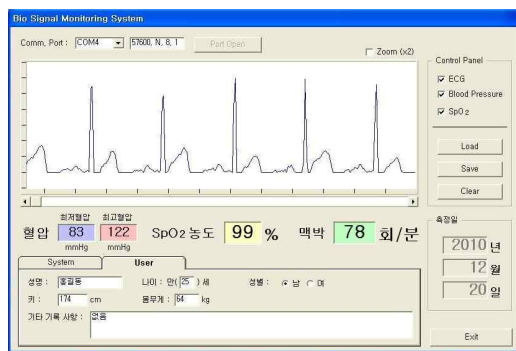


그림 7. u-healthcare 시스템의 모니터링 프로그램
Fig. 7. Monitoring program of u-healthcare system

V. 결론

본 논문에서는 무선 센서네트워크에 기반한 유-헬스 모니터링의 프로토타입을 구현하고 검증하였다. 구현된 시스템에 의해 ECG 파형, 최고/최저 혈압, 맥박 수에 대한 생체 신호 데이터를 얻어 일차적인 모니터링을 수행 할 수 있었다. 측정값 중에서 산소포화도와 심박수에 급격한 이상이 발생하면 서비스 제공자에게 알려 필요한 서비스를 제공받을 수 도 있다.

이 모니터링 시스템은 피검자의 이상 데이터 수집 시에만 서비스 제공자에게 데이터를 전송하므로 모니터링부와 서비스 제공자사이의 무선 데이터 패킷의 부하를 줄일 수 있다. 이와 같은 실시간 생체 신호 모니터링 시스템을 구현함으로써 유-헬스 서비스가 가능하게 되고 의료서비스의 효율성을 향상시킨다.

생체 신호 모니터링으로 일반인이나 환자, 장애인, 노약자는 가정이나 의료기관에서 유무선의 다양한 통신망을 활용한 유-헬스 시스템으로 주기적인 건강 상태를 점검하여 언제 어

디서나 수준 높은 의료 서비스 혜택을 누리게 될 것이다. 아울러 고령화 사회에 진입하면서 고령 인구에게 정보통신 기술을 활용하여 원거리에서 건강 상태에 대한 지속적인 모니터링과 적절한 의료 서비스를 제공함으로써 건강한 노년의 삶의 기반을 마련해 주게 될 것이다.

참고문헌

- [1] S. H. Kim, "Bio-Signal Monitoring Technique for u-Health," Information and Communications Magazine, Vol. 26, No.8, pp. 3-7, 2009.
- [2] J. Y. Shin, "U-Healthcare Service on User Experience," Weekly Trends, National IT Industry Promotion Agency, Vol. 1462, pp. 29-37, 2010.8.
- [3] Hak Jong Lee et al, "Ubiquitous healthcare service using Zigbee and mobile phone for elderly patients," International Journal of Medical Informatics, 78, pp. 193-198, 2009.
- [4] JH Shin, et al "Ubiquitous House and Unconstrained Monitoring Devices for Home Healthcare System," Information Technology Applications in Biomedicine, ITAB 2007. 6th International Special Topic Conference, pp. 201-204, 2007.
- [5] Special Topics on u-Health, Korea Information Processing Society Review, Vol. 15, No.1, 2008.1.
- [6] Se-Jin Oh and Chae-Woo Lee, "u-Healthcare Sensor Grid Gateway for Connecting Wireless Sensor Network and Grid Network," 2008 ICACT, pp. 827-831, Feb, 2008.
- [7] Marco Messina, Frank Kargl et al, "Implementing and Validating an Environmental and Health Monitoring System," Fifth International Conference on Information Technology: New Generations, pp. 994-999, Apr. 2008.
- [8] Insung Jung, and Gi-Nam Wang, "User Pattern Learning Algorithm based MDSS(Medical Decision Support System) Framework under Ubiquitous," International Journal of Computer Science and Engineering 2:2, pp. 71-75, 2008.

- [9] M. S. Sohn, "Wearable Systems for u-Health Service," Electronics and Telecommunications Trends, Vol. 21, No. 3, pp. 117-122, Jun. 2006.
- [10] I. Korhonen, J. Parka, and M.V. Gils, "Health Monitoring in the Home of the Future," IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine, pp.66-73, 2003.

저 자 소개



한 영 환

1989년 2월 :

인하대학교 전자공학과 공학사.

1991년 2월 :

인하대학교 전자공학과 공학석사.

1995년 8월 :

인하대학교 전자공학과 공학박사

1996년 3월 - 현 재 :

상지대학교 컴퓨터정보공학부 교수

관심분야 : 영상처리, 생체 신호처리,

임베디드 시스템

Email : yhhan@sangji.ac.kr

