

센서네트워크 기반 u-Healthcare 시스템

백운숙 · 이봉환 · 방민영 · 황인찬

대전대학교 정보통신공학과

Sensor Network-based u-Healthcare System

Yun-Suk Back · Bong-Hwan Lee · Min-Young Bang · In-Chan Hwang

Department of Information & Commnun. Eng., Daejeon University

E-mail : paicyunsuk@hanmail.net

요 약

최근 유비쿼터스, RFID 및 근거리 무선통신 기술의 발전에 힘입어 의료분야에서도 이러한 기술을 이용하여 원격지에서 환자의 생체 신호와 각종 의료데이터를 무선으로 측정할 수 있는 시스템에 대한 많은 연구가 이루어지고 있다. 본 논문에서는 심전도(ECG), 혈압, 맥박 등의 생체신호 측정센서를 이용한 센서네트워크를 구축하여 u-Healthcare 시스템을 설계하고 구현하였다. 센서노드에서 게이트웨이를 경유한 생체신호는 헬스케어센터로 전송되며, 헬스케어센터에서 분석한 결과에 따라 환자에게 운동요법, 식이요법 등의 정보를 피드백하여 건강관리를 할 수 있게 하였다.

ABSTRACT

Recently, owing to the development of ubiquitous, RFID and local area wireless communication technology, many studies on the system which can measure biomedical signals are being carried out. In this paper, we have designed and implemented an u-Healthcare system based on sensor network using biomedical signal measurement sensors such as ECG, blood pressure, and heartbeats. The biomedical signals from sensor nodes pass through the gateway and are finally transmitted to a healthcare center. The acquired biomedical signals are processed in the healthcare center and the analyzed results are transmitted to the patients to improve patients' health using either kinesitherapy or dietary treatment.

키워드

유비쿼터스(ubiquitous), 헬스케어(healthcare), 센서네트워크(sensor network), 지그비(zigbee)

1. 서 론

유비쿼터스 센서 네트워크(USN : Ubiquitous Sensor Network)란 필요한 모든 곳에 센서를 부착하여 사물의 인식정보를 기본으로 주변의 환경 정보(온도, 습도, 오염정보, 균열정보 등)까지 탐지하고, 이것을 실시간으로 네트워크에 연결하여 정보를 처리하고 관리하는 것을 말한다[1].

우리나라의 65세 이상 인구는 2000년 7.2%로 고령화 사회에 진입하였으며, 2018년에는 14.3%로 고령사회, 2026년에는 20.8%로 초고령사회에 진입할 것으로 전망된다. 현대 사회가 고령화됨에 따라 노인의료비는 2006년 7조 4천억원으로 전체 의료비의 25.9%를 차지하고 있으며, 매년증가 추

세를 보이고 있다[2]. 이러한 상황에 대처하고자, 새로운 의료 패러다임인 u-Healthcare 시대가 전개되고 있다. u-Healthcare는 원격 환자모니터링과 같이 유무선 네트워킹 기술을 활용하여 “언제 어디서나” 이용 가능한 건강관리 및 의료서비스를 지칭한다. u-Healthcare 유형은 병원의 효율성과 편리성 도모를 위한 u-Hospital형, 노인 및 만성질환자의 모니터링을 위한 홈&모바일 헬스케어형, 일반인의 건강증진을 위한 웰니스형으로 대별된다[3]. 그 중에서도 환자 모니터링을 위한 연구가 가장 활발하게 진행되고 있다[4-5].

본 논문에서는 ECG, 혈압, 맥박 등의 센서를 이용한 센서네트워크 기반의 u-Healthcare 시스템을 설계하고 구현하였다.

II. u-Healthcare 시스템

1. u-Healthcare 시스템의 구조

u-Healthcare 시스템은 그림 1에서 보는 바와 같이 센서 네트워크, 게이트웨이, Healthcare 클라이언트 및 Healthcare 센터로 구성된다. Healthcare 센터는 다시 Healthcare 서버, DB 및 웹서버로 구분되어 운영된다. 환자는 센서노드를 몸에 부착하게 되고 센서노드에서 획득된 생체신호는 근거리 무선통신 방식 중 Zigbee 방식으로 맥내의 게이트웨이로 전송된다. 게이트웨이로 전송된 생체 신호 데이터는 게이트웨이 내에 있는 Healthcare 클라이언트를 통해서 Healthcare 서버로 전송되며, 수집된 데이터를 분석하여 환자의 상태를 파악하게 된다. Healthcare 센터에서는 분석된 결과에 따라 식이요법 및 운동요법을 SMS 또는 웹 서버로 전송하여 환자가 언제, 어디서나 자신의 신체 상태를 체크할 수 있도록 하였다.

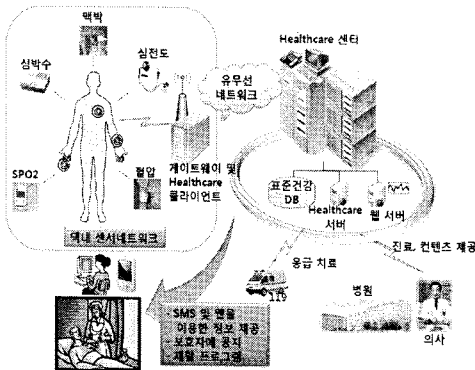


그림 1. u-Healthcare 시스템의 구조

2. 시스템 구현

그림2는 구현된 시스템 구성 요소를 나타낸다.

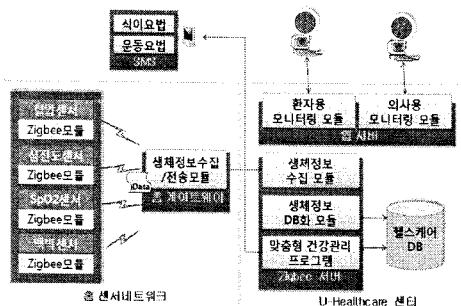


그림 2. 시스템 구성 요소

2.1 센서 노드

센서 종류로는 심전도(ECG), 혈압, 맥박, 심박수(Heart rate), SPO2(산소포화도)를 사용하였으며, 이 센서들은 mote에 장착된다. mote는 Hmote2420 MOTE를 사용하였으며 MSP430 Processor와 CC2420 RF Chip이 장착되어 있다. mote용 운영체제로는 TinyOS 1.x를 사용하였다. TinyOS는 기존의 PC용 또는 임베디드 시스템용 운영체제와 다르게 한번에 하나의 애플리케이션만을 실행한다. 때문에 전원 소모와 메모리 소모가 적다. 프로그래밍 언어로는 컴포넌트 기반의 프로그래밍 언어인 NesC를 사용하였다.

센서노드는 환자의 생체신호를 측정하여 IEEE 802.15.4 기반의 Zigbee 방식을 사용하여 게이트웨이로 전송한다. 센서 노드와 게이트웨이 통신 시 Baud rate은 센서 종류별로 다르다. 혈압, 맥박의 경우 9600, 심전도, 심박수, SPO2 경우는 4800으로 설정하였다.

2.2 게이트웨이 및 Healthcare 클라이언트

게이트웨이는 Hmote 2420이 탑재된 PC로 구현하였으며, 센서노드에서 발생한 데이터를 수집한다. 수집된 데이터는 시리얼인터페이스를 이용하여 접근가능하며, 게이트웨이에 내장된 Healthcare 클라이언트 프로그램이 실행된다. mote용 운영체제인 TinyOS는 Windows 또는 Linux 상에 탑재될 수 있기 때문에 응용 프로그램인 Healthcare 클라이언트는 플랫폼에 독립적인 Java로 구현하였다. Healthcare 클라이언트는 게이트웨이가 수집한 패킷정보를 파일로 저장하고 socket을 이용하여 네트워크를 통해 저장한 파일을 Healthcare 서버로 전송하는 역할을 한다. 그림 3은 Healthcare 클라이언트 프로그램 구동 시 초기화면이다. 클라이언트 실행 시 환자의 인증을 위해 로그인 하도록 되어있으며, 센서노드 종류를 선택하도록 되어있다.

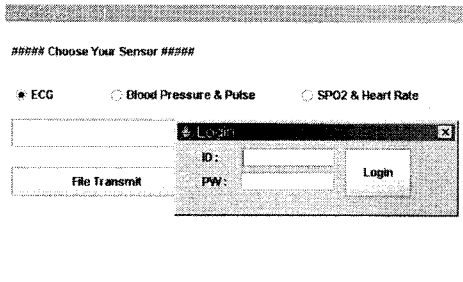


그림 3. Healthcare 클라이언트 구동 화면

2.3 Healthcare 센터

Healthcare 센터는 Healthcare 서버, 웹서버 및 DB로 이루어진다. Healthcare 서버에서는 Healthcare 클라이언트로부터 생체신호 패킷을 수신하여 분석한다. 패킷은 센서 별로 그 길이와 내용이 다르기

때문에 서버에서는 패킷 분석 모듈을 센서마다 따로 구현해야 한다. 분석한 데이터는 헬스케어 DB에 저장되며, ECG와 같은 특수한 신호는 파일로 저장된다. 즉, 클라이언트에서 송신한 패킷은 헤더와 페이로드를 포함하는 16진수로 되어있고 서버에서는 이 가운데 페이로드 부분만 추출하여 십진수 형태의 파일로 저장한다. 환자에게는 생체 신호 데이터를 분석한 결과값의 범위에 따른 표준 병증 분류 및 건강관리 프로그램(식이요법, 운동요법)을 SMS 및 웹을 통해 제공한다.

DB에는 환자의 생체데이터 측정값만 저장되는 것이 아니라 키, 몸무게, 가족력 등 문진 정보 및 주치의 정보도 포함되어 있어 의사와 환자 간에 원활한 커뮤니케이션이 가능하도록 설계하였다. 또한, 관리자, 의사, 환자 간에 레벨을 설정하여 데이터 접근권한을 효율적으로 관리할 수 있도록 하였다.

웹서버는 사용자를 관리자, 의사, 환자로 구분해 각각 역할에 따라 다른 기능을 구현하였다. 표 1은 각 사용자별 제공 서비스를 나타낸다.

표 1. 사용자별 제공 서비스

관리자	<ul style="list-style-type: none"> · 사용자 등록 · 사용자 삭제 · 사용자 권한 부여 · 건강관리 정보 DB 입력
의사	<ul style="list-style-type: none"> · 환자별 문진정보 모니터링 · 환자별 생체신호 모니터링 · 문진정보 및 생체신호 모니터링을 통한 소견서 입력
환자	<ul style="list-style-type: none"> · 문진정보 입력 · 심전도, 혈압, 맥박, 심박수, SPO2 (산소포화도) 모니터링 - 주간, 월간, 연간 · 평균수치 제공 · 비정상적인 데이터 표시 · 표준 건강관리 정보 제공 · 의사별 소견서 관리

3. 성능평가

환자가 Healthcare 클라이언트 프로그램을 실행하면 그림 3과 같이 User Interface가 나타난다. ID와 password를 입력하면 인증된 환자가 맞는지 확인하고 서버와 연결되어 로그인이 된다.

로그인이 되면 환자는 사용할 센서를 부착하고 클라이언트 프로그램에서 사용할 센서를 선택한 후 측정을 시작한다. 측정은 센서에 따라 일정 시간이 소요된다. 혈압과 맥박의 경우 1분 정도의 시간이 소요되며, ECG는 5분정도 기록한다.

센서노드에서는 센싱된 정보를 게이트웨이로

전송한다. 이때 게이트웨이에서 받은 패킷은 16진수 데이터이다(그림4).

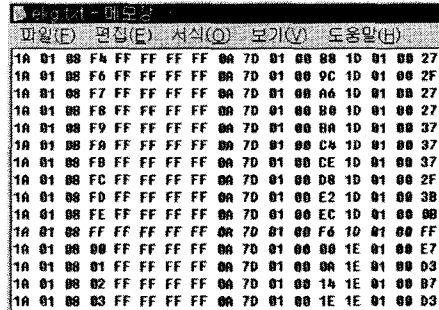


그림 4. 수신한 16진수 패킷 데이터

게이트웨이에서 받은 패킷 데이터는 Healthcare 클라이언트가 파일로 저장하여 환자ID, 센서노드 종류 정보 및 데이터를 네트워크를 통해 Healthcare 서버로 전송한다. Healthcare 서버에서는 전송받은 데이터를 분석하는데 센서종류별로 패킷형식이 다르기 때문에 이에 따른 분석모듈도 달리한다. 분석된 데이터는 DB에 저장되며, ECG와 같이 일정 시간동안 연속적으로 발생하는 데이터는 파일로 저장된다. 또한 분석 시 클라이언트로부터 받았던 16진수 패킷을 헤더와 페이로드 부분으로 분리하여 페이로드 부분만을 따로 10진수화 한다. 그림 5는 16진수 패킷을 분석하여 데이터 부분만 십진수로 변환한 결과이다.



그림 5. 변환된 ECG 센서 데이터

데이터 분석이 끝나면 Healthcare 센터에서는 표준건강관리 프로그램에 따라 환자가 취해야 하는 식이요법, 운동요법 등을 피드백 한다.

또한, 웹 페이지를 통해 환자에게 자신의 건강 상태 모니터링 서비스를 제공한다. 센서 종류별로 모니터링 서비스가 제공되며 주간, 월간, 연간의 데이터를 그래프로 제공한다. ECG 신호는 신호 자체가 연속적인 신호기 때문에 날짜별 모니터링을 제공한다. 그림 6은 환자의 ECG 신호를 모니터링 한 화면이다.

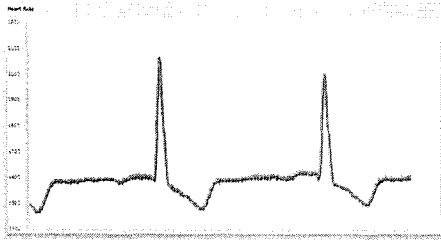


그림 6. ECG 신호 모니터링 화면

한편, 의사에게도 환자 모니터링 서비스가 제공되며, 모든 환자가 아닌 자신의 환자 데이터만 모니터링 할 수 있도록 하였다. 의사는 환자 정보를 모니터링 한 후 그에 따른 소견을 입력할 수 있도록 하였고, 이 소견은 환자가 확인할 수 있다.

III. 결 론

본 논문에서는 센서네트워크 기반의 유비쿼터스 헬스케어 시스템을 설계하고 구현하였다. 구현된 시스템은 센서 노드에서 게이트웨이를 통해 헬스케어 센터로 생체신호를 전송할 수 있어 언제, 어디서나 의료 전문가에게 의료 서비스를 받을 수 있고 자신의 건강상태를 체크하고 관리할 수 있는 시스템이다. 또한 환자와 의사에게 생체 정보 모니터링 서비스를 제공한다.

현재 사용된 센서들은 센서의 정확성 부족이 문제점으로 나타났고 환자의 개입에 의한 센싱등이 불편함으로 나타났지만 향후 센서 관련 기술이 발달하면 이러한 문제점들은 점차 해소될 것으로 보인다.

본 연구에서는 65세 이상의 사망원인 중 각각 2, 3위를 차지하는 뇌혈관 질환, 심혈관계 질환을 대상으로 혈압 및 ECG 센서를 중심으로 연구하였으나 향후 연구 내용으로 혈당 센서를 추가하여 당뇨병도 관리할 수 있는 헬스케어 시스템으로의 확장이 요구된다 하겠다.

Acknowledgement

본 연구는 한국산업기술재단의 지역혁신 인력 양성 사업 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT 연구센터 지원사업 (IITA-2008-C1090-0801-0014)의 연구 결과로 수행되었음.

참고문헌

- [1] D. I. Shin, S. J. Huh, and P. J. Pak, "Patient Monitoring System using Sensor Network Based on the ZigBee Radio," In Proc. of the 6th International Special Topic Conference on Information Technology Applications in Biomedicine, pp.313-315, Nov. 8-11, 2007.
- [2] 통계청, 2007 고령자 통계, pp.2-22, 2007.
- [3] 강성욱, 이성호, u-Health의 경제적 효과와 성장전략, 삼성경제연구소, pp.i-iii, 2007.
- [4] J. Y. Jung and J. W. Lee, "Zigbee Device Access Control and Reliable Data Transmission in Zigbee Based Health Monitoring System," ICACT, pp.795~797, Feb. 2008.
- [5] Toshiyo Tamura, Takahiro Kawada and Masaki Sekine, "The home health care with the ad-hoc network system," SICE, pp.307~310, Sept. 2007.