

# 한방 유비쿼터스 u-Healthcare 시스템

유혜림 · 배준성 · 신은주 · 이봉환

대전대학교 정보통신공학과

lionhr@naver.com

## Oriental Medicine-based Ubiquitous u-Healthcare System

Hye-Rim You, Jun-Sung Bae, Eun-Joo Shin, Bong-Hwan Lee  
Department of Information & Commnun. Eng., Daejeon University

### 요 약

요즘 현대인들의 최우선 관심사라고도 할 수 있는 ‘웰빙(Well-Being)’과 다가올 ‘고령사회’를 대비하여 유무선 네트워킹 기술을 활용하여 “언제 어디서나” 이용 가능한 건강관리 및 의료서비스가 필요하다. u-Healthcare 시스템을 이용하여 개인의 건강상태를 실시간으로 모니터링하고 치료나 관리가 필요한 적절한 시점에 자동으로 조치를 취하기 때문에 개인은 최상의 건강상태를 유지할 수 있고 편리한 한방 의료서비스를 제공받을 수 있다.

본 논문에서는 심전도(ECG), 혈압, 맥박 등의 생체신호 측정센서를 이용한 센서네트워크 기반 u-Healthcare 시스템을 설계하고 구현하였다. 센서노드에서 게이트웨이를 경유한 생체신호는 healthcare센터로 전송되며, 질환별 건강관리 표준 프로그램을 통하여 생체신호를 분석하고 예측된 병증에 관련된 운동요법, 식이요법, 한방요법 등의 정보를 환자에게 피드백하여 건강관리를 할 수 있게 하였다.

### 키워드

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

## I. 서 론

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

u-Healthcare는 원격 환자모니터링과 같이 유무선 네트워킹 기술을 활용하여 “언제 어디서나” 이용 가능한 건강관리 및 의료서비스를 지칭한다. u-Healthcare 시대가 완벽하게 구축된 이상적인 미래사회에서는 개인이 굳이 의료서비스에 대해 인식할 필요 없이, u-Healthcare 서비스 스스로가 개인의 건강상태를 실시간으로 모니터링하고 치료나 관리가 필요한 적절한 시점에 자동으로 조치를 취하기 때문에, 개인은 최상의 건강 상태를 유지할 수 있을 뿐 아니라, 훨씬 더 편리한 의료서비스를 제공받을 수 있다. 또한 현대인들의 최우선 관심사라고도 할 수 있는 ‘웰빙

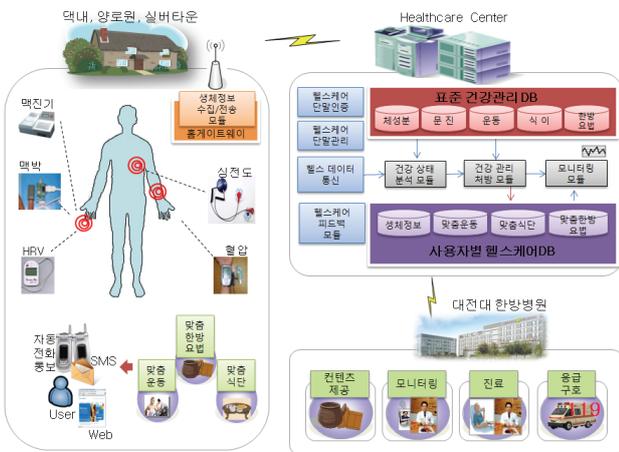
(Well-being)’과 다가올 ‘고령사회’를 대비해서라도 지금과 같은 의료서비스 수준이나 형태는 적절하지 않으며, 관리와 예방에 초점을 둔 좀 더 진일보된 의료서비스의 필요가 절실한 시점이다.

본 논문에서는 ECG, 혈압, 맥박 등의 센서모드를 사용하여 Zigbee 무선 센서네트워크를 구성하였으며, 이를 데이터베이스와 연동하여 센서네트워크 기반의 u-Healthcare 시스템을 설계하고 구현하였다. 센서노드에서 게이트웨이를 경유한 생체신호는 healthcare 센터로 전송되며, healthcare 센터에서 생체 신호를 분석하여 병증에 따라 환자에게 운동요법, 식이요법, 한방요법 등의 정보를 SMS와 웹을 통해 피드백하여 스스로 건강관리를 할 수 있게 하였다.

## II. u-Healthcare 시스템

### 1. u-Healthcare 시스템의 구조

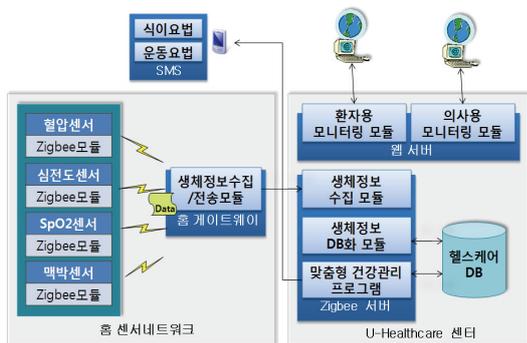
u-Healthcare 시스템은 그림 1에서 보는 바와 같이 센서 네트워크, 게이트웨이, healthcare 센터로 구성된다. Healthcare 센터는 다시 healthcare 서버, DB 및 웹서버로 구분된다. 환자는 센서노드를 몸에 부착하게 되고 센서노드에서 획득된 생체신호는 근거리 무선통신 방식 중 Zigbee 방식으로 맥내의 게이트웨이로 전송된다. 게이트웨이로 전송된 생체 신호 데이터는 healthcare 서버로 전송되며, 수집된 데이터를 분석하여 환자의 상태를 파악하게 된다. Healthcare 센터에서는 분석된 결과에 따라 식이요법, 한방요법 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 HBE-zigbeXII MOTE를 사용하였으며 ATmega128L Processor와 CC2420 RF Chip이

장착되어 있다. mote용 운영체제로는 TinyOS 2.x를 사용하였다. TinyOS는 기존의 PC용 또는 임베디드 시스템용 운영체제와 다르게 한번에 하나의 애플리케이션만을 실행하기 때문에 전원 소모와 메모리 소모가 적다. 프로그래밍 언어로는 컴포넌트 기반의 프로그래밍 언어인 NesC를 사용하였다.

센서 노드간 및 IP 게이트웨이로의 데이터 수집을 위해 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.



ECG SpO2, 맥박 혈압/심박수 (그림 3) 센서노드의 종류

2.2 게이트웨이

게이트웨이는 HBE-Ubi-Box II를 사용하였으며 Marvell PX272 CPU가 장착되어 있다. Embedded Linux Kernel 2.6과 TinyOS2.x가 탑재되어 있으며, 10dBm RF power로 최대 300m통신이 가능하며, ZigbeXII와 호환 가능하여 센서노드에서 발생한 데이터를 수집한다. 수집된 데이터는 시리얼인터페이스를 이용하여 접근가능하며, 게이트웨이에 내장된 healthcare 클라이언트 프로그램이 실행된다. 게이트웨이에 설치된 Embedded Linux OS에 healthcare 클라이언트 프로그램은 C를 이용하여 구현하였다. Healthcare 클라이언트는 게이트웨이가 수집한 패킷 정보를 파일로 저장하고 socket을 이용하여 네트워크를 통해 저장한 파일을 healthcare 서버로 전송하는 역할을 한다.

2.3 Healthcare 센터

Healthcare 센터는 healthcare 서버, 웹서버 및 DB로 이루어진다. Healthcare 서버에서는 게이트웨이로부터 생체 신호 패킷을 수신하여 분석한다. 패킷은 센서 별로 그 길이와 내용이 다르기 때문에 서버에서는 패킷 분석 모듈을 센서마다 따로 구현해야 한다. 분석한 데이터는 healthcare 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.

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, 손님 간에 레벨을 설정하여 데이터 접근권한을 효율적으로 관리할 수 있도록 하였다.

웹서버는 사용자를 관리자, 의사, 환자, 손님으로 구분해 각각 역할에 따라 다른 사용 권한을 부여하였다. 표 1은 각 사용자 그룹 별 사용 권한을 나타낸다.

(표 1) 사용자 그룹 및 사용 권한

|     |   |
|-----|---|
| 관리자 | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 사용자 등록</li> <li>· 사용자 삭제</li> <li>· 사용자 권한 부여</li> <li>· 건강관리 정보 DB 접근 및 수정</li> </ul>   |
| 의사  | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 환자별 문진정보 모니터링</li> <li>· 환자별 생체신호 모니터링</li> <li>· 문진정보 및 생체신호 모니터링을 통한 소견서 입력</li> </ul>   |
| 환자  | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 문진정보 입력</li> <li>· 심전도, 혈압, 맥박, 심박수, SpO2 모니터링 - 주간, 월간, 연간</li> <li>· 평균수치 제공</li> <li>· 비정상적인 데이터 표시</li> <li>· 표준 건강관리 정보 제공</li> <li>· 의사별 소견서 관리</li> </ul> |
| 손님  | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 환자가 지정한 가족, 친지 및 친구들이며 지정된 제한된 정보만 열람 가능</li> </ul>  |

### 2.4 서비스 제공

질환별 건강관리 표준 프로그램을 개발하여 환자의 생체 신호 데이터를 분석하고 예상되는 병증을 예측한다. 혈압신호를 통하여 고혈압과 저혈압을 분류하고, 맥박신호를 이용하여 빈맥과 서맥을 분류한다. 또한, 심전도(ECG) 신호의 R-R 간격을 구하여 부정맥을 판단하고 추가적으로 고가의 심박동변동성(HRV) 장비 없이도 스트레스에 민감하게 반응하는 자율신경계(교감파 부교감신경계)의 균형을 확인 할 수 있다.

질환별 건강관리 표준 프로그램을 이용하여 예측된 병증과 관련한 식이요법, 한방요법, 운동요법 등을 SMS 및 웹을 통해 제공한다. 또한, 의사의 문진정보 및 생체 신호 모니터링을 통한 소견을 이용하여 건강상태를 관리 할 수 있다.

### 3. 성능평가

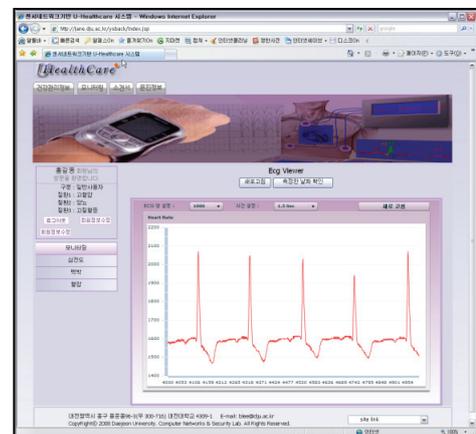
환자는 사용할 센서를 부착하고 측정을 시작한다. 측정은 센서에 따라 일정 시간이 소요된다. 혈압과 맥박의 경

우 1분 정도의 시간이 소요되며, ECG는 5분정도 기록한다.

센서노드에서는 센싱된 정보를 게이트웨이로 전송하며, 게이트웨이에서 받은 패킷은 16진수 데이터이다. 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 달라진다. 분석된 데이터는 DB에 저장되며, ECG와 같이 일정 시간 동안 연속적으로 발생하는 데이터는 파일로 저장된다. 또한 분석 시 클라이언트로부터 받았던 16진수 패킷을 헤더와 페이로드부분으로 분리하여 페이로드 부분만을 따로 10진수화 한다.

데이터 분석이 끝나면 healthcare 센터에서는 질환별 표준건강관리 프로그램을 이용하여 병증을 예측하고 이에 따라 환자가 취해야 하는 한방요법, 식이요법, 운동요법 등을 피드백 한다.

또한, 웹 페이지를 통해 환자에게 자신의 건강상태 모니터링 서비스를 제공한다. 센서 종류별로 모니터링 서비스가 제공되며 주간, 월간, 연간의 데이터를 그래프로 제공한다. ECG 신호는 신호 자체가 연속적인 신호이기 때문에 날짜별 모니터링을 제공한다. 그림 4는 환자의 ECG 신호를 모니터링 한 화면이며, 그림 5는 SMS를 통해 피드백을 받은 화면이다.



(그림 4) ECG 신호 모니터링 화면



(그림 5) SMS를 통한 피드백

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 healthcare 시스템을 설계하고 구현하였다. 구현된 시스템은 Zigbee기반 센서 노드에서 게이트웨이를 통해 healthcare 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 모니터링과 질환별 건강관리를 할 수 있도록 한방요법, 식이요법, 운동요법을 제공한다. 이로써, 가정이나 실버케어센터에서 유비쿼터스 센서 기반의 생체 신호 획득 및 처리 기술을 사용하므로 편리성을 제공하고 내원 시간 절약 및 의료비를 절감 시킬 수 있다.

택내에 위치하는 USN 센서 네트워크 및 게이트웨이는 센서의 종류에 따라 헬스케어 뿐 아니라 노인의 이동성 감시, 환경 재해 감지, 건축물 감시 등 다양한 분야에서 활용이 가능하다. 또한, 개발된 파일 전송에의 암호화기술, 생체데이터 보호 관련 기술, 역할 기반 사용자 접근 제어 기법 등 주요 기능을 모듈화하여 관련 제품에 유연하게 사용 가능하다.

실험에 사용된 센서들은 센서의 정확성 부족이 문제점으로 나타났고 환자의 개입에 의한 센싱이 불편함으로 나타났다지만 향후 센서 관련 기술이 발달하면 이러한 문제점들은 점차 해소될 것으로 보인다.

### Acknowledgement

본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술진흥원의 지역 혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임.

### 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 th ad-hoc network system," SICE, pp.307~310, Sept. 2007.

[6] 백윤숙, 이봉환, 방민영, 황인찬, 센서네트워크 기반 u-Healthcare 시스템, 한국해양정보통신학회, 2008