

유비쿼터스 헬스 케어 시스템의 설계 및 구현

김정원*

*신라대학교

Design and Implementation of a ubiquitous health care system

Jeong-won Kim*

*Silla University

E-mail : jwkim@silla.ac.kr

요 약

본 논문에서는 언제 어디서나 환자의 건강상태를 체크할 수 있는 유비쿼터스 헬스 케어 시스템을 구현하였다. 구현된 시스템은 front-end와 back-end로 구성되는데 front-end에는 온도, 습도, 조도 등 환경 센서 그룹과 혈압, 심전도, 맥박 등의 헬스 센서 그룹, 센싱 자료를 유무선으로 전달하는 게이트웨이, 환자를 인식하는 RFID 리더기로 구성된다. back-end 로는 측정데이터를 전달하는 포워드, 측정 결과를 모니터링 할 수 있는 모니터 프로그램, 개인별 측정값을 저장하는 의료 정보 수집 서버로 구성된다. 구현된 센서 노드는 지그비(Zigbee) 프로토콜을 통하여 센서 네트워크를 구성하며 초소형 보드에 적합한 TinyOS가 내장되어 있다. 자료 전달을 위한 게이트웨이는 무선 리눅스 단말기로 구성되어 서버로 무선 랜을 통하여 센싱된 정보를 실시간으로 전송한다. 또한 의료 정보 수집 서버는 단말기에서 얻은 데이터를 저장 관리하며 긴급 상황 발생 시 연계된 의료진에게 환자의 상태를 보고하도록 설계되었다. 실험 결과 지그비 통신 프로토콜을 이용한 센서 네트워크를 통하여 유비쿼터스 헬스 케어 시스템이 구현 가능함을 확인하였다.

ABSTRACT

In this paper, we have implemented a ubiquitous healthcare system that can measure and check human's health in anytime and anywhere. The implemented prototype are composed of both front-end and back-end. The front-end have several groups: environment sensor group such as temperature, humidity, photo, voice sensor, health sensor group such as blood pressure, heart beat, electrocardiogram, spo2 sensor, gateway for wired/wireless communication, and RFID reader to identify personal. The back-end has a serial forwarder to propagate measurement results, monitor program, and medical information server. The implemented sensor node constructs a sensor network using the Zigbee protocol and is ported the TinyOS. The data gathering base node is linux-based terminal that can transfer a sensed medial data through wireless LAN. And, the medical information server stores the processed medical data and can promptly notify the urgent status to the connected medical team. Through our experiments, we've confirmed the possibility of ubiquitous healthcare system based on sensor network using the Zigbee.

키워드

sensor network, healthcare, ubiquitous

1. 서 론

u-헬스 서비스를 목적으로 질병 스크리닝 센서 등 요소기술들이 개발이 전세계적으로 활발하게 진행되고 있으며, 현재 실용화된 서비스는 주로 맥박, 심전도 등 기본적인 vital sign에 근거하고 있으나 요소기술들이 개발되면 u-헬스 서비스의 기능이 확대되고 시장형성에 기폭적인 역할을 할 것이다. 또한 라이프케어 서비스를

위한 핵심 요소 기술인 혈중성분 감지 센서기술, 환경성분 감지 기술, 생체신호 분석 기술, 행위추적기반 일상 생활관리기술 등에서 IT가 활발하게 접목되어 연구가 진행 중에 있다[1,2,3,4]. 라이프케어 요소기술 중, 바이오센서 기술의 나노 기술 융합 분야는 세계적으로 미국의 Harvard대학, Nanomix 및 유럽의 Delft 대학 등에서 활발히 수행하는 연구주제이나 아직은 기초연구 수준의 단계이며 CMOS 공정 기반의 nano-FET 기술은

비표지식, 전기식 실시간 고감도 검출이 요구되는 나노 바이오센서의 실용화에 유리하므로 실리콘 나노채널 공정, 실리콘 표면 화학처리, 신호검출 및 구동 처리 등의 체계적인 연구가 필요하다[5,6]. 본 논문에서는 이 USN(Ubiquitous sensor network) 상에서 의료 서비스를 제공하는 유비쿼터스 헬스케어 시스템을 설계하고 가정에서 응용할 수 있는 프로토타입 수준의 시스템을 개발하였다. u-Healthcare 응용에는 환자의 몸에 착용하여 심장박동수나 산소포화심전도를 체크하는 생체신호 감지하여 이상 발생시 센서 네트워크를 통하여 의료진에게 통보하는 생체신호 감지응용, 노인들의 옷에 위치추적배지를 부착하여 노인의 위치나 건강의 이상유무를 체크하는 노인 보호 응용 등 다양한 응용이 소개되고 있다.

본 연구에서는 기존의 연구들을 통합하여 가정에서 u-헬스케어를 서비스할 수 있는 프로토타입 시스템을 구현하였다. 구현된 프로토타입은 크게 두 가지 구성요소로 이루어지는데 인체의 헬스 정보를 센싱하여 센서 네트워크를 통하여 게이트웨이로 전송하고, 센서네트워크에서 전송된 정보를 유무선으로 전송하는 게이트웨이로 구성된 front-end, 전송된 인체의 의료 정보를 모니터링, 관리 및 저장하여 긴급 상황 발생시 의료진에게 통보하는 의료정보수집 서버의 back-end로 구성된다. 헬스케어 관련 측정 노드는 TinyOS[8]를 탑재한 초소형 노드이며 지그비 프로토콜을 통하여 다른 노드와 센서 네트워크를 형성하며 헬스관련 데이터 값을 전송한다. 그리고 게이트웨이는 각 건물이나 센서 네트워크를 구축하고자 하는 구역에 설치되어 센서 네트워크를 유무선으로 전송하는 게이트웨이로서의 역할을 수행하도록 구축되었다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 유비쿼터 헬스케어 시스템의 구조를 소개하고 3장에서는 구현된 시스템의 구성요소로서 측정 센서 노드 및 베이스 노드, 게이트웨이, 모니터의 구현을 소개하며, 4장에서는 실험 결과를 설명하며 5장에서 결론을 제시한다.

II. 본 론

본 논문에서 구현한 u-헬스케어 시스템의 구조를 설명한다. 의료서비스사용자는 신체에 센서 모듈을 장착하고 있어 언제든지 자신의 신체 상태를 모니터링될 수 있어 긴급 상황이나 정기적인 신체 상태를 무선으로 센서네트워크로 전송한다. 이 전송된 데이터는 베이스노드가 취합하여 의료정보처리 서버로 전송된다. 이 서버에서는 다양한 센서로부터 수집된 데이터를 기반으로 의료서비스사용자의 상태를 판단하고 긴급 상황시 의료진에게 관련 내용을 전송하여 의료서비스를 받을 수 있도록 한다. 시스템 개발은 frontend, backend의 두 부분으로 나눌 수 있다. frontend에서는 지그비를 이용한 무선 센서네트워크 기술 개발을 개발하고 센서네트워크용 베이스 노드, 즉 임베디드시스템 개발하며 온도, 심박동 등 환자의

상태를 무선 센서네트워크로 전송하는 센서모듈 개발하였다. Backend 에서는 의료정보처리 서버를 구축하여 수집된 데이터를 기반으로 환자의 상태 파악하고 현재 의료서비스사용자의 위치 추적하며 의료진과 서버를 실시간 연결 서비스 제공할 수 있도록 하였다.

III. 헬스케어 센서 노드, 게이트웨이, 모니터의 구현

(1) 헬스케어 센서 노드

센서노드는 센서와 센서에서 읽은 데이터를 게이트웨이로 전송하는 센서노드로 구성되는데 본 연구에서는 버클리대학에서 배포한 센서 노드용 운영체제인 tinyOS 및 telos 플랫폼[7,8]에 기반하여 센서 노드가 제작되었다. telos 플랫폼은 TIMSP430 마이크로컨트롤러와 Chipcon2420 RF가 탑재된 센서노드 플랫폼으로 저전력, 지그비(IEEE 802.15.4)기반의 표준을 지원한다. 설치된 운영체제는 tinyOS 1.x 버전이며 NesC에 의하여 응용프로그램이 개발되었다. 본 논문에서는 대표적으로 심전도, SpO2 센서노드의 구현에 대하여 아래에서 소개한다.

가. 심전도 센서노드

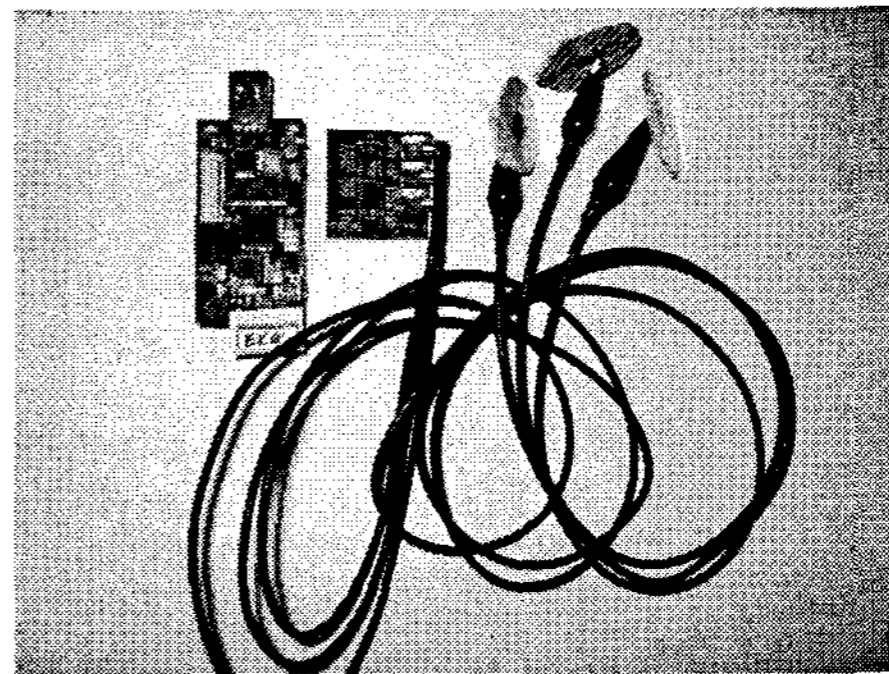


그림 1. 심전도측정 센서

그림 1은 심전도 센서노드의 사진이다. 이 센서는 심전도측정 노드에 부착되어 시리얼 통신으로 협압데이터를 수집하여 게이트웨이로 전송하는 역할을 담당한다. 이 노드에는 Atmega 128L 8bit MCU가 장착되어 있고 RF는 Chipcon CC2420 2.4GHz 가 장착되어 지그비 통신 링크를 제공한다.

본 연구에서는 가정에서 간이로 EKG를 측정할 수 있는 센서를 부착하여 의료진에게 그 결과를 전달 할 수 있도록 하였다[7]. EKG 파형은 좌우 심방의 순차적 활동을 보여주는 P파, 좌우 심실의 전기적 자극을 보여주는 QRS 파, 그리고 S 파형 다음에 나타나는 T 파가 있는 본 연구에서 사용된 센서는 P파를 간단히 보여 준다. 그림 2는 본 연구에서 사용된 센서의 부착 위치를 그림으로 보여 준다. P1은 좌심방, P2 우심방쪽, 그리고 P3 는 GND 용으로 부착된다.

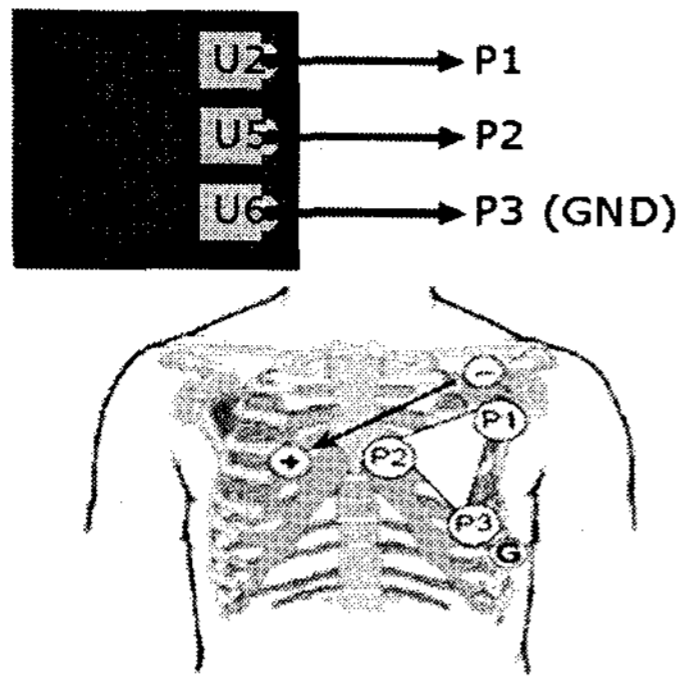


그림 2. 심전도 측정 프로브 부착위치[7]

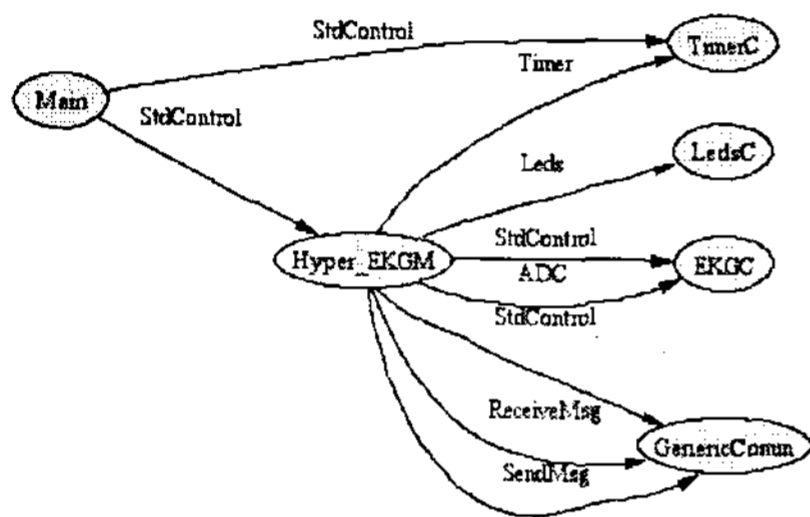


그림 3. EKG 센서 이벤트 다이어그램

그림 3은 EKG 센서 노드가 동작하는 이벤트 그래프이다. 그림에서 보듯이 Hyper_EKGM 컴포넌트는 타이머, LED, ADC, UART2, GenericComm, 그리고 EKGC 컴포넌트와 연결되어 있다. 타이머는 소리 값을 주기적으로 샘플링하기 위하여 연결하며, LED 센서 노드에 부착된 LED 점멸로 데이터 통신 상태 및 디버깅 목적으로 연결하였다. 또한 ADC는 아날로그로 획득한 측정값을 디지털로 변환하기 위하여 연결하였으며 GenericComm 은 RF 또는 시리얼로 센싱된 데이터 값을 센서노드 또는 베이스 노드로 전송하기 위하여 연결하였다. EKGC 컴포넌트의 경우는 측정값을 직접 센싱하는 센서노드의 값을 ADC에 전달하기 위하여 Hyper_EKGM 컴포넌트에 연결되었다.

나. 혈중산소농도 센서노드

SpO2 센서는 포화산소농도와 맥박(pulse rate)을 측정할 수 있다. 본 연구에서는 그림 4와 같이 BCI에서 개발한 센서를 사용하고 있는데 저전력과 신속한 측정이 가능하다. 동작의 개요는 다음과 같다. 센서는 포화산소농도와 맥박을 측정하기 위하여 두 가지 종류의 빛을 손가락에 투사한다. red(660nm, 2.0mW)와 infrared(905nm, 2.0-2.4mW)를 인체 조직에 투사하면 반사되는 신호의 세기는 신체 조직의 컬러와 두께, 센서의 위치, 빛의 강도, 신체내의 동맥과 정맥의 흡수율 등에 의존한다. 따라서 이 센서는 반사되는 빛의 세기로부터

시간 의존적 요인과 시간 비의존적 요소를 기준으로 SpO2와 맥박 값을 측정하게 된다.

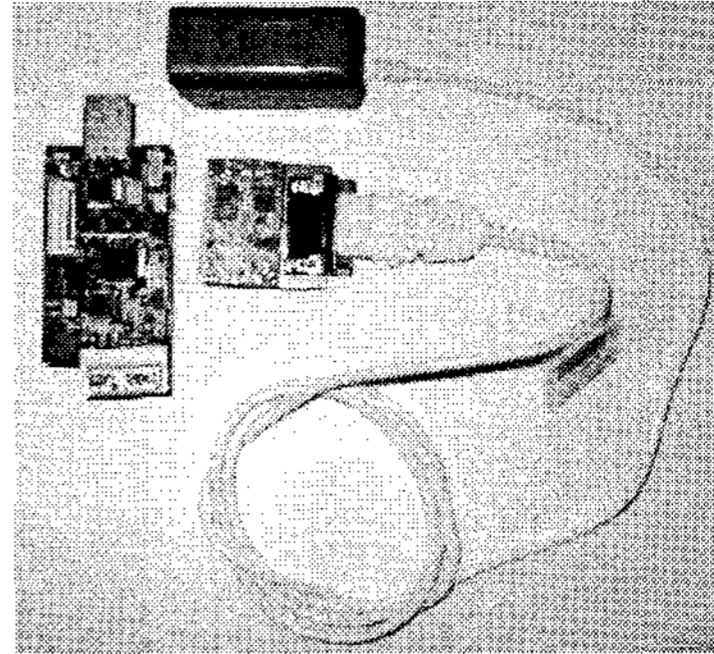


그림 4. SpO2 센서 노드

(2) 헬스 케어 모니터

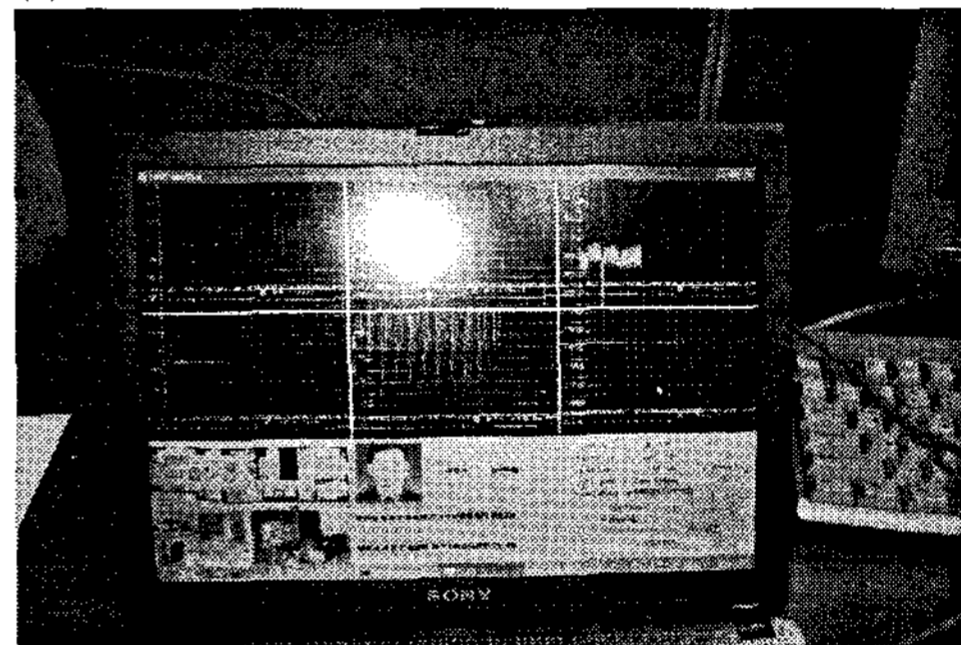


그림 5. 헬스 케어 모니터

그림 5는 헬스 케어 모니터로서 헬스 케어 대상자의 생활환경이나 다양한 헬스 상태를 모니터링하는 응용프로그램이다. 이 프로그램은 서비스 제공자 또는 사용자가 직접 접속하여 현재의 상태를 모니터링할 수 있다. 프로그램은 자바 언어로 개발되었으며 서버의 데이터 베이스와 연동하여 각종 정보를 양방향으로 입출력이 가능하며 의료진에게 연결되어 각종 정보를 전달 할 수 있다.

센서 노드 센싱 그래프는 온도, 습도, 조도, 소리, 맥박, 혈압, 심전도 등 센서 노드가 측정한 데이터를 실시간으로 보여주는 그래프이다. 이 그래프에 표시된 내용은 자동적으로 서버의 데이터베이스에 저장되어 진다. 집안의 내부 구조는 헬스 케어 서비스 사업자 등이 헬스 케어 대상자의 집 구조를 파악하여 다양한 홈 네트워크 서비스를 제공하고 긴급 상황 발생시 현재의 환자 위치를 파악할 수 있으며, 또한 서비스 사업자가 센서 노드 설치 위치를 파악하는데 이용될 수 있다. 헬스 케어 대상자 신상 정보 창에는 사진, 성명, 주소지, 전화번호 등의 정보가 보여진다. 이것은 헬스 케어 대상자가 지니고 있는 RFID 태그를 집안에 설치된 리더기를 갖다대면 서버에서 자동적으로 인식하여 신상 정보 창에 디스플레이된다. 그래프 기능창은 센서 그래프창에 표시되는 방식을 조절할 수 있는데 줌, 센싱값의 파일 저장, 기존 값 로딩, 데이터값을 핵

사 값으로 표시, 스크롤 기능 등이 제공된다.

IV. 실험 결과

(1) 통합시스템 구현 환경

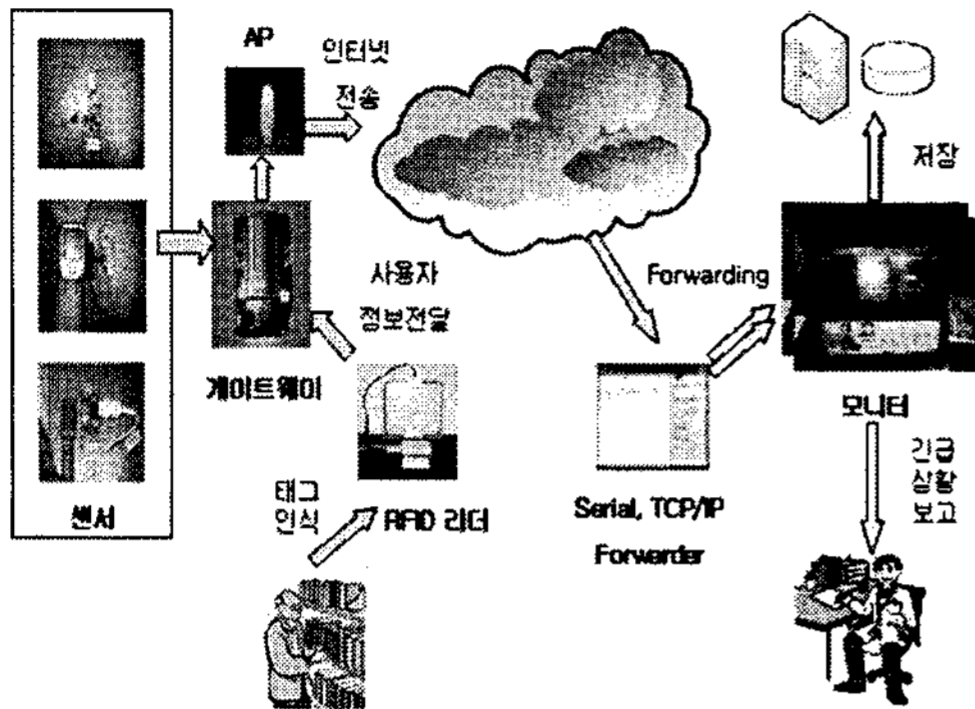


그림 6. 시스템 환경

그림 6은 가정에서 사용할 수 있는 u-헬스케어 구현 환경을 보여준다. 통합 시스템은 크게 front-end, 유무선 통신 환경, 그리고 back-end로 구성된다. front-end에서는 개인의 인식, 개인의 헬스 정보 센싱, 그리고 back-end 로의 전송을 담당하고, back-end 에서는 서비스 제공자에 의해 개인별 헬스 정보 모니터링, 데이터베이스화, 그리고 긴급상황 발생시 의료진에게 메시지 전송의 기능을 담당한다. 센싱 그룹에는 온도, 습도, 조도, 소리등 가정의 환경을 센싱하는 센서들과 혈압, 맥박, 심전도등 헬스 정보를 센싱하는 그룹이 있다. 개인의 인식을 위해서 RFID 리더기가 사용되는데 본 연구에서는 13.57MHz의 접촉식 태그가 사용되었다. 게이트웨이는 리눅스기반의 무선 단말기로서 베이스노드에서 받은 센서 데이터를 무선으로 AP로 전송하고 AP는 인터넷에 연결되어 있으므로 센싱 결과를 의료정보 서버로 실시간 전송할 수 있다. 본 연구에서는 TinyOS 연구그룹에서 제공하는 시리얼 포워드 프로그램을 통하여 센싱될 결과를 다수의 모니터로 보낼 수 있도록 하였다. 모니터링 소프트웨어는 현재의 측정값을 감시하고 데이터베이스에 측정값을 저장할 수 있도록 구성하였다. 의료진에서 긴급 메시지 전송은 센싱결과 의학적 판단이 필요하므로 본 향후 연구 과제로 남겨두었다.

(2) 측정 과정

센서에서 게이트웨이를 거쳐 서버로 헬스 데이터의 전송 과정은 다음과 같다.

- ① 각종 센서 보드의 전원을 On 시킨다.
- ② 측정을 시작하면 센싱 값이 표시된다.
- ③ 센서 종류에 따라 종료 버튼을 누른다.
- ④ 맥박 센서의 경우 전원을 길게 누르면 데이터 전송이 시작된다.
- ⑤ 센서 보드로 데이터가 전송된다.

- ⑥ 센서 보드는 게이트웨이로 데이터를 전송한다.
- ⑦ 게이트웨이는 서버로 무선으로 심전도 데이터를 전송한다.
- ⑧ 모니터링 소프트웨어는 측정된 심전도 값을 디스플레이 한다.
- ⑨ 서버는 데이터베이스에 측정결과를 저장하고 긴급상황 발생시 의료진에게 메시지를 전달한다.

V. 결 론

본 논문에서는 유비쿼터스 헬스 케어를 위한 프로토타입 수준의 시스템을 개발하였다. 구현된 시스템은 지그비 통신 프로토콜 기반으로 데이터를 전송하며 각 센서 노드에는 TinyOS가 장착되어 이벤트를 처리하며 임베디드 리눅스가 탑재된 게이트웨이는 무선 통신으로 의료정보를 실시간으로 전송할 수 있어 언제, 어디서나 의료정보를 의료전문가에게 전달할 수 있어 위험 상황이나 주기적 건강을 보고할 수 있는 시스템이다. 향후 연구로는 프로토타입 수준인 현재 시스템을 안정화하는 것과 CDMA 모듈을 통한 실시간 전송, 그리고 의료진과 연계한 메시징 시스템을 개발하는 것이다.

참고문헌

- [1] 이은경, "유비쿼터스 컴퓨팅 관련 프로젝트", ETRI, 2003년 3월.
- [2] M. Takemoto 외 5명, "The ubiquitous service-oriented network(USON)", IEEE, pp17-21, Sept.2002.
- [3] M. Takemoto 외 2명, "Service elements and service templates for adaptive service composition in a ubiquitous computing environment", IEEE Vol.1, pp335-338, Sept. 2003.
- [4] M. Takemoto 외 4명, "A Service-Composition and service-Emergence Framework for ubiquitous computing environment", IEEE, Jan. 2004.
- [5] 박광석, "Ubiquitous Healthcare의 소개", International ubiquitous-healthcare conference, 서울.
- [6] 장선호, 이민경, 김재준, "유비쿼터스 센서 응용 서비스 및 개발동향", 2005.
- [7] <http://www.hybus.net>
- [8] <http://www.tinyos.net>