

논문 2006-43TC-11-3

# 서비스 통합 시스템에서 지그비를 이용한 유비쿼터스 헬스케어 시스템의 설계 및 구현

(Design and Implementation of U-healthcare system with zigbee in service integration system)

장 문 석\*, 신 광 식\*, 정 진 하\*, 이 양 희\*\*, 심 재 홍\*\*, 이 응 혁\*\*\*, 최 상 방\*\*\*

(Mun-Suck Jang, Kwang-Sik Shin, Jin-Ha Cheong, Yang-Hee Yee, Jae-Hong Shim, Eung-Hyuk Lee, and Sang-Bang Choi)

## 요 약

본 논문에서는 서비스 통합 모델에 적용할 수 있는 유비쿼터스 헬스케어 시스템을 설계한다. 이것은 맥내 및 맥외에서 사용자의 체지방, 혈압, 운동량, SPO2의 건강정보를 측정하기 위한 센서 모듈과 데이터 수집 장치로 무선 센서 네트워크를 구성하였고, 사용자의 인증과 보안, VOD 서비스 등과의 연동을 위해 서비스 통합 서버를 구성하였고, 사용자의 건강정보를 실시간으로 수집, 진단하여 사용자의 건강 상태나 위급 상황을 의사나 보호자에게 알리도록 하는 헬스케어 서버를 구성하여 헬스케어 시스템을 구현하였다.

## Abstract

In this paper, we implement a U-healthcare system that can be applied to a service integration system. This system consists of a wireless network system, a sensor module, and a integration server. The wireless network system collects data and the sensor module measures body fat, blood pressure, quantity of exercise, and SPO2. The server integrates user certification, security service and VOD service and collects user health information in real-time, and sends the data in case of emergency to a doctor or guardian.

**Keywords :** U-healthcare, Service integrated system, Wireless sensor network, Zigbee, Mobile

## I. 서 론

‘Ubiquitous Healthcare(U-Healthcare)’는 사용자가 시간 장소에 구애받지 않고 무선 인터넷등을 통해 자신의 건강 상태를 체크하고, 신속하고 적절하게 대처할 수 있도록 한 시스템을 말한다. 이를 위해 하나의 센서

로 환자의 모든 건강 상태를 측정하는 것보다 복수개의 센서를 사용해 환자의 신체에 부착하여 환자의 상태를 정밀하게 측정할 필요가 있으며, 센서들에 의해 측정된 자료들을 서로 융합하고 필터링하여 환자의 상태를 판단하는데 사용하여야 한다. 휴대 진단기기는 의료인, 환자, 정상인 등이 휴대 또는 착용하여 가정, 사무실 등 주거환경에 소형화된 의료기기를 이동, 내장시킨 것으로 항상 건강 상태 또는 질병을 감시하여 위험 상황을 예측, 통지 할 수 있고, 응급 상황 발생시 구조를 요청하기 위한 시스템이다. 본 논문에서는 사용자의 건강 정보 및 진단 정보를 측정하기 위해 휴대형 진단기기에 대해 연구하였고, 데이터를 휴대 단말기나 개인 홈 서버와 연동하기 위한 프로토콜을 개발하여 무선 센서 네트워크 시스템을 구성하였다. 그리고 사용자의 인증과

\* 학생회원, \*\*\*\* 정회원, 인하대학교 전자공학과  
(Dept. of Electronic Engineering, Inha University)

\*\* 정회원, 한국산업기술대학교 메카트로닉스 공학과  
(Dept. of Mechatronics Engineering, Korea Polytechnic University)

\*\*\* 정회원, 한국산업기술대학교 전자공학과  
(Dept. of Electronic Engineering, Korea Polytechnic University)

접수일자: 2006년10월10일, 수정완료일: 2006년11월18일



로 사용하여 무선 센서 네트워크를 구성하였다. 이것은 IEEE 802.15.4의 통신 규약을 가지도록 하였으며, 휴대 단말기를 통해 응용 서비스 서버와 연동하도록 하였다.

1. 생체 모듈

가. 운동량 측정 & SPO2 측정 센서 모듈

운동량 측정 모듈은 사용자의 걸음 수를 측정하여 걸음 수에 대한 거리, 그리고 칼로리 소비량 등을 계산하여 보여주는 측정 모듈이다. 걸음 수를 측정하는 방법은 가장 많이 사용되고 있는 방법 중의 하나인 추를 사용하였다. 추의 상하 움직임으로 사용자의 걸음수와 조깅 때의 걸음수를 측정한 후 이동 거리(M), 마일당 칼로리(MC), 칼로리 소비량(CC)를 계산하였다. 여기에서 W는 몸무게, P는 걸음수, H는 신장, JC는 조깅 중 칼로리 소비량, JP는 조깅 걸음수를 나타낸다.

$$CC = MC \times M \times 0.00006213 \tag{1}$$

$$MC = 3.7103 + 0.2678 \times W + [0.0359 \times (P \times 60 \times 0.0006213)^2] \times W \tag{2}$$

$$M = \frac{(H - 100) \times P}{100} \tag{3}$$

$$JC = \frac{33.3 + 0.178 \times (JP - 150) \times W}{100} \tag{4}$$

걸음과 조깅의 차이는 측정된 신호가 1분 동안에 150일 때를 기준으로 분류하는 것으로 했으며, 측정신호를 걸음수와 조깅수로 나누어 측정함으로써 보다 정확한 칼로리 소비량을 산출하도록 하였다.

나. 혈압 측정 센서 모듈

혈압(Blood Pressure)이란 인체의 동맥 혈관에 흐르는 혈액이 심장의 펌프동작으로 인해혈관 벽에 가해지는 압력을 말한다. 심장은 주기적으로 수축과 이완을 되풀이하면서 혈액을 보내므로 혈압은 한 번의 맥박마다 최고값(수축기혈압)과 최저값(이완기 혈압)이 있으며, 둘을 함께 표기한다. 혈압의 단위는 mmHg을 사용한다. 표 1은 정상 혈압과, 고혈압, 저혈압의 분류를 나타낸 것이다.

혈압의 측정 방식에는 IBP(Invasive Blood Pressure)와 NIBP(Noninvasive Blood Pressure)가 있다. IBP는 혈압을 측정해야 할 곳에 카테터를 통해 압력 센서를

표 1. 혈압의 분류

Table 1. Classification of Blood Pressure.

혈압 상태	수축기	이완기
저혈압	100이하	60이하
정상혈압	129이하	84이하
높은 혈압	130-139	85-89
고혈압	1단계	140-159
	2단계	160-179
	3단계	180이상
		90-99
		100-109
		110이상

삽입해 측정하거나 바늘을 찔러 넣고 관을 통해 연결된 압력 센서에서 측정하는 방식이다. 이 방법은 침습적(invasive)이기 때문에 중환자 감시나, 수술 등 특별한 상황에서 쓰이고 단순히 혈압을 측정하는 용도로 사용하지 않는다. NIBP는 팔뚝에 커프를 감고 어느 정도 이상의 압력을 가하면 혈액이 흐르지 않게 된다. 그리고 서서히 압력을 낮추면 혈관이 납작해져서 좁아진 부위의 하류에 난류가 흐르고 혈관 벽을 진동시키는데 이때를 감지하는 것을 수축기 혈압이라고 한다. 그리고 혈관이 정상 크기를 되찾으면 난류가 발생하지 않고 진동을 감지하지 못하게 될 때를 이완기 혈압이라고 한다.

본 연구에서는 혈압을 측정하기 위해서 NIBP 방식을 이용하였으며, 사용된 센서는 벨로우즈 압력센서를 사용하여 압력을 측정하였다.

다. 체지방 측정 센서 모듈

체지방을 측정하기 위한 방법으로는 여러 가지가 있지만 신체 부위별 측정이 가능하고, 사용하기 편리한 이점을 가지는 근적외선 측정법이 주로 사용된다. 근적외선 방법은 근적외선 측정법은 700nm에서 1100nm까지의 파장 영역을 가진 광원을 이용하여 피부에 조사된 적외선의 분산 정도를 측정하여 체지방량을 측정하는 방법이다.

2. Zigbee 무선 센서 네트워크

헬스케어 시스템에서의 무선 네트워크 기술은 환자의 건강 상태를 손쉽게 측정하여 사후검사, 중복검사 등을 줄여 비용 감소와 동시에 환자 개개인에 대한 맞춤형 서비스 제공, 원격 진료등 서비스 고도화에 필요한 핵심 기술이다. 이러한 시스템을 구현하기 위해 본 논문에서는 지그비 무선 센서 네트워크 시스템을 구현하였다.

지그비는 IEEE 802.15.4 MAC Layer와 PHY Layer를 제공하고, Networking Layer는 자체적으로 네트워

크 연결 및 라우팅을 알아내는 Ad-Hoc 방식을 이용한다. 그리고 응용 계층(application layer)는 메시지 교환과 특별한 산업적 프로파일을 제공하고, 보안은 MAC과 Network, Application Layer에서 AES-128 (Advanced Encryption Standard)과 Key Management를 사용한다<sup>[10]</sup>.

### 3. 휴대 단말기

헬스 케어 시스템에서 휴대 단말기는 생체 모듈에서 생체 데이터를 수집한 후, 데이터를 분석하거나 헬스케어 서버로 데이터를 전송하는 역할을 한다. 생체 모듈과 지그비 통신을 하기 위해서 휴대 단말기에 지그비 모듈을 장착을 해서 본 논문에서 제안하는 프로토콜을 이용하여 구현하였다. 헬스케어 단말기 응용프로그램은 다음과 같은 5가지 기능을 가진다.

- 접속 : 생체 모듈의 연결을 확인.
- 데이터 전송 : 생체 모듈에서 데이터를 요청
- DB 보기 : 저장된 데이터를 확인
- 서버 전송 : 수집된 데이터를 서버로 전송
- 설정 : 사용자 정보와 서버의 정보 저장.

### 4. 서비스 통합 서버와 헬스케어 서버

휴대 단말기에서 생체 정보를 저장한 후 헬스케어 서버로 전송하여 사용자의 건강 상태나 위급 상황을 의사나 보호자에게 SMS 문자로 알리도록 하는 서비스를 구현 하는 것이 유비쿼터스 헬스케어 시스템을 구성하는 것이다. 서버의 구성은 사용자의 인증과 보안, VOD 서비스와 같은 다른 서비스와의 통합을 위한 서버와 각 서비스를 제공하기 위한 서버로 구성이 된다.

그림 2는 서비스 통합 서버 시스템의 구성을 나타내고 있다. 전체 시스템간의 연동은 서로 주고받는 메시지의 정의와 그 메시지를 전달하는 프로토콜로 정리할 수 있다. 전체적인 메시지의 흐름은 MGW에서 시작해서 통합 서버를 거쳐서 SPS로 전달하는 형태가 된다. MPS(Message Passing System)는 MGW과 서비스 제공자들에 대한 연동과 이들의 다중 접속에 대한 처리를 하는 모듈이고, SMS(State Management System)은 통합 서버에 등록된 모든 MGW에 대한 상태 정보를 주기적으로 DB에 반영하고 특정 MGW의 상세한 상태값들을 가져오는 모듈로서 상태를 보여준다. AMR/DR (Automatic Meter Reading/Demand Response)는 통합 서버에 등록된 MGW에서 보내오는 주기적인 데이터를 기록하고 이를 바탕으로 DR제어를 수행하는 모듈이고, AlertSP Server는 통합서버에 등록된 모든 MGW와 이를 인식하고 있는 디바이스에서 발생한 이벤트 및 수집 정보를 기록하고 이를 보고자하는 Client에 정보를 전달하는 모듈로서 다수의 Client 접속을 지원한다. Portal은 사용자 Web Portal과 관리자 Web Portal로 되어 있으며, SPS(Service Propulsion System)는 AlertSP Server System과 U-Health Service와 VOD(Video On Demand), Security Service와 같은 서비스 서버와의 연동을 한다. AlertSP Client는 AlertSP Server로 수집된 정보를 받아서 관리자가 볼 수 있는 GUI 프로그램이고, U-Health Service는 본 논문에서 사용하는 헬스케어 서버 프로그램이다. 전체 서버 프로그램의 UI는 관리자 포털에 있다.

헬스케어 서버는 로그 인, 측정결과 저장, 과거 측정 정보 보기, 의사 리스트보기 등의 기능을 가지고 있다. 그리고 사용자가 측정한 건강 정보는 데이터 수집 장치를 통해 서버로 전송이 되고, 서버에서는 생체 데이터를 검증한 후 위급한 상황일 경우에는 주치의나 보호자에서 SMS 문자를 보내고, 데이터베이스에 데이터를 저장한다. 헬스케어 서버는 크게 3 가지 모드로 나뉘어진다. 첫째로 사용자 데이터를 입력 받고, 데이터 관리를 해주는 사용자 모드, 둘째로 개개인의 데이터를 분석하고 치료 및 처방을 내릴 수 있는 의사 모드, 마지막으로 서버를 관리하는 관리자 모드가 있다. 사용자 모드와 의사모드의 접근은 [http:// 헬스케어주소/index.html](http://헬스케어주소/index.html) 로 지정하였고, 관리자 모드는 <http://헬스케어주소/Admin/index.html> 로 지정하였다.

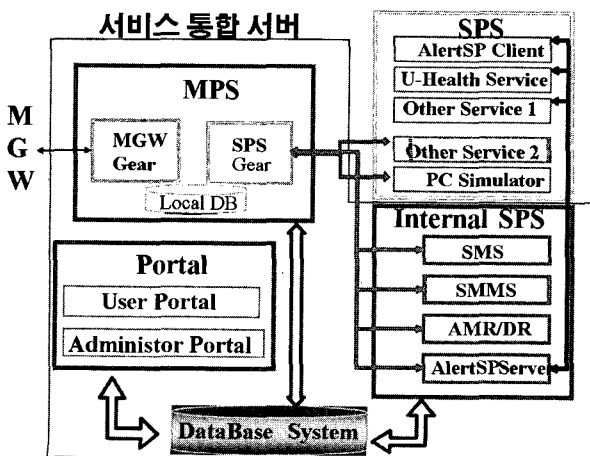
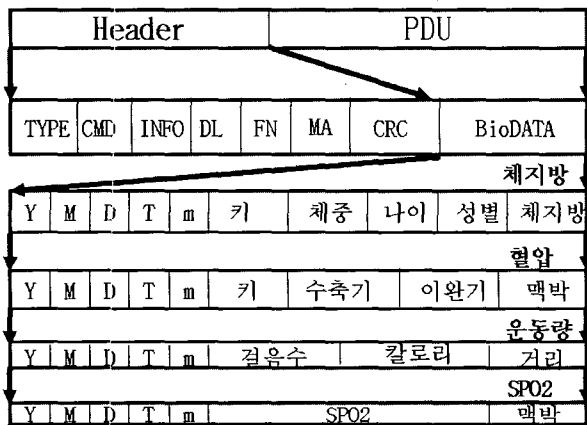


그림 2. 서비스 통합 서버의 구성도  
Fig. 2. The Architecture of Service Integration Server.

### IV. U-Healthcare 통신 프로토콜

#### 1. 센서 네트워크 프로토콜

본 논문에서의 생체 모듈에 연결된 지그비 모듈(엔드-디바이스)은 생체 모듈에 내장시켰고, 데이터 수집 장치에 연결된 지그비 모듈(코디네이터)은 RS-232C로 연결하였다. 통신 패킷은 보내는 장치의 종류, 명령과 같은 패킷의 정보를 담은 Header 부분과 이 장치의 데이터로 나누어진다(그림 3). 패킷에서 헤더의 Type은 센서 모듈의 종류를 나타내고, CMD는 명령어, INFO는 데이터의 유효 여부, DL은 데이터 길이, FN은 프레임 번호, MA는 지그비 모듈의 주소, CRC는 체크섬 코드를 나타낸다. 데이터 부분에서 체지방은 이것을 측정하는 시각과 키, 몸무게, 나이, 성별, 체지방 데이터를 나타내



Y = 년, M = 월, D = 일  
T = 시간, m = 분

그림 3. 센서 네트워크의 통신 패킷  
Fig. 3. Sensor Network Packet Format.

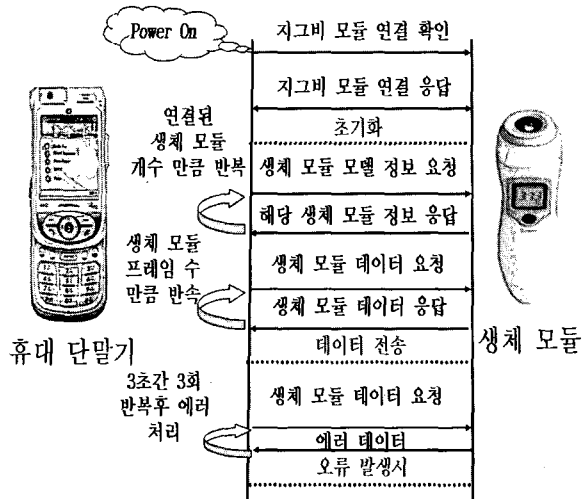


그림 4. 센서 네트워크의 프로토콜  
Fig. 4. Sensor Network Protocol.

고, 혈압은 이것을 측정하는 시각과 키, 최대 혈압값(고혈압), 최소 혈압값(저혈압), 맥박수를 나타내고, 운동량은 이것을 측정하는 시각과 걸음수, 칼로리 소비량, 이동 거리를 나타내고, SPO2는 이것을 측정하는 시각과 SPO2 데이터와 맥박수를 나타낸다. 이러한 데이터를 측정하는 사용자의 건강 정보는 휴대 단말기 또는 개인 홈 서버에 저장된 개인의 신체정보를 이용하여 데이터 값을 산출하게 된다.

센서 네트워크 통신 프로토콜은 그림 4와 같다. 통신 프로토콜은 크게 생체 모듈(엔드-디바이스), 데이터 수집장치(코디네이터 간)의 연결 확인 명령, 데이터 전송 명령, 에러 처리로 나누어져 있다. 연결 확인 명령은 휴대 단말기 또는 생체 모듈에 전원이 On되었을 때, 지그비의 초기화 과정을 처리하는 명령어로 구성되고, 데이터 전송 명령은 생체 모듈에서 측정하는 사용자의 건강 정보를 데이터 수집 장치로 전송하는 명령이다. 그리고 에러처리 명령어는 데이터 전송에서 오류가 발생하였을 때, 데이터 전송을 다시 요구하는 명령이다.

#### 2. Server Protocol

체지방 모듈, 혈압 모듈, 운동량측정 모듈, SPO2 모듈을 이용해서 데이터를 획득한 후, 센서 네트워크를 통해 데이터 수집 장치에 데이터를 전송하고, 헬스케어 서버로 데이터를 전송하게 된다. 헬스케어 서버로 데이터 전송하는 통신 방식은 휴대 단말기에서는 CDMA 통신 방식을 사용하였고, 개인 홈 PC에서는 맥내의 Gateway까지는 전력선 통신을 이용하고 맥외로는 Internet Backbone을 통해 헬스케어 서버로 전송한다.

휴대 단말기와 헬스케어 서버와의 통신 방식은 Get 방식을 이용하였다. Get 방식은 웹 브라우저의 URL창에 파라미터에 대한 정보를 담아서 전송하는 방식이다. 즉, URL 이름을 사용하여 정보를 전달하는 방법이다. 측정되는 항목에 상관없이 하나의 패킷에 필요한 데이터 정보를 저장하여 헬스케어 서버로 보내기 위해 패킷을 하나로 통합하여 전송하는 방식을 사용하였다. 휴대형 단말기에서 헬스케어 서버로 전송하는 패킷의 정의는 다음과 같다. *Italic*체는 사용되는 파라미터를 나타내고, **Bold**체는 데이터 값을 나타낸다.

<http://헬스케어서버주소/MeaRawRegister.aspx?MEADATE=Date&USERNUM=UserNum&SENDD EVCODE=PDA&DEVCODE=KPU1&NBP1=수축기혈압&NBP2=이완기혈압&ECRI=맥박&MGDL=혈당>

&TEMP=체온&HIGT=키&HBBF=체지방&WHGT=체중&AGE1=나이&GEND=성별&WNUM=걸음수  
&CAL1=칼로리&DIST=거리&SOR1=SPO2

V. U-Healthcare 시스템 구현

1. 센서 네트워크 시스템

본 논문에서 구현된 U-헬스케어용 센서 네트워크 시스템은 그림 5과 같다. 센서 네트워크 시스템은 사용자의 건강 정보를 언제, 어디에서는 측정이 가능하도록 측정하기 위해 생체 모듈에 지그비 모듈을 내장하였고, 휴대형으로 구현하였다. 데이터 수집 장치는 맥내에서는 PC를 사용하였고, 맥외에서는 휴대 단말기를 사용하여 구현하였다.

휴대 진단 기기의 구성은 체지방, 운동량, SPO2, 혈압을 측정할 수 있도록 하였다. 운동량 측정과 SPO2 측정은 하나의 모듈로 통합하여 구성하였다. 체지방 측정을 위해 수광 소자와 발광 소자를 가지는 근적외선(NIR) 센서를 사용하였다. 발광 소자는 FAIRCHILD社의 CQX15로 940nm의 파장을 가지는 소자를 사용하였

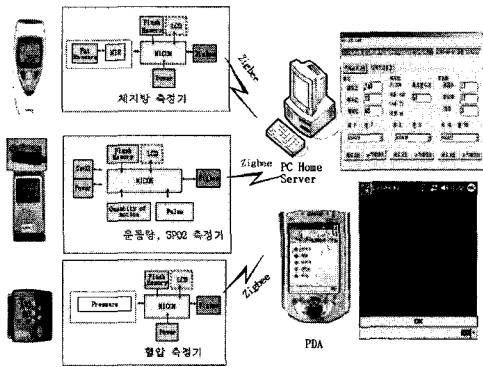


그림 5. 센서 네트워크 시스템  
Fig. 5. Sensor Network System.

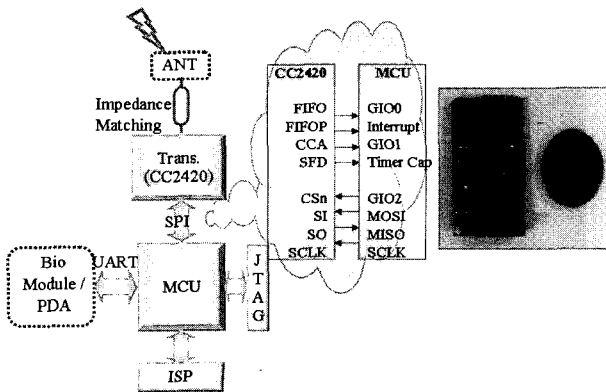


그림 6. 개발된 지그비 모듈과 하드웨어 블록도  
Fig. 6. ZigBee Module and Hardware Block.

으며, 수광 소자 역시 FAIRCHILD사의 L14C2로 포토 트랜지스터를 사용하였다. 운동량을 측정하기 위해 그라운드 핀(GND-Pin)에 평형을 유지하고 있는 추(Arm Sensor)가 걸음에 의한 상하 움직임에 의해 핀에 닿으면 1씩 증가하여 걸음수를 측정하는 워킹 센서를 사용하였다. SPO2 측정은 생체조직에 660nm의 적색광과 940nm(INFRA-RED)적외광을 사용하여 산화헤모글로빈과 환원헤모글로빈에 의한 두 파장의 흡광도 차이를 분석하여 산소포화도를 측정하였다. 마지막으로 벨로우즈 압력 센서를 사용하여 수축기 혈압과 이완기 혈압을 측정할 수 있도록 하였다.

본 논문에서는 지그비 네트워크 모듈을 구성하기 위해 그림 6과 같이 하드웨어를 구성하였다. 그림 6에서 지그비 무선 통신을 구성하는 컨트롤러는 ChipCon사의 CC2420<sup>[11]</sup>를 사용하였고, 지그비 모듈이 휴대 진단기에 내장하기 위해 27mm X 47mm의 크기를 가지고, 칩 안테나를 개발하였다. 칩 안테나는 CC2420과 안테나

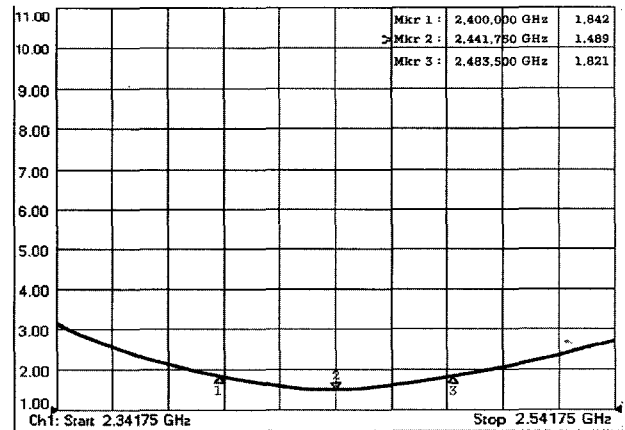


그림 7. 임피던스 매칭 ((V.S.W.R)  
Fig. 7. Impedance matching (V.S.W.R).

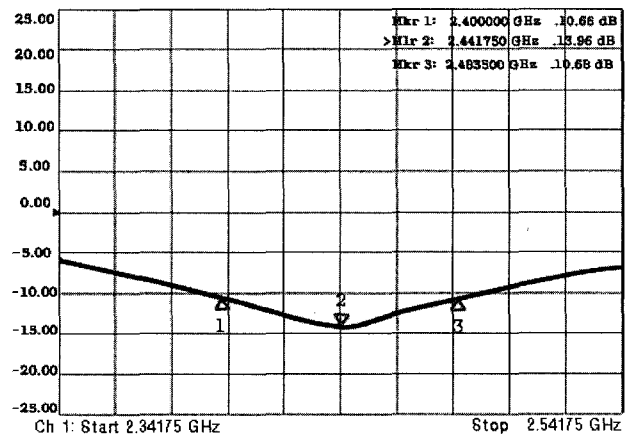


그림 8. 리턴 손실(Return Loss)  
Fig. 8. Return Loss.

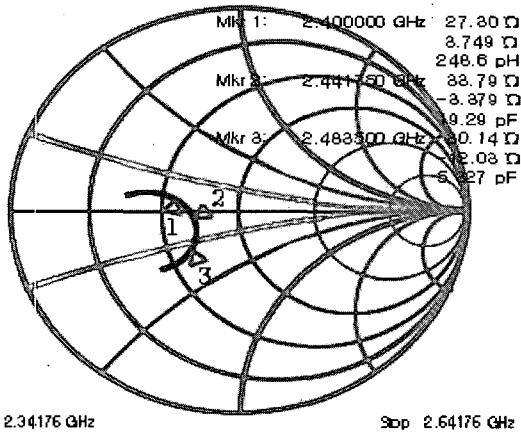


그림 9. 스미스 차트(Smith Chart)  
Fig. 9. Smith Chart.



그림 10. 서비스통합서버  
Fig. 10. Service Integration Server.

사이에 임피던스 매칭(50ohm)하여 임피던스 차에 의한 반사를 최소화 하였고, FR4 재질을 사용하여 세라믹보다 유전율이 낮아 더 좋은 성능을 보장하도록 하였다. 그림 8은 칩 안테나의 V.S.W.R을 나타내고, 그림 9는 Return Loss를 나타내고, 그림 10은 스미스 차트를 나타낸다. 구현된 지그비 모듈 통신 거리는 최대 70m까지 가능하였다.

그리고 구현된 지그비 센서 네트워크 토폴로지는 메쉬형을 기본으로 하였으며, 코디네이터와 엔드 디바이스가 직접 연결되는 구조로 하였다.

휴대 단말기는 그림 5과 같이 HP iPAQ Pocket rw6100으로 인텔 PXA270 520MHz 프로세서와 한글 Microsoft Windows 2003 Second Edition Pocket PC Premium Edition OS를 탑재한 단말기이고, Embedded Visual C++ 4.2를 사용하여 프로그램 하였다. 개인 홈 서버 프로그램은 Visual Basic을 사용하여 개발하였다.

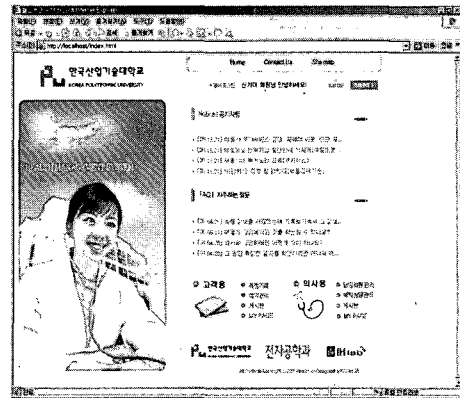


그림 11. U-Health 서버의 UI 메인  
Fig. 11. UI of main page for U-Health Server.

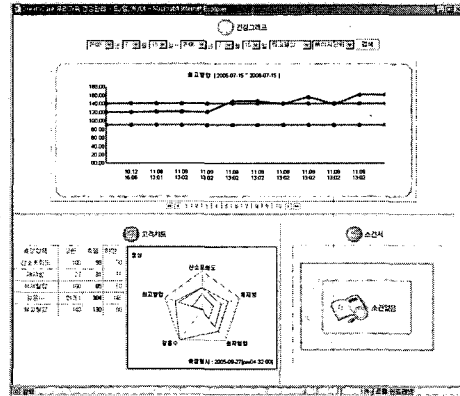


그림 12. U-Health 서버의 데이터 확인  
Fig. 12. Data Collection of U-Health Server.

그림 10은 본 논문에서 구현한 서비스 통합 서버를 나타내고, 그림 11과 12은 헬스케어 UI 를 나타내고 있다. 이것의 개발은 Dell (TM) PowerEdge(TM) SC1425 Server를 사용하였고, .Net FrameWork 1.1.4322 환경에서 Microsoft Visual Studio .Net을 이용하여 개발하였다. 서버 프로그램에서 SMS 문자 전송은 Momo Short Message Service(msms)<sup>[12]</sup>을 이용하여 전송하였다.

## VI. 결 론

본 과제에서는 다양한 생체 신호 측정용 모듈 개발과 생체 정보의 개인적 적용 기술을 개발하여 E-헬스케어 서버와 홈 PC를 연동하여 사용자의 건강상태와 생활 환경에 적합한 개인별 헬스케어 콘텐츠 및 서비스를 제공하는 홈네트워크용 헬스케어 서버를 구성하였다.

또한 무선 센서 네트워크망을 이용해 생체 데이터를 U-헬스케어 서버로까지의 원활한 전송을 위해 지그비를 이용하여 측정된 생체신호를 전송할 수 있는 통신시스템을 개발하였다. 즉, 생체 신호 측정 모듈과 휴대용

단말기까지의 데이터 전송은 지그비를 이용한 무선 네트워크를 형성하고, 휴대용 단말기에서는 CDMA 무선 인터넷망을 이용하여 U-헬스케어 서버로까지 데이터를 전송하도록 하였다.

본 연구를 바탕으로 하여 홈 헬스케어와 IT 기술이 접목되는 미래형 의료 시스템을 구축하여, 일반인 뿐만 아니라 환자도 자유로이 이동할 수 있어 경제활동을 할 수 있고, 간병 인력도 줄어들 수 도 있을 것이다.

### 참고 문헌

- [1] J. Kahn, R. Katz, and K. Pister, "Next Century Challenges: Mobile Networking for "Smart Dust"," in Proc. of the ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking, pp. 271-278, Seattle, USA, Aug. 1999.
- [2] W. Heinzelman, J. Kulik, and H. Balakrishnan, "Adaptive Protocols for Information Dissemination in Wireless Sensor Networks," in Proc. of the ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking, pp. 174 - 185, Seattle, USA, Aug. 1999.
- [3] W. Heinzelman, A. Chandrakasan, and H. Balakrishnan, "Energy efficient communication protocol for wireless micro sensor networks," in Proc. of the Hawaii International Conference on System Sciences, pp. 4-7 Maui, USA, Jan. 2000.
- [4] C. Intanagonwivat, R. Govindan, and D. Estrin, "Directed diffusion: A scalable and robust communication paradigm for sensor networks," in Proc. of the ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking, pp. 56-67, Boston, USA, Aug. 2000.
- [5] B. Chen, K. Jamieson, H. Balakrishnan, and R. Morris, "Span: An Energy-Efficient Coordination Algorithm for Topology Maintenance in Ad Hoc Wireless Networks," in Proc. of the ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking, pp. 70 - 84, Rome, Italy, Jul. 2001.
- [6] W. Ye, J. Heidemann and D. Estrin, "An Energy-Efficient MAC Protocol for Wireless Sensor Networks", in Proc. of the 21st International Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies, pp. 21-24, New York, USA, Jun. 2002.
- [7] Seong-Im Yoon, Jeoung lak Ha, Jung Sook bae, Sung-Hee Kim, "The Implementation of Art Therapy Service asan Ubiquitous Health-care Service," TENCON 2004, 2004 IEEE Region 10 Conference Vol. C, pp. 200-203, Nov. 2004.
- [8] Junaid Ahsen Ali, Won-Sik Yoon, Jai-Hoon Kim, We-Duke Cho, "U-Kitchen: Application Scenario", Software Technologies for Future Embedded and Ubiquitous Systems, 2004 Second IEEE Workshop, pp. 169-171 May. 2004.
- [9] J.M.Choi, B.H. Choi, J.W.Seo, R.H.Sohn, M.S.Ryu, W.Yi,K.S.Park, "A System ofr Ubiquitous Health Monitoring in the Bedroom via a Bluetooth Network and Wireless LAN," in Pro. of the 26th Annual International Conference of the IEEE EMBS San Francisco, CA, USA, Sept. 1-5, 2004.
- [10] ZigBee Web Site : <http://www.zigbee.com>
- [11] ChipCon Web Site : <http://www.chipcon.com>
- [12] Momo Web Site : <http://momoweb.co.kr>



저 자 소 개



**장 문 석**(학생회원)  
 1997년 건양대학교 컴퓨터공학과  
 학사 졸업.  
 2000년 인하대학교 전자공학과  
 석사 졸업.  
 2005년~현재 인하대학교  
 전자공학과 박사 과정

<주관심분야 : 센서네트워크, 컴퓨터구조,  
 Fault-tolerant computing, Parallel processing>



**심 재 홍**(정회원)  
 1985년 고려대학교 기계공학과  
 학사 졸업  
 1987년 고려대학교 기계공학과  
 석사 졸업  
 1998년 한국과학기술원 로보틱스  
 공학과 박사 졸업

2000년~현재 한국산업기술대학교  
 메카트로닉스 공학과 교수

<주관심분야: 서비스로봇제어, 모바일헬스케어  
 시스템, 산업제어>



**신 광 식**(학생회원)  
 2001년 인하대학교 전자공학과  
 학사 졸업.  
 2003년 인하대학교 전자공학과  
 석사 졸업.  
 2003년~현재 인하대학교  
 전자공학과 박사 과정

<주관심분야 : 멀티미디어 데이터 통신, 컴퓨터  
 네트워크, 시스템 프로그래밍>



**이 응 혁**(정회원)  
 1985년 인하대학교 전자공학과  
 학사 졸업.  
 1987년 인하대학교 전자공학과  
 석사 졸업.  
 1992년 인하대학교 전자공학과  
 박사 졸업.

2000년~현재 한국산업기술대학교  
 전자공학과 교수

<주관심분야 : 서비스 로봇 제어, 모바일 헬스케  
 어 시스템, 이미지 프로세싱, 산업 제어 >



**정 진 하**(학생회원)  
 1992년 인하대학교 전자공학과  
 학사 졸업.  
 1994년 인하대학교 전자공학과  
 석사 졸업.  
 1994년~1999년 한미기술연구소  
 2000년~현재 인하대학교  
 전자공학과 박사과정

<주관심분야 : 컴퓨터구조, Fault-tolerant  
 computing, Parallel processing >



**최 상 방**(정회원)  
 1981년 한양대학교 전자공학과  
 학사 졸업  
 1988년 University of Washington  
 석사 졸업  
 1990년 University of Washington  
 박사 졸업

1991년~현재 인하대학교 전자공학과 교수

<주관심분야 : 컴퓨터구조, 컴퓨터네트워크, 분산  
 처리 시스템, Fault-tolerant computing.>



**이 양 희**(정회원)  
 1988년 연세대학교 전자공학과  
 학사 졸업.  
 1991년 연세대학교 전기전자  
 공학과 석사 졸업.  
 2002년 연세대학교 전기전자  
 공학과 박사 졸업

1998년~현재 한국산업기술대학교 메카트로닉스  
 공학과 부교수

<주관심분야 : 유비쿼터스 시스템, PLC, 로봇 제  
 어기 설계, 임베디드 시스템 >