

## Zigbee를 이용한 사용자인식기반의 헬스케어 시스템 구현

김 정 원\* · 신 진 철\* · 박 형 근\*\*

### *Implementation of user-identification based healthcare system using Zigbee*

Kim, Jung Won · Shin, Jin Chul · Park, Hyung Kun

#### 〈Abstract〉

Recently, a great many people are concerned about promoting their health because medical science and scientific technology has become much larger and more develop. Thus, the person who interested in health wants to confirm his condition whatever he may take a meal or exercise. But it is disappointed of our expectation. By reason that many people doesn't know what changes will occur in their body. In this paper, we are going to introduce our Health Care Managing System which could display a physical variation, in addition, we will also propose how to control serial data from wireless sensors. We implemented this system using ZigbeX and Java application.

Key Words : ZigBee, Wireless Sensor Network, BMI, Java Programming

## I. 서론

최근 웰빙에 대한 관심이 높아짐에 따라서 운동을 하는 사람들의 수가 증가하고 운동에 대한 관심도 높아졌다. 이에 따라 U-헬스에 대한 연구와 개발이 전 세계적으로 활발하게 진행되고 있다. U-헬스는 환자나 일반인이 병원을 찾지 않더라도 언제 어디서나 질병의 예방, 진단, 치료, 사후관리를 받을 수 있는 의료서비스를 말하며 의료서비스는 인터넷을 통한 단순한 원격진료 단계에서 모바일 기기를 이용해 건강정보를 측정, 전송하는 E-헬스의 단계로, 개인의 건강이 언제, 어디서나 모니터링되

는 U-헬스 단계로 점차 발전하고 있다. U-헬스는 인간의 평균수명이 점점 길어지면서 노령인구와 만성질환자가 증가돼 일상생활 속의 건강 및 질병관리 필요성이 증대되면서 관심이 높아지고 있다. 스마트홈 기반 U-헬스 분야의 출원은 흔히 생활에서 접하는 다양한 도구인 욕조, 좌변기, 문고리, 문틀, 면도기 등에 부착된 센서를 통해 자연스럽게 생체신호를 측정·분석해 건강을 관리하고 질병을 예방하는 출원들이 다수를 이루고 있다. 이는 U-헬스케어 서비스와 관련된 생체신호 측정장비의 다양화, 유비쿼터스 센스 네트워크의 핵심 기술인 무선센서 네트워크(WSN:Wireless Sensor Network)가 MEMO(Micro Electro Mechanical System), 나노 기술 등과 같은 초소형 마이크로 센서의 하드웨어 기술이 발전함에 따라 다

\* 한국기술교육대학교 정보기술공학부 학부생

\*\* 한국기술교육대학교 정보기술공학부 조교수

양한 기능의 센서를 이용한 무선 센서네트워크 구축이 가능하게 되어 더욱더 발전할 것으로 보여 진다. 본 논문에서는 기존의 연구를 통합하여 헬스클럽이나 가정의 USN(Ubiquitous sensornetwork) 상에서 헬스기구를 이용하는 사용자에게 운동 관리 프로그램을 제공하는 사용자인식헬스케어시스템을 설계하였으며 이를 운동기구에 응용할 수 있는 프로토타입을 개발하였다. 이 구현된 프로토타입의 통신방식은 zigbee통신을 기반으로하며 사용자인증단계, 운동자의 운동횟수, 이용한 체온, 심전도등의 건강정보를 수집하여 유.무선을 통해 PC로 정보를 전달하는 단계, 사용자의 정보와 센서를 통해 수집된 자료를 저장, 관리하는 DB단계, DB단계로부터 측정된 정보를 사용자가 확인할 수 있도록 하는 디스플레이 하는 네 단계로 구성된다. 본 논문에서는 zigbee통신의 관련연구와 사용자인식기반의 헬스케어 관리 시스템의 구조를 소개한다. 또한 시스템의 구성요소, 측정센서와 데이터 컨트롤기술을 소개한다. 끝으로 기술개발에서의 문제점 및 향후 연구방향에 따른 본 연구의 기대효과에 대한 것을 논한다.

## II. 관련연구

### 2.1 TinyOS

센서노드는 센서들이 얻은 정보를 게이트웨이로 전송하는데, 이 정보들은 앞서 언급한 사용자의 정보 뿐만 아니라, 얼마나 많은 수, 혹은 양의 운동을 수행하였는지에 대한 것들을 또한 포함한다. 본 논문에서는 일반적으로 센서 노드를 위해 사용되는 리눅스용 운영체제인 TinyOS가 아닌, Windows 상에서 리눅스 플랫폼을 에뮬레이션 할 수 있는 Cygwin 프로그램을 통해 TinyOS를 동작시킨다.

### 2.2 USN(Ubiquitous Sensor Networks)

유비쿼터스 센서 네트워크(Ubiquitous Sensor Networks; USN)란 매우 작은 크기의 독립된 무선 센서 노드들을 건물, 도로, 의복, 인체 등 물리적 공간에 배치하여 주위의 온도, 빛, 가속도 자기장 등의 정보를 무선으로 감지, 관리할 수 있는 기술을 의미한다. 이러한 무선 센서 노드 내에서는 센서, 센서 제어 회로, CPU, 무선 통신 모듈, 안테나, 전원 장치 등이 내장되며, 주변 센서 노드들과 협업하여 사용자가 원하는 서비스를 제공하는 방식을 취함을 목표로 한다.

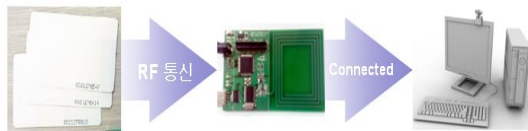
### 2.3 ZigBee

저전력, 초소형, 저비용을 특징으로 하며 IEEE802.15.4를 기반으로 반경 10~20m 내에서 250 kbps의 속도로 데이터를 전송하며 65,000개 이상의 노드를 연결할 수 있다. 또, 듀얼 PHY 형태로 주파수 대역은 2.4GHz, 868/915MHz를 사용하고, 모뎀 방식은 직접 시퀀스 확산 스펙트럼(DS-SS)이며, 데이터 전송 속도는 20~250kbps이다. 이러한 지그비 기술은 지능형 홈네트워크, 빌딩 및 산업용기기 자동화, 물류, 환경 모니터링, 휴먼 인터페이스, 헬스케어, 텔레메틱스, 군사 등 다양한 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에 폭넓게 응용될 전망이다. 특히 소형으로 전력 소모량이 적고 값이 싸 향후 유비쿼터스 핵심 솔루션으로 각광받고 있다.

### 2.4 RFID Network

RFID 시스템은 <그림1>과 같이 크게 안테나가 포함된 RFID 리더와 실제 데이터를 저장하고 있는 RF tag, 그 정보들을 처리할 수 있는 서버 및 네트워크 등으로 구성된다. RFID 리더는 장착되어 있는 안테나를 사용하여 정의된 프로토콜을 통해 주변에 존재하는 RFID tag에 읽기와 쓰기를 가능하게 하는 장치이다. 본 논문에서 사

용하는 RFID 리더는 현재 가장 많이 사용하고 있는 13.56MHz 타입의 RFID 태그를 읽어 올 수 있는 리더이다. RFID는 현재 13.56MHz, 900M 대역, 2.4G 대역의 태그와 리더가있다. RFID 리더는 제공된 태그에 16byte 값을 읽거나 쓸 수 있다. 이 RFID tag 는 passive type tag 로서 RFID 리더로부터 무선통신을 통해 전력을 공급받아 데이터를 저장하거나 전송할 수 있다. <그림1>은 RFID를 이용하여 사용자 인증 정보를 읽는 과정을 보여준다.

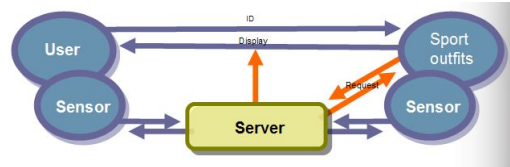


<그림1> RFID 네트워크 구성

### III. 제안한 헬스케어 시스템 설계

본 논문에서 논하게될 헬스케어시스템은 사용자의 신체의 상태를 센싱하는 방식을 기본으로 하고, 운동기구에 사용하기 위한 적외선 센서나 조도 센서 등을 이용하여 한 가지에만 국한되지 않은 보다 유연한 시스템을 구축한다. Java를 이용하여 설계하였으며 사용자 데이터베이스는 Access2007을 사용하였다. 기본적인 개요는 아래 <그림2>와 같다. 가장 처음 사용자는 운동을 하기 위해 운동기구에 사용 인증을 요청한다. 사용자를 승인한 운동기구는 서버에 사용자 인증을 위한 확인작업을 요청하고, 인증 이후 각 센서들이 사용자의 상태를 센싱하여, 각각 얻은 데이터를 게이트웨이에 보낸다. 그리고 게이트웨이는 센서들로부터 받은 데이터를 서버로 전송을 하고, 서버측에서는 사용자들이 직접 모니터링 할 수 있도록 데이터를 디스플레이로 전송하고, 서버 자신은 사용자의 신체상태를 분석하고 스케줄링한다. 본 논문에서는 ECG(Electrocardiogram) 센서와 비접촉식 체온 센서를

이용하여 사람의 맥박을 측정하고, 심박 수 변화를 감지하여 현재 사용자의 몸에 어떠한 변화가 일어나는지 예측함으로써 센싱을 한다.



<그림2> 시스템 구성도

### 3.1 시스템 구성 요소

#### 3.1.1 ZigbeX 패키지

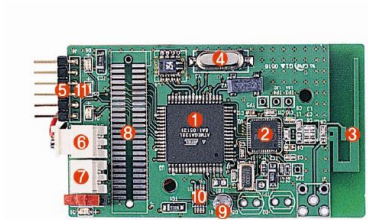
무선 네트워크를 기반으로 시스템을 구현하기 위해 한백전자의 ZigbeX 패키지를 사용하였다. ZigbeX는 RFID 리더 뿐만 아니라 BIO, GPS, 초음파 및 모터 제어 모듈 등을 이용하여 다양한 환경을 센싱하고 이를 관리할 수 있는 서버 등을 하나의 패키지로 만들어 실습할 수 있도록 구성된 장비이다. 또한 ZigbeX는 IEEE 802.15.4 표준화 통신을 지원할 수 있는 CC2420 칩을 장착하여 2.4GHz의 Zigbee 표준을 지원한다.

본 논문에서는 헬스케어시스템을 구현하기 위해 ZigbeX 패키지 중, ZigbeX모트와 신체의 체온 및 심전도를 측정하는 바이오센서 모듈, 그리고 운동량을 측정하기 위한 조도 센서를 이용하였다. 각 구성요소는 다음과 같이 설명할 수 있다.

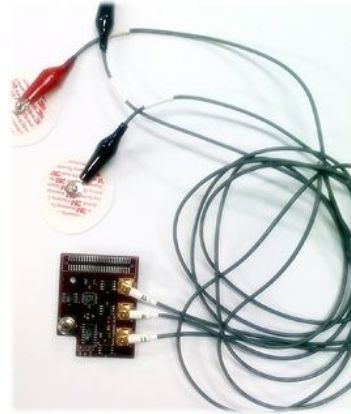
#### 3.1.2 ZigbeX mote

ZigbeX 모트는 마이크로컨트롤러(ATmega128L), 무선 통신 칩(CC2420), 센서, 안테나 등으로 구성되어 있으며 프로그래밍과 Host PC와 통신을 위한 인터페이스를 포함한다. ZigbeX 모트<그림3>는 센서 네트워크를 구성하기 위한 가장 기본적인 모듈로 옵션 센서 보드(본 논문에서는 바이오센서와 조도센서)를 부착해서 다양한 센싱 정보를 얻을 수 있다.

- 1. CPU
- 2. RF chip
- 3. 안테나
- 4. 클럭
- 5. ISP
- 6. 배터리전력
- 7. 외부 전력
- 8. 확장커넥터
- 9. 조도센서
- 10. step-up
- 11. LED



<그림 3> ZigbeX mote



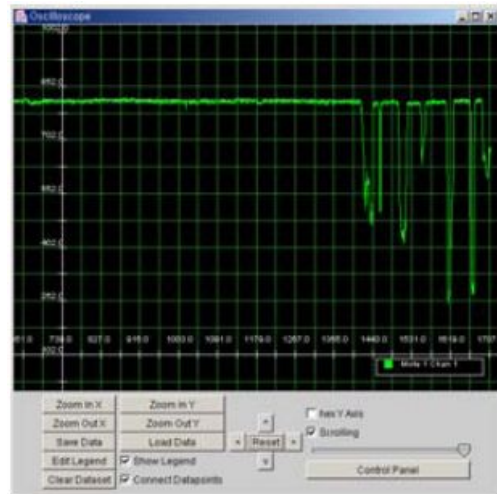
<그림4> 바이오 센서

ATmega128L은 Atmel사의 8-bit 마이크로 컨트롤러로서 센서 네트워크 분야에서 널리 사용된다. 128kb의 플래시 메모리, 4kb의 SRAM을 가지고 있고 전력 소모를 줄이기 위해서 sleep mode를 지원한다. 인터페이스로 8채널의 10bit ADC를 지원하며 JTAG 인터페이스도 가지고 있다.

Chipcon사의 IEEE802.15.4 표준을 지원하는 RF 송수신 칩으로서 저 전력으로 동작 할 수 있다. 바로 이 CC2420을 이용하여 본 논문에서 구현하고자 하는 무선 네트워크 통신을 원활하게 표현할 수 있다. 또한 IEEE802.15.4의 3개의 주파수 대역(800MHz, 900MHz, 2.4GHz)중에서 2.4GHz 대역을 사용하며 250kbps까지 지원이 가능하다.

2.4GHz용 PCB 안테나를 기본적으로 사용하며, 선택적으로 SMA 커넥터를 사용하여 별도의 안테나를 쓸 수도 있다.

센서는 온도 및 습도 센서와 빛 감지 센서가 있어서 온도, 습도, 조도를 감지할 수 있다. 센서들은 센서가 지원하는 인터페이스에 따라 ADC나 I<sup>2</sup>C로 연결되어 있다. ADC 인터페이스에 연결되어 있는 센서들은 감지하는 정도에 따라 출력 전압을 변화시켜 상태 변화를 나타낸다. 본 논문에서는 ZigbeX의 <그림4,5>와 같이 옵션 센서인 바이오센서와 조도 센서를 이용하여 원하는 데이터를 추출하는데, 바로 이 데이터 파싱이 본 논문에서 가장 중요한 요소 중 하나이다. 데이터 파싱에 대해서는 후에 논하도록 하겠다.



<그림5> 조도센서의 데이터

## 3.2 시스템 알고리즘

### 3.2.1 시리얼 통신 메시지 형식

무선센서로부터 받은 데이터를 사용하기 위해서는 데이터를 알맞게 파싱하는 것이 중요하다. 이를 위해서는 무선센서를 통해서 시리얼 통신으로 입력되는 메시지 형식을 분석할 필요가 있다. 다음은 전체적인 TinyOS의 메시지 형식을 나타낸다.

<표1> 메시지 형식

SYNC_BYTE	Packet Type	Payload Data	SYNC_BYTE
0	1	2...n-1	n

Ⓐ Area 0 (Sync Byte)

0번에는 메시지헤더가 항상 0x7E로 메시지의 시작바이트를 의미한다.

Ⓑ Area 1 (Packet Type)

1번은 패킷타입을 의미하는 것으로써 타입별 특징은 아래와 같다.

0x42 : ack가 필요없는 사용자 패킷

0x41 : ack가 필요한 사용자 패킷

0x40 : 0x41에 대한 응답 패킷

0xFF : 형식이 없는 패킷

Ⓒ Area 2 to n-1 (Payload Data)

이 영역은 실제 데이터를 실어 보내는 영역으로 필요한 데이터는 이곳에서 추출할 수 있다.

Ⓓ Area n

n번에는 시작 바이트와 마찬가지로 메시지의 끝을 의미한다.

실제 실험의 결과로 얻은 메시지는 <그림6>과 같고 위에서 설명한 메시지 형식과 동일한 형식을 얻었음을 확인하였다.

```

General Output
-----Configuration: (Default)-----
Opening port COM9
Load rate: 57600
dble bits: 0
stop bits: 1
parity: 0

7E 42 FF FF 0A 27 1A 01 00 B4 00 01 00 D7 01 D8 01 D7 01 D9 01 D9 01 D9 01 DA 01 DB 01 DB 01 E2 7E
7E 42 FF FF 0A 27 1A 01 00 BE 00 01 00 DA 01 DA 01 DB 01 DB 01 DB 01 DB 01 DC 01 DC 01 E1 37 7E
7E 42 FF FF 0A 27 1A 01 00 C8 00 01 00 DD 01 DD 01 DD 01 DC 01 DB 01 DB 01 DA 01 D9 01 D9 01 39 92 7E
Process interrupted by user.
    
```

<그림6> 시리얼 포트로 입력된 Raw data

<그림6>에서 첫 번째 줄의 데이터를 토대로 설명하자면, 7E는 메시지의 시작을 의미하고, 42는 ack가 필요없는 형식, 그리고 FF FF부터 끝에서 4번째인 01까지가 페이로드 데이터 영역이다. 페이로드 데이터 영역을 더 분

석하자면, FF FF는 Raw 패킷의 데이터 어드레스를 의미하는데 FF FF는 RF통신 즉, 브로드 캐스팅을 의미한다. 이후의 27은 그룹 ID로, 센서 노드와 베이스 노드 간의 무선 통신을 위해서 동기화 시킨 ID로 그룹 ID가 같은 센서 노드와 베이스 노드 간만 무선 통신이 가능하다. 10 번째로 보이는 B4는 데이터의 길이를 의미하는데, 첫 번째 줄의 데이터 길이는 B4, 두 번째 줄의 데이터 길이는 BE로, 두 값의 차이는 정확히 10진수로 10이다. 이것은 데이터를 파싱할 때 필요한 구역을 지정할 때 중요하게 쓰이는 정보로 활용될 수 있다.

3.2.2 데이터 파싱 알고리즘

<그림6>에서는 완벽하게 표현된 Raw 데이터를 보여주고 있지만, <그림6>과 같이 올바른 Raw 데이터를 얻기 위해서는 '데이터 영역 보정 알고리즘'과 '바이트 역전 알고리즘'을 구현해야 한다.

데이터 영역 보정 알고리즘은 무선 센서로부터 받은 값을 HEXA code로 변환하였을 때 16보다 작은 값이 들어오면 한자리 수로 표현하는 것을 보정한 것이다. <그림7>에서 보였듯이 모든 데이터를 1바이트로 표현해야 하는데 데이터 값이 16이하이면 한자리 수로 나타나있다. 이를 위해서 입력된 데이터의 값이 16이하일 경우 0을 추가하는 알고리즘을 구현하면 이 문제를 해결하여 <그림6>과 같은 결과를 얻을 수 있다.

```

7E 42 FF FF A 27 1A 1 0 94 2 1 0 D7 1 D8 1 D8 1 D7 1 D7 1 D6 1 D6 1 D6 1 D6 1 8 EA 7E
7E 42 FF FF A 27 1A 1 0 9E 2 1 0 D6 1 D7 1 D8 1 D8 1 D8 1 D8 1 D7 1 D7 1 D7 1 70 37 7E
7E 42 FF FF A 27 1A 1 0 A8 2 1 0 D6 1 D6 1 D7 1 D7 1 D7 1 D7 1 D6 1 D7 1 D7 1 72 7F 7E
Process interrupted by user.
    
```

<그림7> 보정 전 데이터

바이트 역전 알고리즘은 Zigbee로부터 들어온 데이터의 바이트가 서로 역전되어 들어오는 문제를 해결한 것이다. <그림6>의 페이로드 데이터 영역을 보면 14번째 바이트부터 데이터가 시작되는데 15번째 바이트와 자리가 역전된 것을 확인할 수 있다. 원하는 데이터를 파싱하기 위해서는 각 해당 바이트를 배열에 저장한 뒤, 선두

바이트와 후위바이트의 위치를 서로 바꾸어 주는 알고리즘을 구현함으로써 이 문제를 해결할 수 있다. [그림8]은 위 두 가지 알고리즘을 구현하여 데이터 부분만 파싱한 결과를 보여주고 있고 '20'이라는 값은 체온센서로부터 받은 현재 체온을 나타낸다.

```

General Output
-----Configuration: (Default)-----
Opening port COM9
baud rate: 57600
data bits: 8
stop bits: 1
parity: 0

20 20 20 20 20 20 20 20 20 20
Process interrupted by user.
    
```

<그림8> 파싱된 데이터

위에서 논한 데이터 파싱 기법은 한가지의 센서노드로부터 얻는 데이터를 토대로 설명한 것이지만, 본 논문에서는 체온센서 뿐만 아니라 심전도 센서와 조도 센서를 사용하는 시스템을 구현하는 것이므로, 베이스 노드에서는 서로 다른 센서들의 값을 구별할 수 있어야 한다. 이것은 각 센서 노드들의 채널 값을 다르게 설정하여, 베이스 노드가 채널 값을 토대로 어떤 센서로부터 데이터가 보내어졌는지 판별 할 수 있게 구현할 수 있다.

### 3.2.3 사용자 상태 측정 알고리즘

본 논문에서는 의학적 접근으로 사용자의 변화를 분석하는 것은 범위를 벗어나는 것으로 보고, 사용자가 운동을 함으로써 사용자의 체중이 감소한다는 것으로 간단히 가정하여 알고리즘을 구현하였다. 여기서 사용자의 BMI지수 (Body Mass Index, 신체질량지수)값을 계산하는 방법으로, 일정 수준의 BMI지수가 얻어지면 그것에 맞는 운동량을 시스템에서 결정하게 해준다. BMI지수계산은 다음과 같다.

$$BMI = \frac{\text{체중}(kg)}{[\text{신장}(m)]^2}$$

예를 들어 BMI지수가 24라고 가정하면, 정상수치이기 때문에 사용자의 운동량을 적당량으로 설정해주고, 30이

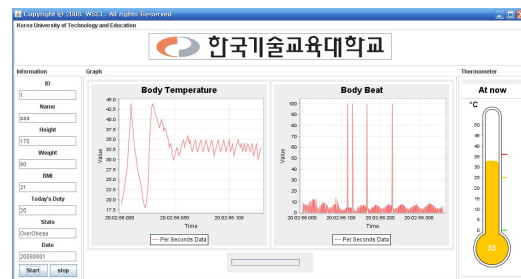
라고 가정하면 운동량을 크게 늘려주는 방식의 알고리즘으로 구현하였다. 이 BMI지수는 사용자가 시스템을 이용시마다 데이터베이스에 업데이트 되어, 다음번 운동시에는 이전상황에 맞추어 운동을 할 수 있게 한다.

본 논문에서는 위에서 논한 데이터 제어와 함께 유저에게 신체의 변화를 직접 보여주게 되는 Java 애플리케이션을 개발하여 제작하였고 실험은 다음 4절과 같다.

## IV. 실험 및 구현

### 4.1 GUI 시뮬레이션

<그림9>는 사용자가 신체의 변화를 직접 확인할 수 있도록 구현한 어플리케이션이다. 어플리케이션의 좌측에는 사용자의 정보를 데이터베이스에서 받아오으로써 매니징 역할을 할 수 있도록 하였고, 어플리케이션의 중앙과 우측에는 무선 센서로부터 받은 데이터를 토대로 신체의 변화를 사용자가 쉽게 볼 수 있도록 JFree에서 제공하는 Chart를 이용하여 그래프로 표현하였다. 하지만 <그림9>와 같은 경우 매초마다 사용자의 정보를 계속적으로 모니터에 그려주고, 데이터 또한 축적됨에 따라 반응시간이 현저하게 떨어지게 됨을 알 수 있었다. 따라서 이를 해결하기 위해서, 순간순간의 신체변화를 한눈에 보일 수 있도록 <그림10>과 같이 GUI를 수정하였다.



<그림9> Java application for user (First Version)



<그림10> Java application for user (Second Version)

#### 4.2 메니징 시스템 시뮬레이션

<그림11>은 사용자의 정보를 보여주는 시스템 데이터베이스의 일부이다. 가장 왼쪽은 시작한 번호를 의미하고, 그 다음은 날짜, 몸무게, BMI지수, 운동횟수, 사용자의 신체 비만도, ID, 이름, 키 순서로 저장되어 있다. 여기에서 사용자가 꾸준히 운동을 하여 몸무게가 1kg씩 빠졌다고 가정하였을 때, 그에 따른 BMI지수가 서서히 감소하면서 갱신됨을 알 수 있다. 또한 감소하는 BMI지수에 따라서 당일에 주어진 운동량('todayDuty' 열)도 10에서 점점 감소되어 마지막 열에는 5까지 떨어지는 것을 확인할 수 있다. 본 논문에서 제안한 헬스케어 시스템에서는 DB 테이블의 값을 사용자가 볼 수 있도록 정보를 갱신하여 <그림10>의 우측 정보창에 띄우도록 하였다.

reg_num	r_date	wel	bmi	todayDuty	state	u_id	u_name	hei
42	2008820	89	31	10	Over/Obese	1	aaa	170
43	2008821	88	30	10	Over/Obese	1	aaa	170
44	2008822	87	30	8	Obese	1	aaa	170
45	2008823	86	30	8	Obese	1	aaa	170
46	2008824	85	30	8	Obese	1	aaa	170
47	2008825	84	30	8	Obese	1	aaa	170
48	2008826	83	29	8	Obese	1	aaa	170
49	2008827	82	29	8	Obese	1	aaa	170
50	2008828	81	28	8	Obese	1	aaa	170
51	2008829	80	28	8	Obese	1	aaa	170
52	2008830	79	28	8	Obese	1	aaa	170
53	2008831	78	28	8	Obese	1	aaa	170
54	2008832	77	28	8	Obese	1	aaa	170
55	2008833	76	26	8	Obese	1	aaa	170
56	2008834	75	26	8	Obese	1	aaa	170
57	2008835	74	26	8	Obese	1	aaa	170
58	2008836	73	26	8	Obese	1	aaa	170
59	2008837	72	25	8	Obese	1	aaa	170
60	2008838	71	25	8	Obese	1	aaa	170
61	2008839	70	24	5	Normal	1	aaa	170
62	2008840	69	24	5	Normal	1	aaa	170

<그림11> 사용자의 운동횟수에 따른 DB 변화 테이블

따라서 사용자는 시스템에서 제공하는 알맞은 운동량에 따라 운동을 할 수 있기 때문에, 적당한 신체 상태를 유지할 수 있다.

#### V. 결론

본 논문에서는 사용자가 신체의 변화를 직접 확인하면서 운동할 수 있는 시스템을 구현하였다. 처음 시스템 개발 계획에서는 조도센서를 이용하여 운동횟수를 센싱하도록 하였으나, 여러차례 실험 결과, 실시간으로 변하는 조도값은 비안정적일 뿐만 아니라, 횟수를 판별하는 범위를 지정하는 것 또한 애매한 상황이 빈번하기 때문에, 구현하고자 하는 목적과 거리가 있다고 판단하였다. 따라서 횟수계산을 위한 모듈은 조도센서가 아닌 스위치를 이용하여 데이터를 시리얼 포트로 전송함으로써, 정확하게 횟수를 측정할 수 있도록 하는 방법이 보다 더 정확한 값을 얻을 수 있다고 판단하였다. 본 논문에서 제안한 시스템은 필요시마다 무선 센서와 채널을 재설정하면 쉽게 추가할 수 있기 때문에, 한 가지 운동기구에만 국한된 것이 아닌, 여러 운동기구에 적용함으로써 확장성을 가질 수 있다. 뿐만 아니라 사용자가 운동을 하면서 계속적으로 확인할 수 있기 때문에 효과를 극대화시킬 수 있다는 장점도 기대할 수 있다.

하지만, 무선 센서 노드로부터 받은 데이터를 파싱했을 때, 3%이내의 확률로 지연된 값으로 출력되는데, 본 논문에서는 일정 범위의 데이터를 잘라내어 신뢰도를 높였다. 하지만 이 문제는 더욱더 연구가 진행되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 남상엽, 송병훈, "MOTE-KIT를 이용한 무선 센서 네트워크 활용", 도서출판 상학당, 2005, pp.04-66.
- [2] 한백전자 기술연구소, "ZigbeX를 이용한 유비쿼터스 센서 네트워크 시스템", 도서출판 ITC, 2007, pp.46-57.
- [3] W.Ye, J. Heidemann, and D.Estrin, "Medium access control with coordonated, adaptive sleeping for wireless sensor networks," in IEEE/ACM Transactions on Networking, 2004.
- [4] 엘리엇 헤럴드, "자바 네트워크 프로그래밍", 한빛미디어, 2005.
- [5] 케이시 시에라, "Head First Java", 한빛미디어, 2005.
- [6] Vijay Kumar Garg, "Wireless Communications & Networking", Morgan Kaufmann, 2007.
- [7] 최성조, "간고등어 코치 왕자를 부탁해", 삼성출판사, 2007.



신진철  
Shin, Jin Chul

2002년 3월~현재  
한국기술교육대학교  
정보기술공학부 학부생

관심분야 : 무선설비  
E-mail : te\_amo@naver.com



박형근  
Park, Hyung Kun

2004년 3월~현재  
한국기술교육대학교  
정보기술공학부 조교수  
2001년 9월~2004년 2월  
현대시스콤, 선임연구원  
2000년 9월~2001년 8월:  
Univ. of Colorado, Postdoc  
2000년 8월 고려대학교 전자공학과 (공학박사)  
1997년 2월 고려대학교 전자공학과 (공학석사)  
1995년 2월 고려대학교 전자공학과 (공학사)

관심분야 : 고속무선통신, 무선자원관리  
E-mail : hkpark@kut.ac.kr

논문접수일 : 2008년 7월 23일  
수정일 : 2008년 8월 3일  
게재확정일 : 2008년 8월 10일

■ 저자소개 ■



김정원  
Kim, Jung Won

2002년 3월~현재  
한국기술교육대학교  
정보기술공학부 학부생

관심분야 : 이동통신, 네트워크, 프로그래밍  
E-mail : chaoszero@nate.com