

## 유비쿼터스 센서와 ZigbeX를 이용한 독거노인 모니터링 시스템 구현

### Monitoring System for Elderly Living Alone using Ubiquitous Sensor and ZigbeX

신진호\* 이구연\*\*  
Shin, Jin-Ho Lee, Goo-Yeon

#### Abstract

The number of elderly people living alone increases with the trend of nuclear family in recent aging society and advances of health and medical technologies, where the safety of the elderly people becomes a big social issue. One of the safety system for them these days is that security guards regularly visit homes of the elderly living alone to check their safety. However, it is an inefficient system since it costs a great deal. So, a new efficient system with low cost using modern advanced technologies needs to be developed. In this paper, we implement a monitoring system for elderly living alone using ubiquitous sensor and zigbeX. The system can remotely determine the health status of elderly people and report to their hospitals. Since the system can be implemented with low cost and do the same job as security guards do, we expect that it should replace the existing expensive monitoring system.

키워드 : 모니터링, 센서, ZigbeX  
Keywords : monitoring, sensor, ZigbeX

#### 1. 서론

출산율 저하와 의료기술의 발전으로 인한 노령인구의 증가로 독거노인이 점차 늘어나고 있다. 1960년에 전체 인구의 2.9%인 72만명이던 65세 이상의 노인인구는 2007년에는 전체 인구의 9.9%인 484만명으로 증가하였으며, 성인 자녀로부터 동거부양을 받는 노인의 비율은 지속적으로 줄어든 반면 자녀와 별거하는 가구의 비율은 빠르게 증가하는 경향을 보이고 있다[1]. 이는 노인인구가 증가하고 있는 반면, 우리 사회의 전통적인 가치관인 '효'의 개념이 변화하고 도시화, 산업화 등으로 인하여 가족들의 노인 부양능력이 현저히 저하되고 있기 때문이다.

노인 부양부담이 증가하고 노인을 부양할 생산가능 인구는 점차 줄어들어 따라 독거노인은 점차 증가하고 있지만 이에 따른 독거노인의 안전을 보장하는 시스템은 현저히 적은 상황이다. 현재에는 독거노인의 안전을 확인하기위해서 안전요원이 직접 독거노인의 자택을 방문하여 확인하는 체계를 가지고 있다. 이것은 경제적인 측면에서 비효율적이며 현실적인 측면에서도 사람이 직접 일일이 방문해야하기 때문에 노인이 사고를 당하고 난 사후조치 밖에 되지 않는 실정이다.

이러한 상황에 맞추어, 늘어난 독거노인과 각종 질병의 환자, 그리고 질병을 예방하고자 하는 인구들을 위하여, 현대의 발전된 기술을 응용한, 저렴하고 효율적인 건강상태를 모니터링해주는 시스템의 개발이 필요하다. 최근 고성능 초소형 디바이스 설계 기술 및 무선 이동통신 기술의 비약적인 발전으로 언제, 어디서나 사용자가 원하는 정보 및 서비스를 제공할

\* 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과 학사 과정  
\*\* 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과 교수, 교신저자

수 있는 유비쿼터스 컴퓨팅(Ubiquitous Computing)의 실현이 가능하게 되었다[1].

본 논문에서는 이런 경제적 비효율성 문제나, 사람이 일일이 방문해야 하는 번거로운 문제를 해결함과 동시에 실시간으로 노인의 건강상태를 원격에서 확인하는 시스템을 구현하였다. 본 논문에서 구현한 시스템의 구성은 유비쿼터스 센서를 통해 독거노인의 생체정보들(혈압, 체온, 맥박, 운동량)을 측정하는 측정부와 이렇게 얻어진 독거노인의 생체정보들을 개별의 생체정보로 파싱하는 클라이언트부분과 클라이언트에서 처리한 데이터를 유선, 무선망 인터넷을 통해 받아 데이터베이스에 저장하고 저장된 데이터를 독거노인과 독거노인을 관리하는 병원에 보여주는 서버부분으로 나누어진다. 즉 측정부에서 독거노인의 생체정보를 측정하여 클라이언트와 시리얼로 연결되어있는 전송모듈에게 무선통신으로 측정된 데이터를 전송해주면 전송모듈에서 클라이언트로 데이터를 전송하게 된다. 클라이언트는 인터넷 망을 통해 서버 데이터베이스에 데이터를 저장하고 병원에서는 관리대상 독거노인의 정보를 서버로부터 볼 수 있다(그림 1 참조).

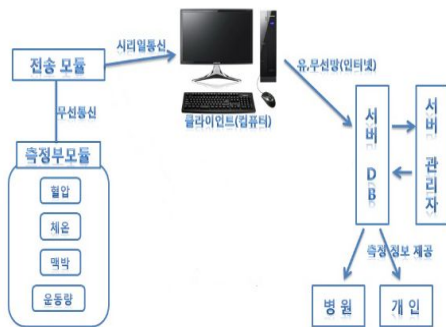


그림 1. 시스템 전체 흐름도

## 2. 시스템 구성 및 구현 센서

본 논문에서의 시스템 구현에 이용한 모트인 ZigbeX는 마이크로 컨트롤러(Atmega128L), 무선 통신 칩(CC2420), 센서, 안테나 등으로 구성되어 있으며, 프로그래밍 및 Host PC와의 통신을 위한 인터페이스를 포함한다. CC2420칩은 IEEE 802.15.4 표준을 지원하는 RF 송수신 칩으로서 저 전력으로 통신 할 수 있고 IEEE 802.15.4의 세 개의 주파수 대역(868MHz, 916MHz, 2.4GHz)중에서 2.4GHz 대역을 사용하며 250kbps의 전송 속도를 가진다[2].

본 논문에서 구현한 독거노인 모니터링 시스템은 독거노인의 혈압, 운동량, 맥박, 체온을 측정하

기 위해서 각각의 센서 모듈을 사용하였다.



그림 2. 혈압측정모듈



그림 3. 맥박, 체온 측정 모듈

독거노인의 혈압을 측정하기 위해서 "Duo-Care"라는 의료기기를 사용하였다. 독거노인은 이 기기를 손목에 차고 혈압을 측정함으로써 기기와 연결된 혈압모듈을 통해 클라이언트로 데이터를 전송할 수 있다(그림 2 참조). 체온을 측정하기 위해서는 비접촉 온도 센서가 사용하였고 맥박을 측정하기 위해서는 가슴에 장치를 부착시켜서 측정할 수 있는 센서를 사용하였다(그림 3 참조). 운동량을

측정하기 위해서는 3축 가속도 모듈을 사용했는데 이 모듈은 512ms 마다 X, Y, Z축의 가속도를 측정할 수 있는 모듈이다.

### 3. 설계 및 구현

#### 3.1 측정부 구현

측정부는 운동량 측정 모듈, 혈압 측정 모듈, 체온 및 맥박 측정 모듈, 블루투스 모듈, 그리고 클라이언트와 시리얼로 연결되어있는 BaseStation(전송 모듈)로 구성된다. 운동량 측정 모듈은 3축의 가속도를 측정하여 운동량을 측정하기 때문에 이 3개의 가속도를 사용하여 운동량을 계산해야한다. 운동량은 X축의 가속도와 Y축의 가속도와 Z축의 가속도를 모두 더한 값으로 계산하였다. 운동량을 계산하는 방법은 여러 방법이 있겠지만 사용자의 섬세한 운동량 측정이 필요하지 않기 때문에 그 중 가장 간단하고 쉬운 방법을 선택했다. 그렇기 때문에 사용자는 가속도 모듈을 작동시키고 운동이나 이동을 함으로써 운동량을 측정할 수 있다.

혈압 측정 모듈의 경우에는 손목 혈압 측정기기를 사용하여 사용자가 혈압을 측정하면 측정된 값이 혈압 측정 모듈로 전송되어 그 전송된 값을 클라이언트로 전송하게 된다. 그렇기 때문에 혈압 값은 실시간으로 계속적으로 변경되는 값을 전송하는 것이 아니라 사용자가 혈압을 측정하거나 기기에서 데이터를 전송할 때 값이 변경되게 되는 것이다.

체온측정은 비접촉 온도센서를 사용하기 때문에 기기를 몸에 부착시키지 않고 어느 정도 거리를 두고 측정하여야 한다. 맥박측정은 가슴 부분에 장치를 부착하여 측정할 수 있다. 이렇게 측정된 생체 정보는 Zigbee 무선 통신으로 BaseStation 모뎀에 전송하게 되고 BaseStation은 시리얼통신으로 클라이언트에게 전송하게 된다.

각 모듈에서 측정된 값은 BaseStation을 통해서 클라이언트(PC)로 전송되어진다. 클라이언트에서는 각 모듈로부터 받은 데이터들을 파싱해야 하기 때문에 각 모듈에서 보내는 데이터의 형식을 맞추어야 한다. 각 2바이트씩 30바이트로 구성되며 실제로 측정된 값은 ch0\_data부터 ch5\_data에 저장되어 보내진다. 클라이언트가 혈압, 운동량, 체온, 맥박 중 어느 데이터인지 확인하기 위해서 src에 모듈 번호를 넣어서 전송하게 하였다. dest는 FFFF 값을 넣어서 브로드캐스트로 전송한다(표 1 참조).

표 1 측정부에서 보내는 데이터 구조체

```
typedef struct _protocol_sensor {
    uint16_t packetType;
    uint16_t sequence;
    uint16_t src;
    uint16_t dest;
    uint16_t dest1;
    uint16_t dest2;
    uint16_t dest3;
    uint16_t dest4;
    uint16_t appType;
    uint16_t ch0_data;
    uint16_t ch1_data;
    uint16_t ch2_data;
    uint16_t ch3_data;
    uint16_t ch4_data;
    uint16_t ch5_data;
}protocol_sensor_t;
```

#### 3.2 클라이언트 구현

클라이언트는 각 모듈의 포트번호를 사용하여 각 모듈의 센싱 값인 혈압, 운동량, 맥박, 체온을 파싱하여 각각의 패킷을 처리하였다. 이 중 체온 값은 센서에서 측정된 값을 정수 십제곱 온도로 바꿔줘야 한다. 그렇게 하기 위해서는 센서에서 측정하여 보낸 체온 값 2바이트 중 10비트만 사용하고 그 중 상위 6비트는 정수 부분이고 하위 4비트는 소수 부분이기 때문에 이를 십제곱 온도로 바꿔주기 위한 알고리즘이 필요하다(표 2 참조).

클라이언트 프로그램에서 시리얼포트로 오는 패킷을 처리하기 위해서는 시리얼 포트를 제어해야한다. DOS에서는 Serial Port를 제어하기 위해서 Interrupt를 이용하거나 직접 UART를 제어하여야만 했다. 그러나 UNIX나 Window 등 Workstation 이상의 컴퓨터에서는 가상 디바이스 개념이 적용되어 하드웨어를 직접 제어할 수 없게 되었다. 그 대신에 디바이스 드라이버를 통해 하드웨어를 제어할 수 있다[3]. 시리얼포트를 통해 들어온 패킷을 파싱하기 위해서는 패킷의 길이를 같게 하여 패킷을 한 번에 읽어서 처리할 것인지, 아니면 한 바이트씩 읽어서 7E라는 시작과 끝을 나타내는 바이트를 사용해서 가변 길이의 패킷을 처리할 것인지를 결정해야 하는데 이 중에서 가변 길이의 패킷을 처리하는 것보다 패킷의 길이를 같게 하여 보내는 것이 더 간단하여 쉽게 구현될 수 있고 한 바이트씩 읽어서 처리하는 방법의 경우는 파싱 중 많은 예외처리를 필요로 하기 때문에 패킷 길이를 맞추는 방식으로 정하였다.

표 2 측정값을 섭씨온도로 바꾸는 코드

```
double result = 0;
unsigned short int one = 1;
for(int I=-4;i<7;i++){
    if((tmp && one) == 1){
        result += 2*i;
    }
    one = one<<1;
}
```

클라이언트 어플리케이션은 사용자가 쉽게 자신의 상태를 파악 할 수 있도록 GUI환경에서 구현하였다. 언어는 C++을 사용하였고 그래픽 요소가 뛰어난 MFC를 이용하여 만들었다. 프로그램은 처음 실행을 하면 로그인 창이 나오게 되고 부여 받은 아이디와 사용자의 주민등록번호를 입력하게 되면 병원 서버 데이터베이스에 접속하게 되고 서버 데이터베이스로부터 사용자의 개인정보(이름, 성별, 나이, 연락처, 주소)를 받아와서 프로그램의 메인화면으로 넘어가게 했다. 메인화면의 출력 부분은 크게 서버 데이터베이스로부터 받아온 사용자의 정보를 보여주는 부분과 모듈들로부터 전송받은 측정된 데이터 값을 그래프로 출력하여 보여주는 부분으로 나누어서 보여주게 했다. 로그인 성공 후 메인 화면으로 넘어가면 우선 나이 연락처 주소 등 간단한 사용자 정보만 보여지게 되고 왼쪽 상단의 시작 버튼을 누르게 되면 모듈에서 값이 들어와 그래프로 화면에 보여지게 했다. 측정된 값을 그래프로 보여주는 부분은 처음 프로그램 실행 시에는 그림 4과 같이 모듈의 4가지 값이 동시에 보여지게 되고 메뉴의 그래프에서 보기를 원하는 모듈을 선택 시에 그림 5와 같이 화면에 선택된 값만 확대해서 볼 수 있게 구현하였다. 클라이언트로 전송된 데이터는 화면에 보여주는 동시에 병원 서버로 전송되게 구현하였다.

### 3.3 서버 구현

서버의 구현은 홈페이지와 병원관리 페이지로 나누어서 볼 수 있다. 측정된 데이터는 데이터베이스의 user\_data 테이블에 측정된 사람의 아이디와 혈압, 체온, 운동량, 맥박과 측정된 시간을 저장 하고, 병원관리자는 병원 관리페이지를 이용해서 체크 하고 싶은 회원의 이름을 선택하면 선택된 이름에 해당되는 아이디를 내부적으로 확인해서 데이터베이스의

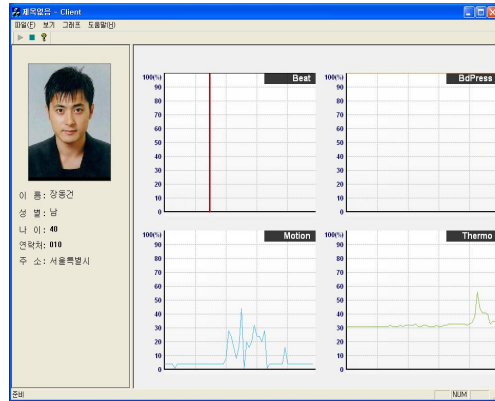


그림 4. 모든 값을 한 번에 본 상태

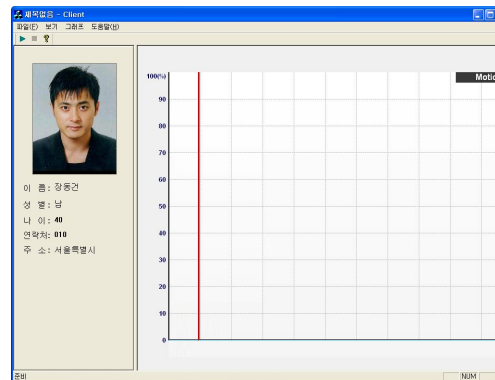


그림 5. 선택된 값만 본 상태

user\_data테이블에 접근한다. 아이디로 측정된 데이터를 실시간으로 그래프와 숫자 형식으로 보여지게 되며 병원 관리자는 실시간으로 오는 데이터를 확인해 회원의 이상여부를 판단할 수 있다. 또 병원관리자는 회원정보를 열람 할 수 있으며 이 역시도 확인하고 싶은 회원의 이름을 선택 하면 선택된 회원의 개인 정보와 현재 살고 있는 집의 주소를 이용해 네이버 지도를 통해 쉽게 확인 할 수 있고 간단하게 회원 추가와 수정, 삭제 등 회원 관리를 쉽게 할 수 있도록 그래픽화 하여 누구나 쉽게 병원관리 페이지 사용할 수 있도록 구현하였다. 모든 이벤트 처리는 데이터베이스의 회원 아이디로 처리한다. 아이디로 추가, 수정, 삭제를 PHP의 Mysql 문으로 처리하며 회원 조회와 측정한 데이터 조회 역시도 아이디로 처리한다.

병원 관리자 페이지는 Adobe에서 개발한 FLEX(Flash Builder 4)프로그램으로 제작하여 병원 관리자가 사용하기 쉽고 간단한 GUI를 구현하였다. 그림 6은 병원 관리자 페이지에서 환자의 정보를 그래프로 확인한 페이지이다.

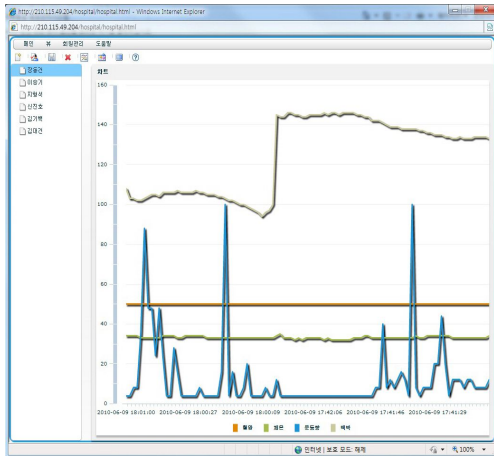


그림 6. 환자정보 확인 페이지

서버 홈페이지는 병원 관리자 페이지와 다르게 일반 HTML과 PHP, FLASH를 사용하였다. PHP로는 데이터 베이스(MYSQL)에 접속을 하였고, Flash로 메뉴를 구성하였다. 회원이 개인 정보와 측정된 데이터 조회 역시도 PHP를 사용하여 데이터를 출력하도록 구현하였다. 측정된 데이터 조회 역시도 회원의 고유 아이디로 데이터베이스의 쿼리문을 처리하도록 하였다. 모든 이벤트 처리는 아이디로 하기 때문에 아이디는 중복 되면 등록이 불가능하고, 중복 방지를 위해서 모트의 고유 기계번호로 아이디를 할당받게 하였다. 서버 홈페이지를 통해 간단한 개인 정보를 확인 할 수 있도록 하였다. 서버 홈페이지는 병원 관리자 페이지와 다르게 누구나 접속 할 수 있으며 병원에 속한 회원일 경우 고유 아이디와 개인의 주민등록번호를 통해 지금 까지 측정된 데이터와 간단한 개인정보를 확인 할 수 있다. 그림 7은 서버 홈페이지의 첫 메인화면이다.

메뉴에서 Hospital 메뉴를 선택하여 관리자 페이지로 로그인(병원아이디, 비밀번호)하면 각 병원에 해당하는 환자의 생체정보(혈압, 맥박, 체온, 운동량)을 그래프 또는 수치로 볼 수 있어 병원은 소속환자의 생체정보를 파악함으로써 환자를 효율적으로 관리, 진료할 수 있다. 메뉴에서 Self Check 메뉴를 선택하여 자기정보 확인 페이지로 로그인(소속병원선택, ID, 주민번호)하면 자신의 측정된 정보를 시간대별 테이블로 확인할 수 있도록 구현하였다.

#### 4. 결론

의학과 복지 시스템이 발달됨에 따라 노인의 평균수명이 증가하였으나, 반대로 노인을 부양할 수 있는 인구가 줄어들며 따라서 독거노인의 수는 갈

수록 증가하고 있는 상태이다. 일반적으로 독거노인은 노환 및 지병을 많이 가지고 있으며, 이를 꾸준히 관리하여야 하나, 이전과 다르게 주위에 돌보아줄 사람이 없으므로, 이러한 독거노인의 건강을 모니터링하고 안전을 보장해 줄 수 있는 시스템의 개발이 필요하다.

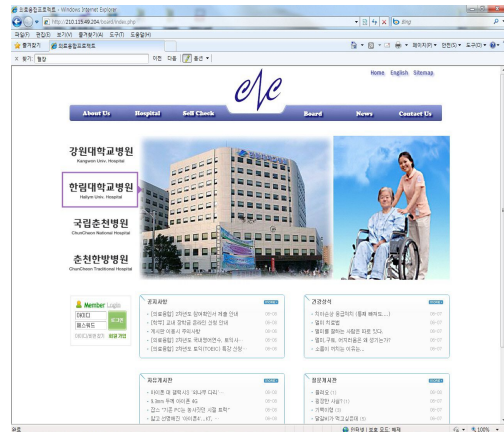


그림 7. 서버홈페이지 메인화면

본 논문에서는 유비쿼터스 센서와 ZigbeX를 사용하여 독거노인 모니터링 시스템을 구현하였다. 독거노인 모니터링 시스템은 사용자의 생체정보를 센서로 측정하여 시리얼 통신으로 클라이언트로 전송하고 이를 서버 데이터베이스에 전송함으로써 독거노인을 관리하는 병원은 서버의 병원 관리자 페이지를 통하여 사용자의 현재 상태를 확인할 수 있도록 구현하였다. 본 논문에서 구현한 시스템은 사용자가 클라이언트와의 거리가 너무 멀어져서는 안 되기 때문에 거주지에서만 사용가능하다는 단점이 있다. 최근에 아이폰과 안드로이드폰 등의 스마트폰이 출시되고 있기 때문에 클라이언트를 PC 뿐만 아니라 스마트폰에 설치할 수 있는 프로그램을 개발한다면 이러한 단점을 해결할 수 있을 것이다.

#### 참고 문헌

- [1] 통계청, *고령자 통계*, 2006.
- [2] M. Weiser, "The Computer for the 21st Century," in *IEEE pervasive Computing Magazine*, 2002.
- [3] 한백전자 기술연구소, *ZibeX를 이용한 유비쿼터스 센서 네트워크 시스템*, 3판, ITC, 2003.
- [4] 이상엽, *Visual C++ Programming Bible ver.6.x*, 영진출판사, 2004.