

유비쿼터스 헬스케어 위한 센서 네트워크 기반의 심전도 및 체온 측정 시스템: 2. 생체신호 모니터링 소프트웨어 시스템

이대석 · 정완영*†

A study on WSN based ECG and body temperature measuring system for ubiquitous healthcare: 2. Vital signal monitoring software system

Dae Seok Lee and Wan-Young Chung*†

Abstract

An ubiquitous healthcare monitoring system for elderly person at home was designed for continuous healthy monitoring of elderly person or patients. Human vital signals, such as ECG and body temperature, were monitored by terminal PC or PDA via ECG and temperature sensor nodes on the patient's body. From the ECG data, the heart rate, tachycardia, bradycardia and arrhythmia were diagnosed on the terminal PC or PDA to assist doctor's or nurse's aid or patient itself to monitor the patient's condition and give medical examination. Artificial judgement support system was designed in server computer and the system support a doctor or nurser for management or treatment of the patient. This system can be applied to vital signal monitoring system for solitude elderly person at self house or home health care service part. And this ubiquitous healthcare system can reduce the medical expenses in coming aging or aged society.

Key Words : wireless sensor network, ECG, ubiquitous healthcare, monitoring software, PDA, TinyOS

1. 서 론

최근 의료기술의 발달 및 건강에 대한 관심이 높아지면서, 인간의 건강한 삶을 위한 헬스케어 프로그램과 의료정보서비스에 대한 수요가 급증하고 있다. 또한 노령인구의 급격한 증대에 따라 더 이상 병원에서의 치료만으로는 충분한 의료서비스제공이 어려워지고 있다. 즉, 노령인구를 위한 병원 치료가 아닌 의료서비스의 필요성이 대두 되고 있으며, 이러한 서비스는 결과적으로 항상 노인의 건강상태를 지속적으로 모니터링 가능하게 하고 필요하면 의료서비스를 제공함으로써 노령인구의 삶의 질을 높여주고 결과적으로 병원 의료서비스의 비용을 줄여주는 역할을 하게 된다^[1,2].

급격한 정보통신의 발달로 무선센서네트워크 기술 또한 실용화에 근접하고 있으며 많은 분야에서 실용화

를 위한 노력이 경주되고 있다. 최근에는 이러한 무선 센서네트워크 기술을 이용한 유비쿼터스 헬스케어 서비스에 관한 연구가 활발히 시작되고 있다^[3]. 유비쿼터스 헬스케어 서비스는 환자의 몸에 무선 센서노드를 부착하여서 항상 건강을 체크할 수 있으며 또 간호사나 의사가 필요에 따라서 측정된 건강 파라미터는 진단, 진료를 위한 기초자료로 활용하여 노인이나 환자가 언제 어디서든지 안심하고 편안한 삶을 살 수 있는 기술을 말한다.

본 연구에서는 저전력 무선 센서노드 통신에서 최근 널리 사용되고 있는 Zigbee 프로토콜을 이용해, 무선 센서네트워크 기술기반의 저전력 헬스케어 모니터링 시스템을 구현하였다. 서버 PC는 베이스 스테이션과 서버 PC의 데이터 전달을 위한 시리얼 프로그램, 터미널 PC에 데이터를 제공하기 위한 통신 프로그램을 구현하였으며 터미널 PC 프로그램과 PDA 프로그램에서는 ECG 신호의 잡음을 없애기 위한 필터 및 ECG 특성점 검출 프로그래밍을 하였으며 마지막으로 비정상적인 ECG를 검출하기 위한 프로그래밍을 하였다. 개발된 시스템의 테스트를 위하여 ECG 신호발생기(ECG

동서대학교 소프트웨어전문대학원 (Graduate School of Software, Dongseo University)

*동서대학교 컴퓨터정보공학부 (Department of Computer and Information Engineering, Dongseo University)

†Corresponding author: wychung@dongseo.ac.kr

(Received : January 17, 2006, Accepted : August 11, 2006)

Simulator, MARQUETTE Electronics INC., USA) 및 실제 ECG 신호와 체온측정 센서로부터 ECG 신호와 체온센서를 Ad-hoc 네트워크를 통해 무선으로 터미널 PC와 PDA에서 모니터링 하도록 하였다.

2. 시스템 구성

무선센서네트워크 기술은 컴퓨팅 능력과 무선통신 능력을 갖는 센서노드를 자연환경이나 전장 등에 뿌려 자율적으로 네트워크를 형성하고, 취득한 환경정보를 네트워크를 통해 원격지에서 활용할 수 있게 하는 기술이다. 무선 센서노드는 크게 전원회로, 센서보드, RF 트랜시버, 마이크로컨트롤러로 구성되어지며 저전력 소비를 요구한다. 본 연구에서는 마이크로컨트롤러를 내장한 소형컴퓨터 시스템으로 센싱응용처리와 각 센서노드들 간 통신 등을 위해 실시간 운영체제인 TinyOS를 사용하였다.

그림 1은 환자의 생체신호를 모니터링 하기위한 본 연구에서의 유비쿼터스 헬스케어시스템의 구성을 보여 주고 있다.

본 연구에서 구현한 무선센서네트워크 기반의 헬스케어 시스템은 전체적인 시스템은 센서 노드, 베이스스테이션, 서버 PC로 하드웨어가 구성되고 디스플레이를 위한 PDA 프로그램, 클라이언트 프로그램, 서버 프로그램으로 소프트웨어가 구성된다. 환자 몸에 부착된 센서노드를 이용하여 환자의 가장 기본적인 건강 파라미터라고 할 수 있는 ECG와 체온의 생체신호를 검출하여 베이스스테이션을 통해 서버컴퓨터로 전송하였다. 서버컴퓨터에서는 생체신호 데이터를 유·무선방식으로 연결된 PC 또는 PDA의 터미널프로그램으로 전송하여 의사, 간호사 등 의료관계자 또는 환자 본인이 확인 할 수 있게 하였다.

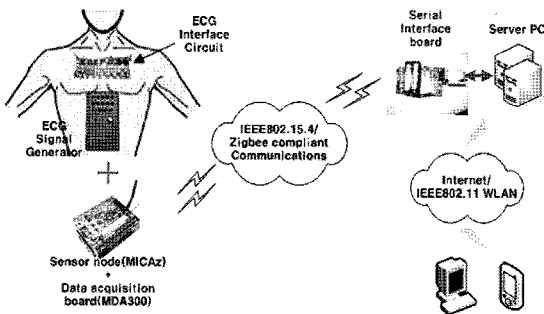


그림 1. 본 연구에서의 유비쿼터스 헬스케어 시스템 구성도
Fig. 1. System architecture of the ubiquitous healthcare in our research.

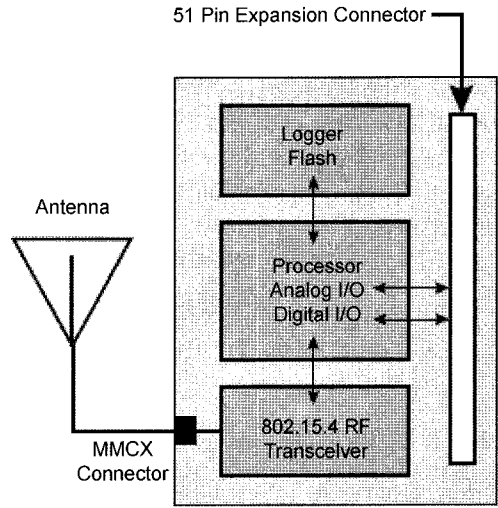


그림 2. ECG 데이터 획득 및 하드웨어 구성도
Fig. 2. ECG data acquisition and hardware architecture.

2.1. 시스템 하드웨어

그림 2는 본 논문에서 무선센서네트워크 하드웨어 구성을 보여주고 있다. 센서노드, 데이터획득보드, 심전도(ECG : Electrocardiogram) 측정보드, 체온 측정보드, 베이스스테이션으로 구성되어있으며 센서노드는 IEEE 802.15.4를 적용한 MicaZ보드로써, 저가의 8 bit 프로세서(ATMEGA128L, Atmel Co., USA)를 사용하고 주파수 사용문제를 피하기 위해 ISM(Industrial Scientific and Medical) 대역의 무선통신을 위한 송수신기를 부착하였다. 또한 2005년에 표준이 완료되어 적용이 기대되는 IEEE 802.15.4표준과 호환이 가능한 플랫폼이다. MicaZ는 2.4~2.4835 GHz의 통신주파수범위를 가진다. 라디오 송수신 칩으로 Chipcon사의 CC2420 (IEEE 802.15.4호환)을 사용하며 250 kbps의 전송속도를 가진다. 또한 51 pin의 확장 커넥터를 가지며 아날로그입력, 디지털입·출력, I²C(I-square-C), SPI(Serial peripheral interface), UART를 지원한다. 데이터 획득 보드는 MDA300보드로써 12비트 아날로그입력에 최대 11채널을 지원하며 MicaZ의 On-Board 역할을 한다. 베이스스테이션보드는 MIB510 인터페이스보드를 이용하여 서버 PC와 RS-232(57600 bps)로 연결되도록 구성되었다. 또한 MIB510보드는 JTAG 코드디버깅을 지원한다.

본 연구에서 사용한 무선 센서노드에 사용한 운영체제는 TinyOS로서 이벤트발생에 의한 상태전이 방식을 채택한 상태머신 기반의 프로그래밍 개념을 사용한다. 제한된 메모리 공간의 효율적인 이용과 프로세싱의

동시성을 지원해 주며 현재 미국을 중심으로 가장 널리 사용되고 있는 무선센서네트워크 운영체제 중 하나이다¹⁶⁾.

ECG 신호를 획득에 관한 측정 방법과 센서보드에 관한 설명은 앞선 논문에서 기술하였다¹⁵⁾. 채운은 서미스터 온도센서를 이용하여 손끝에서 체표면 온도를 측정하였으며 여러 가지 종류의 ECG 신호에 대한 시스템의 동작특성을 분석하기 위하여 ECG 신호발생기와 실제 인체에서 Read I/O로 측정할 ECG 데이터를 획득하여 비교하였다.

3. 모니터링 소프트웨어

본 연구의 유비쿼터스 헬스케어시스템 개발을 위한 시스템 소프트웨어는 크게 3가지로 나누어진다. 베이스스테이션과 RS-232 시리얼방식으로 연결된 서버에서 동작하는 서버 프로그램과 LAN으로 연결되어 센서 데이터를 받는 터미널 PC에서의 터미널 PC 프로그램 그리고 WLAN을 활용한 PDA 프로그램으로 구성된다. 서버 프로그램은 베이스스테이션으로부터 생체신호와 센서노드정보를 전송받고 터미널프로그램에서 요청하는 생체신호 데이터 및 노드정보를 전송하기 위해 데이터패킷을 가공하는 역할을 한다. 터미널 PC 프로그램은 서버 프로그램에서 전송받은 데이터를 이용하여 실시간그래프, 이미지 파일저장 및 비이상적인 ECG 신호에 대한 판단기능을 갖게 된다. PDA 프로그램은 무선 인터넷망을 이용하여 생체신호 모니터링을 가능하게 하였다.

3.1. 서버 프로그램

서버 프로그램에서는 베이스스테이션에서 무선 센서 데이터를 받기위한 시리얼통신 기능과, 전송된 데이터를 클라이언트 및 PDA에 전송하기 위해 TCP/IP 통신을 위한 소켓 프로그램을 구현하였다. 또 무선 센서모듈에서 전송되는 패킷형태의 전송데이터 및 무선 센서 노드 아이디에 대한 정보를 제공하도록 하였다.

또한 C#(Microsoft Visual Studio.Net 2003, Microsoft, USA)을 이용하여 시리얼통신 프로그램을 구현하였으며 그림 3에서와 같이 시리얼통신에 관련된 Port 연결, 연결 환경설정, 시리얼데이터 읽기 및 쓰기, Port 연결 끊기 등의 모든 함수부분을 C++(Microsoft Visual Studio 6.0, Microsoft, USA)를 이용하여 DLL(Dynamic Link Library)로 구현하였다. DLL은 어떤 기능이 실행 파일에 직접 덧붙여지지 않고, DLL 파일에 독립적으로 존재하다가 프로그램이 실행될 때 동적으로 링크되

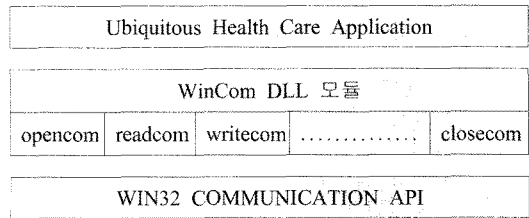


그림 3. 시리얼 프로그램의 WinCom.dll을 이용한 내부 시리얼 통신 구성도

Fig. 3. Serial communication architecture using WinCom.dll in the server program.

어 사용된다. 이렇게 함으로써 많은 데이터를 처리해야 하는 서버 프로그램이 DLL 파일사용으로 메모리와 하드디스크를 절약하고 프로그램 실행속도가 빨라지게 하였다. 아래 그림 3은 서버 프로그램 내부에서 DLL에서 구현된 시리얼 통신과 관련된 함수를 링크하여 사용하고 있는 것을 보여준다.

서버 프로그램은 베이스스테이션에서 시리얼통신으로 받는 데이터는 char데이터타입(1 byte)으로 전송받으며 무선 센서모듈에서 베이스스테이션으로 전송된 첫 데이터가 싱크데이터임을 확인 후 string타입의 버퍼에 데이터를 저장하게 된다. 이때 저장되는 데이터는 16진수 형태로 변환되며, 그리고 마지막 싱크데이터를 확인 후 탈출문자를 초기데이터로 만들고 데이터를 TinyOS 시리얼 패킷형태로 분류하게 된다. 터미널 PC 프로그램으로 부터 센서데이터에 관한 요청이 있을 시 노드아이디, 채널, 데이터 순으로 재분류하여 데이터를 보내도록 설계하였다. 무선전송 된 패킷데이터의 서버 프로그램에 의한 데이터의 재분류에 의해, 기존의 TinyOS 시리얼 패킷을 터미널 PC 프로그램에서 필요한 데이터만으로 구성하여 전송되게 함으로써 전송 시 발생하는 트래픽이 최소화되도록 하였다. 터미널 PC 프로그램에서 사용되는 데이터패킷은 노드아이디 식별 문자 "N", 노드아이디, 채널 식별문자 "H", 채널아이디, 데이터 순으로 구성되었다. 식별 문자는 1 byte의 크기를 가지며 노드아이디, 채널아이디는 각각 2 byte의 크기를 가지고, 데이터는 ECG 데이터 10개를 나타낼 수 있는 20 byte로 구성하였다. 그림 4는 이렇게 구성된 터미널 PC 프로그램으로 전송되는 데이터 패킷 형태와 서버흐름도이다.

3.2. 터미널 프로그램

터미널 프로그램의 주된 목적은 터미널 PC나 PDA에서 생체데이터를 가시화하기 위해 이를 화면에 그려

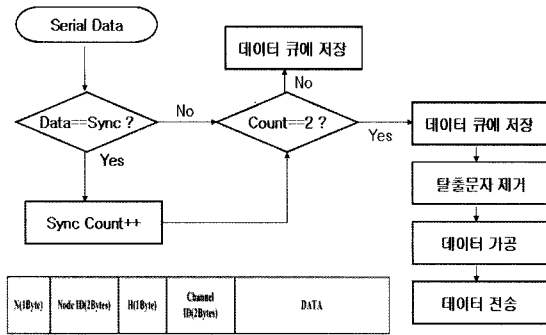


그림 4. Server 프로그램의 내부 가공 데이터 패킷 구조도와 흐름도
 Fig. 4. Inner processing data packet and flowchart in the server program.

프로 나타내거나 수신된 생체데이터를.txt 형식의 파일로 저장하고 필요시 저장된 파일을 이용하여 차트로 보여주는 역할을 한다. 터미널 프로그램은 서버로부터 TCP/IP를 이용하여 생체신호 데이터를 전송받은 후, 전송된 생체신호 데이터를 그래프로 보여준다.

본 연구에서는 유비쿼터스 헬스케어 파라미터로 생체신호 중에서 가장 중요한 파라미터인 ECG와 체온을 무선센서네트워크를 전송방식으로 사용하여 모니터링 하였다. ECG 그래프는 16진수형태의 ECG 데이터 10 개씩을 센서노드아이디에 따라 내부 큐에 분류, 저장한 후 그래프를 그리도록 설계하였다. 또한 서버로부터 ECG 데이터와 체온 데이터를 전송받아 체온, ECG 그래프를 그려주는 역할 뿐만 아니라, ECG 데이터를 활용하여 모니터링된 심박동수의 상태에 대한 이상여부 판단 보조기능도 설계하였다.

여러 건강 파라미터 중 심전도와 체온을 선택한 이유는 심전도가 현대의학에 중요한 위치를 차지한다. 그 이유는 이것의 임상적 활용가치 때문으로 심전도검사는 심실 혹은 심방의 비대나 확대, 심방내 심방에서 심실 또는 심실내의 전도장애, 심방과 심실의 부정맥, 심근허혈 혹은 경색, 선천성 심기형에서의 특이한 소견, 전해질 이상 심근 및 심낭염과 심낭삼출, 심장약의 효과 판정, 인공심박기 기능의 평가 등 환자의 질환이나 상태의 진단에 결정적 혹은 중요한 보조적인 역할을 할 수 있기 때문이다¹⁶⁾.

본 연구에서는 ECG를 활용하여 심장질환 중 가장 빈번히 발생하는 빈맥, 서맥 및 동정지의 발생여부를 알려주는 기능을 설계하여, 비정상적인 심박동수 검출 시 자동 저장된 파일자료를 토대로 전문의에게 진단을 받을 수 있는 기초적 자료가 될 수 있게 하였다. 심장

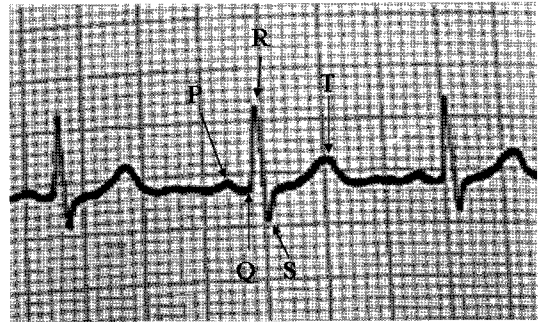


그림 5. 전형적인 ECG 신호의 파형적 특징
 Fig. 5. Typical ECG signal graph.

질환에서 빈맥은 분당 100회 이상이다. 일반적으로 심진대사 요구의 증가에 따른 반응으로 동방결절 박동이 증가하는 것이기 때문에 점진적으로 나타나며 원인으로 열, 불안, 운동, 빈혈, 저혈량, 패색전증, 심근허혈 등이 있다. 서맥은 분당 60회 이하의 심박동수로 동방결정 기능장애, 과도한 미주신경 활동이나 교감신경 작용의 감소, 점액수종, 저체온, 저산소증이 원인이 되어 발생한다¹⁷⁾.

심박동수를 구하기 위해 QRS의 R-R 간격을 이용하였다. 그림 5에서와 같이 QRS의 파형이 가장 큰 기울기 특성을 가지고 있다. 그리하여 R피크 검출을 위해 신호의 미분을 통한 기울기 급변점의 검출을 통해 R피크를 검출하는 방법을 적용하였다. 인접된 두 개의 특성점의 기울기를 구하여 가장 큰 기울기를 가진 값 S(i)를 구하고 이때 미분값에 적용된 5개의 데이터 중 가장 큰 값을 피크로 적용하였다. S(i)를 기준으로 역방향 및 순방향으로 기울기 $S(i-n) < 0$, $S(i+n) > 0$ 때까지 탐색하여 QRS complex를 구하였다. R파와 T파가 동일한 크기일지라도 미분파형을 이용하면 R파의 경우 기울기가 크고, T파의 경우 상대적으로 기울기가 작으므로 정확한 R파 검출이 가능하였다. 검출하고자 하는 파형이 신호 속에 포함된 다른 파형들과 크거나 작은 진폭을 가지고 있는 경우, 단순한 진폭의 크기만을 사용하여 원하는 파형을 검출할 수 있다. ECG 파형의 경우 한 주기 안에 3개의 점점을 가지는데 P파와 R파, T파이다. 그림 5에서 P파와 T파의 경우 상대적으로 R파의 최대 점점이 낮은 것을 알 수 있다. 문턱값 결정시 문턱값이 너무 낮으면 거짓 검출이 되며 너무 높을 경우 문턱값 검출을 위한 시간이 소모 된다. 이에 따라 본 연구에서는 시스템의 경험적 결과에 따라 문턱값을 R피크의 80%로 적용하였다.

빈맥, 서맥, 동정지를 검출하기 위한 판정변수로 R-

표 1. 빈맥, 서맥, 동정지 판정표
Table 1. The bradycardia, tachycardia, sinus arrest decision table

Bradycardia	RRt > 1.5 sec ARt > 1.2 sec
Tachycardia	ARt < 0.5 sec
Sinus Arrest	RRt > 1.9(ARt-1)

R간격을 계산하고 과거 8개의 R-R 간격의 평균치를 계산하여 다음 R-R간격과 평균치에 의해 비정상적인 심박동수가 검출되면 경고와 동시에 검출된 시점부터 전후 5초간 데이터를 터미널 PC 프로그램에서 저장하였다.

표 1은 본 연구에서 사용한 빈맥, 서맥, 동정지 검출을 위한 판정표이다. RRt는 현재 검출한 R-R 간격의 시간을 말하며 ARt(average hart rate time)는 이전 8개의 평균 R-R 간격을 말한다^[8].

터미널 PC 프로그램의 차트기능은 저장된 ECG 데이터를 사용자가 원하는 시간영역에서의 차트그래프를 불러와서 그래프를 확대하거나 축소가 가능하게 하였으며, 특정시간 영역의 특정차트를 gif, jpeg, bmp 형태의 이미지파일로 저장하여 문서화함으로서 추후 자료로 활용할 수 있게 하였다. 또한 차트그래프에서 마우스를 이용하여 ECG 데이터에서 특정 데이터의 좌표값을 볼 수 있게 설계하였다. 이러한 기능은 차트의 한정된 공간에 조밀하게 그래프를 그려야 하는 것으로 인해 세부적인 데이터의 보기 어려운 점을 극복하게하기

위해 필요한 기능이다. 차트에서 사용할 파일의 이름은 ECG데이터 관리의 편의를 고려하여 “모트아이디(환자아이디)_저장기간_저장시간.txt” 형태로 파일 이름을 만들었다. ECG 데이터는 인체로부터 획득되거나 ECG 발생기로부터 획득될 때에 그 신호가 매우 미약하기 때문에 인터페이스회로에서 증폭과 저역통과필터와 고역통과필터를 거치게 된다. 이렇게 처리된 ECG 신호는 무선센서노드에서 데이터 패킷의 형태로 무선송신되게 된다. 그러나 일반적으로 인터페이스회로에서 저역통과필터를 거침에도 불구하고 인터페이스보드와 무선센서노드 사이의 선로에서 외부잡음에 의한 영향을 크게 받게 마련이다. 그로 인해 실제 베이스스테이션으로부터 전송된 ECG 데이터는 외부노이즈가 포함된 신호가 된다. 이처럼 ECG 데이터에 포함된 노이즈신호를 제거하기 위해 터미널 PC 프로그램에서는 소프트웨어적인 방법인 2차 저역통과 정수형필터로 저주파의 노이즈를 필터링하였다. 그림 6은 터미널 PC 화면상에서 저역통과필터의 효과를 비교하기 위해 터미널 PC 프로그램에 저역통과필터 기능을 사용하지 않았을 때와 사용하였을 때의 ECG 그래프의 차이를 보여주는 것이다. 그림의 아래 ECG 파형은 원래의 ECG 파형이며, 위의 두파형은 특정시간 영역의 ECG 파형을 시간영역에서 확대하여 비교한 그래프이다^[9].

3.3. PDA 프로그램

의사가 병원 내 이동 또는 긴급상황 발생시 원격지에서 환자의 생체 데이터를 볼 수 있게 하기 위해 무

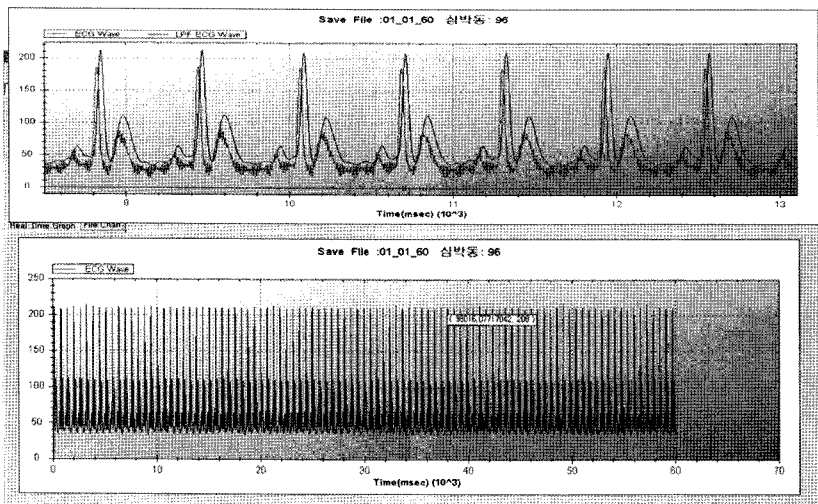


그림 6. 내부 저역통과필터 사용 전후 ECG 그래프 비교
Fig. 6. ECG graphs on terminal PC screen before and after using lowpassfilter in terminal program.

선 인터넷(WLAN)이나 인터넷접속이 가능한 공간에서 이동성이 제공되는 모바일 모니터링용 PDA 프로그램을 만들었다. PDA 프로그램은 디스플레이의 제약으로 많은 그래프를 보여주기 힘든 관계로 PDA 프로그램에서는 ECG 데이터 그래프와 심박동, 체온수치를 보여주며 서버와 통신을 하기 위해 TCP/IP 소켓 프로그램을 사용하였다. ECG 그래프는 0.0~1.6초로 축을 나타내었으며 심박동 수를 이용하여 빈맥과 서맥, 동정지를 검출 시 알려 주는 알람기능을 구현 하였다.

4. 연구 결과 및 고찰

무선센서네트워크 기반의 ECG 및 체온 모니터링을 위해 서버 PC 프로그램, 터미널 PC 프로그램, PDA 프로그램을 구현하여 실험하였다. 서버는 현재 진행 중인 상태를 위주로 표시하였다. 즉 신호데이터의 손실 또는 이상 유무, 통신의 연결상태, 현재 연결된 노드상태 등을 표시 할 수 있게 하였다. 그림 7은 서버 사용자인터페이스를 캡처한 것이다. 실시간으로 연결되는 노드를 표시하는 트리장과 센서데이터를 보여주는 뷰창, 서버의 TCP/IP 연결 상태 등의 실행과 관련된 버튼 등으로 구성하였다. 그림 7에서 (1)과 (2)는 베이스스테이션으로 현재 전송되어지고 있는 센서노드 아이디정보를 보여주기 위한 것으로 베이스스테이션과 연결된 센서노드에 관한 정보를 표시한다. 이 그림에서는 현재 총 2개의 센서노드를 동작되고 있음을 확인할 수 있으며, 연결된 노드를 선택 시 해당 노드로부터의 실시간 데이터 패킷을 볼 수 있었다. (3)의 창에서는 시리얼 패킷형태로 베이스스테이션으로 들어오는 모든 데이터패킷을 Head Data Part, Payload Data Part 등 데이터의 세부 패킷 정보로 분리하여 볼 수 있게 하여 TinyOS 패킷에서의 데이터 정보를 쉽게 구별이 가능하게 하였다. 그리하여 이 창에 2개 노드의 아이디인 0100, 0300

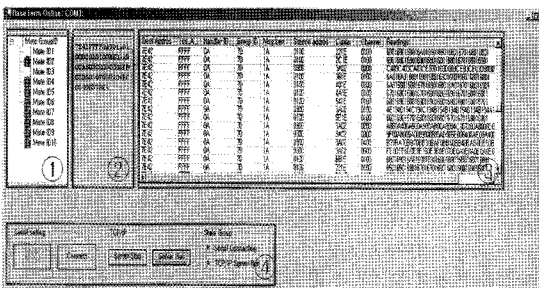


그림 7. 서버 프로그램 인터페이스
Fig. 7. Server program interface.

의 센서노드 아이디를 확인할 수 있었으며 (4)의 부분은 베이스스테이션과 시리얼 연결상태 및 시리얼통신을 위한 포트설정, 속도설정을 나타내게 구성하였다. TCP/IP로 터미널프로그램에게 데이터를 전송하기 위한 서버실행에 관련된 일을 설정하며 현재 서버PC 프로그램의 시리얼통신, TCP/IP 실행상태를 보이도록 설계, 구성하였다.

터미널 프로그램의 세부기능으로는 그림 8에서와 같이 (1)번 창에는 터미널의 서버연결과 관련된 컨트롤기능과 데이터의 저장시간 간격 및 저장시간 설정기능이 부여되었다. (2)와 (3)의 부분에는 현재 전송된 데이터의 그룹아이디와 노드아이디의 정보를 보여주며 전송된 생체데이터를 이용하여 심박동과 체온을 보여주게 하였다. (4)와 (5)는 실시간 전송된 ECG 데이터의 비정상적인 심박동과 동정지에 따른 알람기능과 체온의 변화를 그래프로 보여주고 있다. (6)은 ECG 신호를 실시간으로 파형으로 보여주며 저장된 ECG 데이터파일을 불러와서 보여주는 역할도 한다. 따라서 그림 8의 윈도우는 현재 서버로부터 터미널로 전송되는 체온, ECG 데이터를 실시간으로 그래프로 보여주는 동시에 심박동수, 체온값을 텍스트로 표시하고, 정상적인 심박동수 및 ECG 파형을 보이고 있으면 알람램프가 녹색으로 유지하여 정상적인 심박동수 상황을 알려준다.

터미널에서 나타나는 ECG 그래프의 정확성을 확인하기 위해서 터미널에서의 인체 ECG 그래프와 ECG 센서보드에서 계측되는 ECG 신호를 비교하여 보았다. ECG 신호는 통상 P-QRS-T파의 파형적 특징을 가지고 있는데, 그림 8의 터미널 PC에서의 인체에서 계측한 ECG 신호파형과 그림 9의 오실로스코프와 ECG 센서 보드를 연결하여 계측한 인체 ECG 파형적 특성이 정확히 일치하는 것을 확인할 수 있었다. 이는 소프트웨

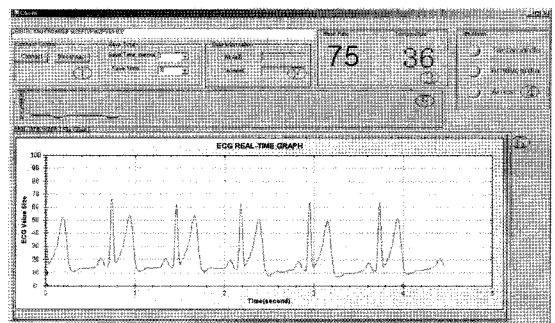


그림 8. 터미널 PC에서의 실시간 인체 ECG 및 체온 디스플레이 화면
Fig. 8. Realtime human body ECG and body temperature graphic interface on the terminal PC screen.

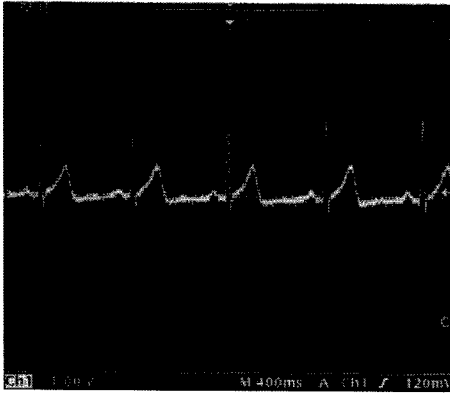


그림 9. 실제 인체 ECG가 출력된 오실로스코프 상의 심전도 신호형태

Fig. 9. The human body ECG signal on oscilloscope screen.

어 프로그램에서 만든 저역통과필터와 고역통과필터의 기능이 추가되어 ECG 센서에서 계측된 ECG 데이터에 혼재되어 있는 잡음을 제어하였기에 보다 정확한 ECG 신호를 모니터링 할 수 있게 된 것이다. 이를 통해 ECG 발생기 또는 실제 ECG신호 - 무선센서네트워크 - 베이스스테이션 - 서버 PC - TCP/IP - 터미널 PC로 연결되는 ECG 신호의 데이터가 정확히 전달되는 것을 확인할 수 있다.

터미널 PC 프로그램에서 비정상적인 심박동인 빈맥, 서맥을 판단하기 위해 ECG 신호발생기를 사용하여 다양한 ECG 파형을 센서노드에 입력하여 터미널 PC로 전송하였다.

그림 10은 ECG 신호발생기를 이용하여 심박동수를

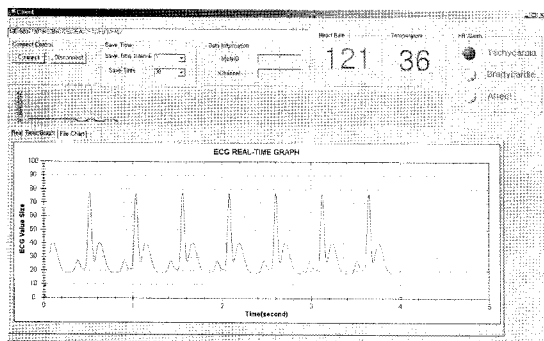
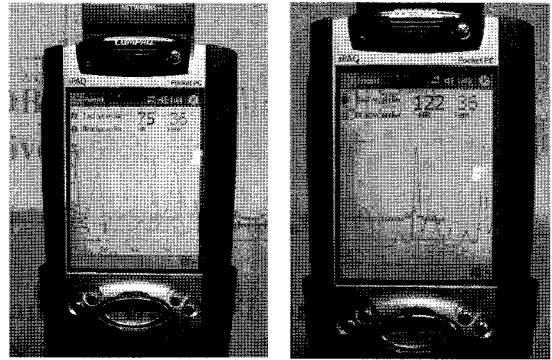


그림 10. 실시간 그래픽 창에서 ECG 제너레이터 파형과 심박동분석에 의한 이상진단의 예

Fig. 10. Realtime ECG generator signal observation in real time graphic window and examples of abnormal heartbeat.



(a)

(b)

그림 11. PDA에서 실시간 인체 ECG 및 체온 모니터링; (a) 정상 ECG (b) 빈맥 감지

Fig. 11. Realtime human body ECG and body temperature monitoring in the PDA; (a) normal ECG, (b) tachycardia detection.

증가시켜 표 1에서 정한 판정표에 따라 심박동 120회 이상일 경우 터미널프로그램 내의 빈맥(Tachycardia) 알람램프를 녹색에서 적색으로 변화되어 빈맥으로 판단하는 것을 볼 수 있었다. 이러한 감지기능을 통해 비전문가 또는 보호자의 판단을 도와주며 이미지 저장기능을 통해 전문 의료인에게 환자의 기초적 데이터를 제공할 수 있게 하였다.

그림 11의 (a)와 (b)는 PDA 프로그램에서 실시간 ECG 그래프와 빈맥 검출시 알람기능을 보여주고 있다. 그림 11의 (a)는 인체에서 계측한 ECG 그래프로 75의 정상적인 심박동수를 보이고 있으며 그림 11의 (b)는 비정상적인 ECG에 대한 검출을 위하여 ECG제너레이터를 이용하여 심박동수를 증가 하여 판정표에 따라 빈맥 알람램프가 바뀐 것을 볼 수 있다.

5. 결 론

무선센서네트워크 기술을 이용하여 유비쿼터스 헬스케어 위한 생체 모니터링시스템을 구현하였다. 환자의 활동성을 보장하기 위해 무선 센서노드를 사용하였으며 터미널프로그램을 통해 환자의 생체정보에 대해 실시간 모니터링을 하고 비정상적인 생체신호 발생시 알람기능을 통해 그 이상 유무를 알려주고, 이미지 파일을 이용해 비정상적인 데이터를 검색할 수 있게 하였다. 또한 계측시간 설정을 통해 정기적으로 데이터를 저장 할 수 있으며 이동성이 보장된 PDA를 활용하여 무선 인터넷망을 통해 언제 어디서나 생체신호 모니터링을 보장하였다. 이러한 시스템을 활용하여 앞으로 고

령화 사회에 대비, 기존의 인터넷 망을 기반으로 독거 노인을 위한 재택에서의 생체 데이터 모니터링과 같은 사회복지분야에서도 적용 및 헬스케어 홈서비스와도 연계가 가능할 것이다. 향후 데이터베이스를 구축하여 데이터마이닝 기술을 이용하여 효율적인 생체데이터 저장 및 응용시스템의 구축과 심장질환에 대한 자동진단 또는 감지의 정확성을 높이기 위해 다양한 알고리즘의 개발과 맥파, 산소포화도 등의 다양한 생체신호를 모니터링하기 위한 연구를 계속할 예정이다.

참고 문헌

- [1] 신승철, 유창용, 강재환, 남승환, 송유선, 임대규, 이정원, 박덕근, 김승환, “응급상황 감지를 위한 e-Health 시스템의 구현”, 한국정보과학회학술지, 제 31권, 제 1호, pp. 322-324, 2004.
- [2] S. Helal, B. Winkler, C. Lee, Y. Kaddoura, C. Giraldo, S. Kuchibhotla, and W. Mann, “Enabling location-aware pervasive computing applications for the elderly”, In *Proceedings of the First IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communication*, pp. 531-536, 2003.
- [3] W.-Y. Chung, “Ubiquitous sensor network for chemical sensors”, *Proc. of the 6th East Asia Conference on Chemical Sensors*, pp. 183-184, Gulin, China, 2005.
- [4] 김대영, 홍승기, 스마트 센서노드 운영체제 기술, *TTA Journal*, no. 97, pp. 73-80, 2005.
- [5] 이영동, 정완영, “유비쿼터스 헬스케어 위한 센서 네트워크 기반의 심전도 및 체온 측정 시스템: 1. 센서 네트워크 플랫폼 구축”, *센서학회논문지*, 제15권, 제5호, pp. 362-370, 2006.
- [6] 고한우, 김민기, 김선일, 김희찬, 박승훈, 우응제, 문영로, 윤형로, 이경중, 이수열, 임재중, 조민형 공저, *디지털 생체 신호처리*, 여문각, pp. 1-4, 1997.
- [7] 김조자, 왕명자, 이영자, 전시자 공역, 심전도, 현문사, pp. 52-56, 1999.
- [8] 이명호, 안재봉, 박장춘, “마이크로컴퓨터를 이용한 휴대용 부정맥 모니터링의 개발(II)”, *의공학회지*, 제 10권, 제3호, pp. 351-360, 1989.
- [9] 고한우, 김민기, 김선일, 김희찬, 박승훈, 우응제, 문영로, 윤형로, 이경중, 이수열, 임재중, 조민형 공저, *디지털 생체 신호처리*, 여문각, p. 194, p. 336, 1997.



이 대 석 (Dae-Seok Lee)

- 2004년 동서대학교 컴퓨터공학과 졸업 (공학사)
- 2006년 동서대학교 소프트웨어전문대학원 컴퓨터네트워크학과 졸업(공학석사)
- 2006년~현재 동서대학교 소프트웨어전문대학원 유비쿼터스 IT학과 박사과정
- 주관심분야 : 유비쿼터스 헬스케어, 무선 센서네트워크, 시스템 모니터링



정 완 영 (Wan-Young Chung)

- 1987년 경북대학교 전자공학과 졸업 (공학사)
- 1989년 동 대학원 전자공학과(공학석사)
- 1992년 동 대학원 전자공학과(공학박사)
- 1998년 일본 규슈대학 종합이공학연구과(공학박사)
- 1999년~현재 동서대학교 컴퓨터정보공학부 부교수
- 2004년~현재 u-IT 전문인력양성 누리사업단 단장
- 2006년~현재 BK21 WSN을 이용한 u-헬스케어기술개발팀(핵심과제) 팀장
- 주관심분야 : 유비쿼터스 센서네트워크, 마이크로센서, 유비쿼터스 헬스케어