

# 센서네트워크를 이용한 심전도 측정시스템의 설계 및 구현

## Design and Implementation of an Electrocardiogram Measurement System Using Sensor Network

김정원

신라대학교 컴퓨터정보공학부

Jeong-Won Kim(jwkim@silla.ac.kr)

### 요약

본 논문에서는 인체의 심전도를 측정하여 언제 어디서나 환자의 건강상태를 체크할 수 있는 유비쿼터스 헬스 케어 시스템을 구현하였다. 구현된 시스템은 심전도 측정 단말기, 자료 수집 베이스 노드, 의료 정보 수집 서버로 구성된다. 구현된 단말기는 지그비(Zigbee) 프로토콜을 통하여 센서 네트워크를 구성하며 TinyOS가 내장되어 있는 초소형 보드로 설계되었다. 자료 수집 베이스 노드는 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.

■ 중심어 : | 센서네트워크 | 심전도 | 유비쿼터스 |

### Abstract

This paper has implemented a ubiquitous healthcare system that can measure and check the electrocardiogram of a human body in anytime and anywhere. The implemented prototype is composed of electrocardiogram measurement terminal, data gathering base node, and medical information server. The implemented node constructs a sensor network using the Zigbee protocol and the TinyOS is installed on each node. The data gathering base node is linux-based node that can transfer sensed medical 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 experiment, we confirmed the possibility of ubiquitous healthcare system based on sensor network using the Zigbee.

■ keyword : | Sensor Network | Electrocardiogram | Ubiquitous |

## 1. 서론

미래에 등장할 유비쿼터스 컴퓨팅 산업은 21세기 IT 산업 중 최고의 유망기술로 부각되고 있으며 이 기술이

실현가능하기 위해서는 시스템과 네트워크, 그리고 애플리케이션 및 플랫폼 등 다양한 요소기술이 요구되며 또한 각종 디바이스의 표준화 및 접근 용이성, 보안 등의 기술이 해결되어야 할 것이다.

접수번호 : #071012-002

접수일자 : 2007년 10월 12일

심사완료일 : 2007년 11월 14일

교신저자 : 김정원, e-mail : jwkim@silla.ac.kr

유비쿼터스 컴퓨팅이란 언제, 어디서든지 자신이 원하는 작업을 할 수 있도록 모든 컴퓨팅 장치들이 유선 또는 무선 네트워크에 연결된 환경을 말한다. 네트워크의 이동성을 극대화하여 어디서든지 컴퓨터를 사용할 수 있게 하는 노매딕(nomadic) 컴퓨팅, 그리고 모든 정보 가진 기기에 CPU를 장착하여 현재 있는 곳이 작업 공간이 될 수 있는 퍼재형(pervasive)컴퓨팅, 사람의 옷에 컴퓨팅 자원을 분산시켜서 컴퓨터 작업을 할 수 있는 웨어러블(wearable)컴퓨팅, 그리고 스스로 사고하고 진화하는 이그조틱(exotic)컴퓨팅 등이 유비쿼터스의 대표적 사례들이다[1][14].

본 논문에서는 이 USN(Ubiquitous Sensor Network) 상에서 의료 서비스를 제공하는 유비쿼터스 헬스케어 시스템을 설계하고 응용의 일종으로 환자의 심전도 상태를 실시간으로 전송하는 시스템을 개발하였다. u-Healthcare 응용에는 환자의 몸에 착용하여 심장박동수나 산소포화심전도를 체크하는 생체신호를 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 [17].

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[2]. 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[7][15][16].

u-Healthcare 를 위한 요소 기술 중 유비쿼터스 센서 네트워크는 주변환경 및 물리계에서 감지된 정보가 인간생활에 활용되도록 센서 노드 간에 형성되는 유무선 통신기술 기반의 네트워크를 의미한다. 기본 동작원리는 다음과 같다. 센서노드는 센서 네트워크로 전달된 서비스요구 또는 이미 설정한 조건에 따라 생성된 정보를 싱크노드로 전달하고 해당정보는 감지된 초기데이터 또는 주변 센서 노드간의 커뮤니케이션에 의해 가공된 형태로서 저전력을 소모하는 경로를 찾고, 싱크노드로 전달된 정보는 사용자의 서비스에 대한 응답으로 사용되거나 통계적 자료로 활용된다. 여기서 센서노드란 환경 물리계에서 감지된 정보를 통합적으로 처리한 결과 또는 초기데이터를 유무선 통신기술로 전달하는 시스템으로 데이터처리, 통신경로설정, 미들웨어처리 등을 수행하는 프로세서와 통신모듈을 포함하며, 싱크노드란 IP주소를 갖지 않는 센서태그 또는 센서노드가 외부 네트워크와 통신하기 위해 접속하는 중계노드이며 베이스노드로 불리기도 한다.

본 연구에서 설계 및 구현한 프로토타입은 세 가지 구성요소로 이루어지는데 인체의 심전도를 센싱하여 센서네트워크로 전송하는 심전도 측정 노드, 센서네트워크에서 각종 센싱 정보를 유무선으로 전송하는 게이트웨이, 그리고 인체의 의료 정보를 관리 및 저장하여 긴급 상황 발생시 의료진에게 통보하는 의료정보수집 서버로 구성된다. 심전도 측정 노드는 TynyOS를 탑재한 초소형 노드이며 지그비 프로토콜을 통하여 다른 노드와 센서 네트워크를 형성하며 심전도 값을 전송한다. 그리고 게이트웨이 노드는 각 건물이나 센서 네트워크를 구축하고자 하는 구역에 설치되어 센서네트워크의 게이트웨이로서의 역할을 수행하도록 구축되었다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 연구와 관련된 요소 기술의 선행 연구를 기술하고, 3장에서는 유비쿼터스 심전도 측정 시스템의 구조를 소개하고 4장에서는 심전도 측정 센서 노드 및 베이스 노드, 그리고 게이트웨이의 구현을 소개하며, 5장에서는 실험 결과를 설명하며 6장에서 결론을 제시한다.

## II. 관련연구

u-Healthcare를 구축하기 위해서는 인체 센서 기술, 센서 네트워크 기술, 이 기종 단말을 연결하기 위한 미들웨어 기술 등 다양한 요소 기술이 필요한데 본 장에서는 이에 대한 관련 연구를 소개한다.

본 연구팀은 선행 연구로 인체의 혈압 측정을 유비쿼터스 환경에서 실현 가능하도록 혈압 측정 노드, 측정값을 유선으로 전달하는 게이트웨이, 그리고 측정값을 필터링하여 긴급 상황 발생시 의료진에게 전달하는 서버로 구성되어 개발되었으며 이 선행 연구는 본 연구의 기본 토대가 되었다[18].

센서 노드의 경우에는 노르웨이의 Chipcon 사가 2.4GHz IEEE 802.15.4의 지그비 RF소자를 개발하여 가전, 산업제어, 홈/빌딩 인터페이스에 제공하고 있고, 미국 Crossbow는 MICA2와 MICA2DOT 모듈을 개발하였는데 MICA2 시리즈 제품은 Tiny 운영체제에서 수행되며 868/916MHz, 433MHz, 그리고 315MHz과 같은 다양한 RF 대역의 송수신기와 Atmel사의 8bit 컨트롤러인 Atmega128L 을 탑재한 플랫폼을 개발하고 다양한 센서와 데이터 처리기능을 가진 센서보드도 개발하였다.

미들웨어 기술에는 UPnP, HAVi, Jini, LonWorks, PLC forum Korea, OSGi 등이 있다[8][10]. UPnP는 홈 네트워크 환경에서 디바이스 제어를 가능하게 하는 기술을 정의하고 있다. HAVi 는 AV 기기를 중심으로 미들웨어 표준 정의를 하며 Jini 는 Java 기반의 분산 컴퓨팅으로 홈 네트워크 환경에 적합한 서비스 확산을 위한 하부 구조를 정의하고 있다. LonWorks 는 전력선을 이용하는 전등, 센서, 백색 가전기기를 구성하고 제어하는 표준을 정의하고 있으며, PLC forum Korea 는 4계층을 갖는 전력선 프로토콜을 통하여 홈 오토메이션 분야에 적용되는 미들웨어이다.

u-Healthcare 서비스에는 미국의 Elite Care는 다양한 유비쿼터스 기술을 채용해 노인의 실생활 건강을 모니터링하는 것으로 위치추적빔지를 이용 비상호출서비스를 제공하고 침대에는 체중과 몸부림등의 움직임을 체크하고 화장실에서는 심전도나 체온, 그리고 변기에서는 당을 측정할 수 있다. 로체스터 대학의 미래건강

센터는 가정을 의료공간으로 변화시키는 스마트 헬스 케어를 개발하여 스마트 거울로는 피부의 변화, 허리띠에서는 혈당을 측정하고, 스마트양말로는 심전도를 측정할 수 있다. EU에서는 대표적으로 환자가 이동중에도 건강을 모니터링할 수 있도록 모바일 헬스 프로젝트를 진행중에 있으며 일본의 경우는 센서 네트워크와 RFID를 이용하여 인체를 모니터링하는 기술을 개발하였다[3-5]. 국내의 경우 서울대에서는 인천송도에 '더샵 퍼스트월드'에 u-health 서비스를 제공하기 위하여 기술 개발 중이며, 비트컴퓨터는 원격진료 솔루션을 개발하였으며, KT는 U-Healthcare 센터를 구축하여 의료 서비스를 제공하고 있으며, 대전사는 모바일 기기를 통한 의료 시범서비스를 실시 중에 있다[6][7].

유비쿼터스 네트워크를 구축하기 위한 대표적인 프로젝트로는 CoolTown[13], Aura[9], Pervasive computing, Smart Its[12], EasyLiving[11], TTT 등이 있다. CoolTown 프로젝트는 HP의 인터넷 및 이동 시스템 연구소에서 시작한 것으로 현실세계와 가상세계의 연결을 위한 Real World Wide Web의 구현 및 이를 위한 소프트웨어, 서비스, 정보기기의 연구개발을 목표로 하고 있다. Aura 는 1999년 CMU에서 시작된 보이지 않는 컴퓨팅에 관한 프로젝트로 프로세서나 메모리가 넘쳐나게 되어 지금은 가장 귀중한 컴퓨팅 자원은 인간의 집중도라는 것이 기본적 개념이다. Pervasive Computing 은 미국 표준기술연구소의 정보기술 응용부가 중심이 되어 컴퓨팅이나 센서가 디바이스, 기기, 장치, 혹은 집과 사무실, 공장, 양복 등 모든 곳에 존재하도록 하는 Pervasive computing 프로젝트이다. Smart Its 는 스위스 취리히의 연방기술연구소 산하 분산시스템 연구그룹에서 시작한 것으로 사라지는 컴퓨터 이니셔티브의 16개 연구를 진행중이 있다. EasyLiving 은 마이크로소프트가 소프트웨어 개발업체에서 유비쿼터스 선도업체로 거듭나기 위한 프로젝트로 생활하기 편리한 지능형 공간을 창조하는 것을 목적으로 하고 있다. TTT는 MIT 미디어랩 프로젝트 컴퓨터가 우리 주변의 일상생활에 들어와서 그것들이 서로 협조하면서 우리들의 생활을 돕는다라는 생각으로 다양한 인공지능적인 개념들이 사용되고 있다.

### III. 유비쿼터스 심전도 측정 시스템의 구조

3장에서는 본 논문에서 구현한 유비쿼터스 심전도 측정 시스템의 구조를 설명한다. [그림 1]에서 보듯이 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 긴급상황시 의료진에게 관련 내용을 전송하여 의료서비스를 받을 수 있도록 한다. 시스템 개발은 frontend, backend의 두 부분으로 나눌 수 있다. frontend 에서는 지그비를 이용한 무선 센서네트워크 기술 개발을 개발하고 센서네트워크용 베이스 노드, 즉 임베디드시스템 개발하며 온도, 심박동 등 환자의 상태를 무선 센서네트워크로 전송하는 센서 모듈 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.

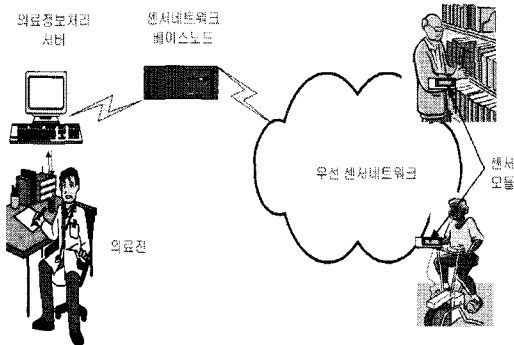


그림 1. 시스템 구조

### IV. 심전도 측정 센서 노드, 베이스노드 및 게이트웨이 구현

4장에서는 본 연구의 핵심인 심전도를 측정할 수 있

는 센서 노드와 베이스 노드, 그리고 게이트웨이의 구조를 설명한다.

#### 1. 심전도 측정 센서 노드

[그림 2]는 심전도측정 센서 및 센서노드의 사진이다. 이 센서는 심전도측정 노드에 부착되어 시리얼 통신으로 심전도데이터를 수집하여 게이트웨이로 전송하는 역할을 담당한다. 본 연구에서는 버클리대학에서 배포한 센서 노드용 운영체제인 tinyOS 및 telos 플랫폼 [19][20]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.

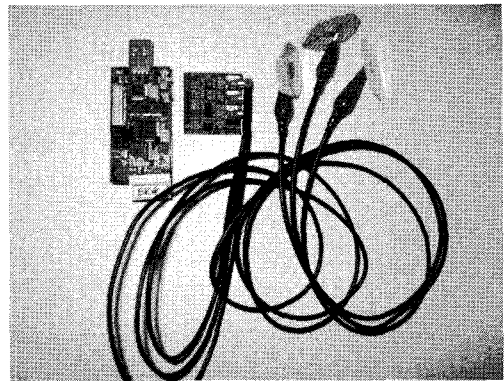


그림 2. 심전도측정 센서 노드

EKG(electrocardiogram)는 심장의 전기적 활동을 기록하는 것으로 박동이 났 때마다 전기 충격이 심장을 통하여 지나가게 된다. 이 충격이 심장 근육을 수축시킨 다음 혈액을 심장에서 펌프 운동으로 내보내게 된다. 이것으로 전기 충격이 정상인지, 느린지, 빠른지 또는 불규칙하지 판단할 수 있고 심장이 너무 큰지 또는 과도하게 일을 하는지 그리고 심장발작으로 심장 근육에 손상이 있는지 등을 판단하게 된다. 본 연구에서는 가정에서 간이로 EKG를 측정할 수 있는 센서를 부착하여 의료진에게 그 결과를 전달 할 수 있도록 하였다.

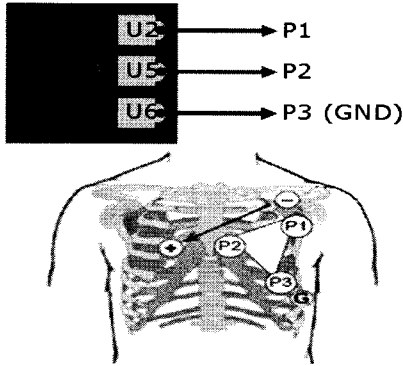


그림 3. EKG 센서 부착 위치

EKG 파형은 좌,우 심방의 순차적 활동을 보여주는 P 파, 좌우 심실의 전기적 자극을 보여주는 QRS 파, 그리고 S 파형 다음에 나타나는 T 파가 있는 본 연구에서 사용된 센서는 P파를 간단히 보여 준다. [그림 3]은 본 연구에서 사용된 센서의 부착 위치를 그림으로 보여 준다. P1은 좌심방, P2 우심방쪽, 그리고 P3 는 GND 용으로 부착된다.

## 2. 베이스 노드

본 연구에서 베이스 노드는 센서 노드에서 발생한 데이터의 수집 및 게이트웨이로 전달하는 역할을 수행한다. 센서 노드와 베이스 노드는 지그비로 통신을 수행하며 베이스노드는 시리얼로 연결되어 데이터를 송수신한다. [그림 4]는 베이스 노드의 블록다이어그램이고 [그림 5]는 베이스노드를 나타낸다. [그림 6]은 베이스노드와 게이트웨이의 연결 그림이고, [그림 7]은 심전도 측정센서 노드 및 베이스노드 게이트웨이의 전체 연결 구조를 설명하는 블록다이어그램이다.

베이스 노드의 MCU는 Atmel사의 Atmega128L이고 RF는 Chipcon의 CC2420을 사용하였다. 그리고 다운로드 및 시리얼로 디버깅할 수 있도록 다운로드 포트가 설정되어 있으며 이 포트는 게이트웨이와 연결되어 있다. 베이스 노드는 전원공급부, RF, MCU보드, 그리고 게이트웨이와 연결을 위한 시리얼 인터페이스 부분으로 구성된다. 전원은 AAA 배터리(750mAh\*2) 또는 게이트웨이에서 공급받을 수 있다. RF부는 Chipcon

CC2420, 16MHz crystal로 연결되어 있으며 2.4GHz 안테나와 부착시킬 수 있는 SMA 커넥터로 구성되어 있다.

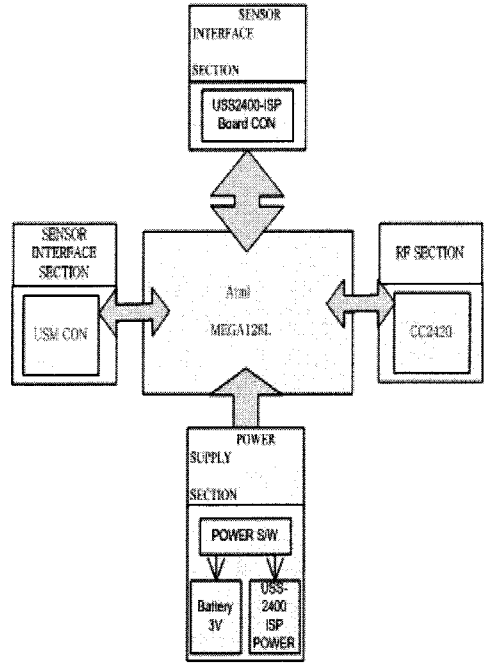


그림 4. 베이스노드의 블록 다이어그램

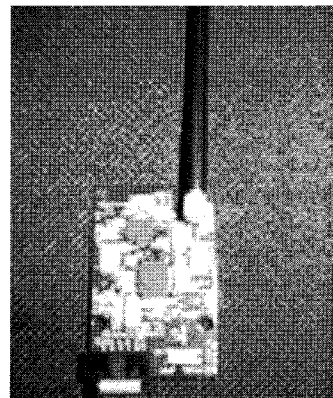


그림 5. 베이스노드

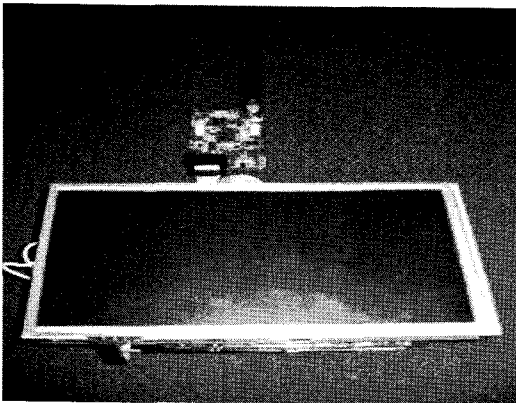


그림 6. 베이스노드와 게이트웨이 연결

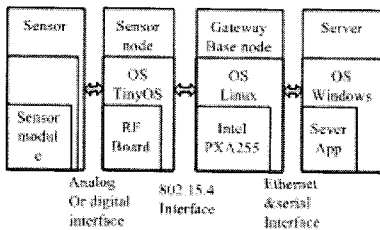


그림 7. 소프트웨어 모듈 구조

### 3. 게이트웨이

u-Healthcare의 개발 요소 중 센서 네트워크에서 수집한 데이터를 유무선의 서버로 전송할 게이트웨이가 필요한 데 본 연구에서는 임베디드 리눅스가 탑재된 타겟보드를 [그림 8]과 같이 개발하였다. 초기 모델은 하나의 보드에 각종 디바이스를 통합한 시험 모델이었으나 최종 개발된 프로토타입은 스택형 방식으로 각종 디바이스를 포함하고 있다. [표 1]은 단말기의 주요 사양이다. CPU로는 인텔 PXA270 Bulverde로서 520MHz의 클럭 스피드를 가지고 있어 이미지, 동영상 등 단말기에 디스플레이할 수 있을 정도의 충분한 성능을 가지고 있다. 플래시 메모리는 64MB로서 부트로더, 커널, 루트파일시스템 그리고 사용자 정의형 파일 시스템을 포함하기 충분한 공간이며 메인메모리를 128MB의 램을 장착하고 있어 동영상 등의 디스플레이를 위한 충분한 메모리 공간을 제공한다. LCD는 7인치 비교적 큰 패널 크기이며 일반적인 PDA의 화면크기보다 대형이며, 통

신 인터페이스로는 이더넷이 2포트, PCMCIA 인터페이스가 있어 무선랜이 가능하며, 시리얼, 블루투스 와 같은 인터페이스가 있어 다양한 응용이 가능하다. 저장 장치로는 CF와 HDD가 동시에 지원된다. HDD를 지원하는 이유는 CF가 아직은 HDD에 비하여 가격이 비싸기 때문이다. 본 구현에서도 HDD 장착형 단말기를 구현하여 저가형 단말기 구현 기술을 확보하였다. 입력 장치로는 터치 스크린과 10개의 키패드가 있어 기존 상용 PDA와 비슷한 기능을 제공할 수 있다.

표 1. 주요 사양

디바이스	주요 사양
CPU	PXA270 Bulverde(520MHz)
메모리	Flash 64MB, RAM 128MB
디스플레이	TFT LCD 7"
통신장치	Ethernet 2port, Serial, Bluetooth, PCMCIA, USB 2.0
저장장치	CF, HDD
입력장치	10 Keypad, Touch

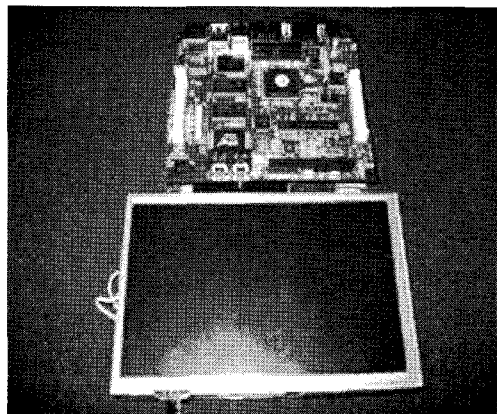


그림 8. 게이트웨이(임베디드 리눅스 탑재)

## V. 실험 결과

### 1. 실험 환경

[그림 9]는 실험 환경을 보여준다. 심전도 측정에는 심전도 측정센서노드, 베이스노드, 게이트웨이, 그리고

모니터링 소프트웨어로 구성된다. 심전도 측정 센서에는 심전도 측정 노드가 부착되어 RF로 베이스노드로 측정 데이터를 전송한다. 베이스노드는 임베디드 리눅스가 탑재된 게이트웨이와 시리얼 통신으로 연결되어 있어 게이트웨이를 통하여 측정값을 전송할 수 있다. 게이트웨이는 AP를 통하여 무선으로 의료 정보 서버로 측정 데이터를 실시간으로 전송할 수 있고 모니터링 소프트웨어는 현재의 측정값을 감시하고 데이터베이스에 측정값을 저장할 수 있도록 구성하였다. [그림 9]에서 RFID 리더기와 긴급 상황 보고, 그리고 TCP/IP를 통한 원격 모니터링 도구는 현 논문에서는 구현되지 않았고 향후 구현할 예정이다.

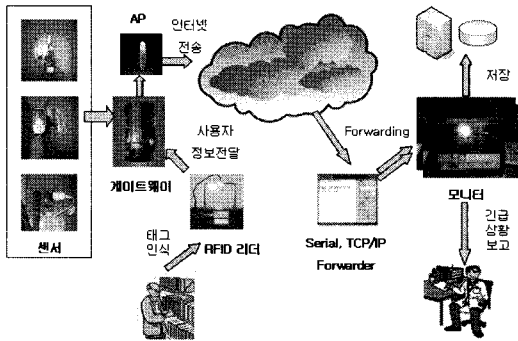


그림 9. 시스템 환경

## 2. 심전도 측정 과정

심전도측정 모듈에서 게이트웨이를 거쳐 서버로 심전도 데이터의 전송 과정은 다음과 같다.

- ① 심전도 측정기 전원을 On 시킨다.
- ② 측정을 시작하면 심전도 값이 표시된다.
- ③ 종료 버튼을 누른다.
- ④ 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 디스플레이한다.

## 3. 데이터 프로토콜

심전도측정 센서노드가 게이트웨이로 데이터를 효율적으로 전송하기 위하여 본 논문에서는 프로토콜을 정의하여 데이터를 전송하게 된다. 주요 필드 구조는 다음과 같다. 심전도 센서 노드로부터 도착하는 패킷은 몇 개의 데이터 필드를 포함하며 메시지에 탑재할 수 있는 데이터 탑재량은 응용프로그램에 의해 정해진다. 메시지 형식은 다음과 같다.

- Destination address(2 바이트)
- Active Message Handler ID(1 바이트)
- Group ID(1 바이트)
- Message length(1 바이트)
- 페이로드(29 바이트까지)
  - source node ID(2 바이트)
  - sample counter(2 바이트)
  - ADC channel(2 바이트)
  - ADC data readings(10개 x 2 바이트)

표 2. 데이터 패킷의 구조

Destination address	Active Message Handler ID	Group ID	Message length	source node ID	sample counter	ADC channel	ADC data readings
7e 00	0a	7d	1a	01 00	14 00	01 00	96 03 97 03 97 03 98 03 97 03 96 03 97 03 96 03 96 03 96 03

ADC가 읽은 데이터는 little-endian 형식으로 노드에 전송된다. 따라서 96 03 두 개의 바이트는 가장 큰 바이트 0x03과 가장 작은 바이트 0x96으로 단일 센서가 읽은 값으로 표현된다. 그래서 이 값은 0x0396 또는 십진수로 918이 된다.

## 4. 심전도센서노드의 제어구조

[그림 10]은 심전도 센서 노드가 동작하는 이벤트 그래프이다.

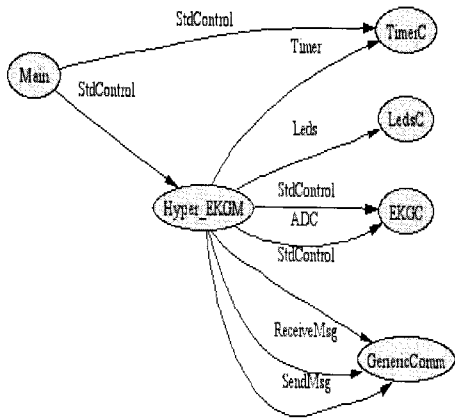


그림 10. 심전도 센서 노드의 컴포넌트 그래프

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.

본 연구에서 구현된 센서노드는 TinyOS로 동작되고 핵심 모듈은 NesC로 작성되었다. NesC는 이벤트 처리에 적합하게 설계된 언어로서 TinyOS의 실행모델을 구조화시킨 언어이다. 구조적인 특징은 프로그램들은 컴포넌트들로 구성되면 이러한 컴포넌트들이 조합되어 전체의 프로그램이 된다. 컴포넌트들은 두 개의 영역으로 나뉘는데 컴포넌트와 인터페이스이다. 컴포넌트는 어떤 일을 수행하는 모듈과 컴포넌트간의 연결을 담당하는 컨피규레이션으로 구성된다. 인터페이스는 provide, use를 제공하여 컴포넌트간의 역할 모델을 표현한다.

### 5. 측정 결과

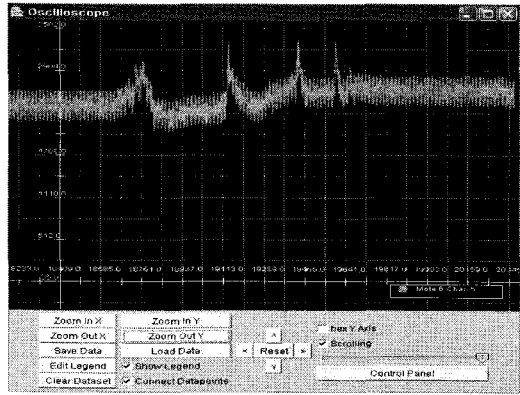


그림 11. 측정 결과

[그림 11]은 심전도 측정의 결과를 보여주는 자바로 작성된 응용프로그램이다. 측정의 결과는 x, y 축으로 줌인 및 줌아웃 기능을 이용하여 사용자가 보기 쉽게 크기를 조절할 수 있으며 스크롤기능을 이용하여 시간에 따른 변화를 모니터링할 수 있다.

### VI. 결론

본 논문에서는 유비쿼터스 헬스 케어를 위한 프로토타입 수준의 심전도 측정 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.

현재 사용된 심전도 측정 모니터는 사용자가 직접 심전도 측정을 위해 신체에 프로브를 부착하는 등 다소 번거로운 점이 단점이지만 관련 기술이 발달하면 보다 편리하게 심전도 정보를 모니터링할 수 있는 하드웨어가 개발될 것으로 기대한다. 또한 연구 개발 결과 지그비 기반 센서 네트워크 기술로 실시간으로 인체의 의료정보를 전송할 수 있음을 확인하였다. 향후 연구로는



심전도 뿐만 아니라 아니라 체온, 당 등의 기타 신체 의  
료 정보를 종합적으로 전송할 수 있는 시스템을 개발하  
는 것이다.

**참고 문헌**

[1] 삼성종합기술원, *유비쿼터스 시대를 대비: e-health*,  
CTO Information, 제72호, 2002.  
[2] 이은경, *유비쿼터스 컴퓨팅 관련 프로젝트*, ETRI,  
2003.  
[3] M. Takemoto, H.Sunaga, K. Tanaka, "The  
ubiquitous service-oriented network(USON),"  
IEEE, pp17-21, 2002(9).  
[4] M. Takemoto, H.Matsumura, E.Shinohara,  
"Service elements and service templates for  
adaptive service composition in a ubiquitous  
computing environment," IEEE Vol.1,  
pp335-338, 2003(9).  
[5] M. Takemoto, H.Sunaga, K. Tanaka, "A  
Service-Compositon and service-Emergence  
Framework for ubiquitous computing  
envrionment:" IEEE, 2004(1).  
[6] 박광석, *Ubiquitous Healthcare의 소개*,  
International ubiquitous-healthcare conference,  
2006.  
[7] 장선호, 이민경, 김재준, *유비쿼터스 센서 응용서  
비스 및 개발동향*, 주간기술동향, ETRI, 2005.  
[8] 한국전자통신연구원, *유비쿼터스 컴퓨팅의 연구  
동향*, 정책지원자료, 2002.  
[9] <http://www.disappearing-computing.net/>  
[10] 김대영, *센서 네트워크 운영체제 미들웨어 기술  
동향*, ETRI 주간기술동향, 제1221호, 2005.  
[11] <http://www.research.microsoft.com/easyliving>  
[12] <http://www.nist.gov/smartspace>  
[13] <http://www.cooltown.hp.com>  
[14] L. Kalle and Y. J. Yoo, "Issues and Challenges  
in Ubiquitous Computing," Communications of

ACM, 2002(12).

[15] Korea Health Industry Development Institute  
(KHIDI), *ISP Report for Medical Information  
Sharing*, 2000.  
[16] J. W. Choi, "Development of PDA Mobile  
Information System: MobileNurseTMM," Korea  
Society of Medical Informatics, 2000.  
[17] 이기욱, 성장규, "유비쿼터스 센서 네트워크 기  
반의 상황 정보 모니터링 시스템 구현", 한국컴퓨  
터정보학회논문지, 제11권, 제5호, 2006.  
[18] 김정원, "유비쿼터스 혈압 측정 시스템의 설계  
및 구현", 한국컴퓨터정보학회논문지, 제11권, 제  
6호, 2006.  
[19] <http://www.hybus.net>  
[20] <http://www.tinyos.net>

**저자 소개**

김정원(Jeong-Won Kim)

정희원



- 1995년 : 부산대학교 전자계산  
학과(학사)
  - 1997년 : 부산대학교 대학원 전  
자계산학과(석사)
  - 2000년 : 부산대학교 대학원 전  
자계산학과(박사)
  - 2000년 ~ 2001년 : 기술신용보증기금 기술평가역  
(차장)
  - 2002년 ~ 현재 : 신라대학교 컴퓨터정보공학부 교  
수
- <관심분야> : USN, 임베디드시스템