

u-EMS : 바이오 센서 네트워크 기반의 응급 구조 시스템

(u-EMS : An Emergency Medical Service based on
Ubiquitous Sensor Network using Bio-Sensors)

김 홍 규 [†] 문 승 진 ^{**}

(Kim Hong Kyu) (Moon Seung Jin)

요 약 바이오센서는 생명공학 또는 의학 분야에서 사용되는 인간의 생체 신호를 감지할 수 있는 센서들로 의료기기에 주로 사용되는데, 최근 MEMS 기술의 발달로 작은 크기의 하드웨어에 센서 인터페이스, 프로세서, 무선통신, 배터리 등을 포함한 모듈을 센서노드(모트 : Mote)들로 구성된 센서기반 네트워크에서 바이오센서 네트워크로 응용분야를 확장하고 있다. 이에 본 논문에서는 바이오센서 기술과 센서네트워크 기술을 융합한 기술인 바이오 센서네트워크를 활용한 응급 구조 시스템의 설계 및 구현을 제안한다. 제안된 시스템에 사용된 바이오센서는 근전도(EKG), 혈압(Blood Pressure), 맥박(Heart Rate), 산소포화도(Pulse Oximeter), 혈당(Glucose)센서들로, 바이오센서에서 측정된 생체 신호를 센서네트워크 모트를 통해 데이터를 수집하고, 수집된 데이터를 이용하여 건강관리 측정 데이터로 활용하였으며 측정된 데이터는 무선단말기(PDA, 휴대폰), 전자책자 디스플레이장치 등에서 확인 가능하도록 구성하였다. 아울러, 제안한 u- 응급 구조 시스템의 유효성을 실험하기 위해서 사용자의 바이탈사인 정보와 주변 환경정보를 고려한 실험을 수행하였다.

키워드 : 바이오센서, 유비쿼터스 센서네트워크, 바디센서네트워크, 바이오센서네트워크, 건강관리 정보 시스템

Abstract The bio-Sensors, which are sensing the vital signs of human bodies, are largely used by the medical equipment. Recently, the sensor network technology, which composes of the sensor interface for small-seize hardware, processor, the wireless communication module and battery in small sized hardware, has been extended to the area of bio-sensor network systems due to the advances of the MEMS technology. In this paper we have suggested a design and implementation of a health care information system(called u-EMS) using a bio-sensor network technology that is a combination of the bio-sensor and the sensor network technology. In proposed system, we have used the following vital body sensors such as EKG sensor, the blood pressure sensor, the heart rate sensor, the pulse oximeter sensor and the glucose sensor. We have collected various vital sign data through the sensor network module and processed the data to implement a health care measurement system. Such measured data can be displayed by the wireless terminal(PDA, Cell phone) and the digital-frame display device. Finally, we have conducted a series of tests which considered both patient's vital sign and context-aware information in order to improve the effectiveness of the u-EMS.

Key words : Bio-Sensor, Ubiquitous Sensor Network, Body Sensor Network, Bio-Sensor Network, Health Care Information System

[†] 학생회원 : 수원대학교 컴퓨터학과
beeniis@suwon.ac.kr

^{**} 종신회원 : 수원대학교 컴퓨터학과 교수
sjmoon@suwon.ac.kr

논문접수 : 2007년 9월 6일

심사완료 : 2007년 12월 6일

: 개인 목적이나 교육 목적인 경우, 이 저작물의 전체 또는 일부에 대한 복사본 혹은 디지털 사본의 제작을 허가합니다. 이 때, 사본은 상업적 수단으로 사용할 수 없으며 첫 페이지에 본 문구와 출처를 반드시 명시해야 합니다. 이 외의 목적으로 복제, 배포, 출판, 전송 등 모든 유형의 사용행위를 하는 경우에 대하여는 사전에 허가를 얻고 비용을 지불해야 합니다.

정보과학회논문지: 컴퓨터의 실제 및 레터 제13권 제7호(2007.12)

Copyright©2007 한국정보과학회

1. 서론

산업이 다양화되고 고도화됨에 따라, 각종 정보의 감지 및 이의 변환기술을 크게 필요로 하게 되어 각 산업에서 첨단센서는 매우 중요한 위치를 차지하게 되었다. 최근 센서 기술 경향은 과거보다 더 소형화, 지능화 되고 있으며 관련 소자의 소형화 개발에 의해 센서의 사이즈는 작아지고, 센서에 프로세서를 장착하여 각각의 산업현장의 여러 가지 조건을 충족할 수 있도록 제작이 가능해 졌다. 이러한 소형의 센서노드로 구성된 센서네트워크는 언제, 어디에서든, 때와 장소를 가리지 않고 사용자가 원하는 서비스를 제공해 주는 시스템으로 연구되고 있으며, 주로 환경모니터링 시스템이나 자연재해방지 시스템, 위치추적 시스템과 같은 광범위한 범위에서 센서네트워크 기술을 사용한다. 이와 함께 본 논문에서는 일반적인 센서가 아닌 인간의 신체이상 유무를 판독하기 위한 센서로 점차 발전된 생물 감지물질과 신호 변환기로 구성되어 분석하고자 하는 물질을 선택적으로 감지할 수 있는 바이오센서를 이용하였다. 이러한 바이오센서는 주로 생명공학 분야와 의료분야에서 활발하게 사용되며 최근 휴대용 의료기기 분야에서도 활용되고 있다. 이에 본 논문에서 제안하는 기술은 바이오센서와 센서네트워크의 배터리, 프로세서, 무선통신모듈 등이 포함된 센서네트워크 노드 기술을 융합하여 인간의 생체 신호를 이용한 건강정보 시스템을 제안한다.

기존의 휴대 의료기기 진단 시스템은 크고 무거운 장비를 지니고 있어야 하고, 대기 상태에서 생체 데이터 모니터링과 다종의 생체 데이터를 수집할 수 없는 문제점이 있다. 또한 데이터를 수집 및 저장 할 수 없으므로 의료기관에서 환자 일상생활의 바이탈사인 정보를 수집하기 위해 입원해야하며 오랜 시간을 필요로 하여 효과적으로 데이터 수집할 수 없다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 바이오센서 기술과 무선 센서네트워크 기술을 하나의 기술로 융합한 것이 본 논문에서 제안하는 u-건강관리 정보시스템이다. 제안한 시스템은 센서네트워크 기술 기반으로 다종 바이탈사인 정보 감지 및 상시 모니터링이 가능하게 되었으며, 건강관리 시스템을 응용하여 EMS(Emergency Medical Services) 및 의료기관에서 환자의 생활 바이탈사인 정보를 저장 및 활용 할 수 있도록 u-EMS 데이터베이스도 제공이 가능하다.

본 논문에서 제시하는 바이탈사인 정보는 근전도(EKG; electromyogram), 혈압(Blood Pressure), 맥박(Heart Rate), 산소포화도(Pulse Oximeter), 혈당(Glucose)센서를 이용하여 측정 하였으며, 바이탈사인 정보는 노드를 이용하여 원거리의 게이트웨이(Gateway)에 전송하여

u-EMS(Emergency Medical Service) 데이터베이스에 저장하였다. u-EMS 데이터베이스에 저장된 각각의 생체 신호를 분류하여 전자액자 디스플레이 장치(이하 u-View)에서 확인 하거나 이상이 있을 경우 휴대폰을 통하여 SMS메시지로 특정 이동단말기(휴대폰, PDA)에 전송할 수 있고, 원격지에서 웹사이트를 통해 u-EMS 데이터베이스에 저장된 데이터를 확인할 수 있는 시스템이다. 본 논문에서 제안한 시스템은 전자액자 디스플레이 장치의 유무선 네트워크가 가능한 디지털 TV(PDP, LCD), 기타 디스플레이 장치에서도 이용할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 기존 휴대의료기기를 살펴본 후 본 논문에서 사용된 기술인 바이오센서와 센서네트워크 기술에 관해 설명한다. 3장에서 바이오센서와 센서네트워크의 센서 인터페이스 적용 방법을 설명한다. 4장은 제안한 기술을 적용하여 기술의 유효성을 검증하고, 마지막 5장에서 본 논문에서 연구 내용을 요약하고 향후 연구 방향을 제시한다.

2. 관련 연구

이 장에서는 기존의 휴대의료기기에 관해 알아보고, 바이오센서와 무선 센서네트워크 기술의 개념에 대해 간략히 기술한다.

2.1 휴대의료기기

휴대의료기기는 간단한 신체 모니터링용 기기로서 평소 신체의 이상 유무를 매일 체크 하여 데이터를 직접 확인하는 장치를 말한다. 의료기기는 병원 및 요양기관, 보건소와 같은 곳에서 의료서비스를 받을 경우 사용되고 일반인이 구입하기에는 매우 비싼 장비이며 매일 환자의 평소 상태를 모니터링하기 위해서는 진료기관을 찾아서 상태를 관찰해야 하는 불편이 있다.

이에 반해 휴대의료기기는 인간의 삶의 질이 향상됨에 따라 자신의 평소 건강관리를 위해 진료의료 기기를 단순화, 소형화 하여 일반 가정에서 쉽게 구입하여 사용할 수 있는 의료기기이다. 기존에 매번 진료기관을 찾아 상태를 관찰하는 불편함이 없어 편리한 의료기기로 자리 잡아 가고 있다. 하지만 현재까지의 휴대의료기기는 여러 바이탈 사인 측정 및 모니터링이 힘들며, 각각의 휴대의료기기를 구입해야 하는 단점이 있고, 특정 시간대의 모니터링을 할 경우 일일이 시간에 맞춰 상태를 기록해야 하는 불편함이 있다. 또한 대부분 정보 표시 장치의 언어는 영어 또는 일어로 기록되어 있어 일반 사용자가 접하기 힘들며 기기 자체의 사용방법 또한 복잡하여 어린이나 노인들은 사용하기 힘들다.

하지만 최근 휴대의료기기를 휴대폰에 연결하여 진단 정보를 SMS단문 형태로 해당 병원의 의사에게 전달되

는 기기도 개발되었다. 현대의료기기는 점차 사용자 중심의 시스템과 진료에 사용될 수 있는 데이터의 수집 및 저장을 중요 과제로 여기고 있으며 현재 이러한 요건에 맞는 시스템을 여러 분야에서 연구 중에 있다.

2.2 바이오센서

인간은 많은 감각기관을 가지고 있어서 오감은 물론 아픔이나 온도감지 등 외부에서 오는 여러 가지 자극을 감지한다. 이렇게 감지된 자극은 뇌에서 이미 경험에 의하여 교육된 자극자료와 비교함으로써 미묘한 맛이나 향의 변화등을 인지하게 된다. 이러한 기능을 생명체에서는 감각기관이라고 하고, 기계나 기구에서는 센서라고 한다. 생물기능을 모사하여 전자공학을 응용함으로써 외부로부터 받은 물리화학적 자극을 감지 할 수 있는 생명소자를 보통 바이오센서라 한다. 이러한 바이오센서는 효소, 미생물, 동식물의 조직등 생체물질을 이용한 센서, 생체에 적용할 수 있는 센서, 생체기능의 메커니즘을 모방한 센서들로 구성된다[1].

바이오센서는 그림 1과 같이 생체 관련물질을 막에 포괄 또는 고정화하여 그것을 전기화학장치에 연결시킨 장치로서 분석하고자 하는 시료를 생체촉매에 흡착하여 복합체를 형성한 다음 일어나는 상호화학, 전기화학반응 등에 의하여 형성되는 전자 또는 전류, 가스(O₂, CO₂, NH₃ 등), 수소 이온농도, 열 등을 물리적 신호로 전환시킨 다음, 증폭장치를 통해 확대시켜 기록계, 검출기 등에 의하여 정량할 수 있도록 만들어진 장치이다[2].

이러한 바이오센서는 의학의 비약적인 발전에 따라 평균수명이 증가하여 질병의 상시 진단 및 모니터링에 대한 수요가 증가하고 환자에게 더 편리하고 신속하면서도 통증이 적은 의료 서비스를 제공해야 한다. 바이오센서 기술을 소형화, 고집적화, 저 전력화가 가능하므로 나노기술을 접목하여 고감도이면서 신속한 진단을 간편하게 할 수 있는 현장진단(point of care) 시스템 개발을 가능하게 한다. 이를 위하여 생명공학(BT)과 정보공학(IT)이 자연스럽게 결합된 바이오센서 기술 개발을 통하여 고속처리검색(high throughput screening), HCS

(high contents screening), 대량의 생명정보(Massive bio-informatics) 처리의 기술이 뒷받침되어야 한다[3].

2.3 유비쿼터스 센서네트워크

USN(Ubiquitous Sensor Network)란 “필요한 모든 것(곳)에 전자태그를 부착하고 이를 통하여 사물의 인식 정보를 기본으로 주변의 환경정보(온도, 습도, 오염정보, 균열정보 등)까지 탐지하여 이를 실시간으로 네트워크에 연결하여 정보를 관리하는 것”을 말하는 것으로 궁극적으로 모든 사물에 컴퓨팅 및 커뮤니케이션 기능을 부여하여 언제(anytime), 어디에서나(anywhere), 언제든지도(anything) 통신이 가능한 환경에서 원하는 서비스를 제공받기 위한 것이다[4].

유비쿼터스 센서네트워크는 앞서 언급한 바와 같이 모든 곳에 컴퓨터가 내장되어 자유롭게 사용할 수 있으며 사람 자신이 네트워크와 통신기능을 가진 소형 컴퓨터를 휴대하여 언제 어디서나 사용자 상황(장소, 날씨 등)에 따라 변화하는 서비스를 제공함을 그 특징으로 한다. 나아가 유비쿼터스 컴퓨팅 환경은 센싱, 트래킹(위치추적, GPS 등) 스마트 기능, 가상현실과 같이 물리공간의 전자화를 가능케 하며 IPv6, 무선인터넷 증강현실 기능을 통해 전자 공간의 물리 공간화를 동시에 실현한다[5].

현재 국내의 유비쿼터스 센서네트워크 기술은 체계적인 개발 계획 수립 단계이며 저주파 RFID IC 칩 및 리더 모듈을 도입하여 도서관, 출입통제, 교통카드 등에 사용하고 있다. 그러나 이러한 칩과 모듈은 전망 해외수입에 의존하고 있어 개발에 많은 어려움과 원천기술의 확보가 시급하다.

국내 유비쿼터스 센서네트워크는 자동화, 융합화, 지능화 단계를 거쳐 궁극적으로 2010년까지 사물간의 네트워크 구축을 통한 상황인지 및 개체간 자율적 통신이 가능한 서비스를 제공할 수 있는 방향으로 발전할 것으로 전망된다. 따라서 주요 응용분야는 초기 물류 및 생산관리 차원에서 주로 사용되나 성숙되면서 환경관리 및 생산제어 단계에 진입할 수 있을 것으로 판단되며 조금더 나아가 본 논문에서 제시하는 건강관리 시스템인 u-건강관리 정보시스템(u-health care system)으로 발전될 전망이다.

3. u-EMS : 응급 구조 시스템

본 시스템은 그림 2와 같이 센서네트워크 노드(이하 노드)에 바이오센서를 부착하여 바이오노드(Bio-Node)라고 정의 하고 바이오노드는 사용자 구분을 위해 접근 정보(사용자 바이오노드 ID)를 저장하고 있다. 다수의 바이오노드 정보는 센서네트워크 게이트웨이(이하 노드 게이트웨이)에서 수집하여 EMS 데이터베이스와 U-View

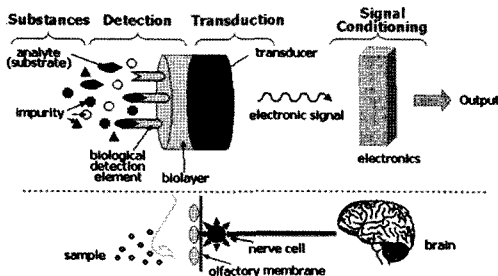


그림 1 바이오센서 구조도

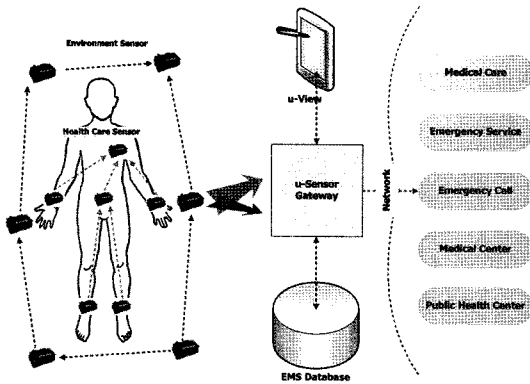


그림 2 u-응급 구조 시스템 구성도

(Ubiquitous Viewer; 센서네트워크 멀티미디어 디스플레이 장치)로 정보를 전송하는 장치로 구성된다.

시스템은 크게 사용자 주변정보 수집을 위한 환경센서(Environment Sensor - 이하, 환경정보노드 ; 이산화탄소, 대기질 센서, 습도센서, 온도센서, 조도센서, 소리) 그룹과 사용자 신체 바이탈 사인정보 수집을 위한 바이오센서(Bio-sensor ; 혈압, 맥박, 당뇨, 근전도, 펄스옥시미터, 체온)로 센서노드 그룹으로 구성되고 이러한 그룹으로부터 데이터 수집 및 처리를 위한 유비쿼터스 센서 게이트웨이(u-Sensor Gateway)와 데이터 저장을 위한 유비쿼터스 긴급의료 서비스 데이터베이스(u-EMS Database)로 구성된다. 사용자는 자신의 바이탈사인(Vital Sing)정보나 주변 환경정보 서비스를 확인하기 위한 장치를 필요로 하며 본 논문에서는 u-View를 이용한다. u-View는 기존의 멀티미디어 장치인 동영상 플레이어 장치(Divx Player)와 정지화면 뷰어(전자책자) 기능을 가지고 있는 장치에 본 논문에서 제안된 디스플레이 시스템인 유비쿼터스 센서네트워크 게이트웨이에서 u-EMS 데이터베이스로부터 사용자 정보, 바이탈사인, 환경정보를 읽어 들여 사용자에게 실시간으로 비주요한 정보를 제공하는 장치이다.

3.1 u-센서네트워크 데이터 수집노드

u-응급 구조 시스템 서비스를 구성하는 중요 요인은 센서네트워크 기반의 각종 정보를 수집하는 노드들을 필요로 한다. 이러한 노드는 크게 두 개의 그룹으로 구성되며 첫 번째 그룹은 사용자의 신체로부터 각종 바이탈사인을 수집하는 바이오노드 그룹과 두 번째는 사용자 주변의 환경정보 수집을 위한 환경정보노드 그룹이다.

바이오노드는 표 1처럼 사용자 1인에 4개의 노드가 부착된다.1)

표 1 바이오노드 수집 정보

Node ID	Bio-sensor	Contents
NODE1	혈압, 맥박, 당뇨	혈압, 맥박, 당뇨정보 수집
NODE2	근전도(EKG)	근전도 정보수집(3-Lead)
NODE3	산소포화도	혈액내 산소포화도 정보수집
NODE4	IR 체온	비접촉식 체온정보 수집

표 2 환경정보노드 수집 정보

Node ID	Env-sensor	Contents
NODE31	이산화탄소, 대기질	공기중 대기 오염도 측정
NODE32	습도, 온도, 조도, 소리	각종 환경 정보 측정
NODE33	이산화탄소, 대기질	공기중 대기 오염도 측정
NODE34	습도, 온도, 조도, 소리	각종 환경 정보 측정
NODE35	이산화탄소, 대기질	공기중 대기 오염도 측정
NODE36	습도, 온도, 조도, 소리	각종 환경 정보 측정
NODE37	이산화탄소, 대기질	공기중 대기 오염도 측정
NODE38	습도, 온도, 조도, 소리	각종 환경 정보 측정

따라서 각 4개의 노드는 하나의 사용자 그룹으로 이용할 수 있다. 즉 바이오노드 1~4는 사용자 A, 바이오노드 5~8은 사용자 B의 형태로 사용자 구분을 위해 사용되며, 본 논문에서 사용자는 5인으로 바이오노드 20개로 제한하였다. 이러한 사용자 노드 구분은 u-EMS 데이터베이스에 사용자 바이탈사인정보를 저장하기 위한 ID로 이용되며 u-View에서 사용자를 감지하여 자동으로 그인을 위한 정보로 활용된다. 표 1에서 바이오노드 1(NODE1)은 하나의 노드에 3가지의 센서가 부착된 형태로 노드로부터 게이트웨이로 데이터를 전송할 때 채널(channel)로 구분하여 채널 1은 혈압, 채널 3은 맥박, 채널 5는 당뇨 데이터로 구분된다.

두 번째 그룹인 환경정보노드 그룹은 표 2와 같이 총 8개의 노드로 구성되어 있다. 환경정보노드는 바이오노드 그룹과는 달리 사용자의 몸에 부착하지 않으며, 지정된 위치에 고정한다.

표 2의 환경정보노드는 2개씩 1조로 구성되어 총 4개 조로 구분 할 수 있다. 각 조는 u-View에 지정된 위치에 고정되어 사용자 주변 환경정보를 u-센서 게이트웨이로 전송한다.

환경정보노드 그룹은 사용자의 주변에 위치하며 사용자 구분이 없다. 즉, A사용자 또는 B사용자와의 데이터 공유가 가능하다. 바이오노드로부터 수집된 자료는 사용자 주변 환경정보에 중요한 변수로 작용할 수 있으며 이는 의학적으로도 증명해야 하는 중요한 데이터로 사용할 수 있다. 또한 사용자가 위치한 집안의 내부 모니터링 정보에도 활용한다.

3.2 u-센서 게이트웨이

센서네트워크 데이터 수집노드 그룹인 바이오노드 그

1) 현재 바이오센서 집약기술의 한계로 하나의 노드에 집약하지 못하였음.

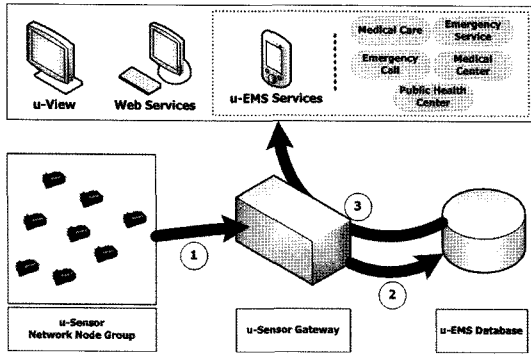


그림 3 u-센서 게이트웨이 구성도

롭과 환경정보노드 그룹으로부터 전송된 무 순차적인 데이터를 u-센서 게이트웨이에서 모두 수집하여 u-EMS 데이터베이스에 저장하고 사용자가 원하는 서비스의 데이터를 저장된 내용을 근거로 u-View와 통신하여 정보를 확인할 수 있도록 센서네트워크 데이터 수집노드와 u-EMS 데이터베이스, u-View의 게이트웨이 역할을 한다. 또한 u-센서게이트웨이는 u-View의 기능인 멀티미디어 게이트웨이 역할도 하며, 웹 어플리케이션 서버 중계 역할도 한다. 이러한 u-센서 게이트웨이는 인텔사의 임베디드 프로세서인 PXA270가 탑재된 X-Hyper 270TKU를 이용하였다.

그림 3에서 u-센서 네트워크 노드 그룹에서 수집된 데이터인 표 1의 사용자 로그인 체크 후 사용자 바이오 노드 데이터와 표 2의 환경정보노드 데이터를 그림 3의 ①인 지그비(ZigBee ; IEEE 802.15.4) 무선으로 u-센서 게이트웨이로 전송한다. 전송된 데이터는 ②를 통해 유·무선으로 u-EMS 데이터베이스에 저장되고 저장된 데이터는 사용자가 원하는 디스플레이장치 또는 서비스 장치로 ③을 이용해 전송된 데이터를 확인한다.

u-센서 게이트웨이는 u-EMS 데이터베이스에 저장된 데이터를 검색, 검증, 상황정보 확인을 통해 서비스 장치로 확인할 수 있도록 한다.

3.3 u-EMS 데이터베이스

u-센서 네트워크 노드 그룹에 수집된 모든 데이터를 저장하여 u-센서 게이트웨이에서 사용자가 원하는 데이터를 추출하여 u-View에 표기하는 기초 데이터가 u-EMS 데이터베이스에 저장된다. 본 논문에서 구현된 u-EMS 데이터베이스는 간단한 구조로 구성되었다. 구성된 데이터베이스 스키마는 크게 5개의 구조 테이블로 구성된다. 구성된 테이블은 사용자 NODE ID, 이름, 로그인 시간, 각 노드에서 수집한 센서 데이터 정보와, 저장시간, 긴급연락 정보, 웹 서비스 열람 정보, u-EMS 서비스 호출정보 등으로 분산저장 된다.

본 논문의 u-EMS 데이터베이스는 간단한 my-SQL

로 구성되어 있으나 실시간 DB를 이용할 수 있으며, EMS 정보에 관련된 각종 테이블 스키마를 구성할 수 있다.

3.4 u-View (Display Device)

멀티미디어 동영상 플레이어와 정지화상 이미지 뷰어 기능을 갖춘 장치에 LCD를 부착하여 본 논문에서 구현한 u-건강관리 정보시스템 디스플레이 소프트웨어를 통합하였다. 통합된 u-View는 u-센서 네트워크 노드 그룹의 데이터를 사용자가 직접 확인할 수 있고, 센서를 직접 제어할 수 있다. u-View를 통해 확인된 사용자의 바이탈사인 정보를 확인하여 신체상태 체크, 주변 환경에 따른 신체변화 확인, 금일 바이오리듬체크 등 연계, 어디서나, 확인할 수 있다.

u-View 장치와 웹 접근 서비스, u-EMS 서비스 등은 u-View의 범위에 속하며, 각 서비스는 u-View를 통해 u-센서 게이트웨이와 인터페이스 하여 u-EMS 데이터베이스의 정보를 사용자가 확인할 수 있도록 시스템을 구현하였다.

3.5 u-건강관리 정보시스템 인터페이스

본 논문에서 제안한 시스템은 u-센서 네트워크 노드, u-센서 게이트웨이, u-EMS 데이터베이스, u-View 장치 및 그 외 u-EMS 장치를 그림 4와 같이 구현하였고 패킷 정의는 u-EMS 데이터베이스, u-View로 구분하여 표 3과 같이 각 장치 간 인터페이스 패킷을 정의하였다.

사용자는 4개의 바이오노드를 이용하여 지그비 무선 통신으로 u-센서 게이트웨이에 접근하며, u-센서 게이트웨이, u-EMS 데이터베이스, u-View, 웹서비스, u-EMS 서비스는 유선 또는 무선통신으로 u-EMS 데이터베이스에 있는 바이오노드와 사용자 ID를 확인 및 데이터를 송수신한다. 사용자 로그인과 아웃은 그림 4와 표 3의 ①, ②, ④, ⑤, ⑧, ⑨를 이용하며 신규 사용자 생성은 ③, ⑥, ⑦을 이용한다. u-건강관리 정보시스템에 로그인된 사용자는 바이탈사인정보, 주변 환경정보의 u-센서 네트워크 노드를 이용한 각종 정보를 서비스 받을 수 있으며 u-View의 멀티미디어 서비스 기능으로 동영상, 정지영상, MP3 등을 감상할 수 있다.

그림 5는 그림 4의 프로세스 및 u-데이터와 이벤트 핸들러의 이벤트 흐름을 나타낸 데이터 흐름도이다. 그림 5와 같이 u-센서노드 그룹의 바이오센서 또는 환경 정보센서에서 운영체제(tinyOS)의 스케줄링에 따른 타이머(timer) 이벤트를 발생시키고 이벤트 발생은 각종 바이탈사인, 환경정보 데이터를 패킷로더가 수집하여 통신 프로세스가 u-센서게이트웨이로 전송한다. u-센서게이트웨이는 노드로부터 수신된 데이터를 패킷 필터링한 노드번호, 채널번호, 수신자 그룹ID, 홉 카운터, 데이터

표 3 인터페이스 패킷정의

진행	번호	패킷	내용
Response (u-Gateway to u-View)	1	LOGIN_AUTH_SUC / "NAME"	센서의 그룹아이디가 u-EMS 데이터베이스에서 인증 성공하여 로그인 가능(u-EMS에서 확인한 로그인 가능 사용자 이름을 전송)
	2	LOGIN_AUTH_FAL	센서의 그룹아이디가 u-EMS 데이터베이스에서 인증 실패하여 로그인 불가능
	3	CREAT_USER_DONE	u-View로 u-EMS 데이터베이스에 유저생성 완료 메시지 전송
	4	LOGIN_SUCCESS	로그인 성공 메시지 전송
	5	LOGIN_FAIL	로그인 실패 메시지 전송
Request (u-View to u-Gateway)	6	REQ_CREATE_USER / "NAME"	위의 2의 경우 인증 실패한 그룹아이디의 유저를 생성 요청 (사용자로부터 입력받은 유저 이름도 전송)
	7	REQ_DONT_CREATE_USER	위의 2의 경우 인증 실패한 그룹아이디의 유저를 생성하지 않음을 요청
	8	REQ_LOGIN	로그인을 요청
	9	REQ_LOGOUT	로그아웃을 요청

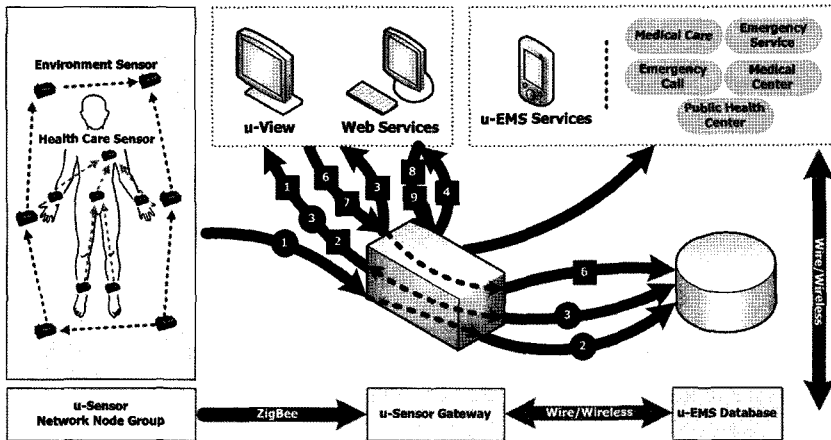


그림 4 u-응급 구조 시스템 인터페이스

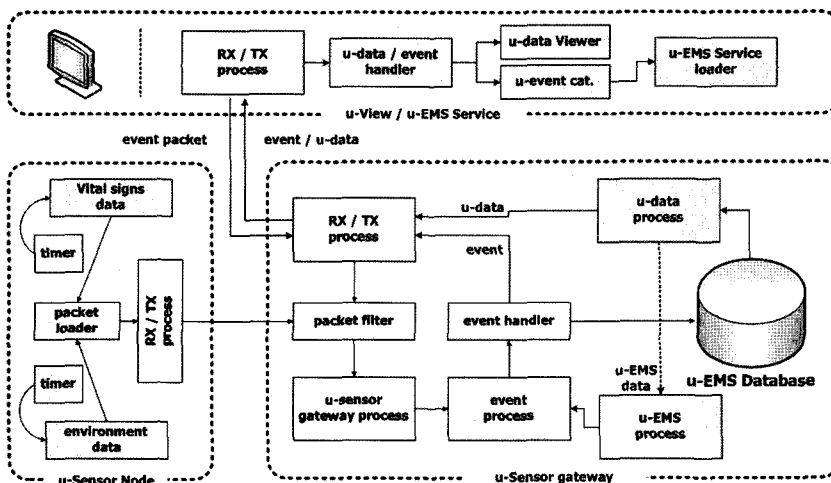


그림 5 u-응급 구조 시스템의 데이터 흐름도

값 등을 u-센서 게이트웨이 프로세스에서 u-View의 이벤트 패킷인지, u-센서노드 그룹의 데이터 인지 판단한

다. 이벤트 프로세스는 패킷 데이터의 이벤트 핸들러에 의해 u-EMS 데이터베이스에 저장될 것인지, u-View

표 4 u-EMS 서비스 목록

센서	EMS 서비스	EMS 번호
혈압	수축 : 120mmHg	1, 2, 5
	확장 : 80mmHg	
맥박	안정 : 60~80	3, 4, 5
당뇨	공복 : 100mg/dl	3, 4
	위험 : 140mg/dl이상	
체온	평균 : 36.9°C	2, 4
근전도	패턴분류[6]	
산소포화도	안정 : 70mmHg~95mmHg	4
이산화탄소농도	평균 : 대기중 0.03%	5, 6
습도, 온도, 조도, 소리	사용자 설정	

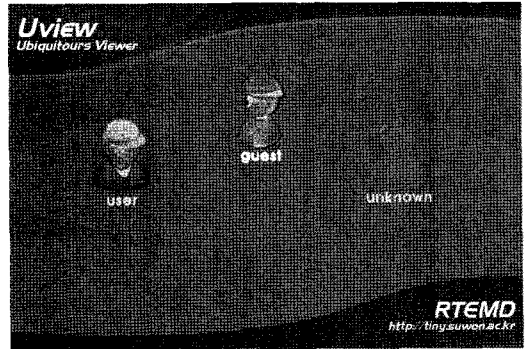
에 전송될 이벤트인지를 결정하게 된다. u-EMS 데이터베이스에 저장된 u-센서노드 그룹의 데이터는 u-데이터 프로세스에서 사용되며 u-View에 전송할 데이터는 바로 전송프로세서에 의해 전송되고, u-EMS 서비스가 필요한 데이터는 u-EMS 프로세스에서 해당 이벤트를 검색하여 이벤트 프로세스로 전송한다. u-데이터 프로세스에 의한 u-EMS 서비스 목록은 표 4와 같다.

u-센서게이트웨이의 전송 프로세스는 u-데이터(u-센서노드 그룹에서 전송되어 u-EMS 데이터베이스에 저장된 데이터)는 u-View의 디스플레이 화면으로 확인 가능하다. 또한 이벤트 데이터는 u-이벤트 카테고리의 내용에 따라 각종 u-EMS 서비스를 호출하는데 사용된다. u-EMS 서비스는 진료기관의 의료정보 서비스, 의료 정보센터 데이터베이스 등록, 보건소 진료 서비스, 의료기관 자동 예약 서비스, 119 긴급출동 서비스 등 다양한 분야에서 활용이 가능하다. 단, 본 논문의 u-EMS 서비스는 가상의 서비스를 제공하도록 하였고, 사용자 u-EMS 데이터베이스에 등록된 가족의 휴대폰 또는 전자우편으로 상황을 알리는 시스템으로 구성하였다.

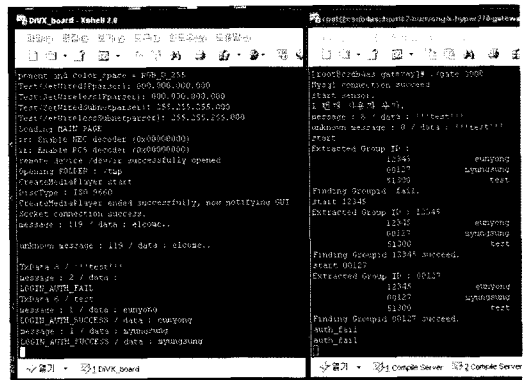
4. 유효성 검증

본 논문에서 제안한 u-응급 구조 시스템의 유효성을 실험하기 위해서 사용자의 바이탈사인 정보와 주변 환경정보를 그림 4, 그림 5와 같이 사용자 위주의 서비스 제공과 사용자의 응급상황 발생시 u-EMS 서비스 이벤트 항목이 실행되는지 실험한다. 실험 환경으로 특정 공간에서 표 2의 환경정보노드를 배치하고 실험자 A와 B에 표 1의 바이오노드를 부착하여 실험하고, u-EMS 데이터베이스는 데스크탑 PC에 구현한다. u-EMS 서비스는 가상 서비스를 제공할 수 있도록 환경을 구성한다.

u-View에 사용자 로그인 요청시 그림 4와 같이 로그인 승인 및 서비스 선택이 정확하게 이루어지며 사용자 A, B가 동시에 로그인 요청시 u-View의 사용자 선택 화면은 그림 6에 (a)이며 (b)는 표 3 패킷 데이터 흐름



(a) 다중 사용자 로그인



(b) 로그인 이벤트 패킷

그림 6 다중 사용자 이벤트

을 확인할 수 있다.

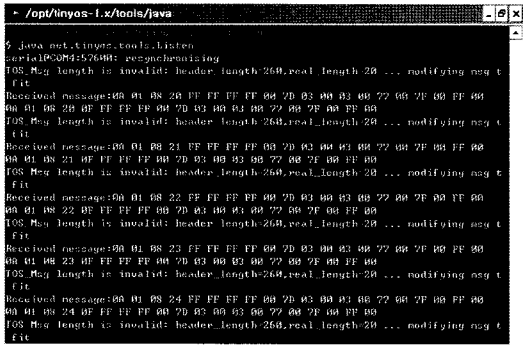
사용자 선택 로그인 후 헬스케어 서비스와 환경정보 서비스를 선택하여 그림 5와 같이 u-데이터와 이벤트의 변화는 그림 7과 같다.

u-EMS 서비스 이벤트 발생은 바이오센서를 조작하여 상황을 만들었으며, u-데이터 패킷과 표 5의 u-EMS 서비스 호출정보는 그림 8과 같이 출력된다.

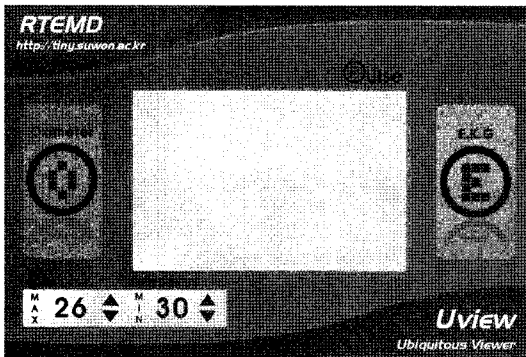
유효성 검증 결과 u-센서네트워크 노드 그룹의 데이터를 u-센서네트워크 게이트웨이에 u-EMS 데이터베이스에 저장 및 u-View로 전송하여 화면에서 확인할 수 있었으며, 응급상황 발생시 u-EMS 서비스의 정상 작동되는 것을 확인할 수 있다.

5. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서는 차세대 센서기술로 인정받고 있는 바이오센서기술과 센서의 무선통신 기술인 유비쿼터스 센서네트워크 기술을 하나의 기술로 융합하여 현재 생활에서 가장 필요로 하는 u-응급 구조 시스템을 제안하였다. 본 논문에서 제안한 기술의 데이터는 센서노드를 이용하여 무선으로 통신하여 이용자의 이동이 자유롭고



(a) u-데이터 전송 패킷



(b) u-데이터 그래프(필스옥시미터)
그림 7 u-데이터 및 그래프표현

표 5 u-EMS 카테고리

EMS 번호	서비스 이벤트 항목
1	Emergency Call (Number.119)
2	Medical Center (Reservation)
3	Public Health Center
4	Medical Health Care
5	Family Call (SMS Message)
6	Environment Auto Control

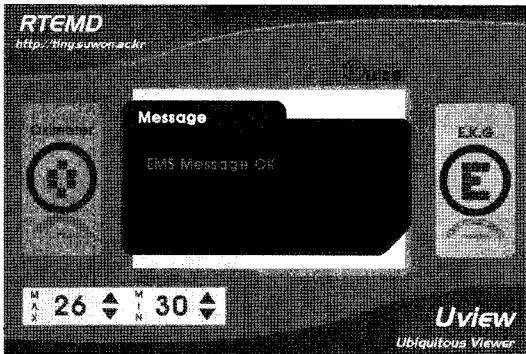


그림 8 u-EMS 서비스 호출(SMS)

원거리 측정과 특정 시간대 또는 실시간으로 바이탈사인 데이터를 수집 및 저장할 수 있다. 수집된 데이터는 평소 데이터와 비교하여 현재의 신체 상태를 직접 확인할 수 있으며 그 정도가 심각할 때 등록된 가족에게 정보를 송신할 수 있고, 이러한 정보를 여러 의료기관에서 사용할 수 있으며 원격지에서 데이터 서버에 접속하여 바이탈사인 변화 추이도 지켜볼 수 있다. 제한한 시스템의 유효성을 검증해본 결과 자신의 바이탈사인을 간단하게 직접 확인할 수 있었으며 측정된 데이터를 저장하여 의료기관에서 사용할 수 있는 유효한 정보로 이용할 수 있다.

향후에는 측정대상자가 다중 접속하여 측정할 수 있을 뿐만 아니라 대상자의 위치 추적을 가능하도록 하는 기능이 요구된다. 제한된 시스템을 현 의료시스템과 연계하기 위해서는 많은 체제의 개선을 필요로 하고 무엇보다 노드의 국내화, 저가격화, 다종의 바이오센서 개발이 시급하다. 따라서 향후 연구로 이러한 문제점을 해결할 수 있는 원천 기술의 확보와 센서네트워크 응용기술의 학습이 요구된다.

참고 문헌

- [1] 조준경 외 2명, '바이오칩, 바이오센서의 시장 동향', ITFIND 주간기술동향, 2005.
- [2] 정명애 외 3명, '바이오칩/바이오센서 시장 및 기술동향', ITFIND 주간기술동향, 2006.
- [3] 박재홍, 강지윤, 김태송, 윤대성, '21세기 블루오션 바이오칩', EP&C, 2005. 12.
- [4] 정보통신부, 'u-센서 네트워크 구축 기본계획', 2004. 2. 17.
- [5] 김완석, 박태용, 이성국, 'Ubiquitous Computing의 개념과 업계 동향,' 한국전자통신연구원, 주간기술동향 제1035호, 2002. 2. 27.
- [6] 허봉형, '표면 근전도 신호의 발생을 위한 선형 시스템 모델의 성능 분석, 삼척대 산업대학원 석사논문, 2005. 02.
- [7] D.S.J De Couto, D. Aguayo, J.Bicket, and R.Morris. 'A high-throughput path metric for multi-hop wireless routing,' ACM,(MobiCom '03) San Diego, California, September 2003.
- [8] T.R.F Fulford-Jones, G-Y. Wei, and M. Welsh. 'A portable, low-power, wireless two-lead EKG system,' IEEE EMBS, San Francisco, September 2004.
- [9] D. Konstantas, V. Jones, R. Bults, and R. Herzog. 'Mobihealth - innovative 2.5/3g mobile services and applications for healthcare,' IST 2002, Thessaloniki Greece, June 2002.
- [10] D. Malan, T. Fulford-Jones, M. Welsh, and S. Moulton. 'CodeBlue : An ad-hoc sensor network infrastructure for emergency medical care,' Mobi-Sys 2004 Workshop(WAMES), June 2004.
- [11] The MobiHealth Project. 'Innovative gprs/umts

mobile services for applications in healthcare,'
<http://www.mobihealth.org>

- [12] Boo-Ho Yang and Sokwoo Rhee. 'Development of the ring sensor for healthcare automation,' Robotics and Autonomous Systems, (30):273-281, 2000.
- [13] R.H.S. Istepanian, E. Jovanov and Y.T. Zhang, 'Guest Editorial Introduction to the Special Section on M-Health : Beyond Seamless Mobility and Global Wireless Health-Care Connectivity,' IEEE, vol. 8, issue : 4, Dec, 2004, pp. 405-414.
- [14] E. Jovanovm J. Price, D. Raskovic, K. Kavi, T. Martin and R. Adhami, 'Wireless Personal Area Networks in Telemedical Environment,' IEEE EMBS, 2000, pp. 74-78.
- [15] T. Martin, E. Jovanov and D. Raskovic, 'Issues in Wearable Computing for Medical Monitoring Applications : A Case Study of a Wearable ECG Monitoring Device,' ISWC'00, October, 2000, Atlanta (GA, USA).
- [16] J. Park, 'Healthcare Information Technology : Are You Plugged In?,' document available at : <http://www.surgicenteronline.com/articles/341feat1.html>.



김 홍 규

2004년 평택대학교 컴퓨터학과 학사. 2006년 수원대학교 컴퓨터학과 석사. 2006년~현재 수원대학교 컴퓨터학과 박사과정
 관심분야는 센서네트워크 위치추적, 센서네트워크 헬스케어, 실시간 센서네트워크 운영체제, 실시간 데이터 베이스



문 승 진

1986년 미국 텍사스 주립대학교 컴퓨터학과 학사. 1991년 미국 플로리다 주립대학교 컴퓨터학과 석사. 1997년 미국 플로리다 주립대학교 컴퓨터학과 박사. 1997년~현재 수원대학교 IT대학 학장. 관심분야는 실시간 임베디드 시스템, 실시간 센서네트워크 시스템, 실시간 데이터 베이스