

USN 환경에서 U-Healthcare Monitoring System 구현

정희원 이준혁**, 준희원 김경근*, 김현서*, 정희원 정필성*, 정원수*, 오영환*

Implementation of U-Healthcare Monitoring System based on USN

Jun-Hyuk Lee** *Reguler Member*, Kyung-Kuen Kim*, Hyun-Su Kim* *Associate Members*,
Pil-Sung Jeong*, Won-Soo Jung*, Young-Hwan Oh* *Reguler Members*

요 약

기존의 환자의 발병 후 조치를 취하는 수동적인 의료 환경에서 환자의 정보를 실시간적으로 센싱하고 센싱된 정보를 바탕으로 환자의 상태를 의료진의 PDA에서 주기적으로 확인하여 상황에 맞는 적절한 조치를 취할 수 있도록 유비쿼터스 환경에 맞는 U-Healthcare Monitoring System을 구현하였다. 센서에서 동작하는 TinyOS 기본 메시지 데이터 포맷을 의료 환경에 적합한 메시지 데이터 포맷으로 변경하여 환자의 센싱 정보를 PDA에 연결된 Sink에 전달할 수 있도록 하였으며, 싱크로부터 받은 의료용 센싱 메시지를 PDA에서 처리할 수 있도록 이기종간의 통신환경을 위한 미들웨어를 개발하였다. 또한 싱크로부터 전달받은 정보를 바탕으로 PDA에서 실시간적으로 환자의 정보를 모니터링 할 수 있도록 환자정보 모니터링 GUI를 구현하였다.

Key Words : USN, U-Healthcare, Sensor

ABSTRACT

The medical system of existing is passive medical treatment environment after patient becoming ill. In this paper, we proposed the U-Healthcare Monitoring System for Ubiquitous environment that is able to confirm patient's information as the realtime. The patient's information that sensed from medical sensor is sent to the Medical treatment environment worker's PDA. The Operating System using The Medical Sensor, TinyOS, have a data format and we re-designed the format for U-Healthcare Monitoring System. This can connect each sensor form a sink connected PDA and the information can transmit each other, a middleware for connecting between a sink and The PDA, and Patient's information GUI for monitoring of patient's information from sink.

I. 서 론

최근 인구의 고령화와 함께 생활양식 및 환경의 변화로 인하여 건강에 관한 관심이 높아지고 있다. 또한 정보 통신 기술의 발전으로 언제, 어디서나 자신의 건강 상태를 모니터링하고 특화된 건강관리

서비스를 받을 수 있는 U-Healthcare에 관한 관심이 고조되고 있다. U-Healthcare란 Ubiquitous Healthcare의 약자로 시간과 공간의 제한 없이 원격 의료 기술을 활용한 건강관리 서비스를 말한다. 이러한 U-Healthcare가 구현된 이상적인 환경에서는 환자가 의식하지 않은 상태에서 환자의 건강상태를 실

※ 본 연구는 교육인적자원부에서 지원받은 2006년 광운대학교 대학특성화사업(차세대 신성장동력산업을 위한 실감 IT 전문인력 양성 사업)의 일환으로 진행되었으며 이에 감사를 드립니다.

* 광운대학교 전자통신공학과 통신망연구실, ** 한국정보통신기술대학 정보통신설비과(jhlee@icpc.ac.kr)

논문번호 : 08005-0124, 접수일자 : 2008년 1월 24일

시간으로 모니터링하고 환자의 상태가 악화될 경우 바로 응급센터 및 병원 등에 환자 상태에 대한 정보가 전달되어 신속한 의료 서비스가 이루어진다.^[1,2]

U-Healthcare 서비스를 제공하기 위해서는 언제 어디서나 환자의 건강상태를 진단할 수 있는 휴대 가능하도록 소형화된 센서를 활용한 생체계측기술과 측정된 정보를 무선으로 실시간으로 전달 할 수 있는 정보통신기술이 필요하다.^[3,4]

기존 Healthcare Monitoring System을 살펴보면 단순히 환자의 위급상태만 의료진에게 알려주는 후처리 시스템으로 운영되었으며, 환자는 자신의 생체 정보를 제공받지 못하고 단지 의료진만이 환자의 생체 정보를 확인 및 관리하고 있다. 또한, 유비쿼터스 기술을 병원의 Healthcare Monitoring System에 적용하는데 보건의료 표준화가 전체적으로 통합되지 않고 있기 때문에, 의료정보를 전송하여 운영하는 데 있어서 불가능한 현실에 있으며 의료 환경의 특성상 병원내부에서 제한된 전송전력과 전파차폐 등과 같은 환경적 요인으로 인한 전송 흡수의 제한으로 인해 기존의 제안된 센서 네트워크 라우팅 알고리즘을 적용하기가 불가능하다.

본 논문에서는 환자의 정보를 실시간으로 관찰하여 환자가 위급 상황이 되기 전, 의료진이 먼저 조치를 취할 수 있으며, 환자 또한 자신의 정보를 제공 받을 수 있는 임베디드 시스템(Embedded System) 기반의 U-Healthcare Monitoring System Prototype 을 설계하였다.^[5,6]

응급한 환자의 정보를 의료진에게 신속하게 알려주기 위해 의료용 센서에서 전송되어지는 메시지 포맷을 제안하고 효율적인 환자의 정보데이터 공유 시스템을 구현하였다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 임베디드 시스템 및 센서 네트워크 관련 이론에 관하여 알아보고, 3장에서는 U-Healthcare Monitoring System 구현을 위한 시스템 구성 환경에 대해 알아본다. 4장에서는 의료 환경에 적합한 임베디드 시스템 기반의 U-Healthcare Monitoring System을 위한 구조 설계 및 구현에 대하여 알아본다. 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구 방향으로 끝을 맺고자 한다.

II. 관련 이론

2.1 U-Healthcare

U-Healthcare System은 고정화, 의료수요, 정보

통신기술의 발달 등에 따라 점차 국민들이 건강관리에 관심이 증대되고 디지털 병원의 출현과 의학 지식의 축적이 가속화되어 의료 정보시스템이 지능화되고 정보통신기술과 의료서비스의 접목이 활발하게 전개되면서 발전해왔다. 정보통신과 의료가 연결된 U-Healthcare는 단순한 환자의 진단 및 치료가 목적인 전통적인 Healthcare에 비해서 언제 어디서나 예방, 진단, 치료, 사후 관리의 서비스를 가능하게 하며 단순히 환자의 질병 증상을 완화, 치료하는 것에서 일반인의 건강을 증진하고 질병을 예방하는 것으로 개념이 확대 된 것이라 할 수 있다.

표 1은 전통적인 Healthcare와 U-Healthcare의 비교를 나타내고 있다.

U-Healthcare의 구성에는 인체에서 발생하는 물리적, 화학적인 현상의 변화를 감지하는 센싱(sensing), 측정된 생체정보를 1차적으로 가공하는 모니터링(monitoring), 장시간에 걸쳐 측정된 데이터로부터 정보를 획득하는 분석(Analyzing) 그리고 수집된 정보를 바탕으로 사용자에게 알리는 경고(Alert)등이 있다.

그림 1은 U-Healthcare에서 제공하는 일반적인 서비스 모델을 나타내고 있다.

U-Healthcare의 발달과 함께 paperless, chartless, filmless를 주창하는 디지털병원들이 점점 늘어나고 모바일 의료 환경이 환자 생활공간으로 확대되었다.

표 1. 전통적인 Healthcare와 U-Healthcare의 비교

구 분	전통적인 Healthcare	U-Healthcare
위치	병원 등 전문기관	소비자위주
조직	분산	네트워크화
임상접근	발병위주	건강관리
의사결정자	의사	의사와 환자
데이터	일정기간 자료관리	항상 자료접근, 관리가능



그림 1. U-Healthcare 서비스 모델

2.2 의료 환경에서 임베디드 시스템

임베디드 시스템이란 “다른 시스템의 일부로 내장된 마이크로 프로세서 기반 디지털 시스템”을 의미한다. 주로 특정 기기에 내장된 컴퓨팅 시스템을 일컫는 말이다. 임베디드 시스템은 범용 컴퓨팅 시스템과 달리 자신을 포함하고 있는 기기에 부과된 특정 목적의 컴퓨팅 작업만을 수행하는 컴퓨팅 시스템이라고 정의할 수 있다. 임베디드 시스템은 초기 군사용 기기와 산업용 기기들을 제어하기 위한 목적으로 많이 사용되어왔으며 현재는 3C로 대변되는 컴퓨팅(Computing), 통신(Communication), 가전 기기(Consumer Electronics) 기술들의 융합이 이루어지면서 임베디드 시스템의 영역이 크게 확대되었다. 초기 임베디드 시스템은 단순하며 간단한 기능만을 사용하여 운영체제 없이 개발되었지만, 시스템의 규모가 커지고 네트워크 및 멀티미디어 시스템에 장착되면서 기능이 복잡해졌기 때문에 실시간 운영체제가 도입되었다. 초기에는 상용 실시간 운영체제(RTOS: Real Time Operating System)가 주로 이용되어 개발되었으나 리눅스의 성능과 안정성이 입증되고 다양한 프로세서들을 지원하기 시작하면서 리눅스를 활용한 응용 사례가 늘어가고 있다. 본 논문에서 다루게 될 U-Healthcare 시스템 중 임상 모니터링 시스템의 구성은 그림 2와 같다.

임상 모니터링 시스템에서 환자에게 위급한 상황이 발생하면 환자 및 해당 병원 기관에 응급 메시지가 정보 단말기를 통해 전달된다. 이러한 정보 단말기 즉 PDA에 주로 사용되는 임베디드 리눅스 기반의 시스템에서의 개발에서는 일반적으로 커널, 디바이스 드라이버, GNU 컴파일러 툴체인(Toolchain)을 환경을 구축하여야 한다. 임베디드 소프트웨어의 개발은 운영체제 부분, 장치 드라이버 개발, 미들웨어(Middleware) 개발, 그리고 GUI(Graphic User Interface)로 구성되어지는 응용프로그램 등 4개의 부분으로 구분되어진다. 이외에 일부 임베디드 리눅스 소프트웨어 개발 벤더들은 포괄적인 개발 툴들과 구성 요소들을 제공한다.



그림 2. 임베디드 시스템 모델

2.3 TinyOS

TinyOS는 Open Source 기반의 운영체제로 무선 임베디드 센서 네트워크를 지원하기 위해 개발된 OS로 일반적인 OS와 달리 적은 공간, 적은 비용의 시스템 구축이 가능하다. TinyOS는 이벤트 발생에 의한 상태 전의 방식을 채택하여 제한된 자원을 효율적으로 사용할 수 있으며 Nes C 기반의 운영체제이다. 표 2는 TinyOS의 특징이다.

표 2. TinyOS의 특징

특징	비고
커널 없음	직접적인 하드웨어 처리
처리관리(Process Management)가 없음	동작 중 응용 프로그램에 따른 한 번의 처리
가상 메모리 없음	물리적 메모리 공간만 존재
직접적 메모리 할당 없음	컴파일 동안 메모리 할당
소프트웨어 신호나 예외처리 없음	Function Call을 수행
구성	스케줄러+컴포넌트

그림 3은 TinyOS에서 사용되는 기본적인 메시지 데이터 포맷이다.

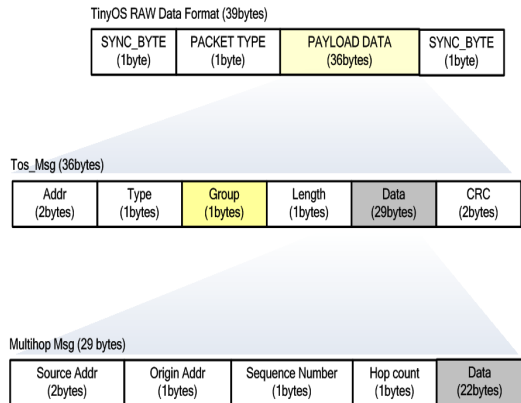


그림 3. TinyOS의 메시지 데이터 포맷

III. 시스템 구성 환경

3.1 시스템 구성 환경

통신을 위해 사용한 장치는 한백전자 ZigbeX mote로 ATmel사의 ATmega128L과 Chipcon사의 2.4G RF-IC CC2420을 적용한 센서 네트워크 모듈(Module)이다.

ZigbeX의 데이터를 처리하기 위해 임베디드 보드와 RS-232C로 싱크 모트(Mote)를 연결하였으며

노트북의 테스트 프로그램과 임베디드 보드의 LCD를 통하여 데이터 패킷의 올바른 수신여부를 확인하였다. 그림 4에서 사용한 ZigbeX 모트 플랫폼(platform)을 확인할 수 있으며, 그림 5는 이를 바탕으로 구성한 제안한 서비스 모델을 나타낸다.

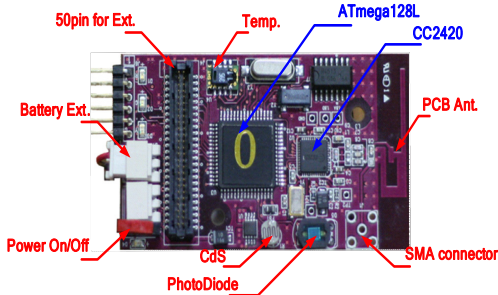


그림 4. ZibeX 모트 플랫폼

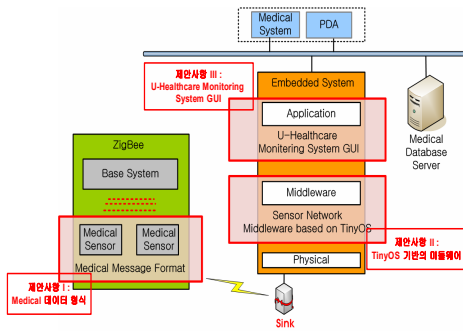


그림 5. 제안한 서비스 모델

그림 6에서는 제안한 시스템 모델의 실제 구성 모습을 볼 수 있다.

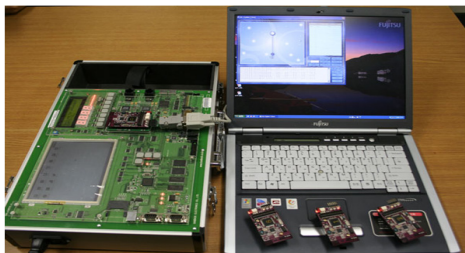


그림 6. 시스템 구성 화면

IV. 제안한 시스템 모델 및 구현

4.1 제안한 데이터 포맷

그림 7은 제안한 TinyOS 메시지 데이터 포맷을 나타낸 그림이다.

제안한 의료용 데이터 포맷 부분에서는 지원하는

센서 장비의 타입에 따른 데이터를 실어서 싱크로 보내 준다. 수신한 데이터의 타입에 따라 모바일 단말기에 이에 상응하는 GUI환경이 나타난다.

4.2 U-Healthcare Monitoring System Middleware

U-Healthcare Monitoring System을 위하여 센서로부터 전달받은 메시지를 PDA에서 처리할 수 있도록 이기종간의 통신을 지원하기 위한 미들웨어를 설계하였다. 그림 8은 일반상황에서의 TinyOS 메시지를 받아 GUI에서 처리하기 전에 메시지를 콘솔 화면에 표시하는 그림이며 그림 9는 응급한 환자의 TinyOS 메시지를 받아 콘솔에 표시하는 그림이다.

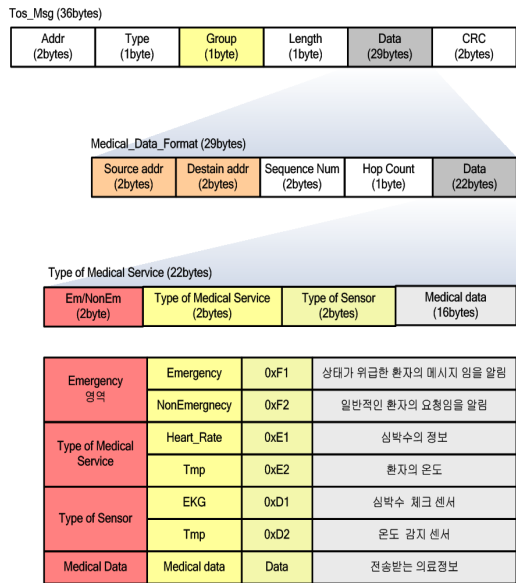


그림 7. 제안한 TinyOS 메시지 데이터 포맷

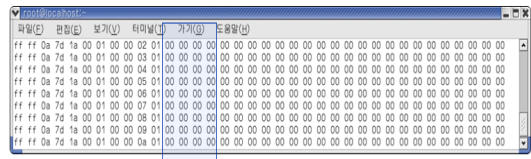


그림 8. 일반적인 상황에서의 TinyOS 메시지

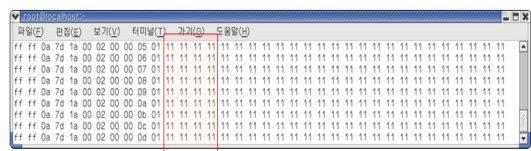


그림 9. 응급한 상황에서의 TinyOS메시지

그림 10은 일반상황에서의 메시지와 응급한 환자의 메시지가 동시에 들어왔을 때 이를 구분하여 TinyOS 데이터와 기타 정보를 분류하여 화면에 표시한 그림이다.

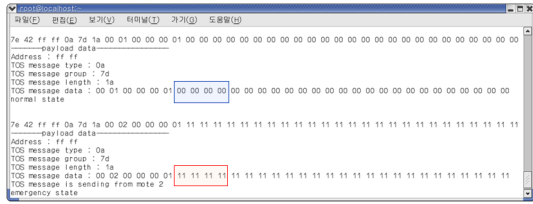


그림 10. 응급한 상황과 일반적인 상황의 TinyOS 메시지

4.3 U-Healthcare Monitoring System GUI

센서로부터 전달받은 제안한 메시지 데이터 포맷에 따른 메시지 정보를 미들웨어에서 처리한 다음 의료진의 PDA 화면에 표시하기 위한 GUI를 구현하였다. U-Healthcare Monitoring을 위하여 C++ 기반의 GUI 라이브러리인 Qt를 사용하여 리눅스 시스템이 설치된 호스트 컴퓨터에서 개발한 후 임베디드 시스템용 GUI 라이브러리인 Qt/Embedded를 사용하여 한백전자의 EmposII에 포팅(porting)하였다. 또한 센서의 정보와 환자의 정보를 연동하여 관리하기 위한 목적으로 MySQL 데이터베이스 서버를 구축하여 의료용 데이터베이스 서버로서 활용하여 환자의 정보를 실시간으로 확인 할 수 있도록 하였다. 표 3은 U-Healthcare Monitoring System GUI를 개발하기 위한 구현 환경을 나타낸다.

표 3. GUI 어플리케이션 개발 환경

구분	비고
호스트 컴퓨터	Intel Pentium 4 3.2GHz / 1GB
임베디드 보드	EmposII 한백전자
개발언어	Qt 3.3.6 Qt/Embedded 3.3.6

그림 11은 초기 환자의 정보를 센서로부터 받아들이는 GUI 화면이며 그림 12는 응급한 환자로부터 정보를 받았을 때 이를 PDA 화면에 경고 창으로 표시하고 응급한 환자의 정보를 정상(normal)에서 응급(emergency)으로 표시하는 화면이다.

그림 13, 그림 14, 그림 15 그리고 그림 16은 환자의 데이터베이스 서버에 입력된 환자의 이력사항 중 환자의 개인 정보, 가족 정보, 생활 패턴 정보, 알레르기 및 면역에 대한 정보를 보여주는 화면이다.

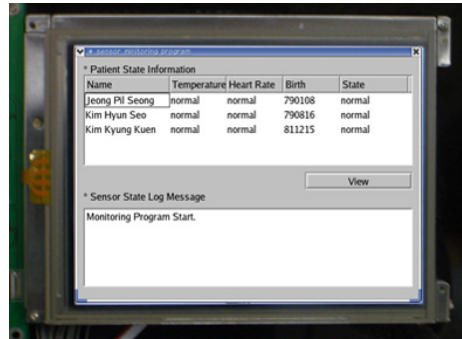


그림 11. GUI 실행 화면

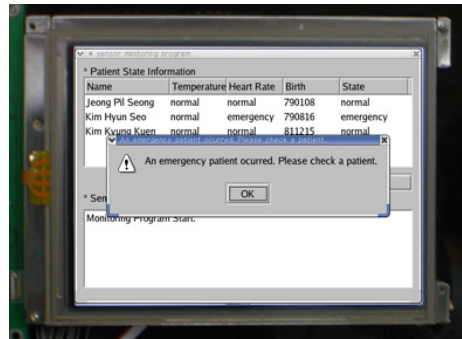


그림 12. 응급한 환자 메시지를 받았을 때 GUI

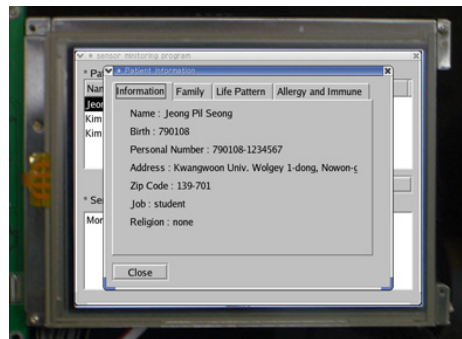


그림 13. 환자 개인 정보를 보여주는 GUI 실행 화면

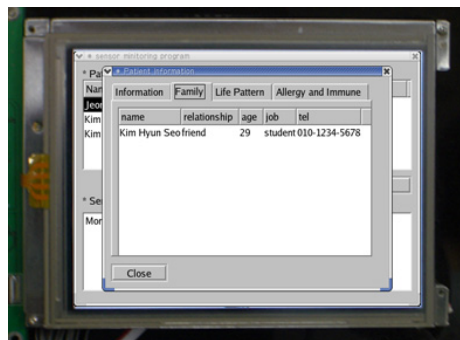


그림 14. 환자 개인 정보와 가족 정보 출력 화면

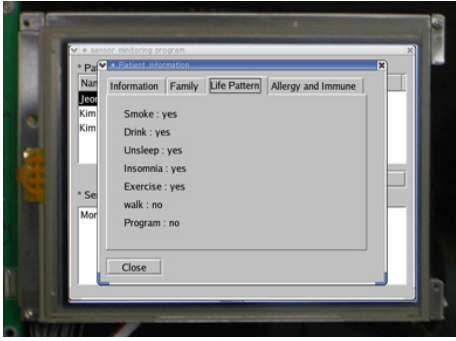


그림 15. 환자 생활 패턴 정보 출력 화면

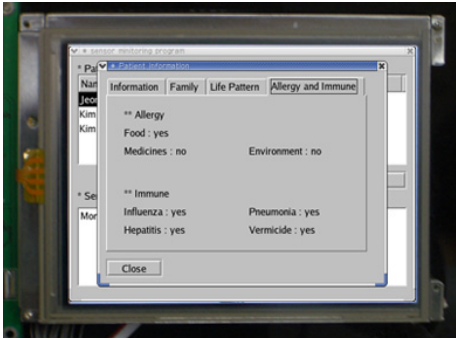


그림 16. 환자의 알레르기 및 면역 정보 출력 화면

4.4 MySQL 데이터베이스 서버 구현

환자의 이력을 실시간적으로 관리하기 위한 목적으로 의료용 데이터베이스 서버를 구축하였다. 의료용 데이터베이스 서버를 위한 구현환경은 표 4와 같다.

표 4. 의료용 데이터베이스 서버 구현 환경

구분	비고
CPU / 메모리	Intel Pentium 3 800MHz / 512MB
운영체제	RedHat 9.0 workstation
데이터베이스	MySQL 4.1.21
MySQL 관리툴	phpMyAdmin 2.10

그림 17은 환자 정보를 관리하기 위해 MySQL 데이터베이스 서버에 구성된 데이터 테이블 중 환자의 기본정보와 가족사항에 관련된 테이블의 구조를 보여주는 화면이다.

그림 18은 환자 정보를 관리하기 위해 MySQL 데이터베이스 서버에 구성된 데이터 테이블 중 환자의 및 생활 패턴 정보, 면역정보 그리고 알레르기 여부에 대한 정보에 관련된 테이블의 구조를 보여주는 화면이다.

patient

필드	종류	Null	기본값
no	int(11)	아니오	
name	varchar(255)	아니오	
birth	int(11)	아니오	0
pno	varchar(6)	아니오	
pno2	varchar(7)	아니오	
address	varchar(255)	아니오	
address2	varchar(255)	아니오	
zip	char(3)	아니오	
zip2	char(3)	아니오	
job	varchar(255)	아니오	
religion	varchar(255)	아니오	

family

필드	종류	Null	기본값
pname	varchar(255)	아니오	
name	varchar(255)	아니오	
relationship	varchar(255)	아니오	
age	int(11)	아니오	0
job	varchar(255)	아니오	
tel	varchar(255)	아니오	
level	int(11)	아니오	0

그림 17. MySQL 서버에 구성된 환자정보와 가족사항에 관련된 테이블

lifepatten

필드	종류	Null	기본값
pname	varchar(255)	아니오	
smoking	int(11)	아니오	0
drink	int(11)	아니오	0
unsleep	int(11)	아니오	0
insomnia	int(11)	아니오	0
exercise	int(11)	아니오	0
walk	int(11)	아니오	0
program	int(11)	아니오	0

immune

필드	종류	Null	기본값
pname	varchar(255)	아니오	
influenza	int(11)	아니오	0
pneumonia	int(11)	아니오	0
hepatitis	int(11)	아니오	0
vermicide	int(11)	아니오	0

allergy

필드	종류	Null	기본값
pname	varchar(255)	아니오	
food	int(11)	아니오	0
medicines	int(11)	아니오	0
environment	int(11)	아니오	0

그림 18. MySQL 서버에 구성된 환자의 면역 정보와 알레르기 정보에 관련된 테이블

IV. 결론

의료 환경에서는 환자의 응급 정보를 실시간으로 확인하고 이에 따라 빠르게 대응하는 것이 아주 중요하다. 최근 임베디드 기술과 센서를 접목하여 다양한 Monitoring 기술이 연구 되고 있으며 실제 의료 환경에 적용을 위해서 다양한 시스템이 제안되고 있다.

본 연구에서는 U-Healthcare Monitoring System을 설계 및 구축 하였다. 환자의 정보를 Sensor를 통해 실시간적으로 확인하기 위한 목적으로 의료용 환경에 적합한 TinyOS 메시지 데이터 포맷을 설계 하였다. 또한 임베디드 시스템을 베이스 스테이션(Base Station)으로 사용하기 위하여 임베디드 시스템과 모뎀과의 통신을 지원하기 위한 미들웨어를 설계하고 구현하였다. 임베디드 시스템 기반의 PDA를 활용하여 환자 Monitoring Prototype을 구현하였으며 환자의 상태를 실시간으로 확인하여 응급상태에 대한 즉각적인 반응을 할 수 있도록 GUI를 구현 하였다.

참 고 문 헌

- [1] 신재우, 윤형로, 윤영로, “Home Healthcare Mornitoriong”, *전자공학회지*, 제32권 12호, pp.38-46, 2005년 12월
- [2] 이충섭, 윤영민, 신창선, 주수중, “헬스케어 홈 서비스 지원을 위한 실내 위치 기반의 상황정보 지원 시스템”, *한국정보과학회 학술발표논문집*, pp.64-66, 2006년 6월
- [3] 안동인, 박무현, 신창선, 주수중, “헬스케어 상황정보 서비스를 위한 모바일 프락시 구현”, *한국정보과학회 학술발표논문집*, 제 33권 2호, pp.372-376, 2006년 10월
- [4] 박용민, 박주희, “유비쿼터스 환경을 위한 헬스케어 서비스 제공 방안”, *한국콘텐츠학회 종합 학술대회 논문집*, 제 3권 2호, pp.275-278, 2005년 11월
- [5] 장문석, 신광식, 정진하, 이양희, 심재홍, 이웅혁, 최상방, “서비스 통합 시스템에서 지그비를 이용한 유비쿼터스 헬스케어 시스템의 설계 및 구현”, *전자공학회논문지-TC 電會 第 TC編號*, pp.16-24, 2006년 11월
- [6] 이충섭, 윤영민, 정창원, 주수중, “헬스케어 홈 서비스를 위한 이기종 센서 정보 구축 및 관

리”, *한국정보과학회 2006 가을 학술발표논문집*, 제33권 제2호(A), pp.209-213, 2006년 10월

이 준 혁 (Jun-Hyuk Lee)

정회원

한국통신학회논문지 제32권 제12호 참조

김 경 근 (Kyung-Kuen Kim)

준회원



2007년 2월 광운대학교 전자통신 공학과 졸업

2007년 3월~현재 광운대학교 전자통신공학과 석사과정

<관심분야> 센서 네트워크, 임베디드 시스템, USN

김 현 서 (Hyun-Su Kim)

준회원



2006년 2월 대전대학교 통신공학과 졸업

2006년 3월~현재 광운대학교 전자통신공학과 석사과정

<관심분야> 센서 네트워크, 임베디드 시스템, USN

정 필 성 (Pil-Sung Jeong)

정회원



2004년 2월 서울산업대학교 전자정보공학과 졸업

2007년 8월 광운대학교 전자통신공학과 석사

2007년 9월~현재 광운대학교 전자통신공학과 박사과정

<관심분야> 센서 네트워크, RFID 시스템, 임베디드 시스템

정 원 수 (Won-Soo Jung)

정회원

한국통신학회논문지 제32권 제12호 참조

오 영 환 (Young-Hwan Oh)

정회원

한국통신학회논문지 제32권 제12호 참조