

---

# 유비쿼터스 센서 네트워크를 이용한 생리학적 데이터 측정 시스템의 설계 및 구현

민경우\* · 서정희\*\* · 박홍복\*

\*부경대학교 컴퓨터공학과

\*\*동명대학교 컴퓨터공학과

## A Design and Implementation of Physiological Data Measurement System using Ubiquitous Sensor Network

Gyeong-woo Min\* · Jung-hee Seo\*\* · Hung-bog Park\*

\*Dept. of Computer Engineering, Pukyong National University

\*\*Dept. of Computer Engineering, Tongmyong University

E-mail : monopim@naver.com

### 요 약

현재 컴퓨터 네트워크 기술의 비약적인 발전에 힘입어 USN은 시간과 장소에 구애받지 않으며 사용자가 컴퓨터나 네트워크를 인식하지 못하고 통신 환경에 접속할 수 있는 수준에 까지 이르게 되었다. 더욱이 지금은 개인의 건강에 관심이 높아지고 있어 건강을 관리하고 예방할 수 있는 의료 분야에서도 USN의 기술 발전과 더불어 다양한 분야에서의 적용이 시도 되고 있다. 본 논문은 병원에 입원한 환자를 관리하는 의사나 간호사가 손쉽게 환자의 혈압 및 혈당에 관련된 생리학적 데이터를 측정하고 관리할 수 있게 유비쿼터스 센서 네트워크 기반의 RF 통신을 이용한 시스템을 설계하고 구현한다. 또한 MySQL 데이터베이스를 이용하여 환자에게서 수동 및 능동적으로 측정된 혈압 및 혈당 정보를 저장하고 관리할 수 있는 데이터베이스를 설계한다. 따라서 환자의 생리학적 데이터를 실시간으로 관리하고 응급상황에 즉각적으로 대처할 수 있으므로 환자들에 대한 의료 서비스 향상에 기여할 뿐만 아니라 의료서비스 환경에 대한 패러다임 변화를 기대할 수 있다.

### ABSTRACT

Based on the rapid development of the computer network technology, the ubiquitous sensor network (USN) was developed to enable us to have access to the communication environment anywhere and anytime without the need for recognizing computers or networks. Moreover, with the increasingly high interest on individual health, the USN technology is being applied to diverse sectors for healthcare and disease prevention. In this paper, a system was designed and implemented using the USN-based RF communication for doctors and nurses who care patients in the hospital to easily measure and control the physiological data on blood pressure and blood sugar. In addition, a database was designed using MS SQL database to store and manage the blood pressure and blood sugar data, which were passively or actively measured from patients. Using the results of this study, the physiological data of patients can be managed in real time and emergency situation can be instantly addressed. It is expected that the healthcare service can be improved and the paradigm of healthcare service environment can be changed.

### 키워드

유비쿼터스 센서 네트워크, 혈압, 혈당, u-헬스케어

## 1. 서 론

오늘날 USN(Ubiquitous Sensor Network)은 각종 센서에서 감지한 정보를 무선으로 수집할 수 있도록 구성된 네트워크로써 WPAN(Wireless personal area network), ad-hoc network 등의 기술이 발전함에 따라 u-센서 네트워크의 기술도 매우 활성화 되고 있다. 센서의 종류에는 온도, 가속도, 위치정보, 압력, 지문, 가스등 다양하게 존재[1]하며, 최근에는 의료 분야에서도 u-Healthcare 시스템에 많은 관심을 보이고 있기 때문에 ECG, 환자 체온, 병실 온도 등 다양한 센서들을 이용하여 환자들의 편의 및 의료 서비스의 효율성을 요구하고 있는 실정이다. 즉, 센서들을 이용하여 환자로부터 얻어진 정보들은 관리자가 한눈에 알아볼 수 있도록 데이터를 가공하여 보여주기 때문에 기존의 의료 서비스 보다는 관리가 용이하고 수집된 정보 또한 저장에 편리하여 새로운 형태의 의료서비스 환경을 실현할 수 있다.

이와 같은 장점 때문에 유비쿼터스를 실현할 수 있는 USN과 의료분야를 융합한 u-Healthcare에 대한 관심과 연구가 활발히 진행되고 있다. 최근 연구에서는 두 산업의 융합으로 인해 의료산업을 한단계 더 진화 시킬수 있고 이로인해 u-Healthcare에 대한 사람들의 인식뿐만 아니라 의료 비용을 조절하고 치료의 품질 향상 까지 가져올수 있다고 말하고 있다[2]. 실제로 논문 [3]은 환자 관찰을 위해 유비쿼터스 센서 네트워크 중 하나인 Zigbee를 이용하여 병원에서 당뇨병이나 심장질환을 앓고있는 20명의 노인환자를 대상으로 각각 심전도 및 혈당을 측정하여 u-Healthcare 서비스를 테스트한 결과 혈당 측정기와 혈당 서비스 부분의 환자 만족도가 10점 만점 중 8.59 와 9.01을 기록했고, 심전도 센서와 심전도 모니터링 서비스에 대한 만족도는 5.79와 7.29로 각각 기록되었다. 위의 내용과 같이 두 개의 부분 중 환자로부터 측정된 값을 정보로 바꾸어 보기 쉽게 관리할 수 있는 서비스 부분은 10점에 도달한 점수 현황을 보여주고 있다. 또한 이 논문의 저자는 USN의 하나인 Zigbee가 낮은 전력 소모의 이점으로 인해 미래에는 u-Healthcare 시스템의 구성요소가 될 수 있을 것 이라고 낙관적으로 전망하고 있다.

따라서 본 논문은 유비쿼터스 센서 네트워크를 이용하여 병원에 입원한 환자를 관리하는 의사나 간호사가 손쉽게 환자의 혈압 및 혈당에 관련된 생리학적 데이터를 측정하고 관리 할수 있는 시스템을 설계 및 구현한다.

## II. 관리 시스템 설계

본 논문은 환자의 생리학적 데이터인 혈압과 혈당을 측정하기 위한 모드를 구성하기 위해 유

비쿼터스 센서 네트워크 기반의 시스템을 설계한다. 이렇게 구성된 모드들로부터 환자의 생리학적 데이터인 혈압 및 혈당 데이터를 측정하고, 무선 센서 네트워크에서 거리상의 제약에 대비해 중개 모드를 거쳐 베이스 모드로 데이터를 전송 한다. 베이스 모드는 시리얼 포트로 본 논문의 시스템과 연결되어있다. 베이스 모드는 하나이나 측정 방법이 수동과 능동적인 두 가지 방법이 존재하므로 두 개의 파싱 프로그램을 구현하고, 두 개의 파싱 프로그램으로부터 얻어진 데이터는 소켓 통신할 준비를 한다. 소켓 통신할 준비가 된 데이터는 미리 설계된 MsSQL 데이터베이스에 자동으로 저장 되고, 관리자가 수동으로 측정한 환자의 생리학적 데이터는 무선 통신 기반으로 전송하여 관리자가 즉각적으로 사용할 수 있게 한다.

환자의 생리학적 데이터인 혈압과 혈당 데이터를 측정하는 센싱 모드의 경우에는 측정기가 따로 필요하다. 이 측정기는 혈압과 혈당을 모두 측정할 수 있는 복합 측정기로써 환자의 생리학적 데이터를 센싱하는 모드와 2.5파이잭을 통해 연결이 되어있다. 복합 측정기를 사용함으로써 하드웨어 구성이 단순해지고 이에 따라 무선 네트워크 환경 또한 간결해진다.

### 2.1 혈압, 혈당 복합 측정기

관리자가 환자의 생리학적 데이터를 측정하는 일련의 순서들은 혈압과 혈당을 측정할 수 있는 복합 측정기를 제어함으로써 수행된다. 본 논문에서 사용한 복합 측정기는 제넥셀메디칼사의 듀오케어 복합 측정기로써 그림 1과 같이 하나의 본체로 이루어져 있으나 까다로운 팔뚝형 커프가 아닌 착용하기 쉽게 제작된 손목형 커프를 채택하여 환자가 혈압을 손쉽게 측정할 수 있게 하고 있다. 혈당 또한 마찬가지로 0.5ml의 소량의 혈액만을 가지고 단 5초만의 정확한 혈당값을 측정할 수 있는 성능을 가지고 있다.



그림 1. 듀오케어 복합측정기

본 논문은 복합 측정기를 가지고 두 가지의 방식으로 환자로부터 생리학적 데이터를 측정할 수 있게 된다. 먼저 환자가 능동적으로 측정을 할 경우 미리 센싱 모드와 연결된 2.5파이잭을 통해 3초에 한번씩 센싱을 하게되고, 환자가 측정한 혈압 또는 혈당 데이터가 RF 통신 환경을 거쳐 베

이스 모드로 전송되게 된다. 두 번째는 수동적으로 생리학적 데이터를 측정하는 경우로 관리자는 모바일 폰을 이용하여 혈압 및 혈당 측정을 선택하게 되고 센싱된 데이터는 RF 통신과 무선 통신 환경을 거쳐 관리자의 모바일 폰 화면에 디스플레이 되어 환자의 생리학적 데이터를 통한 환자 일지를 작성할 수 있게 된다.

## 2.2 유비쿼터스 센서 네트워크 구성

그림 2는 본 논문에서 제안한 네트워크 구성을 나타낸 것으로 환자의 생리학적 데이터인 혈압과 혈당을 측정하는 센싱 모드가 중개 모드를 거쳐 목적지인 베이스 모드까지 데이터를 전송한 다음 7번 시리얼 포트로 Server PC와 연결되는 것을 보여준다. 베이스 모드와 Server PC가 시리얼 포트로 연결되는 것은 실선으로 표기 하였으며, 센싱 모드와 중개기 모드간의 RF 통신인 경우에는 점선으로 표기 하였다.

본 논문에서 제안한 중개 모드의 구성은 한 단계를 거치나 병실과 Server PC간의 거리가 멀어진 경우 여러 개의 중개 모드를 단계별로 거치게 하여 거리를 연장할 수 있다. 그리고 환자의 생리학적 데이터를 측정하는 센싱 모드의 경우 환자마다 하나씩 두어 각 환자의 데이터를 측정하여 관리할 수 있다.

여기서 7번 시리얼 포트로 들어오는 환자의 생리학적 데이터는 수동과 능동적인 두 가지 측정 방법이 있으므로 파싱 프로그램을 두 개 만들었다. 이렇게 만들어진 파싱 프로그램은 소켓 통신을 이용하여 파싱한 데이터 값을 데이터베이스에 저장 하고 관리자가 필요시 모바일 폰 화면에 데이터값을 전송하여 즉시 사용할 수 있도록 한다.

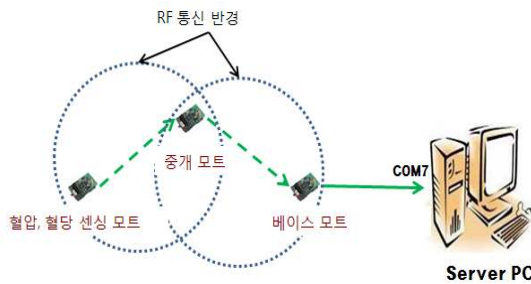


그림 2. 네트워크 구성도

그림 3은 본 논문에서 제안한 메시지 프로토콜을 나타낸다. 메시지는 총 17bytes로 구성되고 이중 Data 패킷의 10bytes를 각각 2bytes씩 5개 부분으로 나누어서 그중 src 패킷부분에는 메시지를 생성한 모드 번호를 표시하며 seq 패킷에는 몇 번째 메시지인지를 나타내며 blood패킷에는 환자의 혈당 데이터를 나타내고 up과 down 패킷은 각각 혈압 데이터중 수축기와 이완기 데이터를

나타낸다.

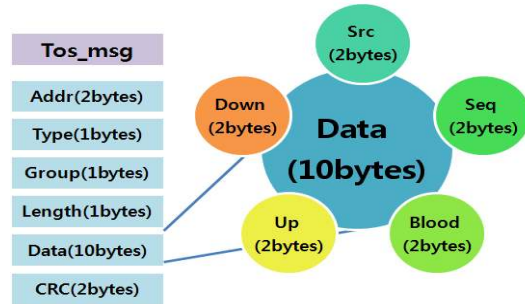


그림 3. 메시지 계층구조

## 2.3 관리 시스템 데이터베이스 설계

본 논문에서 제안한 시스템의 데이터베이스는 환자로부터 측정된 생리학적 데이터를 관리하기 위한 것으로 이에 해당되는 데이터를 저장할 수 있게 설계하고 생성한다. Manage 테이블은 환자를 관리하는 관리자의 정보를 저장하고, Patient 테이블은 환자의 정보와 함께 환자가 사용하는 센싱 모드번호를 저장한다. Bp\_zigbee 테이블은 환자가 사용하게 될 복합 측정기로부터 센싱을 할 수 있는 센서모드의 정보를 저장하고, R\_bp 테이블은 두 가지 측정 방법중 환자가 능동적으로 측정 했을때 실시간으로 데이터를 저장한다. Board 테이블은 관리자가 환자의 생리학적 데이터를 수동으로 측정하여 환자일지를 작성하는데 사용된다. 이렇게 총 5개의 테이블로 본 논문의 데이터베이스 시스템이 구성된다.

- Manage** : 환자를 관리하는 관리자의 정보가 저장되어 있는 테이블이다. 이 테이블에는 관리자가 본 시스템에 접속하기 위해 필요한 아이디와 비밀번호, 응급상황일 때 연락하기 위한 전화번호가 저장 되어있다.
- Patient** : 환자의 정보가 저장되어 있는 테이블로써 환자이름, 주민등록번호, 병실번호, 침대번호, 이메일, 전화번호, 주소, 사용중인 센싱 모드 번호가 저장되어 진다.
- Bp\_zigbee** : 환자가 사용중 이거나 사용할 수 있는 센싱 모드의 번호와 함께 사용유무를 'YES', 'No' 로 표기하여 저장된다.
- R\_bp** : 환자가 능동적으로 생리학적 데이터인 혈압 및 혈당을 측정 하였을때 혈압의 수축기와 이완기 데이터값과 혈당의 수치 데이터값이 기본적으로 저장되고 현재 환자가 사용하고 있는 센싱 모드 번호와 측정된 시간이 해당 날짜와 같이 저장이 되게 된다. 이렇게 저장된 데이터를 이용하여 관리자는 실시간으로 환자의 상태를 관리하고 즉각적인 대처를 할 수 있게 된다.

□ Board : 환자일지를 저장하는 테이블로써 관리자가 수동으로 환자의 생리학적 데이터인 혈압 및 혈당을 측정 하였을시 환자가 능동적으로 측정하는 경우와 마찬가지로 환자의 혈압 수치와 혈당 수치뿐만 아니라 환자이름, 환자가 속해있는 병실 번호, 침대 번호, 일지제목과 일지내용이 저장된다. 저장된 환자일지는 병원 외부에 있는 환자 가족에게도 공개가 가능하다.

### III. 구현 및 분석

유비쿼터스 센서 네트워크 기반의 RF 통신 센서 네트워크의 모트 프로그램은 nesC 언어로 구현 하였고, 컴파일 한 후 생성된 hex코드를 모트에 포팅 하였다. 포팅된 센서 모트, 중개 모트, 베이스 모트들은 기본적으로 TinyOS에서 제공되는 메시지로 그림 3과 같이 RF 통신을 수행한다.

그림 4는 복합 측정기와 연결된 센싱 모트에서 그림 3의 메시지 형태로 중개 모트를 거쳐 베이스 모트로 RF 통신을 한 다음 시리얼 통신을 거쳐 실체로 클라이언트에 생리학적 데이터가 출력된 결과를 나타내고 있다.

환자의 생리학적 데이터를 관리하기 위해서는 먼저 유비쿼터스 센서 네트워크 기반의 RF 통신이 가능한 센서 네트워크들을 그림 2와 같이 구성하고 데이터베이스가 설치된 Server PC와 연결을 한다. 복합 측정기에서 측정한 데이터값을 읽기 위해 개개인의 환자마다 설치된 센싱 모트의 전원을 켜면 환자의 생리학적 데이터를 읽을 수 있는 준비가 된다. 관리자가 수동적으로 측정하는 방법과 환자가 능동적으로 측정하는 방법 모두 유비쿼터스 센서 네트워크의 RF 통신과 시리얼 통신 그리고 소켓 통신의 과정을 거쳐 데이터베이스에 생리학적 데이터가 저장된다. 그리고 관리자가 환자일지 작성을 원할 경우 모바일 폰 화면에 측정한 생리학적 데이터 값을 디스플레이 하게 된다. 수동, 능동 양쪽 모두의 방법으로 저장된 데이터들은 실시간으로 관리자가 환자의 상태를 관리할 수 있기 때문에 기존 의료 서비스보다 한층 더 효율적인 서비스를 제공할 수 있다.

### IV. 결론

본 논문은 환자의 생리학적 데이터인 혈압과 혈당 데이터를 측정하여 관리하기 위해서 유비쿼터스 센서 네트워크 기반의 RF 통신 센서 모트들을 구축 하였다. Server PC와의 연결은 시리얼 통신을 이용하고 설계된 데이터베이스에 해당하는 생리학적 데이터 값을 저장하였다.

본 논문의 시스템은 환자의 생리학적 데이터를 관리자가 수동적으로 측정하는 방법과 환자가 능동적으로 측정하는 두 가지 방법으로 나눌 수 있는데 수동적으로 측정하는 경우에는 관리자가 모바일 폰을 이용하여 환자일지를 작성하기 때문에 병원 외부에 있는 환자 가족들도 언제나 환자의 상태를 관찰할 수 있다. 또한 두 방법 모두 데이터베이스에 실시간으로 저장이 되며 이것을 이용하여 관리자는 항상 환자를 관찰할 수 있고 응급 상황에 즉각적으로 대처할 수 있기 때문에 환자들이에 대한 의료 서비스 향상에 기여할 뿐만 아니라 의료 서비스 환경에 대한 패러다임 변화를 기대할 수 있다.

### 참고문헌

[1] <http://word.tta.or.kr/terms/terms.jsp>  
 [2] Si-yeon Kim, Youn-Tae Lee, "Accelerating the Growth of u-Healthcare in Korea - Conceptualizing and Classifying from Service Perspective", Journal of Service Science, Volume 1, Number 1, pp.57-81, June 2009.  
 [3] Hak Jong Leea, Sun Hee Leeb, Kyoo-Seob Hac, Hak Chul Jangd, Woo-Young Chungd, Ju Young Kime, Yoon-Seok Changd, Dong Hyun Yoob, "Ubiquitous healthcare service using Zigbee and mobile phone for elderly patients", International Journal of Medical Informatics, Volume 78, Issue 3, pp.193-198, March 2009.



그림 4. 클라이언트에서 수신한 센싱 데이터