

## 유헬스케어 시스템을 위한 적응형 미들웨어

김재열<sup>○</sup> 김용환 안광선  
경북대학교 컴퓨터 공학과

withkim815<sup>○</sup>@hotmail.com, ourinara@hotmail.com, gwangahn@hotmail.com

## An Adaptive Middleware for U-healthcare System

Jaeyeol Kim Yonghwan Kim Kwangseon Ahn  
Dept of Computer Engineering, Kyungpook National University

### 요 약

본 논문에서는 유헬스를 위한 적응형 미들웨어를 제안한다. 제안하는 적응형 미들웨어의 특징은 USN(Ubiquitous Sensor Network)과 RFID를 동시에 지원하는 미들웨어로 다음과 같은 특징을 가진다. 첫째, 사용자 인식수단으로 RFID 태그와 Zigbee sensor를 동시에 지원한다. 둘째, RFID Reader와 Zibee 센서가 수집한 데이터를 filtering하여 주기적으로 응용 프로그램에 전달한다. 셋째, 이동하는 사용자에게 대하여 realtime health monitoring을 지원한다.

### 1. 서 론

유헬스는 유무선 네트워킹 기술을 활용하여 “언제, 어디서나” 원격으로 사용자를 모니터링 하는 건강관리 및 의료 서비스를 말한다[1]. 이러한 유헬스 서비스는 사용자 인식, 생체정보 획득, 획득한 데이터의 전송, 건강 상태의 실시간 모니터링이 가능한 것이 특징이다.

본 논문에서는 최근 연구가 활발히 진행되고 있는 RFID(Radio Frequency Identification Systems)를 사용자 인식 수단으로 사용한다. RFID기술은 RF 신호를 사용하여 전자태그(tag)를 식별하는 비접촉인식 기술로서 전자태그의 저가격화, 식별코드의 표준화에 힘입어 다양한 산업분야에서 실용화가 가능한 기술로 전망되고 있다[2].

RFID와 더불어 ubiquitous computing의 핵심 기술 중에 하나인 USN(Ubiquitous Sensor Network)도 본 논문에서 제안하는 시스템에 사용한다. USN은 각종 센서에서 감지한 정보를 수집할 수 있도록 구성된 네트워크 환경을 지칭하는 말로 USN기술이 RFID기술과 접목되어 새로운 방향으로 연구가 진행되고 있다[3]. 제안하는 시스템은 측정된 사용자의 생체정보를 USN을 이용하여 원격지의 서버에 전송한다.

최근 유헬스 관련분야의 연구가 활발히 진행되어, 유헬스케어에서 신뢰성 있는 시스템[4], 병원에서의 context aware mobile system[5] 그리고 유헬스케어 위한 미들웨어 구조등 위치추적, 보안, 응급상황에 대처와 관련된 연구가 진행 중 이다[6]. 그러나 가정이나 요양원, 헬스 센터 등에서 적용 가능한 미들웨어 연구는 미비하다. 따라서 본 논문에서는 위와 같은 환경에 적합한 사용자자동인식, 실시간 상태 모니터링에 적합한 유헬스시스템과 미들웨어를 제안한다.

### 2. U-healthcare System

그림 1은 U-healthcare system의 전체구조도 이다. 제안하는 시스템은 사용자가 자신의 생체정보(몸무게, 혈당, 혈압등)를 측정할 때 헬스케어기가 RFID Reader로써 사용자를 자동 인식, 측정된 데이터를 USN을 통해 원격지의 서버로 전송하고 서버는 각각의 기기가 전송한 데이터를 수집 및 저장한다. 또한 이동형 헬스케어기기도 측정한 생체정보를 원격지의 서버에 전송한다.

관리자는 원격 모니터링 어플리케이션을 이용해 데이터베이스에 저장된 사용자의 생체 정보를 원격모니터링 할 수 있다.

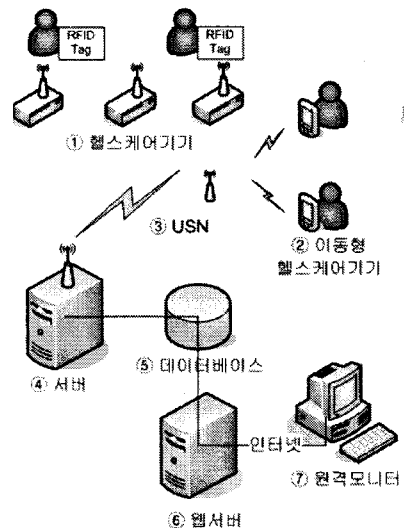


그림 1 U-healthcare System

2.1 시스템 구성 요소

앞 절에서 소개한 것과 같이 제안하는 시스템은 사용자 자동인식, 생체정보 측정, 측정된 데이터의 전송, 원격 모니터링을 위해서 RFID Tag/reader, Zigbee sensor와 같은 하드웨어에서 수집한 데이터가 미들웨어의 데이터 처리 과정을 거치고 응용계층에 전달된다. 이와 같은 시스템은 표 1과 같은 구성 요소들이 필요하다.

표 1 제안시스템의 구성요소와 역할

구분	구성 요소	역할
응용 계층	Remote Monitoring Application (RMA)	RMA는 관리자 또는 사용자가 웹서버에 접속하여 원격모니터링을 하는 응용소프트웨어이다.
	Web Server	Web server는 사용자가 원격모니터링이 가능하도록 웹 서비스를 제공한다.
	Healthcare Manager (HM)	HM은 유헤스케어 시스템을 관리하기 위한 응용 소프트웨어로 전체 태그, 센서노드, 사용자 계정을 관리한다.
하드웨어 계층	Healthcare Equipment (HE)	HE는 혈압, 체중, 심박수 등을 측정 할 수 있는 헬스케어 기기이다. HE에는 2가지 종류로 이동 가능한 MHE(Mobile Healthcare Equipment)와 이동성이 없는 SHE(Stationary Healthcare Equipment)가 있다.
	U-healthcare Server (UHS)	UHS는 다수의 UHE에서 전송된 데이터를 수집하여 데이터베이스에 저장한다.
	RFID Tag/Reader	RFID시스템은 사용자를 인식하기 위한 수단이다. RFID tag는 사용자인식을 위한 ID를 가지고 있고 RFID Reader는 tag의 ID를 식별하기 위한 장치이다.
	Zigbee Sensor	sensor 노드들은 역할에 따라서 Transmit Node, Mobile Node, Relay Node, Sink Node 4가지로 분류된다. 각각 4가지 노드들은 전송, 중계, 수집의 역할을 수행하며 USN을 구성한다.

2.2 시스템 동작 과정

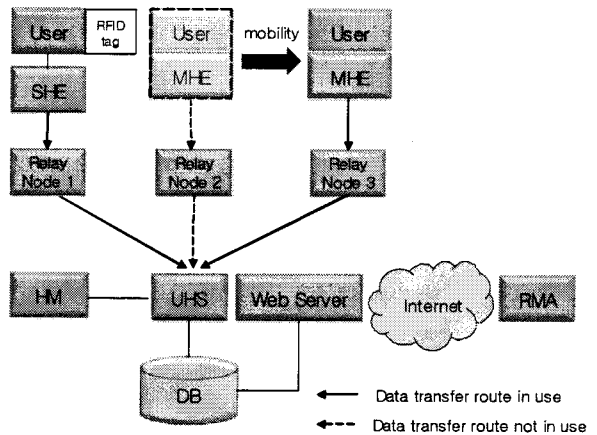
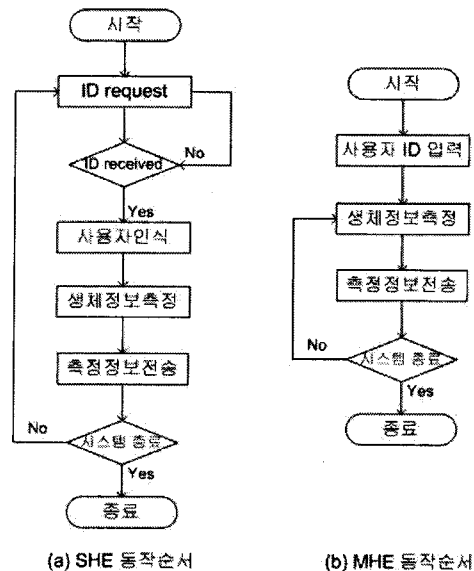


그림 2 U-healthcare System의 구성요소와 동작

그림 2에서 SHE의 사용자는 RFID tag를 가지고 있고, RFID reader는 SHE에 연결되어 자동으로 사용자를 인식한다. 사용자의 생체 정보는 SHE에서 측정되어 인식된 tag의 ID와 함께 UHS에 전송된다. 생체정보는 전송과정 중 릴레이노드를 거쳐서 전송되는데, 릴레이노드는 최적의 route를 자동으로 찾아 생체정보를 UHS까지 전송해 준다. 그림 3은 SHE와 MHE의 동작순서를 보여준다.



(a) SHE 동작순서

(b) MHE 동작순서

그림 3 SHE와 MHE의 동작순서도

SHE는 시스템 동작이 시작되면 가장 먼저 사용자를 기다린다. RFID reader는 ID request 메시지를 주기적으로 전송함으로써 사용자가 SHE를 이용하는지 체크한다. 이때 RFID reader가 Tag ID를 인식하면, 인식한 ID로써

사용자를 인식하고 생체정보를 측정, 측정된 생체 데이터를 사용자의 ID와 함께 Transmit Node를 이용하여 전송한다.

MHE는 이동형 헬스케어기기로 이동하면서 생체정보 측정이 가능하며 사용자의 몸에 부착가능한 형태의 기기이므로 RFID와 같은 시스템으로 사용자 인식절차가 필요하지 않다. 또한 이동형 헬스케어기기가 SHE와 구분되는 특징은 일반적으로 연속적인 생체정보를 측정 한다는 점이다. 혈압 측정기, 심박수 측정기 등은 MHE에 해당하고 연속적인 생체정보를 측정 한다. 따라서 MHE는 사용자인식 과정 없이 사용자 ID 입력을 하고 연속적으로 생체정보를 측정하여 측정된 데이터를 전송한다.

### 3. 하드웨어

제안하는 시스템의 하드웨어는 헬스케어기기와 이에 연결된 RFID Reader, Zigbee Sensor들로 구성되어 있다. RFID 리더는 SHE에 시리얼 케이블로 연결되어 인식한 Tag ID를 전달하며, 주파수는 13.56Mhz로 스마트카드, 인증/암호화에 용이한 대역을 사용한다. Zigbee Sensor는 Transmit Node, Sink Node, Mobile Node등과 같이 다른 장비와 연결되어 데이터를 송·수신하기도 하며 Relay Node와 같이 어떠한 장비와도 연결되지 않고, USN상에서 독립적으로 작동하며 데이터 중계만을 수행는 노드도 존재한다.

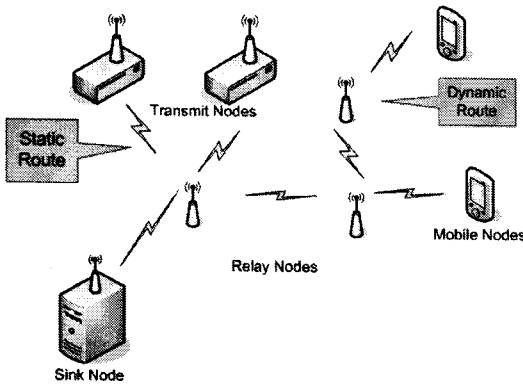


그림 4 제안 시스템의 USN 구성

- Zigbee Sensor: sensor 노드들은 역할에 따라서 4가지로 분류되고 4가지 노드들이 다수모여 USN을 구성한다.
  - Transmit Node: SHE에 연결되어 측정된 데이터를 전송하는 역할을 한다. Transmit Node는 이동성이 없으므로 Relay Node를 통한 전송 route는 항상 일정 하다.
  - Mobile Node: MHE에 연결되어 이동하면서 실시간으로 사용자의 생체 데이터를 전송 한다. MHE는 이동성이 있으므로 Mobile Node가 송신한 데이터의 전송경로는 Relay Node에 의해 최적의 경로로 전송된다.

- Relay Node: Mobile Node 또는 Transmit Node가 서버까지 데이터를 전송 할 때 전송 중계 역할을 한다. 특히 Mobile Node가 전송한 데이터는 Mobile Node의 위치에 따라서 Relay Node가 최적의 route를 찾아준다.
- Sink Node: 서버에 연결된 노드로 Transmit Node와 Mobile Node가 전송한 데이터를 Relay Node를 통해 수신하는 역할을 한다.

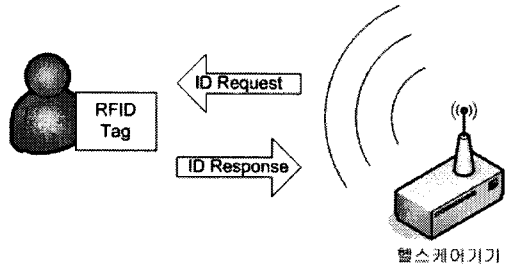


그림 5 RFID tag/reader를 이용한 사용자 인식

- RFID Tag/Reader: RFID시스템은 사용자를 인식 하기 위한 수단으로 사용한다. RFID tag는 각각의 사용자에 대응하는 ID를 가지고 있고 사용자가 UHE를 이용할 때 UHE에 연결된 리더가 ID request 메시지를 전송함으로써 ID를 인식 한다.
- Healthcare Equipment(HE): HE는 혈압, 체중, 심박수 등을 측정 할 수 있는 헬스케어기기이다. HE에는 2가지 종류로 이동 가능한 MHE(Mobile Healthcare Equipment)와 이동성이 없는 SHE(Stationary Healthcare Equipment)가 있다. 그림 2에서 MHE를 사용하는 사용자는 이동하며 MHE 이용하고, MHE가 측정된 데이터는 Mobile Node가 전송하며, 다수의 Relay Node를 거쳐 Sink Node까지 전송 된다. 이때 Relay Node의 라우팅 경로는 MHE의 위치에 따라 동적으로 변한다. SHE는 Transmit Node와 RFID Reader가 연결되어 있고, 고정된 위치에 설치되어 생체정보를 측정한다. 사용자가 생체정보를 측정하면 자동으로 사용자를 인식하고 측정된 데이터를 서버로 전송한다. 이때 사용되는 Relay Node 라우팅 경로는 고정적이다.

### 4. 미들웨어

제안하는 미들웨어는 다음과 같은 특징이 있다. 서로 다른 기종의 RFID reader와 Zigbee sensor로부터 데이터를 수집하고, 실시간 발생하는 데이터를 필터링하여 응용프로그램의 부하를 줄인다. 그리고 외부 애플리케이션의 질의에 대한 데이터를 제공한다. 이러한 조건을 만족시키기 위하여 미들웨어는 수집된 데이터를 정제, 필터링, 여과, 변환 기능을 지원한다.

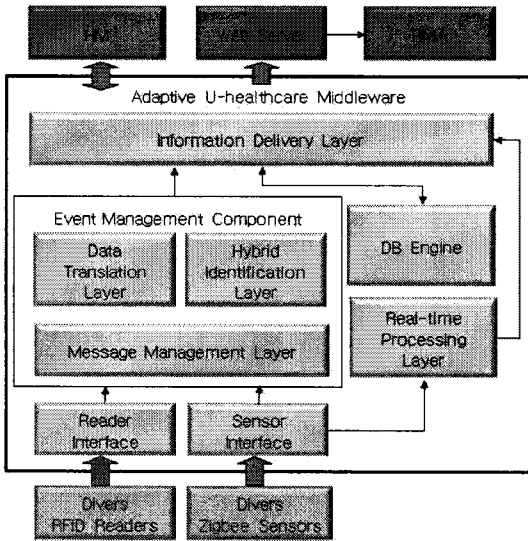


그림 6 미들웨어 구조

그림 6은 제안하는 미들웨어의 구조를 보여준다. 특성은 다음과 같다.

- Reader Interface(RI): RFID Reader가 HE에 연결 될 수 있도록 인터페이스를 제공 하고 리더가 읽은 데이터를 상위 레이어로 전달한다.
- Sensor Interface(SI): 제안하는 시스템의 USN에는 서로 다른 4가지의 Zigbee Sensor들로 구성되어 있다. 이렇게 서로 다른 각각의 센서들에 연결되는 하드웨어가 다르고 전송방식이 차이가 나는데, SI에서는 이런 다양한 센서들을 지원한다.
- Message Management Layer(MML): RI와 SI은 여과 없이 인식한 데이터를 모두 MML로 보내게 된다. MML이 받는 개개의 데이터는 그 크기가 작지만 그 수가 방대하여 어플리케이션까지 여과없이 메시지가 전달되면 어플리케이션에서는 큰 부하가 발생하므로 받은 메시지 중 유효한 메시지만을 필터링 하여 상위 계층으로 전달한다.
- Data Translation Layer(DTL): MML로부터 전달 받은 메시지는 이진형태로 어플리케이션에서 바로 사용하기에는 부적절 하다. 따라서 DTL은 MML에서 받은 메시지를 응용소프트웨어에서 사용하기 적합한 형태의 데이터타입으로 변환 한다.
- Hybrid Identification Layer(HIL): 사용자는 RFID의 ID와 Zigbee sensor 이렇게 두가지 방법을 통해 인식된다. HIL은 이 두 종류의 ID를 인식할 수 있도록 지원한다. HM에서는 전달된 ID를 실제 사용자 ID와 매칭 시키고 상위 레이어에게 인식 수단을 추상화 한다.

- DB Engine(DBE): 응용 소프트웨어는 사용하기 적합한 형태로 변환된 데이터들을 어플리케이션이 질의를 통해 사용자 건강이력들을 체크하는데 사용 한다. DBE는 실시간으로 발생하는 데이터를 DB에 저장하고, 데이터가 필요한 시점에 데이터를 이용 할 수 있도록 응용계층의 질의를 지원한다.
- Real-time Processing Layer(RPL): RPL은 응급상황을 외부에 전달하는 기능을 지원한다. 제안하는 시스템에서 처리하는 데이터 중 심박수, 체온 등의 급격한 변화가 있을시 사용자에게 대한 응급 조치가 필요하다. 따라서 응급상황은 실시간으로 병원이나 사용자에게 의해 지정된 곳으로 알려져야 한다. 응급 메시지는 Event Management Component를 거치지 않고 Information Delivery Layer로 전송하여 실시간을 보장한다.
- Information Delivery Layer(IDL): IDL은 미들웨어와 어플리케이션 사이의 통신 역할을 한다. DBE와 RME에서 제공하는 서비스를 Healthcare Manager와 Web Monitoring Service와 같은 응용 프로그램에 데이터를 제공한다.

### 5. 응용 프로그램

제안하는 시스템에서 Healthcare Manager는 사용자 정보관리, RFID tag 관리와 사용자 이력조회 등의 기능을 제공 한다. Web Monitoring Service는 의사나 건강관리사와 같은 환자의 질병을 진단 및 처방하는 사용자 뿐만 아니라 자가건강 관리를 요하는 사용자를 위한 원격 모니터링을 제공한다.

- Healthcare Manager(HM): HM은 제안하는 헬스케어 시스템 전체를 관리 하는 응용소프트웨어이다. 사용자를 비롯하여 헬스케어기기와 RFID reader, Zigbee Sensor까지 관리하는 기능을 수행한다. 그림 7은 Healthcare Manager 실행화면으로 사용자의 헬스케어 이력정보를 열람하는 화면이다.

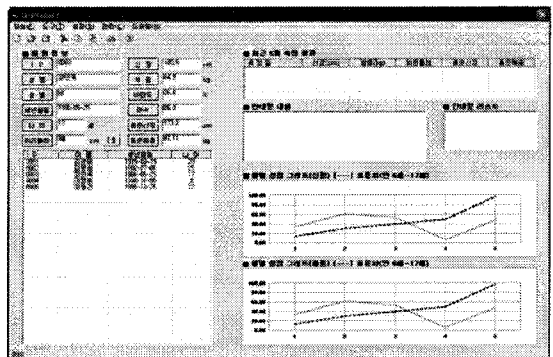


그림 7 Healthcare Manager 실행화면

- Remote Monitoring Application(RMA): RMA는 관리자 또는 사용자가 웹서버에 접속하여 원격모니터링을 하는 응용 소프트웨어이다.
- Web Server: Web server는 사용자가 원격모니터링이 가능하도록 웹서비스를 제공한다.

이동가능하다. 이러한 특수한 상황에서 저전력과 신뢰성 있는 라우팅 프로토콜에 대한 연구가 요구된다.

참고문헌

6. 결론

본 논문에서는 가정이나 요양원, 헬스 센터 환경에 적합한 u-healthcare 미들웨어 구조를 제안하였다. 제안한 미들웨어는 ubiquitous computing 환경에 적합한 기술들을 지원한다. 또한 자가 인식을 위한 RFID 와 데이터 전송을 위한 USN기술 등을 지원했다. RFID 시스템은 헬스케어기기에서 사용자 자동인식 수단으로 사용하였고, USN기술은 헬스케어기기가 측정한 데이터를 서버로 전송하는데 사용 하였다. 또한 제안한 미들웨어는 웹을 통한 원격모니터링을 지원함으로써 사용자뿐만 아니라 의사와 같은 외부의 전문가에게도 모니터링을 가능 하게 하였다.

향후과제로는 Relay Node의 저전력 소비와 신뢰성 있는 라우팅 프로토콜에 대한 연구가 필요하다. USN에서 저전력 소비 문제는 가장 연구가 활발히 진행되고 있는 분야이다. 제안한 시스템에서 데이터를 중계하는 Relay Node들은 고정되어 있고 데이터를 발생시키는 노드들은

- [1] 강성욱, 유헬스(u-Health) 시대의 도래, C대 Information(SERI), 602, 2007
- [2] Daniel W. Engels. Micronetworks interfaces for RFID tags: A new paradigm for reader-tag communication. Technical Report MIT-AUTOID-TR-021, Auto-ID Center, 2003.
- [3] Weiser, M., Some computer science problems in ubiquitous computing, Communications of the ACM, 36, 7, 75-84, 1993
- [4] Weiwei Yuan, Donghai Guan, Sungyoung Lee, heeijo Lee, Using Reputation System in Ubiquitous Healthcare, e-Health Networking, Application and Services, 182-186, 2007
- [5] Munoz, M. A., Rodriguez, M., Favela, J., Marinez-Garcia A. I., Gonzalez, V.M., Context-aware mobile communication in hospitals. Computer IEEE, 36, 9, 38-46, 2003
- [6] Jakob E. Bardram, Henrik Baerbak Christensen, Middleware for Pervasive Healthcare, A White Paper