

# 독거노인을 위한 u-Healthcare 시스템

이완희, 차승민, 윤가람, 이봉환  
대전대학교 정보통신공학과  
pointjjanggu@naver.com

## u-Healthcare System for Elders Living Alone

Wan-Hee Lee, Seung-Min Cha, Ga-Ram Yoon, Bong-Hwan Lee  
Department of Information & Commnun. Eng., Daejeon University

### 요 약

점차 늘어나고 있는 독거노인들의 건강관리를 정보통신 기술을 통하여 시간과 장소 등에 구애 받지않고, 위급 상황이 감지될 경우 즉각적인 조치를 할 수 있는 u-헬스케어 시스템을 설계하였다. 제안한 시스템은 독거노인의 활동량을 분석하고 움직임 감지하기 위한 기능을 Zigbee와 PIR 센서로 구현하고, 홈 게이트웨이는 임베디드 리눅스 기반 소형 시스템으로 구현하였다. 구현된 시스템을 통해 피보호자의 일일 활동량 및 주간 활동량 정보를 웹브라우저를 통해서 확인하여 위급 상황 발생 시 보호자의 휴대전화로 이러한 정보를 통보하여 구급할 수 있다.

### 키워드

유비쿼터스, 헬스케어, 센서네트워크, 지그비, 독거노인

### 1. 서론

오늘날 많은 사람들은 원하는 정보를 언제 어디서든지 받아보기를 원한다. 이러한 부분을 만족시키는 기술이 유비쿼터스 컴퓨팅이다. 유비쿼터스 센서 네트워크(USN : Ubiquitous Sensor Network)란 필요한 모든 곳에 센서를 부착하여 사물의 인식정보를 기본으로 주변의 환경정보(온도, 습도, 오염정보, 균열정보 등)까지 탐지하고, 이것을 실시간으로 네트워크에 연결하여 정보를 처리하고 관리하는 것을 말한다[1].

전 세계적으로 노령인구의 증가와 핵가족화로 인해 혼자 사는 독거 노인이 증가하고 있다. 우리나라의 65세 이상 인구는 2000년 7.2%로 고령화 사회에 진입하였으며, 2018년에는 14.3%로 고령사회, 2026년에는 20.8%로 초고령사회에 진입할 것으로 전망된다[2]. 이와 같은 독거노인의 수 증가는 이들에 대한 사회 복지 비용을 큰 폭으로 증가시킬 것이므로 이와 같은 복지 서비스를 제공하는 방법들에 대한 필요성이 높아지고 있으며, 이에 따라 최근에는 다양한 연구가 활발하게 이루어지고 있다.

본 논문에서는 인터넷 환경을 바탕으로 센서 네트워크를 통해 유비쿼터스 헬스케어 시스템을 구현한다. 독거노인의 환경 정보를 획득하기 위한 유비쿼터스 홈 센서 네트워크는 위치 감지 센서, 화재 감지 센서, 출입 감지 센

서 등으로 구성된다. 센서에서 획득한 환경 데이터는 임베디드 리눅스 기반 소형 게이트웨이로 전송되고 게이트웨이는 수집된 데이터들을 인터넷 상에 존재하는 헬스케어 센터로 전송하게 된다. 센터에서는 헬스케어 대상자의 활동량 및 응급 상황을 보호자에게 SMS 서비스할 수 있도록 한다. 본 시스템을 통해 독거노인의 건강을 보다 쉽고 정확하게 체크하면서 때때로 발생하는 응급 상황을 보호자에게 알려준다면 노인들은 좀 더 편안한 마음으로 생활할 수 있을 것이다.

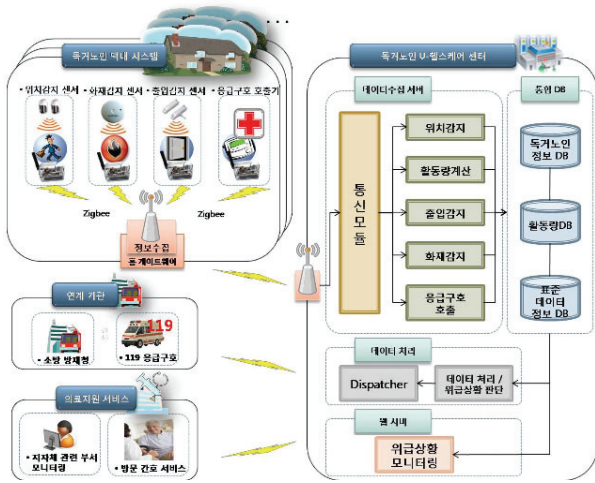
### 2. u-Healthcare 시스템

#### 1. u-Healthcare 시스템 모델

본 논문에서 제안한 u-Healthcare 시스템의 모델은 그림 1과 같다.

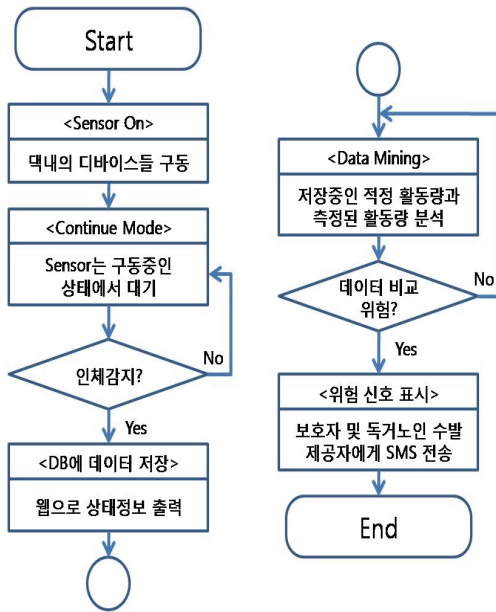
독거노인택내 시스템은 Zigbee 기반의 Mote에 탑재된 센서들과 홈 게이트웨이로 구성된다. 홈 게이트웨이에서 수집된 데이터는 인터넷을 통해 헬스케어 센터로 전송한다. 독거노인 u-헬스케어 센터는 독거노인택내 홈 게이트웨이와 연동되는 통신모듈을 개발하여 독거노인 활동 정보와 택내 환경 정보를 통합 DB에 저장하고 위급상황을 판단하는 모듈을 통하여 위급상황 시 관련기관에 통보한다. 즉, 관계기관으로 SMS 서비스 및 전화 통보를 통해 위급상황을 알려 신속한 응급 구호가 가능하도록 할 수 있다. 지자체 관련 부서 또는 노인 복지사는 평시 모니터링 기능을 사용하여 독거노인을 돌볼 수 있게 하고, 응급

상황 징후 발생 시 문자서비스를 통해 방문을 요청하도록 한다.



(그림 1) 전체 시스템 구조

아래의 그림 2는 위치 감지 센서로부터 위치 감지 후 감지된 데이터에 대해 위험 판단을 하여 위험 판단 시 후 처리 과정까지를 나타내고 있다.

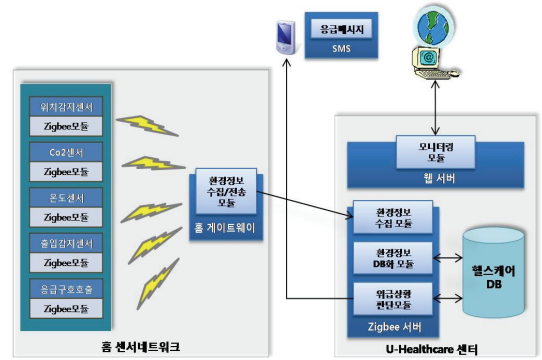


(그림 2) 위치감지 및 운동량 분석 처리 순서도

2. 시스템 구성

그림3은 시스템 구성 요소를 나타낸다. 독거노인의 환경 정보를 획득하기 위한 Ubiquitous Home Sensor Network은 위치 감지 센서, 화재 감지 센서(온도, CO2), 출입 감지 센서 및 응급구조호출기로 구성된다. 각 센서들은 게이트웨이와 무선 통신을 하기 위해 Zigbee(IEEE 802.15.4) 통신 모듈(mote)을 내장하고 있다. 센서 운영체

제는 자원이 제한적인 센서 노드에서 수행되어야 하므로 크기가 작고 전력 소모가 작아야 하며, 노드에 할당된 작업을 처리하고 네트워크 내에서의 통신이 원활하게 수행될 수 있도록 설계한다.

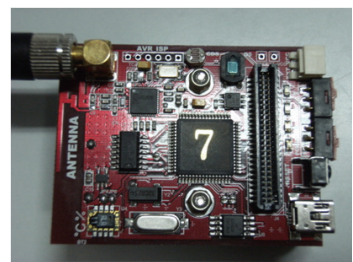


(그림 3) 시스템 구성 요소

2.1 USN 기반 홈 네트워크 및 게이트웨이

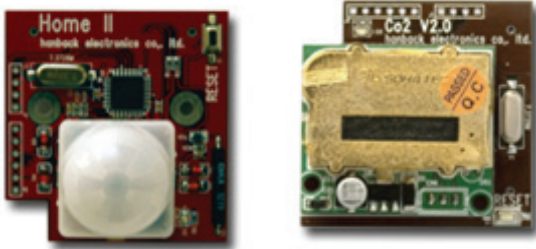
센서에서 획득한 환경 데이터는 게이트웨이로 전송되고 게이트웨이는 수집된 데이터들을 인터넷 상에 존재하는 헬스케어센터로 전송하게 된다. 게이트웨이는 임베디드 OS 기반 소형 시스템으로 구현되며, 센서들과 Zigbee 통신을 위하여 통신모듈(mote)을 탑재하고 있다.

센서 종류로는 위치감지, CO2, 온도, 출입감지 및 응급 구조호출기 사용하였으며, 이 센서들은 mote에 장착된다. 온도센서는 Zigbee 모듈에 포함된 센서를 사용하였다. mote는 ZigbeX를 사용하였으며, ATmega128L Processor 와 CC2420 RF Chip이 장착되어 있다. mote용 운영체제로는 TinyOS 2.x를 사용하였다. TinyOS는 기존의 PC용 또는 임베디드 시스템용 운영체제와 다르게 한번에 하나의 애플리케이션만을 실행한다. 때문에 전원 소모와 메모리 소모가 적다. 위치감지센서는 Nicera RE200B가 탑재된 PIR(pyroelectric infrared) 센서를 사용하였고, 출입감지센서는 H.K. Industry KR2S가 탑재된 Reed Switch 센서를 사용하였으며, CO2센서는 Non-Dispersive Infrared 방식의 0~3000 ppm 까지 측정이 가능한 센서를 사용하였다. 프로그래밍 언어로는 컴포넌트 기반의 프로그래밍 언어인 NesC를 사용하였다. 그림 4는 mote를 나타내며 온도 감지 센서를 탑재하고 있다.



(그림 4) ZigbeX 및 온도센서

센서노드는 독거노인택내의 환경정보를 측정하여 IEEE 802.15.4 기반의 Zigbee 방식을 사용하여 게이트웨이로 전송한다. 그림 5에서 좌측은 택내에서 움직임 감지 및 출입문 감지를 수행하고 우측은 택내에서 CO2량을 측정하는 센서를 나타낸다.



(그림 5) 위치감지센서 및 CO2센서

### 2.2 홈 게이트웨이

게이트웨이는 PXA272 CPU 모듈이 탑재된 임베디드 리눅스(Embedded Linux-2.6 kernel) 기반 소형 컴퓨터 (RAM:64MB, FLASH:16Mb, Ethernet, Bluetooth, Zigbee 통신 지원)로 구현되었다. Zigbee Distance는 약 300m까지 지원하여 센서노드에서 발생한 데이터를 수집한다. 수집된 데이터는 시리얼인터페이스를 이용하여 접근가능하며, 게이트웨이에 내장된 Healthcare 클라이언트 프로그램이 실행된다. Healthcare 클라이언트는 게이트웨이가 수집한 패킷정보를 파일로 저장하고 socket을 이용하여 네트워크를 통해 저장한 파일을 Healthcare 서버로 전송하는 역할을 한다. 그림 6은 센서 수집부와 센터 사이에서 중계 역할을 하는 홈 게이트웨이를 나타낸다.



(그림 6) 홈 게이트웨이

### 2.3 Healthcare 센터

Healthcare 센터는 Healthcare 서버, 웹서버 및 DB로 이루어진다. Healthcare 서버에서는 Healthcare 클라이언트로부터 환경정보 패킷을 수신하여 분석한다. 패킷은 센서 별로 그 길이와 내용이 다르기 때문에 서버에서는 패킷 분석 모듈을 센서마다 따로 구현해야 한다. 분석한 데

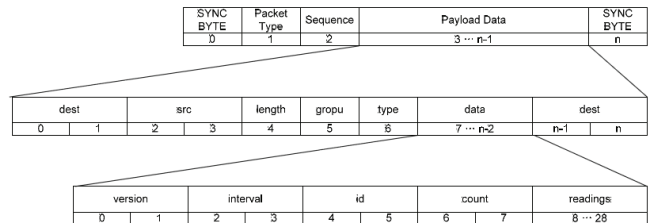
이터는 헬스케어 DB에 저장된다. 즉, 클라이언트에서 송신한 패킷은 헤더와 페이로드를 포함하는 16진수로 되어 있고 서버에서는 이 가운데 페이로드 부분만 추출하여 파일로 저장한다. 이와 같은 정보들은 독거노인들의 다양한 수발 제공자들에게 웹 인터페이스 및 SMS를 통해 제공된다.

또한, 관리자, 보호자, 독거노인 수발 제공자간에 레벨을 설정하여 데이터 접근권한을 효율적으로 관리할 수 있도록 하였다. 웹서버는 사용자를 관리자, 보호자, 독거노인 수발 제공자로 구분해 각각 역할에 따라 다른 기능을 구현하였다.

### 3. 구현

센서 및 게이트웨이에 전원 공급을 시작하면 모든 센서들은 주기적인 데이터 수집을 시작한다. CO2센서 및 온도센서는 256ms 간격으로 값을 측정하여 10번의 데이터를 모아서 전송하게 되고, 사람을 감지하게 되는 홈센서 및 출입문 감지 센서는 감지대상이 없을 시에는 계속 감지만 하고 있다가 사람이 감지되면 감지된 정보를 홈게이트웨이로 전송하게 된다.

홈 게이트웨이는 센서로부터 전송받는 센싱 데이터 수신부와 수신부에서 받은 데이터를 파일로 만들어 인터넷을 통해 헬스케어센터로 보내게 되는 송신부 부분으로 되어 있다. 송신부는 수신부의 센싱 데이터를 받게 되면 받은 시간 정보를 파일에 저장하고 이를 헬스케어 센터로 보내게 된다. 그림 7은 Zigbee통신에서 사용되는 패킷 구조를 나타내고 있다.



(그림 7) 패킷 구조

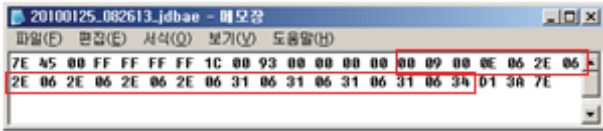
그림 8은 패킷 구조에서 센서들의 값들과 센서들을 구분할 수 있는 센서 ID가 부여되는 데이터 영역에 들어가는 구조체 형태를 보여주고 있다.

```
typedef nx_struct oscilloscope {
    nx_uint16_t version; /* Version of the interval. */
    nx_uint16_t interval; /* Sampling period. */
    nx_uint16_t id; /* Mote id of sending mote. */
    nx_uint16_t count; /* The readings are samples count * NREADINGS onwards */
    nx_uint16_t readings[NREADINGS];
} oscilloscope_t;
```

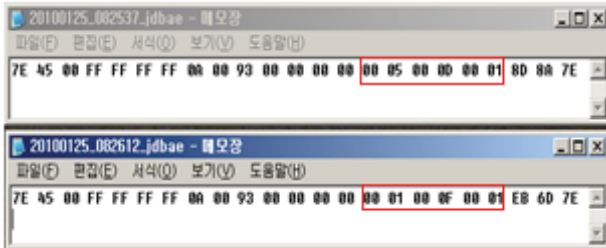
(그림 8) 데이터 영역에서 사용될 구조체

그림9와 10은 홈센서 및 게이트웨이로부터 받은 센싱

패킷을 나타내고 있다.



(그림 9) CO2 센서 패킷 정보



(그림 10) 홈 센서 패킷 정보

그림9와 그림10에서 보면 패킷 길이가 다른 것을 알 수 있는데 이는 모트에서 Zigbee로 패킷을 전송하는데 드는 전력을 최소화 하고 수명을 최대로 하기 위한 것이다. 홈 센서의 경우는 인지 대상이 있을 경우만 패킷을 전송하기 때문에 표시된 data 영역을 보면 앞에서부터 아이디번호(4), 시퀀스(4), 데이터 영역(4)로 한번 측정된 값만 담아서 패킷을 전송한다. 반면 CO2 센서의 패킷 정보를 보면 아이디번호와 시퀀스 열을 빼 나머지 표시된 부분에 10번의 측정값을 담아 보내는 것을 볼 수 있다. CO2 센서의 패킷의 경우 현재 16진수 형태로 수신된 것을 볼 수 있는데 이는 헬스케어 센터에서 진수변환을 통하여 10진수 형태로 모니터링 할 수 있게 한다. 고정된 홈센서들은 페이로드 부분에서 각각 센서ID 번호를 다르게 부여하여 헬스케어 센터에서 모니터링부와 홈센서의 위치를 매핑시켜 검출된 센서ID 번호와 시간 정보를 가지고 모니터링 할 수 있게 하였다.

그림 11은 독거노인의 위치 상태 변화를 모니터링 하는 예를 보여준다. 위치감지를 할 수 있는 홈센서를 각 방 또는 거실, 화장실 등에 배치하고 움직임이 검출되면 검출된 센서 ID에 따라 모니터링 화면에서 미리 매핑된 ID 위치에 해당하는 부분을 표시해준다. 또한 시간별로 움직임 횟수를 체크하여 하루 활동량을 계산하여 보여줄 수 있다.

일정 시간동안 움직임이 없으면 독거노인 수발 제공자에게 SMS가 발송되어 혹시나 발생할 수 있는 위급상황에 미리 대처할 수 있게 한다.



(그림 11) 위치 정보 모니터링

#### 4. 결론

본 논문에서는 Ubiquitous Sensor Network 기반 독거노인을 위한 헬스케어 시스템을 구현하였다. 구현된 시스템은 Zigbee 통신 프로토콜 기반으로 센서 노드에서 게이트웨이를 통해 헬스케어 센터로 환경 정보 데이터를 전송할 수 있어 언제, 어디서나 독거노인의 생활 상태를 모니터링 할 수 있고, 위급상황 시 빠른 대처를 할 수 있을 것이다.

현재 사용한 움직임 감지 방법은 사용자가 이동 노드를 가지지 않고 PIR 센서를 이용한 인체 직접 인지 방법을 사용하여 이동 노드를 이용한 움직임 감지 보다 측정 수준이 다소 떨어진다. 하지만 사용자 입장에서 몸매 장치를 장착하지 않으므로 높은 선호도를 보인다.

향후 연구 과제로는 사용자 직접 인지 방법을 보완이 필요하고 건강센서를 활용하여 좀 더 다양한 서비스를 제공할 수 있도록 하는 것이다.

#### 참고문헌

- [1] 정병주, “u-Healthcare 서비스의 현황과 과제”, 유비쿼터스사회연구시리즈 제 10호, 1-5, 2005
- [2] 통계청, 2007 고령자 통계, pp.2-22, 2007.
- [3] 정원수, 오영환, “U-Healthcare 기반의 환자 모니터링 시스템”, 한국통신학회논문지 제33권 제7호, pp. 575-582, 2008
- [4] J. Y. Jung and J. W. Lee, “Zigbee Device Access Control and Reliable Data Transmission in Zigbee Based Health Monitoring System,” ICACT, pp.795~797, Feb. 2008.
- [5] Toshiyo Tamura, Takahiro Kawada and Masaki Sekine, “The home health care with th ad-hoc network system,” SICE, pp.307~310, Sept. 2007.
- [6] <http://www.hanback.co.kr>