

논문 2006-43TC-1-10

RFID와 ZigBee를 이용한 유비쿼터스 u-Health 시스템 구현

(Ubiquitous u-Health System using RFID & ZigBee)

김진태*, 권영미**

(Jin-Tai Kim and Youngmi Kwon)

요 약

본 논문에서는 RFID와 근거리 무선 통신 기술인 ZigBee를 접목시켜 유비쿼터스 u-Health 시스템을 구현하였다. RFID 태그 인식 기술, ZigBee의 데이터 송수신 기술을 이용하는 무선 프로토콜 키트를 만들었고 TinyOS에서 ZigBee의 소프트웨어를 구현하였다. RFID와 접목 가능한 무선 통신 기술들은 Bluetooth, ZigBee, 802.11x WLAN 등이 있다. 논문에서 제시한 환경은 무인간병과 같은 u-Health 시스템으로서, 조밀한 sensor 네트워크 환경을 갖게 되는 병원 등의 환경에 적합하도록 ZigBee를 사용한 것이다. RFID와 ZigBee가 부착되는 디바이스들은 앞으로 팔찌, 손목시계, 반지 등의 크기로 소형화 될 것이다. 본 논문에서 제안하는 RFID와 ZigBee 통합 환경은 WBAN(Wireless Body Area Network) 및 WPAN(Wireless Person Area Network) 환경에서 상태 정보를 인식하여 원하는 action들로 반응하도록 요구되는 응용에 활용될 수 있다. 태그의 정보와 환자의 상태에 따라 여러 가지 제약사항을 두어 환자의 단말기에 문자정보의 형태로 LCD에 표시하거나, 음성정보로 메시지를 전송하도록 설계하고 구축하였다. RFID는 어플리케이션의 목적에 맞춰 다양한 무선통신 기술과의 결합을 이루어 나갈 것이다.

Abstract

In this paper, we designed and implemented ubiquitous u-Health system using RFID and ZigBee. We made a wireless protocol Kit which combines RFID Tag recognition and ZigBee data communication capability. The software is designed and developed on the TinyOS. Wireless communication technologies which hold multi-protocol stacks with RFID and result in the wireless ubiquitous world could be Bluetooth, ZigBee, 802.11x WLAN and so on. The environments that the suggested u-Health system may be used is un-manned nursing, which would be utilized in dense sensor networks such as a hospital. The the size of devices with RFID and ZigBee will be so smaller and smaller as a bracelet, a wrist watch and a ring. The combined wireless RFID-ZigBee system could be applied to applications which requires some actions corresponding to the collected (or sensed) information in WBAN(Wireless Body Area Network) and/or WPAN(Wireless Person Area Network). The proposed ubiquitous u-Health system displays some text-type alert message on LCD which is attached to the system, or gives voice alert message to the adequate node users. RFID will be used as various combinations with other wireless technologies for some application-specific purposes.

Keywords : RFID, ZigBee, Ubiquitous computing, Sensor network, Ad Hoc Network

I. 서 론

RFID는 라디오파를 사용하여 특정 물체를 인식하는 모든 기술을 말한다. 기존의 RFID를 이용한 정보수집처리 과정은 RFID 리더기를 사용하여 RF 태그를 인식하

고 RS232나 USB 등의 유선 인터페이스를 이용하여 서버에 정보를 전달하는 방식이 주를 이루었다. 그러나 RFID의 사용 범위가 매우 광범위 해지고 있고, 크기는 소형화 되고 있어, 유선 인터페이스를 통한 통신 방법은 RFID 응용에 많은 제약 요소가 될 것이다. 2005년 8월 31일 국내 최초로 휴대전화를 통해 태그정보를 인식한 후 사물과 관련된 정보를 실시간으로 확인할 수 있는 휴대폰을 국내 유존와이어리스가 개발하였으며 WIPI 플랫폼을 이용해 RFID와의 연동할 수 있는 API표준화

* 학생회원, ** 정회원, 충남대학교 정보통신공학과
(Dept. of Information Communication Engineering,
Chungnam National University)
접수일자 : 2005년12월15일, 수정완료일 : 2005년1월19일

도 진행 중에 있다. 이처럼 RFID는 고정된 영역을 뛰어 넘어 다른 기술들과 결합됨으로써 새로운 기술로 진화하고 있다.

최근 Bluetooth나 ZigBee가 1m 이내 거리의 WBAN (Wireless Body Area Network) 및 수십미터 이내 거리의 WPAN (Wireless Person Area Network) 통신 방법으로 각광받고 있어 RFID의 센싱 데이터 송수신에 유선 인터페이스를 대체할 수 있는 좋은 대안이 될 것으로 보인다. RFID와 이들 통신 요소와의 결합은 home networking을 구성하여, 각종 디바이스 상태를 체크하고, 상황에 맞는 action들이 일어날 수 있도록 DB와 연동시킴으로써 유비쿼터스 대내 망을 구현하는 데 폭넓게 사용될 수 있을 것이다. 또한 기존의 wired LAN 및 IEEE 802.11x 계열의 WLAN과 결합하여 오피스 중심의 각종 응용에 RFID가 많이 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 이러한 무선통신과 RFID와의 결합은 기존의 RFID 리더기(reader)가 고정된 위치에서 서비스하는 방식에서 탈피할 수 있게 해준다.

본 논문에서는 가정 및 병원의 WPAN 환경에서 환자들을 관리할 수 있는 유비쿼터스 u-Health 시스템을 설계하고 구현하였다. ZigBee를 이용하여 RFID 리더기와 서버 간의 무선 양방향 통신이 가능하도록 결합시킨 키트를 만들었고, TinyOS 상에서 동작하는 임베디드 소프트웨어를 개발하여 포팅하였다.

설계된 시스템은 태그의 정보를 담고 있는 DB-Server 부분, RFID 리더기와 ZigBee를 결합 시킨 Client 부분으로 구성된다. RFID 리더기는 태그로부터 정보를 읽고 이를 ZigBee 통신을 이용해 Server로 보내며, 서버는 각각의 Client로부터 받은 정보를 분석하여 각각의 Client로 상황에 따른 정보를 보낸다. 각각의 Client는 자체적인 송수신 기능을 갖게 됨으로 AP (Access Point)와 같은 연결 매체가 없이 Ad Hoc 네트워크를 구성할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 RFID와 ZigBee의 응용분야 및 동작원리, 그리고 RFID와 무선 통신 프로토콜과의 연결 가능성을 보였다. III장에서는 RZ(RFID & ZigBee) u-Health 시스템의 개발환경과 RFID와 ZigBee를 이용한 시스템 설계에 관하여 기술하였다. IV장에 RZ u-Health 시스템의 실행 결과와 Sensor Network Topology의 실행 결과를 살펴보고, 마지막으로 V장에 결론 및 앞으로의 연구 발전 방향을 제시하였다.

II. RFID/ZigBee 기술 분석

1. RFID 개요

RFID란 사물에 부착된 전자 태그로부터 무선 주파수를 이용하여 정보를 송·수신하고 이와 관련된 서비스를 제공하는 기술을 말한다. RFID는 기존의 바코드와 기본적으로는 비슷한 역할을 하지만 바코드에 비해 보다 많은 정보를 저장할 수 있으며, 부착이 용이하고 장거리 정보 송·수신이 가능하다는 등의 장점을 지닌다. 또한 앞으로 Sensor 기술과 소형화 기술 등이 더욱 발전하면 정보를 능동적으로 획득하고 처리하는 능력까지 갖추게 되어 바코드가 하던 역할과는 비교할 수 없을 정도의 많은 일을 해낼 수 있다^[2].

- RFID의 개념: 전자태그를 사물에 부착하여, 사물이 주위 상황을 인지하고 기존 IT 시스템과 실시간으로 정보교환 및 처리할 수 있게 하는 것이다.
- RFID의 기술적 특성: 바코드나 Smart Card에 비하여 기술적 특성이 우수해 다양한 응용이 가능하다.
- RFID 태그 기술의 원리: 안테나는 태그에 전력을 공급하며 태그는 그 응답으로 데이터를 되돌려 준다. 자기장을 이용하는 방식과 전파를 이용하는 방식이 주로 이용되며 Inductive Coupling 방식, Backscatter Coupling 방식이 있다.

이러한 RFID는 바코드와 같이 정확한 인식 작업을 필요로 하지 않으며, 동시에 다수 개의 태그를 인식하는 것이 가능하며, RFID 태그에 CPU를 내장하여 다양한 Sensor와의 연동이 가능하고 Active 태그의 경우 배터리를 내장하여 독립적인 처리가 가능하다^[4].

표 1에 RFID의 배터리 유무에 따라 능동식과 수동식으로 분류하여 각각의 특징, 장단점 및 적용분야를 살펴 보았다.

표 1. RFID의 종류
Table 1. Classification of RFID.

	능동식(Active)	수동식(Passive)
특징	태그에서 자체RF신호 가 능 배터리에서 전원공급	판독기의 신호를 변형 반 사 판독기의 전파 신호로 전원공급
장점	정거리(3M)이상 전송가 능 Sensor와 결합가능	배터리 없으므로 저가격 구현가능 배터리 교체 비 용 없음
단점	배터리에 의한 가격상승 동작시간 제한	장거리 전송 제한 Sensor 류의 모듈 추가 제한
적용 분야	환경 감시, 군수, 의료, 과학분야	물류관리, 교통, 보안, 전자상거래 분야

2. RFID 시스템

RFID 시스템은 크게 다음의 4가지 부분으로 구성된다.

- 흔히 태그(Tag)라 불리는 고유 정보를 저장하는 트랜스폰더
- 판독 및 해독 기능을 하는 송수신기 (리더 또는 판독기)
- 네트워크
- Back-end 응용시스템

태그는 IC 칩과 안테나로 구성되어 있고 다양한 모양과 크기가 있다. IC 칩의 주요기능은 데이터의 저장인데, 메모리 크기(25 비트에서 512 KB), 메모리 형태(읽기 전용, 읽고 쓰기가 가능한 형, 한번만 쓰며 여러 번 읽기가 가능한 형태), 메모리 종류(EEPROM, 강유전체 RAM(FRAM))에 따라 그 가격이 다르다.

RFID 시스템은 태그와 판독기간의 무선접속 방식에 따라 상호 유도(Inductively coupled)방식과 전자기파(Electromagnetic wave) 방식으로 나눌 수 있다. 상호 유도 방식은 근거리(1m 이내), 전자기파 방식은 중장거리용 RFID로 사용되며, 상호유도 방식은 코일 안테나를 이용하고 전자기파 방식은 고주파 안테나를 이용해서 서로 무선접속을 한다^[3].

상호유도 방식의 태그는 거의 수동으로 작동된다. 즉, 태그의 IC칩이 동작하는데 필요한 모든 에너지는 판독기에 의해 공급된다. 따라서 판독기의 안테나 코일은 주변 지역에 강한 자기장을 발생한다. 방출된 자기장의 일부분이 판독기와 떨어져 있는 태그의 코일 안테나에 유도성 전압을 발생, 정류된 후 IC를 위한 에너지로 공급된다. 전자기파 방식의 태그는 IC칩을 구동하기 위한 충분한 전력을 판독기로부터 공급 받지 못하므로 장거리 인식을 위한 추가적인 전지를 포함하는 경우(능동형)도 있다. 그림 1은 RFID 관련 제품의 현재 기술의 수준을 나타낸다. 좌로부터 미국 Alien 의 Fluidic Self Assembly 에 의한 나노블록 칩(하단, 크기는 350 μm^2 , 상단의 큰 칩은 현재의 1.3 mm²칩), 일본 Toppan 의 다중주파수(MMM) 태그, 미국 SkyeTel의 초소형 판독기 모듈(13.57Mhz 사용, 1인치 반경, 0.1 인치 두께)을 나타내고 있다^[1].

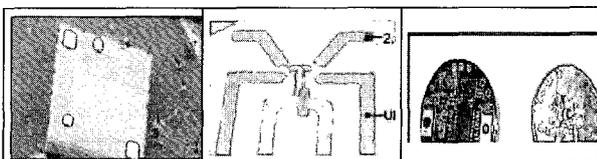


그림 1. RFID 관련 제품의 현재 기술 수준
Fig 1. Current technique level of RFID related product.

EPC는 Electronic Product Code로 RFID 태그 내에 저장되어 있는 각각의 사물을 구별할 수 있는 일련의 코드정보이다. 현재 존재하는 모든 사물이나 그 외의 다른 여러 가지에 각각의 고유한 일련번호를 부여할 수 있을 만큼 데이터 용량의 범위가 크다. 현존하는 인터넷 상의 IP와 유사하고 UPC/EAN과도 비슷하다^[5]. 본 논문에서는 인식거리가 짧지만 가격이 저렴한 13.16MHz의 RFID를 사용했으며 태그의 저장된 일련 코드 정보는 EPC/UPC/EAN 코드가 아닌 ISO 15693(TI/ICODE)을 사용하였다.

3. RFID의 응용 분야

Automatic Identification and Data Collection (AIDC)의 기술들은 optical character recognition (OCR), magnetic ink character recognition (MICR), Bar Coders들이 있으며 그중 하나가 바로 RFID이다. RFID는 2차 세계대전 아군과 적군의 비행기를 식별하기 위한 레이더 시스템에 이용되었으며 오늘날 까지도 RFID를 이용한 friend-or-foe(FoF) 시스템에 사용되고 있다^[2].

<현재 RFID를 이용한 응용분야>

- Manufacturing
- Distribution and inventory
- Retail
- Document Tracking
- Security
- Food supplies
- Healthcare

<가까운 미래에 RFID를 이용한 응용분야>

- Sensor-Enabled RFID
- Pharmaceutical Authenticity
- Product Authenticity
- Intelligent Items
- Data Exchange

기존의 RFID의 특성을 이용하여 산업, 군사, 의료, 상업의 다양한 분야에서 사용할 수 있다. 본 논문에서는 무선통신의 3가지 방법과 유선통신의 1가지 방법을 살펴보고 무선통신 방법 중 하나인 ZigBee를 사용해서 u-Health 시스템을 구현하였다.

4. 무선통신 환경과 RFID의 결합

현재의 대부분의 RFID 시스템은 고정된 RFID 리더기에 태그가 부착된 출입카드, 쇼펍마켓의 상품, 도서관의 책 등을 사용자가 리더기에 인식시킴으로써 관련된

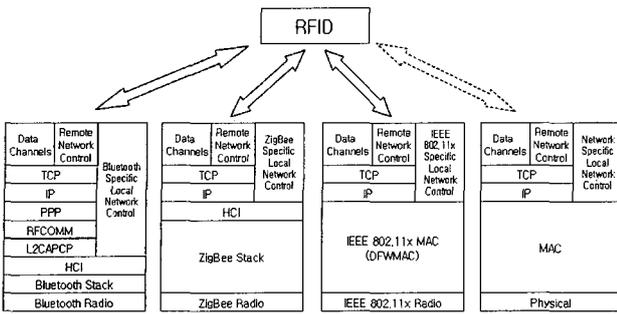


그림 2. RFID와 결합 가능한 통신 방법
Fig. 2. Possible communication methods in combination with RFID.

서비스를 제공 받을 수 있는 시스템이다. 가까운 미래에 RFID는 더욱 소형화되고 주변의 모든 환경 및 사물에 태그가 부착될 것이다. 이러한 환경에서 RFID 리더가 부착된 개인 단말기를 이용해 자신이 원하는 정보를 실시간으로 확인할 수 있는 시스템이 개발 되어야 할 것이다. RFID를 장착한 휴대폰이 등장하였고, WIPI 플랫폼을 이용해 RFID와의 연동할 수 있는 API표준화도 진행 중에 있다. 이처럼 RFID는 고정된 영역을 뛰어넘어 다른 기술들과 결합함으로써 새로운 기술로 진화하고 있다^[6]. 그림 2는 RFID가 Bluetooth, ZigBee(IEEE 802.15.4) 같은 WPAN Stack과 결합된 환경에서 동작되거나 IEEE 802.11x을 이용해 WLAN과 같은 환경에서 무선 유비쿼터스 시스템 구축할 수 있는 구성을 나타내고 있다. 유선 LAN과 연결된 응용은 이미 여러 시스템에서 사용되고 있다.

RFID는 WPAN, WLAN 등 각각의 서비스 환경을 고려하여 무선 혹은 유선 통신시스템과 결합되어 사용될 수 있다. 구축하려는 환경에 따라 통신 시스템의 장비의 특성을 잘 파악해야만 최적의 서비스 환경을 만들 수 있을 것이다.

- Bluetooth는 점대점 방식으로 1~수십미터 이내의 장비들과 통신을 하는데 이용될 수 있다. Body Area Network(BAN)의 소형과 저 전력 설계를 바탕으로 하는 장치에 함께 이용될 수 있을 것이다.
- ZigBee는 점대점, 스타형과 같이 다양한 네트워크 토폴로지로 구성가능하며 Bluetooth 보다 대역폭은 낮으나 통신범위가 넓다. 그러므로 Office환경등과 같은 실내에서 간단한 네트워크를 구성하여 이용할 수 있다^[9].
- Wireless LAN는 AP를 거칠 때만 통신이 가능하기 때문에 AP의 통신 범위를 벗어나면 통신 불가능하다는 단점을 갖고 있다. 이런 제약 사항을 고려

하여 이동 범위가 좁은 건물 등에서 사용가능하다.
- Wired LAN은 이미 기존의 RFID 시스템에 접목되어 활발히 사용되고 있다. 고정된 RFID 리더기를 사용하는 경우 Wired LAN 통신 환경을 구축하여 안정화된 시스템을 만들 수 있다^[3].
이와 같이 유선 혹은 무선 통신 환경에서 RFID의 응용 가능성은 매우 다양하다. 본 논문에서는 ZigBee를 사용하여 u-Health 어플리케이션을 구현하였다.

5. ZigBee 개요

IEEE 802.15.4 ZigBee는 저속, 저가, 저 전력 소모를 필요로 하는 응용에 주안점을 둔 근거리 무선 통신 기술이다. 본 논문에서는 Ad Hoc 네트워크와 향후 Sensor네트워크에 활용 방안의 하나로 ZigBee와 RFID를 접목 시켰다. 이러한 아이디어는 작은 byte만으로도 충분한 통신을 할 수 있는 분야라면 어디에든 적용 가능할 것이다.

표 2에 ZigBee 특성을 설명하였다. ZigBee는 2.4GHz, 868MHz, 915 MHz의 주파수 대역을 사용하며 각각 250kbps, 20kbps, 40kbps의 데이터 전송률을 제공한다^[12]. ZigBee의 MAC 계층은 저 전력 소모를 위한 방식들을 제공하고 있는데, Superframe 구조로 동작하는 방법, Data request frame을 사용하는 방법, backoff 횟수를 줄이는 방법, short address를 사용하는 방법 등으로 이를 실현하고 있다. PHY 계층은 간단한 구조로 되어 있다. 별도의 channel coding 기법을 사용하지 않고, Spreading과 PSK modulation만을 하여 전송하는 구조로 되어 있다. 따라서 근거리의 저속 무선 통신에 한정된 용도를 지녔지만, 낮은 가격으로 실현될 수 있다^[7].

그림 3은 PHY·MAC 계층에 대한 전세계인 표준이 제정되자 ZigBee Alliance는 모든 새로운 무선 표준을 널리 보급하기 위해 네트워크, 보안, 어플리케이션 계층

표 2. ZigBee 특성
Table 2. ZigBee Characteristics.

구분	특성
데이터 전송률	868MHz: 20kbps, 915MHz: 40kbps, 2.4GHz: 250kbps
적용거리	10~75m
잠복 시간	Down to 15ms
주파수대역	물리층: 868/915MHz 및 2.4GHz
채널 수	868MHz: 1ch, 915MHz: 10ch, 2.4GHz: 16ch
채널 접속	CSMA-CA 및 slotted CSMA-CA
활용 온도 범위	-40 to +85°C

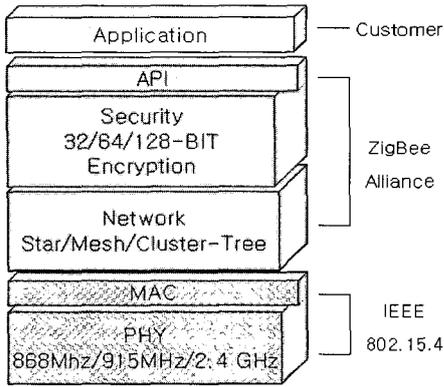


그림 3. ZigBee 프로토콜 계층구조
Fig. 3. ZigBee Protocol Layer Architecture.

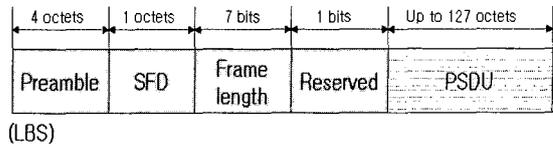
을 정의하는 작업을 진행하고 있다^[8].

ZigBee Alliance는 Motorola, Honeywell, 삼성전자, Philips, Invensys, Mitsubishi Electric의 지원을 받고 있으며, 60여 이상의 회원사가 이곳에서 활동하고 있다. 이 무선 네트워크 표준화 단체는 상호 운용성 및 순응 테스트 표준을 제공하고, ZigBee 브랜드를 홍보하며, 기술의 진보를 위해 노력할 방침이다. ZigBee는 스타형 및 메시 토폴로지와의 조합을 가능하게 하는데, 이 조합은 클러스터 트리 네트워크라 불린다. 각 네트워크는 초기화, 노드 관리, 노드 정보 저장 기능을 제공하기 위해 코디네이터라고 불리는 FFD(full-function device)가 하나 이상 있어야 한다. 비용과 전력 소모를 최소화하기 위해 나머지 노드는 배터리로 동작하는 간단한 RFD(reduced-function device)로 구성된다. ZigBee 네트워크는 몇몇 데이터 전송 시나리오에 적용된다. 무선 센서 데이터 등의 주기적인 데이터의 경우 노드는 설정된 횟수만큼 깨어나 샘플링된 데이터를 코디네이터에 전송하고, 다시 절전 모드 상태가 된다. 그러므로 배터리 수명을 연장시킬 수 있다^[9].

기본 IEEE 802.15.4 표준에도 액세스 제어, 32, 64, 128비트 데이터 암호화 및 프레임 무결성 같은 광범위한 네트워크 보안 서비스가 정의되어 있지만, ZigBee는 디자이너가 개별 애플리케이션에 맞게 보안 기능을 맞춤형할 수 있는 광범위한 틀 모음을 제공한다^[11].

PHY 계층에서 생성된 PPDU(Packet Protocol Data Unit) 형식은 그림 4와 같다. Preamble 필드는 동기화를 위해 사용되고, SFD(Start of Frame Delimiter)는 Preamble 필드가 끝났음을 알려준다. Frame length 필드는 Payload(PSDU)의 길이를 알려준다. PPDU의 최대 크기는 133 octet이다^[13].

그림 4. PHY 프로토콜 데이터 유닛
Fig. 4. PHY Protocol Data Unit.



모니터링, 보안관리, 등화, 온도 제어기와 같은 간단한 맥내 가전을 위한 응용에서의 패킷 데이터 길이는 30~60바이트 정도가 되며, 대화형 게임, 컴퓨터 주변장치 등과 같은 경우는 좀 더 긴 패킷 데이터 길이를 갖는다^[12]. 각 대역에서 전송률을 조정하여 최대의 패킷 주기는 2.4GHz에서 4.25ms, 915MHz에서 26.6ms, 868MHz에서 53.2ms가 된다. 본 논문에서는 2.4GHz의 ZigBee를 사용하였다.

III. RZ(RFID & ZigBee) 시스템 구성

본 장에서는 RFID와 ZigBee를 상호 연결하여 통신하기 위한 개발환경을 보이고, u-Health 시스템의 Server와 Client 구성 및 동작에 대해 설명한다.

하드웨어적으로는 RFID와 ZigBee가 결합된 하나의 새로운 모듈을 만들었다. 또한 RFID와 ZigBee를 결합시킨 모듈에 LCD와 스피커를 연결시켜 화면과 소리로 데이터를 수신하여 양방향 정보를 줄 수 있도록 구성하였다. 동작원리를 간단히 설명하면 RFID 리더에서 읽어진 태그의 정보는 ZigBee를 통해 전송되고, 전송된 정보는 DB-Server와 연동된 ZigBee 수신모듈에 전달된다. DB-Server 시스템에서는 태그의 정보를 무엇인지를 판단하고, 판단된 정보는 각각의 상황에 따라 정보를 송신한 장치의 Node번호에 해당하는 노드로 데이터를 보내게 된다. 이 데이터는 음성 혹은 화면에 태그의 정보가 무엇인지 또, 사용자가 숙지해야 할 정보가 무엇인지를 표시하기 위한 데이터이다.

u-Health 시스템 구성도는 그림 5와 같다. Sensor 필드(병원 또는 가정)에 배치되는 Sensor Node들은 자동으로 Ad Hoc 네트워크를 구성하여 내부적으로 통신하게 된다^[10]. 인터넷과 같은 외부로의 통신은 게이트웨이 역할을 하는 Sink Node를 거쳐 통신하게 된다. Node가 다른 곳으로 이동하거나 새로운 Node들이 추가적으로 배치되는 등의 상황에서 네트워크 토폴로지는 변화될 수 있다. 이러한 토폴로지 변화를 모니터링 할 수 있도록 TinyOS 위에 프로세스로 포팅하였다.

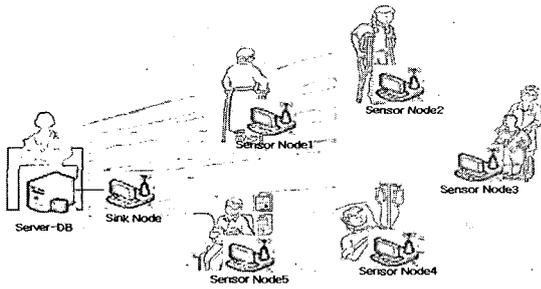


그림 5. u-Health 시스템 구성도
Fig. 5. u-Health System Construction.

1. 개발환경

시스템 구성에 사용된 RFID 리더는 13.56 Mhz의 제품을 사용하였다. 이 장치는 인식거리가 짧은 것이 단점이지만 본 논문에서 구현한 시스템에서 가장 적합한 인식 거리를 가졌다. RFID 리더의 인식거리가 50cm라고 한다면 인식 거리 내에 있는 태그가 부착된 모든 사물의 정보를 감지하여 서버와 통신할 수 있다. 이 때 자신이 선택하지 않는 정보를 전송 받게 되거나, 원하지 않는 정보의 송신으로 인해 자신이 선택한 정보를 수신하지 못하게 되는 문제가 발생할 수 있어 인식 거리는 짧지만 자신이 원하는 정확한 사물만을 인식하여 정확한 정보를 전달 받을 수 있는 13.56Mhz의 장비를 선택하였다. 그림 6은 13.56MHz RFID 리더기의 사양과 겉모양 및 내부모양을 나타낸 것이다.

무선통신의 ZigBee 모듈은 유비쿼터스 환경의 기반 기술로써 sensor 네트워크 환경개발을 가능하도록 할 수 있는 Chipcon CC2420 칩을 사용한 제품을 사용하였다(그림 7). 7개의 sensor(온도, 조도, 습도, 가스, 초음파, 초전, 가속도) 입력 값을 받아서 A/D 변환하여 RF 모듈에 의해 무선으로 데이터를 주고받을 수 있다. 마이크로 컨트롤러는 RISC구조를 사용하는 Atmega128L이며 내부에 128Kbyte의 ISR(In-System Reprogrammable)기반의 플래시 메모리와 4Kbyte의 EEPROM을 지원한다. 또, 추가적으로 외부 플래시메모리 512Kbyte와 외부 SDRAM 32Kbyte를 지원한다.

구분	상세정보
CPU	8Bit RISC micro-controller
UART Speed	9600-115200bps
Carrier Frequency	13.56MHz ± 1KHz
Operating Current	RF carrier ON : 200mA(MAX) RF carrier OFF : 50mA(MAX)
Protocol	ISO 15693-3 (TI/ICODE ISO 통시권역)
Operation Frequency	13.56MHz
Reading Distance	5-8cm
Interface	RS-232
Power Supply	1.2V ± 5%
Temperature Range	-25 to +70°C

그림 6. 13.56MHz RFID 리더기 사양
Fig. 6. 13.56MHz RFID Reader Specification.

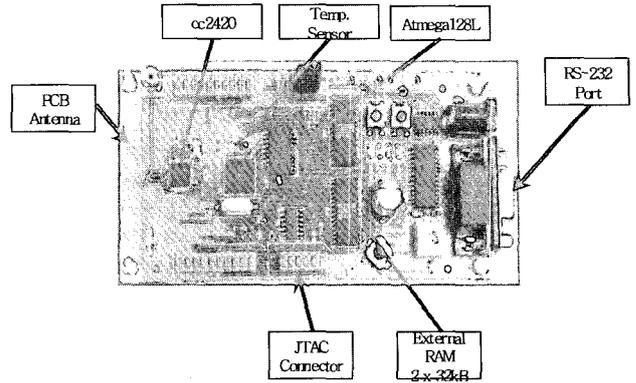


그림 7. 2.4GHz ZigBee 모듈
Fig. 7. 2.4GHz ZigBee Module.

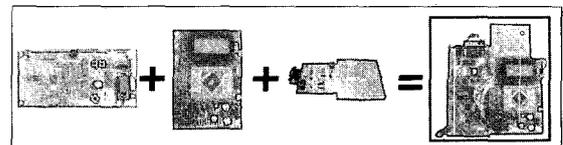


그림 8. Zigbee모듈, RFID 리더, 스피커 및 LCD 모듈 키트
Fig. 8. ZigBee Module, RFID Reader, Speaker and LCD Module Kit.

배터리를 이용한 전원공급이 가능하며 배터리의 전압을 모니터링 하여 일정 전압 이하로 떨어지게 되면 부착된 LED를 통해 사용자에게 알리는 알람 기능도 지원한다. ZigBee에 부착된 4개의 LED는 시스템의 동작 상태를 알려준다. 본 논문에서는 LED의 상태 변화를 보고 어떠한 것을 인식하고 감지하였는지를 판별하지 않고 스피커와 LCD를 ZigBee 모듈에 장착하여 이를 통해 알람 기능을 구현 하였다. 그림 8이 RFID 리더, ZigBee, 스피커 및 LCD를 하나의 장비로 만든 키트이다.

Atmega128L에서는 UART를 2개 지원하므로 Zigbee 모듈에 있는 Atmega128L 이용해 RFID리더기와 음성모듈에 UART 통신을 구성하였다.

2. Server & Client 구현

서버에 설치될 어플리케이션은 환자 관리 시스템으로 Visual Basic 6.0을 이용하여 구현하였다. 설치된 컴퓨터 환경은 Pentium 4 3.0G를 이용하였으며 DB는 상용화 프로그램이 아니므로 MS-Access를 이용해 간단히 구현 하였다. 설치 후에 바탕화면에 단축아이콘 등이 생성되며 이를 이용해 간단하게 실행 시킬 수 있다.

그림 9의 왼쪽 그림은 Client Device와 Server System의 장치들이 연결된 모습이고 오른쪽 그림은 플로우차트로 시스템의 동작방법을 설명하였다. 왼쪽 그림에서 RFID가 태그의 정보를 인식하면 Client 장비에

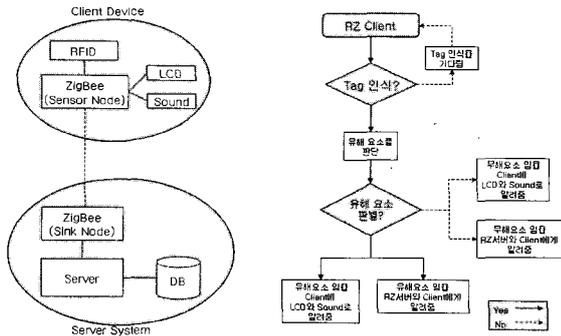


그림 9. Device들의 동작
Fig. 9. Operation of Devices.

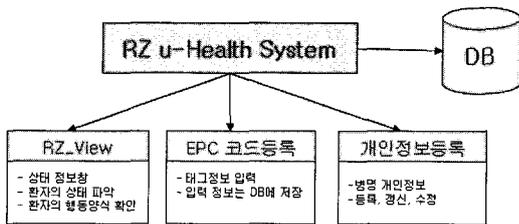


그림 10. RZ u-Health System 기능블록
Fig. 10. RZ u-health System Function Block.

연결된 Sensor Node는 Server System의 Sink Node에 태그의 정보를 전달하게 된다. 전달된 정보는 DB와 매핑을 하여 어떠한 정보인지 판별하게 되며 Client Device에는 LCD와 스피커에 판별 정보를 보내주게 되고 Server System의 View 화면에서도 어떤 환자가 어떤 상태에 있는지 어떤 행동을 취하고 있는지 알 수 있다.

RZ 서버 어플리케이션은 RZ View, EPC코드등록, 개인정보등록 3개의 기능블록으로 구성되며 그림 10은 RZ_View, EPC 코드등록, 개인정보등록 등 서버 시스템의 환경을 기능 블록으로 구성한 모습이다.

IV. RZ e-Health 시스템 실행 결과

그림 12~14는 RZ 어플리케이션을 실행한 화면으로서 그림 10의 기능블록과 매핑된다. 그림 11 화면은 RZ u-Health System의 설치 화면이다. 통신프로토콜 설정 및 데이터베이스 등 서버에서 필요한 각각의 환경설정 및 프로그램을 설치한다.

RZ_View 기능블록은 초기화 화면은 Client와 연결을 맺게 되며 각각의 환자들에게 부착된 Sensor Node의 정보를 입력받아 화면에 표시하게 된다. 그림 12는 RZ View를 실행하여 Client Node 1번과 연결된 모습을 보여준다. Node 1번의 사용자 사진, 이름, 병명 등이 화면에 표시되며 RFID로 인식한 물건에 대한 정보도 표시된다. Node 1번의 환자는 간암 환자이므로 간암에 좋지

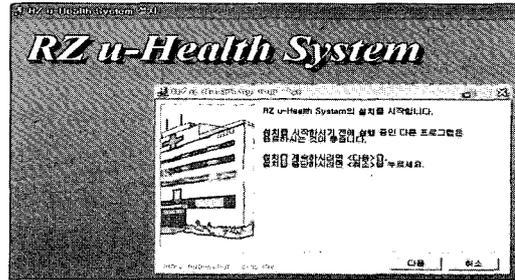


그림 11. RFID & ZigBee Install 화면
Fig. 11. RFID & ZigBee Install screen.

않은 유류 통조림을 집었을 경우 복용금지 음식으로 분류되어 화면에 적색으로 표시되며 Client의 LCD와 스피커로 alarm을 알려주게 된다. 다른 콘텐츠 서비스를 제공하기 위해 u-Health System과 별도로 윈도우미디어 플레이어를 추가 시켰다. 이것은 개인 단말기와 같은 PDA나 핸드폰에 RFID가 부착될 경우 WinCE를 이용해 어플리케이션을 구현할 수 있게 하기 위함이다. 통신 시스템은 WLAN이나 WiBro등과 결합될 수도 있다. 윈도우미디어 플레이어의 사용목적은 RFID가 부착된 개인단말기 사용자가 태그가 붙여진 음악CD나 채소 등을 인식시켰을 경우 RZ View창의 미디어 플레이어에서 음악CD의 샘플영상/음악을 플레이하거나 채소의 생산자, 생산지등 다양한 정보를 알려준다. 이러한 정보로 인하여 소비자는 자신이 좋아하고 신뢰할 수 있는 제품을 선택할 수 있다. 본 논문은 무선통신을 ZigBee를 사용하여 구성하였지만 다른 무선통신 기술과 단말기를 사용하여 여러 응용시스템에 이용할 수 있다.

그림 13은 EPC코드등록 화면으로 EPC_Code, EPC_Name, Video, Audio등의 DB등록을 할 수 있는 블록으로 구성된다. EPC_Code의 주소체계는 본 논문에서 상용된 RFID 태그에는 사용되지 않지만 EPC Code가 대표적인 코드이기 때문에 라벨네임으로 사용하였다. EPC_Code는 태그에 저장된 값으로 각각의 태그에는 식별 가능한 유일한 코드가 입력되어 있다. EPC_Name은 코드와 맵핑 되는 각각의 사물의 이름이다. EPC_Name

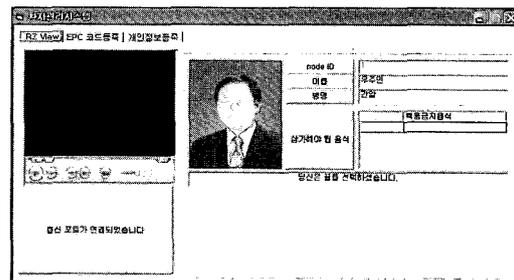


그림 12. RZ_View 기능블록
Fig. 12. RZ_View Function Block.

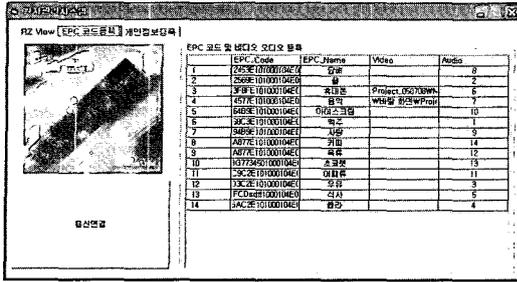


그림 13. EPC코드등록 기능블록
Fig. 13. EPC code_registration Function Block.

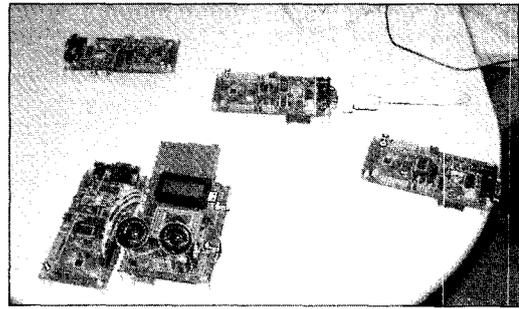


그림 15. 무선 통신 중인 u-Health 키트 모습
Fig. 15. Wireless Communicating u-Health Kits.

은 Client의 디스플레이어 창에 표시되고, 서버의 표시 창에도 환자가 무엇을 감지했는지 표시해준다. Video는 영상이나 음악 파일을 말한다. 음악CD를 감지하였을 때 서버에 샘플영상/음악을 미디어 플레이어에 재생시킨다. Audio는 녹음 되어진 샘플을 DB에 등록하고 사물을 인식 하였을 경우 Client에게 어떠한 사물을 인식하였는지 음성으로 알려준다.

그림 14는 개인정보를 등록하는 폼으로써 이름, 성별, 병명, 해로운 음식 등을 등록, 삭제, 갱신 할 수 있다. 각각의 개인마다 병명을 가지고 있으며 환자가 해로운 음식을 먹으려 할 경우 환자에게 알려줌으로써 환자의 건강을 이롭게 할 수 있다. 이러한 병명과 관련하여 유해한 음식이나 물질 등에 관한 정보는 기능 블록을 이용해 등록 변경할 수 없으며 시스템 내부에 DB로 설정되어 있다.

Client에서 각각의 장비를 구별하기 위한 Node번호(Address)는 포팅 시에 지정한다. 각각의 프로그램은 기능에 따라 sink node 또는 sensor node에 포팅된다. Client 코드는 ZigBee와 RFID 리더간의 상호통신, Sensor Node들 간의 네트워크 연결 및 통신 기능을 포함한다.

Client 장치는 환자가 착용하기 때문에 환자의 이동 경로에 따라 네트워크의 변화가 생길 수 있다. 이러한 변화에도 통신단절 없이 지속적으로 통신할 수 있는 방

법도 중요하다. RFID 리더기와 Sensor Node는 시리얼 통신을 통하여 데이터를 전송하는데 RFID 리더기의 통신 속도가 38.4Kbps로 고정되어 있기에 전송률을 같게 하기 위하여 수정이 필요하며, 각각의 소스는 NesC로 구현되어 있다. NesC는 C와 비슷하지만 TinyOS에서 사용되고 ZigBee에 포팅 가능한 형태로 구성된다. 또한 RFID 리더기와 시리얼 통신을 하기 위해서는 가변적인 시리얼 데이터 전송이 필요하다. 그림 15는 1개의 Sink Node와 3개의 Sensor Node가 통신 하고 있는 모습이다.

그림 16은 Sink Node와 Sensor Node가 Single Hop 토폴로지로 동작하는 상태를 모니터링한 화면이다. 이것은 Sink Node의 통신범위를 Sensor Node가 벗어나지

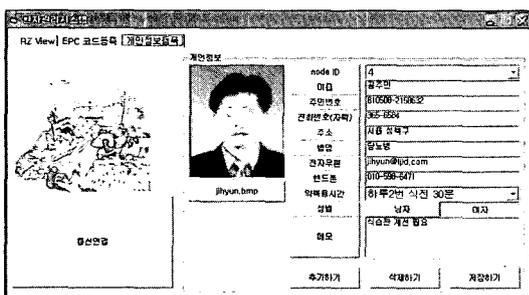


그림 14. 개인정보등록 기능블록
Fig. 14. Personal_information_registration Function Block.

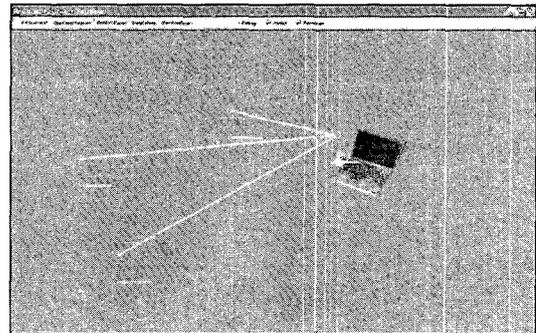


그림 16. Single Hop 토폴로지
Fig. 16. Single Hop Topology.

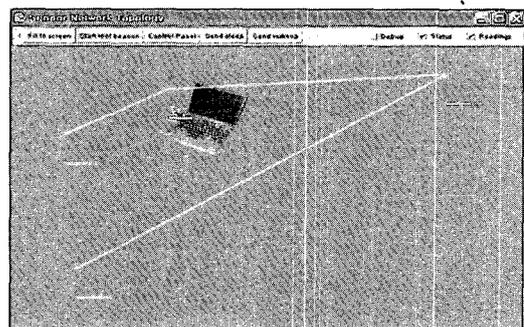


그림 17. Multi Hop 토폴로지
Fig. 17. Multi Hop Topology.

되면 다른 Node를 거쳐 통신을 하게 되어, 그림 17과 같았음을 의미한다. 만약 Sink Node의 범위를 벗어나게 같은 Multi Hop 통신 형태를 보이게 된다. 노트북과 연결된 초록색 Node가 Sink Node이고 그 외의 Node들은 Sensor Node들이다.

실내 환경에서의 실험결과 통신거리는 50m 정도로 나왔으며 건물의 벽이나 층별 위치에 따라 거리가 길고 짧아짐을 알 수 있었다. 실험을 통해서 RZ e-Health 시스템이 네트워크 토폴로지 변화에 따라 적절한 형태로 망 구성을 변경하며 동작하는 것을 확인하였다.

V. 결 론

지금까지 본 논문에서는 RFID의 개요 및 구조와 동작원리에 대해서 알아보고 이를 이용한 응용으로 RFID와 ZigBee의 기술을 결합시켜 하나의 어플리케이션을 만들고 응용 방안을 제시하였다. 앞에서 논의된 바와 같이 RFID와 ZigBee는 Ad hoc 네트워크와 인식기술들이 부각되면서 여러 분야에서 광범위하게 매우 활발한 논의가 이루어지고 있다. RFID의 기존의 연구 사례나 이론적 데이터가 많은 상황이지만 ZigBee와 같은 무선 통신 기술과 연동됨으로써 여러 응용 분야에서 새로운 비즈니스 모델을 창출 할 수 있다. 본 논문에서는 RFID와 ZigBee를 결합시켜 u-Health라는 새로운 비즈니스 모델을 창출했다. 앞으로 RFID는 상업, 산업, 군사, 의료, 농업 등 다양한 분야에서 더욱 활발한 논의가 이루어질 것으로 예상된다. 이렇게 다양한 분야에서 사용될 RFID는 수많은 환경에서 적절한 통신 환경으로 구축되어야 하며, 앞으로 유선이 아닌 무선네트워크 환경에서 점차 그 사용이 확대 될 것이라 예상된다. 또한 사용 환경과 목적에 따라 BAN, WPAN, WLAN등의 기술과 함께 사용될 때 이에 따른 관련 장비 개발이 함께 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] www.rfid.org (RFID website)
- [2] S. Garfinkel and B. Rosenberg, RFID Applications, Security, and Privacy, Addison Wesley, 2005.
- [3] Vinod Chachra and Daniel McPherson. Personal privacy and use of RFID technology in libraries, VTLS Inc., October 2003.
- [4] Stephen A. Weis, Sanjay E. Sarma, Ronald L. Rivest, and Daniel W. Engels. "Security and Privacy Aspects of Low-Cost Radio Frequency Identification System," Security in Pervasive Computing, volume 2802 of Lecture Notes in Computer Science, pp. 201-212, 2004.
- [5] Ari Juels, Ronald L. Rivest, and Michael Szydlo, "The blocker tag: selective blocking of RFID tags for consumer privacy", In Proceedings of the 10th ACM conference on Computer and communication security, pp. 103-111. ACM Press, 2003.
- [6] W. Heinzelman, A. Murphy, H. Carvalho and M. Perillo "Middleware to support sensor network applications," IEEE Network Magazine, Jan 2004.
- [7] ZigBee Device Object, "ZigBee document 03525r5ZB," ZigBee Alliance, March 2004.
- [8] F. Sivrikaya, B. Yener, "Time synchronization for wireless sensor networks: a survey," IEEE Network, Volume: 18, Issue: 4, pp. 45-50, July-Aug. 2004.
- [9] Anna Hac, Wireless Sensor Network Designs, Wiley, 2004.
- [10] V. Rajendran, K. Obraczka, and J. J. Garcia-Luna-Aceves, "Energy-Efficient, Collision Free Medium Access Protocol for Wireless Sensor Networks," SENSYS, 2003.
- [11] Jose A. Gutierrez, "IEEE 802.15.4 Tutorial," Document of IEEE 802.15-03/036r0, Jan. 2003.
- [12] Weilian Su, Ozgur B. Akan, and Erdal Cayirci, Communication Protocol for Sensor Networks, Wireless Sensor Network, pp. 21-50, Kluwer Academic Publisher, 2004.
- [13] 윤성록, 서상호, 최호석, 황용석, 유형준, 박신중 "ZigBee: 저속-저가-저전력의 무선 통신 기술," SITI Review, 제6호, 3-9쪽, 2004년 10월.

저 자 소 개



김진태 (학생회원)
 2004년 배재대학교 정보통신공학과 학사
 2006~현재 충남대학교 정보통신공학과 석사 과정

<주관심분야 : Network management, Sensor Network, RFID>



권영미 (정회원)
 1986년 서울대학교 컴퓨터공학과 학사
 1988년 서울대학교 컴퓨터공학과 석사
 1996년 서울대학교 컴퓨터공학과 박사

1993~1995년 한국전자통신연구원 연구원
 1996~2002년 목원대학교 컴퓨터공학과 조교수
 2002~현재 충남대학교 정보통신공학과 부교수
 <주관심분야 : Internet Protocols, Network Management, Traffic Engineering, Wireless Networks>