

RFID와 센서 네트워크 통합을 통한 U-healthcare 서비스 지원에 관한 연구

정회원 박 주 희*, 박 용 민**

The study of Ubiquitous healthcare service using RFID and Sensor network

Joo-Hee Park*, Yong-Min Park** *Regular Member*

요 약

RFID와 USN은 유비쿼터스 컴퓨팅을 위한 핵심 기술로써 다양한 센서기술과 프로세서 집적기술 그리고 무선 네트워크 기술을 이용해서 실제 물리적 환경 정보를 원격에서 손쉽게 수집하고 모니터링 하는 것이 가능하다. 그러나 RFID와 USN은 기술적 유사성과 상호 영향에도 불구하고 별개의 연구로 인식되어 왔으며, RFID와 USN의 기술적인 융합에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 본 논문에서는 RFID의 인터넷 기반 기술과 USN의 데이터 수집 및 프로세싱 기술을 통합한 병실 통합 관리 시스템을 제안 및 구축하였다. 관리 시스템은 병실을 기준으로 RFID와 센서 기술을 통해 병실에 위치한 환자의 이력 정보와 병실의 온도 및 습도를 측정하여 실시간 관리 환경을 제공한다. 본 연구를 통해 현재 보건의료 환경에서 각각 적용되어 있는 RFID 환경과 USN를 통합하여 효율적인 데이터 전송 및 관리가 가능하게 될 것으로 전망한다.

Key Words : Healthcare environment, RFID, USN, u-Health

ABSTRACT

Nowadays there are many studies and there's huge development about RFID(Radio Frequency Identification) and USN(Ubiquitous Sensor Network) which have great developmental potential to many kinds of applications. These RFID and USN, in spite of technological similarity and interaction, are realized as different research and study about technological fusion of RFID and USN is insufficient misgovernment. In this paper, study about RFID/USN that intergrate data collection of RFID's internet infratechnology and USN's process technology and then propose and construct the Sickroom integral management system based on the integrated RFID and USN. Which management system is applied advanced sensor tag adopted RFID for patient's information and USN for temperature and humidity management of Sickroom. Integrate RFID and USN system had applied each now in health medical treatment through this study and efficient data transmission and management forecast that is possible.

I. 서 론

유비쿼터스 헬스케어(u-Healthcare)의 발전으로

병원 내에서 RFID(Radio Frequency Identification)와 USN(Ubiquitous Sensor Network)의 활용도가 높아지고 점점 더 많은 분야에 있어 응용이 시도되

※ 본 연구는 2008년도 삼육보건대학 학술연구비 지원에 의하여 수행되었습니다.

* 삼육보건대학 의료정보시스템과(medisprof@syhc.ac.kr), ** 광운대학교 전자통신공학과 통신망연구실(thinkp@kw.ac.kr),
논문번호 : 08076-1129 논문투고일자 : 2008년 11월 29일

고 있다. 현재 의료분야에서 RFID와 USN 기술은 수술 안전성을 향상시키고 수술오류의 감소와 수술실내 환자 및 의사의 위치확인, 투약사고의 방지, 환자 확인, 소모품 관리 등에 널리 활용되고 있으며 대형화 전문화 되어가는 병원에서 발생하는 의료사고에 대한 솔루션으로 떠오르고 있다. 또한 개인의 건강에 대한 관심도의 증가와 인구의 고령화 역시 RFID와 USN을 기반으로 하는 u-healthcare service가 활성화 되는 요인 중 하나이다. 하지만 RFID와 USN의 기술이 발달함에도 불구하고 표준의 부재와 기술적 한계, 그리고 보건의료라는 특수한 환경에 있어 데이터의 공유와 융합이 이루어지기 어려웠기 때문에 RFID와 USN을 동시에 통합한 시스템의 연구는 미흡한 실정이다¹⁾.

따라서 본 논문에서는 RFID와 USN의 통합 환경을 적용하여 데이터를 보다 효율적으로 전송 및 관리할 수 있도록 하는 병실 통합 관리 시스템을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 II장에서는 관련 이론으로 일반적인 RFID시스템과 USN을 살펴보고 U-Healthcare의 정의와 더불어 RFID/USN을 이용한 U-Healthcare의 적용 사례를 기술한다. 제 III장에서는 제안하는 RFID/USN 통합 환경을 이용한 시스템을 소개한 후 제 IV장을 통해 결과 및 고찰을 살펴보고 마지막 V장에서 결론을 맺는다.

II. 관련 이론

2.1 RFID 시스템

RFID란 Radio Frequency Identification의 약자로서 IC 칩과 안테나를 내장한 태그를 말하며 차세대 유비쿼터스 시대의 핵심기술로서 각광받고 있다. RFID 시스템은 RFID 태그(Tag)를 사용하여 상품이나 사물 등의 정보를 식별 관리하는 기술로서 그림 1과 같이 사물에 부착되어 식별 가능 정보를 담고 있는 태그와, 태그 정보를 판독 및 해석하는 리더(Reader), 그리고 읽어 들인 데이터를 처리하는 Host Computer로 구성되어 있다²⁾.

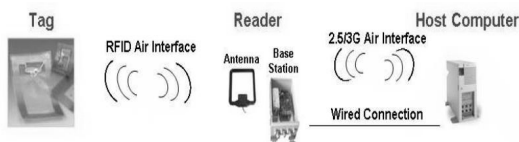


그림 1. RFID 시스템
Fig. 1. RFID System

RFID 리더가 RF캐리어 신호를 RFID 태그에 송신한다. 태그는 신호가 수신되면 진폭 혹은 위상을 변조하여 태그에 저장된 데이터를 캐리어 주파수 신호로 리더에게 되돌려 준다. 되돌려 받은 변조 신호는 리더에서 보호되어 RFID 태그정보가 해석되며, 리더는 호스트 컴퓨터나 혹은 인터넷 등에 연결되어 운영된다. 리더에 수신된 정보의 사용은 응용 목적에 따라 미들웨어와 응용 소프트웨어에 의하여 수집되며 응용 시스템에 따라 다양하게 활용 및 제어된다. RFID 미들웨어는 리더에서 계속적으로 발생하는 식별코드 데이터를 수집, 제어, 관리하는 기능을 하며, 모든 구성요소와 연결되어 계층적으로 조직화 되고 분산된 구조의 미들웨어 네트워크를 구성하여 서로 통신한다. RFID의 미들웨어는 다양한 형태의 리더 인터페이스, 다양한 코드 및 망의 연동 그리고 여러 가지 응용 플랫폼에 대해서도 상호 운용성을 보장할 수 있어야 하므로 현재 중요성이 부각되고 있다³⁾⁴⁾.

또한 RFID 시스템은 사용 주파수에 따라 태그의 특성이 매우 상이하게 나타나기 때문에 주파수를 이용하여 태그를 구분하기도 하며 주로 사용되는 주파수 대역으로 125kHz, 134kHz, 13.56MHz, 433MHz, 860~970MHz, 2.4GHz 대역 등이 있다.

향후 RFID 시스템의 활용은 칩의 가격, 크기, 성능 등 센서 기술의 발전에 따라 다양한 시장에서 적용이 확산되면서 단계적으로 발전할 것으로 예상된다. RFID 태그가 소형화, 지능화 되는 반면 단가는 낮아지는 현재의 추이에 따라 자동인식 시스템으로 사용되고 있는 바코드와 광학문자독해 등을 대체하여 사용될 것으로 전망하고 있다. RFID는 생산공정, 물류, 유통 외에도 동물인식, 대중교통, 의료분야 등 많은 분야에 적용되고 있으며 이는 점차적으로 확산되고 있다⁵⁾.

2.2 USN(Ubiquitous Sensor Network)

유비쿼터스 센서 네트워크(USN)란 매우 작은 크기의 독립된 무선 센서 노드들을 건물, 도로, 의복, 인체 등 물리적 공간에 배치하여 주위의 빛, 온도, 자기장, 속도 등의 정보들을 무선으로 감지하여 관리할 수 있는 기술을 의미한다. 이러한 무선 센서노드들에는 센서와 센서를 제어하는 회로, CPU, 무선통신모듈, 안테나, 전원장치 등이 내장되며, 주변 센서 노드들과 함께 Ad-hoc 통신 기법으로 데이터를 전송한다⁶⁾.

2.3 u-Healthcare (ubiquitous Healthcare)

u-Healthcare는 Home-Health, Mobilehealth, ICT in healthcare, Pervasive Healthcare, Telemedicine,

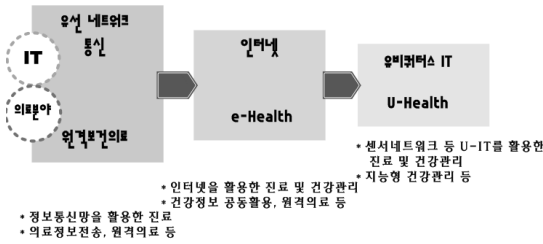


그림 2. IT 기술을 활용한 보건의료서비스 개념 변화
 Fig. 2. Changing concept of IT technology and health medical service

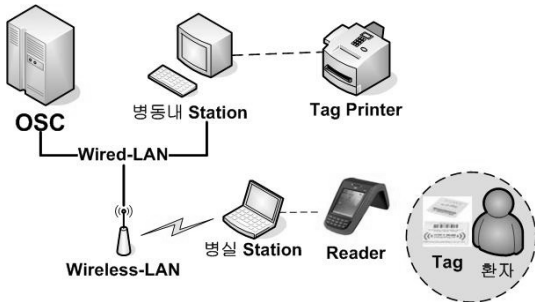


그림 3. 가천의대 길병원 RFID 시스템
 Fig. 3. RFID System of Gil Hospital

Tele-care 등의 다양한 용어로 표현되고 있다. 각각의 용어에 따라 의미는 조금씩 차이가 있으나 전반적으로 기존의 보건의료 영역에 정보통신 기술이 접목되면서 그림 3과 같이 종래의 원격보건의료, e-Health 보다 넓은 개념의 서비스인 u-Healthcare로의 단계적인 진전이 이루어지고 있다.

정보통신 관련 산업의 발전과 확산은 그 기반 시스템 중 하나인 네트워크 시스템의 급격한 기술적 진보를 이루는데 촉매제의 역할을 하였다. 보건의료 분야 역시 그 영향을 받았으며 정보통신과 보건의료서비스를 연결하여 언제, 어디서나, 예방과 진단, 치료 및 사후관리의 보건의료 서비스를 제공하는 것이 u-Healthcare의 기본 개념이다.

u-Healthcare에서는 의료기관 중심의 서비스에서 이용자 중심의 서비스로 발전되고, 질병이 발생한 후 치료 중심에서 질병의 예방 중심으로 변화되며, 나아가 질병관리에서 건강관리로 진화하고 있다. 이 같이 u-Healthcare는 환자가 아니더라도 사전진단을 통해 질병 예방이 가능한 보건의료 서비스로서 생체신호 센싱기술과 유무선 네트워크 기술을 기반으로 환자, 병원, 의료정보 제공자 등이 유기적 및 지속적으로 네트워크를 구축하고 상호간에 연계되어 실시간으로 개개인의 건강상태를 체크하여 삶의 질을 향상시키는 것을 목적으로 하고 있다. 대표적인 U-Healthcare

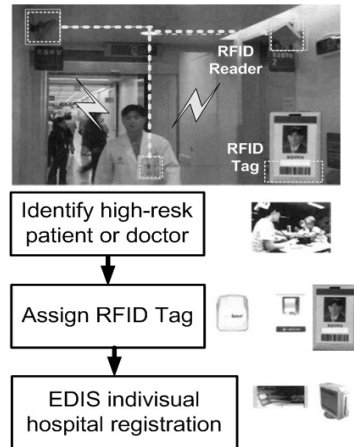


그림 4. 서울아산병원 응급실RFID 시스템
 Fig. 4. RFID System of Asan Hospital emergency room

서비스로는 의료정보 온라인 제공, 원격 진료, 질병 모니터링, 모바일 건강관리 등이 있다^[8].

2.4 RFID/USN의 u-Healthcare 적용

환자와 의사, 각종 자산, 약물, 혈액 등에 RFID 태그를 부착하고 수술실, 병실, 응급실, 신생아실 등에 리더기를 설치하여 인식오류에 의한 수술, 수혈, 및 투약사고를 방지하고, 의료자산 및 의료진의 자원 활용도를 향상시키는 것이 일반적인 보건의료에의 적용 유형이다.

앞으로 RFID의 활용유형은 다양한 센서와 융합된 형태로 발전할 것으로 예측된다. 병원 자산 관리의 의료기기에 자동 진단기능 센서 등을 부착함으로써 기기의 상태와 이력을 관리하면서 동시에 위치를 파악한다. 환자 관리의 경우 혈당 및 혈압 측정센서 등이 결합된 의료기기를 이용하여 환자의 상태와 위치를 동시에 모니터링 한다. 혈액관리는 단순히 수혈적합성만 확인하는 방식에서 온도 센서가 부착되어 있어 불필요한 혈액폐기를 방지하고 수혈자의 이력관리 등이 포함되는 복합관리가 가능한 방식으로 발전할 것이다. 또한 다양한 센서기술 및 통신기술의 발달은 유해물질 경보시스템과 같은 새로운 활용유형을 만들어 낼 것이다^{[9][10][11]}.

현재 그림 3과 같이 가천의대 길병원의 경우는 13.56MHz 대역의 RFID 시스템을 적용하여 수술실, 응급실, 중환자실과 외과병동에서 수혈 및 투약사고 예방, 수술환자관리 및 응급실 당직의 관리 등을 시행하고 있다. 또한 그림 4와 같이 아산병원에서는 응급실에 능동형 태그를 사용하여 중증환자와 의사를 관리하는 시스템을 운영하고 있다^[12].

Ⅲ. 제안하는 RFID/USN 통합 환경

본 장에서는 RFID/USN 통합을 위한 기본 개념 및 구조에 대하여 설명하고, 통합 환경에서의 서비스를 통해 데이터 흐름과정을 설명한다.

3.1 통합 환경을 위한 기본 구조

환자의 상세 정보 및 병실의 온도 및 습도 정보 수집을 위한 전체 시스템 구성도와 데이터 수집과정은 다음과 같다. 그림 5에서 병실에 부착된 센서는 병실의 온도와 습도를 측정하여 외부에 있는 싱크노드와 Zigbee RF 통신을 이용한 센서 네트워크를 구성하고, 데이터를 어플리케이션 시스템을 통해 데이터베이스 시스템에 저장한다. 또한 환자의 상세 정보가 입력된 RFID 태그는 환자에 착용하여 각 병실의 RFID 시스템과 연계하여 데이터를 또한 어플리케이션 시스템을 통해 데이터베이스 시스템에 저장된다. 각 병실 환자의 상세 정보와 온도, 습도 정보는 데이터베이스로 저장이 되고 이는 병원정보 시스템(HIS : Hospital Information System)과 연계되어 연결 가능한 어느 지역에서도 웹으로 해당 환자의 건강 상태를 모니터링 할 수 있다.

시스템 구성에서 데이터베이스를 중심으로 한 두 종류의 연결은 RFID 시스템을 이용한 병실 내에 위치한 환자 상세 정보와 병실의 온도 및 습도 측정을 위한 센서로 구성된다. RFID 시스템은 태그의 정보를 ASCII 코드로 수집하며, 온도, 습도 정보를 수집한 센싱 정보는 hex 코드 형태로 데이터가 수집되어 데이터베이스로 전송되어 그림 6과 같이 온도와 습도를 저장하는 sensing 테이블, 환자의 상세

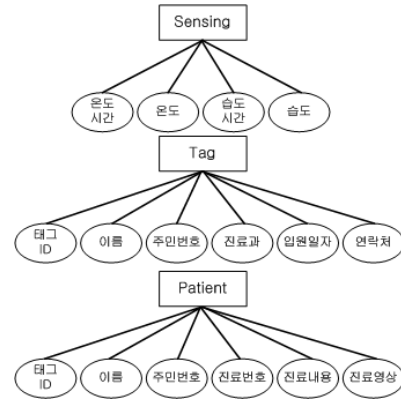


그림 6. RFID/USN ER-다이아그램
Fig. 6. RFID/USN ER-diagram

정보 저장을 위한 tag 테이블, 환자의 상세 정보와 병실의 온도 및 습도 정보를 저장하는 patient 테이블로 구성된다. 또한 patient 테이블은 계속적으로 해당 환자의 상세정보와 병실의 온도 및 습도 정보가 기록이 되며, 이러한 정보들은 외부의 사용자가 인터넷 웹 브라우저로 웹 서비스를 제공받을 수 있도록 XML형태로 변환하여 전송 될 수 있도록 하였다.

통합 환경을 위한 USN 센서에는 Crossbow-Technology의 WSN-START2400CA를 사용하였다. WSN-START2400CA는 온도, 습도 및 조도, 가속도 등을 측정하는 센서로, IEEE 802.15.4 표준에 기반하여 센싱한 정보를 싱크노드에 전송한다. 이 센서를 통해 쾌적한 병실을 유지할 수 있도록 온도 및 습도를 측정하도록 하였다. RFID는 키스컴사 KIS900W4CH Dev Kit를 사용하였다. 이는 900 MHz 대역을 사용하는 수동 태그로 Multi-Protocol (EM(V3,V4), ISO 18000-6B/C, Class1, Gen2)를 지원하며, 병원에서 환자관리를 위해 사용하였다. 센서 네트워크와 RFID 시스템에 사용되는 프로그램은 Microsoft Visual C++6.0과 C#.NET를 이용하여 구현하였고, 데이터베이스는 MYSQL을 사용하였다.

3.2 통합 환경 서비스

그림 5에서 병원에서 각 병실에 위치한 센서노드와 싱크 노드는 Zigbee RF 통신을 이용하여 센서네트워크를 구성하고, 센서 미들웨어를 통해 어플리케이션 시스템으로 데이터를 수집한다. 또한 RFID 태그를 통해 수집한 환자 정보는 RFID 리더와 미들웨어를 통하여 어플리케이션 시스템으로 데이터를 수집한다. 어플리케이션 시스템은 수집된 병실의 온도, 습도 정보와 환자 정보는 어플리케이션 시스템을 통해 데이터베이스에 저장이 되며, 저장된 정보

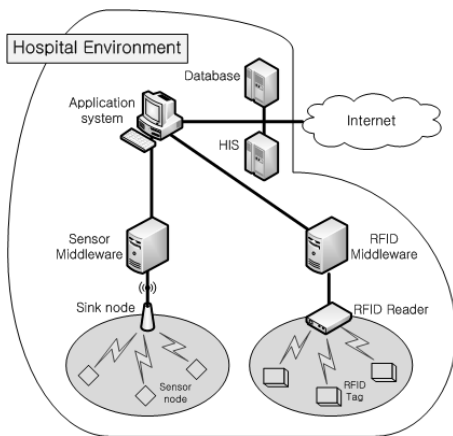


그림 5. 시스템 구성도
Fig. 5. System configuration

는 병원정보시스템(HIS : Hospital Information System)과 연계되어 연결 가능한 어느 지역에서든지 웹으로 온도, 습도 및 환자 정보를 확인 할 수 있다. 데이터베이스와 웹과의 연동을 위해 수집된 정보는 XML 형태로 변환 저장되어 외부 사용자가 웹 브라우저로 웹 서비스를 제공받을 수 있게 하였다.

IV. 결과 및 고찰

제한한 시스템을 위해서 RFID 시스템을 이용한 환자 데이터 수집 실험과, 병실의 온도 및 습도 센서를 이용한 데이터 수집을 실험하고, 병원정보시스템의 데이터베이스 및 시스템 호환성을 실험하였다.

그림 7은 RFID와 센서를 이용하여 환자의 데이터와 온도 습도를 수집하는 과정을 나타낸다. 환자의 정보는 환자의 몸에 RFID 태그를 지니고 있고 병실의 온도, 습도 수집을 위한 센서는 각 병실에 위치하여 데이터베이스로 정보를 실시간 전송하여 기록하게 된다.

RFID/USN을 활용한 관리 시스템은 특정 환자정보의 검색 폼 및 환자가 위치한 병실의 온도 및 습도를 확인할 수 있는 폼으로 구성된다.

그림8은 RFID 시스템을 통해 특정 환자의 위치를 검색하는 폼으로 환자의 이름, 주민번호 입력으로 환자의 위치를 검색할 수 있다.

그림 9은 센서 네트워크를 통해 수집한 병실의 온도, 습도 정보와 RFID 시스템을 통해 수집한 환자 정보를 어플리케이션 시스템의 RFID/USN 통합 프로그램에서 보여지는 화면을 나타낸다.

온도와 습도 데이터는 환경에 따라 변하기는 하지만 수초 내에 갑자기 변하는 값이 아니므로 5분당 1메시지 주기로 측정하였다. 또한 RFID 시스템을 이용하여 병실 내 환자에게 RFID 태그를 지급하였고, 지급된 태그 정보를 이용하여 현재 병실에 위치에 있는 환자 정보를 확인할 수 있다. 또한 원

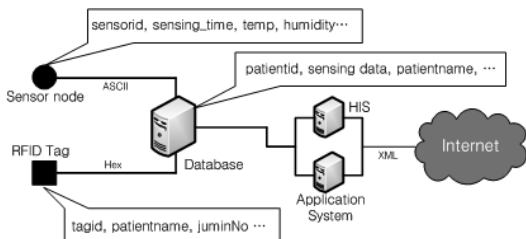


그림 7. 데이터 흐름도
Fig. 7. Flow chart of data gathering

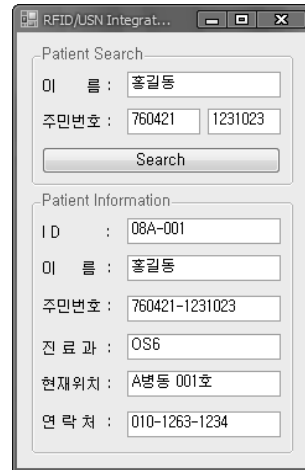


그림 8. 환자 검색 프로그램
Fig. 8. A search program of patient



그림 9. 병실 통합 관리 시스템
Fig. 9. A Integrated management system of sick room

격지에 있는 관리 담당자가 실시간으로 병실의 온도 및 습도를 확인 할 수 있으며, 병실의 환자 정보가 저장된 데이터베이스로부터 환자에 대한 데이터를 불러 올 수 있다.

V. 결론 및 토의

의료분야는 최근 커다란 변화의 물결 속에서 대형화 전문화 되어감에 따라 병원에서 사용되는 약물과 의료기기의 종류가 급격히 증가하고 단순한 실수나 착각에 의한 의료사고가 급증하고 있다. RFID/USN 기술은 실수나 착각에 의한 의료사고를 예방하는데 매우 좋은 솔루션이다. 또한 병원의 전자차트와 연동

하였을 경우, 자동으로 정확한 의료정보가 전달되어 업무프로세스 개선에도 도움이 된다. 나아가 다양한 센서 기술과 융합되면 의료사고를 예방하는 보조적인 역할에서 병을 진단하고 관리하는 역할도 가능하여, 활용성 및 확장성도 매우 우수하다. 그러나 RFID/USN은 그 기술적인 발달에도 불구하고 표준의 부재와 현재의 기술적 한계 때문에 데이터의 공유와 융합이 이루어지기 어려웠기 때문에 이를 지원할 수 있는 통합 환경이 필요하게 된다.

유비쿼터스 병원 환경을 위해 병실의 온도 및 습도와 환자를 효율적으로 관리하는 것을 목적으로 하는 본 논문의 병실 통합 관리 시스템은 각 병실의 온도, 습도를 관리하는 센서네트워크와 환자의 위치 및 관리 등의 효율성을 위한 RFID 시스템 기술을 도입하였다. 데이터베이스에 저장되는 실시간 데이터를 기반으로 병실의 외부에서 지속적인 병실 관리로 인해 병실의 온도와 습도가 급격히 변하는 상황에 대응할 수 있게 되었다. 또한 환자 관리를 위해 RFID 시스템을 이용하여 현재 병실에 어떠한 환자가 있는지 실시간 파악함으로써 인해 환자를 진료하는데 많은 도움이 될 것으로 예상하고 있다. 위와 같이 유비쿼터스 센서네트워크와 RFID를 이용해 병원 내 병실 관리 시스템을 구축하여 기존의 병실 관리에 비해 효율성을 높일 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] 성종우, 김대영 “RFID와 USN 통합 인프라스트럭처를 위한 EPC 센서 네트워크”, *한국통신학회지 (정보와 통신)*, 제23권 제12호, 2006. 12.
- [2] Finkenzeller K. *RFID handbook: fundamentals and applications in contactless smart card identification*. 2nd ed. Giesecke & Devrient GmbH. munich, Germany: *John wiley & Sons Ltd*; 2003.
- [3] 송정환, 김채수, “RFID 미들웨어 시스템의 효율화에 관한 연구”, *대한산업공학회 추계학술대회 논문집*, 2007.
- [4] Want R. “Enabling ubiquitous sensing with RFID.” *IEEE computer* 2004. 04.: pp.84-86.
- [5] 안재명, “EPCglobal network기반의 RFID 기술 및 활용”, *글로벌출판사*, 2007.2
- [6] David. B. Jhonson, “Routing in adhoc networks of mobile hosts”, *IEEE Workshop on*

Mobile Computing Systems and Applications, 1994.12.

- [7] 손미숙, “u-Health 서비스 지원을 위한 웨어러블 시스템”, *ETRI, 전자통신동향분석, 제21권 제3호*, 2006. 09.
- [8] 김영환, “u-Healthcare 산업동향” *전자정보센터* 2008. 09.
- [9] Huzaifa A, Nahas and Jitender S. Deogun, “Radio Frequency Identification Applications in Smart Hospitals” *IEEE Computer-Based Medical System*, 2007.
- [10] RFID in Healthcare 2006-2016, IDTechEX.
- [11] 지경용, “유비쿼터스 시대의 보건의료”, *진한엠앤비*, 2005. 01.
- [12] 박동균, 정은영, 정국상, “의료분야에서의 RFID / USN 기술 적용현황”, *한국통신학회지 (정보와 통신)*, 제 25권 10호, 2008. 09., pp.50-57.

박 주 희 (Joo-Hee Park)

정회원

한국통신학회 논문지 제33권 4호 참조

박 용 민 (Yong-min Park)

정회원



2001년 2월 남서울대학교 정보통신공학과 졸업
 2005년 2월 광운대학교 전자통신공학과 석사
 2005년 3월~현재 광운대학교 전자통신공학과 박사과정
 <관심분야> u-Health, RFID, USN