

특집
02

RFID/USN을 이용한 u-헬스케어 동향

목 차

1. 서 론
2. 2. u-헬스케어에의 RFID/USN 응용
3. 3. RFID/USN의 보건의료분야 활용사례
4. 4. 결 론

김 보 연
(디노플러스(주))

1. 서 론

언제 어디서나 원하는 정보를 실시간으로 얻을 수 있는 유비쿼터스 시대가 도래하면서 물리적 공간, 시간적 공간이 축소되면서 보건의료 환경도 영향을 받아 급속도로 변화하고 있다. 새로운 미래 정보화 사회를 이끌게 될 유비쿼터스 기술은 유무선 통합 인터넷, 모바일 컨버전스, RFID 등 IT와 결합되어 개인의 다양성에 적절하게 대응할 수 있는 '프로그래머블' 사회로 전환하고 있다. 의료서비스와 정보통신 기술, 유비쿼터스 기술의 결합은 u-헬스케어라는 보건의료분야의 새로운 패러다임을 탄생시켜 이러한 패러다임은 기존 '진료중심의 의료'에서 '예방중심의 의료'로, '질병관리 중심'에서 '건강관리 중심'으로 변화시키고 있다. 특히 세계에서 가장 빠른 노인인구 증가율을 보이고 있는 한국은 보건의료분야에서 유비쿼터스 기술의 응용이 급속도로 진행되고 있다. 국내 2000년 총인구 중 65세 이상 인구의 비중은 7.2%이며, 2004년에는 8.7%로 증가하여 2000년에 이미 고령화 사회에 접어들었고, 향후 2019년에는 14.4%로, 2026년

에는 20.0%로 초(超)고령사회에 도달할 전망이다[1]. 2019년에는 65세 이상의 노인 인구가 전체 인구 중 14% 이상을 차지할 것으로 전망되고 있으며 2001년 전체 질병 중에 만성질환의 비율이 80%를 넘는 것으로 집계되고 있다. 보건복지부에 따르면, 국민경제에서 차지하는 의료비의 비중은 2003년에 GDP의 6%를 넘어섰고, 노인 의료비의 지출규모는 1995년 7,281억 원(12.2%)에서 2001년 3조 6,356억원(19.3%), 2005년 5조 1,097억원(22.9%)으로 급격히 증가할 것으로 보고 있다. 이는 우리나라뿐만 아니라 해외에서도 같은 문제가 이슈화 되고 있다. 유럽연합의 보건 의료비용 지출규모는 2004년에 GDP 대비 약 8~9%, 미국은 2002년 14.6% 수준에서 오는 2011년 경에는 17% 수준에 이를 것으로 전망되고 있다. 이처럼 의료비의 급격한 상승을 막기 위해 의료행위에 대한 질 관리가 강화될 것이며 유비쿼터스 헬스케어가 의료비의 급격한 상승을 억제할 수 있는 효과적인 수단이 될 것이다.

과거에 의료기관 내에서는 주로 OCS, HIS, EMR, PACS 등의 의료 정보화 사업위주로 진

행되었지만 이를 근간으로 유비쿼터스 기술을 스마트카드, RFID/USN을 이용한 환자, 약품, 자산 관리 등의 영역으로 확대하고 있다. 또한 유비쿼터스 의료서비스는 의료기관 중심의 의료서비스에서 벗어나 생활 및 업무환경에까지 의료서비스를 확대하고 있다. 기존의 네트워크 인프라를 활용하여 의료와 텔레메딕스의 결합을 통해서, EMR¹⁾, OCS²⁾, PACS³⁾ 등의 의료정보 서비스 제공, 스마트카드를 이용한 편리성 및 효율성 제공 등은 보건의료 시장에서의 새로운 변화라 할 수 있다. 이에 IT 기술을 바탕으로 한 모바일 단말기 및 RFID나 센서 네트워크의 의료분야 적용은 보건의료의 유비쿼터스화를 가속화할 것이다.

2. u-헬스케어에의 RFID/USN 응용

2.1 RFID

RFID(Radio Frequency Identification)란 모든 사물에 전자태그를 부착하고 무선통신 기술을 이용하여 사물의 정보 및 주변 상황정보를 감지하는 인식 기술이다. 필요한 모든 것(또는 곳)에 RFID 태그를 부착하고(Ubiquitous), 이를 통하여 기본적인 사물의 인식정보(Identifying)는 물론이고 센싱 기술과 결합되는 경우 주변의 환경정보(온도, 습도, 오염정보, 균열정보 등)까지 탐지(Sensing)하여 이를 실시간으로 네트워크에 연결하여 그 정보를 관리한다(Networking).

보건의료 산업에서 RFID는 생명을 보호하고 의료사고를 방지하며, 비용절감 및 보안성 증대를 가능하게 한다. 또한, 진료환경에서 환자의 지루한 대기 절차를 줄일 수 있으며 환자에게 더욱 많은 편의를 제공할 수 있다[2]. 예를 들어, 병원에서 길을 잃은 환자의 위치를 추적하고 각 환자에 맞는 치료법을 제시하는 등 병원 내 각종 절차를 자동화함으로써 병원 직원의 직접 개입을 줄일 수 있게 된다. 또한, RFID는 스마트 패

키징에도 사용되며 스마트 패키징에 사용된 RFID에는 약을 언제, 얼마나 복용해야 하는지부터 약 복용시 주의할 점 등의 도움 정보가 기록된다.

향후 10년간 헬스케어 산업에서 RFID가 가장 많이 활용될 것으로 예상되는 분야는 의약품의 라벨링이다. 그리고 이를 지원할 수 있는 유통망 및 보건의료 시설의 인프라와 서비스 구축 부문에서도 많은 투자가 이루어질 것으로 예측된다. 의약품 라벨링의 1차 목적은 모조품의 방지로 RFID 라벨에는 각 의약품의 제조에서부터 최종 복용에 이르는 전 과정이 기록된다. 또한 의약품에 대한 과학적 분석 내용도 포함될 수 있다.

보건의료산업 RFID의 두 번째로 큰 활용 분야는 직원, 환자, 방문자, 자산의 실시간 위치 정보 시스템(Real Time Locating System, RTLS)이다. 이 경우 일정 부분 재사용할 수 있는 태그보다는 시스템 부문에서 많은 비용이 발생한다. 태그의 가격은 기술 수준에 따라 1~100달러 사이로 매우 폭이 크며, 대부분의 태그에는 위치를 알려주는 알람기능이 있다. 보건의료 산업에서는 크게 두 가지 형태의 RTLS가 선호되고 있다. 첫째는, 구역(zonal(cell ID)) 시스템으로 태그가 일정 범위 밖으로 나가는 것을 막기 위해 빌딩 전역에 걸쳐 호출기(interrogator)를 설치하는 방식이다. 둘째는, 이미 구축되어 있는 WiFi 네트워크를 이용하는 형태이다. 이는 자체적인 RF를 가질 필요가 없다는 이점이 있다. 이러한

- 1) EMR(Electronic Medical Record) : 전자의무기록으로서 환자의 진찰 내용 및 수술 경험 등 개인의 진료 내역 및 건강 기록을 전자문서화 하는 것
- 2) OCS(Order Communication System) : 처방전달시스템으로서 접수에서 수납에 이르기까지 업무, 진료, 일반 행정과 같은 병원 전체 업무를 간편하게 수행할 수 있도록 시스템화 하는 것
- 3) PACS(Picture Archiving and Communication System) : 의료영상전송시스템으로서 의료장비에서 필름을 통해 진단하던 것을 디지털 영상을 통해 전송하고 컴퓨터 화면을 통해 관독, 저장할 수 있는 시스템

시스템을 라디오 핑거 프린팅(Radio Fingerprinting)이라 부르며 태그는 몇 개의 WiFi 이미터(emitter)를 인식하고 미리 저장되어 있는 이미터의 위치로부터 현 위치를 계산하게 된다. 특히, WiFi 시스템을 이용할 경우 RTLS 뿐 아니라 각종 병원 내 전산/통신 시스템과 통합되는 장점이 있다. 병원에는 생명 유지 장치 등 중요한 전자기기가 많이 운용되고 있어 전파 간섭 문제가 중요한 이슈가 된다. 중단기적으로는 RTLS 부문에서 WiFi 이용 시스템이 우세할 것으로 기대된다.

의료사고 방지는 의약품 태그나 RTLS를 통해 얻을 수 있는 중요한 이점 중 하나로, 향후에도 보건의료 산업이 RFID를 채용하는 가장 중요한 이유가 될 것으로 보인다. RFID를 도입하면 의료 과정의 모든 행위가 기록되어 법률 분쟁과 같은 사고 발생 시에 근거자료로도 활용될 수 있다. 지금까지 보건의료 산업에서 RFID가 가장 많이 사용된 예는 AstraZeneca의 Diprivan 이 1 회용 주사기로 의료사고 방지 목적으로 4,000만 개가 사용되었다.

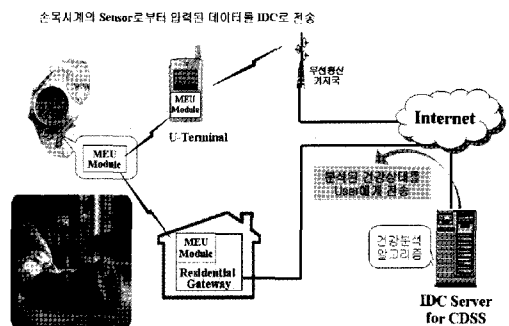
RFID 서비스는 식료품관리, 축산물 관리, 폐기물 관리, 환경관리, 물류유통, 원격의료, 보안 등 우리생활의 다양한 분야에 활용되고 있으며, RFID 태그가 점차 지능화 되고 고성능을 갖게 되면서 태그 자체가 능동적으로 주변 정보를 수집하고 이를 다른 노드로 전달하는 등의 기능을 수행하는 USN(Ubiquitous Sensor Network)으로 발전할 것으로 예상된다.

2.1.2 USN

정보통신부는 'USN(Ubiquitous Sensor Network)은 어느 곳이나 부착된 태그와 센서노드로부터 사물 및 환경 정보를 감지·저장·가공·통합하고 상황인식 정보 및 지식 콘텐츠 생성을 통하여 언제, 어디서, 누구나 원하는 맞춤형 지식 서비스를 자유로이 이용할 수 있는 첨단 지능

형 사회의 기반 인프라'로 정의하고 있다. USN은 궁극적으로 모든 사물에 컴퓨팅 및 커뮤니케이션 기능을 부여하여 anytime, anywhere, anything 통신이 가능한 환경을 구현하기 위한 것이다. USN은 먼저 인식정보를 제공하는 RFID 태그를 중심으로 발전하고 이에 센싱 기능이 추가되고 이들 간의 네트워크가 구축되는 형태로 발전할 것이다.

USN(Ubiquitous Sensor Network)은 RFID/Sensor field와 IPv6기반의 BcN(Broadband Convergence Network)의 결합으로 이루어지는 네트워크로서, 센서가 달려있어 센싱이 가능하고 센싱된 정보를 가공할 수 있는 프로세서가 달려있으며 이를 전송할 수 있는 무선 송수신기를 갖춘 센서 노드로 구성된다. 기존의 네트워크와 다르게 의사 소통의 수단이 아니라 환경에 대한 정보를 수집하는 것을 그 목적으로 하고 있어, USN은 유비쿼터스 컴퓨팅 시대를 맞이하여 자동으로 다양한 환경정보를 수집하고 수집된 정보를 기반으로 인간에게 보다 편리한 서비스를 제공해주는 과정에 있어서 핵심적인 역할을 수행할 것으로 기대된다.

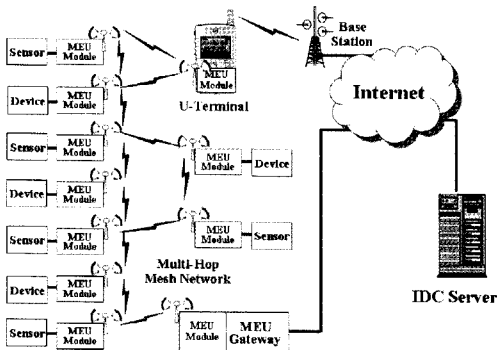


(그림 1) USN을 활용한 u-헬스케어 서비스 시나리오

USN을 응용한 u-헬스케어 서비스 시나리오는 (그림 1)과 같다. 환자는 생체신호를 감지할 수 있는 바이오 센서를 우리의 몸에 부착하며 생

활하면 센서는 생체 신호를 계측한다. 이 신호를 수신한 저전력을 소비하는 근거리 무선통신 모듈이 근거리 무선통신 모듈이나 WAN 연결을 가지고 있는 RG(Residential Gateway)나 휴대 단말기와 무선으로 통신을 하고 이 신호가 다시 ISP에 전달이 되어 긴급 조치를 취해 주게 된다.

(그림 1)에 보인 바와 같이 환자가 댁내 거실에서 쓰러지면 LOS(Line of Sight)에 있는 RG와의 근거리 무선통신을 통하여 이 상황을 인터넷 상에 있는 IDC에 알려주어 필요한 서비스를 제공할 수 있다. 이러한 상황은 Multi-Hop 통신을 제공하는 MEU(Mesh-Enabled USN) 기술로 해결할 수 있다. 환자가 외부로 나갔다가 응급상황이 발생하는 경우에는 CDMA나 GSM 혹은 WiBro와 같은 Wireless WAN 기술에 의해 IDC와 연결이 되어야 하므로 유비쿼터스 통합 단말기를 반드시 휴대하고 다녀야 한다. 그러나 댁내의 경우와는 달리 외부에서는 환자가 어디에서 이와 같은 상황이 발생했는지를 파악할 수 없으므로 위치정보는 매우 중요한 역할을 하게 된다. 이를 위해 GPS 모듈을 내장한 유비쿼터스 통합 단말기의 사용은 필수적이다. (그림 2)은 u-헬스케어 서비스를 위한 mesh network 아키텍처이다.

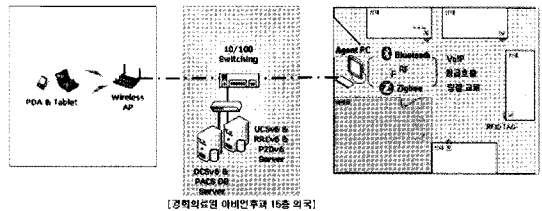


(그림 2) u-헬스케어 서비스를 위한 mesh network 아키텍처[7]

3. RFID/USN의 보건의료분야 활용사례

3.1 RFID를 이용한 의료자산 관리

미국의 Bon Secours Richmond 산하 4개의 병원들은 2004년에 RFID를 이용한 병원 물류시스템을 도입하였다. 약 25,000개에 이르는 병원 내 의료장비와 휠체어, 이동침대, 수액걸이대, 체온계 등에 RFID 태그를 붙임으로써, 각 해당 장비가 현재 어느 위치에 있는지, 현재 사용 중인지 아닌지, 사용빈도 등을 즉각적으로 파악할 수 있도록 하는 시스템이다. 간호사가 근무시간 중에 장비나 물품을 찾아다니는데 소모되는 시간이 평균 15~20분 정도 되는데, 이러한 시간 절감효과는 계산하지 않았음에도 불구하고 해당 시스템을 도입함으로써 연간 20만 달러의 비용 절감효과를 거둘 수 있었다고 한다. 즉, RFID 센서를 응용하여 병원이나 지원기관의 자산을 효율적으로 관리할 수 있으며, 이를 통해 자산의 적정 재고관리가 가능하여 전반적인 운영비용을 감소시키게 된다. 국내에서는 (그림 3)에 보이는 바와 같이 2004년 한국전산원에서 수행한 RFID 실증 실험 사업의 일환으로 경희의료원이 참여하여 900Hz 대역의 RFID를 이용하여 수행하였다.



(그림 3) 시범서비스 네트워크

3.2 RFID를 이용한 의약품관리

의약품은 국민생활과 직결되는 필수용품임에도 관리의 사각지대에 놓인 대표적인 품목으로

끊인다. 특수약품의 유출사고가 빈번하고 유효일이 지난 약품이 버젓이 유통되거나 실제 환자에게 처방되는 등 사건들이 발생해왔다. 이에 대해 RFID를 기반으로 제약 업체에서 병원에 이르는 의약품 공급 망 전반에 의약품 추적관리시스템 구축하여, 의약품 도난 방지나 이력 관리, 위조약품 유통방지 등에 기여한다.

2006년도 산자부가 주관하여 가천길병원에서 RFID기반 특수약품 추적관리시스템 구축 시범사업("가천길병원 RFID의약품 추적관리시스템")을 수행하였다. 기존의 의약품 관련 업무는 수작업 또는 서류 확인에 의해서 공급되고 특수약품관리의 경우 정보취득이나 확인에 많은 인력과 시간이 투입되는 난점이 있었고, 부정확한 특수약품관리로 유통기한이 지난 의약품이 유통되거나 특수약품의 변동사항 발생시 관리가 어려운 점도 있었다. 또 유통기한이나 다른 재고문제로 한번 반품됐던 약품은 신뢰성이 떨어져 폐기된다는 점에서 낭비요소도 있었다. 정보시스템 측면에서는 기본적인 약품관리 전산화가 미흡하여 특수약품은 이력이나 이동정보, 폐기, 반품 관리 시 정보처리가 이루어지지 않고 있는 상황이고 파손이나 손괴 시 자산관리정보가 반영되지 않는 문제점이 있었다.

가천의대 길 병원과 효강 약품, 녹십자, LG CNS가 사업자로 참여하여 특수 고가의약품에 대해 제조-유통(도매)-사용자(병원)를 포함하는 물류체인 전반에 적용한 시범사업의 결과, 국제 규격화 필요성과 기존 여러 프로토콜에서 기능적으로 미비했던 사항을 개선하기 위해 EPC 글로벌 HAG(클래스1, 젠 2)가 제안되었다. 이 표준은 태그 인식률이 초당 1600여건까지 가능하며 기존 클래스0나 클래스 1에 비해 2배 이상 인식률이 향상된 것이며, 중복인식 현상이 개선되었고 태그로 신호 전송 시 암호화함에 따라 보안성도 개선되었다.

실험은 녹십자-효강약품-길 병원으로 이어지

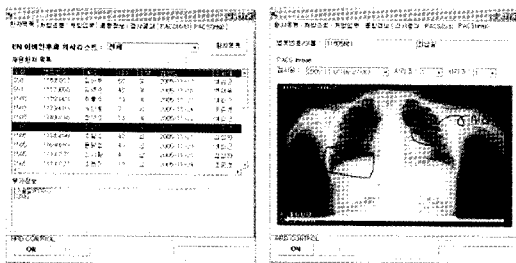
는 거점별 특수약품 흐름을 직접 모니터링 하는 방식으로 진행됐고, 녹십자 알부민 생산시점에 직접 태그를 부착, 유통경로를 추적하고 EPC 정보서버 등은 길 병원 중앙전산실에서 관리하도록 했다. 녹십자 생산 공정 에서 단품태그와 박스태그 정보를 매칭 하는 평균 작업시간은 40회 측정 기준으로 10.75초가 소요됐으며 포장완료이후에는 박스단위로 관리되기 때문에 작업편의가 향상 되는 것으로 파악되었다. 단품태그 2000개, 박스태그 200개에 대하여 각 거점별로 10회씩 인식실험을 수행한 결과 90%이상 인식률을 보였고, 각 거점별 시험운영결과 100%가까운 인식률을 보였다. 특히 의약품 출하, 반 출입, 입고의 각 단계에서 RFID태그를 인식해 전자상품코드(EPC) 정보를 획득하는 정밀도는 목표치인 95%를 넘어섰으며 가시성, 통계 및 리포팅 활용성도 양호했다.

정량적인 측면에서 UHF대역 국내 특수약품 추적관리 적용가능성을 처음으로 검증함으로써 실시간 재고관리의 정확도를 100% 가까이 끌어올렸고 재고관리 시간도 회당 10분 이내로 줄였다. 정성적 측면의 성과로는 의약품 분야 코드 표준화 가능성을 시험하고 국제화에 대비했다는 점이다. 의약품 유통경로를 중앙에서 모니터링하고 단품단위 생산과 유통이력관리가 이뤄질 수 있음을 보여준 것이다.

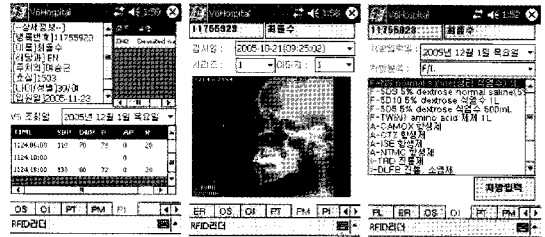
미국 FDA에서는 이미 RFID 적용을 시행하고 있다. RFID를 적용할 경우 먼저 유사 의약품 적발사태가 많은 품목에서부터 제조 후 포장단계에서 태그를 부착해 관련 품목의 유통정보를 공공기관의 인증 아래 관리하게 된다. 이 경우 주요 도매상이나 병원들이 리더를 통해 입고되는 약품 중 비 인증 유사품 또는 유통이력 중 이상품의 유무를 신속하게 확인할 수 있다. 유사 의약품 사례가 빈발하는 분야부터 상자 단위로 의약품제조사와 도매상, 병원 등으로 시스템을 구축하고 이후 점진적으로 적용 의약품을 늘리고 사용처를 확대할 것을 전문가들은 조언하고 있다.

3.3 RFID를 이용한 환자관리

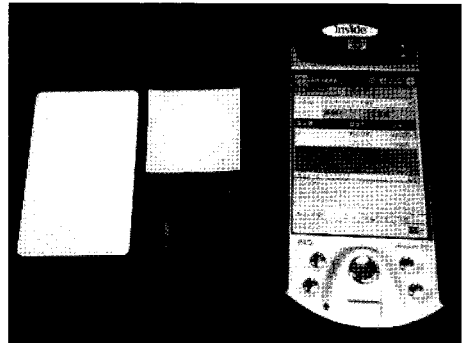
경희의료원에서는 2005년부터 RFID 기반의 환자 관리시스템 구축 사업을 추진하였다. e비즈니스 솔루션 전문개발업체인 위즈 정보기술과 한국전산원 주도 아래 RFID 시범사업의 일환으로 경희의료원 내에 RFID 기반의 의료정보 시스템 기술 개발을 추진하였다. 의료 환경에서 제공할 수 있는 다양한 어플리케이션을 IPv6기반의 인프라를 활용하여 서비스로 제공. IPv6를 비롯하여 센서기술 및 센서 네트워크, VoIP 기술을 통합 적용하여 기존의 의료 환경에서 이루어진 다양한 의료 서비스에 편리성 및 안정성, 확장성을 제공하기 위함을 목적으로 한다. 개발된 시스템은 병원 병실 내에 부착되어 있는 RFID 태그 정보(환자 ID)를 디지털 차트 단말기(예: Tablet PC, PDA)로 읽어 환자 정보를 IPv6 무선랜을 이용하여 병원 데이터베이스로부터 얻을 수 있는 DCSv6(Digital Chart System IPv6) 시스템, Bluetooth, RF, Zigbee 기술을 적용한 응급 호출 송신기를 이용하여 환자에게 응급상황이 발생시, 응급신호와 환자의 위치를 의료인에게 제공하는 UCSv6(Urgent Call System IPv6) 시스템과 환자에게 투여되고 있는 링거액의 양을 무게센서(Load Cell)를 통해 실시간으로 체크함으로써, 링거의 교체시간을 의료인에게 알려주는 RRCv6(Remote Ringer Check System IPv6) 시스템을 개발하였다.



(그림 4) Tablet PC용 DCSv6 시스템



(그림 5) PDA용 DCSv6 시스템



(그림 6) IPv6 PDA 단말과 RFID 태그

세브란스 새 병원에도 RFID 기반의 환자관리 시스템이 도입되었다. 이 병원이 도입한 RFID 시스템은 환자의 팔목에 기본적인 진료정보 내용이 담긴 팔찌 모양의 전자태그를 부착, 간호사는 PDA 형태의 리더기를 이용해 그 정보를 읽어내는 것이다. 또한 신촌세브란스는 VIP 병동을 대상으로 수혈, 투약, 수술 등을 위한 환자확인 절차에 RFID를 도입해 적용하고 있고, 추후 도입 분야를 실비 등 자산관리로 넓힐 예정이다.

분당서울대병원은 진료 실행 확인과 의약품 관리에 RFID를 도입하는 내용의 '실시간 실행 및 자원관리 시스템'을 구축하고 안정화 할 계획이다. 의약품 관리에 RFID 태그와 리더기를 사용하고 사전 동의를 거친 환자의 팔목에 RFID 띠를 부착해 진료내역을 검색하는 것이다. 또한 길병원 이 환자와 약품 관리에, 원주기독병원은 신생아 관리에 RFID를 활용했다. 아산병원은 의사들의 출입 관리에 RFID를 사용하고 있다.

RFID 기반의 환자관리 시스템은 노인전문병원에 가장 유용하다. 거동이 불편한 노인환자들의 경우 RFID를 이용해 현재 건강상태와 위치를 실시간으로 파악함으로써 위급상황에 대처할 수 있기 때문이다. IT 솔루션 전문 업체인 한국 유니시스는 최근 고령친화 종합서비스 제공업체인 유니실버(주)와 국내 의료복지 서비스에 RFID 기술을 적용시키기 위한 파트너쉽을 체결했다. 이를 통해 유니시스는 서울 인근에 소재한 노인전문 요양시설들을 대상으로 RFID 관련 기술을 적용해 병실에 입원해 있는 노인들의 안전관리와 이동현황을 추적, 해당 간호사에게 PDA 장비를 통해 실시간으로 관련 정보를 제공하는 시스템 구축을 추진 중이다. 이 시범사업을 위한 시스템 구축을 완료하고 내년에는 해당 시범사업 결과를 바탕으로 향후 노인전문병원 등을 대상으로 본격적인 RFID 시스템 공급에 나설 계획이다.

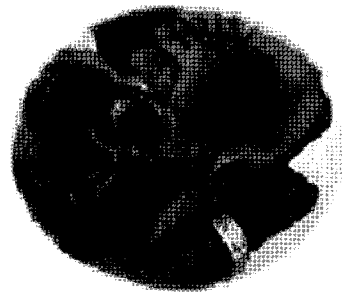
3.4 USN을 이용한 혈액관리

혈액공급체계의 안정성을 확보하여 혈액 폐기량 감소 및 양질의 혈액공급, 항암제의 습도를 적정 기준으로 유지함으로써 안전하고 효과적인 치료 제공하기 위함을 목표로 한다. 병원의 혈액에 온도 센서를 부착하고 항암제 보관실에 습도 센서 노드를 설치하여 온도 및 습도를 관리한다. 혈액은행에서는 혈액 백에 부착된 RFID 온도센서를 이용하여 혈액의 최적온도를 유지하며, 관리서버는 혈액의 온도정보와 항암제의 습도정보를 수집하여 관리자가 필요 시에 모니터링할 수 있도록 정보를 저장한다. 이때 혈액은행에서는 13Mhz 센서태그를 사용하며, 항암제 보관실에서는 2.45Ghz Zigbee 센서노드를 사용한다. 세브란스병원은 혈액 및 항암제관리시스템을 13Mhz센서태그300개, 센서노드20개(2.45Ghz Zigbee, 온도, 습도) 사용하여 구축하였다.

3.5 RFID를 이용한 신생아관리

신생아 관리에 있어서도 RFID 도입으로 실시간 신생아 식별 및 위치 추적이 가능해져 신생아가 바뀐다거나 유괴될 수 있는 가능성을 없앴다. 신생아의 이름부터 출생 일시 등의 기본 정보는 물론 투약과 치료, 건강상태 등의 이력관리 정보를 의료진 및 환자 가족에게 실시간으로 제공할 수 있게끔 RFID 기반의 신생아 의료관리 시스템 구축이 가능하다.

2006년도에 신생아의 이름부터 출생 일시 등의 기본 정보는 물론 투약과 치료, 건강상태 등의 이력관리 정보를 의료진 및 환자 가족에게 실시간으로 제공할 수 있게끔 하는 RFID 기반의 신생아 의료관리시스템을 원주기독병원에 적용했다. 이 시스템은 신생아의 발목 팔찌에 부착된 RFID 태그(13.56MHz)를 통해 전달된 정보를 인텔 엑스스케일 마이크로 아키텍처 기반의 PDA RFID 리더를 통해 입력하고 인텔 아키텍처 기반 플랫폼 서버에 저장함으로써 실시간 정보 교환을 가능하도록 한다. 또한, 수집된 정보는 신생아실 모니터나 프린터로 출력되며 가족들에게도 실시간으로 제공될 수 있다. 원주기독병원측은 "RFID 의료 솔루션을 도입함으로써 신생아 정보 관리의 정확성과 효율성이 크게 개선됨은 물론, 대외 이미지 향상과 시스템 운영비용 절감 효과까지 얻을 수 있을 것으로 기대한다"고 말했다.



(그림 7) 신생아관리를 위한 RFID 태그

3.6 RFID/USN을 이용한 홈 헬스케어

만성질환자들은 언제, 어디서나 건강상태를 확인하여 의료서비스를 받을 수 있다. 당뇨나 비만, 고혈압 등을 앓고 있는 만성질환자들이 무선 인터넷이나 PC, 휴대전화 등을 이용해 수시로 자신의 건강상태를 체크, 의료기관으로부터 실시간 진료를 제공받을 수 있는 시스템인 것이다. 이 시스템이 완비되면 유비쿼터스 헬스케어 센터는 만성질환자의 혈압과 혈당, 호흡상태 등 건강 관련 정보를 환자의 몸에 부착된 전자태그인 RFID칩과 무선인터넷 등을 통해 수시로 체크할 수 있다. 센터측은 이렇게 모은 환자의 신상과 병력, 상태 등을 자동으로 추적하고 전문의가 실시간 이를 확인한다. 그리고는 환자에게 그 상태에 맞는 적합한 정보를 제공해 준다. 만약 주위에 돌보는 사람이 없는 상태에서 환자가 쓰러진 경우에는 즉각 앰블런스를 출동시켜 응급처치에 나선다.

3.7 RFID 건강검진시스템

2007년 3월 1일 대구의료원 건강검진센터 건물로 들어선 김일수(50, 가명)씨는 접수를 마치고, 간호사로부터 목걸이형 RFID(전자태그) 단말기 하나를 받았다. 잠시 기다리자 목걸이에서 신호가 울리고 디스플레이 화면에 “위내시경 검사실로 오세요”라는 글씨가 나타났다. 검진대상자를 찾는 간호사의 분주한 발걸음과 목소리, 언제 자신의 이름이 불릴지 몰라 애타게 기다리는 환자의 모습은 찾기 어렵다. 여느 병원 건강검진센터처럼 대기실이 분주하지도 않았다. 반경 100m까지 신호가 전달되기 때문에 검진 대상자들은 화장실이나 매점, 휴게실 등 센터 주위를 마음대로 다녀도 진료시간을 놓치지 않기 때문이다. 김씨가 검사실로 들어서자 입구에 설치된 RFID 단말기는 “입실”을 확인하고, 검사실을 나서면 “검사완료”를 자동으로 기록한다.

이에 따라 컴퓨터 프로그램은 다음 환자에게 진료를 받을 시간이 됐다는 사실을 알리게 된다. 환자용 RFID 단말기에는 또 라디오 기능이 있다. 지루한 대기시간을 덜어주기 위한 개발사(주)나인원의 배려다. “RFID 건강검진 효율화 시스템” 프로그램에는 어느 검진실의 대기시간이 가장 짧은지를 자동 분석, 환자에게 알려주는 기능을 갖추고 있다면서 이 때문에 2005년 6월까지 3개월간 대구의료원에서 시범 적용해 본 결과 환자의 대기시간이 20% 이상 줄어드는 것으로 확인되었다. 그만큼 하루에 진료할 수 있는 환자 수도 많아진다. RFID 건강검진 효율화 시스템의 또 다른 수혜자는 간호사, 환자들에게 자동으로 해당 검진실이 통보되기 때문에 환자를 일일이 찾아다닐 필요가 없을 뿐만 아니라 진료차트 역시 컴퓨터 프로그램으로 검진실에서 검진실로 자동 전달되어서 일손이 크게 준다. 따라서 건강검진 담당 간호사의 생산성이 최고 50%까지 높아질 수 있을 것으로 기대된다.

3.8 RFID를 이용한 의료폐기물 관리

RFID(무선인식)가 대표적 수요처였던 제조, 유통 분야에서 병·의원으로 확산되고 있다. 특히 2008년 8월 3일부터 의료폐기물의 이력추적 관리에 RFID를 의무 적용해야하는 ‘폐기물관리법’이 개정, 시행됨에 따라 이에 대응하려는 수요가 일고 있다. 아울러 환자, 의약품, 혈액 관리까지 적용 분야도 다변화하고 있다. 의료폐기물 RFID 시스템을 시범 운용하는 환경자원공사 관계자에 따르면 2006년부터 2007년까지 시범운용에 참여한 병의원 및 운송업체는 전체 적용대상인 5만4501개 가운데 20% 가량인 1만393개로 꾸준히 늘고 있다. 또 RFID시스템에 의한 의료폐기물도 2006년 1월부터 10월까지 3802톤에 이르렀다. 이는 연간 의료폐기물(2005년도 기준 5만8229톤) 가운데 7% 정도다. 2008년 8월 3일부터는 개정 폐기물관리법 시행으로 전국 병의원

과 운반업체, 처리업체 등이 모두 RFID 시스템을 의무 적용해야함에 따라 관련 수요가 폭발적으로 늘 전망이다. 이지케어텍 관계자는 "의료폐기물에 부착되는 RFID 태그는 재활용되지 않고 폐기물 소각과 함께 버려지는 것이어서 관련 수요가 일회로 그치지 않고 지속적으로 발생한다"며 시장 전망을 밝게 점쳤다.

<표 1> 의료폐기물 RFID 적용시 연간 경제적 효과

(단위: 원)

구분	업무내용	현행비용	RFID 적용 시 예상비용	절감효과
배출자 (병의원)	태그부착 대장 및 인계서 작성 실적 보고	69억 1364만	5억 4822만	63억 6442만
운반자	인계서 작성 및 대장 관리 실적보고	53억 269만	2억 4812만	50억5457만
처리자	인계서 작성 및 대장 관리 실적보고	22억 7818만	1억 2406만	21억 5412만
총		114억 9450만	9억 2140만	135억7311만

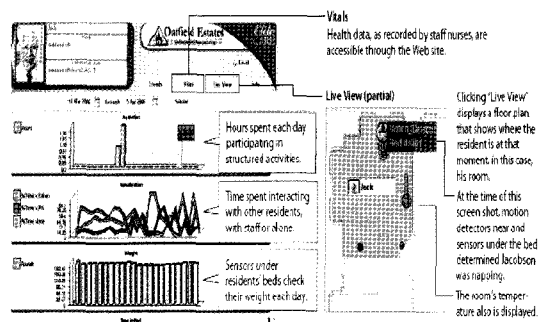
(출처: 한국환경자원공사)

3.9 해외사례

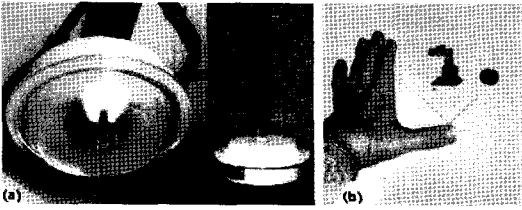
3.9.1 Elite Care

지난 2000년 9월, 미국 오리건주 밀워키의 한 적한 숲속에는 열두 가정의 노인들을 수용할 수 있는 '엘리트 케어(elite care)'가 설립됐다. 엘리트 케어는 노인들이 최대한 자유롭고 가족적인 생활을 영위하면서도 철저한 간호서비스를 받을 수 있도록 다양한 유비쿼터스 기술을 채용했다. 엘리트 케어에는 노인들의 움직임을 감지할 수 있는 센서들이 곳곳에 장착됐다. 이들 센서들은 늦은 시간에 잠에서 깬 노인을 위해 자동으로 화장실 불을 켜거나 깨어 있는 동안 노인에게 관한 정보를 기록하는 역할을 수행한다. 간호원들은 센서를 이용해 도움을 필요로 하는 노인들을 발견하고 데이터베이스를 통해 노인들의 건강상태와 약물투약상태 등에 대한 기록을 관찰할 수 있

다. 따라서 노인이 필요로 할 때만 도움을 제공한다. 노인들은 생활을 영위하는데 있어서 최소한의 간섭만 받는다. 노인들은 자립심을 가지고 자율적으로 생활함으로써 환자로서가 아니라 건강인으로서의 삶을 유지한다. 이같은 엘리트 케어는 노인복지시설에 퍼베이션 컴퓨터를 접목한 것으로 아파트 단지와 같은 구조다. 노인들은 조그마한 위치 추적 배지를 부착하고 다닌다. 엘리트 케어 곳곳에 심어진 센서들은 노인들의 배지를 계속 추적해 의식상실 증세가 있거나 방향 감각을 잃고 배회하는 노인들을 발견한다. 배지를 부착한 채로 감지영역을 이탈하면 경고음이 울려 간호원에게 알린다. 또 노인들의 개별 침대에는 몸무게 측정 센서가 내장돼 있어 몸무게 변화뿐 아니라 수면 중의 몸부림과 같은 움직임까지도 감지할 수 있다. 노인들이 하루에 몇 번이나 화장실을 사용하는지를 감지, 비뇨기에 어떤 이상이 있는지도 체크한다. 엘리트 케어의 퍼베이션 컴퓨터 적용은 성공적이었던 것으로 평가된다. 각종 센서들은 노인들의 신경을 거슬리지 않도록 공간 구석구석에 숨겨져 있다. 그 결과 다양한 센서의 존재가 노인들의 사생활을 침해하지 않으면서도 집중적인 간호를 필요로 하는 노인들을 발견함으로써 의료서비스를 효율적으로 제공할 수 있게 됐다.



(그림 8) 엘리트 케어시스템 화면



(그림 9) 엘리트 케어 시스템에서 사용되는 센서와 배지

3.9.2 스마트 의료 홈 프로젝트

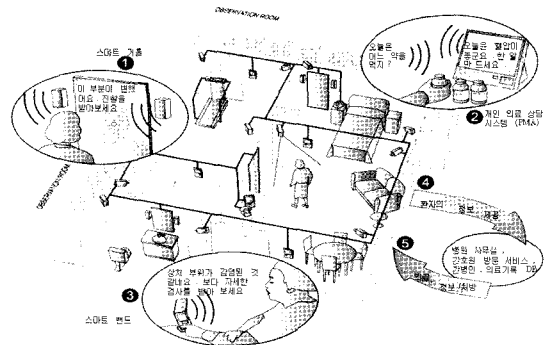
로체스터대학의 미래건강센터(Center for Future Health)가 수행하는 스마트 의료 홈 프로젝트는 의료공간의 확대를 연구하는 가장 대표적인 사례다. 로체스터 대학병원 내부에 설치된 스마트 의료 홈 실험실은 실제 가정의 공간을 그대로 본떠 설계됐다. 스마트 의료 홈은 다섯 개의 방으로 이뤄져 있으며 적외선 센서, 컴퓨터, 바이오 센서, 비디오 카메라 등으로 구성된다. 이들은 유비쿼터스 기술을 활용해 가정을 의료공간으로 변화시키기 위한 각종 아이디어를 테스트하고 시제품을 고안한다.

먼저 스마트 의료 홈은 다양한 스마트 센서들의 네트워크로 구성된다. 스마트 센서들은 환자의 의료정보를 수집하는 역할을 수행한다. 스마트 거울은 피부의 변화는 물론 암 발병의 가능성까지도 체크한다(그림 10의 ①). 칩이 내장된 스마트 밴드는 상처의 치유 상태를 지속적으로 체크한다(그림 10의 ③). 또 집안 곳곳에 설치된 비디오 센서들은 환자의 움직임을 관찰하여 환자의 상태를 체크한다. 혈당 센서가 부착된 허리띠와 심장박동을 측정하는 센서가 부착된 휴대폰 등도 시시각각 변하는 환자의 건강상태를 체크한다. 이러한 스마트 센서들은 긴밀한 네트워크를 통해 연결돼 있으며, 이들 센서들이 산출한 정보들은 '개인의료상담' 시스템으로 전달된다.

개인의료상담시스템에 의해 기록된 데이터는 병원의 의사나 간호사·간병인 등에게 전송된다. 이 때 어떤 데이터를 언제 보낼 것인가는 환자가

직접 통제할 수 있다(그림 10의 ④). 환자의 데이터를 전달받은 의사·간호사·간병인은 처방전을 회신하거나 상황에 따라 가정을 직접 방문할 수도 있다(그림 10의 ⑤). 처방전을 전달받은 개인의료상담시스템은 환자에게 그 내용을 설명하고 처방에 따른 병세의 차도를 관찰한다.

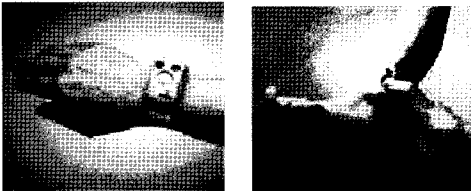
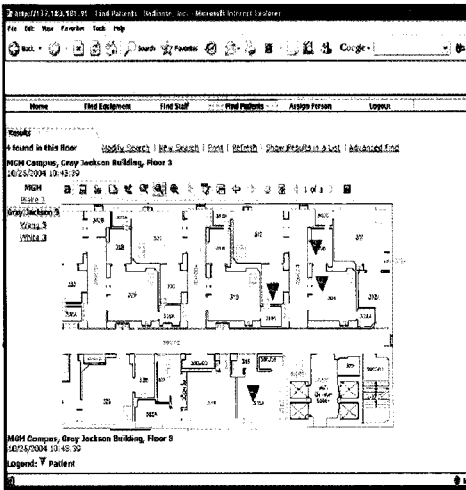
이같은 스마트 의료 홈은 환자의 개인정보가 쉽게 노출될 수 있다는 취약점을 지니고 있지만 의료서비스의 새로운 구도를 보여준다. 기존에는 환자가 병원에 예약하고 의사를 찾아가 진료를 받았지만 유비쿼터스 시대에는 의사가 환자를 찾아간다는 점이다. 환자의 상태를 지속적으로 체크하다가 치료가 필요하다고 판단될 때 의사가 환자에게 전화를 걸어 예약하고 찾아가 진료를 한다. 최근 메디다스에서 사명을 바꾼 국내 의료정보화업체인 유비케어(UBCare)는 이를 두고 '찾아가는 병원'의 시대가 도래했다고 표현하고 있다.



(그림 10) 스마트 의료 홈

3.9.3 환자동선관리

미국 메사추세츠 종합병원에서는 RFID와 GPS 기술을 응용하여 의료기기, 의사, 간호사, 환자의 위치정보를 확인하고 동선을 관리하며 이동 및 체류시간 정보를 관리한다. 의료인과 환자는 손목과 발목에 RFID 태그를 부착하여 위치를 파악함으로써 환자의 상황을 기반으로 하는 의료서비스를 제공함을 목적으로 한다.



(그림 11) 환자동선 관리 화면과 RFID 태그

4. 결론

의료환경에 RFID/USN 기술을 도입함으로써 보건의료 서비스의 변화에 대한 긍정적인 평가가 높다. 먼저 환자가 응급 상황시 환자가 홀로 있는 경우에도 의료인의 신속한 대응이 가능하다는 점, 의료 장비를 효율적으로 관리할 수 있다는 점, 따라서 의료 업무의 효율성을 최대화할 수 있어 양질의 의료서비스가 가능하다는 점이다. 그러나 한 편으로는 의료 분야에서 RFID 활용의 증가에 따른 우려의 시각도 높다. 즉 RFID 태그가 인체에 이식되거나 부착될 경우 개인의 위치 파악은 물론 신상정보 등이 노출돼 프라이버시 침해에 대한 우려가 높기 때문이다. 이에 따라 정보통신부는 'RFID 프라이버시보호 가이드라인'을 확정·발표했다. 가이드라인에 따르면 RFID 취급사업자는 법률에 정한 경우 또는 이용자의 명시적 동의가 없을 경우 RFID 태그에

개인정보를 기록하거나 인체에 이식할 수 없다. RFID 태그에 기록된 개인정보를 수집하거나 RFID 태그의 물품정보 등과 개인정보를 연계하는 경우 미리 그 사실을 이용자에게 통지하거나 쉽게 알아볼 수 있는 방법으로 표시해야 한다. 가이드라인처럼 RFID에 환자의 개인정보 기록이나 인체 이식이 금지된다면 실질적으로 병원에서 환자관리에 필요한 정보를 담아내기가 힘들기 때문에 RFID의 장점을 100% 활용하기가 힘들다. RFID는 노인, 장애인이나 환자에게 센서를 이식하는 기술로, 궁극적으로 의료산업 및 기술에 획기적인 대안이 될 것이나 산업 초기 단계부터 RFID나 센서에 정보를 저장하지 못하거나 이식하지 못하도록 금지된다면 헬스케어 산업 발전에 상당한 지장을 줄 수 있다. 따라서 RFID가 활성화되기 전에 관련 법제도와 기술표준화 등 제반 문제를 재정비할 것을 촉구하는 관련 업계의 목소리에 귀기울여야 한다.

이러한 문제점을 극복한다면 현재 시도되고 있는 RFID/USN 기술과 유무선 네트워크 기술을 접목하는 u-헬스케어는 미래의 삶의 질 향상과 보건의료비용의 절감을 위한 중요한 열쇠가 될 것이다.

참고문헌

- [1] 통계청, "2004 고령자 통계", 2004. 10.
- [2] 지 경용 외(2005), "유비쿼터스 시대의 보건 의료", 진한 엠앤비
- [3] "바코드는 환자가 한 일을 다 알고 있다", E-헬스 통신, 2005. 11. 24.
- [4] Early Tales from the RFID front, Health Data Management, August 16, 2004. Available at: <http://www.healthdatamanagement.com/html/current/CurrentIssueStory.cfm?PostID=18021>
- [5] 백 성주, "전자태그, 환자 뒤바뀌는 사고 미

- 연에 방지”, 데일리메디, 2006. 04. 19.
- [6] 조 성훈, “짜통 의약품 잡는 RFID 첫선”, 디지털 타임스, 2006. 06. 20.
- [7] 아이 콤 정보시스템, “의약품관리 바코드 시스템 구축안” 2000. 2.
- [8] 전자신문 2005년 11월 14일자 ([u-세상 속으로](39)메가트렌드 2005①의료)
- [9] 전자신문 2005년 11월 3일자 김익중 기자 ([모빌리티 컴퓨팅이 온다](13)영광종합병원 성공사례)
- [10] 전 황수, 조 원진(2004), “유비쿼터스 시대의 새로운 서비스 모델 창출 방안 연구”, 전자통신동향분석 제19권 제6호, p.170.
- [11] 병원의 위기 대전일보 김 회수 2005-07-30
- [12] 지 경용(2005), “u-Health의 활성화를 위한 법, 제도 방안”, 디지털타임스, 2005. 9. 12
- [13] 지 경용 외(2005), “통신사업자의 u-Health 비즈니스 진입을 위한 의료공급자와 수요자의 FGI 보고서”, 네트워크경제연구팀, 한국전자통신연구원
- [14] 지 경용 외(2005), “u-Health 비즈니스 전개를 위한 국내외 시장 환경 분석”, 네트워크경제연구팀, 한국전자통신연구원.
- [15] 지 경용, “u-Health 비즈니스 전망 및 시장 활성화 방안”, ETRI 정보통신서비스 연구단
- [16] 지 경용, 김 문구, 박 중현, “u-Health 수요 전망과 시장개발 방향”, 정보통신연구진흥원 주간기술동향, 2006. 02. 01.
- [17] 전 승표, 박 창걸, 박 래웅(2005), “U-헬스: U-헬스 환경에서 보건의료 서비스 공급자의 이슈”
- [18] 조 성훈, “미래 위험까지 IT로, 산업계 만능 보험 RFID”, 디지털타임스, 2006. 11. 07.
- [19] 한국전산원, 유비쿼터스 사회의 발전 추세와 미래 전망, 2005.
- [20] 한국전산원, 유비쿼터스 시대의 환경 복지 서비스 발전방안 연구, 2004.
- [21] “의료분야에서의 RFID 기술의 응용”, 2004
- [22] “의료혁명의 시작: u-health”, <http://www.nia.or.kr> 한국정보사회진흥원
- [23] “RFID in Healthcare”, 정보통신연구진흥원 주간기술동향, 2006. 07. 26.
- [24] LG CNS, “RFID기반 특수약품 추적관리 시스템”, 2006. 04. 24.

저자약력



김보연

1989년 이화여자대학교 전자계산학과(학사)
 1991년 서울대학교 대학원 컴퓨터공학과(석사)
 1998년 서울대학교 대학원 협동과정 의용생체공학전공(박사)
 1999년~2000년 경희대학교 동서의학대학원 의료공학전공 연구전임강사
 2000년~2006년 강원대학교 전기전자정보통신공학부 정보통신공학전공 BK조교수
 2006년~현재 디노플러스(주) 기술연구소 소장
 2006년~현재 한양대학교 정보통신대학 겸임교수
 관심분야 : 인공지능, 생체신호분석, 의료기기, u-헬스케어
 이 메 일 : bykim@dinnoplus.com