



이

Special Theme

유비쿼터스와 안전관리

RFID/USN 서비스 및 기술 동향

글 • 표철식 한국전자통신연구원

RFID/USN 서비스 및 기술 동향



1. 머리말

RFID/USN(Radio Frequency Identification /Ubiquitous Sensor Network)은 사물이나 생활공간에 부착된 태그나 센서로부터 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 첨단지능형 사회의 기반 인프라다.

RFID/USN은 유통/물류, 건설, 교통, 농업, 국방, 의료 등 다양한 산업에 적용되어 기술, 산업 간 융합의 핵심분야로 광범위한 사업기회를 창출할 수 있을 것으로 기대되는 미래 유망 성장 산업으로 주목받고 있다. 현재 다양한 RFID/USN 응용 서비스에 대한 기술적 실행 가능성이 연구되고 있지만,

아직까지 응용 서비스시장 및 산업에서 기술 채택과 상업화는 아직 초기단계에 있다.

RFID/USN은 우리가 관심이 있는 모든 사물에 통신기능이 있는 전자태그를 부착하고 이를 통해 사물 인식정보를 기본으로 주변 환경정보, 가령 온도나 습도, 압력, 충격, 오염 등을 탐지해 이를 실시간 네트워크를 통해 전송 또는 관리한다. RFID/USN은 모든 사물에 컴퓨팅과 통신 능력을 부여해 언제 어디서나, 어떠한 대상과도 의사소통이 가능한 지능형 컴퓨팅 환경을 구현하는 것이며, 이것이 이른바 유비쿼터스 사회의 근간이 된다. 이와 같은 유비쿼터스 환경이 구현되면 세상은 평온하고 지능화된 느낌에, 상황 인지능력을 갖추게 되어 생산적이며 대응능력을 지원받을 수 있는 안락한 상황이 된다.

사소하게는 주방의 음식물이 끓어 넘쳐 타거나 이로 인해 화재가 발생하는 것을 스스로 제어하고 방지해주는 것에서부터 우리가 매일 마시는 물을 저장하는 상수원에서 오염수치가 높아지면 즉시 관리자에게 알려서 조치를 취하도록 하거나 스스로 알아서 오염된 물을 정화시킨다. USN 기술을 공공 분야에 적용시키면 산불이나 하천범람, 산사태 등의 발생 정보를 실시간으로 파악할 수 있어 효과적인 대국민 경보체계를 구축할 수 있다. 문화재, 도로, 터널, 지하매설물 등에도 적용할 수 있다. 문화재나 미술품에 전자태그를 부착하면 분실할 경우 해당 물품이 어디에 있는지를 파악할 수 있으며, 사회간접자본(SOC)에 응용할 경우 도로, 지하매설물 등을 실시간으로 모니터링할 수 있어 방재시스템과 연계가 가능하다.

유비쿼터스 IT 실현을 목표로 미국은 2010년 NITRD(Networking and Information Technology R&D)프로그램과 NSF(전미과학재단)에서 센서 네트워크 관련 연구를 주도적으로 추진하고 있고, 유럽은 IST(정보사회기술)



프로그램을 통해 USN 연구개발 및 인간 중심의 'Ambient Intelligence' 비전 실현을 준비하고 있으며, 일본은 u-Japan 정책 기반 하에 2010년까지 세계 최첨단 u-Network 구축을 목적으로 USN 기술개발을 추진 중에 있다.

국내에서는 2004년부터 RFID/USN 기술을 u-IT 839 전략의 중요한 기술분야로 선정하고 USN 구축 기본계획을 수립하여 서비스 및 수요 확산, 기술개발 및 표준화 등 인프라 구축 및 산업 육성정책을 적극적으로 추진하고 있으며, 2007년에는 국가 사회 전반의 투명성과 효율성을 제고하기 위한 확산발전 정책을 수립하여 2008년부터 본격적으로 추진할 전망이다. 최근에는 기존의 정보통신부와 산업자일부에서 독자적으로 추진해온 RFID/USN 추진정책을 통합하여 지식경제부 주관으로 RFID/USN 산업발전 전략과 통합 청사진 로드맵을 수립 중에 있다.

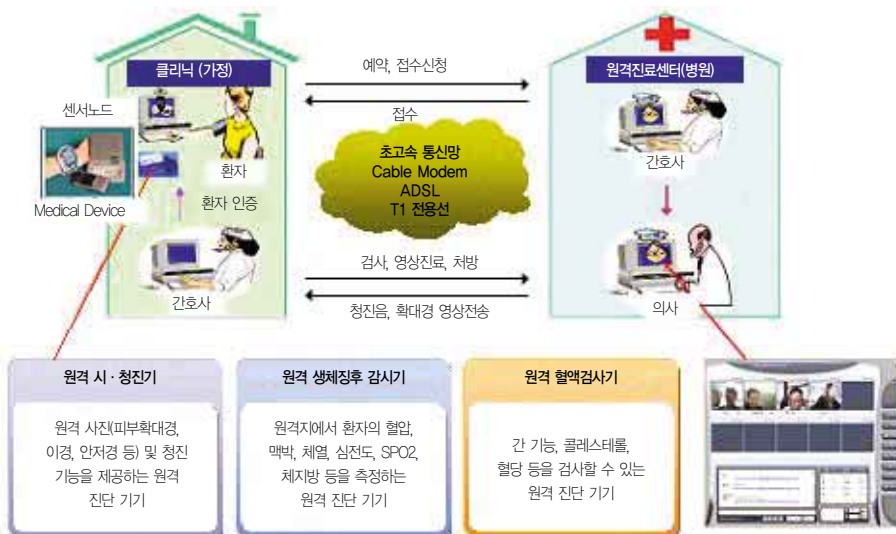
본고에서는 RFID/USN 기술의 개념과 현황 및 주요이슈를 살펴보고 향후 기술발전 전망을 알아본다.

2. RFID/USN 응용 서비스 사례

가. u-헬스케어

u-헬스케어(healthcare)란 유무선 네트워크를 활용해 '언제, 어디서나' 이용 가능한 건강관리 및 의료 서비스를 지칭하는 것으로, u-헬스케어의 범위는 환자의 질병을 관리하는 의료기기 산업 및 의료 서비스로부터 일반인의 건강을 유지·향상하는 서비스까지를 포괄한다. 병원뿐만 아니라 집·학교·직장·극장·백화점·공원·도로는 물론 숲과 산에서도 의료 서비스를 받을 수 있다.

먼저 u-헬스케어로 인한 병원의 변화부터 살펴보면, 환자는 개인정보가 담긴 RFID카드로 병원 내에서 무인안내시스템을 통해 예약·접수·수납까지 자동으로 처리할 수 있다. 개인의 건강·진료정보는 물론 처방기록 등이 체계적으로 관리되고, 의사와 간호사도 디지털 진료차트를 사용하여 각종 종이서류와 X선·CT·MRI 필름 등이 사라진다. 또한 의약품에 RFID태그를 부착하여 재고관리 및 각 환자에게 올바른 처방이 수행되도록 관리할 수 있으며, PDA폰과 노트북PC를 통해 환자 상태를



〈그림 1〉 u-헬스케어 서비스 개념도

언제든 체크할 수 있다.

병원뿐만 아니라 환자의 집, 요양소 등 의료 환경이 우리의 생활 속으로 들어오고 있다. 가장 대표적인 사례로 로체스터대학의 미래건강센터(Center for Future Health)가 수행하는 스마트 의료 홈 프로젝트를 들 수 있다. 스마트 의료 홈은 다양한 스마트 센서들의 네트워크로 구성된다. 스마트 센서들은 거울, 밴드, 허리띠 등 다양한 형태로 피부 변화, 혈당, 심장박동, 환자의 움직임 등 사용자의 건강상태나 치유상태 등의 의료정보를 수집한다. 이들 센서들이 산출한 정보들은 ‘개인의료상담’ 시스템으로 전달되어 약품 복용 관리나 궁금한 의료정보 등을 환자에게 제공하고, 이들 정보를 병원 등에도 전송한다.

<그림 1>과 같이 환자의 몸에 생체정보를 감지할 수 있는 센서나 센서가 장착된 의학적장치를 사용하여 환자가 병원에 방문하지 않더라도 언제, 어디서나 주치의 및 의료기관의 진단 및 처방이 가능한 원격 의료 서비스로 발전되고 있으며, 원격 건강관리 서비스로 적용이 확대될 수 있다.

이러한 u-헬스케어는 가정보다 훨씬 광범위한 영역으로 확대 적용할 수 있다. 치명적인 전염병을 감지할 수 있는 센서들을 도로와 공원의 곳곳에 심는 경우 도시 전체가 면역공간으로 작용하여, 전염병을 전달시키는 곤충이나 보균자가 발견되자마자 비상경계령을 발동시켜 시민들을 대피시킬 수도 있다.

또한 u-헬스케어에 의한 의료 서비스 공간은 다른 활동과 결합됨으로써 새로운 차원의 서비스를 창출할 수 있다. 예를 들어 식생활이 이뤄지는 음식점과 결합할 경우 당뇨환자의 식단을 쉽게 관리할 수 있으며, 다이어트 중인 사람의 식단을 일정한 칼로리를 초과하지 못하도록 통제하는 것도 가능하다.

나. 재난·재해 방지 및 범죄 예방

<표 1>과 같이 최근의 태풍, 집중호우 등 기상이변으로 인한 피해가 속출하면서 자연재해의 빈도와 피해가 대규모화되어가고 있으며, 성범죄 및 유괴도 매년 증가하여 사회문제로 심각하게 대두되고 있다. 이렇듯 빈번한 재난재해, 범죄 등 최근 사회 안전문제에 대한 부정적 인식이 확산되는 추세이며, 사회적 불안요인의 다각화로 안전한 삶에 대한 관심이 증대되고 있다.

구분	1960년대	1970년대	1980년대	1990년대	2000~2002년
인명피해(명)	1,992	3,303	2,850	1,424	401
피해액(억원)	8,298	16,208	43,547	63,546	80,590

<표 1> 자연재해로 인한 인명피해와 피해금액

이와 관련해서 먼저 재난재해 관리와 관련된 RFID/USN 기술 적용 사례를 살펴보기로 한다. 1,300명의 사망자를 낳은 태풍 카트리나 재난 시 사망자의 신원확인을 위해 약 300여 구의 시신에 신장, 몸무게, 머리카락, 의복 등 신체정보를 저장한 RFID 칩을 삽입하여 신원확인 시간을 최소화하였다. 프라이버시 침해라는 반발도 일부 있었으나, 시신분실 방지라는 명분이 보다 설득력을 발휘했다. Caltech대학과 일본의 세이코 엠손사는 2004년에 센서나 감지기를 착용한 실종자를 파리의 비행 역학 기술과 냄새 추적 원리를 이용하여 추적하는 Robofly, MFR(Micro Flying Robot)을 출시하였다. 넓은 지역의 실종자 수색, 테러 발생 시 현장 상황전송, 재난 현장에서 인명 구조용 등 다양하게 활용 가능하다. 하지만 현재는 재난재해 경고 정보 제고 및 복구 단계에 RFID/USN 기술이 적용되는 수준이며 대부분은 연구목적으로 기술 개발이 행해지고 있다.





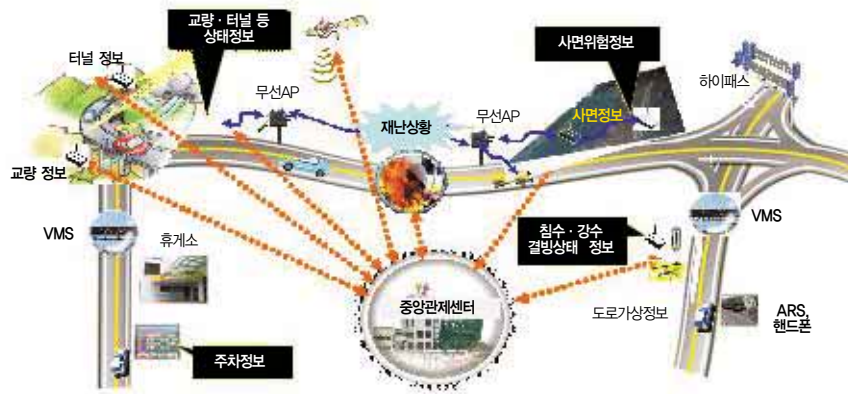
정부는 2007년도 신규 u-서비스 시범사업으로 터널 안에 화재감지를 위한 연기, 온도센서, 미세먼 지 및 지진감지를 위한 진동센서 설치를 통해 터널 화재 및 붕괴로 인한 피해를 예방하는 ‘u-터널안전관리 모니터링 시스템’ 사업을 추진 중이다.

현재 국가기반 시설물 등의 자산 규모는 600조 원 이상으로 주로 1970~1980년대에 건설된 시설물이 대부분이다. 이 중 대형 토목, 터널, 건축구조물과 같이 안전성이 최우선적으로 고려되어야 하는 구조물은 정확하고 정밀한 설계, 시공과 함께 안전한 사용성의 확보를 위해 지속적이고 세심한 유지관리가 반드시 필요하다. 하지만 최근까지 국내 건설정책은 구조물의 완공 자체에만 치중하여 유지관리에 대해서는 상당히 소홀하였던 것이 사실이었다. 그러나 ‘시설물의 안전관리에 관한 특별법’이 제정(1995.01.05)되고 주요구조물에 대한 유지관리 시스템이 구축되는 등 유지관리에 대한 중요성이 확대되고 있으며, 시설물의 상태에 따라서 노후화를 예측하여 사전에 대비하고 합리적인 관리 계획을 수립하고자 하는 연구가 활발히 진행 중이다. USN 기술을 이용하면 실시간 상태 모니터링이 가능하여 효율적이고 안정적인 데이터 수집이 가능하여 예방적 유지관리가 가능하다.

대표적인 사례로 2006년 USN 현장 시험사업의 일환으로 추진된 교량 모니터링 시스템은 1993년 준공된 부산 구포대교에 USN기반의 가속도(진동), 변형률, 풍향·풍속, 거리측정, 온도센서를 설치하여 과적차량 및 교량의 진동에 대한 실시간 정보수집을 통해 교량의 안전 정보를 실시간으로 모니터링 한다. 궁극적으로 교량의 유지관리 모니터링 시스템은 교량의 손상을 초기에 파악하여 교량의 안정성과 사용성을 확보하고 유지관리 비용을 최적화하는 데 목적이 있다. 이러한 시설물 유지관리 기술은 도로, 교량, 터널, 사면 등의 관리 시스템 개발에도 적용되고 있다.

또한 정부는 2007년 USN 시범사업으로 고속도로 구간에 각종 센서와 USN 기술을 활용하여 안개, 노면, 강우 등의 상태를 실시간 모니터링하고 위험 상황정보를 주요 관리자에게 전달하는 ‘고속도로 상태 모니터링’(<그림 2> 참조) 시스템 구축 사업을 추진하고 있다.

다음으로 범죄 및 테러예방 적용 사례를 살펴보면, 미국 스탠포드대학 의료원에서는 신생아 유괴 방



〈그림 2〉 고속도로 상태 모니터링 서비스 개념도

지 및 바뀌는 사고의' 방지를 위해 2001년부터 산모와 신생아에 RFID태그를 활용하고 있다. 멕시코에서는 아이의 신상정보를 입력한 칩을 아이의 어깨, 엉덩이 등에 이식하고 상점가, 버스정류장 등에 스캐너를 설치하여 위치를 추적하도록 하였다. 마이크로칩 제거로 인한 신체 손상 및 종교적 갈등 우려에도 불구하고 멕시코에서는 정부 차원에서 프로젝트를 지원하고 있다.

일본은 총무성과 마쯔시타 전기산업의 기술협력 하에 오사카부, 오사카시 등과 제휴하여 2005년 말에 자동판매기에 길거리 주시 센서 시스템을 설치하고 아동이 휴대한 전자태그와 연동시킴으로써 아동의 등하교, 거리 통과 등을 검지하는 서비스를 실시하였으며, 실시간으로 수집한 정보를 휴대전화나 인터넷으로 발송하고 학부모나 선생님이 문의한 정보를 제공하고 있다.

정부는 2007년도 신규 u-서비스 시범사업으로 USN 기술을 이용하여 차량속도를 감지하여 규정 속도(30km)를 준수하도록 하고 주·정차 위반차량에 대한 경보체제를 구축하는 'u-스쿨존 어린이보호구역 안전 시스템' (〈그림 3〉 참조)을 구축 중이다. 테러 방지 목적으로 미국을 필두로 이름, 성별, 생년월일, 사진, 여권정보, 지문 등 개인정보를 담은 RFID칩이 장착된 전자여권 발급이 점차 확대되어 국제 간 협력을 통해 테러 용의자 등에 대한 감시추적이 강화되고 있다. Myriland대학에서 시범 서비스하는 'Gas sensor networks' 는 전 세계적으로 증가하고 있는 테러위험에 대응하기 위한 것이며, 이 장치는 빨리 정확하게 도심영역에서 화학 테러 공격을 감지하고 가스 유무를 즉각 감지함으로써 인명사고를 줄이기 위한 목적으로 개발되었다.



〈그림 3〉 U-스쿨존 어린이보호구역 안전 서비스 개념도



안전분야에 대한 RFID/USN 기술 적용은 그 실익만큼 잘못 적용될 경우 생명이나 안전에 대한 위험도 막대할 것이므로 편리성이나 첨단성을 강조하기보다는 저항감이 낮은 분야, 가장 기본적인 불안요인을 감소시켜주는 분야의 서비스를 우선 제공하고, 활용을 제도화하는 등 전략적 접근이 필요하며 프라이버시 보호문제에 대한 사용자의 저항이 최대 걸림돌이 될 수 있으므로 해결 방안을 함께 고려하여 추진하여야 할 것이다.

다. 환경 감시

현재 대전광역시시는 국내 최초로 'USN 기반의 하천 생태복원 모니터링 시스템' 구축 사업을 진행 중이다. 이 시스템은 대전광역시의 3대 하천의 7개 주요 교량 주변에 USN 센서를 설치해 수소이온농도(pH)·용존산소(DO)·수온 등의 수질은 물론 수위, 대기질(온도·조도·습도·자외선) 정보를 주기적으로 측정하여, 환경의 오염이나 기온상승, 자외선지수 초과 등의 이상 징후가 나타날 경우 이 정보는 즉시 관리자에게 문자메시지로 전송된다. 또한 수집된 정보는 USN 장비를 통해 실시간으로 저장되며 모니터링된 정보는 전광판을 통해 시민들에게 제공됨으로써, 시민들은 대전 하천 생태 및 환경 변화에 대한 대응도 할 수 있게 된다.

대전시 첨단진흥재단에서 수행하는 이 사업은 현장 설치(2007년 9월까지)와 기술 테스트(11월) 등을 거쳐 내년부터 1년간 시범운영을 실시한 뒤 2009년부터 본격적인 운영에 들어갈 방침이다. 대전시는 이 사업을 통해 유비쿼터스 기술을 실생활에 적용함과 동시에 대전 3대 하천의 생태복원을 통해 시민들의 삶의 질을 높일 수 있을 것으로 기대하고 있다.

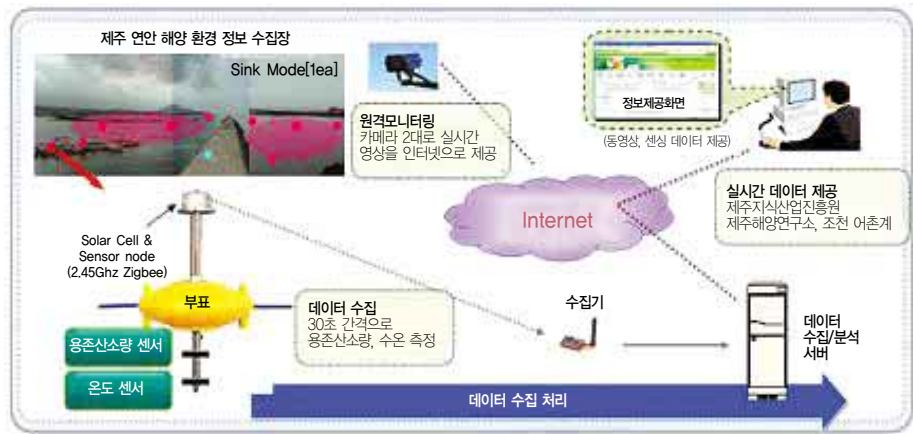


〈그림 4〉 대전시 하천 모니터링 서비스 개념도

한편, 최근 급증하는 이상 기후, 해양 오염, 환경재해 등으로 인해 해양 생태계 또한 청정도를 위협받고 있다. 특히 우리나라와 같이 수산물의 생산·소비가 많은 나라에서는 해양 관광자원의 확보와 해양 수산물의 상품성 제고를 위해 청정지역 유지가 필수적이다. 이를 위해 제주도에서는 해양환경 데이터에 근거하여 위험을 자동으로 인지하고 능동적으로 후속 대응을 할 수 있는 체계를 구축하고자, 제주 연안 해양환경 정보수집 시스템을 구축하였다. 해상 환경을 살펴보기 위해 무선으로 상태를 모니터링할 수 있는 센서노드를 부표에 부착하여 설치하고, 해수 온도 및 용존 산소량 등을 지속적으로 모니터링하는 시스템이다. 제주도는 이를 통해 해양 오염도를 실시간으로 측정하고, 적조 및 백화 이외의 각종 바이러스 감염 여부를 파악함으로써, 해양의 청정성 유지, 어족자원 관리, 해수온도와 관련



된 기상 징후 파악 등이 가능할 수 있을 것으로 기대했다. 이렇듯 청정환경이 유지된다면, 한우 등급 제와 마찬가지로 수산물에서도 청정 1등급과 같은 꼬리표를 발견할 수 있을 것이다.



〈그림 5〉 USN 기반의 제주연안 해양환경 정보수집 서비스 개념도

3. RFID/USN 요소 기술

RFID/USN 기술은 매우 포괄적이고 개념적인 의미를 가지고 있어 관련 기술을 계층적으로 체계화하여 정의할 필요가 있다. 이 기술은 〈그림 6〉과 같이 모든 사물과 물리 환경계의 다양한 상태정보를 효율적으로 감지하여 전달하는 RFID/센서네트워크 기술, 수집된 정보를 저장·가공·통합하고 상황인식 정보 및 지식 콘텐츠 생성을 통하여 서비스를 제공하는 RFID/USN 미들웨어 플랫폼 및 RFID/USN 서비스 플랫폼 기술로 구성된다.

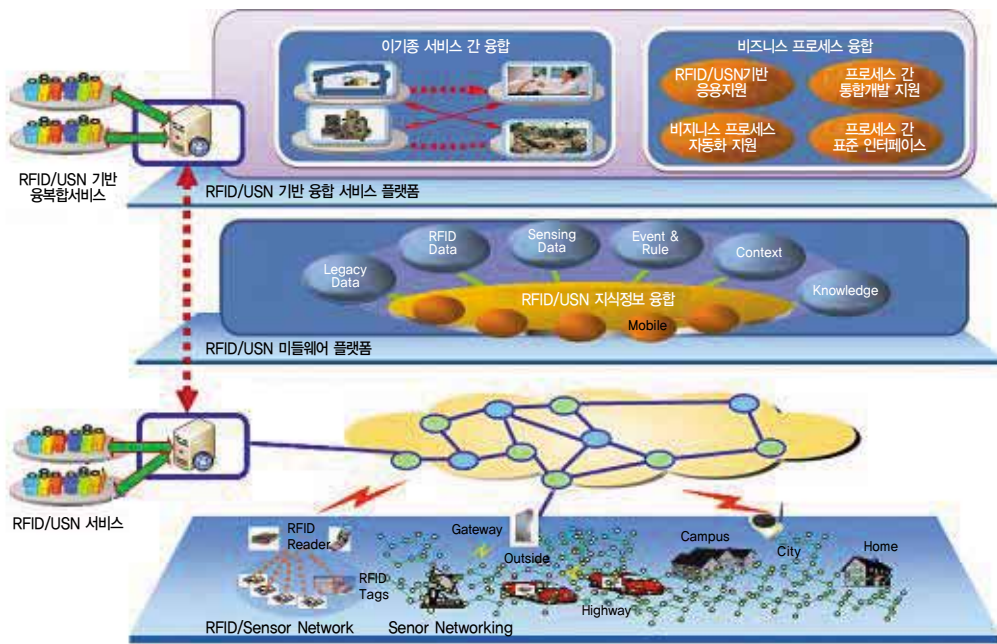
우선, RFID 기술은 태그에 저장된 정보를 무선주파수를 이용하여 리더가 비접촉식으로 읽어내고 이를 응용 서비스에 연계시켜주는 미들웨어, 태그 식별자 관리를 위한 서버 및 네트워크 연동 기술로 구성된다. 태그의 전원 공급여부에 따라 수동형 RFID, 반능동형 RFID 및 능동형 RFID 기술로 구분되고, 응용분야에 따른 전파특성을 고려하여 134kHz 이하, 13.56MHz, 433MHz, 860~960MHz 및 2.45GHz 주파수 대역을 이용한다.

센서네트워크 기술은 센서 등을 통해 얻은 사물 및 공간 정보를 다양한 통신





및 네트워킹 기술들에 의해 효율적으로 관리하고 광대역통합망(BcN)을 통해 USN 미들웨어 플랫폼으로 제공한다. 주변 환경의 물리적 현상을 정량적으로 측정하는 소자로서 센서, 센싱 정보 또는 이벤트를 무선 통신기술을 기반으로 전송하거나 컴퓨팅을 수행하는 장치로서 센서, 프로세서, 무선통신소자, 초소형 OS, 전지 등으로 구성되는 센서노드, 센싱 정보를 취합하거나 게이트웨이와 연동되어 센서네트워크 외부로 전달하는 장치인 싱크노드, IP 기반으로 액세스할 수 있는 네트워크(LAN, WLAN, CDMA, WiBro 등)를 통하여 USN 서비스를 제공할 수 있도록 IP 기반 네트워크와 센서네트워크를 연동하는 장치인 USN 게이트웨이로 구성된다. 또한 센서네트워크를 형성하는 다수의 센서노드들과 싱크노드, 센서 게이트웨이로 구성되어 멀티홉 라우팅과 자기구성(Self Organizing) 네트워크 구축 등과 관련된 센서네트워킹 기술, 센서노드 및 싱크노드에 탑재되어 센서네트워크의 프로그램 갱신, 응용 변화에 따른 프로그래밍 조정, 전력 관리 등과 관련된 노드 미들웨어 기술 등을 포함한다.



〈그림 6〉 RFID/USN 기술 개념도

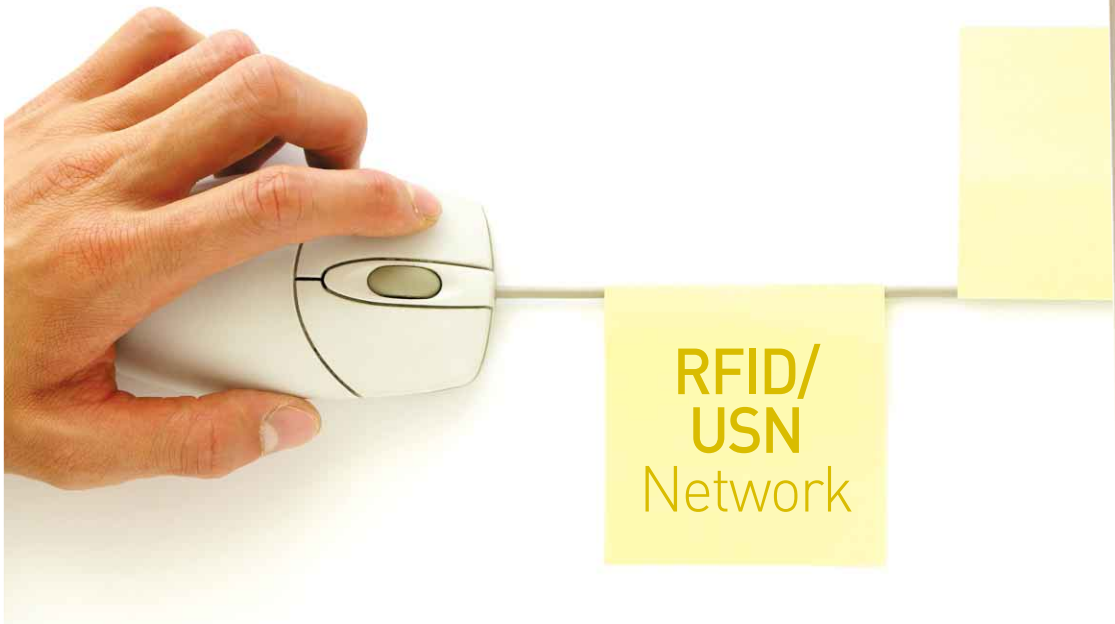
RFID/USN 미들웨어 플랫폼 기술은 RFID 및 다양한 센서네트워크로부터 ID 및 센서 데이터를 수집, 필터링하고 의미 있는 상황정보를 생성하여 웹 서비스로 제공하기 위한 기술이다. 리더 및 게이트웨이로부터 제공되는 대용량의 실시간 데이터를 수집, 가공하여 DB에 저장하고, 질의 처리 및 정보 분석을 수행하는 데이터 관리 기술, 데이터로부터 실시간 상황정보를 추출하며, 지능적으로 상황을 판단한다. 자율적 의사결정이 가능한 에이전트 기능을 포함한 상황인식 기술, 감지된 환경정보 및 센싱 데이터를 객체 또는 위치 정보와 연동시켜 글로벌 환경에서 공유, 검색할 수 있는 USN 검색 기술, 다중 에이전트 기반의 자율적 데이터 처리 기능을 제공함으로써 플랫폼 자체의 가용성 및 신뢰성 향상을 위한 자율 컴퓨팅 엔진 기술, USN 환경에서 생성, 유통되는 다양한 콘텐츠를 이질적 클라이언트에 알맞게 서비스하기 위한 USN 콘텐츠 관리 및 처리 기술, USN 환경을 서비스별·그룹별·

네트워크 연결 상태별·컴퓨팅 자원별 등으로 구분하고 상황에 따라 특정 API 및 서비스 구성을 제공하는 USN 서비스 프로파일 기술 등을 포함한다.

RFID/USN 서비스 플랫폼 기술은 다양한 산업 분야에 걸쳐 광역적으로 구축된 인프라를 연계하고, 수집된 정보의 고성능 분석 및 상황인지를 통해 지능화 서비스를 제공하며, 다양한 산업 응용 간의 유연한 연계를 통해 고부가가치 융합 서비스 개발을 지원하는 공통 플랫폼 기술로서 광역 모니터링 서비스, Smart Building 관리 서비스, 실시간 지능형 교통 관리 서비스, 첨단 물류 및 유통 관리 서비스, 개인화 기반 u-Healthcare 서비스 등 다양한 서비스를 지원하기 위해 광역 복합 u-인프라 통합 기술, 고성능 융합 u-상황 인식데이터 처리기술, 광역 융합 데이터 동기화 기술, u-프로세스 및 서비스 융합기술 등으로 구성된다. 또한 망 사업자의 네트워크 관리와 연계하여 RFID/USN과 서비스 인프라와의 통합 관리 등과 관련된 USN 네트워크 관리 기술 등을 포함한다.

4. RFID/USN 기술 발전전망

유비쿼터스 사회의 핵심으로서 RFID/USN 기술은 사물의 식별 단계부터, 이력 추적, 상태정보의 모니터링, 실시간 감시 및 제어, 자율형 서비스로 진화함에 따라 전통적인 RFID 및 무선 센서네트워크에서 출발하여 궁극적으로 다양한 응용 서비스를 지원하는 유비쿼터스 컴퓨팅 기반 스마트 네트워크 기술로 발전될 것이다. ㉞



참고자료

- 1. 표철식, 채종석, 'RFID/USN 기술 동향', 한국전자파학회지, 2008.5
- 2. 김관중, 김선진, 김내수, 표철식, 'USN 서비스 및 시장 동향', 정보과학회, 2007.12
- 3. 표철식, 채종석, '차세대 RFID/USN 기술 발전 전망', 한국통신학회지 제24권 제8호, 2007.8

