

## 첨단 USN(Ubiquitous Sensor Networks) 기술의 최신 기술동향 및 건설산업 적용현황



권순욱 성균관대 건축공학과 교수

최근의 건설 산업은 수요자의 요구가 다양화되면서 시설물에 대한 질적이고 디자인적인 요구가 다양해지고 있다. 이에 대한 고려가 설계, 시공, 유지관리 단계에서도 필요하며 이에 따라 첨단 정보화 자동화, 정보화 기술과 최근 제기되고 있는 친환경관련 전문화와 통합을 기반으로 한 기획, 시공, 유지관리 등 각 단계별 종합적인 기술 개발 및 효율 극대화가 요구되고 있다.

따라서 국내 건설 산업은 다양한 트렌드를 반영하고 고도의 기술력을 바탕으로 한 고부가가치 창출이 건설업계의 경쟁력 확보를 위한 지상 목표라 할 수 있다. 그러나 전통적인 산업으로 인식되어온 건설 산업은 기술발전의 측면에서 보면 다수의 프로젝트 참여 기관 및 그에 속한 사람위주의 관리 및 운영으로 인해서 지금까지 노동력에 주로 의존해 오면서 기술발전 및 생산성 향상이 미약했던 것이 사실이다. 특히 최근 출생률 감소에 따른 고령화 사회로 인한 숙련공 확보의 어려움과 사회의 선진화에 의한 젊은 기능 인력의 건설 현장 유입 비율은 현저히 저하되고 있는 등 건설 기능인력 수급의 불균형이 심각한 문제로 대두되고 있다.

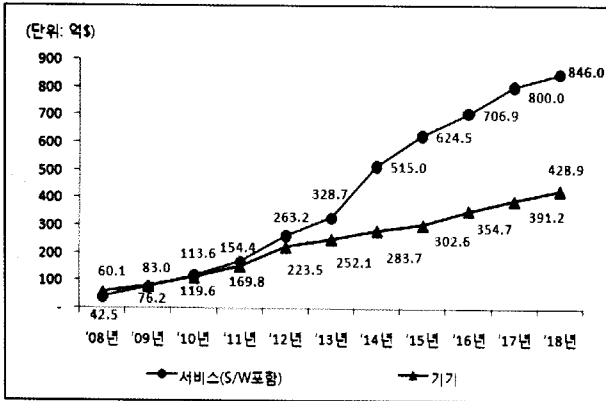
이러한 환경에 미리 처했던 국내 제조업에서는 그동안 선진국의 모방을 통한 산업발전 시대를 마감하고 새로운 창조적인 산업을 진작시켜 국민소득 2만 불 시대의 조기달성과 국가적인 성장 동력 확충을 위한 21세기 프론 티어 사업 및 차세대 성장 동력 사업을 계기로 국가 R&D 수준을 높이고 있다. 따라서 건설 산업에서도 미래 건설 기술향상의 전략에 있어서 기존의 방식을 뛰어넘는 서로의 영역을 초월하는 노력이 필요한 시점이며, 그러한 새로운 기술을 통한 생산성 향상과 비용절감만이 우리 건설의 글로벌화를 앞당기게 되어 미래 세계 건설시장에 무한 경쟁력을 가지고 나아갈 수

있도록 도와줄 것이라고 본다.

또한 그 중에서도 모든 사물이 지능화, 정보화 및 네트워크화 되어가는 이른바 유비쿼터스 환경을 기반으로 한 사회로의 전환기를 맞이하고 있으며, 이에 따라서 연구 아이디어 혹은 신기술 영역으로 인식되어 오던 유비쿼터스 기술은 이미 모든 산업분야로 이러한 기술의 적용이 확산되고 있다. 최근 들어서 건설 산업 전반에서는 U-건설(Ubiquitous construction)에 대한 관심이 높아지고 있다. U-건설은 미래 사회 인프라 도시, 시설을 기획, 설계, 시공, 유지관리 하는 u-City 관련 기술, 현장지능화를 위한 첨단건설 시공 기술, 시공 후 첨단유지관리 기술을 포함한다. 향후 건설 산업의 성패가 생산성 향상과 프로젝트 비용의 절감에 있어 건설 현장의 혁신을 한층 더 필요로 하는 상황이다. 이러한 환경 변화 속에서 RFID 및 유비쿼터스 무선 센서 네트워크(Ubiquitous Sensor Network 이하 USN) 기술의 적용은 필연적이며, 건설현장에서의 자재 및 품질관리, 시공방법 등이 급격히 첨단화·선진화 될 것으로 예상되어 적용방안에 대한 중장기적인 대책이 필요하다. 따라서 본 논고에서는 최신 USN기술의 동향을 타산업과 건설 산업으로 나누어서 분류해 보았으며 USN기술의 핵심 요소기술들을 소개 분류하였다. 이를 통해서 USN기술의 건설 산업에 대한 적용확대를 모색하고자 한다.

### 1. 국내외 USN 서비스 시장 전망

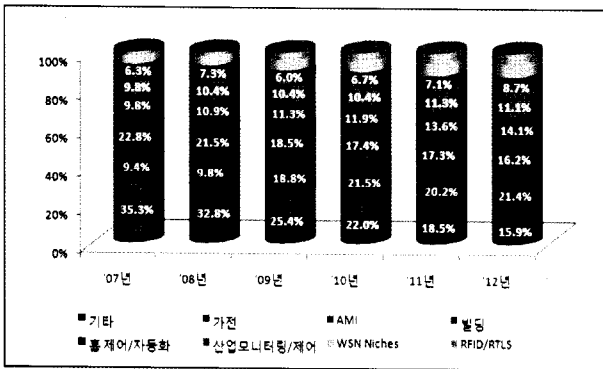
세계 RFID/USN 시장은 2008년 약 103억 달러로 조사되었고 지속적으로 성장하여 10년 후에는 약 30% 성장할 것으로 예측하고 있다.



(자료 : IDTechEx(2008), VDC(2007), BCC(2006),Fuji-Keizai(2006)등의 자료를 기반으로 ETRI추정, 2008년 8월.)

그림 1. 세계 RFID/USN 시장전망

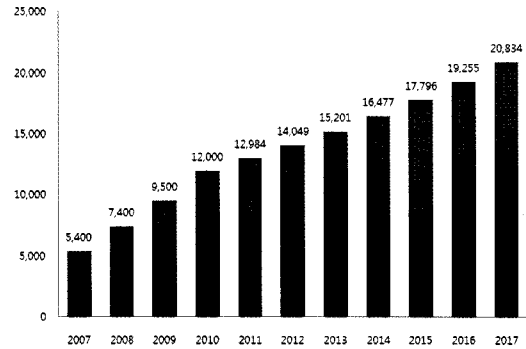
RFID/USN 시장을 서비스(S/W 포함)와 기기분야로 나누어 살펴보면 서비스(S/W 포함)시장 성장률이 기기 시장보다 앞서 2018년에는 약 두 배의 격차가 벌어질 것으로 예측된다.<sup>1)</sup> 세계 USN시장을 서비스 분야별로 분류해 살펴보면 2007년 대비 2012년에는 가전(약 3%), 빌딩(약 4.3%), 홈제어/자동화(약 1.3%), 산업모니터링/제어(약 2.4%)분야는 성장하는 반면 차세대 원격감침시스템(AMI)분야(약 6.6%)는 감소할 것으로 전망하고 있다.<sup>2)</sup>



(자료 : 802.15.4 & Zigbee WPANS : The Next Generation, On World, 2008.)

그림 2. 세계 USN 서비스 분야별 시장 분포

국내 RFID/USN 시장은 ROA Group Analysis에 의하면 2007년 5,400억 원인 시장이 향후 10년 동안 지속적인 성장



(자료 : ROA Group Analysis (2007~2010), S/W 및 H/W, service를 포함한 전체시장)

그림 3. 국내 RFID/USN 시장규모

을 보여 2017년에는 20,834억원으로 2007년 보다 시장규모가 약 4배정도 커질 것으로 예측했다.<sup>3)</sup>

## 2. 최신 USN 기술현황 분석

최신 USN 기술 중 저소비 전력 형이며 수십 미터 범위를 커버할 수 있는 WPAN 기술의 기술들의 특성을 정리하면 다음 <표 1> 과 같다.

<표 1> USN 주요기술 특성 정리

구분	Bluetooth	Zigbee	UWB	Wi-Fi
주파수 대역	2.4GHz	868/915MHz 2.4GHz	3.1~4.8GHz 7.2~10.2GHz	2.4GHz
전송 속도	723Kbps	250Kbps	480Mbps	11Mbps
연결 노드수	8개	255개	2~10개	-
전송 거리	10~50m	10~70m	70m이내	40~300m
전력 소모	~150mW	~50mW	-41.3dBm/Mhz	~3.5W
망구성	P2P, Star Ad-hoc	P2P, Star, Ad-hoc, Mesh	P2P, Mesh	P2P, Star Ad-hoc
장 점	- 대역폭이나 전송거리 우수 - Ad-hoc 네트워크로 중계 가능 - 가격이 저렴	- 대역폭 우수 - Ad-hoc 네트워크로 중계 가능 - 가격이 저렴 - 전력소모가 적음	- 광대역 전송이 가능 - 저출력/저전력 가능 - Ad-hoc 네트워크로 중계 가능 - 주파수 이용효율이 좋음	- 상용기술로 인정적 - 기술적으로 상용화 가능 수준
단 점	- 8개 이상 노드 구성이 어려움 - 네트워크 확장성이 떨어짐 - 전력소모가 큼	- 기술적인 성숙도가 미흡 - 상용화 초기 단계	- 기술적인 성숙도가 미흡 - 상용화 초기 단계 - 전송거리가 짧음	- TCP/IP 사용으로 센서 네트워크용으로 부적합 - 설치비용 고가 - 전력소모가 큼

### 1) 블루투스 (Bluetooth)

블루투스(Bluetooth)란 노트북, 휴대폰, PDA등의 모바일

1) 임명환, "RFID/USN 서비스 시장 전망 및 적용 사례 분석", 한국전 자동신연구원, 2008년 11월.  
 2) 802.15.4 & Zigbee WPANS : The Next Generation, Onworld, 2008.  
 3) ROA Group Analysis (2007~2010), S/W 및 H/W, service를 포함한 전체시장

기기, 기타 전자기기를 근거리 무선으로 연결하는 통신규격을 말한다.

현재 블루투스 칩이 탑재된 단말기로는 노트북, PDA, 휴대폰, MP3 Player, 디지털카메라 등이 개발되어 널리 활용되고 있으며, 이로 인하여 블루투스 기술이 적용된 PDA와 스마트폰으로 일정거리 안에서 인터폰으로 사용이 가능하고 노트북이나 통신망, 인터넷 등에 접속이 가능하게 되었다. 또한 무선 인터넷에 언제 어디서든 접속이 가능하고 정보 및 자료를 실시간으로 공유 및 컴퓨터의 마우스 및 키보드에 선이 없이도 작업이 가능하게 되었다.

### 2) ZigBee

ZigBee는 저전력, 저가격, 사용의 용이성을 가진 무선센서 네트워크의 대표적 기술 중 하나로 2003년 IEEE 802.15.4 작업분과위원회에서 표준화된 PHY/MAC 층을 기반으로 상위 Protocol 및 Application을 규격화한 기술이다.

IEEE 802.15.4표준에 정의된 주파수 대역에 따른 주요 특징을 정리하면 다음 <표 2> 와 같다.

<표 2> IEEE 802.15.4의 주요 특징

구분	2.4GHz	868 MHz	915 MHz
Data Rate	250 Kbps	20 Kbps	40Kbps
Channel	11~26 channel	1 channel	10 channel
DSSS	32-chip PN codes	15-chip PN codes	
Chip Modulation	O-QPSK	BPSK	
Symbol Rate	62.5 Ksym/s	20 Ksym/s	40 Ksym/s
Chip Rate	2.0 Mchips/s	300 Kchips/s	600 Kchips/s
Sensitivity	-85 dBm	-92 dBm	-
RF Linearity	-10 dBm (IIP3), -4 dBm (Output P1dB)		
Transmit Power	0 dBm (1mW)		
Adjacent Channel Rejection	0 dB		
Alternating Channel Rejection	30 dB		

ZigBee/802.15.4의 가장 큰 특징은 저전력 소모이다. ZigBee 네트워크에서 하위기기들은 한번 배터리를 장착하면 최대 2~3년 정도 사용할 수도 있으며 통신 빈도가 낮은 응용분야에서는 더 오래 동작될 수도 있다.

ZigBee 기술은 보안, 전등제어, 잠금장치 제어 등의 홈 네트워크, PC주변기기 제어, 장난감, 게임기, 공장 자동화와 같은 산업응용, 집안에서의 원격 건강검진 등에 응용이 가능하다. 가장 비중이 큰 시장은 홈 네트워크 및 홈오트메이션 분야이며, 홈네트워크 관련시장이 전체 ZigBee 시장 수요의 약 78%를 차지할 것으로 전망된다.

### 3) UWB(Ultra-Wide Band)

무선 디지털 펄스라고도 알려져 있는 초광대역(UWB)은 단거리 구간에서 저전력으로 넓은 스펙트럼 주파수를 통해 많은 양의 디지털 데이터를 전송하기 위한 무선 기술이다.

UWB의 가장 큰 특징은 초광대역을 활용하면서 동시에 출력력이 상대적으로 낮다는 점이다. UWB 기술은 기존의 고가격 sensor 시장, 홈 네트워크 시장, localizer 시장 등을 대체할 수 있는 기술로 응용분야가 매우 광범위하며, localizer 시장규모는 Cellular Phone 시장을 능가할 것으로 전망되기 때문에 시장규모는 급속하게 증가할 것이라 전망한다.

UWB기술개발은 벤처기업 형태에서 상용화를 준비하고 있으며, 다양한 업체에서 제품에 장착하여 프로토타입을 개발하고 있으며, 국내 가전업체도 UWB를 DTV/STB에 내장하고 으며, 휴대용 기기인 핸드폰이나 캠코더, PDA등에 장착된 날도 멀지 않을 것으로 보고 있다.

## 3. 국내외 USN기술 적용사업현황

국외의 RFID/USN 기술을 활용한 사업은 생활, 안전, 공공 및 건강, 자산관리, 물류관리 등의 분야로 분류할 수 있다.

각 국가별로 RFID/USN 기술을 활용하여 다양한 분야에 도입되고 있으며, 특히 RFID기술은 경로를 추적하는 기술에 많이 활용되며, USN기술은 센서를 이용하여 센싱된 데이터를 모니터링 하는 분야에 활용되고 있다. 국외에서 USN기술 적용사업의 현황을 정리하면 다음 <표 3>과 같다.

<표 3> 국외 USN기술 적용사업

분야	사업내용	국가
안전관리	석유시추선에서의 근로자 안전관리	노르웨이
	안전한 자전거 거리조성	덴마크
생활정보	버스 운송정보 제공 서비스	캐나다
에너지 관리	호텔과 빌딩의 에너지 소비를 모니터링하고 조절	캐나다
건강관리	담배자판기에서 미성년자가 담배구입 방지를 위한 나이 검증 시스템	일본
자산관리	미 육군에서 포의 관리를 정확하게 하기위해 RFID Tag 와 통합센서를 활용하여 탱크 포 관리	미국
	지하매설물 표시 Tag를 활용하여 지하매설물의 위치 파악	미국
물류관리	음용수 배달 경로를 최적화하기 위한 무선센서 기술	미국
	국가 우편서비스를 제공하는 Correos가 시스템을 통한 우편물류 추적 시스템 구축	스페인

국내에서 USN기술을 활용하여 교통, 보건, 환경, 위생, 안전, 건강 그리고 재난방지에 이르기까지 우리 생활에 밀접하

게 산재해 있다. 향후 정보의 연계 및 활용촉진 등 국정과제와 연계되어 국가정보화 성과의 가시화가 가능한 사업을 우선으로 계속적으로 추진되고 있다. 국내에서 USN기술 적용 사업의 현황을 정리하면 다음 <표4>와 같다.

<표 4> 국내 USN기술 적용사업

주관기관	사업명	내용
기상청	USN기반 기상통합관측 환경구축	제주 한라산 주변 16개소에 USN 기상관측 장비를 설치하고 보안장비 및 암호화 솔루션 도입
국립해양조사원	USN기반 해양통합관측 환경구축	제주 삼산포 지역을 대상으로 해상 통신기지국 1개소와 수중 USN노드 1개소를 추가 설치하고 운영 S/W를 고도화
보건복지	USN기반 원격건강모니터링 시스템 구축	병원, 공공시설 등과 연계하여 1개 지자체에 만성질환자, 노약자 등을 위한 원격 건강관리 서비스 제공
가족부	독거노인 u-Care시스템 구축	독거노인 5,000명을 대상으로 활동 감지, 화재·가스누출 감지등을 통한 안전서비스를 제공하고 통합관리를 위한 지역 센터 4개소 구축
전라북도	목조문화재 u-안전관리 시스템 구축	국가, 도 지정 목조문화재 대상으로 침입감시, 화재 조기발견 등의 재난관리체계 구축 및 대응체계 마련
부산광역시	u-IT기반 도시시설물 안전서비스 모델 구축	다양한 도시시설물의 안전을 실시간으로 관리하고, 체계적인 통합관리가 이루어질 수 있는 u-IT기반 안전서비스 구현
강원강릉	유비쿼터스 비즈니스 선도 지역(ubi-2)구축	기존 독립적으로 추진되던 환경, 헬스, 관광서비스를 경포도립공원, 시외버스터미널, 강릉휴게소를 연계한 융합 서비스 모델 개발
광주광역시	녹색 IT기반 탄소배출량 관리서비스	탄소배출권 모의거래시스템, 대기환경 모니터링 시스템, 스마트 계량 시스템 구축 등 u-City 융복합 서비스 모델 개발
충북제천	USN기반 도심시설물 안전관리 시스템 구축	도시조명관리, 결빙지역 안내관리, 도로시설물 원격안전계측 및 독거노인 안심서비스 등 통합관리 시스템 구축

(자료 : 김영해, "유비쿼터스 기반 공공서비스/u-City사업 추진계획", USN 서비스 활성화 세미나 발표자료, 2009. 03)

#### 4. USN 건설현장 적용사례

국내의 센서 및 USN기술 현장적용 현황을 보여주는 것으로, USN의 경우는 콘크리트의 품질관리 및 환경제어와 구조물의 건전성평가에 주로 활용되고 있다. USN기술을 활용하여 콘크리트의 양생관리 및 교량의 상태를 파악하고, 건설현장에서는 시공 중 실시간 모니터링을 통해 작업자의 안전을 위하고 현장 시공자동화의 초석을 다지고 있다.

국내의 USN기술 건설현장 적용사례를 정리하면 다음 <표 5>와 같다.

일본의 경우는 구내의 경우와 유사하나 건설업계간 정보공유가 하나의 실용연구테마로 자리 잡고 있다는 것이 특징적이다. 미국의 경우는 물류나 자재관리 이외에 엔지니어링과 설계영역에 대한 시도가 이루어지고 있다는 점이 특징적이다.

일본과 미국의 USN기술 건설현장 적용사례를 정리하는 다음 <표 6>과 같다.

국내의 USN기술 적용현황은 USN기술이 가지는 하드웨

<표 5> 국내 건설현장 적용사례

대상	분야	내용
구조물	매스콘크리트 구조물 양생관리	매스콘크리트의 양생관리에 있어 실시간 무선 계측 시스템
	실시간 교량 상태 모니터링	교량의 각 부위에 센서를 설치하고 실시간으로 교량의 상태를 모니터링 하는 시스템
도시 및 건설현장	터널공사 시공 중 모니터링	터널공사의 안전관리를 위하여 무선으로 지속적으로 정보를 수집할 수 있는 통합 터널 모니터링 시스템
	사면붕괴 시공 중 모니터링	건설현장의 사면붕괴의 위험을 방지하기 위하여 사면을 실시간 모니터링 하는 시스템
	현장관리	시공현장 물류관리 : 실용화된 대표적인 기술 인력관리, 위험지역경고 등 중공 후 재활동, 유지보수의 방향으로 발전 예상
	콘크리트 상태 모니터링	무선센서, 데이터 수집기, 집중기, 무선/유선연결PC 장기간 구조물속에 매설, 지속적 데이터 전송 구조물 건전성 평가, 시공참고자료 활용 DB화 가능.

(자료 : 이성복 외, "건설공사 현장에서의 RFID/USN 활용실태 및 적용에 관한 기초 연구, 대한주택공사 연구보고서, 2007)

<표 6> 국외 USN 기술 건설현장 적용사례

국가	분야	내용
일본	콘크리트의 성숙도관리	- 콘크리트 내부에 센서를 매입, 콘크리트 내의 온도를 측정하여 성숙도(강도)관리
	부재의 반입관리	- 부재에 태그를 부착하여 적재된 상태에서 정보 확인, 부재의 반입관리, 부재관리의 효율화
	강재, PC관리시스템	- 강재 및 PC의 입고출고 관리, 채고관리, 강재의 가공, 출하 등을 관리하고 - 강재의 가공정보, 규격 등을 기록하여 효율적으로 자재관리
	공사용 공구관리	- 공사용 공구에 RFID 태그를 붙여 공구의 절단, 반입관리, 공구상자의 추적 등 공구의 부정반출 및 공구분실을 방지하고 공사사용의 흐름을 파악
미국	레이콘차량 물류관리	- 레이콘차량에 RFID를 부착하여 물류 및 공정관리에 사용
	엔지니어링관리	- 엔지니어링, 디자인, 자원관리, 유지관리, 현장작업 분야로 세분하여 적용분야 제시
	한중콘크리트 테스트	- 한중콘크리트에서의 Maturity의 적용성 시공환경 결정 - 공시비, 공정, QC의 잠재효과 결정 - 콘크리트 공사에서 16%의 공기단축 효과를 보임
	PC자재 배송관리	- 오차가 없고 실시간 확인 가능 - 자동적인 문서화 상태로 표현하여 PC공사의 품질관리, 공기단축, 현장보관 대기시간 단축
	설비의 유지관리	- 적용센서 : 수평계측, 진동, 온도
	보안	- 개구부관리, 가스검지, 진동, 물체움직임 식별

(자료 : 이성복 외, "건설공사 현장에서의 RFID/USN 활용실태 및 적용에 관한 기초 연구, 대한주택공사 연구보고서, 2007)

어적 특성을 중심으로 선적용이 가능한 자재관리, 물류관리, 시설물관리, 유지관리분야를 중심으로 현장에 적용되고 있으며, 자재가 가지는 강도 및 물성의 성능을 계측하기 위한 목적으로 적용되고 있다는 것을 파악할 수 있다.

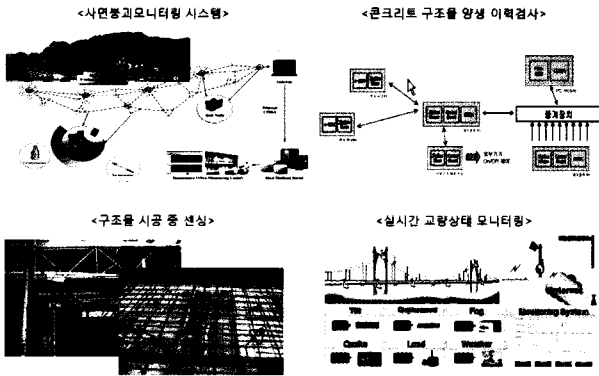


그림 4. USN기술 건설현장 적용사진

### 5. USN 기술개발 전망

센서노드의 경우 소형화 시키는 방향으로 연구가 이루어지고 있다. 따라서 현재 센서노드에 사용되는 ZigBee나 IEEE 802.15.4칩은 SoC 기술을 통해 점점소형화 및 저 전력화 되고 있으며, 센서노드에서 사용되는 OS가 좀 더 경량화 될 필요가 있고, 전력을 적게 사용하도록 개발 되어야 한다.

현재 MAC/PHY 계층의 통신 기술은 IEEE 802.15.4를 기반으로 한다. IEEE 802.15.4는 전력을 적게 사용하지만 데이터 전송률 또한 낮다. 반면, IEEE 802.15.3 태스크 그룹에서는 고속의 멀티미디어 전송을 위한 MAC/PHY를 제정하고 있다. 궁극적으로 이 두 가지의 기술이 갖는 장점을 포함

한 MAC/PHY가 제정될 필요가 있다. 네트워킹 기술은 USN 기술을 위해서 가장 중요한 부분이다.

네트워킹 기술들은 최근에 ZigBee Alliance를 통해 상당히 많은 부분에 대해 표준화를 이루었다. 하지만 인터넷 등 타 망과 연공이 이루어진 환경에서 범용성 높은 라우팅 기술에 대한 연구가 더 필요하고, USN을 관리하기 위한 관리체계를 갖추어야 할 필요가 있다. 미들웨어 기술은 가장 다양한 측면으로 연구가 이루어져야 한다. 특히, 위치인식 기술은 현재의 중앙 집중형 모델에서 분산형 모델로 발전이 필요가 있으며, 서비스 검색을 위한 범위 및 검색 대상은 점차 확대될 필요가 있다. 상황인지 및 지능화 통합 미들웨어에 대한 개발도 계속적으로 이루어져야 할 필요가 있다.

### 6. 결론

본 기고에서는 최근 첨단 건설기술분야의 가장 중요한 요소기술 중의 하나인 USN 기술의 최근 기술동향 및 활용 현황에 대하여 소개 하였다. 현재까지 USN기술은 건설산업에서 시공 후 건물이나 산업시설에서의 유지관리 측면에서의 적용이 주를 이루고 있다. 점차적으로 안정되고 유지관리 비용이 상대적으로 저렴한 기술로 인정받게 되면서 시공 중 계측관련해서 많은 적용사례들이 나타나고 있다.

결론적으로 첨단 USN 기술의 건설산업 프로세스에의 접

서비스 및 제품	RFID/USN 기술 동향			
	RFID	USN	RFID/USN	RFID/USN 기반 융합
서비스 및 제품	900MHz RFID, 13.56MHz RFID, 소용량 센서 노드, 스마트 태그, RFID/USN 센서 노드	제조, 자산관리, 의료, 식위, 국방, 환경관리, U-City, 실생활 환경	모니터링, 실시간 감시 및 제어 서비스, 자율형 제어 서비스	U-융합 서비스
연도	2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030			
네트워크 인프라	유비쿼터스 컴퓨팅 기반			
RFID 기술	유통 관리, 농업, 동물, 태그/라벨 기반 기술	단말 적용 RFID 기술, RFID 기술	초저가형 포인팅 RFID 기술	
	유통관리 내장형 모바일 RFID 기술	종량 서비스 모바일 RFID 기술	U-모바일 RFID/USN 기술	
	반능동형 센서태그 라벨 기술	능동형 센서태그 라벨 기술	포인팅형 센서태그 기술	
	물류관리 마물웨어 기술	센서채권 통합 마물웨어 기술	분산채권 마물웨어 기술	
USN 기술	이동통신 통합 마물웨어 기술	지능형 상황인식 마물웨어 기술	분산 지능형 상황인식 마물웨어 기술	
	USN 노드, 네트워크, 소 및 기반 기술	지능형/고신뢰성 센서 노드, IP 기반 USN 기술	복합센서 지능형 센서 노드, 고속 이동형 자율형 USN 기술	다중 모드 편제형 USN 기술
	U-City 적용 분산형 USN 기술	고정 실시간 USN 기술	공간 에너지 활용 USN 기술	
		자동차 적용 USN 기술	스마트 여객기에 적용 USN 기술	
RFID/USN 기반 융합 기술		선박 제조, 선박운용 USN 기술	항공, 농업 적용 USN 기술	
		의료 적용 USN 기술	U-국영/감시정밀 USN 기술	U-국영/MAV 연동 USN 기술
		U-국영/감시정밀 USN 기술	U-국영/MAV 연동 USN 기술	
		U-국영/도시시설물관리 USN, U-eco city USN 기술		

(자료 : 표철식, "RFID/USN 기술동향", RFID/USN 기술동향과 도입 성공 사례 발표자료, 2008. 06.)

그림 5. RFID/USN 기술동향

목을 위한 두가지 제언을 드리면서 본고를 마친다.

첫째, 현재까지의 건설 산업에서의 센서 및 USN기술의 적용분야는 주로 기존 업무에다가 센싱기술을 맞춰서 접근하는 방법을 선택해왔기 때문에 아직까지 일반적인 양중관리/물류관리/안전관리/품질관리의 극히 일부 영역에 초점이 맞춰져 있고, 건설도메인의 프로세스 혁신을 가져오려는 정보관리의 문제로부터 시작된 접근보다는 센서의 일반적인 하드웨어적 특성을 중심으로 접근되는 경향이 있어, 지금까지는 응용분야 및 범위가 매우 제한적이다. 따라서 적용 용도에 맞는 MEMS(Micro Electro Mechanical System)기술등 최신 센서기술을 이용한 센서개발, 안정적인 건설센서 전용 A/D(Analog/Digital) Converter 기술개발, 유무선의 적절하고 안정적인 혼합 통신 방법 및 센싱 방법의 적용. 마지막으로 도메인 영역에 적합한 인터페이스 개발을 통하여 최적의 어플리케이션을 구축하는 것이 필요하다고 본다.

둘째, IT분야에서는 센서 및 USN기술을 중심으로 한 기술 로드맵 개발 등 다양한 관점에서 논의가 진행되고 있으나, 정작 그 기술을 사용하게 될 산업(응용도메인)에서는 이에 대한 연구가 미흡한 실정이다. 또한, 새로운 기술이 실제적으로 적용되기 위해서는 새로운 기술을 받아들이기 위한 프로세스에 대한 연구가 중요한데 이러한 기반연구 없이 하드웨어적 특성을 앞세운 응용분야 개척으로만 연구초점이 맞춰지고 있다. 이러한 관점에서 건설현장의 정보수집 프로세스에 대한 연구를 기반으로 건설정보관리의 문제 도메인에서 Bottom Up방식으로 센서 및 USN기술의 발달 추이에 맞추어 이를 적용하기 위한 방안의 수립이 필요하다. 이는 전체에 대한 고려를 먼저 한 후 우선순위에 따라 새로운 센서적용기술을 건설 산업이 가지고 있는 특수성을 감안하여 순차적으로 적용할 수 있도록 하는 연구결과가 제공된다는 측면에서 Case식의 응용분야 발굴시 초래되는 기회비용을 최소화시킬 수 있다고 판단된다.

### 참고문헌

1. 임명환 외, "RFID/USN 서비스 시장 전망 및 적용 사례 분석", 한국전자통신연구원, 2008. 11
2. 802.15.4 & Zigbee WPANS : The Next Generation, Onworld, 2008.

3. ROA Group Analysis, "S/W 및 H/W, service를 포함한 전체시장"
4. 김영해, "유비쿼터스 기반 공공서비스/u-City사업 추진 계획", USN 서비스 활성화 세미나 발표자료, 2009. 03
5. 이성복 외, "건설공사 현장에서의 RFID/USN 활용실태 및 적용에 관한 기초 연구", 대한주택공사 연구보고서, 2007.
6. 임명환 외, "RFID/USN 활성화를 통한 New IT 혁신 전략", 한국전자통신연구원, 2009. 04
7. "건설CALS시스템의 첨단 IT 응용기술 연구", 국토해양부 연구보고서, 2008.
8. 김지영 외, "대공간 구조물 계측유지관리 적용 사례", 한국공간구조학회지, v.9 n.1(2009-03), pp. 23~26
9. 한재구 외, "USN 기술을 이용한 사면붕괴 모니터링 시범 시스템 개발", 대한건축학회 논문집 (구조계), v.25, n02(2009-02), pp.316~321
10. 박래정, "USN기반 구조물 원격 모니터링 시스템 구축사례", USN 서비스 활성화 세미나 발표자료, 2009. 03
11. 표철식, "RFID/USN 기술동향", RFID/USN 기술동향과 도입 성공 사례 발표자료, 2008. 06.

· 권순욱 e-mail : swkwon@skku.edu