



05

# 건축분야에서의 무선센서 네트워크 기술현황과 활용

## Wireless Sensor Network Technology for Building Construction

**박원준** Wonjun Park  
한양대학교 친환경건축연구센터  
Post-Doc.

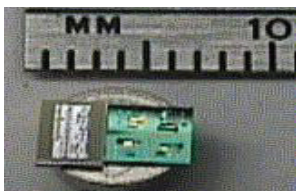
**이승엽** Seungyoun Lee  
(주)하이디어솔루션즈 대표이사

**이성복** Sungbok Lee  
한국토지주택연구원 연구위원

### 1. 머리말

이제 건설 환경은 점차적으로 대형화, 첨단화, 초고층화, 친환경화로 변화되어 건설경영과 현장관리 측면에서 기존 관리방식을 벗어난 건설과 IT 기술이 결합되는 새로운 유비쿼터스 건설 환경으로 바뀌고 있다. 특히 최근의 대형 건설프로젝트에서는 생애주기 영역에서 발생하는 다양한 프로젝트의 효율적인 정보 수집을 위해 IT 기술을 활용한 관리방식을 적용하고 있다. 이 가운데 현장에서의 정보수집 및 관리의 방식으로 다양한 센서기술과 무선네트워크를 통해 실시간으로 데이터를 수집하고 시

물레이션을 함으로써 효율적인 건설현장관리 환경을 변화시키고 있다. 이에 따라 다수의 국가 정책들이 시행되고 있으며, 국토해양부에서는 무선센서 네트워크를 통한 건설 산업의 고부가가치를 위한 사업을 2007년부터 현재까지 진행하고 있다. 그러나 건축분야에서는 토목분야의 대형프로젝트 관리사례와는 달리 IT 기술이 제한적으로 활용되고 있는 실정이다. 따라서 본 고에서는 건축분야에 적용될 수 있는 M2M(Machine to Machine) 기반의 무선센서 네트워크(Wireless Sensor Network; 이하 WSN) 시스템의 국내외 현황과 향후 활용방안에 대해서 간략히 소개하고자 한다.



(a) Silicon Mote(IPTO)



(b) MICA2(UC Berkeley)



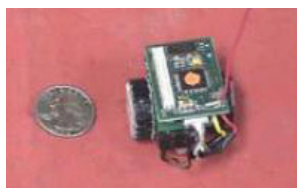
(c) MICA2Dot(UC Berkeley)



(d) Smart-Its(Europe)



(e)  $\mu$ AMPS(MIT)



(f) ROBOTMOTE(USC)



(g) iBadge(UCLA)



(h) SpotON(U. of Washington)

그림 1. 무선센서노드 소형화 기술 사례(유비알에프(주), 2007)<sup>1)</sup>

## 2. 건축분야 WSN 기술현황

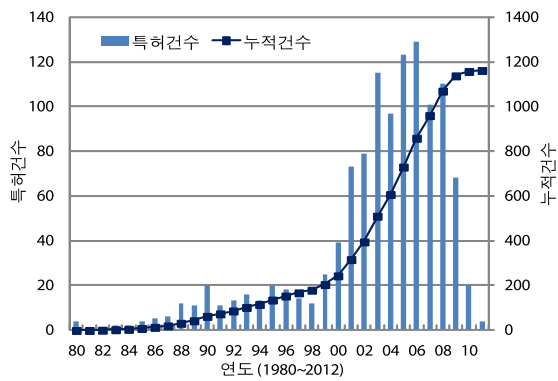
건설·IT 융합기술의 핵심은 WSN 기술이다. WSN 기술은 탑재되는 센서기술과 데이터 통신을 담당하는 무선네트워크 기술로 구분하여 설명할 수 있다. 먼저 최근의 센서기술은 나노기술이나 MEMS(micro electro mechanical system)와 같은 초소형화 기술은 <그림 1>과 함께 <그림 2>와 같이 콘크리트 양생온도, 구조물 변형, 시설안전 등에 주로 사용되고 있다. 한편, 무선네트워크 기술은 한정적 에너지(전원)를 가지고 사용되기 때문에 건설현장에 적용이 제한적이지만 최근에 전력소모를 최소화하는 기술개발 및 데이터 송수신에 대한 폭넓은 연구가 진행 중이다. 이와 별도로 RFID(radio frequency identification) 기술을 활용한 자재관리 시스템 등이 활용되고 있으나 이하 본 고에서는 WSN 기술 적용분야에 대해서 논의하겠다.

### 2.1 국외현황

국의 건설·IT 기술과 관련해서 센서를 활용한 구조



그림 2. 무선기술의 활용분야(한국건설기술연구원, 2006)<sup>2)</sup>



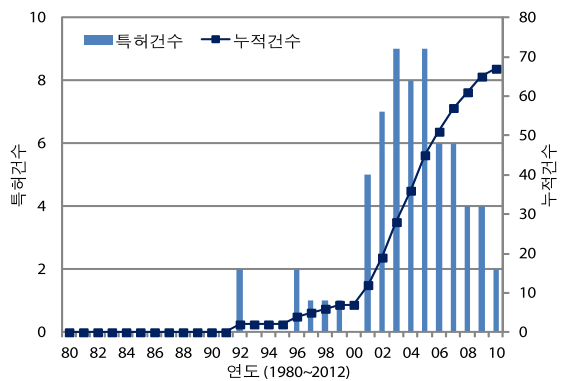
물 모니터링 기술과 이 중 콘크리트 구조체에 센서를 직접 적용한 기술 동향과 관련하여 국제특허현황은 <그림 3>과 같다. 1990년대 후반부터 활발한 연구가 진행되어 건설 분야에서 현재 센서를 활용한 기술은 주로 구조물 진단 및 시설물 안전 모니터링에 적극적으로 적용되고 있다. 이 중에서 콘크리트 구조체에 직접 적용 가능한 분야는 주로 콘크리트 양생온도와 같은 품질관리 모니터링에 활발한 연구가 대부분이며, 제한적이기 때문에 향후 이용확대가 기대되는 분야이다. 미국의 경우 센싱 디바이스의 전원 공급문제에 있어서 자체 지속적인 (self-sustainable), 외부전원이 필요없는 임플랜터블 (implantable) 시스템으로 개발에 박차를 가하고 있으며, 특히 미국 자원부, 국방산업(DARPA) 등에서 지원을 하고 있다. 일본의 경우, 건설·IT 융합기술에 관한 정부와 업계의 오랜 연구를 통해 2000년대 초반부터 대형 건설사를 중심으로 현장활용이 적극적으로 이루어져왔다. 일본의 활용현황을 연구그룹별로 정리하면 <표 1>과 같다.

표 1. 일본의 건설-IT활용 현황\*\*

연구그룹	주요 연구 및 활용방향
건축연구소 관계	물류추적, 유지관리
대형건설사 시공	노동안전확보, 노무관리, 시공 품질관리
대형건설사 구조	구조 Health Monitoring(진동, 변위, 하중센서 등)
대형건설사 환경	에너지저감(전력계측)
시멘트회사	RC부재에 매립 및 적용가능한 센서, RFID* 등(부식센서)
건축계획 관계	행동분석(각종 생체인식 센서)
토목시공 관계	기존 센서의 대규모 WSN화 전환
토목정보 관계	정보관리 방법론

\* RFID: Radio Frequency Integrated Circuit(직접회로)

\*\* 표는 일본 히로시마대학 건축학과 후지모토 사토시(藤本郷史) 선생의 자문에 의함.



(a) 구조물 모니터링

(b) 콘크리트 구조체 모니터링

그림 3. 센서를 활용한 모니터링 특허동향(국토해양부의 Land Mark)

## 2.2 국내현황

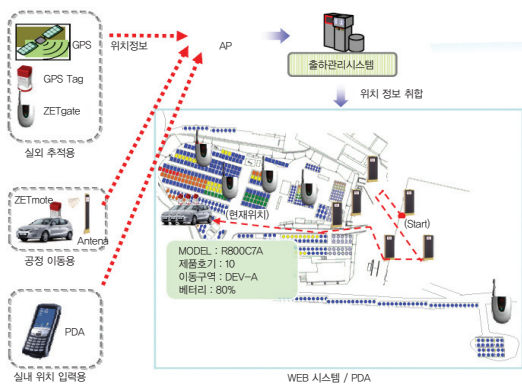
세계 일류수준의 우수한 IT 기술 및 인프라를 보유한 우리나라에서도 건설·IT 융합기술의 수준은 <표 2>와 같이 선진국에 비해서 뒤쳐져 있으며, 활용면에서도 낮다.

국내 연구기관의 연구 및 실제 적용사례에 근거하여 WSN의 활용분야를 정리하면 <그림 2>와 같고, 건축 분야에서는 물류공급<그림 4-(a)>, 장비 및 시공관리<그림 4-(b)>, 노무 및 공정관리<그림 4-(c)>, 안전관

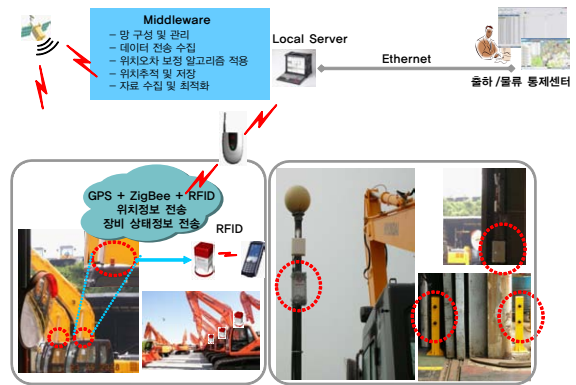
리 등의 분야에 주로 적용되어 왔지만, <그림 4-(d)> 처럼 콘크리트 품질 및 구조체 헬스모니터링과 같은 RC구조체 건축물로의 보다 적극적인 활용이 요구되고 있다.

## 3. WSN 활용 전망

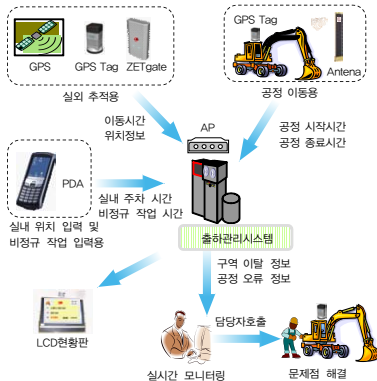
건설·IT 융합 기술의 건설현장에서의 적용은 부분적으로 적용되고 있으며 콘크리트 구조물의 노후화



(a) 물류공급(tag+sensor)



(b) 장비 및 공정관리(tag+sensor)



(c) 통합모니터링 예(물류+공정)



(d) 콘크리트 품질관리(sensor)

그림 4. WSN의 활용 예

표 2. 건설-IT융합기술 현황 및 전망

	세부기술	기술개발동향	기술성숙도	기술수준
지능형 건설기술	- 건설장비 자동화 로봇 - 지능형 건물관리 - 지능형 방재 및 안전 - 인간 친화형 감성	- 최고 기술 보유국 : 미국, 일본 - 연구개발 진행 중	- 기술실현 시기 2010년 - 시장보급 시기 2013년	선진국의 67% 수준
건설-IT인프라 기술	- 건설 엔지니어링 - 건설자재 Life Cycle 관리 - 친환경 도시 및 u-건설 - 인프라통합관리	- 최고 기술 보유국 : 미국, 일본 - 연구개발 진행 중	- 기술실현 시기 2010년 - 시장보급 시기 2013년	선진국의 63% 수준
에너지 절감·친환경 건설 및 신소재 기술	- 에너지·친환경 건설 - 에너지·친환경 신소재 및 센서	- 최고 기술 보유국 : 미국, 일본 - 연구개발 진행 중	- 기술실현 시기 2010년 - 시장보급 시기 2013년	선진국의 40% 수준

자료 : 건설-IT융합분과 발표자료(2008)<sup>3)</sup>

등을 점검하기 위한 Health 모니터링 기술이 도입되는 단계이며, 건축물의 시공초기부터 종합적인 모니터링 시스템<그림 5>은 도입되지는 않고 있다. 하지만 건설·IT 융합 기술의 성장성으로 보아 향후 국내외적으로 WSN의 잠재력과 시장 가치는 매우 높다고 볼 수 있다.



그림 5. 건축분야 WSN 기술 적용(건설정보화위원회, SAMC 2009)

#### 4. 맺음말

<그림 1>과 같이 센서노드 기술은 혁신적으로 발전을 거듭하고 있으며, 국내 IT 기술의 발전과 함께 건축분야에서의 WSN 기술의 활용 전망은 매우 긍정적이라고 할 수 있다. 건설 산업은 전체 재료소비의 약 48%, 에너지 소비의 40%를 점하고 있는 대량소비 산업이므로 건설재료시공 단계에서부터 IT 기술을 융합한 모니터링 기술개발에 관한 연구는 대단히 중요하다. 콘크리트 구조물의 초고층화, 대형화됨에 따라 콘크리트의 품질관리는 더욱 복잡하고 중요한 요소이며, WSN은 현장 사무실에서의 계측관리 및 콘크리트 시공의 정확성 및 품질을 향상시킬 수 있는 교두보 역할을 할 것이라고 사료된다. ☐

담당 편집위원 : 양근혁(경기대학교) yangkh@kyonggi.ac.kr

#### 참고문헌

1. ㈜유비알에프, <http://www.ubrf.co.kr/>
2. 건설산업에의 무선 통신 기술 사례, 한국건설기술연구원, 2006.
3. 한국전자통신연구원(ETRI), 건설-IT융합분과 발표, 2008.



**박원준 박사**는 2011년 동경대학 건축학과에서 환경부하저감형 재생골재를 사용한 콘크리트의 배합설계 최적화에 관한 연구로 박사학위를 취득하였다. 현재, 한양대학교 친환경건축연구센터(SUSB)에서 Post-Doc.과정을 수행중이며, 친환경건축 재료 및 재료설계, 건설폐기물 자원순환, 재생기술이 주 관심 연구 분야이다.  
jooney1010@hanyang.ac.kr



**이승엽 박사**는 고려대학교 기계공학과에서 유동공진에 관한 연구로 박사학위를 취득하고, 서울대학교 행정대학원에서 정보통신방송정책 과정을 이수하였다. 2001년에 사물통신 전문업체인 (주)하이디 어슬루션즈를 창업하여 건축분야와 관련해서는 WSN 기술, 모니터링 시스템, 산업 재해 예방을 위한 원격 통합관제시스템 구축 및 다수의 원격 물류관리에 관한 프로젝트를 수행하고 있다.  
lsy@hidea.kr



**이성복 박사**는 한양대학교에서 산업자 함유량 및 잔골재 입형 변화에 따른 부순모래 콘크리트의 특성에 관한 연구로 박사학위를 취득한 후 현재까지 한국토지주택연구원 건설기술연구실에서 연구위원으로 재직 중이며, 구조물진단, 유지관리, 스마트콘크리트위원회에서 활동하고 있다.  
leebok@lh.or.kr