

스마트 건축물 진단관리와 무선통신

Smart Buildings Diagnosis Management and Radio Communications



김선국 Kim, Sunkook
 정회원, 경희대 전자공학과 조교수
 Professor, Kyung Hee Univ.
 seonkuk@khu.ac.kr



임혜린 Im, Hea Lin
 경희대 전자공학과 석사과정
 Master, Kyung Hee Univ.
 ihl0102@naver.com



김도형 Kim, Do Hyeong
 경희대 전자공학과 석사과정
 Master, Kyung Hee Univ.
 letitbe1334@naver.com

머리말

최근 ICT와 건축, 교통, 농업, 항공, 의료, 자동차, 기계, 조선 등 다양한 산업과의 융합으로 지능형 관리가 가능해지고 있다. 그 중 지능형 건설 IT 융합은 뜨거운 이슈로 부각되고 있다. 국내 지능형 건설 IT 융합 시장 연평균 성장률은 6.3%에 이르고 점유율은 세계 6위 수준에 이르며 세계 지능형 건설 IT 융합 시장 연평균 성장률은 4.8%에 육박하며 2019년 기준으로 2000조 이상의 규모를 가질 것으로 보인다.

지능형 건설 IT 융합 기술은 기존 기술의 한계를 타파해주며 보다 효율적인 설계, 시공, 관리를 가능하게 하며, 특히 건축물 진단관리 분야에 강점을 가지고 있다. 그러나 기존 건축 설계와 센서 네트워크 설치가 독립적으로 이루어져 건축물 유지관리에 적합하지 않았다. 또한, 파괴적인 방법으로 건축물 내구성 평가가 진행되어 즉각적인 진단은 가능했으나 지속적인 관측은 불가능했다.

IT 기술이 적용되면서 스마트 센서를 기반으로 각 내구성 지표를 측정하고 얻어진 데이터는 무선 네트워크를 통해 전달되어 건축물 내구성 평가를 실시간으로 모니터링 한다.

또한 무선 네트워크 통신 기술로 인해 스마트 센서를 콘크리트 내부에 직접 매설하여 지속적이고 신뢰할 수 있는 비파괴적인 내구성 평가가 가능해 질 것이다.

스마트 건축물 진단평가 시스템

스마트 건축물 진단평가란 구조물 내구성 진단 평가를 위한 것으로, 기존 건축물 진단평가와는 다르게 IT 기술이 융합되어 지속적이고 안정적이다. 이를 위한 시스템을 스마트 건축물 진단평가 시스템이라고 한다(그림 1 참조).

보다 정밀한 실시간 모니터링 시스템으로 혁신적인 스마트 센서와 데이터 수집 및 분석 모듈, 그리고 데이터를

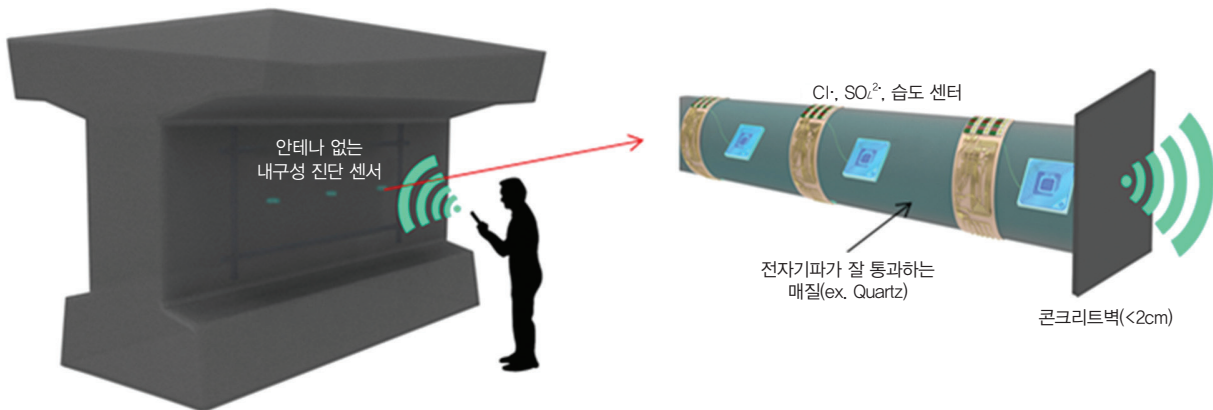


그림 1. 스마트 건축물 진단평가 시스템

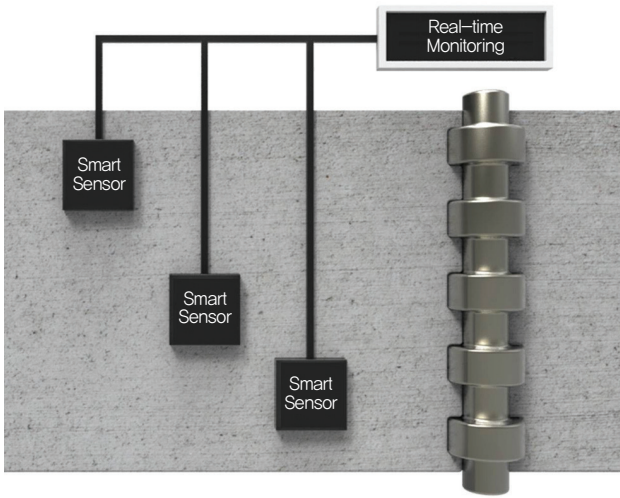


그림 2. 스마트 건축물 진단평가 실시간 모니터링 시스템 구조

외부로 송출하는 무선 통신 네트워크 기술 등 IT 기술의 융합으로 기존의 시스템보다 적합하다.

스마트 건축물 진단평가 시스템에서 스마트 센서는 MEMS(Micro electro mechanical system) 기술의 발전과 함께 발전되었다. 그러한 센서가 기준이 되어 화재, 진동, 균열, 가속도와 같은 구조물 안전성 모니터링, 온도, 습도, VOCs, 미세먼지와 같은 내부 환경 모니터링, 강화 콘크리트 내 부식, 열화인자 침투, pH와 같은 성능저하 요인 모니터링이 가능하다. 이러한 센서들은 네트워크 기술과 융합된다(그림 2 참조).

스마트 센서를 통해 관측된 데이터들은 데이터베이스에 수집된다. 수집된 데이터들은 각 모듈을 통해 분석되고 이 분석된 정보는 무선네트워크 기술을 통해 외부 관찰자에게 전달된다.

이러한 내구성 진단평가 시스템을 콘크리트 내부에 직접 매설하여 표면에 드러나지 않게 하여 시각적인 아름다움을 유지하면서도 비파괴적인 방식으로 콘크리트 내부에서 발생하는 특징들을 끊임없이 확인할 수 있다. 그러나 실질적으로 콘크리트 내부에 무선 매설하게 될 경우 배터리 문제와 무선통신 문제를 해결하여 진행해야 하고 이는 후속 연구가 필요한 실정이다.

이런 시스템은 주거용 건축물뿐만 아니라 교량, 철도 등 비주거용 건축물 그 중에서도 사람 손이 닿기 어려운 부분에 시스템을 위치시켜 반드시 필요한 정보를 손쉽게 외부에서 관측할 수 있게 할 것이다.



- | | | |
|--|------------------------|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Embedded System - Restricted System Resources - Automatic - Online - Knowledge/Unawareness - Local - ECA Rules for: <ul style="list-style-type: none"> • Behaviour Change Detection • Anomaly Detection | <p>← Combination →</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Information System - Nearly Unrestricted System Resources - Semi-Automatic - Offline - Unawareness/Knowledge - Global - Data Mining for: <ul style="list-style-type: none"> • ECA Rule Generation • Identification of Influencing Factors |
|--|------------------------|--|

그림 3. 실시간 모니터링 시스템과 장기 분석의 장단점

실시간 모니터링 시스템

스마트 건축물 진단평가를 수행하기 위해서는 실시간 모니터링 시스템이 구축되어야 한다. 실시간 모니터링의 경우 센서 노드로부터 데이터를 실시간으로 수집하는데 이때 측정과 측정 간의 시간은 매우 짧다. 또한 실시간 모니터링은 관측자와의 상호작용이 최소화 되고 단지 기계단위에서 진행된다. 그러나 건축물 진단 평가는 기준이 되는 시간 단위가 수십 년에서 수 백 년으로 하기 때문에 측정 간의 시간이 보다 길다(그림 3 참조).

무선통신

무선통신은 21세기 중요 기술로 스마트 센서와 함께 이용되어 IoT(Internet of Things) 기술로 발전했다. 각 장치들 간에 연결되어 센서 노드로부터 데이터를 무선으로 수집, 감시, 제어한다. 무선 센서 네트워크 기술은 인간의 최소한 개입을 목표로 하여 최근에는 IoT 기반 빅데이터를 수집 분석하는 인공지능 기술로 발전하고 있다.

현재 스마트 센서는 많은 방향으로 연구되고 있다. 그러나 현실적으로 콘크리트 내부에 매설되어 사용되기 위해서 반드시 해결해야 하는 문제는 배터리와 무선통신이다.

무선 통신이란 전파를 전송 매체로 정보를 주고 받는

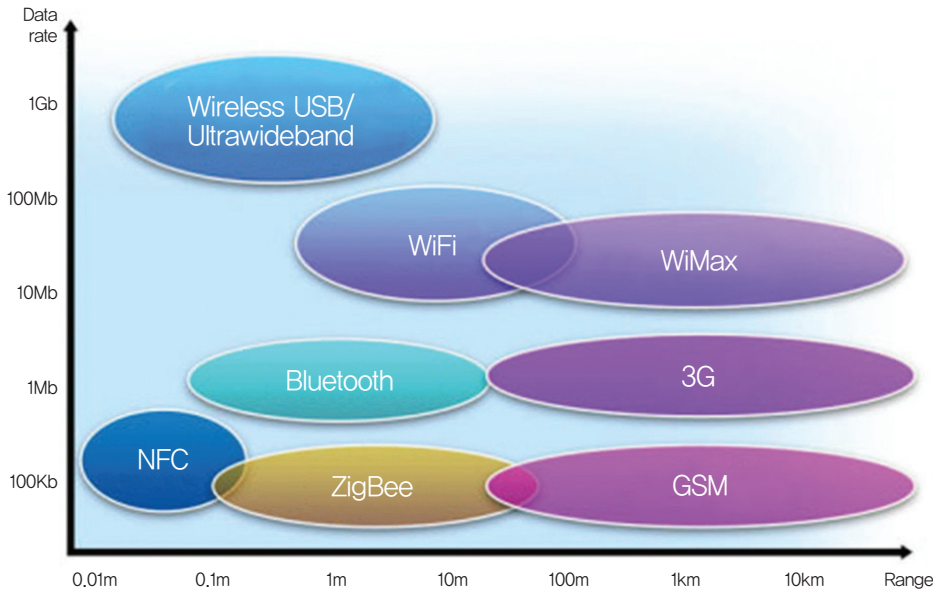


그림 4. 근거리 무선통신 기술 데이터 전송 속도와 거리

	W-PAN				W-LAN
	IrDA	ZigBee	Bluetooth	UWB	WiFi
표준	IrDA 1.0/1.3	IEEE 802.15.4	IEEE 802.15.1	IEEE 802.15.3	IEEE 802.11
전송거리	1M	~10M	~10M	~10M	~50M
전송속도	115k	250k	1~3Mbps	100~480Mbps	22~54Mbps
일반특성	짧은 인식거리 저가	짧은 인식 저전력	Voice 지원	고속 대용량	QoS
활용분야	Data	센서네트워크 산업, 자동화분야	Data 휴대폰, 헤드셋	Data 가전	Data 통신
속도	← 저속				→ 고속
모듈크기	← 작다				→ 크다
환경영향	← 크다				→ 작다
완성도	상	상	상	중	

그림 5. 근거리 무선통신 기술

방식이다. 이때 전파는 공간에 존재해서 이동하는 전기 에너지를 말하며 3000GHz 이하의 주파수를 가진 전자파이다. 이러한 전파는 방해물에 막히게 되면 전파되는 전파의 양이 현저하게 줄어든다.

특히 해당 시스템에서는 콘크리트를 뚫고 그 외부로 전파되어야 한다. 콘크리트는 매우 밀도가 높은 고분자 물

질로 전파가 뚫고 전파되기 어렵다. 따라서 이를 위해 적합한 무선통신 방식을 선택하여야 하며 연구가 필요하다.

RFID

RFID는 태그에 부착된 집적회로(IC칩)에 저장된 정보를 무선 주파수 Radio frequency를 이용하여 인식하는

비접촉식 기술이다. RFID는 태그와 리더기로 구성되어 있다. 태그는 안테나와 집적회로로 이루어져 집적회로의 정보를 기록하고 안테나를 통해 리더기로 정보를 송신한다. 이때 집적회로의 정보를 통해 태그가 부착된 대상을 식별한다. 전파를 이용하여 관독하기 때문에 비교적 먼 거리에서도 태그를 읽을 수 있으며, 심지어 장애물을 통과해서 정보를 수신한다.

NFC(Near Field Communication)

NFC는 10cm 이내의 거리에서 양방향 데이터를 송수신하는 기술로 13.56MHz의 주파수 대역을 사용하며 RFID 기술의 일종이다. 통신 범위에 따라 10cm 이내의 근접형(Proximity)과 1m 범위까지 인식이 가능한 주변형(Vicinity)으로 분류된다.

지그비(Zigbee)

지그비는 스마트 센서와 융합되어 이용될 것으로 전망되는 저전력 무선통신 기술이다. 868MHz, 902~928MHz 및 2.4GHz에서 작동하는 무선 개인 영역 통신망으로 50m 이내의 거리에 떨어져 있는 디바이스와 최고 250Kbps의 속도로 데이터를 주고받을 수 있다.

블루투스(Bluetooth)

블루투스는 10m 이내의 근거리에서 2.4GHz 주파수 대역을 이용하여 무선으로 기기 간 통신을 지원하는 무선통신기술이다. 전송속도는 1~3Mbps로 고속 전송이 가능하며 완성도 있는 근거리 무선통신 기술이다.

RFID, NFC, 지그비 그리고 블루투스와 같은 근거리 무선통신 기술과 고속 대용량 전송이 가능한 장거리 무선통신 기술들이 현재 전력손실 감소를 목표로 많은 연구가 진행되고 있다. 이러한 무선통신 기술은 수 년 안으로 발전하여 스마트 건축물 진단평가 시스템에 이용될 수 있을 것으로 보인다(그림 4, 5 참조).

왔고 이는 IoT와 MEMS 기술의 발전으로 한 걸음 앞으로 다가왔다.

스마트 건축물 진단평가 시스템은 콘크리트 내부에 시스템을 직접 매설하고 센서부에서 얻어진 데이터를 무선 통신 기술을 통해 외부로 송출하는 방식이다. 송출된 데이터는 수집되어 관측자의 모바일 기기 혹은 PC로 전송된다. 이를 시스템적으로 구축하기 위해서는 크게 배터리와 무선통신 부분을 해결해야 하며 해당 기술의 발전이 필요한 실정이다.☐

참고문헌

1. Noack, T.: Echtzeitberwachung und Langzeitanalyse mittels eingebetteter Systeme. In: Proceedings of the 23rd GI-Workshop on Foundations of Databases(2011), to appear
2. 한국방송통신전파진흥원, 방송통신기술 이슈&전망 2014년 제 37호, 2014.1
3. 김장원, 근거리 무선통신기술(WPAN), 하나증권 산업분석, 2006. 1

필자 소개

김선국 교수는 경희대 전자공학과에서 반도체 전공으로(나노전자소자에 관한 연구) 박사학위를 취득하였고, 2009년 인텔에서 메모리부분의 연구와 2010년부터 삼성종합기술원에서 디스플레이 관련 연구를 진행했으며, 2012년부터 경희대에서 실시간 모니터링 인공패치 및 차세대 반도체 소자연구를 진행하고 있다.

맺음말

건축업계는 신뢰성 있는 내구성 진단평가를 필요로 해