

# 건설IT융합기술 : 스마트빌딩 기술 개발 사례

백운철, 김형석  
세종대학교

## 요약

본고에서는 건설기술과 IT기술이 융합된 건설IT융합기술에서 스마트 빌딩과 관련하여 안전, 건강, 편의, 에너지를 위한 기술들로 분류하여 사례와 함께 서술한다. 고층 빌딩의 안전성을 위한 건축 구조물 건전도 모니터링 기술, 빌딩 실내 또는 지하 주차장에서 쾌적한 공기 환경을 유지하기 위한 스마트 환기제어 시스템 기술, 빌딩 정보의 체계적인 데이터 관리를 위한 빌딩정보모델링 기반의 센서와 영상 인터페이스, 스마트 빌딩 네트워크 관리 시스템에 관하여 소개한다. 또한, 에너지 절감을 위한 빌딩 에너지 관리 시스템에 관하여 냉난방, 조명, 환기설비, 전력모니터링 관련 기술에 대하여 설명한다. 이러한 기술들을 적용한 스마트 빌딩은 유무선통신, 스마트디바이스와 같은 IT기술을 건축공학 및 빌딩자동제어, 설비 기술에 적용하여 빌딩 사용자에게는 안전 및 최적 환경을 제공하고 빌딩 소유주나 관리자에게는 관리비용 절감, 관리 편의, 빌딩가치 상승 등을 제공할 수 있다.

## I. 서론

국내 건설 기술과 IT기술은 각각 세계에서 한국의 이름을 알리고 그 위상을 높인 주역이라는 것은 누구나 동의할 것이다. 여전히 이들 산업은 국제적으로 높은 기술력을 보유하고 있고, 경제성장의 주축이 되고 있다. 최근에도, 한국의 건설 기술은 중동 두바이의 스카이라인을 바꾸었고, LTE advanced를 세계 최초로 상용화하는 등 건설과 IT 분야에서 세계 최고의 기술력을 보여주고 있다.

‘제 3의 물결’로 유명한 미국의 학자 엘빈 토플러는 21세기는 융합의 시대로, 한국의 미래는 융합기술에 달려있다고 언급했다. 2020년에는 3조 6000억 달러에 이르는 거대한 규모의 세계적인 시장으로 예측될 정도로 기술의 고도화를 넘어 융합을 통해 새로운 가치를 창출하는 융합기술의 시대로 이미 세계 경

제의 패러다임은 변화하고 있다 [1]. 건설기술과 IT기술은 융합되었을시에 상당한 시너지 효과를 기대할 수가 있다.

건설 기술은 인간생활의 기본 요소인 의식주 중에 주거와 밀접한 관계가 있으므로 IT기술과 건설기술의 융합은 국민의 라이프 스타일을 변화시킬 뿐더러, 고부가가치 산업으로 시장을 확대하고 견인하는 매력적인 융합기술이 될 것으로 예상된다. 2020년 세계 건설IT융합 시장은 4141억달러[2], 그리고 국내 건설 IT 융합시장은 146조 원에 달할 것으로 전망되고 있다.

세계적인 추세에서, 전통적인 건설 기술과 저렴한 인건비, 공정 개선만으로는 중국, 인도와 같은 강력한 인건비 경쟁력을 갖춘 국가와 경쟁하기 버거운 실정으로 기술 우위의 전략이 필요하며, 따라서, 건설IT융합 기술을 확장하여 다양한 서비스 어플리케이션을 확보하는 것이 중요하다는 인식이 점차 커지고 있다. 선진국에서는 빌딩에너지관리시스템(BEMS), 재생 에너지, 제로에너지 건축물 등과 같은 에너지 절감, 환경친화 녹색 건설 기술 등을 기반으로 시장을 확대하려는 추세이다.

건설IT융합기술을 대표하는 스마트 빌딩 또는 스마트 건축물 기술은 유무선 통신과 스마트 디바이스와 같은 IT기술을 건축공학 및 빌딩자동제어, 설비 기술에 적용하여 빌딩 사용자에게는 안전 및 최적 환경을 제공하고 빌딩 소유주나 관리자에게는 관리비용 절감, 관리 편의, 빌딩가치 상승 등을 제공하는 빌딩으로 정의내릴수 있다.

본 고에서는 스마트 빌딩 기술 개발 사례를 통해서 안전에 대한 기술, 사용자 건강을 위한 기술, 빌딩 관리 편의성에 대한 기술, 에너지절감에 대한 기술로 크게 4가지로 분류하여 건설IT 융합 기술을 소개한다.

## II. 기술 개발 사례

해외의 기술 개발 사례를 살펴보면, 다음과 같다. 미국은 건설 산업을 6대 국가전략산업 중 하나로 지원하고 있으며, CMS, CERF, FIATECH와 같은 건설 IT 융합사업을 진행하며 유지

관리 및 에너지비용 50% 감소, 생산성 30% 향상, 공해 50% 감소 등의 국가 건설 목표를 설정하여 추진하였다[3]. 특히, 세계적인 IT 기업인 IBM은 smart utility 사업 분야를 유망 신사업 분야로 설정하였고, 세계 최대 네트워킹 장비 업체인 CISCO는 CUD(Connected Urban Development) 프로젝트를 통해 건설사업과 연계를 집중하고 있다.

유럽연합(EU)은 미래 세계 건설시장에서 경쟁 우위를 확보하기 위해 “사회기반시설 혁신 전략”을 마련하고 IT기술과 나노기술 등 첨단기술과 융합한 건설 신소재 및 신기술 개발 계획을 수립하여 2030년까지 2,400억 유로 투자를 계획하였다. EU 가입국 중 영국은 건설산업의 경쟁력 강화를 위해 지속 가능한 건설기술로서 유지관리, 건설자재, 구조, 전기 등 8개 분야에 R&D 투자를 진행하고 있고, 핀란드의 대형 건설기업인 YTT는 3D 가상 건설 기술인 BIM(Building Information Modeling)을 통해 기존 2D 설계에 따른 비효율성과 재시공 문제를 해결하여 수익률을 증대하였다[4].

아시아에서는 일본의 경우 건설성 산하 JACIC에서 건설기술과 IT기술의 융합을 통하여 기술 혁신 및 국제 경쟁력 강화를 추진하고, 국토 교통성을 중심으로 IT기술을 활용하여 공공사업 비용 절감대책시행, 공사계획, 설계 및 발주 효율화 등을 추진하고 있다. 국내에서는 건설사업 정보화 정책으로 건설IT융합기술을 제고하고자 하고 있으며, 특히 BIM 적용 확대, 설계 소프트웨어의 클라우드 컴퓨팅 기술 적용 등 설계 및 시공 단계에서의 건설IT융합에 초점을 맞추고 있다. 국내 건설업계에서는 수익성과 직결되는 에너지 저감, 주거환경 개선 등 서비스 품질 향상을 위해 IT기술을 적극적으로 관심을 가지고 활용하고 있다.

### 1. 안전을 위한 스마트 빌딩

전통적인 건축물들은 눈, 비, 바람, 추위, 더위 등과 외부 위협으로부터 인간을 보호해주는 안전한 공간을 제공해 주었다. 건축물의 고층화, 대형화, 이용 목적의 다양성이 증대함에 따라 역설적으로 안전을 제공해주던 건축물 자체가 지진, 붕괴, 자연재해 등으로 인해 인간의 안전에 위협을 줄 수도 있게 되었다. 또한, 건물에 화재가 발생하는 경우 피해 규모가 매우 커질 수 있어 건축물의 안전에 대한 요구가 점차 증가하고 있다.

2011년 국내의 한 고층 건물의 공진현상으로 인한 진동의 발생으로 건물의 안전에 대한 경각심을 주었으며, 이로 인해 거주자, 사용자, 상가 등에 경제적 손실을 가져다 준 일이 발생하였다. 이러한 건축 구조물 자체에서 발생하는 문제들을 해결하기 위한 건설IT 융합기술로 건설구조물 건전도 모니터링(Structure Health Monitoring, SHM)이 있다.

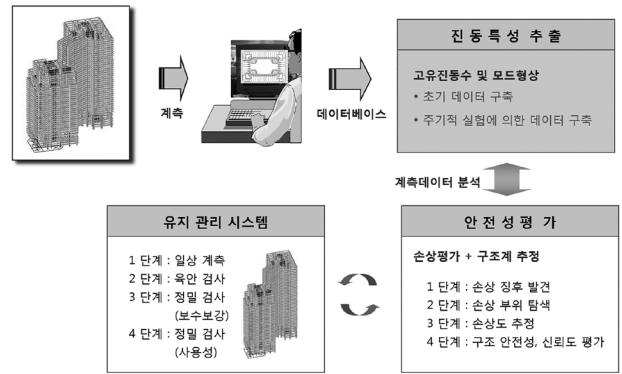


그림 1. Structure Health Monitoring 개념

건설구조물 건전도 모니터링 시스템은 <그림 1>에서와 같이 건물내 적절한 위치에 배치된 다양한 센서들로부터 측정된 데이터들을 유·무선 통신기술을 통해 수집하고, 이들 측정값들을 토대로 자료분석을 통해 건설구조물의 안전성을 평가하는 시스템이다. 세종대학교는 산학협력을 통해서 유전 알고리즘 기반의 지능형 손상탐지 알고리즘을 개발하였고, 이를 이용해서 계측 데이터를 분석하여 수학적 모델을 개발하고 경보수준을 결정할 수 있는 데이터베이스를 구축하였다. 수학적 모델에 따라 실시간으로 감지된 신호에 따라 손상된 위치와 정도를 예측할 수 있다.

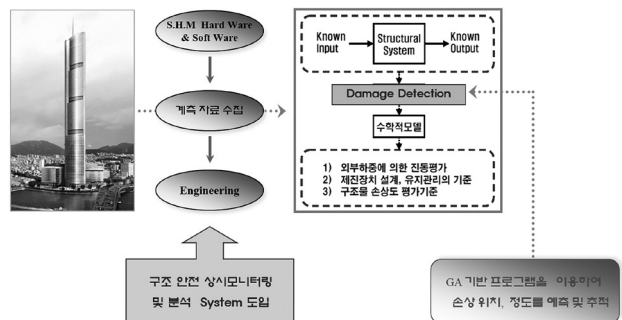


그림 2. 건축 구조물의 GA 기반 손상탐지 기술

빌딩의 중요한 안전 이슈 중 하나는 화재에 대한 대비이다. 화재가 발생하기 이전에 화재 발생 가능 상황을 사전에 감지하는 시스템, 화재 발생 직후 센서로 연기와 가스를 감지하고 음향/음성의 정보와 동시에 원격 서버에 상황을 전달하여 빌딩 관리자 및 사용자 전체에게 화재 상황을 신속하고 정확하게 전달할 수 있는 시스템, 그리고 화재로 빌딩내 사람들이 안전하게 대피할 수 있도록 대피경로를 화재상황에 맞게 표시해주는 시스템 등이 화재 대비 건설IT융합 기술에 해당할 것이다. 세종대학교와 연세대학교는 화재 발생 가능 상황을 발견하는 방법으로 BIM(Building Information Modeling) 데이터와 열화상 카메라 이미지를 결합하여 화재발생가능한 상황을 실시간 감시하는 기술을 개발하였다. <그림 3>은 이러한 기술의 대략적인 구조

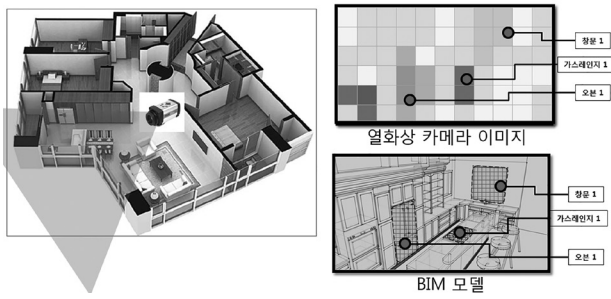


그림 3. 열화상 카메라를 통한 모니터링

를 보여준다.

2011년 소방방재청에서 발표한 화재통계분석에 따르면 부주의로 인한 발화가 가장 큰 비중을 차지하고 있고, 발화 열원은 실내의 작동중이던 기기가 가장 큰 비중을 차지한다[5]. 가장 큰 비중을 차지하는 발화 요인과 열원인 부주의와 작동기기의 경우 열화상 카메라를 이용한 BIM (Building Information Modeling) 기반 종합적 상황인지 및 알람 시스템을 구축할 경우 공간정보를 활용하여 열원의 비정상적인 온도변화를 탐지하고 위치를 파악해 화재가 발생하기 이전에 차단할 수 있다.

BIM은 “건축, 토목, 플랜트를 포함한 건설 전 분야에서 시설물 객체의 물리적 혹은 기능적 특성에 의하여 시설물 수명주기 동안 의사결정을 하는데 신뢰할 수 있는 근거를 제공하는 디지털 모델과 그의 작업을 위한 업무절차를 포함하여 지칭한다.”라고 정의되었다[6]. 즉, BIM 데이터는 설계, 시공, 유지관리는 물론 보안, 소방, 친환경 등 다양한 분야에서 신뢰할 수 있는 근거자료로 이용할 수 있다.

열화상 카메라를 이용한 BIM 기반 상황 인지 시스템을 통해 시각적으로 상황을 확인할 수 있는 CCTV 시스템의 장점과 눈으로 확인할 수 없는 온도 정보를 열화상 센서로 객관적으로 확인하여 화재 뿐만 아니라 에너지소비 등의 다양한 상황을 하나의 장비로 인지하는 방법을 연구 중에 있다.

또한, 화재 발생시에 연기와 발생가스를 모두 감지하고 감지시에 경보 발생과 함께, 무선통신으로 원격관리시스템에 전달하여 화재발생 위치와 확산 상황을 신속하고 명확히 알 수 있도록 하고 이를 빌딩 전체 사용자에게 알려서 초기에 대피할 수 있도록 하는 시스템을 개발하였다. 무선통신망에 기반하므로 신축건물이 아닌 기존 건물에도 용이하게 설치가 가능하여 화재 대비에 취약한 건물에 적절한 시스템이다.

빌딩내 화재시 대피경로를 화재 상황에 맞추어 동적으로 안내해줄 수 있는 기술도 개발 중이며, 화재센서, 통신망 등에 기반하여 적절한 최적의 대피경로를 판별하여 일정거리마다 위치한 비상구 유도등에 대피 방향을 디스플레이하는 시스템이다. 개

발 중인 최적경로 안내 시스템 및 관련 기술과 기저술한 화재감지/알람, 발화열원 경보 시스템 등을 통해 화재시 인명피해를 최소화 할 수 있을 것으로 기대된다.

지진, 침수, 강풍 및 노후화에 의한 건축물의 상태변화로 인하여 건축물에 이상이 생기는 것을 신속하게 발견하고, 또한 이상 발생시 손상 위치와 정도를 정확히 탐지하고, 화재 방지 및 감시, 대피 등 항상 도사리고 있는 건축물과 건축물 내 거주자들의 안전에 대한 위험에 대해 보호해줄 수 있는 기술 개발이 필요하며, 건설IT융합기술의 개발은 안전한 스마트 빌딩으로 실현할 수 있을 것이다.

## 2. 건강을 위한 스마트 빌딩

사람들은 실내 근무지와 주거공간 등 건물 내부에서 대부분의 시간을 보낸다. 그러나, 상시 호흡하는 실내의 공기에 대해 그리 큰 관심을 두지 않는 사람들이 많으며, 평상시 주기적인 환기를 실시하지 않거나 여름과 겨울에 냉난방으로 인해 창문을 계속 밀폐하는 등 이로 인한 빌딩 증후군을 비롯해 다양한 질환에 노출될 가능성이 있다.

실내의 경우, 건축내장재, 가구, TV, 컴퓨터 및 가전 제품으로부터 부득이하게 발생하는 오염물질과 의복, 피부, 애완동물 등에서 발생하는 미세 먼지 등은 건강에 위협이 될 수 있다. 또한, 지하주차장은 인체에 유해한 일산화탄소를 일상생활에서 많이 흡입할 가능성이 있는 장소이다. 지하주차장은 건물의 대형화에 따라 점차 지하 층수가 증가하게 되고, 이에 따라 더욱 환기에 취약한 환경에 놓이게 된다. 이러한 건물내 공기질 환경을 고려하여 건축물의 종류에 따른 환기기준과 관련한 법규들이 존재하는데, 건설IT 융합기술을 통해서 이러한 법규 기준을 충족하면서 환기장치로부터의 전력 소비량을 최소화시켜서 경제적이면서도 친환경적인 환기 시스템 구축방안에 대해 제시하는 것이 필요하다.

일반적으로 환기시스템은 계절 및 시간별 운용 상황에 따른 부하변동, 외기조건의 상황에 따르는 변화, 시설별 운영방식의 차이, 최고치 기준의 과잉 설비 등의 이유로 최적의 상태를 유지하기가 어렵다. 게다가 단순 환기 장치들은 불필요한 에너지 소모가 불가피하므로 이러한 환기시스템을 최적의 운용상태로 유지하면서 사람의 건강에 위협을 받지 않는 수준의 현행 규정을 준수할 수 있는 일종의 빌딩 에너지 관리 시스템(Building Energy Management System, BEMS) 기술이 적용된 환기장치 시스템을 건축물에 개발 및 적용하는 것이 바람직하다.

현재 세종대학교, (주)환기연구소, 한양대학교는 공동으로 IT기술과 건설 기술의 융합 연구개발을 진행하여 쾌적한 공기 환경

을 제공함과 동시에 BEMS기술의 일환으로 사용 전력을 절약하는 실내 그리고 지하주차장용 스마트 환기제어 시스템을 각각 개발하였으며[7], 이들을 세종대학교 건물 내에 구축하여 실험 및 시연을 진행하고 있다.



그림 4. 지하주차장 스마트 환기제어 시스템

스마트 환기제어시스템은 크게 무선센서, 스마트 벤틸레이터, 제어 및 운영 스테이션 부분으로 나누어진다. 무선센서들의 종류는 일산화탄소(지하 주차장)나 이산화탄소(실내)의 ppm값을 기준으로 하는 공기의 오염도와, 지하주차장의 경우 차량 입출입 데이터를 측정하는 무선 센서, 실내의 경우에는 출입자를 측정하는 무선 센서 등으로 구성된다. 무선 센서로부터 측정된 데이터는 제어 및 운영 스테이션에 의해 수집되어 자동 제어 알고리즘에 따라 운용상태를 결정한다. 알고리즘은 이동중인 차량 대수 또는 재실자수, 그리고 이산화탄소 또는 일산화탄소의 농도 등을 고려하여 예측적으로 환기장치를 제어하며, 동시에 전력소모를 줄이도록 하는 방식으로 설계된다. 모든 센서 데이터는 데이터베이스에 저장되고, 수신한 센서값들은 디스플레이 장치를 통하여 빌딩 사용자들에게 신뢰성있는 공기질의 상태와 환기장치 작동에 대한 정보를 제공해준다. 스마트 벤틸레이터는 제어 및 운영 스테이션으로부터 계산되어 역시 무선통신으로 전달된 환기장치의 운영 레벨을 수신하여 적응적으로 급기/배기팬/유인팬의 동작 여부 또는 시간당 회전수를 조절하여 공기질의 상태를 쾌적하게 유지한다.

여러 종류의 센서들을 통해 공기 중의 다양한 오염 물질들에 의한 오염 정도를 측정할 수가 있는데 개발된 시스템은 각각의 공간적 특성에 맞는 센서들을 선택하여 동작시킬 수 있는 유연성을 갖추고 있다[8]. 차량의 진출입 흐름은 차량이 지나가는 통로의 양쪽 벽면에 무선 센서를 설치하여 진입, 진출을 판단하는 방식을 사용하여 큰 공사없이 간단히 모든 형태의 지하주차장에서 용이하게 사용될 수 있도록 하였다.

환기장치가 지하주차장이 아닌 사무실이나 가정집에 설치된 경우에는 환기시 실내의 온습도 조절에 추가적인 에너지 소모가 발생할 수 밖에 없게 된다. 쾌적한 실내 공기질을 유지하기 위해 온도, 습도와 같은 다른 환경 요소들을 제어하는데 수반되는 비용이 발생하지 않도록 하는 연구개발로 창문형 하이브리드 환기장치 네트워크 시스템이 있으며[9], 자연환기와 기계환기를 선택적으로 사용할 수 있게 하면서 축열재를 일체화하여 겨울철과 여름철에 냉난방 에너지를 절감할 수 있는 장치이다. 이는 온습도 센서와 공기질 센서, 무선통신, 환기장치가 조합되는 빌딩 사용자 건강을 위한 건설IT융합기술의 하나이다.

### 3. 편의를 위한 스마트 빌딩

대부분 건물내 CCTV의 영상은 중대형 상황판에 출력하여 지속적으로 관찰하는 방법을 통해 건물 내외부의 보안문제를 해결하였다. CCTV로부터의 영상 및 인체감지센서의 센싱 결과 등을 설정한 상황과 비교하여 외부 인원의 침입이라고 판단되는 경우, 유무선통신기술을 이용해 보안 담당자를 비롯한 허가된 인원들에게 전송해 줄 수 있다. 또한, CCTV는 특정인을 지속적으로 추적하며 고화질의 끊임없는 영상을 제공해줄 수 있다. 이러한 영상정보들은 사용자의 스마트 기기를 비롯한 다양한 디스플레이 장치들을 통해 관리 가능하다.

BIM은 디지털 방식으로 건물 또는 시설물의 물리적 그리고 기능적인 특성을 표현하는 것이다. 이러한 정의를 더욱 직관적으로 설명한다면, BIM은 전형적인 2D 설계도면에서 구현되는 건물 및 시설물 정보를 3D의 입체 설계로 전환하며 해당 정보를 데이터베이스화하고 연계하여 가상적으로 미리 건물을 설계하고 시공까지 할 수 있으며, 시설물 수명 주기 동안 필요한 정보를 수집, 관리, 호환 및 재사용이 가능한 방법으로 생성하고 관리하는 프로세스라고 할 수 있다. 즉, BIM의 핵심 기술은 3D 모델링과 정보 관리를 가능하게 하는 소프트웨어이다.

빌딩의 3D 모델링 및 정보 관리 소프트웨어와 센서 네트워크, CCTV 등을 결합하여 새로운 서비스를 만들어낼 수 있는데, BIM의 3차원 공간정보에 수집되는 센서 측정값들과 CCTV의 영상데이터를 화면 상의 각 센서와 CCTV 위치에 매핑하여 빌딩 관리자의 편의를 향상시키는 도구가 건설IT융합으로 만들어지는 서비스이다. 3차원으로 빌딩내 센서/영상 정보를 표시하므로 사용자에게 편리하고 직관적인 인터페이스를 제공하면서 동시에 빌딩 구조와 시설물에 대한 상세한 정보를 포함하므로 이들과 센서 데이터를 결합하여 에너지 절감형 빌딩을 구축하는 등 새로운 건설IT융합 서비스의 창출이 가능하다.



그림 5. BIM 3차원 도면 기반 센서 관리 시스템

스마트 빌딩에서는 건물 내외부에 있는 네트워크를 통해 필요로 하는 인원들에게 실시간으로 동적인 정보를 제공함으로써 건물 관리자로 하여금 빌딩에 대한 관리를 가능하게 할 수 있다. 그러나, 스마트 빌딩에 있는 다양한 무선 센서 장비들과 영상 정보 및 네트워크 장비들은 끊임없이 정보를 주고 받아야 하기 때문에 유무선 네트워크 시스템을 효율적으로 관리해야 하며 각종 장비들의 오류 및 장애 발생 시 해당 문제점을 안정적으로 신속하게 처리할 수 있어야 한다.

이를 위해 스마트 빌딩과 같은 복잡한 네트워크 시스템과 장비들의 제어와 모니터링을 지원하는 네트워크 관리 시스템(Network Management System, NMS) 분야의 연구가 필요하다. NMS를 통해 네트워크 관리자는 네트워크 구성 요소에 대한 상태, 장애 및 통계 데이터를 실시간으로 확인할 수 있으며 수집된 데이터를 통하여 네트워크에서 발생하는 문제점들을 신속하고 효과적으로 관리할 수 있다.

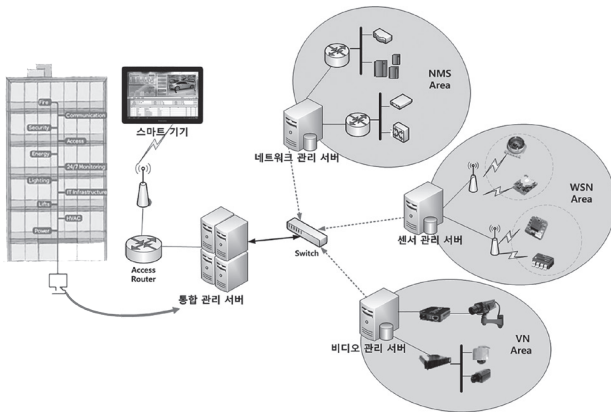


그림 6. 스마트빌딩 네트워크관리시스템

기존 NMS는 네트워크 장애 발생시 유지 보수의 비용이 많이 드는 문제가 있고, 네트워크의 인트라넷 중심의 특정 제한지역에서의 관리로 접근성의 제약을 갖는다. 또한, 유선 네트워크를 기반으로 하는 NMS는 네트워크 관리자의 이동성을 제약하여

관리의 범위가 한정되는 단점을 가지고 있다.

세종대학교에서는 무선 네트워크 서비스와 관련기술을 빌딩 네트워크에 도입하고 스마트 빌딩 관리에 가장 적합하고, 편리성과 보안성이 보장되는 SB-NMS (Smart Building Network Management System)와 SB-NMS 에이전트를 연구 개발 중에 있다[10]. SB-NMS를 통해 사용자들에게 외부 트래픽의 침입을 걱정하지 않고, 시간과 장소의 제약에서 벗어나 스마트 빌딩 내의 다양하고 복잡한 네트워크 장비들을 포함한 무선 센서 네트워크와 영상장비 등을 모니터링하고 제어하며, 오류 및 긴급상황 발생시 신속한 대응을 가능하게 해준다.

#### 4. 에너지절약을 위한 스마트 빌딩

세계 에너지 기구에서는 최근 20년간 에너지 소비량은 약 49%, 탄소 배출량은 43% 증가했다고 발표하였다. 세계 전체 에너지 소비량에서 빌딩에서의 에너지 소비량이 36%를 차지하고 있다고 알려져 있다[11]. 따라서, 빌딩에서의 에너지 소비량을 절감시키는 것은 매우 중요한 의미를 지니며, 이를 위하여 BEMS와 같은 건설IT융합 기술 개발이 필요하다.

국내에서는 그린 에너지 유망분야를 집중 육성하고, 2050년까지 탄소배출량 80% 저감을 위한 노력을 하고 있다. 이 중에서 스마트 빌딩을 통한 건물의 에너지 효율 증대로 전체 목표대비 탄소배출 저감 충족 비율을 10% 정도로 계획하고 있다. 에너지 효율 증대 방법에는 에너지 요구량을 감소시키는 건축적 방법과 기기 및 시스템의 효율을 향상시키는 설비적 방법이 있는데 건축적인 방법에는 건물형상, 표면형상, 건물의 방위, 개구율, 일사, 단열과 관련된 요소들이 있다. 설비적 방법으로 건설 기술과 IT기술의 융합을 통해 빌딩 에너지 소비를 감소시키기 위해서는 상황에 따라 설비 시스템의 동작을 제어함으로써 에너지 소비를 절감하는 방법의 연구개발이 진행되고 있다.

BEMS는 빌딩 설비, 네트워크 및 자동화, 운영 관리의 세 부분으로 구성되며, 빌딩 설비로서 전력 소모가 많은 조명, 냉난방, 환기 설비 등을 주로 다루며, 이들은 모두 중앙관리센터에서 원격으로 동작을 제어할 수 있어야 한다. 네트워크를 통해서 각 설비들은 유무선 통신으로 연결되고 이와 함께 빌딩 내외부의 온습도, 공기질, 조도 등 환경을 모니터링하는 센서들이 측정 한 값도 함께 수집되어 중앙관리센터에서 에너지 절감을 할 수 있는 제어 방안을 결정하여, 현장의 설비들에게 동작 지시를 내린다. BEMS의 성능은 물리적인 기기의 성능과 네트워크 성능에 따라서도 차이가 있지만, 가장 크게는 관리 층의 소프트웨어 성능에 따라 크게 달라진다.

예를 들어, 냉난방 설비에 대한 BEMS로 주식회사 유타스는

빌딩 내에 설치된 각 냉난방기들을 개별 제어할 수 있는 기기를 빌딩망으로 연결하여 중앙에서 제어함으로써 빌딩의 에너지 소비를 줄일 수 있는 시스템을 <그림 7>과 같이 개발하였다[12].

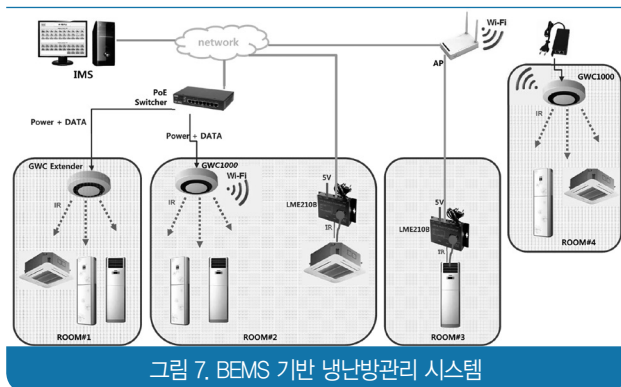


그림 7. BEMS 기반 냉난방관리 시스템

환기설비의 경우는 세종대학교에서 CO/CO2 등을 측정하여 오염되어 있지 않은 공기 환경에서 팬을 구동시키는 것을 방지하고 오염 농도에 따라 팬의 회전수 레벨을 달리 하여 전력 소비를 절감하는 시스템을 개발하였으며, 가스 센서 이외에도 재실자수/출입차량대수를 측정하여 정확하고 신속한 제어를 하여 전력 낭비가 없도록 하였다[13].

조명의 경우는 조도센서, 인체/차량 감지센서 등으로부터 수집된 정보를 이용하여 자연 조명과 밝기 조정(디밍) 가능한 인공조명을 결합하여 적절한 조도를 공급한다. 원격으로 조명을 제어하여 불필요하게 켜져 있는 조명을 관리하며, BIM과 결합하여 3D 인터페이스로 빌딩내 조명을 관리하고, 조명 설치 전에 시뮬레이션을 통해 조명의 설치 계획을 세울 수 있는 프로그램을 연구 개발한 사례가 있다.

빌딩의 다양한 소규모 설비와 전기기기들에 대해서는 개별 기기에서 소요되는 전력 측정을 통하여 대기 전력 차단, 기기 동작 모니터링의 기능을 구현하여 전력 절감을 할 수 있다. 이러한 용도로는 전류센서와 무선통신을 내장한 스마트 플러그를 이용해서 모니터링과 제어를 하는 에너지 관리 시스템이 있다. 다른 방법으로, 빌딩 내에 설치된 분전반에 모듈식으로 부착하여 소요 전력을 측정하고 상위 시스템에서 전력 관리를 가능하도록 하는 에너지 관리 시스템도 연구개발이 되고 있다. 세종대학교에서는 산학협력으로 건설IT융합연구 중 에너지절감과 관련한 기술로 스마트 플러그와 모듈형 분전반 전력 모니터링 시스템 등과 이와 연동하는 전력계산 알고리즘 및 소프트웨어 등을 연구 개발하고 있다.

BEMS에 기반한 건설IT융합 기술은 사용자에게 쾌적한 환경을 제공하면서 동시에 빌딩 설비의 전력 소비량을 최대 절감하여 빌딩 소유주 및 관리자에게 관리 비용의 대폭적인 절감을 가져올 것이다.

### III. 결론

본 고에서는 건설기술과 IT기술의 융합기술인 스마트 빌딩 기술을 안전, 건강, 편의, 에너지 관련 기술들로 분류하여 개요와 연구개발사례를 설명하였다. 건물 구조 건전도 모니터링 기술, 스마트 환기제어 시스템 기술, 빌딩정보모델링 기반 센서 인터페이스 기술, 스마트 빌딩 네트워크 관리 시스템 기술, 빌딩 에너지 관리시스템과 관련 기술 등에 대하여 소개하였다. 스마트 빌딩 기술은 재난재해예방 및 에너지 절감을 통한 국가 기반 시설 비용 감소를 기대할 수 있으며, 웰빙, 관리 편의 등과 관련한 고부가가치 건설시장 창출을 통한 관련 산업을 활성화할 것이다. 국내에서 보유한 세계 수준의 건설 기술과 IT기술을 접목함으로써 시공, 설계, 설비 등의 분야에 있어서 건설IT융합기술의 국제 경쟁력 확보를 통해 선진국과 기술 격차 해소에 기여할 것으로 기대한다. 스마트 빌딩 기술은 초고층 빌딩 건설 및 미래 도시 구축의 기반 기술로 활용될 것으로 기대한다.

### Acknowledgement

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 IT융합 고급인력과정 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (NIPA-2013-H0401-13-1003).

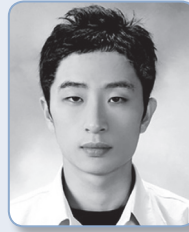
### 참고 문헌

- [1] 하 준,이성복, "IT 융합 산업의 발달과 정책적 시사점", 산업연구원 정책자료, 2012.12.
- [2] 한국산업기술진흥원, 산업원천기술로드맵 요약 보고서, 2010.
- [3] 허재두, 이일우, 박광로, "스마트 그린을 위한 건물 에너지 관리 기술 동향", 전자통신동향분석, 26권 6호, 2011년 12월.
- [4] 지식경제부, 한국산업기술평가원 "IT R&D 발전 전략", pp. 905-1040, 2010.09.
- [5] 소방방재청 "2011년 상반기 화재발생현황 분석", 2011.
- [6] 국토해양부, 건축분야 BIM 적용 가이드, 2009.
- [7] 백윤철, 김수미, 김형석, "저전력 WiFi 센서 네트워크 기반의 지하주차장 자동환기 시스템", Construction & IT BIM Academic Conference 2011 논문집, pp.91-92, 2011.
- [8] 김성민, 한정탁, 권오현, 정재원, 김형석, "플러그 앤 플레이 공기질 센서 기반의 무선환기장치 제어 네트워크", Construction & IT BIM Academic Conference 2011 논문집, pp.91-92, 2011.

문집, pp.41-43, 2011.

- [9] 권오현, 조홍재, 진정탁, 김형석, 정재원, “축열제 일체형 하이브리드 환기장치의 여름철 환기 냉방부하 절감효과 분석”, 대한건축학회 논문집, vol.28, no.3, pp. 235-242, 2012
- [10] 김채환, 손우진, 이경근, “스마트폰 기반의 u-NMS 성능 분석”한국통신학회논문집, vol.36, no.6, pp.608-617, 2011.
- [11] 도은진, 그린빌딩 확산, 새로운 사업모델이 필요하다, LG 경제연구원, <http://www.lgeri.com/industry/general/article.asp?grouping=01030100&seq=173>, 2010.
- [12] 유타스 제품 소개 페이지, <http://blog.daum.net/smblhj/177>, www.utas.co.kr.
- [13] 이우람, 임용기, 김형석, “빌딩에너지관리시스템 (BEMS) 용 지하 주차장 스마트 환기 시스템”, 대한전자공학회 하계종합학술대회, 2013

## 약 력



백 윤 철

2010년 세종대학교 정보통신공학과 학사  
 2012년 세종대학교 정보통신공학과 석사  
 2010년~현재 IT융합고급인력과정지원사업 스마트 빌딩연구센터 연구원  
 2012년~현재 세종대학교 정보통신공학과 박사과정  
 관심분야: cyber physical system, wireless network, sensor system



김 형 석

1996년 서울대학교 전기공학부 공학사  
 2004년 서울대학교 전기컴퓨터공학부 공학박사  
 2002년~2003년 미국 버지니아대학 컴퓨터학과 연구원  
 2004년~2006년 삼성전자 정보통신총괄 책임연구원  
 2006년~현재 세종대학교 정보통신공학과 부교수  
 2010년~현재 세종대학교 IT융합기술연구소 소장  
 2010년~현재 IT융합고급인력과정지원사업 건설IT 융합 연구책임자  
 관심분야: cyber physical system, wireless network, cognitive radio