

# 센서네트워크 기반의 BIM 연구 동향 및 전망

중앙대학교 | 황지은 · 홍윤기 · 김영일 · 박세현\*

## 1. 서론

최근 건축물에 대한 설계에서 뿐 아니라 시공, 관리적인 측면까지 정보에 대한 효율적인 활용 방안 고려가 활발하게 이루어지고 있다. 과거 건축물은 단순히 기능성을 강조하여 단시간에 구조물을 완성하려는 노력으로 정형화된 건축 지표들만으로도 건물을 지을 수 있었다. 그러나 건축물을 하나의 디자인으로 인식하고 시공과 관리에서의 안전성을 고려하게 되면서 건축물 자체를 하나의 유기체로써 다양한 정보의 수집을 요구하게 되었다. 건축물이 다양화되고 고층화되면서, 그리고 기존의 형식 및 방식을 탈피하면서 하나의 건물을 완성하고 관리하기 위해서는 건물에 대한 이해가 필수요건이 되고 있다. 이러한 필수 요건을 충족시키

기 위해 최근 유기체적인 접근을 목적으로 센서네트워크를 이용한 3D 모니터링으로 건축물을 설계 및 시공 과정을 진행함으로써 안전성 및 효율성을 증대하도록 노력하고 있다.

건축물에 대한 관리를 위해 필요한 정보를 수집하고 분석을 수행하기 위하여 정보에 대한 분류 체계, 구성 방안, 활용 방법에 대한 연구가 진행되면서 BIM (Building Information Modeling)이 전 세계적으로 주류로 떠오르고 있다. BIM은 건축설계를 2D에서 3D로 한 차원 격상시켰고 건축물의 전 생애주기(life-cycle) 동안 발생하는 정보를 통합적으로 관리하는 기술이다. 이는 설계방법과 품질을 획기적으로 바꿀 수 있는 기술이자 도구로 인식되고 있으며, 설계뿐 아니라 시공 및 유지관리에 이르는 건설의 생애주기 전반에 걸쳐 BIM을 중심으로 생산의 개념과 프로세스까지 바뀌가고 있다.

BIM을 건축물에 적용은 물론 사후관리의 지속성을 강화하기 위해서는 센서네트워크 및 IT적인 요소들과 건설 분야의 융합이 필요하다. 이러한 필요성은 최근 활발히 진행되고 있는 기업 및 정부기관을 중심으로 한 기술 개발 프로젝트들, 또는 국내외 유수의 대학 및 연구 기관들에서 이루어지고 있는 연구들을 보면 잘 알 수 있다. 즉 IT 분야와 건설 분야를 융·복합할 경우 빌딩의 시공에서부터 관리, 안전뿐만 아니라 최근 이슈로 떠오르고 있는 에너지 절감까지 그 효과를 기대할 수 있다는 점에서 그 필요성이 증대되고 있다. 이러한 필요성에 따라서 어떠한 센서를 활용하고 네트워크의 배치 방안, 정보에 대한 정확성 및 효율성을 관리하기 위한 연구가 필요하다. 따라서 센서네트워크를 기반으로 건축물의 설계, 시공, 관리를 위해 필요한 정보를 체계적으로 분류하고 정보의 수집 방법에 따라 센서네트워크를 구축하고 정보의 활용 및 운영을 위한 통합관리 시스템 구성이 요구되고 있다.

그러나 현재로써는 독립적으로 센서들에 대한 기술적 연구 및 BIM을 통해 정보에 대한 분류가 진행되

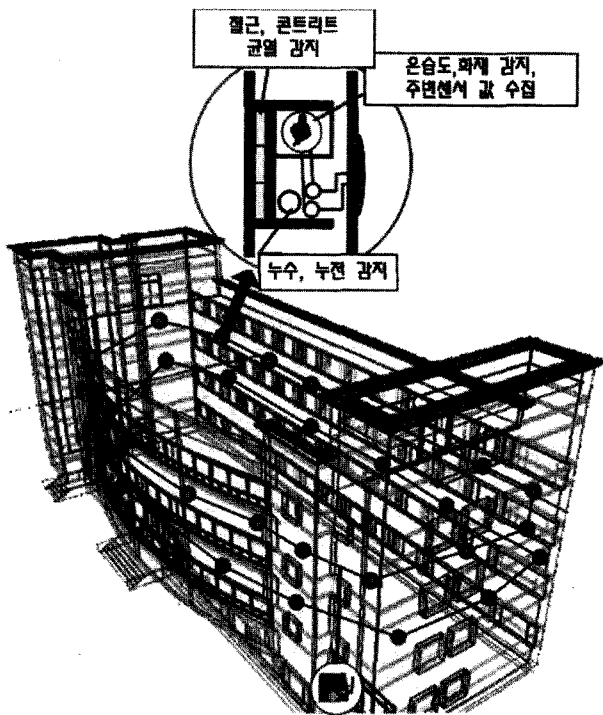


그림 1 BIM을 위한 센서 네트워크

\* 종신회원

고 있으나 이에 대한 융합 방법, 건축물로의 적용에 대한 방안 연구가 미흡한 상황이다. BIM을 위한 센서네트워크의 성공적인 정착과 발전을 위해서는 기술적인 부분 외에도 실제 건설 프로젝트에서 운영되고 있는 방식에 대한 철저한 분석과 계획이 필요하다. 따라서 BIM을 강화하고 건축물에 효율적인 적용을 위해서는 센서네트워크와 통합 관리시스템을 건설 기술, 즉 BIM과 어떻게 융·복합 할 것인지에 관한 연구가 시급히 진행되어야 하며, 지금이 이러한 연구를 위한 중요한 시점이라고 할 수 있다.

## 2. BIM의 개요

### 2.1 BIM의 정의

BIM[1]은 Building Information Modeling의 약자로 건물 초기 설계에서부터 유지관리까지 건물의 전 생애주기 동안 발생하는 모든 정보를 수집하고 관리하는 기술이라 할 수 있다. 1970년대 중반 영국 정부의 노력은 미국과 영국의 얼리 어답터(early adopters)들이 사용했던 BDS(Building Design System)와 RUCAPS (Really Universal Computer Aided Production System)를 포함한 초기 BIM시스템으로 이어졌다. 이와 같은 1세대 BIM시스템들의 주요한 개념들이 오늘의 BIM 저작 소프트웨어에 포함되어 있고, 그 예로는 파라메트릭 요소 정의, 건물요소 라이브러리, 그래픽 적이고 분석적인 다수의 표현과 통합건물 모델로부터 생성된 도면이나 그래픽 보고서와 같은 것들이 있다[2-3].

이렇게 BIM이 소프트웨어적으로 수집, 모니터링 하는 부분에 중점을 두었을 뿐 실제로 수집 방법이나 관리 기술 및 수집된 정보를 통한 추론 기술에 대한 연구는 미흡했다.

최근에는 센서네트워크 기술의 적용 범위가 일반 생활 영역에서 다양한 분야로 급속하게 확장되고 있으며 이러한 가운데 저탄소 녹색성장 정책에 맞는 건설 융합 기술의 필요성이 대두되고 있다. 건축분야와 센서네트워크의 협력을 통해 건축 구조물의 효율적 유지관리를 위한 건설용 센서 제조 원천기술 개발 및 이를 활용한 구조물 유지관리 네트워크 기반이 구축되어야 한다. 이를 위해 BIM 적용에 의한 건설관련 분야(설계, 구조, 기계, 전기, 에너지, 시공 등) 간의 새로운 통합 프로세스와 유지관리를 위한 정보네트워크 기반 조성이 필요하다.

기존의 건설, 건축 분야에서의 정보는 기호적 언어와 2차원 기반의 도면 정보체계를 통해 표현되었지만, BIM 기술을 통해 실제 형상과 정보를 가지는 3차원

기반의 정보체계로의 변화로 다양한 형태로 필요에 따라 정보를 표현할 수 있게 되었다. BIM은 설계에서 유지관리 단계까지 건축물의 전 생애주기 동안 다양한 분야에서 적용되는 모든 정보를 생산하고 관리하는 기술이다. BIM은 새로운 설계, 시공, 시설물관리(FM: facility management)에 관한 내용으로 기존의 건물의 생김새와 기능, 시공방식을 바꾸는 새로운 변화이다. 미국의 The National Institute of Building Science에서는 BIM을 “최신 디지털 기술을 활용해서 시설의 모든 물리적, 기능적 특성과 연관 프로젝트 전반에 걸친 생애주기 정보를 컴퓨터로 재현하며, 건물의 소유주 및 운영자가 건물의 전 생애주기에 걸쳐 이용하고 유지하도록 정보를 저장해주는 것이다”라고 정의하고 있다. 이러한 BIM에 대한 정의는 컴퓨터를 통한 재현의 범주에는 단순히 3차원적인 뷰(view)를 모델링한다는 의미를 넘어서 데이터 추출 분석과 적절한 소프트웨어를 통한 조작 등이 포함되어 있다. 이러한 BIM의 목적은 초기 개념설계에서 유지관리 단계에 이르기까지 건물이 존재하는 모든 기간 동안 다양한 분야에서 적용되는 모든 정보들을 생산하고 관리하는 기술이라 할 수 있다.

BIM은 파라메트릭 기술을 적용하여 지능적인 빌딩 객체들(벽, 슬래브, 창, 문, 지붕, 계단 등)이 각각의 속성(기능, 구조, 용도)을 표현하며, 서로의 관계를 인지하여 건물의 변경 요소들을 즉시 반영한다. 따라서 BIM은 모든 빌딩 객체들 내에 특성, 관계, 정보가 모델 데이터를 이용한 시뮬레이션 또는 계산에 의해 얻어질 수 있기 때문에 건설 산업의 프로젝트 진행에 있어 신속한 의사결정을 돕기 위해 물량, 비용, 일정 및 자재 목록에 관한 정보를 제공할 뿐만 아니라, 구조 및 환경을 고려한 데이터 분석을 가능하게 한다. 다음은 IBM의 적용을 통해 건물 생애주기 별 얻을 수 있는 기대효과를 나타낸다.

- 설계 : 건축 구조물의 3D 디지털 데이터를 기초로 건축 구조물에 대한 기획, 계획, 설계, 시공, 유지관리 등에 관련된 여러 정보를 통합하여 환경성능 및 초고층 건축의 구도 설계/구조 해석 시뮬레이션 등을 용이하게 실시할 수 있다.
- 시공 : 1) 고품질화 - 공장에서 제조한 부재를 시공 현장에서 조립하는 구조물에 각각의 고유 번호(ID)를 가지는 RFID 태그를 붙여 부재의 제조로부터 가공, 골조의 시공까지 일련의 생산 과정에 있어서 품질 관리를 실시하는 시공 검사 지원 시스템의 개발이 진행되고 있다.

2) 비용 절감 및 공사 기간 단축 - BIM에 근거하여 컴퓨터상에서 부재의 간섭 등을 사전에 체크함으로써 시공 단계의 실수를 줄여 공사 기간 단축을 꾀한다. 또한 사전 계획이 진행된 생산체제의 실현에 의해, 시공 실적을 파악하여 신속히 피드백 함으로써 건축 시공 진행에 유연하게 대처할 수 있다[4].

3) 안전 관리 - 건설 현장에서 작업자나 건설기기의 접근 정보를 오퍼레이터에게 알리는 경보 시스템이 개발되고 있다. 중기의 접근을 검지하는 방법은 적외선 센서, 텔레비전 모니터, GPS, 액티브 RFID 태그 등이 있다.

- 운용 및 교체에 위한 유지관리 : 시공 시의 모든 검사 결과를 BIM에 적용함으로써 건설 후의 생애주기 및 관리에 이용할 수 있으므로, 건물 운용의 비용 절감이 가능해진다. 또한 건축물의 유지 관리에 있어서 지진 후의 손상 평가 및 구조물의 안전성 평가가 요구됨으로 인해 다양한 건축 구조물 모니터링 시스템이 요구되고 있다.

현재 건축분야에서는 BIM을 이용하여 건축물의 설계, 시공 및 유지관리에 이르는 정보의 통합적 관리를 하고 있다. 그러나 건축물 건설 뿐 아니라 시공 후 사후관리의 지속성을 위해 센서네트워크 및 IT 요소들과의 융합이 필요하다.

건축분야에서는 고도의 정밀한 계측이 병행되어야 하기 때문에 각종 센서를 설치하여 센서로부터 수집된 정보를 모니터링하면서 작업한다. 특히 신속한 의사 결정을 효과적으로 지원하기 위해 센서 네트워크 기반의 모니터링 시스템이 요구되므로 BIM과 센서네트워크와의 통합 관리 시스템이 필요하다.

## 2.2 BIM에서의 요구사항

현재의 BIM 기술은 설계의 효율성을 높이기 위한 연구로 한정되어 발전되고 있다. 최근 센서네트워크로부터 정보를 수집하는 방안을 적용하고 있으나 3D 모니터링을 위한 정보 관리에 목적을 두고 있다. BIM을 건물의 설계, 시공 및 관리까지 라이프 사이클 전반에 걸쳐 활용하고 효율성을 극대화하기 위해서는 정보의 효율적이고 체계적인 관리 및 활용 기술에 대한 연구가 필요하다. 이처럼 BIM을 건설 분야에 적합하도록 구현하고자 할 때 다음과 같은 요소에 대한 고려가 이루어져야 한다.

- 발주자 또는 건물 특성에 따른 요구사항: 건물은

각각 특성과 사용자에 따라, 그리고 요구에 따라 다른 형태, 구조를 지닌다. 따라서 정형화된 형태로 센서들을 사용하거나 정보를 수집하고자 한다면 다양한 구조적 특성을 만족시키기 어렵다. 따라서 보편적인 센서의 활용 방안 및 정보 분류 체계를 기반으로 건물에 대한 정보를 유기적으로 관리함으로써 요구사항과 지속적인 검증이 이루어져야 한다. 예를 들어 초고층 빌딩이면서 상층 부분이 적은 면적을 차지하기를 원한다면 바람의 영향에 따라 발생하는 진동이 하층에 비해 큰 허용 범위를 포함할 것이며 이러한 요구사항을 만족하기 위한 건물 구조물을 활용해야 할 것이다.

- 에너지 및 효율성: 건물의 시공에서의 효율성을 극대화하고 건물 자체에서 소비되는 에너지의 효율성을 강화하는 것이 중요한 요소가 된다. 특히 최근 저전력, 친환경에 대한 요구가 증가하면서 자재 뿐 아니라 시공 기법과 공간 활용 기법에서도 다양한 연구가 진행되고 있다. 건축물의 관리는 단순히 표준 범위를 벗어나는 것을 감지하는 것이 아니라 상황과 특성에 적합하게 구성함으로써 효율성을 높이는 것이 목적이다. 따라서 건물의 자재 정보, 공간의 환경 정보 등을 지속적으로 모니터링하고 관리해야 한다.
- 건물에 대한 무결성: 건물은 설계에 따라 각기 다른 형태로 구현이 되며 독특하고 대담한 설계는 건물의 무결성을 고려해야 한다. 최근 유연한 곡선적인 표현, 미에 대한 구조적 재구성을 통해 건축물은 기존에 비해 하중 관리 및 안전성 평가 지표에 대한 관리가 더욱 복잡해지고 있다. 그러나 건물 설계 및 지속적인 관리에 있어 최우선이 되는 것은 무결성 부분이다. 건물이 고층화, 다양화되면서 건물에 영향을 줄 수 있는 환경적 요인이 증대되고 비틀림이나 충격에 대한 흡수 능력이 약해질 수 있는 등의 다양한 문제점 고려가 필요한 상황에서 기존의 단순한 건물 구조의 평가지표를 그대로 활용하는 것은 문제가 될 수 있다. 또한 단순히 시공에서만 건물의 안전성을 평가하는 것 역시 지속적으로 변화하는 환경 요소에 대한 고려가 미흡할 수 있다. 따라서 건물에 대한 효율적인 모니터링 및 환경적 요인과의 유기적인 관계성에 따른 평가 지표의 다양화가 필요하다.
- 지속가능성: 건축 자재는 시간의 변화에 영향을 많이 받는다. 그럼에도 불구하고 최근까지의 건축 방식은 건물의 완공까지의 안전성 평가를 위해

정보를 수집하거나 건물 시공의 효율성을 높이기 위한 요소로만 BIM을 활용한 연구나 구현이 많이 이루어졌다. 건물에 대한 수명이 건축 자재 수명에 비례한 것으로 여기고 건물의 생존 주기를 늘리기 위한 기술 연구가 미흡하였다. 그러나 BIM의 도입과 센서네트워크의 활용은 시공 뿐 아니라 사후에도 지속적으로 건물에 대한 정보 관리를 통해 보완함으로써 지속가능성을 높일 수 있다. 예를 들어 환경적 요인으로 인해 건물에 비틀림이 발생하거나 장마철에 습기로 인해 자재 수명이 떨어지는 상황들을 지속적으로 모니터링이 가능할 경우 비틀림을 감소시키거나 건물 내의 습기를 감소시키기 위한 방안이 모색될 수 있다. 따라서 센서네트워크와 통합 관리 시스템을 활용한 BIM의 활용은 단순한 건설 도구가 아닌 건물 관리 기술이 될 수 있다.

### 3. BIM 관련 국내외 연구동향

국내에서는 BIM을 기반으로 한 3D 설계 기법을 중심으로 해외로부터 도입하고 있으며, 초기 설계단계나 시공 이후 적용보다는 2차원 설계 이후 설계 및 시공에 대한 검토를 위해 적용하고 있다. 일반적으로 기존 2차원 설계도면 작성 방식에서는 도면들 간의 불일치로 발생하는 오류가 존재한다. 또한 건축 자재나 외부 환경의 변화에 따라 설계도면이 수시로 변경되어야 한다. 그리고 시공 단계에서도 발생하는 다양한 상황 변화에 따라 수정을 거치며 정확성이 떨어질 수 있는 단점들이 존재했다. 이를 해결하기 위해 BIM을 기반으로 체계적인 3차원의 설계방식을 도입하여 적용하고 있다. 그러나 국내에서 적용하는 BIM은 단순히 모니터링을 위한 소프트웨어로 시공오류 체크나 건물의 면적 등 부분적인 관리만을 하고 있다. BIM은 건설의 설계에서 시공, 관리에 전반적으로 활용하여 건물의 라이프 사이클을 극대화하기 위해 연구되고 제안되어졌다. 그럼에도 불구하고 정보의 수집, 관리에 대한 기술적인 연계의 부족으로 제한적인 활용에 그치고 있다.

그림 2는 국내의 건설사들을 중심으로 BIM을 도입 및 활용하고 있는 협력업체들에 대한 수요조사를 보여주고 있다[5]. 국내에서 도입한 BIM은 3D 설계에 대한 효율성에 초점이 맞춰져 있으며 시공 단계에서의 정보 수집이나 관리를 위한 기술적인 연구가 밀받침되지 않는 상황에서는 추가적인 적용이 어려운 실정이다. 그렇기 때문에 현재 BIM은 설계 및 공정관리,

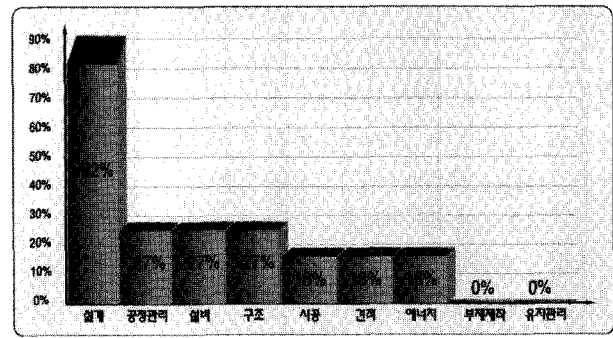


그림 2 협력업체 현황

설비, 구조를 위한 업체, 시장에서 활용되고 있다. 시공 이후 BIM을 활용할 수 있는 기술적 지원의 부재로 인해 현재 유지관리 부분은 업체에서의 활용이 국한되고 있다. 이처럼 BIM은 단순히 건설 분야에 국한된 부분으로 보기에 활용도가 낮은 상황이며, 기술적인 연구가 미흡하다. 따라서 BIM의 활용을 높이기 위해서는 센서네트워크의 효율적 구축을 기반으로 지속적인 정보의 수집과 다양한 센서네트워크 정보를 수집하여 건물의 상태를 지속적으로 모니터링 및 문제점을 분류하기 위한 관리 시스템이 필요하다. 또한 건물의 상태를 유기적이고 전반적으로 관리하기 위해서는 다양한 형태 및 방식의 센서 구현이 필요하다.

#### 3.1 국내 BIM 동향

건설 분야는 최근 초고층 빌딩, 디자인 중심의 새로운 형태의 건물, 환경 친화적인 건물에 이르기까지 어느 때보다 다양한 형태의 건물들을 구축하고 있다. 이러한 노력은 건설 기술의 진보를 촉진시키게 되었으며 건축물에 대한 많은 정보를 설계 단계에서부터 요구하게 되었다. 이에 따라 BIM을 적용함으로써 설계에서의 효율성을 높이기 위한 노력을 진행해왔다. 그러나 여전히 BIM에 대해서는 초기 도입단계에 머무르고 있으며 정부기관이나 산학연 협동 연구를 통해 다음 단계로의 진보의 기반을 다지고 있다.

한국산업기술재단이나 산업자원부에서는 구조물에 대한 안전한 시공과 사후관리를 위해 다양한 센서네트워크 연구를 수행하고 있으며 교량이나 도로 등의 구조물에서 진동, 외부 충격, 하중 등의 환경 정보 수집을 위한 센서네트워크의 활용 기술을 연구하고 있다. 각 센서에서 수집된 정보를 관리하기 위한 프로그램의 개발을 통해 BIM의 활용방안을 극대화하고자 한다. 이러한 노력은 BIM을 설계에서의 활용성 뿐 아니라 시공 및 관리 단계까지 확장하려고 하고 있으나 센서의 운영 기술 및 정보에 대한 공간, 상황에 따른 특성 분류 및 관리 기술의 연구가 추가적으로 요구되

고 있다.

BIM의 도입에 대해서는 3차원 설계의 중요성 및 효율성을 인식하고 있는 건설사들이 가장 시급하게 진행을 하고 있다. BIM에 대한 활용을 위한 응용도구들의 개발에 투자를 강화하고 있음은 물론 3차원 기반 모델링에 대한 연구를 활발하게 진행하고 있다. 이는 최근 다양한 형태의 구조물의 설계에 있어 활용되고 있으며 자재 관리 등에 추가적으로 적용되고 있다.

### 3.2 국외 BIM 동향

#### • 북미지역 BIM 적용 현황

북미지역은 다년간의 체계적인 준비와 계획 하에 미국국가표준인 NBIMS를 2007년 12월 제정하는 것을 시작으로 building SMART alliance를 결성하고, 다양한 관련 기구 및 기관을 연합하여 BIM의 적용을 국가적 추진하고 있다. 현재는 GIS 분야의 국제표준화 컨소시엄인 OGC와 연계하여 BIM 표준인 IFC(Industry Foundation Classes)와 OGC 표준을 연계 적용방안을 시험 중에 있고, 현재 COBIE 프로젝트를 통해서 유지관리 측면에서의 다양한 적용을 실행하고 있으며, 미국의 연방 조달청(GSA)의 경우는 납품 시 표준 포맷인 IFC 파일을 필수 제출 항목으로 지정하고 있다.

이런 국가적인 주도하에 추진되는 일련의 프로젝트 등을 통해 건설 분야에 전반적인 정보교환을 원활하

게 하기위한 정보 생성 및 관리 가이드를 제공하고 국제적 통용 범위와 자국 내에서 적용이 가능한 부분까지 구분하여 관리하고 있다. 또한 거대 프로젝트를 통해 BIM을 통한 잠재적 투자수익성 또한 파악하고 예상되는 정보의 흐름을 정의하기위한 노력을 하고 있다. 그리고 건설 분야 전반의 정보의 효율적 교환 및 공유를 위해 프로그램에 대한 법규를 검토하고 승인 프로세스까지 개발한 상태이다.

#### • 독일: IAI: buildingSMART

독일에서는 건물 정보를 건축설계단계에서 생성하여 시공단계를 거쳐 CAFM에 전달하는 전 과정에서 통합 관리하기 위한 연구가 한창 진행 중에 있다. 이미 IFC를 사용하여 분야 간의 데이터 호환성 확보한 상태로 BIM 프로그램과 IFC 중립 포맷을 사용하여 설계 전 과정에서 BIM 데이터를 교환하는 방법을 제공하여 산업 전반의 정보의 공유 및 교환을 용이하게 하고 있다.

#### • 일본: 마에다 건설

일본에서는 마에다 건설은 회사 자체의 시스템(MAEDA 3D CAD)을 활용하여 현재 프로젝트를 진행 중에 있는데, 디자인 및 기본적인 건축모델링, 3D 모델에 대한 작업에 BIM을 적용하였다. 여기에서는 주변의 환경(바람, 지반 등) 정보를 기반으로 한 시뮬레이션 등 건물 설계에서부터 완공까지 전반적인 과정에 다양한 시도를 통해 BIM을 적용하고자 하고 있다.

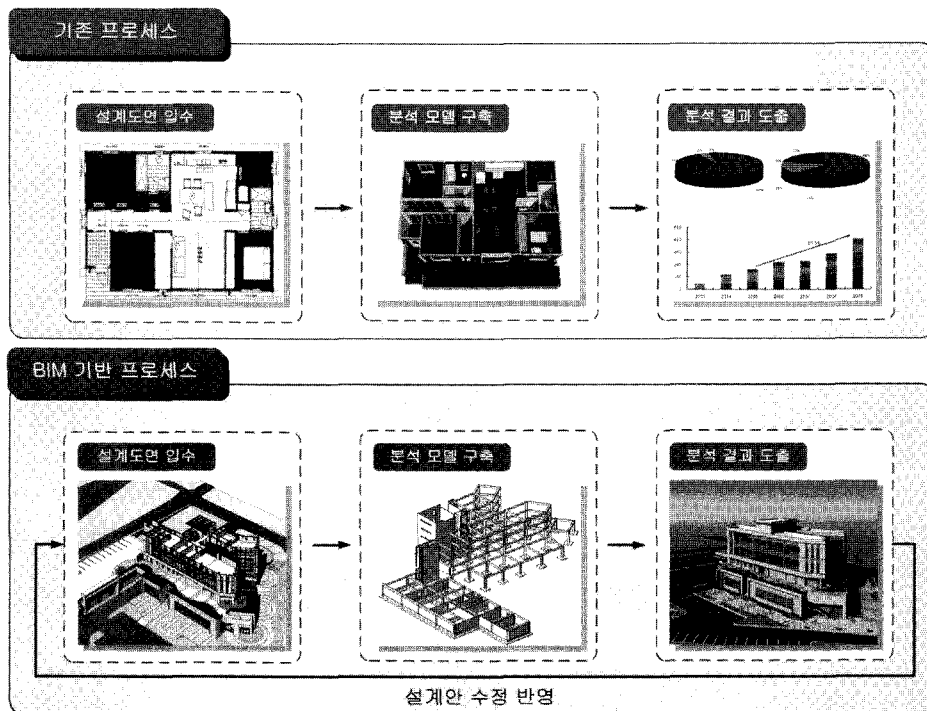


그림 3 기존의 프로세스와 BIM 기반 프로세스

## 4. BIM도입 및 적용을 위한 기술

### 4.1 시뮬레이션 기술

시뮬레이션 기술은 블록 레벨 단위의 시뮬레이션 확장을 통한 설계/시공/유지관리를 포함한 도시계획 및 도시 재난 관리를 위한 가상 도시 시뮬레이션 도구를 개발하는 기술이다. 이는 건물의 구성 재료에 따른 특성, 주변 환경 정보, 건물의 층별 하중 등 건물의 유동적 또는 고정적 정보들로부터 각각의 상황에 따른 구조물의 시공, 유지 및 재난관리 등에 대한 복합적인 시뮬레이션을 함으로써 도시 설계/시공/유지 관리에 효율적인 운영을 도울 수 있다[6].

또한 기존 측량과 설계도면 등으로 설계자 및 건물 관리자가 생각하는 것들을 실제화면에 보여 줄 수 있다. 그러나 이러한 기술이 발전하기 위해서는 건물 설계에서부터 완공 및 관리까지 나오는 방대한 정보들을 통합적으로 관리할 수 있는 방안이 필요하다.

### 4.2 건물 정보 수집을 위한 센싱 기술

#### • 진동 및 하중 감지 기술

건물의 고층화, 거대화가 진행되면서 건축물의 시공 및 관리에 있어서 중요한 요소가 되는 것 중 하나가 진동 및 하중 감지를 통한 안정성 검증이다. 그리고 이러한 정보를 수집하기 위해 벽면과 바닥의 이음새 부분에 압전세라믹 소자를 설치함으로써 구조물이 압력을 받는 경우에 전기를 발생시킨다. 발생한 전기량에 따라 하중의 크기를 알려줌으로써 건물의 층별 하중을 관리하도록 한다. 따라서 압력 센서의 배치에 따라 건물 층에 전체 하중, 세부적인 부분들의 하중을 검증할 수 있는 것은 물론 건물의 비틀림 등 하중으로 발생하는 세부적인 요소를 파악할 수 있다. 현재는 하중에 대한 파악을 중심으로 시공 단계에서 관리하는 부분으로써 사용하고 있다[7].

#### • 레이저 스캐닝 기술

레이저 스캔 기술은 LIDAR(Light Detection and Ranging, 광검출 및 거리측정), 또는 LADAR(Laser Detection and Ranging, 레이저 검출 및 거리측정)이라고 불리는 측정 기술을 사용해 측정기에서 대상체에 일정 간격으로 레이저 빔을 주사(走射)하여 대상체에서 반사된 빔의 방향과 측정 거리를 이용해 대상체의 외형을 3차원 좌표의 집합으로 나타내는 방법 및 이를 응용한 기술을 뜻한다[8].

이를 통해 시공 현장에서 자재의 재고현황을 파악하고 시공의 오차 측정 및 현황 파악이 용이하여 전반적인 시공과정에서 발생 할 수 있는 오류의 수정과 시공

기간을 단축할 수 있다. 또한 완공이 된 후에도 건물의 변형이나 균열 등의 가시적인 문제의 발생을 탐지하고 소실된 도면의 역설계를 통해 비교적 정확한 복구가 가능하다. 이러한 장점으로 건설 관련 분야에 있어서는 주로 고건축물이나 유적지등 정교한 실측이 필요한 분야에 우선적으로 쓰이고 있지만, 기존 건물의 유지 관리를 위한 실측과 역설계(reverse engineering), 시공 현장에서의 품질 관리와 현황 모니터링 등 다양한 응용 분야로 그 용도가 확대되고 있다.

BIM 구축을 위한 지속적인 정보 수집을 위해 측량 및 측정 기구들이 이동성을 고려한 경량화, 지속적인 관리와 효율적 배치를 위한 자동화 등의 부분이 고려되고 있다. 그러나 여전히 시공 단계에서의 건물 상태를 측정하는 형태로만 구성이 되어 있어 지속적인 건물 상태 관리나 정보 수집에 대한 방안이 고려되고 있지 않다.

#### • 광섬유 센서 시스템

최근 건설기술이 발달함에 따라 점차적으로 더욱 높은 정확성과 신뢰성을 바탕으로 구조물의 상태를 파악 또는 예측 할 수 있는 기술적인 체제가 요구되고 있는 시점에서, 점차 세계적으로 광섬유 센서를 이용한 시스템이 구조물의 안정성과 잔존수명을 판단하는 기준으로 중요한 역할을 할 것으로 기대되고 있다.

광섬유 센서 시스템은 주로 통신용으로 사용하고 있는 머리카락 굵기의 작고 유연한 광섬유를 센서로 만들어 구조물 내에 삽입, 구조물의 각종 균열이나 파손을 진단 할 수 있도록 한 것이다[9].

가장 큰 특징은 균열이 났을 경우 바로 알 수 있도록 실시간 검사가 가능하다는 점이다. 또한 전자기파의 영향을 거의 받지 않아 전자기파에 따른 진동이 많은 우주환경이나 고속전철 선로 등에 매우 유용하게 쓸 수 있다. 이 시스템은 댐, 다리, 항공기와 같은 대형구조물이나 원자력발전소와 같은 위험한 곳에 즉시 응용할 수 있다.

현재 구조계측에 사용하고 있는 변형률계, 변위계, 경사계, 가속도계 등 거의 모든 종류의 계측 기기들이 광섬유센서로도 제작되어 광섬유 데이터로저 하나로 필요한 물리량들을 측정할 수 있는 all fiber system이 실현되어 가고 있다.

#### • 진동 센서를 이용한 감지 기술

진동 센서는 가속도 센서의 일종으로 주로 MEMS(Microelectromechanical Systems) 기술로 제조된다. 동작원리는 스프링에 의해 매달려서 진동하는 질량체가 가속도, 즉 힘을 받으면 변위가 발생하는데, 이를 전

표 1 가속도 센서의 신호검출에 따른 특성 비교

특성항목	압전형	압저항형	정전용량형
주파수 감지 범위	넓음	중간	넓음
감도	우수	보통	우수
선형성	우수	보통	우수
가격	높음	낮음	HC
신뢰성	우수	보통	우수
내충격성	우수	보통	보통

기 신호로 변환하여 감지한다. 신호검출방식에 따라 압전(piezoelectric)형, 압저항(piezoresistive)형 및 정전용량(capacitive)형으로 분류되는데, 각각의 방식에 따른 주요 특성을 표 1에 정리하였다[10].

• 건물 관리를 위한 센서 네트워크 기술

건물의 관리를 한다는 것은 건물 내의 효율적인 소비 에너지 관리와 주거의 안전성, 보안 환경 등을 제공하는 것으로 기술적으로는 주변 환경 정보와 물리량의 변화를 감지할 수 있는 센서 기술과 네트워크 기술을 기반으로 하는 자동 인식, 제어 및 관리기능을 가진다는 것이다[11].

첨단 IT 시스템을 이용하여 건물 내의 온·습도와 사람 인체에 직·간접적으로 해를 입힐 수 있는 가스 등을 감지하여 냉난방, 조명, 공조환기, 방재보안 등의 관리를 통해 건물 환경을 쾌적하고 안전하게 유지시킨다.

과거에는 유선계측 시스템이 주를 이루었으나 현재는 건물의 대형화·고층화가 되고 있기 때문에 유선계측시스템의 한계를 극복하고자 무선 센서 네트워크 기술에 관한 연구가 활발히 진행 중이다. 이러한 무선 센서네트워크의 발전을 통해 필요로 하는 모든 곳에 수많은 센서 노드를 부착하여 자율적으로 정보를 수집, 관리 및 제어할 수 있게 되었다.

### 5. 결론

기술발전 동향을 통해서 볼 때 향후 미래 사회에서는 BIM을 위한 센서네트워크 기술의 중요성이 결정적이며 이와 관련된 기술의 국제 경쟁력에 그 나라 산업 경쟁력이 좌우된다는 것을 확인할 수 있었다. 우리나라는 유·무선 인터넷 인프라를 기반으로 세계적인 IT 산업국으로서 위치를 지켜 왔으나, 선진국과 비교하여, 새롭게 부상하고 있는 BIM 기술의 부재로 한동안 어려움을 겪을 것으로 예상된다. 그 중에서도 센서네트워크 기술은 BIM과 융·복합이 이루어질 경우 빌딩의 설계 및 시공에서부터 관리, 안전뿐만 아니라 최근 이슈로 떠오르고 있는 에너지 절감까지 그 효과를

기대할 수 있다는 점에서 글로벌한 시장에서 선진국과 경쟁을 위해 무엇보다도 시급히 확보되어야 할 핵심적인 요소 기술이라고 할 수 있다. 따라서 본고에서는 최근 화제가 되고 있는 BIM을 위한 센서네트워크 기술에 관하여 분류하였고 그 중요성에 대해서 기술하였다.

점차적으로 확산되고 있는 BIM기술의 도입 및 적용은 고착화 되어 있던 건축분야에 새로운 패러다임의 변화를 만들어 내고 있다. 이로부터 연구 개발되는 기술을 향한 노력들은 기존의 IT와 건설의 또 다른 융합을 이끌어 내고 국내 건설 산업의 경쟁력을 한층 성장 시킬 수 있는 기회가 될 것으로 예상된다. 소비자는 기본적으로 아름다운 건축물을 원할 것이고, 시공기간의 단축은 비용의 축소를 가져다 줄 것이며, 지속적인 건물 관리는 소비자를 보다 만족 시켜 줄 것이다.

이미 자유로운 형태의 디자인의 건축물 증가와 건축물 내부의 설비의 복잡화는 세계적인 추세이며, 이와 같은 건축물의 효율적인 설계 및 시공을 위하여 BIM을 도입한 사례가 증가하고 있다. 현재, 우리나라는 건축물 시공 능력에 있어서는 세계 10위권의 건설 능력으로 선진국 못지않은 수준이다. 하지만 최근 해외진출 모색과 FTA 등으로 인하여 선진국과의 차별화된 경쟁력의 확보가 필요하며, 공기단축, 간섭체크, 재작업 감소 등의 여러 가지 장점이 있는 BIM 기술의 도입은 이에 대한 해결책을 제시 할 수 있을 것으로 보인다.

지금까지 우리는 국내 건설산업의 BIM 도입을 위해 필요한 여러 정보들의 수집과 관리방안에 대해 살펴보고자 했다. 여기서 나타났듯이 국내의 많은 업체들이 BIM을 적극 도입하기 위하여 노력하고 있지만 아직은 초기 단계로 사내 프로젝트에 BIM기반 소프트웨어를 사용하는 단계에 그치고 있다. 향후 BIM의 도입이 확산 되면 정보의 수집과 정확성 및 관리능력이 중요한 경쟁요소가 될 것이다. 이는 IT 강국이라는 국내의 특성상 필요한 기반시설과 양질의 인적자원의 확보에 어려움이 없어 국제적인 경쟁력을 갖추는데 커다란 강점이 될 것이다. 하지만 이러한 강점을 이용하기 위해서 기존의 건축 정보 및 보다 발전된 건설 기술을 위한 추가적인 정보들을 다루기 위한 연구를 통한 시스템의 구축이 필요하다.

### 참고문헌

[1] NIBS National BIM Standard Project Committee,

“Overview Building Information Models”, 2006.

- [ 2 ] Richard See, Building Information Models and Model Views, The BIM Issue01, 2008.
- [ 3 ] 강현철, 이명식, BIM 사례분석에 의한 건설 업무 통합모델 개발에 관한 연구, 한국건축학회학술발표대회 논문집, 2007.
- [ 4 ] GS건설 GSICON 2010년 상반기호
- [ 5 ] 국내 BIM 도입현황 설문조사, The BIM Issue02, 2008.
- [ 6 ] Leica Geosystems. 2007 Leica Geosystems HDS World wide User Conference.
- [ 7 ] Morey, W.W., Meltz, G. and Glenn, W.H., “Fiber Optic Bragg Grating Sensors,” SPIE, Vol. 1169, 1989, pp. 98-106.
- [ 8 ] Joseph Burns, “Field Goals: Chicago’s new Soldier Field tackles complex geometry and construction constraints in the NFL’s fastest stadium construction”, Modern Steel Construction, 2004. 7, America Institute of Steel Construction (AISC), <[http://www.modernsteel.com/Uploads/Issues/July\\_2004/30731\\_soldier\\_rev.pdf](http://www.modernsteel.com/Uploads/Issues/July_2004/30731_soldier_rev.pdf)>
- [ 9 ] 김기수, “광섬유센서를 이용한 Beam-Column 조인트의 하중에 따른 변위 계측”, 소음진동공학회 논문집, 제 15권 1호, 2004, pp. 3
- [10] Kiviniemi, A. et al, “BIM Requirements 2007.” <<http://www.senaatti.fi/document.asp?siteID=2&docID=588>>
- [11] 이은영, “건설회사 BIM 적용 사례”, buildingSMART Forum 2008.
- [12] Measures, R. M., “Fiber optic sensor considerations and developments for smart structures,” Proc. SPIE, Vol. 1588, 1991, pp. 282.
- [13] 김기수 “광섬유 센서를 이용한 탄소섬유시트 보수보강 콘크리트 구조물에서의 자기 진단기법”, 한국비파괴검사학회지, 23권 2호, 2003, pp. 133-139.
- [14] International Alliance for Interoperability (IAI), <<http://www.iai-international.org/index.html>>
- [15] Francois Grobler, 김인한, “미국 GSA 의 IFC-BIM 적용 발주 현황 및 관련 활동”, buildingSMART Forum 2008.
- [16] National BIM Standard <<http://www.facilityinformation-council.org/bim/index.php>>
- [17] 김인한, “IAI 코리아, 건설 정보 공유 연합체의 장 BIM 가이드라인 추진한다!”, 월간 CAD&Graphics, 2007. 11
- [18] 빌딩스마트포럼 2009 자료집, (사)빌딩스마트협회, 2009.

## 약 력



### 황 지 은

2003 중앙대학교 정보시스템학과 학사  
2005 중앙대학교 전자전기공학부 석사  
현재 중앙대학교 전자전기공학부 박사과정  
관심분야 : USN, 유비쿼터스 컴퓨팅, 상황 정보 모델링, 미들웨어 설계  
E-mail : zhwang@wm.cau.ac.kr



### 홍 윤 기

2009 중앙대 전자전기공학부 학사  
현재 중앙대 전자전기공학부 석사과정  
관심분야 : USN, 지능형 홈네트워크, 지식기반 미들웨어, 상황 정보 모델링  
E-mail : ykhong@hnrc.cau.ac.kr



### 김 영 일

2010 홍익대 전자전기공학부 학사  
현재 중앙대 전자전기공학부 석사과정  
관심분야 : USN, 상황 정보 모델링, 임베디드 및 컴퓨터 네트워킹 시스템  
E-mail : yikim@hnrc.cau.ac.kr



### 박 세 현

현재 중앙대학교 전자전기공학부 교수  
홈네트워크 연구센터 센터장  
관심분야 : USN, 홈네트워크, 유비쿼터스 컴퓨팅, 네트워크 보안  
E-mail : shpark@cau.ac.kr