유비쿼터스 시대의 건설산업 전망: 구조공학기술 중심으로

Prospect of Construction Industry in the Era of Ubiquitous Society: Focused on Structural Engineering Domain

황 찬 규*

*서울벤처정보대학원대학교 유비쿼터스 건설학과 학과장

1. 서 문

유비쿼터스(Ubiquitous)는 정보혁명에 뒤이은 제4의 혁명으로 일컬을 만큼, 우리 사회를 변혁시키는 또 하나의 물결로 많은 전문가들이 전망하고 있다. 건설 분야도 이 변화 물결에 예외는 아닐 것으로 예상된다. 유비쿼터스 건설은 우리나라 건설 산업이 새로운 부가가치를 창출할 수 있는 블루오션 영역으로서 건설사들의 적극적인 참여와 도전이 요구되는 영역이다. 많은 전문가들이 2008년을 유비쿼터스 사회에 진입하며, 2015년에는 성숙의 시대가 될 것으로 전망하고 있다. 곧 다가올 미래를 준비하지 않고, 현재에 안주한다면 현재 주류 시장에 있더라도 결국 뒤쳐지게 되리라는 것은 만고의 진리이다. 본 글에서는 다가오는 유비쿼터스 시대에 건설 산업 및 구조공학 분야의 모습을 예측해 보고자 한다. 아무도 가보지 않은 길, 한번도 경험하지 못한 세상을 예측 한다는 것은 매우 어려운 일이다. 상상력이 필요한 일이지만, 누군가는 그 일을 해야 하고, 세상은 그런 사람들에 의해서 도전받아 왔다. 미래를 예측하는 가장 좋은 방법은 미래를 설계하는 것이란 말도 있다. 내 코앞의 삶과 내 전공기술에만 매달리지 말고, 적극적인 자세로 함께 앞으로 다가올 시대를 고민하고, 준비하는 일은 매우 중요하다. 젊은이들에게 꿈을 줄 수 있는 건설 분야가 되어야, 우수한 인재들이 건설 분야를 지망하게 될 것이다.

1.1 유비쿼터스(Ubiquitous)와 정보화

유비쿼터스는 라틴어의 'ubique'로 '언제 어디에서나 존재한다'는 의미이다. 유비쿼터스 개념은 지난 1988년 미국 제록스사 팔로알토 연구소의 마크 와이저가 최초로 제창한 것으로, 그의 정의에 따라면, 유비쿼터스 환경이란 전자태그(RFID), 센서(Sensor)와 칩(Chip) 등으로 이루어진 극소의 컴퓨터가 인간은 물론 주변 환경과 사물 등에 내재되고 동시에 유무선 네트워크를 통해 유기적으로 연결됨으로써, 사용자와 단말들이 언제 어디서나 원하는 정보와 서비스를 실시간으로 상호 작용할 수 있는 환경을 말한다.[1] 쉽게 말하면 사람이 편리해지는 컴퓨터 환경이라고 할 수 있다. 노트북 컴퓨터와 휴대폰의 등장은 이와 같은 방향으로의 발전을 잘 보여주고 있다. 한편, 사물이 컴퓨터 안으로 들어가는 것을 정보화라 한다면, 컴퓨터가 사물 안으로 스며들어가는 것을 유비쿼터스 화라고 할 수 있겠다. 정보화가 되는 사물은 지형, 공장, 생산프로세스, 건설현장, 잠수함, 설계도면, 주민등록번호, 자재정보, 인적정보, 지도, 문서 등 실로 무궁무진하다. 컴퓨터 안으로 들어간 사물은 디지털신호로 변환되어, 용도에 맞게 가공이 가능하고, 무한 복제되며, 가상공간 하에서 시뮬레이션을 할 수 있게 된다. 또한, 인터넷을 통해 필요한 정보를 접근할 수 있다. 예를 들어, 공장 자동화에 쓰이는 디지털 팩토리(Digital Factory) 기술은 미리 가상공장을 건설하여 시뮬레이션을 통해 공장 생산라인 및 프로세스 혁신을 가능하게 하며, 20%

정도의 생산성 향상 효과를 올릴 수 있도록 한다. 이 같은 기술은 건설 구조물의 설계 및 시공 과정에 응용되고 있는데, 도면의 전자화 및 3차원 CAD 기술을 이용하여, 가상공간에서 구조물의 설계부터 시공과정을 미리 시뮬레이션을 통하여 검증해 보고, 발주자의 설계변경에 신속하게 대응할 수 있게 된다. 모든 과정이 가시화하여 나타나기 때문에 발주자 시공자 설계자 간에 원활한 의사소통이 가능해 진다. 다른 한편으로, 유비쿼터스 화는 컴퓨터가 사물 안으로 들어 가게(Embedded) 되어 사물이 영리해지는(Smart) 것을 말한다. 그러기 위해서는 컴퓨터가 소형화되어, 스며들 듯이 사물 안으로 들어가서 우리 눈에는 보이지 않게 되어야 한다. 사물로 들어가는 초소형 컴퓨터 칩에는 용도에 따라 갖가지 센서가 탑재 되어 무선통신을 통해 사람에게 필요한 정보를 보내 주게 된다. 필요한 사물의 내부에 내재된 초소형 컴퓨터들은 서로 간에 무선 네트워크(Sensor Network)를 구성하게 된다. 궁극적으로는 셀 수 없이 많은 삼라만상에 내재되는 초소형 컴퓨터 칩에는 무한대 만큼의 주소가 필요하게 될 것인데, 이것이 인터넷 프로토콜 버전 6(IPv6)이다. 또한 센서 네트워크에서 실시간으로 내보내는 엄청난 량의 정보가 돌아다닐 거대한 통신망이 필요한데, 이것을 광대역통신망(BcN)이라고 한다. 이 3가지를 유비쿼터스 시대의 3대 인프라라고 일컫는다. 최근 휴렛패커드(HP)사에서는 100쪽 분량의 문서를 저장할 수 있는 쌀알크기 만한 초소형 메모리 칩을 개발했는데(그림 1), 무선 데이터 송수신이 가능하며, 소형이므로 거의 모든 물체에 넣어서 사용이 가능하다. 또한, 유도에 의해 전력이 공급되므로, 전지는 필요하지 않다. 이 칩은 인쇄될 때 대상 서류에 부착될 수 있어서 도면이나 포스터, 책에 부착하는 것도 가능하여 소리나 영상이 나오는 책 제작도 멀지 않아 보인다. 이 같은 초소형 메모리 칩은 건축자재와 노무자의 헬멧에 부착 후 인터넷 웹과 연동되는 공정, 자재 및 노무관리를 가능하게 한다. 이와 같이 기존의 물리공간에 초소형 화된 컴퓨터들이 스며들어 전자화하고, 인터넷 등 전자공간이 물리 화하여 시공간적으로 IT 활용이 확대되어 전자공간과 물리공간이 어우러져 융합되어 창조되는 새로운 공간을 "제3공간"이라 부른다.

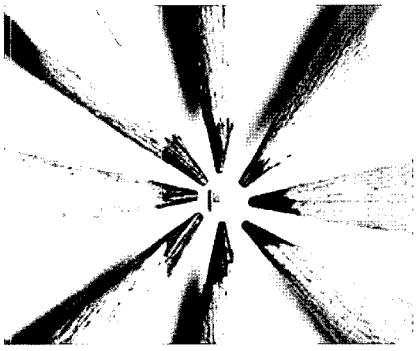

그림 1 휴렛패커드사에서 개발된 쌀알크기 만한 초소형 무선랜 메모리 칩

1.2 유비쿼터스 시대의 건설산업 전망

유비쿼터스의 물결은 건설 SOC 부문에도 몰아치고 있다. 주택부문의 홈네트워크가 대표적인 사례로 미래의 신 수요를 창출하고 주택건설 시장을 선도하는 중심축이 될 전망이다. 또한 정부가 첨단기술과 서비스를 국가 발전의 기반으로 승화시키기 위해 IT839전략을 추진하면서 국토 균형발전과 지역가치 향상을 위해 정보화가 결합된 종합적인 도시개발이 절실하게 필요하게 되었는데 IT기술을 접목한 서비스의 제공환경을 조성하고 사업화를 위해 규모 있는 초기 시장으로서 U-City개발을 강력하게 추진하고 있다. 조만간 U-City 촉진법이 제정되어 시범사업이 시작된다면 U-City개발에 박차를 가하게 될 것이다. 한편 SOC 유지보수 분야는 유비쿼터스 시대에 중요한 분야임을 전문가들은 이구동성으로 지적하고 있다. 유비쿼터스 시대의 국가 인프라는 도로망, 항만, 철도망, 통신망과 같은 전통적인 개념의 사회간접자본(SOC; Social Overhead Capital)과 새로운 개념인 시스템-온-칩(SoC; System-on-Chip) 기술이 결합된 개념으로 발전시켜야 된다. 그러므로 국가의 주요 SOC 시설물들에 전자태그(RFID)와 유비쿼터스 센서 네트워크(Ubiquitous Sensor Network, USN) 를 구축하여 국민들에게 양질의 서비스를 제공하고 실시간으로 상황정보를 수집, 관리할 수 있는 시스템의 구축은 매우 중요한 과제이다.[2] 여기서 USN이란 태그와 센서로부터 사물 및 환경정보, 지식 콘텐츠 생성을 통해 언제, 어디서, 누구든지 원하는 맞춤형 지식 서비스를 자유로이 이용할 수 있는 첨단 지능형 사회의 기반 인프라이다. 모든 사물에 컴퓨팅 및 통신 기능을 부여해 기존 사람 중심의 정보화를 사물 중심으로 확대할 수 있는 기술이다. 최근의 U-City, U-Korea, U-건설 등은 USN 기술을 도시, 국토, 건설에 적용하고 활용하고자 하는 시도들이다. RFID와 USN을 활용하여 각 시설물에 대한 이력정보의 수집을 자동화하여 SOC 시설물관리에 있어 정보지체 비용이나 정보거래 비용을 감소시키고, 실시간으로 수집된 정확한 정보를 토대로 시설물 Life Cycle 동안에 SOC 시설물의 자산 가치에 대해 정확한 평가를 수행하고 체계적으로 관리할 수 있다면 신규투자 시점을 늦추면서 SOC 시설물들의 상태를 질적으로 고도화 시킬 수 있을 것으로 기대된다. 건설교통부는 "2004년도사회간접자본 정보화촉진 시행계획(안)"에서 국토, 교통, 건설 등 사회간접자본에 대한 총체적 디지털화를 추진방향으로 설정하였다. 본 글에서는 유비쿼터

스 건설 및 SOC분야 중 구조공학과 관련된 현황 및 향후 트렌드에 대해 알아보고자 한다.[2]

2. 건설 구조공학 분야에서의 응용

2.1 스마트 구조물 진단

대형 구조물의 최근의 붕괴 및 안전사고 발생은 경제적 손실, 인명피해 및 환경오염 등의 직접적 손실뿐만 아니라 국가적 신뢰도를 저하시켜 국가 경제를 저해하는 요인이 되고 있다. 따라서 대형 구조물 등의 안전 확보와 유지관리를 위한 기반 핵심 기술인 스마트 구조와 관련된 기술 개발이 절실하게 요구된다. 스마트 구조물이란 다양한 종류의 스마트 센서(smart sensor)와 엑츄에이터(actuactor) 그리고 판단을 위한 마이크로 프로세서(microprocessor)가 구조물의 내부에 삽입되거나 부착될 수 있도록 설계되고 제작되어진 구조물을 의미한다. 즉 스마트 구조물은 내부의 이상 유무를 단순히 감지하는 기능뿐만 아니라 판단하고 제어하여 원하는 상태나 조건으로 만들어 주는 스마트하며, 지적인 역할을 할 수 있는 구조물을 말한다. 스마트 구조기술의 용도는 크게 다음과 같이 3가지로 구분 할 수 있다(그림 2). 첫 번째로 생산 공정에서의 품질관리 역할이다. 스마트 센서 개념을 도입한 생산공정 설비는 생산공정 도중에 공구 및 기기류의 상태를 감시하고 모니터링 함으로써 불량을 체크하고 공정에 반영시켜 생산성 향상에 기여하게 된다. 두 번째는 기계/항공 구조물 및 설비의 안전 운전에의 기여도이다. 점차 기계/항공 구조물에 운전 및 관리를 자동화하는 추세이며, 감시해야 되는 영역의 특수성이나 지속적인 감시를 위해서 구조물이나 설비에 감지하고자 하는 센서가 상시 부착되어 있는 스마트 구조의 형태가 바람직하다. 마지막으로 교량, 댐, 터널, 대형 빌딩 등 대형구조물의 경우 접근성의 한계로 인해 기존의 검사나 관리 방법은 접근 방법 면에서 효율성이 떨어지며, 순간적인 이상을 포착하기가 어려운 경우가 많다. 구조물의 사용 중에 위험을 초래할 수 있는 결함이나 이상상태의 발생 여부를 상시 또는 주기적으로 검사하여 파손에 의한 위험을 사전에 방지하고 재해를 없애기 위한 안전진단으로서의 역할이다. 차세대에서는 안전에 관련된 부분이 우리 삶의 큰 부분을 차지하게 될 전망으로 이 분야에 대한 구조 기술자들의 관심이 요망된다. 구조 기술자들은 센서의 개발보다는 센서 네트워크 시스템 구축 기술에 더욱 관심을 두는 것이 바람직하다. 센서 가격은 지속적으로 하락 할 것이지만(10원 이하), 현장에 필요한 센서 네트워크의 수요를 창출하고, 개발해서 현장에 적용하는 일은 유비쿼터스 기술을 이해하는 전문적인 구조 기술자의 몫이 될 것이다.[3]

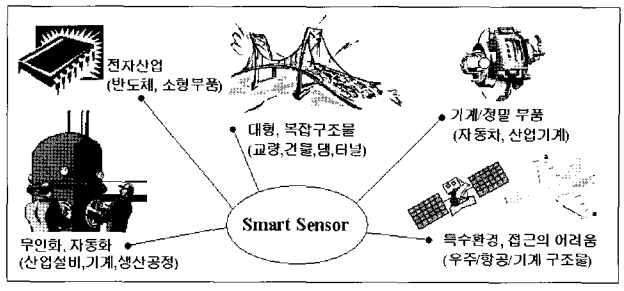

그림 2 스마트 센서의 용도
(http://www.kriss.re.kr/smart)

2.2 무선 센서 네트워크(Wireless Sensor Network)를 이용한 구조물 안전 모니터링 (Structural Health Monitoring) 분야

구조물에 다수의 센서를 장착하여, 진동원에 대한 구조응답을 분석하여 구조물의 결함을 발견하고, 그 결함을 평가하여 구조물의 건전성과 수명을 예측하는 구조 안전 모니터링(Structural Health Monitoring, SHM)은 무선 센서 네트워크을 이용하면 훨씬 효율적으로 수행될 수 있다. 무선 센서 네트워크의 장점은 가격 경쟁력과 설치의 용이성에 있다고 할 수 있다. 유선의 경우 구조물에 부착될 센서노드의 수가 수백개로 증가하게 되면, 설치되는 유선 케이블의 숫자가 급격히 늘어나서 비용의 증가뿐만 아니라, 설치가 어려워지며 유지관리 비용이 증가하게 된다. 이와 같이 센서 네트워크이 대형화할 경우, 가격이 싸고 설치가 용이한 무선 네트워크가 그 대안이 될 수 있다. 향후 구조엔지니어가 원하는 곳으로 자유자재로 이동하는 로봇 진동원(Robotic Impactor)이 개발되면, 더욱 효율적인 안전진단이 가능해 지게 될 것이다.[4] 부산 구포대교에 설치된 USN기반 교량안전 모니터링 시스템은 교량의 진동, 변형을 감지하는 가속도, 변형률 센서를 활용해 교량 안전관리 시스템을 구축하고 지속적인 모니터링을 통해 교량안전 관리에 활용하는 것을 목적으로 하고 있다. 이를 위해 USN 센서는 진동감지를 위해 8개, 변형률 측정을 위해 8개, 온도 습도 모니터링을 위해 10개, 거리 측정을 위해 1개, 풍향 풍속 측정을 위해 1개 등 총 28개 설치되었다. 센서노드는 2.45GHz규모의 지그비(ZigBee) 28개가 설치되었고, 측정된 내용을 전송하기 위한 CDMA 싱크 노드 2개가 포함됐다. USN 관제 시스템을 통해 확보된 실시간 교량상태 데이터 정보는 CDMA 중계기를 통해 부산시 방재과로 전송되며 전광판에 메시지가 전달된다.[5]

2.3 구조물 실시간 진단 데이터 마이닝

데이터 마이닝이란 대량의 데이터로 부터 쉽게 드러나지 않는 유용한 정보들을 추출하는 과정을 말한다. 무선 센서 네트워크를 통하여 실시간으로 송출되는 엄청난 양의 데이터의 홍수 중에서 유용한 자료를 추출해 내고, 컨설팅해 주는 데이터 마이닝 전문회사가 등장하게 될 것이다. 이 서비스는 구조 안전 진단 결과를 노후화된 건물의 가치산정 및 보험수가계산 등 보험업무 등에 결합하여 유용한 정보를 제공할 수 있다.

2.4 USN을 이용한 콘크리트 양생관리

한국전산원 시범사업으로 수행된 이 프로젝트는 건축물의 콘크리트 양생과정에서 구조물의 이력 데이터를 현장 내의 센서를 통해 측정, 저장된 데이터를 현장의 외부기기 제어 장치에서 읽어 현장 안에 설치된 열풍기, 스프링 클러 등을 자동으로 제어하는 것이다. 이를 통해 구조물 주변 온도를 올려주거나 습도를 조정, 콘크리트의 양생환경을 변화시켜 최적의 환경으로 만들 수 있다. 현재 대부분의 건설 현장에서는 유선방식의 Data Logger를 이용하여 일정시간 간격으로 온도, 습도 및 변형률 등을 측정한 데이터를 기초로 작업 상황 및 차후 일정을 결정하고 있다. 또한 계측기기로 부터 획득한 각종 계측 자료는 분석 전문가에게 비동기적인 방식으로 의뢰하여 계측 결과가 콘크리트 유지관리상의 한계치를 초과하였는지의 여부를 검토함으로써 양생계측 결과와 후속 조치가 실시간 연계되고 있지 못함으로써 비효율성이 노정되고 있다. 이 시스템을 적용할 경우 건설현장 콘크리트의 양생을 실시간으로 계측해 관리하고, 관리자가 시간적 공간적 제약에서 벗어나 현장의 구조물 안전관리를 할 수 있다. 또 시공이 완료된 이후에도 건물의 수명, 안전성 등에 대해 파악, 건물의 유지 관리에 활용될 수 있다.[5),6)]

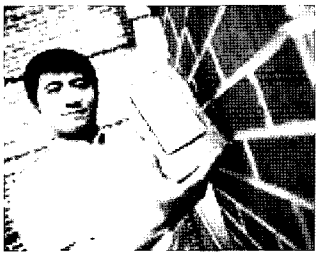

그림 3 일리노이 대학에서 개발된 스마트 벽돌

2.5 스마트 벽돌(Smart Brick)

미국 일리노이 대학에서 개발된 스마트 벽돌은 벽돌 안에 온도센서, 가속도계, 신호처리기, 무선안테나, 배터리가 내장되어 있어서 빌딩의 온도, 진동과 움직임을 모니터링 할 수 있다(그림 3). 이와 같은 정보는 화재나 지진발생시 소방관과 구조요원들에게 꼭 필요한 정보를 제공 할 수 있을 것이다. 스마트 벽돌과 같이 앞으로 무선센서가 콘크리트 블록, 복합재빔, 강구조재 등 여러 가지 건설구조 재료 내부에 삽입되어 갈 것으로 예상된다.

3. 건설시공 분야에서의 응용

3.1 센서 및 계측기술을 이용한 실시간 지능형 정밀시공

센서를 이용하여 실시간 계측을 하며 시공과 보정을 반복하는 지능형 정밀 시공분야가 계속 발전되어 갈 것이다. 대형토목공사 중 하나인 터널시공에 가장 널리 적용되고 있는 방법은 NATM이다. 이 방법은 시공인력에 경험유무에 따라 재료낭비, 공기연장 등의 문제를 많이 겪고 있는 실정이다. 일본에서 현재 많이 사용되고 있는 Cyber NATM은 이런 기존 방법에 유비쿼터스 개념을 도입하여 일인측량, 자동화계측, 실시간 측량 데이터 전송 등을 가능하게 하고 있다. 디지털카메라의 영상정보를 매회 굴착면마다 관리하여 전개도, 종단도, 횡단도의 묘사가 가능하고, 굴착면 사진을 배경으로 특이사항을 스케치 하거나 기록할 수 있다. CyberNATM을 이용하면, 각 단 면당 여굴 및 미굴 관리를 지속적으로 수행하여 터널 연장 1km당 1~5%의 콘크리트 라이닝 절감효과를 얻을 수 있다. CyberNATM 시스템이 적용된 사례는 현재 일본 100여 개 터널현장에 적용되고 있다.

3.2 건설자동화를 위한 지능형 로봇

"다음 대박은 로봇이다" 빌 게이츠(Gates·52) 마이크로소프트(MS) 회장은 미 과학지 '사이언티픽 아메리칸(Scientific American)' 2007년 신년호에서 이렇게 말했다. 로봇 산업이 30년 전 본격적으로 성장하기 시작했던 PC산업의 뒤를 잇게 될 것이라는 얘기다. 이미 정부는 2013년까지 지능형 로봇 분야 세계 3대 강국을 목표로 로봇 전문대학원 및 연구소 설립, 로봇 전문펀드 조성 등 전 방위적인 발전 전략을 추진하고 있다. 이런 추세로 볼 때 고도로 위험한 건설현장에서 인간을 대신해 설계도에 따라 건물을 짓고, 완공된 건물에서 청소, 경비 등의 업무를 담당하게 될 지능형 로봇에 대한 수요가 증대될 것이다. 삼성물산이 동양 최대 규모로 지난 2005년 8월 완공한 수원 삼성전자 DM연구소(일명 R4 프로젝

트)는 로봇과 무선자동화 계측 등 IT 기술을 접목한 정보화 시공을 통해 첨단 하이테크 건축물로 태어났다. 사회적 문제로 대두되고 있는 고령화와 저 출산의 영향으로 인건비가 높고 인력을 구하기 힘든 건설현장에 인공지능을 지닌 로봇이 미리 제작된 철골과 자재를 조립하는 공장화 단계로의 진입을 예고하고 있다.[4),5)]

4. 시설물 및 건설현장 관리 분야에의 응용

4.1 RFID, GIS, GPS를 활용한 도시기반 시설물 유지관리

기존의 도시기반 시설물 관리는 시설물에 대한 정확한 식별 및 위치정보의 부재, 일일이 수작업에 의존하여 데이터를 수집함에 따른 정보 지체현상, 그리고 축적된 정보와 실제 시설물 상태와의 불일치 정도가 매우 심각하다. 3차원 GIS를 활용하여 가상공간에 주요 시설물에 대한 시각적 인프라를 구축하고, GPS기술로 시설물들의 정확한 위치 정보를 매핑하고, RFID기술을 활용하여 시설물에 대한 정확한 식별과 데이터 수집의 자동화를 실현할 수 있기 때문에 도시기반 시설물 관리의 효율성을 크게 개선할 수 있다. 적용 가능한 응용 도메인으로는 지하철 시설물 관리, 공항, 교량, 원전 같은 공공 및 대규모 시설물 관리, 주요 시설물에 대한 재난관리 등이 있다. 정보통신부는 2007년도 선도사업으로 USN 기반 지능형 터널 안전관리을 수행하고 있다. 지능형 터널의 특징은 USN 기반 기술을 활용해 터널 구조물과 노면 및 화재, 공기, 조명 상태 등을 모니터링하고 화재나 교통사고 등의 재난이 발생하면 즉시 유지보수 기관과 소방기관에 통지해 조치가 이뤄지도록 하는 것이다. 이같은 시스템이 구축되면 사고 발생을 사전에 방지하고 신속한 구조로 인명 재산 피해를 최소화 할 수 있다.[5),6)]

4.2 5D 시스템을 이용한 설계자동화 및 일정/자재관리 보편화

건설 분야에서 설계자동화가 더욱 보편화 될 것이다. 미국 보잉사는 설계자동화 프로그램인 'CATIA'를 비행기 설계에 활용하여 왔다. 건설 분야에도 이와 같이 컴퓨터 시뮬레이션을 이용하여 구조물을 미리 제작해 보는 가상건설시스템이 개발되고 있다. 이는 도면이 가상 공간 안으로 들어와 3차원으로 가시화 되어, 건설 주체 간에 대화가 용이해 지고, 구조 간섭 등을 미연에 예방할 수 있으면서, 동시에 여러 명이 작업 할 수 있고, 설계변경에 신속하게 대응할 수 있어서 매우 유리하다. 최근에는 3차원 CAD에 일정관리와 자원투입이 대입된 5D시스템이 개발되어. 설계 자동화뿐만 아니라, RFID가 부착된 자재들의 자재관리 및 노무관리가 함께 가능하다. 세림 건축은 이와 같은 3차원 CAD시스템을 이용하여 연간 20여건의 대형 프로젝트를 13명의 적은 인원으로 수행하고 있다.[5),6)]

4.3 더욱 안전한 건설현장을 위한 건설 중 안전관리 시스템

대형 구조물의 건설은 예정공기와 예산범위 안에서 건설 중 안전사고의 예방과 동시에 건설 후 구조물의 내구성 확보가 요구되며, 이에 효율적으로 공사 관리하기 위해 설계정보, 공정현황, 실시간 계측정보, 현장 환경 정보 등을 통합 분석할 수 있는 안전관리 시스템이 필요하다. 건설현장에는 크고 작은 재해나 안전사고가 발생할 개연성이 높은 제반 작업과 많은 종합건설 이력자료들이 존재한다. 이러한 재해나 안전사고는 통합 MOS(Maintenance, Monitoring and Management Operating System) 시스템을 구축하여 현장 계측 데이터와 현장 환경정보 데이터를 자동으로 수집하여 관제 및 분석을 통하여 사전에 예측하고 대응하여 미연에 방지할 수 있으며 종합건설 이력자료를 전산화 하여 정보가치 및 활용도를 증대 할 수 있다.[2),5),6)]

4.4 대형 빌딩 시공시 각종 주요 자재의 효과적 관리

건설교통부와 한국건설교통기술평가원이 공고한 2006년 건설교통기술 연구개발 사업 가운데 하나인 '건설 생산성 향상을 위한 건설자재 표준화' 연구과제는 건설자재 성능을 표준화하고 기존의 표준화 제도를 개선하려는 목적이 있다. 이 과제는 건설자재의 정보표준화를 위한 기술개발도 포함하고 있다. 대형 빌딩 시공 시 소요되는 각종 주요 건설자재의 제조 업체명, 제조일, 품명, 규격, 반입수량, 납품처 등 필수 정보를 입력한 RFID 태그를 이용하여 자재의 입출고 현황관리 등을 실시간으로 파악하여 자재관리 및 추적을 쉽게 함으로써 공사비용을 절감할 수 있다. 필요한 자재소요량을 실시간으로 파악하여 복잡한 도심지에서 공사 시 넓은 자재 야적장을 확보할 필요가 없고 자재들을 미리 확보할 필요가 없기 때문이다. 이 서비스는 기업의 SCM(Supply Chain Management)와 연계되어 자재납품업체와 공사 진행 상황에 따라 실시간으로 연결되어 시공기간의 단축과 좋은 품질의 자재 확보같은 효과도 얻을 수 있다. 또한 사용된 자재들에 대한 정확한 데이터는 건축물의 이력정보로 저장되어 사후 유지보수에 활용될 수 있다. 이미 일부 현장에서는 레미콘, 철골, 커튼 월

등에 RFID를 부착, 활용하고 있다.[5),6)]

4.5 조립식 단독주택 건설현장 관리

최근 건설기술연구원은 단독주택을 분해하여 표준화 또는 규격화하고 단품 또는 모듈화하여 하루 만에 주택을 완공하는 시스템을 제시하였다. 이것은 RFID를 사용하지 않고 기존의 건설정보시스템을 이용한 것이지만, 다수의 단독주택 단지나 전원주택 단지를 건설할 경우, RFID를 사용할 경우 모듈화된 품목들에 대한 자재관리 및 품질관리가 가능하다. 이 경우에는 생산비 및 경비가 절감되어 건축공사비의 인하 효과와 도시 주변의 상대적인 저렴한 토지 위에 현재의 고층일변도 건축에서 저층의 주택단지 형태로 확대되어 주택공급이 원활하게 될 수 있는 계기를 만들 수 있을 것이다.

4.6 건설 폐기물 관리 시스템

건설현장에서는 많은 산업 폐기물들이 나오게 되는데, 이에 대한 관리를 유비쿼터스 기술을 이용하여 효율적으로 관리할 수 있을 것으로 기대된다. 산업체간의 필요한 재활용 재료와 생산과정에서 발생하는 재활용 재료에 대한 정보가 RFID와 USN을 통해서 제3공간에서 흘러 다닌다면 재활용관리가 효율적으로 달성될 수 있을 것이다.

6. u-City 구축을 위한 기반기술로의 응용

6.1 아시아 횡단철도의 개통과 U-City의 수출

우리나라는 2006년 11월 유엔 아시아태평양 경제사회이사회(UN ESCAP) 교통장관회의에서 아시아횡단철도망(TAR) 정부간 협정에 참여했다. TAR은 시베리아횡단철도(TSR)와 중국횡단철도(TCR), 만주횡단철도(TMR), 몽골횡단철도(TMGR), 남북횡단철도(TKR) 등을 연결, 아시아 대륙의 28개국을 지나는 총 연장 8만1천㎞의 국제철도 노선이다. 이 철도가 완성되면, 물류의 폭발적인 증가가 예상되며, 물류가 지나는 곳에 수많은 신도시들이 새워지게 될 것으로 예상된다. 이미 우리나라는 분당 급의 신도시를 몽골, 알제리, 베트남 등에 수출하고 있다. 수출되는 분당급 신도시의 가치는 7조 5천억 이상이다. 2015년 이후 우리나라에서 개발될 U-City는 각광받는 수출상품이 될 것으로 예상된다. 대한민국은 세계최초의 U-City 개발 국가가 될 것이고, 우리나라의 U-City가 표준이 될 것이다.

7. 결 론

캐즘 이론이란 것이 있다. 이것은 간단히 말하면 아무리 혁신적인 제품이라도 초기 시장에서 주류 시장까지 발전하기에는 시간과 투자가 필요하다는 이론이다. 경영학에서는 독보적인 첨단기술 제품이 시장에서 쉽게 외면 받곤 하는 현상, 곧 첨단기술과 시장수용 사이의 대단절 현상을 일컫는 개념으로 쓰이고 있다. 스마트 구조, 무선 센서 네트워크, U-City 등의 유비쿼터스를 기반으로 하는 기술이 혁신적인 미래 모습이라는 것에는 의문을 달지 않지만, 주류 시장까지 가기엔 시간 투자와 기술 발전이 필요하다. 그러나, 곧 다가올 미래를 준비하지 않고, 현재에 안주한다면 현재 주류 시장에 있더라도 결국 뒤쳐지고 말 것임이 분명하다. 유비쿼터스 첨단기술이 성숙해 갈수록 상상 속에서만 이뤄지는 일이 현실화 되는 시대가 된다. "일상생활 속의 불편한 점이 유비쿼터스 시대의 유망한 사업아이템" 이라는 전 KTF 이경준 사장의 말은 첨단기술 융합의 시대에 통찰력 있는 분석이다. 누가 유비쿼터스 시대의 소외계층이 될 것인가? 그것은 그 기술을 외면하고 소외시키는 계층일 것이다. 누가 유비쿼터스 건설의 주역이 될 것인가? 오랫동안 컴퓨터를 연구에 사용해 왔고, 컴퓨터와 친숙한 전산구조 공학도들이 그 선두에 서게 될 것으로 기대 된다. 그러나 개혁은 오른손잡이가 왼손 사용에 익숙해지기까지의 끈질긴 노력이 수반됨을 잊어서는 안 된다. 실현 가능한 상상력을 가지고 미래를 준비하는 자에게 유비쿼터스 시대는 희망의 시간이 될 것이다.

참고문헌

1. 유비쿼터스 사회 새로운 희망과 도전(2005), 한국전산원,
2. 유비쿼터스 시대의 사회간접자본 서비스 발전 방안 연구(2004) 한국전산원
3. 한국표준과학연구원 스마트 구조 연구실, 연구개발 필요성 중에서(www.kriss.re.kr/smart) et.al(2006)
4. Krishna Chintalapudi "Monitoring civil structures with a wireless sensor network", IEEE Internet Computing, pp.26~34.
5. 일간건설(2006) "u-건설에 희망 있다"
6. 편집국 U-건설팀(2006) "U-건설이 뭐죠?", 일간건설사