

건설산업의 새로운 성장동력, 유비쿼터스 건설 분야 전망

황찬규^{1*}

The Prospect of Ubiquitous Construction, A New Driving Force for Construction Industry

Hwang Changyu^{1*}

요약 유비쿼터스(Ubiquitous)는 정보혁명에 뒤이은 제 4의 혁명으로, 우리 사회를 변혁시키는 또 하나의 물결로 많은 전문가들이 전망하고 있다. 유비쿼터스 첨단융합 건설은 우리나라 건설 산업이 새로운 부가가치를 창출할 수 있는 블루오션 영역으로서 적극적인 참여와 도전이 요구되는 영역이다. 많은 전문가들이 2008년을 유비쿼터스 사회에 진입하며, 2015년에는 성숙의 시대가 될 것으로 전망하고 있다. 정보통신 분야의 강국인 우리나라는 신도시 건설과 결합된 U-City 100개 수출은 우리나라의 새로운 성장동력이 될 수 있을 것이다.

Abstract Ubiquitous technology is believed to be the next trend following the 3rd wave by information technology to revolutionize the modern society. Ubiquitous construction which is the convergence of ubiquitous technology and construction technology is the blue ocean area for creating new values in the construction industry and therefore requires pro-active participation from construction companies. Many expect that the ubiquitous society would get started in the year of 2008 and the year 2015 be the time of maturity. The importation of 100 U-Cities to foreign countries would be a new driving force for the growth of our economy and construction industry.

Key Words : Ubiquitous construction, U-City, Convergence

1. 서론

유비쿼터스(Ubiquitous)는 정보혁명에 뒤이은 제 4의 혁명으로 많은 전문가들이 전망하고 있다. 또한 앞으로 업종 간, 산업 간에 경계가 없어지는 컨버전스(Convergence)가 활발하게 일어날 것인데, 건설 분야도 이 변화 물결에 예외는 아닐 것으로 예상된다. 유비쿼터스 첨단융합 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. 본 연구에서는 다가오는 유비쿼터스 첨단융합 시대의 건설 산업의 모습을 예측해 보고자 한다.

유비쿼터스는 라틴어의 'ubique'로 '언제 어디서나 존재한다'는 의미이다. 유비쿼터스 개념은 지난 1988년 미국 제록스사 팔로알토 연구소의 마크 와이저가 최초로 제창한

것으로, 그의 정의에 따르면, 유비쿼터스 환경이란 전자태그(RFID), 센서(Sensor)와 칩(Chip) 등으로 이루어진 극소형의 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].

사물이 컴퓨터 안으로 들어가는 것을 정보화라 한다면, 컴퓨터가 사물 안으로 스며들어가는 것을 유비쿼터스 화라고 간략히 정의 할 수 있다. 정보화가 되는 사물은 지형, 공장, 생산프로세스, 건설현장, 잠수함, 설계도면, 주민등록번호, 자재정보, 인적정보, 지도, 문서 등 실로 무궁무진하다. 컴퓨터 안으로 들어간 유무형의 사물은 디지털신호로 변환되어, 용도에 맞게 가공되고, 무한 복제되며, 가상공간 하에서 시뮬레이션을 통하여 필요한 정보의 제공이 가능하다. 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

¹서울벤처정보대학원대학교 교수

*교신저자: 황찬규(hwang@suv.ac.kr)

대응할 수 있게 된다. 모든 과정이 가시화하여 나타나기 때문에, 발주자 시공자 설계자 간에 원활한 의사소통이 가능해진다.



[그림 1] 만성 환자의 위급 상황 대비 팔에 병력담은 무선 마이크로 칩. 환자들의 혈액형과 주요 특성, 과거 병력 등이 소상히 기록된다.

한편, 유비쿼터스화는 컴퓨터가 사물 안으로 들어가게 (Embedded) 되어 사물이 영리해지는 (Smart) 것을 말한다. 그러기 위해서는 컴퓨터가 소형화 되어, 스며들듯이 사물 안으로 들어가서 우리 눈에는 보이지 않게 되어야한다. 사물로 들어가는 초소형 컴퓨터 칩에는 용도에 따라 갖가지 센서가 탑재 되어, 무선통신을 통해 사람에게 필요한 정보를 보내 주게 된다. 사물의 내부에 내재된 초소형 컴퓨터들은 서로 간에 무선 센서 네트워크 (Ubiquitous Sensor Network)를 구성하게 되며, 궁극적으로는 셀 수 없이 많은 삼라만상에 내재된 초소형 컴퓨터 칩에는 그 개수만큼의 무한대의 주소가 필요하게 되는데, 이것은 인터넷 프로토콜 버전 6 (IPv6)로 가능하게 된다. 이와 함께 센서 네트워크에서 실시간으로 내보내는 엄청난 량의 정보가 돌아다닐 거대한 통신망을 광대역통신망 (BcN) 이라고 부르는데, 이 3가지가 유비쿼터스 시대의 대표적인 인프라이다. 최근 휴렛패커드 (HP)사에서는 100쪽 분량의 문서를 저장할 수 있는 쌀알 크기 만한 초소형 메모리 칩을 개발했는데, 무선 데이터 송수신이 가능하며, 소형이므로 거의 모든 물체에 넣어서 사용이 가능하며, 용도에 의해 전력이 공급되므로, 전지가 필요치 않다. (그림 1). 이 마이크로 칩에는 환자들의 혈액형과 주요 특성, 과거 병력 등이 소상히 기록되어 있어 의료가 특수스캐너로 판독하면 필요한 정보를 곧바로 얻을 수 있다. 이 같은 무선 초소형 메모리 칩은 건설자재와 노무자의 헬멧에 부착 후 인터넷 웹과 연동되는 공정, 자재 및 노무관리를 가능하게 할 수 있고, 물류의 이동을 추적하여 유통기간을 줄이는 등 광범위하게 사용될 수 있다.



[그림 2] 가솔방지, 조난적정 끝, '최첨단 GPS 운동화'.

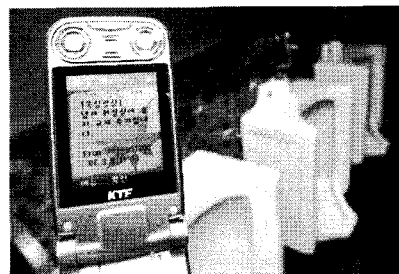
2. 타분야의 유비쿼터스 융합 예

2.1 '최첨단 GPS 운동화'

미국의 한 신발업체는 보행자가 비상 상황에 빠졌을 때 신발 속에 숨겨져 있는 비상 버튼을 누르면 즉시 인공위성을 통해 자신의 위치를 알릴 수 있는 GPS 신발을 개발하여 시장에 내놓았다 (그림 2). 이 특별한 신발 속에는 내장 마이크 등의 통신 장치가 장착되어 있어, 비상 상황 시 무전기의 역할을 할 수 있어서, 자녀가 어디에 있는지 혹은 멀리 달아나지 않는지 '감시'할 수 있고, 사냥, 등산 등 레저 활동을 즐기는 이들은 물론이고 여성, 어린이, 치매 환자 등 폭넓은 활용이 기대되고 있다.

2.2 유비쿼터스 첨단융합 화장실

국내의 한 이동식 화장실 업체는 공중화장실에 각종 센서를 부착해 관리자가 원격에서 화장실의 상태를 파악하고 최적의 상태로 관리하게 해주는 유비쿼터스 기술을 도입하여 성가를 올리고 있다 (그림 3). 이 업체에서 개발한 '토일링 시스템'은 측정된 각종 수치 및 정보에 따라 센서가 즉각 반응해 관리담당자에게 통보해 공중화장실을 효과적으로 관리할 수 있게 하는데, 기존의 누전감지 기능뿐만 아니라 온도센서, 이용자 수 확인 센서, 급수배관센서를 장착해 화장실 사용 시 최적의 상태를 유지할 수 있게 해준다.



[그림 3] 유비쿼터스 첨단융합 화장실.

2.2 유비쿼터스 부대

국방부는 전투체제와 군수지원, 병영복지 분야에 최첨단 IT 신기술을 적용한 '유비쿼터스 부대'를 2010년까지 시범적으로 운영하고, 국방개혁 2020계획이 완료되는 2020년까지 단계적으로 확대하려고 추진하고 있다. 국방부와 정통부는 ▲지능형 휴대인터넷(WiBro)을 적용한 차세대 전술이동통신망 ▲지능 견마형 로봇 ▲무인경계시스템(USN) ▲홈네트워크 기술을 적용한 원격의료시스템 구축 등 6개 분야 24개 과제를 공동 추진하고 있다. 세부적으로는 현재 전술이동통신망(64 Kbps)을 휴대인터넷(WiBro)을 적용한 차세대 전술이동통신망(1Mbps)으로 전환, 지휘관이 이동하면서 영상, 지도, 데이터 등 전투수행에 필요한 정보를 실시간으로 송수신할 수 있도록 할 계획이며, 산악, 오염지역 등 극한 상황에서 감시장비 등을 부착하고 자유롭게 이동할 수 있는 지능 견마형 로봇도 2011년까지 개발한다.

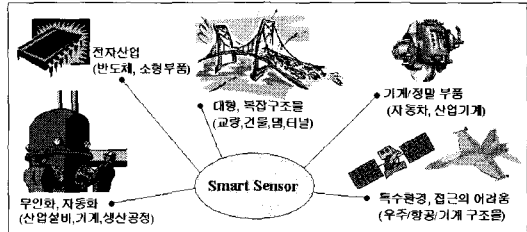
3. 유비쿼터스 시대의 건설 SOC 부문

이와 같은 유비쿼터스의 물결은 건설 SOC 부문에도 몰아치고 있다. 주택부문의 홈네트워크가 대표적인 사례로 미래의 신 수요를 창출하고 주택건설시장을 선도하는 중심축이 될 전망이다. 또한 정부가 첨단기술과 서비스를 국가 발전의 기반으로 승화시키기 위해 IT 839 전략을 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-City 개발을 강력하게 추진하고 있다. U-City 촉진법이 시행되어 U-City 개발에 박차를 가하게 되면, 한국은 세계최초의 U-City 수출국가가 될 것으로 전문가들은 예상하고 있다. 건설교통부는 "2004년도 사회간접자본 정보화 촉진 시행계획(안)"에서 국토, 교통, 건설 등 사회간접자본에 대한 총체적 디지털화를 추진방향으로 설정하였다. 다음은 유비쿼터스 건설 및 SOC 분야의 현황 및 향후 트렌드에 대해 알아보려고 한다 [2].

3.1 스마트 구조물 진단 분야

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 액츄에이터 (actuator) 그리고 판단을 위한 마이크로 프로세서 (microprocessor) 가 구조물의 내부에 삽입되거나 부착될 수 있도록 설계되고 제작되어진 구조물을 의미한다. [3].



[그림 4] 스마트 센서의 용도 (<http://www.kriss.re.kr/smart>)

3.2 무선 센서 네트워크를 이용한 구조물 안전 모니터링 분야

구조물에 다수의 센서를 장착하여, 진동원에 대한 구조 응답을 분석하여 구조물의 결함을 발견하고, 그 결함을 평가하여 구조물의 건전성과 수명을 예측하는 구조 안전 모니터링 (Structural Health Monitoring) 은 무선 센서 네트워크를 이용하면 훨씬 효율적으로 수행 될 수 있다. 무선 센서 네트워크의 장점은 가격 경쟁력과 설치의 용이성에 있다고 할 수 있다.

3.3 구조물 실시간 진단 데이터 마이닝 분야

데이터 마이닝이란 대량의 데이터로부터 쉽게 드러나지 않는 유용한 정보들을 추출하는 과정을 말한다. 무선 센서 네트워크를 통하여 실시간으로 송출되는 엄청난 량의 데이터의 홍수 중에서, 유용한 자료를 추출해 내고, 컨설팅해주는 데이터 마이닝 전문회사가 등장하게 될 것이다. 이 서비스는 구조안전진단 결과를 노후화된 건물의 가치산정 및 보험수가계산 등 보험업무 등에 결합하여 유용한 정보를 제공할 수 있다.

3.4 센서 및 계측기술을 이용한 실시간 지능형 정밀시공 분야

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 CyberNATM은 이런 기존 방법에 유비쿼터스 개념을 도입하여 일인측량, 자동화계측, 실시간 측량 데이터 전송 등을 가능하게 하고 있

다. CyberNATM을 이용하면, 각 단 면당 여굴 및 미굴 관리를 지속적으로 수행하여 터널 연장 1km당 1-5%의 콘크리트 라이닝 절감효과를 얻을 수 있다.

3.5 건설 자동화를 위한 건설 로봇개발

고도로 위험한 건설현장에서 인간을 대신해 설게도에 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 프로젝트)는 로봇과 무선자동화 계측을 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].

3.6 RFID, GIS, GPS를 활용한 도시기반 시설물 유지관리분야

기존의 도시기반시설물 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 주요시설물에 대한 시각적인 프라를 구축하고, GPS 기술로 시설물들의 정확한 위치 정보를 매핑하고, RFID 기술을 활용하여 시설물에 대한 정확한 식별과 데이터 수집의 자동화를 실현할 수 있기 때문에 도시기반시설물 관리의 효율성을 크게 개선할 수 있다. 적용 가능한 응용도메인으로는 지하철 시설물 관리, 공항, 교량, 원전 같은 공공 및 대규모 시설물 관리, 주요시설물에 대한 재난관리 등이 있다.

3.7 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. 이와 같이 하면, 도면이 가상 공간안으로 들어와 3차원으로 가시화 되어, 건설 주체 간에 대화가 용이해 지고, 구조 간섭 등을 미연에 예방할 수 있으면, 동시에 여러 명이 작업 할 수 있고, 설계변경에 신속하게 대응할 수 있어서 매우 유리하다.

3.8 더욱 안전한 건설현장을 위한 건설 중 안전관리 시스템

건설현장에는 크고 작은 재해나 안전사고가 발생할 개연성이 높은 제방 작업과 많은 종합건설 이력자들이 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 전산화하여 정보가치 및 활용도를 증대 할 수 있다 [2,5,6].

3.9 대형 빌딩 시공시 각종 주요 자재의 효과적 관리

대형 빌딩 시공 시 소요되는 각종 주요 건설자재의 제조업체명, 제조일, 품명, 규격, 반입수량, 납품처 등 필수 정보를 입력한 RFID 태그를 이용하여 자재의 입고고 현황관리 등을 실시간으로 파악하여 자재관리 및 추적을 쉽게 함으로써 공사비용을 절감할 수 있다. 이 서비스는 기업의 SCM (Supply Chain Management)와 연계되어 자재납품업체와 공사 진행 상황에 따라 실시간으로 연결되어 시공기간의 단축과 좋은 품질의 자재 확보 같은 효과도 얻을 수 있다

3.10 U-City 수출

아시아지역 32개 국가를 연결하는 '아시안 하이웨이' 정부간 협정이 2005년 4월 발효돼 앞으로 부산을 출발, 중국과 러시아를 경유해 동남아, 유럽까지 자동차를 이용, 고속도로로 갈 수 있는 길이 열릴 전망이다. 아시안 하이웨이는 55개 노선, 14만km에 이르며 기존 또는 신설 고속도로, 국도를 연결, 상호 물적, 인적교류 확대를 통해 정치·경제·사회·문화협력을 증진시키기 위한 것이다. 한편, 우리나라는 2006년 11월 유엔 아시아태평양 경제사회위원회(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 8만1천km의 국제 철도 노선이다. 앞으로 아시안 하이웨이와 아시아 횡단철도가 완성되면, 물류의 폭발적인 증가가 예상되며, 물류가 지나는 자리에 신도시들이 건설 될 것으로 예상된다. 이미 우리나라는 분당 급의 신도시를 몽골, 알제리, 베트남 등에 수출하고 있다. 현재 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 표

준이 될 것이다.

4. 결론 및 제언

캐즘 이론이란 것이 있다. 이것은 간단히 말하면 아무리 혁신적인 제품이라도 초기 시장에서 주류 시장까지 발전하기에는 시간과 투자가 필요하다는 이론이다. 스마트 구조, 무선 센서 네트워크, U-City 등 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 뒤처지고 말 것임이 분명하다. 다가올 유비쿼터스 시대를 준비하기 위해 다음과 같은 점들에 유의하여야 할 것이다.

- (가) 지능형 주택과 u-City 건설은 기존의 건설 기술에 IT가 융합된 u-건설을 기반으로 실현 가능하므로, 건설 분야의 강력한 성장엔진이다.
- (나) 국토의 균형발전을 위해 추진되고 있는 행정중심복합도시, 혁신도시, 기업도시등 모두 u-City를 표방하고 있으므로, u-City 건설은 가속될 수밖에 없을 것으로 예상된다. 우리나라는 세계최초의 U-City 수출 국가가 될 것이다.
- (다) 미래 건설 산업은 반드시 소비자들에게 편의와 혜택을 주었을 때 소비자의 사랑을 받을 수 있다. 지역 주민과 그 지역이 필요로 하는 것부터 구현해야 한다.
- (라) 건설부문에 있어 유비쿼터스 기술적용이 가능한 기술과 그렇지 않은 기술로 구분하고 현존하는 기술과 미래에 적용할 수 있는 기술로 구분해야 한다.
- (마) 유비쿼터스 기술을 보유한 다양한 분야의 정보통신 업체들이 제휴함으로써 컨소시엄 형태의 연대조직을 구성할 수 있다.

참고문헌

- [1] 유비쿼터스 사회 새로운 희망과 도전, 한국전산원, 2005년.
- [2] 유비쿼터스 시대의 사회간접자본 서비스 발전 방안 연구, 한국전산원, 2004년.
- [3] 한국표준과학연구원 스마트 구조 연구실, 연구개발 필요성 중에서 (www.kriss.re.kr/smart)
- [4] Krishna Chintalapudi and et-al, "Monitoring civil structures with a wireless sensor network", IEEE

- Internet Computing, pp. 26- 34, March-April 2006
- [5] 일간건설 "u-건설에 희망 있다" 2006년 시리즈
- [6] 편집국 U-건설팀 "U-건설이 뭐죠?", 일간건설사 2006년.

황 찬 규(Changyu Hwang)

[정회원]



- 1999년 5월 : 미 코넬대학교 토목환경공학과 (공학박사)
- 1999-2002년 : 미 일리노이대학 첨단로켓연구소 연구원
- 2002-2004년 : 미국선급 (ABS) 연구센터 연구원
- 2004-현재 : 서울벤처정보대학 원대학교 유비쿼터스시스템학과 교수

<관심분야>

유비쿼터스 건설, 스마트 구조물