

U-Construction : 유비쿼터스와 건축 시공



강 경 인
고려대학교 건축공학과 교수

1. 머리말

건축 시공은 끊임없이 현장 관리와 의사결정이 이루어지는 분야이다. 훌륭한 건축물의 시공을 위해서는 사전 계획 단계에서부터 기술 검토 등의 많은 의사결정이 이루어지며 피드백 과정을 거치면서 최적의 해를 도출해낸다. 건설업은 타 산업과는 달리 생산품(건물)의 생산 주기가 현저하게 길어서 생산하는 과정 동안에 예기치 못한 문제점들이 발견되고 개선되어 진행된다.

건설 현장의 관리 및 의사결정은 적정 공기의 유지, 안전사고의 예방, 현장의 품질 향상 등에 있어 중요한 영향을 미친다. 선택의 시점에 있어 적절한 판단이 늦어지거나 정보의 전달이 지연될 경우, 공기의 지연 등을 발생시킬 수 있고, 잘못된 판단은 건축물의 품질에 악영향을 미칠 수 있으며, 지연된 공기를 만회하기 위한 급속 공사는 안전사고의 발생을 초래할 수 있다. 그러므로 현장 상황 변화에 대한 신속한 정보 전달은 필수적이라 할 수 있다.

이러한 중요성에도 불구하고 현장의 정보 전달 체계는 사회적 변화에 동승하지 못하고 있다. 현대사회는 급격한 속도로 정보기술(Information Technology ; IT)이 발전하고 있으며, 기존의 IT산업은 유비쿼터스 컴퓨팅의 형태로 재구성되고 있다. 즉 정보기술과 무선 인터넷의 발전으로 인하여 차세대 정보기술의 패러다임이 점차 유비쿼터스 컴퓨팅(ubiquitous computing)으로 바뀌고 있는 것이다(김진성, 2004). 따라서 건설 산업의 국제적 경쟁력을 확보함과 동시에 시공 현장의 효

율성 증대를 위해 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 도입이 국내 건축 시공 현장에도 필요하다고 할 수 있다.

이에 본 기고는 유비쿼터스의 일반적인 정의 및 특징 등을 살펴보고 국내의 유비쿼터스 응용 사례 등을 소개하여 향후 건축 시공 분야가 유비쿼터스 도입을 위해 나아갈 방향을 제시하도록 한다.

2. 유비쿼터스 컴퓨팅(Ubiquitous computing)

2.1 유비쿼터스란?

유비쿼터스(Ubiquitous)¹⁾란 사용자가 네트워크나 컴퓨터를 의식하지 않고 장소에 상관없이 자유롭게 네트워크에 접속할 수 있는 정보통신 환경을 일컫는 말로써 실시간 정보 통신환경에 대한 포괄적 의미의 용어이다. 1991년 미국의 사무용 복사기 제조회사인 제록스의 마크 와이저(Mark Weiser)는 저널 'Scientific American'에 'The Computer of 21st Century'의 논문을 발표하면서 '유비쿼터스 컴퓨팅'이라는 용어를 처음으로 사용하였다. 이후 유비쿼터스 컴퓨팅은 모바일(mobile) 기술의 발전, 기기간의 상호 정보 교환 기술의 발전 등을 통해 현실화되어 가고 있다.

유비쿼터스 컴퓨팅(Ubiquitous Computing)은 컴퓨팅의 주체가 사람에서 사람과 사물을 포함한 모든 것으로 바뀌는 패러다임의 변화라고 할 수 있다(Finkelzler, 2002). 유비쿼터스(Ubiquitous)라는 단어의 의미대로 언제 어디서나 존재하는, 즉 상호 네트워크로 연결·편재된 컴퓨터의 관점에서 본다면 단순히 컴퓨팅 환경의 확장 및 확대된 개념으로도 볼 수 있다. 그러나 물리 공간에 존재하는 모든 것들(사물, 기계, 식물, 동물, 사람 등)에 컴퓨팅과 통신 능력을 부여하고, 서로 네트워크로 연결해 전자공간과 융합되어진 '유비쿼터스 공간(환경)'을 창출한다는 유비쿼터스 컴퓨팅 개념은 단순한 컴퓨팅 환경의 확장 그 이상이라 할 수 있다. 즉 새로운 공간(환경)의 창조이다.²⁾

1) 물이나 공기처럼 시공을 초월해 '언제 어디에나 존재한다'는 뜻의 라틴어(語)

2) "The right information to the right person at the right place"

2.2 유비쿼터스의 장점

Weiser & Brown(1996)은 유비쿼터스의 장점을 다음과 같이 기술하고 있다.

- 1) 가상과 현실세계 한쪽으로는 서비스가 가능한 과거의 서비스와는 달리, 가상과 현실세계 구분없이 어디서나 컴퓨팅 기능을 사용할 수 있다.
- 2) 컴퓨터, 휴대폰 등 보이는 매체가 아닌 서비스와 직접 인간화된 인터페이스를 통해서 의사 소통을 하므로 컴퓨팅 디바이스가 눈에 보이지 않는(invisible) 상태에서 서비스를 제공할 수 있다.
- 3) 계약이나 중개자 역할을 배제할 수 있으므로 중개수수료를 지불할 필요가 없다.
- 4) 비용절감, 수익증대, 자산활용, 생산성 증대를 기대할 수 있다.

2.3 유비쿼터스의 적용 분야

유비쿼터스 컴퓨팅을 기반으로 일상생활의 사물들, 어플라이언스, 상품들, 기업의 생산, 물류, 판매, 고객관리 등의 비즈니스 프로세스를 구성하는 기기나 시스템들이 모두 지능화 되고 네트워크로 연결됨으로써 매우 다양한 새로운 비즈니스를 창출할 수 있다. 이러한 유비쿼터스 비즈니스는 단순히 상거래 뿐만 아니라 일반적인 기업경영, 공급망관리, 고객관계관리, 자산관리, 현장인력관리, 지식관리, 유통관리, 안전관리 등 거의 모든 비즈니스 활동에 혁신적으로 적용될 수 있어 이와 관련된 기술과 상품이 미래 IT 시장을 주도 할 것이다(Finkenzeller, 2002).

표1은 국내에 적용되기 시작한 유비쿼터스 기술의 응용사례를 나타낸다. 주로 대형 전자회사 또는 통신회사가 주축이 되어 이루어지며, 이는 한국의 Ubiquitous 환경이 모바일 컴퓨팅(mobile computing)에 치우쳐 있음을 알 수 있다.

김진성(2004)은 이러한 현상을 한국에서 나타나는 과도기적 현상이라 하며 Mobile Computing 단계라고도 하고 있다. 이는 Ubiquitous Computing으로 가는 과정 중의 하나이며 이동성에 중점을 맞춘 컴퓨팅 기술의 패러다임 변화라고 할 수 있다. 반면에 해외의 기술은 U-Computing을 실현하기 위해 Pervasive Computing에 초점이 맞추고 있으며 이는 기기간의 상호 통신 기술의 강화를 뜻한다. Mobile computing과 Pervasive computing의 결합을 통해 진정한 유비쿼터스 컴퓨팅은 실현될 수 있을 것이다.

at the right time", "Place computers everywhere in the real world environment, providing ways for them to interconnect, talk and work together." (Weiser, 1993)

표 1. 유비쿼터스기술 국내 응용 사례(김진성, 2004)

기업	응용
삼성	<ul style="list-style-type: none"> · 홈네트워크 브랜드: 홈비타 (HomeVITA) · 휴대전화에 TV, PC, 카메라, 캠코더, 네비게이터, MP3, 무전기 등 각종 모바일 기능을 탑재한 'MITsM400' 출시 · IPv6 활성화를 위한 한국전산원과 공동추진 · 그룹계열사와 유비쿼터스 공동 추진
LG	<ul style="list-style-type: none"> · 홈네트워크 브랜드: LG홈넷(HomeNet) · 냉장고를 홈 서버로 전력선통신(PLC: Power Line Communication) · 리눅스 임베디드 S/W를 전국대와 공동 연구 추진(LG CNS) · 전력선통신을 기반으로 한 LnCP(Living Network Control Protocol) 규격 독자연구
SK 텔레콤	<ul style="list-style-type: none"> · 이동전화 서비스업에서 각종 융합서비스(m-Finance) 업체로 도약 · June, NATE, MONETA · 의류, 가전, 식품 등 제품에 극소형 칩 내장한 무선통신 Home Networking 사업 추진
KT	<ul style="list-style-type: none"> · Digital Life Zone 주거공간과 업무공간에서 '디지털 홈' 중심 · 삼성전자와 포괄적인 MOU(가전과 유무선의 융합) · KT, 가정용 비디오 폰을 이용한 Home Networking 기술 개발 중 · 원격제어, 원격검색 등 서비스 개발

3. 홈네트워크 시스템

건축과 관련하여 유비쿼터스라고 부를 수 있는 것은 대형 건설회사와 전자회사 등이 협력하여 공동주택 등에 적용되고 있는 홈네트워크 시스템이다.³⁾

홈네트워크 시스템은 가정 내 정보가전기기들을 네트워크로 연결하여 사람과 사람, 사람과 기기, 기기와 기기 간 커뮤니케이션을 가능케 하고, 이를 통해 공간과 디바이스의 제약 없이 가정내 기기들을 간편하게 제어하고 보다 폭 넓고 다양한 정보와 서비스를 제공받음으로써 삶의 질을 한층 더 높게 만들어 주는 미래의 첨단기술이라 할 수 있다.

클릭 한번으로 모든 가전기기들이 작동되고 제어되는, 영화에서나 봄직한 미래의 세계가 인터넷, 초고속 통신망의 확산과 첨단 기술의 개발로 이젠 현실로 되고 있다. TV, 냉장고, 컴퓨터 등 지금까지의 가전 제품들이 제품간 데이터 교환을 통해, 이제 정보가전기기로 진화되어 가고 있다. 직접 버튼을 눌러야 했던 제품이 이젠 원격 제어가 가능하게 되었고, 가스오븐 레인지는 인터넷으로부터 다양한 요리 정보를 바로 다운로드 받

3) <http://www.homevita.com>의 내용 재구성

아 최고의 요리를 만들 수 있다. 각종 정보와 엔터테인먼트 콘텐츠를 집안 어디에서나 공유할 수 있고, 가족 간에 보다 친밀하고 즐거운 커뮤니케이션이 이루어질 수 있는 환경을 제공한다. 그밖에 원격 쇼핑, 의료 진료, बैं킹, 교육 등 생활에 필요한 각종 서비스들이 홈 네트워크를 통해 더욱 편리하게 변화되고 있다. 가전기기의 진화 뿐만 아니라, 생활 전반에 걸친 디지털 혁명, 이 모든 과정이 홈 네트워크를 의미한다.

홈 네트워크가 일반화되면 무선 단말기와 인터넷을 통해 외부에서 집안을 살펴보고 조명을 조절하거나 에어컨을 켜는 등 가전제품을 원격 제어할 수 있고, 언제 어디서든 제어가 가능한 첨단 방법, 방재 시스템으로 안전한 생활이 펼쳐진다. 집이 비었을 때 방문한 손님 은 현관에서 간단한 영상 메시지를 남기거나 원격으로 집 주인과 이야기를 나눌 수가 있다. 냉장고에 부착된 홈패드를 통해 인터넷에 접속, 저녁 식사 메뉴를 검색하고 재료와 조리법을 다운로드 받고, 단 한번의 클릭으로 인근 할인점에 음식 재료를 주문할 수도 있다. 매일 아침, 검침기를 통해 맥박과 혈압을 체크하고, 건강에 이상이 있을 때에는 원격으로 외부의 의사와 상담하거나 버튼 하나로 위급 상황을 알릴 수 있다.

홈 네트워크를 통해 모든 설비의 자동화와 원격 제어가 가능하고, 어떤 디바이스에서건 각종 정보와 엔터테인먼트를 마음껏 누릴 수 있는 편리하고 즐거운 공간. 방법과 방재가 철저한 안전한 공간. 환경을 생각하고 오염을 최소화하는 가전 설비가 갖추어진 건강하고 쾌적한 공간의 구성 역시 가능하다.

이러한 홈 네트워크 시스템은 엄격한 의미에서 건축의 유비쿼터스라고 보기에는 어려움이 있을 것이다. 따라서 본 고에서는 건축 중심의 환경 구축에 대해 제안하고자 한다.

4. IT 기술의 도입 필요성

IT 기술을 도입할 것인가, 기존의 방식을 계속 사용할 것인가에 대한 판단은 아마도 비용 문제가 가장 크게 작용할 것이다. 생산성 또는 효율성의 향상에 따른 이익이 기존 방식의 변화에 드는 비용 보다 크지 못하다면 도입은 요원할 것이다. Garza and Howitt(1998)은 건설업에 있어 무선 기술의 도입에 관해 다음과 같이 말하고 있다.

4.1 Garza and Howitt의 연구

무선으로 정보를 전송할 때 그것을 전송함에 필요한

‘비용’ 과 ‘가치’ 사이의 균형(trade-off)을 고려하는 것은 매우 중요하다. 무선 통신(wireless communication)은 절대 값싼 기술이 아니며 무선 통신 기술을 구축하여 사용함에 있어 다음에서 제시하는 비용이 소모된다.

1) 초기지출 비용

하드웨어와 소프트웨어를 구입하는 데 소요되는 비용

2) 서비스 및 유지관리 비용

하드웨어를 유지하고 업그레이드 할 때 소요되는 비용, 소프트웨어를 업그레이드 하고 판권을 갱신하는데 소요되는 비용, 무선 서비스 제공자에게 지불되는 비용, 사내의 기술 지원 인원의 봉급 등에 소요되는 비용

3) 간접 비용

사용자의 교육을 위한 비용, 특별한 무선기술 자문을 위해 소요되는 비용.

이러한 비용들의 관계에 따라 무선 통신 기술에 투자를 할 것인지 말 것인지가 고려되어 진다.

4.2 가치와 비용의 관계

그림 1은 정보를 보내는 어떤 날의 시간 대 정보의 가치 및 비용을 보여주는 그래프이다. 예를 들어, 현장의 관리자는 오전 8시에 트레일러 운전자에게 보내야 하는 정보가 있다. 오전 8시에 이 정보의 가치를 V1이라고 하자. 만일 관리자가 무선 정보 시스템으로 트레일러 운전자에게 접근한다면, 감독자는 즉시 정보를 전송할 수 있을 것이다. 이때의 비용을 C1이라고 하자. 만일에 관리자가 무선 정보 시스템으로 접근할 수 없다면, 그가 트레일러 운전자에게 정보를 제공하기 위해서는 그의 이동이 끝날 때(오후 5시) 까지 기다려야 할 것이다. 이 정보의 가치는 9시간의 지연이 발생함으로써 감소될 것이고 그 가치를 V2라 한다. 정보를 전달하는 비용 역시 감소할 것이고 이 비용은 C2라 한다. 따라서 회사는 무선을 통해 정보를 전송하는 데 소요되는 추가적인 비용이 전송해야 하는 정보의 가치를 증가시키는지 아닌지를 결정해야 한다.

앞의 예는 시간의 지연에 따른 정보의 가치가 하락하고 있는 것을 보여줌으로써 비용과 이익을 비교 설명하고 있다. 즉 이러한 결정을 하기 위해서는 ‘그림의 ‘ValueAdded1’ 이 ‘ValueAdded2’ 보다 더 큰 가? 그렇지 않은 가?’ 에 대한 해답이 필요하며 그것이 바로 결정이 된다.

정보의 가치는 Timing에 있다. 중요한 정보는 적시에 전달되어야 하며 그것이 어떤 효율성의 향상에 도움을 준다면 무선기술 및 첨단 IT 기술은 당연히 적용되어야 할 것이다.

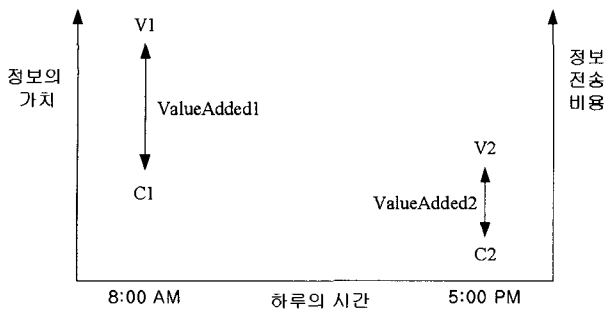


그림 1. 비용-이익의 상관 관계

5. U-Construction

건축 시공이 실제로 이루어지는 현장은 복잡한 커뮤니케이션 체계를 지니고 있다. 과거의 무전기(walkie-talkie)를 이용한 의사 전달 체계를 기점으로 현장의 커뮤니케이션은, 소위 말하는, 정보화가 진행되었다고 볼 수 있다.

그렇지만 이러한 체계는 어디까지나 인간이라는 부가적인 연결고리를 거쳐야만 이루어질 수 있는 활동이다. 예를 들어 건축 시공 현장의 레미콘 차량의 진입 수(數)는 사람이 직접 세어주어야 한다는 식이다. 이러한 방식은 오랫동안 지속되어 왔지만 비효율적이라는 것에는 이의가 없다.

따라서 향후 국내 건축 시공의 국제적 경쟁력 확보를 위해서는 유비쿼터스(ubiquitous) 기반의 건축 시공이 구축되어야 하며, 본 고에서는 이것을 U-Construction으로 명명하고자 한다.

5.1 건설업의 유비쿼터스 기반 연구

현재 유비쿼터스 기반의 시공 현장 효율화에 대해서 소수이지만 연구가 진행되고 있다⁴⁾. 내용은 다음과 같다.

1) RFID⁵⁾를 이용한 초고층 자재관리 시스템

고층 건물공사에 소요되는 자재의 종류는 건물의 종류에 따라 다소 차이가 있으나 약 1,000여종에 달하며, 이중 골조공사에 투입되는 자재의 종류는 약 100여종, 마감공사에 투입되는 자재의 종류는 약 900여종에 이른다. 공사에 투입되는 자재들은 다양한 규격, 형태를 가지고 있으며 구매, 운송, 반입, 양중 및 시공법 또한 상이하다. 따라서 고층 공사의 통합적 자재관리 시스템이 필요하다. 시스템의 주요 흐름은 공장에서 생산시 자재의 정보가 입력된 태그를 붙이며, 태그가 부착된

4) 한국건설기술연구원의 연구성과 발표회 자료를 재구성
5) Radio Frequency IDentification; 무선을 이용한 ID 인식기술

자재는 출하 및 운반, 현장반입, 야적, 소운반, 양중, 시공에 이르는 과정을 통하여 자재의 추적 및 관리를 할 수 있게 된다.

2) MEMS 기술을 이용한 터널재해 예방 계측 기술 개발

기존의 터널계측 방식은 유지관리에 필요한 계측 데이터가 체계적으로 관리되지 않아 시공 이후 단계에서 기초 정보로 활용하지 못하고 있다. 따라서 체계적이고, 자동화된 구조물의 거동 계측 데이터의 체계적 수립 및 관리가 필요하며, 이를 위해 자동화, 소형화된 시스템이 필요하다. 따라서 MEMS 기반의 터널재해 예방 계측 기술의 개발이 이루어졌다.

3) Mobile GIS 기술을 이용한 기간도로 수해 응급복구 효율화

현재 국내의 기간도로 수해복구 업무는 최초 발생시부터 복구 완료까지 음성 및 문서기반의 업무환경으로 진행되고 있어 신속한 복구 대처 및 정확한 현장파악에 어려움이 있다. 이러한 어려움을 극복하고 기존의 도로 수해 복구업무를 좀 더 효율적으로 지원할 수 있도록 Mobile GIS 기술과 이동통신기술을 이용하여 수해피해 도로의 정확한 위치를 파악하고, 현장사진, 복구현황, 복구자원 확보 및 이동현황 등을 실시간으로 송수신하고 관제할 수 있는 시스템을 설계, 구축하였다.

4) GIS 기술을 활용한 하천치수사업 관리 효율화

1990년대 후반부터 심각해지기 시작한 이상기후 및 그로 인한 홍수피해 규모는 해마다 증가추세에 있고 이에 따른 하천치수사업의 규모도 증대되고 있다. 그러나 하천치수사업의 특성상 기존의 문서와 도면을 통한 관리기법으로는 지역적으로 산재해 있는 많은 사업현장에 대한 통합적인 관리가 어려운 실정으로 현장에서 발생하는 여러 문제들을 신속하게 해결하기 위해 현장 중심의 실시간 관리기법의 도입이 필요하다.

이에 전국단위의 하천치수사업에 대한 종합적인 관리 효율화를 위해 Web-GIS 기반의 관리시스템을 개발하고, 지방국토관리청의 관할 공사에 대한 개괄 및 전반적인 공사진척상황을 파악하고 지원할 수 있는 시스템을 개발하였다.

6. 맺음말

U-Construction으로의 전환을 위해서는 여러 가지 과제를 안고 있다. 무엇보다 기존의 방식에 익숙한 현장관리자 및 노무자들을 이해시켜야 하는 것이 중요하고,

초기 투자비가 많이 들어갈 수 있는 시스템에 대한 투자 역시 쉽다고만 볼 수는 없다. 또한 건축시공을 전공한 전문가들은 아무래도 첨단 IT 쪽은 약할 수 밖에 없으며, 현재의 기술력이 어느 정도인지 파악해내는 것도 쉽지 않다. 또한 건축 현장의 IT 수준에 대한 기초 연구 역시 부족하다.

그렇지만 학제간 교류 연구 또는 산학 협력 연구 등은 이러한 어려움을 극복할 수 있게 해줄 것이다. 유비쿼터스는 한 곳에 치우쳐진 기술을 원하지 않는다. 통합 관리 시스템의 구축이 목적이며 이를 위해서는 연구 분야의 교류는 필수적이라 할 수 있다. 무엇보다 고무적인 사실은 u-환경에 필요한 mobile 인프라가 갖추어져 있다는 것이다. 우리나라의 모바일 및 인터넷, 네트워크 기술은 세계에서 앞서 있으며 이러한 뒷받침은 IT 적용이 뒤쳐져 있는 건설업에 희망을 주었다고 할 수 있다.

향후 U-Construction의 구축은 건설 경쟁력을 확보하는데 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다. 따라서 건축 시공 현장의 효율성 향상을 위해 연구자들의 지속적인 연구가 필요하며, 국가적 차원에서의 지원 역시 뒤따라야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. 김진성, 유비쿼터스 컴퓨팅의 연구 동향과 프레임워크, 한국 퍼지 및 지능시스템학회, 2004 춘계학술대회 논문집, 551-554, 2004.
2. Weiser, M., The Computer for the 21st Century, Scientific American, New York, 265(3), 66-75, 1991.
3. Weiser, M. and Brown, J. S., Designing clam technology, PowerGrid Journal, 1(1), 1996.
4. Weiser, M., Some computer science issues in ubiquitous computing, Communications of the ACM, 36(7), 75-84, 1993.
5. Finkenzeller, K. 이근호 외 3인 공역, RFID Handbook: Fundamentals and applications in contractless smart cards and identification, 영진닷컴, 2004.
6. 한국건설기술연구원, 제16회 한국건설기술연구원 연구성과 발표회 논문집, 2004.
7. Garza & Howitt, Wireless communication and computing at the construction jobsite, Automation Construction 7, 327-347, 1998.
8. <http://www.homevita.com>.