

유비쿼터스 기반 건설 프로세스 연구

Ubiquitous Computing Technology for The Construction Process

편무욱* · 이우식** · 조준호*** · 김창식****

Pyeon, Mu Wook·Lee, Woo Sik·Jo, Jun Ho·Kim, Chang Shik

- * 정회원 · 건국대학교 공과대학 토목공학과 조교수 · 공학박사(neptune@konkuk.ac.kr)
- ** 정회원 · 한국건설기술연구원 GIS/LBS연구센터 선임연구원 · 공학박사(wslee@kict.re.kr)
- *** 비회원 · 건국대학교 공과대학 토목공학과 박사과정 · 공학석사(gisubi@konkuk.ac.kr)
- **** 비회원 · 건국대학교 공과대학 토목공학과 박사과정 · 공학석사(kkumzigy@konkuk.ac.kr)

1. 서론

컴퓨터화의 새로운 패러다임으로 등장한 유비쿼터스화는 유비쿼터스 컴퓨팅과 유비쿼터스 네트워크를 기반으로 물리공간을 지능화함과 동시에 물리공간에 펼쳐진 각종 사물들을 유기적으로 연결하는 기술을 일컫는다. 현재 유비쿼터스 컴퓨팅은 새로운 지식정보국가 건설과 자국의 정보 산업 경쟁력 강화를 위한 핵심 패러다임이라는 인식 하에 미국, 유럽, 일본의 정부 및 기업, 연구소들이 관련 기술에 대한 개발에 총력을 다하고 있다. 우리나라의 경우도 정부의 차세대 성장 동력 산업의 주요 부분으로 유비쿼터스 기술을 제시하고 있으며, 국내 유수의 기업도 관련 부문에 많은 투자를 아끼지 않고 있다.

한편, 건설업의 경쟁력강화를 유도하고 21세기 건설업의 지식산업화를 주도하기 위해 유비쿼터스 기술을 건설부문 도입에 대한 필요성이 증대되고 있으며, 건설 유비쿼터스 구현을 위한 기반 구축작업으로서 건설사업 수행의 효율화 및 건설기술의 선진화를 지원하기 위하여 현행업무의 분석 및 개선방안에 대한 연구의 필요성이 증대되고 있다.

본 연구의 궁극적인 목표는 현재 건설 분야에 있어서의 유비쿼터스 적용가능성에 대하여 연구를 수행하는 것이다. 이에 따라, 현재 건설부문에 있어서 유비쿼터스 컴퓨팅 기술의 도입가능성을 분석하고 이를 기반으로 건설 유비쿼터스의 기술적 구성 요소에 대해서 논하고자 한다.

2. 기존 건설프로세스와 유비쿼터스 기반 건설 프로세스의 비교

유비쿼터스 기반 건설 프로세스의 구성 원소는 기존의 atom 기반의 각종 건설재료에서 건설 재료 및 자재와 칩이 결합된 새로운 건설 재료로 탄생될 것이다. 이렇게 되면 각각의 건설 재료의 특성을 관리하고 제어하면서 구조물의 안전을 스스로 감지할 것이고, 기존의 접촉 또는 측정을 통해서만 공간요소로 인식되던 것이 IT RF 태그로 인하여서 접촉하지 않아도 정보 취득이 가능하며 2차적인 정보까지 산출될 것이다.

유비쿼터스 기반에서 건설공간은 실제적 공간이 아닌 지능화된 공간, 사용자의 현실감 및 인지도 향상을 위하여 사용자가 보는 실세계 현장공간에 컴퓨터로 생성한 가상의 정보를 합성하여 보여주는 증강현실 공간으로 변모될 것이다.

과거의 메인프레임을 이용하여 건설정보처리를 위주로 한 컴퓨터의 용도도 유비쿼터스 기반에서는 건설부재와 일체화 및 편재화 되어서 능동적으로 정보전달과 상황제어가 가능할 것이다. 즉 컴퓨터가 건설구성요소로 삽입되는 것이다. 또한 건설요소와 요소 사이를 유무선 인터넷 기반으로 완성되어 사용될 것이고 U-KOREA의 정보 고도화가 이루어지는 행정서비스의 개선과 보급을 통하여 더욱 확대될 것이다.

전통적인 가치기준인 경제사상의 변화도 자본주의에서 행복주의로 전이된다면 경제성의 패러다임도 변화되어 기존 건설프로세스의 규모와 집적의 경제에서 유비쿼터스 기반에서는 생산성 향상 및 비용절감을 통한 효율의 경제로 발전되어 나갈 것이다.

3. 건설 분야와 유비쿼터스 기술

건설 유비쿼터스 컴퓨팅은 사람과 컴퓨터, 그리고 사물을 네트워크로 연결하고 실시간 정보를 주고받을 수 있도록 하는 컴퓨터화의 미래 발전 단계를 의미한다. 이와 같은 건설 유비쿼터스 컴퓨팅의 보급은 자연스럽게 우리의 일상과 사회를 변혁시킬 것이다. 이런 변혁의 긍정적인 측면은 여러 형태로 나타나게 될 것이다.

첫째, 건설 유비쿼터스 컴퓨팅은 현재 정보화 정도의 불균형에 따라 나타나는 디지털 디바이드(digital divide)의 문제를 해결할 것이다. 유비쿼터스 컴퓨팅의 보이지 않는 인터페이스(calm interface) 기술은 사물과 환경 속에 내재된 컴퓨터

를 매우 쉽고 자연스럽게 사용할 수 있도록 하여, 정보화 교육을 받지 못한 취약 계층의 사람들의 소외 문제를 해결할 수 있기 때문이다. 둘째, 유비쿼터스 컴퓨팅은 건설시스템을 매우 효율적인 형태로 발전시킬 것이다. 예를 들어, 미래에는 버려지는 건설 폐자재까지 컴퓨터가 내장되어 손쉽게 자원의 재활용이 이루어지게 될 것이다. 이것은 유비쿼터스 컴퓨팅을 통해 행위의 효율성뿐만 아니라 자원의 효율성도 성취할 수 있게 됨을 의미한다.

일반적으로 유비쿼터스 컴퓨팅 기술에서 추구하는 기능은 임베디드 컴퓨팅(embedded computing), 1회용 컴퓨팅(disposable Computing), 감지 컴퓨팅(sentient computing), 조용한 컴퓨팅(silent computing), 퍼베시브 컴퓨팅 (pervasive

표 1. 건설프로세스상에서의 유비쿼터스 컴퓨팅

분류	목적	적용분야
임베디드 컴퓨팅 (embedded computing)	기능성	- 감지된 각종 정보를 수집하고 처리하여 분석까지
1회용 컴퓨팅 (disposable Computing)	경제성	- 모든 건설자재에 부착 및 삽입 - RFID Tag 등의 형태 - CALS, 감리, 유지보수 등과 연계
감지 컴퓨팅 (sentient computing)	지각성	- 건설관련 계측기와 마이크로 칩의 연계 활용 - 계측기의 디지털화 - 교량센서, 지반센서 등
조용한 컴퓨팅 (silent computing)	자발성	- 상황인지 및 대응의 자동화 - 분산협업이 가능한 AIS 구현 - 센서와 연결된 능동제어장치
퍼베시브 컴퓨팅 (pervasive computing)	편재성	- 건설자재, 건설장비, 건설인력, 건설현장 등 모든 건설환경에 SoC 존재 - 센서 및 칩셋의 경박단소 및 저가격화 - 위치확인장치를 통한 건설구성요소 모니터링 - 액티브 배지를 통한 장비 및 인력의 통제
노매딕 컴퓨팅 (nomadic computing)	이동성	- 장소와 대상에 상관없는 편리한 정보취득 및 전송 - 무선통신 및 근거리 통신 기술의 적용 - 사용자 편의성을 극대화한 정보단말기의 개발 - 자재의 이력정보 및 상태정보를 단말기로 현장에서 확인 및 서버의 설계 DB 등과 연동
입는/심는 컴퓨팅 (wearable, implant Computing,)	일체성	- 작업자의 편리한 정보이용 및 안전성 증대 - HMI 기술 및 첨단섬유기술의 적용 - 헤드셋 및 입는 컴퓨터를 통한 작업통제
엑조틱 컴퓨팅 (exotic computing)	인간성	- 인간친화적인 현장 컴퓨팅 환경 조성 - 감성기술을 이용한 작업의 질 개선 - 지능형 분산처리 기술 및 지식기반 시스템 활용 - 작업자 상태 모니터링 및 안전 유도

computing), 노매딕 컴퓨팅(nomadic computing), 입
는/심는 컴퓨팅(wearable, implant Computing), 엑
조틱 컴퓨팅(exotic computing) 등으로 분류될 수
있다.

이러한 유비쿼터스 컴퓨팅의 기능을 건설 프로
세스 상에 적용할 경우, 건설관련 계측기와 마이크
로 칩의 연계 활용 등을 통한 계측기의 디지털화
및 초소형화로 교량, 지반 및 터널 등의 주요 유지
계측 및 안전 검측항목 부분에 설치된 각종 임베디
드 센서에 의해 감지된 각각의 계측 정보를 수집하
고 처리하여 분석에까지 이르며 상황인지 및 대응
의 자동화로 자발성을 가진 센서에 의해 연결된 능
동적 제어장치의 기능으로 스스로 위험경보를 줄
수 있고 분산협업이 가능한 AIS(Advanced
Infrastructure System) 가 구현 가능할 것이다.

4. 건설 유비쿼터스 서비스의 5단계 와 그 기술

건설 유비쿼터스 정보 서비스의 5단계에 따른
요소기술을 살펴보면 어떤 환경에서도 단말기나 네
트워크를 통해 공간의 제약 없이 정보의 수신 및
발신과 전자결제, 작업지시 및 보고 등이 가능한 커
뮤니케이션 서비스에서는 개별 서비스의 단순 결합
차원을 넘어 각 계층의 통합화가 균형 있게 발전해
유선과 무선 간의 이음새 없는 유비쿼터스 환경이
조성되는 유무선 통합기술과 사용자가 무선단말기

로 이동 중 무선망(Wireless Network)을 통하여 컴
퓨터에 액세스하고 정보를 제공받을 수 있도록 하
는 무선인터넷기술, 단말기는 소형, 경량화 되어야
한다는 전제조건 및 반도체 제조기술과 설계기술의
발전에 따라 이동통신 부품의 개발방향은 주로 부
품의 면적을 최소화하기 위해 여러 부품들을 하나
의 부품으로 집적하여 모듈화로 만드는 휴대형 경
박 단소 단말기 기술 등을 꼽을 수 있다. 이외에 커
뮤니케이션의 요소기술을 살펴보면 언제 어디서나
사람과 사물과 같은 객체의 위치를 인식하고, 이를
기반으로 유용한 서비스를 제공하는 고 정밀 실내
외 Location Awareness 기술, 대용량 정보흐름을
처리하기 위한 지리정보 데이터베이스 및 대용량
도면 처리 기술, 누구라도 컴퓨터를 이용할 수 있도
록 하는 휴먼 인터페이스 기술이 필요하다. 이것은
사람에게 친근한 형태로 출력을 해주고(음성, 이미
지, 데이터, 화면상으로, 종이 상으로) 입력역시 손
쉬운 방법으로 하게 되는 것을 의미한다.(음성, 필기
등). 또한 네트워크상에서 정보를 저장하는 스토리
지 기술과 모바일 기기의 전원을 공급하는 전자 기
술역시 여기에 해당한다. 자동화된 상황을 감시하고
제어할 수 있는 Human-Machine Interface 기술,
Pen Input 기술, 전자도면 및 전자도서 기술, 전
자종이 기술, VoIP 기술, 헤드셋 및 휴대형 모니터
등을 통한 디스플레이 기술 등을 요소기술로 꼽을
수 있다.

건설 유비쿼터스 정보서비스의 5 단계 중 서비
스 지능화 수준이 상대적으로 낮은 정보제공 서비

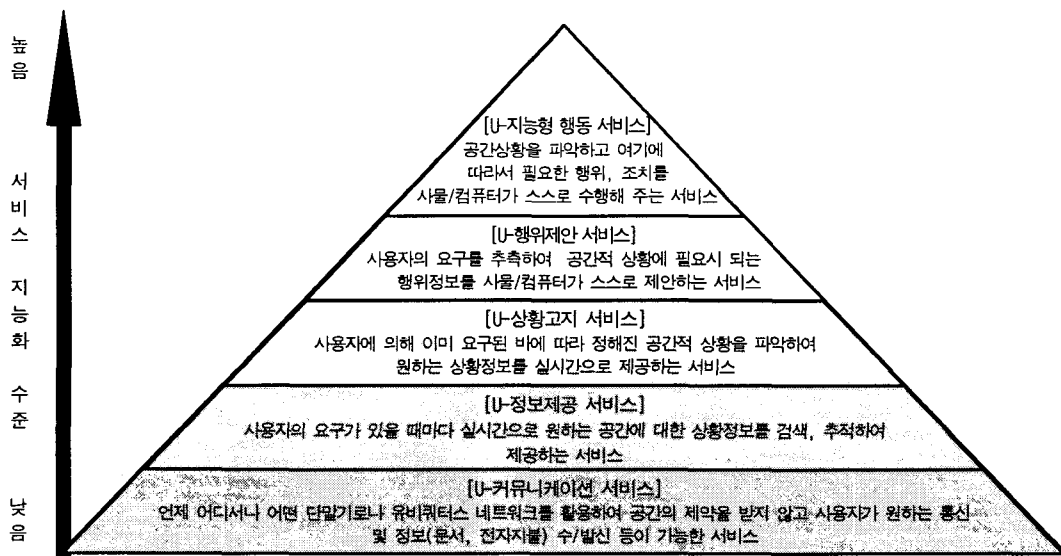


그림 1 건설 유비쿼터스 서비스의 5단계

스의 요소기술 중 하나인 RFID Tag기술은 무엇보다 비가시성 즉, 비방향성 통신 방법을 사용하며, 고유의 시리얼 넘버를 가지고 해당 단말기에서 오는 신호에만 유일하게 반응하기 때문에, 품목까지만 식별하는 바코드와 달리 여러 개의 제품을 각각 인식할 수 있는 것이 특징이다.

이밖에도 RFID는 감지거리가 길고 양방향 인식이 가능하기 때문에 시스템 특성이나 환경여건에 따라 적용이 손쉬우며 응용영역이 넓다. 또한 스티커, 라벨, 티켓 등 다양한 형태와 크기로 제조할 수 있기 때문에 활용할 수 있는 Application이 다양하며, 단말기를 이용해 RFID에 저장되어 있는 데이터를 언제 어디서나 업데이트할 수 있다. 아울러 OTP(One Time Programmin)로 태그를 프로그램하여 데이터의 위조 및 변조가 불가능해 보안을 유지할 수 있으며, 비접촉식이므로 판독기 오동작에 의한 장애가 없고 유지보수가 용이하다. 그렇기 때문에 모든 건설자재 및 건설 운반 장비에 RFID Tag 등 생각하는 지능형 센서 SoC와 초미세 유/무선 통신기능이 내장된 마이크로 프로세서의 모양으로 부착 및 삽입의 형태로 즉 1회용 컴퓨터가 가능하여 생산 및 유통, 재고관리, 유지보수, 자재관리 및 장비관리가 가능할 것이다.

정보제공 서비스의 또 다른 주요 요소로는 장수명 저전력 배터리 기술이다. 이러한 저전력 배터리 기술과 무선 네트워크 기능을 활용하면 수없이 많

은 교량·환경시설물·백화점·박물관 등 각종 건설 구조물의 물리공간들을 하나로 연결할 수 있다. 도시공간과 공공시설에 칩을 부착(삽입)해 감지(sensing), 추적(tracking), 감시(monitoring), 행동화(actuator) 역할을 수행하는 원격 네트워크용 단말로 활용할 수 있는 것이다.

모든 컴퓨터가 서로 연결되고 이용자 눈에 보이지 않으면서도 언제 어디서나 사용이 가능하고 현실세계의 사물과 환경 속으로 스며들어 일상생활에 통합되는 것을 전제로 이러한 유비쿼터스 컴퓨팅을 구현하려면 위치인식 기술과 이를 기반으로 하는 다양한 위치인식시스템이 필수적이다. 이러한 정보제공 서비스의 주요 요소기술을 나열하면 Smart badge기술, 음성인식 및 화상인식기술, 계측센서 디지털화 기술, 상황인식정보(Context Awareness Information) 기술, 단말용 구조물 해설 소프트웨어 컴포넌트 기술 등이 있다.

건설 유비쿼터스 지능화 정보서비스의 중간에 해당하는 상황고지 서비스의 요소기술은 사용자나 작업 메뉴얼에 의해 요구된 바에 의해 설정된 공간이나 구조물의 상황 및 상태를 파악하여 원하는 정보를 실시간으로 제공하는 실시간 OS 기술과 건설 전문가 시스템 기술, 상황판단기술(Context Awareness Manager), 지능형 콘텐츠 기술, 웨어러블 컴퓨터 기술로 분류할 수 있다. 건설 유비쿼터스 상위 정보서비스의 행위제안 서비스의 주요 요소기



그림 2 정보제공 서비스 시나리오

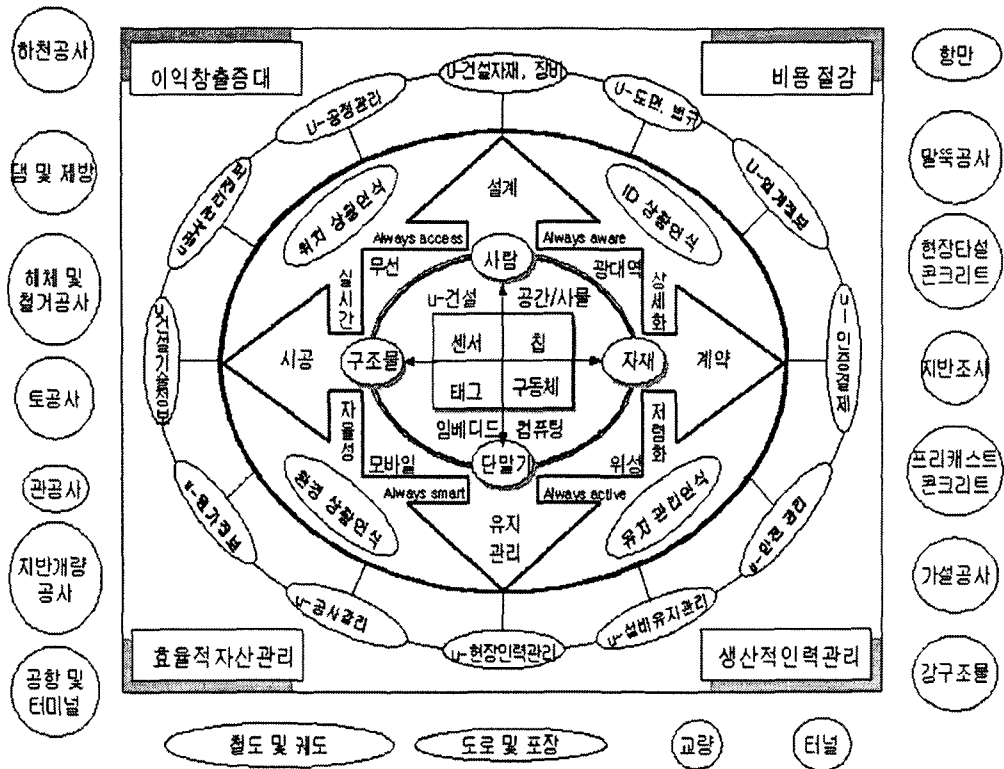


그림 3. 건설 유비쿼터스 컴퓨팅의 전체 개념도

술을 살펴보면 건설공사를 수행하는 작업팀은 단순히 자신의 노무력만 제공하는 것이 아니라, 자신이 축적하고 있는 지식을 활용하여 상황에 따라 주어지는 정보를 주요 입력자원으로 사용하고, 그 정보를 정제(Distillations)하여 최종산출물을 생산해 내는 지식근로자(Knowledge Workers)로 구성되어 있다.

전형적인 지식근로자의 책임 및 임무는 목표를 달성하는데 요구되는 사항들을 정의하고, 자원을 할당하며, 자료를 분석하고, 가이드라인을 제공하며, 정보의 수집·배포를 수행하는 것이다. 이러한 업무들을 효과적으로 수행하기 위해 요구되는 사항으로는 지식근로자들이 조직의 업무수행절차(Process)를 완전히 이해해야 하며, 업무수행을 지원하기 위한 정보에 접근할 수 있는 능력을 보유하여야 한다. 그런 의미에서 건설 지식관리시스템(KMS)기술은 U-에이전트기술(에이전트간 협상 기술, 리마인더 시스템 기술)과 함께 행위제안 서비스 중 중요기술에 해당한다.

인간화된 인터페이스로 눈에 보이지 않아야 하는 유비쿼터스 정보서비스 5 단계중 최상위에 해당하는 지능형 행동서비스의 MEMS(Micro Electro Mechanical System)는 자그마한 초소형전자기기 시

스템을 통하여 사람 눈에 보이지 않게 사물과 물리 공간에 컴퓨터를 장착해 사물-공간, 공간-사람, 사람-사물 간에 네트워크 환경을 구성한다는 것이다. 공기처럼 보이지 않지만 거미 같은 네트워크로 연결된 MEMS(Micro Electro Mechanical Systems)는 입체적인 미세구조와 회로, 센서와 액추에이터를 실리콘 기판 위에 집적화 시킨 것으로 소형이면서도 복잡하여 고도의 동작을 하는 시스템으로 능동형 토목구조물과 토목용 로보틱스 기술에 응용될 것이다.

5. 결론

유비쿼터스 기술은 현재 도입단계로서 각 분야에서 활발한 논의가 진행되고 있다. 본 연구에서는 이러한 기술을 건설부문에 적용하기 위하여 건설부문에 있어서의 유비쿼터스 기술적용 시에 필요한 서비스 내용과 그 필요한 기반 기술에 대한 연구를 진행하였다. 그 결과로 건설 유비쿼터스 기술에 관련된 서비스 5단계를 도출하였다. 건설부문에 있어서 유비쿼터스의 도입은 여타 부문에 비하여 상당한 규모의 투입비용 대 편익이 발생할 것으로 예상되며, 향후에 특히 현재도 건설현장에 적용되고 있

는 각종 계측기의 지능화를 통한 건설 유비쿼터스 컴퓨팅에 대한 측량관련 기술분야에 대한 연구가 진행되어야 할 것이다.

참고문헌

1. 한국시설안전기술공단. (2002.1) 시설물정보 통합 관리시스템
2. 한국건설기술연구원. (2004.5) 유비쿼터스 기술의 GIS/LBS 활용방안 연구, 2003년도 NGIS 지원연구사업
3. 편무욱, 이진녕, 조준호, 김창식 (2003. 10) 유비쿼터스 공간과 측량기술, 대한토목학회 2003년도 정기학술대회 자료집
4. Jim Garret. (2004) Advance Infrastructure System, <http://www.ices.cmu.edu/ais.html>
5. 사카무라 겐. (2003) 21세기 일본의 정보 전략, 동방 미디어
6. 사카무라 겐. (2002) Ubiquitous Computing, 동방 미디어
7. 노무라총합연구소. (2003) 유비쿼터스 네트워크와 신사회 시스템, 전자신문사
8. 하원규. (2003) 유비쿼터스 혁명으로 세계정보화 선도하자, 한국소프트웨어산업협회 창립 15주년 기념 세미나 자료집
9. 김홍남. (2003) u-Korea를 위한 임베디드 S/W 플랫폼 기술개발, u-Korea Forum 창립기념 세미나 자료집
10. 오광석. (2003) u-정부의 추진전략 및 방안, u-Korea Forum 창립 기념 세미나 자료집