

## 유비쿼터스 건설 프로세스하에서의 시설물 관리

편무욱, 정태웅, 김남균(건국대학교)

### I. 서론

컴퓨터화의 새로운 패러다임으로 등장한 유비쿼터스화는 유비쿼터스 컴퓨팅과 유비쿼터스 네트워크를 기반으로 물리공간을 지능화함과 동시에 물리공간에 존재하는 각종 사물들을 유기적으로 연결하는 기술을 일컫는다. 현재 유비쿼터스는 새로운 지식정보국가 건설과 자국의 정보 산업 경쟁력 강화를 위한 핵심 패러다임이라는 인식 하에 미국, 유럽, 일본의 정부 및 기업, 연구소, 대학교들이 RFID/USN, WiBRO, BcN, RTLS, u-GIS 등의 관련 기술개발에 총력을 다하고 있다. 우리나라의 국토해양부의 경우도 정부의 차세대 성장동력 산업의 주요 부분으로 『U-EcoCity』, 『지능형국토정보 기술혁신』 등의 VC10(Value Creator 10) 사업 등과 같이 대형국가사업을 통해 유비쿼터스 기술개발을 시도하고 있으며, 국내 유수의 기업도 관련 부문에 많은 투자를 아끼지 않고 있다.

한편, 건설 분야의 경쟁력 강화를 유도하고 21세기 미래 건설 분야의 지능화를 주도하기 위해 유비쿼터스 기술의 건설부문 도입에 대한 필요성은 계속해서 증대되고 있으며, 유비

쿼터스 건설(U-Construction) 구현을 위한 기반 구축작업으로서 건설 프로세스의 효율화 및 건설기술의 선진화를 지원하기 위하여 현행 업무의 분석 및 개선방안에 대한 연구의 필요성이 증대되고 있다.

따라서 본 연구에서는 현재 시설물 관리 분야에 있어서의 유비쿼터스 적용가능성에 대하여 연구를 수행하는 것이다. 이에 따라, 현재 건설부문에 있어서 유비쿼터스 기술의 도입가능성을 분석하고 이를 기반으로 유비쿼터스 건설의 기술적 구성 요소 및 활용에 대해서 소개하고자 한다.

### II. 기존 건설프로세스와 유비쿼터스 기반 건설 프로세스의 비교

유비쿼터스 기반 건설 프로세스의 구성 원소는 기존의 atom 기반의 각종 건설 재료에서 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 접

촉 또는 측정을 통해서만 공간요소로 인식되던 것이 RFID 태그로 인하여 접촉하지 않아도 정보 취득이 가능하며 2차적인 정보까지 산출될 것이다.

유비쿼터스 기반에서 건설공간은 실체적 공간(real space)이 아닌 지능화된 공간, 사용자의 현실감 및 인지도 향상을 위하여 사용자가 보는 실세계 현장공간에 컴퓨터로 생성한 가상의 정보를 합성하여 보여주는 증강현실 공간, 즉 유비쿼터스 공간(ubiquitous space; u-space)으로 진화할 것이다.

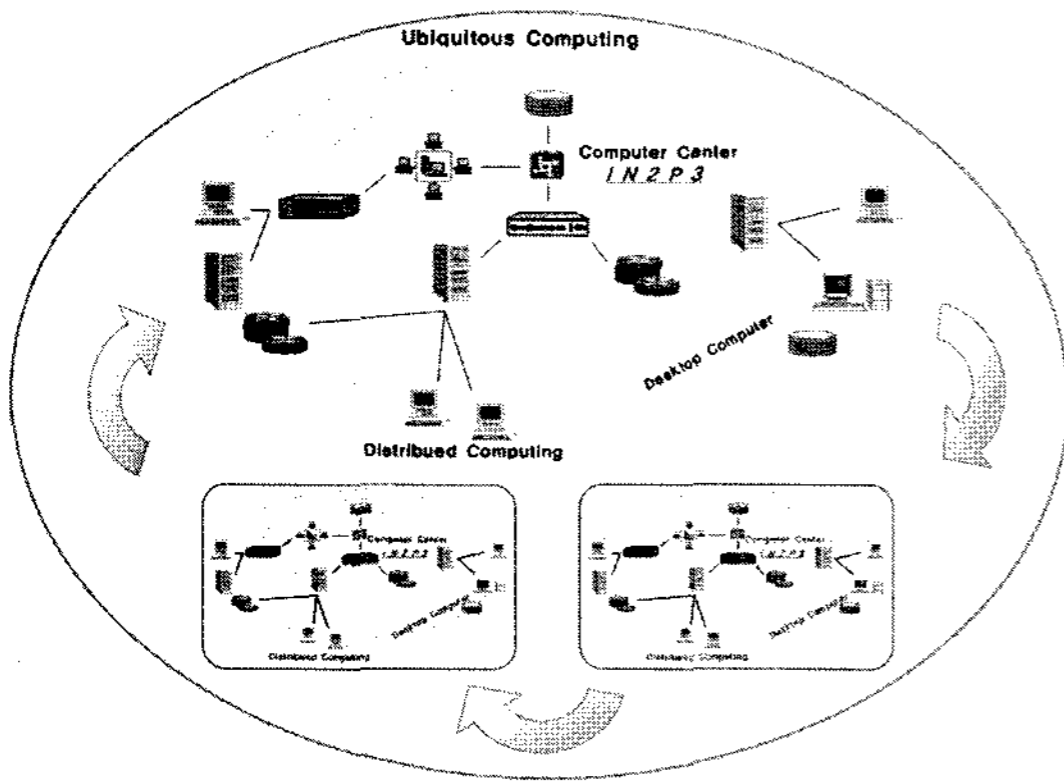
과거의 메인프레임을 이용하여 건설정보처리를 위주로 한 컴퓨터의 용도도 유비쿼터스 기반

에서는 건설부재와 일체화 및 편재화 되어서 능동적으로 정보 전달과 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.

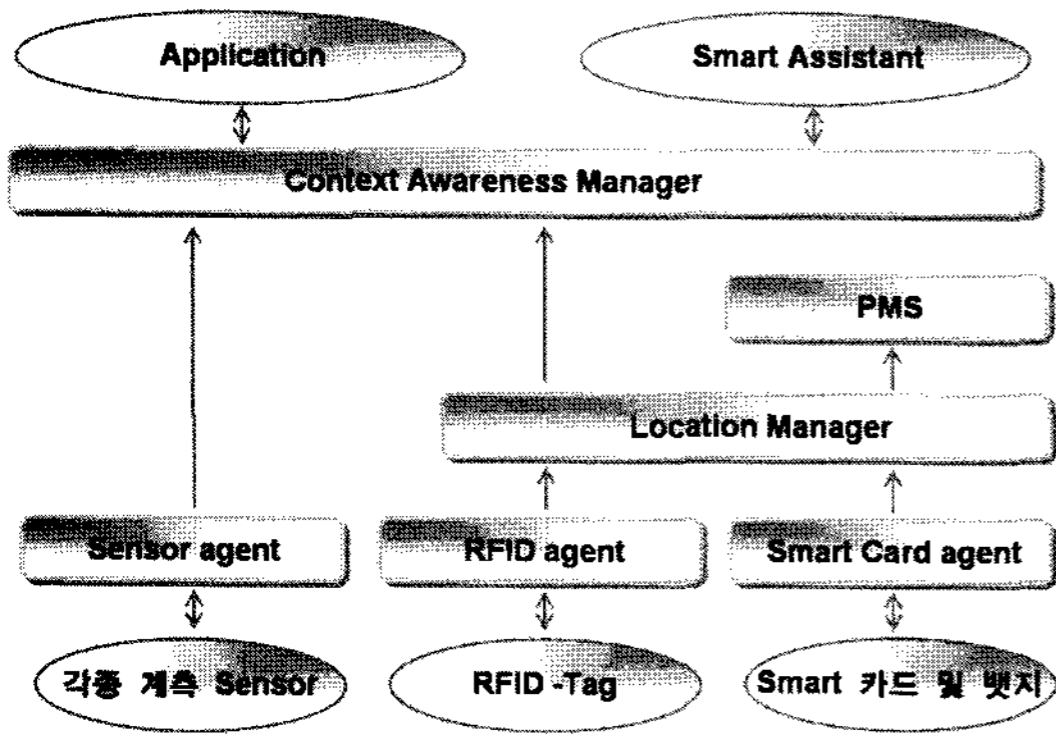
전통적인 가치기준인 경제사상의 변화도 자본주의에서 행복주의로 전이된다면 경제성의 패러다임도 변화되어 기존 건설프로세스의 규모와 집적의 경제에서 유비쿼터스 기반에서는 생산성 향상 및 비용절감을 통한 효율의 경제로 발전되어 나갈 것이다.

〈표 1〉 기존 건설프로세스와 유비쿼터스 기반 건설프로세스의 비교

구분	기존 건설프로세스	유비쿼터스 기반 건설 프로세스
구성요소	ATOM기반의 각종 건설재료	· 건설재료와 정보통신시스템의 결합
공간요소인식	접촉 또는 측정을 통해서 인식	· 접촉하지 않아도 정보가 취득 가능하며 2차적인 정보까지 산출
공간형식	실체적 공간	· 지능화된 공간, 증강현실 공간
위치인식	주소 및 좌표	· IPv6 및 UFID
기능형성	건설구성요소를 컴퓨터가 모사	· 컴퓨터가 건설구성요소로 삽입
컴퓨터의 용도	PC나 메인프레임을 이용한 건설정보 처리 위주	· 건설부재와 일체화/편재화 되어 능동적으로 정보전달 및 상황제어
정보접속	제한된 장소나 고정장비를 이용하여 접속	· 언제 어디서나 간단한 단말기를 통해 접속
기반네트워크	작업자간 유/무선 전화 PC간의 인터넷 통신	· 건설요소와 요소 간을 유무선 인터넷으로 연결
경제원리	규모와 집적의 경제	· 생산성 향상 및 비용절감을 통한 효율의 경제
발전정책	국토종합개발계획	· 전자-물리공간 U-KOREA 종합발전계획
발전과제	· 토목기술요소의 개발 · 지역간 격차 해소	· 유비쿼터스 기술요소와 토목기술의 유기적 결합 · 컴퓨터 및 통신장비의 저가격화
환경영향	환경저해	· 환경과 건설요소의 유기적 연계를 통한 환경피해 최소화
기술요소	토목 및 설비 기술 중심	· IT, NT, BT 등과의 융합기술 중요



〈그림 1〉 유비쿼터스 환경을 구성하는 분산컴퓨팅



〈그림 2〉 건설프로세스에서 상황정보 인식 체계 구성

### III. 건설 분야와 유비쿼터스 기술

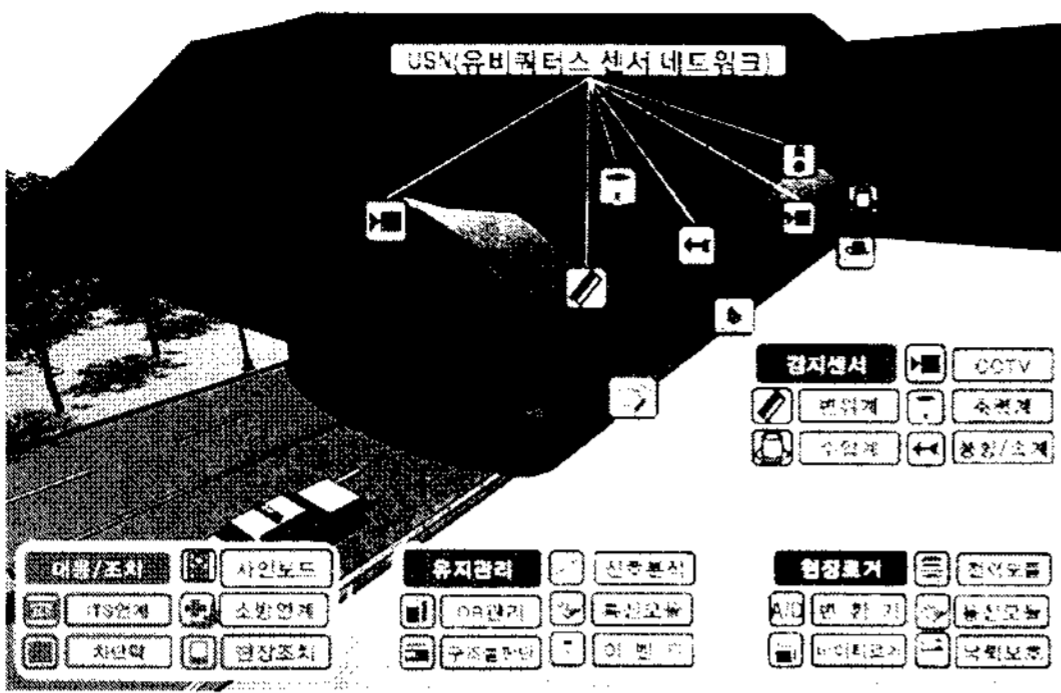
건설 유비쿼터스는 건설요소, 인력·자재·장비에 부착된 RFID 태그 및 센서를 이용하여 원하는 정보를 센싱하고 이를 BcN, WiBRO, ZIGBEE 등 유무선 네트워크로 연결하고 실시간 정보를 주고받을 수 있도록 하는 유비쿼터스화의 차세대 건설 단계를 의미한다. 이와 같은 건설 유비쿼터스의 보급은 자연스럽게 우리의 일상과 사회를 변혁시킬 것이다. 이런 변혁의 긍정적인 측면은 여러 형태로 나타나게 될 것이다.

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

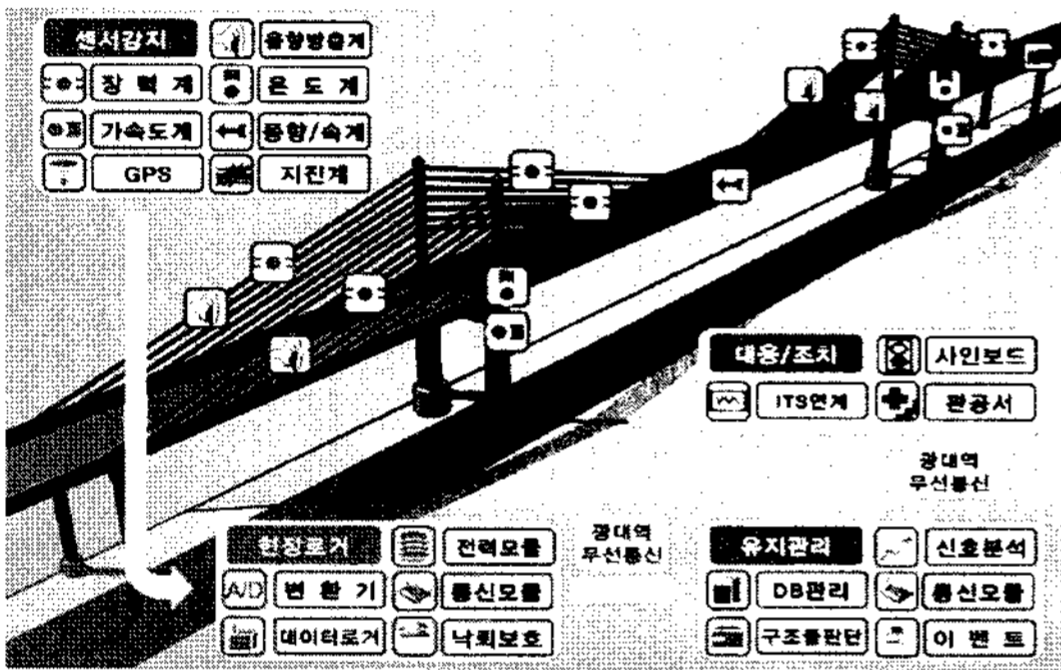
이러한 유비쿼터스 컴퓨팅의 기능을 건설 프로세스 상에 적용할 경우, 건설관련 계측기와 MEMS(Micro-ElectroMechanical Systems)와의 연계 활용 등을 통한 계측기의 디지털화 및 초소형화로 교량, 지반 및 터널 등의 주요 유지 계측 및 안전 검측항목 부분에 설치된 각종 임베디드 센서에 의해 감지된 각각의 계측 정보를 수집하고 처리하여 분석에 이르기까지 상황인지(context awareness) 및 대응의 자동화로 자발성을 가진 센서에 의해 연결된 능동적 제어장치의 기능으로 스스로 위험경보를 줄 수 있고, 경제적인 유지관리가 가능하며, 분산협업이 가능한 AIS(Advanced Infrastructure System)가 구현 가능할 것이다.

### IV. 유비쿼터스 건설 서비스: 시설물 관리 활용

유비쿼터스 시설물 관리 시스템은 현대사회의 복잡성과 다양한 산업화로 인하여 복잡하



<그림 3> 터널 유지관리 설계 개념도 그림



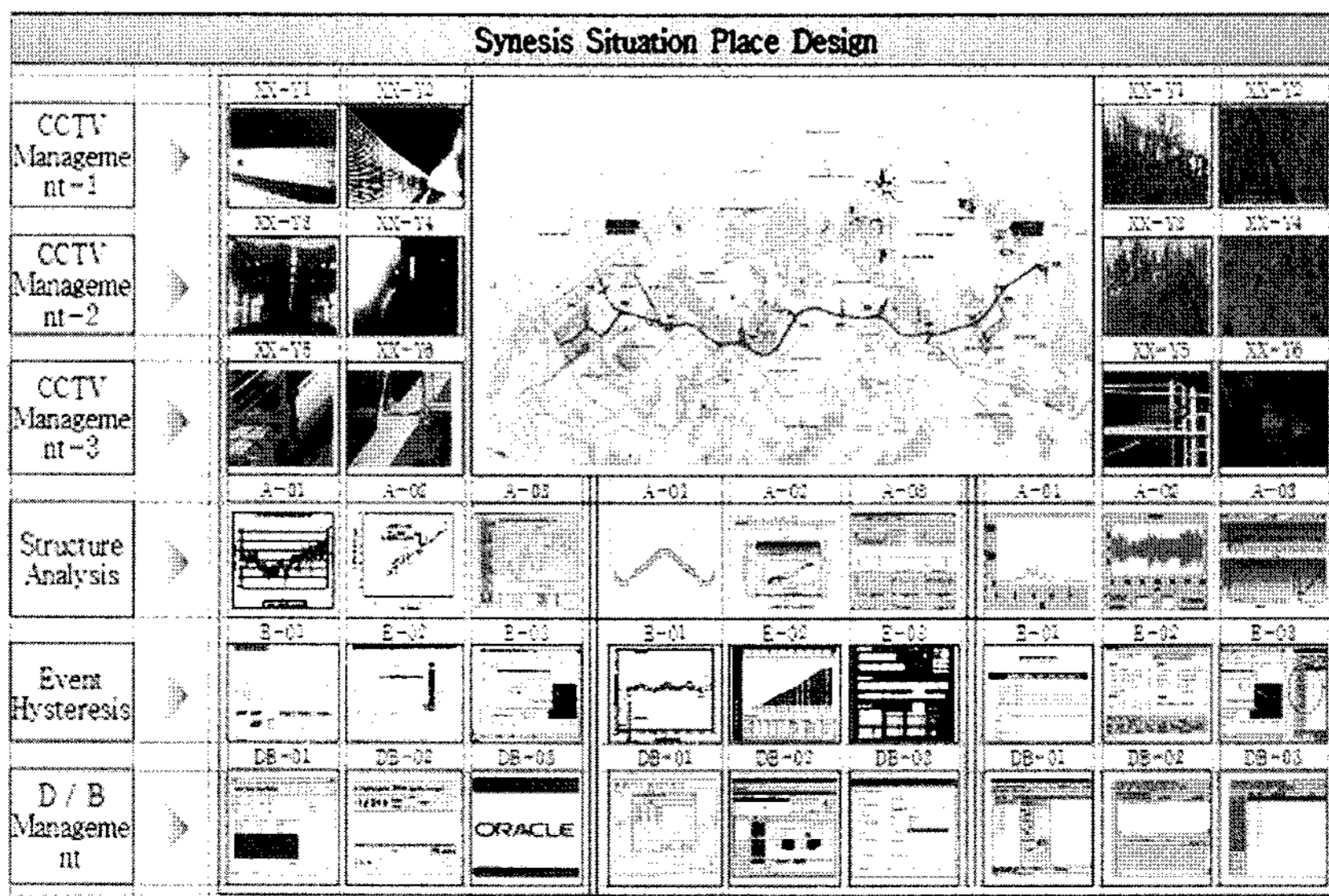
<그림 4> 교량 유지관리 설계 개념도

고 다양한 시설물 관리를 통합 수행하고 이상 변위 및 자연재해(태풍, 수해, 화재 및 재난)에 의하여 발생할 수 있는 상황을 모니터링 한다.

본 연구에서 설계한 시스템은 IT기술과 접목하여 원격지에서 인터넷망 및 이동통신망을 통한 효율적인 시설물의 유지관리를 수행하는 첨단 시스템으로 공용수명(Life Cycle Time) 동안 제반시설이 원활히 제 기능을 발휘할 수 있도록 시설물 관리 통합시스템을 개념적으로 설계하였다.

유비쿼터스 기술을 활용한 시설물 유지관리는 종합적인 모니터링 체계가 필요하므로 계측 장비 및 구조물의 체계적이고 정확한 점검과 관리를 목적으로 한다. [그림 5]는 종합모니터링 센터를 가정하여 고속도로의 교량과 터널 및 주요 시설물을 모니터링하고 USN(Ubiquitous Sensor Network) 서비스 제공을 위한 종합상황관 설계안을 제시하였다.

시설물 관리와 같은 유비쿼터스를 이용한



<그림 5> Synesis Situation Place Design

〈표 2〉 건설 프로세스에서의 유비쿼터스 컴퓨팅

구분	요소기술
커뮤니케이션 서비스	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 유무선 통합기술</li> <li>· 무선 인터넷 기술</li> <li>· 휴대형 경박 단소 단말기 기술</li> <li>· 건설정보 표준화 기술</li> <li>· 대용량 도면 및 지리정보 데이터베이스 처리 기술</li> <li>· 전자도면 및 전자도서 기술</li> <li>· Pen Input 기술</li> <li>· 전자종이 기술</li> <li>· 보안기술</li> <li>· 헤드셋 및 휴대형 모니터 등을 통한 디스플레이 기술</li> <li>· Human-Machine Interface 기술</li> <li>· 고정밀 실내외 Location Awareness 기술</li> <li>· VoIP 기술</li> </ul>
정보제공 서비스	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 근거리 무선 통신 기술</li> <li>· RFID Tag 기술</li> <li>· Smart badge기술</li> <li>· 장수명 저전력 배터리 기술</li> <li>· 음성인식 및 화상인식기술</li> <li>· 계측센서 디지털화 기술</li> <li>· 상황인식정보(Context Awareness Information) 기술</li> <li>· 단말용 구조물 해설 소프트웨어 컴포넌트 기술</li> </ul>
상황고지 서비스	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 상황판단기술(Context Awareness Manager)</li> <li>· 건설 전문가 시스템 기술</li> <li>· 지능형 콘텐츠 기술</li> <li>· 웨어러블 컴퓨터 기술</li> <li>· 실시간 OS 기술</li> </ul>
조용한 컴퓨팅 (silent computing)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 센서네트워크 기술</li> <li>· U-에이전트 기술(에이전트간 협상 기술, 리마인더 시스템 기술)</li> <li>· Text to Speech 기술</li> <li>· 네트워크 부하 분산 기술</li> <li>· 건설 지식관리시스템(KMS) 기술</li> </ul>
지능형 행동 서비스	<ul style="list-style-type: none"> <li>· MEMS 기술</li> <li>· 능동형 토목 구조물 기술</li> <li>· 토목용 로보틱스 기술</li> <li>· IT/NT/BT 융합기술표</li> </ul>

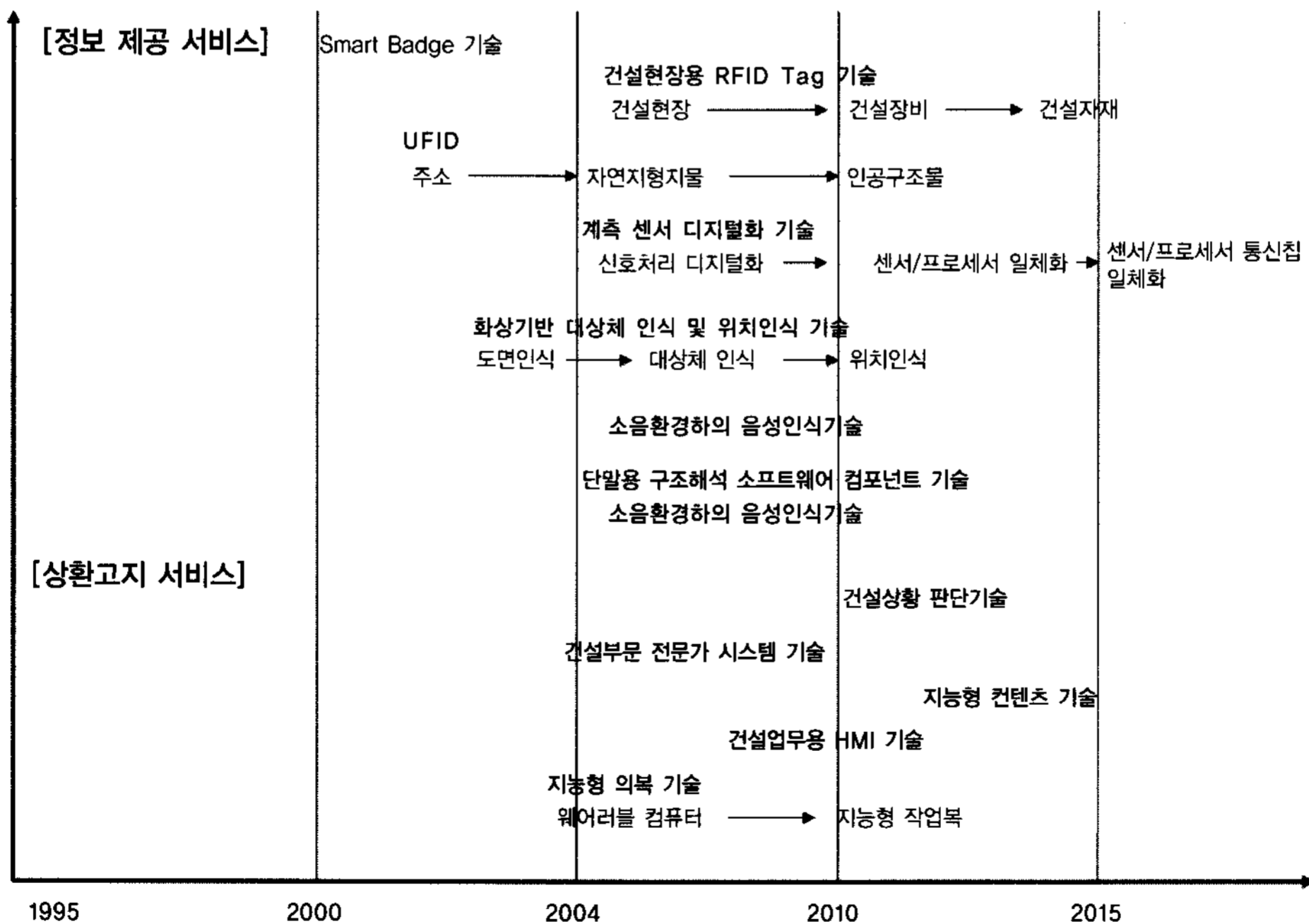
서비스는 커뮤니케이션 서비스, 정보제공 서비스, 상황고지 서비스, 행위제안 서비스, 지능형 행동 서비스의 5단계로 분류될 수 있으며 커뮤니케이션 서비스에서 시작하여 최종적으로 지능형 행동 서비스로 갈수록, 서비스 수준이 고도화되고 필요한 요소기술의 구성도 복잡해진다. 그 내용을 살펴보면 다음과 같다.

- 커뮤니케이션 서비스 : 언제 어디서나 어떤 단말기로나 유비쿼터스 네트워크를 통해 공간의 제약 없이 각종 도면, 문서, 지도, 시방서, 보고서, 서류 등의 각종 정보의 수/발신과 전자결재, 작업지시 및 보고 등이 가능한 서비스
- 정보제공 서비스 : 사용자의 요구가 있을 때마다 실시간으로 원하는 공간이나 구조물에 대한 상황 및 상태정보를 검색, 추적하여 제공하는 서비스

- 상황고지 서비스 : 사용자나 작업매뉴얼에 의해 요구된 바에 의해 설정된 공간이나 구조물의 상황 및 상태를 파악하여 원하는 정보를 실시간으로 제공하는 서비스
- 행위제안 서비스 : 사용자 요구 및 결과를 추측하여 건설 프로세스 상에서 필요시 되는 행위 및 대응정보를 사물/컴퓨터가 제안하는 서비스
- 지능형 행동 서비스 : 건설 프로세스 상의 상황을 파악하고 여기에 필요한 각종 행위 및 대응조치를 사물/컴퓨터가 스스로 수행하는 서비스

이러한 요구서비스를 건설 프로세스에 적용할 경우 그 요소기술은 [표 2]와 같이 정리될 수 있다.

표에서 언급된 요소기술을 건설 유비쿼터스 분야에 적용하기 위해서 본 연구에서는 기술



〈그림 6〉 유비쿼터스 기반 기술 기술지도(정보제공 및 상황고지 서비스 부문)

지도(TRM : Technical Road Map)을 작성 하였다. 그림은 전체 TRM중 정보제공서비스와 상 황고지 서비스 부문의 기술지도를 작성한 결 과이다.

## VI. 결 론

유비쿼터스 기술은 현재 도입단계로서 각 분야에서 활발한 논의가 진행되고 있다. 본 연 구에서는 이러한 기술을 건설 시설물 관리 분 야에 적용하기 위하여 시설물 관리 측면의 유 비쿼터스 기술 적용시에 필요한 서비스 내용 과 그에 필요한 기반기술에 대하여 소개하였 다. 그 결과로 시설물 관리 시스템의 개념적 설계와 건설 유비쿼터스 기술에 관련된 서비 스 5단계와 그 필요 기술에 대한 기술지도 (TRM)를 제시하였다.

건설부문에 있어서 유비쿼터스의 도입은 여 타 부문에 비하여 상당한 규모의 투입비용 대 편익이 발생할 것으로 예상되며, 향후에는 현 재 건설현장에 적용되고 있는 각종 계측기의 지능화를 통한 유비쿼터스 건설에 대한 측량 관련 기술부문에 대한 연구가 진행되어야 할 것이다.

### 『감사의 글』

본 연구는 국토해양부 첨단도시기술개발사 업-지능형국토정보기술혁신 사업과제의 연구비지원(07국토정보C04)에 의해 수행 되었습니다.

### 참고문헌

- [1] 한국시설안전기술공단. 시설물정보 통합관리 시스템. 2002
- [2] 한국건설기술연구원. 유비쿼터스 기술의 GIS/LBS 활용방안 연구, 2003년도 NGIS 지원 연구사업. 2004
- [3] 편무옥, 이진녕, 조준호, 김창식. 유비쿼터스 공간과 측량기술. 대한토목학회 2003년도 정 기학술대회 자료집 10. 2003
- [4] Jim Garret. Advance Infrastructure System. <http://www.ices.cmu.edu/ais.html>. 2004
- [5] 사카무라 겐. 21세기 일본의 정보 전략. 동방 미디어. 2003
- [6] 사카무라 겐. Ubiquitous Computing. 동방 미디어. 2002
- [7] 노무라총합연구소. 유비쿼터스 네트워크와 신사회 시스템. 전자신문사. 2003
- [8] 하원규. 유비쿼터스 혁명으로 세계정보화 선 도하자. 한국소프트웨어산업협회 창립 15주 년기념 세미나 자료집. 2003
- [9] 김홍남. u-Korea를 위한 임베디드 S/W 플랫폼 기술개발. u-Korea Forum 창립기념 세미나 자 료집. 2003
- [10] 오광석. u-정부의 추진전략 및 방안. u-Korea Forum 창립 기념 세미나 자료집. 2003

저자소개



편 무 욱

1996년 8월 서울대학교 토목공학과 공학박사(토목공학)  
1991년 2월 서울대학교 토목공학과 공학석사(토목공학)  
1989년 2월 서울대학교 토목공학과 공학사(토목공학)  
2002년 3월-현재 건국대학교 토목공학과 조교수  
1998년 3월-2002년 2월 SDK정보기술 연구소장  
1993년 3월-1998년 2월 서울대학교 공학연구소  
연구원

주관심 분야 : Ubiquitous GIS

용 어 해 설

u-헬스케어

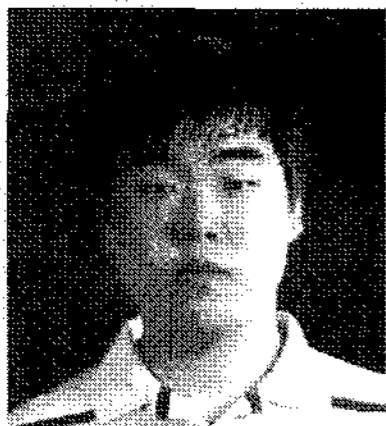
Ubiquitous Health care [통신서비스]

각종 정보 기술(IT)을 활용하여 언제 어디서나 건강 관리를 받을 수 있는 원격 의료 서비스. 전국 각지 병·의원과 u-헬스 서비스 네트워크를 구축해 주치의에 의한 맞춤형 개인 건강을 관리할 수 있고, 도서나 산간 오지 지역민들이 화상 시스템을 갖춘 보건 진료소를 방문해 진료를 받고, 이상 징후가 발생했을 경우 병원선, 이동 보건 차량이나 대형 종합 병원의 전문 의료진으로부터 실시간으로 의료 상담을 받을 수 있다.



정 태 응

2003년 2월 국민대학교 산림자원학과 학사  
2005년 8월 국민대학교 산림자원학과 석사(RS전공)  
현재 건국대학교 신기술융합학과 공학박사과정  
(IET전공)



김 남 군

2007년 2월 상지대학교 건설시스템공학과 공학사  
(토목공학)  
현재 건국대학교 신기술융합학과 공학석사과정  
(IET융합전공)