

유비쿼터스 컴퓨팅 기술을 활용한 대형교량의 계측, 모니터링, 통제시스템

The Development of Measuring, Monitoring and Control System for Large Bridge Using Ubiquitous Computing Technology

이승재^{*○} · 임종권^{**} · 민대홍^{***} · 황경훈^{****}

Lee, Seung-Jae · Lim, Jong-Kwon · Min, Dae-Hong · Hwang, Kyung-Hun

요 약

최근 들어 hot spot 서비스를 비롯한 무선랜의 활용이 급격히 증가하고 있다. 전에는 주로 옥내에서 유선랜 대응으로 사용이 국한되었지만, 무선랜(유비쿼터스)의 데이터 전송속도와 성능이 크게 향상되어 옥내에서의 mobile computing 용도뿐만 아니라 옥외에서 인터넷 접속용이나 무선 브리지용으로도 그 사용이 증대되고 있다. 본 논문에서는 고속이동환경에서의 무선랜의 데이터 전송속도를 측정하여 상시 원격계측 안전감시 시스템 등의 응용 분야에서 그 사용 가능성을 검증하였다.

키워드: 무선통신(Ubiquitous), 교량 감시 체계(Bridge monitoring system), 센서 네트워크(Sensor network), 인공지능(Artificial intelligence)

1. 서 론

사회기반시설(Infrastructures)중 대형 토목, 건축구조물과 같이 공용중 안전성이 최우선으로 고려되어야 하는 구조물은 정확하고 정밀한 설계, 시공과 함께 안전한 사용성 확보를 위해 지속적이고 세심한 유지관리가 반드시 필요하다. 하지만 최근까지 국내 건설정책은 구조물의 완공자체에만 치중하여 유지관리에 대해서는 상당히 소홀하였던 것이 사실이었다. 그러나 지난 몇 년간 발생한 일련의 교량, 건물, 지반 등의 붕괴사고는 설계 및 시공상의 문제뿐만 아니라 유지관리에 대한 인식을 재고시켰고 관련분야에 대한 토목 기술인 뿐만 아니라 전사회적인 관심을 고조시켰다. 이러한 결과로 인해 "시설물의안전관리에관한특별법"이 제정[1995. 1. 5]되고 주요구조물에 대한 유지관리시스템이 구축되는 등 유지관리에 대한 다양한 연구와 시스템구축을 위한 실제적인 노력이 계속되고 있다. 이러한 요구로 인해 현재 국내에는 수 개의 교량에 유선 방식을 이용한 상시 감시 시스템을 구축, 운영하고 있으나 교량 통합관리 시스템으로서의 성능은 기초적인 수준에 머물고 있다.

본 연구에서는 최근 정보산업과 이동통신 기술이 발전함

에 따라 퍼스널 컴퓨터의 개념을 넘어 컴퓨터의 개념이 매우 빠르게 확장되고 있으며, 새로운 패러다임으로서 우리 주변에 있는 모든 물체에 컴퓨터를 내장하여 서로 네트워크로 연결하고 상호간에 협조와 타협을 해 가면서 인간의 삶에 보이지 않게 컴퓨팅을 제공한다는 유비쿼터스 컴퓨팅(Ubiquitous Computing)의 개념이 대두되고 있다. 이러한 컴퓨팅 환경은 고정 및 이동노드의 단순한 제어가 아닌 통합적인 관리와 상호연동을 필요로 하는 네트워크 환경으로의 발전을 의미한다. 유비쿼터스 네트워킹을 위해 우선적으로 필요한 것은 사용자가 처한 환경을 컴퓨터가 인식하는 것으로부터 시작된다. 그럼으로써 사용자에게 대한 통신이나 응용을 지원할 수 있다. 이러한 사용자가 처한 환경에서 사용자의 현재 위치, 행동 및 작업등 사용자에게 대한 정보값과 그 정보들의 변화를 얻을 수 있다. 사용자나 컴퓨터가 내장된 센서에서 얻은 정보는 현 시스템에서 사용될 수도 있고, 네트워크를 통해서 일반적으로 서버에 등록되거나 다른 곳에서 이용될 수도 있다. 서버에 저장된 정보는 필요에 따라 유비쿼터스 네트워크에 연결된 다른 단말에서 이용되거나 실행된다. 또한 단말에 대한 정보를 인식하고 실행을 위해 정보가 서버나 다른 단말로 이동할 때 통신방식은 Ad-Hoc 네트워크 형식을 가진다.

본 연구에서는 교량 모니터링 시스템에 적합한 센서의 설치 기술과 유비쿼터스 컴퓨팅 기술을 이용한 안전성 평가 기술을 개발하고, 국내여건에 적합하도록 관리 시스템을 직접 개발하여 기존의 유선 센서 시스템에서는 얻을 수 없

* (주)승화이엔씨 대표이사, 공학박사

** (주)아이엠기술단 대표이사, 공학박사

*** (주)아이엠기술단 부장, 공학박사

**** (주)아이엠기술단 과장, 공학석사

있던 많은 장점을 얻고자 있다. 또한 핵심은 배선이 필요하지 않다는 점이다. 이것은 이동성, 비용, 공사기간, 유지 관리 등의 측면에서 헤아릴 수 없는 많은 이득을 제공한다. 또한 아직 여명기인 유비쿼터스 컴퓨팅 기술을 교량계측 모니터링 시스템에 적용하므로써 이 분야에서 세계 시장을 선도할 수 있는 기회를 얻을 수 있는 발판을 마련하고자 한다.

본 연구에서는 국내외 교량계측 모니터링 시스템의 현황을 파악하고 유비쿼터스 컴퓨팅의 개념을 도입한 웹기반 모니터링 시스템을 제안하고자 한다.

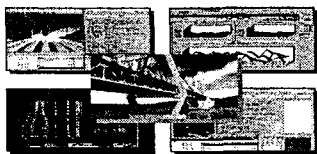
2 국내외 교량계측모니터링 시스템

2.1 국내의 현황

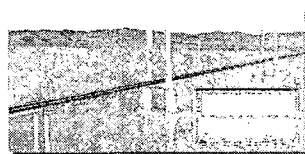
현재 교량계측 모니터링 시스템이 장착되어 운영되고 있는 교량 현황을 다음과 같고 주요 교량에 대한 내용을 표 1과 그림 1에 나타내었다.

표 1. 주요교량의 계측모니터링 시스템 구조

국내연구·조사보고	교량 모니터링 시스템 구조	기 타
김포대교, 안양고가교 (PC박스거터교)	유선으로 교량관리 모니터링 시스템을 실시 하고 있다.	고속도로 5개 노선에 대하여 11개 교량에 서 실시
진도대교 (사장교)		
남해대교, 영종대교 (현수교)		
서해대교, 돌산대교, 진도대교 (사장교)		



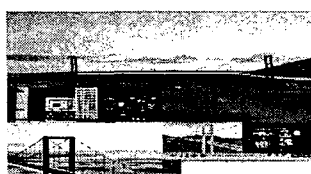
영종·방화대교



서해대교



진도대교



남해대교

그림 1. 국내교량의 계측모니터링 시스템 현황

또한 교량계측 모니터링 시스템을 운영하고 있는 교량들은 대부분 고정식, 타 센서 교체의 불가능, 센서 추가의 어려움, 대형 교량 위주로 구축, 소형 교량의 계측시스템 미약한 실정이다. 이러한 교량의 계측 시스템에 대한 연구개발 현황은 표 2와 같다.

표 2. 교량 계측 연구개발 현황

국내연구·조사보고	주요 내용	비 고
특수교량계측 시스템 구축 (한국도로공사)	• 계측기의 종류 • 계측설치	• 센서 및 기기국산화 개발 • 시스템 성능·신뢰성 검증 • 시공법 연구
교량안전감시 시스템 (건기원)	• 광섬유 OTR센서 응용	• 실교적용·광응용 중심 • 동적 특성 연구
사공중장대교량통합계측 관리 (서울대)	• 사공중 계측	• 사공·계측 및 유지관리 • 시스템 향상
교량상시계측시스템조사 연구(연세대)	• 국내 계측 응용 현황 조사	• 센서 및 기기 개발 • 성능평가 기법 개발
탐매설 계측기기 실태조사 (동국대)	• 계측 실태조사	• 공장기기 대책
교량 계측시스템 운영 (남해대교, 돌산대교, 진도대교, 신행주대교)	• 실제 교량 계측 데이터의 보고	• 데이터 처리 및 평가 기술 • 센서 및 기기의 내 환경대책 • 장기계측신뢰성 대책
GPS에 의한 구조물 변위 측정(표준연)	• 구조 전체거동 계측	• 실 구조물 적용
광섬유센서 개발 (표준연)	• 광섬유 간섭형 센서의 개발 • 구조물의 국부변형 측정	• 내구성 검증기법 필요 • 구조응용기법의 연구필요
광섬유구조물 응용 (표준연)	• 광섬유 브래그 격자 센서 개발 • 기계구조물 응용	• 구조응용기법의 연구필요

2.2 국외의 시스템 현황

국외의 경우도 대부분 유선으로 교량계측 모니터링 시스템이 구축되어있다. 표 3은 국외주요 교량에 대한 상시계측 시스템의 현황이다. 국내외의 비슷한 문제점을 해결하고자 일부 미국, 유럽, 일본 등에서는 유비쿼터스 컴퓨팅에 대한 연구를 수행하고 있다. 미국은 이동성과 내재성을 동시에 추구하는 반면 유럽은 내재성에 초점을 맞추어 기술개발 진행 중에 있고, 일본은 네트워크 자체에 관심을 갖고 네트워크간 연동에 초점을 두고 있다.

• Humber Bridge(현수교) : 실시간으로 목표물의 다양한 움직임을 시각적으로 추적하여 분석[Stephen, G. A., 1993].

• Great East Belt Bridge(현수교) : 하부구조의 부식과 균열과 지반의 모니터링을 수행하고, 신뢰성에 기초하여 교량의 건전성을 평가[Andersen, E. Y., 1994].

• Norderrelb(사장교) : 계측의 계획과 수행, 계측된 값의 평가, 계측데이터에 기초한 상태를 추정하는 전문가시스템을 적용했으며 구조물의 추정에 대한 연구[BridgeNatke, H. G.,1995].

• 菅原城北大橋(사장교) : 제작가설시의 오차를 정량화하여 그 오차가 주형의 처짐이나 응력에 주는 영향을 평가한 후 가설시에 주의해야 할 항목을 선정[도로공사, 1996].

표 3. 국외 교량 상시계측시스템 현황

구조물	지역	데이터 취득	데이터검색	처리
Many highway	Unknown	FLS3000 (Electrophonic Corp.)	locally	Strain based
Vincent Tomas Bridge	Los Angeles	19 bit A/D	Cellular	FEM based
Sunshine Bridge	Florida	Unknown	Locally and remotely by wired modem	Sensor level monitoring
Kingston Bridge	Scotland	Unknown	Remotely via wire	Sensor level monitoring (alarms)
1490/Conrail Bridge	New York State	Unknown	Remotely via wire	Modal parameter analysis
Winooski One Dam	Vermont	Microcomputer (74 sensors)	Remote via wire (internet)	Static strains
Light Pole	Orchid Park, NY	PC-based	Remotely via wire (internet)	Sensor level monitoring

2.3 계측모니터링 시스템의 기술적 취약점

- ▶ 인터넷을 이용한 원격계측 및 원격조정 부분
 - 기존의 인터넷 망을 산업현장 또는 교량의 계측, 원격 조정에 접속하기 위한 센서는 전수 외국수입에 의존하고 있음
 - 접속모듈의 H/W 개발과 통신 Protocol의 개발수준이 선진국의 70% 수준임
 - 인터넷의 해킹 방지를 위한 DES, SSL, PKI 등의 암호화 기술이 취약
- ▶ 교량의 이상상태 판정 및 건전도평가 기술
 - 장기간에 걸친 계측결과를 이용하여 계절이나 일교차 등 외부환경 변화에 따른 감시지표설정 및 관리기준치의 설정 미비
 - SI 기법의 실교량 적용에 따른 기법 부족
 - 실제교량 특성 및 여유성(Redundancy)을 고려한 동적 특성 추출기법 전무
- ▶ 비파괴검사 기술을 이용한 교량의 국부평가 기술
 - 간접계 구성기술 및 화상처리 기술 등은 선진국 대비 60% 정도
 - 국내 비접촉 레이저용 계측기술 개발에 필요한 연구인력의 부족
 - 레이저 응용계측 기술 관련 산업의 활성화 미흡
- ▶ 과적차량관리 및 무인자동감시 기술
 - 선진외국 대비 10% 미만에 이르는 현장적용 기술
 - 국내 기술력 취약에 따른 개발제품 전무
 - 실질적인 계측운영 프로그램 및 통합관리 프로그램의 부족
 - 중앙통제실에서만 계측관리가 가능하므로 장소에 제약을 받음
 - 시스템 구축에 대한 가격이 고가
 - 범용성과 표준화가 되어 있지 않아 다른 교량에 적용

하기 위해서는 별도 시스템 개발 구축

• 구조물의 상태평가 및 유지관리 의사결정을 위한 정량적인 데이터제공 불가

원격 모니터링을 위하여 각 부재에 설치된 많은 센서들의 측정값을 중앙의 메인 서버로 집중시켜 데이터베이스화, 데이터처리, 데이터 저장 및 실시간 분석이 필요하다. 각 부재에 설치된 센서와의 기존 연결 방법은 LAN 등의 유선을 이용한 방법인데, 이는 설치비용 및 유지비용, 선로의 절단 위험 등의 문제와 센서를 추가할 경우, 케이블도 추가로 설치해야하는 문제가 발생한다.

이러한 문제점을 개선하기 위해 센서와 무선 매체를 이용한 통신을 할 경우 케이블 작업이 필요 없고, 추가 센서도 간단히 설치되는 이점을 얻을 수 있다.

3. 유비쿼터스 컴퓨팅의 개념

유비쿼터스의 개념은 그림 2와 같이 다양한 종류의 컴퓨터가 사람, 사물, 환경 속에 내재되어 있고, 이들이 서로 연결되어, 필요한 곳에서 컴퓨팅을 구현할 수 있고, 향후 그림 3과 같이 발전을 할 수 있다.

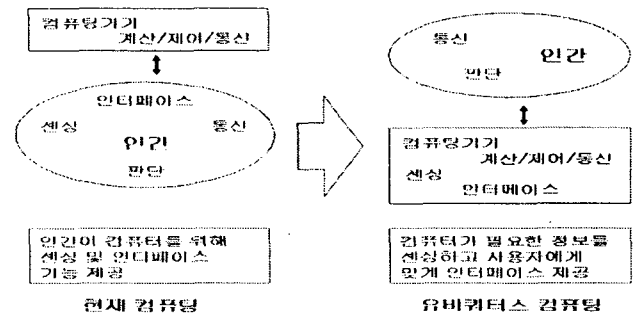


그림 2. 유비쿼터스 컴퓨팅 개념

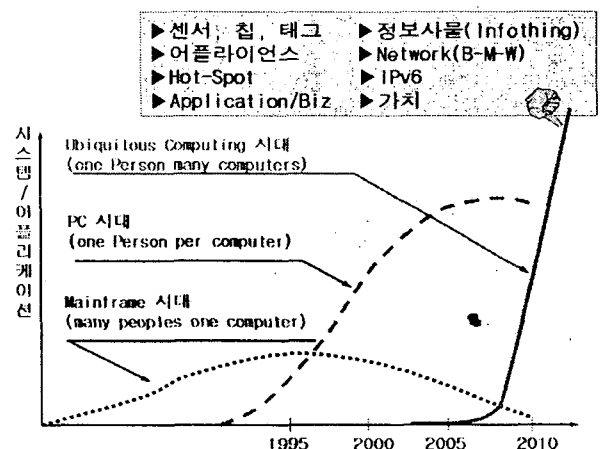


그림 3. 유비쿼터스 컴퓨팅 발전방향

- ▶ 유비쿼터스 컴퓨팅의 지향점
 - 시·공간 제약을 벗어남
 - 자연스럽게 존재
 - 스스로 판단할 수 있는 자율성을 가짐

3.1 유비쿼터스 컴퓨팅의 기술적 과제

유비쿼터스의 핵심요소기술은 그림 4 처럼 센서, 프로세서, 커뮤니케이션, 인터페이스, 보안 기술 등이 이루어져야 한다.

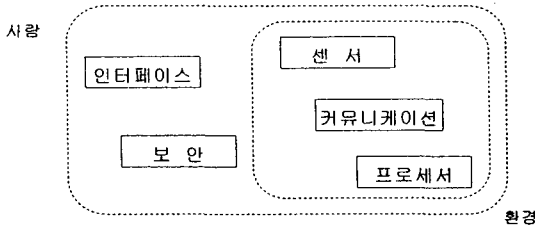


그림 4. 유비쿼터스 컴퓨팅의 5대 기술요소

▶ 센서

- 센서는 외부의 변화를 감지하는 유비쿼터스 컴퓨팅의 입력장치 역할
 - 수동형과 능동형으로 나뉘며, 최근 RFID(Radio Frequency ID)가 급부상중에 있다.

▶ 프로세서

- 센서를 통해 얻은 데이터를 분석하고 판단 역할

▶ 커뮤니케이션

- 사물간 의사소통을 위한 기능

- 사물과 사물, 사물과 인간을 무선으로 연결하는 WPAN(Wireless Personal Area Network) 기술, 시시각각 위치가 변하는 사물들을 동적으로 연결하기 위한 Ad-hoc 네트워크 기술이 적용되고 있다.

▶ 인터페이스

- 인간 친화적이고 지능화된 인터페이스

▶ 보안

- 정보가 도처에 존재함에 따라 보안 및 프라이버시가 이슈로 부각되고 있다.

3.2 국내의 유비쿼터스 컴퓨팅의 기술적 추진현황

표 4. 국외 유비쿼터스 컴퓨팅의 주요 프로젝트 비교

프로젝트	수행기관	핵심기술	추구방향
Things That Think	MIT	추론엔진 MIThril	내재성
Smart Dust	버클리대학	MEMS 기술	내재성
Oxygen	MIT	하드웨어, 소프트웨어	내재성/이동성
Smart Medical	로체스터대학	센서	내재성/이동성
EasyLiving	마이크로소프트	지능형 인터페이스	내재성/이동성
Cooltown	HP	쿨타운 비컨	내재성/이동성
Smart-its	EU, ETH 등	information artefacts	내재성
Paper++	EU	잉크, 센서	내재성
2WEAR	EU	근거리 네트워크	이동성
쿠패스	도쿄전철, 오모론	개찰정보, 이동통신 연동	내재성/이동성

건강화장실	마쓰시타	센서, 분석 소프트웨어	내재성
u-network	일본 총무성	칩, 단말, 네트워크	내재성/이동성

- ▶ 한국 : 외국 RFID 기술 수입운영, 원천기술 보유못함
 - 국내의 RFID 산업은 핵심칩을 수입 및 가공하고 있음
 - 삼성테크윈과 하이셀 : 광기능성 필름분야, 휴대폰용 소형 카메라의 이미지센서
 - 한국알에프 : 지능형 주차관제 시스템 위주
 - RFID 기반 유비쿼터스 전자물류시스템 기술개발(정부 주도)
 - 10대 차세대 성장동력의 하나인 디지털 콘텐츠/SW솔루션의 핵심 과제
 - 기술개발 4대과제 : 신속물류 망 형성기술, RFID기반 유비쿼터스 전자물류시스템 기술개발, 지능형 물류센터 운영시스템 개발, 모바일 기술을 활용한 SCM 기술개발

각국별로 유비쿼터스 컴퓨팅에 대한 접근법이 상이하다.

- 미국 : 이동성 내재성 추구
- 유럽 : 내재성 추구
- 일본 : 네트워크 자체에 관심을 갖고 네트워크간 연동에 초점을 맞추고 있다.

3.3 유비쿼터스 컴퓨팅의 비즈니스 모델

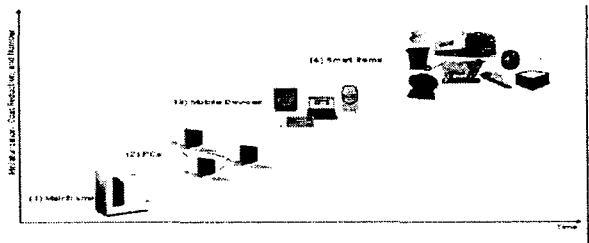


그림 5. 비즈니스 모델

향후 유비쿼터스 비즈니스의 분야는 그림 5와 같이 발전하고 있다. 또한 전자공간과 물리공간이 연계된 유비쿼터스 공간의 공간과학성 영역은 다음과 같은 기술을 가진다.

- 사람, 사람의 위치(location)인식 가능
 - 사물, 사람의 상황인식 가능
 - 사물들의 물리적 속성을 구동 가능
 - 원하는 장소, 사물의 특성을 검색가능
 - 무수한 사물들에 이동주소체계 부여 가능 등
- 위와 같이 상당한 많은 이점들을 이용하여 교량 및 구조물에 실제 적용하여 교량계측 모니터링 시스템의 신기술을 접목시킬 수 있다.

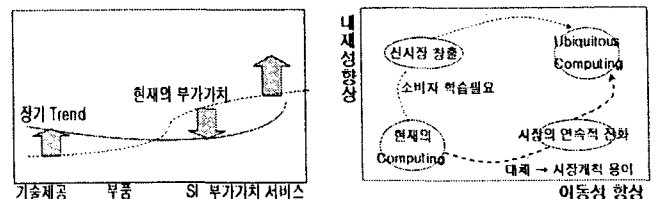


그림 6. 가치시스템상의 부가가치 변화 및 발전방향

4. 유비쿼터스를 이용한 웹기반 모니터링 시스템

본 장에서는 현재 보유하고 있는 교량계측 모니터링시스템 기술과 현재 한국건설교통기술평가원의 수행중인“무선통신 기반의 지능형 계측시스템 개발 및 대형교량의 효율적 유지관리 체계 실용화” 과제를 수행하면서 개발단계에 있는 무선통신을 이용한 교량계측 상시모니터링 시스템을 구축하고 있다. 표 4는 웹기반 모니터링 시스템의 핵심소프트웨어 기술요소를 나타내고 있다.

표 5. 시스템의 특징

구분	기존시스템	웹기반 시스템
사용공간	네트워크망 기반 제한된 공간 및 인원만 이용	인터넷 기반하에 시·공간 제약 없이 누구나 이용
데이터 전송방식	파일전송방식	• Auto-Buffer Copying 기술 • Index DB엔진 (KT-Mark 인증기술)
다이나믹 데이터처리	인터넷에서 불가능	인터넷환경에서 실시간 200Hz까지의 데이터 전송
관리 가능 시설물 범위	단일구조물	다수구조물의 통합관리 가능
결과 이용	원시데이터의 계측결과 값만 활용	원시데이터 2,3차 가공처리를 통한 구조물의 상태평가 가능
시스템 확장	계측위주	계측자료 유지관리 이용

하드웨어 부분에서는 유/무선 네트워크 적용제어에 적합한 센서 네트워크 환경을 구축 하였고, 다음 그림 7은 센서 모듈의 무선화, 데이터 확보 및 최적화된 적용제어 가능한 통합 Client Module 및 데이터로거(Access Point)개발 및 테스트 하였다. 또한 센서의 종류 및 평가 방법에 독립적으로 사용이 가능한 프로토콜을 개발하였고, Bluetooth, Wireless LAN, RF 등의 통신 방법을 적용 및 선정하여 테스트를 수행하였다.



그림 7. 무선통신 모듈

위와 같은 기술력 및 개발로 인해 건축 구조물에 그림 8

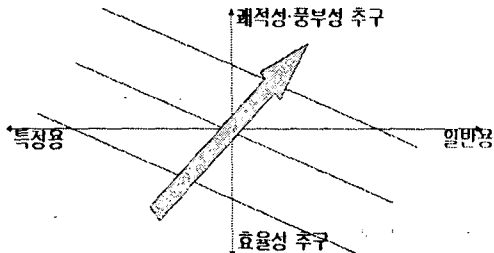


그림 8. 유비쿼터스컴퓨팅의 응용별발전방향

8과 같은 유비쿼터스의 기술 및 개념을 접목하여 교량계측 모니터링 시스템을 무선통신 시스템 방식으로 테스트하여 다음과 같은 이점을 얻을 수 있다.

- 이동식
- 타 센서 교체의 자유로움
- 센서 추가 기능
- 소형 교량 재하시험 원할
- 원하는 부분 언제든지 측정가능
- 설치비 및 시간 낭비 없음
- 시·공간 제약 상황 극복
- 타 산업과의 연계방안
- 건축 구조물의 신기술 결합

위와 같은 기술적 이점을 기반으로 향후 그림 9와 같은 교량계측 모니터링 시스템을 적용 및 구축 하려고 한다.

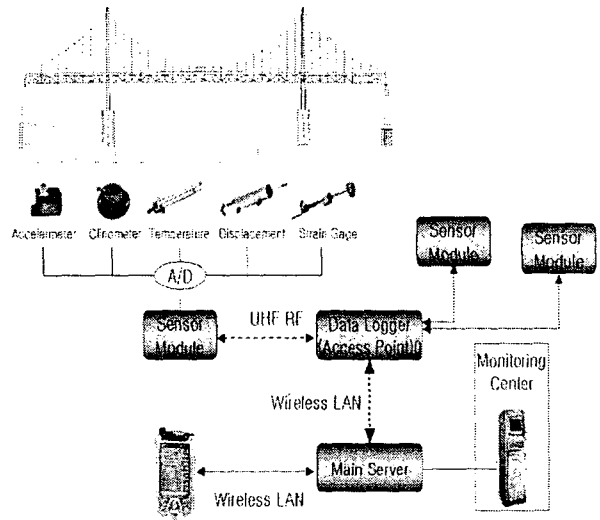


그림 9. 무선통신 모니터링 시스템 구성도

또한, 교량계측 모니터링 시스템 구조에 대해서도 그림 10과 같이 하드웨어 및 소프트웨어 부분에 있어 초경량/이동성 등을 가질 수 있다.

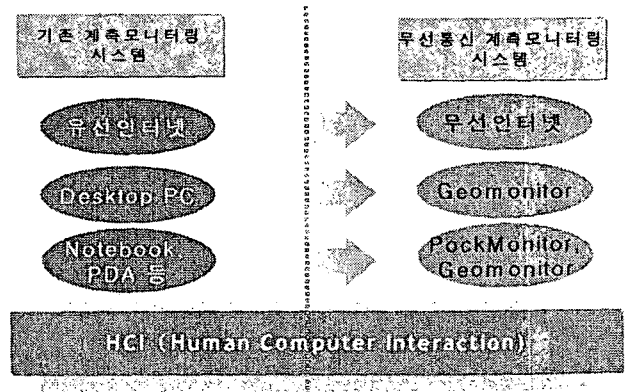


그림 10. 무선통신에 H/W 및 S/W 변환

4.2 유비쿼터스 컴퓨팅 시스템 향후 테스트 및 적용

웹기반의 구조물 계측시스템은 개발하여 그림 10.과 같이 올림픽대교, 전주월드컵 경기장, 제2진도대교, 인도네시아 캔달로-브릿지, 새만금배수갑문 등에서 운영되고 있다.

또한 국내에서 운영되고 있는 교량 및 구조물에 대해 무선통신 모니터링 시스템을 테스트 및 적용하여 실제 기술을 시험 운영할 예정이다.

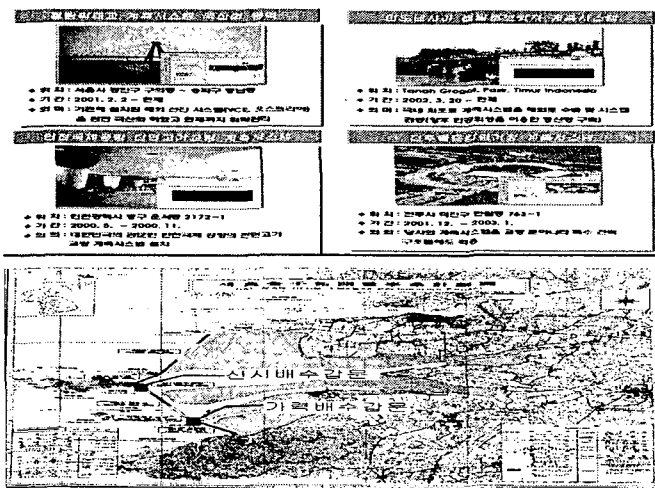


그림 10. 국내의 구조물에 적용

5. 결론 및 향후연구과제

본 연구에서는 교량시설물의 안전한 사용과 품질향상을 위해 국내외 교량에 대한 유지관리 현황 및 교량의 상시 모니터링 시스템을 분석하여 새로운 형태의 무선통신(Ubiquitous) 컴퓨팅 기술을 접목한 상시 모니터링 시스템을 제안하였다. 무선통신 이름에서 알 수 있듯이 무선통신 센서 기술을 응용한 상시 모니터링 시스템 개발을 통해서 얻을 수 있는 가장 큰 장점은 무선이기 때문에 배선 문제를 해결 할 수 있다는 것이다. 대형 구조물에서 구조물이 완성된 이후에 추가적으로 구조물 전체에 또는 일부분에 새로운 배선을 추가한다는 것은 많은 추가적인 비용과 면적을 필요로 한다. 또한 대형 구조물 특정 부위에서 문제가 발생하여 추가적인 센서의 설치가 필요할 경우에도 무선의 경우에는 센서 모듈만 간단히 설치할 수 있지만 유선의 경우에는 그렇지 못하다. 이러한 것을 고려하면 무선통신 센서 시스템이 기존의 유선 센서 시스템에 비교하여 공사기간의 단축, 설치 비용 절감 및 운용 비용 절감 측면에서 많은 장점을 가

지고 있음을 알 수 있다. 또한 세계 최고 수준의 기술을 가지고 있는 국내의 통신 산업 분야의 기술을 도입, 상품화함으로써 국내 산업의 시너지 효과를 얻는 것은 물론 기존의 외국 제품들의 수입 대체 효과를 가질 수 있을 것이다.

참고문헌

1. J.Geier, Wireless LANs : Implementing high performance IEEE 802.11 networks, 2E, SAMS, 2002.
2. J.P.Singh, N.Bambos, B.Srinivasan, and D.Clawin, "Wireless LAN performance under varied stress conditions in vehicular traffic scenarios," IEEE Veh. Tech. Conf. pp.743-747, Sept. 2002.
3. N. Reid, 802.11 networking handbook, Mc Graw-Hill, 2003.
4. S. Berber, "An automated method for BER characteristics measurement," IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference, Hungary, pp.1491-1495, May 2001.
5. Al-Bahar, J. F. and Crandall, K. C. (1990), "Systematic Risk Management Approach for Construction", J. of Construction Engineering and Management, Vol. 116, No. 3, pp. 533~546.
6. Ayyub, M. M. and Mccuen. R. H. (1995), "Simulation-Based Reliability Methods", Probabilistic Structural Mechanics Handbook, Chapman & Hall. 1995, pp.53-69
7. Cho, H. N., Lim, J. K. and Park, K. H.(1997), "System Reliability and System Reliability-Based Carrying Capacity Evaluation of Cable-Stayed Bridges", 7th International Conference on Structural Safety and Reliability(ICOSSAR97)(In printing)
8. Harris, D. O. (1995), "Probabilistic Fracture Mechanics", Probabilistic Structural Mechanics Handbook, Chapman & Hall. 1995, pp.106-145
9. Schuëller, G. I.(1997), "Structural Reliability-Recent Advances", ICOSSAR'97, 7th International Conference on Structural Safety and Reliability, Kyoti, Japan(In printing)
10. 박준(1996.12), 해외소프트웨어 개발사 소개, "범용 유한 요소해석 프로그램(ABAQUS), 전산구조공학 제9권 제4호, pp. 38-39.
11. 조효남(1998a), "대형교량의 유지관리를 위한 계측, 모니터링, 통제시스템 개발", 한국과학재단 핵심연구과제 최종보고서

Abstract

Recently the application area of wireless LAN has been increased, rapidly. The application area was limited in indoor, but as the data throughput and performance of wireless LAN becomes better the application is to extend to the Internet connection and wireless(Ubiquitous) bridge in outdoor. In this paper, In this paper, the data throughput of wireless LAN in mobile environment is measured, and the usability of wireless LAN for develop bridge health monitoring system is confirmed.

Keywords : Ubiquitous, Bridge monitoring system, Sensor network, Artificial intelligence