

## 유비쿼터스 환경의 지능형 시설물 모니터링 기술 개발

남상관\* · 이우식\*\* · 구지희\*\*\* · 우제윤\*\*\*\* · 이종국\*\*\*\*\*

- \* 한국건설기술연구원 건설정보화연구부 GIS/LBS연구센터, 연구원, 공학석사
- \*\* 한국건설기술연구원 건설정보화연구부 GIS/LBS연구센터, 선임연구원, 공학박사
- \*\*\* 한국건설기술연구원 건설정보화연구부 GIS/LBS연구센터장, 수석연구원, 공학박사
- \*\*\*\* 한국건설기술연구원 건설정보화연구부장, 연구위원, 공학박사
- \*\*\*\*\* (주)데이터피씨에스 대표이사, 공학박사

*Nam, Sang Kwan-Lee, Woo Sik-Koo, Jee Hee-Woo, Je Yoon-Lee, Jong Kook*

This study suggests a trial system for facility monitoring technology on ubiquitous environment. The trial system can be used for integrated various collection and sending data by bluetooth and wireless network from bridge. We used smart sensor and wireless network for it. Especially, we analyzed out all applicable technologies at monitoring part on ubiquitous environment and gave a standard spec to build the system. We wanted it as a guideline to apply ubiquitous in smart facility monitoring part.

### 1. 서론

#### 1.1 연구의 배경

'70~80년대의 급속한 경제성장과 더불어 교량, 터널, 항만, 공항, 발전소, 댐 등 수많은 시설물들이 건설되었다. 이들 시설물은 그동안 과학화된 관리기법의 부재 및 IT기술의 발달에 부응하지 못하고 재래식 기법을 활용한 단순계측 및 유지보수로 인하여 많은 재해 및 인명피해를 야기하였다. 현재 수행되고 있는 시설물 안전진단 및 모니터링 기술의 제반 문제점들은 다음과 같다. 첫째, 대다수 시설물들이 인력에 의한 수동 계측에 의존하고 있다. 즉, 데이터 수집에 따른 비효율성, 경비 및 인력의 과다 투입은 물론 사고에 대한 신속한 대처요령의 부재 등 많은 문제점을 안고 있다. 둘째, 최근 신축되는 장대교량을 중심으로 상시 시설물 안전 및 상태 모니터링을 위한 시스템이 도입되고 있으나, 특정 시설물에 제한적으로 활용되고 있으며, 개별 시설물 중심으로 구축되어 다중시설물 관리가 어려워 종합적인 시설물 모니터링 체계가 근본적으로 어려운 실정에 처해있다. 셋째, 현재 구축되어 있는 모니터링 시스템의 경우, 대부분 유선 광케이블을 이용한 데이터 전달 방식으로 인해 많은 비용이 소모되고, 오류 발생시 오류부분에 대

한 위치 파악과 수정작업에 애로가 발생하고 있다. 최근 초고속 정보통신의 발달과 유비쿼터스 환경의 도래로 기존의 유선 방식에서 설치 및 관리의 효율성이 높은 무선 방식의 제어 감시 시스템 도입이 제기되고 있다.

## 1.2 연구목표 및 연구내용

본 연구에서는 차세대 첨단 정보통신 기술로 부각되고 있는 유비쿼터스 기술에 대한 현황과 전망을 살펴보고, 유비쿼터스 환경을 건설분야에 적용하기 위하여 계측센서 기술과 무선통신 기술을 활용한 유비쿼터스 환경의 지능형 시설물 모니터링 체계를 구축하기 위하여 교량시설물을 대상으로 시범시스템을 구축하였다. 특히, 유비쿼터스 환경에서 시설물 모니터링 분야에 현재 적용 가능한 기술들을 분석하였고, 시스템 구축을 위한 표준 스펙을 제시하여 시설물 모니터링 분야에 유비쿼터스 환경을 적용하기 위한 가이드 라인으로 활용하고자 하였다.

## II. 국내외 연구동향

### 2.1 국외 유비쿼터스 연구동향

미국은 1991년부터 유비쿼터스 컴퓨팅 실현을 위한 연구개발을 추진해 왔다. 미국은 주로 유비쿼터스 컴퓨팅 기술과 조기 응용 개발에 중점을 두고 있으며, 특히 일상생활 공간과 컴퓨터간의 자연스러운 통합이 가능한 HCI(Human Computer Interaction) 기술과 표준 개발을 핵심요소로 인식하고 있다. 일본은 자국이 국제 경쟁력을 확보하고 있는 광, 모바일, 센서, 초소형 기계장치, 가전, 부품, 재료, 정밀가공 기술 등을 연계시켜 조기에 유비쿼터스 네트워크를 구현하여 세계 최첨단 IT 국가를 실현하기 위한 야심찬 계획을 추진 중이다. 또한, 일본은 유비쿼터스 네트워크 사회의 실현이 새로운 산업 및 비즈니스 시장의 창출과, 편리하고 풍요로운 라이프 스타일의 실현, 그리고 일본이 직면하고 있는 고령화 문제, 교통 혼잡, 지진, 환경 관리 등을 해결하는데 기여할 수 있다는 것이다. 유럽은 유럽 공동체가 중심이 되어 2001년에 시작된 정보화사회기술계획의 일환으로 미래기술계획에서 자금을 지원하는 '사라지는 컴퓨팅 계획'을 중심으로 주변의 일상 사물에 센서, 구동기, 프로세서 등을 내장시켜 사물 고유의 기능 외에 정보처리 및 정보교환 기능이 증진된 정보 인공물을 개발하여 새로운 가능성과 가치를 창출하고 궁극적으로는 인간의 일상 활동을 지원 및 향상시킬 수 있는 환경을 구축하는 것을 목표로 한다.

### 2.2 국내 유비쿼터스 연구동향

국내에서는 유비쿼터스 관련 기술을 차세대 신성장 동력 산업으로 규정하고 정부 차원에서 적극적으로 추진하고 있다. 정통부에서는 IT839 전략을 발표하여 그 중 유비쿼터스 네트워킹 분야와 광대역 통신망(BcN)을 중점적으로 추진할 예정으로 있고, 과기부에서는 유비쿼터스 사업단을 출범시켜 연간 100억원 이상의 연구개발비를 투자하고 있다. 이와 더불어 서울시, 인천시, 제주시 등 각 지자체에서는 유비쿼터스 도시인 U-City 건설을 위한 연구 및 프로토타입을 제시하고 있다. 국내 각 기업들은 유통, 물류 분야를 중심으로 연구가 진행중에 있으며, 유비쿼

터스 관련 기술로 RFID에 대한 연구를 적극 추진중에 있다. 또한, 삼성, LG, SK Telecom, KT 등에서는 홈 네트워킹 분야에 대한 연구를 진행중이며, 각 회사마다 브랜드를 발표하고 컨소시엄을 구성하는 등 적극적인 모습을 보이고 있다.

### III. 지능형 시설물 모니터링 시범 시스템

#### 3.1 센서 네트워크

유비쿼터스 환경의 지능형 모니터링을 위해 가장 중요하게 인식되는 분야인 센서 네트워크를 구축하기 위해서는 SoC(System on Chip)이라 불리는 센서와 프로세서가 결합된 형태의 초소형 컴퓨터가 필요하다. SoC분야의 세계 각국의 추진동향은 <표 1>과 같다.

	MICROS	MOTES	TREON	CHIPCON
추진주체	KAIST	Corssbow	T-eingne center	Chipcon
특징	3cm X 3cm 칩에 CPU, 근거리 통신모듈 내장	TinyOS 기반으로 센서 네트워크 지원	TRON은 모든 사물에 이식 가능한 OS	통신모듈 내장, 프로그래밍가능
근거리 네트워크	IEEE 802.15.4 Zigbee	IEEE 802.15.4 Zigbee	RF 통신	IEEE 802.15.4 Zigbee
문제점	센서네트워크 부분과 PCB 부분 제작중	TinyOS 불안 특정 센서만 지원	상용화단계 10여년 소요 예상	센서, PCB등 자체 제작해야 함

<표1> 국내외 SoC 추진동향

대부분의 시스템이 상용화되기 위해서는 상당 시간이 필요할 것으로 예상되며, 특히 건설분야에 사용되는 수많은 센서들을 인식하기에는 불가능한 구조로 되어 있다. 따라서, 본 연구에서는 기존 센서를 최대한 활용할 수 있는 시스템을 직접 제작 및 테스트하였다.

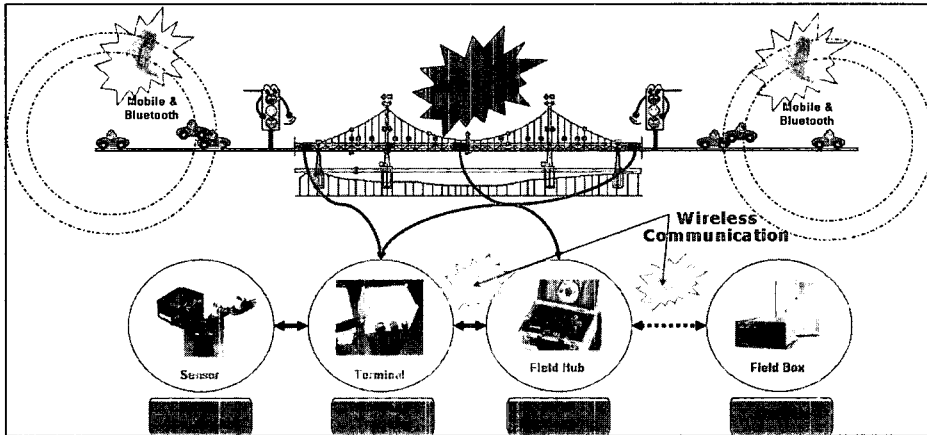
#### 3.2 시스템 스펙 작성

유비쿼터스 환경의 지능형 교량 모니터링 시스템 개발을 위해 필요한 세부 요소기술들을 시스템 전체 구성에 따라 <표 2>와 같이 정리하였다. 즉, 전체 스펙은 현재 적용 가능한 기술들을 연구하여 정리한 것으로 향후 기술 발전 단계에 따라 변경가능하다.

기술	내용
근거리 센서 네트워크	IEEE 802.15.1 블루투스
센서 네트워크의 구축	블루투스 피코넷 or 스캐터 넷
원거리 무선 네트워크	CDMA
데이터 처리 방식	SOAP에 의한 분산 컴퓨팅
애플리케이션 구조	3계층 분산 어플리케이션 구조
서버 시스템(플랫폼)	J2EE
웹 어플리케이션	JBoss
데이터 교환 프로토콜	XML (SensorML)

<표 25> 시스템 적용을 위한 전체 스펙

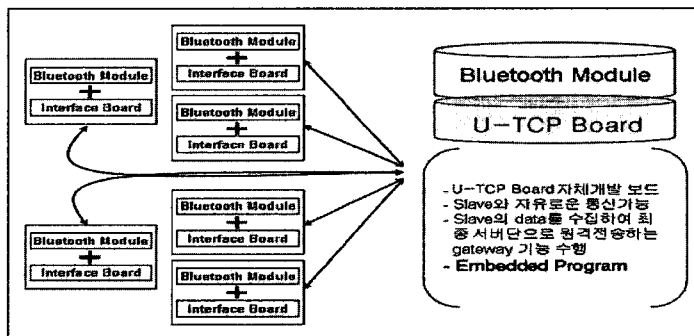
상기 세부 요소기술들을 실제 교량에 적용하기 위한 적용 가능 분야 기술로 나누어 보면, 크게 데이터 취득을 위한 센서 부분, 현장 데이터 처리 및 메인 시스템으로의 데이터 전송을 담당하는 현장 시스템 부분, 데이터 처리 및 해석을 위한 메인 시스템 부분으로 나눌 수 있다. 세부 요소기술 스펙과 시스템 적용 분야별 기술을 종합한 교량 모니터링 시스템 전체 구성도는 <그림 1>과 같다.



<그림 88> 지능형 모니터링 시스템의 개요도

### 3.3 시범시스템 구축

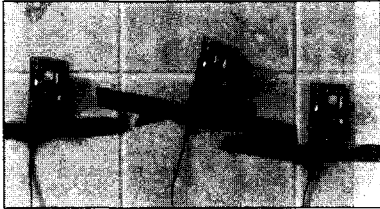
본 연구에서는 기존 건설분야에서 사용 중인 대부분의 센서를 사용가능하게 하여 센서부와 데이터 전송을 위한 부분을 분리하였으며, 데이터 전송은 Bluetooth 기술을 이용하여 무선으로 현장 시스템으로 전송하는 방식으로 구성하였다.



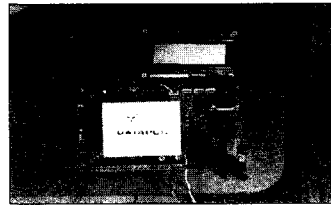
<그림 2> Bluetooth를 이용한 센서네트워크 개념도

<그림 2>는 Bluetooth를 이용한 센서 네트워크 구축 개념도이다. 센서네트워크는 기본적으로

로 Slave와 Master로 구성되며, Slave에는 센서와 연결되어 센싱을 담당하고 Master에서는 데이터의 개략적인 처리와 CDMA를 이용하여 무선으로 데이터를 서버로 전송하는 역할을 담당하게 된다.

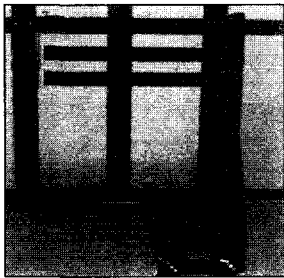


<그림 3> Bluetooth - Slave

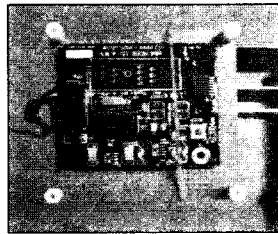


<그림 4> Bluetooth - Master

<그림 5>는 시범시스템 통신 테스트를 위한 모형이고, <그림 6>은 테스트에 이용된 가속도계 사진이다.

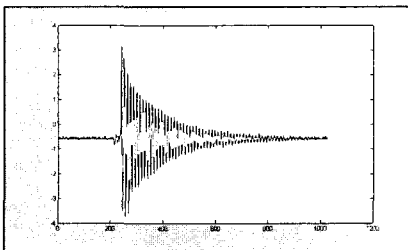


<그림 5> 제작된 모형

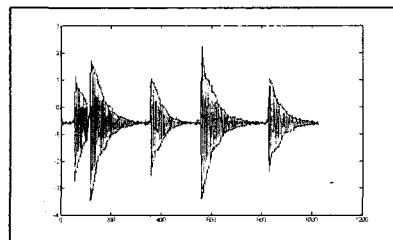


<그림 6> 가속도계 센서

이를 이용하여 통신 테스트를 한 결과는 <그림 7>과 <그림 8>에 나타내었다. 현재의 연구는 Master와 Slave간 통신만을 테스트 한 결과로서 통신 테스트는 아래와 같이 만족할만한 결과를 나타내었다.



<그림 7> 가속도 데이터의 결과 1



<그림 8> 가속도 데이터의 결과 2

#### IV. 결론

본 연구에서는 차세대 첨단 정보통신 기술로 부각되고 있는 유비쿼터스 기술에 대한 현황과 전망을 분석하고, 유비쿼터스 환경을 건설분야에 적용하기 위한 연구를 수행하였다. 그 사례로 계측센서 기술과 무선통신 기술을 활용한 유비쿼터스 환경의 지능형 시설물 모니터링 체계를 구축하기 위한 연구를 수행하였으며, 다음과 같은 결론을 도출하였다.

첫째, 유비쿼터스 환경의 지능형 무선 센서네트워크를 구축하기 위해서 현재 가장 신뢰할만한 기술은 Bluetooth를 이용한 무선 센서네트워크가 최적이다. 둘째, 본 시스템이 완성되면 초기 구축비용 절감, 유지관리비용 절감, 실시간 모니터링 가능, 위험상황 초기대응 등이 가능할 것으로 예상된다. 셋째, 현재 유비쿼터스 기술은 요소기술 개발 위주로 진행되는 바 활용분야에 대한 연구가 병행되어야 하며, 특히 다중이용 공공시설에서의 적용방안에 대한 연구 및 다수의 시설물을 GIS 기반으로 관리하는 통합 관리 시스템 개발이 요구된다.

#### 감사의 글

본 논문은 건설교통부의 2003 건설핵심기술연구개발사업의 일환으로 진행된 연구의 일부로 연구지원에 사사함.

#### 참고문헌

1. 유비쿼터스 스마트 태그 칩 기술 동향 - 박성수,현석봉,박경환,조경익, 2003
2. 세계 각국의 유비쿼터스 컴퓨팅 전략 - 이성국, 김완석, 전자신문사, 2003
3. 21세기 일본의 정보 전략, 사카무라 겐, 동방 미디어, 2003
4. Pervasive Computing Handbook, Uwe Hansmann 외 2인, 진한도서, 2003
5. M. Satyanarayanan, □□Pervasive Computing Vision and Challenges□□, IEEE Personal Comm, vol. 6, no. 8, Aug. 2001, pp.10-17.
6. G. Abowd and C. Atkeson, □□ Future computing environment: Cyberdesk. Tehcnical report, Gerogia Institute of Technology, 1998