

유비쿼터스 기술을 이용한 교량 안전관리 방안 연구

A study on the bridge safety management model using Ubiquitous technology

조 병 완* · 김 도 근** · 노 승 현*** · 김 현****

Jo, Byung Wan · Kim, Do Keun · No, Seung Hyun · Kim, Heoun

Abstract

Nowadays in order to estimate safety diagnosis of bridge, a lot of data like static and dynamic displacement, accelerometer, wind velocity and so on are demanded. When it comes to measure these data, cabled sensor is essential equipment. But cabled sensors have also inefficient factors. From this point of view, considering practical aspects of using these expensive equipments which have been used to examine safety diagnosis, measuring by cabled sensors is restrictive in some respect.

Recently to improve theses problems, Wireless sensor system was introduced. But this system can't perform intelligent reaction because database of this system is just based on internet.

In this paper, the intelligent bridge safety management model which can be installed easily, measured at all times and dealing intelligently with various situations is developed to improve these problems.

key words : Bridge, Ubiquitous Computing, USN, Service Model

1. 서 론

최근 정보통신기술과 무선네트워크 기술의 발전과 더불어 정보화(Information Technology; IT)산업의 새로운 패러다임인 “유비쿼터스(Ubiquitous)”라는 개념이 도입, 사회 각 산업분야와 컨버전스 되어지는 첨단융합기술의 발전이 눈에 띄게 발전하고 있다. 대표적으로 홈네트워킹(Home-Networking), 물류, 사회기반 시설물의 안전관리, 방재 그리고 건설 등 다양한 산업 분야에서 활발한 기술 개발 및 적용이 이루어지고 있다. 국내에서는 IT산업의 성장 동력산업으로 유비쿼터스를 채택하고, 정보통신부의 u-Korea 비전에 맞춰 세계적인 IT 정보 국가로 발돋움하기 위해 2004년 IT839라는 정책을 제시한 바 있으며, 미국, 일본, EU를 중심으로 국가적인 전략산업으로 채택하기 위한 정책과 관련기술 및 표준의 개발을 활발하게 진행하고 있다.

건설시장에서도 유비쿼터스 첨단 정보통신기술을 이용한 국가 및 지자체 별로 수많은 시설물(Facility) 및 지장물 그리고 인프라망을 보다 효율적이고 경제적으로 관리하고, 지능적으로 제어하기 위해 도입하여, 물리적 요소에 전자적 요소(RFID, USN 등)를 이식, 언제 · 어디서나 · 어떤 디바이스를 통해서도 네트워크에 접속하여 실시간으로 정보를 수집하고, 서비스를 제공하기 위한 기술 개발 시도가 이루어지고 있다. 이에 본 연구에서는 유비쿼터스 기술을 활용하여 교량을 안전하고 효율적으로 관리할 수 있는 방재안전 응용서비스 모델을 제시하였다.

* 정회원 · 한양대학교 토목공학과 · 교수 E-mail : joycoon@hanmail.net
** 한양대학교 토목공학과 · 박사과정 E-mail : kimdokeun@paran.com
*** 한양대학교 토목공학과 · 석사과정 E-mail : kkalzzak@nate.com
**** 한양대학교 토목공학과 · 석사과정 E-mail : military744@nate.com

2. 국내외 교량 계측 모니터링 시스템

2.1 국내 관련기술 동향

현재 교량계측 모니터링 시스템이 장착되어 운영되고 있는 교량 현황은 다음과 같고 주요 교량에 대한 내용을 표1에 나타내었다.

표 1. 주요교량의 계측모니터링 시스템 구조

국내연구·조사보고	교량모니터링 시스템 구조	기 타
김포대교, 안양고가교 (PC박스거더교)	유선으로 교량관리 모니터링 시스템을 실시	고속도로 5개 노선에 대하여 1개 교량에서 실시
진도대교(사장교)		
남해대교, 영종대교 (현수교)		
서해대교, 돌산대교 진도대교(사장교)		

또한, 교량계측 모니터링 시스템을 운영하고 있는 교량들은 대부분 고정식, 타 센서 교체의 불가능, 센서 추가의 어려움, 대형 교량 위주로 구축, 소형 교량의 계측시스템이 미약한 실정이다.

2.2 국외 관련기술 동향

국외의 경우도 대부분 유선으로 교량계측 모니터링 시스템이 구축되어 있다. 국외에서도 국내와 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 네트워크 간 연동에 초점을 두고 있다.

2.3 기존 시스템의 문제점

사회기반시설 중 토목, 건축구조물과 같이 공용 중 안전이 최우선으로 고려되어야 하는 대형 구조물은 정확하고 정밀한 설계, 시공과 함께 안전한 사용성 확보를 위해 지속적으로 세심한 유지관리가 필요하다. 물론 효율적인 유지관리 및 시설물 안전관리를 위해 현재 일부 대형 사회기반시설물에는 상시 모니터링 시스템이 구축되어져 있다. 그럼에도 불구하고 지난 2007년 2월에 발생한 서해대교 연쇄충돌 사고에서처럼 안개로 인해 충분한 시정거리가 확보되지 못한 상황에서는 비록 상시 정밀모니터링 시스템이 구축되어지고, 20여명의 관리요원이 상주해 있더라도 대규모 사고가 발생할 수 있음을 확인시켜준 계기가 아닐 수 없다. 이는 기존 교량 모니터링 시스템이 단순 정밀 계측이라는 기능만을 수행할 뿐 사용자가 실제로 필요한 정보를 실시간으로 제공해 줄 수 없다는 것을 잘 보여주고 있다. 실시간 계측과 동시에 계측 값이 한계 값을 초과하는지를 자동적으로 판단, 초과 시에는 적절한 대처가 가능한 지능형 액츄에이터 시스템과 연계해주는 지능형 교량안전관리에 대한 연구 및 현장적용이 필요하다.

3. 유비쿼터스 기반 교량 방재 시스템 구성도

교량의 효율적인 안전관리를 위해서는 지자체 및 국가 단위의 재난, 재해를 방지하기 위한 방재관리자 중심의 서비스 모델로서 개발되어야 한다. 우선 교량 안전관리 모델은 각 지자체별 방재대책을 세우는 기관에 정보를 실시간으로 전송함으로써 재해 및 재난 예방과 대책 마련에 큰 효율성을 갖을 수 있고, 교량 방재가 일반 유지관리 및 안전계측과는 달리 보다 큰 틀에서 수집된 정보를 분석, 활용해야 하는 이유는 지진, 폭우, 태풍 등에 의해 발생되어질 수 있는 사고의 경우 그 규모가 교량 부재 일부에 대한 보수 및 검측이 지연되는 것과는 달리 피해의 정도가 크고 자칫 복구가 불가능해질 수도 있으며, 인명의 피해 역시 매우 크게 일어날 수 있기 때문이다. 따라서 대상 교량에서 수집되는 모든 데이터는 종합방재대책의 수립 및 운용과정

에서 적절히 활용되어 질 수 있어야 하고, 각 지자체별로 각기 운영되고 있는 프로세스를 통합하여 관제 되어져야 할 필요성을 갖는다.

우선 모니터링하는 센서의 종류부터 지진, 폭우, 태풍 등과 같이 비 상시적이고, 피해규모가 큰 기상 및 지각 정보로 구성된다. 지진의 경우, 진동센서, 풍우와 태풍 등은 일반기상정보를 계측할 수 있는 온도, 조도, 습도, 강우, 적설, 시정거리, 풍속 센서에서 얻어진 정보를 종합 분석하고, 기상청에서 제공하는 실시간 정보 공유를 통해, 통합DW로 구성, 이후 지능형 분석에 의해 자동 판단을 하게 된다. 재해의 경우 인위적으로 예방하거나 또는 원인을 제거하기가 사실상 불가능하기 때문에 정확한 예측을 바탕으로 피해정도를 최소화하는 것이 가장 현실적인 대안인데, 이를 위해서 판별된 지능형 정보에 의해, 교량 진입로 전방 수 km내에서 진입을 시도하는 모든 차량 운전자에게 SMS안내 문자를 전송하여 진입을 차단하고, 우회로를 제시하는 방법이 있을 수 있다. 아울러, 교량 위를 이동하는 차량에는 VMS안내 서비스 및 텔레매틱스 서비스를 이용하여, 차량의 속도를 제한할 수 있다. 이러한 시나리오를 반영한 서비스 모델이 관리자를 위한 안전대책 제시 서비스, 진입경고 알림VMS 서비스, 지진, 폭우, 태풍, 해상안개 모니터링 서비스, 재난 발생 시 관리자 SMS 서비스, Autonomic 방재 Data History 구축 서비스, 교량 진입 차단 및 우회 안내 서비스 등으로 정리 할 수 있다. 아울러 방재시스템에서 가장 중요한 GPS의 대중화와 함께 시작된 텔레매틱스 서비스는 주로 도로를 이용하는 사람들에게 교통정보, 위치정보, 기후정보 등을 실시간으로 차량의 단말기를 통해 제공하는 형태로 널리 활용되고 있으며, 주로 GPS를 통한 LBS기반의 차량위치 및 추적서비스를 위한 정보를 제공받는다.

차량 텔레매틱스 서비스를 이용 일반인에게 부분적인 교량 정보(교량이력, 상정성, 안전성 등)를 제공함으로써 지역특화 관광 상품으로도 활용할 수 있다. 또한, U지능형 감지센서를 이용하여 고속주행, 과적, 과속단속 및 교통정보 제공하고, 센서기반(USN)을 이용하여 지진, 폭우, 안개 등 자연재해에 대한 안전에 대비할 수 있다.

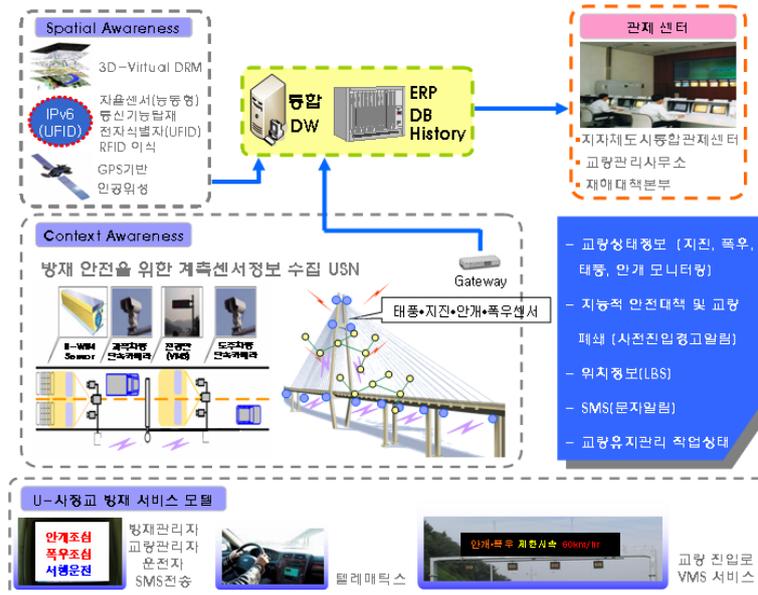


그림 1. 유비쿼터스 기반 교량 방재 시스템 구성도

4. 교량 안전관리 응용서비스 모델

국내외 유비쿼터스 컴퓨팅 기술과 교량 모니터링 시스템에 대한 문헌조사를 바탕으로 관리자와 사용자 중심의 효율적인 교량의 안전관리를 위해 다음과 같은 응용서비스 모델을 제시하였다.

표 2. 교량 안전관리 응용서비스 모델

주 체	범 주	응용 서비스 모델
관리자 중심	방 재	사고발생 시 지능형 안전대책 제시 서비스
		진입경고 알림VMS 서비스
		지진, 폭우, 태풍, 안개 모니터링 서비스
		재난 발생 시 관리자 SMS서비스
		Autonomic 방재 Data History 구축 서비스
		교량 진입 차단 및 우회 안내 서비스
	지능형 관리	실시간(장력,경사,변형률,거동,진동)계측 서비스
		지능형 손상등급 평가 서비스
		교량 보수작업 우선순위 자동판별 서비스
		교량 보수작업 공정관리 모니터링 서비스
		정확한 사고 지점 위치정보 서비스
		교통정보 관리 서비스
		지능형 중앙분리대 (사고감지)서비스
		교통사고 발생시 전광판 안내 서비스
		교량 계측현황정보 서비스 (현황, 보수이력)
		교량 상태현황정보 서비스(유지관리 업무수행여부, 손상정보)
	지능적 자가 조절 위험상황 VMS 서비스	
	행정업무 통합과금 VMS SMS	자동 공문 작성 서비스
		고속주행 단속 서비스
		과적주행 단속 서비스
관리자 및 감독관청 실시간 SMS, 동영상 전송보고 서비스		
자동과금 서비스		
보수 및 보강 필요시, 자동 예산편성서비스		
보 안	교량안전정보 및 데이터보안 서비스	
운전자(사용자)중심	교 통	실시간 교통정보 안내서비스
	안 전	실시간 교량안전정보 안내서비스
	관 광	교량 (야경)이미지 전송 및 교량안내 서비스
	위치정보	차량이상발생시 견인차 자동출동서비스

5. 결 론

기존 교량안전관리시스템은 단순히 센서에 의한 계측수치를 수집하고 변동사항을 체크하여 일정범위 초과 시 경보를 발생하는 체계로 이루어져 있으며, 계측정보의 관리와 이력정보를 수치적으로 관리하는데 그치고 있기 때문에 작년에 발생한 서해대교의 대형연쇄추돌사고와 같은 긴급 상황 발생 시 지능형 액츄에이터 및 연동서비스를 제공하지는 못하는 것이 사실이다. 본 연구에서는 교량의 효율적인 안전관리를 위해 국내외 교량에 대한 유지관리 현황 및 교량 상시 모니터링 시스템을 분석하여, 관리자의 측면에서 보다 효율적이고 지능화된 서비스를 제공하고 운전자의 측면에서는 보다 편리하고 안전하게 서비스를 제공받을 수 있도록 하기 위해 새로운 형태의 유비쿼터스 컴퓨팅 기술을 접목한 교량 안전관리 응용서비스 모델을 제시하였다.

감사의 글

본 연구는 2008년 교육인적자원부 BK21 지원사업으로 이루어진 것으로 본 연구를 가능케한 한양대학교 첨단글로벌 건설리더 양성사업단에 감사드립니다.

참고문헌

1. 이승재, 임종권,(2005) "유비쿼터스 컴퓨팅 기술을 활용한 대형교량의 계측, 모니터링, 통제시스템"
2. 정은호,(2004) "유비쿼터스 센서 데이터 네트워크 시스템 구현에 관한 연구",
3. 문현석,(2006) "유비쿼터스 정보기술의 활용을 통한 교량 유지관리정보체계 발전 모델 구성", 경상대학교 학위논문