

도시인프라 구조물 건전성 통합 모니터링 시스템

주승환¹ · 서희석^{1†} · 이승재² · 김민수³

Integrated Health Monitoring System for Infra-Structure

Seung Hwan Ju · Hee Suk Seo · Seung Hwan Lee · Min Soo Kim

ABSTRACT

It often occur to nature disaster that like earthquake, typhoon, etc. around KOREA. A Haiti and Chile also metropolitan area of KOREA occur earthquake. in result, People consider nature disaster. Structures of present age are easily affected by nature disaster. So we are important that warn of dangerous situation as soon as possible.

On this study, I introduce Integrated Health Monitoring System for Infra-structure. I develop Structure Health Monitoring System on web-site. Administrator always monitor structure on real-time using internet network. As Administrator using mobile device like PDA, Administrator always monitor structure. As using this system, Damage of nature disaster is minimized and is prevented post damage.

Key words : Health of structure, Monitoring, Emergency

요 약

우리나라를 둘러싼 동북아시아를 비롯하여 동남아시아의 도시에 이르기까지 지진, 태풍, 쓰나미 등의 환경재해가 빈발하고 있는 상황이다. 또한 최근 아이티, 칠레에서의 지진 발생뿐만 아니라 국내 수도권에서도 지진이 발생하여 자연재해에 대한 우려가 많아지고 있다. 현대의 건축물들은 다양한 자연재해로부터 취약할 수밖에 없으므로, 이를 최대한 빠르게 확인하여 경보하는 것만이 인명 및 재산의 피해를 최소화할 수 있는 방법이다. 본 연구에서는 구조물 건전성 진단을 위한 통합 모니터링 시스템에 대하여 소개한다. 통합모니터링 시스템을 웹페이지로 제작함으로써, 관리자는 인터넷이 되는 어디에서나 실시간으로 구조물의 상태를 확인할 수 있으며, PDA나 스마트폰과 같은 모바일 기기를 활용하여 실시간으로 통합 모니터링 시스템에 접근하여, 해당 구조물의 상태를 확인함으로써 피해 상황을 파악한다. 시설물 유지 관리자에게 건전성 유무를 판단할 자료를 실시간으로 제공하는 것은 조기대응으로 인한 현재의 피해를 최소화할 수 있으며, 추후 발생할 수 있는 추가적인 피해를 예방할 수 있는 장점이 있다.

주요어 : Health of structure, Monitoring, Emergency

1. 서 론

본 연구의 목적은 인프라 통합 모니터링 기술을 개발

하여 친환경 및 장수명 도시를 구현하는 것이다. 현대 도시의 기능은 개인의 편리하고 안전한 생활, 쾌적한 환경, 재해예방과 복구 등을 아우르는 복합적인 사회니즈 해결 및 지구온난화 등과 같은 전 인류적 니즈에 부응하여야 한다. 1990년 이후 우리나라를 둘러싼 동북아시아를 비롯하여 동남아시아의 도시에 이르기까지 지진, 태풍, 쓰나미 등의 환경재해가 빈발하고 있다. 재해가 발생한 후의 도시에서 발생하는 2차 재해의 경감을 목적으로, 재해지역의 병원, 방송국, 학교 등의 방재거점의 확보 및 도로, 교량, 상하수도 등의 라이프라인의 신속한 복구가 최우선 사항이다.

이러한 상황에서 구조물에 대한 점검은 주로 현장에서

*본 지식재산권은 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 지원을 받아 수행된 연구결과임(광섬유센서 기반 도시 인프라 구조물 건전성 통합 모니터링 시스템(A1210-0904-0013).

2010년 5월 6일 접수, 2010년 5월 27일 채택

¹⁾ 한국기술교육대학교 컴퓨터공학부

²⁾ 한국기술교육대학교 건축공학부

³⁾ (주)LSWare

주 저 자 : 주승환

교신저자 : 서희석

E-mail; histone@kut.ac.kr

의 육안 검사가 주를 이루고 있었으나 최근에는 선진국을 중심으로 시설물 유지관리를 위한 계측 시스템이 도입되고 있는 상황이다¹⁾²⁾. 그러나 지금까지의 시설물 유지관리를 위한 계측 연구는 개개의 교량 및 구조물을 대상으로 적용 및 운영되어 왔다. 하지만 이러한 구조물에 대한 건전성 모니터링 및 경보 시스템은 여러 가지 이유로 인해 그 활용도가 저조한 상황이다. 가장 큰 이유는 건전성 모니터링을 위한 센서의 정확도가 떨어짐으로 인해 오작동 및 오탐지로 인한 경보의 남발이 가장 큰 이유라고 할 수 있다. 또한 경보시스템이 제대로 구축되지 않아 실시간 경보를 PDA나 스마트폰으로 확인하지 못하는 문제가 있었다.

본 연구에서는 도시단위의 도시 인프라 건전성 계측 시스템의 상용화를 연구목적으로, 계측용 센서로서는 현존하는 센서 중 가장 탁월한 정확도를 구현하는 광섬유센서를 사용하여 실시간 계측하고, 계측센서의 출력값을 실시간으로 관리자 서버에 전송하여 원격지에서 계측관리가 가능한 장기적으로 안정된 도시 인프라 건전성 감시 시스템을 구축하는 것이다.

2. 관련연구

2.1 국내 기술 동향

대형 도시인프라 구조물의 모니터링 및 유지관리를 위한 시스템 개발은 국내에서도 관련연구가 활발한 편인데, 도시인프라 중 교량, 터널, 항만, 공항, 발전소, 댐 등이 이에 속한다.

우선 교량을 보면 “시설물 안전관리에 관한 특별법”에 따라 장대교량을 중심으로 이들을 관리하는 한국도로공사에서 상시모니터링 시스템을 구축하여 운영하고 있으며, 영종대교, 서해대교 등에 설치된 모니터링 시스템도 운영되고 있다. 한국도로공사 이외에도 여러 민간 기업에서도 교량의 유지관리를 위한 시스템을 도입하여 운영하고자 하는 노력을 경주하고 있다. 그러나 이러한 모니터링 시스템은 주로 계측 시스템을 중심으로 구축되어 있어 손상 메커니즘에 대한 분석, 계측 자료를 활용한 건전도 평가 등 교량구조물의 종합적인 유지관리는 많이 미흡한 상태로 남아 있다. 또한 유선 광케이블을 이용한 데이터 전달 방식으로 인해 많은 비용이 소모되고, 오류 발생 시 오류 위치 파악과 오류 수정에 어려움이 있다.

2.2 해외 기술 동향

미국 샌디에고(San Diego) Coronado Bridge의 경우

는, 2002년 3월 미국 샌디에고에 위치한 Coronado 교량에 대한 모니터링 시스템을 시범 구축하였다. 이 시스템은 미국 샌디에고 캘리포니아 대학(UCSD)의 HPWREN (High Performance wireless Research and Education Network)팀에 의해 시범 설치되었는데, 전기 저항식 센서와 메인 시스템간의 통신을 IEEE 802.11b 근거리 무선 네트워크 시스템을 이용하여 구축한 것이 특징이다. 이 프로젝트는 시범 시스템 성격이 강한 프로젝트로써, 현장에 웹서버를 설치하고 웹 서버와 센서와의 통신을 무선 네트워크를 이용하여 테스트 하였다. 주목할 만한 점은 비록 현장에서 노트북 서버를 이용하여 테스트적 성격이 강한 프로젝트로 진행하였음에도 ad-hoc 네트워크 개념을 이용하였다는 점이며, UCSD에서 무선 액세스 포인트를 끌어와서 직접 무선 데이터 테스트도 진행하였다는 점이다. 프로젝트의 최종 목적은 ad-hoc 데모 프로젝트를 진행해 보는 것과, 센서에서 정보를 수집해 보는 것이었다. 현장에는 2개의 진동계, 2개의 가속도계, 인터넷과 연결된 2개의 디지털 카메라, 360도 회전되는 비디오 카메라 등이 설치되어 테스트 되었다. 또한 45Mbps 백본 망을 통해 샌디에고 수퍼컴 센터로 데이터를 보내 모니터링을 할 수 있는 시스템도 테스트 했으며, 이 정보에는 카메라가 수집한 자료도 포함한다. 2002년에 테스트된 이 프로젝트는 유비쿼터스 환경의 구축과 매우 유사한 면이 많으나, IEEE 802.11b 근거리 무선네트워크를 이용하여 UCSD 대학까지 데이터를 가져오기 위해 곳곳에 무선 액세스 포인트(AP)를 사용하였다는 점 때문에 실제 교량현장에 적용하기에는 조금 무리가 있었다.

이 밖에도 일본, 유럽 등 세계 각지에서 도시 인프라 구조물 모니터링을 위한 많은 시도가 이루어지고 있다.

2.3 SMS를 이용한 모니터링 방법

김한승, 김민석, “산업용 무선단문전송 프로그램(SMS) 개발에 관한 연구”²⁾에서는 산업현장에서 알람이나 FAULT 정보의 신속한 전달을 위한 SMS의 요구가 높아지고 있기에 알람이나 알림, 시스템 FAULT 등 긴급한 사항을 전송하기 위한 단문 전송 프로그램을 제안하였다.

이 시스템에서는 상황 발생에 대한 SMS 발송과 발송에 대한 이력관리를 제공한다. 또한 SMS 발송의 이력을 문서로 출력하는 것이 가능하다. 이 연구에서는 산업현장의 알람이나 FAULT 상황에 대해 신속한 대응을 할 수 있으며 운영자의 업무 부담도 줄어 들 것이라고 소개하고 있다.

김진철, 김지호, 윤만식, 송호준, 이항범, “이동통신망

의 SMS방식을 이용한 변전기기 무선진단 시스템 개발³⁾에서는 변압기에 부착된 센서를 모니터링 함으로써 이상 동작시 SMS 문자 서비스로 이를 알려 사고를 방지할 수 있는 시스템을 제안하였다.

이러한 진단 기법은 기존의 R/F 통신방식과는 달리 서버 1대에서 많은 수의 변압기를 관리, 제어, 모니터링이 가능하다는 것이 장점이라고 소개하고 있다.

이러한 연구들은 이상동작을 SMS로 관리자에게 통보하는 방식으로 이루어져 있다. SMS 시스템을 도입함으로써 서버 1대에서 시설물 진단을 할 수 있다는 하드웨어적인 장점과 운영자의 업무 부담을 줄일 수 있다고 소개하고 있다. 하지만 운영자가 SMS로 이상동작을 확인하고 그것을 확인/처리하는 데 소요되는 시간이 길다면 이상동작을 인식하고서도 사고를 막지 못할 수 있다. 본 연구에서는 기존 유사한 연구에 덧붙여 풀-브라우징(Full-Browsing)이 가능한 모바일 기기에서 모바일 웹페이지에 접속하여 이상동작에 대해 즉각적으로 조치를 취할 수 있도록 하였다. 이상동작에 대한 경고 메시지와 이를 바로 확인할 수 있는 모바일 웹페이지의 URL을 SMS로 전송함으로써 모니터링 및 조치의 실시간성을 높이고자 하였다.

3. 도시 인프라 구조물 건전성 모니터링 시스템

본 연구진이 구축한 광섬유센서 기반 도시인프라 구조

물 건전성 통합 모니터링 시스템은 모니터링이 필요한 구조물에 성능이 우수한 광센서를 부착하고 이를 실시간으로 모니터링 함으로써 이상 징후 발생 시 해당 내용을 관리자에게 전송하고 관리자는 PC와 모바일 기기를 통해 시설물의 센서계측정보를 실시간으로 조회하는 시스템이다. 또한 도시의 성장 및 변화에 대응하기 위한 확장 가능형 도시 인프라 건전성 관리 시스템의 구축을 목표로 두었다.

도시 인프라 구조물 건전성 모니터링 시스템은 크게 계측 데이터 획득 모듈, 통합 계측 데이터 획득 모듈, 도시 인프라 건전성 관리 포털, 도시 인프라 건전성 관리 PDA 인터페이스로 이루어져 있으며, 계측 데이터 획득모듈(Sensor Data Collect Agent)은 도시인프라 구조물로부터 계측데이터 획득모듈 개발, 또한 획득된 계측데이터는 통합 계측 데이터 획득 모듈에 전송된다.

통합 계측 데이터 획득 모듈은 각 센서들이 수집한 데이터를 한데 모아 이상 징후를 판별하고 데이터들을 조합하여 정보를 생성하는 모듈이다.

도시 인프라 건전성 관리 통합 포털은 웹기반 통합관리시스템으로 구축되며, 관리자가 인터넷이 가능한 곳에서 항상 감시 구조물에 대한 정보를 조회하도록 하는 기능을 제공하여 통합포털 상의 관리자는 PC에서 인터넷을 통해 도시 인프라 구조물들의 센서 계측 데이터 조회 및 센서 이력을 조회하는 기능 등을 제공 받을 수 있도록 하



그림 1. 도시 인프라 건전성 통합관리 시스템의 구축 개념도

였다. 인프라 건전성 관리 PDA 인터페이스는 인프라 건전성 관리 포털을 PDA에 맞게 커스터마이징 한 것으로 작은 화면에서도 가독성이 좋도록 하였다.

3.1 계측데이터 획득모듈

계측 데이터 획득모듈(Sensor Data Collect Agent)은 도시 인프라 구조물(예를 들어 빌딩, 교량, 터널 등) 별로 설치되는 센서의 계측데이터를 획득하는 모듈이며, 획득된 계측데이터는 광섬유 센서군으로부터 통합계측데이터 획득모듈 전송한다. 계측데이터 획득모듈에서는 센서에 문제가 발생하는지 모니터링통한 센서장애관리와 센서의 데이터 전송 상태를 관리한다.

계측데이터 획득 모듈을 통해 센서의 데이터 수집뿐만 아니라 센서의 상태도 파악/수정하여 센서의 오작동을 미연에 방지하고자 하였다.



그림 2. 계측데이터 획득모듈

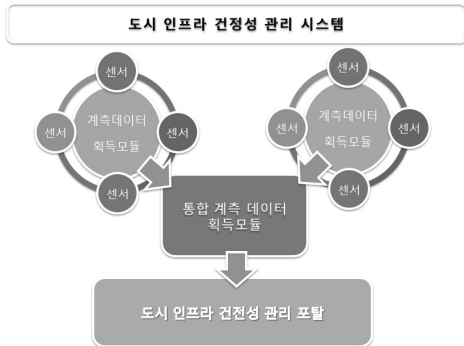


그림 3. 도시 인프라 구조물 건전성 모듈간 관계

3.2 통합계측데이터 획득모듈

통합 계측 데이터 획득모듈(Sensor Data Collect Manager)은 각 도시 인프라 구조물의 계측 데이터 획득모듈로부터 전송된 계측 데이터를 통합하여 수집하는 모듈이다. 통합 계측 데이터 획득모듈은 계측데이터 처리모듈과 도시인프라 구조물 해석 모듈로 이루어져 있는데, 이것들은 수집한 계측 데이터를 통해 구조물의 위험 여부를 판단하고 구조물 정보 발생에 사용되는 모듈이다.

3.3 도시 인프라 건전성 관리 포털

도시 인프라 건전성 관리 포털에서는 구조물을 등록/수정할 수 있고 각 구조물 정보를 열람할 수 있다. 또한 각 센서를 등록/수정하며 센서의 상세 정보도 제공한다. 센서 계측정보를 시간에 따른 그래프로 출력함으로써 실시간 센서 계측정보를 알아보기 쉽게 하며, 각 센서정보를 관리하는 기능을 갖는다. 센서 정보를 이용해 정보 발생도 이루어 질 수 있으며, 기존의 정보에 대한 이력과 정보 메시지를 관리할 수 있다.

도시 인프라 건전성 관리 포털에서는 도시 인프라 구조물 건전성 통합 모니터링 시스템의 모든 정보를 쉽게 확인 할 수 있는 웹페이지이다.

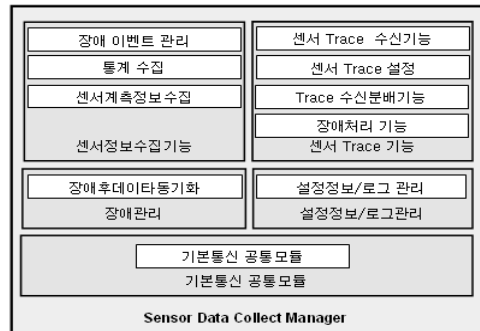


그림 4. 통합계측데이터 획득모듈



그림 5. 도시인프라 건전성 관리 포털

3.4 SMS 전송 모듈

본 연구진이 구축한 모바일 경보 시스템은 자체 CDMA 기기를 보유하고 직접 SMS를 보내는 방법이다.

연구에 사용된 CDMA기기는 M2MNET의 BSM-856 제품이다. BSM-856은 퀄컴의 MSM6050 칩을 채용하여 설계된 800MHz대역의 CDMA2000 1X용 모듈인 BCM-860S를 적용하여 개발된 외장형 모듈로, 본 기기는 최근 증가하고 있는 M2M(Mobile to Mobile, or Machine to Machine)기능의 요구를 수용하기 위하여 개발되었다.^[5-6]

임의의 시스템에 부가적 시스템으로서 장착하여 해당 시스템이 CDMA 무선망에 접속하여 음성 및 데이터 통신 기능을 갖도록 하는 무선 단말장치이다.^[10] 이러한 RS232 시리얼 통신을 하는 CDMA 장치를 이용하여 센서 데이터가 이상이 있을 경우 SMS를 보내도록 한다.

다음은 이상 징후를 발견하고 SMS를 전송 개략적인 알고리즘이다.

- Main

무한 반복을 통해 이상 징후 데이터베이스를 모니터링 하면서 이상 징후 이벤트가 발생한 경우 경고 메시지를 작성하고 전송하는 함수를 호출한다.

- Make Emergency Message

이상 징후 이벤트가 발생한 경우 경고 메시지를 만드는 메소드이다. 데이터베이스로부터 알람코드, 센서번호, 센서 위치 정보를 얻어 관리자에게 보낼 경고 메시지를 작성한다.

- Send Emergency Message

전 단계에서 작성한 경고 메시지를 전송하는 부분이다. 본 연구진이 사용한 CDMA 장비 BSM-856은 115200 Bit/sec 의 속도로 8 Databit, 패리티는 없고 정지비트는 1로 갖는 하드웨어 흐름제어의 시리얼 통신 장비이다. 시리얼포트를 본 속성대로 열고 전 단계에서 작성한 경고 메시지를 전송하게 된다.



그림 6. SMS 전송에 사용된 CDMA 장비

4. 연구결과

4.1 도시 인프라 건전성 관리 통합 포털

도시인프라 건전성 관리 통합 포털은 웹기반 통합관리 시스템으로 구축되며, 관리자가 인터넷이 가능한 곳에서 항상 감시 구조물에 대한 정보를 조회하도록 하는 기능을 제공한다. 통합포털 상의 관리자는 PC에서 인터넷을 통해 도시인프라 구조물들의 센서 계측 데이터 조회 및 센서이력을 조회할 수 있을 뿐만 아니라 도시 인프라 구조물 건전성 모니터링의 전체적인 데이터를 확인/수정할 수 있다.

도시 인프라 건전성 관리 통합 포털은 센서의 현황과 경보 관리를 위해 계측현황, 센서현황, 경보관리, 통계, 보고서, 기준정보, Admin 으로 구성된 큰 메뉴를 갖는다.

계측현황은 실시간 계측현황, 복합계측현황, 주기별 계측 현황이 있다.

구조물 이미지에서 센서를 선택하면 실시간 그래프가 아래와 같이 출력 된다.

복합계측현황은 변형율계 리스트와 각도계 리스트에서 센서 ID를 선택하면 기본적으로 연계센서가 선택된다.(센서 등록 시 연계센서를 설정 했을 경우 미 설정 시 리스트에서 연계센서가 보이지 않음). 한 화면에 3개의 센서까지만 표시 가능 하며 연계센서 체크를 해제하면 변형율계

- Main

```
Load JDBC Driver
Infinity loop // DB 모니터링 {
    Emergency Event Check
    if Emergency Event is Existed {
        Make Emergency Message
        Send Emergency Message    } }
```

- Make Emergency Message

```
Get ALM_CODE // 알람코드
Get SENSOR_ID // 센서번호
Get Emergency_Sensor_Location // 센서 위치
Make String
Convert String to HEX
```

- Send Emergency Message

```
Open SerialPort (115200, DATABITS_8, STOPBITS_1,
    PARITY_NONE)
Send Message
Insert History Database
Delete Emergency Database
```

그림 7. SMS 전송 알고리즘 구조

표 1. 건전성 관리 포털 메뉴

메뉴	설명
계측현황	
- 실시간계측현황	센서의 실시간 현황 모니터링
- 복합계측현황	여러 센서의 계측 현황 조합
- 주기별계측현황	시간별 계측 현황 모니터링
센서현황	
- 센서현황	구조물에 설치된 센서 현황 검색
- 센서배치도	구조물의 센서 설치 위치가 표시
경보관리	
- 경보관리	센서에 따른 경보리스트 검색
- 장애관리	센서/광케이블 장애 조치
- SMS통보자	경보 SMS 수신 사용자 리스트
- SMS발송이력	경보 SMS 수신 발송 이력조회
통 계	
- 센서별경보	센서별 경보 발생에 대한 발생을 및 조치율, 경보발생 순위 출력
- 센서별장애	센서별 장애 발생에 대한 발생을 및 조치율, 장애발생 순위 출력
- 경보통계	기간별, 센서종류별, 경보등급별, 경보조치별, 경보현황 조회
- 장애통계	기간별, 장애유형별, 장애조치별, 장애현황, 발생일자별 조회
기준정보	
- 구조물	기등록 된 구조물 상세보기 화면
- 구조물 구성	구조물 구성을 TREE구조로 확인
- 이미지	구조물에 필요한 사진, 도면 등록
- 디렉터	디렉터 설정, 추가, 수정, 삭제
- 센서	센서 설정, 추가, 수정, 삭제
- 구조도	구조물에 설치된 디렉터와 채널, 센서를 TREE 구조로 확인

와 각도계 그래프만 볼 수 있다.

연계센서란 변형율계와 각도계의 온도를 측정하는 온도 센서를 말한다. 별도의 온도 센서의 그래프를 보고 싶다면 실시간 계측현황에서 온도 센서를 선택 하면 된다.

이렇게 각 센서의 상태를 실시간으로 알 수 있고, 여러 센서를 하나의 그룹으로 상태를 확인할 수도 있다. 또한 시간을 기준으로 주기별 계측 현황도 확인할 수 있다.

구조물에 설치된 센서의 현황을 검색하는 센서현황 메뉴는 센서 현황과 센서 배치도의 세부 메뉴를 갖는다. 센서 설치 위치가 구조물 이미지 상에 나타나게 되고 센서 배치도 등을 확인할 수 있다.



그림 8. 구조물과 센서 위치도

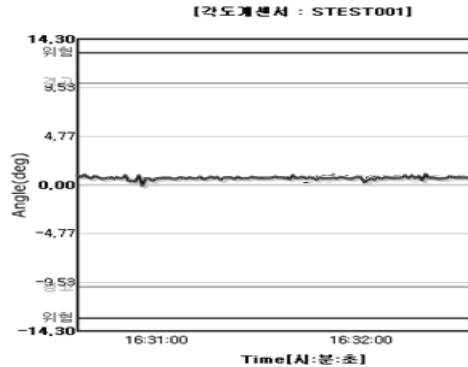


그림 9. 실시간 계측 현황

○ 경보조치현황				
NO	경보등급	SMS통보	장애발생일시	조치여부
1	위험	N	2010-04-27 14:42:14	Y
2	위험	N	2010-04-27 11:48:14	Y
3	위험	N	2010-04-27 11:47:25	Y
4	위험	Y	2010-04-23 08:28:12	Y
5	위험	Y	2010-04-23 08:26:17	Y
6	경고	Y	2010-04-19 15:54:51	Y
7	경고	Y	2010-04-12 14:06:23	Y
8	위험	Y	2010-04-07 14:38:59	Y
9	위험	Y	2010-04-02 17:22:40	Y
10	위험	Y	2010-04-02 16:20:36	Y

그림 10. 경보조치현황

경보 관리 메뉴에서는 경보관리, 장애관리, SMS 발송 이력 등의 세부메뉴로 구성되어 있다. 경보관리 메뉴에서는 센서에 따른 경보 리스트 검색이 가능하고, 센서에 다른 경보에 대한 조치, 미 조치를 확인 하고 미 조치 현황에 대해 조치를 취할 수 있다. 장애관리 페이지에서는 센서의 고장에 따른 장애나 광케이블의 장애로 인한 문제에 대한 리스트를 보여주고 조치버튼을 통해 장애에 대한 조치를 한다. 여기서 말하는 장애는 2가지가 존재하는데 센서장애와 네트워크 장애이다. 센서 장애는 센서 자체의 고장을 말하고 네트워크 장애는 네트워크 연결이 끊어짐을 의미한다. SMS 메뉴에서는 경보 SMS가 발송 된 목록을 확인할 수 있다. 경보조치현황 페이지를 통해 센서계

측 데이터가 언제 이상 징후가 발생하였고 조치가 이루어졌는지 확인할 수 있다. 이렇게 경보 관리도 쉽게 이루어진다.

도시인프라 건전성 관리 통합 포털은 통계 메뉴를 통해 센서별 경보, 센서별 장애, 경보 통계, 장애 통계를 가독성이 좋도록 표현하고 있다.

경보 현황 및 장애 현황 등을 Report로 확인 할 수 있는 보고서 메뉴가 있다.

기준 정보 메뉴는 구조물, 구조물 구성, 이미지, 디렉터, 센서, 구조도로 이루어진다. 구조물 메뉴는 기등록된 구조물의 상세보기 화면을 제공하고, 대표 이미지를 보여준다. 또한 이것을 수정하는 기능을 갖고 있다. 구조물 구성 메뉴는 구조물의 구성을 TREE구조로 볼 수 있다. 해당 TREE NODE를 클릭하면 해당 정보가 우측에 보여준다. 신규 구조물 구성을 등록할 수 있고, 수정, 삭제가 가능하다. 디렉터는 채널이 4개있으며 각 채널에는 센서가 약 100개 이상 연결이 가능하다. 디렉터를 등록 및 수정, 삭제할 수 있다. 디렉터 리스트에서 디렉터에 등록 된 채널 리스트가 하단에 보여 지며 채널을 신규 등록할 수 있으며 채널 삭제도 가능하다. 삭제 시 자신과 연결되어 있는 지식 정보까지 삭제 됨을 주의 해야 한다.

4.2 SMS를 통한 경보 시스템

센서가 얻은 데이터를 분석하여 이상 징후를 감지하면 관리자의 스마트폰으로 경고 문자 메시지를 위와 같이 보낸다. 경고 메시지에는 이상 징후가 발생한 구조물과 해당 구조물의 통합 모니터링 시스템 웹페이지 주소가 포함되어 있다. 경고 문자 메시지의 웹페이지 주소를 클릭하여 접속하게 되면 그림의 오른쪽과 같이 통합 모니터링



그림 11. 스마트폰 결과화면 예시

시스템의 웹페이지에 접속하게 된다.

이 처럼 모바일 기기에서도 타 조회 및 센서이력을 조회하는 기능 등을 제공 받음으로써 경보의 실시간적인 조치를 취할 수 있도록 하였다.

4.3 센서 정보와 센서 계산법

센서등록화면에서 센서종류에 따른 보여 주는 항목이 조금 다르다. 기본적으로 센서ID, 센서종류, 설치위치, 설치위치좌표, 구조물 구성, 계측항목, 계측범위, 고유값, 기본값(영점값), G/F,G/L, 디렉터, 채널 위험임계치, 경고임계치, 연계센서, 온도 기본값 등의 속성을 선택 및 입력 받는다.

각 센서별 센서 계산법은 다음과 같다.

- 변형율센서

S0 : 초기 값
 S1 : 실험할때의 파장 값
 T0 : 온도센서 초기 값
 T1 : 실험 할 때의 온도센서의 파장 값
 G.L: 센서길이 단위환산 : 0.000001

$$[(S1-S0)-(T1-T0)]*G/F = \mu\epsilon$$

$$[(S1-S0)-(T1-T0)]*G/F*G.L*단위환산 = mm$$

표 2. 센서 정보

센서정보	설명
센서ID	고유 식별 번호
센서종류	변형율계, 각도계, 온도계등의 센서 종류를 말함
설치위치	센서가 실제 설치된 물리적 위치
설치위치좌표	도면상 센서 설치위치 좌표
구조물구성	구조물을 구성하는 명칭
계측항목	계측하고자 하는 항목
계측범위	센서의 계측 최고점과 최저점
고유값	센서가 갖고 있는 고유값
G/F	센서 값을 환산하기 위한 계산보정값
G/L	센서길이 단위 환산값
디렉터	여러 개의 센서를 보유하는 채널 4개로 구성되어짐
채널	디렉터에 부속되어지며 100개이상의 센서를 보유할 수 있음
위험임계치	구조물 상태가 위험하다고 판별할 수치
경고임계치	구조물 상태가 경보단계라고 판별할 수치



그림 12. 도시 인프라 건전성 관리 포털 계측정보 페이지

- 각도센서

A0 : 초기값
 A1 : 각도센서 실험 할 때의 파장 값
 T0 : 각도센서의 내장 온도센서의 초기 값
 T1 : 각도센서 실험 할 때의 파장 값

$$[(A1-A0)-(T1-T0)]/G/F = \quad \circ$$

4.4 고내구성/고감도의 광섬유 센서의 개발

본 연구에서 적용하고자 하는 광섬유센서의 품질 및 성능은 기존의 전자식 혹은 전기식 저항센서와 비교하면 월등한 감도를 가지고 있다. 성능은 기존의 광섬유센서와 동등 혹은 그 이상으로 유지하면서, 센서 자체의 내구성 향상, 설치 및 유지보수의 편리성 등 장기적인 계측에 필요하도록 개발하였다.

또한 기율기 센서를 고층건물에 설치할 경우 건물의 고유진동에 의한 기율기센서가 동작될 수 있어, 내부에 브레이크오일을 채워 주기적이고 반복적인 미세진동에는 반응을 하지 않도록 하였다.

5. 결 론

우리나라는 창선대교(1992년), 성수대교(1994년), 삼풍백화점(1995년) 등의 대형 도시인프라 구조물 등의 붕괴와 관련한 안전사고 연속적으로 발생한 후, 도시의 시설물의 점검 및 진단을 의무화하는 특별법을 1995년에

170회 정기국회에서 제정되었다(시설물안전관리에관한 특별법). 공사비 절감, 공기단축 등을 위주로 건설된 과거 도시 구조물 등은 구조적 취약성이 있음에도 불구하고 유지관리 소홀 등으로 말미암아 크고 작은 구조물 관련 안전사고가 발생하여 왔다. 도시를 구성하는 구조물의 재해 및 재난을 예방하고, 공중의 안전확보 및 국민의 복리증진을 위해서 도시인프라 구조물의 점검 및 적절한 유지관리하는 구조물의 효율증진 뿐만 아니라 시대적 요구사항이다.

지금 전 세계는 도시인프라를 비롯하여, 송유관, 송신탑, 경계선 감시 등의 국가 기반시설에 대하여 건전성 모니터링 구축을 진행 중에 있다. 특히 일본의 총무성 자료에 의하면, 일본의 재해 및 재난방지 시스템은 지금까지의 단일 구조물별로 진행되었던 건전성 모니터링을 2010년을 목표로 통합시스템 구축으로 전환하고 있다.

이러한 상황에 더욱 정확하고 효율적인 도시 인프라 구조물의 건전성 모니터링을 위해 고내구성 및 고감도 광섬유센서를 개발/사용하고, 도시인프라 건전성 모니터링 시스템 개발하였다.

더 나아가 계측 데이터의 정확성과 센서의 성능에 관한 연구가 지속되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. 김기수, “광섬유 센서를 이용한 사회기반시설 구조물의 스마트 모니터링 기법”, 대한토목학회지, 55(4) pp. 81-91, 2007년 4월.

2. 김형승, 김민석, “산업용 무선 단문전송 프로그램(SMS) 개발에 관한 연구”, 정보및제어학회논문집 pp. 455-457, 2006년 10월.
3. 김진철, 김지호, 윤만식, 송호준, 이항범, “이동통신망의 SMS 방식을 이용한 변전기기 무선진단 시스템 개발”, 대한전기학회 하계학술대회 논문집 A pp. 259-261, 2003년 7월.
4. 김용표, 윤동한, “산업용 장비 네트워크를 위한 실시간 문자전송(SMS) 시스템”, 한국정보기술학회논문지, 4(3) pp. 49-53, 2006년 6월.
5. 정경호, 금유환, 이성준, 안광선, “단문 메시지 서비스를 이용한 모니터링 시스템”, 한국정보과학회 2002년도 봄 학술발표논문집, 29(1)(A), pp. 178-180, 2002년 4월.
6. 김진광, 최동출, 고진광, 배상현, “SMS와 PDA를 이용한 원격지 시스템 접속 구현 및 성능비교”, 한국정보과학회 영남지부, 한국정보과학회 영남지부 학술발표논문집 第12회 學術發表論文集 pp. 32-37, 2004년.
7. 서희석, 김운상, 김태경, “시뮬레이션 방법론을 적용한 구조물 안전검사 환경 구축”, 디지털산업정보학회 논문지, 3(3), pp. 1-10, 2007년.
8. 원지운, 서희석, “운전연습생을 위한 3D 그래픽을 적용한 운전면허 시뮬레이터의 설계”, 디지털산업정보학회 논문지, 5(2), pp. 29-37, 2009년.
9. 서희석, “RFID와 USN을 사용한 지능형 주차관리 시스템 구축”, 디지털산업정보학회 논문지, 5(3), pp. 1-8, 2009년.
10. <http://www.m2mnet.net>



주 승 환 (judeng@kut.ac.kr)

2009 한국기술교육대학교 인터넷미디어공학부 학사
 현재 한국기술교육대학교대학원 정보미디어공학부 석사 과정

관심분야 : 악성코드, 센서네트워크



서 희 석 (histone@kut.ac.kr)

2000 성균관대학교 산업공학과 학사
 2002 성균관대학교대학원 전기전자 및 컴퓨터공학과 석사
 2005 성균관대학교대학원 전기전자 및 컴퓨터공학과 석사
 2005~현재 한국기술교육대학교 컴퓨터공학부 조교수

관심분야 : 모델링&시뮬레이션, 네트워크보안, 보안 시뮬레이션, USN



이 승 재 (leeseung@kut.ac.kr)

1995 동경대학교 공학석사
 1998 동경대학교 공학박사
 1998 동경대학교 전임강사
 2003~현재 한국기술교육대학교 건축공학부 부교수

관심분야 : 건축구조해석



김 민 수 (lasarus@lsware.co.kr)

1996~1997 한라정보시스템 연구원
 2008~2009 12월 코다정보통신 선임연구원
 2002 성균관대학교 전기전자및컴퓨터공학과(공학석사)
 2002~2005 데이터게이트인터내셔널 연구소장
 2005~현재 엘에스웨어 주식회사 대표이사

관심분야 : 서버보안, 네트워크보안, 컴플라이언스, 저작권보호