

센서네트워크 기반 다중이용시설의 붕괴안전 모니터링 시스템 개발

Development of Monitoring System for Destruction Safety in Multiple-use Facilities based on Sensor Network

*이석철¹, #남승훈², 유권상³, 나호관⁴, 김형수⁵

*S. C. Lee¹, #S. H. Nahm(shnahm@kriss.re.kr)², K.S. Ryu³, H.J. Na⁴, C.S. Kim⁵

^{1,2,3} 한국표준과학연구원 재료측정표준센터, ⁴공주대학교 그린홈에너지기술연구소, ⁵부경대학교 IT융합응용공학과

Key words : Monitoring System, Sensor Network Application

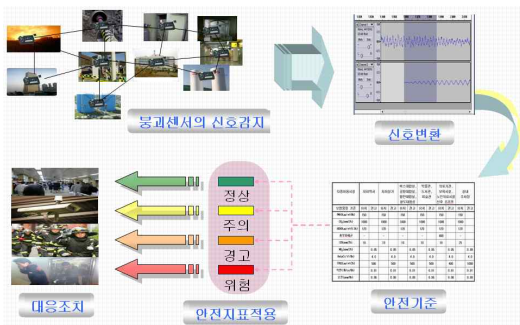
1. 서론

노후된 다중이용시설의 붕괴 사고는 연쇄복합적 재난으로 확대되는 경향이 있으며 조기에 예방/대응할 수 있는 기술개발이 시급하다. 기존의 모니터링의 형태는 방재대상물 현장실사를 통해 수집한 상황정보를 데이터센터로 전송하는 방식이었으나, 최근에는 대상물의 위험요소에 설치된 맞춤형 센서네트워크나 모바일 단말기를 통해 원격 수집된 상세 상황정보는 문자·음성의 국한된 정보가 아닌 복합신호, 사진, 동영상과 같은 멀티미디어 상황정보로 실시간 전송·축적·분석됨으로써 원격지의 관제센터에서 완벽한 상황의 구현이 가능한 기술 개발로 전환되고 있다. 다중이용시설이란 불특정다수인이 이용하는 시설로서 지하역사, 상가, 터미널, 도서관 등의 화재 발생시 인명피해가 발생할 우려가 높은 불특정 다수인이 출입하는 영업장소이다.

본 논문에서는 다중이용시설의 노후상태를 주기적으로 모니터링하고, 붕괴안전지수 및 지표를 산출하여 실시간 상태판단이 가능한 센서 네트워크 기반 다중이용시설물 안전성 평가 모니터링 시스템의 설계를 및 구현 내용을 기술한다.

2. 모니터링 시스템 개요

USN이란 각종 센서에서 수집한 정보를 무선으로 수집할 수 있도록 구성된 네트워크를 말하며 사람의 접근이 불가능한 취약 지구에 수백 개에서 많게는 수천 개 이상의 센서네트워크 노드(node)를 설치하여 현장을 감시할 수 있는 역할을 한다. 본 논문에서는 [그림 1]과 같이 붕괴안전을 위한 실시간 모니터링 시스템을 설계하였다.



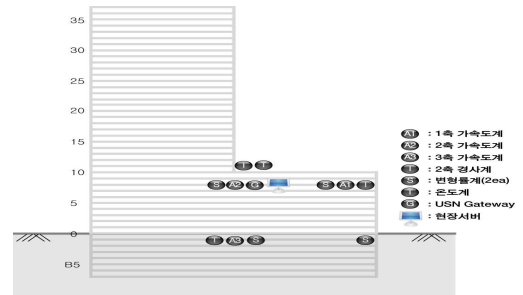
[그림 1] 전체 시스템 구성

본 논문에서 제안하는 모니터링 시스템은 각 측정요소별 계측기와 센서 네트워크에 의한 데이터 취득, 신호변환 및 보정(Calibration)에 의한 실제 물리량으로의 변환 및 분석, 분석된 자료에 의한 안전 기준의 판별과, 판별된 안전 기준에 의한 지표 산출 및 적용과 각 상황별 대응 조치가 가능하다.

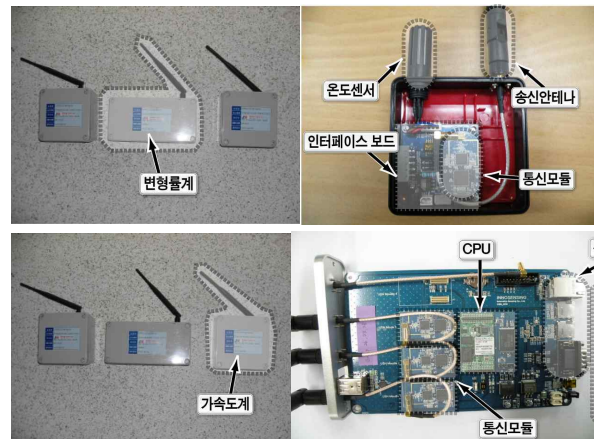
3. 계측 대상 설정 및 계측기 설치

본 논문에서는 붕괴안전을 위한 USN 기반 다중이용시설의 모니터링 시스템을 설계 및 구현하는데 있어서, 대상 구조물로서 다음 그림과 같이 서울시 구로동에 위치한 지하 7층, 지상 36층의 현대파크빌로 선정하였다. 지하2~7층은 지하주차장, 지하1층~

지상9층은 상가 및 오피스 200여실, 지상10~36층은 104가구의 아파트로 구성된 고층 주상복합건물이다. 지상 10층부터의 상부층은 하부층에 비해 바닥면적이 줄어드는 철근콘크리트 구조이다. 또한 모니터링을 위해서 가속도, 변형율, 구조물 기울기, 온도/습도 센서를 설치하였다. [그림 2]는 모니터링 시스템을 위한 센서 부착 위치를 나타낸다.



[그림 2] 센서 부착 위치

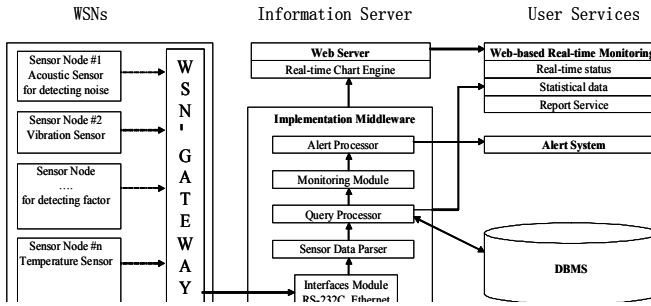


[그림 3] 설치 계측기 - 변형률계, 온습도계, 가속도계, 게이트웨이

4. 모니터링 시스템 설계 및 구현

본 논문에서 소개하는 다중이용시설 붕괴 모니터링 시스템은 현장에 설치된 가속도계, 변형률계, 온도계, 습도계 등의 센서 값을 실시간으로 모니터링 할 수 있게 해주며, 이전 계측 이력 분석 기능을 포함한 종합 모니터링 시스템이다.

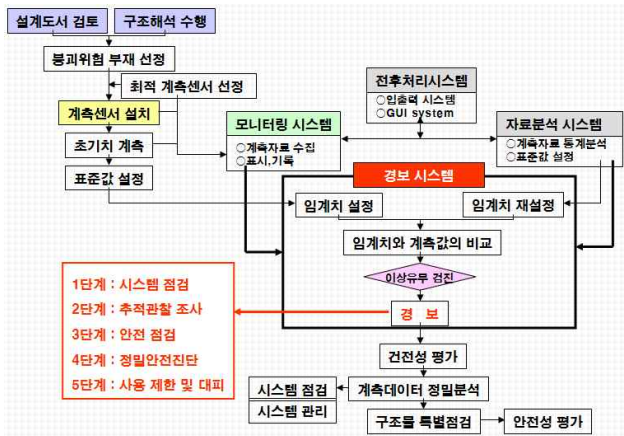
모니터링 시스템은 서버 프로그램과 클라이언트 프로그램으로 구성된다. 두 프로그램은 기본적으로 동일한 기능을 제공한다. 서버 프로그램은 현장의 서버컴퓨터에 설치되며, 센서와 직접적으로 통신을 수행하고 데이터베이스를 관리한다. 클라이언트 프로그램은 네트워크를 통하여 서버 프로그램으로부터 전송된 데이터를 모니터링 할 수 있다. 모니터링 시스템은 [그림 4]과 같이 각 계측기와 무선 센서 네트워크를 결합한 계측 장비가 주기적으로 데이터를 수집하여 무선 게이트웨이로 전송하고, 무선 게이트웨이는 Information Server로 데이터를 전송한다. Information Server는 미들웨어와 웹 서버로 구성되며, 미들웨어는



[그림 4] 블록 다이어그램 - 모니터링 시스템

인터페이스 모듈, DBMS와 연동되는 쿼리 모듈, 계측 데이터를 실제 물리량으로 변환하고, 안전지수 및 지표 산출을 수행하는 모니터링 모듈, 마지막으로 위험 안전 기준에 의한 경고 메시지 송출을 위한 경고 모듈로 구성된다.

또한 본 논문에서 제안한 붕괴 안전 계측을 위한 안전 평가 시스템의 흐름은 [그림 5]와 같으며, 지반 및 구조물의 설계도서와 구조해석을 바탕으로 산출된 붕괴 예상 후보지점을 중심으로 해당 물리량에 적합한 최적 계측 센서를 선정한다. 그 후, 모니터링 시스템에서는 센서 네트워크에서 전송된 계측자료를 표시, 기록하며, 자료 분석 시스템에 의해 계측자료의 통계 분석과 표준 값을 설정한다.



[그림 5] 붕괴안전평가 흐름도

5. 구현 결과

본 논문에서 소개하는 다중이용시설 붕괴안전 모니터링 시스템은 [그림 6]과 같은 사용자 인터페이스를 지원하는 프로그램으로 구현되었다. [그림 6]의 좌측 그림은 전체 모니터링 현황을 나타내며, ①은 설치된 센서의 리스트, ②는 센서의 개략적인 정보, ③은 설치된 위치를 나타낸다. ②항에서 해당 센서를 더블 클릭하면, 우측 그림과 같이 세부정보가 출력되며, 현재 센서의 운용 세부정보 및 그래프로 출력이 가능하다.



[그림 6] 모니터링 소프트웨어 - 메인

[그림 7]은 계측된 데이터의 세부 정보를 출력하는 화면으로 센서의 그룹 ID, 노드 ID, 센서의 이름, 계측값, 데이터의 상한/하한

한, 그리고 계측 시간과 같은 세부정보를 나타낸다. 이 모듈에서 실제 데이터의 DBMS로의 저장과 웹 서비스 호출을 담당하며, 계측 이력과 센서의 노드 현황, 안전 지수/지표에 의한 상황관리 기능과 알람 이력 등을 조회할 수 있다.



[그림 7] 센서 및 계측기에 의한 정보 도출

6. 결론

본 논문에서는 다중이용시설의 붕괴안전을 위한 USN 기반의 실시간 모니터링 시스템을 설계 및 구현한 내용을 기술하였다. 기존의 USN 기반의 자동화 계측 시스템은 지속적인 연구를 통해 많은 발전이 있었으나, 안전 지수 및 지표 산출에 의한 정확한 안전관리가 수반된 형태는 개발되지 못하였다. 본 논문에서는 기존 USN기반의 모니터링 시스템과 비교하여 계측기의 데이터를 실제 물리량으로 변환하여 각 관리기준치에 의한 정량적인 안전 기준을 설정하고, 안전 기준에 따른 정성적인 안전 지표를 적용하여, 실제 안전의 유무를 판별한다는 차이점이 있다.

후기

이 논문은 2008년도 정부(소방방재청)의 재원으로 안전기술 개발사업단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2008-00624)

참고문헌

1. Hong-Nan Li, Dong-Sheng Li, Gang-Bing Song, "Review Article: Recent Applications of Fiber Optic Sensors to Health Monitoring in Civil Engineering", Engineering Structures, 26, 1647-1657, 2004.
2. Park, S., Ahmad, S., Yun, C.-B., and Roh, Y., "Multiple Crack Detection of Concrete Structures Using Impedance-based Structural Health Monitoring Techniques", Experimental Mechanics, 46, 609-618., 2006.
3. Park, S., Yun, C.-B., and Inman, D. J., "Wireless structural health monitoring using an active sensing node", International Journal of Steel Structures, 6, 5, 361-368. 2006.
4. 이석철, 김창수, 정신일, 황현숙, 정수환, 김명호, "USN기반의 지하철 환경상태 모니터링 시스템 구현," 한국멀티미디어학회 춘계 학술대회 발표집, 2005.
5. 이기욱, 성장규, "유비쿼터스 센서 네트워크 기반의 상황 정보 모니터링 시스템 구현," 한국컴퓨터정보학회논문지, 제11권, 제5호, 2006.