

CNT 센서를 이용한 IoT 기반 구조물 건전성 모니터링 시스템 개발

Development of IoT-based Structural Health Monitoring System using CNT Sensors

남상혁* 김성곤** 심목경*** 김도형****
 Nam, Sang-Hyeok Kim, Seong Gon Sim, Mok Jeong Kim, Dohyeong

요약

최근 구조물 유지관리 기술은 비용 및 관리 측면에서 무선 통신을 활용한 원격 모니터링 시스템으로 전환되는 추세이며, 탄소나노튜브와 같은 다양한 형태와 기능을 갖는 복합 재료 센서가 활용되고 있다. 본 연구에서는 탄소나노튜브 복합 센서와 IoT 기반 실시간 스마트 모니터링 시스템의 프로토타입을 제작하여 그 성능을 검증하였다. 이와 같은 새로운 개념의 구조물 건전성 모니터링 시스템을 통해 구조물 유지관리 분야를 포함하여 향후 재난 및 사고 징후 예측 기술과 같은 다양한 분야로의 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

키워드 : 탄소나노튜브 센서, 사물인터넷, 모니터링시스템 / Keywords : CNT Sensor, IoT, Monitoring System

본 연구에서는 탄소나노튜브(Carbon Nano Tube; CNT) 복합체를 이용한 센서로부터 계측된 데이터를 Arduino와 Raspberry Pi와 같은 IoT 장치를 활용하여 취득할 수 있도록 하는 하드웨어 시스템을 구축하고, 이를 통해 구조물의 거동을 확인할 수 있도록 하는 구조물 건전성 모니터링 시스템 소프트웨어를 개발하였다.

센서가 부착된 부재 표면의 변형에 따라 저항이 변화하는 탄소나노튜브의 전기전도 특성을 활용한 CNT 센서를 통해 읽혀지는 저항값은 부채 표면의 변형뿐 아니라 주변의 온도 및 습도의 영향을 받으므로 해당 센서 주변 온도 및 습도 변화에 따른 저항 변화 특성을 고려하여 구조물의 변형률을 측정할 수 있도록 해야 한다. CNT 센서 계측 모니터링 시스템의 하드웨어는 센서부, 계측부, 판단부, 통신부로 이루어지며 센서로부터 취득된 계측 데이터는 Arduino를 통해 분석 및 가공되어 Raspberry Pi 모듈의 무선통신을 통해 모니터링 시스템 DB에 실시간으로 전송된다. 이와 같은 하드웨어와 더불어 CNT 센서 모니터링 시스템 소프트웨어는 하드웨어 시스템의 동작 구현, CNT 센서를 통해 수집된 계측 정보(저항, 온도, 습도)를 통한 변형률 계산, 변형률의 변화에 따라 발생하는 이벤트 처리 등을 시각적 표현하는 대시 보드를 포함하도록 제작되었다. 본 소프트웨어는 웹 시스템을 기반으로 대시 보드를 통해 구동 및 제어는 물론 실시간 모니터링이 가능하도록 개발되었으며, 모바일 애플리케이션을 통해 현장에서 센서 노드와의 직접 연결을 통한 센서 관리 및 DB 기반 모니터링 정보도 간단하게 확인할 수 있다.

하드웨어 시스템 및 변형률 측정 알고리즘 검증을 위해

약 1,500여 회의 테스트를 수행하였고 이때, 계측 오차는 0.03% 정도로 나타났다. 또한, 소형 콘크리트 시편에 CNT 센서를 부착하여 본 연구에서 개발된 모니터링 시스템의 파일럿 테스트를 통해 하드웨어 구동 안정성, 데이터 송수신 시 데이터 무결성 및 모니터링 시스템의 이벤트 처리 및 가시성 등을 확인하였다.

탄소나노소재를 이용한 최선의 CNT 센서 기술과 IoT 기술을 융합하여 제작된 CNT 센서 데이터 모니터링 시스템은 구조물 유지관리 분야에서 경제성 및 업무 효율성 확보를 통해 유용하게 활용될 수 있을 것으로 판단되며, 실시간으로 관리되는 데이터를 활용하여 사고 징후 예측과 같은 기술로의 확장 또한 기대된다.

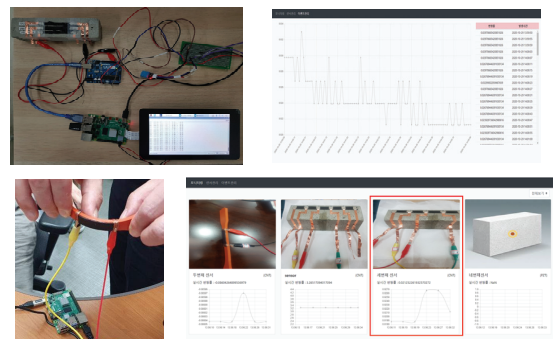


Fig.1 CNT 센서 데이터 모니터링 시스템 파일럿 테스트

참고문헌

1. 남상혁, 김성곤 “탄소나노튜브 센서 데이터 모니터링을 위한 스마트 IoT 시스템 설계” 한국구조물진단유지관리공학회 학술발표회 논문집, p.159, 2020

* ㈜이엔지소프트 대표, 교신저자

** ㈜이엔지소프트 대표

*** ㈜이엔지소프트 부장

**** ㈜이엔지소프트 차장

본 연구는 국토교통부 국토교통기술촉진연구사업(과제번호: 21CTAP-C151808-03)의 연구비 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.