진동 및 소음 센서 데이터 기반의 다중 철도 주변감지 실시간 관리 및 운용시스템 설계

오염덕O
O한국교통대학교 소프트웨어전공
e-mail: rdoh@ut.ac.krO

The Design of Realtime Management System to support the Railway Multi-View Detection based on Vibration and Noise Sensor Data

Ryumduck OhO
ODept. of Software Science, Korea National University of Transportation

● 요 약 ●

철도의 고속화 및 수송력 증대로 인하여 철도 터널 및 주변 환경에서 발생하는 소음 및 진동 공해는 커다란 사회문제로 대두되고 있으며, 도시의 고층화로 인해 차단벽을 이용한 방음 기술의 한계와 철도 차량의 고속, 경량화 추세로 인한 소음. 진동, 위험상황으로 인한 문제는 지속적으로 발생하고 있다.

본 논문에서는 IoT 기술을 결합한 안정성을 보장하는 IT 기반기술의 위험상황 감지, 철도 소음진동 분석, 모니터링 및 제어할 수 있는 시스템을 설계하고, 철도 인근지역 주민 또는 유관기관에 소음진동 수치에 따른 적합한 대응 시스템을 제공할 수 있는 IoT 기술 제어 분석 및 안정화 서비스 시스템을 설계하였다.

키워드: 철도(railway), 센서(sensor), 진동(vibration), 탐지(detection), 모니터링(monitoring)

I. 서론

현대사회는 전 세계적으로 인터넷 보급률이 매우 높은 상황에서 많은 사용자들이 인터넷을 활용하고 있다. 또한, 철도의 고속화 및 수송력 증대로 인하여 철도 터널 및 철도 주변에 주거하는 주민들이 소음 및 진동으로 인한 공해는 커다란 사회 문제로 대두되고 있다. 도시의 고층화로 인해 방음벽을 이용한 방음 기술의 한계와 차량의 고속, 경량화 추세로 인한 철도의 소음. 진동 문제는 지속적으로 문제가 발생하고 있는 실정이다.

철도 시설준공 30년 이상 철도교량·터널 10공 중 4곳 노후화가 '심각'할 정도로 문제가 발생한다. [1] 전국의 철도교량과 철도터널 4,266곳 중 사용연수가 30년 넘은 곳은 1,614곳, 37.8%에 달했으며, 30년 이상 된 철도교량은 1,317개, 철도터널은 297개로 각각 전체의 38.3%와 35.7%를 기록했다. 노후 교량은 경부선(246곳)이, 노후 터널은 중앙선(55개)이 가장 많았다. [1]

유럽의 DESTination RAIL프로젝트는 유럽의 철도관련 인프라 시설물에서 발생하는 수많은 문제점을 해결하기 위해 50.6억원 규모로 '15년~'18년에 수행 : 문제발견, 분석, 분류, 보수, 기술 통합 및 보급 관리로 총 6개의 업무계획을 통해 철도시설물의 유지보수를 수행하고 있다. [2] 철도 운행(철도 터널, 교각, 도시진입 등)에 따른 진동, 소음의 정도가 주변 도시환경에 미치는 피해가 매우 극심함. 도시의 고층화로 인해 방음벽을 이용한 방음기술은 한계가 있으며, 지속적인 민원이 제기 되고 있다..

본 논문에서는 철도터널, 교량, 주거지역 및 상업지역의 철도 소음진동 수치를 실시간으로 센싱 및 분석할 수 있는 IoT 기술 기반의 철도 소음-진동-위험상황 감지 시스템을 개발하기 위한 통합 운용 시스템을 설계하였다.

II. 다중 철도 주변 감지 통합 및 분석 시스템의 구성

2.1 철도 진동, 소음의 원인과 유형

2008년의 경우 소음 진동관련 민원은 전국에서 총 44,784건으로 매년 20%씩 증가하는 추세이며, 대다수가 공사장 소음 등 생활소음이나, 교통관련 민원도 무시 못 할 부 분을 차지하고 있다. Table 1은 철도 노선별 교량, 터널 등의 구조물 현황을 표현하였다.[3]

Table 1. 노선별 교량, 터널, 옹벽 구조물 현황(2018)

분류	교량 개소	교량 연장(m)	옹벽 개소	옹벽 연장(m)	터널 개소	터널 연장(m)
합계	3,069	373,440	5,944	675,377	782	618,054

철도가 대중교통수단으로 자리를 잡으면서, 철도인근 주변에 많은 아파트 단지가 조성되어 점차 철도 소음/진동에 대한 민원이 증가하고 있어, 철도에 대한 소음/진동을 저감하기 위한 기술이 요구되고 있다. 철도 노선 개량 및 신규 노선 증가로 인한 교량 및 터널 개수 증가로 붕괴 사고 위험 함께 증가하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 진동, 소음, 위험상황의 원인이 되는 구성요소를 크게 4가지 유형인 주거지역, 철도교량, 철도터널, 철도건널목으로 분류하고, 각 상황에 맞게 통합 시스템을 설계하였다.

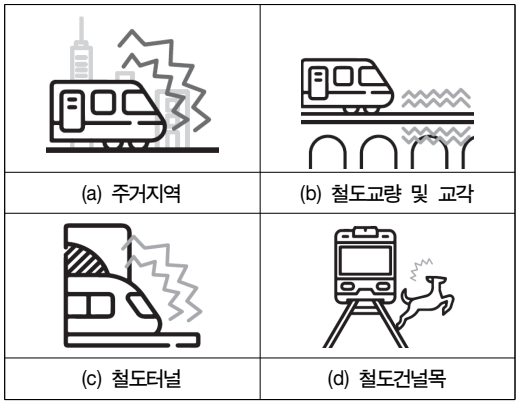

Fig. 1. 철도 주변발생 진동/소음 등 구성요소들

2.2 철도 통합 시스템 운용 및 분석 시스템 설계

본 연구에서 제안하는 Fig. 2의 통합시스템은 크게 3단계로 구성하여 설계하였다. 1단계에서는 소음, 진동, 위험상황을 측정하기 위한 목적의 철도 주변에서 발생하는 센싱 스트림 데이터를 실시간으로 측정하기 위해 복합센서 및 모듈을 설계하고 구축하여 센서 간의 자료전송을 최적화시킬 수 있는 인-네트워크(In-Network) 모듈의 개발할 예정이다. 2단계에서는 센싱된 자료들을 상황에 맞게 분류하고 상황별 패턴들을 탐지하고 분석하여 데이터의 정확도를 높이고 향후 상황들을 예측할 수 있는 A.I 패턴 분석 및 IoT 플랫폼을 개발할 예정이다. 3단계에서는 데이터 처리 및 연계에 따른 시스템별 분석과 각종 소음의 유형, 방향성 및 원인 등을 분석할 수 있도록 시스템을 개발하여 데이터 특성에 따라 관련 분석 정보들을 웹, 앱 디바이스들 통해 제공할 수 있도록 설계하였다.

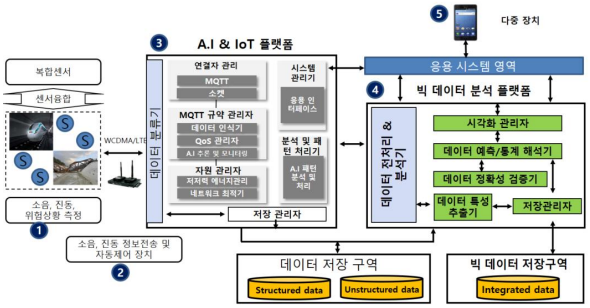

Fig. 2. 통합 운용 및 분석 시스템 구성

III. 결론

사회적으로 치명적인 결과를 초래할 수 있는 안전필수 시스템의 오동작 및 고장을 예방하기 위한 기술의 중요성이 매우 증대되고 있으며, 안전필수 분야에 IoT 기술을 융합시킴으로서 더욱 많은 정보를 실시간으로 획득 및 분석하여 안전필수 시스템의 신뢰성을 향상시킬 수 있도록 지원한다. 본 논문에서는 IoT 기술을 결합한 안정성을 보장하는 IT 기반기술의 위험상황 감지, 철도 소음진동 분석, 모니터링 및 제어할 수 있는 시스템을 설계하고, 철도 인근지역 주민 또는 유관기관에 소음진동 수치에 따른 적합한 대응 시스템을 제공할 수 있는 IoT 기술 제어 분석 및 안정화 서비스 시스템을 설계하였다.

ACKNOWLEDGMENT

2020년 한국교통대학교 지원을 받아 수행하였음.

REFERENCES

[1] 국통교통부, 2018년도 일반철도에 대한 노선별 교량, 터널, 옹벽 구조물 현황을 분석할 수 있는 지표, 국토교통부 철도통계 KRiC http://www.kric.go.kr/jsp /industry/rss/installlineList .jsp?q_fdate=2018

[2] 국토일보, “준공 30년 이상 철도교량·터널 10공 중 4곳 노후화”, 국토일보(http://www.ikld.kr), 2019.10.04. https://www.ikld.kr/news/articleView.html?idxno=208882

[3] DESTination RAIL 프로젝트, http://www.destinationrail.eu/