

철도주변 주거지역 위험요소 분류와 피해 예방을 위한 데이터 감지 시스템 설계

한상현*, 오염덕^o

*한국교통대학교 소프트웨어전공,

^o한국교통대학교 소프트웨어전공

e-mail: hshf123@naver.com*, rdoh@ut.ac.kr^o

Design of the Data Detection System to classify Risk Factors and to prevent Damage in Residential Areas on Railway

Sanghyun Han*, Ryumduck Oh^o

*Dept. of Software, Korea National University of Transportation,

^oDept. of Software, Korea National University of Transportation

● 요약 ●

본 논문에서는 열차의 운행으로 인한 철도 주변 주거지역에서 다양한 유형의 위험요소를 파악하고 분석하기 위한 시스템 운영방안을 제안한다. 위험 요소를 파악하고, 특정 위치의 필요한 센서를 부착하여 데이터를 수집 및 처리하고 패턴을 분석하여 사용자에게 필요한 정보를 제공함으로써, 철도 주변 주거지역에 어떠한 피해가 있는지 알 수 있고, 그에 적합한 적용방안을 마련하고, 시스템 제어를 위한 애플리케이션과 연동하여 사용자에게 더 나은 편의성을 제공할 수 있다.

키워드: Railway, Arduino, Sensor, Application, Residential area

I. Introduction

열차의 운행에 있어 발생하는 소음과 진동, 그리고 소음과 진동으로 발생하는 피해는 철도 주변 주거지역 인구에게 위험요소로 작용할 수 있다. 따라서 열차의 운행으로 발생하는 1차적인 위험 요인 뿐 아니라, 1차적인 요인으로 발생하는 2차적인 위험 요인에 대해서도 대응할 필요성이 있다. 즉, 소리와 진동같은 1차적인 요인으로 발생하는 2차적인 위험 요인을 분석하는 것은 사람에게 영향을 미치는 사고를 막는 대응책이 될 수 있다.

본 논문에서는 열차의 운행으로 인한 철도 주변 주거지역에서의 위험 요소를 관리하기 전, 1차적인 위험요소를 선정한다. 그리고 통계적인 자료를 근거로 2차 피해를 선정한다. 1, 2차로 선정된 요인들의 위험 수치 기준을 잡기 위해 기차 모형에 아두이노 센서들을 부착하여, 감지된 값을 지속적으로 제공 받고, 제공 받은 데이터를 토대로 위험요인에 대한 기준을 선정하였다.

II. Related works

우리나라에서 철도를 운행하면서 생기는 소음, 진동에 대한 기준은 외국과 비교하여 완화된 편이다. 이런 문제를 개선하기 위한 연구가 있으며[1]. 추가적으로, 미세먼지에 대한 관심이 높아지면서,

지하역사와 같은 밀폐된 공간에서의 분진을 정화시키기 위한 연구 또한 진행되었다.[2] 또한 지하역사와 같은 밀폐공간이 아닌 곳을 달리는 국내 다중기관차의 매연 배출 저감에 대한 연구 또한 진행 되었는데[3], 주거지역 같은 경우 밀폐공간이 아니며, 최근에는 열차 운행으로 인한 분진으로 피해를 입은 농가에 배상을 결정하는 사례까지 나오게 되었다.

이에 본 논문에서는 주거지역에 직접적인 피해를 미치는 소음, 진동과 간접적으로 2차 피해를 입힐 수 있는 매연, 분진에 대한 기준을 고려하여 운영가능한 시스템을 설계하였다.

III. Design of Data Detection System

1. 기준 설정

열차에서 발생하는 소음과 진동은 한도는 법률로 지정되어 있는데, 주거지역과 상업지역의 한도가 다르다 보니 상업지역과 주거지역이 같이 있는 경우 상업지역으로 기준이 선정되면 주거지역 인구는 피해를 입을 수 밖에 없다.

Table 1은 소음, 진동관리법 26조에 의거한 철도의 소음과 진동의 한도이다.

Table 1. Railway noise standards

대상지역	구분		한도	
			주간 (06:00 ~22:00)	야간 (22:00 ~06:00)
① 주거지역 ② 녹지지역 ③ 관리지역 중 취락지구 및 관광·휴양개발진흥지구 ④ 자연환경보전지역 ⑤ 학교·병원·공공도서관 및 입소규모 100명 이상의 노인의료복지시설·영유아보육시설의 부지 경계선으로부터 50미터 이내 지역	소음	철도	70	60
	진동	철도	65	60
① 상업지역 ② 공업지역 ③ 농림지역 ④ 생산관리지역 및 관리지역 중 산업·유통개발진흥지구 ⑤ 미고시지역	소음	철도	75	65
	진동	철도	70	65

단위 : 소리 (LeqdB(A)), 진동 (dB(V))

상업지역의 한도는 주거지역의 한도보다 5dB정도 높게 지정되어있다. 따라서 상업지역이 존재하는 주거지역의 소음 정도는 그렇지 않은 곳보다 평균적으로 높을 것이고, 상업지역의 한도를 넘지 않았어도 주거지역의 한도보다 높으면 위험상황이라고 분류할 필요성이 있다.

15년도 CAPSS기준 비도로 부문 미세먼지 배출량을 보면 철도차량의 미세먼지 배출량은 전체의 2%이지만 1012톤이라는 많은 양을 배출하기 때문에, 이에 대한 관리는 필요한 상태이다. 2017년 처음으로 농가에 배상하는 판결이 나오으로써 간접적으로 피해를 입힐 수 있다는 것이 보여졌고, 2019년도부터 대기환경보전법이 개정되면서 배출기준이 신설 되었다.

경유철도차량 대기오염물질 배출허용기준은 Table 2와 같다.

Table 2. Standards for allowing air pollutants to be discharged from diesel rail vehicles

단위 : g/kWh

일산화탄소	탄화수소	질소산화물	입자성물질	측정 방법
3.5이하	0.4이하	7.4이하	0.2이하	NRSC 모드

* NRSC: Non-Road Steady Cycle로서 비도로장비에 적용되는 배출가스 시험모드를 의미

배출량을 센서로 측정하고, 그날의 대기상태와 온, 습도 등 배출되는 물질이 대기로 확산되는 속도를 고려하여 주거지역 인구나 주변 농가에 피해를 미칠 수 있는지에 대한 조사도 필요할 것으로 보인다. 뿐만 아니라, 배출량을 통해 운행중인 열차가 매연저감장치 등이 필요한 노후차량인지 판단하는데도 사용할 수 있을 것이다.

2. 시스템 설계

스트림 데이터 센싱을 위해 실제 적용한 주거지역 환경과 레일 모형은 Fig. 1과 같다.



Fig. 1. Railway상 주거지역에서의 센싱데이터 처리

철도 모형은 HO Scale을 사용하였으며, 주거 환경 주변 철도에 소음 센서, 진동 센서, 미세먼지 센서, 초음파 센서를 부착하여 소음 및 진동, 미세먼지양, 열차와의 거리를 측정할 수 있도록 한다. 모형 열차는 DCC컨트롤러를 통해 경적 소음을 발생시킬 수 있으며 이를 소음이 발생한 상황이라고 가정하였다. 2차적인 피해로 지정한 매연 분진으로 인한 피해에서 추가적인 온도, 습도 등 확산속도는 실제 환경과 차이가 있기 때문에 제외하고 임의로 발생시킨 먼지를 읽어들이고 임의로 지정한 기준으로 위험상황을 판단한다. 초음파센서를 통해 열차와의 거리를 파악하고 거리에 따른 각 데이터들의 변화도 관찰한다.

진동, 소음, 위험상황 감지를 위한 센서로부터 실시간 으로 스트림 데이터를 센싱하고 처리하기 위한 절차는 Fig. 2와 같다.

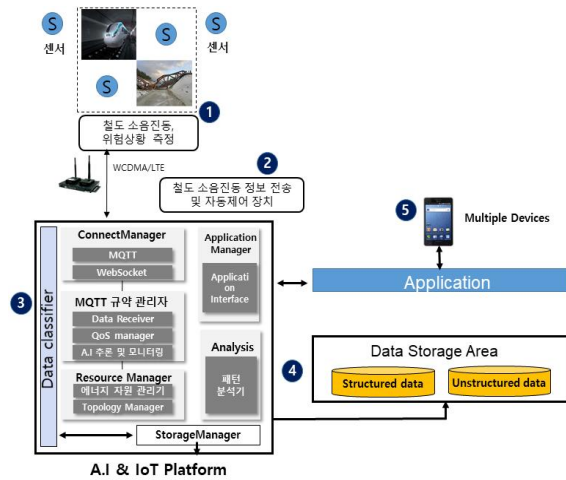


Fig. 2. Railway 상에서 센싱처리를 위한 전체 시스템 구성

선정된 기준을 통해 데이터를 처리하는 방법은 다음과 같다. 철도 주변에 설치된 센서를 통해 소음, 진동 및 미세먼지 센서를 통해

감지하고, 유, 무선 환경을 통해 데이터 처리 플랫폼과 연결된다. 그리고, ConnectManager를 통해 플랫폼내의 분류기와 연결되고, Analysis 등의 모듈을 통해 패킷을 분석하는 등 데이터 분류를 위한 작업을 진행한다. 데이터 처리 이전값, 이후값 모두 데이터베이스에 저장되고, 사용자 어플리케이션과 연계, 어플리케이션은 위험 데이터 인지 확인하고 사용자에게 필요한 정보를 제공하게 된다.

3. 센싱 및 데이터 처리단계

아두이노 센서들로부터 얻은 데이터들은 오라클 데이터베이스에 저장되어 처리된다. 여기서 데이터를 손실 없이 처리하기 위해 각 센서당 여러개의 테이블을 생성하며, 데이터의 원본 테이블, 스트림 데이터를 필드로 하여 통합된 테이블, 통합된 테이블에서 발생한 문제에 대한 정보 이렇게 3가지 형태로 구성된다.

데이터 처리 단계는 Fig. 3과 같다.

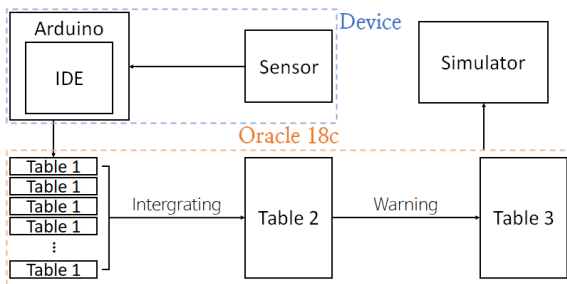


Fig. 3. 데이터 처리 절차

아두이노 센서를 통해 각 테이블에 값이 저장되면, 시뮬레이터를 통해 다음과 같은 순서로 데이터가 처리되게 된다. Table1에 처음 센싱된 값들이 저장되고, 이를 통합해서 Table2에 저장한다. 여기서 위험기준을 넘은 데이터들은 따로 Table3에 저장된다. 그리고 웹 브라우저 상에는 Table2의 정상범위 값과, Table3의 값이 출력되어 정상인지, 아니면 위험이 발생했는지 출력하게 된다.

Sensor ID	Noise (dB)	Vibration (VdB)	Status	Notice
1	65	70	Good	Done
2	65	65	Good	Done
3	67	91	Bad	Warning Vibration

Fig. 4. 센서 감지 데이터 표시

Fig. 4.를 보면 센서의 ID, 소음의 정도, 진동을 나타내고 그에 따라 값이 정상 범위인지 위험범위 인지 표시되고, 위험 범위이면 Notice를 통해 어떠한 위험이 발생했는지 나타내게 된다. 실시간으로 데이터를 처리하기위해 비동기 형식으로 구성되어 있으며, 계속해서 웹 소켓을 통해 데이터베이스를 새로 조회하기 때문에 사용자는 브라우저를 통해 실시간 정보를 확인할 수 있다.

IV. Conclusions

본 논문에서는 열차모형과 아두이노 센서를 통해 얻은 데이터를 저장하고, 분류하는 시스템을 통해 사용자에게 위험인자에 대한 정보를 제공할 수 있게 되었다. 단순히 위험을 알리는 행동에서 마무리 되는 것이 아니라 위험에 대한 대응을 하는 행동적인 방향으로 이어진다면 사용자에게는 더 나은 안전함과, 편리성을 제공할 수 있을 것이며, 또 다른 측면으로 수집한 데이터는 소음, 매연의 위험성을 파악하거나 실제환경을 기준으로 하여 만든 새로운 기준을 만들기 위한 지표가 될 수도 있을 것이다.

ACKNOWLEDGEMENT

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2020R1A2C1101867).

REFERENCES

- [1] HyungJoon Chun, JinHee Son, TaeRyang Choung, Youngmin Park, Seo il Chang. "Compare the rail noise on land use", 2013
- [2] Joong-Goo Kang, Chang-Heon Shin, Sung-Joon Bae, Soon-Bark Kwon, Se-Yong Kim, Seok-Yoon Han. "Pre-study for the improvement of air filtration performance in the air handling unit of subway station", 2008
- [3] Cho, Young Min Park, Duck Shin Kwon, Soon Bark Lim, In Gwon. "Study on the Establishment of Reduction Goals for Air Pollutants Emissions from Diesel Locomotives in Korea by Comparison with Emission Regulation in United States ", 2005