

# 멀티센서환경에서 스트림데이터를 처리하는 실시간 철도데이터운영시스템 개발

박혜리\*, 정수빈\*, 오엽덕<sup>o</sup>

\*한국교통대학교 소프트웨어전공,

<sup>o</sup>한국교통대학교 소프트웨어전공

e-mail: hyeri9918as@gmail.com\*, tnqls1790@a.ut.ac.kr\*, rdoh@ut.ac.kr(교신저자)<sup>o</sup>

## The Realtime Railway Data Control System to process Stream Data in Multi Sensor Environments

Hyeri Park\*, Subin Jung\*, Ryumduck Oh<sup>o</sup>

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

<sup>o</sup>Dept. of Software, Korea National University of Transportation

### ● 요약 ●

본 논문에서는 실제 철도 건널목(교차로)에서 발생하는 소음 및 진동, 차량 및 보행자 사고와 같은 위험 요소로부터 발생하는 위험 상황들을 분류하고, 철도 건널목(교차로) 운행 상황을 구현한 모형 철도 주변에 센서를 부착하여 철도 건널목에서 발생하는 위험 요소들을 아두이노 센서로 감지해 데이터를 수집한다. 또한 수집된 데이터들을 활용하여 사용자의 상황에 맞는 철도데이터 운영시스템을 제안한다.

**키워드:** Railway Intersection(철도 건널목), Vibration(진동), Noise(소음),  
Cars and pedestrian accidents(차량 및 보행자 사고), Arduino(아두이노),  
Real-time processing(실시간 처리)

### I. Introduction

건널목 사고는 열차 사고에서 꽤 큰 비중을 차지한다. 열차와 보행자, 열차와 차량 간의 사고가 발생하면 열차가 지연되거나 운행이 중단되는 등의 경제적 손실이 발생하기 때문이다.<sup>[1][2]</sup> 또한, 열차가 건널목 인근에서 운행될 때 발생하는 소음과 진동은 교차로를 지나가는 보행자와 신호를 대기하는 차량, 인근 거주민들에게 불편감을 준다는 민원이 증가하고 있다.<sup>[3][4]</sup>

본 논문에서는 건널목에서의 열차 운행 시 발생하는 피해 요소들을 파악하고 이 중 어떤 요소들이 위험 요소인지를 분류한다. 분류하는 방법으로 요소들의 데이터를 아두이노 센서를 통해 받고, 이를 수치화 하여, 위험 요소로 분류되는 기준값을 잡는다.

열차 모형을 실제 열차 환경과 유사하게 설계한 후, 모형 환경 주변에 아두이노 센서들을 부착하여 센서에서 발생하는 센싱 데이터를 실시간 데이터 처리 시스템에 적용한다.

### II. Related works

철도에서 발생하는 진동으로 인해 근접 구조물에 균열 발생이 일어난 사례를 다룬 논문을 통해<sup>[5]</sup> 진동으로 인해 건널목을 지나가는 보행자 및 자동차가 생성된 균열로 인해 사고가 발생할 수 있음을 예측할 수 있고, 소음 발생으로 인해 생기는 난청과 관련된 자료<sup>[6]</sup>를 통해, 철도 건널목에서 발생하는 소음들이 직접적으로 인체에 피해를 준다는 점을 확인할 수 있다.

또한 최근까지도 건널목에서 열차와 보행자, 열차와 차량 간의 사고가 자주 발생하여 인명피해가 심각하다는 사실을 자료를 통해서 확인할 수 있다.<sup>[7]</sup>

이에 본 논문에서는 건널목에 직접적인 피해를 미치는 소음, 진동 기준을 선정하고, 모형 건널목에 소음, 진동, 인체 감지, 초음파 센서를 부착한 후 발생하는 데이터들을 센싱하여 위험 요소로 분류되는 값을 매칭하고, 분류해 상황에 맞는 액션을 적용한다.

또한, 인체 감지 센서를 모형 건널목에 부착하여 차단기가 내려와 있을 때 차단기 사이를 지나가려는 보행자를 인식하고 초음파 센서를

함께 부착하여 차단기 사이를 지나가려고 하는 자동차를 인식한다. 해당 센서에서 발생하는 데이터들을 활용해 적절한 액션을 적용한다.

### III. The Proposed Scheme

#### 1. Values classified as Risk Factors

먼저 열차 주행 시 발생하는 소음과 진동 권고 기준은 다음과 같다.<sup>[8]</sup>

Table 1. noise & vibration standard

대상지역	소음/진동 단위	소음/진동 기준값	
		주간	야간
① 주거지역 ② 녹지지역 ③ 보전관리지역 ④ 관리지역 중 취락지구·주거개발진흥지구 및 관광·휴양개발진흥지구 ⑤ 자연환경보전지역 ⑥ 학교·병원·공공도서관 및 입소규모 100명 이상의 노인 의료복지 시설·영유아보육 시설의 부지 경계선으로부터 50미터 이내 지역	소음 (LeqdB(A))	70↓	60↓
	진동 (dB(V))	65↓	60↓
⑦ 상업지역 ⑧ 공업지역 ⑨ 농림지역 ⑩ 관리지역 중 산업·유통개발진흥지구 및 관리지역 중 위 ④에 포함되지 않는 그 밖의 지역 ⑪ 미고시지역	소음 (LeqdB(A))	75↓	65↓
	진동 (dB(V))	70↓	65↓

해당 수치들을 소음·진동의 위험 요소 기준값으로 지정하고 모형 건널목에서 발생하는 소음·진동들의 데이터값이 기준값을 초과한 경우, 위험 상황으로 분류하여, 적합한 액션이 시행되는 시스템을 사용자에게 제안한다.

#### 2. Entire System Design

건널목에서 발생하는 소음, 진동, 각종 위험 상황을 감지하기 위해서 센서로부터 실시간으로 스트림 데이터를 생성받고 이를 처리하기 위한 절차가 필요하다.

해당 절차는 Fig 1과 같다.<sup>[9]</sup>

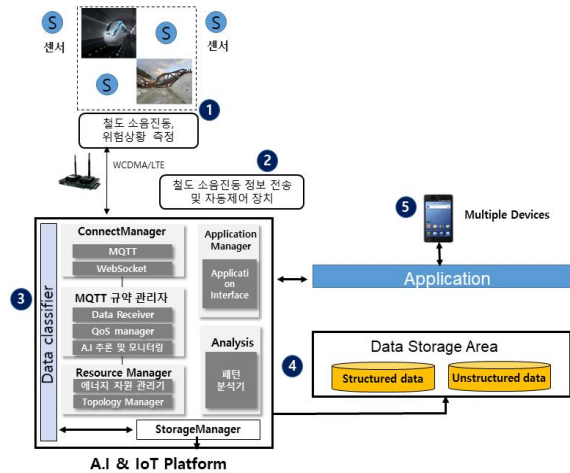


Fig. 1. Configuring the entire system for sensing processing on the Railway Architecture

먼저 운행 중인 철도 모형에 위험 요소로 분류한 요소들을 감지할 수 있는 센서들을 설치한다. 본 논문에서는 소음과 진동, 차량 및 보행자 사고를 위험 요소로 분류하였고, 소음과 진동을 감지하는 소음·진동센서, 차량 및 보행자를 감지하는 초음파·인체감지 센서들을 다룬다.

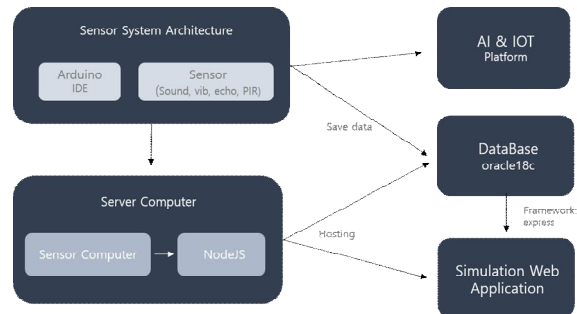


Fig. 2. The process of storing sensing data in a database and sending it to the Web Architecture

이후 센서에서 감지된 데이터들은 전송을 위한 유선환경 혹은 무선환경을 통해 데이터 처리 및 운영을 위한 플랫폼으로 들어간다. 해당 플랫폼에서 스트림 데이터는 플랫폼 내의 분류기와 연결을 위한 연결 관리자(ConnectManager), 패턴 분석을 위한 Analysis 등 다양한 모듈을 통해서 데이터들이 정제되고 분석된다.

그리고 처리된 결과와 이전 입력값들은 모두 데이터베이스를 이용한 저장공간에 저장한다. 플랫폼에서 얻은 데이터 분석 결과와 데이터베이스에 저장된 데이터들을 웹 어플리케이션으로 보내고 위험 상황을 분류하여 사용자에게 필요한 정보를 제공할 수 있도록 설계하였다.

#### 3. The Data Sensing in Railway Intersection

건널목 모형에 아두이노 센서들을 부착하여 건널목 환경을 구현한다.

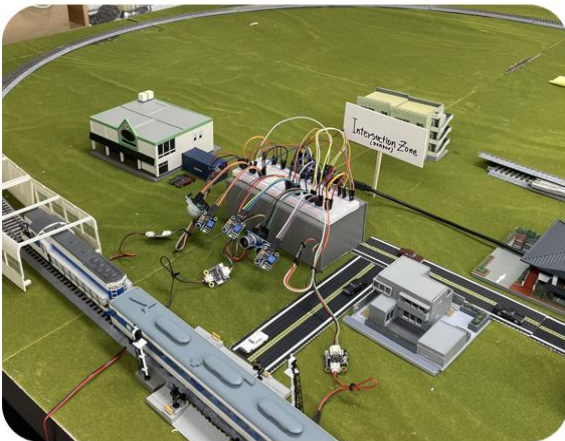


Fig. 3. Intersection Environment

건널목 환경 구현을 위해 사용된 센서들을 사양은 다음과 같다.

Table 2. Sensors in Intersection environments

Use Sensor	Sensor Specifications
Noise Sensor	아두이노 고감도 사운드 센서 모듈 (SEN050302)
Vibration Sensor	피에조 진동 센서모듈 Flexible Piezo Film Vibration Sensor [SEN0209]
Ultrasonic sensor	초음파 센서 HC-SR04
PIR Sensor	적외선 PIR 센서 인체감지 모션 센서 HC-SR501 HCSR501

#### 4. Data Processing Structure

모형 건널목에 부착한 아두이노 센서에서 발생하는 실시간 스트림 데이터들을 Oracle 18c 데이터베이스에 스트림데이터를 입력한다.

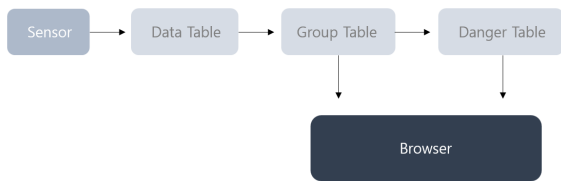


Fig. 4. Data Processing Structure

수집한 건널목 데이터들의 정보를 총 3개의 테이블로 나누어 저장한다.

Table 3. Data configuration

Data Table	각 센서에서 발생하는 스트림 데이터들을 가장 먼저 저장하는 테이블로 식별자를 기준으로 데이터들을 정리해 삽입한다.
Group Table	Data Table의 데이터를 그룹 함수를 이용해 통합하고 사용자가 볼 수 있는 형태로 데이터를 구성하여 웹브라우저로 내보낸다.
Danger Table	Group Table의 데이터 중 위험 수치 이상으로 기록되는 데이터일 경우, Danger Table로 복사하여 기록하고 웹브라우저로 내보낸다.

#### 5. User Application Implementation Process

Group Table과 Danger Table에 저장되는 데이터들을 사용자에게 제공하는 웹 어플리케이션을 설계하는 과정은 Fig. 5와 같다.

각 센서의 ID, 소음 값, 진동 값, 장애물 감지 값, 인체 감지 값을 테이블 형태로 제공하며 일반 상황인지 위험 상황인지를 분류하여 표시한다. 데이터베이스에 건널목에서 발생하는 위험 요소의 데이터들이 새로 삽입되는 경우에도 사용자에게 서비스하기 위해 웹 소켓 (Web Socket)을 연동한다. 데이터베이스에 새로운 이벤트가 발생하게 되면 새롭게 데이터베이스를 조회하여 브라우저에 해당 데이터를 정상 출력할 수 있게 한다.

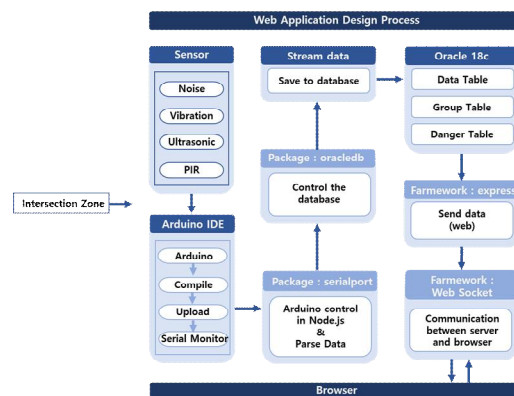


Fig. 5. Web Application Design Process

#### IV. Conclusions

본 논문에서는 열차 모형으로부터 발생하는 소리와 진동, 장애물 감지, 인체 감지에 대한 실시간 데이터들을 아두이노 센서를 통해 감지하고 이를 데이터베이스를 통해 처리하여 상황을 분류하는 시스템을 설계하였다. 이러한 결과를 응용하여 소음이나 진동의 영향을 받는 곳에 저장 방음벽을 설치하고 방음벽에 간섭형 소음 저감 장치를 부착한다면 진동 및 소음 저감 효과를 기대할 수 있다.

또한 건널목 차단기가 내려와 있을 때 보행자가 차단기 사이로 지나가려고 한다면 보행자 휴대전화에 비콘 기술을 적용하여 경고 메시지와 경고음을 발생시키고, 차량이 차단기 사이로 진입을 시도할 시 차량 번호 및 사진을 차단기 위 전광판에 표출하고 음성 안내로 운전자에게 경고를 주는 방식을 고려해 볼 수 있다. 데이터베이스에 축적된 유의미한 데이터들을 AI 패턴 분석에 활용할 수 있을 것이다. 패턴 분석을 통해 소음과 진동을 미리 예측할 수 있으므로 효율적인 저감 방안이 이를 활용할 수 있을 것이다.

2813482803493” 2022

- [8] “Compare the rail noise on land use” / HyungJoon Chun, JinHee Son, TaeRyang Choung, Youngmin Park, Seo il Chang
- [9] Lee, Jin-Hyeong,, Oh, Ryum-Duck “The Design of Detection System on the Sensor Stream Data for Stable Railway improvement based on Server”/ Proceedings of the Korean Society of Computer Information Conference). PP267-270, 2021, 한국컴퓨터정보학회 학술대회

#### ACKNOWLEDGEMENT

2022년 한국교통대학교 지원을 받아 수행하였음.

#### REFERENCES

- [1] Bongkwan Cho and Jaeil Jung / IJR, 3(3), 106-112, 2010 "A Study on Intelligent Railway Level Crossing System for Accident Prevention" The Korean Society For Railway 2010
- [2] To enter a crossing in defiance of traffic signals on a train. “[https://imnews.imbc.com/replay/2021/nwtoday/article/6320102\\_34943.html](https://imnews.imbc.com/replay/2021/nwtoday/article/6320102_34943.html)”
- [3] Seoul-Busan noise “[https://www.bsbukgu.go.kr/board/view.do?boardId=NEWS&menuCd=DOM\\_000000708000000000&paging=ok&startPage=142&categoryCode1=8&dataSid=312690](https://www.bsbukgu.go.kr/board/view.do?boardId=NEWS&menuCd=DOM_000000708000000000&paging=ok&startPage=142&categoryCode1=8&dataSid=312690)”
- [4] Noise and Vibration in the Railway Behind Shindonga Apartment in Serving High School, “<https://www.epeople.go.kr/nep/pttn/gnrIPtt/pttnSmlrCaseDetail.npaid>”
- [5] JaeSeon Do, SeungYep Jang, YongGul Park / “The study for the influence of the train-set performance on adjacent structures focusedon the case review” 2012
- [6] 170 decibels... the loudest sound in the world “<https://www.joongang.co.kr/article/23615791#home>”
- [7] Another railroad crossing in three weeks, this is a system problem “<https://www.pressian.com/pages/articles/202202>