

AI 기반의 교량 안전 모니터링 시스템 모델

안영휘⁰, 함형민^{*}, 박종수^{**}, 김동현^{***}

⁰배재대학교 소프트웨어학부,

^{*}배재대학교 사이버보안학과,

^{**}제이앤밸류,

^{***}나사렛대학교 IT인공지능학부

e-mail: root.ahn@pcu.ac.kr⁰, aham@pcu.ac.kr^{*}, parkjs@jnvalue.com^{**}, dhkim@kornu.ac.kr^{***}

AI-based Bridge Safety Monitoring System Model

Yeong-Hwi Ahn⁰, Hyoung-Min Ham^{*}, Jong-Su Park^{**}, Dong-Hyun Kim^{***}

⁰Div. of Software Engineering, Pai Chai University,

^{*}Dept. of Information Security, Pai Chai University,

^{**}jnvalue Co., Ltd.,

^{***}Div. of Artificial Intelligence, Korea Nazarene University

● 요약 ●

본 논문에서는 교량의 변위를 IoT 장치를 이용하여 실시간 측정하고 추출된 데이터를 이용하여 교량의 이상징후를 AI 기반으로 진단 및 모니터링 하는 방법을 제안한다. AI 모델 학습 학습을 위해서 비정상 상태의 교량이 필요하지만, 실제 교량에 인위적으로 비정상 상태를 만들 수 없으므로, 탄성 받침을 이용하여 모의 교량을 제작하였다. 탄성 받침을 이용하여 제작에 반영 및 모의교량에 적합한 모의 차량도 제작하여 정상적 데이터와 비정상적 데이터를 수집하였다. 수집된 데이터를 전처리 과정을 통해 AI 분석을 통해 교량의 이상 징후를 진단 및 모니터링하였으며, 제안 모델을 실험한 결과 96.7%의 정확도가 도출되었다.

키워드: 신축이음(Expansion joint), 빅데이터(Big Data), 변위(Displacement)

I. Introduction

교량의 신축이음 장치들은 온도변화로 인한 신축변화 및 외력에 의해 발생하는 종/횡 방향의 변위를 수용하는 역할을 하며, 콘크리트 재령에 따라 건축 수축, 활하중에 의한 상부구조의 이동과 회전각동을 원활하게 수용하기 위한 장치이다. 교량은 일반적으로 교각의 이용과 콘크리트 포장의 팽창으로 인하여 교량의 유간 부족 현상이 빈번하게 발생하고 있다[1]. 노후 교량의 증가와 급격하게 발생하고 이상온도 변화와 교통량의 증가 바람 및 장기적인 정차 효과 등이 영향을 주는 요인으로 분석되고 있다. 본 논문에서는 교량의 변위를 IoT(Internet of Things) 센서를 이용하여 실시간 측정하고 추출된 데이터를 이용하여 교량의 이상 징후를 AI 기반으로 진단 및 모니터링 하는 방법을 제안한다.

II. Preliminaries

2. Related works

2.1 신축이음

교량의 신축이음은 교량공학에서는 설계, 시공 유지관리 등에 매우 전문적인 영역으로 다루어지고 있다. 신축이음은 교량 상부구조의 노면과 일체로 차륜을 지지하여 원활한 차량 운행이 가능하도록 하며, 온도변화에 의한 교량의 신축량과 콘크리트의 건조수축 및 크리프, 활하중 등에 의한 교량의 수평이동과 회전을 수용하는 역할을 한다. 신축이음이 손상될 경우 제설제 노출이나 수분침투 등을 발생시켜, 교량 하부구조물의 열화에도 매우 큰 영향을 주고 있다[2].

2.2 XGBoost

XGBoost는 앙상블 모델의 일종으로 GBM(Gradient Boosting Model) 기반으로의 과적합 방지 기능이 추가된 Boosting 모델이다 [3]. Classification과 Regression를 지원한다. GBM은 부스팅 기법

을 사용한 모델로 부스팅 기법은 모델이 이전에 학습한 결과를 오답에 가산치를 부여하여, 다음 학습 시에는 학습 성능을 높일 수 있게 하는 방법이다.

III. The Proposed Scheme

3.1 모델 프로세스

제안 모델은 사용자, 클라이언트 웹, AI 기반의 시스템 서버, 데이터베이스로 구성되어 있다. 다음의 <Fig. 1>은 제안 모델인 안전 모니터링 시스템의 주요 프로세스로서 다음과 같이 크게 4단계로 이루어져 있다. 첫째, IoT 장치로부터 실시간으로 데이터 수집을 진행한다. 둘째, AI 기반의 데이터분석을 위한 전처리 과정을 수행한다. 셋째, AI 기반의 예측을 위한 데이터분석 단계이다. 넷째, 예측 데이터분석에 따른 안전 모니터링 단계이다.

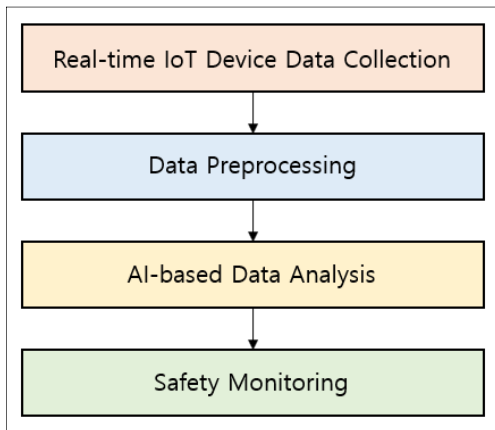


Fig. 1. System Process

3.2 구현 및 결과

다음의 <Table 1>은 실제 다리의 문제점을 파악하기 위하여, 기능적 목표인 상판 수평 및 변위를 인위적으로 발생시키기 위한 모의교량을 제작하고, 모의차량은 버스를 대상으로 실험을 진행한 결과이다. 모의모의교량으로부터 데이터 총 10만 개의 데이터를 추출하였으며, 진단 및 모니터링을 위하여 AI를 기반으로 학습 및 분석하였다.

Table 1. Simulated bridge test conditions

Category	Faulting	Speed	Accuracy
Simulated Bus	1 mm	2.3km/h	97.7
	2 mm	2.3km/h	97.2
	3 mm	2.3km/h	95.4
	4 mm	2.3km/h	96.5

IV. Conclusions

교량의 신축이음은 다양한 외력 및 신축이음 변화에 따라 종횡방향의 변위를 수용하는 역할을 하고 있다. 노후 교량의 증가와 급격한 이상온도 변화, 교통량 증가와 같은 다양한 외부영향으로 인해 교량의 유간 부족 현상이 빈번하게 발생하여 교량의 안전이 위협받고 있다. 모니터링을 위한 데이터분석 시 96.7% 정확성이 측정되었다. 향후 연구에서는 모형교량으로부터 다양한 차종 및 스피드, 단차 등의 데이터를 추출하여 AI 기반의 진단 및 모니터링하는 방법을 확대할 것이다.

ACKNOWLEDGEMENT

“본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 지역지능화혁신인재양성사업의 연구결과로 수행되었음” IITP-2023-RS-2022-0015633

REFERENCES

- [1] J. S. Park, H. M. Ham, Y. Ahn, "Expansion Joints Risk Prediction System Based on IoT Displacement Device," *Electronics*, Vol. 12, No. 12, pp. 2713, June 2023.
- [2] J. H. Lee, D. S. Han, H. M. Cho, et al., "Prediction of Life Expectancy in Bridge Expansion Joint considering Climate and Material Characteristics," *International Journal of Highway Engineering*, Vol 25, No. 1, pp. 23-32, 2023.
- [3] J. S. Noh, W. S. Jeon, S. Y. Rhee, "Early Stroke Classification using Deep Learning with XGBoost," *Proceedings of KIIT Conference*, pp. 276-281, June 2022.