

# 선박 연료 공급 기기류의 장시간 운전 데이터의 고장 진단에 있어서 XGBoost 및 Conv1D의 예측 정확성 비교

김형진\* · 김광식\*\* · 황세윤\*\*\* · † 이장현

\*,\*\*인하대학교 대학원, \*\*\*인하대학교 조선해양극한기술협력센터, † 인하대학교 조선해양공학과 교수

## Comparison of Fault Diagnosis Accuracy Between XGBoost and Conv1D Using Long-Term Operation Data of Ship Fuel Supply Instruments

*Hyung-Jin Kim\* · Kwang-Sik Kim\*\* · Se-Yun Huang\*\*\* · † Jang-Hyun Lee*

*\*,\*\*Student, Department of Naval Architecture and Ocean Engineering, INHA University, Incheon 22212, Korea*

*\*\*\*Extreme Technology Research Center for Ship and Offshore Platform, INHA University, Incheon 22212, Korea*

*† Professor, Department of Naval Architecture and Ocean Engineering, INHA University, Incheon 22212, Korea*

**요 약** : 본 연구는 자율운항 선박의 원격 고장 진단 기법 개발의 일부로 수행되었다. 특히, 엔진 연료 계통 장비로부터 계속된 시계열 데이터로부터 상태 진단을 위한 알고리즘 구현 결과를 제시하였다. 엔진 연료 펌프와 청정기를 가진 육상 실험 장비로부터 진동 시계열 데이터 계속하였으며, 이상 감지, 고장 분류 및 고장 예측이 가능한 심층 학습(Deep Learning) 및 기계 학습(Machine Learning) 알고리즘을 구현하였다. 육상 실험 장비에 고장 유형 별로 인위적인 고장을 발생시켜 특징적인 진동 신호를 계속하여, 인공 지능 학습에 이용하였다. 계속된 신호 데이터는 선행 발생한 사건의 신호가 후행 사건에 영향을 미치는 특성을 가지고 있으므로, 시계열에 내포된 고장 상태는 시간 간의 선후 종속성을 반영할 수 있는 학습 알고리즘을 제시하였다. 고장 사건의 시간 종속성을 반영할 수 있도록 순환(Recurrent) 계열의 RNN(Recurrent Neural Networks), LSTM(Long Short-Term Memory models)의 모델과 합성곱 연산 (Convolution Neural Network)을 기반으로 하는 Conv1D 모델을 적용하여 예측 정확성을 비교하였다. 특히, 합성곱 계열의 RNN LSTM 모델이 고차원의 순차적 자연어 언어 처리에 장점을 보이는 모델임을 착안하여, 신호의 시간 종속성을 학습에 반영할 수 있는 합성곱 계열의 Conv1 알고리즘을 고장 예측에 사용하였다. 또한 기계 학습 모델의 효율성을 감안하여 XGBoost를 추가로 적용하여 고장 예측을 시도하였다. 최종적으로 연료 펌프와 청정기의 진동 신호로부터 Conv1D 모델과 XGBoost 모델의 고장 예측 성능 결과를 비교하였다

**핵심용어** : 연료 펌프, 청정기, 시계열 데이터, Conv1D, XGBoost, 고장진단

### 감사의 글

본 연구는 2022 년도 산업통상자원부(해양수산부) 및 산업기술평가관리원(해양수산과학기술진흥원) 연구비 지원으로 수행된 ‘자율운항선박 기술개발사업(20011164, 자율운항선박 핵심 기관시스템 성능 모니터링 및 고장예측 진단 기술 개발)’의 연구결과입니다.

[2] Ellefsen, A. L., Æsøy, V., Ushakov, S., & Zhang, H. (2019). “A comprehensive survey of prognostics and health management based on deep learning for autonomous ships”. IEEE Transactions on Reliability, 68(2), 720-740.

### 참 고 문 헌

[1] Burmeister, H. C., Bruhn, W., Rødseth, Ø. J., & Porathe, T. (2014). “Autonomous unmanned merchant vessel and its contribution towards the e-Navigation implementation: The MUNIN perspective”. International Journal of e-Navigation and Maritime Economy, 1, 1-13.

† 교신저자 : jh\_lee@inha.ac.kr

\* gudwls4369@naver.com