

항로표지 센서 고장 진단에 관한 연구

† 김두환 · 성상하* · 최형림** · 김동원**

*동아대학교 경영정보학과 박사과정, **동아대학교 스마트물류연구센터 교수, † 동아대학교 스마트물류연구센터 선임연구원

요 약 : 시스템 고장 진단은 장비의 상태를 실시간으로 파악하고, 잔여 수명을 예측할 수 있기 때문에 다양한 분야에서 그 중요성이 강조되고 있다. 장비나 센서의 고장을 진단하고 예측할 경우 유지보수를 용이하게 하여 막대한 손실을 막을 수 있고, 기대 수명 또한 연장될 수 있다. 항로표지는 육지와 멀리 떨어진 해상이라는 특수한 작업환경으로 인해 항로표지 유지보수를 위한 많은 시간과 비용이 발생하게 된다. 따라서 본 연구에서는 효율적인 항로표지 유지보수를 위해 항로표지 센서의 고장 유무를 판단할 수 있는 항로표지 센서 고장 진단 프로세스를 위한 후보 기술군에 대해 제안한다.

핵심용어 : 항로표지, 센서, 고장진단, 인공지능

1. 서 론

4차 산업혁명 시대가 도래함에 따라 데이터의 중요성이 강조되고 있으며, 이에 따라 다양한 영역에서 데이터를 수집하고 있다. 데이터 수집을 위해 각종 센서를 활용하고 있으며, 센서의 성능이 고도화됨에 따라 과거에는 측정하기 어려웠던 형태의 데이터가 새롭게 수집되고 있다. 또한 수집되는 데이터의 품질도 크게 향상되어 데이터 분석의 중요성이 확대되고 있다[1]. 다양한 활용 영역 중 시스템 고장 진단의 경우 장비나 센서의 상태를 실시간으로 파악하고, 잔여 수명을 예측할 수 있기 때문에 활발히 연구되고 있다[2]. 고장이 발생할 경우 막대한 손실이 발생할 수 있기 때문에 고장 진단을 통해 유지보수가 효율적으로 이루어지는 것이 중요하다[3, 4].

최근 연구에서는 고장 진단 및 예측을 위해 인공지능 기법이 많이 활용되고 있다. 선박 엔진 고장 진단 및 예측을 위한 연구[5], 철도차량의 주요 부품 고장 예측을 위한 연구[6, 7], 주행차량의 주요 부품 고장 진단 및 예측을 위한 연구[8], 제조설비 주요 부품 고장 진단 및 예측을 위한 연구[9, 10, 11] 등 다양한 연구가 진행되고 있다. 선행연구를 살펴보면 ARIMA(Autoregressive Integrated Moving Average), RF(Random Forest), SVM(Support Vector Machine), ANN(Artificial Neural Network, XGboost(Extreme Gradient Boosting) 등 시계열 데이터 분석에 적합한 방법을 활용하고 있다.

항로표지는 육지와 멀리 떨어진 해상이라는 특수한 작업환경 등으로 인해 작업자의 안전을 담보하고 고장 유무 등을 실시간으로 파악할 수 있는 시스템에 대한 요구가 커지고 있다. 이를 위해 항로표지 센서 데이터 분석을 통해 센서 고장 유무를 판단하여 효율적인 항로표지 유지보수를 할 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 항로표지 센서 고장 진단 프로세스를 위한 후보 기술군에 대해 제시한다.

2. 항로표지 센서 고장 진단 프로세스

항로표지 상태 데이터는 부착된 센서를 통해 국립해양측위정보원에서 수집하고 있으며 기압, 시정, 염분, 온·습도, 유향·유속, 파고·파향, 풍향·풍속과 같이 다양한 해상 정보를 수집하고 있다.

항로표지 센서 고장 진단 프로세스는 Fig. 1과 같이 항로표지 센서 정보 수집, 데이터 저장, 데이터 전처리 및 분석, 지능형 고장진단 모델 적용, 센서 고장 진단 및 알람 순으로 진행된다.



Fig. 1 Operational process for aids to navigation sign failure diagnosis

2.1 데이터 수집 및 전처리

항로표지 센서로부터 수집된 데이터를 기반으로 센서 고장 유무를 판단할 수 있으며, 다양한 센서 데이터에 대한 다차원 분석을 통해 고장 유무의 정확도를 향상시킬 수 있다.

센서 데이터의 상태에 따라 적합한 전처리 작업이 필요하다. 수집된 센서 데이터 중 일부가 누락된 경우 이전 (t-1)시점과 (t+1)시점 또는 유사한 시점의 데이터를 활용해 보간 작업을

† 교신저자 : kdhblack@dau.ac.kr

수행해야 한다. 혹은 다른 센서를 통해 대체할 수 있는 데이터가 있는 경우 이를 활용해 보간한다. 예를 들어 수온의 경우 유향·유속 센서와 파고·파향 센서에서 동시에 측정되고 있어 일부 센서가 고장 날 경우 다른 센서에서 측정된 데이터를 활용한다. 또한 각 센서에서 수집된 데이터는 다양한 범위의 값을 가지고 있기 때문에 정규화 및 표준화 작업을 통해 분석에 적합한 형태로 변환한다.

2.2 지능형 고장 진단 모델

항로표지의 상태를 예측하기 위해 인공지능망 및 머신러닝 기반 지능형 고장 모델을 구축한다. 구축된 모델은 각 센서에서 수집된 데이터를 활용해 항로표지의 고장 유무를 진단할 수 있도록 설계한다. 머신러닝 기법 중 RF, SVM, Boosting은 다양한 변수를 활용해 고장 여부에 대한 분류 작업을 수행할 수 있기 때문에 항로표지 센서 고장 진단에 적합한 모델이라고 할 수 있다[12, 13].

또한 인공지능망 기법 중 RNN(Recurrent neural network, RNN), LSTM(Long short term memory, LSTM)은 시계열적 추세를 바탕으로 항로표지의 이상 여부를 감지할 수 있는 모델이다[14].

따라서 지능형 고장 진단 모델에서는 다양한 모델을 구축하고 모델간 성능 비교를 통해 항로표지 센서 고장 유무를 진단할 수 있는 최적의 모델을 선정하고 분석을 진행한다.

2.3 센서 고장 진단 및 알람

항로표지 고장 진단 모델에 의해 분석·예측된 센서 데이터의 값이 일정 범위를 벗어날 경우와 데이터 값이 일정 시간 이상 수집되지 않을 경우 해당 센서는 고장 또는 파손으로 판단하여 센서 정비를 위한 알람이 항로표지 유지보수 팀으로 전달된다.

3. 결 론

본 연구는 다양한 센서 데이터를 기반으로 한 항로표지 고장 진단 프로세스를 위한 후보 기술군에 대해 제시하였다. 제시된 고장 진단 운영 후보 기술을 통해 항로표지 센서 고장을 진단할 수 있으며, 이를 활용해 항로표지 센서뿐만 아니라 항로표지의 고장 여부를 예측할 수 있다. 향후 연구 방향으로는 항로표지 센서로부터 수집된 실 데이터 분석을 통해 고장 진단 판별과 고장 예측을 위한 지능형 고장 진단 알고리즘이 필요하다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2021년 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(스마트항로표지 현장시설 고도화, 20210636)

참 고 문 헌

- [1] 김남기, 박준표, 정민영, 왕지남(2021), X-AI 기반 센서 검사 공정 이상 탐지, 한국생산제조학회 학술발표대회 논문집, pp. 112~112.
- [2] 이상원(2018), 스마트 팩토리를 위한 지능형 고장예지 및 건전성 관리 시스템 기술, 기계저널, 58권 9호, pp. 32~36.
- [3] 윤유리, 조재홍, 유재형(2019), 기계학습기반의 건설기계 고장예지 및 건전성 관리 시스템 개발, 한국자동차공학회 추계학술대회 및 전시회, pp. 1332~1333.
- [4] 김용재, 신종호, 황호진, 진홍배(2018), 해양 플랜트 Mooring Line 고장예지 방안에 관한 연구, 한국CDE학회 논문집, 23권 3호, pp. 202~204.
- [5] 박준현, 오은경, 장민국, 서영우, 허성우(2017), 개선된 선박 엔진의 고장 예측 알고리즘, 한국정보기술학회논문지 15권 11호, pp. 175~185.
- [6] 유성훈, 이형준, 김상현, 장윤우, 김재문(2018), 침목형 선로 전환기의 고장 예측 시스템 개발 연구, 한국철도학회 학술발표대회논문집, pp. 463~468.
- [7] 정훈, 박문성(2018), 차륜 및 차축베어링 고장진단을 위한 빅데이터 기반 머신러닝 기법 연구, 한국산학기술학회논문지, 19권 1호, pp. 75~84.
- [8] 송길중, 임재중(2019), 상태기반 유지보수 기법을 적용한 차량고장 진단 및 예측 시스템 연구, 한국ITS학회논문지 18권 4호, pp. 80~95.
- [9] 오현우, 허재두(2020), 생산성·품질 향상을 위한 IoT 기반 스마트팩토리 고장예측 분석기술, 전자공학회지, 47권 11호, pp. 33~43.
- [10] Serkan Ayvaz, Koray Alpay(2021), Predictive maintenance system for production lines in manufacturing: A machine learning approach using IoT data in real-time, Expert Systems with Applications, 173, pp. 1~10.
- [11] A. Kanawaday, A. Sane(2017), Machine learning for predictive maintenance of industrial machines using IoT sensor data, 2017 8th IEEE International Conference on Software Engineering and Service Science, pp. 87~90.
- [12] Ganapathiraju A, Hamaker J.E., Picone J.(2004) Applications of support vector machines to speech recognition, IEEE Trans. Signal Process, pp. 2348~2355
- [13] Rahman S., Irfan M., Raza, M., Ghor, K.M., Yaqoob, S., Awais, M.(2020), Performance Analysis of Boosting Classifiers in Recognizing Activities of Daily Living, Int. J. Environ. Res. Public Health, 17, 1082.
- [14] 김종화, 김종후, 강창완(2019), 순환신경망 모형을 활용한 시계열 비교예측, Journal of The Korean Data Analysis Society, 21권 4호, pp. 1771~1779.