

VAE를 이용한 RWS 내구시험 데이터의 이상 탐지

한 성 민¹⁾ · 양 희 란¹⁾ · 조 형 진²⁾ · 이 치 범^{*1)}

서울과학기술대학교 기계설계로봇공학과¹⁾, 현대모비스 통합시스템해석팀²⁾

Anomaly Detection in RWS Durability Test Data Using VAE

Seongmin Han¹⁾ · Heeran Yang¹⁾ · Hyeongjin Cho²⁾ · Chibum Lee^{*1)}

Seoul National University of Science and Technology¹⁾, Hyundai Mobis²⁾

Key words : RWS(후륜 조향), VAE(변분 오토인코더), Autoencoder(오토인코더), Anomaly detection(이상 탐지), Deep neural network(심층 인공 신경망)

* 교신저자, E-mail: chibum@seoultech.ac.kr

본 연구는 현대모비스 산학과제 “개발프로세스 대응 디지털 트윈 개발” 에서 연구비 지원으로 수행되었습니다.

최근 인공지능 기술의 발전으로 진동 데이터를 분석하고 활용하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서는 RWS(Rear Wheel Steering) 시스템의 내구시험 과정에서 진동 데이터를 획득하고, 딥러닝을 통해 정상 데이터들의 특징을 학습하고 비정상 데이터를 탐지할 수 있는 모델을 개발하였다.

RWS의 내구시험 과정 중, 세 지점에 가속도계를 부착하여 진동 데이터를 획득하였다. RWS가 작동하는 한 주기마다 세 지점의 각 x, y, z 축 데이터를 측정하였고, 파손될 때까지의 모든 주기를 측정하였다. 측정 결과는 Fig. 1에서 볼 수 있다.

이상 탐지에서는 실험의 이상(비정상) 데이터를 얻기 어려우므로 정상 데이터만으로 학습하는 비지도 학습 방식을 많이 사용한다. 대표적으로 입력의 데이터를 최대한 압축 시키고, 압축된 데이터를 다시 입력의 형태로 복원시키는 신경망인 오토인코더가 있다. 오토인코더는 인코더와 디코더로 구성되어 있다. 인코더는 입력의 특징을 잠재 공간으로 압축하고 디코더는 압축된 잠재 공간을 입력과 유사하게 복원한다. 본 연구에서는 이 오토인코더를 활용한 VAE(Variational Auto-Encoder)를 사용하였다. VAE의 인코더는 단순 압축을 하지 않고 잠재 공간의 확률 분포를 학습한다. 즉, 잠재 공간의 평균과 표준 편차를 인코더로부터 얻는다. 그 후, 학습한 확률 분포에서 무작위 샘플링을 통해 디코더로 전달하여 복원한다. VAE는 확률 분포를 이용하기 때문에 잠재 공간에 압축된 특징들의 일반화에 장점이 있다.

진동 데이터 각 축에서 스펙트로그램을 구해 모델의 입력으로 사용하였다. 입력 데이터와 출력 데이터 간의 평균 제곱 오차(MSE)를 학습의 손실 및 이상 점수(anomaly score)로 사용하였다. 데이터의 이상 점수를 산출한 뒤, 평가 지표인 ROC-AUC 점수를 계산하여 모델의 성능을 평가하였다. 사용한 모델의 구조는 Fig. 2과 같다.

본 모델을 사용한다면 RWS의 내구성 시험 중, 진동 데이터의 이상 점수를 확인하고 파손 시점을 예상할 수 있다. 추후 모델을 개선하여 다른 시스템의 수명 예측, 예방 정비에도 활용될 수 있을 것이다.

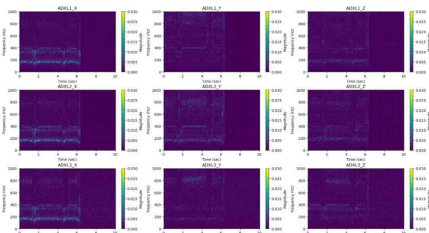


Fig. 1 Data acquisition

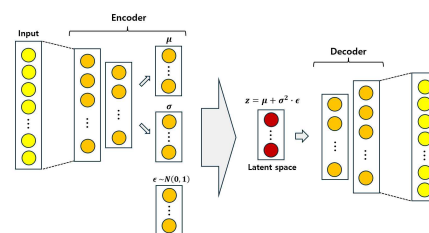


Fig. 2 Model architecture