

# CNN 기반의 소음을 이용한 원동 구동장치 고장 원인 분류 시스템

이세훈\*, 김지성\*, 신보배<sup>0</sup>

<sup>0</sup>인하공업전문대학 컴퓨터시스템과

e-mail: seihoon@inhac.ac.kr\*, intelli8786@gmail.com\*, charming05p@gmail.com<sup>0</sup>

## CNN based Actuator Fault Cause Classification System Using Noise

Se-Hoon Lee\*, Ji-Seong Kim\*, Bo-Bae Shin<sup>0</sup>

<sup>0</sup>Dept. of Computer Systems & Engineering, Inha Technical College

### ● 요약 ●

본 논문에서는 CNN 기반의 소음을 이용한 원동 구동장치 진단시스템(PHM)을 제안한다. 이 시스템은 구동장치로부터 발생된 소리로부터 특징데이터를 추출하여 이를 학습한 후 실시간으로 구동장치의 상태를 진단하는 것을 목적으로 하며, 딥러닝 기술을 이용하여 특정 장치에 종속되지 않고 학습할 데이터에 따라 적용 대상이 쉽게 가변 할 수 있도록 설계하였다. 본 논문에서는 실제 적용될 현장에서 발생할 수 있는 예측외의 소음환경에 유연하게 대처하기 위해 딥러닝 모델 중 CNN을 적용한 시스템을 설계하였으며, 제안된 시스템과 이전 연구에서 제안된 DNN 기반의 기계진단시스템을 학습데이터의 환경과 다른 처리매체가 필요한 소음환경에서 비교 실험하여 제안된 시스템이 새로운 환경적응 성능향상에 대하여 우수한 결과를 얻었음을 확인하였다.

**키워드:** CNN(Convolution Neural Network), 기계 소음(Machine Noise), 건전성관리(PHM : prognostics and health management),

## I. Introduction

기존의 공장에서는 고장으로 인한 기계 가동 중지를 예방하기 위해 정기적인 예방정비를 실시하고 있으며, 이는 정상부품의 교체로 인한 비용손실을 초래할 수 있고, 예측하지 못한 시스템의 고장에 대처가 어려울 가능성이 높다. 이러한 문제와 Smart Factory의 도입의 요구가 늘어감에 따라 기계 고장예지 및 건전성관리(PHM)에 대한 연구가 가속화되어가고 있다[1]. 따라서 본 논문에서는 딥러닝을 적용하여 다양한 기계에 적용하기 쉬우며, 딥러닝 모델 중 CNN을 적용하여 사람이 예측하기 어려운 다양한 소음 환경에 유연하게 대처할 수 있는 “CNN 기반의 소음을 이용한 원동 구동장치 고장 원인 분류 시스템”을 제안하려 한다.

## II. System Design

### 1. Hardware Design

본 논문에서 제안하는 시스템의 하드웨어설계는 다음과 같다.

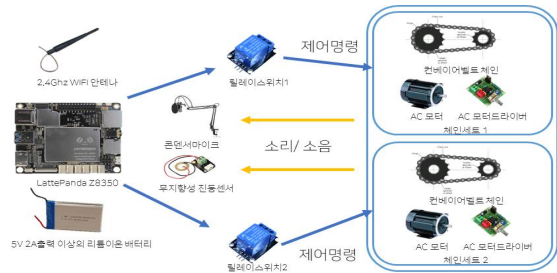


Fig. 1. Hardware Architecture

Fig 1은 제안된 시스템이 적용된 승강기의 체인 모형을 구성한 것이다. 본 모형은 주 체인과 예비체인이 으로 구성되며, 평소 주 체인이 동작한다. 시스템이 승강기의 비정상 작동을 감지한다면 주 체인동작을 중단하고 동작제인을 예비체인으로 스위칭한 후 관리자가 확인할 수 있도록 모니터링장치를 제공한다.

### 2. Software Design

본 논문에서 제안하는 시스템의 소프트웨어 설계는 다음과 같다.

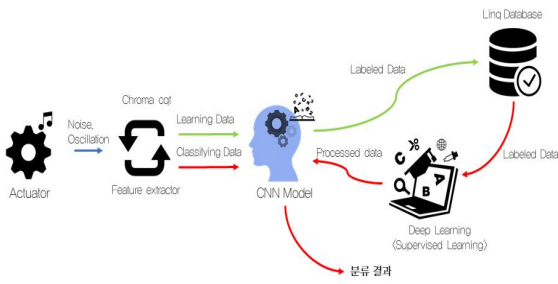


Fig. 2. Software Architecture

음성신호를 체인의 1 Cycle 동작시간만큼 기록한다. 기록된 wave 데이터를 CNN에 입력하기 위해 Spectrogram을 추출 및 이미지화과정을 거친다.

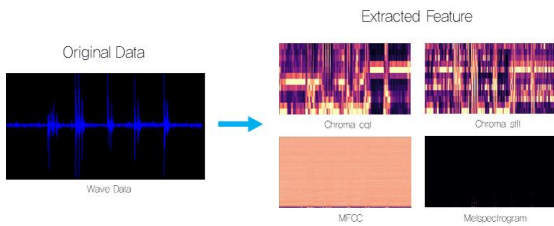


Fig. 3. Spectrogram Compare[2]

이 때 Spectrogram은 CNN이 영상의 edge를 쉽게 찾기 위해 그래프의 변동 폭이 가장 큰 Chroma-cqt 기법을 사용하여 특징을 추출한 결과를 사용한다.

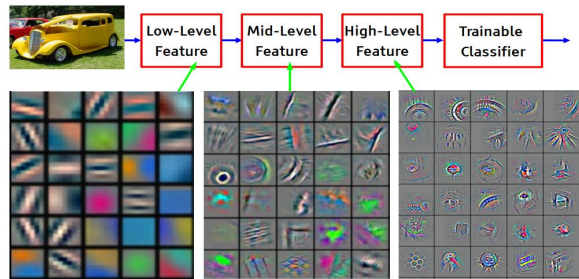


Fig. 4. CNN Feature Map

본 시스템은 처리배제가 필요한 노이즈에 대하여 유연하게 대처하기 위해 CNN의 Feature Map 처리방식에 초점을 맞추어 기존 시스템과 비교하여 예측하지 못한 환경에 대해 대처할 수 있도록 설계하였다.

### III. 실험

본 논문에서 사용한 모델의 성능을 검증하기 위해 이전 연구[3]에서 사용한 DNN모델과 비교 실험을 진행하였다. 소음발생원은 두 개의 체인, 두 개의 모터로 구성된 승강기 모형으로 메인 체인의 이상여부가 발생하면 메인체인의 동작을 멈추고 서브 체인이 동작하도록 설계하였다. 메인 체인의 상태는 정상동작, 이물질, 전원이상, 멈춤 4 Class로 DNN, CNN모두 같은 환경을 구성하여 학습하였다. 실험은 본

논문에서 적용한 CNN모델의 성능 검증과 예측 외 소음환경에 대한 유연성 검증을 위해 노이즈 처리배제가 필요 있는 환경과 없는 환경을 구성하여 실험을 진행하였다. 실험 1은 학습 때와 동일한 환경으로 노이즈방해 없이 실험을 진행한 실험의 결과로 2000개의 데이터셋의 20%를 테스트데이터로 사용하였다. CNN모델의 정확도는 94.6%, DNN모델은 93%로 CNN모델이 1.6% 더 높은 정확도로 나온 성능을 보였다. 실험 2는 노이즈 처리배제가 필요한 환경에서 실험한 결과로 DNN모델의 정확도는 66.5%, CNN모델은 DNN모델보다 17.4% 높은 83.9%의 정확도로 노이즈에 대해 더 유연하게 대처할 수 있음을 확인하였다.

### IV. Conclusions

본 논문에서는 원동 구동장치의 소음과 진동으로부터 비정상 상황을 DNN모델 학습을 통해 분류하는 시스템을 CNN모델로 변경하여 적용하였다. 기존 DNN모델이 학습되지 않은 노이즈가 섞인 소음이 발생했을 경우 유연하게 대처하지 못한 문제를 CNN모델은 효율적인 특징 추출을 통해 효과적으로 해결하였다. 그 결과로 CNN모델을 적용한 시스템이 보다 학습 시 예측하지 못한 다양한 소음 환경에 유연하게 대처할 수 있음을 확인할 수 있었다. 제안된 시스템을 통해 보다 정확한 구동장치의 상태를 판단하여 신속한 유지보수를 제공하면 공정 가동중단으로 인한 손해 및 인명피해를 미연에 방지할 수 있을 것으로 기대된다.

### REFERENCES

- [1] Hyeon-seok Oh and Byung-dong Yoon, 2016, "Research Trend of PHM Technology for Data Characteristic Factor Extraction", The Korean Society of Mechanical Engineers Vol.50, no.11, pp. 32-36
- [2] Brian McFee, Colin Raffel, Dawen Liang, Daniel P.W. Ellis, Matt McVicar, Eric Battenberg, Oriol Nietok, "librosa: Audio and Music Signal Analysis in Python", PROC. OF THE 14th PYTHON IN SCIENCE CONF. (SCIPY 2015)
- [3] Se-Hoon Lee, Bo-Bae Sin, Ye-Ji Kim, Ji-Seong Kim, "Deep-Learning based PHM Embedded System Using Noise-Vibration", Proceedings of KSCI Conference, July, 2017.