

파워트레인 이상소음 발생부품 진단 인공지능 기술개발 및 적용

이동철¹⁾ · 정인수²⁾ · 장준혁³⁾ · 노경진⁴⁾ ·

현대자동차^{1),2)}, 한양대학교^{3),4)}

Development and Application of Artificial Intelligence Technology to

Diagnose Parts Causing Abnormal Noise in Powertrain

Dong-Chul Lee¹⁾ · Insoo Jung²⁾ · Joon-Hyuk Chang³⁾ · Kyung-Jin Noh⁴⁾

Hyundai Motor Company^{1),2)}, Hanyang University^{3),4)}

Key words : Deep Learning, Diagnostic, Artificial Intelligence, Feature extraction, GRU(Gate Recurrent Unit), DNN(Deep Neural Network), LSTM (Long Short term Memory)

* Corresponding Author, E-mail: freeway76@hyundai.com

차량을 구성하는 주요 부품 중 특히, 파워트레인, 구동 시스템 및 환경차의 PE 부품은 다양한 환경 조건과 주행조건으로 인해 예상하지 못한 품질 이상이 발생하게 되며, 이런 현상은 고객의 안전과도 밀접한 관련이 될 수 있다. 따라서 주요 부품에 이상현상이 발생하였을 때 정확한 진단을 통해 수리를 하는 것이 필요 하다. 일반적으로 부품에 문제가 발생할 경우 다양한 증상이 나타나는데, 소음 역시 그러한 현상 중 하나이다. 본 논문은 파워트레인 및 구동 시스템에서 발생하는 이상소음을 수집하여 인공지능을 통해 학습시키고 진단 하는 기술을 개발한 내용이다. 인공지능 학습은 문제현상에 대한 원인 정보를 이용하여 진단 및 분류하는 지도학습(Supervised Learning)을 적용하였고, 다양한 소음이 섞여 있는 파워트레인 이상소음 발생부품들에 대한 정확한 진단을 위해 자동차 분야에서 처음으로 진단 모델을 개발하였다.

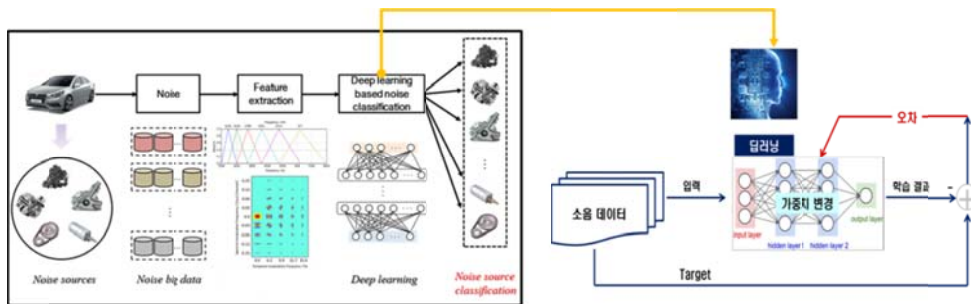


Fig.1 Outline of deep learning based on noise classification technology

진단 모델을 구성하기 위해서 Fig.1 과 같이 3 단계로 진행하였다.

첫번째 단계는 다양한 부품들에서 어떤 문제가 생겼을 때 발생한 소음을 수집하는 것이다. 즉, 수집된 소음은 명확하게 발생 원인을 알고 있어야 한다. 본 논문에서는 엔진은 가솔린엔진과 디젤엔진으로 구분, 변속기는 A/T, M/T, DCT, CVT로 구분, 환경차의 PE 부품으로 구분하여, 각각의 주요 부품에 대한 소음 빅데이터를 수집하였다.

두번째 단계는 수집된 유형별 소음의 특성을 나타내는 특징 벡터(Feature extraction)를 추출하고, 학습 모델을 구성하는 것이다. 먼저 마이크 신호의 주파수 특성을 분석하기 위하여 STFT (Short-Time Fourier Transform)를 이용해 신호를 변환하고, FFT magnitude 값을 계산하였다. 계산된 FFT magnitude 값에 mel filter를 적용한 뒤 크기를 log scale로 변환하여 log mel filter bank를 추출하였다. 또한 log mel filter bank와 동일한 시간 단위로 RPM 값을 추출하여 특징 벡터로 함께 사용하였다. 다음으로, 추출된 log mel filter bank와 RPM 값을 입력으로 하는 RNN (Recurrent Neural Network) 기반 딥러닝 분류 모델을 설계하였다. RNN 은 시계열(Time domain) 데이터에 내재되어 있는 동적 패턴과 특성을 파악하는 모델로, 중요한 정보를 다음 단계로 전달해 주는 신경망 구조를 가지고 있다. 사용된 RNN 은 GRU (Gated Recurrent Unit)을 사용하였다. 그 다음으로는 소음이 마이크 신호 중 일부 구간에서만 발생하기 때문에, 실제 소음이 발생하는 구간에만 가중치를 줄 수 있도록 학습하여 진단 정확도 향상을 위한 Attention mechanism 방법을 적용하였다.

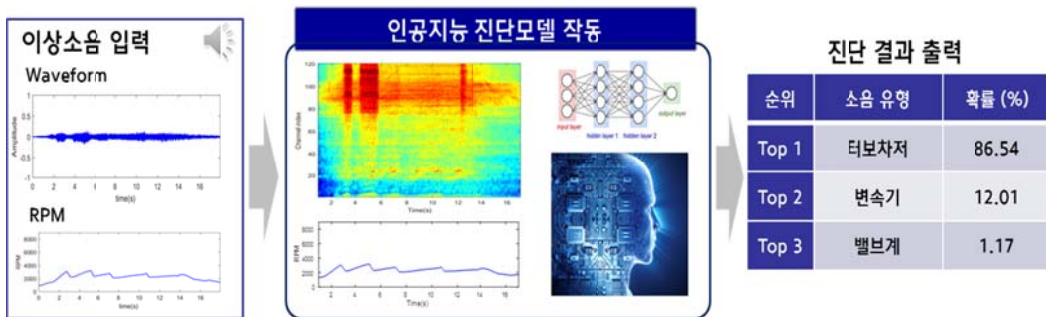


Fig.2 An example of the diagnostic result

마지막 단계로, 수집된 소음 빅데이터를 유형별로 분류하고, 학습을 위한 데이터와 테스트를 위한 데이터로 무작위 (Random) 선별하여 학습을 진행하였다. 이 과정을 통해 진단 에러가 최소화 되는 신경망의 가중치를 찾아내었으며, 그 결과 51개 유형의 문제소음과 관련된 부품을 진단할 수 있는 기술을 개발하였다. Fig.2 는 이상소음이 입력되면, 개발한 인공지능 진단 모델 특징 벡터를 통하여 문제를 발생한 부품의 진단 결과가 출력 되는 사례를 보여주고 있다.

본 논문의 진단 기술은 서비스에서 사용하는 태블릿 진단기에 적용되어 정비 인원의 경험과 결합하여 고객이 제기한 이상소음에 대한 조사, 분석 및 진단하는 소요 시간을 크게 단축하고, 교환되는 부품의 오정비를 개선하는데 기여하고 있다.