

실린더 블록진동을 이용한 이중연료 엔진의 배기배출물 특성 예측

김 경 곤¹⁾ · 박 찬 수¹⁾ · 김 우 영¹⁾ · 황 규 진¹⁾ · 배 충 식^{*1)} · 김 남 일¹⁾

한국과학기술원 기계공학과¹⁾

The Prediction of Exhaust Emissions Characteristics in Dual-Fuel Engine Using Cylinder Block Vibration

Gyeonggon Kim¹⁾, Chansoo Park¹⁾, Wooyung Kim¹⁾, Gyu-jin Hwang¹⁾, Choongsik Bae^{*1)}, Namil Kim¹⁾

¹⁾Department of Mechanical Engineering, Korea Advanced Institute of Science and Technology, Daejeon 34141, Korea

Key words : Block vibration(블록 진동), Dual Fuel(이중 연료), Emission characteristics(배출 특성), Deep neural network(심층 신경망), Machine learning(기계 학습)

* 교신저자 성명, E-mail: csbae@kaist.ac.kr.

최근 수십년 동안 수송 부문에서의 오염물질 배출에 관한 규제가 강화됨에 따라, 배기배출물 측정에 대한 중요성이 나날이 증가하고 있다. 이를 측정하기 위해 별도의 휴대용 측정 장비를 장착하거나 검사 장비를 보유한 측정소에서 정기적인 검사를 진행하는 것이 일반적이나, 시간 및 비용 부담의 크며 실운전 상태에서의 배기배출물 특성을 반영하지 못한다는 단점이 존재한다.

본 연구에서는 배기배출물 특성에 대한 실시간 예측을 진행하기 위해, 심층 신경망(Deep neural network)를 통해 실린더 블록진동을 이용한 배기배출물 특성 예측 모델을 구성하였다. 1L급 단기통 압축착화 엔진에 별도의 천연가스(Compressed natural gas, CNG) 라인을 연결하여 디젤(Diesel)/천연가스 이중연료 압축착화를 구현하였다. 실린더 블록진동 측정을 위해 실린더 외벽에 3축 가속도 센서(3-axis accelerometer)를 장착하였으며, 배기배출물 분석기(Exhaust gas analyzer)와 스모크 미터(Smoke meter)를 장착하여 배기배출물 배출량을 측정하였다. 각각의 실측 데이터를 학습의 레이블(label)로 이용하여 배기배출물 배출량에 대한 지도 학습(Supervised learning)을 수행하였다. 데이터 학습을 위해 엔진 부하 및 엔진 속도를 각각 0.3 MPa, 1400 rpm으로 고정하여, 분사시기 및 천연가스 대체율을 변화시켜 전체 학습 데이터셋을 구성하였다. 이를 위해 디젤 인젝터의 분사신호를 이용하여 디젤 분사시기를 조절하였으며, 천연가스 흡기 유량 제어기를 통해 천연가스 유량 및 천연가스 대체율(Substitution ratio)을 조절하였다. 학습에 사용된 데이터셋의 크기를 변화시킨 결과, 학습 데이터의 총량이 클수록 모델의 예측 정확도가 상승한다는 결론을 도출하였다. 본 결과를 바탕으로 운전 중 배기배출물 배출량의 실시간으로 측정 및 제어 모델의 학습 방향을 제시하여, 배기배출물 측정 장비를 대체할 수 있는 엔진 제어 시스템 개발에 기여할 수 있을 것으로 예상된다.