

시스템 분리 학습을 통한 전기차 에너지 효율 예측 머신러닝 모델 개발

주 성 연¹⁾ · 김 대 현¹⁾ · 연 제 휘¹⁾ · 김 민 수¹⁾ · 유 현 석¹⁾ · 김 자 룡²⁾ · 박 인 지²⁾ · 김 남 옥^{*1)}

한양대학교 기계공학과 - BK21 4단계 ERICA-ACE 센터¹⁾
한국교통안전공단 자동차안전연구원²⁾

Development of a Machine Learning Model for EV Energy Efficiency Prediction via Sub-system Level Learning

Sungyeon Ju¹⁾ · Daehyeon Kim¹⁾ · Jehwi Yeon¹⁾ · Minsu Kim¹⁾ · Hyunseok Yu¹⁾
· Charyung Kim²⁾ · Inji Park²⁾ · Namwook Kim^{*1)}

*Department of Mechanical Engineering and BK21 FOUR ERICA-ACE Center, Hanyang University¹⁾
Korea Automobile Testing & Research Institute(KATRI), Korea Transportation Safety Authority²⁾*

Key words : Energy Consumption Prediction(에너지 소비 예측), Data-Driven Model(데이터 기반 모델), Gaussian Process Regression(가우시안 프로세스 회귀/GPR), Chassis Dynamometer(차대동력계)

* 교신저자, E-mail: nwkim@hanyang.ac.kr

이 연구는 국토교통부의 재원으로 국토교통과학기술진흥원(KAIA)의 지원을 받아 수행되었음 (과제번호: RS-2023-00243220).

본 연구는 차량 내부 통신망 데이터에 의존하지 않고 전기차의 에너지소비효율 및 1회 충전 주행 거리를 정밀하게 예측할 수 있는 최적 모델을 개발하는 것을 목적으로 한다. 기존의 전기차 성능 예측 모델들은 차량 내부 제어 신호인 CAN 데이터를 필수적으로 요구하는 경우가 많아, 차종마다 상이한 통신 프로토콜을 해석하고 데이터를 취득하는 데 범용적인 한계가 존재하였다. 이에 본 연구에서는 복잡한 CAN 데이터 없이, 외부 계측을 통해 범용적으로 획득 가능한 차대동력계(Chassis Dynamometer) 데이터와 전류적산계 데이터만을 활용하여 전기차의 종합성능을 고정밀로 예측하는 고도화된 프로세스를 제안한다.

예측 정밀도를 극대화하기 위해 전체 소비 전력을 차량 구동에 사용되는 구동 전력과 공조 시스템, 저전압 전장 부하를 포함하는 비구동 전력으로 세분화하여 개별 예측 후 합산하는 구조를 정립하였으며, 비선형 데이터 패턴 학습에 가장 우수한 성능을 보인 가우스 과정 회귀(Gaussian Process Regression) 알고리즘을 최적 예측 모델로 적용하였다. 특히, 차량 제원 및 다이내모 설정 계수를 기반으로 한 요구 구동력 추정 로직을 도입함으로써, 내부 구동 데이터 없이도 속도, 가속도, 시간 등 사전 정의된 주행 시나리오와 외기 온도 정보만으로 에너지효율을 산출할 수 있는 시뮬레이션 환경을 구축하였다.

다양한 주행 사이클 데이터를 기반으로 모델을 검증한 결과, 상온(25℃) 및 저온(-7℃) 조건 모두에서 누적 에너지소비효율 예측 오차가 5퍼센트 이내로 수렴하는 높은 신뢰성을 확인하였다. 이러한 차대동력계 및 전류적산계 데이터 기반의 가상 검증 프로세스는 특정 차종의 데이터 구조에 얽매이지 않고 다양한 전기차에 유연하게 적용할 수 있다는 장점이 있다. 결과적으로 본 연구는 차량 개발 및 인증 단계에서 요구되는 복잡한 데이터 취득 과정과 물리적 시험 횟수를 대폭 단축시킴으로써, 향후 한국형 Green NCAP 및 차세대 전기차 종합성능 평가 체계의 효율성을 극대화하고 범용적인 가상 인증 플랫폼 구축에 크게 기여할 것으로 기대된다.