

주행 환경에 따른 전기자동차 1회 충전 주행거리 예측을 위한

시뮬레이션 프레임워크 개발 및 검증

성혜인¹⁾ · 연제휘¹⁾ · 김민수¹⁾ · 임윤성²⁾ · 한정원²⁾ · 김주원²⁾ · 김남욱^{*1)}

한양대학교 기계공학과 - BK21 4단계 ERICA-ACE 센터 ¹⁾

국립환경과학원 교통환경연구소 ²⁾

Development and Validation of a Simulation Framework for Predicting

Electric Vehicle Driving Range Based on Driving Conditions

Hyein Sung¹⁾ · Jehwi Yeon¹⁾ · Minsu Kim¹⁾ · Yunsung Lim²⁾ · Jeongwon Han²⁾ · Juwon Kim²⁾

· Namwook Kim^{*1)}

Department of Mechanical Engineering and BK21 FOUR ERICA-ACE Center, Hanyang University¹⁾

Transportation Pollution Research Center, National Institute of Environmental Research²⁾

Key words : Electric vehicle(전기자동차), Driving Range(주행거리), Simulation-based analysis(시뮬레이션 기반 해석), model-based systems engineering(모델 기반 시스템 엔지니어링), Driving Condition(주행 환경), Energy efficiency analysis(에너지 효율 분석)

교신저자, E-mail: nwkim@hanyang.ac.kr

“이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(RS-2024-00353106).”

국제 에너지 기구 (International Energy Agency, IEA)의 보고서에 따르면, 수송 부문 전기화에 대한 세 가지 시나리오 분석 결과, 2023년부터 2035년까지 글로벌 전기자동차 보유 대수는 연평균 최대 27%의 성장을 기록할 것으로 예측되고 있다. 이처럼 탄소 중립 정책과 전동화 기술 개발에 힘입어 전기자동차의 보급이 지속적으로 확대되고 있으며, 1회 충전 주행거리와 같은 성능 지표 또한 꾸준히 개선되고 있다.

현재 국내에서 판매되는 전기자동차는 소비자에게 정확한 1회 충전 주행거리를 제공하기 위해 환경부 및 관련 인증 기관에서 철저한 시험과 검증 과정을 거친 후 출시된다. 그러나 전기자동차의 신차 인증 및 등록 대수가 증가함에 따라 1회 충전 주행거리가 500km 이상인 차량들이 등장하면서, 기존의 인증 과정에서 효율적인 평가 방법에 대한 필요성이 대두되었다. 이를 해결하기 위해 이전 연구에서는 시뮬레이션 기반의 주행거리 예측 프로세스를 개발하여 시험 평가 방법의 효율성을 높이고자 하였다. 그러나 전기자동차의 경우 외부 온도, 특히 저온 환경에서 배터리 및 전장 부품의 성능 저하로 인하여, 정확한 1회 충전 주행거리에 예측에 어려움이 있었다.

본 연구에서는 이러한 문제를 개선하기 위해 기존 시뮬레이션 기반 주행거리 예측 프로세스의 정확도를 향상시키고, 다양한 환경 조건에서 전기자동차의 주행 성능을 평가할 수 있는 시뮬레이션 프레임워크를 개발하였다. 특히 저온 환경에서의 HVAC 부하를 고려하기 위하여 주행 부하 계수를 통해 시뮬레이션 입력 파라미터를 추정하였으며, 이를 통해 난방 사용으로 인한 추가적인 에너지 소비와 그로 인한 주행거리 감소의 영향을 분석하였다. 시뮬레이션 결과, 상온 및 저온 환경에서의 예측 값이 실제 시험 데이터와 높은 상관도를 나타내었으며, 에너지 소비량 및 주행거리를 허용 오차 범위 내에서 정확하게 예측할 수 있음을 확인하였다.

본 연구에서 개발된 시뮬레이션 프레임워크는 특히 저온 환경에서의 에너지 소비 분석에 있어 높은 신뢰성을 보이며, 다양한 전기자동차 모델에 적용 가능하도록 개발되었다. 이를 통해 전기자동차의 인증 절차를 더욱 효율적으로 개선할 수 있을 뿐만 아니라, 향후 전기자동차 성능 평가 및 관련 연구의 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 저온 환경에서의 주행 성능을 정밀하게 예측할 수 있는 모델링 기법을 제시함으로써, 전기자동차의 에너지 효율성 향상과 성능 해석에 기여할 것으로 예상된다.