

요지

본 논문에서는 전자기-열 연성 1D 시뮬레이션이 가능한 시스템 모델을 개발하고 목표 주행 사이클에 대한 전기자동차 구동용 전동기의 효율 최적설계에 활용한다. 운전자, 전동기, 차량으로 이루어진 전기자동차 추진 시스템 모델을 구성하고 자기포화 현상을 고려하기 위해 전동기의 부시스템(subsystem)에서는 순람표(look-up table)를 활용한다. 순람표 구성을 위한 전자기 해석을 유한요소모델(finite element model) 대신 자기등가회로망(Equivalent magnet circuit network)으로 수행함으로써 전산 효율을 향상시킨다. 또한 열전달 해석을 열등가회로망(Lumped parameter thermal network)으로 수행하여 주행 중 온도변화를 신속하게 고려한다.

시스템 모델을 활용한 1D 시뮬레이션은 주행 사이클 운전 중 전동기의 온도 변화를 고려할 수 있다. 서로 다른 특성의 도심과 고속도로 주행 사이클에서 시뮬레이션을 수행하고 온도에 따라 변화하는 전동기의 효율 및 전류 특성을 분석한다. 주행 사이클에 대한 평균 효율을 목적함수로, 최대 토크 성능을 제약조건으로 정식화한 최적설계를 수행한다. 설계변수는 전동기의 단면 형상을 결정하는 파라미터들과 시스템 파라미터인 감속비를 포함한다. 설계 영역 내에서 전역 최적설계를 수행하기 위해 크리깅(kriging) 대체모델(surrogate model)을 생성한 후 유전 알고리즘(genetic algorithm)을 활용한다. 도심 및 고속도로 주행 사이클에서 대한 각각의 최적화 결과를 비교함으

로써 제안한 1D 시뮬레이션이 목표 주행사이클에 대한 전동기의 최적 설계안을 얻기 위해 유용하게 활용될 수 있음을 보인다. 또한 시스템 모델과 등가 회로망의 활용으로 얻은 높은 전산 효율은 제안한 시뮬레이션 및 최적화 프로세스가 다른 전기동력 시스템의 개념 개발 단계에도 활용될 수 있음을 의미한다.

