

온도 조건을 고려한 프리우스 플러그인 하이브리드 전기 자동차의

제어특성 분석 및 모델 검증

이 기 옥^{*1)} · 정 해 성¹⁾ · 김 남 옥^{**1)}

한양대학교 기계공학과¹⁾

Control Analysis and Model Validation of Prius Plug-In Hybrid Electric Vehicle Under Various Thermal Conditions

Kiwook Lee^{*1)} · Haeseong Jeoung¹⁾ · Namwook Kim^{**1)}

Hanyang University¹³⁾

Key words : Prius PHEV(프리우스 플러그인 하이브리드), Plug-in Hybrid Electric Vehicle(플러그인 하이브리드 전기 자동차), Control Analysis(제어 분석), Model development(모델 개발), Model Validation(모델 검증)

* 발표자: 이기옥, kwlee345@gmail.com

* 교신저자: 김남옥, nwkim21@gmail.com

** “본 연구는 한국에너지기술평가원의 지원으로 수행되었음 (과제번호: 20172010104970)”

차세대 친환경 자동차 기술은 최근 강화되고 있는 연비 규제와 에너지 절감 요구를 만족시킬 수 있는 기술로서 많은 연구가 진행되고 있다. 그 중 플러그인 하이브리드 전기 자동차(Plug-In Hybrid Electric Vehicle)는 수송분야에서 온실가스 배출량을 크게 줄일 수 있는 대안으로서 주목받고 있다. 하이브리드 전기 자동차의 경우 두가지 이상의 동력원을 활용하기 때문에 주행 패턴이나 환경에 따라 연비 성능이 크게 달라진다. 따라서 자동차 시장에 진출한 대표적인 플러그인 하이브리드 전기 자동차의 제어 특성 분석을 통해 연비 향상 요인을 분석하고 연구 개발에 활용할 필요가 있다. 본 연구는 동력 분기형(Power Split) 구조를 갖는 플러그인 하이브리드 전기 자동차인 도요타 프리우스 PHEV 차량의 차량동력계(Chassis Dynamometer) 성능 시험 데이터를 분석하여 자동차의 동력원 제어 전략을 추정하고 미 국립 아르곤 연구소(Argonne National Laboratory)에서 개발한 Autonomie 기반의 자동차 시뮬레이션 모델을 개발하고 검증하는 것을 목표로 하였다.

상온, 저온 및 고온 조건에서 얻어진 자동차의 차량동력계 성능 시험 데이터 분석을 통해 동력원 요소의 파라미터를 추정하는 방법을 제시하였으며 이를 활용하여 구성 요소를 모델링하였다. 배터리 모델의 경우 저항 커패시터 병렬 편극 회로에 배터리 내부저항이 고려된 등가 회로(equivalent circuit)로 구성되었으며 엔진 및 모터는 효율 맵 기반으로 구성하였다. 온도 조건이 자동차의 제어 특성에 미치는 영향을 분석하여 각 온도 조건에 따른 동력원 제어 전략을 추정하고 작동 모드를 분석하였다. 이후 엔진의 최적 토크 제어 및 배터리의 SOC(State of Charge) 관리 제어 특성을 분석하여 실제 차량의 거동을 재현하는 전방향 제어기 모델을 개발하였다. 최종적으로 개발된 모델의 시뮬레이션 결과와 시험 데이터의 비교분석을 통해 개발된 자동차 모델의 타당성을 검증하였다.

향후 검증된 모델을 활용하여 다양한 제어 전략에 대한 동력 및 연비 성능을 평가 할 수 있고 연비 개선 연구에 활용할 수 있을 것이다. 또한 최적화이론을 바탕으로 한 최적제어기 개발 연구에도 활용 될 수 있을 것으로 기대된다.

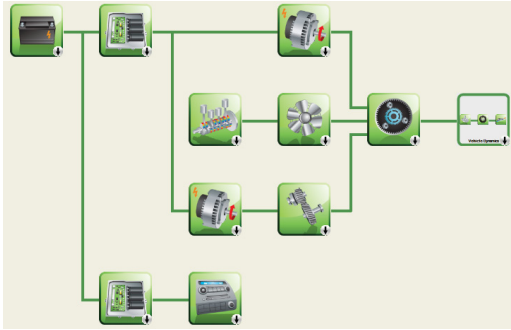


Photo 1. Vehicle Model Configuration (Power Split Type)