

후방향 모델 기반 하이브리드 차량의 최대 성능 도출을 위한

최적 제어 해석 프로그램 개발

정 준 혁¹⁾ · 홍 성 탁¹⁾ · 김 동 언¹⁾ · 연 제 휘¹⁾ · 김 남 옥^{*1)}

한양대학교 기계공학과 – BK21 4단계 ERICA-ACE 센터1)

Development of an Optimal Control Simulation Program for Maximum Performance Evaluation of Hybrid Vehicles Based on a Backward-Looking Model

Junhyeok Jeong¹⁾ · Sungtak Hong¹⁾ · Dongeon Kim¹⁾ · Jehwi Yeon¹⁾ · Namwook Kim^{*1)}

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

Key words : Hybrid Electric Vehicle(하이브리드 자동차), Optimal Control(최적제어), Dynamic Programming(동적 계획법), Pontryagin's Minimum Principle(폰트리아긴 최소 원리), Performance Analysis(성능 해석)

교신저자, E-mail: nwkim@hanyang.ac.kr

** 이 연구는 2025년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(RS-2024-00421310)

전 세계적으로 강화되는 배출 가스 규제 및 연비 기준을 충족하기 위해 자동차 산업의 전기차 및 하이브리드 차량과 같은 친환경 차량 개발은 필수적인 흐름이 되었다. 다만 전기차(BEV)의 경우 충전 시스템, 비교적 짧은 주행거리, 배터리 화재와 더불어 미국의 보조금 정책 폐지와 같은 상황으로 인해 전기차 시장의 성장세가 둔화되고 있다. 따라서 강화된 환경 규제와 소비자 수용성을 동시에 만족시키는 현실적 대안으로서 하이브리드 차량의 중요도는 부각되고 있다.

하이브리드 차량은 두 가지 이상의 에너지원 활용을 통해 에너지 소비를 최적화할 수 있으며, 이에 따라 최적 제어 기반의 연구가 활발히 진행되었다. 대표적으로 동적 계획법(Dynamic Programming, DP), 폰트리아긴 최소화 기법(Pontryagin's Minimum Principle, PMD) 기법 등이 있으며 본 연구에서는 이를 활용한 최적 제어 프로그램을 통해 차량의 최대 성능을 도출해 보고자 한다.

연구실 내 개발하고 있는 전동화 자동차의 최적 제어 이론 기반 차량 성능 평가 프로그램인 OC Sim을 활용하였는데, OC sim은 엔진, 모터, 배터리와 같은 차량 구성 요소를 Backward-facing 모델로 구성하여 DP, PMP 등의 기법으로 연비 성능을 평가할 수 있다. 최근 하이브리드 파워트레인의 구조가 점차 다양화됨에 따라, 각 구조에서 기대할 수 있는 최대 성능을 사전에 도출하는 것은 향후 제어 전략 수립과 차량 개발 방향성을 결정하는데 중요한 역할을 한다.

본 연구에서 제안한 최적 제어 프로그램 OC sim은 이러한 필요에 부응하여, 다양한 하이브리드 아키텍처의 잠재적 성능을 비교, 분석할 수 있는 효과적인 도구로 활용될 수 있을 것이다.