

VAR 기반 환경 예측과 PMP/HJB 최적 제어 중심 해양 최적 항해 기법의 자동차 공학적 적용 가능성 탐구

권 정 현¹⁾·채 선 규¹⁾·김 영 기^{*1)}

한국기계연구원¹⁾

A Study on the Applicability of Maritime Optimal Navigation to Automotive Engineering Using VAR-based Environmental Prediction and PMP/HJB Optimal Control

Jeonghyun Kwon¹⁾ · Sungeu Chae¹⁾ · Youngki Kim^{*1)}

Korea Inst. of Machinery & Materials¹⁾

Key words : 최적 제어(Optimal Control), 동적 시스템 모델링(Dynamic System Modeling), 시계열 분석(Time-Series Analysis), 자율주행(Autonomous Driving), 에너지 관리(Energy Management)

교신저자, E-mail: ykimm@kimm.re.kr

선박과 자동차는 각기 해양과 육상이라는 상이한 환경에서 운용되지만, 불확실한 외부 환경 속에서 제한된 자원을 활용하여 목표를 달성해야 한다는 공통의 제어 공학적 과제를 안고 있다. 본 발표는 해양 공학 분야에서 선박의 안전하고 효율적인 운항을 위해 개발된 예측 및 최적 제어 기법들이 자동차, 특히 자율주행 전기차의 핵심 문제 해결에 어떻게 기여할 수 있는지 탐구하고자 한다.

첫째, 시시각각 변하는 해류와 파도의 시계열 데이터를 벡터 자기회귀(Vector Autoregressive, VAR) 모델로 학습하여 동적인 '가상 해양 프로파일'을 생성하는 연구를 소개한다. 그리고 이 방법론을 확장하여 V2X 통신 데이터 및 교통량 데이터를 기반으로 미래의 도로 상황을 예측하는 '동적 교통 프로파일' 생성 가능성을 제시한다.

둘째, 선박의 고장 상황 발생 시 최소 시간 및 최소 에너지 귀환 항로를 도출하기 위해 사용되는 폰트랴긴의 최대 원리(Pontryagin's Maximum Principle, PMP)와 해밀턴-야코비-벨만(Hamilton-Jacobi-Bellman, HJB) Equation을 소개한다. 이는 전기차의 배터리 이상 발생 시 최적의 '림프 홈(Limp-home)' 경로를 설정하거나, 자율주행차가 돌발상황에 대응하여 최적의 회피 경로를 실시간으로 생성하는 문제에 직접적으로 적용될 수 있는 이론적 기반을 제공한다.

본 연구는 두 도메인 간의 기술적 유사성을 조명하고, 해양 공학의 제어 이론이 미래 자동차 기술의 난제를 해결하는 새로운 접근법이 될 수 있음을 보일 것이다.