

외란 관측기를 이용한 Steer-by-Wire 시스템의 강건한 제어기 설계

정 상 훈¹⁾ · 최 세 범²⁾

한국과학기술원 기계공학과¹⁾, ²⁾

Design of Robust Controller for Steer-by-Wire System Using Disturbance Observer

Sanghun Jung¹⁾ · Seibum Choi^{*2)}

Department of Mechanical Engineering, KAIST, Daejeon, 34141, Korea^{1), 2)}

Key words : Steer-by-Wire system, 외란 관측기(Disturbance Observer), 외란 관측기 기반 제어(Disturbance observer based control), Robust Control(강인 제어), Friction Torque estimation(마찰 토크 추정)

* Corresponding Author, E-mail: sbchoi@kaist.ac.kr

차세대 자동차 제어 시스템으로 미래형 자동차에서는 X-by-Wire 시스템이 도입되고 있는 추세이다. X-by-Wire 시스템은 운전자의 구동, 조향, 제동 등에서의 편리함을 제공하기 위해 개발되고 있다. 이와 같은 추세로 기존의 기계적 연결 혹은 유압 연결 라인을 제거하고, 전기적 신호 및 액츄에이터로 차량의 조향을 제어하는 기술인 Steer-by-Wire(SBW) 시스템이 미래형 차세대 조향 시스템으로서 자동차 산업 내에 큰 주목을 받고 있으며, 활발한 연구가 진행되고 있다. SBW 시스템은 빠른 반응, 기계적 요소의 제거로 인한 공간 효율성, 차량 통합 제어와의 높은 연계성 등의 장점을 가지고 있다. SBW 시스템은 기계적 연결의 부재로 인하여 운전자의 입력이 조향 휠에 전달이 되는 제어의 높은 성능이 요구된다.

SBW 시스템은 타이어와 노면의 마찰 토크, 차량의 자가 정렬 모멘트로 구성된 외란을 가지게 된다. 기존 상용화된 차량과 달리, 차세대 도심형 자동차로 각광받는 Micro-mobility의 경우 차량의 경량화, 소형화로 인해 외란 입력이 상대적으로 주요한 요소로 작용하게 된다. 따라서 외란은 차량의 횡 가속도, 속도, 노면의 조건 등에 따라 기본 플랜트의 제어입력에 비해 훨씬 큰 폭으로 변화하는 요소가 된다. 다양한 상황에서 높은 제어 성능을 만족하기 위해서는 큰 폭으로 변화하는 외란 토크를 실시간으로 추정하고 이를 보상해주는 제어 전략이 필수적으로 요구된다.

본 논문에서는 대상으로 하는 역 삼륜 Micro-mobility의 SBW 시스템을 구축하고, 외란 관측기 기반 제어기를 설계하여 외란을 추정하고 이를 보상하여 제어하는 제어 성능을 실험적으로 검증하였다. 낮은 노면 마찰 계수, 높은 노면 마찰 계수, 무거운 짐을 실었을 경우 등 여러 가지 상황에서의 실험을 통해 강건한 제어 성능을 확인하였다. 차후 본 연구를 활용하여 앞으로 생산되는 Micro-mobility의 SBW 시스템의 제어 성능 개선에 기여할 수 있다.