

Steer-by-Wire 시스템 고장 시 RWS/RTV 통합 제어를 활용한

Fail-Operation 알고리즘 개발

김 탁 윤¹⁾ · 정 현 민¹⁾ · 우 승 훈^{*2)}

국민대학교 자동차공학전문대학원¹⁾ · 국민대학교 자동차공학과^{*2)}

Development of a Fail-Operational algorithm using integrated control of RWS/RTV in case of Steer-by-Wire system failure

Takyun Kim¹⁾ · Hyeonmin Jeong¹⁾ · Seunghoon Woo^{*2)}

Graduate School of Automotive Engineering, Kookmin University¹⁾

Department of Automotive Engineering, Kookmin University^{*2)}

Key words: Integrated Chassis Control(통합 샤시 제어), Fail-Operation(고장 대응), Coordination Strategy(조정 전략), Yaw Moment Control(요 모멘트 제어), Rear Wheel Steering(후륜 조향), Torque Vectoring(토크 벡터링)

* Seunghoon Woo, E-mail: boltra@kookmin.ac.kr

자율주행 및 친환경 차량에 대한 시장 확대에 따라 차량 전동화 기술(Electrification)에 대한 중요성이 높아지고 있다. 운전자 조향 휠과 차량 바퀴 사이의 기구적인 연결 없이 전기적 신호로 운전자의 조향 의지를 전달하는 SbW (Steer-by-Wire) 시스템은 상용화를 목표로 개발 및 검증을 진행하고 있다. SbW 시스템은 고장 상황에 대한 기구적인 대응이 불가능하기 때문에 고장 안전 기술 적용이 필수적이다.

본 연구에서는 SbW 고장 상황에 대한 Fail-Operation 시스템을 개발하였다. Fail-Operation 시스템은 고장 시스템을 완전 대체하기 위한 Fail-Safety와는 다르게 고장 시스템의 기능을 일부 대체하기 위한 시스템으로, 제안하는 Fail-Operation 시스템은 SbW의 RWA (Road Wheel Actuator) 조향 불가능 상황에 대하여 RWA를 대체하여 선회 기능을 수행한다. 제안 시스템은 후륜 조향 시스템 (RWS, Rear-Wheel Steering)과 후륜 구/제동 토크 벡터링 (RTV, Rear Torque Vectoring)을 활용하였다.

샤시 통합 제어 기술은 개별 샤시 제어 기술을 복합적으로 사용하기 때문에, 각 시스템 개입은 차량이 가용 할 수 있는 제어의 상호 간섭을 야기할 수 있고 이는 Fail-Operation 시스템의 성능을 감소시킬 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 RWA에 대한 Fail-Operation 시스템의 제어기 설계 및 개별 샤시 제어 기술에 대한 조정 전략을 설계하였다. 제어기는 차량이 운전자 입력에 대한 차량 목표 거동을 추종할 수 있도록, 모델 불확실성 및 외란에 대한 강건 제어 기법인 ISMC(Integral Sliding Mode Control) 기반 제어기를 설계하였다. 개별 샤시 제어 기술에 대한 조정 전략은 고장 차량의 Fail-Operation 제어 성능 극대화를 위해 후륜 조향 및 구제동 시스템의 제어 개입량을 조절하도록 설계하였다.

제안된 제어 시스템을 검증하기 위해 Matlab/Simulink 및 CarMaker 환경 기반의 MiLS(Model-in-The-Loop) 시험을 수행하였다. RWA의 고장 상황을 포함한 직진/정상원 선회 시나리오에서 제안 시스템의 제어기 및 조정 전략에 대한 유효성을 확인하였다.