Copyright ⓒ 2026 KSAE
26SKSAE_C015

모델 참조 적응 제어를 이용한 차량 참조 모델 기반 능동 현가 제어

김 근 태[1)].정 몽 근[1)].최 유 진[1)].전 진 우[2)].정 용 환[*3)]

서울과학기술대학교 자동차공학과[1)].현대자동차 샤시선행개발팀[2)].서울과학기술대학교 기계시스템공학부[*3)]

Active Suspension Control Based on a Vehicle Reference Model Using Model Reference Adaptive Control

Geuntae Kim[1)] · Monggeun Jeong[1)] · Yujin Choe[1)] · Jinwoo Chun[2)] · Younghwan Jeong[*3)]

Department of Automotive Engineering, Seoul National University of Science and Technology[1)],
Advanced Chassis Development Team, Hyundai Motor Company[2)],
School of Mechanical Systems Engineering, Seoul National University of Science and Technology[3)]

Key words : Active Suspension(능동 현가 장치), Vehicle Reference Model(차량 참조 모델), Model Reference Adaptive Control (모델 참조 적응 제어), CarMaker(카메이커), Simulink(시뮬링크)

교신저자, E-mail: 정용환, yh.jeong@seoultech.ac.kr

차량의 주행 안정성과 승차감을 결정하는 핵심 요소 중 하나는 서스펜션 시스템이다. 일반적인 차량 서스펜션은 스프링, 댐퍼, 안티롤바 등으로 구성되며, 이러한 요소들은 차체 거동을 제어하여 노면 입력에 대한 차량의 동적 응답을 결정한다. 그러나 대부분의 양산 차량에 적용되는 패시브 서스펜션은 설계 단계에서 스프링 강성과 감쇠 특성이 고정되므로, 주행 중 변화하는 주행 조건에 능동적으로 대응하는 데 한계가 있다. 이러한 한계를 극복하기 위하여 반능동 및 능동 현가장치에 대한 연구가 지속적으로 수행되고 있다. 반능동 및 능동 현가장치는 제어기를 통해 서스펜션에서 발생하는 힘을 조절함으로써 다양한 주행 조건에서 차량 거동을 보다 효과적으로 제어할 수 있다. 그러나 기존 연구는 주로 Double Lane Change(DLC) 또는 과속방지턱과 같은 제한된 시험 시나리오에서 성능을 평가하며, 특정 서스펜션 구조 또는 특정 제어 대상 변수에 대해 개별적으로 설계된 제어기를 사용하는 경우가 많다. 이러한 접근은 시뮬레이션 환경에서 다양한 서스펜션 구성 요소 조합을 변경하며 일관된 기준으로 성능을 비교·평가하는 데 한계를 가진다.

본 연구에서는 다양한 서스펜션 구성 요소 조합에 공통적으로 적용 가능한 통합형 능동 현가 제어 전략을 제안한다. 이를 위해 차체 거동을 나타내는 롤율, 피치율, 그리고 차체 수직 운동을 기반으로 차량 참조 모델을 설계하고, 이를 통해 차량의 목표 거동을 생성한다. 이후 모델 참조 적응 제어(Model Reference Adaptive Control, MRAC) 를 적용하여 실제 차량 거동이 차량 참조 모델의 거동을 추종하도록 제어기를 설계한다. 이를 통해 다양한 서스펜션 구성과 차량 조건에서도 일관된 차체 거동 특성을 유지할 수 있는 제어 구조를 구현하고자 한다. 본 연구에서 제안하는 접근 방식은 다양한 차량 플랫폼 및 서스펜션 구조에 적용 가능한 일반화된 능동 현가 제어 프레임워크 구축에 기여할 것으로 기대된다.

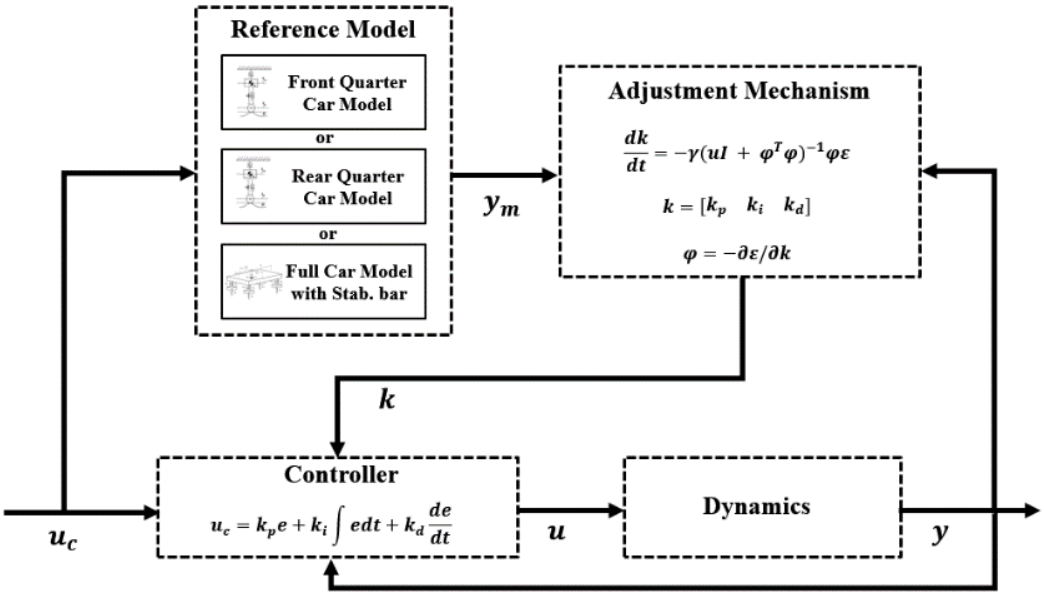

Photo. 1 MIT Rule Based Model Reference Adaptive Control

Acknowledgement

본 연구는 현대자동차의 지원으로 수행되었음.