

자율주행차량을 위한 경로 추종 및 차량 안정성 통합 제어

김진우¹⁾ · 임성진^{*1)}

서울과학기술대학교 기계자동차공학과^{*1)}

Integrated Path Tracking and Vehicle Stability Control for Autonomous Vehicles

Jinwoo Kim¹⁾ · Seongjin Yim^{*1)}

Seoul National University of Science and Technology^{*1)}

Key words: Autonomous vehicles (자율주행차량), Path tracking control(경로 추종 제어), Vehicle stability control(차량 안정성 제어), LQR(선형2차레귤레이터), Control allocation(제어 할당)

* 교신저자, E-mail: acebtif@seoultech.ac.kr.

현재까지 자율주행차량의 경로 추종 제어는 대부분 고마찰 노면을 기준으로 수행되었다. 하지만 고마찰 노면에서 설계한 제어기는 저마찰 노면에서 성능을 보장할 수 없다. 또한 저마찰 노면에서는 요율 추종 성능과 더불어 횡방향 안정성도 유지되어야 한다. 따라서 저마찰 노면에서 경로 추종 성능을 유지하면서 요율 추종 성능과 횡방향 안정성을 만족시키는 제어기를 설계해야 할 필요가 있다.

본 논문에서는 저마찰 노면에서 경로 추종 제어 성능을 유지하면서 요율 추종 성능과 횡방향 안정성을 유지하는 제어기를 설계하는 방법을 제안한다. 주어진 경로에 대해 2-DOF 자전거 모델을 기반으로 횡방향 오차, 방위각 오차, 횡슬립각과 요율 에러가 상태변수로 구성된 상태-공간 방정식을 유도한다. 여기서 기준 요율은 전륜 조향각에서 유도한다. 경로 추종, 요율 추종, 횡방향 안정성을 나타내는 LQ 목적함수를 정의한 후 LQR 방법론을 적용하여 전상태 피드백 제어기를 구한다. 제어 대상 차량은 전륜 조향 또는 4륜 조향 차량으로 설정한다.

제안된 방법으로 설계된 제어기의 성능을 검증하기 위해 시뮬레이션을 수행한다. 저마찰 노면에서 전륜 조향 또는 4륜 조향 차량에 대해 설계된 제어기를 적용하여 경로 추종 제어 성능, 요율 추종 제어 성능, 그리고 횡방향 안정성 제어 성능을 비교한다. 세 가지 성능 지표를 기준으로 한 이러한 비교를 통해 전륜 조향 또는 4륜 조향 중에서 어떤 것이 더 효과적인지, 별도의 구동기가 제어 성능에 미치는 영향에 대해 검증한다.