

타이어 모델에 의존하지 않는 TCS 제어

정 세 민 ¹⁾ · 최 경 환 ^{*1)}

광주과학기술원 기계공학부¹⁾

Tire Model-free Traction Control System Control

Semin Jeong¹⁾ · Kyunghwan Choi¹⁾

School of Mechanical Engineering, Gwangju Institute of Science and Technology ¹⁾

Key words : Traction control system(트랙션 컨트롤 시스템), model-free control(모델 비의존 제어), slip ratio(슬립률), tire model(타이어 모델)

* 교신저자, E-mail: khchoi@gist.ac.kr

Traction Control System(TCS) 제어의 목적은 가속 시 종방향 tire force가 최대마찰력을 넘지 않도록 slip ratio를 조절하는 것이다. 그러나 slip ratio와 tire force 간의 관계를 설명하는 타이어 모델은 다양한 차량 조건에 의존하며 정확히 파악하기가 어려우므로, TCS의 제어기 설계에는 일반적으로 장기간의 실험과 튜닝이 요구된다. 따라서 본 논문에서는 대상 차량의 타이어 모델에 의존하지 않는 TCS 제어 방법을 제안한다. 최대마찰력 발생지점에서는 slip ratio의 변화에 따른 tire force의 변화가 0이며, 그 지점 전후에는 각각 양수와 음수이다. 따라서 제안 방법의 핵심 원리는 slip ratio에 대한 tire force 변화의 부호가 음수일 때만 slip ratio를 줄이도록 wheel torque를 결정하는 것이다. Wheel torque 결정에는 PI 제어기가 사용되었다. 제안 제어 방법은 대상 차량의 타이어 모델 없이 slip ratio와 종방향 tire force의 측정값만을 활용하여 구현할 수 있다. CarMaker와 Simulink를 이용한 시뮬레이션을 활용하여 제안 제어 방법에 대한 검증을 진행했다. 검증 상황은 후륜구동 승용 전기차인 IONIQ5를 마찰계수가 0.3인 아스팔트 직선도로에서 초기속도 20km/h부터 가속하도록 정의했다. 제안 제어방법을 적용하지 않은 경우 slip ratio가 최대마찰력 발생지점을 넘어서 최대치까지로 발산하였으나, 제안 제어방법을 적용한 경우, tire force가 최댓값 근처에서 머물며 TCS가 안정적으로 수행되는 것을 확인했다.