

확장 칼만 필터를 이용한 브레이크 온도 추정

이 중 협¹⁾·가 한 선²⁾·최 세 범²⁾·이 중 희³⁾·현 동 윤³⁾

한국과학기술원 기계공학과^{1), 2)} · 현대자동차 샤시제어개발팀³⁾

Estimation of brake temperature using extended kalman filter

Jonghyup Lee¹⁾ · Hanseon Ga²⁾ · Seibum Choi^{*2)} · Jounghee Lee³⁾ · Dongyoon Hyun³⁾

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

Chassis System Control Development Team, Hyundai Motor Company, 150 Hyundaiyeonguso-ro, Namyang-eup,

Hwaseong-si, Gyeonggi-do 18280, Korea³⁾

Key words : Braking system(제동 시스템), Brake temperature(브레이크 온도), Extended kalman filter(확장칼만필터), Friction(마찰)

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

차량의 안전 제어가 차량의 성능에 직접적인 영향을 줌에 따라 차량의 안전 제어를 위한 다방면의 연구는 활발히 진행되고 있다. 브레이크 시스템은 차량의 안전 제어를 위한 가장 중요한 하드웨어로서 그 기능을 수행하고 있다. 이러한 브레이크 시스템은 브레이크의 온도에 따라 최대 30%까지 변화하는 브레이크 패드와 디스크 사이의 마찰 계수로 인해 실시간으로 그 성능이 달라지며, 정확한 차량 안전 제어의 구현을 위해 온도에 대한 성능 변화가 고려된 제어기의 설계가 필수적이다. 하지만, 실시간으로 변화하는 브레이크의 온도는 실시간으로 측정되는 값이 아니기 때문에 측정치들을 통한 추정이 필요하다.

기본적으로 브레이크의 온도는 제동 시 손실되는 역학적에너지가 열에너지로 변화함에 따라 가열되며, 제동이 이루어지지 않을 경우 주변으로의 열 에너지 방출을 통해 냉각된다. 이러한 기본적인 원리를 고려하면, 대략적인 브레이크의 온도 모델을 설계할 수 있다. 그 이외에 브레이크의 온도에 따른 브레이크 패드 마찰 계수의 변화 특성은 브레이크가 상용차에 장착되기 전 측정이 되는 값으로서 이를 이용하면, 실시간으로 측정되는 종 방향 가속도 정보를 통해 온도를 예측할 수 있다. 이러한 온도 모델을 통한 계산과 종 방향 가속도를 통한 보정을 실시간으로 수행하기 위해, 본 연구에서는 확장칼만필터가 사용되었다.

다양한 오차가 고려된 시뮬레이션을 진행하였으며, 다양한 오차에 대해서도 강건한 성능을 보였다. 본 연구를 활용하여 온도가 고려된 제동 토크의 추정 및 브레이크를 사용하는 차량 제어의 성능 개선에 기여할 수 있다.

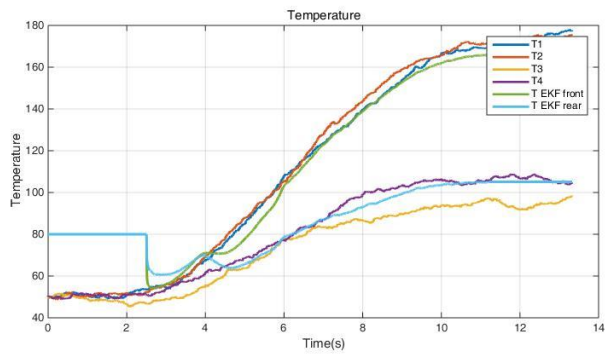


Photo . 1 Simulation results