

## 노면 경사 추정을 통한 차량 중량 추정 정확도 개선

가 한 선<sup>1)</sup> · 이 중 협<sup>2)</sup> · 최 세 범<sup>\*2)</sup> · 이 중 희<sup>3)</sup> · 현 등 윤<sup>3)</sup>

한국과학기술원 기계공학과<sup>1), 2)</sup> · 현대자동차 샤시제어개발팀<sup>3)</sup>

### A study on Improvement of Vehicle Mass Estimation by Estimating Road Grade

Hanseon Ga<sup>1)</sup> · Jonghyup Lee<sup>2)</sup> · Seibum Choi<sup>\*2)</sup> · Jounghye Lee<sup>3)</sup> · Dongyoon Hyun<sup>3)</sup>

Department of Mechanical Engineering, KAIST, Daejeon 34141, Korea<sup>1), 2)</sup>

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

Hwaseong-si, Gyeonggi-do 18280, Korea<sup>3)</sup>

**Key words** : Vehicle Mass(차량 중량), Vehicle Mass Estimation(차량 중량 추정), Road Grade Estimation(노면 경사 추정)

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

지난 10년간 ABS, ESC와 같은 차량안전제어시스템을 비롯한 여러전자제어분야에서 많은 발전이 있어왔다. 더욱 안전하고 주행성능이 좋은 자동차를 원하는 소비자들의 요구를 맞추기 위해 차량의 안전제어시스템기술이 매우 고도화되어 왔다. 많은 차량안전제어시스템의 제어기들은 차량의 파라미터 및 실시간 상태를 활용하여 설계가 되는데, 몇몇의 차량 상태는 센서를 활용하여 측정이 되기도 하지만 센서를 활용하더라도 쉽게 알지 못하는 상태들이 존재하게 된다. 또한 차량의 여러 파라미터들 중에서 주행할 때마다 거의 변하지 않는 파라미터들이 있는 반면, 차량의 중량과 같은 파라미터는 주행시마다 계속 변하게 된다. 이렇게 센서를 활용하더라도 알기 어려운 차량의 상태나 파라미터와 같은 경우 추정을 필요로 하는데 추정의 정확도가 차량제어의 성능에 직접적인 영향을 미치게 된다.

차량의 중량은 승객이 몇 명 탑승하는지 또는 짐을 얼마나 싣는지에 따라 세단의 경우 약 30%까지 변할 수 있는 파라미터인데, 이를 단순히 센서를 추가하여 측정하기엔 추가적인 비용문제를 야기하고 센서를 추가 하더라도 직접적으로 측정하기엔 어려움이 존재한다. 이러한 어려움으로 인해 많은 제어기나 연구에서는 차량의 중량을 단순히 특정한 아는 값으로 가정을 하여 연구를 진행하는데, 이렇게 가정된 값과 실제 차량의 중량이 큰 차이가 나는 경우엔 성능 악화를 불러오게 된다.

따라서 본 논문에서는 추가적인 센서없이 양산차에 존재하는 센서만을 활용하여 차량의 중량을 추정하는 방법을 제시한다. 기존의 연구에서는 중방향 운동방정식을 3차 상태방정식으로 표현하여 칼만필터와 같은 상태추정기들을 활용하여 노면경사와 중량을 동시에 추정하게 된다. 이러한 방법은 노면경사와 중량을 하나의 관측기를 통해 동시에 추정해낸다는 장점이 있지만, 활용하는 센서의 수보다 추정하는 상태의 개수가 더 많음에 따라 추정정확도가 떨어져 실차 적용에 어려움이 존재한다. 본 논문은 기존의 차량 중량추정연구와는 달리 중량추정기와 동시에 평행한 노면 경사 추정기를 활용하여 추정 성능 및 강건성을 확보하는 방법을 제시하였다. ESC가 의무화 됨에 따라, 중방향 가속도 센서와 휠속센서 기반으로 노면 경사를 추정해내고 서스펜션 파라미터를 활용하여 차량의 피치각을 예측하여 보상하는 방식으로 노면 경사추정기를 설계하였고, 이를 차량의 중량추정기에 활용하는 방안을 제시하였다. 제안된 알고리즘을 CarSim 시뮬레이션을 활용하여 여러 노면프로파일의 시나리오를 통한 기본 성능 검증 뒤, 실차 시험데이터 분석을 통해 추정알고리즘을 검증하였다.