

실차 주행 신호 노이즈 저감을 고려한 질량 추정 알고리즘

김민수¹⁾ · 최규재^{*2)} · 정대이²⁾ · 김성진²⁾ · 박종호²⁾

군산대학교 기술혁신센터¹⁾ · 군산대학교 기계공학과²⁾

Mass Estimation Algorithm considering Noise Reduction of the Vehicle Driving Signal

Minsu Kim¹⁾ · Gujae Cho^{*2)} · Daei Jeong²⁾ · Seongjin Kim²⁾ · Jongho Park²⁾

Kunsan Advanced Technology Innovation Center¹⁾, Kunsan National University Mechanical Engineering

Key words : Electronic Stability Control(ESC) System(전자식 주행 안정성 제어 시스템), Commercial Vehicle(상용차량), Vehicle Mass(차량 질량), Recursive Least Square(RLS) Method(회기 최소 자승기법), Recursive Least Square(RLS) with Forgetting Method(망각인자 회기 최소 자승기법)

* Corresponding Author, E-mail: gichoi@kunsan.ac.k

자동차의 주행 안정성을 확보할 수 있는 ESC 시스템은 차량의 자세를 제어하는 전자제어 장치로 주행 차량의 미끄러짐 또는 전복 경향을 방지할 수 있는 시스템이다. 특히, 상용차는 사고 발생 시 대형 사고로 이어지는 문제점으로 인하여 ESC 장착을 강제하기 위한 규제가 도입되고 있으며, 향후 대형 상용차량에도 ESC 장착 의무화가 확대될 것으로 전망되고 있다.

이러한 제어 시스템 성능은 차량의 관성 파라미터, 특히 차량의 질량과 무게 중심의 높이에 민감한데 차량의 관성 파라미터는 승객의 인원수나 탑재된 하중의 무게 위치에 따라 달라진다.

이에 따라 시스템 제어 성능을 향상시키고 차량의 주행 안정성을 확보하기 위해서는 주행 중인 차량의 질량을 실시간으로 정확하게 추정하는 것이 필요하다.

본 연구에서는 실시간 차량 센서 신호에서 발생하는 잡음(Noise)의 영향도를 제거하기 위하여 망각인자 회기최소자승법 및 저역필터를 사용하여 차량 질량 추정 알고리즘을 개발하였다.

차량 질량 추정 알고리즘의 추정식은 다음과 같다.

$ma_x = F_x - F_{aero} - F_{rolling}$ - (1) 이며 식을 다시 한번 정리하면 다음과 같다.

$$m = \frac{\frac{T_e N_{if} \eta}{r} - \frac{1}{2} \rho C_d A_f V^2}{(M_f - 1)a_x + u_r g \cos(\beta) + a_x} - (2)$$

차량의 질량을 추정하기 위해서 TruckSim과 Matlab으로 구성하였으며 질량 추정에 필요한 차량 신호로는 엔진토크, 기어비, 속도 및 가속도를 TruckSim에서 신호를 받아 Simulink에 입력되며 필터를 이용하여 차량의 질량을 계산하게 된다.

이때 추정값의 정확성을 위해서 RLS Filter을 도입하였다 RLS은 추정하고자 하는 값을 정확하게 측정할 수 없는 경우에 유용하게 사용될 수 있으며 관측 값과 추정값 사이의 제곱의 합이 최소화 할 수 있도록 하는 방법이다. 이때 미지의 매개 변수가 일정하게 유지될 것으로 예상된다면 표준 RLS 방법으로 사용할 수 있지만 매개 변수가 시간에 따라 변하는 경우에는 RLS 방법에 망각인자(Forgetting)를 도입하는데 망각인자는 불필요한 데이터를 제거하는 특징을 가지고 있다.

또한 실제 차량에서 측정되는 신호에는 다양한 잡음이 포함되어 있으며 이와 같은 잡음이 포함된 경우에도 정확하게 질량을 추정할 수 있어야 한다.

본 연구에서는 실제 차량에서 발생하는 상황을 반영하기 위해 기존의 신호에 랜덤 잡음 신호를 추가한

후 개발한 알고리즘을 이용하여 질량 추정 성능을 평가하였다.

후기

이 논문은 2019년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(N0002428, 2019년 산업전문인력역량강화사업 Program for Industry specialist)

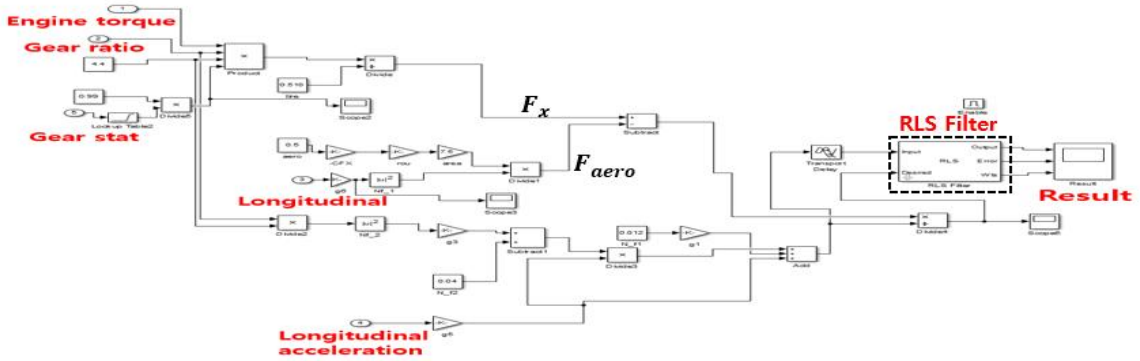


Photo. 1 Vehicle mass estimation model

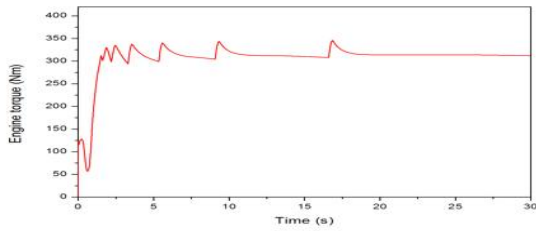


Photo. 2 Engine torque

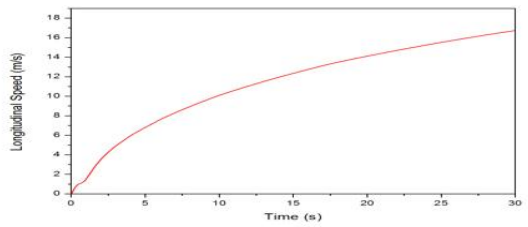


Photo. 3 Longitudinal speed

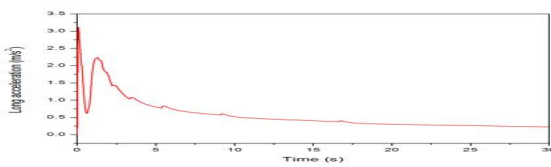


Photo. 4 Longitudinal acceleration

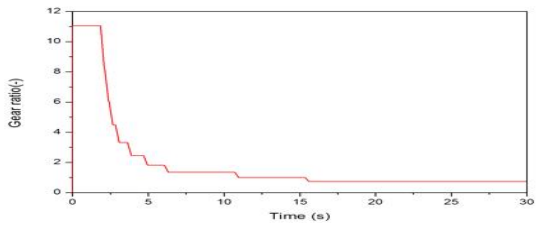


Photo. 5 Gear ratio

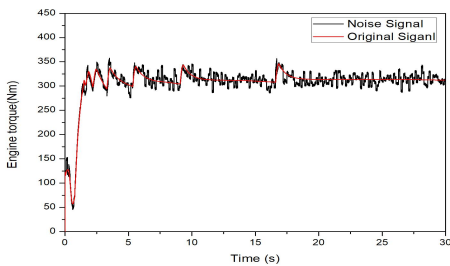


Photo. 6 Comparisons of engine torque signal

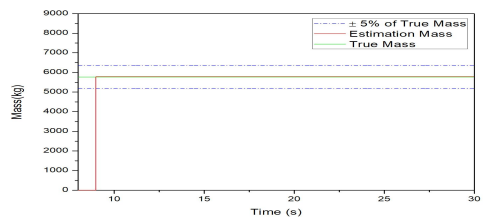


Photo. 7 Vehicle mass estimation results