

セミアクティブサスペンションの実用的な状態推定法

制御研究室 中井英雄

Practical observer for Semi-Active Suspensions

Hideo Nakai

最近のサスペンション（以下サスと略記）の制御には、スカイフック理論を応用した制御法が多く採用されるようになった。この方法は、空にあたかもショックアブソーバが繋がったように考えて、現実のアブソーバ内の制御弁を切り替える方法である（Fig. 1）。この方法で制御を行うには、サスのストローク速度（ $\dot{s}$ に相当）と車体の上下方向速度（ $\dot{u}$ に相当）の2つの信号が必要で、これらは、それぞれサスに取り付けたストロークセンサと車体に取り付けた加速度センサの信号を処理して得られている。

これらの信号を、センサによらないで他の情報から推定できれば、シンプルかつ低コストな制御系が実現できる。ここでは、最近開発された¹⁾、加速度センサ信号から、実用的な計算量の範囲でストローク速度を推定する方法について、その特徴、ならびに、推定精度について紹介する。

開発した推定法の構成をFig. 2に示す。サスの力学的な特性は非線形性が強く、通常の線形オブザーバでは実用的レベルの推定精度が得られない。そこで、開発した方法では、推定精度を向上するために、サスの非線形特性をデータマップの形で取り込み、さらに、ショックアブソーバへの弁開度指令値に応じてオブザーバのゲインを調整

し、また、計算量を低減するために、線形モデルに1自由度の振動モデルを用いた。

推定精度は、前もってシミュレーション計算で予想した特性を、サス部品を用いた単輪加振、実車を用いた4輪加振、実走行試験などにより検証し、必要に応じて定数をチューニングした。

Fig. 3に、4輪加振実験結果の一例を示す。Fig. 3は、振幅10mmのサイン波で車両を加振した際の、車両右前輪のサス速度に関して、推定値と実測値を比較した結果であり、推定精度は、実測値に対する推定値の周波数特性の形で評価した。Fig. 3によれば、サス制御上高精度の推定が必要となる1～2Hzの車体上下共振周波数帯域で、ゲインで0.9～1.1倍、位相で-25～10°の範囲で推定でき、実用上十分な精度で動作することが分かる。

なお、本研究は、トヨタ自動車(株)と共同で実施しており、新たに開発された新型サスと組み合わせられ²⁾、'96年夏に採用された。

参考文献

- 1) 中井英雄，ほか2名："サスペンション状態推定法の開発"，自動車技術会秋季大会学術講演会前刷集，(1996)，157
- 2) 森田光彦，ほか4名："新セミアクティブサスペンションシステムの開発"，自動車技術会秋季大会学術講演会前刷集，(1996)，161

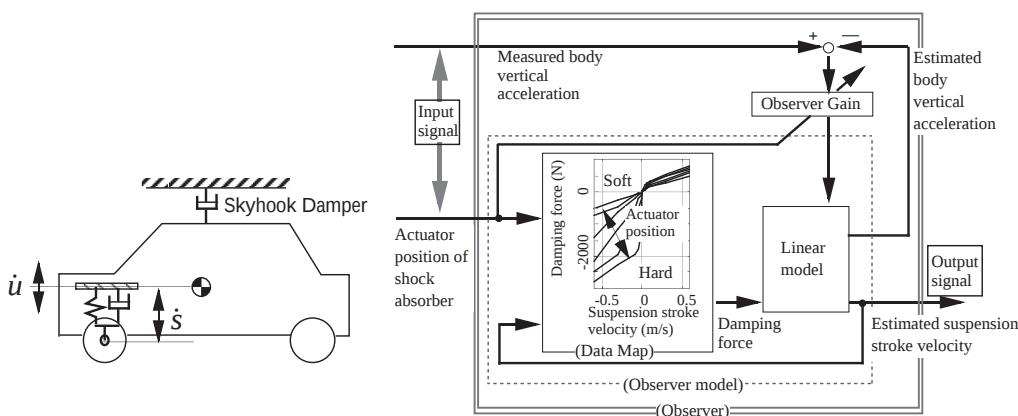


Fig. 1 Schematic diagram of Skyhook Control System.

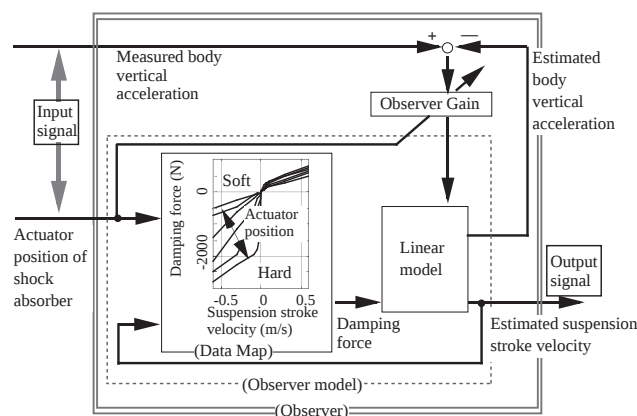


Fig. 2 Observer block diagram.

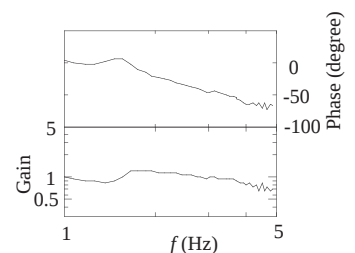


Fig. 3 Accuracy of the estimated signal.