

ソフトコンピューティング手法による自動車の運動制御

志村明彦

論文の内容の要旨

自動車に対して事故を未然に防ぐ「予防安全」が強く求められており、それに対してアクティブ運動制御技術が開発され、広く普及しつつある。自動車の運動は主にタイヤ-路面間力の特性のため非線形性を有し、また自動車を運転する人間は不確定性を有する。これに対して有効な非線形制御理論は必ずしも開発されておらず、また、人間であるドライバの挙動特性の考慮についてはその試みが緒についたばかりである。このような制御対象に対しては従来のハードバウンドな設計手法ではなく、非線形性や不確定性をある程度許容するソフトコンピューティングの手法が有効であると考えられる。ただし、自動車の制御は保守的志向であり、制御内容が明示的でないソフトコンピューティング制御手法は適用事例が少ないため、その有効性を実証することやその制御則について解析する手法が必要とされている。

本論文ではこのような自動車の運動制御問題に対して、以下のような検討を行う。

- ・ソフトコンピューティング手法により、現在、経験的・試行錯誤的に設計されている直接ヨーモーメント制御(以下、DYC)の制御則を工学的最適化手法で設計するとともに、得られた制御則が解釈やその他の形での活用が可能となるような学習則を検討する。
- ・ソフトコンピューティング手法により、ドライバの非線形的な操舵操作と類似の操作を行う制御器の設計を行い、ドライバの特性および内部処理の構造に関して検討する。
- ・未開拓な分野である前輪操舵制御の非線形制御器を、ソフトコンピューティング手法により設計する。

これらのことから、第1章では、自動車の運動制御の必要性、また運動制御へのソフトコンピューティング手法の適用の意義と問題点について示す。

第2章では、自動車の運動特性と従来の運動制御手法について述べ、将来予想される発展方向について述べる。

第3章では、ソフトコンピューティング手法のうち主にニューラルネットワーク(以下、NN)および遺伝的アルゴリズム(以下、GA)について基礎的事項について述べ、また、これまでに運動制御分野で適用された手法について概観する。

第4章では、機構解析ソフトウェアについて概観するとともに、第6章において制御器の性能を確認するために機構解析ソフトウェアで構成する全車両モデルについて、数値積分上の問題点を回避する手法の提案、適用等について述べる。

第5章では、現在発見的な手法で設計が行われているアクティブブレーキによるDYCの制御則を

GA学習を用いてNNで獲得し、さらにそのGA学習に忘却オペレータを提案、導入することにより、設計者がその制御則を解釈可能な結合の少ないNN制御器を獲得し、制御の内容が見えないというNN制御器の問題点に対する解決策を示す。

第6章では、カーブ路通過時のドライバの操舵操作をGA学習を用いてNNで獲得し、典型的な非線形操舵操作であるカウンターステアを実現すると共に複数のNNによる操舵構造を提案、実証しドライバの機能構造に関して検討する。

第7章では、現在未開拓な分野である前輪操舵制御について、知的制御を実現するソフトコンピューティング手法の一つであり、複数のNN制御器を組み合わせたキュービクニューラルネットワークを用い、様々な路面状況において自動車の運動を安定化できる非線形制御器を実現する。

第8章は結論であり、本論文で得られた成果をまとめている。

以上により本論文では、自動車の運動制御へのソフトコンピューティング手法の適用について、獲得されたNN制御器の制御則を解釈可能とする手法の提案、および従来の手法では未開拓もしくは発見的に行われている制御系設計に対しての有効例の提示を行った。

以上