

論文審査の結果の要旨および担当者

| | |
|------|--------------|
| 報告番号 | ※ 甲 第 10609号 |
|------|--------------|

氏 名 梅村 哲央

論 文 題 目

非線形最適サーボによるパワートレイン制御

論文審査担当者

主査 名古屋大学
委員 名古屋大学
委員 名古屋大学
委員 名古屋大学

准教授 坂本 登
教授 笠原 次郎
准教授 武市 昇
教授 鈴木 達也

論文審査の結果の要旨

梅村哲央君提出の論文「非線形最適サーボによるパワートレイン制御」は、次世代自動車のパワートレイン系（エンジン動力をタイヤへ伝達する機関部位）の制御系設計に関し、実システム開発では避けられない種々の制約条件や特性変動を陽に考慮して既存の制御系設計法と比較して簡便でかつより高性能な制御系を設計する新しい手法の枠組みの提案と実際の適用事例の報告を行っている。各章概要は以下のとおりである。

第1章では、自動車産業の歴史とパワートレイン技術、さらに次世代自動車産業にとって必要となるであろう制御技術について概要を説明し、本研究の目的を述べている。

第2章では、制約条件の下での制御として直流モータを取り上げ、モータ内を流れる電流を制限内に収めつつ最適制御を設計する枠組みを提案している。ここでは、評価関数に非線形重みを導入するという新しいアイデアを提案し、そこで得られるハミルトン・ヤコビ方程式を安定多様体法で解くことに成功している。実際の直流モータで実験を行い、数10ミリ秒という早い応答をする電流を制約内に収めた制御実験結果を示している。

第3章では、永久磁石同期モータに対して、自動車の駆動用モータとして使われることを想定したインバータ電圧の飽和下での最適なトルク制御問題を扱っている。永久磁石同期モータを磁束密度を変数として表現し、トルクサーボ問題を定式化している。さらに、供給電圧がインバータによって制約されるという現実には頻繁に生じる問題をLagrange未定乗数法と組み合わせることでハミルトン・ヤコビ方程式を導出している。また、この方程式が中心・安定多様体法を用いて解けることを示し、シミュレーションによってその効果を確認している。シミュレーションは、現実の車載用コンピュータで行われるレベルまで演算サンプル時間を遅くし、また、整数型で処理することで行い、実システムを正確に模擬することに注意を払っている。

第4章では、自動変速機における重要技術であるスリップ制御問題を扱っている。この問題の難しさはトルクコンバータの特性が使用環境によって大きく返送することにあるが、これを線形パラメータ変動系として扱い、さらに非線形サーボ問題を適用することで、 H_∞ 制御など従来法に比べて格段に性能の良い制御系を設計することに成功している。提案手法は実車を用いて検証し、実際の搭載用計算機程度の処理能力で十分実現可能であることも確かめている。実車評価では、最適サーボ系とともに設計された外乱オブザーバによる外乱抑制効果なども顕著な性能向上効果をもたらしていることが確認されている。

第5章は結論であり、本研究で得られた成果をまとめるとともに、今後の研究の方向性などを議論している。

以上のように、本研究は自動車のパワートレイン制御に対して非線形最適制御という最新の理論を適用する枠組みを提案し、実システムへ適用することでその性能と実現可能性を検証しており、学術上、工学上寄与するところが大きい。よって、本論文提出者梅村哲央君は、博士（工学）の学位を受けるに十分な資格があるものと判定した。