

ふりがな ながしま こうめい
氏名 長島 弘明
学位 博士（工学）
学位記番号 新大博（工）第 33 号
学位授与の日付 平成 18 年 3 月 21 日
学位授与の要件 学位規則第 4 条第 2 項該当
博士論文名 ロバストな予見サーボ系設計手法に関する研究

論文審査委員 主査 教授 谷藤 克也
 副査 教授 原 利昭
 副査 教授 梶田 正美
 副査 教授 新田 勇
 副査 助教授 横山 誠
 副査 助教授 相馬 仁

博士論文の要旨

工作機械、自動車など多くの工業製品において自動制御技術がますます重要となっており、制御系設計理論の発展が期待されている。様々な制御系設計理論の中でも、予見情報を有効に利用する「予見制御理論」は多くの潜在的利点を有している。しかし、既存の予見制御理論には未解決な重大な問題点、すなわち、制御対象のモデル化誤差や外乱に対するロバスト（頑強）性の不足があり、これを解決することが急務であり、本研究ではこれを解決することを目的としている。

本目的を達成するために、ニューラルネットワーク理論とスライディングモード制御理論に着目し、論文ではこれらを予見制御系設計に活用する以下の新たな手法が提案されている。

1. ニューラルネットワークを用いたモデル追従予見制御系設計
2. 最適制御理論を援用した離散時間スライディングモード極の特性解析と改善手法
3. 離散時間インテグラルスライディングモード制御器設計と、最適予見制御への応用

また、詳細な理論解析および数値シミュレーションによって、提案する手法の有効性を示している。

審査結果の要旨

既存の予見制御系設計論では、制御対象のモデル化誤差や外乱に対して制御性能が著しく劣化するという問題（ロバスト性不足）があるため、本研究ではこれを解決する手法を幾つか提案している。

まず、ニューラルネットワークの有する学習能力、汎化能力などに着目し、制御対象にモデル化誤差やパラメータ変動がある場合、オンラインで制御器内のパラメータを適切に調整する機構を最適予見制御系に付加する手法を提案している。これは、いわゆるロバスト性を有する適応制御系となっている。また、適応制御系は時変系であるため、一般にシステムの安定性の保証が難しいが、スモールゲイン定理、リアプノフ関数などを用いてこれが保証されることも示されている。

次に、離散時間スライディングモード制御において従来用いられている「最適制御理論を援用したパラメータ設計手法」が、必ずしも適切ではなく、システムを不安定化する可能性があることを詳細に解析した結果を示している。さらに、この不安定化を避ける新たな設計パラメータの決定手法を提案している。

さらに、様々なスライディングモード制御理論の中でも、インテグラルスライディングモード制御理論を応用すると、既存の最適予見制御器を変更することなく、予見制御系にロバスト性を付加する可能性があることが述べられている。しかし、既存のインテグラルスライディングモード制御理論は、連続時間領域で展開されているため（一方、予見制御理論は離散時間領域で展開されている）、この理論を基礎に離散時間版を考案し、これを最適予見制御へ組み込む設計手法を提案している。

また、数値シミュレーションおよび詳細な理論解析によって、上記の提案する手法の有効性を示している。

したがって、本研究における成果は、工業における自動化技術に関する重要な基礎理論の構築に貢献しており、工学的かつ工業的に評価が高く、博士（工学）の博士論文として十分な価値があると認定した。