

氏 名	みとべ かず ひさ 水戸部 和 久
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	論工博第3094号
学位授与の日付	平成8年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文題目	プラント既知情報を利用したモデル規範適応制御系のロバスト性改善に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 足立紀彦 教授 片山 徹 教授 吉川恒夫

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文はモデル規範型適応制御系の設計においてあらかじめ入手可能な制御対象に関する既知情報を有効に利用することにより、適応制御系の外乱などに対するロバスト性を向上する方法について研究した成果をまとめたものであって、6章からなっている。

第1章において本研究の背景と目的などを概説した後、第2章では直流サーボ系の慣性負荷変動の補償にモデル規範適応制御を適用した制御系に対して、外乱などの影響による制御系の不安定化現象の解析を行っている。外乱の存在下での適応制御系の安定性に関しては一般論としては従来より多くの研究がなされているが、適応ゲインの調整則を含めると制御系全体は非線形システムとなり、その詳細な挙動に関しては必ずしも十分明らかにされていない。本研究では特に適応ゲインの振る舞いについて、特異摂動法、分岐解析などにより詳細な解析を行い、実験において観測された適応ゲインのドリフトなどの不安定化現象を説明している。さらに適応ゲインのドリフトが規範モデルの設定方法により左右されることに着目し、規範モデルの簡略化により適応直流サーボ系の外乱に対するロバスト性を改善する方法を提案している。

第3章では、2章で述べた規範モデルの簡略化を一般化した場合のシステムとして、制御系の一部のみがモデル規範適応制御系の構造をとる場合のシステム全体の安定性に関する結果を示している。このような構造の適応制御系に関しては従来よりいくつかの応用研究が報告されているが、適応制御部分への入力信号にそのブロックの出力信号がフィードバックされるため、理論的にはシステム全体の安定性の解析は十分に行われてこなかった。本研究ではシステム全体を考慮に入れた安定性の解析を行っている。

第4章ではロボットマニピュレータの目標軌道追従制御において間接法によるモデル規範形適応制御系を構成する一方法を示している。この場合、従来はロボットの関節角加速度の測定を避けるために関節角度および角速度より数値的に求めた信号を用いて未知パラメータを推定する方法が提案されていた。本研究では直接法と同様にロボットの動特性の受動性を利用してパラメータ推定を行う方法を提案し、安定性の証明を与えている。証明は3章でのシステムの安定性の証明と同様の方法により行っている。

第5章では制御対象に含まれるパラメータに関する事前情報を積極的に利用して制御系のロバスト性を

高める方法について検討している。すなわち、物理的な未知パラメータと制御系の調整パラメータの関係から得られた既知情報を拘束条件として従来型の適応則に付加する方法を提案し、提案した方法により調整パラメータの理想値への収束条件が従来型の適応則に比べ改善されることを示している。

第6章は結論であって、本論文で得た諸結果を総括的に述べている。

### 論文審査の結果の要旨

モデル規範型適応制御系の設計において必要とされる制御対象の既知情報は一般に制御対象の伝達関数の次数、相対次数、高周波ゲインの符号、最小位相性などとされている。しかし、外乱やモデル化誤差の存在下での安定性保証の問題はこれらの既知情報の利用のみでは十分に解決されておらず、個々の制御対象において入手可能な上記以外の既知情報をも有効に利用することが適応制御系の安定性を向上するために重要と考えられる。

本論文は、制御対象の既知情報を有効に利用することによりモデル規範適応制御系の外乱などに対するロバスト性を改善する手法に関する研究をまとめたものであり、得られた主な成果は以下の通りである。

1. 適応直流サーボ系において制御対象の既知情報にもとづく規範モデルの簡略化を提案し、これによりシステムの外乱に対するロバスト性が改善されることを理論および実験により示した。
2. 上述の制御系の一般化として局所的な適応フィードバックループを有する制御系を定式化し、理想的な条件下での安定性の証明を与えた。
3. ロボットマニピュレータの適応制御において制御対象と同等の非線形構造を有するパラメータ推定器による構成法を提案し、安定性の証明を与えた。
4. 制御対象の物理パラメータと適応ゲインの間の既知の関係式を拘束条件として適応則に付加する方法を提案し、これにより適応ゲインの目標値への収束特性が従来型の適応則に比べ改善されることを理論的に示した。

以上のように、本論文は従来十分に用いられていなかった制御対象の既知情報を利用することにより、モデル規範適応制御系のロバスト性を改善する方法を提案し、その有効性を示したものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認められた。

また、平成7年12月21日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認められた。