

Title	EXTRAPOLATION, MODEL VALIDATION AND IDENTIFICATION FOR ROBUST CONTROL
Author(s)	周, 彤
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/38783
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

氏名	周 彤
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 11381 号
学位授与年月日	平成6年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科産業機械工学専攻
学位論文名	EXTRAPOLATION, MODEL VALIDATION AND IDENTIFICATION FOR ROBUST CONTROL (補間問題, モデル検証およびロバスト制御のためのモデリング)
論文審査委員	(主査) 教授 木村 英紀 教授 白井 良明 教授 前田 肇

論文内容の要旨

ロバスト特性は制御系設計に要求されている重要な性質の一つである。ロバスト特性を持つ制御系を設計するには、制御対象の公称モデルのみならず、その公称モデルの誤差バンドも知る必要がある。近年、ロバスト制御理論の発展にともない、制御対象の公称モデルとその誤差バンドを求める問題が「ロバスト制御のための同定問題」として浮上している。本研究では、補間の側面からその同定問題を考察し、幾つかの新しい同定アルゴリズムを提案した。本論文は6章から構成されている。

第1章では、本研究の背景、ロバスト制御のためのモデリング問題に対する研究の現状と本研究の概要について述べた。

第2章では、Carathéodory-Fejér 補間問題と Schur 補間問題およびそれらの解を述べた。また、それらの結果に対して、マトリックス演算に基づく新たな証明を与えた。

第3章では、補間問題の結果を用いて、モデル検証問題に対して考察を行った。モデル検証問題は与えられた制御対象のモデルが観測した制御対象の入出力特性を解釈することができるかどうかをチェックする問題であり、システム同定プロセスに重要な役割を果たしている。本章では、ロバスト制御でよく使われている様々なモデル形式に対して、モデル検証問題が凸関数の最小化問題に帰着できることを明らかにした。

第4章では、制御対象のすべての観測した入出力を説明できる最小伝達関数集合を求める問題を検討した。まず、制御対象の公称モデルの誤差を加法的な不確かさと仮定し、制御対象の分母が与えられた時、最小伝達関数集合を求める問題が凸関数の最小化問題に帰着させた。さらに、その結果を制御対象の公称モデルの誤差がパラメトリックな不確かさをも含む場合に拡張した。また、構造的な不確かさも制御対象の公称モデルの誤差が含む時、もし、その構造を無視して、制御対象の公称モデルの誤差を完全に非構造的な不確かさとして処理すれば、非構造的な公称モデルの誤差不確かさのバンドが一般的に大きくなることを数学的に証明した。最後に、提案した同定アルゴリズムが有効であることを、例題を用いて数値的に明らかにした。

第5章では、得られた制御対象に関する情報と矛盾しないすべての伝達関数を含む最小伝達関数集合の同定問題、いわゆる、最悪同定問題を考察した。制御対象の伝達関数の、 H^∞ -ノルムの上限とその時間域の入出力を考えた時、もし、測定した制御対象の出力に存在していねノイズの幅が大きくなければ、制御対象のすべての可能な伝達関数からなる伝達関数集合が一つの伝達関数マトリックスと一つの構造があたえられて、 H^∞ -ノルムが1を越えない、し

かし不定な伝達関数マトリックスの線形分数変換で表す伝達関数より構成した伝達関数集合と等しいであることを明らかにした。また、その場合、最悪同定問題が構造化特異値を最小化する問題 (μ -シンセシス問題) に帰着できることを示した。

最後に、第6章では、ロバスト制御のための同定問題について今後の研究課題をいくつかを挙げた。

論文審査の結果の要旨

ロバスト制御の目的は不確かなモデルにもとづいて合理的な設計をいうことである。ロバスト制御ではモデルの不確かさが確定的に与えられる必要があるが、制御対象のモデルを実験データから求める従来のモデリングは統計的な手法を用いており、得られたモデルを用いてロバスト制御を行うことができない。本論文ではロバスト制御と整合する確定的なモデリングの手法を開発するための理論的な基礎を考察し、幾つかの新しい知見を得ている。その成果を要約すれば次の通りである。

- (1) 複数個の雑音に汚された入出力データが与えられた時、それらのデータと適合するモデルを少なくとも一つを含む最小のモデル集合を求める問題を古典解析学の拡張問題として定式化し、その解を凸計画問題の求解に帰着させた。
- (2) モデルの伝達関数の H^∞ -ノルムの上限が与えられた時、雑音に汚された入出力データと適合するすべてのモデルを含む集合を、線形分数変換を用いてパラメトライズした。
- (3) 雑音に汚された入出力データと適合するすべてのモデルを含む最小のモデル集合を求める問題を、ロバスト制御でよく知られている「 μ 構成問題」に帰着させた。

以上の結果は確定的なモデリングの分野に新しい知見と新しい理論的な枠組を確立した優れたものである。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。