

(続紙 1)

京都大学	博士 (情報 学)	氏名	丸田 一郎
論文題目	Studies on Identification of Continuous-time Models (連続時間モデル同定に関する研究)		
(論文内容の要旨)			
<p>本論文は、連続時間モデル同定に関して新たな手法を提案し、その有効性を検証したものであり、全6章から構成されている。</p> <p>第1章は序論であり、連続時間モデル同定の必要性について述べ、射影型反復学習制御に基づく同定法を中心とした従来研究を概観し、現在の到達点と問題点を明らかにしたうえで、本論文の目的を示している。</p> <p>第2章では、新たな射影型反復学習制御法とこれに基づくモデル同定法について述べている。まず、有限次元部分空間における信号とシステムの表現を導入し、ゲイン減衰型フィルタを導入することによって、反復毎の初期化操作を必要としない射影型反復学習制御を実現し、これに基づいた反復同定を可能にしている。提案する手法は雑音に対する耐性が高く、目標値へのスムーズな追従を実現する反復学習制御によってデータ取得を行う特徴があることから、平衡状態からの変動が制限される系や強い観測雑音を伴う系への適用において特に有用である。</p> <p>第3章では、反復実験を必要としない射影型同定法について考察し、部分空間の反復更新に基づく新たな同定アルゴリズムを提案している。また、提案したアルゴリズムの統計的性能について考察し、例題を通して提案手法の有効性を確認した。提案する手法は、ある仮定の下でモデルパラメータの最小分散不偏推定量を与え、様々なノイズに対応することが可能であり、対象システムの構造や物理定数に関する先見情報を利用する事が容易であるという特徴を有する。</p> <p>第4章では、前章で提案した同定アルゴリズムの拡張を行っている。具体的には、対象システムが多入力多出力系である場合や、データ取得開始時に初期状態が零でない場合の同定問題を扱う方法を示している。さらに、未知あるいは非線形の制御器によって対象システムがフィードバック制御されている状況下において、入出力データ取得が行われているケースの同定問題に対応する手法を示した。また、数値例により提案手法の有効性を検証している。</p> <p>第5章では、非線形システムをも扱える同定手法について考察し、進化型計算の一つで近年注目を集めているPSO(Particle Swarm Optimization)アルゴリズムに着目して、多モードシステムによるモデリングを行う手法を与えている。本章の前半においては、PSOアルゴリズムの改善について考察し、大域的な最適解探索性能を改善する分散型PSOアルゴリズムと、PSOアルゴリズムにおいて拘束条件を扱う手法を提案している。後半部において、多モード線形モデルの同定問題をPSOアルゴリズムによる求解に適した最適化問題に帰着する方法を示し、DC モータ系での実機実験を通して提案法の有効性を検証している。</p> <p>第6章では、結論として本論文で得られた成果を要約し、今後の課題について述べている。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

システム制御においては、対象システムの高品質なモデルを得ることが基本となる。対象システムの入出力データからその数学モデルを求めるシステム同定においては、得られるデータがサンプル値であるため、従来研究のほとんどは離散時間のシステムモデルを用いている。しかし、本来、ほとんどの対象システムは連続時間系であり、物理パラメータとの整合性も良い連続時間モデルの同定が必要とされている。本論文は、この連続時間モデル同定に関して新たな手法を提案するものであり、下記の成果を得ている。

(1) 雑音に対してロバスト性の高い同定法の一つとして射影型反復学習制御に基づく同定法が知られている。この手法は、線形システムを対象とし、反復実験を通じて同定を実現するものであるが、反復のたびにシステムの初期化操作が必要であるという問題点があり、適用範囲が制約されていた。この問題点を解決する新たな射影型反復学習制御法とそれに基づくシステム同定法を提案し、その性質を解析するとともに、数値例によって有効性を検証している。

(2) 反復実験を必要としない射影型同定法について考察し、部分空間の反復更新に基づく新たな同定アルゴリズムを提案している。また、提案したアルゴリズムの統計的性能について考察し、数値例を通して提案手法の有効性を確認している。提案する手法はいくつかの仮定の下でモデルパラメータの最小分散不偏推定量を与え、様々なノイズに対応することができる。さらに、対象システムが多入力多出力系である場合や、閉ループ系における同定問題への拡張を与えている。

(3) 非線形システムの同定手法に関して考察し、進化型計算の一つであるPSO(Particle Swarm Optimization) アルゴリズムを用いて、多モードシステムによるモデリングを行う手法を提案している。大域的な最適解探索性能を改善する分散型PSOアルゴリズムを提案するとともに、多モード線形モデルの同定問題をPSOでの求解に適した最適化問題に帰着する方法を示している。さらに、実機実験を通して提案法の有効性を確認している。

以上要するに、本論文は連続時間モデル同定について有用な結果を得たものであり、その成果は学術上、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(情報学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成23年1月25日に実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。