

氏 名	KAMAL ABDEL-FATTAH MOUSTAFA カマロ アブデル ファツタ ムスタファ
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	工 博 第 553 号
学位授与の日付	昭 和 53 年 5 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	工 学 研 究 科 精 密 工 学 専 攻
学位論文題目	Studies on Stochastic System Identification (確率的システムの同定に関する研究)

論文調査委員 (主 査) 教 授 明 石 一 教 授 榎 木 義 一 教 授 岩 井 壮 介

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は確率的離散値系のパラメータ同定に関する諸問題についての研究を行なって得られた成果をまとめたもので、7章からなっている。

第1章は序論であって、従来行なわれてきた同定問題に関する研究を概観し、歴史的にその発展の経過を明らかにし、さらにこれら諸研究に対する本論文の研究の位置づけを行なったものである。

第2章は単一入力、単一出力のシステムにおいて、入出力の測定値が共に雑音を含んでいる場合に、システムパラメータの同定方法を求めたものである。入力の測定値に雑音が含まれている場合に最小自乗法を直接用いると、一般にパラメータ推定値は一致性を持たないが、ここでは一致性をうるための条件を求めている。すなわちある一つのパラメータが既知であれば、入力雑音の統計的性質を知ることなしに、一致推定量が得られることを明らかにした。また入力雑音の統計的性質がわかれば、すべてのパラメータの一致推定量を求めることが出来ることを示している。

第3章は多入力多出力システムのパラメータならびに次数を同時に同定する問題を扱っている。システムの次数が既知の場合には、従来種々の正準表現法が提案されているが、ここではシステムの次数が不明の場合にも用いることの出来る正準表現を見出し、これがシステムに対し一意的に存在するものであることを証明し、最小予測誤差法を用いてこのシステムを同定する場合に、次数とパラメータが同時に同定されるための条件を求めている。

第4章は多出力システムの同定において通常膨大となる計算量を少なくする方法を求めたものである。多出力の線形結合を観測することによって構造同定の問題を避け、二段階最小自乗法を用い、パラメータ推定値が最小の漸近的一般化分散をもつための出力変数の最適な結合を求めた。

第5章は単一入力システムの同定問題を、モデル適応形の同定問題として定式化し、リアプノフの直接法を用いて大域漸近安定となる同定法を求めたものである。従来の研究ではこの手法には誤差のない観測値が必要であったが、ここでは雑音が存在する場合にもパラメータの一致推定量を得る方法を求め、次の

でこれを実行可能にし計算量をおさえるアルゴリズムを提案している。

第6章は従来求められているいくつかのオンライン同定法を総合し、一つの統一的な手法を確立したものである。収束の証明を簡潔に行ない、従来の研究よりも、収束の条件をゆるめることに成功した。例えばシステム本来の不安定性、観測値の非定常不規則性、フィードバックの存在をゆるしている。この方法によりオンライン同定の安定性をしらべることを可能にし、また確率近似法、シーケンシャル学習法等の同定手法をこの方法の特別な場合としてみちびくことが出来る。

第7章では実際問題への応用の一例として環境システムをとりあげ、第4章で提案した多出力システムの同定法を用いて、大阪市の大気汚染の一つのモデルを同定することを試みた。このモデルを用いて汚染の予測を行なって、同定手法の有用性を示した。

論文審査の結果の要旨

システム同定 (System Identification) の問題に関しては近年数多くの研究が行なわれ、システム同定は制御理論の中でも重要な一分野として確立されている。しかしながら種々の実際問題への適用を考える場合には、いまだ理論的に不備な点も少なくない。

この論文は離散値システムの同定問題において、実用を考慮する際のいくつかの問題点を解決し、同定の手法を一段と有力にしたものであって、得られた成果の主なものは次の通りである。

(1) 単一入力単一出力のシステムにおいて、出力が雑音を含む場合についての同定手法は既に求められているが、入力 は 確定的に与えられるものとしている。しかし実際の問題では、入力にも観測雑音等が含まれていることが多い。そこで入力に雑音がある場合の問題を定式化し、パラメータの一致推定量が得られるための条件を求めた。すなわちパラメータの一つが既知であるか、あるいは入力雑音の分散が既知である場合には一致推定量が得られることを明らかにした。

(2) 多入力多出力システムの同定問題について、システムの次数とパラメータを同時に推定する方法を求めた。従来次数を求める問題の研究はほとんど単一入出力の場合に限られており、多入力多出力については困難とされていた。ここでは従来提案されていたものとは異なる新しい形の正準表現を考え、その一意性を証明し、ある条件のもとで次数とパラメータの推定値を同時に求めうることを明らかにした。この方法は極零消去法、多入力多出力システムへの拡張とみなすことができる。

(3) 多出力システムの同定問題において、少ない計算量でパラメータ推定を行なう手法を求めた。すなわち出力変数の線形結合を観測値として用いることによって、構造同定の問題を避け、かつ最適な結合によって、最小の漸近的分散を与える推定法を求めた。

(4) リアプノフ関数を確率的システムの同定に用いて、パラメーターの一致推定値を得る方法を求め、これを実行可能とし計算量をおさえるアルゴリズムを提案した。

(5) 従来求められているいくつかのオンライン同定法を総合して、一般的な同定法を確立した。これによりオンライン同定の安定性をしらべることを可能にし、また適用条件を大幅に拡大した。

(6) 具体的な問題として環境システムをとりあげ、大阪市の大気汚染データをもとにして多出力システムの同定手法を適用し、システムモデルの同定を試みた。このモデルによって汚染の予測を行なって実際

のデータと比較し、この同定手法の有用性をたしかめた。

以上要するに本論文は確率的システムの同定法における問題点を解決すると共に新しい有効な手法を求め、実際問題への適用範囲を拡大したもので、学術上工業上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。