

Title	MODELING AND PARAMETER IDENTIFICATION FOR A CLASS OF NONSTATIONARY NONLINEAR SYSTEMS
Author(s)	Fukuda, Tokuo
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	<a href="http://hdl.handle.net/11094/1600">http://hdl.handle.net/11094/1600</a>
DOI	
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

氏名・(本籍)	福 田 得 夫
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 7915 号
学位授与の日付	昭和 62 年 11 月 30 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	非定常非線形システムのモデリングとパラメータ同定に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 児玉 慎三 教授 鈴木 胖 教授 寺田 浩詔 教授 山本 稔

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、非定常性、非線形性、あるいはその両者を有する確率システムについて、その数学モデルを定める手法に関する研究をまとめたものであり、以下の 7 章から成っている。

第 1 章は序論であり、本研究の意義、目的、および研究方針について述べている。

第 2 章は以下の章に必要な数学的準備を与えている。

第 3 章では、システムが非定常性を有するが線形である場合について考察している。すなわち、システムは時変係数線形確率微分方程によって記述されるものと考え、システムの時変パラメータは、定係数多項式により表現できると仮定する。まず、システムの次元が与えられていると仮定して、未知システムパラメータを状態量とみなし、非線形フィルターを用いてパラメータ推定を行う方法を導いている。またシステム次元についてはベイズ流の仮説検定法によりこれを定める手法を提案している。この両者を組合わせたアルゴリズムについて、シミュレーションによりその有効性を確かめている。

第 4 章では、システムが非線形性を有するが定常であると仮定できる場合を考察している。すなわち、数学モデルとしては、散発的なピーク値を有するデータに対して有効であると思われる一種の非線形移動平均モデルを採用し、モーメント法を用いて未知パラメータを推定している。また、より広範囲な不規則データに対しても適用できるように一種の非線形自己回帰移動平均モデルに拡張し、その未知パラメータの推定法についても考察している。いずれも推定量の一致性と漸近的正規性が示されており、またシミュレーションにより推定法の有効性が確かめられている。

第 5 章は、非定常非線形システムを扱っている。すなわち、システムモデルに含まれる時変非線形関数が、有限級数展開できるものと仮定し、未知パラメータの推定を最尤推定法により導出している。推

量の性質として一致性と漸近的正規性が示されており、さらにシミュレーションにより推定アルゴリズムの有効性が確かめられている。

第6章は、1入力-1出力非定常非線形システムを対象にその構造を決定する問題を考察している。未知パラメータの推定誤差と、特定のシステムモデルを用いたことによるモデル誤差に関するエントロピーの上限を最小にするモデルを選択する方法を与えている。またシステム次元の一致性に関し検討を加えている。さらにこの手法を地震波のデータに適用し、その有効性を確かめている。

第7章は、本論文のしめくりであって、各章を総括し、全体としての結論を述べている。

## 論文の審査結果の要旨

システムモデリングは、システム制御の分野における重要な基本問題であるが、従来の手法はほとんど取扱いが比較的容易な線形かつ定常なシステムを対象にしたものである。しかしながら、実システムは多かれ少なかれ何らかの非定常性や非線形性を有しており、より精密な制御を行う場合には、これらを考慮したシステムモデルを使用する必要がある。本論文は、非定常性、非線形性あるいはその両者の性質を有するシステムに対して、モデリングの手法の拡張を試みたものであり、主な成果を要約するとつぎのようである。

- (1) 時変パラメータが多項式により表現できる連続時間線形非定常システムモデルに対し、その次元と時変パラメータを推定する手法を導いている。
- (2) 非線形項がエルミート多項式で表される非線形移動平均モデル、および非線形自己回帰移動平均モデルに対し、未知パラメータを推定する手法を導き、さらに推定量が一致性および漸近的正規性を有することを示している。
- (3) 時変非線形項が既知時変線形関数の有限級数として与えられる離散時間の非定常非線形システムモデルに対し、システムパラメータを推定する手法を導き、推定量の一致性と漸近的正規性を示している。
- (4) 単一入出力を有する離散時間の非定常非線形システムに対し、未知パラメータの推定誤差と特定のモデルを用いたことによるモデル誤差の両者のエントロピーに着目して、システムモデルの構造決定法を与えている。さらにシステム次元の一致性が成立する条件を明らかにしている。また地震波の実測データに対して適用し推定アルゴリズムの有効性を確かめている。

以上のように本論文は非線形性、非定常性あるいはそれら両方の性質を考慮する必要が認められる不規則データに対して、その数学モデルを確立する手法を提案し、同時に未知パラメータの推定値および構造決定の漸近的性質も明らかにしている。またシミュレーションあるいは実測データによりその有効性を確かめている。以上の成果は制御工学および確率システム理論の発展に貢献するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。