The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	非線形フィルタリングとその応用に関する研究
Author(s)	西口, 憲一
Citation	大阪大学, 1994, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3097477
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【 26 】

氏　　名	西（にし）　口（ぐち）　憲（けん）　一（いち）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学位記番号	第　11441　号
学位授与年月日	平成6年4月26日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文名	非線形フィルタリングとその応用に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 土屋 和雄 教授 大川 善邦　教授 木村 英紀　教授 田村 坦之

論文内容の要旨

本論文は，非線形フィルタリングとその応用に関する研究成果をまとめたもので，序論，本論6章，および結論の8章からなっている，。

序論（第1章）では，本研究の背景ならびに本研究に関する従来の研究について概説するとともに，本研究の目的と概略とを述べている。

第2章では，後の章で必要になる非線形フィルタリングの基礎的事項をまとめて示している。

第3章では，パラメータが固定の場合の適応推定を非線形フィルタの問題として考察し，その基礎方程式であるKushner 方程式の解の漸近特性を解析して，最適なパラメータ推定値の漸近的な挙動を明らかにしている。さらに，特異摂動法を用いて，漸近的に最適な推定値を与える適応推定アルゴリズムを導いている。

第4章は第3章の拡張であり，パラメータが時間と共に緩やかに変動する場合の適応推定について論じている。ここでも特異摂動法を用いることにより，パラメータが変動する場合の適応推定の漸近的な挙動を明らかにし，漸近的に最適な推定値を与える適応推定アルゴリズムを導いている。

第5章では，低次元化モデルに基づく適応推定の問題を取り上げ，そのパラメータ推定値にはバイアスが生じる場合があることを明らかにし，その原因を分析して，バイアスを生じさせないためのアルゴリズムを導いている。

第6章では，状態遷移にジャンプを伴うような確率過程の推定を組合せ最適化問題として定式化し，エネルギーを最小化するような相互結合型のニューラルネットワークモデルを用いて状態推定を行う方法を示している。次にこの方法を，移動窓を用いて観測データが入って来る都度，逐次型の処理で実現する方法を示している。さらに，この推定法を速度がジャンプする過程の推定へ拡張している。

第7章では，第6章で導いた推定法の一般化のために，エネルギー関数を入出力データから決める学習の問題を論じている。まず推定性能がエネルギー関数の中に含まれるパラメータに依存していることを示し，その適切な値は，確率近似法を用いることによりデータから推定することができることを示している。

第8章では，本研究で得られた成果をまとめている。

論文審査の結果の要旨

宇宙・航空の分野において，適応推定やジャンプ過程の推定のような非線形推定問題に対する有効な推定アルゴリズムの開発は重要な課題となっている。本論文は，その中の基礎的な課題を解決するために行われた研究の成果をまとめたもので，その主な成果を要約すると次の通りである。

(1) 線形確率システムの状態とパラメータとを同時に推定する適応推定を非線形フィルタリングの問題として定式化し，その基礎方程式から出発してパラメータの最適推定値の漸近的な特性を明らかにしている。

(2) その結果に基づいて，特異摂動法により非線形フィルタリング方程式の近似を行い，適応推定の効果的なアルゴリズムを構成している。これは，未知パラメータが固定の場合のみならず，時間と共に変動する場合にも有効な方法になっている。

(3) 低次元化モデルに基づいた適応推定器を実モデルへ適応する場合の問題点を考察し，パラメータ推定値にバイアスが生じる場合があることを明らかにしている。また，その原因を分析して，バイアスが生じないようなアルゴリズムを導いている。

(4) 状態遷移にジャンプが伴うようなマルコフ過程の推移をBayes 推定の立場から組合せ最適化問題として定式化し，ニューラルネットワークモデルによる状態推定法を提案している。このネットワークモデルはエネルギーを最小にするような相互結合型のものでバッチ処理が基本になるが，移動窓を用いることにより逐次型の処理も可能になり，いずれの場合にも，高精度の状態推定値が得られることを明らかにしている。

(5) 上記のニューラルネットワークモデルのエネルギー関数は，望ましい状態推定値のところで最小値をとるように構成されるべきものであるが，そのような関数を理論的に導くことは一般には難しい。そこで，データのサンプルからエネルギー関数を決定する学習法を提案し，この方法で，実際に良い推定値を与えるようなエネルギー関数が得られることを明らかにしている。

以上のように本論文は，非線形フィルタリングの基本原理を出発点として，非線形推定問題に対する有効な推定アルゴリズムを構成するための近似法や計算法についての基礎的な検討を行っている。本研究で得られた結果は，宇宙・航空といった応用分野における非線形推定アルゴリズムの設計法の発展に寄与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。