

審査の結果の要旨

氏名 戸上 真人

修士（工学） 戸上真人 提出の論文は「Statistical Estimation Theory Considering Time-Varying Nature of Systems and Source-Probability Distributions（系と信号源分布の時変性を考慮した統計的推定理論）」と題し、英文で書かれ、11章からなる。

人工衛星、機械設備、民生機器などにおいては、複数のセンサーが配置され、それらから多種多様な信号が得られている。それらの信号から信号源の状態を推定することは、重要な課題である。従来の統計的信号処理においては、信号源の統計的性質として定常分布であることを仮定し、また、観測信号と所望信号が時不変の関係で結ばれていることを仮定することが多かった。しかし、実際の問題では、所望信号の分布および観測信号と所望信号の関係の両方が時変であることが多く、時不変モデルでは十分な精度で推定することが困難であった。これに対して、本論文では、信号源分布と系の両方の時変性を考慮した統計的信号処理の手法を複数提案し、実問題への適用によりその有用性を実証している。

第1章は序論であり、本研究の背景、位置付け、および目的を述べている。

第2章では、統計的信号処理についてその理論的基盤を概観している。

第3章では、動的に変化するシステムを時変ガウスモデルに基づいてオンラインで推定する手法を提案している。時変ガウスモデルは、パラメータ群を時間軸上で激しく変化する時変パラメータと緩やかにしか変化しない時不変パラメータに分け、推定すべきパラメータの数を削減することにより、ダイナミックに変化する信号源の推定を可能とするモデルである。しかし、従来は、計算量の問題からオフラインでしかこのモデルを用いることができなかった。本論文においては、これをオンラインで用いるための新しい手法を提案している。提案手法では、少量の観測データからでもパラメータを高精度に追従可能であることを示している。

第4章では、複数信号源処理においてメカニカル雑音と称される種類の雑音を除去する

ことに目的を特化した場合についての手法を与えている。

第5章では、一部の潜在因子が既知のセミブラインド条件での潜在因子推定問題について述べている。前章まででは、事前の情報を一切利用しないブラインド構成の信号処理方式を扱ったが、実際の問題では信号源に関する一部の事前情報が手に入る場合も多い。本章では、事前情報に関連するバイアス成分の推定とそれ以外の残差成分の推定を逐次最適化により行う手法を提案している。この提案手法は、線形フィルタと非線形フィルタをカスケード接続する従来手法よりも理論的にも実用的にも優れている。

第6章では、潜在因子が時間遷移する中で突発的な外力が加わり遷移雑音の分散が変化するような、Linear Dynamic System に適用可能な時変ガウスモデルを提案している。このモデルはカルマンフィルタのひとつの拡張形とみなすことができ、その有用性を例題によって示している。

第7章では、信号源に関する事前情報として信号源のスパースネスを用いることのできる場合の推定問題を扱っている。本章においては、各時間および各周波数ごとに主要な信号源がほぼひとつであるという信号源のスパースネスが成立している場合に適用可能な高速で高性能の手法を提案している。

第8章から第10章においては、前章までに提案した複数の手法をそれらの特徴を生かして組み合わせることにより実システムを構築し、提案手法の有用性を実証している。第8章においては、複数方向からの音声による指令を処理するロボットの実装例を与えている。第9章においては、音源方向推定システムへの応用例を示している。第10章においては、突発性雑音除去システムへの応用例を与えている。

第11章は結論であり、本研究の成果をまとめ、今後の課題を示している。

以上要するに、本論文は、系と信号源分布の時変性を考慮した統計的推定理論を提案しその有用性を実証したものであり、その成果は航空宇宙工学上寄与するところが大きい。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。