

電子・情報工学専攻		学籍番号	963424
申請者氏名	西口善朋		

指導教員氏名	中内茂樹 田所嘉昭
--------	--------------

論文要旨(博士)

論文題目	非線形自己回帰モデルによる高次スペクトルのパラメトリック推定に関する研究
------	--------------------------------------

(要旨 1, 200字程度)

脳波等の生体信号や株価といった経済データなど、未知システムから観測される時系列を解析する際にパワースペクトルが広く用いられてきた。しかしながら、実世界には非線形性を有するシステムが数多く存在し、その観測時系列は非線形・非正規時系列となる。このとき、パワースペクトル等の2次統計量ではその特徴を十分に記述することができない。そこで、高次スペクトルまで参照する必要がある。しかしながら、FFT等によるノンパラメトリック法では、パワースペクトルの場合で見られるように、その推定値は統計的変動が大きいという問題がある。一方、パラメトリック推定は少ないデータからでも統計的変動が小さい推定値を得ることができる。その高次スペクトル推定には、一般に非線形モデルが必要となるが、そのモデル形式から高次スペクトルを解析的に導くことは難しく、これまで、いくつかの特殊なモデルが提案されているだけである。しかしながら、パラメトリック推定法が持つ特長を、高次スペクトル推定においても実現することができれば、対象の未知システムの性質に関する詳細な議論をすることが可能となる。

本論文では、対象モデルを自己回帰モデルとし、高次スペクトルのパラメトリック推定法の確立を目指した。高次スペクトル推定は、その定義から、モデルの定常結合密度関数および条件付密度を推定する問題に帰着される。本論文で対象とする非線形自己回帰モデルは、そのモデル表現から大きく分けて2種類ある。

まず、状態空間上に回帰関数を構成する関数表現型自己回帰モデルによる推定法について論じた。密度関数の従来の数値解法であるテンソル積展開法について、対象時系列の性質依存性について検討を行ない、従属性が高い時系列では計算誤差が悪化する問題を指摘した。その解決法として、結合密度関数をテンソル積展開で近似する際、1次元座標変換を導入した新たな計算法を提案した。数値実験の結果、提案法は、従来法より精度良くバイスペクトルを計算することができ、テンソル積展開の問題点を解決し、より従属性の高い時系列に対しても高次スペクトル推定法として有効であることを示した。

一方、高次スペクトル推定に関する一連の手続きを考えれば、時系列の相関情報を回帰関数ではなく、条件付密度により直接構成するモデルを用いることで、推定の手続きの簡略化が考えられることから、分布表現型自己回帰モデルを用いた高次スペクトル推定法について論じた。その既存モデルである Hermite 展開型分布表現モデルにおいては、推定される結合密度関数が定常性および正值性を満たさないという問題点を指摘し、その解決法として、サポートベクタ法を用いることで負値になる問題を回避し、密度関数の決定に定常条件を付加した新たな分布表現型の定常自己回帰モデルを提案した。数値実験の結果、提案モデルにより、複雑な非正規性を持つ時系列の定常結合密度関数およびバイスペクトルを推定することができ、高次スペクトル推定法として有効であることを示した。

以上、本論文で提案した非線形・非正規時系列解析法により、より未知システムの性質を詳細に捉えることを可能としたことから、今後、非線形システム解析の発展に貢献できるものと考えられる。