

平成 2 年 2 月 28 日

豊橋技術科学大学長 殿

審査委員長 阿部健一



論文審査及び最終試験の結果報告書

このことについて、下記の結果を得ましたので報告いたします。
記

学位申請者	戸田尚宏	学籍番号	第 833420 号
申請学位	工学博士	専攻名	システム情報
論文題目	生体システムの非線形解析に関する基礎的研究		
公開審査会の日	平成 2 年 2 月 21 日		
論文審査の期間	平成 2 年 1 月 25 日～ 2 年 2 月 27 日	論文審査の結果	合格
最終試験の日	平成 2 年 2 月 21 日	最終試験の結果	合格

論文内容の要旨

本論文は生体システムを解析するための非線形システム解析理論・手法を、多項式表現を基礎とする統一的観点から論じたものである。システムの出力を入力が多項式展開として表現した場合のシステム同定は、展開係数の推定に帰着する。そこで、係数の推定精度を、最も基本的な多項式型モデルであるべき多項式回帰モデルについて検討し、情報統計量を用いた次数選択による新しい精度向上のための方法を提案した。さらに、多項式を拡張して導かれるVolterra, Wiener汎関数級数モデルを用いた非線形ダイナミカルシステム同定において、同定後のモデルの解釈が困難であるという問題に対し、核関数のテンソル積展開に基づく新しい方法を提案し、その有効性を示した。一方、脳波や筋電位などの生体信号はほとんどの場合非正規であるため、そうした非正規性を検出するための新しい一般的尺度を提案し、3次スペクトルであるバイスペクトルのパラメトリックな推定法として、従来より提案されている線形モデル法の欠点を補う、非線形自己回帰モデルによる推定法を提案した。また、ノンパラメトリック法とパラメトリック法の利点を兼ね備えたテンソル積展開による推定法を提案し、バイスペクトルによるシステム解析の実用的手法を確立した。さらに、近年急速に研究が展開されるようになってきたニューラルネットワークと多項式表現との関連を明らかにするために、ニューラルネットワークによる乗算の実現を試み、新しい非線形システム同定理論への展望を与えている。

審査結果の要旨

従来、非線形システム解析のための理論・手法は問題に応じた個別的なものが多かった。これに対し、本論文は多項式を基礎とし、未知システムの入出力データいずれも観測可能な場合から、出力データのみが観測可能な場合までの手法を体系化したものであり、学術的意義の深いものである。第2章で提案している次数の選択による精度向上のための方法は、工学の諸分野において広い適用範囲を持つ多項式型のモデルを用いた手法すべてに適用できるものであり、その一般性、応用性は高い。また、非線形ダイナミカルシステムモデルであるVolterra汎関数級数は核関数の解釈が困難であるという問題に対し、核関数の分解にテンソル積展開を導入し、非線形システムの実現法として効率の良い方法を提案している。これにより、非線形ダイナミカルシステムの精度の良い同定からその解釈まで、一貫した方法論が確立されたことは極めて独創性が高く、かつ有用性の高いものと評価できる。さらに、生体信号の高次統計解析の必要性を強調し、非正規性検出に関し、従来の尺度と比較してより一般的な尺度を与えたことは、従来の解析に対する問題点を指摘するのみならず、実用的検定法として意義深い。さらにバイスペクトルの推定に関し、2つの新しい方法を提案しており、その一つであるテンソル積展開を基礎とする推定手法は一般性が高く、今日知られる手法の中で最も安定した推定を与える実用性の高いものである。また、ニューラルネットワークに関する基礎的な考察は、今後の新しい非線形システム同定理論の礎となる極めて重要なものである。これらの成果は、電子情報通信学会論文誌に3編の学術論文として刊行されている。以上のことにより、本論文は工学博士の学位論文に相当するものと判定した。

審査委員

秋丸春夫 阿部健一 白井支朗
 中川聖一 大岩元

(注) 論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。