

氏名(本籍)	いし ぐる かつ ひこ 石 黒 勝 彦(東京都)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	博甲第5327号
学位授与年月日	平成22年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	システム情報工学研究科
学位論文題目	Statistical Approach to Time Series Data Analysis and Modeling (統計的手法に基づく時系列データの解析およびモデリングに関する研究)

主査	筑波大学教授(連携大学院)	工学博士	大津展之
副査	筑波大学教授(連携大学院)	工学博士	坂上勝彦
副査	筑波大学教授(連携大学院)	博士(工学)	栗田多喜夫
副査	筑波大学准教授	博士(工学)	福井和広
副査	筑波大学准教授	博士(工学)	亀山啓輔

論文の内容の要旨

近年のITC技術の発展により、人手では処理しきれないほどの膨大なマルチメディア情報が生み出され利用可能となっている。これらデータの有効利用や各種サービスの展開を図るには、それらデータの解析・モデリング技術の開発が必要とされる。静止画像やテキストなどの静的データに対する解析技術は既に多くの商用技術が発表されているが、動画や音声などの時系列データに対する解析・モデリング技術は未だその段階に至っていない。そこで本論文では、これら時系列データに対する処理技術への貢献を目指して、確率・統計的なアプローチによるモデル化・解析手法の研究を行った。

まず、実世界の複雑で大量な時系列データを扱うために、ベイズ則で規定される確率モデルを採用する。実際、動画解析や音声認識の分野では、最新の成果はいずれもこの確率モデルで表現されている。本論文では、複雑な時系列データを表現するために単一の複雑なモデルは想定しない。その代わりに、比較的単純な特性を持った複数のコンポーネントの重み付き混合として捉える。この統一的な観点に基づいて、様々な時系列データの課題解決を目指す。

具体的には、第2章では、音声データ、特に近年注目されている会議音声話者識別(diarization)の課題を取り上げた。事前知識無しに会話に参加した話者数と、各話者の特徴パラメータを推定し話者の切り替わりを識別する問題である。既存モデルを自然に拡張した確率モデルを提案し、変分ベイズ法による推論法によって、実時間処理が可能な計算アルゴリズムを導出した。実験では既存の手法に比べ、より高い話者識別性能を示すことを確認した。

第3章では、動画理解の基礎となる課題として、動画データ中の複数対象の同時追跡と運動パターンのオンライン学習認識を取り上げた。既存の追跡モデルと運動パターン学習モデルを統合した一般的な確率的生成モデルを構築し、パーティクルフィルタを用いたオンライン推定により、実動画データにおいて、シーンの記述に必要な運動パターンを自動学習し高精度で複数対象を同時追跡できることを確認した。

第4章では、医療や環境、株式や為替など、今後重要となる複数時系列データ間の関係、特に因果関係の時間変化の解析手法を提案した。これまでの統計的解析手法では、定常的な因果関係の解析であり、時間的

に局在し変化する因果関係の検出は困難であった。そこで本研究では、各時刻における因果関係の有無を表現する隠れ変数の存在を仮定し、その推定問題として動的な因果関係を解析する手法を提案した。実験において推定精度が大幅に向上することを確認した。

審査の結果の要旨

本論文は、マルチメディア情報処理、特に今後益々重要となる動画像や音声など時間変化を伴う時系列データの解析や認識、さらには因果関係の推定に関して、基本となる解析・モデリング手法を提案している。実世界の複雑で大量な時系列データを扱うためにベイズ則で規定される確率モデルを採用しているが、従来手法のように単一の複雑なモデルではなく、比較的単純な特性を持った複数のコンポーネントの重み付き混合とする統合的な確率モデルと、ベイズ推定に基づく解析からなるアプローチに新規性と特徴がある。実応用として、会話音声データからの不特定話者の動的識別や、動画像データ中の複数対象の同時追跡と運動パターンのオンライン学習認識といった具体的で高度な課題に挑戦し、手法の有効性と精度の向上を実験的にも示している。これらの成果は、独自の統一的な確率・統計的な視点と高度な数理的導出力に基づくものであり、博士論文として十分な内容である。

よって、著者は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。