

平成 31 年 1 月 16 日

埼玉工業大学大学院工学研究科長殿

学位論文審査委員会

主査 曹 建庭



副査 吉澤 浩和



副査 渡部 大志



副査 山崎 隆治



副査 趙 肩 斌



学位（博士）論文及び最終試験の審査結果について（報告）

専攻名：博士後期課程 電子工学専攻

学籍番号：1622001

院生氏名：貴 麗華

論文題目：テンソル因子分解に関する研究及びコンピュータービジョンへの応用

上記の学位（博士）論文について、平成 31 年 1 月 16 日に審査および最終試験を行い、その結果を下記のとおり報告します。

記

1 学位論文の内容の要旨（別紙）

2 審査意見：

本審査委員会は、申請者から提出した学位申請論文「テンソル因子分解に関する研究及びコンピュータービジョンへの応用」の最終審査を行い、本論文が博士学位申請に値するものと認定した。また、本学課程博士学位審査基準に照らして学位申請を行う諸条件を満たすものであることを認定し、全員一致で学位論文及び最終試験が合格とする結論を達した。

3 学位に付記する専攻分野の名称（いずれかを○で囲む）

工学

学術

4 学位を授与できるか否かの意見

1) 審査結果（いずれかを○で囲む）

① 学位論文及び最終試験の判定

合格

不合格

2) 意見

論文概要

テンソルは、多次元配列とも呼ばれ、ベクトル、行列を高次の場合に一般化したものである。実際の多くのアプリケーションでは、複数の条件と多次元構造化データから記録されたデータが頻繁に発生し、行列の代わりにテンソルは効率的良く表現するのに適している。このような多次元データを処理するために、テンソル分解/因数分解と多重線代数は基本的なツールであり、まだ開発中である。テンソル因子分解は、多重線潜在因子を効果的に捕捉し、構造情報を明示的に考慮に入れることができる。テンソル因子分解の理論とアルゴリズムは、過去 10 年間に広く研究され、特徴抽出、辞書学習、次元削減、効率的なアルゴリズム、圧縮表現、および大規模なデータ分析に成功したことが示された。従って、画像/ビデオ認識/分類、ソーシャルネットワーク分析、画像補完、音声処理、自然言語処理、脳信号処理などの多くの現実世界のアプリケーションに適用されて来た。

本論文では、テンソル分解の確率定式化とベイズアン推論による学習アルゴリズムに焦点を当てる。ベジジンソル分解にはいくつかの利点がある。最初のものは与えられたデータからテンソルのランクを自動的に推測することができる。第二に、チューニングパラメータの時間的な手続きを回避することができる。第三に、潜在因子の不確かさの情報が我々のモデルで考慮されているため、オーバーフィッシングの問題を防ぐためにより頑強である。欠損値の問題を処理するために、ベイズテンソル分解法が不完全テンソルデータに拡張され、対応するアルゴリズムが開発される。

ベジアンテンソル分解法に基づいて、主に画像、ビデオと MRI データの補完やノイズ除去に焦点を当てたいいくつかの現実世界の問題を解決する方法を研究する。2D パッチの代わりに 3D テンソルパッチを用いて、多次元データの非局所テンソルノイズ除去フレームワークを調べる。これは、画像/ビデオおよび MRI データノイズ除去にさらに役たつ。シララーパッチの低ランク近似にベジアンテンソル分解を用いることにより、空間および時間構造を

保存し、ノイズ分散パラメータを自動的に見つけることを可能にする。従来の雑音除去方法と比較してより実用的である。さらに、部分的に観測されたテンソルデータを用いて欠損値を予測できるベイジアンタッカー分解法を紹介する。我々の方法は、特定の欠損率が与えられた場合、最適な多重線形ランクを効果的に見つけることができる。画像/ビデオノイズ除去および画像/ビデオ/MRI 補完に関する実験結果は、他のテンソルベースのノイズ除去法およびテンソルベースの補完法と比較して、柔軟性および性能の観点から本方法の有効性を実証している。

本論文は、下記の通り、全文で4章で構成されている。第1章では、テンソルと多重線代数の基本的な表記法と操作について説明し、最も一般的なテンソル因子分解モデルも提示されている。第2章では、ベイジアンCP分解法を用いたテンソルノイズ除去フレームワークを紹介する。詳細なアルゴリズムと一緒に、ベイジアンCP因子分解の研究が説明される。画像/ビデオおよびMRIノイズ除去に関する実験は、他の関連する方法との比較を伴い行われる。第3章では、ベイジアンタッカーモデルを用いてテンソル補完フレームワークを提示する。詳細なアルゴリズムを用いたベイジアンタッカー分解の研究が記載されている。画像/ビデオおよびMRI補完に関する実験は、データのわずかな部分だけを使用して欠損値の予測を実行し、他の関連する方法と比較する。第4章では、以前の研究を要約し、機械学習におけるテンソル関連の方法の将来の動向と方向性を提示する。