

平成11年12月21日

電子・情報工学専攻	
申請者氏名	村上 純

紹介教官氏名	田所 嘉昭
--------	-------

論文要旨(博士)

論文題目	べき乗法を利用した特異値分解計算法の信号処理への応用に関する研究
------	----------------------------------

行列の特異値分解(SVD)は、その理論的な価値の割には、実際の応用においてはあまり重要視されてこなかった。しかし、近年は最小2乗法の計算手法などの数値解析の分野のみならず、画像データ圧縮やデジタルフィルタ設計などの信号処理の分野でも盛んに利用されるようになってきた。

SVDの計算法としては、一般的にG.GolubとC.Reinschらによって開発されたG-Rアルゴリズムが使用される。しかし、この計算にはかなりの計算時間を要し、そのため大規模な行列の計算は容易に行えないのが実情である。実際問題として、すべての特異値と特異ベクトルが必要ではなく、最大から数組さえ求めれば十分な場合が多い。そのような場合には、固有値計算法の1つとして知られるべき乗法を利用するのが効率的である。べき乗法はアルゴリズムの単純さと、計算時間の速さ、記憶容量の少なさが特長で、若干の修正を加えればSVDの計算にも利用できる。

本研究では、SVDの信号処理への応用という観点から見た、べき乗法の利用に注目した。デジタル信号処理の分野への応用においても、最大から数個の特異値と特異ベクトルが必要なことがほとんどである。そこで、べき乗法を用いてSVDを計算すれば処理の効率化が期待できる。このように、べき乗法を用いたSVD計算による処理の効率化が本研究の第1の目的である。

次に、べき乗法を適用する際に、拘束条件を加えたり、行列のSVD問題を3次元のテンソル積に拡張したりして、種々のべき乗法利用の計算アルゴリズムを開発して、信号処理分野に利用することを第2の目的とした。

本論文の第1章では、研究の背景と目的、および概要、さらに論文の構成を述べる。

第2章では、べき乗法によるSVD計算アルゴリズムを説明し、最小2乗スプライン補間の例題でG-R法との比較を行う。

そして、第3章で、べき乗法によるSVD計算法を3階テンソル積展開へ拡張し、従来の非線形最適化法と比較する。

第4章では、信号の雑音低減問題と2次元デジタルフィルタ設計問題を取り上げ、べき乗法を用いたSVD計算法を基礎とした応用計算手法を提案し、シミュレーション結果を示す。

第5章では、べき乗法による3階テンソル積展開計算法の画像処理分野への応用として、動画データ圧縮の問題、動画からのカメラ操作推定問題、カラー静止画像からの文字列領域抽出問題を考え、計算アルゴリズムと適用結果を示す。さらに、産業分野における工業製品の外観検査、心理学分野のVTR画像からの瞬目の自動検出法にも3階テンソル積展開を適用し、シミュレーション結果を示す。

第6章では、本研究の総括を行い、得られた結論をまとめるとともに、今後に残された課題について述べる。