

■研究テーマ

- 逆問題、再生核理論の応用
- 信号理論、画像解析データ解析、独立成分分析、多変量解析

■キーワード

逆問題、再生核理論、独立成分分析、ウェーブレット変換

■産業界の相談に対応できる技術分野

画像解析、信号解析、多変量解析

■主な設備

計算機、計算ソフト

連絡先
機械知能システム理工学科 松浦 勉 TEL 0276-50-2535 FAX 0276-50-2235 e-mail matsuura@gunma-u.ac.jp



松浦 勉 准教授

研究概要

聖徳太子の能力を現在の計算機で実現できるか？（混合信号の分離・再生技術の研究）



古代のスーパーstar聖徳太子は同時に10人が勝手に話していても各々の話を正確に聞き取ったとの伝説が残っています。このようなことが現在の計算機による信号処理で可能でしょうか？すなわち複数の信号が混合された信号から元の信号を分離・再生することが可能でしょうか？

医療や工学、産業の現場などでは様々な信号を測定し、そこから有用な情報を取り出す努力が払われています。知りたい信号が直接得られないことが多いのですが、その場合は間接的に（信号源から離れて）信号をキャッチすることになります。そのときセンサにはノイズをはじめとする他の多くの信号が混入することが普通です。特に医用信号などにおいては本当に知りたい信号は非常に微細であり、どこからどのような信号が来ているのかを特定することは非常に厄介な問題です。例えば、あるセンサが大きさ5の信号をキャッチしたと

しても、それが二か所から、一方は2で他方は3が同時に来た結果（ $5=2+3$ ）なのか、 $0.1+4.9$ の結果なのか、三か所から $1+2+2$ の結果なのかかわからないという具合です。しかし、聖徳太子はこのことを手もなくやってのけたというわけです。この厄介な問題を解きほぐす信号処理のアルゴリズムの開発とそれらの有用性の検証を行っています。

例えば、医療現場では脳磁図データ（MEG: magnetoencephalogram）という複雑なデータの解析が求められています。これは脳内の動的な活性部位を知るために多数（200以上）の磁界センサの付いたヘルメットのようなものをかぶり、各々のセンサから時系列として得られる信号から脳内各部位に発生した元の信号を抽出・再現しようとするものです。元の信号（これはあらかじめ不明）が聖徳太子の例では各々の話者から発せられる音声というわけです。たとえば頭頂の一つのセンサを考えると、そこには被験者自身の前頭葉、左右の側頭葉、小脳など脳内各部分からの信号、被験者の心臓、妊婦さんならお腹の赤ちゃんの心臓からの信号、測定器自身が発するノイズ、（群

大病院にあるMEG測定器ならば、前橋駅の）電車などが発する電磁信号など、あらゆる場所で発生する電磁信号が複雑に混ざって入ってきます。その中から被験者の脳内から発せられる複数の信号を（発生場所の特定も含めて）分離・再生したいのです。

現代のコンピュータが優れているとはいえ、そんな都合のよい事が可能なのでしょうか？現在では数理的な解析によって（紙面不足で詳しくは述べられませんが）「ある程度」可能であることが「証明」されています。ここでは我々が開発したアルゴリズムを用いて4枚の画像（2次元情報）を混合したものから元の画像を再生する例を示します（左下の図）。上段の4枚は混合された画像です。計算機にはこの混合信号のみが与えられ、元の画像の情報は一つも与えていません。この4枚の画像情報から計算が進むにつれて、（2段目が100回、3段目が500回の反復計算結果）徐々に分離されていく様子が示されています。4段目がこのアルゴリズムで3000回の反復計算を行った結果です。元の画像が「猫」「縞馬」「手」「ノイズ」であったことがわかります。注視すると「猫」に少し「縞馬」の縞の名残がまだ見えます。しかし、この程度まで分離・再生すれば元の信号は（最終的には人間側の判断が必要ですが）何かがわかります。

特徴と強み

このアルゴリズムは従来の多変量解析では分離・再生できない混合信号の分離に適しています。



従来、混合された時系列信号を分離する方法としては主成分分析、因子分析など統計学の方法が用いられてきました。これらの方法が成功するためには、取り出したい信号のパワーがノイズなどに比べて大きいことが必要です。ところが医療情報などでは（特にMEGでは）取り出したい信号のパワーはノイズより小さいことが多く従来の多変量解析の方法では

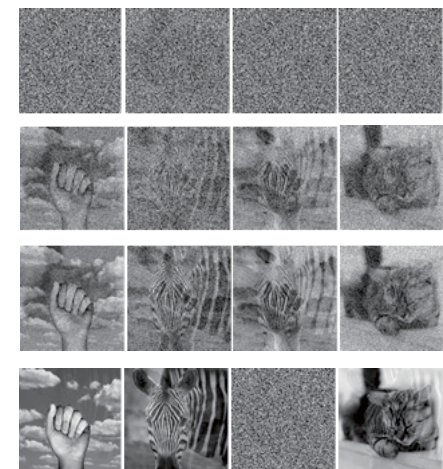
分離できません（このことをふまえて先に示した混合画像ではノイズの混合割合を高くして、元の猫などの画像が全く分からない混合画像を作成しています）。ここで紹介した方法は独立成分分析（ICA）と呼ばれる方法論の一つですが、これは元の信号が統計的に独立であることのみを用いているため、元信号のパワーに関係なく分離することが可能です。

今後の展開

複素ウェーブレット解析を併用することによって、さらに適用できる範囲を広げることが目指します。



従来のICAでは元信号の種類数（聖徳太子の例では何人が同時に話しているか）を予想し、その数より多いセンサを配置して混合信号を採取して、そのあと主成分分析などの前処理を行って元信号の種類数を推定します。現在我々の研究している方法は混合信号を複素ウェーブレット変換し、この変換データを用いて元信号の種類数の推定と分離・再生を同時に行おうとする方法です。この方法によって過剰にセンサを配置する必要がなくなり、医療現場や工場などの現場では適用範囲が大きく広がることが期待されます。



混合画像が分離されていく様子