

課題名 (タイトル) :

マルチウェイ解析による脳信号処理

利用者氏名 : 鷲沢 嘉一

所属 : 和光研究所 脳科学総合研究センター  
先端基盤技術研究コア/脳信号処理研究チーム

1. 本課題の研究の背景、目的、関係するプロジェクトとの関係

脳電図などの脳信号は、多チャンネルで時間分解能が高く、被験者や試行数、刺激の種類、周波数帯など複数のインデックスを持つ。これらのインデックスをテンソルデータとして表現し、特徴抽出、識別などを行い、高度な脳信号処理を実現する。N 個のインデックスを 2 つ持つ行列データの場合、必要なメモリは  $N^2$  に比例するが、インデックスの数が L 個の場合には  $N^L$  となり、必要なメモリ量が大きい。また、乗算回数もそれに伴って大きくなる。大型計算機を用いてこの問題を解決し、有効な脳信号処理手法の開発を行う。

2. 具体的な利用内容、計算方法

N 個のインデックスを持つデータ(脳波の場合においては、時間、チャンネル、周波数など)を N モードテンソルと呼ぶ。同じ大きさのテンソルの集合に対し、テンソル-行列積を定義する。このときの行列を特徴抽出として用いる。データテンソルに固有の特徴を抽出するために、様々な評価基準を与える。例えば、元のデータテンソルと特徴抽出行列で変換後のテンソルの距離が最小となるように、特徴抽出行列を求める。テンソル空間においては、このときの距離の定義も一意ではないが、例えば、テンソルの差の Frobenius ノルムを用いることができる。

インデックスには、特徴抽出を行うべきインデックスとそうでないものがある。例えば、チャンネルや周波数に対応するインデックスは、特徴が見られるチャンネルや周波数帯を効率よく魅いたすために特徴抽出を行うべきである。しかし、試行回数や被験者に対応するインデックスに関しては、各々の試行や被験者毎に強く見られる特徴を抽出するのではなく、平均的に見られる特徴を抽出するべきである。これらのインデックスに

は正の加重平均を用いるべきである。この加重平均の重みを線形計画として定式化し、特徴抽出と組み合わせて最適化問題を解き、特徴抽出行列を求める。さらに得られた特徴抽出行列を脳波の判別問題に応用する。

3. 結果

小規模なシミュレーションに関しては従来法よりも良好な結果が得られているが、大規模な問題に対しては適用していない。この小規模なシミュレーションには、RICC は利用していない。

4. まとめ

テンソルデータに対する特徴抽出を用いた脳信号処理手法を開発し、従来法との比較を行った。

5. 今後の計画・展望

特徴抽出行列のための評価基準や距離の定義など比較検討すべき点が多数ある。また大規模なシミュレーションを行うためにプログラムの開発を行う。

6. RICC の継続利用を希望の場合は、これまで利用した状況(どの程度研究が進んだか、研究においてどこまで計算出来て、何が出来ていないか)や、継続して利用する際に行う具体的な内容

小規模なシミュレーションには、研究室の計算機環境を使用したため、大規模なシミュレーションのために RICC の継続利用を希望する。

7. 利用研究成果が無かった場合の理由

小規模なシミュレーションには、研究室の計算機環境を使用したため、RICC は用いていない。現在大規模シミュレーションのためのプログラムを開発中である。