

平成 27 年度研究開発成果概要書

課 題 名 : 脳活動推定技術高度化のための測定結果推定システムに向けたモデリング手法の研究開発

採 択 番 号 : 173

個別課題名 :

副 題 : 脳機能ネットワークダイナミクスプラットフォームの構築

(1) 研究開発の目的

脳研究への高まる社会的ニーズに応えるためにも、頑強で汎用性の高いブレイン・マシン・インタフェース技術の開発が望まれる。現在抱えるブレイン・マシン・インタフェースの脳情報抽出器(デコーダ)の脆弱性の問題の根本原因は、利用者やタスクに完全にカスタマイズするために一つの実験に限られた少量データ(情報)からデコーダを作成している点にあると考えられる。異なるタスクや異なる被験者、異なる脳計測のデータを有効に利用することができれば、この問題は解決される。そのためには、メタな視点からタスク間の構造や被験者間の構造を抽出し、その構造を各タスク・各被験者に適応する方法が必要となる。

本研究では、一つの実験を超えた複数タスクや複数被験者からなる大規模データから“構造(規則性)”を抽出する研究、“構造”を場面場面に適応させる方法の研究、複数計測データを統合する研究を行うことによって、頑強で汎用性の高いブレイン・マシン・インタフェース技術の開発に貢献することを目指す。特に、脳機能ネットワークダイナミクスモデルという生理学的知見に基づいた“構造”の上に、“ヒト脳機能データ推定システム”を構築することを目指す。ネットワークダイナミクスモデルに脳機能データ(EEG/MEG/fMRI/NIRS)、脳解剖データ(MRIや拡散MRI)、環境情報(刺激や課題)など複数の情報を集約する方法、各タスク・各被験者に適応させる方法の研究を行うことによって、タスク汎化性や被験者汎化性を持ったヒト脳機能データ推定システムを構築することを目的とする。個々のデータを集約するプラットフォームを構築することによって、基礎神経科学の知見統合に寄与する。

(2) 研究開発期間

平成 25 年度から平成 29 年度 (5 年間)

(3) 実施機関

株式会社国際電気通信基礎技術研究所

(4) 研究開発予算(契約額)

総額 799 百万円(平成 27 年度 159 百万円)

※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発課題と担当

課題 1: 入力パラメータの圧縮と脳モデルの高度化

1-1: 入力パラメータの圧縮

1-2: 脳モデルの高度化.

課題 2: 環境・ユーザの影響を評価できるヒト脳機能データ推定システムの開発

2-1: 様々な刺激環境に対する脳活動モデルの構築とこれに基づく

(27-1)

ヒト脳機能データ推定システムの開発.

2-2：ユーザ(個人)の相違を考慮した脳モデルの構築とこれに基づく
ヒト脳機能データ推定システムの開発

課題3：推定システムが出力する脳活動テストデータの妥当性の検証.

株式会社国際電気通信基礎技術研究所が単独で担当している。

(6) これまで得られた成果（特許出願や論文発表等）

		累計（件）	当該年度（件）
特許出願	国内出願	1	0
	外国出願	0	0
外部発表	研究論文	9	3
	その他研究発表	68	28
	プレスリリース・報道	0	0
	展示会	0	0
	標準化提案	0	0

(7) 具体的な実施内容と成果

以下、研究開発全体の目標と実施内容を要約した後に、各課題について実施内容・成果を記述する。

- **研究開発全体**

目標：平成 25 年度・26 年度開発した技術を統合することによって、ヒト脳機能データ推定システムのプロトタイプを完成させる。また、ヒト脳機能データ推定システムの要素技術となるネットワークダイナミクスモデルや刺激モデルの改良・研究開発を継続する。

実施内容：課題1ではモデル化のための情報抽出アルゴリズムの開発とダイナミクス推定の妥当性検証方法の提案、課題2では単純視覚刺激に対する脳ネットワークダイナミクスモデルの構築と被験者間共通特性を抽出する方法の開発、課題3では推定システムのプロトタイプによるユーザ間の違いを定量化する方法の開発を行った。

- **課題 1-1 入力パラメータの圧縮**

- 1-1(1) **多重解像度の方位・極性情報からの3次元形状情報の抽出**

多重解像度の方位・極性情報を組み合わせることで、複雑な形状の画像からでも3次元形状情報を取り出すことができることを示した。

- **課題 1-2 脳モデルの高度化**

- 1-2(1) **運動に関する脳活動ポピュレーションダイナミクスの推定**

運動に関する脳活動のダイナミクスを推定するため、multi-band sequence を用いて通常より10倍高速（TR=0.2秒）なfMRI撮像を行った場合でも、一次運動野において運動に伴う脳活動の上昇を観測できた。

- 1-2(2) **ネットワークダイナミクスモデル検証のためのアルゴリズム提案**

ダイナミクス予測誤差解析を提案し、シミュレーションデータを用いて、提案手法が推定したダイナミクスの良さを測る方法として利用可能なことを確認した。

(27-1)

- **課題 2-1 様々な刺激環境に対する脳活動モデルの構築とこれに基づくヒト脳機能データ推定システムの開発**
 - 2-1(1) **単純感覚刺激に対する脳ネットワークダイナミクスモデルの構築**

運動視に対する脳ネットワークダイナミクスモデルを構築し、重要な情報の流れを特定した結果、V1 から MT への情報の流れが明らかになった。
 - 2-1(2) **脳刺激を用いた安静状態ネットワークダイナミクスの調節**

TMS-EEG 実験の EEG データに混入するアーチファクトを独立成分分析を用いて除去する方法の開発において、アーチファクトと見なして除去する独立成分の数の影響を検討した。結果、数を多くするほどアーチファクト以外の成分まで取り除いてしまう可能性が高くなるという知見を得た。
- **課題 2-2 ユーザ(個人)の相違を考慮した脳モデルの構築とこれに基づくヒト脳機能データ推定システムの開発**
 - 2-2(1) **脳の結合関係やダイナミクスにおける共通特性の抽出**

個人毎に得た結合パラメータ行列から集団特性を把握する統計手法の開発のため、主成分分析を拡張した「モジュール結合因子化」アルゴリズムを考案し、シミュレーションと安静時機能結合解析により提案手法の有用性を実証した。
- **課題 3 推定システムが出力する脳活動テストデータの妥当性の検証**
 - 3(1) **脳計測データのユーザ間の違いを定量化するヒト脳機能データ推定システムの開発**

ある被験者の脳活動を他の被験者の脳活動に変換し、他の被験者の計測データを生成することが出来るシステムを開発した。