

平成 25 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 : 1730101
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の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) 委託先

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 25 年度 176 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) 入力パラメータの圧縮
- 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

- 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) 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)国際電気通信基礎技術研究所が単独で担当している。

(6) これまで得られた研究開発成果

		(累計) 件	(当該年度) 件
特許出願	国内出願	0	0
	外国出願	0	0
外部発表	研究論文	2	2
	その他研究発表	14	14
	プレスリリース	0	0
	展示会	0	0
	標準化提案	0	0

(7) 具体的な成果実施内容と成果

課題 1 入力パラメータの圧縮と脳モデルの高度化

1) 入力パラメータの圧縮

視覚刺激圧縮のための特徴抽出アルゴリズムの設計

実施内容：画像を刺激とした入力刺激の次元圧縮を行うため、ヒトの視覚処理と似た画像処理を行うことで、どのような情報が抽出可能であるかを調査した。

2) 脳モデルの高度化

全脳ネットワークダイナミクスパラメータ推定アルゴリズムの導出とシミュレーションによる検証

実施内容：“解剖構造モデル”および“ネットワークダイナミクスモデル”を構築し、ネットワークパラメータ推定アルゴリズムの導出・プログラムへの実装を行い、コンピュータシミュレーションにより推定誤差を検証した。

成果：活動源の数が 10 個までは活動源とネットワークパラメータをほぼ間違えることなく検出することが可能であり、活動源の数を 30 個まで増やしても 80%程度の活動源とそのネットワークパラメータが検出可能であることがわかった。

自発脳活動から時空間パターンを推定するアルゴリズムの開発

実施内容：MEG や EEG などのヒトの自発脳活動データから繰り返し現れる時空間パターンを推定するアルゴリズムを導出し、プログラムを実装し、コンピュータシミュレーションによりその有効性を検証した。

成果：時空間パターンの種類数が数個程度であれば、MEG や EEG のように低い信号ノイズ比のデータからでも、時空間パターンとその出現時刻が高い精度で推定可能であることがわかった。

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

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

脳ダイナミクスプラットフォーム作成・検証のための単純刺激課題の実験設計と基礎データの収集

実施内容：脳ダイナミクスプラットフォームを作成・検証するための基礎データとして複数被験者の T1-MRI・dMRI を測定した。単純刺激課題の刺激デザインを決定するために、fMRI 予備実験を行った。

成果：プラットフォームの基礎となる脳構造情報として T1-MRI・dMRI データ 30 人を測定した。単純刺激実験の刺激デザインとして、複数の被験者で複数の視覚野（V1 + MT 野）の明瞭な賦活を確認することができた、コントラストの高いリングの拡大縮小する動画刺激に決定した。決定した刺激デザインを用いて、17 人の f-MRI を測定、MEG-EEG 測定を 5 人行った。

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

同一被験者・別セッション時のデータ生成システムの構築

実施内容：被験者の脳・頭蓋モデル・MEG 計測センサ位置からリードフィールド行列を計算するプログラムを実装し、脳活動とリードフィールド行列から MEG データを生成するプログラムの開発を行った。

成果：同一被験者の脳活動から異なる計測センサ位置で観測される MEG データを生成するプログラムを完成させた。

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

脳機能データ推定システムの基本設計と EEG/MEG データを生成するモジュールの実装

実施内容：脳機能データ生成システムの基本設計を行い、「入力電流生成部」「脳活動データ生成部」「計測データ生成部」のモジュール構成として、それぞれの開発を行った。

成果：脳の活動場所、活動時系列をグラフィカルに指定・編集することによって、様々なパターンを入力刺激を容易に生成することができるプログラムを完成させた。また、入力電流から MEG データを生成し視覚的に確認するプログラムも完成させた。

神経血流応答モデルのための血流動態パラメータ推定法のシミュレーション検証

実施内容：NIRS 計測から脳皮質上の血流動態を表す酸素化・脱酸素化ヘモグロビン濃度変化を推定する方法をヒト頭部シミュレーションにより検証した。

成果：脳皮質だけでなく頭皮の血流動態をもモデルに組み込んで同時推定することにより、頭皮血流アーチファクト除去を行い、高い精度で脳内のヘモグロビン濃度変化を推定することができた。