

採 択 番 号 : 17301

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

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) 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 29 年度 141 百万円）

※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発項目と担当

研究開発項目 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

研究開発項目 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

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

研究開発項目 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) 特許出願、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	25	2
	その他研究発表	127	32
	プレスリリース・報道	7	1
	展示会	1	1
	標準化提案	0	0

(7) 具体的な実施内容と成果

脳のモデル化や入力の圧縮に必要な様々なアルゴリズムを開発し、解像度平均 6 ミリ程度の個人構造脳モデルにおけるミリ秒の機能的インタラクションを推定可能な機能を持つダイナミクスプラットフォームを作成した。またダイナミクスプラットフォームと計測モデルを組み合わせることで、個人レベルまたは平均被験者レベルで EEG, MEG, fMRI, NIRS の 4 種類の計測データを生成するヒト脳機能データ推定システムを開発することに成功した。個人脳上で定量評価可能な精度をもつ脳計測シミュレータとしては世界初の成果である。データ生成精度の定量評価を単純刺激課題、複雑刺激課題について行い、最も困難な新規被験者のデータ生成においても他被験者のデータからチャンスレベルより有意な生成が可能であることを示した。また、システム開発に利用したコア要素技術を実装したソフトウェアおよびデータベースをウェブ上で一般公開した。

研究開発項目 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

【実施内容・成果】ヒトの視覚処理に着想を得た画像処理を行うことで、1 枚の画像に映っているオブジェクトの 3 次元表面形状を抽出するアルゴリズムを完成させた。以前のアルゴリズムからは 3 次元表面形状の表現方法を抜本的に修正した。

1-2：脳モデルの高度化.

【実施内容・成果】小脳の神経細胞レベルのネットワークダイナミクスのシミュレーション解析・実データ解析から、中程度の電気カップリングがカオス減少を強化することを見出した。

研究開発項目 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ヒト脳機能データ推定システムの開発

【実施内容・成果】脳ネットワークダイナミクスモデルから、信号の流れを推定する方法を様々な感覚刺激に対して適用した。運動視覚課題中の MEG から MT への信号の流れを推定し、顔認知課題中の EEG+MEG から N170 生成に寄与する信号の流れを推定するこ

とに成功した。

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

【実施内容・成果】ディープニューラルネットを用いて新規被験者に汎化するMEG デコーダを作成した。MEG から電流源推定を行い標準脳上での脳活動情報をニューラルネットの入力とすることで、MEG トポグラフィを入力とする場合よりも予測精度が向上することを示した。

研究開発項目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

【実施内容・成果】領野間信号伝達の様子を可視化するプログラムを開発した。プログラム、ドキュメントを整備し、電流源推定ソフトウェア VBMEG ver2.0 としてウェブ上に公開した。fMRI の 1 万本以上の研究結果のメタ解析結果と NIRS シミュレータ技術を組みあわせて、NIRS 計測結果を予測するアプリケーション NIRSynth を作成した。さらに Web application を実装した。複数モダリティ・複数課題脳イメージングデータベース (Multi-dimensional sampling of individual brains, MULDS) を構築し、データベースをインターネット上で公開した。