

論文審査の要旨及び審査委員

(2, 000字程度)

| | | | | | | |
|--------------|----------|--------------|--------------------|-----|--------|-----|
| 報告番号 | 甲 第 33 号 | 氏 名 | 鄒弘智 (Kuai Hongzhi) | | | |
| 論文審査 審査委員 | 氏 名 | | 職 名 | 氏 名 | | 職 名 |
| | 主 査 | 松本 浩樹 | 教授 | 委 員 | 石川 恒夫 | 教授 |
| | 委 員 | 白尾 智明 鍾 寧 | 教授 教授 | | 小田垣 雅人 | 准教授 |

近年の人工知能技術と脳科学を組み合わせることによって、人間思考のメカニズムの解明による認知症やうつ病の治療及び人間の学習や推論モデルを応用した人工知能の開発が期待されている。

それに対し申請論文では、脳情報学方法論に基づいて、人間の脳をひとつのビッグデータを持つ情報処理システムとみなし、階層化された知識(K)-情報(I)-データ(D)アーキテクチャに基づくネバーエンド学習をしながら、「体系的な脳機能の研究; 多目的に活用する体系的認知実験の設計と実施; 知識ベースを考慮した体系的ビッグデータの管理; 体系的ビッグデータの分析; 汎化知能モデルによる知的サービスの提供」という機能を提供するデータブレインを開発し、革新的な脳ビッグデータコンピューティング方法を提案した。また、認知症・うつ病の病理の解明、治療、予防や、AI・ウェブインテリジェンス(WI)の新たな可能性を示した。具体的には、次に4つの主な研究成果を挙げる。(1) 階層化された知識(K)-情報(I)-データ(D)ビッグデータセンター、すなわち KID アーキテクチャ。知識層 K: 脳機能、実験タスク、データ管理及び分析方法の視点から体系的な脳機能研究プロセスを表現するための複数のナレッジグラフ。情報層 I: セマンティックベクトルの形式でリソースの多面的な情報を記録するマルチ情報ウェアハウス。データ層 D: マルチ課題の脳機能画像ビッグデータを中心として、マルチモーダル・マルチスケールのビッグデータの体系的な管理。(2) データブレインドリブン汎化知能モデルとするネバーエンド学習 NEL エージェント。ネバーエンド学習は、人間のように、何年にもわたる多様な主に自己監督の経験から、以前に学んだ知識を使用してその後の学習を改善し、プラトールを回避するための十分な内省を備えた多くの種類の知識を学習しながらパフォーマンスが向上する。KID アーキテクチャに基づいて、思考空間としての KID ループを構築し、人間のように機能するネバーエンド学習(NEL: Never-Ending Learning) で革新的な脳ビッグデータコンピューティング方法を提供する。(3) 多目的に活用する体系的認知実験の設計と実施。まず脳認知機能研究の目的に応じて主な実験タイプと補助実験タイプ、及び各実験タイプの関連性の推論ルールを制定し、体系的な実験の設計と実施のテンプレートグラフを作成する。次に脳ビッグデータセンターから新しい実験タスクをサンプリングし、データブレインモデルと推論ルールを組み合わせ、新しい実験タスクの属する補助実験タイプを識別し、設計した実験タスクを実験テンプレートグラフに記入する。すべての実験タイプが設計されるまで、上記の手順を数回実行する。この技術により、体系的な高次脳機能の研究のため、人間参加型(HITL: Human-in-the-Loop)の体系的な脳ビッグデータの収集、多面的な解析・理解が可能となる。(4) ネバーエンド学習による課題 fMRI 脳ビッグデータの融合と体系的分析。まず主な実験と補助実験、各実験間の推論ルール、証拠の重みを含む実験テンプレートグラフを制定する。次に実験テンプレートグラフに従って、脳ビッグデータセンターから解析が必要なデータ・情報・知識を取得し、KID ループにおけるマルチ課題 fMRI 脳機能画像を多面的に解析しながら、複数の証拠に基づいた不確実性推論や融合的計算を通じて、複雑な脳機能の解明、心理状態の解釈、神経難病や精神病態の診断を行う。特に脳機構の機能分離の観点から単変量及び多変量パターン分析法、脳機構の機能統合の観点から中心性などを定量化する脳機能的ネットワーク指標の評価法について、それぞれを開発し、さらに提案した汎化知能モデルは人間の帰納的推論の神経メカニズムの解明に応用し、提案した汎化知能モデルの有効性を示した。まだ橋渡し研究として、提案法のうつ病患者の脳機能異常の解明や知能健康への応用を試みた。

申請者は、これまでに国際著名ジャーナルに筆頭論文掲載の成果を上げるとともに、数多くの国際会議で英語による研究発表を行っている。したがって、申請者の研究能力、語学力は十分認められると判断できる。

予備審査を含めた論文審査中に指摘された項目を全てクリアしていることが確認されており、本研究は新規性、有用性、信頼性のいずれの点でも博士学位論文として十分合格のレベルに達しているものと判断される。また、審査委員との質疑応答での対応などから総合的に評価して、博士学位論文として合格と判断した。