

所属・資格 情報科学科・助手

申請者氏名 芦原 佑太

研究課題		脳型 AI の基盤となる神経科学文献からの解剖学的知識の自動抽出
報告の概要	研究目的 および 研究概要	脳全体のアーキテクチャに学び、人間の認知機能を再現するような脳型ソフトウェアを開発するためのアプローチとして、Brain Reference Architecture (BRA) 駆動開発がある。BRA 駆動開発では、人間の認知行動との関係する脳の解剖学的構造をメゾスコピック・レベルで抽出した脳情報フロー(Brain Information Flow: BIF)と、BIF に整合した仮説的な計算機能のコンポーネント図 (Hypothetical Component Diagram: HCD) を脳型ソフトウェアの設計に用いる。脳全体における様々な脳領域が持つ機能を、計算機能と紐づける BRA 駆動開発は、脳を深く理解していない開発者にも、脳型ソフトウェアの開発に携わることが期待される。BIF の構築は、神経科学的な整合性を保証した記述のみを蓄積していくことで実現できるが、その多くは人手によって文献から記録を取っていく方法論である、そこで、本研究では神経科学文献から得られる解剖学的記述を自動的に抽出し、神経科学的な整合性についても自動的に保証する文献からの自動情報抽出技術を確認する。
	研究の結果	本研究では、①脳情報フロー (BIF) と整合する形で神経科学文献から解剖学的記述を抽出する大規模パイプラインを設計・実装した。PDF 取得→段落解析→脳領域・接続候補の統一命名→GPT 系モデルによる抽出→WholeBIF-RDB への登録という一連の工程を自動化し、約2万報の文献で安定稼働を確認した。②抽出結果の信頼度を数値化する「記述信憑性フレームワーク」を構築し、解剖学的解像度・引用文脈感情・査読誌格付けなど複数指標をベイズ的に統合した PDER スコアを算出した。③試験公開した UI と CSV レポートを介し、分野専門家12名からフィードバックを取得した結果、重要接続の再現率 82%、誤抽出削減率 45%を達成し、実運用への手応えを得た。さらに、段階的フィルタリングと部分質問法の併用で推論コストを 60%削減し、BIF 可視化モジュールにより非専門家でもブラウザ上で回路図を直感的に閲覧できる環境を整えた。
	研究の考察・反省	次の段階では、対象文献を現在の約2万報から15万報規模へ拡大するためのスケーラビリティ確保が喫緊の課題である。第一に、OCR 精度が低い旧世代 PDF や図版埋込サプリメントを処理できる、多言語レイアウト推定+画像セグメンテーション基盤を整備する必要がある。第二に、PDER スコアの信頼区間を推定する統計モデルを導入し、専門家レビューを組み込むアクティブラーニンググループを構築したい。第三に、接続命名規則を BAMS 等の語彙と整合し、他DBとの相互運用性を高めることが求められる。さらに、抽出・評価の各段階で生成AIの説明責任を担保するため、Chain-of-Thought 監査ログと自動エラー検出モジュールを統合し、ユーザが誤抽出を即時訂正できるインタラクティブなフローを実現する。最終的には BIF と HCD を連携させ、BRA 駆動開発をワークシェアリング型に拡張し、脳型ソフトウェア開発コミュニティの裾野を広げるとともに、大量データの著作権クリアランスと再配布ポリシーの策定を並行して行う必要がある。
研究発表 学会名 発表テーマ 年月日/場所	研究 発表 成果物 テーマ 誌名 巻・号 発行年月日 発行所・者	※この欄は、本報告書提出時点で判明している事項についてご記入ください。  2024年度人工知能学会全国大会 脳全体の解剖学的知見のデータ化を実現するロードマップ 2024/05/28 / アクトシティ浜松