

氏 名	米村 祥裕
学 位 名	博士（システム情報科学）
学 位 記 番 号	第 7 4 号
学位授与年月日	令和 7 年 3 月 2 1 日
学 位 論 文 題 目	リザーバー計算による感覚運動情報処理の数理モデル
論 文 審 査 委 員	主査 香取 勇一 副査 佐藤 直行 副査 櫻沢 繁 副査 齊藤 朝輝

論 文 要 旨

・学位論文の構成

本論文では、リザーバー計算と予測符号化を融合させた感覚運動情報処理モデルを提案している。感覚情報の認識および運動計画における課題を解決するために、リザーバー計算の高次元力学系ダイナミクスを活用した手法を設計し、その性能を評価した。感覚情報処理モデルでは、多感覚統合の特性を再現する調節機構を提案し、運動制御モデルでは、行動計画と強化学習を内包するメンタルシミュレーションを実現している。提案モデルの意義は、脳の情報処理を模倣した知能システム構築の可能性を示し、工学的応用として高い期待が寄せられる点にある。

学位論文は次の章で構成される。

1. 序論
2. 感覚認識のモデル
3. 運動制御のモデル
4. 総論

本論文は、序論から始まり、感覚情報の認識と運動制御を中心に各章が論理的に展開されている点で、構成は明瞭である。第2章と第3章で個別のモデル設計と実験結果を詳細に議論している。さらに第4章の総論で各章間の関連性を議論した上、全体をまとめている点は良い構成である。

・研究目的の妥当性，従来の手法との比較においての有意性，および理論・実験手法の新規性

本論文では、リザーバー計算と予測符号化を統合した感覚運動情報処理モデルを提案している。脳の情報処理機能を模倣し、感覚情報の認識や運動計画におけるロバスト性と効率性を高めることを目指しており、知能システムの設計という学術的・工学的課題に応えるものである。この目的は、情報処理技術の進展と社会的需要を背景にしており、妥当性が高いと評価できる。

従来の手法では、多感覚情報処理や行動計画の実現において、事航学習や特定条件への依存が課題となっていた。本研究は、感覚情報の予測誤差に基づく調節機構や強化学習を活用し、従来モデルが抱えていた制約を克服している点で有意性を有する。特に、多感覚統合におけるinverse effectivenessの再現や、ロボット行動計画への応用が提案モデルの優位性を示している。

理論的な新規性としては、リザーバー計算の高次元力学系ダイナミクスを予測符号化と融合することで、感覚情報処理と運動計画を統合的に扱う枠組みを構築した点が挙げられる。実験的には、ノイズ環境下での感覚情報認識や移動ロボットの行動計画実験を通じて、提案モデルの性能を実証している。これらの成果は、脳の情報処理を模倣した高効率な知能システムの設計に向けた重要な一歩となる。

・得られた知見のシステム情報科学の分野における意義

本論文で提案されたリザーバー計算と予測符号化を融合した感覚運動情報処理モデルは、従来の手法を大きく超える新しい情報処理の枠組みを提示している。特に、多感覚情報統合におけるinverse effectivenessの再現や、行動計画におけるメンタルシミュレーションの実現は、情報処理技術の基礎において重要な貢献を果たしている。このような知見は、システム情報科学の分野における新たな研究領域を切り拓くものとして評価できる。

本研究は、脳の高次元力学系ダイナミクスを模倣したリザーバー計算の可能性を拡大し、予測符号化と統合することで、感覚情報のロバストな処理や自律的な行動生成を実現する手法を確立した。この成果は、知能システムの設計において学術的にも工学的にも大きな意義を持つ。さらに、本研究で得られた知見は、適応的なセンサ情報の融合やロボットの行動計画といった応用分野において、実践的な価値を提供するものである。

提案された手法や得られた知見は、情報処理の理論的基盤を深化させるだけでなく、新しい研究コミュニティを形成する可能性を秘めている。システム情報科学における知能システムの進展に寄与する重要な博士論文であると評価できる。