

平成18年 2月 27日

豊橋技術科学大学長 殿

審査委員長

栗山 繁



論文審査及び最終試験の結果報告書

このことについて、下記の結果を得ましたので報告いたします。
記

学位申請者	大濱 吉紘	学籍番号	第 9 9 3 0 5 5 号
申請学位	博士(工学)	専攻名	電子・情報工学専攻
論文題目	生体の内部モデル仮説に基づく統計的運動学習スキームに関する研究		
公開審査会の日	平成18年 2月 14日		
論文審査の期間	平成18年 1月 25日～平成18年 2月 27日	論文審査の結果	合格
最終試験の日	平成18年 2月 14日	最終試験の結果	合格
論文内容の要旨	<p>本研究は、生体の優れた学習制御の仕組みを明らかにすることを目的として、脳内に身体のダイナミクスモデルが獲得されて巧みな運動制御が遂行されるという内部モデル仮説に基づき、統計的な運動学習スキームを提案している。さらに、提案法を工学的な制御システムへ応用できるように学習アルゴリズムを発展させている。</p> <p>本論文は全8章で構成される。第1章と第2章では、研究の背景として、生体の運動制御、特にヒトの上肢運動に対する計算論的研究の枠組みを概説した後、本研究の目的と意義について述べている。第3章では、制御対象の逆ダイナミクスモデルを獲得するための誤差順伝播学習則 (FPL: Forward-propagation Learning Rule) を紹介した後、その数学的な定式化を行なっている。第4章では、FPL の実用的なアルゴリズムを提案するとともに、2リンクアームの軌道制御の計算機シミュレーションによってその妥当性を示している。第5章では、統計的推論の観点から学習プロセスを検討し、第6章で、最尤推定法を用いて FPL を再定式化し、最適化プロセスを伴う学習アルゴリズムとして記述している。第7章では、FPL をモジュール構造の内部モデル学習へと拡張し、さらに強化学習への応用を試みている。第8章では、本研究の成果をまとめ、今後の展望を述べている。</p>		
審査結果の要旨	<p>生体、特にヒトの運動で特筆すべきことは、繰り返しの訓練や過去の経験などによって、より巧みで滑らかな動きができるような学習機能を備えていることである。これまで計算論的神経科学の立場から、腕や脚のダイナミクスモデルを多層神経回路内に獲得するための様々な学習スキームが提案されたが、その多くが誤差逆伝播則 (BP: Back-propagation) を基本とする学習法を採用している。しかし、生体の神経機構では、シナプスを越えて信号が逆方向に伝播することはないと考えられ、BP には生理学的な妥当性がない。これに対して本研究では、BP を用いないで、誤差信号を前向きに伝播して逆ダイナミクスモデルを学習する誤差順伝播則 (FPL) を発展させた。これによって、生体の神経信号の流れに矛盾しない学習スキームを構成した。さらに、統計的学習の枠組みのもとで学習プロセスの検討を行い、FPL の理論的な根拠を明確にして、安定かつ高速な学習アルゴリズムを考案した。また、モジュール構造の学習や強化学習などへ FPL が適用可能であることも示した。これらの研究成果は、計算論的神経科学における運動学習の分野の発展に貢献するだけでなく、工学的にもインテリジェントな学習制御システムを開発する上で極めて有用であると期待される。</p> <p>以上により、本論文は博士(工学)の学位論文に相当するものと判定した。</p>		
審査委員	栗山 繁	宇野 洋二	中内 茂樹
	福村 直博	印	印

(注) 論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。