

平成17年9月26日

電子・情報工学専攻		紹介教員氏名	中内 茂樹
申請者氏名	Paulito P. Palmes		

論文要旨(博士)

論文題目	人工神経回路網の進化と適応 (Evolution and Adaptation of Artificial Neural Networks)
------	---

進化と適応は、生命体が環境によって課される制約条件に調和する最適な構造や機能を作り上げる主要な2つのメカニズムである。脳はこうした高度に進化した頂点にあり、生命体における計算や認知に関する中心的役割を果たしている。こうした生物学的モデルは機械学習において知的システムを考える上の青写真として一般的に用いられる。そのすぐれた特徴は、a) 脳の簡単な計算モデルを提供する人工神経回路網(ANN)と、b) 人工的進化や適応を通じて、その構造やパラメータ、機能を最適化するために用いられる進化的計算法にある。ANNの一般的な特徴は、知的処理を必要とする構造化されていない諸問題に対しても広く適用できる点にある。しかし、特定の問題を解決するための最適なANNを見出すことは、神経回路網設計における主要な課題として残されており、そうしたアルゴリズムを開発することは極めて有益である。すなわち、まず最適なネットワークを見出すための煩雑な試行錯誤を避けることによって、ANNの設計や実装が容易になる。また、環境制約条件に合致するように特性を変更できる自律的なネットワークを構築できる。さらに、自然界に存在する知的システムを支配している本質的メカニズムに関する洞察が得られる。

本学位論文では、与えられた課題に適した神経回路網を進化的に獲得する自然の選択や適応の概念に基づくSEPA (Structure Evolution and Parameter Adaptation)と呼ぶ確率モデルを提案している。このモデルの下に、突然変異に基づくSEPA、掛け合わせに基づくSEPA、および複合的SEPAの3つのテーマについて研究した。まず、定められた変異確率、大きな変異ステップサイズ、及び適合順序に基づく精粹選択がSEPAの汎化性能を著しく改善することについて述べる。次に、一様な掛け合わせと変異ステップサイズによる誤差フィードバックが、SEPAの探索過程の改善に大きな効果を持つことを明らかにする。最後に、様々な擾動効果を調べることによってSEPAの強壯さを示し、その複合的実装によって様々な制約条件を強靱に扱えることを示す。開発した進化的アプローチは、発見的アプローチに代わる純粋な確率過程によって構造設計が効果的になされることを示しており、種々の問題に対しても一般的に適用できる点で極めて優れている。とくに、確率的進化は解空間に対して何ら強い仮定を要しないことや、パラメータが適応的であることから、解空間や問題に依存しない標準的な実装で対応できる。さらに、いろんな手法を組み合わせた“侵襲的”進化と適応に基づく実装法によって、最適な戦略的組み合わせを自動的に見出すことが可能となる。こうした手法は、1つの方法だけでは対応出来ない誤差空間が多次元で不規則である現実的問題を扱う上で、非常に重要なツールである。以上、本研究は変動するシステムの最適なモデルを自動的に抽出する方式を提供するものであり、今後、多くの実際的応用への展開が期待される。