

審査の結果の要旨

氏名 丹治 信

本論文は「ノンパラメトリックな確率モデルを用いたプログラム進化」と題し、7章からなり、遺伝的プログラミングにノンパラメトリックな確率モデルを用いる手法を提案し、シミュレーション結果に基づく探索性能の比較によってその有効性を明らかにしている。

第1章は序論であり、主題と目的が述べられ、進化計算の枠組みが説明される。関数やプログラムを計算機によって自動生成する遺伝的プログラミングと確率モデルを用いる遺伝的プログラミングの概念が簡潔に説明されている。

第2章においては、本論文の事前知識として進化計算と遺伝的プログラミングについて詳細に述べ、いくつかの現在の研究動向についての調査と、遺伝的プログラミングの理論とこの分野での問題について考察している。

第3章においては、確率モデルを用いる進化計算について議論される。確率モデル進化計算の概念、従来の進化計算との違いが説明される。確率モデル進化計算で使われるモデルについて概観し、確率モデル遺伝的プログラミングの手法から、使われるモデル基に3つのクラスに分類する。シミュレーション実験から、3種類の使われるモデルと、4種類の問題で性能比較を行い、使用するモデルの複雑さと解ける問題の複雑さの相関について考察している。

第4章においては、ノンパラメトリックな確率モデルを用いたプログラム進化手法 PORTS(Program Optimization by Random Tree Sampling)を提案している。従来手法である遺伝的プログラミングは関数やプログラムを計算機によって自動生成する強力な手法であるが、遺伝的プログラミングによる効率的な探索が困難な問題もこれまでにいくつか報告されている。提案手法は、交叉や突然変異を用いず、複数の優良解から幾何分布に従う部分構造をランダムにサンプリングし、それらを遷移確率に従って結合することで新たな探索を行う。従来の交叉による探索と提案手法の探索を計算機実験によって比較し、提案手法 PORTS がより多くの構造を探

索することを示している。遺伝的プログラミングの比較で用いられる GP-Easy な問題を用いて探索性能を比較し、提案手法の有効性を検証している。また小さな部分構造から大きな部分構造が徐々に保存されることを、部分構造のサイズの推移から考察している。

第5章においては、PPT(Probabilistic Prototype Tree)を用いたノンパラメトリックなプログラム進化手法 PERCE(Program Evolution using Related Clique Estimation)を提案している。従来の確率モデルでは、ノードの確率表や、条件付き確率などのパラメータの推定が必要であり、大きな部分構造をあつかうためには大量のメモリが必要であった。提案手法では、サンプリングする際に優良個体から直接データを入力することで明示的にパラメータを計算する必要がない。計算機実験から、従来の遺伝的プログラミングで解き難い問題に対して、高い探索性能が得られることを示している。

第6章では、提案手法を実世界の問題に適用する試みがなされている。車輪型ロボットの壁沿い運動を自動生成する問題では、シミュレーションにより、提案手法 PERCE は遺伝的プログラミングよりも多くの壁沿い動作を生成できることが示されている。また、音楽の自動表情付けの応用では、楽譜情報から人間らしい演奏を生成することが目的となる。遺伝的プログラミングによる対話的な演奏ルール生成システムを構築している。WEB 上にシステムインタフェースを公開しており、多人数が評価するシステムを構築している。医療データからの診断の問題では、広く使われている肺ガン診断結果を予測する。SVM(Support Vector Machine)や遺伝的プログラミングとほぼ同等程度の予測精度であり、実世界の問題に十分応用可能であると結論づけている。

第7章では、本論文の結論として、提案したノンパラメトリックな確率モデルを用いる遺伝的プログラミングの手法の特徴について再度触れ、問題に応じた使い分けが必要とまとめている。また、今後の研究の可能性について述べられている。

以上これを要するに本論文は、進化計算による遺伝的プログラムの自動生成のための新たな探索手法を提案し、シミュレーション実験の他にロボットや音楽などの実世界問題での実験結果をもとにその有効性を示したものであり、情報工学の発展に貢献するところ少なくない。

よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。