

( 続紙 1 )

京都大学	博士 ( 情報学 )	氏名	ONG Bun Theang
論文題目	Studies on Automatic Termination Criteria for Evolutionary Computation (進化的計算に対する自動停止規範に関する研究)		
(論文内容の要旨)			
<p>多変数非線形関数の最小値を求める問題は自然科学や社会科学のさまざまな分野に現れる基本的な最適化問題である。最小化すべき関数が凸関数のときは、その大域的最適解を見つけることは比較的容易であるが、そうでないときは理論的な裏付けをもつ大域的最小化は一般に非常に困難である。そこで、大域的最適解を見出す理論的な保証はないが、現実的な計算時間で十分良い近似最適解を求めることを目的とする様々なヒューリスティック手法が提案されている。しかしながら、計算の過程で得られた解の大域的最適性を理論的に判定することが難しいため、ヒューリスティック手法においては、計算時間に対する上限など、適当に与えられた条件をもとに計算を終了し、その時点で得られている最良の解を近似最適解とみなすことが多い。本論文は、このような現状を改善すべく、最適解の探索が十分広範囲に行われたかどうかを系統的に判定する自動停止規範を提案し、それを様々な進化的アルゴリズムと組み合わせることにより、計算の効率化を目指したものであり、本文7章と付録2章から成っている。</p> <p>第1章は序論であり、大域的最適化問題の定義を与えるとともに、本論文で取り扱う3つの進化的アルゴリズム、すなわち遺伝的アルゴリズム、差分進化アルゴリズム、粒子群最適化アルゴリズムにおける基本的な概念と方法を説明している。</p> <p>第2章では、本論文で提案する自動停止規範において中心的な役割を果たす遺伝子行列の定義を与えたあと、それに基づく新しい突然変異のメカニズムを提案している。さらに、進化的アルゴリズムと効果的に組み合わせる用いられるNelder-Meadの直接探索法にも言及している。</p> <p>第3章では、代表的な進化的アルゴリズムである遺伝的アルゴリズムにおいて、遺伝子行列の情報に基づく自動停止規範を組み込んだアルゴリズムG3ATを提案し、遺伝的アルゴリズムのいくつかのバージョンや他の進化的アルゴリズムとの詳細な比較計算実験により、提案手法の有効性を確認している。</p> <p>第4章では、高次元探索空間の問題に対しても遺伝子行列の情報に基づく自動停止規範がより有効に機能することを意図して、空間分解と空間回転という新しいアイデアを用いた遺伝的アルゴリズムGATRを提案し、G3ATおよび既存の進化的アルゴリズムとの詳細な比較実験により、提案手法が優れた性能をもつことを確認している。</p> <p>第5章では、遺伝子行列、空間分解、空間回転に基づく自動停止規範を差分進化アルゴリズムに組み込んだアルゴリズムDEATを提案し、計算実験により、既存の差分進化アルゴリズムに対する優位性を明らかにしている。</p> <p>第6章では、主成分分析を遺伝子行列と組合せ、それを粒子群最適化アルゴリズムの枠組みで実装したアルゴリズムAT-PSO-PCAを提案し、その有効性を既存の粒子群最適化アルゴリズムおよび他の進化的アルゴリズムとの比較実験により確認している。</p> <p>第7章は結論であり、論文全体のまとめと今後の課題について述べている。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、多変数関数の大域的最小化問題に対する進化的アルゴリズムにおいて探索が十分広範に行われたかどうかを判定する新しい計算停止規範を提案し、それを実装したいくつかの進化的アルゴリズムを用いた計算実験により、提案した自動停止規範の有効性を確かめたものであり、得られた結果は以下のとおりである。

1. 探索空間を分割して得られる各領域の探索状況を遺伝子行列と呼ばれる2次元配列で表現し、その情報を進化的アルゴリズムの停止規範として用いることを提案した。
2. 遺伝子行列の情報は、停止規範だけでなく、進化的アルゴリズムで重要な役割を果たす突然変異と呼ばれる操作においても効果的に利用できることを示した。
3. 探索空間の低次元空間への分解、および探索空間の回転といった機能を付加することにより、遺伝子行列を用いる進化的アルゴリズムの探索能力を強化することを提案した。
4. 遺伝子行列を組み込んだ遺伝的アルゴリズム、差分進化アルゴリズム、粒子群最適化アルゴリズムを開発し、広範な比較計算実験を通して、それらのアルゴリズムが既存の最高水準のアルゴリズムに勝るとも劣らない計算性能をもつことを示した。

これまで様々な進化的アルゴリズムが提案されているが、それらに対する効果的な停止規範についてはあまり研究されておらず、本論文の試みは進化的アルゴリズムの重要かつ基本的な課題に取り組んだものとして高く評価できるものである。

以上のように、本論文は、システム最適化の基本問題である多変数関数の大域的最小化問題を解くために開発された進化的アルゴリズムに対して、新しい考え方に基づく自動停止規範を提案し、その有効性を計算実験により確認したものであり、得られた成果は学術上および応用上きわめて優れている。よって、本論文は博士(情報学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成24年2月17日に論文内容とそれに関連した口頭試問を行った結果合格と認めた。