

氏 名	アブドルラーヒマン ヘダール アヒマツ Abdel-Rahman Hedar A. Ahmed
学位(専攻分野)	博 士 (情 報 学)
学 位 記 番 号	情 博 第 130 号
学位授与の日付	平成 16 年 9 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	情 報 学 研 究 科 数 理 工 学 専 攻
学位論文題目	Studies on Metaheuristics for Continuous Global Optimization Problems (連続型大域的最適化問題に対するメタヒューリスティクスに関する研究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 福 嶋 雅 夫 教 授 片 山 徹 教 授 酒 井 英 昭

論 文 内 容 の 要 旨

多変数非線形関数の最小化問題はシステム最適化における最も基本的な問題である。目的関数が凸関数であれば大域的最適解を見つけることは比較的容易であるが、目的関数が一般の非凸関数のときには、大域的最適解を得ることは非常に難しく、多くの場合局所的最適解を計算することで満足するのが現実である。本論文は、一般的な非線形最適化問題に対して、大域的最適解を効率的に探索するための様々なヒューリスティック手法を用いたアルゴリズムを開発し、さらに標準的なテスト問題を用いた広範かつ詳細な計算実験によってそれらのアルゴリズムの有効性を確認したものであり、本文7章と付録2章から成っている。

第1章は序論であり、本論文で取り扱う問題の定義を与えるとともに、基本的なヒューリスティック手法と直接探索法の概説を行っている。さらに、論文全体の構成と結果の概略を説明している。

第2章では、まず非線形関数を最小化するための直接探索法としてよく知られた Nelder-Mead 法と多方向探索法に基づく直接探索法を提案し、次に、代表的なヒューリスティック手法であるアニーリング法を組み合わせることにより単体アニーリング法と呼ばれる新しい方法を提案している。

第3章では、各々の解を一つの単体として表現し、それらの解集合に対して交叉や突然変異といった操作を行う遺伝的アルゴリズムを提案している。アルゴリズム中で解の改善を行う際には Nelder-Mead 法に基づく直接探索法を用いている。

第4章では、まず近似降下方向を求める新しい方法を提案し、それを組み込んだ発見的パターン探索法を構築するとともに、さらにアニーリング法の考え方を導入することにより大域的最適化アルゴリズムを提案している。

第5章では、近傍局所探索に Nelder-Mead 法あるいは適応パターン探索法に基づく方法を用いたタブー探索アルゴリズムを提案している。特に、新しく導入したマルチランクの概念に基づいてタブーリストの管理を行うとともに、得られた解候補に対して、それらの周辺領域を探索した回数から計算される指標を取り入れた既探索領域リストを用いて再び元の解の近くに戻らないよう工夫している。

前章までは専ら制約条件のない問題を取り扱っていたが、第6章では、一般的な制約付き最適化問題に対して、フィルター法の考え方を導入し、さらにそれをアニーリング法と組み合わせることにより、フィルター・アニーリング法と呼ばれる新しい大域的最適化アルゴリズムを構築している。

第2章から第6章までの各章において提案されたすべてのアルゴリズムに対して、標準的なテスト問題を用いた計算実験を行い、従来のアルゴリズムとの比較を通して、提案したアルゴリズムの有効性を確認している。

第7章は結論であり、論文全体のまとめと結論を述べている。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は多変数非線形関数を含む連続型大域的最適化問題に対して、メタヒューリスティクスの考え方をを用いた新しいア

ルゴリズムを提案し、計算実験によりそれらの有効性を確かめたものであり、得られた主な結果は以下のとおりである。

1. 探索空間において単体を用いる直接探索法とアニーリング法を組み合わせるという新しい考え方をを用いて、連続型最適化問題に対する大域的最適化アルゴリズムを構築し、その有効性を確認した。
2. 単体を用いて解を表現し、それらの解集合に対して交叉や突然変異などの操作を行う遺伝的アルゴリズムを構築した。単体を用いることにより、解の改善が効果的に行え、得られる解の質が大きく向上することを確認した。
3. 新しいパターン探索法を提案するとともに、それとアニーリング法を組み合わせることにより、上記の単体を用いる方法とは異なる大域的最適化アルゴリズムを構築し、その有効性を確認した。
4. 単体を用いる直接探索法あるいはパターン探索法とタブー探索法を組み合わせた新しい大域的最適化アルゴリズムを構築し、その有効性を確認した。
5. 制約付き非線形最適化問題に対して、フィルター法とアニーリング法を組み合わせることにより、新しい大域的最適化アルゴリズムを構築した。制約条件をもつ連続型最適化問題に対するメタヒューリスティクスはこれまで殆ど研究されていないことから、この研究の新規性は大きい。

メタヒューリスティクスはこれまで主に組合せ最適化問題を対象に開発が進められてきており、連続型最適化問題に対する研究はまだ初期の段階にある。一方、凸性を仮定しない一般の連続型最適化問題に対しては、従来から局所的最適解を求める手法の開発が主であり、大域的最適化手法の現状は未だ十分とはいえない。そのような状況において、様々なメタヒューリスティクスの考え方を駆使して、連続型最適化問題に対する大域的最適化アルゴリズムの体系を構築しようとした本論文の試みは非常に高く評価できるものである。

以上のように、本論文は、システム最適化における最も基本的な問題である多変数非線形関数の大域的最適化問題に対して、新しい考え方に基づく手法を提案し、広範な計算実験によりその有効性を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極めて優れている。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16年8月10日実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。