

氏名	前川 廣太郎			
学位の種類	博士（工学）			
学位記番号	博甲第 8088 号			
学位授与年月日	平成 29 年 3 月 24 日			
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当			
審査研究科	システム情報工学研究科			
学位論文題目	染色体の多様性調整可能な遺伝的アルゴリズムと多種の最適化問題への応用			
主査	筑波大学 准教授	博士（工学）	延原 肇	
副査	筑波大学 教授	工学博士	鬼沢 武久	
副査	筑波大学 教授	工学博士	坪内 孝司	
副査	筑波大学 助教	博士（工学）	澁谷 長史	
副査	筑波大学 教授	博士（工学）	遠藤 靖典	

論文の要旨

本論文は、最適化問題の解法に関するものである。本論文では、最適化問題を、解析的に解くことが可能な問題と、解析的に解くことが難しい問題に分類し、特に後者の問題の枠組みにおいては、事前に問題の特性がわからないため、様々な最適化問題の解法を試行錯誤的に適用しなければならない点を指摘している。このような解析的に解くことが難しい問題を含めた多種の問題に対して、本論文では、解の多様性を調整することができる単一の手法を提案することで、試行錯誤的なプロセスを改善することを目的としている。提案手法は、遺伝的アルゴリズム（Genetic Algorithm, 以降 GA と略す）を中核とし、この染色体群の構造をグラフとして取り扱い、ここに Watts and Strogatz モデル（WS モデル）を適用し、エッジの接続確率を調整することで、多様性調整可能なアルゴリズムの構築を試みている。

本論文は 4 章より構成されている。1 章では研究の背景、研究の目的について述べている。2 章では、従来の GA、またその拡張である並列分散 GA（Parallel Distributed Genetic Algorithms, 以降 PDGA と略す）および超並列 GA（Massively Parallel Model of Genetic Algorithm, 以降 MPGA を略す）を紹介し、これらの中でも解の多様性が最も高い MPGA を提案手法の中核手法として採用している。MPGA では、染色体群をグループ化し、それぞれのグループ内で独立した最適化を行い、一定期間経過後、グループ間において染色体を交換する移住という操作を行う。提案手法の導出の第一段階として、まず、MPGA の染色体グループの隣接構造をグラフ理論の観点から再定式化している。具体的には、各グループをノード、移住可能な隣接関係にあるグループ間にエッジが存在するとみなし、MPGA の多様性の高さを、グラフ理論の平均頂点間距離が長いという観点から説明している。提案手法の導出の第二段階として、MPGA のグラフ構造に、平均頂点間距離を調整することができる WS モデルを導

入している。これにより、エッジの接続確率を変更することで、この平均頂点間距離の長さを調整し、染色体のグループ間の多様性の調整を実現している。提案手法の有効性を確認するため、Rastrign 関数、Rosenbrok 関数、Griewank 関数といった様々な関数を対象とした関数最適化実験を行っている。この実験の評価指標として、得られる関数値を最適化の精度、各染色体によって得られる値の分散を多様性と定義し、提案手法が単純な GA および MPGA と比較し、ほぼ同等な精度を実現可能であり、さらに染色体群の高い多様性を保持したままの最適化が実現できることを示している。4 章では、解析的に解くことができない実応用志向の最適化問題として、教室配置最適化を取り扱っている。この問題は、各教室を変数として取り扱い、異なる授業時間割を有する学生が、それぞれの教室で行われる授業に参加した場合の移動時間を最小化することが目的となっている。各学生の移動時間は、移動途中に発生する渋滞等から解析的に定義することが難しいため、本論文では、各学生をエージェントとしてみなしたマルチエージェントシミュレーションを評価に用いている。このシミュレーションにより、各染色体の評価値を算出し、それを GA 側にフィードバックすることで、最適化を行うシステムを構築している。この教室配置最適化問題において、提案手法と単純な GA および MPGA の比較を行い、提案手法が最もよい解を提供できていることを確認している。最終章では本論文の結論、今後の課題について述べている。

審 査 の 要 旨

【批評】

本論文では、様々な最適化問題に対して、それぞれの特性にあわせた最適化手法を試行錯誤的に模索しなければならなかった点に着目し、その発生原因を解の多様性の変動という視点で扱っている。また、これに対し、解の多様性を調整することができる単一の手法を、超並列遺伝的アルゴリズムと WS モデルを融合することで提案し、従来の試行錯誤的なプロセスを改善することを試みている。提案手法の有効性を、関数最適化という基礎的な問題から、教室配置最適化という実応用志向の問題まで、様々な観点で検証し、従来の単純な遺伝的アルゴリズム、また超並列分散遺伝的アルゴリズムよりも良好な結果が得られることを確認している。様々な実応用志向の最適化問題における評価実験の実施は今後の課題だが、本論文で得られた知見は最適化分野に非常に大きなインパクトを与えるとともに、有用な学術資料ともなり、博士論文に値するものと考えられる。

【最終試験の結果】

平成 29 年 2 月 13 日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

【結論】

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。