

審査の結果の要旨

氏名 渡辺晃生

本論文は「対話型進化計算におけるユーザ負担を考慮した解探索アルゴリズムの設計」と題し7章からなり、人間の主観的評価を必要とする対話型進化計算における解探索アルゴリズムの設計を行い、探索領域の制約を考慮した適切な手法を提案し、数学的ベンチマークと実応用の両面において有効性を示している。

第1章は序論であり、研究背景と目的が述べられ、対話型進化計算における従来の解探索アルゴリズムが持つ問題に触れると共に、対話型環境に特化したアルゴリズム設計の必要性について述べている。

第2章においては、対話型環境と非対話型環境の違いと、既存の進化計算の対話型環境に向けた改良に関して述べている。まず進化計算の設計ポリシーについて説明し、それを対話型環境に用いた際に起こりうる問題に関して考察している。対話型環境の特殊性を基に、対比較ベース対話型差分進化における解の絶対評価値の推定手法を考案し、解探索に利用することを試みている。さらにこの推定値を用いることにより、Artificial Bee Colony アルゴリズムの対比較インタフェースへの導入に成功している。またこれらのアルゴリズムを用いた数学的ベンチマークによる実験から、良い解周りの探索を重視すべきであると結論付けている。

第3章では、まず対話型環境を想定した評価回数における解探索性能に関して進化計算と1点局所探索の比較を行い、それぞれの特徴を明らかにしている。その結果を踏まえ、探索序盤に進化計算を、探索後半に1点局所探索を用いることにより、良い解周りの探索を重視したアルゴリズムを構成している。また切り替えタイミングに対するロバストネスについても数学的ベンチマークを用いて検証している。さらに、提案する2段階探索アルゴリズムをSwarm Chemistryへ応用し、進化計算のみを用いた場合と比較することによって実応用における提案手法の有効性を確認している。

第4章においては、解の探索領域の自動的な設定手法に関して述べる。従来、探索領域の設定は事前にシステム設計者によって行われていたが、設定の根拠は無い場合が多い。しかしながら探索領域の広さは有効な解の発見確率に大きく影響するため、適切な設定が望まれる。そこで、他のユーザのシステム利用結果を入力として解探索領域を再構成する仕組みを提案する。これは前章で提案したアルゴリズムに適用可能である。さらに探索領域が適切に学習されているかを配色による感情表現タスクを用いて検証し、同時にIECにおける発想支援の効果についても検証を行っている。

第5章では、タスクに対するユーザの知識の効果的な利用方法について議論している。すなわち、ユーザがパラメータの一部を固定する、進化計算から1点局所探索への切り替えタイミングを決める、という2つの操作をシステムに追加することによる効果について検証している。このとき、前章における解探索領域の調整がユーザにより部分的に行われる。ここでは合成生物学分野に関する応用システムを実装し、生物学研究者の知識を活かした遺伝子ネットワークの設計を可能にしている。

第6章においては、本論文の提案するIECシステムの創造性に関して述べられている。次に、IECシステムを評価する方法論についても考察されている。また、より一般的な機械学習の手法と本研究の違いについても説明されている。さらに今後の展望として探索領域の設定手法の拡張可能性を述べている。

最後に、第7章において本論文全体がまとめられている。

なお、本論文の一部は共同研究によって行われたものであるが、論文提出者が主体となって提案及び実験・分析・検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

以上これを要するに本論文は、人間の評価を必要とする対話型進化計算環境における適切な解探索手法や探索領域の設定手法を提案し、数学的ベンチマーク及び様々な実応用において有効性を示したものであり、情報学の発展に貢献するところ少なくない。

したがって、博士（工学）の学位を授与できると認める。