

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 6 月 10 日現在

機関番号：24403

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010～2014

課題番号：22500208

研究課題名(和文) 自律的遺伝演算子に基づく進化型計算の理論的拡張および応用

研究課題名(英文) Application and Theory of Evolutionary Computation based on Autonomous Operators

研究代表者

森 直樹 (Mori, Naoki)

大阪府立大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：90295717

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題では、自律的遺伝演算子に基づく進化型計算について研究し、以下の成果を得た。まず、遺伝演算子の組換えや変更が容易な柔軟な表現力を有する進化型計算フレームワークについて具体的に検討し、Javaによるライブラリを開発した。次に、タマホコリカビの生活環から着想を得て大域的探索能力と局所的探索能力のバランスを制御することが可能なタマホコリカビ型遺伝的アルゴリズム(DGA)を提案した。最後に、実用として絵に基づく対話型進化によるコミュニケーションシステムや株式市場における戦略進化についても検討した。上記結果に基づき、提案手法の有効性を示した。

研究成果の概要(英文)：In this research, I have studied novel evolutionary computation based on autonomous genetic operators and obtained following results. First, I have researched about evolutionary computation framework with flexible operator expression and made Java library of the proposed method. Next, I have proposed a novel method called the Dictyostelium based Genetic Algorithm (DGA), which adopts concept of life cycle of slime molds and can take a balance between exploitation and exploration. Finally, I applied my methods to real world problems; interactive evolutionary computation based on communication by pictures and evolution of trading strategy by genetic programming. I showed the effectiveness of my research by those results.

研究分野：進化型計算

キーワード：進化型計算 自律的遺伝演算子 タマホコリカビ型遺伝アルゴリズム 対話型進化型計算 GUIシステム

1. 研究開始当初の背景

- (1) これまでに数多くの進化型計算が提案されているが、その違いのほとんどは遺伝演算子の機能か個体表現である。ここでは、遺伝演算子の機能として演算子が対象とする個体近傍を含むものとする。これまでの進化型計算の研究分野ではこの点が強く認識されてこなかったため、GA と GP のように個体表現が異なる場合以外の進化型計算間の詳細な違いが明確ではなかった。このため、例えば異なる 2 つの GA は独立の手法として扱われ、その部分的な融合は困難であった。
- (2) 本来は遺伝演算子である交叉、選択、突然変異は GA や GP とは独立であり、自由に組合せ可能であるべきである。また、遺伝演算子は「交叉 選択 突然変異」のように単純な次元構造で適用されるものとされてきたが、これも本質的には不要な制約である。本研究では進化型計算の研究がこのような固定観念にとらわれている点を大きな問題と認識し、遺伝演算子を中心とした設計の柔軟性を高めた新しい進化型計算が必要とされていた。

2. 研究の目的

- (1) 生物進化から着想を得た進化型計算 (Evolutionary Computation: 以下 EC) は、汎用的な問題解決手法として期待されている。代表的な EC としては、遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm: 以下 GA) と遺伝的プログラミング (Genetic Programming: 以下 GP) がある。EC は多くの応用事例が報告されているが、これまでに異なる EC 間の融合や、開発補助および解析までを担う統合的な研究フレームワークは開発されていない。このため一般に EC に関する研究では各研究者が個別にプログラムを作成するか既存のライブラリを用いる。しかしながら、これでは細部のコーディングが不明であるために第 3 者による提案された EC の再現はほとんど不可能である。以上の点を背景として、任意の EC を遺伝演算子単位で設計・実装・組換え可能な新しい枠組みとして柔軟な表現力を有する進化型計算を提案し、それを実現するための進化型計算における統合的研究フレームワークの開発を本研究の目的とした。本研究により、任意数の遺伝演算子をネットワーク的に連結して適用することが可能となり、EC の拡張性を飛躍的に増大させることができる。
- (2) 具体的には以下の 3 項目を本研究の目的とする。

柔軟な表現力を有する進化型計算の提案  
 コアライブラリの作成および統合的研究フレームワークの開発

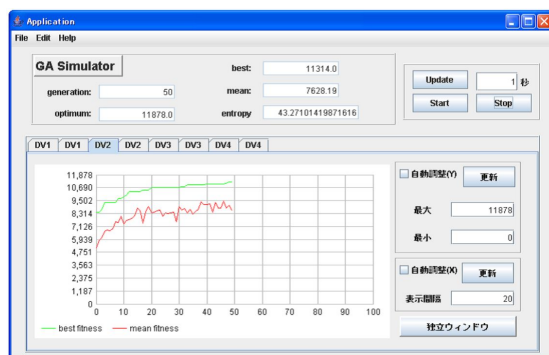
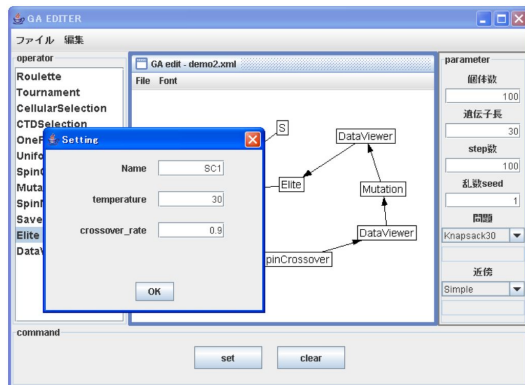
遺伝演算子の特性に関する理論的研究

3. 研究の方法

- (1) 本研究では、まず、遺伝演算子を入力された個体群に対して何らかの操作を施し、その後新しい遺伝演算子に結果を出力として送るものとして一般化し、その上で新しい進化型計算の理論を構築した。
- (2) まず、遺伝演算子の組換えや変更が容易な柔軟な表現力を有する進化型計算を提案し、本研究の基礎となる理論的枠組みを構築した。次に、これまでの EC は、常に遺伝演算子が次元構造を持つとされてきた。この点を拡張するため、ネットワーク構造のような複雑な連結構造を遺伝演算子間に設定可能な EC の理論を提案した。また、遺伝演算子に対する個体間の近傍は、単純 GA のような全体型、4 近傍 (8 近傍) を用いるセルラー型、部分個体群を用いる島モデル型などがあるが、それぞれを融合する場合や、スモールワールド型のような新しい近傍について研究されていないため、その重要性を明らかにした。
- (3) 最終的に、提案する理論を実現するための進化型計算における統合的研究フレームワークを提案した。

4. 研究成果

- (1) 柔軟な表現力を有する進化型計算の理論的拡張およびライブラリの作成をした。以下に作成したシステムの外観と探索ダイナミクスの解析の様子を示す。



- (2) 自律的な遺伝演算子を持つタマホコリカビ型遺伝的アルゴリズムを提案し、提案手法の実装をした。
- (3) 提案システムを、絵によるコミュニケーションに基づく対話型進化型計算システムと株式取引という実問題への応用可能性を示した。
- (4) 自律的遺伝演算子に関する理論的考察、ライブラリの作成、各種学会における受賞、クラウド環境への適用や実問題への応用など当初の目的とした内容については十分な成果が得られた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計3件)

M. Ueno, N. Mori, and K. Matsumoto: Picture Information Shared Conversation Agent: Pictgent, Distributed Computing and Artificial Intelligence AISC 151, Springer-Verlag, pp. 91 -94, (2013)

M. Ueno, N. Mori, and K. Matsumoto: 2-scene Comic Creating System Based on the Distribution of Picture State Transition, Distributed Computing and Artificial Intelligence 290, Springer-Verlag, pp. 459-467, (2014)

[学会発表](計28件)

K. Matsumoto, T. Ikimi, and N. Mori: A Switching Q-Learning Approach Focusing on Partial States, IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management, and Control, June, 2013 (Saint Petersburg, Russia)

M. Ueno, A. Yasui, N. Mori, and K. Matsumoto: An Image Creating System based on Kansei of Natural Language Sentences, The Second Asian Conference on Information Systems, November, 2013 (Phuket, Thailand)

K. Fukuda, N. Mori, and K. Matsumoto: A Novel Interface of Interactive Evolutionary Computation for Automatic Sentence Generator, The Second Asian Conference on Information Systems, November, 2013 (Phuket, Thailand)

K. Inoue, N. Mori, and K. Matsumoto: Adaptive Genetic Operators for Dictyostelium based Genetic Algorithm, IIAI International Conference on Advanced Information Technologies,

November, 2013 (Jakarta, Indonesia)

T. Hasegawa, N. Mori, and K. Matsumoto: Effective Fitness Evaluation by means of Fitness Landscape Learning Evolutionary Computation, IAI International Conference on Advanced Information Technologies, November, 2013 (Jakarta, Indonesia)

井上和之, 森直樹, 松本啓之亮: エピスタシスを考慮したタマホコリカビ型遺伝的アルゴリズムの拡張, 第57回システム制御情報学会研究発表講演会講演論文集, 2013年5月, 兵庫県民会館(兵庫・神戸)

廣田健敏, 森直樹, 松本啓之亮: 進化型計算による SVM パラメータの最適化, 第57回システム制御情報学会研究発表講演会講演論文集, 2013年5月, 兵庫県民会館(兵庫・神戸)

松村要, 森直樹, 松本啓之亮: SVM を導入した進化型計算による最適化, 第57回システム制御情報学会研究発表講演会講演論文集, 2013年5月, 兵庫県民会館(兵庫・神戸)

三浦秀之, 西村智貴, 森直樹, 松本啓之亮: SVM ノードを導入した遺伝的プログラミングによる投資戦略の進化, 第57回システム制御情報学会研究発表講演会講演論文集, 2013年5月, 兵庫県民会館(兵庫・神戸)

K [図書](計0件)

[産業財産権]

出願状況(計0件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
出願年月日:  
国内外の別:

取得状況(計 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
出願年月日:  
取得年月日:  
国内外の別:

〔その他〕  
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

森 直樹 (MORI, Naoki)  
大阪府立大学・大学院工学研究科・准教授  
研究者番号：90295717

(2) 研究分担者

( )

研究者番号：

(3) 連携研究者

( )

研究者番号：