

全体シェアリングによる多目的分散遺伝的アルゴリズム

Distributed Genetic Algorithms with Total Sharing in Multiobjective Optimization Problems

同志社大学工: 廣安 知之, 三木 光範, 渡邊 真也

Tomoyuki Hiroyasu, Mitsunori MIKI, Watanabe Shinya :Doshisha Univ

Abstract This paper introduces a new algorithm for multiobjective optimization problems. In the new algorithm, the island model is used for the distributed genetic algorithm and an operation of sharing is performed with total population. Since the sharing uses all population in the proposed method, the efficient search can be performed in distributed genetic algorithms. The proposed method is examined and discussed through the numerical examples that have three variables and three objectives.

1 はじめに

近年のコンピュータ性能の向上に伴う情報化の波を受け, 社会的なニーズもより多様なもの, 複雑なものへと変化しつつある. その一つの問題として「多目的」化が挙げられる. 問題において, 複数の目的関数をまとめることができない, もしくはまとめることが不適切な場合も存在する. このような複数の評価基準を持つ問題を多目的最適化問題という.

近年, 遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm, 以下 GA) の持つ「集団による探索 (多点探索)」を行うという特徴に注目し, 直接的に解集合を求めることを目的とした多目的 GA に関する研究が報告されその有効性が検証されている [1, 2]. しかし, 得られたパレート解に十分な多様性がないなどの問題点がある.

本研究では多目的問題に対し, 新たな分散型 GA における手法を提案しその有効性について検証を行う.

2 多目的 GA

多目的 GA では, 複数もしくは無限のパレート解集合を求める必要があるため, 従来の「1つの解を求める」単目的 GA とは, 個体の評価方法に大きな異なりが存在する. 多目的最適化 GA では, 他の解に劣っていない解 (パレート解) 全てが解の候補となるため, 単目的 GA における適合度のような概念は基本的に存在しない. 多目的 GA では, ランク (順位) という概念を用いて個体の評価を行い選択を行う.

3 多目的最適化

多目的最適化とは「複数個の互いに競合する目的関数を与えられた制約条件の中で何らかの意味で最小化する問題」と定義される. 多目的最適化では「ある目的関数の値を改善するためには, 少なくとも他の1つ目的関数の値を改悪せざるをえないような解」を求めていく. このような解集合をパレート最適解 (Pareto optimal solution) と読んでいく.

4 多目的分散 GA における全体シェアリングの提案

単一の目的をもつ最適化問題に対し, 分散 GA (以下, DGA) は複数の母集団を用いることにより早熟収束が回避できる, 解の多様性が保持されやすくなるといった有効性が確認されている [3]. 多目的問題においてもこれらの分散による効果が得られると考えられる. 特に, 異なる解候補を探索する多目的 GA において多様性は重要な意味を持つことから, 本研究では母集団を分割し, 移住操作を行う島モデル DGA を採用する.

しかし母集団を分割することにより, 個体群に関する全体的な視野の欠如による計算効率の悪化, 個体の成長遅延などのデメリットも生じる.

そこで, 本研究では上記の問題点, 特に計算効率の問題を解決すべく, DGA において非定期的に母集団全体を一カ所に集中し, 母集団全体を用いてシェアリングを行うアルゴリズムを提案する. 本研究ではこれを全体シェアリング DGA と呼ぶ.

5 パレート 解評価手法

本研究では、得られたパレート解に対して4つの評価項目より評価を行っている。

個体数：得られたパレート最適個体の数

誤差：真のパレート解との誤差

被覆率：真のパレート解集合に対する広がり

変動計数：得られたパレート最適個体のばらつき

6 数値実験

本研究では以下の例題に対して提案したアルゴリズムを適用し、その有効性を検討する。

目的関数

$$\begin{aligned} f_1 &= -x_1 \\ f_2 &= -x_2 \\ &\vdots \\ f_{n-1} &= -x_{n-1} \\ f_n &= -x_n \end{aligned} \quad (1)$$

制約条件

$$g_j = -x_j (j = 1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

$$g_{n+k} = x_k - 6 (k = 1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

$$g_{2n+1} = 1 - x_1 \times x_2 \times \dots \times x_n + 1 \quad (4)$$

ここで、適用する例題は簡単な関数であり、容易に目的関数の次元数を拡張できるという特徴を持っている。本研究では、例題における $n=3$ (3目的) の場合について数値実験を行った。

本論文において用いるスキームは、島モデル DGA を基本としている。その特徴は以下の通りである。

- 交叉方法として、重心を用いた正規交叉を採用している。
- 突然変異を用いない。
- 選択手法として、パレート最適個体保存選択+シェアリングを採用している。

CGA (単一母集団) (従来の) DGA, 全体シェアリング DGA による比較結果を Table1 に示す。

この結果より、従来の DGA と比較した全体シェアリングの効果として以下の点が挙げられる。

- 計算効率の改善
- 各評価項目, 特に精度の向上
- 計算時間の増大

Case	number of solutions	error	cover rate	coefficient of variation	generations	Calculation time[sec]	function call
CGA	5000	0.01	0.99	0.275377	12		