

多目的進化的計算における代表的手法の比較

Evaluation of multi objective evolutionary computation methods

迫田 岳志
Takeshi SAKOTA

Abstract: In this paper ,we discuss the evaluation of multi objective evolutionary computation methods. It is thought that the methods of Non -Dominated Sorting Genetic Algorithm-II(NSGA-II) and Strength Pareto Evolutionary Algorithm-II(SPEA-II) is important. To clarify the characteristics and effectiveness of these methods, two methods are applied to a test problem for multi objective optimization.

1 はじめに

近年,多目的遺伝的アルゴリズムに関する研究が活発に行われており,いくつかの成果をあげている.

その中でも,Kalyanmoy Debらによる NSGA-II(Non-Dominated Sorting Genetic Algorithm-II) と Eckart Zitzler らによる SPEA-II(Strength Pareto Evolutionary Algorithm-II) の 2 つが注目されている.

本研究では,現在注目されている 2 つの手法と一般的な多目的最適化手法の比較検討を行い,各手法の性能と特徴について考察する.

2 NSGA-II

Srinivas らの NSGA(Non-dominated Sorting Genetic Algorithm) にエリート主義を導入したアルゴリズムで Deb らによって開発されたものである¹⁾. また,エリート主義以外にもランキングによるソートの効率化,シェアリングに代わる混雑度の評価指標の導入が行われている.

2.1 アルゴリズム概要

NSGA は非優越ソート (Goldberg のランキング法) (Fig. 1) を用い,個体のランク付けを行い,同じランク内でシェアリングを実行することにより多様性を考慮し,それにエリート保存戦略を適用したものが NSGA-II となる.

NSGA や他の手法において,シェアリングパラメータの設定が必要となるが,NSGA-II ではシェアリングの代用として,パラメータレスの多様性確保の手法を考案している. NSGA-II で使われる混雑度の指標 (crowding distance Fig. 2) は,各個体についてその両隣にいる個体間の距離であり,シェアリング半径のようなシステムパラメータを必要としないのが特徴である.

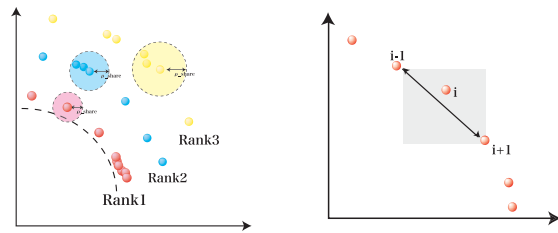


Fig. 1 ランキング法 Fig. 2 crowding distance

3 SPEA-II

SPEA-II は Zitzler らによって提案された新しい手法である. 様々な研究において, SPEA-II が他の手法と比較して良好な性能を示すことが明らかになっている²⁾.

3.1 アルゴリズム概要

SPEA-II はランキング法に密集評価技術を用い, Fig. 3 に示すように密集度をランキングに影響させている. これにより広域的な解が得られる.

またシェアリングの方法として頭切手法を用いている. (Fig. 4) これは非優越個体の隣接する個体間が最小距離を持っている個体,もし複数個ある場合は第 2 の最小距離を考慮することによって選ばれた個体が削減され,これをくり返すことによって目標の非優越フロントを保存することができる.

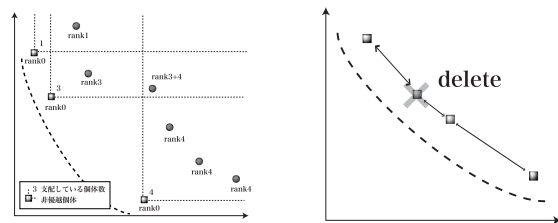


Fig. 3 ランキング法 Fig. 4 頭切手法

4 解の評価方法

本研究では、得られた解の評価方法として以下の2つの指標を用いた。

- ・真の解との誤差
- ・パレート比較割合

前者は真のパレート解との差を求め、5試行の最小値、最大値及び平均を求める。一方、比較パレート含有割合は、解の制度に関する評価指標の1つである。これは、比較対照とする2つの手法で得られたパレート解を元に、足し合わせ選び出したパレート解の中に各手法で得られた解がどの割合で存在するかを示したものである。

5 数値計算

本実験では NSGA-II と SPEA-II を比較するするにあたり、Fonseca の MOGA と MOGA にエリート保存戦略を実装し改良した eliteMOGA の4つのモデルについて数値実験を行った。

5.1 対象問題

問題は Deb の関数最適化問題である³⁾。以下の問題は解の初期段階において個体が一時的に収束する性質を持ち、そのため真のパレート界の一部しか探索できないという状況が生じやすい問題である。

$$f_1 = x_1$$

$$f_2 = g * h$$

$$g(x_i) = 1 + 10 \sum_{i=2}^N x_i / (N - 1)$$

$$h(f_1, g) = 1 - (f_1/g)^\alpha, \text{ if } (f_1 < g) \quad \text{else } 0$$

5.2 結果

各手法について示したパレート比較割合を Fig. 5 に、各手法の真の解との誤差を Fig. 1 に示す。パラメータはそれぞれ 500 個体、1000 世代であり、結果は 5 試行平均である。そして、各手法で得られたパレート解を Fig. 6 に示す。

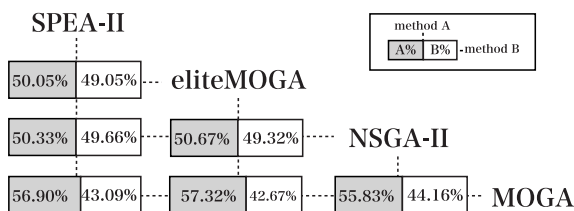


Fig. 5 パレート比較割合

6 結論

Fig. 5 及び Fig. 1 から考察すると SPEA-II が優れているとわかる。また、NSGA-II は局所解に多くの解が

Table 1 真の解との誤差

	SPEA-II	eliteMOGA	NSGA-II	MOGA
Best	0.720e-4	1.279e-4	191.0e-4	58.90e-4
Average	1.611e-4	1.834e-4	1084e-4	88.87e-4
Worst	3.516e-4	2.538e-4	1704e-4	109.8e-4

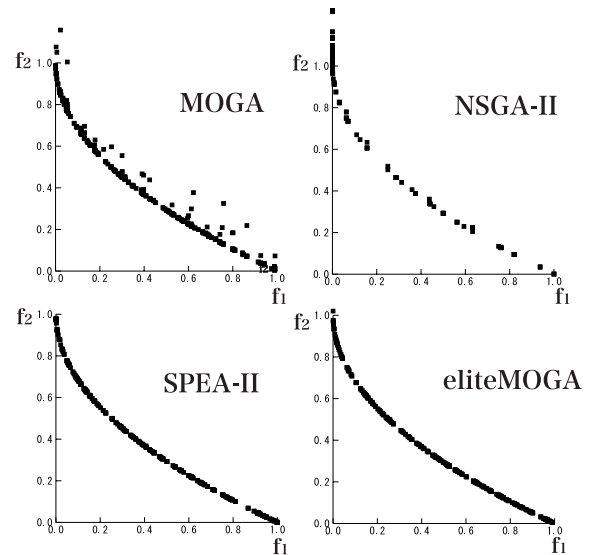


Fig. 6 プロット図

あることが Fig. 6 から分かる。これは NSGA-II はシェアリング時のみで個体を分散させるため局所解に陥りやすいが、SPEA-II はランキング法にも密集評価を実装し、個体を分散しているため、有効な解が得られた。本研究において得られた結論を以下に示す。

- ・SPEA-II, eliteMOGA などエリート保存戦略が解の精度により影響を与える。
- ・ランキング法に密集評価のない NSGA-II は局所解に陥り易い

参考文献

- 1) Kalyanmoy Deb 『A Fast Elitist Non-Dominated Sorting Genetic Algorithm for Multi-Objective Optimization : NSGA-II』
- 2) Eckart Zitzler 『Multiobjective Evolutionary Algorithms : A Comparative Case Study and Strength Pareto Approach』
- 3) Kalyanmoy Deb 『Constrain of Test Problem for Multi-Objective Optimization』