

3D アニメーションを用いた多目的 GA の探索過程の可視化

石田 裕幸

1 はじめに

最適化とは、与えられた制約条件下において何らかの評価指標を最良にすることである。本来多くの最適化問題においてその評価基準は唯一とは限らない。そして、評価基準は互いに相反するトレードオフの関係にあることが多い。このように、複数の評価基準が存在し、評価基準が互いにトレードオフの関係にある問題を多目的最適化問題と呼ぶ。多目的最適化問題では、遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm: GA) を適応した多目的 GA が数多く研究されている¹⁾。GA は多点探索という特徴を有するため、多目的最適化において重要なパレート最適解¹ を一度の探索で導出することが可能である。

多目的 GA を研究する上で、探索結果だけでなく、探索過程も調べることは非常に重要である。本報告では、探索過程の調査のためのツールとして、多目的 GA による探索を可視化するシステムを作成し、多目的 GA の 1 つである NSGA-II (Elitist Non-Dominated Sorting Genetic Algorithm) の探索の様子を確認した。

2 NSGA-II

2.1 NSGA-II とは

NSGA-II は、多目的 GA の 1 つで、2001 年に Deb, Agrawal らによって提案された。NSGA-II の処理の流れを Fig.1 に示す。Fig.1 において、非優越ソート、混雑距離計算は NSGA-II 特有の処理であり、これらの処理によって個体の優劣を判定する。

2.2 非優越ソート

NSGA-II では、非優越ソート (non-dominated sorting) と呼ばれるランク付け方法によって、各個体に適合度を割り当てる。非優越ソートの手続きを以下に示す。

Step 1

ランク $r=1$ とする。

Step 2

個体群 P の中から非劣個体を求め、これらのランクを r とする。

Step 3

得られた非劣個体群を個体群 P から除き、 $r=r+1$ とする。

¹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 つの目的関数の値を改悪せざるを得ない解の集合

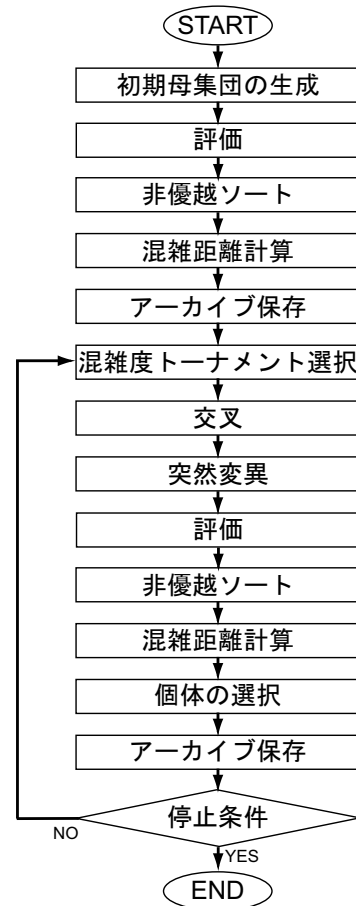


Fig. 1 NSGA-II の処理 (出典：自作)

Step 4

全ての個体がランク付けされるまで (個体群 P が空になるまで)、Step 2, Step 3 を繰り返す。

Fig.2 は、最小化問題において、非優越ソートを用いた個体ランク付けの例である。

2.3 混雑距離

混雑距離 (Crowding Distance) は、同一ランクの個体群の中で計算され、目的関数軸において隣り合う個体間との距離を足し合わせたものである。非優越ソートによるランクが同じ場合、混雑距離によって各個体の優劣を判断する。混雑距離の値が大きい個体を選択することによって探索点の多様性を得る。Fig.3 は混雑距離による個体比較の例である。

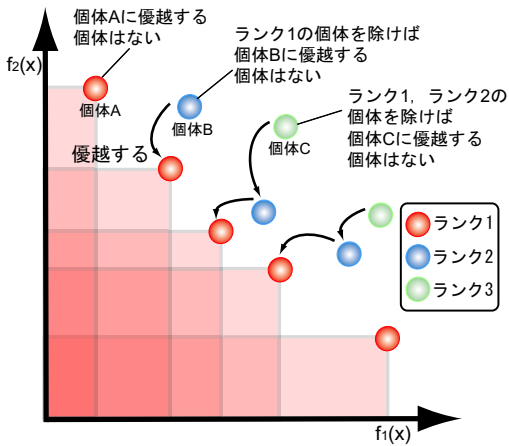


Fig. 2 非優越ソートによるランキング (出典：自作)

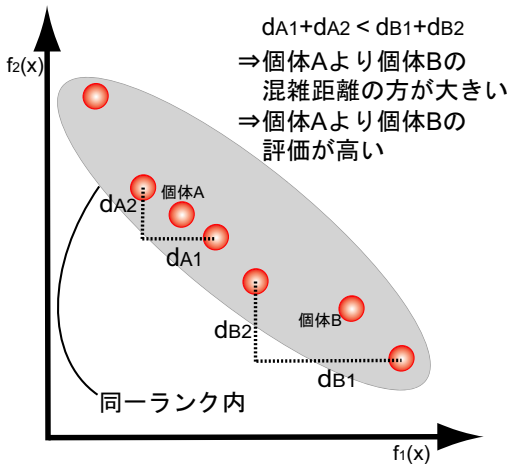


Fig. 3 混雑距離による比較 (出典：自作)

3 3目的最適化問題の探索可視化システム

3.1 システムの概要

3目的最適化問題における探索個体群の変遷を3Dアニメーションによって表示する。これによって、探索結果だけでなく、探索過程の様子も視覚的に確認することができる。

3.2 システムの操作

対象となるグラフの回転、拡大・縮小、移動はマウスを操作することで行える。アニメーションの速度はスライダーによって調節でき、一時停止、再開もボタンをクリックすることによって行える。

3.3 実験計画

本報告で対象とするテスト関数は、10次元、3目的のDTLZ4²⁾である。個体数は300、染色体長は100としてNSGA-IIで最適化を行った。この最適化の探索過程を本システムを用いて可視化した。

3.4 実行結果

実験の結果をFig.4に示す。NSGA-IIでは、探索の初期段階から探索個体が分散し、パレート平面を形成するのではない。まず、探索の初期段階では、Fig.4の(b)(c)のように、ある一方に探索個体が偏っていく。そして、探索個体が偏った後、Fig.4の(d)(e)(f)のように、解の多様性が増して行き、パレート平面が形成される。

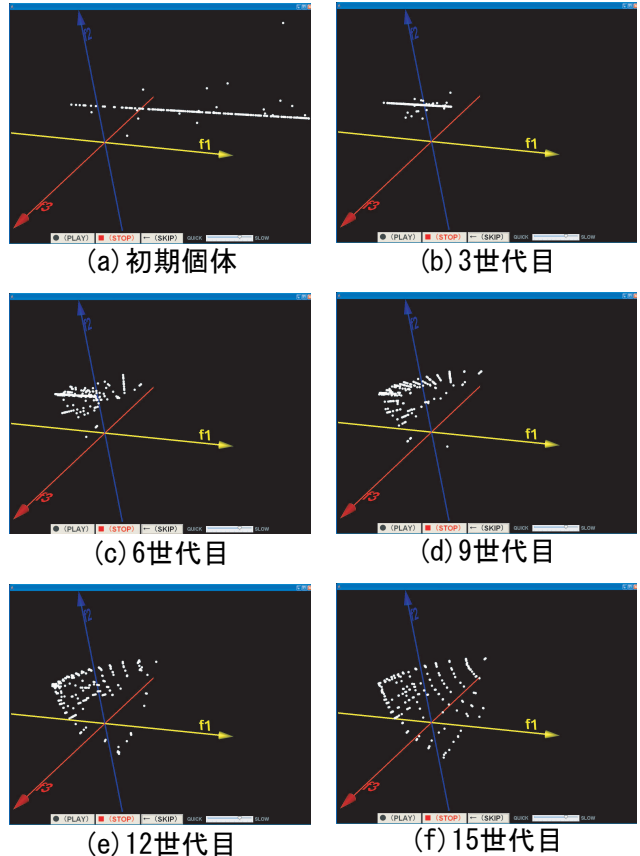


Fig. 4 DTLZ4における探索の変遷 (出典：自作)

4 今後の課題

現在のシステムを使うと、探索個体群の形状と動きを把握することができるが、各探索個体の具体的な評価値は分からない。従って、ある探索個体をクリックした時にその個体の評価値を表示させる機能を追加するのが課題となる。また、本報告ではNSGA-IIにおける探索過程しか確認していない。今後、他の多目的GAの手法の探索過程についても調査し、比較していく予定である。

参考文献

- 1) 渡邊 真也: 遺伝的アルゴリズムによる多目的最適化に関する研究, 同志社大学大学院工学研究科知識工学専攻 博士論文, 2003
- 2) DDEME: Dtlz4 Class Reference
<http://neo.lcc.uma.es/Software/deme/html/classDtlz4.html>