

遺伝的アルゴリズムを用いた 多様な満足解の獲得に関する検討

丸山 功貴^{1,a)} 吉川 大弘¹

概要: 遺伝的アルゴリズムを実問題に適用する場合、設計の選択肢を確保するため、設計変数パターンが異なり、評価値が目標値を満たした満足解を、複数獲得することが求められる場合がある。本稿では、多様な満足解の獲得手法を提案し、多数制約付き最適化問題に適用する。また、獲得された満足解の解析を行い、実問題への適用可能性について検討する。

1. はじめに

遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm: GA) においては一般的に、評価値を基準として、高い評価値を持つ解の獲得を目的とする。しかし、その工学的応用、すなわち実問題においては、設計の選択肢を確保するために、評価値が高い 1 つの解を獲得するより、設計変数パターンが異なり、評価値が要求される目標値を満足している解 (満足解) を複数獲得することが求められる場合がある。また、多目的最適化問題に対して GA を用いた場合には、評価値空間上で多様性を求める探索が行われる。しかしそのような探索においても設計変数の多様性は考慮されない。もちろん、一般的には、評価値が多様であれば、その設計変数も多様となることが多いが、少なくとも設計変数の多様性は保証されていない。また、実問題は多数制約付き最適化問題であることが多い。そこで本稿は、多様な満足解の獲得手法を提案するとともに、多数制約付き最適化問題に提案手法を適用し、その探索性能について検討する。

2. 提案手法

提案手法のフロー (評価値の最小化の例) を図 1 に示す。提案手法には以下に挙げる 5 つの特徴がある。

- 逐次更新型
 - 子個体がすぐに親個体になり得ることで、高い収束性が期待できる。
- 近傍半径 (設計変数空間) による近傍個体の定義
 - 満足解の設計変数空間における間隔の粒度の調節ができる。

- 近傍交叉
 - 高い収束性が期待できる [1]。
- 設計変数空間における多様性確保機構
 - 個体が密集しすぎないように調整することで設計変数空間での多様性を維持する。
- 動的探索資源分配
 - 満足解の近傍は探索せず、他の領域に探索資源を分配する。

3. 実験

実験では、実問題に近い条件に基づいて作成された、多数制約付き 2 目的最適化ベンチマーク問題 [2] を用いる。この問題では、設計変数の数は 222 個、制約の数が 54 個、目的関数の数は 2 つ (f1: 最小化, f2: 最大化) である。多数制約問題では、全ての制約を充足する解を実行可能解と呼ぶ。また、本問題ではさらに、実行可能解の中で、評価関数の値が条件 (目標値以上、あるいは目標値以下) を満たしている個体を満足解とする。本実験では、目的関数の目標値は、f1 = 3.0(以下), f2 = 34(以上) とした。探索手法は提案手法と CNSGA-II[3] を用いた。

実験条件は提案手法、CNSGA-II とともに個体数 100、評価回数 30,000 回とし、21 試行を行った。提案手法は、最大近傍個体数 15、近傍半径はマンハッタン距離で 22.2 とした。

各試行で獲得された実行可能解で算出した HV が中央値となる試行に注目する。その試行で獲得された満足解の評価値空間上での分布を図 2 に示す。

図 2 より、評価値空間上では、CNSGA-II が提案手法に比べて多様な満足解を獲得できていることがわかる。これは提案手法には評価値空間上の多様性を考慮する機構がないためであると考えられる。

¹ 名古屋大学

^{a)} maruyama@cmplx.cse.nagoya-u.ac.jp

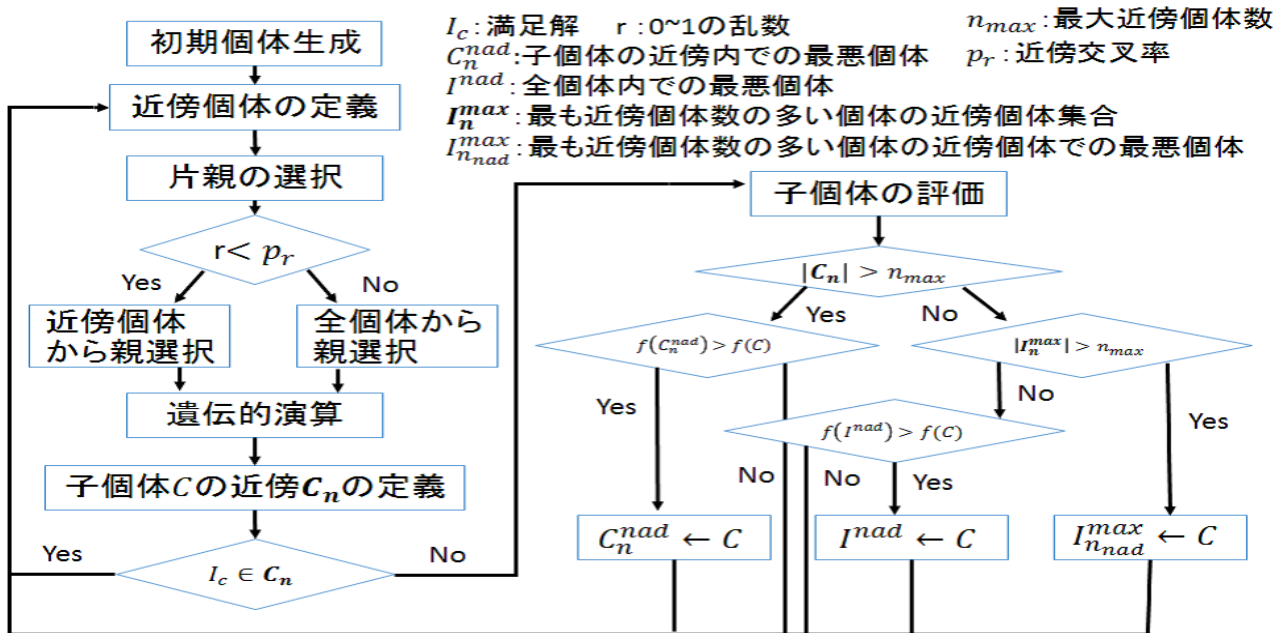


図 1 提案手法のフローチャート

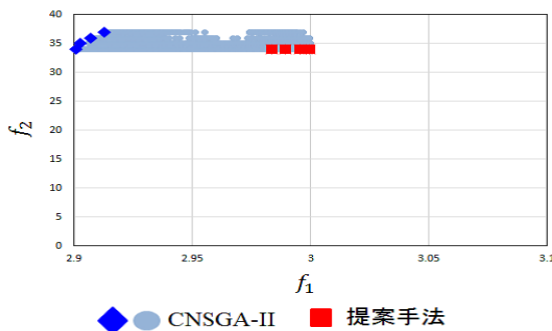


図 2 満足解の評価値空間上での分布

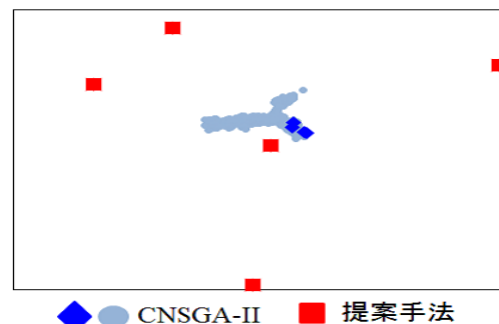


図 3 満足解の設計変数空間上での分布

次に設計変数空間での多様性を確認する。獲得された満足解間の設計変数空間での距離を多次元尺度構成法 [4] (Multi Dimensional Scaling: MDS) を用いて可視化 (222 次元→2 次元) したものを図 3 に示す。図 3 より、提案手法が設計変数空間上で多様な満足解を獲得できていることがわかる。これは 2 章で述べた提案手法の 5 つの特徴が有効に働いたためであると考えられる。一方、CNSGA-II では、獲得された満足解が設計変数空間上で極めて局所的に偏っていることがわかる。これにより、評価値空間上の多様性が設計変数空間上の多様性を保証していないことが確認できる。

4. まとめ

設計変数空間上において多様な満足解を獲得する手法を提案した。提案手法と CNSGA-II を多数制約付き最適化問題に適用し、獲得した満足解について検討を行った。CNSGA-II と比較し、提案手法では評価値空間上での多様性は乏しいが、設計変数空間上で多様な満足解を獲得でき

ていることを確認した。今後は適切なパラメータ調整に関する検討を行い、より実問題へ向けた手法に改良していく予定である。

謝辞 本研究は、文部科学省科学研究費 (基盤研究 (C), No15K00336) の補助を得て遂行された。

参考文献

- [1] S.Kikuchi, T.Suzuki, "The Effect of Neighborhood Crossover in Evolutionary Search Methods for Landscape Photograph Geocoding Support," IPSJ SIG Technical Report, Vol. 2010-FI-98, No. 10, 2010
- [2] 小平剛央, 鈿持寛正, 大山聖, 立川智章, 応答曲面法を用いた複数車種の同時最適化ベンチマーク問題の提案, 進化計算学会論文誌, Vol8, No.1, p.11-21, 2017 <http://ladse.eng.isas.jaxa.jp/benchmark/index.html>
- [3] K.Deb, S.Pratap, T.Meyarivan, "A fast elitist multiobjective genetic algorithm: NSGA-II" IEEE transactions on evolutionary computation, Vol.6, No.2, pp182-197, 2002
- [4] 斎藤 堯幸, "多次元尺度構成法," 朝倉書店, 初版, 1980