

# パレート解集合の精度と幅広さを考慮する多目的遺伝的アルゴリズムの探索戦略

西岡 雅史<sup>1)</sup>, 廣安 知之<sup>2)</sup>, 三木 光範<sup>3)</sup>, 横内 久猛<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> 同志社大学大学院    <sup>2)</sup> 同志社大学生命医科学部    <sup>3)</sup> 同志社大学理工学部

Keywords: multi-objective optimization, genetic algorithm, reference point

多目的最適化問題とは、複数の目的関数のもとで最適解を導出する問題のことである。このような問題では、一般に唯一の最適解は存在せず、パレート最適解集合と呼ばれる複数の互いに劣らない解を数多く求めることが目標となる。パレート解集合に求められる性質としては、精度、均一性、幅広さといったものが挙げられる。一般的な多目的 GA 手法の多くでは、精度と均一性を向上させるためのメカニズムが考案され組み込まれている。しかしながら、幅広さを考慮したメカニズムについては組み込まれていないことが多い。この幅広さは、パレート解集合の端に位置する解、つまりパレート解集合における各目的関数の最適解によって決定される。

このような背景から、奥田らによって分散協力型スキーム[1]が提案された。分散協力型スキームの特徴として、多目的 GA と単一目的 GA を併用することにより、一般的な多目的 GA 手法に比べて幅広いパレート解集合を導出可能であることがいえる。しかしその一方で、収束性が低下することが知られており、解集合の精度と幅広さを同時に向上させることは困難であるといえる。

本論文では、パレート解集合の精度と幅広さに注目し、それらの評価基準について優れたパレート解集合を導出するための探索戦略を提案する。本論文では、同時に考慮することが困難な収束性と幅広さについて、それぞれに適した探索方法を 2 段階に分けて行う探索戦略を検討する。具体的には、希求点[2]を用いた探索によって解集合を収束させた後に、分散協力型スキームによって幅広さを向上させるような探索を実現する。図 1 に探索戦略の概念図を示す。

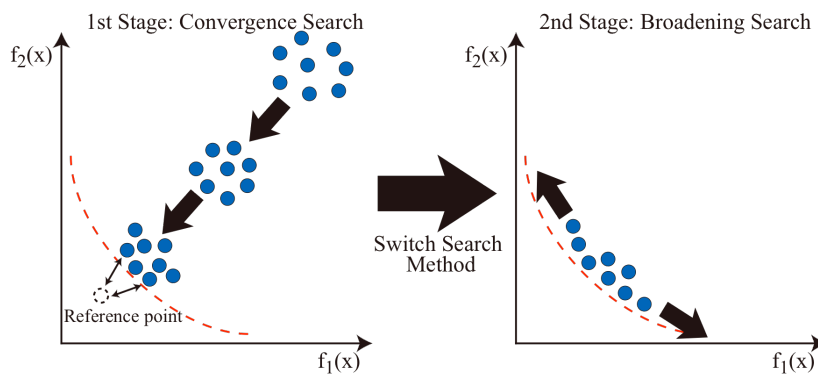


図 1 探索戦略の概念図

探索戦略の第 1 段階では、意思決定者によって任意に決定される希求点を用いることで、収束性を重視した探索を行う。一般的な多目的 GA 手法では、解の優越関係に基づいて探索を進めていくのに対し、本手法では希求点からの距離情報に基づいて探索を進める。つまり、希求点に近い解を優先的に探索個体群として用いることにより、探索を希求点周辺に収束させる。具体的には、一般的な多目的 GA 手法をベースに、探索母集団を選択するメイツィング選択時の選択基準として解の優越関係に加えて希求点からの距離を用いる。

探索の第 2 段階は幅広さを重視した探索である。探索戦略では、奥田らによって提案された分散協力型スキームに変更を加えて用いる。分散協力型スキームでは、探索母集団を多目的 GA 手法によって探索する個体群と単一目的 GA 手法によって探索する個体群に分割する。図 2 に分散協力型スキームの概念図を示す。

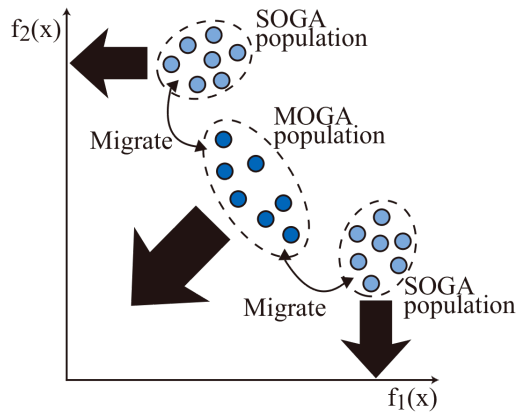


図2 分散協力型スキームの概念図

探索戦略では 2 段階の探索を行うため、探索をどの時点で切り替えるかということが重要であり、このタイミングは探索が十分に収束した時であることが望ましい。したがって、本論文では探索の収束具合を表す指標を用いて探索を切り替える。収束具合を表す指標として、探索中におけるアーカイブ内の非劣解がどの程度の割合で次世代の解によって優越されるかを世代ごとに計測し、一定世代数におけるその平均値をとることで収束しているかを判断する。

探索戦略の有効性を検証するため、数値実験を行い、代表的な多目的 GA 手法である SPEA2 と比較した。なお、探索戦略の収束性を重視した探索における多目的 GA 手法として SPEA2 を用いる。同様に分散協力型の MOGA 個体群に SPEA2 を用い、SOGA 個体群には DGA を用いる。実験結果の一例として、図 3 に KP750-2 での探索結果を、図 4 に精度と幅広さの指標である IGD の値を示す。

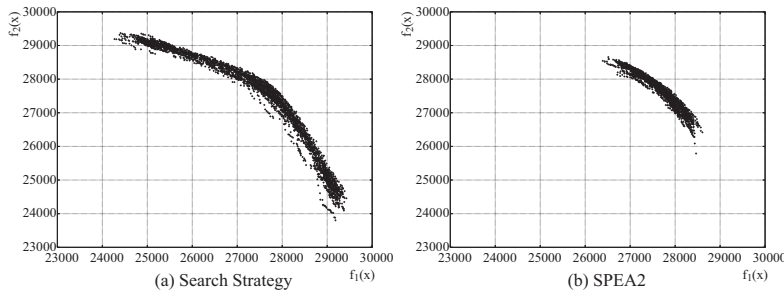


図3 KP750-2 の探索結果 (30 試行)

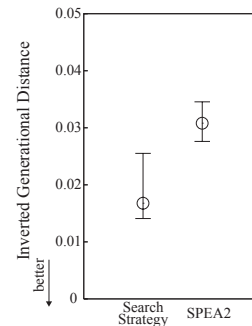


図4 KP750-2 の IGD 値  
(最大値, 中央値, 最小値)

実験の結果、提案手法は一般的な多目的 GA 手法に比べて幅広い解集合を導出可能なことがわかった。また、精度の面についても同等な性能を示しているといえる。今後の課題として、現在はパラメータによって制御されている、2 段階の探索をいつ切り替えるかの判断方法について検討する必要があると考えられる。

#### 参考文献

- [1] Kalyanmoy Deb and J. Sundar. Reference Point Based Multi-Objective Optimization Using Evolutionary Algorithms. In *GECCO '06: Proceedings of the 8th annual conference on Genetic and evolutionary computation*, pp. 635-642, 2006.
- [2] Tamaki Okuda, Tomoyuki Hiroyasu, Mitsunori Miki and Shinya Watanabe. DCMOGA: Distributed Cooperation model of Multi-Objective Genetic Algorithm. In *Advances in Nature-Inspired Computation: The PPSN VII Workshops*, pp. 25-26, 2002.