

多目的最適化問題における NSGA-II の改良方法の検討

Proposal of Improvement Method of NSGA-II in Multi-Objective Optimization

山本 樹[†] 李 磊[†]

Tatsuki YAMAMOTO[†] Lei LI[†]

[†] 法政大学大学院理工学研究科応用情報工学専攻

[†] Applied Information Major, graduate school of Science and Engineering, Hosei University

1. はじめに

NSGA-II は多目的最適化アルゴリズムの中では有効的に働くが、目的関数が増加すると探索性能が悪化することが知られている[1]。本稿では、高速非優越ソートを行った後に一番低いランクに属する個体を条件別に淘汰し、その分だけ個体を新たに初期化する手法を提案する。

2. 提案手法

本研究では上記の問題点を解決するために高速非優越ソートによって一番低いランクに分類された個体を淘汰し、新しく個体を生成する手法を提案する。これにより新しく生成した個体の中に従来の手法では停滞しがちだった探索を打開する個体が現れることを狙いとしている。

以下の条件別に最低ランクに属する個体を淘汰し初期化する処理をそれぞれ行う。

- (1) 最低ランクに属する個体が 50 個以上
- (2) 最低ランクに属する個体が総個体数の半数以上
- (3) 最低ランクに属する個体が総個体数の $\frac{1}{10}$ 以上
- (4) 無条件
- (5) その世代の総ランク数が 3 以上かつ最低ランクに属する個体が総個体数の $\frac{1}{10}$ 以上

3. 評価方法

多目的最適化問題のテスト問題である DTLZ1 に適用し、2 目的, 3 目的, 4 目的, 5 目的, 6 目的の各場合で前述の条件によって処理を分けた実験を行った。DTLZ1 は式(1)のように定式化される[2]。

$$\begin{aligned} \text{Minimize } f_1(\mathbf{x}) &= \frac{1}{2}x_1x_2 \dots x_{M-1}(1 + g(\mathbf{x}_M)) \\ \text{Minimize } f_2(\mathbf{x}) &= \frac{1}{2}x_1x_2 \dots (1 - x_{M-1})(1 + g(\mathbf{x}_M)) \\ &\quad \vdots \end{aligned} \quad (1)$$

$$\text{Minimize } f_{M-1}(\mathbf{x}) = \frac{1}{2}x_1(1 - x_2)(1 + g(\mathbf{x}_M))$$

$$\text{Minimize } f_M(\mathbf{x}) = \frac{1}{2}(1 - x_1)(1 + g(\mathbf{x}_M))$$

$$\text{Subject to } 0 \leq x_i \leq 1 \text{ for } i = 1, 2, \dots, n$$

ただし、

$$g(\mathbf{x}_M) = 100 \left[|x_M| + \sum_{x_i \in \mathbf{x}_M} (x_i - 0.5)^2 - \cos(20\pi(x_i - 0.5)) \right] \quad (2)$$

この実験によって得られた解を以下の 4 個の観点から評価した。

- パレート最適フロントと得られた解集合の分布の比較
- パレート最適解と得られた解の平均誤差
- Hypervolume の比較
- パレート最適解との誤差が 1%未満の解の数

4. 実験結果

図 1 は目的関数が 6 個だった場合の、初期の解の分布を赤、最終的な解の分布を青で示した実験結果を左上から NSGA-II, 条件(1), (2), (3), (4), (5)の順に表示したものである。また、各実験結果は異なる 2 つの目的関数で定められた二次元空間に射影して表示している。

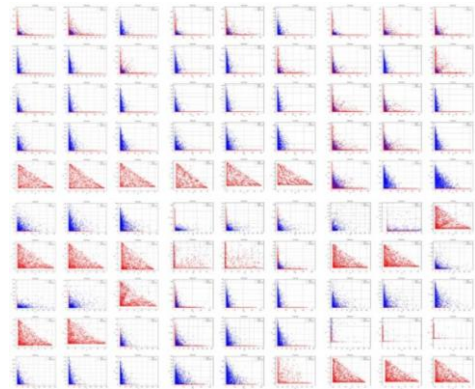


図 1 6 目的の DTLZ1 の実験結果

NSGA-II は目的関数が少ないほど良好な結果だったが、目的関数が増えるほど(5)の条件で最低ランクに属する個体を淘汰する処理を行った NSGA-II の方がすべての実験評価点において比較的良好な結果を示した。

3. 今後の課題

目的関数が少ない場合でも良い結果が得られるように改良する。

参考文献

- [1] K. Deb, et al., IEEE TRANSACTIONS ON EVOLUTIONARY COMPUTATION, vol. 6, no. 2, pp.182-197, 2002
- [2] A. Abraham (eds.), et al. (eds.), “Evolutionary Multiobjective Optimization”, K. Deb, et al., “Scalable Test Problems for Evolutionary Multiobjective Optimization”, pp.105-145, Springer, 2005