

多峰性問題のための GA における集中交叉機構に関する研究

萩田 直紀[†] 上野 敦志[†] 田窪 朋仁[†]
[†]大阪市立大学大学院工学研究科電子情報系専攻

1. はじめに

局所解を多く持つ多峰性問題へ遺伝的アルゴリズム (GA) を適用した場合、個体が持つ『見かけの良さ』に騙され探索が失敗してしまうケースがある。このような問題に対して提案されている適応的ニッチング GA [1] に対し、分割したニッチが有する個体数が少なくても十分な探索が可能となるよう、パラメータフリー GA (Parameter-free GA: PfGA) [2] の枠組みを交叉メカニズムに組み込んだ手法を提案する。

2. 既存手法

2.1 適応的ニッチング GA

交叉を行う相手個体をランダムに決めるのではなく、各個体に近傍リストを持たせ、そのリスト内にある個体から交叉相手となる個体を決定する。個体 i に対する近傍リストの定義は以下のものが提案されている。

$$List2_i = \{j \in \{1, \dots, N_p\} | ord_{ij} < K, ord_{ji} < K\} \quad (1)$$

(N_p は集団サイズ, K はパラメータ, ord_{ij} は集団内において個体 j が i に対して何番目に近いかを表す)

$List2_i$ を用いた場合、探索中に要素数の少ないニッチが要素数の多いニッチに吸収されることを抑えるが、要素数が少ないニッチが多く形成されやすい。

2.2 PfGA

探索空間から 2 個体を選び、局所集団を形成する。それらに交叉・突然変異を行い、家族集団と呼ぶ 4 個体からなる個体集団を生成する。その後、家族集団内の個体の適応度の大小に応じて局所集団へ移す個体を変化させることで、局所集団中の個体内容を変化させつつ、初期的なパラメータなしに探索が可能で、また探索を通して保持する個体が少ないので計算負荷も軽減できる。

3. 提案手法

提案手法では個体集団からランダムに選んだ親個体 p_A と、その近傍にある親個体 p_B を選び、集中交叉機構を用いて探索を行う。集中交叉中の遺伝的操作は PfGA に基づいている。初期処理として、選んだ 2 個体で局所集団を形成する。局所集団から 2 個体を選び交叉・突然変異を適用し家族集団を生成する。この時、生成した子個体を記憶しておく。両親と子個体の評価値から局所集団に移す個体を決定する。この選択により局所集団内の個体数が 2 より少なくなる場合がある。この場合は新しい個体として、両親または両親に突然変異を適用した個体の集合から 1 個体を追加する。この追加する個体も子個体同様記憶しておく。その後再び局所集団から交叉個体を選ぶ。この一連の操作を、交叉が N_c 回行われるまで繰り返す。繰り返す終了後、記憶した個体の中から両親とは異なる個体で最良のものを交叉結果として返し、 p_A より良ければ結果個体で置き換える。その後再び p_A , p_B を決定し集中交叉を行う。基本的な流れは以上であるが、

更に追加する点を以下に述べる。

3.1 個体の評価値

集中交叉実行中、評価値は良いが p_A , p_B とは似通わない個体を得る場合が考えられる。集中交叉中における個体 q の評価値 f_q は式 (2) で定める。

$$f'_q = \begin{cases} 0 & (f_q \leq f_{p_A}) \\ \frac{f_q}{d(q, p_A)} & (Other) \end{cases} \quad (2)$$

($d(q, p_A)$ は個体 q と p_A の距離)

3.2 個体の初期化

親個体 p_A と p_B の評価値が同じ場合、集中交叉を行わずに、 p_A を初期化して置き換える。これにより多様性と新しい空間の探索も可能となる。

4. 実験

既存手法との比較実験を行った。実験対象は、多峰性問題とされている Quadratic Assignment Problem (QAP) で、問題は QAPLib より問題サイズ 20~40 までのいくつかのものとした。実験は各 10 回行い、結果を表 1 に示す。それぞれ、各試行で得た最良解の平均値と、括弧内の数字で最適解到達回数を表す。

表 1 各問題における結果 ($N_p = 300, N_c = 50, K = 10$)

instance	提案手法	既存手法
bur26a (5426670)	5426670 (10)	5427980.6 (4)
chr20a (2192)	2215 (2)	2422 (0)
chr22a (6156)	6177.4 (7)	6359.6 (0)
chr25 (3796)	3888 (5)	4562.6 (0)
kra30a (88900)	88980 (9)	90900 (1)
kra32 (88700)	88882 (8)	90470 (0)
lipa20a (3683)	3683 (10)	3704.5 (5)
lipa30a (13178)	13178 (10)	13382.2 (0)
lipa40a (31518)	31787.2 (2)	31934.9 (0)
rou20 (725522)	725826.4 (3)	732791.2 (0)
scr20 (110030)	110030 (10)	110887.2 (0)
ste36a (9526)	9548 (1)	9824.8 (0)
tai20a (703482)	705727.6 (2)	718555.2 (0)
tho30 (149936)	149936 (10)	151233.6 (0)

提案手法により既存手法を上回る結果を得られた。

5. まとめ

提案手法を用いることで性能が向上したが、パラメータを変化させた時、特に K を変化させた時にどのような影響を与えるかの調査が必要である。

参考文献

- [1] 永田裕一, “均等に個体を分散化する適応的ニッチング GA の提案”, 人工知能学会論文誌, vol. 24, no. 1, SP-I, pp. 92-103, 2009
 [2] 木津左千夫, 澤井秀文, 遠藤哲郎, “パラメータ不要の遺伝的アルゴリズム”, 電子情報通信学会論文誌, vol. J81-D-II, no. 2, pp. 450-452, 1998