

早期停滞防止のための進化環境初期化を導入した交配個体選択 G A の改良

九州共立大学工学部 学生会員 黒木 拓臣
 九州共立大学工学部 正 会 員 三原 徹治
 第一復建(株) 正 会 員 千々岩浩已
 九州大学工学部 正 会 員 太田 俊昭

1. 緒 言 遺伝的アルゴリズム(GA)の最適解探索能力効率化のため著者らが独自に開発した交配個体選択GA(scsGA)^{1), 2)}では、人口数 N_P 、交配個体数 N_S 、計算世代数 N_G および突然変異発生確率 P_m の4種類のGA的パラメータを必要とする。人口数 N_P については比較的大きく設定すると最適解(あるいは最適解にかなり近い良好な解)が得られやすく、逆に小さいと良好な解とは判定できないような解が得られる傾向が強い。交配個体数 N_S は人口数 N_P の1~2割程度のとき良好な解が得られやすい傾向にあるが、 N_S 値の違いが得られる解に及ぼす影響には一定の傾向は認められない。よって、良好な解を得るための望ましい計算ケース数 $M = (1 + 0.1N_P) \times (P_m \text{ の設定数})$ --- (1) と算出される。突然変異発生確率 P_m は0.1~0.3の範囲の1~2種を用いるため、式(1)による M を小さくして計算量を節約するには N_P を小さく設定する必要がある。一方、解の収束までに要する計算世代数はあまり大きくなく、いわゆる早期停滞傾向が認められる。

このようなscsGAの計算特性から、さらなる計算量軽減のために、進化環境初期化の導入により早期停滞を防止し、小さな人口数 N_P でも良好な解が得られる可能性について数値実験によって基礎的に検討することが本研究目的である。なお、数値実験対象問題にはscsGA単独の実験結果との比較の容易性から、著者らが過去の研究で取扱ってきた10部材トラス構造の応力制約下の最小重量設計問題¹⁾を選ぶ。

2. 進化環境の初期化を導入した改良アルゴリズム**(1) 進化環境の初期化条件の設定**

- I. 進化世代数による定期的な初期化：設定した世代数(=単位進化世代数)ごとに進化環境を初期化。
- II. 最良解更新の停滞：あらかじめ設定した世代数だけ最良解の更新が停滞した場合に進化環境を初期化。
- III. 交配個体群更新の停滞：IIと同様に交配個体群の更新が停滞した場合に進化環境を初期化。

(2) 進化環境の初期化を導入した改良アルゴリズム

- ① GAのパラメータ(人口数 N_P 、計算世代数 N_G 、突然変異発生確率 P_m 、交配個体数 N_S)と初期化条件の設定。
- ② 初期環境の準備。
- ③ 初期化条件が発生するか進化世代数が計算世代数 N_G と一致するまでscsGAによる解の改良。
- ④ 初期化条件が発生した場合には、交配個体群を保存するとともに新たな進化環境を準備して③へ。
- ⑤ 進化世代数が計算世代数 N_G と一致した場合には、それまでの最良解を出力して計算終了。

3. 数値実験結果 表-1に初期化条件Iによる計算結果を示す。表には、人口数 N_P を50, 40, 30(計算世代数 N_G は $N_P \times N_G$ が一定となるよう調整)、単位進化世代数を5~10とし、各 N_S ごとに得られた最良解を示しており(太字は最適解(=6.82861)、斜体は7.0以上の良好とは評価できない解)、scsGA単独による解も併記している。

$N_P=50$ のときの改良アルゴリズムによる結果はscsGA単独の結果より全般に良好であり、単位進化世代数=6のときには6ケース中4ケースで最適解が得られるなど最適解探索能力も高いことがわかる。 $N_P=30$, 40の場合、かなり多くのケースで最適解が出現しており、最適解どころか比較的良好な解もあまり出現していないscsGA単独の結果に比較して改良アルゴリズムの有用性を確認することができる。

表-2には初期化条件II(停滞世代数=3~6)および初期化条件III(停滞世代数=2~5)の実験結果を表-1と同様に示す。 $N_P=50$ のときの改良アルゴリズムによる結果はscsGA単独の結果と大きな差違は認められず、特に初期化条件IIIでは「停滞世代数=2~5」の新たなGA的パラメータの増加により計算量が増えただけという結果となっている。しかし、人口数が小さい $N_P=30, 40$ の場合ではかなり多くのケースで最適解が出現

しており、「良好な解を得るためにはある程度大きな人口数を必要とする」というGAの一般的な性質に反するような傾向を示している。設定する停滞世代数との関連もあるようであり、今後の検討事項である。

ただし、いずれの場合でも少ない停滞世代数をもって初期化条件とすると良好な解が得られにくいことも認められる。scsGAでは、最良解や交配個体群のような表面的な数値が停滞していても全体的な個体群の進化が潜在的に行われているためと解釈できる。

表-1 初期化条件Ⅰによる計算結果(突然変異発生確率 $P_m=0.1$)

N _p (N _c)	N _s	scsGA	単位進化世代数					
			5	6	7	8	9	10
30 (100)	3	7.66175	6.91972	6.82861	6.82861	6.85301	6.85361	6.86461
	4	7.15328	6.82861	6.86247	6.82861	6.96811	6.82861	6.82861
	5	7.16732	6.85301	6.94371	6.85361	6.94371	6.94371	6.94654
	6	7.21910	6.86461	6.94371	6.85301	6.86247	6.82861	6.90076
40 (75)	4	7.09237	6.90076	6.82861	6.97261	6.94371	6.93462	6.85301
	5	6.99842	6.97261	6.82861	6.82861	6.94371	6.89472	6.94371
	6	7.70951	6.94654	6.89472	6.94654	6.92516	6.90076	6.85965
	7	6.98254	6.85301	7.01541	6.90031	6.93180	6.82861	6.97757
50 (60)	8	6.89472	7.01265	6.82861	6.89472	6.97475	6.82861	6.85301
	5	6.86461	7.01265	6.82861	6.85361	6.89472	6.99127	6.96687
	6	7.80575	6.89472	6.82861	6.94371	6.94371	6.94654	6.82861
	7	7.00821	6.90076	6.82861	6.99842	6.86247	6.86247	6.82861
	8	7.00197	6.85965	6.82861	6.97475	6.85965	6.82861	6.94371
	9	7.08251	6.82861	6.88405	6.82861	6.97094	6.99842	7.02282
	10	6.82861	7.01541	6.90031	6.85965	6.94371	6.90076	6.85301

凡例/N_p=人口数, N_c=計算世代数, N_s=交配個体設定数.

表-2 初期化条件Ⅱ, Ⅲによる計算結果(突然変異発生確率 $P_m=0.1$)

N _p (N _c)	N _s	scsGA	最良解の停滞世代数				交配個体群の停滞世代数			
			3	4	5	6	2	3	4	5
30 (100)	3	7.66175	6.99842	6.82861	6.82861	6.82861	7.54920	6.82861	6.82861	6.91912
	4	7.15328	7.02282	6.97758	6.82861	6.82861	7.22462	6.94371	6.82861	6.98040
	5	7.16732	6.96780	6.94371	6.94371	6.94371	7.08893	6.94371	6.94371	6.82861
	6	7.21910	6.97154	6.82861	6.89472	6.91972	7.23554	7.01869	6.92516	7.01824
40 (75)	4	7.09237	7.04050	6.90076	6.82861	6.92516	7.16772	6.82861	6.93462	7.03872
	5	6.99842	7.06453	6.94371	6.82861	6.91912	7.08893	6.99842	6.82861	6.85301
	6	7.70951	6.99842	6.82861	6.82861	6.85301	6.85361	6.82861	6.85301	6.82861
	7	6.98254	7.10053	6.97475	6.82861	6.86247	7.26392	7.00886	6.82861	6.97094
50 (60)	8	6.89472	6.99842	6.91912	6.94654	6.89472	6.91912	6.82861	6.82861	6.89472
	5	6.86461	7.00886	6.98446	6.90076	6.85301	7.08657	6.97261	6.85301	6.93676
	6	7.80575	6.97094	6.94654	6.86247	6.94654	7.58452	7.00365	6.92858	6.86247
	7	7.00821	6.82861	6.86247	6.82861	6.94654	7.00197	6.97570	6.93462	6.94371
	8	7.00197	7.00982	6.94371	6.85965	7.03705	7.80292	7.00197	6.97757	7.11813
	9	7.08251	6.86461	6.82861	6.82861	6.96811	7.27226	6.90076	7.05516	7.03442
	10	6.82861	6.97062	6.82861	6.90031	6.85361	6.93676	6.90076	6.82861	6.90076

凡例/N_p=人口数, N_c=計算世代数, N_s=交配個体設定数.

4. 結 言 ここでは、scsGAのさらなる安定化・計算量削減を目指し、早期停滞の防止を主眼とした「進化環境の初期化」を導入したアルゴリズム改良を行った。進化環境の初期化条件としてⅠ. 定期的、Ⅱ. 最良解更新の停滞、Ⅲ. 交配個体群更新の停滞の3種を設定した実験結果は、おおよそscsGA単独の実験結果に比較して同等もしくは良好と判定できるものであった。しかし、いずれの場合にも新たなGAのパラメータを設定する必要があり、比較的大きな人口数における初期化条件Ⅲのように結果的に計算量のみがいたずらに増加しただけと評価せざるを得ない場合もあった。これらの問題点を解消するための方策として、情報エントロピーなどにより集団のばらつきを考慮することも有用と考えられる³¹⁾。

参考文献 1) 千々岩, 三原, 太田: 離散的最適構造設計への交配個体選択GAの適用に関する一考察, 構造工学論文集, Vol. 42A, 1996. 3. 2) 千々岩, 三原, 太田: GAによる鋼管杭基礎構造の最適配置決定法に関する研究, 土木学会論文集, No. 549/I-37, 1996. 10. 3) 坂口, 三原, 千々岩: 進化環境の初期化指標に情報エントロピーを用いた交配個体選択GAの改良, 土木学会西部支部研究発表会講演概要集, 1999. 3.