

分散環境型並列分散遺伝的アルゴリズム

A Parallel Distributed Genetic Algorithm with Distributed Environment Scheme

金子 美華

Mika KANEKO

Abstract: This paper introduces an alternative approach to relieve the task of choosing optimal mutation and crossover rates by using a parallel and distributed GA with distributed environments. It is shown that the best mutation and crossover rates depend on the population sizes and the problems, and those are different between a single and multiple populations. The proposed distributed environment GA uses various combinations of the parameters as the fixed values in the subpopulations. It is concluded that the distributed environment GA is a useful method to gain the best solution.

1 はじめに

遺伝的アルゴリズム (GA: Genetic Algorithms) において突然変異率や交叉率などのパラメータの最適値は問題によって異なる^{1) 2)}。並列分散 GA (PDGA: Parallel Distributed GA) においても最適なパラメータ設定は重要であり、そのために多くの試行が必要である。分散環境型並列分散 GA (PDGA/DE: Distributed Environment) はこの労力を軽減するための手法として提案されている³⁾。PDGA/DE では、PDGA においてサブ母集団毎にそれぞれに異なる交叉率と突然変異率を設定する。

昨年度の研究では PDGA/DE を 4 つの異なるタイプのテスト関数に適用し、単一母集団での GA および PDGA と比較することで有効性を検証した。また、PDGA/DE の解探索メカニズムについての考察を行った。

2 分散環境型並列分散遺伝的アルゴリズム

最良の結果を得るためには、交叉率は突然変異率、母集団サイズのみならず対象問題に対しても適切に調節しなければならない。しかしながら、最良の突然変異率と交叉率を求めることは非常にコストのかかる仕事となる。これらの問題を克服するために、分散環境型並列分散 GA (PDGA/DE: Distributed Environment) が提案されている³⁾。PDGA/DE では PDGA において、各サブ母集団における突然変異率や交叉率という GA パラメータを互いに異なる値で設定する。また、移住操作は慣用的な PDGA と同様に行う。PDGA/DE の概念を Fig.1 に示す。ここでは温度計が突然変異率を表し、ハートのマークが交叉率を表している。高い温度は高い突然変異率を示し、大きなハートは高い交叉率を示す。このようにサブ母集団毎に異なる交叉率と突然変異率を用いることによって、サブ母集団毎に異なる環境で GA を行うため、ビルディングブロックが種々のサブ母集団で進

化し、移住操作が大域的最適解を生み出すことが期待される。また、PDGA/DE では複数のサブ母集団において交叉率と突然変異率の複数の組合せが用いられているため、これらのパラメータ調節が不要である。したがって、PDGA/DE を用いることにより、予備的な実験が不必要になる。

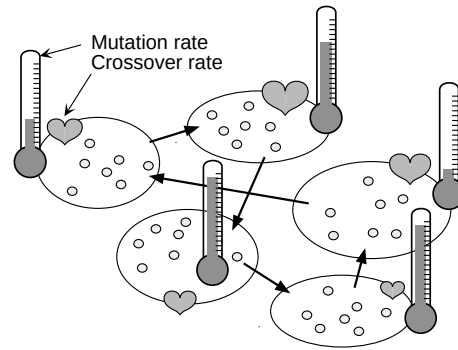


Fig. 1 分散環境型並列分散 GA の概念図

3 PDGA/DE の有効性

3.1 実験の概要

サブ母集団数が 9 である PDGA/DE について、代表的な 4 つのテスト関数を対象問題として実験を行った。9 個のサブ母集団における突然変異率と交叉率の組合せを Table1 に示す。PDGA/DE の有効性を示すために、Table1 の 9 種類の交叉率と突然変異率の一つの組み合わせを全サブ母集団で用いた PDGA (これをここでは一定環境 PDGA; PDGA/CE: Constant Environment と呼ぶ) および同様に 9 種類の慣用的な GA (CGA: Canonical GA) と比較した。用いた計算機は 64 プロセッサの nCUBE2E であり、一つのプロセッサを一つのサブ母集団に割り当てた。なお、サブ母集団サイズは 50 個体とした。選択はルーレット選択、交叉法は一点交叉を用い、エリート保存戦略を用いて 1000 世代まで計算を行った。また、移

Table 1 PDGA/DE のパラメータ

		Mutation rate		
		0.1/L	1/L	10/L
Crossover rate	0.3	0.3 - 0.1/L	0.3 - 1/L	0.3 - 10/L
	0.6	0.6 - 0.1/L	0.6 - 1/L	0.6 - 10/L
	1.0	1.0 - 0.1/L	1.0 - 1/L	1.0 - 10/L

住率を 0.3 そして移住間隔を 20 世代とした。結果は 12 試行のうちの最高と最低のものを除いた 10 試行の最良個体の適合度関数の値の平均で考える。

3.2 実験結果

PDGA/DE と CGA および PDGA/CE との比較を行った。Fig.2 に Schwefel 関数の結果を示す。この図では縦軸に適合度に負符号をつけた値を示し、CGA, PDGA/CE および PDGA/DE において 1000 世代目に得られた解の適合度を比較したものである。なお、個体数 180 および 1620 の結果をそれぞれ示している。

Fig.2 より、先ず CGA および PDGA/CE 共に、交叉率と突然変異率の違いによって得られる解が大きく異なることが確認できる。CGA においては 180 個体および 1620 個体共に突然変異率 1/L が良好な値を示した。PDGA/DE では 180 個体の場合は交叉率 1.0, 突然変異率 1/L が、また 1620 個体の場合は交叉率 1.0, 突然変異率 0.1/L が最適な値であった。したがって、CGA と PDGA では最適な交叉率と突然変異率は異なり、また個体数の違いによっても異なるといえる。

次に、PDGA/DE と CGA および PDGA/CE の比較を行う。PDGA/DE では全ての CGA に比較して高品質の解が得られた。また、PDGA/DE で得られた解は PDGA/CE と比較して良好な値であるといえる。

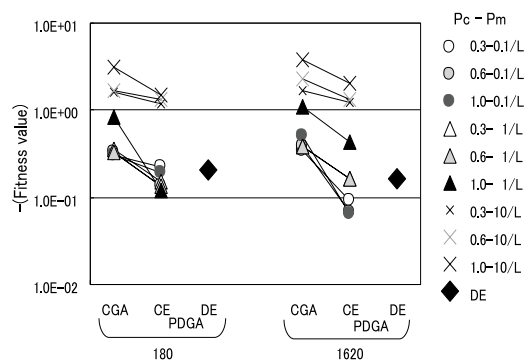


Fig. 2 PDGA/DE と CGA および PDGA/CE との比較

また、CGA および PDGA/CE において突然変異率が 10/L であるものは非常に性能が悪いということが分かる。PDGA/DE では突然変異率 10/L のサブ母集団をもつにもかかわらず、非常に良好な解が得られている。したがって、PDGA/DE では良好でないパラメータを含む場合でも良い性能を示すといえる。このことは PDGA/DE におけるパラメータの設定を極めて容易にすることになる。

PDGA/DE において良好な解が得られるメカニズムは、環境の異なるサブ母集団毎に異なる性質の解探索を行うことによって、局所的かつ大域的に解探索が行われ、移住によってそれらの解が組み合わせられるためであると考えられる。

4 結論

並列分散 GA において分散した環境を持つ分散環境型並列分散 GA の有効性を実験的に検証した。並列分散 GA では交叉率と突然変異率の設定によって解の精度が大きく異なるが、分散環境型並列分散 GA では良好な解を得ることができる。したがって、最適な交叉率と突然変異率が不明な場合に良好な解を容易に求めることができる手法であるといえる。

これまでは遺伝子型をビット型で表現していたが、今後はベクトル型遺伝子を用いた場合での分散環境型並列分散 GA の性能についても実験を行いその有効性について検証する。

参考文献

- 1) Tuson, A. and Ross, P. : Cost Based Operator Rate Adaption, An Investigation, Proc. 4th Conference of Parallel Problem Solving from Nature, Springer, 1996.
- 2) Hinterding, R., Gielewsky, H. and Peachey, T. C. : The Nature of Mutation in Genetic Algorithms, In H.-P. Schwefel and R. Manner, eds., Parallel Problem Solving from Nature, Volume 496 of Lecture Notes in Computer Science, pp.23-32, Springer, 1995.
- 3) 三木光範, 廣安知之, 金子美華, 畠中一幸 : 環境分散型並列遺伝的アルゴリズム, 電子情報通信学会技術研究報告, 1999.
- 4) 三木光範, 廣安知之, 金子美華, 畠中一幸 : 環境分散型遺伝的アルゴリズムにおける探索メカニズム, 情報処理学会第 59 回全国大会, 1999.