

## 環境分散遺伝的アルゴリズムにおける探索メカニズム

2K-6

三木 光範<sup>†</sup> 廣安 知之<sup>†</sup> 金子 美華<sup>††</sup> 畠中 一幸<sup>††</sup>

<sup>†</sup>同志社大学工学部 <sup>††</sup>同志社大学大学院

### 1 はじめに

分散遺伝的アルゴリズム (Distributed Genetic Algorithms) では単一の母集団で行う GA に比較して高品質の解が得られる [1]. 一方, 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 [2][3]. 分散 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. この労力を軽減するための手法として, 母集団を分割しそれぞれに異なる交叉率と突然変異率を設定する環境分散 GA が提案された [4]. しかし, 環境分散 GA において良好な解が得られるメカニズムは明らかでない. 本研究では4種類の数学的関数に環境分散 GA を適用し, 環境分散 GA のメカニズムについての考察を行う.

### 2 分散遺伝的アルゴリズム

分散 GA では, 母集団を複数のサブ母集団に分割し, それぞれの母集団で遺伝的操作を行う. また, 異なるサブ母集団間で移住と呼ばれる個体の交換をある間隔で行う. 移住を行う間隔を移住間隔, 移住で交換する個体数の割合を移住率と呼ぶ.

### 3 環境分散遺伝的アルゴリズム

環境分散 GA (Distributed Environment GA) [4] では, 各サブ母集団に異なる交叉率と突然変異率を設定するため, 最適なパラメータについての考慮は不要となる. よって, 環境分散 GA を用いると予備的な実験を行うことなく GA を実行することができる.

### 4 対象問題

対象問題として4つの数学的関数 Rastrigin, Schwefel, Griewank および Rosenbrock[5] を各々10次元で用いた. Rastrigin, Schwefel および Griewank については各変数を10ビット, Rosenbrock については各変数を12ビットで表現した. また, コード化にはグレイコードを用いた.

### 5 実験の概要

交叉率3種類 (0.3, 0.6 および 1.0), 突然変異率3種類 (0.1/L, 1/L および 10/L) (Lは染色体長) を組み合わせた9通りのパラメータ設定を考え, 9通りの分散 GA および9通りのパラメータ全てを持つ環境分散 GA について実験を行った. サブ母集団の個体数を50, サブ母集団の数を9, 移住間隔を20世代, 移住率を0.3, および最大世代数を1000世代とした. 選択はルーレット選択, 交叉法は一点交叉を用い, またエリート保存戦略を用いた. 移住先および移住個体はランダムに選択するとした. 実験は母集団の初期個体を変えて12試行を行い, その中から最大値および最小値を除いた10試行の平均のデータを用いて議論する.

### 6 環境分散遺伝的アルゴリズムの有効性

表1はそれぞれの関数において各パラメータの組み合わせ (交叉率 - 突然変異率) と得られた解の適合度を適合度の降順で示したものである. なお, DEは環境分散 GA を示す. 環境分散 GA は, Rastrigin では最適なパラメータの解と等しい解が, 一方 Schwefel および Griewank では最適なパラメータの解に非常に近い解が得られた. また, Rosenbrock では全てのパラメータ設定に比較して最も高品質な解が得られた. よって, 環境分散 GA はこの4種の数学的関数に関して非常に有効な手法であるといえる.

表1: 環境分散 GA と分散 GA との比較

Rank	Rastrigin		Schwefel		Griewank		Rosenbrock	
	DE	0.00	0.6-0.1/L	0.00	1.0-0.1/L	-0.06	DE	-0.88
2	0.6-1/L	0.00	1.0-0.1/L	0.00	0.6-0.1/L	-0.07	0.6-0.1/L	-0.99
3	1.0-1/L	0.00	1.0-1/L	0.00	0.3-0.1/L	-0.11	0.6-1/L	-1.12
4	0.3-1/L	-0.01	DE	-0.01	DE	-0.12	1.0-0.1/L	-1.16
5	1.0-0.1/L	-0.10	0.3-0.1/L	-0.01	0.6-1/L	-0.15	0.3-1/L	-1.44
6	0.6-0.1/L	-0.30	0.6-1/L	-0.01	1.0-1/L	-0.16	0.3-0.1/L	-1.54
7	0.3-0.1/L	-0.50	0.3-1/L	-0.02	0.3-1/L	-0.16	1.0-1/L	-1.64
8	0.3-10/L	-11.07	0.3-10/L	-201.70	0.3-10/L	-1.24	0.3-10/L	-3.53
9	0.6-10/L	-11.65	0.6-10/L	-238.80	0.6-10/L	-1.33	0.6-10/L	-4.51
10	1.0-10/L	-14.76	1.0-10/L	-273.10	1.0-10/L	-1.61	1.0-10/L	-7.06

### 7 環境分散遺伝的アルゴリズムのメカニズム

#### 7.1 環境分散 GA の解探索過程

環境分散 GA において, 最高, 最低および平均適合度の世代に関する遷移をサブ母集団毎に比較したとこ

The Search Mechanism in Distributed Environment Genetic Algorithm

<sup>†</sup> Mitsunori MIKI (mmiki@mail.doshisha.ac.jp)

<sup>†</sup> Tomoyuki HIROYASU (tcmo@is.doshisha.ac.jp)

<sup>††</sup> Mika KANEKO (mika@mikilab.doshisha.ac.jp)

<sup>††</sup> Kazuyuki HATANAKA (ts0705@mail4.doshisha.ac.jp)

Department of Knowledge Engineering and Computer Science, Doshisha University (<sup>†</sup>)

Graduated School of Engineering, Doshisha University (<sup>††</sup>)

る、9つのサブ母集団の探索過程は大きく3種類に分けられた。この3種類の傾向は突然変異率の違いによるものである。突然変異率が0.1/L, 1/L, 10/Lと大きくなるにつれ最低および平均適合度の値が低くなった。また、最高適合度は3つの突然変異率にかかわらず、ほぼ同じ値であった。したがって、突然変異率10/Lでは広い範囲で探索が行われていると考えられる。また、最低適合度が高いことから突然変異率0.1/Lでは狭い範囲で探索が行われていると考えられる。したがって、3種類の異なる範囲で探索が行われていたといえる。また、交叉率については0.3, 0.6および1.0では傾向に大きな相違は見られなかった。以上より環境分散GAでは、探索範囲の異なる複数のサブ母集団によって局所的かつ大域的に探索が行われており、移住によってそれらの解が組み合わされて良好な解をもたらすと考えることができる。なお、移住率に関しては0.3でも十分な効果があったと考えられる。

このことを明らかにするために2種類のGA、移住を行わない環境分散GA (DE/nm)、および突然変異率10/Lを持つ3つのサブ母集団を削除した6つのサブ母集団での環境分散GA (DE/6)について実験を行った。結果を表2に示し、以下で考察を行う。

表2: DE, DE/nm および DE/6 の比較

Rank	Rastrigin		Schwefel		Griewank		Rosenbrock	
	DE	DE/nm	DE/6	DE/nm	DE	DE/nm	DE/6	DE/nm
1	DE	0.00	DE/6	0.00	DE	-0.12	DE/nm	-0.10
2	DE/6	-0.01	DE	-0.01	DE/6	-0.13	DE	-0.88
3	DE/nm	-0.12	DE/nm	-12.62	DE/nm	-0.18	DE/6	-0.88

## 7.2 サブ母集団の相互作用

DEとDE/nmを比較すると、Rosenbrockを除いた3つの関数ではDEの方が、一方RosenbrockではDE/nmの方が得られた解の適合度が高かった。つまり、Rosenbrockを除いて、移住を行うことにより解の適合度が高くなるといえる。したがって、適したパラメータを持つサブ母集団のみで探索が行われているのではなく、サブ母集団が相互に作用し合って探索を進めているといえる。なお、Rosenbrockは変数間に依存関係がある関数で、GAに不向きであり分散GAの効果は期待できない。このような関数ではサブ母集団の相互作用の効果はなく、環境分散GAで良好な解が得られるのは複数のパラメータ設定で並列にGAが行われていることだけによると考えられる。

## 7.3 適切なパラメータ設定が行われていないサブ母集団

もし適切なパラメータ設定が行われていないサブ母集団が環境分散GAに悪影響を与えているならば、環

境分散GAからそれらのサブ母集団を除くとより高い適合度の解が得られるはずである。表1より本実験では適切でないパラメータ設定として突然変異率10/Lを選び、突然変異率10/Lをもつ3つのサブ母集団を削除したDE/6についての実験を行った。表2より、DEとDE/6を比較すると、RastriginおよびGriewankではDEの方が、一方SchwefelではDE/6の方が得られた解の適合度が高かった。また、RosenbrockではDEとDE/6で得られた解の適合度は等しいという結果が得られた。したがって、環境分散GAから突然変異率10/Lのサブ母集団を除いても解の適合度は高くなるとはいえない。むしろ、RastriginおよびGriewankでは解の適合度が低くなるという結果が得られたので、突然変異率10/Lのサブ母集団も解探索に貢献しているといえる。以上より、環境分散GAにおいて適切なパラメータ設定が行われていないサブ母集団が存在してもそのサブ母集団はあまり悪影響を与えず、また解探索に貢献する場合もあるといえる。

## 8 おわりに

本研究では環境分散GAのメカニズムについての考察を行った。変数間に依存関係のある問題では探索範囲の異なる複数のサブ母集団によって局所的かつ大域的に解探索が行われており、移住によりそれらの解が組み合わされることによって良好な解が得られる。一方、変数間に依存関係のある問題では、同時に複数のパラメータでGAを行うことによって良好な解が得られる。以上より、変数間の依存関係にかかわらず環境分散GAは有効な手法であるといえる。

## 参考文献

- [1] 三木光範, 畠中一幸: 並列分散GAによる計算時間の短縮と解の高品質化, JSME最適化シンポジウム講演論文集, 1998.
- [2] Tuson, A. and Ross, P.: Cost Based Operator Rate Adaption, An Investigation, Proc. 4th Conference of Parallel Problem Solving from Nature, Springer, 1996.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] D. Whitley, K. Mathias, S. Rana and J. Dzubera: Building Better Test Functions, International Conference on Genetic Algorithms. L. Eshelman, ed. Morgan Kaufmann, 1995.