

構造適応型分散遺伝的アルゴリズム

Adaptive Structure Distributed Genetic Algorithms

同志社大学工学部 廣安 知之, 三木 光範, 赤塚 浩太

Tomoyuki Hiroyasu, Mitsunori Miki and Kouta Akatsuka

Department of Knowledge Engineering and Computer Sciences, Doshisha University

Abstract

It is reported that Distributed Genetic Algorithms(DGAs) are effective algorithms in finding the solutions. Usually, the same algorithm of DGA is used to every problem. Since there are differences among the problems, users should adjust the parameters to find the good solutions. In this paper, we propose a new GA system that is called adaptive structure distributed genetic algorithms. In our system, the dependency of the design variables to the objective function is examined. After this process, the algorithm that is suited to the problem is selected automatically and applied to the problem. We applied our system to 6 types of numerical examples. Through the numerical examples, it is found that our system is especially useful for the problems whose design variables are independent or partially dependent each other.

1 はじめに

分散遺伝的アルゴリズム (Distributed GA: DGA) は, 母集団を複数のサブ母集団に分割しそのサブ母集団ごとに遺伝的操作を行い, 一定期間ごとに解の情報交換を行うアルゴリズムである. DGA は単一母集団の GA と比較して, 少ない計算量で解を求めることが可能であると報告されている¹⁾. しかし, これまでの DGA は, さまざまな対象問題に対して同一の GA アルゴリズムを適用していた. それに対して本研究では, 3 種の GA アルゴリズムを用意し対象問題に適した構造に自動的に適応する構造適応型分散 GA (Adaptive Structure Distributed GA: ASDGA) を提案する.

2 構造適応型分散遺伝的アルゴリズム

2.1 概要

ASDGA は, 大きく分けて 2 つのプロセスからなる GA システムである. 設計変数間の依存関係を評価するプロセスと, DGA による探索プロセスである. DGA による探索プロセスでは, 設計変数間の依存関係を評価するプロセスの結果に基づき次の 3 種のアルゴリズムを選択する. すなわち, 設計変数間に依存関係が無い場合に探索領域分割型 GA (DGA/Divided Searching area: DGA/DSa)

を行うアルゴリズム, 依存関係が有る場合に実行可能領域可変型 DGA (DGA/Variable Feasible region: DGA/VFr) を行うアルゴリズム, 及び一部の設計変数間に依存関係が有る場合に行う DGA/DSa と DGA/VFr の複合アルゴリズムである. ASDGA では, これらのプロセスとアルゴリズムを一定世代ごとに繰り返すことにより, 問題の状態が変化しても適応的に構造を変化させることができる. 全体の概要を図 1 に示す.

2.2 DGA による探索プロセス

2.2.1 探索領域分割型遺伝的アルゴリズム

DGA/DSa では, 通常 DGA がすべての設計変数を同時に解くのに対し, 設計変数を分割して島に分ける. これにより, 各島が対象とする設計変数は, DGA ではすべての設計変数となるのに対し, DGA/DSa では 1 つとなる. したがって, 各島が探索する領域が狭まり非常に効率よい探索ができる. DGA/DSa の概念を図 2 に示す.

2.3 実行可能領域可変型分散 GA

ASDGA では, 図 3 のように設計変数の実行可能領域を GA の進化に伴って, 適応的に変更する. これにより, 解空間の一部に依存関係が有る問題においても, 依存関係の有る部分が実行可能領域外となることで, DGA よ

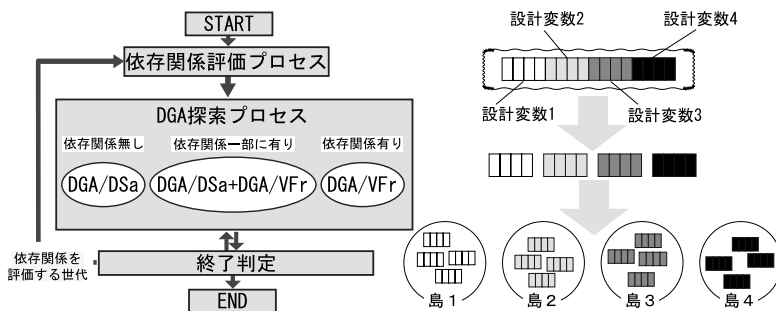


図 1: ASDGA の概念

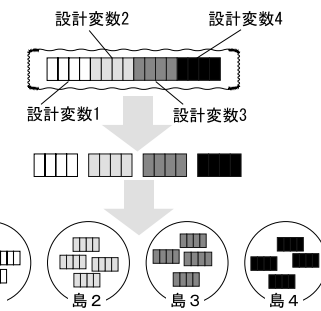


図 2: DGA/DSa の概念

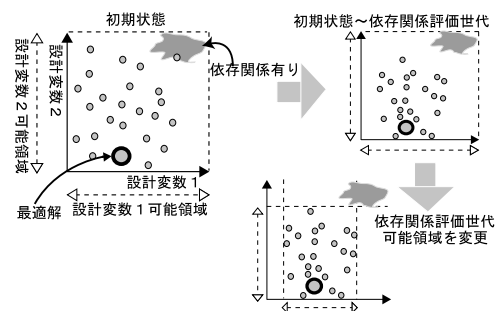


図 3: 実行可能領域の適応的な変更

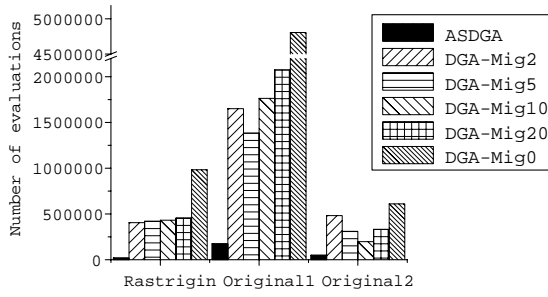


図 4: Number of evaluations

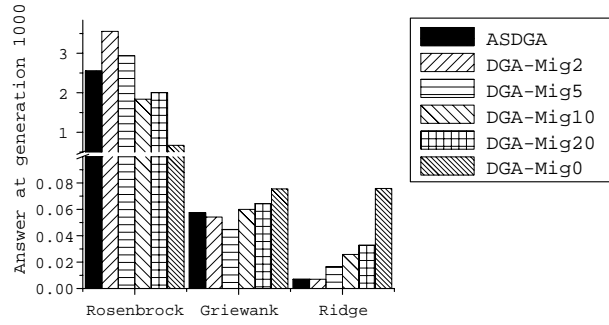


図 5: Answer at generation 1000

り非常に性能の良い DGA/DSa を適用できる。DGA/VFr は実行可能領域を可変にするため、DGA に若干の変更を加えたアルゴリズムである。

3 数値実験

3.1 対象問題と GA のパラメータ

DGA と ASDGA の性能比較を行うため、移住間隔を 2,5,10,20 世代とした DGA(DGA-MIG2,5,10,20) と移住無し DGA(DGA-MIG0), ASDGA において、以下の問題を適用させた。また、共通のパラメータとして、総個体数 600, 島数 10, 突然変異率 0.01, 交叉率 1.0 を用いた。実験に用いた関数は、設計変数間に依存関係の無い Rastrigin 関数, 設計変数間に依存関係の有る Rosenbrock 関数, Griewank 関数, Ridge 関数, 式 (1) で表される設計変数間に依存関係の有る Original1 関数, 式 (2) で表される解空間の一部に設計変数間の依存関係の有る Original2 関数である。

$$f_{Original1} = \sum_{i=1}^{n/2} \{100(x_{2i-1} - x_{2i}^2)^2 + (x_{2i} - 1)^2\} \quad (-2.048 \leq x_i \leq 2.048) \quad (1)$$

$$f_{Original2} = \begin{cases} g(x_i) & \text{if } g(x_i) > h(x_i) \\ h(x_i) & \text{if } g(x_i) \leq h(x_i) \end{cases}$$

$$g(x_i) = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^i x_j \right)^2$$

$$h(x_i) = 5\sqrt{n} \left\{ 10n + \sum_{i=1}^n [x_i^2 - 10\cos(2\pi x_i)] \right\} \quad (-64 \leq x_i \leq 64) \quad (2)$$

3.2 依存関係が無い関数と一部に有る関数の実験結果

設計変数間に依存関係が無い Rastrigin 関数と、一部の設計変数間に依存関係の有る Original1 関数, 解空間の一部に設計変数間の依存関係の有る Original2 関数について、解が発見されるまでの評価計算回数の結果を図 4 に示す。設計変数間に依存関係の無い Rastrigin 関数では、DGA/DSa が非常に効率良い探索を行うため、少ない評価計算回数で解が求まっている。また、設計変数間に依存関係がある Original1 関数でも、依存関係が無い設計変数間では DGA/DSa が行われるため、

DGA に比べて優れた結果になっている。さらに、解空間の一部に設計変数間の依存関係がある Original2 関数でも ASDGA が優れた結果となっている。これは、探索当初は DGA/VFr が行われるが、探索終盤では DGA/DSa が行われると考えられ、その結果優れた探索能力を示すと考えられる。

3.3 依存関係が有る関数の実験結果

設計変数間に依存関係が有る関数の結果を図 5 に示す。なお、いずれの関数でも 1000 世代では解を求めることができなかつたため縦軸には 1000 世代での解の値を示している。ASDGA は設計変数間に依存関係が有る問題では DGA/VFr を行う。DGA/VFr は移住を行わないため、移住を行わない DGA と同じ傾向を示すと考えられたが、結果は大きく異なつた。これは DGA/VFr が設計変数の実行可能領域を GA の進化に伴なって変更しているためと考えられる。そこで、実行可能領域の変更を行わない ASDGA で同様の実験を行ったところ、DGA の移住無しに近い結果となつた。つまり、DGA における実行可能領域の変更が ASDGA の解探索能力に大きく影響していると考えられる。しかし、この実験においても Griewank 関数では移住無しの DGA とは異なり、比較的良好な結果となつた。これは Griewank 関数の特徴が大きく影響していると考えられる。Griewank 関数は大局的に見ると依存関係が無いが、局所的に見ると依存関係が有る関数である。このため ASDGA が探索を行う際、探索初期では依存関係が無いと評価され、DGA/DSa で効率の良い探索が行われる。また、探索の終盤では依存関係が有ると評価され DGA/VFr で局所探索が行われる。このように DGA と比較して、効率の良い探索が行われているため、結果が優れていると考えられる。

4 結論

本研究では、対象問題について設計変数間の依存関係を評価し、その結果に基づいて適応的に GA アルゴリズムを選択する GA である ASDGA を提案した。ASDGA は、設計変数間に依存関係が無い問題や、一部に有る問題において非常に優れた解探索を可能とした。また、依存関係が有る問題においても、DGA とほぼ同程度の性能を示している。

参考文献

- 1) 三木光範, 島中一幸: 並列分散 GA による計算時間の短縮と解の高精度化, JSME 最適化シンポジウム講演論文集, 1998