

遺伝的アルゴリズムにおける選択操作の適用範囲による解への影響

Selection applied at limited range in Genetic Algorithm

佐野正樹 (01 年度 0728 番)

Masaki SANO

Abstract: Distributed Genetic Algorithm(DGA) not only reduces time to search, but also finds better solution than GA performed with single population(single-population model). This may be caused by differences between DGA and single-population model. This paper takes notice of one of the differences ; selection is applied at limited range in DGA. Numerical results show that range of selection contribute to search performance of DGA.

1 はじめに

遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm : GA) は、生物の進化を模倣した確率的な最適化アルゴリズムである。GA では、各探索点のある環境に棲息する生物個体とみなし、個体の集合 (母集団) に対し、選択 (selection)・交叉 (crossover)・突然変異 (mutation) といった遺伝的操作を繰り返し適用する。これにより、母集団全体が成長し、最適解への到達が期待される。GA は、広範な問題に適用できるという利点を持つ反面、多数の探索点に対して評価計算を反復して行うため、計算コストが高いという欠点がある。このため、GA の並列化に関しては多くの研究がなされてきた。

代表的な並列モデルの 1 つに、分散遺伝的アルゴリズム (Distributed Genetic Algorithm : DGA) がある。DGA は、通常の単一母集団モデルと比較して、並列化により計算時間が短縮されるだけでなく、より適合度の高い解を発見することが報告されている。

本研究では、DGA が有する高い探索能力の要因を、選択の適用範囲という観点から調査する。

2 分散遺伝的アルゴリズムと選択の適用範囲

DGA では、個体の母集団を複数のサブ母集団 (島) に分割し、島ごとに GA を適用する。そして、ある世代間隔において島間で個体の交換 (移住) を行う。

DGA では、選択の適用範囲が島内に限定される。選択とは、環境に対する適合度の高い個体を増殖させ、逆に低い個体を死滅させる操作をいう。DGA における選択は、母集団全体ではなく島内の適合度分布に従う。この点は、単一母集団モデルと DGA との大きな相違点の 1 つであるため、DGA の持つ高い探索性能の一因となっている可能性がある。本研究ではこの点に関して調査を行う。

単一母集団モデルにおいて、母集団を d 分割して選択を行う場合、その選択の適用範囲は d 島の DGA と一致

する (Fig. 1)。そこで本研究では、両者の比較実験により、選択の適用範囲を限定することが DGA での解探索能力に及ぼす影響について検討する。

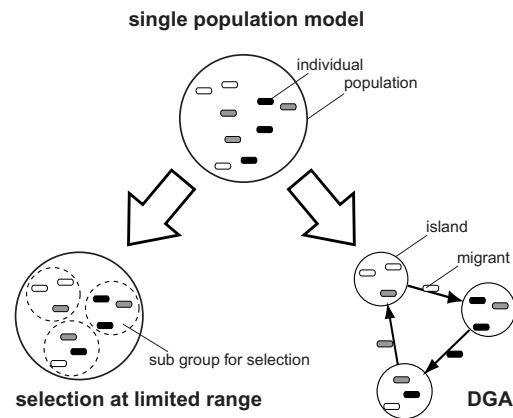


Fig. 1 選択の適用範囲の限定と DGA

3 数値実験

3.1 対象問題

数値実験で使用する対象問題は、Rastrigin 関数、Griewank 関数、Ridge 関数、Schwefel 関数の 4 つのテスト関数の最小化である。いずれも 30 次元のものを用いる。このうち、Ridge 関数を式 (1) に示す。

$$Ridge = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^i x_j \right)^2 \quad (x_i \in [-64, 64]) \quad (1)$$

3.2 実験内容

DGA の島数を 1,2,4,8,16,32 としたものと、それに対応して母集団を分割して選択を適用したものとを比較する。選択手法はルーレット選択を用いる。その他のパラメータについては、母集団サイズを 128、交叉率を 0.8、突然変異率を $1/L$ (L : 染色体長) と設定した。交叉法は

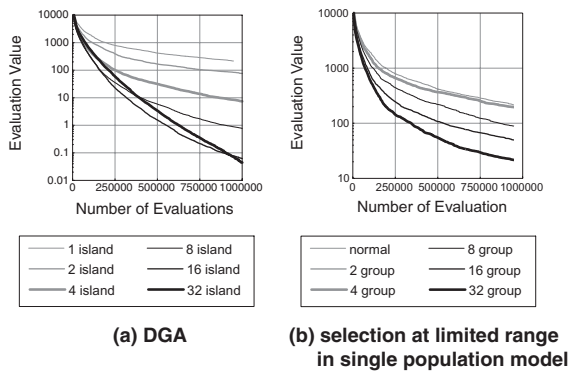


Fig. 2 最良個体の目的関数値の推移 (Ridge 関数)

1 点交叉である。DGA の移住間隔と移住率は、それぞれ 5 世代、0.3 とした。

3.3 結果

3.3.1 最良個体の目的関数値の推移

Fig. 2 に、最良個体の目的関数値の推移を示す。横軸は個体の評価回数である。紙面の都合上、Ridge 関数に対する結果のみを示す。4 つのテスト関数はいずれも最小化問題であるため、目的関数値が小さいほど、良い解を得ていることになる。同図の (a) は DGA の結果であり、(b) は選択の適用範囲を限定した単一母集団モデルの結果である。 d island は d 島の DGA を示し、 d group は選択の適用範囲を d 分割した単一母集団モデルを示す。1 island と normal は共に通常の単一母集団モデルである。

(a) より、Rastrigin 関数・Griewank 関数・Ridge 関数に対しては、通常の単一母集団モデルよりも、DGA の方が解探索能力が高くなる。また、(b) より、これらの関数では、単一母集団モデルにおいて選択の適用範囲を限定することで良い解を発見している。以上より、選択の適用範囲が限定されていることが、DGA の持つ探索能力に貢献しているといえる。また、どの関数においても DGA の方が良好な解を得ていることから、DGA の高い解探索能力は、選択の適用範囲のみに由来しているものではない事もいえる。

3.3.2 目的関数値の平均と変動係数の推移

Fig. 3 に、目的関数値の平均の推移を示す。この値が小さいほど、より母集団全体が最適解付近に集中していることを示す。DGA については、各島の平均ではなく母集団全体の平均値を求めた。

DGA においては、島数が増えるほど目的関数値の平均が小さくなる傾向がある。また、Schwefel 関数以外に対して、単一母集団モデルにおいて、選択の適用範囲を多数分割した方が目的関数値の平均が小さくなっている。

Fig. 4 に、目的関数評価値の変動係数の推移を示す。この値が大きいほど、目的関数値のばらつきが大きいので、母集団内の多様性が維持されているといえる。DGA については、各島ではなく母集団全体の目的関数値の変動係数を求めた。

Schwefel 関数以外では、選択の適用範囲を多数分割するほど、あるいは島数が多いほど、変動係数が大きくなる傾向が見られる。

以上より、DGA には、多様性を維持しながら母集団全体を最適値に近づけるという特性があり、選択の適用範囲の限定がその 1 つの要因になっているといえる。

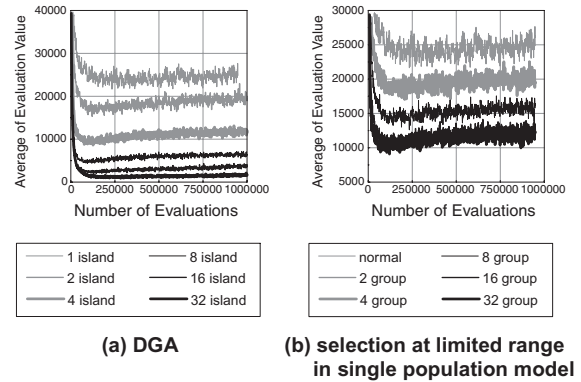


Fig. 3 目的関数値の平均の推移 (Ridge 関数)

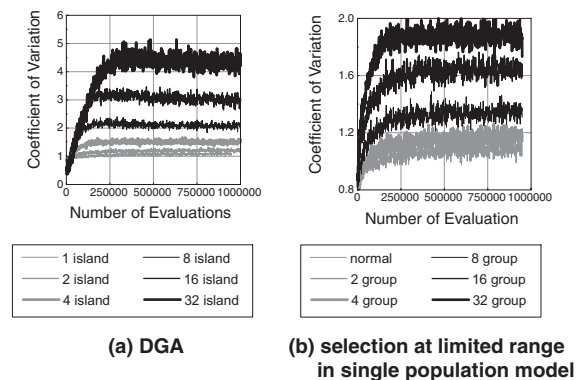


Fig. 4 目的関数値の変動係数の推移 (Ridge 関数)

4 おわりに

本研究では、選択の適用範囲に着目し、DGA の探索性能との関係について検討した。その結果、DGA の高い探索能力は、選択の適用範囲が限定されていることにその一因があることが明らかとなった。

今後の課題としては、スケーリングおよび淘汰圧に関する調査と、交叉の適用範囲による影響の解明が挙げられる。