

貯蓄型分散遺伝的アルゴリズムにおける移住率と移住間隔の検討

The Examination in Migration Rate and Migration Interval of Pooled Distributed Genetic Algorithms

根上 昌巳

Masami NEGAMI

Abstract: In this paper, we proposed the Pooled Distributed Genetic Algorithms (DGA/P). In DGA/P, it is easy to implement the asynchronous migration and random migration rate. This leads to the adaptive migrate operation and the adaptive circumstance setting of each island. In this study, we use the adaptive migration rates and intervals in DGA/P.

1 はじめに

GA は生物の進化を模倣したアルゴリズムであり、その適応範囲は広い。もっとも基本的な GA は単純 GA (以下 SGA) と呼ばれる。それに対して、SGA を分散化したモデルに、島モデルと呼ばれる DGA がある。DGA は母集団を分割することにより解の信頼性が向上し、かつ適切なパラメータ設定の下で移住を行うことにより、より解の信頼性が向上する。しかし、母集団を分散化した場合、移住を行う際の同期待ちの速度遅延や、移住間隔、移住率というパラメータ数の増加といった問題が挙げられる。これらの問題を解決するために、移住を非同期化する手法が考えられる。

そこで、本研究では DGA の新しいモデルとして、DGA/P を提案する。DGA/P は、移住を行う際に移住個体を直接別の分割母集団に移住させるのではなく、一旦別の場所 (以下 Pool) に貯蓄して移住を行うアルゴリズムである。DGA/P は、DGA の各島の環境を非同期的に変更することが容易であり、計算の終了を各島が独立して行うことができる。そこで、本研究では移住率と移住間隔を動的に変更する DGA/P を検討している。

2 分散遺伝的アルゴリズム (DGA)

本研究では島モデルによる分散 GA を採用する。島モデルとは、母集団を分割母集団に分割して GA を行う手法である。島モデルでは、移住の概念により、島同士が情報交換を行うことで、より良い解が探索できることが期待できる。これは、分割母集団に分割することで全体の多様性が維持され、移住を行うことで各分割母集団内の多様性が維持されるためである。さらに並列処理化することにより計算時間を短縮できる。しかし、母集団を分散化した場合、こういった利点の他に、移住を行う際の同期待ちの速度遅延や初期個体数の設定が SGA と比較して困難であったり移住間隔、移住率というパラメータ数が増加するといった幾つかの問題点がある。

これらの問題を解決するために、移住を非同期化する手法が考えられる。つまり、移住間隔を非同期化することで同期待ちの時間を減少させ、移住率をランダム化することで、パラメータ設定の問題を解消できると期待される。そこで、容易に移住を非同期化するアルゴリズムとして、DGA/P を提案する。

3 貯蓄型分散遺伝的アルゴリズム (DGA/P)

提案する DGA/P の移住では、Fig. 1 に示すように移住を行う際に移住個体を直接別の分割母集団に移住させるのではなく、移住個体の貯蓄されている Pool と移住を行う。すなわち本手法の移住は Pool 部分と各分割母集団が個々に個体情報の交換を行うことになる。

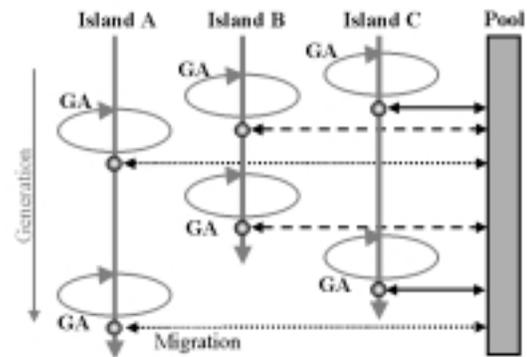


Fig. 1 DGA/P モデル

Pool に貯蓄された個体情報を取り出す方法は、ランダムに取り出す手法や適合度を元にした手法、パイプ方式等、様々な手法が考えられるが、本研究では古い方から取り出すパイプ方式を採用する。DGA/P は移住を行う際に Fig. 1 のように他の分割母集団と同期をとる必要がなく、分割母集団ごとに非同期的に移住を行うこと容易となる。さらに、同期をとる必要がないため各分割母集団ごとに独自で計算を終了させることができる。ま

た、移住を操作するには、移住個体を直接他の分割母集団に送信する通常の DGA の移住では限界がある。しかし、この DGA/P では移住率、移住間隔を分割母集団ごとに設定するといった移住率と移住間隔を環境分散する GA の実装も容易である。

また、移住ごとに Pool に各分割母集団の個体情報の一部が蓄積されているため、その個体情報を元にする事で、容易に全体の個体情報の一部を獲得することができる。よって全体の個体情報と分割母集団の個体情報を比較することにより、各分割母集団と母集団との多様性を求めることができる。その結果、全体の多様性を元にした終了条件を適応することや、全体の多様性を元に動的に環境を変化させることが容易である。このように DGA/P は、非同期的な環境分散に適した柔軟なアルゴリズムである。

そこで、本研究では多様性に基づく 2 つの終了条件を検討し、動的な環境分散の一つとして、移住率と移住間隔を動的に変更する手法を提案し、数値実験により、提案する手法の有効性を示した。

4 多様性を元に移住を動的操作する DGA/P

本研究では、多様性の判断基準として、各分割母集団と Pool との平均遺伝子を遺伝子レベルで比較し、そのハミング距離を多様性とする。多様性を考慮した DGA/P として、以下の 4 つの手法を検討する。ここで、平均遺伝子とは各個体のビットごとに平均を取った遺伝子とする。

DGA/P1 各分割母集団と Pool の多様性がなくなってきた場合、移住率を小さく、移住間隔を大きくする。

DGA/P2 各分割母集団と Pool の多様性がなくなってきた場合、移住率を大きく、移住間隔を小さくする。

DGA/P3 各分割母集団と Pool の多様性がなくなってきた場合、移住率、移住間隔共に大きくする。

DGA/P4 各分割母集団と Pool の多様性がなくなってきた場合、移住率、移住間隔共に小さくする。

つまり、DGA/P1 は多様性がなくなってくれば、より各分割母集団内の多様性を維持する方向に移住を行い、DGA/P2 ではより全体の多様性を維持する方向に移住を行う。また、PDGA/P3 は多様性がなくなってくれば、移住率は分割母集団内の多様性を維持し、移住間隔は母集団の多様性を維持する方向に移住を行い、PDGA/P4 では移住率は母集団の多様性を維持し、移住間隔は各分割母集団内の多様性を維持する方向に移住を行う。

数値実験の結果、収束してきた場合に、移住率もしくは移住間隔の一方を分割母集団内の多様性を維持する方

向に操作し、他方を全体の多様性を維持する方向に操作することにより、良好な解を得ることができるが示された。これは、DGA/P2 では、計算回数を少なくすることができるが、解の精度が非常に悪化する。つまり、母集団全体と分割母集団の多様性がなくなってきた場合に、より多くの移住を行うために、母集団全体の多様性がなくなり、より早く収束してしまうためであると考えられる。そこで、DGA/P1 を考えると、逆に、分割母集団ごとに収束し、母集団全体と分割母集団間の多様性が保たれ、収束に時間がかかってしまう。そこで、収束してきた場合に、移住率もしくは移住間隔の一方を分割母集団内の多様性を維持する方向に操作し、他方を全体の多様性を維持する方向に操作すればより最適な探索が行えるのではないかと考えられる。

5 結論

本研究では、新しい DGA の実装として、DGA/P の提案を行った。この手法は、母集団の多様性を元に収束判定を行うことが容易であり、かつ移住率、移住間隔の操作を容易に行うことが可能である。

数値実験により、収束してきた場合に、移住率もしくは移住間隔の一方を分割母集団内の多様性を維持する方向に操作し、他方を全体の多様性を維持する方向に操作することにより、良好な解を得ることを示した。よって、DGA/P による動的な環境分散は有効な手法であることを示した。

6 今後の予定

今後の予定として、さらに DGA/P の移住操作の容易性を活かし、Pool に送信する移住個体数と Pool から受信する移住個体をそれぞれの分割母集団ごとの状態により動的に変更する手法など、新たに動的な移住を操作する手法を考案し検討していく。初期個体数の設定の困難さを解消するために、動的に個体数が変化していく効果的な移住のアルゴリズムも検討していきたい。

参考文献

- 1) 三木光範 廣安知之 金子美華 畠中一幸『環境分散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 99 年度秋期全国大会講演論文集, 1999)