

## 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

廣安知之 三木光範 ○根上昌巳

同志社大学工

本研究では、分散遺伝的アルゴリズム(以下 DGA)の実装モデルとして貯蓄型分散遺伝的アルゴリズム(以下 DGA/P)の提案を行う。DGA/P は、DGA と比較して移住率のランダム化や非同期化を行いやすく、移住を操作することが容易である。これにより島だけでなく全体的を評価して移住を操作したり、各島の環境を変化させたりすることが可能となる。DGA/P を使用し動的な移住率、移住間隔を設定した。数値実験において、DGA/P の移住率、移住間隔が解に与える影響について調査し、提案手法の有効性を検討する。

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

Tomoyuki Hiroyasu, Mitsunori Miki, ○Masami Negami

Doshisha Univ.

In this paper, we proposed the Pooled Distributed Genetic Algorithms (DGA/P). In DGA/P, it is easy to implement of 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. Through the numerical examples, the effectiveness fitness of the adaptive migration rates and intervals in DGA/P is discussed.

### 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。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。さらに DGA における各分割母集団の環境を異なったものに設定するモデルが環境分散 GA である。環境分散 GA は、母集団ごとに異なるパラメータ設定を行

うことで最適なパラメータを細かく設定することなく、高品質な解が得られるという報告がなされている[1]。

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。このように DGA/P は、非同期的な環境分散を容易にする柔軟なアルゴリズムである。

そこで、本研究では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

案する。数値実験により、提案する手法の有効性を検討する。

## 2. DGAP

### 2.1. 概要

提案する DGAP 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。

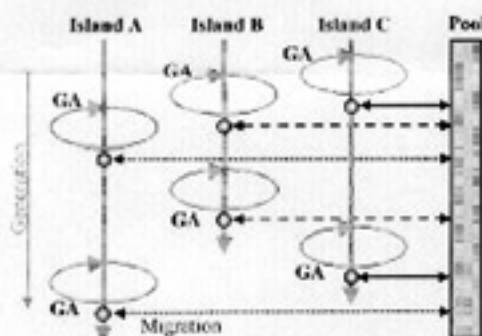


Fig.1 : DGAP モデル

Pool に貯蓄されたものを取り出す方法は、ランダムや適合度を元にした手法、パイプ方式等、色々と考えられるが、本研究では古い方から取り出すパイプ方式を採用する。DGAP 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い、各分割母集団が独自で計算を終了する。そのため、分割母集団ごとに移住率、移住間隔を設定することが容易である。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 DGA では限界がある。しかし、この DGAP 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環境分散 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より容易に全体の個体情報の一部を得ることができる。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 DGAP 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する。そして数値実験により、提案する手法の有効性を検討する。

### 2.2. 多様性を元に移住を動的に操作する DGAP

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 DGAP 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。

Table.1 : 多様性を元に移住を動的に操作する DGAP

DGAP1	各分割母集団と Pool の多様性がなくなってきた場合、移住率を小さくし、移住間隔を大きくする。
DGAP2	各分割母集団と Pool の多様性がなくなってきた場合、移住率を大きくし、移住間隔を小さくする。
DGAP3	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。
DGAP4	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、DGAP1 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、DGAP2 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、PDGAP3 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、PDGAP4 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。

## 3. 数値実験

### 3.1. テスト関数を使用したパラメータ

2 つの終了条件と提案手法の有効性を検討するために 10bit7 設計変数の Rastrigin 関数に分割母集団ごとの多様性を終了条件とした DGAP、

Pool とのハミング距離を終了条件とした DGAP を適応させた。ここで用いたパラメータは、共に 1 点交叉を用い交叉率 0.6, コード化はグレイコードを用い, エリート保存戦略を行う。また, 分割母集団数は 8 で分割母集団サイズ 100 個体, Pool サイズ 50 個体である。

### 3.2. 移住率と移住間隔が解に与える影響

終了条件は, 分割母集団ごとに最大適合度と最小適合度の差が 0.001 以下になったときとし, 突然変異率なしの DGAP での移住率と移住間隔が解に与える影響を Fig.2, 計算回数に与える影響を Fig.3 に示す。データは 20 回平均で議論する。Fig.2 において横軸は移住間隔, 縦軸は適合度を示し, Fig.3 において横軸は移住間隔, 縦軸は計算回数を示す。

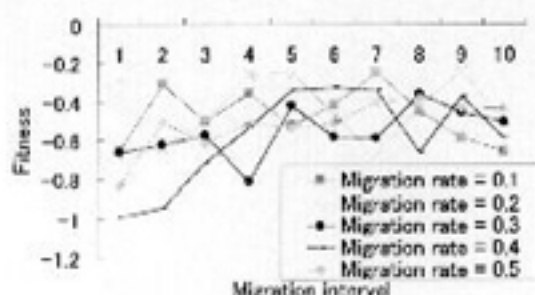


Fig.2: 移住率と移住間隔が解に与える影響

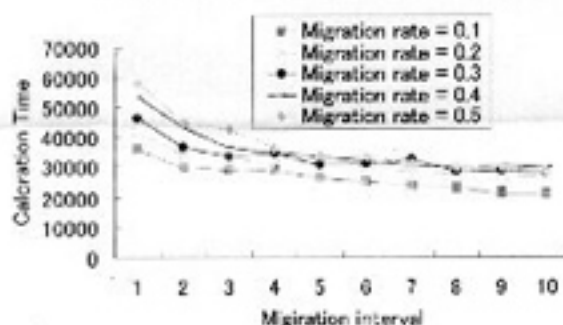


Fig.3: 移住率と移住間隔が計算回数に与える影響

この終了条件下でこの問題に適応させるには個体数が十分でないため最適解を得られておらず, さらに, 移住を多く行えば, 計算回数は多いにもかかわらず解が求められていない。これは移住を多く行うため分割母集団内の多様性が維持される

が母集団全体の多様性が維持されないためであると考えられる。また, 終了条件により, 分割母集団内の多様性が維持されてしまい計算回数が多くなっていると考えられる。よって, 母集団, 分割母集団共に多様性を維持させ良好な解を得るためには, 最適な移住間隔, 移住率の設定が必要である。そこで, まず分割母集団内の多様性ではなく母集団全体の多様性を元にした終了条件を用い移住率と移住間隔が解に与える影響を調査する。

### 3.3. 移住率・移住間隔固定 DGAP(DGAP/P)

終了条件を分割母集団内と Pool 内の平均遺伝子のハミング距離が 0 となったときとし, 突然変異率 0.02 の移住率固定の DGAP(DGAP/P)での移住率と移住間隔が解と計算回数に与える影響を Fig.4, Fig.5 に示す。Fig.4, Fig.5 において横軸は計算回数, 縦軸は適合度を示す。また, プロットの横の数字は移住間隔を示すが一部省略する。

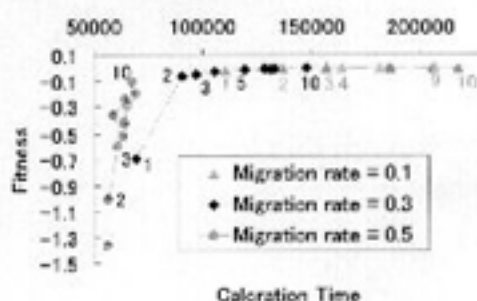


Fig.4: 移住率と移住間隔が解に与える影響  
(移住率 0.1, 移住率 0.3, 移住率 0.5)

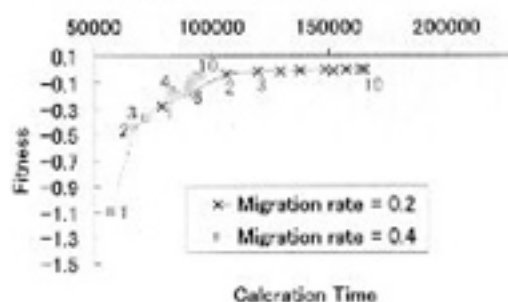


Fig.5: 移住率と移住間隔が解に与える影響  
(移住率 0.2, 移住率 0.4)

これらの結果より, Pool との多様性を元にした

終了条件を用いることにより、母集団全体の多様性が維持された場合にも収束しない手法であるといえる。しかし、この終了条件を用いた場合では、ほとんど移住を行わないと、非常に計算回数が増加してしまう。これは、移住をあまり行わない場合には終了条件を満たすには、移住か突然変異の操作のみにしか依存しないためである。よって、この終了条件を用いた場合においても最適な移住率、移住間隔の設定が必要であるといえる。この問題を解決するために、次章において、先に挙げた移住を動的に操作する4つの手法を検討する。

### 3.4. DGA/P1, DGA/P2

DGA/P1とDGA/P2とDGA/Pfを比較した結果をFig.6に示す。ここで、移住間隔は1世代から10世代までとし、移住率は0.1から0.5までとする。

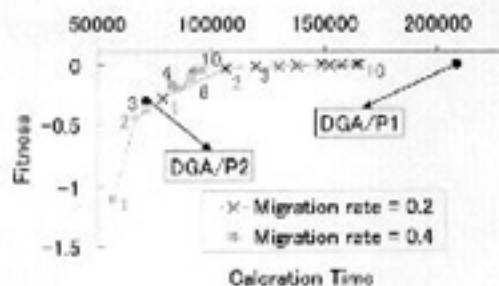


Fig.6: 移住の操作が解に与える影響

Fig.6より、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ことが分かる。これは、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。

ないかと考えられる。

### 3.5. DGA/P3, DGA/P4

DGA/P3とDGA/P4のとDGA/Pfを比較した結果をFig.7に示す。

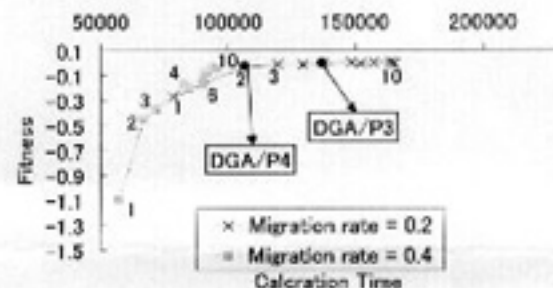


Fig.7: 移住の操作が解に与える影響

Fig.7の結果より、共に無駄な計算回数を減少させ良好な解を求めることができた。これらのことから、DGA/P3とDGA/P4は母集団全体の多様性を維持しつつ、分割母集団内の多様性を維持することができる良好な手法であるといえる。

## 4. 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ができた。よって、DGA/Pによる動的な環境分散は有効な手法であるといえる。

## 5. 参考文献

- [1] 三木光範 廣安知之 金子美穂 昌中一幸: 環境分散型動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