

# 分散遺伝的アルゴリズムにおける遺伝子群の特異な進化

## Peculiar evolution of gene clusters in distributed genetic algorithms

正 廣安 知之 (同志社大学)      金子 美華 (同志社大学)  
  畠中 一幸 (同志社大学)      正 三木 光範 (同志社大学)  
Tomoyuki HIROYASU            Mika KANEKO  
Kazuyuki HATANAKA            Mitsunori MIKI

Doshisha University, Tatara-Miyakodani 1-3, KyoTanabe-shi, Kyoto  
tomo@is.doshisha.ac.jp

Key Words: Genetic Algorithms, Optimization, Building Block, Distributed model, Parallel Processing

### 1. 緒言

遺伝的アルゴリズム(Genetic Algorithms: GAs)は生物の遺伝と進化の仕組みを模擬した確率的多点探索手法である<sup>(1)</sup>。

GAsでは高品質な解を探索するために、数多くの個体を用意し、多くの世代にわたって繰り返し計算を必要とするため計算負荷が高くなり計算時間の短縮が重要な課題となる。これに対する解決法の一つとして並列処理によりGAsの計算時間の短縮を図る方法が挙げられる。GAsの並列化の方法はいくつか考えられるが、代表的なものの一つが、GAsの母集団をいくつかのサブ母集団に分割して適度に各島ごとに遺伝子が移民を行うという島モデルによる分散化する手法<sup>(2)</sup>、いわゆる分散遺伝的アルゴリズム(Distributed Genetic Algorithms: DGAs)を並列に処理する手法である。この手法は遺伝子の移民が頻繁に行われるわけではないので、通信によるオーバーヘッドはそれほど問題にならず並列化率もあがりGAsの特徴もいかせるという利点がある。

こうした計算時間の短縮という利点とは別にGAsを分散化することには個体進化における早熟を避け、世代が進んでも個体の多様性を維持することができ得られる最適解の高品質化が達成できるという利点が報告されている<sup>(3)</sup>。また、工学的な問題に対してDGAsを適応したところ同様に計算時間の短縮化が図れるだけでなく解の高品質化が確認された<sup>(4,5)</sup>。

これまでの研究ではDGAsをそれぞれの問題に適応させその有効性を検討するものがほとんどでどのようなメカニズムで解の高品質化が求められるのかといった問題に対して焦点をあてた研究はほとんど見られない。そこで本研究では、そのDGAsにおいて解の高品質化が行われるメカニズムを解明の基礎的研究としてビルディングブロックの成長に着目する。GAsでは各遺伝子が世代交代を繰り返す中でビルディングブロックにより最終的に解が求められる。このビルディングブロックが不必要に急速に成長してしまうのが初期収束であり大局的な解とは別のビルディングブロックが形成されてしまうと局所的な解に陥ってしまうこととなる。すなわちDGAsにおいてはこのビルディングブロックの成長が急速に成長することなくかつ大局的な解に向かって正しく成長しているものと考えられる。本研究においてはそのビルディングブロックの成長を簡単な数値計算例を通じて検討することとする。

### 2. 分散遺伝的アルゴリズム

DGAsでは分割された母集団内で独立した世代交代が進み適切な世代間隔あるいはランダムな世代間隔である数の個体が別の母集団に移る。これが移住である。この移住方法については様々な方法が考えられるが、本研究における移住では移住サイクル毎に各島の遺伝子が異なった島に移住する方式を採用する。ここでは全体の島をランダムに順

序付け全体としての複数の島からの移住は生じないようにしている。

移住においては島の個体数に移住率を乗じた数の個体をランダムに選択し、一定の世代交代後に同期をとって移住させる方式としている。すなわち、移住においてはエリート個体を考慮しない。

一方、各島でのGAsにおいてはエリート個体は必ず次世代に残す。すなわち、サブ母集団での各個体の適合度を計算し、もっとも適合度が低い個体を前世代のエリート個体と入れ換える。その後、同じ数の個体群を別の島から受け取る。その後、交差、突然変異、およびルーレット方式による淘汰を行う。アルゴリズムの流れをFig. 1に示す。

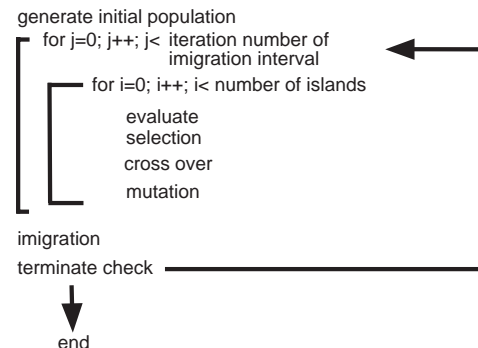


Fig. 1: Flow chart of distributed genetic algorithm

島モデルによるDGAsでは通常のGAsよりも更に移住サイクルや移住する遺伝子数といった変数が必要となる。しかしながら移住を行うことが重要でこれらの変数はある程度の値の範囲内であれば解に影響しないことが明らかとなっている<sup>(4)</sup>。

### 3. 分散遺伝的アルゴリズムによる解の高品質化

前章で示したDGAsのアルゴリズムにより通常のSGAs(Simple GAs)よりも高品質な解が求まるメカニズムを次のような簡単な数値計算例を通じて開明する。

Fig. 2で示すような12の場所にAからZ、!や?といった記号、スペースの計32種類の文字を代入しその中から「GOOD MORNING」という文字列を探索する問題を本研究ではとり扱う。各スペースに最適な文字は他のスペースのものとは独立しているためビルディングブロックが最適解に向かって必ず成長するような問題である。各スペースを5ビットで表わし各文字に対応させる。すなわちAは00000であり00110はGを表わす。適合度は各スペースに適した文字が代入されている場合5ポイントを与える。すなわち最大適合度



Fig. 2: Example

は60であり、適合度を観察することによりビルディングブロックの成長を把握することができる。DGAsを行う際には島数Pを4、移住率を0.3、移住間隔を5、各島での移住率を0.6、突然変異率は本研究ではビルディングブロックを観察するために行わないものとした。

ビルディングブロックの様子を観察するために結果は1試行のみのものを示すが数十回行っても得られる結果は定性的に同一のものが得られた。

人口400でのSGAsの結果をFig. 3に、人口100でのSGAsの結果をFig. 4に、各島での人口100でのDGAsの結果のうち1島の結果をFig5に示す。横軸に世代数、縦軸に適合度を示している。

Fig. 3, 4からわかる通りこの問題はSGAsでは人口が100では十分ではなく400程度必要ながわがわかる。それに対してDGAsでは1島の人口が100でも最適解を見つけておりかつ必要な世代数も少ない。

次にこれまでの初期遺伝子はまったくランダムに与えていたが、初期遺伝子としてFig. 6に示すグレーのスペースは最適解のものを与えその他のスペースについてはランダム

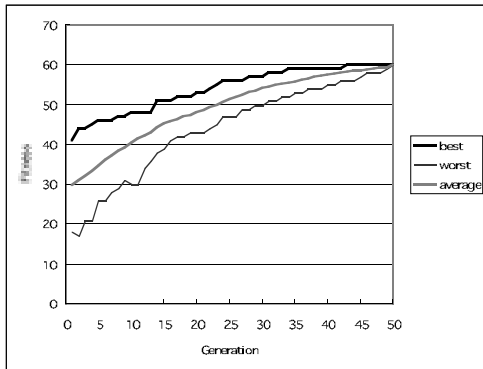


Fig. 3: SGAs (pop size=400)

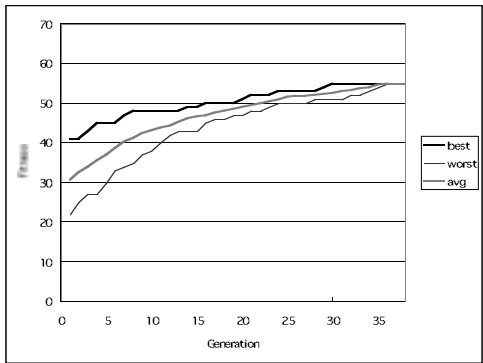


Fig. 4: SGAs (pop size=100)

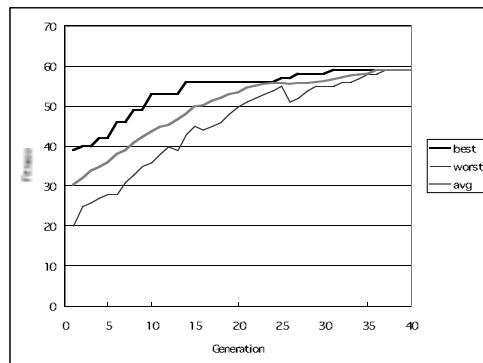


Fig. 5: DGAs (pop size=100, island num=4)



Fig. 6: Initial genes

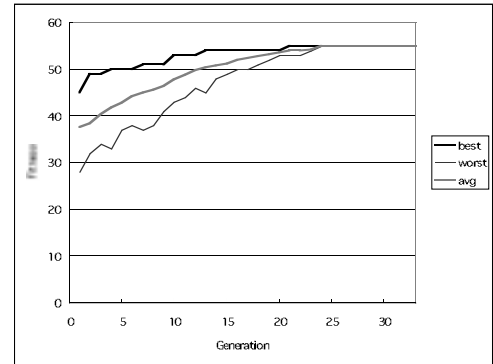


Fig. 7: SGAs (pop size=100)

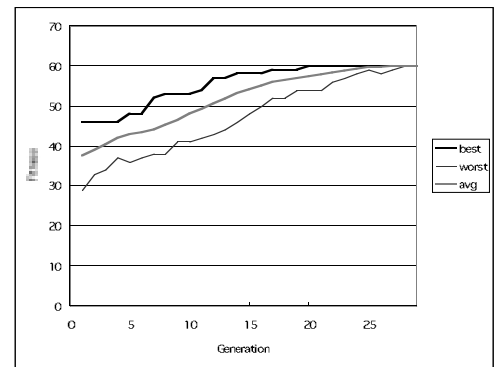


Fig. 8: DGAs (pop size=100, island num=4)

に与えることにする。人口が100の際のSGAsとDGAsの結果のうち1島の結果をそれぞれFig. 7およびFig. 8に記す。

Fig. 7ではSGAsはこの場合も最適値(60)に到達していない。一方、DGAsでは移住が行われて数世代後に確実に適合度が向上している。これにより各島でのビルディングブロックが移住することにより他の島で得られたものとともにさらにビルディングブロックを成長させ早い世代で解を得ることができるようになってきていることがわかる。

## 5. 結言

簡単な数値計算例を通じて分散遺伝的アルゴリズム(DGAs)の以下のような特徴が明らかとなった。

- [1]初期収束に陥りにくく1島での人口はSGAsに必要な人口よりも少ない人口で解を求めることができる。
- [2]そのような解の高品質化と解の収束の高速化の1要因として各島で異なった部分のビルディングブロックが進みそれが移住することで最適解に近づいていくものと考えられる。

## 参考文献

- (1)D. E. Goldberg, Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning, (1989), Addison - Wesley Publishing Company.
- (2)J. Nang and K. Matsuo, A Survey on the Parallel Genetic Algorithms, 計測と制御, 33-6, (1994), pp500.
- (3)T. C. Belding, The Distributed Genetic Algorithm Revisited, Proc. 6th International Conf. on Genetic Algorithms, (1995), 114.
- (4)三木, 廣安, 並列分散遺伝的アルゴリズムに関する研究, 機論投稿中
- (5)三木, 畠中, 並列分散GAによる計算時間の短縮と解の高品質化, 第3回最適化シンポジウム講演論文集, (1998), pp59