

# 移民交叉を用いた多プロセス並列分散 PfGA の トポロジの違いによる影響についての検討

赤平俊之<sup>†</sup> 小嶋和徳<sup>‡</sup> 伊藤慶明<sup>‡</sup> 石亀昌明<sup>‡</sup>

岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科<sup>†</sup>

## 1 はじめに

遺伝的アルゴリズム (以下 GA) は, 多点探索と反復計算により計算コストが高い. この問題を解決するための一手段として並列分散 GA が考案されているが, PC クラスタ環境で実行するにはやはり計算コストが高い. そこで本研究では計算コストが低いパラメータフリーGA (PfGA) を PC クラスタ環境で利用することを想定した並列分散 PfGA を導入し, その移住手法として移民個体を他部分集団に定住させず交叉だけに使用する移民交叉を提案した. 本稿では提案手法について, プロセス数やトポロジを変更した際の性能を進化速度や多様性の面などから検討する.

## 2 並列分散 PfGA 概要

### 2.1 並列分散 GA

並列分散 GA は処理を分散・並列化することで GA の処理時間や処理負荷を軽減する手法で, 更に集団同士で個体のやり取り (移住操作) を行うことで性能上昇にもつながる. 通常, 移民は他プロセスへの個体のコピーという形をとる. その際のプロセス同士の接続構造をトポロジといい, トポロジにより移民量や移住先が変わり, 結果にも大きな影響を与える. たとえばプロセスを輪状につなげたリングトポロジは接続数が少なく大域探索能力に優れ, 碁盤の目のようにつなげたメッシュトポロジは接続数が多く局所探索能力に優れる.

### 2.2 PfGA

初期集団数や交叉確率, 突然変異確率といったパラメータ設定を必要としない GA であり, 集団数も可変で世代ごとに集団から 2 個体を選択し遺伝的処理を行う. 選択と淘汰は親と子の 4 個体の適合度を比較して, その大小によって 4 つの場合に分けてそれぞれ以下のような処理を行う.

Case1: 両子個体が両親個体より優れている

- ・両子個体と高適合度の親個体を残し個体数+1

Case2: 両親個体が両子個体より優れている

- ・高適合度の親個体を残し個体数-1

Case3: 片方の親個体が両子個体より優れている

- ・高適合度の親個体と子個体を残す

Case4: 片方の子個体が両親個体より優れている

- ・高適合度の子個体を残し新個体作成

### 2.3 移住処理

並列分散 PfGA では 1 プロセスにつき 1 集団を置き, 集団同士で移住を行う. 移住方法は [1] を参考にし, 親個体より優れた子個体が発生した際にその子個体を移住させる. 移住先プロセスは, 集団内個体と移民個体の中から最も適合度の低い個体を削除することで集団サイズを保つ.

## 3 移民交叉

### 3.1 処理の流れ

移民を受け取ったプロセスは適合度の低い個体の削除を行わず, 移民個体を集団とは別に保存し, 次に行う交叉では必ず移民個体を使用して交叉を行う. 移民を使用した交叉 (以下 MC) を行う際, 移民個体が残るのを防ぎ個体数を維持するため, 適合度による処理内容を変更する. 移民を受け取らなかった場合は通常通りの交叉を行うため, 2 種類の交叉が存在することとなる.

### 3.2 交叉時の処理

変更後の交叉処理は以下のようなになる.

Case1: 両子個体を残し個体数+1

Case2: 処理を行わず移民ではない親個体が残る

Case3: 移民以外で最も適合度の高い個体を残す

Case4: 適合度の高い子個体を残す

## 4 実験

### 4.1 実験条件

トポロジはリングとメッシュを使用し, プロセス数は 16 と 100 とし, それ以外の実験条件を以下の表 1 に示す.

表 1: 実験条件

試行回数	: 10 回
終了条件	: 各プロセス 100 万世代
交叉方法	: 2 点順序交叉
突然変異法	: 2-opt 法
問題関数	: TSP100 都市

A Consideration of the influence by the difference in the topology of Parallel Distributed Parameter free Genetic Algorithm by using Migrant Crossover

<sup>†</sup>AKAHIRA Toshiyuki

<sup>‡</sup>KOJIMA Kazunori

<sup>‡</sup>ITO Yoshiaki

<sup>‡</sup>ISHIGAME Masaaki

Graduate School of Software and Information Science, Iwate Prefectural University (<sup>†</sup>)

多様性  $D$  は各プロセス内の最大適合度個体の遺伝子配列を比較し以下の式で算出した。

$$D = \frac{\sum_{k=1}^L \sum_{j=1}^P \sum_{i=j+1}^P C(g_k^i, g_k^j)}{((P * (P - 1))2) * L}$$

$$C(g_k^i, g_k^j) = \begin{cases} 1: g_k^i \neq g_k^j \\ 0: g_k^i = g_k^j \end{cases}$$

$g$ : 遺伝子  $k$ : 遺伝子座  $L$ : 染色体長  $P$ : プロセス数

#### 4.2 実験結果

10 回の試行での最良解平均を表 2 および図 1, 図 2 に, 16 プロセスの多様性平均を図 3 に示す。

表 2: 実験結果

プロセス数 16			
リング	0.9609	リング_MC	0.9823
メッシュ	0.9654	メッシュ_MC	0.9758
プロセス数 100			
リング	0.9901	リング_MC	0.9953
メッシュ	0.9801	メッシュ_MC	0.9961

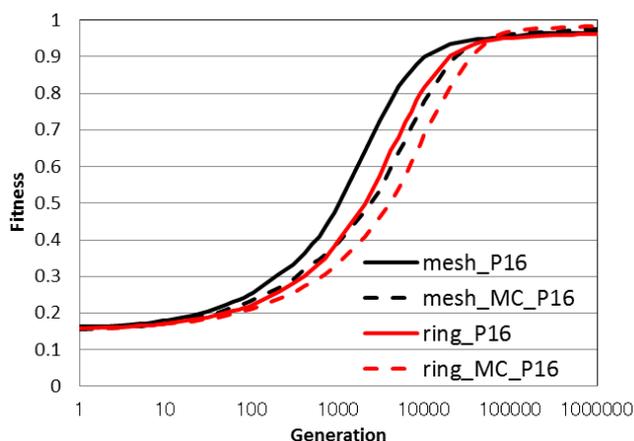


図 1: プロセス数 16 適合度比較

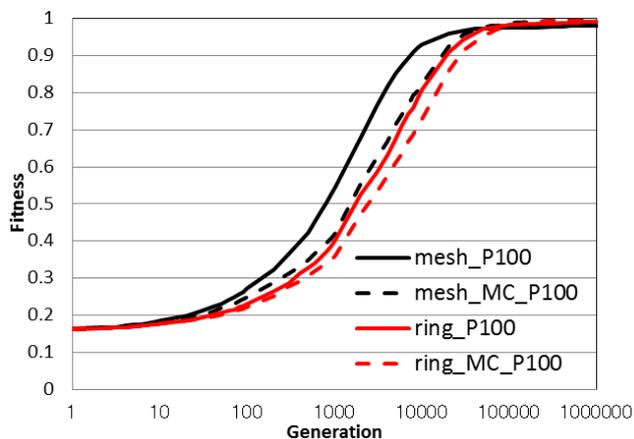


図 2: プロセス数 100 適合度比較

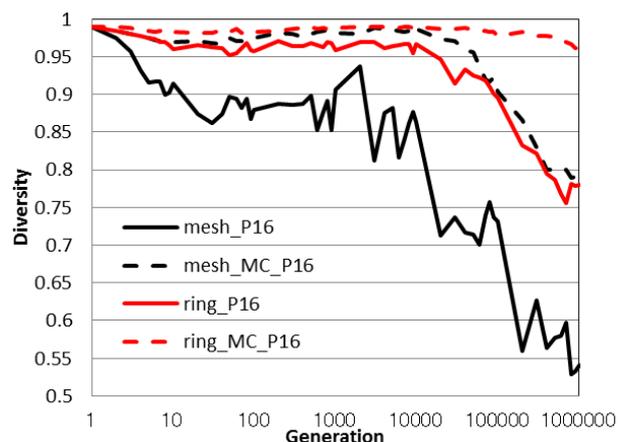


図 3: プロセス数 16 多様性比較

メッシュトポロジの特徴として, 移民量が多く多様性が低下しやすい代わりに進化速度が速いことが挙げられる. プロセス数を増加させることでより局所探索能力が高まるが, そのままでは局所解に陥りやすい. そのため, 移民を制限し多様性を維持する MC の導入で安定した解を出すことが可能になっている.

リングトポロジの特徴として, メッシュトポロジとは逆に移民量が少ないため多様性が高い半面, 進化速度はあまり速くない. MC を導入したメッシュトポロジと非常に近い性能を持つ. MC の導入により進化速度は更に遅くなるが, 多様性向上に成功しており適合度も向上している.

MC の導入による変化として Case4 の発生率が上昇しており, メッシュでは約 2.5 倍, リングでは約 1.5 倍となっている. 優秀な移民個体がコピーされず各プロセスで進化を行うためであり, これが多様性上昇につながっている. また MC では Case3 が約 40%, Case4 が約 3%発生しており, Case3 中で移民ではない子個体が残る確率が約 90%となっている. そのため, 移民の優秀な遺伝子を拡散させることは十分にできていると考えられる.

#### 5 まとめ

本稿では並列分散 PFGA に対し移民個体を交叉のみを使用する移民交叉を導入し, トポロジやプロセス数の変更による結果の変化と移民交叉の性能についての検討を行った. 適合度と多様性の上昇および Case4 の発生数の増加などから, 移民交叉が効果を上げていることを確認した.

#### 参考文献

[1]木津左千夫, 澤井秀文, 足立進: 可変な局所集団の適応的探索を用いたパラメータフリー遺伝的アルゴリズムとその並列分散処理への拡張, 信学論(D-II), vol.j82-D-II, no.3, pp.512-521, March 1999.