

F-002

並列分散遺伝的アルゴリズムにおける多層リング型トポロジのパラメータについての考察  
 Consideration about Parameters of Multi Layer Ring Topology on Parallel Distributed Genetic Algorithm

今 康德† 菊池 雅彦†† 小嶋 和徳‡ 石亀 昌明‡ 伊藤 慶明‡  
 KON Yasunori KIKUCHI Masahiko KOJIMA Kazunori ISHIGAME Masaaki ITO Yoshiaki

1. はじめに

遺伝的アルゴリズム[1]の並列分散処理[2]において、各部分集団の接続構造(トポロジ)は効率的な移民を行う上で重要な要素となる。本研究では以前、並列分散遺伝的アルゴリズムの新たなトポロジとして局所探索と大域探索の両面を考慮する事で探索性能を高めた多層リング型トポロジを提案し、巡回セールスマン問題(以下 TSP)30 都市において期待通りの効果が得られることを示した[3]。それを踏まえ、本稿では問題の規模を 51 都市、101 都市に拡大し従来トポロジとの比較を行い、提案トポロジの有効性を検証する。

2. 多層リング型トポロジ

効率的な移民を行えるトポロジとして本研究では多層リング型トポロジ(以下 MLR)を用いる。このトポロジは、部分集団を輪状に接続したリング型トポロジを何層かに分け、中心の部分集団を囲むように配置したものである。外円から内円に向け一方通行の移民を行い、中央に優良個体を集めるような動作をさせる。これによって外円と内円の間で適合度差を生じさせ、外円では大域探索を、内円では集まった優良個体での局所探索の役割を持たせる。

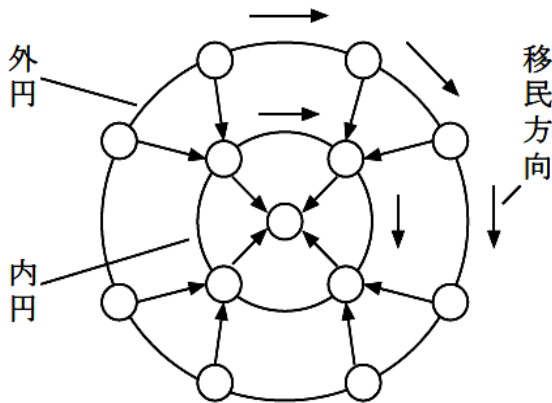


図1 多層リング型トポロジ(MLR)

過去の研究で、TSP30 都市問題において、MLR の探索性が有効であることを示した[3]。しかし、この MLR の特徴が規模を増大した問題においても有効かどうかは未知数である。そこで、適用問題を TSPLIB[4]で公開されている都市 51 の eil51, 都市数 101 の eil101 を追加し、規模を拡大しての実験を行う。

† 岩手県立大学ソフトウェア情報学研究科, Iwate Prefectural University Software informatics research course

†† 大井電気株式会社, Oi Electric Co.,Ltd.

‡ 岩手県立大学, Iwate Prefectural University

UNIX ワークステーション Sun Microsystems Sun Blade 150 36 台を実験環境とし、部分集団数 36, 部分集団サイズ 8, 世代交代数 200,000, 選択はトーナメント選択, 交叉確率 80%の順序交叉, 突然変異率 30%を基本とし, MLR の場合は外円のみをルーレット選択, 交叉率を中心 30%, 内円 50%, 外円 80%, 突然変異率を中心 100%, 内円 60%, 外円 30%とする。メッシュの構造は 6×6, MLR の構造は内側から 1:5:10:20 の 4 層構造である。移民はエリート更新時にエリート 1 個体を移民[5]することを基本とし, リング型は隣接する島一つへの一方向移民, メッシュ型は隣接する島全てへの双方向移民を行う。MLR は隣接する島一つへの一方向のランダム移民及び内側の島への一方向のエリート移民を行う。さらに MLR の初期探索速度の向上を図る為に、第三層でエリート移民を行うと共に、層の中央から外側の層への移民を導入する(図 2)。外円(第三層)にエリート移民を導入することはエリート個体の伝播速度を高める効果がある。加えて、それ以外の層でランダム移民を行うことで多様性維持の効果を残すことを期待している。また、層の中央から外円への移民は、エリート個体の伝播速度をより速めると共に、内円で得られた優良解を外円へ移民することで、外円の進化の機会を増やし、集団全体の解探索を底上げすることを目的としている。

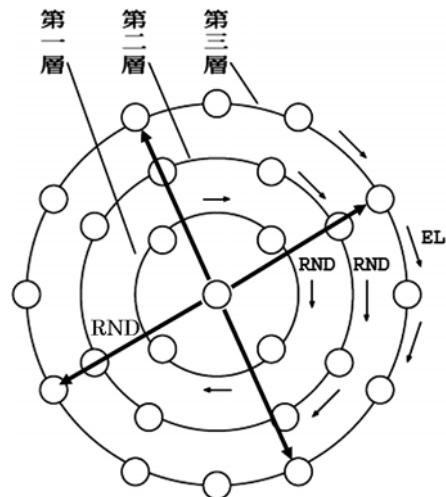


図 2 部分的エリート移民と中央から最外層への移民

3. 実験, 考察

上記を踏まえた上で実験を行う。適用問題は TSP30 都市, 51 都市, 101 都市問題。使用するトポロジは、リング、メッシュに加え、中央から外側への移民を導入した MLRio と、中央移民に加え第三層での部分的エリート移民を導入した MLRio EL3 を用いる。

各問題での進化推移を図 3, 4, 5 に示す。

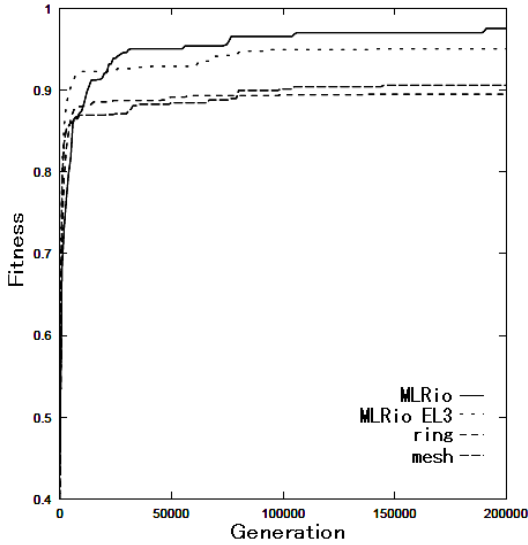


図3 30都市進化推移

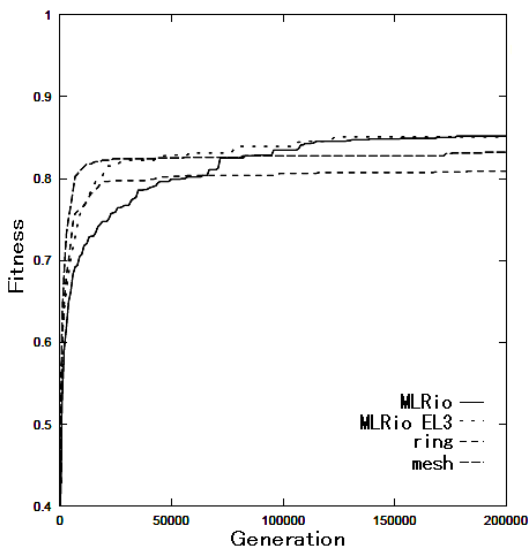


図4 51都市進化推移

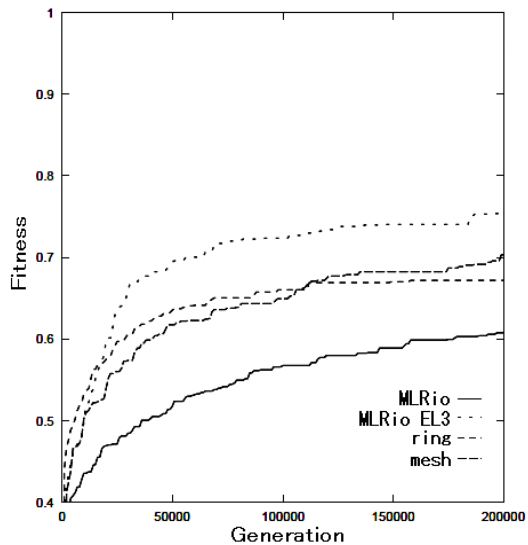


図5 101都市進化推移

実験結果を比較すると、30都市においては MLRio, MLRio EL3 が他のトポロジよりも初期探索が速く、かつ探索後半においても優位を示すことに成功している。また、初期探索においては MLRio EL3 が、探索後半では MLRio が高い適合度を示していることから、それぞれの探索特徴が反映された結果であると言える。

一方、51都市においては、初期探索では若干メッシュに遅れを取っているが、MLRio EL3 は探索前半において、MLRio は探索中盤から適合度で上回り、そのまま探索後半においても優位を保ったまま終わっている。また、この世代数では探索後半での二つの適合度の差に大きな差は現れなかった。

更に問題規模が増した 101 都市問題では、初期探索速度の差が更に大きくなった。MLRio はリング、メッシュに比べ初期探索で大きく差をつけられ、51 都市のように探索中に上回ることもないまま探索を終了した。その一方で、MLRio EL3 は初期探索で両者を上回り、その上で最終的な適合度でも優位を保つことに成功している。その背景には、部分的なエリート移民の導入によるエリート個体の伝播が促進された事に加え、同時に中央からの移民も行われることで、送られてきた優良解が外層に素早く行き渡り、また、それが内側への移民にも繋がることで精度の高い初期探索が行えたのではないかと考えられる。

#### 4. まとめ

今回の実験により MLR は、部分的エリート移民、および中央からの移民の導入により、初期探索速度の向上を図りながら、問題の規模が増しても探索後半における優位を保てることを示した。適用問題の規模や傾向によってこれらのパラメータ設定の影響がどうなるかを引き続き調査することで、この手法の更なる有効性が確立できることが期待できる。また、今回は 200,000 世代での実験を行ったがこれを 500,000 世代、1,000,000 世代と増やした場合にも探索後半での優位が変わらず保てるのかも気になるところである。

今後の課題としては、現在 1 : 5 : 10 : 20 の 4 層となっている MLR の配置構造の有用性、妥当性についての検討が考えられる。また、リング型以外のトポロジにおいても、MLR のような局所探索、大域探索、またそれ以外を狙ったトポロジ構造を行う余地があり、それらと比較しての MLR の妥当性の検証もまた有益な研究になると考えられる。

#### 参考文献

- [1]坂和正敏, 田中雅博, “遺伝的アルゴリズム”, 朝倉書店(1995).
- [2]E.Cantú-Paz, Efficient And Accurate Parallel Genetic Algorithms, Kluwer Academic Publishers(2000).
- [3]菊池雅彦, 小嶋和徳, 伊藤慶明, 石亀昌明, “並列分散遺伝的アルゴリズムにおける多層リング型トポロジの探索性についての考察”, 情報処理学会第 71 回 MPS 研究会, 2008-MPS-71(1), pp.1-4 (2008).
- [4]University of Heidelberg, Department of Computer Science, Traversing Salesman Problem, <http://www.iwr.uni-heid,elberg.de/groups/comopt/software/TSPLIB95>.
- [5]菊池雅彦, 塩田恵美, 小嶋和徳, 伊藤慶明, 石亀昌明, エリート更新時移民による非同期分散遺伝的アルゴリズム, 電気関係学会東北支部連合大会, 1E12, p.169(2006).