

5 V - 0 3 2 段階型 GA と階層分散型 GA の最適配線経路選定問題への応用

馬 火玄* 謝 孟春** 飯田 一弘* 西野 順二* 小高 知宏* 小倉 久和*

*福井大学工学部 **福井工業高等専門学校

1 はじめに

最適配線経路選定問題は、数本のケーブル布設において、トレイの占積率を満たす拘束条件でそれぞれの発線地から対応する着線地までの経路を選定する配線最短長の最適化問題である。本研究では実際の問題をトレイネットワークでモデル化し、各ノード間ごとに最短、準最短などのいくつかの優秀な経路を求め、それらの組合せ最適化をすることを目的とする。2段階型 GA と階層分散型 GA の2タイプの遺伝的アルゴリズムをこの問題へ適用し、ノード間の関連に対応するコーディング方法として、ブロック交叉とブロック突然変異の手法を提案する。

2 最適配線経路選定問題モデル

トレイネットワーク T は K 個のトレイ $t_i (1 \leq i \leq K)$ によるグラフである。トレイの両端で他のトレイと接続する。この接続点をノードと呼び、各ノードにはいくつかのトレイが接続できる。図1はトレイネットワークモデルであり、ノードの数値はノードの番号で、トレイの接続点を表し、ノード間の数値はノード間の距離で、トレイの長さを表す。最適配線経路選定問題はこのトレイネットワーク T 上に M 本のケーブルを配置することである。すなわち、それぞれのスタートノードからゴールノードまでトレイの占積率に当たる隣接ノード間に許す経路本数の拘束条件でどのような経路に選んですべての経路長の和が最短にできることである。トレイの占積率はトレイに格納できるケーブルの本数に関するパラメータである。本モデルでは各ノードには4つのトレイが接続とした。

3 遺伝的アルゴリズム

最適配線経路選定問題を二つの問題に分割して考える。すなわち各ノード間に最短、準最短などのいくつかの優秀な経路を求めると、各ノード間の経路の組合せ最適化をすることである。それぞれに対する GA 1 と

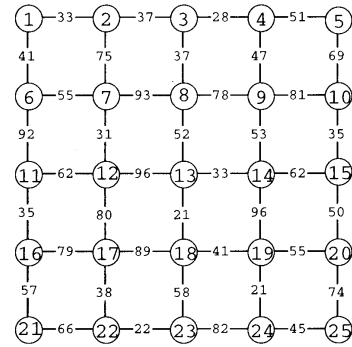


図 1: グラフの例

GA 2 の2種類を適用する。GA 1 と GA 2 の組合せ方によって2段階型 GA と階層分散型 GA の2タイプを構成し、比較検討する。

3.1 2 段階型 GA

2段階型 GA では、1段階目の GA1 で各ノードペアに対して優秀な経路を終了世代まで繰り返して求める。GA 1 の実行終了後、求めた優秀な経路に対して拘束条件で経路の組合せ最適化の2段階目の GA 2 を行う。図2は2段階型 GA の流れである。GA 1 ではノードペアに対する初期コドン集団を生成し、ブロック交叉とブロック突然変異の遺伝操作で優秀な経路を求める。GA 2 では経路候補集合に基づいて染色体集団を生成し、遺伝操作を行って、染色体を評価して、最良の個体を求める。

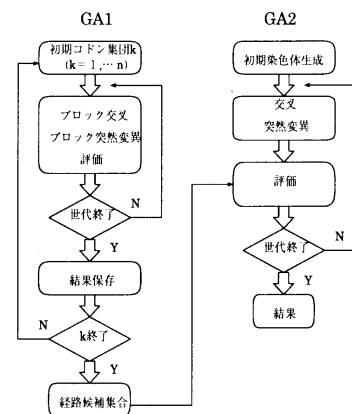


図 2: 2 段階型 GA

Two stages GA and hierarchical distributed GA applied to optimization of cable routing problem

Xuan Ma* Mengchun Xie** Kazuhiro Iida* Junji Nishino* Tomohiro Odaka* Hisakazu Ogura*

*Faculty of Engineering, Fukui University

**Fukui National College of Technology

3.2 階層分散型 GA

階層分散型 GA では、毎回の探索世代で、優秀な経路を求める 1 階層目 GA1 と経路の組合せ最適化をする GA 2 の両方を行う。図 3 は階層分散型 GA の流れである。まず、GA 1 に対応する各ノードペアに対する初期コドン集団生成し、GA 2 に対応する染色体集団を生成する。それから、それぞれに対して同じ世代に GA 1 と GA 2 を行って終了世代まで繰り返す。GA 1 と GA 2 の遺伝操作は 2 段階型 GA での遺伝操作と同じにする。

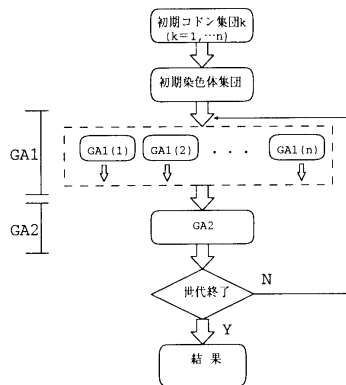


図 3: 階層分散型 GA

3.3 ブロック交叉

- **ブロック生成**
親ペアに対してブロック長をランダムに決めてブロック 1 とする。ブロック 2 はブロック 1 の最後のノード値によって相手に接続できるノードからのコドンを探しブロック 2 とする。
- **ブロック交叉**
親 1 のブロック 1 と親 2 のブロック 2 とを接続して、子 1 を生成する。親 2 のブロック 1 と親 1 のブロック 2 とを接続して、子 2 を生成する。

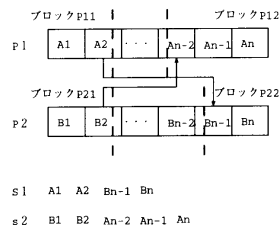


図 4: ブロック交叉

3.4 ブロック突然変異

- ランダムでコドンの 1 節点を選んで、a とする。コドンの a 以降の節点の集合は、B とする。

- a からランダムで B の節点のどれかに到着するまで探索して mutation コドン (mccodon) とする。

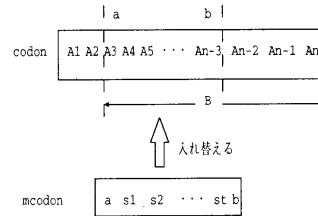


図 5: ブロック突然変異

4 シミュレーション

図 1 のグラフの 20 個ノードペア間の最適配線経路選定にノード間で許される経路本数の拘束条件を S とし、2 段階型 GA と階層分散型 GA の 2 タイプの GA を適用した。シミュレーション結果によって S が厳しく

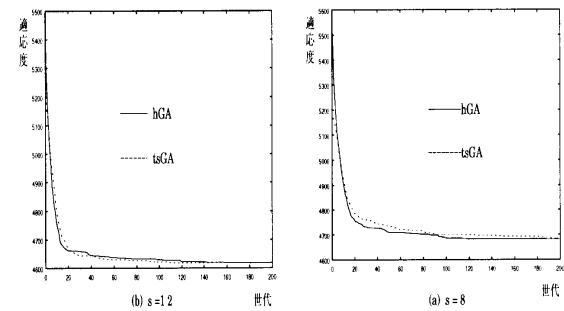


図 6: エリートの世代変化

なると、階層分散型 GA の方が良くなった。これは、2 段階型 GA ではノードペア間のいくつかの優秀な経路を求めことと経路の組合せ最適化をすることは分離しているが、階層分散型 GA では同じ探索世代に経路を求め、経路の組合せ最適化を行ったためである。

5 おわりに

2 段階型 GA と階層分散型 GA を最適配線経路選定問題へ適用した。提案したブロック交叉とブロック突然変異の手法はノード間の関連をもつコーディングと可変長染色体の GA に適用できる。今後の課題として、大規模問題に提案した GA と手法を適用することを検討する。

参考文献

- [1] 馬 火玄, 飯田 一弘, 西野 順二, 小高 知宏, 小倉 久和: 最適配線経路選定問題への遺伝的アルゴリズムの応用, 平成 11 年度電気関係学会北陸支部連合大会, F-82, 1999.10