

# 7 K - 0 4 Dijkstra 法を用いた最適配線経路選定 GA の致死遺伝子の減少

馬 火玄\* 西野 順二\*\* 小高 知宏\*\* 小倉 久和\*\*

\*福井大学工学研究科 \*\*福井大学工学部

## 1 はじめに

最適配線経路選定問題は、多数本のケーブルを敷設するに際し、トレイの許容容量以内という拘束条件下で、それぞれの発線地から対応する着線地までのケーブルの経路を最短に選定する。最適配線経路選定 GA では染色体は進化によってより効率的な解に対応する染色体に変化していく。この変化中、いくつかのトレイで制限を越えるものも生成する。これに対応する染色体を致死遺伝子と呼ぶ。このような致死遺伝子が多数発生すると GA の進化性能が悪化する。われわれは致死遺伝子を利用して GA の進化性能を改善する提案 [1] をしたが、本研究では Dijkstra 法 [2] を最適配線経路選定 GA に取り入れることによって、致死遺伝子を減少させる手法を提案する。予備的な実験結果によれば、本手法では致死遺伝子の数が大きく減少し、GA の進化を促進することを確認した。

## 2 最適配線経路選定問題

対象の最適配線経路選定問題を、簡単に定式化する。

ある連結無向離散グラフ  $G = (V, E)$ 、 $V$  はノードの集合、 $E$  は無向辺の集合を表す。 $G$  におけるケーブルの  $n$  本の経路の集合 ( $k$  本目の経路  $T_k$  は始点ノード  $a_k$  から終点ノード  $b_k$  までの経路)、すべてのケーブルの配線案を  $P = \{(ak, bk, Tk) \mid k = 1, \dots, n\}$  とする。経路  $T_k$  のコスト  $C(T_k)$  は、その経路を構成する辺のコストの和

$$C(T_k) = \sum_{e \in T_k} C(e) \quad (1)$$

である。 $S$  を  $G$  における拘束条件として、最適配線経路選定問題は、 $G$  において、 $P$  が  $S$  を満足する条件の下で、 $P$  の総コスト

$$F(P) = \sum_k C(T_k) \quad (2)$$

Reducing the lethal gene by applying Dijkstra method to the GA of the optimization of cable routing problem  
Xuan Ma\* Junji Nishino\*\* Tomohiro Odaka \*\* Hisakazu Ogura\*\*

\*Graduate School of Engineering, Fukui University

\*\*Faculty of Engineering, Fukui University

$$\begin{cases} \min F(P) \\ P \text{ satisfies the constraint } S \end{cases} \quad (3)$$

を決定することである。拘束条件  $S$  は、辺  $e \in E$  に対し  $e$  の容量を  $B_e$ 、配線案  $P$  において辺  $e$  を通る経路本数を  $b(e)$  として、

$$b(e) \leq B_e \text{ for any } e \in E \quad (4)$$

である。

## 3 Dijkstra 法を用いた最適配線経路選定 GA

我々が提案した最適配線経路選定 GA は二階層構造のストリングに対してそれぞれの GA から構成される。そのそれぞれの GA を第 1 階層 GA、第 2 階層 GA と呼ぶ。第 1 階層 GA では、それぞれのケーブルについていくつかの最短あるいは準最短経路を求める。第 2 階層 GA では、すべてのケーブルの最短あるいは近似的最短 (準最短) 経路の最適な組み合わせを求める。染色体のコーディングは各ケーブルの経路と経路の組み合わせによる全経路選定の表現を統合するため二階層の構造とし、それぞれの階層に対応する GA を行なう。

最適配線経路選定問題は配線経路に制約がない場合は、個々のケーブルの最適経路を Dijkstra 法で求めればよい。離散グラフ探索の Dijkstra 法は最短経路問題の経路探索法として応用した多くの手法が提案され、主流となっている。Dijkstra 法は出発点から終点までの最短経路が存在すればそれを必ず求めることができる。拘束条件を有する場合は Dijkstra 法を単純に適用するだけでは最適解は得られないことがある。GA を適用するとき、多くのケーブルが同じトレイを通る。このようなケーブルが多すぎ、制限を越えたトレイをボトルネックと呼ぶ。対応する染色体は致死遺伝子となる。

本研究ではボトルネックを解消するために Dijkstra 法を取り入れる。最適配線経路選定 GA においてボトルネックが発生するとき、その部分について、Dijkstra 法でボトルネックを避ける経路を求める。求めた経路でもと

の染色体の対応する経路を入れ替える。図1は Dijkstra 法を導入した最適配線経路選定 GA(GA-Dijk) の流れである。

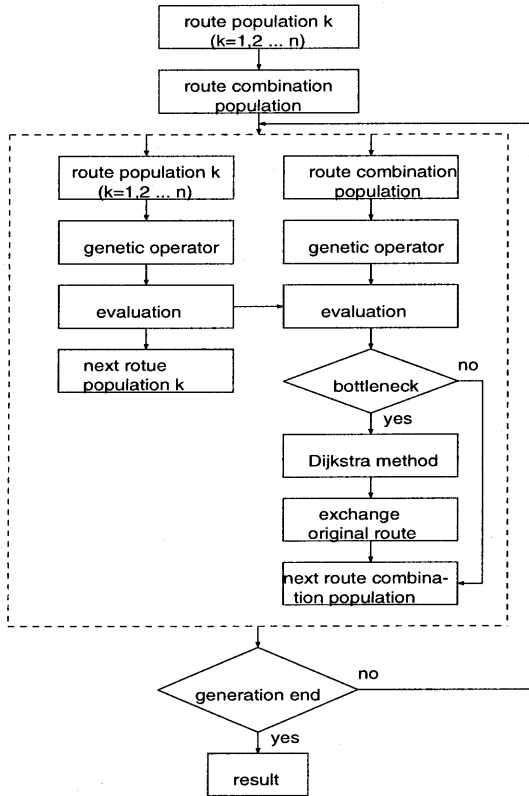


図1: Dijkstra 法を用いた GA

以下は最適配線経路選定 GA に Dijkstra 法を導入するポイントである。 $q$  はボトルネックを通るケーブルの本数とし、 $b$  はボトルネックとする。

- ボトルネックの数と発生した場所、ボトルネックを通るケーブルを調べる。
- $m(m = q - b)$  本のケーブルをランダムに選ぶ。
- Dijkstra 法で選んだケーブルの経路を求める。
- 求めた経路で元の経路を入れ替える。

#### 4 シミュレーション

ノード数が 49、辺の数が 84 のトレイグラフに対してケーブル数を 60 本とした。ケーブルの経路数を 20 とした。拘束条件は隣接ノード間の辺を経由するケーブル本数が全体の 30 パーセントすなわち 18 本を越えることを許さないこととした。

Dijkstra 法を用いた GA と致死遺伝子を利用する GA をそれぞれ試行して致死遺伝子の数を図2に示す。図2により、Dijkstra 法を用いた GA では致死遺伝子の数を

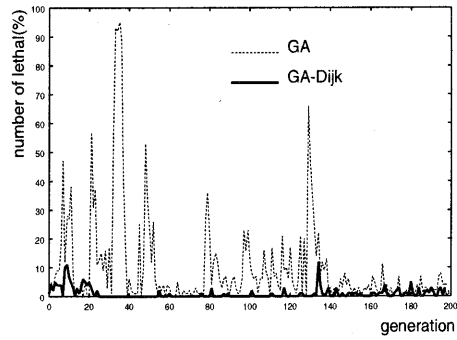


図2: 致死遺伝子の減少

大きく減少することがわかる。Dijkstra 法を用いた GA の進化性能は致死遺伝子を利用する GA との比較を図3に示す。

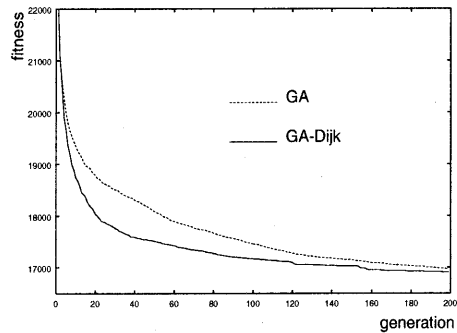


図3: GA の進化性能

進化の初期、Dijkstra 法で優れた経路を求めたため、GA の進化を大きく促進した。致死遺伝子が大きく減少したため、GA の進化性能も改善することができる。

#### 5 おわりに

Dijkstra 法を導入した最適配線経路選定 GA はボトルネックを解消して致死遺伝子の数を減少するのに効果があることがわかった。GA 探索には確定的な方法ではなく確率な操作という特徴がある。GA の探索中その欠点を補うために確定的な探索方法を GA に導入することで、GA の進化性能を促進することができる可能性が高まる。

#### 参考文献

[1] 馬 火玄, 謝 孟春, 西野 順二, 小高 知宏, 小倉 久和: 致死遺伝子を利用する最適配線経路選定 GA, 平成 12 年度電気関係学会北陸支部連合大会講演論文集, F-133, 2000.9

[2] A.V. エイホ, J.E. ホップクロフト 著 大野義夫訳 “データ構造とアルゴリズム” 培風館 (1996)