

福岡工業大学 機関リポジトリ

FITREPO

Title	遺伝的アルゴリズムによるネットワーク接続の最適化
Author(s)	加藤 友彦
Citation	福岡工業大学研究論集 第41巻第1号 P7-P10
Issue Date	2008-9
URI	http://hdl.handle.net/11478/968
Right	
Type	Departmental Bulletin Paper
Textversion	Publisher

Fukuoka Institute of Technology

遺伝的アルゴリズムによるネットワーク接続の最適化

川 添 勇 気 (電子情報工学科)
加 藤 友 彦 (電子情報工学科)

Optimization of Network Connections by Genetic Algorithm

Yuhki KAWAZOE (Department of Information Electronics)

Tomohiko KATO (Department of Information Electronics)

Abstract

The optimum connection of networks under a certain conditions is investigated by using the genetic algorithm. The condition employed by Hiroyasu and Suzuki in an analysis of a complex network is to minimize the average distance of the shortest path between every two nodes, by fixing the number of all links. However this condition does not guarantee the minimum cost. Instead we propose alternative conditions to minimize the following two factors: (1) construction cost of links; (2) average distance of the shortest path between every two nodes. In obtaining the shortest path we use the method proposed by Dijkstra. Optimization is performed for the case of 50 nodes, which are randomly located in some closed area, by changing the weighting factor between the above two conditions. As a result, the relation of the average distance versus the construction cost is obtained. Such computations are performed within three hours by using a conventional personal computer.

Keywords: *network connection, optimization, genetic algorithm, method of Dijkstra*

1. はじめに

ブロードバンドによる接続の普及により、インターネットの利用者はどんどん増えている。それによって大きくなるネットワークを安価で安定したサービスを受けられるように接続したい。

そこで、ネットワークの経路長やコストなどの特性量に注目し、複数の条件のもとで最適化したネットワークを作成する。最適化には、遺伝的アルゴリズムを用いる。

廣安・鈴木¹⁾の行った遺伝的アルゴリズムによる複雑ネットワークの解析では、「リンクの本数を固定し、

各ノード間の最短距離を短くする」という条件で最適化している。しかし、必ずしもリンク数を固定することでコストが少なくなるわけではない。そこで、ここでは「ネットワークの設置コストを少なくし、各ノード間の最短距離を短くする」という条件で最適化する。そうすることによって、リンクの本数も最適な数になるのではないかと考えられる。

2. 遺伝的アルゴリズム

遺伝的アルゴリズムとは、生物の進化をモデル化したもので、解の候補を表す遺伝子を多数用意し、再生、交叉、突然変異などの遺伝子操作を繰り返し、解を得る確率的な探索法の一つである²⁾。遺伝的アルゴリズムの基本動作のフローチャートを図1に示す。

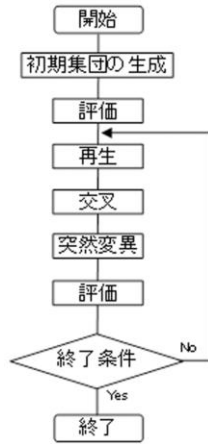
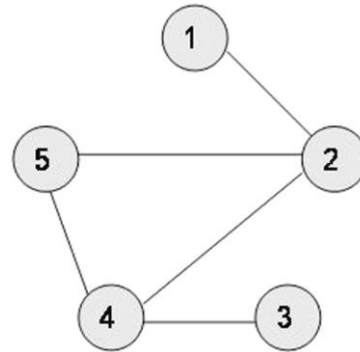


図1 基本的な遺伝的アルゴリズムのフローチャート

2.1 遺伝子の作り方

遺伝的アルゴリズムによるネットワークの最適化を行うには、まず各ノードとリンクの関係を遺伝子にコーディングする必要がある。ここでは、各ノード間で、つながっていれば1、つながっていなければ0とし、各ノード間のリンクの関係表を作成する。それを一列に並べ {0,1} のビットからなる遺伝子を作りネットワークを表現する。ノード数を n とすると、2つのノードの組み合わせは $n(n-1)/2$ 通りあるので、この方法では遺伝子長は $n(n-1)/2$ となる。コーディングの例を図2に示す。



	1	2	3	4	5	
1	-	1	0	0	0	a
2		-	0	1	1	b
3			-	1	0	c
4				-	1	d
5					-	

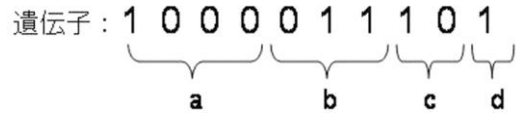


図2 遺伝子の作り方

2.2 再生手法

再生は非線形ランキング選択とエリート保存選択を適用した。非線形ランキング選択とは、ランキングが i 番目の個体 s_i を選択確率

$$p_i = c \cdot (1-c)^{i-1}$$

により再生する方法である。エリート保存選択とは、個体群の中で最も適合度の高い個体を無条件に次世代に残す方法である。

2.3 交叉手法

交叉は一点交叉を適用した。これは、親1、親2の交叉点“|”を一つランダムに決め、親1、親2の右側の部分文字列を入れ替えて生成されたものを子1、子2とする方法である。

親1 : 1100 | 1000 子1 : 11000010

親2 : 0101 | 0010 子2 : 01011000

2.4 突然変異手法

突然変異は反転を適用した。これは、ある確率で0を1、1を0にする方法である。

2.5 評価

(1) 各ノード間の最短距離の平均を短くする。

より少ない移動距離で到達できるようなリンクの張り方を考慮する。平均最短距離を出すための手法としてダイクストラ (Dijkstra) 法³⁾を用いた。そこで出た値を *Distance* とする。

(2) ネットワークの設置コストを少なくする。

すなわち、各リンクの距離に比例したリンクコストを設定し、この総計を *cost* とする。

$$cost = \sum_{i=0}^N Gene[i] \cdot LinkCost[i]$$

$Gene[i]$: 遺伝子の i 番目の座の値 (0,1)

$LinkCost[i]$: i 番目のリンクにかかるコスト

$$N = n(n-1)/2$$

上記(1), (2)の条件一方をどの程度重視するかを反映するために, “重み” 因子を導入し, 下記のように評価関数を定義する。

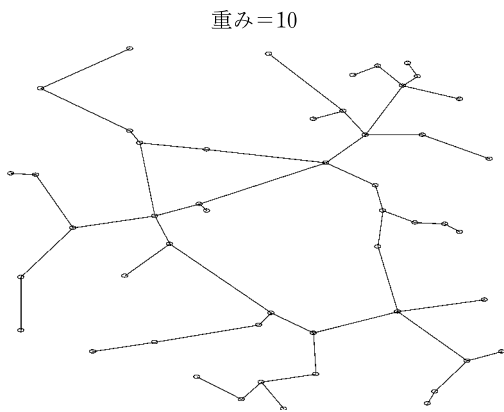
$$value = Distance \times 重み + cost$$

2.6 終了判定

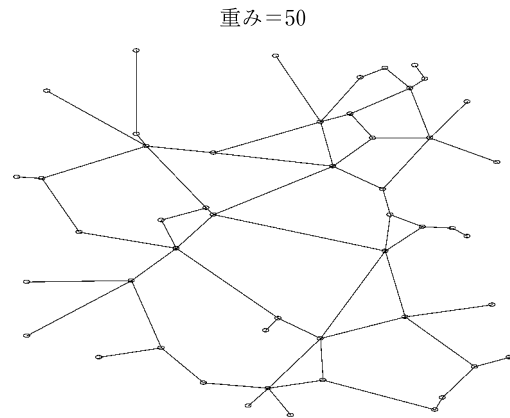
終了条件は「世代数が規定の回数に達する」もしくは「最適値が規定の回数にわたって同一」とする。ここでは, 最大世代を200,000世代, 最適値同一の回数を10,000回とした。

3. 結果

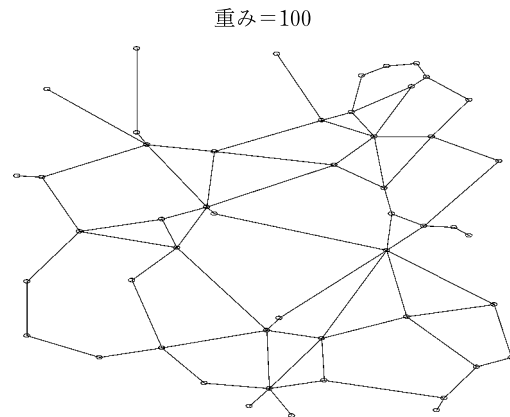
ノード数50でシミュレーションを行った。ノードは縦200, 横 $200\sqrt{2}$ の範囲でランダムに配置した。重みを変えコスト重視から最短経路重視へと変化させていった。時間は一つのネットワークにつき約300分を要した。以下にその結果のネットワークを示す。



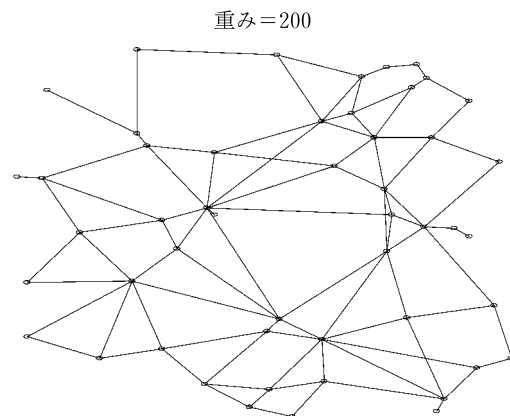
重みを小さな値にしたのでコスト重視のリンクの少ないネットワークが出来た。



重みの値を少し増やし最短経路の重要度を上げた。



また重みを増やし最短経路重視のネットワークが出来た。



さらに重みを増やし最短経路重視のリンクの多いネットワークが出来た。

表1に重みの変化に伴う結果の変化を、図3に重みの変化に伴う平均最短経路と設置コストの関係を示す。

重み	平均最短経路	設置コスト	リンク数
10	88.76	722	51
50	77.34	1031	64
100	73.84	1254	75
200	70.76	1669	91

表1 重みの変化に伴う結果の変化

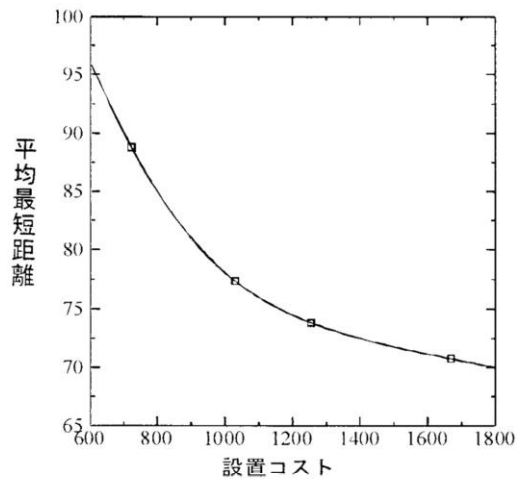


図3 平均最短経路と設置コストの関係

4. 結論

コストや経路長を考慮したネットワークを作ることが出来た。

しかし、ノードの数を徐々に増やしていきながらシミュレーションしたところ、ノード数が50を超えてくると計算量や探索範囲が飛躍的に大きくなり、満足な結果までたどり着くことが出来なかった。

今後の課題は、今回ネットワークを遺伝子にコーディングするときにリンクに着目したが、ノードや他の視点から着目したコーディングを検討することである。

参考文献

- 1) 廣安知之 鈴木泰博, 遺伝的アルゴリズムによる複雑ネットワークの解析,
www.is.doshisha.ac.jp/~tomo/paper/2005/hiroyasu_network.pdf
- 2) 坂和正敏 田中雅博 著, 日本ファジィ学会編「ソフトコンピューティングシリーズ」遺伝的アルゴリズム, 朝倉書店, pp.1-31, 1995.
- 3) 茨木俊秀 著, 岩波講座応用数学 [方法8] 離散最適化とアルゴリズム, 岩波書店, pp.42-46, 1993.