

遺伝的アルゴリズムを用いた2目的ネットワークの 準パレート最適解の導出方法の新提案

Proposal Method for Obtaining Quasi-Pareto Solution of Bi-Objective Network by Genetic Algorithm

1741030 金澤 悠璃

Yuri KANAZAWA

指導教員 秋葉 知昭

I considered a method obtaining pareto solution of Bi-Objective Network with all-terminal reliability and construction cost by Genetic Algorithm. In this study, I proposed to improve ideas obtaining pareto solution of Bi-Objective Network for the previous study.

1. 緒言

ネットワークを評価する際、評価の対象となるものとして、小出[1]は「多くのネットワーク設計ではネットワーク信頼度やネットワーク構築を考慮して、採用可能なネットワーク構成要素の中から適切なものを選択する」と指摘しており、信頼度や構築コストはネットワークシステムの評価において重要な要素であると考えられる。

大枝[2]は遺伝的アルゴリズムを用いることで、ノード数6以上の算出を可能にした。

中村[3]は、遺伝的アルゴリズムを用い、探索空間を工夫する案を提案した。しかし、計算時間がかかってしまうという問題があった。

本研究では、中村[3]の探索空間の制約を工夫することで、より全数挙に近いパレート最適解を求める探索空間の制限する方法を提案する。

2. ネットワークシステム

2.1 ネットワークシステムのモデル化

問題を定義するために以下の記号を定義する。

n : ノード数

m : エッジ数

$i=1, 2, \dots, m$ に対して、

e_i : エッジ番号 i のエッジ

p_i : エッジ e_i の信頼度

c_i : エッジ e_i のコスト

g : ノード V , エッジ E からなる単純グラフ

$R(g)$: ネットワーク g の全点間信頼度

$C(g)$: ネットワーク g のエッジの構築コスト合計とする。

2.2 問題定義

単純グラフ g で表されるネットワークに対して、本論文では全点間信頼度と構築コストの2つを目的関数とし、ネットワーク集合 G_n から、より信頼

度が高く構築コストの低いネットワーク g を求める。このとき、本論文で考察する問題は以下のように定式化される。

$$R(g) \rightarrow \max$$

$$C(g) \rightarrow \min$$

2.3 先行研究

大枝[2]は遺伝的アルゴリズムの選択の際、パレート最適解から端2点間の傾き制約を適用して解の探索空間を制限する方法を用いた。この制約条件とパレートフロントの関係を考え、中村[3]はパレート最適解のおおよそ真ん中に位置する3つ目の点を探索し、中心から最小の2点間の傾きと最大から中心の2点間の傾きを用いて解の探索空間を制限することでパレート最適解を求める。

図 2.1 は傾き制約を考慮した例である。中央値は、最初の世代では必ずしもパレート解に位置するとは限らないので、左図のように劣解である個体が中央値になることがある。しかし世代が進み左上に更新できる個体ができれば、右図のようなパレート解を中央値とした傾き制約になる。

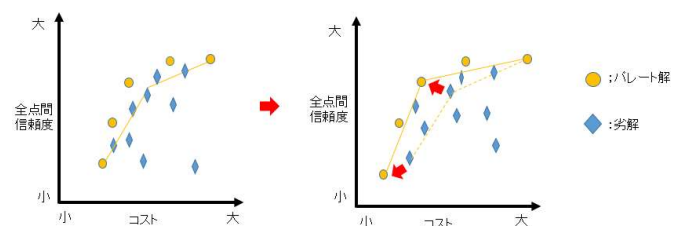


図 2.1 中村[3]の傾き制約を考慮した際の例

3. 解の探索空間の改良

本研究では、2目的ネットワーク設計問題において、中村[3]のアルゴリズムを改良し、より効率的なパレート最適解探索アルゴリズムを提案する。

親個体の選択の際、パレート最適解から端 2 点間と 3 つ目の点 x を探索し、点 x から最小の 2 点間の傾きと最大から点 x の 2 点間の傾きを用いて解の探索空間を制限する方法を用いた。

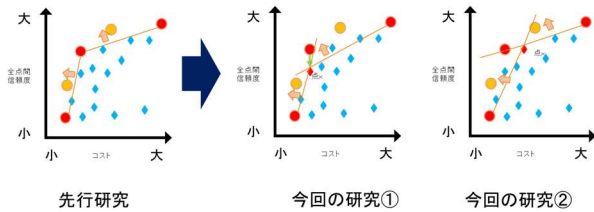


図 3.1 新しい傾き制約を考慮した際の例

今回の 2 つの実験①, ②について点 x を定義する。
 実験①: 仮に個体数を 100 とするならば、コストの低い順にソートされた 100 個のうちの 50 個目に位置する個体のコストと 49 個目に位置する信頼度を点 x とする。

実験②: 仮に個体数を 100 とするならば、コストの低い順にソートされた 100 個のうちの 49 個目に位置する個体のコストと 50 個目に位置する信頼度を点 x とする。

4. 数値実験

本研究で提案するアルゴリズムを中村[3]のアルゴリズムと比較をした。他の実験との名前整理のため、実験①は金澤、実験②は金澤②と表記している。

ノード数 6 の場合、表 4.1 のように実験①, ②ともに発見率が低い値となった。これは解の探索空間が増えたことによって個体数、世代数が足りなくなってしまったのではないかと考えられる。

ノード数 7 の場合、発見率が伸びず良い結果が出せなかった。パレートフロントのコストが低い辺りの値が伸びていないので探索空間をコストが低い辺りのみ広げ、解の探索をすることで改善されるのではないかと考えられる。

表 4.1 ノード数 6 (NW1) の比較

NW1	全数列举	中村	金澤	金澤②
時間	0.205	216.593	220.896	199.935
パレート最適解	63	57	67	57
発見数		43	32	33
劣化解		14	35	24
発見率		68%	51%	52%
エラー率		25%	52%	38%

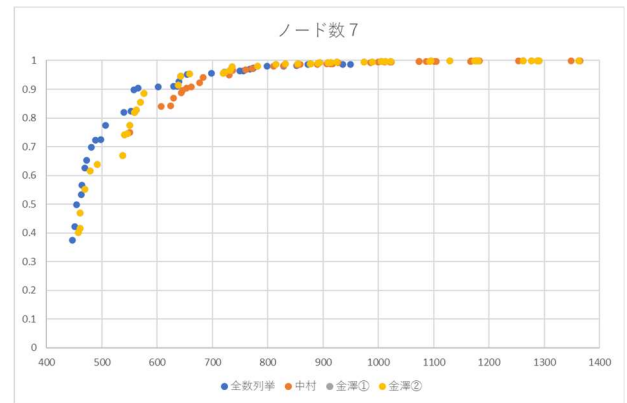


図 4.1 ノード数 7 (NW1) の比較

5. 結言

ノード数 6, 7 においては、中村[3]のものと比較して、パレート解の数は若干ではあるが多くなっているが、時間が大きく差はなく、発見率、エラー率ともに伸びなかった。原因としては解空間が広がったことにより、今までパレートフロントと扱われなかったものを選択してしまったことが考えられる。

ノード数 6 において、パレートフロントがコストと信頼度によって若干凹む際に実験①は若干ばらつきが目立つ結果になった。実験①は凹みの場所に対して探索空間が一番一番広いと思われるので、パレート最適解まで届かず収束しているのではないかと考察できる。

ノード数 7 においては、コストが低いほどパレートフロントより内側に解が出ている状況が多いことから、探索空間をコスト低い側を伸ばすアプローチが有用であると考えられる。

今後の課題として精度を上げるためには、世代数、個体数を増やすために根本を変える必要であると考えられる。また、時間の短縮には記憶方法を考える必要があると考えられる。

文献

- [1] 小出武: 全部分ネットワークの信頼度計算アルゴリズム, 流通経済大学論集—経済・情報編, 第 9 巻, 3 号, pp.71-83(2001)
- [2] 大枝拓未: 遺伝的アルゴリズムを用いた 2 目的ネットワーク設計問題の解法, 平成 30 年度千葉工業大学卒業研究(2018)
- [3] 中村正典: 2 目的ネットワーク問題における GA を用いた準パレート最適解算出方法の改良(2017)
- [4] 高橋奈津美, 山本久志, 秋葉知昭, 肖霄: ネットワーク特性を考慮した効率的なパレート最適解探索過程, 日本経営工学会論文誌, vol.68, No.4, pp.232-243(2018)