

Memetic アルゴリズムを用いた 2 目的ネットワーク最適設計問題の解法提案

Proposal of an Obtaining Method for Optimal Bi-Objective Network Problems using Memetic Algorithm

マネジメント工学専攻修士課程 秋葉研究室 2391004 岩楯泰一

1. 研究の背景

現代社会は通信システムや交通網、電気や上下水道の社会基盤など無数のネットワークシステムが社会活動を支えている。このようなシステムを最適に設計・保全することは重要な課題である。ネットワーク評価の対象として、小出[1]は、多くのネットワーク設計者が、ネットワーク信頼性を考慮して、使用可能なネットワークコンポーネントの中から適切なものを選択して設計していることを指摘している。したがって、設計問題におけるコストと信頼度は、ネットワークシステムの評価において重要な要素となる。

2. 研究の目的

エッジにコストと信頼度が付与されたネットワークシステムについて、コスト最小かつ信頼度最大となる設計を求める。ここでコストと信頼度の二つの評価尺度は一般的にトレードオフの関係であり、この二つの評価尺度が最良となる唯一の完全最適解は存在せずパレート解を求める必要がある。そのためパレート解の算出を効率的に行うことは、システム設計・評価に良い判断材料を提供する為に有用である。本研究では、準パレート解の精度向上および計算可能なネットワークの規模の拡大に取り組む。

3. 研究方法

2 目的ネットワーク最適設計問題は組合せ最適化問題の 1 つであり、ノード数の増加に伴い厳密解の算出に要する時間が指数関数的に増加する。そのため、遺伝的アルゴリズム (GA) によって準最適解を求める研究がなされてきた。先行研究[2]では、低コスト領域での厳密解の発見が課題となることがわかった。この課題を解決するために Memetic アルゴリズム (MA) を利用する。MA は GA に近傍探索を加えたハイブリッドアルゴリズムである。連結グラフを生成し、各個体に対して連結状態が異なる 1 組のエッジの状態を入れ替えた個体群を生成・評価する。評価値が最も高い個体を初期個体とする。親個体には、準最適解および、準最適解のコストが中央の解をコストまたは全点間信頼度で優越する個体を選択する。交叉は親個体間で連結状態が異なるエッジのうちコストあたりの信頼度が高い 3 本までを入れ替える。また、エリート個体は次世代へ保存する。さらに、準最適解の更新が起こらない世代数に上限 (最大停滞世代数) を設けることで、解の改善が見込まなくなった時点で探索を終えるようにする。

4. 研究結果

ノード数 6 での数値実験の結果を図 1、図 2 に示

す。発見率 (Obtained Rate) は、厳密解に占める発見された準最適解の割合である。準最適解には、厳密解でない解が含まれる場合がある。エラー率 (Error Rate) は、準最適解の個数に占める厳密解でない準最適解の割合である。MA では、既存の GA に基づくアルゴリズムに比べて、初期の発見率の上昇が急激に進んでいることがわかる。

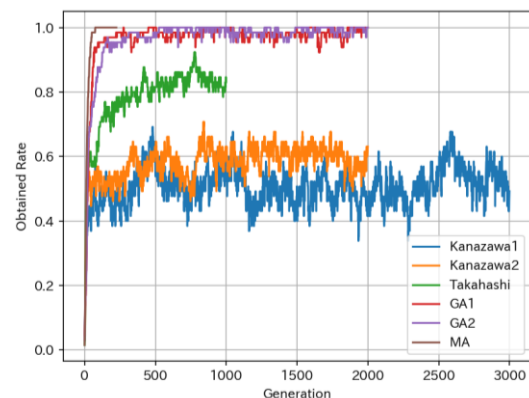


図 1 パレート解の発見率の推移の比較

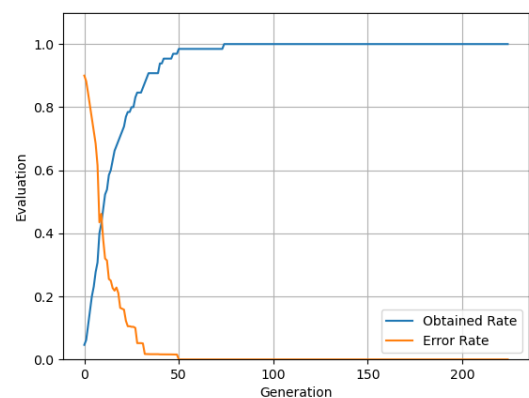


図 2 MA による探索での発見率とエラー率の推移

5. 今後の課題

GA による準最適解の導出に比べて、パレートフロント付近の解を効率的に探索できてきていると考えられる。課題であった低コスト領域の探索は、近傍探索と突然変異率の引き上げにより改善された。MA での遺伝的操作は、解を多様化させる目的で利用することが効果的であると考えられる。計算可能なネットワークの規模の拡大とその実現のための計算時間の短縮が課題となる。

参考文献

- [1] 小出武, 全部分ネットワークの信頼性計算アルゴリズム, 流通経済大学論集—経済・情報編, 第 9 巻, 3 号, pp.71-83(2001).
- [2] 岩楯泰一, 遺伝的アルゴリズムを用いた 2 目的ネットワーク問題における準パレート最適解導出方法の改良, 2022 年度千葉工業大学卒業研究(2023).