

I-A119

制限供用を考慮したGAによる被災道路ネットワーク復旧計画

京都大学 学生員 植竹 聡

中央大学 正会員 佐藤尚次

1. まえがき

道路は電力・水等の供給系と異なり、連結・非連結のモデルだけではシステム性能が説明できない。佐藤らは過去「GAによる最小カット探索」¹⁾でリンク容量を反映させて、連結・非連結効果の違いを表すようにしてきた。今回は、復旧過程において、連結一半連結一非連結という中間的な扱いが現実の場で行われることを考慮したモデルを提案した。具体例としては、橋脚損傷時等に応急措置を施して、交通量に制限をつけて供用することや、瓦礫等で半分塞がった道路の残りの車線で双方向の通行をさせることなどである。これを復旧過程において織り混ぜることによって、トータルとしての合理的な復旧解が得られる場合があるのではないかと、という仮定からこの研究を行った。道路を主としてイメージするネットワークの被災復旧の最適化においてGAを適用した例²⁾が報告されているが、本研究で重視した点として、

- ・ 復旧・救援に要する人、物資などを一つの集合体と考え、その限られた資源をいつどここの被災箇所にとどのように配分するかという問題。
 - ・ 様々なグレードの被害が起こり、復旧方法も異なる場合がある。半連結オプションを含めて復旧方法を考慮する。
 - ・ ランダムに発生する交通渋滞(輻輳)の考慮。
- が挙げられる。

2. 災害モデリング

ライフラインシステムが被災した場合、場所によって時間がかかっても完全復旧した方が良い場合

と、流量に制限をしても早急に復旧した方が良い場合がある。前者を「修復専念」、後者を「制限供用」と呼ぶ。これを構造物の破壊グレードと関連づけることを考える。橋梁や盛土などの道路の一部をなすものが被災した場合、100%修復しなければ機能は回復しない。応急手当で制限供用というオプションはあまり意味が無い。このような破壊グレードを「全壊」と呼び、ランクを「A」とする。次に、一般の道路で道路本体に被害が生じたり、道路そのものには被害はないが、周辺の構造物等が道路上に倒壊しその撤去が必要な場合などは、破壊グレードを「半壊」とし、ランクを「B」とする。半壊に対する復旧が終わったあと、修復専念と制限供用を選べる状態(次の「C」)になるものとする。そして、軽微な構造物被害や、道路の一部が閉鎖された状況などは、破壊グレードを「要制限」と呼び、ランクを「C」とする。倒壊物撤去の仕方によってははじめから修復専念と制限供用の選択ができるものとする。ただし、供用されているときには容量が1/2になるとする。

3. GAの適用と目的関数

以上のことを用い、また杉本らの研究にならって問題を次のように定義する。地震等の災害により、地域道路ネットワークに被害が各グレードごとに多数生じた。限られた人・資材を適正配分し、ある地点から目的地までのロスが最も少なくなるように被災箇所を復旧する必要がある。この時間距離を目的関数と考え、これが最短になるように、復旧戦略を立てることになる。本研究ではGAを用いて解

キーワード: GA, ネットワーク, 復旧計画, 容量, 制限供用

〒611-0011 京都府宇治市五加庄 0774-38-4037

〒112-0002 東京都文京区春日 1-13-27 03-3817-1802

析を行った。ここでの目的関数は次のようなものである。スケジュールに基づいて復旧を行い、一日ごとに道路の開通状況が変化する。救援物資を目的地に運ぶための最短時間経路も日ごとに変化し、常に最短時間経路を通して目的地に行くものとする。本研究では、その日のかかった時間から100%復旧しているときにかかる時間を引いた値、すなわち時間ロスを求め、復旧期限までの合計を目的関数とし、これを最小化することを考える。また、ランダムに渋滞が発生することも組み込んだ。各リンクごとに50%の確率で起こるものとし、ノード間の時間コストは通常の2倍になるものとする。

4. 例題とその解の紹介

数値計算例として、図1に示す25ノード40リンク上に多数の被害が発生したことを想定する。リンク間の時間コストはすべて1とする。被災モデルは、ランク「A」(×)が4箇所、ランク「B」(▲)は9箇所、ランク「C」(■)が7箇所と想定した。出発地点をノード1、目的地をノード25とする。図2に適応度関数の様子を示す。図3に渋滞なし時の最良値の復旧スケジュールを示す。ここで示された解では、復旧過程の初期に、グレードBをCにもっていき、制限供用可能な箇所を増やすような形のものが見られている。同時にグレードAの箇所にも少しずつ資源を割り当てている。最適解はパラメータ設定に依存するものではあるが、常識的に受け入れられる解と思われる。

5. まとめ

GAを用いて被災した道路ネットワークにおける復旧計画の一手法を示した。復旧スケジュールにおいて早期に復旧されているものが重要な箇所であることがわかる。また、一日あたりの人資源もほぼ均等に分散されていることがわかる。今後はより良いパラメータのチューニングを行い、より実際的なモデルに適用したいと考えている。

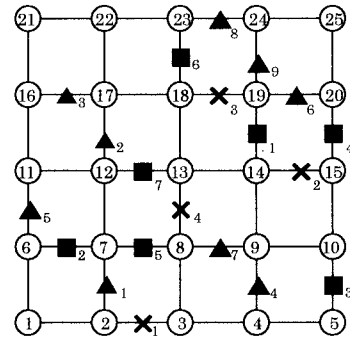


図1：被災モデル

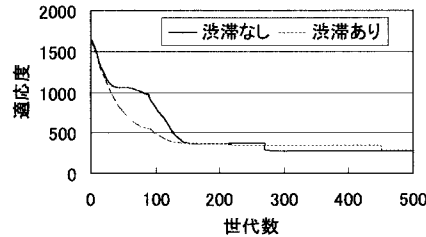


図2：適応度関数

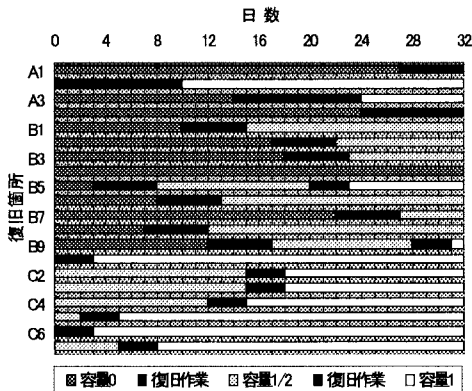


図3：復旧スケジュール

参考文献

- 1) 佐藤：GAによる最小カット探索、システム最適化シンポジウム論文集,1995
- 2) 杉本・片桐・田村・鹿：GAによるライフライン系被災ネットワークの復旧プロセス支援に関する研究、構造工学論文集,43A,1997
- 3) 荒川・荻原：実数領域適応型（ARRange）遺伝的アルゴリズムの開発、日本機械学会論文集,A,1997