

列車種別変更や部分運休があり得る場合の Mimic Panel 状態モデルによる運転整理最適化

Train Rescheduling Optimization Using the Mimic Panel State Model on the Case Where Reclassification and/or Partial Cancellation of Trains May Take Place

藤井 道士 (電気システム工学科)

Masatada FUJII

交通・電力・環境システム研究室 指導教員 高木 亮 准教授

1. はじめに

現在、事故などによる列車遅延への対処のため行われる運転整理は指令員の手作業に頼っているが、最適化技法の進歩などにより自動化への期待が高まっている。筆者らの研究グループでは、遺伝的アルゴリズム (GA) などと組み合わせることで運転整理問題の求解のために利用可能な見通しのよいモデルである Mimic Panel 状態モデル (MPSM) を提案している。本論文では、この MPSM と GA の組合せによる最適化手法を、列車種別変更や部分運休があり得る複雑な対象路線に適用し最適化を試行した結果を報告する。

2. MPSM とそのペトリネットによる表現

Mimic Panel とは、運輸指令所等に設置されている線区全体の列車の在線状況を表示する装置である。MPSM とは、この Mimic Panel の状態を数学的に表現したものである。MPSM はペトリネット (PTN) によって表現される。PTN とは、多くのシステムに適用可能な数学的モデル化ツールの一つである。[1] 一方で列車の数や種別が多くなった場合、PTN では非常に複雑化してしまうため、トークンに色を持たせることで省力化を図ったカラードペトリネット (CPN) を筆者らの研究グループでは用いてモデル化することを提案している[2]。図 1 に CPN による MPSM の状態表現を示す。図 1 において、T が「在線列車あり」を、N が「在線列車なし」を示している。それぞれのプレースが閉塞を示している。

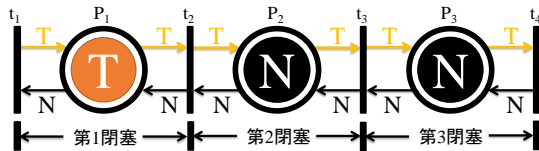


図 1. CPN による MPSM の状態表現

MPSM を表現する PTN のマーキング (Mimic Panel 状態 (MPS) と呼ぶ) は、列車の動きに従い遷移する。MPS 状態遷移順に並べたものを状態遷移列 (MPS 列) と呼び、全ての MPS を含む探索範囲を状態空間と呼ぶ。

MPS 列において隣接する 2 つの MPS は PTN における発火可能なトランジションの発火によって結ばれている。初めの MPS から順に発火可能なトランジションを探索・選択を繰り返す、生成された MPS 列が MPSM における 1 つのダイヤ案となる。図 2 に状態遷移列の例を示す。

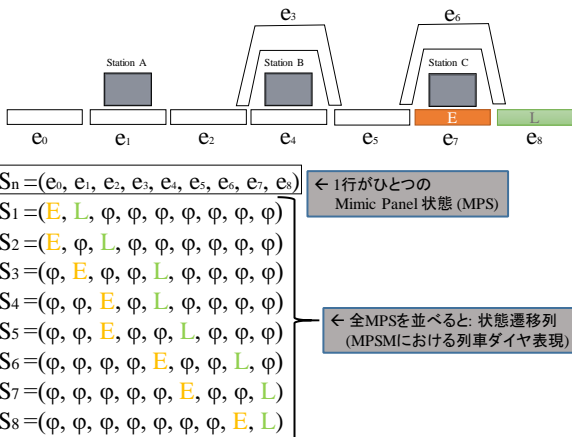


図 2. 状態遷移列の例

3. 最適化を行うプログラムの概要

本研究では最適化を行うため、遺伝的アルゴリズム (GA) と呼ばれる手法を用いる。GA は生物の自然淘汰の過程を模倣したメタヒューリスティクス的一种である。

本研究では GA による最適化を行うために筆者らの研究グループで開発・作成された C++プログラム[3]を、列車種別変更及び部分運休の運転整理案が解として導出されるよう改良して本研究で用いる運転整理案最適化プログラムとした。

4. モデル路線

ケーススタディに使用したモデル路線は、都心と郊外を結ぶ架空路線で、A 駅から E 駅までの 5 駅を有し、E 駅側が都心側である。A 駅から D 駅までの間は複線、D 駅から E 駅までの間は線路別複々線となっている。A 駅から E 駅までの複線を列車線、D 駅から E 駅までの別の複線を電車線と呼ぶ。列車線には普通 (各駅停車) と急行 (A,C,E 駅停車) が往復しており、電車線は普通 (各駅停車) のみの運行となっている。図 3 にモデル路線図を示す。

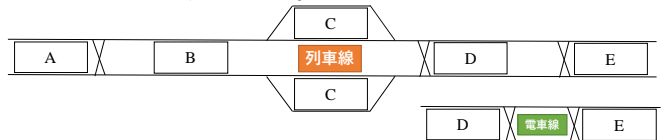


図 3. モデル路線図

5. 想定シナリオ

列車線 D・E 駅間において何らかの輸送障害が発生し、D・E 駅間で運転見合わせとなったとする。運転見合わせが長時間となり、一方電車線の運行乱れがない場合、列車線列車の D・E 駅間を部分運休する運転整理がよく行われる。この際、D 駅は急行列車通過駅のため、急行列車は列車種別変更を行い D 駅停車とすることで D・E 駅間部分運休が行えるようになる。これらの想定シナリオを運転整理案最適化プログラムに条件として組み込み、最適化を試行した。

6. 結果

運転整理案最適化プログラムによる最適化を試行した結果、部分運休と列車種別変更を含む整理ダイヤ案が、GA におけるある世代の個体群の中に出現したことを確認できた。

7. まとめ

GA をアルゴリズムとする筆者らの研究グループで開発・作成された運転整理案最適化プログラムを改良して、より複雑なモデル及びシナリオにおいても、Mimic Panel 状態モデルを用いた運転整理案の最適化が行えることが可能となることを示すことができた。

今後は、ほかの運転整理手法について検討することや、モデル路線及びシナリオを様々な条件に変えて最適化を行うことが課題である。

文 献

- [1] 寺島光哉: 「Mimic Panel 状態モデルによる運転整理問題の表現と解析に関する検討」, 工学院大学修士論文(2014.3)
- [2] 光岡一樹: 「カラードペトリネットによる列車属性の表現と Mimic Panel 状態モデルの解析」, 工学院大学学士論文(2014.3)
- [3] 山田真之: 「Mimic Panel 状態モデルと遺伝的アルゴリズムを適用した運転整理最適化手法の検討 ～運転整理自動化ツールの作成～」, 工学院大学学士論文(2015.3)