

G-12

線路配線と車種を考慮した運転整理案の自動生成

To generate a train rescheduling timetable considering trains routes on tracks and rolling stocks

○山崎広也¹, 香取照臣², 泉隆³

*Hiroya Yamazaki¹, Teruomi Katori², Takashi Izumi³

We describe how to generate train reschedule timetable that considers train's route and operation. Track layout are expressed graph data structure, all train's route are searched on the data. Finally, we show an example route of train reschedule timetable.

1. まえがき

我が国の鉄道は他国に比べても高い安全性と正確性を持つが、それでも事故、機器の故障、天候や災害など予期せぬ要因によって輸送障害が生じ、計画ダイヤとはずれてしまう。これによって乱れたダイヤを元の計画ダイヤに戻していく過渡的な状態を運転整理という。

運転整理はその工程の大部分を指令員が行っており、細かな条件も含めた整理案の自動作成も研究されているが、必ずしも良好な解が得られていない⁽¹⁾。

本研究では運転整理案の自動作成を検討している⁽²⁾。本論文では、各車両がいる位置や取る進路によって相互に制限や影響を与え、充当される車種が限定されることに対応するため、進路と運用を考慮した運転整理案の自動生成について述べる。

本研究では以下の仮定を設けている。

- (1)ダイヤ上の単位時間は30秒
- (2)最小運転時隔は2分
- (3)最小停車時間は途中駅で30秒、折り返し駅では5分
- (4)駅間所要時間は平常時と整理時で変わらない。すなわち、列車は駅でのみ停車し、駅間での一時停止はしない
- (5)列車種別は各駅停車のみ
- (6)車両の走行性能は同一
- (7)運行上分割併合は行わない

2. 本研究における運転整理

本研究における運転整理は、本来とは異なる位置に取り残された編成を本来の位置に戻していくことと捉える。車両は同形式の車両が他の同形式の位置に移動することでも整理が行えるものとする。これにより、相互直通運転を行っている場合に、他社の車両を使用するスジには戻さないような配慮が可能になる。これを実現するために、線路配線の接続を用いて考慮し、各形式毎に進路を計算していく。

3. 線路配線と列車ダイヤ

〈3・1〉 線路配線モデルのグラフ表現

運転整理案の自動作成を行う上で、線路の識別ができなければならない。そこで線路上にノードを振り、グラフ化して

番号によって線路を識別する。こうすることで線路識別だけでなく、線路の接続を図ではなく数字で示すことができる。①→②と示すことで、①番の線路と②番の線路が繋がっていることを示す。図1に線路配線モデルをグラフ化したものの例を示す。

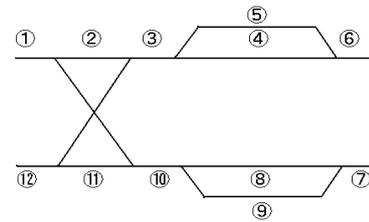


図1. 線路配線モデルのグラフ表現例

〈3・2〉 計画ダイヤ

正常なダイヤの指標となるダイヤを計画ダイヤという。ダイヤとは横軸に時間、縦軸に距離を取り、列車の軌跡を現すグラフである。ダイヤ乱れ時にこの計画ダイヤの状態に戻していくことを目標として整理案を作成する。

〈3・2〉 運転整理案の作成

整理案の作成方法として、ツリー構造を用いた。まず、線路配線グループデータを読み込み、運転再開時の各列車の発車位置から指定時間内に移動できる経路を木構造を用いて再帰的に探索し、それらの中から指定した目的地に到達している経路を全て出力する。なお、この木の高さはダイヤを回復させたい時間に相当する。この際、グループ化したノードを扱い、得られた経路を単位時間毎のノードに変換する。

この方法は、進路を表す木が各列車ごとに出力されるため、それらの中から適した経路の組み合わせを選別することができる。

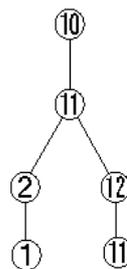


図2.木構造

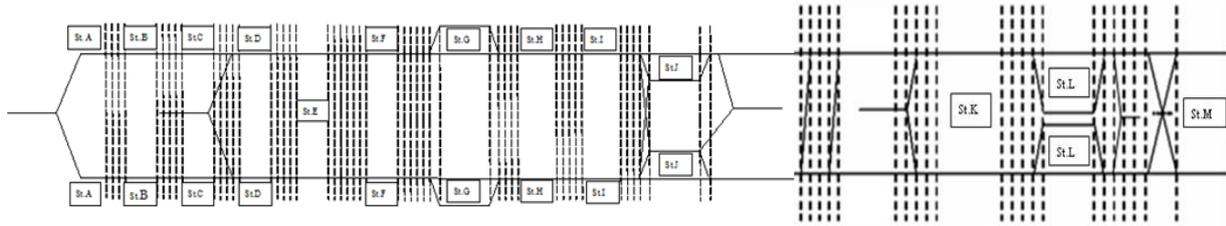


図.3 線路配線図

分間不通とした場合に出力された整理案の例を示す。

4. 適用例と考察

〈5・1〉モデル路線

モデルとした路線は東葉高速線及び東京メトロ東西線の線路配線を簡略化したものである。図3にモデルとなる線路配線を示す。また、表1に線路配線モデルのデータを示す。破線は単位時間に列車が移動する区間を示す。

表 1. 線路配線データ

駅数	13
時間(片道)	43min
折り返し設備数	3 駅

このとき、

- (1)事故発生後、各車両への伝達時間は5分
- (2)事故により全線が30分間停車した
- (3)運転再開時は全車両が正常であり、車両故障などにより、運転が不可能なものなどは存在しない

という状況で150分かけて6列車についてダイヤ乱れを解消する整理案を作成した。

〈5・2〉全線が同時に復旧した場合

図4に生成された整理案をダイヤ表現したものの一例を示す。破線は計画ダイヤである。

この他にも、現実的・非現実的なものを含め、多くの経路が出力される。列車位置が重複してしまう解なども存在する。

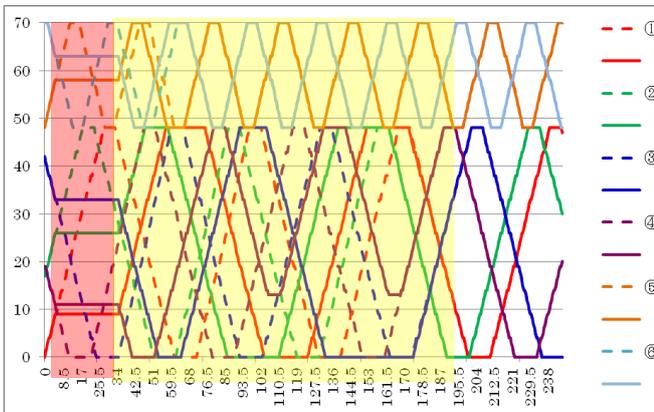


図 4. 運転整理出力例

〈5・3〉不通区間が存在する場合

上記の状況設定に A 駅から B 駅へ向かう線が運転再開後 30

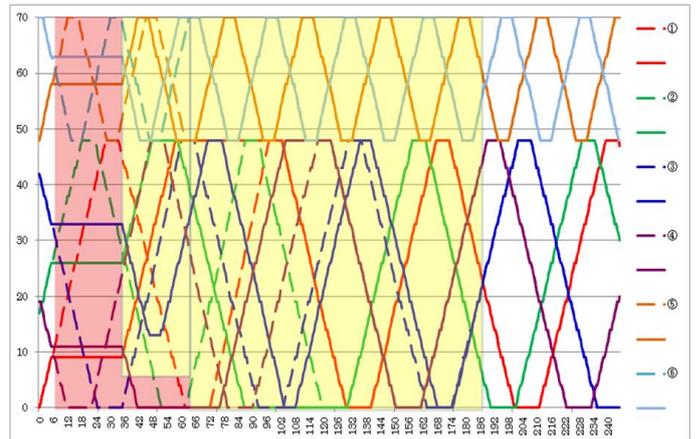


図 5. 不通区間を残した場合の運転整理案

この方法により、150分以内に運転整理を完了する整理案を作成することができた。しかし、前述したように多くの経路が出力される。今回の評価方法が整理にかかる時間のみによって選出されたため、同時間で整理が完了するものが多数出力された。これらを現実的な解により絞り込んでいくため、他の評価方法も取り込んでより厳密化していく必要がある。

5. まとめ

進路と運用を考慮した運転整理案を作成した。仮定として、単位時間を30[s]とし、駅以外には停車しないものとした。各列車が取った経路を扱うために、線路配線をグラフ化し、木構造を用いた。この方法により、経路を全て探索することで結果に取りこぼしが存在しない。一方で列車数の増加に伴って計算時間が長くなってしまふ等の特徴がある。

今後は、同時刻での車両位置の重複などを避けるようにし評価手段を多様化する。

文 献

- (1) 中村達也、井原恭平、”運行管理システムの現状と課題”、電気学会誌、Vol.124, No.5, pp.279-283(2004年5月)
- (2) 電気学会電気鉄道における教育調査専門委員会編、”最新電気鉄道工学”、コロナ社(2000年9月)
- (3) 電気学会鉄道における運行計画・運行管理業務高度化に関する調査専門委員会編、”鉄道ダイヤ回復の技術”、オーム社(平成22年8月)
- (4) 山崎広也、香取照臣、泉隆、”列車進路と車種を考慮する運転整理案の自動生成に関する検討”、平成24年電気学会全国大会、3-040(2012年3月)