

G-10

列車の進路及び車両運用を考慮した運転整理案の自動生成に関する検討

To generate train rescheduling diagram considering train's routes and operation

○山崎広也¹, 香取照臣², 泉隆³

*Hiroya Yamazaki¹, Teruomi Katori², Takashi Izumi³

We describe how to make train reschedule diagram 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 diagram.

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) 単位時間は 30[s] とする
- (2) 列車は駅以外での停車は行わない

2. 線路配線と列車ダイヤ

〈2.1〉 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、式 1 に図 1 の隣接行列を示す。

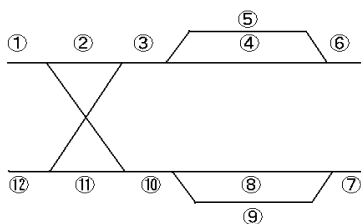


図 1. 線路配線モデルのグラフ表現例

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
①	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
②	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
③	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
④	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
⑤	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
⑥	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
⑦	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
⑧	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
⑨	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
⑩	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
⑪	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
⑫	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

〈2.2〉 モデル路線

モデルとした路線は東葉高速線の線路配線を簡略化した。図 2 にモデルとなる路線配線を示す。破線は単位時間に列車が移動する区間を示す。

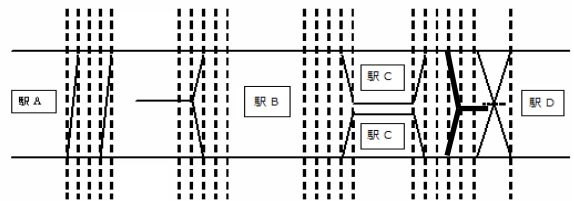


図 2. 線路配線図

〈2.3〉 線路配線のグループ化

計算時間の短縮のため、線路を折り返しや分岐を中心に各々進路毎にグループ化する。このグループの一部を図 3 に示す。

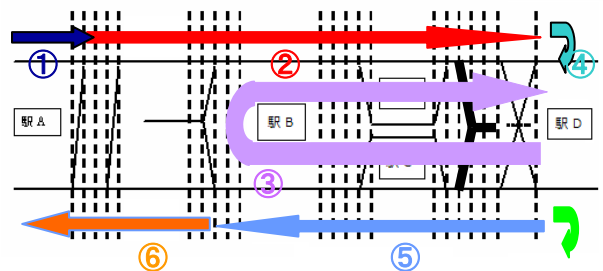


図 3. 線路配線グループ図

〈2・4〉 計画ダイヤ

正常なダイヤの指標となる計画ダイヤを作成する。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。図 4 に計画ダイヤを示す。

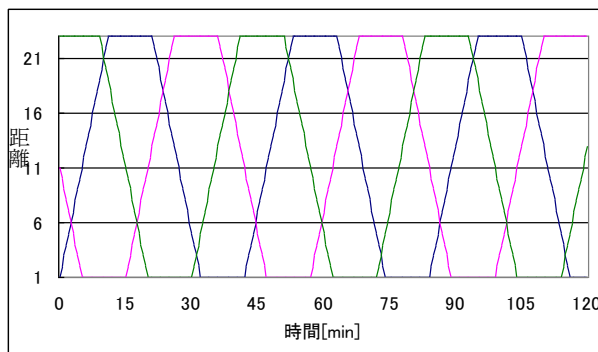


図 4.計画ダイヤ

3. 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。

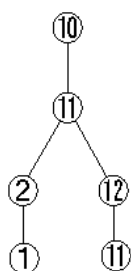


図 5.木構造

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。

4. 適用例と考察

線路配線モデルは図 3 のモデルとした。表 1 に線路配線モデルのデータを示す。

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

表 1.線路配線データ

駅数	4
時間(片道)[分]	11
折り返し設備数	2

という事故が発生したものとして 60 分かけて 2 列車についてダイヤ乱れを解消する整理案を作成した。

図 6 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。

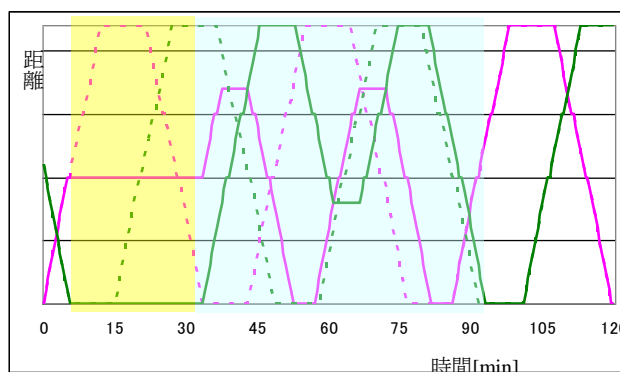


図 6.運転整理出力例

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。また、グループ化することで計算時間の短縮を行った。グループ化に伴い、将来的な線路配線データの変更が起きた場合、該当する部位が属するグループ内のデータの変更のみで対応することが可能である。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。

結果として 1 時間で整理可能なルート of 出力を行うことができた。

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、整理案を評価することで解の選別を行う。

文献

- (1) 富井規雄:「列車ダイヤのひみつ—一定時運行の仕組み—」, 成山堂(2005 年)
- (2) 山崎広也, 香取照臣, 泉隆:「列車進路と車両運用を考慮した運転整理案の自動作成」, 平成 23 年度電気学会産業応用部門大会, Y-146(2011-9)