

運行障害情報の把握・伝達と整理案作成時間を考慮した乗客流推定

熊澤 一将* 原 和弘 古関 隆章 (東京大学)

Passenger-flow Estimation Considering Time for Acquiring and Transferring Information on Operation Irregularity and for Train Rescheduling

Kazumasa Kumazawa, Kazuhiro Hara, Takafumi Koseki (The University of Tokyo)

Rescheduling train operation is often needed when train operation is disordered by various malfunctions or accidents. Main tasks for it are presently taken by train dispatchers with their experience and intuitions.

The authors' group proposed a method to rate train operation plans quantitatively from the passengers' point of view. In this paper, the authors propose a new passenger flow estimation method to obtain a practical evaluation index. This method also considers the time required to generate train rescheduling plans.

キーワード：運転整理，運行乱れ，乗客流推定，グラフ理論

Keywords : train rescheduling, disturbance of operation, passenger flow estimation, graph theory

1. はじめに

鉄道において人身事故や信号故障といった運行障害が発生すると、列車のダイヤはその影響によって大きく乱れてしまう。この乱れたダイヤを適切に変更して、その波及の防止・回復を図る作業を運転整理と呼ぶ。現在、この作業は人手によって行われており、運転整理を行う指令員の負担が大きく、運転整理案の定量評価が難しいといった問題がある⁽¹⁾。先行研究において、乗客の行動モデルを仮定し列車ダイヤを乗客の視点から定量的に評価する手法の研究が行われてきた⁽²⁾。また、運転整理を計算機で支援するシステムの開発も行われている⁽³⁾。しかし、運転整理案作成時における運行障害情報の伝達や整理案作成に要する時間が考慮されていないという問題がある。本稿では、上記の時間を考慮したシステムの提案を行う。

2. 運転整理支援システムの構成

著者らのグループで開発している運転整理支援システムでは、列車がどの位置でどの程度遅延したかという情報より、さまざまな変更を加えることでより良いダイヤを作成する。

システムはダイヤの生成とその評価という 2 つの大きな部分からなる。ダイヤの生成部分では、列車運行の乱れによって所定の列車順序や走行線路では運行の障害が生じる場合に、その変更を行い遅延の波及を防ぐダイヤ案を作成する。また、ダイヤの評価では、乗客の流動を推定し乗客の視点に立った評価値を算出する。評価値は、乗客が受け

る所要時間、乗換、列車の混雑度という 3 つの損失を時間換算し合計したものである。この評価値を元に新しいダイヤ案の採否を行うという処理を繰り返すことで整理案を作成する。そして、その整理案を指令員に提案するという構成になっている。

3. これまでの運転整理支援システムの問題点

先行研究において、障害発生を予見しない乗客流動推定法として正常時と障害発生後 2 つのダイヤを用いることによって解決する手法が提案された⁽⁴⁾。しかし、この手法では乗客流動推定法として障害が発生したと同時に復旧時刻が判明し、瞬時にその後の整理案が作成され、また乗客への情報伝達も障害発生時刻に行われるという仮定をおいている。しかし、実際は図 1 に示すように障害発生から乗客が運転整理ダイヤを知るまでに多くの事象が存在する。このため、上記の仮定の下で乗客流推定を行い、それに基づく評価指標を計算しても、現実との乖離が大きくなってしまふと考えられる。

この問題を解決するためには、以下の 2 つを考える必要がある。1 つ目は、障害発生後の状況や復旧見込み時刻などの必要な情報が得られ、本格的な運転整理案の作成・施行を行うまでの間、障害発生直後の暫定整理案を行う仮定を実装することである。2 つ目は、鉄道事業者が情報収集や運転整理案の作成を行い、その情報伝達が乗客に十分正しく行われるまでの間、鉄道事業者が再計画した運行と乗客が行動を決定する根拠となる列車運行情報との間に一時的な乖離が生じる問題である。この問題は、鉄道事業者が実行

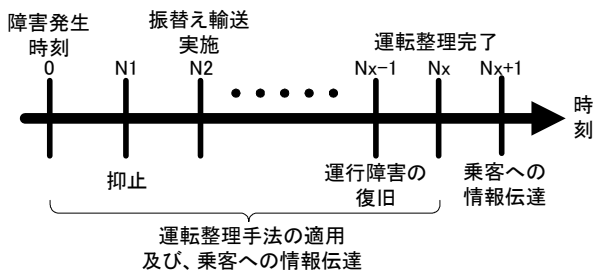


図1 障害発生後における各イベントとその時刻

しようとする運行情報の伝達には有限の時間を要すること、現実的に既存の技術ではこの情報伝達が完全でないことに起因する。

4. 整理案作成時間を考慮した乗客流推定

本論文では3章で述べたの問題点のうち、前者、すなわち、本格的な運転整理案を実施するまでの間、暫定整理案を明示的に乗客流推定のシナリオとして考慮する方法を検討する。この問題の解決法として、先行研究⁽⁴⁾で提案された列車運転乱れ時の乗客流動推定方法の応用を考える。この乗客流動推定法では、列車運転乱れ時における乗客行動を適切にモデル化するために、正常時と障害発生後の2つの運行計画を用いている。

ここで新たに正常時と障害復旧後の運転整理案の間に、障害発生直後に抑止と時隔調整を行う暫定整理案を明示的に挿入する。具体的には障害発生時刻と運転整理ダイヤ開始時の2箇所で運行のシナリオを分割し、その2時点の間に施行する抑止や時隔調整のみを考慮した暫定運行計画を作成・挿入する。これによって、より現実に即した乗客流推定を行うことができる。

また、これらの2種類の列車ダイヤを作成しつなぐことによって、鉄道事業者が情報収集や運転整理案の作成を行い、その情報を乗客に伝達する時間を乗客流推定のアルゴリズムの中で考慮できるようになる。

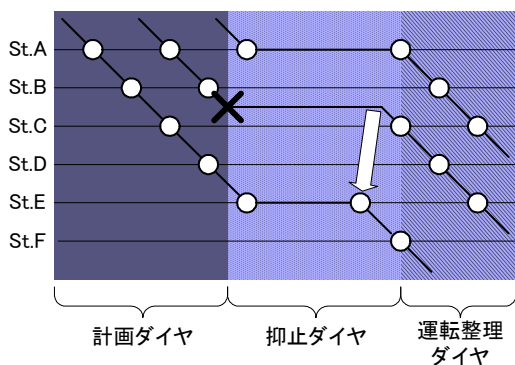


図2 運転整理案作成時間を考慮した運行計画

ここで、正常時と障害復旧後の運転整理案の間に挿入する障害発生直後に抑止と時隔調整を行う暫定整理案の作成について説明する。抑止と時隔調整を行う暫定整理案作成時における条件を以下に示す。

(1) 抑止 障害発生時刻において、障害発生列車より後を走行している列車は抑止をかける。

(2) 時隔調整 障害発生時刻において、障害発生列車よりも先を走行している列車は時隔調整を行う。障害発生時刻にあらかじめ障害発生列車の復旧時刻も判明していることを仮定して、その運行状況から障害発生列車よりも先を走行している列車の時隔調整条件を決定する。

上記の条件の下で、作成した運行計画の例を図2に示す。このように、いままで2つのみであったダイヤを3つにすることによって、本格的な運転整理案が開始されるまでの事象を細かく表現することが可能になる。

ここで、ダイヤの接合部分ではODが切断されてしまうことによって、計画ダイヤにおいては判明していた各乗客の乗車した駅が、接合先のダイヤにおいては不明になってしまう問題が生じる。これは接合部分における乗客を抽出し、一時的にODを保存して次のダイヤに受け渡すことによって解消される。

5. まとめ

正常時と障害発生後のダイヤの間に抑止と時隔調整を行う暫定整理案を挿入することによって、運行障害情報の伝達と運転整理案作成の時間を表現した運転整理支援システムを提案した。これによって、より現実に即した運転整理案の提示が可能になる。しかし、この方法では鉄道事業者が行おうとする列車ダイヤと乗客が知っている列車ダイヤとの乖離から生じる情報伝達の時間差については、詳細に表現することができない。

今後は、障害の復旧後から運転整理ダイヤを開始するまでの段階など更なる事象の追加表現や、乗客への情報伝達の時間差を考慮した表現法の提案・実装を行う。

文 献

- (1) (財)鉄道総合技術研究所 運転システム研究室：「鉄道のスケジューリングアルゴリズム」, NTS (2005)
- (2) 林良太郎・古関隆章：「都市圏鉄道における運転整理案の評価と効率的な手法の提案」, 電気学会全国大会, 4-234, pp.1578-1579 (2001)
- (3) Y. Nagasaki, M. Eguchi, T. Koseki：「Automatic Generation and Evaluation of Urban Railway Rescheduling Plan」, International Symposium on Speed-up and Service Technology for Railway and Maglev Systems, pp.301-306 (2003)
- (4) 原和弘・熊澤一将・古関隆章：「運転整理計算機支援のための列車運転乱れ時の因果律を考慮した旅客流推定法」, スケジューリング・シンポジウム 2007, pp.185-190 (2007)