

ペトリネットと PERT を利用した列車ダイヤ推定 Train Timetable Estimation Using Petri Nets and PERT

奈良 圭祐 (電気システム工学科)

Keisuke NARA

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

鉄道事業者は、旅客に対して安定した輸送能力や定時性などのサービスを提供するために、列車ダイヤが乱れた際に、元のダイヤにいち早く戻すための「運転整理」を行っている。近年、コンピュータシステムの進歩によって小規模なダイヤ乱れに対しては「運転整理の自動化」が行われるようになってきているが、より良い列車運行のモデル化を行えば大規模な乱れに対しても効率的に運転整理の自動化を行うことが可能と考えられる。

筆者の属する研究グループでは、運転整理問題を見通し良く解くことが可能なモデルとして Mimic Panel 状態モデルを提案している。このモデルはペトリネットで解析できることが示されている⁽¹⁾⁽²⁾。そこで、本論文ではこのモデルのペトリネットによる解析結果を用いて PERT (Program Evaluation and Review Technique) による列車ダイヤ推定を行う方法について議論する。

2. PERT とアローダイアグラム

図 1 は、PERT を説明する図である。この図は、1 つ 1 つの作業を矢(アロー)で表すことからアローダイアグラムと呼ばれる。アローは丸(結合点)同士を結んでいる。結合点は作業の開始もしくは終了を表し、アローは作業時間を表す。例えば、結合点 1 が作業 A の開始、結合点 2 が作業 A の終了であり、その作業時間は 3 (単位は任意)である。また、結合点に入ってくるアローの作業が全て終了しないと、そこから出ていくアローの作業は開始できない。例えば、結合点 4 に着目すると、ここに最も早く到達するのは作業 B、作業 C を行うルートであり、時間は 3 である。一方、作業 A、作業 D のル

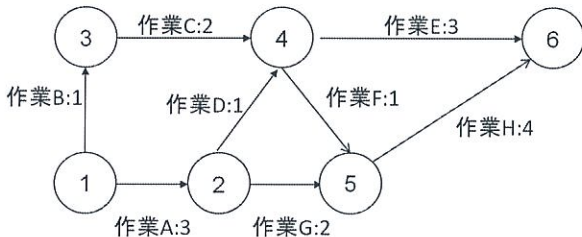


図 1, アローダイアグラム

表 1, 列車ダイヤ 計算において与えた駅間走行標準時分

駅間走標準時分			
駅間番号	各停(分)	急行(分)	副本線入線時の追加時間(分)
1-2	2	1	1
2-3	4	3	1
3-4	5	4	1
4-5	6	5	1

表 2, 列車ダイヤ計算において与えた時隔制約

駅番号	標準停車時分(分)	着々時隔(分)	発々時隔(分)	同一ホーム利用時隔(分)
1	1	1	1	1
2	5	2	2	2
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1
5	5	2	2	2

ートでは時間は 4 である。よって、結合点 1 の作業開始時刻を 0 としたとき、結合点 4 からの作業は時刻 4 以降でないとは開始できないことがわかる。このアロー・ダイアグラムの考え方を列車運行シミュレーションに応用した先行研究⁽³⁾があり、本研究でもこれを用いる。

3. 行列によるアロー・ダイアグラムの表現

本研究では、ペトリネットによる Mimic Panel 状態モデルの解析結果を受け取り、それを行列で表すことでアロー・ダイアグラムを表現したうえで、PERT の計算を行い列車ダイヤを作成する方法をとった。

4. 計算において与えた条件

列車ダイヤの計算においては、駅間走行時分や最小時隔などの条件を与える必要がある。本研究において与えたデータの概要を表 1 および表 2 に示す。

5. 計算結果

図 2 に計算結果を示す。

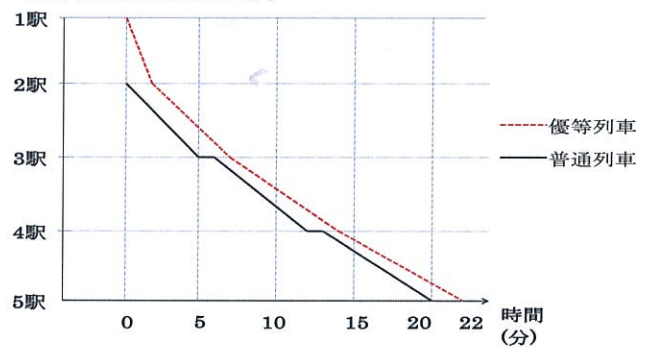


図 2, 計算結果

図 2 は、普通列車が終着駅まで先行するパターンである。計算の条件に設定した各種時間制約が守られており、優等列車は普通列車に追突することなく終着駅に到着している。

6. まとめ

ペトリネットの挙動を行列化し、プログラムを組むことで、ペトリネットの解析結果から列車ダイヤ推定までを自動化することができた。実在する様々な運転整理パターンでシミュレーションを行い、プログラムに汎用性を持たせることが今後の課題である。

文献

- (1) 塚越：「運転整理問題の効率的球解に適用可能な Mimic Panel 状態モデルと数学的解析の検討」, 工学院大学(修士論文) (2013)
- (2) 小籠：「Mimic Panel 状態モデルを用いた運転整理最適化の基礎検討」, 工学院大学(修士論文) (2010)
- (3) 長崎, 江口, 古関：「鉄道運行計画におけるグラフ理論の適用 -理論の基礎と運転整理問題への適用可能性」, 電気学会交通・電気鉄道研資, TER-03-23 (2003)
- (4) 柴田：「明解 C 言語 入門編」, ソフトバンククリエイティブ (2004)
- (5) 柳沢：「PERT のはなし-効率よい日程の計画と管理」, 日科技連 (1985)