

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

Representation and Analysis of the Mimic Panel State Model Using Coloured Petri Nets

光岡 一樹 (電気システム工学科)

Kazuki MITSUOKA

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

列車運行において何らかの障害が発生した際に行われる運転整理を、コンピュータにより自動的に行うことを意図した研究が盛んに行われている。当研究室では、より見通しよく問題が表現でき、かつモデルにより表現された問題を運転整理手法ごとに個別の求解ツールを用意するといったことなしに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。

これまでの検討では、このモデルの可達性等の解析にペトリネットを用いてきたが、通常のペトリネット(以下では PTN と呼ぶ)による表現では、列車の属性等の表現のために非常に多くのプレースを用意する必要があり、ネットが非常に複雑化してしまう難点があった⁽¹⁾。本研究では、ネットの形状を簡略化することが可能なカラードペトリネット(以下では CPN と呼ぶ)を用いる方法について検討を行ったので報告する。

2. Mimic Panel 状態モデル

Mimic Panel とは、運転指令所などでよく見られる、線区全体にわたる列車の在線状況を表示するディスプレイである。Mimic Panel 状態モデルとは、Mimic Panel を PTN により表現したもので、複雑な運転整理問題の簡易的な表現により、従来よりも見通しよく問題を解くことを狙った手法である。図 1 の例は、ある複線区間の片方向の配線を表示する Mimic Panel の表示である。

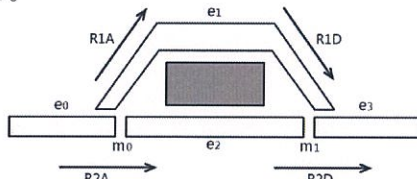


図 1 副本線を持つ駅のブランチ配置と進路の例

3. PTN による Mimic Panel 状態モデルの表現

Mimic Panel 状態モデルを PTN で表現する場合、プレース(○)を区間、トランジション(|)を事象(ここでは列車がある区間から別な区間に移動することもしくは列車の属性が変更されること)、そしてトークン(●)を当該区間の状態(列車の存在・不存在等)に当てはめることができる。

図 2 の例⁽²⁾では、トランジション同士に挟まれた区間がひとつの閉塞区間として表現されている。閉塞区間に列車がないことを表す「在線列車なし」のプレースにトークンが存在するときのみ他の列車が当該区間に進入可能である。

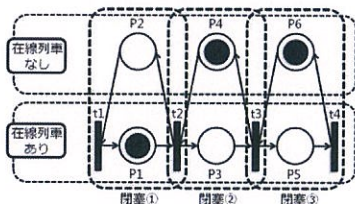


図 2 ペトリネットによる Mimic Panel の表現例

4. CPN によるモデル化

システムが複雑化したり、そのシステム上に存在する列車の数や種類が増えたりした場合、PTN では多くのプレースを必要とするためネットが非常に複雑化する。そこで、本研究では CPN を用いる。CPN はトークンに「色」を持たせることで PTN では不可能だった情報の表現を可能にする。1 つのプレースに異なる色のトークンが存在できることから、プレース数を削減でき、ネットを簡略化することが可能となる。アークの重みにはトークンの数だけでなく色に応じた条件付けが可能で、例えば列車の属性ごとに移動可能なプレースを限定するといったことが可能となる。また、入力アークと出力アークの重みの色が異なるトランジションを用いて列車の種別変更も表現可能である。

図 3 のモデルは図 2 の PTN モデルを CPN に直したものである。PTN では必要であった「在線列車なし」を示すプレースが CPN では不要となったかわりに、CPN では在線列車がないことはトークンの色 N で表現されている。色 T を持つ、列車を表すトークンが別な区間に進入するためには、進入先の区間のトークンの色が N でなければならぬ。

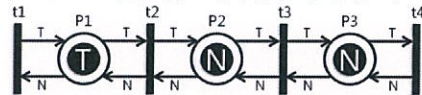


図 3 CPN による Mimic Panel 状態モデルの表現例

図 4 は、図 3 のモデルに列車種別の要素を追加し、駅(P2)にて列車の種別変更を行うことを可能としたモデルである。C は列車の属性(種別)を示すカラー集合で、 $C = \{L, R\}$ (L:普通列車, R:快速列車)である。t3, t4 はそれぞれ種別変更を行うトランジションで、t3 が発火すると普通から快速へ、t4 が発火すると快速から普通へ種別が変更される。

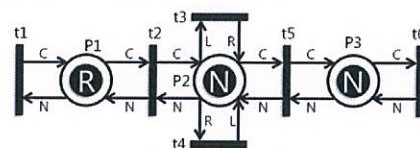


図 4 CPN による列車の種別変更に対応したモデル

5. おわりに

列車属性の表現および Mimic Panel 状態モデルの解析に CPN を適用することで、ネットの大幅な簡略化を行える可能性を示すことができた。また、要旨には記載していないが、CPN により表現したモデルの可達性解析を行った結果、可達性を示すことができた。

文献

- (1)寺島光哉, 小林慶明, 高木亮:「運転整理問題への Mimic Panel 状態モデルの適用:列車の属性を含めたペトリネット表現」, 平 25 電気学会産業応用部門全大, 5-31 (2013)
- (2)塚越一成:「運転整理問題の効率的求解に適用可能な Mimic Panel 状態モデルとその数学的解析の検討」工学院大学(修士論文) (2013)