

## 動的図解手法としてのペトリネットシミュレータシステムについて

01104143 金沢大学 木俣 昇 KIMATA Noboru

## 1. まえがき

ペトリネット手法は、ネットのグラフ解析から、種々のシステムシミュレーションやハードウェア設計への応用まで、その研究領域を拡大化してきている。ペトリネットの長所は、単純な道具による視覚的なネットによる記述性と、単純で明解な汎用的規則によるその動的駆動性にある。このことは、図解手法で言われる”図示してみることは、(アイデアを)仮想実行することである”を地で行くことに繋がる。現代の公共計画では、パブリックインボルブメントと説明責任が強く求められており、誰もが使える図解的手法の特性は価値あるものといえる。本論文では、著者らの交通流ペトリネットシミュレータの特徴を、そのような動的図解手法特性にあるとして、その位置づけと今後の方向性について検討する。

## 2. 交通流ペトリネットシミュレータの基本システム形態

## (1) 基本道具と基本原理

図-1に、信号交差点近辺の部分交通流のペトリネットによる記述例を示す。このネットの基本要素は、プレース(○)、トランジション(I), アロー(→), 及びトークン(●)で、グラフ状の図解モデルといえる。実用上、それぞれにバリエーション型の使用や、トークンタイマやカラーによる時間性と車両特性の付与が必要となる。例えば、図-1では3種類のトランジション型が使用されていることを形態的な区別表示で示している。

このネットの駆動原理も、非常に単純で明解なルールによる。即ち、当該トランジションに関して、i) その全ての入力プレースでトークンがマーキング状態にあり、かつ、ii) 全ての抑止プレースにトークンが存在しないとき、そのトランジションが発火し、iii) 全ての入力プレースからトークンが1個ずつ取り去られ、iv) 全ての出力プレースにトークンが1個ずつ配置されるというルールである。この原理を適用し、図-1を手動で駆動させ、その動きを確認することは、誰にでも容易に実行できるだろう。

## (2) コンピュータシミュレーションの実行手順

まず、ネットモデルを、その各要素の種類/型、他要素との関係性、初期トークン配置、および特殊プレースとトランジションの設定を、Sdata形式でデータファイル化する。そして、車両トークンが移動する可変プレース上のトークンタイマの更新表、即ち車速更新を確率的に規定するVptimerファイルを作成する。

次に、コンピュータシミュレーションの出力図としてのネット図を作画する。この作業は、ソフト上でSdataファイルを指定すると、配置すべき要素のリストが表示され、それらをクリックし、現れた要素を画面上の希望位置に配置することで実行される。プレースとトランジション間のアローは、Sdataから自動描画される。また、配置位置は、画面上でのマウス操作で自由に変更でき、さらに、表示・非表示機能を使用すれば、例えば実在物のみによる図解表現も可能となる。作画されたネット図の座標データは、Ndataとして保存される。図-1は、このようにして作画されたネット図でもある。

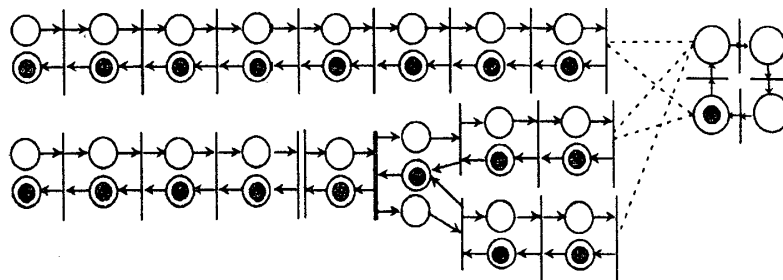


図-1 信号交差点近辺の部分交通流のペトリネット記述の例

シミュレーションは、Sdata と Ndata のセットで実行される。交通量や信号現示時間の変更は、Sdata のパラメータ変更だけで、同じネット図上での視覚的シミュレーションが可能となる。このように、ペトリネットシミュレータでは、対象のネット図記述ができさえすれば、プログラミングを行うことなく直ちにそのシミュレーションが実行できる。まず、この意味で誰もが使えるという図解的手法特性を備えている。

### 3. ペトリネットシミュレータの図解手法的特性とその活用方式

#### (1) 道路空間のプレース表現とプレースの場所性、時空間性

図-1 のネットは、道路を閉塞区間に分割し、車両が先の閉塞区間に進行する事象を主なトランジションとするモデルで、その各閉塞区間は、i) 当該区間に車両が存在すると、ii) 当該区間が空いているという2つのプレース、P(-2)とP(-1)型を用いて表現している。そして、この2つのプレース間の相互補完性、即ち一方のみにしかトークンは配置されないことと、前述の発火ルールとを利用して、図-2 に示すネット構造で、前方の閉塞区間が空きのときのみ車両が進行するという安全性保証を、図解的に記述するものとなっている。

交通計画とは、

車両による場所・時空間の占有性を把握し、その安全性確保策と効率化策の工夫に他ならない。上述の部分ネットは、プレースに場所性を意識させ、場所の空きという非

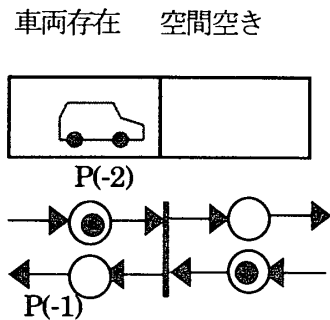


図-2 閉塞区間の2プレース表現

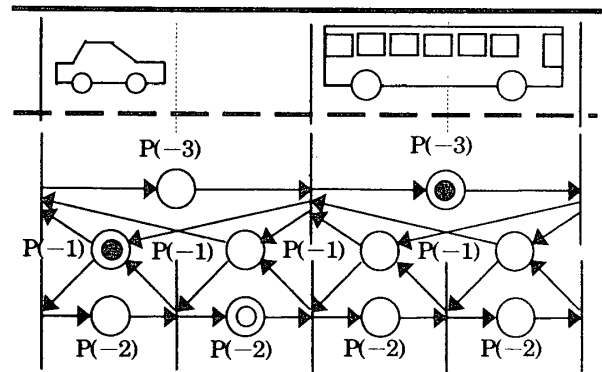


図-3 大型車導入のペトリネット

在無色性と、場所の占有特定性の二面に着目することの重要性を示唆するとともに、その活用工夫のヒントを与えるものである。

#### (2) 場所の複数プレース表現と重畳化ネット表現の活用

図-1 には、1つの閉塞区間に3つのプレースが対応している部分がある。そこは、右折専用レーンへの直進・左折車と右折車の分岐起点場所である。車両属性はトークンカラーで記述するとしたが、この部分では存在車両属性に対応するプレース区別でも記述されている。即ち、1つの場所を、そこを占有特定化する複数のものと個々に対応する複数プレースで記述するという方式を示唆している。このアイディアは、例えば左折車に対応するプレースを導入し、それらのプレースでの車速更新表を差別化することで、直進・左折車の混合レーンでの交差点手前における走行特性の多様化記述を可能にする。

いま一つは、サイズの異なるバスの場所・空間表現化とバス優先策への応用である。図-3 は、大型車であるバスは一般車の2倍の空間を占めるとし、バスの存在を示すプレースP(-3)に、空間の空きを示すプレースP(-1)を2個対応させている。その空間を一般車も占めるとすることでバスと一般車の混在流が図解的に記述できる。バス専用レーン運用時は、このレーンネットでの一般車の発生を抑制すればよい。道路空間の限定された都市部での交差点近辺の部分的バス専用レーン運用策への応用も、空間の図解化で可能となる。

最後に、1空間の複数プレース表現に伴うネットの視覚性の低下は、前述した表示・非表示機能で対応し、ペトリネットの図解手法性を展開性と読解性の両面で進めるソフトの強化がさらに必要と考えている。

### 4. 参考文献

- 1) 木俣、高木、黒川: ペトリネットによる交通流シミュレーションの開発, 土木計画学研究・論文集, 12, 691-699 (1995)
- 2) 木俣、岸野、白水: 交通流ペトリネットシミュレータの実用化システムの開発, 土木情報システム論文集, 19, 31-40(2000)