

3 色灯式信号機付き交差点における交通流シミュレーション

情報科学科 足立 陸

指導教員：太田 淳

1 はじめに

渋滞という言葉は現代の車社会になってから、本格的に使われるようになった。近年では、自動車の保有台数の増加や交通信号の多様化、細分化に伴い、交通事故や車の渋滞が社会問題になっている。これにより、交通流の研究は急速に発展してきた。

交通流の研究には、待ち行列理論やセルオートマトン法 [1] が用いられてきたが、細分化された交通信号システムを解析する手法としてそれらを用いるのは難しいため、本研究ではカラーペトリネットを用いて交差点をモデル化し、交通流のシミュレーションを行う。これまでの先行研究と比較して、本研究では信号システムのモデルを変更し、黄色信号を含めた信号システムのモデルを作成する。カラーペトリネットを用いることでシステムの小規模化が可能になり、視覚的に見やすいモデルを作成できるのでシステムを直感的に理解することができる。

2 カラーペトリネット [2]

大規模なシステムをモデル化するとき、通常のペトリネットでは同型な構造を持つ部分ネットが数多く生成され、システムを記述する上で大きな負担となる。この問題を解消するために提案されたのが、カラーペトリネットなどの高水準ペトリネットである。カラーペトリネットでは、各システムの動作に対応する同型な部分ネットは 1 つのネットに畳み込まれ、それぞれのシステムは指定された型（カラー）の要素を割り当てたトークン（色つきトークン）を用いることにより識別することができる。

3 交通流のモデリング

本研究では、CPN Tools を用いて実際の交差点のモデリングを行い、シミュレーションを行う。交差点のモデルを作る過程は以下の通りである。出来上がったモデルを図 1 に示す。

1. 対象とする交差点の信号システムの作成
信号機の信号が変化するパターン、周期、継続時間を計測し、状態機械を用いてモデル化する。状態変化を表すそれぞれのトランジションの出力アークに遅延を設定することで信号パターンを実現する。
2. 複数車線道路モデルの作成
一方通行の一車線直線道路モデルを作成し、左車線、右車線を走行する自動車をトークンの色で識別することによって複数車線の道路モデルに拡張する。
3. 交差点の交通流モデルの作成
自動車の進行方向をトークンの色で識別する。トークンの色によって発火できるトランジションを制限することで、車が進行できる方向を制限し、交差点の交通流モデルを実現する。本研究で考慮する自動車の進行方向は直進、右折、左折の 3 種類とする。
4. 信号システムと交差点モデルの同期
それぞれの道路に対応する青信号が点灯している時のみ、自動車が通行できるよう、信号と交差点交通流、複数車線道路のシステムの挙動を同期する。

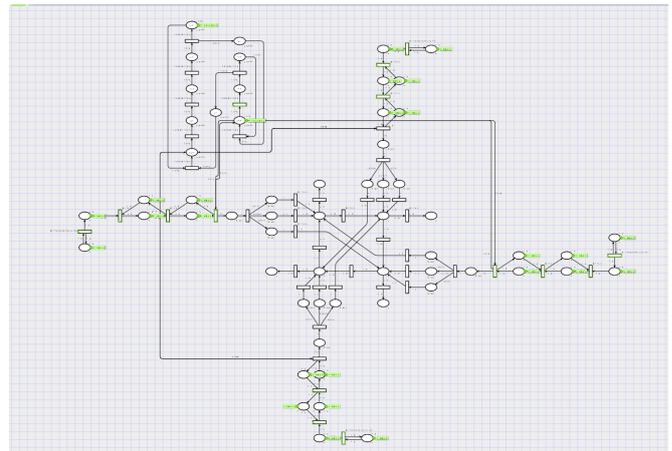


図 1 交差点のモデル

先行研究と比較して、新たに黄色信号を含めた交通信号システムのモデルを実現し導入した。そのため、自動車の挙動がより実際の交通流に近づくことを期待できる。しかし、実際の交通流では黄色信号の状態でも通行する車が存在するため、それらの挙動をどう表現していくのか考慮していく必要がある。また、十字路口交差点における信号機のモデルをそれぞれの信号機のプレースではなく東西、南北でまとめたため、モデルの規模を縮小することができた。

4 おわりに

本研究では、実在する交差点のモデルを作成し、そこにおける交通流をカラーペトリネットを用いて実現した。モデルの作成およびシミュレーションを行う過程で、信号の動きと交通流を確認し、CPN Tools の大きな特徴であるモデルの設計段階から実際の挙動を視覚化することで直感的にシステムを理解できるという利点を活かすことができた。また、カラーペトリネットの利点である色つきトークンによる同型な部分ネットの畳み込みを用いることができた。今後の課題として、交通信号の多様化、細分化に対応するために青矢印付き信号機や交通感応制御式信号機のモデル化、複数の交差点を考慮してモデルの規模を拡大していくことが、より実際の交通流をモデル化するために必要な課題として挙げられる。

参考文献

- [1] 西成活裕, 渋滞学, 新潮社, 2006
- [2] 青山幹雄 内平直志 平石邦彦, ペトリネットの理論と実践, 朝倉書店, 1995
- [3] 村田忠夫, ペトリネットの解析と応用, 近代科学社, 1992
- [4] 西成活裕, よくわかる渋滞学, ナツメ社, 2009
- [5] 細江里帆, ペトリネットを用いた交差点における交通流シミュレーション, 愛知県立大学情報科学部卒業論文, 2017