

4U-3

変形タイムペトリネットを用いた  
道路交通トラフィックシミュレーション

に関する基礎検討

加藤 誠巳 野間 恒毅  
(上智大学理工学部)

1 まえがき

道路交通シミュレータは、(1) 実現象のメカニズムに対する仮説の検定、(2) 実現象による実験の代替、などの目的の為に用いられる。従来から交通流による定性的なマクロシミュレータや、各車両を制御するミクロシミュレータが存在している。マクロシミュレータは特定の地域や現象に対しては高速で正確な結果を提供するが、適用範囲を限定しないミクロシミュレータは処理が重く、パソコンでは実行が困難なことが多い。今回ペトリネット [1] を元に、道路交通網のモデル化に適した変形タイムペトリネットについて検討を行った。

本シミュレータはペトリネットを使うことでミクロなパラメータを与えることができるが、その本質はゾーン方式による汎用マクロシミュレータであり、特定の地域・現象を対象としていない。このシミュレータは比較的処理能力の劣るパソコンでかなりの規模のネットワークのシミュレーションを可能とし、信号機の最適制御などに応用することを目的としている。

2 変形タイムペトリネットの概念

道路交通シミュレータをパソコンレベルの処理能力で実現するために、1区間をまとめて扱うゾーン方式 [2] を使用する。また車両は一樣なものとして扱い、その加速性能など車両の振舞いも一樣とする。そして車両追従理論 [3] より後続車の速度は前車の速度と車間距離に依存しているため、ゾーンに車両が多い場合は車間距離が短くなり車速が遅くなる。

ペトリネットには非同期的、並行的あるいは競合して動作するシステムを記述するモデルとしての特徴がある [4]。これを活かし、前述の概念をペトリネットのオブジェクトへ適用し、メッセージ駆動型 [5] のオブジェクト指向のプログラムとして実現した。

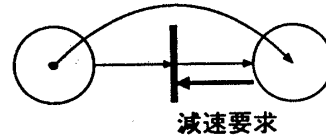
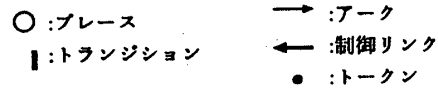


図1 トークンの増加による減速

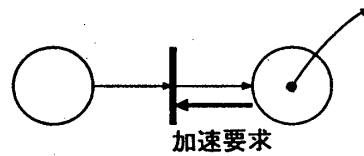


図2 トークンの減少による加速

1. ブレース

ブレースは道路の一区間であるゾーンを表し、1トークンは1車両を表すこととする。1ブレース内には表現する道路の区間距離に停止時に収容出来る最大車両数のトークンまで保持可能であるものとする。

2. トランジション

トランジションの発火によりトークンはブレースからブレースへと移動する。トランジションが発火可能となってから実際に発火するまでの時間を変化させることで車両速度を表現する。たとえばブレース内のトークンがトランジションの発火により増加した場合、制御リンクによって後方のトランジションの発火間隔を長くする(図1)。また逆に前方のブレース内のトークンが減少した場合、後方のトランジションの発火間隔を短くする(図2)。

3. 信号機の表現

トランジションに対して強制的に停止するように要求するオブジェクトを新たに導入することで信号機を表現した。

4. 交差点・レーンの表現

交差点はトランジションからの出力アークが直進・左折・右折(・Uターン)と3(4)本あると考える(図3)。出力アークの接続されてい

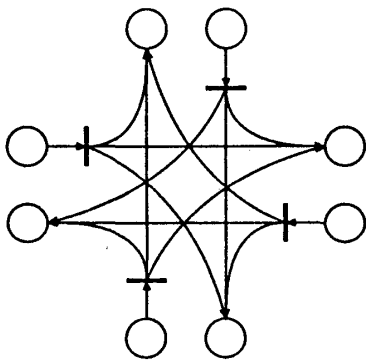


図3 交差点の表現

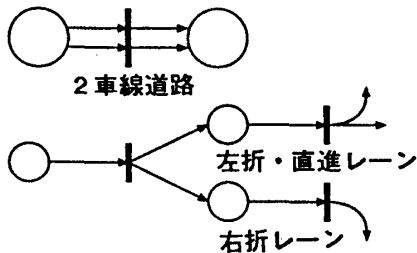


図4 レーンの表現

るブレースの選択はその交差点での直進・左折・右折（・Uターン）の発生確率によって行う。また多レーンの表現は通常の直進道路においてはアークの数を多くし、トランジションの発火においてトークンをアーク数だけ移動させる（図4）。

### 3 シミュレーションの結果

一本道に一箇所信号機が存在する簡単なネットワークに対し、シミュレーションを行った（図5）。信号機が青の場合、円滑に交通が流れており、信号が赤になると信号を先頭に車両が信号待ちの状態になる。再び信号が青になると信号待ちをしていた車両が発進するが、低速なのですべての車両がその青信号の期間に発進出来る訳でなく、繰り越しが生じる。これを繰り返すと繰り越しの分だけ信号待ちの車両の列が伸びていく。このように信号機での渋滞が発生し、繰り越しが多くなると渋滞の後方伝播が生じる。

C言語で記述したプログラムを68000CPU 10MHzのパソコンで実行した結果、グラフィック出力を含みシミュレート時間786.0秒に対して処理時間30.4秒を要した。

### 4 むすび

このシミュレーションモデルで信号機により交通の流れが悪くなることが確認出来た。しかし実在する

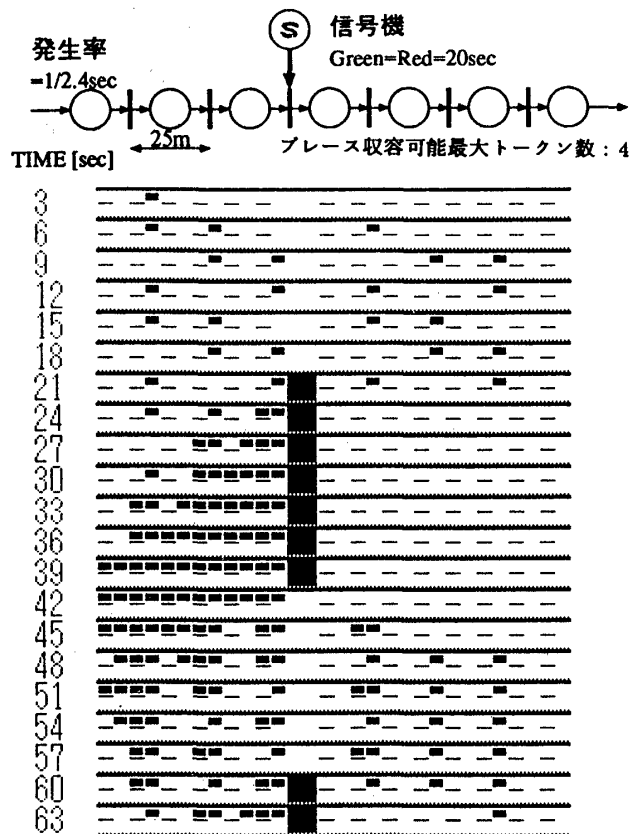


図5 シミュレーションの例

道路交通ネットワークを構築し、交通渋滞のデータとの比較検討が必要である。また現在ブレースの表現する区間の長さが一定であり、一様な車両、一様な振る舞いを仮定しているが、非一様性を導入することも今後の課題である。

最後に有益な御助言を戴た本学マルチメディアラボの諸氏に謝意を表す。

### 参考文献

- [1] J.L.Peterson, 市川 訳:”ベトリネット入門”,p.293,共立出版(昭59).
- [2] 保原, 中原:”トラフィック制御”,p.504,コロナ社(昭50).
- [3] 海老原, 岡本:”交通システム工学(2)”,p.204,コロナ社(昭60).
- [4] 半田:”スケジュールされた輸送網における動的経路問題の表現法”,電学会論文誌,Vol.101,No.10,pp.245~251(昭56).
- [5] 鷹野:”OS/2による並行処理プログラムの作り方”,情報処理,Vol.32,No.1~4(1991).