

ペトリネットによる交差点付近における事故分析シミュレーション

金沢大学工学部 木俣 昇
金沢大学工学部 ○鷺見 育男

1. 序論

交通流のミクロシミュレーションは、種々の方式によるものが開発されているが、著者らは、事象に着目し、視覚的なネットによる表現法を取り、かつ単純で汎用的な駆動アルゴリズムを持つ交通流のペトリネットシミュレーションシステムの開発を行ってきた¹⁾。論文²⁾では、このシステムには、どこにおいても事故が起こらないことを保証する2つの型の安全確保機構（自律型・強制型）が組み込まれていることを明らかにし、逆に、この機構を破綻させるネットを工夫し、結合化させることによって、事故シミュレーションシステムを具体化した。本論文では、この2つの型の安全確保機構のうちの1つ、自律的機構を破綻させるネットを紹介し、既存のシミュレーションシステムに種々のパターンで結合させたシステムを用いて、事故に伴う渋滞シミュレーションを実行することを目的とする。

2. ペトリネットによる事故シミュレーション法

図-1は、左から右方向への交通流を表す基本部分ネットのマーキング例を示したものである。この部分ネットには安全を保障する“自律的安全確保機構”が組み込まれている。即ち、1つの閉塞区間を上下2つのプレース（車両の存在と閉塞区間の空き）で表し、このいずれかのプレースにのみトークンがマーキングされる。従って、トランジションT1はP2にトークンがマーキングされている（車が存在する）限り、P6にはトークンはなく、発火することはない。換言すれば、P1の車（トークン）はP2の車に追突することはない。このように、ペトリネットによる交通流シミュレーションでは、車両進行のトランジションの入出力プレースを双対化することで、発火に伴う車両空間の閉塞性を自律的に確保し、衝突安全性を保证する機構となっている。しかし、現実の交通流では、衝突事故はしばしば起きている。それは、この安全保障機構が何らかの理由で崩壊ないしは破綻するためと考えられる。この破綻のモデル化は、空間の空きか否か

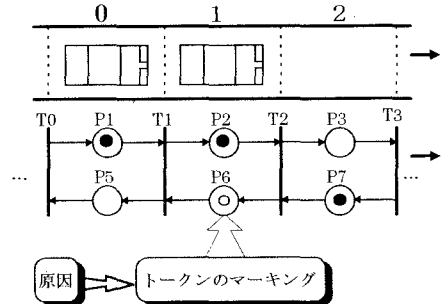


図-1 車両走行の部分ネット

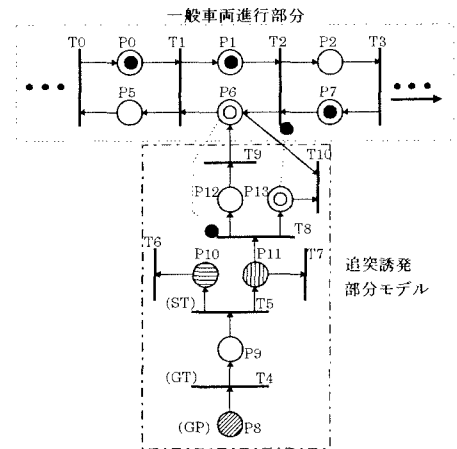


図-2 自律的安全確保機構の破綻ネット

を表すプレース（P5～P7）に、自律的機構とは別ルートでトークンをマーキングする可能性を持つネットを結合化させることで実現できる。即ち、P6にトークンがこの別ルートで出現すれば、T1は発火可能となり、P1の車は、P2の車に追突することになる。

図-2は、地震や道路特性などを契機にして、自律的機構を破綻させるネットモデルの1例である。まず、P8に発生プレースを配置し、事故原因に応じて破綻因となるトークンを発生させる。T4はカラー生成トランジション（GT）で、この素因がさらに確率的に作用することをモデル化したものである。即ち、T5は選択トランジション（ST）で、事故原因となるカ

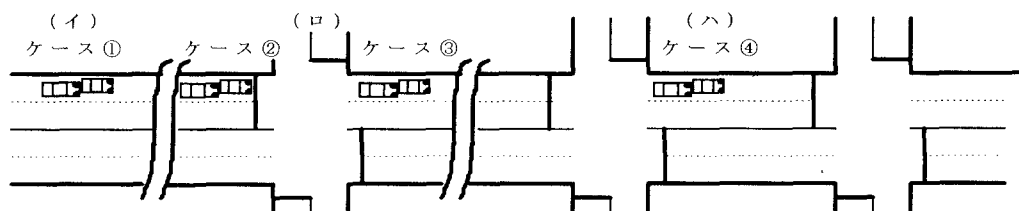


図-3 事故発生位置のイメージ図

ラーが生成されれば、P11 にトークンを出力し、破綻因のトークンを空間の空気を表すブレース P6 に出現させるルーチンに入る。P6 から T8 への抑止アークは、空間が空きならばこのルーチンは不要なことを表している。空きでないとき、トークンは P12 を経由して P6 にマーキングされ、P1 に車が存在しているときにも、T1 が発火可能、即ち車両進行の条件が形成され、安全確保機構は崩壊することになる。このモデルでは、事故の発生は決定的ではなく、確率的となる。

3. 交差点付近における事故に伴う渋滞シミュレーション

3-1. シミュレーションケース

図-3は、各シミュレーションケースを示している。(イ)は、直線道路での事故ケースで、(ロ)は、1交差点の進入付近での事故ケースと、交差点通過後の事故ケースである。交差点通過後は、交差流として、上から下方向への流入がある。(ハ)では、近接した2交差点間での事故ケースである。以上4ケースで事故が発生したとして、シミュレーションを実施した。シミュレーションパラメーターとして、主方向の交通量を20(台/分)、交差方向を15(台/分)、事故の処理に要する時間を180(秒)とした事例について報告する。

3-2. シミュレーション結果

ここでは、紙面上の関係でケース②、③のシミュレーション結果のみを図-4、5に記載する。図-4では一時的な渋滞となるが、図-5では、事故発生後に交差流の渋滞が大きくなり、この渋滞は事故処理が完了しても解消せず、信号の運用によっては慢性化してくることも予想される。とすれば、ケース④のように近接交差点間との関連性も重要な因子となると考えられ、このシミュレーションが必要となる。これについては、発表時までに行いたいと考えている。

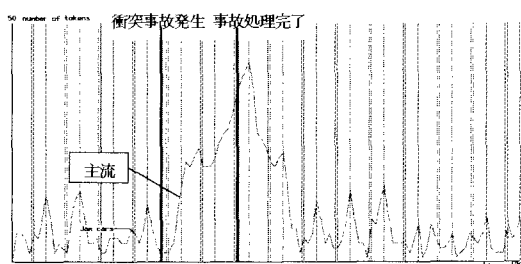


図-4 交差進入付近②のシミュレーション結果

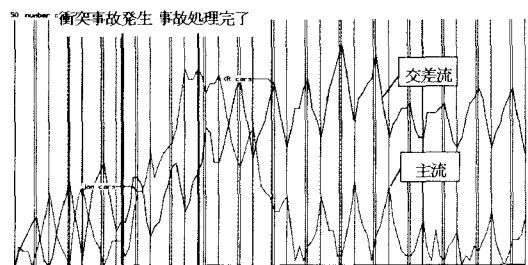


図-5 交差点出口③のシミュレーション結果

4. 結論

本論文では、事故モデルを提案し、そのモデルをペトリネットの特徴である結合性を活かすことで、種々のケースのシミュレーションを実行した。今後の課題としては、他の型の破綻ネットの作成と、それを組み入れた広域の道路での事故シミュレーションを考えている。

5. 参考文献

- 1) 木俣昇, 高木秀彰, 黒川浩嗣: ペトリネットによる交通流シミュレーションシステムの開発, 土木計画学研究・論文集, No.12, pp.691-699, 1995.8.
- 2) 木俣昇, 鷺見育男: ペトリネット型交通流シミュレーションシステムの安全保障機構の破綻化による事故モデルの基礎的研究, 土木計画学研究・講演集, No.20 (1), pp.489-492, 1997.11.