

追突事故内在型ペトリネットシミュレーターの実行結果について

金沢大学工学部 正会員 木俣 昇 学生員 ○ 高城 秀樹

1. まえがき

著者らは、透明性と汎用性を特徴とする交通流のペトリネットシミュレーター¹⁾の開発を試みてきている。これらの特徴は、基本仮説の単純性、記述系ネットの視覚性、駆動系の単純性などから来ているが、シミュレーターの信頼性の議論には、実交通現象の再現性の検証とともに、基本仮定の妥当性の確認も重要となる。再現性については、交差点流を中心に検討を試みている。一方、車両走行の基本仮説は、①前方閉塞区間が空きのときのみに進行し、右折は対向直進車との安全間隔が確保されたときのみに行い、②前方が空きのときは加速か現状維持を希望するとし、①を保証するメカニズムによって、結果としての減速は起きるが、意図的な減速は仮定していない。このメカニズムが働かなければ、衝突事故に繋がることになり、このリスクの検討も必要と考えて、追突事故内在型のペトリネットシミュレーターを作成した²⁾。本論文では、まずこのシミュレーターの概要を示し、次にその各パラメーターの働き方を示すためのシミュレーションを実施し、その結果について報告する。

2. 追突事故内在型シミュレーターの概要

(1)追突事故内在化の原理

ペトリネットシミュレーターでは、図-1の車両進行の部分ネットに示すように、1つの閉塞区間を”車両の存在”と”空間の空き”を示す2つの背反的なプレース(-2, -1)で表現し、それらを”車両の進行”を意味するトランジションの入出力プレースとするネットを使用する。追突事故の回避は、この背反的なプレースの働きと、トランジションの”発火”のルールによって保証するメカニズムを採用している。即ち、トランジションの発火は、その全ての入力プレースにトークンがマーキングされていて、かつ、抑止プレースにトークンが存在しないときのみに起き、前方閉塞区間に車両が存在すれば、”車両の空き”を示すプレースにはトークンはマーキングされておらず、車両の進

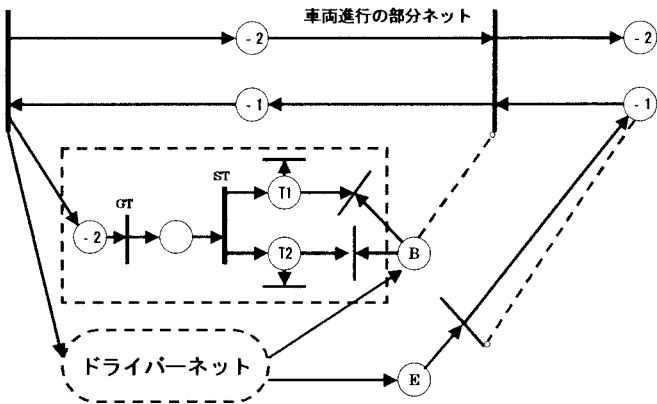


図-1 追突事故内在化のネット構造

行は起きないというメカニズムである。この安全メカニズムは、”空間の空き”を示すプレースに”車両進行のネット”以外のルートからトークンがマーキングされたとき崩壊し、追突事故のリスクが発生する。換言すれば、このマーキングは、ドライバーの前方認知ミス(E)を意味する。そこで、そのようなドライバーネット²⁾を開発し、図-1に示すように”車両進行のネット”に結合することで構成したものが、著者らの追突事故内在型シミュレーターである。

(2)ドライバーネットのパラメーター

このネットでは、各地点に危険度を想定し、まず、それに応じた事故誘因を発生させる。さらにその種類を危険因子度、ミス直結性という形で確率的に生成させる。そして、それを受けてドライバー特性(判断力、行動力、警戒心)による前方認知ミスや指示ミスが発生し、その一方で警戒心の発生とその持続力とによってミスの顕在化を回避することもありうるとするネットとなっている。

また、危険と判断し、ブレーキング(B)するとき、その減速度を図-1のT1とT2の2つのプレースタイムで設定し、ミスを認知し、ブレーキングが間に合えば追突事故が回避され、その一方で、急ブレーキによる被追突リスクも発生するネットともなっている。表-1に、このネットのパラメーター一覧と、本論文でのシミュレーション時の設定例を示す。

表-1 パラメーター一覧表とシミュレーションケース

パラメータ	(単位)	①	②	③	④	⑤
事故誘発発生率	個/分	500	500	500	500	500
危険因子度	%	95	95	95	95	95
非ミス直結性	%	80	80	80	80	80
危険性判断	%	80	80	80	80	80
指示	%	80	80	80	80	80
警戒心	%	60	60	60	60	60
警戒心持続	秒	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4
交通量	個/分	15	15	15	15	15
速度分布形	タイプ	I	II	III	IV	I

3. 追突事故シミュレーション結果と考察

(1) 最小車間間隔と車速分布の影響評価

表-1のパラメーターの中の車速分布形とは、本シミュレーターで、前方が空きのときの加速が現状維持かの希望分布による実現車速の違いを意味する。希望分布は、プレースタイマの更新表で設定され、最小車間間隔を定める閉塞区間長、制限速度、加速度合いの設定とのセットとして、表-2のような想定となる。

タイプIは、最小車間間隔が6.7mで、常に加速希望であるのに対して、タイプIIでは、走行速度が速いほど現状維持の希望が増えるとしている。タイプIII、IVは最小車間を5割広げた場合である。

表-1の①~⑤のパラメーターの下で、事故シミュレーションを実施した。その結果を図-2に示す。

まず、図中の①の軸上の①と②、③の軸上の③と④との差は、加速希望を抑えたときの事故減少効果である。次に、①と③、②と④との差は、同様に最小車間間隔を広げた効果である。そして、①と④との差は、それらの複合効果を意味し、いずれも想定通りに追突事故の軽減化に働いていることが確認できた。

(2) その他の考察

上述のドライバーネットは、基本的には階層分岐的な構造を持つ。従って、根に当たる因子ほど大きく作用し、支流に行くほど寄与が小さくなる。事故の統計モデルでは、ドライバーの遵法態度は事故要因であるが、他の要因が作用するときは有意でないとされるが、本ネットによるシミュレーションはこのことも再現した。階層分岐的構造から外れるものに、ネットの中層にある警戒心とその持続性がある。図-2の①と⑤との差はこの働きを示すもので、中層にあるが大きく作用することがわかる。著者らのネットモデルでは、この因子はドライバー特性にまかせるのではなく、道路一車両系で積極的に対処することが事故対策として重要であることを示しているといえよう。

表-2 速度分布形の設定

閉塞区間長		6.7m		10m	
走行速度	希望速度	加速率			
30	40	1	0.3	1	0.3
20	30	1	0.6	1	0.6
10	20	1	1	1	1
5	10	1	1	1	1
タイプ		I	II	III	IV

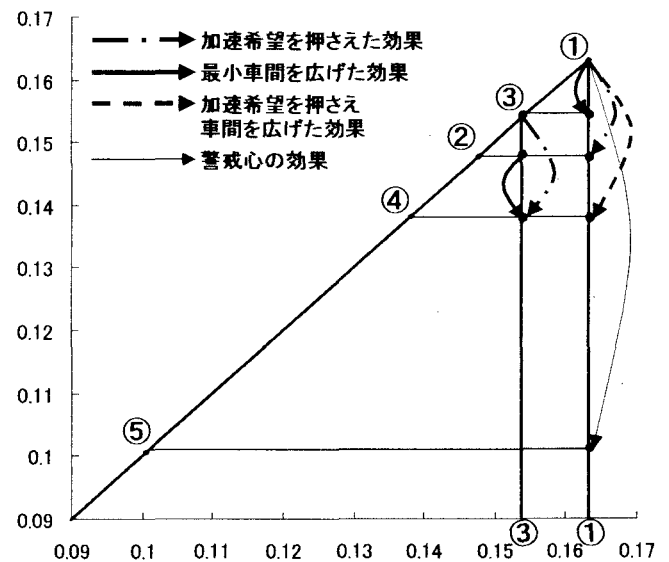


図-2 事故因子の作用効果分析

トであるドライバーネットの働きについて報告した。事故に関する統計分析の結果についても定性的な説明性ではあるがその再現性も確認することができた。しかし、本シミュレーターの信頼性の議論への利用については、パラメーターの設定法、再現交通量への影響分析を含め多くの課題が残されている。また、交差点内での右左折事故の内在化も課題である。

参考文献

- 1) 木俣昇*, 他: 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, 12 pp.691~699, 1995.
- 2) 木俣昇*, 追突事故リスク内在型の交通流のペトリネットシミュレーターの開発, 土木計画学研究・講演集, 22-2, pp.845~848, 1999.

4. あとがき

事故内在型のシミュレーターの原理とその部分ネッ