

ペトリネット型交通シミュレーターの現況再現性向上に関する研究

金沢大学大学院 正員 木俣 昇 学生員 ○千田 諭
中央復建コンサルタンツ 正員 白水 靖郎

1. はじめに

建設省が新たに提案する道路整備五箇年計画において、道路政策の進め方の改革の1つに、P I実施による政策透明性確保が掲げられている。

著者等が開発を行ってきたペトリネット型交通シミュレーター¹⁾は、ペトリネット理論に基づく単純なルールによってモデル化が成されているため、利用者の理解が容易で、P I支援に対して優れたシミュレーターであると言える。しかし、P I支援シミュレーターには、その点だけでなく、シミュレーターの信頼性、即ち、高い現況再現性も要求される。

本論文では、金沢市に実在する信号交差点を用い、ペトリネット型交通シミュレーターの現況再現性向上に関して行った研究の成果について報告する。

2. ペトリネット型交通シミュレーターの改良点とパラメータの見直し

ペトリネット型交通シミュレーターは、道路を車両1台の長さから設定した6.7mの閉塞区間に分割し、その間の移動という形で交通流を離散的に捉える方式を採用している¹⁾。車速は、ペトリネット理論で時間を表現するプレースタイマを用い、その更新ルールで記述している。具体的には、車両が存在する閉塞区間での滞在時間（車速の逆数）から、その進行先の閉塞区間での滞在時間（希望速度）を決定するというルールである。

これまでのプレースタイマの更新表は、表-1に示す値を用いていた。しかし、この値では、実測交通量より多く流れ過ぎることが判り、加速の形状、発進遅れ時間の見直しが必要であることが判明した。また、この更新ルールでは、常に加速が希望されるとしていたが、これも見直す余地がある。そこで、今回の研究においては、まず、表-2に示すように、調査結果²⁾に基づきプレースタイマを再設定し、更新ルールは加速希望の確率化を導入した。

車速更新は、従来の表-1に比べより細分化し、最高速度も34km/hと従来の40km/hよりも低い値とした。加速希望率は、ここでは高速になるに従い減少するとした。また、発進遅れ時間も従来用いていた0.3秒から1.2秒と修正している。これらの改良点を新たに盛り込み、次章では、金沢市に実在する交差点を取り上げ、到着交通量、右左折率、対向直進車交通量、信号サイクル、右折抑止対向車のギャップアクセプタンス等を与え、現況再現性の検証を目的としたシミュレーションを実施する。

3. 実交差点における交通流の現況再現性の検証

対象交差点は、図-1に示す、金沢市の南部方面から市街中心部に流入する幹線道路を主流とする信号交差点である。ここでの調査を用いて、南部方面からの車両の信号サイクル毎の通過台数を比較することで再現性の検証を試みる。

調査は、平成11年8月4日（水）の午前8時から午前9時までの1時間実施した。この日は、普段に比べ交通量が少なく渋滞はあまり発生していなかった。

表-3に、方向別、車線別の到着データと信号サイクル

表-1 従来のプレースタイマ更新表

当該閉塞区間		進行先閉塞区間	
滞在時間 (秒)	対応速度 (km/h)	滞在時間 (秒)	対応速度 (km/h)
$t \leq 0.80$	$30 \leq v$	0.60	40
$0.80 < t \leq 1.20$	$20 \leq v < 30$	0.80	30
$1.20 < t \leq 2.40$	$10 \leq v < 20$	1.20	20
$2.40 < t$	$v < 10$	2.40	10
発進遅れ時間 0.3 秒			

表-2 改良後のプレースタイマ更新表

当該閉塞区間		進行先閉塞区間		車速更新の確率化	
滞在時間 (秒)	対応速度 (km/h)	滞在時間 (秒)	対応速度 (km/h)	加速率	現状維持率
$t \leq 0.75$	$32 \leq v$	0.70	34	40	60
$0.75 < t \leq 0.80$	$30 \leq v < 32$	0.75	32	60	40
$0.80 < t \leq 0.85$	$28 \leq v < 30$	0.80	30	70	30
$0.85 < t \leq 0.95$	$25 \leq v < 28$	0.85	28	90	10
$0.95 < t \leq 1.20$	$20 \leq v < 25$	0.95	25	100	0
$1.20 < t \leq 2.40$	$10 \leq v < 20$	1.20	20	100	0
$2.40 < t$	$v < 10$	2.40	10	100	0
発進遅れ時間 1.2 秒					

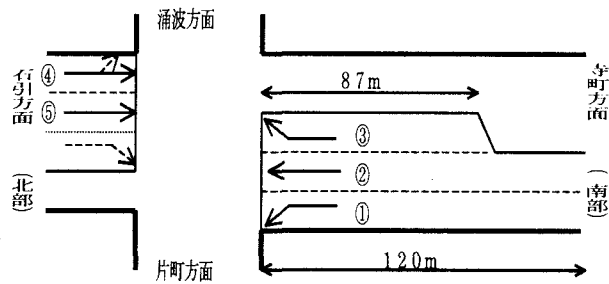


図-1 検証交差点の形状

表-3 調査結果

(a)車両到着率 (1) 寺町→石引 (2) 石引→寺町

	路肩車線	中央車線	路肩車線	中央車線
合計台数	846	905	362	257
台/分	14.10	15.08	6.03	4.28

(b)信号サイクル

青	黄	右青	黄	赤
72 秒	3 秒	8 秒	2 秒	56 秒

を示す。交差点通過台数は、図-2 の実の項に、サイクル毎の平均値と分散のみを示す。

調査結果を基にシミュレーション条件の設定を行い、表-4 に示す S1～S4 の 4 ケースについてシミュレーションを実施した。そして、信号サイクル毎の各通過台数の計測を行った。その結果を図-2 に示す。

まず、直進車の結果を見ると、平均値は、全てのケースにおいて、概ね実測値を再現していると考えて良い。シミュレーション開始前の時点では、S1 の平均値は、実測値より大きな値を示すと考えていたが、このような結果になったのは、調査時の交通流が非渋滞時に近いものであったためと考えることができる。次に、標準偏差の方を見ると、これは、ケースを追う毎に小さくなっており、実測値に近づいていることが確認できる。この原因としては、先ず、発進遅れ時間を増加させたことにより、信号停止線通過時における車群の形成が生じ易くなったことが挙げられる。次に、車速更新の確率化の導入により、車両走行中における車群の形成が促されたことも考えられる。直進車に関しては、全体としては再現性は向上したと考えている。

一方、右折車の結果については、S1 の結果が平均値と標準偏差共に、最も実測値に近くなった。これは、右折車も対向直進車の交通流も少ないことから、実測データではギャップアクセプタンスの分散の影響が大きく作用し、右折車通過台数の実測値の分散を大きくさせ、直進車でも大きな分散を示した S1 の方が近い

表-4 シミュレーションケース

ケース	更新表	確率化
S1	表-1	無
S2	表-1	有
S3	表-2	無
S4	表-2	有

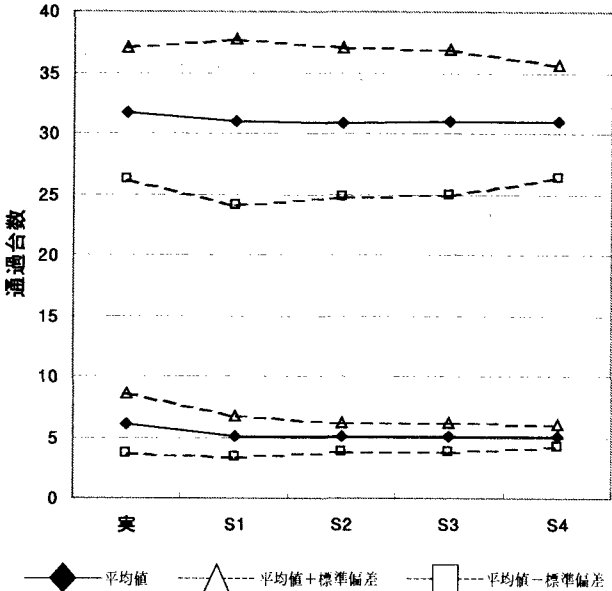


図-2 実測—シミュレーション比較図

(信号サイクル毎の直進車、右折車の通過台数)

値となったのではと考えられる。いずれにしても、本シミュレーターでは、右折抑止対向車のギャップを一定とするモデルを使用しているが、この点も見直す必要があると考えている。

4. あとがき

本研究では、ペトリネット型交通シミュレーターの現況再現性の向上を目指し、シミュレーターの改良、パラメータの見直しを実行し、新たなプレースタイマの更新表の作成と加速希望の確率化を導入した。そして、これらを盛り込み、実調査によって得た値を用いてシミュレーションを実施し、その結果を実測値と比較することにより検証を実施した。その結果、今回の試みで通過台数の変動域が縮小することが確認できた。

今後の課題としては、渋滞時における調査の実施、新たな右折抑止モデルの開発、先詰まりの影響と対象交差点手前の信号交差点をシミュレーションネットに組み込んだシミュレーションの実施が挙げられる。

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 No12 pp.691～699(1995)
- 2) 木俣 昇, 白木靖郎, 千田 論: ペトリネットを用いたシミュレータの検証, 土木計画学研究・講演集 No22(2) pp865～868(1999)