

IV-14

交差点シミュレーションによる信号現示の最適化

東北大学大学院情報科学研究科 学生員○岩見 忠輝
東北大学大学院情報科学研究科 正 員 福田 正

1. はじめに

交通量の多い交差点では、一般に信号制御が行われており、それにより信号待ち行列が形成される。本研究では、第1に、黄表示中の走行挙動を考慮した単独信号交差点のシミュレーションを構築すること、第2に、このシミュレーションにより信号待ち行列を最小にする信号現示を求めることを行う。

2. シミュレーションの概要

本シミュレーションは時間間隔0.5sの定間隔時間方式であり、制御条件として以下のような仮定をおく。

- ・4枝交差点の流入4方向のうち、交通量の多い主道路1方向、従道路1方向の計2方向を対象とする。
- ・直進に対し右折が付随的であるような交差点を対象とし、右折車両は無視できる。
- ・交差点周辺での車線変更はない。

(1) 入力および出力データ

直進車両を扱うことから、入力データとして青時間を選び、それに伴いサイクル長を変化させる。得られる出力データは、各サイクルごとの方向別の信号待ち行列である。

(II) 走行挙動

車両の発生は、待ち行列が十分に確保できるように、交差点から300mの位置で行った。車頭時間分布はアーラン分布に従うものとする。

追従走行状態の表現には、(1)式で表される追従方程式¹⁾を用いる。

$$\ddot{x}_{n+1}(t) = \frac{\dot{x}_n(t) - \dot{x}_{n+1}(t)}{\alpha} + \beta [x_n(t) - x_{n+1}(t) - f(\dot{x}_{n+1}(t))] \quad (1)$$

ここに、 x , $\dot{x}$, $\ddot{x}$ はそれぞれ位置、速度、加速度で、添字 n , $n+1$ は前車と後車の区別であり、 $\alpha=1.5$, $\beta=0.06$ として演算を行う。

信号が黄色になる瞬間に、運転者が交差点を通過するか否かの判断を要求される区間が生じる。この区間のことをGazisらはディレンマゾーンと称している。²⁾ 交差点に接近する車両は、この(2)式によって、交差点を通過する車両と停止線で停止する車両とが

区別されることになる。

$$x_c = v\delta + \frac{v^2}{2a} \quad (2)$$

ここに、 v は走行速度(m/s)、 δ は知覚反応時間(s)、 a は快適な減速度(m/s²)であり、 $\delta=1.5$ (s)、 $a=3.0$ (m/s²)とした。 x_c は車両が快適に停止できる最小限の停止線からの距離を示しており、黄信号になった瞬間に、 x_c より交差点側に存在する車両は通過させ、 x_c より発生地点側に存在する先頭の車両には停止線までに停止するような一定の減速度を与え、後続の車両を追従させることにする。

次いで、信号が赤から青に変わる瞬間に、待ち行列の先頭の車両に加速度を与える。このとき、同時に、時速5(km/h)以下の車両を停止車両と見なし、それらの台数を待ち行列として記録する。

3. シミュレーションの検証

本研究の対象とした交差点の概略図を図-1に示す。シミュレーションに適用した車線は図-1の斜線の部分であり、実測時において最も交通量および信号待ち行列が多かった車線である。

実測値との比較の指標として、今回はサイクルごとの信号待ち台数および解析時間(60min)における合計(SUM)を用いた。その結果を表-1に示す。

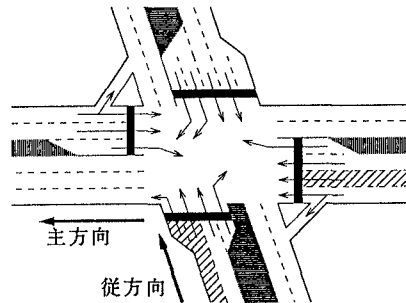


図-1 対象交差点の概略図

表-1から、平均値(AVG)、最小値(MIN)、最大値(MAX)、標準偏差(STD)を考えると今回のシミュ

レーションでは、平均値は一致したものの、実測値のばらつきを表現することができなかった。この理由としては、主方向については条件として考慮に入れなかった車線変更が現実にはあり、車両が他の車線へ移動している、従方向については主方向と同様の理由もしくは、左折車両の発生の仕方が現実とは異なる、ということが挙げられる。

表-1 実測値とシミュレーション値の比較

	主方向直進		従方向直進		従方向左折	
	実測	出力	実測	出力	実測	出力
SUM	307	304	166	172	123	119
MIN	7	11	4	5	0	2
MAX	16	14	11	10	12	7
AVG	12.3	12.2	6.6	6.9	4.9	4.8
STD	2.2	0.7	2.0	1.3	2.5	1.4

4. 分析結果

黄信号および青矢印の時間を現行の値として、サイクル長を固定し、主方向の青時間と従方向の青時間を数秒毎に変化させた結果を図-2に示す。また、現行の140sを中心にして、サイクル長を10s毎に±20s変化させた結果を図-3に示す。

図-2より、従方向の直進車線の待ち台数の急激な増加に伴い、合計台数も急激に増加するということが分かる。これは、到着台数を、与えられた青時間で捌くには不十分であるということを示している。その結果として、捌かれなかった車両がますます蓄積する状態となる。その他に、増加の直前の青時間において合計台数は最小値をとることが分かる。また図-3の各サイクル長における待ち台数の合計について、現行の場合の650台に対し、信号現示を改良することによって最小値は532台となり、約18%の待ち台数を減少できるという結果が得られる。

5. まとめ

本研究では、黄表示中の走行挙動を考慮した信号交差点シミュレーションを構築し、信号待ち行列について分析を行った。解析時間（60min）あたりの待ち台数としては、実測値とよく一致しており、良好な検証結果を得ることができた。また、交通量の多い流入部の信号待ち台数の合計を最小にする青時間をシミュレーションにより求めることができた。

しかし、本シミュレーションで仮定した条件では、

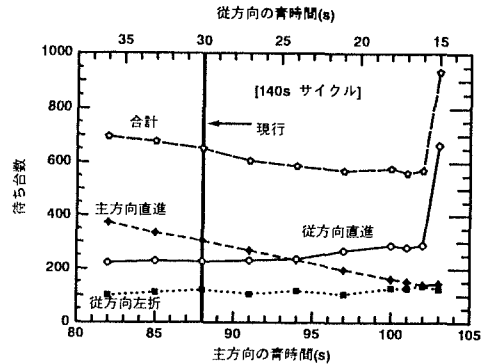


図-2 各車線ごとの待ち行列

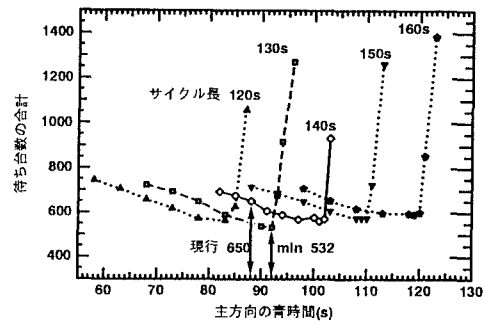


図-3 各サイクルごとの待ち行列の合計

実際の交通挙動を表現するのに不十分な点も多い。今後は、交差点での複雑な車両の走行挙動を如何に実際の挙動に近づけるかを考慮しながら、右折車両および車線変更のモデル化、交差点の単独制御から系統制御への移行などを考えていきたい。

参考文献

- 1) 安保 知紀：交通流のシミュレーションに関する基礎的研究，東北大学工学部土木工学科卒業論文，1994
- 2) Denos Gazis, Robert Herman, and Alexei Maradudin: The Problem of Amber Signal in Traffic Flow, Operations Research 8, 1960