

交通シミュレーションを用いた安全性と効率性評価の試み

京都大学大学院 学 生 員 賓 美 譽
 京都大学大学院 フェロー 飯田 恭敬
 京都大学大学院 正 員 宇野 伸宏

1. はじめに

現在，その進展が著しいコンピュータ・通信・センサーの核技術を利用して，車両（群）を制御することにより安全運転を支援し交通事故を防止することを目指した ITS システム（AHS 等）の開発が進められている．しかし，この種のシステムによる車両間の速度，車間距離の制御が交通流の安全性ならびに効率性に及ぼす影響を定量的に評価することの試みは十分とは言えない．本研究では車両走行制御の影響の定量的評価を目的として，車線変更挙動を考慮したシミュレーションのフレームワークを提示するとともに，一つの試みとして車両の反応時間の短縮が交通流の安全性に及ぼす影響について評価した．

2. 危険度指標

本研究での危険度というのは走行している 2 台の車が相対速度，車間距離の不安定な状態により衝突する可能性があることと定義する．ここでは，客観的コンフリクト分析手法を用いて，潜在的な衝突危険度を評価する．今まで提案されたコンフリクト指標は様々であるが，代表的な指標としては，式(1)の TTC(Time to collision)を挙げることができる．しかし，前方車の速度が相対的に大きいと，その値が無限大となり評価が難しくなる．もう一つの指標としては，仮に前の車が急ブレーキを踏んだ時から停止するまで走行した距離と比べて，追従した車が反応遅れの後にブレーキを踏んだ時から停止するまで走行した距離が長くなれば衝突する可能性を示す PICUD(Possibility Index for Collision with Urgent Deceleration)がある（式(2)）¹⁾．

$$TTC = \begin{cases} \frac{s_0}{V_2 - V_1} & (\text{if } V_1 < V_2) \\ \infty & (\text{if } V_1 \geq V_2) \end{cases} \quad (1)$$

$$PICUD = \frac{V_1^2 - V_2^2}{2a} + s_0 - V_2 \Delta t \quad (2)$$

ここで， V_1 ， V_2 は，先行車の減速開始時の速度と

後続車の速度である． s_0 は，先行車急減速時の車間距離， Δt は反応遅れ時間， a は減速度である．

3. 走行制御の反映方法

ITS 利用による走行制御の影響をシミュレーションにおいて考慮するため，車両の反応時間に着目する．走行制御がないときの走行挙動は式(3)の追従モデルで再現する．それに対し走行制御があるときは，究極の姿を想定して反応時間を‘0 秒’と仮定し，式(4)により走行挙動を示す．

➤ 走行制御なし（一般運転）

$$\ddot{x}_M(t+T) = a(\dot{x}_{M-1}(t) - \dot{x}_M(t)) \quad (3)$$

➤ 走行制御ある（反応時間=0 秒）

$$\ddot{x}_M(t) = a(\dot{x}_{M-1}(t) - \dot{x}_M(t)) \quad (4)$$

4. 車線変更の考慮

本研究では，車線変更車の増減による不安定な交通流が対象区間の交通流に与える影響とその危険度を評価するため図 1 のような状況を再現するシミュレーションを構築した．ここでは簡単のため，時々刻々の車両挙動をシミュレートし，ある時点で発生した車線変更車 N が受け入れ車線上の車両 M よりも，早く同一地点に到着（ $Gen_time > Lc_time$ ）すると見込まれるとき，車線変更を行うことにした．

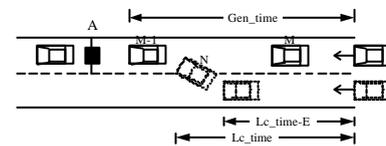


図 1 シミュレーション再現のイメージ

5. ケーススタディ

ケーススタディを行いコンフリクトに関わる定量的指標（TTC と PICUD）により，様々な交通状況の下での危険度評価を行った．

キーワード：交通シミュレーション，危険度，効率性，交通安全，反応時間

〒606-8501 京都市左京区吉田本町，Tel:075-753-5126，Fax:075-753-5907

5.1. 車線変更車の台数と危険度

車線変更車の発生頻度と潜在的な衝突危険性の関係について、シミュレーションにより分析する。

➤ ケース1

受け入れ側の交通量：0.22 台/秒， 速度：27.78m/sec
 車線変更交通量：0.03 台/秒， 速度：27.78m/sec

➤ ケース2：ケース1より車線変更車の増加

受け入れ側の交通量：0.22 台/秒， 速度：27.78m/sec
 車線変更交通量：0.14 台/秒， 速度：27.78m/sec

ケース別に 100m を単位区間として， 500m までの車線変更車両の発生数を区間別に集計したものを図 2-(a)に示す。また，TTC と PICUD の累積百分率を図 2 (b)，(c) に示す。TTC による評価には大きな差が見られない。その理由はTTCの値が無限大になった時を引いたためである。しかし，PICUD による評価は，車線変更車が多かったケース2の方がケース1と比較して，相対的にPICUDが0m以下で潜在的衝突危険性ありと判定される割合が高く評価された。また，区間100mで発生した車線変更車の影響により100m以降の下流部で危険度が高いことも分かる。以上のことから，車線変更車の増加により，コンフリクトの発生割合が増加する可能性が考えられる。

5.2. 走行制御の影響

ITS 利用による走行制御の導入が，交通流の安全性に及ぼす影響に関する評価を試みるため，シミュレーションを実施した。ある地点の通過交通量に対して，PICUD が負値となる割合を求めた。本線交通量は 0.417 台/秒，車線変更車は 0.139 台/秒，速度は 22.22 m/sec で設定した。各々10回シミュレーションを行い，その結果の平均値を表1に示す。走行制御がある場合については，9%の車両のPICUDが負値となっており，走行制御がない場合の22%と比較しても小さい値となっている。すなわち走行制御の実施により，交通流の潜在的な衝突危険性が緩和される可能性があると考えられる。

6. おわりに

本研究では，ITS 利用の走行制御の実現を念頭に置き，交通流の安全性と効率性の評価を試みるためのシミュレーションの枠組みを提示し，一つの試みとして車両の反応時間が短縮されたケースのシミュレーションを実施した。分析結果の信頼性を得るためにはシミュレーションでの車両挙動の再現をより精密に構成する必要があると考えられる。この点に関しては急務の課題と考えている。

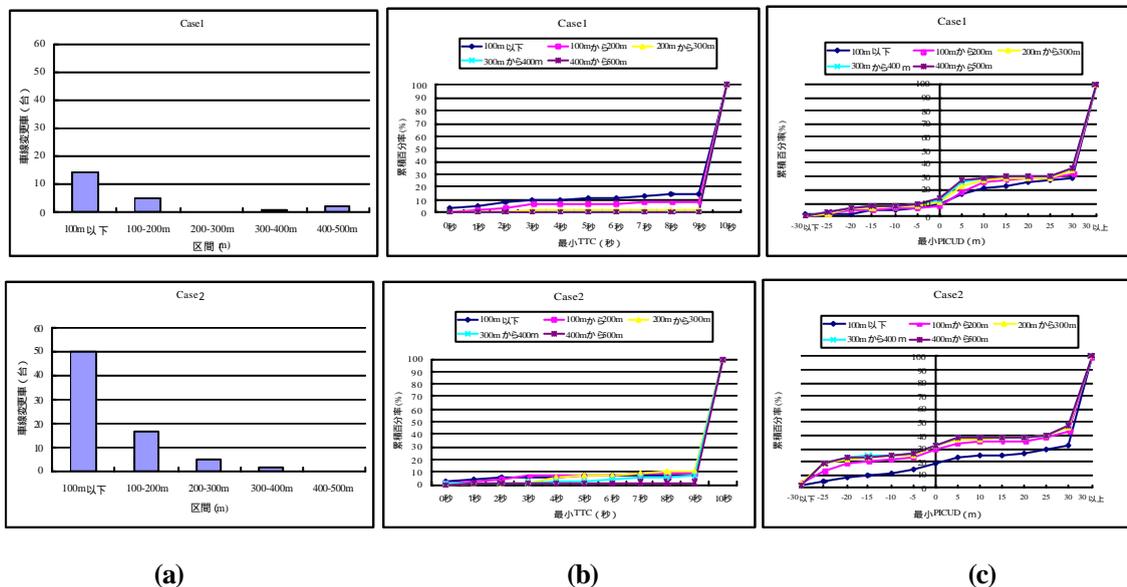


図 2 区間別の TTC と PICUD の危険度累積百分率

表 1 交通安全性と効率性の評価結果

	PICUD が負値の交通量/交通量		PICUD が負値の交通量/車線変更交通量	
	走行制御なし	走行制御あり	走行制御なし	走行制御あり
10 回実行平均	22%(79/355)	9%(33/361)	77.8%(21/27)	100%(28/28)

参考文献

1) 飯田恭敬他ら：織込み部におけるコンフリクト分析と車線変更のモデル化，第 24 回土木計画学研究講演集，CD-ROM，2001.11.