

エージェントベースモデルによる高速道路の加速車線長の検討

木更津工業高等専門学校 学生会員 ○佐野 健泰
木更津工業高等専門学校 正会員 石川 雅朗

1. はじめに

道路関係四公団は2005年に民営化し、その業務は各道路会社が引き継いだ。健全な経営状態を確保するために道路会社は一層のコスト削減が求められ、合理的な設計方法を構築することは有効な手段のひとつである。本研究では高速道路の合流部における加速車線長の設定に着目した。我国の道路構造令では、トラックの加速所要長ならびに諸外国における経験や設計基準を参考にして、本線設計速度別に加速車線長を定めている¹⁾。流入待合わせなど、個々の車両の動きを考慮した設計方法は確立されおらず、本線の交通流の動的な変動に対応した加速車線長が設定されているとは限らない。本研究は合流部の車両の挙動にエージェントベースモデルを適用して、計算シミュレーションによって再現し、合理的な加速車線長の設定方法の検討を目的とした。吉村らは協調行動モデルを導入することで合流部の車両の動きを再現する知的マルチエージェントシミュレーションを開発している²⁾。本研究では車両の挙動が規則性とランダム性を組み合わせたより単純なシステムによって再現できると考えモデルを構築した。

2. 方法

エージェントベースモデルを適用した車両挙動モデルを構築し、この考え方を実装したソフトウェアを開発した。エージェント（当該車両）は周辺車両や道路環境との相互作用により走行状態を決定する。計算を簡略化するため、エージェントは車線変更時を除き1次元の路線を移動する。各エージェントは走行速度により決定する車両認識領域と衝突回避領域を持ち（図-1）、他のエージェントを認識し衝突を回避する。基本走行は前方車との車間距離により自由走行状態か追従走行状態を選択する。車線変更は周辺車両との位置関係により自由車線変更状態か拘束車線変更状態を選択する。車線変更では一定の進行角で車両の向きを変える。ソフトウェアの開発言語はDelphi(PASCAL)を

採用した。設定した計算時間間隔でエージェントは加速度と角度を計算し、次時刻の速度と位置座標を決定する。各車両の位置座標の変化を計算時間間隔でディスプレイ上に出力した。開発したソフトウェアの主画面を図-2に示した。

計算シミュレーションは本線の交通量の異なる2ケースについて実施し、本線の交通量の違いが合流にどのように影響するかを検討する。交通量の少ないケースAと交通量の多いケースBを設定し、表-1に示す範囲で一様乱数により車間距離を決定した。全体で600mのシミュレーション領域の100m地点に合流点を

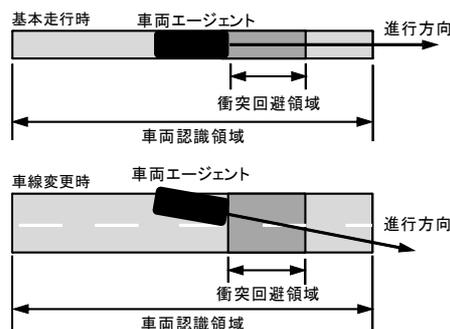


図-1 個体間の相互作用領域の領域。上図は基本走行時、下図は車線変更時で、エージェント先端より走行車線上または車線変更先の車線上に、走行速度に応じた衝突回避領域と車両認識領域を設定した。

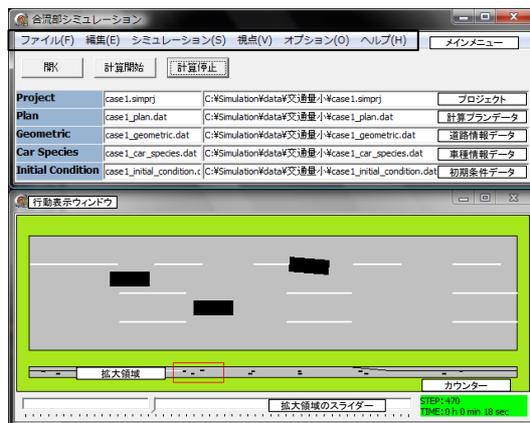


図-2 開発したシミュレーションソフトの主画面。シミュレーションによる車両の座標の変化を映し出す。

表-1 ケースにより異なる車間距離の設定値

	ケースA	ケースB
車間距離 (m)	80～200	60～100

表-2 仮想道路環境の設定値

本線車線数	2
本線車両発生速度	平均 80km/h
	標準偏差 2km/h
合流車両発生速度	平均 60km/h
	標準偏差 2km/h
加速車線長	250m
ゼブラ長	100m

表-3 共通の計算シミュレーション条件

計算時間間隔 (秒)	座標出力時間 間隔(秒)	計算数 (回)	ランダム率 (%)
0.05	1.0	5000	15

設置した。仮想道路環境の条件は2ケースで共通とし表-2のとおりを設定した。ゼブラは本線車を認識し合流に向け速度調節を行う領域である。各車両の発生時の速度はばらつきが正規分布に従うと仮定した。車両諸元は道路構造令より小型自動車の諸数値を用い、ドライバーの反応時間は全て2.5秒とした。シミュレーション計算は表-3に示した条件で実施した。

3. 結果と考察

図-3は合流車両が車線変更を実施する際の走行経路を示している。ケースAは15台中14台の車両が100m地点付近で車線変更を開始する。ケースBは一樣に車線変更点異なる。これにより本線交通量の違いが合流位置に影響を与えることが分かる。本線交通量が増加すると合流車は待合わせに陥る可能性が高く、ゼブラを過ぎてすぐに合流することができなくなるためと考えられる。図-4は第1車線を走る車両の時間と位置の関係を示している。ケースAは曲線が平行に並び交通流が一樣流となっていることが分かる。ケースBはエージェントのその地点での速度を意味する曲線の傾きが緩やかになる箇所が200m~300m地点で発生していることが分かる。これにより本線交通量の違いが合流部付近の交通流に影響を与えることが分かる。本線交通量が増加したことで車間距離の短い本線車は、合流車が前方に現れることで減速を余儀なくされるためと考えられる。検討したモデルの精度向上を図り実用的な設計方法を構築するために、今後の課題として、(1)車線変更のアルゴリズムの改良、(2)避走行動の導入、(3)ドライバーの個体差による挙動の変化、などについて検討することが必要である。

参考文献

1) 社団法人 日本道路協会：道路構造令の解説と運用，丸善，2004

2) 吉村忍，関計哉，藤井秀樹：高速道路合流部の知的マルチエージェントシミュレーション，交通工学，No.44(1)，pp.81-90，2009

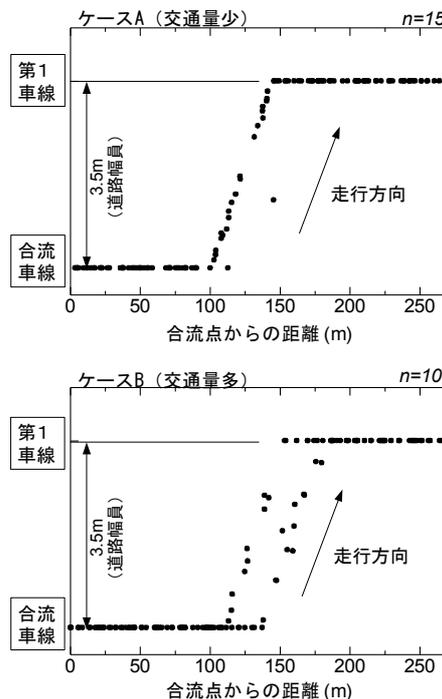


図-3 合流車の走行経路図。上図はケースA，下図はケースBの結果であり，シミュレーション計算中に車線変更を行う合流車が走行した経路を示している。

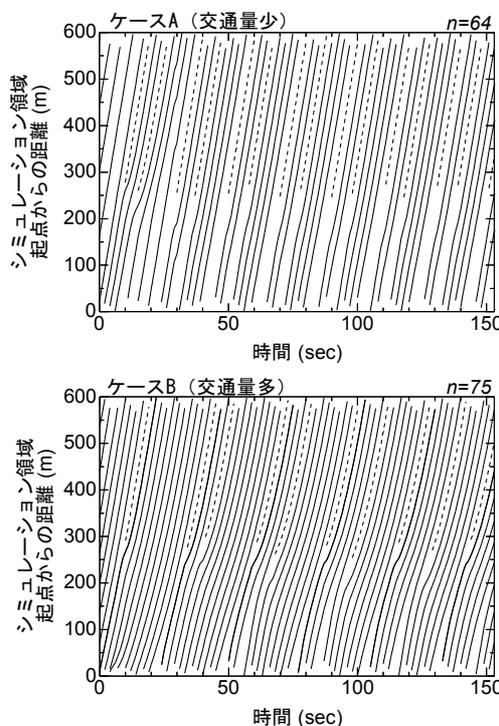


図-4 第1車線を走行する車両の時間と位置の関係。上図はケースA，下図はケースBの結果であり，計算シミュレーション中の全エージェントのx方向の位置座標の時系列変化の様子を示している。実線は本線車両で，破線は合流車両を意味する。