G-2

車線変更に車両速度を考慮した交通流シミュレータの構築

Construction of Road Traffic Simulator Considering Vehicle Speed in Lane Change

○木内　康晴[1], 高橋　友彰[2],泉　隆[2]
*Yasuharu Kiuchi[1], Tomoaki Takahashi[2],Takashi Izumi[2]

Abstract：The traffic control system in expressway has roles for securing safety, smoothing, and comfort of drivers. The advanced of the traffic control system has become essential that provides the prediction information. This study is aiming at improving comfort of the drivers by providing the prediction information. This report describes the construction of the traffic simulator considering vehicle speed in lane change.

１．まえがき

道路利用者あるいは道路交通の安全，円滑，快適性を確保するため，交通管制システムが果たすべき役割は大きい. なかでも道路利用者に直結する情報提供は，安全運転や利便性向上の面からも，重要である。交通管制システムが行う道路情報板等からの提供情報[1]は，車両感知器等の収集設備から得られる現時刻の交通状況をもとに作成されているため，実際には車両の移動時間に伴い交通状況が変化し，提供された情報とは異なることがある。そこで，車両の移動時間に伴う交通状況変化を提供情報に加味するために，交通流シミュレータの構築を検討する。

２．交通流シミュレータの概要

交通流は，流入する車両台数，現在の交通量，道路形状（分合流や上り坂，下り坂の有無など），車線規制などの様々な要因から決定される。本稿では，シミュレータはセルオートマトンモデルを用い，車線変更の手法を検討した。

2.1. セルオートマトンモデル

セルオートマトンモデルとは, セル(1 つの四角形)を格子状に並べ道路を模擬し，一定時間ごとに決められたルールにより状態を変化させていくモデルである．なお本研究でのルールは以下の通りとする。

- 1 セルの長さ：1[m]
- 普通車の車長：5[m](5 セルで 1 台を表現)
- 大型車の車長：9[m](9 セルで 1 台を表現)

2.2. シミュレータのパラメータと出力情報

構築する交通流シミュレータのパラメータと出力情報を表 1 の通りとする．これらのパラメータを変更することにより，あらゆる道路に対応することが可能である。

2.3. 速度補正係数

同一空間を同一時刻に走行する車両でも，速度の速い車両と遅い車両が存在する。そこで、車両ごとに速度特性を持たせるために速度補正係数 α を設定する。速度補正係数 α には，図 1 に示す高速自動車国道等における設計速度別の実勢速度状況[2]の設計速度 80km/h の分布を平均値で正規化した値とし，後述の車両速度算出結果に乗じることで速度特性を持たせる。

Table 1.　Input and output data of traffic simulator

パラメータ	出力
・シミュレーション時間 ・シミュレーション区間長 ・分合流地点および比率 ・車両流入タイミング ・自由速度(最高速度) ・通行規制 ・車線数	・車両の位置 ・車両の速度 ・予測所要時間

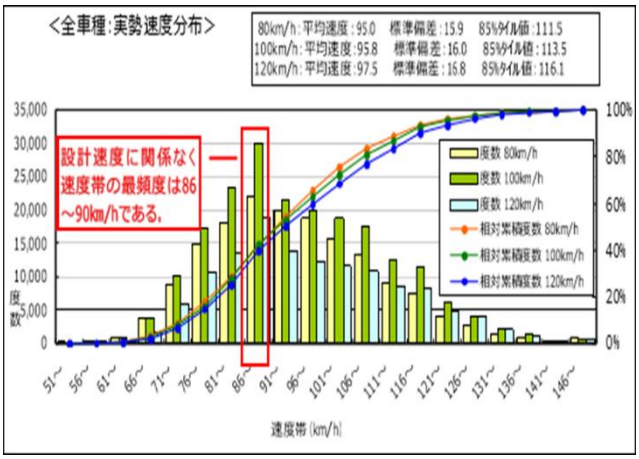

Figure1.Distribution of actual vehicle speed

2.4. 車両速度算出

各車両の速度算出には，前方車両との車両間隔等から注目車両の速度を算出する車両追従モデルを用いる。前方車両が急ブレーキ（最大減速度）で停止した場合でも，前方車両に追突することなく停止できるような速度制御を行うために，前方車両の速度，前方車両との車両間隔，自車両の空走距離を用いて注目車両の速度を算出する。計算式は式(1)の通りである。ここで，

１：日大理工・院（前）・情報　２：日大理工・教員・情報

$V_{注}$ は注目車両の速度，$a_{注}$ は注目車両の減速度，L は注目車両と前方車両との車間距離，D は注目車両の空走距離，$V_{前}$ は前方車両の速度，a_{MAX} は急ブレーキを踏んだときの最大減速度である。なお，空走距離は文献[3]を参考に決定した。

$$V_{注} = \sqrt{2 \times a_{注} \times \left(L - D + \frac{V_{前}^2}{2 \times a_{MAX}} \right)} \times \alpha \quad (1)$$

2.5　車線変更の判断

車線変更の判断には，図 2 に示すように以下の 3 つの手法を用いる。

手法 A：前方車両との車間距離のみで車線変更[4]

注目車両と各車線の前方車両との車間距離 Ln をそれぞれ車線変更指数 βn とし，βn が最大となった車線へ車線変更をする。

手法 B：前方車両との車間距離，注目車両の速度補正係数で車線変更[5]

注目車両と各車線の前方車両との車間距離 Ln に，右側車線には速度補正係数 α を乗じた値，左側車線には速度補正係数 α で除した値を車線変更指数 βn とし，βn が最大となった車線へ車線変更する。

手法 C:前方車両との車間距離, 前方車両との速度差, 注目車両の速度補正係数で車線変更

手法 B の車間距離 Ln に，注目車両と各車線の前方車両との速度差 Vn’ から，タイムステップ Δt で変化する車間距離を加味し，右側の車線には速度補正係数 α を乗じた値，左側の車線には速度補正係数 α で除した値を車線変更指数 βn とし，βn が最大となった車線へ車線変更する。

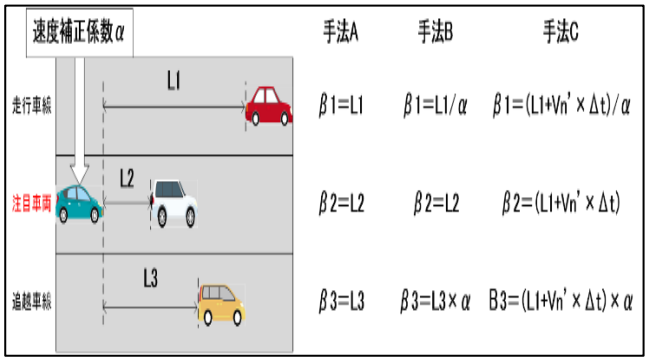

Figure2.　Judgment of the lane change

３．実験

構築した交通流シミュレータを検証するために首都高速道路湾岸線西行きの千鳥町～辰巳 JCT 間について，車両感知器データを用いてシミュレーションを行い，旅行時間の比較を行った。結果を図 3 に示す。なお，諸条件は以下の通りである。

・道路全長：14.75km　　・規制速度：80km/h
・分流箇所：6 箇所　　・合流箇所：4 箇所
・車線数：3 車線　　・最大減速度：5m/s2
・交通量：2015 年 3 月 23 日(月)の車両感知器データ
・その他：7 時 2 分～7 時 44 分に 12.09kp 付近で交通事故が発生し，追越車線を車線規制

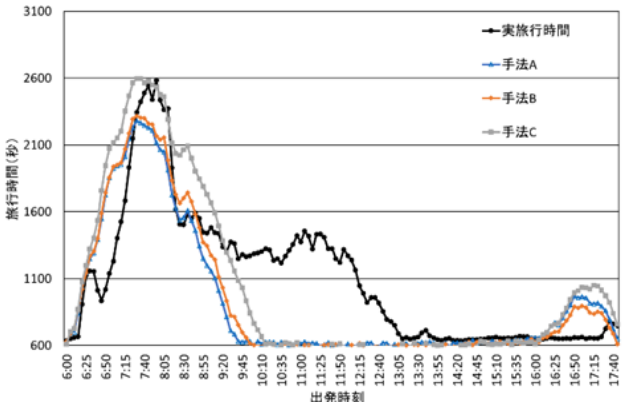

Figure3. The result of road traffic simulator

図 3 より，手法 C は発生した交通事故による渋滞は手法 A，B より再現されているが，渋滞の解消が実時間よりも早くなっている。これは，空走距離などのパラメータを全車両に一律に与えていることや，車線変更可能な場合は車線変更するなど，ドライバの個性を考慮した動きを表現できていないためと考えられる。

４．まとめ

交通管制システムの情報提供の高度化を目指し，自車両が移動する時間を考慮するために交通流シミュレータを検討し，実道路網を模擬した道路における交通流シミュレーションを行った。

今後は，個別車両ごとのパラメータの設定方法の検討などが挙げられる。

５．参考文献

[1]高羽禎雄，泉隆，甲賀一宏他編著：「高速道路の交通管制技術ハンドブック」，電気書院 (2005-09)

[2]平成 19 年度規制速度決定の在り方に関する調査研究　報告書」, 規制速度決定の在り方に関する調査研究委員会 (2008-03)

[3]「わかる 身につく 交通教本」, 全日本交通安全協会 (2015-04)

[4]木内康晴,高橋友彰,泉隆 :「交通状況予測のための交通シミュレータの構築」第 42 回ファジィ・ワークショップ，セッション B-2 (2016-03)

[5]木内康晴，高橋友彰，泉隆 :「実勢速度を考慮した交通流シミュレータの構築」電気学会　産業応用部門 YPC Y-144 (2016-08)