

ミクロ交通シミュレーションにおける信号付き交差点の簡略化モデルの提案.

A Simplified Model of the Intersection with Signal in Microscopic Traffic Simulation

與那嶺貴雄[†]赤嶺有平[‡]上原和樹[‡]遠藤聡志[‡]根路銘もえ子[§]

Takao Yonamine

Yuuhei Akamine

Kazuki Uehara

Satoshi Endo

Moeko Nerome

1. はじめに

本稿では、中規模都市圏（人口 100 万人程度）を対象としたミクロ交通シミュレーションにおける交差点のモデル化について議論する。ミクロ交通シミュレーションは車両をドライバーの平均的な運転特性に基づいてモデル化したものであり、個々の車両の動的な振る舞いの結果として生じる現象（渋滞情報配信による迂回など）を解析するために必要とされることが多い。

国内の主要交差点は、ほぼ全てに信号機が設置されているため信号付き交差点のモデル化が不可欠である。また、信号機の制御パラメータの設定が交通流に大きな影響を与えるため正確に設定する必要がある。しかし、一般には広範囲にわたって正確な信号パラメータを調査することは困難である。本稿では、筆者等が提案した、詳細なパラメータの設定が不要な信号付き交差点のモデル化手法及びその評価について述べる。

2. 交通シミュレータの概要

2.1. 地域データ

シミュレーションに用いた地域データは、沖縄県那覇市通勤圏の市町村をモデルとして構築した。本稿では、那覇市内へのトリップ数が比較的多いうるま市以南の沖縄本島中南部の市町村を那覇通勤圏と表現する。



図 1: シミュレーションで利用する道路ネットワーク

2.2. 道路モデル

道路網データは、国土地理院発行の数値地図 1/25000 を基に構築し、道路幅などの情報を基に通勤に影響が少ないと思われる小路を手作業で削除したものを用いた。自由流速度、交通容量などの属性は、「第 3 回沖縄本島中南部都市圏 パーソントリップ調査報告書 [1]」を参考に設定した。

[†]琉球大学大学院理工学研究科[‡]琉球大学工学部[§]沖縄国際大学経済学部

ノード数	639
リンク数	2006
リンク総延長	376 km
総トリップ数	1455525

表 1: 地域データのパラメータ

2.3. 経路配分

本研究では、OD 間経路交通量は、利用者均衡配分及び積み重ね [2] による方法により決定する。高速道路は、旅行時間に利用コストを時間換算したものを上乗せすることでモデル化した。

2.4. 車両追従モデル

交通流は、ドライバーの振るまいをモデル化した Driver-Vehicle Unit(DVU) を構成要素としたマルチ・エージェント・システムとして表現される。本シミュレータにおける DVU は、所謂 GM モデル [3] をベースとして先行車両がない場合の加速項と先行車両がいる場合の減速項を追加したモデルである。詳細は異なるが、PARAMICS が同様のモデルを用いている。DVU は、以下の 3 つの振るまいをモデル化している。

- 加速状態 前方に十分な空きがあれば最大加速度で加速する
- 減速状態 前方に車両が接近している場合、衝突しないように減速時の最大加速度減速する
- 追従状態 前方の車間距離が適切な場合、前方車両の速度に近づける

3. 提案モデル

信号機は、サイクル長、スプリット、オフセットの 3 パラメータにより制御されており、個別に異なるパラメータが設定されている。そのため、広域を対象としたミクロシミュレーションを行うには、膨大な数の信号パラメータの調査を行う必要があるため、大きなコストとなる。提案モデルは、車両が道路を通過するまでの最短所要時間を設定し、通過車両の所要時間がそれを下回る場合に一時停止させることで所要時間を調整する。道路を通過するまでの最短所要時間は、車両が道路に流入し交差点に到着するまでの最短所要時間を算出し、その値に任意で設定した交差点で停止する時間を加算した値を用いる。あるリンク（二つの交差点を接続する道路）に着目した場合、以下の式により停止時間を算出する。

$$T = \frac{L}{\alpha V_{max}}$$

$$d = I + T$$

$$D = \begin{cases} 1 & (d \leq t_c) \\ d - t_c & (d > t_c) \end{cases}$$

T は、信号がない場合のリンクの所要通過時間である。リンク長 L と最高速度 V_{max} から算出するが最高速度の調整によりシミュレーションの再現性が変化するため、パラメータ α を用いる。 d は、信号を考慮したリンク所要通過時間であり、 I は平均的な信号待ち時間に相当する。シミュレーション実行時に、個々の車両 c のリンク所要通過時間 t_c を計測し、 d を上回る場合に待ち時間 D だけ交差点で停止させる。

先頭車両 c_0 が交差点で停止した場合、後続車両 c_1 は c_0 を追い抜くことはできないのでリンク所要通過時間 t_{c1} も同様に増加する。 c_1 が交差点に到達するまでに、 t_{c1} が d を上回る場合は、 c_1 は1ステップ停止するだけで交差点を通過する。そのため、すべての車両が交差点で時間 I 停止するわけではなく、非渋滞時の交差点通過交通量を抑制する方向に働く。結果的に、交差点の交通容量のモデル化となっている。

4. 現況再現性評価

ミクロシミュレーションは、午前6時から午後12時までの間について実行する。利用者均衡配分を用いたマクロシミュレーションによる旅行時間推定結果と提案手法を用いたミクロシミュレーションの結果について、それぞれ沖縄県が実施したパーソントリップ調査の旅行時間と比較することで現況再現性評価とした。評価項目は、相関係数及び誤差率(式1)とした。

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|x_i - y_i|}{y_i} \quad (1)$$

n : 旅行者数

x_i : 旅行者 i の旅行時間の推定値

y_i : 旅行者 i の旅行時間の計測値

5. 実行結果

実行結果を図2に示す。3節で示した交差点モデルのパラメータとしては、試行錯誤的に再現性の高い値を探索したものを用いた。それぞれパラメータは I を50、 α を0.6とした。左のグラフは、マクロシミュレーションと実計測値、右のグラフは、ミクロシミュレーションと実計測値との相関を表している。マクロシミュレーションの相関係数は0.34、誤差率は0.97となり、ミクロシミュレーションの相関係数は0.80、誤差率は0.27となった。提案モデルを導入したミクロシミュレーションの相関係数及び誤差率は、マクロシミュレーションと比べると良好な結果を示した。

また、ミクロシミュレーションにおける時間帯別旅行時間の相関係数及び誤差率の推移を図3に示す。どの時間帯を見ても比較的高い相関を示しており、誤差率に関しては低い結果となった。

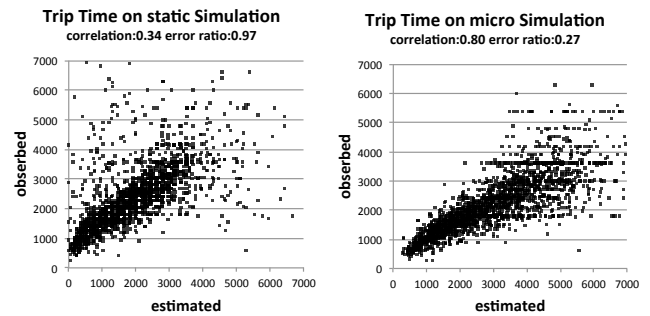


図2: シミュレーションとPT調査結果の旅行時間の相関(左:利用者均衡配分のみ、右:提案手法を用いたミクロシミュレーション)

Each time zone travel time
correlation coefficient and error

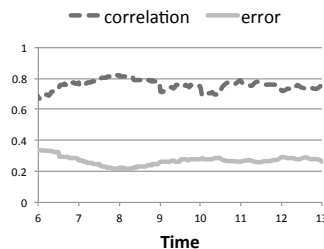


図3: ミクロシミュレーションとPT調査との時間帯別旅行時間の相関係数及び誤差率の推移

6. おわりに

一定時間交差点で停止させることで、信号付き交差点の交通容量を再現するミクロシミュレーションモデルを提案した。提案手法を導入したミクロシミュレーションは、利用者均衡配分により得られたOD間旅行時間と比べてより再現性が高くなることが実験により示された。提案手法は、信号個別のパラメータ設定を行うことなく良好な再現性が得られる利点がある。また、路線単位でパラメータ調整を行うことでより再現性が向上する可能性がある。ただし、右折時の交通容量を考慮していないため今後検討する必要がある。

7. 謝辞

本研究は、科研費 若手研究(B)(23760356)の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 沖縄本島中南部都市圏総合都市交通協議会: 第3回沖縄本島中南部都市圏 パーソントリップ調査報告書(2009).
- [2] 土木学会: 道路交通需要予測の理論と適用 (2006).
- [3] May, A. D. and Keller, H. E. M.: Non-Integer Car-Following Models, Highway Res. Board, No.199, pp.19-32, 1967.