

【討議・回答】

花房比佐友 吉井稔雄
堀口良太 赤羽弘和
片倉正彦 桑原雅夫 共著
尾崎晴男 大口 敬
西川 功

「交通シミュレーション再現性検証用 データセットの構築」への討議・回答

(土木学会論文集, No. 688/IV-53, 2001年10月掲載)

▶ 討議者 (Discussion)

関根憲一 ((株)長大)

Kenichi SEKINE

1. はじめに

交通シミュレーションモデルの開発やこれらのモデルを使っての実業務への適用が、近年盛んになってきている。交通シミュレーションモデルの開発は大学の研究室ばかりではなく、ソフトウェア会社や交通解析を行っている建設コンサルタントも業務を通じてモデル開発を行っている。このように交通シミュレーションモデルを使った実業務への適用はもはや珍しいことではなく、実務への利用面の問題も明らかになってきている。

このような時期に表記報告論文は、モデル開発において問題となるパラメータ等の設定をはじめとするモデル同定問題に対し、大量の精度の高いデータセットの構築を行いインターネット上で公開し、研究者や実務者への提供を図っている。今までこのような試みは世界的に見ても成されたことがなく、画期的と評価したい。提供データはシミュレーションモデルの検証に耐えるための精度確保が行われており、利用者にとってはこのような信頼性の高いデータセットの利用は時間、コスト面だけでなく、モデル間の比較においても非常に有効なものといえる。

データの精度面に関して言えば、目視によるナンバープレートのマッチングによる経路データの収集は2点間での適合精度は討議者のいくつかの類似調査では6~7割と言われており、3箇所以上の精度はさらに下がると言える。報告論文では隣接地点での適合率が86%の精度を示しており、データ収集の精度の高さが示されている。

報告論文はデータセット構築の目的として以下の2点をあげている。

- 1) モデル出力と実現象との照合からモデル構造の確認とパラメータの同定
- 2) 複数シミュレーションモデルの比較検証から目的にあったモデルの選択

討議者は実業務において既存モデルを用いてパラメータ同定を行い、交通解析・提言を行う機会が度々あるが、その経験から、報告論文の上記目的から提供データの内容、不足面について討議を起こす。

2. モデルの現況再現性への適用

通常、目的1)の確認作業を行う場合、以下の項目を比較し、モデルの現況再現性を検証することが多い。

- 方向別断面交通量
- 交差点での待ち台数
- 区間平均旅行速度

これらの項目を検証する場合、報告論文のデータセットは以下の有用面と同時に新たなデータの追加を要望したい。

(1) 経路データの有用性

報告論文のデータセットからは断面交通量と区間平均旅行速度の比較は容易である。断面交通量を比較する時、実測値と乖離する道路区間が発生する。この場合、モデルの経路選択の問題なのか、入力OD表に問題があるのかを分析するために、主方向別に断面交通量を集計し、モデルの修正を行うことになる。これまではこの部分にかかるコスト、労力が大きかっただけに、本データセットで経路データが提供されており、比較的容易に経路の検証ができることは利用者にとって有用である。

(2) 新たなデータの追加の要望

a) 交差点での待ち台数データ

交通シミュレーションモデルを適用する実務では、通常市街地内の交差点での交通渋滞を如何に解消するかということが主目的となることが多い。しかし、こ

のデータセットには交差点での待ち台数データが提供されていないため、交差点での待ち台数をモデルで検証することができない。これに関しては隘路交差点のみの飽和交通流率が提供されているので、これをもとに交差点の飽和度を計算することで想定するしかない。このデータが追加されれば、交差点での待ち台数をモデルで検証することが可能となり、このデータセットの価値がさらに高まるのではないか。

b) 車種別 OD の提供

バスの走行による交通現象への影響がある。バスの運行時にはバス停でバスが停車している時、一般車の交通への影響が大きく、特にバスペイの有無が大きく影響してくる。バスの影響によるモデル検証を行うには、提供データの OD 表が全車種であることとバスルートデータがないため、バスのシミュレーションは難しい。バス停位置やバスペイの有無等のデータは提供されており、さらに OD 表が車種別に提供されれば、ルートデータの収集は容易であることからこの検証は可能となる。データ収集はバス、タクシー、その他の3車種で行われており、地点別観測記録データを利用して車種別の経路データからバスの OD 表を推計することは可能であるが、車種別 OD 表があれば利用者にさらなる便宜が図られたのではないか。

の提供がなかったこともあり、日本ではあまりモデル比較が活発に行われていなかった。外国の事例¹⁾では TRASYT-7 F, SYNCHRO 3, SIGNAL 94 等のモデルを用いて、交差点での待ち台数の比較を行い、評価を行った報告論文や、類似モデルを比較し、それぞれの長所短所を記述している報告例もある。日本でもこのようなデータセットの提供によりモデル比較を活発に行い、個々のモデルの改良に供することができる。そして、本データセット利用によるモデル検証等の結果をこのホームページにて報告・公開がなされれば、各モデルの特徴がより明確になり、研究面への貢献だけではなく、開発モデルの実用化、さらには商業化への道も大きく開かれることにもなるのではないかと期待する。

以上、類似の業務にたずさわっているものの立場から、今後さらなるお願いと言う形で討議を起こした。この種の研究・業務を行っている読者に何らかの有用的な情報があれば幸いである。

参考文献

- 1) Mystkoski, C. and Khan C.: Estimating Queue Lengths Using SIGNAL 94, SYNCHRO 3, TRANSYT-7 F, PASSER II-9 and CORSIM, the 78th Transportation Research Board Annual Meeting, Nov. 1998.

(2001.4.12 受付)

3. 複数モデルの比較検討

目的 2) に関しては今までこのようなデータセット

▶ 回答者 (Closure) ————— 花房比佐友 ((株)熊谷組)・吉井稔雄 (高知工科大学)・
堀口良太 ((株)アイ・トランススポーツ・ラボ)・赤羽弘和 (千葉工業大学)・
片倉正彦 (東京都立大学)・桑原雅夫 (東京大学)・尾崎晴男 (東洋大学)・
大口 敬 (東京都立大学)・西川 功 (東京大学)
Hisatomo HANABUSA, Toshio YOSHII,
Ryota HORIGUCHI, Hirokazu AKAHANE,
Masahiko KATAKURA, Masao KUWAHARA, Haruo OZAKI,
Takashi OGUCHI and Isao NISHIKAWA

1. はじめに

当該論文において報告された吉祥寺ベンチマークデータセット (以下では、吉祥寺 BM データと称する。)の構築方法およびその公開・運用体制への評価と、建設的討議の提起に対し、討議者への謝意を表する。

吉祥寺 BM データの構築と公開は、交通シミュレーションの標準化に向けた第一段階であると考えてい

る。それは、ある一定の基準下で各シミュレーションモデルを検証し、結果を公開していくことが、利用者の共通認識の醸成と信頼性の確保につながると期待するからである。吉祥寺 BM データが公開されるまでは、各シミュレーションモデルの開発過程で個別に検証が行われてきたと考えられるが、諸条件や精度が異なったデータによる検証では、品質と信頼性を公に主張するのは難しかった。

再現性検証用 BM データが、様々なシミュレーシ

オンモデルの入力データ仕様に対応すれば、検証結果の比較における客観性の強化につながるものと期待される。また、同データには、信頼性を保証するに足る高い精度が要求されることも当然である。吉祥寺 BM データでは、調査項目や調査方法、車両経路の抽出手法（ナンバープレート照合処理）において、上記の要件を満たすように様々な対策を講じた。

本稿においては、討議者から指摘された提供データの内容、不足に対して逐次回答するとともに、他の部分に対する討議者の評価に関しても若干の補足を加えたい。

2. 経路データの有用性

当該論文においては走行経路の空間的情報のみならず、観測地点通過時刻、すなわち時間情報も推定対象とした。したがって、推定対象を、空間における「走行経路」ではなく、時空間における「走行軌跡」と称している。

各車両の走行軌跡は、当該データセットの1次加工データである。これを、交通シミュレーションモデルの入力仕様に応じ、時間帯別 OD 表や交差点の方向別交通量などに集計することができる。すべての交通シミュレーションモデルの仕様を考慮してデータを用意することは困難であるので、吉祥寺 BM データでは原則として1次加工データを公開しているところである。

経路交通量を入力してシミュレーションを検証した事例は当該論文の参考文献1)を、交差点方向別交通量に集計して検証した事例は同3)を、それぞれ参照されたい。また、同2)では走行軌跡データを基に経路選択行動モデルを構築し、それを AVENUE に適用して交通流および経路選択行動の再現性が検証されている。

3. 交差点での待ち台数データについて

待ち台数は、交通混雑の程度を示す指標として、これまで広く用いられてきた。しかし、赤信号の影響を受ける個々の車両の走行挙動は千差万別であり、走行状況の目視観測に基づいて各車両が待ち台数に含まれるか否かを判断するときには、少なからず主観が入り込む。したがって、特に吉祥寺 BM データセットの対象地域のように都市部で信号が密集している区間においては、高精度な計測データを取得することは困難である。

本ベンチマークデータセット構築にあたり実施したナンバープレート照合調査においては、ほぼすべての通過車両をサンプルとしている。したがって、それらに基づく旅行時間の計測精度は、評価指標としての要件を満足していると認識している。また、多くのシミュレーションは、渋滞による時間損失、すなわち総遅れ時間の定量的評価に主眼をおいている。換言すれば、待ち台数、渋滞長あるいは旅行時間はいずれも交通混雑の程度を示す指標であるが、その中でも旅行時間は交通シミュレーションの評価に直結しており、かつ相対的に高い計測精度を得ることができる。したがって、交通シミュレーションの検証においては、旅行時間を評価指標とするべきである。

待ち台数に相当するデータが必要な場合には、討議者からの指摘にもあるように、旅行時間と飽和交通流率から滞留台数を逆推定して代替することもできよう。なお、吉祥寺 BM データにおいては、観測された素データから導出される情報のみを提供することを原則としている。したがって、ナンバープレート照合によって計測された旅行時間を、交通状況を示すデータとして用意した。

4. 車種別 OD 表

吉祥寺 BM データでは、ナンバープレート照合処理によって得られた走行軌跡データに基づいて、OD 表の作成が可能である。すなわち、走行軌跡に含まれる起点と終点の別に、これらを必要な時間間隔で OD 表形式に単純集計すればよい。

プレートナンバーを読み取る際にはバス、タクシー、その他一般とに車種区分した。これは、一般車両（小型、大型）と特殊な経路を走行すると想定された車両（バス、タクシー）とを分離することで、走行軌跡抽出の精度を向上させるためである。また、ビデオカメラにより3箇所で定点観測した大型車混入率を用いて、大型車と小型車とを区別できるようにしている。したがって、この区分の範囲において、前述の集計方法により車種別 OD 表を作成することができる。

検証対象となるシミュレーションモデルによっては、車種別 OD 表が入力データとして求められることもあろう。しかし、討議者が例示しているような、停留所におけるバスの停止が交通流に与える影響は、吉祥寺 BM データセットが目指した精度検証の対象外である。繰り返しになるが、すべての交通シミュレーションモデルの精度検証や交通シミュレーションの目的設定に関する要求を考慮することは困難である。したがって、本ベンチマークデータセットの構築に際し

ては、観測された素データから導出される情報のみを提供することを原則としている。車種別 OD 表が必要な場合は、検証当事者において作成されることを期待している。なお、データの内容についての疑問点は、公開サイト⁴⁾管理者に問い合わせられたい。

5. 複数モデルの比較検討

吉祥寺 BM データセットを利用した検証事例は、すでに論文などでいくつか報告されている。堀口らは、吉祥寺 BM データを用いて AVENUE の検証²⁾を行い、計測時刻が分単位であることによる離散化誤差が含まれていることを指摘し、それに対処した検証方法を示した。また澤らは、NETSIM の検証結果に基づいて、AVENUE と NETSIM の特徴を比較考察している³⁾。なお、吉祥寺 BM データはインターネット上で公開されており⁴⁾、ダウンロードも可能である。

交通シミュレーションモデルの開発者、研究者、利用者など間の情報交換の場として、交通シミュレーションクリアリングハウス⁵⁾が開設されている。現状では5つの BM データセットが同サイトを介して公開されている。

6. 交通シミュレーションの標準化と普及に向けて

BM データを利用した比較検証をはじめ、交通シミュレーションを取り巻く環境はまだ十分に整備されたとは言えず、様々な課題が残されている。適用するシ

ミュレーションモデルを選択する目的からは、各シミュレーションモデルの適用範囲が明確に示され、かつ利用者が比較に基づいて選定できる環境構築が急務であると考えられる。

このような背景を受け、平成14年には交通シミュレーションの標準化と普及を目的に、(社)交通工学研究会に交通シミュレーション委員会が設置された。当該委員会は4つの部会で構成されており、第1部会においては Verification 手法の整備と Verification 例の収集が行われている。第2部会においては、交通シミュレーションの適用事例の収集、プラクティス集の作成、Validation 例の収集が行われている。第3部会においては Validation 用データセットの収集と整備を、第4部会では交通シミュレーション利用技術の標準化や、FAQ 集などのクリアリングハウスにおけるユーザーインターフェースの企画・運用の方向が議論されている。

参考文献

- 1) 堀口良太, 桑原雅夫, 片倉正彦, 赤羽弘和, 尾崎晴男: ベンチマークを用いた道路ネットワークシミュレーションモデルの検証, 土木計画学研究講演集, No. 21 (1), pp. 579-582, 1998.
- 2) 花房比佐友, 吉井稔雄, 堀口良太, 赤羽弘和: 交通シミュレーションシステムの再現性検証用データセットの構築, 土木計画学研究講演集, No. 21 (1), pp. 583-586, 1998.
- 3) 澤充隆, 中村仁紀, 山本郁淳: ベンチマークを用いた交通流シミュレータの検証とその普及に向けた課題, 土木計画学研究講演集, No. 25 (1), CD-ROM, 2002.
- 4) <http://www.i-transportlab.jp/bmdata>
- 5) <http://www.jste.or.jp/sim>

(2003.3.17 受付)