

IV-347

Event-Based Approachに基づく簡便なマイクロ交通流シミュレータの開発： 生活行動と動的交通流を考慮した実用的な交通政策評価手法の構築を目指して

京都大学大学院 正会員 藤井 聡
日本総合研究所 正会員 奥嶋政嗣
京都大学大学院 学生員 菊池 輝
京都大学大学院 正会員 北村隆一

1. はじめに

交通政策として近年注目を集めているフレックスタイムやテレコミュニティ等、等の個人の行動に直接的に影響を与える政策を評価するためには、個人の行動そのものに着目した交通モデルが有効である。その認識のもと近年では、個人の交通行動や生活行動に着目した様々なモデルが数多く提案されている¹⁾。

個人の行動に大きな影響を及ぼしている主要な要因の一つとしてOD間の所要時間が挙げられるのは言うまでもないが、その一方で、自動車のOD所要時間は自動車交通需要量に依存することも明らかである。この相互依存的な因果関係を考えると、何らかの政策の影響を総合的に、かつ、的確に評価するためには、各個人のOD所要時間を動的な交通流を考慮した上で出力する計算ツール、すなわち、動的交通流シミュレータと、生活行動、交通行動に着目した行動モデルの両者を組み合わせた需要予測ツール²⁾を用いることがより望ましいものと考えられる。

本研究ではこの点に着目し、集計的かつ動的な交通流と個々人の生活行動、交通行動との相互作用を考慮した需要予測ツールを開発することを最終的な目的として、計算コストを低く抑えつつ各個人のOD所要時間を出力する、簡便な動的交通流シミュレータを開発することとした。

2. 交通流シミュレータの概要

(1) 計算対象

個々の個人のOD所要時間を出力する交通流シミュレータの開発を目指す本研究では、個々の車両の挙動を追跡するマイクロシミュレータのアプローチを採用することとした。ただし、マイクロシミュレータの方は計算コストが大きく³⁾、したがって、対象とする道路網の規模も限定されたものとなるが、総合的な政策評価のためには、大規模道路網を対象とすることが望ましい。そこで、本研究では、マイクロシミュレーションの枠組みの中で、車両挙動の再現方法や計算アルゴリズムに工夫を加えることでできるだけ計算コストを削減して、大規模道路網を対象とすることが可能なシミュレータの開

発を目指すこととした。

(2) KV 曲線を用いた車両の挙動の再現

本研究では、計算コストを低く抑ええることを目的として、一般的なブロック密度法と同様の考え方⁴⁾に基づいて道路空間をいくつかのセグメントに分割し（以下、道路セグメント）、個々の道路セグメント内の交通状態は一樣であると仮定して、個々の車両の速度を速度-密度曲線（以下、KV 曲線）を用いて算定することとした。

(3) Event-Based 法を用いたシミュレーション時刻の更新

シミュレータ内の時間の取り扱い方法には、時間を離散化して各々の時間帯ごとの交通状態を再現する Time-Based 法と、道路網上で生じる各車両のリンク流出や流入等をイベントと捉え、そのイベントが生じる度にシミュレータ内の交通状態とシミュレーション時間を更新していく Event-Based 法とがある⁵⁾。一般に、Time-Based 法でマイクロシミュレーションを実行する場合、個々の車両の位置、速度等を各時間帯で算定する方法が取られる。したがって、時間帯数と道路上の車両台数の積に相当する回数だけ、位置や速度等を計算することが必要となり、KV 曲線を用いた場合でさえ、計算コストが大きなものとなる。一方、Event-Based 法を用いた場合には、計算が必要とされる回数はイベントの回数に等しい。道路をセグメントに分割する本シミュレータでは、各車両が起こすイベントの回数は、その車両の走行経路に含まれるセグメント数に1を加えたもの等しく、したがって、Time-Based 法よりも計算コストは小さなものとなる。以上より、本研究では、Event-Based 法を用いることとした。

3. シミュレーション計算の手順

本シミュレータでは、入力データ（各リンクの長さ、K-V 曲線、ネットワークの接続関係、および、各車両のODと出発時刻）をロードした後に、各車両が次に起こすイベント生起時刻を算定する。ここで、本シミュレータで考慮するイベントは以下の3つである：

- a) 車両の出発（以下、出発イベント）、
- b) 車両の道路セグメント間の移動（以下、移動イベント）、

キーワード：マイクロ交通流シミュレータ、Event-Based アプローチ、KV 曲線

連絡先：〒606-8501 京都市左京区吉田本町京都大学大学院工学研究科土木システム工学専攻、tel: 075-753-5136ax: 075-753-5916

c)車両の到着(以下,到着イベント)。

そして,算定された各イベントの生起時刻に基づいて,最も早い時刻の未生起イベントを生起させる。すなわち,シミュレーション時刻をそのイベント生起時刻に更新する⁵⁾と共に,各道路セグメント内の車両台数を,そのイベントの内容に応じて更新する。特に,リンクの下流端からの移動セグメントの場合には,飯田らのモデル³⁾と同様に,目的地までの最短経路探索を行い,流入するリンクを決定する。

そして,そのイベントに関連する車両が次に起こすイベントの生起時刻を算定し,再び最も早い時刻の未生起イベントを検出する。ここで,出発イベントの生起時刻はデータとして与えられるが,移動イベント,到着イベントについては;1)流入したセグメント内に存在する車両台数から交通密度を求め,2)そのセグメントの K-V 曲線と算定した交通密度から速度を算定し,3)その速度に基づいてその車両が当該セグメントからの流出する(すなわち,移動イベント/到着イベントが生じる)時刻を求める,という方法で算定する。

このようなイベント時刻の算定と,イベントを生起とを全てのイベントが終了するまで交互に繰り返し,交通状態の動的な変化を再現すると共に,各車両の目的地に到着する時刻を出力する。当然ながら到着時刻から出発時刻を差し引くことで OD 所要時間は求まるため,本シミュレーションから個々の車両の移動時間が求められることができる。

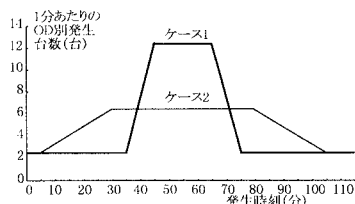


図-1 1分あたりの OD 別発生台数の時間推移

4. 数値計算例

ここでは,本シミュレータの計算コストを確認するために,数値計算を行った結果を示す。数値計算にあたっては,120リンク,36ノード,12セントロイドの正方形の仮想的なネットワークを用いて,2時間の交通流シミュレーションを実行した。各リンクの道路セグメント数は一律3個,各道路セグメントの長さはいずれも500mとした。また,関数 $KV_A(\cdot)$ としてはドゥル型関数⁶⁾を用いた。また,1分あたりのOD別の発生台数は,全てのセントロイドについて同一であり,かつ,図-1に示したように時間によって推移していくものとして,個々の車両についての入力データを作成した。なお,発生台数の総数は7.6万台とした。計算機としては,パーソナルコンピュータ(Machintosh PowerPC8100)を用いた。

計算の結果,図-1に示したケース1,ケース2のいずれにおい

て計算所要時間は約1時間であった。1時間という計算時間は,パーソナルコンピュータ上での約7.6万台を対象としたマイクロシミュレーションの計算時間としては大きなものとは言えない。この結果は本シミュレータを用いて実際の大規模道路網を対象とした数値計算を行うことが十分可能であることを示しているものと考えられる。なお,ケース1,ケース2のそれぞれでの全車両のOD所要時間平均はそれぞれ,605.93秒,556.26秒となったが,この結果から,交通需要を時間的に分散させることで移動時間が短縮されることが改めて確認できた。

5. おわりに

本研究では,集計的かつ動的な交通流と個々人の生活行動,交通行動との相互作用を考慮した需要予測ツールを開発することを最終的な目的として,各個人のOD所要時間を出力するための大規模ネットワークを対象とした交通流シミュレータを開発した。個々のOD所要時間の算定を目指した本シミュレータでは,マイクロシミュレータの枠組みを採用する一方,計算時間を軽減するためにKV曲線を用いて車両の挙動を再現し,かつ,Event-Based法でシミュレーション時間を更新することとした。

本シミュレータを用いて,パーソナルコンピュータ上で120リンクの仮想ネットワークでの約7.6万台の自動車の挙動を再現した結果,計算時間は約1時間となった。一般に,マイクロシミュレータは計算コストが高くなる傾向にあるが,この計算結果は本シミュレータがその問題点を克服していることを示しているものと考えられる。したがって,本シミュレータを用いて大規模道路網上での車両の挙動を再現することが可能であるものと考えられる。

ただし,本シミュレータは計算コストを削減するためにいくつかの簡略化を図っているため,今後は,計算コストをできる限り低く抑さえつつ渋滞の延伸現象の考慮等といった方針で改良を加え,最終的には行動モデルと組み合わせた需要予測ツールを構築することが必要である。

参考文献

- 1) 北村隆一:交通需要予測の課題—次世代手法の構築にむけて,土木学会論文集, No. 530/IV-30, pp. 17-30, 1996.
- 2) 例えば,藤井 聡,大塚祐一郎,北村隆一,門間俊幸:時間的空間的制約を考慮した生活行動軌跡を再現するための行動シミュレーションの構築,土木計画学研究・論文集, No.14, pp. 643-652, 1997.
- 3) 飯田恭敬,藤井聡,内田敬:道路網における経路選択を考慮した動的交通流シミュレーション,土木学会論文集, No. 536/IV-31, pp. 37-47, 1996.
- 4) 上田功,坪野寿美夫,桑原雅夫,赤羽弘和,尾崎晴男:経路選択—シミュレーションモデルの開発,土木計画学研究・講演集, No. 14(1), pp. 279-286, 1991.
- 5) Yu, T., Han, L.D. and Hobeika A.G. (1993) Dynamic Modeling of Network Traffic Flow, prepared for Transportation Research Board 72nd Annual Meeting.
- 6) Drew, D.R.: Deterministic Aspects of Freeway Operations and Control, Texas Transportation Institute, Research Report, pp. 24-4, 1996.