

交通ネットワークフローのシミュレーションモデル

Traffic Simulation Models for Road Networks

森 津 秀 夫*

Hideo MORITSU

1. はじめに

シミュレーションは現象を解明する有効な手法として広く使われてきた。それは交通現象に対しても同様であり、様々な問題に適用されてきた。一般にシミュレーションはコンピュータを用いて行われ、扱える問題はその処理能力に左右される。近年のコンピュータの処理能力の向上はすさまじく、シミュレーションの適用可能範囲が急速に拡大してきた。交通ネットワークフローのシミュレーションもそのような分野のひとつである。そこで、ここでは動的交通配分問題を対象とする交通ネットワークフローのシミュレーションモデルに関し、手法とその役割について述べる。

2. 動的交通配分のモデル化

シミュレーションモデルは対象である現実のシステムを模式化したものであり、交通ネットワークフローシミュレーションモデルは動的交通配分に関わる交通システムを対象とする。この場合、少なくとも次のような交通現象を想定することになる。すなわち、道路ネットワーク上に時々刻々と変化するOD 交通需要が存在する。個々の車両は経路を選んで走行し、その結果として交通流を構成する。一方、走行所要時間は交通流の状態によって変化する。そして、モデルの出力として必要なのは各部の交通流特性値と選択された経路である。

車両の出発、移動、到着のモデル化は、一般的な交通シミュレーションモデルと同様である。しかし、交通配分の観点からは各車両の経路選択をモデル化することが必須であり、これが動的交通配分を対象とする交通ネットワークフローシミュレーションモデルを特徴づけるものである。

3. シミュレーションモデルの構成

シミュレーションモデルに必要な要素は、ネット

キーワード：ネットワーク交通流、配分交通、経路選択

*正会員 工博 神戸大学助教授 工学部建設学科

(〒657 神戸市灘区六甲台町1-1

Tel.078-803-1013 Fax.078-803-1016)

ワークを構成するリンクとノード、セントロイド、それに車両である。重要性の増してくる交通情報センターを加えると、表-1に示すような構成要素の機能や動作を表現しなくてはならない。

表-1 モデルの構成要素と機能・動作

構 成 要 素	機 能 ・ 動 作
車 両	発生・出発、交通情報取得、経路選択、リンク走行、ノード通過、到着・消滅
リ ン ク	車両流入、車両走行、車両流出、交通流特性の変化、交通流特性値の報告
ノ ー ド	車両流入、車両通過、車両流出、交通流特性の変化、交通流特性値の報告、信号現示切換
セントロイド	車両発生、車両消滅
交 通 情 報 セ ン タ ー	交通流特性値の取得、交通情報処理、交通情報提供、信号制御

この表から様々な動作がどの構成要素に関係するかがわかる。それぞれの機能や動作を記述することによってシミュレーションモデルが完成する。その際、さらに時刻設定やイベント管理、状態更新の指示などのシミュレーション管理を行う部分を導入しなくてはならない。またデータの入出力部分を受け持つユーザーインターフェイスも必要である。そして、たとえばリンク内での車両走行を記述する交通流モデルの選択などにより、全体構成は同じでも多様なモデルができる。

4. シミュレーション手法の役割

動的交通配分問題に対してはいくつかのアプローチが試みられている。ここでは数理計画的手法と対比させて動的交通配分におけるシミュレーション手法の役割を考える。なお、現在の段階では多数地点対多数地点のODを扱えるのはシミュレーション手法だけであるが、これに関しては将来への発展を期待して触れない。

シミュレーション手法と数理計画的手法の違いとして最も大きいのは記述できる内容の相違であり、

シミュレーション手法はより現実に近い状態をモデル化できる。たとえば、交通配分を動的に扱う場合に必ずしも目的や要求される出力が同じであるとは限らない。対象とする時間変動の単位は1日をいくつかの時間帯に分割した程度から1時間単位、5分間、あるいはまったくの連続変化として扱う場合まで考えられる。そして、時間変動の単位と経路選択モデルや交通流モデルとが整合しなくてはならない。

すなわち、短い時間単位の変動を扱うには、経路選択モデルや交通流モデルも現象を緻密に記述できるものを使うことになる。そのようなとき、数理計画的手法を適用することは極めて困難であろう。しかし、シミュレーション手法では経路選択モデルや交通流モデルが複雑になっても計算量の増大以外に特段の困難が生じることはない。また経路選択モデルがルールとして記述される形式のような場合でもなんら支障ない。したがって、短い時間単位での変動を対象とするときにはシミュレーション手法がほとんど唯一の選択肢であると考えられる。また、様々な要素が組み合わさって生じる現象も再現できる可能性があり、次のような交通配分から派生する問題への適用が考えられる。さらにこれを応用した各種施策の検討に使用できる。

- 経路選択行動仮説の検証や経路選択モデルの開発
- 交通情報提供と運転者の反応、交通ネットワークフローへの影響分析
- 路車間情報システムと経路誘導システムの開発
- 交通ネットワークフローの短期予測

シミュレーション結果は乱数列により異なるため、安定性に欠けることが欠点であると言われる。しかし必要のないランダム変動を持ち込んでいるわけではなく、数理計画的手法は記述できない変動を無視していることが多い。この場合、変動を考慮したときの平均的な結果が得られている保証はない。シミュレーションを多数回繰り返せば、現象の生じる確率分布を推定できるのであり、この点においてシミュレーション手法は好ましいとも考え得る。

5. シミュレーションモデルの開発における課題

交通シミュレーションモデルの開発は2つの方向からなされている。交通流のマイクロシミュレーションをネットワーク規模へ拡大しようとするものと、交通ネットワークフローの記述を目的とするモデル

における交通流の扱いのマイクロ化である。後者がここで述べた交通配分を中心とした研究の立場である。しかし、最終的にはハイブリッドモデルとして両者の到達点は同一になると考えられる。

このとき最も重要なのは、現実の車両の経路選択行動の再現性である。静的交通配分問題ではWardropの配分原則が使われ、動的交通配分問題でもそれが拡張されている。シミュレーション手法を用いる立場では配分原則ではなく経路選択原則が必要であるが、動的交通配分の場合に適切な経路選択原則が確立しているとは思われない。

そこで、動的交通配分にふさわしい経路選択原則として、時々刻々の運転環境の変化を前提とした経路選択原則がまず打ち立てられなければならない。たとえば、「運転者は自己の保持する知識と情報に基づき、その時点で最も自分にとって価値が大きいと判断される経路を選択する。」というようなものである。これに含まれるあいまいさを具体化する必要があるが、一般に受け入れられる経路選択原則を明確にしなければ、動的な交通ネットワークフローが再現される根拠を与えることができない。

モデル化の課題としてさらに指摘されるのは、リンクやノード、車両等の構成要素に関するモデルをモジュール化し、オブジェクト指向を導入することである。そうすれば、対象とするネットワーク規模の違いやシミュレーション目的の違いを超越した汎用性の高い交通ネットワークシミュレーションモデルを構築できる。また本質的ではないが、グラフィックユーザーインターフェイスを採用し、交通現象の把握を容易にすることも行われている。これも交通シミュレーションの普及に貢献するであろう。

6. おわりに

ここでは、交通ネットワークフローのシミュレーションモデルに関し、手法と役割について述べた。注意しなければならないのは、シミュレーションと数理計画的手法を完全に区分する必要はないことである。シミュレーションにおける計算量の削減に数理計画的手法を用いたり、数理計画的手法にシミュレーションを組み込むことも考えられないことではない。重要なのは手法の限界を知り、目的に適合する手法を選択し、正しく使うことである。