

IV-349

ハイブリッド型交通流シミュレーションモデルの開発

北海道大学大学院	学生員	渋谷 秀悦
北海道大学	正 員	中辻 隆
北海道大学	正 員	加来 照俊

1. 序論

現在、交通制御システムを開発、評価するために、目的に応じて多様なシミュレーションモデルが設計され、使用されている。その中で、マクロモデルとミクロモデルが代表的なモデルとして広く利用されているが、それぞれの利点を組み合わせた新しい交通流モデルが近年設計され、提唱された。本研究では、この交通流モデルDYNEMOの理論が日本の交通状況に適用できるかを実験を通して比較、検討し、このモデルを応用して、信号処理を組み込んで市街道路網に適用できるよう改良を加える。

2. モデルの詳述

ミクロモデルは車両付近の状態に従い個々の車両を扱う。時刻 $t+\Delta t$ での車両の状態は、その車両の状態と時刻 t での付近の車両の状態に依存する。一方マクロモデルは交通密度 ρ_i と対応する速度 u_i によって記述されるセグメントを扱っている。時刻 $t+\Delta t$ での車道のセグメント S_i の交通状態は、時刻 t におけるセグメント S_{i-1}, S_i, S_{i+1} にわたる交通状態に依存する。

そこでこのDYNEMOモデルでは、計算が単純であるというマクロモデルの利点と、個々の車両に関する出力統計が得られるというミクロモデルの利点を組み合わせたアルゴリズムを採用している。その基礎となる考え方は、個々の車両とセグメントの両方を取り扱っている。

1本の車道は距離 l のセグメント $S_i (i=1, \dots, N)$ に分割される。それぞれの S_i は時刻 t におけるセグメント S_i の車両の数 ρ_i によって記述されている。各々のタイムステップで $u=u(\rho)$ の関係に従い、対応する速度 u_i が決定する。 $u=u(\rho)$ の関係は、観測値の分析結果から一意的な曲線を決定して予めモデルに入力しておく。 ρ_i の値はセグメントへ流入したり流出したりする個々の車両を数えることで決定される。セグメント S_i で時刻 t 、位置 $x(t)$ に速度 $v(t)$ で走行する車両は、速度 u_i, u_{i+1} と時刻 t での車両自身の状態に従って移動される。

この方程式を用いたモデルには、車線毎に計算を行うタイプと、リンク毎に計算するタイプがあるが、本研究では、車線数により異なる速度-密度関係曲線を用意して、リンク毎に計算を行っている。

3. 高速道路への適用

まず国内の高速道路でのDYNEMOモデルの適用性の検討を行った。対象路線は道央自動車道を選び、ビデオ撮影で観測を行った。その映像からデータをおこし地点交通量、時間平均速度を算出して入力値として使用した。観測による交通量と、中間地点、流出地点のシミュレーションによって算出された交通流率を取り出して比較した。観測値と計算値を比べてみると、短時間の急激な交通量の変化に対しては対応しきれていない部分はあるが、全体的にみると観測値をほぼトレースしていた。

前述の観測では得られなかった渋滞流時のシミュレーションを実行し、評価を行うために、首都高速道路公団に任意観測データを提供していただいた。シミュレーションの対象となった路線は、高速神奈川1号横羽線である。入手したデータの内容は、数百メートルおきに配置されている車両感知器より得られる1分毎の地点交通量、地点平均速度、占有率である。このデータから、道央道の場合と同様に入力値を作成して、シミュレーションを行った。

比較検討の一例として平均速度分布図の観測値を図1に、計算値を図2に示す。観測値の方の速度変化が非常に細かいのと、下流からの渋滞流の伝搬がシミュレートが部分的に再現されていないのが目に付くが、観測

値の分布図が示す、渋滞の発生、成長の傾向を捉えていることは図の色合いから見て取れることと思う。また合流点（中央やや左よりの地点）から発生する渋滞に関しても同様な結果を示している。

4. 都市道路網への適用

今回、市街道路網の交通データを得るのが困難であったため、他の街路対応シミュレーションモデルと同じ条件で仮想の入力データを計算し、評価値を比較することでモデルの検討を行うことにした。シミュレーション区間は例題として作成されたデータで、2ノード（ともに4枝交差点）、20レーンの単純なものである。評価値として、旅行時間、遅れ時間、平均速度をそれぞれ算出して比較している（図3）。比較したシミュレーションモデルは、代表的なマクロモデルであるTRANSYT（リンクごとに計算）とCREMER（リンクをセグメントに分割して計算）、ミクロモデルのNETSIMの3つである。

高速道路用に開発されたシミュレーションモデルを市街道路網へ適用する際、非定常流、すなわち信号により交通流が分断され連続式が成り立たないという問題が生じる。これに関しては、境界条件をプログラムに組み込み擬似的に定常流を保たせて計算させている。基本的に信号処理に関しては、赤の時に擬似的に前方のセグメントの交通密度を渋滞密度に設定することでアルゴリズムを通して車両の走行速度を下げたその通行を遮断している。また右左折流に関しては計算の簡便性を優先させ、交差点のセグメント内で幹線（直進方向）からそれぞれ分流し、接続先のリンクで支線から単純に合流するとみなして計算させている。

5. 総論

DYNEMOモデルに代表される交通流モデルの考え方は比較的新しいもので、市販型のシミュレーションにはまだあまり取り入れられていないが、ミクロモデルに近いアルゴリズムを持ち、かつパソコンレベルの計算機で数十交差点の道路網をシミュレートすることが可能であり、今後その発展が期待されるモデルである。本研究の結果からみれば、適合性に不安を見せる点もあるが、パラメータの調整や計算処理の工夫により、改善できるものと考えられる。信号処理は当初の予想よりも問題は少なく、評価値も期待したものに近い値を算出することができた。今後、実際の交通データとの検証も実験する予定である。これらの成果をふまえ、これから先信号制御の動的最適化、経路選択による交通配分などと組み合わせて発展させたいと考えている。

参考文献

Thomas Schwerdtfeger: DYNEMO: A Model for the Simulation of Traffic Flow in Motorway Networks, Ninth International Symposium on Transportation and Traffic Theory

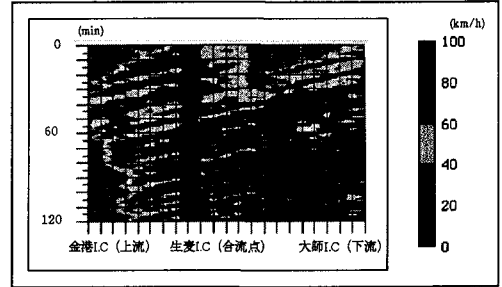


図1 速度分布図（観測値）

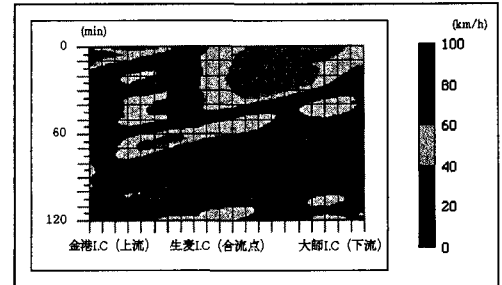


図2 速度分布図（計算値）

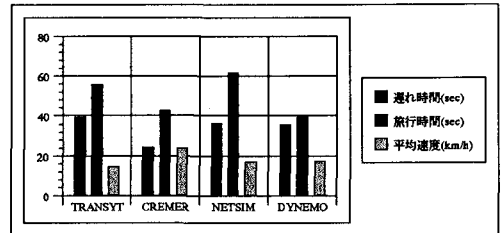


図3 評価値比較