

IV-347

Payne型交通流シミュレーションモデルの市街道路網への適用

北海道大学工学部

学生員 木村 秀之

正 員 中辻 隆

正 員 加来 照俊

1. はじめに

現在、わが国で一般的に用いられているシミュレーションモデルはマクロモデルとしてTRANSYT⁽¹⁾、ミクロモデルとしてNETSIM⁽²⁾等がある。しかし、TRANSYTでは、交通量に基づくマクロモデルであり、交通状態を一元的に表現することができず、自由流のみにしか適用できない。

一方、NETSIMモデルは、個々の車の挙動を表現するため、大規模なネットワークに適さない。また、最適化の機能も具備していない。

Cremer⁽³⁾は、Payneが提案した、密度と空間平均速度に基づくマクロモデルを改良し、このモデルが、渋滞流に対しても優れた表現性を有していることを示した。

本研究では、このシミュレーションモデルを市街地交通網に適用した。

2. シミュレーションモデルの概要

このモデルでは各リンクを複数のセグメントに分割して、各セグメントにおける密度と空間平均速度の時間的变化をシミュレートする。Cremerは、Payne型モデルを市街道路網に適用するにあたり、以下のような改良を行っている。第*i*セグメントにおける密度を $c_i(k)$ 、空間平均速度を $v_i(k)$ 、交通量を $q_i(k)$ と表わす時、

$$c_i(k+1) = c_i(k) + \frac{\Delta t}{\Delta L_i} (q_{i-1}(k) - q_i(k)) \quad (1)$$

$$v_i(k+1) = \beta \cdot v_i(k) + (1-\beta) \cdot V(\bar{c}(k)) \quad (2)$$

$$q_i(k) = c_i(k) \cdot v_i(k) \quad (3)$$

$$\bar{c}(k) = \alpha \cdot c_i(k) + (1-\alpha) \cdot c_{i+1}(k) \quad (4)$$

 Δt : 時間刻み ΔL_i : セグメント長 α, β : 重み係数

ここで k は、離散時刻 k である。式(1)は連続の式(保存則)に基づいている。式(2)、においては、空間平均速度の変化を1ステップ前の速度 $v_i(k)$ と、密度 $c_i(k)$ から規定される平均速度 $V(\bar{c}(k))$ との重み平均として定義している。式

(3)は、 $Q = K \cdot V$ に基づいて交通量を算定している。これらの式を用い、密度と空間平均速度の初期値と、流入交通量の時間変動を与えることによって、各時刻の交通状態を時々推定することができる。式(2)において、 $V(\bar{c}(k))$ は、いわゆる $k-v$ 曲線であるが、

$$V = V_f \left[1 - \left(\frac{c}{c_{\max}} \right)^{l-1} \right]^{\frac{1}{1-m}} \quad (5)$$

として定義され、ここで V_f は自由速度、 $c_{\max}$ は最大の渋滞密度、 l, m は追従の感度パラメータであり、実測値に基づいた非線形最小二乗法等によって推定される。このモデルの特色としては、

- 1) 渋滞域の表現能力が他のモデルに比べて高い
- 2) カルマンフィルターを導入することによって、実測の車両感知器データを用いた、シミュレーションを実行できる。
- 3) 密度分布が簡単に分かるので、アニメーション表示が比較的簡単である。
- 4) 最適化をおこなうにあたり以下のように多様な目的変数を設定することが出来る。

$$\text{旅行時間} \quad \sum_{k=1}^i \sum_{l=1}^s T \cdot L \cdot c_i(k) \quad (6)$$

$$\text{遅れ時間} \quad \sum_{k=1}^i \sum_{l=1}^s \left(1 - \frac{v_i(k)}{v_{\max}} \right) \cdot T \cdot L \cdot c_i(k) \quad (7)$$

$$\text{空間平均速度} \quad \frac{\sum_{k=1}^i \sum_{l=1}^s c_i(k) \cdot L \cdot v_i(k)}{\sum_{k=1}^i \sum_{l=1}^s L \cdot c_i(k)} \quad (8)$$

ここで、 T は、時間刻み、 L がセグメント長である。

4 モデルの再現性について

このモデルがどの程度実際の交通状態を表現しているのかを調べるために、2交差点道路網を対象とし、TRANSYT及びNETSIMモデルとの比較検討をおこなった。道路形状は図1に示す。図2は、遅れ時間、旅行時間、空間平均速度について比較したものである。また、図3は、密度分布のアニメーション表示である。

結果としては、遅れと旅行時間がPayneモデルで小さく、逆に空間平均速度が大きいという傾向が現れた。これは、Payne型のモデルの交通流の流れが若干良いということを示している。この理由については、今後の検討課題である。

5. まとめ

今回、Payne型の理論を用いてシミュレーションモデルの作成をおこなった。しかし、実際の交通状況に対する適合性の検討をおこなっていないので、実際との適合性を調べるのが今後の検討課題として残される。シミュレーション結果に関しても、図4に示したアニメーション表示を改良し、見易いアニメーションを作成することが必要である。また、BOX法を用いて最適化の機能を付加することもこれからの課題である。

参考文献

- 1) TRANSYT-7F User's Manual, FHWA, 1984
- 2) TRAF-NETSIM User's Manual, FHWA, 1989
- 3) M. Cremer, A Macroscopic Simulation Model of Urban Traffic Flow and its Application for Traffic Control Systems, 2nd Intern. CARDI Semi, on urban Traffic Networks, 1992

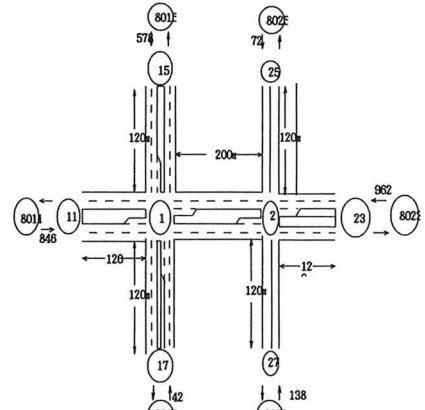


図1 ネットワーク図

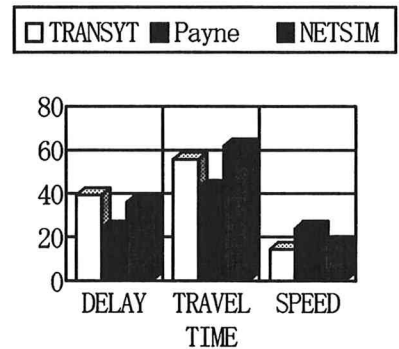


図2 モデルの比較結果

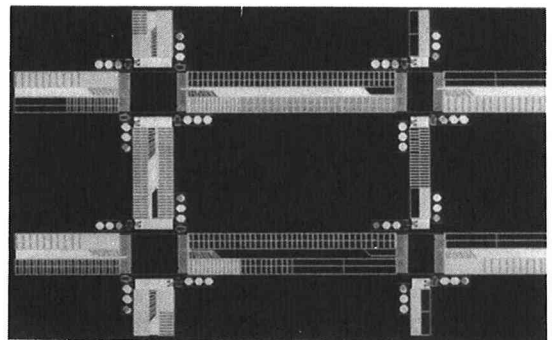


図3 アニメーション