

渋滞シミュレーションによる街路の旅行時間予測

京都大学工学部 正員 井上 矩之
 阪神電気鉄道株式会社 正員 坂東 真一
 京都府 正員 今井 幹男

1. まえがき

道路交通情報として現在実際に提供されている情報としては、大まかな混雑状況、垂直渋滞長などがあるが、運転者にと、て最も欲しい情報は自車加前方にあるルートを通り抜けるに必要な時間、旅行時間であるだろう。しかし、旅行時間には微妙な交通状態の変化が大きな影響を与えるので理論的予測は困難である。そこで本研究では、車の流れを圧縮性流体の流れにアナロジーして道路上の交通状態を予測し、これより旅行時間を予測するシミュレーションモデルを開発した。

2. モデルの説明

(i) 区間の設定；対象ルートを主要交差点によりいくつかの大区間に分割し、この大区間をさらに原則として長さ200mの小区間に分割する。なお、対象ルート外からの車の流入・流出は主要交差点のみで行なわれるものとし、大区間の途中での出入りは無視する。また、各小区間ごとに区間特性（区間長、車線数、自由速度、飽和密度、臨界密度、区間交通容量）を定める。

(ii) 各小区間の交通状態；小区間 i の車線数、区間長を、 n_i (車線)、 l_i (km)、この区間の時刻 t の存在台数、交通密度、平均速度を、 $E(i,t)$ (台)、 $k(i,t)$ [台/km/車線]、 $v(i,t)$ (km/min) とすると、次式が成立する。

$$k(i,t) = E(i,t) / n_i \cdot l_i \quad (1)$$

平均速度と交通密度の間には次式のような関係があるものと仮定する。

$$v(i,t) = v_f \cdot \left\{ 1 - (k(i,t)/k_j)^2 \right\} \quad (2)$$

ただし、 v_f とは自由走行速度、 k_j は飽和密度、 α はパラメータである。また、このように求められた交通状態は同一区間、同一時間帯内では一定であるものとする。

(iii) 流れのシミュレーション；本モデルでは、この(2)式と、交通量の連続の式によ、て計算がなされる。まず、時間帯 $\Delta t = 15$ 秒間の上流側の小区間から一つ下流側の小区間への流出需要量を算出し、次に同じ時間帯の下流側小区間の受け入れ可能量、すなわち流入可能量を算出する。これらの2つの量に基づいて実際の流出入量を決定して次の時間帯の交通状態を求める。この計算を15秒間ごとに繰り返す事によ、て交通状態を予測する。それでの量は次のように求める。

・流出需要量 $Q^d(i,t)$ ；臨界密度 k_c 、区間交通容量 $C(i)$ とすると

$$Q^d(i,t) = k(i,t) \times v(i,t) \times n_i \quad (3)$$

ただし、 $k(i,t) > k_c$ かつ $k(i+1,t) < k_c$ かつ 小区間 i が大区間の終端でない時は、

$$Q^d(i,t) = C(i)$$

Inoue Noriyuki, Bandou Shinichi, Imai Mikio

・流入可能量 $QA(c, j)$; 小区間との渋滞の有無によ、て変化する。

$$k(c, j) \leq k_c \text{ なるは } QA(c, j) = n_c \times C(c) \quad (4)$$

$$k(c, j) > k_c \text{ なるは } QA(c, j) = Q^d(c, j) \quad (5)$$

・実際の流入量 $QI(c, j)$

$$QA(c, j) \geq Q^d(c, j) \text{ なるは } QI(c, j) = Q^d(c, j) \quad (6)$$

$$QA(c, j) < Q^d(c, j) \text{ なるは } QI(c, j) = QA(c, j) \quad (7)$$

ただし、小区間ごと($c+1$)の間に主要交差点 n がある場合は、 $Q^d(c, j)$ を右左折流出比率によ、て、右左折流出需要量 $QRL^d(c, j)$ と直進流出需要量 $QSD^d(c, j)$ に分ける。また、対象ルート外から右左折によ、てルートに流入しようとする車 $QIRL^d(c, j)$ もあるので、 $QI(c, j)$ を求める際には $(QSD^d(c, j) + QIRL^d(c, j))$ を(8)、(9)式の $Q^d(c, j)$ と同等に扱う。さらにこの時、実際に小区間ごとから主要交差点 n を通、て流出する車の量と、交差点交通容量 $Cp(n, j)$ によ、てチェックするものとする。

・次の時刻 $(j+1)$ の存在台数 $E(c, j+1)$; 実際の流出量を $Q(c, j)$ として、連続の条件より、

$$E(c, j+1) = E(c, j) + QI(c, j) - Q(c, j) \quad (8)$$

(iv) 旅行時間の予測 ; 旅行時間の計算は各大区間ごとに行なう。

時刻 j までに大区間 k に流入、流出した車の累積数を $CUMI_{k, j}$ 、 $CUMO_{k, j}$ とする。(ただし、 $CUMI_{k, j}$ は初期存在台数も含む。)

大区間途中での車の流出、入が無く、追い抜き、追い越しが無いものと仮定すると、右の図-1のよ、うに旅行時間を求める。時間帯 j に大区間 1 に流入した車が大区間 1 を出るのは、流入時の $CUMI$ と $CUMO$ の等しくなる時刻 j' である。よ、てこの車の大区間 1 での旅行時間 $TRV_{1, j}$ は $(j'-j)$ である。同様に $TRV_{2, j} = (j''-j')$ であり、同じ計算を最下流の大区間

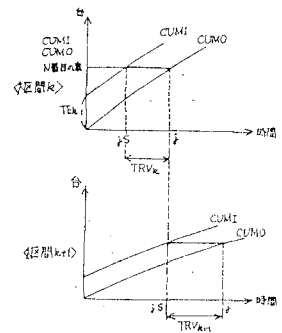


図-1

まで繰り返して、その旅行時間の総和を対象ルートの旅行時間とする。

3. 計算例

本研究では区間交通容量を γ の λ として操作することによ、て予測精度の向上をはか、た。ただし、区間交通容量は各大区間ごとに一定とし、各大区間の終端の小区間の区間交通容量のみ変化させた。交差点交通容量は、基本交通容量に信号現示率、3種の混入率による補正値を乗じたものを用いた。結果の詳細は紙面の都合で当日発表とするが、二例を此を以、て、相関係数は $\gamma = 0.952$ (データ数=7)、 $\gamma = 0.981$ (データ数6) となり、非常に良好な結果を得る事ができた。

4. まとめ

本研究では、車の流れを圧縮性流体の流れにアナロジーする旅行時間の予測シミュレーションモデルを開発し良好な計算結果を得た。また本研究では、ルート外からの流入需要量として実測した流入量を用いたが、この予測方法を確立する事が今後の課題である。