

交通流における渋滞車割合の推定に関する研究

九州大学工学部 ○学生員 塩見 成一

九州大学工学部 正 員 榑木 武

山口大学工学部 正 員 田村 洋一

1. はじめに 交通流の渋滞・非渋滞構成、自由車・追従車構成に着目した速度分布モデルが既に提案されている¹⁾。しかし、このモデルにおいては、速度に依存する説明変数である渋滞車割合が含まれている。そこで本研究では、1分間交通量の変動特性のみを説明変数としてより実用的な渋滞車割合を推定するものである。なお、解析に当たっては、信号交差点間隔が1.5 km以上ある、片側1車線の良好な線形を有する理想的な道路・交通条件下での交通流を対象とした。

2. 渋滞車割合の推定 渋滞車割合とは、時速35 km/h以下で走行する車を渋滞車と定義し、任意の時間長内に通過した全走行台数に占める渋滞車の割合をいう。本研究では、1分間の渋滞車割合の推定を行う。この1分間渋滞車割合は、実交通流では0と1の2極分布に従う。従って、推定に際しては、1分間渋滞車割合は0と1のみをとるという仮定を設けた。

ある任意の時刻の1分間渋滞車割合 r_c が知りたい時、まず前のタイムスパン(15分間)内の1分間交通量の時系列データから、表-1に示す統計変数を算出する。そして、これらの統計変数を分析することによりタイムスパン内の交通流の状態を判別する。交通流の状態とは、1) 非渋滞流、2) 渋滞定常流、3) 渋滞進展流、4) 渋滞解消流の4状態をいう。判別された交通流の各状態に対して、次のように1分間渋滞車割合 r_c の推定を行う。

状態1) $\rightarrow r_c = 0$

状態2) $\rightarrow r_c = 1$

状態3) $\rightarrow r_c = 0$ または $r_c = 1$ (判別モデル4)

状態4) $\rightarrow r_c = 0$ または $r_c = 1$ (判別モデル5)

この、前の交通流状態を考慮した1分間渋滞車割合の推定プロセスは図-1に示すとおりである。

タイムスパンを用いた分析方法は、多くの観測データを必要とするが、刻み幅1分でタイムスパンを移動させることで、データ数を増やした。また、交

通流の状態を判別するためのタイムスパンは、長ければ状態を平均化し、短ければ変動が激しいために状態を把握できないという性質のものであり、著者のこれまでの研

究から、15分間は最適な長さであるといえる。

各判別モデルの内容と説明変数は、表-2に示す通りである。

$X_1 \sim X_{17}$ の統計変数については、相関分析により、 X_5 , X_9 , X_{12} , X_{13} の4変数と X_{11} と X_{14} の2変数グループがそれぞれで強い

表-1 統計変数

X_1	前の1分間交通量
X_2	前の1分間交通量との差
X_3	前の1分間交通量との差の絶対値
前のタイムスパン(15分間)における統計量	
X_4	平均交通量
X_5	標準偏差
X_6	歪度
X_7	尖度
X_8	変化率の平均
X_9	変化率の標準偏差
X_{10}	変化率の歪度
X_{11}	変化率の尖度
X_{12}	変化率の絶対値の平均
X_{13}	変化率の絶対値の標準偏差
X_{14}	変化率の絶対値の歪度
X_{15}	変化率の絶対値の尖度
X_{16}	変動係数1 (X_5/X_4)
X_{17}	変動係数2 (X_{13}/X_{12})

注) 変化率とは1分間交通量の前後差をいう。

表-2 判別モデルの説明

モデル名	判別内容	説明変数
モデル1	非渋滞、渋滞判別	$X_2, X_6, X_{11}, X_{12}, X_{16}$
モデル2	渋滞非定常、渋滞定常判別	$X_4, X_6, X_7, X_9, X_{17}$
モデル3	渋滞進展、渋滞解消判別	X_4, X_8, X_{13}, X_{16}
モデル4	渋滞進展における $rc=0, rc=1$ 判別	X_4, X_6, X_7, X_9
モデル5	渋滞解消における $rc=0, rc=1$ 判別	X_9, X_{16}

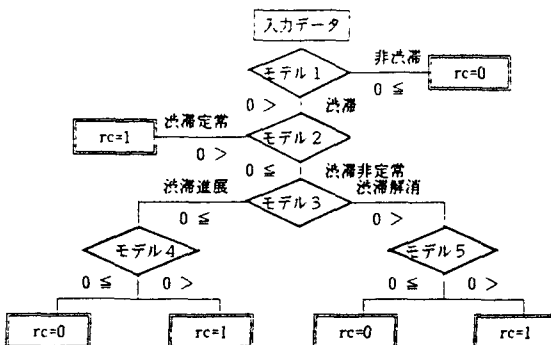


図-1 1分間渋滞車割合の推定プロセス

相関が見られたため、判別モデルの説明変量として、これらが重複することを避けている。各判別モデルは、線形2次の2群判別の形をとり、交通流の状態判別および1分間渋滞車割合の推定は、階層構造をなしている。モデル1とモデル3で判別能力がやや劣るものの、判別の中率は全て0.85以上である。

3. 推定結果 1分間渋滞車割合の推定精度は、推定プロセスが階層であることに起因する誤差伝播を考えれば、判別の中率をやや下回るものとなる。実測値と推定値の適合性を考察するには、1分間よりも長い時間長で図化するのがよく、これにより定量的な視認が可能となる。ここでは、設定時間長を

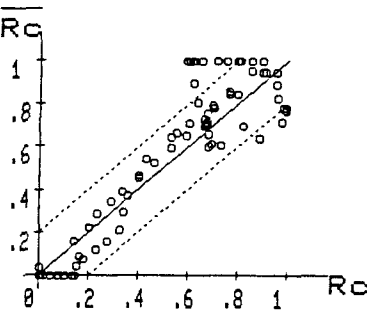


図-2 推定結果の適合性(1)

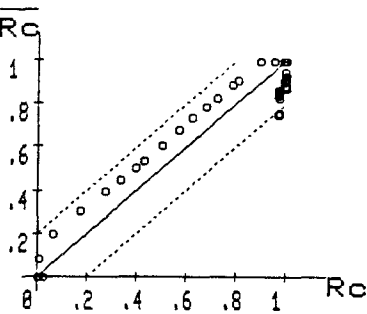


図-3 推定結果の適合性(2) 推定誤差が大き

くなっている。図-4は状態3)を除く3つの交通流状態をもつ交通流から得られたデータに基づく結果であり、状態2)が多数を占めている。両者とも誤差がほとんど0.2以内におさまっており、推定精度は高く評価できる。

4. 速度分布モデルへの適用 1分間渋滞車割合 r_n を用いた速度分布モデルは次のように表現される。

$$S(u) = \frac{1}{ET} \left[\sum_{i=1}^{ET} \{ r_{ni} (w_{li} \cdot s_l(u)_i + w_{ri} \cdot s_r(u)_i) + r_{ci} \cdot s_o(u)_i \} \right]$$

ET : 設定時間長, r_n : 1分間非渋滞車割合
 w_l, w_r : 自由車割合, 追従車割合
 s_l, s_r, s_o : 非渋滞流自由車, 非渋滞流追従車, 非渋滞流の速度分布(正規分布)
 但し、設定時間長内の i 番目の1分間交通流を添字 i で表現している。

この理論モデルを実測データにあてはめた結果の一部を図-4, 5に示す。両者とも設定時間長15分のものであり、図-4は非渋滞・渋滞混合流、図-5は渋滞流のみである。平均交通量および渋滞車割合、速度の平均・標準偏差の実測値と推定値は、図中に示してある。また、K-S適合度検定において、両者とも5%の有意水準で採択され、実測データに対して理論分布はよく適合しているといえる。

5. おわりに 以上の一連の解析は、確率的な観点からの時間 $q-v$ 式の理論的導出に適用できるとともに、 $q-v$ 式の構築にも有用な手段となる。

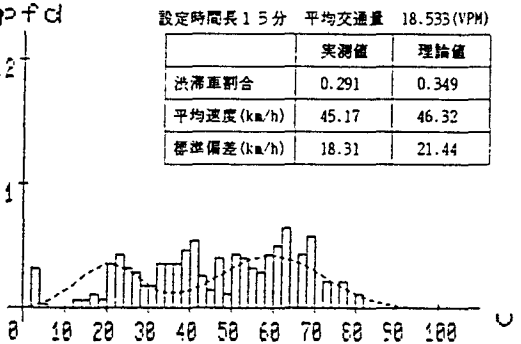


図-4 速度分布モデルのあてはめ(1)

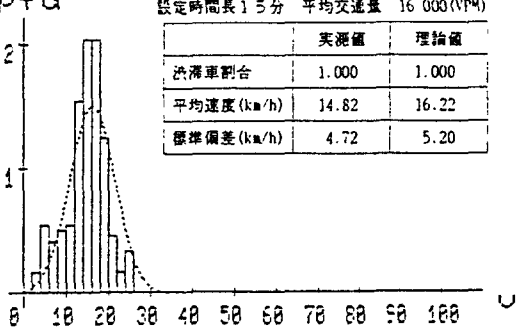


図-5 速度分布モデルのあてはめ(2)

参考文献

1) 田村他: 交通流の基本速度分布モデルおよび実速度分布モデルの構築に関する研究, 土木学会論文集IV, No. 377, pp. 127-135, 1987.