

観測データに基づく自由走行速度分布の推定法

システム計画学研究室 中村美保子

1. はじめに

自由走行速度とは他の交通の影響を全く受けない場合の速度のことであり、その分布は道路のサービス水準を評価する上で必要な情報の一つである。現行では自由走行車の速度を観測して推定しているが、車群の先頭に位置する自由走行車は相対的に低速な車両が多いため、過小推定となっている可能性が高い。そこで本研究では、高速車が低速車に追いつき、追従する確率を考慮したモデルを構築し、観測した走行速度分布から自由走行速度分布を推定する方法を提案する。

2. 基本的な考え方

道路を2地点(上流, 下流断面)で観測し、その結果と観測区間の走行速度分布の変化から自由走行速度分布を推定する。(図1参照)

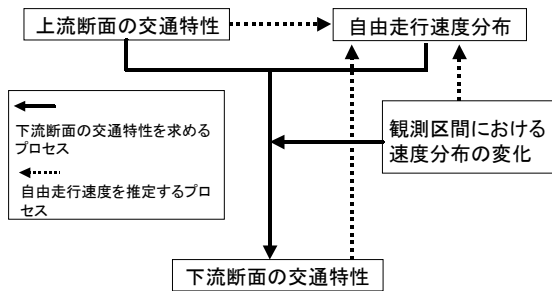


図1 基本的な考え方

3. モデル

モデル化にあたり、まず最も単純な状況を想定することとし、道路は追越し不可能な片側1車線、自由走行速度は2種類 $V=\{v_1, v_2\}$ 、ドライバーは低速車に追従する場合のみ減速して走行するものとした。相前後して走行する n 台の車列は上流から下流に移動するにつれ、追従車両が増加し、速度別車両存在比率が変化する。

速度 v_2 の車両の構成比率を p とすると、区間入口において n 台からなる車列中に速度 v_2 の車両が i 台存在する確率 $P_1(i|p)$ は

$$P_1(i|p) = {}_n C_i \times p^i (1-p)^{n-i} \quad (1)$$

観測点まで走行する間に車列中の $v_2(>v_1)$ の車両が v_1 の車両に追いつくと v_1 へと減速して追従する。区間内で追従が発生し、 v_2 の車両数が i 台から j 台になる確率は、当初の車頭間隔分布や観測点までの距離 i^* に依存して規定され、これを $P_{12}(i,j|p, t^*, v_1, v_2)$ とすると、観測点において速度 v_2

で走行している車両が j 台となる確率は次式で示される。

$$P_2(j|p, t^*, v_1, v_2) = \sum_i P_2(i|p) \times P_{12}(i, j|p, t^*, v_1, v_2) \quad (2)$$

観測点で n 台の車列からなるデータが n_j サンプル ($\sum n_j = N$) 観測されたとすると、そのような状態が生起する確率が最大となる p が求める自由走行速度分布である。したがって自由速度が高速である確率 p と観測点で高速走行している確率の同時確率が最大になる様にすれば良い。

(2)式より尤度関数 L ,

$$L(p, t^*, v_1, v_2) = \prod_j P_2(j|p, t^*, v_1, v_2)^{n_j} \quad (3)$$

を構成し、対数尤度最大となる p を求める。

$$\frac{\partial \log L}{\partial p} = 0 \quad (4)$$

4. シミュレーション分析

モデルを検証するためシミュレーション分析を行った。自由速度が v_2 の車両の構成比率を $p=0.65$ と設定し、各車両の走行速度とシフトした指数分布に従う車頭間隔を乱数で発生させて1組5台の車列を50組生成した。この車列をシミュレーションモデル上で走行させ観測点での速度データを読み取った。そのデータから最初に設定した比率の推定値 \hat{p} を推定した。この工程を10回繰返し行った。得られた結果(表1参照)から、提案した推定法により比較的精度よく自由走行速度分布を推定しえたものとする。

$p=0.65$

\hat{p}	0.66	0.70	0.69	0.65	0.68
差	0.01	0.05	0.04	0.00	0.03

\hat{p}	0.70	0.65	0.74	0.67	0.63
差	0.05	0.00	0.09	0.02	0.02

誤差の平均値 0.03

誤差分散 0.0007

表1 自由速度分布の推定結果

5. おわりに

本研究では走行速度が2種類、片側1車線という最も単純な状況の自由走行速度分布の推定法を提案した。今後は自由走行速度分布を連続分布、追越し可能な片側2車線以上に適用可能なモデルへと拡張したい。