

航空写真計測による細街路交通量の推計

02302950 中央大学 * 鳥海 重喜 TORIUMI Shigeki
01303730 中央大学 田口 東 TAGUCHI Azuma
01104580 中央大学 鹿島 茂 KASHIMA Shigeru

1 はじめに

従来、道路交通センサ等の交通量調査は、幹線道路を主な対象としており、幹線道路以外の細街路は対象とされてこなかった。そのため、細街路の交通量はもっぱら幹線道路の調査結果をもとに推計されてきた。

通常良く用いられる交通量調査の方法には、地点観測および区間観測がある。地点観測は、ある地点においてそこを通過する交通をある時間間隔にわたって計測するものであり、区間観測は、ある時点での区間長に存在する車両を計測するものである。これまで、観測員による地点観測が主流であったが、近年の航空写真技術等の発展により、今後は区間観測の比率が高まっていくと思われる。航空写真による調査は観測員による調査に比べ、広域な範囲を調査対象とすることができるので、従来調査対象とされてこなかった細街路も調査対象とすることが可能になる。

そこで、本稿では区間観測から取得できる車両の存在台数と車頭距離分布に着目し、そこから細街路交通量の推計を行う手法を提案する。

2 交通モデル

本稿で扱う交通モデルでは、個々の車両の挙動に着目して、車両の到着間隔、速度(到着した車両の地点速度)、車頭距離(連続する車両の前部バンパ間の距離)を確率変数として扱う。

まず細街路(区間 $[0, L]$)の車両の存在台数と、入口($x = 0$)への車両の到着の関係を考える。簡単のために速度が一定の場合(図 1(a))を考える。(図 1 では、

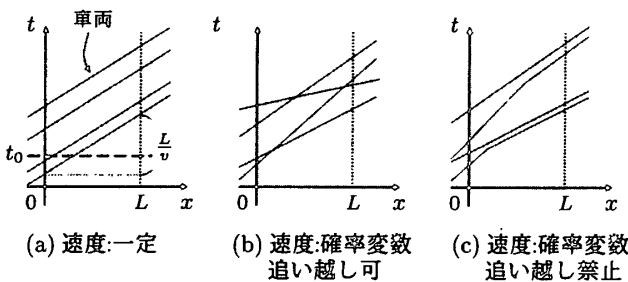


図 1. 交通モデル

縦軸を時刻、横軸を観測区間の始点からの距離として車両の軌跡を表している。)

時刻 t_0 で写真を撮り車両の存在台数を計測する。このとき、写真に写る車両は、 $[t_0 - \frac{L}{v}, t_0]$ の間に $x = 0$ に到着した車両である。言い換えると車両の軌跡を時間軸に射影した長さ $\frac{L}{v}$ の線分が $t = t_0$ と交差するとき写真に写る。

したがって、観測を繰り返して、車両の存在台数の平均値を \bar{n} とすると到着率 $\hat{\lambda}_1$ は

$$\hat{\lambda}_1 = \frac{\bar{n}}{L/v} \tag{1}$$

と推計することができる。

図 1 (b) では、車両が互いに独立と考えられるので、速度分布を仮定することによって車頭距離、存在台数、到着率の関係を導くことが可能である。

図 1 (c) は現実の細街路を想定して、追い越し禁止としている。したがって、後続車両が先行車両より速い場合には、追いついた時点で速度に応じた車間距離を保った追従走行になる。この追従走行の取り扱いは難しい。一方、通常は細街路は空いていると考えられるので独立な自由走行車両が多く存在するはずであり、それらから到着率を推計することが期待できる。

自由走行車両の平均車頭距離を \bar{l} 、平均速度を \bar{v} とすると、到着率 $\hat{\lambda}_2$ は次式で表される。

$$\hat{\lambda}_2 = \frac{\bar{v}}{\bar{l}} \tag{2}$$

以下で、この車頭距離の分布と到着率との関係をシミュレーションを用いて考察し、実測データで検証する。

3 計算機シミュレーションによる車頭距離分布の推計

図 1(c) のモデルにおいて、

- 到着分布をポアソン分布 (1 秒あたりの到着率 $\lambda = 0.13$)
- 速度分布を平均 8.3m/s, 分散 $(1.2)^2$ の正規分布
- 観測区間を 500m
- 車両長を 5m

● タイムステップを2秒

とし、1800 ステップ (1 時間) 毎に車頭距離の観測を行う。観測を 2000 回行った結果を 1m 単位に集計した車頭距離分布を図 2 に示す (横軸は車頭距離 [m] を表す)。

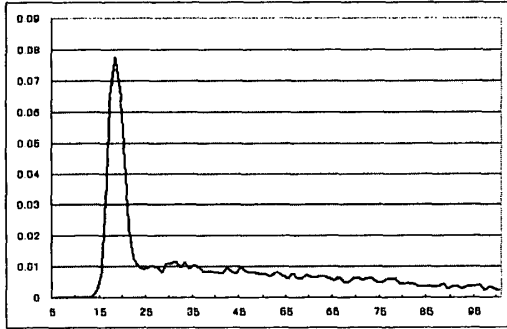


図 2. 車頭距離確率分布 (5m~100m)

図 2 から、車頭距離は 18m 付近に集中し右に裾が長い分布となっていることがわかる。そこで車頭距離の自然対数の分布を求めてみると、二峰性の分布となる (図 3)。これは、左側の峰が追従走行車両を、右側の峰が自由走行車両をそれぞれ表していると考えられる。

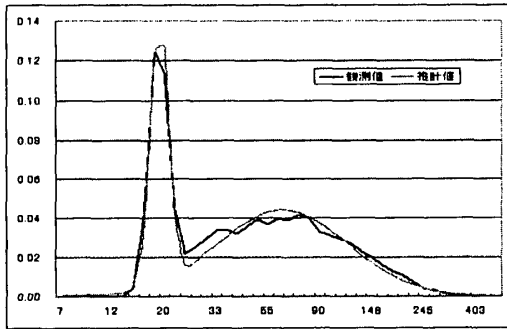


図 3. 観測値の対数分布と推計した分布 (横軸は対数スケール)

次に、車両の到着率を求める。§2 で述べたように、車頭距離から到着率を推計するためには自由走行車両のみの車頭距離が必要である。そこで、図 3 において右側の峰のモード (最頻値) を車頭距離として計算すると、設定した到着率 $\lambda = 0.13$ に対して、推計した到着率 $\hat{\lambda}_2$ は 0.14 となった。一方、車両の独立性を無視して、観測毎の平均存在台数から推計した到着率 $\hat{\lambda}_1$ は 0.13 となった。

ポアソン分布の到着率 λ を変化させてシミュレーションを行った結果を表 1 に示す。

シミュレーション結果から、車頭距離分布から推計した到着率と、平均存在台数から推計する到着率と

表 1. シミュレーション結果

設定した到着率 λ	分布から推計した到着率 $\hat{\lambda}_2$	台数から推計した到着率 $\hat{\lambda}_1$
0.05	0.09	0.06
0.10	0.12	0.10
0.15	0.17	0.16
0.20	0.25	0.21
0.25	0.28	0.26

はほぼ同じ推計値になることがわかる。

4 実測データからの交通量推計

車頭距離の実測データとして、東京都千代田区の JR 飯田橋駅付近の航空写真から車両の車頭距離を計測した。対象とした道路は、区間長 605m の片側 1 車線の道路であり、車頭距離として 22 サンプルを得た。観測結果と推計した分布を図 4 に示す (横軸は対数スケールの車頭距離 [m] を表す)。

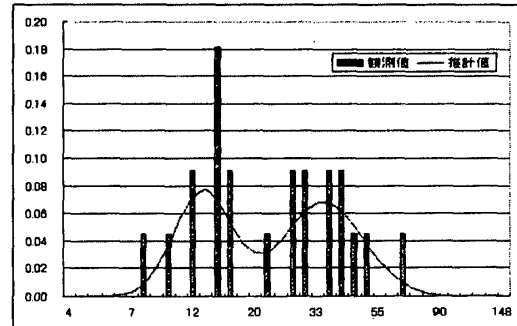


図 4. 実測データと推計した分布

観測区間の平均速度を平成 11 年度道路交通センサスから得られた 20km/h と仮定すると、車頭距離分布から推計した到着率 $\hat{\lambda}_2$ は 0.17 であり、一方、車両の存在台数から推計した到着率 $\hat{\lambda}_1$ は 0.21 である。

航空写真と同時期に行われた観測区間の断面交通量調査の結果から求めた到着率は $\lambda = 0.13$ となるので、車頭距離分布から推計した到着率の方が実際の値に近い結果となった。

5 おわりに

本稿では、航空写真計測から細街路の存在台数と車頭距離分布を求め、細街路交通量を推計する手法を提案した。

参考文献

- [1] 大蔵泉: 交通工学, コロナ社, 東京, 1993.
- [2] 伏見正則: 確率と確率過程, 講談社, 東京, 1987.