実測データによるリンク走行時間関数のパラメータ推定

愛媛大学工学部　正会員　柏谷　増男
愛媛大学工学部　正会員　朝倉　康夫
○ 愛媛大学大学院　学生員　西谷　仁志

1．はじめに

走行時間関数が交通量配分に与える影響は大きい。しかし、日本の道路条件に適した関数型やパラメータはいかなるものであるかについて、従来の研究例は比較的少ない。そのため交通量配分の際には走行時間関数を経験的に与えなければならないのが現状である。本研究は、観測した走行時間と交通量のデータから走行時間関数のパラメータ推定を行う。

2．走行時間関数の種類

リンク走行時間関数は、リンク交通量qの単調増加関数である。これまでに提案された代表的な関数には、Davidson関数（式(1)）とBPR関数（式(2)）がある。

$$t(q) = t_0\left(1 + J\frac{q}{C-q}\right) \quad \cdots(1)$$

ここに

t_0：自由走行時間

C：時間可能交通容量

J：リンクの属性･沿道状況などによって決まる遅延パラメータ

$$t(q) = t_0\left\{1 + \alpha\left(\frac{q}{C}\right)^{\beta}\right\} \quad \cdots(2)$$

ここに、α，β：パラメータ

3．パラメータ推定方法

特定の道路区間の交通量q_iと走行時間t_iの観測値データがn組与えられたとする。（i:ｻﾝﾌﾟﾙ番号）パラメータ推定値は、走行時間の観測値と推定値の自乗誤差の総和Uを最小にすることにより得られる。

$$U = \sum_{i=1}^{n}\left(t_i - t(q_i)\right)^2 \quad \cdots(3)$$

Davidson関数では、観測データからt_0，J，Cを推定することができる。推定方法は、Cの直接探索と、与えられたCに対する最小自乗法の繰り返しによるものである。まず、$t(q_i)$を次式のように変換する。

$$t(q_i) = A + B \times Q(q_i) \quad \cdots(4)$$

ここに、

$$Q(q_i) = \frac{q_i}{C-q_i},\quad A = t_0,\quad B = t_0 \times J$$

である。Cが与えられると、式(4)から$Q(q_i)$の値が決まるから、式(3)を最小にするA，Bは、連立方程式

$$\frac{\partial U}{\partial A} = -2\sum_{i=1}^{n}(t_i - A - BQ(q_i))(-1) = 0 \quad \cdots(5)$$

$$\frac{\partial U}{\partial B} = -2\sum_{i=1}^{n}(t_i - A - BQ(q_i))(-Q(q_i)) = 0 \quad \cdots(6)$$

を解くことにより、その値を求めることができる。A、Bの値を用いると、本来、推定すべきパラメータ値は、$t_0 = A$，$J = B/A$　となる。

BPR関数では、t_0，α，β を推定することができるが、容量Cは外生的に与える必要がある。また、直接探索すべきパラメータはβで、t_0，αは与えられたβに対する最小自乗推定量を変換することにより求められる。Davidson関数の場合と比較すれば、式(4)において、

$$Q(q_i) = \left(\frac{q_i}{C}\right)^{\beta},\quad A = t_0,\quad B = t_0 \times \alpha$$

となる点が異なる。このときA，Bの推定値から、本来推定すべきパラメータは、$t_0 = A$，$\alpha = B/A$となる。

4．データ収集と推定結果

(1)データ収集

前章で述べた方法を用いてパラメータを推定するには、時間交通量q_iとそれに対応する時間帯における単位距離あたり平均走行時間t_iのデータが必要である。本研究では、対象区間は全て二車線二方向道路に限定し、２つの方法でデータを収集した。

①松山市内の樋又通りと国道196号線の２区間における走行調査と路側調査によるもの。同一区間を数回走行し、その平均を走行時間とした。樋又通りでは 9 組、196号では 17 組の実測データを得た。

②愛媛県道路交通情報センターで、車両感知機を用いて観測されたもの。（以下、情報データとよぶ）観測地点数は市内 11 地点で、各地点ごとに約 300 組のデータを得た。このデータは、時間交通量と時間占有率Oc(%)であるため、次式により走行時間データに変換した。

$t_i(q_i) = k_i / q_i$

ここに、k_iは時間交通密度(veh/km)で

$k_i = 10 \cdot Oc / L$

L:平均車長（5.5mと仮定）

である。

(2)パラメータ推定結果

①のデータを用いて、パラメータを推定した結果を表1、表2示す。2区間それぞれに対してパラメータを求めた。図1は樋又通りにおける実測データと、推定した2種類の走行時間関数である。

これらの結果からDavidson関数のパラメータＪは約 0.35、ＢＰＲ関数におけるパラメータαは 0.6～0.7、βは 3.0 前後であると考えられる。t_0 は道路区間の規制速度と対応した値となっており、どちらの関数でも推定値はほぼ一致している。図１のようにDavidson関数（曲線ａ）とＢＰＲ関数（曲線ｂ）は、データの分布している領域では類似した曲線を描くが、その領域を越えると２つの曲線は異なった形状となる。

②の情報データから、地点･方向別に走行時間関数を推定した。地点の属性が異なるために、パラメータ値にはばらつきが見られるが、Davidson関数のパラメータＪは 0.2 の近傍の値、ＢＰＲ関数のパラメータαは 0.5 前後、βは3.0 前後の値が多いことがわかった。図２は推定されたパラメータを用いたＢＰＲ関数の概形を描いたものである。

5．おわりに

推定結果から、Davidson関数のパラメータＪは 0.2～0.35 程度の値で、Davidsonが推定した 0.043 よりもTaylorが独自に推定した値に近い値であった。またＢＰＲ関数のパラメータαは 0.5～0.7 位、βは 3.0 前後の値であった。αはＢＰＲ関数の 0.15 よりも大きく、修正ＢＰＲ関数の 2.62 よりも小さい。βはこれまでに用いられてきた 4.0 や 5.0 よりもやや小さいことがわかった。

表 1　Davidson関数のパラメータ

観測地点	ｻﾝﾌﾟﾙ数	t_0 (sec)	s (vph)	J
樋又通り	9	135	1100	0.354
国道196号線	17	192	1760	0.373

注）区間距離は、樋又通り1.5km
国道196号線2.65km

表 2　ＢＰＲ関数のパラメータ

観測地点	t_0 (sec)	α	β	C (vph)
樋又通り	147	0.701	2.9	800
国道196号線	212	0.609	3.0	1200

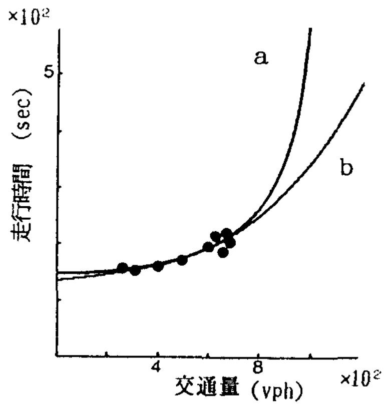

図１　実測データのプロットと推定した走行時間関数（樋又通り）

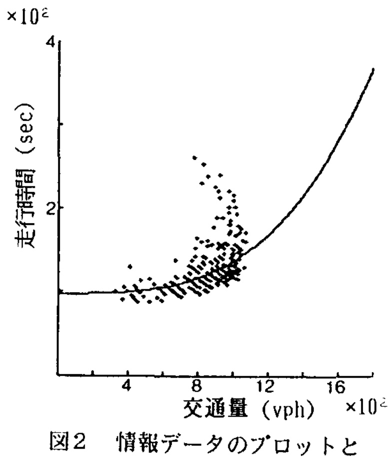

図2　情報データのプロットと推定した走行時間関数