

IV-220

Davidson関数およびBPR関数のパラメータ推定

愛媛大学大学院 学生員 西谷 仁志
 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

1. 走行時間関数の関数形

本稿では、交通量と走行時間の実測データに基づいて、交通量配分に用いる走行時間関数のパラメータ推定を行った結果について報告するとともに、簡単なネットワークを用いてパラメータ値が均衡交通流に与える影響を調べる。

走行時間関数は、交通ネットワークを構成する1つのリンクの走行時間をリンク交通量とリンクの属性の関数として表した関数である。これまでに提案された代表的なリンク走行時間関数には、式(1)に示すDavidson関数と、式(2)に示すBPR関数がある。

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

q : リンク交通量, t_0 : 自由走行時間

C : 可能交通容量, J : 遅延パラメータ

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

α, β : パラメータ

いずれの関数も、交通量の増加とともに走行時間が単調に増加する関数形である。Davidson関数は、待ち行列理論に基づいて導出されており、交通量が容量に漸近するにつれて走行時間は無限大に増加する。これに対しBPR関数は導出過程の理論的根拠がやや乏しいとされており¹⁾、容量を超過しても走行時間は有限な値をとる。交通量配分では、交通量の全領域で走行時間が定義されるBPR関数のほうが扱い易いが、容量を明示的に考慮できるDavidson関数を用いる場合の配分計算法もDaganzo²⁾により提案されている。

2. パラメータ推定の方法³⁾

交通量配分に用いることを考慮すれば、 J, α, β などのパラメータ値は、できるだけネットワークを構成する全リンクに共通していることが望ましい。本研究ではそのようなパラメータ値を求める前段階として、まず個々のリンクごとにパラメータ値を推定するものとした。

特定の道路区間について、複数組の交通量と走行時間の観測値データが与えられれば、パラメータ推定値は、走行時間の観測値と推定値の誤差自乗和を最小にすることにより得られる。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。推定手順は一種の非線形最適化計算であり、 C の直接探索と、与えられた C に対する最小自乗法を組み合わせることで繰り返すものである。BPR関数では、同様の方法により 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。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。

3. データ収集と推定結果

(1)データ収集: パラメータ推定に必要なデータは、時間交通量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である。本研究では、対象区間を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 $O_c(\%)$ であるため、次式により走行時間データに変換した。

$$t = k/q = (10 \cdot O_c / L) / q \quad \dots(3)$$

ここに、 k : 交通密度(veh/km), L : 平均車長(m)である。

(2)パラメータ推定結果: ①のデータを用いて推定したパラメータの値を表1に示す。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を描いたものである。これらの結果から、パラメ

ータ J は約 0.35、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、推定値にはばらつきが見られるが、パラメータ J は 0.2 の近傍の値、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。

以上の推定結果をまとめると、次のようになる。

(i)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る。

(ii)BPR関数のパラメータ α は 0.5~0.7 程度、 β は 3.0 前後の値である。 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。

4. パラメータ値が均衡交通量に及ぼす影響

走行時間関数のパラメータが、ネットワークの均衡交通流に与える影響を調べるために、図2に示すネットワークを用いてシミュレーションを行った。

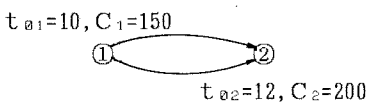


図2 シミュレーションで用いたネットワーク

需要交通量 D (250~350)を漸増させながら、パラメータ J (0.005~2.0)、 α (0.5~3.0)、 β (1.0~6.0)をそれぞれ変化させ、均衡交通量および走行時間を求めた。()内はパラメータ値の変化範囲を示す。その結果は次のようにまとめることができる。

(i)Davidson関数を用いた場合、 $J=0.01\sim0.50$ で $D\leq 300$ のとき、 J が異なることによる交通流の変化は大きい。 $J\geq 0.50$ では交通量は D のみに依存し、 J の値の影響を受けない。ただし、走行時間は混雑の影響を受けやすいため大きく異なる。 $J\leq 0.05$ では all-or-nothing に近くなるため、交通流の変化が小さい。

(ii)BPR関数を用いた場合、 α, β の値にかかわらず均衡交通量は D の増加とともにほぼ線形に増加し、交通量に及ぼす α, β の影響は同程度である。 α を固定し β を変化させた場合のほうが、 β を固定し α を変化させるよりも走行時間の変動幅が大きくなることから、均衡走行時間に及ぼす影響は α のほうが大きい。

【参考文献】

- 1) Rose G. (1986): An Analysis of Error Propagation in Transportation Network Equilibrium Models, PhD. thesis of Northwestern Univ.
- 2) Daganzo C.F. (1977): On the Traffic Assignment Problem with Flow Dependent Cost, Transpn. Res., Vol.11, pp.439-441
- 3) 柏谷・朝倉・西谷 (1990): 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, JSCE中四支部年講概要集

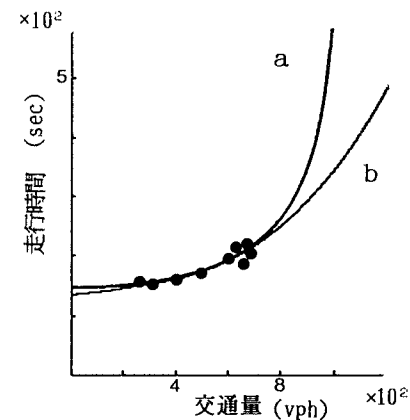


図1 実測データのプロットと推定した走行時間関数（樋又通り）

表1 データ①を用いたときのパラメータ推定値

観測区間	サンプル 区間距離 数	Davidson関数			BPR関数			
		t_0 (sec.)	J	C (v.p.h.)	t_0 (sec.)	α	β	C (v.p.h.)
樋又通り	1.5 km 9	135	0.354	1100	147	0.701	2.9	800
国道196号線	2.65 km 17	192	0.373	1760	212	0.609	3.0	1200