

走行距離を基準とした均衡リンク交通量に一致する経路交通量の推定

名城大学 学生会員 ○黒川 卓司 名城大学 正会員 松本 幸正
 名城大学 フェロー 松井 寛 名城大学 学生会員 伊東 裕晃

1. はじめに

利用者均衡配分は、分割配分に代わり、説明責任を果たし得る交通量配分手法として、今日広く用いられるようになってきた。しかし、利用者均衡配分の代表的な解法である Frank-Wolfe 法では、リンク交通量を一意に求めることができるが、実務で必要とされる経路交通量は一意に求めることができない。

そこで本研究では、利用者均衡配分結果から得られる均衡リンク交通量に一致する経路交通量を推定するための手法を、簡単なネットワークを用いて比較分析し、その特性を明らかにする。

2. 経路交通量の推定手法¹⁾

本研究では、利用者均衡配分結果である均衡リンク交通量に一致する経路交通量を推定する手法として、以下に示す2種類の方法を用いる。

(1) 線形計画法による方法

均衡リンク交通量を制約条件として、以下の線形計画問題により経路交通量を求めるモデルである。

$$\min \sum_i \sum_j \sum_k c_{ijk} h_{ijk} \quad (1)$$

$$\text{subject to } \sum_i \sum_j \sum_k \delta_{ijk}^l h_{ijk} = v_l^* \quad (2)$$

$$\sum_k h_{ijk} = q_{ij}$$

記号の意味は以下のようなのである。

- v_l^* : 均衡リンク交通量
- q_{ij} : ゾーン i - j 間の OD 交通量
- h_{ijk} : ゾーン i - j 間の第 k 経路交通量
- δ_{ijk}^l : ゾーン i - j 間の第 k 経路がリンク l を通過する時を 1, その他を 0 とするダミー変数
- c_{ijk} : パラメータ

(2) 同時生起確率最大化による方法

均衡リンク交通量を制約条件として、経路交通量に関する同時生起確率を最大にする問題として定式化され、以下の数理最適化問題として表現される。

$$\max \prod_i \prod_j \prod_k \frac{q_{ij}!}{h_{ijk}!} \prod_k (p_{ijk})^{h_{ijk}} \quad (3)$$

$$\text{subject to } \sum_i \sum_j \sum_k \delta_{ijk}^l h_{ijk} = v_l^* \quad (4)$$

$$\sum_k h_{ijk} = q_{ij}$$

ここで、 p_{ijk} はパラメータである。

3. パラメータの設定

上記に示した2つの方法では、パラメータ c_{ijk} と p_{ijk} の値を適切に与えることにより、実際の経路交通量やドライバーの経路選択行動を反映した経路交通量を求めることが可能となる。しかしながら、均衡状態は理想的な状態であり、実際のドライバーの経路選択行動はその理想からかけ離れた状態であると考えられ、その両者の間では不整合が生じる。

そこで、経路交通量を求める場合においても、ある理想状態を仮定する。理想状態として、より多くの交通量が、距離の短い経路に流れる状態、交通容量が大きい経路に流れる状態、右左折回数が少ない経路に流れる状態などが考えられる。ここでは、最も単純である距離の短い経路により多くの経路交通量が流れると仮定する。パラメータの値として、 c_{ijk} の値を OD ペアごとの各経路の距離とし、 p_{ijk} の値を OD ペアごとの各経路の距離に応じて逆比例配分した値を用いた。

4. 各モデルの比較

図1,2に示すテストネットワーク1(ノード数12, リンク数25)とテストネットワーク2(ノード数15, リンク数46)において、各モデルを適用した。ODペア数は、テストネットワーク1を9ODペアとし、テストネットワーク2を21ODペアとした。リンクコスト関数にはBPR関数を使用した。

(1) 積み重ね法による経路交通量の生成

積み重ね法とは、利用者均衡配分アルゴリズムの Frank-Wolfe 法において、リンク交通量を更新するためのパラメータと利用した経路を用いて経路交通量を順次更新していく方法である。この方法では、利用者均衡配分を行う際に内生的に経路交通量を求めることができるため、一般に利用されている。そこで、積み

キーワード 均衡配分, 経路交通量, 線形計画法, 同時生起確率

連絡先 〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口 1-501 名城大学理工学部建設システム工学科 TEL052-832-2348

重ね法と各モデルで推定された経路交通量がどのように異なるかを見る。

図3は、ネットワーク1においてODペア6（始点：2，終点：12）における経路交通量の結果を示したものである。図に示すCase1～3は、積み重ね法における結果である。ここでは、ネットワークの記述順序が異なる3ケースで計算を行った。各モデルで選出された経路は全て等しくなったが、経路交通量は大きく異なることがわかる。一方、線形計画法と同時生起確率最大化法では、解が一意に求まることがわかった。

(2) 算出された経路の比較

図4は、ネットワーク2においてODペア113（始点：9，終点：1）における経路交通量の推定結果を示したものである。線形計画法は、ある一部の経路にしか交通量が流れていない。一方、同時生起確率最大化法は、どの経路にも交通量が流れていることがわかる。

また、4×4の双方向格子型ネットワークにおいても適用計算を行った。ネットワーク構成として、ノード数を16、リンク数を48とし、ODペア数を32ODペアとした。推定された経路交通量は、線形計画法において、ある一部の経路にしか交通量が流れず、ネットワーク2の推定結果と同様な関係が得られた。

なお、両ネットワークにおいて、推定経路交通量から算出したリンク交通量は、均衡リンク交通量に一致していた。

表1は、ODペアごとに推定経路交通量の分散を算出し、全ODペアで平均したものを示してある。表より、ネットワークの大きさや形態により値は異なるものの、同時生起確率最大化法に比べ、線形計画法は推定経路交通量のバラツキが大きいことがわかる。

5. おわりに

本研究では、経路交通量推定モデルを簡単なネットワークに適用し、均衡リンク交通量に一致する経路交通量を求めた。その結果、各モデルにおいて求まる経路交通量が異なることがわかった。

今後の課題として、他のネットワークを用いて分析するとともに、適用モデルでは、解を一意に求めることができるが、その解の持つ意味を明らかにする必要がある。また、他の理想状態においても適用計算を行い、どのような状態が理想状態に最も適しているかを明らかにする必要がある。

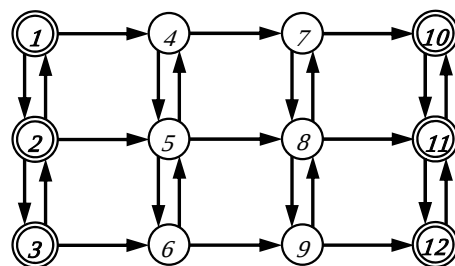


図1 テストネットワーク1

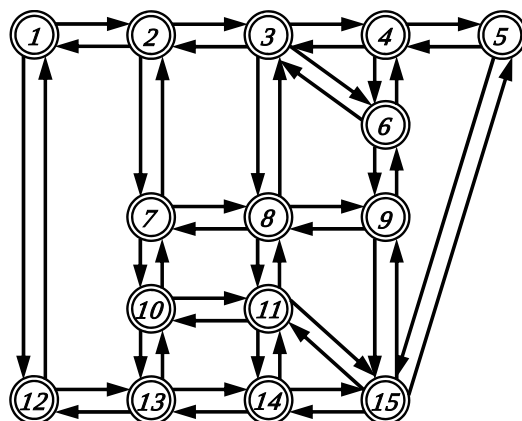


図2 テストネットワーク2

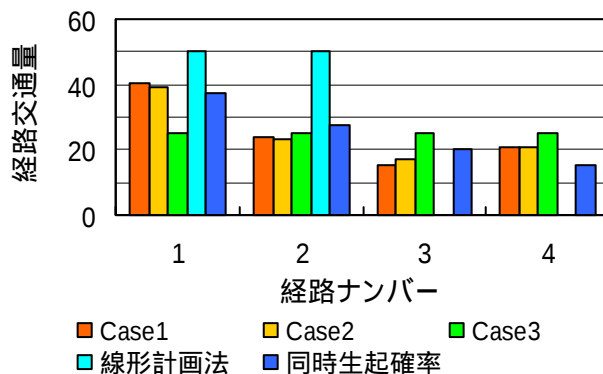


図3 ODペア6における推定経路交通量の比較

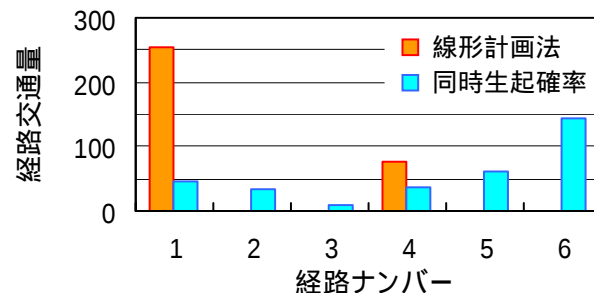


図4 ODペア113における推定経路交通量の比較

表1 推定経路交通量の分散の平均

	線形計画法	同時生起確率
ネットワーク2	68459.1	25872.6
双方向格子型	557.8	52.4

参考文献

- 1) 松本幸正・黒川卓司・松井寛：利用者均衡リンク交通量に一致する経路交通量推定手法の比較分析 第23回交通工学研究発表会論文報告集，pp.165-168, 2003