

右左折行動に着目した均衡条件下における推定経路交通量の分析

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

1. はじめに

利用者均衡配分は、理論的かつ合理的な手法であることから、交通ネットワーク分析に実務でも用いられるようになってきた。利用者均衡配分結果からは、リンク交通量を一意に求めることは可能であるが、実務に必要とされる経路交通量は一意に求めることはできない。そこで本研究では、均衡配分結果から求まる均衡リンク交通量を制約条件として経路交通量を推定し、推定された経路交通量に対応する右左折回数や交差点分岐率の変化を見る。

2. 経路交通量の推定手法

本研究では、均衡配分時の均衡リンク交通量に一致する経路交通量の推定手法として、同時生起確率最大化による方法を用いた。

同時生起確率最大化による方法とは、均衡配分結果から求まる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化する問題として定式化され、以下に示す数理最適化問題として表現できる。

$$\max \prod_i \prod_j \prod_k \frac{q_{ij}!}{h_{ijk}!} \prod_k (p_{ijk})^{h_{ijk}} \quad (1)$$

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

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

ただし、

v_l^* : 利用者均衡配分により求まったリンク l の均衡リンク交通量

q_{ij} : ゾーン i - j 間の OD 交通量

h_{ijk} : ゾーン i - j 間の第 k 番目の経路交通量

p_{ijk} : ゾーン i - j 間の第 k 番目経路の先験確率

δ_{ijk}^l : ダミー変数

一次の必要条件により、以下の式を得る。

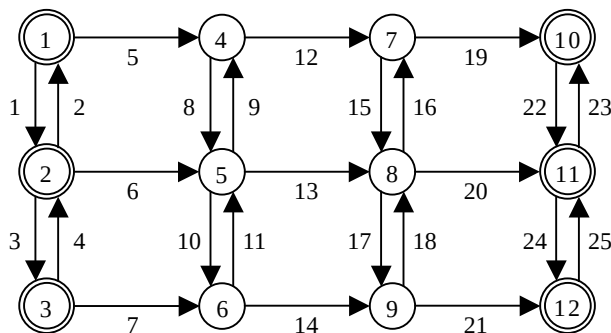


図1 ネットワーク図

$$h_{ijk} = p_{ijk} e^{\sum_l \lambda_l \delta_{ijk}^l} e^{\mu_{ij}} \quad (3)$$

$$\lambda_l = \log \frac{v_l^*}{\sum_i \sum_j \sum_k p_{ijk} \delta_{ijk}^l e^{\sum_{n \neq l} \lambda_n \delta_{ijk}^n} e^{\mu_{ij}}} \quad (4)$$

$$\mu_{ij} = \log \frac{q_{ij}}{\sum_k p_{ijk} e^{\sum_l \lambda_l \delta_{ijk}^l}} \quad (5)$$

上式において、先験確率 p_{ijk} 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。

3. 適用事例

図1に示すようなノード12、リンク25で成り立つテストネットワークに経路交通量推定モデルを適用した。ODペアは 3×3 の9ODペアとし、100台ずつOD交通量を与えた。また、リンクコスト関数にはBPR関数を使用した。経路交通量推定モデルにおいて、均衡配分結果から求まった均衡リンク交通量に一致し、先験確率を変化させることで経路交通量がどのように変化するかを見た。

(1) 右左折回数

図2はODペアごとの各経路の先験確率を均等に与えた場合と乱数によって与えた場合における経路交通量とそれに対応する右左折回数を表している。乱数による先験確率の与え方として2つの方法を行った。1

キーワード 均衡配分、経路交通量、右左折、交差点

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 TEL052-832-1151

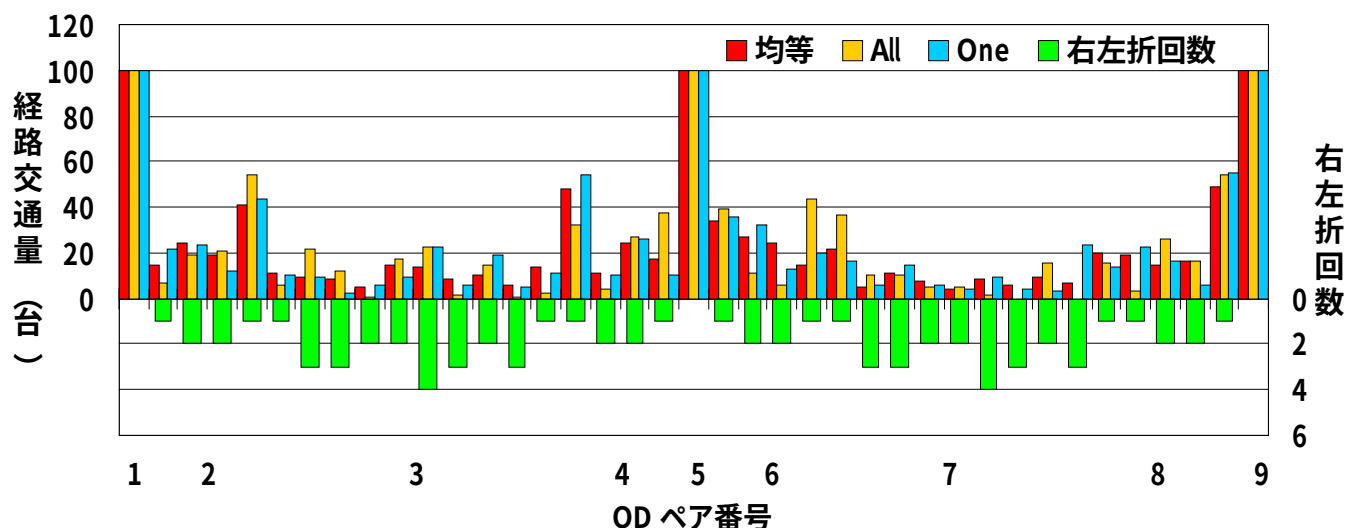


図2 先験確率の変化における経路交通量の比較と右左折回数

つはODペアごとの全経路に与える場合（All）で、もう1つはODペアごとに1経路のみに与え、残りの経路には均等に与える場合（One）である。図はその結果の一例を示したものである。先験確率を変化させると経路交通量がゼロとなる経路が存在した。また、先験確率の与え方によっては、解が求まらない場合も生じた。このことから、先験確率が変わると経路交通量が変化することがわかる。

(2) 交差点分岐率

交差点において右折または左折するか、それとも直進するかによって経路は異なってくる。ここでは、交差点分岐率の変化を見る。交差点分岐率は以下のような式で定義した。

$$\gamma_{l,a} = \frac{\sum_i \sum_j \sum_k \eta_{ijk}^{l,a} h_{ijk}}{v_l^*} \quad (6)$$

ただし、

$\gamma_{l,a}$: リンク l から方向 a に対する交差点分岐率

$\eta_{ijk}^{l,a}$: ダミー変数

ODペア3（始点ノード1，終点ノード12）における右左折回数が最も多い右折2，左折2の経路に着目した。この経路の先験確率を変化させ、残りの経路は均等に与えた。この先験確率の変化にともなって、リンク番号13からノード番号8に来る交差点の分岐率がどう変化するかを表しているものが図3である。この結果から、先験確率が増加するとともに右折率は増加し、直進率は減少している。左折率は変化がないように見られるが、ごく小さな値で減少している。これは、着目した経路がこの交差点で右折をする経路のためである。このことより、先験確率が変わると交差

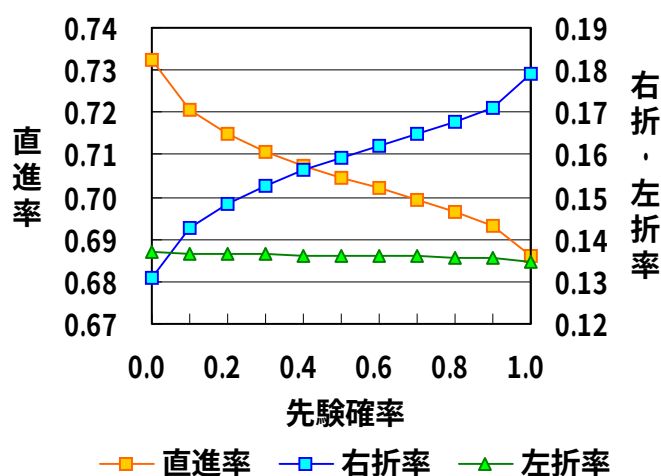


図3 先験確率の変化と交差点分岐率の関係

点分岐率も変化するということがわかる。

したがって、実際のネットワークにおいて交差点分岐率などの指標を観測によって明らかにすることが可能であるならば、それに一致する先験確率を求めることで、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推定することが可能であると考えられる。

4. 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、均衡配分結果に一致する経路交通量を求めた。その結果、ODペアごとの各経路の先験確率を変化させると経路交通量が変化し、また、交差点分岐率も変化することが明らかとなった。

今後の課題として、実際のネットワークを用いて更なる分析を進め、実際の交差点分岐率などの観測値データをもとに、ドライバーの経路選択行動を反映する指標を追求し、それに一致する先験確率を求めていく必要がある。