車利用者の経路選択行動の実態分析と確率配分モデルのパラメータ推定

豊橋技術科学大学　学生員　○伊東　勇人
豊橋技術科学大学　正　員　廣畠　康裕

1．はじめに

従来、交通需要予測の最後の段階である交通量配分においては、利用者は必ず客観的な最小費用経路を選択するという確定的な均衡が用いられてきたが、現実にはすべての利用者が必ずしも客観的な最小費用経路を利用しているとは限らない。一方、経路費用に対する利用者の知覚のばらつきを仮定する確率的均衡は、一般の利用者行動が持つ情報の不確実性、個人の嗜好の多様性を十分反映すると考えられるが、従来、モデルの展開及び計算が容易であるという理由から、その知覚のばらつきに対してはi.i.d Gumbel分布を仮定するロジットタイプのモデルが検討されてきた、しかし、このモデルにはいくつかの問題点が挙げられる。そこで本研究では、より現実味を帯びた知覚のばらつきを示すために、多変量正規分布を仮定するプロビットタイプの経路選択モデルを用いた確率的均衡配分法を取り上げる。

本研究では豊橋市において利用経路調査を実施し、経路選択行動の実態を分析するとともに、そのデータより知覚のばらつきの大きさを規定する分散パラメータの最適値を推定した後、道路ネットワークへの配分を行いその有効性を検討する。その際、他の配分方法による結果との比較検討についても行う。

2．分散パラメータの推定

プロビットモデルにおける経路費用の知覚のばらつきの程度は分散パラメータβによって反映されるが、本研究では実際に用いられるβの値を決定するために経路選択実態調査データを用いて推定を行う。この調査は、平成３年１０月に豊橋市全域を対象として、調査票の郵送配布・郵送回収方式によって実施したものであり、主な調査項目はトリップ目的、目的地、交通時間帯、経路選択の重視項目、トリップの知覚所要時間などである。また、実際に利用している経路を地図上に記入してもらった。調査対象者は住宅地図から無作為抽出した世帯の中で最もよく自動車を利用する１人である。調査配布数1500通に対して、回収率は49.1%であった。

推定方法としては、分散パラメータの値を順次変化させながら、各段階で各起終点間の各リンクの選択確率を、正規乱数を発生させてリンクコストの修正を行う度に最短経路を記録するというモンテ・カルロ・シミュレーションを用いて求め、実際のリンクの選択結果に対する尤度を次式から計算しその値が最大となるパラメータを選ぶというヒューリスティックな最尤推定法を用いた。

$$L(\beta)=\prod_i\prod_j\prod_n\prod_a P_{ija}(\beta)^{\delta_{ijan}}$$

ここで、P_{ija}：ODペアij間でのリンクaが選択される確率

$$\delta_{ijan}=\begin{cases}1：\text{ODペアij間をトリップしている個人nがリンクaを利用する場合}\\0：\text{その他のとき}\end{cases}$$

ここでの推定においては、各個人の起終点としてゾーンではなくノードを用いるので、その推定値はゾーニングの仕方の影響をなくした値であると解釈することができる。

また、本研究では、経路選択に影響を与えるだろうと思われる要因について分析するために移動目的別、個人属性別、ゾーニングの仕方等を考慮した分散パラメータの推定についても行う。

3．各モデルによる配分

本研究ではプロビットタイプの均衡配分により豊橋市内の道路ネットワークを対象として道路交通センサスから得られたOD交通量の配分を行う。そしてこの方法による結果の有効性を比較検討するために、等時間原則配分法（Wardropモデル）、ロジット型確率均衡配分法（Fiskモデル）によっても配分を行う。以下にロジットモデル及びプロビットモデルの配分手法を示す。

a．ロジットタイプ

本研究では、ロジットタイプの確率的交通均衡モデルには代表的なFiskモデルを扱う。その確率的均衡を生み出す等価な数理最適化問題の定式化は次のようになる。

$$\min Z(h)=\frac{1}{\theta}\sum_{ij}\sum_{k} h_{ijk}\ln h_{ijk}+\sum_{a}\int_{0}^{va} t_a(w)\,dw$$

$$\text{s.t.}\quad \sum_{k} h_{ijk}=T_{ij}$$

$$\sum_{ij}\sum_{k}\delta_{ijka}h_{ijk}=v_a$$

$$h_{ijk}\geqq 0$$

ここで、h_{ijk}：ＯＤペアｉｊ間のｋ番目経路の交通量、T_{ij}：ＯＤペアｉｊ間のトリップ数

$t_a(\cdot)$：リンクａのパフォーマンス関数、v_a：リンクａの交通量、θ：パラメータ

$$\delta_{ijka}=\begin{cases}1：\text{ＯＤペアij間のk番目経路がリンクaを通過する場合}\\ 0：\text{その他のとき}\end{cases}$$

この計算手順は、逐次平均化法を用いると次のようになる

ｓｔｅｐ０：初期リンクコストに基づき、ＤＩＡＬ法により初期解｛$V_a^{(1)}$｝を求め、ｎ＝１とする。

ｓｔｅｐ１：｛$V_a^{(n)}$｝をもとにリンクコストを更新する。

ｓｔｅｐ２：現在のリンクコストをもとにＤＩＡＬ法でリンクフローパターン｛Y_a｝を求める。

ｓｔｅｐ３：新しい解を次式によって求める

$$V_a^{(n+1)}=V_a^{(n)}+(Y_a-V_a^{(n)})/N$$

ｓｔｅｐ４：停止基準を満足するなら終了し、そうでなければｎ＝ｎ＋１としてｓｔｅｐ１に戻る。
停止基準はSheffiによって提案された式を用いる。

ｂ．プロビットタイプ

プロビット型確率均衡配分を解析的に解くことは実質的に不可能であるため、本研究では、分散パラメータの推定でも用いたモンテ・カルロ・シミュレーションを組み込んだ逐次平均化法により均衡解を求めた。乱数はリンクごとを単位とすれば各リンクは独立であるために共分散を考慮することなしに発生させることができる。そしてこのプロセスを十分な回数だけ繰り返すことによって各リンクが選択された相対度数は実際にその平均リンクコストのもとでのリンクの選択確率に近似できると考えられる。以下に解法のアルゴリズムを示す。

ｓｔｅｐ０：初期リンクコストに乱数を発生させ、最短経路探索を行い最短経路にＯＤ交通量をAll-or-Nothing配分によってリンクに割り付け、初期解｛$x_a^{(1)}$｝を求める。ｎ＝１とする。

ｓｔｅｐ１：｛$x_a^{(n)}$｝をもとにリンクコストを更新する。

ｓｔｅｐ２：現在のリンクコストを乱数によって修正したもとで最短経路探索を行い、All-or-Nothing配分によってフローパターン｛y_a｝を求める。

ｓｔｅｐ３：新しい解を次式によって求める

$$x_a^{(n+1)}=x_a^{(n)}+(y_a-x_a^{(n)})/n$$

ｓｔｅｐ４：停止基準を満足するならば終了し、そうでなければｎ＝ｎ＋１とし、ｓｔｅｐ１へ戻る

４．おわりに

本稿では紙面の都合上、経路選択行動の実態分析、パラメータ推定、ネットワークへの配分等の結果は発表時に示す。

［参考文献］Sheffi.Y.:Urban Transportation Networks