

Dial のアルゴリズムを用いた最尤推定法によるロジットモデルのパラメータ推定

金沢大学大学院 自然科学研究科

学生会員 ○道下 健二

金沢大学 理工研究域環境デザイン学系

正会員 中山晶一朗

金沢大学 理工研究域環境デザイン学系

フェロー 高山 純一

1. はじめに

確率的利用者均衡に用いられる多項ロジットモデル (MNL) は各選択肢の誤差項が互いに独立であることを仮定しているが、一般的なネットワークでは経路間に多くの共有リンクが存在するため、各々のリンクの属性間の相関パターンは複雑となる。MNL をこのようなネットワークに適用するなら、リンクを共有している経路に対して非現実的なほど大きな交通量が負荷される。これがいわゆる IIA 特性である。IIA 特性を緩和させるモデルとして、MNL を改良したモデルが考案されている。

本研究の目的は確率的利用者均衡において経路の重複を考慮し、IIA 特性を緩和させるモデルとしての改良型のロジットモデルを用いた交通量配分計算の性質を解明し、金沢道路ネットワークに適用することにある。また、そのためには改良型ロジットモデルに用いられるパラメータの推定を行う必要があるが、最小二乗法による推定では、各リンクの交通量が独立であることが前提とされているため、本研究では最尤推定法によるパラメータ推定を行う。そして、金沢市道路ネットワークにおける経路選択行動を分析するために、交通量配分を行うことで各リンク交通量を予測することが可能となり、それによりネットワークのサービス水準を知ることができる。そして、その配分結果を利用することにより、交通ネットワークの計画や評価を行うことが可能となる。

2. 研究で用いる計算理論

(1) Dial のアルゴリズム

通常の定式化された確率配分モデルは経路変数を用いて表現されているため、経路を列挙しなければならない。しかし、大きな交通ネットワークでは経路数が膨大であるため、それらを列挙することは不可能である。そこで、確率的利用者均衡配分の解法として、Dial は経路の列挙プロセスを用いないロ

ジット関数を用いた有効な方法を示した。このアルゴリズムでは経路を明示的に扱うことなく交通量配分することができるのが大きな特徴であり、ロジットモデルとの等価性が確認されている。

(2) 経路重複を考慮した改良型ロジットモデル

経路重複を考慮したロジットモデルとは、効用最大化理論に基づく通常のロジットモデルが有する問題点である IIA 特性を緩和させるために効用の確定項などに改良を加えたものであり、Path-size-logit モデル (以下 PSL)、C-logit モデル等が提案されている。

これらのモデルは経路間の重複の表現を行っているので、リンクごとの交通量を推計する Dial のアルゴリズムでは、その適用は困難である。そこで、兵藤¹⁾や Russo and Vietta は Dial のアルゴリズムに適用可能で、リンク単位で重複経路数に応じた補正を行うことができるモデルとして、それぞれ PSL と C-logit を改良したモデル (以下、DPSL, DC-logit) を作成している。

(3) 最尤推定法

ネットワーク均衡分析の際のパラメータ推定では、均衡モデルで算出される計算交通量と、実交通量の二乗誤差が最小になるようにパラメータ推定されることが多かった。このような最小二乗法では、各リンクの交通量が独立であることが前提とされている。しかし、実際の交通量はリンク間で独立ではなく、近接するリンクではその相関はかなり高い。そこで、本研究では、最尤推定法を用いてリンク交通量間の相関を考慮したパラメータ推定を行う。

経路選択確率を P_k 、経路交通量を f_k とすると、ロジットパラメータ θ は (1) 式によって推定される。

$$\max_{\theta} (P_1)^{f_1} (P_2)^{f_2} (P_3)^{f_3} \dots (P_n)^{f_n} \quad (1)$$

$$P_k = \frac{W[r \rightarrow A] W[A \rightarrow B] \dots W[Z \rightarrow s]}{\sum_m W[m \rightarrow A] \sum_m W[m \rightarrow B] \dots \sum_m W[m \rightarrow s]} \quad (2)$$

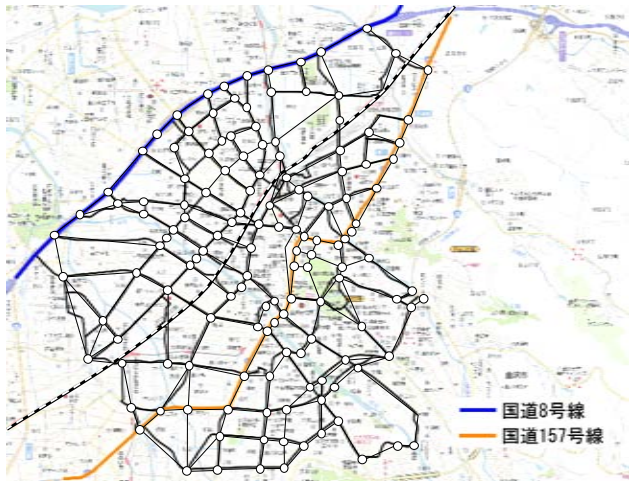


図-1 金沢市道路ネットワーク

$$\max_{\theta} \left(\frac{W[r \rightarrow A]}{\sum_m W[m \rightarrow A]} \right)^{x_{r \rightarrow A}} \cdots \left(\frac{W[Z \rightarrow s]}{\sum_m W[m \rightarrow s]} \right)^{x_{Z \rightarrow s}} \quad (3)$$

ここで、Dial のアルゴリズムにおける経路選択確率である(2)式を(1)式に代入し、整理することで、(3)式が得られ、リンク交通量からパラメータを推定することが可能となる。

3. 金沢市道路ネットワーク概要

これまでに構築した計算プログラムを金沢市道路ネットワークへ適用する。使用する OD 交通量データは、平成 7 年度・第 3 回金沢都市圏パーソントリップ調査における朝 7 時台のデータであり、ノード数は 140、リンク数は 472 である。リンク旅行時間は BPR 関数によって表される。自由走行時間はリンクの距離を制限速度で除した値を、交通容量は平成 11 年度道路交通センサス一般交通量調査箇所別基本表に示されていた交通量を混雑度で除した値を用いる。

4. 金沢市道路ネットワークへの適用

これまでに示したように、金沢市道路ネットワークにおいて推定計算プログラムを実行し、通常の Dial のアルゴリズム(MNL)、Dial 組み込み型 C-logit(DC-logit)モデルのロジットパラメータ θ と補正項のパラメータ β を推定する。

最尤推定法による MNL と DC-logit、比較として最小二乗法による MNL の推定結果を表-1 に示す。

また、図-2 に示す相関図を見ると、どのモデルも、観測交通量と推計交通量は特に大きく乖離することなく、相関係数も 0.9 近い値が得られたので、相関が見られると判断できる。

表-1 推定結果

	最尤推定法		最小二乗法
	MNL	DC-logit	MNL
θ	11.4	11.0	5.1
β	-	5.0	-
決定係数 R^2	0.8083	0.8099	0.8049
相関係数 R	0.8991	0.8999	0.8972

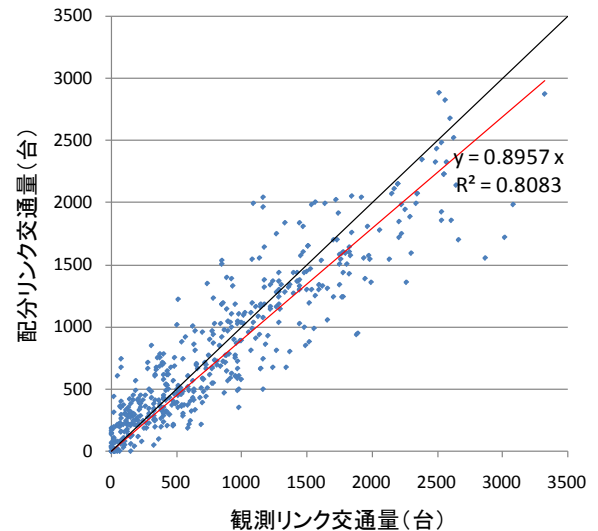


図-2 金沢市道路ネットワークにおける相関図
($\theta=11.4$, 最尤法, MNL)

5. おわりに

本研究では Dial のアルゴリズムに経路重複を考慮した改良モデルを組み込んだモデルのパラメータをリンク交通量を用いて推定するプログラムを構築し、金沢市道路ネットワークに適用した。また、得られた推定結果を用いて配分計算を行い、推定されたパラメータの有意性を検討した。

参考文献

- 1) 兵藤哲郎：大型貨物車走行経路のモデル分析，テクニカルレポート，
http://www2.kaiyodai.ac.jp/press/h1805_shiryo.html，2006.
- 2) 社団法人土木学会：交通ネットワークの均衡分析－最新の理論と解法－，土木学会，1998.