ＡＶＩデータを導入したランプ間ＯＤ表の推定

福山大学工学部　正会員　井上　矩之
福山大学工学部　学生員　○有馬　洋一

１．はじめに

都市高速道路のランプ間ＯＤ表は、現在、利用者へのアンケート調査に基づいて作成されているが、経費と時間がかかるので、何年かに１回程度しか作成できない。しかし、将来の交通渋滞対策などを検討するには、時間帯別などもっときめ細かいＯＤ表が必要で、阪神高速道路では佐佐木のエントロピー法[1)]で推定されている。

ところで、最近実用化の進展しているＡＶＩ装置を全出入口に設置すれば、ランプ間ＯＤ交通量をきめ細かく直接測定することが出来る。そこで、本研究では、一部の出入口しかＡＶＩ装置が設置されていない時期において、このＡＶＩデータをエントロピー法に使用したランプ間ＯＤ表推定法の定式化を考察する。

２．ランプ間ＯＤ表の推定理論

（１）エントロピー法

入口ｉの流入交通量、出口ｊの流出交通量、ＯＤ選択の先験確率Ｐij'が与えられると、ＯＤ表の生起確率Ｐを最大とするＯＤ遷移確率Ｐijが求められ、ランプ間ＯＤ表を推定出来る。

（２）ＡＶＩデータを導入したエントロピー法

エントロピー法の流入交通量Ｕi、流出交通量Ｖjの制約条件に加えて、ＡＶＩで得られるいくつかのランプ間ＯＤ交通量Ｘijのデータを制約条件に付加し、ＯＤ表の生起確率Ｐを最大とするランプ間ＯＤ表を推定してみる。

いま、入口の１からm1、出口の１からn1にＡＶＩが設置されているものとする。

入口ｉの流入交通量の内、ＡＶＩの設置されている出口１からn1までの交通量の和をＵi°、同様に出口ｊの流出交通量の内、入口１からm1までからくる交通量の和をＶj°、合計交通量をＴとすると、ＯＤ表の性質から次の６つの制約条件式が得られる。

表－１　ランプ間ＯＤ表の記号の説明

オン＼オフ	1 ……n₁	n₁+1… j … n	計
1 ⋮ m₁	領域Ｊ０ Ｘij (ﾃﾞｰﾀｱﾘ)	領域Ｊ１ Ｘij (ﾃﾞｰﾀﾅｼ)	
m₁+1 ⋮ i ⋮ m	領域Ｊ２ Ｘij (ﾃﾞｰﾀﾅｼ)	領域Ｊ３ Ｘij (ﾃﾞｰﾀﾅｼ)	Ｕi
計		Ｖj	Ｔ

$$\left\{\begin{array}{ll}\displaystyle\sum_{j=1}^{n1} X_{ij}=U_i^{\circ} & (i=1,\cdots\cdots,m1)\\ \displaystyle\sum_{i=1}^{m1} X_{ij}=V_j^{\circ} & (j=1,\cdots\cdots,n1)\end{array}\right.$$

$$\left\{\begin{array}{ll}\displaystyle\sum_{j=n1+1}^{n} X_{ij}=U_i-U_i^{\circ} & (i=1,\cdots\cdots,m1)\\ \displaystyle\sum_{j=1}^{n} X_{ij}=U_i & (i=m1+1,\cdots\cdots,m)\end{array}\right.$$

$$\left\{\begin{array}{ll}\displaystyle\sum_{i=m1+1}^{m} X_{ij}=V_j-V_j^{\circ} & (j=1,\cdots\cdots,n1)\\ \displaystyle\sum_{i=1}^{m} X_{ij}=V_j & (j=n1+1,\cdots\cdots,n)\end{array}\right.$$

エントロピー法により、ＯＤ表の生起確率Ｐは次の様になる。

$$P=\frac{T\,!}{\prod_{J0} X_{ij}!\cdot\prod_{J1,2,3} X_{ij}!}\cdot\prod_{J0}(P_{ij}')^{X_{ij}}\cdot\prod_{J1,2,3}(P_{ij}')^{X_{ij}}\longrightarrow \max$$

6個の制約条件のもとで目的関数Pを最大にするXijを求める問題となる。ラグランジェの未定乗数法を適用すると次の問題になる。Xij＝UiPijにより未知数XijをPijに変換している。

$$F = R + \sum_{j=n1+1}^{n} \lambda_j \left\{ \sum_{i=1}^{m} U_i \cdot P_{ij} - V_j \right\} + \sum_{i=m1+1}^{m} \mu_i \left\{ \sum_{j=1}^{n} P_{ij} - 1 \right\} + \sum_{j=1}^{n1} \tau_j \left\{ \sum_{i=m1+1}^{m} U_i \cdot P_{ij} - V_j + V_j^{\circ} \right\} + \sum_{i=1}^{m1} \omega_i \left\{ \sum_{j=n1+1}^{n} P_{ij} + \frac{U_i^{\circ}}{U_i} - 1 \right\} \longrightarrow \max$$

ここに、λ_j、μ_i、τ_j、ω_iは未定乗数である。またRは次式で表される。

$$R = \sum_{J1,2,3} X_{ij} \log P_{ij}' - \sum_{J1,2,3} X_{ij} \log X_{ij} + \sum_{J1,2,3} X_{ij}$$

次に多変数関数Fと制約条件を領域J1、J2、J3,ごとに書き分けて、各領域ごとにPijを消去し、式をai、bj、ci、dj、の形で表すと次の様になる。

領域J1

$$c_i = \frac{U_i - U_i^{\circ}}{\sum_{j=n1+1}^{n} P_{ij}' \cdot b_j} \quad (i=1,\cdots\cdots,m1) \qquad b_j = \frac{V_j - \sum_{i=m1+1}^{m} U_i \cdot P_{ij}}{\sum_{i=1}^{m1} P_{ij}' \cdot c_i} \quad (j=n1+1,\cdots\cdots,n)$$

領域J2

$$a_i = \frac{U_i \left(1 - \sum_{j=n1+1}^{n} P_{ij}\right)}{\sum_{j=1}^{n1} P_{ij}' \cdot d_j} \quad (i=m1+1,\cdots\cdots,m) \qquad d_j = \frac{V_j - V_j^{\circ}}{\sum_{i=m1+1}^{m} P_{ij}' \cdot a_i} \quad (j=1,\cdots\cdots,n1)$$

領域J3

$$a_i = \frac{U_i \left(1 - \sum_{j=1}^{n1} P_{ij}\right)}{\sum_{j=n1+1}^{n} P_{ij}' \cdot b_j} \quad (i=m1+1,\cdots\cdots,m) \qquad b_j = \frac{V_j - \sum_{i=1}^{m1} U_i \cdot P_{ij}}{\sum_{i=m1+1}^{m} P_{ij}' \cdot a_i} \quad (j=n1+1,\cdots\cdots,n)$$

3．収束計算の手順

1）最初に、J3のPijを仮定し、P0ijとする。

2）J1のciを仮定し、c0iとし、P0ijを用いてbjを計算して、ciを求めて、c0iと収束させ、J1のPijを求める。同様にJ2でもd0jとdjを収束させ、J2のPijを求める。

3）J3のbjを仮定し、b0jとする。J1、J2のPijを用いてai，bjを計算し、b0jと収束させJ3のPijを計算する。最後にJ1、J2、J3のPijを収束させる。

4）Xijを求める。

4．むすびと今後の課題

AVIにより測定されたOD交通量をエントロピー法に導入したランプ間OD表推定法を考察し、収束計算の方法を定式化した。今後、この理論を実際の高速道路に適用し、AVIデータを使用した推定OD表、従来のエントロピー法による推定OD表、アンケート調査によるOD表の3者を比較し、その精度や適用性を明らかにしたい。

参考文献

1)佐佐木綱監修：交通工学，PP.77-78，国民科学社，1992-4