

离散选择交通方式划分模型及其在 TransCAD 中的实现

李 军 朱顺应 李安勋

(武汉理工大学 武汉 430063)

摘 要 介绍了 TransCAD 中交通方式划分模型,总结了利用离散选择模型在 TransCAD 中实现交通方式划分的操作规程;结合实例阐述了离散选择模型在 TransCAD 中应用的步骤,并将预测结果与实际值以及回归模型预测值进行了比较分析。对比分析表明,结合 TransCAD 利用离散选择模型进行交通方式划分可较为科学、直观和简便地获得各交通方式分担率。

关键词 交通方式划分;离散选择;TransCAD;操作规程;多项式 Logit

中图法分类号: U491.1 f 2 **文献标识码:** A

0 引 言

基于 GIS 的交通规划软件 TransCAD 不但可比较直观地构建模型,而且可利用其强大的地理信息功能生成模型估计和应用时的部分基础数据。国内在利用 TransCAD 进行四阶段客流预测流程^[1-2]以及交通分布^[3]和交通分配^[4]等方面的研究取得长足进步,但对方式划分模型在 TransCAD 中的应用的探讨涉及较少。基于此,笔者在介绍 TransCAD 中 3 种方式划分模型的基础上,阐述 TransCAD 中应用离散选择模型的操作规程,并结合一实例具体介绍 MNL 模型在 TransCAD 中实现交通方式划分的具体步骤,并对模型的预测结果和精度进行比较分析。

1 TransCAD 中交通方式划分模型

TransCAD 提供了 3 种用于交通方式划分的方法,即回归模型方法、交叉分类模型法和离散选择模型法。回归模型分析方法可利用调查数据估计线形回归方程并且应用这些方程进行预测,当研究区域内只考虑 2 种交通出行方式时,用回归模型是合适的。但这种模型较为粗略,需要大量的交通现状调查资料才能建立,因此模型的适用范围有限。在交叉分类方法中,每一组群对各种出行方式的平均选择比例通常基于实际调查数据来估计,这在现实应用中存在较大困难;在每一种出行方式内部往往比各种出行方式之间存有更多差

异,这样将每个组群中出行方式的比例假定为常数就很难成立,因此交叉分类模型在国内交通规划中应用较少。

目前,在交通方式划分方面应用较为广泛的是离散选择模型,由于其应用是基于对普查或样本综合取得的个体数据的分析,因此比集计模型更能反映出行者的真实选择行为^[5-6]。离散选择模型中效用函数的固定项 V_{in} 通常为参数向量 θ 和特性变量 X_{in} 的函数 $f(\theta, X_{in})$,在 TransCAD 中假定两者是一种线性关系。效用函数中的特性变量可有几种不同的形式。变量可以是决策者的特征或者是出行方式的属性,也可以是描述决策个体的特征与出行方式的属性之间相互关系的变量,如收入和费用的比值变量。此外,它也可以由起讫点决定的特性变量,如每一对起点和终点之间的出行时间,这样的起讫点变量在 TransCAD 中一般以矩阵的形式存储^[7]。

2 TransCAD 中离散选择模型操作规程

利用 TransCAD 中的离散选择模型进行交通方式划分,一般按照数据准备→建立 MNL 模型表→标定模型→利用模型进行预测的流程进行,其中建立 MNL 模型表是利用模型进行交通方式划分的关键环节。

1) 数据准备。应用模型需要的数据包括 2 个方面:① 用于模型标定的数据;② 用于预测的未来年的特性变量的数据。在 TransCAD 中,用于模型标定的数据为非集计的数据,即个人选择的数

据,而用于预测时的数据一般选用基于 OD的小区间的集计数据。模型标定所用的个人选择数据存储于 TransCAD的数据表中,包括个人 ID 个人特性及其可选交通方式的特性以及所选交通方式代号或名称等。如果效用函数中含有与起讫点有关的变量,则应包含特性变量的矩阵,同时在个人选择数据表中增加个人出行起点和出行讫点 2 个字段。预测阶段所用数据多以小区为单位存储,包括各小区 ID 小区的平均特性数据(居民收入、停车费用等),小区之间各出行方式的时间、费用等则以矩阵的形式存储。

2) MNL 模型表的建立。MNL 表的建立是在 TransCAD 中应用 MNL 模型的重要一步。在多元 logit 模型的应用中,TransCAD 用单一表格即 MNL 模型表来存储 MNL 模型的信息。MNL 模型表中包括 3 方面的内容:① 模型的结构;② 估计或者应用模型的数据源;③ 参数的估计值。图 1 是一个 MNL 模型表格的例子。

Alternatives	ASC_AUTO	ASC_BUS	BUSCOST	LT	INCOME_T
ONE					
Auto				ImpedanceAUTO TT	[Avg Inc 000]
Bus		ONE	BUSFARE(Bus Fare	ImpedanceBUS TT	
Carpool				ImpedanceAUTO TT	
Coefficients	0.05	0.20	-0.23	-1.015	0.005

图 1 MNL模型表

MNL 模型表中有两种类型的行:① 效用行。效用行在顶部,定义不同出行方式的效用并制定解释性数据的位置,如对小汽车 (AUTO) 出行方式,其效用函数包括一个固有常量、出行时间以及出行者收入 3 个变量,出行时间存储于矩阵文件 impedance 中的 AUTO TT 矩阵中,出行者平均收入在小区的数据表名称为 [Avg Inc 000] 的域中;② 模型行。模型行在底部,存储参数的估计值。表中可以有多个模型行。在新建立的 MNL 模型表中,只有效用行,即表明了模型的结构和变量的数据源,底部没有模型行。模型行可以通过模型标定程序自动生成,也可以手动添加已经标定好的模型参数。

3) MNL 模型的标定。用 MNL 模型来预测方式选择, MNL 模型表格中至少要包含 1 行参数值。将 MNL 模型表建立之后,即可对模型进行标定。标定完成后,TransCAD 自动在模型行添加模型名称和模型参数值。如果使用已有的模型参数的估计值,可通过 TransCAD 中标准的数据表界面工具来手动添加。

4) 利用 MNL 模型进行预测。在利用 MNL 模型进行预测时,需要输入 3 个方面的数据:① 用于

定义模型的 MNL 模型表;② 各模型参数值;③ 从数据表字段或者矩阵中获得的解释性变量的值。因此在应用一个模型之前,必须在 TransCAD 中预先打开 MNL 模型表 and 所有作为数据源的数据表和矩阵。

进行交通方式划分的目的是估计每种出行方式在不同小区之间未来分担的比例,预测时一般采用集计的数据,即采用小区的平均数据进行预测,此时特性变量的数据源包括:① 一个数据表,其中的每一个记录对应一个区域,包括关于各个区域的效用函数中的所有特性变量;② 表示各个起讫点对特征的特性变量的输入矩阵。与 MNL 模型标定时不同,在利用集计数据预测时,那些应用于模型的解释性变量是每个决策组的平均值。例如,一个小区的平均收入将用作特性变量,而不使用具体某个人的实际收入。所以,利用集计数据预测的结果为各个小区之间每种交通方式的分担预测值。

3 应用实例

利用一简单实例说明 MNL 模型在 TransCAD 中应用的具体操作步骤。假设某个区域由 5 个交通小区组成,可供选择的交通方式有小汽车 (AUTO)、公共汽车 (BUS) 和轻轨 (LT),经调查统计得到 3 种交通方式的分担率分别为 21%、51%、28%。在个人出行调查数据的基础上,利用 MNL 模型对交通方式的分担率进行预测,并将预测结果与实际值以及回归模型预测值进行比较。

3.1 MNL 方式划分模型实现过程

1) 模型标定数据准备。利用交通行为调查获得出行者个人出行数据,此处选取时间和费用为效用函数的特性变量。标定 MNL 模型所用数据如图 2 所示。

数据表中每一行记录的均是一个出行者的出行信息,包括供个人选择的 3 种交通方式的时间和费用。ID 域中每个出行者的编号,STRCHOICE 域中为出行者最终选择的交通方式。

2) MNL 模型表的建立和填充。将个人出行数据表在 TransCAD 中打开,在 Planning 菜单中选择 Specify a Multinomial Logit Model 命令,打开 Create MNL Table 对话框,如图 3 所示,在 Specify Alternatives 下添加 AUTO、BUS 和 LT 3 个选择肢,在建立模型表时应使各个选择肢的名

称和图 2中个人出行数据表中 Strchoice域中的名称一致;以类似方法添加 3个选择肢的特性变量。保存后,TransCAD创建一个新的模型表,并显示 Fill MNL Model Table对话框,如图 4所示,利用该对话框为各个变量添加数据源,设置完成后即可得到未含参数值的 MNL模型表,如图 5所示。

ID	AUTOCOST	BUSCOST	LTTCOST	AUTOT1	BUST1	LTOT1	STRCHOICE
4	6.50	0.50	2.00	9.42	11.40	7.80	AUTO
5	6.50	0.50	2.00	9.42	11.40	7.80	LT
6	6.50	0.50	2.00	9.42	11.40	7.80	LT
7	6.50	0.50	2.00	9.42	11.40	7.80	BUS
8	6.50	0.50	2.00	9.42	11.40	7.80	BUS
9	6.50	0.50	2.00	9.42	11.40	7.80	LT
10	5.10	0.50	2.00	7.60	11.40	7.80	AUTO
11	5.10	0.50	2.00	7.60	11.40	7.80	AUTO
12	5.10	0.50	2.00	7.60	11.40	7.80	AUTO
13	5.10	0.50	2.00	7.60	11.40	7.80	LT
14	5.10	0.50	2.00	7.60	11.40	7.80	AUTO
15	5.10	0.50	2.00	7.60	11.40	7.80	BUS
16	5.10	0.50	2.00	7.60	11.40	7.80	BUS
17	5.10	0.50	2.00	7.60	11.40	7.80	BUS
18	5.10	0.50	2.00	7.60	11.40	7.80	LT
19	5.10	0.50	2.00	7.60	11.40	7.80	AUTO
20	6.50	0.50	2.00	9.42	11.40	7.80	AUTO

图 2 个人出行数据表

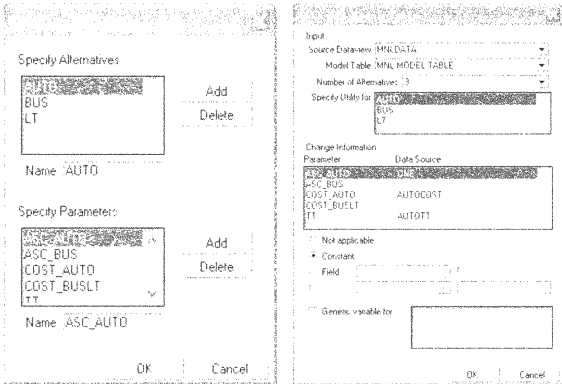


图 3 MNL模型表建立对话框

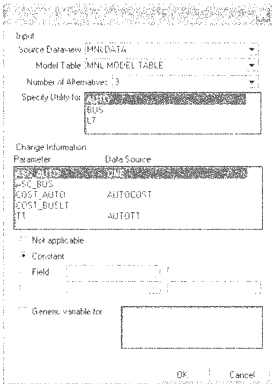


图 4 MNL模型表填充对话框

Alternatives	ASC_AUTO	ASC_BUS	COST_AUTO	COST_BUST	T1
AUTO	ONE	ONE	AUTOCOST	COST_AUTO	AUTOT1
BUS				BUSCOST	BUST1
LT				LTTCOST	LTOT1

图 5 标明模型结构和数据源的 MNL模型表

3) MNL模型的标定。将图 5所示的 MNL模型表和图 2中含有源数据的个人出行表打开,选择 Multinomial Logit Estimation 命令来打开 MNL Estimation对话框,在 Model Table中选择包含源数据的表格,在 Model Name中写入要标定的模型名字,此处模型名称为 Model,其他选项设置完成并运行后,在图 5数据表的最后一行自动填充所标定完的参数,模型的名称为 Model

4) 利用基于 OD的 MNL模型进行预测。采用小区间集计的数据进行预测,由于出行时间和费用在不同小区间的分布不同,因此采用矩阵形式存储未来不同出行方式出行的时间和费用值;因为采用的是小区集计的数据,所以预备数据中应有一个包含各小区 ID号与各小区特征变量的

数据表;由于特性变量的数据源已经变化,所以需要新建一个 MNL模型表,将未来特性变量的位置在模型表中指定,并在模型行手动添加已经标定的各变量对应的参数值。利用 Multinomial Logit Application命令可得到未来年小区间各交通方式的分担率。

3.2 预测结果比较分析

利用离散选择模型和回归模型预测得到的未来该区域各交通方式的分担率和实际调查结果,如表 1所列。

表 1 3种交通方式划分的分担率预测结果 %

交通方式	实际值	离散模型		回归模型	
		预测值	相对误差	预测值	相对误差
AUTO	21	22	4.7	18	14.3
BUS	51	48	5.8	60	17.6
LT	28	30	7.1	22	21.4

利用回归模型和离散选择模型预测的方式分担率与实际值的比较如图 6所示。从图 6中可以看出,与回归模型相比,离散选择模型预测的交通方式分担率更接近于真实值,特别是对于有较多换乘的轨道交通方式,离散选择模型可以充分利用出行者的个性特征,对出行情况进行更为科学和合理的分析与预测。

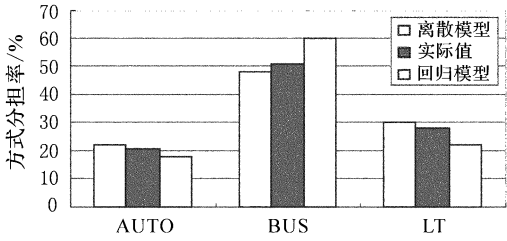


图 6 2种模型预测的方式划分比例与实际值比较

4 结 语

本文探讨了 TransCAD中离散选择模型用于交通方式划分的要点和方法,并结合实例说明了在 TransCAD中利用离散选择模型进行交通方式划分的具体实现步骤。分析预测结果表明,离散选择模型是进行交通行为分析的有效工具,结合 TransCAD可以使其标定和应用更为科学、直观和简便,从而可进一步促进其在交通领域的应用。

参考文献

[1] 雷艳军,王文清. TransCAD在地区客运规划中的应用. 交通与计算机, 2006, 24(128): 113-115
[2] 李 硕,易 武. 长沙县公交规划客流预测与 TransCAD应用. 科学技术与工程, 2005, 5(19):

1 352-1 353

[3] 刘树义,严新平,徐 堃.重力分布模型在 TransCAD中的应用研究.交通与计算机,2005,23(1): 64-67

[4] 郭凤香,熊 坚,王朝英.交通分配模型研究及其应用.交通与计算机,2004,22(4): 10-13

[5] Train Kenneth E. Discrete choice methods with simulation. London: Cambridge University Press, 2001: 15-37

[6] 关宏志.非集计模型——交通行为分析的工具.北京:人民交通出版社,2004

[7] Caliper Corporation. Travel demand modeling with TransCAD 4. 5. America, 2002: 107-168

Discrete Choice Model for Mode Split and its Realizations in TransCAD

LI Jun ZHU Shunying LI Anxun
(Wuhan University of Technology, Wuhan 430063, China)

Abstract The characteristics and applicability of the model for mode split in TransCAD were discussed. The observing problems and the critical parameters in applying the discrete model were analyzed. Also, the operation regulations using discrete choice model in TransCAD for mode split were summarized. At last, the detailed approach to estimating and applying the discrete model was presented in TransCAD with an example. The forecast results were compared with MNL and regression model. The result shows that the forecast result can be obtained by using discrete model for mode split with TransCAD in a scientific, intuitional and simple way.

Key words mode split; discrete choice; TransCAD; operation regulations; multinomial Logit

(上接第 114 页)

参考文献

[1] Malmborg, Charles. Genetic algorithm for service level based vehicle scheduling. European journal of operational research, 1996, 93 (1): 121-134

[2] 刘小兰.有时间窗的车辆路径问题的近似算法研究.计算机集成制造系统,2004,10(7): 825-831

[3] Savelsbergh M. Local search for routing problem with time windows. Annals of Operations Research, 1985, 16(4): 285-305

[4] Caliper Corporation. TransCAD transportation GIS software (routing and logistics with transCAD 4. 8). America: Caliper Corporation, 2006: 9-33

Application of TransCAD Software Package to Solving Vehicle Routing Problem with TimeWindows

YANG Ning^{1,3} SHANG Xinchun¹ WEI Xianlan^{2,3} LI Haifeng³
(University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083, China)¹
(Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China)²
(Decision Support Research Center, Ministry of Communications, Beijing 100029, China)³

Abstract Based on the introduction of TransCAD, vehicle routing optimization, and time windows constraints and capacity constraints, a mathematical model based on vehicle routing problem with time windows was presented. The TransCAD software package and its application to solving vehicle routing problem with time windows were illustrated. The examples of vehicle routing problem with time windows were also given.

Key words mathematical modeling; software; logistic center; vehicle routing; combination optimization; time windows constraints