基于有序加权平均算子的公交线路OD矩阵估计[①]

彭 建，徐 猛，高自友
（北京交通大学交通运输学院，北京 100044）

摘要: 公交客流OD矩阵是公交规划和运营管理的基础，公交线路OD矩阵是公交客流OD矩阵的基本单元.本文在传统公交线路OD矩阵估计的基础上，分析了公交乘客出行行为特性、公交出行的马尔科夫链特性以及公交站点间吸引权系数，建立了基于有序加权平均算子的OD矩阵估计模型，同时分析比较了在不同主观决策因素水平下的权重系数以及加权OD矩阵.算例表明，在相应的权重系数确定方法下，综合处理后的结果与传统的估计OD矩阵相比具有更高的精度.

关键词: 公交线路；公交OD矩阵；有序加权平均算子
中图分类号: F832 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007－9807(2013)01－0036－06

0 引 言

在我国的决大多数城市，交通状况呈现明显的混合交通流特征，大力发展公共交通成为缓解城市交通拥挤的主要手段.近年来，许多大中城市提出着力推进“公交城市”的建设.国家出台的《国家中长期科学和技术发展规划纲要》明确指出要“通过优先发展公共交通解决城市交通拥堵问题”，相关部委提出了2020年“57%～60%城镇化水平下大城市公交出行率50%以上”的发展战略目标，核心是突破现有科学技术瓶颈，提升公共交通吸引力和承载力.

发展城市公共交通的首要问题是做好城市公共交通系统规划与管理.准确掌握公交客流OD矩阵是其前提之一，也是城市公共交通系统优化设计和公交运营管理决策的基础数据，是促进人、车、路有限资源效益最大化的前提基础[1].传统获得公交客流OD矩阵的方法是进行公交乘客OD出行调查.这种方法耗费大量的人力、物力和财力，而且数据的真实性并不能得到保证.随着IT技术的发展，如自动乘客计数系统（APC）等等，这些技术为公交线路OD矩阵的估计提供了良好的基础.然后，这些数据一般只能得到每个站点上下车的乘客数.而站点之间的需求（OD矩阵的元素）仍然无法得知.因此，很多学者开始研究通过基础调查数据估计OD矩阵的技术和方法.

单线单向的公交客流OD矩阵是整个公交线网OD矩阵研究的基本单元.所谓的单线单向公交客流OD是指在公交线路上从i站上车在j站下车的乘客数x_{ij}（其中$i<j$），即线路客流OD量[2].本文主要研究单线单向的公交线路客流OD矩阵.

目前，针对单线单向公交线路OD矩阵研究包括：Lam and Gao[3]等分析了拥挤状态下的公交出行路径选择问题；Li[4]等利用公交车站上下车人数估计OD矩阵，同时研究了乘客在公交线路中的下车概率，反映乘客在公交出行中的潜在趋势；Li[5]分析了公交出行的马尔科夫链特性，建立了基于马尔科夫链结构的OD矩阵估计模型；窦慧丽和刘好德[2]等研究了基于公交乘客出行行为

① 收稿日期：2010－06－23；修订日期：2010－09－07.
基金项目：国家自然科学基金资助项目（71071014；70801004）；中央高校基本科研业务费专项资金资助项目（2009JBM044；2012JBZ005）；国家重点基础研究发展计划（973计划）资助项目（2012CB725401）；教育部新世纪优秀人才支持计划资助项目（NCET－11－0569）.
作者简介：徐 猛（1976—），男，湖北松滋人，博士，副教授.Email：mengxu@bjtu.edu.cn

特性的 OD 矩阵估计模型; 朱从坤等[7] 建立了基于公交站点间吸引权系数的 OD 矩阵估计模型.

上述方法从不同角度对公交 OD 矩阵的估计进行了研究,但在估计过程中均存在主观因素的影响. 有序加权平均算子作为多属性问题分析的工具,它通过对集结参数的有序加权处理,能够有效降低个别不合理参数对于综合加权结果的影响,提高综合加权结果的精度,使其更具有合理性. 本文将单一模式的 OD 矩阵估计模型看作一个决策者,将多种 OD 矩阵估计结果矩阵按照从大到小的顺序进行排序,建立了基于有序加权平均算子的组合公交 OD 矩阵估计模型.

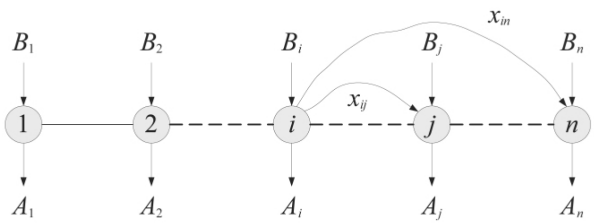

图 1　公交线路示意图

Fig. 1 Schematic diagrams of transit route

1　公交客流 OD 矩阵估计算法分析

变量符号说明:

x_{ij}—i 站上车 j 站下车的乘客量,即公交线路 OD 量;

Y_{ij}—i 站上车,在公交车驶过 $j-1$ 站,到达第 j 站前仍留在车上的乘客数,即为留车人数;

N_j— 公交车驶过第 $j-1$ 站,到达第 j 站前车内总乘客数;

B_i— 在 i 站上车的乘客数;

A_j— 在 j 站下车的乘客数.

1.1　基于出行者行为特性的公交线路 OD 矩阵估计模型

公交出行属于中长距离的出行,对于过长距离的出行,人们会选择地铁或者私家车出行,而对于较短距离的出行人们会选择步行或者自行车等交通工具. 出行者选择公交出行时,其乘车站数主要集中在某个范围之内. 大量的数据调查分析,发现绝大多数公交线路的乘客出行站数服从泊松分布[8]. 假设乘客出行乘坐站数服从泊松分布

$$P(k) = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}, k = 1,2,\cdots,n \tag{1}$$

式中 $p(k)$ 为乘客乘坐 k 站的概率; λ 为平均乘坐站数. 根据概率论的性质,对上式进行归一化

$$P'(k) = \frac{\dfrac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}}{\sum\limits_{k=1}^{n} \dfrac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}}, k = 1,2,\cdots,n \tag{2}$$

根据流量守恒关系,可以得出,对于站点 j,有

$$Y_{ij} = \begin{cases} B_i, & j = i+1 \\ Y_{i,j-1} - x_{i,j-1}, & j > i+1 \end{cases} \tag{3}$$

$$N_j = \sum_{i=1}^{j-1} Y_{ij} = \sum_{i=1}^{j-1} (B_i - A_i) \tag{4}$$

$$A_j = \sum_{i=1}^{j-1} x_{ij} \tag{5}$$

由于出行者乘坐站数服从泊松分布,则在 $i(i=1,2,\cdots,(j-1))$ 站上车的乘客在 j 站下车时,分别按照各自的乘坐站数概率下车,可得

$$x_{ij} = \frac{A_j P'(j-i) Y_{ij}}{\sum\limits_{m=1}^{j-1} P'(j-m) Y_{mj}} \tag{6}$$

其中 $(j-i)$ 为从 i 站到 j 站乘坐的车站数.

根据公交出行流量关系,由式(2)—(6) 可估计乘客出行站数服从泊松分布的公交客流.

1.2　基于马尔科夫链的公交线路 OD 矩阵估计模型

Markov 过程是一类十分重要的随机过程,它认为大多数的不确定性现象遵循一种规则: 系统或过程在 $t > t_0$ 时刻所处的状态由 t_0 时刻所处的状态决定,而与 t_0 以前所处状态无关,也称为无后效性.

根据 Markov 链的此特性,在一条含有 n 个公交站点的单向公交线路中,利用乘客上下车人数估计 OD 矩阵. 假定在始点下车人数为 0,即 $A_1 = 0$; 终点上车人数为 0,即 $B_n = 0$.

根据流量守恒关系,有

$$\sum_{j=i+1}^{n} x_{ij} = B_i,\ i = 1,2,\cdots,n-1 \tag{7}$$

$$\sum_{i=1}^{j-1} x_{ij} = A_j,\ j = 2,3,\cdots,n \tag{8}$$

应用一阶马尔科夫链模型来估计乘客的下车概率[5]. 假定 ξ_i 表示乘客在车站 i 时的随机状态变量,其中 $\xi_i = 1$ 表示乘客在车上,$\xi_i = 0$ 表示乘客不在车上. 对于马尔科夫链模型中的转移概率定义如下

$$Pr\{\xi_i = c \mid \xi_{i-1} = d\} = \begin{cases} q_i, & c = 0, d = 1 \\ 1 - q_i, & c = d = 1 \end{cases},\quad i = 2, 3, \cdots, n-1 \tag{9}$$

其中 q_i 表示乘客在 i 站下车的概率. 明显地,$q_n = 1$.

根据极大似然原理,乘客在车站 j 的下车概率 q_j 为

$$q_j = \frac{A_j}{N_j} \tag{10}$$

其中 N_j 由式(4) 求得. 应用马尔科夫链转移模型,可以利用下式求解出乘客下车概率转移矩阵.

设 p_{ij} 为在 i 站上车的乘客中在 j 站下车的比例. 由定义可知,在始点处 $p_{12} = q_2$

$$\begin{aligned} p_{13} &= Pr\{\text{在车站 3 下车} \mid \text{车站 1 上车}\} = \\ &Pr\{\xi_3 = 0, \xi_2 = 1 \mid \xi_1 = 1\} = \\ &Pr\{\xi_3 = 0 \mid \xi_2 = 1, \xi_1 = 1\} Pr \\ &\{\xi_2 = 1 \mid \xi_1 = 1\} = q_3(1 - q_2) \end{aligned} \tag{11}$$

$$\begin{aligned} p_{14} &= Pr\{\text{在车站 4 下车} \mid \text{车站 1 上车}\} = \\ &Pr\{\xi_4 = 0, \xi_3 = 1, \xi_2 = 1 \mid \xi_1 = 1\} = \\ &Pr\{\xi_4 = 0 \mid \xi_3 = 1, \xi_2 = 1, \xi_1 = 1\} Pr \\ &\{\xi_3 = 1, \xi_2 = 1 \mid \xi_1 = 1\} = \\ &Pr\{\xi_4 = 0 \mid \xi_3 = 1, \xi_2 = 1, \xi_1 = 1\} Pr \\ &\{\xi_3 = 1 \mid \xi_2 = 1, \xi_1 = 1\} Pr \\ &\{\xi_2 = 1 \mid \xi_1 = 1\} = \\ &q_4(1 - q_3)(1 - q_2) \end{aligned} \tag{12}$$

由此可以推导出一般情况下,在 i 站上车,j 站下车的概率为

$$p_{ij} = \begin{cases} q_{i+1}, & j = i + 1 \\ q_j \prod_{k=i+1}^{j-1} (1 - q_k), & j = i+2, i+3, \cdots, n \end{cases} \tag{13}$$

从而可以得出乘客在 i 站上车,j 站下车的人数为

$$x_{ij} = p_{ij} B_i \tag{14}$$

1.3 基于结构化模型的公交线路 OD 估计模型

出行者出行时受经济水平、出行距离、舒适性、便捷性等的影响[8,9],一条公交线路中各个站点上下车人数受站点分布的影响较大. 根据对公交出行特性分析,在已知 i 站上车人数的情况下,如果 j 站对 i 站的吸引越大,那么从 i 到 j 的出行量就会越大. 因此,可以用各站的上车人数和下车人数来确定各个站点对于公交 OD 矩阵的影响. 对于单向公交 OD 线路,其出行矩阵为上三角矩阵,当 i 大于或等于 j 时,吸引权系数可以不用计算. 当 i 小于 j 时,吸引权系数计算如下[9]

$$F_{ij} = \begin{cases} 10\log_{B_i} A_j, & B_i \neq 0, 1 \text{ 且 } A_j \neq 0, 1; \\ 0, & B_i = 0, 1 \text{ 或 } A_j = 0, 1 \end{cases} \tag{15}$$

由此,建立公交客流 OD 矩阵的结构化模型

$$x_{ij} = \frac{B_i A_j F_{ij}}{\sum_{j=i+1}^{n} A_j F_{ij}} \tag{16}$$

根据上式可以求得各个车站的上下车人数 B_i' 和 A_j'. 如果

$$B_i' = \sum_{j=i+1}^{n} x_{ij} \neq B_i \tag{17}$$

$$A_j' = \sum_{i=1}^{j-1} x_{ij} \neq A_j \tag{18}$$

则通过引入修正系数 $k_i = \frac{B_i}{B_i'}$,$k_j = \frac{A_j}{A_j'}$,对 x_{ij} 进行修正 $x_{ij}' = x_{ij} k_i k_j$,反复迭代,直到第 l 次修正系数 k_i^l,k_j^l 接近于 1,满足精度要求. 此时,x_{ij}^l 即为估计 OD 矩阵.

2 有序加权平均算子在 OD 矩阵估计中的应用

有序加权平均(order weighted averaging, OWA) 算子是由 Yager[10] 于 1988 年提出来的. 首先给出 OWA 算子的定义.

定义 设 $f: R^n \to R$, R 为实数集,若

$$f(a_1, a_2, \cdots, a_n) = \sum_{j=1}^{n} w_j b_j \tag{19}$$

其中 $w = (w_1, w_2, \cdots, w_n)$ 是与函数 f 相关联的加权向量，$w_j \in [0,1]$，$\sum_{j=1}^{n} w_j = 1$ 且 b_j 是一组数据 $(a_1, a_2, \cdots, a_n)$ 中第 j 大的元素，则称函数 f 是 n 维有序加权平均算子，简称为 OWA 算子.

在有序加权平均算子的分析研究中最关键的一步是确定各个参数的权重系数. 权重系数的确定分为客观赋权法和主观赋权法. 客观赋权法是指利用决策参数的客观信息(属性值)来确定各个参数的权重系数. 主观赋权法主要是指决策者根据以往的经验和知识，按主观意识确定各个位置上的权重系数.

本文分别采用 Xu 提出的基于均值相似度的客观权重计算方法和 O'Hagan 提出的极大熵优化模型主观权重计算方法确定权重系数.

①Xu [11] 提出了基于均值相似度的权重计算方法，该方法利用决策参数确定权重系数，属于客观赋权法.

定义

$$s(b_j, \mu) = 1 - \frac{|b_j - \mu|}{\sum_{h=1}^{n} |b_h - \mu|} \tag{20}$$

为 b_j 与均值 μ 的相似度，其中 $\mu = \frac{\sum_{j=1}^{n} b_j}{n}$.

则 OWA 算子权重为

$$w_j = \frac{s(b_j, \mu)}{\sum_{h=1}^{n} s(b_h, \mu)} \tag{21}$$

由于 $\sum_{j=1}^{n} s(b_j, \mu) = \sum_{i=1}^{n} s(a_i, \mu)$，可得

$$w_j = \frac{s(b_j, \mu)}{\sum_{i=1}^{n} s(a_i, \mu)} \tag{22}$$

从而组合加权值为

$$f(a_1, a_2, \cdots, a_n) = \frac{\sum_{j=1}^{n} s(b_j, \mu) b_j}{\sum_{j=1}^{n} s(b_j, \mu)} = \frac{\sum_{i=1}^{n} s(a_i, \mu) a_i}{\sum_{i=1}^{n} s(a_i, \mu)} \tag{23}$$

②Yager 提出了两种衡量权重系数的指标，一个是 *orness* 指标，一个是 *dispersion* 指标. *orness* 指标用于衡量权重类似于 or 或 and 运算的程度，介于 0 和 1 之间.

$$orness(w) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} (n - i) w_i \tag{24}$$

dispersion 指标用于评价权重系数在聚集过程中考虑每个数据的程度.

$$disp(w) = - \sum_{i=1}^{n} w_i \ln w_i \tag{25}$$

O'Hagan [12] 基于两种指标，建立了主观赋权法的极大熵优化模型. 该模型是在参数 *orness* 已知的前提下，以熵值作为其目标函数，以 *orness* 作为约束条件，通过求解熵值的极大值，确定各个位置上的权重系数.

$$\max f(w) = - w_i \ln w_i \tag{26}$$

$$\text{s.t.} \quad \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} (n - i) w_i = \alpha, \quad 0 \leqslant \alpha \leqslant 1$$

$$\sum_{i=1}^{n} w_i = 1, \quad 0 \leqslant w_i \leqslant 1$$

在 OD 矩阵估计中，以上三种方法分别从不同的角度考虑，计算 OD 矩阵，每一种方法都有其优缺点，将每一种估计方法看作一个决策者，通过综合考虑各种方法，分别对每种方法估计结果赋予不同的权重，得出一个综合的加权值.

3　算例分析

本文以北京某条公交线路的实际调查数据为例，该公交线路途经 20 个公交站点，共计 190 个 OD 对. 各个站点上下车人数可通过调查统计的方法得到. 在上文分析的基础上，分别应用三种方法估计 OD 矩阵，针对每个 OD 对按照从大到小的顺序重新进行排序，分别按照客观赋权法和主观赋权法加权集结，得出综合的加权 OD 矩阵.

首先采用 Xu 提出的基于均值相似度的客观权重计算方法. 根据式(20)和式(22)，分别确定各个位置权重系数，由 OWA 算子定义

$$f(a_1, a_2, \cdots, a_n) = \sum_{j=1}^{n} w_j b_j \tag{27}$$

对每个 OD 对而言，综合加权 OD 出行量为

$$f(a_1, a_2, a_3) = \sum_{j=1}^{3} w_j b_j \tag{28}$$

基于此可以计算出客观赋权权重系数和加权 OD 矩阵.

在主观赋权法中,分别针对 *orness* 取值为 0,0.1,0.2,…,1 时,根据式(26) 计算各个位置的权重系数,如下表 1 所示. 各个权重系数之间的变化关系如图 2 所示.

表 1 基于极大熵优化模型的 *OWA* 算子权重

Table 1 The OWA operator weights generated by maximum entropy approach

orness	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
w_1	0.000	0.000	0.082	0.154	0.238	0.333	0.438	0.554	0.682	0.800	1.000
w_2	0.000	0.200	0.236	0.292	0.323	0.333	0.323	0.292	0.236	0.200	0.000
w_3	1.000	0.800	0.682	0.554	0.438	0.333	0.238	0.154	0.082	0.000	0.000

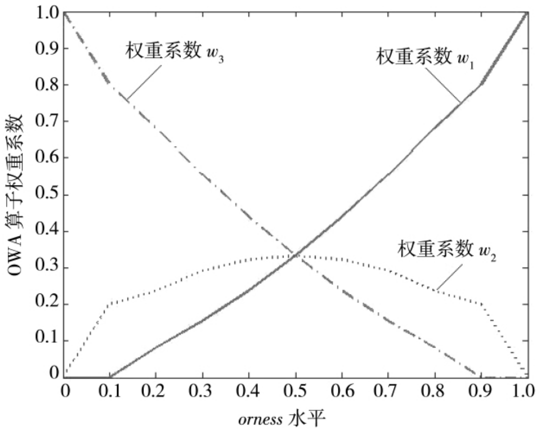

图 2 不同 *orness* 水平下的极大熵模型 OWA 算子权重

Fig. 2 The variation of the maximum entropy OWA operator weights with the *orness* level

从图 2 可以看出由极大熵优化模型求解出的权重系数具有一定的对称性. 在 $orness \geq 0.5$ 与 $orness < 0.5$ 时,权重系数呈对称形状. 权重系数 w_1 随 *orness* 水平的增加而增大,w_3 与之相反. 该方法在确定权重系数的过程中,权重系数与集结参数无关,主要受 *orness* 水平影响,由决策者主观意识决定权重系数.

由式(19) 可得,在不同 *orness* 水平下的加权 OD 矩阵.

分别将以上方法估计的 OD 矩阵与真实 OD 矩阵进行比较,用矩阵的范数检验其误差,结果如表 2 所示.

表 2 OD 矩阵误差比较分析

Table 2 The error analysis of the different models

<table>
<tr><td rowspan="2">方法</td><td colspan="11">基于极大熵优化模型的综合值(不同 orness 水平下)</td></tr>
<tr><td>0</td><td>0.1</td><td>0.2</td><td>0.3</td><td>0.4</td><td>0.5</td><td>0.6</td><td>0.7</td><td>0.8</td><td>0.9</td><td>1.0</td></tr>
<tr><td>误差</td><td>0.235</td><td>0.223</td><td>0.203</td><td>0.143</td><td>0.096</td><td>0.042</td><td>0.026</td><td>0.077</td><td>0.140</td><td>0.223</td><td>0.202</td></tr>
<tr><td>方法</td><td colspan="2">基于出行者行为特性</td><td colspan="2">基于马尔科夫链模型</td><td colspan="2">基于结构化模型</td><td colspan="3">基于 BADD-OWA 权重的综合值</td><td colspan="2">基于均值相似度综合值</td></tr>
<tr><td>误差</td><td colspan="2">0.126</td><td colspan="2">0.073</td><td colspan="2">0.072</td><td colspan="3">0.143</td><td colspan="2">0.062</td></tr>
</table>

其中误差 $\varepsilon = \dfrac{\| A \|_F - \| \bar{A} \|_F}{\| \bar{A} \|_F}$,$A$ 为估计 OD 矩阵,$\bar{A}$ 为真实 OD 矩阵,$\|\cdot\|_F$ 为矩阵 A 的 Frobenius 范数.

从表 2 来看,在极大熵优化模型权重系数计算方法中,随着 *orness* 水平的增大,结果 OD 矩阵的误差先降低,当 *orness* 水平超过 0.5 时,计算结果 OD 矩阵的误差也随着增大,在本算例中当 *orness* 水平取值为 0.6 时,加权 OD 矩阵的精度最高. 这也说明了主观赋权方法容易受决策者主观意识的影响. 在基于均值相似度的权重计算方法中,经有序加权平均处理后的 OD 矩阵精度好于单一的 OD 矩阵估计结果,更好的拟合了实际出行 OD 矩阵,具有更高的精度.

4 结束语

本文在单一公交线路 OD 矩阵估计基础上,

将有序加权平均算子工具应用到 OD 矩阵估计中，提出了基于有序加权平均算子的 OD 矩阵估计组合模型，通过对单一结果的有序加权处理，得出一个组合加权 OD 矩阵，同时分析比较了权重系数以及加权 OD 矩阵精度随主观决策因素水平变化的趋势. 算例分析表明，合理的选择主观决策因素水平对于提高 OD 矩阵精度具有重要的意义，从整体来看，加权处理后的结果具有更高的精度.

进一步的研究，本文的方法可推广到多条公交线路的 OD 矩阵估计问题，以及建立考虑时间因素的动态 OD 矩阵组合估计模型，为实时路径诱导信息的发布、交通预测等提供详实的基础数据. 此外，对于公交线路的 OD 矩阵估计，本文的方法还可综合考虑站点周边土地利用性质，分析较短距离的 OD 矩阵状况，融合基于组团模式的 OD 矩阵估计模型.

参 考 文 献:

[1] 王　炜，杨新苗，陈学武，等. 城市公共交通系统规划方法与管理技术 [M]. 北京: 科学出版社，2002.
Wang Wei, Yang Xinmiao, Chen Xuewu, et al. Urban Public Traffic System Planning Methods and Management Technology [M]. Beijing: Science Press, 2002. (in Chinese)

[2] 李东明，胡　鹏. 公交线路客流 OD 反推研究 [J]. 华中科技大学学报(城市科学版)，2009，26(1): 105－107.
Li Dongming, Hu Peng. Research of OD matrix estimation on route public transport flow [J]. Journal of Huazhong University of Science and Technology(Urban Science Edition), 2009, 26(1): 105－107. (in Chinese)

[3] Lam W H K, Gao Z Y, Chan K S, et al. A stochastic user equilibrium assignment model for congested transit networks [J]. Transportation Research Part B, 1999, 33(5): 1－18.

[4] Li Y W, Cassidy M J. A generalized and efficient algorithm for estimating transit route ODs from passenger counts [J]. Transportation Research Part B, 2007, 41(1): 114－125.

[5] Li B B. Markov models for Bayesian analysis about transit route origin destination matrices [J]. Transportation Research Part B, 2009, 43(3): 301－310.

[6] 窦慧丽，刘好德，杨晓光. 基于站点上下客人数的公交客流 OD 反推方法研究 [J]. 交通与计算机，2007，25(2): 79－82.
Dou Huili, Liu Haode, Yang Xiaoguang. OD estimation method of public transportation flow based on passenger boarding and alighting [J]. Computer and Communications, 2007, 25(2): 79－82. (in Chinese)

[7] 朱从坤，丁建霆，陈　瑜. 公交线路 OD 结构化模型 [J]. 哈尔滨工业大学学报，2005，637(6): 851－853.
Zhu Congkun, Ding Jianting, Chen Yu. Structural model of OD matrix estimation on route public transport flow [J]. Journal of Harbin Institute of Technology, 2005, 637(6): 851－853. (in Chinese)

[8] Shao H, Lam W H K, Lam T M, et al. Modelling rain effects on risk-taking behaviours of multi-user classes in road networks with uncertainty [J]. Journal of Advanced Transportation, 2008, 42(3): 265－290.

[9] 黄海军，田　琼，杨　海，等. 高峰期内公交车均衡乘车行为与制度安排 [J]. 管理科学学报，2005，8(6): 1－9.
Huang Haijun, Tian Qiong, Yang Hai, et al. Equilibrium bus riding behavior in rush hours and system configuration for providing bus services [J]. Journal of Management Sciences in China, 2005, 8(6): 1－9. (in Chinese)

[10] Yager R R. On ordered weighted averaging aggregation operators in multicriteria decisionmaking [J]. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 1988, 18(1): 183－190.

[11] Xu Z S. Dependent OWA operator [J]. Lecture Notes in Computer Science, 2006, 3885: 172－178.

[12] O'Hagan M. Aggregating template rule antecedents in real-time expert systems with fuzzy set logic [C] // Proc 22nd Annual IEEE Asilomar Conference on Signals, Systems and Computers, Pacific Grove, CA: IEEE and Maple Press; 1988: 681－689.

(下转第 58 页)

Effect of contextual factors of online retailing on customer patronage intentions

CUI Nan[1], *CUI Qing-an*[2], *WANG Tao*[1]

1. School of Economics and Management, Wuhan University, Wuhan 430072, China;
2. Institute of Management Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China

Abstract: As an emerging retailing channel, Internet plays a more and more important role in retailing industry. With the intensifying competition in online retailing, retailers lay more emphasis on the effect of the contextual factors of online stores on customer patronage. Based on self-determination theory, this article investigates how product-relevant and market-relevant contextual factors of online retailing affect customers' need for autonomy and relatedness and, in turn, customer patronage intention; the article also proposes two internalization mechanisms of the effect of contextual factors on customer patronage intentions, i. e., perceived control and perceived interest. The findings enhance our knowledge of online retailing contextual effects, and provide companies with a new perspective to design online retailing contextual factors.

Key words: online retailing contextual factors; need for autonomy; need for relatedness; perceived control; perceived interest

(上接第 41 页)

Transit route OD estimation based on ordered weighted averaging operator

PENG Jian, *XU Meng*, *GAO Zi-you*

School of Traffic and Transportation, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China

Abstract: Public transit OD matrix is the basis of transport network planning and management, while the OD matrix of transit routes is the basic unit of the whole OD matrix. Based on the existed models of estimating transit route OD matrix, the characteristics of the bus passengers' behavior, the Markov chain properties of the bus travel and the weight coefficients between the buses stations are analyzed, and a new model for obtaining transit route OD matrix is proposed by adopting the ordered weighted averaging operator. The weight coefficients and the weighted OD matrix under different levels of subjective decision making factors are also analyzed. Case study shows that the novel estimated OD matrix is more accurate than traditional estimated OD matrices under appropriate methods of determining the weights.

Key words: transit route; transit OD matrix; ordered weighted averaging (OWA) operator