

基于客观自主式决策方法的个性化最优路径选择

龙 琼^{1,2}, 曾 革^{1,2}, 喻 杰¹, 周昭明¹

(1. 湖南城市学院 土木工程学院, 湖南 益阳 413000; 2. 长沙理工大学 交通运输工程学院, 湖南 长沙 410004)

摘 要:面向复杂动态条件下的路径选择过程,面向驾驶人的个性化需求,构建个性化指标集,引入驾驶人心态指标函数,将定性、模糊的区间指标值定量化,从而构建路径决策矩阵;最后,基于客观自主式决策方法,将客观评价对象当作有思考能力的个体来全面参与路径选择过程,对可行路径进行优化评价,获得最优路径。研究表明:个性化路径指标集的构建降低了问题的复杂度,减小了计算规模,基于驾驶人心态指标,可以将模糊化的区间路径评价指标定量化,在表达驾驶人个性化特点的同时,进一步简化了路径决策过程的复杂性;该方法既尊重了客观可行路径的本身物理特征,又充分表达了驾驶员的主观个性化需要,从而使得所选路径更为合理;仿真算例验证了本文算法的有效性。

关键词:交通工程;路径选择;客观自主式决策;心态指标;个性化需求

中图分类号:U411

文献标志码:A

Personalized optimal route selection based on objective and autonomic decision method

LONG Qiong^{1,2}, ZENG Ge^{1,2}, YU Jie¹, ZHOU Zhao-ming¹

(1. School of Civil Engineering, Hunan City University, Yiyang 413000, Hunan, China; 2. School of Traffic and Transportation Engineering, Changsha University of Science & Technology, Changsha 410004, Hunan, China)

Abstract: Facing the condition of the complex dynamic path selection process, give full consideration to the driver the personalized demand, a kind of the personalized optimal route selection based on the objective and autonomic decision method is proposed. First of all, for the driver's personalized demand, individuation index set is constructed; Introduce the driver attitude indicator function, then index quantitative, qualitative and fuzzy interval to build path decision matrix; Finally, based on the objective and autonomic decision method, the objective evaluation objects as a thinking ability of individuals to fully participate in the routing process, optimize the feasible path, get the optimal path. This method reduces the computing scale, the driver can be based on the mentality of index, fuzzy interval path quantitative evaluation indexes, in the expression of driver's individual character at the same time, further simplifies the complexity of the decision process; The method not only respect the objective and feasible path itself physical characteristics, and fully express the subjective personalized needs of the driver, so as to make the selected path is more reasonable. The simulation examples verify the effectiveness of the algorithm in this paper. 1 tab, 16 refs.

Key words: traffic engineering; route selection; objective and autonomic decision; attitude indicator; personalized demand

0 引言

路径选择主要解决的问题是:以智能交通系统实时提供的路况信息和驾驶人的交通需求为输入,在一定的优化目标下,为驾驶人提供最合理的出行路径。传统的交通流诱导系统通常以最短距离或者最短时间作为单一目标,而在实际驾驶过程中驾驶人往往权衡各种因素以达到快捷、安全、舒适、高效的出行目的。一般情况下,驾驶人对于最优路径的理解和要求是因人而异的,且随时间和旅行的目的不同而变化^[1]。在复杂的道路交通系统中,驾驶人作为交通系统的主导者,具有高度完善的自适应自学习的反馈能力和信息加工能力,在多源交通信息的影响下,驾驶人通过自身感觉器官感受外界的刺激,并结合以往的驾驶经验,做出判断决策,优选得到最合理路径^[2]。因此,在路径选择过程中,驾驶人的个性化需求是需要考虑的重要因素之一。

面向驾驶人个性化路径选择问题,国内外学者做了较多相关研究工作。Pang 等提出了一种基于模糊神经网络的路径选择方法,该方法利用模糊神经网络表达影响路径选择的各种因素的相关关系,并最终根据驾驶人的偏好给出所有可行路径的优劣排序^[3];Choi 等分析了驾驶人个人喜好对路径选择的影响^[4],Eran 等研究了交通信息和个人驾驶经验对路径选择行为的联合作用^[5];Bonsall 在路径选择研究中,引入路径指导建议因素,研究了驾驶人的路径选择行为^[6]。Ericsson 等分别研究了燃油经济性对不同驾驶人进行路径选择的影响^[7-8]。在中国,一些学者针对交通信息、驾驶人特性(性格、年龄、个人偏好等)、交通政策等因素对驾驶人路径选择的影响进行了深入研究。孙燕等基于层次分析法和灰色评价理论建立了一种根据驾驶人的偏好自适应选择最优路径的方法^[9-10];林震等在研究出行者的出行心理和出行行为的基础上,分析了交通信息对出行选择的影响,并提出在交通信息诱导出行者出行时存在信息过剩、过激反应和集聚反应等问题^[11];吕丹丹等研究了驾驶人认知活动对其路径选择行为的影响^[2]。

以上这些方法比较充分考虑了驾驶人的个性特点与对最优路径的偏好性需求,为本文研究提供了良好的工作基础,但是,由于几乎所有方法都在路径

选择问题研究过程中,相对过多地关注了驾驶人的个性化需求,而忽略了路径本身特性的自主表达,将评价对象(可行路径集)视为被动的评价客体,采用在自上而下的决策策略,在这种研究框架下,评价对象是没有“发言权”的,由于驾驶人偏好本身的模糊性和不确定性,其个性化表达模型可能会存在较大误差,难以合理地表达驾驶人的个性化特点,将有可能导致决策结果的不公平性。

本文面向路径选择过程,在充分考虑驾驶人个性化需求的同时,将客观评价对象当作有思考能力的个体来全面参与路径选择过程,即基于客观自主式决策方法进行路径选择,在决策矩阵中融入驾驶人的个性需求,从而提出了一种新型路径选择方法,该方法既尊重了客观可行路径的本身物理特征,又充分表达了驾驶人的主观个性化需要,从而使得所选路径更为合理。

1 客观自主式决策方法

1.1 自主式决策概述

有限方案的多属性决策问题一直是决策分析领域的一个重要分支,迄今为止已取得了大量的研究成果。但几乎所有方法都将评价对象视为被动的评价客体,在自上而下的决策过程中评价对象是没有发言权的,本文将具有该特点的决策方法归结为“他主式”决策方法。“自主式”决策是相对“他主式”决策而言的,在自主式决策框架下,评价对象全面参与决策过程,在这种决策框架下,一方面可改变路径决策中过分依赖驾驶人主观判断的情形;另一方面可突出决策过程的民主性特点,避免由于驾驶人偏好模型的不正确而导致路径选择的盲目性。根据评价对象的不同,“自主式”决策可以划分为两大类:一是主观自主式决策:评价对象是有分析能力的个体,能在决策过程中提供除自身客观信息之外的许多主观信息;二是客观自主式决策:评价对象是不具有分析能力的客观事物,仅能被当作有思考能力的个体来模拟某类主体的行为^[12-13]。本文基于客观自主式评价方法展开个性化路径选择的研究。

1.2 客观自主式决策理论方法

1.2.1 基本理论

客观自主式决策基本思路是:建立基于指标权数取值约束的“权数非独裁性条件”及模拟经济人

“自利”为特点的“竞争视野优化准则”,依据这两条假设构建决策模型,并对得到的信息进行集结,最后获取体现评价对象共同的“自主决策”结论。

定义1(权数非独裁性条件):若指标集中的任一指标相对于其余重要性较低的指标全体而言是非主导性的,则称该指标集具备权数非独裁性条件。

设指标集为 $X = \{x_i | i = 1, 2, \dots, m\}$, x_i 对应的权重为 w_i , 假设其优先序为 $x_1 > x_2 > \dots > x_m$, 即 $w_1 \geq w_2 \geq \dots \geq w_m$, 基于权数非独裁性条件, 则有 $w_k \leq \sum_{i=k+1}^m w_i$ 。

定义2(竞争视野):针对评价对象 o_i , 若 C_i 为与 o_i 具有潜在竞争关系的所有评价对象的集合, 则称 C_i 为 o_i 的竞争视野。若 $o_j \in C_i$, 则称 o_j 为评价对象 o_i 的竞争对象。

定义3(综合评价值):评价对象 o_i 的综合评价价值 y_i 定义为

$$y_i = \sum_{j=1}^m x_{ij} w_j \quad (1)$$

若 o_i 的指标值按照降序排列后的指标值为 $\vec{x}_{i1}, \vec{x}_{i2}, \dots, \vec{x}_{im}$, 相应的权重向量为 $\vec{w}_i = (\vec{w}_{i1}, \vec{w}_{i2}, \dots, \vec{w}_{im})$, 则称 \vec{w}_i 为关于 $\vec{x}_{i1}, \vec{x}_{i2}, \dots, \vec{x}_{im}$ 的降序权向量。式(1)可写成

$$y_k^{(i)} = \sum_{j=1}^m x_{kj} w_{ij} = \sum_{j=1}^m \vec{x}_{kj} \vec{w}_{ij} \quad (2)$$

式中: $y_k^{(i)}$ 为评价对象 o_i 对 o_k 的综合评价价值。

定理1(竞争视野优化准则):自主式评价机制中评价对象都具有提升自身优势、降低潜在竞争对手优势的双重目的,这种提升自身优势、降低潜在竞争对手优势的“自利性”准则,即为竞争视野优化准则。

记 $C_i = \{o_1^{(i)}, o_2^{(i)}, \dots, o_{n_i}^{(i)}\}$, $x_{ij}^{(i)} = x_j(o_i^{(i)})$, 根据竞争视野优化准则, 对其评价对象 o_i 而言, 其期望的权重向量 w_i^* 为如下对目标规划模型的解

$$\begin{cases} \max(\lambda_1 \sum_{j=1}^m x_{ij} w_j^{(i)} - \lambda_2 \sum_{j=1}^m (\mu_l^{(i)} \sum_{j=1}^m x_{ij}^{(i)} w_j^{(i)})) \\ \text{s. t. } w_j^{(i)} \geq 0, \sum_{j=1}^m w_j^{(i)} = 1, w_j \in \Phi \end{cases} \quad (3)$$

式中: Φ 为满足“权数非独裁性条件”的权重向量 w_i 的约束集; λ_1 为分配于“提升自身优势”目标的权系数; λ_2 为分配于“降低潜在竞争对手优势”目标的权系数, $\lambda_1 \geq 0, \lambda_2 \geq 0, \lambda_1 + \lambda_2 = 1$, 若对2个目标无特殊偏好, 可取 $\lambda_1 = 0.5, \lambda_2 = 0.5$; $\mu_l^{(i)}$ 为 o_i 对竞争视野 C_i 中评价对象 $o_l^{(i)}$ 的竞争力关注系数, 竞争力关注系数可由其竞争强度确定。

定义4(竞争强度):设评价对象 o_i 与其竞争对象 $o_l^{(i)}$ 的综合评价价值取值范围分别为 $y_i = [y_i^L, y_i^U]$

和 $y_l^{(i)} = [y_l^L, y_l^U]$, 则

$$d_{ij} = \frac{e(y_i \cap y_l^{(i)})}{e(y_i \cup y_l^{(i)})} \quad (4)$$

式中: d_{ij} 为 o_i 与其竞争对象 $o_l^{(i)}$ 的竞争强度, 其中 e 为区间宽度的计算函数。若 $o_l^{(i)}$ 为 o_i 的非竞争对象, 则 $d_{il} = 0$ 。将 d_{il} 归一化, 即可求得竞争力关注系数 $\mu_l^{(i)}$

$$\mu_l^{(i)} = \frac{d_{il}}{\sum_{l=1}^{n_i} d_{il}} \quad (5)$$

式(5)体现了关注较强竞争对象的策略。

1.2.2 决策方法

为求解模型式(3), 可将模型改写成为

$$\lambda_1 \sum_{j=1}^m x_{ij} w_j^{(i)} - \lambda_2 \sum_{l=1}^{n_i} (\mu_l^{(i)} \sum_{j=1}^m x_{lj}^{(i)} w_j^{(i)}) = \sum_{j=1}^m (\lambda_1 x_{ij} - \lambda_2 \sum_{l=1}^{n_i} (\mu_l^{(i)} \sum_{j=1}^m x_{lj}^{(i)})) w_j^{(i)} \sum_{j=1}^m z_{ij} w_j^{(i)} \quad (6)$$

为求解评价对象 o_i 期望的权重向量 w_i^* , 有如下的定理2(详细证明参见文献[14])

定理2(最优降序权向量):设最优解 w_i^* 关于 $z_{i1}, z_{i2}, \dots, z_{im}$ 的降序权向量为 \vec{w}_i^* , 若约束集 Φ 具备权数非独裁性条件, 则有

$$\vec{w}_i^* = (0.5, 0.5^2, \dots, 0.5^{m-2}, 0.5(1 - \sum_{j=1}^{m-2} 0.5^j), 0.5(1 - \sum_{j=1}^{m-2} 0.5^j)) \quad (7)$$

对于任一评价对象 o_i , 通过模型(3)解得一个 o_i 期望的最优降序权向量 \vec{w}_i^* , 代入式(2), 可得评价对象 o_1, o_2, \dots, o_n 关于 o_i 的综合评价向量 $[y_{1i}, y_{2i}, \dots, y_{ni}]^T$, 因而所有评价对象 o_1, o_2, \dots, o_n 分别关于 o_1, o_2, \dots, o_n 求评价价值, 可以构成评价价值矩阵

$$Y = \begin{bmatrix} y_{11} & \dots & y_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ y_{n1} & \dots & y_{nn} \end{bmatrix} = [y^{(1)} \dots y^{(n)}] \quad (8)$$

如何由评价价值矩阵 Y 得出综合评价结论 y^* , 是做出最优决策的关键, 本文的思路是: 寻找与向量 $y^{(1)}, y^{(2)}, \dots, y^{(n)}$ 夹角之和最小的向量作为最优评价结论 y^* , 易知, y^* 为如下规划问题的解

$$\begin{cases} \max \sum_{i=1}^n [y^T y^{(i)}]^2 \\ \text{s. t. } \|y\|_2 = 1 \end{cases} \quad (9)$$

因此, 基于矩阵理论可知, y^* 为矩阵 YY^T 最大特征值对应的单位特征向量。从而获得最优决策结论。

2 个性化需求分析与表达

在一般情况下, 出行者会根据个人的经验喜好

或习惯去选择路径,并给出自己的主观判断。从驾驶人的角度考虑,理想最优路径的确定过程应综合考虑各主要出行影响因素并充分体现驾驶人的主动性^[15]。

对于同一路径指标,不同驾驶人对其主观感受不一定一致。例如,同一段旅程,驾驶老手通常对行程时间估计比较“乐观”,而驾驶新手对行程时间估计却相对“悲观”;外出旅行时,驾驶人通常会选择具有较好沿途景观道路,但同一段旅程景观,对不同年龄、性别的驾驶人带来的视觉享受却不一定相同,这种驾驶人的个性化特点往往会影响到路径选择的结果,但这种主观感受如何反馈到路径选择指标中,使得路径选择的结果最符合驾驶人的主观意愿,是值得研究的问题。为此,本文建立了面向驾驶人个性化需求的双层次表达模型。基本思路如下:首先在诸多路径评价指标中选择驾驶人个性化需求的指标,形成新的指标集合,即个性化路径指标集;然后,引入驾驶人心态指标模型,将模糊化的、定性的、主观性的指标定量化,并基于个性化路径指标集构成路径决策矩阵,多层次的体现驾驶人的个性化需求。

2.1 路径评价指标集的个性化选择

评价一条可行路径的指标有很多,如行程距离、行程时间、安全性、舒适性、拥挤程度、车道数、道路质量等级、行人及非机动车数量、交通事故率、行程费用、沿途景观等等,这些因素有很多,对于单个驾驶人而言,往往只需考虑其中少数几个指标即可,将个性化指标集定义为

$$\mathbf{X}=\{x_i|i=1,2,\cdots,m\} \quad (10)$$

式中: x_i 是驾驶人所选个性化指标; m 是所选个性化指标的个数。

由于 m 通常较小,因而路径选择的计算规模就会大大减小,这样降低了问题的复杂度,同时,由于所选指标往往是驾驶人关心的路径属性,因而,个性化指标集能够完整地表达驾驶人的个性化需求。

2.2 基于心态指标的个性化指标量化

在现实交通网络中,由于客观交通路况的动态变化,路径评价指标值具有一定的随机性,难以获得其准确估计,因而, x_i 可以表达为在一定范围内变化的随机变量

$$x_i=\widehat{x}_i+\epsilon_i \quad (11)$$

式中: \widehat{x}_i 为交通系统模型对路径指标 x_i 的估计值或测量值; ϵ_i 为误差。

在不引起歧义的情况下,将 x_i 写成如下的区间数形式

$$x_i=[x_i^L, x_i^U] \quad (12)$$

对于这种区间指标,在此引入心态指标来对其进行量化^[16]

定义 5(心态指标):给定区间数 $a=[a^L, a^U]$,基于参数 $t \in [0, 1]$ 定义函数

$$F_a(t):[0, 1] \rightarrow [a^L, a^U]$$

效益型

$$F_a(t)M_t+(2t-1)D_t \quad (13)$$

成本型

$$F_a(t)M_t+(1-2t)D_t \quad (14)$$

式中: $M_t=\frac{1}{2}(a^L+a^U)$; $D_t=\frac{1}{2}(a^U-a^L)$; t 为给定区间数 a 的心态指标。

以效益型指标为例,对于路径指标 $x_i=[x_i^L, x_i^U]$,当驾驶人心态指标 $t < 0.5$ 时, $F_{x_i}(t) < M_t$,表明驾驶人对路径指标 x_i 持悲观态度;当驾驶人心态指标 $t > 0.5$ 时, $F_{x_i}(t) > M_t$,表明驾驶人对路径指标 x_i 持乐观态度。心态指标可以基于驾驶人经验、交通信息数据以及个人偏好等因素确定。

基于心态指标,可以将区间指标定量化,在表达驾驶人个性化特点的同时,简化了路径决策过程的复杂性。

3 个性化最优路径选择

3.1 基本思路

为了解决不确定信息条件下的个性化路径选择问题,本文的研究思路是:面向驾驶人的个性化需求,构建个性化指标集;然后,引入驾驶人心态指标函数,将定性、模糊的区间指标值定量化,从而构建路径决策矩阵;最后,基于客观自主式决策方法,对可行路径进行优化评价,获得最优路径。

3.2 基于客观自主式评价方法的个性化最优路径选择

基于客观自主式决策方法,结合驾驶人的个性化特点及心态,对所有可行路径进行综合排序,即得最优路径,具体算法如下。

Step1:基于可行路径集(评价对象) $O=\{o_i|i=1,2,\cdots,n\}$,面向驾驶人的个性化需求,设计个性化路径评价指标集 $\mathbf{X}=\{x_j|j=1,2,\cdots,m\}$,组成多指标评价系统。

Step2:给出路径 o_i 关于评价指标 x_i 的属性值区间 $x_{ij}=[x_{ij}^L, x_{ij}^U]$,从而构成路径选择决策矩阵,通过交互方式,确定驾驶人对不同路径的心态指标 t ,从而得到基于心态指标的定量化决策矩阵 $\tilde{\mathbf{A}}$,并对其规范化,得到规范化的决策矩阵 $\mathbf{A}=(x_{ij})_{nm}$;

$$\mathbf{A}=\begin{bmatrix}x_{11}&\cdots&x_{1m}\\\vdots&&\vdots\\x_{n1}&\cdots&x_{nm}\end{bmatrix}\quad(15)$$

Step3:根据定义 2,确定可行路径 o_i 的竞争视野 C_i ,由定义 3,求解 o_i 与其竞争对象 $o_l^{(i)}$ 的竞争强度 d_{il} ,从而求得竞争力关注系数 $\mu_l^{(i)}$,设定目标权系数 λ_1, λ_2 ,根据式(3)构造规划问题。

Step4:根据定理 2,求解规划问题,得到最优降序权向量 \vec{w}_i^* ,结合路径决策矩阵 \mathbf{A} ,根据式(1),得到 $\mathbf{Y}=[\mathbf{y}^{(1)}, \mathbf{y}^{(2)}, \cdots, \mathbf{y}^{(n)}]$ 。

Step5:构造规划问题式(9),求解矩阵 $\mathbf{Y}\mathbf{Y}^T$ 的最大特征值及其特征向量,得到最终评价结论。

表 1 可行路径的个性化指标信息

Tab. 1 Personalized index of feasible paths

| 可行路径 | 个性指标 | | | | | | 心态指标 |
|-------|--------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------|
| | 距离 x_1/km | 时间 x_2/min | 舒适度 x_3 | 安全度 x_4 | 费用 x_5 | 沿途景观 x_6 | |
| o_1 | 23 | 48~60 | 5.9~6.5 | 8.0~9.0 | 15~19 | 8.5~9.5 | 0.5 |
| o_2 | 18 | 24~34 | 4.0~4.5 | 7.1~8.1 | 17~22 | 8.6~9.6 | 0.4 |
| o_3 | 25 | 40~48 | 6.8~7.6 | 9.1~9.9 | 12~16 | 6.8~7.2 | 0.5 |
| o_4 | 21 | 44~54 | 5.9~6.4 | 8.4~9.4 | 15~20 | 4.4~5.4 | 0.6 |
| o_5 | 22 | 38~48 | 5.6~6.1 | 8.1~9.1 | 13.5~18.5 | 5.6~6.6 | 0.6 |
| o_6 | 20 | 36~46 | 6.2~7.2 | 8.0~9.0 | 14.5~19.5 | 7.2~8.2 | 0.8 |

从而获得基于心态指标的个性化决策矩阵

$$\tilde{\mathbf{A}}=\begin{bmatrix}23&54&6.2&8.5&17&9\\18&39&4.2&7.5&20&9\\25&44&7.2&9.5&14&7\\21&48&6.2&9.0&17&5\\22&42&5.9&8.7&15.5&6\\20&38&7.0&8.8&15.5&8\end{bmatrix}$$

采用极值处理法,对决策矩阵 $\tilde{\mathbf{A}}$ 进行规范化,得到规范化决策矩阵

$$\mathbf{A}=\begin{bmatrix}0.286&0&0.667&0.5&0.5&1\\1&1&0&0&0&1\\0&0.417&1&1&1&0.5\\0.571&0.25&0.667&0.75&0.5&0\\0.429&0.5&0.583&0.6&0.75&0.25\\0.714&0.667&0.993&0.65&0.75&0.75\end{bmatrix}$$

取 $\lambda_1=0.5, \lambda_2=0.5$,求解模型式(3),得到各可行路径竞争视野下的综合评价值矩阵

$$\mathbf{Y}=\begin{bmatrix}0.769&0.264&0.499&0.467&0.382&0.514\\0.563&0.875&0.125&0.313&0.344&0.344\\0.701&0.396&0.917&0.716&0.776&0.698\\0.302&0.343&0.554&0.640&0.463&0.578\\0.431&0.472&0.650&0.550&0.628&0.550\\0.786&0.702&0.742&0.711&0.720&0.824\end{bmatrix}$$

4 算 例

假设驾驶人的个性化指标集为

$$X=\{x_j|j=1,2,\cdots,6\}\quad(16)$$

式中: $x_1\sim x_6$ 分别为行程距离、行程时间、行程舒适度、行程安全度、行程费用估计、沿途景观值。

以某城区路网为背景进行最优路径选择,驾驶人在进行路径选择之前,获得各条路径的交通信息(视频、图像、交通信息板、交通广播),结合自身驾驶经验,对各条路径形成相应的心态指标,可行路径的个性化指标信息及心态指标如表 1 所示。

表 1 可行路径的个性化指标信息

Tab. 1 Personalized index of feasible paths

| 可行路径 | 个性指标 | | | | | | 心态指标 |
|-------|--------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------|
| | 距离 x_1/km | 时间 x_2/min | 舒适度 x_3 | 安全度 x_4 | 费用 x_5 | 沿途景观 x_6 | |
| o_1 | 23 | 48~60 | 5.9~6.5 | 8.0~9.0 | 15~19 | 8.5~9.5 | 0.5 |
| o_2 | 18 | 24~34 | 4.0~4.5 | 7.1~8.1 | 17~22 | 8.6~9.6 | 0.4 |
| o_3 | 25 | 40~48 | 6.8~7.6 | 9.1~9.9 | 12~16 | 6.8~7.2 | 0.5 |
| o_4 | 21 | 44~54 | 5.9~6.4 | 8.4~9.4 | 15~20 | 4.4~5.4 | 0.6 |
| o_5 | 22 | 38~48 | 5.6~6.1 | 8.1~9.1 | 13.5~18.5 | 5.6~6.6 | 0.6 |
| o_6 | 20 | 36~46 | 6.2~7.2 | 8.0~9.0 | 14.5~19.5 | 7.2~8.2 | 0.8 |

从而得到最终评价向量

$$\mathbf{y}^*=[0.344\quad 0.269\quad 0.508\quad 0.348\quad 0.391\quad 0.527]^T$$

因此,从驾驶人的角度得到各路径的优劣排序为: $o_6, o_3, o_5, o_4, o_1, o_2$,即最优路径为 o_6 。

从表 1 可以看出,所选的最优路径 o_6 行程时间最短,舒适度和安全度较高、行程距离较短、费用较低、沿途景观较好,驾驶员对该路径持“乐观”态度,体现了驾驶员的个性化需求,同时保证了路径选择结果的客观性。

5 结 语

(1)该方法基于客观自主式评价方法进行路径选择,给予每条可行路径充分的“发言权”,体现了路径选择结果的客观最优性,能够避免由于个性模型的偏差导致路径选择结果的不公平性。

(2)该方法充分考虑了驾驶人的个性化需求,构建个性化路径指标集,引入驾驶员的心态指标,尽可能的满足驾驶员主观偏好,在实际运用中能够根据驾驶员心态不同而适时调节心态指标来选择最优路径。

(3)个性化路径指标集的构建降低了问题的复杂度,减小了计算规模,基于驾驶人心态指标,可以

将模糊化的区间路径评价指标定量化,在表达驾驶人个性化特点的同时,进一步简化了路径决策过程的复杂性。

(4)本文方法要求交通路网能够为不同驾驶人提供行程距离、行程时间、行程费用、舒适度、安全度、沿途景观等个性化指标,这将对构建交通路网数据库提出更高的要求。如何构建面向不同驾驶人个性化需求的大数据交通系统平台,并实时提供给诸多驾驶人,是下一步值得深入研究的科学问题。

参考文献:

References:

- [1] 林震,杨浩. 交通信息服务条件下的出行选择分析[J]. 中国公路学报, 2003, 16(1): 87-90.
LIN Zhen, YANG Hao. Study of travel choice with traveller information system[J]. China Journal of Highway and Transport, 2003, 16(1): 87-90. (in Chinese)
- [2] 吕丹丹,王晓原,马立云,等. 基于认知活动的驾驶员路径选择行为影响因素分析[J]. 山东理工大学学报: 自然科学版, 2012, 26(2): 56-60.
LV Dan-dan, WANG Xiao-yuan, MA Li-yun, et al. The analysis of the factors affecting drivers' route-choice behavior based on cognitive activity[J]. Journal of Shandong University of Technology: Natural Science Edition, 2012, 26(2): 56-60. (in Chinese)
- [3] Pang G, Takahashi K, Yokata T, et al. Adaptive route selection for dynamic route guidance system based on fuzzy-neural approaches[C]//IEEE. Proceedings of Vehicle and Information Systems Conference in Conjunction With the Pacific Rim Trans Tech Conference, Seattle, WA; IEEE, 1995: 75-82.
- [4] Choi W K, Kim S J, Kang T G, et al. Study on method of route choice Problem based on user preference [C]//Springer-Verlag. Proceeding of the 11 th International Conference KES 2007 and XVI Italian Workshop on Neural Networks Conference on Knowledge-based Intelligent Information and Engineering Systems, Part III. Heidelberg: Springer-Verlag, 2007: 645-652.
- [5] Ben-Elia E, Erev I, Shifan Y. The combined effect of information and experience on drivers' route-choice behavior[J]. Transportation, 2008, 35(2): 165-177.
- [6] Bonsall P. The influence of route guidance advice on route choice in urban networks[J]. Transportation, 1991, 19(1): 1-23.
- [7] Ericsson E, Larsson H, Brundell-Freij K. Optimizing route choice for lowest fuel consumption — potential effects of a new driver support tool[J]. Transportation Research Part C: Technilgies, 2006, 14(6): 369-383.
- [8] Ahn K, Rakha H. The effects of route choice decisions on vehicle energy consumption and emissions [J]. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 2008, 13(3): 151-167.
- [9] 孙燕,陈森发,黄鹄. 基于灰色评价理论的自适应最优路径选择[J]. 中国公路学报, 2003, 16(4): 87-90.
SUN Yan, CHEN Sen-fa, HUANG Kun. Adaptive optimal route selection based on gray evaluation theory[J]. China Journal of Highway and Transport, 2003, 16(4): 87-90. (in Chinese)
- [10] 孙燕,陈森发,亓霞,等. 基于灰色系统理论的最优路径选择方法[J]. 土木工程学报, 2003, 36(1): 94-98.
SUN Yan, CHEN Sen-fa, QI Xia, et al. Optimal route selection method based on gray system theory [J]. China Civil Engineering Journal, 2003, 36(1): 94-98. (in Chinese)
- [11] 林震,杨浩. 交通信息服务条件下的出行选择分析[J]. 中国公路学报, 2003, 16(1): 87-90.
- [12] Gregory A J, Jackson M C. Evaluation methodologies: a system for use[J]. Journal of the Operational Research Society, 1992, 43(1): 19-28.
- [13] 陈珽. 决策分析[M]. 北京: 科学出版社, 1987.
CHEN Ting. Decision analysis [M]. Beijing: Science Press, 1987. (in Chinese)
- [14] 易平涛,郭亚军. 权重非独裁性条件下基于竞争视野优化的多属性决策方法[J]. 控制与决策, 2007, 22(11): 1259-1263, 1268.
YI Ping-tao, GUO Ya-jun. Multi-attribute decision-making method based on competitive view optimization under condition of weights nondictatorship[J]. Control and Decision, 2007, 22(11): 1259-1263, 1268. (in Chinese)
- [15] 马永锋,陆键,项乔君,等. 基于出行决策的公路网多目标最优路径算法[J]. 交通运输工程学报, 2007, 7(3): 100-105.
MA Yong-feng, LU Jian, XIANG Qiao-jun. Optimal route arithmetic with multigoals in highway network based on travel decision-making[J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2007, 7(3): 100-105. (in Chinese)
- [16] 任然,靳文舟,巫威眺. 基于多属性决策的最优路径选择模型[J]. 交通信息与安全, 2013, 31(2): 23-26.
REN Ran, JIN Wen-zhou, WU Wei-tiao. An optimal path selection model based on multiple attribute group decision-making[J]. Transport Information and Safety, 2013, 31(2): 23-26. (in Chinese)