

城市交通中车辆择路行为实证研究

张 杨¹, 贾建民^{1,2}, 黄 庆¹

(1. 西南交通大学经济管理学院, 成都 610031; 2. 香港中文大学工商学院, 中国香港)

摘要: 随机、时变的交通流分布, 偶发的交通事故等因素导致了路径随机的车辆旅行时间, 也决定了现实城市交通网络中只存在随机最短路. 已有的路径选择研究大都假设人们力求选择最短路, 而通过实际调查发现: 人们的择路行为依赖出行情景, 随出行目的、约束时间、对路径的熟悉程度以及路径的不确定程度而变化. 验证了城市交通中人们在不确定环境下的择路行为也符合展望理论.

关键词: 城市交通; 车辆路径选择; 展望理论; 实证

中图分类号: U491 **文献标识码:** A **文章编号:** 10007 - 9807 (2007) 05 - 0078 - 08

0 引 言

随着城市交通拥挤的出现, 随机最短路 (dynamic & stochastic shortest path, DSSP) 问题成为路径选择研究的热门问题. 已有的路径选择研究大都假定出行者在 ATIS (advanced traveler information systems) 引导下选择最短道路. 但是, 吴文祥, 黄海军^[1]对平行路网的研究发现, 信息并不是总能够降低出行费用, 而取决于网络的实际情况和具体结构; Huang & Lin^[2]通过模拟研究发现, 当系统中配置 ATIS 的车辆超过一定比例时, ATIS 的边际效果是递减的; 而且, Nakayama 等^[3]和 Jan 等^[4]通过实验研究发现, 现实中大多数出行者选择的不是最短路. ATIS 的诱导理论是否符合现实中人们的择路行为? 出行者是如何选择城市交通车辆路径的?

ATIS 理论核心是 DTA (dynamic traffic assignment) 模型, 但目前已有的 DTA 模型假设路径阻抗函数是任意时刻流量的增函数, 用路径阻抗函数来预测未来路段的期望旅行时间, 以此作为择路依据来诱导出行者; 而且假设出行者在不确定环境下的择路行为不存在个体偏好, 并完全按照

诱导信息来择路. 但 Daganzo^[5]指出: 利用流量 (进入路径时刻的流入率或流出率) 计算出行阻抗, 得到的结果都与现实相距甚远. 在随机、时变的交通网络中, 由于路段旅行时间受到达时刻的影响, 不能用期望旅行来预测路径旅行时间^[6]; Miller-Hooks E & Mahmassani H^[7]阐明路段期望旅行时间与随机旅行时间的差距, 并提出了适时择路的三个标准. 研究表明: 人们对交通诱导信息的接受程度是不一致的, 会随着出行经验以及使用信息系统的经验而变化. Adler^[8]的仿真研究发现: 使用过信息系统的司机反而更不愿意接受交通信息; Bansal^[9]和 Adler^[10]分别通过仿真、实验的方法研究发现: 随着对路网熟悉程度的增加, 出行者对交通诱导信息的依赖程度会降低. Vythoulkas 等^[11]认为人们的择路决策存在着行为偏好; Ridwan^[12]进一步指出, 行为偏好具有模糊性. 这些研究都表明 DTA 模型的假设前提与现实存在着巨大差距.

自适应、动态、随机、反馈、多行为主体和非线性的交通流^[13], 在线的信息以及开放的系统决定了城市交通网络的不确定性和高复杂性. Payne

收稿日期: 2006 - 01 - 13; 修订日期: 2007 - 07 - 05.

基金项目: 国家杰出青年科学基金资助项目 (70229001); 国家自然科学基金资助项目 (70271022).

作者简介: 张 杨 (1973—), 男, 河南信阳人, 博士, Email: zy6211@126.com.

等^[14]指出,没有一种算法能满足决策行为的复杂性与高适应性要求.现实城市交通中非理性的择路行为大量存在^[3,4].田琼等^[15]提出了瓶颈处通过停车换乘地铁以降低旅行时间的不确定性,建立了 bgit 随机均衡选择模型.黄海军等^[16]研究了高峰期内考虑出行者的时间延误成本和车内拥挤成本的公交车均衡乘车行为.这些研究为交通管理部门制定合理的票价、停车费用以及制度提供了理论依据.但这些研究都假设出行者在做出行决策时呈风险中性,心理学和行为决策学科在不确定环境下人们决策行为的研究取得了大量的成果,为随机最短路问题的研究提供了新的动力. Kahneman & Tversky^[17]提出的展望理论认为,人类在风险决策中存在: 损失规避原则; 收益时规避风险,损失时追求风险.参考点选择^[18]会影响人们对不确定问题的决策行为,而且边际效用递减.现实城市交通中,由于出行目的、时间约束、路网信息等因素,人们择路时同样存在着这种心理偏差.本文通过实证研究发现:人们在不确定环境中的车辆择路行为依赖环境,并符合展望理论.

1 交通环境分析

现实城市交通中,偶发的交通事故、在线的网络信息、系统的多行为主体参与以及决策行为的个体偏好存在决定了交通环境的不确定性.假定任意路段 x 在 $t, t \in [0, T]$ 时刻的旅行时间为 $c_x(t)$,假设符合正态分布.在随机时变的动态网络中,假设某路径含有路段 a 和 b ,由于后续路段 b 的旅行时间 $c_b[t + c_a(t)]$ 受紧前路段 a 的实际旅行时间 $c_a(t)$ 的影响,路径 ab 的旅行时间函数

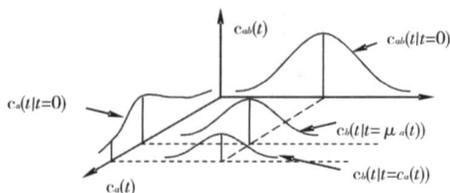


图 1 路径旅行时间函数

Fig 1 Function of travel time on route

$c_{ab}(t)$ 如图 1 所示.城市路网中,路段旅行时间的这种随机波动,使得整个路径(当含有多个路段时)旅行时间波动更大,对于同一 OD 对间的两条

路径,路径 1 的旅行时间都小于路径 2 的,其旅行时间的密度函数 $f_x(t)$ 、分布函数 $F_x(t)$ 如图 2 所示.即

$$\Pr\{c_1(t) < c_2(t)\} = 1$$

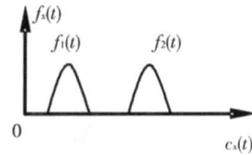


图 2a 路径 1 优于路径 2 的旅行时间密度函数图(无重叠)

Fig 2a Route 1 deterministically dominates Route 2 at time t

by the non-overlapping density functions

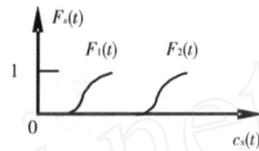


图 2b 路径 1 优于路径 2 的旅行时间分布函数图(无交错)

Fig 2b Route 1 deterministically dominates Route 2 at time t

by the nonintersecting distribution functions

式 这种情况不多;而现实中的实际情况往往是:路径 1 的旅行时间可能小于路径 2 的,也可能大于路径 2 的,如图 3、4 所示.即

$$0 < \Pr\{c_1(t) < c_2(t)\} < 1 \tag{2}$$

$$0 < \Pr\{c_1(t) > c_2(t)\} < 1 \tag{3}$$

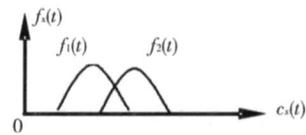


图 3a 路径 1 随机优于路径 2 旅行时间密度函数图(重叠)

Fig 3a Route 1 stochastically dominates Route 2 at time t by

the non-overlapping density functions

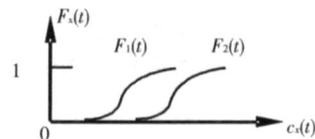


图 3b 路径 1 随机优于路径 2 旅行时间分布函数图(无交错)

Fig 3b Route 1 stochastically dominates Route 2 at time t by

the nonintersecting distribution functions

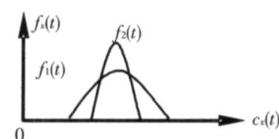


图 4a 路径 1 随机优于路径 2 旅行时间密度函数图(重叠)

Fig 4a Route 1 stochastically dominates Route 2 at time t by the

overlapping density functions

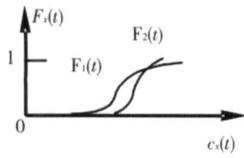


图 4b 路径 1 随机优于路径 2 旅行时间分布函数图 (交错)

Fig 4b Route 1 stochastically dominates Route 2 at time t by the intersecting distribution functions

面临图 3、4 所示的随机最优路径时,人们的决策行为变得极其复杂而无法找到最优路径,事实上也不去选择最优路径.按照 OIshavsky^[19], Payne 等^[20], De Palma 等^[21] 的研究结论:当决策行为过于复杂时,决策者通常会使用简单的决策策略.

按照传统的期望效用决策理论,出行者可以根据路径的旅行时间分布函数来确定不迟到的水平.即车辆择路行为为满足

$$Pr\{c_i(t) \leq \tau\} > Pr\{c_j(t) \leq \tau\} \quad (4)$$

出行者根据风险态度、出行的重要性来确定不迟到的水平,并根据路径的不确定旅行时间 t (由已知函数估计) 和道路熟悉程度来选择出行时间 (即约束时间 τ); 当然也可就已确定的约束时间 τ 来选择路径.

2 择路行为假设

现实城市交通中,当人们从某地到另一地时有 2 条车辆路径:第 1 条路经过城市中心,距离较短,但可能拥挤;第 2 条路环绕城市,距离较长,但较通畅.假设这两条路 t 时刻有相同的期望旅行时间 $\mu(t)$, 路径 1 旅行时间 $c_1(t) \sim N[\mu(t), \sigma_1^2(t)]$; 路径 2 旅行时间 $c_2(t) \sim N[\mu(t), \sigma_2^2(t)]$, 且 $\sigma_1^2(t) > \sigma_2^2(t)$. 根据期望效用决策理论,人们会偏好在约束时间内到达概率大的路径

$$Pr\{c_i(t) \leq \tau\} = \int_{-\infty}^{\tau} f_i(c) dc$$

$$\text{if } \sigma_1^2(t) < \sigma_2^2(t), \text{ 则 } \int_{-\infty}^{\tau} f_1(c) dc > \int_{-\infty}^{\tau} f_2(c) dc, \text{ 即人们会偏好路径 1;}$$

if $\sigma_1^2(t) = \sigma_2^2(t)$, 则 $\int_{-\infty}^{\tau} f_1(c) dc = \int_{-\infty}^{\tau} f_2(c) dc$, 即人们偏好路径 1 和 2 的程度一致,会随机选择;

if $\sigma_1^2(t) > \sigma_2^2(t)$, 则 $\int_{-\infty}^{\tau} f_1(c) dc < \int_{-\infty}^{\tau} f_2(c) dc$, 即人们会偏好路径 2

Kahneman & Tversky^[17, 18] 提出的展望理论认为,人们在不确定环境下的决策行为存在: 参考点依赖原则; 损失规避原则 (对损失的规避程度大于对同等收益量的追求程度; 收益时规避风险, 损失时追求风险; 边际效用递减原则. 如

图 5 所示.

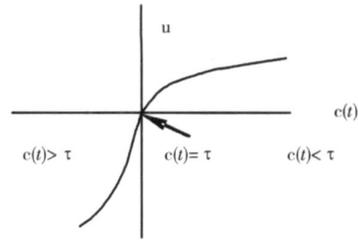


图 5 随机旅行时间的效用曲线

Fig 5 Utility function of the random travel time

人们会选择约束旅行时间为参考点,假定 t 时刻路径的旅行时间为 $c(t)$ 时的效用函数 $U = u[c(t)]$, 令 $u[c(t) | c(t) = \tau] = 0$ 根据展望理论提出的损失规避原则,有

$$0 < u(\tau - x) < -u(\tau + x) \quad x > 0$$

约束时间为 τ 时, 路径 $i (i = 1, 2)$ 的随机旅行时间的效用

$$U_i = \int_{-\infty}^{\tau} u[c(t)] f_i(c) dc + \int_{\tau}^{\infty} u[c(t)] f_i(c) dc$$

$$= \int_{-\infty}^{\tau} u[c(t)] f_i(c) dc + \int_{\tau}^{\infty} u[c(t)] f_i(c) dc$$

$$= \int_{-\infty}^{\tau} u(\tau - x) f_i(\tau - x) dx + \int_{\tau}^{\infty} u(\tau + x) f_i(\tau + x) dx$$

$$= \int_{-\infty}^{\tau} u(\tau - x) f_i(\tau - x) dx + \int_{\tau}^{\infty} u(\tau + x) f_i(\tau + x) dx$$

$$\text{if } \sigma_1^2(t) < \sigma_2^2(t), \text{ 式 (7) 可写为}$$

$$U_i = \int_{-\infty}^{\tau} u(\tau - x) f_i(\tau - x) dx + \int_{\tau}^{\infty} u(\tau + x) f_i(\tau + x) dx < 0 \quad (8)$$

由式 (8) 比较路径 1 和 2

$$U_1 - U_2 = \int_{-\infty}^{\tau} [u(\tau - x) + u(\tau + x)] f_1(x) dx - \int_{-\infty}^{\tau} [u(\tau - x) + u(\tau + x)] f_2(x) dx$$

$$= \int_{-\infty}^{\tau} [u(\tau - x) + u(\tau + x)] f_1(x) dx < 0$$

因此,当约束时间等于期望旅行时间,大多数出行者择路时会偏好路径 2 这与期望效用理论假设的路径选择偏好不同.

根据展望理论,提出以下假设:

H1: 面对不确定旅行时间的车辆路径,人们迟到比早到的感受更剧烈,符合损失规避原则

H2: 人们择路时对路径不确定旅行时间的敏感度随远离参考点而递减

H3: 面对不确定旅行时间的车辆路径,收益时人们择路规避风险;损失时人们择路追求风险

H4: 面对不确定旅行时间的车辆路径,人们为途中预留的时间随出行重要性的增加而增加

人们对路径的熟悉程度会影响其对路径旅行时间不确定因素的感知;路径旅行时间不确定程度客观上决定了约束时间内到达的概率水平.因此,我们假设:

H5: 面对不确定旅行时间的车辆路径,人们为途中预留的时间随对路径熟悉程度的增加而减少

H6: 面对不确定旅行时间的车辆路径,人们为途中预留的时间随旅行时间不确定性的增加而增加

3 实证研究

根据展望理论提出的假设是否符合城市交通中人们选择车辆路径的实际行为,这有待于实证.

3.1 研究方法

本次研究的调查对象:成都市某汽车维修点对汽车进行维修、保养的驾驶员和部分在读 MBA 学员以及本人大学、研究生时期的同学,共计 385 人.

正式的调查工作于 2005 年 10 ~ 11 月完成.在正式调研前,对部分在读 MBA 学员进行了试调研并对问卷进行改进(以比较受访者在不同情景下的行为变化).本调查采用发放书面问卷(311

份)和 Email(74 份)形式进行.通过分组集中或个别讲解后,要求受访者对问卷设计的各种情景进行选择.调查共发放问卷 385 份,截至 2005 年 11 月 11 日回收 296 份,回收率 76.88%,其中有效问卷 238 份,有效率 80.41%.我们用 SPSS 数据分析软件对问卷进行了样本对比分析.

3.2 择路行为的损失规避原则研究

将人们对出行情况的满意度从低到高分 9 级,调查发现:人们准时到达的满意度均值为 6.28,迟到 5m in 的满意度均值为 2.37,提前 5m in 的满意度均值为 7.38;迟到 10m in 的满意度均值为 2.05,提前 10m in 的满意度均值为 7.41.迟到比提前的感受剧烈(迟到 5m in: $6.28 - 2.37 = 3.91$,提前 5m in: $7.38 - 6.28 = 1.1$;迟到 10m in: $6.28 - 2.05 = 4.23$,提前 10m in: $7.41 - 6.28 = 1.13$),验证了 H1 和 H2,如图 6 所示.

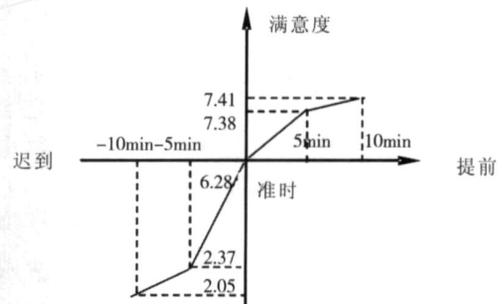


图 6 到达时间不同时的满意度

Fig 6 Satisfactory level with different arrival time

结论 1 人们的择路行为符合损失规避原则

结论 2 人们择路时对路径不确定旅行时间的感受符合敏感度递减原则

3.3 择路行为的理论假设研究

当约束时间分别为 30、35、40 和 50m in 时,人们的路径选择情况见表 1(其中 p 为显著性水平,即根据实证研究的样本验证相应假设所冒的风险).

表 1 不同约束时间下人们的路径选择情况表

Table 1 Route choice with different restrain time

约束时间 (min)	出行目的	受访量	路径 1 (20 ~ 50 min)	路径 2 (30 ~ 40 min)	p 值
30	赶飞机	238	153	85	< 0.01
35	赶飞机	238	53	185	< 0.01
40	赶飞机	238	37	201	< 0.01
50	赶飞机	238	63	175	< 0.01

由表 1知:当约束时间大于期望旅行时间时,人们的择路偏好路径 2,约束时间小于期望旅行时间时,人们的择路偏好路径 1,当约束时间等于期望旅行时间时,人们的择路偏好路径 2 验证了 H3.

对表 1的讨论:选择路径 2的比例在约束时间为 50min 时比 35min、40min 时的下降了,参考文献 [22]对距离改变的解释,当约束时间内到达概率较高时,人们会追求另外的目标(距离最小化).

结论 3 人们的择路行为收益时规避风险,

损失时追求风险,符合展望理论.

3.4 择路行为的情景依赖性研究

通过改变调查问卷的情景设计,在出行重要性、约束时间、对路径熟悉程度和路径旅行时间不确定程度改变时,观察人们的选择变化.具体的操作如下:

1、其它条件保持不变,当约束时间分别从 30min 改变为 35min、从 35min 改变为 40min 和从 40min 改变为 50min 时,人们对上述两条路径选择的变化情况见表 2

表 2 随约束时间变化的择路行为变化情况表

Table 2 Change of route choice with different restrain time

约束时间改变 (m in)	出行重要性	路径选择改变率	平均改变率
30 35	赶飞机	47.48% (113/238)	40.13%
	赴宴	32.77% (78/238)	
35 40	赶飞机	22.27% (53/238)	25.63%
	赴宴	28.99% (69/238)	
40 50	赶飞机	30.25% (72/238)	31.72%
	赴宴	33.19% (79/238)	

由表 2知,当约束时间改变时,人们的择路也发生变化:约束时间从 35min 到 30min 时,人们的择路变化率(40.13%)大于约束时间从 35min 到 40min 的变化率(25.63%),说明人们对损失更敏感,也验证了 H1.

结论:约束时间影响人们的择路行为.

2) 其它条件保持不变,当出行重要性由重要(赶飞机)改变为一般(赴宴)时,人们对上述两条路径选择的变化情况见表 3

表 3 随出行重要变化的择路行为变化情况表

Table 3 Change of route choice with travel importance varied

出行目的改变	约束时间 (m in)	路径选择改变率	平均改变率
赶飞机	30	39.92% (95/238)	33.61%
	35	36.97% (88/238)	
赴宴	40	29.41% (70/238)	
	50	28.15% (67/238)	

由表 3知,人们的择路行为随出行重要性的改变而变化:择路变化率随约束时间的增加而递减;择路行为变化率随远离参考点而递减,符合敏感度递减原则,也验证了 H2

3) 其它条件保持不变,当出行重要性由重要(赶飞机)改变为一般(赴宴)时,人们的出行时间(为途中预留时间)选择变化情况见表 4

表 4 随出行重要性变化的出行时间变化表

Table 4 change of departure time with travel importance varied

出行目的改变	路 径	熟悉	预留时间 (m in)	不熟悉	预留时间 (m in)
赶飞机	路径 1 (20 ~ 50 m in)	71.85% (171/238)	49.53 39.79	73.53% (175/238)	59.49 46.13
	路径 2 (30 ~ 40 m in)	65.97% (157/238)	43.85 36.36	69.75% (166/238)	52.55 42.62

从表 4 知,人们为途中预留的时间及其变化率都随出行重要程度增加而增加,验证了 H4
结论: 出行目的影响人们的择路行为.

表 5 随熟悉程度变化的出行时间变化表

Table 5 Change of departure time with different familiarity to route

熟悉程度改变	路 径	赶飞机	预留时间 (min)	赴 宴	预留时间 (min)
熟悉	路径 1 (20 ~ 50 min)	67. 23% (160/238)	49. 53 59. 49	65. 55% (156/238)	39. 79 46. 13
	路径 2 (30 ~ 40 min)	79. 57% (187/238)	43. 85 52. 55	72. 27% (172/238)	36. 36 42. 62

从表 5 知,人们的出行时间选择随着对路径的熟悉程度的改变而变化:人们为途中预留的时间随路径熟悉程度的增加而减少,验证了 H5.

结论: 路网熟悉程度影响人们的出行时间

4) 其它条件保持不变,当人们对路径由熟悉改变为不熟悉时,人们的出行时间选择变化情况见表 5

选择.

5) 其它条件保持不变,当路径旅行时间不确定程度改变时,人们的出行时间选择变化情况见

表 6

表 6 随路径旅行时间不确定程度变化的出行时间变化表

Table 6 Change of departure time with different range of travel time changed

旅行时间不确定程度	出 行 目的	熟悉时出行时间改变	预留时间的变化 (min)	不熟悉时出行时间改变	预留时间的变化 (min)
路径 1 (20 ~ 50 min)	赶飞机	73. 11% (174/238)	49. 53 43. 85	62. 18% (148/238)	59. 49 52. 55
	赴 宴	64. 29% (153/238)	39. 79 36. 36	65. 97% (157/238)	46. 13 42. 62

由表 6 知,人们的出行时间选择随着路径旅行时间不确定程度的改变而变化:人们为途中预留的时间随路径旅行时间不确定程度的增加而增加,验证了 H6.

结论: 路径旅行时间不确定程度影响人们的出行时间选择.

通过对样本的统计发现:有 81. 51% (194/238) 的人路径选择随出行重要性、约束时间的改变而变化;有 98. 32% (234/238) 的人出行时间选择随路径熟悉程度、路径旅行时间不确定程度的改变而变化.

结论 4 人们的择路行为依赖于出行情景,受出行重要性、约束时间、道路熟悉程度和路径旅行时间不确定程度等影响.

4 结束语

本文分析了现实城市交通中路径旅行时间的

不确定特性,提出了不确定环境下人们择路行为的展望理论假设,问卷调查结果验证了该假设的正确性.实证研究发现,不确定环境下人们选择车辆出行时间和路径的行为依赖于约束时间、出行重要性、对路径熟悉程度和路径旅行时间不确定程度等情景因素,这些行为特征符合 损失规避原则; 收益时规避风险,损失时追求风险; 边际效用递减原则.这表明:已有路径选择研究的“最小化旅行距离(时间)”理性假设与现实存在着明显差距.

基于对人们择路行为特征的认识,希望能够更好地预测城市交通流的分布和变化规律;将这些行为特征反映到交通流预测模型和相应的择路策略中,从而为改善城市交通管理提供理论基础(如人们面临迟到时对时间更敏感,就很可能超速或闯红灯而造成安全隐患);可以针对个体出行者具体的出行特性提供出行时间和路径选择指导.

参 考 文 献:

- [1] 吴文祥, 黄海军. 平行路径网络中信息对交通行为的影响研究 [J]. 管理科学学报, 2003, 6(2): 12—16
Wu wen-xiang, Huang Hai-jun Study on behavior impacts caused by travel information systems in parallel route network[J]. Journal of Management Sciences in China, 2003, 6(2): 12—16 (in Chinese)
- [2] Huang Hai-jun, Lin Xing-qiang A multi-class dynamic user equilibrium route and departure time choice problem in queuing networks with advanced traveler information[J]. Journal of mathematical modeling and algorithms, 2003, 2: 349—377.
- [3] Nakayama S, Kitamura R. A Route Choice Model with Inductive Learning[C]. The TRB 79th Annual Meeting, Washington, DC, 2000.
- [4] Jan O. Horowitz A J, Peng Z R. Using GPS Data to Understand Variations in Path Choice[C]. The TRB 79th Annual Meeting, Washington, DC, 2000.
- [5] Daganzo C F. The cell transmissions model a simple dynamic representation of highway traffic[J]. Transportation Research B, 1994, 28(4): 269—287.
- [6] Hall R. The fastest path through a network with random time-dependent travel times[J]. Transportation Science, 1986, (20): 182—188
- [7] Miller-Hooks E, Mahmassani H. Path comparisons for a priori and time-adaptive decisions in stochastic, time-varying networks[J]. European Journal of Operational Research, 2003, (146): 67—82.
- [8] Adler J L, McNally M G. In laboratory experiments to investigate driver behavior under advanced traveler information systems[J]. Transportation Research C, 1994, 2(3): 149—164.
- [9] Bonsall P. Analyzing and Modeling the Influence of Roadside Variable Message Displays on Drivers' Route Choice in World Transportation Research[C]. Proceedings of the 7th WCTR, 1996, 1: 1—25.
- [10] Adler J L. Investigating the learning effects of route choice guidance and traffic advisories on route choice behavior[J]. Transportation Research C, 2001, 9(10): 1—14.
- [11] Vythoulkas P C, Koutsopoulos H N. Modeling discrete choice behavior using concepts from fuzzy set theory, approximate reasoning and networks[J]. Transportation Research C, 2003, 11(1): 51—73.
- [12] Ridwan M. Fuzzy preference based traffic assignment problem[J]. Transportation Research C, 2004, 12(3/4): 209—233.
- [13] 黄海军. 城市交通网络动态建模与交通行为研究 [J]. 管理学报, 2005, 2(1): 18—22
Huang Hai-jun Dynamic modeling of urban transportation networks and analysis of its travel behaviors[J]. Chinese Journal of Management, 2005, 2(1): 18—22 (in Chinese)
- [14] Payne J, Betman J, Johnson E. Adaptive strategy in decision making[J]. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 1988, 14: 534—552.
- [15] 田琼, 黄海军, 杨海. 瓶颈处停车换乘 logit 随机均衡选择模型 [J]. 管理科学学报, 2005, 8(1): 1—6
Tian Qiong, Huang Hai-jun, Yang Hai Mode choice models based on logit stochastic equilibrium in transportation systems with park-and-ride option[J]. Journal of Management Sciences in China, 2005, 8(1): 1—6 (in Chinese)
- [16] 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 Hai-jun, 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)

- [17] Kahneman D, Tversky A. Prospect theory: An analysis of decision under risk[J]. *Econometrica*, 1979, 47: 2, 263—291.
- [18] Tversky A, Kahneman D. Loss aversion in riskless choice: A reference-dependent model[J]. *The Quarterly Journal of Economics*, 1991, 106: 4, 341—350.
- [19] Oshavsky R W. Task complexity and contingent processing in decision making: A replication and extension[J]. *Organizational Behavior and Human Performance*, 1979, 24: 300—316.
- [20] Payne J, Betman J, Johnson E. *The Adaptive Decision Maker*[M]. New York: Cambridge University Press, 1993.
- [21] De Palma A, Meyer G M, Papageorgiou Y Y. rational choice under an imperfect ability to choose[J]. *American Economic Review*, 1994, 84: 419—440.
- [22] Charles M H, Patrick J K, Donald R L. Travel configuration on consumer trip-chained store choice[J]. *Journal of Consumer Research*, 2004, 31 (2): 241—248.

Vehicle routing choice in urban traffic

ZHANG Yang¹, JIA Jian-min^{1,2}, HUANG Qing¹

1. School of Economics and Management, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China;

2. Faculty of Business Administration, the Chinese University of Hong Kong, Hong Kong, China

Abstract: With the occasion of accident, the stochastic and time-dependent traffic flow causes the uncertainty of travel time in urban traffic, which decides that there only exists dynamic stochastic shortest route. The paper presents a conclusion that vehicle routing choice is context-dependent and varies with traffic importance, time to be used for route, the range of travel time and traveler's acquaintance to the route, which is different from the existed hypothesis. Based on the empirical study, the paper gives a conclusion that vehicle routing behavior fits for the prospect theory.

Key words: urban traffic; vehicle routing choice; prospect theory; empirical study