

文章编号:1005-0523(2012)06-0102-07

基于消费者决策心理的公交换乘算法的设计

颜桂梅¹,林宇洪²,郭建钢²

(福建农林大学 1. 金山学院; 2. 交通学院, 福建 福州 350002)

摘要:为了让公交乘客在心理上真正树立“公交优先”的消费理念,通过对乘客的消费决策心理进行调查与分析,设计了3种换乘搜索算法,建设了换乘查询短信平台,为乘客提供查询服务。运行结果表明:“经过权重改良的树形搜索算法”满足了乘客个性化的消费偏好,有助于改善乘客的消费体验。而“同心圆搜索算法”能够从消费观念上引导乘客形成更加绿色健康的混合出行习惯,节能减排,促进公交网络的优化。

关键词:消费心理;公交优先;公交换乘;短信平台

中图分类号:U491

文献标志码:A

公共交通是城市重要的交通基础设施,是关系民生的公益事业。目前交通拥堵已成为城市运行管理中的突出矛盾之一,许多城市制定了“单双日限行”、“限电禁摩”等限制性交通政策,并提出了公交优先的发展战略,作为城市主动脉的公交系统将承担起缓解交通压力的重担。公交优先指市内客运交通以大容量、快速度的大公交系统(包含公交车、出租车、地铁、轻轨)为主,以其他交通工具为辅。2010年8月课题组在福州市对公交环境进行调查,调查表明:福州市在公交优先方面给予了充分的政策支持、加大了财政扶持力度、加强了基础设施建设、改善了公交技术装备。但是,公交出行和私家车、电动摩托车之间依然产生了剧烈的竞争。调查认为,部分公交乘客消费体验不理想,在消费决策心理上不能做到“公交优先”^[1]。课题组从消费者决策心理分析入手,设计了一个公交车换乘短信查询平台,服务于高校师生,为师生公交出行提供了参考方案,运行已1年,使用效果良好。

1 公交乘客消费决策心理分析

课题组于2011年6月份对福建农林大学师生做了公交问卷调查,发放400份,回收有效问卷311份,其中有260位学生及51位青年教师填写了有效问卷。列举几项数据见表1。调查表明了消费者从心理上对时间、费用、舒适感考虑的权重不同,因而影响了最终的消费决策^[2]。表1中的第6项虚构了50 min内要从福建农林大学至福州市火车站的情景:① 36.3%的乘客选择“寻找出租车并全程乘坐出租车”,这一方案早午晚三次实测平均费用38元,时间约35 min,但是存在等不到出租车的风险;② 35.4%的乘客选择“公交和出租车混合方式出行”,利用公交车进入市区出租车较多的区域,再换乘出租车,三次实测平均费用27元,时间约42 min;③ 11.6%的乘客选择“电话招唤出租车”,三次实测平均费用41元,时间约32 min;④ 16.7%的乘客选择“全程乘坐公交车”,三次实测平均费用1元,时间约62 min。以上时间包含了等车时长、寻车时长。

收稿日期:2012-10-22

基金项目:福建省教育厅基金课题(JB11099S);福建农林大学青年教师科研基金项目(2011XJJ32)

作者简介:颜桂梅(1978—),女,讲师,硕士,研究方向为心理学、人力资源。

表1 调查统计结果
Tab.1 Statistical Results

序号	问题	选项	选择比例	补充说明
1	在日常生活中,您从学校出发至八一七南路的安泰新华图书城,首选何种出行方式?(单选)	A. 公交车(2元,50 min)	183人占58.8%	交通费用和交通时间为早午晚三次的大致平均值。交通时间包含等待公交车及寻找出租车时长。
		B. 出租车(25元,20 min)	46人占14.8%	
		C. 自行车(0.2元,40 min)	55人占17.7%	
		D. 电动自行车(0.5元,20 min)	27人占8.7%	
2	您能接受的换乘查询方式有哪些?(多选)	A. 通过免费的手机渠道查询	298人占95.8%	① 乘客普遍认为手机查询最方便。 ② 乘客建议能够支持模糊查询,对站点周边的地名也能够查询。
		B. 114百事通咨询	213人占68.5%	
		C. 向好友询问	242人占77.8%	
		D. 查询地图或电子地图	98人占31.5%	
		E. 通过计算机上网查询	130人占41.8%	
		F. 直奔城市中心后查看站牌	37人占11.9%	
3	在换乘次数相同的情况下,您如何选择公交换乘方案?(单选)	A. 优先选择站点数最少的方案	66人占21.2%	① 换乘次数相同近似等同于费用相同。 ② 公交车座位宽松时能够带来更好的消费体验。
		B. 优先选择时间最少的方案	72人占23.1%	
		C. 优先选择总路程最短的方案	31人占10.0%	
		D. 优先选择座位宽松的方案	142人占45.7%	
4	需要多次换乘时,其中第1次乘车仅2站距离就要换乘,是否愿意采用其它方式代替该次乘车?(单选)	A. 步行2站距离代替乘坐公交车	133人占42.8%	在生活区或商业区,车站距离较近,许多青年人愿意以绿色方式代替乘坐短距离的公交车。
		B. 使用自行车代替乘坐公交车	75人占24.1%	
		C. 愿意支付1元短距离乘坐公交车	103人占33.1%	
5	在必须步行和公交混合出行时,喜欢把步行安排在什么阶段。(单选)	A. 起点阶段	155人占49.8%	多数人不愿意在中间阶段步行,担心不熟悉环境,找不着公交换乘点。
		B. 中间阶段	46人占14.8%	
		C. 终点阶段	110人占35.4%	
6	必须在50 min内,从学校出发至福州火车站,您会选择哪种出行方式。(单选)	A. 寻找出租车并全程乘坐出租车	113人占36.3%	① 968968交通服务平台可招呼出租车,收手续费。 ② 半数师生认为距离远的话全程出租车费用太高。
		B. 公交和出租车混合方式出行	110人占35.4%	
		C. 电话招唤出租车(手续费2元)	36人占11.6%	
		D. 全程乘坐公交车	52人占16.7%	

分析可知,多数青年师生在消费决策时有其共同点^[3],消费心理表现如下:在出行中求实惠,希望在不误事的前提下,尽可能地利用公交车出行。如果发现一次乘车距离不足2站,愿意用步行或自行车代替短距离的乘车。通过测量,2站距离在大学周边约1 km,在商业区约800 m,在住宅区约600 m。青年师生喜欢把步行阶段安排在混合出行的开始或结束阶段,这样有时可用自行车代步。但是本次调查也发现一部分师生在消费决策中有自己的独特考虑,表现出具有个性特点的消费偏好。有些乘客宁可多花些时间,也要选择座位宽松的公交线路,而有些乘客喜欢公交车、出租车混合出行^[4]。

2 换乘算法的研究

系统将为乘客提供3套具有代表性的方案:①为消费者个性需求定制的特殊方案,尽可能改善其消费体验,促进其在心理上能形成“公交优先”消费习惯。②提供满足大众化消费心理需求的方案,在多次换乘时尽可能安排第1次乘车线路在2站以内,鼓励乘客用步行或自行车的绿色方式代替第1次乘车。③假设乘客出行时间不充裕,为乘客提供快速方案,从起点向终点方向搜索出租车热点区域,提示乘客可在该区

域换乘出租车,并提供呼车热线电话。该方案是纯公交出行、纯出租车出行的折衷方案。

2.1 基本树形搜索算法

课题组参照树遍历的原理,设计了一种智能算法^[5]。以经过起点的公交线路为根,以经过根的线路为枝。同一路车的上行、下行视为不同线路,只考虑正在运营的线路,每条线路仅允许在树中出现一次,遍历树以寻找换乘解。从理论上,该方法能够求出各种换乘次数的所有解,但是考虑到公交乘客心理特点,应控制换乘次数,所以构建树时对枝的层数做出限制。经调查有91.3%的青年师生在消费决策过程中,认为换乘次数超过2次的换乘方案不能接受,将优先采用出租车、步行及公交车混合出行的方式。所以在树形搜索算法中最多遍历2层的枝即可,树的规模受到了限制,也有利于提高算法响应时间。见图1所示,搜索从“三中”至“上渡”的公交换乘方案,首尾相联的箭头表明遍历过程,在树中出现几个与终点同名的节点,即获得几种换乘方案,取其换乘次数最少且换乘次数相同时站点数最少的解法,即为最优解。

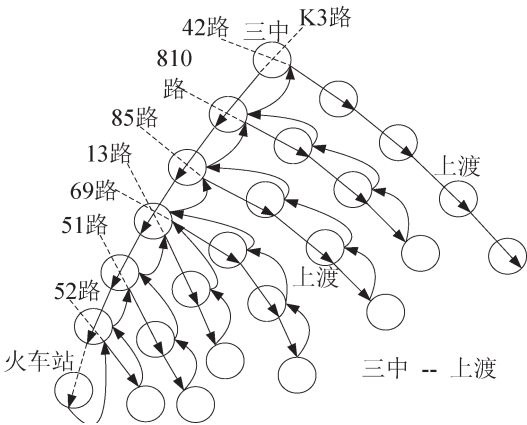


图1 树状遍历算法
Fig.1 Tree-model algorithm

2.2 权重改良的树形搜索算法

在树形搜索算法中加入权重影响因子^[6],设置方法见表2。引入权重后,树形搜索算法就演变成能够满足乘客消费偏好的定制算法。其中“座位宽松”的评优函数如公式(1)所示,此时乘客获得座位的概率最大。

min z = \sum_{i=1}^m (U_i - D_i) / s \tag{1}

式中: z 为座位宽松评价指标; U_i 为站点 i 的上车人数; D_i 为站点 i 的下车人数; m 为站点总数; s 为该公交车提供的座位数。

表2 权重设置表
Tab.2 Weight configuration

优先考虑的因素	起点与途经点权重	换乘点权重	终点权重
优先选择站点数最少的方案	1	1	0
优先选择时间最少的方案	本线路本站至下一站的行车时间	新线路本站至下一站的行车时间	0
优先选择总路程最短的方案	本线路本站至下一站的行车距离	新线路本站至下一站的行车距离	0
优先选择座位宽松的方案	本线路本站的平均乘坐人数	新线路本站的平均乘坐人数	0

本算法是一种计算动态数据的算法,根据公交车的GPS数据判断线路是否正在运营,由正在运营的线路来构建树,所以算法获得换乘方案是可以实现的。而其它同类换乘查询系统提供的换乘算法通常是静态的算法,即乘客在夜间发出查询时,却可能获得白天才可实现的换乘方案,将会影响乘客出行。

2.3 同心圆搜索算法

调查表明大多数青年师生在第1次乘车仅有2站时,愿意用步行或自行车代替短距离的乘车。因此系统针对大多数人的需求,设计了同心圆搜索算法。如图2

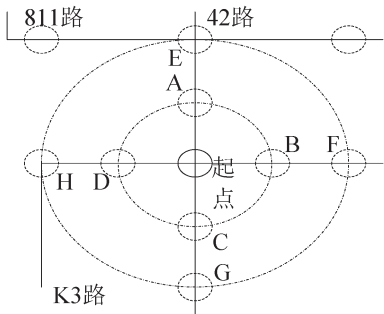


图2 同心圆算法
Fig.2 The concentric circle algorithm

所示。搜索算法解释如下:在不能从起点直达终点的时候,从起点搜索所有线路中相邻一圈站点,考察这些站点是否有线路可达终点。如果失败,则扩大一圈再逐点考察。例如,在图2中先逐个考察A,B,C,D是否有线路能达到终点,然后再考察E,F,G,H,起点至换乘点的交通距离必须控制在1km以内。

将同心圆考察方法加入树形搜索算法中,按图3流程工作。最后获得的换乘方案的特点如下:该算法首先考虑换乘次数 n 最少优先;在必须多次换乘时,考虑第1次乘车站点在2站以内优先。

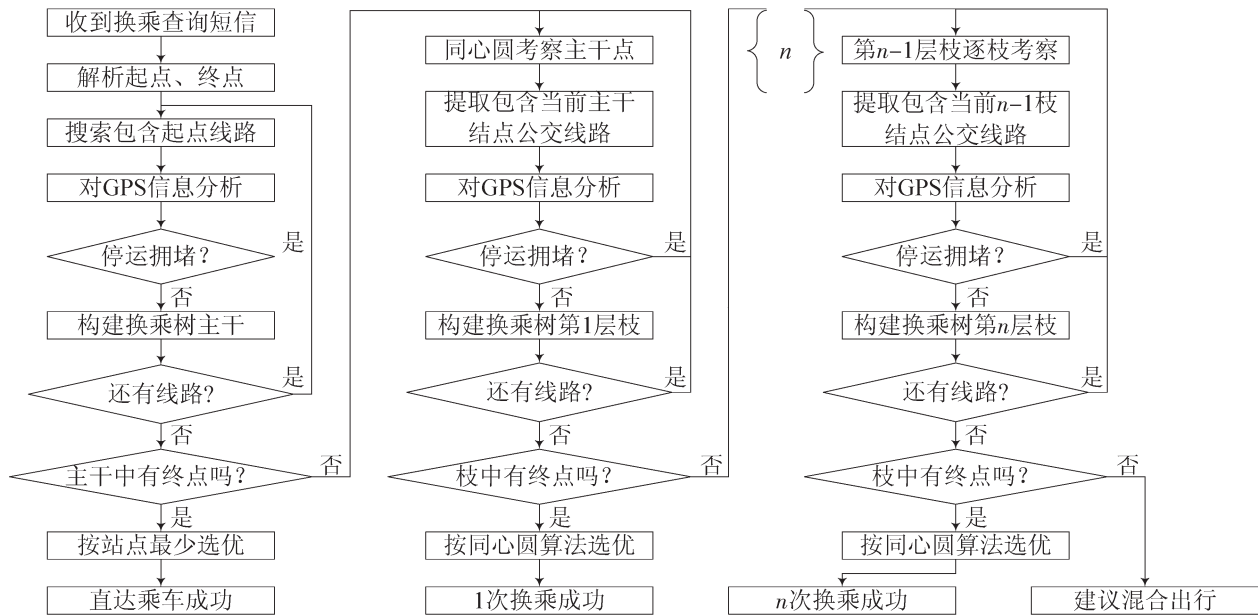


图3 同心圆搜索算法流程图
Fig.3 Flowchart of the concentric circle algorithm

3 短信平台的建设

大多数青年师生认为通过手机免费查询换乘方案是最便捷的查询方式,但是目前手机型号繁多,操作系统杂乱,无法编写一种手机软件就能在所有手机上良好运行^[7]。目前各种型号的手机都能完美支持超长短信功能,因此系统选择短信平台的开发模式,采用超长短信技术向乘客发送换乘方案。系统架构见图4。公交总公司由多台服务器构成计算云,接收并处理公交车实时发来的GPS信息,获知各线路的运营状态、站间距离、站间时间,为搜索算法提供动态数据。计算云集中受理消费者发出换乘查询请求,运行搜索算法,向消费者提供最优的公交换乘方案。在云计算的支持下,实现了手机硬件无关性,即使手机CPU计算能力很弱也能够快速获得换乘方案^[8]。

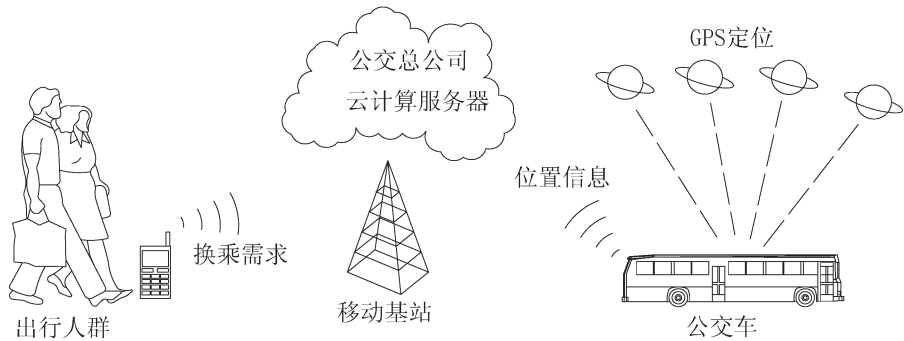


图4 系统架构图
Fig.4 System architecture

系统在试运行时发现,许多乘客不知起点、终点对应的公交站点的标准名称。如果在收到查询请求后,临时在GIS地图中模糊寻找起点、终点匹配的公交车站^[9],在测试机上约耗时3.7 s,CPU、内存负担重,求解效率低。因此编写程序,从GIS中导出每个地点最近的4个公交站点生成“车站匹配表”。并对地名字段建立索引^[10]。从此系统可脱离GIS地图检索地名,检索耗时约0.05 s。为了记录公交乘客个体消费偏好,对任何新出现的手机号,系统发送1条调查短信,调查内容见表1的第3项,当乘客做出选择后,将选择结果存入“消费偏好表”,为制定个性方案提供了依据。为了优化公交车与出租车混合出行的方案,课题组在市区调查了25个最容易招呼到出租车的地点,存储在“出租车热点表”,为制定快速方案提供了依据。

短信平台的开发过程详见文献[11],该文献介绍了短信平台的软硬件及工作流程。超长短信的开发详见文献[12],该文献提供超长短信的编码与解码。车载GPS端的开发详见文献[13],该文献介绍车载GPS端的结构、电路及GPRS通讯方式^[14]。这些模块均由本课题组开发,技术较为成熟,皆以投入商用。

4 系统运行实例

课题组于2011年7月在实验室架设了换乘查询短信平台,24小时工作。因为在实验中无法获得公交车实时GPS数据,因此准备了3套公交车线路数据,分别是7:00至19:00,19:00至22:00,22:00至7:00的公交车通畅状态表,按时间切换,避免查询者获得的换乘方案不能使用。对师生发放宣传卡片1500份,说明这是学校建设的一个公益性免费平台,介绍操作方法。师生很积极的参加系统测试,在寒暑假的出行高峰期,系统自动受理了最高达287条/日的查询请求。

例如收到内容为“天丰电子城#森林公园”的查询短信,系统按如下流程工作:①接收并解析短信,按“起点(任意分隔符)终点”的格式,取出起止地点;②模糊匹配起点、终点对应的公交站;③检索消费偏好,制定个性方案;④采用同心圆搜索算法,制定推荐方案;⑤制定快速方案,在搜索个性方案过程中,会获得一批待选方案,从中寻找一次乘车且10站以内到达出租车热点区域的方案;⑥构建超长短信,通过GPRS MODEM向查询者发送短信,内容如下:天丰电子城在“打铁垱站”附近,森林公园在“森林公园站”附近。个性方案:从“打铁垱站”乘“51路”至“五四路口站”共6站,换乘“72路”至“森林公园站”共13站,此方案座位较宽松;推荐方案:从“打铁垱站”乘“37路”至“儿童公园路站”共2站,换乘“54路”至“森林公园站”共21站,您也可步行至换乘点;快速方案:从“打铁垱站”乘“2路”至“外贸中心酒店站”共10站,此处出租车较多,可换乘出租车,出租车招呼热线电话968968。

系统选用3台旧计算机(单核CPU主频1.60 GHz、2 G内存)组成一个简单的云计算中心。接收并解析查询短信耗时0.13 s,系统随机选择一台计算机承担该短信的解析和计算,获得3种方案耗时1.86 s,发送超长短信耗时17.21 s,即用户发送查询短信后,约20 s后能收到系统回应。日后如果客户群增加,计算量增大,只须向云计算中心挂入新的计算机即可,计算耗时不会因为客户人群增长而增大,这是云计算架构的优势之一。短信平台Sim卡选择短信0.03元/条资费的公安金盾卡,每次回复信息长度通常在250字以内,采用基于GPRS MODEM短信技术费用为0.12元/次。如果采用网关短信技术后,回应时间可缩短至2.5 s,但是运营成本提高到0.24元/次。两种短信技术,可根据实际需要加以选择。青年师生通常使用校园套餐,每月获赠300条免费短信,所以查询费用为0。

5 结论

优先发展城市公交是贯彻科学发展观,建设环境友好型、资源节约型社会的重要举措,是提高交通资源利用率的有效手段,也是改善城市环境,提高城市竞争力,促进城市可持续发展的必然要求。然而要彻底地实现“公交优先”,不仅仅是加强城市基础设施软硬件的建设,还需要对乘客消费心理给予足够的重视^[15]。只有让消费者产生良好的消费体验,才能够在消费者内心真正树立“公交优先”消费决策理念。在此认识的基础上,课题组设计了3种换乘搜索算法,3种算法优缺点见表3。

表3 算法优缺点对比表

Tab.3 Algorithm comparisons of advantages and disadvantages

算法名称	优点	缺点	解决策略
基本树形搜索算法	① 能够求出两站点间的所有换乘解;② 换乘次数最少且换乘次数相同时站点数最少的方案为最优解	求出所有解耗时很大	限制换乘次数为两次,限制了树的规模
权重改良的树形搜索算法	① 按照个性偏好,定制不同的权重公式,保证最优解能够吻合客户决策心理;② 为动态算法,当GPS数据表明线路拥堵或停运,该线路的权重增大至无穷大。③ 总权重最小的方案为最优解。	需要获得客户偏好、GPS数据	对新出现号码,发出决策心理调查短信,个性偏好以号码为关键字,存进数据库
同心圆搜索算法	① 安排第一次乘车距离在两站以内,吸引公交乘客用步行或自行车混合出行;② 后续换乘过程采用权重树形搜索算法,其它优缺点和算法二相同。	客户不一定喜欢混合出行方案	仅作为推荐方案,供客户自行选择

其中“经过权重改良的树形搜索算法”满足了乘客在消费决策中产生的个性化偏好,有助于乘客对公交系统产生更多的好感。而“同心圆搜索算法”则试图从观念上引导消费者形成更加绿色健康的混合出行习惯。如果“同心圆搜索算法”算法能全面推广,影响到每一位乘客消费决策,能将一定范围(500 m至1 km半径^[16])的乘客吸引到个别公交线路较多的优质站点,提高这些站点客流量,从而发展成为公交换乘枢纽^[17]。这些换乘枢纽形成后,可升级采用更高效率的大型公交车,提高运输效率,减少排放,促进公交网络的优化。还能促进在优质站点周边形成更大规模的自行车存放服务点,使自行车、公交混合出行更加方便,能减少校园、商业区、住宅区内的汽车通行量^[18],降低生活空间的污染,减少居民区事故隐患,提高市民生活质量^[19-20]。

参考文献:

[1] 张秀敏,姚建明. 基于旅客心理需求的铁路客运服务综合评价模型研究[J]. 铁道运输与经济,2005(9):79-81.

[2] 曲思源,徐行方. 基于DEA的城际铁路列车开行方案评价[J]. 华东交通大学学报,2012,29(1):79-94.

[3] 傅冬绵. 交通系统中最少换乘算法及其实现[J]. 华侨大学学报:自然科学版,2001,22(4):348-350.

[4] 汪江红. 公交换乘系统研究及评价[D]. 西南交通大学硕士学位论文,2006:50-53.

[5] 郭建钢,伍雄斌. 多智能体技术在交通系统协调控制中的应用[J]. 华东交通大学学报,2005,22(6):38-41.

[6] 詹彩娟,潘晓东. 交通影响评价中交通量预测算法的实例检验[J]. 华东交通大学学报,2011,28(4):52-57.

[7] 郭建钢,林宇洪,庄清强,等. 彩信技术在交通违法主动告知中的应用[J]. 交通运输工程与信息学报,2011,9(3):5-11.

[8] 林宇洪,林森,邱荣祖. 基于RFID的林产品原料追溯系统的设计[J]. 森林工程,2011,27(4):34-37.

[9] 杨新苗,王伟,马文腾. 基于GIS的公交乘客出行路径选择模型[J]. 东南大学学报:自然科学版,2000,30(6):87-91.

[10] 林宇洪,林玉英,胡喜生,等. 后林改时期的林权WebGIS管理系统的设计[J]. 中南林业科技大学学报,2012,32(7):146-150.

[11] 林宇洪,景锐,景林. 森林防火手机短信平台的设计与实现[J]. 西南林业大学学报,2009,29(4):59-62.

[12] 胡为颖,林宇洪. 基于超长短信技术的林业运输信息平台的研制[J]. 西北林学院学报,2008,23(5):201-204.

[13] 林宇洪,沈嵘枫,邱荣祖. 南方林区林产品运输监管系统的研究[J]. 北京林业大学学报,2011,33(5):130-135.

[14] 林宇洪,张春霞,邱荣祖. 基于C#. net林业运输无线监察系统的开发[J]. 交通运输工程与信息学报,2010,8(3):99-104.

[15] 徐锦强,陈竹师,丁艺. 基于驾驶行为的车道变换模型研究及仿真[J]. 华东交通大学学报,2011,28(6):68-72.

[16] 吕慎,田锋,李旭宏. 组团式大城市客运综合换乘枢纽布局规划方法[J]. 交通运输工程学报,2007,7(4):98-103.

- [17] 胡华,杨晓光. 基于TOD的城市公共交通枢纽设计方法研究[J]. 交通与计算机,2007,25(2):106-110.
- [18] 王靖阳,李林波,王珺. 关于城市公共交通综合换乘枢纽建设的思考[J]. 交通科技与经济,2006(3):99-101.
- [19] 张娟. 基于人类心理需求的居住区规划设计[J]. 科技创业月刊,2007,(6):192-193.
- [20] 许海华,肖文颖. 基于VB、Matlab的交通事故现场勘查摄影测量系统的开发与应用[J]. 华东交通大学学报,2010,27(6):52-58.

The Design of a Bus Transfer Algorithm Based On Consumer Decision-making Psychology

Yan Guimei¹, Lin Yuhong², Guo Jiangang²

(1.Jinshan College, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China ; 2.College of Transportation, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China)

Abstract: In order to establish the philosophy of “bus priority” for the bus passengers, this study designed three types of bus transfer searching algorithms and constructed the SMS query platform by investigating and analyzing the consumption decision-making psychology of the passengers. The operation results showed that “the tree searching algorithm with weight improvement” could meet passengers’ personalized consumption preferences, which is helpful for enhancing their consumption experience. Meanwhile, the “concentric searching algorithm” could guide the passengers to form the mixed green and healthy travel habit from the perspective of consumption attitude, which may promote the optimization of the public transport network.

Key words: consumption psychology; bus priority; bus transfer; SMS platform

(上接第95页)

Inspirations of Extraterritorial Travel Contracts’ Legislative Modes and Contents to China

Guo Yinghua, Zhu Ying, Fu Lifang

(School of Law, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: With tourism entering a comprehensive development stage, the settlement of the tourist contract disputes in China has been unsatisfactory owing to the incomplete tourism legislative system. This paper firstly analyzes different legislative modes and contents of extraterritorial countries and regions, including special provisions, special chapter in the civil code, travel contract provisions in relevant bills for adjusting the tourist relationship, industry association standards and international treaties as well. Then, the domestic legislative status quo of travel contracts and justice dilemma are discussed, and inspirations from extraterritorial travel contract legislation are put forward accordingly. It maintains that the special provision of travel contract contents in “Tourism Law”, is of great importance for perfecting our tourism legislative system.

Key words: tourist contracts; legislative mode; special provisions