

基于卫星定位导航数据的景区旅游者空间行为模式研究——以鼓浪屿为例

Spatial Behavior Patterns of Tourists Based on Satellite Navigation Data—A Case Study of Gulangyu

LI Yuan

LIU Jiawei

YAN Zexing

WANG De

摘要: 卫星定位导航数据的广泛应用将为智慧景区的规划与管理提供指导。以卫星定位导航数据中的GPS轨迹为基础数据,以旅游者参观景点类型为聚类要素,定量分析鼓浪屿景区的旅游者行为模式。实证研究表明:1)GPS客观记录了旅游者的空间行为,通过构建行为链和采用聚类算法便于发掘旅游者的代表性行为模式;2)鼓浪屿案例结果表明存在4种行为模式,即历史文化-海岛沙滩型、美食购物型、历史文化-美食购物型和美食购物-历史文化-海岛沙滩混合型,美食购物在典型行为模式中占据较大比重;3)基于卫星定位导航数据的旅游者空间行为模式的量化研究结果为景区进一步空间优化和管理提供了决策依据。

关键词: 风景园林; GPS; 聚类分析; 景区; 行为模式; 鼓浪屿

文章编号: 1000-6664(2019)01-0073-05

中图分类号: TU 986

文献标志码: A

收稿日期: 2017-10-26

修回日期: 2018-05-19

基金项目: 国家自然科学基金项目“基于行为分析的景区人流模拟与空间优化——GPS与问卷结合的研究”(编号41671141)、福建省自然科学基金项目“游客景点选择行为导向的景区服务设施布局方法”(编号2015J01226)、厦门大学中央高校基本科研业务费资助项目(编号20720170046)和厦门市科技局项目“面向三维环境和大数据的旅游心理容量测算方法与规划设计平台”(编号3502Z20183005)共同资助

Abstract: The wide use of satellite navigation data will provide guidance for the planning and management of smart scenic areas. This paper quantitatively analyzes the tourists' behavior patterns of Gulangyu Island based on GPS tracking data and the type of scenic areas. The empirical research shows that: 1) GPS objectively records the spatial behavior characteristics of tourists; by constructing the behavior chain and using the clustering algorithm, it is possible to discover the representative behavior patterns of tourists. 2) The results of Gulangyu case show that there are four spatial behavior patterns, namely history and culture-island beach type, food and shopping type, history and culture-food and shopping type, and food and shopping-history and culture-island beach mixed type; food and shopping occupy a large proportion in the typical behavior patterns. 3) The proposed methods based on GPS are of great significance to further spatial optimization and management of scenic areas.

Keywords: landscape architecture; GPS; cluster analysis; scenic area; behavior pattern; Gulangyu

大数据背景下利用数字技术和分析模型有助于进一步理解与优化空间环境和行为方式^[1-5]。随着“智慧”理念在风景区的拓展与深化,智慧景区通过互联网、物联网、空间信息等技术的整合,实现了综合、实时、交互、精细和可持续的信息化景区管理与服务目标^[6],以及面向旅游者个性化定制、企业服务和政府公共服务与管理的智慧旅游建设目的^[7]。时空大数据将结合景区自身需要,成为景区向资源保护精明化、业务管理精细化、经营服务精准化发展的基础^[8]。

在信息技术领域,全球导航卫星系统(Global Navigation Satellite System, GNSS)广泛使用,包括美国的GPS、俄罗斯的GLONASS、欧盟的GALILEO,以及中国的北斗卫星导航系统等,提供的定位服务具有巨大的市场前景与应用潜力^[9-10]。其中,由于GPS发展历史长,在当前情况下基于GPS的应用领域较广且具有代表性。对于旅游景区,学者逐渐认识到基于GPS的景区旅游者行为模式分析有助于景区的规划设计和人流引导,可以有效解决智慧

景区建设中面临的旅游者体验与景区运营监管等问题^[8]。

从文献来看,利用GPS对景区旅游者基本行为特征的可视化探索较多^[11-12],包括分析轨迹和空间认知的差异^[13],不同时间段旅游者空间分布密度^[14],初次旅游者与回头旅游者的时空行为差异^[15]。然而,利用GPS数据开展景区旅游者行为模式的研究不多。究其原因,主要是行为模式的研究首先需要将连续的GPS轨迹转换为离散的行为链,这需要基于一定的规则判断,特别

是在景区尺度上这一规则较为复杂，人为操作工作量较大，且精度问题需要实践验证，因此对其实现造成了一定的困难。其次，行为模式的聚类要素选择需要一定的依据，能够体现行为模式产生的客观要素。为数不多的应用GPS进行景区旅游者行为模式的研究中，黄潇婷对香港海洋公园旅游者的行为模式进行分析，聚类要素为参与活动、停留时间和到访景点^[16]。总体来看，当前利用GPS行为链和到访景点功能开展旅游者行为模式的研究还不多见，此外，结合行为模式开展景区政策和空间优化的研究较为缺乏。

本文首先提出GPS行为链自动化提取方法；然后利用聚类分析开展旅游者行为模式探索；最后针对鼓浪屿申遗背景，开展合理性、改进性及对申遗线路影响的深化探讨。本文的贡献在于试图通过一定的规则，建立卫星定位导航数据和景区用地功能的关联，实现大数据背景下的景区规划和管理方面的量化探索。

1 研究案例与研究设计

1.1 案例与数据

鼓浪屿旅游资源丰富，为到访者提供了多种行为模式的选择，其案例具有一定代表性。2014年10月7日—2015年10月16日，对鼓浪屿上岛旅游者共发放GPS及配套问卷336份，回收312份，有效回收率为93.2%。为便于空间研究和政策制定，按主要道路及景点范围边界将鼓浪屿划分为54个景区单元，并根据每个单元包含的景点主要类型，命名为历史文化型、美食购物型、海岛沙滩型、社区型和码头5种类型(图1)。本文重点分析历史文化、美食购物和海岛沙滩这3种景点类型对旅游者行为模式的影响。

1.2 研究设计

首先开展GPS调研，提取旅游者行为链，采用K-Means聚类方法，基于景点功能类型对旅游者行为模式进行分类，总体技术路线如图2所示。关键操作包括4个部分：1)提取GPS行为链并进行数据转换，表达每一个旅游者对54个景区单元的选择结果和序列，如果有选择记录为1，没有选择记录为0；2)为使旅游者行为模式具有代表性，经过行为链筛选、码头去除和显著性分析，得到优化后行为链数据；3)利用K-Means聚类算法进行旅游者行为模式的分

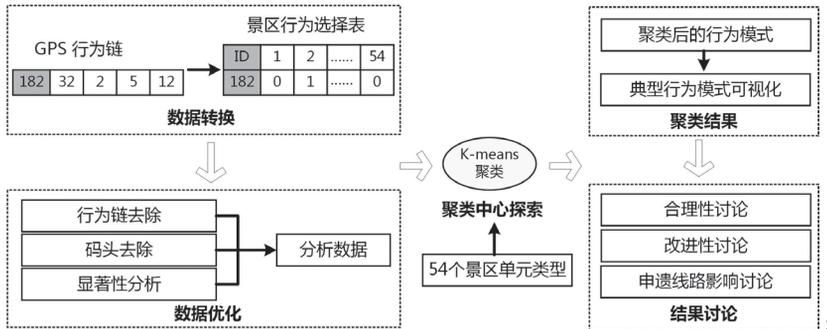
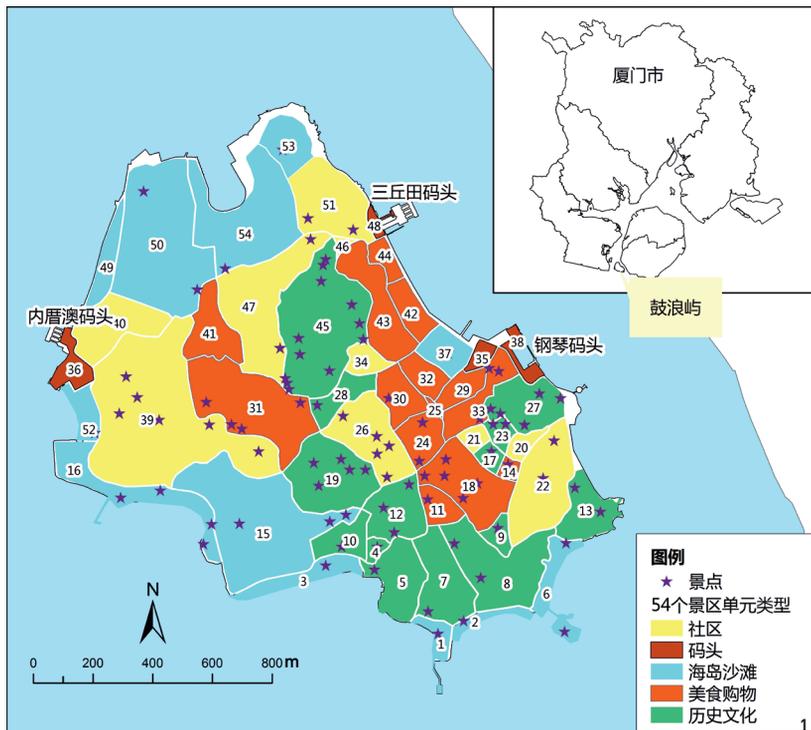


图1 鼓浪屿景点与景区单元空间布局图
图2 旅游者空间行为模式分析技术路线

类，提取出典型类型并开展可视化研究；4)对方法的合理性、改进性及鼓浪屿申遗线路的影响进行讨论。

2 关键方法

2.1 GPS行为链提取

本文提出一种适用于景区旅游者行为链提取的方法。1)数据清理：采用范围检测和平滑度检测2种方法筛选清理轨迹数据中的随机噪声。2)轨迹结构化：依据旅游者参观某一景点时具有活动空间小、停留时间长、移动速度慢等特点，采用栅格计时法识别出轨迹中的停留单元。3)轨迹意义增强：将结构化轨迹与地理信息数据进行空间叠加运算，给每个停留单元赋予实际活动信息。

2.2 聚类算法与数据优化

K-Means聚类算法是典型的基于距离的聚类算法，采用距离作为相似性的评价指标，聚类过程中距离较近的若干点将被划分到同一簇中，距离较远的将被划分到不同簇中。本文使用SPSS软件中的K-Means聚类方法对旅游者在鼓浪屿的空间行为进行分类。聚类分析涉及2个处理环节。1)数据优化。聚类分析前，需要对数据进行优化，包括的情形如下：因旅游者的不当操作导致GPS轨迹数据记录不完全行为链的长度过短，剔除长度小于5的行为链；码头区域为GPS发放处，对数据影响较大，剔除；对差异度F值得分小于2和显著性Sig.得分大于0.05的景区单元进行剔除。本文最终得到优化后的267

条行为链。2)K值优化。采用在可解释范围内分类最精细的结果为最佳方法寻找鼓浪屿旅游行为模式的最佳K值,最终经过多次试验,当K值为4时,每种类型均可以合理解释,且类型之间差异较大。

3 分析结果

3.1 行为链的统计分析

根据对鼓浪屿旅游者进行实际行为观察和场地调研,选取50m正方形网格和时间阈值为5min的标准提取行为链。研究统计了每一位旅游者编号、参观景区单位的顺序编号、参观步数、参观时间、参观路程、参观平均速度等信息。就样本数据来看,鼓浪屿旅游者平均参观路程为7.1km,平均参观步数为6.6步,在景区平均参观时长为5.5h,平均参观速度为1.38km/h。

将行为链的每一步按照OD表的形式进行统计,可以表达出景区单元之间的联系紧密程度。如图3所示,两点之间线的粗细代表以景区单元联系的强度和频率,线条越粗代表景区单元交往的频次越高。此外,图中红色方块表达的是个体旅游者停留栅格的累计程度,颜色越深,表明越多的旅游者在单元格内停留频率越大。

3.2 行为模式的聚类分析

鼓浪屿的54个景区单元包括历史文化型景区、海岛沙滩型景区及美食购物型景区,理论上旅游者行为模式可以分为两大类:单一型模式和混合型模式。其中,单一型是指旅游者在参观过程中所选择的景区类型都属于同一类,包括单一历史文化型、单一海岛沙滩型和单一美食购物型。另一类为混合型,指参观的景区类型覆盖了2种或2种以上,可分为历史文化-美食购物混合型、历史文化-海岛沙滩混合型、海岛沙滩-美食购物混合型及历史文化-海岛沙滩-美食购物混合型。因此,理论模型一共包括7种组合(图4)。

依据有效样本行为链长度,取各行为模式中选择概率最大的前7个景区作为该模式旅游者的景区选择结果,得到模式1为历史文化-海岛沙滩型,模式2为美食购物型,模式3为历史文化-美食购物型,模式4为美食购物-海岛沙滩-历史文化混合型。

从各类型样本量来看,4种类型样本量分别为51、105、42和69。4种行为模式的具体特

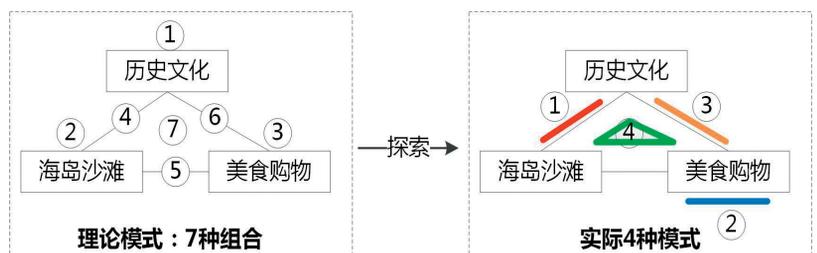
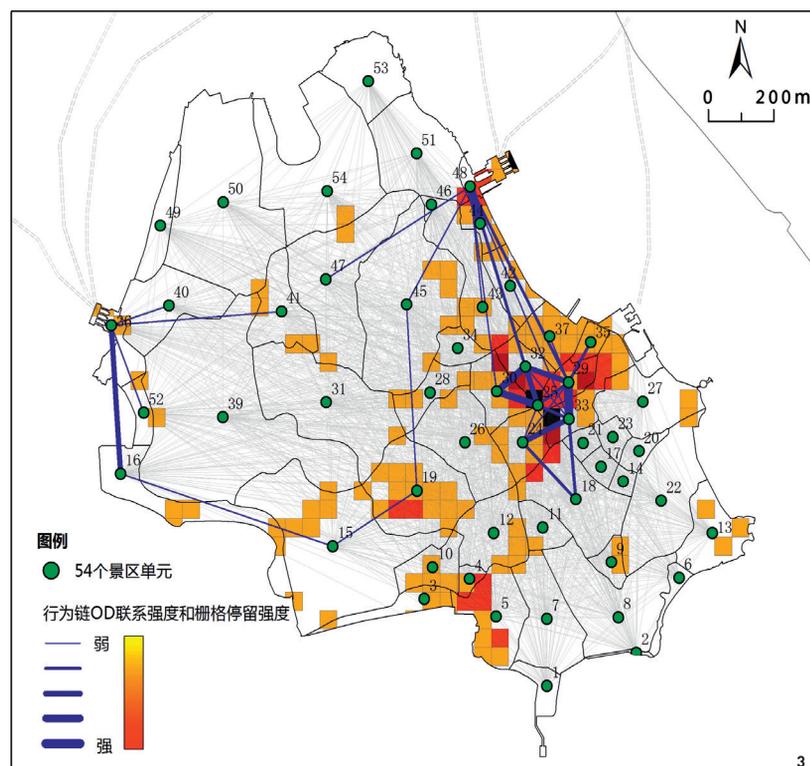


图3 旅游者行为链OD联系强度的GIS表达

图4 理论行为模式与实际行为模式

征如下。

1)模式1:历史文化-海岛沙滩型。在该模式下的旅游者对于景区单元19、3和5的选择概率分别为71%、51%和51%,分别对应日光岩、港仔后海滨浴场和菽庄花园。此外,参观景区单元15和16的概率分别为37%和29%,对应滨海景观和美华浴场。相较于其他3种模式,模式1旅游者对海岛沙滩类型的景观有更高的偏好。同时,模式1参观频率较高的景区还有景区单元45、4和12,包括风琴博物馆、国际刻字馆和黄家花园,在该模式下的旅游者主要对历史文化类景区进行参观,并辅以若干海岛沙滩型景区,因此本文将模式1归为历史文化-海岛沙滩型参观行为模式。

2)模式2:美食购物型。该模式下旅游者选择概率最高的7个景区单元分别是33、29、32、24、25、18和30,从景区空间分布发现这些景点都属于龙头路商业片区,其中景区25为龙头路的中心——“街心公园”。该模式下旅游者参观行为最突出的特点是对美食购物型景区的参观概率较高,最高的单元33概率达到了92%,最低的也有43%,而对海岛沙滩及历史文化型景区单元的参观概率都普遍低于20%。基于此特点本文将模式2归类为美食购物型参观行为模式。

3)模式3:历史文化-美食购物型。模式3的旅游选择概率较大的景区包括33、29、25、24、32等,对应龙头路商业街片区,选择概率都超过50%。此外选择景区5和19的概率分别为

88%和64%，对应菽庄花园和日光岩。参观概率较高景区单元为以龙头路商业街为主的美食购物区，以及日光岩、菽庄花园、国际刻字馆等历史文化类景区，因此将类型3命名为历史文化-美食购物混合型。

4)模式4：美食购物-历史文化-海岛沙滩混合型。该类模式中旅游者选择参观较多的景区包括景区单元32、29、30、25等龙头路商业街片区的美食购物区，且参观概率普遍都在50%以上，还包括景区单元16和28，分别对应美华浴场和三一堂的海岛沙滩与历史文化类景区。该模式旅游者对3种类型景区的选择以美食购物为主，而对另外2类景区无明显选择性差异，可以认为该模式旅游者的游览行为是以美食购物为主导并辅以历史文化类和海岛沙滩类景区的参观，综上可将其定义为美食购物-历史文化-海岛沙滩混合型。

3.3 行为模式的可视化分析

在归纳和比较旅游者行为模式的特点与差异后，抽选出4种典型行为模式的GPS时空轨迹结合问卷信息进行三维空间可视化分析(图5)。

4 讨论

4.1 行为模式对人群特征的合理性

根据问卷统计，参与调查的男性旅游者131位，女性旅游者181位，分别占总体样本的42%和58%，女性旅游者多于男性旅游者。旅游者年龄层次以18~35岁的青年为主，占被调查人数的91.4%。旅游者受教育程度普遍较高，本科或大专以上学历旅游者为主体人群，占78%。旅游者职业类型差异明显，其中，学生是鼓浪屿旅游者的最主要群体，占50.6%。从鼓浪屿的客源结构来看，旅游者来源地广泛，覆盖全国大部分省份，来自广东和福建的旅游者最多，其次是江苏和浙江，以及江西、湖南、上海等地，反映了鼓浪屿旅游者以省内旅游者以及周边距离较近的省外旅游者为主，且多来自于东南沿海地区。

分别统计4种模式旅游者的部分重要属性，可知美食购物-历史文化-海岛沙滩混合型的旅游者平均年龄最低为22.94岁，虽然各模式年龄相差不大，都在24岁左右，但模式4明显低于其他3种模式，说明年轻的旅游者更倾向于选择3种景区类型混合的旅游模式。模式3的男女比例与总体样本特征基本一致，因此模式3男女偏好的差异最小，而模式2与模式4的女性比例略高于男性比例，模式1男性比例略高于女性，反映出女性旅游者相对更偏爱美食购物型景点，而男性旅游者则更偏爱历史文化型景点。

模式1与模式3的联票购买率较高，主要是由于大部分历史文化型景区，如景区19(日光岩)、景区5(菽庄花园)和景区45(风琴博物馆)等都属于联票景区，模式1和模式3对历史文化型景区参观频率较高。模式3的联票购买率则达到了50%，明显高于模式1，可以理解为模式1的旅游者有到海岛沙滩类型景区游览的需求，参观自己感兴趣的景点，方便其进行自主选择，而模式3的旅游者则反映了对美食购物的偏好。

从参观时间、参观里程、行为链长度上来看，4种模式基本符合正相关，即参观时间、里程、行为链长度都随其中一项的增加而增加。其中模式3的3种属性值都为最高，平均参观时间为7h56min，参观里程为9.27km，行为链长度为10.93，其重要原因是模式3中有较大比例的旅游

模式1：
历史文化-海岛沙滩型



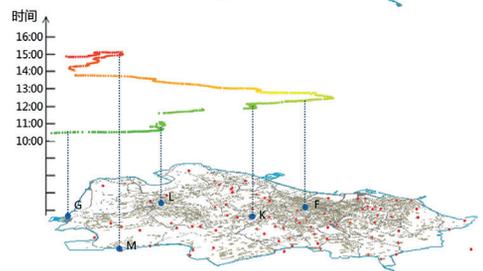
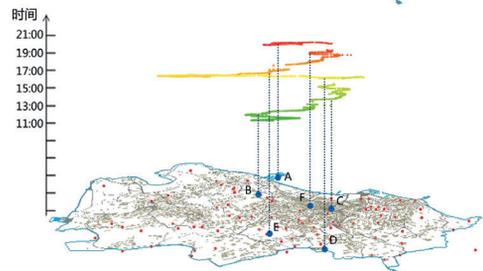
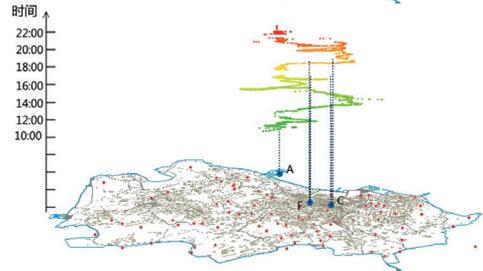
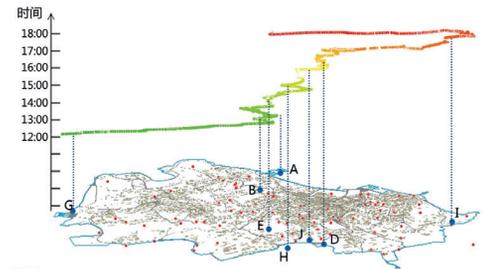
模式2：
美食购物型



模式3：
历史文化-美食购物型



模式4：
美食购物-历史文化-海岛沙滩混合型



图例 建筑物 道路 景点 已参观景点 时空路径
A 三丘田码头 B 八卦楼 C、F 龙头路商业街 D 菽庄花园 E 日光岩 G 内厝澳码头
H 港仔后海滨浴场 I 皓月园 J 国际刻字馆 K 三一堂 L 内厝澳商业街 M 美华浴场

图5 典型行为模式的GPS可视化分析

者购买了景点联票。模式1的参观时间最少，但行为链长度高于模式2和模式4，参观速度也相对较快，说明该类模式旅游者对希望到访的目的地景点具有明确计划，花费较短的时间参观了目标景点。4种模式旅游者参观速度差异不大，均反映了旅游活动节奏缓慢的特征。

模式4旅游者的满意度最低，该部分旅游者到访景点类型较多，对不同环境的感知容易形成较大反差，导致旅游情感体验的起伏。另外，该类旅游者观赏日光岩、菽庄花园等知名景点的频率较低，因此满意度较低，同时也存在缺乏合理的行程规划和有效引导的因素。

4.2 行为模式对景区管理的策略建议

4.2.1 空间结构的优化

旅游者空间行为模式的量化研究结果有助于进一步弹性鼓浪屿旅游空间结构的组织与优化。整体上来看，鼓浪屿旅游者客流存在明显的冷热不均的情况，比如旅游者主体仍然流向龙头路商业街，以及日光岩、菽庄花

园等景点分布的岛屿中东部至西南部的沿线上,内厝澳片区吸引力明显不足,旅游者以路过为主,较少停留,因此需要加强鼓浪屿北部景点的吸引力,及时调控核心景点与边缘景点的开发策略。对行为个体而言,在从旅游者个人轨迹的判断中发现,鼓浪屿街道纵横交错的特征容易导致旅游者的“迷失”现象,使其无法快速抵达目标景点,因此对不同行为模式偏好的场所空间可以加强必要的联系,如可以通过设置具有连续关系的墙面、绿化等,以设计层面的方式加以引导。另外,还可以通过丰富联票类别和范围,改善当前旅游者行为在空间分布上的不均衡性。

4.2.2 多样化服务供给

现有4种行为模式中体现出的满意度的差异或者不平衡性,将为政府政策制定提供参考,为企业进入旅游市场提供新的市场机会。首先,对于鼓浪屿管理者,可以提供更具针对性的旅游地形象宣传,通过导览系统和指示标示加强对旅游者的引导,从而吸引旅游者选择符合自身偏好的行为空间。其次,以旅行社为代表的旅游企业面对上述模式体现出的市场空缺也将快速进入新市场,通过为4种模式旅游者提供不同的旅游线路规划,或丰富既有旅游产品,定制差异性服务等形式优化服务内容,增强旅游者体验的同时提高经济效益。最后,对于旅游者自身,明确的旅游产品供给和清晰的模式选择也为其更好地满足个人意愿提供了便捷,同时也不排除新的旅游行为模式的出现,以进一步推动新的旅游要求的产生。

4.2.3 文化遗产地的管理

2017年鼓浪屿申报世界文化遗产成功使鼓浪屿国际社区作为世界文化遗产的普遍价值得以广泛认同。多元包容的历史文化是岛上最重要的特色,历史文化类景区应当受到开发保护的格外重视。研究发现鼓浪屿当前旅游行为模式中,美食购物在多数旅游者的行为中占据较大比例,特色餐饮小吃和纪念品商店已然成为鼓浪屿的一张“名片”。而后申遗时代,鼓浪屿景区有必要着重开发旅游行为模式1和模式3,应给予必要的支持。以申遗成功为契机,通过提升鼓浪屿文化旅游附加值,以历史文化类景点吸引更多旅游者到访,适时科学引导旅游者并提高其对于文化类景点的体验,疏解目前龙头路商业街的客流压

力,成为后申遗时代的工作方向。结合申遗要素和申遗线路,实现53个核心要素的均衡发展,开发各核心文化景区以缩小到访量差距,在提高旅游热度的同时提升申遗线路内涵。

5 结论

本文基于卫星定位导航数据开展了景区旅游者空间行为模式的探索,利用GPS和配套的问卷数据对旅游者行为链、景区行为模式进行了量化分析,在现有文献研究基础上尝试了GPS自动化处理方法和景区功能依托下的行为模式挖掘方法。实证案例研究发现:1)GPS客观记录了旅游者的空间行为模式,制定的行为规则有效,结合聚类算法便于发掘旅游者的代表性行为模式。2)鼓浪屿旅游者行为模式基于景区类型可以概括为“历史文化-海岛沙滩型”“美食购物型”“历史文化-美食购物型”和“美食购物-历史文化-海岛沙滩混合型”。岛上美食购物类景点旅游者参观频率最高,其次是历史文化,最低的是海岛沙滩。3)旅游者空间行为模式的量化研究结果有助于进一步弹性鼓浪屿旅游空间结构的组织与优化,为多样化的旅游市场服务提供依据。4)申遗背景下,基于用地功能的行为模式研究,有助于在空间上针对性地提出业态布局、旅游开发、旅游宣传等政策。

注:文中图片均由作者绘制。

参考文献:

- [1] 王德,王灿,朱玮,等.2014年青岛世园会参观者行为模拟分析[J].城市规划,2015,39(2):65-70.
- [2] 徐磊青,吴伟,万朋朋.澳门历史城区“活化”的探索研究:以游人分布的视角为例[J].南方建筑,2015(6):10-15.
- [3] 甄峰,秦萧,席广亮.信息时代的地理学与人文地理学创新[J].地理科学,2015,35(1):11-18.
- [4] 刘瑜,康朝贵,王法辉.大数据驱动的人类移动模式和模型研究[J].武汉大学学报:信息科学版,2014,39(6):660-666.
- [5] 塔娜,柴彦威,关美宝.北京郊区居民日常生活方式的

为测度与空间-行为互动[J].地理学报,2015,70(8):1271-1280.

- [6] 党安荣,张丹明,陈杨.智慧景区的内涵与总体框架研究[J].中国园林,2011,27(9):15-21.
- [7] 张凌云.智慧旅游:个性化定制和智能化公共服务时代的来临[J].旅游学刊,2012,27(2):3-5.
- [8] 党安荣,张丹明,马琦伟,等.大数据时代的智慧景区管理与服务探讨[J].西部人居环境学刊,2016,31(4):8-13.
- [9] 胡晓,高伟,李本玉.GNSS导航定位技术的研究综述与分析[J].全球定位系统,2009,34(3):59-62.
- [10] 季宇虹,王让会.全球导航定位系统GNSS的技术与应用[J].全球定位系统,2010,35(5):69-75.
- [11] 李渊,叶宇.社区记忆场所的分类与优化:以鼓浪屿为例[J].建筑学报,2016(7):22-25.
- [12] 李渊,丁燕杰,王德.旅游者时间约束和空间行为特征的景区旅游线路设计方法研究[J].旅游学刊,2016,31(9):50-60.
- [13] Taczanowska K, Gonz ález L, Garcis-Mass ó X, et al. Evaluating the structure and use of hiking trails in recreational areas using a mixed GPS tracking and graph theory approach[J]. Applied Geography, 2014, 55: 184-192.
- [14] Shoal N. Tracking technologies and urban analysis[J]. Cities, 2008, 25(1): 21-28.
- [15] Mckercher B, Shoal N, Ng E, et al. First and repeat visitor behaviour: GPS tracking and GIS analysis in Hong Kong[J]. Tourism Geographies, 2012, 14(1): 147-161.
- [16] 黄潇婷,张晓珊,赵莹.大陆游客境外旅游景区内时空行为模式研究:以香港海洋公园为例[J].资源科学,2015,37(11):2140-2150.

(编辑/马琳)

作者简介:

李 渊

1979年生/男/湖北荆门人/博士/厦门大学建筑与土木工程学院副教授/研究方向为旅游者空间行为、城乡规划新技术方法(厦门361000)

刘嘉伟

1990年生/男/福建莆田人/硕士/厦门市城市规划设计研究院规划师/研究方向为旅游者空间行为(厦门361000)

严泽幸

1994年生/男/甘肃金昌人/厦门大学建筑与土木工程学院在读硕士研究生/研究方向为城乡规划新技术方法(厦门361000)

王 德

1963年生/男/江苏泰兴人/博士/同济大学建筑城规学院教授,博士生导师/研究方向为城市规划新技术方法(上海200092)