

Spatial Statistics Methods and Relative Software Application in Tourism Studies

Fang Zheng, Ying Hou, Kui Yang

School of Resources and Environment, Ningxia University, Yinchuan Ningxia
Email: zhengf05@163.com

Received: Sep. 19th, 2017; accepted: Oct. 5th, 2017; published: Oct. 17th, 2017

Abstract

This study is based on principles and present research status quo of spatial statistics, integrating tourism research trends in spatial fields, and has made a summary and perspective study. The conclusions are as follows: Spatial statistics methods are mainly used in tourism spatial patterns, spatial distribution, spatial structure and spatial difference. Other themes like tourism flow, spatial transfer, spatial agglomeration, spatial competition and cooperation, spatial connection and spatial organization lacks application. Spatial autocorrelation approach has dominated in concrete methods used in tourism spatial studies and others need further application. In this paper, five attentions are proposed.

Keywords

Spatial Statistics, ArcGIS, GeoDA, Tourism

空间统计学方法及相关软件在旅游研究中的应用

郑芳, 侯迎, 杨奎

宁夏大学资源环境学院, 宁夏 银川
Email: zhengf05@163.com

收稿日期: 2017年9月19日; 录用日期: 2017年10月5日; 发布日期: 2017年10月17日

摘要

论文基于空间统计学的基本原理及研究现状, 结合旅游空间研究主题, 对空间统计学方法在当前旅游研

究中的应用进行总结, 研究发现: 当前研究主要集中在旅游空间分布、旅游空间结构及空间差异等方面, 对旅游流及空间转移、空间集聚、空间竞争及合作、空间联系、空间组织等方面的研究应用不够; 具体方法运用方面仅有空间自相关方法用得较多, 对其它方法的运用有待加强。此外, 论文提出了空间统计学方法在旅游研究中的5大注意事项。

关键词

空间统计学, ArcGIS, GeoDA, 旅游

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

空间统计分析由南非的地质学家 Krige 提出, 于 20 世纪 50 年代初开始形成, Mathron 和 Serra 对其进行了完善, 于 60 年代成为一门新的统计学分支[1], 此后许多学者开展了广泛深入的研究。空间统计学 (Spatial Statistics) 也称地统计学、地质统计学。国内外学者已对空间统计学的一些基本理论进行过研究, 并已广泛应用于地质、生物、土壤、林业、医学、环境、农业、人口、经济、地理等各个领域[2]-[14]。空间统计学在各领域的应用进展研究较多[3] [4] [15]-[21], 论文计划针对旅游研究领域的空间统计学实践做总结及展望研究。旅游的一个基本特点是旅游者必须离开惯常环境到非惯常环境中进行旅游活动, 旅游供需空间及旅游者的空间转移所引起的一些现象具有空间特点, 且空间统计与经典统计的区别恰恰在于其研究对象侧重于被统计主体的空间属性, 空间统计具有解释与阐述旅游空间属性的适宜性。旅游现象具有空间分异特征[22] [23], 如旅游资源、旅游产业发展和旅游地的空间分异、旅游客源市场和旅游流的空间分异、旅游地内部的空间分异及旅游接待设施的空间分异, 这些空间分异特征可以用空间统计学方法加以揭示。当前旅游方面的空间统计研究仅限于个别方法如空间自相关的应用, 对其它方法应用较少, 研究主题局限于空间分布、空间结构、空间差异等[24] [25] [26] [27] [28], 其中文献[26]是总结性研究。对于空间统计应用软件, 使用频率较大的是 ArcGIS 和 GeoDA、OPEN GeoDA 等相关软件[10] [13] [17] [29], 其它软件亦有所应用[24] [30], 但总体上应用不够尤其体现在各方法集成方面的不足, 因此强化旅游研究领域空间统计学及相关软件的应用具有重要意义, 不仅可以丰富旅游空间研究的方法体系及内容, 同时也能推进空间统计学方法的应用实践。

2. 旅游空间分布

旅游系统由三部分组成, 即旅游客源地、旅游目的地及旅游通道。旅游客源地即游客来源, 具有空间意义: 客源地的旅游者到达旅游目的地经由旅游通道, 涉及空间转移, 旅游目的地旅游资源或旅游吸引物及相关接待设施具有空间分布特点, 且空间统计学对于类似“点”状要素的空间分布、集聚状况、空间相互作用及空间联系等方面的揭示作用较强, 且空间统计学具有直观性, 可以较好的表达旅游空间分布现状及态势。旅游资源、旅游接待设施及旅游地、旅游景区景点等的空间分布状况、聚集性、空间布局演变、发展中心选择等均可借用空间统计学原理及相应软件实现。

对于空间分布或布局判断, 一般认为有三种模式, 即随机分布、聚集分布及分散分布, 对于旅游资源、旅游接待设施及旅游地、景区的布局判断, 均可采用最邻近点指数进行计算, 具体操作需借助 ArcGIS

软件(8.0 版本以后)中的空间统计学模块(spatial statistics tools), 其中有 analyzing patterns, 选择最邻近分析(average nearest neighbor), 通过相关选项的选择, 即可得到研究对象的布局模式, 具体结果形如图 1, 包括最邻近点指数值、点状要素布局判断结果及显著性水平。执行这项任务有几个要求: 第一是这些点在同一图层中; 第二, 所有点在进行运算时必须框定在一个范围内, 即操作中的“面积”选项, 具体操作时可借助 utilities 工具集下面的“calculate area”工具; 第三关于比例尺大小的问题, 比例尺不同, 得出的结果有所不同, 因此在执行操作时一定要在一定比例尺、范围等前提下进行, 在阐述结果时也必须把这些前提一并写出。此外, 也可用 analyzing patterns 下的空间自相关(Spatial Autocorrelation)工具, 检验要素的布局模式。具体结果会返回 Moran's I Index 值以及 Z Score 值。如果 z score 值小于-1.96 或大于 1.96, 那么返回的统计结果就是可信值。如果 z score 为正且大于 1.96, 则分布为聚集的; 如果 z score 为负且小于-1.96, 则分布为离散的; 其他情况可以看作随机分布, 具体见图 1。上述两种方法均可用于旅游系统中各点状要素甚至是可被看成点状要素的面状要素的空间布局测算, 且可针对全局及部分要素甚至是区域要素对比进行判断。

对于大尺度旅游空间的局部集聚程度判断, 如长江三角洲高级别景区及星级旅游饭店的分布聚集情况, 可用 analyzing patterns 下的 high/low clustering (Getis-ord general G), 即是经常提到的 G 指数, 其结果返回 general G index 值和 Z Score 值, G 值越高, 越趋向于高聚类, 相反为低聚类; Z 值越大, 要素分布趋向高聚类, 相反为低聚类。在研究海南省三亚市星级酒店分布最为密集的中心区域, 可采用 ARCGIS 的空间统计学模块中的相关工具“平均中心”(mean centre)来确定; 还可以查找距离所有要素距离最短的要素, 即中心要素(Central Feature)工具。

Nearest Neighbor Ratio: 1.000316
Z Score: 0.004321
p-value: 0.996552

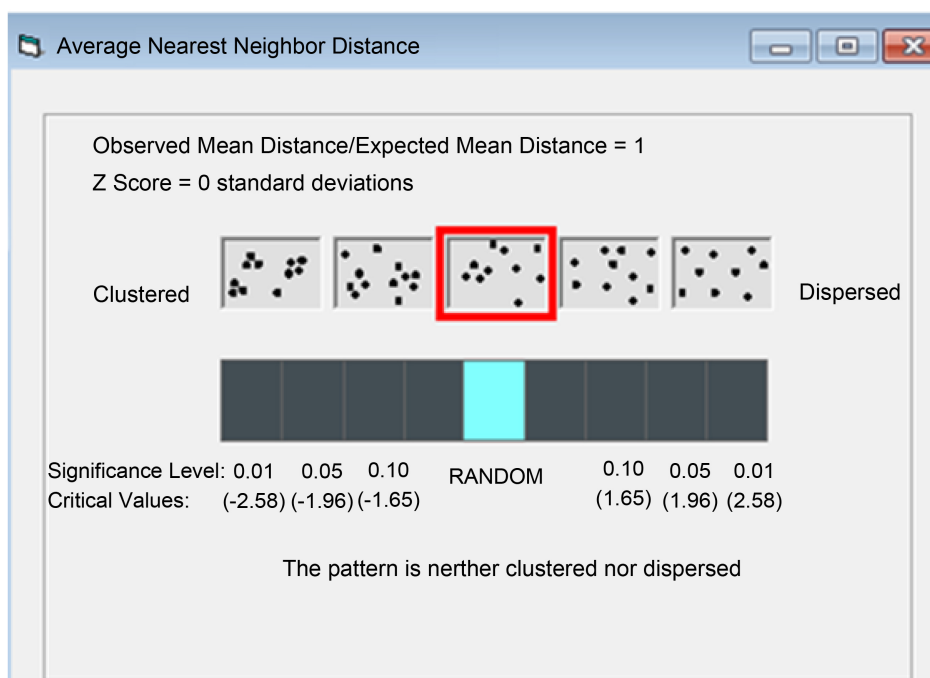


Figure 1. Results of spatial patterns

图 1. 要素布局模式结果

此外, GeoDa 空间统计分析软件也可运用到旅游要素布局研究中。GeoDA 是美国国家科学基金(the U.S. National Science Foundation)最早通过 BCS9978058 项目给予空间综合社会科学(CSISS, Center for Spatially Integrated Social Science)支持的软件, 后期又陆续得到了 NSF 的多个项目支持[30]。2003 年开始 GeoDa 在 CSISS 的官方网站为非商业应用的用户提供免费下载。旅游要素数据可以进行数字化, 形成 SHAPEFILE 文件, 应用这个软件可以构建空间权重, 对空间数据进行 2D、3D 的呈现, 并进行空间回归分析等操作, 当前这个软件的应用较多, 尤其是在利用空间自相关等具体方法时 GeoDA 应用更加广泛。

3. 旅游空间结构及区域旅游发展差异

关于旅游空间结构方面, 祝亚雯与陈刚强、李映辉[24] [25] [26]均用到了空间统计学方法。旅游空间结构包括目的地结构、市场结构、功能结构等, 且空间统计学在区域经济研究中的应用主要集中在差异方面[29], 空间差异即空间分异, 旅游中空间分异现象普遍, 且空间自相关方法揭示空间差异是最为有效直观的方法之一。旅游空间差异方面应用空间自相关的研究相对较多, 如中国省域旅游产业弹性、中国农村居民一日游现状与出游目的、中国省域旅游经济差异、城市旅游发展效率、旅游发展与经济增长关系等[31]-[36], 基本上都采用全局 Moran's I 指数及局域空间自相关 Moran's I 模型, 部分研究涉及与其它方法相结合[31] [34]; 大部分都使用 GeoDA, 对 ArcGIS 的应用较少; 且研究都集中于近几年, 说明空间自相关方法应用于旅游研究方面只是近期行动, 一定程度上说明空间自相关方法在旅游研究中的趋势, 跟空间统计学方法应用于旅游研究中的滞后现状相吻合。空间自相关模型不局限于全局和局域 Moran's I, 还有 Geary's C 系数及 Getis' G (d)等, 但运用不多。空间统计方法正在逐渐发展和完善探索性空间数据分析(Exploratory Spatial Data Analysis, ESDA)技术[23] [28] [37] [38], 是一系列空间数据分析方法和技术的集合, 以空间关联测度为核心, 通过对事物或现象空间分布格局的描述与可视化, 旨在描述与显示对象的空间分布, 发现奇景观测值, 揭示空间联系、集聚以及其他异质性的空间模式及空间相互作用机制[23]。完善的 ESDA 方法, 包括 Moran I 指数、Moran 散点图和 LISA 等, 对于揭示分异, ESDA 诸多方法都可以加以利用, 以检验各方法的准确性, 如 Geary's C 系数与 Moran I 指数、G (d)的结合使用, 各方法使用时必须考虑方法使用的前提, 即所研究的旅游要素具有空间关联性, 即符合 Tobler 地理学第一定理[39]的基本要求, 同时需考虑空间权重等问题, 并结合多种软件进行测算。

4. 旅游流及空间转移

空间统计学应用到旅游流[37] [40]、空间转移方面的研究并不多。而旅游者空间转移规律对于旅游线路及相关设施的安排起决定性作用。GPS 的发展对于旅游者空间转移的研究提供了很好的数据获取工具, 且许多研究关注过旅游跟踪(tourism tracking) [41] [42] [43]。通过 GPS 获取的数据, 如何进行统计分析, 给空间统计学及旅游研究领域提出了挑战, ArcGIS 空间统计学模块中有部分工具可以使用, 包括 spatial statistics 模块下面的 directional distribution、linear directional mean 及 standard distance 等工具, 不过这些工具比较理想化, 对于移动规律复杂或无规律的游客空间转移路径的揭示力较弱, 由单个游客个体所集成的复杂路径网络, 空间统计学的简单工具无法实现, 但可借用社会网络分析(SNA)方法, 关于社会网络分析法在旅游研究中的应用, 可参见刘法建, 章锦河, 陈冬冬的总结[44]。旅游研究中旅游者行为属于重要主题, 对于行为的研究一直是旅游研究的侧重点之一, 空间统计学方法如何应用到旅游者行为研究领域, 具有重要意义。

5. 其它方面

空间统计学还有其它工具, 如 Ripley's K 函数[45], 及其它模拟空间关系的一些相关工具等, 且旅游

的空间意义广泛,包括旅游空间集聚、空间竞争及合作、空间格局演变、空间联系、空间组织等方面,且许多方面都涉及时间上的演变,空间统计学不仅可诠释现状,也可在动态上揭示空间演变规律。根据 Nelson 提出的空间统计学发展趋势[46],GIS、新的数据源、空间自相关的理解、空间局域方法等被突出强调,未来的挑战包括克服方法的局限性等,对于旅游空间研究领域,需进一步发掘空间统计学与旅游空间研究的结合点,克服当前使用方法的局限性,尝试新方法的使用。当然,空间统计学并不是万能方法,需结合其它方法,在大数据时代及全域旅游新模式下,实现旅游的空间研究,不仅仅可促进数据优化表达,也为旅游规划及可持续发展提供更好的指导与依据。

6. 展望

总结空间统计学相关研究并分析空间统计学方法体系,同时结合旅游空间研究前沿,空间统计学方法在旅游研究中的注意事项有以下方面:1) 注重空间研究的同时,关注时间尺度,做到时空尺度相结合,强化旅游研究的地理学特色。对于旅游者行为、旅游要素空间分布、旅游空间结构及空间分异等方面,不仅仅解释已经发生过的现状,还应关注未来发展态势,发挥其预测作用;2) 注重与其它方法相结合,如主成分分析、逻辑回归、数据包络分析(DEA)、社会网络分析等数理统计分析方法、计量方法的集成,使研究结果更有说服力,同时应加强研究结果的原因分析;3) 强化多种软件如 ArcGIS 与 GeoDa 甚至是 OPEN GeoDa、R 支持下的其它模型的应用,同时应注意各方法的理论基础探讨;4) 对旅游领域的空间方面深入探讨,开发旅游空间研究的新领域,加强空间统计学在旅游空间研究中的应用,强化空间统计学对于旅游空间现象的揭示及解释作用,如大数据利用及为全域旅游发展模式提供更好的指导与依据;5) 揭示空间分异或格局的同时,需深入探讨格局与分异背后的驱动力及驱动机制,深化地理探测器、GWR 模型等的应用实践。

基金项目

宁夏高等学校科学研究项目(NGY2017047)。

参考文献 (References)

- [1] Matheron, G. (1963) Principles of Geostatistics. *Economic Geology*, **58**, 1246-1266.
- [2] 肖斌, 赵鹏大, 侯景儒. 地质统计学新进展[J]. 地球科学进展, 2000, 15(3): 293-296.
- [3] 冯益明, 唐守正, 李增元. 空间统计分析在林业中的应用[J]. 林业科学, 2004(3): 149-155.
- [4] 杨振山, 蔡建明. 空间统计学进展及其在经济地理研究中的应用[J]. 地理科学进展, 2010, 29(6): 757-768.
- [5] 龚建周, 夏北成, 刘彦随. 基于空间统计学方法的广州市生态安全空间异质性研究[J]. 生态学报, 2010, 30(20): 5626-5634.
- [6] 谢花林. 基于景观结构和空间统计学的区域生态风险分析[J]. 生态学报, 2008, 28(10): 5020-5026.
- [7] 吴玉鸣, 徐建华. 中国区域经济增长集聚的空间统计分析[J]. 地理科学, 2004, 24(6): 654-659.
- [8] 张兵, 胡昱, 陈雅萍, 等. 空间统计学在浙江省预防接种门诊资源配置中的应用[J]. 中国疫苗和免疫, 2016(1): 41-45.
- [9] 张显峰, 崔伟宏. 基于 GIS 与空间统计分析的可持续发展度量方法研究——以缅甸 Myingyan District 为例[J]. 遥感学报, 2001, 5(1): 34-40.
- [10] 吉亚辉, 杨应德. 中国生产性服务业集聚的空间统计分析[J]. 地域研究与开发, 2012, 31(1): 1-5.
- [11] 罗文, 罗畏. 基于空间统计的水质相关性分析[J]. 水电能源科学, 2011, 3: 27-30.
- [12] 罗良清, 赵广岩. 空间统计方法在社会福利分析中的应用[J]. 统计与决策, 2006, 14: 19-20.
- [13] 王永超, 王士君, 李强. 基于 GIS 空间统计的县级商业布局模式及形成机理研究——以吉林省乾安县城为例[J]. 经济地理, 2011, 31(9): 1504-1510.

- [14] 田成诗, 王雁. 基于空间统计分析的中国省域房地产价格差异研究[J]. 数学的实践与认识, 2012, 42(1): 13-21.
- [15] 陈斐, 杜道生. 空间统计分析与 GIS 在区域经济分析中的应用[J]. 武汉大学学报, 信息科学版, 2002, 27(4): 391-396.
- [16] 罗畏, 邹峥嵘. 空间统计分析的环境质量评价应用[J]. 测绘科学, 2012, 37(4): 32-35.
- [17] 冯军, 吴晓华, 李石柱, 等. 空间统计分析方法及相关软件在传染病研究中的应用[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2011, 23(2): 217-220.
- [18] 郭怀成, 周丰, 刀谱. 地统计方法学研究进展[J]. 地理研究, 2008, 27(5): 1191-1202.
- [19] 杨秀虹, 李适宇. 地统计学方法在环境污染研究中的应用[J]. 中山大学学报(自然科学版), 2005, 44(3): 97-101.
- [20] 李艳, 史舟, 徐建明. 地统计学在土壤科学中的应用及展望[J]. 水土保持学报, 2003, 17(1): 178-182.
- [21] 向昌盛, 袁哲明. 地统计方法在昆虫学研究中的应用[J]. 中国农学通报, 2009, 17: 191-194.
- [22] 李东和, 张捷. 国内旅游现象空间分异研究进展与展望[J]. 人文地理, 2009, 5: 95-100.
- [23] 张燕, 徐建华, 王占永. 基于 ESDA-GIS 的城市旅游者空间分异[J]. 地域研究与开发, 2010, 29(4): 99-103.
- [24] 彭睿娟. 欠发达地区旅游经济差异的空间分析——以甘肃省为例[J]. 干旱区地理, 2017, 3: 664-670.
- [25] 陈刚强, 李映辉. 中国区域旅游规模的空间结构与变化[J]. 旅游学刊, 2011, 26(11): 84-89.
- [26] 祝亚雯. 地统计学理论在旅游空间结构研究中的应用[J]. 资源开发与市场, 2010, 26(9): 786-788.
- [27] 张佳运, 高敏华, 刘海军. 新疆 A 级旅游景区空间结构演变分析[J]. 水土保持研究, 2016, 4: 138-142.
- [28] 戈冬梅, 姜磊. 基于 ESDA 方法与空间计量模型的旅游影响因素分析[J]. 热带地理, 2012, 32(5): 561-567.
- [29] 鲁凤, 徐建华. 中国区域经济差异的空间统计分析[J]. 华东师范大学学报(自然科学版), 2007, 2: 44-52.
- [30] 吴抹雄. 基于 R 和 GeoDa 软件的云南省人口信息 GIS 空间统计分析[D]: [硕士学位论文]. 昆明: 云南大学, 2012.
- [31] 吴玉鸣. 考虑空间效应的中国省域旅游产业弹性估计[J]. 旅游学刊, 2010, 25(8): 18-25.
- [32] 徐伟, 戴其文, 把多勋, 等. 中国农村居民一日游现状与出游目的空间自相关分析[J]. 旅游学刊, 2010, 25(10): 43-49.
- [33] 宋慧林, 马云来. 基于空间分析的中国省域旅游经济差异[J]. 经济管理, 2010, 10: 114-118.
- [34] 方叶林, 黄震方, 王坤, 等. 基于 PCA-ESDA 的中国省域旅游经济时空差异分析[J]. 经济地理, 2012(8): 149-154 + 35.
- [35] 曹芳东, 黄震方, 吴江. 城市旅游发展效率的时空格局演化特征及其驱动机制——以泛长江三角洲地区为例[J]. 地理研究, 2012, 8: 1431-1444.
- [36] 向延平. 旅游发展与经济增长空间自相关分析——基于武陵山区的经验数据[J]. 经济地理, 2012(8): 172-175.
- [37] Anselin, L. (1999) Interactive Techniques and Exploratory Spatial Data Analysis. In: Longley, P.A., Godchild, M.F. and Maguire, D.J., Eds., *Geographical Information Systems*, John Wiley & Sons, New York, 253-266.
- [38] Getis, A. (1994) Spatial Dependence and Heterogeneity and Proximal Databases. In: Fotheringham, A.S. and Rogerson, P.A., Eds., *Spatial Analysis and GIS*, Taylor & Francis, London, 104-120.
- [39] Tobler, W.A. (1970) Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region. *Economic Geography*, **46**, 234-240. <https://doi.org/10.2307/143141>
- [40] 杨兴柱, 顾朝林, 王群, 等. 南京市内部旅游客流空间测度与模拟[J]. 地理科学, 2011, 31(7): 802-809.
- [41] Shoval, N. and Isaacson, M. (2007) Tracking Tourists in the Digital Age. *Annals of Tourism Research*, **34**, 141-159.
- [42] Pettersson, R. and Zillinger, M. (2011) Time and Space in Event Behaviour: Tracking Visitors by GPS. *Tourism Geographies*, **13**, 1-20. <https://doi.org/10.1080/14616688.2010.529932>
- [43] McKercher, B., Shoval, N., Ng, E., et al. (2012) First and Repeat Visitor Behaviour: GPS Tracking and GIS Analysis in Hong Kong. *Tourism Geographies*, **14**, 147-161. <https://doi.org/10.1080/14616688.2011.598542>
- [44] 刘法建, 章锦河, 陈冬冬. 社会网络分析在旅游研究中的应用[J]. 旅游论坛, 2009(12): 172-177.
- [45] 王金亮, 黄志霖, 邵景安. 林地景观格局的样带梯度分布与空间聚集特征——以重庆三峡库区生态屏障区为例[J]. 地理科学进展, 2013, 32(2): 308-317.
- [46] Nelson, T.A. (2012) Trends in Spatial Statistics. *The Professional Geographer*, **64**, 83-94. <https://doi.org/10.1080/00330124.2011.578540>

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2325-2251，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：sa@hanspub.org