

赵文锐 李 旻 吴佳倩 莫怡晨
东南大学建筑学院; jz_generator@gmail.com
Zhao Wenrui Li Biao Wu Jiaqian Mo Yichen
School of Architecture, Southeast University

众源数据背景下城市公共空间评价及更新策略研究

——以意大利普拉托市为例*

Research on Evaluation and Renewal Strategy of Urban Public Space in the Context of Crowdsourcing Data

——A Case Study of Prato, Italy

摘 要: 众源数据背景下, 社交媒体和地图数据的介入为城市公共空间品质和活力的提升提供了数据支持。本文源于与意大利佛罗伦萨大学联合教学的普拉托城市更新研究课题。本研究基于网络大数据, 以普拉托市为例, 探究多维数据背景下城市意象的构建。研究获取城市人流密度、业态分布和建筑布局等数据信息, 量化节点公共空间评价体系, 形成城市公共空间整体认知意象, 并以聚类算法索引相似空间节点。最终在华人社区和老城区之间主要城市公共空间中选取可供改造的空间节点, 同时基于空间节点的多维度评价体系, 在功能、街道以及人文等层面对相似地块提出适应性改造策略。

关键词: 众源数据; 城市公共空间; 聚类; 多维评价

Abstract: The involvement of social media and map data provides supplementary information for the improvement of the quality of urban public spaces. This paper is based on the research project of Urban Renewal in Prato, jointly organized with the University of Florence. This study took Prato as an example to explore the construction of the image of the city based on big data. The study quantified the evaluation system of public space, formed the overall image of urban public space, and indexed similar nodes by clustering algorithm. At last, the nodes to be renovated between China Town and the downtown were selected. At the same time, adaptive strategies of renovation at the level of function, street and society were proposed for similar blocks based on the multi-dimensional evaluation system of urban public space.

Keywords: Crowdsourcing Data; Urban Public Space; Clustering; Multidimensional Evaluation

1 研究背景

现如今城市处在快速推进的过程之中, 但不同于以往城市边界的扩张, 对于普拉托等城市而言, 城市设计

之中旧城更新改造的设计需求逐渐扩大。城市公共空间作为城市居民进行公共交往活动的开放性场所, 被称为“城市客厅”,^[1]是更新设计进程中居民活力承载的重要场所。而社交媒体等网络数据则已经逐渐介入城市设计

* 自然科学基金面上项目: 以特征向量矩阵运算为导向的建筑空间组合与生成系统研究(项目编号: 51978139);
国家自然科学基金重点项目: 数字建筑设计理论与方法(项目编号: 51538006)。

过程之中,为城市空间更新设计提供了有效参考,这避免了城市公共空间的设计与居民需求不相匹配的状况,提升了城市公共空间的市民使用体验。

算法设计隐喻地、间接地在新的技术文脉中联系传统学科概念,基于规则和逻辑本质的算法设计可超越现有应用程序的限定,实现设计方法的连续转化。^[2]Chen Naichun等人以社交媒体数据作为切入点探讨波士顿众创空间活力要素与周边功能业态分布之间的关系,展现了功能业态的复合对于众创空间活力提升的正向促进作用。^[3]Nicolas Ladouce 则分节点,空间,社会和环境等不同层面对混合高密度城市空间做出定量评估。^[4]这些基于众源数据的城市空间定量分析方法对本研究提供了重要参考。

本研究源于与意大利佛罗伦萨大学联合教学的普拉托城市更新研究课题,希望对众源数据背景下城市公共空间的评价建立数据模型,以在更新改造过程中提出适应性优化策略。众源网络数据的介入在不同设计要素层面提供了该城市的感知意象地图,这种可视化的底图为空间节点的选取提供重要参考。而不同空间节点模型的聚类研究则可提炼出较为相似的空间节点,在改造之时便可对其采取相似的改造策略。

2 评价模型构建

公共空间活力评价即为对城市建成环境的使用情况进行综合评判,建立一个兼顾公共空间活力多方面的综合量化评价体系,这有助于从定量的角度来理解公共空间活力。^[5]本研究从社交媒体、功能及建筑布局等要素出发,从网络平台获取城市公共空间评价所需的 Twitter 热点数据,兴趣点 (Point of Interest) 数据以及地图数据。而不同的数据因单位和变化范围的不同,在不

同节点空间之间难以准确地进行比较,因而在进行评价分析之前,需要对研究数据进行规格化处理。

2.1 评价要素构成

本研究期望从公众网络评分、周边功能丰富程度、周边街景评分、公众活力及交通便利性等五个维度对城市公共空间进行描述,以在普拉托旧城更新设计中对于不同空间节点采取相应改造策略。

其中公众网络评分源自谷歌地图给出的评分数据,周边功能丰富程度以空间节点周边一定范围兴趣点密度进行衡量。街景评分数据来自本研究课题内构建的普拉托街景评分数据库,本研究选取空间节点周边街道街景评分均值对街景进行描述。公众活力数据源于 Twitter,以节点范围内的密度进行衡量。考虑到普拉托市中心教堂为其主要公共活动空间,本研究以某处空间节点到该教堂距离作为交通便利性的主要衡量因素。

2.2 数据获取

2.2.1 Twitter 数据获取

Twitter 作为社交媒体的典型代表,其热点在城市中的分布反映了城市中不同空间节点的人流密度及活力值差异。本研究从 Mapbox 所提供的热点地图^[1]出发,获取所需热点信息。

该网站的热点信息以瓦片地图的形式存在,因而在获取相应地图瓦片后需将瓦片的像素信息进行转化,以获取所需的矢量信息。在瓦片地图的灰度图中单一热点以绿色像素点的形式存在,对瓦片的像素进行处理即可提取单一热点所对应瓦片坐标与像素坐标,根据该地图所遵循的墨卡托投影规则,瓦片地图的瓦片坐标与像素坐标和经纬度坐标一一对应,因而可以方便地将所获取的瓦片地图转化为热点的矢量信息(图1)。



图1 Twitter 数据获取

2.2.2 兴趣点数据获取

兴趣点 (Point of Interest) 表示城市中不同空间功能的分布情况,其数量和种类的不同表明了空间节点的功能丰富度与混合程度的差异。本研究将普拉托按网格划分为若干区域,以文本搜寻的方式从谷歌地图 API^[2]获取广场和公园等 110 个城市公共空间的兴趣点

数据。

考虑到所获取的数据存在重复和可信度较低的情况,需要对数据进行一定的预处理。普拉托的教堂周边存在供人活动的室外广场,其周边的道路也通常以广场进行命名,用本文搜索的方式获取数据时,因搜索对象名称的重叠,返回的多个对象存在聚集的可能性,因而

需要对这些对象进行过滤处理以只保留所需空间节点 82 个。同时, 部分对象评价人数较少, 且远离普拉托

城区, 对于该种数据也应进行过滤处理, 以得到最终的 50 个公共空间节点 (图 2)。

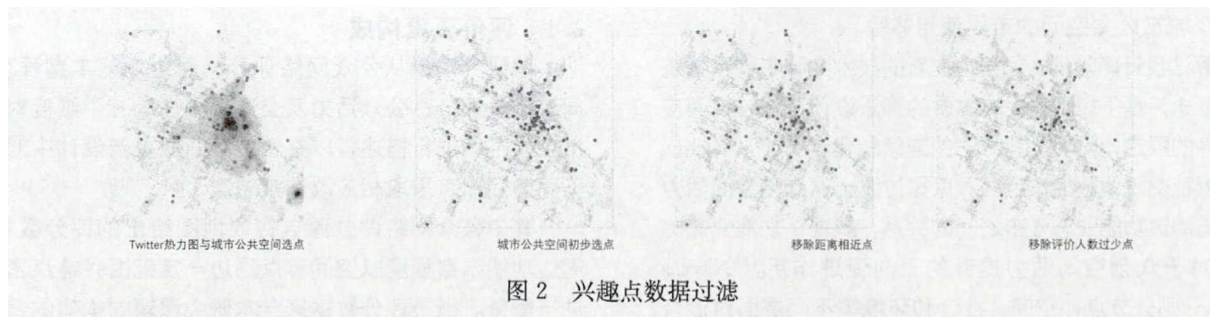


图 2 兴趣点数据过滤

2.2.3 地图数据获取

矢量地图数据来自 OpenStreetMap^[3], 而谷歌卫星图数据由瓦片图拼贴而成, 通过上述坐标转换方法对空间节点进行定位显示。

2.3 规格化处理

2.3.1 公众网络评分修正

公众网络评分数据来自于谷歌地图 API, 在返回的每一个兴趣点数据中谷歌给出了该兴趣点的总评价人数和评价分数, 评价分数为 0.0~5.0 区间内的任意值。但在 50 个空间节点中, 存在某个空间节点评价人数较少而评价分数较高, 另一节点评价人数较多而评价分数相应较低的情况, 直接使用该评价分数进行比较不能客观地反映该处空间节点的评分高低。贝叶斯平均 (Bayesian average) 方法使用评价人数对于评价分数进行修正, 更为客观地反映真实评价情况。^[6]式 (1) 中 G 为进入统计所需的最少评价人数, m 为所有选票评分的算术平均值, n 为该节点现有投票人数, x_i 为当前节点下每张选票的评分。

$$\bar{x} = \frac{Gm + \sum_{i=1}^n x_i}{G + n} \quad (1)$$

2.3.2 标准化与归一化

各个维度的评价数据使用了不同的单位, 变化范围差异也相对较大, 在降维和比较过程中会产生较大偏差, 因而需要对数据进行标准化 (Standardization) 和归一化 (Rescaling) 处理, 将所有数据映射至 $[0, 1]$ 区间, 消除测量单位和数据变化范围的分歧。^[7]

标准化的过程将原始数据映射成均值为 0, 方差为 1 的数据, 以在不同维度数据之间进行比较分析。式 (2) 中 x 表示原始数据, x' 表示标准化后数据, μ 表示原始数据平均值, σ 表示原始数据方差。而归一化则将数据映射至 $[0, 1]$ 区间, 统一数据变化范围。式 (3) 中 x 表示原始数据, x' 表示归一化后数据, $\min(x)$ 表示原始数据最小值, $\max(x)$ 表示原始数据最大值。

规格化处理后的数据如表 1 所示, 值越趋近 1 表示该空间节点在该项评价上越好。

$$x' = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (2)$$

$$x' = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)} \quad (3)$$

规格化处理后的空间节点五种维度数据

表 1

Weighted Score	Twitter	Street View	POI	Convenience	Place
1.00	0.84	0.28	0.84	1.00	St. Stephen's Cathedral
0.93	0.01	0.26	0.27	0.38	Parcodelle Cascine di Tavola
0.93	0.02	0.07	0.36	0.41	Parrocchia di San Pietro Apostolo-Figline
0.93	1.00	0.22	1.00	0.98	Piazza del Comune
0.93	0.01	0.57	0.00	0.35	GIARDINO DI TAVOLA

3 城市公共空间更新实践

多维度评价体系的构建在不同层级对普拉托城市公共空间意象进行了描述。对于空间节点而言, 本研究从五个维度对其主观感知与客观存在的数据进行了描述 (图 3), 建立了节点的评价体系。总平面层级的描述在

华人社区和老城区间建立多维度的热力地图, 这引出普拉托的改造轴线方案设计。而节点的分析研究则将相似节点进行聚类及索引, 以针对性地提出某一类公共空间的改造策略。

3.1 城市公共空间的整体认知意象

反距离加权法 (Inverse Distance Weighting) 用于

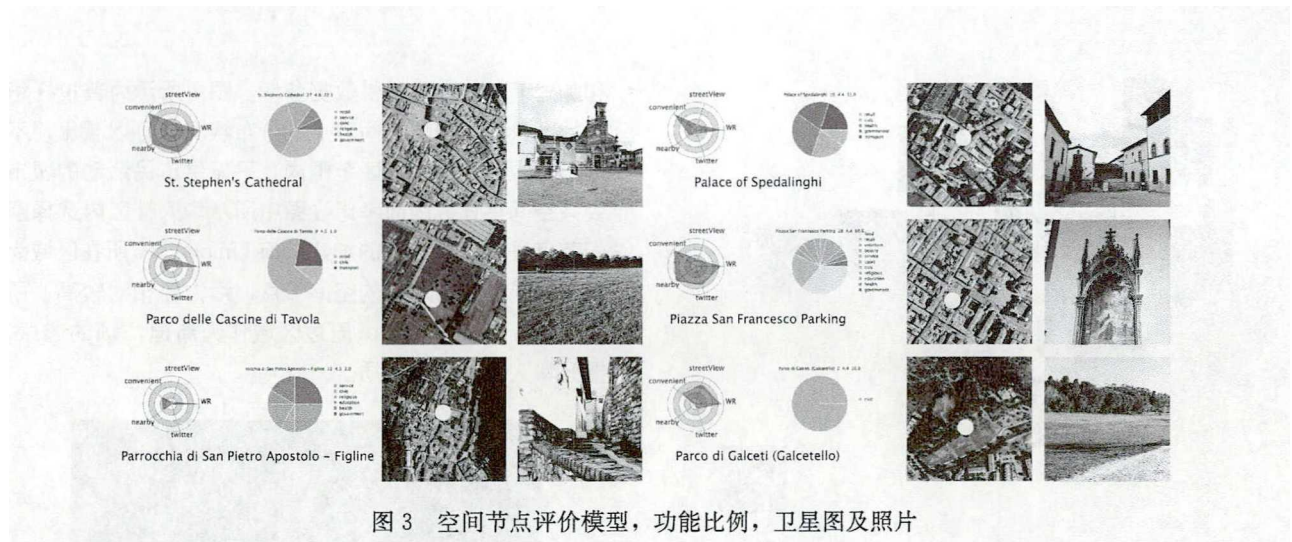


图3 空间节点评价模型，功能比例，卫星图及照片

绘制不同空间节点在某一要素下的热力地图，以形成不同层级的城市公共空间整体认知意象。反距离加权法可用于某块区域中给定数据集下特定区域的权重值预测，从而完成热力图的绘制，以展示普拉托不同区域在某一维度下受城市公共空间节点影响的分布情况。图4则展示了空间节点的公众网络评分在普拉托范围内的热力图分布情况，颜色越浅，代表该点的公众网络评分越高，对于周边地块的影响也更趋于良好。而图中的深色区域则代表该区域的公众网络评分较差，需要进一步的优化和改造。

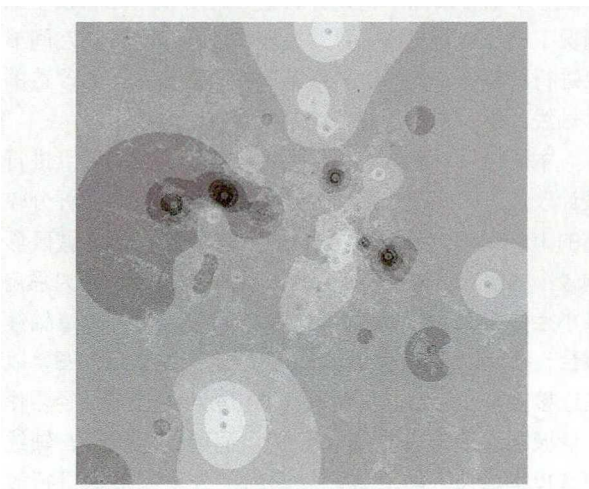


图4 城市公共空间公众网络评分热力图

3.2 节点聚类与可视化

研究希望对于节点的五种维度进行横向比较，同时对相似的空间节点进行聚类 and 提取，以在后续设计中可针对性的对于相似的空间节点做出系统的改造设计，建立不同改造节点之间的内在联系。

3.2.1 降维可视化

降维处理使得空间节点的五个维度的数据得以在二维平面中展示，不同节点数据之间的相关性也因而可以得到更好的展示。主成分分析 (Principal com-

ponents analysis) 方法提取数据中不相关的两个成分作为二维平面中的主轴，其中两成分的协方差为0，同时数据在每一成分之上的方差尽可能大，这使得在降低维数的同时保留数据集中对方差贡献最大的特征。

在对50个空间节点进行主成分分析后，可以得到这50个点在二维平面中的分布情况，同时对这些点以卫星图的形式进行替代，以更好地展现该处节点的空间特征。图5所示为部分节点降维后在二维平面分布示意。从图中可以看到，降维后相聚较近的空间节点在总图层面呈现出较为相似的特征。

3.2.2 聚类

降维处理过后的空间节点在二维平面上的视觉相关性在此得到了较好的呈现，但进一步的分类将由 K-Means 聚类算法给定。

图6所示即为空间节点聚类后在二维平面上的表达示意，可以看出，数据被划分为5类，在图上相近的空间节点被归为同一类别。而对应上图所示卫星图片，可以看到本数据集的5个评价维度虽然并不包含建筑轮廓和道路轮廓信息，但是其聚类后的分布仍然将具有相似几何特征的空间节点划分为一类，数据集的评价指标一定程度上对应了其几何形态特征。

3.3 城市公共空间更新策略

本研究从多个维度的数据出发构建了城市公共空间的数据模型，并基于该模型从如下方面对于普拉托城区公共空间的更新改造提供设计策略。

3.3.1 重点更新改造区域选取

本研究从不同维度构建了普拉托城市公共空间的整体认知意象，图中颜色深浅的变化直观展现了不同区域内普拉托某项评分的高低，在图4所示的公众网络评分这一要素下，中心城区的深色区域表示公众对于该空间节点的评比较差，且现有场地状态不能满足公众的使用需求。

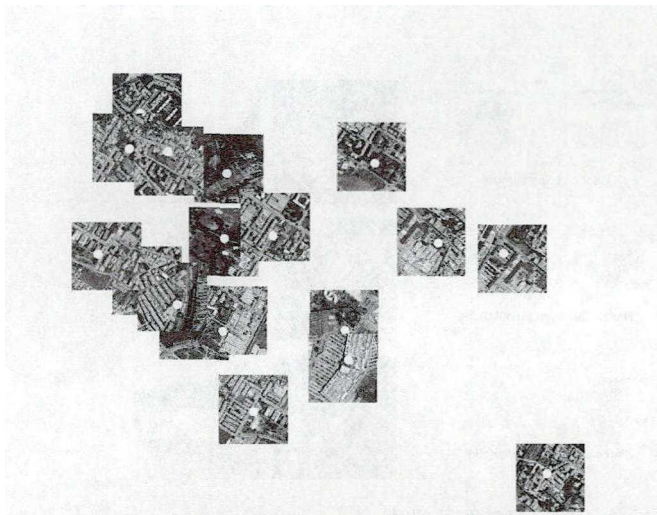


图5 空间节点模型降维后在二维平面分布情况

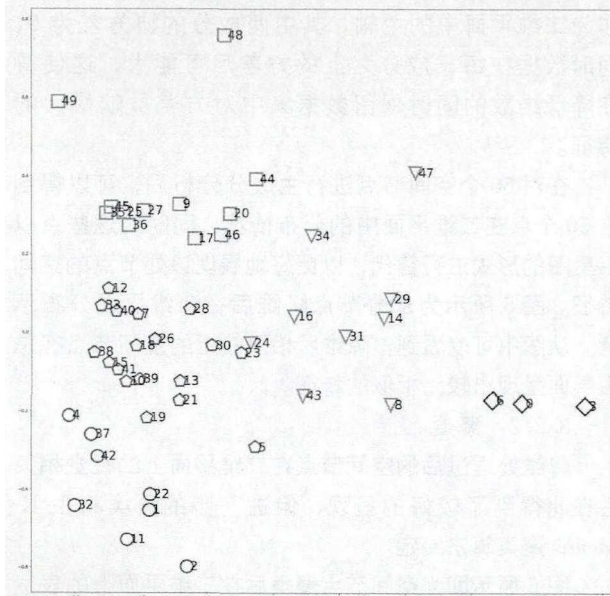


图6 城市公共空间节点聚类

如图4所示,普拉托城区的停车广场(Parcheggio Piazza Mercatale)和火车站站前公园(Central Station Park)是主城区内公众评价较差的场所,因而,这两处场所为本次设计的重点更新改造节点。而同时功能丰富程度的评价给出站前广场周边的功能混合程度较低,这对于市民活力的塑造较为不利。在停车广场区域,大面积地面停车的不当设置降低了空间的趣味性。这一改造诉求为后续节点改造设计提供了重要参考。

3.3.2 华人街区新建城市公共空间选点

Twitter数据的热力地图展示了普拉托不同地块活力的差异,而城市公共空间节点的分布显示了不同区域公共活动空间的密度区分。尽管社交软件使用人群的差异给活力值的判定增添了一定的不确定性,这种分布的不均仍然可以给城市公共空间更新改造过程中改造节点

和加建节点的选取提供数据参考。图7所示为普拉托华人社区公众活力与空间节点的分布状况。可以看出,不同于老城区,华人社区范围内几乎无供市民活动的城市公共空间存在,因而考虑在图中所示华人社区内选择空间节点进行公共空间的加建。而Union City所在区域为华人主要社交与活动的空间节点,活力值相对较高,所以本研究选取该处节点周边区域作为新建广场的选点,提升华人社区空间品质。

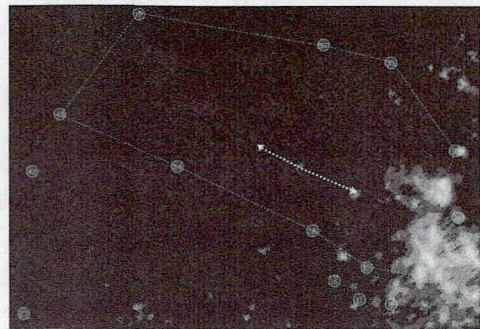


图7 华人街区新建城市公共空间选点

3.3.3 老城区改造轴线设计

普拉托老城区具有较为厚重的历史,城区内历史建筑遗存丰富,因而本次设计希望在对老城区影响较小的情况下进行更新改造,针对性地选取有代表性的空间节点进行更新设计,同时将所选取的改造节点作为改造的主轴线,集中展示普拉托城市公共空间风貌。

本研究拟对老城区内活力较高的主要空间节点进行设计改造,因而在公众活力评分的基础上选取了评分较高的10个点作为改造对象,同时考虑到在对老城区影响较小的情况下进行空间节点改造轴线设计,研究采用最小生成树Prim算法对所选取空间节点进行改造轴线拟合,在此以两点间的距离作为权重值建立无向图,以其连接矩阵作为输入,获取权重和最小的连接路径,作为老城区改造的主轴线(图8)。同时,本研究在轴线中选择华人社区与老城区之间的部分空间节点进行改造,作为华人与意大利人交流活动的主要公共场所。



图8 老城区改造轴线

3.3.4 相似节点更新策略

由以上聚类和降维分析可以对具有相似空间特征的节点进行索引,并在改造过程中对这些空间节点采用相似的改造策略。如节点34 (Parcheggio)与47 (Parcheggio Piazza Mercatale),两处广场均处于市中心区域,但评价结果相对较差(图9)。其空间由地上大面积的停车空间所侵占,因而周边功能丰富程度较低,即便由于区域因素带来较大的人流量,但活动、等待等相应空间缺乏,民众对此满意程度较差,如若适当地对其进行改造,适度将停车空间引入地下,在地上空间置入活动、停留所需的空间及设施,则一定程度上可以提升居民的空间使用体验。

同时,老城区内主要的广场空间0 (St. Stephen's Cathedral),3 (Piazza del Comune)和6 (Piazza San Francesco Parking)在公众评价,功能丰富程度和人群活力等层面评价均相对较优,而周边街景得分则相对较差(图10)。造成该因素的主要原因是老城区内绿化相对较低,但也应看到,该区域内建筑密集,且围绕教堂等主要公共建筑布置广场,建筑空间层次丰富,公众给出的评分也相对较高,是城区现有建筑环境下活力较优的公共空间节点,可作为其他老城区内地块更新改造的范例。

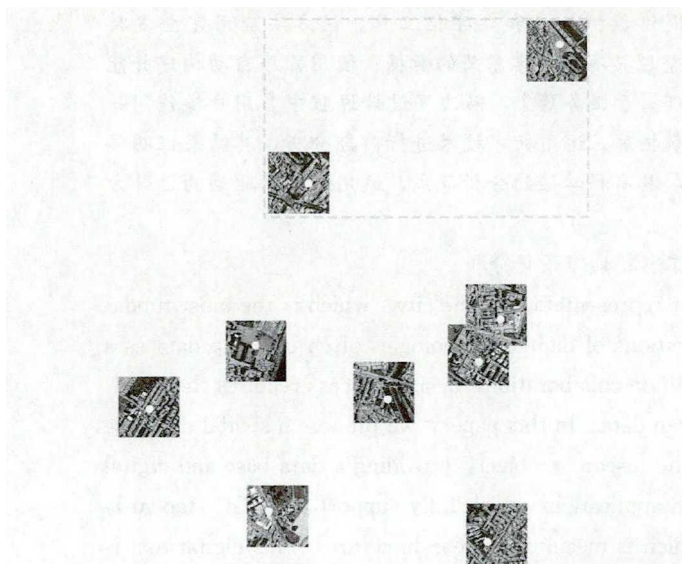


图9 △聚类-两处停车为主的广场



图10 ◇聚类-三处教堂前广场

4 结语

本文试图从社交媒体数据和开放地图数据出发,分别从主观与客观层面对于公共空间在某一维度下数据的

呈现进行描述,以期通过量化,可视化及分类等方法给出普拉托城区公共空间改造的选点建议和某一类公共空间改造优化的可能性。这对于建筑师在初接触一个城市设计问题时快速把握主要设计矛盾和梳理空间节点组织脉络具有一定积极意义。

同时,也应看到在本研究之中,用于对城市公共空间进行评价的数据受到数据来源的限制,因而不能更为客观地对节点内建筑的高度、尺度、设施等因素进行描述,而社交媒体数据、公众网络评分等主观评价数据也限于从评价分数、评价人群与数据坐标等层面进行描述,尚未对评价人群的结构、评价关键词等要素进行提取,空间节点的描述模型有待进一步深化。

该方法目前仅针对普拉托市进行了实践研究,后续可进一步考虑获取更多国内城市的数据进行分析研究,以对国内老城区更新改造的现状提出更为深入的思考。

注释

(1) Mapbox 在线定制地图网站 (<https://www.mapbox.com>)。

(2) 谷歌地图 API 提供的 Places API for Web 可提供兴趣点数据 (<https://developers.google.com/places/web-service>)。

(3) OpenStreetMap 是开放地图数据平台,提供矢量地图数据 (<https://www.openstreetmap.org>)。

参考文献

[1] 王鹏. 城市公共空间的系统化建设 [M]. 南京: 东南大学出版社, 2002.

[2] 李飏. 算法, 让数字设计回归本原 [J]. 建筑学报, 2017 (05): 1-5.

[3] Chen N C, Nagakura T, Larson K. Social Media as Complementary Tool to Evaluate Cities-Data Mining Innovation Districts in Boston [J], 2016.

[4] Ladouce N, Hee L, Janssen P T. Urban Space Planning for Sustainable High Density Environment [J], 2010.

[5] 刘硕, 赖思琪. 大数据支持下的城市公共空间活力测度研究 [J]. 风景园林, 2019, 26 (05): 24-28.

[6] Das P R, Chakrabarti T J I J O B, Risk. On the Application of Bayesian Credibility Theory to Achieve More Accurate Movie Rankings [J], 2016, 4 (2): 1-10.

[7] 朱家明, 郭琛, 刘畅. 基于 DEA 和聚类分析的安徽省市容环境卫生评价 [J]. 长春师范大学学报, 2019, 38 (06): 118-123.