

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2021.01.019

基于 POI 的城市功能区及其混合度识别研究

——以重庆市核心城区为例

胡晓鸣^{1,2}, 黎小龙¹, 蔚芳¹

1. 浙江大学 建筑工程学院, 杭州 310058; 2. 浙江安地建筑规划设计有限公司, 杭州 310058

摘要: 基于兴趣点数据(Point of Interest, POI)与城市分区相关理论,以重庆市核心城区为研究对象,在对 POI 进行筛选与分类的基础上,构建“空间—影响力”二元权重计算模型以量化 POI 属性,在精细化网格尺度下对功能混合度进行计算,并结合街道分区识别各街区主体功能。结果表明:中心城区整体功能混合程度较高,功能分区识别以多中心为显著特征,城市组团发展模式较成熟;不同类型 POI 所属功能区空间分布差异化明显,商服、居住、公服等功能以组团分布、圈层围合为整体特征,工业功能主要以中心城区边缘化分布为主,交通、绿地功能分别以主要站场和大型公园为主;基于 POI 的功能区识别效果显著,小尺度网格的功能混合度对山地城市的土地利用描述具有一定的参考价值。

关键词: POI; 城市功能区; 功能混合度; 重庆市

中图分类号: TU984

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2021)01-0164-10

城市是一个不断发展的有机体,应呈现出不同功能有机结合的形态,具体应包括商业区、工业区、居住区以及混合功能区等不同单元^[1]。当前,我国处于城市化快速发展的转型阶段,已从面向经济增长的增量规划时期转型至面向品质提升的存量规划时期。为了实时精准地把握城市空间结构、城市功能现状,进而制定有效的调整政策,作出资源分配等方面的科学决策,规划师和研究人员需对城市具体功能分区进行识别与评价。以往的城市功能区识别方法主要以实地调查统计与遥感影像识别为主,前者为定性方法,主观性较大,后者则存在数据研究成本较高且时效性不佳的问题^[2]。

近年来,大数据的研究飞速发展,为相关规划研究与应用提供了新的思路^[3]。兴趣点(Point of Interest, POI)作为新兴大数据之一,分布覆盖性广、数据量大、获取方式简单成为其独特的优势。POI 数据主要描述了一些与城市生活相关的空间实体(医院、学校、商场等)与其属性信息(名称、坐标、地址等)^[4]。国内众多学者利用 POI 数据对城市空间结构^[5-7]、设施布局^[8-9]、生活便利度^[10]以及商业空间^[11-12]等领域开展理论与实证研究。同时,部分学者也已将 POI 应用于城市功能识别评价的研究工作中:韩昊英等^[13]利用公交刷卡数据与 POI 数据从住区尺度对城市功能区进行识别汇总;池娇等^[14]则通过 POI 重分类,以颜色叠加法识别分析了武汉市单一功能区与混合功能区;李苗裔等^[15]使用信息熵模型,计算出北京市 POI 数据与出租车数据的时空熵,从而识别出北京城市功能混合度。上述研究在功能区及其混合度的识别中,对

收稿日期: 2019-06-26

基金项目: 浙江省自然科学基金项目(LY19E080025)。

作者简介: 胡晓鸣,副教授,硕士研究生导师,主要从事城市规划与设计研究。

通信作者: 蔚芳,副教授。

POI 数据本身的属性挖掘不够详尽,未提出详细的 POI 空间权重计算模型,同时在研究单元的划分上,未达到精细化的网格尺度。

当今的城市发展已舍弃城市无序蔓延以及“摊大饼”模式的增量扩张方式,并逐渐走向节约集约、智慧高效的发展模式,继而呈现出大量的混合功能区,因此对城市功能分区识别提出了更加精细化尺度的要求。鉴于此,本研究采用百度 POI 数据,提出一种量化 POI 数据属性的方法,试图定量计算城市功能分区,并在小网格尺度下,对功能混合度进行识别评价,研究结果有助于把握城市空间结构,为规划研究提供新的思路与借鉴。

1 研究区域与数据

1.1 研究区概况

重庆市中心城区包括渝中区、大渡口区、江北区、南岸区、沙坪坝区、九龙坡区、北碚区、渝北区、巴南区 9 个行政区,总面积 5 467.34 km²,2017 年总人口 865.06 万人。作为重庆市经济最发达的地区,2017 年重庆主城区 GDP 总和为 9 264.14 亿元,以占全市总面积不到 7% 的土地贡献了全市 47.84% 的 GDP。随着重庆主城区经济的发展,城市规模逐渐打破中梁山与铜锣山的限制,并向外围拓展,形成了目前“一主六副、多中心、组团式”的城市空间结构^[16](图 1)。

以数据获取原则为出发点,本文选择重庆市核心城区为研究对象,划定 25 km×25 km 方格为研究范围,涉及沙坪坝区、渝中区、江北区、渝北区、南岸区、九龙坡区以及大渡口区 7 个区。

1.2 数据来源

1.2.1 POI 数据

本文获取 POI 数据共计 103 000 条,数据来源于百度地图 API 接口,具体信息包括序号、名称、地址、经度、纬度等属性。依据《城市用地分类与规划建设用地标准》(GB50137-2011),筛选出能直接反映城市功能特征的 POI,分别对应居住用地(R)、公共服务设施用地(A)、商业服务业设施用地(B)、道路交通用地(S)、工业用地(M)、绿地广场用地(G)六大类用地功能,并根据其属性与功能分类的相关性,对 POI 进行分类细分,得到 15 个中类以及 42 个小类。

1.2.2 OSM 数据

开源地图(Open Street Map, OSM)是一个可供各类非专业人员自由编辑的世界地图,可提供水系、建筑物、道路网和兴趣点等数据,其中道路网数据精度和完整性最好^[17],因此较适合应用于城市功能用地划分研究。本文利用在 OSM 下载的重庆市路网数据,将重庆核心城区以路网分割为基本研究单元。对于获取的街道数据,保留其高速公路(motorway)、主干路(primary)、次干路(secondary)字段,然后通

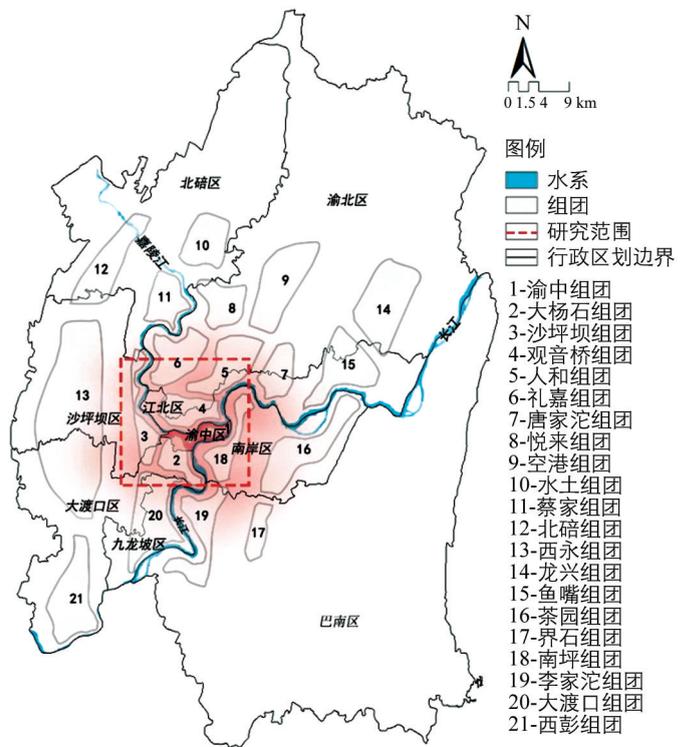


图 1 研究区概况

过 ArcGIS 的线面转换工具,选择合适的容差处理范围去除多余杂乱路网,获取研究所需的道路网数据。

2 研究方法

2.1 POI 权重赋分方法

由于每个 POI 只是抽象为一个点的元素,不同功能的数据点与不同的城市功能区的影响力与相关度不同,因此需要对各类 POI 进行分类赋权。本文引入空间面积权重与影响力权重两种评价方式,经过调和得到最终的 POI 权重(表 1)。

1) 空间面积权重

每个 POI 均代表一处空间实体物质信息,引入面积权重描述其实体规模的评价分数,POI 占地面积根据《中国现行的业态分类标准》(GB/T18106-2010),基于标准中明确的 POI 类别建筑面积,如大型商场、综合医院等设施,通过同类对比,推算其他类别 POI 的建筑面积,最终实现对 42 个小类 POI 面积权重的唯一赋值。

2) 影响力权重

不同类型的 POI 不仅具有不同的空间面积属性,还应在公众认知度和城市地标影响力方面具有不同的显著程度^[18],为描述这样的显著性,本文另引入影响力权重评价指标。对于 3 个层级分类的 POI 数据,结合 AHP 层次分析模型和模糊指标评价方法,通过层次单排序和总排序,计算得到归一化权重。

3) 权重调和

将上文得到的两项权重以极小值定标的方式规范化,从而得到全新的两列权重,方法如下:

$$\begin{cases} W_{ij}^* = \frac{W_{ij}}{\min\{W_{ij}\}} \\ W_j^0 = W_{1j}^* + W_{2j}^* \end{cases} \quad (1)$$

式中: W_{ij} 为第 i 类第 j 项权重; W_{ij}^* 为其极小值规范化的新值; W_j^0 为各小类 POI 的最终权重值; $i=1, 2, \dots, 42$ 。

表 1 POI 权重指标一览表

大 类	中 类	小 类	影响力权重	面积权重/m ²	权重调和	
居住用地(R)	小区	小区	0.313 0	78 000	504.36	
		住区配套	0.006 5	3 500	22.27	
		社区中心	0.032 6	3 000	38.82	
公服用地(A)	行政	政府机构	0.027 8	10 000	100.85	
		社会团体	0.004 0	2 000	17.26	
	文化	博物馆	0.001 4	4 500	27.55	
		图书馆	0.002 9	5 000	35.45	
		美术馆	0.000 5	2 000	11.74	
		展览馆	0.001 0	2 000	13.58	
	教育科研	大学	大学	0.007 5	100 000	534.29
			中学	0.002 5	30 000	161.47
		小学	小学	0.001 0	15 000	79.35
			培训机构	0.000 4	1 000	6.83
	科研机构	0.002 3	3 000	25.59		

续表 1

大 类	中 类	小 类	影响力权重	面积权重/m ²	权重调和
	体育	游乐场	0.002 4	20 000	106.49
		体育馆	0.001 1	10 000	52.96
		健身	0.000 2	2 000	10.68
	医疗	社区医院	0.006 7	15 000	99.47
		综合医院	0.017 1	45 000	287.63
		药店	0.001 3	100	5.12
		诊所	0.001 4	100	5.56
商服用地(B)	商业服务业设施	餐饮	0.000 1	300	2.29
		娱乐	0.000 2	800	5.19
		酒店	0.000 5	5 000	28.49
		商场	0.001 2	40 000	208.93
		便利店	0.000 1	100	1.2
		银行	0.000 3	300	3.45
		丽人	0.000 1	100	1.00
		市场	0.000 6	2 000	14.68
	商务设施	写字楼	0.020 1	50 000	286.76
		公司企业	0.002 9	2 000	15.25
	商用设施	加油站	0.004 1	500	13.84
		加气站	0.004 1	500	13.84
		汽车服务	0.001 4	800	7.78
工业用地(M)	工厂	工厂	0.036 3	10 000	76.52
	产业园	园区	0.145 2	30 000	189.78
交通设施(S)	交通设施	停车场	0.022 7	800	20.62
		地铁站	0.042 2	500	33.36
		车站	0.004 2	100	3.60
		路口	0.008 4	300	7.62
绿地广场(G)	名胜古迹	名胜古迹	0.203 8	20 000	174.47
	公园	公园	0.067 9	40 000	224.82

2.2 POI 权重分数识别功能区

在 POI 分类赋权的基础上,以 OSM 路网数据划定的街区为研究单元,对每个街区各类功能属性的 POI 进行分类加权汇总,将各地块内的不同主体功能所包含的各类 POI 权重总分数进行统计汇总,从而识别街区功能.本文采用的方法为针对某一地块单元构建城市功能识别计算模型,公式如下:

$$D_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n N_k \times W_k}{\sum_{l=1}^m N_l \times W_l} \times 100\% \quad (2)$$

式中: D_{ij} 为第 i 个地块内第 j 类功能的权重总分数,其涵义为此地块内代表该功能的所有 POI 权重分数

总占该地块内所有 POI 权重总分数的比重; k 为该地块内属于第 j 类功能的第 k 类 POI; N_k 为该地块内内属于第 j 类功能的第 k 类 POI 的数量; W_k 为该地块内属于第 j 类功能的第 k 类 POI 的权重赋值; m 为该地块内存在的所有 POI 类别总数; l 为该地块内第 l 类 POI; N_l 为该地块内第 l 类 POI 的数量; W_l 为该地块内第 l 类 POI 的权重赋值。

按此方法计算得到第 i 个地块的各类功能权重总分数集合 $\{D_i\}$, 记 $D_{ix} = \max\{D_i\}$, 若 $D_{ix} \geq 50\%$, 则识别第 i 个地块的主体功能为 D_{ix} 所代表的功能分区, 否则, 则识别第 i 个地块为混合功能。

2.3 POI 多样性测量功能混合度

城市混合用地及混合功能是十分常见的现象, 重庆作为山地城市, 城市建成区土地利用向来表现出集约高密度的特征, 因此功能混合是建筑生长以及土地利用的普遍规律. 本文以 POI 为数据源, 将研究区域在街道划分的基础上进一步划分 $250\text{m} \times 250\text{m}$ 的精细化尺度网格, 与规划学中的 Block 大小相仿, 借鉴生物学的 Shannon-wiener 指数计算方法, 其原理来源于信息论, 用于测量生物群落的物种多样性, 而本研究通过计算各单一网格范围内 POI 中类的多样性, 测度各类型 POI 的混合度, 其值越大表示 POI 功能种类越多, 各功能类型的数量相差越小, 计算方法如下:

$$H_{mn} = - \sum_{i=1}^n (p_i \times \ln p_i) \quad (3)$$

式中: H_{mn} 代表第 m 行 n 列的方格网内 POI 功能混合度; n 为 POI 类型总数; p_i 为该方格网内第 i 类 POI 数量占所有 POI 数量的比重. 通过此方法计算得到研究区域内各方格网的 POI 功能混合度, 再利用 ArcGIS 中的空间联接工具, 将网格与混合度得分进行关联, 最终根据计算结果数值进行空间可视化分析。

3 结果分析

3.1 城市用地功能识别与评价

3.1.1 功能识别

按照城市分区空间识别的步骤对研究区域内城市功能区进行识别(图 2). 首先获得重庆市核心城区街道分区斑块共 2 113 个, 将不同类型的 POI 数据与经预处理过的地块面属性数据进行空间联接, 依次计算各地块中不同功能大类对应的 POI 数据点权重分数占比, 通过自然断点法进行数据分级, 并进行可视化表达, 得到各大类功能的权重分数分布图(图 3). 地块颜色越深, 代表该地块中该图所示城市功能区类型的 POI 权重分数占比越高。

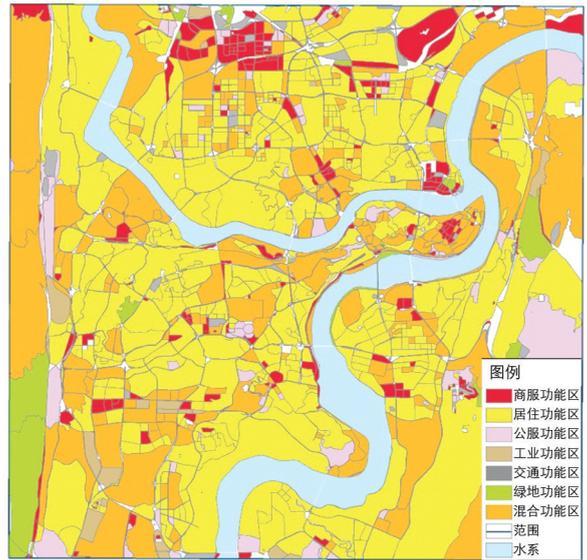
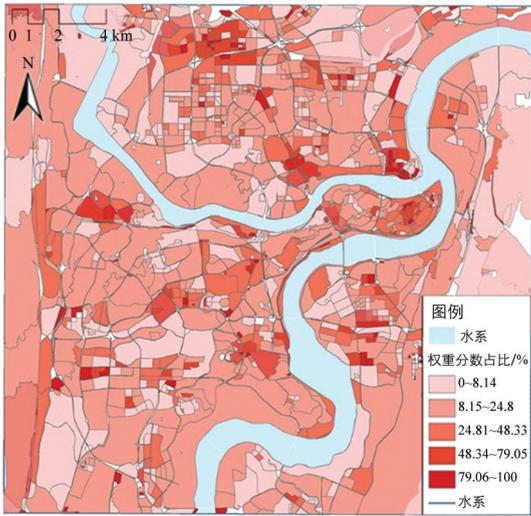


图 2 功能分区识别图

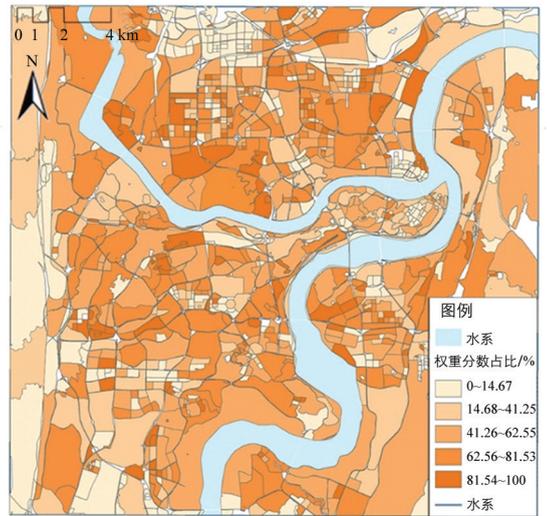
为了得出最终的不同城市功能区分区图, 本研究通过条件判断, 识别并确定各地块中权重分数占比最大的功能为主导功能, 并以地图的形式进行可视化表达. 图 2 为基于 POI 权重分数模型的重庆市核心城区用地功能图. 经过识别和统计, 本研究共识别出基于街区尺度的城市商业功能地块 341 个, 居民地块 586 个, 公共服务功能地块 129 个, 旅游景点地块 20 个, 工业地块 30 个, 道路交通地块 764 个, 混合功能地块 243 个。

3.1.2 结果分析

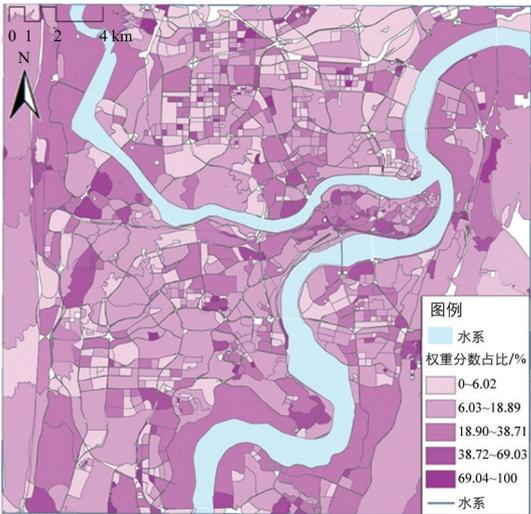
对不同功能的权重分数进行聚类统计(图 3), 对各类 POI 所识别的功能进行分析可以发现:



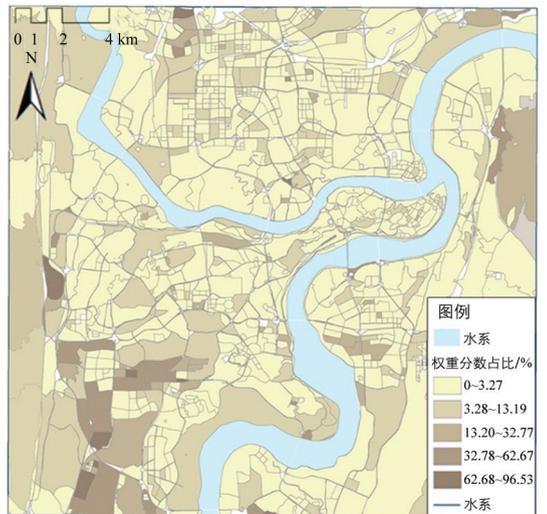
(a) 商服功能区



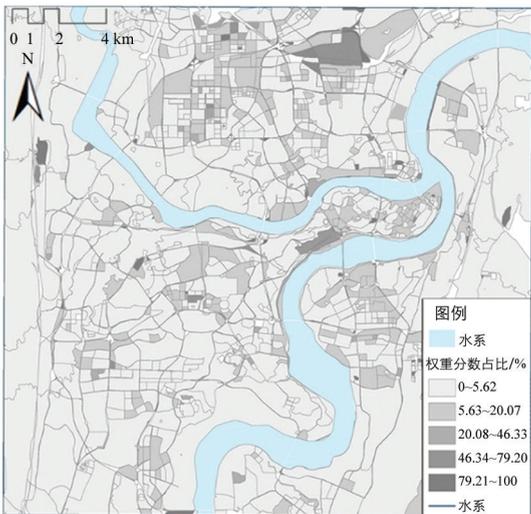
(b) 居住功能区



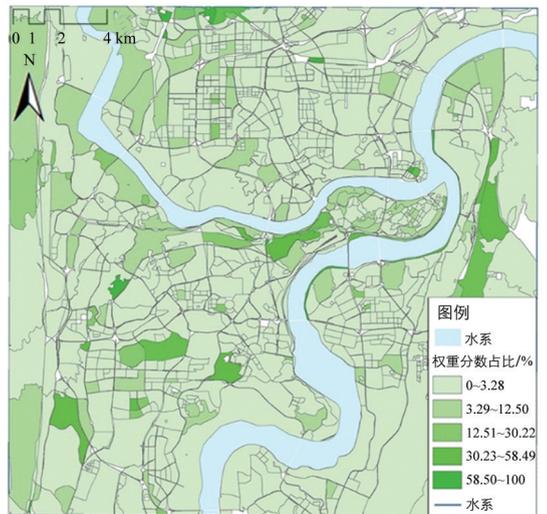
(c) 公共服务功能区



(d) 工业功能区



(e) 道路交通功能区



(f) 绿地景观功能区

图 3 各功能 POI 权重分数占比分布图

商服功能分区呈现多核心片状分布、各核心多散点聚集的分布格局。从 POI 权重分数占比分布来看,共提取含商务和服务业功能的地块 1 301 个,按自然断点法对结果进行分级,348 个地块商服功能占 48.34% 以上,占比达到 79.06% 以上的地块有 198 个,216 个地块商服功能占比处于 24.81% 到 48.33% 之间,低于 24.80% 占比的地块有 737 个。数据结果准确识别出观音桥、解放碑、大坪、沙坪坝、杨家坪以及南坪等典型商圈分布状况,同时对江北嘴、照母山科技城以及大杨石组团周边办公区功能也有较为明显的呈现。商业集聚是商业服务职能和交通可达性综合作用的结果,由于重庆山地地形的特征,交通立体以及隧道众多,使得大部分路网与街区形态极不规则,从而使得商业功能的集聚方式以大分散、小集聚为主要形态。

居住功能分区基本能够覆盖整个中心城区,其分布特征以环绕商业功能区为主。从街区尺度来看,POI 权重分数占比较高的居住功能区,其面域较广。数据结果识别出含居住 POI 功能的地块共 951 个,其中 421 个地块居住占比高于 62.56%,176 个地块分数占比达到 81.54% 以上,占比处于 41.26% 到 62.55% 之间的地块有 250 个,172 个地块处于 14.68% 到 41.25% 之间,低于 14.67% 的地块有 108 个。高占比的居住片区主要大面积分布在江北大石坝—冉家坝片区、南坪组团以及沙坪坝组团,渝中区由于其城市开发建设较早,土地较为紧缺,街区尺度最为细密,居住功能单一,地块较少。整体来看,复杂的地形使得重庆中心城区建设用地较少,地少人多的条件促使重庆高密度城市的形成。在弱化朝向与间距的影响之下,主城大部分居住片区以高容积率集约建设为主要特征,因而有限的土地上,居住功能的高容量承载得以落实。

公服功能分区呈现片状多点分布特征,与商业功能区略有差别,公服用地以学校、医院及科研单位为主要空间实体。在街区地块尺度,含有公共服务设施 POI 的地块共计 1 025 个,POI 权重分数占比高于 69.04% 的地块有 81 个,有 109 个地块处于 38.72% 到 69.03% 之间,低于 38.71% 的地块有 835 个。数据结果较为明显地识别出沙坪坝区重庆大学、重庆师范大学以及南岸区重庆邮电大学、重庆工商大学等教育设施,同时重庆图书馆、西南医院、大坪医院等市级大型公共服务设施所在地块也得以清晰识别。

工业功能分区呈现较为明显的边缘化形态,研究共识别含工业 POI 类型的地块共 437 个,工业占比达到 62.68% 以上的地块有 19 个,38 个地块工业占比处于 32.78% 到 62.67% 之间,这些地块属于较为典型的工业园区版块,而 52 个地块工业 POI 权重分数占比仅在 13.20% 到 32.67% 之间,328 个地块在 13.19% 以下,这些地块所涵盖的工业 POI 以信息科技工业为主,其对于实体空间的需求与传统工业片区相比较低,以商务办公和产业孵化为主要载体。研究数据较明显地识别出主城区东部茶园组团工业区、西南部九龙工业园区以及大竹林工业园,同时对信息科技产业园也有相应识别,这类用地以复合于商业商务中心为主要分布特征,包括冉家坝商务办公区、沙坪坝商贸中心、观音桥商贸中心外围圈层版块。

道路交通功能区主要以道路、站场为空间实体,由于街道数据对于重庆山地立体交通的解读性欠佳,在街区尺度上划分较不均匀,整体识别效果一般,单一功能的交通设施用地体量较小,以城市主干路和主要客运站场为主,较为精确识别出菜园坝火车站与重庆北站火车站。研究数据中 959 个地块交通设施 POI 权重分数占比在 20.07% 以内,此类为附属配套功能;57 个地块占比在 20.08% 到 46.33% 之间,占比超过 46.34% 的有 773 个。

绿地广场功能区涵盖 POI 类型较为单一,且数据总量较小,但由于其面域性质较为单一,识别结果对比度明显。研究数据中,15 个地块绿地功能占比在 58.50% 以上,11 个地块处于 30.23% 到 58.49% 之间,170 个地块在 30.22% 以下。在图 3 中对比发现,研究结果较为明显识别出重庆市动物园、南山风景区、彩云湖湿地公园、鹅岭公园以及研究区北部照母山公园。

3.2 土地利用混合度识别与评价

3.2.1 混合度识别

对街道单元的功能识别中, 发现存在较多混合功能单元, 因此研究进一步在精细化网格尺度下, 测度城市功能的混合度. 首先对获得的 POI 点要素进行核密度估计, 得到研究数据的空间分布情况(图 4), 再按照量化 POI 多样性的步骤对重庆市核心城区用地功能混合度进行识别, 得到重庆市核心城区功能混合度分析图(图 5). 混合度计算网格共计 16 048 个, 筛选掉空值单元, 获得具有研究价值的网格共 8 148 个, 功能混合度最大值为 2.24, 标准差为 0.60, 平均值为 0.86, 数值越高, 表明网格内涵盖的 POI 种类越多.

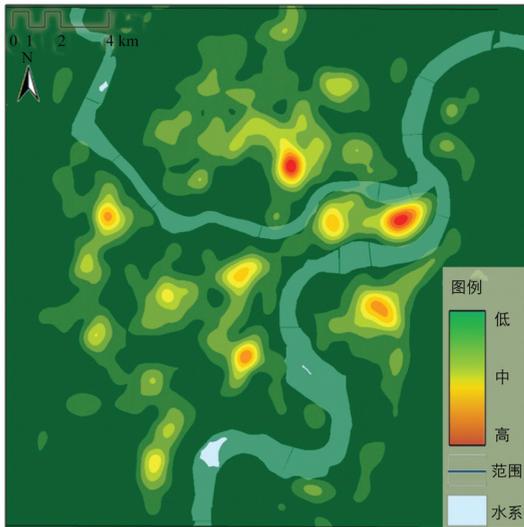


图 4 POI 分布核密度估计图

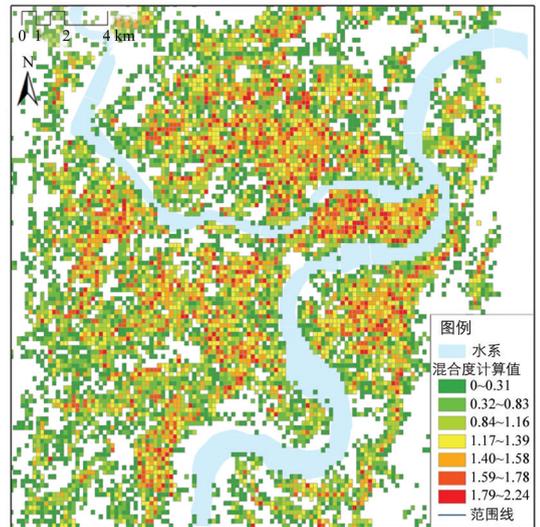


图 5 功能混合度识别图

3.2.2 结果分析

由图 5 可知, 重庆市中心城区的功能混合度整体较高, 山地地形的特征使得功能混合呈现较为明显的“多组团、大分散、大集聚”状态, 与 POI 数据在研究区面域的自然分布形态大致相近, 也与中心城区城市空间结构相吻合; 高混合度区域的分布与功能区识别结果存在相关性, 具体表现在:

商业服务业及公共服务功能区混合度较高, 单一类功能区混合度较低. 从 POI 分类上, 商业类别和公服类别的 POI 共计 31 种, 占总类别数的 73%, 而商业服务业对应的功能分区中, POI 所识别出的功能混合度整体较高, 这与商业服务业的 POI 空间点密度相关, 如餐饮类 POI 的分布呈现小体量、大规模的特征. 与此相比, 工业及交通枢纽功能区域的功能混合度较低, 反映出用地不够集约, 甚至存在低效用地的情况, 重庆北站和菜园坝火车站混合度计算值中等偏低, 周围物业功能和上盖业态存在提升空间, 同时九龙坡和大渡口工业功能区域, 呈现出功能混合度整体偏低的现象, 相较于冉家坝—红旗河沟区域, 城市扩展的连绵性与整体性不足, 存在城市“飞地”^[19]和低效用地.

中高混合度呈多中心面状分布, 混合度极值主要以各大商业中心的圈层面域为主. 观音桥中心商务区以及两路口区域达到 2.15, 沙坪坝欣阳广场和大坪时代天街等商圈也达到了 1.78 以上, 南坪、杨家坪和大渡口中心商圈地带也达到 1.69~1.90, 组团中心并未绝对集聚, 亦附带有低热点网格, 渝中半岛整体功能混合度最高, 85% 以上的网格混合度计算值达到 1.17 以上, 而低值主要集聚在江边和城中山地公园区域, 环三峡广场区域呈现最高混合度集聚范围, 该区域业态混合, 街道路网紧密, 土地利用集约. 同时观音桥、解放碑、大坪、杨家坪等主要商圈地带也呈现高值集聚的状态, 其中沙坪坝商圈的集聚状态最为明显, 其功能业态以商业综合体和上盖居住、写字楼为主, POI 复合程度较高; 南坪地区以南坪商圈为中心, 向北部发散呈现面状高值集聚状态.

4 结 语

4.1 主要结论

本文以 POI 大数据为研究视角,从街道地块尺度,识别了包括居住功能、商服功能、公共服务功能、工业功能、交通功能、绿地公园功能在内的 6 类城市功能区,分析其分布特征,在此基础上从精细化网格尺度分析了重庆市中心城区土地利用的混合度情况,得出如下主要结论:研究对重庆市多中心城市结构识别明显,中心城区土地利用功能主要以“组团+圈层”的形式分布,大分散,密集聚,组团中心以商业商务区为主,外围圈层以混合用地形式展开,呈现较为明显集约型集聚方式;中心城区整体土地混合利用程度高,混合功能区覆盖主城大部分区域,中高混合度呈多中心面状分布,混合度极值主要以各大商业中心的圈层面域为主;商业服务业及公共服务功能区混合度较高,单一类功能区混合度较低。

4.2 研究展望

总体来看,重庆市多中心组团发展模式较为成熟,这与重庆自身独特的山地地形地貌、特殊的城市发展历史背景^[20]紧密相关,在相关政策引导下,中心城区将进一步优化内部空间结构,节约集约用地依然是未来空间拓展的主要方向。在新时代城镇化的背景下,城市土地利用布局规划在强调功能分区的同时,也应坚持土地的混合利用^[21]规划与改造,减少职住分离,平衡人口增长与就业发展,提升城市的人口承载力与经济、社会活力,混合集约也成为了山地高密度城市发展的必经之路。

本研究从 POI 大数据视角对城市功能分区进行识别的研究效果明显但也存在不足。POI 数据具有高时效性、易获取、海量精准等特性,但对空间实体的描述信息较少,尤其缺乏体量的描述信息,鉴于此,本文构建了“空间—影响力”二元权重模型以描述 POI 的空间体量,但由于获取数据以及研究区域的局限性,权重指标评价模型仍有待优化。研究数据中的道路网数据对山地城市的地块划分较难表达,未能反映城市实际的发展情况,还应加强对于数据的精细化处理。研究方法上,仅对 6 大类功能进行识别,识别结果难以描述城市的多元复合功能,对于混合功能的描述欠佳。精细化尺度的数据分类与空间划分将成为未来研究的重点。

参考文献:

- [1] 周干峙. 城市及其区域——一个典型的开放的复杂巨系统 [J]. 城市发展研究, 2002, 9(1): 1-4.
- [2] KRÖSCHE J, BOLL S. The xPOI Concept [M] // Location- and Context-Awareness. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2005: 113-119.
- [3] 甄茂成, 党安荣, 许 剑. 大数据在城市规划中的应用研究综述 [J]. 地理信息世界, 2019, 26(1): 6-12, 24.
- [4] 康雨豪, 王玥瑶, 夏竹君, 等. 利用 POI 数据的武汉城市功能区划分与识别 [J]. 测绘地理信息, 2018, 43(1): 81-85.
- [5] 黄伟力. 基于 POI 的城市空间结构分析——以北京市为例 [J]. 现代城市研究, 2017, 32(12): 87-95.
- [6] 李 伟, 黄正东. 基于 POI 的厦门城市商业空间结构与业态演变分析 [J]. 现代城市研究, 2018, 33(4): 56-65.
- [7] 武前波, 刘 星. 基于服务设施聚集的杭州市多中心空间形态研究 [J]. 现代城市研究, 2018, 33(10): 28-36.
- [8] 赵宏波, 余涤非, 苗长虹, 等. 基于 POI 数据的郑州市文化设施的区位布局特征与影响因素研究 [J]. 地理科学, 2018, 38(9): 1525-1534.
- [9] 曾 佳, 叶圆圆, 钟志水. 基于 POI 大数据的公共服务业态空间布局均等化研究 [J]. 皖西学院学报, 2018, 34(3): 72-75.
- [10] 崔真真, 黄晓春, 何莲娜, 等. 基于 POI 数据的城市生活便利度指数研究 [J]. 地理信息世界, 2016, 23(3): 27-33.
- [11] 薛 冰, 肖 骁, 李京忠, 等. 基于 POI 大数据的城市零售业空间热点分析——以辽宁省沈阳市为例 [J]. 经济地理, 2018, 38(5): 36-43.
- [12] 曹芳洁, 邢汉发, 侯东阳, 等. 基于 POI 数据的北京市商业中心识别与空间格局探究 [J]. 地理信息世界, 2019, 26(1): 66-71.

- [13] 韩昊英,于翔,龙瀛. 基于北京公交刷卡数据和兴趣点的功能区识别 [J]. 城市规划, 2016, 40(6): 52-60.
- [14] 池娇,焦利民,董婷,等. 基于 POI 数据的城市功能区定量识别及其可视化 [J]. 测绘地理信息, 2016, 41(2): 68-73.
- [15] 李苗裔,马妍,孙小明,等. 基于多源数据时空熵的城市功能混合度识别评价 [J]. 城市规划, 2018, 42(2): 97-103.
- [16] 段亚明,刘勇,刘秀华,等. 基于 POI 大数据的重庆主城区多中心识别 [J]. 自然资源学报, 2018, 33(5): 788-800.
- [17] 王明,李清泉,胡庆武,等. 面向众源开放街道地图空间数据的质量评价方法 [J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2013, 38(12): 1490-1494.
- [18] 赵卫锋,李清泉,李必军. 利用城市 POI 数据提取分层地标 [J]. 遥感学报, 2011, 15(5): 973-988.
- [19] 赵伟,曾亚. 重庆“一小时经济圈”城市扩展时空特征研究 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2019, 44(5): 86-94.
- [20] 易峥. 重庆组团式城市结构的演变和发展 [J]. 规划师, 2004, 20(9): 33-36.
- [21] 赵会顺,陈超,高素芳. 城市土地集约利用评价及驱动因子分析 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2019, 41(5): 112-119.

A POI Data-Based Study of the Urban Functional Areas of Chongqing and Their Mix Degree Recognition

HU Xiao-ming^{1,2}, LI Xiao-long¹, WEI Fang¹

1. College of Civil Engineering and Architecture, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China;

2. Zhejiang Andi Architectural & Planning Design Co. Ltd, Hangzhou 310058, China

Abstract: Based on the theory of urban zoning and POI (point of interest) data, this paper takes the core urban area of Chongqing as an example, and based on the screening and classification of POI data, a “space-influence” binary weight calculation model is constructed to quantify POI attributes. Combined with the street partition, the main functions of each block are identified, and the functional mixture is calculated at the refined grid scale. The results indicate that the overall function of the central urban area is highly mixed, and the functional partition recognition is characterized by multi-center, and the urban group development mode is relatively mature; that the spatial distribution of functional areas of POIs with different functions is obviously different, and the functions of commercial service, residence and public service are characterized by group distribution and circle enclosing, while the industrial functions are mainly distributed around the central urban area, and the traffic and green space functions are mainly distributed in stations and large parks; and that the function recognition based on POI is significant, and the blending measure of refined grid has certain reference value for land use description of mountainous cities.

Key words: POI data; urban functional area; functional mixture degree; Chongqing