

利用 POI 数据的武汉城市功能区划分与识别

康雨豪¹ 王玥瑶¹ 夏竹君¹ 池 娇^{1,2} 焦利民^{1,2} 魏智威¹

¹ 武汉大学资源与环境科学学院,湖北 武汉,430079

² 武汉大学地理信息系统教育部重点实验室,湖北 武汉,430079

Identification and Classification of Wuhan Urban Districts Based on POI

KANG Yuhao¹ WANG Yueyao¹ XIA Zhujun¹ CHI Jiao^{1,2} JIAO Limin^{1,2} WEI Zhiwei¹

¹ School of Resource and Environmental Sciences, Wuhan University, Wuhan 430079, China

² Key Laboratory of Geographic Information System, Ministry of Education, Wuhan University, Wuhan 430079, China

摘 要:随着网络空间的发展,大量城市空间 POI(point of interest)数据点的分布模式、分布密度在基础设施规划、城市空间分析中具有重要参考意义,为研究城市功能区识别和划分提供了新的视角。采用电子地图 POI 数据,以武汉市核心城区(三环以内)为研究对象,将 POI 点数据根据城市功能区分类体系进行量化处理,获取 POI 点密度分数,在此基础上对城市道路网划分得到的分区基本单元进行 POI 数据点密度分数计算,通过对各街区 POI 数据点密度之间进行量化分析,实现了武汉市核心城区功能区的划分和识别。将实验结果与武汉市现有城市用地地图进行对比,证明该方法现实可行。本方法基于 POI 点数据和定量分析,能够较快速地进行城市空间结构分析,对城市地理空间规划具有一定的理论和实践价值。

关键词:POI 数据;城市功能分区;空间识别

中图法分类号:P208

文献标志码:A

Abstract: Taking the core urban area of Wuhan (within three rings) as research object, this paper presents a method of identifying and classifying urban districts by using data of roads and relative POI(point of interest) from online maps. Urban areas are divided into small blocks by roads, the amount of POI density is calculated to evaluate the results. Experimental result show that, compared with Baidu map in reality, the level of similarity reaches 88%, the method of our proposed is feasible. The urban spatial structure can be analyzed rapidly, which has certain theoretical and practical value for urban geospatial planning.

Key words: POI; urban district; spatial identification

随着信息技术的迅猛发展,大数据已经成为重要的发展方向和研究热点。兴趣点(point of interest, POI)主要用途是在提高地理定位精度和速度的基础上,对部件或者事件的地址进行描述^[1]。作为一种代表真实地理实体的点状地理空间大数据,提取出有用的信息,与其他学科交叉关联,发掘其中所

蕴含的空间地理信息关系,是当前 GIS 领域的热点^[2]。

目前,我国现有的对城市各功能划分的方法以经验为主,往往凭主观的判断和定性分析,缺少定量的计算分析。又由于现今城市功能区大多混杂、重叠,部分区域具有多重属性,因此对城市功能分区的精确识别提出了更高的要求^[3,4]。目前,文献^[5-8]已将大数据应用于城市空间结构分析中,并取得了理想的效果。基于此,本文利用 POI 数据,探讨出一种通过定量计算求出相应城市分区的方法,并以武汉市为例,对武汉市核心城区进行街区尺度的基本单元划分,计算各街区 POI 点密度,完成了武汉市功能区的识别和划分,并研究了武汉各城市功能分区的分布特征。

1 城市分区理论与方法

1.1 研究区域及数据准备

本文根据所获取的 POI 数据分布,研究区域涵盖武汉市建成区内的江岸区、江汉区、硚口区、汉阳区、武昌区、青山区、洪山区等 7 个区。所使用的数据为网络电子地图武汉市 2014 年 POI 数据,共有 346 562 条数据。每条 POI 数据包含多个属性,以字段名(字段类型)表示,包括序号(int)、纬度(double)、经度(double)、分值(double)、区域(char)、名称(char)、地址(char)、类型 1(char)、类型 2(char)、类型 3(char)。

POI 数据依照线性分类法,按照从属关系分为大类、中类、小类 3 个层次^[9]。类型 1 为大类分类,包括餐饮服务、公共设施、购物服务、商务住宅、生活服务、体育休闲服务、地名地址信息、风景名胜、金融保险服务、科教文化服务、医疗保健服务、政府机构

及社会团体等共 12 种大类;类型 2 为类型 1 的子类型,包括便民商店/便利店、超级市场、服装鞋帽皮具店、个人用品/化妆品店等 93 种中类;类型 3 为类型 2 的子类型,包括幼儿园、小学、中学等 432 种小类。所获 POI 数据分类数目众多、细致,各小类涵盖生活中多种地点不同规模的地理实体,减少了仅仅依据 POI 分类进行赋分的误差。

本文还获取了武汉市 2013 年路网矢量地图(图 1),数据源包括高速公路、环路等主干路,城市内的次干路、支路和桥梁以及武汉市 2013 年湖泊、河流数据。



图 1 武汉市核心城区道路网、河流、湖泊分布图
Fig. 1 Distribution of Road, River, Lake in Central Wuhan

1.2 城市分区方法

1.2.1 POI 点样方密度法

样方密度法是指将研究区域分割成一系列子区域(即样方),计算落入各样方的点数与样方面积的比值,作为样方单元的密度^[10]。本研究使用样方密度法的思路,定义了一个指标:POI 点分数密度作为城市功能区划分的主要依据。POI 点分数密度是通过给各 POI 点数据根据类型进行赋分,计算各研究基本单元中不同类型的 POI 点密度,进而得出该样方内占主导地位的 POI 数据点类型。其计算公式为:

$$D_i = C_i / S_i, i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (1)$$

式中, D_i 为区域的 POI 数据点密度分数(分/ km^2); C_i 为区域的 POI 点的数量; S_i 为区域的面积。

由于不同类型的 POI 数据点与不同城市功能区的相关度、影响力不同,若所有的 POI 数据点所赋分值相同,将导致计算出的结果与真实情况不符,因此还应对每一个 POI 点进行赋分,根据其固有属

性赋予不同的权重系数,大致代表现实世界中 POI 点的影响力。则式(1)中 C_i 的取值公式修正为:

$$C_i = \sum_{i=1}^n c_i, c_i \text{ 为区域内第 } n \text{ 个 POI 点的分值。}$$

1.2.2 POI 数据点赋分方法

每一个街区中所包含的 POI 数据点密度可以在一定程度上反映该区域的城市功能属性,但由于不同 POI 数据点与城市分区相关度不同,因此需要对 POI 数据点进行权重系数测定^[11]。本研究根据所获得的 POI 数据点的类型属性,采用专家赋分法和因素成对比较法的评价方法,由于受到各个限制性因素的影响,即使是同一小类下的点也会存在不同的影响力,在本研究中不予考虑,最终经过综合取舍、博弈均衡,构建了不同类型 POI 的综合赋分评价体系。

1)对于大类的权重系数测定。根据 POI 大类类型与特定城市功能分区的相关性,结合专家打分,采用模糊综合评价方法折衷后得到大类类型权重系数。

在本研究中,武汉城市功能分区划分为商业区、居民区、科教区、旅游区。其中,在每一种城市功能分区中,所包含的 POI 大类类型赋分总值为 1。

2)对于中类的权重系数测定。在同一大类下,对不同的中类,采用因素成对比较法,考虑其与大类的相关性和自身的影响力,进行两两比较,给出不同的分值并最终求出均值,即为中类类型权重系数。其中,每两项进行比较时,赋分相加之和为 1。

$$s_2 = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} s_i}{n-1} \quad (2)$$

式中, n 为特定大类下中类的数目,为该中类与第 i 个中类进行两两比较后的赋值。

3)对于小类的权重系数测定。在同一中类下,对不同的中类,考虑其与中类的相关性和自身的影响力,得到小类类型权重系数,其取值区间为(0, 100]。

4)综合权重系数测定。将 POI 的大类、中类、小类权重系数综合起来能够全面地反映该类型的影响力(记为 sig.)。基于此,本文提出一个由这些指标构成的 POI 影响力度模型:

$$\text{sig.} = s_1 \times s_2 \times s_3 \quad (3)$$

式中, sig. 为每一个 POI 数据点经过修正处理后的综合权重系数。

由于每一个 POI 数据的综合权重系数唯一,因此每个 POI 数据点的分值为 $c_i = \text{sig.}$, 即 POI 数据点修正后的分值等于该 POI 数据点的综合权重

系数。

5) 标准化。由于原始数据中各种类型的 POI 数据点数目不同,如商业区类型中,共有 POI 数据 173 400 条,而风景区类型中,只有 POI 数据 2 381 条,因此为了便于比较分析,对原始数据进行处理,得到各数据的标准值^[12],公式为:

$$X_{ij}^* = \begin{cases} \frac{X_{ij} - \bar{X}_j}{S_j}, S_j \neq 0 \\ 0, S_j = 0 \end{cases} \quad (4)$$

式中, X_{ij}^* 为标准化后的值; X_{ij} 为原始值; S_j 为标准差; $i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, m$ 。

经过标准化处理后,各城市分区相关 POI 数据点密度总分值极差减小,消除了某一类型 POI 数据点密度总分值比例过小的情况。

1.2.3 街区单元划分方法

城市功能分区中,需要确定分析与模拟的基本空间单元^[13]。街区是由城市道路划分的建筑地块,也是构成居民生活和城市环境的面状单元。街区是城市形态结构、城市功能、城市管理及城市认知的基本单元,进行街区尺度研究具有重要意义^[14]。鉴于此,本研究选择街区作为城市功能分区识别的基本空间单元,根据武汉市路网矢量图,将武汉市三环内的地域按照路网(包括主干路、快速路、次干路等)切割成街区,每个街区由道路自然分割而成。

1.2.4 分区识别方法

本文认为,在一个街区中,一种城市功能区 POI 数据点的密度分值占总 POI 点的密度分值超过了 50%,则街区以该功能为主,是单一的城市功能区;如果占比均没有超过 50%,则该街区多种城市功能并存,将其划分为城市混合分区。

叠加分析是将两层或多层地图要素进行叠加产生一个新要素层的操作^[15]。本文将武汉市的街区数据层、河流湖泊数据层以及不同类型的 POI 点数据层通过叠加分析,将相同街区的属性叠加在一起。

空间连接指的是根据空间关系将一个要素类的属性连接到另一个要素类的属性。目标要素和来自连接要素的被连接属性写入到输出要素类。通过对不同类型的 POI 数据点和武汉市街道面进行连接,分别计算街区中每一种城市功能区类型的 POI 点总分,并根据 POI 点样方密度法计算街区中每一种城市功能区的 POI 点密度。再通过空间连接,将街区中每一种城市功能区的 POI 点密度相加,得到该街区的所有 POI 点密度总值,分别计算各个功能区的 POI 点密度占 POI 点密度总值的比例。基于此,每个街区可以识别出各项城市功能的比例,进而评

价街区中土地混合使用的程度。

2 结果分析

2.1 武汉市城市功能区划分与识别

按照城市分区空间识别的步骤对武汉市城市功能区进行识别。首先获得武汉核心城区街区共 277 个(图 2)。通过叠加分析分别将不同类型的 POI 数据与武汉市街区进行叠加,依次计算各街区中不同城市功能分区的 POI 数据点分数密度,通过可视化处理进行表达(图 3)。图 3 中,街区颜色越深,代表该街区中该图所示城市功能区类型的 POI 点分数密度越高。由图 3 可知,各不同类型城市功能分区的 POI 数据点分数密度范围不同。

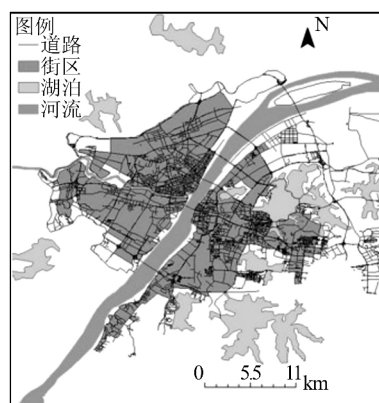


图 2 武汉核心城区街道分布图

Fig. 2 Distribution of Blocks in Central Wuhan

为了得出最终的不同城市功能分区图,通过空间连接,计算各街区中不同类型城市功能区 POI 数据点分数密度占该街区总 POI 数据点分数密度的比例,并以地图的形式进行可视化表达。图 4 为武汉市核心城区功能分区图。

经过武汉城市功能分区的识别,本研究共识别出基于街区尺度的城市商业区 50 个,城市居民区 6 个,城市科教区 74 个,城市旅游区 9 个,城市混合分区 127 个。

2.2 结果分析

对图 3 和图 4 进行分析,可得武汉核心城区各城市功能分区的分布格局具有以下特征。

1) 武汉市商业区呈现多核心分布、各核心多商户聚集的分布格局。由于历史和文化的因素,商业中心主要集中在汉口靠近汉江、长江的地段,江汉路、武汉广场、汉口中央商务区等商业中心均集中在这里。武昌区的亚贸广场、洪山广场商圈、汉街商

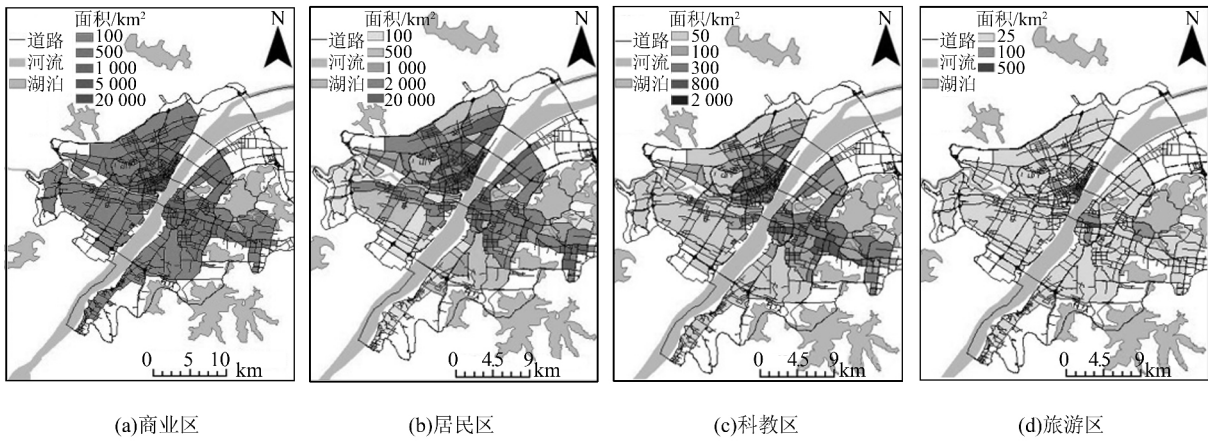


图3 武汉市各街区 POI 数据点分数密度
Fig. 3 Density of POI Data of Wuhan Each District

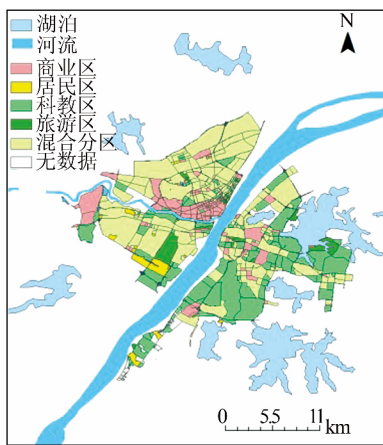


图4 武汉市城市功能分区分布图
Fig. 4 Functions Distribution of Wuhan Urban District

圈、光谷广场商圈同样为武汉商业区集中的地段。以上地段的商业区 POI 数据点分数密度均达到了 1 000 分/km²，部分街区甚至达到了 5 000 分/km²。

2) 以居住为单一功能分区的街区较少，居民区分布较多的地方大多以混合城市分区的形式显现出来。由于居民区附近必然会有各种配套的生活设施存在，因此单一的居民区较少；而以居民区为中心、周边多种类型服务设施聚集的混合城市功能分区较多。

3) 科教城市功能分区主要集中在武昌区，包括武汉大学、华中科技大学、中国地质大学、华中师范大学、武汉理工大学、中南财经政法大学等多所大学均在图 4 中有所显示。

4) 武汉市核心城区的旅游区较少，在图 4 中，汉阳区的武汉市动物园、武昌区的黄鹤楼景区、东湖磨山景区、欢乐谷等旅游景点有所体现。

2.3 研究结果检验

为了检验本研究模型识别结果的准确度，本文将研究得到的武汉市城市功能分区与百度地图进行了对比。共选择了 25 个街区(图 5)，与现实生活中街区土地用地情况进行对比，检验识别的总体准确率。在符合度打分评价中，满分为 3 分，即为完全符合，2 分为较为符合，1 分为较为不符合，0 分为完全不符合。总体准确率计算方法为：

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{\sum_{i=1}^n X_i} \times 100\% \quad (5)$$

式中， n 为抽样街区数； X_i 为街区符合度的满分； x_i 为街区符合度的实际得分。

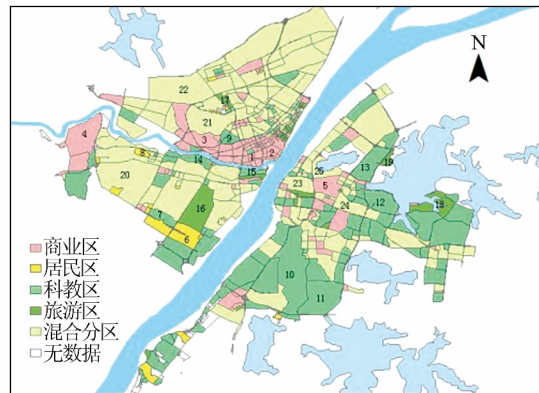


图5 武汉市城市功能分区抽样检测
Fig. 5 Sampling Inspection for Wuhan Urban District

街区符合度的评价和计算见表 1，可见，武汉市城市分区识别总体准确率达到 88%，说明本研究对于城市功能分区能够有效地识别，具有一定的准确度。

表 1 街区城市分区符合度评价

Tab.1 Assessment of Coincidence Degree for Urban

District				
编号	街区属性	真实属性	分区属性	符合度分值
街区 1	既济电力商城	商业区	商业区	3
街区 2	武胜社区等	居民区	商业区	1
街区 3	鑫海花园等	居民区	商业区	0
街区 4	黄金口	商业区	商业区	3
街区 5	小龟山和洪山广场	混合区	商业区	2
街区 6	平原二村	居民区	居民区	3
街区 7	金地·澜菲溪岸	居民区	居民区	3
街区 8	琴断口·新村	居民区	居民区	2
街区 9	华中科技大学同济医学院	科教区	科教区	3
街区 10	华中科技大学武昌分校和湖北工业大学	科教区	科教区	3
街区 11	湖北省农业科学院	科教区	科教区	3
街区 12	武汉大学	科教区	科教区	3
街区 13	武汉大学医学部	科教区	科教区	3
街区 14	武汉船舶职业技术学院	科教区	科教区	3
街区 15	龟山风景区	风景区	风景区	2
街区 16	武汉动物园	风景区	风景区	3
街区 17	后襄河公园	风景区	风景区	3
街区 18	东湖梅园和磨山景区	风景区	风景区	2
街区 19	东湖听涛景区	风景区	风景区	3
街区 20	万科汉阳国际	混合区	混合区	3
街区 21	王家墩中心	混合区	混合区	3
街区 22	常青公园	混合区	混合区	3
街区 23	昙华林	混合区	混合区	3
街区 24	洪山公园	混合区	混合区	3
街区 25	沙湖公园	混合区	混合区	3

3 结束语

本文基于武汉市 POI 数据和路网数据,通过计算各街区单元中 POI 数据点的密度分值,探索了 POI 数据在现代城市功能分区的应用模式,在理论和方法上识别了现代城市规范用地功能分区,可以为今后的该类城市规划建设提供一个有普遍性指导意义的区划流程。本研究可以为合理利用土地资源,提高土地利用效益,为城市发展与扩张提供决策支持,具有十分重要的实践意义。

本研究也存在一些不足,需要在继续深入的研究中加以改进:

1)对于 POI 数据的分级和赋分还不够客观和全面。实际上,同一类型的 POI 点影响力同样存在差异。虽然本研究中数据源对于 POI 的分类已经较为细致,但仍然会产生误差。因此仅仅从类型这一个因素进行考虑还不够准确。

2)以街区为尺度进行城市分区的识别还存在街区内部和街区与道路交界处的差异,如街区内部与

街道附近 POI 类型不同,识别结果为混合分区,与现实的居民区不符。这种情况并没有在本次研究中进行更深入的研究,但同样会对城市功能分区的边界确定产生影响。如何对各种城市功能区进行更精确的界定,也是今后研究的主要方向。

参考文献

- [1] 龙瀛. 城市大数据与定量城市研究[J]. 上海城市规划, 2014(5):13-15
- [2] 邓鹏,李霖,陈功,等. 基于用户情境的 POI 个性化推荐模型[J]. 测绘地理信息, 2015,40(3):52-56
- [3] 王艳,宋振柏,吴佩林. 城市功能分区空间聚类方法研究及其应用——以济南市为例[J]. 地域研究与开发, 2009,28(1):27-31
- [4] 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
- [5] 龙瀛,张宇,崔承印. 利用公交刷卡数据分析北京居住关系和通勤出行[J]. 地理学报, 2012,67(10):1 339-1 352
- [6] 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
- [7] 郭洁,吕永强,沈体雁. 基于点模式分析的城市空间结构研究——以北京都市区为例[J]. 经济地理, 2015,35(8):68-74
- [8] 王芳,高晓路,许泽宁. 基于街区尺度的城市商业区识别与分类及其空间分布格局——以北京为例[J]. 地理研究, 2015,34(6):1 125-1 134
- [9] 张玲. POI 的分类标准研究[J]. 测绘通报, 2012(10):82-84
- [10] 易嘉. 城市交通分区合理划分研究[D]. 上海:同济大学, 2006
- [11] 杨咏明,董煜. GIS 支持下的城镇土地分等定级评价研究——以新疆克拉玛依市为例[J]. 安徽农学通报, 2009,15(19):10-11
- [12] 王原,吴泽民,张浩,等. 基于 RS 和 GIS 的马鞍山市分区城市森林景观格局综合评价[J]. 北京林业大学学报, 2008,30(4):46-52
- [13] 龙瀛,崔承印,茅明睿,等. 大数据时代的精细化城市模拟:方法、数据、案例和框架[C]. 中国城市规划年会,青岛, 2013
- [14] 肖亮. 城市街区尺度研究[D]. 上海:同济大学, 2006
- [15] 石民丰,黄玮,郭巧梅,等. 基于 GIS 的武汉市道路密度空间分异特征[J]. 地理空间信息, 2013,11(3):103-105

收稿日期:2016-10-04

第一作者简介:康雨豪,本科生,主要从事 GIS 大数据挖掘等研究。

E-mail:kkyyh96@whu.edu.cn