

小区“15 分钟社区生活圈”空间聚类研究

——基于 POI 数据

张 波 赵彦云 周 芳

内容摘要: 本文基于北京市小区以及公共基础设施的 POI 数据对北京市“15 分钟社区生活圈”空间分布进行聚类研究。根据本文构建的“生活圈”指数将小区分为四个等级: 优质小区、良好小区、中等小区和待改进小区。研究发现, 不同等级小区在空间上表现出明显的聚类特征。具体表现为: 优质小区类簇集中分布在除石景山以外的城六区, 并且分布密度和广度均显著高于其他区域, 良好小区与中等小区类簇分布于三环至四环之间, 尤以西部和南部最为明显, 而待改进小区类簇则分布在四环至六环之间, 多为近年来发展的热点区域, 同时也是公共服务缺口最大的区域。

关键词: 15 分钟社区生活圈; 空间聚类; 兴趣点数据; DBSCAN; POI 数据

中图分类号: F299.27 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-7794(2019)01-0049-08

DOI: 10.13778/j.cnki.11-3705/c.2019.01.009

一、引言

2017 年 9 月北京市发布《北京城市总体规划(2016—2035 年)》, 提出到 2035 年实现“一刻钟社区服务圈”全覆盖的目标。随后, 上海市也于 2018 年 1 月发布《上海市城市总体规划(2017—2035 年)》, 提出要打造“15 分钟社区生活圈”, 在此之前, 上海市规划与国土资源管理局在 2016 年 8 月就编制并发布了《上海市 15 分钟社区生活圈规划导则》。此外, 广州、深圳、杭州、武汉等城市也都提出了各自的生活圈发展规划和战略。“生活圈”的概念最早来源于日本, 是日本在快速城市化和工业化过程中, 城市发展出现资源过度集中、地区差异过大、环境污染严重等背景下提出的, 旨在疏解城市核心区域人口与社会经济活动, 从而实现城乡和区域的均衡发展。

“生活圈”理念在国内已有很多研究成果, 但大多为理论层面的应用, 如袁家冬等(2005)提出基于我国“日常生活圈”的城市地域系统重新建

立理念^[1], 柴彦威等(2015)的研究提出“基础生活圈—通勤生活圈—扩展生活圈—协同生活圈”为核心的城市生活圈规划理论模式^[2]。近年来随着数据条件的逐步改善, 也出现一些基于兴趣点(Point of Interest, POI)数据的定量研究成果, 如张萍等(2017)利用 POI 数据, 借助 ArcGIS 量化研究了上海郊区大型社区的公共设施空间布局特征, 并与中心城社区进行对比分析^[3]; 崔真真等(2016)基于 POI 数据评价了北上广和天津 4 个城市的生活便利度^[4]; 孙道胜等(2017)以北京市清河街道 18 个社区为案例, 采用个体居民 GPS 数据, 界定社区生活圈的时空范围, 对案例社区进行社区生活圈层划分, 并为社区公共服务设施配置的分级落地提供了参考^[5]; 李江苏等(2018)基于 POI 数据对郑东新区服务业的空间格局进行了聚类分析, 为新区产品结构优化提供思路^[6]。尽管已有基于 POI 数据分析“生活圈”的研究, 但从研究尺度上还处于相对宏观的层面,

还没有具体细致到小区这一微观层面,而小区是城市生活中最小的社会治理单位,与居民日常生活息息相关,从这一最细粒度切入研究,研究结论会更贴近实际情况,也更具有实际指导意义。

本文在前期研究的基础上^[7],基于北京市小区和 22 类公共服务设施的 POI 数据,利用 DBSACN 模型算法,同时借助百度地图 API (Application Programming Interface),首次从小区层面研究“15 分钟社区生活圈”的空间聚类特征,以更加微观的视角研究分析“生活圈”,不仅是对“生活圈”量化研究的有益补充,也为提升城市公共服务均等化水平提供了抓手。借助本研究的成果,可以全面了解北京市在打造“15 分钟社区生活圈”中的薄弱环节,为优化公共资源的空间投入和布局提供决策参考。

二、数据介绍与研究方法

(一) 数据介绍

POI 数据是地图服务的最基本数据,包括地点的名称、地址、空间坐标等基础信息,本文研究选取与居民生活息息相关的 22 类公共服务设施的 POI 数据。数据的获取分为两个阶段。第一阶段,从某二手房交易平台获取北京市分城区共计 8259 个小区的名录;第二阶段,调用百度地图的 API 接口,搜索小区附近 1 公里半径内的 22 类公共服务设施详情,数据具体包括小区经纬度、POI 经纬度、小区与 POI 步行距离、POI 地址以及 POI 标签等信息,最终获取 42021 个 POI 数据。本文以 $X_{i,j}$ 代表小区 i 的“15 分钟生活圈”范围内第 j 类公共服务设施的数量,对于任一小区 i , $X_{i,j}$ 不为零的数量越多则可以认为小区的公共服务设施越完善,同时, $X_{i,j}$ 的数值越大则说明第 j 类公共服务资源越丰富。其中,选择半径 1 公里的依据为成年人步行 15 分钟可达的距离。

本文在前期研究基础上,根据“15 分钟社区生活圈”的内涵,从购物、教育、医疗、休闲、健身、养老、文化和交通 8 个方面构建北京市“15 分钟社区生活圈”指标体系(见表 1),并将 22 类 POI 数据分别归总到这 8 个方面,用来评估各小区“15 分钟社区生活圈”的发展水平。其中,指标体系包括 8 个一级指标和 22 个二级指标,需求度来自对

居民的问卷调查结果,而指标权重则是在需求度基础上合成而来,详见赵彦云等(2018)的研究^[7]。

表 1 “15 分钟社区生活圈”指标体系与指标权重

一级指标 (权重)	二级指标	需求度 (%)	POI 个数	二级指 标权重
购物 (0.15)	大型购物中心	40	533	0.02
	超市	92	10815	0.04
	便利店	99	6311	0.05
	菜场	90	2072	0.04
教育 (0.11)	幼儿园	79	2814	0.05
	小学	69	1040	0.04
	中学	32	821	0.02
医疗 (0.10)	综合医院	27	630	0.01
	专科医院	28	233	0.01
	社区卫生服务中心	88	1029	0.04
	药店	93	3757	0.04
休闲 (0.13)	公园	83	603	0.05
	休闲广场	81	298	0.05
	电影院	35	287	0.02
健身 (0.15)	体育场馆 (例如足球场等)	78	4494	0.07
	健身中心 (例如游泳馆等)	78	1159	0.07
养老 (0.08)	社区养老服务驿站	58	389	0.05
	养老院	32	471	0.02
文化 (0.09)	社区文化活动中心	70	857	0.04
	青少年活动中心	47	140	0.03
	大型文化设施	29	1684	0.02
交通 (0.18)	公共交通线路 (包括公交、地铁)	98	1584	0.18

除此之外,本文在研究中还利用到百度地图 API 来确定不同城区和环路的边界等信息,并以此分析不同区域和环路之间的空间特征。

(二) 指标合成

本文研究中将 22 类 POI 指标合成为小区的公共服务设施综合得分,称为“15 分钟社区生活圈”指数。显然指数越高的小区其公共服务能力也越强,反之亦然。研究不同得分的小区在空间上的聚类特征,无疑对优化公共资源配置,提升居民整体幸福感有很强的现实指导意义。

在合成指标时,由于每个 POI 指标量纲不同,首先需要对指标做归一化处理。鉴于 POI 指标分布并非正态分布的实数,并且是非负整数,因而在归一化处理时选择使用 Min-Max 的归一化方法,具体归一化的公式如下:

$$X_{i,j}^* = \frac{X_{i,j} - \min(X_{*,j})}{\max(X_{*,j}) - \min(X_{*,j})} \quad (1)$$

经过归一化处理后,所有指标均被统一放缩到 0 到 1 之间,至此 22 个二级 POI 指标之间可以进行线性相加。其次,对归一化后的指标进行加权求和,即得到每个小区的公共服务设施综合得分,公式如下:

$$\text{score}_i = \sum_{j=1}^{22} \text{weight}_j * X_{i,j}^* \quad (2)$$

最后,将所得分值再次利用 Min-Max 归一化方法放缩到 0~1 之间,得到最终的“15 分钟社区生活圈”指数。但由于当前对“15 分钟社区生活圈”的研究和实践更多的是理论层面和指导意见层面,缺乏公认的评估标准和体系,更没有从“生活圈”视角量化评估小区的研究成果。本文在研究空间聚类特征时,依据指数高低取其 25%、50%和 75%的分位点作为临界值,将所有小区划分为:优质小区、良好小区、中等小区以及待改进小区 4 个等级,并分别考察其空间的聚类特征,从表 2 可见不同等级小区在 22 个二级指标上得分均值差异较大,优质小区在所有二级指标中都显著高于其他等级小区,并且各类二级指标得分的差异也较大,得分越高表明该类公共服务设施的可达性较好。

(三) 研究方法

柳胜等(2010)和 Neethu et al(2013)对目前主要的聚类方法进行了归纳总结^[8-9],认为主要包括以下 5 类:(1)层次聚类方法,包括自上而下的分裂式聚类 and 自下而上的聚合式聚类;(2)基于划分的聚类方法,典型方法如 K-means 算法和 K-medios 算法;(3)基于密度的聚类方法,典型方法包括 DBSCAN 算法;(4)基于网格的聚类方法,典型方法如 STING 和 CLIQUE 算法;(5)基于模型的聚类方法,典型如混合高斯模型。由于本文所基于的研究数据为空间数据,而基于密度的 DBSCAN 算法可以更好地满足空间聚类的要求,因此本文选用 DBSCAN 算法进行空间聚类。其优点主要在于:(1)聚类算法速度快,并且能够有效处理异常点(Noise data);(2)能够发

现任意形状的空间类簇,而 K-means 等方法只能发现球形类簇;(3)无需事前指定聚类的数量,可以依据数据特点自动生成相应的类簇。这些特点有利于 DBSCAN 算法对空间数据进行聚类研究。

表 2 不同等级小区 POI 指标得分均值
(最高值为 1,最低值为 0)

POI 指标	优质小区	良好小区	中等小区	待改进小区
“15 分钟社区生活圈”指数	0.70	0.55	0.38	0.14
其中:大型购物中心	0.09	0.04	0.02	0.01
超市	0.42	0.34	0.26	0.15
便利店	0.45	0.33	0.22	0.08
菜场	0.11	0.10	0.08	0.03
幼儿园	0.25	0.23	0.22	0.11
小学	0.40	0.30	0.18	0.07
中学	0.32	0.23	0.13	0.04
综合医院	0.31	0.25	0.17	0.05
专科医院	0.23	0.20	0.11	0.03
社区卫生服务中心	0.42	0.34	0.22	0.05
药店	0.51	0.41	0.32	0.12
公园	0.20	0.17	0.13	0.05
休闲广场	0.13	0.11	0.07	0.03
电影院	0.18	0.12	0.07	0.02
体育场馆	0.36	0.27	0.18	0.06
健身中心	0.25	0.15	0.10	0.03
社区养老服务驿站	0.22	0.14	0.08	0.03
养老院	0.15	0.10	0.07	0.04
社区文化活动中心	0.41	0.29	0.16	0.03
青少年活动中心	0.20	0.16	0.08	0.01
大型文化设施	0.17	0.11	0.06	0.01
公交线路	0.46	0.39	0.29	0.12

DBSCAN 算法 (Density-Based Spatial Clustering of Application with Noise) 是由 Ester et al(1996)^[10]于 1996 年提出的一种基于数据分布密度聚类的方法,国内外也有很多基于 DBSCAN 算法对空间数据进行研究的成果。

李新延等(2005)最早探讨了空间聚类算法 DBSCAN 在城市规划中应用,指出空间聚类方法对科学的城市规划很有启发^[11]。杨帆等(2016)基于 DBSCAN 算法对广州市餐饮业的空间集聚特征做了研究,为广州市改进餐饮业态提供思路。

张珣等(2017)利用包括 DBSCAN 在内的 4 种聚类算法研究京津冀城市群的多层级空间结构特点,为京津冀一体化发展提供参考^[13]。Kisilevich et al (2010) 基于 DBSCAN 算法对带有位置标签的图片进行空间聚类来发现城市中热点区域^[14]。Y Hu (2015) 提出一种基于 DBSCAN 算法和 Flickr 图片提取城市兴趣区域(urban area of interest)的方法框架,用以发掘城市热点区域^[15]。

在应用 DBSCAN 算法时,需要依据具体的数据特点来设定算法参数,分别是邻域距离 ϵ 和邻域内最少点数量 MinPts。通常参数 ϵ 设定时,使用 k-distance 方法,其核心思想是绘制 k 距离曲线图(k-distance graph),将 ϵ 值选取在曲线出现明显拐点的位置,原因在于如果 ϵ 值太小则很多数据点很难被聚到一起,而太大则会导致不同类簇被聚合在一起。

从测算结果可以看出,随着 k 在 4 到 8 之间变化,拐点均在 0.4~0.6 之间出现,表明邻域距离 ϵ 值域范围在 0.4~0.6 之间,本文最终选择 0.5(即半径为 0.5 公里)作为参数值。选定 ϵ 后,与之相对应的 MinPts 介于 4~8 之间,本文最终选择 6 作为 DBSCAN 算法的参数值。

三、空间聚类分析

(一) 优质小区空间聚类特征

对优质小区的聚类分析发现,2065 个优质小区最终被聚为 17 个类簇(见图 1),限于篇幅,表 3 仅给出了规模最大的前 10 个类簇的分布范围描述。

优质小区在空间分布上表现出极不均衡的特点。东城、西城、朝阳、海淀和丰台 5 个城区在

优质小区的分布密度上要远远大于其他城区,并且多为连片分布,密度大范围广,而其他区域则为点状分布,往往只集中于城区核心地段的小范围区域。西城区和东城区绝大部分区域都被优质小区覆盖,是北京市公共服务能力最强的两个城区,由于南北从前门至什刹海、东西从西单至天安门东这部分区域多为风景区和党政机关办公区,进而形成环状的优质小区分布带,并且向东与朝阳区连成一片,在朝阳区则集中分布在二环到四环之间,以及近几年发展较快的望京和大屯路一带。这体现了核心城区在公共服务能力方面的巨大优势,未来北京打造“15 分钟社区生活圈”的工作重点应当着重考虑其他区域。

相比而言,近郊和远郊城区的优质小区往往只分布于范围较小的核心地段,且均为单中心格局,未形成连片的优质小区分布带,如通州、昌平、石景山、密云、怀柔、大兴、房山以及平谷,未来只有加快推进这些区域的“15 分钟社区生活圈”建设,才能缩小其与主城区的差距,建立相对均衡的城市公共服务能力,进而形成对人口的吸引力,缓解中心城区的人口压力。

从图 1 可见,即使在五环内区域,优质小区的分布也不均衡,表现为东部优于西部、北部优于南部的特征;除西城区与东城区外,其他城六区的优质小区分布也不均衡,不同区域差异非常明显。朝阳区优质小区集中于东二环至东四环之间以及望京一带,而海淀区优质小区则集中在苏州街至北土城的区域,丰台区优质小区集中在北京南站至方庄一带,而石景山优质小区则集中在八角和苹果园周边,其余大片区域的公共服务

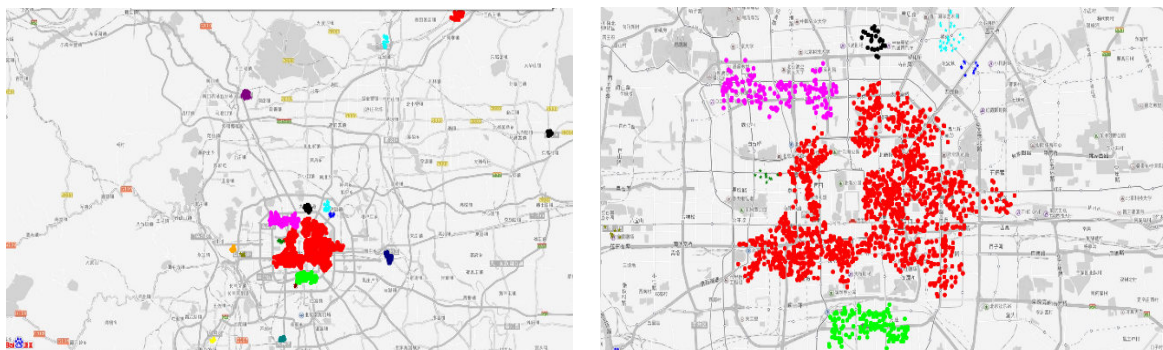


图 1 优质小区空间聚类(左图为全市范围,右图为五环内范围)

能力并不突出,也就是说即使是城六区,也存在明显的公共服务能力不足的区域,城六区的公共服务均等化问题亟待解决。

从整体及环线分布看,东部要明显优于西部,尤其以东三环周边与西三环周边的差距最为显著。东三环得益于国贸、CBD的带动,优质小区密度较高,同时向周边辐射形成以国贸为中心的优质小区分布带,而西三环从地理位置上与国贸对应的是公主坟,其在影响力方面与国贸相差甚远,也没有形成比较明显的商业中心,整个西三环到西四环之间都没有形成优质小区的分布带。从南北方向看,北部同样明显优于南部,北三环至被北四环之间横向密集分布着诸多优质小区,而反观南三环至南四环之间,除刘家窑、石榴庄和大红门一带外,其他区域均没有形成优质小区的分布带,尤其是以十号线为明显界限,十号线以南无优质小区分布。西南二环至西南四环之间的区域相比于其他三个方位是明显的空白区域,未来还有很大的提升空间。

(二) 良好小区与中等小区空间分布

基于 DBSCAN 算法,最终得到 30 个良好小区的类簇,45 个中等小区的类簇(见图 2~图 3)。与优质小区类似,良好小区和中等小区在

城六区的分布密度也非常高,尤其以海淀区、西城区和丰台区最为显著。其中,良好小区最大的类,分布在西二环至西四环之间,菜市口至公益桥的南北沿线,以及西城区地铁四号线沿线和东城区北新桥一带。在宋家庄、十里河、平乐园沿线构成良好小区的第二个大类。这两大类簇是良好小区类簇中规模最大、密度最高且连片分布的聚集区,占良好小区总量的 64%,而其余类簇在分布的密度和辐射能力方面则小很多,如朝阳区的青年路、酒仙桥、惠新东桥等类簇,海淀区的五道口,昌平区的清河,通州区的果园、九棵树,丰台区的看丹桥,石景山区的苹果园,以及房山区的南关等类簇,都属于区域中心类簇。

中等小区最大的类簇分布在西南二环至西南四环并向东向北延伸一带,在丰台区集中在南沙窝桥、七里庄、丰益桥、花乡等地,在西城区集中在甘家口、白纸坊桥一带,在海淀区则集中在定慧寺桥一带,这一类簇规模占比达到中等小区的 34%。其他规模较大的类簇还包括昌平区的西三旗、龙泽、霍营一带,朝阳区的黄渠、常营一带和立水桥一带,海淀区的西苑和北安河一带,大兴区的西红门、枣园和旧宫一带,房山区的苏

表 3 优质小区聚类分布(前 10 大类)

编号	类规模	占比(%)	分布范围
1	1403	67.9	密度最高,分布最广,是连片区域最大的类簇。其范围主要分布在西城区、东城区和朝阳区三个城区。在西城区内,西起西三环的莲花桥和六里桥一带,南至白纸坊桥以北,东边与东城区相连,南北方向上集中分布在二号线和四号线之间的区域,此外鼓楼大街、安定门、雍和宫一带也在其中。在东城区内,除天坛东门至玉蜓桥一带外,类簇 1 覆盖东城区所有区域,并向东和向北与朝阳区相连。在朝阳区则覆盖南起潘家园、北至太阳宫与和平西桥,东西介于二环到三环之间的几乎全部区域,以及国贸-团结湖-青年路-四惠与十号线沿线这一区域。
2	168	8.1	主要集中在海淀区中关村到学院路之间的区域,西起苏州街,东至北土城,北四环内,学院南路以北的区域,东西跨度大,而南北分布跨度相对较小。
3	146	7.1	主要集中在南三环中部的区域,西起北京南站、东至方庄,在 10 号线以北,7 号线以南的区域。主体部分在丰台区的辖区内。
4	76	3.7	集中分布在以昌平地铁站为中心,方圆 2 公里的范围内。
5	34	1.6	分布在八通线通州北苑至果园沿线一带。
6	32	1.5	分布在密云主城区京密路以北,滨河路以西的区域。
7	29	1.4	分布在朝阳区望京一带,以 4 个地铁站为顶点的方形区域内,分别是望京西、东湖渠、望京东和阜通。
8	27	1.3	分布在怀柔区主城区。
9	24	1.2	分布在地铁站安立路、关庄和惠新西桥形成的“倒三角”区域内。
10	17	0.8	分布在平谷区人民公园西侧至平谷区政府东侧的区域。

庄一带等。实际上这些区域与良好小区有较高的重叠度,其原因在于这两个等级的小区的“15 分钟社区生活圈”指数得分差异较小,并非是否有相应公共服务设施的差异,而更多是数量和距离远近的差异。

(三) 待改进小区空间聚类特征

基于 DBSCAN 算法,最终得到 76 个待改进小区类簇,由于类簇数较多,基于可视化考虑,图 4 仅保留了规模最大的前 30 个类簇,表 4 仅给出了规模最大的前 10 个类簇的分布范围描述。

整体上看,待改进小区全部分布在四环外,且大部分位于六环以内,在四环到六环之间形成

围绕主城区的环状分布,这些区域应当成为北京市未来建设“15 分钟社区生活圈”的重中之重。待改进小区类簇所在的区域多是近年来北京市发展较快或重点打造的区域,但还没有形成与之配套的公共服务能力,需尽快补齐公共服务能力的短板。如海淀区的马连洼、西北旺,昌平区的后厂村、西二旗、朱辛庄和北七家,顺义区孙河、国展,房山区的长阳镇,大兴区的亦庄,通州区的管庄、通州北关,以及丰台区的郭庄子和大瓦窑,上述区域均为近几年北京市或各城区发展的热点区域,新增小区的数量和新进人口速度都位居全市前列。

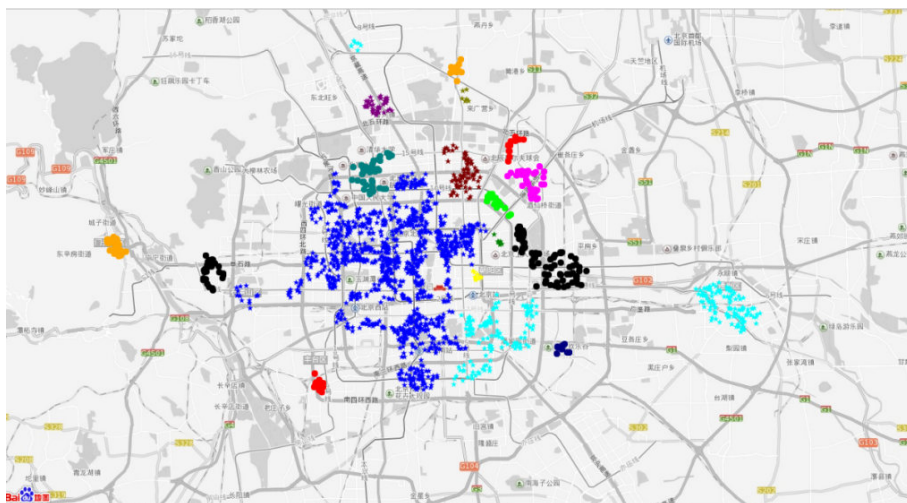


图 2 良好小区空间聚类分布

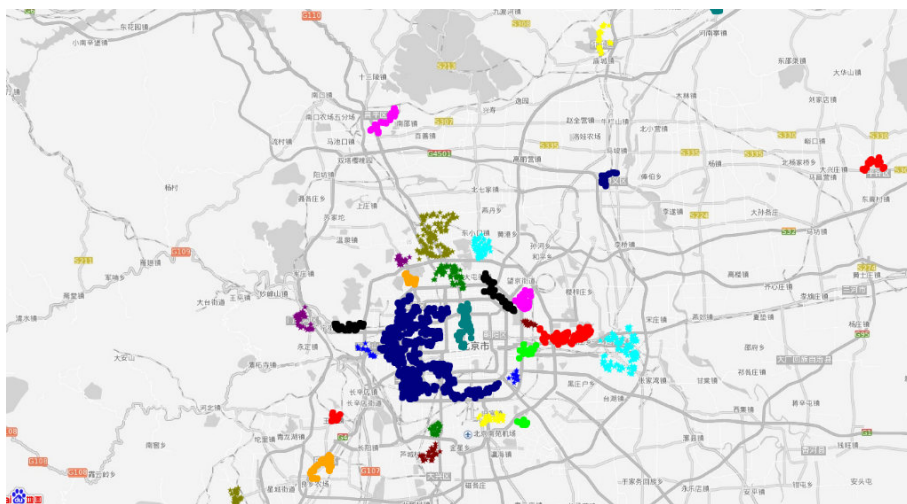


图 3 中等小区空间聚类分布

2015 年 1%人口抽样调查结果显示，四环至六环之间常驻人口占比为 43.8%，而五环外人口占比已经达到 51%，并且未来人口向郊区集聚的趋势将更加显著，但从本文的研究结果看，这些区域的小区在公共服务能力上存在明显的短板，面对不断增长的人口，公共资源短缺的矛盾将更加凸显，因而加快公共服务能力建设的需求也更加迫切。依据本文的空间聚类结果，将待改进小区类簇作为今后打造“15 分钟社区生活圈”工作的重点，不仅可以成片解决待改进小区的共性问题，提高新增布点公共服务设施的效率和辐射力，而且可以提升这些区域居民的生活质量和幸福感，助力北京市打造国际一流的和谐宜居之都。

四、结论及研究展望

本文基于北京市 8259 个小区以及 22 类公共服务设施的全量 POI 数据，在对小区“15 分钟社区生活圈”发展水平定量测度的基础上，从小区层面进行空间聚类并对其特征进行研究，最终发现不同等级的小区在空间分布上存在明显差异。优质小区在东城、西城、朝阳、海淀和丰台区的分布密度和广度要显著高于其他区域，并且呈现连片分布的格局，是北京市“15 分钟社区生活圈”指数得分最高的区域，整体上呈现出北部高于南部，东部高于西部的特点。而待改进小区则主要分布在近几年北京发展较快的热点区域，这些热点区域是承接中心城区适宜功能和人口疏解的重点区

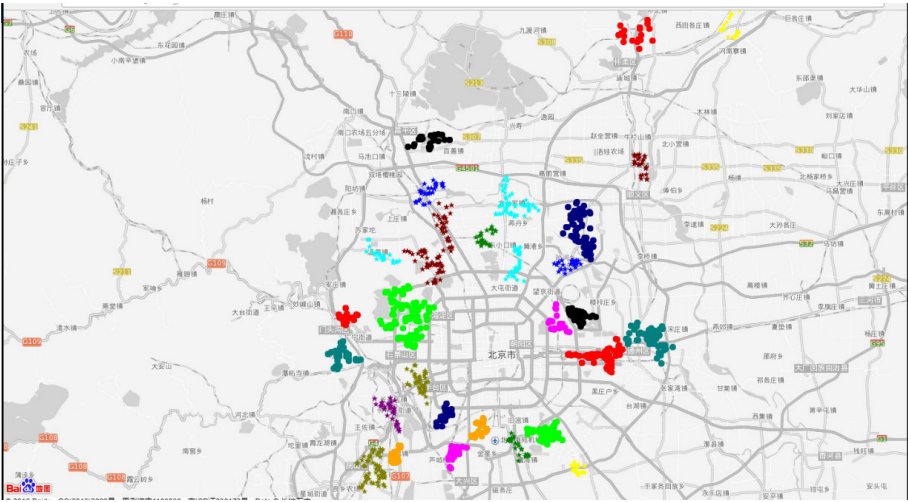


图 4 待改进小区空间聚类分布（规模前 30 的类簇）

表 4 待改进小区聚类分布（前 10 大类）			
编号	类规模	占比（%）	分布范围
1	107	5.2	海淀区西北四环至西北五环之间的区域。
2	81	3.9	位于海淀与昌平区交界处，西起马连洼、西北旺，向东连接后厂村和西二旗，向北连接至朱辛庄到豆各庄一带。
3	70	3.4	主体位于顺义区，在首都机场西侧，京承高速东侧，温榆桥西北方向，围绕孙河、国展和后沙峪三个地铁站形成的区域。
4	67	3.2	位于房山区长阳镇，地铁篱笆房、广阳城、良乡大学城北、良乡大学城和良乡大学城西这五座地铁站沿线区域，以及昊天大街东西两侧区域。
5	65	3.1	位于通州区，八通线管庄、八里桥南侧，广渠路南北两侧的区域。
6	61	3.0	位于通州区，6 号线物资学院、通州北关周边及西北区域，东抵六环路、通燕高速的南北两侧区域。
7	50	2.4	位于昌平区北七家镇，未来科学城大道和定泗路南北两侧区域。
8	48	2.3	位于大兴区，地铁亦庄线南侧，旧宫、亦庄桥、亦庄文化园、万源街、荣京东街南侧区域。
9	46	2.2	位于丰台区，以地铁七号线大井、郭庄子、大瓦窑南北两侧区域。
10	39	1.9	位于门头沟核心区，西六环西侧，地铁 S1 线东西两侧区域。

域,但其公共服务能力的建设显然落后于人口规模的增长,因此可以将其作为推进北京市“15分钟社区生活圈”建设工作的主要抓手,最大程度缩小区域间公共服务能力差距,优化公共服务空间布局。同时,在城六区也存在公共服务能力相对薄弱的区域,可以作为进一步优化城六区公共服务空间布局的落脚点。

尽管本文使用 DBSCAN 算法模型进行空间聚类研究时取得良好效果,但受限于方法本身,对密度较大的类簇区分度不高,表现为4个等级小区的第一大类簇往往规模占比较高,因而降低类内的区分度,未来还可以考虑平衡类规模差异的模型方法,提高类间差异。另外,在数据层面可以考虑不同等级的公共服务设施,将POI质量也纳入分析范围,例如,同为综合医院,但三甲医院与非三甲医院在医疗水平上存在显著差异,将这种差异纳入分析可以更加客观地评估“15分钟社区生活圈”的质量。

参考文献

- [1] 袁家冬,孙振杰,张娜,等.基于“日常生活圈”的我国城市地域系统的重建[J].地理科学,2005(1):17-22.
- [2] 柴彦威,张雪,孙道胜.基于时空间行为的城市生活圈规划研究——以北京市为例[J].城市规划学刊,2015(3):61-69.
- [3] 张萍,宋吉祥.基于GIS的上海郊区大型社区公共设施空间布局评析[J].上海城市规划,2017(3):90-95.
- [4] 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.
- [5] 孙道胜,柴彦威.城市社区生活圈体系及公共服务设施空间优化——以北京市清河街道为例[J].城市发展研究,2017,24(9):7-14,25,2.
- [6] 李江苏,梁燕,王晓蕊.基于POI数据的郑东新区服务业空间聚类研究[J].地理研究,2018,37(1):145-157.
- [7] 赵彦云,张波,周芳.基于POI的北京市“15分钟社区生活圈”空间测度研究[J].调研世界,2018(5):17-24.
- [8] 柳盛,吉根林.空间聚类技术研究综述[J].南京师范大学学报:工程技术版,2010,10(2):57-62.
- [9] Neethu CV, Subu Surendran. Review of Spatial Clustering Methods. International Journal of Information Technology Infrastructure, 2013, 2(3).
- [10] Ester M, Kriegel H, Jiirg S, et al. A density based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise[C]//Simoudis E, Han J, Fayyad U. Proceedings of the Second Knowledge Discovery and Data Mining. Menlo Park: The AAAI Press, 1996: 226-231.
- [11] 李新延,李德仁.DBSCAN空间聚类算法及其在城市规划中的应用[J].测绘科学,2005(3):51-53,5.
- [12] 杨帆,徐建刚,周亮.基于DBSCAN空间聚类的广州市区餐饮集群识别及空间特征分析.经济地理,2016(10):110-116.
- [13] 张珣,陈健璋,黄金川,等.基于空间聚类方法的京津冀城市群多层次空间结构研究[J].地理科学进展,2017,36(11):1359-1367.
- [14] Kisilevich S, Mansmann F, Keim D. P-DBSCAN: a density based clustering algorithm for exploration and analysis of attractive areas using collections of geo-tagged photos[C]//Proceedings of the 1st international conference and exhibition on computing for geospatial research & application. ACM, 2010: 38.
- [15] Hu Y, Gao S, Janowicz K, et al. Extracting and understanding urban areas of interest using geotagged photos[J]. Computers, Environment and Urban Systems, 2015, 54: 240-254.

作者简介:

张波,男,1986年生,内蒙古包头人,现为中国人民大学统计学院博士研究生,研究方向为机器学习、大数据分析。

赵彦云,男,1957年生,天津武清人,教授,博士生导师,现为中国人民大学统计学院院长,研究方向为国际竞争力、国民经济核算、宏观经济统计分析。

周芳,女,1987年生,江苏连云港人,2014年毕业于中国人民大学统计学院,获统计学博士学位,现为首都经济贸易大学讲师,研究方向为宏观经济统计分析、创新经济与管理、城市数据分析。

(责任编辑:孙娜娜)