

手机APP定位数据及其在城乡规划中的应用*

——以大理白族自治州为例

Mobile APP Positioning Data and Its Application in Urban and Rural Planning:
A Case Study in Bai Autonomous Prefecture of Dali

殷振轩 王德 王颖 郁海文 YIN Zhenxuan, WANG De, WANG Ying, YU Haiwen

摘要 随着我国规划实践由“增量规划”向“存量规划”转变,对理性规划、精细管理的需求日益提升,而大数据由于其成本低、周期短、样本大、精度高等特性,在城乡规划中具有巨大的价值。手机APP定位数据作为新兴大数据,需要把握其特性,挖掘其在定量分析研究中的潜力。以大理白族自治州为例,分别从宏观、中观和微观的视角,探索手机APP定位数据在城乡规划中的适用领域及方法,旨在为城乡定量研究提供帮助。得出结论:对于区域联系,手机APP定位数据可以描述跨乡镇的人流联系,部分替代基于手机信令数据的分析;对于城市活力,手机APP定位数据可以识别驻留行为,测度城市活力;对于公共服务设施评估,手机APP定位数据可以反映用户使用设施的时空行为。

Abstract As China's planning practice shifts from increment planning to inventory planning, the demand for rational planning and fine management is increasing. Big data, because of its low cost, short cycle, large sample size and high precision, has great value in urban and rural planning. Mobile APP positioning data is a new kind of data, whose characteristics needs understanding and whose potential in quantitative research needs exploring. Taking data in Bai Autonomous Prefecture of Dali as an example, this paper explores the appropriate fields and methods of mobile APP positioning data in urban and rural planning from macro, meso and micro perspectives, aiming to assist with urban and rural quantitative research. The result shows that (1) in terms of regional linkage, mobile APP positioning data can describe the flows across townships and partially replace mobile phone signaling data; (2) in terms of urban vitality, mobile APP positioning data can identify location and measure urban vitality; (3) in terms of public service facility assessments, mobile APP positioning data can reflect the spatio-temporal behavior of users.

关键词 手机APP定位数据 | 城乡规划 | 大理白族自治州

Keywords Mobile APP positioning data | Urban and rural planning | Dali Bai Autonomous Prefecture

文章编号 1673-8985 (2019) 03-0037-06 中图分类号 TU981 文献标志码 A

DOI 10.11982/j. supr. 20190306

作者简介

殷振轩

上海同济城市规划设计研究院有限公司
规划师, 硕士

王德

同济大学建筑与城市规划学院
教授, 博士生导师

王颖

上海同济城市规划设计研究院有限公司
城乡空间规划研究院 副院长, 教授级高级规划师

郁海文

上海同济城市规划设计研究院有限公司
副所长, 高级工程师

0 引言

随着中国经济社会进入“新常态”的发展阶段,我国规划实践由“增量规划”向“存量规划”转变,强调以人为本,推崇科学决策,提倡公众参与,对城乡规划实践与研究提出精细化的要求,遵循城市发展规律,保证规划的科学性和严肃性成为中国城乡规划发展的重要挑战。

近年来,在城乡规划实践与研究中,大样本、高精度的大数据已受到越来越多的重视,

众多学者运用手机信令数据^[1]、微博数据^[2]、大众点评数据^[3]、POI数据^[4]、出租车数据^[5]、公交刷卡数据^[6]、百度热力数据^[7]、街景数据^[8]、在线地图数据^[9]、共享单车数据^[10]等,开展了多角度的研究工作,为探寻城市发展规律、认知空间发展现状提供了巨大帮助,对于实现理性规划、精细管理具有重大意义。

手机信令数据具有较高的空间精度、丰富的时间信息和较全面的样本覆盖,其较高的研究价值和应用价值成为城乡规划的有力工具。

*基金项目:国家自然科学基金“基于手机信令数据的居民行为空间结构与模式研究”(编号41771170);长三角城市群智能规划协同创新中心、上海同济城市规划设计研究院科研项目“手机APP定位数据在城市规划中的应用”(编号KY-2017-YB-A02)资助成果。

但是手机信令数据也存在一定的局限性,一方面获取困难、价格昂贵,另一方面难以支撑微观尺度的研究。手机APP定位数据是一种新数据,与手机信令数据相似,具有精准的时空信息,同时其独特的优势在于定位精准、获取相对容易。但目前手机APP定位数据的相关研究较为缺乏,适用领域不明,需要把握其特性,挖掘其在定量分析研究中的潜力,探索其在城乡规划中应用的可能性。本文以大理白族自治州为例,对标手机信令数据,探索手机APP定位数据在城乡规划中的适用领域及方法,旨在为城乡规划定量研究提供帮助。

1 手机APP定位数据及其特性

1.1 手机APP定位数据

随着信息技术的发展,手机凭借其智能化与便携性的优点,在日常生活中扮演了越来越重要的角色,改变了人们的日常生活方式。手机APP定位数据是当用户通过应用程序发起基于位置服务的定位请求时,定位服务商记录的数据,包括用户识别号、定位请求时间和当前所处的经纬度位置。因此,手机APP定位数据与手机信令数据一样,属于包含较为精准时空信息、具有大样本等特点的个体数据。

1.2 手机APP定位数据的特性

1.2.1 定位精准

手机信令数据一般采用基站定位,通过侦测手机连接的基站,将该基站的位置作为手机用户的位置。手机信令数据的精度很大程度依赖于基站的密度,在不同地区误差不同,在手机基站密度较低的地区误差值可能会很大,超过1 km。而手机APP定位数据多采用WiFi和A-GPS结合的定位方式,通过卫星或WiFi固定接入点测算较为精准的位置信息,定位精度与传统GPS数据相似,可以达到几米至几十米。

1.2.2 具有丰富的用户属性信息

手机信令数据一般只包括时间、位置和年龄、性别等少量用户属性信息。而定位服务商可以基于用户手机应用程序的使用习惯,进行人群画像,推测用户属性信息。因此,手机APP

定位数据具有较多纬度的属性信息,既包括通用的属性信息,如年龄、性别、婚姻,是否有车,是否为大学生,是否有高端消费行为等,也包含与城乡规划相关的属性信息,如常住城市、春节所在城市、所用语言等。

1.2.3 记录间隔时间短,但记录存在偏差

手机信令数据是手机用户进行通话、短信、上网或定期位置更新等与手机基站连接时被记录的,属于被动式采集数据,平均记录间隔时长约几十分钟至1小时,具有全天候、覆盖广、非随机等特性^[11-12]。而手机APP定位数据是用户通过手机应用程序主动发起定位请求时被记录的,记录较为连续,间隔时长为30—120 s,但是仍明显低于传统GPS数据记录频率。同时,由于一方面不同人群使用手机应用程序的频率不同,另一方面个体用户使用手机应用程序的时间有限,手机APP定位数据记录的不同人群比例存在差异,且每个用户的记录时间段较短、记录周期存在偏差^[13]。

2 研究思路

手机APP定位数据,与手机信令数据和传统GPS数据既有相似之处,又存在定位精度、数据质量等方面的差异,不宜直接套用相关研究方法。目前,基于手机APP定位数据,高硕等比较分析了居民职住锚点的计算方法^[13],钮心毅等探讨了建成环境对街道活力的影响^[14],但缺乏从总体上把握手机APP定位数据特性、探索其在城乡规划中适用领域的研究。

手机APP定位数据具有自身的优势与局限,根据其数据特性可以判断分析的可靠性。首先,手机APP定位数据不仅定位精准,而且是用户使用应用程序时被记录的数据,基于其识别的用户驻留活动较为准确,可以用于城市结构、街道活力和设施评价等方面的研究。进一步在宏观层面汇总用户驻留地,可以得到准确的用户主要活动区域,结合在其他城市或乡镇识别的驻留活动,构建的区域联系也具有一定的可靠性。但是由于手机APP定位数据记录时间段较短,因此需通过长期追踪对比,推测用户规律性活动地,如居住地和工作地等,存

在一定局限性。此外,手机APP定位数据需要用户主动发起请求,不能时时记录用户位置,仅能识别部分停留点,刻画个别小范围联系,难以反映用户完整的游览路线,其被用于分析活动轨迹的可靠性与可行性较低(图1)。

本文选取数据可靠性较高的分析对象,从宏观、中观和微观的视角出发,探究手机APP定位数据在城乡规划中的适用领域及方法。首先分析区域人流联系,认知区域城镇的中心性,探究乡镇间联系机制;其次,研究用户驻留地的分布,评价城市和街道的活力,识别城市生活中心;最后,筛选公共服务设施范围内的驻留活动,评估空间服务绩效。

3 研究区域与数据

大理白族自治州位于云南省中部偏西,辖大理市、祥云县、弥渡县、宾川县、永平县、云龙县、洱源县、鹤庆县、剑川县、漾濞县、巍山县和南涧县,约2.9万km²,是国家级历史文化名城、重要的风景旅游城市。本文将大理州作为西南旅游城市的典型代表,选为研究区域。

研究数据为2015年9月的手机APP定位数据,包括设备识别号、经纬度位置、定位时间、年龄、性别、常住城市等信息,由腾云天下有限公司(TalkingData,以下简称“TD”)提供。TD公司成立于2011年9月,日活跃用户2.5亿人,月活跃用户6.5亿人,是我国最大的独立第三方移动数据服务平台^[13]。研究数据共记录到26万不同识别号,约1 400万条记录,其中,游客(常住地非大理市)占比较高,女性略多于男性,19—45岁的用户超过50%(表1),以常使用手机APP的用户为主。

取每个用户每小时第1条记录作为该用户该小时所处位置,统计每个大理州用户1个月内出现最多的区县作为其主要活动区域,即居住区县,识别结果与2015年大理州常住人口分布高度相关,泊松相关系数达到0.855(图2)。

4 区域联系分析

随着区域一体化进程的不断加速,区域联系程度逐渐加强,反映城市之间相互作用的区

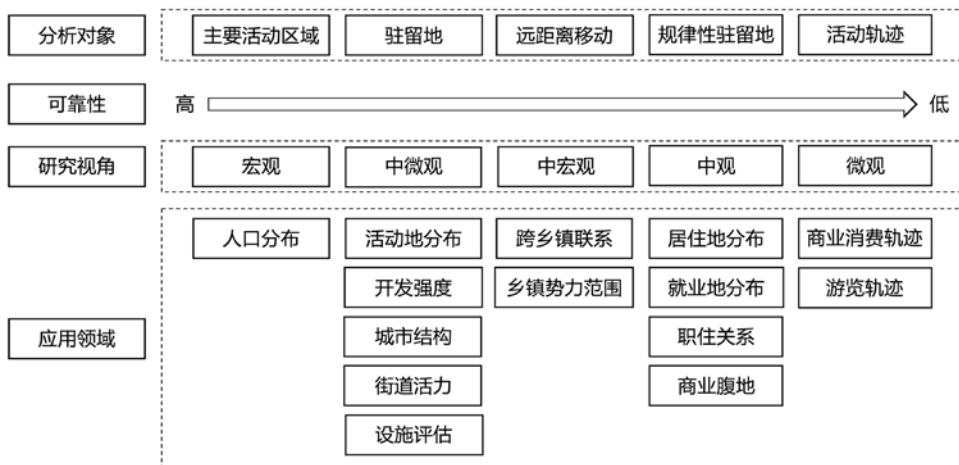


图1 数据可靠性
资料来源:笔者自绘。

表1 用户属性信息统计分析

	类别	数量 (万人)	比例 (%)	样本 (万人)
常住地	大理州	7.3	28.1	26
	非大理州	13.1	50.4	
	未识别	5.6	21.5	
年龄	0—18岁	0.1	0.4	26
	19—25岁	2.5	9.6	
	26—35岁	9.1	35.0	
	36—45岁	3.2	12.3	
	46—55岁	0.8	3.1	
	55岁以上	0.6	2.3	
性别	男性	10.3	39.5	26
	女性	10.9	42.0	
	未识别	4.8	18.5	
语言	中文	6.9	26.5	26
	外语	0.1	0.4	
	未识别	19.0	73.1	

资料来源:笔者自制。

域联系已成为城乡规划的重要研究领域^[15]。在乡村振兴、规划实践改革等大背景下,更需要了解城市之间、城乡之间,人、物、资本、技术等要素的流动情况,认知区域相互作用特征,为科学规划奠定基础。城乡规划传统方法主要是依靠企业关联数据^[16]和航空、铁路、公路客运班次^[12]来刻画区域联系,不能反映真实人流联系。手机信令数据可以反映用户时空行为,记录用户常住地和出行目的地,刻画跨乡镇的人流联系,补充传统规划技术方法^[12]。由于特性相似,手机APP定位数据同样可以记录用户时空信息,识别用户主要活动乡镇和在其他乡镇的驻留地,建立跨乡镇的出行轨迹,从而用乡

镇间人流联系反映区域间的联系程度,可以部分替代基于手机信令数据区域联系分析,辅助传统规划技术方法。

利用手机APP定位数据,识别用户主要活动乡镇和在其他乡镇的驻留地,建立跨乡镇的人流OD轨迹,分析区域间不同人群的流量和流向,即汇总以该区域为目的地的人流总量和统计该区域为其他乡镇最大流量目的地的数量,认知区域城镇的中心性。如大理州用户和游客的流量分布具有显著差异,大理用户流量分布较为均匀,而游客流量主要集中在大理市及周边旅游资源之间,其联系依托高速和国道(图3-图4);从流向来看,大理市下关镇具有

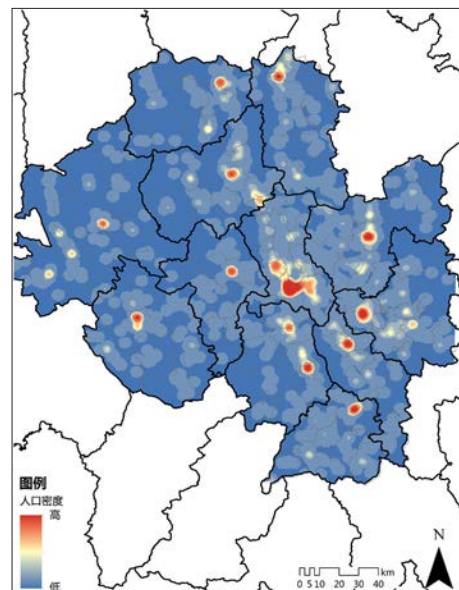


图2 大理州用户分布
资料来源:笔者自绘。

显著的中心性,同时其他县的中心乡镇也承担着一定的中心作用,特别是云龙县诺邓镇和剑川县金华镇(图5)。进一步依据人流联系,将各乡镇划分为与其联系最紧密且联系强度大于50%中心乡镇的腹地(否则处于中心乡镇争夺区域),从而更准确地分析中心乡镇的影响范围。如大理州各中心乡镇的影响范围主要集中在各自行政范围内,而大理市中心城区影响范围较大,与相邻县的中心乡镇争夺腹地,漾濞县中心乡镇的腹地范围较小(图6)。此外,可以基于乡镇间的人流联系,采用社团发现算法识别“城市族群”,进一步依据乡镇间人流联系程度,划分城市族群类别,探究乡镇间人流联系机制。如大理州可划分为10个“城市族群”,采用Forceatlas2布局算法进行可视化分析(图7),可以发现大理市的中心地位较为突出,与各县均有较为密切的联系,宾川县与大理市联系最为紧密,巍山县和南涧县联系紧密,而云龙县、永平县等内部联系紧密,与大理市联系较为松散。最终可以得到4类不同的“城市族群”：“网状城市族群”“单核城市族群”“线性城市族群”和“松散型城市族群”(图8)。“网状城市族群”以大理市为代表,各乡镇发育良好,互相之间紧密联系,形成多个核心;

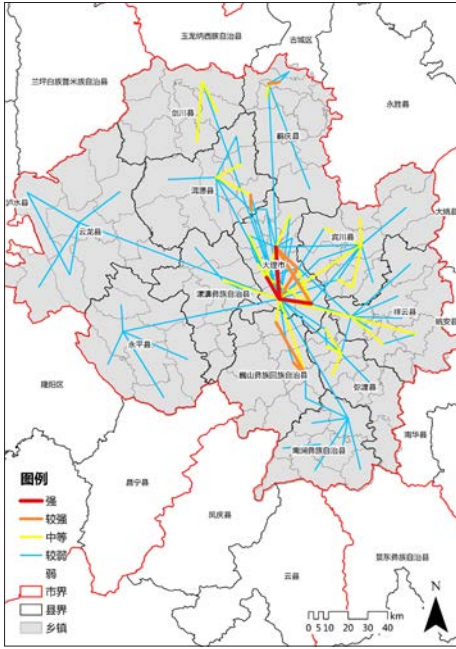


图3 大理用户人流联系
资料来源:笔者自绘。

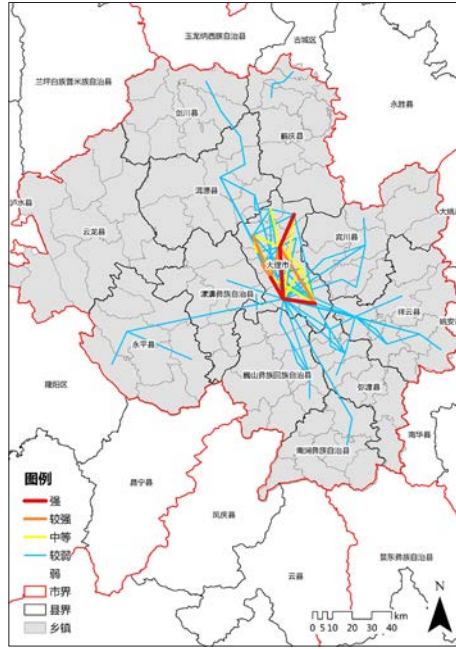


图4 游客人流联系
资料来源:笔者自绘。

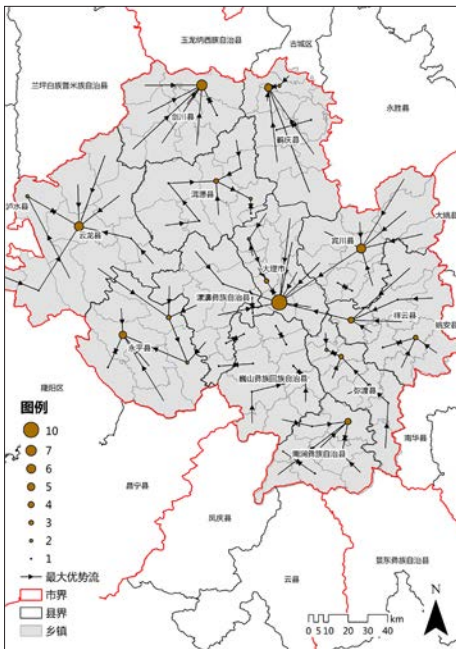


图5 城镇中心性
资料来源:笔者自绘。



图6 中心镇势力圈
资料来源:笔者自绘。

“单核城市族群”以鹤庆县为代表,中心乡镇发育良好形成核心,其他乡镇与县城紧密联系;“线性城市族群”以弥渡县为代表,由于有重要交通干线穿过,乡镇间呈串联状;而“松散型城市族群”以漾濞县为代表,受地形等限制,居民多在各乡镇内活动,乡镇间联系不紧密。

5 城市活力分析

城市活力代表了城市生命力,是城市居民时空行为的客观体现,可以反映行为决策的结果,用于评价建成环境。传统的研究方法主要以土地利用现状、建筑面积等数据来测算开发强度,或以问卷和实地研究等方法来测度人流

活动,前者难以真实反映人的行为特征,后者难以开展大规模研究来把握全面状况,存在部分局限性。基于手机信令数据,分析居民活动的周期性变化特征,可以用于研究城市活力^[17],但难以测度微观区域的活力。手机APP定位数据可以识别驻留活动,反映用户的行为特征,同时其定位精度的优势不仅可以反映宏观层面的城市活力,也可以展现街道等中微观层面的城市活力,拓展相关研究尺度。

采用手机APP定位数据识别用户驻留活动,首先可以通过汇总区域内的活动总量,识别高、中、低活力区域(图9),评价城市建成环境。进一步可以采用局部加权回归的非参数法识别城市中心^[11],分析城市空间结构。如本文识别出大理站和泰业国际广场等承担着较强公共服务职能的生活中心(图10)。“昼夜比”是某个空间单元内白天与夜间驻留活动的比值,反映了区域活力时间的特征。昼夜均衡的区域是居住与配套设施安排理想的区域;白天活力型,往往是商业与就业岗位集中而居住缺乏的区域;夜间活力型,往往是大型居住区集中而就业岗位缺乏的区域。如本文发现大理市区以昼夜均衡区域为主,在边缘区域散布一些夜间活力区域,而大理站、大理国际会展中心、州政府所在地以及城市东部区域为白天活力型,未来需要考虑其他功能的配套(图11)。此外,根据道路等级建立缓冲区,计算每段道路缓冲区内的驻留活动密度,量化评价街道活力,为街道设计提供帮助。如本文根据活力高低将大理州市区主要街道分为5级,其中泰安路、巍山路和兴盛路等街道活力较高,属于高活力街道(图12)。

6 公共服务设施评估

医疗、文化、体育、交通、绿地广场等公共服务设施是城市基本的公共资源,承担着重要的公共服务职能,体现着人文关怀和社会公平^[18]。开展设施评估是公共服务设施专项规划的基本要求,也是城乡规划和城市管理工作的重要组成部分。传统方法主要采用统计数据,分析设施规模、推测运行状况,很难把握设

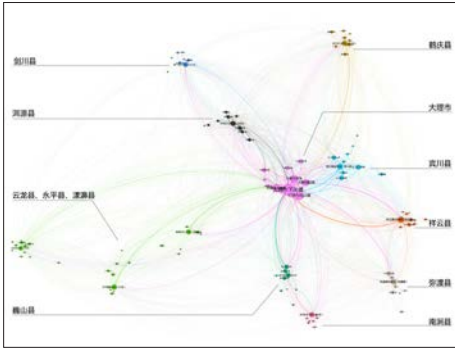


图7 城市族群
资料来源:笔者自绘。

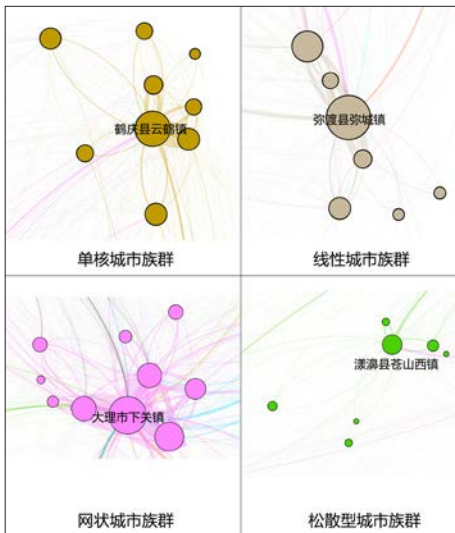


图8 城市族群分类
资料来源:笔者自绘。

施的真实使用情况。基于手机信令数据,可以挖掘用户的时空轨迹,从而可以分析公共服务设施的实际服务范围^[12],但受限于定位精度,宜用于评估占地规模面积较大(约100 hm²以上)的公共服务设施的使用情况^[11]。手机APP定位数据的定位精度较高,可以精准识别到访各公共服务设施的用户,评估设施使用情况,可以部分弥补手机信令数据的不足。

采用手机APP定位数据,首先,识别在公共服务设施范围内停留的用户数据,对比各公共服务设施的实际使用人数(图13),结合设施面积等统计数据,可以进一步评估各设施的实际服务绩效。其次,根据到访用户的常住城市,对比本地用户数量和外地用户数量(图14),可以判断各公共设施的服务性质和对象。如作为大理州主要交通设施,大理火车站是外地用户

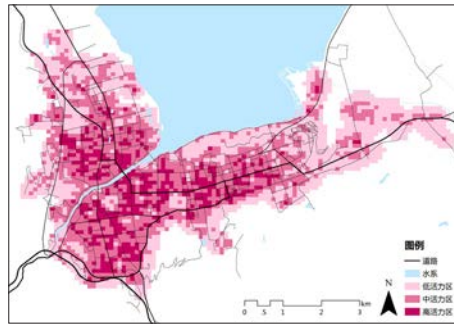


图9 城市活力
资料来源:笔者自绘。

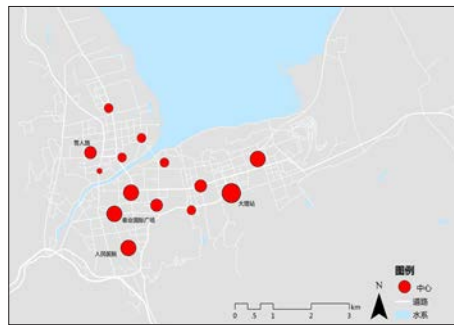


图10 城市中心
资料来源:笔者自绘。

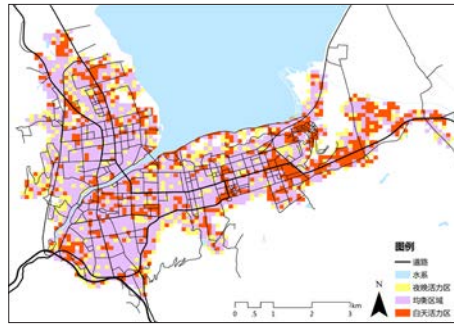


图11 昼夜分区
资料来源:笔者自绘。

使用最多的公共服务设施,承担着主要的对外服务联系功能,而大理学院附属医院是外地用户到访占比最高的医疗设施,表明其不仅是重要的对内医疗设施,还承担着区域服务功能。此外,统计每小时各设施范围内具有停留记录的用户数量,可以得到设施每小时实际使用量,对比不同时间的实际使用量,由此得出公共服务设施的使用波动情况及其使用规律,为城市智能管理与精准应对等提供帮助,如统计发现上午10点是医疗设施使用的高峰时间(图15)。

7 总结与思考



图12 街道活力
资料来源:笔者自绘。

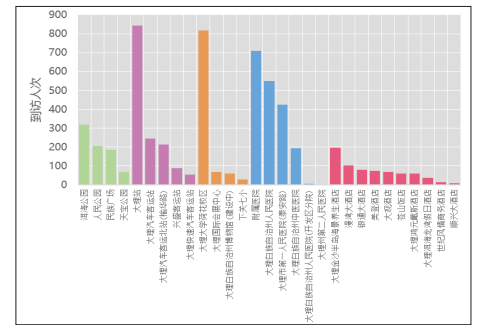


图13 公共服务设施在场人数(单位:人)
资料来源:笔者自绘。

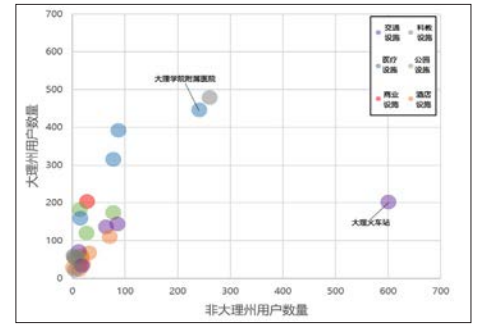


图14 公共服务设施到访用户常住地(单位:人)
资料来源:笔者自绘。

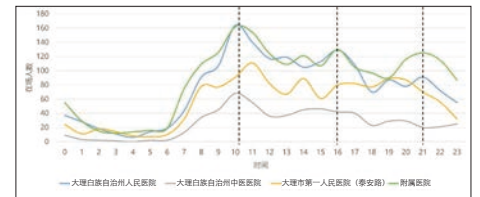


图15 医疗设施每小时在场人数(单位:人)
资料来源:笔者自绘。

本文以大理白族自治州为例,利用手机APP定位数据分析了区域联系、城市活力和公共服务设施等内容,探索了手机APP定位数据在城乡规划研究中的适用领域及方法。对于区域联系,手机APP定位数据可以记录用户时空

表2 手机APP定位数据适用领域分析

视角	领域	手机信令数据	手机APP定位数据	手机APP定位数据与手机信令数据的关系
宏观	区域联系	分析跨乡镇人流联系	分析跨乡镇人流联系	部分替代
	职住关系	识别职住联系	有待进一步论证	不能替代
中观	城市活力	城市片区活力	城市片区及局部地段的活力	拓展研究尺度
微观	公共服务设施评估	大型设施服务范围	各类设施用户使用时空行为	相互补充
	活动轨迹	不可行	不可行	—

资料来源:笔者自制。

信息,可以用于识别用户主要活动乡镇和在其他乡镇的驻留地,建立跨乡镇的出行轨迹,从而以乡镇间人流联系认知区域间的联系程度,可以部分替代基于手机信令数据区域联系分析。对于城市活力,手机APP定位数据凭借其定位精度较高的优势,不仅可以反映宏观层面的城市活力,也可以展现街道等中微观层面的城市活力,拓展相关研究尺度。对于公共服务设施评估,手机APP定位数据可以精准识别用户到访的各公共服务设施,评估设施使用情况,与手机信令数据相互补充。但是由于手机APP定位数据需要用户发起主动定位请求,其记录时间段较短,利用手机APP定位数据识别用户居住地和就业地存在一定局限性,也难以基于手机APP定位数据刻画用户完整的小范围活动轨迹(表2)。

通过本文研究可以看出,手机APP定位数据可以部分反映用户的时空行为,支撑不同领域的定量分析,对于城乡规划研究具有一定的意义和价值。与手机信令数据相比,手机APP定位数据的定位精度更高,在中观、微观研究中具有优势,为城市设计等局部空间研究提供了新的依据。当然手机APP定位数据也存在着一些不足之处:一是手机APP定位数据存在刷APP用户量的现象,需要进行复杂的清洗工作;二是手机APP定位数据存在样本偏差,主要反映特定群体的时空行为,而非城市真实群体的情况。综上所述,应将手机APP定位数据融入传统的分析框架,与相关数据相互融合和补充,全方位、多角度地刻画城市空间特征,辅助城乡规划研究,提升城乡规划分析的科学性。

参考文献 References

- [1] 钟炜菁,王德.基于居民行为周期特征的城市空间研究[J].地理科学进展,2018(8):1106-1118. ZHONG Weijing, WANG De. Urban space study based on the temporal characteristics of residents' behavior[J]. Progress in Geography, 2018(8): 1106-1118.
- [2] 秦萧,甄峰.论多源大数据与城市总体规划编制问题[J].城市与区域规划研究,2017(4):136-155. QIN Xiao, ZHEN Feng. On multi-source big data and compilation of urban master planning[J]. Journal of Urban and Regional Planning, 2017(4): 136-155.
- [3] 郑思齐,张晓楠,宋志达,等.空气污染对城市居民户外活动的影响机制:利用点评网外出就餐数据的实证研究[J].清华大学学报(自然科学版),2016,56(1):89-96. ZHENG Siqi, ZHANG Xiaonan, SONG Zhida, et al. Influence of air pollution on urban residents' outdoor activity: empirical study based on dining-out data from the Dianping website[J]. Journal of Tsinghua University (Science and Technology), 2016, 56(1): 89-96.
- [4] NIU N, LIU X, JIN H, et al. Integrating multi source big data to infer building functions[J]. International Journal, 2017, 31(9): 1871-1890.
- [5] VAZIFEH M M, SANTI P, RESTA G, et al. Addressing the minimum fleet problem in on-demand urban mobility[J]. Nature, 2018(557): 534-538.
- [6] HUANG J, LEVINSON D, WANG J, et al. Tracking job and housing dynamics with smartcard data[J]. PNAS, 2018, 115(50): 12710-12715.
- [7] 李娟,李苗裔,龙瀛,等.基于百度热力图的中国多中心城市分析[J].上海城市规划,2016(3):30-36. LI Juan, LI Miaoyi, LONG Ying, et al. China polycentric cities based on Baidu heatmap[J]. Shanghai Urban Planning Review, 2016(3): 30-36.
- [8] 刘星,盛强,杨振盛.街景地图对街道活力分析的适用性研究[J].城市建筑,2018(6):40-43. LIU Xing, SHENG Qiang, YANG Zhensheng. A feasibility study of streets view map on street quality evaluation[J]. Urbanism and Architecture, 2018(6): 40-43.
- [9] 浩飞龙,王士君,谢栋灿,等.基于互联网地图服务的长春市商业中心可达性分析[J].经济地理,2017(2):68-75. HAO Feilong, WANG Shijun, XIE Dongcan, et al.

Space-time accessibility of commercial centers in Changchun urban area based on internet map service[J]. Economic Geography, 2017(2): 68-75.

- [10] 丁家骏.基于共享单车数量和流动性的城市空间活力研究[J].上海城市规划,2018(5):93-99. DING Jiajun. Measuring urban space vibrancy by the amount and fluidity of sharing-bikes[J]. Shanghai Urban Planning Review, 2018(5): 93-99.
- [11] 晏龙旭,张尚武,王德,等.上海城市生活中心体系的识别与评估[J].城市规划学刊,2016(6):65-71. YAN Longxu, ZHANG Shangwu, WANG De, et al. Identification and evaluation of living centers system in Shanghai[J]. Urban Planning Forum, 2016(6): 65-71.
- [12] 钮心毅,朱娟,施澄.手机信令数据支持城市总体规划实施评估的技术框架[J].城市建筑,2017(27):16-20. NIU Xinyi, ZHU Juan, SHI Cheng. A technical framework for urban master plan implementation evaluation using mobile phone signaling data[J]. Urbanism and Architecture, 2017(27): 16-20.
- [13] 高硕,王铭扬,鲁旭,等.基于大数据的城市居民职住锚点计算方法研究[J].西部人居环境学刊,2017(1):31-37. GAO Shuo, WANG Mingyang, LU Xu, et al. Research on residence—and—work anchor points algorithm with big data in urban research[J]. Journal of Human Settlements in West China, 2017(1): 31-37.
- [14] 钮心毅,吴莞姝,李萌.基于LBS定位数据的建成环境对街道活力的影响及其时空特征研究[J].国际城市规划,2019(1):28-37. NIU Xinyi, WU Wanshu, LI Meng. Influence of built environment on street vitality and its spatiotemporal characteristics based on LBS positioning data[J]. Urban Planning International, 2019(1): 28-37.
- [15] 王焱,钮心毅,宋小冬.“流空间”视角下区域空间结构研究进展[J].国际城市规划,2017(6):27-33. WANG Yao, NIU Xinyi, SONG Xiaodong. Research progress of regional spatial structure under the perspective of space of flow[J]. Urban Planning International, 2017(6): 27-33.
- [16] 关溪媛.长江三角洲城市体系网络化演进研究——基于企业关联方法[J].现代城市研究,2017(10):95-100. GUAN Xiyuan. Research for network development of Yangtze River Delta urban system: a study based on companies relation[J]. Modern Urban Research, 2017(10): 95-100.
- [17] JACOBS-CRISIONI C, RIETVELD P, KOOMEN E, et al. Evaluating the impact of land-use density and mix on spatiotemporal urban activity patterns: an exploratory study using mobile phone data[J]. Environment and Planning A, 2014, 46(11): 2769-2785.
- [18] 李果,马佳琪.公共政策视角下城市公共设施规划实施评估方法研究——以成都市中心城区公共文化设施专项规划为例[J].规划师,2017(11):148-153. LI Guo, MA Jiaqi. Planning evaluation for urban public facilities from public policy viewpoint: a Chengdu case[J]. Planners, 2017(11): 148-153.