

# 基于签到数据的城市活动时空间 动态变化及区划研究

王 波<sup>1</sup>, 甄 峰<sup>2,3</sup>, 张 浩<sup>4</sup>

(1.香港大学地理系, 香港 999077; 2.南京大学建筑与城市规划学院, 江苏 南京 210093; 3.南京大学人文地理研究中心, 江苏 南京 210093; 4.江苏省基础地理信息中心, 江苏 南京 210093)

**摘要:** 借助新浪微博, 引入位置服务大数据, 以南京市为例, 从时间、空间、活动3个方面分析城市活动空间的动态变化, 并在掌握变化规律的基础上进一步划分城市活动区域。研究发现: 传统的作息规律仍然支配着人们的签到活动, 时间与活动内容间的对应关系仍然存在; 居民活动在工作日、休息日与节假日, 以及主城与外围地区存在差异; 城市活动空间在一天内经历了相对分散-集聚-进一步集聚-分散-相对集聚的动态变化; 城市活动区域可以划分为就业活动区、居住活动区、休闲活动区、夜生活活动区, 及综合活动区; 活动功能区呈现出混合化与边界模糊化的特征。

**关键词:** 信息通信技术; 城市活动空间; 活动空间区划; 大数据

**中图分类号:** K901   **文献标识码:** A   **文章编号:** 1000-0690(2015)02-0151-10

信息通信技术(ICTs)的快速发展, 影响人们的居住、工作与休闲方式。网络商务活动、网络办公活动、网络社交活动等网络活动越来越普及, 并成为人们生活中的重要组成部分<sup>[1]</sup>。随着以智能手机、掌上电脑为代表的小尺度移动通信设备的普及, 以及以3G无线网络、GPS为代表的无线信息通信技术的飞速发展, 移动信息网络成为信息化发展的新趋势<sup>[2]</sup>。用户可以随时、随地的借助多种移动通信设备与外界保持信息的快速传递与交流。与此同时, ICTs在融入人们社会生活各个方面的同时, 也记录了人们的行为活动, 这成为当前研究中大数据的重要来源。随着位置感知设备、基于位置服务技术及其他相关技术的发展及应用, 带有地理空间信息的数据(遗留的活动“痕迹”)直到最近才开始受到地理学者的关注, 并被称为新地理学研究<sup>[3,4]</sup>。

在人本主义及后现代思潮的影响下, 学者们越来越关注城市中人与社会的实际问题, 社会空间成为城市空间研究的关注点<sup>[5]</sup>。这其中强调从

人的主体性分析人类行为与所处空间的关系, 即城市活动空间正是社会空间研究的内容之一<sup>[6]</sup>。早期的城市活动空间主要集中在对人口空间布局模型的探讨以及静态分析上<sup>[7,8]</sup>。20世纪60年代Hagerstrand领导并发展起来的时间地理学方法论, 强调在时空范围内人类行为与客观环境之间的关系, 提出从时间、空间两个维度研究人的行为, 从而动态的把握居民的活动时空间规律<sup>[9]</sup>。按照城市居民日常行为划分, 城市活动空间体系主要包括居住空间、就业空间、通勤空间、购物空间、休闲空间等<sup>[6,11-16]</sup>。在研究方法上, 当前主要采用抽样问卷调查、活动日志、访谈以及相关统计数据, 研究的样本相对较少且常常忽视时间要素, 同时由于依赖被调查者的配合与回忆, 数据质量也难以得到保障<sup>[17]</sup>。

ICTs的快速发展, 使得居民活动与时间、空间的关系发生了变化<sup>[18]</sup>。一方面, 网络活动的出现对实体活动带来了包括替代、促进、改变、中性4种关系影响<sup>[19]</sup>, 从而影响到城市实体空间的使用。另一

**收稿日期:** 2014-01-20; **修订日期:** 2014-04-15

**基金项目:** 国家自然科学基金项目(40971094)、江苏高校哲学社会科学研究重点项目(2011ZDIXM002)资助。

**作者简介:** 王 波(1987-), 男, 湖南衡阳人, 博士研究生, 主要从事城市地理与区域规划研究。E-mail: wangbo\_nick@163.com

**通讯作者:** 甄 峰, 教授。E-mail: zhenfeng@nju.edu.cn

方面,部分活动不再局限于特定的时空间发生,而是借助ICTs在网络虚拟空间中到达不同的空间<sup>[20]</sup>。这又进一步带来了包括活动发生地点、活动发生时间、活动发生方式的破碎化<sup>[21,22]</sup>。同时,随着移动技术的发展,人们基于网络的活动将不再受到固定网络接口的限制,新流动范式的出现给人们的活动带来了新一轮的变化<sup>[23]</sup>。但受制于数据的获取,从城市活动时空间的动态分析解析ICTs影响的实证分析还相对较少。

ICTs的快速发展带来了信息的爆炸式增长,“大数据”时代的到来,可能带来生活、工作与思维的大变革<sup>[24]</sup>。在已有城市空间研究上,主要集中在城市等级与城市联系<sup>[25,26]</sup>、城市空间区划<sup>[27,28]</sup>、信息空间生产<sup>[29]</sup>等方面。这其中,以Twitter等为代表的网络社区成为大数据的重要来源。总体而言,网络社区作为大部分网民生活中的一部分,虽然开始被许多公司、政府和学术机构关注,但从空间角度分析还没有得到足够的重视<sup>[29]</sup>。关于如何采集大数据、借助大数据可视化展现城市发展、运用模型预测未来发展趋势的分析,不仅是对当前城市空间研究的补充,也具有重要的实践意义(尤其在智慧城市建设)。新浪微博作为国内知名度最高、使用率最高的主流微博网站<sup>①</sup>,提供了基于LBS(定位服务)的签到服务,并成为最热门的应用之一<sup>[30]</sup>。在签到数据中,完整记录了包括微博用户的地理信息(经纬度坐标)、时间信息、文本信息等相关内容。基于此,本文尝试借助新浪微博社区,采集基于LBS签到的大数据,可视化城市活动时空间的动态变化,并基于动态变化规律划分城市活动空间,探讨ICTs对城市活动空间区划的影响。

## 1 研究方法

### 1.1 研究对象

本文以新浪微博用户的签到数据作为研究对象。需要说明的是,基于签到数据反映的活动空间具有以下几个特征:①反映的是大规模居民的实时行为(签到是人的主动行为,并且是实时发生的)。②虽然签到数据既包括用户“有意”发布的和“无意”发布的,但是仍然大部分反映的是人们愿意在虚拟网络社区中分享的实体活动,是人们在网络所发生、记录的实体活动空间。③反映的是信息设备使用高水平人群的实时行为。而

从国内外的研究来看,信息设备使用高水平的人群往往也是受ICTs影响大,信息化水平高、网络活动频繁、空间流动性大的人群<sup>[31,32]</sup>。

### 1.2 研究范围

本文的研究范围为南京市。采用2013年南京行政区划调整前的范围,即除去现有溧水区、高淳区(原为溧水县、高淳县,考虑到其与市区相比,城市建设密度低,城市活动空间相对简单,故没有纳入研究范围)的11个区。同时,按照2010版总规划定的范围,由绕城高速公路、长江、外秦淮河、秦淮新河围合的区域作为主城区,主城以外区域作为外围区域(图1)。作为长三角重要的中心城市之一,南京社会经济取得较快的发展,在城市空间发展上也经历了较大的变化。特别是在2001年修编总体规划确定的“一疏散三集中”、“一城三区”的战略指导下,初步奠定了新的总体空间格局。

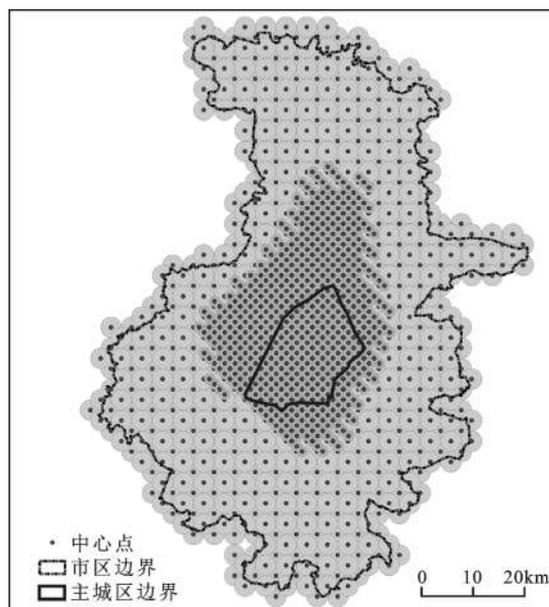


图1 研究范围及数据采集坐标中心点

Fig. 1 The study area and the coordinate center to the collect data

### 1.3 数据采集

#### 1) 应用程序接口调用

本研究选用新浪微博官方提供的位置服务动态读取接口中获取某个位置周边动态应用,在获得授权使用后,获取某个点位(经纬度坐标)周边一段时间范围内一定距离范围内(2 000~11 132 m)的LBS签到信息。

① 中国互联网络信息中心(CNNIC).第31次中国互联网络发展统计报告.北京:中国互联网络信息中心,2013。

## 2) 数据结构设计

根据研究需要以及应用接口能够提供的相关数据,选取用户ID及个人相关属性(性别、所在地、自我描述),个人微博使用情况(注册时间、好友数、微博状态发布数,可用以判断微博使用频繁程度和依赖程度)、签到的时空信息(经纬度坐标、时间)、签到的微博内容。本研究主要选取用户ID、时间、经度、纬度4类信息。

## 3) 数据采集坐标中心点

数据的采集,以新街口为核心的城市建成区内部设置搜索半径为1 000 m的坐标中心点,在其他区域设置搜索半径为2 000 m的坐标中心点,并保证对南京市区范围内的全部覆盖见图1。

## 4) 数据采集时间跨度

为了研究的需要,数据采集的时间包括2个星期段,一段是从2013年2月10日~2013年2月16日,也就是中国的传统农历新年阶段;一段是从2013年2月25日~2013年3月2日,是包括工作日和休息日的完整一周。因此,数据一方面涵盖了不同时间点的活动空间(包括工作日、休息日、节假日),并且不同时间段的对比分析也有助于后面划分不同的活动区域与确定活动边界。

## 1.4 数据处理

通过将采集数据的坐标点,依据经纬度导入ArcGIS分析平台,并与南京市区范围叠置,将南京市区外围的点删除。其次,由于不同坐标点搜索范围存在重叠,因此将属性相同的点(具体为相同的ID、相同的时间、相同的经纬度坐标)提取出来,从而删除重复的点,最终的到有效的签到数据,共计318 245条记录。依据城市中的重要地理空间标志(本研究主要选取长江大桥、绕城公路等交通设施),匹配签到数据与城市用地现状图<sup>①</sup>。同时,研究提取出用户的性别属性,并分析男性与女性的活动空间差异。其中男性签到数据122 381条,女性签到数据195 864条,两者比例约为62.5:100。

按照居民日常生活的时间节奏,依据时间属性,提取出每天在0~3时、3~6时、6~9时、9~12时、12~15时、15~18时、18~21时、21~24时这8个时间段的签到数据,从而有助于分析活动空间的动态变化以及规律。

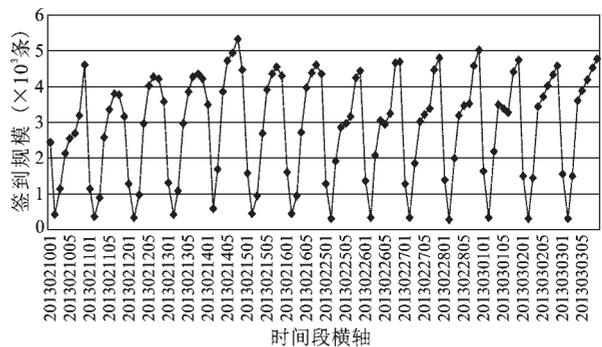
## 2 城市活动时空间动态分析

### 2.1 居民活动时间规律

依据划分时间段,分析居民活动随时间的总体变化规律,以及工作日、休息日与节假日、主城区与外围地区居民的活动差异。

#### 1) 基于签到的居民总体活动时间规律

ICTs的发展帮助居民在活动的组织上更加灵活,导致个体的活动内容似乎与时间的对应关系在弱化。但是从签到数据的时间分布规律来看,无论是工作日、休息日、还是节假日,都存在明显的随时间变化规律(图2)。这说明从总体来看,传统的作息规律仍然支配着居民的签到活动,时间与活动内容间的对应关系仍然存在。这也为通过时间属性划分活动空间内容提供了依据。



注:时间按照年份-月-日-时间段顺序编码。例如,“2013021001”表示2013年2月10日的0~3时,

“2013021002”表示2013年2月10日的3~6时,以此类推。

图2 居民不同时间段签到变化规律

Fig.2 The law of residents' check-in data with different time slice

具体来看,0~6时作为居民传统的睡眠时间,签到规模最小。其中,0~3时占到总体签到规模的7.2%,3~6时占总体签到规模的1.6%。6~9时,居民开始日常活动,签到规模有一定的增加,占到总体规模的6.5%。从9~18时,签到规模呈现出逐步增加的趋势,说明居民日常活动开始逐步频繁。18时往后则明显增加,并持续到24时,这说明居民在日常工作、学习后,随着可支配时间的增加以及活动内容的丰富(购物、餐饮、娱乐等休闲活动增多),活动越加频繁。同时,这也进一步说明相对于就业、居住活动,居民更倾向于在网络社区中分

① 由于采用的相同经纬度坐标,没有比例的变化,但有整体的微小平移。

享包括购物、餐饮、娱乐等的休闲活动,休闲空间成为虚拟网络空间中所对应的主要实体空间。而24时往后到次日凌晨,签到规模开始明显的下降。

2) 工作日、休息日与节假日的居民活动时间差异

同时,签到时间变化也呈现出工作日(采集的2月25日~3月1日时间段)、休息日(采集的2月15日~2.17与3月2日时间段)、节假日(采集的2月10日~2月14日时间段)的不同规律。如表1所示,与工作日相比,居民在休息日的签到规模比较均匀的集中在下午与晚上,在18时没有出现明显的增加。而在上午6~9时,居民的签到规模则明显低于工作日,仅占总体规模的4.5%。这种变化与居民在工作日、休息日活动节奏的不同是相吻合的。在休息日,居民作息安排不再受到日常工作的影响,一方面“晚起晚睡”,日常活动节奏在时间轴上出现往后的偏移,另一方面,由于居民可支配时间增多以及休息日活动内容的更加丰富,用于购物、餐饮、娱乐、游憩等活动的时间不再局限于工作日的晚上,因此活动频度在时间轴上分布相对均衡。而在节假日,日常活动节奏在时间轴上往后偏移更加明显。其中,21~24时的签到规模占到总体的20.5%,0~3时签到规模更是占到总体的12%(达到工作日的2倍)。

表1 工作日、休息日、节假日签到时间变化(%)

Table 1 The proportion of residents' check-in data with different time slice on working days, the weekends, and the holidays(%)

时刻	0~3	3~6	6~9	9~12	12~15	15~18	18~21	21~24
工作日	6.0	1.5	9	13.5	14.0	15.0	20.0	21.0
休息日	6.5	1.8	4.5	13.5	17.5	18.5	19.2	18.5
节假日	12.0	2.0	6.0	12.0	15.0	15.0	17.5	20.5
总体	7.2	1.6	6.5	13.4	15.7	16.8	19.3	19.4

3) 主城与外围地区居民活动时间差异

从主城与外围地区的比较来看,主城的签到规模明显高于外围地区(图3)。主城作为南京都市发展区的核心,不仅是南京人口的主要集聚地,也是南京市区的就业中心<sup>[4]</sup>,大规模的人口集聚自然会导致人口活动的集聚,从而带来签到活动的集聚。同时,主城地区也是各类公共服务设施、商业设施集聚的地方,是市区内重要的购物、餐饮、娱乐等休闲空间,而这些休闲空间又恰恰是居民

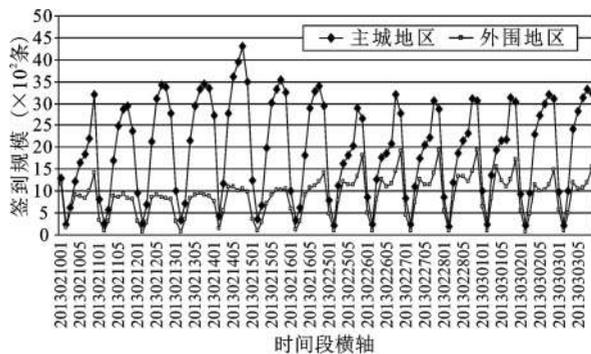


图3 主城与外围地区不同时间段签到变化

Fig.3 The difference of residents' check-in data between in downtown and in outskirts

最倾向于签到的地区,因此签到的总体规模远大于外围地区。

而这在工作日与休息日、节假日的签到规模的差异上体现得更加明显,工作日主城与外围地区的签到比为170:100,而到了休息日这一比例上升为277:100,节假日更是接近300:100。

## 2.2 城市活动空间动态变化

在从时间维度分析签到数据与居民活动对应关系及其规律的基础上,进一步从空间维度上考察城市活动空间随时间的动态变化。在具体的分析过程中,由于居民活动时间主要存在工作日与休息日、节假日的差别,休息日与节假日的差别并不明显,因此将休息日与节假日的签到数据合并,统称为休息日。并主要对工作日的活动空间动态变化分析,休息日作为对照补充分析。其次,考虑到高校师生群体在科研院校范围内的活动相对简单(相对固定的空间使用者及简单的活动内容,学习空间也不是本文主要探讨的活动内容),且其较大的空间布局密度会影响到对整体活动空间的模拟,因此剔除掉了发生在科研院校范围内的学生微博签到数据<sup>①</sup>(共计24 303条有效数据,约占总体签到数据的5.1%)。在对南京市区范围内的城市活动空间分析中采用Kernel核密度分析方法,搜索半径选用默认值(30 m),并通过自然断点进行分类。在核密度分析专题地图中,颜色越偏红色,则表示核密度越大,活动频度越大,活动越集聚;颜色越偏蓝色,则表示核密度低,活动频度越小。

1) 上午(6~12时)。工作日6~12时段是城市居民由居住活动到就业活动的转变,其中9~12时

① 仅仅删除了高校学生在科研院校范围内的签到数据,高校学生群体在科研院校范围外的活动仍然纳入到研究中。

主要为就业活动,6~9时则还包括了部分的居住活动,以及由居住到就业的通勤空间。在这一过程中,城市活动空间经历了由相对分散到空间集聚的变化过程。

从市区范围内来看,6~9时的活动空间主要集聚在主城范围内(以新街口地区为核心)、外围地区的主要就业空间、外围地区与主城的重要联系通道与节点,以及南京区域性对外联系的重要交通枢纽。而与此形成鲜明对比的是休息日6~9时的市区城市活动空间。由于无需上班(不包括提供休闲服务)以及居民活动在时间轴上出现往后的偏移,因此更多反映了居民居住活动的空间布局。通过对比发现,休息日6~9时的活动空间虽然仍然集聚在主城范围内,但是集聚程度较工作日低;同时,在外围地区与主城的重要联系通道上也没有出现明显的集聚态势。这说明,与居住空间布局相比,南京就业空间布局的“单中心”的特征更加明显。而由于就业空间高度集聚于主城又带来了外围地区对主城的依赖,从而在外围地区与主城的联系通道上产生了较大的交通压力(特别是主城与江北、仙林地区的联系),在南京长江大桥等重要交通干道表现出较高的活动频度。

2) 下午(12~18时)。工作日12~18时是城市居民由就业活动到休闲活动的转变。6~12时由于就业空间的“单中心”布局导致城市活动空间的集聚,而12~18时(特别是15~18时)由于休闲场所的空间集聚而导致了城市活动空间的进一步集聚。

从市区范围内来看,与工作日6~9时相比,15~18时的活动空间在老城,特别是新街口地区的集聚程度更加明显,并且集聚中心向东侧有一定偏移。这与新街口地区购物、餐饮、娱乐等相关设施在新街口东侧布局更为密集有关。此外,外围地区的仙林中心、弘阳广场、百家湖、东山街道,以及浦口-珠江的新市区中心、江宁方山大学城也形成了一定的空间集聚。但是在休息日,老城与外围地区的活动频度差距进一步拉大,老城的空间集聚更加明显,特别是新街口地区。这一方面与南京作为华东地区特别是南京都市圈内的重要的商业中心,吸引了大量外来人口在其中的购物、餐饮、娱乐等休闲活动。另一方面,由于休息日可支配时间的增多,南京外围地区的居民能够也愿意承受通勤往返于新街口与住所的时间耗费,而选择新街口地区作为其休闲活动空间。当然,15~18

时也是居民下班后的通勤时间,新街口作为公共交通换乘中心也会带来活动频度的增加。

3) 晚上(18~24时)。工作日18~24时则是城市居民由休闲活动到居住活动的转变。在这个过程中,18~21时还延续了一定的休闲活动,而21~24时则主要是居住活动。与12~18时相比,城市活动空间经历了由空间集聚到空间分散的变化过程。从市区范围内来看,与工作日15~18时相比,虽然活动空间的集聚中心仍然在老城,但是集聚程度明显下降。与老城相比,外围地区的仙西、浦口-珠江、东山3个新市区活动频度明显提高,这说明随着南京城市建设“一疏散、三集中”的发展战略以及城市近些年来的快速扩展和商品房的大规模建设,外围地区也已经成为居民重要的居住活动空间。而从工作日与休息日的对比来看,同样由于休息日居民活动在时间轴上出现往后的偏移,在这个时间段,休闲活动空间仍然高度集聚在老城,特别是新街口地区。这也从侧面反映出,相对于老城,外围地区的休闲场所与老城相比吸引力还不足。

4) 夜晚(0~6时)。进入次日凌晨后,居民主要进入睡眠时间,但仍存在着明显的夜生活空间,并呈现出相对的空间集聚特征。具体来看,主要集聚在老城内的1912酒吧街区、以及夫子庙秦淮河周边的会所。但与其他时间段相比,集聚程度相对较低。

### 3 城市活动空间区划

城市空间结构是城市各类功能区的地理位置及其组合关系<sup>[3]</sup>。从物质空间上看,城市功能区是以各类城市用地及其组合表现,而从人的活动看,城市功能区也可以理解为各类居民活动空间及其组合表现。在对城市活动时空间动态变化分析的基础上,依据活动区域内活动内容随时间变化的规律,划分城市活动区域类型。

#### 3.1 城市活动空间区划方法

##### 1) 划分城市活动区域

根据签到的空间位置将整个南京市划分为若干活动区域,作为识别区域内活动模式特征的基础。采用ArcGIS10.1提供的K-means空间聚类分析方法。K-means算法是统计学中较为常用的数据分类方法,能将多个数据划分为K个聚类,并使得聚类的对象相似度较高,而不同聚类间的相似度较小。同理,在本次采用的K-means空间聚类

分析中,则是以经度、维度坐标作为划分指标,以空间距离为划分依据,根据签到点的空间分布进行聚类。最终,将整个南京市划分为90个子区域,作为后续分析的基础(检验系数 $R^2$ 达到0.98,聚类效果较好)。

## 2) 统计活动频度及动态变化

首先,统计各个活动区域的签到规模,衡量活动区域单位面积的活动频度,反映活动区域的整体活动强度。其次,按照之前划分的时间段,统计8个时间段活动区域内的签到规模,衡量活动区域内活动强度随时间的变化(图4)。由前文对签到时间与活动内容分析可知,两者是相互对应的。因此,该衡量的实质也是对区域内活动内容与时间关系的分析,这将作为后续划分具体活动区域的依据。对签到数据的处理步骤如下:

第一步,由于不同时间段的签到数据本身就

存在着差异,因此需要对活动区域内各时间段的签到数据进行标准化,消除整体性的差异。具体来说,对各个活动区域 $i$ ,均以6~9时为始点,并将其设为100,将后续时间段的签到数以此进行标准化,公式如下,

$$\text{令 } T'_1 = 100, \text{ 则: } T'_i = 100 \times \frac{T_i}{T_1} \times \frac{\sum_i^{90} T_1}{\sum_i^{90} T_i} \quad (1)$$

式中, $T'_i$ 即为活动区域 $i$ 在时间段 $t$ 的签到数据标准化值, $T_i$ 为活动区域 $i$ 在时间段 $t$ 的签到数据, $\sum_i^{90} T_1$ 为6~9时90个活动区域 $i$ 的签到数总和, $\sum_i^{90} T_i$ 为时间段 $t$ 内90个活动区域 $i$ 的签到数据总和。

第二步,基于各个时间段的签到数据标准化值 $T'_i$ ,构建各个活动区域 $i$ 的活动强度变化函数,

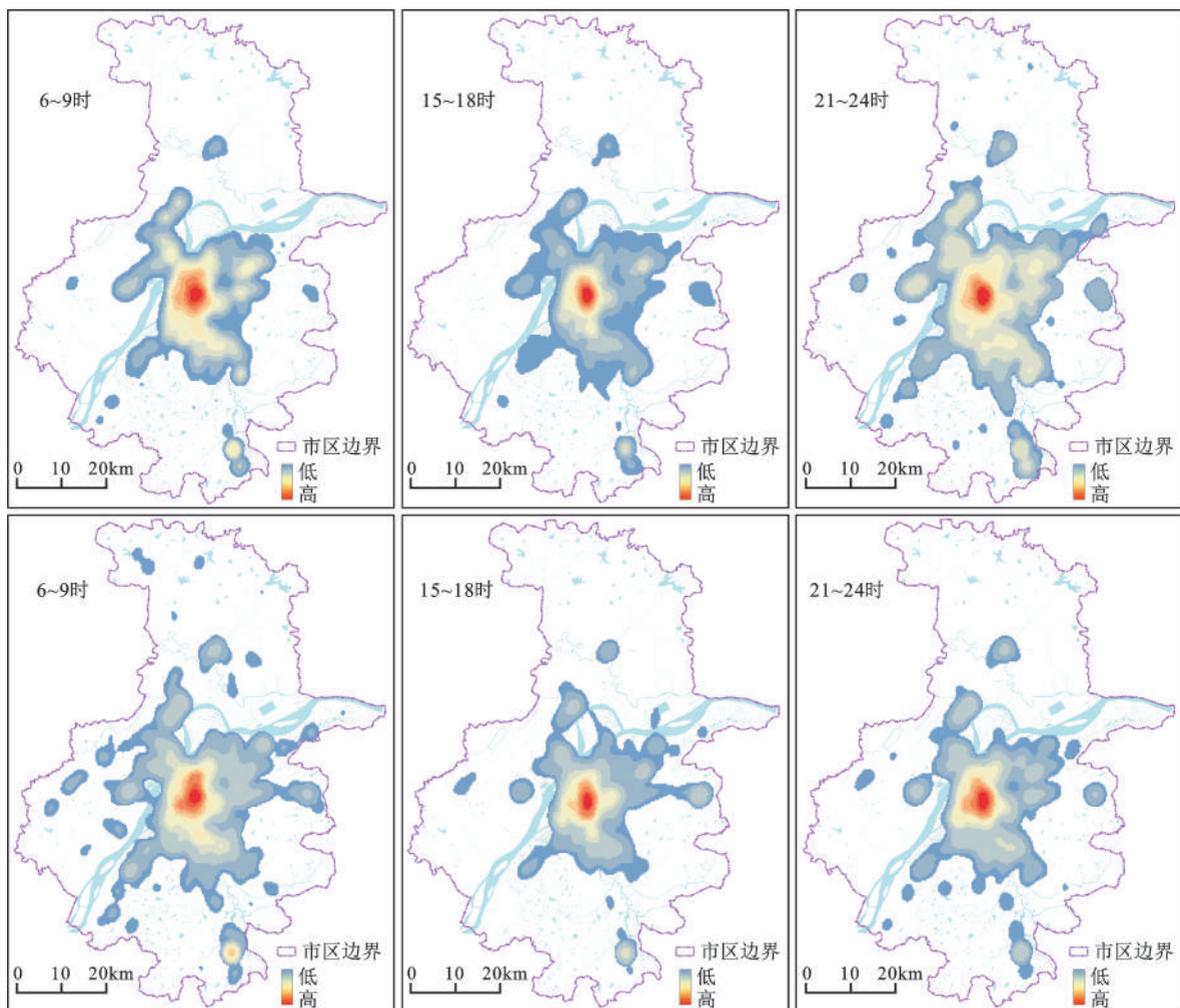


图4 南京市6~9时、15~18时及21~24时活动空间的动态变化(上:工作日;下:休息日)

Fig.4 The dynamic change of urban activity space in 6-9, 15-18 and 21-24 O'clock in Nanjing (Top: working days; Bottem: the weekend)

公式如下,

$$F_i=(T'_1, T'_2, T'_3, T'_4, T'_5, T'_6, T'_7, T'_8) \quad (2)$$

式中,  $F_i$ 表示活动区域*i*的活动强度变化,  $T'_1, T'_2, T'_3, T'_4, T'_5, T'_6, T'_7, T'_8$ 分别表示在时间段6~9时、9~12时、12~15时、15~18时、18~21时、21~24时、0~3时与3~6时在活动区域*i*发生的签到数据标准化值。

### 3) 界定活动模式与活动区域

所谓活动区域内的活动模式,就是基于对各个活动区域活动活动频度随时间的变化,寻找共性(即活动强度随时间变化的共性)。通过对活动频度大的区域(某些活动区域(主要分布在城市外围地区)本身的活动频度低,由于基数小而容易出现随机的现象,不利于共性的寻找),可以发现以下五种主要的活动模式及对应的典型活动区域(图5):① 就业活动区。该区域的典型活动模式为:签到数据标准化值从6时逐渐上升,但自18时后明显下降。对应到城市空间上,可能包括主要的产业园区、CBD 以及其他的办公场所。② 居住活动区。该区域的典型活动模式为:签到数据标准化值自6时开始下降,但自18时后开始明显上升,并自24时后开始下降。对应到城市空间上,主要是各类居住区。③ 休闲活动区。休闲活动区可以细分为购物与餐饮休闲区、游憩休闲区。购物与餐饮休闲区的典型活动模式为:签到数据标准化值从6~12时变化较小,但自12时往后开始逐步上升,并在18~21时达到顶峰,21时往后减少(如果仅仅是餐饮休闲区,可能还会在9~12时形成小的波峰)。而引入休息日的签到数据,又可以得出游憩休闲区的典型活动模式,为:签到数据自9时往后开始上升,并从9~18时维持较高水平,自18时往后开始下降;同时与工作日相比,在各个时间段均有明显提升。④ 夜生活活动区。该区域的典型活动模式为:签到数据标准化值自6~18时变化较小,但自18时后开始快速上升,并持续到24时,自24时往后也仅仅是较小的下降。对应到城市空间上,可能包括各类酒吧街区、休闲会所等。⑤ 综合活动区。该区域的典型活动模式为:活动频度大且活动内容丰富(统计发现,休闲活动是综合活动区重要的组成部分;此外,在就业活动、居住活动、夜生活活动等方面则也会有所偏重)。签到数据标准化值自6时往后开始上升,并从9~21时一直维持在较高水平(几乎没有波动),自21时后略微下降。综合活动区大多位于城市中

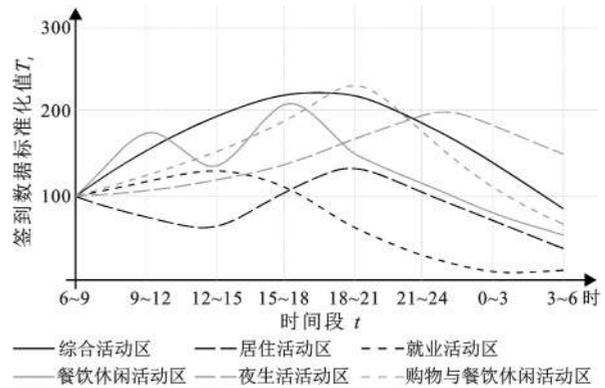


图5 典型活动模式与活动区域界定

Fig. 5 Five typical activity patterns and the definition of activity zoning

心或城市次区域的中心,有可能成为城市活动空间结构中的活动节点与中央活动区。此外,某些学习空间与的活动模式与综合活动区也有类似之处,但是通过休息日与工作日的对比,能够将学习区识别出来(科研院校节假日的安排,使得2月10日~2月14日时间段的签到数据锐减)。而机场、高铁等交通枢纽地区,受到交通运行时刻表的影响,虽然也与综合活动区有类似之处,但是其活动强度变化更为均衡,且24时后会有较大下降。

### 4) 识别活动区域

选取出活动频度大的活动区域(大于50次/ $\text{km}^2$ ,共49个),按照5种主要的活动模式,界定活动区域(图6)。首先,活动频度较大的区域主要集聚在主城、外围3个新市区以及禄口机场,这与前面分析的城市活动空间等级相符合。其次,从活动区域分类来看,大部分活动区域的活动内容比较丰富,已经很难归类到功能单一的活动区域,仅仅14个活动区域(约占28.6%)可以被归类到居住活动区、就业活动区。大部分区域都是综合性的活动区域,或者同时具备了居住(就业)与其他休闲活动。而且在综合性活动区域中,购物与餐饮等休闲活动是其中的重要组成部分,这也与休闲活动在居民网络分享中占据的主要地位有关。第三,在主城与外围的交界地区存在一些活动区域,虽然活动频度较大,但是活动模式特征难以归类到以上五种活动空间类型。这些地区作为城市边缘地区其存在和发展受到城市发展的压力,并且呈现出明显的非均衡的变化<sup>[34]</sup>。而正是这种变化导致区域内部居民活动模式的无序。

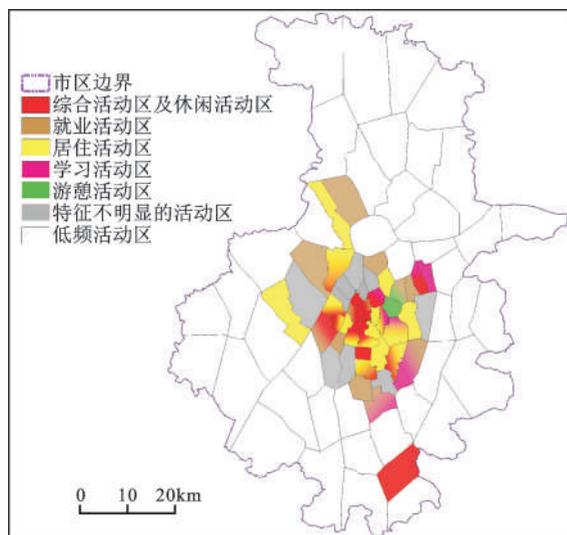


图6 活动区域界定

Fig.6 The definition of activity zoning

### 3.2 活动功能区的混合与边界的模糊

由于ICT的发展带来活动方式的变化,特别是网络活动与实体活动的复杂关系导致了用地类型与活动内容关系间的变化,从而带来城市活动区域的变化,并对传统的城市功能区划产生影响。

#### 1) 活动功能区的混合

主城区内大部分都为综合活动区域,反映活动区域内活动内容丰富。当然,这一方面与主城区内用地的混合布局是有关系的。主城区,特别是明城墙围合的老城区(老城区范围内的活动区域全部是综合活动区),历来就是南京的公共服务中心和人口集聚中心,用地混合布局较为明显。特别是为了完善城市中心功能以及公共服务水平的旧城改造计划,进一步增加了城市中的公共服务设施用地比例。另一方面,城市中心功能的增强也进一步扩大了对居民活动的吸引力和吸引范围,外地居民的涌入又进一步增加活动区域内的活动频度和丰富活动区域内的活动内容。而对应的到城市外围地区,由于以居住用地、工业用地以及教育科研用地为主的土地扩张,造成用地结构的单一化,反映到城市活动空间上则是较为明显的就业活动区与居住活动区。

虽然,ICT的发展带来居民行为活动的破碎化,但是居民行为活动的破碎化并没有导致城市功能区的破碎化,反而提升了不同活动在用地上的兼容性,一定程度上促进城市功能区的混合。首先,ICT的发展使得活动中的某些环节可以借助

网络完成,而正是这些环节的剥离导致了活动与用地关系的改变,从而使得原本在该类用地无法完成的活动也能够完成,这无疑也促进了城市功能区的混合(实体活动内容的混合)。其次,如果将网络活动视作实体活动的替代,那么只要有网络的接入,居民就可以在实体空间中开展丰富的网络活动,这也进一步促进了城市功能区的混合(网络活动内容的混合)。

#### 2) 功能区边界的模糊

由于城市功能区的混合,也带来了功能区边界的模糊。特别是主城地区,由于大部分的活动区域都为综合活动区域,因此活动区域间除了活动频度的较大差异,在活动内容上的差异并不明显。与此对应的是,在城市外围地区还是存在着明显的居住活动区与就业活动区,并且具有较为明显的功能区边界(水系、山脉等自然边界)。同理,功能区边界的模糊与用地的空间组织是相关的。混合的用地模式导致功能区的混合,带来活动区域内居民活动内容的丰富以及相互间差异的缩小,从而导致活动边界的模糊。相反,外围地区单一的用地结构,导致区域内部特征分明且简单的活动内容,活动区域间的活动内容差异明显,从而导致活动边界明显。这在石化产业园区中体现得尤为明显,由于对居住、休闲等活动的排他性,在用地组织上大多采取了绿化隔离带的措施,导致了活动区域边界的更加突兀。

此外,信息时代下居民行为活动的破碎化,使得居民的活动组织可以在不同的活动区域内进行,也可以缩小区域间的活动内容差异。其次,信息时代下居民流动性的增强,也加强了活动区域间的联系,进一步缩小区域间的差异。同时,丰富的网络活动也一定程度上缩小活动区域间活动内容的差异,从而导致区域边界的模糊。

## 4 结论与讨论

新的时代背景,在带来新的研究问题的同时,也提供了新的研究方法。本文通过借助基于位置服务的微博签到数据,从时间、空间、活动3个方面分析城市活动空间的动态变化及其影响因素,得到以下主要结论。

1) 传统作息规律在签到活动中仍然得到体现,签到时间与活动内容间的对应关系仍然存在。这其中,休闲活动成为虚拟网络空间中居民

最乐意分享的内容。同时,研究也发现居民在工作日、休息日与节假日,以及主城区与外围地区活动时间上存在差异。

2) 通过对城市活动空间的动态分析,发现活动空间则经历了由空间相对分散-空间集聚-空间进一步集聚-空间分散的动态变化过程,以及在夜晚相对集聚的夜生活空间。

3) 在对城市活动时空间动态分析的基础上,进一步划分城市活动空间,发现活动功能区的混合与边界的模糊,并指出 ICTs 对城市活动空间区域的影响。

在当前社会经济转型时期,科学把握居民的活动空间,从居民自身的需求出发合理规划与管理城市空间显得尤为重要。在已有的城市空间研究中,关注人的时空行为,从居民活动,特别是基于实时活动角度对城市空间的分析还相对较少。ICTs 的发展在影响居民行为的同时,又为研究居民的时空行为带来了新的研究方法以及大数据。当然,本文仅仅是引入网络社区大规模时空活动“痕迹”的一次尝试,对空间结构特征及与传统视角的对比分析还有待未来深入挖掘与分析。

## 参考文献:

- [1] Loo B P Y. The E-Society[M].New York: Nova Science Publishers, 2011.
- [2] de Castro E A, Jensen-Butler C. Demand for Information and Communication Technology-based services and regional economic development[J].Papers in Regional Science,2003,82(1): 27-50.
- [3] Graham M. Neogeography and the palimpsests of place: Web 2.0 and the construction of a virtual earth[J].Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie,2010,101(4):422-436.
- [4] Haklay M, Singleton A, Parker C. Web mapping 2.0: The neogeography of the geoweb[J].Geography Compass,2008,2(6): 2011-2039.
- [5] 顾朝林.转型中的中国人文地理学[J].地理学报,2009,64(10): 1175~1183.
- [6] 王兴中.中国城市生活空间结构研究[M].北京:科学出版社, 2004.
- [7] Clark C. Urban Population Densities[J].Journal of the Royal Statistical Society (Series A),1951,114(4):490-496.
- [8] Anderson J E. Cubic Spline Urban Density Functions[J].Journal of Urban Economics,1982, 12(2):155-167.
- [9] Hagerstrand T. What about people in regional science?[J].Papers and Proceedings of the Regional Science Association,1970, 24(1):7-21.
- [10] Van Kempen R, şule Özüekren A. Ethnic segregation in cities: New forms and explanations in a dynamical world[J]. Urban Studies.1998,35(10):1631-1656.
- [11] McDonald J F. The identification of urban employment subcentres[J].Journal of Urban Economics,1987,21(2):242-258.
- [12] 王 波,甄 峰.南京市就业空间布局[J].人文地理,2011,26(4):58~65.
- [13] 刘志林,王茂军.北京市职住空间错位对居民通勤行为的影响分析——基于就业可达性与通勤时间的讨论[J].地理学报, 2011,66(4):457~467.
- [14] 冯 建,陈秀欣,兰宗敏.北京市居民购物行为空间结构演变 [J].地理学报,2007,62(10):1083~1096.
- [15] 周素红,林 耿,闫小培.广州市消费者行为与商业业态空间及居住空间分异[J].地理学报,2008,63(4):395~404.
- [16] 林 耿,沈建萍.大城市健身消费与地方建构[J].地理学报, 2011,66(10):242~258.
- [17] 柴彦威,赵 莹.时间地理学研究最新进展[J].地理科学,2009, 29(4):593~600.
- [18] Schwanen T, Kwan M P. The Internet, mobile phone and space-time constraints[J].Geoforum,2008,39(3):1362-1377.
- [19] Salomon I. Telecommunications and travel relationships: A review[J].Transportation Research A,1986,20(3):223-238.
- [20] Yeung H W. Capital, state and space: Contesting the borderless world[J].Transactions of the Institute of British Geographers, 1998,23(3):291-308.
- [21] Alexander B, Ettema D, Dijst M. Fragmentation of work activity as a multi-dimensional construct and its association with ICT, employment and sociodemographic characteristics[J].Journal of Transport Geography,2010,18(1):55-64.
- [22] Hubers C, Schwanen T, Dijst M. ICT and temporal fragmentation of activities: an analytical framework and initial empirical findings[J].Tijdschrift voor Economische en sociale Geografie,2008, 99(5):528-546.
- [23] Kwan M P. Mobile Communications, Social Networks, and Urban Travel: Hypertext as a New Metaphor for Conceptualizing Spatial Interaction\*[J].The Professional Geographer,2007,59(4): 434-446.
- [24] Viktor M S, Kenneth C.大数据时代:生活、工作与思维的大变革[M].盛杨燕,等译.杭州:浙江人民出版社,2013.
- [25] 甄 峰,王 波,陈映雪.基于网络社会空间的中国城市网络特征——以新浪微博为例[J].地理学报,2012,67(8): 1031~1043.
- [26] Krings G, Calabrese F, Ratti C, et al. Urban gravity: a model for intercity telecommunication flows[J].Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment,2009,(7):1-8.
- [27] Wakamiya S, Lee R, Sumiya K. Urban area characterization based on semantics of crowd activities in Twitter[M]//GeoSpatial Semantics.Springer Berlin Heidelberg,2011:108-123.
- [28] Hollenstein L, Purves R. Exploring place through user-generated content: using Flickr tags to describe city cores[J].Journal of Spatial Information Science,2013,(1):21-48.
- [29] Stephes M. Featured graphic. Mapping the geoweb: a geography of Twitter[J].E-nvironment and Planning A,2013,(44):

- 100-102.
- [30] 刘菁菁.LBS何处“签到”?[J].计算机世界,2011,(19):1~4.
- [31] 甄峰,翟青,陈刚,等.信息时代移动社会理论构建与城市地理研究[J].地理研究,2011,31(2):197~206.
- [32] Dijst M. ICT and accessibility: an action space perspective on the impact of new information and communication technologies.[M]//Transport developments and innovations in an evolving world. Springer Berlin Heidelberg,2004:27-46.
- [33] Bourne L S. Internal structure of the city: readings on urban form, growth, and policy[M].New York: Oxford University Press,1971.
- [34] 崔功豪,武进.中国城市边缘区空间结构特征及其发展——以南京等城市为例[J].地理学报,1990,5(4):399~411.

## The Dynamic Changes of Urban Space-time Activity and Activity Zoning Based on Check-in Data in Sina Web

WANG Bo<sup>1</sup>, ZHEN Feng<sup>2,3</sup>, ZHANG Hao<sup>4</sup>

(1.Department of Geography, The University of Hong Kong, Hong Kong, China; 2.School of Architecture and Urban Planning, Nanjing University, Nanjing, Jiangsu 210093, China; 3.Research Center of Human Geography, Nanjing University, Nanjing, Jiangsu 210093, China; 4. Provincial Geomatics Center of Jiangsu, Nanjing, Jiangsu 210093, China)

**Abstract:** Since 1990s, information and communication technologies (ICTs) have experienced a rapid development over the world. Information and communication devices have almost penetrated into each aspect of people's daily life, and thus become the necessities in the modern world. Under this advancement, the inner relationship among activities, time and location has been theoretically changed because of a series of the responding tele-activities. However, we still have little knowledge from the empirical studies due to the lack of data. Besides, as a part of urban social space analysis, a dynamic analysis of urban activity space is even scarce, albeit with its importance in understanding the undergoing and future changes in the E-society. Especially in China where is under the socio-economic transition, understanding residents' own need and their real-time activity as well as the influence of ICTs on activity space are quite necessary for the future urban management and planning. With the aid of Location-based service (LBS), Global Positioning System (GPS) and other applications, ICTs helps to record people's real space-time activity, which is one of the main sources of big data in recent research. Among them, given by the soaring popularity of online social network such as Sina micro-blog (the most influential social networking platform in China) and the LBS check-in application, the check-in data undoubtedly provide a real-time big data for the study of urban activity space. Based on this understanding, this article tries to analyze the dynamic changes of urban space-time activity focused on activity, time, and location, using the LBS checking-in data from Sina micro-blog. The results show that: 1) although some research argued that residents' activity schedule would be more flexible by the help of ICTs, in this study we find that the traditional routine still dominate in residents' check-in activities, and thus the rhythm of check-in activities could be used to reflect the corresponding relationship between time and activity; 2) there are differences of residents' check-in activity between on working days, weekends, and holidays, as well as between in downtown and in outskirts, which reveals the difference of daily activities in reality; 3) in a day urban activity space experience dynamic changes, specifically, varied from relative disperse to agglomeration in the morning (6-12 O'clock) and keeps further agglomeration till the afternoon (12-18 O'clock); while encounters dispersion in the evening (18-24 O'clock), though with a relative agglomeration in the night (0-6 O'clock); 4) according to the dynamic changes, activity zones are subdivided into office area, bedroom area, leisure area, nightlife area, and multifunctional area; 5) these activity zones could be generally characterized as hybrid, within a blurred boundary.

**Key words:** ICTs; urban activity space; activity zoning; big data