



唐丽,尹婷婷,刘卫国.湖南省城市绿色空间差异分析[J].黑龙江农业科学,2020(4):82-87.

湖南省城市绿色空间差异分析

唐丽,尹婷婷,刘卫国

(吉首大学 土木工程与建筑学院,湖南 张家界 427000)

摘要:城市的绿植空间在城市形象和人居生活中起着重要作用。本文结合爬虫技术通过百度地图获取百度街景图像数据,基于机器学习算法提取街景图像中绿植空间占比,分析长沙市、株洲市和攸县3个不同等级城市中心城区绿色空间占比。讨论各城市绿色空间占比与该城市的城市规模、经济发展和城市绿化投入之间的关系得出:随着城市规模和城市经济发展,城市绿色空间占比差距变小,而城市绿化投入越多,城市的绿色空间占比越高。本文研究采用街景图像数据,实现了低成本、大规模数据采集,结合机器学习算法分析城市绿色空间占比,不仅为城市数据采集提供新的可行方法,也为城市空间的评价提供了新视角。

关键词:绿色空间;机器学习;百度街景

城市是在一定地域内为居民提供居住、工作、休憩和交通等服务的社会实体,城市化是农村人口和产业不断向城市集聚的历史过程^[1]。城市的绿化空间作为城市可持续发展的重要基础,一直是研究人员重点关注的区域。随着技术的不断创新和推进,研究人员从国土调查数据分析城市绿地系统发展到基于遥感影像数据测度城市绿化空间,指标也从单一的绿地率和绿化覆盖率等二维评价指标向三维立体逐步发展。常青等^[2]通过城镇土地利用格局结合GIS技术,探索中小城镇绿色空间评价与格局优化方法^[2]。葛伟强等^[3]以气象、卫星和资源卫星遥感资料为主要信息源,结合绿地观测等相关资料研究城市绿地对城市气温的影响^[4]。周廷刚等^[4]以红外航空遥感图像为主要信息源测量城市空间三维绿量^[5]。随着传感器技术和数字化技术的最新进展产生了新的数据采集手段,为城市环境评价研究提供高分辨率的实景图像大数据^[5]。唐婧娴等^[6-7]通过要素客观构成分析、使用者主观评价以及影响因素识别,对北京和上海的街道空间品质进行了测度^[6-7]。孙佩锦等^[8]从不同层级的绿色空间探索其对体力活动以及健康结果的影响。在这些研究中,均运用了城市街景图像,而鉴于城市街景图像的优势,街景

图像已成为城市研究中新的数据源^[9]。与传统的统计数据相比,街景数据更容易获取,在大数据背景下更容易实现大数据化。与卫星遥感数据相比,街景数据不仅给研究人员提供了不同的视角,更是为自上而下的视角与更贴合人本视角作对比提供了重要的参数。由此可见,通过街景图像研究城市绿色空间也将成为一种趋势。

且此前研究空间差异均是对同一区域同等城市级别进行横向对比,研究不同级别城市空间差异为城市发展提供了纵向对比的角度。同时研究长沙市、株洲市、与攸县城市蓝绿空间也为湖南省乃至全国其他县市的城市空间发展提供了参考依据,涉及不同等级也能为城市化进程滞后的城市提供发展视角和思路。

本文以可视化天空与绿植为切入点,以长沙市、株洲市和攸县中心城区为研究区域,以open street map为道路采集数据源,以百度地图街景图像为图像数据源,借助深度学习网络构架,通过语义分割量化分析3个城市中心城区绿色空间占比,同时探索解决以下3个问题:一是如何通过百度地图构建数据获取系统;二是如何通过深度学习网络构架量化街景照片中的绿色空间占比;三是探索城市绿色空间占比与城市发展之间的关系。结果旨在探索城市绿色空间在城市空间中的应用,丰富城市空间分析研究体系,同时也为长沙市、株洲市以及攸县的城市空间发展提供一定参考。

1 数据与方法

1.1 研究区概况

湖南省三面环山,北部为湖盆平原展开,其地

收稿日期:2020-02-20

基金项目:湖南西部经济研究基地开放基金项目(19JDZB019);吉首大学研究生科研创新项目(JDY1834);吉首大学研究生校级科研项目(Jdy19032)。

第一作者:唐丽(1993-),女,在读硕士,从事生态环境与城乡发展研究。E-mail:522649045@qq.com。

通信作者:刘卫国(1970-),男,博士,副教授,从事城乡规划与景观设计方向的教学与研究。E-mail:20586049@qq.com。

形为东北开口的不对称马蹄形,属大陆性亚热带季风湿润气候,同时拥有丰富的植物资源、动物资源、水资源与矿产资源。湖南省整体社会经济状况良好,2017 年全省地区生产总值 34 590.6 亿元,以长株潭为经济发展核心增长极并向外扩展,三次产业结构比例为 10.7:40.9:48.4。长株潭城市群是一个以长沙、株洲、湘潭为核心和中心结点的放射状布局城镇群。2000-2015 年,长株潭城市群经历了快速的城市化进程,城市化水平空间分布区域差异明显,并表现为从城市化地区向周边地区依次递减的态势。长沙市与株洲市作为长株潭城市群的两个核心城市,其中长沙市南接株洲市,攸县为株洲市辖县,位于株洲市中部(图 1)。本文的研究区域包括长沙市湘江东部中心城区、株洲市中心城区以及攸县中心城区。

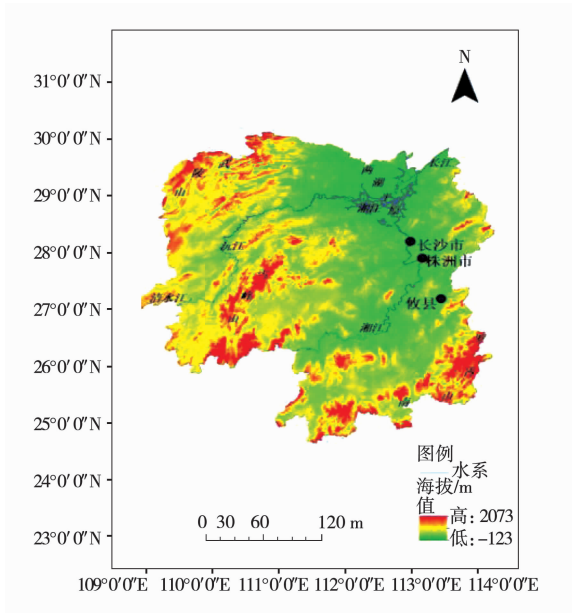


图 1 研究区域
Fig. 1 Study area

1.2 数据基础

本研究使用的数据包括 open street map 路网数据、采样点坐标数据、街景图像数据和语义分割量化数据。

open street map 路网数据是根据长沙市、株洲市和攸县中心城区研究区域道路路线描述,基于 <https://www.openstreetmap.org> 网站导出整体区域路网数据并导入 ArcGIS 作基础数据。通过 ArcGIS 导入研究区域矢量数据提取区域路网数据并对其进行 WGS 1984 Web Mercator 坐标投影裁剪得到 open street map 路网数据。

采样点坐标数据是根据《中华人民共和国公路工程技术标准(JTGB-2003)》认为步行速度为 5 km·h⁻¹,本文选取 30 m 为间距,通过设置 ArcGIS 中采点工具参数对研究区域路网进行等间距采点。采样共获得坐标点 43 770 个,其中长沙市、株洲市和攸县研究区域分别为 37 780、4 160 和 1 830 个,接着通过计算几何获得每个采样点的坐标数据并建立采样点坐标数据集。

街景图像数据是运用爬虫技术访问百度地图获取街景图像。本文结合 Python 语言爬取百度地图采样点街景图像,通过对百度地图中没有 Panoid 坐标点进行筛选,最后共获取街景图像数据 126 767 张,其中长沙市、株洲市、攸县研究区域街景图像分别为 105 770、15 764 和 5 233 张。

语义分割量化数据以街景图像数据为基础,对街景图像数据中的天空和绿植图像特征进行机器学习算法的图像级联网络(ICNet)提取。IC-Net 模型通过对图像进行卷积识别,将图像中的像素点分别识别为天空、车道、建筑、绿植等要素并计算其在图像中所占比例(图 2)。本文通过提取坐标点对应图像中天空要素与绿植要素比例结合图像坐标组建语义分割量化数据集进行分析。



图 2 语义分割图像分割示例
Fig. 2 Example of semantic segmentation image segmentation

1.3 研究方法

1.3.1 街景图像法 爬虫技术是一种能自动获取网页内容并可以按照指定规则提取相应内容的程序。本文运用爬虫技术通过百度地图 http url 接口根据经纬度坐标获取该坐标点 panoid, 通过设置 fovy (范围)、quality (图片质量)、heading(扭转角度)、pitch(俯仰角度)、height(图

片高度)、width(图片宽度)参数获取每个采样点街景图像,为使获取的街景图像完整且不重复,本文将采样点的水平方向范围固定设置为 90°,垂直视角角固定设置为 0°,水平视角以 3.579°为原始点,分别增加 90°、180°和 270°,实现全方位覆盖每个坐标采样点(图 4)。

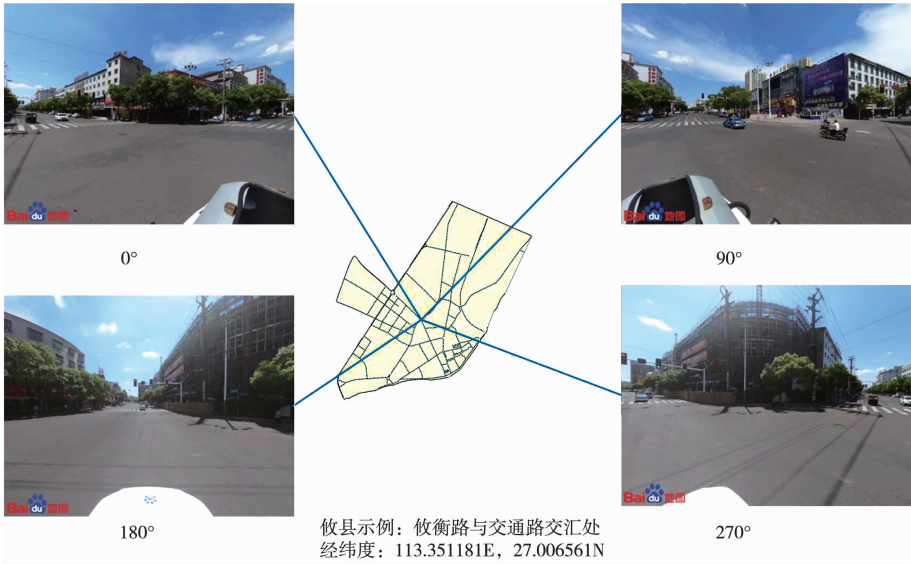


图 3 街景图像采集示例
Fig. 3 Example of street view image acquisition

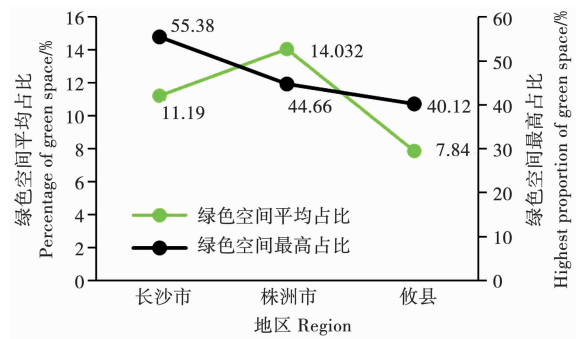


图 4 绿色空间占比总体概况图
Fig. 4 General situation of green space proportion

1.3.2 语义分割法 将图像分原图的 1/4、1/2、1 这 3 个尺度分支进入模型,以样本的 2 倍做输出,在有监督学习的训练集中以输出的 1/4、1/8、1/16 来指导各分支的训练。1/4 低分辨率分支在缩放到 1/32 并经过卷积后,使用空洞卷积扩展视野,最后以原图的 1/32 输出 feature map(二维特征图)。1/2 中分辨率分支经过卷积后以 1/8 缩放,得到原图的 1/16 的 feature map,再将 1/4 低分辨率分支输出的 feature map 通过 CFF(cascade feature fusion)单元相融合得到输出结果。

1 高分辨率分支经过卷积后以 1/8 缩放,得到原图的 1/8 的 feature map,再将上述输出结果通过 CFF 单元融合最后得出分割结果。最后提取分割结果得到绿植要素在图像中所占比例进行分析。

2 结果与分析

2.1 总体概况分析

通过对 3 个不同级别城市中心城区绿植要素占比得到各城市绿色空间占比(图 5),其中长沙市的绿色空间平均占比为 11.19%,株洲市的绿色空间平均占比为 14.032%,攸县的绿色空间平均占比为 7.84%;根据 3 个城市绿色空间占比数值与趋势可以发现,最高值两市之间递减值跨度较大,从株洲市到攸县递减明显放缓,而平均值则呈现株洲市明显高出的现象。长沙市均值在绿色空间上略高于攸县,株洲市绿色空间均值远高于其他两个城市。

2.2 长沙市绿色空间分析

长沙市河东中心城区路网数据非常丰富,由五一大道与湘江中路交汇处由为集中,不仅是长沙市中心商业地带,还是长沙景点集中点,路网复

杂。如图 5 所示,在绿植空间中,呈现出东西两侧比值高,中部比值低的空间分布。区域东部绿植空间比值高的区域呈星点分布,主要集中在四方坪与长沙站周围区域;而西部绿植空间比值高的区域呈片状分布在湘江中路沿线周边;绿色空间占比低的区域则主要集中在波隆立交桥、人民中路与芙蓉中路和韶山北路交汇周边区域。

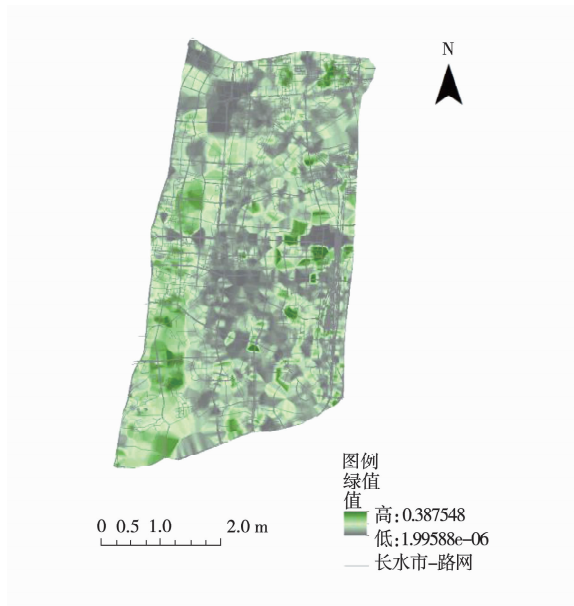


图 5 长沙市绿色空间

Fig. 5 Green space of Changsha City

2.3 株洲市绿色空间分析

株洲市湘江西中心城区路网数据较为离散,商业集中于建设南路,这跟株洲市的商业形式有着密切的关系,株洲市的批发市场主要集中于株洲站周边。如图 6 所示株洲市天空整体占比明显比绿植占比低,东部城市空间比西部城市空间绿植比例高,绿植占比较高区域主要集中在建设南路根据株洲市城市空间扩展特征推测,出现如上差异是因为株洲市的城市空间扩展方向是由东向西。

2.4 攸县绿色空间分析

攸县中心城区路网数据呈现了商业中心集中,其余区域离散模式,是典型的城市路网分布模式。绿色空间占比较高区域也主要集中在滨江大道沿线区域,较低区域主要市西阁路沿线区域以及望岳南路与珍珠巷交接区域。交通中路与滨江大道绿色空间占比高于其他区域,而中心城区西南部分绿色空间相对较低。交通中路与滨江大道由于没有高层建筑加上行道树等绿植较多,使得绿色空间占比值高(图 7)。

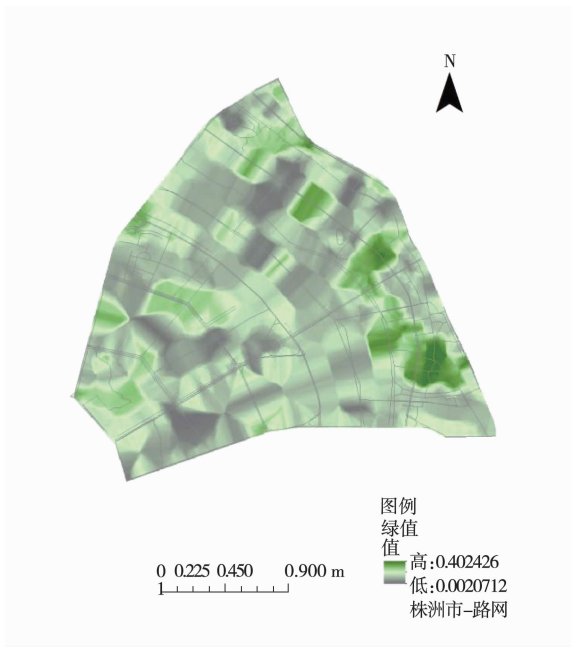


图 6 株洲市绿色空间

Fig. 6 Green space of Zhuzhou City

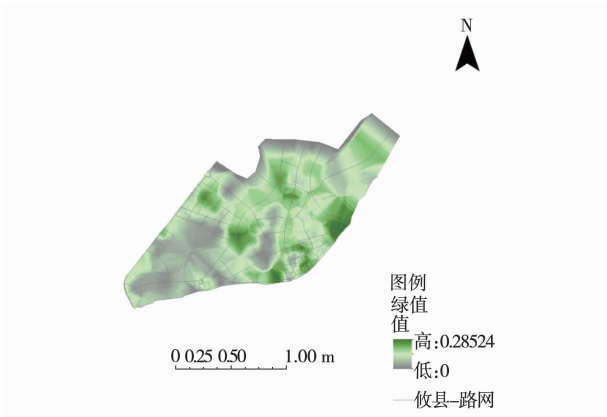


图 7 攸县绿色空间

Fig. 7 Green space of You County

3 绿色空间与城市关系分析

3.1 绿色空间与城市规模关系分析

城市中的绿色空间在城市进程中不仅是城市风貌的体现,更是城市发展进程中重要组成部分,与人有着密切的互动关系。研究通常用常住人口来反映城市规模^[10]。由图 8 可知,长沙市、株洲市和攸县 2017 年城市常住人口密度分别为 670、357 和 250 人·km⁻²,城市规模相差较大。研究发现,从攸县到株洲市,随着城市规模的壮大,城市绿色空间得到了质的提升,这与城市规模发展阶段密不可分,在城市发展初期如攸县更加注重经济发展。通过对 3 个不同级别城市绿色空间对比发现,长沙市与株洲市的绿色空间占比均比攸县

高,在长沙市与株洲市之间,虽然长沙市城市规模远大于株洲市,但株洲市绿色空间占比比长沙市高,发现并非城市规模越大,城市绿色空间占比越高。

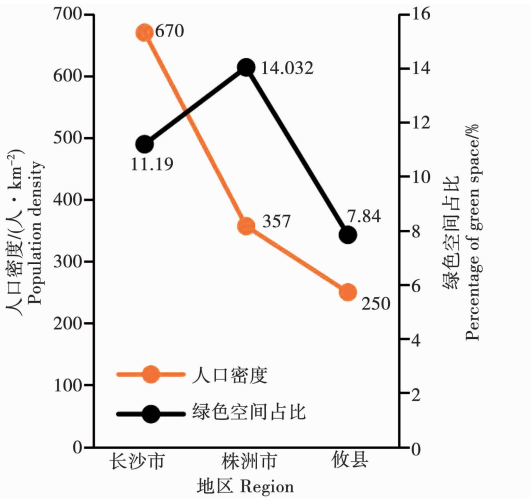


图 8 绿色空间与城市规模关系
Fig. 8 Relationship between green space and city scale

3.2 绿色空间与城市经济发展关系分析

由图 9 可知,长沙市、株洲市、攸县 2017 年地区生产总值分别为 10 535.51 亿、2 580.4 亿和 412.1 亿元,人均 GDP 分别为 137 803、64 248 和 58 104 元,三者城市经济发展差距明显。长沙市经济发展以二三产业为主,三次产业结构比例为 3.6:47.4:49.0,全市城镇居民人均可支配收入 46 948 元;株洲市经济发展也是以二三产业为主,三次产业结构比例为 8:48:44,全市城镇居民人均可支配收入 39 787 元;攸县经济发展经过优化,三次产业结构由 2016 年的 14.1:51.4:34.5 调整为 14.3:45.7:40.0,全县城镇居民可支配收入为 35 755 元。从 3 个城市经济发展状况结合绿色空间比例发现,经济发展处于中间梯度的株洲市绿色空间占比最高,而经济高速发展的长沙市在绿色空间占比中低于株洲市,说明经济越发展并不能同样带来绿色空间的高比例存在。尽管如此,基于经济发展,在绿色空间占比上长沙市明显高于攸县。

3.3 绿色空间与城市绿化投入关系分析

2017 年长沙市积极投入林荫路网、城乡公园建设工程、环城绿带生态圈、磁浮生态绿带走廊、生态体系建设、绿色共建共享等绿化工程,完成建

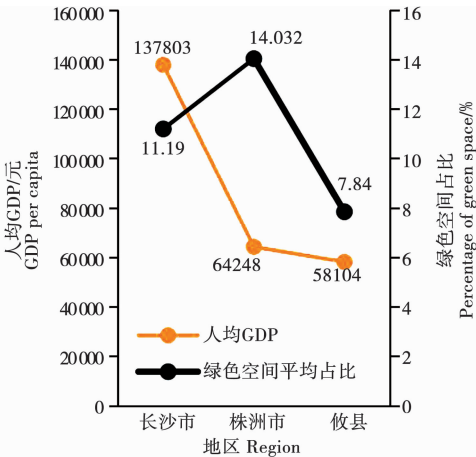


图 9 绿色空间与经济发展关系
Fig. 9 Relationship between green space and economic development

成区绿地建设面积 17.170 9 hm²,在公园建设方面铺排了 122 个,总投资 35.01 亿元。株洲市 2017 年积极开展城市绿荫行动,积极建设道路绿化、公园、庭院绿化、林荫停车场、立体绿化、山体和水系修复,总投资 101.35 亿元。攸县 2017 年深入开展全国园林城市“双创”活动,投资 6 200 多万元用于绿化工程,新增绿化面积 20 万 m²,提质改造绿化面积 10 万 m²。对比各城市绿化投入发现,拥有高绿色空间的株洲市在城市绿化投入方面资金最多,建设方面也最为广泛。在绿色空间中,由图 10 可知,城市绿色空间占比随城市绿化投入的变化而变化,由此可发现,城市绿化投入有助于增加城市绿化空间占比。

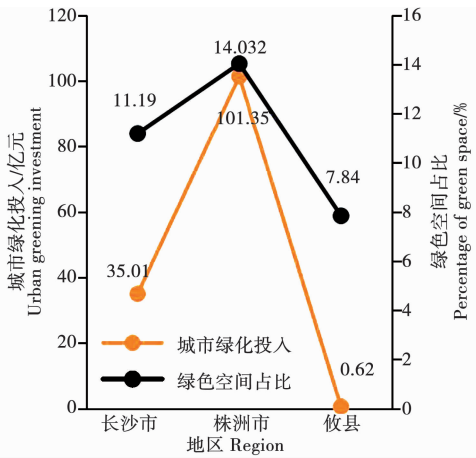


图 10 绿色空间与城市绿化投入关系
Fig. 10 Relationship between green space and urban greening investment

4 结论

总而言之,运用街景数据不仅降低了图像数据采集成本,且增加的数据量,拓宽了数据范围,还提供了更贴合人本视角的图像数据。通过机器学习分析绿植空间占比为分析城市空间提供了一个新的方法和视角,相比较现场调查访问更便捷,覆盖面更广泛。

通过对长沙市、株洲市和攸县绿色空间分析并与其城市规模、经济发展以及城市绿化投入关系分析得出,城市规模和城市经济发展并不能同时提高绿色空间占比,但城市绿化投入越多,绿色空间占比越高;随着城市规模和城市经济发展,绿色空间在长沙市与株洲市之间差距相比株洲市与攸县差距会缩小。

但本文的研究仍有一定的局限性。首先,街景数据是通过访问百度地图街景图片获取,并非所有坐标点均有全景图 ID,对于全覆盖仍需进一步改善。其次目前机器学习对不同特征像素的识别精度有待提高,导致图像分割出的各像素比例会有一定程度的误差。最后在时序上也存在偏差,由于街景数据采集时间不一致,所以未能在时间上达到统一。

目前基于街景数据的城市空间差异分析仍处于初期阶段,未来的进一步研究将考虑不同视角的对比分析,如街景数据与遥感影像的对比分析城市绿化率、不同时序背景下城市绿化空间变化等。总体说来,街景数据结合深度学习大大促进

了数据获取和分析等方面的发展,为研究全国各城市空间提供了技术支撑,也提供了更加客观的参考数据。

参考文献:

- [1] 王桂新. 城市化基本理论与中国城市化的问题及对策[J]. 人口研究, 2013, 37(6): 43-51.
- [2] 常青, 王仰麟, 李双成. 中小城镇绿色空间评价与格局优化——以山东省即墨市为例[J]. 生态学报, 2007, 27(9): 3701-3710.
- [3] 葛伟强, 周红妹, 杨引明, 等. 基于遥感和 GIS 的城市绿地缓解热岛效应作用研究[J]. 遥感技术与应用, 2006, 21(5): 432-435.
- [4] 周廷刚, 罗红霞, 郭达志. 基于遥感影像的城市空间三维绿量(绿化三维量)定量研究[J]. 生态学报, 2005, 25(3): 415-420.
- [5] 张丽英, 裴韬, 陈宜金, 等. 基于街景图像的城市环境评价研究综述[J]. 地球信息科学学报, 2019, 21(1): 46-58.
- [6] 唐婧娴, 龙瀛. 特大城市中心区街道空间品质的测度——以北京二三环和上海内环为例[J]. 规划师, 2017, 33(2): 68-73.
- [7] 唐婧娴, 龙瀛, 瞿炜, 等. 街道空间品质的测度、变化评价与影响因素识别——基于大规模多时相街景图片的分析[J]. 新建筑, 2016(5): 110-115.
- [8] 孙佩锦, 陆伟. 城市绿色空间与居民体力活动和体重指数的关联性研究——以大连市为例[J]. 南方建筑, 2019(3): 34-39.
- [9] 杨俊宴, 马奔. 城市天空可视域的测度技术与类型解析[J]. 城市规划, 2015, 39(3): 54-58.
- [10] 梁琦, 陈强远, 王如玉, 等. 户籍改革、劳动力流动与城市层级体系优化(英文)[J]. Social Sciences in China, 2015, 36(2): 130-151.

Analysis of Green Space Differences in Different Grade Cities in Hunan Province

TANG Li, YIN Ting-ting, LIU Wei-guo

(Institute of Civil Engineering and Architecture, Jishou University, Zhangjiajie 427000, China)

Abstract: The green space of the city plays an important role in the image of the city and the human life. This article combined crawler technology to obtain Baidu streetscape image data through Baidu maps, extracted the proportion of green space in streetscape images based on machine learning algorithms, and analyzed the proportion of green space in the central urban areas of Changsha City, Zhuzhou City and You County. This paper discussed the relationship between the proportion of green space in each city and the city's urban size, economic development, and urban greening investment. It was concluded that with the size of the city and the economic development of the city, the gap in the proportion of urban green space becomes smaller. The more investment in urban greening, the higher the proportion of urban green space. This article studied the use of street scene image data to achieve low-cost, large-scale data collection, combined with machine learning algorithms to analyze the proportion of urban green space. This paper not only provided a new feasible method for urban data collection, but also provided a new perspective for the evaluation of urban space.

Keywords: green space; machine learning; Baidu street view