

基于图像识别的郑州市老城区道路绿视率研究^①

徐博伦, 杨芳绒, 李 利

河南农业大学林学院, 郑州 450000

摘要: 绿视率是人眼视角下精准反映空间绿化效果的可视性指标, 为城市绿化建设的发展提供了全新的思路. 以郑州市老城区 98 条道路百度街景全景图为对象, 通过 python 爬取街景图像, 利用 python 图像处理库 OpenCV 计算出街道绿视率, 并对其分析与可视化. 结果显示: 不同等级道路绿视率呈现明显差异, 道路绿化分布不均, 道路平均绿视率为 19.25%, 该结果与郑州老城区道路绿化覆盖率数据有相似性, 但影响两者的因素并不相同, 因此结果也有不同, 并对不一致的结果进行了分析.

关键词: 图像识别; 绿视率; 街景图像; 郑州老城区

中图分类号: TU985.1

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2020)11-0113-07

近年来随着中国城市化进程的加快, 城市空间被越来越多的城市规划、城市地理等相关学科学者关注和研究^[1-2]. 在“以人为本”的宏观政策引导下, 如今的城市设计实践如城市双修、城市微更新等, 开始以人本尺度^[3]为出发点, 向“生活导向”下的人性化、精细化方向发展. 城市道路作为人们使用最频繁的城市空间, 其空间品质影响着人的户外活动、公共健康以及城市风貌. 国内道路空间普遍存在着绿化分布不均、功能空间混乱、人车矛盾严重、沿街商业界面低端等问题, 致使道路空间品质低下, 缺乏活力与吸引力^[4]. 相比于其他道路构成因素, 道路绿化具有遮阴、降噪、吸收污染等生态环境效应, 是道路空间品质优劣的重要影响因素. 因此, 本研究以郑州市老城区为例, 以道路绿视率为测度指标, 通过街景图片识别分析人本尺度下的郑州老城区道路的视觉绿化质量, 讨论导致城市道路绿视率高低的影响因素.

1 城市道路绿视率的量化方法与意义

1.1 城市道路绿视率

1978 年, 日本青木阳二先生基于视觉环境科学率先提出绿视率的概念, 用以表述人视野内绿色景观所占的比例. 之后由日本环境心理学专家大野隆造教授补充完善并发展成“绿视率”理论, 继而得到广泛应用. 日本是最早将绿视率应用于城市绿化建设与管理体的国家, 并于 2004 年将其作为日本城市绿化评价的常规指标^[5]. 目前, 绿视率虽然尚未成为我国绿化的定额指标, 但早在 1990 年, 上海便以“提高道路绿视率”为原则进行杨高路道路绿化带设计. 尤其是在当今高密度、高集聚的城市空间中, 绿视率为已建成区域进行二次绿化提供了新视角, 成为城市绿化结构改变和技术革新的重要推手.

目前, 我国主要有绿地率、绿化覆盖率以及人均公园绿地面积三大绿化指标, 但这些绿化指标主要基

① 收稿日期: 2019-07-25

基金项目: 河南省科技厅软科学研究项目(142400410134).

作者简介: 徐博伦(1994—), 男, 硕士研究生, 主要从事风景园林规划与设计方向研究.

通信作者: 杨芳绒, 教授, 博士.

于生态意义上反映平面城市绿量水平以及人与绿化环境的客观关系。绿视率不同于传统平面二维的绿化指标,更侧重于三维立体的绿化结构和视觉生态效果^[6-7]。所以,绿视率相较于传统绿化指标更能准确、直观地反映出人们对于绿化空间的物理适宜性,符合以人为本的设计理念,并且绿视率从人眼视角出发,实现了景观参与者与绿化品质之间的数据量化。人们可以借助绿视率在人的主观意向与绿化的物理特征之间建立可视化数学模型,进行人眼视角下精细化的城市绿地的量化测度。城市道路作为城市复杂巨系统中的一种特殊环境系统,其空间品质对人居环境适宜性、城市形态和城市发展有着重要影响,它根据特定的道路的线性特征和构成因素在行进中建立人与环境的相互作用和动态欣赏关系。传统的道路研究主要针对城市内的代表性街道或整体道路系统进行定性研究,尺度主要是鸟瞰视角下的宏观尺度或者是基于主观评价的微观尺度,研究对象主要为城市内的典型性街道,且研究方法停留在主观评价研究以及针对二维平面、三维空间物理环境的客观评述^[8]。而绿视率作为人本观测角度下的绿化指标,通过城市道路绿视率研究道路绿化形式和景观结构,对营造良好的绿化体验空间,进而形成人性化城市道路系统具有重要指导意义。

1.2 Python-OpenCV 与绿视率的量化计算

图像识别就是通过对图片特征的提取建立机器学习的模型,包括图片的色彩特征、形状特征和纹理特征等。随着图像处理技术、卷积神经网络、遗传算法、数学技术和机器深度学习的不断发展,图像特征提取算法越来越强大^[9]。另外,由于社会学统计分析在建成环境研究中的有效性有限,目前,一些研究已经开始尝试将机器学习技术应用到研究设计和数据分析中,能够更好地处理复杂的建成环境特征之间的关系,如支持向量机等已经取得了良好的效果^[10]。近年来,规划设计领域也在尝试利用大数据与机器学习对城市空间进行定量分析,2016 年清华大学建筑学院龙瀛博士提出图片城市法^[9],即基于体现客观世界和主观认知,通过大规模图片量化城市研究的一种方法论。图片城市法以街道为单元,利用街景图像、机器学习和街道 POI 等新技术来建立街道品质分析评价模型,从而达到对城市空间的量化研究。图片城市法为进行人本尺度下的城市形态研究提供了新思路,而且可以在保证细化的同时快速处理大规模数据,解决了传统数据难以大规模细化,局部精细数据难以代表全局的问题,同时也为基于街景图片进行道路绿视率的量化计算提供了新的技术手段。

传统的绿视率测度方法是在道路取样点拍摄图片,后经人工描绘或者是 PS 软件对图片中绿色景物范围进行统计,然后计算道路绿视率^[8]。传统的绿视率测度方法由于数据获取和技术方法的限制,难以在大范围内对道路绿化空间进行精细化分析,然而新数据环境下,如百度街景、腾讯街景和谷歌街景等的兴起使高精度街景全景图成为新的且公开的城市数据源,街景图片不仅可以反映城市多维空间的绿化、建筑和铺装等物理特征,还可以体现出功能、情绪和过程等社会属性^[11-14]。在大数据环境下,利用 Python-OpenCV 能够快速有效地对大规模的街景图片中的绿色特征进行识别提取以及绿视率的量化计算。

基于 Python-OpenCV 对道路绿视率量化计算主要包括 6 个步骤(图 1)。①绘制研究范围内的道路路网底图;②在 ArcGIS 中对道路网进行折点增密处理与坐标转换,确定道路取样点;③基于路网拓扑性质计算每个取样点视角,使其平行于道路空间长轴方向;④利用 Python 调用地图 API 下载每个道路取样点的前后左右 4 个方向的街景图片;⑤得到 360°道路全景空间的海量图片以及每个图片的图像大小、经纬度坐标、等参数信息(一张图片的颜色取决于它的色相,而照片 HSV 模式可以很好地区分出色相、饱和度、亮度);⑥通过 Python 图像处理库 OpenCV 对街景图片中的绿色像素占比进行识别计算,得到研究区域内道路绿视率的量化数据(图 2)。



图 1 研究步骤

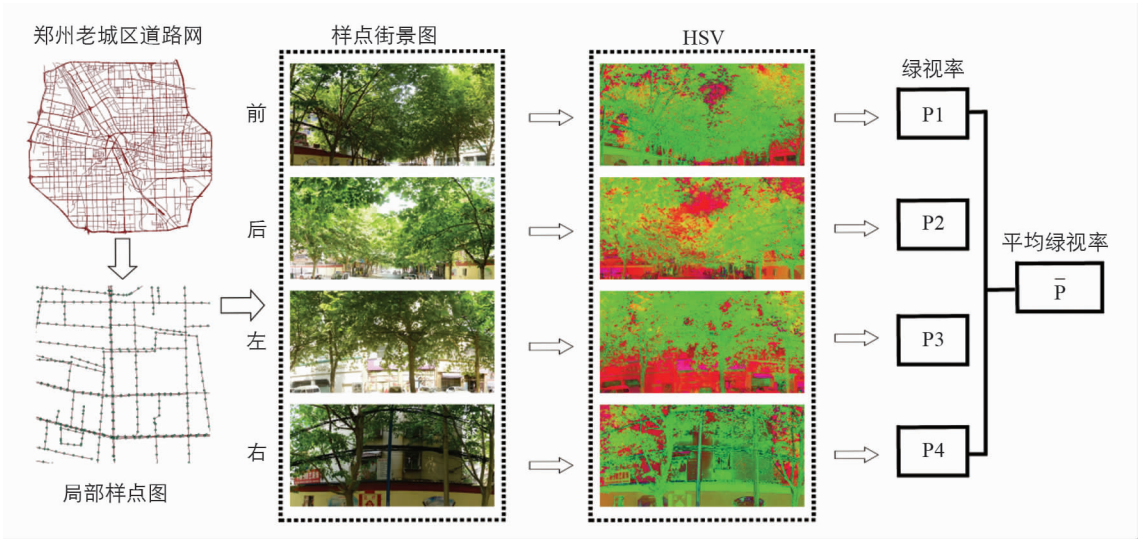


图 2 绿视率计算方法

2 研究区域与数据处理

2.1 研究区域

郑州市老城区主要指三环以内范围，总面积约为 135 km²。以郑州市老城区为研究范围，以道路绿视率为指标，选取老城区包括快速路、主干道、次干道以及支路共 98 条道路展开绿化质量研究。

2.2 图像的爬取、解译与处理

本研究首先在郑州市老城区道路网上按照 100 m 道路间隔确定取样点，共计生成 23 670 个取样点，并记录每个取样点的经纬度坐标，通过 Python 爬虫调用百度地图开放平台提供的 API，在路网图每个取样点位置的前后左右 4 个方向(角度取 0°,90°,180°,270°)自动批量下载街景图片，除去百度街景未覆盖到的取样点，共计生成有效街景图共 93 673 幅，图片像素为 1024 × 512。本次研究所获取的百度街景数据拍摄上传时间在 2017 年夏季，因此，植物的季相变化对街道绿视率产生的影响可忽略不计。

使用 python 图像处理库 OpenCV 进行量化识别分析各街景图片中的绿色植被占比，4 个方向的绿视率平均值即对应各街景图坐标点位置的绿视率。将绿视率计算结果通过 Arcgis 平台连接到道路空间点中，并进行可视化分析(图 3)，取样点位置的颜色越黄，表示该处绿视率越低，颜色越绿，绿视率越高。

3 结果与分析

3.1 郑州老城区街道绿视率特征

郑州市老城区街道绿视率数值总体分布情况见图 4，整体来看；郑州老城区的平均绿视率为 19.25%，略高于全球主要城市绿视率平均值 19.03%^[15]，绿视率小于 15% 的取样点占比较高。

根据日本学者折原夏志对绿视率水平的划分标准，将郑州街道绿视率划分为 5 个等级：0~5%(绿化水平差)、5%~15%(绿化水平较差)、15%~25%(一般绿化水平)、25%~35%(绿化水平较高)、≥35%(绿化水平高)^[16]，结果表明(表 1)：在研究范围

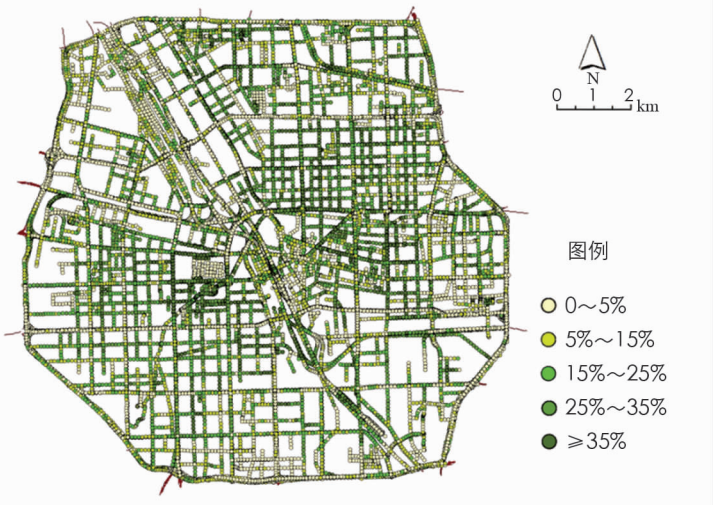


图 3 郑州老城区绿视率空间分布

内的 98 条道路中,绿化水平差(0~5%)的街道占 7.1%,绿化水平较差(5%~15%)的街道占 14.3%,一般绿化水平(15%~25%)的街道占 26.5%,绿化水平较高(25%~35%)的街道占 29.6%,绿化水平高(≥35%)的街道占 22.5%. 可以看出绿视率小于 15%的街道只占 21.4%,却拉低了整体平均值,由于郑州老城区的快速路和主干道道路较长,而次干道和支路则是数量多、绿视率高但道路较短,关于郑州老城区的道路绿化应侧重城市快速路和主干道的绿化,丰富绿化形式,进而提高整个老城区的绿化指标.

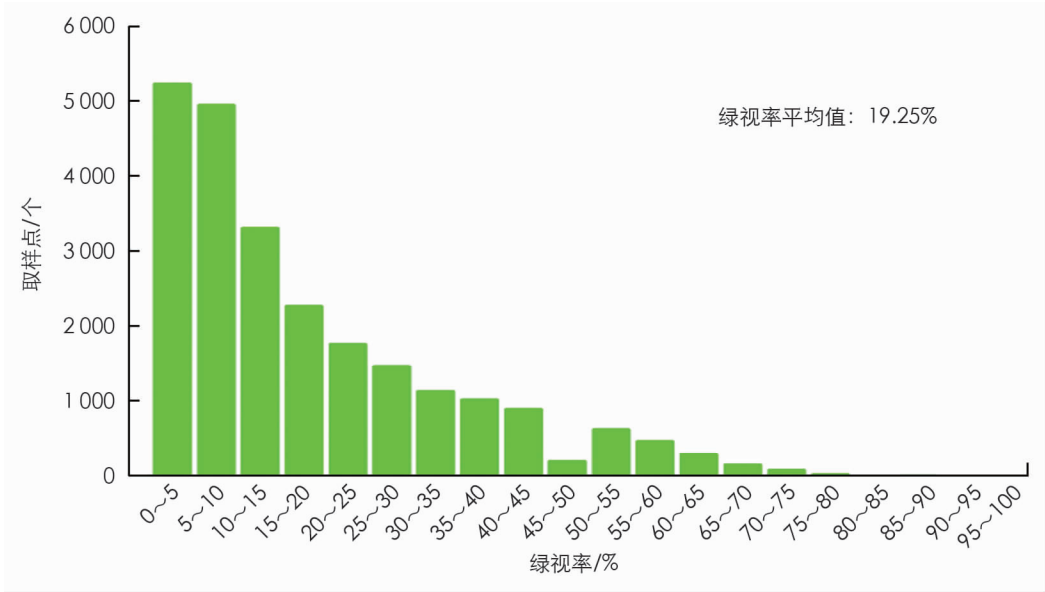


图 4 郑州老城区取样点绿视率统计图

表 1 道路绿视率汇总表

绿视率水平	道路类型	道路名称	比例/%
0~5%	快速路	陇海快速路、农业快速路	7.1
	主干道	经开大道、冉屯路	
	次干道	赣江路	
	支路	郑航街、沅江路	
5%~15%	快速路	北环路	14.3
	主干道	未来路、经三路、蓝天路、航海路、五龙口南路、建设西路、农业路	
	次干道	纬二路、行云路	
	支路	燕北路、曙光路、南仓街、粮仓路	
15%~25%	快速路	无	26.5
	主干道	长江路、郑汴路、大学路、桐柏路、秦岭路、货站街、紫荆山路	
	次干道	文博路、西大街、福元路、碧云路	
	支路	信息学院路、顺河路、宋寨南街、天明路、纬四路、明鸿路、农科路、普庆路、金明路、科源路、汉江路、弘润路、淮河路、白庙路、丹青路	
25%~35%	快速路	无	29.6
	主干道	东风路、花园路、黄河路、金水路、南阳路、煤仓北街、嵩山路、文化路	
	次干道	城东路、工人路、广电南路、民航路、索凌路	
	支路	百花路、城南路、晨旭路、春晖路、二七路、管城街、淮南街、宏河路、互助路、林科路、洛河路、前进路、顺城街、卫生路、幸福路、颍河路	
≥35%	快速路	无	22.5
	主干道	无	
	次干道	桃源路、人民路、经七路、红专路、东明路、东三街、丰产路、丰庆路、丰乐路、博颂路	
	支路	纬一路、兴华南街、伊河路、优胜南路、友爱路、商城路、同乐路、纬五路、交通路、华中路、杜岭街、伏牛路	

根据郑州老城区市街道绿视率空间分布可以大致总结出以下 3 个基本特点(图 4):①从行政分区来看,金水区的绿视率最高,中原区次之,管城区和二七区最低;②接近城市公园绿地的路段绿视率普遍较高,如嵩山路的碧沙岗公园和东风路的绿茵公园等,平均绿视率可达 66.9%;③不同等级道路绿视率呈现明显差异,城市支路和次干道绿视率最高,其次是主干道,城市快速路平均绿视率最低。

3.2 绿化覆盖率与绿视率对比分析

绿视率可以验证绿化覆盖率是否符合视觉生态的要求,另外,在道路绿化用地面积有限的情况下,提高道路的绿视率能最大限度地发挥道路绿地的作用,营造良好的视觉环境^[12]. 一般情况下,绿化覆盖率与绿视率之间呈正相关关系. 与 2015 年郑州道路绿化覆盖率普查结果对比^[17],绿化覆盖率由低到高依次为:经三路、北环路、大学路、工人路、丰产路/洛河路(/表示并列),绿视率由低到高的顺序和绿化覆盖率基本一致. 但北环路绿化覆盖率大于经三路,绿视率却比经三路低,主要由于北环路道路宽、植物配置形式单一,并且行道树树龄较短,冠幅小致使绿化覆盖率高却绿视率很低(表 2).

表 2 典型道路分析

道路名称	等级	道路板式	绿化形式	植物种类	街景图片	绿化覆盖率%	绿视率%
北环路	快速路	四板五带	单一乔木式	悬铃木		33.3	9.5
经三路	主干道	一板两带	疏林灌木式	白蜡		32.4	14.2
大学路	主干道	三板四带	单一乔木式	悬铃木		63.6	22.3
工人路	次干道	一板两带	单一乔木式	国槐		85.7	26.7
丰产路	次干道	一板两带	单一乔木式	白蜡、悬铃木		100	40.8
洛河路	支路	一板两带	单一乔木式	悬铃木		100	33.8

注:表中数据在 $p<0.05$ 水平上差异具有统计学意义.

3.3 绿视率影响因素分析

1) 植物形态指标. 道路绿化所选植物的种类、树龄和生长状况决定了植物的形态指标如株高、冠幅、叶片茂密程度等,道路绿化植物的形态是影响绿视率指标的关键因素. 绿视率衡量的是三维空间绿化情况,即使在道路绿化覆盖率相同的情况下,道路绿化植物叶片的稀疏、冠幅体量都影响绿视率的数值大小(表 2).

2) 植物配置形式. 不同等级道路会采用不同的植物配置形式, 但整体来说有单一乔木式、疏林灌木式、乔草结合式、灌草结合式、乔灌草结合式五种植物配置形式. 不同的植物配置形式在人眼中呈现景观效果和绿化面积必然是有差异的, 植物配置形式越丰富, 绿视率相应越高. 因此, 道路绿化应该在道路情况允许的前提下, 尽可能地丰富道路绿化形式, 提高道路绿视率.

3) 道路宽度. 根据绿视率定义和计算原理可知, 道路宽度也是影响道路绿视率一个重要因素. 道路宽度决定人们眼中视锥截面绿色面积占比, 在其他条件相同的情况下, 道路越宽, 绿视率越低. 这也是一些主干道、次干道绿化覆盖率很高但绿视率却偏低的原因.

4) 道路立体绿化程度. 高架桥桥体绿化形式过于简单、绿色植物不易遮挡混凝土桥体是城市快速路绿视率低下的主要因素, 除了在环形立交或高架引桥等地段特意开辟的绿地外, 在高架道路沿途就很难再看到绿化. 侧重加强道路立面的立体绿化主要是指对沿街的商业、围墙等进行立体绿化, 还包括将道路周边绿地、居住区内外露绿植等引入进道路绿化之中, 例如郑州市实施的拆墙透绿工程都是提高道路绿视率的措施.

4 结 语

本研究基于 Python-OpenCV 图像识别处理技术对郑州市老城区道路绿视率进行了整体测度, 并进行可视化分析. 结果显示, 郑州老城区道路平均绿视率为 19.25%, 属于一般绿化水平, 支路和次干道绿化水平最高, 其次是主干道, 城市快速路绿化水平最低. 且绿视率良好的道路主要分布在金水区和中原区局部地带, 管城区和二七区的道路绿视率则相对较差, 郑州老城区在城市高架桥的绿化上弱势明显. 该研究方法的主要优势在于可以大规模地对街景图片进行自动化下载、识别、计算, 每个步骤的操作与传统计算方法相比能够节省大量时间与精力. 然而, 其中也存在一定的不足, 比如街景图像的选取角度不能完全反映出人眼的球面视野所观察到的景观, 对数据的客观性有一定的影响. 此外, 在对郑州市老城区绿视率研究中, 对于一些非景观的绿色事物如玻璃、施工篷布、街道家具等干扰因素难以分辨, 所以统计结果中还存在相应误差, 还需在后续研究中对研究方法和技术加以改善和提升.

参考文献:

- [1] 郭煜琛, 田国行, 赵 芮, 等. 2000—2013 年中国主要城市空间形态变化研究 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2019, 41(5): 139-148.
- [2] 谢焕景, 梁 萍, 沈钦炜, 等. 基于 GIS 的太原市景观格局与可达性分析 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2019, 41(11): 132-140.
- [3] 龙 瀛, 叶 宇. 人本尺度城市形态: 测度、效应评估及规划设计响应 [J]. 南方建筑, 2016(5): 41-47.
- [4] 赵 宇, 李 远, 刘 磊. 重庆主城区绿道步行环境现状研究 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2018, 43(1): 110-117.
- [5] 肖 希, 韦怡凯, 李 敏. 日本城市绿视率计量方法与评价应用 [J]. 国际城市规划, 2018, 33(2): 98-103.
- [6] 赵 庆, 唐洪辉, 魏 丹, 等. 基于绿视率的城市绿道空间绿量可视性特征 [J]. 浙江农林大学学报, 2016, 33(2): 288-294.
- [7] 徐磊青, 孟若希, 陈 箴. 迷人的街道: 建筑界面与绿视率的影响 [J]. 风景园林, 2017(10): 27-33.
- [8] 吴立蕾, 王 云. 城市道路绿视率及其影响因素——以张家港市西城区道路绿地为例 [J]. 上海交通大学学报(农业科学版), 2009, 27(3): 267-271.
- [9] 高浩宇. 基于机器学习的图像识别研究与应用 [D]. 武汉: 华中师范大学, 2018.
- [10] 叶 宇, 张昭希, 张啸虎, 等. 人本尺度的街道空间品质测度——结合街景数据和新分析技术的大规模、高精度评价框架 [J]. 国际城市规划, 2019, 34(1): 18-27.
- [11] 龙 瀛, 周 垠. 图片城市主义: 人本尺度城市形态研究的新思路 [J]. 规划师, 2017, 33(2): 54-60.
- [12] 李鸿雁, 蒋炳伸, 秦兰娟, 等. 城市道路绿视率应用研究 [J]. 广东农业科学, 2013, 40(20): 55-57.

- [13] 郝新华, 龙 瀛. 街道绿化: 一个新的可步行性评价指标 [J]. 上海城市规划, 2017(1): 32-36, 49.
- [14] 徐磊青, 江文津, 陈箴. 公共空间安全感研究: 以上海城市街景感知为例 [J]. 风景园林, 2018, 25(7): 23-29.
- [15] 崔 喆, 何明怡, 陆明. 基于街景图像解译的寒地城市绿视率分析研究——以哈尔滨为例 [J]. 中国城市林业, 2018, 16(5): 34-38.
- [16] 折原夏志. 緑景観の評価に関する研究——良好な景観形成に向けた緑の評価手法に関する考察 [J]. 調査研究期報, 2006, 142: 4-13.
- [17] 王 献, 郭 英, 田朝阳. 郑州市道路绿化分析、评价及模式构建 [J]. 中国园林, 2017, 33(5): 80-85.

On Green Vision Rate of Road in Old Town of Zhengzhou City Based on Image Recognition

XU Bo-lun, YANG Fang-rong, LI Li

College of Forestry, Henan Agricultural University, Zhengzhou Henan 450000, China

Abstract: Green vision is a visual index that accurately reflects the effect of space greening from the perspective of human eyes, and provides a new idea for the development of urban greening construction. Taking the Baidu streetscape panorama of 98 roads in the old city of Zhengzhou as an object, the streetscape image was crawled by python, and the green image rate of the street was calculated by means of the python image processing library OpenCV, and analyzed and visualized. The results show that the road greenness rates of different grades showed significant differences, the road greening was unevenly distributed, and the average road greenness rate was 19.25%. This result is similar to the road greening coverage data of the old city of Zhengzhou, but the factors affecting the two are similar. Not the same, so the results are different, and the article analyzes the inconsistent results.

Key words: image identification; green vision rate; street view image; old city of Zhengzhou

责任编辑 潘春燕