

李小霞, 任立新. 虫害侵蚀下园林植物景观生态损伤信息采集方法[J]. 灾害学, 2020, 35(2): 206-209, 216. [LI Xiaoxia and REN Lixin. Information Collection Method for Ecological Damage of Garden Plants under Insect Pest Erosion [J]. Journal of Catastrophology, 2020, 35(2): 206-209, 216. doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2020.02.037.]

虫害侵蚀下园林植物景观生态损伤信息采集方法^{*}

李小霞¹, 任立新²

(1. 西华大学, 四川 成都 610039; 2. 桂林电子科技大学, 广西 桂林 541004)

摘要:影响园林植物景观生态健康的主要原因之一就是病虫害的侵蚀, 要想令园林植物健康的生长, 就需要对病虫害侵蚀进行治疗。治疗病虫害侵蚀的第一步, 是对园林植物景观生态受损信息进行采集, 为此该文提出虫害侵蚀下园林植物景观生态损伤信息采集方法, 首先采用全站仪对园林植物景观进行基础信息采集, 得到园林基础信息, 在此基础上, 通过高光谱成像系统对园林植物景观受损图像进行采集, 并对采集到的图像进行去噪处理, 采用图像分割技术将图像中的受损信息进行分离, 以获取园林植物景观生态受损信息, 最后根据生态受损信息创建园林植物生态受损评定模型, 并提出评定标准, 规划出了园林生态受损等级: 严重损伤、一般损伤、轻微损伤、较损伤和健康5个等级。

关键词:虫害侵蚀; 园林植物景观; 生态损伤; 信息采集; 高光谱成像系统

中图分类号: TP391.41; X43; X915.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-811X(2020)02-0206-05

doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2020.02.037

森林病虫害是造成我国森林资源损失的主要原因之一^[1]。园林植物在生长的过程中, 也会受到病虫害的侵害, 导致整个园林景观受到损害, 为此, 需要对受到侵害的部分进行信息采集, 根据生态受损信息创建园林植物生态受损评定模型, 并提出评定标准, 规划出园林生态受损等级。对受到虫害侵蚀的园林景观生态损伤信息进行采集是该领域急需解决的问题^[2]。为此相关的学者做了很多相应的研究, 并得到了较好的研究成果。孙钰等^[3]利用无人机对园林景观进行监测, 采用深度学习对园林植物景观生态受损信息进行检测并采集。该方法创建较为精简的目标检测结构, 不需要对其进行校正, 可直接对无人机获取的航片进行处理和识别。对框架进行改进, 采用深度可分离卷积网络作为提取目标信息的方法, 可实现对园林植物景观受虫害侵蚀信息的目的。范泽华等^[4]提出基于红外光谱的病虫害侵蚀信息检测与采集。该方法首先对园林植物景观的进行红外光谱采集, 并运用遗传算法从红外光谱中选出最佳的光谱特征; 然后采用二次判定的模型对光谱特征进行训练; 最后采用支持向量机对园林植物景观进行病虫害侵蚀信息的检测和采集。

上述方法在对园林植物景观进行病虫害侵蚀信息采集时均存在采集精度低、时间长等问题,

为此本文提出虫害侵蚀下园林植物景观生态损伤信息新的采集方法。经过仿真实验验证, 该采集方法能够将受损信息采集的较完整、并且采集效率较高。

1 园林景观生态损伤信息采集

1.1 基于全站仪的基础信息采集

在对树木或是绿地信息进行采集时, 通常采用全站仪进行操作。因其自动化程度较高, 可提升采集精度和效率, 对被采集群体没有伤害, 并且可自动、实时获取信息^[5]。

首先对园林植物进行高度信息采集(图1)。

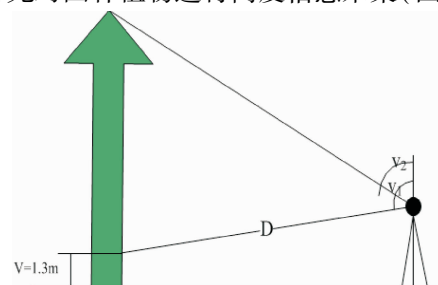


图1 全站仪采集树高信息示意图

将棱镜放置在待采集植物旁, 距离地面 $V =$

* 收稿日期: 2019-10-25

修回日期: 2020-01-10

基金项目: 四川省教育厅人文社会科学重点研究基地项目(w192315)

第一作者简介: 李小霞(1990-), 女, 四川简阳人, 硕士, 助教, 研究方向为植物设计、风景园林规划设计. E-mail: lixiaoxia@163.com

1.3 m 处, 采集到斜距 D 和角度 V_1 , 将仪器镜头瞄向植物顶端, 得到角度 V_2 。植物高度 H 由下式可得出:

$$H = V + D \sin V_1 (\cos V_1 + \cos V_2) \quad (1)$$

根据误差传输定律可以得出:

$$\sigma_H^2 = \sigma_V^2 H + \sin^2 V_1 (\cos V_1 + \cos V_2) \cdot \sigma_D^2 + D (\cos V_1 \cos V_2 + \cos 2V_1)^2 + D \sin^2 V_1 \sin^2 V_2 \quad (2)$$

式中: σ_H^2 表示植物高度误差; σ_V^2 表示距离地面误差; σ_D^2 表示斜距误差。由实际全站仪的标称精度, 可将上述参数设置为:

$$\begin{cases} \sigma_V = \pm 5 \text{ mm}; \\ \sigma_D = \pm 5 \text{ mm}; \\ V_1 = 135^\circ; \\ V_2 = 135^\circ; \\ D = 30 \text{ m}. \end{cases} \quad (3)$$

则: $\sigma_H = \pm 30 \text{ mm}$, $\sigma_H/H = 1/1400$ 。

根据上述公式可对园林植物进行高度测量, 接下来对植物的直径进行采集(图 2)。

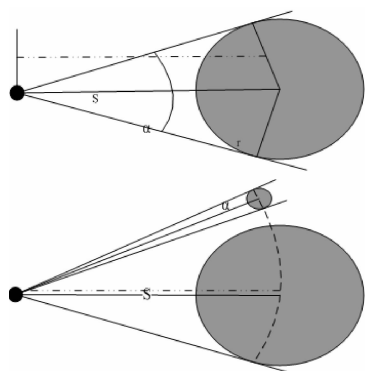


图2 全站仪采集植物直径示意图

图2中阴影部分表示待测植物的剖面, 根据全站仪采集的视线和胸径之间的夹角, 或任意植物躯干两侧切线的夹角 α , 可以计算出胸径和任意处直径:

$$D = 2\sigma_H^2 \cdot S \cdot \sin(\alpha/2) \quad (4)$$

式中: D 表示植物躯干任意处直径; S 表示全站仪与植物中心的水平距离。下一步对植物的材积进行测定, 运用精度较高的区分求积法如图3所示。具体情况和计算方式如下。

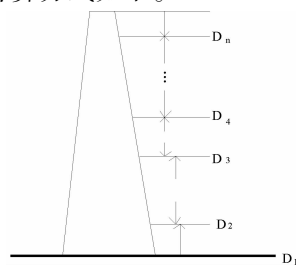


图3 全站仪采集植物材积信息示意图

(1) 将植物根部到胸径视为一段, 材积按照圆台体积的计算公式进行计算。

(2) 胸径以上部分每隔 2 m 进行分段, 体积计算方式与(1)中相同。

(3) 植物末端在 2 m 以内, 按照圆锥体体积计算公式进行计算。

所有植物材积由下式可进行计算:

$$V = 1.3\pi(D_1^2 + D_1D_2 + D_2^2)/12 + \pi D_n^2[H-1.3]/12 \quad (5)$$

园林植物信息还包括植物三维坐标信息, 因此还需要对三维坐标进行采集。设在植物旁 P 点设置全站仪, 将待测植物的中心位置设为 O 点, 植物中心 O 点的三维坐标 (X_0, Y_0, H_0) 可由下式进行计算:

$$\begin{cases} X_0 = X_P + (D \sin V_0 + r + c) \cos \alpha; \\ Y_0 = Y_P + (D \sin V_0 + r + c) \sin \alpha; \\ H_0 = H_P + D \cos \alpha + V(a-b) \end{cases} \quad (6)$$

式中: (X_P, Y_P, H_P) 表示 P 点坐标; D 表示全站仪 P 点与棱镜之间的斜距; V_0 表示天顶距; r 表示植物根部半径; c 表示棱镜镜头的厚度; $\alpha = \alpha_0 + \beta - 180^\circ$; β 表示水平方向的平角; a 表示全站仪的高度; b 表示棱镜所处的高度。具体测定示意图如图4所示。

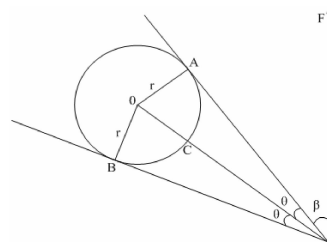


图4 植物三维坐标测定示意图

最后对整体园林植被面积进行采集, 采用 DGPS 定位技术, 对整体园林面积进行测定, 由上述计算得出的三维坐标中选取几个顶点的坐标, 并根据坐标系求出园林面积 $S^{[6]}$:

$$S = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (x_i + x_{i+1})(y_{i+1} - y_i) \quad (7)$$

式中: (x_i, y_i) 和 (x_{i+1}, y_{i+1}) 分别表示三维坐标 (X_0, Y_0, H_0) 上的相邻两点的坐标值; n 表示定位信息 i 采集的点数。

1.2 园林植物景观受损图像处理

通过全站仪对整个园林植物景观的基础信息进行采集后, 采用高光谱成像系统对园林植物景观受损图像进行采集。首先将仪器和待测植物景观的位置、光强度、仪器设备的镜头光圈度数、相机曝光时间和设备移动速率进行确定, 保证获取的图像清晰不失真。对采集到的园林植物景观受损图像进行处理, 选用的软件为 MATLAB、ENVI 和 Microsoft Excel^[7]。为了消除图像中含有的噪声干扰, 采用高光谱成像设备进行黑白板校正:

$$R = \frac{I_s - I_D}{I_w - I_D} S \times 100 \quad (8)$$

式中: R 表示经过校正后图像的相对反射率(%); I_s 表示原始的园林植物景观的高光谱图像; I_D 表示黑板标定的园林植物景观图像; I_w 表示白板标定的园林植物景观图像。

在对图像进行去噪处理后,采用主成分分析技术(PCA)对园林植物景观图像进行降维处理。获取的园林植物景观高光谱数据首尾含有噪声干扰,因此采用近红外技术,对光谱区域的园林植物景观高光谱图像进行降维,获取园林中各个植物的主成分图像^[8]。由植物主成分图像表面虫害侵蚀部分和正常部分的对比度,确定含有虫害侵蚀部分的植物主成分图像。采用图像分割技术将园林植物景观图像中含有虫害侵蚀的部分分割出来,首先对含有特征图像进行阈值分割,将图像转换成二值化图像,采用腐蚀膨胀对二值化图像进行处理,得到掩膜图像。对园林植物景观高光谱图像进行掩膜处理,获取掩膜高光谱图像,对其进行主成分分析,确定主成分图像。最后一步与二值化图像结合,对获取的主成分图像进行阈值分割,可实现对虫害侵蚀部分的分离,进而确定受虫害侵蚀后损伤的位置信息。

1.3 园林生态损伤评定模型

在对园林植物景观生态损伤进行评定时,通过整体园林生态系统的健康指数(FEHI)对受虫害侵蚀的信息进行反应^[9],具体评定模型为:

$$FEHI = \left(\sum_{i=1}^m W_i P_i \right) W_1 + \left(\sum_{j=1}^n W_j O_j \right) W_2 + \left(\sum_{k=1}^m W_k r_k \right) W_3 + \left(\sum_{l=1}^m W_l S_l \right) W_4 \quad (9)$$

式中: W_1 、 W_2 、 W_3 、 W_4 分别表示上述提到的四项指标的权重,且 $W_1 + W_2 + W_3 + W_4 = 1$; p_i 、 o_j 、 r_k 、 s_l 分别表示园林植物景观群落结构、稳定性、可持续性和生产力准则层中的重要指标; w_i 、 w_j 、 w_k 、 w_l 分别表示上述指标的权重,且存在以下关系:

$$\sum_{i=1}^m W_i = 1; \sum_{j=1}^n W_j = 1; \sum_{k=1}^m W_k = 1; \sum_{l=1}^m W_l = 1. \quad (10)$$

由于在园林受虫害侵蚀后损坏程度评定指标中,需要确定的指标因子种类繁多,指标之间数值各不相同,不能对园林的实际损伤进行反映。因此需要在使用各个指标数值之前,对其进行优化,即进行指标数值标准化:

$$C'_{ij} = RC_{ij} / FEH \max(C_i). \quad (11)$$

式中: C_{ij} 表示各个指标的数值; C'_{ij} 表示各个指标数值进行标准化的数据; $\max(C_i)$ 表示某个指标数值在待采集园林损伤的最大值。采用上式对指标数值进行标准化后,数值都将被控制在(0, 1],达到了数值统一的状态,这样才能合理地园林损伤进行评定^[10]。

经过标准化的指标数值,将其与各个指标的权重进行相乘,并由公式(10)可以得出园林损伤指数,由表1可得出园林损伤等级。

表1 园林损伤等级标准

损伤指数范围	损伤等级
[0.9, 1]	严重损伤
[0.75, 0.9)	一般损伤
[0.6, 0.75)	轻微损伤
[0.45, 0.6)	较损伤
[0, 0.45)	健康

具体评价方法如下:假设园林植物景观受到 s 种虫害侵蚀因素的共同作用: x_1, x_2, \dots, x_s , 由这些因素构成集合 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_s\}$ 。满足 $\bigcup_{i=1}^s x_i = X$, $x_i \cap x_j = \phi (i \neq j)$ 的条件; 设集合中的各个子集为:

$$X_i = \{X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{ini}\}, (i=1, 2, \dots, S). \quad (12)$$

如果将园林植物景观的虫害侵蚀状态从很严重到健康划分为 m 个等级,那么 X_i 的单个因素虫害侵蚀评定矩阵 R_i 表示为:

$$R_i = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2m} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ r_{ni1} & r_{ni2} & \cdots & r_{nim} \end{bmatrix} \quad (13)$$

假如子集 X_i 中各个因子的权重表示为 $A_i = (a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{ini})$, 对子集 X_i 进行综合评定,具体评定公式为:

$$B_i = A_i X_i \cdot R_i C'_{ij} = (b_{i1}, b_{i2}, \dots, b_{im}), (c=1, 2, \dots, S). \quad (14)$$

2 模型实例检验及分析

实验对象为某市小区内园林植物景观,选取含有虫害侵蚀的植物150棵,并人工检测植物受侵害数量为64棵。

为了验证本文方法的有效性,采用本文方法与文献[3]方法、文献[4]方法对受侵害植物的二值化图像进行对比分析(图5)。通过分析图5可知:文献[3]方法采集的园林植物景观虫害侵蚀损坏信息,整体来看,受侵蚀部分没有完全识别出来,且周围图像光强度不同,导致的叶片上的光斑,也被误识别成虫害侵蚀,存在较大误差,而文献[4]方法采集的园林植物景观受虫害侵蚀部分的损坏信息,也同样受到周围光照强度的影响,导致光斑被纳入受虫害侵蚀部分的识别中,且含有噪声干扰,造成采集误差;本文方法采集的植物受害信息,与原图像对比可看出,将叶片上,枝干上受虫害侵蚀的部分采集的几乎完全一致,且周围噪声干扰较少,这是由于在对虫害信息采集时,对获取的图像进行了去噪处理,由此可见本文方法采集的受虫害侵蚀的园林植物景观信息较准确。

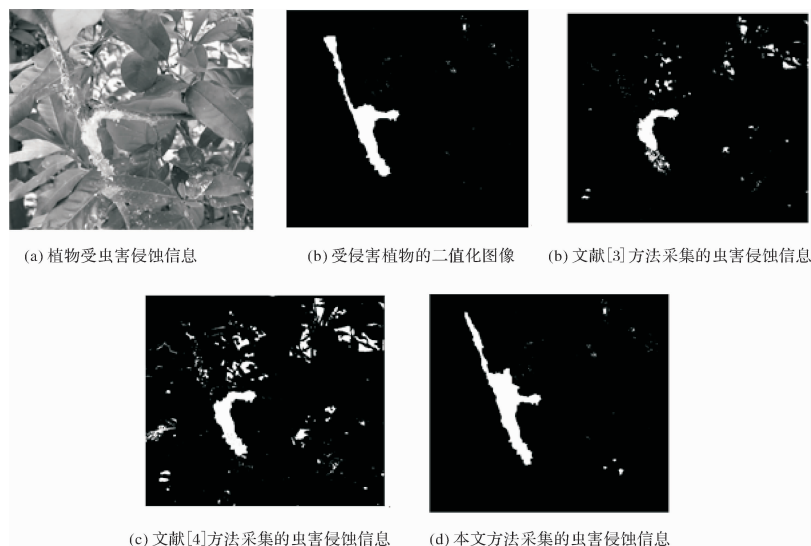


图5 不同方法下园林景观虫害侵蚀信息采集

采集园林植物景观受虫害侵蚀的信息数量与采集准确率和评价关系有关,采用上述方法进行实验,每种方法分别采集50棵植物,经过人工检测可知,这三种方法采集的植物中,文献[3]方法采集的树木中含有26棵被侵害的植物,文献[4]方法采集的树木中含有18棵,文本方法采集的树木中含有20棵。具体实验结果如图6所示。通过分析图6可知:在三种方法中,文献[3]方法的采集准确度变化趋势呈逐渐上升的状态,且所用时间在4.5~5.5s之间,说明该方法的采集效率不是很理想;文献[4]方法采集准确度的变化趋势整体呈下降状态,所用时间也是三种方法中用时最长的,由此可见,该方法的采集效果仍然不够理想。本文方法在采集精度和所需时间方面表现较好,说明本文方法具有较高的采集效率,采集效果较理想。

3 结论

病虫害是园林植物景观生态系统中最重要的威胁因子之一,对受病虫害侵蚀的园林植物景观损害信息进行采集,是对病虫害进行防治的第一步骤。针对传统方法存在的不足之处,提出虫害侵蚀下园林植物景观生态损伤信息采集方法。本文方法采用高光谱成像技术对园林植物景观受损信息进行采集,并对获取的图像进行去噪等处理,采用分割手段将图像中含有受损信息的部分进行分离,以实现采集受损信息的目的。经过仿真实验证明,该方法具有较理想的采集精度和效率。

参考文献:

- [1] 杨淑平,张德顺,李跃忠,等. 气候变暖情景下上海园林树木抗病虫能力评价[J]. 北京林业大学学报, 2017, 39(8): 87-97.
- [2] 徐宁伟,史琰,张雨薇,等. 秦皇岛滨海地区园林植物资源及应用研究[J]. 中国园林, 2017, 33(11): 105-109.
- [3] 孙钰,周焱,袁明帅,等. 基于深度学习的森林虫害无人机实时监测方法[J]. 农业工程学报, 2018, 34(21): 82-89.
- [4] 范泽华,张楠楠,喻彩丽,等. 基于近红外光谱的骏枣病虫害与风沙损伤检测[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(2): 154-157.
- [5] 李翠玲,姜凯,马伟,等. 基于高光谱的番茄叶片斑潜蝇虫害检测[J]. 光谱学与光谱分析, 2018, 38(1): 253-257.
- [6] 张静. 陕西省节约型乡土园林植物资源调查及其应用[J]. 中国农业资源与区划, 2018, 39(1): 140-145.
- [7] 涂广平,严巍. 上海园林绿化病虫害绿色防控技术应用与示范[J]. 中国植保导刊, 2018, 38(8): 56-61.
- [8] 尹艺洁,刘世梁,成方妍,等. 基于景观特征的广西典型红树林湿地生态系统健康评价[J]. 安全与环境学报, 2017, 17(3): 1164-1170.
- [9] 杨朝辉,苏群,陈志辉,等. 苏州太湖三山岛国家湿地公园景观健康评价[J]. 湿地科学, 2017, 15(5): 657-664.
- [10] 沙宏杰,张东,施顺杰,等. 基于耦合模型和遥感技术的江苏中部海岸带生态系统健康评价[J]. 生态学报, 2018, 38(19): 319-329.

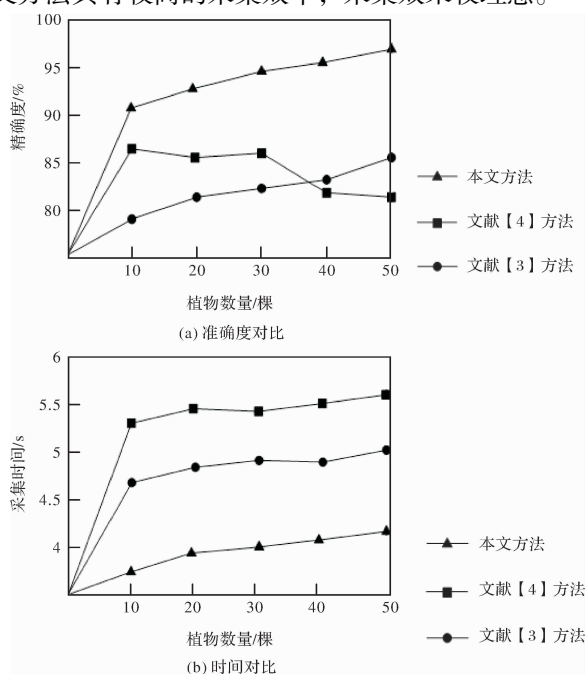


图6 不同方法的实验结果对比

(下转第216页)