

基于常规扫描仪的植物叶面积计算系统^①

李万春 田 燕 王鹏云

(昆明农业气象试验站, 650228)

提 要

以计算机和扫描仪的组合技术为基础,用 Visual Basic 6.0 语言,建立了 LeafArea1.0 植物叶面积计算系统,经过对扫描图片的像素分析,实现了植物叶面积测定,其测定的误差小于 2‰,是一项易于业务化的应用系统。

关键词: 计算机图像处理 扫描仪 叶面积测定 农业气象观测

引 言

植物群体内温度和湿度的分布、风速变化、太阳辐射能的传输和吸收、无机物的吸收和输送、有机物的合成和消耗,以及最终产量的形成与单位土地面积上的总叶面积的大小和动态变化密切相关。叶面积是植物群体的重要特征量,也是农田小气候理论的重要生物学特征量^[1]。叶面积作为标定植物生长发育、长势、遗传特性等生理生化反应过程的主要参数,广泛应用于农业科研服务和生产中。

在农业气象试验、研究和常规业务观测中,叶面积是衡量作物长势、生长动态的主要指标,可为农业气象情报服务提供有效、科学、适用的数据。传统手工测量叶面积虽然方法简单,但精度低。采用专业性的叶面积仪进行叶面积的测量又受到设备的限制。因此,及时、准确的获得作物不同时期的叶面积物理量值具有重要的意义。目前,叶面积测定主要有以下几种方法。

(1) 九宫格法:主要是采用坐标纸描绘叶片,并计算叶片的覆盖面积,这种方法简单,目前应用较广,但其缺点是耗时多、操作烦琐,精度不高。

(2) 系数法:利用九宫格法测量一定数量的同类叶片面积(S),再量出每一叶片的长

(L)宽(W),以公式 $R = (L \times W) / S$ 计算系数 R 。在以后的测量中同种叶片只需测得叶片的长乘宽乘系数便可。这种方法是利用平均原理,所得的结果误差比较大。

(3) 称重法:借助于分析天平,先称出单位面积内的叶片质量,再计算叶片的密度指数,则可利用叶片的质量来计算面积。在使用称重法时,由于分析天平属非常规仪器,而且在使用过程中技术环节较多,又因为叶片薄厚不均,密度不同,所以误差也较大。

(4) 叶面积仪:专业的叶面积测定设备,其主要特点是操作简单、准确、快速,但价格昂贵,维修不便。

根据实际的试验、研究和业务观测的需要,我们研究开发了基于计算机和普通扫描仪技术的叶面积测定系统,解决了农业气象试验研究和业务工作中的叶面积测定的问题。目前,该系统已在试验观测中进行了应用,取得了较好的效果。

1 设计思路

扫描仪所获图像由许多像素点组成,单位长度内像素点的个数称为图像的分辨率。用扫描仪以一定的分辨率进行扫描时,每个像素点所占的面积是一个常数,因此,通过对组成叶片的像素点的计算,可以实现对叶片

^① 本文属昆明市科技局下达的“昆明市农业与气象数字化决策服务系统研究”课题的部分研究内容。

面积的准确测定。

图像的色彩是通过红黄兰(R,G,B)三原色合成,计算机中把每种原色分为0~255共256个等级。对红色而言,0表示不含红色,255表示含有100%的红色,绿色和蓝色也按上述方法进行颜色标定。由此就可以组合出 $256 \times 256 \times 256$ (约1600万)种颜色^[2]。在进行图像扫描时,由于图像只有白色背景和绿色叶片,所以我们采用灰度模式($R=G=B$),即将图片的亮度分为256级,在扫描仪所扫出的图像中,白色属于高亮色,绿色属于低亮色,据此原理,就可以准确地计算出叶片不同色度的像素点个数,从而实现植物叶片的叶面积测定。

2 叶面积计算系统结构(Leaf Area 1.0)

2.1 平台结构

2.1.1 系统设计

本系统采用 Visual Basic6.0 编制。系统工作流程如图1。

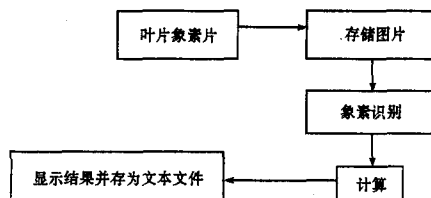


图1 Leaf Area 1.0 叶面积计算系统结构

2.1.2 系统界面

系统采用 Windows 可视化界面,操作简单快捷,安装好软硬件后,利用扫描仪以白色为背景色将叶片扫入并保存为*.bmp 格式的图像文件,调用 Leaf Area 1.0 计算叶面积(图2)。

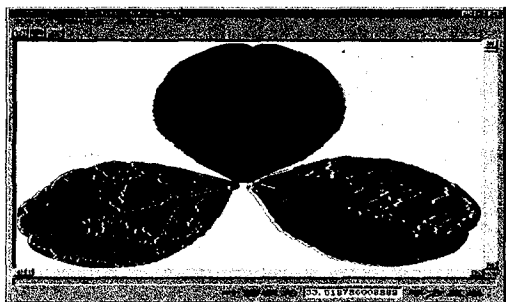


图2 Leaf Area 1.0 叶面积计算系统界面

2.2 系统运行参数

586 以上机型,带鼠标,128M 以上内存,100M 以上硬盘空间,Windows95/98/2000/XP,以上操作系统,Leaf Area 1.0 植物叶面积计算系统。

台式或手持式扫描仪(光学分辨率在1200dpi、彩色模式在24bit 以上)及配套软件。

3 应用效果及分析

3.1 误差理论分析

(1)本系统采用300dpi 分辨率的扫描仪。由于在扫描仪的系统设计中采用的单位是英寸,因此,需要对其进行单位的换算。在单位换算中 $1\text{in} = 2.54\text{cm}$, 即 $1\text{in}^2 = 6.45\text{cm}^2$, 根据分辨率可得知 1in^2 内有90000个像素点, 1cm^2 内的理论像素点为13950.03个,每厘米的长度内有118.11个像素点为基准。但在图像处理中,像素点已经是最小的单位,所以只能取整数,因此,每厘米实际像素点取值为118个, 1cm^2 内有13924个像素点。在实际测量中1平方厘米的面积在理论上存在着1.9‰的误差。因此,Leaf Area 1.0 系统的主要理论误差是由单位换算所造成的。

但随着面积的增大(特别是大于 $9.1\text{cm} \times 9.1\text{cm}$ 时),由于误差只会出现在图像的边缘上,所以误差会降低。例如将一片 $5\text{cm} \times 5\text{cm}$ 的图像进行计算,所得结果为 25cm^2 , 误差为 $(5 \times 5 - 25.38) / (5 \times 5) \times 100\% = 0.48\%$ 。 $10\text{cm} \times 10\text{cm}$ 的图像进行计算,其结果为 99.98cm^2 , 误差仅为0.17‰。

(2)在实际观测中,我们用九宫格法、指数法和 Leaf Area 1.0 植物叶面积计算系统对夹竹桃的叶面积进行了测定。一般情况下,在各种常规的叶面积测定方法中,九宫格法相对较准确,因此,以九宫法为基准,计算相对误差可知,采用 Leaf Area 1.0 系统所测定的叶面积误差为1.5%(表1)。根据中国气象局《农业气象观测规范》的规定^[3]用 Leaf Area 1.0 系统计算叶面积值的精度完全能满足实际观测的要求。

表1 不同方法测定的叶面积

	九宫格法	指数法	Leaf Area 1.0
叶面积/cm ²	22.85	21.76	23.20
相对误差/%	—	4.8	1.5

3.2 观测应用

图3为实际应用中所进行的叶面积测定,图中的测定结果表明系统不仅可以对单片叶子的面积进行测定,而且可以对多片叶子进行同时测定,测定结果与叶片的外形、种类无关。当测量的植物叶片比较小时,只需要将叶片压平,平铺入扫描仪扫描便可测量。

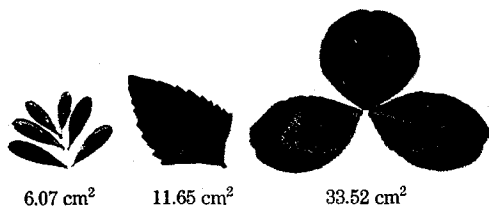


图3 Leaf Area 1.0系统叶面积实际测定结果

如果叶片比较大时,要将叶片分割后再进行扫描,这样处理在理论上是没有误差的,但是在实际测量中,一方面是由于剪刀对分割处的压力使叶片有轻微的变形,面积会变大;另一方面在系统读入图片时,边界效应会使结果出现误差,图4为叶片分割前后的叶面积,在分割前叶面积为24.8cm²,分割后叶面积为25.2cm²,误差为1.6%。



图4 叶片分割前后的结果的测量结果

4 小结

(1)在农业气象试验、研究和业务服务中,植物的叶面积是重要的物理参数,长期以来由于受设备、方法的限制,使叶面积的测定不作为主要的观测内容。通过计算机和扫描仪的技术组合,解决了叶面积测定的问题,为农业气象业务和服务提供了一种新的、有效的方法。

(2)研究利用计算机的图片像元分析方法,根据图片的色度变化,提取组成叶片的像素面积,进行植物叶面积的观测,其理论误差小于1‰。在实际应用中,以九宫法为基准,Leaf Area 1.0系统所测定的叶面积误差为1.5%;对较大的叶片进行分割,整片叶片的叶面积与分割后的叶片叶面积误差为1.6%,这完全能满足常规业务和研究的需要。

(3)所建立的叶面积计算系统界面清晰、操作简便。而且所需要的计算机和扫描仪均是普遍的设备,不需对硬件进行新的投入,因此,是一项易于业务化的技术系统。

(4)在2002年农业气象试验、研究的观测中,我们已开始对Leaf Area 1.0系统进行了应用,不仅取得了良好的效果,而且具有省时、省力、准确和高效率等优点。

参考文献

- 1 朱炳海,王鹏飞等编著.气象学词典.上海:上海辞书出版社,1985:274~275.
- 2 何斌,马天子等编著. Visual C++ 数字图像处理.北京:人民邮电出版社,2001:4~92.
- 3 国家气象局编著.农业气象观测规范(上卷).北京:气象出版社,1993:28~30.

Investigation of Plant Leaf Area Calculation System with General Scanner

Li Wanchun Tian Yan Wang Pengyun

(Kunming Agrometeorological Station, Kunming 650228)

Abstract

Base on the technology of computer and scanner, with Viscal Basic 6.0, a plant leaf area calculation system LeafArea1.0 is developed. The errors are less than 2‰. It is an operational and application system easy to be used.

Key Words: computer image processing scanner leaf area agro meteorology observation