

基于虚拟仪器技术的作物叶片面积测量仪的开发

张云鹤, 乔晓军, 王成, 张馨, 田宏武

(国家农业信息化工程技术研究中心, 北京 100089)

摘要: 作物叶片面积的测量, 在农业和林业上具有重要意义。传统叶片面积测量方法存在着测量结果不准确、开发周期长、测量范围窄、对作物进行有损测量等一系列问题和缺点。利用美国NI公司的软件开发平台LabVIEW 7.1进行仪器的软件界面开发及图像处理功能实现, 并利用VC++ 6.0对通用图像采集卡进行驱动, 从而实现了基于虚拟仪器技术的作物叶片面积测量仪的开发, 硬件结构上主要包括工作台、摄像机及灯光、图像采集卡、PC机; 软件结构上主要包括图像采集模块、图像处理模块、图像分析模块。试验结果表明, 该仪器具有开发周期短、操作简单、测量结果准确、可对作物进行无损测量等优点。

关键词: LabVIEW 7.1; VC++ ; 通用图像采集卡; 机器视觉

中图分类号: S126

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2005)S-0200-04

张云鹤, 乔晓军, 王成, 等. 基于虚拟仪器技术的作物叶片面积测量仪的开发[J]. 农业工程学报, 2005, 21(S): 200-203
Zhang Yunhe, Qiao Xiaojun, Wang Cheng, et al. Development of plant leaf area measurement instrument based on virtual instrument technology[J]. Transactions of the CSAE, 2005, 21(Supp): 200-203 (in Chinese with English abstract)

0 引言

叶片作为植物进行光合作用和蒸腾作用的主要器官, 又是水分蒸腾的主要通道, 其发育状况和叶面积大小直接影响到植物生产力的高低, 叶片面积的变化也直接影响植物水分生理的变化过程, 对作物生长发育、抗逆性及产量形成的影响很大, 是生理生化、遗传育种、作物栽培等方面研究所经常考虑的内容^[1-3]。因此建立方便、准确的叶面积测定方法, 掌握植物叶片的生长规律, 对指导作物栽培密度及施肥水平, 达到调整群体结构、充分利用光、热资源、合理进行施肥以获得作物高产具有重要的意义。目前测量作物叶片面积的方法主要有以下几种: 重量法、求积仪法、长宽系数法、回归方程法等。但是这些方法存在着测量不准确、操作烦琐、破坏作物生长、测量范围窄等一系列缺点^[4], 不能满足科研工作对叶片面积测量的要求。为此作者利用LabVIEW 7.1开发了一种虚拟仪器, 采用CCD测量面积的方法对作物的叶片进行面积测量。

1 硬件结构

该系统在硬件结构上主要包括工作台、摄像头及灯光、图像采集卡、PC机, 总体结构如图1所示。

考虑到图像采集的精度及处理效果, 本系统的硬件进行如下配置: 220倍彩色一体化摄像机配备光源, 通用图像采集卡, PC机。

光源: 照明效果是影响图像质量的主要因素之一, 因此本仪器在光源选择上根据测量情况的不同采用照

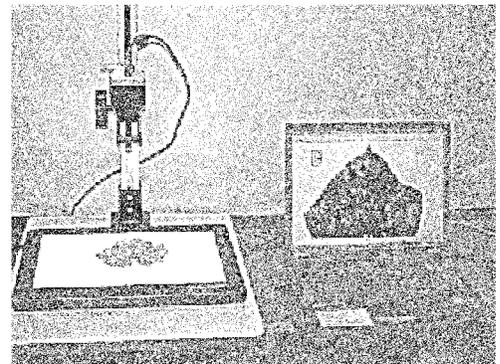


图1 总体结构图

Fig 1 System structure

明效果较佳的背景光源或LED光源。当进行离体测量时, 采用背景面光源; 当进行无损测量时采用LED光源, LED光源呈环形围绕在摄像头的周围, 这样保证了摄像头和光源的轴线都与工作台面垂直。

摄像机: 由于本系统进行测量的对象是静态物体, 所以对摄像机的要求不是很高, 因此选择220倍彩色一体化摄像机, 811(H)494(V)图像像素, 最低照度0.1LUX, 信噪比大于48dB。

图像采集卡: 本系统采用中国科学院研制开发的OK-C20A。该图像采集卡具有9位A/D精度, 6路复合视频(Video)或2路Y/C输入选一的视频输入, 支持采集屏蔽位, 采集缩小和增益可调, 硬件直接采集格式为8位、24位、32位、555、565及YUV422^[5]。

PC机: INTEL 865PE+ ICH5主板, FSB800超线程CPU, 256M内存, 双敏SP7618/64M DDR显卡。

2 软件设计与开发

2.1 软件开发环境

该软件是在LabVIEW 7.1操作平台上应用MAQ

收稿日期: 2005-09-25

基金项目: 国家863计划(2001AA247021); 国家863计划(2003AA209040)联合资助

作者简介: 张云鹤(1978-), 女, 硕士, 研究方向: 农业设施智能监控、农业专家系统, 北京2449信箱26分箱 国家农业信息化工程技术研究中心, 100089. Email: zhangyh@necita.org.cn

VISION 图像处理软件包进行开发的。LabVIEW 7.1 是一个高效的图形化程序设计环境, 是虚拟仪器开发平台。它的功能非常强大, 能够胜任大多数测量任务。它结合简单易行的图形开发环境与灵活强大的 G 编程语言, 并利用其容易与 C/C++ 和汇编语言接口的特点, 可迅速开发出有关数据采集分析及显示的方案。利用 LabVIEW 内置的 TCP/IP 协议组和图形化的通讯模型, 就可以利用多种设备进行数据采集^[6]。且所编辑的软件程序界面友好简单, 富于个性化, 不像真实地操作仪器那样呆板。

MAQ VISION 是可以嵌入到 LabVIEW、LabWindows/CVI 等软件开发平台中的功能强大的图像处理软件包, 其中包括 400 多个 MMX 优化函数, 可以完成对计算机图像信息进行采集、传递、处理、分析等一整套功能。

2.2 软件设计

本仪器的软件在功能上主要包括图像采集模块、图像处理模块、图像分析模块。

2.2.1 图像采集模块

该模块是其他模块的基础和前提, 其功能是通过图像采集卡将摄像机所拍摄下来的图像信号转换为数字信号后传递给计算机。要在 LabVIEW 中使用通用图像采集卡进行图像采集有两种不同的途径: 第一种途径是, 将通用图像采集卡采集过来的图像数据转换成 MAQ VISION 可处理的几种格式, 再统一成 LabVIEW 认识的簇的数据格式; 第二种途径是, 在 LabVIEW 中通过调用外部函数对通用图像采集卡进行驱动, 本文采取调用动态连接库的方法对通用图像采集卡进行驱动^[7,8]。

LabVIEW 中动态连接库的调用是通过 CLF (Call Library Function) 节点实现的, CLF 节点位于 LabVIEW 功能模块中的 Advanced 子模板中。调用 Call Library Function 模块后右键点击此模块, 选中 "Configure..." 选项将弹出配制对话框。在此对话框中对 CLF 模块进行配置以实现动态连接库的调用, 在参数 Library Name or Path 栏处载入需要调用的 DLL 文件的名称, 并且检测 DLL 文件中所包含的函数。在 Function Name 下拉列表框中选择连接库中要调用的函数名称, 并且在其右侧的下拉列表框中选择 Run In VI Thread。在 Calling Conventions 下拉列表框中选择参数传递方式, 选择默认值就可以了。接下来的 4 个选项 Parameter Type、Data Type、Pass 分别是函数的返回参数名称、参数类型、数据类型转换、参数传递方式。最后一个需要注意的参数选项是线程安全选择, 如果编译生成的 DLL 是线程安全的 (即能同时为其它程序调用), 则选择 Reentrant 选项, 否则选择 Run In UI Thread^[9]。

在 VC++ 6.0 编译环境下进行 DLL 的编写。本图像采集卡的编程手册和驱动光盘配备了开发函数库, 只要将图像采集卡的驱动及函数库安装到计算机中, 并且将所用到的函数名称全部添加到生成动态连接库的可

执行文件中, 就能够调用相应函数。在实现对图像采集卡进行驱动及图像文件存储功能的可执行文件 GetImage.exe 的程序中调用了头文件 okapi32.h 中的 okOpenBoard (), okSetVideoParam (), okSetCaptureParam (), okCaptureTo (), okCloseBoard (), okStopCapture () 等函数, 下面是一段源程序。

```
void CGetImageDlg::OnCapture()
{
    .....
    hBoard= okOpenBoard (&Index);
    .....
    okSetVideoParam (hBoard, VIDEO_SOURCECHAN,
    0x0);
    .....
    okSetCaptureParam (hBoard, CAPTURE_
    BUFRGBFORMAT, RGBForm);
    .....
    okCaptureByBuffer (hBoard, (TARGET)"D:\
    1.jpg", 0, 1);
}
```

2.2.2 图像处理模块

1) 图像二值化处理

一幅图像中, 由于仅对图中的叶片部分感兴趣, 所以为了辨识和分析目标, 需要将要检测的物体从无关紧要的背景中分离出来, 滤除不利因素。二值化处理是通过采集图像中小于某一灰度阈值的像素设为 0, 大于该灰度阈值的像素设为 1, 把待测叶片和背景分离开来^[10]。阈值的正确选择很重要, 选择不当则可能将被测物上的信息归于背景或将背景上的信息归于被测物。另外, 图像二值化后, 使图像的每像素只占一位, 使得算法简单快速。

通常情况下阈值的选择采用手动方式, 经过很多次尝试性操作来确定阈值, 这样选择的阈值不够准确, 使操作不能达到预期的效果。本文采用 MAQ VISION 软件包中提供的 "Histogram" 控件画出离散灰度直方图^[11]。为了使阈值的选择更准确, 本系统在盛装种子的背景颜色上选择黑色, 根据灰度直方图的特性分析, 这种方法确定的阈值准确率高, 使二值化处理精确。

2) 图像形态修正

图像信息在采集过程中受到各种噪声源的干扰, 经分割后的二值图像存在一些噪声点和孔洞。这种干扰如不经过滤波处理, 会给以后的图像区域分析带来影响, 所以本文采用中值滤波法将噪声去除。采用数学形态学运算中的开闭运算来进行噪声去除和孔洞填充, 从而使对所测叶片进行精确测量。

2.2.3 图像分析模块

在标定过程中, 采用可以通过其他方法精确测量面积的矩形纸片, 将纸片的实际面积值输入, 软件便会根据公式计算出测量比率 K, 将该测量比率应用到面积测量过程中, 根据公式计算出所测叶片的面积。

公式 : $K = \text{实际面积值} / \text{测量像素值}$
 公式 : $\text{测量面积值} = \text{测量像素值} \times K$

3 仪器的应用

3.1 仪器的操作过程

软件在使用过程中包括三部分: 图像采集、测量标定、面积测量。首先进行图像采集部分操作, 将待测叶片的图像经摄像机及图像采集卡采集并传递给 PC 机, 用户可以直接根据软件显示的实时图像进行摄像机的调焦及叶片的摆放等操作, 当得到最佳图像效果时, 点击界面上“保存”按钮, 将图像保存到指定目录下; 接下来进行测量标定, 由于测量结果与摄像机的焦距及对图像进行二值化的阈值选择有密切的关系, 因此标定后摄像机的焦距及对图像进行二值化的阈值与面积测量时相同; 最后进行面积测量, 面积测量操作界面如图 2 所示。

在此界面中点击“采集图像”按钮, 系统将弹出图像采集界面, 但是此时用户不要调整相机的焦距, 将图像保存到指定目录下, 图像采集结束。在该界面中点击“二值化”按钮, 系统将对采集到的图片进行由测量标定时所设定的阈值进行二值化, 并显示测得图像的面积值。

3.2 试验评价

用本仪器对几种可以采用其他方法精确测量面积

的不同大小几个矩形进行数次面积测量试验, 取 10 次测量的平均结果与求积仪法、称重法测量结果比较数据如表 1 所示, 结果表明该仪器不仅准确率很高、操作简单、测量时间短。

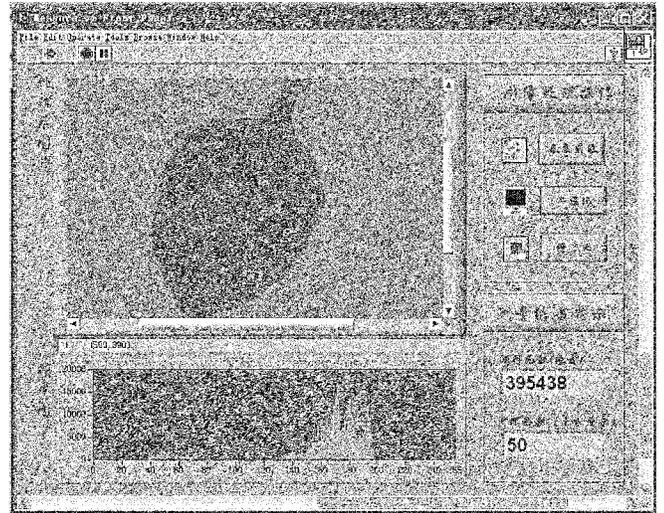


图 2 面积测量操作界面

Fig 2 Software interface for leaf area measurement

表 1 试验结果

Table 1 Experimental results by different methods

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
实际面积	2 200	1 130	3 451	2 316	1 258	1 324	6 458	5 547	2 461
求积仪法	2 132	1 224	3 517	2 423	1 322	1 425	6 498	5 614	2 589
称重法	2 451	1 312	3 611	2 479	1 414	1 465	6 750	5 677	2 801
面积测量仪	2 213	1 133	3 460	2 321	1 254	1 331	6 462	5 550	2 457

4 结论

根据机器视觉原理在 LabVIEW 7.1 操作平台上利用 VC++ 6.0 驱动通用图像采集卡进行了基于虚拟仪器的作物叶片面积测量仪的开发, 经试验表明本仪器具有以下特点:

1) 结构模块化, 适用性强: 软件功能模块主要由图像采集、显示、存储、通信、处理和分析等部分组成, 因此用户不仅可以对作物叶片面积进行技术操作, 还可以在原有的软硬件环境下进行其他图像处理分析操作。

2) 成本低, 使用灵活: 在图像采集模块中, 本系统采用在 LabVIEW 7.1 中通过 CLF (Call Library Function) 节点调用由 VC++ 6.0 编译的外部函数对通用图像采集卡进行驱动。这样用户无论使用什么样的图像采集卡, 都可以在本软件的基础上通过更新驱动程序对其进行驱动, 增强了系统的灵活性, 使运行成本尽可能地降低。

3) 具有较强的可扩展性: 该系统还可以在相同的硬件条件下, 进行其他功能的开发。

4) 具有良好的兼容性: 该系统还可以与其他软件相结合构成完整的作物无损监测系统。

[参考文献]

- [1] 李秀莲, 赵建东, 张耀文, 等. 甜荞叶龄模式、叶片生长速度与叶形指数[J]. 山西农业科学, 1999, 27(4): 26-28
- [2] 胥辉, 马焕成, 王学力, 等. 赤桉叶面积动态模型的研究[J]. 云南林业科技, 2000, (1): 19-22
- [3] 范巧佳, 吴卫, 袁继超, 等. 薏苡叶片的生长与叶面积的研究[J]. 四川农业大学学报, 1997, 15(2): 211-217
- [4] 张全法, 冯绚, 何金田, 等. 植物叶片面积测量系统的设计与应用[L]. 河南农业大学学报, 2001, 35(4): 383-386
- [5] 北京嘉恒中自图像技术有限公司. OK 系列图像卡硬件安装手册[M]. 北京: 北京嘉恒中自图像技术有限公司, 2004: 34-35
- [6] 刘君华. 基于 LabVIEW 的虚拟仪器设计[M]. 北京: 电子工业出版社, 2003: 1-8
- [7] 方政. LabVIEW 中非配套图像采集卡的驱动[J]. 光学仪器, 2002, 24(1): 23-26
- [8] 戴琪华, 戴曙光, 等. 基于 LabVIEW 的通用图像采集系统[J]. Process automation instrumentation, 2001, 22(10): 32-33
- [9] 杨乐平, 李海涛, 赵勇, 等. LabVIEW 高级程序设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003: 12-78
- [10] National Instruments Corporation. MAQ V ISDN User Manual [M]. America: National Instruments

Corporation, 2003, 10-01~ 10-18
[11] Thomas Klinger: Image processing with LabVIEW and

MAQ vision [M]. America: Prentice Hall PTR, 2003:
191- 200

Development of plant leaf area measurement instrument based on virtual instrument technology

Zhang Yunhe, Qiao Xiaojun, Wang Cheng, Zhang Xin, Tian Hongwu

(National Engineering Research Center for Information Technology in Agriculture, Beijing 100089, China)

Abstract: The measurement of plant leaf area has great significance in the fields of agriculture and forestry. Traditional methods have disadvantages of long-period development, incomprehensive measurement, damage to crop, etc. An area measurement instrument for plant leaf has been developed applying LabVIEW 7.1 and general image acquisition card. The hardware structure of the instrument includes workbench, CCD camera, lighting, image acquisition card, personal computer; the software of the system consists of image acquisition module, image processing module, and image analysis module. From the result of test, it can be seen that the instrument has the advantages of simple operation, high efficiency, and nondestructive measurement.

Key words: LabVIEW 7.1; VC++ ; general image acquisition card; machine vision