

# 基于 LabVIEW 的显微镜自动控制设计

陶明超<sup>1,2</sup>, 何璐璐<sup>2</sup>, 侯佩臣<sup>2</sup>, 周航<sup>2</sup>, 张永凯<sup>1,2</sup>, 赵建平<sup>1</sup>, 王成<sup>2</sup>

(1. 北京农业信息技术研究中心, 北京 100192; 2. 曲阜师范大学 物理工程学院, 山东 曲阜 273165)

**摘要:** 为方便 CCD 相机采集显微镜下的图像, 对显微镜的控制进行了研究; 设计了一种实现显微镜自动控制的方法; 利用 THB6128 芯片驱动步进电机实现焦距的电控调节, 利用 PT4115 芯片控制 LED 灯实现照明灯光亮暗的调节, 基于 LabVIEW 虚拟仪器平台开发主控制程序搭建外围硬件, 实现显微镜的自动控制; 实验证明, 上位机运用程序通过串口进行数据通信向下位机发送指令, 通过调节 LED 灯的亮暗以及步进电机转动带动载物台的上下移动, 实现了在一个合适的光照和焦距下获取清晰的图像; 使显微镜控制更加的简化与精确, 便于图像的采集。

**关键词:** LabVIEW; 串口; 步进电机; LED; 自动控制

## Design of Microscope Automatic Control Based on LabVIEW

Tao Mingchao<sup>1,2</sup>, He Lulu<sup>2</sup>, Hou Peichen<sup>2</sup>, Zhou Hang<sup>2</sup>, Zhang Yongkai<sup>1,2</sup>,  
Zhao Jianping<sup>1</sup>, Wang Cheng<sup>2</sup>

(1. Beijing Agricultural Information Technology Research Center, Beijing 100192, China;

2. School of Physical Engineering, Qufu Normal University, Qufu 273165, China)

**Abstract:** To facilitate the CCD camera to capture images under the microscope, control of the microscope is studied. Design a method for realizing automatic control the microscope. Electrical control to adjust the focus use THB6128 chip stepper motor drive, use PT4115 chip control LED lights achieve the lights dim lighting adjustment, based on LabVIEW virtual instrument platform to develop the main control program to build the peripheral hardware, realize the automatic control of microscope. Experiments prove that the PC sends instructions to the lower computer through serial data communication, by adjusting the LED lamp light and dark as well as a stepper motor driven rotation of the stage moving up and down, achieved obtain a clear image at a suitable lighting and focus. Make microscope control more simplified and precise, easy image acquisition.

**Keyword:** LabVIEW; serial ports; stepper motor; LED; auto-control

## 0 引言

在农业疾病预防研究中, 对空气中孢子数目进行采集计数可为水稻稻瘟病侵染传播起到预警作用。传统计数方法采用显微镜孢子计数法进行, 即直接在显微镜下进行镜检计数, 但是孢子个体小、数量大, 所以需耗费大量的时间, 而且难以保证准确性<sup>[1]</sup>。因此计算机显微图像处理系统的应用显得十分重要<sup>[2]</sup>, 通过高精度显微镜下拍照获取孢子图像, 然后进行图像处理完成孢子的自动计数, 方法更加简便、高效、精准。获取清晰的图像是图像有效处理的前提, 而显微镜的焦距及光照亮度的调节是获取图像过程的关键。本文设计了一种实现显微镜的自动控制的方法, 完成对焦距以及光照亮度的调节控制, 避免手动的繁琐, 使调焦的过程更加简便、直观。特别对于试验周期长、无人值守的远程采集中, 该设计亦可通过远程通讯实现远程控制。

## 1 自动控制系统硬件设计

自动控制系统硬件设计分为两部分: 1) 通过载物台的上下移动, 即调整显微镜物镜与所观测孢子培养皿的距离从而改变焦距; 2) 控制光源的亮度, 为图像采集提供合适的照明亮

度。系统硬件电路由 STC12C5A60S2 单片机作为主控芯片, 连接 THB6128、PT4115 芯片实现对电机和可调光 LED 灯的控制。PC 机通过 RS232 串口线连接主控芯片, 实现上位机对下位机的指令控制。

### 1.1 主控单片机电路设计

系统采用 STC12C5A60S2 单片机为控制核心。该芯片具有高速、低功耗、超强抗干扰等优点。指令代码完全兼容传统的 8051, 内部集成 MAX810 专用复位电路, 两路 PWM, 8 路高速 10 位 A/D 转换, 内部 R/C 振荡器避免强干扰<sup>[3]</sup>; 并且具有 2 个通用全双工异步串行接口<sup>[4]</sup>, 每个接口都由两个数据缓冲器、一个移位寄存器、一个串行控制寄存器等组成, 并且每个数据缓冲器由两个相互独立的接收、发送缓冲器组成, 可同时实现数据的接收、发送。

### 1.2 步进电机驱动电路

通过载物台的上下移动实现焦距的调节, 载物台的移动由步进电机带动。本系统设计采用两相四线步进电机控制, 步进电机是将电脉冲信号转换成角位移, 再通过精细的机械传动转化成直线位移的执行元件, 其输入量为脉冲序列, 输出为相应的角度或直线增量, 它的旋转是以固定的角度一步一步运行的<sup>[5-6]</sup>。电机的正反向转动带动控制台的上下移动, 即物镜焦距的增大、减小。

系统采用 THB6128 芯片驱动步进电机。该芯片为高细分两相混合式步进电机驱动芯片, 经过扩展简单的电路就能成为高性能两相混合式步进电机驱动器<sup>[7]</sup>。THB6128 芯片引脚 ENABLE 引脚与单片机 P0.1 引脚连接控制输出, 当 ENA-

收稿日期: 2015-06-29; 修回日期: 2015-08-25。

基金项目: 国家重大科学仪器设备开发专项(2011YQ080052); 国家高技术研究发展计划(863 计划)(2012AA10A503)。

作者简介: 陶明超(1989-), 山东潍坊人, 硕士研究生, 主要从事电路系统及 LabVIEW 虚拟仪器等方向的研究。

BLE 为低电平时, 输出关断, 高电平时则电平输出。CW/CCW 引脚与单片机 P0.2 连接控制电机的正反转, 为低电平时电机正转, 高电平时电机反转, CLK 引脚与单片机 P0.3 引脚连接, 可控制时钟频率来控制电机的转速。步进电机驱动电路设计如图 1 所示。

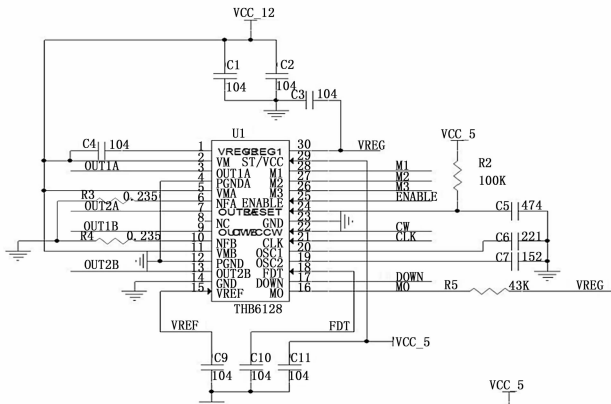


图 1 步进电机驱动电路

### 1.3 LED 灯控制电路

不同的外部环境会导致光亮的不同, 特别较暗的环境需要照明光源为图像采集提供光源补充, 合适的光照使成像视野更加的清晰。本系统设计中光源采用可调光 LED 灯, LED 灯照明系统反应时间快, 可获取高品质、高对比度图像<sup>[8]</sup>。

系统中 LED 灯光照亮暗的调节控制是由 PT4115 芯片实现。PT4115 芯片是一款电感电流导通模式的降压恒流源, 该芯片具有过温、过压、过流、LED 开路保护等多种功能, 非常适合用于照明 LED 灯的驱动电路<sup>[9]</sup>。该芯片通过 DIM 引脚接单片 P1.3 引脚, 通过单片机双路 PWM 实现宽范围调光, LED 控制电路设计如图 2 所示。

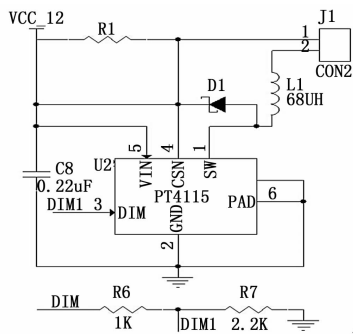


图 2 LED 控制电路

## 2 自动控制系统软件设计

系统的软件设计包括两部分: 下位机和上位机。下位机程序为系统外围硬件运行所需程序; 上位机程序为整个系统的主控程序。

### 2.1 下位机程序设计

下位机单片机程序编程语言为 C 语言。首先对系统进行初始化, 包括使能外部中断、串口配置。下位机接收上位机电脑指令为 16 进制 8 位单字节, 向上位机反馈信息为 16 进制 8 位 4 字节, 通过显微镜自动控制通信协议实现照明光源开关、亮度增减、焦距的粗调、微调以及运行位置的清零。下位机根据指令实现相应操作后会反馈给上位机相应的信息。下位机程序设计流程及相应的功能协议如图 3 所示。

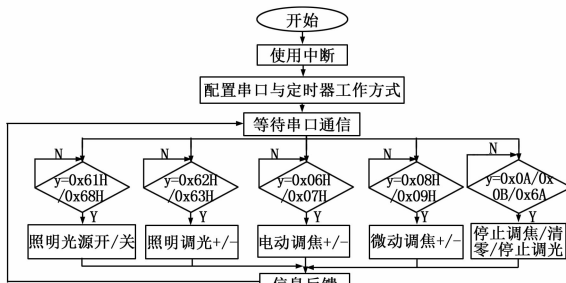


图 3 下位机程序设计流程图

### 2.2 基于 LabVIEW 的上位机程序设计

LabVIEW 是一种图标代替文字创建应用程序的图形化编程语言, 设计者可方便建立虚拟仪器程序而无需复杂的程序代码编写<sup>[10-11]</sup>。LabVIEW 支持多种硬件接口, 可与多种外围硬件连接实现对外围硬件的控制。LabVIEW 的编程方式是通过数据流实现, 利用控件代替函数, 数据流的流向用连线表示, 其强大的图形化编程语言和直观的图形化环境使程序的编写更加快捷<sup>[12]</sup>。

上位机程序实现两方面功能: 1) 串口通信, 实现上下位机通信; 2) 自动控制, 实现对显微镜焦距的调整与 LED 照明灯亮度的调节。

#### 2.2.1 串口通信程序设计

上位机与下位机利用计算机串口连接 RS232 线进行通信, 通信程序编写利用 LabVIEW 仪器 I/O 的串口子模板中的 VISA 功能模块<sup>[13]</sup>。VISA 模块的出现使程序在各种硬件接口上都能工作, 通过调用相同的 VISA 库函数并配置不同的设备参数, 就可以编写控制各种 I/O 接口仪器的通用程序<sup>[14]</sup>。串口通信流程为初始化串口、配置串口、字符写入、字符读取以及关闭串口, 串口通信流程如图 4 所示。

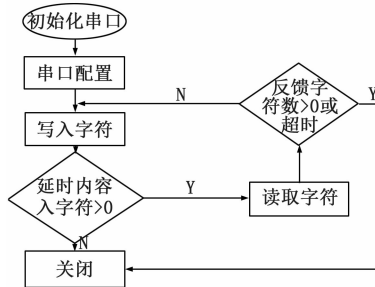


图 4 串口通信流程图

VISA 串口配置具体为波特率 9 600、数据位 8、停止位 1、奇偶校验位 None。程序中运用两次 Case 结构, 第一次判别是否有字符串写入; 第二次是在读取字符时, 判定是否在超时时间内读取到字符以及反馈到的字符数目是否大于 0, 事件为真时执行写入的指令, 事件为假则返回继续写入字符。

#### 2.2.2 自动控制程序设计

将已实现的串口通信 VI 创建为子 VI。首先对其图标进行编辑, 方便主 VI 中识别其功能; 其次, 创建连线端, 在主 VI 中连线端包括字符写入、VISA 资源名称; 最后保存子 VI。创建子 VI 后即可在主程序中直接调用实现其功能。

自动控制程序需实现步进电机转速的粗调微调、正反转、光源的开关、光照的亮暗以及调焦停止等, 涉及多个事件, 所以选用事件结构。当不同事件发生, 程序作出不同响应, 实现相应的功能。事件结构中默认事件为 Timeout 事件, 它表示当

指定的超时时间内没有任何该事件结构所定义的其他事件发生时，触发 Timeout 事件<sup>[10]</sup>。整个自动控制是一个连续过程，采用 While 结构实现程序多次循环运行。并且对一些反馈信息进行提取，亮度计数器会反馈照明调光+/-点击的次数，对应照明的亮度变化，程序默认光源开启为最亮状态，即数值为 128 时为最亮，随着点击照明调光-，滑动杆左移直至最暗数值为 0。为避免程序运行故障，保证计算机顺利运行程序，添加一个时间等待，设置等待 100 Ms 运行下一循环。

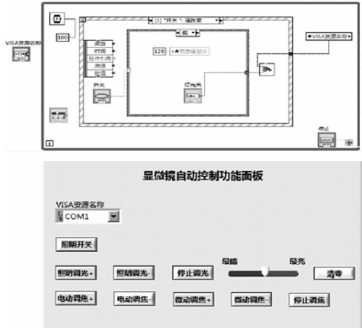


图 5 自动控制前面板设计

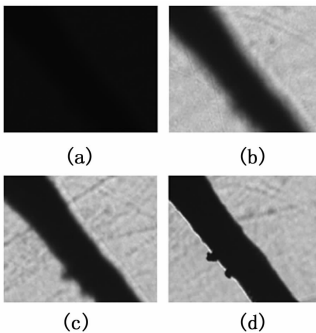


图 5 系统测试图像变化过程

### 3 系统测试

本文对自动控制程序进行验证，以向日葵根系为例。利用图像采集模块成像，上位机呈现未经过调焦的图像如图 5 (a) 所示。运行自动控制程序，点击前面板按钮。第一步调节照明亮度，点击“照明调光+”按钮（若光源过亮则点击“照明调光-”），LED 灯光亮度会不断增强，直到图像视野达到合适亮度停止调光，如图 5 (b) 所示；第二步焦距粗调，点击“电动调焦+”按钮，增加物镜焦距，直到视野能够呈现接近清晰的图像，如图 5 (c) 所示；然后进行焦距微调，点击前面板“电动调焦+”按钮，使物镜焦距经微调，直至视野呈

现清晰图像，如图 5 (d) 所示。若焦距过大则点击“电动调焦-”、“微调调焦-”按钮减小焦距，获取清晰图像。经验证，本自动控制设计可实现图像采集过程中清晰图像的获取。变化过程如图 6 所示。

### 4 总结

本文实现了 LabVIEW 与单片机的串口通信，并结合外围电路实现了显微镜的自动控制。通过 LabVIEW 虚拟仪器平台编写程序，解决了整个系统开发工作量大、周期长、成本高的缺点，使得系统更加的简化、后期更改维护更加的方便，并且具有极高的可移植性。使采集图像时显微镜调焦控制较传统操作更加简便，成像更加清晰，为水稻稻瘟病的预警研究打下坚实的基础。

#### 参考文献:

[1] 李小龙, 马占鸿, 孙振宇, 等. 基于图像处理的小麦条锈病菌夏孢子模拟捕捉的自动计数 [J]. 农业工程学报, 2012, 29 (2): 199-206.

[2] 苗振魁, 王庆有, 刘诗荣. 自动显微图像处理系统的研制 [J]. 光学技术, 1997, (1): 43-45.

[3] 宁慧英. 基于光电传感器的智能小车自动寻迹控制系统 [J]. 仪表技术与传感器, 2012, 1 (1): 108-109.

[4] 曾素琼, 黄华杰. 基于单片机和 LabVIEW 的无线火灾检测系统设计 [J]. 计算机测量和控制, 2015, 23 (1): 43-45.

[5] Muhammed F. Rahman, Aun-Neow Poo. An Application Oriented Test Procedure for Designing Microstepping Step Motor Controllers [J]. IEEE Transactions On Industrial Electronics, 1998, 35 (4): 542-546.

[6] 周黎, 杨世洪, 高晓东. 步进电机控制系统建模及运行曲线仿真 [J]. 电机与控制学报, 2011, 15 (1): 20-25.

[7] 赵立辉, 霍春宝. 基于 FPGA 的步进电机多轴联动控制系统 [J]. 电机与控制应用, 2013, 40 (11): 42-45.

[8] 王鹏, 赵彦玲, 刘献礼, 等. 基于 Labview 的机器视觉系统开发与应用 [J]. 哈尔滨理工大学学报, 2014, 9 (5): 84-87.

[9] 汪旭莹, 邓卫燕, 张飞, 等. 红外球形摄像机补光系统的设计与实现 [J]. 电子技术应用, 2015, 41 (1): 36-38.

[10] 陈锡辉, 张银鸿. LabView8.20 程序设计从入门到精通 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2007.

[11] 蓝伟威, 符蓉. 基于 LabVIEW 的荣光光纤传感器的信号处理系统 [J]. 仪表技术与传感器, 2014 (5): 1-4.

[12] 马草原, 郭双强, 李国欣. 基于 LAB VIEW 的串口调试与数据分析 [J]. 工矿自动化, 2005 (5): 74-76.

[13] 刘小丽, 张晓光. 基于 LabVIEW 的 S7-300 与 PC 机的串口通信 [J]. 仪表技术与传感器, 2011 (5): 100-102.

[14] 刘建河, 赵玉丹, 张玉强. 基于 labVIEW 串口通信的电机控制技术 [J]. 制造业自动化, 2013, 35 (11): 135-137.

(上接第 94 页)

[3] 曹冲锋, 杨世锡. 一种抑制 EMD 端点效应新方法及其在信号特征提取的应用 [J]. 振动工程学报, 2008, 21 (6): 588-593.

[4] 王珍, 郭方, 江亲瑜. EMD 的 LabVIEW 实现及其在滚动轴承故障诊断中的应用 [J]. 噪声与振动控制, 2009, 8 (4): 54-57.

[5] 王皓, 周峰. 基于小波包和 BP 神经网络的风机齿轮箱故障诊断 [J]. 噪声与振动控制, 2015, 35 (2): 154-159.

[6] 郑连清, 郑艳秋. 基于经验模式分解与人工神经网络的短期电力

负荷预测 [J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37 (23): 66-69.

[7] 王亚辉, 贾晨辉, 赵仁鹏. 基于分解机制的多目标蝙蝠算法 [J]. 农业机械学报, 2015, 46 (4): 316-324.

[8] 汤跃, 黄志攀, 汤玲迪, 等. 基于 LabVIEW 的离心泵闭环恒压控制特性试验 [J]. 农业机械学报, 2013, 44 (3): 59-63.

[9] 马继昌, 司景萍, 牛嘉骅, 等. 基于自适应模糊神经网络的发动机故障诊断 [J]. 噪声与振动控制, 2015, 35 (2): 165-169.

[10] 李海林, 郭崇慧. 时间序列数据挖掘中特征表示与相似性度量研究综述 [J]. 计算机应用研究, 2013, 30 (5): 1285-1291.