

昆虫标本图像的多角度采集与三维观察

刘桂阳 郭欣桐 席桂清 刘金明

(黑龙江八一农垦大学信息技术学院 大庆 163319)

摘 要 由于现在的昆虫电子标本过于单一化并不能从多角度清晰的观察,因此通过上位机软件来控制单片机发出脉冲信号,实现伺服电机旋转昆虫标本以及微距相机自动对焦,360°自动拍摄标本,从而建立高清的原始图像库系统。该系统通过缩略图全景显示、高清图像动态加载、捕获并处理用户消息的方法,实现了昆虫三维标本影像模型的多角度三维观察效果。该系统具有标本批量采集、实时三维观察、高清显示细节的特点,为昆虫的教学和辨别昆虫提供了数据支持从而满足人们的需要。

关键词 昆虫标本,多角度采集,三维观察,缩略图高清显示,捕捉处理用户信息

中图法分类号 TP37,S186 文献标识码 A

Multi Angle Acquisition and 3D Observation of Insect Specimen Image

LIU Gui-yang GUO Xin-tong XI Gui-qing LIU Jin-ming

(College of Information Technology, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing 163319, China)

Abstract Because current insect electron specimen is too simple and can not observe clearly from multi angle, a HD original image library system of insect specimens was established, which is based on the PC software that controls servo motor, SCM sending out pulse signal to rotate insect specimens and macro camera to auto focus and shoot with 360 degrees. This system implements the function of insect 3D image model observation with multi angle by using the methods that include thumbnail panorama display, HD images dynamic loading, and capturing and processing user messages. The system has the characteristics of sample volume collection, real-time 3D observation and high definition display details, and provides data support for teaching and distinguishing of insects.

Keywords Insect specimen, Multi angle acquisition, 3D observation, Thumbnail panorama display, Capture and process user message

1 引言

标本^[1,2]不仅是教学、防治、检疫中的直观教材,还是基础研究方面不可缺少的宝贵资料。内容丰富的昆虫电子标本可以在昆虫学课程教学满足学生的感知需要,增强学生对知识的理解与记忆^[3,4]。目前昆虫电子标本一般都只是简单的图片,不便于全面观察,同时也限制了后期的昆虫图像识别的准确性^[5]。随着目前计算机多媒体设备的发展,多角度自动拍摄昆虫标本、制作高清晰的昆虫标本图像在硬件条件上已经具备^[6,7]。本文探索如何建立自动高效的昆虫标本图像模型制作方法以及如何通过图像进行三维实时观察^[8,9],从而建立高清的昆虫标本信息库^[10,11],为后期的昆虫识别和教学提供技术支持。

2 昆虫标本图像采集硬件设计

昆虫标本图像采集系统分为硬件选取和软件设计两部

分,其中硬件主要有旋转电机和拍摄设备两部分。

2.1 电机的选择与控制

由于标本照片的拍摄需要极其稳定的旋转,否则会出现图像模糊的现象,并且要求速度精确可控制,而伺服电机可使控制速度、位置精度非常准确,伺服电机转子转速受输入信号控制,并能快速反应,且其具有机电时间常数小、线性度高、始动电压等特性^[12,13]。因此本设计选择了数字交流 60ST-M00630 伺服电机 + SDB08NK0 伺服驱动器,最小步进可以达到 0.036°通过单片机发出脉冲信号进行控制,电机每转一周需要 10000 个脉冲,在设计中单片机只需要控制脉冲的周期就可以达到控制电机的转速,其中连接图如图 1 所示,电机的转速可受上位机的控制,通过 RS232 串口将速度命令传送给单片机,则单片机根据指令更改输出脉冲信号的周期,从而达到上位机对电机转速的控制,实验表明此设计达到全方位自动拍摄的要求,有较高的精度和稳定性。

本文受黑龙江省垦区基金项目(HNK125B-04-06)资助。

刘桂阳(1972—),男,硕士,教授,主要研究方向为虚拟现实仿真技术,E-mail:guiyangliu@126.com;郭欣桐(1993—),女,硕士,主要研究方向为虚拟现实技术;席桂清(1979—),女,硕士,讲师,主要研究方向为智能仪器设备。

由于昆虫标本一般都比较小,设计了专用的连接件,实现了昆虫标本保证旋转中心精确定位的同时,能够方便地更换不同标本。



图 1 电机连接图

2.2 拍摄设备的选取

拍摄设备的选择具有两个关键性指标^[14,15],1)能够与软件系统很好地进行连接,可以在软件中对其发送消息进行控制,要求具有快速反应能力;2)要求拍摄的精度比较高,因为大部分的昆虫都比较小,这要求具有较好的微距效果。在研究过程中,对 3 种不同的拍摄设备进行了实验。第一种是高清的明月牌 HD720P 摄像头,分辨率可达 1024px×768px,由于通用设备,操作系统会自动安装驱动,通过设备列表很容易引用,如图 2(a)所示。摄像头拍照使用软件控制时很方便,图像可以直接存储在计算机硬盘上,传输基本没有延时。缺点是图像的分辨率较小,对较小的昆虫图像采集的精度不够高。第二种是一款小型数字工业相机水星系列机器视觉摄像头,这类设备特点是速度快,或以长时间稳定工作。但经过实验测试,微距效果不够理想。第三种是利用专业的佳能 EOS 5D Mark III 数码相机,支持专业微距镜头进行拍摄,可以得到清晰的标本图像,效果比较理想,但相对操作比较复杂,特别是如何实现计算机对相机的实时控制,需要研究相关技术手册。



图 2 3 种不同级别的拍摄设备

硬件设备正常工作要求安装相应的驱动程序,包括单片机串口驱动和佳能相机驱动、控制芯片连接计算机 USB 接口(转 COM5 串口)、相机直接通过 USB 接口连接。另外,用户要在自己的程序中控制佳能 EOS 5D Mark III 相机,就必须到佳能官方网站下载安装对应的 SDK 开发工具包。这个工具包的核心文件是 EDSKLIB.DLL 文件,里面集成了二次开发的一些功能接口函数,但直接使用比较复杂。为此,项目

组专门对该工具进行比较详细的研究,为了能够充分发挥 SDK 的功能,佳能相机应当设置为 M(手动)模式,以便接收上位机软件控制,微距镜头要设置为自动模式,便于拍摄前相机自动对焦。

3 图像采集算法

Canon SDK 工具中集成了佳能相机的打开与基本拍照功能,但要实现昆虫标本的 360°全方位自动拍摄还要编写专门的控制算法,才能实现各个设备的同步工作。设计后的系统运行界面如图 3 所示。界面的左上部是设置佳能相机的基本参数的控件,下面是使用 PictureBox 控件实现的相机窗口,用于实时显示相机拍摄内容,以便调整相机位置和角度得到清晰的图像。窗口的右部显示的是拍摄参数设置,包括 360°相机采样的图像数量和电机旋转一周所用的时间(单位:s)。

值得注意的是,当用户点击开始采集后,相机开始自动拍摄时,首先要关闭相机的适时监测窗口,否则在拍摄完成后,相机与计算机之间会进行连接,以便传送刚拍摄的图像。此时,如果相机打开实时显示,会因为高清图像占用资源较多而造成相机与计算机之间的多线程连接冲突。具体的采集算法如图 4 所示。



图 3 昆虫标本图像采集系统界面

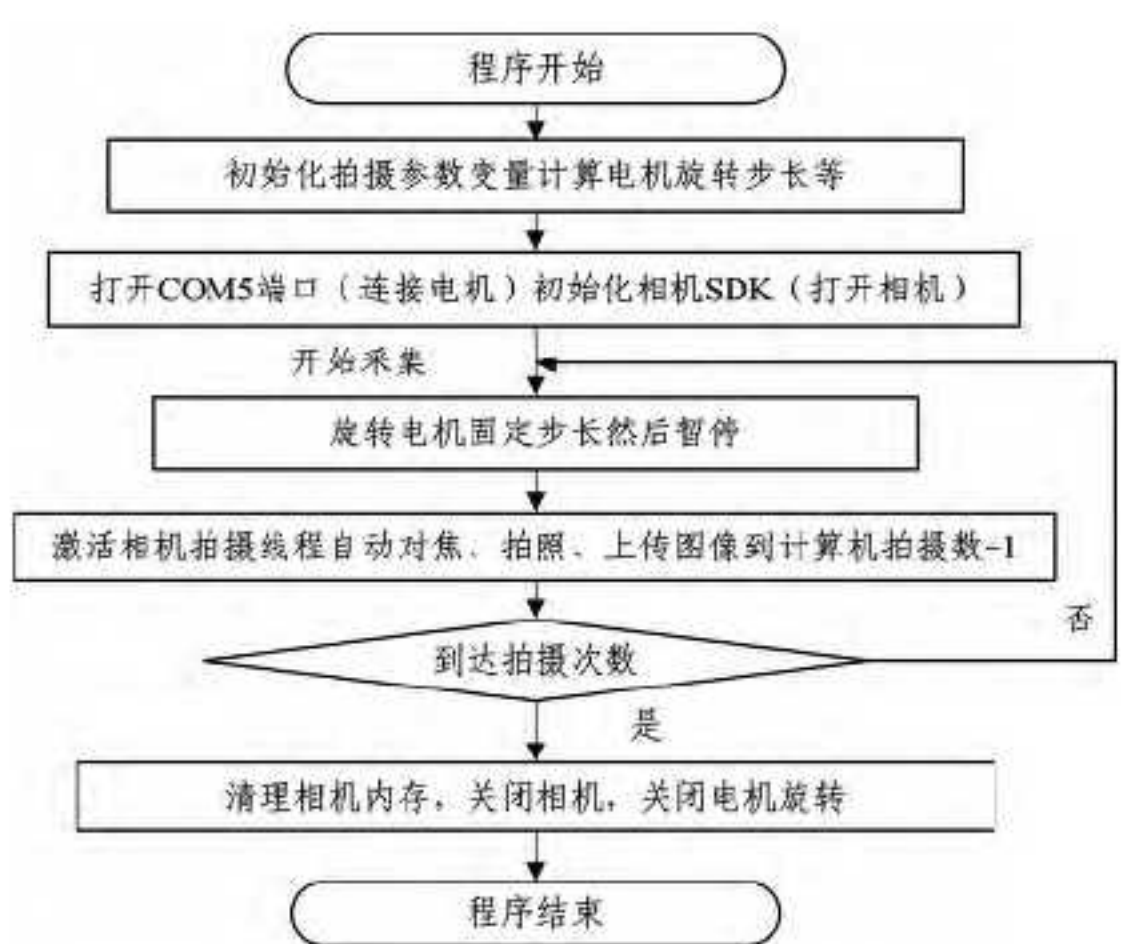


图 4 图像采集算法流程

在研发过程中,相机拍照例程与电机旋转的同步遇到了一些问题。在实验之初,采用摄像头作为拍摄工具,电机旋转设计为不停顿连续旋转。由于摄像头本身工作原理简单,拍摄的图像比较小,上传到计算机速度很快,因此图像采集工作很顺利。但研发后期为了实现图像的高分辨率,采用了专门的高清相机进行微距拍摄,原来的算法在拍摄过程中经常出现异常退出。经过多次实验分析,发现相机自身的 SDK 工具

包在工作时,需要进行必要的预处理,相机自动对焦昆虫标本所用的时间依赖于昆虫的大小及旋转变量,是一个不确定的量,无法提前确定。相机上刚拍摄的图片大小也与标本状态相关,上传速度与计算机通信状态有关,也在不断变化,这些变量造成每次拍摄所用的时间都是一个不确定的量。为解决这个问题,将拍摄算法编写为一个独立的线程,在拍摄时,电机处理暂停状态,这样便于相机自动对焦,得到较清晰的图像并上传到计算机。当一个拍摄线程结束时,电机再重新旋转,到达下一次位置时再暂停,进入下一个拍摄线程。多个线程之间是串行的,不会出现拥塞现象,从而解决了异常中断的问题

4 昆虫标本三维观察

为了能够实现使用多角度环视效果来观察昆虫标本,需要将这些图像通过算法动态显示出来,本文建立的测试窗口如图5所示。通过一个观察窗口(用 PictureBox 控件实现)来显示图像,用户可以通过鼠标操作显示不同角度、不同远近来观察标本,观察窗口分辨率为 $720\text{px} \times 480\text{px}$ 。每个昆虫标本得到一组(设置为40幅)昆虫标本图像,每个图像文件在3~5MB之间,分辨率为 $5760\text{px} \times 3840\text{px}$ 。按每个图像的缩放比例为 $5760/720=3840/480=8$ 。这样长宽缩放比一致,保证图像的等比缩放。



图5 昆虫标本图像三维观察

在观察每个昆虫的电子标本图像模型时,正常的方法是用户操作到某个角度图像时临时载入,但由于图像较大(一般4M左右),会因为延时较大而造成卡顿现象。解决的办法是将这组图像提前全部载入到内存,但这样的结果是因为图像总量过大使系统因资源分配不足而崩溃。为了解决这个问题,经过实验采用折中方案,即先将每个高清图像保存一份缩略图副本,其分辨率与观察窗口一致,即 $720\text{px} \times 480\text{px}$ 。这样每个图像文件大小在10~20kB,很容易全部载入到内存中,便于用户多角度动态浏览观察。而当用户在某个角度需要放入大观察时,再动态载入高清图像,实现标本的细节放大。因为在高清图像载入时采用了先放大缩略图(图像会发虚),载入高清图像后再替换使图像窗口逐渐清晰,用户不会感觉到较长的卡顿现象,而是一种自然的过度效果(类似Google Earth推进镜头后的刷新显示),这样有效地解决了资源不足与高清显示的矛盾。

具体算法是,当用户选择某一昆虫时,载入对应昆虫标本的缩略图像,以便于用户使用多角度实时观察。当用户需要

放大观察时,通过鼠标事件,实现高清图像的动态加载,并设置相应的缩放比例,实现观察标本细节目的。其鼠标事件流程如图6所示。

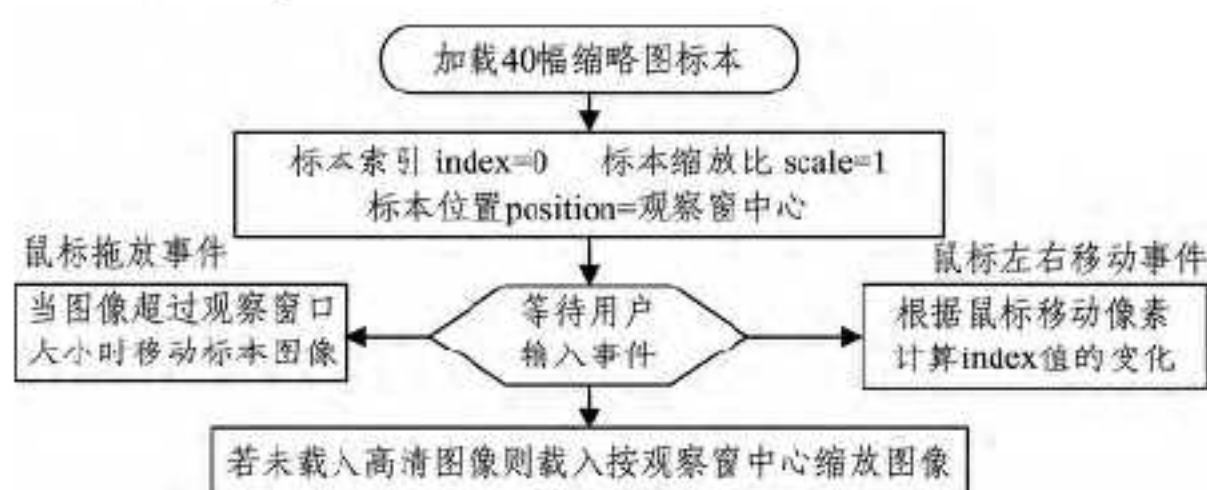


图6 三维观察鼠标事件

结束语 通过计算机软件编写综合管理系统,实现昆虫标本的采集与三维观察,采集系统主要是精确控制步进电机的转停与智能相机的拍摄同步,从而完成了昆虫高清标本的批量采集。三维观察算法通过缩略图像和高清图像的有机整合,实现了流畅逼真观察效果。这些技术为制作大量的昆虫电子标本提供了操作可行性,同时也为后期的昆虫识别等其它研究提供了数据基础。

参考文献

- [1] 段金荣,胡玉萌,等. 鱼类标本及标本馆场景三维演示系统的研发[J]. 南方水产科学, 2013, 9(1): 63-67
- [2] 王娜,刘桂阳. 水稻害虫三维标本信息管理系统的设计[J]. 湖北农业科学, 2015, 54(5): 1216-1219
- [3] 董会,杨广玲,张卫光. 普通昆虫学课程建设与实验教学改革[J]. 实验室科学, 2013, 16(6): 152-154
- [4] 何建云,周鑫钰. 植物病虫害标本建设探讨——以湖南农业大学为例[J]. 湖南农业科学, 2015, 1: 40-41
- [5] 石际亮,董黎君,梁国星. 基于 MATLAB 图像处理的圆度误差数据采集方法[J]. 中国农机化学报, 2015, 36(2): 257-261, 245
- [6] 胡玉婷,张燕,杨白冰. 基于 Flash 的昆虫三维标本制作系统的设计[J]. 中国农机化学报, 2014, 35(5): 272-274, 279
- [7] 姚廷山,姜国金,等. 数字化柑桔病虫害标本馆的创建[J]. 中国南方果树, 2013, 42(4): 75-77
- [8] 高宇. 虚拟现实技术在昆虫学教学中的应用前景[J]. 长春大学学报, 2015, 25(2): 137-140
- [9] 于阳,刘宇玥,王小冬. 基于 Flash 的西藏草本植物环视展示[J]. 环球人文地理, 2014, 14: 260-261
- [10] 刘桂阳,齐瑛,等. 昆虫三维标本网络信息系统设计[J]. 农业工程学报, 2009, 25(8): 164-168
- [11] 范一峰,王义平,黄俊浩. 昆虫标本图片库系统的设计与应用[J]. 实验技术与管理, 2011, 28(11): 90-91, 98
- [12] 郝文英. 步进电机速度控制的研究与实现[J]. 电子技术与软件工程, 2015, 4: 151
- [13] 张文栋,路敦民. 步进电机控制系统的设计[J]. 机械工程与自动化, 2015, 2: 161-162
- [14] 王平. 昆虫标本之微距摄影[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(9): 19-21
- [15] 古兆明. 微距摄影在农作物育种中的应用研究[J]. 山西科技, 2015, 30(3): 84-85