

文章编号:1007-2780(2013)05-0793-06

VxWorks 的连续变焦显控系统设计分析

李 焱

(中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所, 吉林 长春 130033, E-mail:liy211@163.com)

摘 要: 利用 Origin 偏移增益指数函数方法,把传统连续变焦系统测量焦距离散化采样点变成非线性连续化的 e 指数函数点,并设计开发一套强实时性,可裁剪性 VxWorks 连续变焦显控系统,能方便直观地修改连续变焦参数,解决了上述传统连续变焦离散采样点连续化后精度不高的问题,而且易于用计算机来编程实现。通过试验分析:这种显控技术不仅实用可靠,其拟合可信度达到 99% 以上,真值比最高可达 93.6%,精度完全满足使用要求。该项技术成功地应用在某项目中,并对连续变焦光学设备的焦距公式化有很好的通用性和借鉴性。

关 键 词: Origin; VxWorks; 连续变焦; 增益偏移指数

中图分类号: TN949.6

文献标识码: A

DOI: 10.3788/YJYXS20132805.0793

Design and Analysis on Continuous Zooming Display and Control System Based on VxWorks

LI Yan

(Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences,
Changchun 130033, China, E-mail:liy211@163.com)

Abstract: By using Origin offset gain exponential function method, the traditional continuous zooming system for measuring the focal discretization sampling points was changed into non-linear exponential points of continuous function. VxWorks continuous zoom and display controlling system was developed, which can efficiently modify the continuous zoom parameters. The issue of lower accuracy that is becoming continuous by traditional continuous zoom discrete sampling points is resolved, it is easy to realize by computer programming. The test analysis indicates that this display control technology is practical and reliable, the fitting credibility is more than 99%, true value proportion is more than the highest quantity to 93.6%, accuracy can meet the demand completely. This technology has been applied to the certain project successfully, and it is a good university and reference for the focal length of continuous zoom optical equipment formulation.

Key words: Origin; VxWorks; continuous zooming ; plus offset of exponent

1 引 言

传统的连续变焦光学系统需要根据记录测量

离散点即焦距值对应的电位计电阻值生成数据表,通过二次函数拟合或者分段函数的办法来进行调焦控制,不仅拟合精度不高,控制精度受到限

收稿日期: 2013-01-07; 修订日期: 2013-08-19

作者简介: 李焱(1980—),男,吉林长春人,博士,副研究员,研究方向:嵌入式操作系统应用研究、动机座伺服控制、舰载光电跟踪系统总体设计等技术研究。

制,而且焦距参数程序化很复杂,实现起来麻烦,无法实现焦距参数界面化。

根据所要求的焦距值,计算出变倍组和补偿组的位置要求,快速驱动电机到所要求的位置^[1],由于需要预先知道目标的大小和距离,因此其精度较低;空间相机直线调焦机构虽然采用了编码器位置闭环调焦模式^[2],虽然其精度完全满足要求,但是实现起来比较繁琐,还需要编码器介入。新型连续变焦系统^[3-5]虽然分析了大气压力、温度和斜距变化对相机离焦的影响并给出数据采集与计算的自动调焦方法,但是没有给出具体连续变焦控制方法;采用四组式机械补偿方法^[6]和机械补偿三组元连续变焦系统^[7]都给出了各自的变焦算法和控制电路,也都没有针对连续变焦系统离散采样点采用分段函数实现焦距公式化复杂、真值比低特点,进行实际优化分析与工程实现。

设计开发了一套在 VxWorks 下^[8-10]利用 Origin 增益偏移指数函数方法,把传统连续变焦系统离散化测量焦距采样点变成非线性连续化的 e 指数函数,其拟合可信度达到 99% 以上,真值比最高可达 93.6%,在显控界面下能更方便直观地修改焦距参数的同时解决了上述传统连续变焦离散采样点连续化精度不高的问题。

该项技术成功的应用在某项目中,其硬件平台和拟合算法对连续变焦光学设备有很好的通用性和借鉴性。

2 显控系统实现

2.1 显控系统硬件设计

选 X86 架构的 PC104 嵌入式计算机作为目标机核心处理器,256 M 的 CF 卡作为外部程序存储器。显控系统硬件实物如图 1。

分别设计定义了 16C754 四路串口的基地址分别为 0x320、0x328、0x288、0x230,中断号分别

为 0x05、0x03、0x04、0x07。定义了 82C55 按照 A 路输入, B、C 路输出的方式工作,基地址为 0x3e0。FPGA 为显控系统各芯片提供地址译码,并在外部准秒脉冲同步基础上产生 16 Hz、25 Hz、400 Hz 的内部分频信号。

2.2 显控系统软件设计

2.2.1 VxWorks 底层驱动映相生成

VxWorks 映相是包含所有外设驱动以及图形界面接口的启动内核,本系统 PCly 的 BSP 中需要包含以下与外部硬件电路相对应的配置文件 sysserial. c、pc. h、st16754Sio. c、st16754Sio. h、b82C55Sio. c。VxWorks 中的 I/O 系统是以文件的形式存在的,系统通过维护设备列表、驱动程序表和文件描述符列表统一建立和管理。

以 16C754 为例说明底层驱动问题,在底层文件 16C754Sio. c 中建立 STATUS 16C754Drv (void)函数;在此驱动函数中将外设 16C754 添加到驱动列表中并返回驱动号:16C754DrvNum = iosDrvInstall(16C754Open, 0, 16C754Open, 0, 16C754Read, 16C754Write, 16C754Ioctl) 建立 STATUS 16C754DevCreate(char * devName)函数。创建指针类型的设备描述符,按照硬件设计所分配的空间地址将其各寄存器初始化。最后通过调用函数: iosDevAdd (&p16C754Dev->devHdr, devName, 16C754DrvNum) 将 16C754 设备添加到设备列表中。按照硬件设计的读写模式建立 16C754Read、16C754Write、16C754Ioctl 函数进行底层读写和 16C754 的三通道选通控制。应用层通过 fd 文件描述符,进行对底层硬件函数的调用,也就是可以对外设进行相应的读写与控制操作。底层函数添加完后,还需要把 BSP 的名字和外设的驱动程序添加到 Makefile 文件中:

```
TARGET_DIR=PCly
```

MACH_EXTRA = st16754Sio. o 这样才能在 Workspace 中对 windMl 进行配置,本系统配置了组件 windMl components: WindML devices 中的 PC console keyboard、PS2 keyboard、PS2 mouse; graphics device 中的 WindML graphics support。再将鼠标、键盘及显卡类别和字体在 WindML Configuration 中配置。见图 2。

最后把宿主主机上所生成的 VxWorks 映像的绝对路径即, D:\tornado\target\proj\PCly\default\



图 1 显控系统硬件实物图

Fig. 1 Picture of display and control system

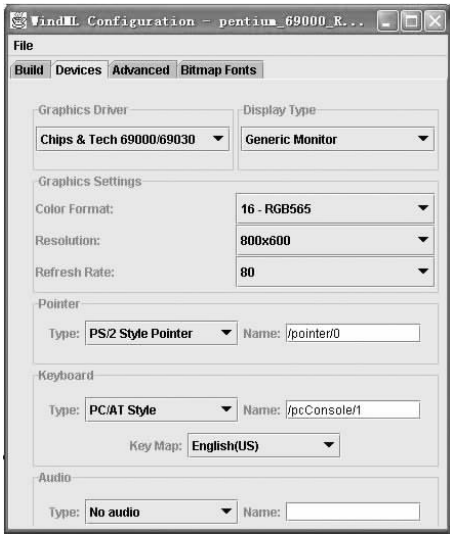


图 2 WindML 配置图

Fig. 2 Configuration picture of WinnML

vxWorks 中的 VxWorks 映相拷贝到 CF 卡中,便可以顺利完成 VxWorks 加载和启动。

2.2.2 显控系统应用层软件设计

根据 VxWorks 多任务模式的特点,本系统软件设计了为 CF 卡存取初始化相关系统文件的程序 init_ds()、为图形界面初始化 windML 程序 init_uql()、变量初始化程序 init(); 创建了一个任务 display() 完成连续变焦显控界面的修改,数据控制存储,其任务可以与其他主任务通过信号量进行切换。见图 3。



图 3 连续变焦显控系统界面图

Fig. 3 Picture of continuous zooming display and control

该连续变焦显控系统通过 16C754 的一路串行接口读取调光调焦系统发过来的数据,数据包括焦距对应电位计的码值,并通过上述界面上数第三、六、七行来进行拟合参数设定,可将离散的电位计码值转换成连续的增益偏移 e 指数函数,即实现了离散点的高精度连续化。

3 连续变焦 Origin 拟合原理

连续变焦系统是测量调焦系统电位计的阻值 R 对应的焦距变化量 L ,但这只是离散化的采样点,如果利用计算机编程需要由数 10 个甚至更多的线性分段函数或者二次函数组成,实现不方便且分段函数或二次函数逼近真实值的精度很低。

利用 Origin 拟合成增益偏移指数函数方法其可信度高达 99% 以上,而且增益偏移 e 指数的函数表达式用计算机很容易实现。用 Origin 拟合之前需要知道电位计满量程阻值 Q 和调焦系统 AD 采样精度 N 。通过公式(1)将测量的阻值 R 转换成码值 X 。再通过公式(2)即增益偏移 e 指数的函数将离散点转化成连续函数——对应成码值 X 与焦距变化量 L 之间的关系。

$$X = \frac{R}{Q} \cdot 2^N \tag{1}$$

其中: X 为电位计阻值对应的码值; R 为测量的电位计阻值,单位 Ω ; Q 为电位计满量程的阻值,单位 Ω ; N 为调焦系统 AD 的采样精度。

$$Y = P_1 + P_2 \times e^{P_3 \cdot X} \tag{2}$$

其中: X 为电位计阻值对应的码值; Y 为连续变焦系统焦距变化 L ,单位 mm。 P_1 、 P_2 和 P_3 为最终需要拟合的未知量。

这样就可以通过测量得到已知量电位计阻值 R 和对应的焦距变化量 L ,通过公式(1)和公式(2)以及 Origin 拟合转换出未知量 P_1 、 P_2 和 P_3 ,从而得到最终的增益偏移 e 指数函数。

4 拟合设计分析

4.1 连续变焦显控实现过程

测量连续变焦距镜头焦距 200~1 200 mm 之间大约 30 个离散的采样点,每个采样点阻值和焦距值需要一一对应。见表 1。

图 4 为离散点连续图。其中电位计阻值对应的焦距值可以首先通过公式(1)进行码值转换,并通过 Origin 进行离散点连续化处理。

图 4 左侧 $A(x)$ 和 $B(Y)$ 分别为通过公式(1)转换后电位计码值对应的焦距值即离散点,右侧图为离散点通过 Origin 拟合后的连续点函数,可以看出是一个近似的 e 指数函数。

然后再利用公式(2)通过 Origin 进行非线性拟合,拟合之前需要给 P_1 、 P_2 和 P_3 初始值,可通

表 1 连续变焦数据

Table 1 Data of continuous zooming

序号	电阻值/kΩ	焦距/mm
1	3.98	196.8
2	4.1	217.6
3	4.21	236.8
4	4.31	256.0
5	4.39	272.0
6	4.49	294.4
7	4.58	316.8
8	4.68	344.0
9	4.78	369.6
10	4.90	406.4
11	5.00	438.4
12	5.05	456.0
13	5.10	473.6
14	5.15	494.4
15	5.20	513.6
16	5.26	539.2
17	5.31	560.0
18	5.36	579.2
19	5.40	598.4
20	5.44	619.2
21	5.49	643.2
22	5.54	668.8
23	5.60	699.2
24	5.65	729.6
25	5.71	758.4
26	5.75	784.0
27	5.81	830.4
28p	5.87	864.0

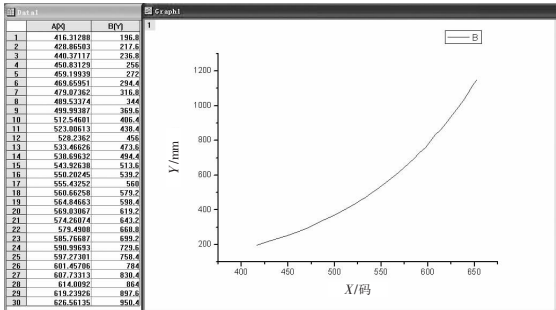


图 4 离散点连续图

Fig. 4 Continuous picture of discrete point

过图 5 第一组采样点初值得到式(3):

$$416 = P_1 \times P_2 \times e^{P_3 \times 196} \tag{3}$$

预估 P_1 为 141; P_2 为 1, P_3 为 0.01,可以满足公式(3)。通过无限逼近真实值处理得到图 5 拟合结果曲线。

图 5 实线为真实值曲线,虚线为增益偏移 e 指数函数拟合后的曲线。图(a)为预估初始值拟合曲线,可以看出拟合曲线在低码段结果偏高,在中高码段结果偏低;图(b)为 100 次逼近曲线,可以看出拟合曲线在低码段结果偏高,中码段结果偏低,高码段基本重合;图(c)为 200 次逼近曲线,可以看出拟合曲线在低码段结果偏高,中码、高码段基本重合;图(d)为 300 次逼近曲线,可以看出拟合曲线在低码、中码、高码段均基本重合,拟合曲线和真实曲线一致,拟合完毕。

图 6 为拟合精度图,可以看出结果 P_2 为

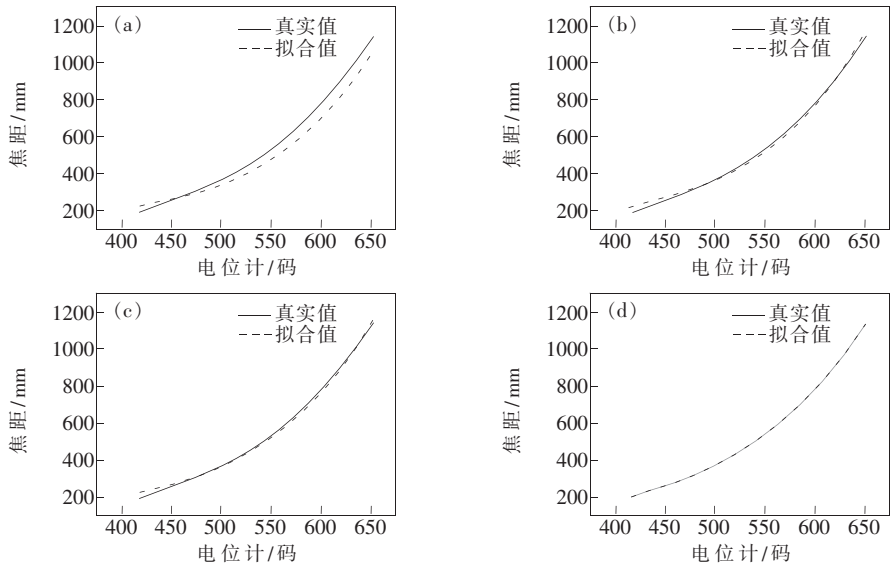


图 5 拟合结果曲线

Fig. 5 Pictures of fitting results

−3.135 24; P_2 为 9.229 19, P_3 为 0.007 4。 P_1 的拟合可信度为 98.872%, P_2 的拟合可信度为 99.969%, P_3 的拟合可信度为 99.958%。其增益偏移 e 指数拟合结果几乎都接近 1,精度完全满足要求。则最终的增益偏移 e 指数函数结果为公式(4)。

$$Y = -3.135\,24 + 9.229\,19 \times e^{0.007\,4 \cdot X} \quad (4)$$

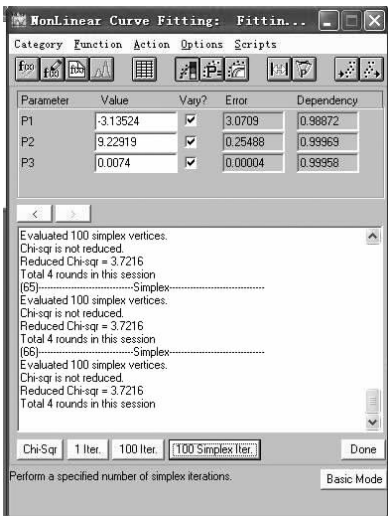


图 6 拟合精度图

Fig. 6 Picture of fitting precision

最后将公式(4)中的 P_1 、 P_2 和 P_3 的已知量写入到图 3 显控系统界面图第 3、6、7 参数表中,VxWorks 调用底层文件数据指针 fp^* ,再将公式(4)用函数来实现,即完成了连续变焦显控设定。

4.2 连续变焦显控精度分析

由于焦距和视场成反比,忽略人为读取误差,通过增益偏移 e 指数拟合后的焦距可以计算出理论视场大小,将理论视场和测量视场进行比对,最终来检测通过 Origin 拟合后的连续变焦精度。

选用像元尺寸为 $7.4\,\mu\text{m}$,像素为 $1\,024\times$

$1\,024$ 的 CCD 相机,通过测量焦距 200 mm,500 mm,700 mm 和 1 100 mm 4 个连续变焦点,来检测拟合精度。见表 2 连续变焦测试表。

表 2 连续变焦测试表

Table 2 Test table of continuous zooming

视场	理论拟合/ (°)	实际测量/ (°)	真值比/ %
200 mm 对应视场	2.20	2.35	93.6
500 mm 对应视场	0.87	0.95	91.6
700 mm 对应视场	0.62	0.68	91.2
1 100 mm 对应视场	0.39	0.44	88.6

表 2 理论拟合为通过 Origin 拟合后的焦距值推导出的理论视场大小;实际测量值为实际通过编码器测量出的视场大小;真值比为理论拟合值与实际测量值的百分比。忽略人为的读取误差,可以看出 200 mm 焦距时真值比高达 93.6%,1 100 mm 焦距时的真值比也达到了 88.6%,而且通过拟合后的测量值都比理论值偏大,能够满足某项目对焦距拟合精度的需要。

5 结 论

在多任务、强实时性的 VxWorks 操作系统下通过 Origin 增益偏移 e 指数函数拟合的连续变焦方法,其可信度达到 99%,真值比最高可达 93.6%,解决了传统离散采样点二次函数连续拟合精度不高,特别是离散点采用分段函数编程真值比较低的缺点,通过显控界面可以更方便、直观地进行参数设计控制。

该显控系统在某项目上得以实际应用,对连续变焦的光电设备的焦距公式化有很好的通用性和借鉴性。

参 考 文 献:

[1] 邹华,张孟伟.用步进电机实现连续变焦距光学镜头的变焦控制[J].光电工程,2003,30(1):30-37.
[2] 安源,齐迎春.空间相机直线调焦机构的设计[J].光学精密工程,2009,17(3):610-614.
[3] 许兆林,赵育良,张国栋.新型航空相机自动调焦系统的设计[J].光电与控制,2011,18(4):78-80.
[4] 梁翠萍,李清安,乔彦峰.简析光学系统自动调焦的方法[J].电光与控制,2006,13(6):93-96.
[5] 李零印,王一凡,薛育.基于数字信号处理技术的连续变焦镜头控制系统设计[J].光子学报,2011,40(9):1347-1350.
[6] 米阳,朱玮,张淑梅.基于双直线电机的光学镜头连续变焦控制[J].吉林大学学报(工学版),2011,41:增(2) 297-300.

