

基于 ARM9 的动基座光电测量仿真检测系统

Simulated testing system based on ARM9 for optoelectronic measuring in dynamic base

(1.中国科学院长春光学精密机械与物理研究所;2.中国科学院研究生院) 毛大鹏^{1,2} 刘 洵¹ 韩松伟^{1,2} 杨 芳^{1,2}
MIAO Da-peng LIU Xun HAN Song-wei YANG Fang

摘要:针对目前动基座光电测量仿真检测系统成本高、人机交互性差、携带不方便的问题,设计出了一种可视化、便携的动基座光电测量仿真检测系统。该系统采用了三星 ARM9 处理器、嵌入式 Linux 操作系统以及 Qt/Embedded 技术,使用 Joystick 摇杆和终端控制命令操纵光电平台,由串口通信对平台的各种性能指标进行实时检测。文章介绍了系统组成和软件设计流程,重点对设计中的关键问题——Linux 下 Joystick 编程和串口通信的解决过程进行了阐述。测试表明,该系统具有功能丰富、可靠性高、操作便捷等优点。

关键词: ARM9 处理器; 嵌入式 Linux; Qt/Embedded; Joystick 编程; 串口通信

中图分类号: TP311

文献标识码: A

技术创新

Abstract: A portable and visual simulated testing system is designed in order to solve the current problems of optoelectronic measuring in dynamic base about high cost, poor human-computer interaction and discommodious carrying. The system utilizes three technologies which are ARM9 processor of Samsung, embedded Linux operating system and Qt/Embedded. It uses Joystick rocker and terminal control command to manipulate the optoelectronic measuring platform, and makes real-time detects about the capabilities of the platform by serial communication. This paper introduces the composing and the embedded software design flow of the system, importantly expatiates the resolved processes of the key technologies——Joystick programming and serial communication under Linux. The experiment results indicate that this system has many advantages such as abundant functions, high reliability and convenient operation and so on.

Key words: ARM9 processor; embedded Linux; Qt/Embedded; Joystick programming; serial communication

1 引言

动基座光电测量平台按载体的不同可分为车载、舰载、机载和星载四种。为了保证测量平台系统的可靠性和测量的准确性,平台在正式放到载体上运行之前需要进行仿真检测。目前的动基座光电测量仿真检测系统大多成本高、人机交互性差,携带不方便,给外场检测带来诸多不便。本文针对这个问题,利用三星的 ARM9 处理器 S3C2410、嵌入式 Linux 操作系统以及 Qt/Embedded 技术相结合,设计出了一种可视化便携的动基座光电测量仿真检测系统。该系统使用 Joystick 摇杆和终端控制命令操纵光电平台,通过串口通信实时检测平台的各种性能指标。

S3C2410 是三星公司生产的一款基于 ARM920T 内核的 32 位 RISC 微处理器,主频可达 203 MHz。其内部集成大量的外围资源,具有高性能、低功耗、接口丰富的特性。Linux 具有丰富的软件资源,功能强大的内核、性能高效稳定、多任务、易于裁减;支持多种体系结构和大量的周边硬件设备;良好的开发环境,不断发展的开发工具集。由于其开源的特性,有效降低了产品开发成本。Qt/Embedded 是著名的 Qt 库开发商 TrollTech 开发的基于 Framebuffer 而又面向嵌入式系统的 Qt 版本。具有界面美观、控件资源丰富和较好的可移植性。

2 系统硬件结构与组成

在经过分析、筛选之后,选择合适的硬件搭建硬件开发环境。光电测量仿真检测系统的硬件环境,主要由以 S3C2410 为

核心的单板机、带触摸屏的 LCD、Joystick 摇杆和 SD 卡四部分组成。系统的总体结构图如图 1 所示。

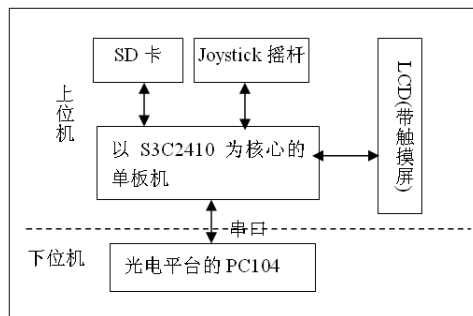


图 1 系统整体结构图

虚线以上的部分为光电测量仿真检测系统的硬件环境,其各部分组成与功能如下:

(1) 以 S3C2410 为核心的单板机。这是整个系统的硬件核心。它带有一个 64M 的 SDRAM 和一个 64M 的 Nand Flash。一个 SD 卡插座用来安装数据存储用的 SD 卡,一个 USB Host 用来接输入控制手柄(即 Joystick 摇杆),一个 USB Device 接口用于系统程序的烧写。为了开发时的调试方便,还扩展了一个 10M 的以太网接口,主要用于和宿主机通讯、调试和下载程序。同时还带有两个 DB9 的串口,一个用于设计阶段的调试,另一个用于与下位机上的 PC104 通信,从而达到控制光电测量平台的目的。

(2) 带触摸屏的 LCD。这是系统的显示控制终端,负责用户控制端的图形界面显示。用户可以在发送面板上根据自己的需

毛大鹏: 硕士生

求输入控制命令,同时在接收面板会显示下位机传过来的各项性能指标。

(3)SD 卡。它是系统的存储设备,负责存储通信数据。出于系统小型化和便携的考虑,我们选择体积较小的 SD 卡作为数据存储介质。

(4)Joystick 摇杆,也称输入控制手柄。它是系统的控制杆,主要用来模拟飞行器的控制手柄以操纵测量平台。

由于篇幅的限制,这里只简要的介绍了一下系统的硬件开发环境。在接下来的部分将详细的阐述其软件开发流程。

3 系统软件设计与实现

3.1 系统软件开发环境的搭建

在进行嵌入式软件开发之前必须先搭建好系统软件开发环境,主要分以下几个步骤:

(1) 建立交叉编译环境。

在宿主机上建立 Qt/Embedded 的交叉编译环境,这一步是最基本也是很重要的。首先要获得支持目标平台的交叉编译工具,然后解压缩并安装到宿主机的/usr/local 目录下,接下来设置交叉编译环境的路径。

(2) 搭建 Qt/Embedded 开发环境。

选择合适的 Qt/Embedded 版本,根据具体的需求(比如中文显示、线程支持等),选择需要编译的模块。然后先在宿主机上安装并建立 Qt/Embedded 桌面运行环境,再安装并建立 Qt/Embedded 的 ARM 运行环境。

(3) 内核的定制。

嵌入式 Linux 系统由于受硬件资源的限制,在实际开发时往往需要裁减,然后定制出适合自己硬件资源的嵌入式操作系统。利用已经建立的交叉编译环境编译生成目标板上可运行的系统内核。

(4) 文件系统的制作。

定制完内核后,还要根据需要制作相应的嵌入式文件系统,然后将生成的文件系统映像下载到目标板上。

3.2 系统软件开

搭建软件开发环境后,接下来进行终端应用程序的开发。动基座光电测量系统的终端程序主要由发送、接收和串口通信三大模块组成。其中发送模块分为 Joystick、控制命令和发送显示三部分,接收模块分为接收显示和数据存储两部分。终端系统的主要功能模块框架图如图 2 所示。

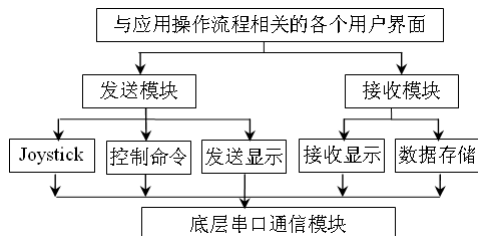


图 2 功能模块框架图

在终端应用程序设计过程中的难点和关键技术就是 Joystick 编程和串口通信部分,接下来将详细的阐述这两个部分的解决过程。

3.2.1 Joystick 编程

在 Windows 下可以利用 DirectInput 来完成 Joystick 编程,这种方法比较成熟、完善。而在 Linux 下进行 Joystick 编程的难度相对要大一些。主要的参考资料就是内核中关于 Joystick 的

驱动部分。图 3 为 Joystick 模块的数据流程图。接下来详细的分析一下 Joystick 编程的具体实现过程。

(1) 打开 Joystick 设备

Linux 下将设备都看成文件,打开 Joystick 设备和打开普通文件一样,都使用 open 函数。如下所示:

```
fd=open("/dev/js0", O_RDONLY); /* "/dev/js0"代表第一个 Joystick 设备 */
```

(2) 获取设备的轴和按钮个数

ioctl(jsfd, JSIOCGAXES, &numaxes):获取 Joystick 轴的个数;

ioctl(jsfd, JSIOCGBUTTONS, &numbuttons):获取 Joystick 按钮个数。

(3) 读取 Joystick 事件

```
struct js_event e;
read(fd, &e, sizeof(struct js_event)); 如果成功就返回 sizeof(struct js_event)。
```

```
struct js_event {
    __u32 time; /* 事件的时间戳,以微秒为单位 */
    __s16 value; /* 各轴向移动时的值 */
    __u8 type; /* 事件类型 */
    __u8 number; /* 轴/按钮数目 */
};
```

js_event.type 有以下三种值:

#define JS_EVENT_BUTTON 0x01 /* 按钮按下/松开 */

#define JS_EVENT_AXIS 0x02 /* Joystick 移动 */

#define JS_EVENT_INIT 0x80 /* 设备状态初始化 */

当 js_event.type= JS_EVENT_BUTTON 时,根据按钮的状态响应相应的事件;当 js_event.type= JS_EVENT_AXIS 时,根据该轴移动的距离响应该轴的相应事件。

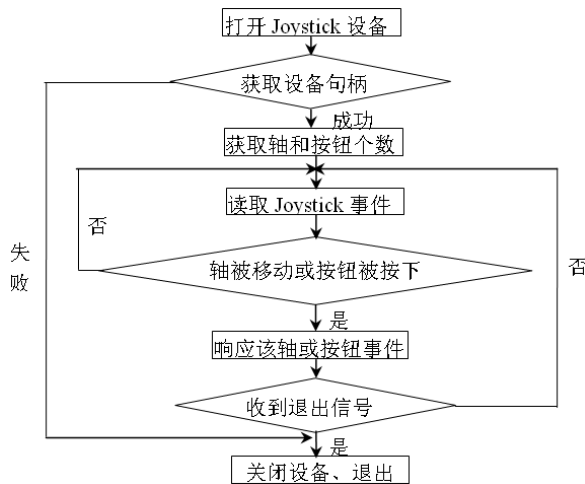


图 3 Joystick 程序流程图

3.2.2 串口通信

串口通信模块作为各个应用功能模块的基础,在终端系统的设计中占据了相当大一部分工作,属于底层软件模块。我们将串口通信模块从实现层次上划分为以下几个部分:

(1) 基于 Linux 的串行口数据发送与接收程序

除了必要的串口初始化、串口打开操作以及串口属性设置外,基于 Linux 的串行口数据发送程序 PortSend()实现就是调用 write,向串口设备文件/dev/ttyS0 写数据;接收程序 PortRecv()略微复杂,需要调用 select 和 read,从/dev/ttyS0 读取数据(/dev/

ttyS0 代表 COM1 设备文件)。另外读写操作完毕后,一定要关闭串口释放资源。这里要注意的一点是:上、下位机串口属性的设置必须一致,它一般由用户协议约定。本文设置为:波特率 B57600,8N1 方式(8 位数据位、无奇偶校验、1 位停止位)。

(2)数据包解析 打包和拆包

根据终端应用程序和下位机 PC104 之间的协议将数据包打包发送,之后再按照同样的协议对接收的数据包拆包。

(3)串口通信与终端操作界面之间的有机融合

在串口通信与终端操作界面的有机融合上,我们采用了一种多线程的思想。分发送线程和接收线程。发送线程属于主动发送,每 20ms 向下位机发送一帧数据。接收线程属于被动接收。当接收缓冲区中的数据长度达到设定长度之后,就读取数据,然后拆包并显示下位机的相关信息。数据显示部分的刷新时间约为 100ms。

3.3 代码编写与调试

先在 PC 机上编写各个模块的源代码,然后将其编译成各个目标模块,再将所有目标模块及相关库文件链接成可供下载调试或固化的可执行程序。

调试嵌入式 Linux 应用软件主要使用 GDB 远程调试功能,利用 GDB 进行远程调试并不像在本机上调试一个可执行程序那么简单。首先使用 target remote 命令指定需要调试的远程机器和连接设备(如/dev/ttyS0:串口 1),然后在远程目标机上实现一个 stub 文件。该文件提供串口连接的协议和传送数据信息的方法,同时还监控被调试的程序,把调试信息显示给主机。GDB 远程调试的原理如图 4 所示。



图 4 GDB 远程调试原理图

4 测试结果

将最后定型的可执行程序烧写到目标板上,然后进行地面仿真试验。该仿真系统使用+5V 的输入电压,由 Joystick 摇杆和发送面板上的控制指令,灵活的操纵光电平台的各种运行状态。接收面板上能以 100ms 的刷新频率实时显示光电平台的各种性能指标,同时如果选择数据存储的话,还可以将这些数据信息存储在 SD 卡上。

这里以光电平台的高低温实验为例,在全程 2 个小时中,该仿真系统始终能和光电平台正确通信,并实时显示平台的各项性能指标。测试结果表明该系统具有功能丰富、可靠性高、操作便捷等优点。

5 结束语

本文作者创新点:利用 ARM9 处理器强大的功能,以及嵌入式 Linux 和 Qt/Embedded 为网络、可视化图形界面、多进程或多线程编程等提供的便捷高效的底层支持,开发出的嵌入式光电测量仿真检测系统具有功能丰富、可靠性高、界面友好、操作方便等诸多优点。该项目在目前产生经济效益约为 50 万元,该系统稍做修改即可应用到其他同类产品中,具有较大的实际应用和推广价值。

参考文献

[1]SAMSUNG ELECTRONICS. USER'S MANUAL S3C2410X 32-

Bit RISC Microprocessor Revision 1.2 [DB/OL]. 2003-05. <http://www.Samsungsemi.com>.

[2]Trolltech. Online Reference Documentation[DB/OL]2005. <http://doc.trolltech.com>

[3]孙琼.嵌入式 Linux 应用程序开发详解[M].北京:人民邮电出版社,2006

[4]张建军等.Linux 平台下串行口全双工通讯的实现[J].合肥工业大学学报(自然科学版),2003,26(2):165-170

[5]吴振纲,陈虎.PLC 的人机接口与编程[J].微计算机信息,2005,8-1:21-23

作者简介:毛大鹏(1979-),男,吉林长春人,硕士生,研究方向嵌入式系统。刘洵(1954-),女,吉林长春人,研究员,硕士生导师,主要从事机载光电设备与计算机控制与应用等方向的研究。韩松伟(1980-),男,吉林蛟河人,硕士生,研究方向电路与系统。杨芳(1982-),女,湖北襄樊人,硕士生,研究方向嵌入式系统。

Biography: MAO Da-peng, male (Han nationality), Ji Lin Province, Changchun Institute of Optics Fine Mechanics and Physics Chinese Academy of Sciences, Master, Research area: embedded system.

(130033 长春中国科学院长春光学精密机械与物理研究所)

毛大鹏 刘 洵 韩松伟 杨 芳

(100039 北京 中国科学院研究生院) 毛大鹏 韩松伟 杨 芳

(Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033)

MIAO Da-peng LIU Xun HAN Song-wei YANG Fang

(Chinese Academy of Sciences, Beijing 10039)

MIAO Da-peng HAN Song-wei YANG Fang

通讯地址:(130033 长春中国科学院长春光学精密机械与物理研究所)毛大鹏

(收稿日期:2009.03.23)(修稿日期:2009.04.25)

《现场总线技术应用 200 例》

现场总线技术是现代工厂、商业设施、楼宇、公共设施运行、生产过程中的现场设备、仪表、执行机构与控制室的监测、控制装置及管理与控制系统之间的数字式、多点通信互连的,数据总线式智能底层控制网络。

现场总线技术保证了现代工厂、商业设施、智能楼宇、公共设施(自来水、污水处理、输变供电、燃气管道、自动抄表、交通管理等)、高可靠、低成本、安全绿色生产运行,同时易于改变生产工艺,多品种生产过程。

本书 200 个应用案例,介绍了 profibus、FF、CANbus、DeviceNET、WorldFIP、INTERbus、CC-Link、LonWorks 及 OPC、工业以太网、TCP/IP 在石油、化工、电力、冶金、铁路、制烟、造酒、制药、水泥、电力传动、机械、交通、设备管理、消防、自来水厂、电解铜、电解铝、继电保护、粮仓及储运、汽车检测、油库管理、造纸、气象、远程抄表、电缆生产、暖通空调、电梯、楼宇自动化及安防、……,各方面的应用。

本书是工程设计人员、设备维护人员、设备采购人员、技术领导干部、大、中专学校教员的案头参考书,同时也是大专院校本科生、研究生做课题、搞毕业设计的必备参考书。有志向有兴趣的高中文化水平的人均为本书读者。

本书已出版。大 16 开,每册定价 55 元(含邮费)。预购者请将书款及邮费通过邮局汇款至

地址:北京海淀区皂君庙 14 号院鑫雅苑 6 号楼 601 室

微计算机信息 邮编:100081

电话:010-62132436

010-62192616(T/F)

<http://www.autocontrol.com.cn>

<http://www.autocontrol.cn>

E-mail:editor@autocontrol.com.cn;

E-mail:control-2@163.com