第 29 卷第 1 期 河 北 科 技 大 学 学 报 Vol. 29, No. 1
2008 年 3 月 Journal of Hebei University of Science and Technology Mar. 2008

文章编号: 1008-1542(2008)01-0040-04

数据采集卡中固件程序的开发

王丽娜[1], 王震洲[1,2], 刘教民[1,2], 王静红[3], 郭 盛[1]

(1. 河北科技大学信息科学与工程学院, 河北石家庄 050018; 2. 华北电力大学电气工程学院, 河北保定 071003; 3. 河北师范大学信息技术学院, 河北石家庄 050091))

摘 要: 讨论了基于 USB2.0 的数据采集卡中固件程序的开发。介绍了该数据采集卡的硬件设计方案, 并对用于实现 USB 接口功能的接口芯片 CY7C68013A 进行了简单的介绍; 然后根据该芯片的固件程序框架的结构, 介绍了固件程序的开发。

关键词: USB2.0; CY7C68013A; 固件程序; 数据采集

中图分类号: TP31 文献标识码: A

Development of firmware program and application program in the data acquisition adapter

WANG Li-na[1], WANG Zhen-zhou[1,2], LIU Jiao-min[1,2], WANG Jing-hong[3], GUO Sheng[1]

(1. College of Information Science and Engineering, Hebei University of Science and Technology, Shijiazhuang Hebei 050018, China; 2. College of Electrical Engineering, North China Electric Power University, Baoding Hebei 071003, China; 3. College of Information Technology, Hebei Normal University, Shijiazhuang Hebei 050091, China)

Abstract: This paper discusses the development of the firmware program and the application program in the data acquisition adapter based on USB2.0. Firstly, it simply introduces the design of the data acquisition adapter and especially the interface CY7C68013A chip supporting the USB; then according to the frame structure of its firmware program, it introduces the development of its firmware program in detail; finally, it introduces the design of driver program and the realization of the application program. It proves by practice that this adapter not only has high sampling accuracy, high velocity and good reliablility, but also has the characters of small volume, convenience and so on.

Key words: USB2.0; CY7C68013A; firmware program; data acquisition

在 USB 产生之前, 现代工业生产中一般通过 PCI 口、ISA 口或是 RS232 串行接口进行数据的采集。但是这些传统的接口存在体积庞大、共享性差、电磁抗干扰性弱等缺点, 因此所采集的数据容易失真。与传统的接口相比, USB 接口技术以其即插即用、热插拔、接口体积小巧、节省系统资源、传输可靠、提供电源、良好的兼容性、共享式通信和低成本等优点, 成为外围设备与计算机进行连接的新型接口, 同时亦被广泛应用于现代工业数据采集。笔者设计的数据采集卡采用 Cypress 公司的 EZ-USB FX2 系列芯片中的 CY7C68013A 作为接口芯片, CY7C68013A 就是一款性能较高的 USB2.0 微控制器。

1 USB 型数据采集卡简介

收稿日期: 2007-10-07; 责任编辑: 李 穆
基金项目: 河北省自然科学基金资助项目(F2006000101)
作者简介: 王丽娜(1981-), 女, 河北石家庄人, 硕士研究生, 主要从事计算机智能控制方面的研究。

该数据采集卡应用在电机参数测试虚拟仪器中, 用来对电机的相关数据进行采集、分析。该数据采集卡基于 USB 总线, 由 A/D 转换器、存储器、CY7C68013A 芯片与工业控制计算机 USB 总线的接口等组成, 其系统框图见图 1。

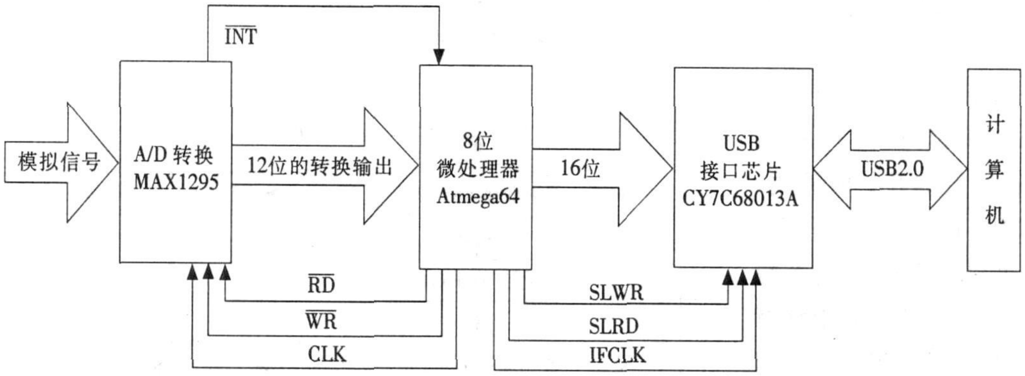

图 1　系统的硬件设计框图

Fig. 1　Diagram of system hardware design

经过放大器放大的模拟信号, 送到 A/D 转换器 MAX1295 的输入端, 在 8 位微处理器 Atmega64 的控制下完成 A/D 转换, 并把数据送到 USB 接口芯片 CY7C68013A 的端点缓冲区中, 最后经过工业控制计算机总线 USB 接口将数据调入计算机中进行处理, 用户通过客户端软件即可对数据采集卡进行固件下载、获取管道信息、采集数据、进行存储等操作[1,2]。

CY7C68013A 支持 12 Mb/s 的全速传输和 480 Mb/s 的高速传输, 可使用 4 种 USB 传输方式: 控制传输; 中断传输; 块传输和同步传输。完全适用于 USB2.0, 并向下兼容 USB1.1。

2　固件编程

固件是在 USB 接口芯片加电后, 由其他设备加载到 CY7C68013A 中并在其中运行完成接口数据传送功能的一段程序。其作用是辅助或者说控制硬件来完成预期的设备功能。固件的主要功能包括: 初始化工作, 辅助硬件完成设备的重新枚举(ReNumeration) 过程, 对主机的设备响应做出适当的响应; 对中断的处理; 数据的接收与发送; 对外围电路的控制。

在该系统中, CY7C68013A 芯片的固件程序控制整个硬件系统的运行, 并负责处理 PC 主机发来的各种 USB 请求, 以完成它们之间的数据传输。该固件的编程, 是根据 Cypress 公司提供的固件编程框架(见图 2) 来完成的。开发所使用的编程语言则是 Keil 公司的 C51 编译器, 集成开发环境为 uVision2, 所使用的传输方式为高速块 IN 传输。

这个程序框架按照结构化的程序设计方法, 将整个程序分为几个不同的功能模块, 分别是初始化、重新枚举和响应设备请求。

初始化: 主程序一开始首先进行一些全局变量的初始化工作, 之后调用 TD_Init() 函数。用户在该函数中添加自己的初始化代码以配置 I/O 端口。初始化工作还包括开中断、清除所有等待的 USB 中断请求等。

重新枚举: 初始化之后, 固件程序将会检测是否收到设置数据(GOTSUD 标志位是否为真), 如果没有, 程序会以 1 s 为间隔, 软件模拟设备的断开和连接, 直到收到设置数据为止。

最后就是响应设备请求。

在该固件程序设计中, 包含 9 个程序文件: testregs.h, testregs.inc, testheader.h, testdly.h, dscrptr.a51, delayms.a51, jumptable.a51, main.c 和 function.c。其中: 头文件 testregs.h, testregs.inc 对 EZ-USB FX2 中的各种功能寄存器进行了定义; testheader.h 定义了通用的 FX2 常量、数据类型和宏; testdly.h 定义了 FX2 中某些寄存器所需的同步延时宏; dscrptr.a51 定义了系统所使用的各种 USB 描述符; delayms.a51 中包含了延时 1 ms 子程序和芯片挂起处理子程序; jumptable.a51 文件定义了 FX2 中的中断跳转表; main.c 是固件运行的主程序文件, 负责处理各种 USB 设备请求; function.c 中包含各种功能函数的定义, 如 TD_Init() 和 TD_Poll()。

在 main. c 文件的基础上, 还定义了 3 个中断服务子程序, 其中 2 个中断服务子程序将数据读取到块端点 IN6 的缓冲区, 并配置端点 IN2 以供主机访问。Function. c 中的 TD_Init( ) 函数负责对 CY7C68013A 进行初始化, 它在固件运行的开始时调用, 首先设置 CPU 时钟为 48 MHz; 然后配置 EZ-USB FX2 的各个端点; 最后是 FX2 的双自动指针特性和远程唤醒功能。TD_Poll( ) 函数则负责完成 USB 块传输, 在该程序中, 使用了 3 个块端点: IN6, OUT2 和 OUT7。其中: IN6 负责读取模数转换的结果, 并将其送到主机; OUT2 负责清空缓冲器并启动定时器; OUT7 负责停止定时器。

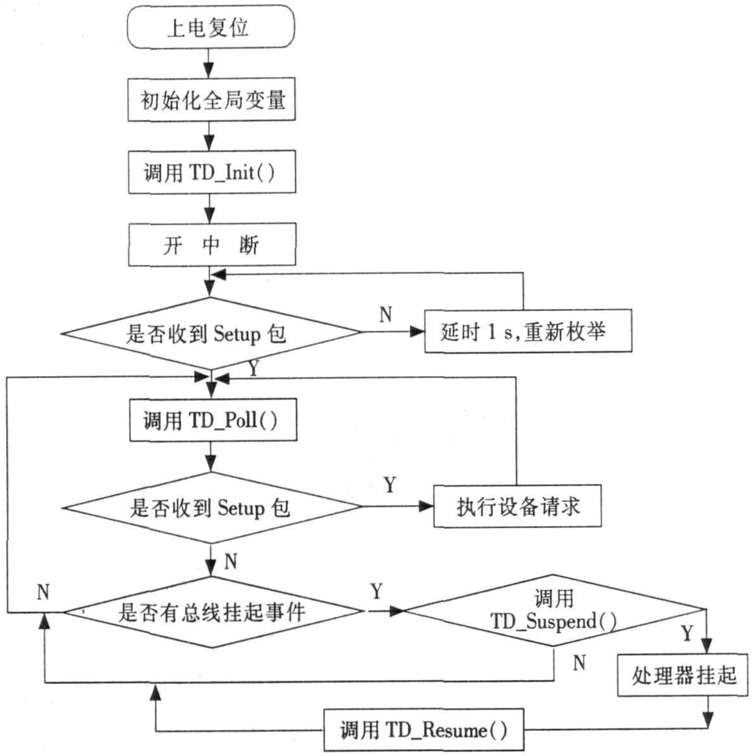

图 2　固件编程框架

Fig. 2　Firmware programming framework

3　驱动程序的设计

Windows 应用程序无法与 USB 设备直接通信, 所有与设备的通信都必须通过 USB 的设备驱动程序。当 USB 设备连接至 USB 总线时, 这些驱动程序就会自动载入, 当拔下 USB 设备时, 就会自动取消载入的程序。

USB 设备驱动程序的开发是硬件开发过程中的一个重要组成部分, 它是硬件功能实现的保证, 所以 USB 总线设备的开发也离不开客户端驱动程序的设计, 数据采集系统作为一种 USB 设备, 同样也需要驱动程序的开发。

在 Cypress 公司的 EZ-USB FX2 开发包中, 有一个通用的驱动程序 EZ-USB GENERAL PURPOSE DEVICE DRIVER(GPD), 在本设计中, 由于对设备没有特殊要求, 同时也是考虑到自己编写的驱动程序对 Windows 系统的安全性会造成一定的威胁, 所以选择采用 Cypress 公司提供的这个通用驱动程序。

虽然驱动程序是为设备的硬件层编程服务的, 但同样需要提供和应用程序进行通信的能力, 从而最终达到应用程序控制设备的目的。如果驱动程序不具备和应用程序通信的能力, 那么应用程序就无从控制硬件层, 用户就不能对硬件进行操作和控制。

应用程序可直接调用 GPD 的函数来实现与设备的数据交换。表 1 就是驱动程序为应用程序提供的一些接口函数。

表 1　Win32 API 与驱动 IRP 的对应函数

Tab. 1　Correspondent function of Win32 API and drive IRP

Win32 API	DRIVER_FUNCTION- xxx IRP_MJ_xxx
CreateFile()	CREATE
DeviceIoControl()	DEVICE_CONTROL
CloseHandle()	CLOSE CLEANUP

其中, 函数 CreateFile() 是通过设备名字来打开设备, 这个名字在驱动程序中已经注册了, 并且会获得设备的句柄, 有了设备句柄就可以读写设备了。可以通过下面的语句来获得驱动程序的句柄:

HANDLE hDevice;

```
hDevice = CreateFile ("\\\\.\\Oneusb", GENERIC_READ | GENERIC_WRITE ,
    FILE_ SHARE_READ | FILE_ SHARE_WRITE , NULL , OPEN_EXIST2ING,
    FILE_ ATTRIBUTENORMAL, NULL) ;
```

DeviceIoControl()函数用来读写设备控制,应用程序以不同的参数调用该函数来控制设备,以完成应用程序和驱动程序之间数据交换的功能。

CloseHandle( )是通过设备句柄关闭设备,请求完成之后一定要记得关闭设备。

本应用程序中用到的设备控制请求代码(dwIoControlCode)如下:

1) IOCTL_EZUSB_GET_PIPE_INFO(获取端点信息);

2) IOCTL_EZUSB_GET_DEVICE_DESCRIPTOR(获取设备描述符);

3) IOCTL_EZUSB_ANCHOR_DOWNLOAD(固件下载请求);

4) IOCTL_ EZUSB_VENDOR_REQUEST(供应商自定义请求代码);

5) IOCTL_EZUSB_BULK_READ(块读取)。

4 结　语

在简单介绍了高速数据采集卡硬件组成的基础上,结合实际应用,着重介绍了数据采集系统中核心器件CY7C68013A 固件程序的设计方法和固件程序的实现。实践证明,笔者所设计的高速数据采集卡采样精度高、传输速度快、可靠性能好,同时还具有 USB 设备体积小、使用方便等特点。

参考文献:

[1] 张　弘. USB 接口设计[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2002.

[2] 王金英, 王震洲, 刘教民. 决策树算法在智能断路器中的应用[J]. 河北科技大学学报, 2006, 27(4): 302-305.

(上接第 **29** 页)

足以抑制酚类物质氧化时,随着保温时间的延长,细胞破裂更为彻底,所获得的 DNA 质量有所增加[5],但时间太长,随之还产生了更多的糖和蛋白,使更多的 DNA 降解,可见保温时间并不是越长越好。

参考文献:

[1] 刘秋元, 赵　杰, 刘文元. 冬青卫矛的研究[J]. 河南林业科技, 2003, 23(2): 6-7.

[2] 刘　露, 罗杰英. 卫矛属植物化学成分及药理活性的研究概况[J]. 中南药学, 2005, 3(3): 170-172.

[3] 张　宁, 王凤山. DNA 提取方法进展[J]. 中国海洋药物, 2004, (2): 40-46.

[4] 魏　群. 分子生物学实验指导[M]. 北京: 北京高等教育出版社, 1999.

[5] 王传堂, 黄　粤, 杨新道, 等. 改良 CTAB 法和高盐低 pH 值法提取花生 DNA 的效果[J]. 花生学报, 2002, 31 (3): 20-23.

[6] 陈昆松, 李　方, 徐昌杰, 等. 改良 CTAB 法用于多年生植物组织基因组 DNA 的大量提取[J]. 遗传, 2004, 26(4): 529-531.

[7] SAMBROOK J, FRITSCH E F, MANIATIS T. Molecular Cloning: A Labortory Manual [M]. 2nd ed. London: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1989.

[8] GREEN M J, THOMPSON D A, MACKENZIE D J. Easy and efficient DNA extraction from woody plants for the detection of phyto plasmas by polymerase chain reaction [J]. Plant Disease, 1999, 83: 482-485.

[9] KIM C S, LEE C H, SHIN J S, et al. A simple and rapid method for isolation of high quality genomic DNA from fruit trees and conifers using PVP [J]. Nucleic Acids Res, 1997, 25: 1 085-1 086.

[10] 李晓波, 冯　波, 张朝晖, 等. 植物药材总 DNA 提取[J]. 中草药, 2002, 33(7): 652-654.

《河北科技大学学报》期刊五年影响因子达 0.476

根据《2007 年版中国期刊高被引指数》所给出的统计数据显示,《河北科技大学学报》的期刊五年影响因子已达 0.476,位居河北省高校主办期刊第二。影响因子是世界上普遍公认的期刊评价的客观指标,该指标越高,一般来说,则反映期刊的社会影响力也就越大。

(本刊编辑部)