

基于 LabVIEW 的 USB 实时数据采集处理系统的实现

广州华南师范大学激光生命科学研究所(510631) 尹邦政 魏亚东 邢 达 何永红

摘 要: 介绍了以图形化编程语言 LabVIEW 为应用程序开发平台的 USB 数据采集处理系统的设计,并给出了 LabVIEW 对外部动态链接库的调用方法以及 USB 驱动程序的设计方法。

关键词: USB LabVIEW 数据采集

通用串行总线 USB(Universal Serial Bus)作为一种新型的数据通信接口在越来越广阔的领域得到应用。而基于 USB 接口的数据采集卡与传统的 PCI 卡及 ISA 卡相比具有即插即用、热插拔、传输速度快、通用性强、易扩展和性价比高等优点。

USB 的应用程序一般用 Visual C++ 编写,较为复杂,花费的时间较长。由美国国家仪器(NI)公司开发的 LabVIEW 语言是一种基于图形程序的编程语言,内含丰富的数据采集、数字信号分析以及控制等子程序,用户利用创建和调用子程序的方法编写程序,使创建的程序模块化,易于调试、理解和维护,而且程序编制简单、直观。因此它特别适用于数据采集处理系统。利用它编制 USB 应用程序,把 LabVIEW 语言和 USB 总线紧密结合起来的数据采集系统将集成两者的优点。USB 总线可以实现对外部数据实时高速的采集,把采集的数据传送到主机后再通过 LabVIEW 的功能模块顺利实现数据的显示、分析和存储。

1 USB 及其在数据采集设备中的应用

USB 自 1995 年在 Comdex 上亮相以来,已广泛地为各 PC 厂家所支持。现在生产的 PC 几乎都配备了 USB 接口,Microsoft 的 Windows 98、NT 以及 Mac OS、Linux 等流行操作系统都增加了对 USB 的支持。USB 具有速度

快、设备安装和配置容易、易于扩展、能够采用总线供电、使用灵活等主要优点,应用越来越广泛。

一个实用的 USB 数据采集系统硬件一般包括微控制器、USB 通信接口以及根据系统需要添加的 A/D 转换器和 EPROM、SRAM 等。为了扩展其用途,还可以加上多路模拟开关和数字 I/O 端口。系统的 A/D、数字 I/O 的设计可沿用传统的设计方法,根据采集的精度、速率、通道数等诸元素选择合适的芯片,设计时应充分注意抗干扰性,尤其对 A/D 采集更是如此。在微控制器和 USB 接口的选择上有两种方式:一种是采用普通单片机加上专用的 USB 通信芯片;另一种是采用具备 USB 通信功能的单片机。USB 的另一大优点是可以总线供电,在数据采集设备中耗电量通常不大,因此可以设计成总线供电。

一个 USB 设备的软件一般包括主机的驱动程序、应用程序和写进 ROM 里面的 Firmware。Windows98 提供了多种 USB 设备的驱动程序,但还没有一种专门针对数据采集系统,所以必须针对特定的设备编制驱动程序。尽管系统已经提供了很多标准接口函数,但编制驱动程序仍然是 USB 开发中最困难的一件事。通常采用 Windows DDK 实现,但现在有许多第三方软件厂商提供了各种各样的生成工具,如 Compuware 的 Driver Works、Blue Waters 的 Driver Wizard 等软件能够轻易地生成高

(接上页)

```
&TakePictInfo); //拍照
ret=DC280_TakePicture(&Camera, TRUE, &ThumbImgInfo,
    &GenericPictInfo, (VOIDPTR)&SpecificPictInfo);
```

//可以根据需要加上文件传递函数等

```
DC210_CloseCamera(CameraData); //关闭相机
```

其中 DC280_ControlTakePicture 的第二个参数为 GetSetFlag。当其为 true 时表示从相机中获取设置参数;为 false 时表示将改动过的参数输送给相机。DC280_Camera 的数据结构如下:

```
typedef struct {DC210_PortNum PortNum;
    DC210_BitRate BitRate;
    DC210_CameraType CamType;
```

```
BOOL CameraOpenFlag;
```

```
VOIDPTR InternalUseOnly;
```

```
} DC280_Camera ;
```

本文通过柯达公司的 DC280 SDK 开发工具对 SDK 及利用它开发相机应用程序进行了简单介绍。其他公司 SDK 的使用方法基本类似,只是函数名称略有不同,使用方法是一致的。SDK 中函数及其参数的详细说明,可以在相机制造商的英文网站上从开发工具一览中找到。

参考文献

- 1 Kodak DC280 Camera Software Development Kit Library Reference Manual. Version 0.71.1999;(6)
(收稿日期:2003-03-16)

质量的 USB 驱动程序。单片机程序的编制也同样困难,而且没有任何一家厂商提供了自动生成的工具。编制一个稳定、完善的单片机程序直接关系到设备性能,必须给予充分的重视。以上两个程序是开发者所关心的,而用户却不大关心。用户关心的是如何高效地通过鼠标操作设备,如何处理和分析采集进来的大量数据。因此还必须有高质量的用户软件。用户软件必须有友好的界面、强大的数据分析和处理能力以及提供给用户进行再开发的接口。

2 LabVIEW 及其外部动态链接库的调用

LabVIEW 是美国国家仪器 (NI) 公司开发的一种基于图形程序的虚拟仪表编程语言,其在测试与测量、数据采集、仪器控制、数字信号分析、工厂自动化等领域获得了广泛的应用。LabVIEW 程序称为虚拟仪器程序(简称 VI),主要包括两部分:前面板(即人机界面)和框图程序。前面板用于模拟真实仪器的面板操作,可设置输入数值、观察输出值以及实现图表、文本等显示。框图程序应用图形编程语言编写,相当于传统程序的源代码。其用于传送前面板输入的命令参数到仪器以执行相应的操作。LabVIEW 的强大功能在于层次化结构,用户可以把创建的 VI 程序当作子程序调用,以创建更复杂的程序,而且,调用阶数可以是任意的。LabVIEW 这种创建和调用子程序的方法使创建的程序模块化,易于调试、理解和维护。LabVIEW 编程方法与传统的程序设计方法不同,它拥有流程图程序设计语言的特点,摆脱了传统程序语言线性结构的束缚。LabVIEW 的执行顺序依方块间数据的流向决定,而不像一般通用的编程语言逐行执行。在编写方块图程序时,只需从功能模块中选用不同的函数图标,然后再以线条相互连接,即可实现数据的传输。

LabVIEW 虽有接口卡的驱动和管理程序,但主要是针对 NI 公司自己生产的卡。对于普通的 I/O 卡,还不能直接被 LabVIEW 所应用,必须采取其他方法。其中可以用 LabVIEW 的 PortIn 和 PortOut 功能,但此法应用简单,无法实现较复杂的接口功能。而采用动态链接库,可以根据具体需要编写适当的程序,灵活利用 LabVIEW 的各项功能。用户可以自己编写 DLLs 实现 LabVIEW 与硬件的连接。用 VC++6.0 编制动态链接库,首先生成 DLL 框架,AppWizard 将自动生成项目文件,但不产生任何代码,所有代码均需用户自己键入。DLL 需要的文件有:① h 函数声明文件;② c 源文件;③ def 定义文件。h 文件的作用是声明 DLL 要实现的函数原型,供 DLL 编译使用,同时还提供应用程序编译使用。c 文件是实现具体文件的源文件,它有一个入口点函数,在 DLL 被初次调用时运行,做一些初始化工作。一般情况下,用户无须做什么初始化工作,只需保留入口点函数框架即可。def 文件是 DLL 项目中比较特殊的文件,它用来定义该 DLL 项目将输出哪些函数,只有该文件列出的函数才能被应用函数调用。要输出的函数名列在该文件 EXPORTS 关键字下面。

3 基于 AN2131Q 的单光子采集系统^[6]

该采集系统由笔者自行开发并用于单光子计数种子活性快速检测仪中。它主要由将光子信号转为电信号的光电倍增管(PMT)及其辅助电路和基于 AN2131Q 的 USB 采集卡组成。PMT 及其前置放大器、放大器、甄别器等辅助电路能将微弱的光子信号转换为 15ns 的标准 TTL 脉冲信号,脉冲信号经过分频处理后再被 USB 采集,USB 将采集的结果实时地传给主机处理。

3.1 USB 采集卡的硬件组成

该采集卡由微控制器、USB 通信接口、主机以及数字 I/O 端口组成,如图 1 所示。

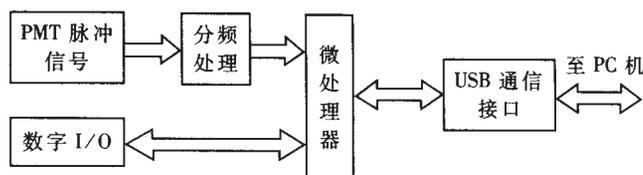


图 1 USB 采集卡的构成

笔者设计了一种同步传输方式的单片方案,应用了内置微处理器的 USB 芯片——EZ-USB AN2131Q。它是 Cypress 公司的一种内嵌微控制器的 80 脚 USB 芯片,包含三个 8 位多功能口,8 位数据端口,16 位地址端口,二个 USB 数据端口,二个可定义为 16 位的定时/计数器和其他输入输出端口。其采用一种基于内部 RAM 的解决方案,允许客户随时不断地设置和升级,不受端口数、缓冲大小和传输速度及传输方式的限制。片内嵌有一个增强型的 8051 微控制器,其 4 个时钟的循环周期使它比标准 8051 的速度快 3 倍。采用同步传输方式将单片机的计数值实时传送给主机,而主机对计数器的控制信号则采用块传输方式传送。EZ-USB 是 Cypress 公司推出的 USB 开发系统,它为 USB 外设提供了一种很好的集成化解决方案。EZ-USB 在其内核已做了大量繁琐的、重复性的工作,这样就简化了开发代码,进而缩短了开发周期。此外,开发商还提供了配套的开发软件(包括编译软件 uVision 51、调试软件 dScope 51、控制软件 EZ-USB Controll Panel)以及驱动程序 GPD(General Purpose Driver)接口,以便于用户进行开发使用。

3.2 USB 采集卡的软件构成

在 USB 的 Firmware 中,采取同步传输(Isochronous Transactions)和块传输(Bulk Transactions)两种传输方式。同步方式用来实时传送采集的数据,块传输主要用来传输主机的命令信号和 USB 的状态信息。块传输中利用端点(Endpoint)2。两种传输方式的核心中断程序如下:

```

void ISR_Sutok(void) interrupt 0 //块传输方式
{
    //initialize the couters in the 8051
    TMOD = 0x05;
    TCON = 0x10;
}
  
```

```

TH0 = 0;
TL0 = 0;
thb=0;

EZUSB_IRQ_CLEAR();
USBIRQ = bmSUTOK;    //Clear SUTOK IRQ
}

void ISR_Sof(void) interrupt 0    //同步传输方式
{
    if(TCON&0x20){ //Deal with the counter overflow
        TH0 = 0;
        TL0 = 0;
        THB++;
        TCON&=0xdf;}

    IN8DATA = TH0;    //3 Bytes counter result
    IN8DATA = TL0;
    IN8DATA= THB;

    EZUSB_IRQ_CLEAR();
    USBIRQ = bmSOF;    //Clear SOF IRQ
}
    
```

在 LabVIEW 应用程序中设计了一 Usb.dll 文件作为 LabVIEW 与 USB 的驱动程序。由于 EZ-USB 开发系统中已经提供了底层驱动程序(GPD)接口函数,用户只需调用这些函数即可与 USB 设备连接。因此在 DLL 的编制中只需调用它提供的函数,大大节约了开发时间,提高了开发速度。创建的 Usb.dll 文件中包含了如下五个输出函数,功能说明如表 1 所示。

表 1 Usb.dll 包含函数的功能说明

Control	主机对 USB 设备的控制
ReadResult	获取 USB 发送到主机的数据
StartIsoStream	启动设备的同步传输流
StartThread	得到标准设备的设备描述符
StopThread	关闭设备的同步传输流

其定义如下:

```

LPSTR __declspec (dllexport) __stdcall Control(int input);
int __declspec (dllexport) __stdcall ReadResult(void);
int __declspec (dllexport) __stdcall StartIsoStream(void);
int __declspec (dllexport) __stdcall StartThread(void);
int __declspec (dllexport) __stdcall StopThread(void);
    
```

开启设备和获取采集数据的过程如图 2 所示。它的主要功能有:开启或关闭 USB 设备、检测 USB 设备、设置 USB 数据传输管道(pipe)和端点(endpoint)、实时从 USB 接口采集数据、显示并分析数据。

程序在 VC++6.0 环境下编译成功后自动生成 DLL 文件。调用时,在框图程序窗口打开 FunctionPalette(功能模板),在 Advanced 模块包含有对库函数的调用模块,即 CallLibraryFunction。把编写好的 DLLs 放在当前目录或特

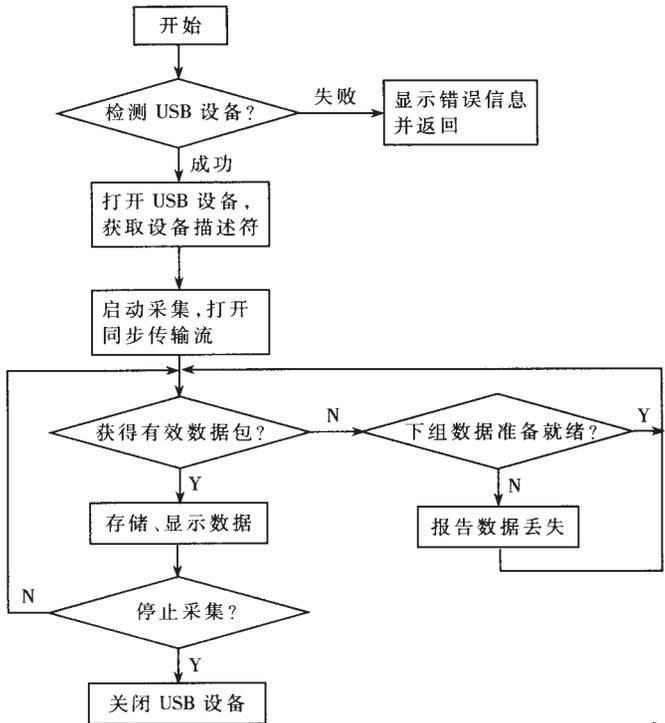


图 2 开启设备和获取采集数据的流程图

定目录下。在功能模板放置函数调用模块,然后选 Configure,出现对话框。根据 LabVIEW 与 DLLs 的参数对应关系填写好 DLL 文件的路径(DLL 文件不在当前目录下)、被调用函数名、参数的类型及返回类型。需要注意的是,当调用多个函数时要分别填写参数的个数和对应的类型,而且在调用过程中应保持数据位的一致。填好选择 OK 按钮后,LabVIEW 将自动生成各参数的入口及出口状态。这样就实现了 LabVIEW 与 DLLs 的调用。

通过上述方法成功实现了 LabVIEW 与 USB 驱动程序的数据交换,从而实现了以 LabVIEW 为应用程序的 USB 实时采集处理系统。将 USB 采集卡增加 A/D 或 D/A 并对电路作相应的改动后,即可实现传统采集卡的所有功能。很明显,这种集成了 USB 接口优点和 LabVIEW 图形化编程语言的采集处理系统与传统采集卡相比具有不可比拟的优势,不仅性价比高、通用性强、易于开发、数据处理简单,且可以大大缩短开发时间。

参考文献

- 1 National Instruments. LabVIEW User Manual. U.S.A,1996
- 2 National Instruments Corporation. Function and VI Reference Manual,1998
- 3 Universal Serial Bus Specification, Revision 1.1. 1998
- 4 Mindshare, Inc. Universal Serial Bus System Architecture, 1997
- 5 Cypress semiconductor Corporation. The EZ-USB Integrated Circuit ,Technical Reference Manual, 1999
- 6 魏亚东,邢 达. USB 数据采集在单光子计数种子活性快速检测仪中的应用.光电子激光,2002;13(10):1077~1080 (收稿日期:2003-01-17)