

USB OTG 技术在数据采集系统的应用

Application of USB OTG In Acquisition system

(合肥中科院安徽光学精密机械研究所)张洪波 江海河 贾先德
Zhang,Hongbo Jiang,Haihei Jia,Xiande

摘要:本文介绍了 USB OTG 技术在数据采集系统中的设计与实现,重点阐述了 USB OTG 的工作原理、USB 主从机的硬件切换设计和固件程序设计。

关键词:USB;OTG;SL811HST;数据采集

中图分类号:TP336 **文献标识码:**A

Abstract: This paper introduces the application of USB OTG technology in data acquisition system. The work principle, design of hardware for switching host and slave device, firmware of USB OTG are described in detail.

Keywords: USB; OTG; SL811HST; Data Acquisition

1 引言

USB OTG(On The Go)能够实现设备间真正的点对点的数据传输,即一个拥有 OTG 功能的设备它既可以扮演主机的角色操纵其它 USB 从设备,同时它又可以担当从设备的角色接受主机的支配。比如,带有 USB 的手机间可以不经 PC 机直接进行通信,手机可以直接连到 USB 的照相机上下载图片,照相机可以直接连到 USB 打印机上打印数据等。毫无疑问,这一技术有着非常广阔的前景和市场潜力,目前,USB 执行组织还在不断完善这一技术标准,生产厂家还没有规模化地生产这类的芯片。

近年来,随着 USB 技术的产生,已经出现许多基于 USB 接口芯片的数据采集和控制卡,它们和传统的数据采集和控制卡相比具有以下优点:(1)安装方便,即插即用,(2)在 PC 机箱外,电磁干扰小,(3)供电方便,(4)容易扩展。但是,这些设计大多数都是使用 USB 从设备接口芯片,系统最终只能和 PC 机交互数据,只有极少部分设计使用了主机接口芯片,系统可以外挂 USB 移动存储。直接和 PC 通信的系统,数据可以及时在 PC 上得到处理,能够满足实时控制的需要;外挂移动盘的系统,使用便捷,可以用于野外作业。本系统使用了 USB OTG 技术,兼备了两者的优点,性价比高,符合未来数据采集和工控的发展方向。

2 系统设计思想

系统总体设计框图如图 1 所示。当系统在户内工作时,传感器把采集到的数据通过 ADC 芯片传递给

张洪波:硕士研究生

基金资助:国家自然科学基金资助课题(60478025)——Nd³⁺:GGG 热容激光特性与大功率激光关键技术研究

ARM 控制器(S3C44B0),S3C44B0 负责将数据快速地保存到 RAM 中,当 RAM 满后,S3C44B0 通过 USB 芯片 SL811HST 把数据传送到 PC 中,然后在 PC 上对数据进行实时分析处理。当在野外进行数据采集时,可以暂时经过 SL811HST 把数据保存到移动硬盘或优盘中,随后把数据带回 PC 上处理。本系统开发的重点在于对 SL811HST 主从机切换的硬件设计和固件的编写。

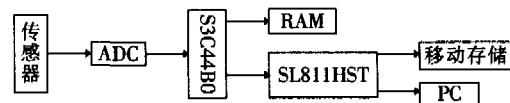


图 1 系统总体设计框图

3 硬件设计

3.1 USB 主从接口芯片 SL811HST

系统采用了 cypress 公司的 USB 主从接口芯片 SL811HST,其特点有:(1)既可作 USB 的主机又可以作 USB 的从机,(2)8 位双向数据传送,支持“乒乓”模式,具有 USBA,USBB 两套寄存器和 256 字节的内部 RAM,(3)硬件 SIE(Serial Interface Engine)自动产生帧开始标志和循环冗余校验码,(4)支持地址自增长模式。

系统同时需要 SL811 的主机和从机功能,主机功能使系统可以外挂 USB 的移动存储,从机功能使系统可以直接和 PC 进行数据传输。SL811HST 的主从切换主要是通过引脚 M/S 来控制,当 M/S 脚接低电平(地)时系统工作在主机模式,反之,当接高电平(3.3 伏)时系统工作在从模式。SL811HST 的 A0 脚是其 USB 总线上的地址和数据区分脚,当 A0=1 时表示数据,A0=0 时表示地址;此外它还支持地址自增长模式,即可以连续读写地址单元中的数据,却不需要多次写入地址,从而大大地提高了数据传输速度和方便固件编

程。

3.2 接口电路

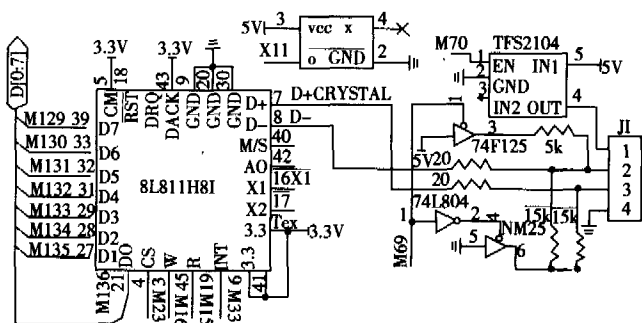


图2 SL811HST接口电路

USB 主机和从机的接口设计是不同的,对于 USB 主机,应在它的数据差分总线(D+和 D-)上分别接一个 15K 左右的下拉电阻,而对于 USB 从机则仅在 D+ 上接一个 5K 左右的上拉电阻。此外当系统工作在主机模式时,应该通过 USB 口提供 5 伏电压给外部 USB 设备,反之,则应该切断电源。系统中 USB 主从模式的切换主要是靠软件来实现,因此在硬件设计上必须得加上些辅助设计才能保证软件的功能的正确实现,具体电路图如图 2 所示。系统中使用的处理器是三星公司 ARM7 核的 S3C44B0,在图 2 中并没有给出,只给出了它控制 USB 主从设计的主要网络标号。在图 2 中,前缀 M 后跟数字的网络标号对应于 S3C44B0 处理器的实际引脚,比如, M3 就代表了 S3C44B0 的第 3 引脚。M70, M69, M68 是 S3C44B0 的 3 个 GPIO 脚,通过它们能正确实现 SL811HST 的主从切换。M70 脚控制电压芯片 TPS2104,当其为高电平时 TPS2104 有电流输出,可以给 USB 外部设备供电,此时整个系统应工作在 USB 主机模式,反之,当其为低电平时,TPS2104 没有电流输出,整个系统应工作在 USB 从模式。M69 可以控制 USB 差分总线上的上拉或下拉电阻,由图 2 可知当 M69 为高电平时,5K 上拉电阻被隔离,因为连接它的 74F125 输出为高阻态,与此同时,两个 15K 电阻却被下拉了,因为 M69 经一个非门后变为了低电平,然后输入给 74F125 产生了低电平输出,所以此时系统应该工作在 USB 主机模式;同理当 M69 为低电平时,情况恰好相反,此时主机应该工作在 USB 从模式。M68 直接控制 SL811HST 的 M/S 脚,当为高电平时 SL811HST 工作在主机模式,反之,其工作在从模式。M70, M69, M68 可以通过编程 S3C44B0 来实现高低电平的输出,从而实现切换整个系统的 USB 主从机工作模式。

4 固件程序设计

4.1 程序总体设计

系统软件主要是通过外部中断来识别 USB 的所处的不同工作模式,然后对当前的工作模式进行特定的设置和分配各种硬件资源,完成多任务的合理调

配,使得数据采集、数据上传及数据存储等任务有效的工作起来,主程序框图见图 3。

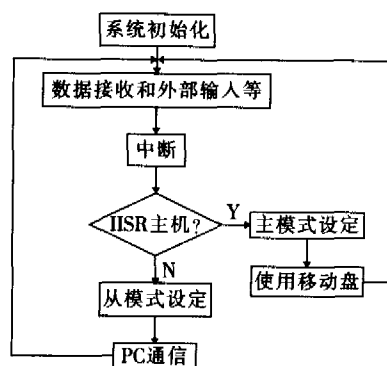


图3 主程序框图

4.2 USB 主机程序设计

在系统进入主机模式前应先接通 USB 接口的电源,然后向寄存器 0x0F 写入 0xe0 进行初始化,具体函数如下:

```
void SL811_Init(void)
{
    SL811Write2 (cDATASet,0xe0);SL811Write2
(cSOFCnt,0xae);SL811Write2 (CtrlReg,0x5);SL811Write2
(EPOStatus,0x50);SL811Write2 (EPOCounter,0);
SL811Write2 (EPOControl,0x01);SL811Write2 (IntEna,
0x20);// USB-A, Insert/Remove, USB_Resume.
    SL811Write2(IntStatus,INT_CLEAR);// Clear Inter-
rupt enable status
}
```

由于系统的 USB 主机是支持移动存储的从设备,所以在 USB 总线上使用了 USB 的 BULK 传输模式。USB 主机在能够正确操纵 USB 从设备之前必须先完成 USB 总线的枚举,即须先获取从设备的必要信息,然后根据这些信息对从设备进行重配置后,才能建立主从通信。在程序中先用 SetAdd() 函数为连入的移动盘分配一个动态地址(值为 1-127 之间),建立主从通信的主管道。然后,使用 GetDesc() 函数获得移动盘端点的收发包地址,该地址包括一个 IN 地址和 OUT 地址,移动盘响应输出数据包时使用 OUT 地址,响应输入数据包时使用 IN 地址。获得这些特征参数后,使用 SetConfig() 函数进行再配置,就实现了对 USB 总线的枚举。此外,程序中还要实现标准 Mass Storage 类协议中的磁盘操作命令 UFI,它能完成读、写、格式化磁盘等。最后,构建了一个 FAT 文件系统,FAT 在磁盘扇区上组建了 BPB、FAT 表、根目区(FAT32 没有)和数据区,它是 UFI 与移动盘上数文件数据连接的桥梁,UFI 命令的所有数据流只有按照 FAT 标准协议传输,才能顺利实现文件读、写等功能。

4.3 USB 从机程序设计

在系统进入从机模式前,应先切断 USB 接口电源,然后向寄存器 0x0F 写入 0x00 进行初始化,具体函

技术创新

数如下:

```
void sl811s_init(void)
{ sl811write (0x0f,0x00); sl811write (0x06,0x00);
sl811write(0x0e,0x00);
sl811write(0x06,0x67); //IntEna enable USB Reset
interrupt
sl811write (0x05,0x01); // CtrlRegenable USB,
FullSpeed
sl811write(0x0d,0xFF); // clear all interrupts
}
```

系统作为 USB 从设备时,要应答 PC 主机的标准请求、处理 USB 总线事务和用户功能。SL811HST 有三个端点,程序中定义端点 0 的功能为应答设备枚举,端点一的功能为向 PC 机发送数据,端点二的功能为接受 PC 机发送的数据。PC 主机枚举系统设备时,需要先获得 SL811HST 端点一和端点二的配置参数,在程序中定义这两个端点的参数值如下:

```
//ENDPOINT1 DESCRIPTOR:
{ 0x07,/* bLength: Size of descriptor*/ 0x05,/*
*bDescriptorType: Endpoint*/
0x81,/* bEndpointAddress: IN, EP1*/ 0x02, /*
bmAttributes: bulk */
0x40,/* —*/ 0x00 /* 0x00,EP1_LEN wMax-
PacketSize */
0x00 /*bInterval: 10ms bulk-invalid */
}
```

端点 2 的端点地址参数由端点一的 0x81 变为了 0x02,其余定义和端点一相同。两个端点的位属性都配置为了 BULK 传输模式,是因为系统与 PC 机需要进行大量的文件传输。程序通过读取 SL811HST 的状态寄存器(IntStatus)0x0d 的值来判别当前应该进入哪种事务处理,当 IntStatus 值为 1 时进入 ep0_isr()函数完成标准请求,当值为 2 时进入 ep1_isr()函数利用“乒乓”方式向 PC 机传输数据,当值为 4 时进入 ep2_isr()函数利用 240 字节的内部用户 RAM 转存 PC 机发来的数据。

5 结束语

该 USB OTG 型的数据采集系统已经应用到了车载式气体监测系统中,测试结果表明:当在野外作业时,系统能够准确地记录气体数据于移动盘中,当在静态的室内工作时,系统可以非常方便地和 PC 机保持通信,并能快速地响应 PC 机命令控制室内相关机器。此外,对于 USB1.1 协议的移动盘,最高读写速度可达 850K/S(跳鼠王 U 盘),一般移动盘可以达 600-800K/S 之间;PC 与系统的通信速度可稳定在 450K/S 左右。当然,该 USB OTG 型的数据传输技术还可以非常方便地集成到其它类似的数据采集系统之中。

参考文献

- [1]On The Go Supplement to the USB2.0 Specification ,Rev1.0[S].www.usb.org,2001
- [2]SL811HST Datasheet[R].Cypress Semiconductor,2001
- [3]SL811HS/SL811HST Application notes [R].Cypress Semiconductor ,2001
- [4]USB Specification 1.1[S].www.usb.org,1998
- [5]USB Mass Storage Class-UFI Command Specification [S].www.usb.org,2001

- [6]Open Host Controller Interface Specification for USB [S].Compad, Microsoft, National Semiconductor, 1999
- [7]朱海君,衡昌胜,敬岚等,双向数据转换器的 VHDL 程序设计[J],微计算机信息,2005,1:150-151

作者简介:张洪波,男,1980 年生,中国科学院安徽光学精密机械研究所硕士研究生,研究方向为计算机应用及其嵌入式系统。email:hbzhang@aiofm.ac.cn;江海河,男,1961 年生,研究员,目前主要从事激光医疗、信息获取与处理、光电测量等方面的研究。贾先德,男,1960 年生,副研究员,目前主要从事计算机自动控制的应用研究。

About Author:Zhang Hongbo(1980—), Male, Master's degree candidate of Anhui Institute of Optics and Fine Mechanics, Chinese Academy of Sciences, is working at computer application and embeded system research.. Jiang Haihe (1961—),Male, M.S, Professor. The research currently emphasis focus on development of diode laser modules & systems and applications on marking, laser and opto-electronical measurement and technology and applications on 3D. Jia Xiande(1960—), Male, Associate Professor. He has been engaging in the computer auto-control.

(230031 合肥中国科学院安徽光学精密机械研究所) 张洪波 江海河 贾先德
(Anhui Institute of Optics and Fine Mechanics, Chinese Academy of Sciences, Heifei, 230031) Zhang, Hongbo Jiang, Haihe Jia, Xiande

联系方式:

(230031 合肥市 1125 信箱第七研究室中国科学院安徽光学精密机械研究所) 张洪波

(投稿日期:2005.7.18) (修稿日期:2005.8.6)

书 讯

《现场总线技术应用 200 例》

110 元 / 本 (免邮资) 汇至

《PLC 应用 200 例》

110 元 / 本 (免邮资) 汇至

地址:北京海淀区皂君庙 14 号院鑫雅苑 6 号楼 601 室
微计算机信息杂志收 邮编:100081
电话:010-62132436 010-62192616 (T/F)