

基于嵌入式 USB 的以太网应用系统设计

潘仕彬¹, 潘绍明², 罗功坤²

(1. 海南政法职业学院, 河南 海口 571100; 2. 广西工学院, 广西 柳州 545006)

摘要: 介绍了一种基于 ARM7 实现的通过以太网访问嵌入式 USB 的方法。利用该方法可以通过网络对不具备联网功能的 USB 设备进行操作, 达到 USB 设备网络共享的目的。

关键字: 嵌入式; USB; 以太网

中图分类号: TP393

文献标识码: B

The design of Ethernet application system based on embedded USB

PAN Shi Bin¹, PAN Shao Ming², LUO Gong Kun²

(1. Hainan Vocational College of Political Science and Law, Haikou 571100, China;

2. Guangxi University of Technology, Liuzhou 545006, China)

Abstract: A method to access embeded USB through Ethernet based on ARM7 is introduced in this paper. By the method the USB device can be manipulated by Ethernet and the USB device can be shared on the internet.

Key words: embedded; USB; Ethernet

随着 USB 技术的迅速发展, 人们对 USB 的期望也越来越高。虽然 USB 技术在台式计算机领域的地位已经固如磐石, 但是由于其以主机为中心的拓扑结构, 任何一次 USB 的数据传输都必须由主机来发起和控制, 所有的 USB 设备都只能与主机建立连接。不仅如此, 软件复杂性以及较高的功率要求, 使得人们对嵌入式设备中使用 USB 的兴趣与日俱增^[1]。嵌入式 USB 结合以太网技术可以将 USB 设备转换到 TCP/IP, 让 USB 设备不再受距离限制, 可以通过网络随时随地访问 USB 设备, 可以让一个 USB 设备供多个用户使用, 从而提高 USB 设备的利用率。通过使 USB 设备具备联网能力的设备联网服务器, 可以实现联网使用 USB 存储、USB 视频和 USB 打印等。本文提出了一种利用 ARM7 来实现嵌入式 USB 的方法, 并结合以太网应用技术, 使得通过网络可以方便地访问 USB 设备。

1 系统组成及工作原理

系统硬件结构如图 1 所示, 系统采用 LPC2148 控制

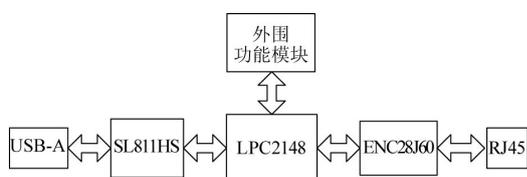


图 1 系统硬件结构

嵌入式 SL811HS 和 ENC28J60, 实现了 USB 设备与以太网的连接, 便于 USB 设备的网络共享和数据的远距离传输。SL811HS 主要实现 USB HOST 的功能, 它能够识别 USB 设备, 并能够对该设备进行读写操作。ENC28J60 主要完成系统的网络通信, 实现对系统 USB 设备的远程访问。

2 系统模块设计^[2-3]

LPC2148 是一个支持实时仿真和跟踪的 16/32 位 ARM7TDMI-STM CPU 的微控制器, 并带有 512KB 嵌入的高速片内 Flash 存储器。片内 128 位宽度的存储器接口和独特的加速结构使 32 位代码能够在最大的时钟频率下运行。对代码规模有严格控制的应用可以使用 16 位 Thumb 模式将代码降低超过 30%, 而牺牲的性能却很小。LPC2148 具有较小的 64 脚封装, 最多可以使用 46 个 GPIO。其极低的功耗、多个 32 位定时器、多路 10 位 ADC、1 路 DAC 以及丰富的接口使其特别适合于工业控制、医疗系统、访问控制嵌入式 MODEM 等各种类型的应用。选用 LPC2148 的原因是它片内集成了 Flash、RAM、SPI 接口, 使得外围电路简单, 性价比高。

ENC28J60 是美国微芯科技公司于 2005 年推出的全球首枚 28 引脚独立以太网控制器, 可为嵌入式应用提供低引脚数、低成本且高效易用的远程通信解决方案。此外, ENC28J60 以太网控制器采用业界标准的 SPI 串行

网络与通信 Network and Communication

接口,只需很少的连线即可与主控芯片机连接,使如图2所示。其中的CS和RESET接到主控芯片是为了使软件设计更灵活。

SL811HS是Cypress公司设计的嵌入式USB主机设备控制器,在嵌入式系统中应用很广泛,能通过软件控制选择主从方式,支持低速和全速传输并自动检测低速或全速设备,通过A0区分地址和数据,并支持地址自

增模式。SL811HS与主控芯片的接口电路如图3所示。

3 软件设计

系统软件主要由嵌入式TCP/IP程序和嵌入式USB两个部分组成。系统程序通过收到的以太网数据包的类型来进行相应的处理,完成特定的功能。例如通过以太网远程登陆的方式浏览和修改本地数据,达到本地数据网络共享的目的。

3.1 嵌入式TCP/IP实现

嵌入式TCP/IP实现包括以太网控制器ENC28J60底层驱动、TCP/IP协议。ENC28J60可与许多主控控制器上的SPI接口直接相连。此器件只支持SPI的0,0模式。另外,SPI端口要求SCK在空闲状态时为低电平,不支持时钟极性选择。在SCK的每个上升沿移入数据,命令和数据通过SI引脚送入器件。ENC28J60在SCK的下降沿从SO引脚输出数据。当执行操作时CS引脚必须保持低电平,当操作完成时返回高电平^[4]。

3.1.1 ENC28J60 底层驱动

在使用ENC28J60发送和接收数据包前,必须对器件进行初始化设置。根据应用的不同,一些配置选项可能需要更改。通常初始化任务会在复位之后立即完成,并且不再需要更改。初始化任务主要包括:(1)初始化接收缓冲器:在接收数据包前,必须编程ERXST和ERXND指针来对接收缓冲器进行初始化。ERXST与ERXND之间的存储空间专供接收硬件使用。(2)初始化发送缓冲器:所有未被用作接收缓冲器的存储空间都将作为发送缓冲器,故不需要专门对发送缓冲器进行专门的初始化。(3)等待

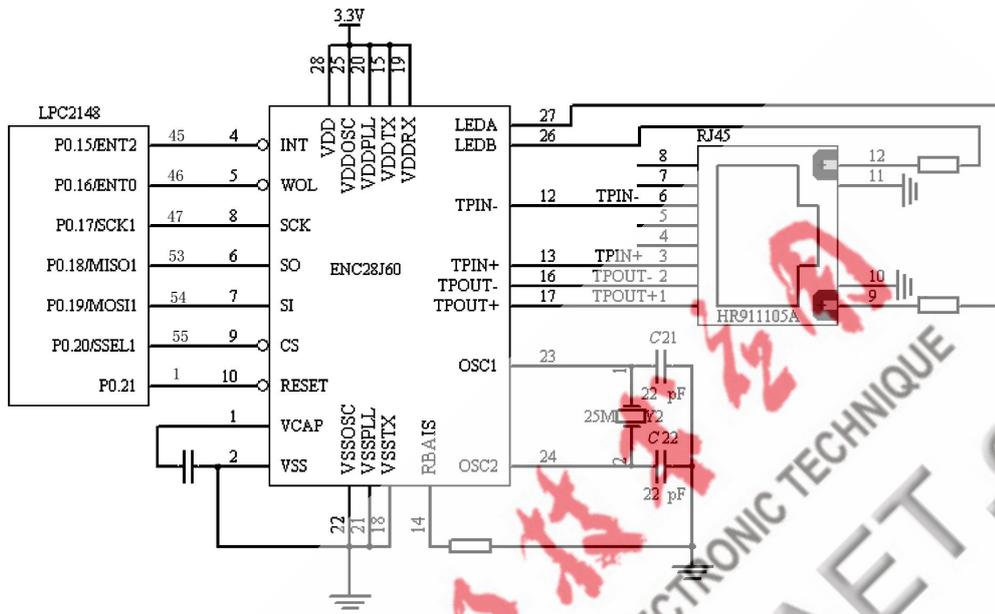


图2 ENC28J60与主控芯片接口电路图

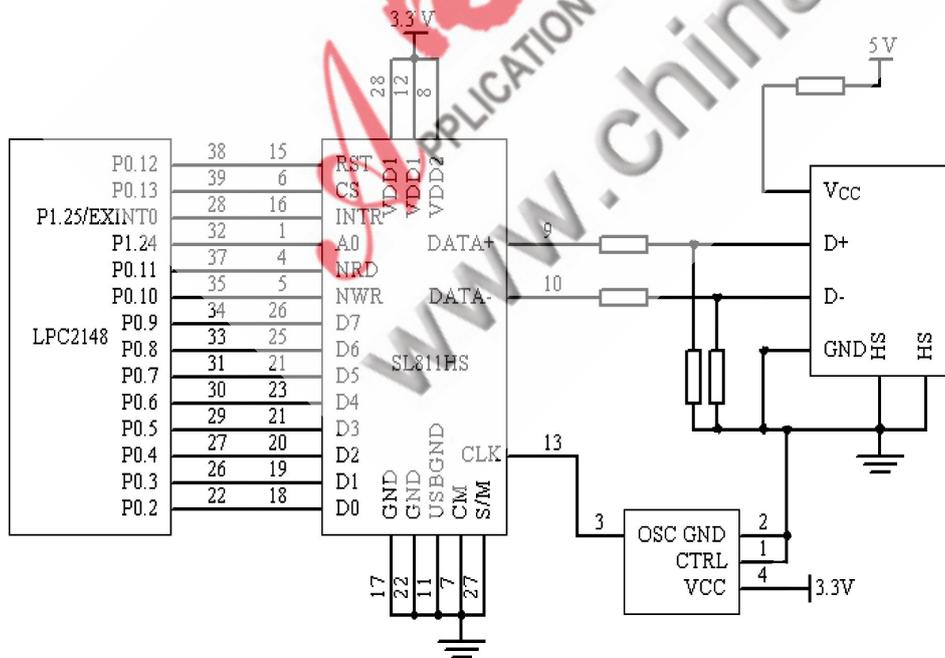


图3 SH811HS与主控芯片的接口电路图

网络与通信 Network and Communication

OST: 如果在上电复位后立即进行初始化, 应查询 ES-TAT.CLKRDY 位, 确保在开始修改 MAC 和 PHY 寄存器前已经经过足够长的时间。(4)PHY 初始化: PHY 寄存器不能通过 SPI 控制接口直接访问, 而是通过一组带有 MIIM 的特殊 MAC 控制寄存器来完成的。程序中在配置 LED 时用到了 PHY 写函数。写 PHY 寄存器时, 先将 PHY 寄存器的地址写入 MIREGADR, 然后将要写入高低 8 位的内容分别写入 MIWRH、MIWRL 即可。

发送数据包时, ENC28J60 会自动生成前导符和帧起始定界符。此外 MAC 还可以根据配置自动生成填充和 CRC 字段。主控制器要生成所有其他帧字段, 并将他们写入缓冲器, 以待发送。此外, ENC28J60 还要求在待发送的数据包前添加一个包的控制字节。接收数据包时可以使用中断的方式, 也可以使用查询的方式。由于本设计对实时性要求不是很高, 故采用查询的方式。如果有数据包到达, ENC28J60 将置位 EIR 寄存器的 PTKIF 位。程序运行时不断地查询该位以判断有无数据包到达。

3.1.2 以太网数据包处理

网络协议通常是在不同的协议层上进行开发, 每一层负责不同的通信功能。TCP/IP 协议是一组不同层次上的多个协议的组合。当系统收到以太网的数据时, 数据就开始从协议中由数据链路层逐层剥离其中各层协议所加的首部。主程序按照以太网数据帧分用的思路进行编制, 程序框架如图 4 所示。

3.2 嵌入式 USB 实现^[5-6]

嵌入式 USB 软件主要分成 4 个部分: SL811HS 初始化、USB 设备的识别及配置、海量存储协议和 FAT 文件系统。SL811HS 共有 16 个配置寄存器, 其中 00-04H、

08H-0CH 是 USB-A、USB-B 的工作配置寄存器, 05H 是控制寄存器 1, 06H 是中断使能寄存器, 07H 的各位均为保留位, 0DH 为状态寄存器, 0EH 为 SOF 计数寄存器, 0FH 为 SOF 计数寄存器的高位和控制寄存器 2。在 SL811HS 上电开始工作之后, 首先将寄存器 05H 的第 3 位置 1, 延时 30 ms 后清零, 便可以对 USB 总线复位; 然后在 06H 寄存器中写入 61H, 使能设备检测中断。

当有设备插入时, 会使 SL811HS 的 D+ 管脚置高, SL811HS 的寄存器 0DH 的第 7 位置 1 并产生中断, 系统会识别到有 USB 设备插入, 即可对 USB 设备进行配置了。通过标准设备请求函数 ClearFeaure()、GetConfiguration()、GetDescriptor()、SetAddress() 等函数完成对设备的配置。

本系统可以检测 U 盘的状态(如接入、拔出), 通过网络对 U 盘的访问, 包括创建文件、目录和读写文件等, 实现了 USB 设备网络共享的目的。但是由于不同 USB 设备的驱动通常也不同, USB 作为嵌入式应用时不可能像 PC 机操作系统把所有的驱动都装上。但是随着嵌入式技术的发展, 可以采用网络更新驱动的方式, 只要某种 USB 设备接上就可以通过更新系统的固件, 达到识别该设备和使用该设备的目的。这也是本系统目前这也是本系统目前需要完善的地方。

参考文献

- [1] 张念淮. USB 总线接口开发指南[M]. 北京: 国防工业出版社, 2002.
- [2] 周立功. ARM 嵌入式系统基础教程[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2005.
- [3] 马文华. 嵌入式系统设计与开发[M]. 北京: 科学出版社, 2006.

[4] 高传善. 数据通信与计算机网络[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.

[5] 姚玲, 曾春年, 黄利权. 基于嵌入式 USB 主机的 CAN 网络数据记录系统的设计与实现[J]. 电气应用, 2006, 25(3): 56-58.

[6] 陈斯敏, 植涌. 基于 SL811 的嵌入式 USB 主机设计[J]. 四川理工学院学报, 2005, 18(2): 7-9.

(收稿日期: 2009-08-17)

