

文章编号: 1671- 251X(2010) 11- 0024- 05

具有远程网管功能的智能光纤收发器的设计与实现

袁建飞, 曾庆军

(江苏科技大学电子信息学院, 江苏 镇江 212003)

摘要: 针对目前网络监控中心不能实时和有效地对光纤收发器的状态进行远程监控的问题, 提出了一种新型带内网管功能的智能光纤收发器的设计方案, 详细介绍了该收发器的硬件组成及软件设计。该收发器采用基于 ARM 的 LPC2210 嵌入式处理器和 IP113S 光电介质转换芯片为核心, 通过移植嵌入式多任务操作系统 μ CLinux 实现新型智能光纤收发器远程网管的功能。测试结果表明, 该收发器性能稳定、网管功能强, 满足了实时性要求, 适合电信级业务应用。

关键词: 光纤收发器; 网络管理; 远程监控; 嵌入式系统; ARM

中图分类号: TD655; TN929 **文献标识码:** B

Design of Intelligent Fiber Optical Transceiver with Function of Remote Network Management and Its Implementation

YUAN Jianfei, ZENG Qingjun

(School of Electronic and Information Engineering of Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang 212003, China)

Abstract: On account of the problem that current network monitoring center cannot remote monitor state by of fiber optical transceiver realtimely and effectively, the paper put forward a design scheme of new type of intelligent fiber optical transceiver with in-band network management function, and introduced hardware structure and software design of the transceiver in details. The transceiver takes LPC2210 embedded processor based on ARM and IP113S optical media converter chip as core, which achieves remote network management function of the transceiver through embedded multitask operating system μ CLinux. The experiment result showed that the transceiver has advantages of stable performance, strong network management function and so on, which satisfies real-time requirement and is available to carrier-class business.

Key words: fiber optical transceiver, network management, remote monitoring, embedded systems, ARM

0 引言

光纤收发器是一种将短距离的双绞线电信号和

长距离的光信号进行互换的以太传输媒体转换单元, 在很多地方称之为光电转换器, 一般应用在以太网电缆无法覆盖、必须使用光纤来延长传输距离的实际网络环境中, 通常定位于宽带城域网的接入层应用。光纤收发器作为宽带接入网的重要组成部分, 以至于对它的管理已成为整个网络管理的关键组成部分^[1]。

目前, 广泛应用的光纤收发器按照结构一般分

收稿日期: 2010- 07- 29

基金项目: 镇江市工业科技攻关项目(GY2008024)

作者简介: 袁建飞(1985-), 男, 江苏镇江人, 江苏科技大学电子信息学院在读硕士研究生, 研究方向为智能控制与智能系统。

E-mail: yuanjianfei047@sina.com

成独立式和机架式两种,支持速率一般为 10/100/1 000 Mbit/s。电信级业务中为了管理和布线方便多采用机架式光纤收发器,支持多块业务卡同时工作。目前,市场大部分光纤收发器都不带网管功能或者缺少智能化,不能有效地进行监管,或者有些是利用 RS232 之类总线来进行本地监控管理,有些带网管的系统都是基于 SNMP 网络协议上开发的,带网管的光纤收发器大多采用基于集中式控制的 C/S 模式来实现,虽能完成所需的各种复杂任务,但不够智能且需在每个客户端都安装专用软件,难以满足对外公共服务的要求。本文提出一种以 LPC2210 嵌入式处理器和 IP113S 光电介质转换芯片为核心,通过嵌入式多任务操作系统 μ CLinux 实现远程网管的新型智能光纤收发器^[2-4],采用基于 Web 技术的 B/S 模式设计^[5],只需使用通用的浏览器登录系统,无需安装应用软件,并且在液晶显示屏上显示数据,做到本地和远端都能有效地监控。

1 收发器总体设计

智能光纤收发器主要包括光电转换部分、网络控制部分和电源部分,如图 1 所示。

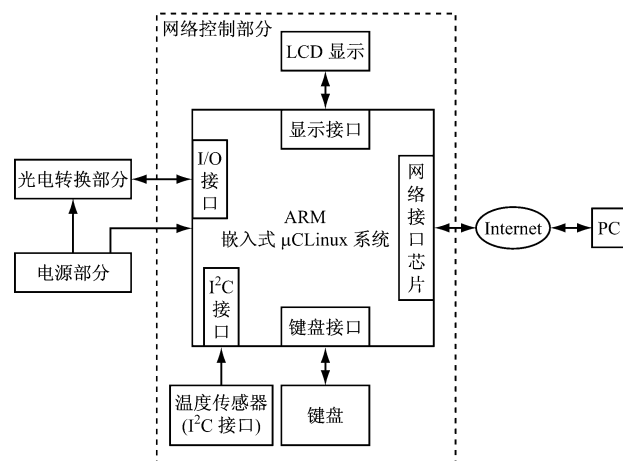


图1 智能光纤收发器总体结构

1.1 光电转换部分

光电转换部分主要将适合在电缆中传输的电信号转换成在光纤中传输的光信号,采用 IP113S 光电介质转换芯片为核心,该收发器通过对 IP113S 寄存器的设置,使光接口和电接口之间的数据交换工作在数据链路层,采用存储转发模式进行线速过滤和转发,这样不仅可以完成光电信号的转换,而且能实现不同速率间的速率匹配。所有状态信息以及控制工作方式都是通过对 IP113S 内部的 128 个寄存

器的读写操作完成的。本方案选用了 MDC/MDIO 方式,把光电转换部分上的 IP113S 作为从设备,网络控制部分上的 LPC2210 作为主设备,使网络控制部分可以通过 SMI 接口监控光电转换部分。IP113S 通过 I/O 接口把光纤收发器状态数据等传输给网络控制部分,由网络控制部分将读到的数据进行处理后将数据分 2 路传输,一路送到液晶模块,就地显示;一路通过 Internet 送到 PC 机上进行显示和分析处理。另外,可以根据需要扩展多个光电转换部分,与远程的上位机进行通信。

1.2 网络控制部分

1.2.1 ARM 最小系统

ARM 最小系统采用 LPC2210 处理器为核心。LPC2210 处理器是 PHILIPS 公司生产的 16/32 位 144 脚 ARM7TDMI-S 微控制器,支持实时仿真和嵌入式跟踪。复位电路使用带 I²C 存储器的监控芯片 CAT1025JI-30,复位门槛电压为 3.0~3.15 V,提高了系统可靠性。系统时钟采用 11.059 2 MHz 的外部晶振,产生内核所需要的时钟频率。本系统扩展了 8 MB 的 PSRAM(型号为 MT45W4M W16)作为程序的运行空间,扩展的存储器有 2 MB 的 NOR FLASH(型号为 SST39VF160),以及 16 MB 的 NAND FLASH(型号为 K9F2808U0C),用来存储 μ CLinux 内核、文件系统和应用程序。

1.2.2 液晶模块电路

在现代显示器件发展中,液晶显示器件以其功耗低、体积小、色调柔和和易于实现大规模集成化生产等一系列优点而被广泛应用。该收发器采用了 TFT6758 液晶模块,其工作电压为 3.3 V,和整个收发器的供电相同,便于供电。为了得到更高的数据传输速率,本设计电路采用 16 位总线接口。

1.2.3 温度检测电路

温度检测电路以温度传感器芯片 LM75 为核心,通过 I²C 接口和 LPC2210 连接。LM75 可测量的温度为 -55~125 ℃,工作电压为 3.3~5.5 V,可以将温度直接转换为数字值,通过微控制器直接读取,使用方便。

1.2.4 以太网接口电路

以太网接口电路采用 RTL8019AS 芯片为核心,因为 LPC2210 具有外部总线接口,所以,接口电路设计为 16 位总线方式对 RTL8019AS 进行访问。RTL8019AS 工作电源为 5 V,而 LPC2210 的 I/O

电压为 3.3 V, 所以需在总线上串接 470 Ω 保护电阻。RTL8019AS 芯片的 V_{in} 最小值为 2.0 V, 所以与 LPC2210 连接不需要加电平转换芯片。

1.2.5 报警电路

报警电路的主要作用是当采集到机箱的温度超过一定上限、各光电转换模块工作不正常时, 及时发出警报, 也即设计电路中的蜂鸣器开始蜂鸣。

1.3 电源部分

在电子装置中, 可靠的电源电路设计关系到整个系统的正常工作, 所以为了保证收发器可靠工作, 在设计中采用 2 组电源的冗余工作方式, 只要有一路电源能正常工作, 整个收发器就能正常工作。

2 收发器软件设计

该光纤收发器的软件设计主要包括 ARM + μCLinux 嵌入式软件平台的构建、Web 服务器的设计、液晶和其它应用程序的编写以及各驱动程序的编写。整个软件平台框图如图 2 所示。



图 2 智能光纤收发器的软件平台框图

2.1 构建 ARM+ μCLinux 嵌入式软件平台

本方案中采用了源代码开放的 μCLinux 内核作为操作系统, 运行在 LPC2210 上。软件的开发环境是标准的交叉开发环境, 包括主机和目标机 2 个部分: 主机为一台运行 Redhat Linux 9.0 的 PC 机, 目标机为网络控制部分。

2.2 网络通信传输

当采集到光电转换部分和机箱温度信息, 需要传输到远端的客户端显示时, μCLinux 强大的网络功能为嵌入式装置提供了强大的网络支持。本方案利用 TCP/IP 的 Socket 编程实现网络传输, 提供可靠的通信^[6-8]。Socket 接口是一种特殊的 I/O, 它也是一种文件描述符。收发器中网络传输部分的软件实现采用面向连接的流式 Socket 套接字编程。流式 Socket 套接字提供可靠的、面向连接的通信流, 它使用 TCP 协议, 从而保证数据传输的正确性和顺序性。网络传输是基于 C/S 的工作模式, 编程原理

如图 3 所示。

2.3 Web 服务器

2.3.1 Web 服务器工作原理

收发器采用瘦服务器/胖客户端的模式, 使用 C 语言实现一个简化的 HTTP 机制, 设计高效精简的 Web 服务器。采用有限状态机实现 Web 服务器, 按照相应流程将 Web 服务器功能抽象为 11 个离散状态。其工作原理如图 4 所示。

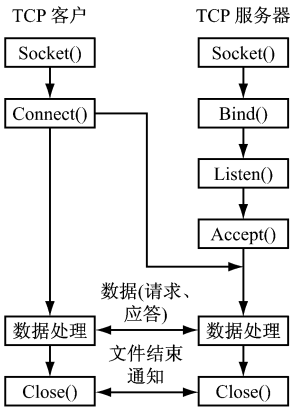


图 3 C/S 模式编程原理

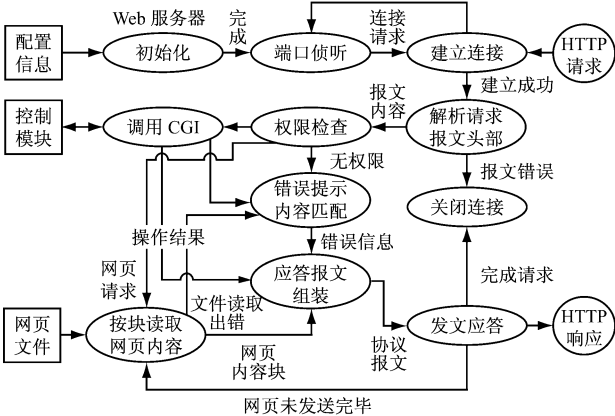


图 4 Web 服务器的工作原理

嵌入式 Web 服务器不同于一般的服务器, 考虑到资源有限, 因此, 设计具有很强的针对性。该收发器的 Web 服务器的一些设计思想如下:

- (1) Web 服务器主要用于嵌入式系统的监控和配置, 因此, 只实现与系统控制相关的页面。
- (2) Web 服务器只处理 GET 和 POST 请求方法, 不提供对其它请求方法的处理。
- (3) Web 服务器同一时间只能接受一个请求, 对请求进行解析并处理后返回, 然后才能接受下一个请求。对于通用 Web 服务器来说这是不现实的, 但对于嵌入式系统来说可以接受。
- (4) 一般系统中 Web 服务器与 CGI 是独立的。

在该收发器中考虑到紧凑型,将 CGI 实现部分合并到 Web 服务器中。

(5) 该收发器能够实现简单的用户验证功能。

(6) 该收发器内置一些静态页面,根据用户的请求发送不同的页面给浏览器。在需要生成动态页面的时候,将数据插入静态页面即可。

(7) 实现了定时任务和简单的历史数据存储功能,可以定时生成数据并存储起来,这些数据可供查询和显示。

(8) 用户可以通过浏览器对收发器进行监控,实现了一些基本的控制功能。

2.3.2 CGI 程序的设计

CGI(Common Gateway Interface)是 Web 服务器和运行在服务器端的外部程序之间的一个接口规范,其目的是实现 Web 服务器与客户端浏览器之间的动态交互。CGI 工作流程如图 5 所示。

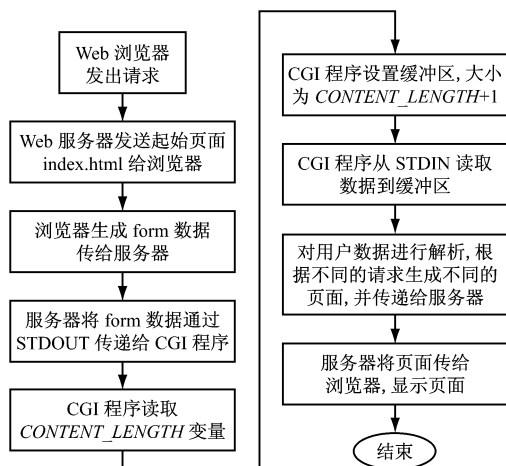


图 5 CGI 工作流程

CGI 程序一般由以下 3 个部分构成:

(1) 数据解码部分:通过表单输入、由浏览器传送给服务器的数据都是经过 URL 编码的,必须进行解码。如果不需要处理表单输入,则该部分省略。

(2) 数据头部分:必须包含这一部分作为第一个输出行,该行后必须有一空格行。

(3) CGI 程序主体部分:对通过表单输入的数据进行处理,并输出到标准输出。

2.3.3 网页的设计

浏览器端第一次连接 Web 服务器时,服务器会发送一个登录页面给浏览器,该页面是一个 form 表单,用户在页面中输入正确的用户名和密码并按“确定”按钮后,浏览器以 POST 请求的形式将数据发送给 Web 服务器,处理后将主控页面返还给浏览器。

根据需要选择主控制页面上的选项,出现不同的页面,因为每次采集的数据都有变化,显然这些是动态页面。动态网页的实现是在已有静态网页的基础上通过搜索关键标记的位置找到数据插入点,然后将采集到的数据插入到网页中指定的位置。本方案需要编写这些网页来更加方便、直观地控制收发器。

2.4 驱动程序

为了能够使用硬件,需要编写相应的驱动程序,例如本文用到 I²C 设备就需要编写 I²C 驱动程序。除此之外,还有液晶驱动程序、GPIO 驱动程序。其中最重要的是设计光电转换模块的驱动程序。这些驱动程序实现了网络控制部分对光电转换部分 IP113S 芯片寄存器的可读/写功能,从而使网管卡可以实时监控各光电转换部分的工作,实现监控的主程序流程如图 6 所示。本方案把监控程序写入 CGI 程序中,更好地实现其功能。

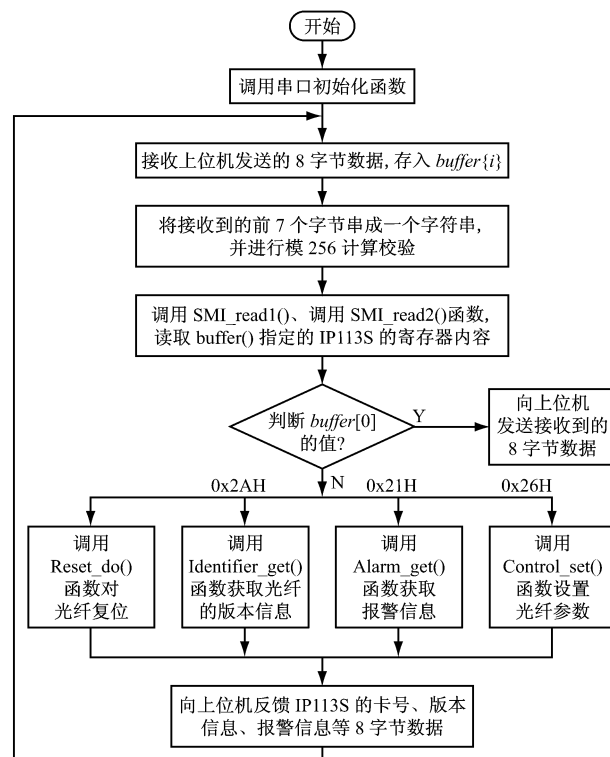


图 6 监控驱动主程序流程

2.5 智能化在线检测

智能化在线检测的设计思想:当光路 DOWN 掉后,电口自动向上报警,并阻止上层设备继续向该端口发送数据,启用冗余链路以保证业务不中断。停电后光纤收发器应能够自动复位,以保证来电后能够正常工作,即当介质转换器检测到某个端口发生故障时,例如某个节点的链路失效了,介质转换器

会将该模块的另外一个端口也关闭, 这样可以让更多设备都知道连接那个故障节点的链路已经失效。

2.6 液晶显示模块

当网络控制部分获得光纤收发模块、机箱温度等数据时, 需要在本地实时地显示在液晶显示屏上, 做到实时监控。目前市场上成熟的图形用户界面 (Graphic User Interface, GUI) 有很多, 但它们存在一些不足, 嵌入式 GUI 要求小型化、占用资源少、反应快捷、可靠性高、成本低。所以, 本文设计的 GUI 充分考虑了这些要求, 采用了线程消息机制。该 GUI 体系主要采用 C/S 多线程的体系结构, 该体系中服务器线程主要实现输入设备 (键盘和触摸屏) 事件的获取, 而客户端线程主要完成对事件的响应, 包括对输出设备的控制^[9]。在该微型可配置 GUI 体系结构中, 主要分为输入抽象层、图形抽象层、消息响应层、图形设备接口层、控件层等。该体系统构具有良好的层次性, 并且开放了底层的图形设备接口层, 使用户更具自己需要简单自由配置。在控件层定义了统一的控件结构体, 使用户对控件的管理更加直观便捷。

3 实验结果

本文通过对收发器软硬件的设计, 较好地实现了预期效果。对收发器的测试主要从以下 5 个方面进行: 页面跳转、功能验证、数据校对、权限验证、用户会话。客户端通过 IE 浏览器向服务器发送 HTTP 请求, 如果正确则返回所需网页或相应的错误提示, 表明运行正常。如图 7 所示, 根据需要点击选项来控制收发器, 这样实现了使用方便、快捷。在液晶屏上显示各光电转换部分的运行状态, 而且显示的交互界面友好而美观。实验表明, 该收发器达到预期要求, 能够满足实时监控的功能。

4 结语

智能光纤收发器由于在硬件上采用了基于 ARM 的 LPC2210 以及功能强大的光电介质转换芯片 IP113S, 在软件上采用了稳定高效的 μ CLinux 为底层操作系统, 经过实际测试, 性能稳定, 网管功能强大, 完全可以满足电信级的应用要求。但是,

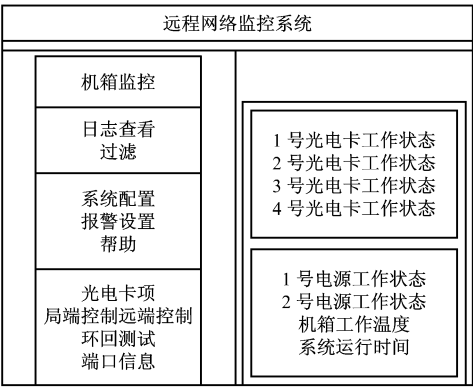


图 7 登录成功后的主界面

还需要在功能、效率以及稳定性上加以改进, 如增加对数据库的支持、多进程的支持、实时性支持等。

参考文献:

[1] 陶琦, 罗峰, 陆群峰. 光纤收发器远程网管技术及其应用[J]. 有线电视技术, 2005, 12(13): 86-88.

[2] 段海龙, 彭辉俊, 程健. 基于 ARM 的嵌入式以太网通信的实现[J]. 机械与电子, 2006(2): 9-12.

[3] 李天佑. 嵌入式网管软硬件系统的设计与实现[J]. 计算机工程与设计, 2006, 27(1): 145-148.

[4] 郑灵翔. 嵌入式 Linux 系统设计[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2008.

[5] 厉鲁卫, 包建荣, 蒋苗林, 等. 基于 ARM 嵌入式 Web 服务器的研究与设计[J]. 计算机工程与设计, 2004, 25(5): 757-760.

[6] STEVENS R W. TCP/IP Illustrated Volume1: The Protocols[M]. 范建华, 胥光辉, 张涛, 等译. 北京: 机械工业出版社, 2006.

[7] HUNT C. TCP/IP Network Administration [M]. O'Reilly Media, Inc, 2006: 7-60.

[8] STOJANOVIC J, AIRY M, GESBERT D, et al. Performance of TCP/IP over Next Generation Broadband Wireless Access Networks [M]. [s. n.], 2006: 15-43.

[9] TAN Dapeng, LI Peiyu, PAN Xiaohong, et al. Lightweight GUI Components Library Development Oriented to Embedded Industry Monitoring System Based on Qt/E[C]//Proc. of International Conference on Convergence Information Technology, 2007, Gyeongia: 1614-1620.