

文章编号:1671 - 251X(2010)04 - 0067 - 04

基于嵌入式 Web Server 的煤矿视频 监控系统的设计

汤连桥, 和卫星, 吕俊龙

(江苏大学电气信息工程学院, 江苏 镇江 212013)

摘要:提出了一种基于嵌入式 Web Server 的煤矿视频监控系统的设计方案。该系统在 S3C2410 微处理器上搭建了嵌入式 Web Server,通过 USB 摄像头获取实时视频数据,综合利用 JPEG 压缩方法、Video4Linux 编程和多线程通信技术,将视频数据提交给监控端,最后由监控端将接收到的数据重组、复合成视频图象,从而实现了远程视频监控功能。测试结果表明,该系统图象清晰,坏帧率低,稳定性和实时性较好。

关键词:煤矿; 视频监控; 远程监控; 嵌入式 Web Server; 嵌入式 Linux; 多线程通信

中图分类号:TD76 **文献标识码:**B

Design of Video Monitoring System of Coal Mine Based on Embedded Web Server

TANG Lian-qiao, HE Wei-xing, LÜ Jun-long

(School of Electrical and Information Engineering of Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China)

Abstract: A design scheme of video monitoring system of coal mine based on embedded Web server was proposed. In the system, embedded Web server is established in S3C2410 microprocessor and real-time video data is gotten from USB cameras. By use of JPEG, Video4Linux programming technology and multi-thread communication technology synthetically, the video data is sent to monitoring center, then the video data is recomposed and compounded to create video pictures by the monitoring center, so as to realize the function of remote video monitoring. The testing result showed that the system has clear pictures, low rate of bad frame and good stability and reliability.

收稿日期:2009 - 12 - 18

作者简介:汤连桥(1984 -),男,安徽滁州人,江苏大学电气信息工程学院在读硕士研究生,主要研究方向为嵌入式系统与检测技术。
E-mail: zdhtlq@126.com

予总体设备管理。

参考文献:

- [1] 赵艳菊,王太勇,徐跃,等. 基于网络的离线式设备点检管理系统的设计与实现[J]. 计算机应用研究, 2008(5): 1455-1457.
- [2] 唐伟,张建波,范文宾. 基于 GPRS 技术的远程抄表系统设计[J]. 电力系统通信, 2004(11).
- [3] 厦门桑荣科技有限公司. GPRS 电力系统远程抄表系统解决方案[EB/OL]. (2005 - 02 - 17) [2009 - 09 - 22]. <http://www.meteread.com>.
- [4] 成都市新得利电子有限公司. 智能抄表系统成都实用项目解决方案[EB/OL]. (2009 - 3 - 17) [2009 - 09 - 22]. http://solution.yktechina.com/2009_3/200903171344193037.html.
- [5] 苗敬莉,朱庆,张宴速,等. 基于短消息服务的电气设备开关控制系统[J]. 微计算机信息, 2006(08Z): 254-256.
- [6] 仇国庆. AD7705/7706 在仪器仪表中的应用[J]. 自动化与仪器仪表, 2001(6): 43-46.
- [7] 成都安莱格科技有限公司. 基于无线传输的设备状态监测系统[EB/OL]. (2008 - 05 - 14) [2009 - 09 - 22]. <http://www.cdalg.com/index.php>.

Key words: coal mine, video monitoring, remote monitoring, embedded Web server, embedded Linux, multi-thread communication

0 引言

随着我国经济的迅速发展,煤炭能源的消耗强度日渐加大,煤矿生产的事故也呈增长趋势,因此,需要对煤矿重要的作业区域和设备配置实时视频监控系统,从而使管理人员及时获取现场画面,迅速有效地应对各种突发事件,减少人员伤亡和财产损失。

嵌入式 Web Server(简称 EWS)融合了 Web 技术和嵌入式技术,能够很好地解决传统 Web Server 无法解决的实时性、安全性等问题,被广泛应用于远程视频监控系统中。本文介绍的视频监控系统融合了 EWS 技术,采用 3 层结构实现:底层为视频采集终端,负责作业现场图象的采集和存储;第二层为 Web Server 层,负责图象数据的编码和压缩,并将数据包传递给监控端;第三层即为监控端,通过浏览器与服务器交互,接收视频数据流,完成远端解码和回放,并能动态改变视频采集终端的配置。

1 系统硬件构成

基于嵌入式 Web Server 的煤矿视频监控系统的硬件结构如图 1 所示。采用三星公司生产的 S3C2410 作为中央处理器,该芯片为内部集成 ARM920T 内核的 32 位微控制器,带有全性能 MMU(内存管理单元),具有指令和数据 Cache、RAM 控制器、触摸屏接口和 2 个 USB 接口控制器,支持 32 位的高速 AMBA 总线接口,主频最高可达 203 MHz,性价比高,是目前常用于多媒体终端设备的微控制器^[1]。采集图象的摄像头采用以 OV511 芯片为核心的 MDC-30L 型 USB 摄像头,即插即用,更换方便,最大可输出分辨率为 640 × 480 的 8 倍 CCIR-656 YUV 4:2:2 格式的图象^[2]。

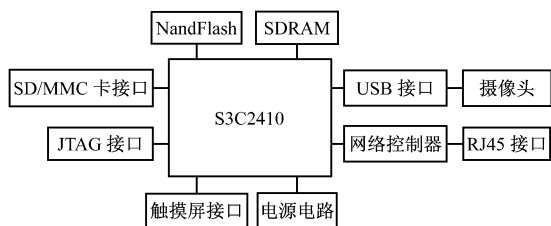


图 1 基于嵌入式 Web Server 的煤矿视频监控系统的硬件结构

系统的硬件平台分为核心板和底板 2 个部分。其中核心板上集成了 S3C2410 微处理器、64 MB NandFlash 芯片 K9F1208UO 和 64 MB SDRAM 芯片 HY57V561620FTP-H,用于存放引导加载程序 bootloader、Linux 内核、文件系统和应用程序,此外还有网络控制器 DM9000E,并采用隔离变压器 HR601680 实现网络控制器与以太网线路的电气隔离,抑制共模干扰。

底板上提供以下外设接口:

- (1) USB HOST 接口,用于外接 USB 摄像头;
- (2) SD/MMC 卡接口,用于外接大容量 SD 存储设备;
- (3) JTAG 接口,用于烧写引导加载程序 bootloader;
- (4) 10 M/100 M 以太网接口,用于下载调试 Linux 内核和文件系统及传输数据;
- (5) 触摸屏接口,作为人机交互界面。

核心板与底板组合构成一个完整的应用系统,能够轻松装载、调试和运行嵌入式 Linux 系统,功耗低、体积小,为应用开发提供了良好的平台。

2 嵌入式系统的构建与移植

本系统选用嵌入式 Linux 系统,内核版本为 2.6.14。其在硬件平台上的移植过程如下:

(1) 配置并编译内核

将下载的内核源码放到/home/neihe 目录下,进入该目录,执行 # make menuconfig 命令,对内核进行适当配置:启用 MMU,添加 TCP/IP 协议、USB 协议及 Video4Linux 等组件的支持。保存并退出,执行 # make zImage 命令,最终在/arch/arm/boot/目录下生成 zImage 映像文件。

(2) 制作文件系统

文件系统集合了操作系统正常运行所需的文件和应用程序。使用 Busybox 制作文件系统,包含视频采集应用程序、shell、可执行文件 boa、CGI(Common Gateway Interface,通用网关接口)可执行文件及应用程序所需的库文件等。本系统的文件系统格式为 jffs2。

嵌入式 Linux 系统的启动需用一个专用的引导程序 bootloader,本文选用韩国 MIZI 公司的 vivi。

先通过 JTAG 接口将编译好的 vivi 烧写进 NandFlash 中,然后通过网线下载编译好的 Linux 内核映像文件和文件系统。

3 嵌入式 Web Server 的实现

在嵌入式 Linux 下建立 Web Server 有多种选择,如 HTTPD、BOA 和 THTTPD 等。为了满足系统实时性的要求,选择了 BOA 作为 Web Server,其源码开放、性能较高且支持 CGI 功能,可方便实现动态网页。

Web 的核心是 HTTP 协议,即在 TCP/IP 协议下使用标准同步请求/应答设计的基于 ASCII 的协议^[3]。运行在不同系统上的浏览器和服务端是通过 HTTP 消息彼此交流的。在基于 HTTP 的客户/服务器交换数据时,当 HTTP 请求产生时,就开始一次 HTTP 通信。具体过程:浏览器提取出 URL 中的主机后,向 DNS 发出请求,解析主机名的 IP 地址;DNS 解析地址并将结果返回给浏览器;浏览器向该地址请求建立 TCP 连接;浏览器发出请求报文;服务器向浏览器发送应答报文,并将指定数据发送给浏览器;断开连接。根据 HTTP 协议规定,如果客户端没有发出请求,则服务器不会自动发送页面。因此,通过在网页程序中加入标记,使浏览器在无用户干预下周性地刷新页面,从而可保证用户及时地获得远端作业现场的图象信息。HTTP 请求报文格式分为请求行、可选报头、空行及报文实体;HTTP 应答报文格式分为状态行、可选报头、空行及报文实体^[4]。报文实体就是用 HTML 语言编写的网页。

HTTP 的常用请求方法有 GET 和 POST 等。在使用 HTML 表单向服务器提交信息的语法通常定义如下: < FORM METHOD = " GET/ POST " ACTION = URL >。此处 METHOD 属性规定了数据提交的方式为 GET 或 POST。由于 POST 在安全性和传输数据量上都优于 GET,因此,本系统中提交信息方式设定为 POST,并修改定义为 < FORM METHOD = " POST " ACTION = " URL " >。

CGI 是 Web Server 和外部应用程序(以 CGI 标准编写)之间的接口标准,定义了 Web Server 如何向外部应用程序发送信息、在收到应用程序消息后怎么处理等内容。CGI 应用程序通过环境变量、

标准输入和标准输出与 Web Server 通信,以传递参数与处理结果。Web Server 的标准输入为 CGI 的标准输出,Web Server 的标准输出为 CGI 的标准输入。监控端通过浏览器向 Web Server 发送请求,Web Server 再将请求信息送给 CGI 应用程序,应用程序访问存储器上保存的视频信息,并以 HTML 形式的结构文件返回,通过 Web Server 送到监控端浏览器呈现给用户,使得采集的图象动态地显示在监控端浏览器上。CGI 应用程序可用 C、shell、perl 等语言编写,本系统使用效率高的 C 语言开发应用程序。

嵌入式 Web Server 的软件编程基于套接字(Socket)实现,其工作流程如图 2 所示。Web Server 新建一个套接字绑定主机 IP 后进入监听状态并等待接收监控端浏览器的连接请求。当监控端有 HTTP 连接请求时,Web Server 接受连接并进入 HTTP 处理程序:首先分析请求报文,然后通过分析报体调用相关的应用程序,执行完应用程序后向监控端发送应答信息并等待新的请求。

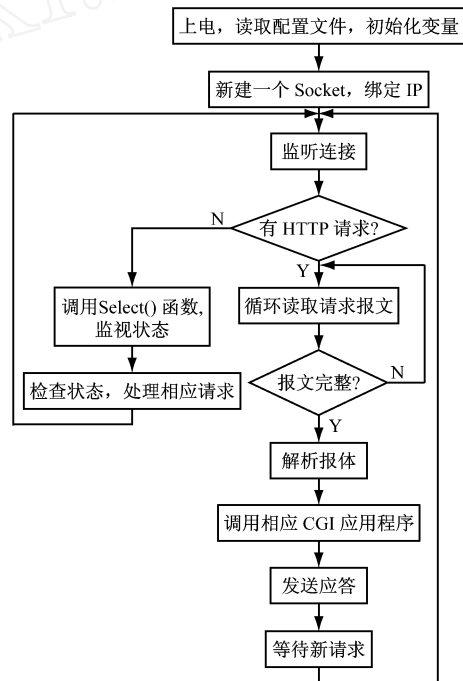


图 2 嵌入式 Web Server 的工作流程

监控端程序采用 Java 语言的 Applet 编写,其流程如图 3 所示。Applet 可以直接嵌入到页面中,由支持 Java 语言的浏览器解释执行,能够大大提高 Web 页面的动态执行能力^[5]。当监控人员访问 Web Server 时,Applet 程序会自动下载到浏览器环境中运行。

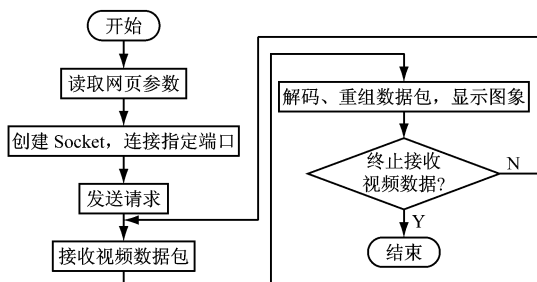


图3 监控端程序流程

4 视频信息的采集与传输

在 Linux 环境中,所有外设都看成是一种特殊的文件,称为设备文件。系统调用是内核和应用程序之间的接口,而设备驱动程序则是内核和外设之间的接口,完成对设备的初始化和释放、对设备文件的各种操作,使得应用程序可以像普通文件一样对外设进行操作。Video4Linux(简称 V4L)是 Linux 中视频设备的内核驱动,为针对视频设备的应用编程提供了一系列接口函数。此处应用程序包括视频采集、视频编码和视频发送 3 个部分。为了在视频数据传输过程中防止码流读取编码和发送互相干扰、避免读取编码和发送相互冲突等问题,系统采用了一种基于缓冲区的多线程传输技术。采集线程和发送线程是互斥的,读入的视频数据经过编码后供发送线程处理,用缓冲区和互斥锁可完全解决它们的同步问题,只要不进入临界区,2 个线程可以同时工作。

视频采集线程流程如图 4 所示。

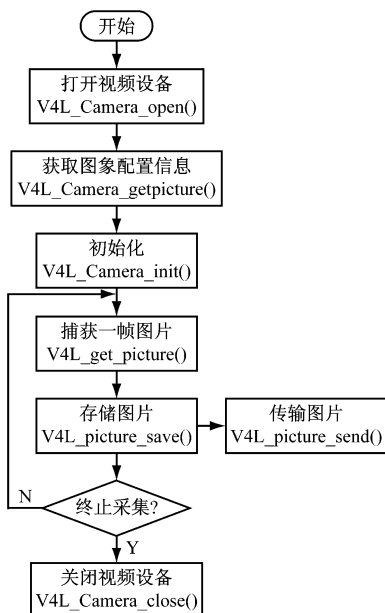


图4 视频采集线程流程图

采集完一帧图象后,将数据保存在缓冲区,并置满信号。发送线程从缓冲区中读出图象数据,若直接通过网络发送,由于信息量大,会增加数据传输系统的负担,降低传输速率。因此,在程序设计中将图象数据划分成每块为 512 B 的数据块,经过 JPEG 压缩后加上序列号、图片号打包成 Socket 套接字后,传输给监控端,同时置缓冲区为空信号。发送完一帧数据后,丢掉该帧数据以减少内存消耗。

5 系统测试

在测试过程中发现图象含有横纹干扰,经过尝试选用横向 Prewitt 算子滤波加二值分割的方法可很好地消除干扰;每幅图象大小约为 6 KB,放大图象不会出现明显失真,传输过程中坏帧率在 6% 以下;经过 ping 测试,Web Server 的响应时间小于 100 ms。测试结果表明,该系统的稳定性和实时性达到了预期效果。

6 结语

本文介绍的基于嵌入式 Web Server 的煤矿视频监控系统具有成本低、开放性好、可移植性强、操作简单、便于维护和升级等优点,提高了煤矿生产的自动化程度,为煤矿生产的安全和远程管理提供了较为可靠的技术保障。

参考文献:

- [1] 孙天泽,袁文菊,张海峰. 嵌入式设计及 Linux 驱动开发指南: 基于 ARM9 处理器 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2005: 16-41.
- [2] 吴英丽,陈胜权,刘旭明. 一种改进的嵌入式智能视频监控[J]. 电视技术, 2008, 32(4): 91-93.
- [3] 鲍可进,吴健勇. 基于嵌入式 Web Server 的电力系统远程监控的实现 [J]. 计算机工程与设计, 2007, 28(13): 3178-3180.
- [4] TIM J M,姚作梁,涂丹,等. 嵌入式系统 TCP/IP 应用层协议 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2006: 33-37.
- [5] 何梅. Java Applet 编程实例 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2003: 48-54.
- [6] 韦东山. 嵌入式 Linux 应用开发完全手册 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2008.
- [7] 胡庆武. 嵌入式 Web 监控技术研究 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2007.