

基于 ARM9 的网络视频监控系统实现

冯丽芳, 孙 俊, 周俊华, 陈为军

(江苏大学 电气信息工程学院, 江苏 镇江 212013)

摘要: 传统的实时网络监控系统是通过视频采集卡在 PC 机上构建网络视频。提出了网络数字视频监控系统, 其系统硬件以 ARM9 处理器 S3C 2410 为核心, 包含 Flash、SDRAM、USB 摄像头、网络控制器、RS-232 接口等构建嵌入式 Linux 平台, 并在该平台下实现摄像头数据的实时采集。通过移植 Bootloader、Linux 内核及制作根文件系统构建嵌入式软件平台。介绍了构建 Web 的网络视频服务器, 该服务器支持通用网关接口 (CGI), 用户可在远程控制视频监控系统, 其客户程序是用 Java 的 Applet 实现的。视频服务器 NETCAM 主要实现响应用户连接、数据采集及压缩功能, 给出了该服务器 3 个线程 (主线程、图像采集及处理线程、处理用户连接线程) 的流程图。用户通过 Internet 在浏览器上就可以实时监控远程的视频图像。

关键词: ARM9; 视频监控; 嵌入式系统; Internet; Linux; Java

中图分类号: TP 393

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2006)10-0095-03

视频监控系统是安全防范系统的组成部分, 它是一种防范能力较强的综合系统。随着网络技术, 嵌入式处理器的飞速发展以及数字视频监控系统的迅速崛起, 出现了网络数字视频监控系统。嵌入式 Web 服务器远程视频监控就是通过一个嵌入式芯片, 利用嵌入式实时操作系统和 TCP/IP 协议栈构造一个专用 Web 服务器, 把摄像机送来的视频信号数字化并压缩, 再通过内部总线送到 Web 服务器^[1]。本文介绍了以嵌入式视频服务器为核心的网络视频监控的实现。

1 系统总体介绍

系统的整体框图见图 1。本系统核心处理器采用 ARM9 芯片 S3C2410X, 它采用了 ARM920T 核, 内部带有全性能的 MMU, 适用于设计移动手持产品设备, 具有高性能、低功耗、接口丰富和体积小等优良特性。本系统根据设计要求集成了 64 MByte 的 SDRAM 和 64 MByte 的 NAND Flash, 10 MByte 的以太网接口、RS-232 接口、实时时钟及 USB 主控接口^[2]。其设计理念参考了当前市场上众多的开发板及嵌入式单片机的优点, 并融入最新掌上电脑/手持设备的特点, 是一款功能强大的嵌入式电脑平台,

适合网络和多媒体应用。

操作系统采用 Linux 2.4.26 内核, 该内核已经过长期的测试, 被公认为最稳定的内核。在 Web 服务器上移植了 Boa 的小型服务器, 该服务器是为嵌入式系统量身定做的高效 Web 服务器。针对网络视频监控的特点, 设计了实时视频数据采集压缩及网络视频服务器 Netcam, 它是整个系统的核心。并应用 Java 设计了客户端小程序, 该小程序可以通过 Web 服务器自动下载到客户端, 通过客户端程序, 用户就可以得到实时运动图像。

2 系统硬件设计

系统硬件框图见图 2。

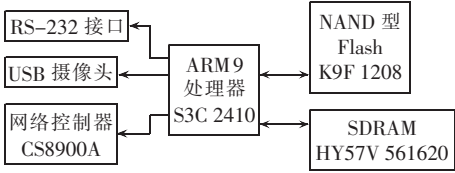


图 2 系统硬件框图

Fig.2 Block diagram of system hardware

系统主芯片采用最新的 ARM9 处理器 S3C2410X, 它是 16/32 位 RISC 嵌入式微处理器, 主要面向高性价比、低功耗手持式设备的应用。它内部有丰富的硬件资源, 如 LCD 控制器、4 个 PWM 定时器、4 通道的 DMA、3 个 UART、8 通道 10 位 AD 转换电路、USB 主/从接口及 I2S 音频接口等。

Flash 采用 K9F 1208, 它是一款 32 MByte 的 NAND 型 Flash, 本系统中启动代码、内核代码及根文件系统都存放于此。在 Flash 管理方面, 根文件系统采用最新的 YAFFS 文件系统, 是一种可读写的文件系

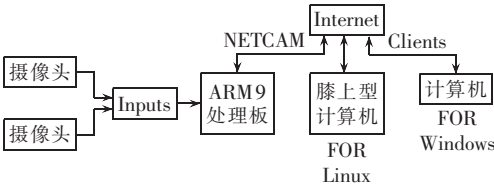


图 1 系统框图

Fig.1 Block diagram of system

统。因此,可以将用户连接日志记录到根文件系统中,可以随时调用用户连接日志。考虑到系统运行的流畅性,RAM 是 2 片 HY57V 561620 共 64 MByte 的 SDARM,这样就可流畅地运行 Linux 及网络应用。

网络控制芯片采用 Cirrus 公司生产的 CS8900A 以太网控制器,通信速率为 10 Mbit/s,通过它可实现以太网的物理层和数据链路层。由于该以太网控制器是 ISA 接口,因此易于与微处理器相连。

USB 摄像头采用 CMOS 感光芯片 OV 7620,它是一款具有 35×10^4 像素的 CMOS 芯片,每秒钟可输出 30 帧 RGB 24 的图像,图像的解像度最大可达到 640×480 。通过 OV 511 控制芯片,可以方便地将该 CMOS 感光芯片和主处理器相连。

3 系统软件设计

3.1 嵌入式平台构建

构建嵌入式开发平台,主要工作有:移植 Bootloader、移植 Linux 内核、制作根文件系统。

选用韩国 MIZI 公司的 VIVI 作 Bootloader,它是针对 ARM 专门写的一款 Bootloader。它有自动启动和命令行 2 种启动方式。在自动启动方式中,VIVI 会自动将 Linux 内核从 Flash 中复制到 RAM 中,然后启动内核,这是通常的启动方式。在命令行方式中,允许用户设置内核启动参数或下载用户文件等。

选用 Linux 2.4.26-rmk 4 作内核,该内核是由 Russell King 维护的关于 ARM 的 Linux 内核。它是在 Linux 2.4.26 内核的基础上通过修改得到的可移植到 ARM 上的 Linux 内核。在内核编译时,选中内核对 V4L 及 OV 511 芯片的支持,就可方便地利用 video-4 linux 的视频接口对 USB 摄像头进行数据采集。

在文件系统上,首先采用针对嵌入式系统设计的 YAFFS 文件系统,该文件系统是目前专门为 NAND flash 设计的文件系统,可移植性好,比文件系统 Jffs2 它具有加载时间短,掉电不易丢失及系统可靠性好的特点。在根文件系统中,选用 busybox 1.0 作为主 init 进程。这个小程序内部不仅集成 init 程序,还包含大量的小程序,如 tar、ls、cp、rm 等常用命令。选用它可减小根文件系统的大小,还可简化系统设计^[3-4]。

3.2 嵌入式 Web 服务器实现

嵌入式 Web 服务器是本系统的核心之一,选用的是 Boa,这个小型 Web 服务器是专门面向嵌入式系统的,其高效率和高安全性并存,在 300 MHz 的奔腾机上测试,每秒点击率可高达数千次。它是一个单任务的 Web 服务器,即在处理任何用户连接时,它不会产生多余的任务,因此可节省系统有限的资源,并且该 Web 服务器是支持通用网关接口(CGI)的,用户可方便地在远程对本系统控制。

在移植 Boa 时,首先运行 configure 命令,然后

简单地将 Makefile 中的“CC=gcc”改成“CC=arm-linux-gcc”,再编译,这样就可得到支持 ARM9 平台的 Web 服务器了。

用户想在远程网络浏览器(IE)上监控远程图像数据,必须在服务器的网页添加以下内容:

```
<APPLET code="WebCamApplet.class" archive=
"applet.jar" width="320" height="240">
<param name=URL value="http://yourip:8888">
<param name=FPS value="1">
<param name=width value="320">
<param name=height value="240">
</APPLET>
```

因为客户端程序是用 Java 的 applet 程序实现的,所以必须在网页标注出 applet 小程序的主类,以及类所需的 4 个参数。各个参数的含义分别是客户端服务器的网络地址、端口号(默认 8888)、帧率即每秒所获得的数据帧、高度和宽度(以像素为单位)。

3.3 嵌入式视频服务器 NETCAM 实现

视频服务器 NETCAM 是本系统的软件核心,它主要实现响应用户连接、数据采集及压缩的功能。该服务器主要分成 3 个线程实现。第 1 个是主线程,它完成服务器套接字的申请,监听特定端口并创建第 2 个线程。第 2 个线程是专门处理用户连接的,该线程接收用户发来的数据,并返回适当的 JPEG 图像数据。第 3 个线程是第 2 个线程通过信号量唤醒的,当有用户发出正常连接时,该线程就会从摄像头读取图像数据,并实时进行 JPEG 算法压缩,最后,将图像数据保存到内存公共区,以便第 2 个线程取得图像数据^[6-7]。

下面主要分析 3 个线程的实现过程。第 1 个线程流程图见图 3,它是 NETCAM 的主函数,当程序运行时,它首先从命令行获得用户传来的初始化参数,如监听端口、视频设备的设备名、压缩质量等。

接着程序会根据用户命令行传来的参数对程序运行的参数进行设置。下一步主程序会创建套接字,并设定监听端口。此后,主程序会等待用户连接,一旦有用户连接到服务器,主线程会创建第 2 个线程响应用户连接。

第 2 个线程的流程图见图 4,它是专门处理用户连接的。在 NETCAM 中实现 2 种用户请求即 HTTP 请求和自定义网络协议(WCS)请求。HTTP 请求是一个测试类型的请求,用户可不需要任何的客户端程序,就可在 IE 中得到一幅静态的图像。WCS 请求是用户客户端程序的标准请求。在该请求中,服

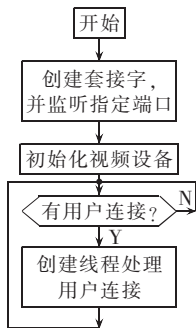


图 3 主函数流程图
Fig.3 Flowchart of main function

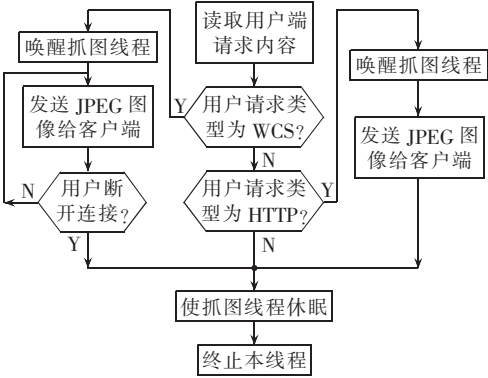


图 4 处理用户连接线程的流程图

Fig.4 Flowchart of user connection thread

服务器会不断的将视频数据通过 TCP 协议发送到客户端,只要客户端没有断开连接,服务器就会不断地将图像数据发送给客户端,用户就会得到动态的图像数据。这些图像数据是来自第 3 个线程。

第 3 个线程的流程图见图 5,它的主要任务是监测线程信号量的状态,一旦该信号量变成有效,该线程就会采集摄像头数据,并将 RGB24 格式的图像数据压缩成 JPEG 格式的图像数据,最后,将本次采集的 JPEG 图像存入内存共享区中,以便第 2 个线程能够得到该图像数据。

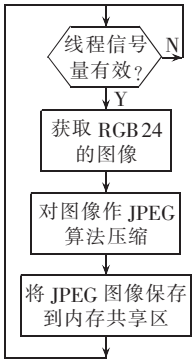


图 5 图像采集及处理线程的流程图

Fig.5 Flowchart of image acquisition and processing thread

3.4 Java 客户端程序实现

本系统的客户端采用 Java 的 applet 编写。applet 具有可视化内容并且可嵌入到 Web 网页中产生特殊页面效果的小程序。通过它实现客户端和视频服务器的通信,用户可以在远程 IE 上随时监控本地的视频^[8-9]。

客户端的流程图见图 6。当用户通过浏览器访问 Web 服务器时,客户端程序会自动下载到用户的 IE 环境中,这时浏览器就会执行 applet 程序。该程序一开始会读取网页参数,具体参数见 3.2 节。得到参数后,它就会创建套接字,并试图连接到视频服务

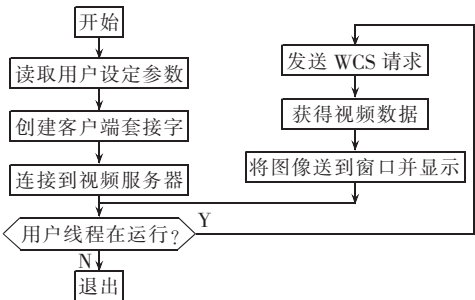


图 6 客户端程序流程图

Fig.6 Flowchart of client program

器上。在正确连接后,它会向视频服务器发送 WCS 请求,服务器接收到 WCS 请求后,会将视频数据传输给客户端。客户端程序得到视频数据后将视频数据送到 applet 窗口并显示。只要用户不主动断开连接,客户端程序就会不断的向视频服务器请求视频数据,用户端就可得到连续的视频数据。

4 结语

Internet 的发展为嵌入式系统的发展提供了一个良好的机会,也提出了许多严峻的挑战。网络能力将会成为未来嵌入式系统的必需。各种嵌入式的网络应用软件将会广泛使用。嵌入式系统的发展又为嵌入式操作系统的发展提供动力^[10]。

基于 Internet 的视频图像传输系统现在在各个领域正发挥着重要的作用,并有越来越多的厂商投身于这个领域,随着视频压缩技术的发展、网络传输能力的不断增强,网络视频的优越性会逐步体现,相信嵌入式网络视频服务器的应用会更为广泛。

参考文献:

[1] 何鹏举,陈明,段磊强,等. 基于嵌入式 Web 服务器的远程视频监控系统[J]. 测控技术,2004,23(6):62-64.
HE Peng-ju, CHEN Ming, DUAN Lei-qiang, et al. A remote video monitoring system based on embedded Web server[J]. Measurement & Control Technology, 2004, 23(6): 62-64.
[2] MIZI. MIZI Linux SDK for S3C2410 [EB/OL]. [2005-11-28]. <http://www.mizi.com/developer/s3c2410x/index.html>.
[3] YAGBMOUR K. 构建嵌入式 LINUX 系统[M]. 雅默,译. 北京:中国电力出版社,2004.
[4] ANDERSEN E. Busybox [EB/OL]. [2005-11-28]. <http://www.busybox.net>.
[5] DOOLITTLE L, NELSON J. Boa Webserver [EB/OL]. [2005-11-28]. <http://www.boa.org>.
[6] STEVENS. UNIX 环境高级编程[M]. 尤晋元,译. 北京:机械工业出版社,2000.
[7] WALL K. GNU/Linux 编程指南[M]. 王勇,译. 北京:清华大学出版社,2002.
[8] 何梅. Java Applet 编程实例[M]. 北京:清华大学出版社,2003.
[9] 耿祥义. Java 基础教程[M]. 北京:清华大学出版社,2004.
[10] 刘六彬. 嵌入式视频监控系统中 Linux 应用的研究[J]. 科技广场,2005,2(2):4-7.
LIU Liu-bin. The research of uClinux application in embedded video-system[J]. Science Mosaic, 2005, 2(2): 4-7.

(责任编辑:汪仪珍)

作者简介:

冯丽芳(1981-),女,江苏徐州人,硕士研究生,研究方向为嵌入式系统以及网络应用(E-mail:tymanium@126.com);
孙俊(1978-),男,江苏泰兴人,博士,研究方向为图像压缩及图像识别;
周俊华(1981-),男,江苏盐城人,硕士研究生,研究方向为嵌入式系统以及网络应用;
陈为军(1980-),男,江苏高邮人,硕士研究生,研究方向为网络视频监控。

Network video monitoring system based on ARM9

FENG Li-fang, SUN Jun, ZHOU Jun-hua, CHEN Wei-jun

(Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China)

Abstract: Traditional real-time video monitoring system is constructed on PC via video cards. A network video monitoring system is presented. Taking the ARM9 processor S3C 2410 as the core, an embedded Linux platform is established with the Flash, SDRAM, USB camera, network controller and RS-232 interface, based on which real-time video signal acquisition is realized. The embedded Linux is constructed by transplanting the Bootloader, the Linux core and making the root file system. The Web network video server is formed, supporting CGI (Currency Gateway Interface). Remote user terminals run the client Java program to control the video monitoring system. The video server NETCAM is to realize user connection response, data acquisition and compression. Flowcharts of its three threads as follows are offered: the main thread, the image acquisition and processing thread, the user connection thread. Users can real-timely monitor video images with browser through Internet.

Key words: ARM9; video monitoring; embedded system; Internet; Linux; Java