

文章编号: 1672 - 058X(2009)06 - 0558 - 05

# 基于 USB 的嵌入式远程视频监控系统设计

蒋承延<sup>1</sup>, 贾 晖<sup>2</sup>

(1. 重庆电力高等专科学校, 重庆 400053; 2 西南政法大学 教育信息技术中心, 重庆 401120)

**摘 要:**利用嵌入式系统开发技术与 Internet 技术,根据固定场所使用的特点,提出了一种采 USB 摄像头的嵌入式远程视频监控系统实现方案;本方案采用 ARM 9S3C2410 为处理器和嵌入式 Linux 作为系统服务器端,将 USB 摄像头采集的视频数据压缩后,通过 Internet 传输实现对固定场所的远程视频监控。

**关键词:**视频监控;运动检测;嵌入式系统;ARM9S3C2410

**中图分类号:** TP391. 8

**文献标志码:** A

视频监控系统作为安防领域的重要组成部分,是一种防范能力很强的综合性系统。本系统基于嵌入式 Linux 的远程视频监控系统,目标是要实现独立的嵌入式智能终端设备及其与以太网的直接接入,从而通过网络与远端主机进行通信;在嵌入式智能设备终端上要完成视频采集、视频 Web 服务器,并通过以太网传输图像到远端主机,供客户端实时监控。采用高度集成的 ARM9 S3C2410 作为系统核心,扩展少数外围设备,实现了基于嵌入式软硬件平台的远程图像监控系统。

## 1 系统设计

在此是要设计一个以嵌入式系统为中心的用于远程视频监控系统的嵌入式系统,通过该系统可以实现 USB 摄像头监控功能和网络传输的功能。整个监控系统构建在局域网 (LAN) 之上,主要组成部分包括摄像头、视频服务器、交换机、用户等,如图 1 所示。

各部分功能说明如下:

**USB 摄像头:**采集监控现场数据,传输给视频服务器处理;

**视频服务器:**实现图像数据的采集处理,通过网络传输给客户端显示,每个视频服务器都设定了一个固定的 IP 地址,用户可以通过 IP 地址来访问视频服务器,并能检测运动目标,实现短信报警;

**交换机:**为局域网中的各个主机提供网络服务;

**用户:**为任何一个接入该局域网的计算机,通过浏览器访问视频服务器即可得到监控图像。

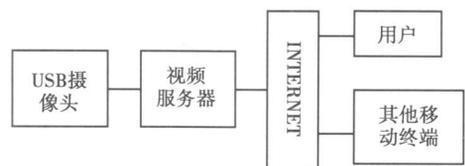


图 1 监控系统的组成

收稿日期: 2009 - 09 - 01;修回日期: 2009 - 10 - 21。

作者简介:蒋承延 (1974 - ),男,四川越西县人,副教授,从事计算机及应用研究。

### 1.1 系统硬件设计

在此设计的远程视频监控系统的的设计采用 ARM 与嵌入式 Linux操作系统相结合的方式以获得更高的性价比,另外 ARM 是一个比较完全的 CPU 系统,可扩展的接口丰富,系统扩展空间比较大,比如接 3.5寸液晶显示报警图片等。ARM 处理器结合嵌入式 Linux系统完成系统控制和系统协议转换,视频数据的压缩及视频流的网络传输通过软件实现,本系统使用的硬件平台功能框图如图 2所示。

### 1.2 系统的软件设计

本系统采用了 ARM Linux作为操作系统,ARM Linux是移植到 ARM 内核上的 Linux操作系统。Linux操作系统的源代码中已经有针对各种不同处理器的硬件适配层,在“ arch/ ”下面就包括 ARM。但是这还不能充分涵盖各种 ARM 芯片在各个方面的功能和部件,各种形式的补丁为原版 Linux做出了补充和修改。在实际的系统中,还要根据系统板的硬件配置进行移植。本系统软件主要由 USB 驱动程序、嵌入式 Linux操作系统、图像处理程序和报警程序组成,如图 3所示。

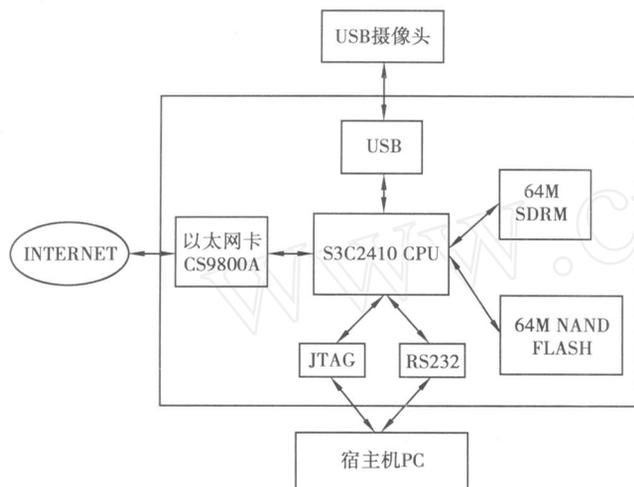


图 2 统硬件功能框图

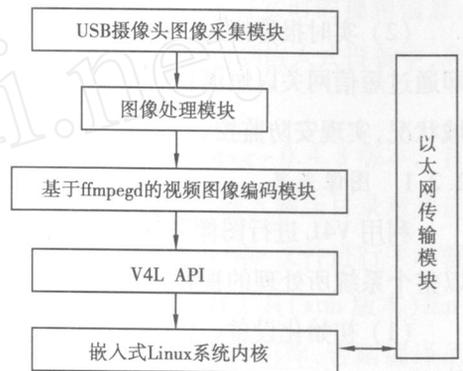


图 3 系统软件的组成部分

## 2 系统实现

### 2.1 USB 驱动程序接口与摄像头驱动移植

由于系统平台上运行的是 am linux,启动启用了 MMU,系统进入保护模式,所以应用程序就不能直接读写外设的 I/O 区域(包括 I/O 端口和 I/O 内存),这时一般要借助于该外设的驱动来进入内核完成这个工作。本系统中的视频采集分两步实现:一是为 USB 摄像头在内核中写入驱动,二是要再写入上层应用程序获取视频数据。

(1) USB 驱动程序接口。USB 驱动程序包括用户驱动程序、通用总线驱动程序、主机控制器驱动程序几部分。其中用户驱动程序可以包含多个不同的功能接口对应不同的驱动程序,它们不直接与 USB 设备硬件交互,而是通过协议软件的抽象处理完成与设备的不同功能口之间的通信,提供了 USB 设备的功能操作及特定子类协议封装;通用总线驱动程序(USB D)拥有特定操作系上抽象出的主机控制器驱动程序的共有特性,是整个 USB 驱动程序的核心;主机控制器驱动程序是直接和硬件交互的软件模块,主要实现主机控制器硬件初始化、负责总线的注册、为 USB D 层提供相应的接口函数、提供根 HUB 设备配置和控制、实现四种

数据传输方式(控制、批量、中断和等时)等功能。

Linux通过定义了统一的 URB(Universal Request Block)结构,在用户驱动程序和 USB 之间,以及 USB 和 HCD 之间进行消息传递。用户开发的 USB 驱动程序主要是负责将数据封装成 URB 和从 URB 中得到数据。

(2) 摄像头驱动程序 Spca5xx-LE 接口。USB 摄像头的设备驱动程序主要提供两个接口:一个是与 USB 层的接口,主要用于向 USB 层注册该设备并且完成 `usb_drivers` 数据结构的例化;另一个是为应用程序提供访问接口。

## 2.2 视频监控系统软件实现

嵌入式系统建立起来之后,就可以利用操作系统内核所提供的接口来开发视频监控软件模块了。本系统结合 `ffmpeg` 库开发了 ARM 处理器核的嵌入式视频监控系统,它有如下运行特点:

(1) 网络监控模式。视频服务器工作,系统采用 `ffmpeg` 库实时影像压缩技术,独立运转,不需要主机控制,直接通过以太网连接到网络服务器,实现远程监控,使用浏览器即可观看实时影像,不需要安装专用的解码软件。

(2) 实时报警模式。嵌入式监控系统端利用背景减除法实时监控目标区域有无目标闯入,如果有则立即通过短信网关以短消息的方式向用户发出警报,用户可以发出向服务器端发出请求,查看摄像头监控区域状况,实现安防监控。

### 2.2.1 图像采集

利用 V4L 进行图像采集,本系统为了保证通用性,选择了市场占有率最高的 ZC301 芯片型的摄像头,所以整个系统所处理的视频流是 `jpeg` 格式的。

(1) 初始化设备。首先打开视频设备,摄像头在系统中对应的设备文件为 `/dev/video0`,采用系统调用函数 `fd=open("/dev/video0",O_RDWR)`, `fd` 是设备打开后返回的文件描述符,以后的系统调用函数就可使用它来对设备文件进行操作了。接着,利用 `ioctl(fd,V D DCGCAP, & video_cap)` 函数读取 `struct video_capability` 中有关摄像头的信息。该函数成功返回后,这些信息从内核空间拷贝到用户程序空间 `video_cap` 各成员分量中,使用 `printf` 函数就可得到各成员分量信息,例如 `printf("maxheight = %d", fd_maxheight)` 获得最大垂直分辨率的大小。

使用 `ioctl(fd,V D DCGPCT, & video_pict)` 函数读取摄像头缓冲中 `video_picture` 信息。在用户空间程序中可以改变这些信息,具体方法为先给分量赋新值,再调用 `V D DCSPCT ioctl` 函数,例如:

```
fd_depth = 3;
if(ioctl(fd,V D DCSPCT, &video_pict) < 0)
{ perror("V D DCSPCT");
return -1; }。
```

(2) 截取视频图像。完成以上初始化设备工作后,就可以对视频图像截取了,有两种方法:一种是 `read()` 直接读取;另外一种 `mmap()` 内存映射。`read()` 通过内核缓冲区来读取数据;而 `mmap()` 通过把设备文件映射到内存中,绕过了内核缓冲区,最快的磁盘访问往往还是慢于最慢的内存访问,所以 `mmap()` 方式加速了 I/O 访问。

另外,`mmap()` 系统调用使得进程之间通过映射同一文件实现共享内存,各进程可以像访问普通内存一样对文件进行访问,访问时只需要使用指针而不用调用文件操作函数。

因为 `mmap()` 的以上优点,所以在程序实现中采用了内存映射方式,即 `mmap()` 方式。

利用 `mmap()` 方式视频截取具体进行操作如下:

先使用 `ioctl(fd, V D DCMBUF, &vm_map)` 函数获得摄像头存储缓冲区的帧信息,之后修改 `video_mmap` 中的设置,例如重新设置图像帧的垂直及水平分辨率、彩色显示格式。可利用如下语句:

```
Video_mbuf height = 240;
Video_mbuf width = 320;
Video_mbuf format = V DEO_PALETTE_RGB24;
```

接着把摄像头对应的设备文件映射到内存区,具体使用 `grab_data = (unsigned char *)mmap(0, vm_map.size, PROT_READ | PROT_WRITE, MAP_SHARED, fd, 0)` 操作。这样设备文件的内容就映射到内存区,该映射内容区可读可写并且不同进程间可共享。该函数成功时返回映像内存区的指针,失败返回值为 `-1`。

### 2.2.2 网络远程视频监控实现

网络化的嵌入式视频监控系统作为第四代视频监控系统,不受时间和空间的限制,本身可以作为视频流媒体服务器,突破了监控的时空限制,使用户可以通过网络中的任何一台电脑来观看实时的视频信息。通过网络传输实时影像,监控方式、监控距离等方面都不受限制。本系统将 `ffmpeg` 移植到嵌入式设备中,利用 `ffmpeg` 强大的实时影像压缩技术实现视频监控。

为了保证应用程序和操作系统及编译器间的兼容性,设计中 `ffmpeg` 库采用了 `ffmpeg-0.4.8` 版本。首先从 <http://ffmpeg.sourceforge.net> 上获取 `ffmpeg-0.4.8.tar.gz` 源代码包,进行解压,进入解压目录对其进行配置和编译,为了编译成在 ARM 上允许的二进制程序,需要对 `configure` 文件和 `Makefile` 文件进行手动修改,并设置好环境变量。然后执行 `make,make install`。此步后,将生成所需要的二进制工具 (arm 版本) `ffmpeg` 和 `ffserver` 以及 `ffplay`。需要注意的是要事先下载并交叉编译 `xvid` 等所需要的编解码库,否则编译通不过。

### 2.3 运动目标检测

运动目标检测是指从视频流中实时提取目标,检测出图像序列中与运动的三维物体相关的点,滤除图像中与运动对象无关的信息。运动目标检测的结果是一种“静态”目标——前景目标,由一些静态特征所描述。运动目标检测根据前景目标所处的背景环境,可以划分为两类:静态背景下运动目标检测和动态背景下运动目标检测。

背景减除法的优点是算法实现简单、速度快,能够提供运动目标最完整的特征数据,缺点是在运动频繁 (如大型商场) 的场合可能难以获得背景图像;用固定背景做差分对于动态场景的变化 (如户外日照、室内灯光渐变和其它外来无关事件的干扰等) 特别敏感,需要不断更新。因此大部分研究人员目前都致力于开发不同的背景统计模型,以期减少动态场景变化对于运动目标分割的影响。

设定摄像头视频采集循环的周期为  $T$ ,系统初始化以后,获得的第一帧图像就保存为背景图像,接下来每隔时间  $T$  采集一帧,利用背景减除法进行运动目标检测。

该软件使用 QT/E 的图像处理类库 `QImageProcess` 开发。首先循环采集两帧图像数据,进行二值化处理后,分别提取两幅图像的亮度作差。得到背景差分图像后,与设定的亮度阈值进行比较。超过该值,则触发报警。

### 3 结束语

在此将当前嵌入式系统技术应用于网络视频监控系统,设计了一种基于嵌入式 Linux 和 S3C2410X 的低成本的网络视频采集传输系统,给出了基于 ffmpeg 和 ffmpeg 的远程监控方案,在视频服务器上实现 TCP/IP 协议并运行嵌入式 HTTP 服务器,形成一个用户可以通过网络浏览器进行远程访问的服务器,服务器程序集成了视频采集、网络通信和报警处理部分。实现了基于 B/S 模式的网络图像监控系统,客户端用浏览器即可实现对远程图像的监控,并能实现运动目标的检测和报警。

#### 参考文献:

- [1] RUTH A, ASHOK K. A Network of Sensor-based Framework for Automated Visual Surveillance [J]. Journal of Network and Computer Applications, 2007, 30(3): 1244 - 1271
- [2] JAVED O, RASHEED Z, ALATAS O. A Real Time Surveillance System for Multiple Over-lapping and Non-Overlapping Cameras [J]. IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME 2003), Baltimore, Maryland, USA, 2003(3): 1201 - 1223
- [3] 刘慧明,王汝琳. 视频监控系统的发 展理念与实践 [J]. 智能建筑, 2004(3): 102 - 105
- [4] 江潮,苏祥芳. 基于网络的数字视频监控系统 [J]. 武汉大学学报, 2000, 46(5): 608 - 612
- [5] 叶玮琼. 嵌入式 WebServer 智能家居中央控制器实现方法研究 [M]. 广州:广东工业大学出版社, 2005
- [6] 姜敏,施健. 基于嵌入式 WEB 服务器的远程视频监控技术 [J]. 计算机时代, 2007(5): 31 - 34
- [7] 贾智平,张瑞华. 嵌入式系统原理与接口技术 [M]. 北京:清华大学出版社, 2005
- [8] 余永权. 嵌入式系统的技术和发 展 [J]. 电子世界, 2004(10): 4 - 5
- [9] 陈俊宏. Embedded Linux 嵌入式系统原理与实务 [M]. 北京:中国铁道出版社, 2004
- [10] 朱珍民,隋雪青. 嵌入式实时操作系统及其应用开发 [M]. 北京:北京邮电大学出版社, 2006

## The design of remote video monitoring system based on embedded USB

JIANG Cheng-yan<sup>1</sup>, JIA Xuan<sup>2</sup>

(1. Chongqing Electronic Power College, Chongqing 400053, China;

2. Educational Information Technique Center, Southwest University of Political Science and Law, Chongqing 401120, China)

**Abstract:** In this paper, based on the development of embedded systems technology and Internet technology, according to the characteristics of the use of fixed location, a mining embedded USB camera remote video surveillance system program was proposed. ARM 9S3C2410 was used in the program for the processor and embedded Linux as a server-side system for USB camera video data compression for the transmission through the Internet to achieve a fixed place on the remote video surveillance.

**Key words:** video surveillance; motion detection; embedded systems; ARM9S3C2410

责任编辑:代晓红