

嵌入式无线视频监控系统的设计与实现

郑更生,方 勇,肖 婧

(武汉工程大学计算机科学与工程学院,湖北 武汉 430074)

摘 要:针对目前视频监控系统中采用有线网络使用不便的情况或者在无线网络环境中流媒体不能实时高效传输的现象,提出了一种基于 ARM 平台和嵌入式 Linux 的无线视频监控方案.首先对 Linux 操作系统进行修改和裁剪,搭建起嵌入式系统工作平台,然后利用 V4L 提供的接口函数来实现 Linux 下的视频采集,对采集的视频数据采用最新的 H.264 视频编码标准进行编码处理,将编码后的视频数据进行 RTP/RTCP(实时传输协议/实时传输控制协议)的封装并进行无线网络传输,最后在远程监控端采用 DirectShow 技术实现了视频解码播放.实验结果表明:在 Arm-Linux 平台上采用基于 RTP/RTCP 的 H.264 传输算法,获得的视频清晰流畅、失真小、延迟低,满足实时视频监控的要求.

关键词:无线网络;视频采集;视频编码标准;实时传输协议

中图分类号:TP368.1

文献标识码:A

doi:10.3969/j.issn.1674-2869.2012.10.016

0 引 言

视频信息具有直观、可靠的特点,视频监控系统目前在智能交通、家庭安防、可视会议等领域有着越来越广泛的应用.在视频监控系统中,实时采集和视频传输是一项关键的技术.传统的视频监控系统主要以采集卡和有线传输为主,此方案体积大,移动性差.随着嵌入式技术,视频处理技术和无线网络传输技术的发展,基于嵌入式平台和无线网络传输的新型视频监控系统已经在多个领域有着广泛的应用.本文介绍了一种基于 S3C2440 微处理器、在嵌入式 Linux 操作系统上实现的实时视频采集和无线传输的监控系统.该系统以体积小、可移动性高等特点,克服了传统视频监控系统的不足.本系统为今后嵌入式 Linux 在智能监控系统中提供了一个可行的方案,具有一定的实际应用价值.

1 系统硬件总体设计

本系统主要由前端采集模块、图像处理模块、无线传输模块 3 部分组成.前端采集模块由开发板提供的 130 万像素的 CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor 互补金属氧化物场效应管)图像传感器 OV9650 及其接口电路组成.该传感器具有高灵敏度、低功耗等优点,低电压供电,适用于嵌入式便携产品的应用,且支持标准的

SCCB(Serial Camera Control Bus)接口,微处理器通过 SCCB 接口可以方便的进行图像质量控制.主控模块主要由广嵌的 GEC2440 开发板构成,其核心处理器 S3C2440 是 Samsung 公司 ARM9 系列的 ARM920T 嵌入式处理器.主频 400 MHz,对 Linux 操作系统能很好的支持,有强大的计算处理能力,该芯片集成了通用的串口控制器、USB(通用串行总线)控制器、A/D(模数转换)转换器和 GPIO(通用输入输出)等功能,能很好的实现视频图像的编解码.无线传输模块采用腾达 W311U+ 无线网卡,该网卡采用雷凌公司的 RT3070 芯片,无线传输速率 150 Mbps,配备 4.2dBi 全向天线,采用信号增强放大先进技术,有效的提升网卡的无线接收能力,且支持 Linux 操作系统,驱动移植方便,缩短了开发周期,能很好满足视频监控的需求.

2 系统软件设计与实现

2.1 系统软件构成

本系统软件由设备驱动模块、图像采集模块、H.264 图像压缩模块、无线视频传输模块组成.设备驱动模块实现摄像头、WIFI 无线网卡在 Linux 操作系统下正常工作^[1],并为应用程序提供接口.图像采集模块实现获取摄像头的图像并进行暂存.H.264 图像压缩模块实现原始图像的编码处理.无线视频传输模块实现视频图像的网络传输.

2.2 嵌入式工作平台的搭建

嵌入式工作平台的搭建主要是对 Linux 操作

收稿日期:2012-09-20

作者简介:郑更生(1985-),男,湖南邵东人,副教授,博士.研究方向:嵌入式系统.

系统进行必要的修改和裁剪,使其能在选定的硬件平台上稳定高效的工作. ARM-Linux 移植到本系统概括起来主要有以下步骤^[2-3].

- (1)建立 ARM-Linux 交叉编译环境.
- (2)Bootloader 的移植. 移植、配置和编译 u-boot, 将可执行文件烧写到开发板 NAND Flash 中.
- (3)Linux 内核的移植.
- (4)嵌入式文件系统的移植.

2.3 图像采集模块

图像采集模块主要负责视频数据的采集,并将采集到的数据存放在缓存区中,供其它模块使用. 视频采集在 Linux 下是基于 V4L(Video4Linux)提供的函数接口来实现的^[4]. V4L 是 Linux 内核中关于视频设备的 API 接口,它为视频设备的应用程序编程提供了一套接口规范. 开发完摄像头的驱动程序后,就可以通过 V4L 提供的系统 API 来控制摄像头实现视频采集. Linux 下通过 V4L 提供的编程接口,编写视频采集程序的流程如图 1 所示.

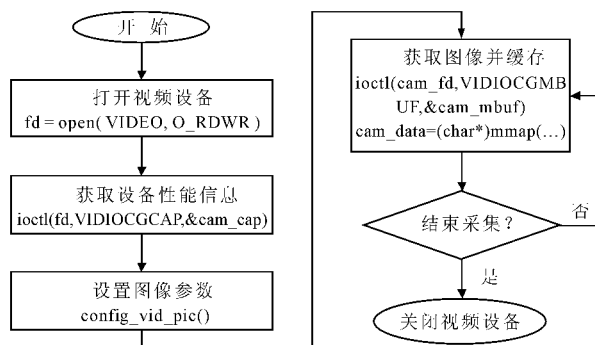


图 1 视频采集流程

Fig. 1 Video capturing flow chart

2.4 新一代视频压缩编码标准视频编码模块设计

新一代视频压缩编码标准^[5]是 IYU-T 视频编码专家组和 ISO/IEC 动态图像专家组联合组成的视频组提出的高度压缩数字视频编码器标准. 它编码效率高、能以较低的数据速率传送基于 IP (网际协议) 的视频流,在视频质量、压缩效率和数据包恢复丢失等方面有较大的优势,能很好适应 IP 和无线网络,是目前监控系统最为理想的信源压缩编码标准. T264 是中国视频编码自由组织联合开发的开源的 264 编解码器,吸收了 X264、XVID 等开源编码库的优点. 系统采用最新版本 avc-src-0.14. 下载此源码,进行编译会生成一些 *.obj 文件,应用程序可以直接使用这些目标文件提供的功能函数对 YUV 格式视频进行编码. 流程图如图 2 所示.

2.5 无线视频传输模块设计

视频采集编码完成后,需要通过无线网络传

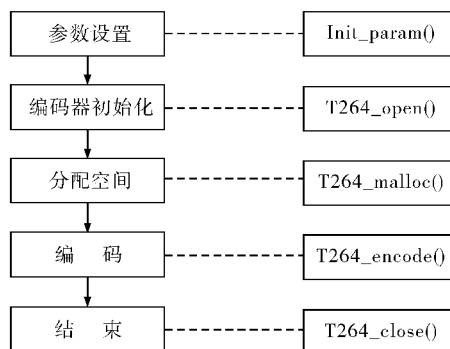


图 2 新一代视频压缩编码标准视频编码流程

Fig. 2 Video decoding of H. 264 flow chart

输,目前网络传输协议主要有 TCP(传输控制协议)和 UDP(用户数据报协议)两种,而流媒体的实时传输对带宽和延时比较敏感,它要求一定的服务质量且可以容忍一定程度的丢包. TCP 每次都有通过 3 次握手建立连接,在等待乱序及重传丢失数据时产生了较大时延,不适合实时数据传输. UDP 协议时面向无链接、不可靠的传输协议,具有消耗资源小、传输速度快等特点,在视频传输过程中偶尔丢包不会对监控画面产生较大影响,但 UDP 无法提供差错控制,也不适合. 在这种情况下,运行于 UDP 之上的 RTP^[6](实时传输协议)则有很大优势. RTP 提供了为数据包编号,加载时间信息等功能,能有效的反馈和最小的开销使传输效率最佳化,RTCP 周期性的向会话的所以者进行通信,来监视服务质量. 视频数据首先封装在 RTP 信息包中,每个信息包又封装在 UDP 消息段中,最后封装在 IP 数据包中进行传输. 基于 RTP/UDP/IP 协议的传输视频流封装格式如图 3 所示.

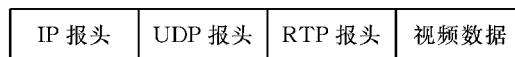


图 3 视频封装格式

Fig. 3 Format of video package

服务器端利用 UDP 的网络 socket 编程实现视频的传输. 实现流程如图 4 所示.

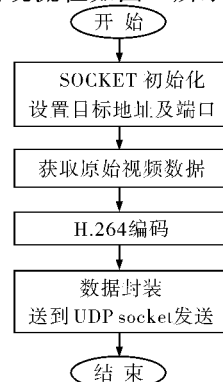


图 4 视频发送流程

Fig. 4 Video transmission flow chart

2.6 结果及分析

测试环境:GEC2440 开发板,采用 Linux 2.6.12 操作系统.摄像头:130 万像素 CMOS 图像传感器 OV9650.网络环境:无线局域网.远程监控端:Windows 个人电脑.

图 5 为监控客户端实时运行情况,监控图像清晰流畅,无明显失真.监控终端视频延迟 2 秒左右,无明显延迟,达到了实时监控的效果.



图 5 远程监控端视频

Fig. 5 Video taken by the monitoring client

3 结 语

以上介绍的基于 ARM 的嵌入式终端通过 WIFI 技术实现无线实时视频监控系统的设计与

实现.包括视频采集、H.264 编码和无线传输三个核心模块.经测试,系统运行稳定,监控视频在局域网环境下无明显失真和延迟.基本可以满足普通视频监控要求.本文特色:将嵌入式视频监控和无线传输技术结合,体积小,成本低,并结合了较新的 H.264 编码标准,在具有高压缩比的同时还拥有高质量流畅的图像,另采用 RTP/RTCP 协议传输视频流,以有效的反馈和较小的开销达到较高的传输效率.有广泛的市场前景和应用价值.

参考文献:

- [1] 盛李立,王忠,王春丽,等.基于 SPI 接口的无线网卡设备驱动设计[J].武汉工程大学学报,2011,33(6):89-93.
- [2] 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,2009:241-360.
- [3] 彭铁钢,刘国繁,曹少坤,等.基于 ARM 的嵌入式视频监控系统设计[J].计算机工程与设计,2010,31(6):1191-1194.
- [4] Alan Cox. Video4Linux Programming[EB/OL]. <http://kernelbook.sourceforge.net/video4linux.pdf>, 2010-07-25.
- [5] 毕厚杰.新一代视频压缩编码标准——H.264/AVC[M].北京:人民邮电出版社,2005.
- [6] 周鹏,汤银焕,黄秋元,等.基于 RTP/RTCP 的音视频 WiFi 传输系统的设计[J].武汉理工大学学报,2011,35(4):802-804.

Design and implementation of embedded wireless video surveillance system

ZHENG Geng-sheng, FANG Yong, XIAO Jing

(School of Computer Science and Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: To solve the problems of inconvenience and inefficiency in the current schemes of video monitoring system, a wireless video monitoring system was designed based on ARM-Linux. First, the Linux was altered to adapt the embedded hardware platform. Second, the interface functions of V4L (Video for Linux) were used to implement the video collecting. Then, the video data was encoded by the newest video coding standard H.264. After these, the encoded video data was packaged by RTP/RTCP (Real-time Transport Protocol) protocol and transferred from the wireless network. Lastly, DirectShow was chosen to implement the video decoding at the remote client. The experimental result shows that the video obtained has high quality of compression and little distortion, which indicates that this solution suits for real-time video monitoring.

Key words: wireless network; video acquisition; video coding standard; RTP/RTCP

本文编辑:陈小平