

树莓派平台下的实时监控系统开发

李龙棋, 方美发, 唐晓腾

(闽江学院物理学与电子信息工程系, 福建 福州 350121)

摘要: 以 Raspberry PI 开源硬件平台作为图像服务器, 通过 TCP/IP 协议与连接在同一个路由器上的 IP 摄像头通讯, 实现一个在线实时监控系统; 开发了一个基于 TCP/IP 协议的客户端, 可以使得接驳于同一路由器上的客户端实现实时监控. 实验证明该系统能够稳定正常运行, 可靠性较高.

关键词: 树莓派; 网络摄像头; 图像采集

中图分类号: TP393.09

文献标识码: A

文章编号: 1009-7821(2014)05-0067-06

Development of Raspberry PI based on real-time monitoring system

LI Long-qi, FANG Mei-fa, TANG Xiao-teng

(Department of Physics & Electrical Engineering, Minjiang University, Fuzhou, Fujian 350121, China)

Abstract: It takes Raspberry PI open-source hardware platform as the image server to communicate with the IP camera connecting to the same router through TCP/IP protocol, thus realizing an online real-time monitoring system. A client based on TCP/IP protocol is developed to achieve real-time monitoring for the client connecting to the same router. The result shows that the system has stability and high reliability.

Key words: Raspberry PI; IPCam; image acquisition

如今摄像头已成为人们生活中必备的工具之一. 随着摄像头各项技术的提升和软件开发者的不断创新, 摄像头的应用领域也越来越广, 再不仅仅只是用来视频聊天的工具了. 如在安防领域, 越来越多的场所需要用到监控技术, 而随着监控技术的不断被需求, 监控产品更新换代是十分频繁, 新的技术层出不穷. 实时性、高性价比、长期在线工作的实际需求对底层硬件的要求也越来越高, 而底层硬件的好坏也在一定程度上影响到了监控质量的好坏^[1-7].

树莓派(Raspberry PI)是英国一个小型慈善组织开发的一款基于 Linux 的开放式嵌入式系统, 通过装载相应的 Linux 系统和相应的应用程序, 可以实现强大的能力, 还具有廉价、体积小等优点. 以硬件开源的嵌入式系统树莓派作为应用开发平台, 基于 Simple CV 图像开发包, 通过 TCP/IP 协议实现了 IP 摄像头与树莓派的通信, 实现视频的实时采集工作; 连接于同一个路由器上的客户端可以随时监看实时视频.

收稿日期: 2013-05-11

基金项目: 闽江学院大学生创新创业训练计划项目(201310395002)

作者简介: 李龙棋(1991-), 男, 福建泉州人, 闽江学院物理学与电子信息工程系学生.

方美发(1990-), 男, 福建漳州人, 闽江学院物理学与电子信息工程系学生.

唐晓腾(1974-), 男, 福建福州人, 闽江学院物理学与电子信息工程系副教授.

1 硬件平台及开发相关技术简介

1.1 树莓派

树莓派为 Raspberry PI 的译名,其采用 ARM11 架构,仅有信用卡般大小,具有强大的系统与接口资源,图 1 为树莓派的硬件资源及接口^[8-13]. 系统包括一枚 700 MHz 的处理器,512 M 内存,支持 SD 卡和 Ethernet,拥有两个 USB 接口,以及 HDMI 和 RCA 输出支持,并且支持 1080 P 视频. 通过装载相应的 Linux 系统和相应的应用程序,树莓派可以实现强大的应用功能,且具有价廉物美等优点,目前在国内外高端 DIY 开发中应用广泛.

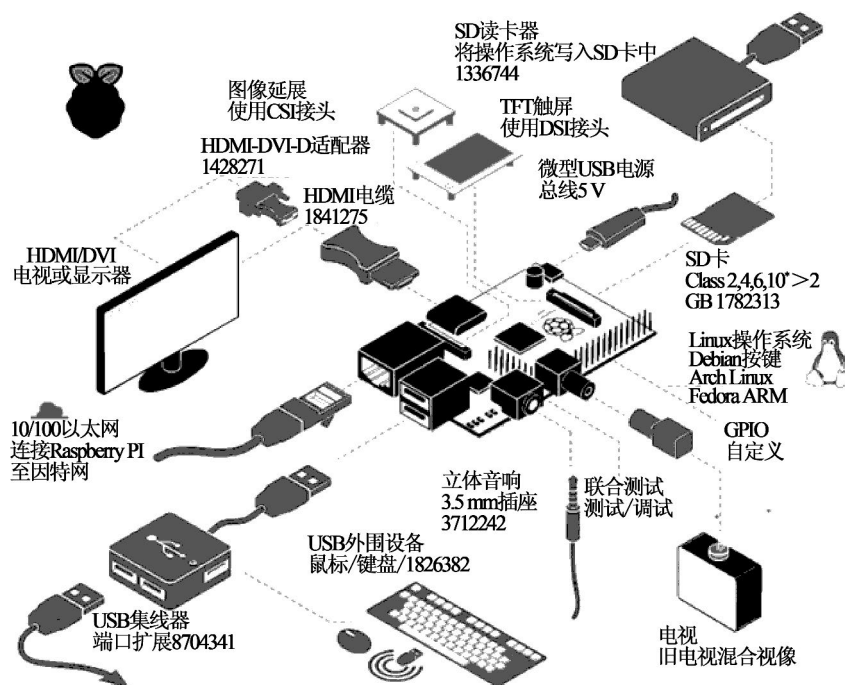


图 1 树莓派的硬件资源接口及相关外设参考

Fig. 1 Raspberry Pi hardware & peripherals reference

1.2 树莓派开发语言——Python

树莓派预搭载的编程开发环境是 Python 语言. Python 是一种面向对象、直译式计算机编程语言,已有近 20 年的发展历史,包含了一组完善而且容易理解的标准库,能够轻松完成很多常见的任务,语法简捷、清晰,且具有垃圾回收功能,能够实现内存的自动管理,常用于处理系统管理任务和网络程序编写,也适合完成各种高级任务.

由于 Python 第 2 版与第 3 版的升级变动巨大,而且很多软件包并没有及时升级到版本 3,因此树莓派预装载有两个版本的 Python,本项目开发使用 Python 2 进行开发.

1.3 Simple CV

Simple CV 是一个开源的计算机视觉应用程序开发框架,完全采用 Python 语言编写. 通过 Simple CV,可以在无需理解诸如位深度、文件格式、色彩空间、缓冲区管理、特征值、或矩阵与位图存储等计算机视觉专业知识的情况下访问各种高性能计算机视觉库,如 OpenCV 等. 对于计算

机视觉应用的非专业开发具有极高的实际意义. 本项目采用 Simple CV 解决 JPEG 的图像实时压缩问题.

2 基于树莓派的实时监控系统硬件平台

系统硬件包括一个树莓派、IP 摄像头和 TFT 服务器监视器屏幕组成,由树莓派经由路由器与摄像头连接组成的系统如图 2 所示. PC 机以客户端身份通过 TCP/IP 协议与树莓派通讯,实现实时图像监控.

工作时,将树莓派、IPCAM 摄像头、客户端都连接在路由器上. 摄像头负责图像采集,采集到的数据经由 TCP/IP 传输到树莓派,由树莓派利用 JPEG 编码技术进行实时图像压缩编码处理,并在树莓派搭载的 TFT 屏幕上实时显示监控录像. 同时,作为客户端的 PC 机通过网线与树莓派相连,通过 TCP/IP 协议实时通讯,实现客户端的录像观看.



图 2 基于树莓派的摄像头应用系统

Fig. 2 Camera application system based on Raspberry Pi

3 基于树莓派的实时监控系统应用开发

图 3 为基于树莓派的实时监控系统应用框图,包括一个由树莓派实现的 Server,一个 IPCAM 和客户端. Server 与 IPCAM、客户端之间采用 TCP/IP 协议通讯,Server 则采用 Linux 下的共享内存和消息队列还有信号量等机制来完成内部的数据处理.

基本流程为: IPCAM 抓到码流并将之压码,然后发送到 Server 端,Server 端根据当前默认配置,对所收到的码流进行解码等并根据不同情况进行不同操作,即若客户端已经连接,则将码流发送到客户端,若客户端无连接,则将码流丢弃或者存储下来. 客户端经过验证之后连接上 Server 端后,解码所收到的码流,并将其显示出来,同时客户端还提供一些操作来对 Server 进行一些配置.

从模块划分上,项目的主要开发工作包括:图像数据采集模块、服务器模块,以及客户端开发的工作.

3.1 图像数据采集模块

图像采集模块将摄像头所采集的流媒体数据经过软件解码,改成 JPEG 格式的图片. 使用两

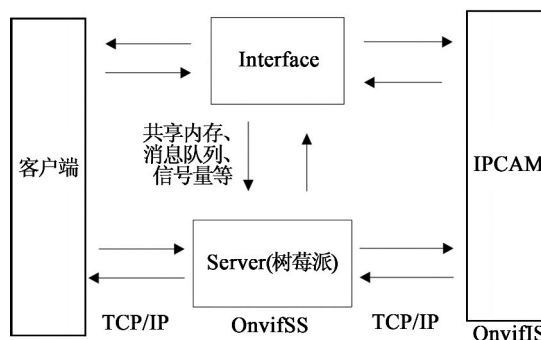


图 3 基于树莓派的实时监控系统应用框图

Fig. 3 Real-time monitoring system based on Raspberry PI

个 while 循环,外层 while 用于判断电脑和树莓派开发板之间的网口是否处于连接,若两者处于同一网段则说明连接,此时进入内层的 while 循环;如果处于不同网段则说明未连接,此时应发送错误提示.在内层 while 内所要完成的任务包括,验证 socket 数据包的正确性,即检查 socket 包的前 4 个字节得出是否为 JPEG 格式,如果不是,则说明包错误,应该将包丢弃;如果正确,就开始接收数据包,在接收的过程中如果遇到所接收到的数据包的长度小于所显示的数据包的长度,则应将所接收的这个数据包保存下来,等待与所接收到的下个正确的数据包进行拼接,从而得到完整的数据包.工作流程如图 4 所示.

图像数据采集模块实现摄像头初始化与图像采集工作.

(1) 摄像头初始化流程.

图 5 为摄像头初始化流程图,具体的流程说明如下:

- (a) 初始化摄像头基本寄存器;
- (b) 调用 IPCAM_Init() 函数,创建内存映射表,初始化网口,并设置 ip,准备好相关程序运行环境;
- (c) 调用 IPCAM_Over() 函数,检测内存映射和网口是否初始化完成,若还没完成则继续第 2 步,若已经完成则继续下一步;
- (d) 调用 IPCAM_Wait() 函数,向服务端发送消息,以示摄像头已准备好;
- (e) 循环第 4 步,等待服务端任务.

(2) 图像采集模块.

图像采集模块工作流程图如图 6 所示,具体步骤如下:

- (a) 服务器端(树莓派),确认摄像头已准备好的情况下,通过网络 TCP/IP 向摄像头发送数据;
- (b) 摄像头接收数据,接收完后,重启摄像头;
- (c) 重启完成,自动打开摄像头,并向服务器发出信息“摄像头安装成功”;
- (d) 把经过 jpeg 压缩后的图片数据,发送给服务器;
- (e) 循环执行第 4 步,监听服务器指令,等待完成服务器的任务:

图像数据采集部分的图像压缩工作由 SimpleCV 库函数完成.

3.2 树莓派服务器模块

项目的图像服务器直接使用树莓派官方推荐的 Raspbian 系统自带的 SFTP 服务器. SFTP 是

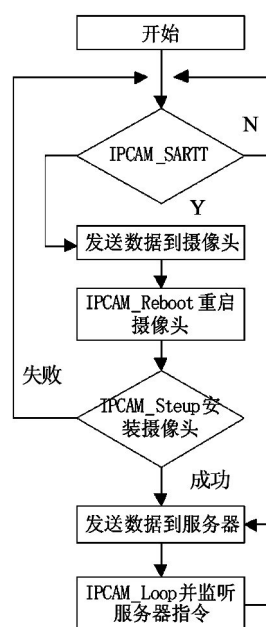


图 4 摄像头数据采集流程

Fig. 4 Flowchart of camera data acquisition process

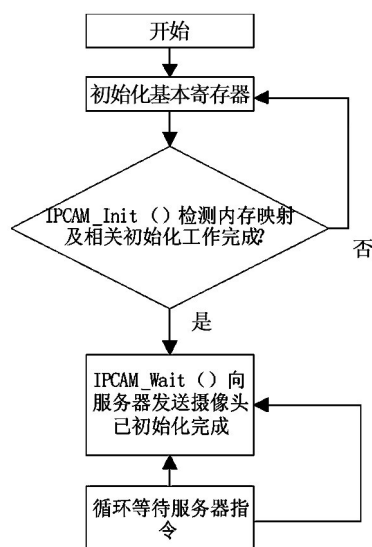


图 5 摄像头初始化流程

Fig. 5 Flowchart of camera initialization

一个交互式文件传输程序.它类似于FTP,但它进行加密传输,比FTP有更高的安全性.此外,为了让项目能够更顺利地进行,也更有利于服务器与摄像头之间的数据传输,在项目中还对Linux所提供的Socket API函数进行必要的封装,定制了统一的数据格式,使数据操作更加可靠快捷.

3.3 客户端开发

客户端对于一个完整的摄像头应用系统来说,必不可少,需要利用它远程登录到服务器,获取图像,并显示出来.经过查阅相关资料,考虑到时间和方便性,采用IE浏览器控件的形式来完成客户端的开发.方便之处在于可以将客户端控件藏在服务器里面,需要的时候,直接远程登录到服务器端下载这个客户端,从而免去了客户端的携带和推广问题.图7是客户端工作流程图.

4 结果测试

系统实现了摄像头与服务器间的数据传输,远程登录查看监控信息,远程客户端代码的编写,摄像头的聚焦等功能,但由于时间及能力的限制还有一些不足,如:客户端的编写时间安排不足,对界面未进行美化,未完成摄像头的断线处理,以及显示的图像效果也略显拙劣等.图8为由客户端登陆图像服务器实时监看的展示,图9为客户端设置界面.

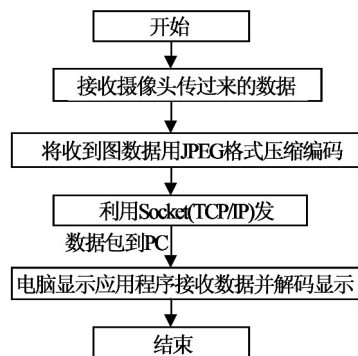


图6 图像采集模块工作流程图

Fig. 6 Flowchart of image acquisition module

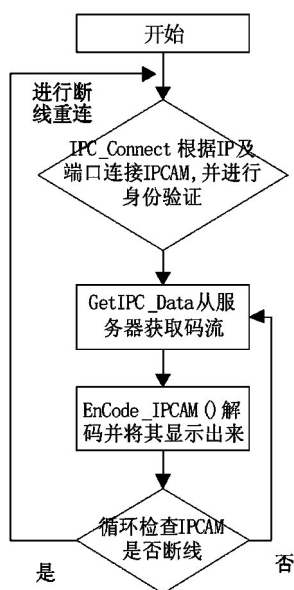


图7 客户端工作流程图

Fig. 7 Flowchart client of work



图8 客户端的首页

Fig. 8 Client terminal

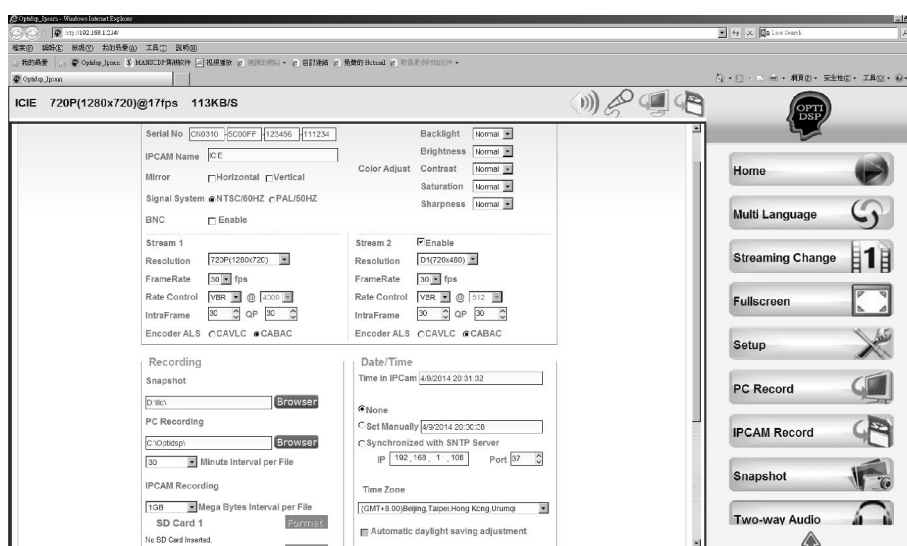


图9 客户端的配置页面

Fig.9 Client configuration

5 结语

所设计的基于 Linux 和树莓派的摄像头应用系统,可对图片数据进行了 jpeg 压缩编码处理,并且利用了 Linux 网络套接字的方式完成了图像数据的传输,能够有效地进行实时监控。

树莓派强大的处理能力不仅体现在安防监控,还有许多模块的功能值得开发,与 Linux 操作系统结合也有更多的应用可以研发。本系统目前仅实现 4 路以下的监控模式,未来将继续研究更多通道的监控,使其应用范围更加广泛。

参考文献:

- [1] 王金清. 远程无线智能车载监控系统的设计与实现[D]. 北京: 国防科学技术大学, 2008.
- [2] 张洪. 基于 ARM 的嵌入式 USB 图像采集系统[D]. 成都: 西华大学, 2009.
- [3] 刘燕. 基于 ARM-Linux 的车载监控系统的研究[D]. 长沙: 中南大学, 2009.
- [4] 王恒, 王中训, 杜思良, 等. 基于 ARM9 的 USB 摄像头图像采集压缩及无线传输[J]. 电视技术, 2011, 35(3): 29-31, 39.
- [5] 杨念, 李峰. 基于 B/S 的嵌入式视频监控系统的设计与实现[J]. 计算机工程与设计, 2008, 29(21): 5575-5579.
- [6] 刘印强. 基于嵌入式 Linux 的远程图像监控系统的终端设计[D]. 天津: 天津工业大学, 2010.
- [7] 高国芳. 数字图像压缩处理技术[J]. 重庆科技学院学报: 自然科学版, 2006, 8(2): 93-95.
- [8] 王卓, 包杰. 嵌入式 Linux 系统及其应用前景[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2004(5): 5-8.
- [9] Richardson M, Wallace S. 爱上 Raspberry Pi[M]. 李凡希, 译. 北京: 科学出版社, 2013.
- [10] Schmidt M. Raspberry Pi 快速入门指南[M]. 王峰, 王江伟, 王汝波, 译. 北京: 科学出版社, 2014.
- [11] 王江伟. 玩转树莓派 Raspberry Pi[D]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2013.
- [12] Upton E, Halfacree G. Raspberry pi 用户指南[M]. 王伟, 许金超, 郭栋, 等译. 北京: 人民邮电出版社, 2013.
- [13] w7849516230. 嵌入式 Linux 下通过 PPP 拨号上网(上)[EB/OL]. (2011-01-02) [2014-1-10]. <http://blog.csdn.net/w7849516230/article/details/6112434>.

[责任编辑: 唐诚焜]