

家庭视觉智能防盗监控系统*

李景坤,袁月峰,徐佳,赵娇娇

(中国计量学院 质量与安全工程学院,浙江 杭州 310018)

摘要: 基于 ARM9 处理器 S3C2440 芯片硬件平台,设计和开发了一种家庭视觉智能防盗监控系统。服务器以裁剪的 Linux 为软件平台,移植了多种设备驱动程序,综合利用多线程、socket 等编程技术,通过调用 OpenCV 图像处理库、Libjpeg 内存数据编解码库设计摄像头应用程序,着重分析了 Linux 下 V4L 的工作原理以及基于特征脸的人脸识别原理。该系统实现了在嵌入式 Linux 开发板上的人脸识别与身份验证主系统,实现在 PC 上 Web 浏览功能,提高了防盗系统的安全性。

关键词: 嵌入式 Linux;ARM9;人脸识别;OpenCV

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2013)15-0045-03

Home use intelligent machine vision theft monitoring system

Li Jingkun, Yuan Yuefeng, Xu Jia, Zhao Jiaojiao

(College of Quality and Safety Engineering, China Jiliang University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: Based on the ARM9 processor S3C2440 platform, a home use intelligent machine vision theft monitoring system was designed. Server program was based on clipped Linux platform, and multiple device drivers were built in. Using multi-thread and socket programming, the camera program was designed by calling OpenCV image processing library and Libjpeg memory data codec library. Linux V4L and human face recognition principle by Eigenface were especially analyzed and thereon human face recognition, and identity authentication main system was realized on the embedded Linux development board with an auxiliary PC Web browsing function. The anti-theft system safety was improved.

Key words: embedded Linux; ARM9; face recognition; OpenCV

随着智能视频监控系统的快速发展,通过对摄像机拍摄的图像序列进行自动分析,对视频图像中的运动对象进行检测、跟踪和识别,并在此基础上对其进行行为分析,从而做到预警、日常信息的管理,及在异常情况发生时发出告警,提高视频监控的效率成为可能^[1]。本系统将智能视频监控系统应用于家庭防盗,实现了一个以图像处理技术为核心的家庭视觉防盗报警系统,包括摄像机图像采集分析、图像信息编码、压缩及 PC 端解码显示的图像处理设计、控制电路设计、GSM 短信发送模块。其目标是提供一套成本低、功能全面的家庭视觉防盗系统,解决长期以来防盗系统对于机械锁的过度依赖,变传统的被动式消极防盗为报警式积极防盗,提高安全性。

* 基金项目:浙江省大学生科技创新活动计划(新苗人才计划)(2012R409028)

1 系统构架

该系统包含一个服务端和两个客户端,服务端主要负责人脸识别图像处理、编码压缩及无线发送图像信息。一个客户端通过 GSM 模块实现服务端与业主手机通信,服务端通过对摄像机采集信息的一系列图像处理,对采集图像作人脸识别处理,判断是否为家庭成员并发送报警短信到业主手机。服务端将压缩图像信息打包,通过 TCP 协议发送到 PC 客户端,实现在 PC 端的实时显示。家庭视觉智能防盗系统结构如图 1 所示。

相对于传统的机械锁防盗与人工监视的传统视频监控系,本系统在效率上有了大大的提高,并且更加智能化、自动化。本系统具有以下功能:

- (1) 可创建、更新家庭成员人脸头像库文件;
- (2) 服务端将前端设备采集图像作人脸识别图像处理;

《微型机与应用》2013 年第 32 卷第 15 期

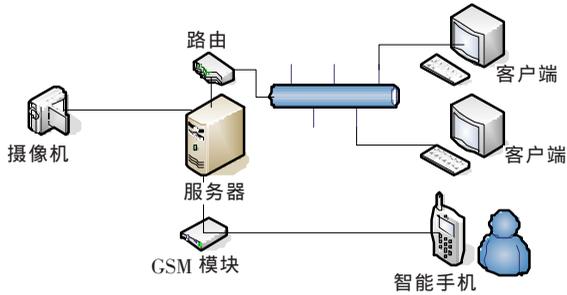


图1 监控系统

- (3) 服务端判断是否发送报警短信给业主；
- (4) 前端设备采集图像信息在 PC 端实时显示；
- (5) 前端设备采集图像信息在服务端 LCD 实时显示；
- (6) 服务器端存储可疑人图片信息；
- (7) 可通过 Web 网络查看前端设备采集信息。

2 系统硬件设计

2.1 系统硬件平台

系统硬件结构如图 2 所示。硬件平台采用了 ARM9 嵌入式开发套件,它由核心板和底板组成,核心板上集成 Samsung S3C2440 处理器。该芯片采用 ARM920T 处理内核,主频为 400 MHz,内部带有全性能 MMU 体系结构,支持 Linux、WinCE 等嵌入式操作系统,集成了外部存储器控制器、LCD 控制器、一个 5 线异步串行口(波特率最高为 115 200 b/s)、一个 10 MHz 网口、2 个 USB1.1 接口(一个 Host 接口,一个 Device 接口)以及 5 V 电源接口^[2]。

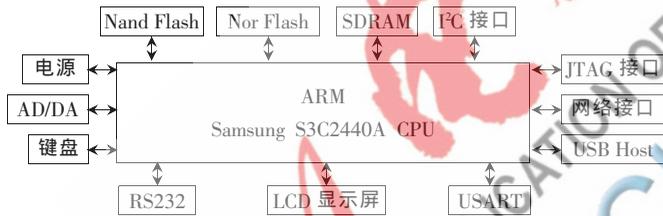


图2 系统硬件结构图

2.2 系统硬件框架

2.2.1 前端设备

在 Linux 下,使用开发板与摄像机相连,通过摄像机捕捉头像画面。为方便图像传送,系统采用中星微 301P 摄像机,其驱动需事先编译进 Linux 内核。中星微 301P 芯片采用了最先进的算法加速硬件方式,占用 CPU 资源一般为百分之十几,使开发板 LCD 显示屏在 320×240 模式下图像表现优异,并能达到 30 f/s 的速度^[3],动态画面流畅,实时还原真实场景。采集图像数据经摄像机硬件编码通过 USB 接口与服务端实现传输,采集图像数据为 JPEG 格式图片。服务端通过软件解码实现在服务端 LCD 上实时显示。

2.2.2 GSM 模块

GSM 模块是可用单片机控制的以 TC35I 为核心的 GSM 系统终端,支持数据、语言、短信传输等功能,利用指令信道传输,是 GSM 通信网所特有的功能,不用拨号

建立连接,直接把要发送的信息加上目的地址发送到短消息服务中心,由短消息服务中心再发送给最终的信宿,短消息的收发不影响通话^[4]。编码后单条短消息最大长度为 140 B,可以承载 160 个英文字符或 70 个汉字;编码后每页消息长度为 82 B,最大页数为 15 页。GSM 模块短消息业务的优点在于其无需建立连接,服务费用低。

3 系统软件设计

3.1 软件系统设计框架设计

本系统软件框架分为服务器端主机控制、显示系统、GSM 手机呼叫系统和 PC 终端显示系统。核心部分为服务端主机系统,以嵌入式 Linux 为基础,建立交叉编译环境,完成引导加载程序 Supervivi、Linux 系统内核 Linux-2.6.32 的编译移植,其中包括无线网卡、通用 USB 摄像头和 LCD 触摸屏等驱动的移植,最后移植通用 yaffs 文件系统。基于系统设计的需要,采用 Framebuffer 作为底层图形接口,还需要在宿主机上交叉编译 Zlib、JPEG、OpenCV 等多种库,这使得系统环境具有丰富的控件资源和良好的可移植性,最终形成基于 ARM 的嵌入式 Linux 平台,在此软件平台上可进行嵌入式应用程序的开发。

3.2 服务器端主机程序设计

主机程序设计采用 C 与 C++ 语言相结合的方式开发,C 部分主要用于开发视频播放程序和 socket 网络程序,主要内容包括初始化摄像机设备和创建线程 1 采集视频图像。然后主程序创建一个套接字监听,阻塞等待客户端的请求连接。连接成功后再创建线程 2 发送采集到的图像数据给客户端。线程 1 的作用是采集视频图像,线程 2 的作用是发送图像数据给客户端。内嵌自定义的传输协议,自行编写简易系统,在不减少功能及系统稳定的情况下,减少代码数量,精简代码,设定算法,提高系统稳定性、安全性。

当主机设备启动以后,系统进行初始化,采集前端设备摄像机一帧图像,作图像识别处理,判断是否为家庭成员。为非家庭成员时,主机与客户端建立联系,通过 GSM 模块发送报警短信给业主手机,并通过 TCP 协议发送至终端,在 PC 上实时显示,业主可登录 Web 网页查看门口监控。程序流程图如图 3 所示。

3.3 图像数据的编解码实现

系统在网络传输前,必须要对处理后的图像数据重新进行压缩处理。系统采用了 IJG (Independent JPEG Group) 提供的 Libjpeg 库实现在内存中图像数据的编解码,库中函数必须从文件中读取数据,再将压缩数据存成 JPEG 文件,增加了不必要的文件 I/O 操作,减慢了 CPU 的数据处理速度和网络传输。为克服其缺点,改写 Libjpeg 库内 jdatasrc.c 及 jdatadst.c 两个源文件,重新定义 struct stdio_src_mgr 及 struct stdio_dest_mgr,并设计增

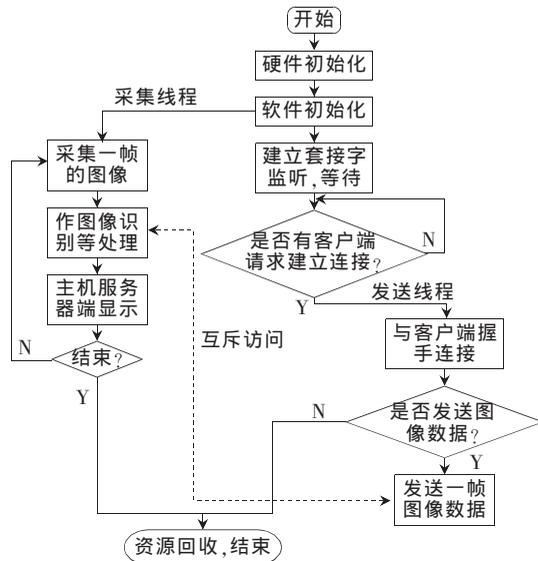


图3 软件流程图

加图像操作函数,实现输入和输出数据的重定向到内存中,利用修改后的 Libjpeg 库可以很好地在内存中直接对图像数据编、解码。

3.4 人脸识别与身份验证

本系统的特点是能实现人脸的检测识别与身份验证。系统所采用的人脸检测算法主要来源于 Viola 等提出的基于 AdaBoost 的实时人脸检测算法,该方法能实现 Harr-like 特征表示图像。采用 AdaBoost 方法选择少量特征组成强分类器,引入“积分图”概念,提高对特征的计算速度,使用“cascade”策略,提高人脸检测速度,并通过预先建立家庭成员人脸头像库文件的方式,将识别后取得的人脸图像与库中图像匹配,以此判定身份^[1]。该方法能取得较好的检测效果。

在此理论基础上,本文人脸检测算法的实现是基于 OpenCV 开源代码库,该库实现了图像处理和计算机视觉方面的很多通用算法。利用其开源性设计基础的数据类型和实现函数,借助交叉编译器工具,在服务器主机端实现人脸检测及身份验证。系统人脸识别步骤如图 4 所示,人脸识别图像处理效果显示图如图 5 所示。



图4 系统人脸识别步骤



图5 处理效果显示图

3.5 信号忽略机制算法

因本系统需实现远程 PC 端的网页观看视频功能,图像数据要以 TCP/IP 协议的形式在互联网中进行传

输,因此需考虑多个远程 PC 端同时访问服务器端请求数据的情况,由此产生了如下问题:若目前有多个客户端正在访问服务器端,其中一个客户端关闭了与服务端的连接,但服务端依然试图发送图像数据给客户端(write to pipe with no readers),系统就会发出一个 SIGPIPE 信号,默认对 SIGPIPE 的处理是终止(terminate),此时即使还有别的客户端仍连接,负责发送图像数据的服务器端还是会被终止。这当然不是所想要的,因此本文采用了 SIGPIPE 信号忽略机制算法。

信号是 UNIX/Linux 进程间通信的一种标准方式,又称软中断信号(signal,简称为信号),是一种简单的通信方式,由于信号相对简单和有效而被广泛使用^[6]。信号主要用来通知进程发生了异步事件。但信号只是用来通知某进程发生了什么事情,并不给该进程传递任何数据,收到信号的进程对各种信号有不同的处理方法,其中有一种处理方法是,忽略某个信号,对该信号不作任何处理,就像从未发生过一样,而进程是通过调用 signal 来指定进程对某个信号的处理行为。在本系统中,在建立一个 socket 时便设定好客户端的信号处理机制,设定为信号忽略。这种情况下,即使其中一个客户端关闭与服务器的连接,服务器端也不会终止,从而提高了系统的可靠性。

随着人民生活水平的日益提高,人们对居住生活的安全性愈加重视,家庭防盗系统的作用更加突出,克服家庭防盗系统对于机械锁的过度依赖,本系统变传统的被动式消极防盗为报警式积极防盗,提高了防盗系统的安全性。该系统使用简单,价格低,市场应用前景广阔,值得进行大量的探索和深入的研究。

参考文献

- [1] 钟海涛. 基站智能防盗监控系统视频智能分析技术的研究[D]. 北京: 北京邮电大学, 2011.
- [2] 吴嘉彦. 基于 ARM 的 JPEG 图像处理技术研究与应用[J]. 梧州学院学报, 2010(6): 67-72.
- [3] 宋乐, 林玉池, 吴颖, 等. 基于视觉传感的嵌入式自动读尺系统[J]. 传感器与微系统, 2009(8): 86-88.
- [4] 吴玉田, 王瑞光, 郑喜凤, 等. GSM 模块 TC35 及其应用[J]. 计算机测量与控制, 2002(8): 557-560.
- [5] 公衍宇, 郭琦, 于超. Android 系统下 OpenCV 的人脸检测模块的设计[J]. 电子设计工程, 2012(20): 52-54.
- [6] 郑尚志, 赵小龙, 昌杰. Linux 信号机制的分析与研究[J]. 科技资讯, 2008(11): 98-100.
- [7] 李明学, 田由辉, 张雅若. ARM 平台嵌入式网络视频监控系统的实现[J]. 电子产品世界, 2012(12): 62-64.
- [8] 王桂林. 监控领域背景下远距离人脸识别系统探究[J]. 信息通信, 2012(6): 9.

(收稿日期: 2013-04-16)

作者简介:

李景坤,男,1990年生,本科,主要研究方向:检测技术。

袁月峰,男,1977年生,讲师,主要研究方向:检测技术与自动化装置、气动电子控制技术。

《微型机与应用》2013年第32卷第15期