

基于开源软件 MJPG_Streamer 的智能视频监控系统设计

肖儿良,毛海军,鞠军平,林 蔚

(上海理工大学 光电信息与计算机工程学院,上海 200093)

摘 要: 针对目前开发数字化的视频监控设备普遍成本较高、周期较长的特点,在 ARM+Linux 嵌入式平台,应用开源免费软件 MJPG_Streamer 实现视频图像的采集以及通过 TCP/IP 网络协议传输到上位机进行远程显示.同时提出了一种结合三帧差分算法和背景减法的目标检测算法,实现智能控制.实验结果表明,该系统能够进行实时的、远程的监控,同时能够快速对入侵目标进行语音报警.

关键词: Linux;MJPG_Streamer;帧间差分;背景减法

中图分类号: TP391.41

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2013)06-0084-04

Design of Intelligent Video Supervision System Based on Open Source Software MJPG_Streamer

XIAO Er-liang, MAO Hai-jun, JU Jun-ping, LIN Wei

(School of Optical-Electrical and Computer Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: For generally high cost and long cycle characteristics of the development of digital video surveillance equipment, based on ARM + Linux embedded platform, use open source free software MJPG_Streamer to implement acquisition of video image and transport them to the host computer through the TCP/IP network protocol for remotely display. A target detection algorithm combined with three frames subtraction and background subtraction is proposed to implement intelligent control. The experimental results show that the system can monitor in real time and remotely, while rapid voice alarm to invasion of the target.

Key words: Linux;MJPG_Streamer;frames subtraction;background subtraction

1 引言

近年来,随着计算机技术、光电技术、数字图像处理技术、嵌入式技术和网络通信技术的不断发展,高度集成的数字化、网络化、智能化的数字视频技术已经取代传统的模拟视频监控技术.目前,世界各国对视频监控的需求与应用不断扩大,推动着全球视频监控市场迅速的发展.根据市场调查公司 IMS Research 的预测,全球视频监控市场将从 2008 年的 115 亿美元增加至 2015 年的 377 亿美元,年复合增长率达到 20.4%.在这一市场中,监控摄像头、服务器、编码器以及软件是视频监控系统的主角.

本文提出一种基于 ARM+Linux 嵌入式平台

的智能视频监控系统,充分利用开源操作系统和开源免费软件 MJPG_Streamer 的特点,实现了在线实时监控.同时提出了一种目标检测算法,该算法在后台运行,实现了智能控制,能够对入侵目标进行语音报警.该监控适合针对一些特定场合的监控.

2 系统硬件平台

视频监控系统以 S3C2440 处理器^[1]为核心,外围器件有 Flash、SDRAM、以太网卡 DM9000、声卡 UDA1341 以及 CMOS 接口摄像头 OV9650^[2],在 Linux 环境下对摄像头采集到的原始图像帧进行处理以及压缩,通过网络协议传输到 PC 上位机进行显示.系统硬件平台结构如图 1 所示.

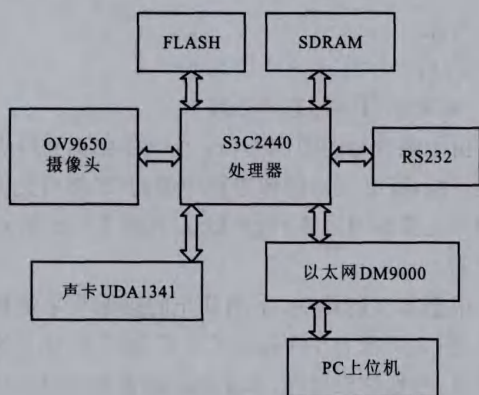


图1 系统硬件平台框图

3 构建 ARM+Linux 嵌入式平台

在系统硬件平台上构建嵌入式 Linux 系统,需要引导程序 BootLoader 和 Linux 源码,本系统需要移植 bootloader 源码,然后用 Jtag 接口将其烧写到 Flash 中,从 Flash 中启动,引导在 PC 机上交叉编译后的 Linux 镜像及根文件系统,之后启动 Linux 系统。

3.1 网卡和声卡驱动移植

由于在 Linux 内核中提供了以太网卡 DM9000 设备驱动功能层主要的数据结构和函数,所以在实际移植网络设备驱动程序时,要完成的工作就是根据实际以太网卡 DM9000 参数修改相应的内核代码^[3]。同样,在 Linux 内核源码中的标准音频编程模型已经包含一套完整的内核驱动程序模块,为各种各样的声卡提供了统一并且简单易用的编程接口,如 open()、read()、ioctl() 等函数,所以在声卡 UDA1341 移植过程^[4]中对内核源码做简单修改即可。

3.2 语音播放功能的实现

完成了声卡驱动移植后,为了方便对音频文件的播放,停止等操作进行控制,还需要移植专业的高精度解码器 Madplay。Madplay 是一个根据 MAD 算法写的 MP3 播放器,解码效果相当出色,而且支持命令行,特别适合于在嵌入式系统使用。移植过程中分别编译 zlib 库、libid3tag 库和 libmad 库,最后编译 madplay 源码并且把编译出来的 madplay 下载到系统中即可,之后就可以对录制好的音频文件进行播放。

嵌入式平台构建完成后,先后用命令 ifconfig 和 madplay 进行网卡和语音模块测试,从图 2 可以看出 Linux 系统启动成功,网卡和声卡驱动配置成功了,并且可以使用 Madplay 播放器播放录制的音频文件。

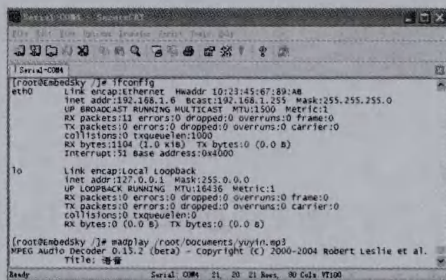


图2 系统软件平台测试

4 MJPG_Streamer 功能的实现

MJPG_Streamer 是一款免费的视频流服务器软件,采用的是 V4L2 视频设备开发框架^[5],它能够将将从摄像头采集到的图像以 JPEG 格式通过 TCP/IP 网络协议传输到上位机进行显示。

4.1 MJPG_Streamer 移植

在 MJPG_Streamer 源码目录中,把所有 Makefile 文件的 CC=gcc 改为 CC=arm-linux-gcc,然后进行编译,生成的主要组件及功能如下:

input_uvc.so 组件:主要完成了摄像头图像的抓取,同时将原始 YUV 格式图像转换和压缩为 JPEG 格式图像。

input_control.so 组件:主要完成对支持调整方向摄像头的转动方向的控制,例如云台控制器,云台控制是为了实现多角度监控的功能^[6]。

output_http.so 组件:这是一个功能完整的 WEB 服务器,它将压缩后的 JPEG 图像以 HTTP 视频数据服务流形式输出。

output_file.so 组件:这个组件的功能是将压缩后的 JPEG 图像存储到特定的文件夹下,用来抓拍和存储网络摄像机监控中的静态图像。

4.2 目标检测算法的研究

基于帧间差分法对光照变化干扰不敏感,提取前景目标容易产生“空洞”的现象,而背景减法对光照变化较敏感的现象^[7],本文提出了一种结合三帧差分算法和背景减法的目标检测算法。经过与目前常用的算法相比,例如混合高斯模型和改进的混合高斯模型,本文的算法不仅降低了运算的复杂度,适合在 ARM 平台运行,同时又可以达到准确检测的效果。算法实现流程如下:

(1) 建立背景模型,提取前景目标

先把采集到的彩色图像利用式(1)转为灰度图,取前 n 帧图像,对每个位置像素的像素值求均值作为背景像素,表示为式(2)。利用当前帧减去背景帧

得到包含前景的图像,根据阈值 Th 对图像进行二值化处理得到 $T(x, y)$,如式(3)、(4)所示.

$$p(x, y) = \frac{r(x, y) + g(x, y) + b(x, y)}{3} \quad (1)$$

$$B_n(x, y) = \frac{p_1(x, y) + p_2(x, y) + p_3(x, y) + \dots + p_n(x, y)}{n} \quad (2)$$

式中, $B_n(x, y)$ 为前 n 帧均值, $P_n(x, y)$ 代表第 n 帧图像.

$$S(x, y) = |p(x, y) - B(x, y)| \quad (3)$$

式中, $B(x, y)$ 为背景帧, $P(x, y)$ 代表当前帧.

$$T(x, y) = \begin{cases} 255 & S(x, y) > Th \\ 0 & S(x, y) \leq Th \end{cases} \quad (4)$$

式中, Th 代表阈值, $T(x, y)$ 代表二值化后图像.

考虑到摄像头固定,背景像素灰度值变化比较缓慢,而前景目标像素灰度值变化相对较快.为了让背景模型适应光照缓慢的变化,需要对背景模型进行实时更新.其中 a 为背景更新率,取值范围是 $(0, 1)$.

$$B_{n+1}(x, y) = (1-a)B_n(x, y) + ap_n(x, y) \quad (5)$$

在差分图像 $S(x, y)$ 中大量存在的是具有较高灰度值的前景像素和具有较低灰度值的背景像素.所以,提出一种阈值根据当前差分帧 $S(x, y)$ 自动更新的方法.

求出当前差分帧 $S(x, y)$ 图像灰度的最大值和最小值,求得二者均值 T .利用均值将图像分为目标和背景两部分,利用式(6)求出两部分均值 k_1 和 k_2 ,最后由式(7)得到阈值 Th .

$$k_1 = \frac{\sum_{S(x, y) \leq T} S(x, y)}{\sum_{S(x, y) \leq T} N}, k_2 = \frac{\sum_{S(x, y) > T} S(x, y)}{\sum_{S(x, y) > T} N} \quad (6)$$

$$Th = (k_1 + k_2) / 2 \quad (7)$$

(2) 利用三帧差分算法提取目标

选取连续三帧图像 $D_{k-1}(x, y)$, $D_k(x, y)$ 和 $D_{k+1}(x, y)$,进行两两差分得到 $D_1(x, y)$ 和 $D_2(x, y)$,二值化处理后,二者进行与运算,提取前景目标.

$$D_1(x, y) = |D_k(x, y) - D_{k-1}(x, y)| \quad (8)$$

$$D_2(x, y) = |D_{k+1}(x, y) - D_k(x, y)| \quad (9)$$

$$D(x, y) = D_1(x, y) \& D_2(x, y) \quad (10)$$

(3) 前景目标融合

将背景减法的前景图像 $T(x, y)$ 和三帧差分算法得到图像 $D(x, y)$ 进行或运算,该运算利用了背景减法的优点,避免了单独利用三帧差分带来的空洞现象.同时发挥三帧差分对动态背景变化适应性

强的特点.

$$Q(x, y) = D(x, y) | T(x, y) \quad (11)$$

(4) 前景目标形态学处理

由于融合后的图像 $Q(x, y)$ 中存在着噪声点和一些空洞,有必要对图像进行中值滤波,然后交替的应用开运算和闭运算,起到既去毛刺又填充的双滤波目的.

根据本文的算法,采用静止的摄像头采集视频序列.图3所示为在 Visual C++2005 平台上的仿真结果.根据结果可得,本文算法能完整的提取运动目标,有效的消除空洞,检测结果准确.



背景图像



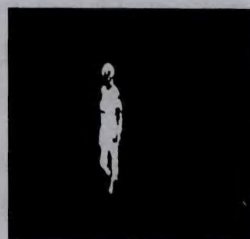
当前图像



背景减法二值化图像



前景融合后图像



形态学处理后图像

图3 目标检测算法仿真

4.3 智能监控实现

摄像头采集到图像是函数 `int uvcGrab(struct vdIn * vd)` 抓取的,它在软件 `MJPEG_Streamer` 的 `input_uvc.so` 组件中.采集到的图像存储在视频数据结构 `vdIn` 里面的 `framebuffer` 缓冲区中,图像是以 `YUV` 格式存储的,转化为 `RGB` 格式后利用算法进行处理.算法处理后得到图像 $Q(x, y)$,统计其中目标点计数,将目标点计数与总像素数进行比值,经试验当比值大于 0.06 时,能够准确的检测到目标.

此时系统可以快速的检测到入侵物体,同时用 Mad-play 播放录制好的音频文件进行语音报警. 智能监控实现流程如图 4 所示.



图4 智能监控实现流程

4.4 监控平台测试

在 Linux 平台输入以下命令,启动监控系统. 在 PC 上位可以通过 MJPG_Streamer 软件自带的图形界面进行显示,也可以通过网页浏览器进行页面显示. 经试验,当有物体进入场景时,能够快速的进行语音报警. 当平台测试完毕后,把 MJPG_Streamer 设置为在 Linux 启动后自动运行. 见图 5.



图5 系统平台测试

```
mjpg_streamer -i "/lib/WebCam/input_uvc.so" -o "/lib/WebCam/output_http.so" -w 192.168.1.6:8080"
```

5 结束语

本文设计的基于软件 MJPG_Streamer 视频监控系统,具有实时性好,远程监控,上位机简易,开发周期短,易于实现的特点. 系统实现了语音报警的功能,充分利用了 ARM 平台的特性,不需要设计额外的语音模块电路. 系统的目标检测功能已完成,下一个研究方向是利用软件 MJPG_Streamer 对云台控制的支持,实现模式识别和跟踪算法,使系统的功能更强大,应用范围更广.

参考文献:

- [1] SuMung. S3C2440A User's manual 2004 [M]. Korea: SUMUNG Co. L td 2004:62-82/353-385.
- [2] 高丽萍,周斌. 嵌入式 LinuxOV9650 驱动程序的实现[J]. 软件导刊,2012,11(4): 73-75.
- [3] 徐宝玺. 基于 S3C2410 的 DM9000 网卡驱动移植[J]. 天津市经理学院学报,2011,10(5):81-84.
- [4] 霍燃,高丽萍,陈庆奎. 嵌入式 Linux 系统下基于 UDA1341 芯片的音频驱动程序设计与实现[J]. 计算机应用与软件,2012,29(4):16-19.
- [5] 徐家,陈奇. 基于 V4L2 的视频设备驱动开发[J]. 计算机工程与设计,2010,31(16):3569-3572.
- [6] 陈书益,黄永慧. 开源视频服务器软件 MJPG-streamer 的研究和应用[J]. 电子设计工程,2012,20(5):172-176.
- [7] 关向荣,任金昌. 视频监控中背景的提取与更新算法. 微电子学与计算机,2005,22(1):95-97.

作者简介:

肖儿良 (1969—),博士,副教授. 研究方向为信息采集与处理和嵌入式系统.

(上接第 83 页)

- spatial databases [J]. Information Sciences, 2007, 177(11): 2207-2237.
- [7] Stephen J, Tedmod, Conor Heneghan. A method for initializing the k -means clustering algorithm using kd-trees [J]. Pattern Recognition Letters, 2007, 28(8): 965-973.
- [8] Fahim A M, Salem AM, Torkey A et al. An Efficient enhanced k -means clustering algorithm [J]. Journal of Zhejiang University, 2006,10(7):1626-1633.

作者简介:

殷君伟 男,(1987—),硕士研究生. 研究方向为智能信息处理、数据挖掘.

陈建明 男,(1960—),副教授,硕士生导师. 研究方向为智能信息处理、智能交通、数据挖掘.

薛百里 男,(1991—). 研究方向为智能信息处理.

张健 男,(1988—),硕士研究生. 研究方向为智能信息处理.