

基于运动检测和 GPRS 的智能家居监控系统设计^①

陈 雄 王 玲 (湖南师范大学 物理与信息科学学院 湖南 长沙 410081)

摘 要: 基于已有的蓝牙和 Web 技术, 利用 OMAP5910 双核处理器设计了一种新型的智能家居监控系统。该系统能实现 USB 摄像头对图像的采集、蓝牙的无线传输和 GPRS 的短信报警功能, 并能对采集的图像做运动检测, 通过网络达到对整个智能家居系统的实时监控的效果。

关键词: OMAP5910; 运动检测; 蓝牙; GPRS

Design of A Smart Home Surveillance System Based on Motion Detection and GPRS

CHEN Xiong, WANG Ling

(College of Physics and Information Science, Hunan Normal University, Changsha 410081, China)

Abstract: Based on the current Bluetooth and Web technology, a new type of Smart Home Surveillance System has been designed by using the OMAP5910 dicaryon processor. In this system functions can be realized like collection of images by USB camera, Bluetooth wireless transmission and message warning by GPRS. Moreover, motion detection of the collected image has also been made in order to monitor the entire smart home real-time.

Keywords: OMAP5910; motion detection; Bluetooth; GPRS

智能家居系统是利用先进的计算机技术、网络通信技术和综合布线技术, 把与家居生活有关的各个子系统结合构成一个完整的集家庭通信、家庭设备自动控制、家庭安全防范等功能于一体的控制系统。

1 引言

传统的智能家居监控系统一般采用单核的 ARM 处理器进行监控, 由于它受主频低的限制, 如果处理大量数据就无法达到实时的效果, 所以它一般只能显示实时的监控图像, 而无法对图像进行处理。近来, TI 公司开发出了一种比较独特的双核处理器——开放式多媒体应用平台 OMAP5910, 它将高性能低功耗的 TMS320C55xDSP 核(后面都简称 DSP 核)与控制性能很强的 ARM925 微处理器(后面都简称为 ARM 核)完美的结合起来, 就能对监控图像进行处理。本文设计的智能家居监控系统利用 OMAP5910 双核处理器对 USB 摄像头采集的图像做运动检测, 结合蓝牙技术和 GPRS 短信报警模块进行实时监控。

2 系统的整体结构

本系统主要是将运动检测和 GPRS 结合起来, 利用嵌入式系统的可移植性、内核可裁剪、应用性强的特点, 由 OMAP5910 加载摄像头和蓝牙驱动, 通过 CGI 程序来启动摄像头采集视频流; 同时启动主频比 ARM 核高的 DSP 核对采集的图像做运动检测, 检测是否有人入侵, 并通过以太网控制器通过网络传给小区监控中心。如果有人入侵, 一方面将监控中心的画面切到该用户家, 用来给小区保安报警; 另一方面启动蓝牙, 通过蓝牙和 Web 服务器将采集到的图像传到家庭内 PC, 同时启动 GPRS 短信报警功能, 发短信通知用户, 用户可以通过浏览器访问家庭内 PC, 从而达到监控的效果, 整体结构如图 1 所示, 本文主要实现第二个方面的内容。

USB 蓝牙模块的驱动的实现分为内核配置支持蓝牙和蓝牙协议栈库和工具包的移植两个步骤^[1]。在内核的配置中, 进入 Networking Support 选项的 Bluetooth subsystem support 子选项, 选择 L2CAP

^① 收稿时间:2009-06-04

protocol support、BNEP protocol support (Multi-cast filter support 和 Protocol filter support)这几项,这几项的作用是使内核支持蓝牙协议中的 L2CAP 和 BNEP 协议。然后进入 Bluetooth device drivers,选择 HCI USB driver。至此,就完成了内核对于 USB 蓝牙的支持。

以实现蓝牙间的通信,如图 2 所示。

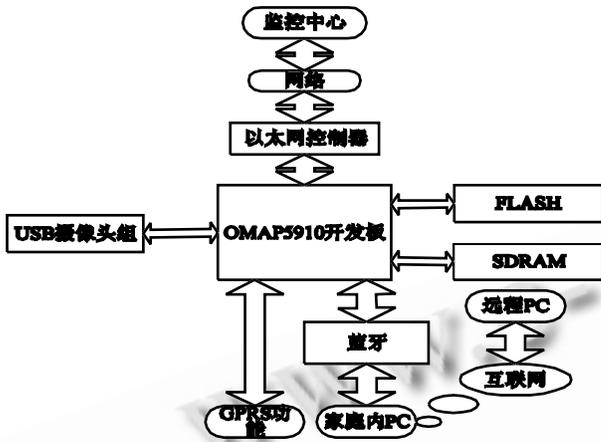


图 1 系统整体结构

接下来移植蓝牙协议栈的库(bluez-libs-2.17.tar.gz)和工具包(bluez-utils-2.17.tar.gz),运行命令 tar -xvf bluez-libs-2.17.tar.gz,将库文件解压缩到指定目录,然后 configure 得到 Makefile,直接运行 make 和 make install,这样库文件就全部安装在 /Bluetooth/libs 下,安装的库包括动态库 libbluetooth.so、libbluetooth.so.1、libbluetooth.so.1.1.7和静态库 libbluetooth.a。运行命令 tar -xvf bluez-utils-2.17.tar.gz,将工具包文件夹解压缩到指定目录,然后 configure 得到 Makefile,直接运行 make 和 make install,这样库文件就全部安装在 /Bluetooth/Utils 下。安装的工具包包括 pand(用户模式后台进程)、hcid(HCI 后台进程)、sdpd(服务发现协议后台进程)、hci-config(检查 HCI 接口并开启蓝牙设备)、hcidtool(扫描蓝牙设备的地址)等几个进程文件。在 PC 机上将蓝牙插入 USB 口,搜索开发板上的蓝牙并建立个人局域网, bnep 就可以作为以太网设备注册到 Linux 网络层^[2]。

使用 ifconfig bnep0 可以改变蓝牙的 IP 地址,保证和 PC 上的 IP 地址在同一网段,在本文中 PC 机上蓝牙的 IP 地址设置为 192.168.1.3,开发板上的 IP 地址设置为 192.168.1.230,如果能连上的话,就可

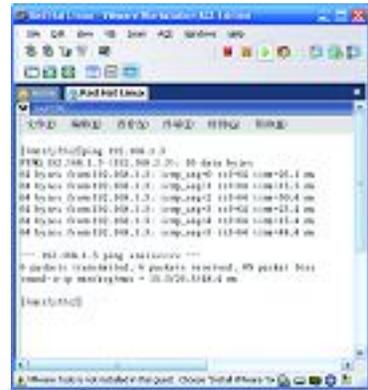


图 2 蓝牙间实现通信

本系统是在配置好内核 2.6.13、安装好 USB 摄像头(芯片 zc301)驱动模块的前提下完成的。在开发板上启动蓝牙和 Web 服务器的 Boa 程序,在 PC 机上打开 Web 浏览页,输入服务器的 IP 地址(192.168.1.230),就可以打开 /mnt/jffs2/www 下的 index.html 页面,点击上面的“开始”按钮,这个按钮是来向服务器发送调用 CGI 程序的请求,并加载一个 Jwebcamplayer 的 java-applet 程序。CGI 程序中主要的命令是 /mnt/jffs2/servfox -s 320x240 -w192.168.1.230:7070,用来启动摄像头采集程序 servfox、设置格式、IP 和端口,然后将 CGI 中的数据发给客户端的浏览器,在客户端通过安装 java 插件就能看到摄像头采集的视频流^[3],本系统的视频采集和显示流程图如图 3 所示。

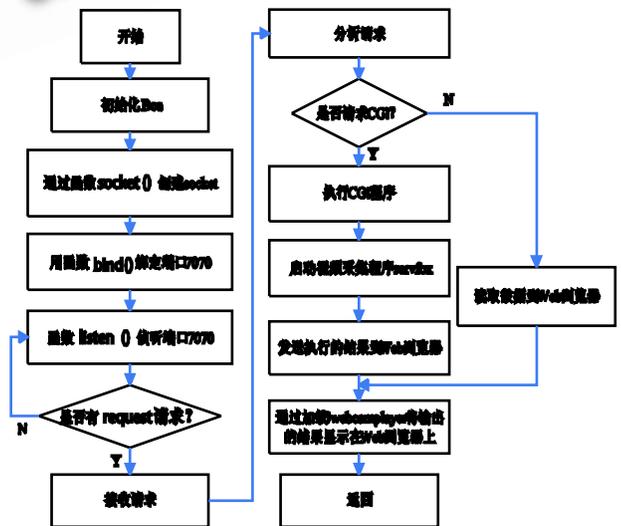


图 3 视频采集和显示流程

2.1 运动检测和 GPRS 模块

运动目标检测是目标分类和识别等后续处理的前提,其性能直接影响着监控系统的有效性,是智能视频监控系统的组成部分。本系统提出了一种将混合高斯模型和三帧差分法相结合的运动目标检测算法方法。该方法首先用三帧差分法快速检测出变化区域,并利用对运动目标的检测灵敏度高和能自动去除背景显露区的优点,解决对大而慢的运动目标检测效果差和在检测结果中出现前景物体的“影子”的问题;然后用统计方法对三帧差分法的检测结果进行统计,判断是否需要当前帧进行混合高斯模型背景法的目标提取,大大减少了算法的计算量,有利于算法的实时处理。

在混合高斯模型的基础之上,三帧差分法是利用相邻 3 帧图像 f_{k-1} , f_k , f_{k+1} 两两差分后,然后做二值化处理得图像 d_{1k} , d_{2k} , 最后将图像 d_{1k} , d_{2k} 做相与运算,从而得出图像中的变化区域 d_k , 在 d_k 中像素值为 1 的点被认为是前景点,像素值为 0 的点为背景点。具体计算公式如下:

$$d_{1k} = \begin{cases} 1, & |f_k - f_{k-1}| > T \\ 0, & \text{其他} \end{cases} \quad (1)$$

$$d_{2k} = \begin{cases} 1, & |f_k - f_{k+1}| > T \\ 0, & \text{其他} \end{cases} \quad (2)$$

$$d_k = d_{1k} \cap d_{2k} \quad (3)$$

在三帧差分法中,阈值 T 的选择非常重要,决定了检测的灵敏度。当然不同的场合要求的灵敏度是不同的。由于在差分结果图像中前景区域像素灰度值变化大满足非高斯分布,而背景区域中像素灰度值变化小但受噪声影响满足高斯分布,对于高斯数据必满足 3σ 准则,故本文采用 3σ 准则设定阈值门限。设 $T = 3\sigma + \mu$ 。 μ 和 σ 分别为差分图像背景区域的均值和方差^[4]。

在智能家居监控过程中,监控家居内的场景大部分是处于静止不变的,因此利用三帧法检测出的变化区域大多是由场景自身变化引起的。在这种运动目标不存在的情况下继续对图像进行混合高斯模型的目标匹配和提取是多余的,只会增加系统的运算负担,影响实时性。根据实验可以发现,当出现有人入侵时, d_k 中像素值为 1 的个数较多。因此,利用这一特性对二值图像 d_k 中像素点为 1 的个数进行统计,只有当大于 $a\%$ 的像素点为 1 时,才认为有运动物体存在,才

它进行下一步的处理。 a 为阈值,一般根据经验来设定,本文中取 $a = 6$ 。通过阈值 a 的设定,可以大大减少系统的运算量,提高其实时处理能力。其运动目标提取的流程如图 4 所示。

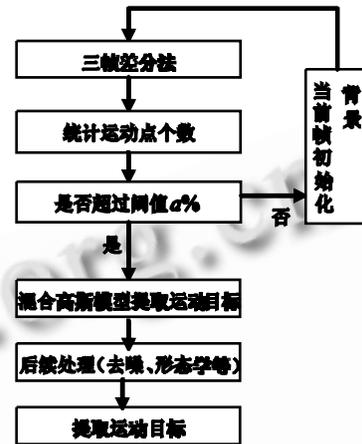


图 4 运动目标提取流程图

嵌入式开发平台的 GPRS 扩展板采用的 GPRS 模块型号 SIM100-E, 是 SIMCOM 公司推出的 GSM/GPRS 双频模块, 主要为语音传输、短消息和数据业务提供无线接口。直接将扩展板和计算机串口相连, 打开超级终端并正确设置端口和如下参数: 波特率设为 115200, 数据位为 8, 关闭奇偶校验, 数据流控制采用硬件方式, 停止位为 1。然后可以在超级终端里输入“AT”并回车, 即可看到 GPRS 模块回显一个“AT”。其主要的函数如下:

```

tty_init(); //初始化串口
gprs_init(); //初始化 GPRS 模块
tty_writcmd("at",strlen("at")); //发送 AT 命令
tty_writcmd("at+cmgf=1",strlen("at+cmgf=1")); //发送修改字符集命令
tty_writ("at+cmgs=",strlen("at+cmgs=")); //发送短信命令
tty_writcmd(msg.send_tel,strlen(msg.send_tel)); //发送电话号码
tty_writcmd(msg.send_text,strlen(msg.send_text)); //发送短信内容
tty_end();
  
```

在本系统中, 设置短信中心号码和短信内容, 使用 AT+CSCA="短信中心的号码", 发送的短信内容为“有人入侵”。首先将 GPRS 模块插入开发板的扩展

槽,在虚拟机中交叉编译 GPRS 程序,然后启动 mini-com,执行命令[/mnt/jffs2] mount -t nfs 192.168.1.2:/omap5910 /host 将交叉编译过的可执行文件挂载主机目录,执行[/mnt/jffs2]cd/host/exp/basic/gprs/bin 跳转到/host/exp/basic/gprs/bin 目录下,执行[/host/exp/basic/gprs/bin./gprs 启动 GPRS。

2.2 试验结果



图 5 系统监控效果图

在本系统中无线传输以开发板上的网关作为服务器,以家庭内 PC 上的网关作为客户端,通过函数 `gethostbyname()` 对 IP 地址的解析来查找主机数据库以获得此特定主机的信息,这些信息将被返回在一静态分配的 `hostent` 结构内。系统启动时,初始化运动检测任务,包括背景图像初始化,给缓存分配一段 `buffer` 用来存储图像等。系统正常运行时,运动检测任务等待 `Mailbox` 的消息。如采集到当前图像(f_k)和后一帧图像(f_{k+1}),ARM 核通过蓝牙和 Web 服务器来发送和保存图像,DSP 核通过邮箱将得到的 `Mailbox` 消息发送至运动检测任务,运动检测任务立即缓存当前图像和后一帧图像数据,通过和前一帧图像(f_{k-1})做混合高斯模型和三帧法运算,统计 d_k 中的像素点为 1 的个数与阈值来比较,如果大于阈值。判断有运动目标,返回一个信号,然后启动 GPRS,将

设置好的短信内容发送到设置为 `char no[]="132573126**"` 的号码上(用户号码),用户可以通过远程登录家庭内 PC,调用 Web 服务器中的网页远程查看自己家里的情况,如果没有运动目标,则继续做运动检测,其监控效果如图 5 所示。

实验结果显示,由于受实验的硬件条件(ARM 核主频和 PC 主频)所限,采用大小为 `640x480` 通过距离在 3 米之内的蓝牙传输不流畅,会出现滞后 10 秒左右的画面,而采用大小为 `320x240` 距离在 5 米之内的蓝牙传输流畅。发现有运动目标到收到短信的时间不超过 2 秒,结果显示运动检测和 GPRS 功能完全符合要求,由蓝牙传输的画面清晰,流畅。

3 结语

随着我国经济的快速增长和人们生活水平的不断提高,人类对住宅环境的应用需求使得住宅智能化也不断发展。在不久的将来,智能家居系统将拥有更加丰富的内容,系统也越来越复杂,可以说,未来没有智能家居系统肯定不合潮流。本文提出的新型的智能家居控制系统能强化家庭安全模块,通过对家居实时监控可以有效的阻止入侵、盗窃、破坏、爆炸等侵犯人生命、财产的行为,为人们提供更加轻松、安全、有序、高效的现代生活方式。

参考文献

- 1 Bluetooth special Interest Group. Bluetooth Network Encapsulation Protocol Specification: Specification of the Bluetooth System. Version 0.96e, 2002.2-8.
- 2 Roger W. Linux Unwired. O'Reilly, 2004.3-8.
- 3 刘志伟,雷斌,雷鸣.带有运动检测功能的远程图像监控系统.西安工业学院学报,2006,26(2):130-135.
- 4 马义德,朱望飞,安世霞,邱会银,汤书森.改进的基于高斯混合模型的运动目标检测方法.计算机应用,2007,27(10):2544-2546,2550.