

基于图像前景分割的嵌入式智能监控系统

戴雪峰^{1,2}, 金连文¹, 熊波¹

(1. 华南理工大学电子与信息学院, 广州 510640; 2. 中国人民解放军 78618 部队, 成都 610100)

摘要: 开发了一种嵌入式数字图像监控系统, 采用基于背景差的前景分割运算和基于帧间差的动态背景更新算法对监控场景进行前景分割, 提取运动目标信息, 完成异常判断后, 通过网络将异常信息及关键图像序列传送到监控客户端。该文介绍了嵌入式设备的硬件电路、驱动软件 and 应用程序设计, 并给出了网络客户端程序的实现方法。

关键词: 智能监控; 前景分割; 背景差; 嵌入式系统

Embedded Intelligent Surveillance Systems Based on Foreground Segmentation Technology

DAI Xue-feng^{1,2}, JIN Lian-wen¹, XIONG Bo¹

(1. Institute of Electronics and Information, South China University of Technology, Guangzhou 510640;

2. 78618 Army of PLA, Chengdu 610100)

【Abstract】 A surveillance experiment system based on foreground segmentation technology is presented. Information of the moving object is gotten from the specific environment by foreground segmentation arithmetic, from which exception is confirmed. Once the exception happened, alarm will be given, the exceptional image is also sent to client in the way of cable network. The hardware and software structure of the system, pivotal technology and realization approach of the system are presented.

【Key words】 intelligent surveillance; foreground segmentation; background subtraction; embedded system

智能监控是指在特定环境中对人和车辆等运动目标进行实时观察, 并给出对它们行为和动作的描述。这种机器视觉系统通常包括了运动目标的检测、跟踪及识别, 涉及到计算机视觉、模式识别和数据管理等技术领域。随着技术的不断完善和进步, 智能监控在公共场所、军事、商业等领域正发挥越来越重要的作用^[1~2]。本文提出了一种基于图像前景分割技术的嵌入式智能监控系统, 该系统使用集成了数字图像传感器的嵌入式前端对特定环境进行实时监控。运用基于背景差的前景分割算法和基于帧间差的动态背景更新算法, 当有异常物体进入监视区域后能够自动发出警报并将关键图像序列通过网络发送到客户端。

1 系统结构

系统由嵌入式前端、传输网络和客户终端 3 部分组成, 如图 1 所示。嵌入式前端实时捕获数字图像序列、进行前景分割运算后, 判断是否有异常物体进入监视区域。如果有, 则通过网络向客户端发送报警信息和运动目标当前图像序列。客户端平时处于空闲状态, 接收到监控信息后被激活, 然后进行异常报警, 同时显示异常目标图像并进行信息备份。

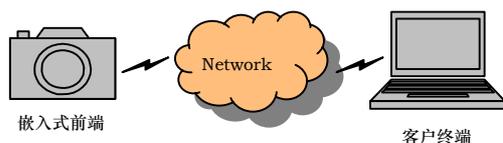


图 1 系统体系结构

2 嵌入式硬件设计

嵌入式前端集图像采集、处理、异常判断和图像发送等功能于一体, 对嵌入式处理器的运算能力和存储容量都有一

定要求。综合考虑各种因素, 采用基于 ARM920T 内核的摩托罗拉 MC9328MX1 嵌入式处理器和美国 OmniVision 公司 OV7648 CMOS 彩色图像传感器芯片来构成硬件前端。

2.1 硬件电路

摩托罗拉 MC9328MX1 处理器基于 ARM920T 嵌入式处理器内核, 能工作于高达 200MHz 的主频。它内部集成了许多模块, 为各种外设提供了灵活的接口控制功能。摩托罗拉 MC9328MX1 处理器内置的 CSI (CMOS sensor interface) 模块提供了完善的时序控制模块和 32×32 字节 FIFO (first in first out) 缓冲区, 通过 DMA 进行数据传输, 可以连续不丢帧地接收 CMOS 图像传感器数据^[3]。

CMOS 图像传感器是近年发展起来的一种新型固体图像传感器。OV7648 是美国 OmniVision 公司开发的 CMOS 彩色图像传感器芯片, 该芯片将 CMOS 光感应核与外围支持电路集成在一起, 具有可编程控制与视频模/数混合输出等功能。该芯片运用专用的传感器技术, 能够消除普通的光电干扰, 例如噪声、灯光闪烁等, 输出清晰、稳定的彩色数字图像^[4]。

由于 MC9328MX1 芯片提供了一个专用图像传感器接口, 因此可以直接和 CMOS 图像传感器连接。MC9328MX1 的 CMOS 接口为外部图像传感器提供 24MHz 主时钟 (MCLK) 信号。图像传感器的运行以输入的主时钟信号为基准, 图像数据通过 8 位总线输出到主处理器。图像传感器输出的数据及控制信号包括像素时钟 (PIXCLK)、水平参考 (HREF)、帧

作者简介: 戴雪峰(1976—), 男, 硕士研究生, 主研方向: 通信与信息处理技术; 金连文, 教授、博士生导师; 熊波, 硕士

收稿日期: 2006-10-25 **E-mail:** daixf@163.com

同步(VSYNC)和数据总线(D0~D7),分别和主处理器相应的信号线连接。PIXCLK与HREF信号在处理器内部相与后生成有效像素时钟,处理器在每个有效像素时钟的上升沿或下降沿锁定数据。系统输出数据格式为RGB565的QVGA(Quarter of VGA)图像数据。本系统图像传感器接口电路如图2所示。

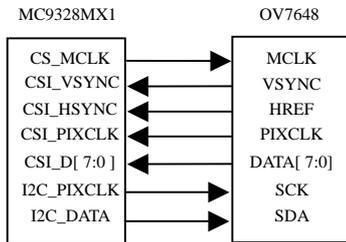


图2 嵌入式处理器和图像传感器接口电路

CMOS接口内部具有32×32bits的FIFO,用于接收图像数据。当接收数据数量达到预置阈值时DMA传输被触发,数据通过DMA通道拷贝到SDRAM中,从而大大减少了CPU的负担。

2.2 软件驱动

CMOS图像传感器需要嵌入式系统的软件驱动才能正常工作,并输出正确的图像数据。本嵌入式系统采用的是嵌入式Linux操作系统。Linux将所有外部设备看成是一类特殊文件,称之为“设备文件”,它是Linux内核与外部设备之间的接口。设备驱动程序向应用程序屏蔽了硬件在实现上的细节,使得应用程序可以像操作普通文件一样来操作外部设备^[5]。

在Linux下编写图像传感器接口的驱动程序,首先初始化CMOS模块,通过SCCB(serial camera control bus)总线设置OV7648的工作模式、各种参数,分配DMA通道,然后使用中断申请函数request_irq()为CMOS模块登记中断,其中断号是6。当MC9328MX1捕获到SOF(start of frame)信号后将触发帧中断,在CMOS中断程序中首先判断是不是SOF中断,如果是则启动DMA传输,DMA一次传输的字节数为一帧图像的大小。驱动流程如图3所示。

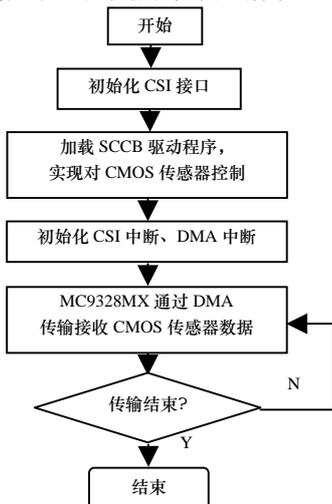


图3 CMOS传感器驱动流程

3 软件设计

系统软件主要对嵌入式前端捕获的图像数据进行处理,并完成嵌入式前端和网络客户端的数据通信。系统数据流程如图4所示。其中嵌入式前端集成了视频捕捉、前景分割、

异常判定图像传输功能,网络客户端接收到报警信息后进行异常处理,包括图像显示和异常备份。

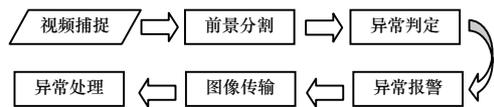


图4 图像数据处理流程

3.1 前景分割技术的应用

系统采用基于背景差的前景分割方法和基于帧间差的背景更新方法,能较好地处理运动目标的分割和背景变化问题。

基于背景差的方法是当前前景目标分割中最常用的一种方法,因为它能给前景提供最完整的特征,在这点上其他方法是无法匹敌的。它是利用当前图像与背景图像的差分来检测运动区域的一种技术。在嵌入式视频监控系统中,运动检测算法的选取须充分考虑嵌入式的有限资源,不能选取过于复杂的算法,只要算法能够有效地检测出运动目标,降低漏报率和误报率就可以满足系统要求。有鉴于此,本文采用基于背景差的前景检测方法。

运用背景差法首先要根据场景情况建立一个合适的背景模型,然后基于背景模型从当前帧中提取出前景,最常用的方式是利用当前图和背景相减来获取前景。其工作原理如式(1)所示。

$$S(x, y) = \begin{cases} 1 & (I(x, y) - B(x, y)) > T \\ 0 & (I(x, y) - B(x, y)) < T \end{cases} \quad (1)$$

式(1)中, $I(x, y)$ 代表当前帧图像; $B(x, y)$ 代表建立的背景模型; T 为一个阈值;在最后的结果 $S(x, y)$ 中,1代表需要进一步处理的区域,0代表不需要处理的区域。由此可以看出,一旦建立了合适的背景模型,可以很简单地通过差分和二值化运算获得可进一步处理的二值图像。本系统嵌入式前端采用差影法进行运动前景分割,效果如图5所示。



图5 差影法前景分割结果

在获取运动前景后可进一步根据不同的算法对运动前景进行行为描述或跟踪检测等处理。本系统仅对场景进行异常判定和异常图像传输,采用阈值判断法。为检测图像区域A,某个灰度阈值T,运动报警的判定条件可表示为式(2):

$$\sum_{I \in A} \text{Max} |S(x, y)| > T \quad (2)$$

现实中由于场景各种原因的变化,如何保持更新建立好的背景模型就成为是否能在不断变化的场景中分割出准确前景目标的关键问题。文献[2]中将现实场景中的各种干扰因素作了个较好的分类和总结。本系统采用一种较为简单的背景更新方法:如果系统在稳定运行的某一特定时间间隔内,同一前景一直连续、静止出现,即图像序列帧间差连续在一定

范围内,即将当前视景作为新的背景。

3.2 嵌入式前端与客户端的通信

在网络上大部分的通信都是在客户机、服务器模式下运行的,socket是网络通信中应用进程和网络协议之间的接口。在Linux操作系统中,socket属于文件系统的一部分,网络通信可以被看作是对文件的读取。这就使得对网络用户的操作像对文件的控制一样方便^[5]。



图6 客户端应用程序界面

目前主要有两种协议可供选择:一个是传输控制协议TCP;另一个是用户数据报协议UDP。TCP是一种面向连接的协议,它可以提供虚电路服务和面向数据流的传输服务,最大特点是可靠性,不足之处是效率低。UDP是一种无连接协议,比TCP协议实现更简单,它省去了建立连接和拆除连接的过程,少了重发检验机制,能够达到较高的通信速率,其缺陷是不能保证传输的可靠性(如报文丢失、重复、失序和流量控制)。因此TCP协议通常用于数据文件的传输等可靠

传输应用,而UDP通常用于对数据可靠性要求不高但数据量大的场合,如图像、语音数据的传输。本文选择了UDP协议,可以实现数据并发操作,将图像数据发送到多个客户端。客户端监控程序界面如图6所示。

4 结束语

基于图像前景分割技术的嵌入式智能监控系统采用嵌入式开发和智能识别技术,实现了图像采集、处理、传输和异常报警自动化,具有集成度高、性能可靠、使用简便、价格低廉、抗干扰力强等优势,适合应用于工厂、仓库、银行等监控场所,尤其适合应用于家庭安全防范,具有广泛的应用前景。

参考文献

- 1 Valera M, Velastin S A. Intelligent Distributed Surveillance Systems: a Review[J]. IEE Vision, Image and Signal Processing, 2005, 152(2): 192-204.
- 2 Elgammal A, Duraiswami R, Harwood D, et al. Background and Foreground Modeling Using Nonparametric Kernel Density Estimation for Visual Surveillance[J]. Proceedings of the IEEE, 2002, 90(7): 1-13.
- 3 Motorola Inc.. DragonBall MC9328MX1 Integrated Portable System Processor Reference Manual (Revision 2)[Z]. 2003.
- 4 OmniVision, Technologies, Inc.. OV7648/OV7148 VGA Camera Chip™ Implementation Guide (Revision 1.1)[Z]. 2003.
- 5 刘峰嵘,张智超. 嵌入式Linux应用开发详解[M]. 北京:机械工业出版社, 2004.

(上接第232页)

了CPW阻抗结构,目前已知的参数 $H=5\text{mils}$, $T=2\text{mils}$, $D=15\text{mils}$, $Er=4.2$, $Z_0=75\Omega$,代入公式可求得信号线的宽度为: $W=4\text{mils}$,这个参数对于PCB加工厂来说难度很大,不利于以后的批量生产,因此必须重新来设计阻抗结构,如果将射频信号的参考层平面设为第3层,那么 $H=51\text{mils}$,也就是说原来 75Ω 信号线下边的参考平面铜将被挖空,信号线下边部分的第2层和第3层介质将连在一起,所以现在的参数 H, T, D, Er, Z_0 分别为: $51\text{mils}, 2\text{mils}, 15\text{mils}, 4.2\Omega, 75\Omega$,在这样的参数下计算可以求得线宽 $W=22\text{mils}$,对于工厂工艺来说没有问题,图6展示了Tuner部分的阻抗CPW结构。



图6 Tuner阻抗结构

4 试验结果

在生产过程中,由于工艺和材料的限制使得理论设计出的结果比实际的阻抗有点偏大,因此为了得到准确的阻抗匹配,一定要和生产厂家进行沟通,了解对方的工艺,提出自己的要求。

产品Bi-7111C已经进行了小批量的生产,经过长期的测试,验证了设计的正确性,产品获得了很好的性能和稳定性,DDR部分运行稳定从未出现过错误,网卡部分在用非常长的

网线进行测试过程中都能够迅速得到IP地址,同时在网络数据传输过程中也没有发现有中断或者异常的现象,对于家庭的使用已经够了,但是由于实验室条件有限,没有用很专业的仪器设备来进行测试,因此其具体的性能指标无法知道;国内数字电视国标要求产品接受信号的灵敏度如下:最低要能接受50dbuv信号强度的信号,最高要能接受80dbuv的信号。Bi-7111C能接收信号的范围是34dbuv~110dbuv,这个性能是非常高的,国际上能做到这个指标的公司不多。

5 结论

本文介绍了两种阻抗结构,对理论和设计过程进行了详细的论述,通过设计使得Bi-7111获得了很好的性能,高速数据的传输得到了保障。试验结果证明,微带线和CPW结构是令人满意的。

致谢:在此对中国科学院声学研究所DSP中心DVBC组表示感谢。

参考文献

- 1 盛振华. 微波技术与天线[M]. 西安:西安电子科技大学出版社, 1995-12.
- 2 莫小梅. 共面波导的电磁仿真及建模算法研究[D]. 杭州:杭州电子工业学院, 2003.
- 3 刘庭华. 高性能印刷天线单元的研究[D]. 南京:东南大学, 2003.
- 4 仲顺安. 微机械加工共面波导传输线结构的全波分析和工艺设计[D]. 北京:北京理工大学, 2002.

