

# 基于ARM的 嵌入式智能视频监控系统设计

■ 辛朝焕<sup>1-2</sup> 张仁杰/上海理工大学光电学院 (上海·200093)

**摘要:** 提出了一种基于ARM系列微处理器S3C2410的智能视频监控系统。介绍了此系统的软、硬件构成、流程设计及目标检测算法。该系统能有效降低存储的视频信息的冗余性、减轻监控人员的工作负荷, 监控效果良好。

**关键词:** ARM、目标检测、视频监控

**中图分类号:** TP316      **文献标识码:** B

**文章编号:** 1673-1131(2010)01-036-03

## 一、引言

计算机技术的广泛应用和数字图像技术的发展, 数字视频检测和监控系统已经被应用于交通监控、银行系统和流水线产品检测等很多方面。传统的检测和监控是由人在主控室来操纵各路摄像机, 或者是摄像机连续不断地工作, 将拍摄到的图像视频信号存储起来供以后分析使用。这样就出现以下问题: 人是控制主体, 人眼视觉对视频的检测是有限的且不间断的、长期的观察对人视觉损伤大; 视频冗余信息量大, 浪费了大量存储空间, 检索困难<sup>[1]</sup>。

本文提出采用嵌入式处理系统作为视频采集前端, 先

对采集的图像进行预处理, 并检测图像中是否包含了目标的信息。如存在目标则通过LAN网络向监控中心的服务器端发送警告信号, 同时连续传送采集到得图像; 如不存在目标, 则将图像丢弃<sup>[5]</sup>。监控中心的服务器端接收由嵌入式视频采集前端传来的警告信号, 重组接收到的序列图像为视频文件, 并在显示器上显示。该方法有效降低了监控中心的服务器端存储信息的冗余性, 同时减轻了监控人员的工作负荷。服务器端软件可通过VC++6.0编写的程序来实现。本文主要讨论的是嵌入式视频采集前端的软、硬件设计。其系统整体框图如图1所示。

## 二、视频采集前端硬件设计

视频采集前端选取QT2410开发板作为硬件开发平台。该开发板分为核心板和底板两部分: 核心板包括一片ARM920T核心的S3C2410嵌入式微处理芯片<sup>[2]</sup>, 32M×2的SDRAM, 64M的NAND Flash 以及2M的NOR Flash, 核心板通过144Pin的接口与底板相连接; 底板上主要包括一块CS8900A 10M以太网控制芯片和其对应的RJ45接口,

## Design and Implementation of Embedded Intelligent Surveillance System Based on ARM

Xin Chaohuan<sup>1-2</sup> Zhang Renjie

Optical and Electronic Information Engineering College of University of Shanghai for Science and Technology,  
Shanghai China 200093

**Abstract:** The intelligent surveillance system is proposed based on the microprocessor S3C2410 of ARM series. And then, the software and hardware configurations, design of flow and algorithms of target detection are introduced. The system can effectively reduce the redundancy of video information stored and the workload of monitoring staff, and show good surveillance effects.

**Keywords:** ARM Target Detection Video Surveillance

MAX3232串口接口芯片和两个RS232接口,一个SD/SDIO接口,一个ATA设备接口,一个液晶显示屏接口,一个USB从机接口和一个USB主机接口。

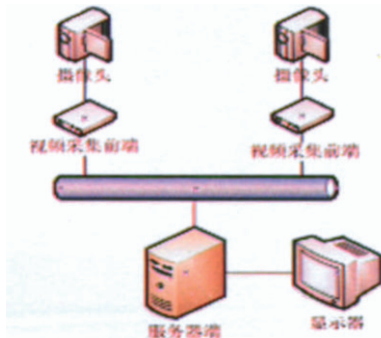


图1 系统整体框图

视频采集前端摄像头的主控芯片为TP6800。它提供了4个传输端点。其中,端点0是缺省管道,利用控制传输与主机端通讯,用户可以利用其来发送设备请求命令,除了标准设备请求,还提供了两个厂商自定义的请求Read Register, Write Register,用于读取和写入TP6800内嵌的状态和配置寄存器,从而实现主机对设备端的控制。图像传感器是Hynix的CMOS Image Sensor HV7131R,通过IIC总线接口与TP6800相连接。端点1使用流传输,一种周期的、以数据流中存在潜在的数据丢失可能性为代价的连续实时传输模式。TP6800使用此管道,把HV7131R传输过来的原始图像信号经颜色处理后,周期传送到ARM端。端点2和端点3使用批量传输,将TP6800种图像处理模块的参数读出和写入。

### 三、目标检测算法设计

本系统采取背景差分法实现目标检测。使用一种改进的实时背景更新算法<sup>[3]</sup>,利用若干帧连续图像中每点像素灰度值样本,估算对应像素点的灰度值均方差,然后采用平均灰度值的阈值分割算法,提取图像中前景像素。

#### 3.1 背景更新

根据正态分布的“ $3\sigma$ 原则”可知,在一个没有背景运动的静止场景中某一像素的灰度值在一段时间内的变化量在范围 $(-3\sigma, 3\sigma)$ 之内的概率为99.7%,即在背景运动的静止场景中的某一像素在相邻两帧图像中的灰度值之差的绝对值大于 $3\sigma$ 的概率为0.3%。本系统采取的方法是:

1) 在没有目标出现时,即在背景学习期间,获得若干帧连续图像中每一像素灰度值变化的序列样本,估算图像序列中对应像素点灰度值的方差。 $\sigma_k$ 为像素k在序列图像中灰度值的均方差。

2) 计算当前检测图像与背景图像上的每一像素的灰度

值之差:

$$D_k = |I_k - B_k| \quad (1)$$

式中: $D_k$ 为像素k的灰度值之差, $I_k$ 为像素k在当前检测图像I中的灰度值, $B_k$ 为像素k在背景图像B中的灰度值。

3) 当 $D_k \leq \sigma_k$ 时,认为是由照明或天气的缓慢变化导致的,此时用 $I_k$ 更新 $B_k$ 。

4) 当 $D_k \geq 3\sigma_k$ 时,认为是出现了运动人体导致的,此时保持 $B_k$ 不变。

5) 当 $\sigma_k < D_k < 3\sigma_k$ 时,则可能是出现了运动人体,或是背景变化导致的,此时保持 $B_k$ 不变。

6) 当 $B_k$ 长时间没有进行更新时,用 $I_k$ 更新 $B_k$ 。

7) 当大量像素的灰度值之差 $>3\sigma$ 时,认为是背景图像由于特殊原因,如背景中的照明灯的突然开或者关,以及摄像头的移动,天气的突变等,导致图像出现大面积的变化区域,此时用I更新原有的B。

#### 3.2 背景差分

背景图像差分算法是常用的基于图像灰度信息的运动检测算法之一,其特点是位置精确,运算速度快,能够分割出完整的运动对象,但算法对背景图像的变化比较敏感,需要对背景进行更新。背景图像差分算法的公式如下:

$$ID(x, y) = |I(x, y) - BN(x, y)| \quad (2)$$

式中 $ID(x, y)$ 为当前检测图像差分后在 $(x, y)$ 处的灰度值, $I(x, y)$ 为当前检测图像在 $(x, y)$ 处的灰度值, $BN(x, y)$ 为更新后的背景图像在 $(x, y)$ 处的灰度值。

#### 3.3 阈值分割

利用正态分布的“ $3\sigma$ 原则”,考虑选用像素k在相邻两帧图像中灰度值之差的变化分布方差的三倍值作为阈值,即 $T_k = 3\sigma_k$ 。实验发现,在差分图像中,运动人体图像区域像素的灰度值与当前检测图像的平均灰度值有直接的关系,当前检测图像的平均灰度值大时,运动人体区域像素的灰度值之差的均值大,当前检测图像的平均灰度值小时,目标区域像素的灰度值之差的均值小。选用阈值 $T_k = 3\sigma_k$ 进行图像分割时,在因照明光线较暗导致当前检测图像的平均灰度值较小的情况下,目标图像区域出现大面积的断裂和漏空,大量的前景像素被误判为背景像素。因此,本系统采用一种基于图像平均灰度值的阈值分割算法,即用当前检测图像的平均灰度值L与比例系数 $\mu$ 的乘积作为差分后图像分割的阈值:

$$T = \mu \times L \quad (3)$$

式中: $T$ 为差分图像分割的阈值, $\mu$ 为比例系数, $L$ 为当前检测图像的平均灰度值。实验研究发现,当 $\mu$ 在范围(0.15,

0.3)内取值时,在照明光线较暗和较强的情况下,图像分割的效果都非常理想。在本系统的编程实现时,选用 $\mu=0.2$ 。

### 3.4 目标判别

在对当前图像进行图像处理计算之后,得到的是一副二值图像。对目标的识别存在许多种算法,但是由于嵌入式系统资源有限,在识别过程中采用复杂的算法将极大影响系统实时性能。因此本系统采取的方式是在对图像进行阈值分割的同时,统计图像中前景点的个数。当前景点的个数在某一个范围之内,认为视场区域内出现了目标。本文采用的判断范围为全视场像素个数的10%到80%。前景点个数小于10%,则认为噪声或图像处理过程中的误差造成的,大于80%认为是视场内光线环境发生极大变化。

## 四、视频采集前端软件设计

使用 $\mu C-OS II$ 嵌入式操作系统,ADS开发环境。系统程序的总体流程图,如图2所示。<sup>[2]</sup>

### 4.1 图像采集和存储

系统在初始化之后便开始实时采集图像。图像采集使用USB接口的摄像头获取图像数据,传输到预先分配的内存区。由于使用的摄像头中具有DSP模块,对采集的图像有预处理功能,已经将图像压缩过的JPEG格式的图像。

### 4.2 图像处理

图像处理部分要完成以下几个任务<sup>[4]</sup>:图像解压缩、图像灰度化、目标检测。

#### 4.2.1 图像解压缩

将内存中的JPEG图像解压缩,以位图格式24位真彩色方式存储起来。存储时需要注意的是以下4点:真彩色图像没有调色板部分;3个字节表示一个像素,而且字节代表的先后顺序分别代表颜色B、G、R;图像的一个扫描行所占的字节数必须是4的倍数;图像存储时,是从左到右,从下到上的顺序。

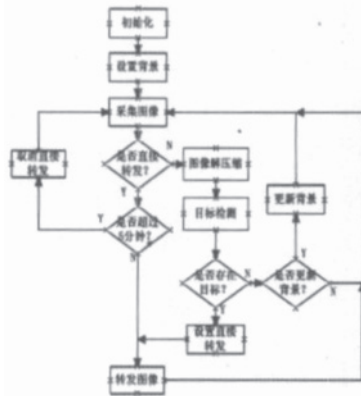


图2 视频采集前端软件框图

#### 4.2.2 图像灰度化

由于后期图像处理过程是基于灰度图的运算,因此先对采集到得彩色图像进行灰度化计算。

#### 4.2.3 目标检测

一旦判别当前图像中存在目标,系统将通过网络转发采集到

的图像,同时发出警告信号。每次发现视场中存在目标,系统将在5分钟之内只执行转发图像,不再检测目标。当前帧的原始图像如图3所示,经过背景差分 and 图像分割后的图像如图4所示。

### 4.3 网络传输

本系统以LAN为传输媒介,采用UDP协议与服务端进行通信,在程序初始化时设置服务器端的IP和端口。当需要发送图片时,将一幅图片数据分割为10个部分依次发送,并为这些数据加入一些通讯信息,如房间号标示,部分图片索引等,以方便服务器端识别和重构图片。

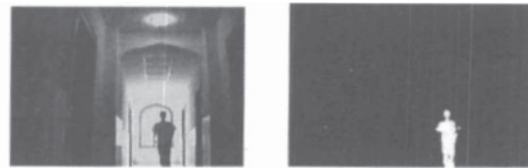


图3 原始图像

图4 处理后图像

## 五、结束语

本文以目标检测的研究为基础,设计了基于Samsung S3C2410的智能视频监控系统。本系统的实现基于ARM9平台和 $\mu C-OS II$ 操作系统,通过摄像头采集图像,ARM9嵌入式处理器进行图像处理和目标检测,并由LAN网络和服务器端组成一个完整系统。该系统能够有效降低了监控中心的服务器端存储信息的冗余性,同时减轻了监控人员的工作负荷,具有较高的使用价值。

## 参考文献

- [1] 骆志,刘治红.视频监控技术发展综述[J].兵工自动化,2009,28[1]:1-3
- [2] 于明,范书瑞等. ARM9嵌入式系统设计与开发教程[M].电子工业出版社,2006: 13-15.
- [3] 曹丹华,邹伟,吴裕斌. 基于背景图像差分的运动人体检测[J]. 光电工程, 2007, 34[6]: 107-111
- [4] 林文森,李钟慎,洪健. 基于ARM嵌入式图像处理系统设计与实现 [J]. 福州大学学报(自然科学版),2008 36[增刊]: 13-16
- [5] Cohen I, Medioni G. Detecting and tracking moving objects for video surveillance[C]//Computer Vision and Pattern Recognition, 1999, IEEE Computer Society Conference on, Fort Collins,CO,1999:325

## 作者简介

辛朝焕(1985-),男,上海人,硕士研究生,研究方向为信息获取与处理。