

# 基于MSP430的嵌入式智能防盗监控系统的设计

杨湧 付江辉 李丽华

东华理工大学信息工程学院, 江西抚州, 344000

**【摘要】**随着数字图像技术、嵌入式计算机技术和通信技术的飞速发展, 嵌入式图像监控系统已成为当今监控领域的一个新的研究热点, 出现了基于嵌入式和网络的智能防盗系统。提出了一种基于MSP340的智能防盗监控系统的体系结构, 该体系结构将硬件分为两大模块, 系统以基于MSP340嵌入式微处理器为核心, 嵌入式实时操作系统  $\mu C/OS-II$  作为软件开发平台。

**【关键词】**嵌入式系统 MSP340 智能防盗  $\mu C/OS-II$

随着嵌入式计算机技术、通信技术、数字图像技术等的发展, 防盗监控技术也得到了迅速发展(宋广军等, 2004); 基于PC的图像防盗监控系统得到了迅速地普及。这种防盗监控系统可被广泛应用于那些防盗要求较高的场合, 如小区、停车场、仓库、超市和自动贩卖机等。当场景里出现可疑行为时, 防盗监控系统能及时向保安人员发出警报。由于基于PC的图像监控系统结构复杂, 稳定性、可靠性不高, 价格高昂、操作烦琐等缺陷, 不能满足某些防盗监控领域的应用要求(卫峰等, 2003; 刘志伟, 2006)。

随着人们期望防盗监控点的增多, 对防盗监控点的期望也在增多: 期望防盗监控点能够方便安装省去繁琐的布线; 期望防盗监控点能够减轻监控人员判读图像的工作强度前端智能图像处理; 期望能够省去中心的巨额投入通过简单的设备进行监控。基于这些期望, 一种新型监控系统基于嵌入式技术、网络技术和带有图像处理功能的智能图像防盗监控系统诞生了。这种监控系统通常以嵌入式系统作为核心处理器, 集成了嵌入式系统成熟的图像处理技术、网络通信技术等, 利用现有的计算机网络通信信道进行图像传输, 省去了繁琐的视频布线及昂贵的中心设备, 前端具有图像检测功能, 通过任何一台可以上网的计算机即可

获得监控现场的画面。由于具有以上的优点, 这种图像监控系统的开发和设计正越来越多地受到人们的瞩目。基于嵌入式技术的智能图像防盗监控系统必将有良好的应用与发展前景, 由它代替当前普遍应用的基于PC的监控系统将成为必然趋势(田冬梅, 2002)。

本文顺应图像防盗监控领域的发展趋势, 在总结多种形式的图像防盗监控系统利弊的基础上, 探讨了一种具有前端运动目标检测和网络传输技术相结合的基于MSP340的嵌入式智能防盗监控系统。

## 一、智能防盗监控系统的组成

### 1、系统功能组成

基于MSP340的嵌入式智能图像防盗监控系统的结构示意如图1所示。

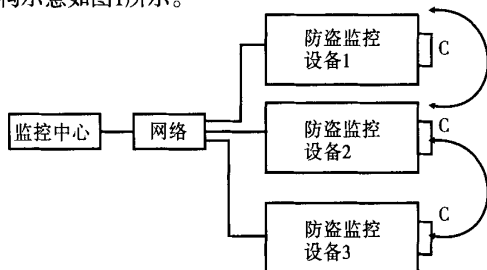


图1 监控系统示意图

嵌入式智能图像监控系统中现场监控设备的功能组成如图2所示。

由于在本系统中, 监控中心被简化为一台具有上网功能的计算机, 在以下的论述中, 所述“系统”特指现场设备。系统的主要功能包括图像采集及预处理、运动检测、嵌入式Web服务器和以太网等四大部分。

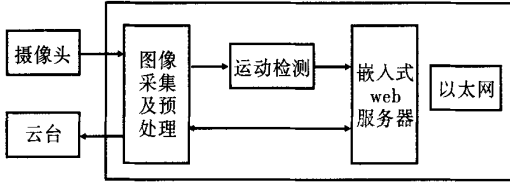


图2 现场智能监控设备的功能组成

(1) 系统的图像采集及预处理功能主要完成对原始图像和压缩图像的采集、解包、组合、分包和封装等, 如果摄像头带有云台, 也对云台进行控制;

(2) 系统的运动检测功能主要实现运动目标检测和动态背景更新, 并将有关警戒信息发给Web服务器或报告用户;

(3) 系统的嵌入式Web服务器主要完成对客户端的连接请求响应, 并将压缩后的现场图像和有关信息组织成网页发送出去, 以便用户浏览;

(4) 系统的以太网功能完成有线传输信道的建立, 以便用户通过网络访问系统。

## 2、工作原理及功能要求

系统控制数字摄像头拍摄现场的图像, 并采集由摄像头转换成一定数据格式后的原始图像。然后, MSP340系统对原始图像数据进行自适应背景的运动目标检测运算, 即当前端图像出现事先设定的不安全变化时, 产生入侵报警; 并对原始图像数据进行打包传输。同时基于MSP340的Web Server处于侦听状态, 一有客户端链接请求, Web Server组织网页将现场图片和有关信息发送至客户端, 并采用客户端拖拽技术及时更新页面中的图像, 以便用户监视现场的情况(刘志伟, 2006)。系统所要求实现的功能如下:

(1) 可控制摄像头采集两种格式的图像数据, 通常为位图BMP图像和JPEG图像。这样做的原因是由于自适应背景的运动目标检测运算的图像必须是BMP图像, 压缩后的图像数据难以胜任此算法; 而未压缩的BMP图像数据量太大不适于嵌入式系统的远程传输; 如在该MSP340系统中将BMP图像压缩成JPEG图像, 则

需占用大量的硬件资源和处理器的运行时间, 严重增加了MSP340系统的负担, 影响系统的正常功能, 因此将图像压缩工作交给摄像头来完成;

(2) 可实现自适应背景的运动目标检测及入侵报警功能。作为智能化的嵌入式图像监控系统, 在系统中具有自适应入侵检测功能是必然的, 是本论文研究的一大重点, 也是该监控系统的特点之一;

(3) 可实现基于嵌入式系统的Web Server搭建。基于嵌入式操作系统 $\mu$ C/OS-II和TCP/IP协议栈构架出网络通信平台(付保川等, 2005; 刘志伟, 2006);

(4) 可实现以网页方式传输监控现场的动态图像并能及时更新。这有助于远程用户在任何一台联网的PC上只需打开IE浏览器, 便能监视的现场情况;

(5) 可实现对图像数据的BMP封装、打包等处理, 以适应不同的功能要求;

(6) 其它辅助功能, 如将系统运行参数及报警信号显示于本地数码管中, 方便开发人员和用户的测试及维护。

## 二、系统的硬件设计及实现

### 1、核心微处理器

MSP430系列单片机是TI公司近期推出的16位系列单片机, 现已有x1xx、x3xx、x4xx等几个系列。该系列是一组超低功耗的微控制器, 供电电压范围1.8~3.6V, 特别适用于使用电池长期工作的场合。由于具有16位的RISC结构、16位寄存器和常数发生器, MSP430系列单片机达到了最大的代码效率。MCU最终采用了MSP430F149。MSP430F149是TI公司推出的具有极高性价比的16位MCU, 具有功耗低、存储容量大、集成度高、在线支持性强等特点。MSP430F149属于一种中低端的单片机, 运用非常灵活, 具有2kB的RAM, 60kB的FLASH, 48个I/O口, 三个16位定时器, 一个看门狗定时器, 两个串行通讯口, 一个模/数转换模块(ADC12), 一个16位的硬件乘法器。MSP430F149除了正常的工作模式外, 还具有五种低功耗模块。

### 2、电源设计

在系统中, 需要使用5V和3V两种直流稳压电源, 其中, MSP430F149及部分外围器件需3V电源, 另外器件要5V的。整个电路可以由四节电池供电, 还可以通过直流输入端由小型的变压器供电。由于TI单片机的

供电电压比其他的模块低，选择L31A作为MSP430 F149的稳压芯片。

### 3、串行口电路

几乎所有的微控制器，PC都提供串行接口，使用的是EIA推荐的RS232C标准。要完成最基本的串行通讯功能，只需要9芯D型插头中的RXD、TXD和GND三个引脚。插头通过两个跳线选择MSP430的UAT0或UART1，同时设计数据发送和接收的状态指示灯，当有数据通过串行口传输时，指示灯闪烁，便于用户掌握其工作状态以及进行软硬件调试。

### 4、I2C接口电路和JTAG接口电路

I2C总线是一种用于IC器件之间连接的二线制总线。它通过SDA（串行数据线）及SCL（串行时钟线）两线在连接到总线上的器件之间传送信息，并根据地址识别每个器件。带有I2C总线接口的器件没有并行总线那样大的传输能力，但由于连接线和连接引脚少，因此其构成的系统总线简单，结构紧凑，而且在总线上加器件不会影响到系统的正常工作，系统修改和可扩展性好。MSP430F149可方便的与各种带有I2C接口的器件相连。

JTAG是一种国际标准测试协议，主要用于芯片内部测试及对系统进行仿真、调试。JTAG测试允许多个器件通过JTAG接口串联在一起，形成一个JTAG链，能实现对各个器件分别测试。

### 5、测试仪器设备的接口电路

本系统采用高速FPGA接口与现场监控设备相连，能大量节省前端编码的工作，克服了速度瓶颈，在进行现场实时图象监控时，必须采用高速FP2GA接口，如果只是单纯采集现场的电量参数可利用串口。前端测控设备主要包括有电量变送器，根据需求的不同，可选取烟雾传感器、漏电传感器、绝缘传感器或控制设备等等。

### 6、硬件电路的调试

主要是电源电路、JTAG接口电路的调试。其中，接口电路的调试需要注意几个方面：系统上电前检查JTAG接口的信号是否与对应引脚相连，上电后用示波器查看处理器对应引脚的波形，判断系统是否正常工作。系统确定正常工作后，首先通过对片内通用I/O口的特殊功能寄存器的操作，来验证调试环境是否已正

确设置以及JTAG接口连接是否正常。

基于MSP340的嵌入式图像监控系统的硬件模块框图如图3所示。

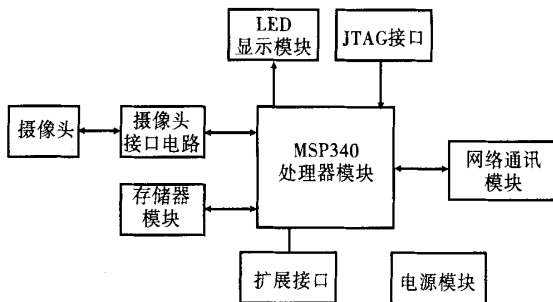


图3 服务器的硬件实现

以下对各模块进行具体介绍：

(1) MSP340处理器模块是整个系统的核心部分，接收从摄像头传来的一定格式的图像数据、各外设的触发信号和远程用户的控制命令，根据优先级别进行运算、响应和翻译转发给各种硬件设备（主要是摄像头、网络通讯模块），完成对各种硬件设备的控制和数据传输，同时收集硬件设备的各种状态信息，使各部分协调地工作（俞露，2003；戴燕云等，2005）；

(2) 摄像头接口电路完成对摄像头的驱动，以及与MSP340系统之间的通讯接口信号的转换，如果摄像头带有云台，并完成云台控制信号的转换；

(3) 存储器模块用来存储程序和运动中的数据，由于系统需要处理的数据量很大，特别是图像数据，所以在嵌入式系统中要配有足够大的存储器，用来暂存现场采集到的多种格式的图像数据，同时也作为有线和无线传输通道的发送缓冲区，为系统的运行提供足够的存储资源；

(4) 网络通讯模块提供了以太网的接口，并嵌入式了TCP/IP协议栈，实现了有线传输信道的建立（刘志伟，2006；沈建华等，2004）；

(5) LED显示模块用于将系统运行参数及报警信号显示于本地数码管中，方便开发人员和用户的测试及维护；

(6) JTAG接口可对芯片内部的所有部件进行访问，通过该接口可对系统进行调试、编程等；

(7) 系统总线扩展引出了数据总线、地址总线和必须的控制总线，便于以后根据系统需求，扩展外围

电路。

(8) 电源模块为整个系统的运行提供了稳定的电源供应。为了让更多的时间和精力投入于整个系统核心部分的研究,即软件层面的设计,所以对整个硬件系统的实现尽量依靠开发平台,只对特殊的硬件模块作设计,如摄像头接口电路等。

### 三、系统软件设计及实现

该系统的所有软件都是基于嵌入式实时操作系统 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 设计的。其系统软件结构如图4所示。

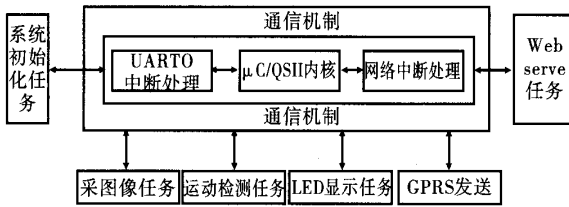


图4 系统软件结构示意图

该系统软件的总体结构可分为 $\mu\text{C}/\text{OS}$ 内核、中间件(外围部件驱动)、各级任务等三层。由 $\mu\text{C}/\text{OS}$ 内核统一管理MSP340处理器的CPU使用权、各级任务间的调度和通信等;各个外围部件的驱动以中间件的形式加入到系统软件中,由任务调用;各个任务是可并行、相对独立的功能单元,协调工作完成系统功能。

整个系统的协调工作可由图5的系统工作阶段示意图来描述。系统一上电处于状态0,执行Ti mer1\_ I nit()初始化定时器和OSI nit()初始化 $\mu\text{C}/\text{OS}$ ;初始化完毕进入状态1,执行外设初始化,如UART、CMOS图像传感器、TCP/IP协议栈等初始化程序,并创建各级任务和相应的消息邮箱、信号量等;之后进入状态2,采取BMP和JPEG图像,并相应的解析;之后可进入状态3或状态4,这两个状态中的各个任务从宏观上看是并行执行的,状态3完成图像封装、云台控制、LED显示等,状态4完成基于图像的运动目标检测、入侵报警等;之后进入状态5,将状态3和状态4的处理结果通过Web Server方式发送至远程用户。完成后再进入状态2,采集新的现场图像,开始新一轮的工作,以此周而复始地在现场前端进行采集、控制、运算并将处理结果实时地发送至远程用户。

### 四、结语

本文设计了基于MSP340的新一代嵌入式智能防盗监控系统的体系结构,详细论述了系统的硬件和软件

设计。它的主要特点是基于MSP340和 $\mu\text{C}/\text{OS2 II}$ 的嵌入式结构、运动检测功能、有线和无线传输方式的结合。基于嵌入式技术的智能图像防盗监控系统必将有良好的应用与发展前景,由它代替当前普遍应用的基于PC的远程监控系统将成为必然趋势。

以图像监控系统领域现阶段的技术为参考,设计并实现了一种基于MSP340内核的高性能的嵌入式微处理器和嵌入式实时操作系统 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 的图像防盗监控系统。该系统在对现场图像进行监控的基础上,嵌入了图像前端处理的功能,对所监控的视觉范围实现运动目标检测,并将现场图像通过网络的方式发送至远程监控中心。这两种传输通道分别采用了嵌入式Web Server技术和网络技术,在远程传输中起到互相弥补、传输方式灵活的作用。

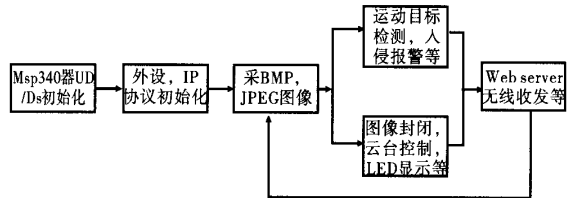


图5 系统工作阶段示意图

### 【参考文献】

- [1] 戴燕云,王柏祥,章专. 2005. 基于GPRS的嵌入式实时图像监控系统[J]. 工业控制计算机, 18(9): 9.
- [2] 付保川,班建民,陆卫忠,等. 2005. 基于嵌入式Web的远程监控系统设计[J]. 微计算机信息, 21(7): 59.
- [3] 刘志伟. 2006. 基于ARM的嵌入式图像监控系统研究[D]. 西安工业大学硕士论文.
- [4] 沈建华,杨艳琴. 2004. MSP430系列16位超低功耗单片机原理与应用[M]. 北京:清华大学出版社.
- [5] 宋广军,张敬,王睿. 2004. 基于Web的温湿度远程监控系统[J]. 微计算机信息, 1: 29-30.
- [6] 田冬梅. 2002. 数字图像监控系统设计方案研究[J]. 四川工业学院学报, (增刊): 109-111.
- [7] 卫峰,宋克柱,杨小军,等. 2003. 基于嵌入式技术的视频监控系统的的设计[J]. 电子技术应用, (6): 45.
- [8] 俞露. 2003. 基于ARM的嵌入式系统硬件设计[D]. 浙江大学硕士学位论文.

转自《东华理工大学学报》2008年第2期