

文章编号:1005-0523(2009)05-0059-05

基于 ARM 的图像型智能火灾监控系统设计

严丽平¹, 宋 凯²

(华东交通大学 1. 软件学院; 2. 信息工程学院, 江西南昌 330013)

摘要:针对传统火灾监控系统产品利用温度和气味监控,必须等火灾达到一定规模才能预警的问题,提出了利用火焰图像作为预警数据的新一代火灾监控系统设计思想,可以大大提早预警火灾。以 S3C2410 为系统运算核心,以 EVS100K 作为摄像头模块核心构建了火灾监控系统的硬件平台,以 ARM Linux 为操作系统平台,在此基础上设计实现了由三个模块构成的火灾监控软件体系。

关键词:火焰图像; S3C2410 微处理器; EVS100K 摄像头; 火灾监控; 模块化

中图分类号: TP368.1

文献标识码: A

自 20 世纪中后期以来,随着微电子技术、计算机技术、自动控制技术、通信与信息处理技术、多媒体技术等先进技术的发展,以科学技术为基础,依靠先进的设备和科学管理来实现家庭火灾监控系统智能化已成为可能。火灾监控的根本目的是获取火灾发生时的相关信息,并进行处理,达到及时准确报警的目的。当前火灾监控系统产品丰富,市场相对成熟。但当前的产品主要是以温度和气味等因素作为火灾预警的依据,只有火灾具有一定规模时这样的预警数据才能采集获取^[1],在火灾的初期温度和气味未完全释放时难以预警。因此新一代的图像型火灾报警器,以火焰型图像作为预警数据成为当前新的研究热点,该设备可以更早的预警火灾的发生^[2],将其控制在初期阶段,最大限度的减少损失。

1 总体设计

1.1 总体设计思想与目标

(1) 设计思想

本文设计的火灾监控系统采用新一代的设计思想即以采集到图像型火焰作为火灾发生的预警数据。旨在比现在成熟的火灾监控系统产品(温度感知型)能更早的预警火灾,将火灾控制在初期阶段^[3]。基于上述的思想,笔者决定采用 S3C2410 通用微处理器构成系统的硬件核心,MC35T GPRS 模块作为系统报警的通信模块,EVS100K 构成摄像头模块。系统工作时由摄像头模块实时采集监控点的图像信息并输出到 S3C2410 为核心的计算系统,对其进行比较和识别,判断是否有火灾发生。若判定火灾发生,则存储该火灾图像并快速启动报警装置,并通过 GPRS 模块向指定手机发出报警信号,通知监控人员进入火灾预警地点进行处理,从而有效预防火灾的发生或蔓延。

(2) 预期目标

鉴于笔者的实验条件及研究层次,本文中所有的火灾监控实验将在 6 m × 4 m × 3 m(长宽高)的地下室中进行,预期的火焰图像报警精度为 50 cm × 50 cm × 50 cm,更小的火焰图像将不予报警,可靠性和报警准确率应达到 95% 以上。

1.2 主要芯片及模块介绍

(1) S3C2410 芯片

S3C2410 微处理器是一款由 Samsung Electronics Co., Ltd 为手持设备设计的低功耗、高度集成的微处理

收稿日期:2009-06-24

基金项目:江西省教育厅青年科学基金(GJJ09502);江西省地方攻关项目基金(0611EXX)

作者简介:严丽平(1980-),女,安徽桐城人,硕士,讲师,研究方向为嵌入式系统开发。

器,采用 272 脚 FBGA 封装,具有五级流水线,存储体系为哈佛结构^[4]。S3C2410 处理器的内部功能模块及扩展模块非常丰富,主要有:1 个 LCD 控制器(支持 STN 和 TFT 带有触摸屏的液晶显示器)、SDRAM 控制器,3 个通道的 UART,4 个通道的 DMA,4 个具有 PWM 功能的计时器和 1 个内部时钟,8 通道的 10 位 ADC、触摸屏接口、IIC 总线接口,1 个 USB 主机接口,1 个 USB 设备接口,2 个 SPI 接口,SD 接口和 MMC 卡接口,117 位通用 I/O 口,24 位外部中断源,8 通道 10 位 AD 控制器等。在时钟方面 S3C2410X^[5]也有突出的特点,该芯片集成了一个具有日历功能的 RTC 和具有 PLL(MPLL 和 UPLL)的芯片时钟发生器。MPLL 产生主时钟,能够使处理器工作频率最高达到 203 MHz^[6]。其内核结构如图 1 所示。

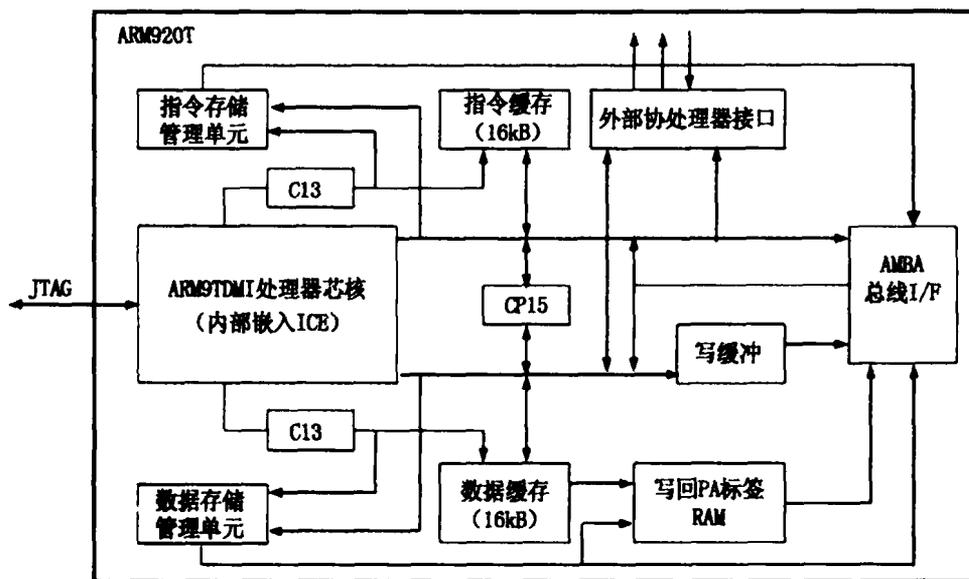


图 1 ARM920T 内核结构

(2) MC35T 通信模块

MC35T 是一款支持 GPRS Class 8 协议的高速无线通信模块。该通信模块遵循 GPRS Class 8/Class B 协议标准,支持数据、语音、短信和传真服务,采用电路交换方式的最大传送速率 14.4 kbps^[7]。MC35T 使用 8 V - 30 V 的电压范围具有低功耗、接口标准化等特点,可利用 AT 指令进行控制,适合嵌入式应用开发。

(3) EVS100K

EVS100K 是一款性能优异的图像传感器芯片,其分辨率达到 352 × 288,自带 8 位 AD 转换器,拥有全屏快门,与传统的图像传感器芯片相比,最大的特点在于能够进行行 2 列寻址,因此对于后端处理平台来说,可以不必将整幅图像都转移到存储区中,只需将所需区域的像素采集下来进行处理即可,这就极大的节约了存储空间与运算资源^[8]。由于 EVS100K 在运行时无需时钟脉冲驱动,因此模块无需任何的时钟信号,这大大简化了模块的设计。

2 硬件结构的设计与实现

本文设计的火灾监控系统其硬件平台不是一个专用系统,而是以 S3C2410 通用处理器为核心的通用硬件平台,在此基础上扩展了摄像头模块以及无线通信模块以实现火灾监控的功能,因此该平台既能实现火灾监控的需求又具有很好的通用性,易于扩展实现其他功能系统。

图 2 给出了系统的总体硬件结构图,其中方框内包括: Lcd 显示、Flash、SDRAM、键盘输入、JTAG、RS232、CAN BUS 等,这些功能单元构成了通用的嵌入式硬件平台,在此不作赘述。本文将重点讨论 EVS100K 摄像头模块的设计实现及其工作过程。摄像头模块由 EVS100K 传感器芯片、输出接口、CPLD 部件和数据输出电路组成。其硬件结构如图 3 所示。

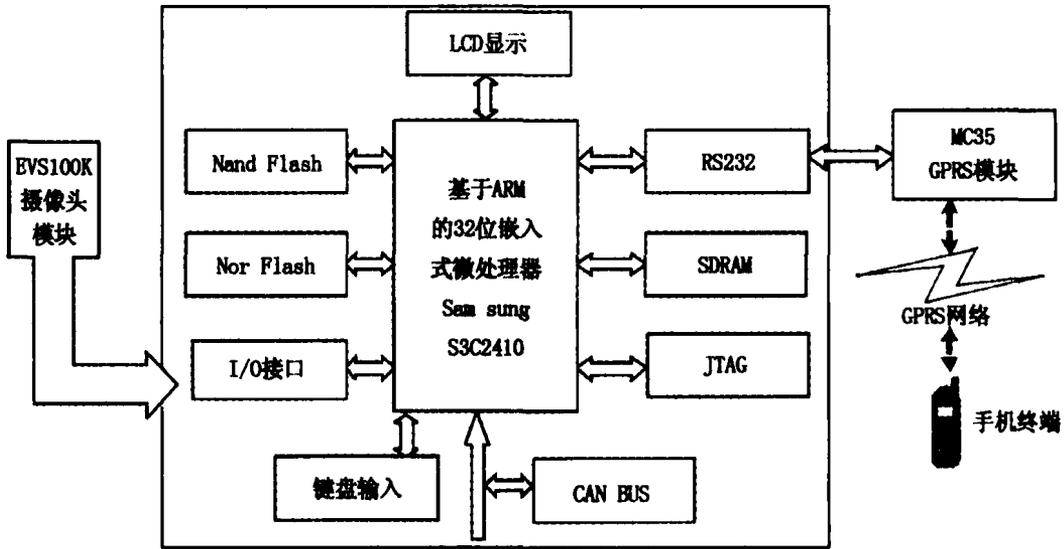


图 2 总体硬件结构图

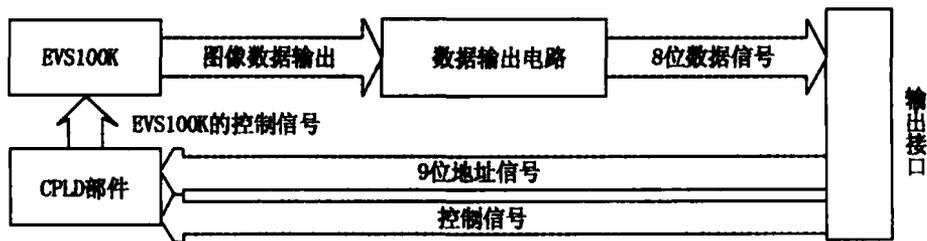


图 3 摄像头模块的硬件结构

当系统加电时,S3C2410 处理器复位运行 Reset 中断,将自动跳转至 0 地址处开始启动系统,0 地址处预先烧入了系统 BootLoader(引导装载程序)。BootLoader 负责系统的初始化及硬件自检工作,当自检通过以后,根据 BootLoader 的设置将引导操作系统的镜像文件 zImage,该镜像文件将被复制到 SDRAM 中运行,笔者在 Linux 的启动脚本中增加了自动运行火灾监控软件的语句,于是火灾监控系统软件将自动启动,监控功能即可实现。

3 软件系统的设计与实现

本系统的软件是一个典型的嵌入式 Linux 层次化体系结构,主要由 BootLoader、嵌入式操作系统以及应用程序 3 个层次构成。本文中 BootLoader 选用的是一款通用性很强的引导装载工具 U-Boot,它检测并初始化硬件系统,设置 Linux 内核参数,并启动 Linux。嵌入式操作系统选择 ARM Linux,它是标准 Linux 核,具备 Linux 的主要功能,是应用程序运行的平台。用户程序即火灾监控的软件程序,包括:监控模块、通信模块、数据库模块 3 个部分。BootLoader 与嵌入式 OS 是嵌入式 Linux 系统的一般组成部分,本文只是简单介绍,笔者将重点介绍火灾监控软件的设计与实现。

3.1 火灾图像识别算法

火灾图像的识别在整个系统上,所占的比例很少,但却是技术难点也是预警成功率的关键。笔者采用的是火焰的颜色检测算法,火焰一般具备这样的特征:从焰心到外焰其颜色是从白向红变化的。由火焰的辐射特性和 EVS100K 的感光特性可知,火焰在 EVS100K 感光的各颜色比例是不一样的,通过将火焰与其他光源的对比证明了这一点。识别火灾图像时先在得到的每帧图像上使用中值算法减少噪声的影响,然后从火焰图像的左上像素开始,依次进行行扫描,检测图像的曝光点。若有,则在曝光像素八邻域中取最

接近曝光点的像素值的红色和蓝色分量,再求其两者比值,最后通过反复测试得出适合于火灾识别的数值范围。

3.2 火灾监控软件的设计与实现

(1) 软件总体结构

在设计火灾监控软件时考虑到其通用性和可扩展性,将其分为3个相对独立的模块:监控模块、通信模块和数据库模块。其总体结构如图4(A)所示。

其中监控模块负责火焰图像的获取,显示以及通过上述的识别算法对其进行分析比较,得出判定结果,若判定有火灾则启动报警处理。通信模块主要是配合报警处理功能,当需要报警时不但提供警报信号,还应该通过通信模块将报警信息发送到相关监控人员的手机上。数据库模块主要存储地图的数据,对于监控点的分布情况应该比较有清晰的地图数据,否则很难迅速判断是哪个监控点出现了火警信息,另外还需要记录下重要的监控数据以及对于系统设置的日志信息等。

(2) 监控模块的设计与实现

在上述的3个模块中,监控模块是整个系统的核心也是笔者重点论述的内容。如前文所述,当硬件系统上电复位后,首先启动操作系统,然后操作系统自动启动监控软件,继而监控模块开始工作,监控模块会首先设置火灾图像的信息值,以作为图像比对的依据。随后,监控模块开始不断的采集各监控点的图像信息并不停的对比分析,每监控点的图像采集频率是30 Ms一帧,可以保持较高的实时性。在监控模块运行的过程中,当有其他的请求时可以通过中断方式获得支持,这种方式对于实时监控有一定的影响。当监控模块判定起火时,则输出火警信号,并驱动继电器作出灭火处理,同时驱动通信模块短信通知相关监控人员。其流程如图4(B)所示。

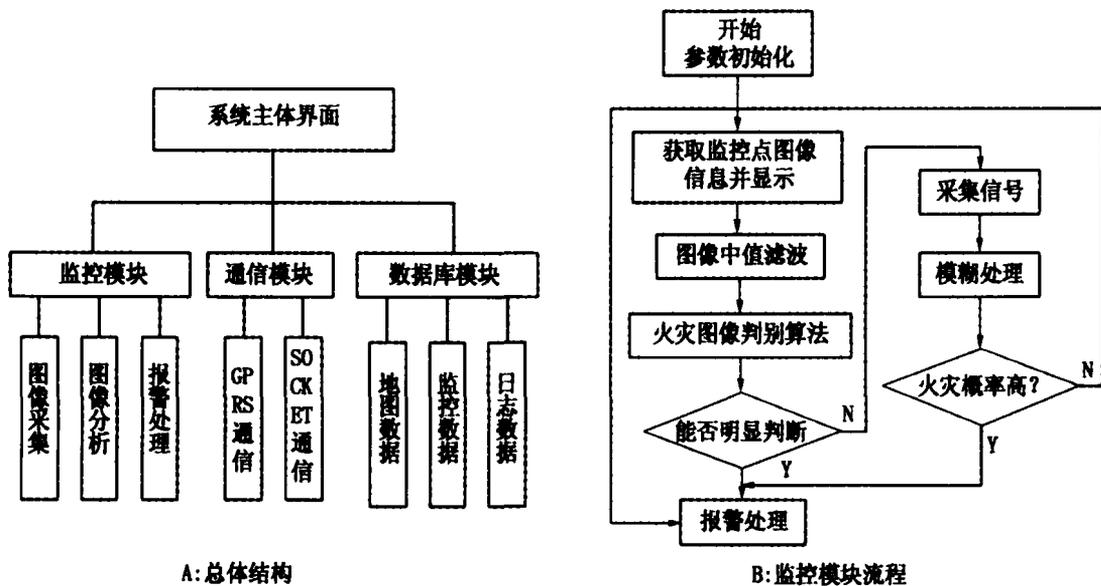


图4 软件总体结构与监控模块流程图

4 系统运行测试

当系统的硬件和软件系统空载运行稳定后,即进入实际测试阶段。如上文所述,笔者的测试环境是6 m×4 m×3 m的地下室,在该环境中笔者模拟普通生活环境的燃烧条件,使用明火点燃局部,进行测试对比本系统和传统温度报警系统报警成功率及时间之间的异同,其中本系统的数据采集点设置了两个,分别在房间的顶部的两个对称角,温度报警探测点布置了4个呈菱形分布在顶部合适位置。起火点每次均不相同。具体测试数据见表1所示。

表1 测试数据对比

报警机制	实验次数	报警次数	漏报次数	报警平均时间
本文研制系统	50	49	1	80 s
传统温度报警	50	48	2	182 s

5 结束语

本文使用火焰图像作为火灾监控系统的预警数据,较好的解决了传统产品必须等火灾达到一定规模才能预警的缺陷。通过本系统的实际运行表明,该系统达到了设计初期的各项要求,比传统的火灾监控系统能更早的预警火灾,更大程度的减少火灾的危害。相信在未来对于新一代火灾监控产品的面世将起到积极的推动作用。但由于实验条件的局限性,该系统只在小范围的地下室中进行了测试,未来希望能应用到更大范围的实际生活环境中。

参考文献:

- [1] 王淑娟,吕振,于跃.基于信息融合技术的火灾监控系统[J].电气应用,2008,27(03):45-47.
- [2] 丁永忠,彭万权,魏哲,等.基于嵌入式的智能火灾监控系统设计[J].武汉理工大学学报,2008,30(04):133-134.
- [3] 王春雷,黄玉,柴乔林,等.基于无线传感器网络的火灾监控系统设计与实现[J].计算机工程与设计,2007,28(10):228-231.
- [4] 李晓伦.基于CAN总线的楼宇监控系统设计[J].电子元器件应用,2006,8(10):39-40,44.
- [5] Sadok, Mokhtar, Shirer, Jeff, et al. Design and test methods for a video-based cargo fire verification system for commercial aircraft[J]. Fire Safety Journal, 2006, 41(04): 290-300.
- [6] Chance Elliott, Vipin Vijayakumar, Wesley Zink. National Instruments LabVIEW: A programming environment for laboratory automation and measurement[J]. Journal of the Association for Laboratory Automation, 2007, 12(01): 9-16.
- [7] Kathleen H, Almand. System degradation and life safety-fire safety and aging electrical infrastructure[J]. NFPA Journal, 2006, 10(2): 8-11.
- [8] Wong, L T, Leung, L K. Minimum fire centres. Building and environment alarm sound pressure level for elder care centres[J]. Building and Environment, 2005, 40(01): 125-133.

Design of ARM-based Image-type Intelligent Fire Monitoring System

YAN Li-ping¹, SONG Kai²

(1. School of Software, East China Jiaotong University Nanchang 330013, China; 2. School of Information Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: Aiming at the problem that traditional fire monitoring systems using temperature and smell to monitor can give alarm in advance only when the fire reaches a certain scope, the paper puts forward an idea that flame image is used as the alarm data for new fire monitoring systems, which can give fire alarm ahead of time. The intelligent fire monitoring system contains the hardware platform using S3C2410 as operating core, EVS100K as camera module kernel and the software part which is made of three modules based on ARM Linux OS.

Key words: flame image; S3C2410 MPU; EVS100K camera; fire monitoring; modularization

(责任编辑:王建华)