

复杂环境信息无线图像侦检系统设计

李攀 周荣晶 张静

(上海工程技术大学 上海 200437)

摘要: 针对矿井灾害或突发恶性事故现场环境的恶劣性,设计了一种基于 AVR 单片机的无线图像侦检系统,通过微型 CMOS 摄像头获取实时视频,利用无线传输模块将图像数据传入 AVR 单片机。本系统可无线传输视频信号;发射与接收模块均有 4 个频道可供选择;接收系统与显示系统为手持式/车载式,携带方便;发射机由电池供电,可选择附带照明灯和温度、湿度、烟雾传感器,适合用于烟雾及黑暗环境中的侦检。

关键词: 无线传输;AVR 单片机;图像侦检

中图分类号: TN948.53; TP393 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.1050

Design of wireless image detection system for complex environmental information

Li Pan Zhou Rongjing Zhang Jing

(Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 200437, China)

Abstract: Because of the harsh environment of the scene of the accidents, the rescue workers are the only persons who are able to enter it. So the commanders outside are difficult to make the rescue plan timely. If the rescue workers use a wireless image detection system to transmit live video of the scene, the commanders could see the situation and quickly make the appropriate rescue plan. It not only effectively saves the rescue time but also greatly improves rescue capabilities. The system can transmit video signals over wireless network. Both transmitting and receiving devices have four channels to choose. Both receiving and display system are hand-held or vehicle-mounted, and they can be installed in the command car. The transmitting device is battery-powered. There are also optional lighting and temperature, humidity or smoke sensors, particularly, can be used for detection in smoke and dark environments.

Keywords: wireless transmission; AVR; image detection

0 引言

随着无线技术的应用和快速发展,越来越多的场合需要进行无线监控和探测。目前为止,无线探测技术已经发展多年,技术水平相当成熟,但开发成本更低,操作更简单的无线探测设备成为了一项重要课题。无线远程图像侦检系统能够在一些危险或人类不宜长期居留的恶劣环境中工作,取代人完成一些高危工作。本文将无线技术与控制监测结合起来,设计了一套具有机动灵活、信息采集效率高、数据传输即时的无线图像侦检系统。该系统能实地传输高危现场视频信息,使抢险指挥部门能及时看到高危现场的各种状况进而迅速作出正确的应对策略,不仅能赢得救援时间,而且大大提高了救援能力^[1]。

1 系统硬件部分

本系统主要包括移动端和终端两个部分,移动端主要

负责图像的采集与编码,终端负责移动端的控制和图像解码播放功能,移动与终端间通过无线实现双工通信^[3-4]。

移动端使用开发板 EVK1100,该开发板有丰富的外接接口资源,方便摄像头与 MCU 的连接与通信,同时该开发板内置了温度传感器。终端使用开发板 EVK1105,该开发板有液晶屏 et024006dhu,可以实现该无线侦检系统显示功能^[5-6]。图 1 为系统的整体框图,其中移动端与终端的无线模块都采用以 NRF24L01 为核心的自制模块。

1.1 系统的硬件选型

系统硬件移动端使用 AVR EVK1100 套件:负责视频图像采集与发送。系统终端使用 AVR EVK1105 套件:负责图像接收与显示。摄像头采用 OV6620 SINGLE-CHIP CMOS CIF COLOR DIGITAL CAMERA,该摄像头采用了 352×288 图像阵列并能完成高达 60 帧/s 图像捕捉,内部采用高级算法取消了固定模式噪声(FPN),消除拖尾效

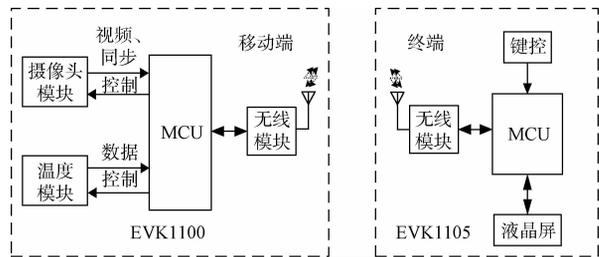


图 1 系统硬件结构

应,极大地减小了模糊,并且包括:曝光控制、伽玛、增益、白平衡、彩色矩阵、窗口等都可以通过 SCCB(serial camera control bus)接口进行编程设置,也可以通过编程来提供 4 bit、8 bit 或者 16 bit 数字图像输出格式。无线模块核心芯片采用 NRF24L01,它是 NORDIC 公司生产的一款无线通信芯片,采用 FSK 调制,内部集成 NORDIC 自己的 Enhanced Shock Burst 协议^[7-8]。可以实现点对点或是 1 对 6 的无线通信,速度可以达到 2 Mbps。核心处理器采用 ATMEL AT32UC3A0512 微控制器,显示模块采用 et024006dhu 显示屏^[9]。

1.2 无线能耗分层

无线信号经天线进入射频单元电路以后,射频单元电路在很短时间内判断其场强大小,如果场强超过设定的值,那么这个信号将会被进一步处理^[10]。信号处理可以分为格式判断和后期数据处理,只有格式符合条件的信号才进入后期数据处理,如图 2 所示。能耗分层必须和时序控制有机配合,这样就能够及时地关断相关电路达到节能目的,如图 3 所示。分层前后的能耗对比如图 4 所示,可以看出能耗分层对于节能的效果是非常明显的。

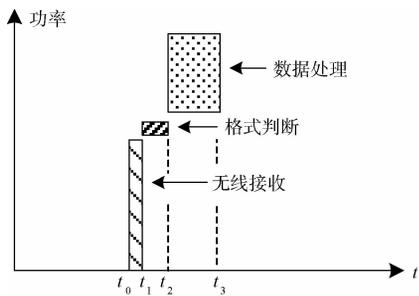


图 2 无线信号接收处理的时间特性

无线能耗分层前后的能耗对比如图 4 所示,可以看出能耗分层对于节能的效果是非常明显的。

2 系统软件部分

2.1 软件框图

移动端 MCU 软件流程如图 5 所示,上电后首先对 MCU 内部 AD、SPI 等功能进行初始化,然后对无线、摄像头模块以及语言模块进行驱动,配置工作状态。程序主循

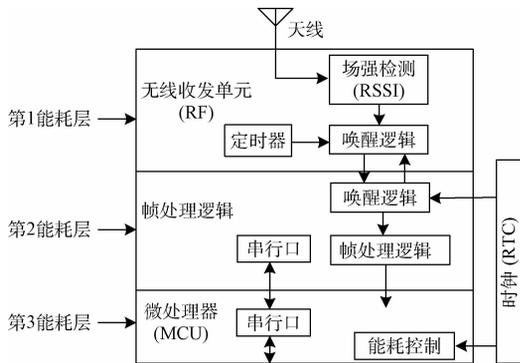


图 3 无线传感器节点的能耗分层结构

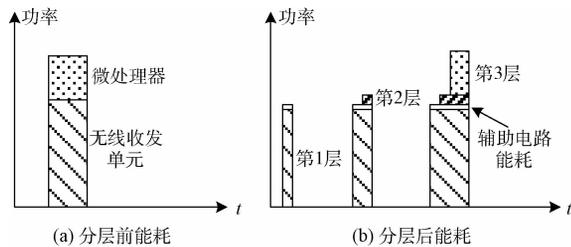


图 4 无线传感器节点的能耗分层控制

环部分接收中断发来的控制指令并对外设进行相应的命令控制,负责整个移动端休眠节能状态与工作模式切换,影音、传感器数据处理和收发等。终端 MCU 软件流程如图 6 所示,上电后初始化 MCU 和外设^[11-12]。程序主循环部分实现功能包括:键盘扫描来实现对移动端和终端的控制;影音数据接收和帧处理;与液晶屏和扬声器通信实现影音播放等。

2.2 休眠与唤醒

在该系统中只需要按一下 EVK1105 上的运行/暂停键就可以使移动端进入休眠或被唤醒。休眠状态时,微处理器设置内部 115.2 kHz 超低功耗振荡器作为主频,液晶屏和摄像头被关闭,只有无线监听功能工作。

终端在收到暂停信号时将无线模块从接收模式转为发送模式并向移动端发送休眠请求命令,当休眠命令被接收后,发送端停止发送无线信号;需要唤醒时终端发送一组唤醒命令到移动端,移动端接收并确认命令后转为正常的工作模式,如图 7 所示^[13]。

移动端具体软件实现如图 8 所示,当无线模块出现最大重发中断时,无线模块会被切换到接收模式并监听通道上无休眠指令,在转入休眠后,进入低功耗模式并只循环监听无线模块,直到监听到唤醒指令再返回正常工作状态^[14-15]。

2.3 实验效果

系统测试参数如图 9 和图 10 所示:帧数:2.5 帧/s,图像分辨率:176×144,色彩信息:6 位黑白图像,无线速率:最高速率 2 Mbps,有效数据平均速率:544 Kbps,温度误

差:±0.1℃,达到了系统任务要求。

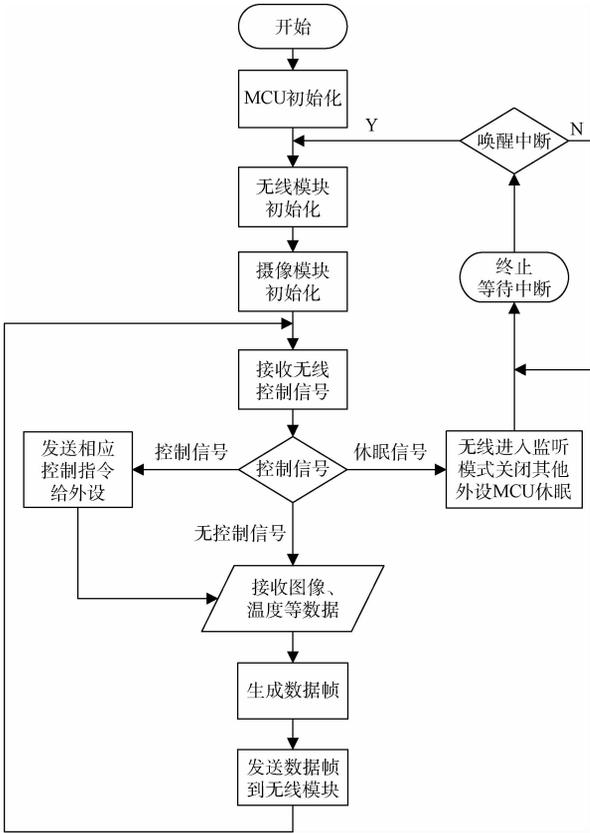


图 5 移动端程序运行流程

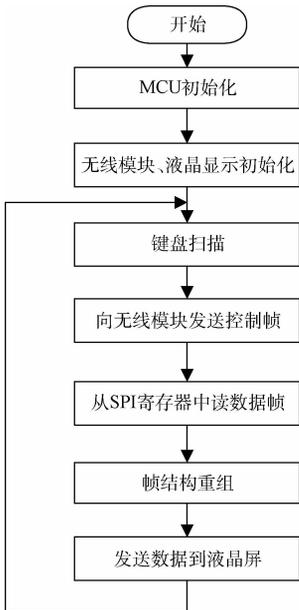


图 6 移动端程序运行流程

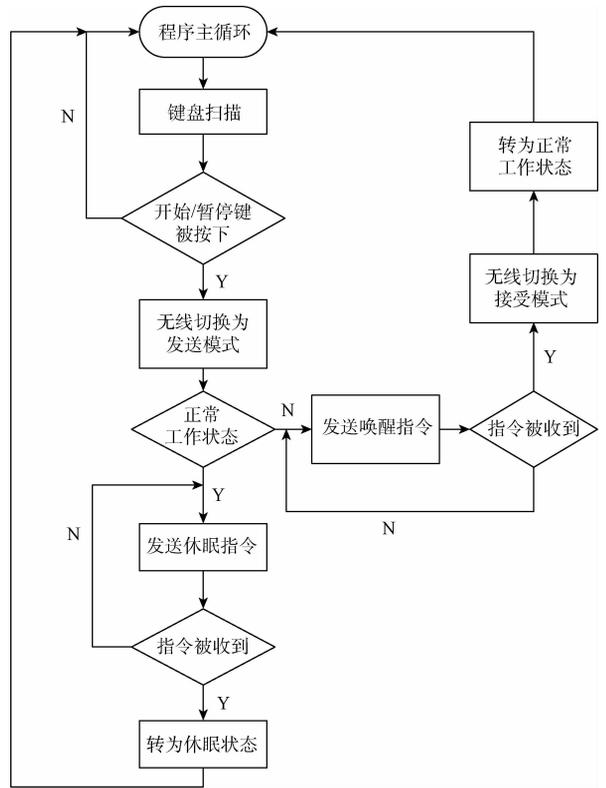


图 7 终端休眠/唤醒切换流程

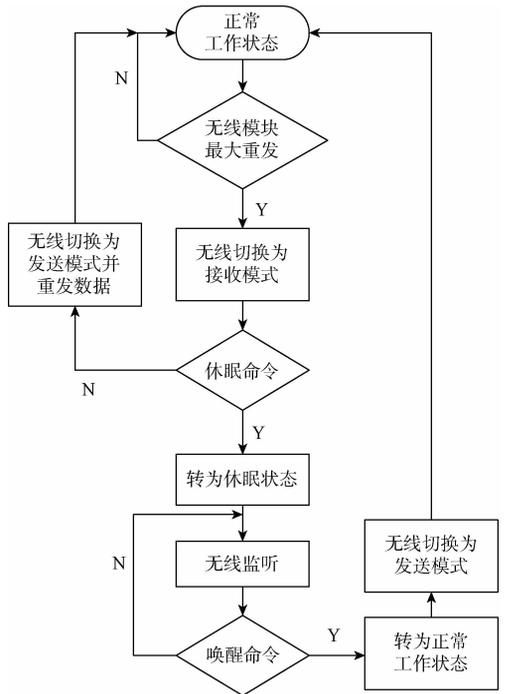


图 8 移动端休眠/唤醒切换流程

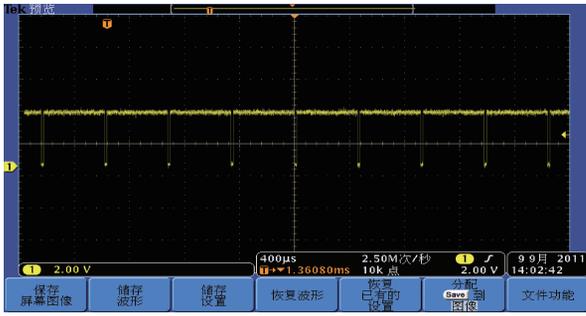


图 9 数据包发送速率

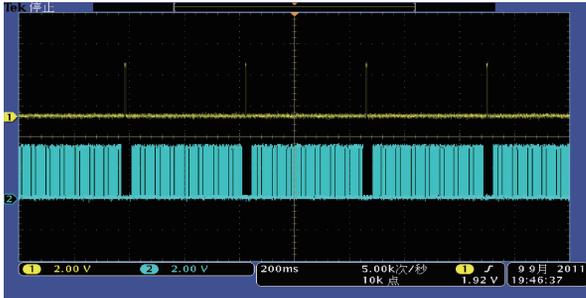


图 10 数据帧发送速率

3 结 论

本文介绍了一种复杂环境信息无线图像侦检系统,该系统选用功耗低、运算能力强大、实时性高的 UC3 系列 Atmel32 位 AVR 单片机作为核心处理器,并采用微型 CMOS 摄像头捕捉视频信号实现了视频信号连续帧图像的采集,利用 NRF24L01 无线发射模块将采集到的连续帧发射出去,利用 NRF24L01 无线模块的接收端进行接收。该无线图像侦检系统具有成本低、可操作性强、可移植性高的特点,比传统的无线侦检系统具有更大的应用前景。

参考文献

- [1] 龚雪晴,刘明雍,王子建. 基于无人舰艇的嵌入式水环境监测系统[J]. 电子测量技术,2011,30(12): 25-27.
- [2] 刘岩俊. 嵌入式 DSP 图像处理系统设计与实现[J]. 国外电子测量技术,2013,32(9):11-14.
- [3] 王渊,赵宇. 嵌入式 Linux 网络通信的实现[J]. 电子测量技术, 2009,29(6):94-96.
- [4] 邹坚伟,胡频. 嵌入式视频监控系统设计[J]. 电子测量技术, 2010,29(11):57-59.

- [5] 程伟,左继章,许悦雷,等. 一种无线图像传输系统的方案设计与实现[J]. 电视技术, 2013,29(5): 17-20.
- [6] 惠延波,李永超,王莉,等. 超声波近距报警装置设计[J]. 电子测量技术,2016,39(5):120-122.
- [7] 吴鸿,冯登超. 基于四旋翼飞行器的低空空域智能搜救系统设计[J]. 国外电子测量技术,2016, 35(1): 74-79.
- [8] 李攀,刘书朋,李联鑫,等. 基于 ARM 的新型凝胶成像系统[J]. 电子测量技术, 2013,36(5): 78-82.
- [9] 卢永刚,黄建元,丁海龙,等. 智能型手指静脉图像采集与控制系统的研究[J]. 电子测量与仪器学报, 2010, 24(2):184-189.
- [10] AHUMADA A, PETERSON H. Luminance-model-based DCT quantization for color image compression [J]. Proceedings of SPIE Human Vision, Visual Process, 1992(1666): 365-374.
- [11] CANDES E J. The restricted isometry property and its implications for compressed sensing[C]. Applied & Computational Mathematics, California Institute of Technology, Pasadena, Series I, 2008(346): 589-592.
- [12] BARANIUK R. Compressive sensing [J]. IEEE Signal Processing Magazine, 2007, 24(4): 118-121.
- [13] DONOHO D. Compressed sensing [J]. IEEE Transactions on Inform Theory, 2006, 52(4): 1289-1306.
- [14] 姜吉祥,屈玉福. 双目视觉立体匹配算法对比研究[C]. 全国射线数字成像与 CT 新技术研讨会, 2012:39-49.
- [15] 王建伟,滕国伟,李贺建,等. 一种高分辨率深度图实时提取算法与硬件实现[J]. 电视技术, 2012, 36(23): 21-24.

作者简介

李攀,1987 年出生,工学硕士,上海工程技术大学讲师,主要研究方向为人工智能、医学图像处理、人脸识别。
E-mail:lipan_fkl@163.com

周荣晶,1988 年出生,工学硕士,上海工程技术大学讲师,主要研究方向为人工智能、模式识别、人脸识别。

张静,1980 年出生,工学硕士,上海工程技术大学讲师,主要研究方向为嵌入式系统、系统集成、信号采集。