

# 基于 WiFi 和 GSM 的无线监控系统设计与实现

周青青<sup>1</sup>, 王洋<sup>1</sup>, 陈德裕<sup>2</sup>

(1. 南通大学 电子信息学院, 江苏 南通 226019; 2. 南通大学 计算机科学与技术学院, 江苏 南通 226019)

**摘要:** 针对无线监控的现实需求, 设计了一种在 STM32F4 微处理器平台上的无线远程监控系统; 该系统主要由传感器模块、主控模块、无线传输模块和监控终端模块 4 个部分组成, 具有传感器驱动、自动报警和远程监控等功能; 文中着重给出了系统的整体方案详细介绍、各个模块的原理和性能参数、系统的软件设计等; 经过调试与测试, 系统不仅实现了预期的功能, 而且具有良好的实际应用前景。

**关键词:** 无线监控; 传感器; GSM; WiFi

## Design and Implementation of Wireless Monitoring System Based on WiFi and GSM

Zhou Qingqing<sup>1</sup>, Wang Yang<sup>1</sup>, Chen Deyu<sup>2</sup>

(1. School of Electronics and Information, Nantong University, Nantong 226019, China;

2. School of Computer Science and Technology, Nantong University, Nantong 226019, China)

**Abstract:** For the demands of wireless monitoring, a wireless monitoring system based on STM32F4 microprocessor is designed. The system consists of four parts: sensor module, main controller module, wireless transmission module and monitoring terminal module. It has many functions such as sensor driving, auto alarming, remote monitoring and so on. This article focuses on a detailed description of the overall programme, principles and performance parameters of each module, design of the system software. After many times of debug and test, it not only has achieved the expected function, but also has good prospects for practical application.

**Keywords:** wireless monitoring; sensor; GSM; WiFi

## 0 引言

在监控的很多特殊现场条件和环境下, 监测人员很难直接进入监控点进行监测, 这就需要借助能够适应各种复杂环境的电子设备进行无线监测工作。远程无线图像监控

系统实现了对远程目标的实时监控, 为无人值守场合提供了监控新手段, 它不受空间限制, 获取信息量大, 适用范围广泛, 已经成为主流监控系统的发展方向<sup>[1]</sup>。文“基于 GSM/GPRS 的无线监控系统设计”提出了一种通过无线模块发送和接收短消息以实现对现场设备监控的方法<sup>[2]</sup>; 文“基于 WiFi 技术的无线视频监控”中, 利用 WiFi 技术搭建无线局域网, 通过网络摄像机的设置来实现无线视频监控<sup>[3]</sup>。虽然这些系统都实现了远程监控的功能, 但仍存在数据传输距离有限、无法主动报警等方面的问题。本文设计了一种无线远程监控系统, 以 ARM 为微处理器, 以人体红外传感器、震动传感器为驱动, 借助于视频摄像头进行图像采集, 通过全球移动通信系统 (global system for mobile communication, GSM) 和 WiFi 实现数据传输, 实现了远程的无线监控。

收稿日期: 2015-11-16; 修回日期: 2015-12-22。

**作者简介:** 周青青 (1991-), 女, 南通人, 硕士研究生, 主要从事信息与通信工程方向的研究。

陈德裕 (1963-), 男, 南通人, 硕士生导师, 副教授, 主要从事数字图像处理方向的研究。

## 1 系统分析与总体框架设计

### 1.1 系统设计思想

本文设计并实现了一种无线远程监控系统, 该系统能够通过传感器采集监测环境内数据, 当监测环境出现异常能及时主动报警, 并将实时数据传输到监控中心, 通过监控中心用户可及时准确的做出人为决策。当监测环境内有较大的震动或有人长时间逗留的时, 将触发 SW-420 震动传感器模块或 HC-SR501 热释电红外传感器模块, 驱动摄像头对监测环境进行图像采集。同时系统可以通过手机短信、手机客户端应用程序 (Application, APP) 或 PC 端实现交互式的图像采集。根据监测要求, 系统需要实现的主要功能结构如图 1 所示。

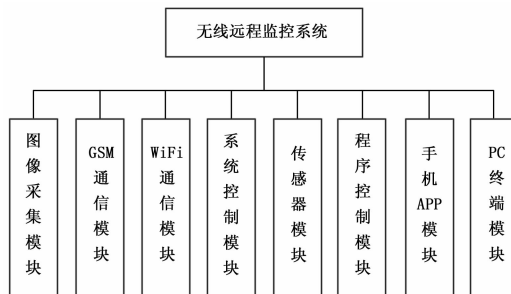


图 1 系统功能结构图

### 1.2 系统总体框架

系统采用“监测节点—监控中心”架构模式, 其总体框架

如图 2 所示。其中, 监测节点主要分为传感器、主控制器和无线传输 3 个模块。传感器模块主要分为摄像头、热释电红外传感器、震动传感器等监测环境数据采集单元, 用于采集监测环境内的数据。主控制器为 STM32F407ZGT6 芯片, 是整个无线监控系统的核心部分, 能够负责分析和处理监测节点所采集的各种数据, 并将处理过的结果数据发送到无线传输模块上。无线传输模块将接收到的数据通过 WiFi 或 GSM 两种无线传输方式发送至监控中心。作为整个系统的监测和控制部分, 监控中心由自主设计的 PC 客户端、手机 APP 和短消息 (Short Messaging Service, SMS) 组成, 主要用于发送控制命令和接收、显示监测环境内传送过来的监控数据。

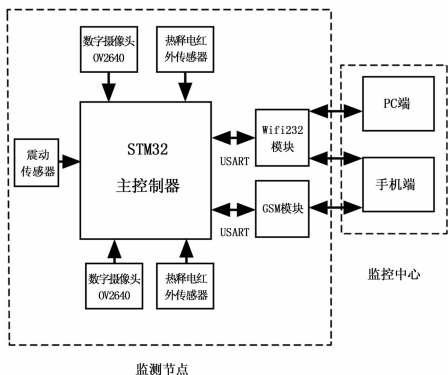


图 2 系统总体框架图

## 2 系统的实现

### 2.1 系统的硬件实现

系统的硬件主要由主控制器模块、传感器模块和数据传输模块 3 个模块组成。为了降低整个系统的功耗, 系统电源控制电路中加入 XC6201 芯片和 SI2301 三极管。当外部传感器触发时, 产生一段连续的方波信号 (External\_Signal), 当 External\_Signal 为高电平, 三极管导通, 电容上产生由低到高的跳变信号, 传送到 VCC\_WAKEUP 上。VCC\_WAKEUP 使其后的三极管导通, 从而使得 SI2301 的 G 极为低电平, S 极为高电平, SI2301 导通, 此时 VCC\_3 V3 处电压为 3.3 V, 系统上电工作; 反之, 当没有外部触发条件时, External\_Signal 为低电平时, 三极管截止, 此时 VCC\_3 V3 处电压为 0 V, 系统处于休眠状态。其具体电路图如图 3 所示。

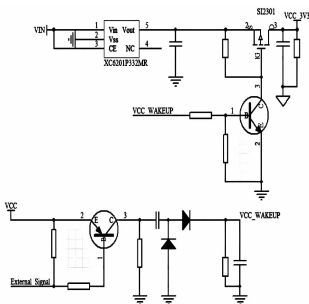


图 3 电源控制电路

#### 2.1.1 主控制器模块

STM32F407ZGT6 芯片集成了 FPU 和 DSP 指令, 并具有 192KB SRAM、1024KB FLASH、12 个 16 位定时器、2 个 32

位定时器、2 个全双工 I<sup>2</sup>S、3 个 IIC、6 个串口、1 个数字摄像头接口、以及 112 个通用 IO 口等。本系统中用到一个同步并行接口 (DCMI), 该接口能够接收摄像头传来的数据并放到 32 位数据寄存器中, 然后通过通用 DMA 进行传输。图像缓冲区由 DMA 管理, 而不是摄像头接口管理。DCMI 采用连续采集模式, 对摄像头传输过来的数据进行处理。

系统使用了两个 USART, 一个连接 GSM 模块, 一个连接 WiFi 模块。USART 能够灵活地与外部设备进行全双工数据交换, USART 的双向通信通过接收数据输入引脚 (RX) 和发送数据输出引脚 (TX) 实现。如果关闭发送器, 该输出引脚模式由其 I/O 端口配置决定。如果发送器使能但没有待发送的数据, 则 TX 引脚处于高电平。

#### 2.1.2 传感器模块

系统的传感器模块主要由人体红外传感器、震动传感器和图像传感器 3 个部分组成。人体红外传感器 HC-SR501 灵敏度高, 可靠性强; 震动传感器 SW-420 触发性强, 体积小; 图像传感器模块采用了 OV2640 图像传感器作为核心部件, 集成有源晶振和 LDO, 接口简单, 使用非常方便。

HC-SR501 是一种采用红外线技术的自动控制模块。只有当人体从左到右或从右到左走过时, 红外光谱到达双元的时间、距离才会出现差值, 且差值越大, 感应越灵敏。在安装时, 尽量使感应器探头双元的方向与人体活动最多的方向保持平行, 以保证人体经过时先后被探头双元所感应。为了使探头四面都感应, 本模块采用了圆形透镜。

SW-420 常闭型震动传感器, 信号干净, 波形好, 驱动能力强。当监测环境内没有震动触发源时, 震动开关呈闭合导通状态, 输出端输出低电平, 反之, 输出端输出高电平。将震动传感器与单片机相连, 单片机通过检测输出端的高低电平判断环境是否有震动, 实现主动报警的功能。

OV2640 传感器体积小、工作电压低, 能够实现单片 UX-GA 摄像头和影像处理器的全部功能。通过 SCCB 总线控制图像质量、数据格式和传输方式; 通过 SCCB 接口编程实现所有图像处理功能过程包括伽玛曲线、白平衡、对比度、色度等。OV2640 图像传感器具有独特的传感器技术, 能够减少或消除光学或电子缺陷, 提高图像质量, 获得清晰稳定的彩色图像。同时 OV2640 自带的 JPEG 输出功能, 可大大减少图像的数据量, 使其在网络传输、无线视频传输等方面具有很大的优势。

#### 2.1.3 数据传输模块

系统在 GSM 传输方面采用了 SIM900A 模块。该模块可以低功耗实现系统所需要的短信和彩信功能, 可以非常方便的与系统进行连接。系统在 WiFi 传输方面使用了 USR-WIFI1232 模块。本系统中利用该模块的透明传输功能, 把该模块看作一个虚拟的串口, 按照使用普通串口的方式发送和接收数据, 实现了串口的即插即用, 在最大程度上降低了用户的使用复杂度。

### 2.2 系统的软件实现

软件设计是系统设计的重要组成部分。本系统在软件设计中使用模块化方式, 各功能模块之间相互独立, 方便后续软件更新和升级。系统主函数首先进行初始化, 包括 I/O 口、串口以及 GSM 模块等。然后进入监控状态, 在监控状态下主要完

成各项任务监控与协调。最后，根据优先级的高低，依次执行各分支任务。在系统运行期间，各分支任务按重要性来排列优先级，并且这个优先级是固定的。系统软件流程图如图 4 所示。本系统软件主要分为两大模块：基于 GSM 的交互信息的实现和基于 WiFi 的监控终端的实现。

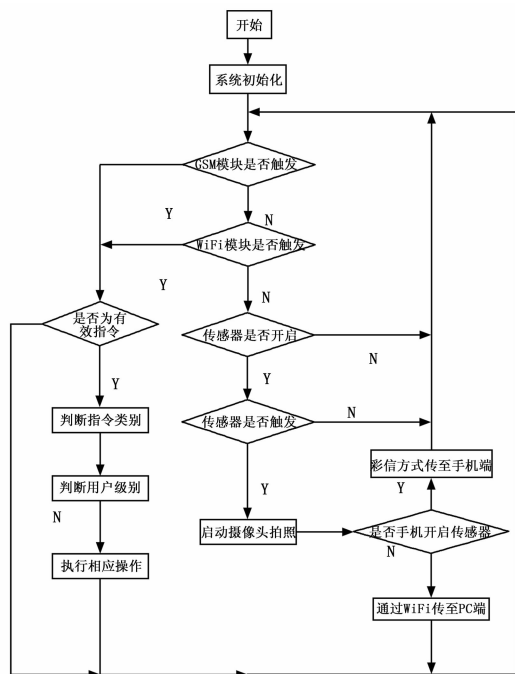


图 4 系统流程图

短消息是 GSM 中唯一不要求建立端到端路径的业务。短消息业务利用 GSM 系统通信信道的空闲带宽，把短消息发送到 GSM 的基站，再由短消息中心发送到接收方<sup>[4]</sup>。在短消息通讯单元中，函数主要实现的功能有短消息的状态查询、解析、编写和发送。其流程图如图 5 所示。

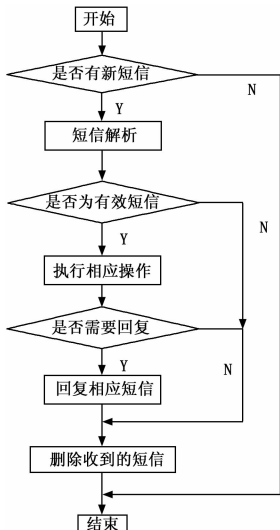


图 5 GSM 通信流程图

WiFi 客户端的实现主要解决的客户端与监测节点的通讯问题。通过 Socket 技术，可极大地降低网络通信的技术难度。为实现进程在网络中的通信，Socket 技术将 TCP/IP 层复杂的操作抽

象为几个简单的接口，供应用层直接调用。Socket 是面向客户/服务器模型设计的，网络上的两个程序通过一个双向的通讯连接实现数据的交换，这个双向链路的一端称为一个 Socket<sup>[5]</sup>。

### 2.3 系统总体功能的实现

通过上述硬件与软件的设计，最终实现了一个全新的远程监控系统。系统采用双摄像头实现对监测环境多角度、多方向的图像采集，通过传感器节点采集环境数据，并将实时数据传送到监控中心。系统采用 GSM 和 WiFi 两种数据传输方式。基于 GSM 的监控平台，可以通过手机短信的方式查看监测环境，实现拍照，开关传感器等功能；基于 WiFi 的监控平台分为 PC 端和手机 APP，两者均可通过连接到 WiFi 上，对摄像头进行控制，从而实现环境监测的功能。

系统初始化过程中，将震动传感器和热释电红外传感器的检测触发功能均设置为关闭状态，并发送一条开机指令给手机端。手机端接收到开机指令后，就可根据不同的短信指令去控制整个系统执行所有的操作，主要操作指令如下：

#### 1) 控制用户配置指令：

cmd\_num: num1, num2, num3, ok

通过该指令可以重置控制系统工作的 3 个号码，其中 num1、num2 和 num3 分别指代 3 个手机号码。当系统的 GSM 模块接收到手机端发送过来的正确的“控制用户配置指令”后，会将指令通过指定串口发送给 CPU，CPU 接收到指令后，会从中提取出按顺序排列的 3 个号码，重置系统软件内部的 3 个控制号码。

#### 2) 图像采集指令：

cmd\_pic: size\_x, ok

通过该指令可驱动摄像头采集图像，其中 x 的大小为 0~8，对应的图片大小分别为 160×120 到 1600×1200。系统接收到指令后，启动摄像头拍下当前的实时画面，将图像数据存储在系统开辟的一块缓存内，随即关闭摄像头。紧接着将 GSM 模块配置为彩信模式，将缓存区内的图像数据下载到 SIM900A 芯片内开辟的一块指定大小的缓存区，并发送给手机端。

#### 3) 开传感器指令：

cmd\_on: size\_x, ok

通过该指令使得系统处于主动监控的模式，即开启“震动传感器”和“热释电红外传感器”的监测触发功能，并同时设置自动采集图像的大小。当有人体移动超过了一定时间或监测到较大的震动时，均会通过指定的控制引脚发送相应的触发电平，CPU 将会对检测到的信号进行处理，自动启动摄像头，采集监测环境内的实时图像并以彩信的方式发送给手机端。

#### 4) 关传感器指令：

cmd\_off

通过该指令可关闭震动传感器和热释电红外传感器的监测触发功能。系统接收到

手机端发送的指令就会立即停止对周围环境的监测，系统对人体移动和震动均不会做出处理，除非用户再次开启传感器监测功能，或者直接控制系统进行图像采集。

## 3 运行结果与评价

系统测试需在 PC 机上编译成功后，下载到芯片中，才能进行。搭建好硬件电路环境后，将系统程序在 Keil uVision 软

件上编译, 通过 Jlink 将程序烧录到 STM32F407 芯片中, 驱动系统工作。当在手机端发送图像采集命令后 (cmd\_pic\_size\_6, ok), 系统就会对所监测的环境进行图像采集, 并将采集到的图像以彩信的形式发送到手机上。当打开传感器功能后, 系统对环境进行自动检测, 当有人经过时, 系统会自动采集图像, 并传至手机端。手机端测试结果如图 6 所示。同样当 PC 端和手机 APP 连接到 WiFi 信号后, 也实现了对监测节点的控制, 启动摄像头采集图像。由测试结果图可知, 系统能够实现自动监控和主动监控的功能。

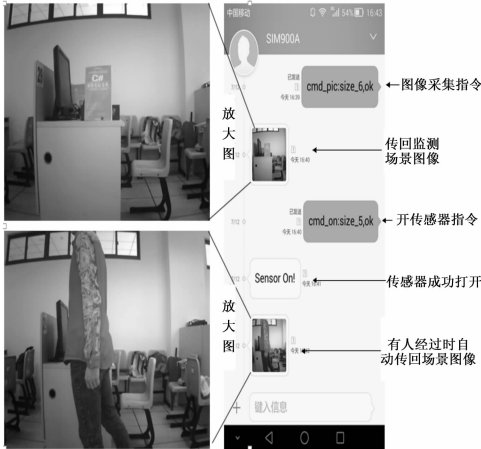


图 6 手机端测试结果图

### 4 结论

本文设计的远程监控系统具有方便、快捷、远程遥控、自

(上接第 105 页)

工作态下平稳可靠运行。

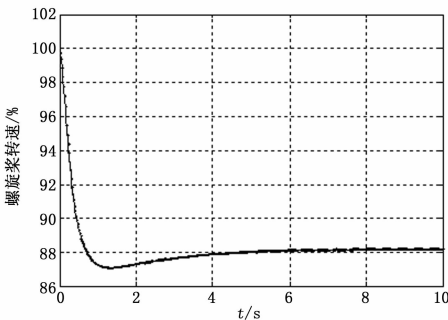


图 14 螺旋桨转速变化曲线图

### 4 结论

本文利用试车数据, 结合辨识原理建立了某型涡浆发动机螺旋桨实时数学模型, 该模型的输出能够在满足辨识精度的前提下快速跟踪实测试车数据变化趋势; 应用辨识模型设计了螺旋桨转速控制系统, 仿真验证表明, 控制效果良好, 能够满足螺旋桨控制系统实时仿真的需要。本文的研究对于后续涡浆发动机螺旋桨数字仿真分析工作, 具有良好的工程应用价值。

#### 参考文献:

[1] 刘沛清. 空气螺旋桨理论及其应用 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社.

主监控等特点。通过传感器技术、嵌入式系统和无线通信技术等技术手段, 完成软、硬件方面的设计工作, 最终达到了预期的目标。本系统能够通过智能传感器对监测环境内的突发事件进行准确的分析和判断, 并将监测环境内的实时数据传送给监控中心, 监控人员可以通过 SMS、PC 端或手机 APP 多种方式实现监测环境内实时情况的主动查询, 确保能够及时准确的做出人为决策。系统拥有较强的实时性、可靠性和多选择性, 系统成本低, 维护方便, 具有较好的“互联网+”前景。

#### 参考文献:

[1] 杨楠. 无线监控报警系统设计 [D]. 阜新: 辽宁工程技术大学, 2008.

[2] 江小平, 孙凯, 等. 基于 GPRS/GSM 嵌入式无线监控系统的设计 [J]. 中南民族大学学报, 2009 (4): 90-93.

[3] 梁梦凡. 基于 WiFi 技术的无线视频监控系统的研究 [J]. 中国新通信, 2013 (20): 71-72.

[4] 吴伟. 基于短信的无线监控终端设计 [D]. 西安: 西安电子科技大学, 2006.

[5] 谢智明. Java 语言 Socket 机制的研究 [J]. 湖南科技学院学报, 2011 (32): 70-72.

[6] 刘宇, 徐伟佳, 李鹏, 等. 基于 Android 平台的远程工业监控系统 [J]. 计算机测量与控制, 2014, 22 (4): 1087-1089.

[7] 任红霞. 基于嵌入式处理的工程车联网远程监控研究 [J]. 计算机测量与控制, 2013, 21 (11): 2972-2978.

[8] 许雪梅, 周文, 徐蔚钦, 等. 基于 ARM9+LINUX 的无线视频监控系统的研究 [J]. 计算机测量与控制, 2010, 18 (11): 2475-2477.

[2] 周盛, 顾高捍, 潘杰元. 航空螺旋桨与桨扇 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2005.

[3] 邓志伟, 黄向华, 田超. 涡浆发动机螺旋桨实时建模技术 [J]. 航空动力学报, 2014, 02 (29), 434-440.

[4] Burger C, Hartfield R, Burkharter J. Performance and Noise Optimization of a Propeller using the Vortex Lattice Method and a Genetic Algorithm [R]. AIAA-2007-1883, 2007.

[5] Schulten J B H M. Advanced propeller performance calculation by a lifting surface method [J]. Journal of Propulsion and Power, 1996, 12 (3): 477-485.

[6] Hess J L, Valarezo W O. Calculation of steady flow about propellers using a surface panel method [J]. Journal of Propulsion and Power, 1985, 1 (6): 470-476.

[7] 郭迎清, 王海泉. 涡扇发动机模型辨识及其控制器设计 [J]. 现代制造工程, 2006, 5 (9): 73-74.

[8] 丁峰. 系统辨识 (1): 辨识导引 [J]. 南京信息工程大学学报: 自然科学社, 2011, 3 (1): 1-22.

[9] 田超. 涡轮螺旋桨发动机建模与控制仿真研究 [J]. 航空动力学报, 2010, 25 (11): 2599-2605.

[10] 李广瑞, 汪华, 焦依. 基于最小二乘法的调距浆液伺服系统辨识研究 [J]. 船舶工程, 2014, 36 (1): 120-122.

[11] 纪仓圆, 樊丁. 时变纯延迟发动机模型的参数辨识及控制方法 [J]. 科学技术与工程, 2013, 13 (2): 395-396.

[12] 王志贤. 最优状态估计与系统辨识 [M]. 西安: 西北工业大学出版社, 2004.

[13] 祁新杰, 郭迎清. 航空发动机控制系统集成仿真平台 [J]. 科学技术与工程, 2009, 10 (9): 2687-2689.