

智能无线防盗报警系统设计

陈玉敏¹, 谢 玮¹, 孟宪民², 张晓亮¹

(1. 哈尔滨工业大学(威海)信息与电气工程学院, 山东 威海 264209;

2. 山东卡尔电气股份有限公司, 山东 威海 264209)

摘要: 设计一种使用彩信发送现场图像到手机的智能无线防盗报警系统; 采用单片机 STM32 做主控制器, 当有人入侵到布防区域时, 红外热释电传感器感应到人体红外信号, 触发控制器发送拍照指令, 随后控制器通过无线通信模块以彩信的方式将抓拍到的图像发送给目标手机, 同时将中间处理数据产生的信息以及进行的图像处理保存到 SD 卡中, 实现防盗报警, 具有性价比高、可靠性强、实时性高等特点; 如搭载操作系统、网络接口等功能可向智能家居等方向实现拓展。

关键词: 防盗报警; 单片机 STM32; 无线通信; 图像处理

Design of Intelligent Wireless Burglar Alarm System

Chen Yumin¹, Xie Wei¹, Meng Xianmin², Zhang Xiaoliang¹

(1. School of Information and Electrical Engineering, Harbin Institute of Technology at Weihai, Weihai 264209, China;

2. Shandong Kaer Electric Co., Ltd., Weihai 264209, China)

Abstract: Design a kind of using MMS send scene image to the mobile intelligent wireless burglar alarm system. Adopts the single chip microcomputer STM32 controller, when the personnel emerges to the protection area, induction to the human body infrared pyroelectric infrared sensor signal, trigger the controller to send photo instruction, then the controller through wireless communication module in the form of MMS send captured images to the target phone, at the same time, the information will be treated as middle data and image processing and saved to the SD card, anti-theft alarm, cost-effective, high reliability, high real-time performance, etc. Such as pick up the operating system, network interfaces, and other functions can be implemented to expand in the direction of smart home.

Keywords: anti-theft alarm; single chip microcomputer STM32; wireless communication; image processing

0 引言

随着智能家居技术的快速发展和人们生活水平的提高, 生命财产安全越来越受重视, 家居安全及防盗报警显得尤为重要。先进科学技术为智能家居发展提供了有力的技术支持^[1]。目前市场上的防盗报警器, 大多比较复杂, 实时性差, 而且需要专门管理人员去维护, 不适合普通用户使用, 结合实际情况, 设计一种发送信息给手机的智能无线防盗报警系统。

1 系统整体设计

系统整体分为人体红外信号采集模块、图像信息采集模块、无线数据传输模块、数据存储模块。系统工作时, 当有人入侵到布防区域, 人体红外释电传感器将检测到的信号反馈给控制器 STM32, STM32 启动图像传感器 OV7670 进行抓拍, 经过相关处理后, 通过 GSM 及 GPRS 相结合的方式以彩信的方式发送现场图像到用户手机, 再将相关数据保存到 SD 卡。系统结构框图如图 1 所示。

2 系统硬件设计

系统采用 STM32F103ZET6 作为主控制器, STM32 包含处理器内核、嵌套向量中断控制器等, Cortex-M3 内核为内

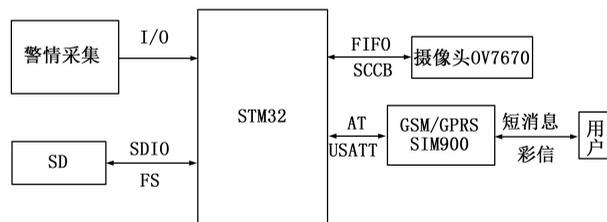


图 1 系统结构框图

存定义了统一存储映射方便系统移植, 工作在 72 MHz。但 STM32 工作需要两种不同的时钟源; 系统内部时钟由 8 MHz 石英晶体提供, 作为外部高低速振荡器来驱动系统时钟以及作为 PLL 锁相环的时钟源来实现分频。32.768 kHz 的石英晶振为 LSI 和 LSE 驱动 RTC 和独立开门口提供时钟源。系统在初始化时需要通过软件设置来为各种外设选择合适的时钟。

复位电路采用简单的“RC+按键”复位形式。系统上电瞬间, 3.3 V 电源充电, 电容电压上升缓慢, 未到 3.3 V 时芯片引脚近似低电平, 使系统复位; 充电完毕, 电压接近 3.3 V, 芯片复位引脚为高电平停止复位; 系统正常工作时, 电容为满电荷状态, 按键按下时, 电容正负极短路, 复位引脚为低电平, 使得系统复位, 同时电容里的电荷被放完。调试电路中, 采用 JTAG/SW 调试接口, 将 JLINK 仿真器直接与标准的 20 针 JTAG 直接相连接, 再通过 USB 与 PC 机相连接, 进行软件调试。

人体红外信号采集模块采用热释电红外传感器。利用人体

收稿日期: 2015-07-24; 修回日期: 2015-08-19。

基金项目: 哈尔滨工业大学(威海)科研基金(HIT(WH)201303)。

作者简介: 陈玉敏(1978-), 女, 黑龙江人, 硕士, 主要从事控制科学与工程方向的研究。

红外辐射作用引起温度变化进行信号检测, 以非接触形式检测人体辐射红外能量的变化^[2]。采用 LH1968 对偶热释电传感器作为检测红外辐射电路的元件, 使用时需要安装菲涅尔透镜, 在不安装菲涅尔透镜时, 传感器探测半径达不到 2 m, 加上后最高可达 10~40 m。当有红外辐射信号到达传感器, 安装在传感器前面的透镜将红外辐射信号聚焦在探测源上, 使传感器输出电压信号。实际使用中, 传感器输出信号较微弱, 需要对传感器输出进行滤波、放大等处理。

无线通讯使用 TC53i 模块实现数据传输、语音及短消息传输。模块将基带电路与射频电路集成到了一起, 支持 AT 指令^[3]。将 40 个引脚分为电源部分、SIM 卡接口、数据输入及输出、音频接口和控制开关几种类型。TC53i 模块的 SYNC 引脚通过控制 LED1 的亮灭来指示其工作状态。当 LED1 熄灭, 代表 TC53i 模块处于睡眠或关闭; 当 LED1 以 600 ms 交替亮灭, 表示 TC53i 模块正搜索网络或 SIM 卡无插入; 当 LED1 处于 3 s 灭及 75 ms 亮状态时, 表示 TC53i 模块已经成功登陆到网络, 处于待机状态; TC53i 模块的 TXD0 引脚和 RXD0 脚分别与 STM32 的 RXD2 脚和 TXD2 脚相连, 用于串口通信, 发送“AT”指令和接收返回信息。其中 U2 为 SIM 卡的卡槽接口, 共有六个引脚, 其中 RST 为 SIM 卡复位引脚, CLK 为 SIM 卡时钟信号脚, I/O 为串行数据线, GND 为 SIM 卡的接地端口, VPP 脚悬空不接, VCC 为 SIM 卡的供电电源。TC53i 接口电路如图 2 所示。

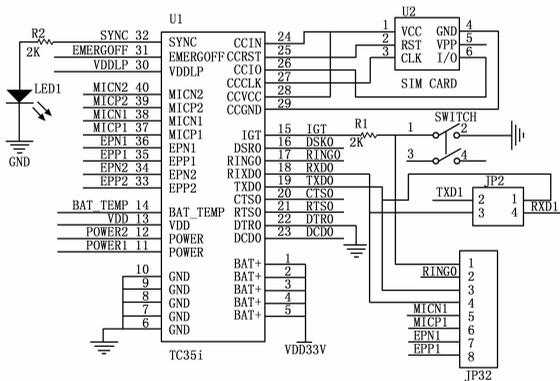


图 2 TC53i 接口电路

图像采集电路选用 OV 公司具有 1/6 寸的 CMOS VGA 图像传感器。该传感器体积小且能提供 VGA 摄像头和影像处理器的所需功能^[4]。可通过 SCCB 总线控制其输出整帧、子采样等数据方式, 分辨率为 8 位的图像数据。其 VGA 图像最高可达 30 帧每秒。OV7670 传感器具有感光阵列、SCCB 接口等功能。实际应用时像素时钟频率最高可以达到 24 MHz, 使用 STM32 的 IO 口直接抓取较困难且十分消耗 CPU, 为了正确得到图像数据, 使用带有 FIFO 的图像传感器模块^[5]。OV7670 摄像头模块自身提供 24 M 时钟作为 XCLK 的输入, 相连的 FIFO 存储芯片 AL422B 是足够存储两帧 QVGA 的图像数据。模块通过外接排针与 STM32 连接, 能有效的读取稳定图像数据。

无线通讯系统中 GSM 采用数字调制和时分多址技术, GPRS 为通用分组无线业务, 充分使用了 GSM 网络中未利用的 TDMA 信道, 数据传输速率可增加到 57.6 kbps^[6]。本设计

采用 GSM 短消息和 GPRS 网络通信相结合的方式传输现场图像。GSM 使用 AT 指令来实现语音通信及信息编码及其他数据业务。AT 基本格式: AT<command> [<n>], <n>可默认为零, 扩展格式: AT+<name> [=<value>] 摄像头采集图像数据每帧大小为 320 * 240 * 16 bit 数据, FLASH 不能完全存储所有数据, 故外加大容量存储设备 SD 卡。STM32 内部自带 SDIO 控制器, SD 卡的功能引脚均与 STM32 SDIO 接口连接^[7]。其中数据 DATA0、DATA1、DATA2、DATA3 脚分别与 STM32 的 SDIO_D0、SDIO_D1、SDIO_D2、SDIO_3 脚连接, CMD 脚与 SDIO_CMD 脚连接, CLK 脚与 SDIO_CLK 脚连接。

系统采用外部稳压电源的形式为系统供电, 电源外部为 5 V 输入, 为使用方便, 可直接外接 USB 供电。电路中使用 AMS1117-3.3 稳压芯片, 同时为了保护电路, 防止负载过大而损坏稳压芯片, 在电路输入端增压了熔断器和拨动开关。无线通信模块电源通过插针的方式安装在电路中, 其供电范围与 STM32 的范围不兼容, 为了不影响系统的运行, 外接了一个容量为 1 800 mAh、输出电压为 3.7 V 的锂离子可充电电池。

3 系统软件设计

系统软件采用模块化的编程思想, 可分为主程序、警情采集程序、图像采集及处理程序、数据存储程序。利用集成开发环境 RealView MDK, μ Vision 编写代码, Keil 软件的 C 编译器、汇编等功能。通过 JTAG 接口将编译成功源代码下载到 STM32 运行。采用库函数方式编程, 主要包括系统初始化, 入侵信号检测、图像信息读取及处理、图像信息发送及存储等。系统工作过程如图 3 所示。

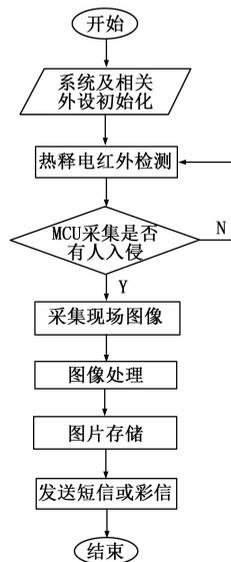


图 3 系统工作过程图

系统初始化主要包括处理器、各个外围接口初始化, 使得各设备都能正常使用, 外设配置主要包括系统时钟配置、DMA 配置、串口配置、SysTick 配置。SysTick 是 STM32 中一个最基本的定时器, 可实现精确延时^[8]。入侵报警模块程序设计中判断是否有人入侵是通过 STM32 采集和处理红外传感器来实现的, 硬件上属于被动式红外感应器, 其输出为数字信号, 当检测到人体红外信号时, 输出高电平, 无人入侵时, 持

续为低电平。本设计采用查询方式，系统一旦检测到人体红外传感器为高电平，立刻拍照并发出报警指令。图像采集模块程序设计中摄像头在初始化程序中被设置为 QVGA 时序，格式输出为 RGB565，占两个字节内存，每 2 个字节组成一个像素的颜色（其高字节在前，低字节在后）。其中存储图像数据过程为：主程序中等待图像传感器 OV7670 同步信号；FIFO 在中断函数中写指针复位；FIFO 写使能；然后回到主函数等待第二个 OV7670 同步信号；FIFO 在中断函数中写禁止。通过上述几个步骤，即可完成 1 帧图像数据的 FIFO 存储。摄像头初始化为 QVGA 输出，其输出分辨率为 320×240 ，FIFO 足够缓存一帧数据。在软件设计时，使用外部中断来捕获帧同步信号（VSYNC），在中断服务子程序内启动 OV7670 模块的图像数据存储，然后等待下次帧同步信号的到来时，关闭数据存储，一帧图像数据存储完成后，回到主函数，将存储的一帧数据读出来。帧同步信号的中断服务子程序如图 4 所示。

```

10 void EXTI9_5_IRQHandler(void)
11 {
12     if(EXTI_GetITStatus(EXTI_Line8)==SET) //是8线的中断
13     {
14         if(ov_sta<2)
15         {
16             if(ov_sta==0)
17             {
18                 OV7670_NRSI=0; //复位写指针
19                 OV7670_NRSI=1;
20                 OV7670_NREN=1; //允许写入FIFO
21             }else
22             {
23                 OV7670_NREN=0; //禁止写入FIFO
24                 OV7670_NRSI=0; //复位写指针
25                 OV7670_NRSI=1;
26             }
27             ov_sta++;
28         }
29     }
30 }
31
32 EXTI_ClearITPendingBit(EXTI_Line8); //清除EXTI8线路挂起位
33 }

```

图 4 图像数据存储程序

读取图像数据过程时 FIFO 读指针在主函数中复位；给 FIFO 读时钟；读取 FIFO 中第一个像素高字节；再给 FIFO 读时钟；读取 FIFO 中第一个像素低字节；给 FIFO 读时钟；开始读取 FIFO 第二个像素高字节；循环读取剩余所有的像素；结束。帧同步信号 VSYNC 连接在外部中断 8 上，程序上设置为下降沿触发。ov_sta 为标志位，当 ov_sta 为 0 时，表示图像数据存储，将 FIFO 写使能，当 ov_sta 不等于 0 时，表示一帧图像已经存储完，此时关闭 FIFO 写功能。回到主函数，读取图像数据。

JPEG 图像进行编码，OV7670 图像传感器获取到图像信息为 RGB565 格式，手机彩信支持的是 JPG 文件格式，需要将 RGB565 的图像数据首先保存为 JPEG 文件格式。选择 Huffman 编码方式，编码方式第一步，熵编码的中间格式表示；第二步，将熵编码中信息压缩为数据流。JPEG 文件可以划分为两部分：标记码（Tag）部分和压缩数据部分。标记码部分记录了 JPEG 图像的所有信息，例如图像的宽大小、高大小、Huffman 表以及量化表等。标记码有多种标记码是由两个字节组成的，高字节部分为 0XFF，每个标记码之前可以填充个数不限的 0XFF。

数据存储模块程序设计中，首先 SDIO 时钟，有卡时钟（SDIO_CK）、SDIO 适配器时钟、AHB 总线的接口时钟。STM32 系统中两种时钟关系为 $SDIO_CK = SDIOCLK / (2 + CLKDIV)$ 其中，SDIOCLK 大小为 HCLK，一般是 72 MHz，其中 CLKDIV 则是分配系数，可以通过 SDIO 的 SDIO_CLKCR 寄存器进行设置。命令都由微控制器发出，其中开始位、传输位、CRC7 和结束位由 SDIO 硬件控制，命令索引参

数部分需要软件设置，其中命令索引需要在 SDIO_CMD 寄存器里设置，命令参数需要由寄存器 SDIO_ARG 设置。SD 卡在接收到命令之后，都会回复一个响应，SDIO 控制器与 SD 卡之间的数据传输都是以数据块的形式传输。

4 系统测试

经过测试系统运行正常，系统可以正常报警；MCU 与各个子模块连接正常，通信正常。对红外感应模块包括对探测距离、探测角度、工作电流、拍照功能，存储模块等进行多次测试。经过测试，系统的各项参数均满足要求且抗干扰能力强，系统中设置的手机号码和邮箱都能接收彩信报警信息，通过短消息发送指令，系统可以识别并作出响应。

硬件测试主要检查硬件制作中是否存在虚焊，连线是否正确，尤其是 SIM 卡槽和 SD 卡槽，要确定其安装正确。在调试中，应先确定电路是否存在短路，确定安全后才能通电调试，电源模块测试时，先断电检测电气连接是否正确，后接上 5 V 稳压电源，检查输入端，再测其它需要供电模块引脚电压，是否正常。人体红外信号测试时，红外线属于电磁波，传播时易受到电磁波和障碍物等因素干扰，通过测量感应信号波形，人在检测范围正前方 6 米内任意走动时，得到效果较好。无线通讯模块测试是通过串口收到的 AT 指令来工作的，通过 PC 机上的串口调试助手来进行。首先插上 SIM 卡并上电，等待模块寻找到网络，串口发送 AT+CPOS? 查询，返回 OK 则网络正常。彩信发送测试，当人体热释电红外传感器感应到有人入侵时，微控制器发送相应指令，控制图像传感器拍照，存储到 SD 卡后，通过无线通信模块发送彩信，彩信发送成功返回“OK”。

5 结语

经过各模块的设计调试，完成一款简单实用的防盗报警器，报警器使用人体热释电红外传感器检测入侵信号，并通过 OV7670 图像传感器抓拍现场图像，将图像压缩处理为手机彩信支持的 JPEG 文件格式后，通过 GSM 无线通讯模块将处理好的图像发送至用户手机，同时可以通过手机短信控制该报警器，实现相应的功能。经过多次测试，实现了防盗报警等基本功能，同时该设计可实现很好的拓展，例如在报警器上搭载操作系统，开发出人机交互界面，加入网络接口等模块，可以很好的实现家用电器之间的互联、控制等。

参考文献：

- [1] 顾梁, 茅靖峰, 程莹, 等. 分布式无线智能 LED 光照度调控系统 [J]. 计算机测量与控制, 2015, 23 (1): 115-117.
- [2] 徐丽丽, 杨风, 米卫卫. 基于单片机的家庭防盗报警系统的设计 [J]. 传感器世界, 2013, 19 (8): 20-23.
- [3] 邵黎阳, 黄海兴, 刘奇石. 基于 Nios II 的远程家电控制系统的设计与实现 [J]. 电子世界, 2014, (17): 152-153.
- [4] 丁昊杰, 刘敬彪, 盛庆华. 基于 CMOS 图像传感器的视频采集系统设计 [J]. 现代电子技术, 2012, 35 (14): 178-181.
- [5] 江志东, 高太长, 孙海洋, 等. 线阵 CMOS 图像采集及编码传输的实现 [J]. 传感技术学报, 2011, 24 (4): 554-558.
- [6] 陈渝光, 周桐, 吕红梅. 基于 GPRS/GPS 的汽车防盗系统 [J]. 测控技术, 2011, 30 (3): 33-36.
- [7] 卢秀和, 李建波. 基于 STM32 的四旋翼姿态控制系统 [J]. 计算机测量与控制, 2014, 22 (3): 761-764.