

Design of Indoor Fire Monitoring and Alarm System Based on STM32

Xiaodong Yang

School of Mechanical Engineering, Shangqiu University of Technology, Shangqiu, Henan, 476000, China

Abstract

With the development of society, the frequency of fire accidents is also increasing. Frequent fire accidents pose a huge threat to people's lives and property safety, and fire monitoring and alarm equipment is an important means of preventing fires. The paper designs a fire monitoring and alarm system based on STM32, which detects the concentration and temperature of air smoke through sensors, determines whether an alarm is triggered, and transmits it to the remote monitoring system or user's mobile phone through wireless transmission modules. This system can timely and effectively alarm fires, thereby protecting people's lives and property safety.

Keywords

STM32; fire monitoring; sensors

基于 STM32 的室内火灾监测报警系统设计

杨晓东

商丘工学院机械工程学院, 中国·河南 商丘 476000

摘要

随着社会的发展, 室内火灾事故的发生频率也越来越高。频繁的火灾事故给人们的生命财产安全带来了巨大的威胁, 火灾监测与报警设备是预防火灾的重要手段。论文设计了一种基于 STM32 的火灾监测报警系统, 通过传感器检测空气烟雾浓度与温度, 判断是否报警, 并通过无线传输模块传输给远程监控系统或者用户手机。该系统能及时有效地对火灾进行报警, 从而保护人们的生命与财产安全。

关键词

STM32; 火灾监测; 传感器

1 引言

随着社会经济水平的提高, 越来越多的家用电器与燃气设备进入了普通家庭, 在带来生活便利的同时, 火灾的发生频率也越来越高。国家消防救援局数据显示, 2023 年 1 至 10 月, 全国共接报火灾 74.5 万起, 死亡 1381 人, 受伤 2063 人, 直接财产损失 61.5 亿元。从起火原因看, 排在前三位的火灾类型分别为电气起火 (29.1%)、用火不慎起火 (22.1%)、遗留火种起火 (20.1%)。报告还显示, 与大家生活息息相关的居民住宅火灾相对多发, 是造成人员伤亡最多的火灾场所。因此, 如何有效监控火灾的发生并进行报警, 尤为关键。论文设计了一种基于 STM32 的火灾监测报警系统, 该系统具有成本低, 安全性好, 便于远程传输等优点^[1]。

2 系统总体结构

本系统主要由传感器、ZigBee 终端节点、ZigBee 协调器、STM32 主控单元、Wi-Fi 模块、GSM 模块和报警、显示模块等组成。首先, 各类传感器将采集到的环境数据信息传送给 ZigBee 终端节点, 终端节点通过无线通信将数据传输给协调器, 协调器通过串口将信息传送给 STM32 主控单元, STM32 主控对传感器传送来的温度、烟雾以及火焰信号进行计算与处理, 然后将这些信息通过 Wi-Fi 上传到云服务器, 当信号值超过设定的阈值时, STM32 主控单元发出报警信息, 并通过 GSM 模块发送到用户手机, 使用户能及时收到报警提示信息。用户也可以通过网络查询到实时的环境数据信息。整个系统的结构如图 1 所示。

【作者简介】杨晓东 (1976-), 男, 中国山西昔阳人, 硕士, 讲师, 从事信号与信息处理、嵌入式研究。

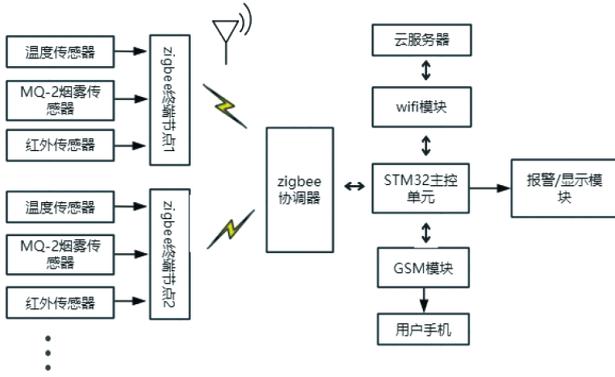


图 1 系统总体结构示意图

3 系统硬件设计

3.1 主控单元选择

本设计采用了 STM32F103ZET6 芯片作为主控单元。STM32 微处理器是一种基于 Cortex-M3 内核的高性能的 32 位处理器，早在 2007 年著名的意法半导体研发并且生产出了这种微处理器。STM32 处理器具有功耗低、时钟频率高，中断延迟短等特点。STM32 微处理器在结构上可以分为四个部分，这四个部分包括处理器的内核、存储单元、总线接口以及跟踪调试单元。

其主要特点如下：

①它所使用的内核是哈佛结构的，将许多强大的性能集成在自身。而且功耗非常低。

②拥有 Cortex-M3 内核的 STM32 使用的指令集为 Thumb-2，具有更高的指令执行效率和更强的性能，

③ STM32 用来完成中断响应时间非常的短，12 个时钟周期就可完成中断延迟。中断是 Cortex-M3 重要的硬件资源，STM32 可以配置 240 个中断，可以分为 256 个中断优先级。

④内存保护单元（MPU）是 STM32 微处理器中的存储模块，存储功能的实现需要对存储器的属性进行检查。

STM32 系列的芯片型号众多，用户可在使用时根据系统的实际需求来选择合适的芯片型号。STM32 的硬件资源丰富而且又具有低功耗的功能，是开发项目的首要之选^[2]。

3.2 数据采集模块

3.2.1 烟雾传感器

本设计选用了 MQ-2 烟雾传感器，MQ-2 型烟雾传感器属于表面离子式 N 型半导体，其由二氧化锡半导体气敏材料制成。当温度处于 200℃~3000℃时，二氧化锡材料表面会吸附空气中的氧，从而形成氧的负离子吸附，使半导体中的电子密度减少，使其电阻值增加^[3]。当二氧化锡半导体气敏材料与空气中的烟雾接触时，如果晶粒间界处的势垒受到烟雾的调制而变化，就会引起半导体表面导电率的变化。利用这一特点，传感器就可以获得空气中烟雾存在的信息，空气中烟雾浓度越大，二氧化锡半导体气敏材料导电率越大，输出电阻越低，则烟雾传感器输出的模拟信号就越大。

MQ-2 烟雾传感器的探测范围极其广泛。其具有灵敏度高、响应速度快、性能稳定、使用寿命长、驱动电路简单等优点。其原理图如图 2 所示。

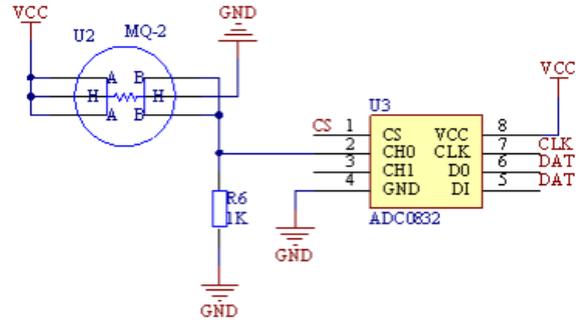


图 2 MQ-2 烟雾传感器

3.2.2 温度传感器

本设计采用美国 Dallas 半导体公司的数字化温度传感器 DS18B20 进行温度的测量，可测量温度范围 -55℃~125℃（-67 ℉~257 ℉）。DS18B20 采用单总线的接口方式，与微处理器连接时只需要一条总线即可实现微处理器与 DS18B20 的双向通讯。单总线具有经济性好，抗干扰能力强，体积小，硬件开销低，抗干扰能力强，精度高的特点。特别适合于恶劣环境的现场温度测量，使用户可轻松地组建传感器网络。其结构如图 3 所示。

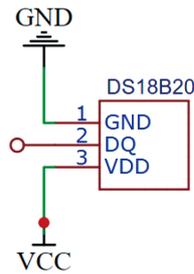


图 3 DS18B20 传感器

3.2.3 火焰传感器

火焰传感器是由各种燃烧生成物、中间物、高温气体、碳氢物质以及无机物质为主体的高温固体微粒构成的。火焰燃烧时形成的热辐射主要由离散光谱的气体辐射和连续光谱的固体辐射构成。不同燃烧物具有不同的火焰辐射强度和波长分布，但总体来说，其对应火焰温度的近红外波长域及紫外光域具有很大的辐射强度，根据这种特性可制成火焰传感器。远红外火焰传感器可以用来探测火源或其他一些波长在 700~1000nm 范围内的热源^[4]。

在下面电路中，火焰传感器可以检测到火焰发出的红外光，然后将这种信号转化为电信号。使用一个比较器来比较这个电信号和一个预设的阈值。当电信号大于阈值时，模块 D0 输出低电平，表示有火焰存在。通过这种方式，可以将火焰传感器检测到的信号转化为可读的电信号，从而实现火焰存在的检测。其结构如图 4、图 5 所示。



图4 火焰传感器实物图

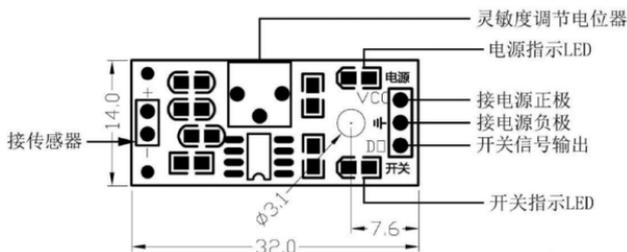


图5 火焰传感器外形图

3.3 ZigBee 终端节点和协调器设计

ZigBee 终端节点和协调器均由 TI 公司生产(德州仪器) CC2530 芯片作为控制单元, CC2530 是用于 2.4Ghz、IEEE 802.15.4、ZigBee 和 RF4CE 的片上系统(SOC), 经济实惠功耗低。

由 CC2530 构成的 ZigBee 终端节点的任务是接收传感器检测的数据, 并将这些数据传送给协调器。

由 CC2530 构成的协调器节点的主要任务是组建网络, 对于网络中全部节点发出的网络状态数据包进行接收, 分配地址给有请求入网的节点, 接收并且处理数据后, 通过串口传送到主控制器 STM32 中。

3.4 GSM 模块

本设计利用 GSM 网络的短信服务来发送火灾报警信息。当系统判断出有火灾发生时, GSM 网络会将报警信息通过短消息形式及时反馈给用户, 使用户能在第一时间对火灾情况做出相应决策。本设计的 GSM 网络采用 TC35i 模块, TC35i 模块是 GSM 模块中重要的一个部分, 它是一个工业级模块。TC35i 支持中文短信消息, 可以使用在两个频段, 一个是 EGSM900 这个频段另一个则是 GSM1800 这个频段。供电的电压范围在 3.3~4.8V 之间就可以, 不仅可传数据信号而且也可以传语音信号。SIM 卡的读卡器与接口连接器相连接, 天线与天线连接器相互连接。TC35i 的数据接口(CMOS 电平)通过 AT 命令可双向传输指令和数据。通

过 AT 指令可以双向传输指令和数据信号。

3.5 报警电路设计

因为蜂鸣器的运行需要较大的电流, 但是单片机的输出电流却较低。所以, 通过三极管放大器进行功率放大后来实现对蜂鸣器的发声进行控制。

3.6 Wi-Fi 电路设计

Wi-Fi 模块是一种用于无线通信的设备, 它能够通过 Wi-Fi 技术实现设备之间的无线数据传输和互联网连接。本设计中 Wi-Fi 模块采用 ESP8266 芯片, 实现与云服务器的连接。

4 系统软件设计

首先, 系统上电后进行初始化操作, 之后是对于报警值的初始化。接下来就是进行循环的过程, 即对于传感器所探测到烟雾浓度、温度、火焰传感器信息进行读取工作, 并将这些值通过 Wi-Fi 模块上传到云服务器之后就是将这些值与设置好的警报值进行比对工作。假如实际值大于警报值, 那么就出现蜂鸣器警报, 并且系统会通过 GSM 模块将信息传输到用户手机。假如实际值不大于警报值, 那么程序会重新对传感器信息进行读取。

ZigBee 终端节点在工作过程中, 先进行设备初始化与侦听信道工作, 检查是否有无线网络存在, 若存在无线网络, 则请求建立连接, 在接收到回复信号后, 请求分配网络短地址, 待网络短地址分配成功后, 则该终端节点成功加入该无线网络, 若网络短地址没有分配成功, 则不断重复申请, 直到其分配成功。然后, 就等待协调器指令或查看是否设定的定时时间到, 若二者至少有一成立, 则读取传感器数据, 经数据整理后, 向协调器发送, 若条件都不成立, 则终端节点进入休眠状态。

5 结语

论文设计了一种基于 STM32 的室内火灾报警装置, 具有结构简单、集成度高、响应迅速且稳定性好等优点。其具有良好的抗干扰能力, 可实现远程数据共享和手机终端的实时监测功能, 为人们的生命财产安全提供了保障, 具有广泛的应用前景。

参考文献

- [1] 朱少华,梁鉴如.基于STM32的窄带物联网烤箱设计[J].计算技术与自动化,2021,40(2):25-30.
- [2] 苑光明,王曼娜,丁承君,等.基于物联网和雾计算的温室智能感控系统[J].传感器与微系统,2020,39(8):110-113.
- [3] 袁振.环境检测中传感器技术的应用[J].中国高科技,2021,5(8):31.
- [4] 余明高,孟牒,路长,等.不同热辐射强度下秸秆燃烧特性实验研究[J].火灾科学,2010,19(4):212-216.