

杨桉淇, 蔡士东, 赵思晨, 等. 基于物联网技术的智能山火报警系统[J]. 智能计算机与应用, 2024, 14(4): 190-194. DOI: 10.20169/j.issn.2095-2163.240431

## 基于物联网技术的智能山火报警系统

杨桉淇, 蔡士东, 赵思晨, 田永鑫, 莫淇驿, 李济恒

(大连民族大学 信息与通信工程学院, 辽宁 大连 116605)

**摘要:** 全球气候变化不断加剧, 山火灾害频发成为世界各地面临的重大挑战之一。为了更有效地监测和预防山火灾害, 本文提出了一种基于物联网技术的智能山火报警系统。该系统结合了多个传感器, 包括温度传感器、湿度传感器和烟雾传感器, 通过对环境参数的实时监测, 能够准确地检测到火灾的发生。此外, 系统还结合了 GPS 模块, 能够实时定位火灾点的位置, 便于及时派遣救援人员。在系统设计上, 充分利用了 STM32 微控制器的强大性能和低功耗特性, 实现了高效的数据处理和低能耗的运行。实验结果表明, 该智能山火报警系统具有较高的准确性和可靠性, 在山火监测和报警方面具有良好的应用前景。

**关键词:** 传感器; 山火监测; GPS; STM32

中图分类号: TP391.4; TN929.5

文献标志码: A

文章编号: 2095-2163(2024)04-0190-05

## Intelligent mountain fire alarm system based on Internet of Things technology

YANG Anqi, CAI Shidong, ZHAO Sichen, TIAN Yongxin, MO Qiyi, LI Jiheng

(School of Information and Communication Engineering, Dalian Minzu University, Dalian 116605, Liaoning, China)

**Abstract:** With the continuous intensification of global climate change, frequent mountain fires have become one of the major challenges facing various parts of the world. In order to more effectively monitor and prevent wildfire disasters, this paper proposes an intelligent wildfire alarm system based on the Internet of Things. The system adopts advanced sensing technology, including temperature sensors, humidity sensors, and smoke sensors. Through real-time monitoring of environmental parameters, it can accurately detect the occurrence of fires. In addition, the system also integrates a GPS module, which can locate the location of fire points in real time, making it easy to dispatch rescue personnel in a timely manner. In terms of system design, we fully utilized the powerful performance and low-power characteristics of the STM32 microcontroller, achieving efficient data processing and low-energy operation. The experimental results show that the intelligent mountain fire alarm system has high accuracy and reliability, and has good application prospects in mountain fire monitoring and alarm.

**Key words:** sensor; mountain fire monitoring; GPS; STM32

## 0 引言

近年来, 全球极端天气和异常自然灾害特别是森林火灾频繁发生, 造成巨大生命和财产损失的同时, 也为人类的生存和发展敲响了警钟<sup>[1]</sup>。气候变化、人类活动以及自然因素的相互作用使得山火的发生频率和规模呈上升趋势, 给生态环境和社会稳定带来了严重影响。传统的山火监测方法主要依靠人工巡查和固定式监测设备, 存在监测范围有限、反应速度慢、准确性不高等问题。因此, 研发一种智能

高效的山火监测与报警系统显得尤为迫切。

基于此, 本文提出了一种基于物联网技术的智能山火报警系统, 旨在利用先进的传感技术和微控制器技术, 实现对山火灾害的实时监测与精准预警。通过结合温度传感器、湿度传感器和烟雾传感器等多种传感器模块, 系统能够快速准确地感知火灾的发生, 并通过 GPS 定位模块实时定位火点位置, 为应急救援提供重要参考。同时, 利用 STM32 微控制器的高性能和低功耗特性, 实现了系统的高效运行和长时间稳定工作。实验证明: 该系统具有较高的

**基金项目:** 大连民族大学大学生创新创业训练计划(202312026173)。

**作者简介:** 杨桉淇(2001-), 女, 本科生, 主要研究方向: Android, 嵌入式开发及应用。

**通讯作者:** 蔡士东(1978-), 男, 硕士, 工程师, 主要研究方向: 嵌入式系统开发, 物联网应用研究。Email: 1279461684@qq.com

收稿日期: 2023-10-13

准确性和可靠性,对山火监测与应急救援具有重要意义。

### 1 系统设计方案

基于物联网技术的智能山火报警系统体系结构如图 1 所示,由 STM32F0 单片机、温湿度传感器 DHT20、烟雾传感器 MQ-2、红外传感器 GY-909、按键系统、显示模块、报警模块、无线通信模块、u-blox6MGPS 模块(全球定位系统模块)、用户终端小程序部分组成。STM32 主控模块通过各传感器实时监控环境数据,通过 NB-IoT 模块利用 MQTT(消息队列遥测传输)协议实现数据传输至客户终端,以达远程即可实现山林火灾隐患排查工作的目的,提高工作效率,防患于未然,发生火灾时能迅速掌握灾情,实现资源合理分配,提高救灾效率。

设计最终目标如下:

- (1)对设备周围环境温湿度、烟雾度、所处位置的数据信息采集;
- (2)将数据信息传输至云平台;
- (3)实现云平台数据共享至所设计小程序并进行数据分析与处理;
- (4)当温湿度、烟雾度超过阈值(即“报警状态”)时对报警器的控制。

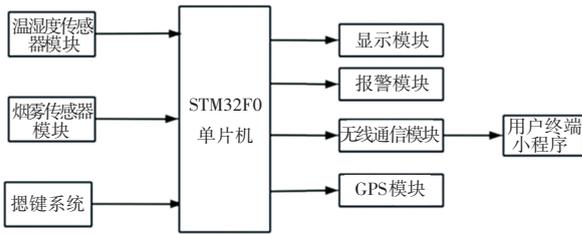


图 1 山火报警系统体系结构图

Fig. 1 Fire alarm system architecture diagram

### 2 硬件电路设计

#### 2.1 主控模块

基于物联网技术的智能山火报警系统的主控模块芯片选用 STM32F030 单片机。该系列单片机基于超低功耗的 arm Cortex-M0 处理器内核,具有高运算性能和高代码密度,能够处理复杂的任务并提供快速的响应。STM32F0 单片机拥有丰富的外设资源,包括定时器、串口通信接口、脉冲宽度调制(PWM)、中断控制器等,可满足嵌入式开发的不同应用需求,能够在经济型用户终端产品上实现先进且复杂的功能。STM32F0 单片机的微控制单元(MCU)集实时性能、低功耗运算和 STM32 平台的先

进架构及外设于一身,支持多种工具和编程语言,适用于低成本开发。

#### 2.2 传感器模块

##### 2.2.1 烟雾传感器模块

烟雾传感器模块选用 MQ-2 型烟雾传感器对环境烟雾值进行实时检测,MQ-2 的探测范围极其广泛,对天然气、液化石油气等烟雾有很高的灵敏度,尤其对烷类烟雾更为敏感,具有良好的抗干扰性,可准确排除有刺激性非可燃性烟雾的干扰信息<sup>[2]</sup>。MQ-2 型烟雾传感器工作原理:利用气敏材料二氧化锡半导体的特性,空气中的氧被二氧化锡吸附形成氧的负离子,导致半导体中电子密度减少,从而增加其电阻值;当传感器与烟雾接触,引起表面导电率的变化;通过传感器内部导电率的变化值,计算得出烟雾的浓度信息。为了输出数字量烟雾值,进行浓度阈值设定,当环境中烟雾浓度超过该阈值时,通过引脚 PA15 输出低电平。将传感器输出与主控芯片相连,在主控芯片的程序中接收和处理数据,通过本系统中 NB-IoT 通信模块将数据发送到腾讯云平台进行物模型数据处理。烟雾传感器模块具体设计如图 2 所示。

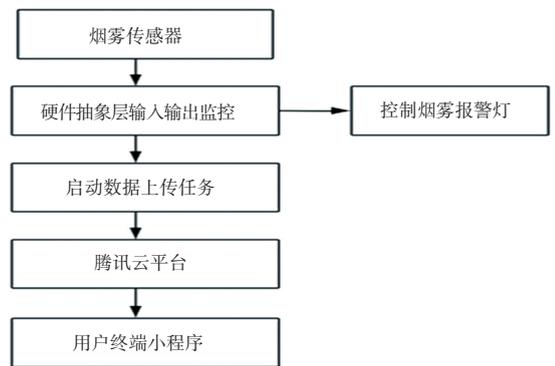


图 2 烟雾传感器模块设计

Fig. 2 Design of smoke sensor module

##### 2.2.2 温湿度传感器模块

本系统采用的温湿度传感器是 DHT20 型号,该传感器内配置了专用集成电路(ASIC)传感器芯片、高性能的半导体硅基电容式湿度传感器和一个标准的片上温度传感器,并使用了标准串行通信协议(I<sup>2</sup>C)数据输出信号格式以及串行通信协议(I<sup>2</sup>C)接口,便于与其他模块进行通信和集成。设计中 DHT20 的引脚 GND 接地,引脚 3VCC 与电源相连,SDA 引脚与单片机 IO 口相连,实现与单片机的双向通信。利用传感器具有快速的响应时间以及能够迅速感知环境的温湿度变化的特点,实现实时传输

更新测量数据,在广泛的温度和湿度范围内获取准确的环境数据测量结果。

温湿度传感器的功能主要由驱动程序、传感器服务、传感器任务三部分函数实现。驱动程序负责与硬件交互,包括初始化传感器、发送指令、接收数据等,通常是底层的硬件抽象层,为上层服务和任务提供接口;传感器服务层位于驱动程序与应用程序之间,提供简化的接口和功能,以便应用程序更容易地使用传感器数据;传感器任务位于应用程序层,负责使用传感器数据来完成特定的任务或功能。温湿度传感器模块具体设计流程图如图3所示。

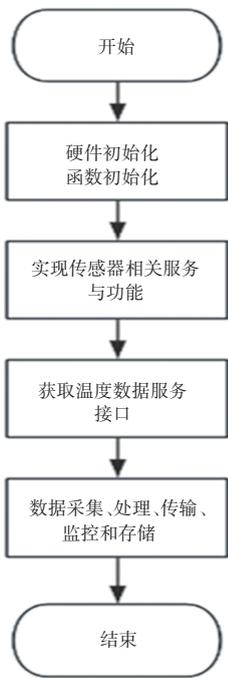


图3 温湿度传感器模块设计流程图

Fig. 3 Flow chart of temperature and humidity sensor module design

### 2.2.3 无线通信模块

基于物联网技术的智能山火报警系统中的无线通信模块使用窄带物联网(Narrow Band Internet of Things, NB-IoT)。窄带物联网主要利用了移动蜂窝网络,且拥有了众多兼容性强、覆盖率高的物联网设备,可增强整个物联网平台的连接效果,有更为广阔的发展前景<sup>[3]</sup>。NB-IoT是物联网的一个新兴技术,支持低功耗设备在广域网的数据连接,具有覆盖广、海量连接、低功耗、低成本等优点<sup>[4]</sup>。基于物联网技术的智能山火报警系统的通信模块采用一款专为物联网应用而设计的NB-IoT通信模块芯片(BC26芯片),该芯片支持NB-IoT标准的通信功能,可将采集到的温度等数据信息通过MQTT协议

发送到腾讯云平台,使得设备能够远程与服务器进行通信,实现数据的传输,用户可以随时接收查看各项数据信息。BC26芯片具有高灵敏度的接收机,可在弱信号环境下实现可靠的通信连接,空闲状态下的工作电流仅有3.5 μA。同时,MQTT协议是一种轻量级的消息传输协议,采用发布/订阅模式进行通信<sup>[5]</sup>。MQTT协议的轻量级和低功耗特性,适用于在网络和计算资源有限的NB-IoT设备中进行数据传输和远程监控。无线通信模块具体设计流程图如图4所示。

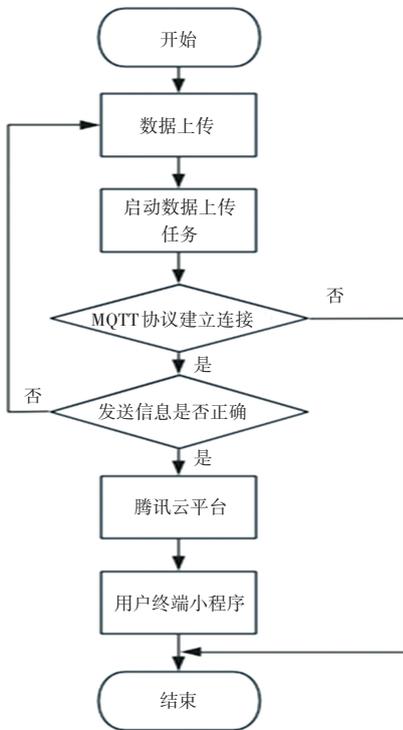


图4 无线通信模块设计流程图

Fig. 4 Flowchart of wireless communication module design

### 2.2.4 GPS定位模块

GPS定位模块选取了u-blox 6M型号的定位传感器,能够提供高精度的位置信息,适用于各种精准定位需求。GPS模块和STM32单片机之间的电气接口匹配通常可以使用串口接口。将GPS模块的发送引脚连接到STM32单片机的接收引脚,将接收引脚连接到STM32单片机的发送引脚。使用STM32的串口通信库或者底层驱动程序来实现串口通信功能,包括发送和接收数据。GPS模块通常使用NMEA协议或者其它专有的通信协议与外部设备进行通信。在代码中,需要按照相应的通信协议格式来构建发送的命令,并解析接收到的数据。

在主控芯片的程序中, GPS 定位信息通过 NMEA-0183(National Marine Electronics Association)协议采用的 ASCII 码来传递, 解析每帧数据后通过 NB-IOT 通信模块将数据发送到腾讯云平台。GPS 定位模块具体设计流程图如图 5 所示。

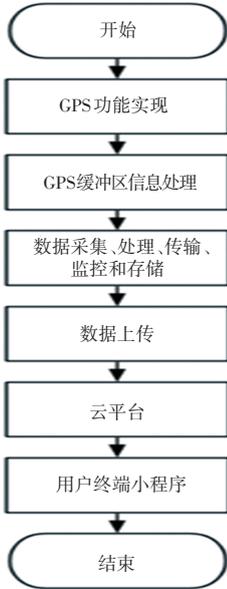


图 5 GPS 模块设计流程图

Fig. 5 GPS module design flowchart

### 3 软件设计

#### 3.1 系统软件设计

用户终端小程序将各类传感器采集的数据通过 NB-IoT 模块, 利用 MQTT 协议将数据传输到腾讯云平台, 通过 API 调用将数据传输至用户终端小程序, 从而实现山火信息的数据采集可视化过程。管理员也可以通过操作小程序向腾讯云平台发送控制指令, 由云平台经过网络层下发给设备终端执行, 进而实现山火报警系统的远程监控。小程序整体结构图如图 6 所示。



图 6 用户终端小程序整体结构图

Fig. 6 Diagram of the overall structure of the user terminal applet

#### 3.2 用户终端小程序设计

用户终端小程序利用 Vue、CSS、JavaScript 等技术进行开发。微信小程序具有轻量级, 易操作等特点, 方便管理员通过对小程序页面显示的可视化信息进行山火灾情判断, 用户终端小程序实现如下功能: 登陆页面, 管理员主页, 温湿度监控页面, GPS 定位页面, 烟雾监测页面, 设备信息页面。管理员通过授权个人信息进行登录, 首页展示 4 个数据采集模块。温湿度监控页面将每隔 10 s 检测到的温湿度数据以折线图的形式实时地显示在页面上, 折线图可动态显示历史近 7 次数据, 可直观的随时掌握火灾温湿度状况。烟雾监测页面显示动态检测的烟雾浓度值, 为管理员提供实时、准确的火灾烟雾浓度。设备信息页面通过 GPS 获取山火报警设备的位置信息, 显示山火报警设备在线状态、版本号、设备号等信息。用户终端小程序主页面如图 7 所示。



图 7 小程序主页面

Fig. 7 Applet main page

### 4 系统测试

山火报警系统测试过程包括编译代码生成可执行文件、将程序烧录到单片机中、以 Json 格式上传测试数据、解析接口、进行串口调试以及进行小程序数据显示测试如图 8 所示。最终验证结果表明, 该小程序能够准确地采集数据, 并实时地以折线图形式展示; 在数据超过预设阈值时, 系统将通过发出警报信息通知管理人员。



图8 用户终端小程序测试页面显示

Fig. 8 The test page of the user terminal applet is displayed

首先,将代码生成可执行文件,编译成功后将程序烧录至单片机中。启动山火报警系统,温湿度传感器、烟雾传感器、GPS定位等指示灯亮起,表明各个模块能够正常运行。

其次,将山火报警系统分别置于不同温湿度、不同烟雾浓度以及不同位置下,测试其检测的数据是否准确、上传数据是否有卡顿、速度慢等情况。经测试,确认山火报警系统的各项数据能够准确监测相关环境数据并迅速上传至用户终端小程序。

最后,打开用户终端小程序,查看是否能检测到设备在线状态,显示的数据是否准确。在小程序上设置温湿度和浓度的阈值,当数据超过阈值时,是否发出警告信息。经测试,确认小程序显示的数据与山火报警系统检测到的数据一致,本系统能够准确完成所有预设功能。

## 5 结束语

本文设计并实现了一种基于物联网技术的智能山火报警系统,旨在应对全球范围内山火灾害频发的挑战,提高山火监测与应急救援的效率和准确性。通过对系统的设计与实验验证,该系统具有较高的准确性、可靠性和实用性,能够有效地监测山火的发生并及时发出警报,为防范山火灾害提供了一种新的解决方案。未来的工作将继续优化系统的性能和稳定性,扩展其在更广泛的应用场景中的适用性,为保护人类生命和财产安全作出更大的贡献。

## 参考文献

- [1] 李剑泉,刘世荣,李智勇,等. 全球变暖背景下的森林火灾防控策略探讨[J]. 现代农业科技,2009(20):243-246.
- [2] 陈家敏,顾捷. 基于单片机的家居烟雾检测系统设计[J]. 电子测试,2022,36(20):29-31.
- [3] 潘洪亮. 窄带物联网在“智慧消防”模式构建中的运用研究[J]. 智慧中国,2024(1):90-91.
- [4] 饶云. 基于NB-IoT的工业环境监测平台设计与实现[D]. 武汉:武汉工程大学,2021.
- [5] 邹英杰. 基于MQTT协议和Gzip压缩算法的长期监测终端的研制[D]. 桂林:桂林理工大学,2023.