

Research on precision monitoring and control technology of intelligent disinfection machine driven by STM32

Ruixing Zhao Zhenkai Xu Jianing Li Zhiyuan Xu

Yantai Nanshan College, Yantai, Shandong, 265700, China

Abstract

As health awareness grows, the importance of intelligent disinfection machines is becoming increasingly evident. This paper details the development process of an intelligent disinfection machine based on the STM32 microcontroller, covering all aspects from requirement analysis to design and implementation. The machine integrates advanced technologies, including precise monitoring, intelligent control, and remote communication, effectively enhancing public health safety. To create a safe, convenient, and energy-efficient intelligent disinfection device for users, the product uses the STM32 microcontroller as its core processor, which handles data exchange and processing, supporting the entire operation of the device. Through data analysis, the feasibility and practicality of the solution are demonstrated, and potential improvements are explored, aiming to provide valuable insights for the advancement of the intelligent disinfection equipment industry.

Keywords

STM32 sensor, intelligent upper computer

STM32 驱动下的智能消毒机精准监测与控制技术研究

赵瑞兴 徐振恺 李佳宁 徐志远

烟台南山学院, 中国·山东烟台 265700

摘要

在健康意识日益增强的当下,智能消毒机的重要性愈发凸显。本文详细阐述了一款基于STM32单片机的智能消毒机的研发过程,涵盖从需求分析到设计实现的各个环节。该消毒机融合多种先进技术,具备精准监测、智能控制、远程通信等功能,为公共卫生安全提供了有效保障。为了能够为用户打造出安全便捷、节能的智能消毒设备,该产品以STM32单片机为核心处理器,用于数据的交换和处理,支撑整个设备的运转。通过进行数据分析,证明了其可行性与实用性,同时也探讨了改进方向,旨在为智能消毒设备领域的发展提供有益参考。

关键词

STM32; 传感器; 智能; 上位机

1 绪论

1.1 STM32 智能消毒机的研究背景与意义

随着我国经济的不断发展,人们的生活水平不断提高,对生活质量的要求也越来越高,健康的生活环境开始深受人们的喜爱,尤其在人员密集的公共场合中,由于人员的密切接触可能会导致各种病毒细菌在空气中进行繁衍传播,卫生安全显得更为重要。STM32 智能消毒机有以下优势:工作效率高、测温防控、便捷性设计、安全有保障

1.2 本文的研究内容

1.2.1 技术要求

本系统主要是通过 keil 软件来编写 C 语言程序,然后进而把 C 语言输出成汇编语言,最后使用烧录软件通过串

口把汇编语言文件烧录进单片机;

功能模块: STM32 单片机模块、语音模块、红外感应模块、雾化器模块、烟雾检测模块、液位模块、风扇模块、蓝牙模块。

1.2.2 工作要求

硬件电路: (1) 使用 STM32F103C8T6 单片机作为控制模块核心,进行数据处理,进而用以驱动整个设备进行运转^[1]。(2) 使用 GY906 红外温度传感器检测人体温度并同时对手部消毒。(3) 采用 SHT20 液位传感器感应消毒机液位。(4) 采用 MQ-2 烟雾传感器检测环境中烟雾浓度。

(5) 采用 OLED-0.96 显示屏实时显示人体温度、烟雾浓度、液位。(6) 采用白色 LED 灯模拟照明系统,红色 LED 灯实现人体温度、烟雾浓度、液位值超标时的声光警报系统,当人体温度、烟雾浓度、液位值超过一定值时,持续闪烁红色 LED 灯,蜂鸣器将持续鸣响。(7) 采用 DC-5V 小风扇加速智能消毒机无人环境下室内水雾状消毒液的扩散以及烟雾超标时实现烟雾扩散。(8) 采用 USB 双喷雾化配件实

【作者简介】赵瑞兴(2005-),男,中国山东临沂人,在读本科生,从事软件工程研究。

现两种模式喷雾量用以测温消毒和室内消毒。两种模式即为两种不同喷量强度模式，测温消毒可采用模式一实现一个喷头喷，室内消毒可采用模式二实现两个喷头喷。

APP端：硬件设施通电后会产生一个蓝牙信号，用户连接后通过蓝牙模块与微处理中心之间的交互，微处理中心系统进而将采集到的温度、液位高度和烟雾浓度显示在移动应用程序上。可以手动控制消毒、风扇和LED小灯开关，实现室内定时消毒功能^[1]。

2 总体方案设计

2.1 可行性分析

技术可行性分析：技术上采用STM32芯片，用于程序执行与外部电路控制。

其特点如下：（1）外设支持强大，应用场景广，引脚功能可满足智能消毒机需求。（2）内核主频达72MHz，能快速处理复杂控制任务。（3）可扩展性强，有拓展接口，可接外设或外部存储器。（4）基于这些优势，选其为主体芯片。

软件上使用KEIL5 MDK30，它是多功能嵌入式开发工具，支持多种嵌入式处理器，编程功能强大。

2.2 STM32 智能消毒机的总体结构设计

为了达到绪论中所要实现的功能，首要进行的便是单片机总体方案的设计，单片机总体方案设计是非常重要的，它可以帮助确定系统的功能、性能以及保证系统的可靠性，并且同时确定系统的硬件和软件组件，还能保证可靠性和安全性。

具体方案如下：STM32作为主控制芯片对各种传感器所采集到的信息进行处理并做出反应，例如温度、烟雾浓度、液位高度。这些数据将会在液晶显示屏上进行显示。这些数据也会通过HC-06蓝牙模块将其传输至上位机应用程序。同时上位机的控制信息也可以通过蓝牙模块将控制信息传输至STM32芯片。控制信息处理后再传输至各个部件，进而实现消毒机的智能控制^[2]。

3 STM32 智能消毒机的硬件设计

3.1 单片机最小系统

PIC16F84型单片机是Microchip公司研发的，其拥有8位CMOS Flash微控制器。其输出接口拥有14个，其自带A/D转换，可以在低成本条件下实现低功耗高性能的要求。其拥有1k的FLASH存储器，功能十分强大。综合考虑决定采用STM32型单片机作为控制中心。

3.2 温度传感器模块

鉴于应用场景是测量手部温度，且考虑到若采用接触式可能存在传播细菌和病毒的风险，不够卫生，所以该产品选用GY906温度传感器。

GY906有四个引脚，分别是VCC、SCL、SDA、GND。VCC引脚供电，其金属外壳与之相连，接3.3V电源。SCL引脚负责SMBUS接口时钟信号，SDA负责数据信号，通常由SDA引脚输出物体温度^[3]。

3.3 烟雾传感器模块

采用MQ-2烟雾传感器。它可以检测烟雾、甲醛等一

些可燃气体的浓度，具有响应时间短、稳定性好、性价比高、寿命长的特点^[2]。MQ-2烟雾传感器通过将外界连续的模拟信号转化为数字信号来实时的进行检测。需要通过STM32自带的ADC进行检测^[3]。根据实际需求选择合适的采样数，并进行校准和优化，来保证采样的准确性。

3.4 模拟水位传感器模块

HW-038是一款简单易用、性价比较高的水位检测传感器，它采用该模拟水位传感器主要是用来检测消毒机水位，可以实时观察到消毒机水位，当消毒液快用完的时候可以及时的查看到。

3.5 超声波雾化模组

STDZ-1810是一款数字压力传感器，常用于测量空气、液体、气体等介质的压力值，并且可以将其转换为数字信号发送给微处理中心。所用超声波雾化片是将液态水分子结构打散产生水雾，且其振荡频率为1.7MHz或2.4MHz，超过人的听觉范围，所以该电子振荡对人体及动物不造成伤害。雾化消毒可以更有效地杀灭附着在空气和地面的细菌和霉菌，达到全面无死角消杀的效果^[4]。

3.6 语音模块

采用SYN6288语音模块，SYN6288是一款高性能的语音处理芯片，这款芯片通过异步串口（UART）通信方式接受待合成的文本数据实现文本到语音（或TTS语音）的转换^[5]。其高稳定性低噪声的优点，使其被选为这款产品的语音模块。数据传输时需要进行适当的错误检测和修正^[4]。

3.7 蓝牙通信模块

采用HC-06蓝牙通信模块，其是一种低功耗高性能的蓝牙模块，HC-06工作在从机模式下，只能接受主机命令^[6]。需要注意的是，HC-06模块的配置需要运用到AT命令，并且在配置模式下，HC-06与蓝牙模块的串口通信将被关闭。

小风扇在该设计中主要用来实现加速智能消毒机无人环境下室内水雾状消毒液的扩散以及烟雾超标时实现烟雾扩散。

4 系统软件设计

4.1 主程序设计

此程序设计中采用C++语言，相比较于C语言，C++可提供更好的代码重用性和可维护性^[7]。首先利用温度传感器、液位传感器、烟雾浓度传感器去检测各种数据。接下来由STM32微处理中心对数据进行优化和处理，调用OLED显示屏进行显示，控制诸如蜂鸣器、LED灯等元件进行反应，并通过蓝牙模块将数据传输到APP。APP可以通过蓝牙模块发送控制信息至STM32微处理中心^[5]。

4.2 智能消毒机的系统程序设计

4.2.1 温度感应与显示功能

GY906、OLED、红外感应传感器工作流程如下：红外感应传感器检测到有人，就向微处理中心发低电平信号。微处理中心收到后发开始信号START，接着在总线上发寻址信号。若地址信息读/写控制位为1，微处理中心对GY-906读取。GY-906收到寻址信号发应答信号后与微处理中心建立通信。最后单片机处理接收到的十六位二进制数，转

成十进制 BCD 码在显示屏显示出来。

4.2.2 烟雾浓度的检测与显示功能

MQ-2 传感器模块在进行烟雾浓度检测时,首先通过内部加热原件将传感器温度升高到一定程度,以确保其正常工作。随后,传感器开始检测气体。当可燃气体或烟雾进入 MQ-2 模块的检测区域时,它们与气敏元件发生化学反应,导致气敏元件的电阻值发生变化。为了测量这个变化, MQ-2 模块采用了一种称为电桥的电路。这个电桥电路可以将气敏元件的电阻变化转换为电压信号^[6]。

随后,这个信号经过一系列的信号处理电路,如滤波器,以稳定信号并方便后续处理。最后, MQ-2 模块输出一个与检测到的气体浓度相关的模拟电压信号。

4.2.3 液位检测与显示功能

模拟量水位检测模块用接触式传感器测水位,容器内有多个接触点及一个接地点。接触点与液体接触形成回路,测电阻可得液位高低,经信号调理与模拟输出,把处理后的信号发至微处理中心再传给显示屏。

4.3 HC - 06 与上位机通信主要流程

先确定 HC - 06 模块名称和 MAC 地址,没修改就有默认名称“HC - 06”。在安卓应用程序中,用 BluetoothAdapter 类的 enable () 方法打开蓝牙,用 startDiscovery () 方法搜索设备,能在结果中看到附近蓝牙设备。安卓应用程序与 HC - 06 建立通信,用 BluetoothDevice 类的 createRfcommSocketToServiceRecord () 方法创建 RfComm 通道,再用 connect () 方法建立连接。连接后可从 HC - 06 读数据,安卓应用程序的数据也可经串口传到 HC - 06 模块。

5 系统测试

5.1 硬件测试

PCB 测试

系统的整个软件流程采用任务分配执行方式,是按照定时节拍由任务切换完成的。从任务的角度可分为底层硬件接口的驱动任务和显示、触摸驱动任务。^[8]本设计使用 Altium Designer13 设计 PCB 电路板路线图支持多种 PCB 设计标准,提供了丰富的设计组件,还有一些列的设计辅助工具,满足不同用户的需求。

5.2 软件测试

本次设计的软件测试选用 KEIL5 MDK27 平台,它配备整套开发工具,如编译器、调试器等,还有丰富库函数与实例程序,对初学者友好。借助该软件可逐步完善程序,实现模块化优化。

Keil MDK 进行嵌入式软件测试流程如下:先创建项目,接着编写与编译代码,随后开展软件仿真,同时进行代码测试与优化。具体测试时,第一步设断点,让程序运行到断点处暂停以测试。然后启动测试对话,启动仿真器并将可执行程序下载到目标硬件。之后运行代码,代码在断点处停,暂停时可查看、修改变量值,以检查不同值对程序的影响^[7]。

经测试,程序能正常运行,无 bug 出现,基本达预期,整体较成功,可实现 APP 界面程序开发。

5.3 APP 功能测试

通电后有蓝牙信号产生,定时功能经测试正常,可通过手机设定时间消毒。相关数据能在手机正常显示,且可通过手机控制风扇、小灯开关,APP 功能测试正常。

6 结论

随着社会不断发展以及科技日益进步,智能家居产品已然成为人们生活当中极为重要的组成部分。尤其在当下各类传染病形势颇为严峻的状况下,人们对于消毒和卫生方面的需求变得愈发迫切。这款设计是以 STM32F103C8T6 单片机作为控制核心,并与红外温度传感器、烟雾传感器、液位传感器、加湿模块、语音模块、显示器、报警器、小风扇、LED 灯、蓝牙模块等诸多设备相互组合而成,进而实现了智能消毒机的设计与制作。

本文所设计的智能消毒机具备不少优点:其一,选用 STM32 作为微控制中心,其性能表现稳定可靠。其二,该产品配备了多种多样的传感器与显示装置。其中,红外温度传感器可实时监测手部温度;烟雾传感器能够即时获取空气中的烟雾浓度;液位传感器则可精准掌握液体储存罐的实时液位情况。并且,此产品还具备语音播报和声光警报系统,一旦各项监测信息超出特定阈值,便能够及时提醒用户采取相应措施。其三,特意设计了两种消毒模式,方便用户依据自身需求进行灵活选择,更贴合人们在现实生活中的实际使用需求^[8]。

总体而言,本文所设计的智能消毒机具备一定的实用性以及市场发展潜力。不过,在实际应用过程中,也还存在一些有待完善之处:(1)在精度方面仍需进一步提升。有时测量结果会出现不稳定的情况,这与元件的选型以及电路的设计存在密切关联。(2)功耗问题同样不容忽视。在进行元件选型时,虽已着重挑选了低功耗且高性能的元件,但受限于自身能力,整体的功耗水平依旧偏高,致使续航时间相对有限。

参考文献

- [1] 胡伟霞,杨记鑫,陈会丽.基于STM32F103C8T6单片机的智能密码锁的设计[J].电子设计工程,2022,30(13):5.
- [2] 谢永超,杨利,严俊.基于MQ-2型传感器的烟雾探测报警器的设计[J].计算机测量与控制,2021,29(08):255-259.
- [3] Fallah M, Navokh S A D, Jovein M M. STM32 ADC TUTORIAL with application to real-time control[J]. 2021.
- [4] 谈小柱,杨璐.基于语音识别的智能收付款系统[J].内蒙古科技与经济,2022(11):3.
- [5] 王华杰,郭梦卓,王昆祥,等.基于STM32的智能遥控消毒车的设计[J].山西电子技术,2024,(05):53-55+63.
- [6] 杨鑫,程雨鑫,石晶,富晓乾,李颖,戎剑忠.基于Arduino与HC-06设计安防系统[J].电子世界,2020(20):162-163.
- [7] 赵旭."高级语言程序设计(C++)"课程设计与实践[J].计算机应用文摘,2022,38(23):30-32.
- [8] 丁力,宋志平,徐萌萌,等.基于STM32的嵌入式测控系统设计[J].中南大学学报(自然科学版),2013,44(S1):260-265.