SmartEnvGuard (智环卫士)

STM32F103C8T6 Embedded License MIT

基于STM32F103C8T6的智能环境监控系统,集成温湿度检测、紫外线感应、红外触发与多模式控制功能,支持 蓝牙远程交互。

English Document | 项目文档 | 演示视频

目录

- 核心功能
- 安全保护
- 硬件架构
- 快速开始
- 开发指南
- 通信协议
- 贡献指南
- 许可证

安全保护 🕡

1. 自动保护机制

- DHT11读取失败时保持使用上次有效数据
- DHT11故障累计3次才显示ERR,避免显示闪烁
- 模式切换时自动关闭所有设备
- 每100ms采样一次数据,避免频繁读取

2. 硬件安全限制

- 红外触发的UV灯最大工作时间限制为2秒
- 风扇低电平触发设计,断电自动关闭
- 电机具备过流保护功能
- 蓝牙通信带有校验和机制

3. 调试支持

- 温湿度数据支持固定值模式用于测试
- 串口实时监控系统状态
- OLED显示所有关键参数
- LED指示灯反馈系统工作状态

核心功能 🔗

- 1. 环境感知
 - 温湿度监测(DHT11)

。 温度测量范围: 0-50°C (±2°C精度)

○ 湿度测量范围: 20-90%RH (±5%精度)

。 采样周期: 100ms

• 紫外线检测(SD12)

- 11级强度分级 (0-11)
- 。 12位ADC采样 (分辨率0.001V)

• 红外人体感应

- 。 触发响应时间<0.5s
- 。 支持上升/下降沿触发
- 。 最大感应距离: 5米

2. 多模式控制

1. 手动模式 (MANUAL)

。 通过4x4矩阵键盘直接控制设备:

■ 按键1/2: 蜂鸣器开关

■ 按键3/4: 风扇开关

■ 按键5/6: 紫外线灯开关

按键7/8/9: 电机控制 (正转/反转/停止)

■ 按键10/11/12: 舵机控制 (0°/90°/180°)

■ 按键13-15: 温湿度固定值切换

2. **自动模式 (AUTO)**

- 。 温度>31℃且湿度>61%时自动开启风扇和UV灯
- 。 检测到红外触发时,开启UV灯2秒并控制舵机转到90°

3. **循环模式 (CYCLE)**

。 5秒工作周期自动调度:

■ 前5秒: 开启风扇、UV灯、电机正转

■ 后5秒: 关闭所有设备

4. 蓝牙模式 (BT)

- 。 实时数据上传 (温度、湿度、UV等级)
- 。 支持远程控制所有执行器
- 。 可通过APP切换工作模式

3. 执行系统

• **直流电机**: 20KHz PWM调速, 支持正反转

• **9g舵机**: 50Hz PWM, 0-180°角度控制

• 紫外线消毒灯: 带2秒安全限制

• 散热风扇: 低电平触发

• 蜂鸣器: >85dB @10cm, 异常报警

• 双色LED: 系统状态指示

4. 人机交互

• 0.96寸OLED显示屏

。 4行状态信息实时更新:

■ 第1行:按键值、红外状态、DHT11状态

■ 第2行: 湿度值

■ 第3行: 温度值和UV等级

■ 第4行:运行时间、蓝牙状态、工作模式

硬件架构 😘

系统框图

```
graph TD
   A[传感器系统] --> |温湿度/UV/红外| B[STM32F103]
   B --> |PWM/GPIO| C[执行系统]
   D[人机接口] <--> |键盘/显示| B
   E[通信系统] <--> |UART| B
   subgraph 传感器
   A1[DHT11] --> A
   A2[SD12] --> A
   A3[红外] --> A
   end
   subgraph 执行器
   C1[风扇] --> C
   C2[UV灯] --> C
   C3[电机] --> C
   C4[舵机] --> C
   C5[蜂鸣器] --> C
   end
```

接口定义

1. 通信接口

功能	引脚	说明
USART1-TX/RX	PA9/10	调试串口(115200bps)
USART2-TX/RX	PA2/3	蓝牙通信(9600bps)
I2C-SCL/SDA	PB8/9	OLED显示(软件模拟)

2. 传感器接口

	功能	引脚	说明	
_	DHT11	PB0	温湿度传感器(单总线)	
,	SD12	PA0	紫外线ADC输入	

功能	引脚	说明
RED	PA7	工外传感器(边沿触发)

3. 控制输出

	功能	引脚	说明
	Fan	PC15	风扇控制(低电平)
	UV LED	PA12	紫外线灯控制
-	Motor	PA4-6	电机控制(方向+PWM)
	Servo	PA1	舵机PWM控制
	Buzzer	PC14	

4. 按键和LED

功能	引脚	说明
键盘行线	PA8-11	矩阵键盘扫描(输出)
键盘列线	PB12-15	矩阵键盘扫描(输入)
System LED	PC13	

快速开始 令

1. 开发环境搭建

- # 1. 安装开发工具
- 安装Keil uVision5 (建议V5.38+)
- 安装STM32 ST-LINK驱动
- 可选: 安装VSCode + Embedded IDE插件
- # 2. 获取代码

git clone https://github.com/yourusername/SmartEnvGuard.git

- # 3. 导入工程
- 打开Project/SmartEnvGuard.uvprojx
- 编译并确认无错误

2. 硬件准备

1. 核心板

- 。 STM32F103C8T6最小系统板
- USB-TTL下载器
- 。 供电: 5V USB或3.3V外部电源

2. 传感器模块

- o DHT11温湿度传感器
- 。 SD12紫外线传感器
- HC-SR501人体红外传感器

3. 执行器

- 。 5V直流风扇
- 。 UV-LED灯带 (12V)
- 。 SG90舵机
- 。 有刷直流电机

4. 显示与输入

- 0.96寸OLED (SSD1306)
- o 4x4矩阵键盘
- 。 HC-05蓝牙模块

3. 接线说明

```
/* 核心连接示意 */
// 电源
VDD_3V3 --> 传感器供电
GND --> 公共地
// 传感器
PA0 --> SD12输出
PB0 --> DHT11数据
PA7 --> 红外传感器输出
// 执行器
PC15 --> 风扇控制 (低电平有效)
PA12 --> UV灯控制
PA4 --> 电机方向1
PA5 --> 电机方向2
PA6 --> 电机PWM
PA1 --> 舵机PWM
// 通信
PA9/10 --> USB转TTL (调试)
PA2/3 --> 蓝牙模块
PB8/9 --> OLED显示屏
```

开发指南 🖉

1. 外设配置

1. 定时器

```
// TIM2 - 舵机控制
- 频率: 50Hz (20ms周期)
- 占空比: 0.5ms-2.5ms (0-180度)

// TIM3 - 电机控制
- 频率: 20KHz
- 占空比: 0-100%调速

// TIM4 - 系统定时
- 周期: 1ms
- 优先级: 2-0
```

2. **ADC配置**

```
// ADC1 - UV传感器
- 时钟: 12MHz (72MHz/6)
- 分辨率: 12位
- 采样时间: 55.5周期
- 转换模式: 单次转换
```

3. **串口配置**

```
// USART1 - 调试
- 波特率: 115200
- 数据位: 8
- 停止位: 1
- 校验位: 无

// USART2 - 蓝牙
- 波特率: 9600
- 数据位: 8
- 停止位: 1
- 校验位: 无
```

2. 中断处理

• 定时器中断(1ms)

- 。 更新系统时间
- 。 处理按键扫描
- 执行自动控制任务

• 外部中断

。 红外传感器(EXTI7): 响应人体感应

○ 优先级: 1-1

3. 调试方法

1. 串口调试

```
# 数据监视 (115200bps)
printf("Temp:%.1f Hum:%.1f UV:%d", temp, hum, uv_level);
```

2. 显示调试

- 。 OLED实时显示系统状态
- 。 LED指示器:

■ PC13: 系统运行指示 ■ 双色LED: 自定义状态

3. 软件调试

- 。 支持SWD在线调试
- 。 支持串口烧录:

```
# 进入烧录模式
AT+BOOT
```

通信协议 🖧

1. 蓝牙通信规范

• 波特率: 9600bps

帧格式:固定帧头(0xA5)和帧尾(0x5A)校验方式:和校验(不含帧头帧尾)

2. 数据帧格式

1. 发送帧 (20字节)

```
帧结构: 0xA5 + [数据] + [校验和] + 0x5A

[数据] = {
    COUNT(1字节) : 计数值,用于丢包检测
    UV_LEVEL(1字节) : 紫外线等级(0-11)
    HUM(4字节) : 湿度值(float)
    TEMP(4字节) : 温度值(float)
}
```

2. 接收帧 (6字节)

```
帧结构: 0xA5 + [控制标志] + [校验和] + 0x5A

[控制标志] = {
    Bit7 : UV灯控制(1=开启,0=关闭)
    Bit6-5 : 舵机角度(00=0°,01=90°,10=180°)
    Bit4 : 风扇开关(1=启动)
    Bit3-2 : 电机控制(00=停止,01=正转,10=反转)
    Bit1-0 : 工作模式(00=手动,01=自动,10=循环,11=蓝牙)
}
```

3. 通信示例

```
# 发送传感器数据
发送: A5 01 05 42 48 66 66 41 F0 00 00 7F 5A
[头][计数][UV][ 湿度 ][ 温度 ][校验][尾]

# 接收控制命令
接收: A5 C2 C2 5A
[头][控制][校验][尾]
控制值说明: 1100 0010

- UV灯开启(1)

- 舵机90度(10)

- 风扇关闭(0)

- 电机停止(00)

- 自动模式(10)
```

贡献指南 🍪

1. 参与方式

- 提交Issue报告问题或提出新功能建议
- Fork后提交Pull Request贡献代码
- 完善文档翻译(中英双语)
- 优化代码结构和性能
- 添加新的传感器支持

2. 开发规范

1. 命名规范

变量: 小写字母+下划线 (例: system_status)常量: 大写字母+下划线 (例: MAX_TEMP_VALUE)

○ 函数: 动词+名词 (例: get_temp_value)

2. 注释规范

```
/**
    * @brief 函数功能简述
    * @param 参数说明
    * @retval 返回值说明
    * @note 注意事项说明
    */
```

3. 代码风格

- 。 使用4空格缩进
- 。 运算符两侧加空格
- 。 每行不超过80字符
- 。 函数不超过50行

4. 版本控制

- 。 功能开发使用feature分支
- Bug修复使用hotfix分支
- 。 提交信息使用统一格式:
 - feat: 新功能
 - fix: 修复问题
 - docs: 文档更新
 - style: 代码格式调整
 - refactor: 代码重构

许可证 📃

本项目采用MIT许可证,详见LICENSE文件。