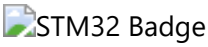
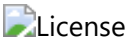
SmartEnvGuard (智环卫士)





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。 作者：DikiFive（全平台同名）

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℃（±2℃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

演示视频

暂无演示视频。

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

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
RED	PA7	红外传感器(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	蜂鸣器控制

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	系统状态指示

快速开始 ⚡

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/<your-username>/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**

- 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)
- 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。

```
MIT License

Copyright (c) 2025 DikiFive

Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a copy
of this software and associated documentation files (the "Software"), to deal
in the Software without restriction, including without limitation the rights
to use, copy, modify, merge, publish, distribute, sublicense, and/or sell
copies of the Software, and to permit persons to whom the Software is
furnished to do so, subject to the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be included in all
copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR
IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF MERCHANTABILITY,
FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE
AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER
LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM,
```

```
OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE
SOFTWARE.
```