

# 绿色智慧教室的设计

胡园龙 陆镜先 李子琦 袁宝聚 赵文豪

南京工业大学浦江学院 江苏南京 210000

**摘要:** 校园生活中经常发生没有随手关灯关空调的现象, 从而导致浪费电能。现设计了一套绿色智慧教室系统。该系统由 stm32c8t6 单片机作为主控, 接收处理传感器传来的信号控制用电器开关。下位机使用 esp32 单片机完成物联网功能, 通过 esp32 连接摄像头实现人脸识别判断教室内是否有人向 c8t6 发送信号。

**关键词:** 单片机; 人脸识别; 物联网; 节能环保

## The design of green smart classroom

Yuanlong Hu, Jingxian Lu, Ziqi Li, Baoju Yuan, Wenhao Zhao

Pujiang College, Nanjing University of Technology, Nanjing 210000, China

**Abstract:** There are often instances in campus life where lights and air conditioners are left on without being turned off, resulting in energy waste. To address this issue, a green smart classroom system has been designed. The system utilizes an STM32C8T6 microcontroller as the main controller, which receives and processes signals from sensors to control the switches of electrical appliances. The lower-level device employs an ESP32 microcontroller to enable IoT functionality. It connects to a camera to implement facial recognition and determine whether there are people in the classroom, then sends a signal to the C8T6 microcontroller accordingly.

**Keywords:** Single-chip computer; Face recognition; Internet of Things; Energy saving and environmental protection

### 引言

智慧教室系统在我国发展起步较晚, 目前正处于发展初级阶段。尽管绿色智能化教室系统的研究已有一定的理论基础, 但与技术的有机结合和实际应用仍存在一定的差距。当前, 在智慧教室系统中, 照明节能控制成为建设节约型校园的一个重要内容, 因为学校照明用电通常占据整体能耗的 40% 左右。

然而, 据统计, 在我国大多数高校中, 师生的节能意识相对较低。即使教室内的光线已经足够强, 师生也没有关灯意愿。而在下课离开教室后, 很多人还经常忘记关灯, 缺乏节能意识。这种情况导致了能源的浪费和不必要的能耗。

本设计的目的是开发一个简单实用的教室智能控制系统, 实现人员监控、室内各用电器监控和调节等基本功能, 并尽可能省电和方便管理。

### 一、系统总体设计

#### 1. 系统概述

设计该系统的主要目的是实时检测教室人数及时关闭用电器。为了充分利用单片机功能, 加装了一些环境检测传感器对教室环境温度湿度等进行实时检测。最后通过物联网将数据传递到云端便于实时检测。

#### 2. 系统分析

使用 STM32 和 ESP32 联合控制教室内的用电器, 通过

摄像头模块检测到人员进入后自动开启灯光, 人员离开后自动关闭所有用电器。集成控制程序到教室智能控制系统, 可以通过手机 APP 等方式远程控制灯光、空调等用电器的开关。通过温度湿度传感器实时检测, 温度和湿度数据, 并通过 WiFi 上传到云端。

使用 ESP32 连接空气质量监测传感器, 实时监测教室内的空气质量, 如 PM2.5、CO2 等, 同时将数据上传到云端。使用 STM32 和 ESP32 设计绿色智慧教室, 可以实现多种功能的智能化控制和管理, 提高教室的使用效率, 节省能源, 同时也方便了教师和学生的日常操作。

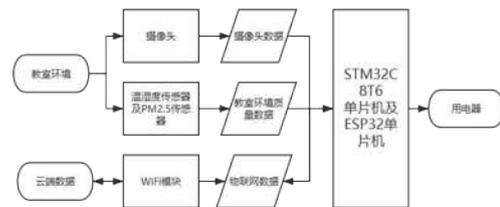


图 1 单片机控制系统流程图

### 二、系统功能设计

#### 1. 摄像头人数识别功能

在教室中使用摄像头进行人数识别并返回到 C8T6 处理的具体实现流程如下:

①安装摄像头: 选择适合的位置, 在教室的入口或其他合适的位置安装摄像头, 确保能够覆盖到整个教室区域。

②捕捉图像：摄像头周期性地捕捉教室内的图像。使用摄像头模块的接口和相应的软件库来实现图像捕捉功能。

③图像预处理：对捕捉到的图像进行预处理，以提高后续人脸检测的准确性。预处理包括图像去噪、亮度调整、图像尺寸调整等。

④人脸检测：使用人脸检测算法对预处理后的图像进行人脸检测。人脸检测算法包括基于 Haar 特征的级联分类器和基于 HOG 特征的行人检测器。这些算法通过使用 OpenCV 等开源库来实现。

⑤人脸跟踪：对检测到的人脸进行跟踪，可以采用基于卡尔曼滤波的跟踪算法。该算法可以通过估计人脸的位置、速度和加速度来实现对人脸的持续跟踪。

⑥人数计数：通过对人脸的跟踪和计数，即可统计教室内的人数。当摄像头捕捉到一个新的人脸时，计数器加 1；当某个人脸离开摄像头视野时，计数器减 1。

⑦数据传输到 C8T6：将统计得到的人数数据通过串口或其他通信方式传输到 C8T6 单片机。

⑧C8T6 处理数据：C8T6 单片机接收到人数数据后，可以根据具体的应用需求进行进一步的处理。根据人数来控制教室内的照明、空调等设备，或者将数据上传到云平台进行存储和分析。

⑨结果显示：可以使用连接到 C8T6 的 LCD 屏幕或其他显示设备，将统计得到的人数结果显示出来，供教师或其他相关人员查看。

通过以上的实现流程，利用摄像头进行教室人数识别，并将数据传输到 C8T6 进行进一步处理和控制在。这样就可以实现智慧教室系统运行。

## 2.物联网功能

通过使用 ESP32 自带的 WiFi 模块可以实现各种智能化的功能，包括但不限于以下几点：

①远程控制：ESP32 智慧教室可以连接到互联网，并通过网络实现远程控制。通过手机 APP 或者网页远程开启或关闭教室的灯光、空调、投影仪等电器设备，实现远程智能控制。

②互联网实时监控：ESP32 智慧教室可以通过连接监控摄像头，实现对室内人员的监控。ESP32 将摄像头采集到的图片传到互联网上，使用者只需要搜索网址就可以观看实时监控

③数据采集与监测：通过连接温度湿度传感器，采集室内环境参数数据，如温度、湿度等。将采集到的数据传输到云端，并进行分析处理，从而实现对室内环境的监测与控制。

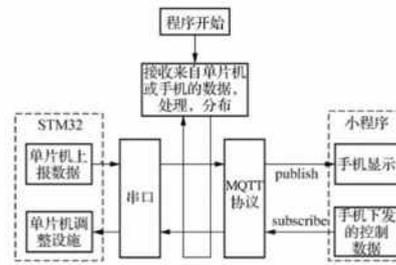


图 2 物联网功能

## 3.单片机的低功耗模式

为了实现低耗节能，选用的两款单片机都有低功耗模式。当教室长时间无人使用时，单片机需要进入睡眠模式。以下为单片机实现低功耗模式的方法：

①STM32 单片机进入低功耗模式的方法：使用 HAL\_PWR\_EnterSLEEPMode()函数，将单片机进入休眠模式。在休眠模式下，单片机除了 RTC（实时时钟）和 WWDG（窗口看门狗）外的所有外设都会被禁用，CPU 也会停止运行。唤醒单片机的方式可以是外部中断、RTC 闹钟或者外部唤醒引脚等。

② ESP32 单片机进入低功耗模式的方法：使 esp\_sleep\_enable\_timer\_wakeup()函数，将单片机设置为休眠模式并设定唤醒时间。在休眠模式下，ESP32 只会保留 RTC 和 GPIO 功能，其他所有外设都会被关闭。唤醒单片机的方式可以是 RTC 闹钟、外部中断、定时器唤醒等。

## 4.教室功能

①温度监测：通过温度传感器，实时监测教室内的温度。教室温度过高或过低时，系统可以自动调节空调或加热器的温度设置，以提供适宜的学习环境。

②湿度监测：湿度传感器可以监测教室内的湿度水平。适宜的湿度可以提高舒适度和空气质量，有助于学生集中注意力和健康。

③空气质量监测：使用空气质量传感器，可以监测教室内的空气污染物浓度，如 PM2.5、CO2 等。系统可以根据监测结果调节空气净化器或通风设备，确保学习环境的空气质量良好。



图 3 系统功能一览

### 三、单片机选型

主控采用 STM32c8t6 作为上位机, 通过 ESP32 作为从机辅助控制。选择这两种芯片的原因如下:

①具备多种智能化控制和管理功能。这两种单片机控制功能丰富, 实现自动控制的难度低, 引脚多可扩展性强。通过自动控制在提高教室的使用效率的同时节省能源, 符合绿色智慧教室的设计要求。

②可靠性和稳定性较高。二者同时具备完善的社区和技术支持, 可以降低系统维护和升级的成本和难度。

③性价比较高。c8t6 和 ESP32 的硬件成本相对较低, 同时使用成熟的开源开发工具和社区支持, 可以大幅降低研发成本和开发周期。考虑到硬件成本和开发成本的优势, c8t6 和 ESP32 的成本效益较高。

④能耗低。两款都是低功耗微控制器, STM32 功耗通常在 20-100mA 之间; 在睡眠模式下, 功耗可以降低到几十微安以下。ESP32 正常工作功耗在 80-260mA 之间; 在深度睡眠模式下, 功耗可以降低到几微安以下。符合低碳节能设计。

综合以上几个方面的考虑, STM32 和 ESP32 可以实现多种智能化控制和管理功能, 在绿色智慧教室设计中的性价比较高, 同时降低成本和维护难度, 符合教育领域的实际需求和经济预算。

### 四、PCB 设计

通过将所有外设集成到一块 PCB 板上, 并使用排针排母直插的方式连接 STM32 和 ESP32 核心板, 可以实现更紧凑和集成化的设计。这样的设计使得整个系统更加简洁、便于搭建和维护。

在 PCB 板上, 可以安装各种外设元件, 包括按键、继电器、摄像头、LCD 屏幕以及各种环境监测传感器。按键可以作为用户输入的接口, 用于手动触发控制程序的执行或切换操作模式。继电器模块可以实现对电器设备的开关控制, 通过继电器的闭合和断开实现对电器的打开和关闭。摄像头可以用于人脸识别或者监控系统, 实现对教室内人员的识别和安全监测。LCD 屏幕可以用于显示相关信息、状态和菜单, 提供用户友好的界面交互。

此外, 集成各种环境监测传感器可以实时监测教室的温度、湿度等参数, 从而实现对教室环境的实时监测和调控。这些传感器可以通过 STM32 和 ESP32 核心板的 IO 口进行连接, 并通过编写相应的程序实现数据的采集和处理。

控制程序可以通过多种方式触发, 包括按键输入、外部

信号触发、定时器等。可以根据具体需求编写程序逻辑, 对接收到的信号进行处理, 并触发相应的操作。例如, 当按下某个按键时, 程序可以执行特定的控制命令, 如打开灯光、调节空调温度等。当接收到外部信号或定时器到达特定时间时, 程序可以执行预设的操作, 如开启摄像头进行人脸识别、发送环境监测数据到云平台等。

### 五、模块化设计

为了实现智能教室功能的灵活性和可维护性, 系统采用了模块化设计。这种设计思路将系统划分为多个独立的模块, 每个模块负责不同的功能, 如照明控制、温度湿度监测、空气质量监测等。

每个模块都是一个独立的组件, 可以独立运行和进行维护。这样, 当某个模块出现故障或需要升级时, 只需更换或升级对应的模块, 而无需对整个系统进行大规模的改动。这大大简化了维护和升级的工作量, 提高了系统的可用性和可靠性。

模块化设计还使得系统具备了灵活性。根据实际需求, 可以根据需要增加或删除某些模块, 或者替换成更高性能或更适合的模块。

另外, 模块化设计也方便了系统的扩展和升级。随着技术的不断发展和需求的变化, 可以通过替换或添加模块的方式, 快速地将新的功能集成到系统中。这种灵活性使得智能教室系统能够跟上时代的步伐, 并适应不断变化的教学需求。

#### 1. 继电器模块

通过继电器模块可以实现对电器设备的开关控制。继电器模块通常具有多个继电器通道, 每个通道可以连接一个电器设备。

在电路连接方面, 通常需要使用适当的电源供电继电器模块, 同时将 STM32 的 GPIO 引脚与继电器模块的控制引脚连接。可以使用适配器或电平转换电路来确保 STM32 的输出电平能够正确地触发继电器模块的开关动作。在程序中, 可以通过设置相应的 GPIO 引脚状态来控制继电器模块的开关。例如, 将 GPIO 引脚设置为高电平可以闭合继电器, 打开电器设备; 将 GPIO 引脚设置为低电平可以断开继电器, 关闭电器设备。

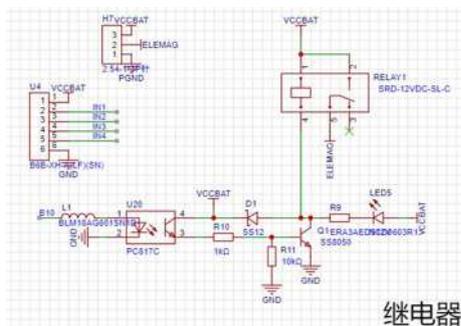


图 4 继电器 PCB 设计图

## 2. 温度湿度传感器模块

传感器采用最常见的 DHT11 传感器，DHT11 与单片机之间能采用简单的单总线进行通信，仅仅需要一个 I/O 口，节省了单片机 I/O 口的使用。传感器内部湿度和温度数据 40Bit 的数据一次性传给单片机，数据采用校验和方式进行校验，有效的保证数据传输的准确性。

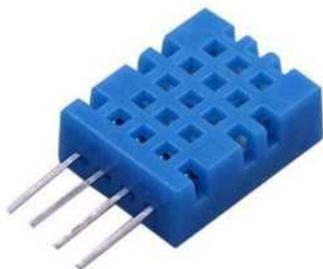


图 5 DHT11 传感器

## 六、实际应用

在实际应用智慧教室系统时，可能会遇到以下干扰因素：

1. 网络稳定性：智慧教室系统通常需要与云端服务器或其他设备进行数据交互，因此网络的稳定性对系统的正常运行至关重要。如果网络不稳定或出现中断，可能导致数据传

输失败或延迟，影响系统的实时性和响应性。

2. 设备兼容性：智慧教室系统中使用的各种设备和传感器需要与主控设备或平台进行兼容，以实现数据的传输和集成控制。如果设备之间的兼容性存在问题，可能导致无法正常连接或数据传输错误，影响系统的功能和性能。

3. 数据准确性：智慧教室系统中的数据采集和处理涉及到多个传感器和算法，而这些组件的准确性会受到多种因素的影响。例如，人脸识别算法可能受到光线条件、角度和遮挡等因素的干扰，导致人数计数不准确。因此，需要不断优化和调整算法以提高数据的准确性。

针对这些干扰因素，需要综合考虑系统设计、设备选择、算法优化以提高智慧教室系统的可靠性。

## 参考文献

- [1]许王锋,张际平(2013).面向体验学习的未来课堂设计——基于改进的 PST 框架[J].中国电化教育,(04): 13-19.
  - [2]叶新东,陈卫东,许亚锋(2012).未来课堂研究的转变:社会性回归和人的回归[J].远程教育杂志,(3):17-22.
  - [3]祝智庭,贺斌(2012).智慧教育—教育信息化的新境界[J].中国电化教育,(12):5-14.
  - [4]黄荣怀,胡永斌,杨俊锋,肖广德(2012).智慧教室的概念及特征[J].开放教育研究,(2):22-27.
  - [5]马小军.智能照明控制系统[M].南京:东南大学出版社,2009.
  - [6]陈杰.高校教室智能照明控制系统研究与设计[D].淮安:安徽理工大学,2014.
- 校级:南京工业大学浦江学院大学生创新创业训练计划项目资金资助 PJ20221390512