

Design and implementation of intelligent greenhouse monitoring system based on STM 32

Shuhan Yang

Shanghai Qicheng Information Technology Co., Ltd., Shanghai, 201613, China

Abstract

The current situation of greenhouse agriculture in China is mainly small and medium-sized greenhouses owned by the self-employed. At present, China has an intelligent monitoring system for large greenhouses suitable for enterprise management, but its high cost and high professionalism, which is not suitable for the use of most small and medium-sized greenhouses in China. This topic is committed to study a kind of suitable for small and medium-sized agricultural greenhouses based on STM 32 intelligent greenhouse monitoring system, combined with embedded development technology, sensor technology, wireless communication technology, through automatic greenhouse environment comprehensive monitoring and control, for small and medium-sized greenhouse crops to the greatest extent provides a suitable environment for its growth.

Keywords

STM 32; greenhouse; smart agriculture; embedded system

基于 STM32 的智能温室大棚监控系统设计与实现

杨舒涵

上海启呈信息科技有限公司, 中国·上海 201613

摘 要

我国温室农业现状是以个体户所有的中小型温室大棚为主, 目前我国有适用于企业管理的大型温室大棚的智能监控系统, 但其成本较高、专业性强, 不适合我国绝大部分中小型温室大棚使用。本课题致力于研究一种适合我国中小型农业温室大棚使用的基于STM32的智能温室大棚监控系统, 结合嵌入式开发技术、传感器技术、无线通讯技术, 通过自动对温室大棚环境进行全面监测和控制, 为中小型温室大棚中的作物最大程度上提供了一个适宜其生长的环境。

关键词

STM32; 温室大棚; 智慧农业; 嵌入式系统

1 绪论

随着我国经济发展, 人民对粮食、蔬菜、水果品质的要求不断提高, 因而促进了农业温室大棚技术的发展。作为我国现代农业生产的重要组成部分, 温室大棚可以使作物脱离天气、自然环境等限制^[1], 在反季节作物种植、水产养殖、牲畜养殖等方面有着极为广泛的应用^[2], 在满足人民美好生活需要上发挥着重要作用。

然而, 目前阶段的智能温室大棚监控系统大多造价昂贵、专业性较强, 需要具备专业技能的人员对其进行操作和使用, 这与我国温室农业的实际情况存在一定的脱节^[3]。我国温室农业的发展现状是以个体种植户管理的中小型温室大棚为主^[4], 这些温室大棚种植的农产品在满足市场需求上发挥着重要作用。这类个体种植户通常不具备相关专业知

识, 无法担负大部分智能温室大棚监控系统昂贵的建造价格, 因此, 研究一种价格低廉、易于非专业人员操作、适合中小型大棚的智能监控系统迫在眉睫。

本课题紧密结合我国中小型农业温室大棚需求, 针对现有智能温室大棚监控系统的缺点和不足, 以 STM32 单片机为核心, 设计适合我国大部分温室大棚的智能监控系统, 为我国农业发展注入新的活力, 提高我国农业现代化、标准化、自动化水平。

2 智能温室大棚监控系统需求与总体设计

2.1 系统的设计原则

本系统的设计原则如下:

①模块化设计: 系统应采用模块化设计思想, 将传感器模块、控制模块、通信模块等功能模块进行分离, 便于功能的扩展和维护。②实时性和稳定性: 系统应具备良好的实时性和稳定性, 能够及时响应温室环境变化, 并保持系统长时间稳定运行。③开放性和可迁移性: 系统应具备一定的开

【作者简介】杨舒涵(2002-), 女, 中国天津人, 本科, 工程师, 从事智慧城市、智慧水务相关的软件技术研究。

放性和可迁移性,以满足不同农作物的种植需求。④低成本:系统设计应考虑成本效益,合理控制硬件和软件成本,使得系统对中小型农业温室大棚具有实际可行性和经济性。⑤易操作性:系统应具有清晰简洁的操作界面,对没有专业技术的操作人员较为友好。

2.2 系统的总体需求

明确了设计目标和原则后,前往实地了解我国中小型农业温室大棚具体情况。我来到天津市西青区辛口镇前桑园中的中小型农业温室大棚进行实地调研,根据对温室大棚环境的观察和对种植户的询问确定系统总体需求,具体如下:

①包含系统电路和手机 APP 两部分。为方便种植户了解大棚内情况,除了将系统电路放置于温室大棚内部用于对温室大棚环境进行监测和控制,根据用户的使用习惯,另开发手机端 APP。用户在手机上 APP 远程查看当前、看历史环境数据、设备工作状态并对设备进行远程控制,历史环境数据使用曲线图进行显示,以使用户观察变化趋势。^[1] ②系统电路包含显示屏,能够显示测量到的环境参数。系统需要将采集到的空气温湿度、土壤湿度、光照强度、二氧化碳浓度予以直观显示,使用户在温室时了解温室环境的具体情况。③用户能够设定环境标准。不同作物对环境的需求不同,考虑到系统的可迁移性,即需要满足不同温室大棚、不同作物的需求,用户可以操作更改环境标准。为了简化硬件设计,在手机 APP 中实现设定环境标准的功能。④系统能够根据设定的标准进行对温室环境的自动控制。当系统采集到不符合设定标准的环境数据后,开启或关闭相应设备,使相应环境参数恢复到正常范围内。⑤用户能够通过按键对设备进行

手动控制。除了自动控制外,系统还应满足通过按键对风扇、水泵、补光灯的手动控制,更好地满足用户使用体验。⑥系统应有显示设备工作状态的指示灯。因为设备在温室大棚内放置的位置可能相距较远,设置指示灯可以使用户清晰地了解到设备的工作状态。

2.3 系统的结构设计

系统以 STM32 为核心,通过接收空气温湿度传感器、土壤湿度传感器、光照强度传感器、二氧化碳传感器采集到的环境数据,将温室大棚当前的环境信息显示在显示屏上,并根据用户设定的环境标准对风扇驱动模块、水泵驱动模块、补光灯驱动模块进行开启和关闭操作。同时,用户可以通过按键模块手动控制开启和关闭风扇、水泵、补光灯,指示灯模块显示当前风扇、水泵、补光灯的工作状态。系统通过通信模块与手机 APP 进行实时交互控制,用户可以在手机 APP 上读取当前、历史环境数据,并手动控制开启和关闭风扇、水泵、补光灯。

3 系统硬件电路的详细设计

系统的硬件设计关乎整个系统是否可以实现所需功能以及是否可以保证系统的稳定。根据上一节对系统需求的分析,本系统由以下部分构成:单片机模块(包括复位电路、晶振电路、降压电路)、指示灯模块、按键模块、显示模块、空气温湿度传感器模块、土壤湿度传感器模块、二氧化碳传感器模块、光照强度传感器模块、风扇驱动模块、水泵驱动模块、通信模块。^[2]

图 1 为本系统基于 Proteus 设计的仿真电路图。

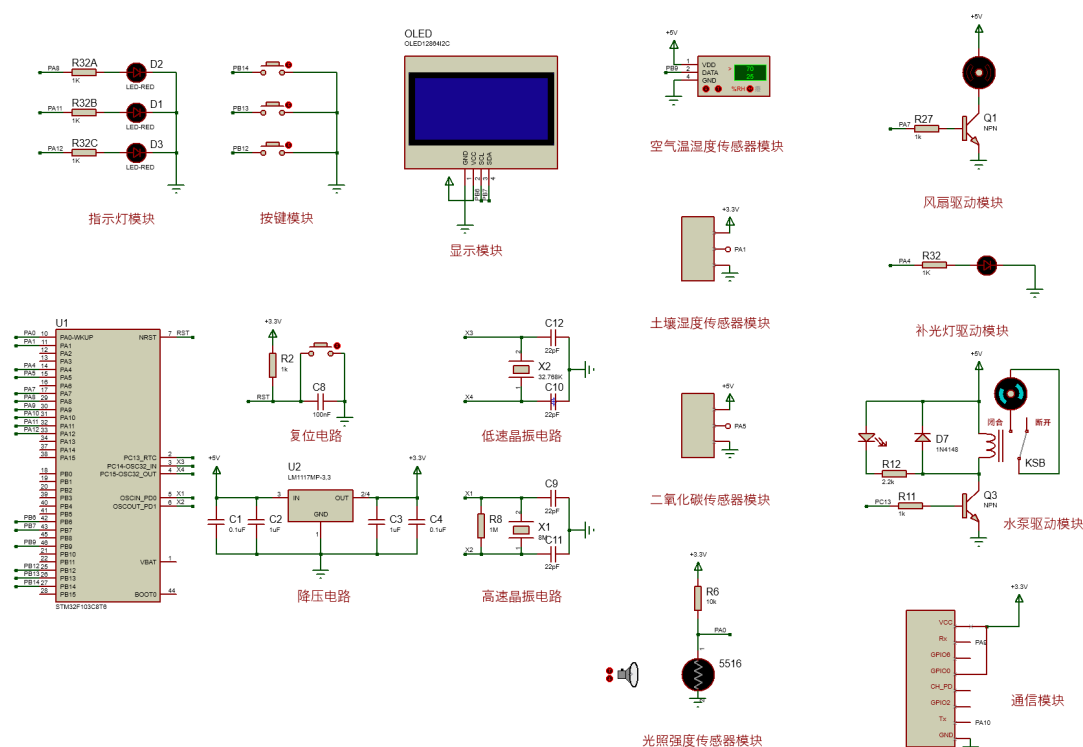


图 1 系统仿真电路图

4 系统软件程序的设计

4.1 Keil uVision 开发环境

在设计单片机软件程序时,一个集成开发环境可以提高设计效率,省去很多不必要的麻烦。本系统选用 Keil uVision 进行程序的设计与编译。

4.2 主程序软件设计

系统主程序首先在上电后进行初始化,包括 ADC 初始化、延时函数初始化、I2C 初始化,之后驱动显示模块,连接 MQTT 服务器,传感器开始采集环境数据。通过判断环境数据是否符合设定的标准开启和关闭对应设备,其间,用户还可以手动控制设备状态,当到达上传数据的时间时,通过 MQTT 协议将数据传输到手机 APP 上,用户可以在 APP 上查看数据或手动控制设备。主程序流程图如图 2 所示。

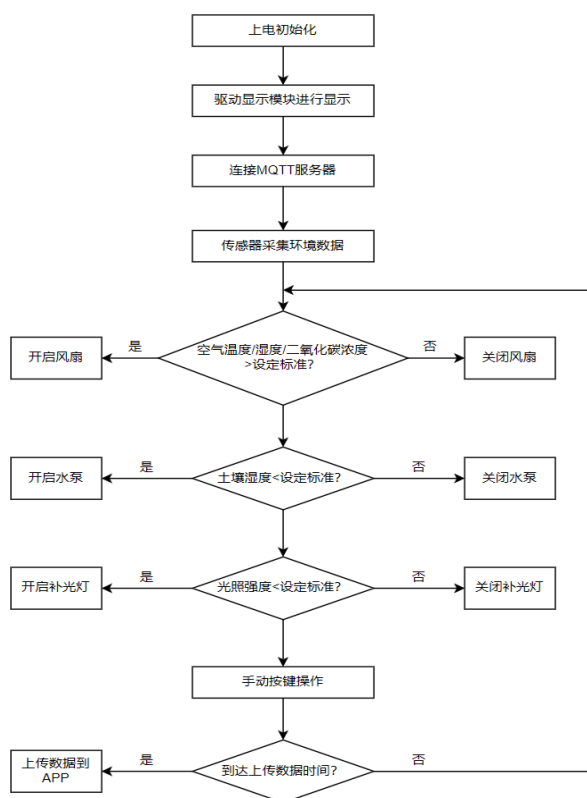


图 2 主程序流程图

5 系统原型实现与测试

5.1 系统的实物实现

5.1.1 硬件电路制作的准备工作

首先,绘制原理图能够验证和优化电路设计,减少错误和故障的风险,提高设计的质量和可靠性。本系统采用 Protel DXP 绘制系统 SCH 原理图,并根据原理图总结所需器件有:STM32F103C8T6 1 个,DHT11 空气温湿度传感器 1 个,土壤湿度传感器 1 个,5516 光敏电阻器 1 个,MG812 二氧化碳传感器 1 个,OLED 12864 1 个,风扇 1 个,继电器 1 个,水泵 1 个,LED 补光灯 1 个,LED 发光二极管 3 个,ESP8266 1 个,1k 电阻 3 个,10k 电阻 1 个,按键

3 个,除此之外还需要电路板、焊锡以及端子线若干。^[3]

5.1.2 硬件电路的焊接

在准备好相关元件、电路板和端子线后,进行系统电路的焊接。

5.1.3 单片机程序的烧录

焊接完成后,系统的硬件部分已经基本完成,下面,将在 Keil uVision 编写的程序烧录到 STM32F103C8T6 中。本课题使用 SWD 模式进行烧录。

5.1.4 手机 APP 的安装

在手机 APP 调试完成后,选择“Build - Generate Signed APK”生成自己密钥签名的 release 版的 .apk 文件,发送到手机上并进行安装。

5.2 系统的测试

实地测试的目的是验证本系统是否可以满足种植户需求,在温室大棚的环境中是否可以完成既定功能,并获取种植户使用感受。

首先进行硬件电路的安装,将相关传感器、风扇、水泵、补光灯放置于相应位置。放置好电路后,使用华为 Nova 11 进行测试,上电启动电路并打开手机进行连接。输入相应信息,连接成功后,点击“远程控制”按钮进入远程控制界面,在此可以设定环境标准并对设备进行相关操作。点击“数据查看”按钮,进入数据查看页面,可以看到当前环境数据、设备状态和历史数据曲线。当前环境温湿度与温室大棚内悬挂的温湿度计上的数据基本一致,误差在 0.5℃内。

据种植户使用一段时间后反馈,系统可以长时间稳定运行,并且可以准确检测当前环境情况,环境数据显示在显示屏上,相较于使用温湿度计的传统读数方式更加便捷,并且系统可以依照自己设定的标准自动开启或关闭风扇、水泵、补光灯。手机 APP 界面清晰、易于操作,可远程查看当前、历史温室大棚内情况、设备的工作状态,还可以对设备进行远程控制。这为其种植作物、维护大棚节省了很多精力。测试结果证明,该系统在温室大棚内运行状态稳定,各项环境数据测量准确,可以完成对设备的自动和手动控制,并且可以与手机 APP 正常通信,满足既定的设计需求。^[3]

实地测试证明了本系统在不同环境、不同安卓手机上都能完成设定的功能,测量准确度高,运行稳定,并且用户满意度较高,说明该系统可以为温室大棚种植带来便捷,具有推广价值。

参考文献

- [1] 李晨东,韩秀玲.农业温室大棚的火灾检测算法研究[J].电子设计工程,2017,25(13):32-35.
- [2] 王红杰.智能控制温室大棚实际应用探究[J].河北农业,2023(10):78-79.
- [3] 李耀,许朋,刘木华,等.大棚中无线远程监控系统的设计[J].中国农机化学报,2016,37(02):85-87+92.
- [4] 崔志强,田建平,刘涛,李彩霞,刘龙兵,李迎鑫,王兴.智能化测控平台系统在温室大棚中的应用研究[J].物联网技术,2023,13(09):58-60+64.10.