

基于物联网的智能花卉栽培系统设计研究

汤朝婧¹, 唐 燕²

(1.宁夏大学农学院, 宁夏 银川 750021; 2.宁夏大学林业与草业学院, 宁夏 银川 750021)

摘要: 为提高花卉栽培的质量, 确保其稳定的生长环境, 满足种植者对花卉生长环境进行远程监测与调控的需求, 本文基于物联网技术, 设计了一款智能花卉栽培系统。本系统是基于物联网3层架构进行分层次设计, 主要使用STM32单片机, 通过温度、湿度、光照、烟感传感器实现全面感知, WiFi无线传输进行信息交互, 并在机智云平台进行实时监测和远程操控。种植者根据花卉栽培环境对其土壤温湿度、环境温湿度、CO₂浓度、光照强度进行远程监测, 并通过App实现远程开启水泵、排气扇、补光灯等功能; 依据具体花卉栽培需求在App操作界面调整指标从而实现自动灌溉、自动补光、自动开启排气扇等功能。本设计性能稳定, 达到了预期效果, 能够有效解决在花卉栽培过程中出现的环境信息获取不准确、不及时和操作不妥当导致的花卉死亡等问题。

关键词: 物联网; 智能栽培系统; 环境监测; 数据采集; 远程操控; 传感器

中图分类号: TP273; S629 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-2154 (2024) 01-0071-05

0 引言

近年来设施栽培的不同发展阶段与许多先进技术都有所结合, 随着云计算、大数据、物联网等信息技术的快速发展, 使得设施栽培领域更多的转型升级都朝着新兴信息技术靠近, 在生产、控制、管理和分析方面尤为突出。花卉的栽培对于生长环境有着严格的要求, 尤其各种名贵花卉的生长条件更为苛刻, 影响花卉生长的主要参数有大气温湿度、光照强度、CO₂浓度、土壤水分等^[1-2]。智能花卉栽培系统通过各种传感器及计算机自动控制其生长环境, 在不适宜花卉生长的环境下调节环境条件, 以达到不时栽培、延长花期和增加产量的目的。本系统利用物联网技术实现花卉生长环境的监测、控制和相关管理工作, 搭建了花卉环境信息采集的硬件架构和WiFi传输网络, 并结合相关硬件设备, 设计了花卉栽培监测和调控系统^[3-4]。

本研究基于STM32单片机研发的有无线联网功能的智能花卉栽培系统, 可在满足环境参数精准采集的条件下, 对相关性能指标进行交互控制, 实现花卉栽培过程的自动化控制^[5]。使用者可采用现场控制和远程互联网控制2种方式对系统进行操控, 从而确保植物稳定的

生存环境^[6]。该系统若实施网络化、大规模运行管理, 可实现花卉高产、优质、高效、生态、安全的产出^[7]。

1 智能花卉栽培系统的总体结构

智能花卉栽培系统主要利用物联网技术, 通过手机端和OLED屏幕实时获取花卉周围环境信息, 根据智能远程、自动控制相关设备运作, 保证周围环境适宜植物生长的条件。该系统的功能模块如表1所示, 包括信息显示、环境因子监测、设备控制及系统软件等组成部分, 主要运用各传感器对花卉生长环境中的土壤温湿度、环境温度、光照强度、CO₂浓度进行实时监测; 由WiFi进行无线传输, 负责数据的收发; 使用机智云平台进行信息处理, 根据检测到的数据发送控制指令^[8]; 通过手机App设定温湿度、光照强度以及CO₂浓度的阈值, 当下位机传感器探测到的数据高于阈值就会提醒, 并显示此时花卉所处的环境信息。本系统分为手动开关和App上设置的远程开关2种开关模式, 可以控制继电器开启水泵、风扇、补光灯以进行适宜花卉生长的环境参数调整。

收稿日期: 2023-09-25

基金项目: 宁夏自然科学基金项目(2023AAC0314)

作者简介: 汤朝婧(1999—), 女, 硕士研究生, 研究方向为农村发展、农业物联网。E-mail: 1461876429@qq.com

通讯作者: 唐燕(1980—), 女, 硕士, 副教授, 研究方向为农村发展、园林景观。E-mail: 19738182@qq.com

表1 智能花卉栽培系统的主要功能

序号	功能模块	组件	功能
1	信息显示	OLED 屏幕	展示植物周围环境数据
2	环境因子监测	温湿度、光照、烟感、土壤温湿度传感器	监测植物周围生长环境变化；用于观察监测植物生长状况
3	设备控制	各种通风、灌溉、光照控制器硬件设备	根据植物实际需求启动设备，对植物生长环境进行一定优化，实现栽培过程的精确控制
4	系统软件	云计算、管理等数据管理平台；数据分析	实现远程控制、智能感知、智能管理

2 系统硬件设计

2.1 设备选型

系统采用有着强大通信和控制功能的 STM32F103C8T6 单片机，是一款 32 位基于 ARM 核心的带 64K 字节闪存的微控制器；引脚个数为 48 个；工作频率为 72 MHz；工作温度为 -40~85 ℃；需要电压 2.0~3.6 V；单片机具有 3 个普通定时器、1 个高级定时器以及 2 个 2 位 /16 通道的 ADC 模数转换。其自带 3.3 V 稳压芯片，可以保证最大输出 300 mA 电流；支持 ST-LINK 和 JTAG 调试下载，内部采用 64K 或 128K 字节 Flash 程序存储器以及高达 20K 字节的 SRAM 数据存储器。STM32 处理器具有睡眠、停机、待机 3 种低功耗模式，单片机在低功耗状态下唤醒时间可以达到微秒级^[9]。

本系统执行设备主要有数字温湿度传感器 (DHT11)、光照传感器 (BH1750FVI)、烟雾传感器 (MQ-2)、土壤温湿度传感器、WiFi 模块 (ESP8266)、STM32F103C8T6 微控制器、继电器、水泵、风扇 (L9110)、LED 发光二极管、OLED 屏幕。表 2 为选用的各传感器基本信息。

表2 选用的各传感器基本信息

传感器	型号	量程	供电电压 /V
数字温湿度传感器	DHT11	0 ~ 50 ℃ / 20% ~ 95 %RH	3 ~ 5.5
光照传感器	BH1750FVI	1 ~ 65 535 lx	3 ~ 5.0
烟雾传感器	MQ-2	300 ~ 10 000 ppm	5.0
土壤温湿度传感器	RISYM	0 ~ 50 ℃ / 20% ~ 95 %RH	3.3 ~ 5.0

2.2 无线传感器网络

无线传感网络体系结构主要包括感知层、传输层、平台层和应用层 4 大层面。其中，感知层主要通过设置对应的结点，由各种传感器与结点相连，并按需求覆盖一定的区域。传输层是数据采集层与应用层之间的一座桥梁，主要通过无线网络向手机 App 发送数据^[10]。应用层是利用使用者对感知层反馈的数据进行监测，并对终端节点进行远程控制（如控制照明、进行温湿度控制等）。

本系统使用 ESP8266 无线网络进行数据传输，其采用 IEEE802.11 无线通信标准，共有 VCC、RX、RST、IOC、EN、IO2、TX、GND 这 8 个针脚^[11]，系统主要用到 VCC、RX、TX、GND 这 4 个针脚。ESP8266 WiFi 模块采用串口与单片机通信，内置 TCP/IP 协议栈，通过 WiFi 与上位机通信。利用 ESP8266 模块对传统串口设备进行简单的串口配置，即可将数据通过 WiFi 传输给上位机，实现物联网功能^[12]。ESP8266 的 GND、VCC 和 STM32 对应的 GND、VCC 相连接，RX 和 STM32 的 PB10 连接，TX 和 STM32 的 PB11 连接。ESP8266 WiFi 模块如图 1 所示，WiFi 模块线路连接如图 2 所示。

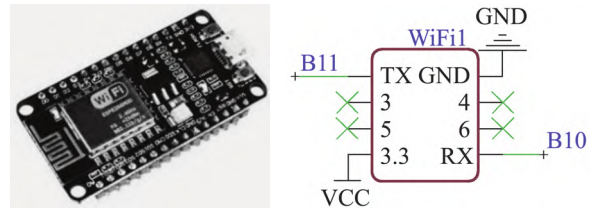


图1 ESP8266 WiFi 模块 图2 WiFi 模块线路连接图

3 系统软件设计

3.1 主程序软件设计

在进行智能花卉栽培系统程序设计时，采用 keil5 对系统程序进行设计和编译，将程序录至单片机系统中的 FLASH 中，主要包括花卉监测主控制系统和采集节点 2 个模块的程序设计。本系统软件的设计主要通过 STM32 实时检测传感器输入参数的变化以及 WiFi 模块收到的控制信息实现。当判断出传感器的参数值超过上限或低于下限时，MCU 会进行处理并控制相关设备动作，发出灯光指示信号、上传数据到机智云平台^[13]。图 3 为智能花卉栽培系统

主程序流程。

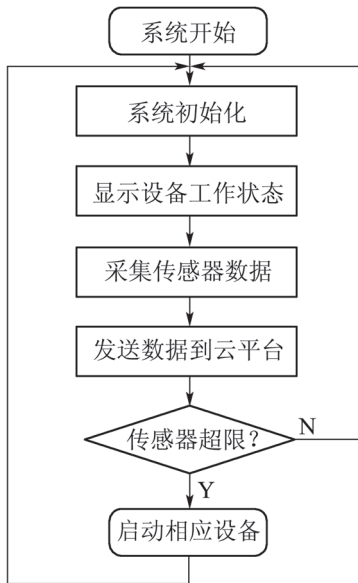


图3 智能花卉栽培系统主程序流程

3.2 上位机监控模块

系统的上位机软件采用机智云平台为开发环境，平台的构架传感数据来自采集层，主要由各个环境感应器组成，以完成植物的生长环境的信息采集。传输控制层则是负责将采集到的植被生长环境数据，通过数据传送到云端。其利用无线网络模块作为介质，在 TCP/IP 通讯协议的基础上，将植物的生长参数无线传输到云端，并利用机智云平台对植株的生长环境参数进行存储、分析、统计^[14]。另外，在传输控制层中，还需要通过机智云服务器对环境温度、土壤湿度、光照强度、CO₂ 浓度调节进行远程操控。用户也可通过电脑客户端、手机 App 等智能装置，对上述植物生长环境中的现场装置进行监控^[15]。

智能盆栽的种植系统，有手动模式和自动模式 2 种监控模式（现场控制和远程控制）。手动模式主要通过手机 App 设定阈值，并通过 App 端进行浇水、补光等操作。手动模式到自动模式的切换也十分便捷，只需长按开发板上第 1 个按键约 5 s（手动控制风扇的按键）即可切换到自动模式，系统就会根据率先在 App 上设定好的阈值来对植物需求即所处的环境进行一些智能化的调整，不需要人为再操作^[16]。本系统机智云平台界面如图 4 所示，手机 App 界面如图 5 所示。

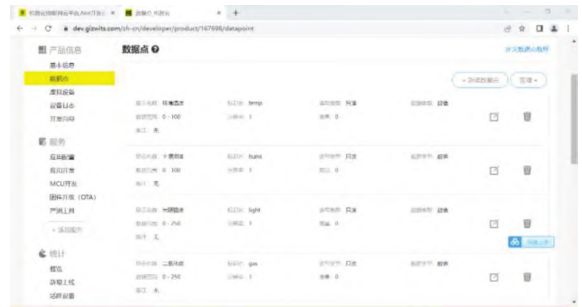


图4 机智云平台界面



图5 手机 App 界面

4 系统测试

4.1 黑盒测试

系统测试主要是对系统自身应用场景的限定，采用黑盒测试，对远程操控、App 查看及控制、屏幕显示、光照强弱监控、灌溉功能监控等主要功能进行测试。

根据程序的需求规格说明书，检验其性能要求是否一致。在不理解程序代码的内部结构的情况下，就可以模仿使用者使用本产品，并检验其是否符合使用者的要求。测试系统的总体运行结果分为完全实现、基本实现、未实现、功能缺失 4 类。黑盒测试可以更好、更真实地反映使用者的使用感受和检测系统的实际功能运行情况。

本测试主要对该系统的各个功能模块进行测试，

测试的主要内容包括 OLED 屏幕监测数据显示测试、蜂鸣器报警测试、环境温度监测、土壤温湿度浇水监测、光照强弱监测、CO₂ 浓度监测、App 数据调控端测试以及手动模式和自动模式的切换测试。智能盆栽种植系统功能的黑盒测试如表 3 所示，该测试内容基本满足系统设计要求。

表3 智能盆栽种植系统功能的黑盒测试

用例操作	预计结果	测试结果	是否符合
OLED 屏幕监测数据显示测试	显示数据并更新	完全实现	符合
蜂鸣器报警测试	低于设定阈值报警，达到设定阈值停止报警	完全实现	符合
环境温度监测	正常采集环境温度	完全实现	符合
土壤温湿度浇水监测	低于设定阈值自动浇水，达到设定阈值停止浇水	完全实现	符合
光照强弱监测	低于设定阈值自动补光，达到设定阈值停止补光	完全实现	符合
CO ₂ 浓度监测	低于设定阈值自动开启风扇，达到设定阈值风扇停止转动	完全实现	符合
App 数据调控端测试	显示数据并能设置阈值	完全实现	符合
手动、自动模式切换测试	长按按钮 1 切换自动模式	完全实现	符合

4.2 测试结果

1) 数据实时显示。当传感器采集的数据通过服务器传到客户端时，在 App 端界面展示外，同时在 OLED 屏幕显示数据，包括 CO₂ 浓度、环境温度、光照强度、土壤温湿度的实时数据，如图 6 所示。

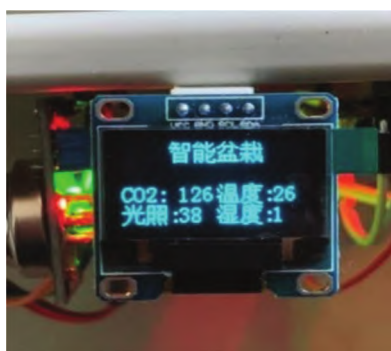


图 6 OLED 屏幕显示数据

2) 各控制模块运行。通过控制面板上的按钮进行手动测试，当按动灯光按钮时，侧面模拟光源的 LED 灯亮起，重复动作将熄灭，如图 7 所示；当按动水泵开关按钮时，抽水泵启动并将储水盒中的水或营养液输送至花盆内，完成浇水的步骤，重复动作将关闭水泵，如图 8 所示；当按动风扇按钮时，侧面模拟通风的风扇转起，达到通风的效果（可用于相对封闭且空气不畅的环境），重复动作将关闭风扇，如图 9 所示。



图 7 补光灯启动




图 8 水泵启动



图 9 风扇启动

5 结语

本文设计的基于物联网的智能花卉栽培系统，通过软硬件实现了对花卉栽培环境参数（土壤温湿

度、环境温湿度、CO₂浓度、光照强度)的实时监测,设置了2种模式(现场控制和远程控制),根据动态数据信息进行具体分析后作出自动浇水、自动补光、自动通风的智能决策控制,确保其栽培环境条件稳定。经测试结果表明,系统运行稳定,采集数据准确,实现了智能花卉栽培的基本需求。

参考文献

- [1] 徐焕良,张灏,沈毅.设施花卉环境参数低功耗传输及模糊控制研究[J].农业机械学报,2013,44(6):236-241,252.
- [2] 李容权.基于物联网技术的设施园艺生长监测系统设计与实现[D].南京:南京农业大学,2017.
- [3] 王永红,王诗瑶.基于多协议的温室智能物联网系统研究[J].北方园艺,2021(5):156-161.
- [4] 岳骏,解乃军.基于STM32的物联网智能家居系统设计[J].工业仪表与自动化装置,2022(2):27-31.
- [5] 李攀,王东霞.“互联网+”背景下农村温室大棚智能监控系统研究[J].南方农业,2020,14(36):183-184.
- [6] 王家旭,彭霖.基于“互联网+”的农业大棚系统设计研究[J].农机化研究,2024,46(1):234-237.
- [7] 洗进,洗允廷.基于STM32的智慧农业大棚系统设计[J].现代电子技术,2023,46(4):70-74.
- [8] 潘小红,杨志勇.基于物联网技术的温室大棚种植园环境监测系统[J].现代电子技术,2019,42(14):127-130.
- [9] 庞统猛.应用于智能手环的锂电保护芯片的设计[D].成都:电子科技大学,2021.
- [10] 王晓文.无线可视化智慧农业管理系统设计与实现[D].桂林:桂林理工大学,2020.
- [11] 张娅琳,吴伟强,赖靖豪.基于WiFi的环境信息云平台监测系统设计与实现[J].物联网技术,2021,11(10):26-29.
- [12] 乔军航,刘忠超.基于微信小程序的智能温室监控系统设计[J].科学技术创新,2021(28):172-174.
- [13] 高阳.联合收割机收割分离液压系统的监控研究[D].青岛:山东科技大学,2020.
- [14] 高蒙.基于机智云平台的远程监控系统开发关键技术研究[D].西安:西安理工大学,2019.
- [15] 杨士昉.基于IEC104规约的配电房运行环境监控系统的设计与开发[D].杭州:浙江大学,2020.

Design and Research of Intelligent Flower Planting System based on Internet of Things

TANG Chaojing¹, TANG Yan²

(1.College of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan 750021, China; 2.College of Forestry and Grassland, Ningxia University, Yinchuan 750021, China)

Abstract: In order to improve the quality of floriculture, ensure the stability of its growing environment, and meet the needs of growers for remote monitoring and regulation of the growing environment of flowers, this paper designs an intelligent floriculture system based on the Internet of Things technology. This system is designed hierarchously based on the three-layer architecture of the Internet of Things. STM32 microcontroller is mainly used to realize comprehensive perception through temperature, humidity, light and smoke sensors, WiFi wireless transmission for information interaction, and real-time monitoring and remote control on the intelligent cloud platform. Growers can remotely monitor the soil temperature and humidity, ambient temperature and humidity, CO₂ concentration and light intensity according to the flower cultivation environment, and remotely turn on the pump, exhaust fan, fill light and other functions through the App. According to the specific flower cultivation needs, adjust the indicators in the App operation interface to realize automatic irrigation, automatic light filling, automatic opening of exhaust fan and other functions. The design has stable performance and achieved the expected effect, and can effectively solve the problems of flower death caused by inaccurate environmental information acquisition, untimely operation and improper operation in the process of flower cultivation.

Key words: Internet of Things; intelligent planting system; environmental monitoring; data acquisition; remote operation; sensor