

【工程与技术研究】

基于物联网的阳台智能草莓种植系统

吴殿红, 周礼军

(滨州学院 信息工程学院, 山东 滨州 256603)

摘要:针对目前市面上的一些种植产品存在成本高、体积大、系统功能不完整、自动化程度低等问题,采用物联网传感技术、图像识别技术、自动控制技术等,设计制作了基于物联网的阳台智能草莓种植系统。该系统能对草莓植株生长状态进行监测,自动控温、浇水、补光等,实现了草莓的轻量化、智能化、自动化种植。

关键词:图像识别技术;树莓派;自动控制技术;物联网

中图分类号: TP 23 **文献标识码:** A **DOI:**10.13486/j.cnki.1673-2618.2023.02.016

0 引言

随着生活水平的不断提高,城市居民对绿色健康蔬果食品和生活品质的追求越来越高,阳台农业越来越受到大家欢迎和追捧。国外家庭阳台种植设备已经趋于成熟,一些城市居民日常食用的蔬菜有很大一部分是自家的阳台菜园供给。一些发达国家,如美国家庭阳台种植已经成为城市居民最喜爱的休闲活动之一。从美国《有机园艺》杂志的报道知道,美国有超过 40% 成年人口非常喜欢在自家阳台种植蔬菜和各种花卉;瑞典有 65% 的成年人会在阳台进行种植活动;在韩国和日本,城市居民把打造自己阳台花园作为一种潮流^[1]。小花园不仅能满足城市居民亲近大自然、放松身心的需求,还能提供新鲜健康的蔬菜和水果。日本属于科技比较发达的国家,由于领土面积小,所以通常采用智能化的种植产品来满足居民的家庭阳台种植需要。我国阳台农业起步较晚,存在的问题较多:阳台种植相关基础理论研究薄弱,阳台狭小空间种植局限性明显,国内种植产品智能化程度不高,新技术新产品价格高,城市居民缺乏专业农业知识、工作忙碌、空闲时间少等。围绕现代化城市阳台农业的发展以及广大城市居民的实际需求,针对目前市面上的一些种植产品存在成本高、产品体积大、功能不完整、自动化程度低等问题^[1],采用物联网技术、图像识别技术、自动控制技术等设计制作了基于物联网的阳台智能草莓种植系统,实现草莓种植的轻量化、智能化、自动化,达到种植简单、食用安全的目的。

1 基于物联网的阳台智能草莓种植系统的设计

1.1 系统硬件结构设计

如图 1 所示,树莓派 3B+ 作为阳台智能草莓种植系统核心控制板,提供系统所需的计算能力与控制

收稿日期:2022-06-16

基金项目:滨州学院实验技术研究重点项目(BZXYSYXM202103);滨州市社会科学规划项目(2021-SKGH-59);教育部协同育人项目(202102422024)

第一作者简介:吴殿红(1979—),女,黑龙江龙江人,讲师,硕士,主要从事嵌入式物联网研究。

E-mail:wudianhong@163.com

能力,配合广角摄像头实现图像采集与草莓病虫害监测。该核心控制板通过数据总线连接了温湿度传感器、土壤湿度传感器、光照强度传感器,实现环境参数采集,采集的数据经过校准后被传输到树莓派^[2],经过处理后显示到 LCD 触控屏上。采集的环境数据为系统自动控制提供参考。全光谱补光灯、植株浇水水泵、换气降温风扇等通过控制总线连接到树莓派 3B+ 核心控制板,支持自动控制、手动控制与远程控制。系统电源采用直流 5 V 供电,功耗低的同时保证了系统的安全性。主控单元单独供电,保证了系统的稳定性与可靠性。

1.2 系统软件功能设计

系统的软件功能共分为三个模块,分别为图片监测模块、控制面板模块和通知消息模块。图片监测模块主要包括草莓病虫害识别、草莓植株生长阶段识别、草莓植株缺钙缺肥识别、草莓植株照片备份、详细识别结果显示等功能。

控制面板模块主要包括环境数据的显示与执行单元的控制。草莓植株环境数据包括生长环境温度、生长环境湿度、生长环境土壤湿度、生长环境光照强度。执行单元包括浇水水泵控制滑块、换气风扇控制滑块、植株补光控制滑块以及对应的智能控制开关。

通知消息模块负责打印系统消息,打印的消息包括:草莓植株开花消息与建议、草莓植株结果消息与建议、草莓果实成熟消息与建议、草莓植株缺肥提示与建议、草莓植株缺钙提示与建议、草莓植株叶斑病提示与建议、草莓植株白粉病提示与建议等。还包括了“一键已读”功能,点击此按钮可清空已读系统消息。

2 基于物联网的阳台智能草莓种植系统的实现

2.1 硬件详细设计实现

系统硬件接线如图 2 所示,广角摄像头通过排线连接到树莓派 3B+ 核心控制板的 CSI 接口。显示屏连接到 SPI 接口,显示屏的分辨率为 320 px×480 px,支持触摸控制。补光灯、浇水水泵、换气风扇分别连接到 MOS1、MOS2、MOS3,然后通过树莓派 3B+ 核心控制板的 GPIO23、GPIO24、GPIO25 控制 MOS 管,这种连接方式可以实现小电压控制高电压,且高低压分离,使系统运行更加稳定可靠,支持实时 PWM 调波控制。温湿度传感器为 DHT11 模块,通过 GPIO27 与树莓派 3B+ 核心控制板完成数据交换^[3]。土壤湿度模块通过 PCF8591 模块把模拟信号转换为数字信号,并与数字光照传感器一起挂载到树莓派 3B+ 核心控制板的 I²C 总线上,作为树莓派 3B+ 核心控制板的两个从机设备,通过 I²C 总线协议完成设备的控制与数据的交换。

2.2 硬件模块详细介绍

树莓派 3B+:本系统采用的树莓派 3B+ 是一个信用卡大小的电脑,使用 Raspbian 开源系统,自带 Python2 与 Python3,拥有 HDMI 显示接口、USB 数据接口、3.5 mm 音频接口、千兆网线接口、CSI 摄像头接口、DSI 显示屏接口、以及最重要的 40 个 GPIO。

摄像头:产品型号 RER-USB13MO2,感光片为 SONY IMX214(1/3),最高有效像素 2840 px×2880 px,支持手动对焦。物距 8 cm~100 m,中心清晰度 1000 LW/PH。支持自动曝光控制 AEC、自动白平衡 AEB、自动增益设置 AGC。供电电压 DC5 V,电流 200 mA。

触控显示屏:显示屏使用 3.5 in 的 LCD 显示屏,使用 SPI 协议与树莓派进行通信,触控芯片

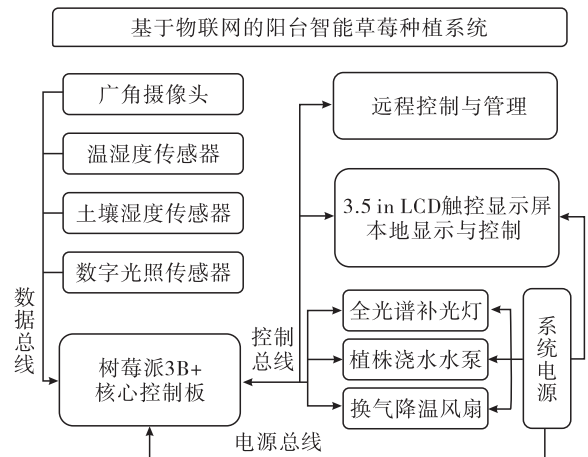


图 1 系统硬件结构图

XPT2046, 屏幕分辨率 320 px×480 px, 支持亮度调节。

温湿度传感器: 传感器型号为 DHT11, 可同时采集环境温度与湿度数据, 采用单总线数字传输方式, 包含校验位, 具有较高的可靠性与长期的稳定性, 该模块反应速度快、抗干扰能力强、性价比高等优点。

光照强度传感器: 采用 BH1750 作为主要芯片, BH1750 的内部由感光由光敏二极管、运算放大器和 ADC 采集器等原件组成。根据光伏效应可知, 进入光窗的光越强, 光电流越大, 电压就越大。芯片内部还对采集的光照数据做了线性处理。设备通过 I²C 总线与主机交换数据。

土壤湿度传感器: 本系统采用电阻式的土壤湿度传感器, 土壤湿度的变化表现为电阻的变化, 当土壤较为干燥时, 土壤电阻趋于无穷大, 而当土壤较为湿润时, 电阻率将迅速降低, 土壤湿度传感器把土壤的电阻转换为电压输出, 输出的电压通过一个模数转换模块进行转换, 然后通过 I²C 总线把土壤湿度数据传输到树莓派上。这样系统就可以获得此时的土壤湿度数据。

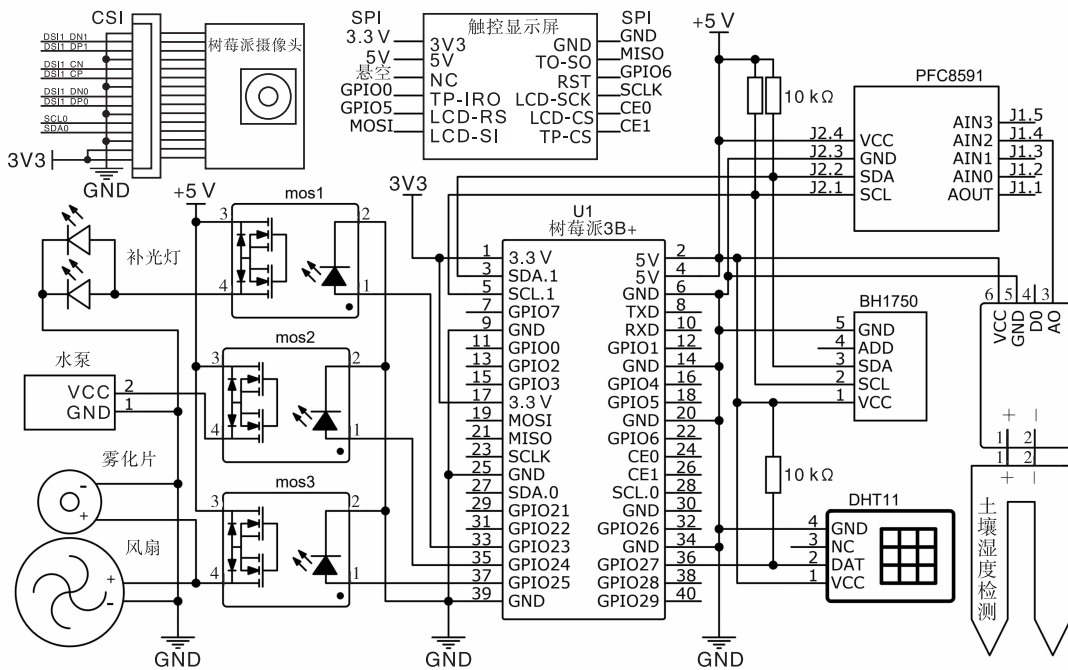


图 2 系统硬件电路连接图

2.3 软件详细设计实现

控制软件一共设计了三个界面, 分别是图片监测界面、智能控制界面和消息通知界面。图片监测界面设计了两个图片显示窗口, 分别用于显示原图与识别后的图片, 并设置了三个按钮, 分别是“上传图片”“检测图片”和“拍摄图片”。当点击“上传图片”后, 界面会跳转到系统文件夹, 选择图片后显示图片到界面上; 点击“拍摄图片”, 系统会快速拍摄一张草莓植株的照片, 保存照片的同时会把照片显示到界面上; 点击“开始检测”以后系统会开始检测图片, 在右侧显示识别后的图片, 在图片下侧显示文字结果, 并根据结果发送对应的建议到通知界面。

智能控制界面分为两个模块^[4]: 环境数据显示模块与设备控制模块。环境数据显示模块包括环境温度数据显示、环境湿度数据显示、土壤湿度数据显示、环境光照强度数据显示。显示的数据每 3 s 自动刷新一次。设备控制模块包括水泵状态与控制、风扇状态与控制、补光灯状态与控制。系统读取传感器数据以后, 根据数据来智能调整设备的运行状态与运行功率。系统支持滑块手动控制设备运行^[5]。

消息通知界面包含一个消息显示框和一个按钮, 按钮用于清空已读通知, 当有新的消息时, 系统会追加到此界面, 点击按钮清空已读消息。消息内容包括: 草莓开花提醒与建议、草莓结果提醒与建议、草莓成

熟提醒与建议、草莓生病提醒与建议、草莓缺肥提醒与建议等共 7 种类别。

2.4 远程管理设计实现

远程管理与控制功能使用 Android 平台编写的 App 实现,主要功能与本地控制功能类似,包括草莓植株实时查看、生长状态提醒、定时浇水、定时补光、定时换气等功能,手机 App 与系统使用 MQTT 协议进行数据转发,使用阿里云物联网云平台转发设备数据,实现设备的远程管理功能。

3 基于物联网的阳台智能草莓种植系统的运行

3.1 系统功能测试

图片监测功能测试:点击“拍摄图片”按钮,系统快速启动摄像头拍摄草莓植株图片,并把图片显示到界面左侧,点击“检测图片”,设备会调用检测模型对图片进行检测,并把检测后结果显示到触控屏上。系统默认每天会拍摄三张图片进行检测,并会自动保存图片与检测结果,拍摄的植株图片会保存到系统目录下,掉电不丢失。系统完成一轮检测耗时约 5 s。

自动控制功能测试:自动浇水测试,当设备在自动控制模式下,且检测到土壤湿度小于 10%时,系统默认为土壤湿度传感器没有正确安装,此时水泵关闭;当湿度大于 10%,且小于草莓生长的最佳湿度 40%时,系统会认为草莓植株缺水,水泵开启;当土壤湿度大于 70%时,系统认为浇水完成,系统会自动关闭水泵。自动补光测试,系统检测到当前环境光照强度不足以满足草莓植株的正常光合作用时,自动开启植物补光灯为植株进行补光。补光的同时,系统会比对系统时间,当前时间为夜间时,系统补光关闭。如果当前时间为白天,且光照强度超过 10 000 lx 时,系统会认为环境光线可以满足植株的正常生长,系统关闭补光灯。自动降温测试,当系统检测到当前环境温度高于 25 ℃时,系统自动打开换气风扇与雾化器,通过水分蒸发带走多余热量,为草莓植株进行降温,当温度降低到 25 ℃以下后,风扇与雾化器关闭。

3.2 系统实物图展示

图 3 为系统实物图,包括树莓派 3B+、触控屏、温湿度传感器、土壤湿度传感器、光照强度传感器、浇水水泵、降温风扇、雾化器、全光谱补光灯、广角摄像头、储水箱等。树莓派 3B+ 作为核心控制板,提供系统需要的算力,触控屏显示系统界面、图片检测结果、传感器数据、系统消息等,可以通过触控面板对系统进行操作。温湿度传感器、土壤湿度传感器、光照强度传感器负责环境数据的采集,浇水水泵、全光谱补光灯、降温风扇分别为草莓植株进行自动浇水、自动补光、自动降温等操作。广角摄像头与补光灯一起安装到白色支架上,广角摄像头负责检测图片的采集,储水箱负责储水,当检测到植株缺水时,水泵会自动从储水箱中取水,完成自动浇水工作,花盆中多余的水会自动流回储水箱中。

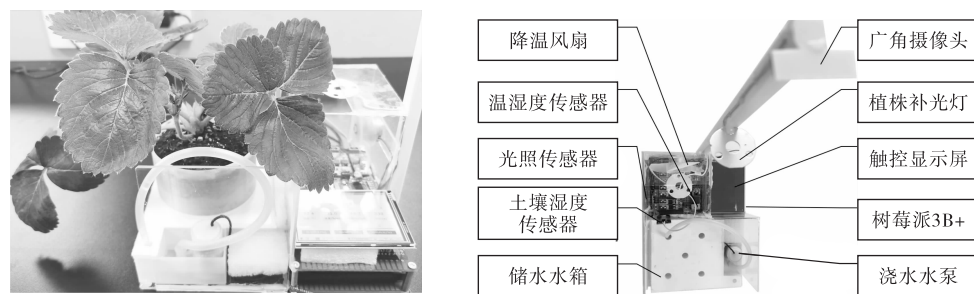


图 3 系统实物图

3.3 系统软件运行介绍

如图 4 所示,系统软件功能共划分了三个界面,包括图片监测界面、控制面板界面与通知消息界面。系统支持实时拍照检测与定时拍照检测,检测的结果会备份到系统。支持远程查看与远程控制。控制面板界面支持环境数据的实时显示与设备的自动控制,滑块可调节设备不同模块的运行功率。通知消息界

面可显示系统通知与草莓种植建议。



图 4 系统软件界面运行图

4 结论

以城市家庭环境中的阳台草莓种植系统为研究对象,综合应用计算机视觉技术、图像分割技术、图像识别技术、物联网技术,设计了基于物联网的阳台智能草莓种植系统。该系统能实现对草莓植株的生长状态的监测,并自动浇水、补光、控制温度等,从而帮助城市家庭实现草莓的智能化、自动化种植,该系统也可定制应用于其他水果蔬菜的种植。

参 考 文 献:

- [1] 何生娟. 基于用户体验的家庭种植产品研究与应用[D]. 哈尔滨: 哈尔滨理工大学, 2018.
- [2] 段宇婷. 面向城市家庭的蔬菜智能种植设备设计研究[D]. 长春: 吉林大学, 2020.
- [3] 刘如军, 郑泽凯, 赵珺. 基于树莓派的智能水产养殖系统的设计与实现[J]. 物联网技术, 2022, 12(4): 67-70.
- [4] 王传强. 家庭物联网智能控制系统[D]. 赣州: 江西理工大学, 2021.
- [5] 屈磊. 多核 DSP 高速视频处理系统的硬件设计研究[D]. 西安: 中国科学院研究生院(西安光学精密机械研究所), 2015.

IOT-based Intelligent Strawberry Growing System for Balconies

WU Dian-hong, ZHOU Li-jun

(School of Information Engineering, Binzhou University, Binzhou 256603, China)

Abstract: In response to the problems of high cost, large product size, incomplete system function and low automation of some planting products on the market at present, the IOT sensor technology, image recognition technology and automatic control technology are used to design and produce the intelligent strawberry planting system based on IOT, which realizes the monitoring of strawberry plant growth stage, growth state, and automatic temperature control, automatic watering, automatic light replenishment, etc., and the lightweight, intelligent and automatic strawberry planting are achieved.

Keywords: image recognition technology; raspberry pi; automatic control technology; internet of things

(责任编辑:王新亮)