

基于工业互联网的智能花卉远程养护解决方案

焦从健, 孙军艳, 丁旭江

陕西科技大学机电工程学院, 陕西 西安

收稿日期: 2023年5月18日; 录用日期: 2023年8月1日; 发布日期: 2023年8月8日

摘要

养殖名贵花草对水分、肥料、土壤、光照的外界条件的需求不尽相同且要求普遍较高, 在日常生活中人们总会因为工作生活太忙而忘记这些养护操作, 这样不仅使得种植花卉成为人们生活中的一个负担, 而且一旦养护过程出现问题将会造成较大损失。因此, 为解决上述问题, 针对名贵花卉的种植设计了一款在无人照料情况下也能得到及时养护的智能花卉远程养护装置, 选择设计了基于Arduino mega2560的主控板卡控制花架的各项功能, 搭载传感器及摄像头图像采集模块, 该装置中为适应不同大小花盆, 托盘可以调整大小并且夹紧植物, 根据各传感器收集光照环境信息, 托盘可以定时旋转一定角度, 满足盆栽需定期转换受光面的需求; 同时可以让盆栽在自动、手动两种模式下控制定时定量补水施肥。整体全部功能均可利用绿色能源供电并通过APP远程控制完成人机交互智能化管理。

关键词

智能花架, 视觉识别, 多功能集成, 远程控制, 花卉养护

Intelligent Flower Remote Maintenance Solution Based on Industrial Internet

Congjian Jiao, Junyan Sun, Xujiang Ding

College of Mechanical and Electrical Engineering, Shaanxi University of Science and Technology, Xi'an Shaanxi

Received: May 18th, 2023; accepted: Aug. 1st, 2023; published: Aug. 8th, 2023

Abstract

The cultivation of rare flowers and plants requires varying and generally high external conditions

文章引用: 焦从健, 孙军艳, 丁旭江. 基于工业互联网的智能花卉远程养护解决方案[J]. 机械工程与技术, 2023, 12(4): 336-346. DOI: 10.12677/met.2023.124038

such as water, fertilizers, soil, and lighting, people always forget these maintenance operations in daily life because they are too busy working and living, which not only makes the cultivation of flowers become a burden in people's life, but also causes great losses once the maintenance process problems. Therefore, in order to solve the above problems, an intelligent remote flower maintenance device that can be timely maintained under unattended conditions is designed for the planting of rare flowers. The main control board card based on Arduino mega2560 is designed to control various functions of the flower stand, equipped with sensors and camera image acquisition module. In this device, in order to adapt to different sizes of flower pots, The tray can adjust the size and clamp the plants. According to the light environment information collected by various sensors, the tray can rotate at a certain Angle regularly to meet the needs of pot plants to change the surface of the light at regular intervals. At the same time, the pot can be controlled in automatic and manual two modes of timing quantitative water fertilization. All functions can be powered by green energy and complete intelligent human-computer interaction management through APP remote control.

Keywords

Intelligent Flower Stand, Visual Recognition, Multi-Function Integration, Remote Control, Flowers Maintenance

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着经济的高速发展，人们的生活节奏也在逐步加快。为调节忙碌生活下焦躁的心情，营造家庭及办公区域温馨的氛围，养植花草盆栽成为一种新时尚。当前更多家庭已经不满足于一般性花卉的种植，种植一些名贵花卉以及带有观赏性的中草药成为了新的时尚，养植名贵花草成败的关键在于养植过程中能否做到给花草适时适量进行浇灌、施肥、补光等，但通常此等特殊植株对水分、肥料、土壤、光照的外界条件的需求不尽相同且要求普遍较高，在日常生活中人们总会因为工作生活太忙而忘记这些养护操作，这样不仅使得种植花卉成为人们生活中的一个负担，而且一旦养护过程出现问题将会造成较大损失。

英国一个叫瑞贝克皮特森的发明了一种智能花盆，具有可以监控植物湿度和温度的传感装置[1]。水内郁夫研发了一款叫做“Plantroid”的花盆机器人[2]，可以按照需求移动来调节植物的温度和光照。还有一款国外的智能花盆叫做 Click and Grow，不仅可以自动给花卉浇水还可以给其施肥。英国一位名为娜塔莉·金的大学生近日也发明了一种“智能花盆”[3]，这种花盆通过水分、温度传感器、光照传感器刻监测植物生长环境的变化，并提醒主人采取措施。

随着科技和时代的进步，国内也正在研究高效的智能花盆。2011年杨守建[4]等人，研究了利用自制的简易土壤温湿度检测装置对土壤温湿度进行定时检测从而决定对植物浇水和浇水量的多少。同年王薇等人进行了由湿敏传感器、比较电路、放大电路、驱动电路、继电器、电磁阀组成的简易自动浇花机设计[5]。张兆朋[6]设计了一种家庭智能浇花器，实现了花卉的自动浇水。赵丽设计了一种智能湿度感应浇花系统，利用土壤温湿度传感器检测土壤的相对湿度从而控制了水泵电源的通断，完成定量的浇花工作[7]。罗维进行了基于 TRIZ 理论的可控自动浇花装置的研究，解决了水流量可控问题[8]。我国现在普遍

采用的都是传统的浇花器械，智能浇花的产品还很少。现在市场上有许多类型的自动浇花器，但是很少有定时或者定量的智能花盆，浇水方式还是采用传统的雨幕式的浇花，这样浇花非常浪费水资源，还可能造成植物附近大面积的积水，还不能根据植物的生长环境来实时对植物进行合理灌溉，不能高效率地对植物进行浇水[9]。

因此，为解决上述问题，针对名贵花卉的种植设计了一款在无人照料情况下也能得到及时养护的智能花卉远程养护装置，选择设计了基于 Arduino mega2560 的主控板卡控制花架的各项功能，搭载传感器及摄像头图像采集模块，该装置中为适应不同大小花盆，托盘可以调整大小并且夹紧植物，根据各传感器收集光照环境信息，托盘可以定时旋转一定角度，满足盆栽需定期转换受光面的需求；同时可以让盆栽在自动、手动两种模式下控制定时定量补水施肥。整体全部功能均可利用绿色能源供电并通过 APP 远程控制完成人机交互智能化管理。

2. 总体设计方案

经调查研究分析，最终确定本作品以针对家庭用户对养殖名贵花卉及中草药的各项养护需求及问题为目的，从机械结构设计及电控系统部分展开研究。解决的关键问题有：不同的名贵花卉养护过程中对水分、肥料、光照强度及时长的需求问题；当前市场上所设计出的智能花架的功能单一、无法精准实时进行远程控制植株的养殖过程、花盆放置尺寸无法调节、无法根据不同花卉对光照需求不定进行调节光照强度和时间的的问题。整体设计方案图 1：

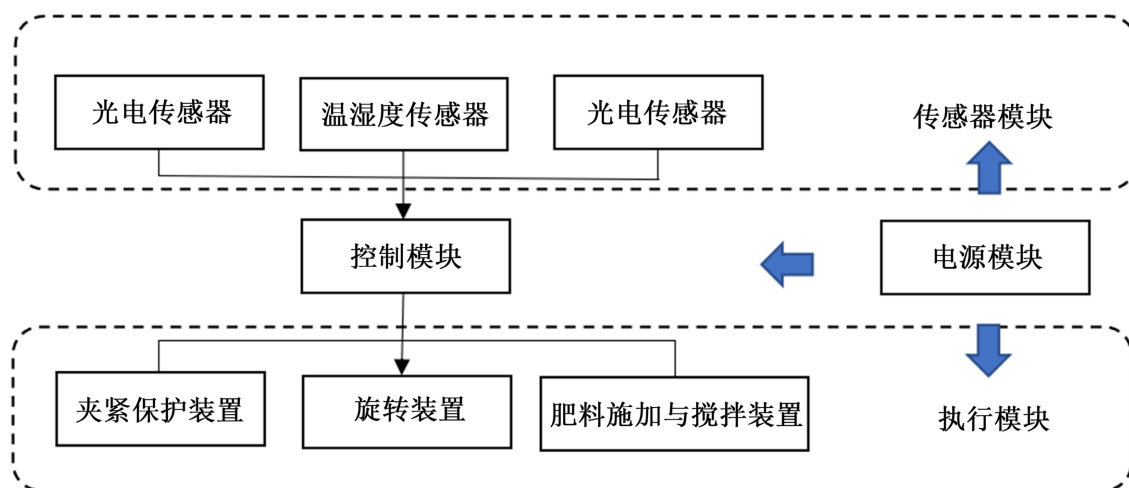


Figure 1. Overall design scheme

图 1. 整体设计方案

该智能盆栽由花盆体、多种传感器(温湿度传感器、光强传感器等)、驱动模块、蓝牙及 WiFi 通信模块等组成。工作过程如下：

控制模块根据光照情况数据，控制补光灯是否开启对植物进行补光。土壤温度传感器及土壤湿度传感器置于花盆存放土壤的空间内壁上，当土壤湿度小于设定值时，控制模块将控制信号传达给继电器，使继电器闭合，启动水泵进行浇水。蓝牙模块作为中介，实现了花盆体与 WiFi 无线网络的连接，并以此实现与手机 APP 的通信，从而将传感器上检测到的光照强度、温度、土壤湿度等数据发送到手机 APP，便于用户实时掌握植物的生长状态。另外，手机 APP 还会分析接收到的数据并给出植物的照料方案，适时对用户进行提醒。机械结构设计方案如图 2：

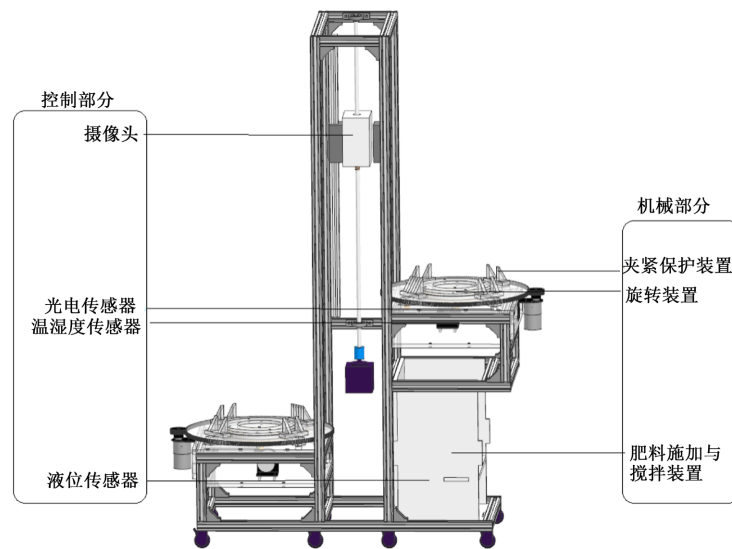


Figure 2. Mechanical structure design scheme
图 2. 机械结构设计方案

3. 机械系统设计

3.1. 机械结构设计

在机械结构设计方面，托盘夹紧保护装置、旋转装置、肥料施加与搅拌装置三部分装置是机械结构设计的主要内容。托盘夹紧保护装置、旋转装置、肥料施加与搅拌装置配合合理，可完成各项功能，使养护花卉智能化、高效化。

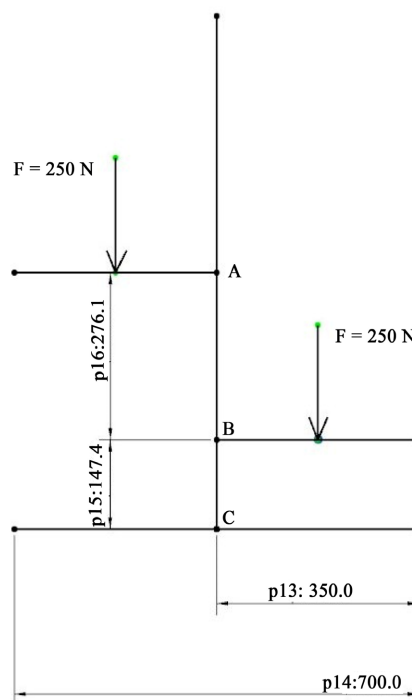


Figure 3. Overall structure diagram
图 3. 整体结构示意图

在设计中为保证花架整体的稳定性，所设计的花架架体固定不动，采用支撑杆左右两边阶梯式排列。该机械系统部分如图 3 所示。在设计中为保证花架整体的稳定性，所设计的花架架体固定不动，采用支撑杆左右两边阶梯式排列。该机构的受力情况如下所示：

C 点力矩为 0，AB 点为易损截面，

$$W_z = \frac{0.02^3}{6} = 1.33 * 10^{-6} \quad (1)$$

$$\sigma_b \max = \frac{M}{W} = 250 * \frac{0.175}{1.33} * 10^{-6} = 3.2 * 10^7 \text{MPa} < [\sigma_b] = 125 \text{MPa} \quad (2)$$

故该结构能保持稳定。

3.2. 托盘装置部分设计

在托盘装置部分，通过双滑块机构完成托盘缩放夹持花盆的功能，即根据不同花卉的尺寸要求可以调整托盘大小，同时搭载直流减速电机使托盘缓慢旋转，满足了花卉需要不同光照条件的需求。为了能够放置不同大小的花盆，托盘还利用连杆齿轮进行缩放，夹紧植物，对其有一个固定作用，既满足不同大小盆栽的需求，同时防止花盆在旋转过程中出现倾倒的情况设计了夹紧保护装置，如图 4：

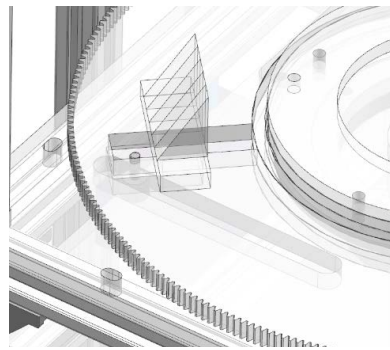


Figure 4. Clamping protection device
图 4. 夹紧保护装置

为了能够使植物受光均匀，托盘整体采用蜗轮蜗杆进行旋转，利用蜗轮蜗杆的自锁功能，保证其旋转后固定位置，并满足盆栽需定期转换受光面的需求，如图 5：

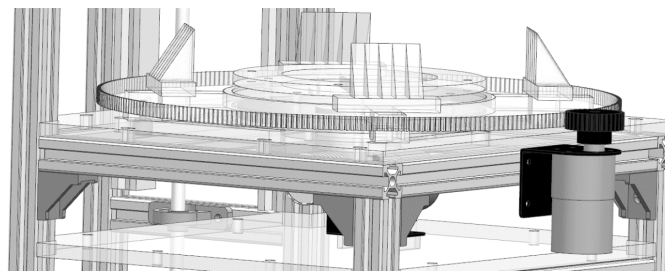


Figure 5. Rotating device
图 5. 旋转装置

3.3. 肥料施加与搅拌装置设计

为完成浇水施肥功能，设计了水肥一体化的机械装置，水箱与水肥一体箱的料盘与电机轴通过超越

离合器联结,电机通过正反转,使不同肥料进入水箱的同时完成肥料搅拌操作。花架底部放置水箱与化肥箱,其中在水箱中使用锥齿轮传动控制搅拌化肥,化肥箱的下料处使用滚针单向轴承,通过齿轮将电机的运动传递到水箱搅拌器与化肥箱下料处,如图6:

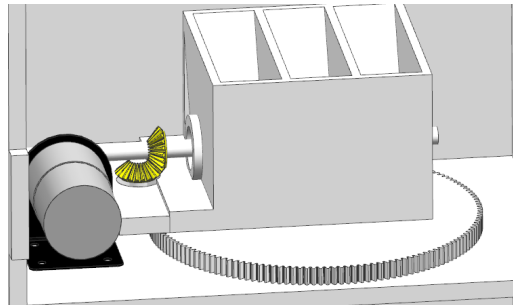


Figure 6. Fertilizer application and stirring device
图 6. 肥料施加与搅拌装置

其工作过程为:当电机正转时,下料的同时进行低速搅拌,放置化肥在下料出下方堆积;当电机反转时,仅进行快速搅拌,使化肥在水中充分溶解。该装置充分利用滚针单向轴承的单向滚动的特性,实现下料搅拌一体化,减少使用电机的数量,提高电机的利用率。最后通过装有的两个水泵:一个用与输送普通水,另一个用于输送化肥,避免一直浇化肥液导致植物富营养而死亡。

4. 电控系统设计方案

4.1. 控制中心模块

在电控系统方面:采用基于 Arduino 平台的主控板卡设计,产品采用 Arduino2560 系列单片机作为下位机,具有外接口丰富,耗能低,稳定性好等特点。其系统控制流程如图7所示:

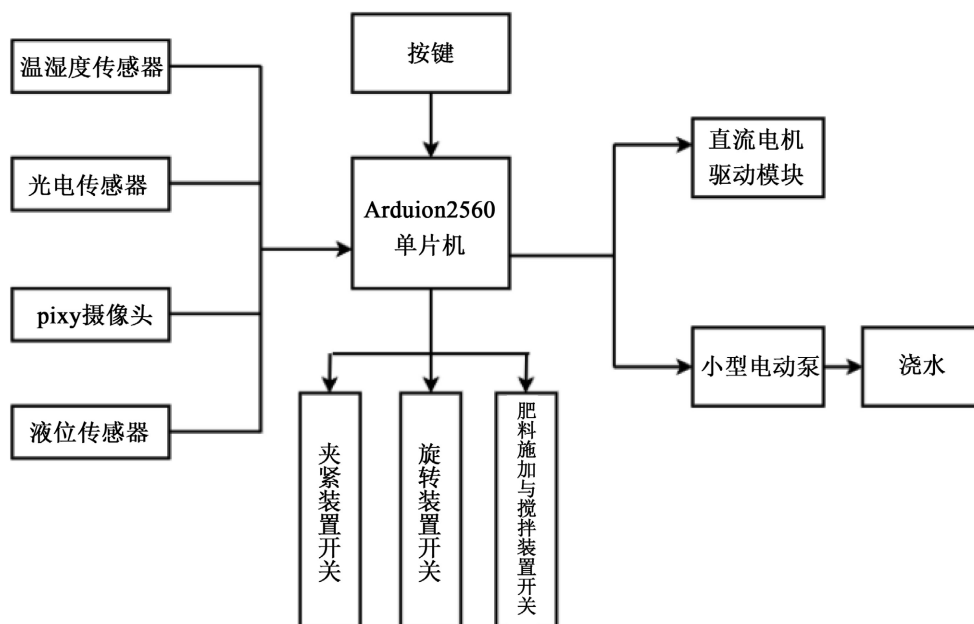


Figure 7. System control flow chart
图 7. 系统控制流程图

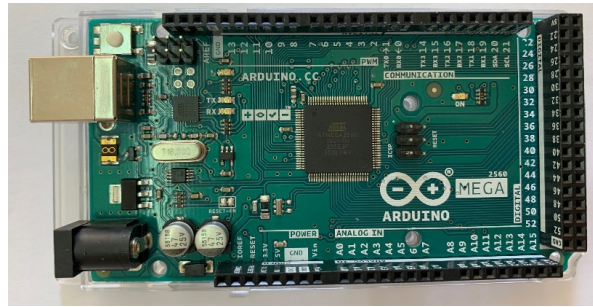


Figure 8. Arduino MEGA 2560 development board
图 8. Arduino MEGA 2560 开发板

主板接口采用防错设计，采用的主控板卡开发板如图 8 所示，具有体积小(45 × 45 mm)、功耗低、可使用 7.4 v~14.4 v 电池进行直接供电的特点。

4.2. 托盘旋转与缩放控制模块

名贵花卉养护装置可充分利用外部环境资源，通过 Pixy 视觉摄像头实时收取环境信息，最后通过下位机 Arduino 单片机驱动相应装置进行花盆夹紧、旋转以及肥料施加与搅拌功能。为实现盛放花卉的托盘可以根据花盆大小自动调节尺寸，同时考虑到光照问题，通过光强传感器监测到的数据与预设数据展开对比，完成旋转托盘操作控制。具体控制流程图如下图 9：

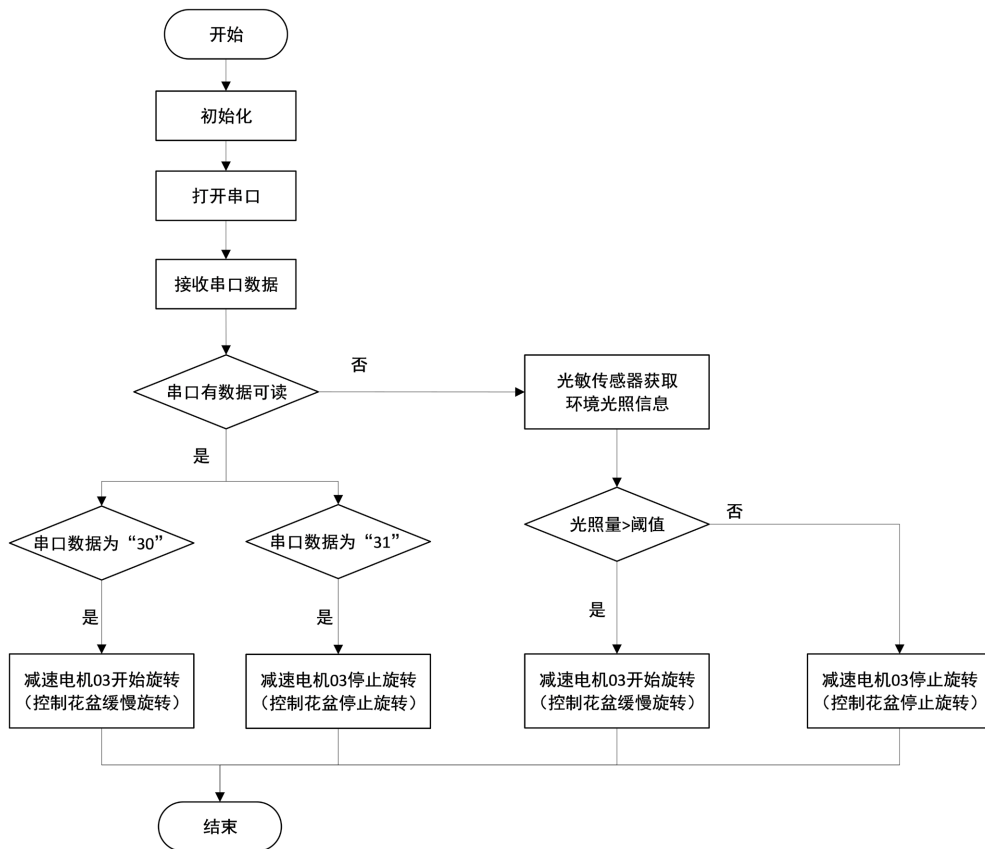


Figure 9. Flow chart of tray rotation and scaling control
图 9. 托盘旋转缩放控制流程图

传感器模块搭载光强传感器及温湿度一体传感器为控制模块的图像采集装置、浇水施肥一体化装置、托盘控制装置进行数据的采集。

其中,采用的 BH1750FVI 是一种用于两线式串行总线接口的数字型光强度传感器集成电路。这种集成电路可以根据收集的光线强度数据来调整液晶或者键盘背景灯的亮度。利用它的高分辨率可以探测较大范围的光强度变化。利用这种传感器可以更好地感受光源,它的特点有支持 I2CBUS 接口、接近视觉灵敏度的光谱灵敏度特性、输出对应亮度的数字值、通过降低功率功能,实现低电流化,达到省电目的、支持 1.8 v 逻辑输入接口、无需其他外部件、光源依赖性弱等特点。

4.3. 浇水施肥一体化模块

为解决不同的名贵花卉养护过程中对水分、肥料、的需求问题。在花盆中,插入温湿度传感器,当检测到温湿度不在设定范围内时,此时单片机会控制小型电动泵,使其开始运行并为花盆提供一定量的水量,使花盆植物始终处于在设定的温湿度内。在施肥方面,摄像头会将数据传输给用户端,当用户端观察到花盆植物需要提供某种肥料时,按下相应的肥料按键,系统会将相应的肥料施加装置打开并传送至水箱,搅拌轴高速转动使肥料充分溶解于水中,最后通过水泵为植物提供养料。程序流程图 10 如下:

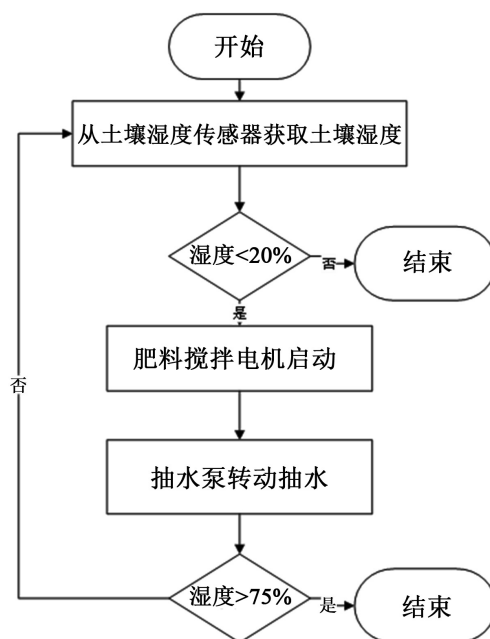


Figure 10. Flow chart of fertilizer mixing control
图 10. 施肥搅拌控制流程图

浇水施肥一体化控制上可进行自动/手动模式可智能切换,根据传感器实时采集土壤湿度及预设盆栽信息数据自动进行浇水施肥作业,最后利用 APP 和网页进行串口数据反馈实现控制板对相应模块的控制,其中 APP 开发采用 APPMakr 在线平台, Web 采用 DreamWeaver 软件开发。

4.4. 图像采集模块

为解决花卉养护过程中实时对花卉状态的检测,在主体支架上,利用舵机控制摄像头监控装置完成花卉图像采集监测功能,同时为节省能源机构顶部设有太阳能充电装置为整体系统进行供电。在图像采集模块,通过 USBFHD01M 型号摄像模组通过主控板卡桥接入 Raspberry Pi Arduino2560 开发板,实现

彩色、高帧、高分辨率的图像采集；具体接入电路控制流程图如下图 11：

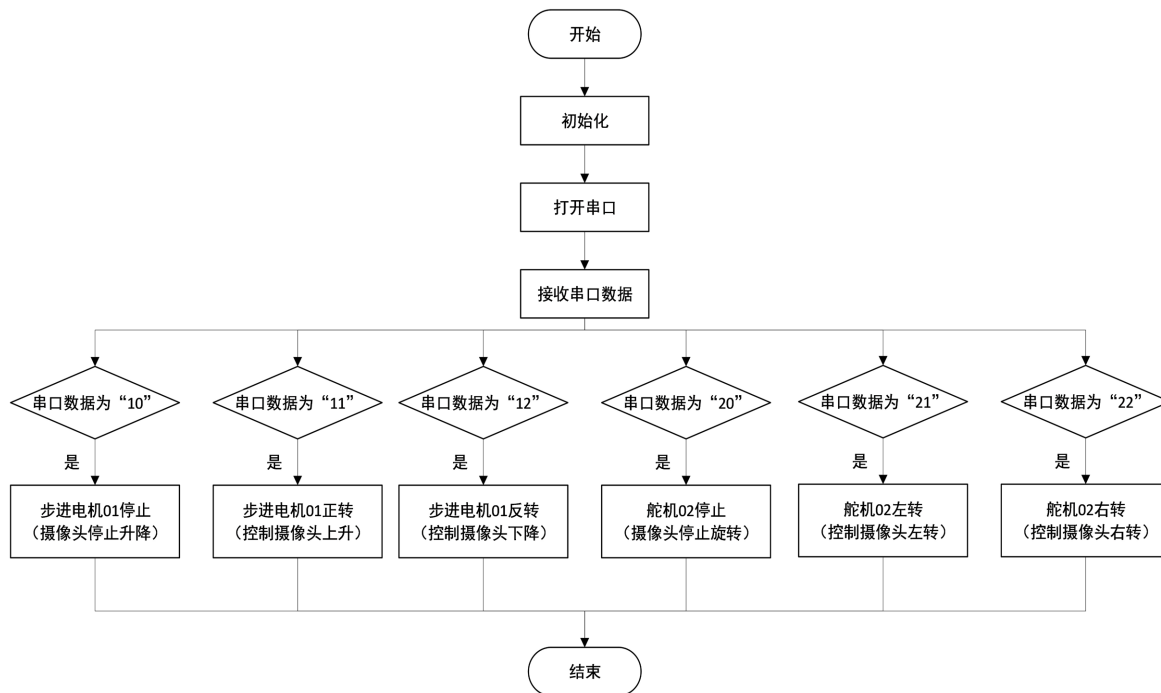


Figure 11. Flow chart of camera rotation control

图 11. 摄像头旋转控制流程图

摄像头模组具体参数如下表 1：

Table 1. Specific parameters of camera module

表 1. 摄像头模组具体参数

参数名称	技术规格
图像格式	YUV/MJPEG
图像像素	2 MP (1080)
数据格式	240*320, 640*480, 800*600, 1280*720, 1920*1080
镜头	F 2.8 mm
视场角	120°
帧速	30fps@VG/1280*@30fps/1920*1080@30fps/640*480@120fps
接口方式	USB 2.0
工作电压	DC 5 V

4.5. APP 开发设计

设计使用平台为 AI 伴侣，在线设计网址：<https://app.wxbit.com/>。和其他在在线 APP 设计软件操作方法类似，可直接在线进行界面设计和逻辑设计(图形化编程)。

进行界面设计，逻辑设计可以完成对按钮逻辑功能的设计，包含蓝牙发送数据等。

组件设计：通过在 APP 设计网页上将模块放置在适当的位置，设计出 APP 的用户界面。

组件设计完成后，即可进行下一步逻辑设计。

逻辑设计：首先将花架的功能分别定义变量，随后蓝牙初始化，当蓝牙连接时即可通过客户端调用变量来使花架实现预设功能。完成的手机端 APP 软件操作界面如图 12 所示：



Figure 12. Mobile APP software operation interface
图 12. 手机端 APP 软件操作界面

5. 总结

本文基于工业互联网的智能花卉远程养护装置设计之初，充分考虑用户种植名贵花卉的养护痛点以及通过详尽的市场调研，设计方案中的功能包含托盘根据花盆大小自动调节尺寸、托盘旋转实现植株直立生长、水肥一体化养护功能、远程客户端监测控制，满足了广大用户的养护植株需求。

在机械结构设计方面各类型标准件与简单机构设计，搭建简便且成本较低。电控系统方面，本产品采用 Arduino2560 系列单片机作为下位机，具有外接口丰富，耗能低，稳定性好等特点，选取视觉摄像头模组实时收取环境信息，最后通过下位机 Arduino 单片机驱动相应装置进行花盆夹紧、旋转以及肥料施加与搅拌功能。控制系统的搭建技术较为成熟易于完成。

本装置完成人机交互系统的初步设计，手机端 APP 以及网页端可以初步控制装置的下料浇水、控制摄像头旋转监测等功能。完善人机交互功能是今后的研究重点，如“水-肥一体化机”系统设计的优化升级，实现对不同盆栽进行定期施不同营养成分比例的化肥液。需要设计的机构、优化的系统和增添的功能等，都是为了最终研究目标——设计制造出满足人们需求的智能家居。

基金项目

陕西省创新创业训练计划项目(S202110708076)。

参考文献

- [1] 王磊. 智能浇花控制系统设计[D]: [学士学位论文]. 哈尔滨: 哈尔滨剑桥学院, 2013.
- [2] 日本科技树“歪系列”花盆还是机器人[EB/OL]. 中国园林网. <https://sh.zol.com.cn/465/4652841.html>, 2014-07-08.
- [3] 会提醒主人的智能花盆[J]. 发明与创新(综合科技), 2010(9): 52.
- [4] 杨守建, 沈一波, 周明旭, 等. 基于土壤定时检测的家庭自动浇花装置[J]. 北方园艺, 2011(8): 119-122.
- [5] 王薇, 祖静, 张瑜. 简易自动浇花机的设计[J]. 电子测试, 2011(6): 106-109.

- [6] 张兆朋. 基于 AT89S52 的家庭智能浇花器的设计[J]. 电子设计工程, 2011, 19(5): 39-44.
- [7] 赵丽. 基于单片机的智能浇花系统设计与实现[J]. 长春大学学报, 2012, 20(6): 650-651.
- [8] 罗维, 李瑞琴. 基于 TRIZ 理论的可控自动浇花装置的研究[J]. 设计与制造, 2011(3): 128-130.
- [9] 袁腾, 王帅, 梅明, 等. 基于单片机原理的可定时自动浇花器[J]. 硅谷, 2012(7): 138-139.