

基于物联网的温室大棚环境智慧控制系统研发与应用

李 帅

(杨凌职业技术学院,陕西 杨凌 712100)

摘 要:为响应国家号召,该文设计并研究出一套基于物联网的温室大棚环境智慧控制系统。该系统以 Arduino 为控制核心,结合温湿度传感器、土壤湿度传感器、光敏电阻光照强度传感器,加以微型水泵、风扇、加热片和补光灯等执行器,最后通过 ESP8266 NodeMcu 通信模块实现数据传输与远程控制。该文致力于为农户设计出一套具有一定自动化功能的控制系统,进而帮助到农户可以耗费更少的人力资源去管理更大更多的温室大棚,以达到农作物高效生产的效果。

关键词:物联网;温室大棚;智慧控制;Arduino;ESP8266

中图分类号:S625

文献标志码:A

文章编号:2096-9902(2024)09-0005-04

Abstract: In order to respond to the national call, this paper designs and studies a set of greenhouse environment smart control system based on the Internet of Things. The system takes Arduino as the control core, combines temperature and humidity sensor, soil humidity sensor and photosensitive resistance light intensity sensor, plus actuators such as micro water pump, fan, heating piece and supplementary light lamp, and finally realizes data transmission and remote control through ESP8266 NodeMcu communication module. This paper is committed to designing a set of control system with certain automation function for farmers, so as to help farmers spend less human resources to manage larger and more greenhouses, so as to achieve the effect of efficient crop production.

Keywords: Internet of Things; greenhouse; smart control; Arduino; ESP8266

我国作为农业产业生产大国,随着经济的快速发展和数字化的进步,土地和资源的短缺问题、恶意占用耕地和环境日益变坏的情况、人口激增所带来的各式各样的矛盾越加明显,普通农业种植满足不了那些因为自然灾害、地理复杂而导致的广大人口正常需求,而我国科技化种植起步比外国晚,与外国有一定的差距,如农业温室大棚的现代化管理与控制水平还急需提升。而温室大棚作为农业技术的重要产物,能够根据农作物的生长特性和专属的生长环境,创造一个人工干预的适合其生长的环境气候,减少季节气候等自然因素的影响。将物联网技术应用到温室大棚中,不仅能够一定程度上减少人力成本,而且能够为农作物提供更舒适的环境,进而达到农业产量提高的成效。

1 总体设计

本系统采用典型的物联网架构,包括感知层、传输层、平台层和应用层 4 个部分。

感知层负责全面监测温室大棚内的环境生态信息,是环境智慧控制系统最基础且至关重要的组成部

分。以 Arduino 作为智能终端的核心主控制器,利用各种传感器实时采集温室大棚内的环境因子数据。再通过手机 APP 端远程手动或系统自动操作,远程控制温室大棚内的补光灯、风扇、水泵等执行器设备,从而达到调整温室大棚内环境因子的效果。

传输层在本系统的职责是对环境数据和控制指令的传递,将感知层采集的环境因子数据上传给主控制器设备和通信模块,再由通信模块通过 MQTT 协议将数据传输给物联网云平台的应用层和平台层。

平台层在本系统设计的职责是数据的储存、管理及指令的执行,本系统使用的是 Blinker 云平台,Arduino 主控制器将传感器采集的环境因子数据进行处理,再通过 ESP8266 NodeMcu 模块将数据上传到云平台,再由云平台将数据进行实时显示,还可通过云平台远程控制执行器设备。

应用层在本系统设计的职责是处理并管理由平台层转发的数据,并为用户提供远程监控的 UI 界面。通过手机端的 UI 界面,用户能够在任何时间、任何地点

远程监控温室大棚的环境因子数据。

2 系统研发

2.1 系统硬件设计

基于物联网的温室大棚环境智慧控制系统设计的硬件结构是由数据采集模块、执行器模块、Wi-Fi 通信模块、电源模块和显示模块 5 个模块构成。

为了证实温室大棚内的终端设备能实现自动化和远程控制的可能性,本实验系统设计并制造了一个基于 Blinker 云平台的物联网温室大棚简化模型,以模拟大棚的真实运行环境。

本系统通过使用风机、微型水泵、补光灯等执行器,进而模拟温室大棚工作运行环境。其中,执行器模块通过继电器控制其驱动,结合手机 APP 以达到控制自动化和用户远程控制的效果。

2.1.1 数据采集模块

数据采集模块是本温室大棚环境智慧控制系统设计中数据采集功能的主要硬件构成。数据采集模块采集数据的准确性直接决定了后续系统功能的自动化与远程通信控制,数据采集模块选用了 3 个传感器构成,分别是 DHT11 温湿度传感器、YL-69 土壤湿度传感器、光敏电阻光照强度传感器。数据采集功能会辅助自动与手动控制模式,进而更好地实现控制农作物的效果。

1) 温湿度传感器。在农作物的生长周期中,合适的气温和湿度是至关重要的因素。气温和湿度变动的速度能影响植物的光合过程,进一步干扰其生长。只有在适宜的温湿环境下,农作物才能健康成长。因此,对温湿度进行有效监控和调整是确保农作物健康成长与农作物产量的关键。

在该传感器电路中,采用了一种新型电阻式感湿控制元件和 NTC 模式测温控制元件,该传感器的感湿电阻会随环境变化而改变,进而影响电路传递的电压值,再通过软件代码的换算公式得到此时的环境温度与湿度数据。

2) 光照电阻光照强度传感器。不同农作物对光照强度的需求不同,过高或过低的光照强度都会对农作物的生长产生不良影响。光照强度过强会导致植物生成过量的光合物质,反之,若光照强度偏低,则会限制植物光合作用的效率。这 2 种情况均会对植物的成长及发展产生不利影响。因此,在种植农作物时,需要根据其光照需求来合理控制光照强度。

在该传感器电路中,光敏稳压电阻的工作状态受其所处环境的光照强度影响,不同光照环境下不同的

光敏稳压电阻阻值会影响电路传递不同的输入和输出光敏电压,再通过软件相应的换算公式进而可以直接测量出环境光照强度数据。

3) 土壤湿度传感器。土壤湿度对农作物的重要性不言而喻,世界上多少农田因为干涸导致农作物枯死,同时过多的水分也会造成农作物饱和致死,所以农作物的生长需要合适的土壤湿度。土壤湿度的高低会影响植物的吸收能力、根系生长、光合作用和抗病能力。因此,农民需要根据不同作物的要求,合理控制土壤湿度,以保证农作物的健康生长。

本系统设计土壤湿度传感器采用 YL-69,该传感器选用湿敏材料作为电阻,传感器采集数据原理是因为其电阻值会随着探头周围湿度的变化进而改变,从而使输出电压值改变,再通过软件代码设计端编写的换算公式得到百分比的土壤湿度数据。

2.1.2 执行器模块

1) 加热片。高温容易引发病虫害,低温会延长生长期,降低产量。需要合理调节温度,提高产量。加热片选用 PTC 加热片为发热元件进行模拟。在发热元件启动运行时,发热器件通过内能转换为热能,再通过热传递导致周围空气温度的上升,从而最终实现提高大棚内环境温度的效果,进而为农作物创造出宜居的生长环境。

2) 风扇。降温器选用小电机散热风扇为降温元件进行模拟。通过电流的传递使得电机带动风扇叶片,机械运动产生风力进而实现空气对流加速散热,同时还有改善大棚空气品质的效果。

3) 微型水泵。水分是农作物生长和发育的关键因素,适宜的水分能够促进植物吸收营养,提高产量。过多或过少的水分都会对农作物产生负面影响,如使植物生长缓慢、凋萎、感染病害等,因此需要科学调控水分。

本系统选用微型水泵为浇灌元件进行模拟。水泵通过叶轮的高速旋转,驱动泵体内的水喷射出来。在大气压的作用下,模拟水池的水被吸入泵体,进而可以实现持续地喷出和吸入循环。

4) 补光灯。光照对植物进行光合作用至关重要,其可以推动植物的成长和发育。不同的农作物对光照的需求各有差异,过度或不足的光照都可能对农作物造成不良影响,例如减缓植物的生长速度,或是导致叶片黄化等。因此,科学的光照调控对提升农作物的产量具有重要作用。

补光灯选用 LED 灯为补光元件进行模拟。补光灯利用其内部半导体组件的原理来发射光线,为植物提

供其健康生长必要的照明。系统主要是在光照条件较弱时使用补光灯,其能够一定程度上提升大棚内的光照水平,以实现在夜晚或者光照强度低下时为农作物补光的需求。

2.1.3 Wi-Fi 通信模块

为了实现数据传输模块与云平台的远程通信,相对于其他 ESP8266 型号,在本系统中使用了功能更加完善、性能更加优秀的 ESP8266 NodeMcu 通信模块。该模块负责系统主控制器与远程手机 APP 端的数据交换。此外,该模块集成了 Wi-Fi、HTTP、MQTT 等多种通信传输协议,该模块可辅助其他嵌入式芯片使用,也可自成一体单独使用。

在本系统中,将 Arduino 主控制器与相应串口配置并连接,利用模块内部的嵌入式 MQTT 通信协议,把串口的数据转化为 Wi-Fi 信号数据。通过软件设计将该模块的串口与主控制器相配置,当 ESP8266 与云服务器连接成功,即可实现数据通信。本系统选用 STA 模式作为通信模块的工作模式,通过物联网云平台使用 MQTT 通信协议,实现对温室大棚系统与手机端的数据传输通信,已达到远程通信控制的功能。

2.2 系统软件设计

本系统设计用于收集和解析各传感器在温室大棚内部环境检测到的各项数据,进一步确定现行的控制模式。在自动控制模式下,系统将依据手机应用预设的环境参数门限值自主运行。而在手动控制模式下,控制权将完全交由手机应用的用户手动操作。

2.2.1 信息采集软件设计

1) 温湿度采集设计。本系统选用的 DHT11 型号的温湿度集成传感器,与其他相似的环境因子传感器相比,优势在于其能够省去信号放大、过滤、A/D 和 D/A 转换等内部处理步骤,直接输出数字信号。在 DHT11 程序中,传感器上电后会有一段数据稳定期,以确保检测到的温湿度数据是真实可靠的。

2) 光照强度采集设计。在本系统中,光照强度模块由光敏电阻传感器组成。在光线的照射下,光敏电阻会发生改变,并因此产生微弱的电流变动,再通过数模 ADC 转换,将光敏传感器检测出的模拟信号转化为数字信号。与此同时,系统会使用 ADC1 的第 1 通道来调整光敏二极管的电压。

3) 土壤湿度采集设计。为了获取更为精确的土壤湿度读数,采用了市场上相关农业从业者广为认同的 YL-69 土壤湿度传感器。将该模块通过 A0 引脚输出的数字信号与 Arduino 单片机的 A1 数字引脚相连,通过

数模 A/D 转换,以便将模拟信号转化为数字信号。经过转换后的 A/D 值可以通过软件代码编写的换算公式得到电压值数据,再通过换算公式转化为土壤的相对湿度。进行 A/D 转换的单片机,本系统选用了配备 12 位 ADC 的 Arduino,使用 ADC2 的通道 2 进行操作,并将得出的数据分为 100 个等份进行等比转换,从而达到对土壤相对湿度的百分比读取。

2.2.2 Wi-Fi 网络通信程序设计

为了实现数据传输模块与云平台的远程通信,系统通过连接 ESP8266 再通过 MQTT 协议,能够使得大棚系统与云平台进行信息互通,并完成 TCP 连接的构建和数据的收发等任务。ESP8266 NodeMcu 进入透传模式是通过串口通信来完成的。首先,通过 AT 指令“AT+UART_DEF=115200,8,1,0,0”,设定 ESP8266 的串口波特率匹配透传波特率(通常为 115 200 bps);然后,通过微控制器发送 AT 指令“AT+CIPMODE=1”,设定 ESP8266 为透传模式;接着发送 AT 指令“AT+CIPSEND”,启动透传模式的数据发送功能;最后,将需要发送的数据通过串口传送给 ESP8266,数据将被直接传送到连接的 Wi-Fi 网络中。这样,系统就与云平台建立了连接,且成功切换至透传模式。

2.2.3 执行器控制软件设计

1) 风机控制设计。在本系统设计中,自动模式下的风机控制主要是由温室大棚内的环境温度决定。系统会根据用户在手机端设置的温度阈值对风机进行智能控制,温室大棚内的温湿度传感器 DHT11 的响应时间是 20~100 μ s,因此系统会快速且准确地作出相应的智能决策。

2) 补光灯控制设计。光是农作物进行光合作用的必要条件,因此充足且适宜的光照是农作物健康生长的重要因素之一。在本系统设计中,自动模式下的补光控制主要是由温室大棚内的光照强度决定。正常情况下,日出日落时的光照强度大约是 300 lux。对于农作物来说,白天太阳给予的光照强度足够农作物进行光合作用,为了使农作物能更加高产与健康,系统设置了以 300 lux 为阈值进行补光智能控制。当大棚内的光照强度小于 300 lux 时为进入黑夜,补光灯开启;当大棚内的光照强度大于 300 lux 时为进入白天,补光灯关闭。

3) 加热片控制设计。在所有的农业相关的系统设计中,加热片、加热管等可以提升大棚内部环境温度的器件,是智慧农业稳定控制农作物产量的设备之一。该设备主要应用于气温相对低的北方地区及全部地区任何一个季节都要面临的昼夜温差问题,在大棚内

放置功能良好的加热设备可稳定地使大棚提高一定温度。

4) 灌溉控制设计。农作物的健康生长由多种环境因子制约,不同的农作物最适宜的生长环境因素还各具特点。在众多环境因子中,水分更是重中之重。自然界中任何一个碳基生物都离不开水分的滋润。但水分的量也要“因地制宜”“因材施教”,对于农作物而言,只有适量的水分能让其生长最大化。在本系统设计中,自动模式下的灌溉控制主要是由温室大棚内的土壤湿度决定。

3 系统应用

管理者与操作者:通过手机端控制大棚设备和查

看大棚内温湿光、小气象站等传感器信息。

用户在这里可以实时监控所有大棚内设备的运行情况、大棚内温湿光、二氧化碳、土壤温湿电导率、土壤氮磷钾的实时数据、用户当地的天气预报情况和大棚周边视频监控情况等。做到对大棚数据全掌握,并在大棚数据异常的情况下,及时通过监控平台进行报警,通知用户及时处理,减免损失。可以远程控制大棚内设备运行,做到第一时间处理现场情况,安全可靠。

中央监控平台在用户大屏控制中心提供一个全方位的监控中心。集中管理,一目了然,各种大棚数据可以集中监控,如发现异常会及时报警。中央远程控制平台如图1所示。



图1 中央远程控制平台

4 结束语

发展适度的规模化生产管理与采用智能化的温室大棚是我国现代农业发展的方向。本文以基于物联网技术的温室大棚环境智慧控制系统为研究对象,通过数据与测试阐述了温度、空气湿度、土壤湿度和光照强度浓度环境因子对农作物生长的影响。本系统设计基于传感器对温室大棚内不同环境因子数据的采集,对温室大棚内风机、水泵、补光灯等相关执行器设备进行远程控制等功能设计。

参考文献:

[1] 张冰,余艳伟,鲁绍坤,等.基于物联网的集散控制系统在温室

群环境监测控制中的应用[J].江苏农业科学,2018,46(13):226-231.

[2] 李可欣,郑源,陈跃钢,等.基于微水发电系统的智慧农业物联网设备研发及应用[J].排灌机械学报,2022,40(11):1173-1180.

[3] 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(14):127-130.

[4] 尚明华,胥兆丽,尹志豪,等.基于物联网的温室大棚一体化控制系统的设计[J].山东农业科学,2018,50(10):142-146.

[5] 胡开明,刘薇,付志坚.基于物联网智能温室大棚控制系统的设计[J].自动化技术与应用,2021(10):64-67.