

基于云平台的温室精细管理系统研究

牛萍娟^{1,3} 张浩伟^{2,3} 田海涛¹

(天津工业大学电气工程与自动化学院天津市电工电能新技术重点实验室 天津 300387)¹

(天津工业大学电子与信息工程学院 天津 300387)²

(大功率半导体照明应用系统教育部工程研究中心 天津 300387)³

摘 要 为了解决温室用户种植农作物时间不足、经验缺乏以及温室集群管理问题,设计了一款基于云平台的温室精细管理系统。用户可以通过云平台计算机技术远程地获取温室信息并控制相应执行机构对温室进行控制。用户也可以通过模糊控制系统来指导农作物的智能种植,实现农作物种植的一键管理。同时用户还可以通过云平台实现对温室群环境参数的采集和分析、管理和控制。实验结果表明,设计的温室精细管理系统是可行的、有效的。

关键词 温室,云平台,模糊控制,无线网络,智能管理

中图法分类号 TP273 文献标识码 A

Research of Greenhouse Precise Management System Based on Cloud Platform

NIU Ping-juan^{1,3} ZHANG Hao-wei^{2,3} TIAN Hai-tao¹

(Tianjin Key Laboratory of Advanced Electrical Engineering and Energy Technology, School of Electrical Engineering &

Automation, Tianjin Polytechnic University, Tianjin 300387, China)¹

(School of Electronics and Information Engineering, Tianjin Polytechnic University, Tianjin 300387, China)²

(Engineering Research Center of High Power Solid State Lighting Application System, Tianjin 300387, China)³

Abstract In order to cover the shortages of time and experience, and solve the problem of greenhouse cluster management when the user plants in the greenhouse, this paper designed a greenhouse precise management system based on cloud platform. The user can capture greenhouse information through remote cloud platform computer technology and control the greenhouse via relevant actuator. The system can also realize crops' intelligent plant by fuzzy control system, which manages the crop only by a key. At the same time, the user can also capture, analyze, manage and control the greenhouse cluster environment parameter by cloud platform. The experimental results show that the greenhouse precise management system is very feasible and effective.

Keywords Greenhouse, Cloud, Fuzzy control, Wireless network, Intelligent management

温室环境管理是农业科学与信息处理、传感器技术、通信技术以及计算机技术等多学科综合发展起来的现代农业工程技术。温室环境管理的目的是为植物提供良好的生长环境,提高农作物的产量,缩短生长周期以及减少无意识对温室环境的影响^[1,2]。近年来我国在温室管理方面开展了很多相关研究,主要有基于 2G、3G 的网络通信技术、zigbee、蓝牙技术以及 WiFi 技术等对温室环境信息的采集和无线传输^[3-7],研究的主要工作集中在对信息的感知和传输上,缺少对感知信息的处理和决策。目前,国家大力支持智慧农业的发展,很多创业者纷纷回到农村搞起温室大棚的种植,然而很多创业者缺乏种植经验和精细化的管理措施,吃了不少的苦头,这难免会对智慧农业的发展带来阻力。

因此,本文设计了一款基于云平台的温室精细管理系统,

解决了温室大棚中远程智能种植的问题,为温室的发展提供了更好的运营方式。该平台利用硬件采集终端获取温室大棚内的环境信息,通过无线网络远程上传到云端服务器,服务器对采集的农作物信息进行分析并结合生长模型为用户提供种植决策。用户可通过移动终端手机 APP 登录温室精细管理系统,也可以通过 PC 终端网页登录,实现随时随地对温室的管理。除了解决了上述温室环境中存在的问题,同时也解决了温室环境监测中设备专一性问题,实现了同类产品中温室的统一管理。

1 系统总体设计

温室精细管理系统由用户接入层、应用层、服务层、网络传输层和感知层组成,其结构如图 1 所示。

本文受国家级基金:风光互补新型 LED 节能照明技术研究(SQ2013ZOA100010)资助。

牛萍娟(1973—),女,博士,教授,主要研究方向为新型半导体发光器件和半导体照明应用系统, E-mail: niupingjuan@tjpu.edu.cn;张浩伟 男,硕士生,主要研究方向为嵌入式系统应用开发(通信作者);田海涛(1985—),男,讲师,主要研究方向为半导体照明智能控制。

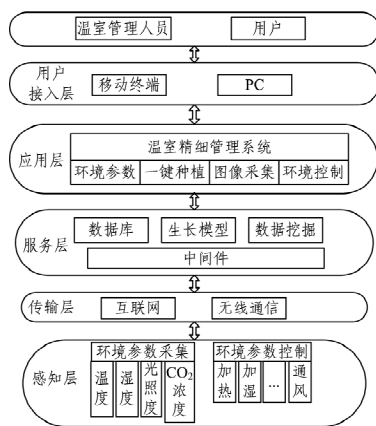


图1 温室管理云平台结构图

1.1 用户接入层

云平台计算机中心负责管理并实现用户的接入,根据现有的云平台资源,温室精细管理系统为用户和管理人员提供了便捷的界面登录方式,用户和管理人员可以通过手机 APP 扫描二维码验证登录或在 PC 端页面验证进入温室精细管理系统。

1.2 应用层

应用层主要是云应用的开发,是云平台开发的重点,使得用户可以足不出户就能够获取和控制温室环境,包括农作物生长环境控制、环境监测、一键种植、用户分享种植日志等。

1.3 服务层

服务层是整个云平台的核心,主要提供应用层、中间件服务和一些云资源等云平台基础设施^[8-11]。硬件部分包括云立方和高速以太网网络、软件部分包括云计算框架、云数据库系统、农业信息资源数据库等。

1.4 网络传输层

网络传输层主要负责环境因子、控制信息和用户注册信息等消息的传递。各个底层的传感器将采集到的温室环境因子通过无线网络传输到服务器,服务器负责将不同温室内的环境因子传输到终端显示。控制信息则是先通过无线网络传输到底层控制节点,由底层 MCU 控制器控制相应的执行机构完成控制命令。

1.5 感知层

感知层处在云平台的底端,负责温室各种前端设施及其部署,主要包括温室环境参数的采集和远程一键种植命令的执行。温室环境参数的采集主要包括温度、湿度、CO₂ 浓度和植物生长状态。基于这些数据,用户可以通过控制相应的执行机构来达到用户理想的环境条件。如果用户缺乏种植经验,可以采用一键种植,用户只需手指轻轻一按,云平台中的专家种植系统就会自动地调节温室内的环境参数以满足农作物的生长。

2 系统功能设计

结合云平台资源,目前开发的云应用具备农作物环境参数监测、农作物环境参数控制、一键种植、种植经验分享、农作物图像采集 5 大功能。

2.1 农作物环境参数监测

用户可以通过手机或 PC 等终端实时地监测温室内部温度、湿度、光照度和 CO₂ 浓度 4 种环境参数。温度影响着植物的生长过程,不同的农作物对温度的要求不一样,不同生长阶段的农作物对温度的要求也不一样^[12],农作物有最高温

度、最低温度、最适宜温度 3 个温度基点。湿度会影响植物的蒸腾作用,对农作物的产量和质量有着直接的影响。光照是农作物生长的必须条件,农作物要进行光合作用离不开光照,农作物能否正常生长以及其产量的高低都与光照度有着紧密的联系。CO₂ 浓度对农作物也有着重要的作用,光合作用同样离不开 CO₂,且研究表明 CO₂ 浓度是普通空气中 CO₂ 浓度二倍时,植物的生长周期会缩短。因此用户通过改变温室内部环境参数就可以控制植物的生长过程,同时环境参数可保存在云端,为用户以后种植农作物并提高农作物产量提供依据。

2.2 农作物环境参数控制

环境参数控制作为温室精细管理系统的一种反馈,负责对农作物种植环境进行远程智能控制。感知层硬件将采集到的温室环境参数传输到云平台后,用户可根据自己的需要通过手机 APP 手动地远程调解环境参数,也可以通过一键种植系统自动调节环境。控制指令由用户通过云平台发出,经无线网络传输到现场主控 MCU 端,主控端解析指令并控制相应的执行机构(浇水、通风、加热等)完成命令。

2.3 一键种植

用户在温室种植过程中可能因为缺乏经验而导致农作物生长不理想。因此,温室精细管理系统为用户提供一键种植系统,可以实现智能控制温室环境参数,帮助用户实现自动浇水、加热、通风等操作。因为农作物种植受多种环境因子的影响,是一个典型的非线性系统,难以确立模型,本系统引入模糊控制对环境参数进行调节,从而实现温室的一键种植。

2.4 种植经验分享

用户可以通过手机 APP 上的种植经验分享系统将温室管理过程中的种植经验、农作物生长信息等以日志的形式发布出去,不同用户之间可以相互交流,更容易获取种植信息,同时也是一种消遣娱乐的模式,能够吸引更多的人士来促进农业发展。

2.5 农作物图像采集

该功能模块利用摄像头远程地采集温室内的植物生长情况,便于用户对植物是否发育正常和虫害进行判断,及时做出相应处理。

3 软件设计

系统云平台服务器软件设计主要针对数据的处理和云应用设计。本地服务器端采用 C# 进行基础编程,实现数据的采集、清洗以及数据的存储、挖掘。远端手机 APP 的实现采用 JAVA 语言实现,实现环境监测、环境控制和农作物日志分享等功能。由于这些应用的设计相对简单,这里主要介绍一键种植的实现,其实现基础是基于模糊控制算法的。下面主要介绍温室内生菜种植过程中一键种植系统实现温度控制的方法,以及其模糊推理的过程。

3.1 模糊控制

模糊控制是以模糊控制集合理论、模糊语言变量和模糊推理为基础的一种计算机数字控制^[13]。模糊控制不需要精确的数学模型,只需要相关人员或者专家根据相关经验、知识进行推理,具有很强的鲁棒性^[14],适用于环境多变、环境变化非线性的控制,是一种可有效地处理不确定问题的控制和推理系统,是智能控制的重要组成部分。

温室精细管理系统模糊控制的实现算法并不困难,首先获取采样值的偏差和偏差变化率,然后根据量化因子 K₁、K₂ 模糊化成相应等级的 E、EC^[15],最后根据已知的模糊控制总

表推算出相应的模糊控制输出量。

3.1.1 温度模糊控制

温度对农作物的产量和质量有着巨大的影响,为了提高农作物产量,一键种植系统采用低升高降的策略,根据不同农作物在不同的时期对温度的需求不同,通过控制风机、天窗等来降低对农作物的影响,生菜的生长起始时间如表 1 所列。

表 1 生菜生长起始时间

	播种	发芽期	幼苗期	发棵期	形成期
生长期起始时间(天)	0	8~10	15~25	15~30	15~25

生菜生长期内各个阶段最佳环境温度如表 2 所列。

表 2 生菜各个生长期最佳温度

	播种	发芽期	幼苗期	发棵期	形成期
最佳温度(℃)	15~20	16~20	18~22	15~30	15~26

系统若开启一键种植模式,就会自动根据生菜的播种时间和生长周期,计算当前生菜的生长期,确定生菜的最佳生长温度,然后通过云平台获取环境参数。如果温室内的温度处于最佳的温度状态,则无须加热或通风;如果温室内的温度高于或低于生菜的最佳温度,系统就会自动进行调节。

假设温室内的实际温度为 T_s ,设定的最佳温度为 T_0 ,此时控制器的输入变量分别是偏差 $e(k) = T_s - T_0$ 和偏差变化率 $ec(k) = e(k) - e(k-1)$,选择控制量 u 为控制器的输出变量。控制器的结构如图 2 所示。

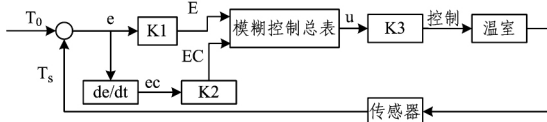


图 2 控制器结构

根据选用的模糊控制器,当实测的温度高于设定温度过多且温度还在继续升高时,就需要打开降温设备(风机、天窗、湿帘);如果温度高于设定温度不多,但实测温度还在继续升高,仅需打开风机、天窗即可。为了设计方便且保证其精度,温度偏差、偏差变化率和控制量采用均 5 个模糊状态来控制。

通过以上经验,得到 25 种调控制规则。

R1:如果 e 为 PB 且 EC 为 PB 或 PS,则控制量为 NB;

R2:如果 e 为 PB 且 EC 为 Z 或 NS,则控制量为 NS;

...

R25:如果 e 为 NB 且 EC 为 Z 或 NS 或 NB,则控制量为 PB;

具体的模糊控制规则见表 3。

表 3 模糊控制规则表

E	EC				
	PB	PS	Z	NS	NB
PB	NB	NB	NS	NS	Z
PS	NB	NS	NS	Z	PS
Z	NB	NS	Z	PS	PS
NS	NS	Z	PS	PB	PB
NB	Z	PS	PB	PB	PB

温室内其他环境参数的控制方法和温度控制的原理基本一致,这里就不一一赘述了。根据模糊控制系统可以很好地控制温室内的环境参数以达到农作物需要的温、湿度等参数。

4 硬件设计

系统的底层硬件设计主要包括 MCU 选型、传感器模块、无线接入模块和继电器模块。考虑主控 MCU 负责本地温室环境数据的采集和发送,与云平台服务器进行无线通信及控制温室内各种执行机构,对运算的速度和外设资源有要求。本系统主控芯片选择 STM 公司的 32 位单片机 STM32103VET6,传感器模块负责温室内温湿度、光照度和 CO_2 浓度的采集,温湿度传感器选用 DHT11 模块,该模块内部集成温湿度感应元件,能够精准地获取环境的温湿度。光照传感器选用 GY-30 模块, CO_2 浓度传感器选用双通道传感器 OGS-237,能够准确快速地获取空气中的二氧化碳浓度或含量。无线接入模块使用 ESP8266WiFi 模块,通过主控芯片 MCU 的串口 2 与无线模块通信,无线模块接入本地路由,进而接入无线网络以实现传感器节点的无线传输。继电器模块选用电磁继电器,负责控制相应的执行机构。其部分原理图如图 3 所示。

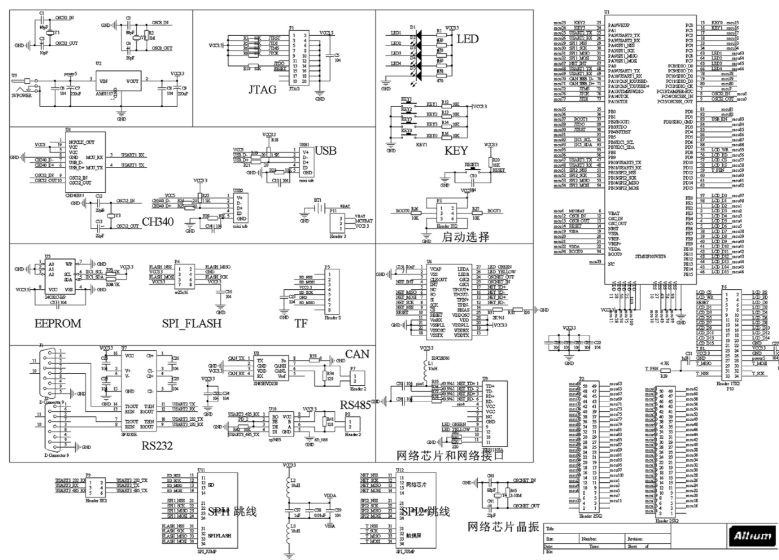


图 3 硬件部分原理图

5 系统测试

为了模拟温室真实的环境,在学校光电研究院植物照明

实验室内进行实验,一方面验证云平台系统对数据的采集和传输能力,另一方面验证设计的底层电路是否能够正常工作。

Android 手机连接上网,通过域名地址和端口号与云平

台服务器连接,接收服务器发送来的温室实时环境参数。通过 APP 可以成功地控制模拟温室内的各个执行机构进行工作。手机端发出控制命令到底层 MCU 有 2 秒左右的延时。图 4 为温室精细管理系统的模拟系统,图 5 为云平台云应用部分界面,实验表明该系统能够正常运行,并且达到了预期研究的目的。



图 4 温室云平台实验系统



图 5 云平台应用界面

结束语 温室精细管理是当前温室研究领域的重要问题,得到了学术界和工业界的广泛关注。本文设计的基于云平台的温室精细管理系统有效地克服了传统温室监测和管理方面的问题。该技术结合云平台和无线网技术,使得用户可以通过手机 APP 方便地获取和控制温室内相关的环境参数,有效地避免了温室内环境参数不当所造成的农作物损失;同时也实现了同类温室环境监测的统一管理,摆脱了传统温室环境监测系统的个体性监控,可以有效地实现对多个温室进行远程监控和管理,弥补了传统温室管理上的不足,为温室环境监测领域的发展做了有益的探索,提供了有力的理论研究依据。此外从用户角度看,温室精细管理系统解决了温室种植过程中的智能种植问题,尤其是一键种植系统使用户摆脱

了种植经验不足的限制。用户只需通过移动终端就可以轻松地种植,同时体验和分享种植乐趣。

参考文献

- [1] 张猛,房俊龙,韩雨.基于 ZigBee 和 Internet 的温室群环境远程监控系统设计[J].农业工程学报,2013,29(S1):171-176
- [2] Ai W,Chen C.Green House Environment Monitor Technology Implementation Based on Android Mobile Platform[J]. IEEE Conferece Publications,2011;5584-5587
- [3] Mittal M,Tripathi G.Green House Monitor and Control Using Wireless System Network[J]. VSRD-IJEECE,2012,2(6):337-345
- [4] 辜松,杨艳丽,张跃峰.荷兰温室盆花自动化生产装备系统的发展现状[J].农业工程学报,2012,28(19):1-8
- [5] 李萍萍,王纪章.温室环境信息智能化管理研究进展[J].农业机械学报,2014,45(4):236-243
- [6] 秦琳琳,陆林箭,石春,等.基于物联网的温室智能监控系统设计[J].农业机械学报,2015,46(3):261-267
- [7] 王怀宇,赵建军,李景丽,等.基于物联网的温室大棚远程控制系统研究[J].农机化研究,2015(1):123-127
- [8] 孙香花.云计算研究现状与发展趋势[J].计算机测量与控制,2011,19(5):998-1001
- [9] 史佩昌,王怀民,蒋杰,等.面向云计算的网络化平台研究与实现[J].计算机工程与科学,2009(S1):249-252
- [10] 李德仁,姚远,邵振峰.智慧城市中的大数据[J].武汉大学学报(信息科学版),2014,39(6):631-640
- [11] 梁东鸷,高潮.云计算及其应用[J].计算机测量与控制,2011(8):1958-1961
- [12] 郑伟勇,李艳玮.节能型温室大棚群集中供热智能监控系统[J].计算机测量与控制,2015,23(7):2371-2373
- [13] 屈毅,宁铎,赖展翊,等.温室温度控制系统的神经网络 PID 控制[J].农业工程学报,2011,27(2):307-311
- [14] 蔚东晓,贾霞彦.模糊控制的现状与发展[J].自动化与仪器仪表,2006(6):4-7
- [15] 杨世勇,徐国林.模糊控制与 PID 控制的对比及其复合控制[J].自动化技术与应用,2011,30(11):21-25

(上接第 580 页)

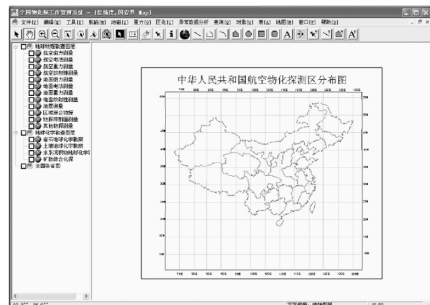


图 3 系统设计主界面

结束语 本文首先讲述了目前 GIS 二次开发的 3 种方式的优缺点,然后重点介绍了基于 OLE 自动化技术进行 MapInfo 集成二次开发的方法,最后讲述了基于 OLE 自动化技术建成全国物化探地理信息系统的开发应用实例。实践证明,将 OLE 自动化技术应用于开发跨平台应用系统中既方便又有效,且具有一定的参考使用价值。

参考文献

- [1] 赵鸽.GIS 系统的研究与开发[D].武汉:武汉理工大学,2005:8-11
- [2] 刘成来.基于 MapInfo 的 MGIS 的开发研究[D].吉林:吉林大学,2006:6-37
- [3] 李海珍.利用 MapInfo 进行 GIS 应用开发[J].农业网络信息,2010(3):125-126
- [4] 王晓东,赵全磊,吴建民.MapBasic 在 MapInfo 功能扩展中的应用[J].测绘通报,2007(8):51-54
- [5] 杨立法,王文浪,王文浪.MapBasic 应用软件设计技术研究[J].西安邮电学院学报,2001,6(3):11-19
- [6] 房师芬,王旭春.VB 6.0 在地理信息系统二次开发中的应用[J].西部探矿工程,2007,19(3):115-119
- [7] 杨宏鹏,王阿川,王妍玮.GIS 二次开发方法与实现[J].信息技术,2008(8):65-67
- [8] 徐学卫,杨松林.MapInfo GIS 二次开发方法的研究与实践[J].铁路航测,2001(2):3-6
- [9] 刘茂华,孙秀波,杨伦,等.MapInfo 二次开发中 OLE 自动化技术的应用[J].矿山测量,2005(1):14-16