

基于网络的多温室自动控制及信息发布系统设计

王志国, 王伟, 齐铁, 关 闯

(绥化学院 信息工程学院, 黑龙江 绥化 152061)

摘 要:基于网络的多温室自动控制及信息发布系统采用分层设计模式,使用 PLC 作为现场控制核心,实现智能温室的温度、湿度和光照等环境参数的采集,并使用离异数据处理技术和现场模糊控制策略自动控制执行机构的运转,使用组态软件进行远程控制和监控,使用 Web 技术作为温室信息发布平台,使用 RS485 总线和计算机网络混合的方式传递系统数据。试验结果证明,系统具有界面友好、操作简单、执行效率高、信息发布及时的特点,具有良好的推广价值。

关键词:智能温室;多温室;自动控制;信息发布

中图分类号:S 626.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)18-0215-04

我国是一个人口多、耕地少、人均资源相对不足的国家,随着人们生活水平的提高和社会需求的增加,耕地面积却在不断减少,这给我国的农业生产和安全提出了更高的要求。智能温室具有单位面积产出多、农产品质量高的突出特点,是我国现代农业的一个重要设施和发展途径。

随着温室技术的不断发展,智能温室在蔬菜和花卉栽培方面的优势显著,目前我国具有智能温室 588.4 hm²,但是由于在 20 世纪 80 年代才把计算机技术应用于农业生产,智能温室自动控制技术发展相对落后,大部分还采用单一温室的现场控制系统,存在应用范围窄、不能为管理提供支持的缺点。鉴于此,设计一套由 PLC 控制、计算机网络、模糊控制、管理信息等技术相融合的基于网络的多温室自动控制及信息发布系统就显得必要

且重要。该系统在满足现场管理的基础上,使用 RS485 总线和计算机网路相结合的方式提供数据发布 Web 服务,以期温室的管理者最大限度地提供决策支持。

1 系统整体设计

基于网络的多温室自动控制及信息发布系统分为现场控制模块、远程控制模块和信息发布模块,各部分既相互独立,又相互联系,见图 1。

现场控制模块使用 PLC 作为控制核心,连接多个传感器和不同的执行机构,该模块的主要功能为:根据内存单元的配置数据生成现场模糊控制策略,使用传感器采集温室环境参数并对采集的数据进行分析和处理,通过 PLC 的输出单元控制相应执行机构自动调整该温室的环境参数,如果需要报警则向管理人员报警。远程控制模块使用计算机作为上位机和数据库服务器,主要功能为:依据不同温室作物生长所需的环境参数配置不同温室的现场控制参数,远程手动控制现场各类执行机构的动作,实时采集现场控制模块中 PLC 中的数据,并把数据保存到数据库服务器中。信息发布模块采用 B/S

第一作者简介:王志国(1975-),男,黑龙江哈尔滨人,硕士,讲师,现主要从事计算机应用与自动化技术等研究工作。E-mail:ws_925@163.com.

基金项目:绥化市科技计划资助项目(KJZD20130110)。

收稿日期:2015-06-16

As with nutrition and health care value of fruit, walnut was favored by the vast number of consumers, and the consumption of Chinese walnut kept rising in the market, whose potential consumption in domestic market would be great. This research firstly calculated the consumption of walnuts with the Production and Marketing Balance Method, and analysed the characteristics in consumption change of Chinese walnut, then predicted its consumption and production in the future market with the Exponential Smoothing Method. Assuming that regardless of the import and export of Chinese walnut, by analyzing the gap between supply and demand, we concluded that the gap between supply and demand of Chinese walnut would be growing ranging from 2.02×10^4 t in the year 2013 to 10.23×10^4 t in 2020 and it would have huge consumption potential of walnut in the future Chinese market.

Keywords: walnut market; consumption characteristics; potential prediction

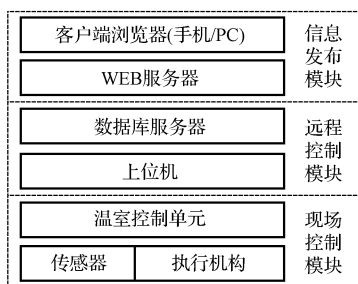


图1 系统整体设计图

架构,根据数据库服务器中的数据,实时发布温室的各类环境、控制和管理信息,具有无线接入功能,可以使管理人员在任何地域查看温室信息。

2 现场控制模块设计

现场控制模块是整个系统的核心,作用是实时监控作物生长环境参数,然后根据室内环境控制参数的配置,驱动执行机构调整环境参数。由图2可知,此模块主要由PLC、温度传感器、湿度传感器、光照传感器、天窗、风机、湿帘、遮阳帘等部分组成。

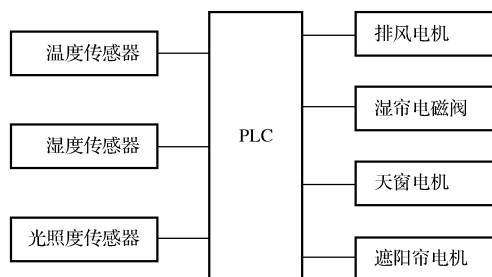


图2 现场控制模块

现场控制首先通过传感器把与作物生长有关的现场环境因子,如温度、湿度、光照度等信号采集到PLC中,由PLC把采集到的模拟量数据转换为数字量,通过离异数据处理完成对环境因子数据的分析和处理,形成某时刻的温室环境因子数据并保存在特定内存单元;然后PLC根据上位机给出的温室控制策略,实用模糊控制技术将各参数转换为相应执行机构的驱动信号,传递给执行机构进行相应的动作,以达到调整室内环境的目的,如果在此期间产生错误或者数值越界将产生报警信号。

现场控制具有手动和自动控制2种模式,自动控制模式在数据检测和执行机构的驱动过程中,运用了离异数据处理和模糊控制策略2项关键技术,以下进行详细说明。

2.1 离异数据处理

温室环境参数检测是现场控制模块的一个重要组成部分,是后续控制单元决策的依据。但是在数据采集过程中可能会因为某个传感器特性或者故障、传输过程

中遇到电磁干扰等产生误差甚至不合理的数据,影响控制模块的计算,产生系统误操作。这就要求控制核心能够识别离异数据,并且提出离异数据,以保证模糊控制策略的执行效果。

对于环境数据序列的离异检测主要有格罗贝斯准则、莱特准则和分布图法^[1]。其中分布图法由于运算量少,易于编程和适合少量样本检测,所以该系统的现场控制模块使用分布图法对采集的数据进行离异检测和处理。

在分布图法中,反应分布结构的主要参数为:上四分位数 Ft 、中位数 Xm 、下四分位数 Fd 和四分位数离散度 dF 。设传感器采集的环境参数数据序列按照从小到大存储在内存中,分别是: $X_1, X_2, X_3 \dots X_n$,于是定义中位数:

$$\begin{cases} X_m = X_{(n+1)/2}, n \text{ 为奇数} \\ X_m = X_{(n/2+1)} + X_{n/2}, n \text{ 为偶数} \end{cases} \quad (1)$$

设上四分位数 Ft 的定义为区间 $[X_m, X_n]$ 的中位数,下四分位数 Fd 的定义为区间 $[X_1, X_m]$ 的中位数,具体求解方法同式(1)。于是四分位数离散度 dF 求解为:

$$dF = Ft - Fd \quad (2)$$

然后通过校验产生的离异数据为:

$$X_\phi = \{X_k \mid (|X_k - X_m|) \beta \times dF\} \quad (3)$$

在(3)式中 $k=1, 2, 3, \dots, n$,系数 β 根据温室控制系统的精度而定,一般取 $\beta=2$ 即可。

检测到离异数据并去除后,必然使得到的数据序列缺失数据,完善此类数据系统选择使用牛顿插值法,以保证环境参数序列的连续性。

2.2 模糊控制策略

温室控制系统是一个非线性、时变滞后的复杂系统,无需精确控制,模糊控制策略非常适合此类系统。在系统的模糊控制策略中,把温度、湿度和光照强度数据分别规定了3个等级,而温度和湿度由于耦合性强,合并一起考虑^[2]。

系统的模糊控制策略采用高斯隶属函数将精确的环境参数数据转化为模糊集合中不同的模糊等级数据,使用Mamdani推理计算得到模糊数据量,然后使用重心法做反模糊化模糊数据量,得到精确的控制变量^[3]。为了提高系统的运算效率,在计算机中运用Matlab将模糊思想转化为模糊控制表,在实际的PLC控制算法中通过查表获得决策数据。某时刻的控制算法流程如图3所示。

在某时刻环境温度升高时,系统首先扫描温度、湿度和光照度传感器,然后使用模糊控制策略,根据设定的温度、湿度和光照度的阈值,PLC在判断需要打开天窗后,发出该指令信号;再判断是否需要打开风机,并发出信号;最后对比温度和湿度的预定值判断是否需要打

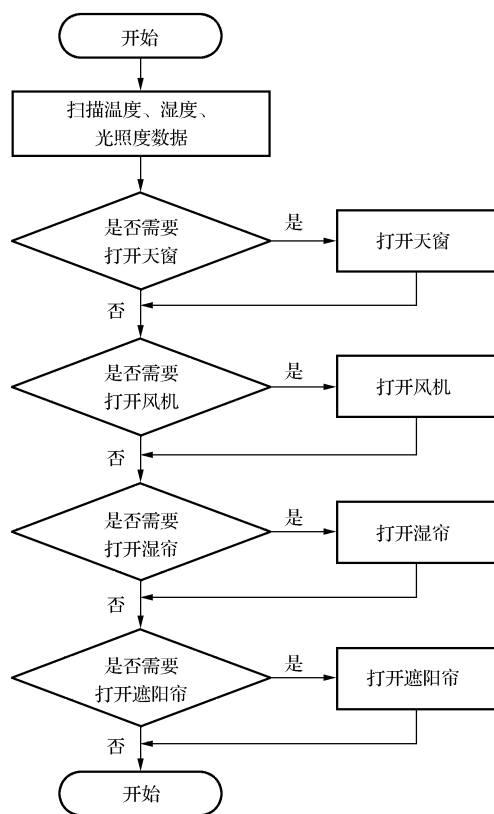


图3 控制算法程序流程图

开湿帘,如果需要发出打开湿帘电磁阀信号;最后根据温度、光照度综合判断是否需要打开遮阳帘,如果需要则开启开关。

3 远程控制模块设计

远程控制模块处于整个系统的中心位置,起到承上启下的作用,由于系统对实时性要求不高,上位机与多个温室的现场控制模块使用 RS485 总线技术通信,进行数据的采集和控制相关数据的传递,上位机与数据库服务器使用计算机网络通信,保存现场环境参数和控制数据,结构如图 4 所示。

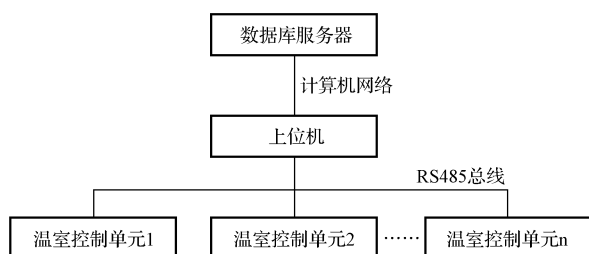


图4 远程控制模块结构图

远程控制模块使用 PC+组态软件+数据库管理系统的组成方式,通过组态软件实现现场监控、远程控制、报表管理、数据曲线和异常报警灯功能,如图 5 所示。

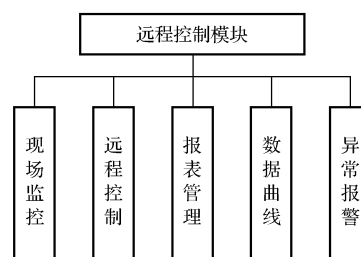


图5 远程控制模块功能框图

现场监控功能通过 RS485 总线实时扫描各温室控制单元中 PLC 的存储区域,采集温室环境数据和执行机构的运行状态数据(如启动和停止),把数据保存到数据库服务器相应的数据表中,然后在监控画面中显示。当系统需要调整参数或者远程手动控制时,在远程控制画面中,选择相应的控制项目,执行相应的控制操作,在操作动作确认执行过程中,把动作以指令的形式发送到温室控制单元中,同时把指令数据写入数据库服务器的数据表中。当需要对智能温室的日常运行管理进行分析和决策时,使用报表管理功能查看和打印各类数据报表或者使用数据曲线功能查看实时、历史或者对比曲线,实时调整温室的控制策略和控制方法。异常报警用于监控温室环境参数,当温度、湿度或者光照强度等环境因子的实时数据超过警戒范围或者执行机构不能正确执行控制核心发出的控制指令时,及时提醒工作人员进行人工处理,以保证智能温室系统的正常运转。

4 信息发布模块设计

信息发布模块作为智能温室数据的对外窗口,使用 Web 技术对外发布多温室系统的环境监控数据。系统应用构建在 Web 服务器中,用户操作时只读取数据库服务器中的数据,与上位机或者温室控制单元隔离,保证了基于网络的多温室自动控制系统的的功能。

信息发布模块使用基于 Javascript 的 AJAX 技术的网页异步交互系统架构,为用户提供流程的数据浏览体验。由图 6 可知,在温室数据展示页面中,使用 AJAX 技术在用户的浏览器中构建数据查询结果,通过定期调用客户端 Javascript 功能,使用浏览器的 XMLHttpRequest 对象使用 AJAX 引擎异步检索数据库服务器中的各项数据,返回前台页面的数据使用 XML 格式封装,使用 Javascript 解析 DOM 实现数据展示页面的局部实时更新。这种方法是用的技术都属于标准技术,兼容性好,可以保证用户使用多种客户端正常浏览,减轻了服务器的负担,改善了用户的体验。

信息发布模块为用户提供温室传感器节点数据查询、温室综合信息展示、控制操作数据查询、系统报表管理和系统异常查询等功能。从图 7 可以看出,在信息发布模块中,温室传感器节点查询功能提供温室、传感器

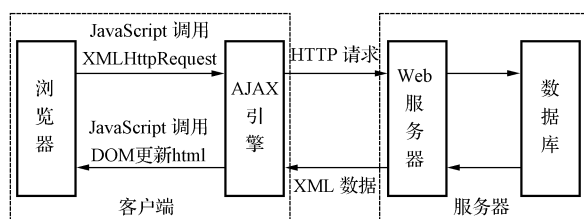


图6 Web发布模块系统架构

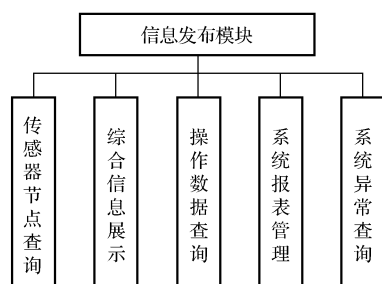


图7 信息发布模块功能框图

节点、开始时间和结束时间的选项,查询指定温室指定传感器某个时间段内的曲线和详细数据;温室综合信息显示提供温室整体图形,真实标注传感器位置和执行机构,显示综合的温室实时信息;操作数据查询功能展示指定温室一个时间段内的执行机构动作情况;系统报表管理功能提供系统数据报表查询和打印;系统异常查询功能提供远程实用手机或者PC监控系统异常的能力。

5 试验运行结果

该设计制作了简化的模拟试验装置,如图8所示,

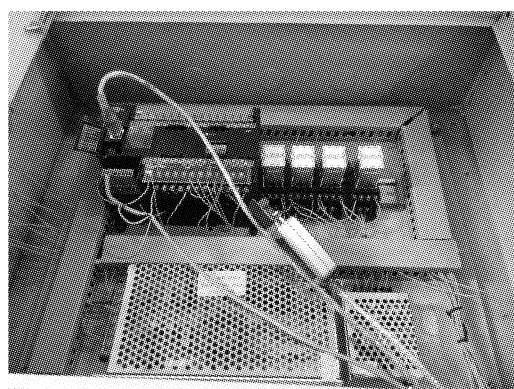


图8 系统试验装置

并将此系统应用于绥化市某智能温室的草莓栽培试验,设定草莓生长温度 $20\sim 28^{\circ}\text{C}$,空气湿度 $50\%\sim 80\%$,光照不控制。传统方式,草莓生长周期约为30d,使用试验装置后,成熟周期缩短为25d,产量提高10%。结果证明基于网络的多温室自动控制及信息发布系统的设计是可行的,而且具有界面友好、操作简单、执行效率高、信息发布及时的特点,无论是对于新建温室还是改造原有温室都具有良好的推广价值。

参考文献

- [1] 蔡振江. 数据融合技术在温室温度检测中的应用[J]. 农业机械学报, 2006, 37(10): 101-103.
- [2] 吴灿培. 基于AJAX和SVG的Web远程实时监控系统[J]. 计算机工程与设计, 2011(9): 3004-3007.
- [3] 赵伟, 孙忠富, 杜克明, 等. 基于GPRS和WEB的温室远程自动控制系统设计与实现[J]. 微计算机信息, 2010(31): 20-23.

Design of Multi-greenhouse Automatic Control and Information Release System Based on Network

WANG Zhiguo, WANG Wei, QI Tie, GUAN Chuang

(Information Engineering College, SuiHua University, Suihua, Heilongjiang 152061)

Abstract: Multi-greenhouse automatic control and information release system based on network adopt the hierarchical design model, and used PLC as the control core. It could collect the environment parameters of intelligent greenhouse such as temperature, humidity and light atc, and used the separated data processing technology and the fuzzy control strategy for automatic control of the actuator. It also used configuration software for remote control and monitoring, practical web technology as a greenhouse information publishing platform, practical way of compound of RS485 bus and the computer network data transmission system. The results proved that the system had characteristics of friendly interface, simple operation, high efficiency and the information release in a timely manner. So this system had well popularization value.

Keywords: intelligent greenhouse; multi-greenhouse; automatic control; information release