



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116449894 A

(43) 申请公布日 2023. 07. 18

(21) 申请号 202310266317.9

(22) 申请日 2023.03.17

(71) 申请人 任元杰

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区南  
通大街145号

申请人 谭逸凡 常佳程

(72) 发明人 任元杰 谭逸凡 常佳程 张梓琪  
路紫葳 啜天禹 丁锐剑 姚渊林

(74) 专利代理机构 哈尔滨市阳光惠远知识产权  
代理有限公司 23211

专利代理师 张宏威

(51) Int. Cl.

G05D 27/02 (2006.01)

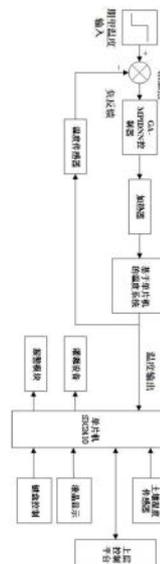
权利要求书2页 说明书10页 附图3页

(54) 发明名称

基于改进的PID算法的温室大棚温度控制信号生成方法及装置、温室大棚温度控制系统

(57) 摘要

基于改进的PID算法的温室大棚温度控制信号生成方法及装置、温室大棚温度控制系统,涉及智慧农业领域。针对现有技术中存在的目前没有一种可以在仅具备通过太阳照射的升温能力的温室大棚的前提下,对温室大棚的温度进行低能耗恒温控制的方法,本发明提供的技术方案为:基于改进的PID算法的温室大棚温度控制信号生成方法,所述方法包括:步骤1:采集温室大棚的温度模型;步骤2:采集温室大棚的温度数据;步骤3:根据所述温度数据与预设的目标温度数据得到控制信号。步骤4:根据采集的土壤湿度,调整所述控制信号的控制信息,得到优化的控制信号;步骤5:根据所述优化的控制信号得到灌溉水量,发送至灌溉系统。适合应用于温室大棚的设计中。



1. 基于改进的PID算法的温室大棚温度控制信号生成方法,其特征在于,所述方法包括:

步骤1:采集温室大棚的温度模型;

步骤2:采集温室大棚的温度数据;

步骤3:根据所述温度数据与预设的目标温度数据得到控制信号。

2. 根据权利要求1所述的基于改进的PID算法的温室大棚温度控制信号生成方法,其特征在于,

所述步骤3具体为:根据改进的PID神经网络计算得到所述控制信号;

所述改进的PID神经网络具体为:

以所述目标温度和被控对象反馈的实时温度作为PID神经网络的输入;

以对被控对象的控制信号作为PID神经网络的输出;

包括:用于优化PID神经网络初始权值的遗传算法、用于为PID神经网络添加动量项的模块和用于实现PID神经网络在线训练的反相传播算法。

3. 根据权利要求1所述的基于改进的PID算法的温室大棚温度控制信号生成方法,其特征在于,所述温度模型包括:所述温室大棚的体积、照射在温室大棚覆盖层的单位面积的太阳辐射能、加热装置的加热功率和作物生长的环境因子数据。

4. 根据权利要求1所述的基于改进的PID算法的温室大棚温度控制信号生成方法,其特征在于,所述方法还包括:

步骤4:根据采集的土壤湿度,调整所述控制信号的控制信息,得到优化的控制信号;

步骤5:根据所述优化的控制信号得到灌溉水量,发送至灌溉系统。

5. 根据权利要求4所述的基于改进的PID算法的温室大棚温度控制信号生成方法,其特征在于,所述步骤4具体为:

采集温室大棚内土壤湿度数据,根据采集数据与预设湿度目标数据,基于模糊PID控制算法得到所述优化的控制信号。

6. 基于改进的PID算法的温室大棚温度控制信号生成装置,其特征在于,所述装置包括:

模块1:用于采集温室大棚的温度模型;

模块2:用于采集温室大棚的温度数据;

模块3:用于根据所述温度数据与预设的目标温度数据得到控制信号。

7. 根据权利要求6所述的基于改进的PID算法的温室大棚温度控制信号生成装置,其特征在于,所述装置还包括:

模块4:用于根据采集的土壤湿度,调整所述控制信号的控制信息,得到优化的控制信号;

模块5:用于根据所述优化的控制信号得到灌溉水量,发送至灌溉系统。

8. 温室大棚温度控制系统,其特征在于,所述系统包括信号生成端和灌溉端,所述信号生成端为权利要求7所述的基于改进的PID算法的温室大棚温度控制信号生成装置;

所述灌溉端为所述灌溉系统,用于根据所述优化的控制信号对所述温室大棚内作物进行灌溉。

9. 计算机储存介质,用于储存计算机程序,其特征在于,所述计算机程序用于被计算机读取,使其执行权利要求1-5任意一项所述的基于改进的PID算法的温室大棚温度控制信号生成方法。

10. 计算机,包括处理器和储存介质,其特征在于,当所述处理器读取所述储存介质中储存的计算机程序时,所述计算机执行权利要求1-5任意一项所述的基于改进的PID算法的温室大棚温度控制信号生成方法。

## 基于改进的PID算法的温室大棚温度控制信号生成方法及装置、温室大棚温度控制系统

### 技术领域

[0001] 涉及智慧农业领域,具体涉及一种室大棚自动调温灌溉方法。

### 背景技术

[0002] 我国是人口大国,因此对农作物需求量巨大,但不是每个季节都适宜农作物的生长。因此,从20世纪90年代末期开始,建设温室大棚成为了国家重点工程,近几十年也在迅速发展。温室栽培之初完全靠人工控制温度、湿度、施肥、打药,温室环境很大程度上取决于操作者的经验,难以达到农作物生长需要的最适宜环境;而且温室的建设和使用都需要比农田更高的成本。因此,为了保证温室的竞争力,并且提高温室农作物的产量和质量,满足国内需求供应,必须降低生产成本并且增加作物的产量。因此,研究开发设计一套适合我国国情、并且高效率低成本的温室大棚智能控制系统非常重要。温室大棚智能控制系统与传统温室大棚控制方式相比,现实意义重大。首先,可以实现对作物生长环境的精确控制,促进农作物生长,提高农作物产量;其次,可以提高蔬菜温室大棚控制的自动化水平。

[0003] 在现代农业生产中,温室温度是影响农作物生长的最重要的环境参数,它关系到农作物的生长和农产品的高产。采用温室自动化控制系统,通过对温室温度、光照、湿度等环境条件的变化进行负反馈调节,利用自然太阳照射的升温能力,可以节省现有的加温方式的能源消耗,不但可以对植物生长所需的环境条件等进行动态调整,使得植物处于最适生长状态,还可以降低人工成本、合理利用太阳能从而节约能源,但是目前没有一种可以在仅具备通过太阳照射的升温能力的温室大棚的前提下,对温室大棚的温度进行低能耗恒温控制的方法。而作为一个农业大国,我国的水资源匮乏与浪费问题却是很明显的问题,节约灌溉用水将明显改善这一问题。因此温室自动调温节水灌溉控制的目标就是在保证作物最佳生长状态的前提下,最大限度的节约用水,提高水资源利用效率。

### 发明内容

[0004] 针对现有技术中存在的,采用温室自动化控制系统,通过对温室温度、光照、湿度等环境条件的变化进行负反馈调节,利用自然太阳照射的升温能力,可以节省现有的加温方式的能源消耗,不但可以对植物生长所需的环境条件等进行动态调整,使得植物处于最适生长状态,还可以降低人工成本、合理利用太阳能从而节约能源,但是目前没有一种可以在仅具备通过太阳照射的升温能力的温室大棚的前提下,对温室大棚的温度进行低能耗恒温控制的方法,本发明提供的技术方案为:

[0005] 基于改进的PID算法的温室大棚温度控制信号生成方法,所述方法包括:

[0006] 步骤1:采集温室大棚的温度模型;

[0007] 步骤2:采集温室大棚的温度数据;

[0008] 步骤3:根据所述温度数据与预设的目标温度数据得到控制信号。

[0009] 进一步,提供一个优选实施方式,

- [0010] 所述步骤3具体为:根据改进的PID神经网络计算得到所述控制信号;
- [0011] 所述改进的PID神经网络具体为:
- [0012] 以所述目标温度和被控对象反馈的实时温度作为PID神经网络的输入;
- [0013] 以对被控对象的控制信号作为PID神经网络的输出;
- [0014] 包括:用于优化PID神经网络初始权值的遗传算法、用于为PID神经网络添加动量项的模块和用于实现PID神经网络在线训练的反相传播算法。
- [0015] 进一步,提供一个优选实施方式,所述温度模型包括:所述温室大棚的体积、照射在温室大棚覆盖层的单位面积的阳光辐射能、加热装置的加热功率和作物生长的环境因子数据。
- [0016] 进一步,提供一个优选实施方式,所述方法还包括:
- [0017] 步骤4:根据采集的土壤湿度,调整所述控制信号的控制信息,得到优化的控制信号;
- [0018] 步骤5:根据所述优化的控制信号得到灌溉水量,发送至灌溉系统。
- [0019] 进一步,提供一个优选实施方式,所述步骤4具体为:
- [0020] 采集温室大棚内土壤湿度数据,根据采集数据与预设湿度目标数据,基于模糊PID控制算法得到所述优化的控制信号。
- [0021] 基于同一发明构思,本发明还提供了基于改进的PID算法的温室大棚温度控制信号生成装置,所述装置包括:
- [0022] 模块1:用于采集温室大棚的温度模型;
- [0023] 模块2:用于采集温室大棚的温度数据;
- [0024] 模块3:用于根据所述温度数据与预设的目标温度数据得到控制信号。
- [0025] 进一步,提供一个优选实施方式,所述装置还包括:
- [0026] 模块4:用于根据采集的土壤湿度,调整所述控制信号的控制信息,得到优化的控制信号;
- [0027] 模块5:用于根据所述优化的控制信号得到灌溉水量,发送至灌溉系统。
- [0028] 基于同一发明构思,本发明还提供了温室大棚温度控制系统,所述系统包括信号生成端和灌溉端,
- [0029] 所述信号生成端为所述的基于改进的PID算法的温室大棚温度控制信号生成装置;
- [0030] 所述灌溉端为所述灌溉系统,用于根据所述优化的控制信号对所述温室大棚内作物进行灌溉。
- [0031] 基于同一发明构思,本发明还提供了计算机储存介质,用于储存计算机程序,所述计算机程序用于被计算机读取,使其执行所述的基于改进的PID算法的温室大棚温度控制信号生成方法。
- [0032] 基于同一发明构思,本发明还提供了计算机,包括处理器和储存介质,当所述处理器读取所述储存介质中储存的计算机程序时,所述计算机执行所述的基于改进的PID算法的温室大棚温度控制信号生成方法。
- [0033] 与现有技术相比,本发明提供的技术方案的有益之处在于:
- [0034] 本发明提供的基于改进的PID算法的温室大棚温度控制信号生成方法,能够基于

温度数据的采集、处理、转换,实现根据温室内的环境自动调温,与现有技术相比,基于太阳照射的升温能力作为温室大棚的温度来源,以常温灌溉的方式配合适当的控制方法,实现恒温的控制,可以省略现有温室大棚的升温 and 恒温系统,避免了现有升温恒温系统的成本和能源消耗,实现低能耗、高效率的温室大棚温度控制方法。

[0035] 本发明提供的基于改进的PID算法的温室大棚温度控制信号生成方法,能够根据调好的温度设计温室节水灌溉控制流程进行灌溉,维持作物适宜生长的湿度环境,既可以节约水资源,又可以使温室农作物生长在最适宜的环境中,培育效率高、作物质量好。

[0036] 适合应用于温室大棚的设计和应用中。

## 附图说明

[0037] 图1为实施方式八提供的温室大棚温度控制系统的原理框图;

[0038] 图2为实施方式二提到的改进的PID神经网络的原理框图;

[0039] 图3为实施方式五提到的模糊PID控制算法的原理框图。

## 具体实施方式

[0040] 为使本发明提供的技术方案的优点和有益之处体现得更清楚,现结合附图对本发明提供的技术方案进行进一步详细地描述,具体的:

[0041] 实施方式一、本实施方式提供了基于改进的PID算法的温室大棚温度控制信号生成方法,所述方法包括:

[0042] 步骤1:采集温室大棚的温度模型;

[0043] 步骤2:采集温室大棚的温度数据;

[0044] 步骤3:根据所述温度数据与预设的目标温度数据得到控制信号。

[0045] 具体的,温室大棚的温度模型为:

$$[0046] \quad \Delta T = T_{\text{out}}(t) - T_{\text{in}}(t);$$

$$[0047] \quad V\rho c_p \frac{dT_{\text{in}}(t)}{dt} = h_c A_c (\Delta T) + c_p (\Delta T) V_{\text{in}}(t) + k Q_{\text{rad}}(t) - \lambda E(t) A + Q_{\text{heat}}(t - t_d); \quad (1)$$

[0048] 其中,  $\Delta T$ 表示温室大棚内外温度差,  $T_{\text{out}}(t)$ 表示温室大棚外的温度,  $T_{\text{in}}(t)$ 表示温室大棚内的温度,  $V$ 表示温室大棚体积,  $\rho$ 表示温室空气密度,  $\frac{dT_{\text{in}}(t)}{dt}$ 表示温室温度随时间变

化率,  $h_c$ 表示蔬菜温室大棚棚体与蔬菜温室大棚内的气体对流换热系数,  $A_c$ 表示蔬菜温室大棚覆盖层面积( $\text{m}^2$ ),  $c_p$ 表示蔬菜温室大棚内的气体的定容比热,  $V_{\text{in}}(t)$ 表示温室大棚内的自然通风率( $\text{m}^3/\text{s}$ ),  $k$ 表示太阳光辐射能被蔬菜温室大棚内空气吸收的传热系数,  $Q_{\text{rad}}(t)$ 表示照射在温室大棚覆盖层的单位面积太阳辐射能,  $\lambda E(t)$ 表示植物蒸发的潜能速率( $\text{m}/\text{s}$ ),  $A$ 表示温室大棚面积,  $Q_{\text{heat}}(t - t_d)$ 表示加热装置的加热功率,  $Q_{\text{heat}} = c_h \times \text{Heat}(t)$ ,  $c_h$ 表示加热源的传热系数,  $\text{Heat}(t)$ 表示调控温度的控制输出传递函数。

[0049] 将 $Q_{\text{heat}}$ 代入式(1),得到:

$$[0050] \quad \frac{dT_{\text{in}}(t)}{dt} = -\frac{M(t)}{V\rho c_p} \times T_{\text{in}}(t) + \frac{L(t) + c_h \times \text{Heat}(t - t_d)}{V\rho c_p};$$

[0051] 其中,  $M(t)$ 表示环境数据,受到蔬菜温室大棚的保温覆盖层、蔬菜温室大棚内的气

体对流换热系数、蔬菜温室大棚内的自然通风率、蔬菜温室大棚内的气体定容比热以及蔬菜温室大棚体积的影响,  $M(t) = h_c \times A_c + \rho c_p \times V_{in}(t)$ ,  $L(t)$  表示干扰项, 由  $T_{out}$ 、 $Q_{rad}$  以及  $\lambda E(t)$  这些环境变量共同组成,  $Heat(t - t_d)$  表示调控温度的控制输出传递函数。

[0052] 根据影响农作物生长的环境因子数据, 得到  $M(t)$  的相对平均值, 为  $M$ , 得到:

$$[0053] \quad T_{in}(S) = \frac{c_h}{M'} \times \frac{e^{-t_d s} \times Heat(S)}{\frac{V \rho c_p}{M'} \times S + 1} + \frac{1}{M'} \times \frac{L'(S)}{\frac{V \rho c_p}{M'} \times S + 1};$$

[0054] 其中,  $T_{in}(S)$  表示  $T_{in}(t)$  的拉氏变换,  $M'$  表示  $M(t)$  的平均值,  $e^{-t_d s}$  表示一阶惯性加时滞环节,  $Heat(S)$  表示温度调控设施控制输出的传递函数,  $S$  表示  $t$  的拉氏变换,  $L'(S)$  表示干扰项  $L(t)$  的导数的拉氏变换;

[0055] 其中的传递函数为:

$$[0056] \quad K = \frac{c_h}{M'}, \quad \tau = t_d, \quad T = \frac{V \rho c_p}{M'};$$

[0057] 其中,  $K$  表示系统的静态增益,  $\tau$  表示系统纯滞后时间,  $t_d$  表示延时项,  $T$  表示系统时间常数。

[0058] 实施方式二、结合图2说明本实施方式, 本实施方式是对实施方式一提供的基于改进的PID算法的温室大棚温度控制信号生成方法的进一步限定, 所述步骤3具体为: 根据改进的PID神经网络计算得到所述控制信号;

[0059] 所述改进的PID神经网络具体为:

[0060] 以所述目标温度和被控对象反馈的实时温度作为PID神经网络的输入;

[0061] 以对被控对象的控制信号作为PID神经网络的输出;

[0062] 包括: 用于优化PID神经网络初始权值的遗传算法、用于为PID神经网络添加动量项的模块和用于实现PID神经网络在线训练的反相传播算法。

[0063] 图2为改进的PID神经网络的原理框图, 其中:

[0064] 遗传算法优化初始权值: 由遗传算法对随机权值集合优化后得到; 目的: 在PID神经网络实际调控前使用遗传算法预先训练从而缩小权值分布范围实现对权值的优化, 得到最优初始化连接权值;

[0065] 反向传播算法: 利用神经网络的反向传播算法对连接权值进行自适应修正调整从而实现在线训练, 以控制系统误差自适应地连接权值。

[0066] 添加动量项: 用于设定动量因子;

[0067]  $r$  是控制器设定的目标温度,  $y$  是被控系统反馈的温度值,  $u$  是PID神经网络控制器的输出电压;

[0068] 基于遗传算法的改进PID神经网络控制算法是将神经网络引入PID控制器参数的整定, 将神经网络与PID控制器相结合。首先是PID神经网络控制器, 控制器采取三层网络结构, 包括输入层、隐层和输出层。

[0069] 其中神经网络输入层两个神经元的输入量可表示为:

$$[0070] \quad x_1(k) = r(k)$$

$$[0071] \quad x_2(k) = y(k);$$

[0072] 其中,  $x_1$  表示第一个神经元的输入量,  $k$  表示温控系统调控的离散采样时间,  $r(k)$

表示设定的目标温度,  $x_2$  表示第二个神经元的输入量,  $y(k)$  表示被控系统实际的输出温度。

[0073] 神经网络隐层的输出量可以根据隐层各神经元的输入量与前一个周期的输出量如下式:

$$[0074] \quad u_1(k) = n_1(k)$$

$$[0075] \quad u_2(k) = n_2(k) + u_2(k-1)$$

$$[0076] \quad u_3(k) = n_3(k) - n_3(k-1);$$

[0077] 其中,  $u_1, u_2, u_3$  表示节点输出量;  $n_1, n_2, n_3$  表示节点输入量。

[0078] 隐层的输入量为:

$$[0079] \quad n_i(k) = \sum_{j=1}^2 w_{ij} x_j(k), i = 1, 2, 3$$

[0080] 其中,  $n_i$  表示隐层的第  $i$  个输入量,  $j$  表示输入层与隐层连接的节点数,  $x_j$  表示输入层第  $j$  个神经元的输入量;

[0081] 神经网络输出层的输入量即为各隐层神经元的输出量, 输出层的输出量为:

$$[0082] \quad u(k) = \sum_{i=1}^3 w_i u_i(k)$$

[0083] 其中,  $w_{ij}$  表示输入层与隐层之间各节点的连接权值;  $w_o$  表示隐层与输出层间各节点的连接权值,  $w_i$  表示隐层与输出层第  $i$  个节点的连接权值,  $u_i$  表示输出层第  $i$  个节点的输入量;

[0084] 传统BP算法的连接权值的修正公式为:

$$[0085] \quad \Delta w(n) = -\eta \frac{\partial E}{\partial w}; \quad (2)$$

[0086] 其中,  $\Delta w$  表示权值调整量,  $n$  表示时间点,  $\eta$  表示权值学习率,  $\partial$  表示偏导;

[0087] 在添加了动量项后, 连接权值的修正公式变化为:

$$[0088] \quad \Delta w(n) = -\eta \frac{\partial E}{\partial w} + \alpha \Delta w(n-1); \quad (3)$$

[0089] 其中,  $\alpha$  表示动量项系数;

[0090] 将式(2)代入式(3), 可以得到:

$$[0091] \quad \Delta w(n) = -\frac{\eta}{1-\alpha} \frac{\partial E}{\partial w}。$$

[0092] 该算法的具体的调控步骤如下:

[0093] (1) 初始化被控对象(温室大棚)的当前温度。

[0094] (2) 设定温室大棚需要达到的目标温度。

[0095] (3) 对神经网络进行预训练并利用遗传算法得到最优的初始化连接权值。

[0096] (4) 选定合适的神经网络各层间连接权值的学习率。

[0097] (5) 读出当下的温室大棚系统温度, 记为  $y(k)$ 。

[0098] (6) 通过改进的PID神经网络计算出控制信号(电压)  $u(k)$ 。

[0099] (7) 网络中改进的反向传播算法以控制系统的误差(温室大棚目标温度与当前温

度的差值)自适应地调整连接权值。

[0100] (8)将控制信号 $u(k)$ 作为电压输入至温室大棚温控加热器模型。

[0101] (9)温室大棚加热器模型输出当前温度(温室大棚温度)。

[0102] (10)将参数更新返回步骤5,直至实际温室大棚温度达到设定的目标温度。

[0103] 实施方式三、本实施方式是对实施方式一提供的基于改进的PID算法的温室大棚温度控制信号生成方法的进一步限定,所述温度模型包括:所述温室大棚的体积、照射在温室大棚覆盖层的单位面积的阳光辐射能、加热装置的加热功率和作物生长的环境因子数据。

[0104] 实施方式四、本实施方式是对实施方式一提供的基于改进的PID算法的温室大棚温度控制信号生成方法的进一步限定,所述方法还包括:

[0105] 步骤4:根据采集的土壤湿度,调整所述控制信号的控制信息,得到优化的控制信号;

[0106] 步骤5:根据所述优化的控制信号得到灌溉水量,发送至灌溉系统。

[0107] 实施方式五、结合图3说明本实施方式,本实施方式是对实施方式四提供的基于改进的PID算法的温室大棚温度控制信号生成方法的进一步限定,所述步骤4具体为:

[0108] 采集温室大棚内土壤湿度数据,根据采集数据与预设湿度目标数据,基于模糊PID控制算法得到所述优化的控制信号。

[0109] 具体的,基于模糊PID控制算法具体为:

[0110] 模糊PID控制的核心思想是经过已经制定好的的模糊控制规则,判断当前控制对象的控制输出变量和期望输出之间差值的大小和方向,自适应的给出相应的PID控制参数,从而实现输出变量的快速调节。首先,连续PID控制器的一般数学模型是:

$$[0111] \quad u(t) = K_p E(t) + K_i EC(t) + K_d \frac{dE(t)}{dt}$$

[0112] 其中, $K_p$ 表示比例系数, $K_i$ 表示积分系数, $K_d$ 表示微分系数, $u(t)$ 表示系统 $t$ 时刻的控制作用, $E(t)$ 表示误差, $EC(t)$ 表示误差变化率, $E(\tau)$ 表示误差, $d(\tau)$ 表示积分中的微分部分 $dx$ 。

[0113] 接下来是对模糊PID控制器的设计。误差 $E$ 值由系统设定的土壤湿度最佳值和测得土壤湿度实时值作差得到,误差变化率 $EC$ 由 $EC = E(k) - E(k-1)$ 得到,其中 $E(k)$ 和 $E(k-1)$ 分别为 $k$ 时刻和 $k-1$ 时刻的土壤湿度值。然后将 $E$ 与 $EC$ 作为模糊控制器的两个输入,通过设定变量因子进行模糊化处理,制定模糊控制规则表,进行模糊决策,输出为PID控制器输入的三个修正参数 $\Delta K_p$ 、 $\Delta K_i$ 、 $\Delta K_d$ ,通过比例因子进行解模糊化处理并作用于PID控制器输出 $u$ 值,最后作用于控制对象输出灌溉水量,完成作物灌溉;模糊PID控制规则制定根据实际作物的不同而不同。模糊PID的程序使用C语言编写,其流程一般步骤如下:

[0114] (1)土壤湿度传感器采集土壤湿度值并与设定好的最佳湿度值进行比较,求出差值 $E$ ,并根据单片机存储的上下时刻数据,求出偏差的变化率 $EC$ 。

[0115] (2)判断 $E$ 值是否在范围内,若 $E$ 超过上限,进行下一步;若 $E$ 在范围内,进行下一步;若 $E$ 低于下限,说明土壤含水率远超植物生长最佳土壤湿度值,终止灌溉程序,等待蒸腾作用,降低土壤含水率。

[0116] (3)通过量化因子将 $E$ 和 $EC$ 进行模糊化,与模糊论域建立映射关系。

- [0117] (4) 查询模糊规章对应表,输出论域语言值。
- [0118] (5) 解模糊化,将模糊论域值乘以比例因子,变为准确的物理量输出,控制灌水时长。
- [0119] (6) 当灌水一定时间后,或停止灌溉一段时间后,传感器再次采集数据,重复以上步骤。

[0120] 最后是自动灌溉系统的整体设计,通过接口将温度控制系统输出的温度数值输入到S3C2410单片机,土壤湿度传感器采用SM2820M土壤湿度传感器模块,通过网口与上层控制平台连接,液晶显示使用LQ080V3D显示器。

[0121] 提供一个具体实践如下:

[0122] 温度控制系统中对单片机程序设计如下:

[0123] 1) 按键、控制引脚定义。

[0124] Sbit k1=p1^6;//升温电机开关控制按钮

[0125] Sbit k1=p1^7;//降温电机开关控制按钮

[0126] Sbit F\_IN1=p1^0;//升温电机开关控制端

[0127] Sbit F\_IN2=p1^1;

[0128] Sbit F\_IN3=p1^2;//降温电机开关控制端

[0129] Sbit F\_IN4=p1^3;

[0130] 2) 采集显示温度程序。

[0131] Float temp=0.0;

[0132] LCD\_Initialize();//液晶初始化

[0133] LCD\_ShowString(0,0,“wenshihouse Test”);

[0134] LCD\_ShowString(1,0,“TEMP:”);

[0135] Read\_Temperature();//读取温度

[0136] Delay\_ms(800);//延时

[0137] While(1)//循环读取温度并显示

[0138] {if(Read\_Temperature())//读取温度正常

[0139] 则转换并显示

[0140] {temp=(int)(Temp\_Value[1]<<8|Temp\_

[0141] Value[0])\*0.0625;

[0142] Sprint(Disp\_Buffer,“%5.1f”,temp);

[0143] //浮点温度转换为字符串

[0144] PutStr(stract((char\*)Disp\_Buffer,“\r\

[0145] n”));//向PC机发送温度数字串

[0146] Strcat(Disp\_Buffer,“\xDF\x43”);//浮点温度字符串末尾附加摄氏度符号LCD\_

ShowString(1,7,Disp\_Buffer);

[0147] //液晶显示

[0148] Delay\_ms(50);

[0149] }

[0150] }

- [0151] 3) 电机控制程序。
- [0152] If (k1 == 0) //升温电机开关控制
- [0153] {delay\_ms(10);
- [0154] If (k1 == 0) {F\_IN1=1;F\_IN2=1;}
- [0155] else {F\_IN1=1;F\_IN2=0;}
- [0156] }
- [0157] If (k2 == 0) //降温电机开关控制
- [0158] {delay\_ms(10);
- [0159] If (k2 == 0) {F\_IN3=1;F\_IN4=1;}
- [0160] else {F\_IN3=1;F\_IN4=0;}
- [0161] }
- [0162] 而后将温度输出值通过接口接入自动灌溉系统,自动灌溉控制流程如下:
- [0163] 不同时间段,温室的环境因子不同,作物灌溉量需求不同,对应的土壤湿度最适值也不同。以夏季黄瓜为例,灌溉量与环境因子之间的相关关系如下:
- [0164]  $Q_0 = 2.87203 \exp(0.008588x_1 - 0.00553x_2 + 0.031914x_3)$ ;
- [0165] 其中, $Q_0$ 表示灌溉量; $x_1$ 表示温度; $x_2$ 表示空气湿度; $x_3$ 表示光照强度。
- [0166] 通过温室环境监测系统测得环境因子数据,计算出实际灌溉需求量 $Q_0$ ,被控对象传递函数为:

$$[0167] \quad G(s) = \frac{78}{19s+1} e^{-46s};$$

[0168] 由该传递函数和单位阶跃输入,可以求得输出为:

$$[0169] \quad Y(s) = \frac{78}{s(19s+1)} e^{-46s};$$

[0170] 其中,s表示拉氏变换后的自变量;

[0171] 对该式做拉普拉斯反变换可得:

$$[0172] \quad y(t) = -78 * \text{heaviside}(t-46) * (\exp(46/19 - t/19) - 1);$$

[0173] 其中,heaviside表示赫维赛德函数,exp表示以自然常数e为底的指数函数。

[0174] 令微灌水量为1ml/s,则 $t = Q_0$ ,得到土壤湿度设定值 $H_d = y(t)$ 。可以根据经验和不同农作物的不同需求,分时间段开启自动灌溉控制,维持作物适宜生长的湿度环境。

[0175] 实施方式六、本实施方式提供了基于改进的PID算法的温室大棚温度控制信号生成装置,所述装置包括:

[0176] 模块1:用于采集温室大棚的温度模型;

[0177] 模块2:用于采集温室大棚的温度数据;

[0178] 模块3:用于根据所述温度数据与预设的目标温度数据得到控制信号。

[0179] 实施方式七、本实施方式是对实施方式六提供的基于改进的PID算法的温室大棚温度控制信号生成装置,所述装置还包括:

[0180] 模块4:用于根据采集的土壤湿度,调整所述控制信号的控制信息,得到优化的控制信号;

- [0181] 模块5:用于根据所述优化的控制信号得到灌溉水量,发送至灌溉系统。
- [0182] 实施方式八、结合图1说明本实施方式,本实施方式提供了温室大棚温度控制系统,所述系统包括信号生成端和灌溉端,
- [0183] 所述信号生成端为实施方式七提供的基于改进的PID算法的温室大棚温度控制信号生成装置;
- [0184] 所述灌溉端为所述灌溉系统,用于根据所述优化的控制信号对所述温室大棚内作物进行灌溉。
- [0185] 具体的,结合图1,其核心为51单片机,调温模块控制和调节温度。当系统开始工作时,在上位机和单片机通过通信接口进行数据交换,单片机系统将用户设置的初始值保存于芯片中,温度传感器开始检测周围环境的温度,然后通过显示模块将检测到的温度值显示输出。当大棚内温度不符合设置的初值,如小于或大于初值,单片机会通过报警模块发出警报声,提示温度已经超出预先设定的阈值,同时,调温控制模块将被单片机启动,使控温设备进行升温或者降温操作,使温度回到预设值范围。其中单片机采用AT89S51单片机,温度传感器采用DS18B20传感器,显示器采用LCD1602显示器。
- [0186] 在灌溉端,将温度控制系统的输出温度数据通过接口传送给灌溉系统,然后计算节水灌溉模型辨识:采用两点法辨识被控对象土壤湿度的传递函数模型,由灌溉量与土壤湿度的关系计算土壤湿度的最适值;接下来使用模糊PID控制算法将传感器测得土壤湿度值与最佳土壤湿度值的偏差E与偏差变化率EC作为模糊控制器的两个输入,通过设定变量因子进行模糊化处理,制定模糊控制规则表,进行模糊决策,输出为PID控制器输入的三个修正参数  $\Delta K_p$ 、 $\Delta K_i$ 、 $\Delta K_d$ ,通过比例因子进行解模糊化处理并作用于PID控制器输出u值,最后作用于控制对象输出灌溉水量,完成作物灌溉;最后使用硬件搭建完成整个系统。
- [0187] 解决了现有技术中存在的水资源匮乏与浪费问题。
- [0188] 其中,节水灌溉模型辨识具体为:
- [0189] 温室大棚被测对象土壤湿度数学模型可由一阶惯性滞后环节近似表示,因此采用两点发进行数学模型辨识。令被控对象的传递函数为:

$$[0190] \quad G(S) = \frac{K}{Ts+1} e^{-\tau s}$$

$$[0191] \quad K = \frac{y(\infty) - y(0)}{\Delta u_0} ;$$

[0192] 其中,G(S)表示传递函数,s表示时间t的拉氏变换,y( $\infty$ )表示 $\infty$ 处的系统输出,y(0)表示0处的系统输出,K表示系统静态增益;T表示时间常数; $\tau$ 表示纯滞后时间;y(t)表示土壤湿度值,随时间变化;

[0193] 把y(t)转换成无量纲形式,为 $y^*(t)$  :

$$[0194] \quad y^*(t) = \frac{y(t)}{y(\infty)} ;$$

[0195] 则

$$[0196] \quad T_y^*(t-\tau) + y^*(t-\tau) = 1ABC ;$$

[0197] 其中,t表示时间。

[0198] 由此可得无量纲形式的阶跃响应为：

$$[0199] \quad y^* = \begin{cases} 0 & t < \tau \\ 1 - e^{-\frac{t-\tau}{T}} & t \geq \tau \end{cases}$$

[0200] 选定 $t_1$ 、 $t_2$ ，使 $t_2 \geq t_1 \geq \tau$ 。为了计算方便，取 $y^*(t_2) = 0.63y^*(\infty)$ 、 $y^*(t_1) = 0.39y^*(\infty)$ ，则通过计算可得 $T$ 和 $\tau$ 的公式：

$$[0201] \quad \begin{cases} \tau = 2t_1 - t_2 \\ T = 2(t_2 - t_1) \end{cases}$$

[0202] 根据具体实验对象代入即可得到传递函数。

[0203] 实施方式九、本实施方式提供了计算机储存介质，用于储存计算机程序，所述计算机程序用于被计算机读取，使其执行实施方式一至五任意一项提供的基于改进的PID算法的温室大棚温度控制信号生成方法。

[0204] 实施方式十、本实施方式提供了计算机，包括处理器和储存介质，当所述处理器读取所述储存介质中储存的计算机程序时，所述计算机执行实施方式一至五任意一项提供的基于改进的PID算法的温室大棚温度控制信号生成方法。

[0205] 以上通过附图和几个具体实施方式对本发明提供的技术方案进行进一步详细地描述，是为了突出本发明提供的技术方案的优点和有益之处，并不用于作为对本发明的限制，任何基于本发明的精神和原则范围内的，对本发明的合理修改和改进、实施方式的合理组合和等同替换等，均应当包含在本发明的保护范围之内。

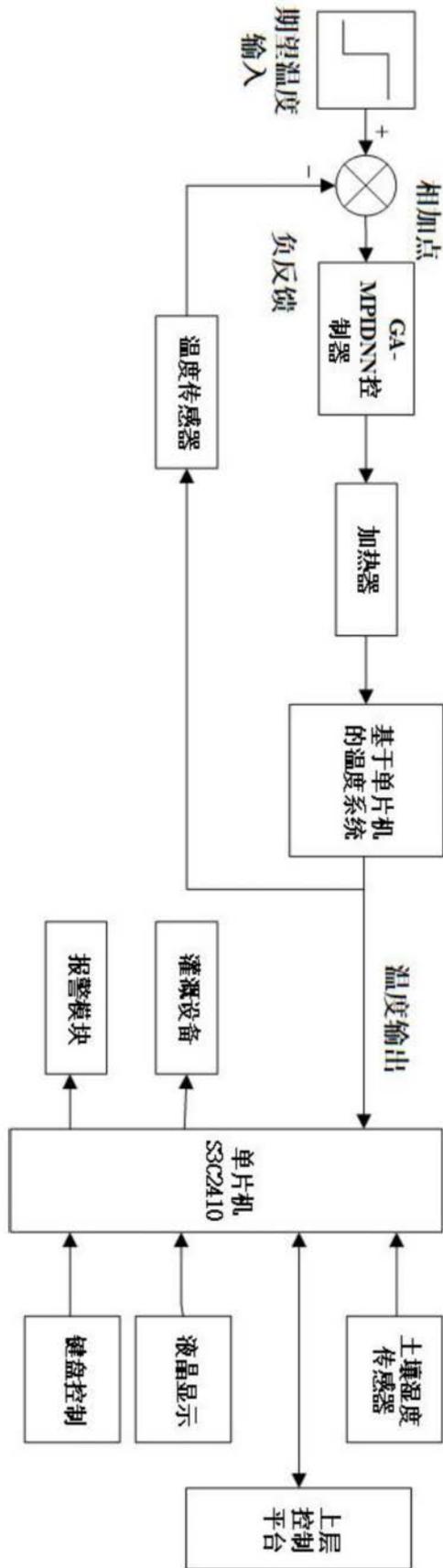


图1

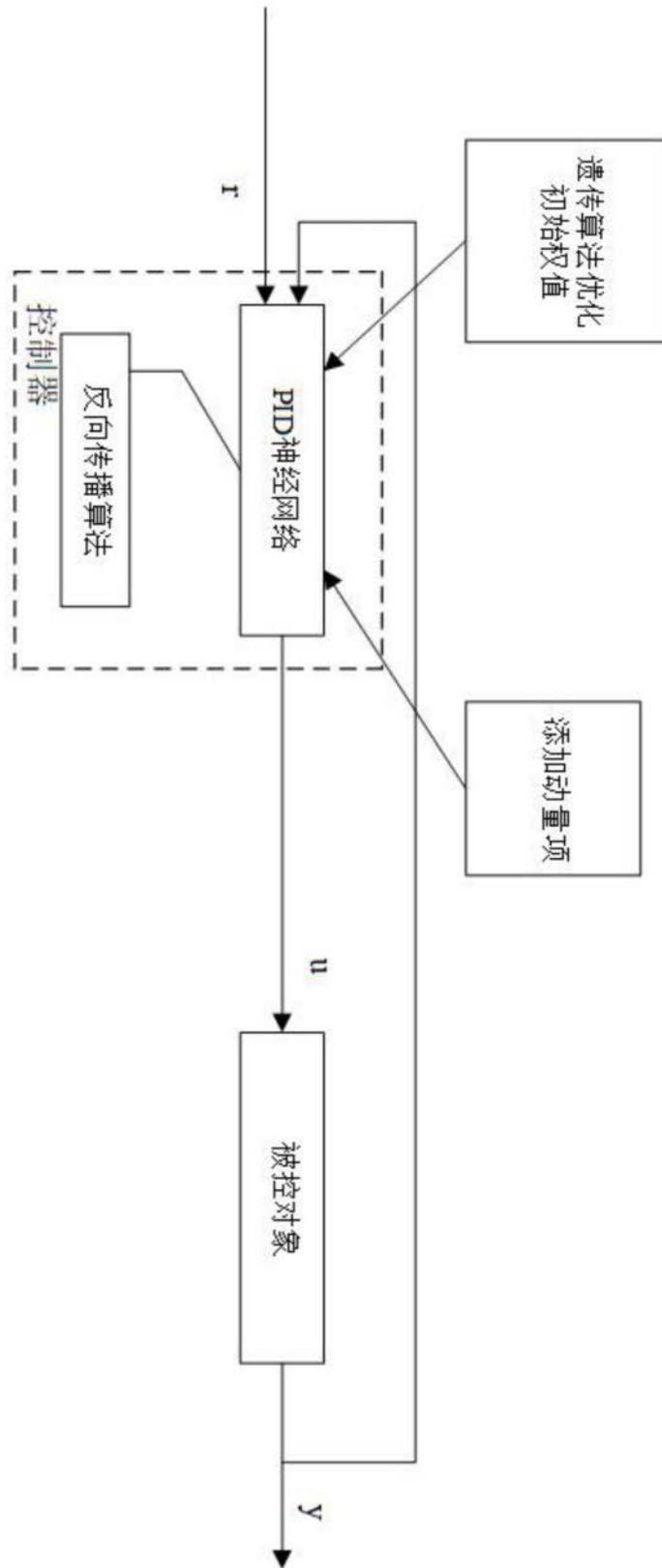


图2

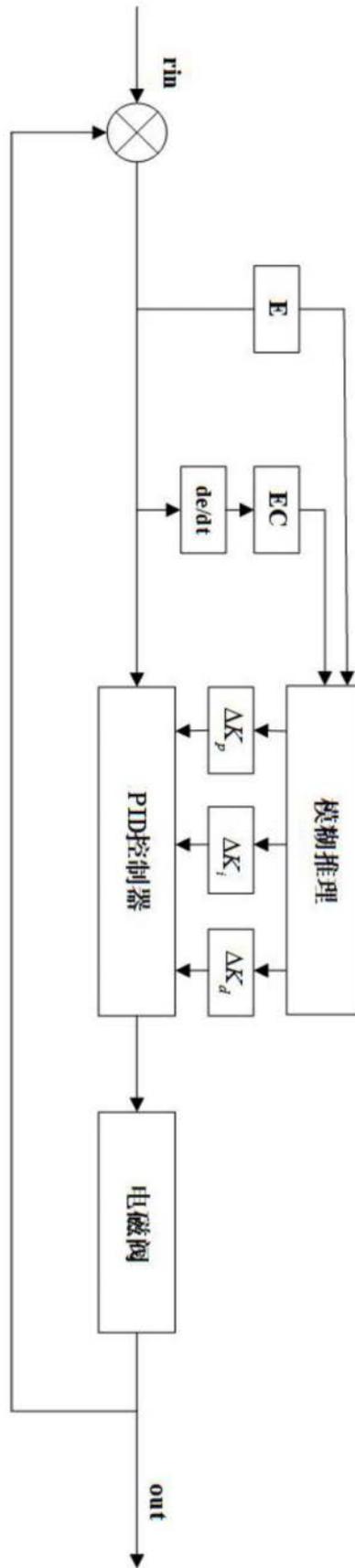


图3