

小型花卉玻璃温室温度模糊控制系统建模研究

黄茂启, 柯建宏*, 吴肖龙 (昆明理工大学机电工程学院, 云南昆明 650500)

摘要 运用模糊控制原理, 针对一种小型花卉玻璃温室设计了一个温度模糊控制模型, 用 Matlab 进行了模糊控制过程仿真, 通过对仿真所得结果进行分析和程序的修改, 修订模糊控制规则, 最终设计出一个模糊控制器。研究表明, 该方法可为温室温度模糊控制系统设计提供参考。

关键词 温室控制; 模糊控制器; Matlab

中图分类号 S24 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)26-373-03

System Modeling Study of Small Flowers Glasshouse Temperature Fuzzy Control

HUANG Mao-qi, KE Jian-hong*, WU Xiao-long (Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming, Yunnan 650500)

Abstract In this paper, the fuzzy control theory is used to design a temperature fuzzy control model for a small flower glass greenhouse, fuzzy control process simulation with Matlab, through the analysis of the simulation results and the modification of the program, the fuzzy control rules are revised. finally, a fuzzy controller is designed. The research shows that this method can provide a reference for the design of fuzzy control system of greenhouse temperature.

Key words Greenhouse control; The fuzzy controller; Matlab

在当今工业生产中, 温度控制系统在冶金、化学工业等行业是较为常见而且也是较为重要的一种操作系统, 该系统具备非线性、相互关联、时间变化与迟滞等特征。使用传统的 PID 控制系统, 往往难以完成对温度的迅速明显地准确操控。因此, 另一种非线性类别的自动控制——模糊控制 (FC), 在温度操控中起着非常重要的作用。模糊逻辑是模糊人工智能的核心要素, 而温度控制也是模糊控制获得的较早能使用的技术之一。19 世纪 70 年代中期英国学者就把模糊控制体系使用到工业生产进程中的温度控制上。其后, 模糊控制很快受到广大研究者的关注。

20 世纪 90 年代以来, 我国农业科技在大型化、节约化、科技化、设备标准与体积上都有了很大的进步, 当代温室也从改进型阳光温室、大型玻璃温室与科技化温室 3 种阶段获得了长足的进步。然而在温室的温度操控上, 由于会随时间改变、非线性、迟滞、难以构建准确的理论数学模型等特点, 导致使用原来的操控方法难以获得预想的结果。应对处理此类繁杂体系中的非线性与模型非精确性的特点, 模糊控制得到了大量运用^[1-3]。模糊控制系统虽然不依赖于精确的数学模型工作, 但输入和输出的对应关系也是系统设计中至关重要的。笔者根据模糊控制原理, 使用 Matlab 软件对小型花卉玻璃温室的温度模糊控制过程进行仿真来确定控制模型, 实现温室温度在控制设备的操控下得以自主控制。

1 温度模糊控制原理

该研究操作平台是经过对一种 6.4 m × 8.0 m 的植物温室进行测量获取真实的操控信息, 接着按照此信息所构建的模糊控制理论模型。模糊控制平台其实是模仿人对目标环境的实际操控。在真实人工操控中, 相关操作者要经常去监视温室温度, 调整温度操控平台以实现对温室温度的操控,

从而获得温室的最佳条件。对于小型花卉玻璃温室要求的控制反馈要迅速、平稳性要高的特点, 此模糊控制平台需要实时监督暖室内的当场温度, 获得当前参数 t , 并且与最优温度相减, 获得误差参数 e ; 经过模拟控制平台中的各个参数模糊化、模糊规则、逆模糊化, 获得参数 u ; 作用到被控制的目标, 让其可以迅速调整温室中的温度, 见图 1^[4]。

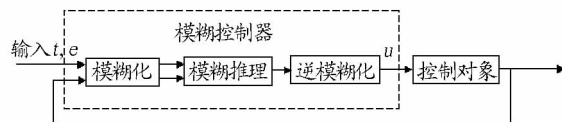


图 1 小型花卉温室模糊控制系统流程

2 温度模糊控制建模方式

此模糊控制系统, 在模型建立时采用了 Matlab 程序, 运用当中的 Simulink 功能对模糊温度控制进行仿真。其流程为经过 Matlab 编好模糊操控软件, 输入到 Simulink 创建的模拟情形中, 获得相关数据, 把获取的信息和真实的操控信息作对比, 接着逐渐调节模糊操控软件中程序, 使得获得的数据可以精确使用到真实温度控制中去, 达成温室控制的自主化, 并且可以让反馈速度最大、平稳性高、超调少^[5]。

3 模糊控制器的设计

3.1 温室温度控制所需环境 由于温室实际所在区域一年最低温度低于 0 °C, 最高温度高于 35 °C。同时温室中大部分花卉的根部区域在 17 ~ 23 °C 成长最佳, 最适宜的地面温度为 15 ~ 20 °C。根据花卉生长所需的适宜温度, 以及当地的天气情况和科技状况, 控制的最优温度设定为 15 ~ 25 °C, 可容许的温度误差则为 0 ~ 1 °C。

最终确定, 按照温室温度控制需要的条件, 以及系统结构图等, 可以知道温度模糊控制单元为双输入单输出的结构, 输入为温室内真实温度 t , 反馈数据真实温度和目的温度的偏差 (也就是软件预设的调整偏差) e , 输出为控制温度 u 。结合由实际生产获得的知识库知识, 对温度区域先进行论域划分, 既模糊化与逆模糊化处理。

作者简介 黄茂启(1984 -), 男, 安徽安庆人, 硕士研究生, 研究方向: 机电控制系统。* 通讯作者, 副教授, 硕士, 从事机电控制系统研究。

收稿日期 2015-07-27

3.2 模糊控制器的建立 打开 Matlab 程序,在命令窗口中输入 Fuzzy,就能够使用 Matlab 自带的模糊控制器功能,通过上面设定的模糊规则与划分的数据,构建模糊控制器,然后在 Simulink 模块中构建仿真模型,对模糊控制作相应的仿真。

同时也可采用编写 Matlab 程序的方式生成相应模糊数据的论域以及控制规则,例如:

```

k = 1;
a = addvar(a,'input','t',[0 * k,40 * k]);
a = addmf(a,'input',1,'NB','zmf',[0 * k,10 * k]);
a = addmf(a,'input',1,'NM','trimf',[5 * k,10 * k,15 * k]);
a = addmf(a,'input',1,'NS','trimf',[10 * k,15 * k,20 * k]);
a = addmf(a,'input',1,'Z','trimf',[15 * k,20 * k,25 * k]);
a = addmf(a,'input',1,'PS','trimf',[20 * k,25 * k,30 * k]);
a = addmf(a,'input',1,'PM','trimf',[25 * k,30 * k,35 * k]);
a = addmf(a,'input',1,'PB','smf',[30 * k,40 * k]);

```

这里为设定的输出实际温度 t 的论域,采用乘以比例系数 k 的方式生成模糊隶属度函数, k 取系数 1,当面对不同种类植物时,一般情况下模糊控制规则可以不变而只需改变输入、输出的隶属度函数,以后面对不同种类植物时只需修改比例系数 k 就可达到更改控制目标的目的,从而避免了再次寻找模糊规则。

在模糊控制模块中,构建温度模糊控制器。从控制机理中能够看出,温度模糊控制器具有单输出、双输入的特性,所以应当先定义相应的输入与输出变量,输出变量为温度的变化 u ,输入变量为目标温度与实际温度的差 e 和温室内的实际温度 t 。然后选取 Mamdani 算法作为模糊变化的方法,进而构建如图 2 的温度模糊控制器。

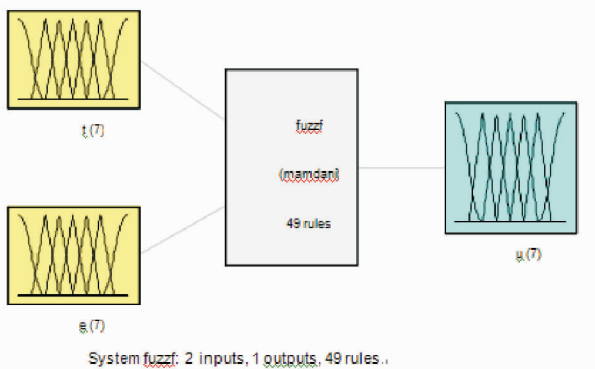


图 2 温度模糊控制器

之后按照预先设置的输入模糊化与输出逆模糊化,定义 u 、 e 、 t 的隶属度函数,在设置页面中选取函数的形状,并设置函数的定义域,最后设置模糊语言子集,从而得到 u 、 e 与 t 相应的隶属度函数图形。例如,实际温度 t 的隶属度函数图形

如图 3 所示^[6]。

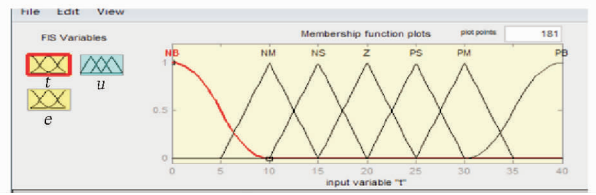


图 3 t 的隶属度函数

模糊控制规则在 Mamdani 框中,把上述所设定的模糊规则键入到模糊控制编辑器内,得到模糊控制器见图 4。

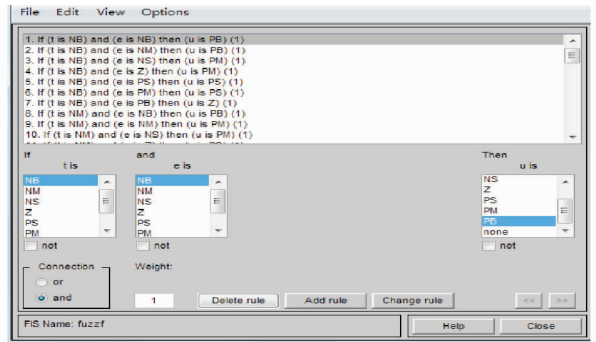


图 4 模糊控制规则制定

根据所构建的规则可以观测其模糊控制曲面和模糊控制结果,如图 5 和 6。

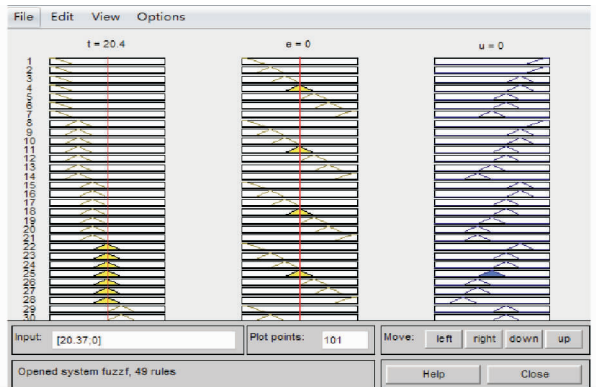


图 5 模糊控制结果

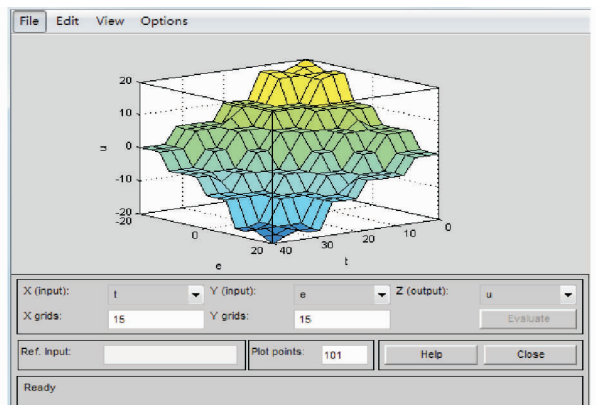


图 6 模糊控制曲面

通过模糊控制器所生成的模糊控制程序,运用 Matlab 内置的 Simulink 模块对其作相应的仿真,将模糊规则程序导入到 Workplace 中,在 Simulink 中构建对应模块即可仿真。图 7

为 Simulation 所构建的温度模糊控制模型。

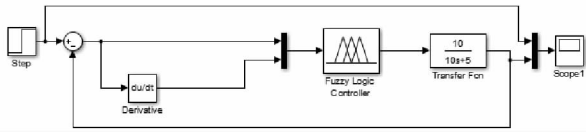


图 7 温度模糊控制模型

4 Matlab 建模仿真

4.1 用 Matlab 实现模糊控制的仿真 结合所设立的模糊规则与输入输出模糊化,采取 Matlab 中的 Simulink 组件进行仿真。进行仿真时先用 Matlab 的模糊仿真工具,构建一个关于温度控制的模块,然后在 Simulink 的仿真条件下导入到 Fuzzy logic controller 中,并在这种环境下仿真,将仿真时间设定为 60 s,目标稳定为 20 °C^[7-8]。

4.2 仿真结果的实际意义 小型花卉温度模糊控制中,由模糊温度控制的特性无法确定其数学模型,但是通过仿真模拟可以看见系统控制后控制手法及控制结果(图 8)。从图 8 可以看出该模糊控制系统其控制速度快(反应时间在 10 s 左右),控制精度高,稳定性强,达到目标温度时几乎没有超调

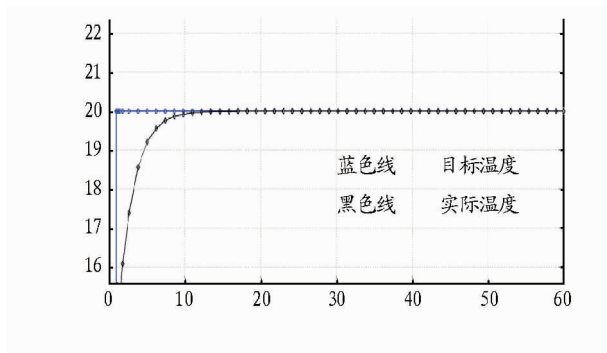


图 8 温度控制图像

量。而且由于模糊控制规则适应性强,只需要修改输入与输出的比例系数,就可以达到对其他对象的控制,这可以满足温室内花卉更改时只需修改程序,就能实现对不同花卉的温室温度控制,体现出模糊控制系统适用范围广的特性。

5 结论

该研究采用 Matlab 中的 Simulink 组件对所建立的模型仿真验证来确定所设定温度模糊控制模型的方法可行,可为控制设备(如 PLC)建立模糊控制语句块奠定程序基础和帮助确定温度区间的大概范围。

玻璃温室温度模糊控制系统在未来的研究中也更加关注控制规则的设计,针对不同的作物特性,采用相应的模糊控制规则,并且建立相应的控制模型,从而可以简化对温室控制规则的设计,实现控制模型的直接调用即可设定不同作物的最佳需求温度。

参考文献

- [1] ZHOU X O, WANG C D, LAN H. The research and PLC application of fuzzy control in greenhouse environment[J]. Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, 2009, 3: 340 - 344.
- [2] 兰富军. 基于模糊控制与神经网络的智能温室温度控制研究[J]. 安徽农业科学, 2012(7): 4437 - 4438, 4441.
- [3] KUANG Y C, SHEN Y. A Greenhouse temperature and humidity controller based on MIMO fuzzy system[C]//Intelligent System Design and Engineering Application (ISDEA). International Conference on. Changsha, 2010.
- [4] 陈冠玲. 用 PLC 编程实现温度的模糊控制[J]. 中国仪器仪表, 2001(6): 6 - 7.
- [5] 肖辉, 叶文强. 基于可编程控制器的模糊控制器实现方法[J]. 四川理工学院学报, 2008, 21(2): 92 - 94.
- [6] SALGADO P, AFONSO P. Decomposition of a greenhouse fuzzy model [C]//Proceedings of 11th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation. ETFA, 2006.
- [7] 杜尚丰, 孙明, 董乔雪. 智能控制理论与应用[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2005.
- [8] 李丹, 谢植, 程杰. 模糊控制在温度控制系统中的应用和发展[J]. 黄金学报, 2000, 2(4): 294 - 297.
- [9] 王芳, 黄哲, 张蕾. 婴儿食用添加低聚糖配方奶粉的生长发育观察[J]. 实用医技杂志, 2004, 11(9): 1891 - 1894.
- [10] KAPIKI A, COSTALOS C. The effect of a fructo-oligosaccharide supplemented formula on gut flora of preterm infants[J]. Early human development, 2007, 83(5): 335 - 339.
- [11] 陆亚东, 贾晓明, 喻文亮, 等. 配方奶添加半乳糖 - 低聚糖改善婴儿肠道微生态和发酵的研究[J]. 现代医学, 2007, 35(6): 423 - 427.

(上接第 357 页)