

基于人工智能的自然环境^{*}

严丽军¹ 项湜伍^{1,2} 胡玉同¹

(上海师范大学 上海 200234)¹ (上海电机学院 上海 200240)²

摘要 设计了一套能实时模拟控制大自然温度、湿度、光照度以及气体浓度比例等多参量的测控系统,通过该系统的自动调节作用,在温室中应用于农作物的生长过程,为实现人工大自然环境模拟、控制的可行性提供了理论依据。

关键词 自然环境,模糊控制,神经网络,遗传算法,混沌,预测,数据库

Natural Environment Based on Artificial Intelligence

YAN Li-Jun¹ XIANG Shi-Wu^{1,2} HU Yu-Tong¹

(Shanghai Normal University, Shanghai 200234)¹ (Shanghai DianJi University, Shanghai 200240)²

Abstract A control system was designed, which can simulate and control natural temperature, humidity, lighting intensity and the proportion ment of gases density at real time. This system was brought into exercise to plant the crops in the greenhouse by auto regulation. Then it may provide the theoretical secundum about the feasibility of simulating and controlling the factitial natural setting.

Keywords Natural setting, Fuzzy control, Neural network, Genetic algorithms, Chaos, Forecast, Intellective database

近几十年来,温室突破了传统农作物种植受地域、自然环境、气候等诸因素的限制,成为一种新的农作物种植技术,对农业有重要意义。但是,虽然从温室中成熟的蔬菜和水果可以提前或反季上市,品尝下来,不如正常在自然环境中生长、成熟的产品更上口美味。主要的原因就是温室中基本上保持适合农作物成长的温度不变,过度催化加快了农作物的成长周期。通过本文的研究,在农作物生长规律智能数据库的基础上,通过模糊、神经网络技术和混沌理论在温室中模拟某一个农作物如番茄生长的自然环境,并加以优化,使之能够在反

季上市的前提下,又不失其美味。

为此,我们创建了一种合理的温室智能控制拓扑结构,充分考虑到温室的调控因子,应用智能控制技术,利用农作物生长智能数据库和先进的算法,实现对温室环境与自然环境的最佳匹配以及最优控制。

这种控制结构,包括了模糊控制,预测控制技术,农作物生长智能数据库,遗传算法和神经网络学习、遗传算法,混沌技术等原理。

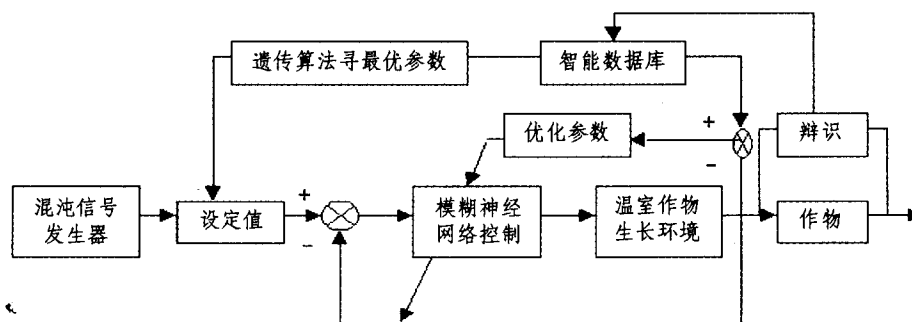


图1 温室智能控制拓扑结构图

文[5]中提到过,对于一个温室系统来说,无论建立何种控制策略,它们的约束条件一定是保证温室系统的产出量和投入量之比为最大值。的确,对于考虑产量效益来说,这无可厚非。但是,正如本文一开始所说的那样,第一作物虽然缩短了成长周期和反季生长,但质量却大打折扣。

第二本系统最终的目的是为了实现大自然资源的模拟生成和再现,从而可以应用于作物生长环境的研究,医院治疗环境的模拟,室内环境的人工生成等。所以本系统的最终目

的是对自然环境的最佳模拟和再现,其次再考虑其产出和投入的比重大小。

1 智能数据库

在智能数据库中收集的是某种农作物在某地域从开始种植一直到成熟丰收所有日子的天气参数曲线,这其中包括温度、湿度、光照等主要对农作物影响比较大的参数,而且一天24小时每1小时采集一次,以天为单位,存于数据库中。例

^{*} 获上海市教委基金,并已完成科研任务,批号:沪教科第34004号。严丽军 工程师,硕士,主要研究方向为模糊神经网络,混沌理论研究;项湜伍 教授,主要研究方向为神经网络,模糊技术及微机技术;胡玉同 硕士。

如,我们采集营养丰富的番茄种植周期参数,把番茄从育苗的那一天起,每1小时,天气参数数据采集一次,并存储于数据库中,连续采集一直到番茄丰收上市为止,这些数据可以通过我国的番茄网(www.tomato.com.cn)收集或者直接向当地气象部门有偿获得。

当然,也可以向其他研究机构购买现成的数据库,而且数据更加全面和准确,如CCSODS,英文全称是CropComputer-Simulation,Optimization,DecisionMakingSystem,中文名为作物计算机模拟优化决策系统。由江苏省农科院农业现代化研究所高亮之教授为首的研究组合作完成。它是我国第一个大型的应用性作物模拟模型。其中数据库包括内存信息库(含常年或历年的某种农作物生长发育、产量形成、气象因素和技术经济数据)、外部实时信息库(含当年生产各个时期收集的苗情及其环境因素、生产资料和产品价格的即时信息)和数据库管理模块(负责管理和维护数据库内各类数据)。如气象数据库:包括纬度、温度、日照时数、日长、太阳辐射等。土壤数据库:包括土壤名称、土壤质地、土壤养分含量、PH值等。品种参数数据库:包括品种类型、生育期模型参数、叶龄模型参数、光合效率参数等。

接下来对数据库中所采集的数据进行初始化处理,根据番茄的生长规律如番茄适宜生长的温度为 $25^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$,剔除其中的恶劣天气和不正常的参数,以天为单位,被剔除的天数由邻近的那一天来顶替。然后再对其他数据根据番茄不同生长时期进行不同的调整和优化。处理完后的数据将来就作为番茄在温室中生长的重要输入依据参数。当然随着每次番茄的实际生长,这些生长参数数据也会不断地调整和改进。这里为了简单方便只对温湿度进行处理,没有考虑更多的气候参数,如风向,速度,压力,降雨时间和降雨量以及大气气体成分比例等。

同时在整个系统运行过程中,同时建立实时环境数据表,功能是提供每天整点时刻温室外的温度值、温室内的温度值、相对湿度值、光照强度值等环境数据,为作物的生长环境提供输入数据。

2 辨识

辨识用来跟踪作物生长期间的实时信息,以便用来评价系统、校正和完善作物生长的智能数据库。辨识结构如图2所示。

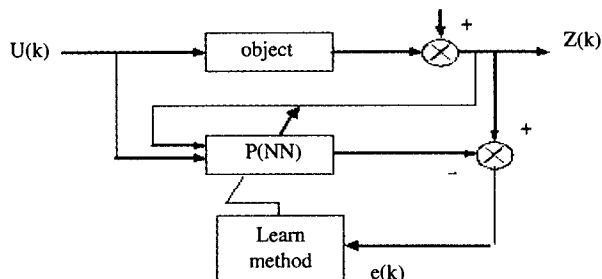


图2 辨识结构

非线性DTNN神经网络可以选为此辨识器。

它可描述为: $y(k) = N\phi[hT(k); w] = N\phi[u(k), u(k-1), \dots, u(k-m); w]$ (1)

$y(k)$ 是网络的输出(可为单输出或多输出) $u(k)$ 是网络的输入

式(1)等效于非线性FIR滤波器,可由前馈网络(多层

BP、RBP网、CMAC网等)与按拍延迟线CTDL组合实现。这里使用三层BP网络,采用在线辨识,根据辨识结果,进行评价,并对智能数据库根据作物实际生长情况曲线实时更新、改进和完善。而在数据库中搜索作物生长最佳条件采用改进型遗传算法^[6],加快搜索速度,搜索出的参数为系统的设定值。

3 混沌信号

什么是混沌呢?它的原意是指无序和混乱的状态(混沌译自英文Chaos)。混沌是指发生在确定性系统中的貌似随机的不规则运动,一个确定性理论描述的系统,其行为却表现为不确定性不可重复、不可预测,这就是混沌现象。进一步研究表明,混沌是非线性动力系统的固有特性,是非线性系统普遍存在的现象。牛顿确定性理论能够充分处理的多为线性系统,而线性系统大多是由非线性系统简化来的。因此,在现实生活和实际工程技术问题中,混沌是无处不在的。

由于自然界的温度、湿度等变化是混沌现象,所以对此我们这个系统的输入信号上叠加一个混沌信号,使温室内温度、湿度等变化有一个适当的,混沌波动,波动幅度较小,如温度可以每小时变化一次,变化的幅度不超过一度。

混沌信号的产生可以用硬件混沌信号发生器来产生^[2],也可通过软件基于协方差函数产生混沌信号^[3]。

很明显系统总体上按数据库的温湿度曲线变化(每小时变化一次),而且每小时有些微微的混沌波动,温湿度场的变化接近自然界的环境自然温湿度,而且也接近每天的气候自然变化,早晚温度稍低,中午最高,湿度随着光照强度变化而变。

4 模糊神经网络控制器

温室控制是涉及到温度、湿度、二氧化碳浓度、光照、营养液供给量等的多变量控制,各控制变量之间相互影响,相互耦合。因此,温室环境控制是一个典型的多变量非线性时变分布参数系统。

越来越多的理论与实践研究结果表明,合适的生态环境,尤其是合适的温度场分布,能够大幅度提高作物产量,但温室控制一般采用自然调节的方法,但温度的精确控制,可以采用先进的控制方法,产生有利于作物生长的最优分布温度场。为了实现优化控制,必需建立温室的数学模型。但由于温室是一个复杂的生物环境,难以建立精确的数学模型。目前已有文献仅建立没有加热系统的日光温室的描述性模型,具有加热系统的分布参数动态模型的研究是一个非常困难的工作。事实上,温室温度不仅与加热功率及其分布、日光辐射、热辐射、对流等有关,而且与温室里的不同作物在不同生长期的不同潜热有关,具有非线性、时变性和分布特性。本文针对温室生物环境建模的复杂性,采用如下温室气候的模糊神经网络逻辑控制器^[1,4],从而实现优化控制,为了简便起见,这里只对温度和湿度进行描述,其它情况类似。系统结构如图3所示。

这里,对温度和湿度进行控制,相应控制机构为天窗、侧窗、卷帘、遮阳网、风机、喷淋、补CO₂等。

它是一个具有输入层、隐层和输出层的神经网络。对应于模糊控制逻辑控制的模糊化,规则推理和反模糊化三个步骤。网络的输入为温湿度差两个变量。第二层采用高斯型的

(下转封四)

(上接第 241 页)

激活函数表示模糊变量的隶属函数,调整该层的权值和阈值,其输出就是模糊变量的隶属度。这里温度误差有 5 个模糊子集,即{正大,正小,适中,负小,负大},湿度误差有 3 个模糊子集,即{正,适中,负}。第三层将模糊化得到的隶属度进行两两相乘,代表模糊规则的强度,划分模糊规则,具体规则可参考文[1],共 18 条模糊规则。第四层的各个权值代表了模糊规则,采用模糊判决进行开关量的控制,控制量限制在 0~1 之间。这里采用步进电机实现阀门式开关控制,而阀门开启的角度正好与控制量成正比,0 为关闭,1 为完全开放,取代继电器的开关控制,模糊控制将更加精确。

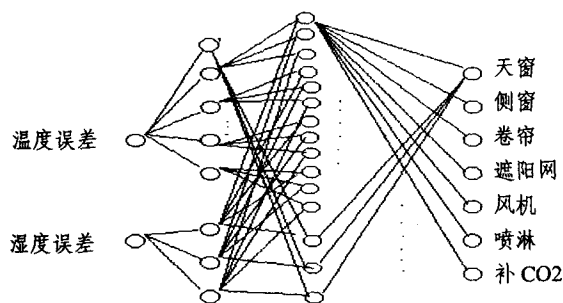


图 3 模糊神经网络控制器系统结构图

5 仿真与应用

为了验证上述拓扑的控制效果,利用 MATLAB 软件编程进行了仿真实验。进行仿真需要知道系统的模型,而温室系统的模型很难建立。神经网络可以实现对任意非线性函数

的逼近,我们采用成熟的 BP 网络来对温室系统进行辨识^[4],并在输入前加入混沌信号,使温室系统更接近于自然环境。

多变量模糊控制仿真如图 4,这里只列出了温度的仿真效果。

假设这是番茄成长中某一天所需的温度曲线,虚线代表数据库调出的实际某地某天的温度曲线,实线则是实际仿真结果(温室初始温度假定为 20 度)。番茄在白天与夜晚各自的最适温度分别在 20℃~25℃和 13℃~18℃,白天最高温度不能超过 35 度,昼夜温度不得低于 5 度。当夜间温度低于白天无温度时,植物生长发育常比昼夜温度相同时更为良好,这是出于降低夜间温度能减少呼吸作用的损失,使植物体内能积累更多有机物质,有利于促使植物的生长发育。

在实际仿真过程中,我们以分钟代表小时,横坐标 24 个小时分别对应 1 到 24 分钟。从图中,我们可以看到,温度的控制过程无超调,调节时间短,稳态误差基本没有。又由于加入了混沌信号,所以在整个过程中,温度曲线走向上下波动,波动幅度基本控制在 0.5 度以内,效果非常好。

结论 本文以温室作物生长环境为背景的基础上,提出了一个新颖的模拟大自然环境的温室智能控制系统,仿真效果良好,具有实际应用和推广价值。

参考文献

- 1 官赤坤,等.温室湿度遗传模糊神经网络控制仿真研究.江苏理工大学学报,2000,21(6):28
- 2 李小春,等.混沌信号产生电路的研究.空军工程大学学报.2001(5):48
- 3 刘文波.混沌信号的一种简单设计方法及应用.南京航空航天大学学报,1998,30(3):68
- 4 官赤坤,等.温室环境多变量模糊控制及其仿真.农业机械学报,2000,31(6):26
- 5 杜尚丰.现代温室环境智能控制方法研究.香港智能控制会议论文集,2004.66
- 6 倪长健,等.免疫进化算法.西南交通大学学报,2003.18
- 7 Abot G P, et al. Greenhouse Climate Control. Academic Press, San Diego, 1996
- 8 Sigrimis N, et al. An Intelligent Nonlinear acting Technique for Climate Control of Greenhouses 2002 IFAC 15th Triennial World Congress, Barcelona, Spain

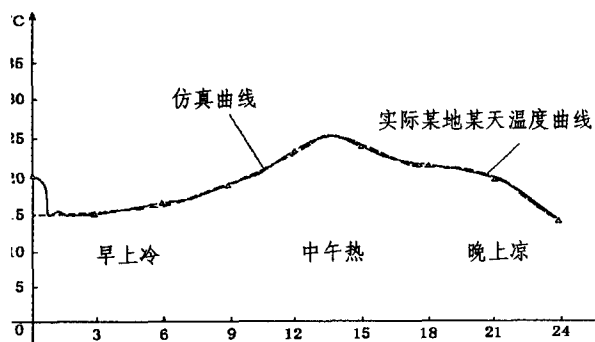


图 4 温度控制仿真混沌变化曲线

计算机科学

(1974 年 1 月创刊)

第 32 卷(卷终)第 12 期(月刊)

2005 年 12 月 25 日出版

ISSN 1002-137X
CN50-1075/TP

定价: 25.00 元 国外定价: 5 美元

邮发代号: 78-68

发行范围: 国内外公开

主管单位: 国家科学技术部

主办单位: 国家科技部西南信息中心

编辑出版:《计算机科学》杂志社

重庆市渝中区胜利路 132 号 邮政编码: 400013

电话: (023) 63500828 E-mail: jsjkk@swic.ac.cn

网址: www.jsjkk.com

社长: 牟炳林

主编: 彭丹

副主编: 朱宗元

主编助理: 徐书令

印刷者: 重庆科情印务有限公司

总发行处: 重庆市邮政局

订购处: 全国各地邮政局

国外总发行: 中国国际图书贸易总公司(北京 399 信箱)

国外代号: 6210-MO