

农业温室二氧化碳模糊控制系统算法

罗家兵, 张恒

(广州大学华软软件学院, 广东 广州 510990)

摘要:利用BP神经网络模糊控制器对农业温室二氧化碳进行控制。详细介绍了模糊规则表的生成及神经网络模糊控制器的设计,并使用Mablab进行了仿真学习,仿真结果表明该设计能够有效的对温室二氧化碳进行控制。

关键词:模糊神经网络; 温室; 光合作用; 二氧化碳

中图分类号: O235

文献标识码: A

文章编号: 1004-874X(2009)05-0221-03

Carbon dioxide control based on fuzzy control system in greenhouse of Agriculture

LUO Jia-bing, ZHANG Heng

(South China Institute of Guangzhou University, Guangzhou 510990, China)

Abstract: Aiming at the characteristic of carbon dioxide in greenhouse, It provides a new kind of control approach based on BP Fuzzy-Neural in greenhouse. The building of fuzzy rules and designing of neural network fuzzy controller are introduced in detail, and we also simulate it with Matlab. It proved to be an applied and effective control method.

Key words: fuzzy neural network; greenhouse; photosynthesis; carbon dioxide

春冬季北方地区普遍气温低, 蔬菜种植只能在温室大棚里进行, 为了保温, 温室一般处于封闭状态, 缺少内外气体交换, 作物生长需要进行光合作用, 而二氧化碳是光合作用的主要原料, 所以会造成室内二氧化碳浓度过低, 不利于农作物生长。二氧化碳施肥可以采用液体储罐汽化施放气体技术来实现^[1-2]。但是气体的释放量不好控制, 很难用一定的数学模型进行描述, 因此可以利用神经网络模糊器来进行自学习控制。

1 BP网络模糊控制的特征

将神经网络和模糊控制相结合, 可以使模糊控制器自动生成模糊控制规则。BP网络是一种多层前馈神经网络, 其结构如图1所示^[3]。

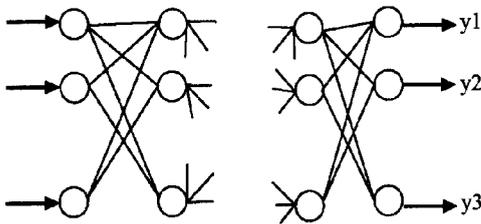


图1 BP网络结构

现以三层BP网为例, 说明BP网络的学习过程。

网络输入变量 $P_k=(a_1, a_2, \dots, a_n)$;

网络目标向量 $T_k=(y_1, y_2, \dots, y_n)$;

中间层单元输入向量 $S_k=(s_1, s_2, \dots, s_p)$, 输出向量

$B_k=(b_1, b_2, \dots, b_p)$;

输出层单元输入向量 $L_k=(l_1, l_2, \dots, l_q)$, 输出向量

$C_k=(c_1, c_2, \dots, c_q)$;

输入层至中间层的连接权 $w_{ij}, i=1, 2, \dots, n, j=1, 2, \dots,$

p ;

中间层至输出层的连接权 $v_{jt}, j=1, 2, \dots, p, t=1, 2, \dots,$

p ;

中间层各单元的输入阈值 $\theta_j, j=1, 2, \dots, p$;

输出层各单元的输入阈值 $\gamma_j, j=1, 2, \dots, p$;

参数 $k=1, 2, \dots, m$ 。

(1) 初始化。给每个连接权值和阈值赋予区间 $(-1, 1)$ 内的随机数。

(2) 选取一组输入和目标样本 $p_k=(a_1, a_2, \dots, a_n), T_k=(y_1, y_2, \dots, y_q)$ 提供给网络。

(3) 用输入样本、连接权 w_{ij} 和阈值 θ_j 计算中间层各单元的输入 s_j , 然后用 s_j 通过传递函数计算中间层各单元的输入 b_j 。

$$S_j = \sum_{i=1}^n w_{ij} a_i - \theta_j, j=1, 2, \dots, p$$

$$b_j=f(s_j),j=1,2,\dots,p$$

(4)利用中间层的输出 b_j 、连接权 v_{jt} 和阈值 γ_t 计算输出层各单元的输出 L_t ，然后利用传递函数计算输出层各单元响应 C_t 。

$$L_t=\sum_{j=1}^p v_{jt}b_j-\gamma_t, t=1,2,\dots,q$$

$$C_t=f(L_t), t=1,2,\dots,q$$

(5)利用网络目标向量 $T_k=(y^k_1,y^k_2,\dots,y^k_q)$ ，网络的实际输出，计算输出层各单元误差：

$$d^k_t=(y^k_t-C_t)\cdot C_t(1-C_t),t=1,2,\dots,q$$

(6)利用连接权 v_{jt} 、输出层的误差 d_t 和中间层的输出 b_j ，计算中间层各单元的一般化误差：

$$e^k_j=[\sum_{t=1}^q d_t v_{jt}]b_j(1-b_j)$$

(7)利用输出层各单元的一般化误差 d_t 与中间层各单元的输出 b_j ，修正连接权 v_{jt} 和阈值 γ_t 。利用中间层各单元误差 e^k_j ，输入层各单元的输入 $p_k=(a_1,a_2,\dots,a_n)$ 修正连接权 w_{ij} 和阈值 θ_j 。

(8)随机选取下一个学习样本向网络提供，返回步骤(3)，直到 m 个训练样本训练完毕。

(9)重复从 m 个学习样本中随机选取一组输入和目标样本，返回(3)，直到网络全局误差 E 小于预先设定的一个值。

(10)学习结束。

为了训练网络，建立模糊关系，需要借助数值样本来描述输入/输出模糊子集。网络的每个单元都对应着输入变量的某个模糊子集。网络的每个输出单元都对应着输出变量空间中的一个量化值。在网络的输出层会得到一个输出模糊子集，经过解释模糊子集得到真实的输出值。

2 温室二氧化碳浓度的模糊控制

在这里温室的主要被控参量为液态二氧化碳的释放时间(释放量和释放时间成正比)，而影响这一输出的主要因子为温室内二氧化碳的浓度和浓度变化率。温室中作物进行光合作用的主要原料是阳光和二氧化碳，中午日光强烈的时候，二氧化碳的消耗量也大，即二氧化碳浓度的变化率也大，晚上，由于缺乏日光，农作物停止了光合作用，因此二氧化碳也基本不在消耗。室内二氧化碳浓度和浓度变化率可以作为控制系统的输入参量，液态二氧化碳释放时间为输出控制量。实际操作中，输入和输出很难用一个数学模型进行描述。系统运行中具有较大的不确定性，控制过程在很大程度上依赖操作者的经验，因此特别适合利用

万方数据

模糊控制技术进行控制决策。

确定二氧化碳释放时间的模糊推理框图如图2所示，输入量为二氧化碳浓度和浓度变化率，输出量为释放时间。考虑到系统的可用性和简易性，定义输入量二氧化碳浓度的模糊词集为{低,较低,浓,较浓}，定义浓度变化率的模糊词集为{零,小,中,大}，定义释放时间为{不变,短,中,长}。模糊概念的确定问题就转化为求取模糊集合隶属函数问题^[4-5]。

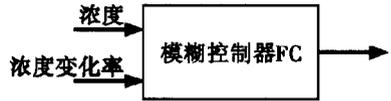


图2 模糊推理框架

二氧化碳浓度、浓度变化率和释放时间的隶属函数见图3，由此可以相继确定他们的模糊子集。

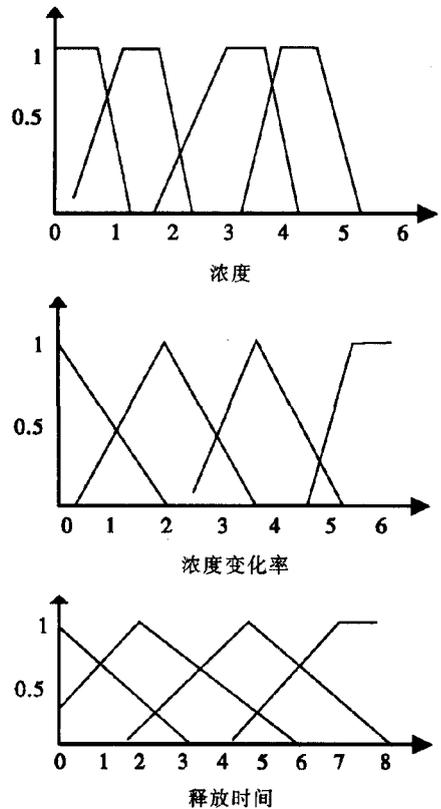


图3 模糊变量隶属函数

模糊控制规则根据专家经验可以得出，如表1所示。

3 神经网络模糊控制器设计

温室二氧化碳浓度的模糊控制器如图4所示。模糊控制的过程如下：首先温室的二氧化碳浓度信息由传感器送到处理单元，分为二氧化碳浓度和浓度变化

表 1 模糊控制规则

释放时间	二氧化碳浓度			
	低	较低	浓	较浓
变化率	零	短	不变	不变
	小	中	短	不变
	中	长	中	短
	大	长	长	中

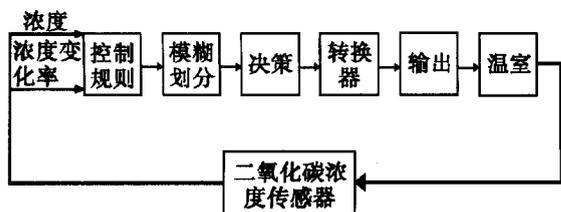


图 4 模糊控制的控制部分框图

率送入模糊控制器。对于输入的模糊量,需要将其转换为模糊变量,通过单片机,利用查表法按照模糊推理法则做出决策,结果被认为是模糊变量,经过去模糊化单元处理,再由执行机构去修改液态二氧化碳气的释放时间(释放量和释放时间成正比),这样就完成了一次模糊控制算法过程。

一般的模糊控制器将“专家经验”通过模糊控制规则表体现出来,运行中通过查表做出控制决策,相对于人工设定电脑程序来控制是有了很大的发展,但是,由于规则表需要占用大量内存空间,而嵌入式系统中,内存一般较小,并且查表法速度较慢,只能按照已输入的规则进行控制,不够理想,把神经网络和模糊控制相结合,就能解决这些问题。

首先离线训练网络,通过在线计算就可得到最佳输出。这种控制模式反应速度快,而已神经网络又具有自学习功能和联想能力,对于没有在训练中出现的样本,也可以通过联想记忆做出控制决策,表现非常灵活。神经网络模糊控制器的控制框图如图 5 所示,神经网络结构采用三层结构,输入层为 14 个节点,中间层为 29 个节点,输出层为 8 个节点。中间层神经元的传递函数采用 tansig (S 型的正切函数),输出层神经元传递函数采用 logsig (S 型对数函数)函数。

神经模糊控制器在推理上引入了神经网络,其他方面跟模糊控制器没有区别。令 $X_1 \sim X_7$ 为浓度的模糊

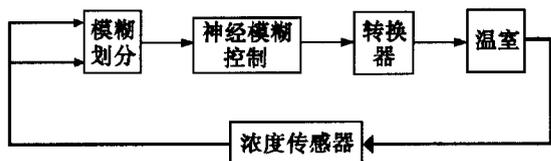


图 5 神经模糊控制器框架图

子集, $X_8 \sim X_{14}$ 为变化率的模糊子集, $Y_1 \sim Y_8$ 为释放时间的模糊子集。由表 1 可以看出一共有 16 条规则,每条规则对应一对样本。输入/输出参量的模糊量如表 2 所示。

表 2 参量的模糊量

参量	模糊量	
浓度	低	10.400000
	较低	00.50.50000
	浓	000.310.600
	较浓	000010.51
变化率	零	10.500000
	小	00.310.5000
	中	0000.510.50
	大	000000.31
释放时间	不变	10.5000000
	短	0.30.710.80.50.200
	中	0000.30.610.80.3
	长	000000.30.71

4 Matlab 仿真结果

网络经过 385 次训练后,目标误差可以达到小于等于 0.0001,训练过程如图 6 所示。目标误差很小,控制性能比较好。

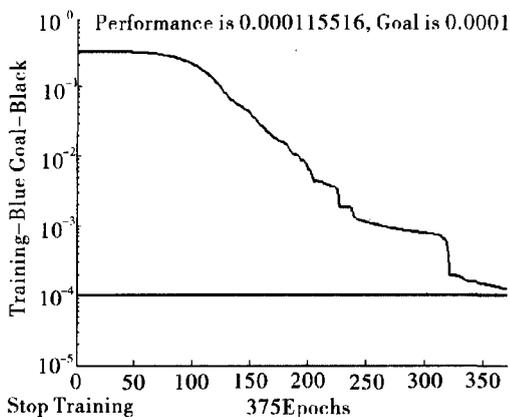


图 6 训练结果

5 结语

本文用 Matlab 对温室二氧化碳神经模糊控制器进行了仿真训练,结果表明收敛速度快,控制过程中取得良好的效果。神经模糊控制器与传统控制器相比,具有自学习功能,可以不加修改地适应不同应用环境,每次改变环境前只需进行一次学习训练过程即可,操纵简单。但也存在学习过程速度慢等缺点。

易腐农产品物流配送中心选址优化

谢小良^{1,2}, 符卓¹, 杨光华¹

(1. 中南大学交通运输工程学院, 湖南长沙 410075; 2. 湖南商学院信息学院, 湖南长沙 410205)

摘要: 考虑易腐农产品变质率对配送中心选址的影响, 建立基于混合整数规划的易腐农产品中心选址模型, 提出了相应的求解算法, 并通过算例验证了模型与算法的合理性与可行性。

关键词: 易腐农产品; 物流配送中心; 变质率; 选址模型; 优化

中图分类号: U492.313

文献标识码: A

文章编号: 1004-874X(2009)-0224-03

我国作为农产品生产大国, 每年约有 4 亿多 t 鲜活农产品进入流通领域。然而, 由于农业发展相对落后, 我国易腐农产品物流发展严重滞后, 不仅大大削弱了易腐农产品的市场竞争力, 而且已经成为整个流通体系的瓶颈。南方的荔枝、龙眼、香蕉、黄皮、杨桃, 北方的水蜜桃、香菜、雪梨、樱桃, 还有大量的肉类、水产品等都是非常典型的鲜活易腐品, 这些农产品产后损耗率高达 25%~30%^[1-2](发达国家仅为 5%左右)。每年果品腐烂近 1200 万 t, 蔬菜腐烂 1.3 亿 t, 直接经济损失达 1 000 亿元左右^[2-3]。

配送中心是物流系统的中心枢纽, 配送中心地址的确定是物流系统分析中的核心内容, 也是物流系统有效运作的前提^[4], 因此物流中心选址决策具有举足轻重的作用。由于选址问题本身的复杂性, 大批国内外学者对选址问题进行比较系统深入的研究。

国外, Hotelling 在 1929 年提出了一条直线上两个竞争供应商的选址, 并构建相关模型, 随后 Smithies, Stevens 对此问题进行了更深入的研究。Isard 从土地利用、投入产出等角度对工业区位的选择进行分析。Hakimi 1964 年对选址问题进行了更加理论化的研究, 他考虑了带有一般性的问题, 对于网络中选定一个或

多个设施的位置, 使得总距离或设施与点之间的最大距离最小。此后, 选址问题被引入一个更宽广的领域, Eilon 1971 年提出了生产中心选址问题, Wirasinghe 和 Waters 在 1984 年提出了交通枢纽选址问题, Hochbaum 1982 年提出了变电站选址问题。上世纪 80 年代至今, 随着市场变化的加剧, 以往静态、确定性选址模型与方法已不能适应选址研究的发展。Louveaux, Mirchandani, Weaver 和 Church 等学者在对不确定中值问题研究时均将运输时间与需求设为随机变量。Berman, Odoni Berman 和 Leblanc 将运输时间或运输成本设为不确定系统变量研究随机网络的交通问题^[5]。

国内, 越来越多的人开始重视物流设施的选址问题。丁浩等^[6]研究了城市物流配送中心选址方法, 提出了 0-1 型整数规划问题, 通过经验预选物流配送中心备选地址, 预定拟建物流配送中心个数, 计算择优的始点, 并确定上述模型中涉及的参数后, 可计算物流配送中心选址方案的费用, 并取该费用最小的方案作为最优方案。杨波^[7]研究了多品种随机数学模型的物流配送中心选址问题, 提出了一个多品种随机化的模型, 并从数学角度对该模型进行了一些分析, 给出了当城市商品需求量服从指数分布或者帕累托分布时, 单配送中心选址问题的一个量化的处理方法。孙会君等^[8]提出了考虑路线安排的物流配送中心选址双层规划模型并给出了求解算法。马云峰等^[9]从顾客角度考虑覆盖半径, 从企业角度考虑覆盖比例, 提出比传统集覆盖问题更一般的基于时间满意的覆盖选址问题。

但是, 针对易腐产品特征进行物流中心选址问题

收稿日期: 2009-03-08

基金项目: 国家自然科学基金项目(70671108); 湖南省教育厅科学研究项目(08C470); 湖南省科技厅基础应用项目(2008FJ314)

作者简介: 谢小良(1964-), 男, 博士研究生, 副教授, E-mail: xxlxkp@163.com

参考文献:

- [1] 周长吉. 我国目前使用的主要温室类型及性能(一)[J]. 农村实用工程技术, 2000(1): 8-9.
- [2] 闫少刚, 范红. 大棚内喷施 CO₂ 气肥技术推广前景初探[J]. 农村机械化, 1998(5): 13.

- [3] 余永权. 神经网络模糊逻辑控制[M]. 北京: 电子工业出版社, 1999.
- [4] 王季方, 卢正鼎. 模糊控制中隶属函数的确定方法[J]. 河南科学, 2000, 18(4): 350-351.
- [5] 李士勇. 模糊控制、神经控制和智能控制论[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 1998.