

王红君, 张 梦, 赵 辉, 等. 基于 BP 神经网络的温室黄瓜灌溉预测模型[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(11): 407-409.

基于 BP 神经网络的温室黄瓜灌溉预测模型

王红君¹, 张 梦¹, 赵 辉^{1,2}, 岳有军¹

(1. 天津市复杂系统控制理论与应用重点实验室/天津理工大学, 天津 300384; 2. 天津农学院, 天津 300384)

摘要: 研究作物灌溉量预测技术, 合理利用水资源, 发展节水灌溉, 是保证我国农业可持续发展的重要措施。采用 BP 神经网络对灌溉用水需求进行模拟分析, 结合实际数据, 建立了基于 BP 神经网络的灌溉量预测模型, 预测温室内黄瓜的灌溉水需求量。

关键词: BP 神经网络; 灌溉量; 预测; 模型; 黄瓜

中图分类号: S126 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)11-0407-02

我国是农业大国, 又是水资源相对贫乏的国家。其中, 灌溉用水约占全国总用水量的 80% 以上。长期以来, 由于缺乏科学的规划, 灌溉用水供需矛盾一直影响着我国农业的健康发展。科学地进行灌溉量的预测、发展节水农业对缓解我国日益突出的水资源供需矛盾具有十分重要的战略意义^[1]。

近年来, 国内外相关专家采用不同的方法对温室灌溉量预测开展研究, 常用的灌溉量预测方法有公式计算法、时间序列拟合法、回归分析法、灰度系统模型预测法、神经网络预测法等^[2]。由于采用的研究方法和所取的基础数据不同, 预测结果差异较大, 预测精度都较低。

影响温室黄瓜灌溉量的因素很多, 各因素间存在着复杂的耦合关系。如何采用新的理论方法准确描述灌溉量与相关影响因素的关系, 是解决目前灌溉量预测精度较低的关键。

人工神经网络是在现代神经学、生物学、心理学等学科研究的基础上产生的, 反映了生物神经网络处理外界事物的基本过程, 是在模拟人脑神经网络的基础上发展起来的计算系统, 具有生物神经系统的基本特征, 在一定程度上反映了人脑的若干功能^[3], 信息处理功能是由网络单元(神经元)的输入输出特性(激活特性)、网络的拓扑结构(神经元的连接方式)、连接权的大小(突触联系强度)和神经元的阈值(视作特殊的连接权)所决定。在神经网络的实际应用中, 绝大部分神经网络模型使用的是 BP 神经网络或其变化形式。BP 神经网络的主要特点是非线性映射能力, 这种能力能够对任意非线性函数进行很好的逼近^[4]。

应用 BP 神经网络方法, 通过样本学习可以描述黄瓜灌溉量和影响因素间复杂的函数关系。本研究建立了基于 MATLAB 技术的单隐含层 BP 神经网络来预测温室内黄瓜用水需求量的分析模型, 为节水农业提供基础资料和决策支持。

1 BP 神经网络基本原理

BP(back propagation)神经网络通常是指基于误差反向传播算法(BP 算法)的多层前向神经网络, 它是 Rumelhart 和 McClelland 研究小组在 1986 年研究设计出来的^[5]。BP 神经网络是一种具有 2 层或 2 层以上的阶层型神经网络, 上下层之间各神经元实现全连接, 每层各神经元之间无连接^[6]。神经网络结构如图 1 所示。

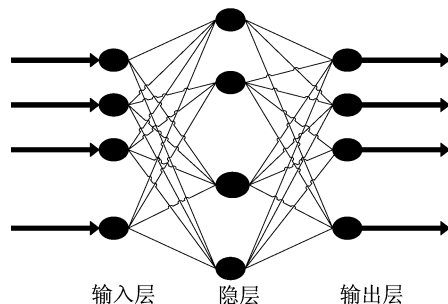


图1 3层神经网络结构

BP 算法的学习过程分为信号的正向传播与误差的反向传播 2 个过程。这种学习算法, 有效地解决了多层神经网络的学习训练问题。信号正向传播时, 输入样本从输入层传入神经网络, 经隐层逐层处理后, 再传递至输出层。若输出层的实际输出与期望的输出不符, 则转入误差的反向传播阶段; 若相同, 则结束学习算法。误差反向传播是将输出误差以某种形式通过隐层向输入层逐层反传, 直至输入层, 在此反传过程中将误差分摊给各层的所有单元, 获得各层单元的误差信号, 并将此误差信号作为修正各单元权值的依据。这种信号正向传播与误差反向传播的各层权值调整过程, 是周而复始地进行的。权值与阈值不断调整过程就是网络学习训练过程。学习训练过程一直进行到网络输出的误差减少到允许程度或者进行到预先设定的学习次数为止。BP 网络完成了学习阶段, 具备所需的非线性映射能力^[7]。

2 基于 BP 神经网络灌溉量预测模型的建立

2.1 灌溉量影响因素

灌溉用水需求量受诸多因素的影响。本研究中将灌溉量作为被解释变量, 将温室内温度、湿度、光照强度、黄瓜茎流量

收稿日期: 2013-04-10

基金项目: 天津市自然科学基金(编号: 09JCZDJC23900、10JCZDJC23100); 天津市科技支撑计划(编号: 10ZCEJD43080); 天津市农业科技成果转化与推广项目(编号: 201203060)。

作者简介: 王红君(1963—), 女, 天津人, 教授, 研究方向为流程工业先进控制技术、微机控制、智能控制。Tel: (022) 60215848; E-mail: hongewang@126.com。

作为解释变量。

蒸腾量是温室内确定合理灌溉量的主要依据,在气象因子中,光照是对蒸腾影响最大的因子,空气温度次之,空气湿度最小。将温室内的温度、湿度、光照强度气象因子作为解释变量。

由于灌溉对象是作物不是土壤,利用作物的生理指标作为灌溉的依据比利用土壤水分状况更加可靠,茎流与蒸腾速率有较好的相关性,茎流与环境因子的关系与蒸腾速率与环境因子的关系一样,茎流计算具有简便、稳定、灵敏和对植株无害的特点,将茎流也作为影响因素之一。

2.2 模型的建立

2.2.1 网络层数 BP 网络是通过输入层到输出层的计算来完成。多于 1 层的隐含层虽然能在速度上提高网络的训练,但是在实际应用中需要较多的训练时间,训练速度可以用增加隐含层节点个数来实现^[8],在应用 BP 神经网络进行预测时,选取只有 1 个隐含层的 3 层 BP 神经网络就足够了。

2.2.2 神经网络各层中神经元个数的选取 根据温室灌溉影响因素的历史数据,确定输入层神经元数为 4,即输入变量为温室环境因子和黄瓜茎流量;输出层神经元数为 1,即输出变量为灌溉量。

如果隐含层神经元数目过少,网络很难识别样本,难以完成训练,并且网络的容错性也会降低;如果数目过多,则会增加网络的迭代次数,从而延长网络的训练时间,也会降低网络的泛化能力,导致预测能力下降。在具体设计时,首先根据经验公式初步确定隐含层神经元个数,然后通过对不同神经元数的网络进行训练对比,最终确定神经元数。通用的隐含层神经元数的确定经验公式有: $i = n + m + a$ 。式中: i 为隐含层神经元的个数, n 为输入层神经元的个数, m 为输出层神经元的个数, a 为常数且 $1 < a < 10$ ^[9]。本研究设定隐含层的神经元数为 9。

3 BP 神经网络预测的 MATLAB 实现

3.1 数据样本的预处理

为了保证数据为同一数量级,首先需要对神经网络的输入和输出数据进行一定的预处理:使用 MATLAB 工具箱中的 mapminmax 函数^[10]。

3.2 神经网络的生成

根据处理后的数据范围,本研究选取 tansig 和 logsig 作为激活函数,利用 newff 函数建立一个黄瓜需水量神经网络模型。

3.3 训练网络

将样本分为训练集和测试集,第 1 组至第 400 组的处理结果作为训练数据,将第 401 组至第 500 组的处理结果作为仿真数据,验证训练好的网络(表 1)。

设定网络训练的最大次数为 6 000 次;设定网络的学习效率为 0.05。设置误差平方和指标为 0.001。利用 train 函数对样本数据进行训练,训练结果如图 2 所示。

3.4 测试神经网络

将测试的输出数据还原,与实际灌溉量比较(表 2),说明 BP 神经网络预测的 MATLAB 实现是可行的。

表 1 温室黄瓜灌溉量的验证训练网络(部分数据)

温度 (℃)	湿度 (%)	光照强度 (mW/cm ²)	茎流 (Rel.)	灌溉量 (mm)
30.7	78.2	1.004	0.146 004	2.43
34.5	67.5	1.502	0.180 306	1.32
37.5	55.9	3.005	0.207 696	4.35
40.5	45.0	5.000	0.235 26	3.41
42.5	45.0	5.105	0.253 234	4.01
42.5	47.5	5.704	0.253 402	2.98
43.5	44.6	4.805	0.262 14	3.11
41.5	47.4	3.608	0.243 825	5.01
39.5	47.6	2.503	0.225 536	1.09
36.5	52.5	1.005	0.198 146	1.96
29.4	65.1	1.381	0.134 423	2.61
30.2	65.5	1.223	0.141 57	2.72
30.6	66.8	1.838	0.145 339	3.04
35.4	60.1	2.346	0.188 633	3.19
35.1	55.2	3.267	0.186 194	3.44
36.7	50.4	4.264	0.200 857	3.44
36.8	47.0	4.261	0.201 755	2.52
30.2	74.5	1.276	0.141 585	3.27
35.1	52.8	3.071	0.186 139	3.04

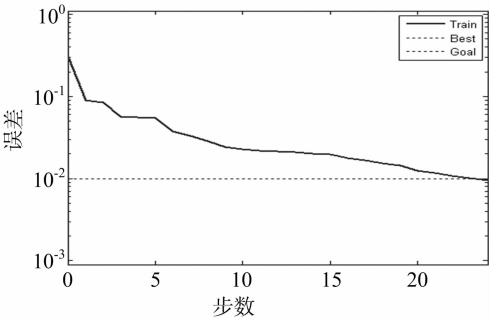


图2 温室黄瓜灌溉量的网络训练结果

表 2 温室黄瓜灌溉量的实际值与预测值比较 mm

实际值	预测值	实际值	预测值
1.64	1.657 4	2.35	2.352 3
1.63	1.637 3	1.81	1.805 0
3.69	3.690 8	1.79	1.793 7
1.97	1.974 3	4.06	4.061 9
3.11	3.116 2	2.29	2.297 3
2.89	2.896	2.76	2.769 6
3.02	3.015 9	3.52	3.521 0

4 结论

本研究利用 BP 神经网络可以进行复杂、非线性关系描述的特点,分析了影响黄瓜灌溉量的因素,建立了灌溉量与影响因素间的关系模型,并利用实际数据进行了验证。结果表明,BP 神经网络模型用于温室黄瓜灌溉量的预测可以获得较高的预测精度。但 BP 神经网络模型在输入变量和输出变量间,对样本数据的依赖性很强,样本数据选取至关重要。实际应用时,可以考虑辅以其他方法,以提高预测的效率和准确性。

明 哲. 秸秆粉碎压块机的结构和变速器的设计[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(11): 409-411.

秸秆粉碎压块机的结构和变速器的设计

明 哲

(吉林农业科技学院, 吉林九站 132101)

摘要:通过对秸秆粉碎压块机和变速箱的设计, 一方面合理安排了压块机、揉搓机和柴油机的位置, 确定了它们的安装尺寸以及它们之间的配合关系; 另一方面保证了合理地分配和利用动力。

关键词: 秸秆; 压块机; 变速器

中图分类号: S220.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)11-0409-03

农作物收获后, 对于秸秆一般是“一烧了之”, 既污染环境、易引发火灾, 也破坏土壤结构^[1-2]。为此, 有关部门在“禁烧”的同时, 积极倡导秸秆的再利用。通过压块机将秸秆等生物质固体成型不仅为广大农民开辟了致富增收的新途径, 还对改善农村生活环境, 对实现农业可持续发展具有重要意义。

1 压块机结构简述

压块机主要由底座、传动机构、模盘、压轮及轴承座组成。压轮通过压轮轴与轴承座连接, 模盘位于轴承座下方, 且其外圆周面由电热丝面板构成, 模盘上设置有导向装置; 压轮为两只以上, 等距离对称连接在压轮轴周边, 且压轮落在模盘的导向装置内。其优点在于: 通过在模盘上设置沿周向向内延伸的凹形导槽, 压轮经过出料口上方时, 有效地防止秸秆从压轮两侧溢出, 同时增加成形后秸秆的密度, 提高压块机的效率及成品秸秆的品质。使用多组压轮可以提高压块机的工作效率。模盘内腔中流动的冷却介质可带走模盘的热量, 保证秸秆压块机的长时间稳定运行。

环模式压块机是较为典型的一种, 其挤压结构机理为: 在环模的环圈上设有放射状排列的压模孔, 环圈内设有偏心或多辊形式的挤压轮, 喂料机构将粉碎料输送至相对运动的环模和挤压轮之间时, 粉碎料被挤压到压模孔中、逐层填满后由压模孔尾端出口输出, 形成块状饲料。压模孔可通过在前、后盘面上设置凹、凸沟槽, 使之对合形成, 也可在前、后盘中间

插装独立的模块构件形成。插装模块之结构形式易于加工, 模块磨损后更新方便, 应用较广。压模孔是环形模中的关键设计部位, 它不仅决定控制着饲料压块的形状尺寸, 同时对挤压作用力、出模阻力, 原料能否顺利进模、出模, 压模孔的耐磨性、使用寿命及加工难易程度等都有重要影响。现有环形模中的压模孔, 进口为圆弧形喇叭口, 加工较为麻烦, 不利于原料的顺利进入, 同时, 也因挤压作用力容易在弧形面上形成分散的分力而影响挤压功效, 为此, 应对现有环形压模进行改进。

如图 1 所示, 压轮 5 为多辊形式, 辊架 6 在中心轴 7 驱动下逆时针旋转, 压轮 5 逆时针公转的同时在轮面与环形模内孔间粉碎料的摩擦力作用下顺时针自转, 将粉碎料挤压到压模孔 1 中。压模孔 1 进口前侧为坡形、后侧为直壁形, 前侧的坡口增大了喇叭开口度, 且为平直的向下倾斜面, 故非常利于粉碎料的顺利进入; 后侧的直壁形成直立挡墙, 压轮实施的挤压力受直立挡墙的阻挡形成方向相反的反作用力, 故可消除挤压作用力沿弧形面分散的缺陷并提高挤压功效; 斜坡的窄坡顶对应压轮轮面时形成切割刀, 对粉碎料中的较长料具有切割作用, 可避免较长料不易进入压模孔而出现的缠绕; 前侧坡形可通过倒角等方便地加工出来, 故使构成压模孔的模块 2 或凸槽上端的加工变得非常容易。其整体装配见图 2。

拖拉机动力输出轴的动力由变速箱将传动方向改变之后, 传递给压块机。在动力传到变速箱之前一部分动力由皮带轮传递给揉搓机的动力轴, 之后传递给揉搓机。

2 变速箱的设计

2.1 轴的设计

目前, 采用先进的冷挤压工艺制造齿轮轴、花键轴等形状

温预测模型研究[J]. 中国农业气象, 2011, 32(3): 362-367.

[6] 夏志军. 温室黄瓜环境管理的智能决策支持系统研究[D]. 镇江: 江苏大学, 2003: 69.

[7] 焦淑华, 夏 冰, 徐海静, 等. BP 神经网络预测的 MATLAB 实现[J]. 金融理论与教学, 2009(1): 55-56.

[8] 高海菊. 基于人工神经网络的灌区灌溉预报模型[D]. 南京: 河海大学, 2006.

[9] 金志凤, 封秀燕, 陈士平. 大棚气温变化特征及其对杨梅生育期的影响[J]. 浙江农业科学, 2004(2): 57-59.

[10] 丛 爽. 面向 MATLAB 工具箱的神经网络理论与应用[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2003.

收稿日期: 2013-04-10

作者简介: 明 哲(1972—), 男, 吉林吉林人, 硕士, 副教授, 从事农业机械及装置方面的研究。E-mail: jlnkxgc@126.com.

参考文献:

[1] 胡弘劼. 基于茎流的温室内黄瓜灌溉技术研究[D]. 镇江: 江苏大学, 2006.

[2] 胡雪棉, 赵国浩. 基于 Matlab 的 BP 神经网络煤炭需求预测模型[J]. 中国管理科学, 2008, 16(增刊 1): 521-525.

[3] 张 杰, 肖汝诚, 程 进. 基于神经网络的隐式显化方法在结构可靠度分析中的应用[J]. 力学季刊, 2007, 28(1): 135-141.

[4] 蒋良孝, 李超群. 基于 BP 神经网络的函数逼近方法及其 MATLAB 实现[J]. 微型机与应用, 2004, 23(1): 52-53.

[5] 金志凤, 符国槐, 黄海静, 等. 基于 BP 神经网络的杨梅大棚内气