

文章编号 :1000-582X(2007)10-0055-05

基于模糊 BP 神经网络的网络化病害诊断系统*

李广治¹ 柴毅² 郭茂耘²

(重庆大学 a. 人事处 b. 自动化学院 重庆 400030)

摘 要 :农作物的病害诊断的实质是一个故障诊断问题。以 Internet 网络环境下的农作物病害诊断为研究背景。以辣椒病害诊断为例,分析了辣椒常见病害特征,并运用模糊技术确定辣椒病害特征的隶属度,实现了辣椒病害诊断中的辣椒病害特征模糊化表示,给出了用于农作物病害诊断的模糊 BP 神经网络。在此基础上,本文进一步研究了基于三层网络应用模型的神经网络智能诊断模型的训练及诊断过程,利用 .NET 技术实现了以 B/S 模式作为网络平台的辣椒病害智能诊断系统,为农业生产提供了有力的支持。

关键词 :病害诊断 ;病害特征 ;模糊 BP 神经网络 ;ASP. NET

中图分类号 :TP391

文献标志码 :A

中国是一个农业大国,农作物的病害诊断是其防治的基础,对农作物的产量提高有着现实的意义。农作物的病害诊断实质就是一个故障诊断问题,但是农作物的病害诊断与一般的设备故障诊断相比,由于农作物的具有生命特征,其病害特征表现较一般设备复杂,其病征描述和诊断方法是农作物病害诊断的研究重点、难点和热点。如采用基于 B/S 模式的专家系统对玉米和苹果等农作物病害进行诊断^[1-2];利用人工神经网络实现作物形态诊断^[3],为农作物生产情况进行判断,提供辅助决策信息等等都是将现代人工智能技术应用于农业生产的有益探索。

目前,关于农作物的病害诊断最为常用方法是利用专家系统进行诊断,但如要满足对各种病征描述的覆盖,那么其知识规则条数必将剧增,这样必将带来诊断性能的下降^[4]。而受模糊神经网络广泛地应用于诸如飞机、空调系统和水轮发电机组等设备故障诊断的启发^[5-7],笔者以辣椒为例,就模糊神经网络技术应用于农作物病害诊断展开研究。

1 辣椒病害特征的模糊化表示方法

1.1 辣椒病害特征的表示方法

由于不同病害辣椒表现出来的病害特征不同,所以辣椒的病害诊断,就是根据其病害的相关特征表现按照一定的推理诊断方法得到病害诊断结果。根据农业专家提供的知识,辣椒的病害发生具有如下的特征:

发病时期,发病部位,病斑描述(形状,颜色,大小),霉描述(形状,大小),腐描述等。因此,可以用病害特征向量的表示方法来表示辣椒的病害特征,如下式(1):

$$Sym = (x_1 \ x_2 \ x_3 \ x_4 \ x_5 \ x_6 \ x_7 \ x_8 \ x_9 \ x_{10} \ x_{11}), \quad (1)$$

式中各特征分量的意义及其具体取值如表 1。

表 1 给出了辣椒常见病害特征及其取值,如果对表中取值栏中的每一取值用其对应的括号中的数字代替,则可以得到一个辣椒的病害特征编码。例如辣椒细菌性软腐病的病害特征为发病时期为成株期,发病部位为果实,病斑为暗绿色水渍状病斑。则用上式可以表示为:

$$Sym = (2 \ 2 \ 3 \ 7 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0) \quad (2)$$

收稿日期 2007-06-24

基金项目 国家 863 计划资助项目(2004AA115320)

作者简介 李广治(1972-)男,重庆大学博士研究生,主要从事故障诊断-智能控制等研究(E-mail)lgz@cqu.edu.cn.

其中 ρ 表示为没有该项病害特征分量。

表1 病害特征分量取值表

特征分量名	意义	取值
x_1	发病时期分量	苗期(1),成株期(2),苗期或成株期(3),...
x_2	发病部位分量	茎(1),果(2),叶(3),根(4)
x_3	病斑形状分量	椭圆(1),圆形(2),水渍状(3),水浸状(4),不规则状(5),...
x_4	病斑颜色分量	浅白色(1),白色(2),浅黄(3),黄(4),黄绿色(5),绿色(6),暗绿色(7),深绿(8),浅绿褐色(9),黑褐色(10)
x_5	病斑大小分量	1 mm(1) 2 mm(2),...
x_6	霉形状分量	蛛丝状(1),块状(2),不规则状(3),...
x_7	霉颜色分量	淡褐色(1),白色(2),...
x_8	霉大小分量	1 mm(1) 2 mm(2),...
x_9	腐形状分量	软腐(1),辐射状扩展(2),不规则状(3),...
x_{10}	腐颜色分量	黑褐色(1),白色(2),...
x_{11}	腐大小分量	1 mm(1) 2 mm(2),...

通过以上编码过程可以知道,辣椒病害特征可以用上式来表示,这样就为表示辣椒病害特征提供了一个有效的手段,为病害诊断的完成奠定了坚实的数据基础。

1.2 辣椒病害特征的模糊化表示方法

在实际应用中,人们对于辣椒等农作物的病害特征的描述具有一定的主观性,例如对于病斑颜色的描述有“黄色,淡黄色,绿黄,深黄……”等等。不同的人对于同一种“黄色”的描述具有一定差异,有的认为它是“黄色”,有的认为它是“浅黄色”,有的认为是“深黄色”。如果这种差异如不能恰当处理,那么将会影响到对疾病诊断的正确性。

模糊技术作为不确定性信息处理技术,具有容错能力强,易于与其他人工智能技术相结合的特点,尤其是对在农作物诊断中那些“似是而非”的病征描述,如果使用模糊技术来加以处理,将会提高农作物的病害诊断的可靠性。

为了将模糊技术引入病害特征的表示,本文将表1中的特征分量取值用隶属度来表示。其特征分量取值的隶属度函数可以根据农业生产的实践经验来确定^[4,8]。

针对如表1给出辣椒常见病害特征的实际情况,限于文章篇幅,表2-3给出病斑形状分量隶属度定义和病斑颜色分量隶属度定义。

表2 病斑形状分量隶属度定义

病斑形状分量	1	2	3	4	5
椭圆	1	0.5	0.2	0.2	0.1
圆形	0.5	1	0.2	0.2	0.1
水渍状	0.2	0.2	1	0.2	0.2
水浸状	0.1	0.2	0.2	1	0.2
不规则状	0.1	0.2	0.2	0.2	1

表3 病斑颜色分量隶属度定义

病斑颜色分量	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
浅白色	1	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0
白色	0.5	1	0.2	0	0	0	0	0	0	0
浅黄	0	0.2	1	0.5	0	0	0	0	0	0
黄	0	0	0.5	1	0.2	0	0	0	0	0

续表

病斑颜色分量	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
黄绿色	0	0	0	0.2	1	0.5	0	0	0	0
绿色	0	0	0	0	0.5	1	0.5	0	0	0
暗绿色	0	0	0	0	0	0.5	1	0.5	0	0
深绿	0	0	0	0	0	0	0.5	1	0.2	0
浅绿褐色	0	0	0	0	0	0	0	0.2	1	0.2
黑褐色	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	1

根据表 1-3 模糊化处理相关病害特征分量后,其病害特征分量

$$x_i = (m_{i,1} \ m_{i,2} \ \dots \ m_{i,k}) \quad (3)$$

其中 $m_{l,k}$ 为 x_i 中第 l 个模糊特征的隶属度, $1 \leq l \leq 11$ k 为 x_i 对应的论域元素数。

因此,就可得到式(4)的具体值

$$Sym(x_1, \dots, x_{11}) \quad (4)$$

即为模糊化后的病害特征向量。

2 辣椒病害诊断的 BP 模糊神经网络模型

在 1.2 中,笔者详细研究了病害特征的模糊化处理。为了便于将 BP 模糊神经网络应用于辣椒的病害诊断,不仅需要研究病害特征的模糊化表示方法的问题,还要研究用于 BP 模糊神经网络训练的训练样本(也即训练矢量)和 BP 模糊神经网络的结构问题。

2.1 用于辣椒病害诊断的 BP 模糊神经网络训练样本选择

训练样本在神经网络中起着重要的作用,神经网络中连接权值的调节与训练样本紧密相关,其调节的基本准则就是通过连接权值的调节,使得训练样本中的输入量神经网络计算后,得到的输出量与训练样本的中理想输出的差别最小。因此,训练样本质量的好坏直接影响到神经网络相关性能的优劣。

为了便于将 BP 模糊神经网络应用于辣椒的病害诊断,不仅需要研究训练样本中病害特征的问题,还要研究训练样本中与病害特征相对应的病害类型问题。

于是,可以定义病害诊断结果向量 $R(D, P)$,其中 D 为病害类型编码 P 为该病害的隶属度。

从而,就可以又定义训练样本 S ,

$$S = (Sym(x_1, \dots, x_{11}) \ R(D, P)) \quad (5)$$

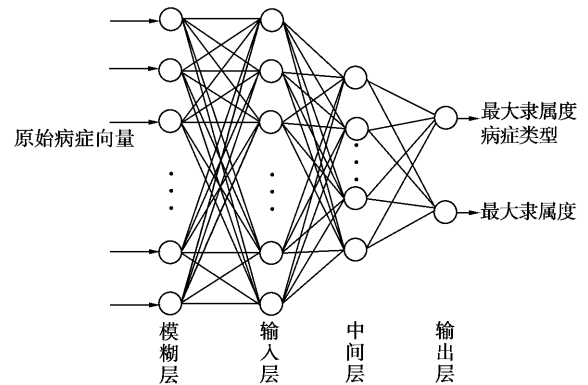


图 1 用于辣椒病害的模糊 BP 神经网络结构

2.2 用于辣椒病害诊断的模糊 BP 神经网络结构选择

如图 1 给出了辣椒病害诊断的模糊神经网络系统结构模型。可以看出这个系统结构主要由两大部分组成:模糊计算层和 BP 神经网络部分。其中,模糊计算层主要按照表 1-3,求取病害特征向量的隶属度,该层有 11 个节点。BP 神经网络部分由 3 层组成,输入层输入的是模糊计算层输出值,实际就是模糊化的病害特征。输入层具有 11 个神经元。输出层输出值是诊断结果,包括具有最大隶属度的病害类型及其隶属度。输出层有 2 个神经元,隐含层有 23 个神经元。根据隶属最大原则,在输入某病征数据时,神经网络输出层中输出最大的神经元对应的病害为最可能病害。整个神经网络连接权值的调节采用 BP 算法进行^[8-9]。

3 网络化辣椒病害智能诊断系统

3.1 基于神经网络网络化智能诊断系统的三层结构

Internet 技术的迅速发展及普及,促进了基于 Web 的应用的发展。常见的基于 Web 的应用系统一般采用三层模式,即表示层/服务层/数据层^[10]。

表示层 :即用户界面 ,对于 .NET 而言 ,它包括了 ASP.NET 应用程序和 Web 服务等。

服务层 :是应用程序的核心部分 ,智能诊断系统的相关模块都在这一层中。

数据层 :用于存放系统运行所需要的数据。

如图 2 所示 笔者所研究的网络化辣椒病害智能诊断系统也是采用这种 3 层模式。其中 ,表示层主要完成界面和用户交互功能。服务层主要完成相关应用逻辑 ,就本文所研究的系统而言 ,服务层主要完成了 Web 服务模块 ,请求类型分析 ,模糊神经网络训练与诊断和数据访问等功能。数据层主要完成了病害特征 ,神经网络连接权值数据的存储。

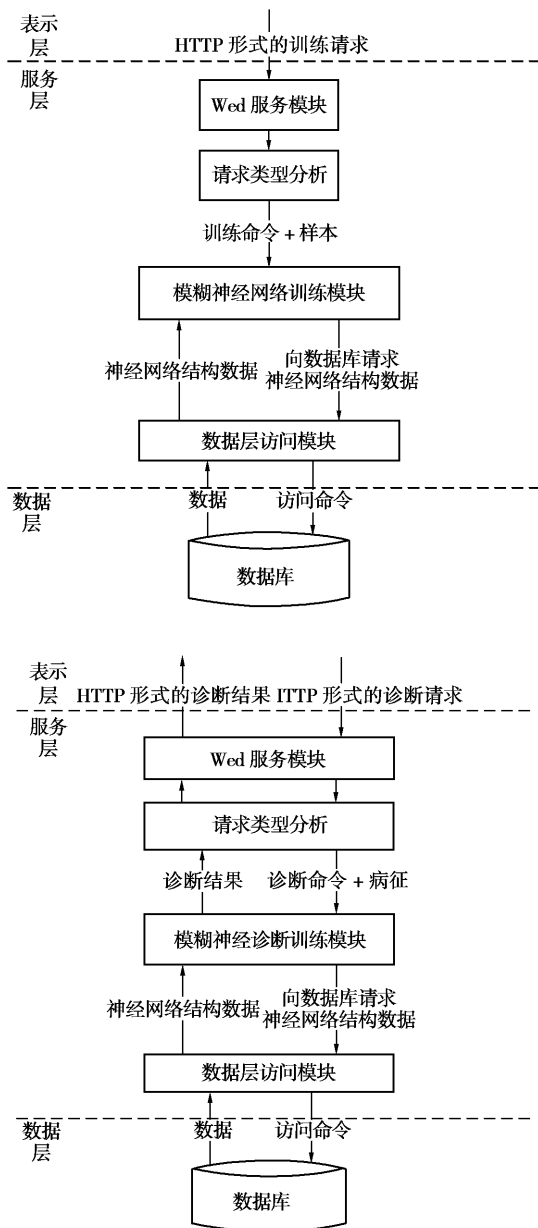


图 2 网络化智能诊断系统工作过程 对应于本系统病害诊断中的病害样本训练和病害

诊断。系统工作流程如下 :

当 HTTP 请求类型是训练请求时 ,Web 服务模块将训练样本(故障特征值和故障类型)信息通过编码模块进行编码 ,然后调用模糊化模块对编码后训练样本特征模糊化 ,最后将模糊化的训练样本送入模糊神经训练模块 ,此时模糊神经网络训练模块通过数据访问模块从数据层中取出模糊神经网络初始连接权值 ,生成诊断用模糊神经网络 ,并将送入的模糊化训练样本特征值作为该神经网络的训练样本对神经网络进行训练 ,训练结束后 ,将得到的神经网络的连接权值通过数据层访问模块存入数据层的数据库中 ,以备下一次训练或诊断时使用。

当 HTTP 请求类型是诊断请求时 ,Web 服务模块将通过网页得到的诊断命令和病征传递给模糊神经诊断训练模块 ,模糊神经网络训练模块通过数据访问模块从数据层中取出模糊神经网络初始连接权值 ,生成诊断用模糊神经网络 ,该网络将病征数据作为输入进行诊断 ,其输出包含病害类型编码和其隶属度信息的诊断结果。并通过 Web 服务模块将诊断结果返回到网页中 ,供用户查看。

3.2 系统实现

考虑到系统开发的易于实现 ,网络化辣椒病害智能诊断系统选用 ASP.NET 来创建 Web 服务方式 ,使用 WebForm 给 Web 页添加动态的内容 ,使用 C#编写每个控件的事件处理程序。

在分析与研究基本原理的基础上 ,笔者以辣椒诊断为例 ,设计了一个网络环境下的基于模糊神经网络的辣椒病害智能诊断系统。通过该系统 ,实现了辣椒病害诊断 ,运行结果表明 相对于传统的基于规则的诊断专家系统 ,该系统在病征描述上和诊断结果上 ,更贴近实际。如图 3 为该系统的运行示意。



图 3 系统的运行示意

4 结束语

农作物的生产对国计民生具有重要的意义。针对现实农作物生产过程中,病害诊断资源匮乏,诊断性能低下,本文将故障诊断技术、网络技术和人工智能技术相结合,提出了基于模糊 BP 神经网络的网络化智能诊断系统。

论文以辣椒诊断为例,在研究辣椒病害的模糊化表示方法和用于诊断的模糊神经网络结构的基础上,以 B/S 模式作为智能诊断系统的网络平台实现模式,实现了网络环境下的辣椒病害智能诊断系统。

参考文献:

- [1] 闫飞燕,文仁来,张述宽,等. 广西玉米病虫害诊断决策专家系统的建立与应用[J]. 广西农业科学,2006,37(4):374-378.
- [2] 王媛. 苹果病虫害智能诊断系统的构建[J]. 农业图书馆报,2006,18(9):10-15.
- [3] 陈立平,赵春江,郭新宇,等. 作物形态诊断人工神经网络专家系统的研究[J]. 华北农学报,2002,17(4):135-139.
- [4] 吴今培,肖健华. 智能故障诊断与专家系统[M]. 北京:科学出版社,1997.
- [5] 武剑辉,杨学良. 模糊 BP 神经网络及其在故障诊断中的应用[J]. 系统工程与电子技术,2001,23(10):73-75.
- [6] 卢万里. 模糊神经网络控制在机组故障诊断和修复中的应用[J]. 云南水力发电,2004,20(4):87-88.
- [7] 金林,张洪才. 一种基于模糊神经网络的故障诊断方法的研究[J]. 西北工业大学学报,2004,22(5):657-661.
- [8] 王耀南. 智能信息处理技术[M]. 北京:高等教育出版社,2003.
- [9] 郭桂蓉,谢维信,庄钊文,等. 模糊模式识别[M]. 长沙:国防科技大学出版社,1991.
- [10] 郑淑芬,许嘉任,张书源. 新一代 C#与 ASP.NET 权威指南[M]. 北京:中国青年出版社,2001.

Intelligent Diagnosis System in Agriculture Based on Fuzzy BP ANN

LI Guang-zhi^a, CHAI Yi^b, GUO Mao-yun^b

(a. Department of Human Resource, b. College of Automation, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

Abstract Essentially, the crop disease diagnosis is fault disease diagnosis. Aiming at the crop disease diagnosis on the Internet and taking chilli as an example, the paper analyzes the common features of the chilli disease and introduces a structure of fuzzy BP Artificial Neural Network (ANN) with the method of the membership representation of the chilli diseases' symptom. To realize the crop disease diagnosis on Internet, the paper studies the 3-layered network model. In the model, the representation, service and data layer serve as feature sample data input (diagnosis results output), training (diagnosing) and the data storing (sample data and weights of the fuzzy BP ANN). And with this model, the paper analyzes the training and diagnosing procedure of the fuzzy BP ANN under the environment of the Internet. Finally an intelligent diagnosis for chili disease system is set up based on the fuzzy BP ANN under the environment of Internet with the technology of .NET.

Key words: disease diagnosis; symptom; Fuzzy BP ANN; APS.NET

(编辑 张小强)