

# 作物形态诊断 人工神经网络专家系统的研究

陈立平, 赵春江, 郭新宇, 杜小鸿, 李鸿祥

(北京农业信息技术研究中心, 北京 100089)

**摘要:** 本文使用计算机图像识别系统对作物形态进行自动提取, 并设计了一种用于形态诊断的人工神经网络专家系统, 它较好地解决了传统专家系统所面临的知识获取和表达、系统扩充困难等问题。达到计算机对作物形态性状信息自动提取和智能诊断之目的, 为实现作物因苗管理、分类指导、提高科学管理水平提供技术支持。

**关键词:** 人工神经网络; 专家系统; 形态诊断; 图像识别

**中图分类号:** S126    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1000- 7091( 2002) 04- 0135- 05

作物从出苗到成熟要经过一系列形态和生理等方面的变化, 内部复杂的生理代谢综合反映在外部形态上。国内外对作物不同生育时期外部形态结构和内部生育机理等方面的研究已很多, 进入 20 世纪 90 年代, 已把形态与生理生化 and 分子生物学有机结合起来进行综合研究, 这些专业领域的研究成果为从形态上进行苗情诊断奠定了坚实的基础。作物形态诊断主要是综合考虑作物的株高、叶龄、叶片大小、叶片空间分布等各个方面, 对苗情作出判断, 从而为实现作物因苗管理、分类指导、提高科学管理水平提供技术支持。

近年来, 随着计算机技术的发展, 专家系统和人工神经网络系统在农业领域的研究取得了很大的进展, 并且随着研究的深入, 出现了把神经网络和专家系统结合起来建立的一种新型的智能系统——人工神经网络专家系统。本文旨在探讨人工神经网络专家系统在作物形态诊断中的结构设计和可行性。

本研究选择具有一定代表性且在我国农业生产中占有重要地位的小麦作为试验研究对象, 采用图像分析技术获取作物的形态参数, 然后设计一种人工神经网络专家系统进行作物形态自动诊断和措施决策。

## 1 形态诊断人工神经网络专家系统

### 1.1 系统基本结构

专家系统的研究已经渗透到农业领域, 并发挥了巨大的作用。然而, 传统的专家系统(ES)表现出一定的局限性, 基于规则的专家系统很难真正模仿人类专家的推理过程, 还存在知识获取的瓶颈问题、学习能力较差、容错性差、处理大型复杂问题较为困难等局限性,

收稿日期: 2001- 10- 17

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(39700087)

作者简介: 陈立平(1973- ), 女, 在读博士, 助理研究员, 主要从事农业信息技术研究工作。

这些极大地限制了农业专家系统的发展<sup>[1]</sup>。

人工神经网络(ANN)的主要特点是信息分布于大量神经元的互连之中,并具有冗余性,可用大量神经元的互连及连接权的分布来表示一些特定的概念和知识。它的知识获取可以通过机器学习来完成,通过学习算法可以从范例中提取有关知识,经过网络内部算法不断调整权值分布以达到要求,把专家求解实际问题的启发式知识和经验分布到网络的互连及权值分布上。因此,利用ANN可解决传统ES中的知识表达、知识获取等问题。

在推理上,ANN更具独特功能,可利用ANN完成并行推理以提高传统ES中的推理能力。对于特定输入模式,ANN通过前向计算,产生一输出模式,其中各个输出节点代表的逻辑概念同时被计算出来,完成并行推理。此外,网络相似的输入能产生相似的输出,即联想推理,容错性强<sup>[2]</sup>。

ANN的上述特征为克服现有专家系统的主要问题提供了一条途径,将二者结合起来建立混合系统,其功能要比单一的专家系统或神经网络系统更丰富,且其解决问题的方式与人类智能更相似,专家系统可代表智能的认知性,神经网络可代表智能的感知性<sup>[3]</sup>。因此,本文提出一种基于人工神经网络的作物形态诊断专家系统,神经网络输出到专家系统,专家系统用来为神经网络分析结果(图1)。

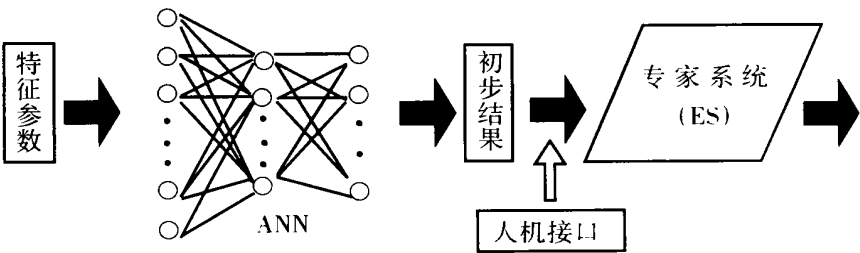


图1 ANN+ ES的结构图

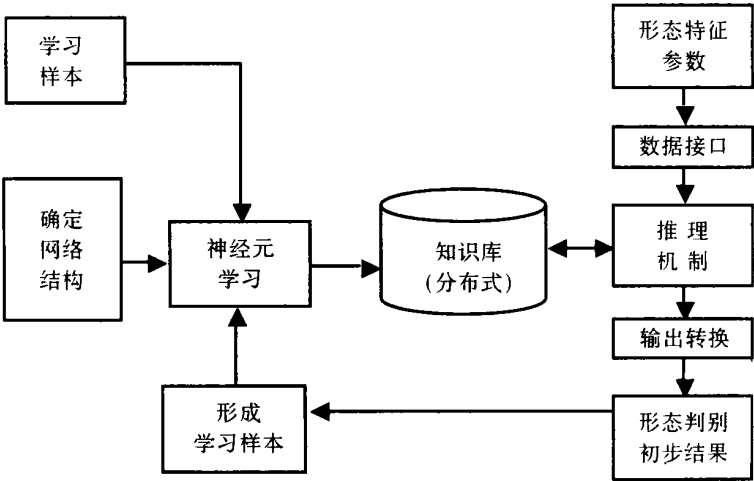


图2 人工神经网络系统结构

1.1.1 人工神经网络系统结构 本研究中,人工神经网络结构(图2)由两部分组成:开发

环境和运行环境。开发环境由三部分组成，通过样本例子进行学习得到知识库，具体组成：(1)学习样本；(2)确定系统框架；(3)神经元学习。运行环境用来解决实际问题。它由五部分组成：(1)形态特征参数；(2)数据接口；(3)推理机制；(4)知识库；(5)输出转换。

网络包括输入层、输出层和一层隐含层共三层结构，网络单元的连接采用分层全连接结构，即相邻两层之间都要连接。采用误差逆传播(Error Back Propagation, 简称 BP) 学习算法，传递函数采用 Sigmoid 函数： $f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$ ，阈值选取为定值 0.5。

1. 1. 2 专家系统结构 由于单株干重也是进行作物形态诊断的重要指标，所以专家系统一方面接收由人工神经网络系统得出的形态初步判断结果，同时由人机交互界面获得单株干重，通过推理机进行正向推理，进而对作物的形态作出最后的判断结果(图 3)。

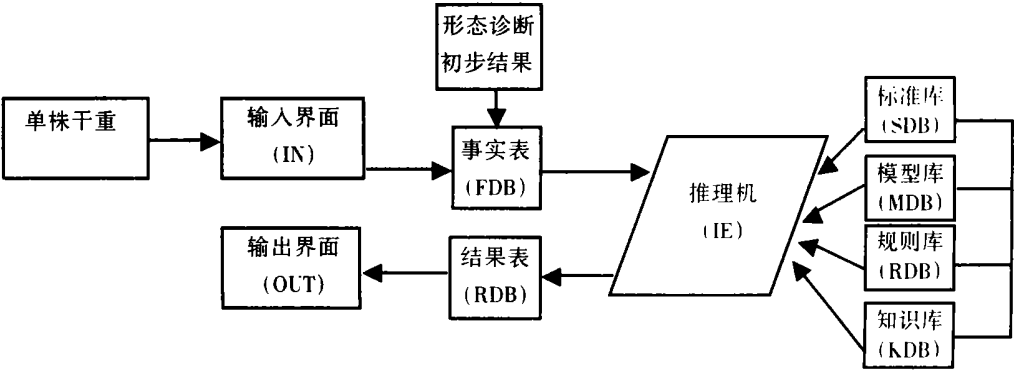


图 3 专家系统结构

1. 2 知识表示、知识库与推理机

知识表示在人工智能和专家系统中是最重要的问题之一。本系统中知识表示有两种形式：一种是产生式规则；另一种是以神经网络(ANN)的形式存贮，在神经网络中知识体现在网络节点的连接强度(权值)和阈值上。这种知识分布式存储的知识表示形式，适合并行处理，容错性强，便于处理事物间的复杂关系，而且便于知识的自动获取。在 ANN 中，知识表示有别于传统的智能系统，传统的系统中知识的表示可以看作是一种显式表示，ANN 中知识表示则是一种隐式表示，不象产生式系统中那样独立表示每一规则，而是将解决某个问题的若干知识在同一网络中表示<sup>[2]</sup>。而且只要 ANN 的结构一定，学习样本在数量上增加，无需增加新的内存空间和搜索时间，这在一定程度上缓解了传统的 ES 面临的组合爆炸问题。

知识库分两部分，一个库存放产生式规则，另一个库主要是存放各个神经元之间连接权值等网络参数。产生式规则主要来自专家知识和经验，而神经网络库的知识则是通过学习来获得的。提供相应的学习样本给 ANN，通过特定的学习算法，ANN 自动完成知识获取，并将知识以各节点的连接权值和阈值的形式存储起来。

如前所述，本系统中的人工神经网络与专家系统的集成采用的是松耦合集成模型<sup>[4]</sup>，所以推理过程分为两个阶段。通过数据接口将作物的形态参数进行前期处理，然后根据不同的作物不同品种激活知识库中相应的 B-P 神经网络，进行前向运算，得到形态诊断的初步结

果,最后经过专家系统的推理机根据单株干重与 ANN 诊断初步结果,运用产生式规则进行正向推理,得出最终的判断结果。

### 1.3 再学习机制与系统扩充

系统扩充主要是指增加不同作物和作物的不同品种的判别功能。在本系统知识库中每一个 ANN 存贮一个相应作物品种的形态诊断知识,如果系统要增加一个品种作物的形态差别功能,则只需在知识库中增加一个用于存贮其相应形态知识的 ANN,并加以训练,而不必修改系统的其他模块,这样使得系统具有广泛的适应性。

### 1.4 指标的无量纲化及归整处理

作物生产中,被评对象各个指标之间一般没有统一的度量标准,所以在进行综合评价前,首先应对评价指标特征值进行无量纲化处理。同时在应用 B-P 网络时,为避免输入过大使转移函数饱和,在参数输入网络前也需将之归整。本文采用极大值化方法进行处理,用样本空间中某一参数的最大值除这一参数。

$$X' = \frac{X}{\max}$$
这里,  $X$  为原始试验数据即归整前的数据,  $X'$  为归整后的数据,  $\max$  为数据组中的最大值。

## 2 系统应用结果

本研究采用的图像识别系统主要由数码相机(型号 Kodak 120)、586 微机组成。

在本系统中通过数码相机摄入作物图像,经计算机分析处理后得到作物形态参数,存贮于数据库,然后经过数据接口输入到神经网络专家系统中。这些形态参数有:株高、叶龄、叶长、叶宽、叶夹角、叶色比。另外,单株干重也是形态诊断需要考虑的重要因素,作物品种和单株干重由用户通过人机接口输入。

在本试验中,ANN 为含一层隐层的 B-P 网络,由于不同时期的叶片数不同,则叶长、叶宽、夹角等数目不同,输入层节点数作为一个参数存贮于知识库中,隐层节点数为 6,输出层节点数为 3,小麦苗期形态诊断 ANN 初步判断结果分为 3 种:当输出为(1, 0, 0)时表示形态诊断为旺苗,输出为(0, 1, 0)时为壮苗,输出为(0, 0, 1)为弱苗。

试验作物品种选择冬小麦京 411 和京冬 8 号两个品种。京 411 的学习样本为 20 个,非学习样本(用于测试)为 10 个。京冬 8 号学习样本为 15 个,非学习样本为 7 个。

让系统对京 411 的学习样本的学习误差小于 0.01,对非学习样本的京 411 形态判断准确率 85%,系统对京冬 8 号学习样本的学习误差小于 0.01,对非学习样本的判断准确率达 89%。

要进一步提高网络判断准确率,提供大量的涵盖不同苗情信息的学习样本供网络训练是十分重要的。此外,降低图像处理中形态参数提取的误差,可以提高整个系统的实用性。

## 3 结论

试验表明,利用图像识别系统对作物形态进行自动判别是可行的,同时建立的以人工神

神经网络为知识库的形态诊断专家系统, 对解决用传统人工智能方法建立专家系统最感困难的知识获取、知识表达与推理等问题提供了一个新的途径。而且人工神经网络系统是由众多神经元组成的, 可以逼近任意复杂的非线性系统, 可以较好地处理复杂农业生产过程中的决策判断, 具有广泛的应用前景。

#### 参考文献:

- [ 1 ] 吴泉源, 刘江宁. 人工智能与专家系统[ M ]. 长沙: 国家科技大学出版社, 1995.
- [ 2 ] 宿延吉, 黄建国. 神经网络理论及应用[ M ]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1993.
- [ 3 ] 陈文伟. 智能决策技术[ M ]. 北京: 电子工业出版社, 1998.
- [ 4 ] 刘振凯, 贵忠华, 蔡 青. 神经网络专家系统的现状及发展趋势[ J ]. 计算机科学, 1996, ( 3 ): 70- 72

## Study on Artifical Neural Network Expert System for Crop Morphological Diagnosis

CHEN Lǐ ping, ZHAO Churr jiang, GUO Xirr yu, DU Xiaσ hong, LI Hong- xiang  
(Beijing Agricultural Information and Technology Research Center, Beijing 100089, China)

**Abstract:** With the crop features extracted by the computer system for image processing, a kind of artificial neural network expert system has been developed to judge the plant health. Tests show that the system can extract features and make judgement automatically, and resolve problems existing in the traditional expert system, such as difficulties in acquiring and representing knowledge as well as expanding the system.

**Key words:** Artificial neural network; Expert system; Morphological diagnosis; Image processing