

故障诊断型神经网络专家系统

赵凤芝 包 锋 (大庆石油学院计算机系 秦皇岛 066004)

摘要:本文总结了传统的基于知识的专家系统(KBS)所存在的问题,并阐述了一个通用的应用人工神经网络(Artificial Neural Network)与专家系统(ES)相结合的故障诊断智能系统,给出了系统开发的设计原则,总体结构与功能、实现过程及关键技术。

关键词:故障诊断 神经网络 知识获取 专家系统

近年来,专家系统(ES)作为计算机人工智能(AI)应用领域的一个重要分支发展很快,人们也越来越重视其实用化程度。传统的ES构造方法已无法满足要求,必需克服以往的缺陷而在专家系统中引入人工神经网络方法,二者结合相辅相成构成神经网络专家系统,这也是一种发展趋势,将其用于故障诊断应用领域是有效且是最具普遍意义的。

一、系统的设计原则

依据诊断型实际问题的特点,以科学理论、经验知识相结合,定性与定量表示相结合的科学思想为指导,应用人工神经网络方法,把握诊断问题的复杂性与整体性来构造其理论体系及实施方案,使整个系统达到实用、方便。

二、传统的专家系统存在的问题

基于知识的第一代专家系统(Expert System 又称为知识库系统KDS)在医学、工程、勘探等领域得到了广泛的应用,并随着其开发工具的研究及其商品化进程逐步走向高潮。然而在建立时却存在着一些障碍,主要有以下几个方面:

首先,在建立专家系统时,需要由知识工程师将领域专家知识进行加工处理使其规则化,这取决于专家合作程度、经验的适用性等,这往往是现有专家系统知识获取的“瓶颈”问题,而知识的获取恰恰是构造ES的关键所在;

其次,由于专家系统是KBS(Knowledge Based System),所以对知识库(KB)的维护非常关键。当知识库非常大时,很难避免会产生搜索速度下降,规则相互抵触等知识组合爆炸问题。并且这种系统是闭集,缺乏延展

性,泛化能力差,系统不具备联想及自学习能力,对知识的更新、修改是非常麻烦的;

第三,只有浅层的、表面的、经验性的知识,缺乏本质的、理性的知识。第一代专家系统强调如何利用专家的经验快速有效地解决问题,忽视了对知识的理解等深层的作用。因此,一旦出现启发规则未考虑的情况,专家系统的性能将急剧下降,甚至无法给出结论;

第四,现有专家系统对所研究的对象有很强的依赖性,抽取专家知识所得到的外壳对解决其他问题有很大局限性,效果不好。

第五,由于系统本身的缺陷,使用的实时性不理想。

三、本系统基本结构及主要功能

诊断型神经网络专家系统的基本结构如图1所示:

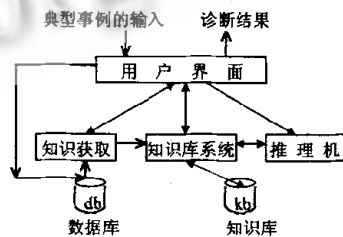


图 1

整个大系统由知识获取系统、知识库系统、推理机制、用户界面四大部分组成。

知识获取系统主要功能是通过典型样本的学习,完成知识的获取并将知识分布存储在网络的连接权上。包括网络结构、输入学习样本模式的组织形式、网络学习

算法等。主要表现为系统对故障类型识别方法的信息搜集,为下一步诊断作准备。

知识库系统主要功能是对获取的知识进行维护、更新,为推理机制提供依据。主要表现为网络的连接权矩阵,矩阵元素值从知识获取系统取得。表现为矩阵元素值的更新。表示故障与症状的因果关系,诊断方法的知识更新。

推理机系统包括针对特定网络结构的网络运行算法。其主要职能是进行网络向前计算,完成由输入模式到输出模式的非线性映射,并对输出模式进行解释,将输出模式的数学表示转换为认识逻辑概念。即给出诊断结果及故障产生的原因,提出解决措施等。

用户界面是任何形式的专家系统所必备的子系统,是用户与系统对话的接口。其主要功能是完成系统参数的设定、数据的输入/输出等。即起人机交互的桥梁与纽带作用及整个系统的协调作用。

在该系统中,只要输入采集的样本,由基于神经网络的知識获取系统中的神经网络子系统进行自学习、自组织,然后由用户界面中的总控模块协调完成诊断过程。系统主要实现过程如图2所示:

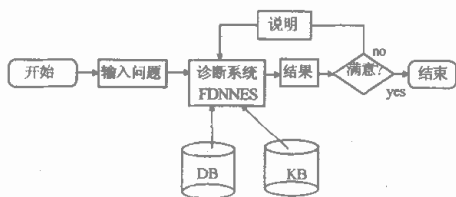


图2 DB:数据库 KB:知识库

四、本系统的特点

基于神经网络理论的第二代专家系统具有知识自动获取、并行处理、自适应学习、联想推理和较好的容错性。

(1)故障诊断实际上主要是一种模式识别和分类的问题,由于神经网络是生物学中脑神经网络的某种抽象、简化和模拟,多层神经网络的工作原理是建立在模式变化的基础上的,因此,将其应用于模式识别是很自然而有效的。神经网络不依赖于传统的用 IF - THEN 语句描述的显示产生式规则,而是模拟人的形象思维,进行典型的示例学习,使其识别系统和传统的识别系统比较起来有其自身的优点:能识别带有噪声或变形的输入模式,具有很强的自适应学习能力进行知识获取,从而有效地解

决了知识获取的“瓶颈”问题;

(2)系统经过训练后,其节点间的联结权重和节点的阈值就形成了对问题的知识表达,也就是形成了知识库。这一知识库的特点是对知识的分布表达,即每个节点并不能代表某一条规则,只有通过节点的集体作用才可以对知识进行表达,这就保证了神经网络专家系统具有良好的容错性,此性质对提高在线故障诊断系统抵抗外界干扰能力有着重要意义;

(3)具有更广泛的适用性。因为作为系统支撑的主体构件之一的神经网络学习的对象是抽象的数据,并不关心具体的研究对象属性,所以,应用本系统框架建立其他系统同样适用。

(4)系统建立的简捷性。本系统中采用的神经网络独特的处理方式特别适应于建立只有第一手数据的专家系统,即当只有数据库而无知识库时更可显示其方便、高效的特点。

也正是由于基于人工神经网络的专家系统具有以上几方面的优势,必将使其在智能研究领域占有重要地位。

五、系统实现的关键技术

1. 网络模型的选择

目前,绝大多数神经网络模型都具有图形识别能力,如:ART网、KOHONEN网、HOPFIELD网、PERCEPTRON网等。理论上,大多数图形识别及类似的应用,如果输入的分量为几百个或更少些,且在输入阵列中要识别的图形的大小、位置变化不大时,BP(Back Propagation)

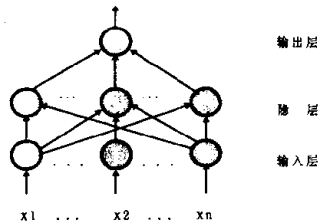


图3 BP网络图

网最好。BP网也是目前应用最广泛的神经网络模型之一。其基本结构有三层,如图3所示:

其中输入层主要是网的数据输入,隐层则相当于一

个复杂的非线性函数,输出层则输出最终结果,有时是一个,有时是多个。

该系统中每个神经网络识别子系统都由多层 BP 网组成,经过多个样本训练后完成对示功图的识别分类诊断。

2. 网络样本的选择

神经网络的学习过程与知识库的建立是同时的,由此,网络的训练对整个系统的成败起着至关重要的作用。

在选取学习样本时,既要注意典型样本的使用又要注意实际样本的使用。典型样本突出故障的特点,可以使网络较快地对所研究的对象形成概念并抽取特征;而实际样本则更能反映具体设备的个性,而且,借助其所携带的各种工况信息,提高了系统的容错性。但是,如果只选用典型样本,则在进行实际诊断中对干扰的抵御能力将会下降,影响诊断的精度;反之,若只选用实际样本,系统则不能尽快对故障形成认识,影响诊断的速度和效率。虽然样本可直接从原始资料中得到,但所选样本不应具有很高的相关性,否则,因为网络中数据流方向的改变,系统不能在一个方向上收敛而引起振荡,这时即使增加隐层单元数,或将学习速度取得很小都无法改善系统性能。

所以对劣态数据(野点)进行校正或剔除,此外由于神经网络基于数值计算,所以对各种参数要进行无量纲归一化——数据预处理。

3. 知识的获取方法

作为一个高维的非线性动力学系统,神经网络联接机制在原理上只要有足够多的隐节点,即可以完成任何输入到输出的匹配,即神经网络可实现因果关系。神经网络的分布性是利用学习算法通过“举例说明”的一系列典型事例中总结出来的,“只可意会”的推理知识分布到整个网络中,使网对一类输入模式产生敏感性,当一个局况的状态等于学习样本的输入模式时,则网络的输入输

出相同。当输入偏离学习样本时,输出与原学习样本有偏差,但仍具有联想功能。而这在基于知识的系统中是很难实现的。

4. 采用面向对象方法及可视化编程环境

目前,面向对象的程序设计方法(oop)已成为主流。在诊断型专家系统中引入“对象”的概念。虽然传统方法是以 Prolog 和 Lisp 环境开发专家系统,但由于考虑到其缺乏灵活性、效率低等缺点,本系统的构造选择了 Borland 公司开发的基于 Windows 系统的面向对象可视化开发环境——Delphi,目前深受编程者的喜爱。Delphi 既是完整的 OOP 语言,具有严格意义上的对象类型,封装,继承和重载的概念,并具备异常处理的功能,又是一可视化的集成开发环境,将面向对象技术可视化技术结合在一起,使 GUI 更直观、形象、易于理解。而且以数据库机 BDE(Borland Database Engine)为基础支持各种本地及远程的数据库系统,及 ODBC 的接口,用可视化的构件实现对数据库的支持,为利用高级语言编写数据库应用提供了方便,同时大大缩短了编程人员的设计周期。

因此,在开发这样一个集数据库融合、知识库系统和神经网络系统于一体,能在 Client/Server 环境下使用的智能诊断系统,采用上述方法是非常简捷的,并且稍加修改就可以开发出应用于医学疾病诊断、车量、机器等故障等诊断系统。

参考文献

- [1] 王伟. 人工神经网络原理. 北京航空航天大学出版社, 1995
- [2] 何新贵. 知识处理与专家系统. 国防工业出版社, 1990.9
- [3] 姚庭宝等. 精通 DELPHI. 电子工业出版社, 1997.9

(来稿时间:1998年4月)