

神经网络专家系统的现状及发展趋势*)

刘振凯 贵忠华 蔡 青 TP18

(西北工业大学 CAD/CAM 研究中心 西安710072)

摘 要 This paper surveys several main issues and techniques in hybrid neural network and expert systems, i. e., models for integration, system architectures, development tools, and applications. The authors think that integrating with other intelligent techniques is the future trend of hybrid systems.

关键词 Neural network, Expert system, Hybrid system, Integrating.

专家系统是一种能在专家水平上工作的计算机程序系统,是人工智能的一个最重要而活跃的分支,其使用弥补了人类专家不足等困难,并能利用、保存和推广专家的知识和经验,可以博采众长,其工作不受环境和时间限制等许多优点。专家系统的研究和应用已迅速渗透到各个领域,并已发挥了巨大的作用。然而,专家系统的一个主要局限性是,事实上人类专家并不总是用规则来思考、解决问题,专家系统没有真正模仿人类专家的推理过程。此外,专家系统还存在知识获取的瓶颈问题、学习能力较差、处理大型复杂问题较为困难等局限性。

近年来,人工神经网络的研究取得了很大进展,已被广泛地应用于图象识别、语音识别、模式识别、信号处理、组合优化等方面,并且取得了良好的效果。神经网络通过训练数据调整系统,以解决问题。对于那些因问题太复杂或没有人类专家又没有规则的问题,神经网络则得心应手。如果有了训练数据,神经网络就会学习到足够的信息,运行结果和专家系统一样好或比其更好。神经网络的修改也比较容易,通过对一组新的训练数据集合重新训练,而不用修改程序或重新构造规则。神经网络的这种数据特性,允许当环境和场合改变时进行调整。神经网络的另一优点是网络训练好后的运行速度,并且当使用神经芯片时速度会大大提高。但是由于规则是用数字权值表示的,故目前还不能解释神经网络中的规则和推理过程。神经网络具有提供一些人类解决问题特征的潜力,而这些特征很难用专家系统的逻辑

分析技术和标准软件技术模仿。例如,神经网络能在规则未知的情况下,分析大量数据以建立有关模式和特征,并在很多情况下能利用不完全的或含有噪声的数据。这些能力对于传统的符号/逻辑方法则是很困难的。

因此,把神经网络和专家系统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强有力,且其解决问题的方式更与人类智能相似,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。我们把神经网络和专家系统的混合系统简称为“神经网络专家系统”。

神经网络专家系统是一种新型智能系统,目前已在医疗诊断、工程设计、实时控制等领域获得应用。以下分五个方面讨论神经网络专家系统取得的进展及发展趋势。

1 集成模型

近几年来,随着人们对神经网络专家系统的进一步研究,提出了一些集成神经网络和专家系统的模型,文[1]把这些集成模型分成五种:

(1)独立模型:该模型由相互独立的神经网络和专家系统模块组成,这两个模块互不影响。该模型将神经网络和专家系统解决问题的能力作以直接比较,或者并行使用以相互证实。

(2)转换模型:该模型与独立模型相似,即开发的最终结果是一个不与另一模块相互影响的独立模块。这两种模型的区别是转换模型以一种系统(例

*)国家自然科学基金资助,刘振凯 博士生,主要研究方向为神经网络,专家系统和 CAD/CAM,贵忠华 博士生,主要研究方向为 CIMS,蔡 青 教授,博士生导师,主要研究方向为 CAGD,专家系统和 CAD/CAM。

如,神经网络)开始,以另一种系统(例如,专家系统)结束。

(3)松耦合模型:该模型是第一种真正集成神经网络和专家系统的形式,系统分解成分立的神经网络和专家系统模块,各模块通过数据文件通讯。松耦合模型的变形有前处理器、后处理器、并行处理器和用户界面等。在前处理器中,神经网络作为前端,在数据传给专家系统之前整理数据。在后处理器中,专家系统产生一个输出,然后通过数据文件传给神经网络。松耦合模型可以较容易地利用专家系统和神经网络软件工具开发,这样减少了开发者的编程工作量。实例见文[2]和[3]。

(4)紧耦合模型:该模型通过内存数据结构传递信息,而不是通过外部数据文件。除了增强了神经网络专家系统的运行特性外,还改善了其交互能力。紧耦合模型可以具有象松耦合模型同样的变形,但是紧耦合模型的前处理器、后处理器和并行处理器速度相当快。只有紧耦合模型才具有的变形包括黑板、合作和嵌入系统。Hendler 的 SCRUFFy 系统^[4]就是采用紧耦合模型集成的。和松耦合模型相比较,紧耦合模型减少了频繁的通讯,改善了运行时间性能。已有适用于开发紧耦合模型系统的商品软件包,可帮助开发者开发维护标准的神经网络和专家系统模块。总之,紧耦合模型设计灵活,集成功能较强。

(5)全集成模型:该模型采用共享的数据结构和知识表示,不同模块之间的通讯通过结构的双重特征(即符号特征和神经特征)实现,推理以合作的方式或由一个指定为控制器的模块完成。该模型的变形有几种,最常见的是连接专家系统^[5]。该模型的优点包括系统的鲁棒性、改善的运行性能和增强的问题求解能力;缺点是系统的设计和构造比较复杂。市场上明显缺少支持全集成的工具。

2 系统结构

神经网络专家系统的结构可采用多种形式,图1给出了一些神经网络和专家系统的组合形式,当然其它结构形式也是可能的。一些复杂的应用系统常采用多个神经网络模块和专家系统模块。

在最简单的结构(图1a、b)中,神经网络(或专家系统)的输出是专家系统(或神经网络),另一个专家系统用来为神经网络收集数据或分析结果。在图1c的结构中,神经网络作为被调用的函数嵌入专家系统中,神经网络收集的信息被转化为专家系统推理过程中的事实和规则。

根据实际应用情况的不同,可以采用不同的神经网络专家系统结构,具体可参见文[10]。

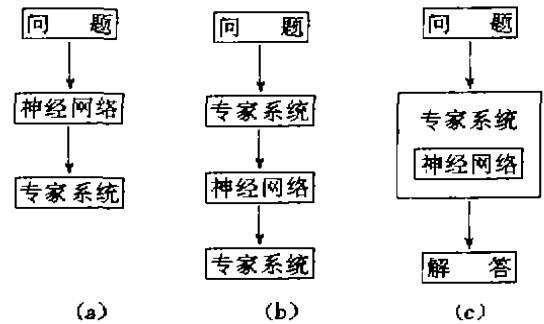


图1 神经网络专家系统的几种结构

3 开发工具

神经网络专家系统的开发工具有软件和硬件。首先,一些神经网络的开发工具可用于开发神经网络专家系统,例如:California Scientific Software 公司的 Brainmaker Professional, Hechet-Nielsen 神经计算机公司的 ExploreNet 和 Neurosoft, Neurix 公司的 Macbrain, Nestor 公司的 Nestor Development System, NeuralWare 公司的 NeuralWorks Professional, Ward Systems 集团的 NeuroShell 和 NeuroWindows 等。其次,对于松耦合模型来说,可将现有的神经网络工具和专家系统工具结合起来开发神经网络专家系统。表1给出了一些这样的工具,表中的工具可任意组合。

表1 可用于构造神经网络专家系统的工具组合

专家系统工具	神经网络工具
Exsys	NeuroShell
Level5	Brain Maker Professional
Nexpert Object	NeuralWorks Professional

目前,已出现了开发神经网络专家系统的商品软件系统,例如 Charles River Analytlics 公司的 NueX 系统,文[10]中的两个系统都是用它开发的。当然,更好的开发工具将会在不远的将来得到。至于硬件,则可以使用神经芯片、加速板以及光学计算机等。

4 应用

专家系统解决有的问题可能会比较困难,而神经网络则得心应手,把二者结合起来构造神经网络专家系统,则比任何单一系统的功能都要强。下面就

是这样的一些场合,可以考虑应用神经网络专家系统。

(1)不充分的知识库;没有专家,很难总结规则;基于规则的方法可能不适合该领域,这时增加一个神经网络作为前端,可能会有所帮助。

(2)容易变化的知识库;规则和事实可能要经常修改;基于规则的知识可能会演变,这取决于人们在新领域的经验。如果可行的话,神经网络能很好地处理这些变化。

(3)数据密集的系统;含有高速度数据输入的应用场合,需要迅速处理数据;控制系统的反馈数据;模棱两可、带有噪声或容易出错的输入需要插值;包含与视觉和语音子系统的交互功能等,都可用神经网络处理。

目前,神经网络专家系统在以下领域获得了应用,(1)医疗诊断,例如 Gallant 的连接专家系统^[5]和 Satio 的基于 PDP 模型的专家系统^[6];(2)工程设计,例如 Foss 的用于窗用玻璃设计的 LAM 系统^[2];(3)工业监控,例如 Tsoukalas 的核电站监控系统^[7];(4)机械制造,例如 Chen 的机械装配 CAAPS 系统^[8];(5)化学,例如 Wilson 的化学油罐 PH 值控制系统^[9];(6)图像处理和模式识别^[10];(7)生物;(8)实时控制。

相信在将来会看到神经网络专家系统在更多的领域中应用。

5 发展趋势

神经网络专家系统与其它智能技术结合起来形成混合系统,克服实际应用中的缺陷和不足,是当今智能系统的发展趋势。这些智能技术包括:(1)模糊系统;(2)面向对象技术;(3)基于实例推理 CBR (Case-based Reasoning);(4)遗传算法 GA (Genetic Algorithm)。例如,Kosko 的模糊神经网络系统^[12];Machado 建立了一个与神经网络、模糊逻辑和遗传算法结合的专家系统^[11],称之为模糊连接专家系统。总之,混合智能系统是人工智能研究的一个新领域,是新一代智能系统的发展趋势。

参 考 文 献

- [1] Medsker L. R., Models and Techniques for Developing Hybrid Neural Network and Expert Systems, J. Computer & Software Engineering, Summer, 1993
- [2] Foss R. V., et al., An Expert System for Window Glazing Design, ASHRAE Trans., Vol 96, Part 2, Atlanta, 1990
- [3] Labatte F. et al., Employee Skills Analysis Using a Hybrid Neural Network and Expert System, Proc. the IEEE Intl. Conf. on Developing and Managing Intelligent System Projects, Washington D. C., 1993
- [4] Hendler J. et al., Integrating Neural Network and Expert System Reasoning; an Example, Proc. AISB Conf. on Developments of Biological Standlization, Leeds, United Kingdom, 1991
- [5] Gallant S. I., Connectionist Expert Systems, CACM, 31(2)1988
- [6] Satio K., et al., Medical Diagnostic Expert System Based on PDP model, Proc. IEEE Intl. Conf. on Neural Network, San Diego, 1988
- [7] Tsoukalas L. et al., Hybrid Expert System-Neural Network Methodlogy for Neuclear Plant Monitoring and Diagnostics, SPIE Vol. 1293, Appl. of AI VIII, 1990
- [8] Chen C. L. P. et al., An Integration of Neural Network and Rule-Based System for Design and Planning of Mechanical Assemblies, IEEE Trans. on System, Man and Cybernetics, Vol 23, No. 5, 1993
- [9] Wilson A., et al., Linking Symbolic and Sub-symbolic Computing, TR Report TR93-12, Institute for System Research, University of Maryland, 1993
- [10] Medsker L. R., Hybrid Neural Network and Expert Systems, Kluwer Academic Publisher, Boston, 1994
- [11] Machado R. J., et al., Fuzzy Connectionist Expert Systems, Proc. IEEE Intl. Conf. on Neural Networks, Orlando, 1994
- [12] Kosko B., Neural Networks and Fuzzy Systems, Prentice Hall, 1992