

人工神经网络专家系统应用研究

龙德应

(广东工业大学 图书馆, 广东 广州 510090)

摘要: 叙述了人工神经网络的特征及其在专家系统中的应用, 讨论了人工神经网络专家系统的优缺点, 并进一步描述了其前景和意义.

关键词: 人工神经网络; 专家系统; BP 网络

中图分类号: TP183

文献标识码: A

文章编号: 1007-7162(2000) 03-0044-04

专家系统是当前人工智能研究中最活跃的一个分支, 现已出现了越来越多的专家系统, 譬如预测系统, 诊断系统, 临控系统 etc. 利用专家系统, 不但可以充分利用现有的专家资源, 缓解我国专家资源稀缺的状况, 且能提高各机构的计算机应用水平, 真正做到管理决策科学化, 增强办事效率及质量. 当前发展专家系统的技术具有一定的现实意义.

1 专家系统的组成及结构

建立专家系统, 首先要将专家的知识按一定的知识表示形式转化为计算机模型, 并输入到专家系统的知识库中. 这一过程通过知识获取模块完成. 其次, 专家系统通过人机接口, 接受用户的各种咨询, 且从知识库中获取一个模型, 借推理机, 产生各种建议或结论, 再通过人机接口返回给用户. 知识库和推理机是专家系统的核心. 专家系统的组成结构图如图 1^[1].

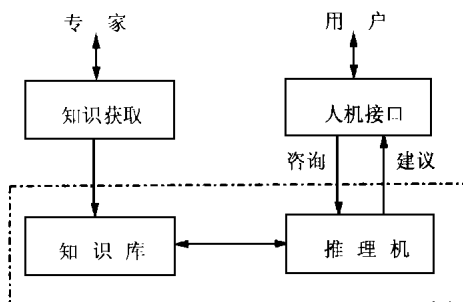


图 1 专家系统组成结构

2 在专家系统中引入人工神经网络技术

人工神经网络是模拟人的神经系统智能行为的新类型信息处理系统. 该网络一般包含大量的人工神经元, 每个神经元的结构和功能都不复杂, 但神经网络的动态行为则是十分复杂的. 神经网络是一个自适应, 非线性的动态系统.

神经网络技术的特点很好地解决了专家系统实现过程中的一些难点, 例如:

(1) 并行分布处理

人工神经网络实现了并行处理的机制, 可以提供高速处理的能力.

(2) 高度鲁棒性和容错能力

神经网络技术具有联想记忆与联想映射能力, 可以增强专家系统的容错能力.

收稿日期: 1999-12-08

作者简介: 龙德应(1973-), 男, 助理馆员; 主要研究方向: 计算机网络, 人工智能.

(3) 分布存储及学习能力

人工神经网络可存储大量的专家知识, 且能根据学习算法, 不断地自动学习, 完善知识的存储。

(4) 能充分逼近复杂的非线性关系

人工神经网络是一类大规模的非线性系统, 这就提供了系统自组织和协同的潜力。

在专家系统中引入人工神经网络技术后, 知识的表示、获取、推理机以及结构均产生了新的特点^[2]。

2.1 知识的表示

人工神经网络专家系统的知识表示与传统专家系统有很大的差别, 它不是显式表示, 而是某种隐式表示。不论是什么知识, 神经网络专家系统都把它变换为网络的权值和阈值, 分布于整个网络中。

下面以一种前馈型模型的神经网络来进行知识表示。 W_{ij} 表示第 i 个神经元和前级 j 个神经元突触的权系数; θ_i 表示第 i 个神经元的阈值; f_i 为第 i 个神经元的非线性激发函数; X_i 为第 i 个神经元的输出。由于人工神经网络的规则形式简单, 表达能力强, 适于表达启发性的知识, 增加了系统的灵活性。如“学生成绩”的取值可分为“优”、“良”、“中”、“合格”、“差”, 为顺序取值, 而“颜色”的取值可分为“红”、“黄”、“绿”、“蓝”、“紫”等, 为非顺序取值。系统均可对每个取值赋予一定的确信度 $cd \in [0, 1]$ 。因而知识可由权值 W_{ij} 隐式地表示。

人工神经网络的功能是通过规则调用的, 规则形式为 IF 前提 THEN 网络名。

2.2 知识的获取

人工神经网络专家系统的知识获取不需要由知识工程师来整理、总结、消化领域专家的知识, 只需要用领域专家解决问题的实例或范例来训练神经网络, 使在同样输入的条件下神经网络能获得与专家给出的解答尽可能相同的输出。我们采用前馈型 BP 网络来进行自动知识获取。网络结构如图 2 所示:

它含有输入层、输出层以及处于输入输出层之间的中间层。中间层有单层或多层, 也称为隐层。其中隐层最关键, 它们的状态影响输入输出之间的关系, 即改变隐层最关键, 它们的状态影响输入输出之间的关系, 即改变隐层的权系数, 可以改变整个多层神经网络的性能。层与层之间的每个连接都有一个可以调整的权, 权是根据样本数据所估计的系数, 它模仿一个输入矢量对输出矢量的影响。

知识的获取步骤为:

- (1) 对权系数 W_{ij} 置初值, 即置一个较小的非零随机数, 但 $W_{i, n+1} = -\theta$ 。
- (2) 输入样本 $X = (X_1, X_2, \dots, X_n, 1)$, 对应期望输出为 $Y = (Y_1, Y_2, \dots, Y_n)$ 。
- (3) 求各层的输出:

$$X_i^k = f(u_i^k),$$

$$\text{其中: } u_i^k = \sum_{j=1}^{n+1} W_{ij} X_j^{k-1}, X_{n+1}^{k+1} = 1, W_{i, n+1} = -\theta, f(u) = (1 + \exp(-u))^{-1}.$$

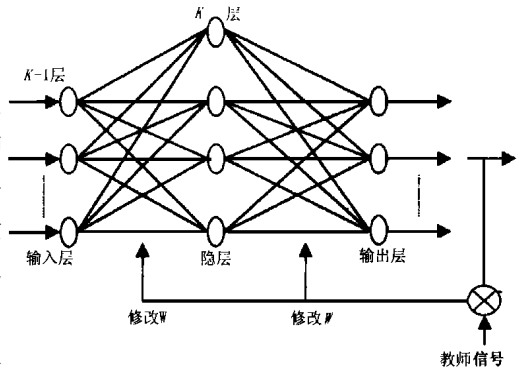


图2 网络结构图

(4) 求各层学习误差的偏微分: d_i^k

对输出层, 有 $d_i^m = X_i^m (1 - X_i^m) (X_i^m - Y_i)$,

对于其它各层, 有 $d_i^k = X_i^k (1 - X_i^k) \sum_l W_{li} d_l^{k+1}$.

(5) 修正权系数 W_{ij} :

$$W_{ij}(t+1) = W_{ij}(t) - \eta * d_i^k * X_j^{k-1}.$$

(6) 判别性能是否满足要求. 如满足要求, 则学习结束, 否则返回 (3) 继续执行. 判别误差函数为:

$$e = 1/2 \sum_i (X_i^m - Y_i)^2.$$

式中: Y_i 是输出单元的期望值, 在这里用作教师信号.

X_i^m 是实际输出, 第 m 层是输出层.

以上这种前馈型 BP 网络模块存储知识的基本思路可简述为: 把网络学习时输出层出现的与“事实”不符的误差归结为连接层中各节点间的连接权值及阈值的“过错”, 通过把输出层节点的误差逐层向输入层逆向传播以“分摊”给各连接节点, 从而可算出各连接节点的参数误差并据此对各连接权进行相应的调整, 从而建立输入到输出映射的网络函数^[2].

2.3 推理机制

人工神经网络专家系统的推理过程不同于传统专家常用的演绎推理, 而是一种并行计算的过程. 同时在推理过程中, 根据需要还可以通过学习算法对网络参数进行训练和适应性调整. 因而它又是一种有自适应能力的适应性推理.

2.4 采用神经网络技术的专家系统组成及结构

神经网络的引入使常规的专家系统结构发生了根本性的变化. 神经网络专家系统结构如图 3 所示, 它由两部分组成: 开发环境和运行环境.

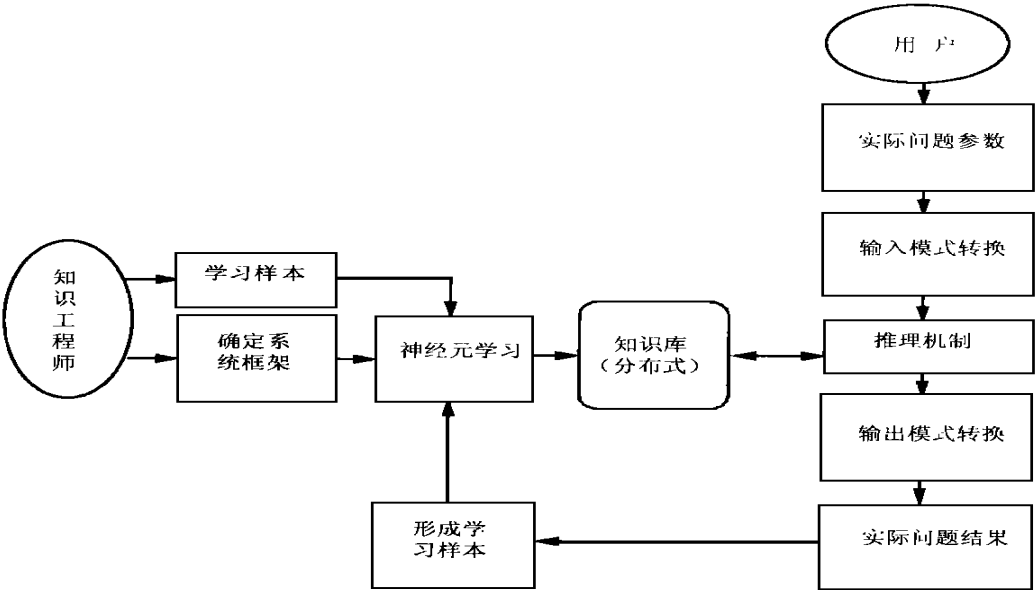


图 3 神经网络专家系统结构

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, 具体组成为:

①学习样本; ②确定系统框架; ③神经元学习.

运行环境实质是专家系统, 它用来解决实际问题, 其组成如下:

①实际问题参数; ②输入模式的转换; ③推理机制; ④知识库; ⑤输出模式的转换.

在开发环境中实现专家系统的学习, 即系统根据专家的经验 and 实例, 按照 BP 网络的工作原理, 网络根据输出值与实际输出值的误差调整相应的权值, 当输出信号与专家信号间的误差之和小于某一初始设定的精度时, 权值稳定, 程序将所得的网络结构与各连接权值储存起来. 在运行环境实现专家系统的实际运用, 即系统在外界的激发下实现已记忆信息的转换操作或联想, 对系统的输入作出响应的过程^[3].

3 小结

随着神经元网络的发展, 神经网络专家系统正在兴起. 对于分类以及基于分类的智能控制和优化求解等方面, 神经网络专家系统可取得比传统人工智能专家系统更优越的性能. 当然, 人工神经网络专家系统也存在一些需要克服的缺点: 性能在很大程度上受所选择的训练数据集的限制; 未能很好解释自己的推理过程和推理依据; 目前只能在比较浅的层次上模拟人的智能. 神经网络进一步发展的核心问题在于学习算法的改进和提高, 以及人工神经网络工作机制的不断完善, 从而使人工神经网络及其专家系统具有更高的智能水平.

参考文献:

- [1] 陈文伟. 智能决策技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 1998. 60-147.
- [2] 余永权. 神经网络模糊逻辑控制[M]. 北京: 电子工业出版社, 1999. 104-127.
- [3] 蔡自兴, 徐光. 人工智能及其应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 1996. 117-172.

Research and Application of Artificial Neural Network Expert System

LONG De-ying

(Library, GDUT, Guangzhou, 510090 China)

Abstract: The features of artificial neural network and its applications in expert system is described. The advantages and disadvantages of artificial neural network expert system to application prospects and significance are also discussed. also describes its future and significance.

Key words: artificial neural network; expert system; BP network