

文章编号 :1001 - 2486(2004)02 - 0051 - 05

人工神经网络在管理信息系统中的应用*

田方斌¹, 刘敏¹, 李吉成²

(1. 武汉大学, 湖北 武汉 430072; 2. 国防科技大学 ATR 实验室, 湖南 长沙 410073)

摘要 在传统管理信息系统的基础上, 增加专家系统模块, 即基于人工神经网络技术的预测分析模块, 完成复杂的非线性预测以提高 MIS 智能化、自动化水平。该模块选用反向传输(BP: Back Propagation)神经网络模型来实现, 通过网络的自适应学习和训练, 找出输入和输出之间的内在联系, 从而求得问题的解答。利用该专家系统对出版社图书市场销量进行预测。结果表明, 该方法性能好, 可作为预测图书售量的一种有效手段。

关键词 管理信息系统; 神经网络; 图书市场

中图分类号: TP391 文献标识码: A

The Artificial Neural Network in the Application of the Management Information System

TIAN Fan-bin¹, LIU Min¹, LI Ji-cheng²

(1. Wuhan University, Wuhan 430072, China; 2. ATR Lab, National Univ. of Defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract The paper adds an expert system module, that is a prediction analysis module based on the artificial neural network into the traditional management information system for the complex nonlinear prediction to improve the capability and automation of the MIS. The module carries out the prediction using the BP neural network. The BP neural network gets the inherent relation between the inputs and outputs and the solution of the involved problem by adjusting the weight of the neural network on line. This paper predicts the book market of the publishing company using the expert system. The result shows that the method possesses the excellent performance, and can be used as an effective method for predicting the book market.

Key words management information system; artificial neural network; book market

信息管理系统在企业经济活动中起着越来越重要的作用, 我国信息管理系统的应用正向大型化、网络化方向发展, 与此同时, 信息管理技术也不断自动化、智能化。但是, 传统的管理信息系统还停留在以表格的形式对数据做简单的分类和存储上, 智能化程度很低, 信息利用效率低, 并未真正实现预测、决策及优化等方面的功能, 难以满足企业发展的需要。在图书市场营销过程中, 影响图书市场销量预测的因素很多, 没有一个明确的数学解析式可用于计算, 属于复杂的非线性预测问题, 传统的线性预测和统计分析对此无能为力, 而人工神经网络可以有效地解决这类问题, 这主要是由神经网络本身的特点所决定的。它主要表现在两个方面, 一是神经网络具有自学习和训练能力, 通过学习和训练, 找出输入和输出之间的内在联系, 从而求得问题的解答, 而不是依靠对问题的先验知识和规则。此外, 神经网络预测器一般对输入模式的不完备性或特征的缺损不太敏感。因而, 和传统的线性预测方法相比, 神经网络预测器在输入模式(市场销量预测因素)较复杂的情况下能获得良好的预测能力。基于神经网络的上述优点, 本文在传统管理信息系统(MIS: Management Information System)中, 应用对象的链接和嵌入的方法集成基于人工神经网络的专家系统。该专家系统是一个复杂的非线性预测模块, 选用反向传输(BP: Back Propagation)神经网络模型实现, 以提高图书出版和发行 MIS 中市场发行预测及辅助决策的能力, 促进 MIS 向高智能化的方向发展。

* 收稿日期: 2003 - 10 - 10

基金项目: 国家基础科学发展计划项目资助

作者简介: 田方斌(1965—), 男, 副教授。

1 系统总体结构设计

设计的图书出版和发行 MIS 由传统的信息管理模块和专家系统模块两部分组成。

(1) 传统的信息管理模块(模块一)

设计采用的是以数据为中心的设计方法,即通过数据需求分析定义出系统的需求,在此基础上定义满足需要的数据要求,设计存储这些数据的数据库,再进行程序的设计。在程序设计时,可根据要求将程序划分成4个基本的子功能模块,即:

数据输入:供用户添加、编辑各个数据库的基础记录数据;

数据查询:供用户查找需要了解的各种信息;

统计输出:供用户综合统计数据信息,建立和打印多种所需的报表;

系统维护:进行数据库中记录的修改、删除及日常维护。

上述各功能主要完成图书出版和发行的管理,即出版时完成图书的入库信息、库存信息、出库信息和客户信息的管理,打印出、入库单,按月、年统计报告图书的出入库情况,实现对图书库存情况及其出入库信息等方面的查询和统计输出。发行时实现对各部门图书销售信息的管理,提供图书销售的各种报表、售缺图书清单、畅销图书清单以及各部存书情况、缺货情况报告等。

(2) 专家系统模块(模块二)

基于人工神经网络的预测分析模块,完成各种复杂的非线性预测。在本系统中,针对实际应用的要求,设计实现对某出版社图书销售量的预测。预测模块以动态链接的方式与模块一相结合,并使用模块一的数据库存取数据,预测结果也用模块一的显示、制图等功能来表达。这样的结合方式不仅使系统具有较高的集成度,而且能充分发挥两模块各自的优势,即模块一成熟的数据表现、存储功能和模块二强大的非线性预测分析功能。同时,两模块又各自独立运行,互不干扰,提高了系统各功能模块的独立性,符合现代系统设计思想。

2 图书销售量预测的神经网络模型和算法

市场销售量的预测是目前颇受关注的研究课题,有着十分重要的理论意义和实际价值。在图书发行和销售中,由于影响图书销售的因素颇多(如图书质量、图书定价、图书类别、读者群体、市场分布等),且各因素之间相互作用、相互制约,所以用建立数学模型求解的方法存在着精确建模和求解两方面的困难。人工神经网络作为一门新兴的交叉学科,为揭示复杂对象的运行机理提供了一条新的途径。近来,许多学者将其应用于产品成本预测、市场预测等问题,取得了一些进展。

BP神经网络由于具有很好的函数逼近能力,因而通过对训练样本的学习,能很好地反映出对象的输入/输出之间复杂的非线性关系,是目前应用得最为广泛的神经网络模型之一。该网络所采用的学习过程由正向传播(处理)和反向传播(处理)两部分组成^[3]:在正向传播过程中,输入模式从输入层经隐含层逐层处理并传向输出层,如果输出层不是期望的输出,则误差信号从输出层向输入层传播,即反向传播;在反向传播过程中网络自动调整各层间连接权及各层神经元的偏置值,以便误差逐渐减小。因此该算法的实质是求误差函数的最小值,它通过多个样本的反复训练,权值误差函数的最速下降(负梯度)方向来改变,最终收敛于最小点,最后将多个已知样本训练得到的各层连接权及各层神经元的偏置值等信息作为知识保存,以便对未训练样本值进行预测。

预测图书销售量的BP多层网络模型如图1所示。该网络体系结构由输入层、隐含层(或者称中间层)和输出层组成。在本系统中,要解决图书销售量的预测问题,故选择影响图书销售量的几个主要因素作为网络的输入,图书销售数量作为输出。影响图书发行和销售量的因素很多,经过筛选,从中提取主要因素。对相关性较强的因素,则从中择其一作为输入项,从而确定网络输入为图书类别、图书定价、图书质量、市场分布、读者群体5项,则网络输入层节点数为5;网络输出为预测的销售量总值,即网络输出层节点数为1。中间隐含层选用单隐层结构,它与外界没有直接关系,但其状态的改变能影响输入与输出之间的关系。

为了产生给定输入的可靠输出,必须对已知样本进行反复训练,对连接权及神经元的偏置值进行修改和再修改,直到产生期望输出为止,其向后传播算法实现过程步骤如下:

(1)神经网络状态初始化。用较小的随机数初始化网络参数 W_{ji} , V_{kj} , A_j 及 B_k 。其中, W_{ji} 为输入层第 i 个神经元到隐含层第 j 个神经元的连接权值; V_{kj} 为隐含层第 j 个神经元到输出层第 k 个神经元的连接权值; A_j 为隐含层第 j 个神经元的偏置值; B_k 为输出层第 k 个神经元的偏置值。

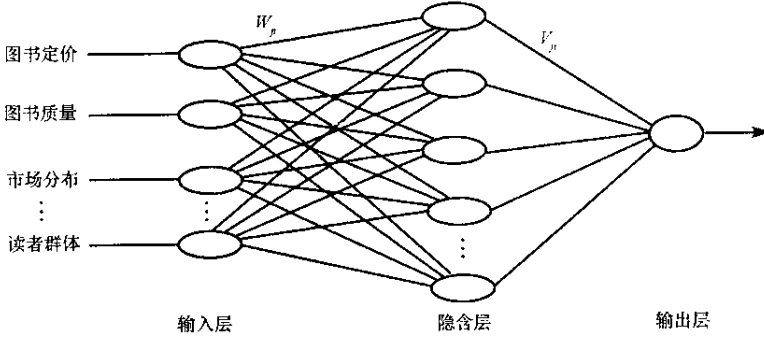


图1 BP神经网络预测模型结构图

Fig.1 The structure of the BP neural network prediction model

(2)输入第一个训练样本并作为输入层单元的输出值 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_i\}$, i 为输入层神经元的序号, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 分别表示图书单价、图书质量、市场分布、读者群体和图书类别等。

(3)求隐含层神经元的输入及输出:

$$IH_j = \sum_i W_{ji} \cdot x_i + A_j \quad (1)$$

$$OH_j = (1 + e^{-IH_j})^{-1} \quad (2)$$

式中, IH_j, OH_j 分别为隐含层第 j 个神经元的输入和输出。

(4)求输出层神经元的输入及输出:

$$IO_k = \sum_j V_{kj} \cdot OH_j + B_k \quad (3)$$

$$OO_k = (1 + e^{-IO_k})^{-1} \quad (4)$$

式中, IO_k, OO_k 分别为输出层第 k 个神经元的输入和输出。

(5)计算误差:

$$d_k = (OO_k - T_k) \cdot OO_k \cdot (1 - OO_k) \quad (5)$$

$$\sigma_j = \sum_k d_k \cdot V_{kj} \cdot OH_j \cdot (1 - OH_j) \quad (6)$$

式中, d_k 为输出层第 k 个神经元的一般化误差; σ_j 为隐含层第 j 个神经元相对于每个 d_k 的误差; T_k 为期望输出值。

(6)修改 W_{ji} , V_{kj} , A_j 和 B_k 值:

$$V_{kj} = V_{kj} + \alpha \cdot d_k \cdot OH_j \quad (7)$$

$$B_k = B_k + \beta \cdot d_k \quad (8)$$

$$W_{ji} = W_{ji} + \alpha \cdot \sigma_j \cdot x_i \quad (9)$$

$$A_j = A_j + \beta \cdot \sigma_j \quad (10)$$

式中, α 和 β 为常数, 分别称为学习率和冲量系数, 要求 $0 < \alpha < 1$, $0 < \beta < 1$ 。

(7)如果有下一个学习样本, 则输入, 并转步骤(3); 否则转步骤(8)。

(8)计算误差函数值

$$E_{Td} = \sum_i 0.5 \cdot (OO_k - T_k)^2 = \sum_L E_L \quad L = 1, 2, \dots, N \quad (11)$$

式中, E_L 为第 L 个模式的误差函数值, $L = 1, 2, \dots, N$, N 为学习样本的个数; E_{Td} 为整个模式集的误差函

数值。

如果 $E_{Td} < E$ (E 为预先给定的总误差判别标准值) 或 $E_L < E_e$ ($L = 1, 2, \dots, N$), E_e 为预先给定的第 L 个学习样本误差判别标准值, 则转步骤 (9), 否则重复步骤 (3)~(6) (8)。

(9) 将 W_{ji} , V_{kj} , A_j 和 B_k 值作为知识保存起来, 以便预测图书的销量。

BP 算法在进行学习时值得注意的是:

(1) α 和 β 值给定是否合适, 对收敛速度有影响, 一般取 α, β 为 0.6~0.9;

(2) 为了加速收敛, 公式 (5) 可改为 $d_k = \alpha(OO_k - T_k)$;

(3) 为了改善收敛性, 可采用权值新量 W_{ji} 的修正公式^[4]。

3 预测实例

为验证所提预测方法的可行性与有效性, 选择某出版社近 2 年出版的 20 种图书的实际销量情况进行试验验证, 具体步骤如下:

(1) 根据图书出版和发行方面的专家知识, 针对图书销售的具体特点, 取图书类别、图书定价、图书质量、市场分布、读者群体等 5 个因子作为影响图书销量的主要因素。依据有关图书出版的专家规则, 将这些因子进行数字化和归一化成 [0, 1] 区间的数值, 记为 X , 即每种图书的 X 值可表示为:

$$X = \{\text{图书类别, 图书定价, 图书质量, 市场分布, 读者群体}\} \\ = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5\} \quad 0 \leq x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \leq 1$$

(2) 学习。学习阶段, 将其中 10 种图书的 X 值分别作为神经网络的输入量, 将对应图书的实际销量作为神经网络的输出量, 对网络连接权值 W_{ji} 、 V_{kj} 和偏置值 A_j 、 B_k 进行不断地学习和训练, 直到网络收敛。

(3) 预测。预测时将余下的 10 种图书的 X 值作为神经网络的输入, 即可预测这 10 种图书的销量。表 1 为后 10 种图书的实际销量、销量预测值和预测的相对误差。

表 1 10 种图书的销量预测值和预测的相对误差情况

Tab. 1 The prediction and reference error of ten kinds of books

图书名称	销量预测值(万册)	实际销量(万册)	相对误差(%)
A	0.89	0.95	6.3
B	12.05	1.05	4.8
C	1.55	1.48	4.5
D	0.50	0.58	13.8
E	0.88	0.80	10.0
F	100.00	97.23	2.9
G	80.25	84.00	4.5
H	30.12	32.22	6.5
I	40.78	41.42	1.6
J	5.54	5.45	1.7

4 结语

在人工神经网络基本理论的基础上, 利用 BP 网络的学习算法对预测应用进行了研究, 并将这一预测模块集成于传统的 MIS 中, 提高传统 MIS 的智能化水平, 在实际应用中, 取得了较好的效果。用 BP 算法建立的图书市场容量预测模型具有灵活推算的能力, 只要输入设定的源, 就可得到目的。与传统的数学方法相比, 这种方法对样本的要求不严格, 源与目的之间的‘因果关系’对用户透明, 因而应用性强, 出版社可以在已有的数据基础上自动建模, 灵活推算。当然, 仍有许多不足之处需要进一步改进和完善,

如在具体应用中时, BP 算法或多或少带有经验的成分; 一个成功的应用还要建立在深入了解应用背景的基础上; 不仅需要正确地选择网络模型、网络结构和学习算法, 还需要根据试验结果适当地调整众多参数, 在网络投入实际使用之前, 往往还有大量的数据选择、训练、变换、调整和维护工作需要完成。

参考文献:

- [1] 丁建立, 杜二明, 许卫明. 马尔可夫预测模型及其在市场预测中的应用[J]. 洛阳师专学报, 1997, 4(2): 42-45.
- [2] 刘丽萍, 秦婷. 回归分析在饮料销售量预测中的应用[J]. 预测天地, 2001, 6(28): 28-29.
- [3] 李吉成, 沈振康. 灰度形态滤波的神经网络实现[J]. 系统工程与电子技术, 1999, 3(56): 56-59.
- [4] 黄德双. 神经网络模式识别系统理论[M]. 北京: 电子工业出版社, 1996.
- [5] 庄镇泉, 王熙法, 王东生. 神经网络与神经计算机[M]. 北京: 科学出版社, 1991.

(上接第 50 页)

3 结论

(1) MPEG4 视频应用未能充分利用 P4 处理器的 SSE2 指令和 SSE 指令, 但较好地利用了 64 位 MMX 指令。此外, 未向量化的浮点指令仍占一定比例。所以, 视频播放软件进一步面向体系结构进行优化很有必要, 也有很大潜力。

(2) 两级 Cache 不命中导致的性能损失占很大比例。针对视频应用, 处理器设计应改善 Cache 的容量与延迟特性, 同时提高机器主存性能, 这可能比进一步增强处理器中的多媒体指令集更加经济有效。

参考文献:

- [1] Intel 公司. IA-32 Intel Architecture Software Developer's Manual Volume 1: Basic Architecture[R]. 2001.
- [2] Schaelicke L, et al. Profiling Interrupts in Modern Architectures[C]. Eighth International Symposium on Modeling, Analysis and Simulation of Computer and Telecommunication Systems, Los Alamitos, CA, 2000: 115-123.
- [3] Hirzel M, Chilimbi T. Bursty Tracing: A Framework for Low-overhead Temporal Profiling[C]. Workshop on Feedback-directed and Dynamic Optimizations, 2001: 117-126.
- [4] Intel 公司. IA-32 Intel Architecture Software Developer's Manual Volume 3: System Programming Guide[R]. 2001.
- [5] [Http://developer.intel.com/vtune/](http://developer.intel.com/vtune/). 2003.
- [6] Carr S. Combining Optimization for Cache and Instruction-level Parallelism[C]. PACT '96, Boston, 1996: 238-247.

