

企业信息化绩效评价模型应用研究^{*}

Application Research on the Model of the Performance

Evaluation of Enterprise Informatization

李晓青^{1,2} 刘炳辉² 颜全铨³

(1. 厦门大学管理学院 厦门 361005; 2. 厦门理工学院管理科学系 厦门 361024;

3. 厦门金蝶软件有限公司 厦门 361000)

摘要 基于平衡记分卡(BSC)原理,从财务、业务流程、客户服务、战略与发展四个角度构建企业信息化绩效评价指标体系;依据 BP 神经网络原理,建立用于评估企业信息化绩效水平的 BP 神经网络模型,并结合算例进行仿真模拟,证明该模型的评价精度令人满意,有较强的实践意义。

关键词 企业信息化 平衡记分法 评价指标 BP 神经网络

中图分类号 F270

随着信息时代的来临,企业信息化已经成为企业生存和发展的必然要求。企业信息化是指企业以流程重组为基础,在生产和经营的各个环节推广和应用现代信息技术,深入开发和利用企业内外部各种信息资源,从而提高企业的经济效益和市场竞争力的过程。企业信息化战略实施以后,由于信息技术投资的间接性、长期性和滞后性等特点,企业难以对信息化应用效果及信息化为企业带来的绩效进行恰当的评估,企业也无法制订相应的动态的持续改善计划,切实提高信息化绩效。因而,建立一套科学、规范、实用的企业信息化绩效评价指标体系,合理进行企业信息化绩效评价,对于我国企业信息化的顺利实施和持续改善具有重要的理论和现实意义^[1]。

1 企业信息化绩效评价指标体系

随着我国企业信息化进程步伐的加快,企业信息化研究也成为研究热点。国内不少研究者从不同角度提出了衡量企业信息化成果的企业信息化绩效指标体系。传统的信息化绩效评价着眼于投入角度的信息化水平评价,即从信息化装备、信息化人员、信息资源开发利用等投入角度综合考察企业所处信息化的水平或阶段^[2],但研究表明^[3-4],企业信息化的绩效并不一定与投入成正比关系,以投入为主的“水平”评价难以全面和正确衡量企业信息化的绩效。徐强、戴芸(2003)从系统观点出发设计企业信息化绩效的多维动态评价指标体系^[5];张嵩(2007)从资源基础理论(RBV)的角度将企业 IT 资源分为 IT 基础设施资源、IT 人力资源和互补性组织资源,根据 IT 资源对企业绩效影响的过程,构建了企业信息化绩效评

估层次模型^[3];汪卫霞(2005)在探讨我国信息化绩效测评中存在的问题并阐述平衡记分卡优势的基拙上,具体分析了平衡记分卡(Balanced Score Card, BSC)在企业信息化绩效测评中的应用,进而设计了一套企业信息化绩效评估指标体系^[6];柯健、李超(2007)借鉴平衡记分卡的绩效评价思路,并从产出角度设计了一套企业信息化绩效评价指标体系^[1]。程扬等(2007)通过企业信息化实施过程全生命周期分析研究,建立了一套可按实施阶段进行动态评估的信息化绩效评估体系^[7]。可以看出,企业信息化绩效评价研究越来越注重过程与效果的综合性与统一性。经过比较研究,笔者更赞同柯健、李超(2007)主要从产出角度提出的基于平衡记分法(BSC)的企业信息化绩效评价指标体系的设计思路。

平衡记分法(BSC)是由哈佛商学院的 Robert Kaplan 教授和 David P. Norton 教授提出的一套综合平衡财务指标和非财务指标的企业绩效管理体系。该方法从企业战略出发,充分考虑企业运营的不同角度的要求,从财务、客户、内部业务流程、学习与成长四个角度来综合评价企业绩效,在企业远景和战略框架统领下构建系统的评价指标体系,较好地体现了过程与结果的统一。本文在柯健、李超(2007)的研究基础上,充分考虑指标体系的科学性、导向性、可比性和操作性,在多次咨询企业信息化行业专家后,进一步提出如表 1 所示的企业信息化绩效评价指标体系。

在企业信息化绩效评价研究中,比较常用的定量分析评价方法有层次分析法(AHP)、模糊综合评价法、数据包络分析法(DEA)等。层次分析法权重确定过于主观,且对指标层次结构系统中的要素独立性要求较高;传统的模糊综合评价的

基金项目:厦门市社会科学研究立项课题(编号:200848)。

作者简介:李晓青,女,1976年生,在读博士生,讲师,研究方向为预测与决策、企业信息化;刘炳辉,男,1957年生,副教授,研究方向为企业管理;颜全铨,男,1975年生,副总经理,研究方向为企业信息化。

隶属度和权重分配不易准确确定,具有一定的局限性;数据包络分析对数据误差与缺失过于敏感,对于数据要求较高。本文考虑到企业信息化过程的交互性和复杂性,为了提高评价效果,将创新性地引入人工神经网络方法,运用 BP 神经网络(back-propagation NN)算法模型来评估企业信息化绩效水平。

表 1 企业信息化绩效评估指标体系

| 基于 BSC 的评价角度层 | 指标层 | |
|---------------|---------|--|
| 企业信息化绩效评估指标体系 | 财务角度 | 净资产收益率;销售增长率;成本费用利润率;成本降低率;库存资金占用率;财务决算速度;库存周转率 |
| | 业务流程角度 | 流程柔性程度;信息传递速度;信息系统集成度;核心业务流程信息化水平;企业网站水平;网络安全措施应用水平;业务协同度 |
| | 客户服务角度 | 客户满意度;市场份额;客户关系管理信息化程度;信息系统的客户跟踪能力;内部用户满意度 |
| | 战略与发展角度 | 信息化投资水平;员工对信息化建设的支持度;信息化专业人才的比率;受到信息化培训的员工比例;信息共享率;信息化战略地位 |

2 BP 神经网络结构与算法

人工神经网络是由大量模拟生物神经元的人工神经元广泛互连而成的网络,是一种模仿和延伸人类脑功能的信息处理系统,由大量的简单处理单元连接而成的自适应非线性系统。目前应用最广泛的是 BP 神经网络(back-propagation NN)——误差反向传播多层前馈网络,1986 年由 Rumelhart 和 McClelland 为首的科学家小组提出^[8]。BP 算法由数据流的前向计算(正向传播)和误差信号的反向传播两个过程构成。正向传播时,传播方向为输入层-隐层-输出层,每层神经元的状态只影响下一层神经元。若在输出层得不到期望的输出,则转向误差信号的反向传播流程。通过这两个过程的交替进行,在权向量空间执行误差函数梯度下降策略,动态迭代搜索一组权向量,使网络误差函数达到最小值,从而完成信息提取和记忆过程。

本文采用最简单实用的三层网络,分别为输入层、隐层和输出层。设各层神经元节点个数分别为 m, q, m ;其中 $x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n$ 分别代表来自神经元 1、2、...、 i ...、 n 的输入; $w_{j1}, w_{j2}, \dots, w_{ji}, w_{jn}$ 则分别表示神经元 1、2... i ... n 与第 j 个神经元的连接强度,即权值; b_j 为阈值; $f(\cdot)$ 为传递函数。节点 j 的净输入 S_j 可表示为:

$$S_j = \sum_{i=1}^n w_{ji} \cdot x_i + b_j = \sum_{i=0}^n w_{ji} \cdot x_i = W_j X \text{ (将阈值写入求和项中)}$$

信息正向传播,进一步,这里具体假设输入层与隐层之间的权值为 v_{ki} ,隐层与输出层之间的权值为 w_{jk} ,隐层的传递函数为 $f_1(\cdot)$,输出层的传递函数为 $f_2(\cdot)$ 。则隐层节点的输出为(将阈值写入求和项中):

$$z_k = f_1\left(\sum_{i=0}^n v_{ki} x_i\right) \quad k = 1, 2, \dots, q$$

$$\text{输出层节点的输出为: } y_j = f_2\left(\sum_{k=0}^q w_{jk} z_k\right) \quad j = 1, 2, \dots, m$$

至此 B-P 网络就完成了 n 维空间向量对 m 维空间的近似映射。

误差反向传播。利用 BP 算法可以使性能指标最小化,为了保证全局的稳定性,我们将期望输出结果作为反馈信号,把模型输出结果与之比较,使得 E , 其中 ϵ 是一个很小的数,如果不满足要求,则不断调整权系数,以达到期望要求。输入 O 个学习样本,用 $x^1, x^2, \dots, x^p, \dots, x^P$ 来表示。第 p 个样本输入到网络后得到输出 $y_j^p (j = 1, 2, \dots, m)$ 。采用平方型误差函数,于是得到第 p 个样本的误差 E_p :

$$E_p = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^m (t_j^p - y_j^p)^2 \quad \text{式中: } t_j^p \text{ 为期望输出。}$$

$$\text{对于 } P \text{ 个样本,全局误差为: } E = \frac{1}{2} \sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^m (t_j^p - y_j^p)^2 = \sum_{p=1}^P E_p$$

根据反向传播计算公式,可以得到权系数学习规律:

$$w_{jk} = \sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^m (t_j^p - y_j^p) f_2'(S_j) z_k$$

$$v_{jk} = \sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^m (t_j^p - y_j^p) f_2'(S_j) w_{jk} f_1'(S_k) x_i$$

其中, η 为网络学习率。实际运用中, BP 算法有很多改进算法,这里不一一赘述。

3 应用设计

3.1 训练神经网络 本文从国内某知名企业信息化解决方案提供商的客户群中获取样本资料,最终确定已实施企业信息化项目的 15 家企业(涉及制造业、房地产业、烟草行业和商业流通业等行业)作为样本企业。表 1 中评价指标包括定量指标和定性指标,定量指标如净资产收益率、销售增长率等可以通过企业财务报表资料获得,定性指标可以通过对企业进行专门问卷调查获取评分值(定量化),然后对这 25 项指标进行正向化和归一化,从而获得 15 个样本企业的企业信息化绩效评价指标值(因篇幅所限未列出)。

1989 年 Robert Hecht-Nielsen 证明了对于任何闭区间的连续函数都可以用一个隐层的 BP 网络来逼近,因而一个 3 层的 BP 神经网络可以完成任意的 n 维到 m 维的映射^[8]。因此本文采用单隐层 BP 网络。

文要研究的神经网络输入变量是企业信息化评价指标体系中的 25 项指标,输入向量为 $X = (x_1, x_2, \dots, x_{26})$,输入节点数 (n) 为 25。

当 BP 网络用于模式分类时,我们可以以二进制形式来描述不同模式的输出结果,输出节点数可以根据待分类的模式数来确定。本文根据企业信息化解决方案提供商的企业信息化评级结果,将企业信息化绩效水平分为五个不同等级,分

别对应不同的输出向量,作为反馈信号输入模型。具体为:企业信息化“很成功”(1,0,0,0,0);“比较成功”(0,1,0,0,0);“一般化”(0,0,1,0,0);“基本失败”(0,0,0,1,0);“很失败”(0,0,0,0,1)。因此,本文定义神经网络的输出为 5 个节点。

隐层节点数目对神经网络的性能有一定影响。隐层节点个数过少,学习容量有限,不足以存储训练样本中蕴涵的所有规律;隐层节点过多不仅增加网络训练时间,而且会将样本中非规律性的内容如干扰和噪声存储进去,反而降低泛化能力。本文首先根据经验公式 $q = \sqrt{n + m} + 1 (1 \leq q \leq 10)$ 来初定隐层节点个数,然后根据不同的隐层神经元数目的模型分别进行仿真和比较,从而确定合适的隐层神经元个数。经过比较,最终确定 $q = 10$ 。因此,采用三层 BP 神经网络对企业物流外包风险建立预警系统,输入层、隐层和输出层的节点数分别为 $25 \times 10 \times 5$ 。企业信息化绩效评价的神经网络模型如图 1。

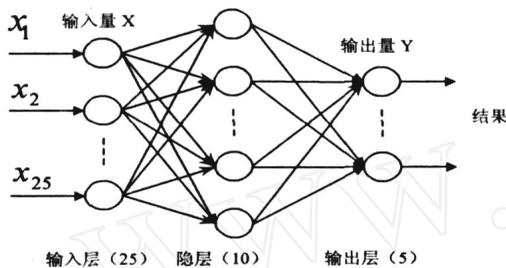


图 1 企业物流外包风险预警系统的神经网络模型

采用 MATLAB6.5 软件,取样本 1~12 作为训练样本,样本 13~15 作为验证样本来验证网络训练的效果。在训练网络之前,必须对网络的权值和阈值进行初始化,建立网络的命令 newff 会在建立网络时直接对网络的权值和阈值进行初始化。训练函数采用 tansig 型传递函数(双曲正切型 S 函数),并采用 Levenberg-Marquardt 算法(trainlm),误差精度定为 0.01。确定上述参数后,输入训练样本数据和训练程序,训练网络。训练过程如图 2:

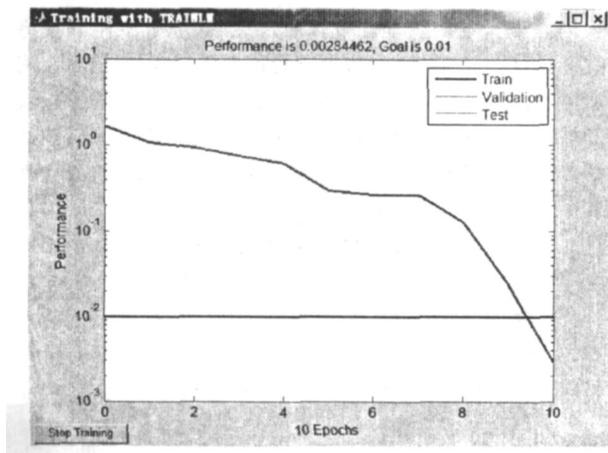


图 2 神经网络训练过程

如图 2,经过不到 10 次训练后,网络目标误差即可达到要求。网络训练完成后,输入验证样本数据,验证网络的适应性。MATLAB 程序运行结果进行反归一化后得到验证样本

企业物流外包风险模拟值。网络模拟结果的误差如表 2 所示:

表 2 网络测试误差

| 测试样本 | 样本 1 | 样本 2 | 样本 3 |
|------|---|---|--------------------------------------|
| 期望输出 | (0 1 0 0 0) | (1 0 0 0 0) | (0 0 0 1 0) |
| 期望结果 | 比较成功 | 很成功 | 基本失败 |
| 实际输出 | (0.0209 0.9573 0.0037 0.9794 0.0788 0.0000) | (0.9794 0.0788 0.0000 0.0000 0.0018 0.0169) | (0.0000 0.0018 0.0169 0.8084 0.0009) |
| 测试结果 | 比较成功 | 很成功 | 基本失败 |

可以看出,对于三家样本企业,网络模型输出结果已经分别显示出风险级别:“比较成功”、“很成功”、“基本失败”,和期望结果一致。也就是说,该模型能较为准确地根据指标体系对企业信息化水平进行恰当的评价。本文由于现实条件局限,可供网络训练的样本有限,一般精确模型需要更多的训练样本,以便于网络学习,这会使系统有更强的容错性和稳定性。

4 结语

作为研究复杂性的有力工具,神经网络技术近年来在模式识别与分类、自动控制、风险预警、评价与预测等方面展示了非凡的优越性,这种方法能够处理任意类型的数据,且克服复杂模型的选择困难,不需要分清存在何种函数关系,具有超强的学习能力和容错能力,给建模与分析带来了很大的方便。

建立一种企业信息化绩效评价模型,对于企业的信息化科学决策具有重要意义。本文应用 BP 神经网络构建企业信息化绩效评价模型,可以考虑大量复杂影响因素,发挥人工智能的学习功能,解决了常用方法难以克服的实时性、敏捷性差的弱点,并能在计算机上利用 MATLAB 进行学习训练,大大减少了计算的繁杂程度,并提高了运算的精确度。而且随着学习样本的增加,还可以进一步提高预警准确度,适用性强,具有较强的现实意义。

参考文献

- 柯健,李超.企业信息化绩效评价模型研究[J].情报杂志,2007(10):30-33
- 李超.企业信息化绩效评价指标体系构建[J].商业时代,2007(29):50-51
- 张嵩,吴绪永.基于 RBV 的企业信息化绩效评估层次模型[J].科学学与科学技术管理,2007(6):129-133
- Barua A, C H Kriebel, T. Mukhopadhyay. Information Technologies and Business Value: an Analytic and Empirical Investigation[J]. Information Systems Research, 1995, 6(1): 3-23
- 徐强,戴芸.企业信息化绩效多维动态评价指标体系的设计[J].情报科学,2003,21(5):455-457
- 汪卫霞.平衡记分卡在企业信息化绩效测评中的应用[J].皖西学院学报,2005(6):62-64
- 程扬,张洁等.企业信息化绩效评估体系及其评价方法[J].计算机工程,2007,33(2):270-273
- 朱大奇,史慧.神经网络原理及应用[M].北京:科学出版社,2006:33-63
- 徐金明. MATLAB 实用教程[M].北京:清华大学出版社,2005:180-187

(责编:白燕琼)