

基于径向基函数神经网络的信用评分模型研究

高国平, 刘树安

(东北大学 系统工程研究所, 辽宁 沈阳 110004)

摘要: 对信用风险、信用评分进行了分析, 在综合分析国内外企业信用评分指标体系的基础上, 结合我国企业信用评分的特点, 建立了适合我国企业信用评价的指标体系。结合国内外相关研究的现状与进展, 及信用评分本身所具有的特点, 建立了基于径向基函数神经网络的信用评分模型, 利用现有数据分别进行判别和分析, 研究其计算结果与实际情况的差距, 然后使用改进的 RBFNN 学习算法, 对径向基函数神经网络进行了学习训练, 得到了令人满意的评价结果。利用该模型建立的评分系统具有进一步研究和推广应用的价值。

关键词: 径向基函数; 神经网络; 信用评分; 指标体系

中图分类号: TP273

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2007)09-0011-04

An Assessment Model of Enterprise Credit Score Based on RBF Neural Network

GAO Guo-ping, LIU Shu-an

(Institute of System Engineering, Northeastern University, Shenyang 110004, China)

Abstract: Firstly analyze the credit risk and credit scoring. After comprehensive analysis of the indicator systems of both domestic and abroad enterprises, and combining with the character of China enterprise, built the indicator system suitable for China. Combining with the current status and the development of related studies and the properties of credit scoring itself, built the credit scoring model based on the radial basis function neural network. Utilizing the available data, carried out the differentiation and analysis separately, studied the difference between the calculated results and the practical situation, then used the improved RBFNN train algorithm to train the radial basis function neural network, and obtained the satisfactory results. The credit scoring system using the model is worthy to study and popularize further.

Key words: radial basis function; neural network; credit score; indicator system

0 引言

现代市场经济是信用经济, 没有成熟的信用社会就没有成熟的市场经济。在市场经济条件下, 社会信用体系由政府信用、企业信用和个人信用融合而成。而企业信用体系建设是整个社会信用体系建设的重中之重。其中企业的信用评分是企业信用体系建设的有效方法。信用评分是信用服务专业机构以第三方的立场, 针对一个经济体的信用强度加以分析评估, 并给予一个能够反映该信用强度的适当分数^[1]。

企业信用评分决策支持系统的缺乏, 为国内企业信用管理工作带来极大的不便, 从目前出台的各种评估模型来看, 主要有基于统计分析和基于神经网络的

评估模型, 起到一定的效果, 但还显得不够, 尤其是面对多变的经济环境和经营者对评估指标的偏好各异的情况, 评估模型就缺乏决策支持和灵活调整性了, 为解决辅助决策和指标灵活性问题, 文中在一般的模型上进行了改进, 提出了相关的指标体系, 让评估模型动态化、评估结果客观化、信用管理科学化。并建立了基于 RBF(径向基函数)神经网络的信用评分系统。

1 企业客户信用评估指标体系

指标体系的设置要讲究全面性、科学性、针对性、公正性、合法性、可操作性。信用评级对企业进行信用评级主要考察以下方面内容: 偿债能力、经营能力、经营效益、信用状况、合同履约率。信用评级指标通常分为定量指标和定性指标两种^[2]。

参考辽宁华诚信用评级有限公司多年的评级指标, 建立如下的评级指标体系, 如表 1 所示。

收稿日期: 2006-12-08

作者简介: 高国平(1979-), 男, 河北石家庄人, 硕士研究生, 主要研究方向为基于神经网络的信用评分; 刘树安, 博士, 副教授, 主要研究领域为大系统建模与优化方法及其应用。

表 1 信用评级系统指标体系

一级指标	二级指标	计算公式
偿债能力	资产负债率	负债总额/资产总额
	流动比率	流动资产/流动负债
	速动比率	(流动资产-存货)/流动负债
	经营活动净现金流量与流动负债比	经营活动净现金流量/流动负债
	利息保障倍数	(利润总额+利息支出)/利息支出
经营能力	担保比率	期末未解除责任担保额/所有者权益
	主营收入现金率	主营业务收入现金/主营业务收入
	应收账款周转率	主营业务收入/应收账款平均余额
	存货周转率	主营业务成本/存货平均余额
	资本固定化比率	(资产总额-流动资产总额)/所有者权益
经营效益	主营收入利润率	主营业务利润/主营业务收入净额
	净资产收益率	净利润/所有者权益平均余额
	总资产报酬率	(利润总额+利息支出)/总资产平均余额
	总资产利润率	利润总额/(主营业务成本+营业费用+管理费用+财务费用)
	成本费用利润率	
信用状况	贷款按期偿还率	1-期末到期应还未还贷款额/期末各项贷款额
	贷款利息支付率	本期已付贷款利息/本期应付贷款利息
	应付账款潜付率	1-应付账款年末余额/应付账款年初余额+应付账款方累计发生额
	完税率	本期实际缴税额/本期应缴税额
合同履行率	合同履约率	本期实际履行合同额/本期应履行合同额

2 信用评估结果的产生

假设从客户指标体系得到的信用评估分数为 X_1 , 从修正指标体系得到的信用评估分数为 X_2 , 按一定的线形关系, 可得出最终的评估结果。线形组合关系为: $X = aX_1 + bX_2$, 其中 a, b 为修正参数, 满足 $a + b = 1$, 具体取值为专家或信用管理者预设大小, 存于知识库中; X 为最终信用评估分数。

3 基于径向基函数神经网络的评分模型

3.1 评分模型概述

企业的信用风险模型主要有三大类: 比例分析模型、统计分析模型和人工智能模型^[3]。

3.1.1 比例分析模型

传统的信用风险衡量标准将商业银行信用风险与贷款企业“违约与否”等同起来, 采用所谓的“经济主义方法论”。其基本思想是, 通过研究并挖掘“违约类”企业样本和“非违约”类企业样本特征, 建立判别公式, 进而对新样本分类。这一阶段的信用风险评估方法的典型代表是“5C”要素分析法。还有些银行(企业)将其归纳为“5P”因素。

较为早期的信用风险评估方法在对贷款企业进行判别时, 往往存在主观臆断性较强、经验主义、缺乏客观评价基础等不足。随着时代的发展, 新的科学技术逐渐应用于信用风险评估中。在这方面, 基于严谨统计分析的信用风险评估方法得到了广泛的发展与应用。

3.1.2 统计分析模型

国内外在对信用评价中, 广泛采用了基于统计判别方法的预测模型, 这些方法都是在 Fisher 于 1936 年作出的启发性研究之后提出来的^[4]。总的来说, 这些模型都被表述为一类分类系统(如图 1 所示), 它们接受定义在已选变量集合上的一个随机观测值样本, 建立判别函数, 进行分类。常用的模型有: 回归分析法、多元判别分析法、聚类分析法、Logit 法、Probit 法等。

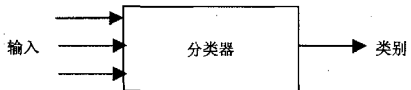


图 1 模型分类器

以上介绍的这些模型已经得到广泛的应用, 但仍存在着许多缺陷, 实证结果发现:

- (1) 企业财务状况的评价可以看作是建立在独立变量基础上的分类问题;
- (2) 企业财务状况的好坏与财务指标的关系是非线性的;
- (3) 许多财务指标可能是高度相关的;
- (4) 许多财务指标不成正态分布。

因此, 传统的分类方法不能很好地解决这些问题^[5,6]。

3.1.3 人工智能模型

随着信息技术的发展, 近年来人工智能模型被引入信用风险评估中。神经网络方法作为一种具有自组织、自适应、自学习特点的非参数方法, 对样本数据的分布要求不严格, 不仅具有非线性映射能力和泛化能力, 而且具有较强的“鲁棒性”和较高的预测精度, 这些都促使神经网络在信用风险评估领域取得了长足的发展。

3.2 RBF 神经网络在信用评估中的优势

传统的评估方法对企业客户的信用评价, 判断失误的例子经常发生, 给信贷机构带来巨大损失。而采用神经网络评价系统不仅评价结果具有较高的可信度, 而且可以避免信贷分析人员的主观好恶和人情关系造成的错误, 针对客户的信用资料, 将实际的信用情况作为输出评价。

RBF 神经网络具有良好的局部性, 能提供平滑的、性能优秀的离散数据内插特性; 由 RBF 网络构成的系统是有界的、稳定的; 它可以提供完备的、最优的逼近(universal and best approximation)功能^[7]。它具有较好的推广性能。特别地, RBF 网络隐含层和输出层之间的连接是线性的, 可运用线性方法调节其权值, 计算量较小。它在分类问题中的出现, 最早是用于对银

行破产的预估。

3.3 RBF神经网络模型

径向基函数神经网络(Radial basis function neural network,简称RBFNN)是一种典型局部逼近人工神经网络。1985年,Powell^[8]提出了多变量插值的径向基函数(Radial Basis Function,RBF)方法。1988年,Broom head和Lowe^[9]首先将RBF应用于神经网络设计,从而构成了径向基函数神经网络(RBFNN)。文中首先提出单调RBFNN由一个输入层、一个径向基函数(通常是高斯函数)神经元的隐层和一个线性神经元的输出层组成。隐层单元基函数的中心为 C_j ,宽度为 σ_j ,隐层单元与输出层单元之间的连接权重为 w_{ij} 。RBFNN网络结构图如图2所示。

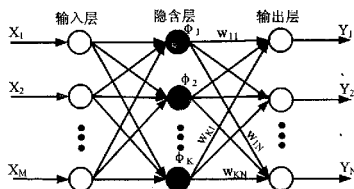


图2 RBF神经网络结构

3.4 RBF神经网络算法

文中使用径向基函数神经网络对上市公司进行信用评分,RBF神经网络由输入层、隐含层、输出层三层组成。

以资产负债率、流动比率等19项企业信用评估指标为输入向量,用 $X=(x_1, x_2, \dots, x_{19})$ 表示;隐层节点20个,即隐层向量 $V=(v_1, v_2, \dots, v_{20})$;输出层节点为1,即变量 Y ,表示上市公司信用评分的分数,根据转移函数的性质, $x_i \in [0, 1]$;将训练集的实际输出数据转换为 $[0, 1]$ 的数值,期望输出用向量 $D=(d_1)$ 表示;输入层到隐层的权值一般赋值为1,隐层结点到输出层结点的权值用向量 $W=\{w_{11}, w_{21}, \dots, w_{201}\}$,隐层选用高斯函数作为基函数。

对于隐层有: $v_j = \exp(-\frac{\|X - C_j\|^2}{2\sigma_j^2}) = \exp(-\frac{\sum_{i=1}^M (x_k^{(i)} - c_k^{(j)})^2}{2\sigma_j^2})$, $(j=1, 2, \dots, 20)$ (1)

对于输出层有: $Y_j = \sum_{i=1}^{20} w_{ij} v_i(X)$ (2)

具体算法过程如下:

采用两阶段学习算法,把中心和宽度的选取与权值的选取分开进行。采用无监督的聚类算法来确定中心与宽度,中心位置的确定是通过自组织学习的方式,自组织学习的目的是使RBF网络的中心位于输入空

间重要的区域,使选取的中心形成一个特定的分布规律,它代表输入样本空间的固有特征。

目标函数为:

$$E = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^M (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (3)$$

对各隐单元的“中心”和“宽度”采用梯度下降法调整:

$$\Delta S_{c_i}(k) = \frac{\partial E}{\partial c_i}, \Delta S_{\sigma_i}(k) = \frac{\partial E}{\partial \sigma_i} \quad (4)$$

梯度下降法:

$$c_i(k) = c_i(k-1) + \gamma S_{c_i}(k-1) \quad (5)$$

$$\sigma_i(k) = \sigma_i(k-1) + \gamma S_{\sigma_i}(k-1) \quad (6)$$

$\gamma > 0$ 为步长;

输出与权值是线性关系,用递推最小二乘法(RLS),求权值:

$$\hat{w}(k) = \hat{w}(k-1) + K(k)[y(k) - V^T(k)\hat{w}(k-1)] \quad (7)$$

$$K(k) = P(k-1)V(k)[V^T(k)P(k-1)V(k) + \frac{1}{\mu}]^{-1} \quad (8)$$

$$P(k) = \frac{1}{\lambda} [I - K(k)V^T(k)]P(k-1) \quad (9)$$

4 应用实例

基于上述指标体系,按照面向对象的设计思想,用ASP.NET(c#)实现基于RBF神经网络的信用评级系统。该系统的设计重点为指标体系的量化和灵活设置,以及神经网络模块的设计^[10],参考上节中关于RBF神经网络的算法描述,用控件的形式实现,让神经网络模块在客户端运行,以减轻服务器端的负载,提高系统运转速度和加强评估效果。

4.1 样本训练及评估模型产生

系统在进行信用评估前,信用管理者需选定一定的参数,设置量化标准,再输入足够的样本,对企业客户的信用指标进行学习,通过查看训练效果,反复调整网络设置和学习参数设置,以获得较好的基于RBFNN的信用评价模型,步骤如下:

第一步,网络参数设置。用于隐层数和隐节点的设定。系统将随用户所设层次和节点建立相应的网络模型,不同的选择,其网络结构有所不同。

第二步,学习参数设置。主要是设置学习次数、学习精度(为最小误差)、动量因子以及学习速率。这些参数和上一步的参数设置将影响RBF网络的效果,适当的参数选择将能训练出合适的评估模型。

第三步,网络模型建立与训练。系统根据用户设置的参数,以用户所选的样本为输入,对网络进行学习

和训练,建立 REB 网络模型。

第四步,查看训练效果。通过查看系统提供的训练结果,对效果不好的模型,转至第一和第二步再次进行网络设置和进行学习设置,直至得到较好的网络输出;对于效果较好的模型将转至第五步。

第五步,将训练好的神经网络模型存入数据库中。这样基于 RBF 神经网络的信用评估模型就建立完成,通过该模型就可以客观地评估企业客户的信用等级。

该系统已在辽宁华诚信用评级有限公司投入运行,下面是训练样本的部分样本期望值和实际值(系统得出的实际值保留了小数点后 10 位有效数,这里为了说明问题,只截取小数点后 5 位数),比较得出,认为该模型达到了较为满意的训练效果。

表 2 训练样本

	样本 1	样本 2	样本 3	样本 4	样本 5
期望值	0.53	0.79	0.95	0.88	0.84
实际值	0.52889	0.80011	0.94988	0.88002	0.83985

4.2 系统运行与评估结果产生

系统将对客户的信用信息和财务数据进行评估,得到相应的信用评估得分,将得分和信用管理者修正的分数一并送至结果输出模型,可以换算得到被评客户的综合信用分数,如表 3 中的一组数据就是客户的评估结果。

表 3 系统评分结果

公司	公司 1	公司 2	公司 3	公司 4	公司 5
基本得分	91	89	73	65	78
修正得分	-2	4	5	3	-2
综合得分	89.14	87.30	71.64	63.76	76.40

5 结束语

通过结合当前国内的国情,研究并设计了适合我国的信用评分指标体系,并在此基础上引入了径向基

函数神经网络,应用 REB 的算法建立了适合我国的信用评分模型,通过使用样本企业财务数据对模型进行训练和检验,对模型的性能进行完善,使模型具备对企业信用的评估能力。使用该模型对企业的信用进行评估,弱化了主观人为的误判因素,对于评估结果的准确性有一定程度的提高,避免了传统的信用评分方法存在的一些缺陷,对于企业具有十分重要的意义。实验证明,将 RBF 神经网络技术应用于企业信用等级评价中,具有较广泛的应用前景。

参考文献:

- [1] 钱水土,黄震宇.信用评分模型在中小企业信贷评估中的应用[J].商业经济与管理,2004,148(2):57-61.
- [2] 詹原瑞,田宏伟.信用评分模型的设计与决策分析[J].中国管理科学,1998,6(4):46-51.
- [3] 吴德胜,梁 堃,杨 力.不同模型在信用评价中的比较研究[J].预测,2004,23(2):73-76.
- [4] Fisher R A. The use of multiple measurement in taxonomic problems[J]. Annals of Eugenics 1936, 7:179-188.
- [5] 王春峰,万海晖,张 维.基于神经网络技术的商业银行信用风险评估[J].系统工程理论与实践,1999,9:24-32.
- [6] 陈雄华,林成德,叶 武.基于神经网络的企业信用等级评估[J].系统工程学报,2002,17(6):570-575.
- [7] Acosta F. RBF and related models: an overview[J]. Signal Processing,1995,45:37-58.
- [8] Powell M J D. Radial basis functions for multivariable interpolation: a review[C]//Mason J C, Cox M G. Algorithms for approximation. Oxford:Oxford University Press,1987:143-167.
- [9] 王 伟.人工神经网络原理——入门与应用[M].北京:北京航空航天大学出版社,1995:67-70.
- [10] 戴 葵.神经网络实现技术[M].长沙:国防科技大学出版社,1997.

(上接第 10 页)

- [1] [J]. 半导体光电,1994,15(2):116-124.
- [3] CHERRI A K, KHACHAB N I, ISMAIL E H. One-step optical trinary signed-digit arithmetic using redundant bit representations[J]. Optics & Laser Technology, 1997,29(5):281-290.
- [4] Hossain M M, Ahmed J U, Awwal A A S, et al. Optical implementation of an efficient modified signed-digit trinary addition[J]. Optics & Laser Technology, 1998, 30 (4): 49-55.
- [5] Datta A K, Munshi S. Signed-negabinary-arithmetic-based optical computing by use of a single liquid-crystal-display panel[J]. APPLIED OPTICS, 2002, 41(8):1556-1564.

- [6] Jin Yi, He Huacan, Lü Yangtian. Ternary Optical Computer Principle[J]. Science in China: Series F, 2003, 46(2): 145-150.
- [7] 魏福平.三进制的意义及其来历[J].西南交通大学学报,1988,4:62-66.
- [8] 陈其翔. T01 三进制制[J].数学通报,1958,3:4-7.
- [9] Frieder G. A balanced ternary computer[C]//Proc. Int. Symp. on MVL.[s.l.]:[s.n.],1973:68-75.
- [10] Kaykobad M, Islam M M, Ameyan M E. 3 is a More Promising Algorithmic Parameter than 2[J]. Computers Math Ap- plic, 1998, 36(6):19-24.
- [11] 郑启伦.再论三进制数字系统[J].计算机研究与发展,1981(3):42-46.