

基于神经网络的高校学生信用模糊评价研究^{*}

鲜晓东^{1,2} 熊庆宇^{1,2} 陈静^{1,2} 梁山²

(高电压与电工新教育部重点实验室 重庆 400030)¹ (重庆大学自动化学院 重庆 400030)²

摘要 本文为更有效地对高校学生信用进行综合评价,建立了高校学生信用评价多级指标体系,提出了一种基于神经网络的评价模型。模型将模糊理论引入神经网络,通过神经网络的学习训练来调整模糊数学中的相应参数,以有效地模拟模糊综合评价的过程,对信用评价的定性过程而言,具有一定的合理性。

关键词 模糊评价,神经网络,信用评价指标

A Model for University Student Credit Fuzzy Evaluation Based on Neural Network

XIAN Xiao-Dong² XIONG Qing-Yu^{1,2} CHEN Jing^{1,2} LIANG Shan²

(The Key Lab of High Voltage Engineering & Electrical New Technology of Education Ministry of China, Chongqing 400030)¹

(Automation College of Chongqing University, Chongqing 400030)²

Abstract In this paper an evaluation mode with multilayer and multi-index is presented to get the result of university student credit effectively. The mode integrates fuzzy mathematics into network. And the neural network is trained to modify the parameter of fuzzy mathematis. So the neural network can reflect the fuzzy comprehensive evaluation. The model effectively makes use of the neural network to evaluate university student credit and simplifies the evaluating process.

Keywords Fuzzy evaluation, Neural network, University student credit

1 引言

个人信用档案的建立在国外非常普遍,并且在社会生活的各方面都发挥着很重要的作用。如今,我国个人信用建设也成为社会发展的必然趋势,而高校学生信用评价系统的研究是发展个人信用的基础。所以,对高校学生信用评价的研究也愈显其重要性。为此,本文将确定高校学生信用评价指标体系,研究建立高校学生信用评价模型。

国内外对于个人信用评价方法已做了大量的研究工作,越来越多如统计学及运筹学等计量方法被运用到信用评价领域。统计学方法主要包括线性回归^[1]、判别分析^[2,3]和 Logistic 回归^[4]等;运筹学方法则主要是一些线性规划方法^[5]。大部分的信用评分模型都使用其中的一种方法,或将几种方法结合起来使用。在最近几年,一些非参数统计方法以及人工智能模型也被引入到评价模型,如最近邻方法^[6],神经网络^[3,7]以及专家系统^[4,8]均被应用到信用评价的研究之中。上述这些方法应用于方案的评价都是有效的、可行的,然而,这些评价方法不同程度地存在一些局限性,总结如下:一是主观色彩较强,许多评价参数通常是由设计人员根据经验确定,若缺乏经验,评价结果必然不理想;二是评价工作繁琐,每进行一次评价都需要对方案进行深入分析,然后综合评价,不能利用已有的成功案例,专家经验得不到很好积累;三是对模糊性信息处理不充分,弱化或回避大量模糊信息。

高校学生信用评价的指标多数为模糊信息,其处理的关键就是构建隶属函数和确定权值,但隶属函数的构建和权值的确定都不容易,需要靠人的经验知识进行调整,消耗时间长。神经网络能实现非线性映射,具有很强的学习能力,因此

我们可以将模糊逻辑嵌入神经网络来处理模糊信息。我们利用已有的成功案例,通过神经网络的学习来调整隶属函数的参数和权值。本文提出基于模糊评价神经网络的高校学生信用评价模型。该模型在神经网络结构中引入模糊综合评价方法,利用神经网络的高度非线性、容错性和自学习性^[9]的特点,来构建和调整模糊综合评价方法处理模糊信息所依赖的隶属函数和权值。

本文第 2 部分构建高校学生信用评价指标体系;第 3 部分介绍模糊评价神经网络构造;第 4 部分是仿真实例;最后为本文小结。

2 评价指标体系

表 1 高校学生信用评价指标体系

一级指标	自然信息 $\mu_{(1)}$	经济信息 $\mu_{(2)}$
二级指标	学习成绩 $\mu_{1(1)}$	奖学金收入 $\mu_{1(2)}$
	德育评价 $\mu_{2(1)}$	打工收入 $\mu_{2(2)}$
	奖励与处分 $\mu_{3(1)}$	其他收入 $\mu_{3(2)}$
	考试有无作弊 $\mu_{4(1)}$	交纳学费 $\mu_{4(2)}$
	出勤 $\mu_{5(1)}$	还贷 $\mu_{5(2)}$
	参加公益活动 $\mu_{6(1)}$	

根据国内外成熟的个人信用评价的指标体系,并结合我国的实际情况和文化背景,运用信用调查机构和高校提供的相应的学生个人信用资料,本文选择建立二级综合评价指标体系,涉及 2 个方面共 11 个因素,包括 2 个一级指标和 11 个二级指标(如表 1)。

被评价对象各个指标之间没有统一的度量标准,并且在

^{*} 本课题得到国家自然科学基金(项目编号:60375024)和重庆市自然科学基金(项目编号:2006BB2192)资助。

很多场合下得到的指标是定性描述,而不是量值,因而往往不便于分析和处理。所以作为样本输入,采用专家打分法将指标量化成属性量化,如表 2 所示。

表 2 指标值量化

指标	属性值量化结果
学习成绩 $\mu_{1(1)}$	优=10,良=8,中=6,较差=4,差=2
德育评价 $\mu_{2(1)}$	A=5,B=4,C=3,D=2,E=1
奖励与处分 $\mu_{3(1)}$	国家级奖励=4,市级奖励=3,校级奖励=2,无=0,警告处分=-1,记过=-2,留校查看=-3
考试有无作弊 $\mu_{4(1)}$	无=0,有=-1
出勤 $\mu_{5(1)}$	无=1,请假=-1,迟到=-2,早退=-3,缺席=-4
参加公益活动 $\mu_{6(1)}$	经常参与=2,偶尔参与=1,无=0
奖学金收入 $\mu_{1(2)}$	一等=4,二等=3,三等=2,四等=1
打工收入 $\mu_{2(2)}$	有=7,无=3
其他收入 $\mu_{3(2)}$	有=4,无=2
交纳学费 $\mu_{4(2)}$	按时缴纳=8,积极补交=5,恶意拖缴=0
还贷 $\mu_{5(2)}$	按时还贷=6,积极补还=-1,恶意拖还=-2

3 模糊评价神经网络

根据神经网络和模糊综合评价^[10,11]的特点,本文提出一种神经网络模型——模糊评价神经网络(Fuzzy Evaluation Neural Network, FENN),其结构如图 1 所示。FENN 既能像模糊模型那样易于理解,又具有神经网络的准确拟合能力和学习能力。模糊评价神经网络不再是黑箱,而是由模糊综合评价系统等价转化过来,在结构上与模糊综合评价模型相对应,其节点和参数具有一定的物理意义。模糊评价神经网络将模糊系统的知识转换到神经网络中,然后运用样本数据对该神经网络进行训练,以提高模型的准确性。学习的过程正是调整与模糊评价模型相对应的隶属函数参数和权值的过程,由于有这样一种对应关系,自然具备了实现神经网络中存储知识的解释,同时学习调参也进一步实现了系统模型的求精。在模糊评价神经网络实现具体评价的过程中,二级评价指标经网络第一层输入,在第二层通过隶属函数处理得到属于各个评价等级的隶属度,FENN 的第三层和第四层分别完成一级模糊综合评价和二级模糊综合评价,第五层的输出即为模糊综合评价的结果。

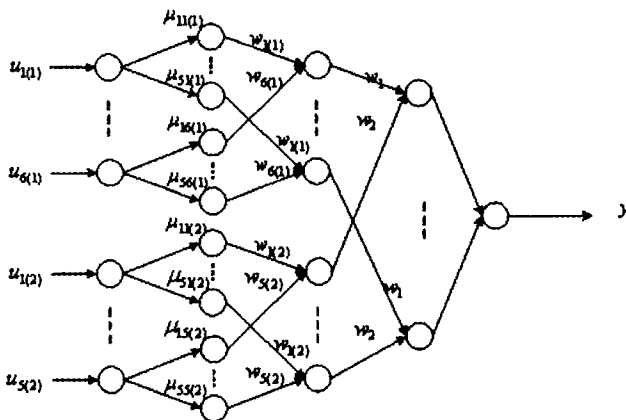


图 1 高校学生信用评价的模糊评价神经网络

(1)第一层为输入层,该层的各个神经元直接与 11 个量化后的指标连接,该层起着将输入值传送到下一层的作用,神

经元函数为线性的。该层的输入输出关系为

$$o_{k(i)}^1 = u_{k(i)} \quad (1)$$

当 $i=1$ 时, $k=1, \dots, K_1$; 当 $i=2$ 时, $k=1, \dots, K_2$

(2)第二层为隶属度层。每个输入分量对应于一组节点,一组节点的个数应等于模糊综合评价等级的个数 m , 其中的每个节点的输出均代表对相应评价等级的隶属度。第二层中的每个节点的作用是计算各输入分量属于各评价等级的隶属度,即该层神经元函数为模糊综合评价中的隶属函数 $\mu(x)$, 如公式(2)~(4)所示。本文高校学生信用评价为 5 个等级,因此本层节点数为 5×11 。

$$\mu_1(x) = \begin{cases} 1 & x \leq x_1 \\ e^{-(x-x_1)^2/\sigma^2} & x > x_1 \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_j(x) = e^{-(x-x_j)^2/\sigma^2} \quad j=2,3,4 \quad (3)$$

$$\mu_5(x) = \begin{cases} e^{-(x-x_5)^2/\sigma_1^2} & x \leq x_5 \\ 1 & x > x_5 \end{cases} \quad (4)$$

第二层的输入输出关系为

$$o_{jk(i)}^2 = \mu_{jk(i)}(o_{k(i)}^1) \quad j=1, \dots, J \quad (5)$$

(3)第三层和第四层均为合成评价层。合成层根据相应的模糊合成算子 M , 完成权重与隶属度模糊关系矩阵合成的任务,神经元函数为模糊合成算子 M , 如式(6)所示。根据模糊合成算子 M 在第三层完成一级模糊综合以及在第四层完成二级模糊综合。第三层共有 5×2 个节点,第四层则有 5 个节点。

$$M(\cdot, \oplus) = \sum w\omega \quad (6)$$

第三层输入输出的关系为

$$o_m^3(i) = M(w_{k(i)}, o_{k(i)}^2) \quad m=1, \dots, M \quad (7)$$

第四层输入输出关系为

$$o_n^4 = M(w_i, o_m^3(i)) \quad n=1, \dots, N \quad (8)$$

(4)第五层的输出为网络的评价结果,亦等价于模糊综合评价结果。该层的节点数为 1。第五层输入输出关系为

$$o^5 = net^5 = \sum_{n=1}^N v_n o_n^4 / \sum_{n=1}^N o_n^4 \quad (9)$$

4 仿真实例

本文高校学生信用评价数据选自重庆某高校学生信用调查资料,共计 300 份。在网络训练样本和测试样本的确定中,为了最大限度地兼顾各种案例的情况,经过仔细筛选,选择了其中 100 个学生的信用资料,其中 90 份为训练数据,10 份为测试数据。

本系统中模糊评价神经网络结构的参数取值具体为, $i=1,2; K_1=6, K_2=5; J=5; M=5; N=5$ 。各级权值和隶属函数参数根据公式(10)~(13)修正。隶属函数的初始参数根据等分区间法确定,结果如表 3 所示,而初始权值则按照 AHP 法计算得到,结果如表 4 所示。学习率设定为 0.01,动量因子为 0.95,设定学习精度为 0.001,最大训练次数为 2000。将训练样本对 FENN 进行训练,对网络的第二层至第三层、第三层与第四层之间的连接权值及第二层神经元的隶属函数参数进行调整,最后可得出比较合理的数值。程序通过 MATLAB 神经网络工具箱编程实现。

$$\Delta w_i = \frac{1}{5} \sum_{m=1}^5 \eta (d-y) v_m o_m^3(i) \quad (10)$$

$$\Delta w_{k(i)} = \frac{1}{5} \sum_{j=1}^5 \eta (d-y) v_n w_i o_{jk(i)}^2 \quad (11)$$

$$\Delta x_{kj(i)} = \frac{2}{5} \sum_{j=1}^5 \eta (d-y) v_n w_i w_{k(i)} o_{kj(i)}^2 e^{-(x-x_{kj(i)})^2/\sigma^2}$$

$$\frac{(x - x_{kj(i)})}{\sigma_{k(i)}} \quad (12)$$

$$\Delta\sigma_{k(i)} = \frac{2}{5} \sum_{j=1}^5 \eta (d - y) v_n w_i w_{k(i)} O_{kj(i)} e^{-(x - x_{kj(i)})^2 / \sigma^2}$$

$$\frac{(x - x_{kj(i)})}{\sigma_{k(i)}^3} \quad (13)$$

表3 隶属函数初始参数

指标	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	σ
学习成绩 μ ₁₍₁₎	0	11/4	11/2	33/4	11	11/4
德育评价 μ ₂₍₁₎	0	3/2	3	9/2	6	3/2
奖励与处分 μ ₃₍₁₎	-4	-7/4	1/2	11/4	5	9/4
考试有无作弊 μ ₄₍₁₎	-1	-1/4	1/2	5/4	2	3/4
出勤 μ ₅₍₁₎	-4	-5/2	-1	1/2	2	3/2
参加公益活动 μ ₆₍₁₎	0	3/4	3/2	9/4	3	3/4
奖学金收入 μ ₁₍₂₎	0	5/4	5/2	15/4	5	5/4
打工收入 μ ₂₍₂₎	0	2	4	6	8	2
其他收入 μ ₃₍₂₎	0	5/4	5/2	15/4	5	5/4
交纳学费 μ ₄₍₂₎	0	9/4	9/2	27/4	9	9/4
还贷 μ ₅₍₂₎	-2	1/4	5/2	19/4	7	9/4

表4 各级初始权值

一级指标	自然信息 μ ₍₁₎	0.568	经济信息 μ ₍₂₎	0.432
二级指标	学习成绩 μ ₁₍₁₎	0.128	奖学金收入 μ ₁₍₂₎	0.184
	德育评价 μ ₂₍₁₎	0.362	打工收入 μ ₂₍₂₎	0.396
	奖励与处分 μ ₃₍₁₎	0.216	其他收入 μ ₃₍₂₎	0.128
	考试有无作弊 μ ₄₍₁₎	0.145	交纳学费 μ ₄₍₂₎	0.179
	出勤 μ ₅₍₁₎	0.149	还贷 μ ₅₍₂₎	0.113
	参加公益活动 μ ₆₍₁₎	0.082		

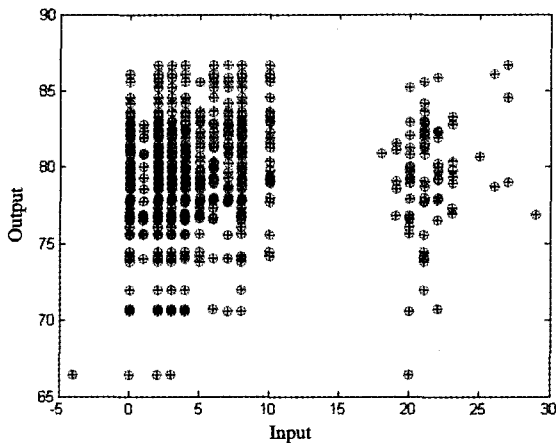


图2 网络训练期望输出与实际输出的比较

网络的仿真结果如图2所示“o”标记期望输出值，“+”为仿真输出值。从图2可以看出，90个训练样本的仿真输出结果与期望输出比较接近，相对误差达到精度要求，均在正负1%左右，可见评价模型的收敛效果较好。

为检验上述建立的模糊评价神经网络，将准备的10个测试样本输入训练好的网络进行测试。网络测试输出结果如表5所示。网络输出的结果与期望输出进行比较，可见误差均小于允许的误差，因此认为网络输出是合理的，经训练完成的

网络其泛化性能较好。可见，用该评价模型对高校学生信用综合评价是可行的，我们可以直接利用这一模型进行评价，从而减少评价工作量，降低评价的主观性，提高评价结果的合理性。

表5 网络测试期望输出与实际输出

	期望输出	实际输出	相对误差
学生1	0.879	0.881	0.2%
学生2	0.825	0.831	0.7%
学生3	0.752	0.756	0.5%
学生4	0.819	0.812	0.9%
学生5	0.774	0.771	0.4%
学生6	0.531	0.535	0.7%
学生7	0.605	0.608	0.5%
学生8	0.741	0.748	0.9%
学生9	0.744	0.739	0.7%
学生10	0.796	0.800	0.5%

结论 本文构建了高校学生信用评价的指标体系和模糊评价神经网络模型，该指标体系和模型较好地解决了对高校学生信用进行综合评价的问题。该模型通过神经网络调整模糊综合评价中的隶属函数参数和权值，减少评价过程中的个人主观性，提高评价结果的科学性和合理性。本文研究表明，基于模糊评价神经网络的评价模型为高校学生信用评价提供了一条新的途径。

参考文献

- 1 Henley W E. Statistical aspects of credit scoring [D]. UK: The Open University, Milton Keynes, 1995
- 2 王春峰, 万海晖, 张维. 商业银行信用风险评估及其实证研究[J]. 管理科学学报, 1998, 1(1): 68~72
- 3 Altman E. Corporate Distress Diagnosis: Comparisons Using Linear Discriminant Analysis and Neural Networks [J]. Journal of Banking and Finance, 1994, 18: 505~529.
- 4 Gothe P. Credit bureau point scoring sheds light on shades of gray [J]. The Credit World, 1990, May-June: 25~29
- 5 Thomas L C. A survey of credit and behavioral scoring: forecasting financial risk of lending to consumers [J]. International Journal of Forecasting, 2000, 16: 149~172
- 6 Henley W E, Hand D J. A k-nearest-neighbor classification for assessing consumer credit risk [J]. The Statistician, 1996, 45 (1): 77~95
- 7 Baesens B, Setiono R, Mues C H. Using Neural Network Rule Extraction and Decision Tables for Credit-Risk Evaluation [J]. Management Science, 2003, 49: 312~329
- 8 Jackson P, Perraudin W. Regulatory implications of credit risk modeling [J]. Journal of Banking and Finance, 2000, 24: 1~14
- 9 罗四维. 大规模人工神经网络理论基础[M]. 北京: 清华大学出版社, 北方交通大学出版社, 2004
- 10 秦寿康. 综合评价原理与应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2003
- 11 刘云通, 胡江碧. 模糊评判的数学模型及其参数估计[J]. 北京工业大学学报, 2001, 3: 112~115