

基于多指标体系与模糊神经网络的中小微信贷决策研究

胡尊镭 孔祥佳 宋佳颖

山东交通学院交通土建工程学院, 中国·山东 济南 250357

【摘要】为避免风险, 银行对中小微企业进行评估以制定信贷决策, 如何有效制定此信贷决策是关键的研究方向。我们对数据进行量化分析, 选用线性规划模型, 以最大化年利息为目标函数, 根据利率、额度、客户流失率等指标, 将剩余 76 家企业按照信誉程度对其贷款年利率和年度总额求解, 得到当企业的信誉等级为 A 时, 对其贷款年利率为 4.65%, 年度信贷总额为 61.5 万时银行收益最大, 当企业的信誉等级为 B 时, 贷款年利率为 5.85%, 对其年度信贷总额为 73.5 万时银行收益最大, 当企业的信誉等级为 C 时, 贷款年利率为 5.85%, 对其年度信贷总额为 73.5 万银行收益最大。而后对 302 家企业进行初步筛选, 并采用模糊神经网络模型, 结合混合学习算法, 最小二乘公式进行辨识计算网络总输出, 通过预测的平均误差值, 将该目标函数求解得到低风险企业贷款总额为 3466 万元, 利率为 0.0465, 中风险企业贷款额为 6534 万元, 利率为 0.0585 时, 银行获利最高, 为 543.408 万元。

【关键词】线性规划; 指标体系; 模糊神经网络; 中小微企业

Research on Small Medium and Micro Credit Decision-making Based on Multi-index System and Fuzzy Neural Network

Hu Zunrong Kong Xiangjia Song Jiaying

School of Transportation and Civil Engineering, Shandong Jiaotong University, Jinan, Shandong, China 250357

[Abstract] In order to avoid risks, banks evaluate small, medium and micro enterprises to make credit decisions. How to effectively make credit decisions is a key research direction. Through quantitative analysis of the data, we use a linear programming model to maximize the annual interest rate as the objective function, and according to the interest rate, quota, customer churn rate and other indicators, the remaining 76 enterprises are calculated according to the credit degree of their loan annual interest rate and annual total amount, it is obtained that when the enterprise's credit rating is A, the annual interest rate of its loan is 4.65%, and the total annual credit is 615,000, and the bank's profit is the largest. When the enterprise's credit rating is B, the annual loan interest rate is 5.85%. When the total amount of credit is 735,000, the bank has the biggest profit. When the credit rating of the enterprise is C, the loan interest rate is 5.85%, and the bank has the biggest profit with the total annual credit of 735,000. Then, 302 enterprises were preliminarily screened, and the fuzzy neural network model was used, combined with the hybrid learning algorithm and the least squares formula to identify and calculate the total output of the network. Through the predicted average error value, the objective function was solved to obtain the total loan amount of low-risk enterprises. It is 34.66 million yuan and the interest rate is 0.0465. When the medium-risk enterprise loan amount is 65.34 million yuan and the interest rate is 0.0585, the bank has the highest profit, which is 5.43408 million yuan.

[Key words] linear programming; index system; fuzzy neural network; small, medium and micro enterprises

引言

随着中国经济的快速发展, 市场机遇逐步增多。作为中国经济中最具活力的市场主体, 近几年中小企业和小型企业在实体经济中发挥重要作用, 填补部分市场空白, 承担解决就业问题的社会责任, 显示出巨大发展潜力。为中国的经济发展作出了不可缺少的贡献。但作为企业发展和扩张的瓶颈, “融资难”对中小企业和中小企业的发展尤其重要。为了消除这种困境, 中小企业和小型企业大多依靠银行贷款。但由于保证贷款水平低, 风险大, 银行有必要根据中小企业和小型企业的特点和条件作出信用决定。

银行作为宏观经济的重要组成部分, 在现代经济中扮演着不可替代的货币经纪人和信用经纪人的角色。银行在全球化经济中所扮演的角色与日常生活密切相关。银行不仅有存取款业务, 而且还有信用贷款、基金、保险等多种金融业务, 信用贷款业务正逐渐成为银行的主要经营业务。近年来, 中小微企业极大地推动

着经济的不断进步。但中小企业具有抵押贷款水平相对较低、风险相对较高的特殊性。为了规避风险, 银行对中小企业进行评估, 制定信贷决策。对中小微企业制定合理的信贷战略是一个前沿的研究方向。

1 数据预处理

本文手机相关的企业信息的信誉评级和是否发生过违约的数据进行处理 (处理数据见支撑材料), 因曾经发生过违约的企业和信誉评级为 D 的企业诚信度低、借贷风险较高, 首先对这些企业不放贷。初步筛选整理得到可以贷款的企业, 共 96 个 (如表 1 所示)。

对剩余的 96 个企业进项发票信息和企业销项发票信息的量化分析, 得到了每个企业在固定时间内的利润额, 一个企业的利润额可以反映企业的财务成果, 也是企业经营效果的综合反映, 所以企业的利润额可以作为判断企业资本实力的一个指标。对企业进项发票信息和企业销项发票信息的量化分析, 得到了每个企

业在固定时间内的成本利润率以及在每个企业固定时间的退款率, 一个企业的成本利润率可以反映企业营业效率的高低, 所以企业的成本利润率可以作为企业获利能力的一个判定指标。

表1 企业相关数据

E1	E2	E3	E4	E5	E6
E7	E8	E9	E10	E11	E12
E13	E14	E15	E16	E17	E18
E19	E20	E21	E22	E23	E24
E25	E26	E27	E28	E30	E31
E32	E33	E34	E35	E37	E38
E39	E40	E41	E42	E43	E44
E46	E47	E48	E49	E50	E51
E53	E54	E55	E56	E57	E58
E59	E60	E61	E62	E63	E64
E65	E66	E67	E68	E69	E70
E71	E72	E73	E74	E75	E76
E77	E78	E79	E80	E81	E83
E84	E85	E86	E88	E89	E90
E91	E92	E93	E94	E95	E96

2 信贷策略目标函数模型建立

线性规划是在可能的区域中找到一个极点, 并根据某些规则评估它是否最优。否则, 该极点就变成了另一个极点, 使得目标函数值更好。直到找到最佳策略。所以这个问题使用线性规划模型来解决问题。

最大化年利息为 Z , 贷款额度为 Y , 则目标函数为:

$$Z = \tau_1 t_1 Y_1 + \tau_2 t_2 Y_2 + \tau_3 t_3 Y_3 \quad (1)$$

线性规划模型的标准型为:

$$\max_x c^T x \quad \text{s.t.} \quad Ax \leq b \quad (2)$$

其中, C 和 X 为 n 维列向量; b 为 m 维列向量; A 为 $m \times n$ 矩阵。基本函数形式为 $\text{linprog}(c, A, b)$, 它的返回值即是向量 x 的值。

贷款年利率在 $[0.04, 0.15]$ 之间时, 客户流失率的大小, 由此可得在每一个信用的等级内

$$a = t \cdot r \quad (3)$$

因为客户流入率 (即 $1 - \text{客户流失率}$)、贷款年利率、总人数、贷款额度四项的乘积为那一年的银行收益, 且处于同一信誉等级的企业贷款利率相同, 年度总人数也确定, 所以银行的年收益就与客户流入率和贷款年利率的乘积相关。那么根据每个等级内 a 的大小, 可以估算出每个等级的贷款利率为多少时利润较高并以此来求解线性方程组。通过附件三中的数据计算 a 可得, 当信誉评级分别为 A、B、C 时的利率为:

$$\begin{cases} t_1 = 0.0465 \\ t_2 = 0.0585 \\ t_3 = 0.0585 \end{cases} \quad (4)$$

时银行获利高。

因为银行的总年利息:

$$Z = \sum_{i=1}^3 \tau_i t_i Y_i \quad (5)$$

目标函数:

$$Z = 0.9765Y_1 + 1.638Y_2 + 1.5795Y_3 \quad (6)$$

约束条件:

$$\begin{cases} Y_1 + Y_2 + Y_3 < 300 \\ Y_1 + Y_2 + Y_3 > 30 \end{cases} \quad (7)$$

通过线性规划的 MATLAB 程序运行求解, 得到最终结果, 当企业的信誉等级为 A 时, 对其贷款年利率为 4.65%, 年度信贷总额为 61.5 万时银行的收益最大、当企业的信誉等级为 B 时, 贷款年利率为 5.85%, 对其年度信贷总额为 73.5 万时银行收益最大、当企业的信誉等级为 C 时, 贷款利率为 5.85%, 对其年度信贷总额为 73.5 万时银行收益最大。

3 模糊神经网络模型

3.1 模型初步建立

结合最陡下降和 LSE 小二乘估计的算法模型, 认为只有一个输出, 表示为 $O = F(B_i, s)$ (8)

其中 B_i 为输入向量, S 为参数集, F 为网络所实现的整体函数。若存在函数 H 使得复合函数 $H \circ F$ 对 S 中的某些元素是线性的, 则这些元素可通过最小二乘法方法识别得到。更一般地, 如果参数集 S 能够被分为两个集合:

$$S = S_1 \cup S_2 \quad (9)$$

进而转换为线性最小二乘问题求解, 从而通过求解输出 O , 用来判断该数据是否准确。银行在年度信贷总额为 1 亿元时对这些企业的信贷策略, 即当年度信贷总额为 10000 万元时, 银行对企业的利率和每个信誉等级的贷款额为多少可以获得最大的收益。因此本题就使用线性规划模型来对利润和贷款的额度求其最优解, 其目标函数为:

$$Z = \mu_1 t_1 Y_1 + \mu_2 t_2 Y_2 \quad (10)$$

3.2 模型求解

$$\text{由于 } O = F(B_i, S) \quad (11)$$

$$S = S_1 \cup S_2 \quad (12)$$

使得 $H \circ F$ 对 S_2 中的元素是线性的, S_1 则通过对上式施加 H 算子, 有 $H(O) = H \circ F(B_i, S)$ (13)

它对 S_2 中的元素是线性的, 现给出 S_1 中的元素值, 那么可以输入 P 对训练数据, 并得到一个矩阵方程:

$$A\theta = y \quad (14)$$

其中 θ 为未知向量, 其元素是 S_2 中的参数, 因此这是一个标准的线性最小二乘问题, 使 $\|A\theta - y\|^2$ 最小化的 θ 的最优解为最小二乘估计器: $(LSE)\theta^*$

$$\theta^* = (A^T A)^{-1} A^T y \quad (15)$$

其中 A^T 是 A 的转置, 如果 $A^T A$ 非奇异, $(A^T A)^{-1} A^T$ 是 A 的伪逆, 具体地, 矩阵 A 的第 i 行向量为 $a_i^T y$ 的第 i 个元素为 y_i , 则可以按照下式迭代计算 θ :

$$\begin{cases} \theta_{i+1} = \theta_i + P_{i+1} a_{i+1}^T (y_{i+1} - a_{i+1}^T \theta_i) \\ P_{i+1} = P_i - \frac{P_i a_{i+1}^T a_{i+1} P_i}{1 + a_{i+1}^T P_i a_{i+1}}, (i = 0, 1, \dots, P-1) \end{cases} \quad (16)$$

综合最陡下降及LSE结合的算法来计算网络参数,计算的每个周期包括一个前向传递过程和一个反向传递过程,在前向传递过程中,每给出一个输入向量后,就逐层计算网络节点的输出直到得到矩阵A和y的相应行,对所有的训练数据重复这一过程以形成完整的A和y;随后S₂中的参数就可以由一个伪逆公式或由递归最小二乘公式进行辨识,辨识S₂中的参数后,可以为每个训练数据对计算误差指标。

定义误差 $\in L_{vi}$ 为误差指标E_p的第I层第i个节点输出的导数,符号表示为:

$$\in L_{vi} = \frac{\partial + E_p}{\partial X_{Lvi}} = \frac{\partial E_p}{\partial X_{Lvi}} \quad (17)$$

对于第I层第i个输出节点的误差信号,可以直接进行计算:

$$\in L_{vi} = \frac{\partial + E_p}{\partial X_{Lvi}} = \frac{\partial E_p}{\partial X_{Lvi}} \quad (18)$$

对第I层第i个位置的内部节点误差信号可以由链式法则推导而得:

$$\in L_{vi} = \frac{\partial + E_p}{\partial X_{Lvi}} = \sum_{m=1}^{N(L+1)} \frac{\partial E_p}{\partial X_{Lvi}}, \quad (19)$$

$$\frac{\partial f_{L+1,m}}{\partial X_{Lvi}} = \sum_{m=1}^{N(L+1)} \in L_{L+1,m} \frac{\partial f_{L+1,m}}{\partial X_{Lvi}}$$

对247组数据用matlab程序进行预测,得到预测的平均误差为0.000314。综上所述,目标函数为:

$$Z=3.861Y_1+8.4165Y_2 \quad (20)$$

约束条件:

$$\begin{cases} 66Y_1+181Y_2=10000 \\ 10 < Y_1 < 100 \\ 10 < Y_2 < 100 \\ 30 < Y_1+Y_2 < 300 \end{cases} \quad (21)$$

由matlab模型求得,低风险企业贷款总额为3466万元,利率为0.0465,中风险企业贷款额为6534万元,利率为0.0585时,银行获利最高,为543.408万元。

4 结论

作为宏观经济的重要组成部分,银行在现代经济中发挥着不可替代的货币和信贷中介角色。小微企业往往会采取向银行贷款的方式,但由于它具有较低的担保贷款的水平以及较高的风险,银行就需要因时因地制宜地根据小微企业的特征和状况来制定信贷决策。本文首先构建线性规划模型,将123家企业根据信贷风险程度被分为高风险、中风险和低风险,对高信贷风险企业,并分别得到ABC评级的银行收益。而后对302家企业进行初步筛选并基于模糊神经网络模型将元模型转化为最优策略问题,在目标函数下: $Z = \mu_{-1} t_{-1} Y_{-1} + \mu_{-2} t_{-2} Y_{-2}$, 将该目标函数求解得到低风险企业贷款总额为3466万元,利率为0.0465,中风险企业贷款额为6534万元,利率为0.0585时,银行获利最高,为543.408万元。

参考文献:

- [1] 楼顺天, 施阳. 基于MATLAB的系统分析与设计——神经网络[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2000: 11-15.
- [2] 单光年. 大数据背景下商业银行信贷风险管理策略研究[J]. 商业经济, 2020, 8: 164-165.
- [3] 张千宗. 线性规划(第二版)[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2008, 6: 1-39.
- [4] 周蕊芬. F商业银行小微企业的信贷风险研究[D]. 江西: 江西财经大学工商管理学院, 2019: 11-16.

作者简介:

胡尊铭(1999.12-), 男, 汉族, 山东省菏泽市, 本科在读, 港口航道与海岸工程专业。