

Financial Warning for Listed Insurance Companies Based on Radial Basis Function Neural Network

Qingbiao Deng, Zijia Pu, Hui Wen

College of Finance and Statistics, Hunan University, Changsha, China

Email: dengqingbiao@tom.com, zjl38@163.com, wenwen5001@163.com

Abstract: In this paper, we take 36 mixed unbalanced panel data of listed insurance companies in China from 2006 to 2009 as the study samples, and use radial basis function neural network model to make researches on the financial warning for listed insurance companies by considering five factors as follows: solvency, profitability, development capacity, cash flow analysis, and investment income. The empirical results in this paper indicate that the model can provide more effective information of financial warning for the managers, and has good application prospects under the situation that there are not enough samples and not many valid data in Chinese insurance industry because of the short history.

Keywords: radial basis function neural network; financial warning; panel data

基于径向基神经网络的上市保险公司财务预警研究

邓庆彪, 蒲子嘉, 文 辉

湖南大学金融与统计学院, 长沙, 中国, 410079

Email: dengqingbiao@tom.com, zjl38@163.com, wenwen5001@163.com

摘 要: 选取我国上市保险公司 2006 年-2009 年的 36 个混合非平衡面板数据作为研究样本, 采用径向基神经网络模型从偿付能力、获利能力、发展能力、现金流量、投资收益等五个因素对上市保险公司财务预警进行研究。实证表明, 此模型可以为管理层的财务预警提供更有有效的信息, 并且在我国保险业现有的样本容量、有效数据少的情况下, 有着良好的运用前景。

关键词: 径向基神经网络; 财务预警; 面板数据

1 研究现状及目标

财务预警理论从发展历程来看, 是随着证券市场产生和不断深入的。构建我国保险上市公司健全而有效的财务预警系统是对保险上市公司及资本市场、甚至经济社会的正常运行的技术保障, 有利于上市保险公司及时发现财务状况中异常情况, 调整经营策略, 扭转财务状况恶化的势头, 因而对我国上市保险公司财务预警系统的研究具有十分重要的意义。

用于财务危机判定与预测的类神经网络模型一般利用一组案例建立系统模型, 类神经网络模型接收一组输入信息并产生反应, 然后与预期反应相比较。如果错误率超过可接受的水平, 需要对权重做出修改或增加隐藏层数目并开始新的学习过程。经过反复循环, 直至错误率降到可以接受的水平, 这时学习过程结束并锁定权重, 类神经网络就可发挥预测功能了。人工神经网络有

较好的纠错能力, 能够更好地预测。神经网络方法可以处理财务状况与影响因素间复杂的非线性关系, 预测精度高, 特别是径向基函数 (Radial Basis Function, RBF) 神经网络具有良好的函数逼近能力, 能够处理保险上市公司样本数量少, 有效数据不多的情况。

2 本文的研究方法

2.1 熵权法

在信息论中, 熵值反映了信息无序化程度, 其值越小, 系统序度越小, 故可用信息熵评价所获系统信息的有序度及其效用, 即由评价指标值构成的判断矩阵来确定指标权重, 它能尽量消除各指标权重计算的人为干扰, 使评价结果更符合实际。其计算步骤如下:

1、构建 m 个公司 n 个评价指标的判断矩阵:

$$R = (r_{ij})_{nm}$$

2. 将判断矩阵归一化处理, 得到归一化判断矩阵。
运用熵权法时需要进行无量纲化处理,

(1) 指标越小财务风险越大 (逆指标):

$$Y_{ij} = \frac{\max(r_i) - r_{ij}}{\max(r_i) - \min(r_i)} \alpha + (1 - \alpha) \quad (1)$$

(2) 指标越大财务风险越大 (正指标):

$$Y_{ij} = \frac{r_{ij} - \min(r_i)}{\max(r_i) - \min(r_i)} \alpha + (1 - \alpha) \quad (2)$$

$$\max(r_i) = \max\{r_{ij}\}, \min(r_i) = \min\{r_{ij}\}; 0 < \alpha < 1, \quad (3)$$

一般可取 $\alpha = 0.9$ 。

3、对于经过无量纲化处理的各指标数据做比重变换:

$$P_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sum_{j=1}^m y_{ij}} \quad (i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, m) \quad (4)$$

4、根据熵的定义, m 个公司 n 个评价指标, 可以确定评价指标的熵为

$$H_i = -k \left[\sum_{j=1}^m P_{ij} \ln(P_{ij}) \right], \quad i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, m \quad (5)$$

其中, $E_i = -\sum_{j=1}^m P_{ij} \ln(P_{ij})$, 称为信息熵, k 为波尔兹

曼常数, 一般大于 0, 本文取 $k = 1/\ln(m)$ 。

5. 计算评价指标的熵权 W , $W = (\omega_i)_{1 \times n}$

$$\omega_i = \frac{1 - H_i}{\sum_{i=1}^n (1 - H_i)}$$

$$\text{且满足 } \sum_{i=1}^n \omega_i = 1 \quad (6)$$

一个财务指标的熵权, 通过熵权的大小可以反映不同指标在评价时所起作用的大小使指标对于评价所起的作用得到定量的体现。其中 $(1 - H_i)$ 是指标的差异系数。

2.2 TOPSIS 法 (逼近于理想解的排序方法)

运用 TOPSIS 法对保险上市公司的经营实力进行综合评价, 其原理就是通过测度各样本的指标评价值向量与综合评价问题的理想解和负理想解的相对距离来进行排序。其具体步骤如下:

1. 由规范化决策矩阵 $B = (y_{ij})_{n \times m}$ 和权重向量 $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$, 构成加权的规范化决策矩阵:

$$R = (r_{ij})_{m \times n} = (w_i y_{ij})_{m \times n} \quad (7)$$

2. 确定正理想解 S^+ 和负理想解 S^-

$$S^+ = \{r_j^+ \mid j=1, 2, \dots, n\} = \{\max_i r_{ij} \mid j=1, 2, \dots, n\} \quad (8)$$

$$S^- = \{r_j^- \mid j=1, 2, \dots, n\} = \{\min_i r_{ij} \mid j=1, 2, \dots, n\} \quad (9)$$

3. 分别计算各指标评价值向量到正理想解 S^+ 的距离和到负理想解 S^- 的距离

$$d_i^+(q) = \left[\sum_{j=1}^n |r_{ij} - r_j^+|^q \right]^{\frac{1}{q}} \quad q > 0 (i=1, 2, \dots, m) \quad (10)$$

$$d_i^-(q) = \left[\sum_{j=1}^n |r_{ij} - r_j^-|^q \right]^{\frac{1}{q}} \quad q > 0 (i=1, 2, \dots, m) \quad (11)$$

在实际问题中, 可以具体确定 q 值, 一般可取 $q=1$ (海明距离)或者 $q=2$ (欧式距离)。

4. 分别计算各各评价值向量与理想解作为财务风险的评价值

$$C_i = \sqrt{(D_i^+ - \min(D_i^+))^2 + (D_i^- - \max(D_i^-))^2} \quad (12)$$

2.3 径向基神经网络模型

J.Moody 和 C.Darken (1988) 提出了一种神经网络结构, 即 RBF 网络, 它是以函数逼近论为基础构造, 具有单隐层的三层前馈网络, 目前已证明, 径向基神经网络能以任意精度逼近任意连续函数, 具有较强的非线性映射能力。

1. 第一层为输入层, 由输入样本节点组成。

2. 第二层为隐含层, 它将输入空间映射到新的空间。隐含层的变换函数是基函数, RBF 神经网络中最常用的基函数是高斯函数, 即对于任意的输入向量 $X \in R^N$ (R^N 为输入样本空间, N 为输入样本维数), 它定义为:

$$R_i(X) = \exp\left[-\frac{\|X - C_i\|^2}{2\sigma_i^2}\right] (i=1, 2, \dots, M) \quad (13)$$

3. 第三层为输出层, 高斯函数作为隐含层传递函数时, 由隐含层来实现从 $X \rightarrow R_i(X)$ 的非线性映射, 由输出层来实现从 $R_i(X) \rightarrow y_k$ 的线性映射。设输入层的输入为: $X = (x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_n)$, 实际输出为: $Y = (y_1, y_2, \dots, y_k, \dots, y_p)$, 那么, 输出层第 k 个神经网络输出为:

$$\hat{Y}_k = \sum_{i=1}^m \omega_{ik} R_i(X) \quad k=1, 2, \dots, p \quad (14)$$

3 实证分析

3.1 样本的选取

本文选取我国上市保险公司 2006 年-2009 年的 36 个混合非平衡面板数据作为总体研究样本。所有数据来自凤凰网 (<http://finance.ifeng.com/stock/>)。

3.2 评价指标系数的确定

本文参照美国的保险监管信息系统 (IRIS) 和中国保监会发布的保险业监管指标体系 (2003) 以及有

关文献, 依据公司定期的各种统计资料、报表、文件记录, 包括资产负债表、损益表、其他财务数据表、业务情况表等, 结合保险业务的特性及影响财务状况的综合因素, 从公司综合财务风险的角度选取偿债能力、获利能力、发展能力、现金流量分析、投资收益分析等五个方面的指标构建上市保险公司预警指标体系, 详细列表如下:

Table 1. System of financial early warning indicators of listed insurance companies
表 1. 上市保险公司财务预警指标体系

指标类别	指标名称及代码	指标计算公式	指标性质
偿债能力	资产负债率 A1	负债总额/资产总额	逆指标
	股东权益比率 A2	所有者权益/总资产	正指标
	产权比率 A3	负债/所有者权益	逆指标
获利能力	主营业务成本率 B1	主营业务成本/主营业务收入	逆指标
	净资产报酬率 B2	(净利润+利息费用+所得税费用)/净资产平均总额	正指标
	总资产报酬率 B3	(净利润+利息费用+所得税费用)/资产平均总额	正指标
	销售毛利率 B4	(销售收入-销售成本)/销售收入	正指标
	股本报酬率 B5	税后利润/股本	正指标
发展能力	主营业务收入增长率 C1	(上年主营业务收入-本年主营业务收入)/上年主营业务收入	正指标
	净利润增长率 C2	(上年净利润-本年净利润)/上年净利润	正指标
	总资产增长率 C3	(上年总资产-本年总资产)/上年总资产	正指标
	每股资本公积 C4	企业公积金/总股本	正指标
现金流量分析	现金回报率 D1	经营现金流量/总资产	正指标
	净利润现金比率 D2	经营现金净流量/净利润	正指标
	现金债务总额比 D3	经营现金净流量/负债	正指标
投资收益分析	市盈率 E1	每股市价/每股税后净率	正指标
	市净率 E2	每股股价/每股净资产	正指标

3.3 检验分析

1. 样本数据的归一化处理

当网络的输入变量确定后, 需要对数据进行归一化处理, 这里将其变换在[-1,1]的范围内, 以消除指标结果客观、准确。由于篇幅有限, 归一化处理后的样本数据将不列出。

2. 上市保险公司预警指标体系权重的计算

利用熵权法, 求出上市保险公司预警指标体系的权重, 见表 2 和表 3。

3. 根据根据熵权法和 TOPSIS 算出的财务风险评价值 C 及财务风险等级, 见表 4。

4. RBF 网络的训练

用 2006 年-2009 年度的上市保险公司的 36 个样本作为训练集, 2009 年的 9 月公司作为测试集。调试径向基函数的分布密度, 得出在不同分布密谋下样本的估计值。绘制各估计值与期望值之间的差距, 当 spread=0.7 时, 网络的效果最好。

Table 2. Companies' quarterly entropy data of early warning indicators
表 2. 公司各季度预警指标熵值数据

A1	A2	A3	B1	B2	B3	B4	B5	C1
0.9790897	0.9882873	0.9845515	0.9299298	0.96486894	0.9680449	0.972069	0.9687675	0.9527421
C2	C3	C4	D1	D2	D3	E1	E2	
0.9923245	0.9248681	0.9628807	0.9734413	0.9896528	0.9740645	0.9917085	0.962838	

Table 3. Companies' quarterly weight value of early warning indicators
表 3. 公司各季度预警指标权重值

A1	A2	A3	B1	B2	B3	B4	B5	C1
0.0402221	0.0225299	0.029716	0.1347838	0.06757649	0.0614674	0.0537268	0.0600775	0.0909031
C2	C3	C4	D1	D2	D3	E1	E2	
0.0147643	0.1445203	0.0714011	0.0510872	0.0199034	0.0498884	0.0159492	0.071483	

Table 4. Companies' quarterly assessment values and scales of financial risk
表 4. 各公司各季度财务风险评价值及财务风险等级表

公司	日期	C 值	风险等级
平安	2006-9-30	0.157915	较低
	2006-12-31	0.181518	低
	2007-3-31	0.122001	较高
	2007-6-30	0.144397	较低
	2007-9-30	0.172458	较低
	2007-12-31	0.195279	低
	2008-3-31	0.114517	较高
	2008-6-30	0.112995	较高
	2008-9-30	0.128488	较高
	2008-12-31	0.128692	较高
	2009-3-31	0.12387	较高
	2009-6-30	0.138893	较低
太保	2007-6-30	0.128819	较高
	2007-12-31	0.198478	低
	2008-3-31	0.139565	较低
	2008-6-30	0.128075	较高
	2008-9-30	0.120282	较高
	2008-12-31	0.120051	较高
	2009-3-31	0.118675	高
人寿	2009-6-30	0.11163	高
	2006-6-30	0.159394	低
	2006-12-31	0.173323	低
	2007-3-31	0.1224	较高
	2007-6-30	0.132843	较低
	2007-9-30	0.142811	较低
	2007-12-31	0.159864	低
	2008-3-31	0.115128	高

	2008-6-30	0.115661	高
	2008-9-30	0.127754	较高
	2008-12-31	0.120229	较高
	2009-3-31	0.110254	高
	2009-6-30	0.113445	高
平安	2009-9-30	0.142559	较低
太保	2009-9-30	0.111642	高
人寿	2009-9-30	0.120218	较高

Table 5. The prediction error when spread=0.7
表 5. spread=0.7 的预测误差表

公司	期望输出值	实际输出值	相对误差	财务风险等级
平安	0.1426	0.1413	0.0013	较低
太保	0.1116	0.1136	0.002	高
人寿	0.1202	0.1265	0.0063	较高

可以看出, 基于径向基神经网络的保险险公司财务风险预警实际结果与期望输出值非常接近, RBF 神经网络能够根据 17 个定量指标对上市保险公司的财务风险达到很好的预警效果。

5 结论

本文提供的熵权 TOPSIS 法与 RBF 神经网络的上市保险公司财务预警模型为公司财务预警提供了一个新的研究思路, 对强化保险公司的内控、财务分析和经营风险控制, 防止保险公司因支付能力不足而出现倒闭或破产等情况提供了有效的信息, 同时也能更好完善保险业财务预警的理论和方法。

致 谢

本文的撰写采纳了熵权 TOPSIS 法与 RBF 神经网络模型,感谢学者们在这方面领域做出的贡献。同时,感谢在保险公司财务风险领域做出相关研究贡献的学者们。此外,还要感谢此文撰写过程中给予支持和鼓励的院领导,以及给我们提出宝贵意见的教授。

References (参考文献)

- [1] SIMON.Haykin. Neural. networks: a comprehensive foundation [M]. Beijing:Tsinghua University Press,2001
 - [2] Wang Xinjun, Guo Xuguang. Fitting and Prediction of the Distribution of Property Loss in Insurance Industry—Based on RBF Neural Network Application[J]. Journal of Shandong University,2008(10) (Ch).
 - [3] Jiang Fei.Financial Risk Characteristics and Prevention of Listed Insurance Companies[J]. Liaoning Economy,2009(7) (Ch).
 - [4] Zeng Zhongdong. Construction of Insurance Companies' Business Risk Early Warning System Based on Fuzzy Optimization and Neural Network[J].Journal of Sichuan University,2006(2) (Ch).
- 姜菲. 保险上市公司财务风险的特点与防范[J] 辽宁经济,2009(7)
- 曾忠东. 基于模糊优选和神经网络的保险企业经营风险预警系统构建[J] 四川大学学报 (哲学社会科学版) 2006(2).