

# 基于小波神经网络的商标未来收益预测

陈久梅

(重庆工商大学 商务策划学院, 重庆 400067)

**摘要:**运用收益法对商标进行评估时, 一个重要的参数——未来收益的预测需确定。通过建立基于小波神经网络的商标未来收益预测模型, 经实际计算得出, 与逻辑斯谛理论曲线和龚伯兹理论曲线相比而言, 本模型的预测误差更小。

**关键词:**小波神经网络; 商标; 评估; 预测

**中图分类号:**F760.5

**文献标识码:**A

**文章编号:**1001-7348(2004)07-0135-02

## 1 小波神经网络预测模型简介

### 1.1 小波神经网络预测模型基本原理

小波神经网络是基于小波分析而构成的具有神经网络思想的模型, 即用非线性小波基取代了通常的非线性 Sigmoid 函数。我们把非线性时间序列表述通过用所选取的非线性小波基进行线性叠加来实现, 也就是用小波级数的有限项来逼近时间序列函数。时间序列  $\hat{y}(t)$  可用小波基  $\phi_{a_k}(t)$  进行如下拟合:

$$\hat{y}(t) = \sum_{k=1}^L w_k \phi \left[ \frac{t-b_k}{a_k} \right] \quad (1)$$

其中:  $\hat{y}(t)$  为预测(模拟)值序列;  $w_k$  为权重系数;  $a_k$  为伸缩因子;  $b_k$  为小波基的平移因子;  $L$  为小波基的个数。

$\hat{y}(t)$  与  $y(t)$  两序列拟合最优, 即最小均方误差能量函数最小。据此, 优化参数  $w_k, a_k$  和  $b_k$ 。其中最小均方误差能量函数计算公式如下:

$$E_L = \frac{1}{2} \sum_{t=1}^n [y(t) - \hat{y}(t)]^2 \quad (2)$$

在式(1)中采用国外较多使用的 Morlet 母小波

$$\phi(t) = \cos(1.75) \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) \quad (3)$$

### 1.2 小波神经网络预测模型的具体算法

(1) 给出非线性时间序列的拟合误差上限  $D > 0$ 。优化网络参数  $w_k, a_k, b_k$  时参数的结束判断标准  $R > 0$ 。任意给出  $w_k, a_k, b_k$  的初始值。

(2)  $L=1$ 。

(3) 据式(2)计算  $E_L$ 。

(4) 如果  $E_L > D, L=L+1$ , 返回第 3 步; 如果  $E_L \leq D$ , 记  $L^*=L$ , 输出  $L^*$  并转到第 5 步。

(5) 关于  $L^*$  采用共轭梯度法优化  $w_k$ , 分别令矢量  $w=(w_1, w_2, \dots, w_k, \dots, w_{L^*})$ , 计算式(2)的梯度  $g(w)=(g(w_1), g(w_2), \dots, g(w_k), \dots, g(w_{L^*}))$ ,  $S(w)$  为  $w$  函数的第  $i$  次循环搜索方向, 则

$$S(w) = \begin{cases} -g(w) & i=1 \\ -g(w) + \frac{g(w)^T g(w)}{g(w)^T g(w) - S(w)^T S(w)} S(w)^{i-1} & i \neq 1 \end{cases} \quad (4)$$

权重矢量按下式进行调节

$$w^{i+1} = w^i + \alpha_i^* S(w) \quad (5)$$

在此采用了一维搜索变步长法计算最佳步长  $\alpha_i^*$ 。

(6) 若  $|w^{i+1} - w^i| > R$ , 则转到第 5 步; 否则, 输出  $w^{i+1}$ , 优化  $w_k$  的过程就结束了。

(7) 对参数  $a_k, b_k$  的优化过程同样按上述方法进行。最后, 利用式(1)对未来收益进行预测。

## 2 预测未来收益

例: 某商标 1988 年, 1989 年, 1990 年,

1991 年, 1992 年, 1993 年, 1994 年, 1995 年, 1996 年各年给公司带来的净现金流量(记为  $y^t, t=1, 2, \dots, 9$ ) 分别为: 57.89 万元, 65.53 万元, 60.71 万元, 82.03 万元, 80.68 万元, 79.30 万元, 81.44 万元, 84.27 万元, 86.93 万元, 试运用小波神经网络预测模型预测该商标未来 3 年所带来的净现金流量。

用 VB 编程实现预测, 计算出公式(4)

$$\left( \hat{y}(t) = \sum_{k=1}^L w_k \phi \left[ \frac{t-b_k}{a_k} \right] \right)$$

中的参数  $L=18$ , 利用公式(5)  $\left( E_L = \frac{1}{2} \sum_{t=1}^n [y(t) - \hat{y}(t)]^2 \right)$  优化  $w_k$

时, 以  $w_k^1=0$  为初值, 以  $w_k^{i+1}$  对应的  $E_L$  与  $w_k^i$  所对应的  $E_L$  之差的绝对值小于 0.25 作为结束判断条件,  $w^{i+1} = w^i + \alpha_i^* S(w)$  中的  $\alpha_i^*$  在此取为固定步长,  $\alpha_i^*=0.05$ 。对  $a_k, b_k$  的优化过程同理。

其中,  $w$  的优化结果如下:

$$\begin{aligned} w_1 &= 9.2136, w_2 = -12.1599, w_3 = 28.9293, \\ w_4 &= -61.5755, w_5 = 47.1054, w_6 = 18.4665, \\ w_7 &= 3.2363, w_8 = -4.4734, w_9 = -13.4365, \\ w_{10} &= -20.5128, w_{11} = -22.5239, w_{12} = -19.5969, \\ w_{13} &= -17.0683, w_{14} = -12.0467, w_{15} = 11.3917, \\ w_{16} &= 61.2738, w_{17} = 198.7780, w_{18} = 72.7459. \end{aligned}$$

限于篇幅,  $a_k, b_k (k=1, 2, \dots, 18)$  的值在此从略。

将时间  $t=1, 2, \dots, 9$  分别代入该模型, 模拟该商标历史净现金流量的结果及模拟

误差  $E = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^9 t^2 (\hat{y}_t - y_t)^2}{\sum_{t=1}^9 t^2}}$  见附表, 模拟

效果见附图。由此预测出该商标未来3年给公司所带来的净现金流量分别为86.0211万元, 86.5384万元, 86.9836万元。

### 3 3种不同预测方法之比较

#### 3.1 逻辑斯谛理论曲线模型

逻辑斯谛理论曲线模型, 是比利时数学家维哈斯特以生长理论为基础将其归纳提炼而成的。其模型数学表达式为:

$$\hat{y}_t = \frac{k}{1 + ae^{-bt}} \quad (6)$$

式中:  $\hat{y}_t$  为预测未来预期收益;  $k$  为预测值在发展过程中可达到的极限;  $t$  为预测时间,  $a, b$  为模型参数。

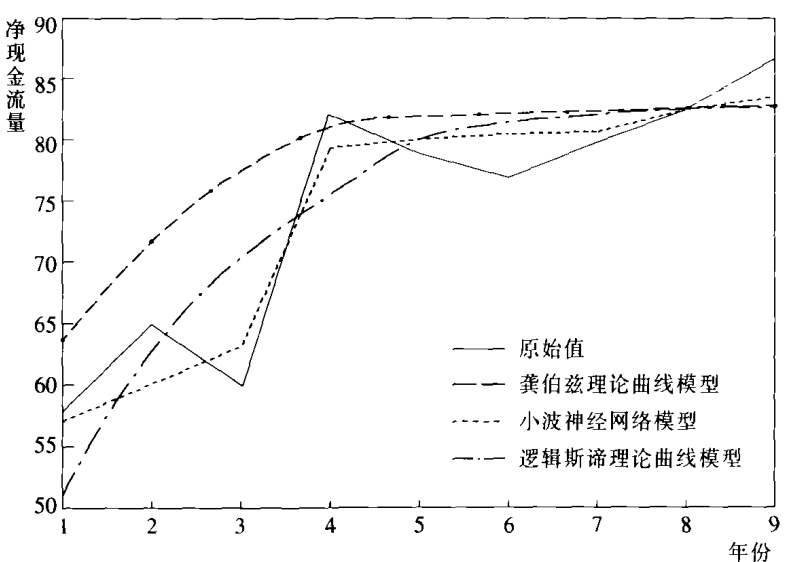
利用比较适宜的倒数总和法求其参数, 限于篇幅, 求解过程从略。

根据已给的资料, 计算公式(6)中的参数, 得出逻辑斯谛理论曲线模型:

$$\hat{y}_t = \frac{84.55}{1 + 1.3099e^{-0.6903t}}$$

附表 模拟结果

时间	净现金流量	逻辑斯谛理论曲线模型		龚伯兹理论曲线模型		小波神经网络预测模型	
		模拟值	模拟误差	模拟值	模拟误差	模拟值	模拟误差
1	57.89	51.03	47.0596	63.45	30.9136	60.5567	6.0831
2	65.53	63.6	3.7249	72.46	48.0246	63.2459	5.177
3	60.71	72.57	140.6596	77.82	292.7521	66.0442	28.3471
4	82.03	78.09	15.5236	80.86	1.3689	73.9255	66.1864
5	80.68	81.18	0.25	82.55	3.4969	77.8532	7.9389
6	79.3	82.83	12.4609	83.47	17.3889	79.7783	0.2367
7	81.44	83.68	5.0176	83.97	6.4009	81.6374	0.041
8	84.27	84.11	0.0256	84.24	0.0009	83.3509	0.7543
9	86.93	84.33	6.76	84.38	0.0765	85.8211	1.058
	带权重误差		3.149		3.9441		2.4307



附图 3种预测模型的模拟效果图

将  $t=1, 2, \dots, 9$  分别代入该模型, 模拟该商标历史净现金流量的结果及模拟误差(见附表), 模拟效果见附图。

#### 3.2 龚伯兹理论曲线模型

该曲线模型是以英国数学家的名字命名的, 它是依据企业发展过程为基础的理论曲线, 其数学模型表达式为:

$$\hat{y}_t = ka^b \quad (7)$$

式中各符号示意及求解过程均同逻辑斯谛理论曲线模型, 在此从略。

根据已给

的资料, 计算得出

$$\hat{y}_t = 84.85 \times 0.58625^{0.5376t}$$

将  $t=1, 2, \dots, 9$  分别代入该模型, 模拟该商标历史净现金流量的结果及模拟误差(见附表), 模拟效果见附图。

由模拟结果附表、模拟效果附图可知, 小波神经网络对历史数据的模拟, 其带权重误差比目前已经广泛使用的龚伯兹理论曲线模型和逻辑斯谛理论曲线模型都小。因此可以作为一种有效的预测未来收益的模型。

### 4 结论

本文所采用的小波神经网络无形资产未来收益预测模型, 是以非线性小波基为神经元变换函数, 通过伸缩因子和平移因子计算小波基函数合成的小波网络, 它通过逐步扩充寻优算法, 科学地确定网络结构, 利用网络多参数性来降低网络层数, 可有效缩短网络训练时间, 提高计算速度; 通过大量实际仿真计算验证, 该方法比龚伯兹理论曲线模型和逻辑斯谛理论曲线模型的预测精度都高, 预测结果较为理想, 是一种有效地实现无形资产未来收益预测的较好方法。

#### 参考文献:

- [1] 牛东晓, 邢棉. 时间序列的小波神经网络预测模型的研究[J]. 系统工程理论与实践, 1999, (5): 89-92.
- [2] 高洪深, 陶有德. 基于人工神经网络的非线性回归预测模型的研究[J]. 北方工业大学学报, 1999, (3): 68-73.
- [3] 王运长, 徐晓斌. 无形资产评估中未来收益的预测[J]. 南京经济学院学报, 1998, (1): 58-59
- [4] 武峥, 武俊华. 试探资产评估中的预测技术[J]. 中国资产评估, 2000, (2): 18-23.

(责任编辑: 胡俊健)

## The Forecast of Future Income of Brand Based on Wavelet Neural Networks

**Abstract:** It is necessary to determine an important parameter, that is future income, when appraising brand used income method. In this paper, a forecast model of brand future income has been build based on wavelet neural networks. Through computing and comparing with Logistic Model and Gompertz Model, it has advantage in forecast precision.

**Key words:** wavelet neural networks; brand; appraisal; forecast