

文章编号:1673-9469(2008)01-0074-03

## 基于小波神经网络的房地产价格指数预测研究

李万庆,张金水,孟文清

(河北工程大学 经管学院,河北 邯郸 056038)

**摘要:**要对非线性趋势房地产价格指数进行预测,就必须利用模拟非线性的模型。应用BP神经网络来对房地产价格指数进行预测,精度和收敛的速度都不是很理想,这主要是因为BP神经网络本身存在着缺陷。为了克服BP神经网络的缺陷,本文将小波变换和BP神经网络结合起来,运用小波神经网络来对房地产价格指数进行预测,并与BP网络的预测结果进行了比较,最后发现用小波神经网络进行经济预测可以达到很好的效果。

**关键词:**房地产价格指数;小波神经网络;BP神经网络;预测

**中图分类号:** F293.3

**文献标识码:** A

### Research of real estate price index forecast based on wavelet neural network

LI Wan-qing, ZHANG Jin-shui, MENG Wen-qing

(School of Economics and Management, Hebei University of Engineering, Handan 056038, China)

**Abstract:** The simulation non-linear model should be used to carry on the forecast to the non-linear tendency real estate price index. The real estate price index is forecasted by applying BP neural network, but the precision and the restraining speed is all not very ideal. It mainly is because BP neural network itself has the flaw. In order to overcome the flaw of BP neural network, the real estate price index to carry was forecasted by using the wavelet neural network unifying the wavelet transformation and the BP neural network in this paper. The results were compared with the BP network forecast result. Finally it was discovered that forecast using wavelet neural network could achieve very good effect.

**Key words:** real estate price index; wavelet neural network; BP neural network; forecast

房地产业的健康发展对拉动经济增长,调整产业结构,改善人民生活水平起着重要的作用。房地产市场是一个复杂的系统,因为房地产业的发展不仅涉及土地政策、人口政策、税收政策、通关政策和商品住宅平均容积率调控等政策,还涉及到建筑材料市场、金融市场、劳动力市场等各方面的发展,所以对房地产市场进行研究是必要的。房地产价格指数是动态描述一定区域内一段时间各类房地产(如商业、住宅和工业)价格变动及其总体价格平均变动趋势和变动程度的相对数,它是指导业界活动和市场研究的有效工具。定量地研究价格指数的运行轨迹并做出准确的描述和预测,对于研究房地产市场具有极其重要的作用<sup>[1]</sup>。

运用价格指数进行房地产市场总体分析,在

我国有了很大的发展,如程亚鹏、张虎和张庆宏将灰色预测方法GM(1,1)模型应用于房地产价格指数预测<sup>[1]</sup>;欧廷皓作了基于ARMA模型的房地产价格指数预测<sup>[2]</sup>;胡章明将神经网络模型应用于房地产价格指数预测<sup>[3]</sup>。本文在文献[3]的基础上,依据小波的时频域特征,将小波分析理论与神经网络预测模型结合在一起,提出了一种新的预测模型——小波神经网络模型,并将其应用于房地产价格指数的预测,解决了单纯的神经网络预测非线性时间序列的不足。

### 1 小波神经网络模型

小波神经网络(Wavelet Neural Networks,缩写WNN)是近几年国际上新兴的一种数学建模分析

方法,是结合最近发展的小波变换良好的时频局域化性质与传统人工神经网络的自学习功能而形成的。它是通过小波分解进行平移和伸缩变化后而得到的级数,具有小波分解的一般逼近函数的性质与分类特征。并且由于它引入了两个新的参变量,即伸缩因子和平移因子,所以小波网络(WNN)具有比小波分解更多自由度,从而使其具有更灵活有效的函数逼近能力,更强的模式识别能力和容错能力<sup>[4]</sup>。由于其建模算法不同于普通神经网络的 BP 算法<sup>[5]</sup>,故可有效地克服普通人工神经网络模型所固有的缺陷。

小波网络是基于小波分析而构成的一类新型前馈网络,也可以看作是以小波函数为基底的一种新型函数连接神经网络,其信号的表达式通过将选取的小波基叠加来实现。在信号分类中,子波空间可作为模式识别的特征空间,通过将小波基与信号向量的内积进行加权和来实现信号的特征提取,然后将这些特征输入到分类器中,它结合了小波变换良好的时频局域化性质及神经网络的自学习功能,因而具有良好的逼近与容错能力<sup>[6,7]</sup>。图 1 为小波网络结构示意图。

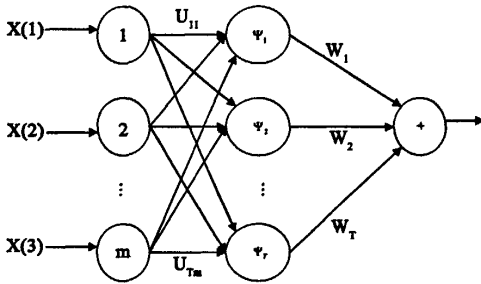


图1 小波神经网络的结构  
Fig.1 Structure of Wavelet neural network

我们称满足条件  $\int \frac{|\hat{\varphi}(\omega)|}{|\omega|} d\omega \leq +\infty$  的平方可积函数  $\varphi(t) \in L^2(R)$  为基本小波或母小波,其中  $\hat{\varphi}(\omega)$  为  $\varphi(\omega)$  的变换,令

$$\varphi_{ab}(t) = \frac{1}{\sqrt{|a|}} \varphi\left(\frac{t-b}{a}\right) \quad (1)$$

其中  $a, b$  为实数,且  $a \neq 0$ 。对于信号  $f(t) \in L^2(R)$ ,定义其小波变换为

$$W_f(a, b) \leq f, \varphi_{ab} \geq \frac{1}{\sqrt{|a|}} \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) \varphi\left(\frac{t-b}{a}\right) dt \quad (2)$$

$a, b$  分别为  $\varphi_{ab}(t)$  的伸缩因子和平移因子,对于信号  $f(t)$ ,其局部结构的分辨可以通过调节参数  $a, b$ ,即调节小波基窗口的大小和位置来实现。

对于输入输出为  $(x_i, y_i) (i=1, 2, \dots, N)$  的  $N$  个样本对,我们的目的是确定网络参数  $u_{ki}, a_k, b_k$  和  $\omega_k$ ,使得  $g_i(x)$  与  $y_i$  两序列拟合最优,其中参数  $u_{ki}, a_k, \omega_k$  和  $b_k$  可以通过下述误差能量函数进行优化

$$E_i = 0.5(g_i(x) - y_i)^2 \quad (3)$$

我们采用人们使用较多的 Morlet 母小波,即

$$\varphi(x) = \cos(1.75x) \exp(-0.5x^2) \quad (4)$$

小波神经网络学习的具体算法如下:

1) 网络参数的初始化,将网络的伸缩因子  $a_k$ , 平移因子  $b_k$  以及网络的连接权重  $u_{ki}$  和赋予零附近的随机的初始值。

2) 输入学习样本  $x_i$  及相应得期望输出  $y_i$ 。

3) 利用当前网络参数计算出网络的输出。

$$g_i(x) = \sum_{k=1}^r \omega_k \varphi\left[\frac{\sum_{i=1}^m u_{ki} x_i(i) - b_k}{a_k}\right]; \quad (5)$$

4) 修改网络参数值。

$$\nabla w_k = \frac{\partial E_i}{\partial W_k} = (g_i(x) - y_i) \varphi\left[\frac{\sum_{i=1}^m u_{ki} x_i(i) - b_k}{a_k}\right]$$

$$\nabla a_k = \frac{\partial E_i}{\partial a_k} = (g_i(x) - y_i) \omega_k \frac{\partial \varphi}{\partial a_k}$$

$$\nabla b_k = \frac{\partial E_i}{\partial b_k} = (g_i(x) - y_i) \omega_k \frac{\partial \varphi}{\partial b_k}$$

$$\nabla u_{ki} = \frac{\partial E_i}{\partial u_{ki}} = (g_i(x) - y_i) \omega_k \frac{\partial \varphi}{\partial x'_i} x_i(i)$$

其中  $x'_i = \frac{\sum_{i=1}^m u_{ki} x_i(i) - b_k}{a_k}, t'_n = \frac{x'_i - b_k}{a_k}$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial a_k} = \cos(1.75 t'_n) \exp(-0.5 t'^2_n) \frac{t'_n}{a_k^2} + 1.75 \sin$$

$$(1.75 t'_n) \exp(-0.5 t'^2_n) \frac{1}{a_k^2}$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial b_k} = \cos(1.75 t'_n) \exp(-0.5 t'^2_n) \frac{t'_n}{a_k} + 1.75 \sin$$

$$(1.75 t'_n) \exp(-0.5 t'^2_n) \frac{1}{a_k}$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x'_i} = -\cos(1.75 t'_n) \exp(-0.5 t'^2_n) \frac{t'_n}{a_k} - 1.75 \sin$$

$$\sin(1.75 t'_n) \exp(-0.5 t'^2_n) \frac{1}{a_k}$$

$$\omega_k = \omega_k - \eta \cdot \nabla \omega_k \quad a_k = a_k - \eta \cdot \nabla a_k$$

$$b_k = b_k - \eta \cdot \nabla b_k \quad u_{ki} = u_{ki} - \eta \cdot \nabla u_{ki}$$

5) 计算误差和:  $E = 0.5 \sum E_i = 0.5 \sum (g_i(x) - y_i)^2$

6) 返回第(2)步,向网络加下一个模式对,直到  $N$  个模式对均循环一遍,再进行第(7)步;

7) 若  $E < E_{\max}$  (预先选定的某值)或达到最大训练步数,则停止训练;否则,令  $E = 0$ , 返回第(2)步。

## 2 房地产价格指数与预测

运用上述小波神经网络可以任意逼近非线性函数的特性,可以用来作经济预测。下面就以中房价格指数作为研究的数据,研究小波神经网络在预测方面的应用。中房 2000 年 - 2005 年的季度数据如表 1。

表 1 2000 - 2005 年中国房地产价格指数

Tab.1 Real estate price index of China from 2000 to 2005

| 年度   | 季度    |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|-------|
|      | 1     | 2     | 3     | 4     |
| 2000 | 100.8 | 101.6 | 101.5 | 101.8 |
| 2001 | 100.8 | 102.4 | 102.6 | 101.9 |
| 2002 | 105.7 | 102.9 | 103.7 | 103.6 |
| 2003 | 105.2 | 104.8 | 105.9 | 107   |
| 2004 | 107.6 | 110.1 | 108.6 | 111.1 |
| 2005 | 110.5 | 108.9 | 106.5 | 108   |

数据来源:中国资讯行数据库

为了更方便地进行预测,首先要对上面的数据进行归一化处理,采用公式

$$s_i = \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}$$

其中  $x_{\min}$ 、 $x_{\max}$  分别为原始变量  $x$  中的最小值和最大值,归一化结果如表 2。

表 2 归一化处理后的房地产价格指数

Tab.2 Normalized real estate price index

| 年度   | 季度     |        |        |        |
|------|--------|--------|--------|--------|
|      | 1      | 2      | 3      | 4      |
| 2000 | 0.0000 | 0.0777 | 0.0680 | 0.0971 |
| 2001 | 0.0000 | 0.1553 | 0.1748 | 0.1068 |
| 2002 | 0.4757 | 0.2039 | 0.2816 | 0.2718 |
| 2003 | 0.4272 | 0.3883 | 0.4951 | 0.6019 |
| 2004 | 0.6602 | 0.9029 | 0.7573 | 1.0000 |
| 2005 | 0.9417 | 0.7864 | 0.5534 | 0.6690 |

在设计网络时,采用三层网络模型,这样比采用四层网络不易陷入局部极小值。选取的数据为季度数据,利用前四个季度的数据预测下一个季度的数据,所以输入节点为 4,输出节点为 1,隐层节点数为可变。将数据分为两组,前一组用于训练网络,后一组用作检验。本文先用 BP 神经网络进行预测,再用小波神经网络进行预测,并将整个

过程运用 Matlab 进行编程实现,最后将这两种模型的预测结果和误差进行比较如表 3。

表 3 BP 神经网络与小波神经网络预测结果比较

Tab.3 Forecast comparison of BP neural network and WNN

| 比较项目                | 对应值    |        |        |        |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|
|                     | 1 季度   | 2 季度   | 3 季度   | 4 季度   |
| 真实值                 | 0.9417 | 0.7864 | 0.5534 | 0.6690 |
| BP 网络预测值            | 0.9999 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9969 |
| WNN 预测值             | 0.9500 | 0.7921 | 0.5450 | 0.6710 |
| BP 网络预测误差<br>(绝对误差) | 0.0582 | 0.2136 | 0.4466 | 0.3279 |
| WNN 预测误差<br>(绝对误差)  | 0.0083 | 0.0057 | 0.0084 | 0.002  |

## 3 结束语


本文提出了将小波分析与神经网络相结合的方法来对房地产价格指数进行预测,并把预测结果与神经网络预测结果相比较,发现预测精度不仅有了很大的提高,而且收敛的速度也比神经网络快了许多。由此可知,小波神经网络预测房地产价格指数确实比用神经网络预测要有优越性。

### 参考文献:

- [1] 程亚鹏,张虎,张庆宏. GM(1.1)模型在房地产价格指数预测中的应用[J]. 河北农业大学学报,1999,22(3): 90-93.
- [2] 欧廷皓. 基于 ARMA 模型的房地产价格指数预测[J]. 统计与决策,2007,(14):92-93.
- [3] 胡章明. 基于神经网络房地产价格指数的预测研究[J]. 中山大学研究生学刊(社会科学版),2006,27(2): 100-115.
- [4] 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,1999,15:89-92.
- [5] 杨黎明,刘开弟. BP 神经网络在房地产估价中的应用[J]. 河北建筑科技学院学报,2004,21(2):105-109.
- [6] BHAVIK R B, GEORGE S. Wave-net: a multiresolution, hierarchical neural network with localized learning[J]. AICHE Journal,1993,39(1):57-81.
- [7] 宋如顺. 基于小波神经网络的多属性决策方法及应用[J]. 控制与决策,2000,34(6):765-768.

(责任编辑 闫纯有)

# 基于小波神经网络的房地产价格指数预测研究

作者: [李万庆](#), [张金水](#), [孟文清](#), [LI Wan-qing](#), [ZHANG Jin-shui](#), [MENG Wen-qing](#)  
作者单位: [河北工程大学, 经管学院, 河北, 邯郸, 056038](#)  
刊名: [河北工程大学学报\(自然科学版\)](#)   
英文刊名: [JOURNAL OF HEBEI UNIVERSITY OF ENGINEERING \(NATURAL SCIENCE EDITION\)](#)  
年, 卷(期): 2008, 25(1)  
被引用次数: 4次

## 参考文献(7条)

1. 程亚鹏;张虎;张庆宏 [GM\(1.1\)模型在房地产价格指数预测中的应用](#) 1999(03)
2. 欧廷皓 [基于 ARMA模型的房地产价格指数预测](#)[期刊论文]-[统计与决策](#) 2007(14)
3. 胡章明 [基于神经网络房地产价格指数的预测研究](#) 2006(02)
4. 牛东晓;邢棉 [时间序列的小波神经网络预测模型的研究](#)[期刊论文]-[系统工程理论与实践](#) 1999(5)
5. 黎黎萌;刘开弟 [BP神经网络在房地产估价中的应用](#)[期刊论文]-[河北建筑科技学院学报](#) 2004(02)
6. BHAVIK R B;GEORGE S [Wave-net:a multiresolution,hierarchical neural network with localized llearning](#) 1993(01)
7. 宋如顺 [基于小波神经网络的多属性决策方法及应用](#)[期刊论文]-[控制与决策](#) 2000(06)

## 本文读者也读过(10条)

1. [周亮](#), [周正](#), [ZHOU Liang](#), [ZHOU Zheng](#) [基于时间序列的房地产价格指数预测方法探讨](#)[期刊论文]-[哈尔滨商业大学学报\(社会科学版\)](#)2008(2)
2. [张金水](#), [郝晓红](#), [ZHANG Jin-shui](#), [HAO Xiao-hong](#) [可计算非线性动态IO模型与效益可能性曲线](#)[期刊论文]-[系统工程学报](#)2008, 23(5)
3. [耿继进](#), [余泽浩](#) [揭秘美国CME房地产价格指数期货](#)[期刊论文]-[时代经贸\(学术版\)](#) 2008, 6(17)
4. [张金水](#), [同延安](#), [云伟祥](#), [周军](#), [ZHANG Jin-shui](#), [TONG Yan-an](#), [YUN Wei-xiang](#), [ZHOU Jun](#) [5. 陕西省农业废弃物养分资源肥料化利用现状与前景分析](#)[期刊论文]-[磷肥与复肥](#)2008, 23(5)
5. [张金水](#) [中华民族姓氏体系改革方案设计方法](#)[期刊论文]-[系统工程理论与实践](#)2009, 29(10)
6. [张巨才](#) [河北房地产营销创新方法研究](#)[期刊论文]-[统计与决策](#)2005(11)
7. [汪克亮](#), [杨力](#), [WANG Ke-liang](#), [YANG Li](#) [基于小波神经网络的企业技术创新能力模糊综合评价](#)[期刊论文]-[技术经济](#)2007, 26(8)
8. [肖楠](#) [房地产价格指数是怎样计算的](#)[期刊论文]-[数据](#)2006(10)
9. [张伟民](#), [石建立](#) [河北房地产预警指标的筛选](#)[期刊论文]-[职业圈](#)2007(16)
10. [许经勇](#), [XU Jing-yong](#) [论房地产价格运行的特殊规律性](#)[期刊论文]-[长春市委党校学报](#)2006(2)

## 引证文献(4条)

1. [周杰](#), [王蕴恒](#), [潘洪亮](#) [基于遗传算法的小波神经网络DTC转速辨识](#)[期刊论文]-[黑龙江科技学院学报](#) 2009(3)
2. [李万庆](#), [闫冠勇](#), [孟文清](#), [石华旺](#) [基于小波神经网络的CFG桩复合地基承载力预测](#)[期刊论文]-[河北工程大学学报\(自然科学版\)](#) 2011(4)
3. [林琦](#), [吴少雄](#) [基于LS-SVM的福房价价格指数预测](#)[期刊论文]-[福建工程学院学报](#) 2009(4)
4. [黄冬冬](#) [基于小波理论的股票价格指数分析与预测](#)[期刊论文]-[价格月刊](#) 2011(5)