

基于神经网络的期货套期保值决策支持系统ⁱ

陈晓红, 朱霞

(中南大学工商管理学院, 长沙 410083)

摘要:针对期货套期保值业务的特点,分析了期货套期保值决策支持系统的整体逻辑,尝试用人工神经网络专家系统预测期货行情走势,介绍了如何将期货市场与BP网络有机结合起来构造适合期价预测的模型,并且在实证分析中给出了寻找最优预测效果的方法以及预测结论应用分析,同时,提出了以此分析为基础的DSS系统结构和功能,对辅助套期保值者决策有一定的指导意义。

关键词:神经网络;期货;套期保值;决策支持系统

中图分类号:F830.59

文献标识码:A

文章编号:1007-9807(2001)06-0018-06

0 引言

期货市场是一个典型的、复杂的非线性系统,其各个组成要素都可能出现风险或成为风险因素。从套期保值者的角度来看其核心在于能否通过基差的变化或预期基差的变化来谋取利润,以弥补现货上的亏损。所以,套期保值者除了面临投机者在期货交易中存在的价格风险、流动性风险、交割风险等,还存在品种选择风险、合约选择风险、保值数量风险等。纵观风险分析理论,从某种意义上指出了期价波动因素是期市风险的核心。正由于上述因素的存在,套期保值者应通过把握期价波动规律,尽可能地缩小现行期价与预期值之间的偏差以达到预期保值效果。本文在综合全面考虑套期保值业务基础上,提出应用人工神经网络预测期货行情走势,并以此为基础构建面向期货套期保值的决策支持系统。

1 系统分析

1.1 整体逻辑分析

根据市场有效性理论,认为目前我国期货市

场还未达到弱型有效^[1],即可以用历史行情预测未来走势。在本文提出的预测方案中,为研究目的将对期货价格影响因素分为两类,第一类是常规因素,主要指供求关系所决定的长期走势,尝试应用人工神经网络根据历史行情序列预测主导行情走势;第二类是非常规因素,主要包括国家政策因素、证券委和证监会政策因素、交易所政策因素等,由用户确定修正系数,系统自动对期货价格趋势作相应调整,按套期保值业务逻辑,应用相关理论,步骤如下:

1° 应用人工神经网络专家系统对相关品种期货主导行情走势进行预测;

2° 对于不确定因素对期货价格走势的影响,用户根据自己的判断对参考数据提出修正系数,系统自动调整期货价格走势;

3° 应用马尔柯维茨组合投资模型,用历史行情时间序列估算参考的临界保值率^[2];

4° 应用现货价与期货价相关系数分析,为合约种类的选择提供辅助决策;

5° 采用定量化算法进行入市时机分析^[3];

6° 制订套期保值方案;套期保值方案由入市和出市两方向构成,这存在一对多或多对多的

ⁱ 收稿日期:2001-07-04;修订日期:2001-09-21.

基金项目:国家杰出青年基金资助项目(70125007).

作者简介:陈晓红(1963-),女,湖南长沙人,博士,教授,博士生导师.

关系,并进行了盈亏临界分析、综合成本/效益分析。

这里由于篇幅有限,重点介绍前两个步骤的应用处理技术,其它从略。

1.2 应用人工神经网络专家系统预测期货价格走势

1.2.1 人工神经网络基本概念

人工神经网络不需构建任何数学模型,只靠过去的经验和专家的知识来学习,通过网络学习达到其输出与期望输出相符的结果,具有自组织、自适应、自学习和容错性等特点,已经被广泛应用于处理模糊的、非线性的、含有噪声的数据,例如非线性经济预测、股市投资分析、股市建模与预测^[4,5]。人工神经网络本身的非线性动态系统的自我学习的特性与期货价格序列的动态性相吻合,所以此方法具有较好的适应性。BP网络(back propagation NN)是当前应用最为广泛的一种人工神经网络模型,是典型的单向多层次前馈网络,

它有输入层、隐含层和输出层,层与层之间多采用全互连方式,同层节点没有任何耦合,其拓扑结构见图1^[2]。

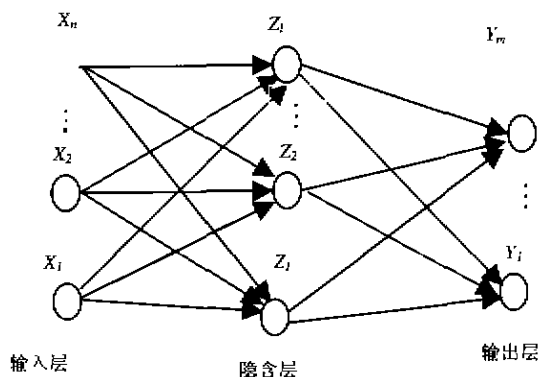


图1 BP网络拓扑结构

1.2.2 人工神经网络专家系统

采用如图1所示的3层BP神经网络模型,构造人工神经网络专家系统^[7,8]如图2所示。

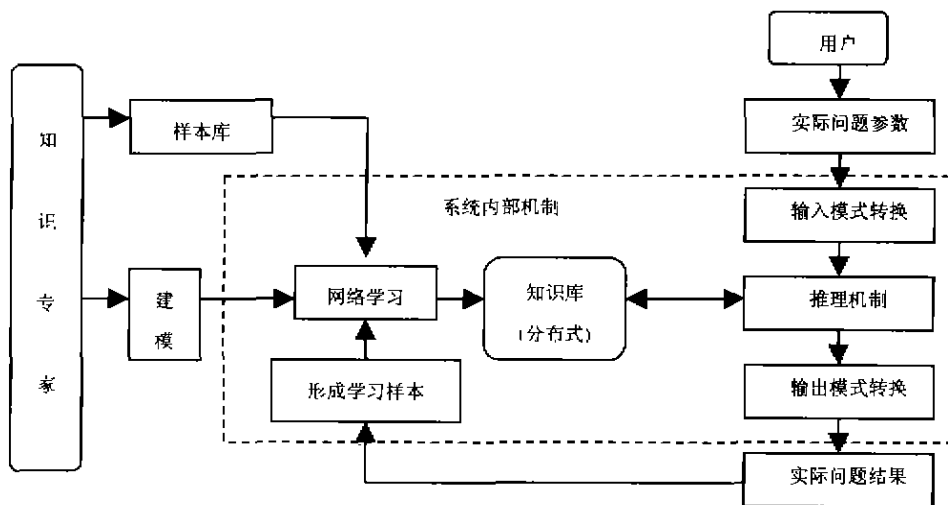


图2 神经网络专家系统结构图

① 模型设计

合理确定网络层数及各网络层的神经元数是成功应用BP网络模型的关键之一。通常期货市场行情数据包括最高价、最低价、开盘价、收盘价、结算价、成交量、空盘量等,这些市场数据能较全面、客观地反映期货商品的供求变化状况和人们对期价未来走势的预期。如何将它们有机地结合起来用于期价预测呢?因此,输入层对应历史行情序列,神经元个数为7个,分别表示上述7类行情数

据。输出层的神经元个数为1,表示需要预测的结算平均价。由于Cybenko和Fanahashi已从理论上证明:具有一个隐含层(假设具有足够隐含层单元数)的神经网络能够以任意精度表示任何连续函数。因此,选取隐含层数为一层。隐含层单元数的选择则是一个十分复杂的问题,如果数目太少,会降低神经网络的容错性,训练不出理想的结果,但如果数目过多,将使网络训练时间急剧增加,且可能记住训练中没有意义的信息,造成网络难以

分辨数据中的真正模式。诚然,隐含层单元数与输入输出单元数、训练样本及样本数、问题的要求都有直接的关系。模型中将隐含层单元数、样本数、样本截止日期等设为变量,通过动态修改变量值找出合理的模型参数。这通过系统自动计算 MAPE 指标给出图形比较和选定样本中最优的模型参数值来实现。为保证收敛速度和稳定性,学习因子 η 取为变数,逐渐减小,由 0.95 ~ 0.4; 动量系数 0.2, 网络误差限度取为 0.1。神经元的激励函数,一般选用单调递增的有界非线性函数,本系统中采用 Sigmoid 型函数 $f_{in} = \frac{1}{1 + e^{-x}}$ 。

② 学习样本的选取

以每天的期货行情价为依据,需要 3 个月左右的历史行情数据。可以通过不同的导师值指导网络学习,确定相应参数后,完成对不同时期内价格走势预测。为了使数据的统计口径一致,需要对数据做如下技术处理:以 n 天为单位时,往前取一系列时间段(n 天)的算术平均值,预测后 n 天内行情走势, $n = 1, 2, 3, \dots$ 。

③ 推理机

推理机是基于神经元的的信息处理过程。

隐含层神经元 j 的输出

$$Z_j = f\left\{\sum_{i=1}^n W_{ji} X_i\right\} \quad (1)$$

输出层神经元 k 的输出

$$Y_k = f\left\{\sum_{j=1}^l W_{kj} Z_j\right\} \quad (2)$$

其中 $f(\cdot)$ 为激励函数, $W_{ji} = -\theta_j$, $W_{kj} = \theta_j$, $X_i = 1$, $Z_i = 1$

④ BP 网络的学习算法

网络学习可分为两大类:有教师学习和无教师学习。在有教师学习的方法中,把网络输出与教师信号之间的误差,归结为隐含层中各节点连接权及阈值的过错,通过把输出层节点的误差向输入层逆向传播的方法分给各连接节点,相应调整各连接权值,最终使差异变小,达到适合的输出。BP 网络学习是典型的有教师学习,是对 δ 学习规则的推广和发展。

⑤ 知识库

知识库主要是存放各个神经元之间连接权值。它是分布式存储的,适合于并行处理。一个节

点的信息由多个与它连接的神经元的输出信息以及连接权值合成。注意:初始化权值时,各个连接值采用不同的数值,最好在 (0, 1) 之间,如果初始权值相等,它们在以后运算中将始终保持相等,并且容易引起系统在学习过程中停留在误差函数的局部最小值或某稳定点或在这些之间振荡^[6]。

⑥ 输入、输出模式转换

实际问题输入的各数值量纲不统一,甚至用概念形式表示,所以需要进行输入、输出模式的转换使数据具有可比性。在本系统中,需要对数据进行同一化处理。

1.2.3 修正方案

将非常规因素对期货行情的影响定量化,为研究的需要,分为 6 方面因素:国家政策因素、证监会和证券会政策因素、交易所政策因素、金融市场资金因素、市气、其它因素等。由用户根据经验确定各类因素对主导行情预测值的修正幅度,设为 f_i , 系统再从总影响幅度 ($f_{\text{总}}$) 和持续时间 (T) 两方面对期货价格趋势调整。

2 预测实证分析

本文采用上述的人工神经网络预测模型,从 3 家期货交易所中各选出一具有代表性的交易品种进行期价预测。3 组原始数据分别为:沪铝 0009 合约(2000 年 4 月 - 2000 年 6 月)、大连大豆 2007 合约(2000 年 4 月 - 2000 年 6 月)、郑州绿豆 0009 合约(2000 年 4 月 - 2000 年 6 月)。选定 4 月份数据作样本,图 3 给出沪铝 0009 合约具体的预测误差 MAPE 的比较,得出结论:样本数愈多,网络训练时间愈长,且精度呈上升趋势,但当样本数超过 20 时,精度并没有显著提高,同时网络训练时间急剧增加;随着隐含层单元数的增多,网络记忆能力加强,精度有所提高,但有时记忆过细,造成预测行情波动过于频繁,导致精度略呈下降趋势,并且可以看出其预测效果与样本数目极其相关;所以综合考虑,认为期价预测中训练样本数应选取在各个隐含层单元数都有较好精度的点,再选取有较小误差的隐含层神经元数,并结合历史行情的检验,可以找到期价预测效果较优的模型参数。

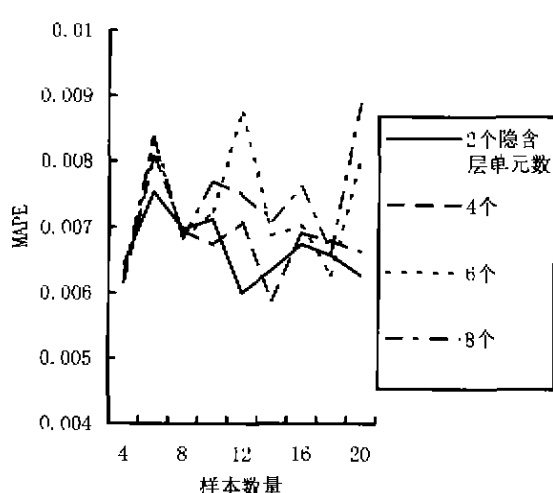


图3 误差分析图

例如图3中在样本数为18处各个隐含层单元数精度都较好,再选取6个隐含层单元数对5至6月份的行情作向前一天的期价预测图如图4

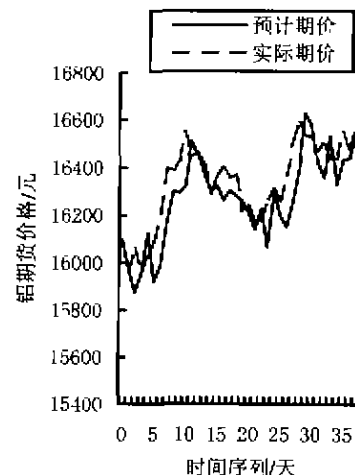


图4 沪铝0009合约期价预测图

所示,其它品种采用此方法作向前一天的期价预测图分别如图5、6所示,均取得较好预测效果,具有实用价值。

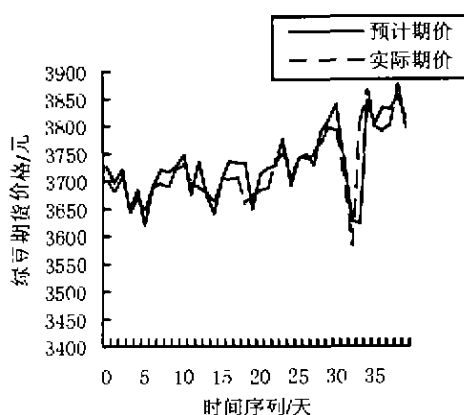


图5 郑州绿豆0009期价预测图

为了比较预测效果,采用文[9]中期价确定随机过程模型,对以上3组数据作向前一天的期

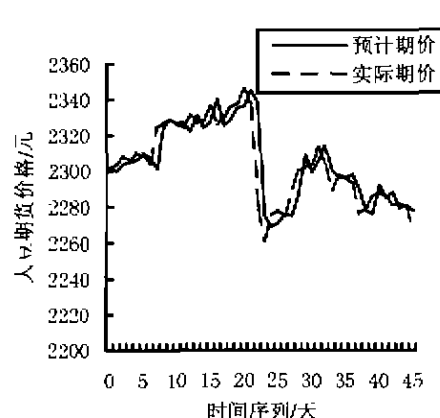


图6 大连大豆2007期价预测图

价预测,采用MAPE指标来检验预测效果.对比结果如表1所示.

表1 预测效果比较

模 型	沪铝0009合约 MAPE	郑州绿豆0009合约 MAPE	大连大豆2007合约 MAPE
人工神经网络模型	0.006 792	0.007 218	0.003 636
确定随机过程模型	0.029 631	0.031 212	0.027 514 2

综合结论及需说明的问题:

1)应用BP网络模型预测期价的精度较高,预测效果比确定随机过程模型要好.这与BP网络模型综合处理了期市行情中的7类市场数据有直接关系.

2)由图可见,在上升趋势中期价预测曲线一般处于期价原始曲线的下侧,而在下降趋势中却处于上侧.据之,认为两曲线的交叉点可以作为买卖信号的研判依据.

3)BP网络模型预测中具有一定的时滞性.在

选取网络输入层时,没有考虑利率、汇率、物价指数等经济因素以及政治因素和自然因素,因此该模型宜作中短期预测。

4)我国期市的发展还处在初级阶段,人为因素和国家政策的干预常使期市产生不规范的突变,这大大增加技术预测的难度,因此需结合传统的基本分析法和基本分析法才能对期价作出成功的判断。在本文的方案中,通过修正方案加入用户对其它因素引起期价走势判别。

3 系统功能设计及实现

本系统运用原型法,采用面向对象的开发工具 PowerBuilder6.5,其“事件驱动”的思想便于快

速地开发系统,包括应用程序开发和数据库设计。上述人工神经网络专家系统的样本库、知识库及输出结果适合存放于数据库中,其中涉及大量的数据处理,运算复杂,开发中注意将计算过程向后台数据库转移,采用存储过程以提高系统运算速度,相应也提高系统的可维护性。系统逻辑功能结构如图7所示。

基本信息管理:可以方便地对交易所、品种、费率、行情等基本信息进行增加、删除、修改,并提供任意组合条件查询功能。系统的其它业务处理是基于基本信息进行的,如BP预测、参数分析等涉及的信息,系统自动从对应的基本信息中取出所需数据进行处理。所以,基本信息必需完整输入。

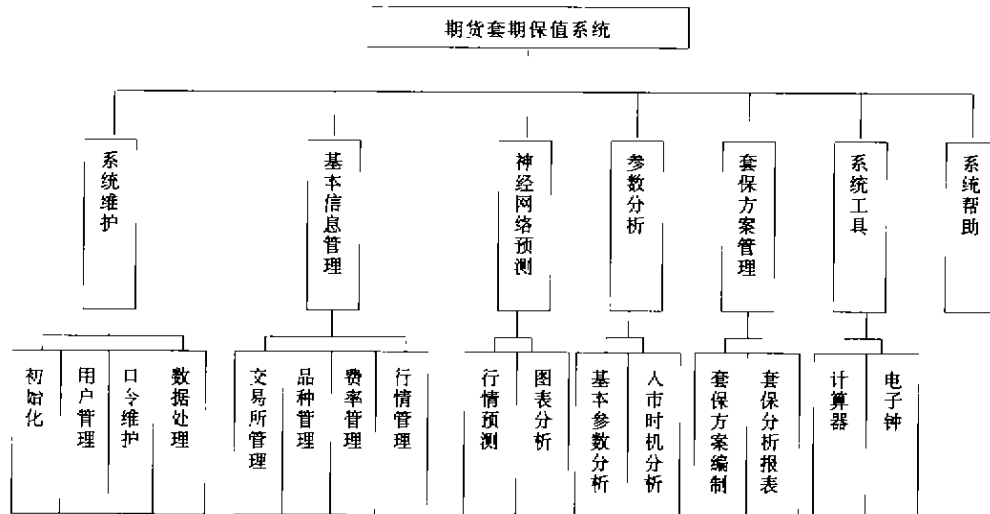


图7 系统逻辑功能结构图

神经网络预测:系统应用神经网络专家系统预测主导行情,根据样本库(历史行情)中的数据,自动预测用户选定时间段内的结算平均价,一系列预测值构成一条趋势线,为用户提供图表分析。

参数分析:有基本参数分析和入市时机分析两个模块。系统根据用户选定的历史行情计算最佳套保率、期货标准差、现货标准差及现货与期货间的相关系数;系统通过比较以上计算的参数,自动逻辑判断空头或多头入市时机,为用户提供辅助决策。

套保方案编制:系统对制定的各种不同方案

计算其成本费用、盈利等,并提供分析报表,用户可以比较各方案效果后,做出选择。

4 结束语

本系统尝试用人工神经网络专家系统预测期货价格走势,经实证检验,该模型具有较强的学习和记忆能力,可以在一定程度上模拟期货行情内在规律。并且,本系统的应用强调人机交互性,即用户的积极参与,系统需要通过大量的网络训练达到预测效果,其它相关理论的应用也需要用户的经验加以补充,有待进一步探讨。

参 考 文 献:

- [1] 侯晓鸿,曾继民,李一智. 市场弱型有效检验方法研究[J]. 管理工程学报, 2000, (1): 69-70
- [2] 李一智,侯晓鸿. 套期保值数量风险的分析研究[J]. 期货, 1998, (12): 45-48
- [3] 陈晓红,林孝贵. 套期保值交易时机分析[J]. 中南工业大学学报, 2000, 6(2): 213-215
- [4] 张建勋,贺京同,王 维等. 人工神经网络在经济控制中的应用[J]. 预测, 1999, (6): 26-29
- [5] Refenes A N, et al. Stock performance modeling using neural networks: a comparative study with regression models [J]. Neural Network, 1994, 7(2): 375-388
- [6] 陈 明. 神经网络模型[M]. 大连:大连理工大学出版社, 1995
- [7] 陈晓红. 决策支持系统理论与应用[M]. 北京:清华大学出版社, 2000
- [8] Chen Xiaohong. A DSS theory from problem solving paradigm[J]. International Journal of Information and Management Sciences, 2000, (5): 125-131
- [9] 李一智,侯晓鸿. 运用动态模拟方法分析期货价格行为[J]. 预测, 1999, (1): 53-55
- [10] 杨 欣,马洪波. 人工神经网络在中长期汇率预测中的应用[J]. 系统工程, 1999, (1): 18-24
- [11] 郑立群等. 人工神经网络方法在投资风险评价中的应用[J]. 管理科学学报, 1999, 2(4): 93-95

Future hedge decision support system based on neural network

CHEN Xiao-hong, ZHU Xia

School of Business and Management, Central South University, Changsha 410083, China

Abstract: This paper analyses total logic of the future hedge decision support system based on the characteristics of hedge operation. Artificial neural network expert system is adopted to forecast the tendency of future market. The ANN model is set and its structure is carefully designed. In the ANN model as prediction of future price, parameters of the model are dynamically changed in order to search preferable effect of prediction. This model has been applied to the real cases of forecasting of future, and the analysis of application of prediction result is given. At the same time, the structure and function of the DSS are given, which have stated significance for supporting decision of hedger.

Key words: neural network; future; hedge; decision support system