

文章编号:1000-582X(2003)01-0034-04

智能神经网络在时序信号预测上的应用^{*}

汪成亮¹, 宋军², 胡炳权¹, 张勤¹

(1. 重庆大学自动化学院, 重庆 400044; 2. 重庆大学电气工程学院, 重庆 400044)

摘要:从80年代开始,人工神经网络的研究技术在理论和实际应用上已经比较成熟,在信号处理系统中也开始采用该技术进行非线性时间序列信号的预测分析。但由于该理论黑箱模型的特点,无法引入先验知识,从而预测精度难以提高。针对该问题,提出了通过滚动预测的方法,并引入了一种智能化的新型神经元模型,建立区别于传统的神经网络预测模型,达到了较为理想的预测效果。并且以股票价格的预测作为实验模型,对该方法进行了验证,表明了它的实际应用价值。

关键词:神经网络; BP算法; 预测模型; 时序信号; 股票价格预测

中图分类号: TP183

文献标识码: A

对时序信号的预测在诸如天气预报、股票价格预测等方面有着重要的作用,传统的方法主要有基于领域知识的预测^[1];预测的依据是该领域长期发展积累的各种先验知识、固定的模式。还有就是基于纯信号的处理方式:预测依据是按照信号处理的一套完备的理论,包括频谱分析、神经网络等^[2]。笔者立足于当前已经得到广泛认可的神经网络,用智能神经网络将计算与推理相结合,使整个系统不仅具有知识的学习能力,而且能够进行信息的存储、处理能力,从而提高预测的准确度。

1 神经网络介绍

自 W. McCulloch 与 W. Pitts 率先提出神经网络模型以来,神经网络技术在各个领域的广泛应用已经成为了整个人工智能学科一个最为突出的代表^[3-4],该理论建立在现代神经科学研究成果的基础上,用大量简单处理单元(称为神经元)广泛地互相连接而形成的复杂网络来模拟那些结构庞大、信息难以描述的系统,最终达到解决某些利用传统方法或者无法解决、或者处理技术上存在困难的问题,该技术通过在与实际问题相结合的过程中不断地得到丰富和扩展^[4-5]。

神经网络的典型模型结构如图1,其中 θ_j 称为阈值, w_{ji} 称为连接权系数, $F(\cdot)$ 为变换函数, $S_j = \sum \omega_{ji} * x_i$ ($\chi_0 = \theta_j, \omega_{j0} = -1$), $y_j = F(S_j)$ 。而神经网络

模型又以线性神经网络、BP网络、径向基函数网络和自组织网络最为常用。无论是采用何种网络模型,在解决问题时一般都按照以下步骤进行:1) 分析问题域的特点,选择与之适应的模型;2) 初步确定网络层次、神经元数量以及初始化各层神经元之间的连接权值和阈值;3) 利用历史数据,采用相应的学习算法确定网络的各个参数;4) 接收新的输入,输出问题的结果。

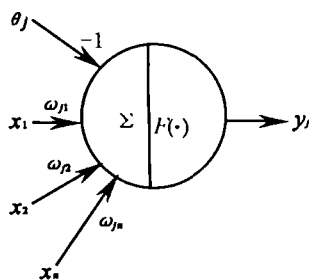


图1 神经元的基本模型结构

2 神经网络预测方法

所谓非线性时序信号预测,即通过一些已知历史数据对未来未知数据的取值进行估计,设有时间序列 $\{X_t\}$,其中历史数据 $[X_n, X_{n+1}, \dots, X_{n+m}]$,对未来 $n + m + k$ ($k > 0$) 时刻的取值进行预测,即预测 X_{n+m+k} 的值,方法是求出历史数据 $[X_n, X_{n+1}, \dots, X_{n+m}]$ 与

* 收稿日期:2002-09-16

基金项目:重庆市科技攻关课题《面向工业应用的智能开发平台及系统研究》资助项目(5990)

作者简介:汪成亮(1975-),男,四川资阳人,重庆大学博士研究生,主要从事人工智能、故障诊断研究。

X_{n+m+k} 的某种非线性函数关系： $X_{n+m+k} = F(X_n, X_{n+1}, \dots, X_{n+m})$ 。

自从 BP(back propagation) 网络, 又称为前馈网络, 被 Rumelhart 等提出后, 经过证明, “在其隐含层节点可以根据需要自由设置的情况下, 三层 BP 网络可以实现逼近任意的具有有限个间断点的连续非线性函数”, 自此, BP 网络成为人工神经网络中被研究得最多, 理论上最成熟, 应用最广泛的网络。该网络是一个采用误差梯度下降法进行学习的多层网络, 通常采用非线性的转移函数, 其学习采用有监督的学习方式, 可以将一个具有一个 sigmoid 函数层, 一个线性函数输出层的 BP 网络, 拟合出反映历史的时序数据之间的模型, 从而完成对将来走势的预测。

用神经网络进行预测即用神经网络来拟合函数 $F(\cdot)$, 得出未来数据的取值。常用如下 3 种类型的预测:

1) 单步预测

当 $k = 1$ 时, 即网络输入 $[X_n, X_{n+1}, \dots, X_{n+m}]$ m 个历史数据, 输出 X_{n+m+1} 的值, 此类预测方法效率低, 没有引进修正机制。

2) 多步预测

当 $k > 1$ 时, 即网络输入 m 个历史数据, 输出 $[X_{n+m+1}, X_{n+m+2}, \dots, X_{n+m+k}]$ 的值, 此类预测方法由于误差的积累, 预测精度低, 实用价值不大。

3) 滚动预测(迭代一步预测)

先进行单步预测, 然后将输出反馈给输入端作为网络输入的一部分, 即像如下形式 (预测未来 q 个时刻的取值):

执行步骤	神经网络输入	输出(预测结果)
1	$X_n, X_{n+1} \dots$	$X_{n+m} X_{n+m+1}$
2	$X_{n+1}, X_{n+2} \dots$	$X_{n+m+1} X_{n+m+2}$
\vdots	\vdots	\vdots
q	$X_{n+q-1}, X_{n+q} \dots$	$X_{n+m+q-1} X_{n+m+q}$

此类预测是本文研究的重点。

但基于传统的神经网络的时序信号预测有着一定的缺陷: 整个预测过程是基于对历史数据的大量计算, 没有考虑数据本身所属的领域特征和规则, 即无法引入专家知识; 没有将数据中隐含的模式作为一个重要的参数加入到整个预测工作中。

3 智能神经网络模型

人工智能分为两大类: 1) 基于符号逻辑的传统人工智能技术, 它在逻辑推理和规则判定上有着明显优势; 2) 基于连接主义的现代人工智能技术, 包括神经

网络、信度网等, 它们在知识的自动获取上、并行计算上、模糊处理上更胜一筹。如何将二者有效地结合、优势互补成为当前的一个研究方向。而传统的神经网络的神经元模型是将其看作是感知信息的单位, 主要的功用是进行数值运算, 经过大量的训练后, 神经元对整个系统的输入与输出有了数值上的感知能力。传统神经元模型本身不能进行基于符号的推理, 难以将大多数系统中已有的预先设定的运行规则或长期积累的专家先验知识在模型中得以体现。

为了在传统神经网络的基础上引入一定的专家知识, 可以建立一个更具一般意义的神经元模型(见图 2), 将数值计算与逻辑推理结合起来, 不仅能在大量的训练后保存数据信息, 也能预先将专家的规则知识存储在模型中, 对整个训练、学习过程进行监督和优化。在接收到输入信号后, 先进行基于逻辑推理的规则判定, 然后再分类进行数值运算得到输出或强制输出值。

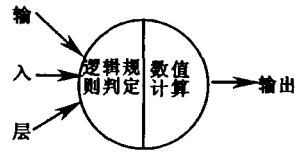


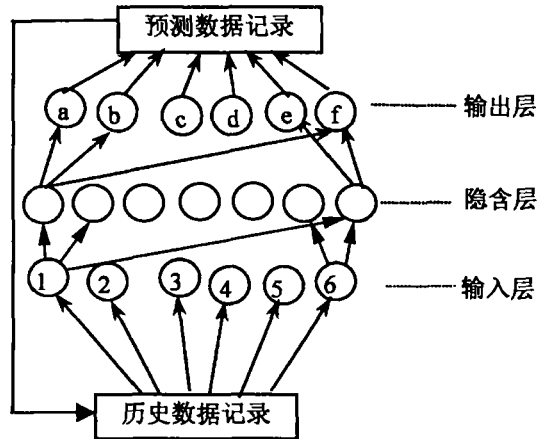
图 2 智能神经元的模型结构

4 在股票价格预测中的应用

4.1 网络拓扑结构

整个网络依照 BP 网络的模式设置为 3 层: 输入层、隐含层和输出层, 其拓扑结构如图 3 所示。

历史数据记录由以前的交易记录组成, 首先将所有数据进行归一化处理, 即把不同类型, 不同量纲的原



a. 预测开盘价; b. 预测最高价; c. 预测最低价; d. 预测收盘价; e. 预测交易量; f. 预测交易额; 1. 开盘价; 2. 最高价; 3. 最低价; 4. 收盘价; 5. 交易量; 6. 交易额

图 3 网络拓扑结构

始数据转换到[-1,1]区间,从而成为输入层的数据来源;输入层、输出层都由6个智能神经元构成,其中引入了判断规则,诸如:涨跌幅度(预测的最高、最低值之差的绝对值与开盘价之比)不能超过10%;是否满足某种K线模式(三乌鸦、孕育线等)。

4.2 具体实现

Matlab对神经网络的开发提供了很好的开发平台^[6],同时也可以与其他高级开发语言相结合,而智能神经元中蕴含的规则推理与面向对象的“方法”可以很好地对应,因此系统选择利用Matlab的Neural Network工具包^[6],在VC++6.0的开发环境下,基于面向对象技术予以实现。

设输入层的第*i*个神经元到隐含层的第*j*个神经元的结合权值为 W_{ij} ,隐含层的第*j*个神经元到输出层的第*k*个神经元的结合权值为 W_{jk} , θ_j 和 θ_k 分别是隐含层和输出层的阈值,激活函数采用的是Sigmoid函数。整个网络的学习流程如下:

1) 初始化网络,对 W_{ij} 、 W_{jk} 、 θ_j 和 θ_k 随机赋值;

2) 计算隐含层的输出和输出层的输出;

$$Y_j = F(\sum_i W_{ij} V_i + \theta_j) \quad \text{隐含层输出}$$

$$S_k = F(\sum_j W_{jk} Y_j + \theta_k) \quad \text{输出层输出}$$

3) 计算期望输出值与实际输出值之间的平方和(误差函数*E*);

4) 比较近2次的误差函数,调整相应的学习率 ϵ ;

5) 调整输出层的权值、阈值和隐含层的权值、阈值;

$$W_{ij} = W_{ij} + \epsilon_1 * V_i * E_{1j} \quad \theta_j = \theta_j + V_i * E_{1j}$$

$$W_{jk} = W_{jk} + \epsilon_2 * Y_j * E_{2k} \quad \theta_k = \theta_k + Y_j * E_{2k}$$

6) 重复2)步骤,直到达到学习要求,即误差降低到规定范围。

在对样本进行学习完毕后,开始进行预测工作,步骤如下:

1) 准备预测的历史数据输入到系统中;

2) 测第*i*个数据值 T_i ;

3) 智能神经元推理机进行逻辑推理,按照相应要求调整 T_i ,得到 D_i ;

4) 将 D_i 加入到历史数据中, $i = i + 1$,重复1)直到满足规定的预测量。

4.3 实际预测效果验证

预测网络的实验数据来自上海证券交易所提供的数据,从中选取一定的样本作为学习数据,选取近两个月的数据进行预测,主要预测最后一个交易日后一周的数据(5d)。通过将预测方案(AIP)与传统神经网络

预测的方法(TAP)进行比较,从而对整个方案加以验证,详细结果见表1。

表1 福耀玻璃(600066)5d收盘价格预测分析

交易日期	收盘价格 / 元	相对误差绝对值	
		AIP	TAP
2001年12月20日	13.80	0.0088	0.0383
2001年12月21日	13.36	0.0159	0.0420
2001年12月24日	13.65	0.0177	0.0451
2001年12月25日	13.41	0.0162	0.0395
2001年12月26日	13.36	0.0213	0.0453

2种不同预测方法的图形输出结果如图4所示,其中实线代表股票价格实际走势,虚线代表预测走势(2001年10-11月为学习阶段;预测12月的数据)。

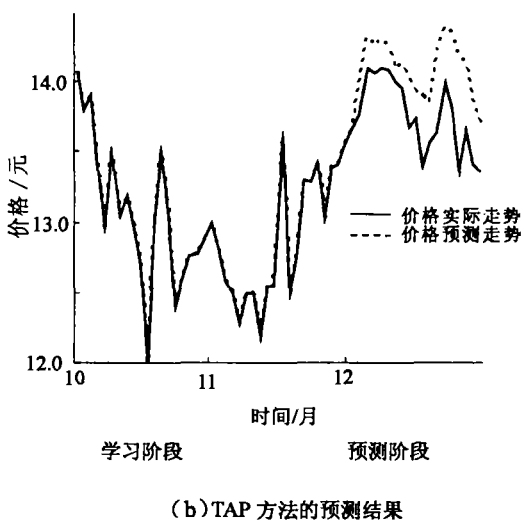
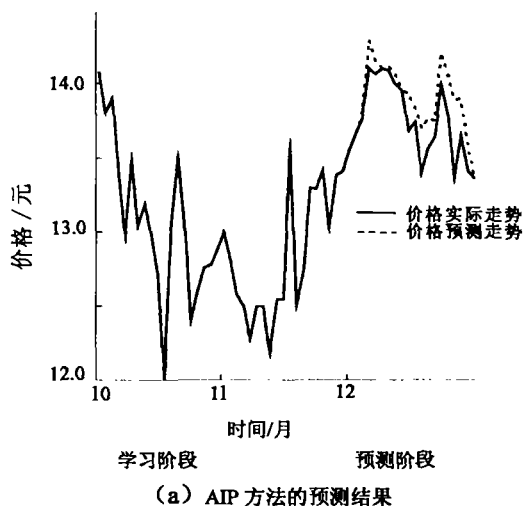


图4 2种股票预测方法的比较

对人工神经网络的研究已经历时约半个世纪,但人工神经网络真正在理论和应用上受到广泛的重视,是从80年代开始的。现在,对于人工神经网络的

研究已经比较成熟,这项技术成为现代人工智能研究的热点之一。

5 结 论

在传统神经网络的基础上,通过滚动预测的方法,将预测的效率和精度提高,并且引入了智能神经元的模型,将传统神经元的数值运算能力与基于符号的推理能力相结合,使神经网络能够借助专家的规则知识,对整个预测过程进行监督和修正,从而进一步确保了预测的准确性。随着对神经元逻辑推理规则的不断充实,预测的效果会更为改善。

参考文献:

- [1] PANDIT S M, WU S M. Time Series and System Analysis with Applications[J]. John Wiley, 1983, 5: 102 - 108.
- [2] 卢学强. 神经网络方法及其在非线性的时间序列预测中的应用[J]. 系统工程理论与实践, 1997, 17(6): 97 - 99.
- [3] 靳蕃, 范俊波, 谭永东. 神经网络与神经计算原理应用[M]. 成都: 西南交通大学出版社, 1991.
- [4] 王晓明, 郑宝玉. 一种面向语音识别的新型神经网络[J]. 南京邮电学院学报, 18(4): 44 - 48.
- [5] HOPFIELD J J, TANK D W. Computing with neural circuits[J]. A model Science, 1986, 233: 625 - 633.
- [6] 楼顺天, 施阳. 基于 MATLAB 的系统分析与设计[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2000.

Application of Intelligent Neural Network on Prediction of Time Series Signal

WANG Cheng-liang¹, SONG Jun², HU Bing-quan¹, ZHANG Qin¹

(1. College of Automation, Chongqing University, Chongqing 400044, China;

2. College of Electrical Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: The research of neural network has been matured both in theory and practical application since 1980's, and also been employed into the prediction and analysis of nonlinear time series signal in the field of signal process system. Concerning with the problem of time series signal prediction based on traditional neural network, such as black box, poor accuracy, and facing the shortage of post knowledge, this paper presents a different neural network prediction model from the traditional ones, based on intelligent neural cell model and employing the iterative prediction method. Through the example on stock price prediction, the prediction accuracy and practical value are proved.

Key words: neural network; BP; prediction model; time series signal; stock price prediction

(责任编辑 张 苹)