

基于 MATLAB 的 BP 神经网络预测系统的设计

李 萍 曾令可 税安泽 金雪莉 刘艳春 王 慧
(华南理工大学 广东广州 510640)

摘 要 利用 MATLAB 设计了 BP 神经网络预测系统。介绍了 MATLAB 的 BP 神经网络工具箱函数和图形用户界面, 详细介绍了 BP 神经网络预测系统的设计, 并对所设计的预测系统进行了性能评价。系统具有良好的性能, 在很多领域可以发挥较大的作用。

关键词 MATLAB BP 神经网络 预测

DESIGN OF FORECAST SYSTEM OF BACK PROPAGATION NEURAL NETWORK BASED ON MATLAB

Li Ping Zeng Lingke Shui Anze Jin Xueli Liu Yanchun Wang Hui
(South China University of Technology Guangzhou 510640, Guangdong, China)

Abstract Forecast system of Back Propagation neural network is developed by MATLAB. The functions in the toolbox of Back Propagation neural network and the graphical user interfaces of MATLAB are introduced. The design of forecast system of Back Propagation neural network is analyzed in detail and the performance of the forecast system is evaluated. The result indicates that the system has good performance and it is useful in many fields.

Keywords MATLAB Back Propagation neural network Forecast

0 前 言

在系统辨识和预测中, 需要建立性能好的、稳定的模型对系统进行准确地辨识和预测。对于线性系统, 利用传统的系统辨识方法, 可以得到较完美的解决。但对于非线性系统, 传统的系统辨识方法就显得无能为力了。

相比之下, 对于非线性系统, 神经网络显示了明显的优越性。因为神经网络具有通过学习逼近任意非线性映射的能力, 将神经网络应用于非线性系统的辨识和预测, 可以不受非线性模型的限制, 便于给出工程上易于实现的学习算法。

BP (Back Propagation) 神经网络是一种多层前馈神经网络, 名字源于网络权值的调整规则采用的是后向传播学习算法, 即 BP 学习算法。据统计, 80% ~ 90% 的神经网络模型采用了 BP 神经网络或者它的变化形式。目前, 已经有一些比较成熟的神经网络软件包, 其中 MATLAB 的神经网络工具箱应用最为广泛。

1 BP神经网络

1.1 BP学习算法

BP 学习算法是 Rumelhart 等在 1986 年提出的。它是一种监督式的学习算法, 通过连续不断地在相对于误差函数斜率下

降的方向上计算网络权值和偏差的变化而逐渐逼近目标。每一次权值和偏差的变化都与网络误差的影响成正比, 并以反向传播的方式传递到每一层。

BP 学习算法由两部分组成: 信息的正向传播与误差的反向传播。在正向传播过程中, 输入信息从输入经隐含层逐层计算传向输出层, 每一层神经元的状态只影响下一层神经元的状态。如果在输出层没有得到期望的输出, 则计算输出层的误差变化值, 然后转向反向传播, 通过网络将误差信号沿原来的连接通路反传回来修改各层神经元的权值直至达到期望目标。

1.2 BP神经网络

BP 神经网络的产生归功于 BP 算法的获得。它有一个输入层、一个输出层和一个或多个隐含层, 同层神经元间无关联, 异层神经元间向前连接。根据对象的复杂程度, 选择适当的网络结构, 就可以实现从输入空间到输出空间的任意非线性函数的映射。

BP 神经网络主要用于: (1) 函数逼近: 用输入矢量和相应的输出矢量训练一个网络逼近一个函数; (2) 系统辨识和预测: 用一个特定的输出矢量将它与输入矢量联系起来; (3) 分类: 把输入矢量以所定义的合适方式进行分类; (4) 数据压缩: 减少输出矢量维数以便于传输或存储。

2 BP神经网络的工具箱函数

MATLAB神经网络工具箱中包含了许多用于 BP神经网络分析与设计的函数,表 1列出了常用函数的名称及用途。利用这些函数可以根据需要设计不同的 BP神经网络,并能够对其性能进行评价,以图像的形式表示出来,即直观又形象。

表 1 BP神经网络的常用函数表

函数类型	函数名称	函数用途
创建函数	newff	创建级联前向网络
	newcf	创建前向 BP网络
	newfd	创建存在输入延迟的前向网络
传递函数	logsig	S型的对数函数
	tansig	S型的正切函数
	purelin	纯线性函数
训练函数	trainbfg	BFGS准牛顿 BP算法函数
	traind	梯度下降 BP算法函数
	traindm	梯度下降动量 BP算法函数
学习函数	learnbd	梯度下降权值 阈值学习函数
	learnbdm	梯度下降动量权值 阈值学习函数
性能函数	mse	均方误差性能函数
	msereg	均方误差规范化性能函数
显示函数	plotperf	绘制网络的性能
	plotes	绘制一个单独神经元的误差曲面
	plotep	绘制权值和阈值在误差曲面上的位置
	errsurf	计算单个神经元的误差曲面

3 MATLAB图形用户界面的实现

3.1 图形对象的属性

本系统都采用控制框图形对象,让用户进行某些操作,或设置选项或属性。表 2列出了控制框的一些基本属性。

表 2 控制框的一些基本属性

Callback	MATLAB回调串,当 uicontrol激活时,回调串传给函数 eval 初始值为空矩阵。
Enable { on; off	控制框使能状态 uicontrol使能 激活 uicontrol将 Callback字符串传给 eval uicontrol不使能,标志串模糊不清。激活 uicontrol不起作用
String	文本字符串
Style { pushbutton; radio button; checkbox; edit; text; slider; frame; popup menu	定义 uicontrol对象的类型 按钮键:选择时执行一个动作。 无线按钮键:单独使用时,在两个状态之间切换 成组使用时,让用户选择一个选项 检查框:单独使用时,在两个状态之间切换;成组使用时,让用户选择一个选项 可编辑框:显示一个字符串并让用户改变静态文本框:显示一个字符串 滑块:让用户在值域范围内选择一个值。 框架 显示包围一个或几个 uicontrol的框架,使其形成一个逻辑群。 弹出式菜单:含有许多互斥的选择的弹出式菜单

Value	uicontrol的当前值。
Tag	文本串

3.2 对图形对象的控制

下面以“预测”按钮为例,说明如何实现“预测”按钮的控制功能。

```
function pushbutton_Yuce_Callback(hObject,eventdata,handles)
//“预测”按钮回调函数
global net //定义 net为全局变量
Yuce_Yangben= str2num( get(handles.edit_Yuce_Yangben,'String') );
//将预测样本的文本转换为数组
Yuce_Yangben= Yuce_Yangben'; //数组转置
size_Yuce_Yangben= size(Yuce_Yangben); //预测样本数组的大小
if size_Yuce_Yangben([ 1 ]) == get(handles.popupmenu_sjurceng_num,'Value') ) //如果样本数组的行数与输入层的神经元数相等,则执行
//下列命令
Yucejieguo= sim( net,Yuce_Yangben); //对预测样本进行仿真
Yucejieguo= Yucejieguo'; //仿真结果数组转置
set(handles.edit_Yucejieguo,'String', num2str(Yucejieguo));
//将仿真结果显示在预测结果输出文本框内
set(handles.pushbutton_baocun,'Enable','on');
//将“保存”按钮设置为可用
else //否则
wamdlx '预测样本每组个数与输入层神经元个数不一致,请重新输入!','预测...样本输入警告'; //弹出警告对话框
set(handles.edit_Yucejieguo,'String',''); //将预测结果输出文本框清空
end //结束
```

4 BP神经网络预测系统的设计

4.1 BP神经网络预测系统界面的设计

系统主界面主要有三部分:(1)BP神经网络的设计;(2)BP神经网络的训练;(3)利用训练好的 BP神经网络的进行预测。

4.2 BP神经网络预测系统运行流程

运行系统,出现系统主界面,首先设置 BP神经网络,然后利用已知的样本对网络进行训练,最后就可以利用训练好的 BP神经网络对未知的样本进行预测。当进行训练或预测时,如果 BP神经网络的设置与训练样本的输入及预测样本的输入不一致的时候会弹出警告对话框。BP神经网络训练完成后,会显示训练过程的曲线,如图 1所示,并且按“绘制训练结果”按钮,将弹出训练结果图,如图 2所示。按“保存”按钮,结果将保存为一个以当前日期及时间数字为文件名的文本文档(200641416112 89 .txt),该文档保存了所有处理的信息。运行流程如图 3所示。

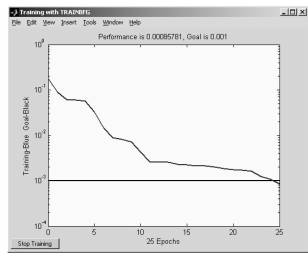


图 1 BP神经网络的训练过程

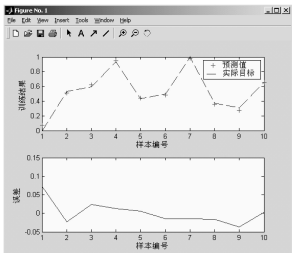


图 2 BP神经网络的训练结果

(下转第 184 页)

系统,也能应用于其他疲劳检测系统中,例如驾驶员疲劳检测等。

参 考 文 献

[1] ReinLienHsu, Mohamed AbdelMottaleb, AnilK Jain. FaceDetection in Color Image. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 2002 24(5).

[2] Elgammal, A. Duraiswami, R. Hawwood, D. et al. Background and Fore-ground Modeling Using Non-Parametric Kernel Density Estimation for Visual Surveillance. In Proceedings of the IEEE 2002

[3] Spon, S. Rabinstein, R. A Real-Time Face Tracker for Color Video. In IEEE 2001 0-7803-7041-4/01.

[4] Yang, M. H. Kriegman, D. J. Ahuja, N. Detecting Faces in Images: A Survey. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 2002 24(1): 34-58

[5] Domingos, T. Leong, M. Spagnolo, P. Guaragnella, C. A Neural System for Eye Detection in a Driver Vigilance Application. In IEEE Intelligent Transportation System Conference, 2004.

[6] Li Ying, Lai Jianhuang, Yuan Pengchi. Combined Method of Eye State Detection. Journal of Image and Graphics 2003 8(10).

(上接第 150 页)

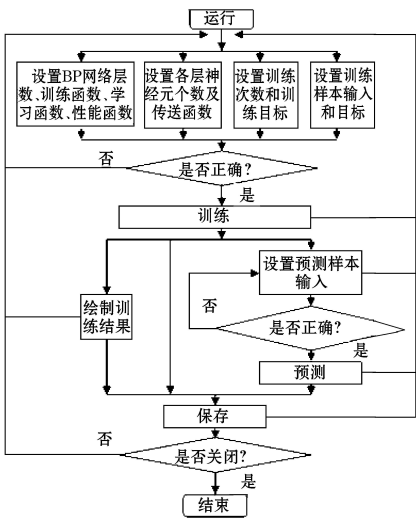


图 3 BP神经网络预测系统运行流程图

5 BP神经网络预测系统的性能和特点

5.1 BP神经网络预测系统的性能

以我国西南某地震常发生的地震资料作为样本来源,实现基于神经网络的地震预报。从地震资料中提取 7 个预报因子和实际发生的震级作为输入和目标。预报因子分别为:地震累计频度、累计释放能量、b 值、异常地震群个数、地震条带个数、活动周期、相关区震级。

收集 10 个学习样本,利用 BP 神经网络预测系统对网络进行训练。由于输入样本为 7 维的输入向量,1 维的目标向量,因此,设置输入层为 7 个神经元,输出层为 1 个神经元。层数设为 3 隐含层 1 的神经元数设为 15 传递函数设为 \tanh 输出层的传递函数设为 $\log s$ 训练函数设为 trainb 学习函数设为 learn 性能函数设为 mse 训练过程见图 1 训练结果见图 2 及表 3。

表 3 训练结果列表

编号	输入 1	输入 2	输入 3	输入 4	输入 5	输入 6	输入 7	目标	训练	误差
1	0	0	0.62	0	0	0	0	0	0.0717	0.0717
2	0.3915	0.4741	0.77	0.5	0.5	1	0.3158	0.5313	0.5076	-0.0237
3	0.2835	0.5402	0.68	0	0.5	1	0.3158	0.5938	0.6182	0.0244
4	0.621	1	0.63	1	0.5	1	1	0.9375	0.9509	0.0134
5	0.4185	0.4183	0.67	0.5	0	1	0.7368	0.4375	0.4432	0.0057
6	0.216	0.4948	0.71	0	0	1	0.2632	0.5	0.4848	-0.0152
7	0.999	0.0383	0.75	0.5	1	1	0.9474	1	0.9856	-0.0144
8	0.5805	0.4925	0.71	0	0	0	0.3684	0.375	0.3592	-0.0158
9	0.081	0.0692	0.76	0	0	0	0.0526	0.3125	0.2755	-0.037
10	0.3915	0.123	0.98	0.5	0	0	0.8974	0.6563	0.6595	0.0032

从训练结果可以看出,BP神经网络预测系统训练的误差较小,训练的速度快,具有很好的预测性能。如果输入更多的训练样本,系统将得到更准确的预测结果。

5.2 BP神经网络预测系统的特点

本 BP神经网络预测系统具有如下特点:

(1) 操作简单、方便 用户只需设置好神经网络参数,输入对应的训练样本的输入和目标向量进行训练,就可以利用训练好的网络进行预测了。

(2) 系统稳定、可靠 当用户输入的样本与神经网络的参数不一致时,会弹出对话框,告诉用户哪里设置不对,给用户提供向导,使系统不至于出错或死机。

(3) 数据的输入方便 用户可以通过复制、粘贴的方法,将样本数据输入给系统,每组样本之间,只需“;”或换行来隔开,不需通过键盘将数据一个一个地输入。

(4) 数据的保存方便 训练和预测结果可以保存为文本文件,数据内容包括三部分:① BP神经网络设置信息;② BP神经网络的训练结果;③ BP神经网络的预测结果。使用户能够一目了然地读取 BP神经网络训练及预测的所有信息。

6 结束语

BP神经网络预测系统对系统辨识和预测具有良好的性能,在很多领域可以发挥很大的作用。例如可以利用本系统对电力负荷进行预报,保证电力系统经济、安全和可靠地运行。再例如利用本系统对地震进行预报,帮助人们及时采取有效措施,降低人员伤亡和经济损失。值得注意的是,要对某一对象进行较准确预测,首先是要保证训练样本必须是准确的,并且训练样本的数量要足够多,输入向量是目标向量的主要影响因素。

BP神经网络预测系统除了在教育中有较大的作用之外,还在教学方面有一定的意义。

参 考 文 献

[1] 飞思科技产品研发中心. 神经网络理论与 MATLAB7 实现. 北京: 电子工业出版社, 2005.

[2] Hanselman, Littlefield 李人厚, 等. 精通 MATLAB 综合辅导与指南. 西安: 西安交通大学出版社, 2001.

[3] 曾令可, 等. 计算机在材料科学与工程中的应用. 武汉: 武汉理工大学出版社, 2004.