

基于 MATLAB 神经网络工具箱的线性神经网络实现

温 浩, 赵国庆

(西安电子科技大学 电子工程学院, 陕西 西安 710071)

摘 要 首先简要介绍了线性神经网络结构和算法, 以及 MATLAB 语言的特点。其次介绍了利用 MATLAB 神经网络工具箱实现线性神经网络方法和基本步骤。基于 MATLAB 语言提供的神经网络工具箱函数进行网络设计, 用户可以根据自己的需要调用相关的程序, 从而省去了编写具体的复杂而冗长的算法细节。最后给出具体的实例, 证明该方法是可行的。

关键词 神经网络; MATLAB; 仿真
中图分类号

1 引 言

人工神经网络 (Artificial Neural Network-ANN), 简称为“神经网络” (NN), 作为对人脑的一种抽象和模拟, 是探索人类智能奥秘的有力工具, 也是近年来发展起来的一门十分活跃的交叉学科。它涉及生物、电子、计算、数学、物理等学科, 有着广阔的应用前景。神经网络是由大量的、同时也是很简单的神经元广泛互连形成复杂的非线性系统, 作为一种新的方法体系, 具有分布并行处理、非线性映射、自适应学习和鲁棒容错等特性, 这使得它在模式识别、控制优化、智能信息处理以及故障诊断等方面都获得了广泛的应用。线性神经网络是最简单, 最具有代表性的一种神经网络, 在函数拟合、信号滤波、预测和控制领域等方面都有着广泛的应用。自适应线性神经元 (Adaline) 是线性神经元的典型代表。

MATLAB 语言是一套功能十分强大的工程计算及数据分析软件, 广泛应用于工业、电子、医疗、建筑等众多领域。MATLAB 也是一种交互式、面向对象的程序设计语言, 其结构完整、具有优良的可移植性。它能迅速地对工程师的构思进行测试, 提供综合系统性能测评, 并能快速设计出大量解决方案以确保未来更高水平的技术要求。它与 Basic, Fortran 和 C 等编程语言相比, 具有程序可读性强、调试简单等特点, 特别是在编写含矩阵运算的复杂程序时, 能给用户提供极大的方便。此外

它还提供了各种专业性较强的工具箱, 在此环境下, 用户不需要再编写自己学科范围内的基础程序, 而只要根据自己的需要调用相关程序, 从而免除了编写复杂而庞大的算法程序的困扰, 而把更多的精力用于对本学科的研究上。

本文将以 MATLAB6.x 为开发环境, 介绍神经网络工具箱及其相关的函数, 论述利用其神经网络工具箱开发线性神经网络的方法及设计步骤, 并给出应用实例。

2 线性神经网络简介

线性神经网络是最简单的一种网络, 由一个或多个线性神经元构成前向网络。1960 年由 B.Widrow 和 M.E.Hoff 提出的自适应线性单元 (Adaline) 网络是线性神经网络最早的典型代表。线性神经网络采用线性函数作为传递函数, 因此其输入可以取任意值。它采用基于最小二乘算法 (LMS) 的 Widrow-Hoff (W-H) 学习规则来调节网络的权值和阈值, 其收敛速度和精度都有较大的改进。

2.1 线性神经元模型

线性神经元采用的传递函数为线性函数, 其输入与输出之间是简单的纯比例关系线性神经元的输出可以取任意值, 其输入、输出关系为:

$$a = f(wp + b) = wp + b \quad (1)$$

其中函数 f 为比例传输函数。

下面给出线性神经网络的结构及模型:

图 1 给出了单个神经元模型 (Adaline), 图 2 为线

性神经网络结构示意图 (Madaline)。

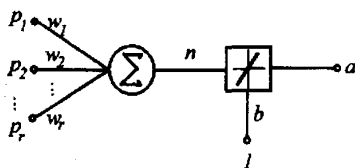


图 1 单个线性神经元模型

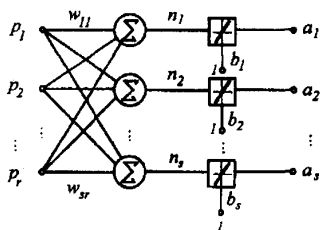


图 2 线性神经网络结构示意图

可见线性神经网络是由 S 个神经元并联而成的一层网络。

3 MATLAB6.x 神经网络工具箱及其相关函数简介

在 MATLAB 神经网络工具箱中,网络结构、网络权值和阈值以及训练函数等所有重要的网络属性,都被封装在神经网络对象中。当用户建立了一个神经网络对象后,只要设置好网络属性,就可以方便地使网络按照自己的期望进行训练和工作,而不再编写冗长的程序语句,从而提高了神经网络系统的设计与分析效率。

3.1 设计线性网络的相关函数

(1) 神经元传递函数 purelin: 该函数是一个线性函数其函数表达式为 $f(x) = kx$ 。

(2) 线性网络的生成函数 newlin: 利用该函数可以生成一个线性神经网络。其格式为:

`net=newlin(PR,S)`

其中: PR 为 $R \times 2$ 维矩阵,表示 R 维输入矢量中每维的最小值和最大值之间的范围;

S 表示线性神经网络的输出个数,即网络层神经元的个数。函数返回变量 `net` 为生成的线性神经网络对象。Newlin 已调用默认的初始化函数 `initzero` 对网络权值和阈值进行了零初始化。

(3) 初始化函数 `init`: 它是对网络的连接权值和

阈值进行初始化,用户可根据需要对已经默认的权值和阈值重新进行赋初值。

(4) 学习函数: 线性神经网络的权值和阈值学习规则采用的是基于最小二乘原理的 Widrow-Hoff 学习算法。基于 Widrow-Hoff 的学习算法的权值和阈值调节原理如下:

$$W(k+1) = W(k) + \Delta W(k) \quad (2)$$

$$b(k+1) = b(k) + \Delta b(k) \quad (3)$$

其中
$$\Delta W(k) = -\alpha \frac{\partial e^2(k)}{\partial W} \quad (4)$$

$$\Delta b(k) = -\alpha \frac{\partial e^2(k)}{\partial b} \quad (5)$$

基于 Widrow-Hoff 的学习算法对应的 MATLAB 函数为 `learnwh`。

(5) 性能函数: 性能函数通过计算网络输出矢量和目标矢量之间的差异来衡量神经网络的性能。为训练提供判据,包括: `mae`, 平均绝对误差函数; `mse`, 均方误差函数; `see`, 平方和误差函数。具体的函数为

$$\text{mae} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |d(i) - z(i)| \quad (6)$$

$d(i)$ 为理想输出矢量的第 i 个分量, $z(i)$ 为实际输出矢量的第 i 个分量;

$$\text{mse} = \frac{\sum_{i=1}^N (d(i) - z(i))^2}{N} \quad (7)$$

$$\text{see} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N [d(i) - z(i)]^2 \quad (8)$$

(6) 训练函数 `train`: 线性网络的训练初始化后,可对它进行训练。在 MATLAB 中训练网络有两类模式: 顺序模式和批处理模式。在顺序模式中,输入数据按排列顺序依次进入网络,网络每接收一个输入,就对权值进行一次调整。在批处理模式中,所有的学习样本都学习完成后,连接权值和阈值才被更新一次。`Train` 函数通过调用网络训练函数 `net.trainFcn`,并根据训练参数 `net.trainParam` 对网络进行训练。

(7) 线性网络训练算法函数: 线性神经网络的训练算法函数分别为 `trains` 和 `trainb`,其中 `trainb` 函数实现网络的批处理模式训练,而 `trains` 函数用于对网络进行顺序训练。

(8) 仿真函数 `sim`: 可以用来计算网络在给定

输入下的输出。

3.2 数据预处理

如果对神经网络的输入和输出数据进行一定的预处理,可以加快网络的训练速度。MATLAB 提供的预处理方法有:归一化处理(将每组数据都变为-1 至 1 之间的数,所涉及的函数有 `premnex`, `postmnmx`, `tramnmx`),标准化处理(将每组数据都变为均值为 0,方差为 1 的一组数据,所涉及的函数有 `prestd`, `poststd`, `transtd`)和主成份分析(进行正交处理,减少输入数据的维数,所涉及的函数有 `prepca`, `trapca`)。

其中归一化公式为:

$$\begin{cases} P_n = 2 \times (P - \min p) / (\max p - \min p) - 1 \\ T_n = 2 \times (T - \min t) / (\max t - \min t) - 1 \end{cases} \quad (9)$$

$\max p$ 和 $\min p$ 分别为输入矢量 p 中的最大值和最小值, P_n 为归一化的输入数据。 T 是原始目标数据, $\max t$ 和 $\min t$ 分别为 T 中的最大值和最小值, T_n 是归一化后的目标数据。

标准化处理公式为:

$$\begin{cases} P_n = (P - \text{mean} p) / \text{std} p \\ T_n = (T - \text{mean} t) / \text{std} t \end{cases} \quad (10)$$

p 为标准化前的输入数据, P_n 为标准化后的输入数据, $\text{mean} p$ 和 $\text{std} p$ 分别为原始数据 p 的均值和方差。同理 T 和 T_n 分别为标准化前,后的目标数据, $\text{mean} p$ 和 $\text{std} t$ 分别为原始数据 T 的均值和方差。

3.3 训练函数的导入方法

要对线性网络进行训练,必须准备训练样本。对样本数据的获取,有以下几种方法供选择,具体采用哪种方法,取决于数据的多少,数据文件的格式等。用元素列表方式直接输入数据。创建数据文件,通过 MATLAB 提供的装载数据函数,从数据文件中读取。函数 `load` 适合从 MAT 文件,ASCII 文件中读取数据;MATLAB I/O 函数适合从其他应用中的数据文件中读取数据;还可以通过数据输入向导(Import Wizard)从文件或剪贴板中读去数据,单击 File 菜单下的“Import Data...”将出现“Import Wizard”窗口,通过该窗口进行设置,但是该方法不适合从 M 文件中读取数据。

4 线性神经网络的 MATLAB 实现

4.1 网络设计步骤

在进行线性神经网络设计时,需要考虑以下几

个问题:网络的结构;神经元的传递函数的选取;网络的初始化(连接权值和阈值的初始化);训练参数设置;训练样本的归一化处理;样本数据导入方式等。

根据以上分析可知,对于网络的实现有四个基本的步骤:

① 网络建立:通过 `newlin` 实现。该函数可以确定网络输入矢量的取值范围;输入矢量的维数;输入延迟矢量;学习速率。线性神经网络的神经元传递函数为 `purelin`,训练算法函数为 `trainb`。

② 初始化:通过 `init` 实现,该函数通过调用初始化函数 `net.initFcn`,并根据初始化函数参数 `net.initParam` 对网络权值和阈值进行初始化。

③ 网络训练:通过函数 `train` 实现,它根据样本的输入矢量 p ,目标矢量 T ;和预先设计好的训练函数的参数;对网络进行训练。

④ 网络仿真:通过 `sim` 实现,它根据已训练好的网络,对测试数据进行仿真计算。

4.2 设计实例

线性神经网络只能描述输入,输出的线性关系,当输入,输出之间是非线性关系时,利用线性神经网络只能得到输入,输出的拟合解,而不能实现完全的线性拟合。本例中将采用线性单神经元对如下定义的输入和目标矢量进行拟合,即:

输入矢量:

$p = [1, 1.2, 3, 2, 2.5, 1.7, -1.9, 2.7, 3.3, -1.8, 1.9, -2.3, 2.4, -1.1, 1.6, 1.9, 3.1, 3.4, 1.1, 1.7, 2.2, 2.3]$,

输出矢量:

$T = [0.4, 1.3, 1.1, 1.6, 1.8, -2.2, 1.4, 3.1, -0.7, 2.8, -2.1, 2.5, -1.5, 1.3, 2.9, 1.7, 2.8, 1.5, 1.3, 1.9, 1.8]$ 。

可见,两者之间是非线性关系,因此找不到一组权值 W 和阈值 b 使得对所有的输入和目标样本矢量均满足线性表达式 $P = W^*P + b$ 。在本例中,采用 `train` 函数设计方案对线性神经网络进行设计。

在 MATLAB 命令窗口中,通过输入以下程序来实现

```

P=[1,1.2,3,2,2.5,1.7,-1.9,2.7,3.3,-1.8,1.9,
    -2.3,2.4,-1.1,1.6,1.9,3.1,3.4,1.1,
    1.7,2.2,2.3];%输入矢量
T=[0.4,1,3,1,1.6,1.8,-2.2,1.4,3.1,-0.7,2.8,-2.
    1,2.5,-1.5,1.3,2.9,1.7,2.8,1.5,1.3,1.9,1.8];
%输出矢量
w_range=-2:0.2:2;%可能权值
b_range=-2:0.2:2;%可能阈值
ES=errsurf(P,T,w_range,b_range,'purelin
');%根据输入和输出矢量绘制神经元的误差曲面
plotes(w_range,b_range,ES);
maxlr=maxlinlr(P,'bias');%计算最快的稳定
学习速率值
net=newlin(minmax(P),1,[0],0.5*maxlr);% 创
建神经网络
plotes(w_range,b_range,ES);%在误差曲面
上选择权值和阈值对线性神经元进行初始化
subplot(1,2,2);
[net.IW{1,1},net.b{1}]=ginput(1);
SSE=sse(T-sim(net,P));
plotep(net.IW{1,1},net.b{1},SSE);
%对神经网络进行训练
net.trainParam.goal=0.01;%设置训练目标
误差
[net,tr]=train(net,P,T);
A=sim(net,P) %对神经网络进行仿真
E=T-A;%计算仿真误差
SSE=sse(E)
plotep(net.IW{1,1},net.b{1},SSE);%在误差
曲面上绘制当前误差位置点
plotperf(tr,net.trainParam.goal);%绘制误
差变化曲线
%绘制拟合曲线
plot(P,T,'r*');
plot(P,A);
    所得到的拟合曲线如图 3 所示。
    
```

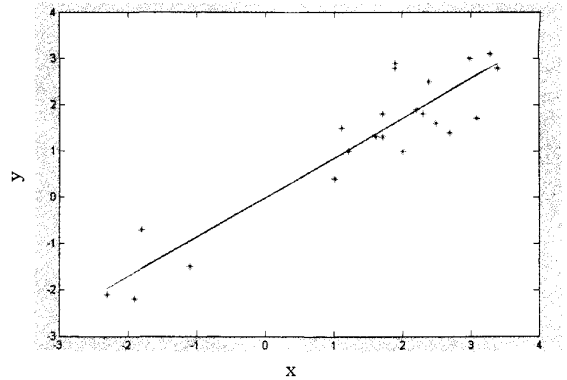


图 3 拟合曲线图

5 结束语

MATLAB 神经网络工具箱提供了神经网络设计,训练和仿真的函数。用户可以根据自己的需要调用相关的函数,而不需要编写复杂的算法程序。因此, MATLAB 给工程技术人员带来了极大的方便,能进一步的促进神经网络这一学科的发展。本文论述了利用 MATLAB 工具箱函数进行线性神经网络实现这一方法,并且给出了实例进行验证,该方法确实有效。同时本文的具体设计步骤还适用于实现其他神经网络,可以继续研究推广。

参考文献

- 1 焦李成. 神经网络计算. 西安: 西安电子科技大学出版社, 1996.
- 2 丛爽. 面向 MATLAB 工具箱的神经网络理论与应用. 合肥: 中国科技大学出版社, 1998.
- 3 许东, 吴铮. 基于 MATLAB6.x 的系统分析与设计—神经网络. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2002.
- 4 Luenberger D. Linear and nonlinear programming. Reading, Addison-Wesley, 1984.
- 5 Simpson P K, Artificial neural networks-foundation. Paradigms, Application and Implementations, Pergamon, Press, 1990.

作者简介

温浩 (1979—), 男, 西安电子科技大学硕士研究生。研究方向: 电路与系统。
赵国庆, 男, 西安电子科技大学博士生导师, 教授。研究方向: 电路与系统。

(下转第 33 页)

参考文献

- 1 Dierks T. RFC 2246 -The TLS Protocol Version 1.0. Jan. 1999.
- 2 Wireless Application Protocol Forum. WAP-261-WTLS- 20010406-a, 06-Apr-2001.
- 3 Forun Ltd 著. WAP 无线应用协议. 北京: 机械工业出版社, 2000.
- 4 Sami Jormalainen Jouni Laine: Security in the WTLS. 2000.1.10.

作者简介

徐晓宁 (1979—), 女, 西安电子科技大学通信工程学院硕士生。研究方向: 网络管理, 网络安全与入侵检测。

彭志威 (1964—), 男, 中兴通讯股份有限公司技术中心研究部信息安全团队, 高级工程师。毕业于西安电子科技大学, 工学博士。研究方向: 信号与信息处理、第三代移动通信系统和网络安全技术。

吴宇红 (1959—), 女, 西安电子科技大学通信工程学院硕士研究生导师, 副教授。研究方向: 网络管理, 网络安全与入侵检测。

Improvement of TLS in the Wireless Environment and its Security Analysis

Xu Xiaoning, Peng Zhiwei, Wu Yuhong

(1. School of Telecommunications, Xidian University 710071 China
2. Dept. of Advanced Technology, ZTE Corporation, Shenzhen, 518057, China)

Abstract TLS is used to ensure data transport security in most PKIs(Public Key Infrastructure), but some of the characters of the TLS can't adapt to the wireless telecommunication environment. This paper puts emphasis on the improvement of the TLS in the wireless security layer protocol-WTLS(Wireless Transport Layer Security) and makes an analysis of its security..

Keyword Public Key Infrastructure(PKI); secure socket layer(SSL); transport layer security(TLS); wireless transport layer security(WTLS)

(上接第 29 页)

Realization of the Linear Network Based on the Neural Network Tool Kit in MATLAB

Wen Hao, Zhao Guoqing

(Electronic Engineering school, Xidian-University, Xi'an 710071, China)

Abstract This paper first presents the linear Network configuration and algorithm as well as the features of the MATLAB language and then introduces the design of the linear Network by using the MATLAB neural network tool kit. Users can transfer relevant programs to design neural networks utilizing the neural network tool kit of MATLAB, thus avoiding composing complex and tedious details of an algorithm. This paper concludes with a presentation of an example, which shows the feasibility of the method.

Keyword Neural network; MATLAB; simulation

基于MATLAB神经网络工具箱的线性神经网络实现

作者: 温浩, 赵国庆
作者单位: 西安电子科技大学, 电子工程学院, 陕西, 西安, 710071
刊名: 电子科技
英文刊名: IT AGE
年, 卷(期): 2005(1)
被引用次数: 7次

参考文献(5条)

1. 焦李成 [神经网络计算](#) 1996
2. 从爽 [面向MATLAB工具箱的神经网络理论与应用](#) 1998
3. 许东, 吴铮 [基于MATLAB6x的系统分析与设计—神经网络](#) 2002
4. Luenberger D [Linear and nonlinear programming](#) 1984
5. Simpson P K [Artificial neural networks—foundation, Paradigms, Application and Implementations](#) 1990

本文读者也读过(5条)

1. 李水祥, 谢文武 [MATLAB语言的神经网络工具箱及应用](#)[期刊论文]-[高等函授学报\(自然科学版\)](#) 2007, 20(1)
2. 胡风华, 刘冰, 马晓丽, HU Feng-hua, LIU Bing, MA Xiao-li [BP神经网络与MATLAB神经网络工具箱](#)[期刊论文]-[光盘技术](#)2009(2)
3. 徐丽娜 [神经网络控制结构及所用神经网络](#)[期刊论文]-[自动化技术与应用](#)2004, 23(1)
4. 袁兵, 甄少华 [基于MATLAB神经网络工具箱的BP神经网络状态监控器](#)[期刊论文]-[机床与液压](#)2002(2)
5. 聂利颖, 张志鸿, NIE Li-ying, ZHANG Zhi-hong [Matlab下一种新型神经网络的实现](#)[期刊论文]-[微计算机信息](#) 2008, 24(30)

引证文献(7条)

1. 赵夫群, 罗广军 [基于MATLAB的三维地震参数处理研究](#)[期刊论文]-[中国高新技术企业](#) 2009(6)
2. 吴新杰, 陈跃宁, 许超 [基于线性神经网络处理圆度误差](#)[期刊论文]-[电子质量](#) 2007(5)
3. 吴杨, 卓琳, 谢鑫 [商品房中环境经济价值的评估研究及其应用](#)[期刊论文]-[北京交通大学学报\(社会科学版\)](#) 2007(4)
4. 周黄斌, 周永华, 朱丽娟 [基于MATLAB的改进BP神经网络的实现与比较](#)[期刊论文]-[计算技术与自动化](#) 2008(1)
5. 石军平, 滕勤, 王雪翠, 左承基 [基于线性神经网络的煤层气发动机空燃比动态建模](#)[期刊论文]-[小型内燃机与摩托车](#) 2009(6)
6. 黄肇 [永磁无刷直流电动机转矩脉动的研究](#)[学位论文]硕士 2005
7. 于文波 [电化学砂带磨削加工质量控制](#)[学位论文]硕士 2006

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_dzkj200501007.aspx