

文章编号: 1005—0523(2004)04—0086—03

MATLAB 在神经网络设计中的应用

曹青松, 周继惠

(华东交通大学 机电工程学院, 江西 南昌 330013)

摘要:重点阐述如何用 MATLAB 软件来解决实际工程中的神经网络的设计问题, 对网络种类选择、结构参数的确定、网络输入输出数据的归一化处理等问题都进行了必要的阐述, 文中给出了程序流程与实例, 证明将 MATLAB 用于神经网络的设计是有效可行的。

关 键 词: MATLAB; 神经网络

中图分类号: TP

文献标识码: A

1 引 言

人工神经网络是近年发展起来的模拟人脑生物过程的人工智能技术。它由大量的、同时也是很简单的处理单元(神经元)广泛互连形成的复杂的非线性系统。它不需要任何先验公式, 就能从已有数据中自动地归纳出规则, 获得这些数据的内在规律, 具有很强的非线性映射能力, 特别适合于因果关系复杂的非确定性推理、判断、识别和分类等问题。随着计算机科学的高速发展, 人工神经网络技术在语音识别、模式分类、自动控制等领域取得了成功的应用。神经网络的实现方案可分为基于传统计算机技术和基于直接硬件实现, 但目前最常用的方法还是软件模拟。随着 ANN 技术的发展, 涌现出许多 ANN 建模仿真软件和仿真语言, 这些工具软件使我们在应用 ANN 技术时避免陷入复杂数学算法的推导和计算, 提高效率, 并对 ANN 技术推广都起到了不可低估的作用。MATLAB 提供的神经网络工具箱就是一个重要代表, 它是以人工神经网络理论为基础, 用 MATLAB 语言构造出了该理论所涉及的公式运算、矩阵操作和方程求解等大部分子程序, 以用于神经网络设计和训练。熟悉神经网络

工具箱的使用, 可以进一步掌握 ANN 的建模方法, 并能够以较丰富的界面形式来表现 ANN 的运算和结果。用户只要根据自己的需要调用相关函数, 除了自己编写复杂而庞大的算法程序的困扰。

实际上, 神经网络系统设计时, 从应用者的角度出发, 重点就是如何选择或确定适当的网络结构及其参数, 这需要神经网络方面的专业知识, 但如何很好地利用 MATLAB 中已有的网络函数, 更好解决工程实际问题, 就是本文要讨论的重点问题。本文阐述了 MATLAB 软件进行神经网络设计的过程, 就神经网络类型的选择、输入输出层的设计、网络学习数据准备、网络的隐层数及隐层结点设计、激活函数的选择、网络性能的评价等都进行了阐述。

2 神经网络的结构与参数的确定

本文将阐述如何使用 MATLAB 软件进行网络结构设计。神经网络的结构设计, 主要包括输入和输出层的设计, 网络数据的准备, 网络初始权值的选择, 隐含层数及隐含层节点设计, 网络类型的选择, 网络的训练、检测及性能评价等。以下作分别介绍。

1) 输入和输出层的设计

收稿日期: 2003—09—04

作者简介: 曹青松(1978—), 男, 安徽无为, 华东交通大学讲师。

输入和输出层主要是接收数据以及给出最后的处理结果,在设计网络之前,必须整理好训练网络的数据,这些数据一般是难以直接获得的,常常需要用信号处理与特征提取技术,从原始数据中提取反映其特征的参数作为网络输入数据.输出量实际上指的是网络训练提供的期望输出,输出量代表系统要实现的功能目标,其选择相对容易些,对网络的精度和训练时间影响不大.输入和输出层的设计就是合理选择输入和输出层的神经元个数,应根据实际问题进行选择处理.

2) 网络学习数据的准备

数据准备是否得当,直接影响训练时间和网络性能.训练样本数据选择的科学性 & 数据表示的合理性,对网络设计具有极为重要的影响,样本数据的准备工作是网络设计与训练的基础.

输入数据的设计,训练数据多少与网络训练时间有明显的关系.一般来说网络的训练数据要考虑以下问题:训练数据组中必须包括全部模式;各输入数据之间尽可能互不相关或相关性小,输入量必须选择那些对输出量影响大,且能够控制的训练数据;在数据的每一个类型中,还应适当地考虑随机噪声的影响;网络输入输出数据的标准化问题;参数变化范围的一致性和样本分布的正常性.

3) 隐含层数及隐含层节点设计

在设计多层神经网络时,考虑要采用几个隐含层及各层神经元个数.一般而言,增加隐含层可增加人工神经网络的处理能力,但使训练复杂化,并引起训练时间增加.学者们通过分析研究得出:两个隐含层的网络可以获得要求输入是输出任意连续函数.同时采用适当的隐含层结点数是很重要的,可以说选用隐含层结点数往往是网络成败的关键.隐含层结点数太少,网络所能获取解决问题的信息太少,网络难以处理复杂的问题;若隐含层结点数过多,将使网络训练时间急剧增加,而且过多的隐含层神经元容易使网络训练过度.

虽然对隐含层数及隐含层结点数等网络参数设计无通用规则指导,但在设计多层前馈网络时,经过大量的实践,一般归纳了以下几点结论:对任何实际问题首先只用一个隐含层,使用很少的隐含层结点数,然后不断增加隐含层结点数,直到获得满意性能为止,否则再考虑增加隐含层.

3 MATLAB 程序设计流程

程序设计流程如图 1 所示,仅利用 MATLAB 的神经网络工具箱来实现神经网络的训练问题,是不够的,还必须增加一些功能,如图 1 所示,输入数据的归一化、各种误差的确定与绘制.当然,用网络进行计算输出时,也必须增加一些功能,如归一化与输出数据的还原等.

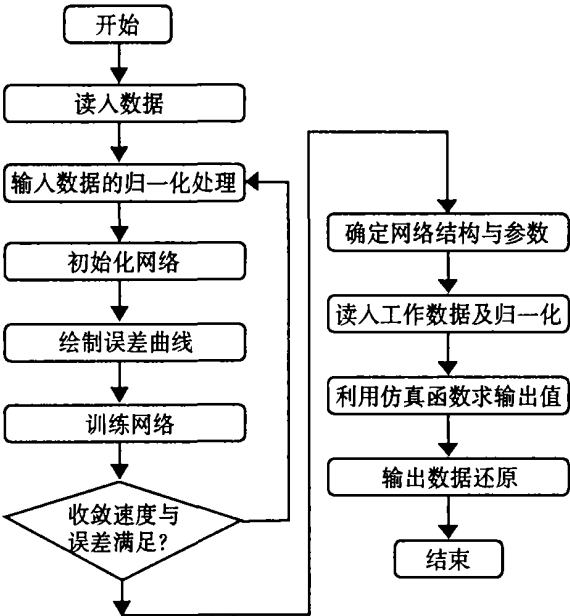


图 1 实际问题神经网络训练及用于计算的程序框图

在实际应用过程中,神经网络结构参数不同、标准输入样本的不同等等,都会导致网络收敛速度、网络误差、网络的泛化能力等性能变差.因此在初始化网络这一步,要进行不断试凑,不能仅仅套用 MATLAB 神经网络工具箱的函数,在上述原则下,多次试凑后最终确定出网络结构.具体程序源代码省略.

4 实 例

以一个故障诊断中的系统辨识问题为例,实际情况为一个输入神经元,三个输出神经元,根据有关理论,进行神经网络结构的初步设计,选取 BP 网络,有两个隐含层,结点数分别是 2、10,激活函数为 Sigmoid 型函数.用上述程序进行训练和用于计算,其中训练所得的网络结构参数与误差及收敛速度的关系如下表:

表 1 部分结构参数与误差及收敛速度的关系

网络结构	一隐含 层结点 数	二隐含 层结点 数	训练 次数	均方 误差
1×2×10×3	2	10	50	0.017 8
			250	0.015 26
			1 000	0.015 24
			2 000	0.015 21
1×3×9×3	3	9	50	0.017 8
			250	0.013 4
			1 000	0.007 7
			2 000	0.006 4
1×3×12×3	3	12	50	0.015 9
			250	0.014 3
			1 000	0.013 3
			2 000	0.013 2
1×4×9×3	4	9	50	0.017 1
			250	0.013 5
			1 000	0.006 8
			2 000	0.006 6
1×5×9×3	5	9	50	0.014 5
			250	0.008 6
			1 000	0.005 0
			2 000	0.004 9
1×6×9×3	6	9	50	0.018 6
			250	0.016 2
			1 000	0.013 3
			2 000	0.013 28

从表 1 中可以看出, 隐含层结点数并不是越多越好, 也不是越少越好, 而应当选择适当, 这样网络才能在较少的训练次数下达到较高的训练精度. 综合上表 6 种网络结构隐含层结点数与误差关系来看, 网络结构为 1×5×9×3 时, 也即一、二隐含层结点数分别为 5, 9 时, 在训练次数为 2 000 次时其均方误差就相对稳定, 且值最小(训练精度最高). 因

此, 本次设计网络结构最终定为 1×5×9×3, 训练次数为 2 500 次.

5 结 论

本文重点阐述了 MATLAB 软件进行神经网络设计的过程, 就神经网络类型的选择、输入输出层的设计、网络学习数据的准备、网络的隐层数及隐层结点设计、激活函数的选择、网络性能的评价等都进行了详细的阐述. 用 MATLAB 软件实现这一系列的设计过程进行描述, 没有停留在应用的层面, 而是给综合设计神经网络提出一个指导思想. 目的在于指导 MATLAB 软件应用与神经网络系统设计的理论相结合, 设计出高性能、高可靠性的神经网络结构.

最后以一个故障诊断的问题为例, 从而可知, 如此设计网络结构在保证收敛速度与误差等方面是很有效的, 并且全文对设计全过程都有了较详细的阐述.

参考文献:

[1] 袁曾任. 人工神经网络及其应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 1999.
[2] 焦李成. 神经网络计算[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 1993.
[3] 闻新等. MATLAB 神经网络应用设计[M]. 北京: 科学出版社, 2000.
[4] 王沫然. MATLAB 6.0 与科学计算[M]. 北京: 电子工业出版社, 2001.

The Application of MATLAB in Design of Neural Networks

CAO Qing-song, ZHOU Ji-hui

(School of Mechanical Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013)

Abstract: How to use MATLAB software to solve the design problems of neural networks in practical projects is stressly discussed in this paper. Moreover, some questions such as the selection of the category of the networks, the confirmation of the structure parameters and the normalization of the input and output data of the network are expatiated in a way. The procedure flow chart and example are also presented in the thesis. Results show that applying MATLAB software to the design of neural networks is effective.

Key words: MATLAB; neural network