

Analysis of the Effect of BP Neural Network on Function Approximation

Jiabo She, Yanxiang Tan

School of Mathematics and Statistics, Changsha University of Science and Technology, Changsha Hunan
Email: 17375922330@163.com

Received: July 31st, 2019; accepted: August 15th, 2019; published: August 22nd, 2019

Abstract

The multi-layer network based on backward propagation algorithm is also called BP network. Because it is easy to implement, it is the most widely used neural network. This paper mainly studies the application of BP network based on MATLAB in function approximation, and analyzes the influencing factors of its function approximation effect. The research results show that the artificial neural network increases with the number of hidden layers, and the function approximation error decreases. As the number of hidden layer elements increases, the function approximation error decreases, and the error reduction rate gradually decreases. As the training accuracy decreases, the function approximation error decreases, the decrease rate gradually decreases, and the number of convergence steps increases.

Keywords

BP Neural Network, Function Approximation, MATLAB

神经网络实现函数逼近的影响因素分析

余嘉博, 谭艳祥

长沙理工大学数学与统计学院, 湖南 长沙
Email: 17375922330@163.com

收稿日期: 2019年7月31日; 录用日期: 2019年8月15日; 发布日期: 2019年8月22日

摘要

基于向后传播算法的多层网络又称BP网络, 因其易于实现, 是目前应用最广的一种神经网络。本文主要研究基于MATLAB的BP网络在函数逼近的应用, 分析其函数逼近效果的影响因素。经本文研究表明, 人

工神经网络随隐层层数增加, 函数逼近误差减小, 随隐层单元数增加, 函数逼近误差减小, 误差减小速率逐渐减慢。随训练精度减小, 函数逼近误差减小, 减小速率逐渐减慢, 同时收敛步数增加。

关键词

BP神经网络, 函数逼近, MATLAB

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

人工神经网络是在现代神经科学的发展基础之上提出的一个研究方向, 目的在于反映人脑的结构和功能特性的一种独特的数学模型。在上世纪 80 年代, 人工神经网络取得了重大突破, 相关理论已经发展成为了交叉学科, 它在模糊控制、自动化等方面得到广泛的应用, 推出了四十余种相关的神经网络模型。

2. 神经网络结构

人工神经元与生物神经元相类似, 是基本的信号处理单元。它接受其他神经元的输出并作为其输入, 并且产生一个输出, 输入到另一个神经元, 具体结构如图 1 [1]。

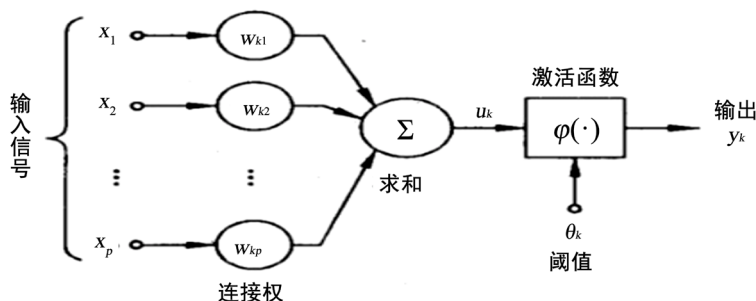


Figure 1. Neuron model of the basic unit of artificial neural network
图 1. 人工神经网络基本单元的神经元模型

人工神经网络基本要素:

- 1) 一组连接, 连接的强度由连接上的值来表示。
- 2) 一个求和单元, 用于求各输入信号的线性组合。
- 3) 一个非线性激活函数, 将神经元的输出的幅度限制于特定范围内。

3. 函数逼近影响因素

1) 隐层层数。在训练精度为 0.0005, 训练次数为 5000, 隐层单元数均取 5 个, 训练函数取 trainlm, 传递函数为 tansig/purelin 情况下, 依次设置 1、2、3 层隐层, 同时传递函数取 tansig, 以此研究隐层层数对函数逼近的效果的影响[2]。

2) 隐层单元数。在训练精度为 0.0005, 训练次数为 5000, 训练函数取 trainlm, 传递函数为 tansig/purelin 情况下, 隐层层数为 1 情况下, 依次设置 1、2、3、4、5、6、7、8 个隐层单元数, 以此研究隐层单元数

对函数逼近的效果的影响情况。

3) 训练精度。在训练次数为 5000 时, 隐层单元数取 5 个, 训练函数取 `trainlm`, 传递函数为 `tansig/purelin`, 隐层层数为 1 情况下, 依次设置 0.5、0.05、0.005、0.0005、0.00005 的训练精度, 研究训练精度对函数逼近效果的影响。

4) 训练次数。在训练精度为 0.0005 时, 隐层单元数取 5 个, 训练函数取 `trainlm`, 传递函数为 `tansig/purelin`, 隐层层数为 1 情况下, 依次设置 100、500、1000 次训练次数, 研究训练次数对函数逼近效果的影响。

4. 结果分析

分析隐层层数时涉及传递函数、隐层单元数的变化, 由于本实验仅考虑隐层层数对函数逼近效果的影响, 因此取各隐层单元数均为 5, 同时传递函数均选取为 `tansig`。

训练精度为 0.0005, 训练次数为 5000 时, 隐层单元数取 5 个, 训练函数取 `trainlm`, 传递函数为 `tansig/purelin` 情况下, 依次设置 1、2、3 层隐层, 实验结果如表 1。

Table 1. Data table of the effect of hidden layer number on function approximation

表 1. 隐层层数对函数逼近效果影响的数据表

设置隐层层数	隐层单元数	传递函数	收敛时间(s)	收敛步数	逼近误差
1	5	tansig	12	839	4.2943
2	5	tansig	0	29	1.4988
3	5	tansig	1	51	1.4073

在训练精度为 0.0005, 训练次数为 5000, 训练函数取 `trainlm`, 传递函数为 `tansig/purelin` 情况下, 隐层层数为 1 情况下, 依次设置 1、2、3、4、5、6、7、8 个隐层单元数, 实验结果如表 2。

Table 2. Data table of the influence of the number of hidden layer units on the function approximation effect

表 2. 隐层单元数对函数逼近效果影响的数据表

隐层单元数	收敛时间(s)	收敛步数	逼近误差
1	0	9	72.4918
2	0	38	64.6115
3	1	60	5.7436
4	1	95	4.2943
5	5	367	2.3099
6	6	392	1.5782
7	4	275	1.5551
8	0	13	1.2776

在训练次数为 5000 时, 隐层单元数取 5 个, 训练函数取 `trainlm`, 传递函数为 `tansig/purelin`, 隐层层数为 1 情况下, 依次设置 0.5、0.05、0.005、0.0005、0.00005 的训练精度, 实验结果如表 3。

Table 3. Data table of the effect of training accuracy on function approximation
表 3. 训练精度对函数逼近效果影响的数据表

训练精度	收敛时间(s)	收敛步数	逼近误差
0.5	0	2	36.9967
0.05	0	5	14.4202
0.005	0	6	4.5751
0.0005	0	31	1.5599
0.00005	80	5000	1.0056

训练精度为 0.0005 时, 隐层单元数取 5 个, 训练函数取 `trainlm`, 传递函数为 `tansig/purelin`, 隐层层数为 1 情况下, 依次设置 100、500、1000 次训练次数, 实验结果如表 4。

Table 4. Data table of the effect of training times on function approximation
表 4. 训练次数对函数逼近效果影响的数据表

训练次数	收敛时间(s)	收敛步数	逼近误差
100	1	100	4.0978
500	8	500	2.1129
1000	17	1000	1.3092

5. 结论

经本文研究表明, 人工神经网络随隐层层数增加, 函数逼近误差减小, 随隐层单元数增加, 函数逼近误差减小, 误差减小速率逐渐减慢。随训练精度减小, 函数逼近误差减小, 减小速率逐渐减慢, 同时收敛步数增加。在收敛步数等于训练次数时, 随训练次数增加, 函数逼近误差减小。

参考文献

- [1] 王丽萍. 基于 BP 神经网络的工具箱实现函数逼近[J]. 湖南农机, 2011, 38(9): 29-31.
- [2] 曹旭帆, 叶舟, 万俊, 等. 基于 BP 神经网络的函数逼近实验及 MATLAB 实现[J]. 实验室研究与探索, 2008, 27(5): 34-38.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网首页: <http://cnki.net/>, 点击页面中“外文资源总库 CNKI SCHOLAR”, 跳转至: <http://scholar.cnki.net/new>, 搜索框内直接输入文章标题, 即可查询;
或点击“高级检索”, 下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2324-7991, 即可查询。
2. 通过知网首页 <http://cnki.net/> 顶部“旧版入口”进入知网旧版: <http://www.cnki.net/old/>, 左侧选择“国际文献总库”进入, 搜索框直接输入文章标题, 即可查询。

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>
 期刊邮箱: aam@hanspub.org