

文章编号:1673-9469(2009)01-0069-03

## 遗传神经网络在滑坡灾害预报中的应用研究

李喜盼<sup>1</sup>, 刘新侠<sup>1</sup>, 张安兵<sup>1,2</sup>, 孙 振<sup>3</sup>

(1. 河北工程大学 资源学院, 河北 邯郸 056038; 2. 中国矿业大学 环测学院, 江苏 徐州 220186; 3. 山东中基地理信息监理有限公司, 山东 济南 250101)

**摘要:**针对传统BP算法易收敛于局部最优以及网络结构难以确定等问题,引进遗传算法进行混合建模。采用遗传学习算法和误差反向传播算法相结合的混合算法来训练前馈人工神经网络,即先用遗传学习算法进行全局训练,再用BP算法进行精确训练,使网络收敛速度加快并避免陷入局部极小。文中结合实例,对BP神经网络,遗传算法改进的神经网络进行了比较分析。实验表明,利用改进的混合模型可以提高预测精度,缩短收敛时间。

**关键词:**遗传算法;BP神经网络;预报

中图分类号: N941.1

文献标识码: A

### Study in landslide prediction on genetic algorithm optimized BP network

LI Xi-pan<sup>1</sup>, LIU Xin-xia<sup>1</sup>, ZHANG An-bing<sup>1,2</sup>, SUN Zhen<sup>3</sup>

(1. College of Source, Hebei University of Engineering, Handan 056038, China; 2. Chinese University of Mining and Technology, Xuzhou 220186, China; 3. Shandong GIS Company of Zhongji, Jinan 250101, China)

**Abstract:** A new method for training the artificial neural network is presented. In this method, the genetic algorithm(GA), a general - purpose global search algorithm is used to train the network with updating the weights to minimize the error between the network output and the desired output. Then the back propagation (BP) algorithm is used to further train the artificial neural network. The method is used to speed up the convergence and improve the performance. Experiment shows that the GA - neural network prediction model is good prediction precision.

**Key words:** genetic algorithm(GA); back propagation algorithm; prediction

滑坡是主要的自然灾害类型之一,研究其位移与各参数的关系,对及时预报失稳时间,提前采取措施具有重要的意义。目前国内外许多学者在这方面作了大量的研究,并应用于实践。主要采用的预测方法有时间序列法,灰色系统理论、突变理论法、非线性动力学法等<sup>[1]</sup>。然而,由于坡体是一个开放的复杂系统,坡体失稳的地质过程、形成条件、诱发因素非常复杂,从而导致动态信息难以捕捉。本文结合BP神经网络处理非线性问题的优势,结合有关实测数据,进行了基于遗传算法改进的BP神经网络<sup>[2]</sup>在滑坡中应用的研究。

#### 1 BP算法及其局限性

BP算法即误差反向传播算法,是目前应用最

广泛也是发展最成熟的一种前馈神经网络,它是按层次结构构建的,包括一个输入层、一个输出层和一个或多个隐含层,中间层节点用于存储阈值。网络学习训练过程由两部分组成,即网络输入信号正向传播和误差信号反向传播,按有导师学习方式训练<sup>[3]</sup>。

实际上,BP模型是把一组样本的输入、输出问题转化为一个非线性优化问题。我们可以把这种模型看成是一个从输入到输出的映射,这个映射是高度非线性的。如果输入节点数为 $n$ ,输出节点数为 $m$ ,则神经网络就建立从 $n$ 维欧氏空间到 $m$ 维欧氏空间的映射。

但是由于BP网络是一种前馈网络,它的实际输出只取决于网络的输入和权重矩阵,使网络的

学习效果对初始权的依赖性较大,而网络的初始权值的选择缺乏依据,具有很大的随机性,这在很大程度上影响网络的泛化能力。神经网络连接权值的整体分布包含着神经网络系统的全部知识,传统的权值获取方法都是随机给定一组初始的权值,然后采用某个确定的变化规则,在训练中逐步调整,最终得到一个较好权值分布。由于BP算法是基于梯度下降方法,不同的初始权值可能会导致完全不同的结果。一旦取值不当,就会引起网络振荡或不收敛,即使收敛也会导致训练时间增长,再加之实际问题往往是极其复杂的多维曲面,存在多个局部极值点,使得BP算法极易陷入局部极值点。这些导致BP神经网络训练时间过长而最终得不到适当的权值分布,从而影响网络的泛化能力,极大的限制了神经网络在实际预测中的应用。

## 2 遗传算法

遗传算法的基本思想是从一组随机产生的初始解,即“种群”,开始搜索,种群中的每一个个体,即问题的一个解,称为“染色体”;遗传算法通过染色体的“适应值”来评价染色体的好坏,适应值大的染色体被选择的几率高,相反,适应值小的染色体被选择的可能小,被选择的染色体进入下一代;下一代中的染色体通过交叉和变异等遗传操作,产生新的染色体,即“后代”;经过若干代之后,算法收敛于最好的染色体,该染色体就是问题的最优解或近优解。因此,遗传算法具有并行搜索,搜索效率高,不需要目标函数可微,本质上属于随机寻优过程,不存在局部收敛问题<sup>[4]</sup>。

BP网络和遗传算法都很适合求解非线性问题,但如上所述又有各自的缺点。BP网络的误差函数为平方型,存在局部极小值问题,且收敛速度较慢;遗传算法在建立系统层次结构、全局搜索等方面有着独特的优点,但在学习、训练能力上远不如神经网络。因此可以将这两种有机结合起来,取长补短。本文结合遗传算法和BP的优点,以遗传算法优化BP网络的初始权重,经实验证实有效的避免了BP网络陷入局部极值点和收敛速度慢的缺点。

## 3 混合建模实现方法

按照上述思想,网络的训练过程可分为两个

步骤:一是采用遗传算法优化BP网络的初始权重;二是利用BP算法修改网络权重。用神经网络和遗传算法相结合的方法来进行权重训练,包括以下四个主要步骤:第一,染色体的表达与初始种群的确定,本文采用浮点编码形式;第二,目标函数和适应度函数的确定与构建;第三,依据适应度运用遗传算法中的算子如交叉、变异进行遗传运算;第四,BP网络在训练中修改网络权重。遗传算法很容易搜索到能够精确映射的网络权重,但对于实际的问题处理,遗传算法不能达到很高的搜索精度,更精确的局部搜索仍然由BP算法完成。

## 4 实例研究

下面以长江三峡库区边坡稳定分析为例进行研究分析<sup>[5]</sup>。长江三峡库区岸坡稳定性最差类型是顺坡岸坡,过去进行的大量调查研究均证明了这一结论,坡体稳定性主要受弱层、弱面、强度、产状等因素控制。本文结合云阳—奉节长江顺层岸坡稳定性进行研究,选择坡高H、坡宽L、上部岩层倾角 $\beta_u$ 、下部岩层倾角 $\beta_l$ 作为影响因子进行建模计算。

为消除量纲不同带来的影响,首先对坡体采样数据进行归一化。然后进行整体建模,选用残差平方和作为衡量建模精度的评价指标。运用Matlab编程工具进行了编程实现。实验中以前二十五期作为样本数据进行训练,用于预报后六期。两种方法计算结果如表1。从表1中可以看出,采用遗传方法进行初始权的选择,明显提高了预测的精度。图1与图2显示了两种方法预测值与实际值的比较图像。

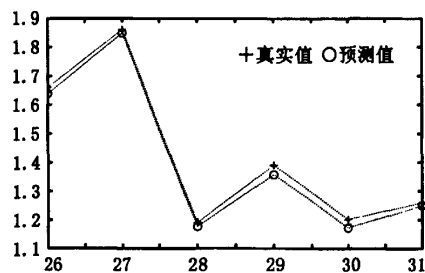


图1 BP预报值与实际值比较

Fig.1 The comparison between BP diction value and true value

表1 BP预测与遗传神经预测的残差值

Tab.1 The error of BP prediction and the error of genetic neural network

岸坡号	原始数据	BP 预测值	残差值	遗传神经预测值	残差值
26	1.66	1.6388	-0.0212	1.6579	0.0021
27	1.86	1.8474	-0.0126	1.8606	-0.0006
28	1.19	1.1766	0.0134	1.1822	0.0078
29	1.39	1.3576	-0.0324	1.3903	-0.0003
30	1.2	1.1714	0.0286	1.2002	-0.0002
31	1.26	1.2482	0.0118	1.2002	-0.0002

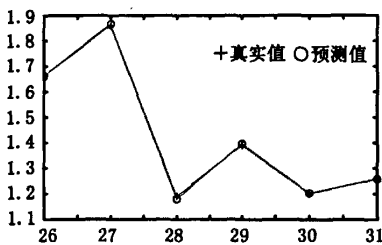


图2 遗传选权BP预报值与实测值比较

Fig.2 The comparison between BP prediction value based on genetic algorithm and true value

## 5 结束语

1) 利用 BP 神经网络进行训练时,经对比发现虽然训练中能得到较理想的预测结果,但是单点之间的误差较大,且网络震荡现象频发,而经过遗传算法选权的 BP 神经网络在此方面表现出较好的稳定性,不同次数的训练单点之间变化较小;

2) 采用改进的 BP 算法明显加快了网络训练速度。但改进的计算方法仍有不可避免的缺点,如部分参数难以确定,往往依赖实际经验,这就带来了一定的盲目性。但总体来说,利用改进的 BP 算法能够有效地提高预测精度,可以在工程中实际应用,是一种有效的数据处理方法。

## 参考文献:

- [1] 宋克志. 边坡位移时间关系模拟的人工神经网络模型[J]. 煤炭学报, 2004, 8 (4): 405 - 408.
- [2] 麻凤海, 杨维, 杨帆, 等. 应用改进 BP 神经网络进行用水量预测[J]. 辽宁工程技术大学学报, 2004, 4 (2): 191 - 193.
- [3] 肖波, 麻凤海, 杨帆, 等. 基于遗传算法改进 BP 网络的地表沉降预计[J]. 中国矿业, 2005, 10 (10): 83 - 86.
- [4] 苑希民, 李鸿雁, 刘树坤, 等. 神经网络和遗传算法在水科学领域的应用[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2002.
- [5] 王坚. 滑坡灾害遥感遥测预警理论与方法[D]. 徐州: 中国矿业大学, 2006.
- [6] 张安兵, 高井祥, 时翠梅, 等. AGO - BP 神经网络预测建模及工程应用研究[J]. 河北工程大学学报(自然科学版), 2007, 24 (3): 72 - 75.
- [7] 张安兵, 孙军, 高井祥, 等. RS - BP 神经网络融合建模及应用[J]. 河北工程大学学报(自然科学版), 2007, 24(1): 89 - 91.
- [8] 刘朝英, 王惠芳, 宋雪玲, 等. 一种改进的模糊调节神经网络及其应用[J]. 河北科技大学学报, 2008, 29(4): 295 - 298.
- [9] 张爱然, 罗新荣, 杨飞, 等. 基于模糊神经网络的瓦斯爆炸危险性评价模型[J]. 黑龙江科技学院学报, 2008, 18 (1): 54 - 57.

(责任编辑 闫纯有)