

BP 网络在录井气测解释中的应用

曹义亲

柳 健 彭复员

(电气工程系)

(华中理工大学)

摘 要 基于前馈神经网络模型发展了一种全新的油气层识别技术,并提出了一种改进的 BP 算法.利用该算法,可对所获取的录井气测资料进行精度高、速度快的油层、气层、水层的自动识别.

关键词 人工神经网络;油气层识别;BP 算法

分类号 TP399;TE19

0 引 言

当前,综合录井的油气层识别一般采用气测解释方法和地质评判方法,在很大程度上是根据专家的经验知识进行评判的.由于油田所使用的录井仪器种类较多,解释方法也不一致,难以形成统一的油气层解释标准.随着石油勘探研究工作的不断深入,在不同的区块,不同的构造和不同的地层中发现了许多特征各异的油气层,这就使得油气层识别变得更加错综复杂.要提高油气层识别的可靠性和实时性,迫切需要我们探索新的油气层解释手段和识别技术.

人工神经网络是一种用来模拟人脑思维过程的非线性动力学系统,具有自组织自学习能力,并有很强的分类计算能力和容错能力.人工神经网络模型已经应用到模式识别、信号处理、图象处理、自动控制、人工智能等领域,并且取得了可喜的进步,已成为众多领域研究的交汇热点.

在地球物理勘探中,人工神经网络已经应用到油气层横向预测中^[1].我们将人工神经网络模型应用于综合录井的油气层识别中,力求提高油气层识别技术的水平,推动油气层评价手段的进步.

1 经典 BP 算法

BP 网络结构如图 1 所示,训练步骤如下:

(1) 先进行前向计算

对于输入层,神经元的输出与输入相同,对于隐含层及输出层,神经元的操作特性为

$$O_{pj} = f_j \left(\sum_i W_{ij} O_{pi} \right),$$

其中, p 表示当前输入样本, W_{ij} 表示从神经元 i 到神经元 j 的连接权值, O_{pi} 为神经元 j 的当前输入, O_{pj} 为神经元 j 的输出,

$f_j(\cdot)$ 为 Sigmoid 函数,即

$$f_j(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}.$$

(2) 采用梯度算法进行误差反向传播网络输出误差定义为 $E_p = \frac{1}{2} \sum_j (t_{pj} - O_{pj})^2$,

其中, t_{pj} 为输出神经元 j 的理想输出.

定义 $\delta_j = -\frac{\partial E_p}{\partial \text{net}_{pj}}$. 其中, net_{pj} 为神经元 j 当前输入之和.

对于输出层,有 $\delta_j = (t_{pj} - O_{pj}) f_j'(\text{net}_{pj})$.

对于隐含层,有 $\delta_j = \sum_k (\delta_k W_{jk}) f_j'(\text{net}_{pj})$.

(3) 进行权值修正

$$\Delta W_{ij}(n+1) = \eta \delta_j O_{pi} + \alpha \Delta W_{ij}(n) \quad \text{其中, } \eta \text{ 为学习率, } \alpha \text{ 为动量系数.}$$

重复步骤(1)、(2)、(3),直到所有训练样本对应的网络输出误差 E_p 均满足要求.

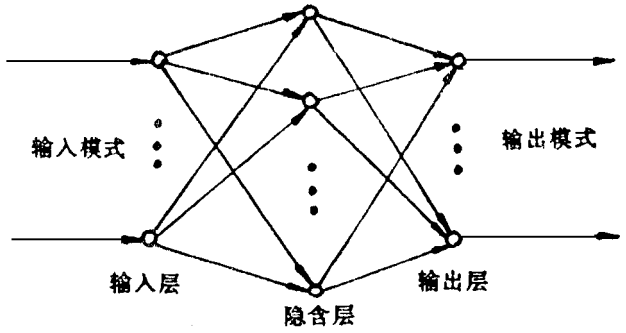


图1 BP 网络模型

2 BP 算法的改进

(1) Sigmoid 函数斜率参数 u_o 的改进

对于 Sigmoid 函数,其导数 $f_j' = f_j(1 - f_j)$

当神经元的输出 f_j 接近0或1时,其导数 f_j' 趋近于0,因而,即使神经网络输出有较大误差, δ_j 也很小,使得权值几乎得不到修正,误差也就不能有效地反向传播,学习过程接近停顿,这是造成神经网络收敛速度缓慢的一个重要原因.

为改善这一迟钝状态,我们对 Sigmoid 函数的斜率作适当改进,增加斜率参数 u_o 用以调整激活函数的导数分布.采用下列形式 $f_j(x) = \frac{1}{1 + e^{-x/u_o}}$,

从图2可以看出,当 u_o 加大,虽然 f_j 接近0或1时的导数得到加大,但却牺牲了其它区间的导数.反之,当 u_o 变小, f_j 接近0或1时的导数较小,但其它区间的导数却较大.这是一对矛盾,也就是说,不存在使导数处处都较大的 u_o .基于上述分析,我们希望找到一个适当的 u_o ,以求导数值分布合理,使得收敛速度较快.为此,我们进行了实验,结果见表1.

实验表明,使用斜率参数 u_o 改进 Sigmoid 函数后,网络收敛速度大大加快,且 $u_o = 2$ 时,网络收敛速度最快.

表1 收敛圈数随 u_o 的变化情况

样本集	改进前	改进后	
	$u_o=1$	$u_o=3$	$u_o=3$
1	941	242	629
2	5585	741	1622
3	>300776*	4045	5238

*注:在训练圈数为300776时,网络仍未收敛

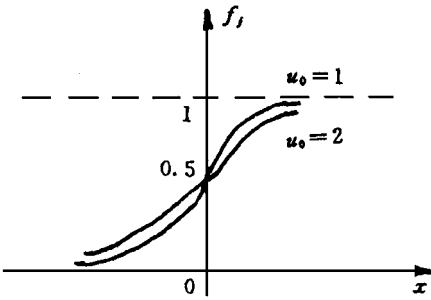


图2 激活函数波形随 u_o 的变化情况

(2) 学习率 η 的改进

每给网络提供一模式,都要计算各单元误差函数,并进行权值调整,因而,这种算法的梯度下降偏离了全局代价函数 E 上的真正梯度方向.只有当学习率 η 足够小时,这种偏离才可以忽略.然而,学习率 η 太小又增加了网络的训练时间,为此可采用变化的学习率 $\eta^{[2,3]}$,使得学习率 η 逐步减小.经过实验,我们选用了下列随学习圈数而变化的自适应学习率 η

$$\eta = \eta + \eta / \overline{cn},$$

其中, $\overline{cn}$ 为训练过程中的学习圈数, η 和 η 均为常数,可由实验选取.

实验结果见表2,结果表明改进方法可以加快收敛速度.

(3) 动量系数 α 的改进

引入动量项有利于加速学习过程,动量系数 α 是确定过去学习效果的常数,随着学习过程的加深,网络由误差状态进入到记忆状态,为此可让动量系数在一定范围内随学习记忆的加深而逐渐增大,增强其记忆功能,使网络收敛更加平滑,减小振荡.经过实验,我们选用了下列随学习圈数而变化的自适应动量系数 α

$$\alpha = \alpha - \alpha / \overline{cn},$$

其中, α 和 α 均为常数,可由实验选取.

实验表明,该改进方法有效,结果见表3.

表2 学习率 η 改进前后的结果比较

样本集	改进前	改进后
1	941	287
2	5585	842

表3 动量系数 α 改进前后的结果比较

样本集	改进前	改进后
1	401	282
2	1002	719
3	4497	4027

3 实验结果与分析

在实际设计过程中,我们采用图1所示的三层前馈网络结构,BP 算法采用本文所述的改进方法.

对某地区油田的油气层气测解释数据进行预处理,提取出4个特征参数,作为网络的输入;输出为油层、气层、水层三种模式,采用正交编码;隐含层选用5个神经元;为此,网络采用4-5-3结构.

从所获取的油气层数据中选取90组(油层、气层、水层各30组)作为样本供网络训练,待网络收敛后,再去训练样本以外的60组数据(油层、气层、水层各20组)作为待识别模式去进行检

验,得到网络的识别精度,结果见表4.

表4 实验结果及比较

结果类别	Bayes 分类		模糊决策		网络分类	
	误识数	识别精度	误识数	识别精度	误识数	识别精度
1	0	100 %	0	100 %	0	100 %
2	4	92 %	3	94 %	2	90 %
3	6	88 %	4	92 %	0	100 %
总计	10	93 .33 %	7	95 .33 %	2	96 .67 %

表4中,同时列出了采用 Bayes 分类和模糊决策二种方法的识别结果.在这两种方法中,每类均采用以上的50组数据,同其中的49组数据作为样本去训练,再用剩余的一组数据作为待识别模式,得到识别结果,依次选用其中不同的49组数据作样本进行训练,重复50次,得到相应的识别结果.

表4结果表明,采用人工神经网络的方法识别精度最高.

4 结 束 语

油气层识别的人工神经网络方法是一种全新的油气层识别技术,采用 BP 网络及本文的改进算法,识别的精度高,速度快,具有良好的使用价值.

参 考 文 献

1 陈遵德,朱广生. Kohonen 网络在油气层横向预测中的应用. 石油物探, 1995, (2)
2 彭复员,刘洪,柳健. 遥感图象分类神经网络结构优化及学习算法改进. 见:神经网络理论及应用——'94最新进展. 武汉:华中理工大学出版社, 1994
3 汤新梁. 自由手写体数字识别的神经网络方法. 南京:东南大学学报, 1991, 21(3)

The Application of BP Network
in the Interpretation of Hydrocarbon Log

Cao Yiqin

Liu Jian Peng Fuyuan

(Department of Electrical Engineering) (Huazhong University of Science and Technology)

Abstract In this paper a new recognition technigue of oil - gas is developed, which is based on a feed - forward neural network model, and a changing algorithm is introduced. A trial for actual data has been performed to recognize oil - gas and water with this algorithm, which has a high accuracy of recognition and a high speed of training.

Key words Artificial neural network; Oil - gas recognition; BP algorithm