

神经网络在电力系统负荷预测中的应用

郭海明 李文科 王宪富 贾忠英 涂伟志 李 新

(内蒙古呼和浩特市气象局, 010020)

提 要

选用2006年3月28日—2006年4月8日呼和浩特市供电局每日0—23时整点电力负荷资料,结合呼和浩特市电力负荷预测日的最高气温、最低气温和天气特征等气象因子的变化,采用将一周的7天每天都看作一种电力负荷类型,尝试应用BP神经网络预测呼和浩特市2006年4月9日的电力负荷值,预测值与实际值基本一致。这次尝试取得的成果,对专业气象服务实际工作中电力负荷预测具有较高的实用价值。

关键词: 神经网络 气象因子 电力负荷

引 言

短期电力负荷预报对于电力系统运行和生产费用具有非常重大的影响,精确的电力负荷预报对于电力部门和供电系统都有着重要的经济意义。电力负荷变化受多方面影响,在常规情况下,电力负荷不难预测,但由于受天气变化等特殊情况影响,电力负荷变化会出现比较大的差异,这点近几年尤为突出。由于神经网络具有较强的非线性映射等特性,所以尝试采用它来做电力负荷预测。

1 资料与方法

以内蒙古呼和浩特市为例,采用呼和浩特市供电局2006年3月28日至2006年4月9日每日0至23时整点电力负荷资料和呼和浩特市地面观测场的气象资料。

众所周知,电力负荷曲线是与很多因素相关的一个非线性函数。对于抽取和逼近这种非线性函数,神经网络是一种比较合适的方法,神经网络的优点在于它具有模拟多变量而不需要对输入变量做复杂的相关假定的能力,只利用观察到的数据,可以从训练过程中通过学习来抽取和逼近隐含的输入/输出非线性关系。

在对短期负荷进行预报前,一个特别重要的问题是如何划分负荷类型或日期类型。综观已经发表的文献资料,大体有以下几种划分模式^[1]:

(1)将一周的7天分为工作日(星期一至星期五)和休息日(星期六至星期日)两种类型。

(2)将一周分为星期一、星期二至星期四、星期五、星期六和星期日5种类型。

(3)将一周的7天每天都看作一种类型,共有7种类型。

这里采用将一周的7天每天都看作一种类型,用BP网络^[2]作为建立电力系统负荷预测模型的工具。

2 输入/输出向量设计

在预测日的前一天中,取呼和浩特市供电局提供的每小时整点电力负荷值,一天共有24组电力负荷数据。由于负荷值曲线相邻的点之间不会发生突变,因此后一时刻的值必然与前一时刻的值相关,除非出现重大事故等特殊情况。所以这里将前一天的实时电力负荷数据作为网络的样本数据。

由于电力负荷还与气象因子有关,影响

呼和浩特市电力负荷的主要气象因子有预测日的最高气温、最低气温和天气特征值(晴天、阴天、雨天)。在此处,用如下形式表示天气特征值:0 表示晴天,0.5 表示阴天,1 表示雨天。这里将电力负荷预测日当天的气象特征数据作为网络的输入向量。因此,输入向量就是一个 27 维的向量。

由于前 24 项电力负荷值与后三项气象要素值构成奇异样本数据,这种数据结构影响神经网络的收敛,所以必须先进行数据归一化,将样本数据归一到 $[0,1]$ 区间。

采用如下方式进行数据归一化:

for $i = 1, 2, 7$

```
pm=max(abs(p(i,:)));
```

$$p(i, :) = \text{abs} (p(i, :)/p_m);$$

end

显而易见,目标向量就是预测日当天的24个负荷值,即一天中每个整点的电力负荷值,输出向量就成为一个24维向量。

在样本中,输入向量为预测日前天的电力实际负荷数据,由于都是实际的测量值,因此,这些数据可以对网络进行有效训练。如果从提高网络精度的角度出发,一方面可以增加网络训练样本数目,另一方面可以增加输入向量的维数。一般认为,样本过少可能使得网络的表达不够充分,从而导致网络外推能力的不够;而样本过多可能会出现样本冗余现象,既增加了网络的训练负担,也有可能使得网络出现过拟合现象,所以选取合理的训练样本特别重要。

3 BP 网络设计

根据 Bp 网络原理,一般的预测问题都可以通过单隐层的 BP 网络实现。由于输入向量有 27 个元素,所以网络输入层的神经元有 27 个,根据 kolmogorov 定理^[3]和实际的演算,可知网络中间层的神经元可以取 55 个。而输出向量有 24 个,所以输出层中的神经元应该有 24 个。网络中间层的神经元传

递函数采用 S 型正切函数 tansig , 输出层神经元传递函数采用 S 型对数函数 logsig 。

下面代码创建了一个满足上述要求的
Bp 网络：

```
threshold=[0 1;0 1;0 1;0 1;0 1;0 1;0
1;0 1;0 1;0 1;0 1;0 1;0 1;0 1;0 1;
0 1;0 1;0 1;0 1;0 1;0 1;0 1;0 1;0 1];
net=newff(threshold,[55,24],{'tansig',
'logsig'},{'trainlm'});
```

其中,变量 threshold 用于规定输入向量的最大值和最小值,规定网络输入向量的最大值为1,最小值为0。‘trainlm’表示设定网络的训练函数为 trainlm,它采用 Levenberg-Marquardt^[1]算法进行网络学习。

4 BP 网络训练

4.1 网络训练特征值设定

表 1 网络训练特征值设定

训练次数/次	训练目标/误差精度	学习速率/秒
1000	0.01	0.1

4.2 traingdx、traingd 和 trainlm 三种训练函数的比较

traingdx 训练函数的学习算法是梯度下降动量法,采用该函数,用归一化后数据经过 177 次运算,网络达到训练要求,网络的收敛速度比较慢,运算结果如图 1。

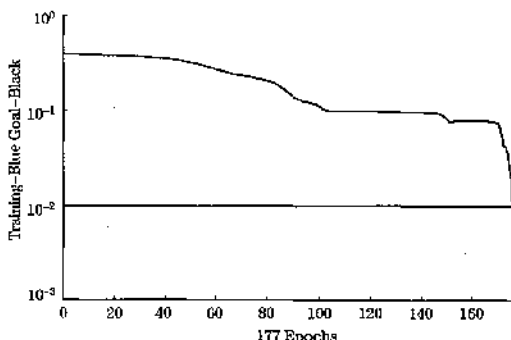


图 1 采用 traindx 训练函数运算结果

traingd 训练函数的学习算法是普通梯度下降法,采用该函数,用归一化后数据经过

1000 次运算,网络仍不能达到训练要求,网络不能收敛,运算结果如图 2。

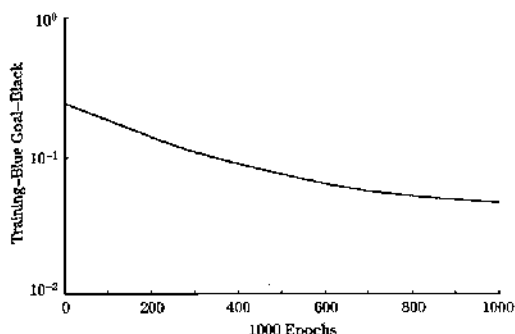


图 2 采用 traingd 训练函数运算结果

trainlm 训练函数的学习算法是 Levenberg-Marquardt 反传算法^[1],采用该函数,用归一化后数据经过 3 次运算,网络达到训练要求,网络的收敛速度比较快,运算结果如图 3。但该函数的一个重要缺陷是运行过程会消耗大量的内存资源。

由此可知,以上三种训练函数中,trainlm 训练函数的收敛速度较快,所以此处选用 trainlm 函数为 BP 网络训练函数。

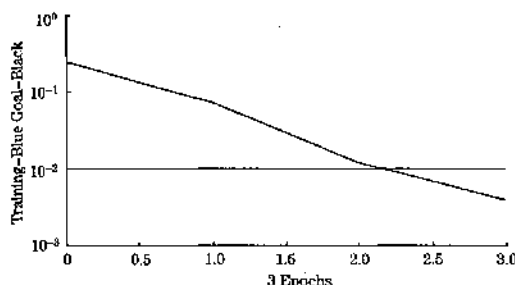


图 3 采用 trainlm 训练函数运算结果

5 BP 网络仿真输出

用呼和浩特市 2006 年 4 月 8 日的电力负荷实际值和 2006 年 4 月 9 日的气象实况来仿真 2006 年 4 月 9 日 0—23 时的呼和浩特市电力负荷实际值,Bp 网络仿真结果如下:

$y = 0.8501 \ 0.8593 \ 0.8521 \ 0.9187 \ 0.8931$
 $0.7142 \ 0.6877 \ 0.9008 \ 0.8607 \ 0.8926$

0.9295 0.9268 0.8943 0.9315 0.8207
0.915 0.9973 0.8922 0.8706 0.9083
0.9361 0.9137 0.9494 0.9074

2006 年 4 月 9 日的呼和浩特市电力负荷实际值与仿真结果对比如图 4:



图 3 2006 年 4 月 9 日的呼和浩特市电力负荷实际值与仿真结果对比

虚线:预报负荷值;实线:实际负荷值

由图 4 可以分析出,2006 年 4 月 9 日的呼和浩特市电力负荷实际值与仿真结果基本比较一致,只有 15 时误差较大,但仍未超过 0.2,计算结果比较理想。

6 结 语

通过对 traingdx、traingd 和 trainlm 三种训练函数的比较,trainlm 训练函数更适合于本方法。

通过 BP 网络预测呼和浩特市 2006 年 4 月 9 日的电力负荷值,预测结果和实际负荷值基本一致。

BP 算法由于具有非线性动力系统特征,能处理非线性问题,因此可考虑作为专业气象服务实际工作中电力负荷预测的一种方法。

参考文献

- [1] 飞思科技产品研发中心编著. 神经网络理论与 MATLAB7 实现[M]. 北京:电子工业出版社,2005.
- [2] 沈清,胡德文,时春. 神经网络应用技术[M]. 长沙:国防科技大学出版社,1993: 82-85.
- [3] 魏一鸣. 基于神经网络的多目标权重计算方法探讨[J]. 武汉化工学院学报,1995,(4):37-41.