**放电模式识别神经网络函数**

对向传播(Counter Propagation)网络，简称CPN，是由美国计算机专家Robert Hecht Nielsen于1987年提出的，是将Kohonen特征映射网络与Grossberg基本竞争形网络相结合，发挥各自特长的一种新型特征映射神经网络37-39]。

CPN网络结构如图 **错误！文档中没有指定样式的文字。**‑1所示，网络分为输入层、竞争层和输出层。输入层与竞争层构成自组织特征映射(SOM)神经网路，先进行分类处理，该部分属于无导师型网络；竞争层与输出层构成基本竞争型神经网络，该部分属于有导师型网络，总体为有导师型神经网络。因此该神经网络汲取了无导师型网络分类灵活、算法简练的优点，又采纳了有导师型网络分类精细、准确的长处，使两种不同类型的网络有机结合起来。



图 **错误！文档中没有指定样式的文字。**‑1 CPN网络结构图

CPN网络的基本思想是，由输入层到竞争层，网络按照自组织特征映射学习规则产生竞争层的获胜神经元，并按照这一规则调整相应的输入层到竞争层的连接权；由竞争层到输出层，网络按照基本竞争型网络学习规则，得到各输出神经元的实际输出值，并按照有导师型的误差校正方法，修正由竞争层到输出层的连接权。经过这样的反复学习，可以将任意的输入模式映射为输出模式。

从这一基本思想可以发现，处于网络中间未知的竞争层获胜神经元以及与其相关的连接权向量，既反映了输入模式的统计特征，又反映了输出模式的统计特性。因此，可以认为，输入、输出模式通过竞争层实现了相互映射，即网络具有双向记忆的性能。

在竞争层中，神经元之间相互竞争，最终只有一个或者几个神经元获胜，以适应当前的输入样本，竞争胜利的神经元就代表着当前输入样本的分类模式。竞争层神经元j的状态可按下式计算。



式中：

——连接权向量；

——输入样本向量的第*i*个元素。

根据竞争机制，竞争层中具有最大加权值的神经元*k*赢得竞争胜利，输出为：



竞争后的权值按照下式进行修正，对于所有的*i*，都有：



式中：

——学习参数，，一般取为0.01～0.03；

从式中可以看出，当活跃时，对应的第*i*个权值就增加，否则就减小。由于所有权值的和为1，所以当第i个权值增加或减小时，对应的其他权值就可能减小或增加。此外，该公式还保证了权值的调整能够满足所有的权值调整量之和为0。

在第*l*次输入样品(*l*=1，2，3，...，*N*)进行训练时各个参数的表达及计算方法如下。

#### 确定参数：

确定输入层有个神经元。

输入模式为，将输入向量进行归一化处理：

，，

确定竞争层有个神经元。对应的二值输出向量为。

确定输出层输出向量为，目标输出向量为。

确定由输入层到竞争层的连接权值向量为，。

确定由竞争层到输出层的连接权值向量为，。

#### 将连接权向量进行归一化处理：

，，

#### 求竞争层中每个神经元的加权输入和：

，

#### 求连接权向量与距离最近的向量：



#### 将神经元的输出设定为1，其余神经元输出为0：



#### 修正连接权向量：

，；

#### 归一化连接权向量：

，

#### 求输出层各神经元的加权输出，将其作为输出神经元的实际输出值：

，

#### 只需调整竞争层中获胜神经元到输出神经元的连接权向量，按照下式修正竞争层到输出层的连接权向量：

，

式中，为学习速率。

#### 返回(2)，直到将N个输入模式全部提供给网络。

#### 令，将输入模式重新提供给网络学习，直到。其中为预先设定的学习总次数，一半取为。

至此，神经网络函数训练结束。

然后将需要识别的放电信号进行特征提取，将经过特征选择的特征参数作为神经网络的输入量进行模式识别。