

极限学习机（Extreme Learning Machine，简称 ELM）是一种用于单隐层前馈神经网络（SLFN）的快速学习算法。其独特之处在于通过随机初始化输入层到隐层的权重和偏置，并通过解析解直接计算输出层到隐层的权重，从而显著提高了训练速度。

以下是 ELM 算法的详细描述：

1.初始化隐层参数：

随机生成输入层到隐层的权重矩阵和隐层的偏置向量。对于二元分类问题，输出层到隐层的权重矩阵通过求解一个线性系统的解来得到。

2.隐层激活：

将输入数据通过隐层的权重和偏置进行线性变换，然后通过激活函数（通常是 sigmoid 或 ReLU）得到隐层的输出。

3.计算输出权重：

对于 ELM，输出层到隐层的权重可以通过解析解直接计算，而不需要通过反向传播进行迭代训练。这一步通过求解线性系统的最小二乘解来完成。

4.模型训练：

将输出层到隐层的权重矩阵与隐层输出相乘，得到最终的输出。对于分类问题，通常使用 softmax 函数处理输出，对于回归问题，直接使用输出值即可。

5.模型应用：

使用训练好的 ELM 模型对新的数据进行分类或回归预测。ELM 的关键步骤在于通过解析解高效地计算输出层到隐层的权重，避免了传统神经网络中需要通过反向传播进行迭代优化的过程，从而提高了训练速度。该算法在实际应用中被广泛用于模式识别、分类和回归等任务。