

基于 ReLU 神经网络的函数拟合实验报告

2252329 罗民睿

1. 问题描述

本实验旨在使用基于 ReLU (Rectified Linear Unit) 激活函数的神经网络来拟合一个目标函数。理论和实践表明,两层 ReLU 神经网络可以逼近任意连续函数。因此,我们希望通过设计一个简单的神经网络模型来验证其拟合能力。

2. 目标函数定义

本实验选定的目标函数如下:

$$f(x) = \sin(2x) + 0.5x$$

该函数包含非线性成分(正弦函数)和线性成分,适合作为神经网络拟合的测试对象。

3. 数据采集

我们在区间 $[-3,3]$ 上均匀采样数据点:

训练集: 100 个样本点

测试集: 50 个样本点

```
#生成数据
np.random.seed(42)
x_train = np.linspace(-3, 3, 100).reshape(-1, 1)
y_train = target_function(x_train)

x_test = np.linspace(-3, 3, 50).reshape(-1, 1)
y_test = target_function(x_test)
```

训练集用于优化神经网络的参数,测试集用于评估模型的泛化能力。

4. 神经网络模型描述

为了有效拟合目标函数,我们构建了一个两层全连接神经网络,其结构如下:

输入层: 1 维(输入值 x)

隐藏层 1: 64 个神经元, ReLU 激活函数

隐藏层 2: 64 个神经元, ReLU 激活函数

输出层: 1 维, 线性激活

```
#定义神经网络模型
model = tf.keras.Sequential([
    tf.keras.layers.Dense(64, activation='relu', input_shape=(1,)),
    tf.keras.layers.Dense(64, activation='relu'),
    tf.keras.layers.Dense(1) # 线性输出层
])
```

优化目标为均方误差(MSE),优化算法选用 Adam(学习率设为 0.001)。

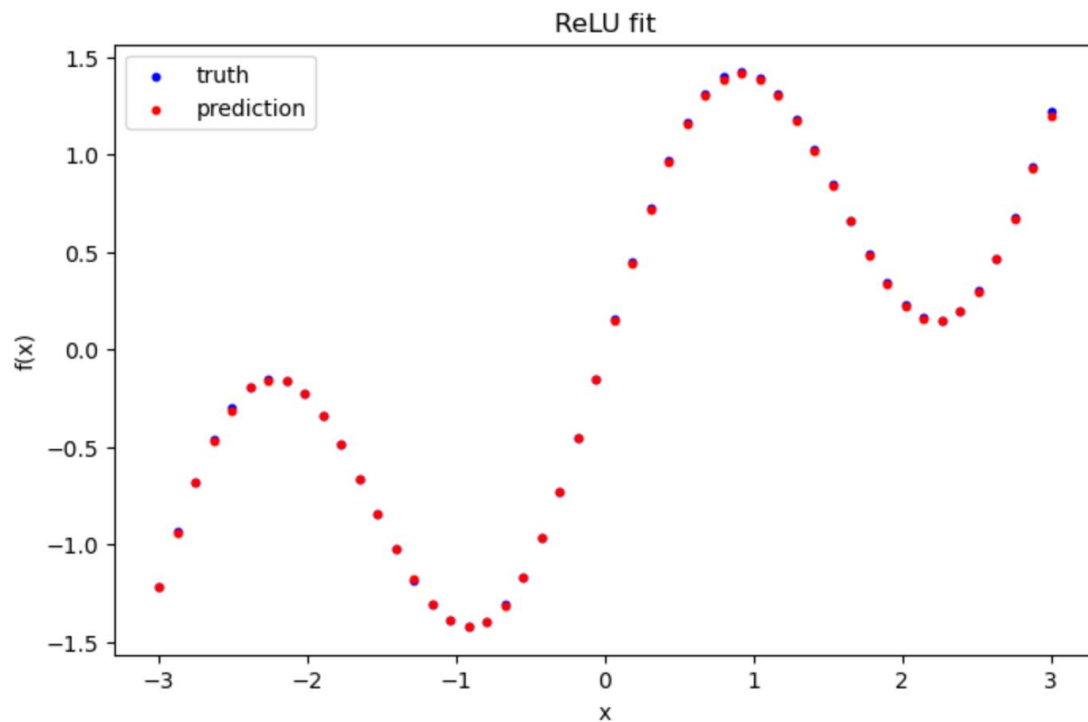
5. 训练过程

训练轮数：5000 轮

每轮训练都会使用训练集进行参数更新，并在测试集上评估损失。

6. 实验结果

绘制了测试数据的真实值和模型预测值的对比图，结果如下：



蓝色点：目标函数的真实值

红色点：神经网络的预测值

可以看到，红色点几乎覆盖了蓝色点，说明模型很好地学习了目标函数的特征。

7. 结论

本实验通过一个简单的两层 ReLU 神经网络成功拟合了非线性函数 $f(x) = \sin(2x) + 0.5x$ ，并在测试集上取得了较低的误差。这验证了深度学习在函数拟合问题上的有效性。