LeNet-5在MNIST数据集的训练与测试

**1 实验目标**

实现LeNet-5在MNIST数据集的训练与测试，并进行分析。

**2 实验准备**

本次实验python环境为python3.9版本，框架为pytorch深度学习框架。

**3 实验内容**

**3.1 LeNet-5网络**

LeNet-5 是一个经典的卷积神经网络，由 Yann LeCun 等人在1998年提出，是用于手写数字识别任务的先驱性模型。

LeNet-5 是一个深度神经网络，主要由两个卷积层、两个池化层和三个全连接层组成。其主要结构如下：

1. 输入层：32x32 的手写数字图像。

2. 第一层：卷积层，6 个 5x5 的卷积核，输出为 28x28x6 的特征图。

3. 第二层：平均池化层，2x2 大小的窗口，步长为2，输出为 14x14x6 的特征图。

4. 第三层：卷积层，16 个 5x5 的卷积核，输出为 10x10x16 的特征图。

5. 第四层：平均池化层，2x2 大小的窗口，步长为2，输出为 5x5x16 的特征图。

6. 第五层：全连接层，输出为120个节点。

7. 第六层：全连接层，输出为84个节点。

8. 第七层：输出层，输出为10个节点，对应于10个数字类别。

LeNet-5 使用了 sigmoid 激活函数，并且使用了基于梯度的反向传播算法进行训练。它在 MNIST 数据集上取得了较好的性能，为后来的深度学习研究奠定了基础。下图1为LENET-5网络的结构。

图示

描述已自动生成

图1 LeNet-5网络结构

**3.2 MNIST 数据集**

MNIST 数据集包含了大约 70000 张 28x28 像素的手写数字图像，其中 60000 张用于训练，10000 张用于测试。每张图像都标注了对应的数字类别（0 到 9）。最初由 Yann LeCun 在 1998 年创建，主要用于评估机器学习算法在手写数字识别任务上的性能。

MNIST 数据集已成为深度学习领域中的标准基准，用于测试新的图像处理和分类算法的性能。它简单易用，而且具有明确的类别标签，因此成为学术界和工业界常用的数据集之一。

LeNet-5 网络和 MNIST 数据集共同构成了深度学习发展历程中的重要里程碑，对推动深度学习技术的发展起到了重要作用。

**4 实验过程**

**4.1 网络结构搭建**

按文章要求设置卷积核与全连接层参数，池化层采用了最大池化方法，激活函数选用了ReLU激活函数。

**4.2 数据集设置**

数据集使用MNIST数据集，对数据预处理时注意将图像设置为32x32大小，并进行归一化处理。

**4.3 损失函数**

损失函数选择交叉熵损失函数，在深度学习中，交叉熵损失函数通常与 softmax 激活函数一起使用，softmax 函数能够将模型的输出转化为概率分布，使得交叉熵损失函数有良好的数学解释。

**4.4 优化器选择**

本次实验使用Adam优化器进行参数优化。Adam 优化器可以自适应地调整每个参数的学习率，对于不同参数的梯度大小自动调整学习率，因此能够更有效地更新参数。具有稳定性良好、适用范围广泛等特点，能够有效地帮助模型训练并收敛到较好的结果。

**5 实验结果及分析**

训练网络，当epoch为1时，模型准确度为94%，随着训练轮数增加，当训练到第5轮时，准确度已达到99%，效果较好。具体结果如下图2所示。

文本

描述已自动生成

图2 训练结果

本次实验相较于原LeNet-5网络，在模型搭建时没有采用sigmoid函数而是使用了ReLU激活函数，加快了网络收敛速度。此外，由于没有对网络进行初始化，模型训练第一轮效果仍可以得到提升。