

LeNet5 在 Fashion_MNIST 数据集上的应用

1. 研究背景和介绍

1.1 LeNet-5 简介

LeNet-5 是由 Yann LeCun 等人于 1998 年提出的卷积神经网络 (CNN) 架构，是深度学习领域里的开创性工作之一。它是第一个成功应用于手写数字识别任务的卷积神经网络。

1.2 实验目的

本次实验的目的是在 Fashion_MNIST 数据集上复现 LeNet-5 模型。Fashion_MNIST 是一个包含 10 个类别的图像数据集，用于衣服和配件的图像分类。

2. 数据集

2.1 数据来源

本次实验所使用的数据集为 Fashion MNIST。它包含了来自 Zalando 研究的 70,000 张灰度图像，涵盖了 10 个类别的衣服和配件，每个类别有 7,000 张图像。

2.2 数据集特点

- 每张图像的分辨率为 28x28 像素。
- 图像被预处理和标准化，像素值范围在 0 到 255 之间，并已归一化到范围 [0, 1] 内。
- Fashion_MNIST 数据集比传统的手写数字 MNIST 更具挑战性，有助于测试模型对复杂图像的分类能力。

3. LeNet-5 模型架构

LeNet-5 包含了卷积层、池化层和全连接层，具体架构如下：

卷积层：6 个卷积核 (kernel) 大小为 5x5，sigmoid 激活函数

池化层：2x2 大小的最大池化

卷积层：16 个卷积核大小为 5x5，sigmoid 激活函数

池化层：2x2 大小的最大池化

全连接层：第一个全连接层包含 120 个神经元

全连接层：第二个全连接层包含 84 个神经元

输出层：10 个神经元 (对应 10 个类别)，使用 sigmoid 激活函数

4. 实验设置

数据集划分：使用 60000 张图像作为训练集，10000 张作为测试集。

批量大小：256

训练迭代次数：50

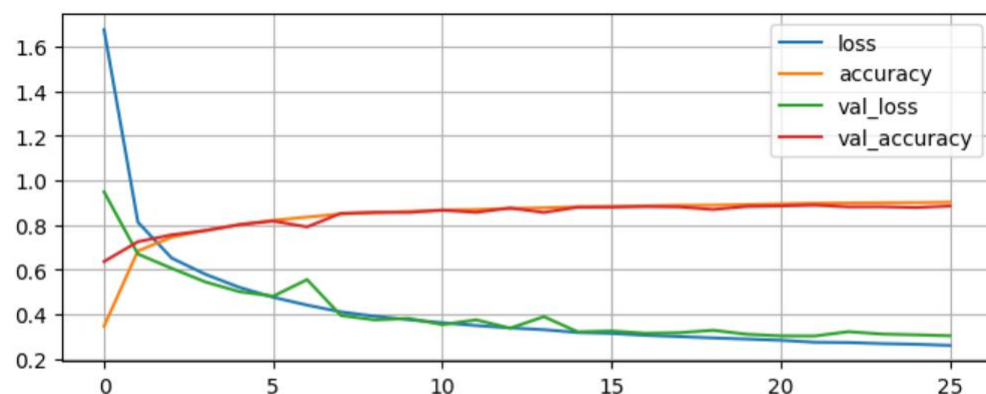
优化器：SGD
学习率：0.9
损失函数：交叉熵损失函数

详细代码可见附件 LeNet5.ipynb

5. 实验结果

```
Epoch 8/50
211/211 [=====] - 1s 5ms/step - loss: 0.4113 - accuracy: 0.8499 - val_loss: 0.3951 - val_accuracy: 0.8525
Epoch 9/50
211/211 [=====] - 1s 5ms/step - loss: 0.3918 - accuracy: 0.8555 - val_loss: 0.3754 - val_accuracy: 0.8570
Epoch 10/50
211/211 [=====] - 1s 5ms/step - loss: 0.3764 - accuracy: 0.8613 - val_loss: 0.3823 - val_accuracy: 0.8567
Epoch 11/50
211/211 [=====] - 1s 5ms/step - loss: 0.3627 - accuracy: 0.8672 - val_loss: 0.3545 - val_accuracy: 0.8667
Epoch 12/50
211/211 [=====] - 1s 5ms/step - loss: 0.3502 - accuracy: 0.8695 - val_loss: 0.3758 - val_accuracy: 0.8570
Epoch 13/50
211/211 [=====] - 1s 5ms/step - loss: 0.3396 - accuracy: 0.8741 - val_loss: 0.3384 - val_accuracy: 0.8765
Epoch 14/50
211/211 [=====] - 1s 5ms/step - loss: 0.3317 - accuracy: 0.8775 - val_loss: 0.3898 - val_accuracy: 0.8565
Epoch 15/50
211/211 [=====] - 1s 5ms/step - loss: 0.3193 - accuracy: 0.8819 - val_loss: 0.3220 - val_accuracy: 0.8802
Epoch 16/50
211/211 [=====] - 1s 5ms/step - loss: 0.3153 - accuracy: 0.8826 - val_loss: 0.3259 - val_accuracy: 0.8808
Epoch 17/50
211/211 [=====] - 1s 6ms/step - loss: 0.3068 - accuracy: 0.8860 - val_loss: 0.3155 - val_accuracy: 0.8830
Epoch 18/50
211/211 [=====] - 1s 6ms/step - loss: 0.3008 - accuracy: 0.8884 - val_loss: 0.3181 - val_accuracy: 0.8813
Epoch 19/50
211/211 [=====] - 1s 5ms/step - loss: 0.2948 - accuracy: 0.8894 - val_loss: 0.3291 - val_accuracy: 0.8698
Epoch 20/50
211/211 [=====] - 1s 5ms/step - loss: 0.2897 - accuracy: 0.8920 - val_loss: 0.3113 - val_accuracy: 0.8835
Epoch 21/50
211/211 [=====] - 1s 5ms/step - loss: 0.2843 - accuracy: 0.8948 - val_loss: 0.3041 - val_accuracy: 0.8857
Epoch 22/50
211/211 [=====] - 1s 5ms/step - loss: 0.2756 - accuracy: 0.8978 - val_loss: 0.3035 - val_accuracy: 0.8895
Epoch 23/50
211/211 [=====] - 1s 5ms/step - loss: 0.2742 - accuracy: 0.8987 - val_loss: 0.3228 - val_accuracy: 0.8817
Epoch 24/50
211/211 [=====] - 1s 5ms/step - loss: 0.2693 - accuracy: 0.9000 - val_loss: 0.3122 - val_accuracy: 0.8822
Epoch 25/50
211/211 [=====] - 1s 5ms/step - loss: 0.2664 - accuracy: 0.9006 - val_loss: 0.3087 - val_accuracy: 0.8785
Epoch 26/50
211/211 [=====] - 1s 5ms/step - loss: 0.2614 - accuracy: 0.9027 - val_loss: 0.3046 - val_accuracy: 0.8853
```

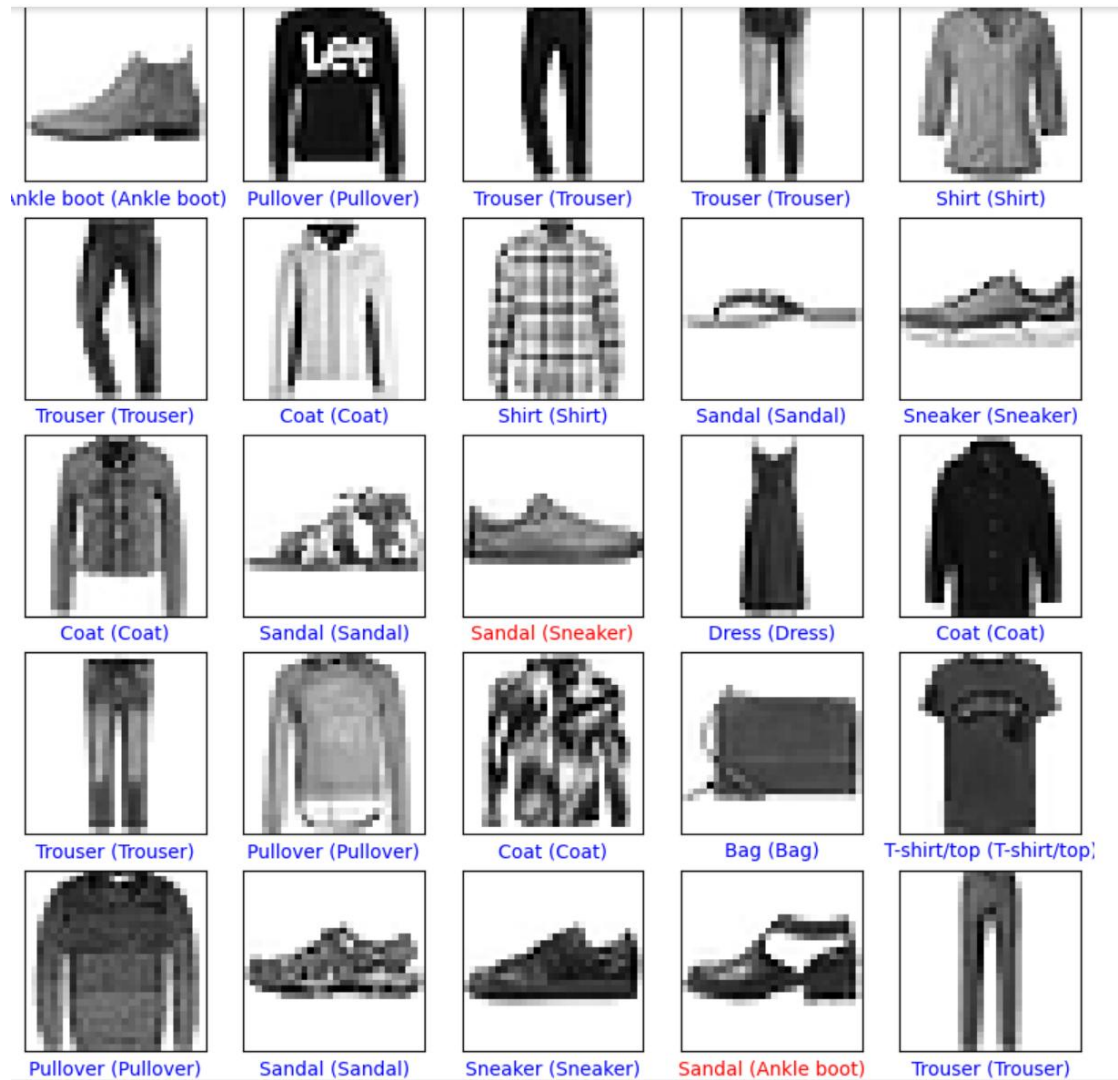
设定的 epoch 为 50，但是可以看到在经过 26 轮迭代的训练后模型就停止了，说明模型经过 5 个训练周期性能没有提升超过 0.001，可以看到 LeNet-5 在 Fashion MNIST 数据集上取得了较好的性能。在测试集上的准确率达到了约 88%。



```
313/313 [=====] - 1s 2ms/step - loss: 0.3149 - accuracy: 0.8850
测试集准确率: 0.8849999904632568
```

同时，通过可视化模型的训练过程，可以观察到损失函数随着迭代次数逐渐下降，模型逐渐收敛到较好的状态。

同时对模型的预测以及图片进行了可视化的输出，方便查看模型的训练效果。



6. 分析和讨论

模型表现

LeNet-5 在 Fashion MNIST 上取得了相对较高的分类准确率。它对图像进行了有效的特征提取，并成功识别了不同类别的服装和配件。

修改的影响

在这次实验中，我没有对 LeNet-5 进行修改，而是复现了经典的 LeNet-5 模型。但是，通过在 Fashion_MNIST 上的应用，验证了 LeNet-5 在图像分类任务上的有效性。

挑战和局限性

尽管 LeNet-5 在 Fashion MNIST 上表现良好，但它可能面临着应用于更大、更复杂数据集时的挑战。该模型可能需要进一步调整和改进才能胜任更复杂的图像分类任务。

7. 结论

LeNet-5 模型在 Fashion MNIST 数据集上表现出了良好的性能。它是卷积神经网络领域的经典模型之一，为后续更复杂的深度学习模型提供了宝贵的思路 and 基础。虽然在现代图像识别任务中，LeNet-5 可能存在一些局限性，但其经典的架构仍具有一定的参考价值。