

# 实验报告：Fashion-MNIST 图像分类

## 1. 模型介绍

本研究构建了一个三层全连接神经网络，旨在处理 Fashion-MNIST 图像分类任务。该模型结构简单，包含一个输入层，一个包含 100 个神经元的隐藏层，以及一个输出层。

- 输入层：接收 28x28 像素的图像，展平成 784 个神经元。
- 隐藏层：由 100 个神经元组成，使用 ReLU 函数激活。
- 输出层：包含 10 个神经元，对应 10 个类别，使用 softmax 函数输出预测概率。

模型的训练通过随机梯度下降法（SGD）进行，采用了交叉熵损失函数并结合 L2 正则化以提高模型的泛化能力。此外，实验中还实行了学习率调度，学习率初始设定为 0.01，并随着训练的进行逐步下降。

## 2. 数据集介绍

Fashion-MNIST 数据集是一个广泛使用的衣物图像数据集，由 70000 张灰度图像组成，分为 10 个类别，如 T 恤、裤子、鞋子等。每张图像均为 28x28 像素大小。数据集被一分为二：60000 张用于训练，10000 张用于测试。

本数据集挑战性较高，更贴近实际应用场景，适用于评估和比较机器学习模型的性能。

## 3. 实验结果与优化

经过多次实验，并通过对超参数进行细致的网格搜索和调整，我们最终确定了以下最优参数组合：

- 最佳验证集准确率：0.8565
- 最佳学习率：0.01
- 最佳隐藏层大小：100 神经元
- 最佳 L2 正则化系数：0.001

这些参数在验证集上展现了模型最高的性能。使用这组最优参数，模型能够达到高准确度的同时防止过拟合，实现良好的泛化。

在训练过程中，我们记录了每个周期的训练和验证损失，以及验证集上的准确率。从可视化的损失曲线可以看出，模型随着时间的推移稳定地学习，损失逐渐减小。准确率曲线显示了模型准确性的逐步提升，这进一步证明了学习率调度策略的有效性。

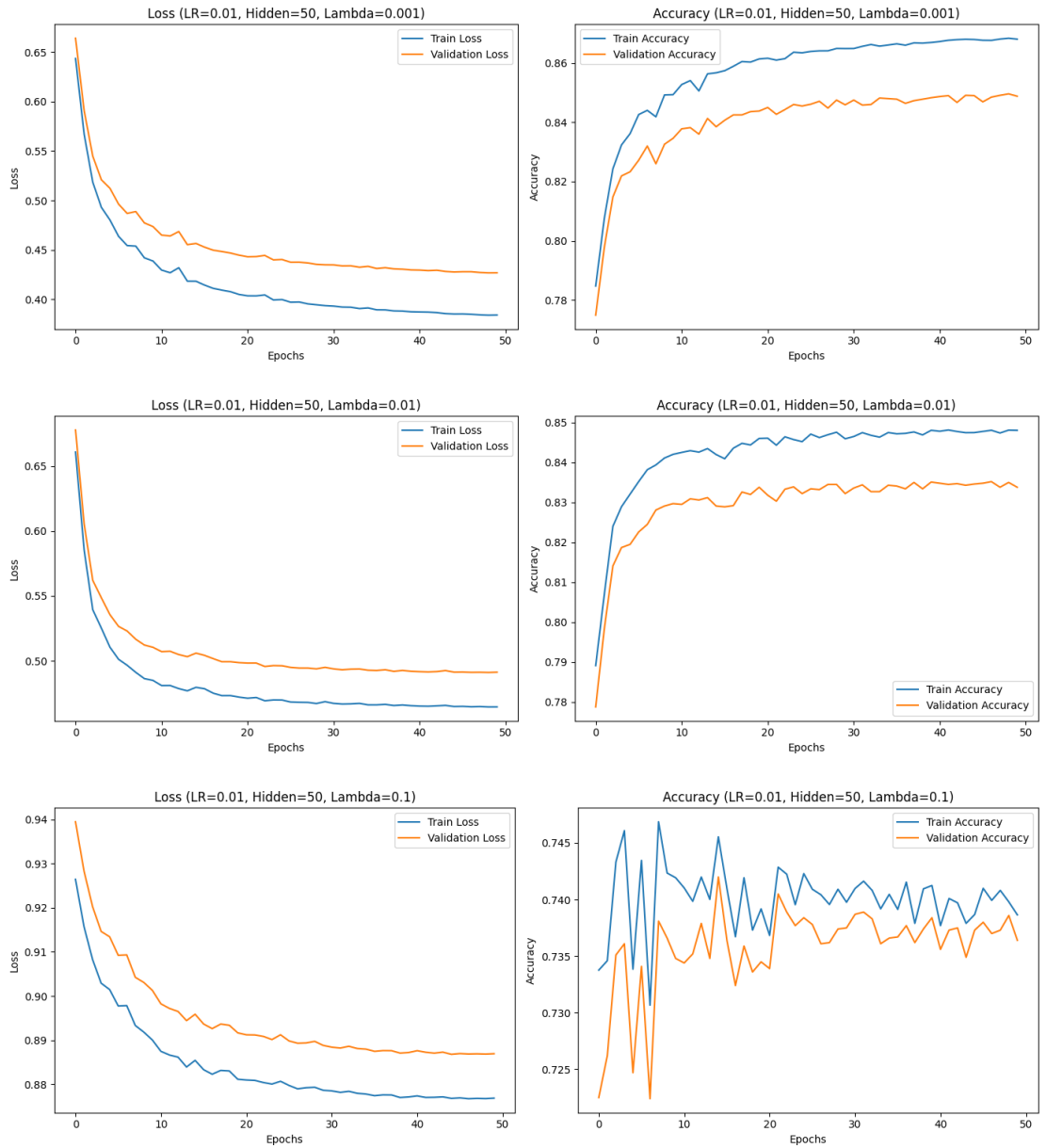
## 4. 权重可视化

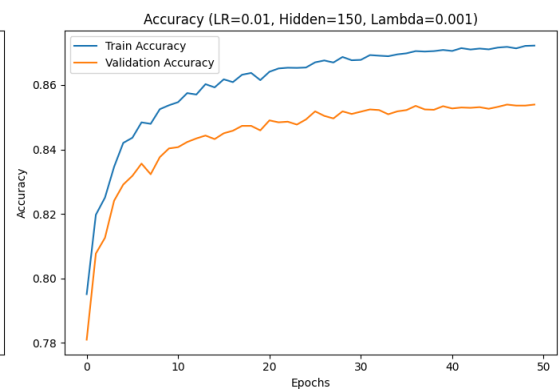
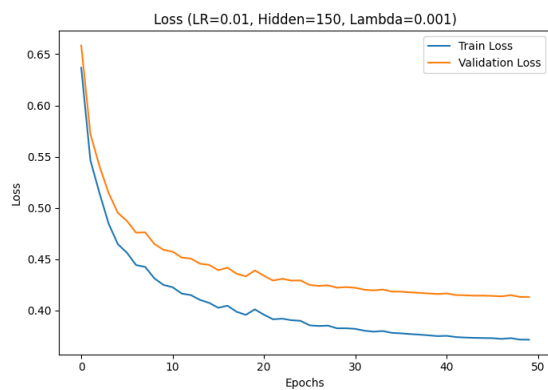
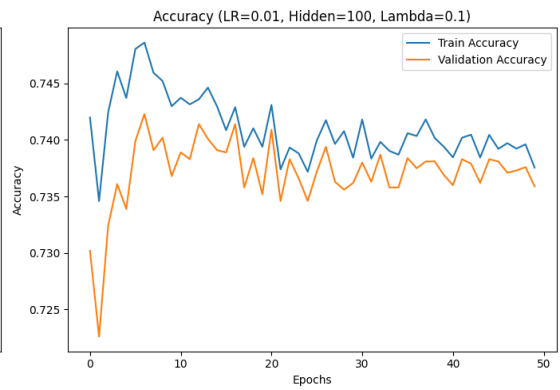
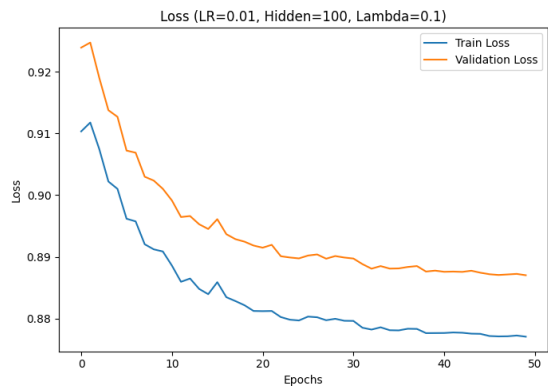
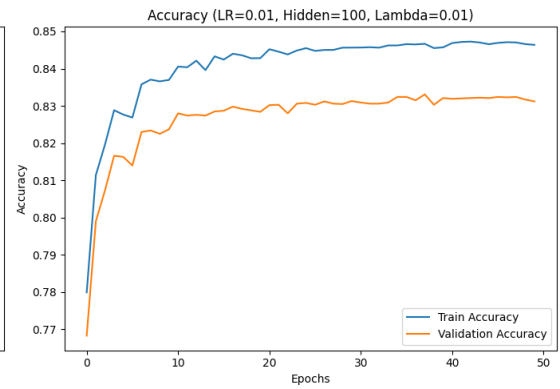
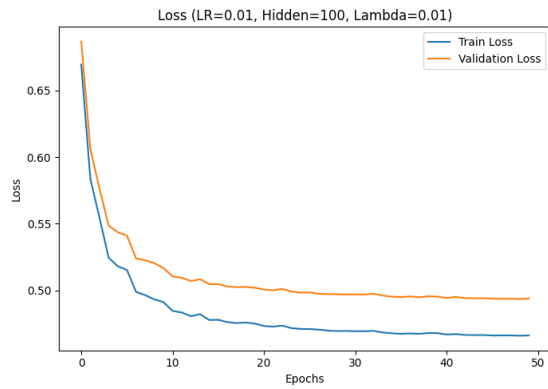
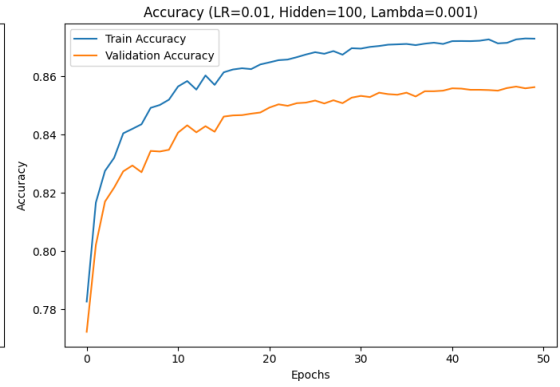
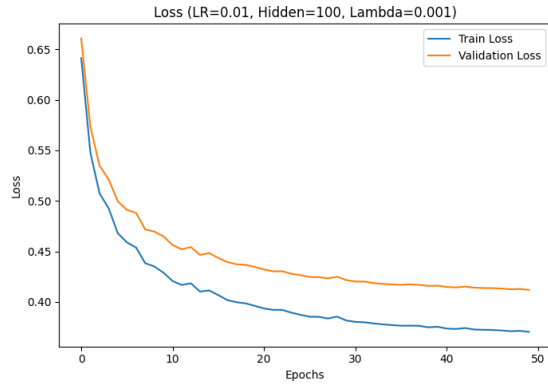
为了更深入地理解模型的工作原理，我们对从输入层到第一个隐藏层的权重进行了可视

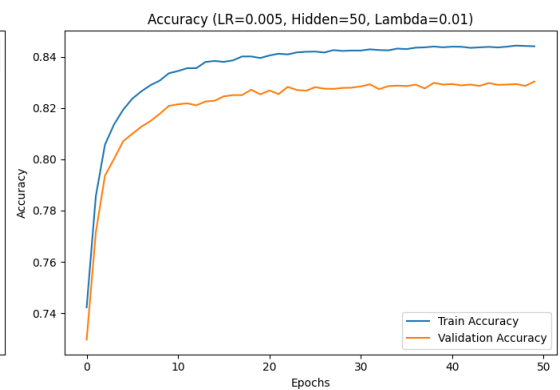
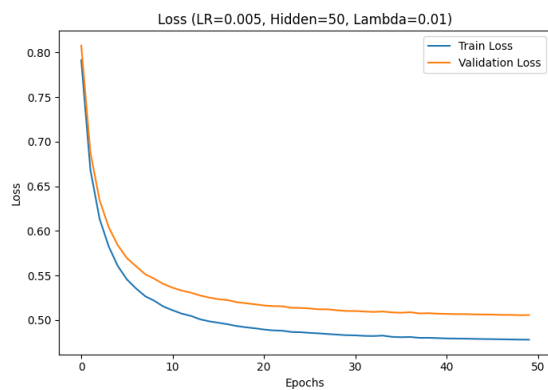
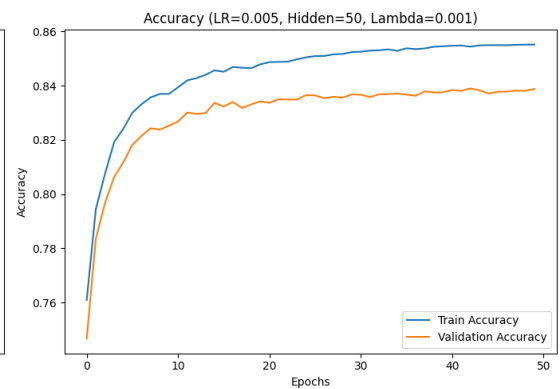
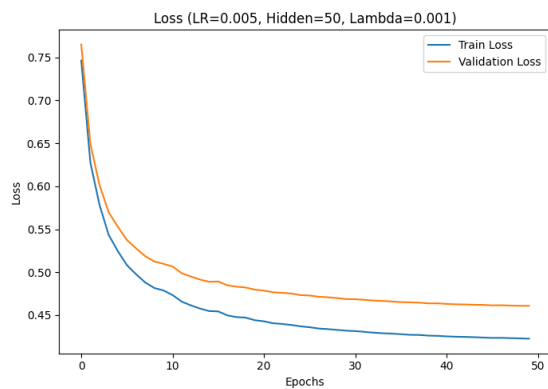
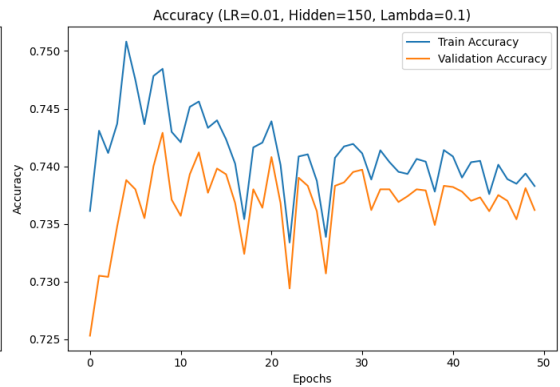
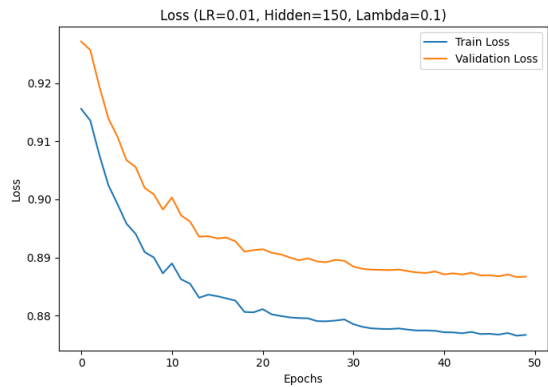
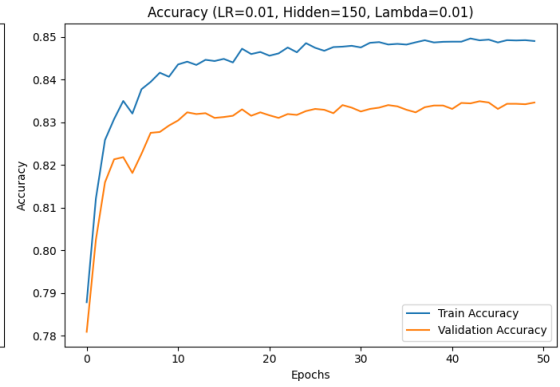
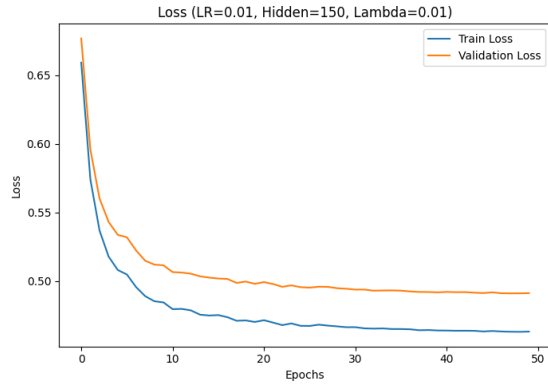
化分析。通过观察权重的图像表示，我们尝试探讨模型在学习过程中如何响应不同的视觉特征。虽然权重图像并不直接显示可识别的物体或图案，但这些可视化有助于理解隐藏层如何编码输入数据的复杂特征。

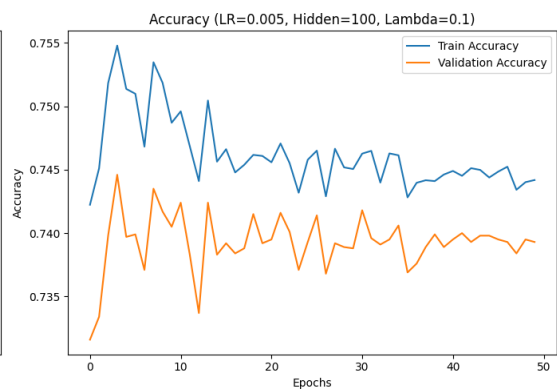
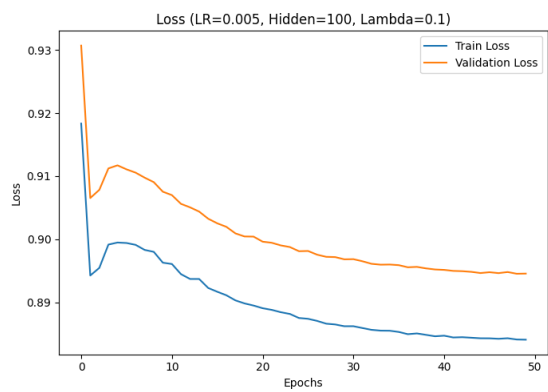
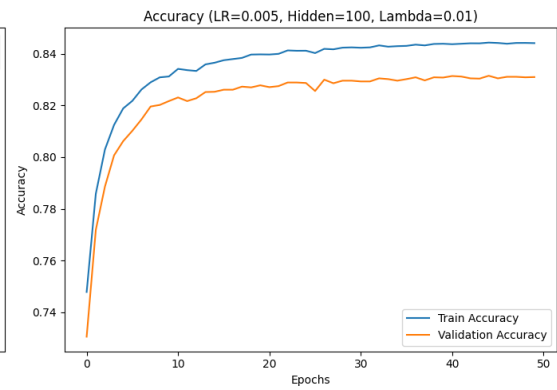
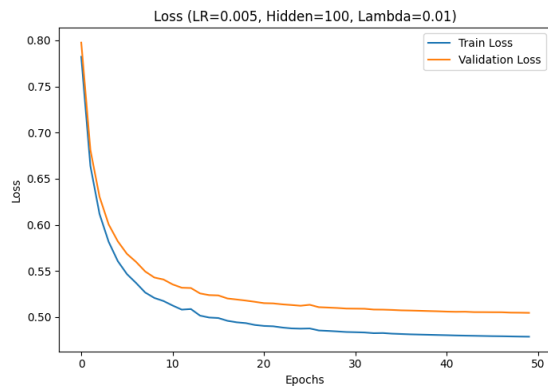
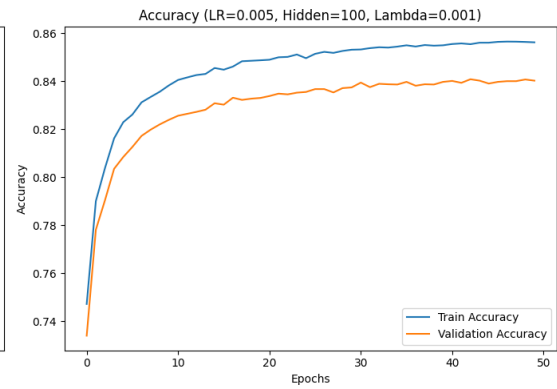
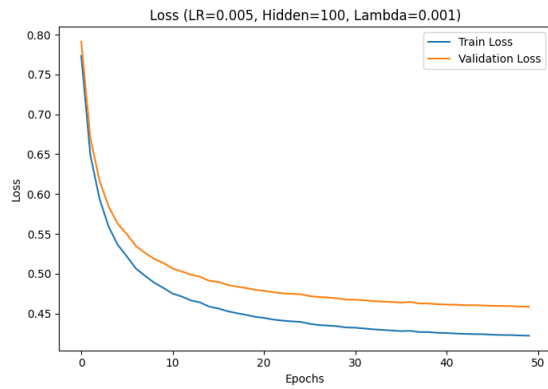
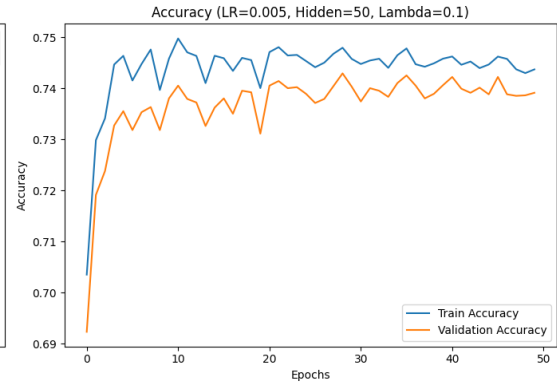
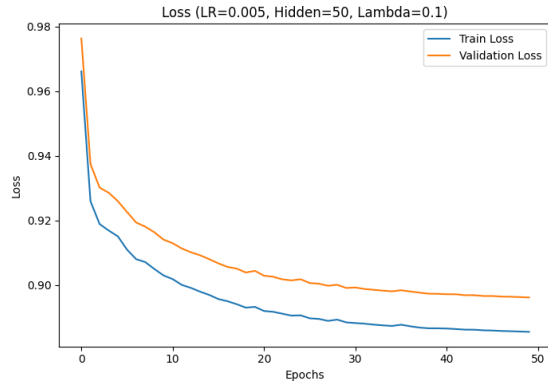
### 5. 可视化图形

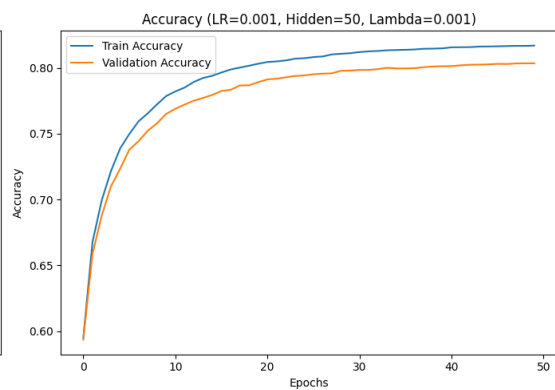
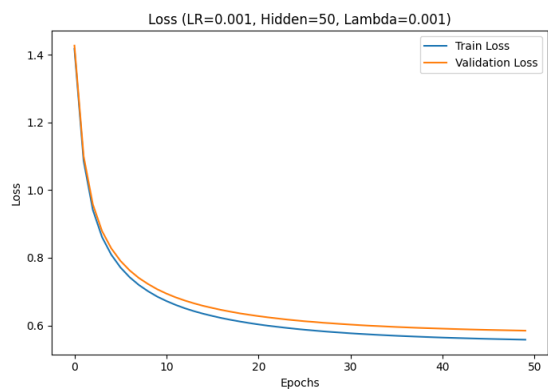
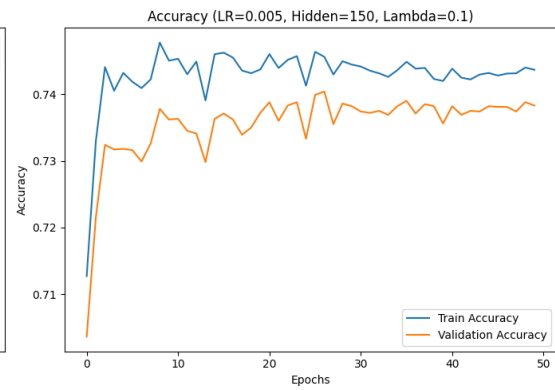
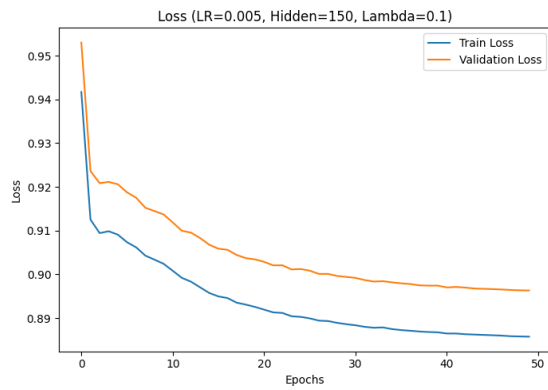
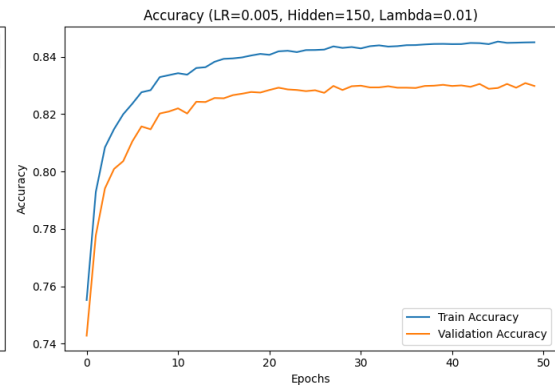
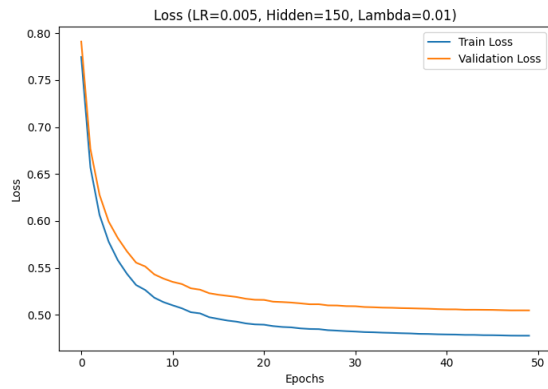
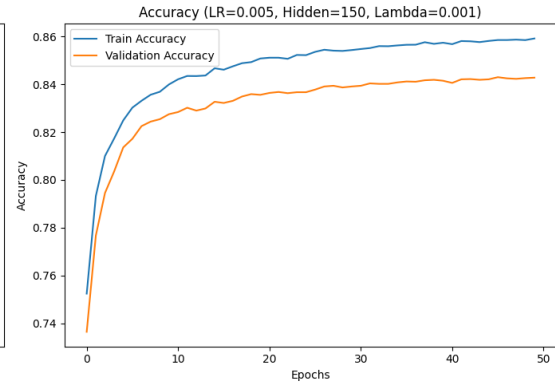
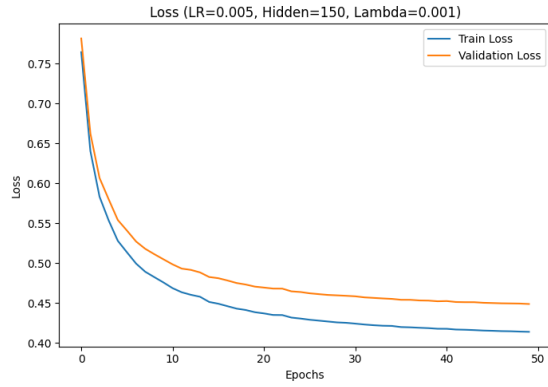
以下为训练过程中在训练集和验证集上的 loss 曲线和验证集上的 accuracy 曲线的可视化：

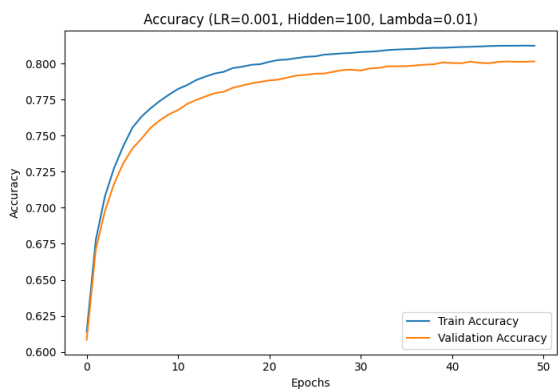
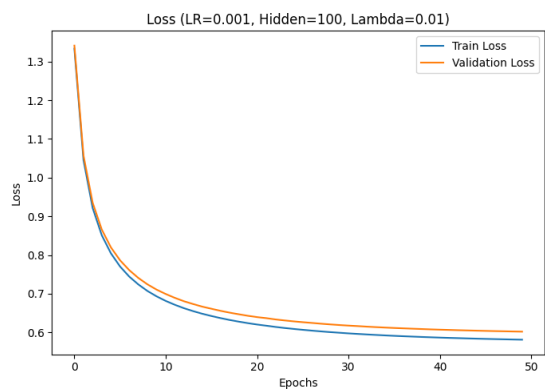
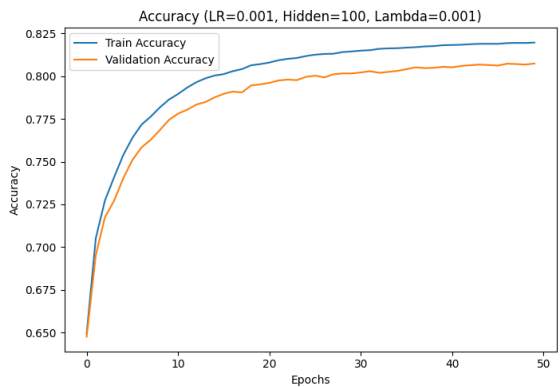
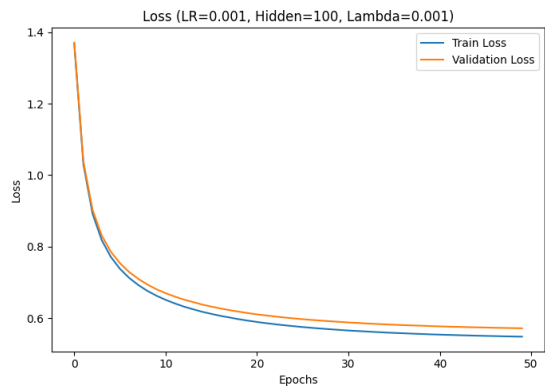
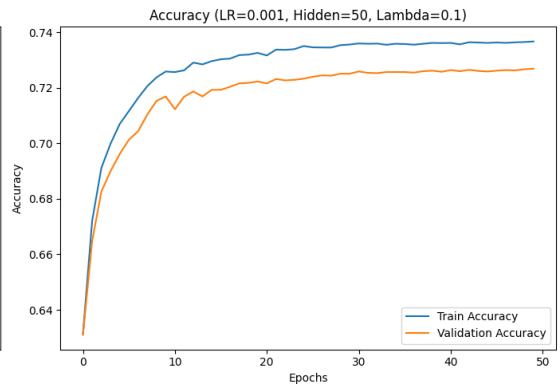
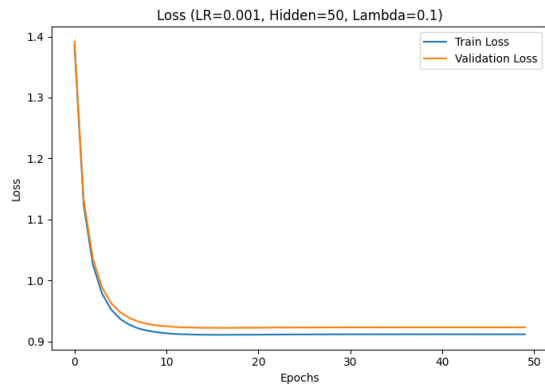
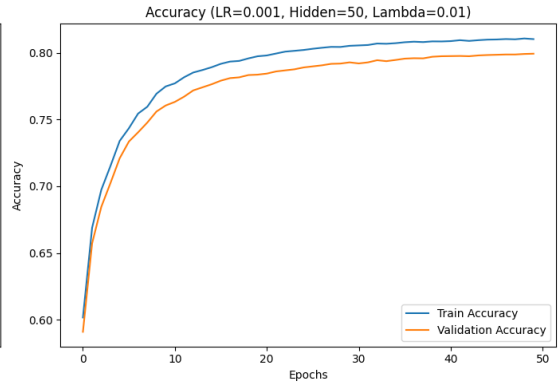
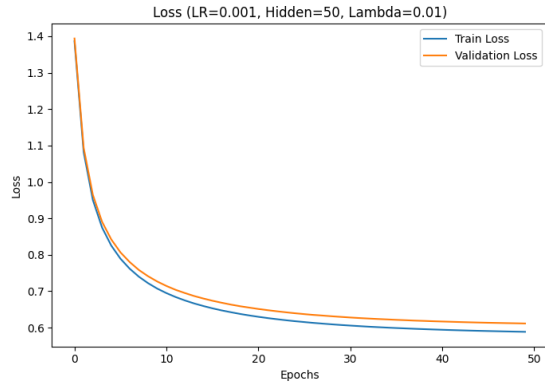


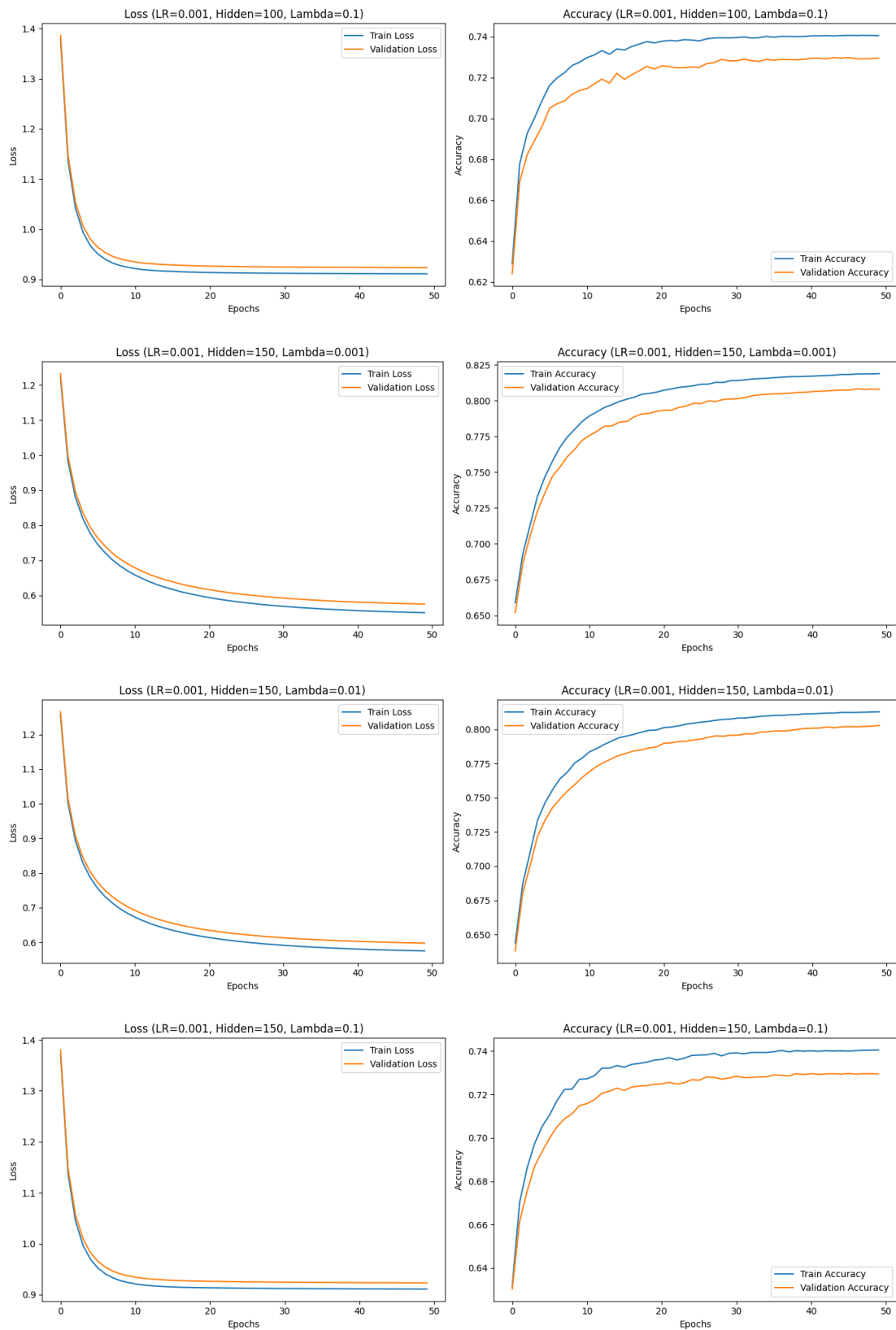








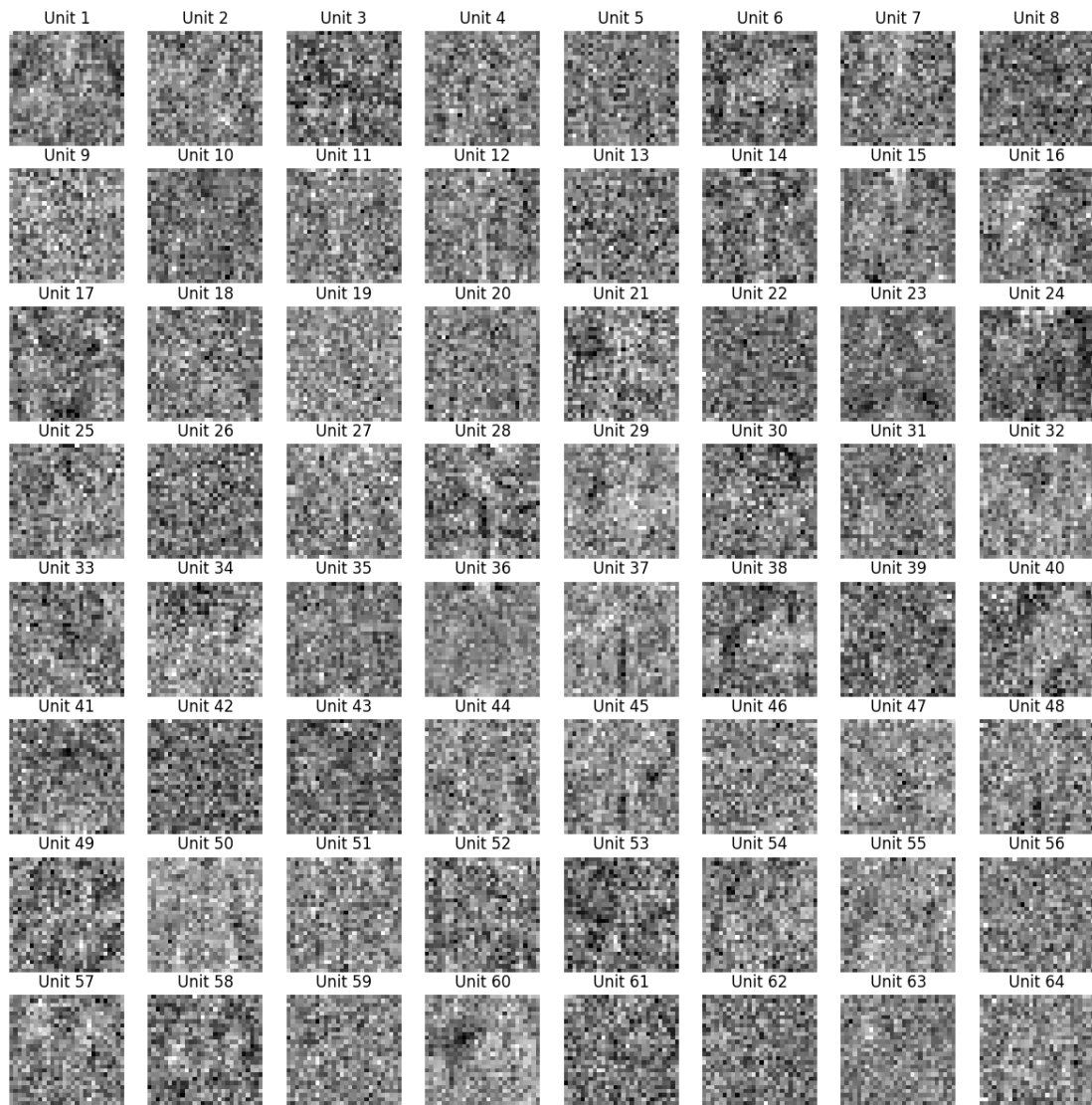




对训练好的模型网络参数的可视化:



Weights from Input to First Hidden Layer



这张图表展示的是从输入层到第一个隐藏层的权重，具体是每个隐藏单元的权重可视化为 28x28 像素的图像。这些图像是由权重向量重塑成的，权重向量原本是连接输入层（例如，原始 28x28 像素的图像）到相应隐藏单元的。这样的可视化有助于理解每个隐藏单元是如何通过其权重对不同的输入图像特征做出响应的。在可视化的图像中，每个小方格代表一个神经元的权重数组，重塑为二维图像。这些图像通常是灰度的，其中每个像素点的亮度表示相应权重的大小。亮的像素表示较大的权重值，而暗的像素表示较小的权重值。

权重图像看起来相当随机，并没有明显的结构，这可能是因为：

- a) 网络可能还没有完全学习到有意义的特征。
- b) 权重可能对多种特征进行编码，使得在单个权重图像中不易识别单一的特征。
- c) 隐藏层可能太浅，无法形成复杂的特征表示。