

# 《程序设计实训》 作业二

## 1 作业内容

本次作业的目的是让同学们了解并掌握如何使用 Python 进行人工智能模型的训练和推理。

考虑到并非所有同学都有深度学习方向的背景知识，本次作业将提供基础的代码框架，同学们只需要根据任务说明，掌握示例代码各个步骤的含义，对其中的小细节进行修改即可。

## 2 任务说明

作业资料提供了针对数字手写体识别任务的训练代码和推理代码，同学们需要尝试运行代码，并完成以下小任务：

1. 使用数据集中的训练数据，拼出自己的学号；
2. 训练一个模型，并使用它进行推理；
3. 绘制模型训练的 loss 随 epoch 变化的曲线图；
4. 尝试更换优化器，查看训练效果是否有变化；
5. 添加数据预处理；
6. 将训练完成的模型保存成文件，并通过可视化工具显示模型的结构；
7. 错误样例分析；

大多数任务都可以在现有代码的基础上快速完成，主要目的是帮助大家理解使用 Python 进行人工智能模型训练的过程。本次作业需要同学们在 python 环境中安装 Pytorch 和 Opencv 两个包。

Pytorch 安装方法：<https://pytorch.org/get-started/locally/>

Opencv 安装方法：pip install opencv-python

## 2.1 数据可视化

完善 `utils/visualizer.py` 代码，使得执行 `task-1.py` 文件，会输出从 MNIST 数据集中选取的图片拼接而成的图片组合。



生成图片组合的具体逻辑可以在方法 `demo_display_specific_digit_combination` 中找到。请参考已有代码和提示，使用 MNIST 数据集中一个批次图片**拼接出自己的学号**，截图后放在作业文档中，例如你的学号为 2024012345，则输出图片为：



## 2.2 训练模型并使用它进行推理

运行 `train.py`，完成模型的训练和保存，然后运行 `inference.py`，完成模型的推理过程。上述文件中的代码在不经修改的情况下可以直接运行，只需要根据实际场景修改输入参数即可。

在 `inference.py` 文件中默认已经添加了显示图片的逻辑，在完成模型的推理过程后，将自动将预测结果绘制在图片上并显示图片。请同学们使用训练好的模型，**针对自己学号最后一位数字**的图片进行推理操作。完成这个流程后，将运行结果记录在作业文档中。例如学号最后一位为 5，则输出结果如下图所示：



**注意：**如果模型预测的结果与实际数值不符也没有关系，因为仅在 MNIST 数据上训练的**数字识别模型**对于其它图片的泛化性有可能不够好。

## 2.3 绘制 Loss 曲线

在训练过程中，将**每个 epoch 的平均 loss** 记录用于统计，在训练完成时绘制 Loss 曲线，可以调用任意可视化算法包，建议将绘制功能单独编写函数进行调用。

请在文档中放置绘制的 Loss 曲线截图，并说明绘制图像使用的方法（即使用的第三方库，如 matplotlib 等）。

## 2.4 更换优化器

阅读 train.py 训练相关代码，将优化器 Adam 更换为 SGD，观察输出结果。该任务只需要将修改优化器的相关代码（修改后的代码）放置到文档中即可。

## 2.5 添加数据预处理

尝试在数据预处理的步骤中添加一些步骤。代码 utils/pre\_process.py 中定义了两个基本的数据变换方法，请填充 data\_augment\_transform 方法，分别添加下面几个数据增广的操作：

- 随机剪裁
- 水平翻转
- 随机旋转

在 torchvision 包中提供了许多数据预处理方法，可以参考 PyTorch 文档进行修改：<https://pytorch.org/vision/stable/transforms.html>。（V1/V2 版本 API 均可参考）

在文档中说明添加数据预处理的方式，以及每一种数据增广操作添加后对于模型的训练效果有何影响。

## 2.6 模型导出及模型可视化

尝试修改 models/lenet.py 文件，在模型中添加一层卷积层，进行训练，并使用导出示例代码，导出模型文件，使用任意一款模型结构可视化工具查看其模型结构。将模型结构的截图放置在文档中即可。

**提示：**

1. 添加的卷积层中 input\_channel 和 output\_channel 要确保与前一层网络和后一层网络相符，此外 kernel\_size、stride 和 padding 会对输入的形状有影响。
2. 模型结构可视化可参考 <https://github.com/lutzroeder/netron>。

## 2.7 错误样例分析

修改评估相关的代码，输出错误情况的输入图片及类标的信息。在文档中输出其中 5 个模型推理错误的情况，试分析模型判断错误的可能原因。

**提示：**在 train.py 文件中的 evaluate 方法中，有对模型输出结果和真实标签进行对比。

## 3 提交格式

本次作业最终只需要提交完成后代码文件以及作业文档，请按照以下格式组织提交的文件：

- [学号]\_[姓名拼音]\_hw2
  - src
  - [学号]\_[姓名拼音]\_hw2.pdf

即创建一个名称为 [学号]\_[姓名拼音]\_hw2 的文件夹，包含 src 目录（放置代码文件）和作业文档（pdf 格式）。**注意不要上传训练数据 (data/MNIST) 和保存的模型 (.pth 文件)。**比如对于学号为 2030010001，姓名为张三的同学，文件夹的名称应该为 2030010001\_zhangsan\_hw2（注意使用下划线而非其它字符拼接学号和姓名）。将整个文件夹打包成.zip 压缩包后，上传到网络学堂。文件夹中的学号将直接用于统计作业分数。

## 4 评测方式

本次作业主要以熟悉 Python 在人工智能领域的研究方法为主，根据上述任务任务的完成情况进行评测。

评价指标	比例	备注
数据可视化	15%	
完成模型训练和推理	10%	
绘制 Loss 曲线	15%	
更换优化器	10%	
添加数据预处理	10%	
模型导出及可视化	20%	
错误样例分析	20%	

## 5 注意事项

- 批改环境将使用 Python3.9 环境。包含 PyTorch 生态的相关库（建议使用 1.8 版本及以上的 Pytorch），请根据实际情况安装 CPU 或 CUDA 版本。
- 参考任务要求在文档中分别撰写自己的实现方案、结果、分析，附带必要的截图和代码示例。
- 文档请把实现的所有功能的方法和效果描述清楚，可附图说明。批改时将主要根据文档结合代码给分。

希望同学们认真按照作业说明和要求完成作业提交。如果有问题或疑问及时与助教 (louisliu2048@qq.com) 联系，谢谢！