

# 手写公式识别项目

## 一. 项目概述

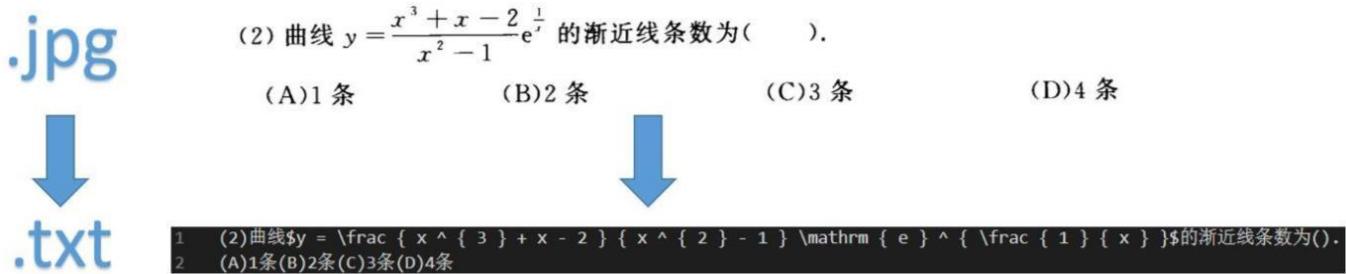
### 1.1 项目简介

实践是检验学习成果的重要环节。在之前的作业当中，同学们已经熟悉了深度学习的基本原理和Pytorch/TensorFlow框架的使用方法，但是之前的作业距离实际的开发或科研仍然相差甚远。为了检验同学们的学习成果，期末的大作业将是以小组的形式开展（每组4~5人），目标是从数据标注开始，训练一个手写公式识别模型。其中，步骤一是每位同学都需要完成的，后续的步骤请进行合理的分工。最终的考核形式以**答辩为主**，并且需要每位同学提交实验报告和源代码。实验代码等数据以组为单位上交，实验报告单独撰写，单独上交，注明分工内容。

### 1.2 问题定义

需要把图片格式的**数学表达式**转化为文字格式的**LaTeX表达式**

- 给定一张数学试题图片，我们希望输出为图片内容对应的文本形式，其中数学公式使用**LaTeX**标记语言来描述公式的内容和空间布局。



如上图所示是将印刷体格式的数学表达式进行识别和转化，而我们这次项目聚焦的是手写体的数学表达式。手写体比印刷体的识别难度更加大，目前还是一个挑战。

如图 ，需要识别成 "1-2 < x"

### 1.3 评价指标

- EditDistance**：即Levenshtein距离，以取反的百分数呈现，越大越好。例：80%的EditDistance代表需要改动20%的内容才能达到groundtruth
- ExactMatch**：当预测结果和gt一样时才算100%准确，否则为0%，因此同样越大越好。

### 1.4 完成内容

- 熟悉并使用labelImg软件提取公式图片。本次实验会提供**真实的初高中数学试卷**作为数据源给每位同学，每位同学负责其中一部分图片的**公式框选**。（步骤一）
- 待每位同学完成后，将会收集同学们框选的标注，通过**mathpix**识别后，**取mathpix的识别结果作为 ground truth**，再发回给大家作为数据集来训练。（步骤二）
- 利用所提供的代码，完成数据的**清洗+预处理**工作，以便作为模型的输入。（步骤三）
- 训练两个模型**：（步骤四）

- Encoder用CNN， Decoder用RNN
- Encoder用Resnet， Decoder用Transformer

5. 准备小组答辩，同时提交实验报告和源代码。 (步骤五)

## 1.5 评分标准 (项目总体分值为100分)

1. 数据标注 (40分) : 高质量完成对应标注任务即可得到该部分分数的85%，额外标注一份即可得到得到该部分分数的100%。注：若标注质量低则酌情扣分。
2. 模型实现 (50分, 结合答辩环节评估) :
  - 模型正确性 (30分) : CNN+RNN (15分) 和 Resnet+Transformer (15分) 。评分根据参考代码实现是否正确、实验结果评测指标、代码可复现性和注释等方面来考虑。
  - 模型拓展性 (20分) : 优化模型、优化数据预处理、讨论任务瓶颈等。有UI的根据UI的美观、实用性等方面酌情加分。
3. 实验报告 (10分) : 材料完整性，命名规范性，书写美观性等等。

注：若发现代码，模型，结果，实验报告有抄袭或伪造情况，则扣除相应部分的分数！

## 二， 步骤一：标注数据

### 2.1 使用软件介绍

本次标注使用的是labelImg，是目标检查与识别科研界内广泛使用的开源标注软件。项目地址为：  
<https://github.com/tzutalin/labelImg>。

### 2.2 软件安装流程

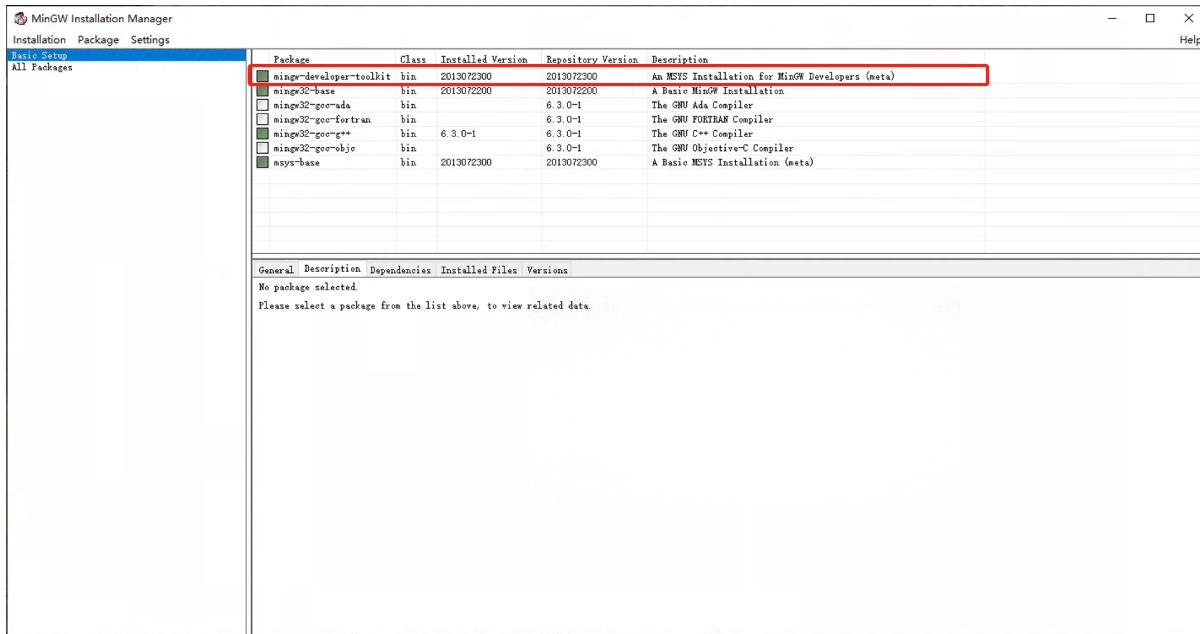
1. 在windows系统下运行。首先下载仓库文件到本地，可以手动下载zip压缩包后解压或者在目标路径下打开git bash并输入以下命令

```
git clone https://github.com/heartexlabs/labelImg.git
```

2. 进入labelImg文件夹，打开cmd终端依次运行

```
pip3 install pyqt5 lxml  
make qt5py3  
python3 labelImg.py
```

注：如果遇到报错“make' 不是内部或外部命令，也不是可运行的程序或批处理文件。”，解决方法：(1) 参考[这里](#)先安装MinGW；(2) 参考[这里](#)打开MinGW管理界面安装toolkit等组件，最后在MinGW/bin路径下找到mingw32-make.exe并复制改名为make.exe。



顺利执行\*labelImg.py\*后将自动打开标注软件如下图：

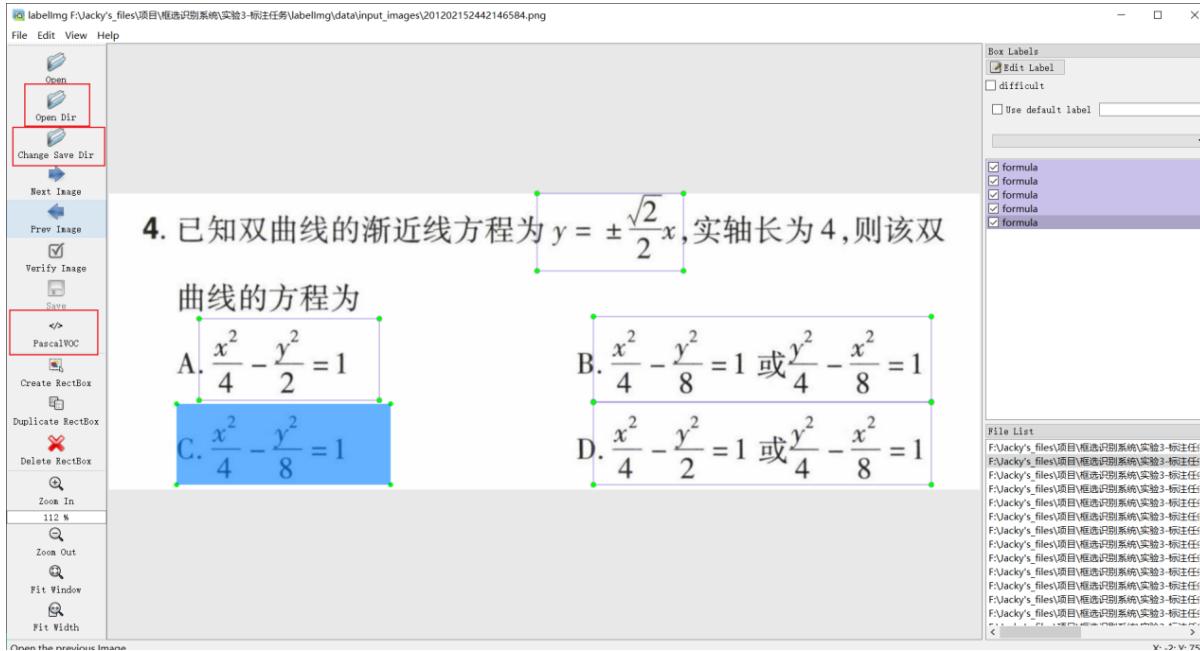


## 2.3 标注流程

数据标注属于最基础且重要的工作，在真实的生产环境中，提高数据的质量往往比提高算法更加有效，因此企业常常花费大量的时间和经历做一些数据相关的工作。此次的任务延续去年深度学习课程的传统，让同学们参与到一个可以落地的深度学习项目当中，不同在于今年比往年更进一步，需要识别手写体而不是印刷体，因此更加具有挑战。此次标注过程一方面是为了搜集数据以便设计出更好的模型，另一方面也是让同学们亲身感受和参与数据标注的过程，本身工作量并不大，而且只要求框选出数学表达式，真正生成latex标注的工作会交给mathpix完成，所以希望大家用心完成标注任务，标注完成后会检查标注质量，若质量不合格则会扣除一定的分数。每位同学会分配60张的试卷图片（预计标注时长1h），需要额外标注的同学联系助教拿额外60张试卷图片，其他标注问题在群里面问助教。

1. 新建文件夹用于存放标注图片和对应的标签 在自定义的路径下新建\_images和\_images两个空文件夹。把所分配的数学试题图片放入\_images中。\_images文件夹用于存放后续软件生成的每张图片的xml标签。待标注完成后上交这两个文件夹
2. 修改类别标签文件labelImg/data/predefined\_classes.txt，删去原来类别名称，输入math，保存退出。

3. 在labelImg下，使用命令`python3 labelImg.py`打开标注软件（若在上一步中已经打开标注软件则跳过此步骤）
4. 点击打开目录(Open Dir)，选择`input_images`文件夹
5. 点击改变存放目录 (Change Save Dir) ，选择`labeled_images`文件夹
6. 点击Yolo/Pascal切换到PascalVOC模式。



7. 点击创建区块（快捷键w），圈出图片中的数学表达式（框选规则见下一节），选择标签选择math，按“OK”键完成一个框的标注。当完成当前图片所有框选后，使用快捷键ctrl+S保存，当前图片的标注将自动保存到`labeled_images`文件夹下。之后点击下一张图片（下一张图片快捷键d，上一张图片快捷键a），重复以上过程直到完成预定数量的标注。注：检查`labeled_images`文件下是否生成同名的xml标注文件

名称	修改日期
632c60d33ab9c1c47693f40c-202080338-20221014153136-1663852750369_00019.xml	2022/10/
632cf3a13611ced3720712ab-202080232-20221014153136-1663890326141_00083.xml	2022/10/

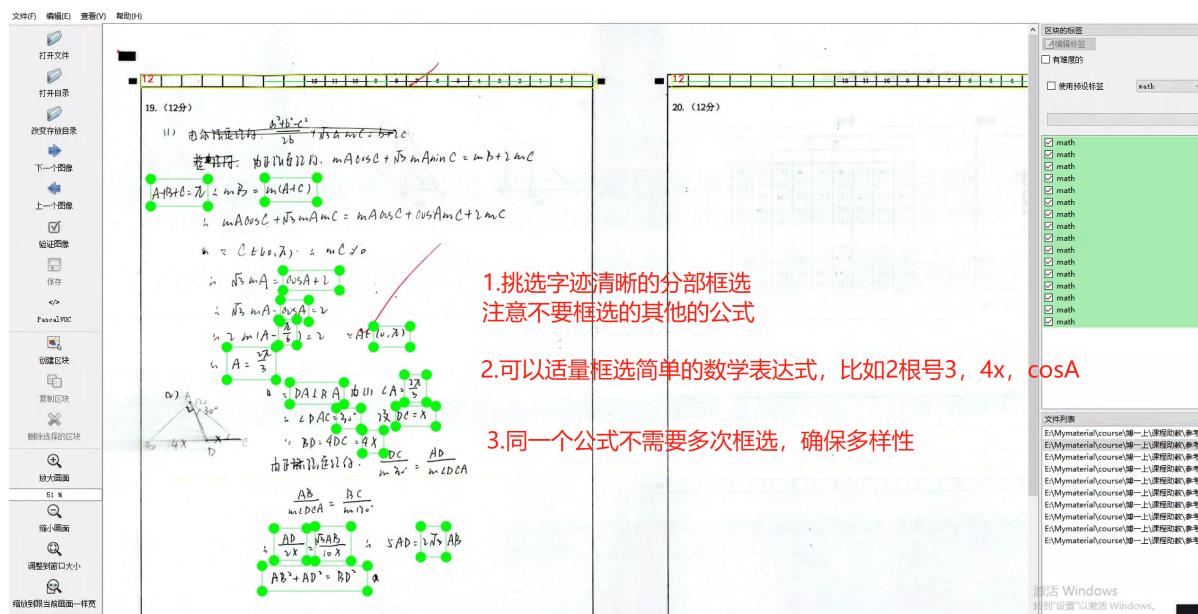
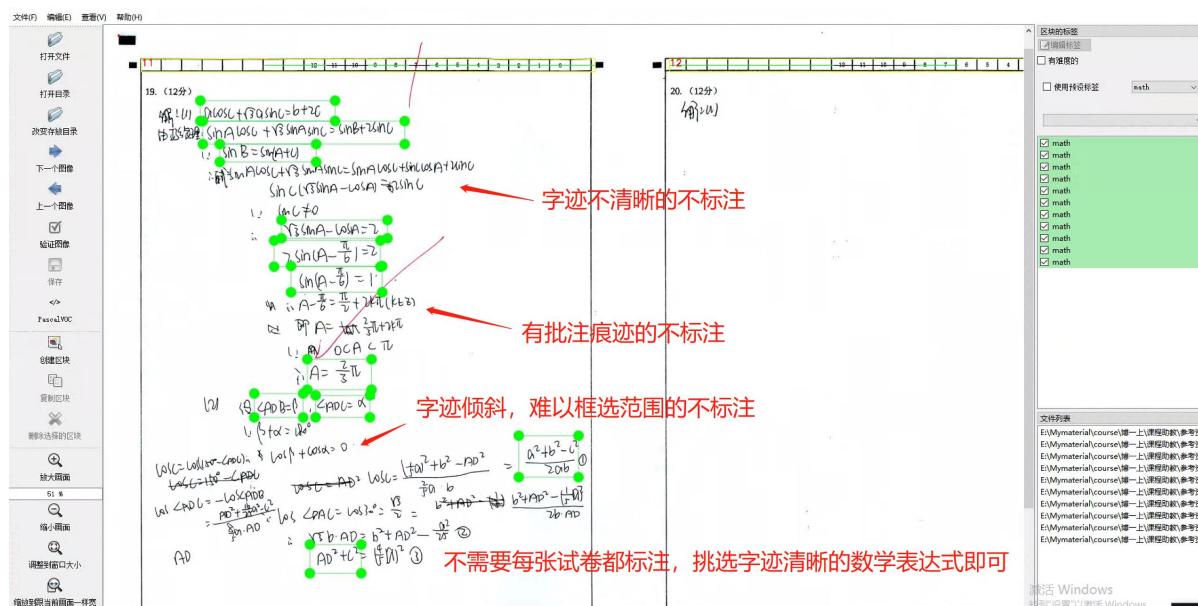
8. 提升效率小技巧： (1) 熟练使用快捷键w和d； (2) 在软件右上角勾选使用预设标签

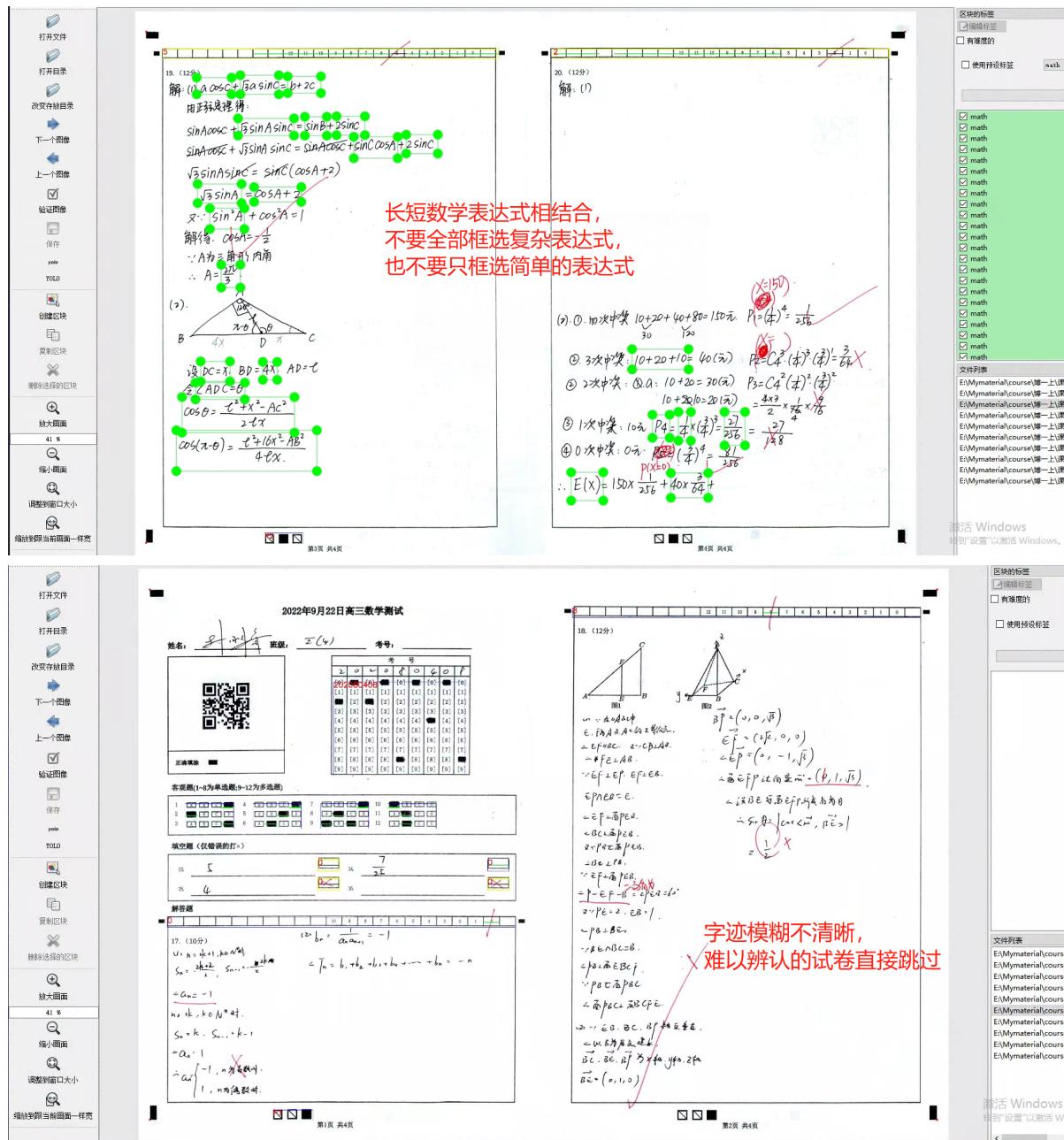
## 2.4 框选数学表达式规则：

框选图片中所有清晰的数学表达式，这里的数学表达式指的是带有上下标字母、字母加数字、公式或者其他任何能够转化为`latex`形式的数学表达式，标注的原则如下：

1. 认真框选每一个数学表达式，根据标注质量评判此部分的分数。
2. 框选字迹清晰，水平方向书写，不受批注痕迹影响的数学表达式。
3. 只有数字或简单字母的不框（比如 $5$ 或 $a$ ），但是组合的数学表达式比如 $5a$ 可以框选。
4. 难易相结合，长短相结合。
5. 不同位置重复的表达式不框选。
6. 题号等无关作答内容的数学表达式不框选。
7. 跳过字迹不清晰的试卷。

以下是一些框选的示例：





### 三，步骤二：利用mathpix生成标注图片对应的公式

此步无需同学们完成。

### 四，步骤三：数据预处理 (data\_preprocess文件夹)

#### 4.1 项目文件功能

```

|── data_filter.py # 过滤多行和内容为error mathpix的标签
|── data_preprocess_for_im2latex.py      # 将数据整理成im2latex这个项目需要的格式
|── extract_image_according_to_label_list.py    # 根据有效标签提取对应图片（一般来说有效标签数小于图片数，这一步是在预处理阶段将两个文件夹对齐，当然你也可以在模型的data_loader阶段对齐，总之以标签文件为锚点，不要出现根据图片去找标签这个情况，因为可能找不到。）
|── no_chinese.py   # 这个文件非常重要，首先根据vocab ( vocab关键词不完整，欢迎大家人工添加) 进行分词，再过滤不在词表的标签文件

```

```

└── pad_image.py      # 做图片padding的
└── shuffle_and_build_dataset.py    # 针对LaTeX_OCR_PRO这个项目的格式预处理
└── vocab.txt
└── write_matching.py

```

## 4.2 预处理思路

1. Tokenization，根据词表进行分词，并根据词表初步过滤数据
2. 过滤多行数据和error mathpix
3. 对齐过滤后的数据
4. 根据项目输入输出格式对数据进行最后的调整
5. 根据神经网络模型的需要，看是否需要padding，padding到什么size

## 五，步骤四：训练和测试评估模型

- Encoder用CNN，Decoder用RNN：[参考GitHub地址](#)。另外，近年来通过在Encoder和Decoder之间添加注意力机制能大大提升模型的效果，参考<https://arxiv.org/abs/1609.04938v1>，若添加有注意力与无注意力的对比分析可酌情加分。
- Encoder用Resnet，Decoder用Transformer：[参考GitHub地址](#)。

## 六，步骤五：准备答辩和提交材料

### 6.1 答辩

- 时间：11月19日
- 地点：XX
- 形式：线下
- 时长：待定
- 准备：PPT，实验报告，源代码等辅助材料

### 6.2 提交材料

- 截止时间：待定
- 提交格式：每位同学一个压缩包**序号\_姓名.zip**，结构如下

```

.
└── 序号_姓名文件夹
    ├── 实验报告 # .docx/.doc/.pdf
    ├── 源代码 # 文件夹/.zip
    └── 其他（可选，实验报告里面涉及的辅助材料） # 文件夹/.zip

```

- 提交形式：学委收齐，以QQ（备选邮箱）的方式发给助教
- 其他注意事项：不要交训练数据，实验报告里明确分工，不要只粘贴代码，有问题在群里或者私聊问助教或者线下问老师