实验报告——关于 python 题目分类

小组信息：3 人

181250093 柳斯宁 1225747052@qq.com 175 分工：代码下载和解压、分析代码难度部分

181250049 黄迪 957822635@qq.com 150 分工：相似度分析样本选取、题目分类思路一部分

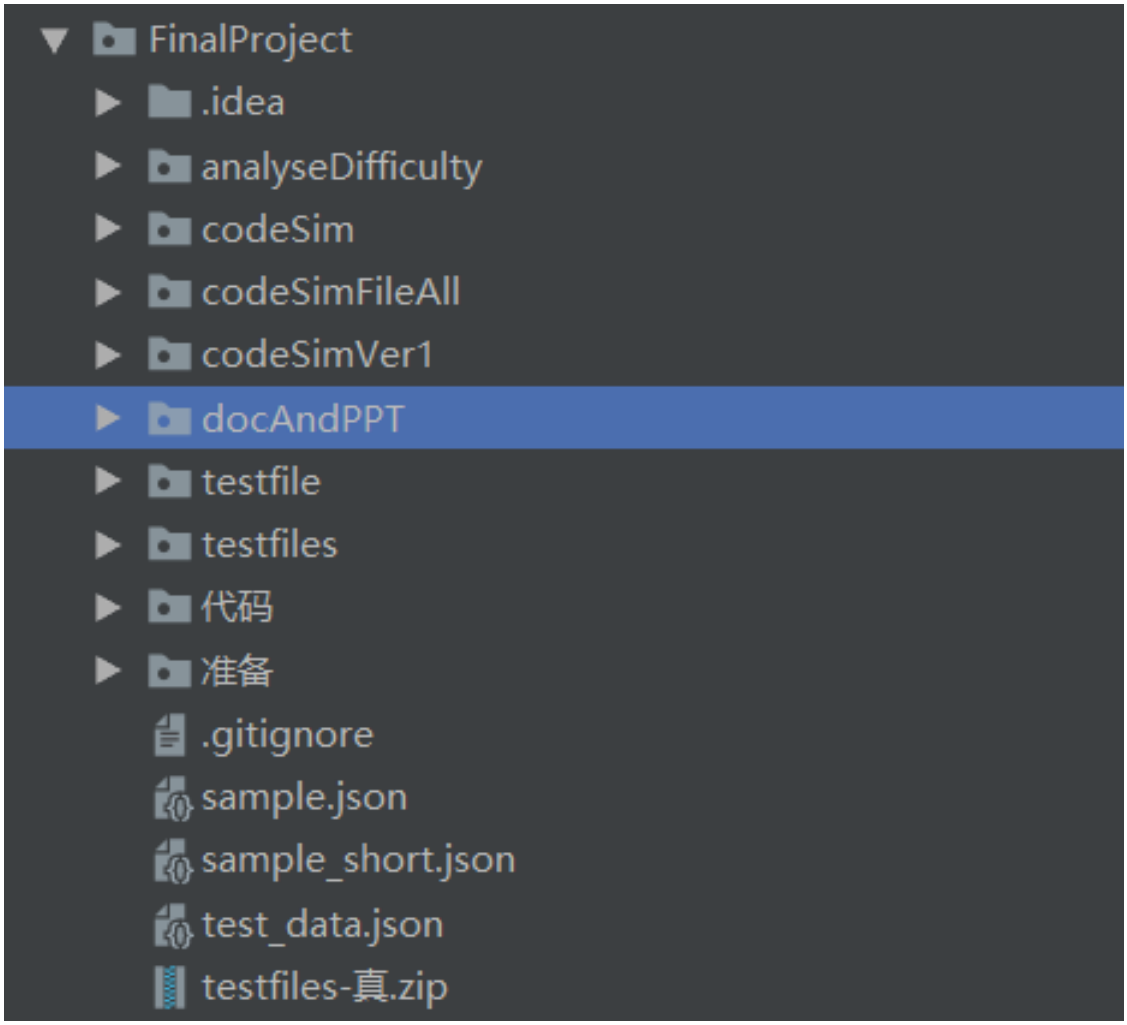
181250016 陈昱霖 1334123884@qq.com 169 分工：题目分类思路二部分、思路补充

研究问题：

题目分类，通过学生提交的代码源码和成绩信息，将不同的题目的代码进行分类，目的在于重建产生我们所感知到的模式的内在模型，连续的学习以使得对同一知识点的理解更加深刻。

代码开源地址：https://github.com/NJU-SE-LHCL/DataScience

代码结构



其中

analyseDifficulty 部分是分析以代码难度进行分类

codeSim 、codeSimVer1 文件夹是分析代码相似度，codeSimVer1 是相似度分析的思路一部分

docAndPPT 用来放 PPT

codeSimFileAll 存放代码相似度分析的同学代码

testfile 和 testfiles 是 sample.json 下载的代码 代码文件夹是 test_data 下载的代码

准备文件夹里是下载和解压同学代码的代码

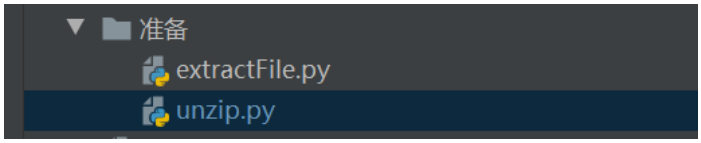
研究方法

数据集：从云端下载的学生代码 main.py 和标准答案 answer.py 以及 test_data.json 中学生答题情况

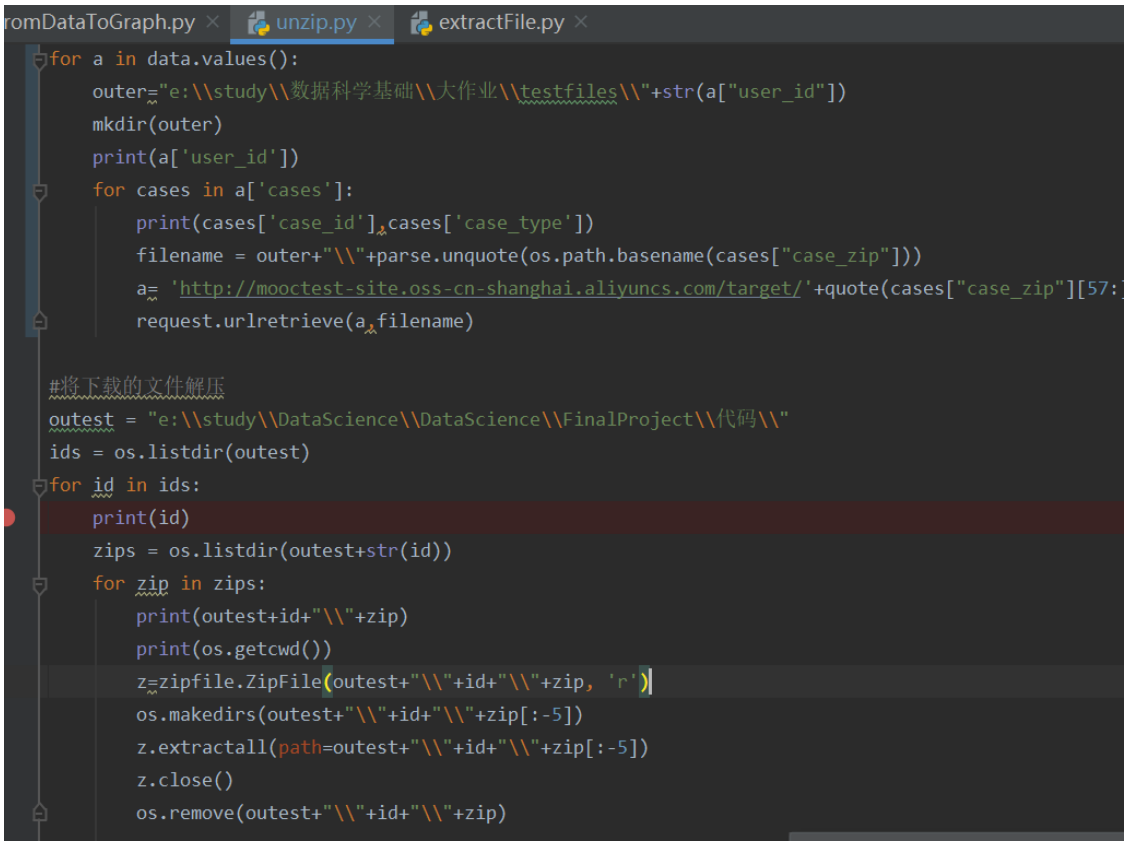
数据分析方法：通过计算数据的数学期望获得变量平均取值的大小，计算偏度即数据的三阶标准化矩计算呈正态分布的数据的整体分布特点

具体案例分析（研究方法的具体说明）

代码下载（准备工作）：



其中 unzip.py 负责实现代码的下载和解压，extractFile 负责将可执行文件复制到可执行位置



1. 代码按难度分类部分

analyseCodeToGenerateData.py

读入所有同学的代码进行分析计算产生关于代码长度、提交成绩、运行时间的 json 数据用于进行分析

其中定义 code 类，将所有代码转化为 code 对象

```
class code:
    caseId = 0
    clen = 0  # 代码长度
    score = []  # 代码历次提交成绩
    times = 0  # 运行时间
    fileName = ''  # 文件名
    text = []  # 代码
    examp = []# 所有用例
```

以每行代码的长度总和作为代码长度

```
def getlen(self):  #
    res = 0
    for line in self.text:
        res = res + len(line)
    return res
```

通过 process.Popen 方法运行所有题目并将所有 cases 作为输入计算每次运行时间求数学期望作为该代码运行时间的平均值

```
def getTimes(self):
    rootdir = self.fileName + 'tests'
    if not os.path.exists(rootdir):
        os.mkdir(rootdir)
        for i in range(len(self.examp)):
            with open(filename + "tests/test_" + str(i) + ".txt", 'w')as f:
                f.write(self.examp[i]['input'])

    list = os.listdir(rootdir)
    timeList = []
    for i in range(len(list)):
        path = os.path.join(rootdir, list[i])
        if os.path.isfile(path):
            file = open(path, 'r')
            start = time.perf_counter()
            cmd = subprocess.Popen("python " + filename.replace("/.mooctest/", ".py"), stdin=file, shell=True)
            end = time.perf_counter()
            timeList.append(end - start)
    return sum(timeList) / len(timeList)
```

将相同 case_id 的代码的长度、成绩、运行时间分别成表，并且分别求数学期望后成表，最后将所有列表生成 Json 文件

```
for i in code_sortedById:
    item = code_sortedById[i]
    if item is not None:
        id_list.append(i)
        len_list_t = []
        score_list_t = []
        time_list_t = []
        for k in item:
            len_list_t.append(k.clen)
            score_list_t.append(sum(k.score)/len(k.score))
            time_list_t.append(k.times)
        len_list.append(sum(len_list_t) / len(len_list_t))
        score_list.append(sum(score_list_t) / len(score_list_t))
        time_list.append(round(sum(time_list_t) / len(time_list_t),5))
        len_all.append(len_list_t)
        score_all.append(score_list_t)
        time_all.append(time_list_t)
```

fromDataToGraph.py

用于数据可视化，将长度、成绩、运行时间分别生成图像，并且分析其偏度作为难度的影响因素，如果偏度为正证明该因素对难度有正影响，若为负则为负影响，最终通过各个影响因素的加权平均计算某 case_id 的难度（取值范围为 0~100）

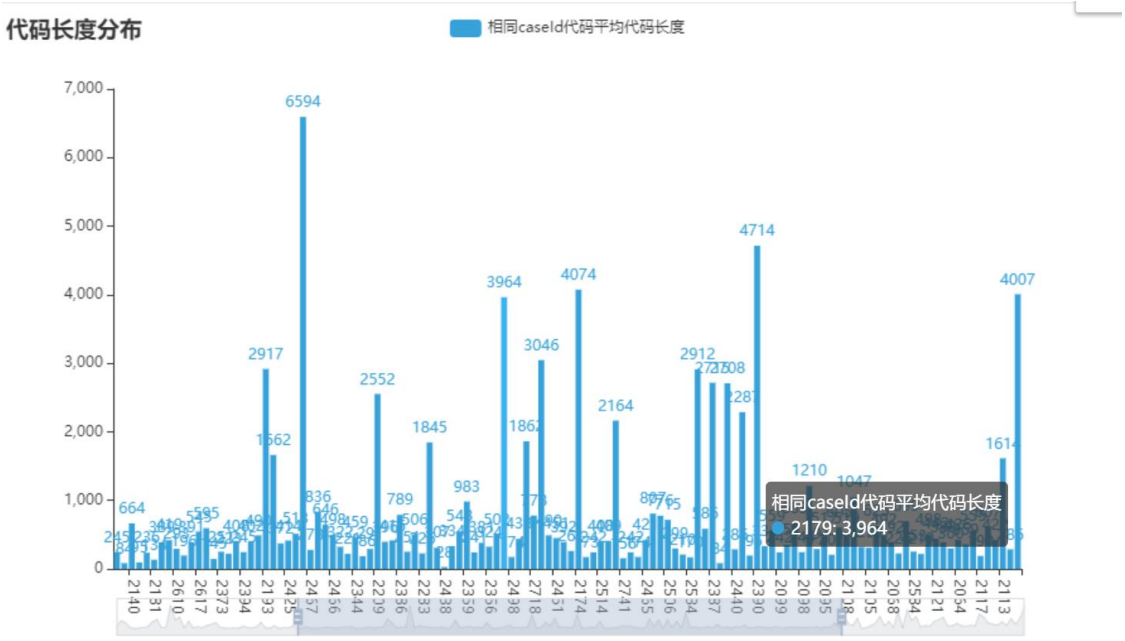
借助 pandas 库中的 skew 函数求的数据的偏度

```
for i in range(len(id_list)):
    len_series = pd.Series(len_all[i])
    score_series = pd.Series(score_all[i])
    time_series = pd.Series(time_all[i])
    len_list[i] = {"value": len_list[i], "skew": len_series.skew(), "kurt": len_series.kurt()}
    score_list[i] = {"value": score_list[i], "skew": score_series.skew(), "kurt": score_series.kurt()}
    time_list[i] = {"value": time_list[i], "skew": time_series.skew(), "kurt": time_series.kurt()}
```

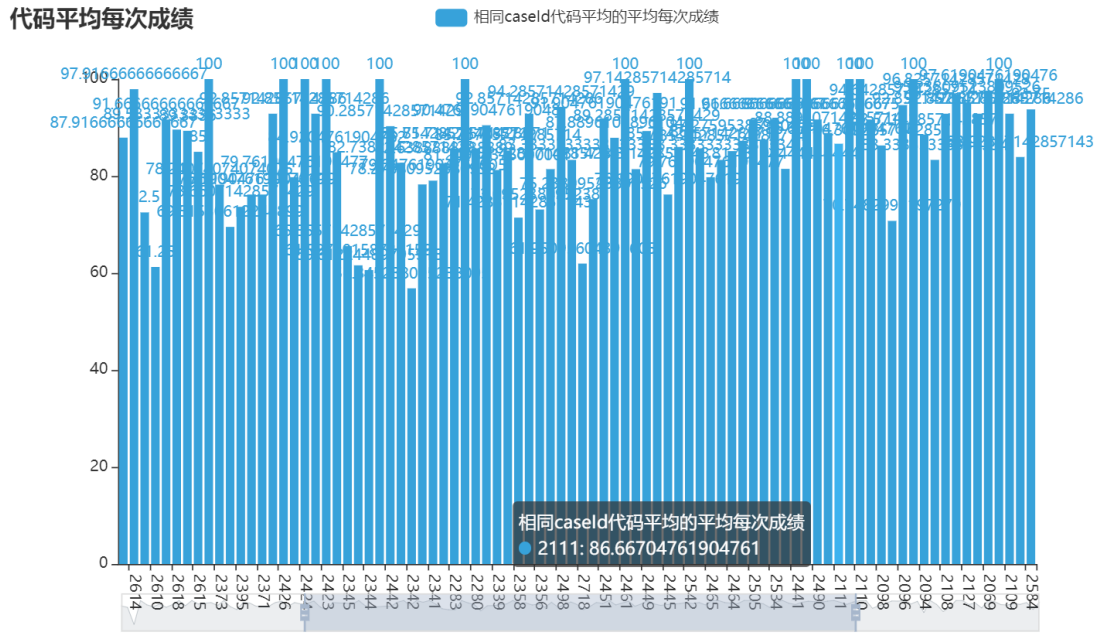
关各个因素对最终的难度影响因为不知道最终的成绩无法利用多元线性回归分析只好单独分析各自数据来进行估计。

最终成果图借助 pyecharts API 将 list 数据转化为 html 数据图

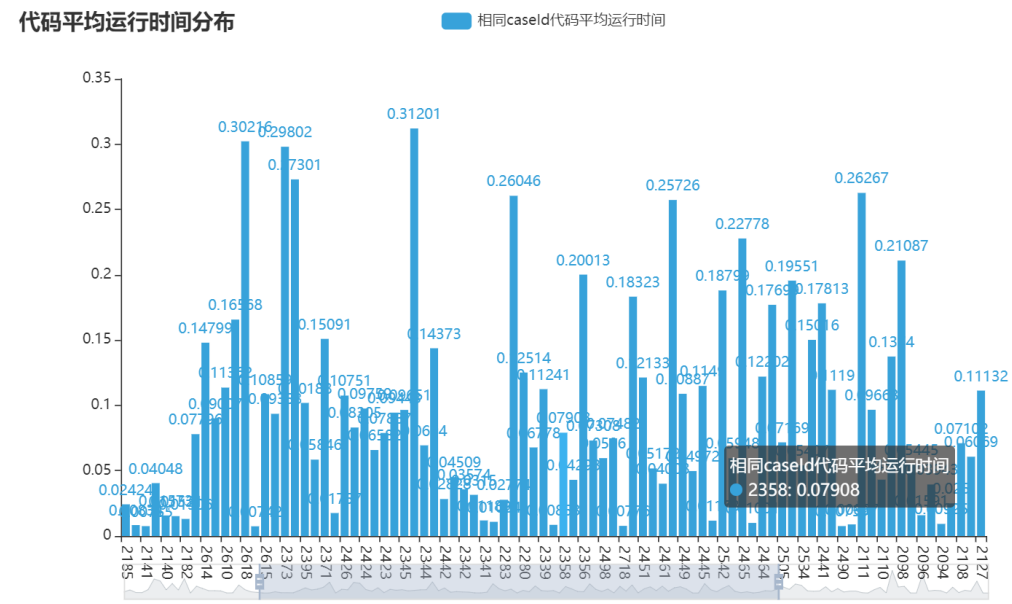
```
length = (
    Bar(init_opts=opts.InitOpts(theme=ThemeType.LIGHT))
        .add_xaxis(id_list)
        .add_yaxis("相同caseId代码平均代码长度", len_list)
        .set_global_opts(
        xaxis_opts=opts.AxisOpts(axislabel_opts=opts.LabelOpts(rotate=-90)),
        title_opts=opts.TitleOpts(title="代码长度分布"),
        datazoom_opts=opts.DataZoomOpts(),
    )
        .render("code_len.html")
)
```



代码长度方面显而易见难度大的题目代码长度差距显著，而相对简单的代码长度差距不明显，因此长度因素的权重可以相对较大

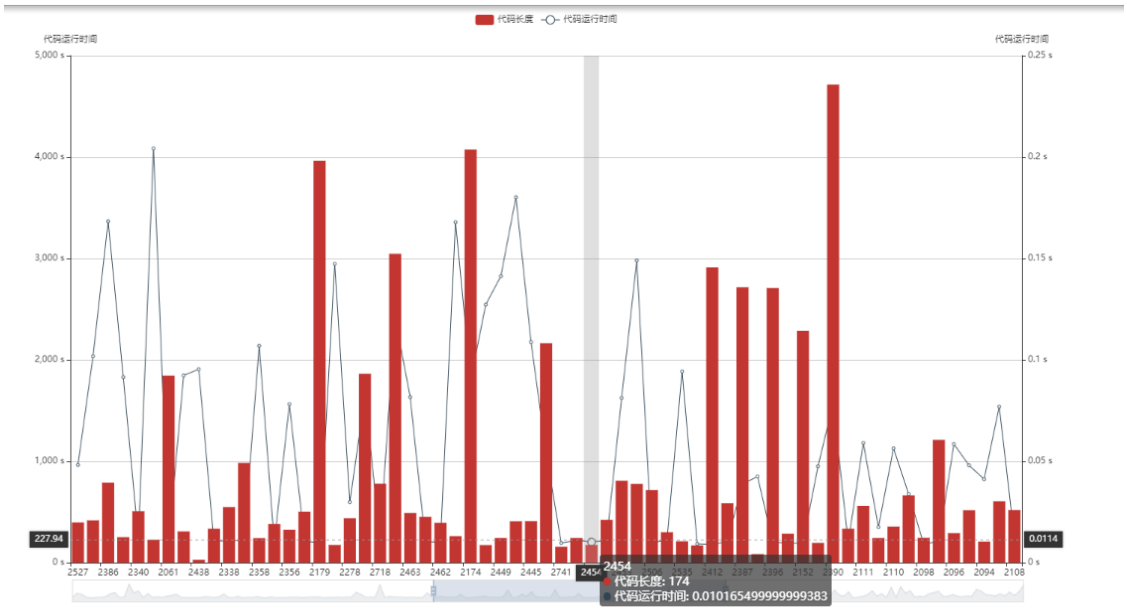


代码平均成绩方面：未达到满分成绩对最终成绩的正影响较大，而满分成绩也并不一定说明题目足够简单，相对来说对最终题目难度影响较小，因此权重适中



代码运行时间方面：因为代码运行时间与计算机状态有关随机性相对较大，因此权重较低

其中为了说明代码运行时间和代码长度之间并没有直接的线性关系将二者数据进行了比较分析

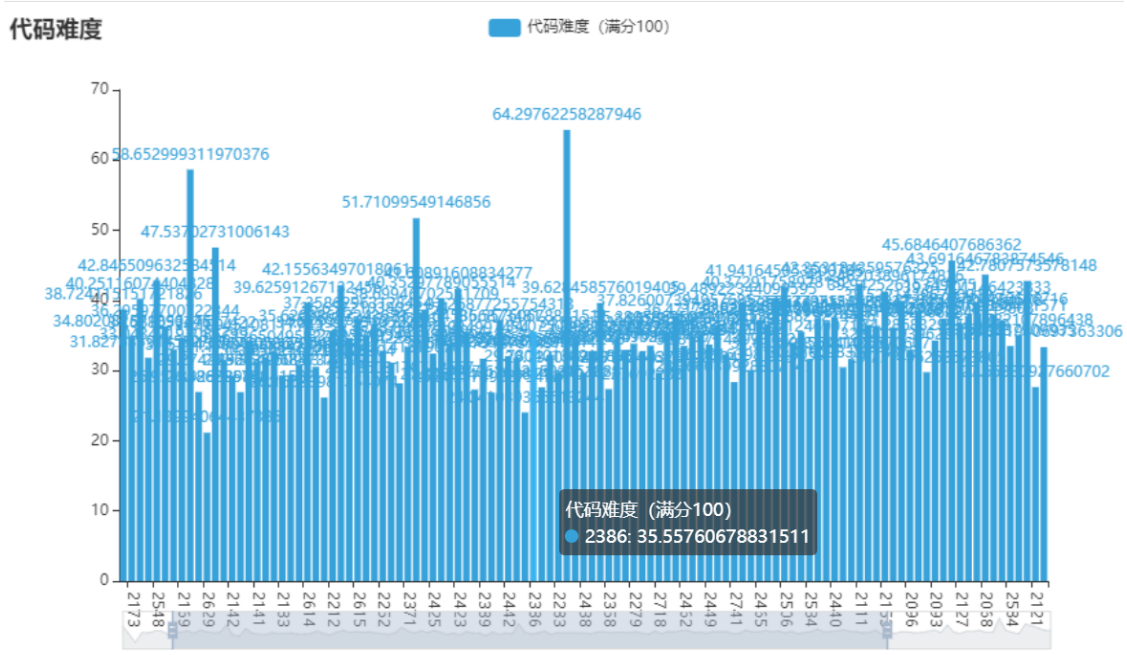


显而易见二者并没有明显的线性关系，说明采用加权平均的分析方法具有可行性

求最终的难度时，将影响因素中最大最小数据差值作为 span, 各个影响因素数值与该因素数值最小值的查占 span 的比值乘 100 以进行数值标准化，再乘以各影响因素的权重得出最终的难度值，其中偏度影响因素按照正负对最终成绩进行正负影响

```
res = []
span_len = getSpan(len_list)
span_score = getSpan(score_list)
span_time = getSpan(time_list)

for i in range(len(id_list)):
    temp = 100 * (0.5 * (len_list[i]['value'] - getMin(len_list)) / span_len + 0.2 * (
                time_list[i]['value'] - getMin(time_list)) / span_time + 0.3 * (
                            score_list[i]['value'] - getMin(score_list)) / span_score)
    if len_list[i]['skew'] > 0:
        temp += 2
    else:
        temp -= 2
    if score_list[i]['skew'] > 0:
        temp -= 2
    else:
        temp += 2
    res.append(temp)
```

最终成果如下：



2. 通过代码实现分类

实现分类的关键之处在于分类的标准，在此部分中，我们设想题目和实现代码之间是有联系的，即我们可以通过观察代码来知道这是一道什么题目，因此我们可以通过比对同学们的实现代码，找出其内在联系来实现分类

1. 第一种思路：在一个同学所写的全部代码中，将每两题之间的相似度分别记下，接着，我们采样更多的同学，最终为每两道题对应的相似度取均值

假设同学 A 和同学 B 做 题目 1 和题目 2 两位同学的这两道题目都是满分

然后求同学 A 题目 1 和题目 2 的代码相似度

求同学 B 题目 1 和题目 2 的代码相似度

最后取这两个相似度的平均值

我们也可以推广 不止有这两个同学

这样做另外的一个原因是：因不同人代码风格不一样 可能同一道题 两个人的差异确实会比较高我们认为 如果两道题相似 那么同一个人来做 他的代码应该是会相似的

以下为实现代码解释和研究过程思考

由于代码总量较大，而且相似度计算运行起来耗时较长，我们最终选择抽取少量学生代码样本的研究方式。

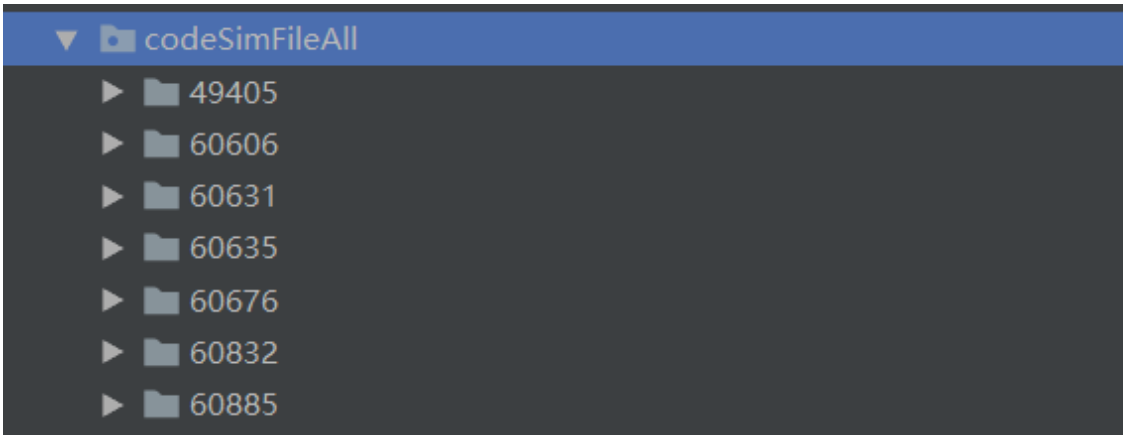
1. codeSimFileAll 文件夹

1. 采样方面，我从全部学生中筛选出了全部练习题满分的同学，其目的是为了能够保证每两道题都能进行比较一次，以及每次比较相对有效准确
2. 在全部题都满分的同学中，又进一步通过人工筛选，过滤存在面向用例（即通过直接 print 方法打印答案实现满分）的同学，因为这部分同学会对比较结果产生较大影响

下载代码如下:

```python
def whetherDown(list1):
    if (len(list1['cases']) < 200):
        return False
    for b in list1['cases']:
        if(b['final_score']<100):
            return False
    return True

list2=[]
for a in data.values():
    if(whetherDown(a)):
        print(a['user_id'],len(a['cases']))
        list2.append(a['user_id'])
        outer = "D:\dataScience\FinalProject\codeSimFileAll\\" + str(a["user_id"])
        mkdir(outer)
        for case in a['cases']:
            if case['final_score'] == 100:
                print(case['case_id'], case['case_type'])
                for uploadRec in case['upload_records']:
                    if (uploadRec['score'] == 100):
                        filename = outer + "\\" + parse.unquote(os.path.basename(uploadRec['code_url']))
                        a = uploadRec['code_url']
                        request.urlretrieve(a, filename)
                        break
    else:
        continue
```

最终随机采样如下：



2. analyse.py

我们求代码相似度的方式为对两段代码进行抽象语法树解析，然后计算这两棵树的编辑距离，编辑距离是指，只用插入、删除和替换三种操作，最少需要多少步可以把 A 变成 B。例如，从 FAME 到 GATE 需要两步（两次替换），从 GAME 到 ACM 则需要三步（删除 G 和 E 再添加 C）。

计算编辑距离时选择引入第三方库 zss，解析抽象语法树引入标准库中的 ast

树编辑距离计算公式为 1 - 1*distance/max(tree*size1*, *tree*size2)，除数确保结果小于 1

其中，树的大小通过深度优先遍历来计算，simple_distance 和 Node 是 zss 库中定义的计算编辑距离相关类和方法，传入变量为树的根节点

```
def get_dtc_tree(node):
    distance_node = Node(type(node).__name__)
    tree_size = _dfs(node, distance_node)
    return distance_node, tree_size

def _tree_edit_distance(distance_node1,tree_size1, node2):
    distance_node2, tree_size2 = get_dtc_tree(node2)
    distance = simple_distance(distance_node1, distance_node2)
    return 1 - 1.0 * distance / max(tree_size1, tree_size2)


def _dfs(root, dtc_node=None):
    _tree_size = 0
    nodes = ast.iter_child_nodes(root)
    for _node in nodes:
        if type(root).__name__ == 'Load':
            continue
        _tree_size += 1
        if dtc_node is not None:
            _dtc_node = Node(type(_node).__name__)
            dtc_node.addkid(_dtc_node)
        else:
            _dtc_node = None
        _tree_size += _dfs(_node, _dtc_node)
    return _tree_size
```

*CodeSim 类的 code*sim 方法

fileroot 谁的文件夹 beginindex 从哪题开始逐步往后检测

```
def code_sim(id,fileroot,beginindex):

    list1 = _CodeSim(id,fileroot,beginindex).tree_edit_distance
```

_CodeSim 类

构造方法中为类内保存了比较主体的抽象树和编辑距离参数解析结果，避免了每次调用重新解析耗费时间，fileRoot 是某个学生做题记录的根目录,beginIndex 是开始往后比较的题目索引

```
class _CodeSim:

    def __init__(self, id,fileRoot, beginIndex):

        self.id = id
        self.root = fileRoot
        self.dirList = os.listdir(fileRoot)
        self.begin = beginIndex
        self.file1Path = fileRoot + '\\' + self.dirList[beginIndex] + '\\' + 'main.py'
        self.length = len(self.dirList)

        # 得到比较主体的Node
        with open(self.file1Path, encoding="utf-8") as f:
            self._code1 = f.read()
        self.node1= ast.parse(self._code1)
        self.distance_node1, self.tree_size1 = get_dtc_tree(self.node1)

    @property
    def tree_edit_distance(self):
        simResult=[]
        for i in range(self.begin+1,self.length):
            file2Path = self.root+ '\\'+ self.dirList[i]+ '\\'+ 'main.py'
            with open(file2Path, encoding="utf-8") as f:
                code2 = f.read()
            try:
                node2 = ast.parse(code2)
```

```
                s = _tree_edit_distance(self.distance_node1,self.tree_size1, node2)
                print('#',self.id,'NO.',self.begin,"similarity with NO.",i,'is',s)
                simResult.append(s)
            except BaseException as e:
                print(e)
                simResult.append(0.2)
        return simResult
```

3. mainEntry.py

入口函数，可以设置想要测试哪几个同学和他们的哪几题

```python
from FinalProject.codeSim.analyse import code_sim

import os

#Test2 1.2.3的 1.2题 Test5 5.7.11.13的1题 Test6 5 7 11 13的2题


mPath = "..\\codeSimFileAll"
a = os.listdir(mPath)
print(a)
for i in (4, 6, 10, 12):
    root = mPath + '\\' + a[i]
    try:
        result = code_sim(i, root, 1)
        print(result)
    except BaseException as e:
        print(e)
```

4. resultTest

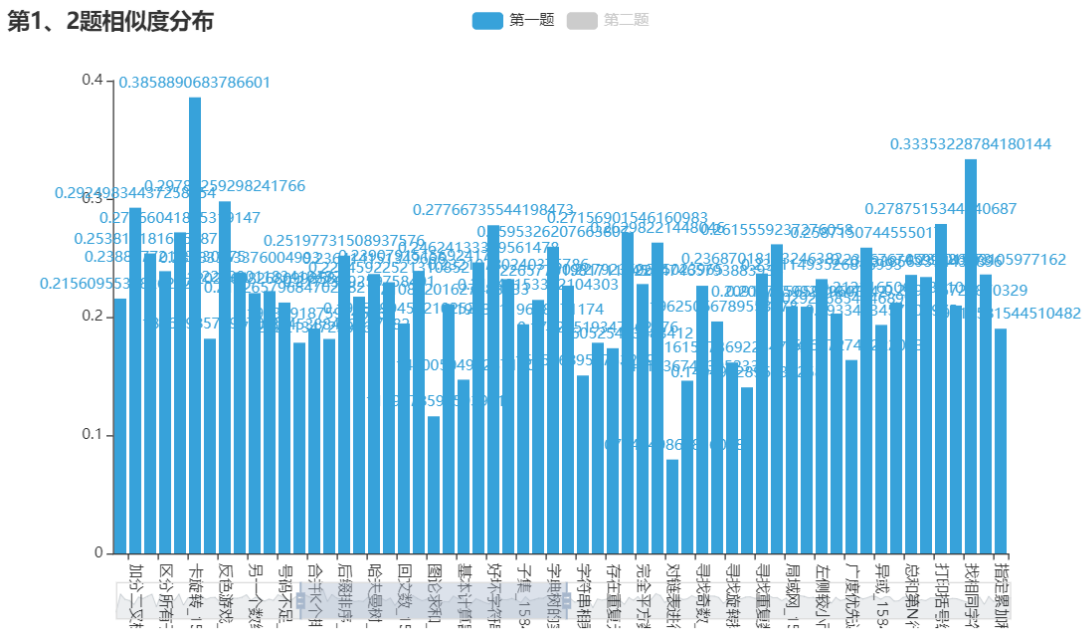
用于对生成的原始数据进行分析，如每题与其他题的相似度分布情况等

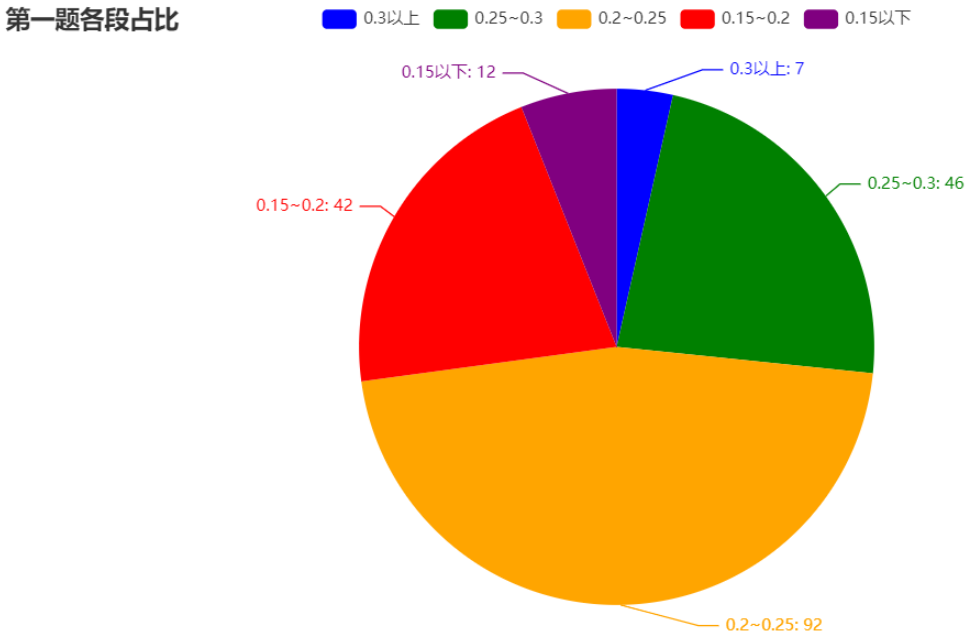
5. buildGraph & graphTest

功能上一样，用于生成分析结果的图表，方便更直观的进行分析

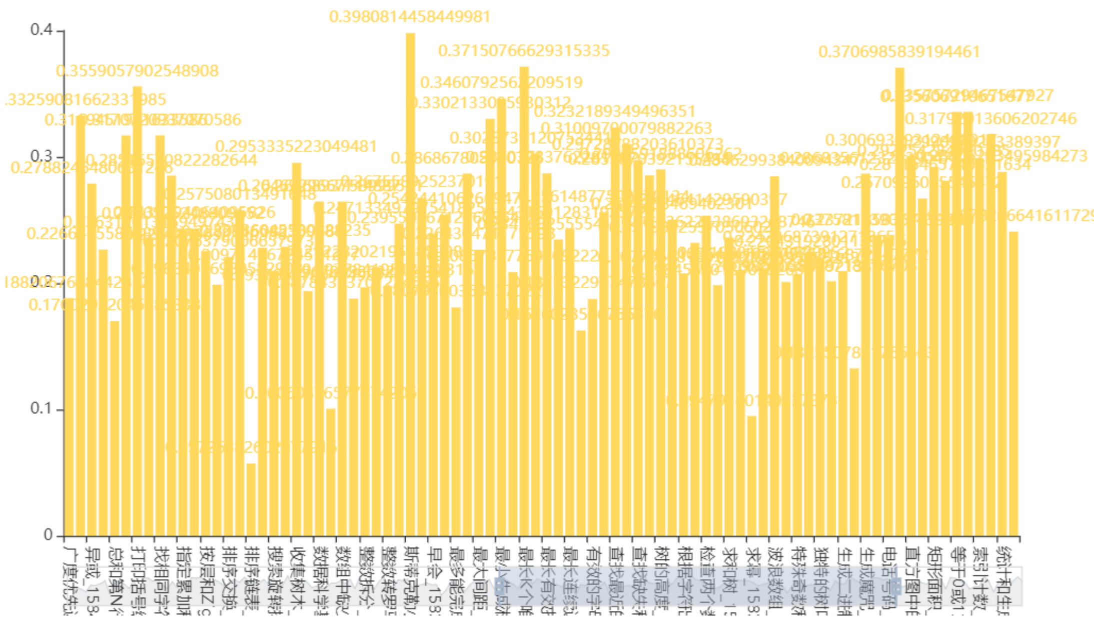
下面以第一第二题（即 Array）分析结果举例（html 数据图已存在源码文件中）

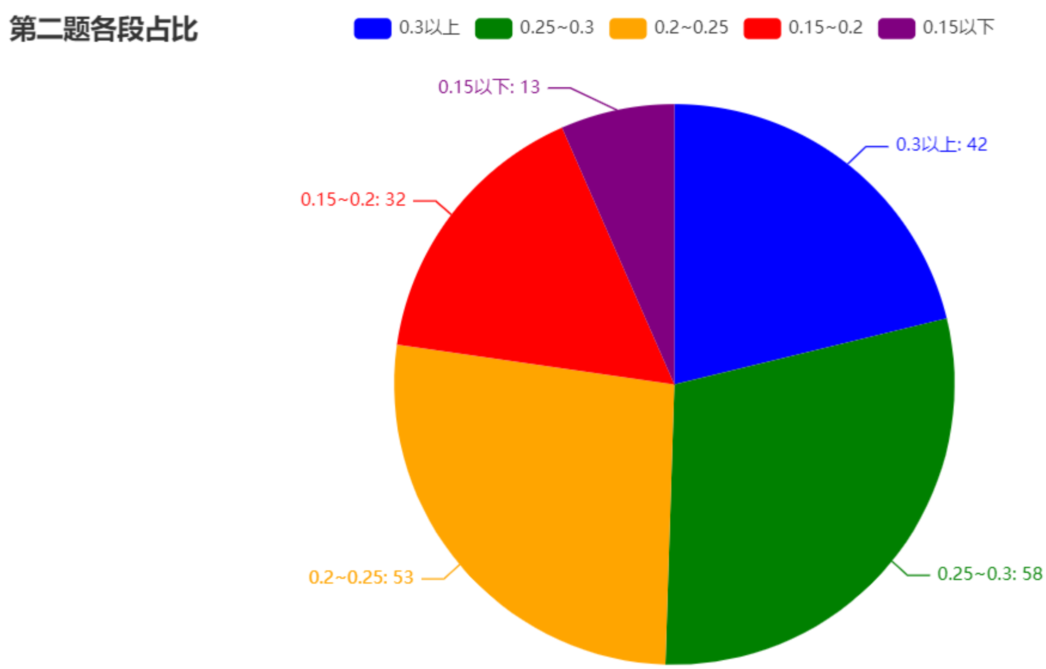
第一题的相似度片段：



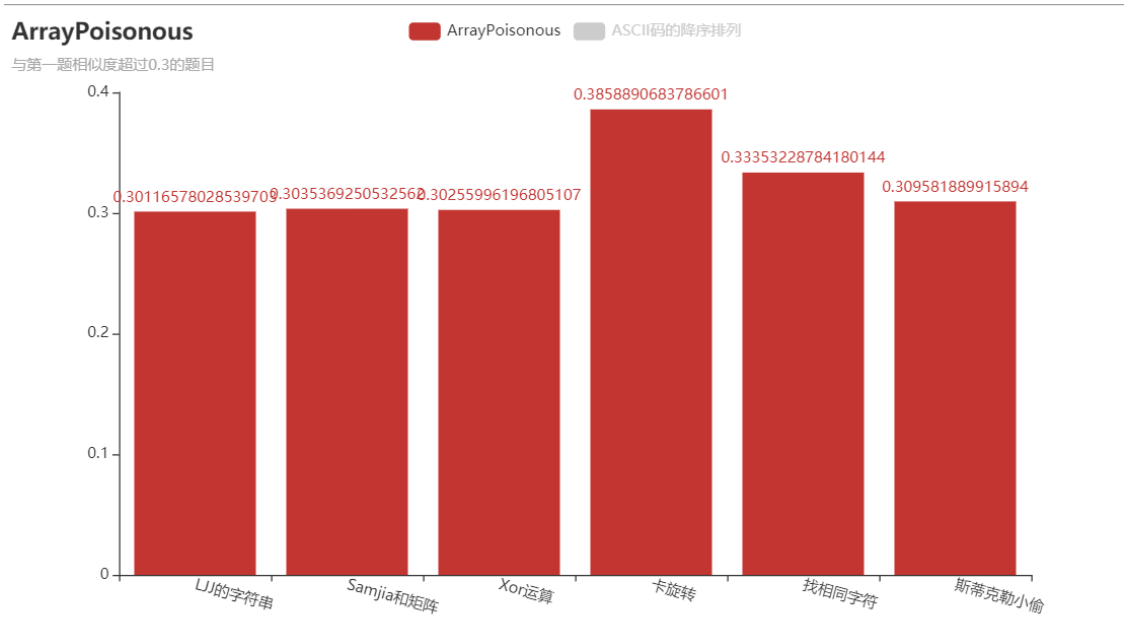


第二题的相似度片段：

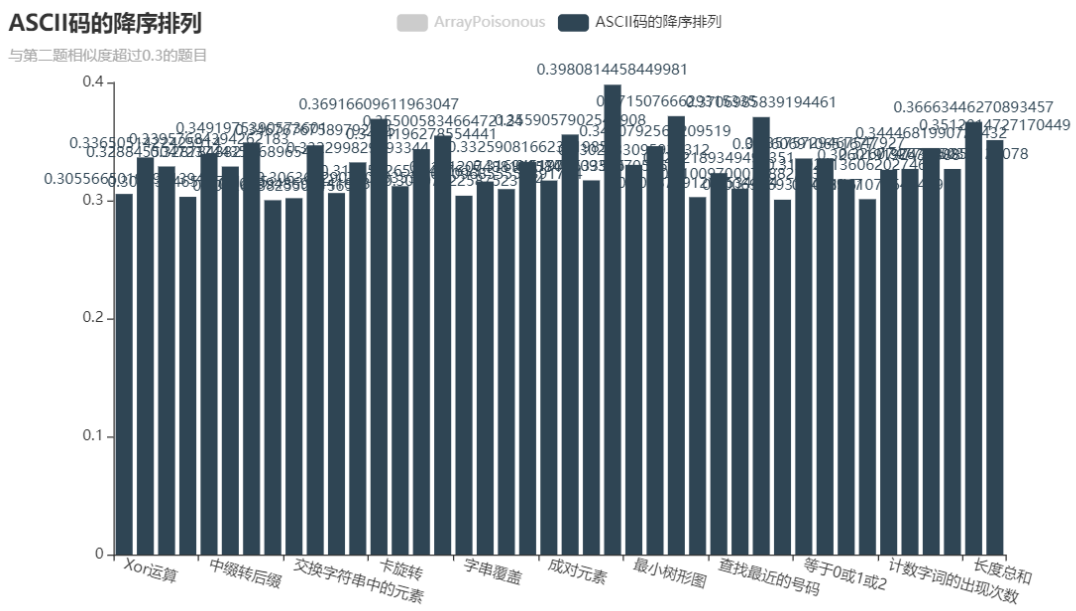

0.4
0.3
0.1
0
0.3980814458449981
0.37150766629315335
0.3706985839194461
0.3559057902548908
0.2953335223049481


第二题各段占比
0.3以上
0.25~0.3
0.2~0.25
0.15~0.2
0.15以下
0.15以下: 13
0.3以上: 42
0.15~0.2: 32
0.2~0.25: 53
0.25~0.3: 58

和第一题相似度超过 0.3 的题目如下：



和第二题相似度超过 0.3 的题目如下：



下面以与"ASCII 码的降序排列"相似度最高的“斯蒂克勒小偷”为例进行分析：

"ASCII 码的降序排列":

题目描述

给定的是一个长度为L的字符串。任务是从给定的字符串中找到最长的字符串，该字符串的字符按其ASCII码的降序排列并以算术级数排列。希望常见的差异应尽可能小（至少1），并且字符串的字符应具有较高的ASCII值。

输入描述

输入的第一行包含一个整数T，表示测试用例的数量。每个测试包含一个长度为L的字符串。

输出描述

对于每个测试用例，打印最长的字符串。

“斯蒂克勒小偷”：

题目描述

斯蒂勒小偷想从一个只有一行房屋的社区中抢钱。他是一个奇怪的人，在洗劫房屋时遵循一定的规则。根据规则，他将永远不会抢劫连续两所房子。同时，他想最大化他所掠获的数量。小偷知道哪所房子有多少钱，但无法提出最佳的抢劫策略。如果他严格遵守规则，他会寻求您的帮助，以寻求最大的收益。每个房屋中都有a[i]金额。

输入描述

输入的第一行包含一个整数T，表示测试用例的数量。随后是T个测试用例。每个测试用例均包含一个整数n，表示房屋数量。下一行包含用空格分隔的数字，表示每所房子的钱数

输出描述

对于每个测试用例，在换行符中，打印一个整数，该整数表示他可以带回家的最大金额。

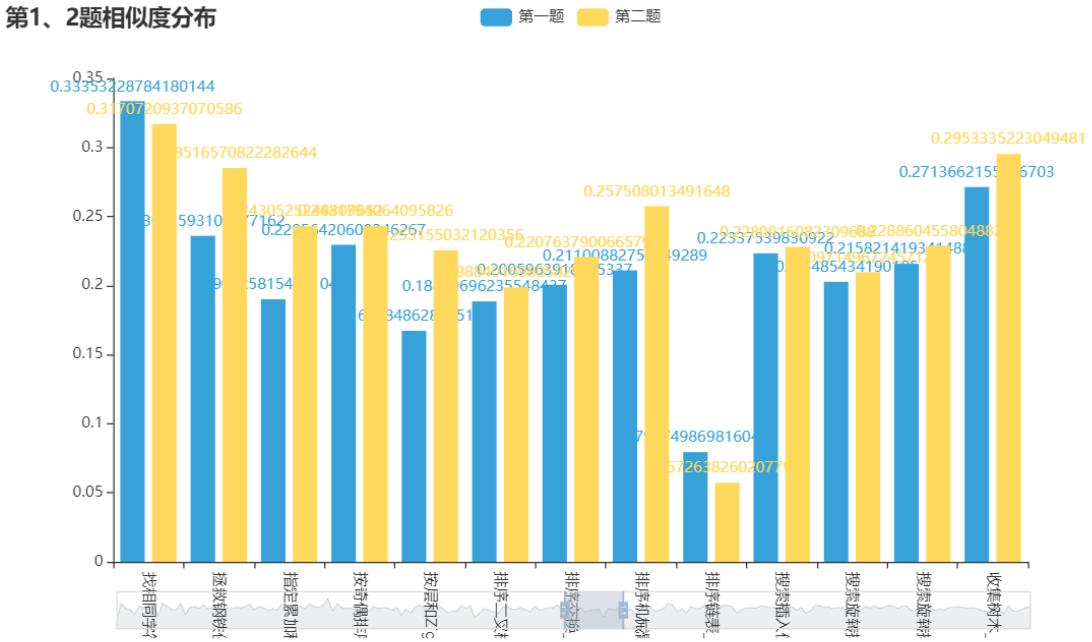
从解题思路上看，这两道题都需要遍历输入的数组（或是由输入转化生成的数组），另外，这两者都需要进行数组元素求和是否最大值的判断，在所采取的 7 位同学样本中，经过人工比对，这两道题解答代码所包含的循环层数最大值偏差仅为 1.2，即接着两道题，同学们都用了相仿的循环层数，由此可见通过解答代码来进行题目分类适应了结题思路相仿的题目，具有一定的可行性

6. 拓展思考

另外还进行了"相似的两道题是否都和另外的题相似"的思考：

已知“ArrayPoisonous”题目和“ASCII 码的降序排列”相似度超过 0.3，经比对，在上述过程中求得的相似度平均值中，第一题和第二题偏差绝对值的平均值为 0.04

下面是街区的相似度分布片段图：



可以明显的看出一个“同时高，同时低”的特点，因此可以猜测“相似“是可以传递的，分类时是可以根据"同类的同类"来进行

---

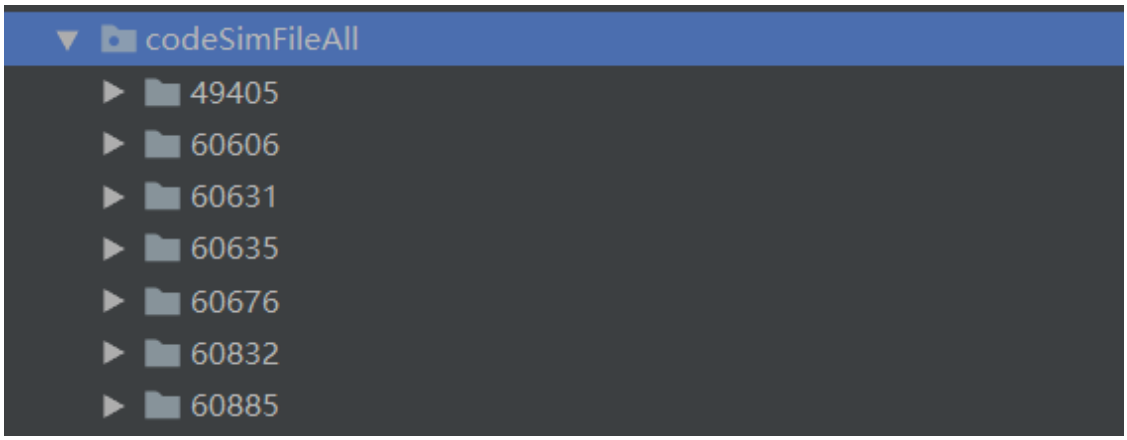
2. 思路二：利用上述相似度工具，我们还可以用来进行横向比较，以达到寻找一题多解的目的

即，针对一道题目，对不同学生的代码进行相似度比较，

相似度越高，则解题方法越相似；相似度越低，则解题方法差异越大。

假设同学 A 做完 ArrayPoisonous 这一题时，想要了解这一题目的其他解法，可以通过相似度比较，来找寻与相似度较低的解法。

数据集：



在数据集中，针对 ArraryPoisonous 这一题目又进一步通过人工筛选，过滤存在面向用例（即通过直接 print 方法打印答案实现满分）的同学，因为这部分同学会对比较结果产生较大影响，最后选取 49405、60635、60676、60832 四位学生的代码进行比较测试。其中，又以 49405 为主，分别与其他三位学生的代码进行比较。

在此贴上 49405 学生的代码。

```
k = int(input())
print(k + 1)
ans = [0 for i in range(k + 2)]
l, r = 0, k + 2
for i in range(k + 1, 0, -1):
    if (k - i + 2) % 2 == 1:
        r -= 1
        ans[i] = r
```

```
    else:
        l += 1
        ans[i] = l
print(' '.join(map(str, ans[1:])), end=' ')
```

相似度比较代码依然使用上述工具。

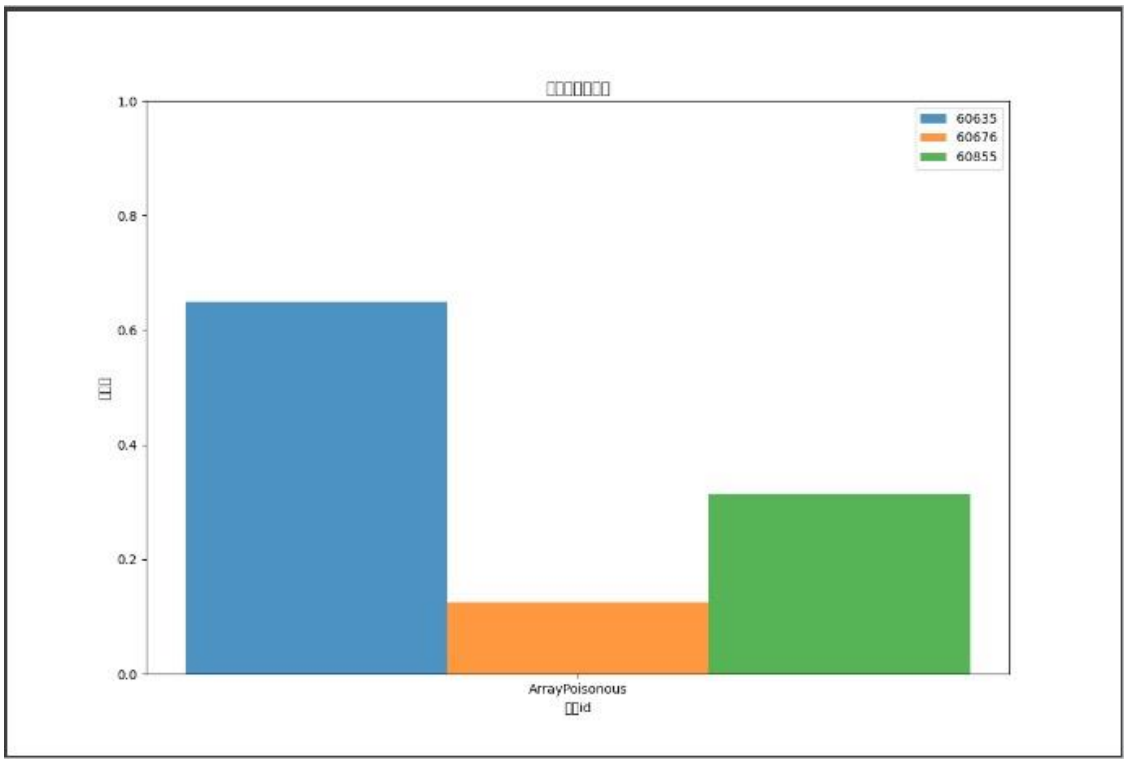
生成图标代码

```
import matplotlib.pyplot as plt
import data_source

mobile_176xxxx4617 = data_source.60635
mobile_155xxxx9617 = data_source.60676
mobile_173xxxx9636 = data_source.60855
exam = data_source.time

time_len = len(exam)
xtick_index = range(int(exam_len))

plt.figure(figsize=(12, 8))  # 建立图形

"""
绘制条形图
left:长条形中点横坐标
height:长条形高度
width:长条形宽度，默认值 0.8
alpha:透明度
color:颜色
```

```
label:标签，为后面设置 legend 准备
"""
bar1 = plt.bar([i - 0.2 for i in xtick_index], mobile_176xxxx4617,
width=0.2,
                alpha=0.8, label='60635')  # 第一个图

bar2 = plt.bar([i for i in xtick_index], mobile_155xxxx9617, width=0.2,
                alpha=0.8, label='60676')  # 第二个图

bar3 = plt.bar([i + 0.2 for i in xtick_index], mobile_173xxxx9636,
width=0.2,
                alpha=0.8, label='60855')  # 第三个图

plt.xticks(xtick_index, exam)  # 设置 x 轴刻度显示值
plt.ylim(0, 1)  # y 轴的范围
plt.title('相似度横向比较')  # 标题
plt.xlabel('题目 id')  # x 轴的标签
plt.ylabel('相似度')  # y 轴的标签
plt.legend()  # 设置图例

'''
get_height:获取值
get_x：获取 x 轴的位置
get_width:获取图形的宽度
text(x,y,s,fontsize,ha,va)
    x,y:表示坐标值上的值
    s:表示说明文字
    fontsize:表示字体大小
```

```
    ha：垂直显示方式{'centee':'中心', 'right':'右', 'left':'左'}
    va：水平显示方式{'center':'中心', 'top':'下', 'bottom':'上',
'baseline':'基线'}
'''

for rect in bar1:
    height = rect.get_height()  # 获得bar1的高度
    plt.text(rect.get_x() + rect.get_width() / 2, height + 3,
str(height), fontsize=6, ha="center", va="bottom")
for rect in bar2:
    height = rect.get_height()
    plt.text(rect.get_x() + rect.get_width() / 2, height + 3,
str(height), fontsize=6, ha="center", va="bottom")
for rect in bar3:
    height = rect.get_height()
    plt.text(rect.get_x() + rect.get_width() / 2, height + 3,
str(height), fontsize=6, ha="center", va="bottom")


def show_plt():
    plt.show()
```

比较结果可见：



从图表清晰可见，49405 学生所写的代码与 60635 学生代码相似度达到了 0.6 之上，远超 0.3。

按照预期，两者代码应当非常相似，查看 60635 学生代码后：

```
k = int(input())
n = k + 1
print(n)
l = 0
r = n + 1
ans = [0] * (n + 1)
for i in range(n, 0, -1):
    if (n + 1 - i) & 1:
        r -= 1
        ans[i] = r
```

```
    else:
        l += 1
        ans[i] = l
print(*ans[1:], end=' ')
```

可以判断出，两者解题方法大致相同，符合预期。

图表中，与 60676 代码相似度较低，推测代码结构及方法相差较大。

查看 60676 学生代码后，大致符合预期：

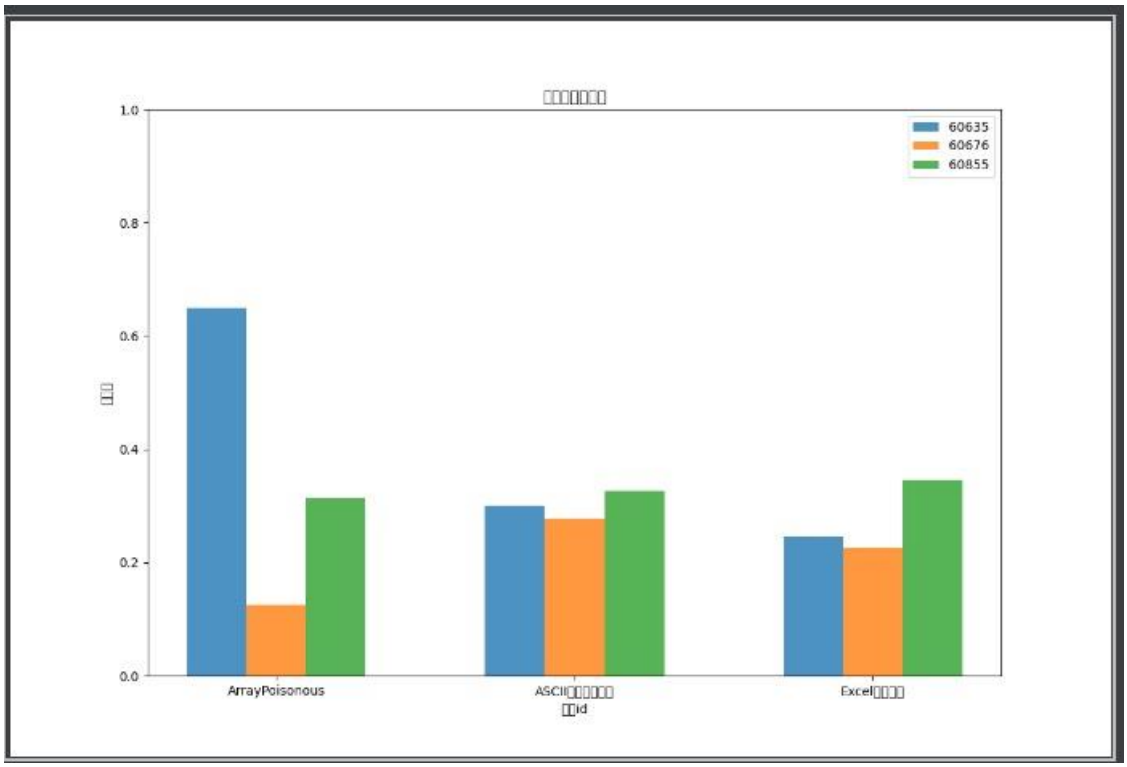
```
from numpy import argsort


def suffix_array(s):
    if s is None or len(s) == 0:
        return None
    suffix = []
    for i in range(len(s)):
        suffix.append(s[i:])
    a = argsort(suffix)
    for i in range(len(s)):
        suffix[i] = 1 + a[i]
    return suffix


def rank(s):
    sa = suffix_array(s)
    res = sa.copy()
    for i in range(len(sa)):
```

```
        res[sa[i]-1] = i+1
    return res


def permutation(arr, begin, end):
    if begin == end-1:
        return [arr.copy()]
    else:
        res = []
        i = begin
        for num in range(begin, end):
            arr[num], arr[i] = arr[i], arr[num]
            p = permutation(arr, begin + 1, end)
            for j in p:
                res.append(j)
            arr[num], arr[i] = arr[i], arr[num]
        return res


def advanced_permutation(arr, length):
    if length == 1:
        return arr
    else:
        res = []
        for i in range(len(arr)):
            ap = advanced_permutation(arr, length-1)
            for j in ap:
                res.append(arr[i] + j)
```

```
        return res


def poisonous_string_problem(k):
    elements = []
    for i in range(k):
        elements.append(chr(ord('a') + i))
    n = k + 1
    res = []
    while len(res) == 0:
        temp = permutation([i for i in range(1, n+1)], 0, n)
        ape = advanced_permutation(elements, n)
        ranks = []
        for i in range(len(ape)):
            ranks.append(rank(ape[i]))
        for i in range(len(temp)):
            if temp[i] not in ranks:
                res = temp[i]
                break
        n += 1
    return n-1, res


k = int(input())
n = k + 1
result = []
for i in range(n):
    if i % 2 == 0:
```

```
            result.insert(0, n - i//2)
        else:
            result.insert(0, i//2 + 1)
print(n)
for i in range(n):
    print(result[i], end=' ')
```

更多例子：



*** 思路补充***

此外，我们还设想了一种根据代码构成要素来对代码分类的方法，由于时间因素，我们没有展开，仅当做对分类思路的一种补充。

首先需要对同学代码进行预处理，代码中的一些冗余信息可能会对程序特征的提取有影响，例如：注释、头文件、空格和空行等。所以在代码的特征词提取之前，首

先得去除掉程序代码中对特征提取有影响的冗余信息。这个过程不仅可以使程序特征的提取更为精确，还可以使源代码文件大大减小，加快整个分类算法的运行效率。

根据代码构成要素对代码分类，可以利用正则表达式对 Python 程序代码进行特征词的提取，根据相似度检测所需要的 Python 语言的基本语法特征，制定了一个 Python 语法特征词和正则表达式的对应关系表：

特征词	正则表达式
import	r’ \bimprot\b’
def	r’ \bdef\b’
class	r’ \bclass\b’
if | elif	r’ \bif\b|\belif\b’
else	r’ \belse\b’
for	r’ \bfor\b’
while	r’ \bwhile\b’
and	r’ \band\b’
or	r’ \bor\b’
not	r’ \bnot\b’
False	r’ \bFalse\b’
True	r’ \bTrue\b’
None	r’ \bNone\b’
is	r’ \bis\b’
return	r’ \breturn\b’
in	r’ \bin\b’
print	r’ \bprint\b’
+ | - | * | / | %	r’ +|-|*|/|%’

=	r’ \=’
==	r’ \==’
> | <	r’ >|<’
[	r’ [’

在对代码进行特征词提取的过程中，系统根据表中所列的所有语法要素的正则表达式，构建了一个正则特征向量。再利用正则表达式对已预处理过的代码进行特征词比对，提取出当前代码中对应特征词的个数，生成一个与该代码所对应的特征向量。

但是我们不能简单地根据这些特征词在一个 Python 程序中出现的次数所构成的特征向量来代表这个 Python 程序。 还必须根据每一个特征词在 Python 语言中的重要性来对特征向量中的每一个元素进行加权处理，突显出每一个特征词的重要性。

对老师说的话