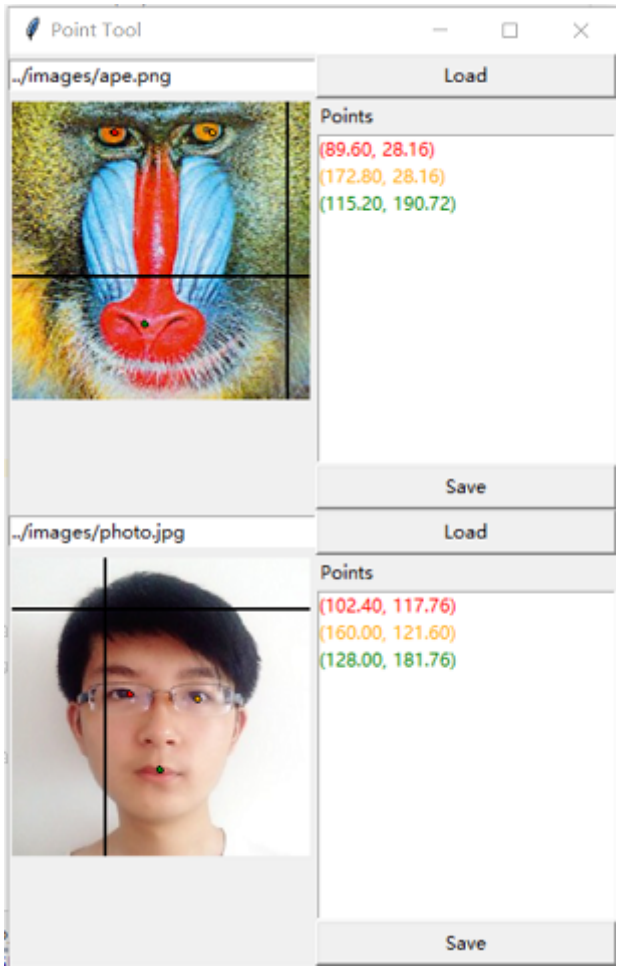
数据可视化-hw4

林雅文 张言健 张凌威

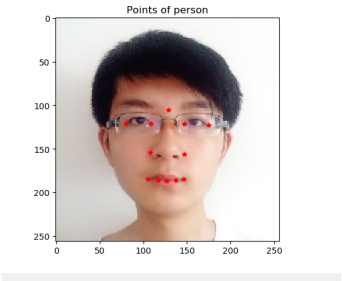
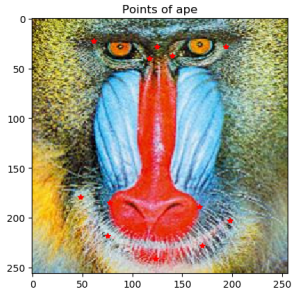
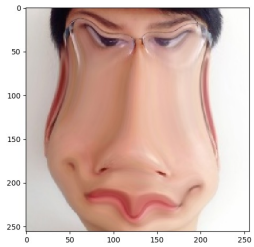
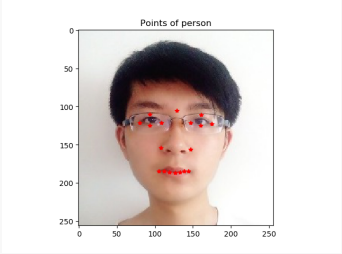
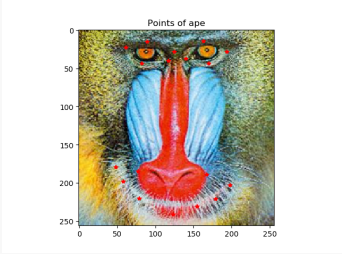
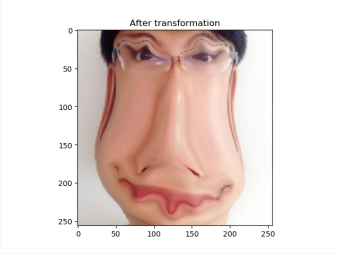
1. 变换点标注

自动化标点过程

实现功能	界面展示
1.根据路径获得图片导入图片显示 2.生成鼠标生成十字框线进行标点 3.标点的保存，每次打开自动读取	

我们参考了[深度学习python图像标记工具labelTool](#)的部分代码进行实现

修改标记点的尝试

原始图像	目标图像	结果
		
		

我们首先对课件的建议标点进行了尝试：

发现有几个主要的问题：

1. 眼睛由于拉扯变细
2. 嘴巴弧度弯曲有多个弯折

我们做了如下的标点改进：

1. 在眼睛四周进行标点
2. 增加嘴巴的标点

由于眼睛上下方的标点，我们确保了眼睛是和原图一样睁开的。我们发现嘴巴标点的增加只会使得弯曲增多。并没有预期的改进效果。

2. 变换算法

在局部仿射变换的实现中，需先由求出目的图像（target image）到原始图像（original image）中局部标记区域U_i所对应的仿射变换G_i；再根据像素点距离标记区域的距离远近，对不同的仿射变换进行加权组合，可求得变换后图像图像中每个点所对应在原始图像中的坐标。根据插值算法，即可得到变换后图像每个像素点取的像素值。

然而，在实际操作中，局部仿射变换G_i的计算规则受局部标记区域U_i所制约：

1. 若局部标记区域仅含一个点，则仅可估计出G_i中的两个参数；则G_i退化到平移变换。
2. 若局部标记区域包含两个点，则仅可估计出G_i中的四个参数；则G_i退化到刚性变换。
3. 若局部标记区域包含三个点，则可计算出G_i中的六个参数。
4. 若局部标记区域超过三个点，G_i的参数估计为超定方程的求解；可用最小二乘法计算出G_i中的六个参数。

在本pj中，对标记区域仅含一个点/超过三个点的情况进行了实现；如下“平移变换”及“多点仿射变换”所示。

平移变换

原理

$$x' = x + b_x, y' = y + b_y$$
$$\rightarrow b_x = x' - x, b_y = y' - y$$

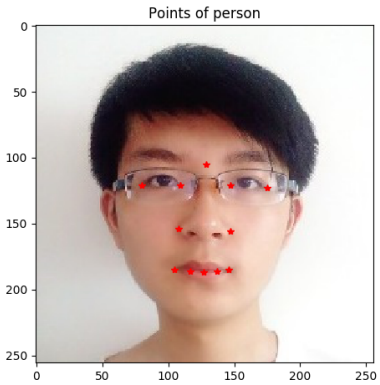
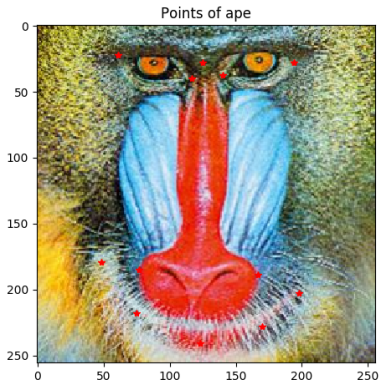
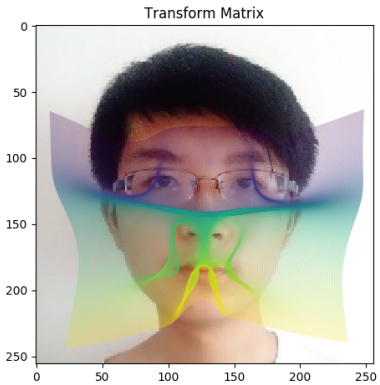
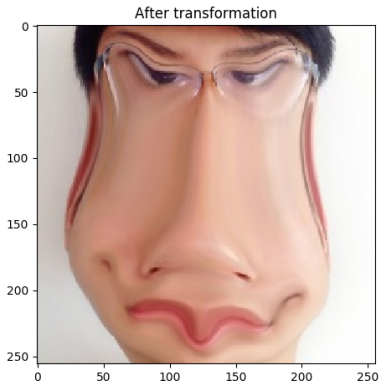
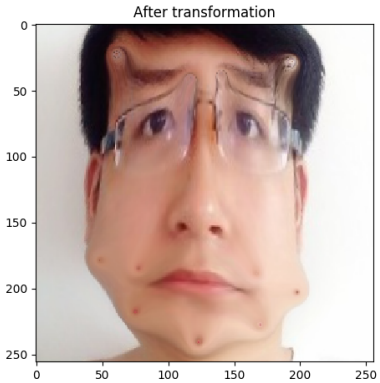
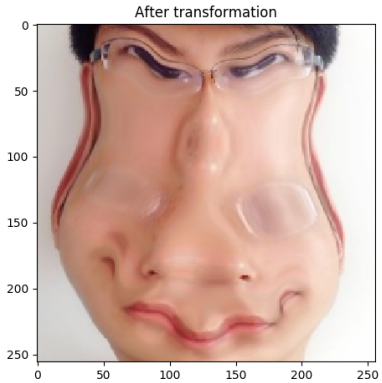
式中x', y'为目的图像中的像素点，x, y为原始图像中的像素点，b_x, b_y为原始图像域到目的图像域的平移变换的参数。由于原始图像和目的图像每个标记区域中仅有一个标记点，故可通过标记点的对应关系确定b_x, b_y的值。

实现

相关代码在main.py中进行实现；其中point_extract函数返回实现标记好的点，local_affine函数实现平移变换功能，interpolate函数实现插值。local_affine其输入为标记点信息、变换图像大小及可调参数e；具体信息请参考local_affine.py。

```
def locally_affine(lOri, lTarget, sTarget, e):
    '''
    :param lOri: 人（input/Original）图像的标记点[(x,y),...]
    :param lTarget: 狒狒（output/Target）图像的标记点[(x,y),...]
    :param sTarget: 狒狒图像尺寸（output图像尺寸）
    :param e: 可调参数e
    :return: xx, yy,即平移变换下，变换域图像各像素点对应原图像的x坐标及y坐标
    '''
```

效果分析

原始图像	变换场
	
目标图像	**变换结果**
	
变换结果（smaller e）	**变换结果（bigger e）**
	

上图原始图像及目标图像中红色的点为标记点。可以从变换矩阵看出，平移变换+局部仿射变换的组合会导致“叠加效应”，即多个目标图像中的点对应于原始图像中的一个点。因此，在变换后图像中会出现原始图像中没有的伪影。如上图中，变换后图像左边面部的酒窝，在原始图中并不存在。值得指出，当算法中e增大时，图像更为光滑，但伪影的概率更大；e减小时，伪影的概率更小，但图像在细节上更为粗糙（图中未展示）。

同时，因为在本算法中仿射变换的单位为单个像素点，故本算法并不能实现局部形态不变性：如在上图变换结果中，眼睛被拉成不自然的回力镖形，嘴唇被拉成波浪形；猜想在算法中加入约束可以维持局部形态。且下节的多点仿射变换也可维持局部形态。

多点仿射变换

原理

$$
\begin{bmatrix} & & \cdots & & & \\ x_i' & y_i' & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & x_i' & y_i' & 0 & 1 \\ & & \cdots & & & \end{bmatrix}
\begin{bmatrix} m_1 \\ m_2 \\ m_3 \\ m_4 \\ t_1 \\ t_2 \end{bmatrix}
=
\begin{bmatrix} \cdots \\ x_i \\ y_i \\ \cdots \end{bmatrix}
$$

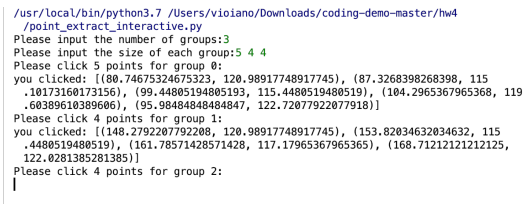
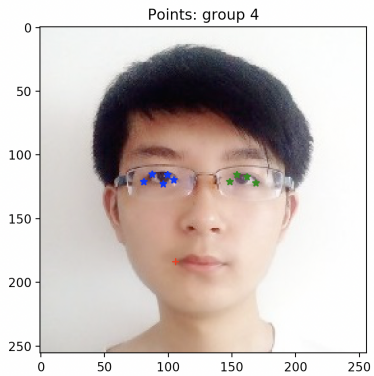
式中x', y'为目的图像中的像素点，x, y为原始图像中的像素点，$m_1, m_2, m_3, m_4, t_1, t_2$为原始图像域到目的图像域的多点仿射变换的参数。由于原始图像和目的图像每个标记区域中有多个标记点（$n \geq 3$），故可通过对标记点对使用最小二乘法计算$m_1, m_2, m_3, m_4, t_1, t_2$的值。

实现

整体流程在main_2.py中进行实现；其中point_extract_interative函数用于标记多组局部仿射变换所需标记点；local_affine_with_ls函数实现平移变换功能，其输入为标记点信息、变换图像大小及可调参数e；函数头如下图所示；具体信息请参考代码部分。在locally_affine_with_ls函数中，使用了网络上开源社区计算点到凸包距离的函数covexHull。

```
def point_extract_interative(image1):
    """
    对image1进行标点；可以自选标记的组数与每组的个数；输出为组数及{groupID:[(x,y),...]}
    :param image1:
    :return group_num, dic:
    """
def locally_affine_with_ls(dOri, dTarget, sTarget, e):
    '''
    :param dOri: 人（input/Original）图像的标记点{groupID:[(x,y),...]}
    :param dTarget: 狒狒（output/Target）图像的标记点{groupID:[(x,y),...]}
    :param sTarget: 狒狒图像尺寸（output图像尺寸）
    :param e: 可调参数e
    :return: 多点仿射情形+最小二乘下对应原图像的各坐标
    '''
```

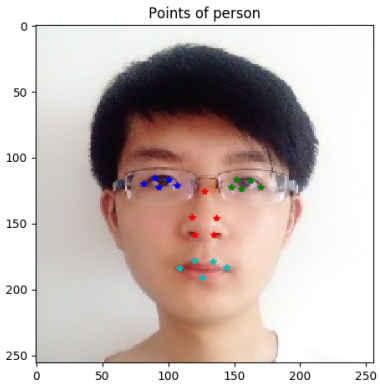
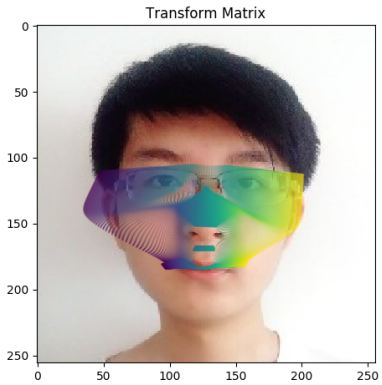
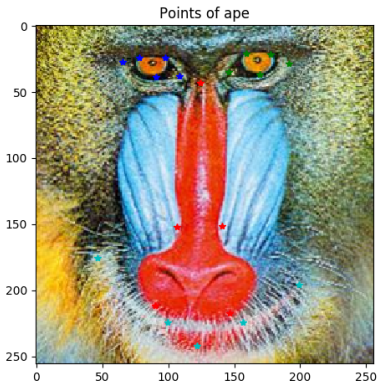
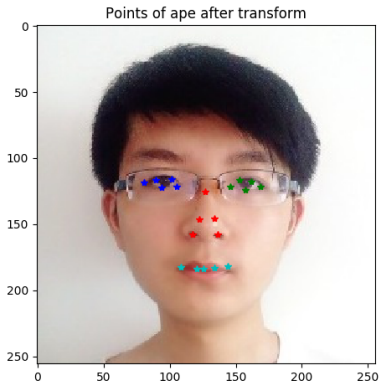
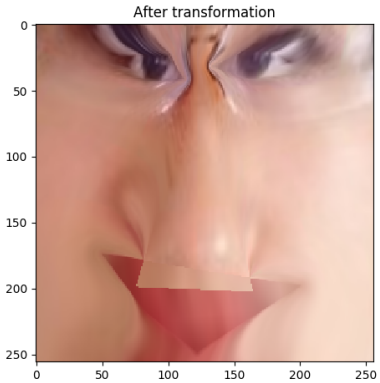
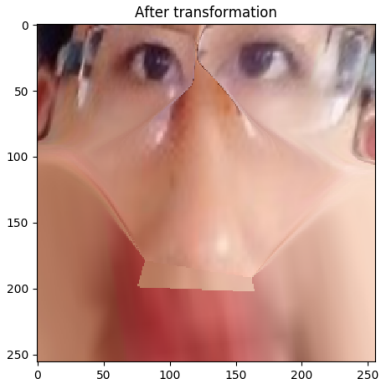
用户界面

命令行控制	标点过程展示
	

```
/usr/local/bin/python3.7 /Users/vioiano/Downloads/coding-demo-master/hw4
  /point_extract_interactive.py
Please input the number of groups:3
Please input the size of each group:5 4 4
Please click 5 points for group 0:
you clicked: [(80.74675324675323, 120.98917748917745), (87.3268398268398, 115
  .10173160173156), (99.44805194805193, 115.4480519480519), (104.2965367965368, 119
  .60389610389606), (95.98484848484847, 122.72077922077918)]
Please click 4 points for group 1:
you clicked: [(148.2792207792208, 120.98917748917745), (153.82034632034632, 115
  .4480519480519), (161.78571428571428, 117.17965367965365), (168.71212121212125,
  122.0281385281385)]
Please click 4 points for group 2:
```


如上图所示，当调用point_extract_interative函数后，用户通过命令行键入多点仿射变换的相关参数（如仿射变换组数、每组标记点数等），再通过鼠标点击图片录入标记点。

效果分析

原始图像	变换场
	
目标图像	**变换结果（标记点）**
	
变换结果（smaller e）	**变换结果(bigger e)**
	

上图原始图像与目标图像中的点为标记点，不同颜色表示不同组别的标记点。可以从变换矩阵看出，最小二乘法+局部仿射变换的组合产生的褶皱较少，即“叠加效应”不明显。然而，由于在此算法中使用了多点仿射变换，并使用标记点的凸包对像素点的归属关系进行分类；故在多组不同标记点之间的区域，易出现明显分界线式的伪影。值得指出，当算法中e增大时，图像更为光滑，但伪影更明显；e减小时，边界更不明显，但图像局部形态的保持较差（如上图中变形的眼睛）。

同时，因为在本算法中仿射变换的单位为标记点凸包所组成的区域，故本算法并能实现局部形态不变性：如在上图变换结果中，当e较大时，眼睛基本保持圆形不变，且其余器官的形态也能较好得到保持。但不同标记区域之间的伪影难以去除；猜想可以通过减少标记点密度进行优化。

3. 分工

林雅文：

张言健：仿射/平移变换中变换点标注以及自动化标注的实现，“变换点标注”部分报告的撰写；

张凌威：仿射/平移变换算法的实现；“变换算法”部分报告的撰写。