

数字图像处理

大作业 4

班级：自 71

姓名：屈晨迪

学号：2017010928

1 需求分析

(1) 图像替换

设计算法，对给定的源图像进行合适的风格变换，迁移到给定的三幅模板图像中。请选择三种不同类型的模板图像和任意源图像进行实验，建议浏览 <https://photofunia.com/> 寻找灵感。请使用高分辨率源图像和模板图像（高和宽均大于 1000 像素）。

(2) 视频图像替换

附件中的一段视频（targetVideo.MP4）里包含有移动的书籍，请设计算法，将书籍的封面替换成你希望的内容。你可以使用在数图课上学到的以及其他和数字图像处理相关的任何知识和内容。也可以选择其他带有移动书籍封面的视频进行尝试。

2 算法设计

2.1 图像替换

图像替换任务分为两部分，对源图像的风格变换和仿射变换。

(1) 首先对源图像进行风格变换，本次共设计了油画、铅笔画、动漫、墙体、背景叠加以及浮雕六种风格。

- 油画：对图像进行 SLIC 分割，将分割出的同类别点的像素值置为与该区域中心点相同的 RGB 值，再用小窗体的均值滤波进行轻微模糊；



(a) 油画

- 铅笔画：使用 sobel 算子及其转置对 RGB 三个通道分别在 x 和 y 方向上求梯度，对每个通道 x 和 y 方向的梯度图做平方和开根，再以一个希望的灰度值进行直方图均衡；



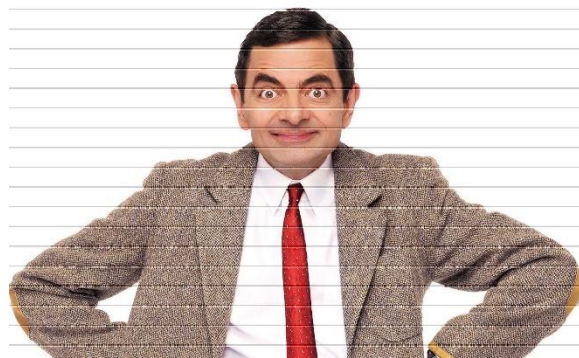
(b) 铅笔画

- 动漫：首先对图像进行 15 次双边滤波，在保留边缘的情况下模糊图像，再通过拉普拉斯算子增强边缘；



(c) 动漫

- 墙体：在竖直方向上每隔一定距离生成一条直线，线的像素由其上方像素值 ± 50 获得；



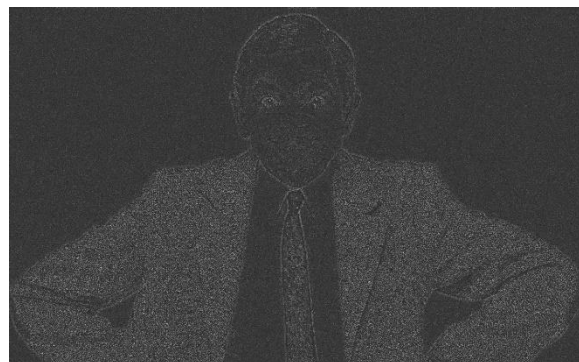
(d) 墙体

- 背景叠加：两张图片像素值以一定比例叠加；



(e) 背景叠加

- 浮雕：对图像进行 2dDFT 变换，获取图片相位的实数部分



(f) 浮雕

(2) 将风格变换后的图像通过仿射变换换至目标图像的对应位置，首先需要获得源图像和目标图像四个对应角点的位置，使用MATLAB函数`fitgeotrans`求得仿射变换矩阵，通过该矩阵和函数`imwarp`获得源图像变换后的结果以及mask模板，从而利用mask将目标图像的对应部分做置换，更换成源图像。

其中有的目标位置不是规则的矩形，需要去除一些遮挡物。本次作业中通过第三次大作业的程序进行交互式抠图，对图片进行SLIC分割后，反复手动选取前景和背景，获得模板中不规则遮挡物的部分¹，对仿射变换的结果做处理。

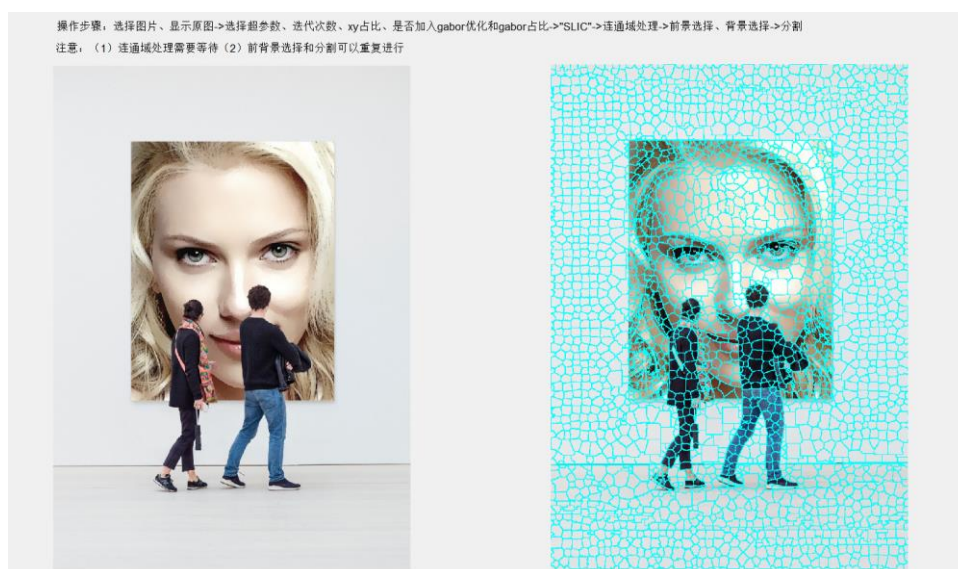


图1 SLIC分割

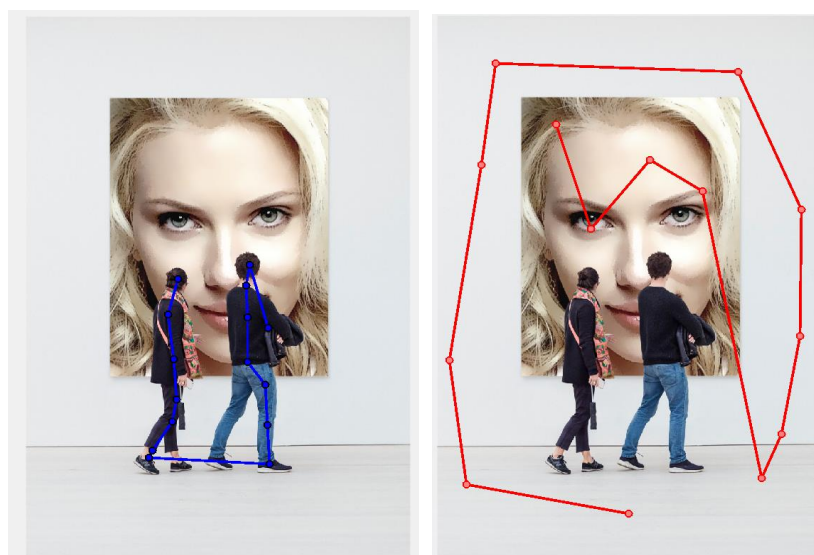


图2 前背景选择

¹ 获得目标位置遮挡部分的 mask 即可，如图 1 的例子中不必将两个人完整分出，仅需上半身

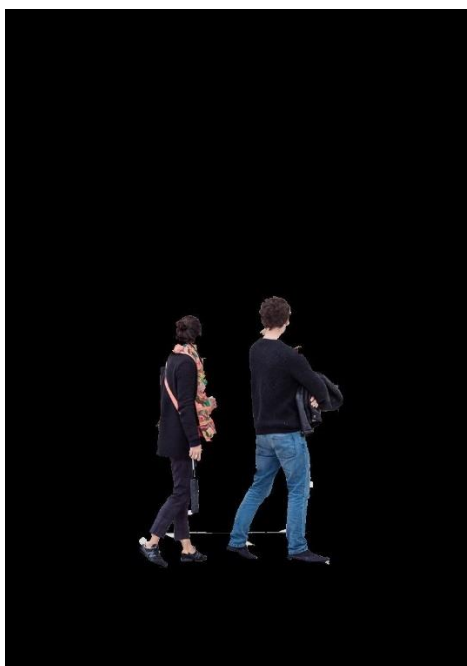


图4 分割效果图

2.2 视频图像替换

任务要求更换一段视频中书籍的封面。程序开始首先获取视频文件，读取第一帧，用户手动选择书籍封面的四个角点，四个点的坐标存为`srcp`，进入循环，每次读取两帧，使用MATLAB库函数`detectSURFFeatures`和`extractFeatures`找到两帧的SURF特征点，并进行特征点匹配，获得两张图片相互匹配的特征点集，使用函数`estimateGeometricTransform`求解仿射变换矩阵，再通过该矩阵和前一帧四个角点的坐标求取后一帧角点坐标，获得下一帧角点坐标后，即可运用任务一相同的方法，将新的书籍封面变换到相应位置，最后将变换完成后的图片生成新视频。

注意到在265-348帧之间，手指对书籍封面有遮挡，需要将此部分抠掉，运用小作业中更换球衣颜色的方法，在HSV空间上获得手的像素区间，每一帧生成一个mask，对遮挡进行处理。

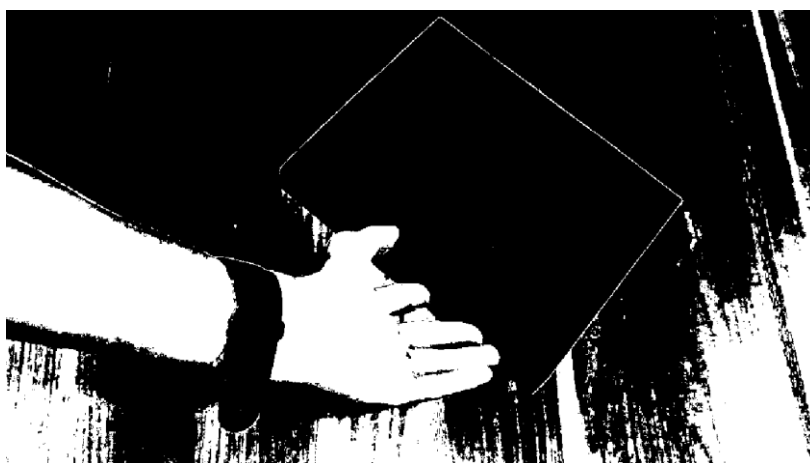


图5 手部mask

在200帧之后，书籍出现旋转，此时角点坐标预测误差增大，加上之前累积的误差，需要进行校正。本次作业运用霍夫变换进行校正，为了获得好的直线检测效果，首先对图像

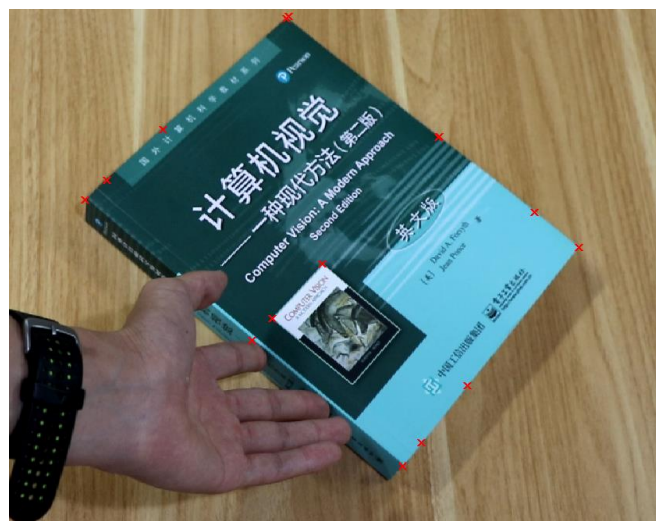
做处理，在HSV空间上选出书籍封面，转为灰度图，使用sobel算子获取边缘，使用hough变换的库函数找到图片中的直线集，直线集合包含书籍的四条边，将直线两两求交点，获得的交点集应包含书籍封面的四个角点，运用函数pdist2求得预测的角点坐标和此交点集的距离，找到最近的点，判断距离是否在10个像素以内，若在，则将角点坐标更换为该点坐标。整体校正效果较好。



(a) 边缘检测



(b) 直线检测



(c) 求交点

图6 霍夫变换校正

完成作业的过程中，我还尝试了使用RANSAC方法进行角点追踪、用函数`fitgeotrans`求取变换矩阵等方法，但追踪效果均有较大偏差。

本次任务二仍存在一些不足。一是手部抠图有瑕疵，此问题可以通过增加颜色空间的选点解决；二是可以对新更换的封面做一些风格相似化的处理，如通过滤波加入平移模糊和旋转模糊，会与视频融合得更好。

3 实验结果

3.1 图像替换







4 总结与反思

最后一次大作业主题围绕图像替换展开，即通过两个点集求取仿射变换矩阵，整体要求没有太大限制，实现过程中综合应用了很多以前作业的方法和知识，包括SLIC分割、颜色分割、霍夫变换、傅里叶变换、形态学处理等等，不失为对整个学期一次很有意思的回顾与总结，通过本次大作业我也学习了将图像处理运用到视频中的方法。数字图像处理课程结束了，这是一门实践与理论结合的学科，虽然作业压力略重，但完成作业的过程还是充满趣味性的，相信日后能够将在这门课中学到的知识运用到科研和学习中去。最后，感谢老师和助教一学期以来的帮助！