

# 《数字图像处理》小作业 7

2017011010 杜澍滢 自71

## 一、 实验任务

利用霍夫变换等方法分割三幅图像中人物的虹膜，并修改为多种颜色，要注意考虑眼睑的遮挡。

## 二、 霍夫变换检测圆函数

### (1) 算法原理

不在一条直线上的三个点确定一个圆，用  $(a, b, r)$  来确定一个圆心为  $(a, b)$  半径为  $r$  的圆。经过一个点可以做出无数个圆，假设某个平面坐标为  $(x_i, y_i)$ ，对应的参数为  $(a_i, b_i, r_i)$ ，经过该点的圆的表达式为  $(x_i - a_i)^2 + (y_i - b_i)^2 = r_i^2$ 。对于另一个不同的平面坐标  $(x_j, y_j)$ ，同样的有  $(x_j - a_j)^2 + (y_j - b_j)^2 = r_j^2$ 。若两点在同一个圆上，则有  $a_i = b_i$ ,  $a_j = b_j$ ,  $r_i = r_j$ ，对同一圆上的三个点也是一样的道理。要检测这个圆即求解  $(a, b, r)$ ，其在参数空间中的轨迹为以对应边缘点为顶点的圆锥。

基于上述的原理采用  $a = x - r \cos(\theta)$ ,  $b = y - r \sin(\theta)$  的公式来求参数空间。

### (2) 参数设置

需要设置的参数有检测的半径步长，角度步长（弧度制），半径最小值，半径最大值和投票阈值。我选取了固定的半径步长1和角度步长0.02，眼球圆的投票阈值为0.75，眼睑圆的投票阈值为0.85.各个圆的半径最小和最大值是结合了目测和截图到画图工具自己补圆估计半径然后再调参得到的。

### (3) 代码实现

对每一个边缘点，按半径步长和角度步长依次求取若干组参数 $a$ 和 $b$ ，只要 $(a, b)$ 坐标在原图尺寸范围内，参数空间中 $(a, b, r)$ 加1 ( $r$ 为当前按步长计算得到半径值)。

利用投票阈值\*参数空间最大值筛选出一些峰值，算出这些峰值对应的 $(a, b, r)$ 值，然后对于每个边缘点计算其是否在这些 $(a, b, r)$ 确定的边缘上。最终返回所有筛选出来的 $(a, b, r)$ 。

## 三、主函数步骤

主函数包括①读图；②边缘检测；③霍夫变换检测出每个虹膜对应的4个圆并生成相应蒙板；④利用蒙板变换颜色这几个部分。

其中，使用Canny边缘检测，对每幅图调整参数大小以得到最便于后续处理的二值图。

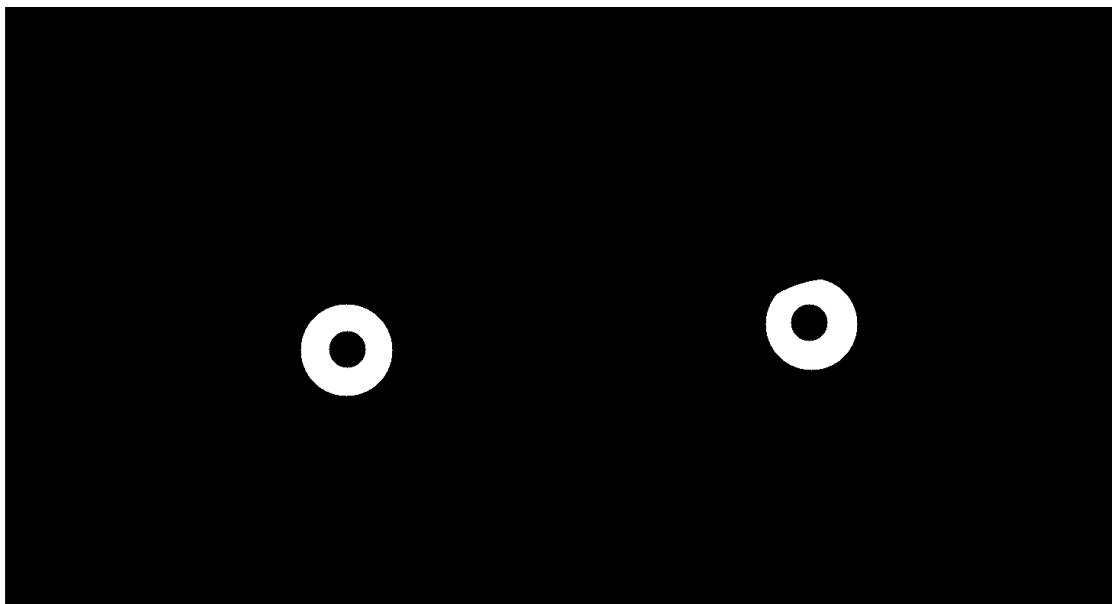
霍夫变换检测圆时，为了加快运行速度，我对每个圆所在区域及其对应的半径范围都先进行了预估，因此代码中有很多组参数。

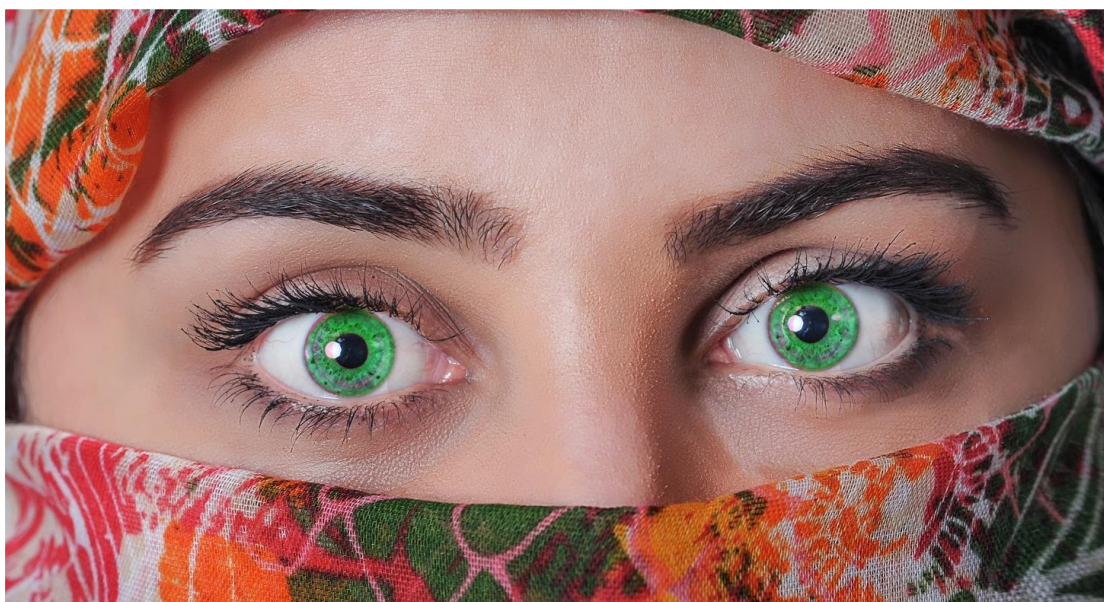
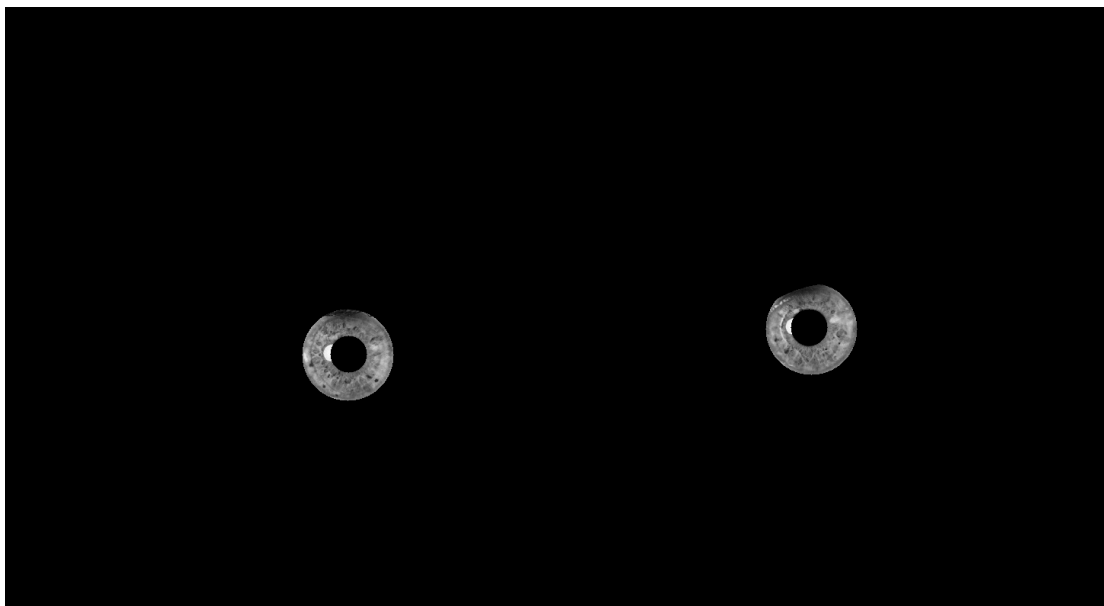
要得到蒙板，首先要得到四个圆的准确半径和圆心（圆检测会返回多组圆参数），我在这里取了所有返回参数的均值。根据这四个圆得到四张黑白图：①原图尺寸，眼珠小圆内部为黑背景为白；②原图尺寸，眼珠大圆内部为白背景为黑；③原图尺寸，上眼睑圆内部为白背景为黑；④原图尺寸，下眼睑圆内部为白背景为黑，对这四张图做与运算即可得到一个虹膜的蒙板，同理得到另一个，最后相加即可。

变换颜色的方法和上一次小作业相同，不再赘述。

## 四、过程图片

下面以‘eye1.jpg’为例依次贴上原图、利用霍夫变换生成的蒙板、利用蒙板截取的两个虹膜（灰度图）和变换后的彩色图。





## 五、 实验总结

上课的时候我并没有完全弄明白霍夫变换处理直线的原理,但通过完成这次作业我搞明白了算法中变换到参数空间的方法以及累加投票这两个重要的部分,因而也理解了检测圆的方法。不足之处是各个圆的位置和半径范围由自己手动确定,代码中有很多繁杂的参数设置。