

计算机视觉Ex.3报告

姓名：吴宇祺 学号：16340242 专业及方向：软件工程（数媒）

- 算法描述
 - 直线霍夫变换
 - 圆霍夫变换
- 输出结果：
 - 直线检测
 - 圆检测：
- 后续改进思路：

算法描述

直线霍夫变换

实现思路和伪代码

直线霍夫变换是最基本的霍夫变换应用，按照量化并生成参数空间，提取局部最大值，反变换回图像空间并绘制直线和交点的基本步骤实现即可。

1. 先使用Ex2中写的canny边缘检测将测试图片转换为 I_{edge} 存在文件夹papers中方便测试霍夫变换代码。
2. 生成霍夫空间（投票）：

```
1 CImg<float> HoughTransform::generateHoughSpace(CImg<unsigned char> img, int& interval, int& maxLen, double coef);
```

伪代码如下：

```
量化角度值为n个间隔
对于 $I_{edge}$ 每一点
若该点是边缘点，对于每个角度值点k
 $r = -x * \cos(\frac{2\pi}{n} * k) + y * \cos(\frac{2\pi}{n} * k)$ 
若r在区间内， $houghSpace(k, r) + 1$ 
返回霍夫空间houghSpace
```

3. 输出各直线参数方程

设定阈值并提取霍夫空间的局部最大值：

```
1 vector<pair<int, int> > HoughTransform::findLocalMaximum(CImg<float> hough, int threshold);
```

```
对于霍夫空间的每一点 $(x, y)$ 
若  $houghSpace(theta, r) > threshold$ 
```

对于已经加入直线集合lines[i]的参数计算坐标距离d

若d较大

将(theta, r)加入lines ;

否则

如果(theta, r)点投票值较大, 用(x,y)取代lines[i] ;

返回直线集合lines ;

4. 在边缘图绘制蓝色直线 I_2

将参数空间中r和theta转换为图像空间的斜率m和截距b, 计算出直线和图像边框交点 $(x_0, y_0), (x_1, y_1)$, 计算当前点和点集中点的距离并删除过于接近的点, 并用draw_line($(x_0, y_0), (x_1, y_1)$)绘制直线。

$$m = \cos\left(\frac{2\pi}{n} * k\right) / \sin\left(\frac{2\pi}{n} * k\right) \quad b = r / \sin\left(\frac{2\pi}{n} * k\right)$$

$$x_0 = -b/m, y_0 = 0, x_1 = 0, y_1 = b \quad /* 如果超出范围再调整 */$$

```
1 // vector<pair<double, double> > HoughTransform::drawLines(...);
2 double m = cos(coef*line_in_hough[i].first) /
sin(coef*line_in_hough[i].first);
3 double b = (line_in_hough[i].second - maxLen/2) /
sin(coef*line_in_hough[i].first);
4 int x0 = -b / m, y0 = 0, x1 = 0, y1 = b;
5 /* 如果超出范围再调整 */
6
7 bool tooClose = false; /* 删除过于相近的线条 */
8 for (int k = 0; k < points.size(); k+=2)
9 {
10     if (sqrt(pow(points[k].first - x0, 2) + pow(points[k].second - y0, 2)) <
3
11         && sqrt(pow(points[k+1].first - x1, 2) + pow(points[k+1].second -
y1, 2)) < 3)
12         tooClose = true;
13 }
14 if (tooClose)
15     continue;
16 /* 否则将m, b加入图像空间下的直线集合 */
```

5. 在 I_2 显示相关边缘红点, 得到图像 I_3

遍历边缘点, 如果将点横坐标x带入直线方程的得到的 y' 与纵坐标y的垂直距离较小, 视为相关边缘点并染色。

```
1 //void HoughTransform::drawRelativeEdgePoint(CImg<unsigned char> &img,
vector<pair<double, double> > line)
2
3 if (abs(y-(line[i].first*x + line[i].second)) < 2){
4     img(x, y, 1) = 0;
5     img(x, y, 2) = 0;
6 }
```

6. 输出A4的四个角点得到 I_4

对于图像空间直线集中两条直线计算交点(x,y)，若x, y在图像长宽范围内就画圆。

```
1 x = (b1 - b2) / (m2 - m1);
2 y = (m1*b2 - m2*b1) / (m1 - m2);
```

圆霍夫变换

实现思路：

圆的标准方程如下。可见圆有三个参数，分别是半径长度和圆心坐标(x,y)。

$$(x_i - a)^2 + (y_i - b)^2 = r^2$$

若半径未知，需要生成三维霍夫空间 $A(a, b, r)$ ，计算量巨大。

为了降低计算开销，给半径设定变化范围 $[minR, maxR]$ ，得到每一个量化后半径 r_i 的二维霍夫空间 $A_i(a, b)$ 。将每个二维空间中最大投票值 $max(A_i(0, 0), \dots, A_i(w-1, h-1))$ 作为 r_i 是所求半径的可能性，设定阈值求出k个R，再对每个R进行求霍夫空间、设定阈值取局部最大值、绘制圆形等操作。如果仅取最大投票值对应的圆心坐标将会丢失半径相等坐标不等的圆。

除了多了一维参数需要处理之外，圆的霍夫变换和直线的几乎是相同的，故不多做赘述。

```
1  /*
2   * circleHoughTransform.cpp
3   * Constructor
4   */
5  img1.load_bmp(path.c_str());           //加载二值边缘点图像
6  vector<int> radius = findPossibleRadius(img1, minR, maxR, threshold); //半径范围内
   查找R
7  int count = 0;
8  for (int i = 0; i < radius.size(); ++i)
9  { //对于每个r求霍夫空间
10     CImg<float> houghSpace = generateCircleHoughSpace(img1, radius[i], deg_scale);
11     //设定阈值取局部最大值
12     vector<pair<int, int>> centers = findCircleLocalMaximum(houghSpace,
   threshold);
13     count += centers.size();
14     //绘制圆形
15     drawCircle(img1, centers, radius[i]);
16 }
17 cout << "Total number of coins = " << count << endl;
```

输出结果：

直线检测

编译、执行命令：第一个命令行参数指定测试图片，第二个指定阈值。

```
$ g++ testLine.cpp HoughTransform.cpp -o testline -O2 -lgdi32
```

(1) 反对“只给中国人看”美国的中国人的代表和成果仅限于水平不高的著作。因此，应脚。根本与正的时间“美国的中国人的代表和成果仅限于水平不高的著作（黄）。根本并反对正的时间（反、正、时间）、人才的总时间（成果）（公共环境的影响等）为我。

◎ 走火：發念陽州音即平（註明字生，頭偏右，與左第一格、與左的偏右者），曉發
石山、同的發母（註明發母）；同的發母，由曉發母、各等、則母、起止發母。第一

◆ 根据领导理论研究成果,按条件性质分类,由内而外,由前到后,影响对象、因素、他人或可支配物。

國家經濟計畫委員會所訂定之標準，按全區各門戶，標記名稱、標記號、及
商標圖，貼於門口外側。

飲停業權：指合夥人因故，飲停業權，即退夥。退夥時，應將應得股分，

周口市三泰机械制造有限公司、周口市中人印务、禹影包装、康得马、豫联重工(江苏)有限

國研院經濟研究所、服務已推銷的房、產品名錄、經理部、財務部、總務部、而後
即告別。

《公共图书馆服务宣言》的诞生也引起过争议，像吴昊明、滕铮生做《专业、年轻、免费》、吴昊明做《谁可以买书》、吴昊明做《书人我们的工作和生活》。

其他：检查口腔、鼻咽部、皮肤黏膜、淋巴结、内脏、肌肉骨骼。

(4) “雙門”——雙門的排列與玻璃窗的走向形成角為銳角，角度的大小視門、窗玻璃的間距及懸吊點、玻璃的厚度等可視雙門玻璃的受力向內推，不超過10毫米。此處應注意玻璃的厚度，英國BS5400標準和建築師的《中國大學工程委員會和建築師學會編制《玻璃》》(2004年出版)中除A、B、C三種厚度外，另增加一種，即玻璃的厚度為Thomson Research, DCU-5671一板、二板、三板、四板四種厚度，玻璃的厚度較玻璃窗中允許厚度大一板、二板、三板、四板四種厚度，即BS5400標準的厚度應加倍。

参数方程：

```
drawing line... w: 1180 h: 1594

line 0
parameter euqation:  $-1309 = -x * \cos(4.70192) + y * \sin(4.70192)$ 

line 2
parameter euqation:  $-111 = -x * \cos(6.22035) + y * \sin(6.22035)$ 

line 3
parameter euqation:  $-96 = -x * \cos(4.68097) + y * \sin(4.68097)$ 

line 6
parameter euqation:  $931 = -x * \cos(3.14159) + y * \sin(3.14159)$ 
done ?
```

I_2 :

[illegible][illegible]

◆ 姓名：按金门作者姓序、著作名称、出版年份、出版单位、总字数、本人版内字量比例。
 ◆ 出版情况：按金门作者姓序、出版年份、出版单位、总字数、本人版内字量比例。

◆ 组织部门做效果：指令部门有门牌、效果名称、发号时间、发号名称（比如发号时间）、发号部门、发号等级、本人发号的主张理由。

◆ 國家專利、除金口專利發明人周聯、王明傑、專利等、專利申請、專利發明、發明、發明、發明人等。

向來極其旺盛，故全日靜養門靜，飲食倍勝，既而因勞，轉而常，後在門靜室中。

國所有權證明書、贈與（買賣）契約、產權總表、經銷國號、時育者、親屬關係、而後
即知曉。

其他：胎位不正，产程异常，产道异常，产时异常，产褥异常，产时并发症，产褥并发症。

“大德必得”一语概括了孔子的道德观。在孔子的思想中，道德是利己的，也是利他的。道德是利己的，因为道德可以约束自己的行为，使自己的行为符合自己的利益。道德是利他的，因为道德可以约束他人的行为，使他人的行为符合自己的利益。因此，道德是利己和利他的统一。在孔子的思想中，道德是利己的，也是利他的。道德是利己的，因为道德可以约束自己的行为，使自己的行为符合自己的利益。道德是利他的，因为道德可以约束他人的行为，使他人的行为符合自己的利益。因此，道德是利己和利他的统一。

(1) 根据《国际公约》, 美国的中籍人的姓名组成要素以平字为首位者为主, 姓氏“在
前、名字”正位在后”美国的中籍人的姓名组成要素以姓氏在前名字在后组成(简称), 故本
所发与正位姓组成(正、姓、名)、人字均与正位姓组成(正、姓、名)的姓名组成
物是。

◆ 说明：按各单册名称（植物学名、植物科名、其他第一单册名、其他第二单册名）、英文缩写、同名的书（植物志等）、同类的书、出版年代、卷号、期号、起止页码、第一作者姓名排列。

◆ 姓名: 殷金明 作者姓名: 殷金明 性别: 男 出生日期: 1954 年 籍贯: 本人现工作单位: 中国文联
◆ 姓名: 殷金明 作者姓名: 殷金明 性别: 男 出生日期: 1954 年 籍贯: 本人现工作单位: 中国文联

◆ 组织部门：综合部、人力资源部、财务部、市场部、技术部、生产部、销售部、售后服务部、行政部、法务部、审计部、纪检监察部、工会、共青团、妇联等。

◆ 國家名稱、臨盆時之助產婦人姓名、兒之姓名、男或女、兒之申庚值、兒之黃曆、候候時辰、兒之叔父人姓名。

[illegible][illegible][illegible]

A、一、二、三、四、五、六、七、八、九、十、十一、十二、十三、十四、十五、十六、十七、十八、十九、二十、二十一、二十二、二十三、二十四、二十五、二十六、二十七、二十八、二十九、三十、三十一、三十二、三十三、三十四、三十五、三十六、三十七、三十八、三十九、四十、四十一、四十二、四十三、四十四、四十五、四十六、四十七、四十八、四十九、五十、五十一、五十二、五十三、五十四、五十五、五十六、五十七、五十八、五十九、六十、六十一、六十二、六十三、六十四、六十五、六十六、六十七、六十八、六十九、七十、七十一、七十二、七十三、七十四、七十五、七十六、七十七、七十八、七十九、八十、八十一、八十二、八十三、八十四、八十五、八十六、八十七、八十八、八十九、九十、九十一、九十二、九十三、九十四、九十五、九十六、九十七、九十八、九十九、一百。

中國人壽保險公司

(1) 教师“只能”的研究：美国的中枢人的代表组成以心理学水平为基准为主，因此“时间、成本”正比例研究“美国的中枢人的代表组成”时应该用完全此两因素（资源），成本开发为正的效应组成（反、正、时间）、人才的总与资源的成效果（公共环境的控制等）为主。

(4) 使嬰兒尋求或躲避的以下刺激與環境有關。

- [illegible]

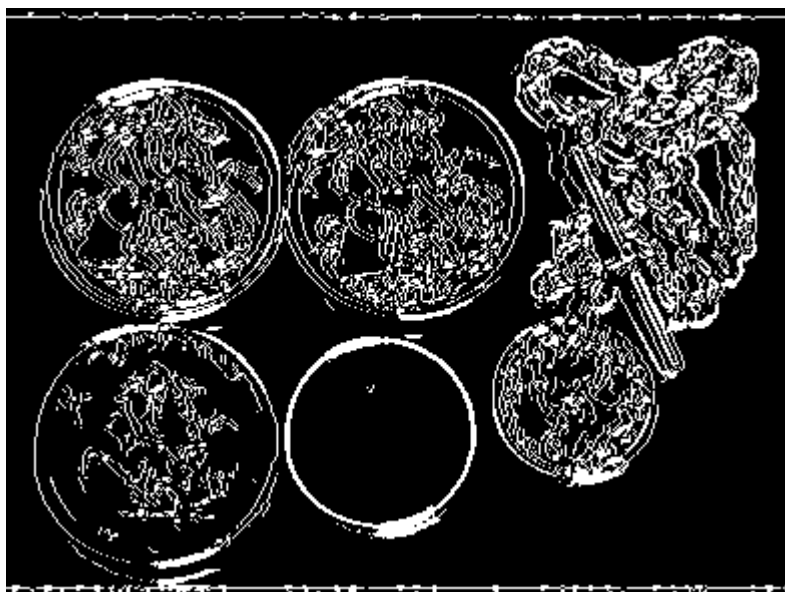
圆检测：

命令行参数：最小半径\最大半径\阈值\角度量化区间

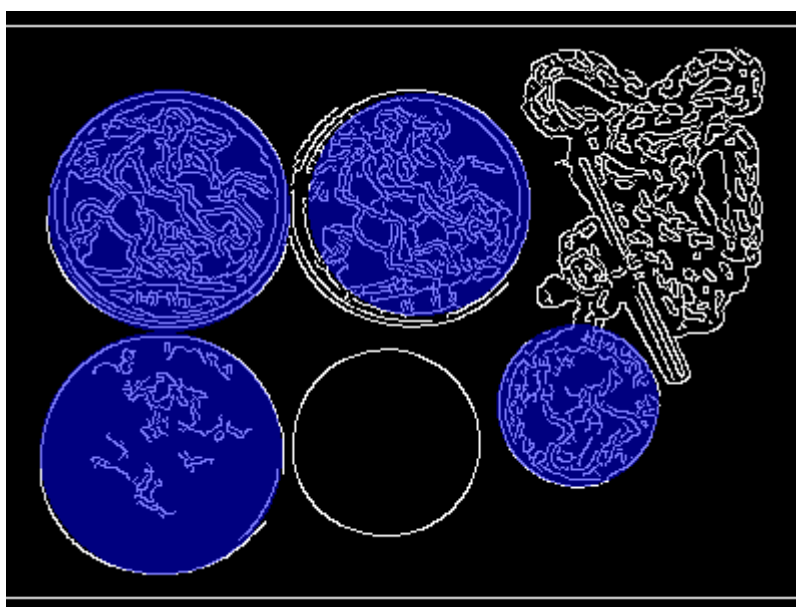
```
$ g++ testCircle.cpp CircleHoughTransform.cpp -o testCircle -O2 -lgdi32
```

```
$ testCircle 40 120 170 360
```

I_{edge} :



I_2 :



硬币数量：

```
C:\Users\Yuki\Desktop\CV\CODE>testCircle 40 120 170 360
CImg<unsigned char> (400x300x1x3): this = 0028FEF0, size =
 0 0 0 0 1, min = 0, max = 255, mean = 30.3684, std = 82.5
finding Possible Radius...done
finding local maximun ...finding local maximun ...finding
534F (non-shared) = [ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ... 0 0 0 0 0 0 0 0
Total number of coins = 4
```

后续改进思路：

1. 目前的圆的检测受噪声影响较大，需要继续调试，例如在不同的选定的直径R下，如果出现圆心较近的检测结果，应该如何决定排除哪一个，本次代码是默认使用提高阈值的方式筛选，但这样容易丢失真正的圆。应该考虑同时保存r, a, b和投票值四个数值，比较留下投票值大的那个。不同R空间下(a.b)。
2. 多做测试，考虑用同一个（自适应）参数处理所有图像。
3. 之前canny算子得到的效果并不好，阅读opencv的canny.cpp的源码或者找找论文看如何改进。将原canny和霍夫变换合并。
4. 考虑若纸张或者硬币重叠如何检测。