CV_HW1 Report

马逸川 520030910393

日期：2022/10/17

1 简介

(书面作业在报告后)

在本次作业的完成过程中，按照作业要求实现了所需的各项功能，下面是我各项函数的设计思路。

2 Part1

2.1 binarize

二值化函数的实现较简单，将每个像素点与阈值对比即可。

以 $many\_objects\_1.png$ 为例，二值化输出结果如图:

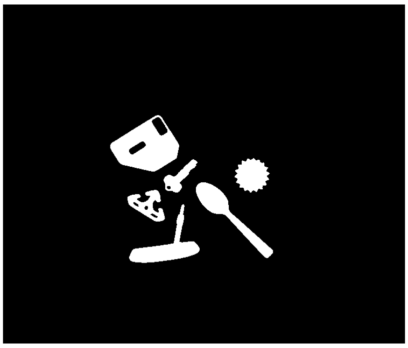


图 1

2.2 label

在 $label$ 函数中，在课件给出的算法基础上做了一定的改动。自定义了 $Label$ 类以存储不同标签下的点，并实现了添加点，点集合并的功能。在实际标记过程中，当两个点标签不同时，将一个点所在的 Label 类所有点直接合并到另一个中，并将被合并类的属性 $self.valid$ 修改为 $False$，表示这一标签与其它标签已合并。这样做的优势是少进行了一次对全图像素点的遍历，节省了运行速度。最后，将不同标签的像素值均匀分配到 (0, 255) 范围上，以实现不同连通区域的划分。

以 $many\_objects\_1.png$ 图片为例，标签后输出结果如图:

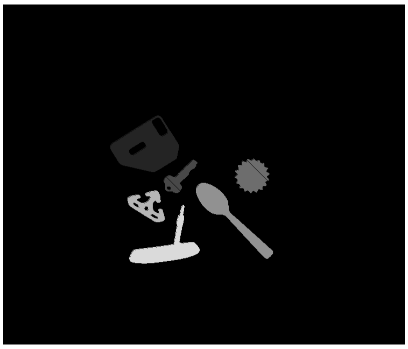


图 2

2.3 get_attribute

为实现 *get_attribute* 函数功能，自定义了 *Component* 类以存储不同连通区域的点，并在类内实现了 *Compute* 函数以计算每个连通区域的属性。首先遍历全图，修改格式以将 [h,w] 形式的坐标改写成题目要求的 [x,y] 形式的坐标，并将像素值相同的点添加到同一个连通分量中，然后调用 *Component* 类中实现的函数完成各项属性的计算。以 *two_objects.png* 图片为例，运行函数后输出结果如下:

```
In labeled image, there exists 2 Connected Components.
When computing the area, assume that every point has a Binary value.
[{'position': {'x': 349.6022397891963, 'y': 215.27957839262186}, 'orientation':
    0.5525932223727672, 'roundness': 126.38433447227548}, {'position': {'x':
    195.81975560081466, 'y': 222.32026476578412}, 'orientation':
    -0.7224309613084983, 'roundness': 79.51100552753688}]
```

3 Part2

3.1 detect_edges

为实现基于 Sobel 算子的边缘检测，定义了 *Sobel* 函数返回不同大小的 Sobel 算子，以及 *Conv2d* 函数实现二维卷积。其中 *Sobel* 函数支持 3x3 和 5x5 大小的 Sobel 算子，其主要功能代码如下例:

```
    if ksize == 3:
        if operator_type == 'X':
            Sobel = np.array([[-1, 0, 1], [-2, 0, 2], [-1, 0, 1]])
        elif operator_type == 'Y':  # 定义求导方向
            Sobel = np.array([[1, 2, 1], [0, 0, 0], [-1, -2, -1]])
```

Conv2d 函数支持直接卷积以及按照原图大小填充两种模式。下面是边缘检测后返回的图像。

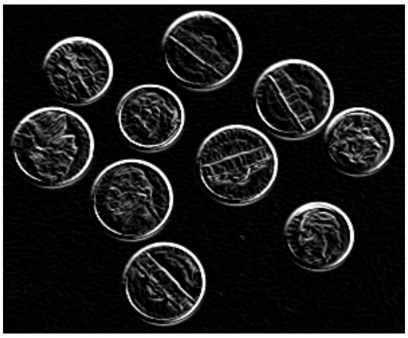


图 3: ksize=3

3.2 hough_circles

按照课件给出的算法实现了 Hough transformer，通过输出像素分布直方图大致确定:

ksize=3 时，取 edge 阈值为 128; 当 ksize=5 时，取 edge 阈值为 190。函数返回的加权数组大小为 [R,height,width]，其中 R 为所取的半径数。返回的 *thresh_edge_image* 输出如下图:

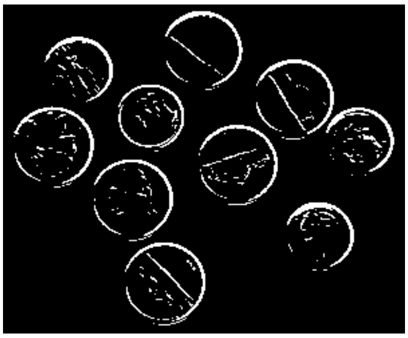
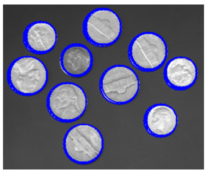


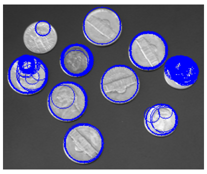
图 4: ksize=3, threshold=128

3.3 find_circles

按照阈值找出圆心并调用 *cv2.circle* 函数画图。在反复尝试后，发现对于所给的图像，当 ksize=3 时，(ksize=3,edge_threshold=128, hough_threshold=18) 这组参数下结果最佳；当 kszie=5 时，(ksize=5,edge_threshold=190, hough_threshold=26) 这组参数下结果较好，但总体而言 ksize=3 表现更好。结果如下图所示:



ksize=3



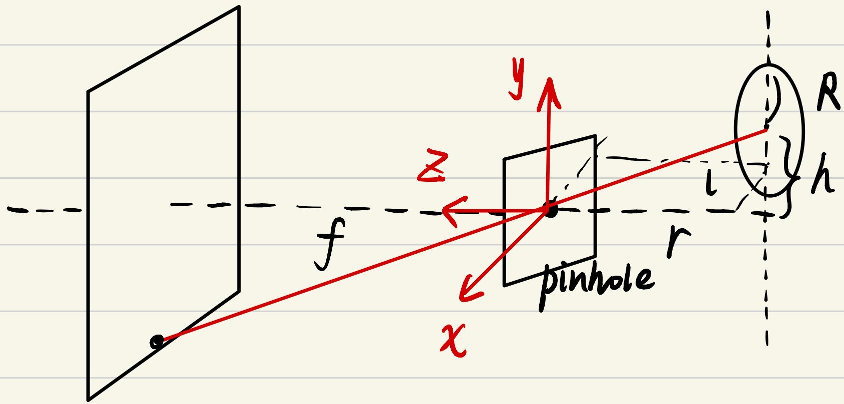
ksize=5

图 5

Homework 1

1)

a.



solution: ① 如圆盘位于光轴上，则形状为圆形易证。

② 当不在光轴上时：记 pinhole 坐标 $(0,0,0)$，则圆盘圆心 $O(l,h,r)$

∵ 其上一点 (x,y,z) 满足方程：$\begin{cases} (x-l)^2+(y-h)^2=R^2, & ① \\ z=r, & ② \end{cases}$

对应投影于像平面上.

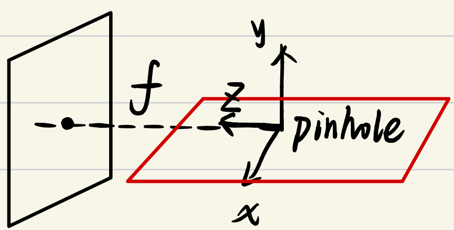
由 $\frac{x'}{f}=\frac{x}{r}$, ∴ $x=\frac{r}{f}x'$, 同理 $y=\frac{r}{f}y'$, 代入①式得:

$$\left(\frac{r}{f}x'-l\right)^2+\left(\frac{r}{f}y'-h\right)^2=R^2$$ 即: $$\left(x'-l\frac{f}{r}\right)^2+\left(y'-h\frac{f}{r}\right)^2=\frac{f^2}{r^2}R^2$$

且 $z'=f$

∴ 圆盘所成像是等比放大的圆盘

b) ① $A=C=D=0$, $B=1$ 即: $y=0$ 平面 如图:



在其上任一直线方向导数 $\hat{l}=(l_x, 0, l_z)$

$\because \begin{cases} x = x_0 + l_x \cdot t \\ z = z_0 + l_z \cdot t \end{cases}$, $\therefore x_i = f \dfrac{x_0 + l_x \cdot t}{z_0 + l_z \cdot t} \underset{t \to \infty}{=\!=} f \cdot \dfrac{l_x}{l_z}$, $z_i = f$, $y_i = 0$

取 $\hat{l}_1 = (1,0,2)$, $\hat{l}_2 = (2,0,1)$, $\hat{l}_3 = (3,0,1)$, $\therefore x_{v_1} = \frac{1}{2}f$, $x_{v_2} = 2f$, $x_{v_3} = 3f$

$\therefore$ 消失点在直线 $l: (x,0,f)$ 上

② $B=C=D=0$, $A=1$, 即: $x=0$ 平面, 同理: $y_i = f\dfrac{l_y}{l_z}$, $z_i = f$, $x_i = 0$

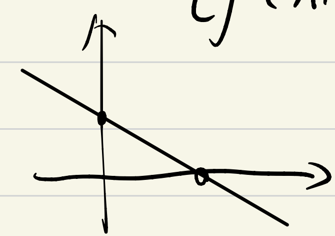
$\therefore$ 消失点在直线 $l: (0,y,f)$ 上

③ $\forall A, B, C, D$, 由 $Ax+By+Cz+D=0$

$\dfrac{1}{Cf}(A,0)$ $\dfrac{1}{Cf}(0,B)$

1) 与 $x=0$ 相交: $By+Cz+D=0$, $\therefore \hat{l}_1 = (0,B,C)$, $\therefore$

消失点为 $x_{v_1}=0$, $y_{v_1} = f\cdot\dfrac{B}{C}$, $z_{v_1} = f$



2) 与 $y=0$ 相交, $Ax+Cz+D=0$, $\therefore \hat{l}_2 = (A,0,C)$ $\therefore$

消失点为: $x_{v_1} = f\cdot\dfrac{A}{C}$, $y_{v_1}=0$, $z_{v_1}=f$

又由直线在 $z=f$ 平面上，∴可确定方程：

由 $v_1(0, f\frac{B}{C}, f)$，

$v_2(f\frac{A}{C}, 0, f)$

∴知消失点在 l：$\begin{cases} y=-\frac{B}{A}x+\frac{f}{C}B \\ z=f \end{cases}$ 上（A、B不同时为0）

当B、C=0时，l_ext1：$\begin{cases} x=0 \\ z=f \end{cases}$

当A.C=0时：l_ext2：$\begin{cases} y=0 \\ z=f \end{cases}$