EE382-HW2

郭远帆 516021910700

1. 摘要

Harris 角点检测是一种经典的角点检测方法。 角点检测的基本思想为寻找在横纵坐标方向变化量均较大的点，而 Harris 算法使用泰勒展开的方法简化了计算，是一种低成本的实用角点检测算法。 本报告阐述了 Harris 角点检测算法的原理以及在实现过程中的一些选择，并给出了相应的实验数据和结果。

2. Harris 算法原理

对于图像$I(x,y)$，其 x,y 方向上的偏导数为 I_x, I_y。在某点(x,y)处，计算在微小平移下的梯度变化，有:

$$D(u,v) = \sum_{u,v\subset\Omega} \big(I(x,y) - I(x+u,y+v)\big)^2$$

使用一阶泰勒展开近似，有:

$$D(u,v) \sim \sum_{u,v\subset\Omega} \big(I_x u + I_y v\big)^2 = \sum I_x^2 u^2 + 2I_x I_y uv + v^2$$

表示成矩阵形式，即:

$$D(u,v) = [u\ v]\ \sum \begin{bmatrix} I_x^2 & I_x I_y \\ I_x I_y & I_y^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix}$$

采用矩形窗口进行加窗，得到自相关矩阵 M:

$$M = \sum_{x,y} w(x,y) \begin{bmatrix} I_x^2 & I_x I_y \\ I_x I_y & I_y^2 \end{bmatrix}$$

可以根据 M 的两个特征值λ_1, λ_2来判断是否为角点，当λ_1与λ_2都较大且相近时，说明在 x,y 方向灰度均有大幅度变化，可以将该点判断为角点。在 Harris 算法中，使用 R 值来表示该点的 Corner Response:

$$\mathrm{R} = \det(\mathrm{M}) - k(trace(M)^2)$$

其中 det(M)为 M 的行列式，trace(M)为 M 的迹，k 是一个常数，通常选值为 0.04~0.06

人为设定判断阈值Thres, R>Thres 的点可以视为角点（一般可以设 R 最大值的 0.01）

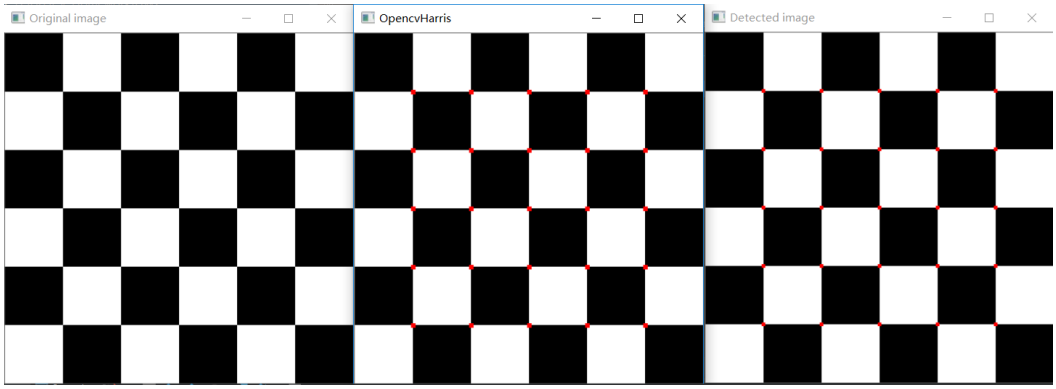
除此之外，为了防止采点过密，需要对角点进行非极大值抑制。通常选用 3*3 或者 5*5 的窗口，对于窗口中的角点只取 R 值最大的像素点，其余不记为角点。

本次实验使用 Python 语言编写 Harris 角点检测算法程序，并使用了面向对象的编程方法。主要文件为 Harris 类文件 HarrisDetector.py 以及测试代码 Test.py

3. 实验结果与分析

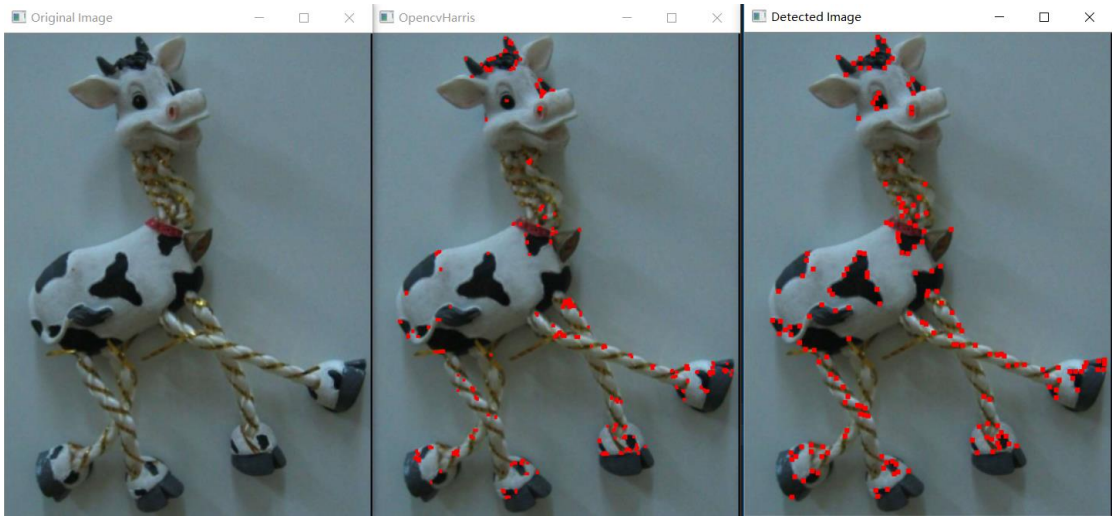
以下为测试图片极其结果，我们将自己设计的 Harris 角点检测与 Opencv 自带的 Harris 角点检测算法进行对比，发现还存在一定差距:

第一组实验结果:



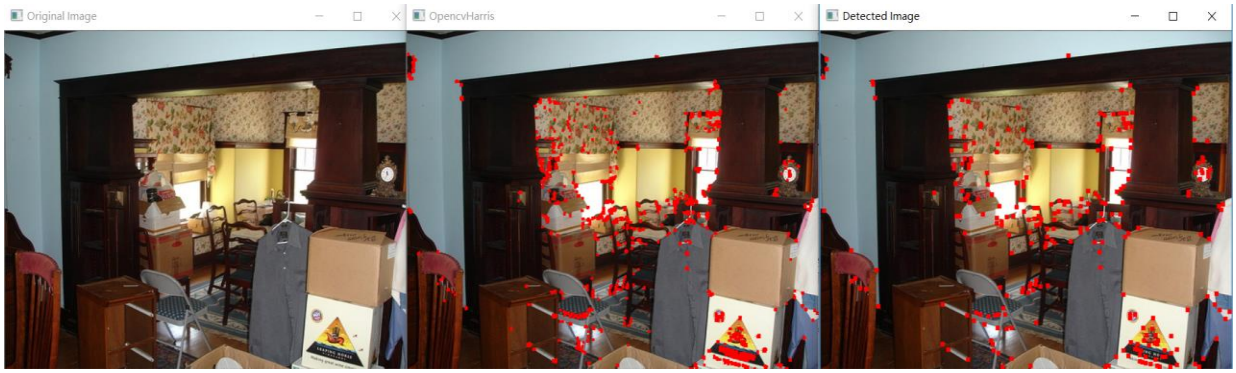
第一组图片较为简单，因此自己设计的算法与 opencv 内置算法得到的结果一样。所有的角点均成功被检测出来

第二组实验结果:



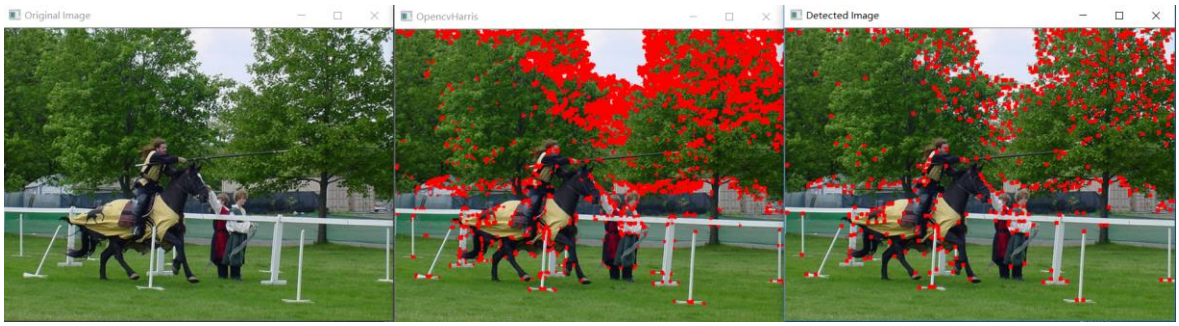
第二组图片为课件中使用的测试图片，可以看到自己设计的算法给出了更多的角点，可以调大阈值以达到更好的效果

第三组实验效果:



第三组图片比较复杂，但可以看到自己设计的算法与 opencv 内置得到的结果十分类似。

第四组实验结果:



我们发现第四组图片上自己设计的算法检测的角点更加准确（与阈值的调整有关）

4. 总结

本文阐述了 Harris 算法的原理，并使用 Python 编程将其实现，给出了与 Opencv 内置的 Harris 算法的对比。在实验过程中，也遇到了不少困难与疑惑。在以下列出:

1. 一开始设计算法时，发现算得的 R 值特别大，最后发现与图片的 img 格式有关。在转换成灰度图像后，需要将其转换为有符号类型数组。最终选择了转换为 numpy 数组，数据类型为 float32
2.

附录

HarrisDetector.py

```
# HW2 Harris Detector implement
# HarrisDetector class
# Author : Yuanfan Guo
# Rev.0 2018.10.8
# Rev.1 2018.10.9
import cv2
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt


class HarrisDetector():
    def __init__(self,ThresHold = 0.02, WindowSize = 5 , K=0.05, Blocksize = 5):
        self.ThresHold = ThresHold          #Above threshold will count as corner
        self.K = K                          #K is Empirical Constant, 0.04~0.06
        self.WindowSize = WindowSize        #The size of the window
        self.Blocksize = Blocksize              #The Blocksize (usually 3 or 5)
    def SetPara(self,ThresHold,WindowSize,K,Blocksize):
        #Set ThresHold, WindowSize and K and Blocksize of detector
```

```
        self.ThresHold = ThresHold
        self.K = K
        self.WindowSize = WindowSize
        self.Blocksize = Blocksize
    def DetectCorner(self,InImg):
        #InImg : image matrix (gray or color)
        #Detect corners in an img and return Corner list and new image
        Result = InImg.copy()
        gray_img = cv2.cvtColor(InImg, cv2.COLOR_BGR2GRAY)

        img = np.array(gray_img,dtype=np.float64)
        CornerResponse = np.zeros([img.shape[0],img.shape[1]])
        #Calculate Ixx Ixy and Iyy
        Ixx,Ixy,Iyy = self.CalGradient(img)

        Half_w = int(self.WindowSize/2)
        for x in range(Half_w, img.shape[0]-Half_w):
            for y in range(Half_w , img.shape[1]-Half_w):

                ##Compute sums of derivatives

                M11 = sum(Ixx[x - Half_w: x + Half_w + 1, y - Half_w: y + Half_w +
1].ravel())
                M12 = sum(Ixy[x - Half_w: x + Half_w + 1, y - Half_w: y + Half_w +
1].ravel())
                M22 = sum(Iyy[x - Half_w: x + Half_w + 1, y - Half_w: y + Half_w +
1].ravel())

                ##Get Eigen Value and R
                Det = M11*M22 - M12**2
                Trace = M11 + M22

                R = Det - self.K*(Trace**2)
                CornerResponse[x][y] = R
        #Find Local max   Value and plot corner
        Cornerlist = []
        CornerMax = max(CornerResponse.ravel())
        HalfBlcok = int(self.Blocksize/2)
        for x in range(HalfBlcok, img.shape[0]-HalfBlcok):
            for y in range(HalfBlcok , img.shape[1]-HalfBlcok):
                LocalMax = max(CornerResponse[x - HalfBlcok:x+HalfBlcok+1,y-
HalfBlcok:y+HalfBlcok+1].ravel())
                #only the Localmax value count as corner
```

```
                    if (CornerResponse[x, y] >= CornerMax * self.ThresHold) and
(CornerResponse[x, y] == LocalMax):
                        Cornerlist.append((x, y))
                        #Plot the Corner point
                        Result[x - HalfBlcok:x+HalfBlcok+1,y-
HalfBlcok:y+HalfBlcok+1] = [0,0,255]
        return Result, Cornerlist



    def CalGradient(self,img):
        dy, dx = np.gradient(img)
        Ixx = dx**2
        Iyy = dy**2
        Ixy = dx*dy

        return Ixx,Ixy,Iyy
```
