电工导实验报告 7

一、实验目的

1. 了解 Canny 边缘的检测

二、实验内容

1. 学习 Canny 的算法原理
2. Opencv 的实现

三、实验环境

1. Python 2.7 + opencv +numpy

四、实验步骤

图象的边缘指图象局部区域亮度变化显著的部分，该区域的灰度剖面一般可以看作是一个阶跃，即灰度值在很小的区域内急剧的变化。

Canny 算法的实现主要有以下几步：

1. 灰度化处理
2. 高斯滤波使图像更加清晰
3. 灰一阶偏导的有限差分来计算梯度的幅值以及方向
4. 对梯度幅值进行非最大值抑制
5. 双阈值算法检测和连接边缘

五、问题及其解决

自己动手进行边缘的检测，并与 opencv 内置的 canny 进行对比。

第一步的灰度化直接用灰度读入，第二步的高斯滤波用 opencv 的 cv2.GaussianBlur() 函数效率很高，比自己写的快三倍左右，而且不是重点，直接用了内置的。

第三步比较关键，求梯度和方向。这里可以使用不同的算子来得到不同的结果。我采用了 canny 的算子，之后又采用了 sobel 的算子，对最终结果会产生不同的影响。

```
for i in range(height):
    for j in range(length):
        x = i+1
        y = j+1
        #p = double(img_edge[x-1][y+1]-img_edge[x-1][y-1]+2*img_edge[x][y+1]-2*img_edge[x][y-1]+img_edge[x+1][y+1]-img_edge[x+1][y-1])
        #q = double(img_edge[x-1][y-1]-img_edge[x+1][y+1]+2*img_edge[x-1][y]-2*img_edge[x+1][y]+img_edge[x-1][y+1]-img_edge[x+1][y+1])
        p = double(img_edge[i+1][j+2]-img_edge[i+1][j+1]+img_edge[i+2][j+2]-img_edge[i+2][j+1])/2
        q = double(img_edge[i+1][j+1]-img_edge[i+2][j+1]+img_edge[i+1][j+2]-img_edge[i+2][j+2])/2
        m[i][j] = math.sqrt(p**2+q**2)
        theta[i][j] = math.atan2(q,p)
        if theta[i][j]<0:
            theta[i][j] += math.pi
```

灰一阶偏导的有限差分来计算梯度的幅值以及方向部分代码

第四步是最重要的一步，对梯度幅值进行非最大值的抑制。如果中间的点梯度小于梯度方向上与周围一圈的交点的幅值，那么这个点一定不是边缘上的点，这样就可以判断是否是边缘上的点。但是由于梯度方向与周围的交点很可能不是周围的九个点，有可能在中间，所以要进行插值计算，计算权重加权得出。由于有四种可能性，所以这里分类讨论。

```
dTmp1 = 0
dTmp2 = 0
if m[i][j]==0:
    newImage[i][j] = 0
elif ((theta[i][j]>=0.5*math.pi and theta[i][j]<0.75*math.pi) or (theta[i][j]>=1.5*math.pi and theta[i][j]<1.75*math.pi)):
    g1 = m[i-1][j-1]          # g1 g2
    g2 = m[i-1][j]            #    C
    g3 = m[i+1][j]            #    g3 g4
    g4 = m[i+1][j+1]
    dWeight = fabs(math.tan(theta[i][j]))
    dTmp1 = g1*dWeight+g2*(1-dWeight)
    dTmp2 = g4*dWeight+g3*(1-dWeight)
elif ((theta[i][j]>=0.75*math.pi and theta[i][j]<math.pi) or (theta[i][j]>=1.75*math.pi and theta[i][j]<2*math.pi)):
    g1 = m[i-1][j-1]          # g1
    g2 = m[i][j-1]            # g2 C g3
    g3 = m[i][j+1]            #      g4
    g4 = m[i+1][j+1]
    dWeight = fabs(math.tan(theta[i][j]))
    dTmp1 = g2*dWeight+g1*(1-dWeight)
    dTmp2 = g4*dWeight+g3*(1-dWeight)
elif ((theta[i][j]>=0.25*math.pi and theta[i][j]<0.5*math.pi) or (theta[i][j]>=1.25*math.pi and theta[i][j]<1.5*math.pi)):
    g1 = m[i-1][j]            #    g1 g2
    g2 = m[i-1][j+1]          #    C
    g3 = m[i+1][j]            # g4 g3
    g4 = m[i+1][j-1]
    dWeight = fabs(math.tan(theta[i][j]))
    dTmp1 = g2*dWeight+g1*(1-dWeight)
    dTmp2 = g3*dWeight+g4*(1-dWeight)
elif ((theta[i][j]>=0*math.pi and theta[i][j]<0.25*math.pi) or (theta[i][j]>=1*math.pi and theta[i][j]<1.25*math.pi)):
    g1 = m[i-1][j+1]          #      g1
    g2 = m[i][j+1]            # g4 C g2
    g3 = m[i+1][j-1]          # g3
    g4 = m[i][j-1]
    dWeight = fabs(math.tan(theta[i][j]))
    dTmp1 = g1*dWeight+g2*(1-dWeight)
    dTmp2 = g3*dWeight+g4*(1-dWeight)
```

分类讨论的四种情况

紧接着把不可能的点灰度调制 0，而如果这个点的幅值大于 dTmp1 和 dTmp2 的幅值，那么这个点有可能是边缘点，把它标记一下。

之后是双阈值算法检测和连接边缘，以此来将离散的点练成线。这里有两个阈值，大的那个用来将那些幅值较小的点排除掉，小的阈值用来寻找周围能不能连上别的点。

```
    for i in range(height):
        for j in range(length):
            if (newImage[i][j]==128 and m[i][j]>=high):
                newImage[i][j] = 255
                TraceEdge(i,j,height,length,newImage,m,low)

def TraceEdge(i,j,height,length,newImage,m,low):
    dx = [1,1,0,-1,-1,-1,0,1]
    dy = [0,1,1,1,0,-1,-1,-1]
    x = 0
    y = 0
    for k in range(8):
        x = i + dx[k]
        y = j + dy[k]
        if x<0 or y<0 or x>height-1 or y>length-1:
            continue
        if (newImage[x][y]==128 and m[x][y]>=low):
            newImage[x][y] = 255
            TraceEdge(x,y,height,length,newImage,m,low)
```

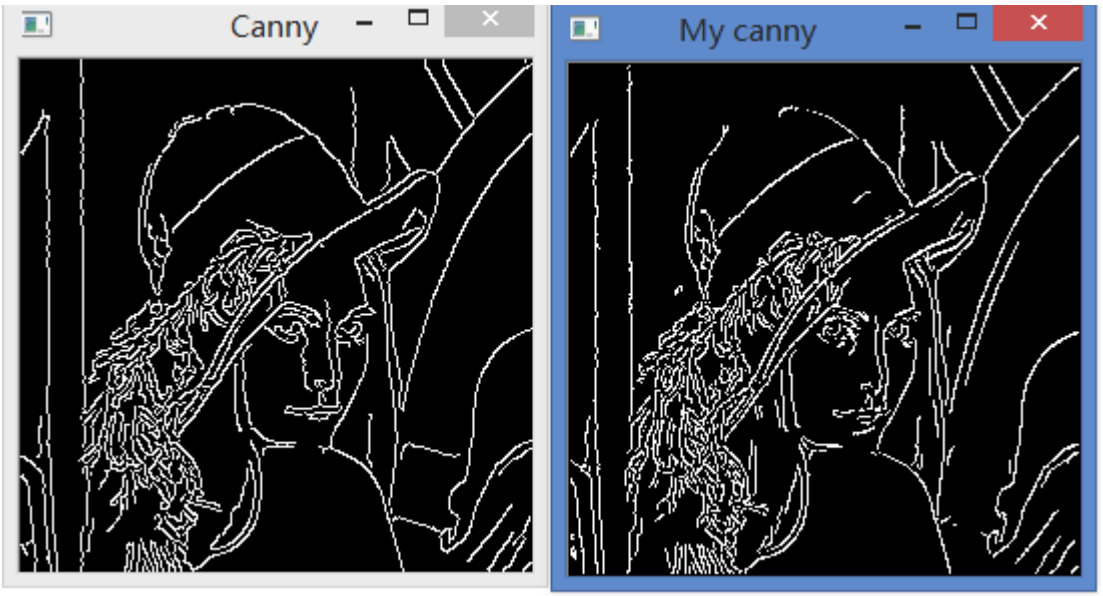
这里通过低的阈值来连接别的点的时候采用递归的算法，递归到周围没有高于低阈值的被标记的点为止。节省了很多代码，逻辑也很清晰。

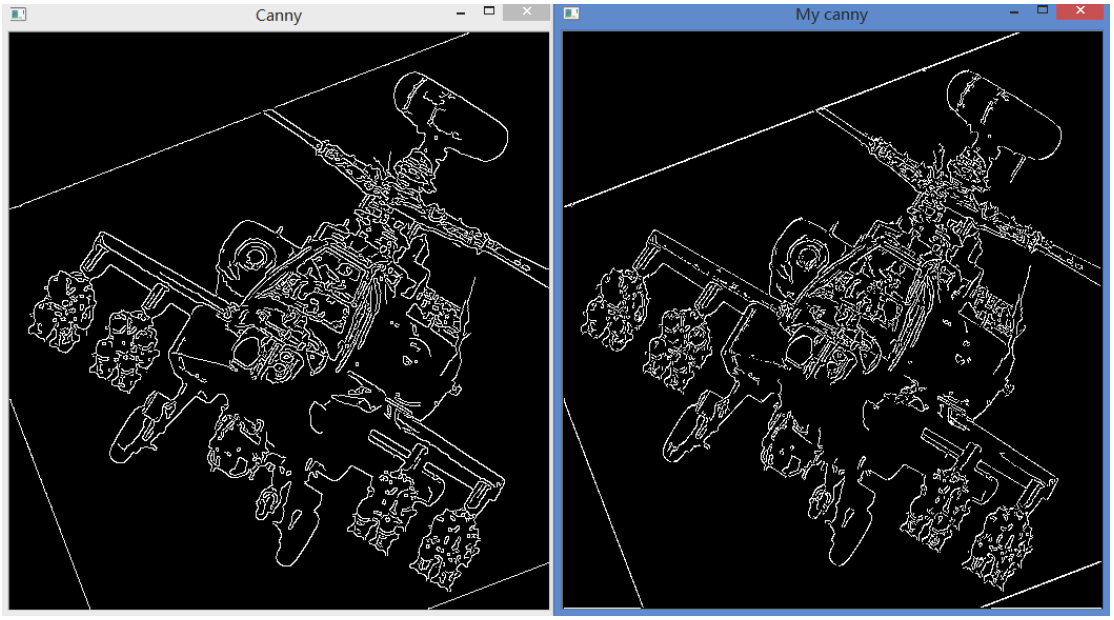
最后还有一些收尾的工作，比如将剩下的点的灰度都调成 1，已经处理周围的边框，应为通过算子计算的时候最外面的一圈是无法计算的。代码如下：

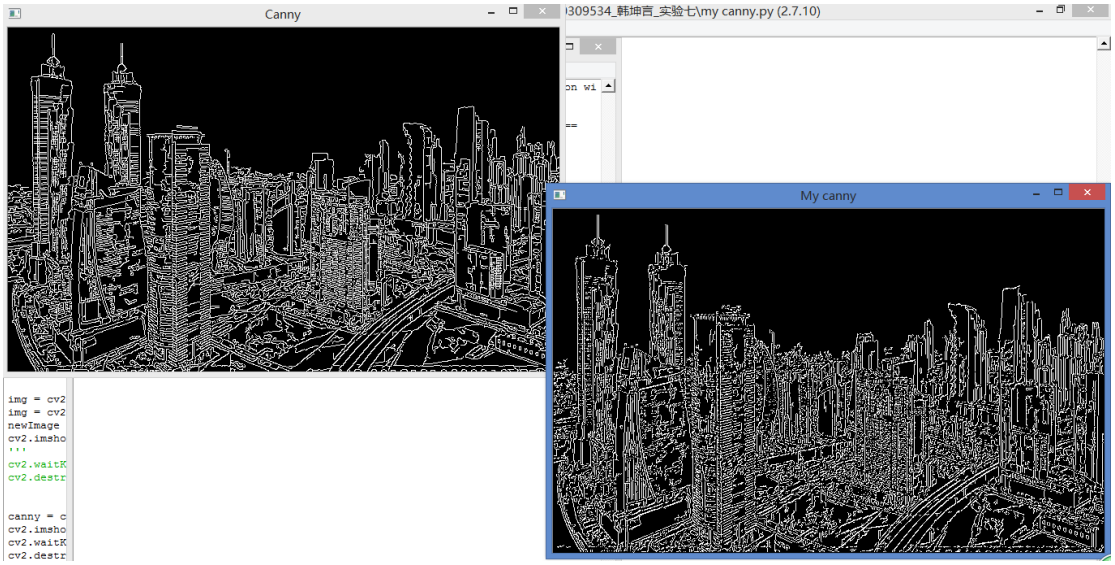
```
for i in range(height):
    newImage[i][0] = 0
    newImage[i][length-1] = 0
for j in range(length):
    newImage[0][j] = 0
    newImage[height-1][j]

for i in range(height):
    for j in range(length):
        if newImage[i][j]!=255:
            newImage[i][j] = 0
```

与 canny 的对比如下：







总体而言效果还是不错的。经过尝试，不同的阈值下会得到比较理想的边缘，同样的，改变算子也能一定程度上改善边缘的质量，但是尝试和调节是比较化肥时间的。而且有的时候一幅图的一部分效果好了，但是另一部分的效果就差了，有的时候也很矛盾。

六、实验总结

这一次的实验内容非常有趣，边缘检测虽然对我们来说看起来很容易，但对机器来说要识别还是很困难的。通过梯度这一间接的方法真的非常巧妙，数学的知识原来也能在计算机等领域有着这么广泛的应用。这次实验的几步环环相扣，而且让我对图像处理有了更深的了解和掌握。虽然我的结果和 canny 还是有一些差距，但是看到自己有模有样的成品的时候，心里还是很自豪的。我很期待接下来的课程。

F1403023　5140309534　韩坤言