

西安交通大学

数字图像处理第七次作业报告

报告题目：边缘检测和直线检测

班级：自动化 61

姓名：金瑞达

学号：2160504013

提交报告时间：2019.5.4

一. 边缘检测

1.1 Sobel 算子原理

基本知识:

1) 边缘: 灰度或结构等信息的突变处, 边缘是一个区域的结束, 也是另一个区域的开始, 利用该特征可以分割图像。

2) 边缘点: 图像中具有坐标 $[x, y]$, 且处在强度显著变化的位置上的点。

3) 边缘段: 对应于边缘点坐标 $[x, y]$ 及其方位, 边缘的方位可能是梯度角

索贝尔算子 (Sobel operator) 主要用作边缘检测, 在技术上, 它是一离散性差分算子, 用来运算图像亮度函数的灰度之近似值。在图像的任何一点使用此算子, 将会产生对应的灰度矢量或是其法矢量

Sobel卷积因子为:

-1	0	+1
-2	0	+2
-1	0	+1

Gx

+1	+2	+1
0	0	0
-1	-2	-1

Gy

该算子包含两组3x3的矩阵, 分别为横向及纵向, 将之与图像作平面卷积, 即可分别得出横向及纵向的高度差分近似值。如果以A代表原始图像, Gx及Gy分别代表经横向及纵向边缘检测的图像灰度值, 其公式如下:

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & +1 \\ -2 & 0 & +2 \\ -1 & 0 & +1 \end{bmatrix} * A \quad \text{and} \quad G_y = \begin{bmatrix} +1 & +2 & +1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} * A$$

1.2 Canny 边缘检测原理

Canny 边缘检测于 1986 年由 JOHN CANNY 首次在论文《A Computational Approach to Edge Detection》中提出，就此拉开了 Canny 边缘检测算法的序幕。

Canny 边缘检测是从不同视觉对象中提取有用的结构信息并大大减少要处理的数据量的一种技术，目前已广泛应用于各种计算机视觉系统。Canny 发现，在不同视觉系统上对边缘检测的要求较为类似，因此，可以实现一种具有广泛应用意义的边缘检测技术。边缘检测的一般标准包括：

- 1) 以低的错误率检测边缘，也即意味着需要尽可能准确的捕获图像中尽可能多的边缘。
- 2) 检测到的边缘应精确定位在真实边缘的中心。
- 3) 图像中给定的边缘应只被标记一次，并且在可能的情况下，图像的噪声不应产生假的边缘。

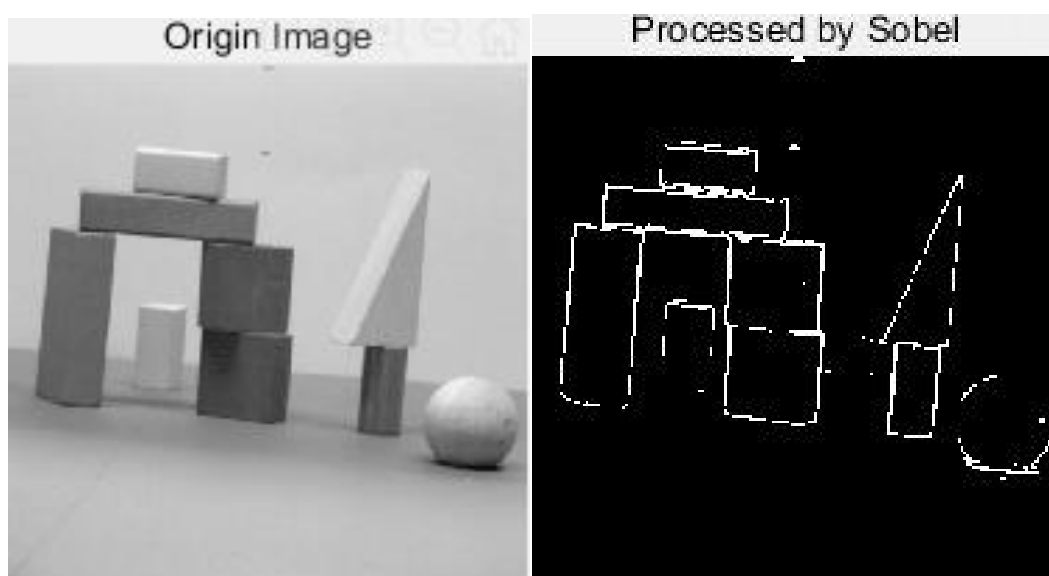
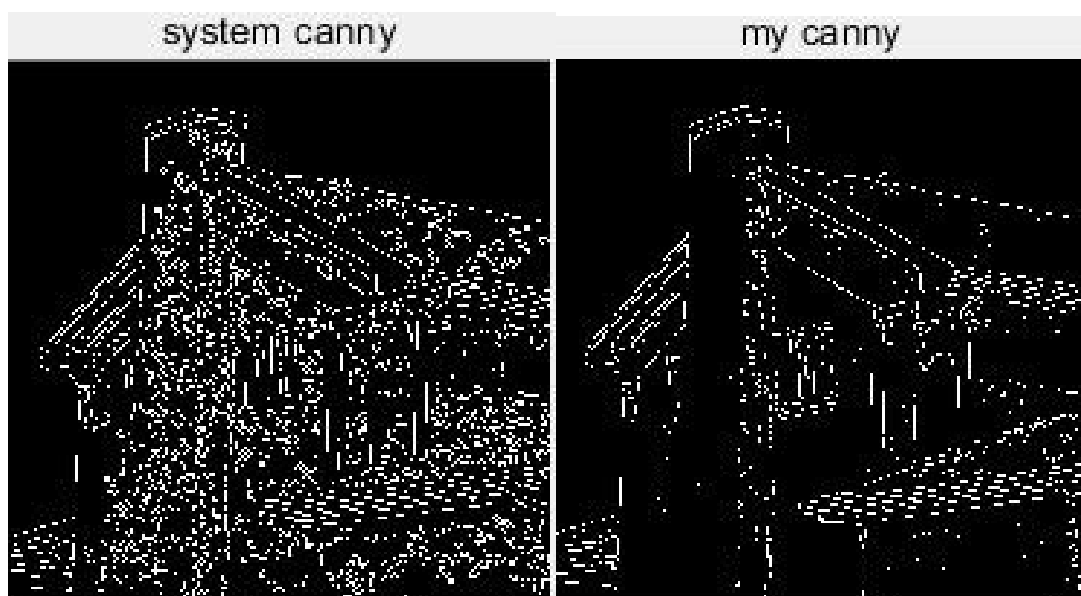
为了满足这些要求，Canny 使用了变分法。Canny 检测器中的最优函数使用四个指数项的和来描述，它可以由高斯函数的一阶导数来近似。

在目前常用的边缘检测方法中，Canny 边缘检测算法是具有严格定义的，可以提供良好可靠检测的方法之一。由于它具有满足边缘检测的三个标准和实现过程简单的优势，成为边缘检测最流行的算法之一。

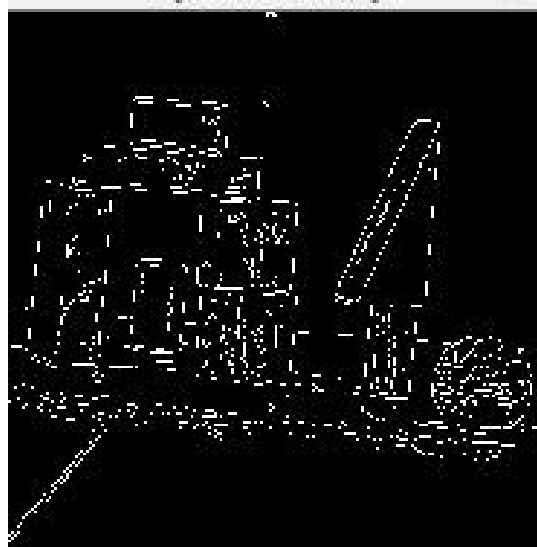
Canny 边缘检测算法可以分为以下 5 个步骤：

- 1) 使用高斯滤波器，以平滑图像，滤除噪声。
- 2) 计算图像中每个像素点的梯度强度和方向。
- 3) 应用非极大值（Non-Maximum Suppression）抑制，以消除边缘检测带来的杂散响应。
- 4) 应用双阈值（Double-Threshold）检测来确定真实的和潜在的边缘。
- 5) 通过抑制孤立的弱边缘最终完成边缘检测。

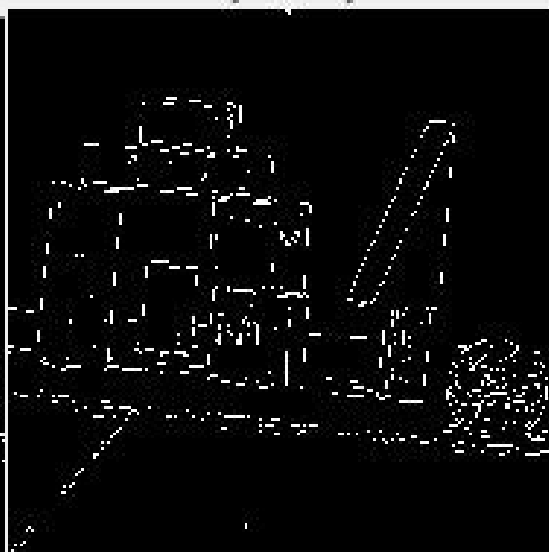
1.3 处理结果



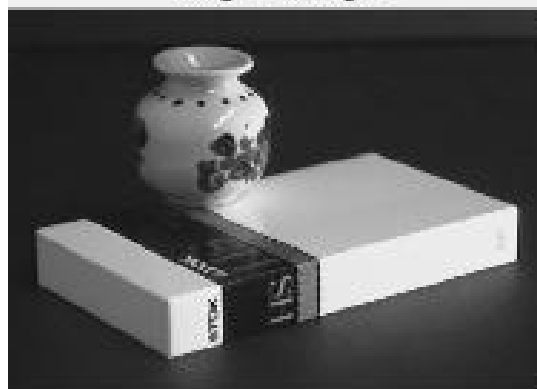
system canny



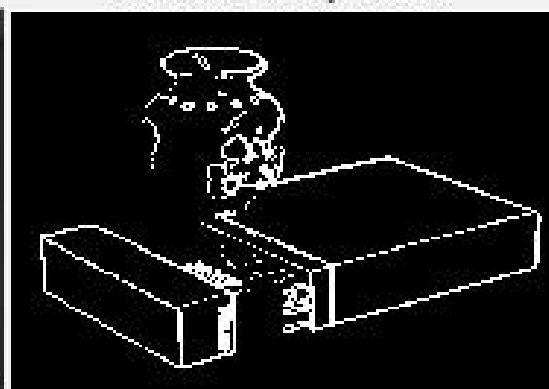
my canny



Origin Image



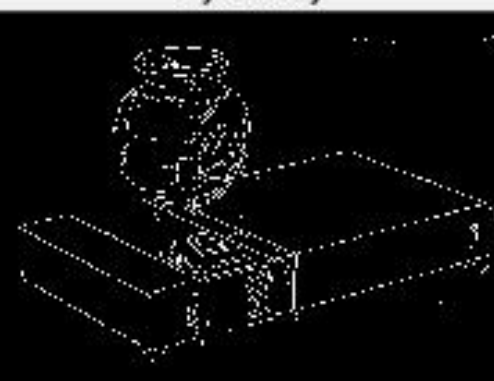
Processed by Sobel

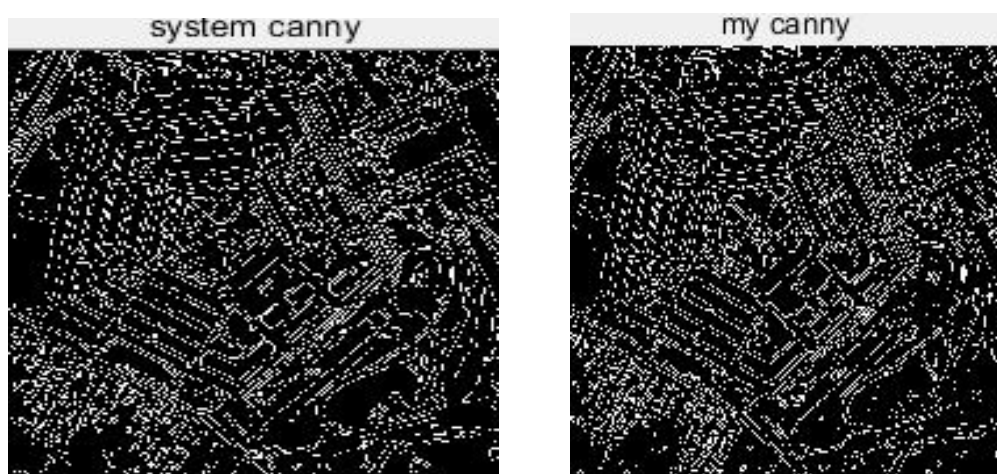
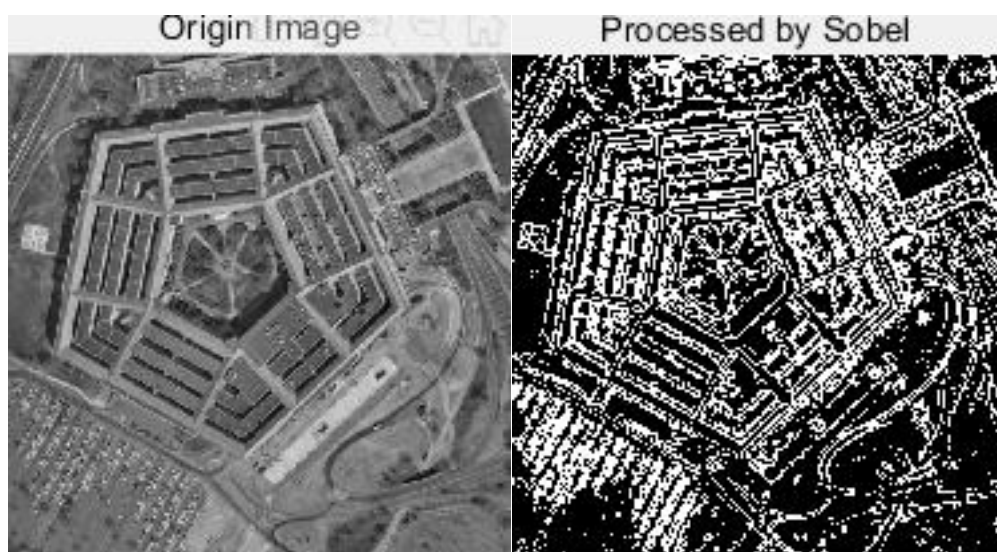
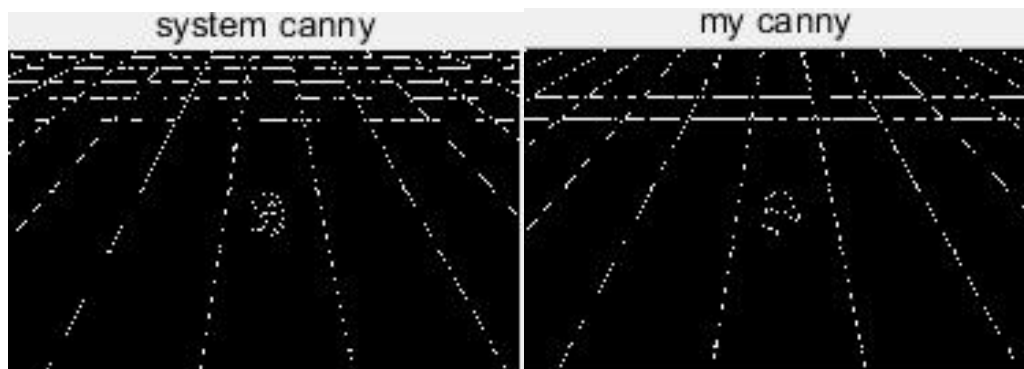
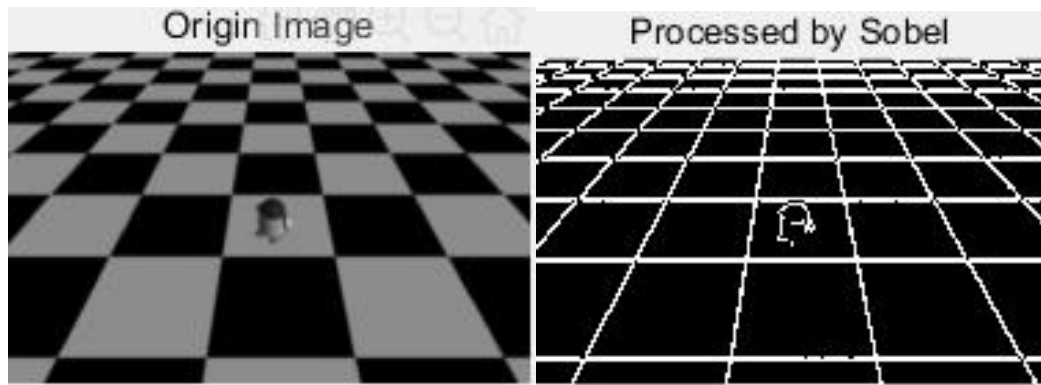


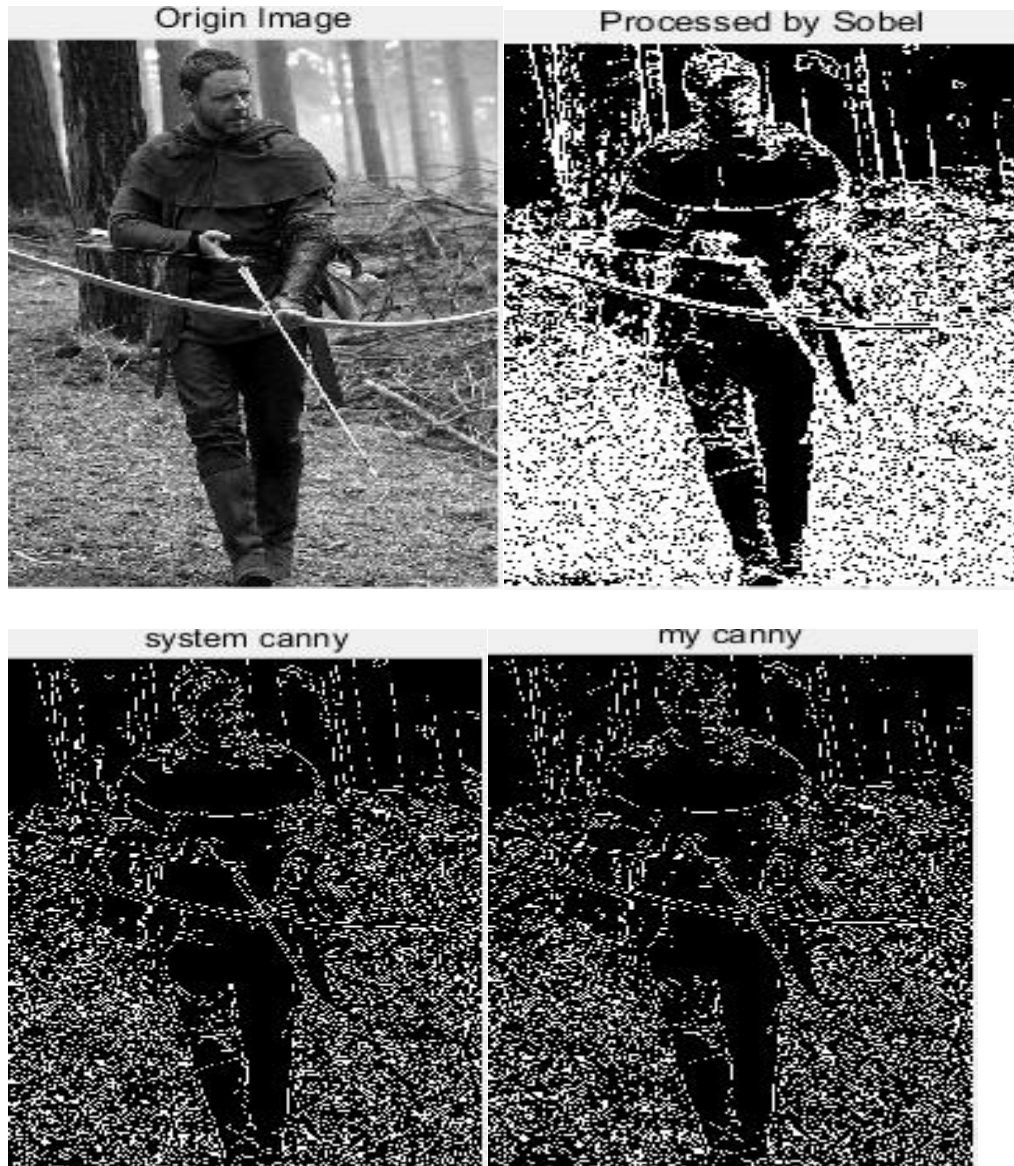
system canny



my canny

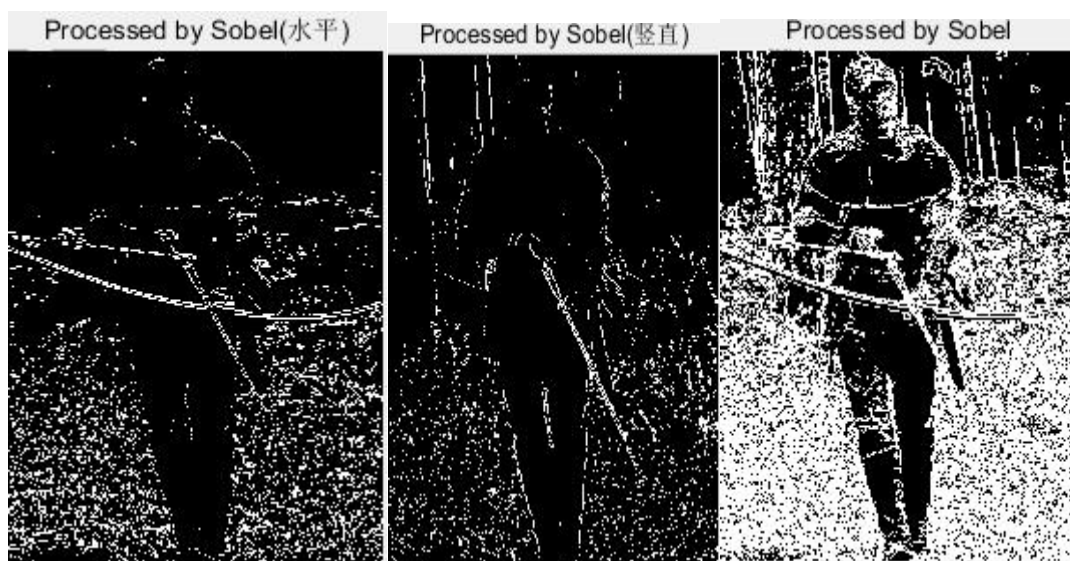






1.3 结果分析

图中的 sobel 算子所得到的结果是将水平，竖直，以及正负 45 度角，这样 4 个算子共同作用得到的结果，如果是单独某个方向，那么只能使得该方向上的边缘被检测出来，如果四个方向共同作用，那么就会检测的更加全面。下面是一组对比的图。



由此可以看出使用多个模板相结合后所得到的效果比使用单个方向的要好得多。

我分别用 matlab 自带的关于 canny 的边缘检测和自己写的 canny 边缘检测算法，对比之下可以看出 matlab 自带的 canny 边缘检测可以检测出更多的边缘信息。特别是当边缘信息表现得比较零碎时，优势更加明显。

二. Hough 变换直线检测

2.1 原理

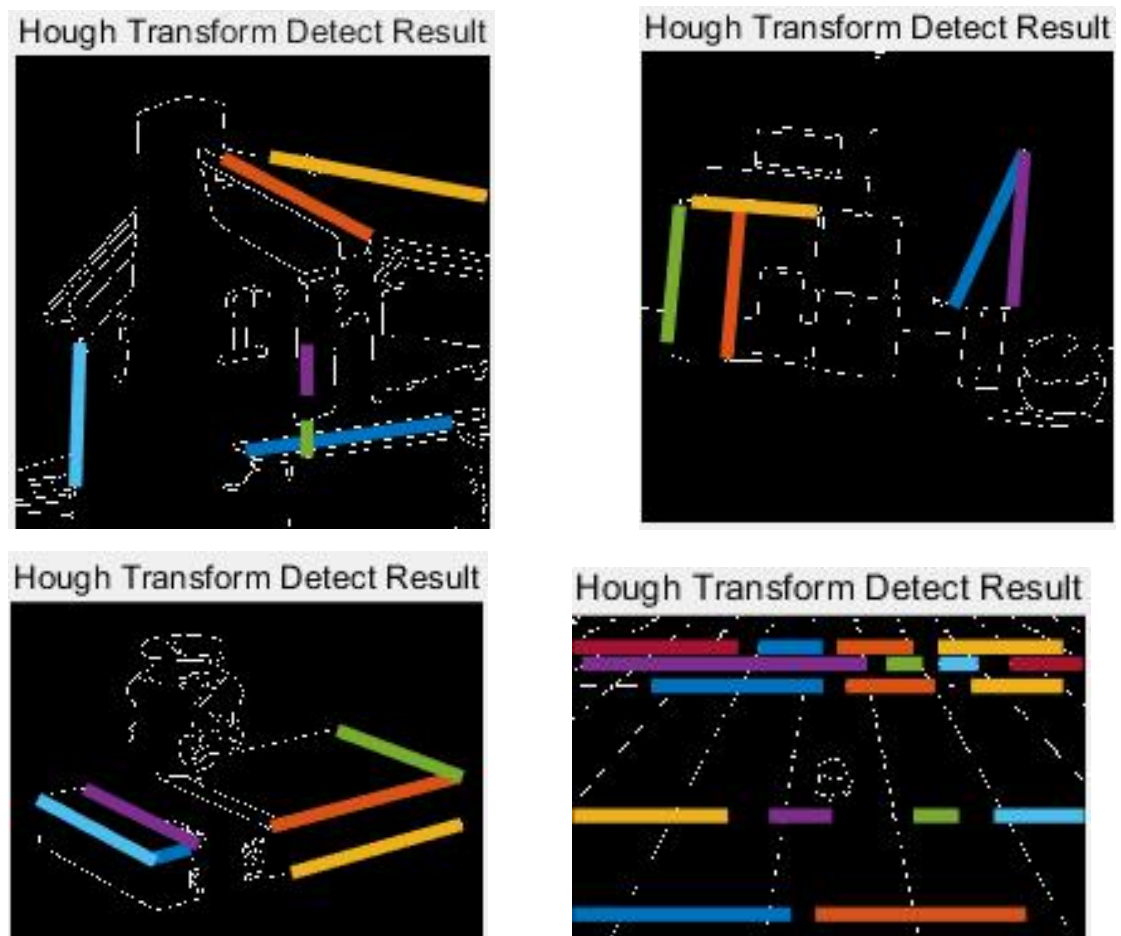
Hough 变换时一种利用图像的全局特征将特定形状边缘链接起来。它通过点线的对偶性，将源图像上的点影射到用于累加的参数空间，把原始图像中给定曲线的检测问题转化为寻找参数空间中的峰值问题。由于利用全局特征，所以受噪声和边界间断的影响较小，比较鲁棒。

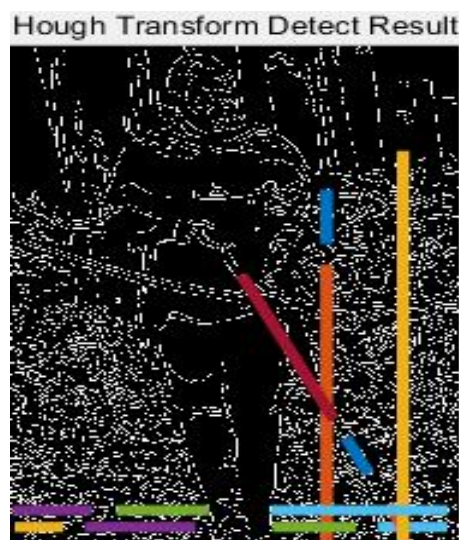
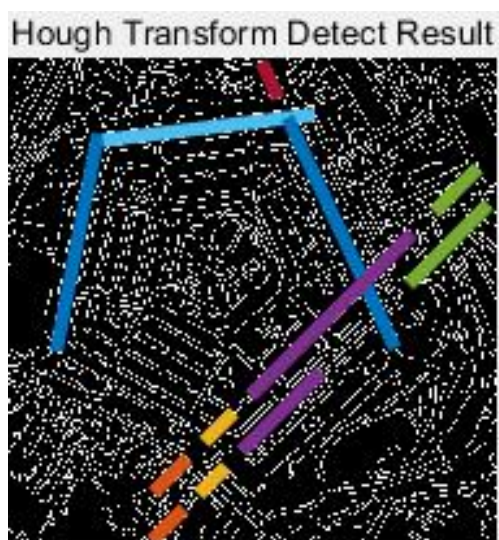
Hough 变换思想为：在原始图像坐标系下的一个点对应了参数坐标系中的一条直线，同样参数坐标系的一条直线对应了原始坐标系下的一个点，然后，原始坐标系下呈现直线的所有点，它们的斜率和截距是相同的，所以它们在参数坐标系下对应于同一个点。这样在将原始坐标系下的各个点投影到参数坐标系下之后，看参数坐标系下有没有聚集点，这样的聚集点就对应了原始坐标系下的直线。

我们知道，一条直线在直角坐标系下可以用 $y=kx+b$ 表示，霍夫变换的主要思想是将该方程的参数和变量交换，即用 x, y 作为已知量 k, b 作为变量坐标，所以直角坐标系下的直线 $y=kx+b$ 在参数空间表示为点 (k, b) ，而一个点 (x_1, y_1) 在

直角坐标系下表示为一条直线 $y = x \cdot k + b$ ，其中 (k, b) 是该直线上的任意点。为了计算方便，我们将参数空间的坐标表示为极坐标下的 γ 和 θ 。因为同一条直线上的点对应的 (γ, θ) 是相同的，因此可以先将图片进行边缘检测，然后对图像上每一个非零像素点，在参数坐标下变换为一条直线，那么在直角坐标下属于同一条直线的点便在参数空间形成多条直线并内交于一点。因此可用该原理进行直线检测。

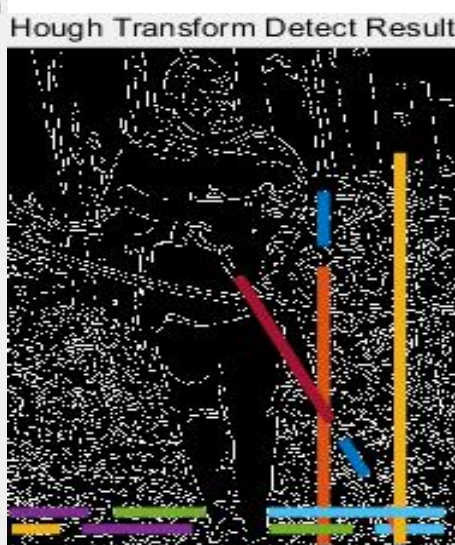
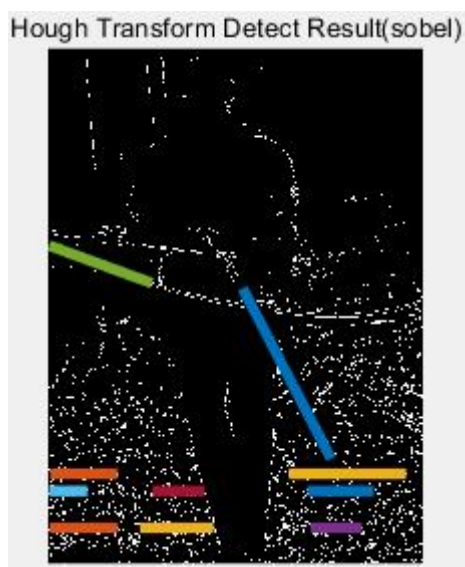
2.2 处理结果



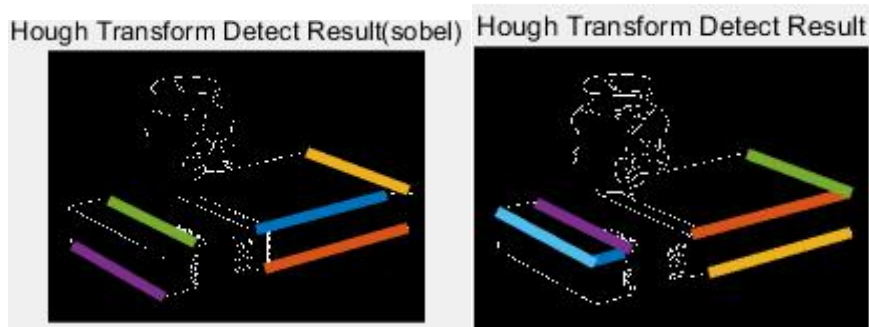


2.3 结果分析

图中的更种颜色的曲线是用 Hough 变换得到的直线，可以看出这种方法可以检测出大部分的直线，但是还是有一部分无法检测出来，这也取决于边缘检测效果的好坏，现在对比一下用 Sobel 算子和 canny 算子得到的结果的优劣。

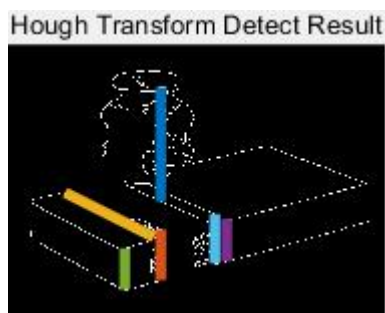


其中左边是用 sobel 算子进行边缘检测后再经过 Hough 变换得到的直线，可以看出两者之间对于一些明显的部分（人眼都可以判别）检测的比较好，比如说箭的部分。但是用 canny 还检测到了一些人眼不认为是直线的部分。再举一个计较简单图作为例子。



比较之下 canny 边缘检测的基础上进行的直线检测能反映出更多的直线信息。

当改变 Hough 的参数为 0.1 0.1 得到的结果



没有检测明显的直线反而对一些不是很明显的结果十分敏感

三. 总结

不论是边缘检测还是直线检测，都要在理论上可行之后，通过实际的处理效果来评判算法的好坏，以及提出改进的方案。从这一次作业的处理效果来看，canny 算子比 Sobel 算子更加优秀，因为他能够检测出更多的边缘信息，而且也运行的更快。Hough 直线检测的结果与参数有很大的关系，所以要根据实际处理效果的好坏来选择合适的参数。