

# 数字图像处理—直线检测

姓名：张璞

班级：自动化 64

学号：2160700034

提交日期：2019 年 5 月 15 日

## 摘要

点，线，边缘检测主要以灰度局部剧烈变化检测为基础。三种重要的图像特征为孤立点，线和边缘。一条线可视为一条边缘线段，该线两侧的背景灰度要么远亮于该线的像素的灰度，要么远暗于。孤立点可视为一条线，只是其长度和宽度都为一个像素。本次作业主要基于孤立点，线以及边缘检测，完成以下任务：

1. 首先对测试图像（文件名为：test1~test6）进行边缘检测，可采用书上介绍的 Sobel 等模板或者 canny 算子方法；
2. 在边缘检测的基础上，用 hough 变换检测图中直线；
3. 比较不同边缘检测算法（2 种以上）、不同 hough 变换参数对直线检测的影响；

**关键字：**matlab 边缘检测 梯度算子 hough 变换

## 1. 首先对测试图像（文件名为：test1~test6）进行边缘检测，可采用书上介绍的 Sobel 等模板或者 canny 算子方法

### 1.1 边缘检测有关知识

边缘检测是基于灰度图便来分割图像的常用方法。边缘模型根据他们的灰度剖面来分类。共有三种类型边缘，分别为台阶模型、斜坡模型以及屋顶边缘模型。边缘检测的三个基本步骤为：

- 1) 为降噪对图像进行平滑处理。
- 2) 边缘点的检测。这是一个局部操作，从一副图像中提取所有的点，这些点是变为边缘点的潜在候选者。
- 3) 边缘定位。这一步的目的是从候选边缘点中选择组成边缘点集合的真实成员。

为达到寻找边缘的目的，检测灰度变化可以用一阶或者二阶导数来完成。而要得到一幅图像的梯度，则要求在图像上的每个像素处计算偏导数。我们处理的是数字量，因此要求关于一点的邻域上的偏导数是数字近似，由此我们可以通过选择不同的模板来完成不同的边缘选择。

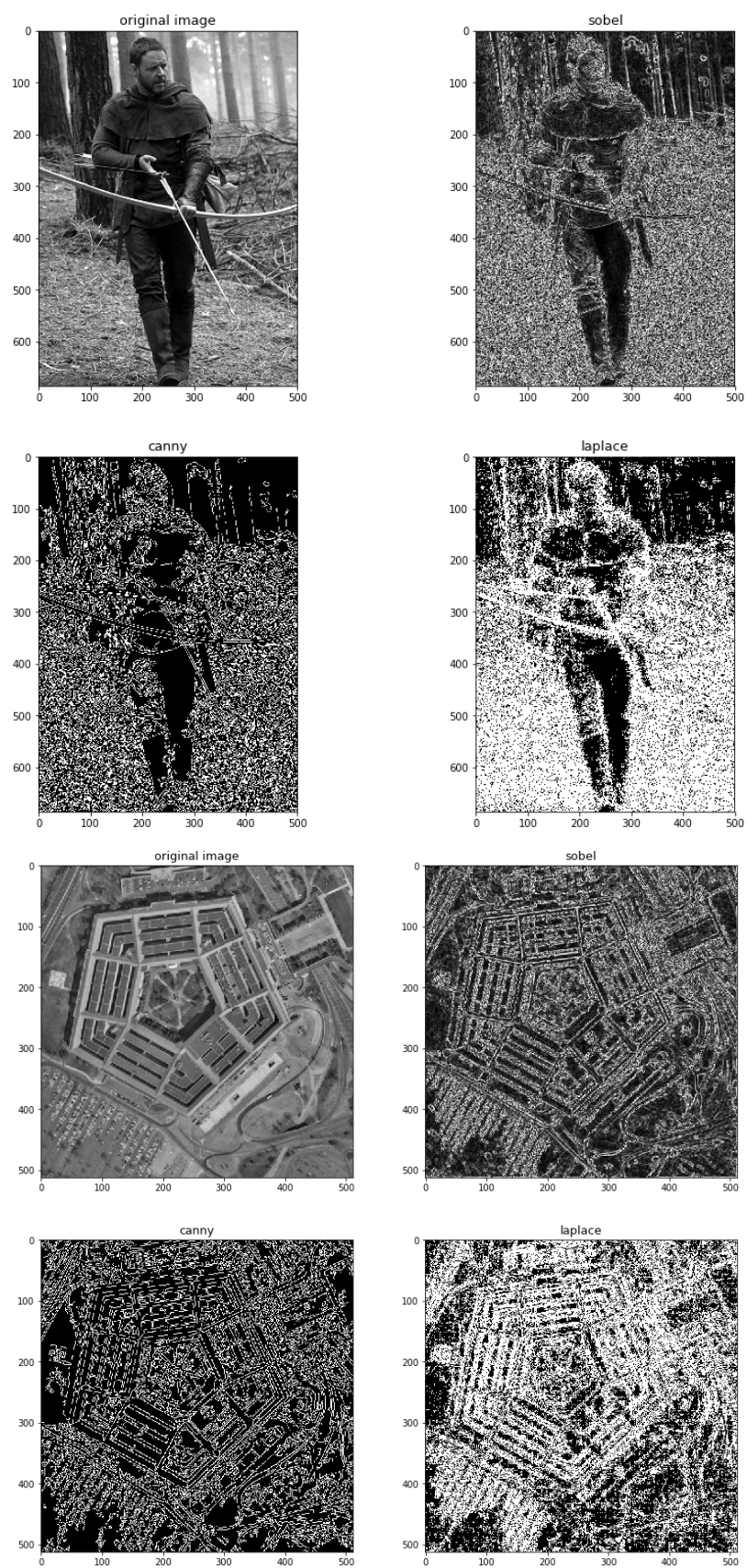
#### 1.1.1sobel 算子

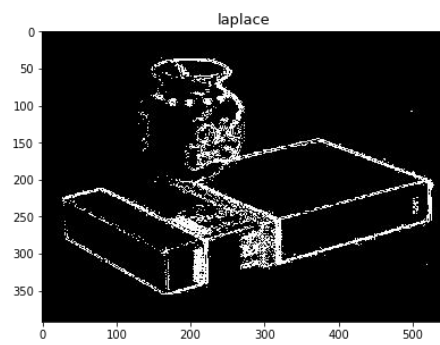
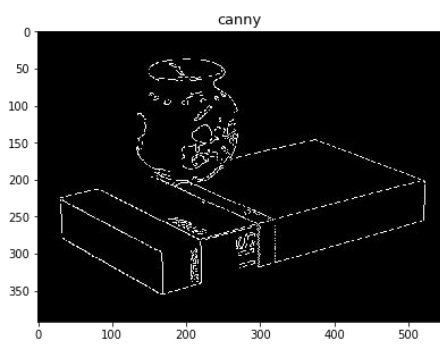
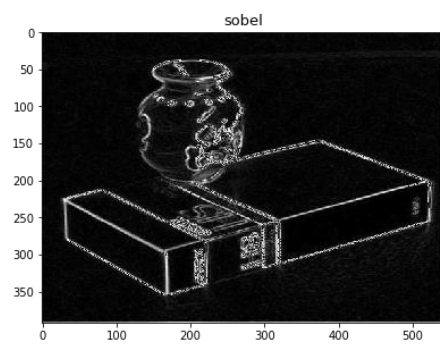
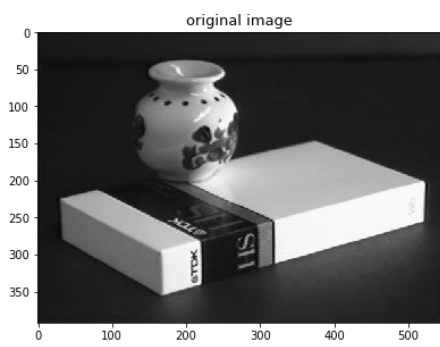
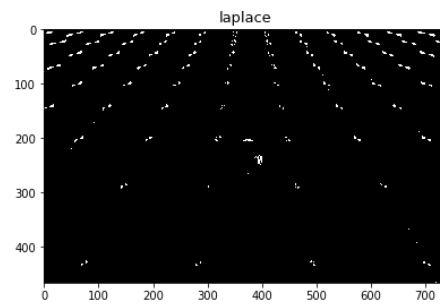
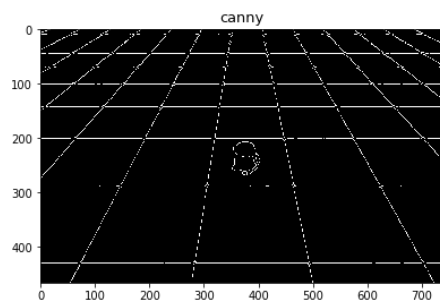
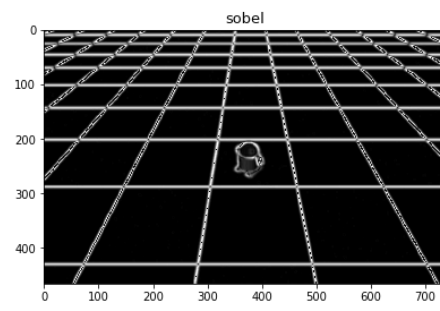
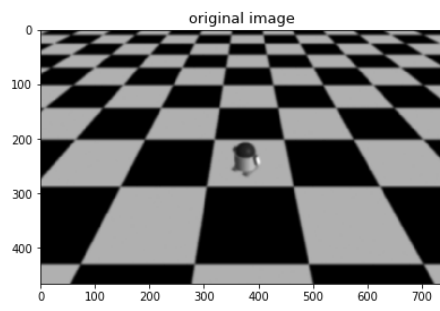
其主要用于边缘检测，在技术上它是以离散型的差分算子，用来运算图像亮度函数的梯度的近似值，Sobel 算子是典型的基于一阶导数的边缘检测算子，由于该算子中引入了类似局部平均的运算，因此对噪声具有平滑作用，能很好的消除噪声的影响。Sobel 算子对于像素的位置的影响做了加权，与 Prewitt 算子、Roberts 算子相比因此效果更好。Sobel 算子包含两组 3x3 的矩阵，分别为横向及纵向模板，将之与图像作平面卷积，即可分别得出横向及纵向的亮度差分近似值。

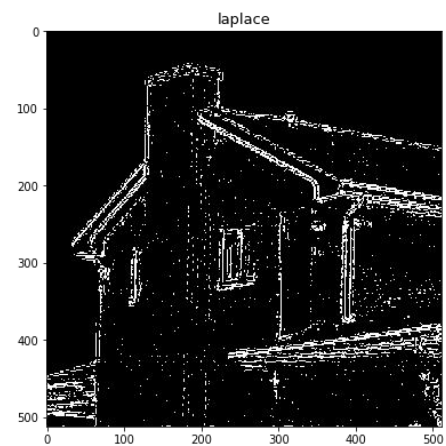
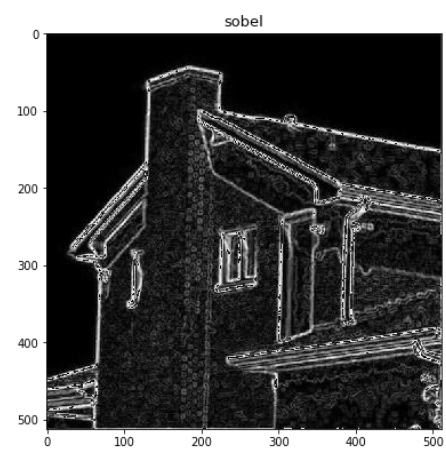
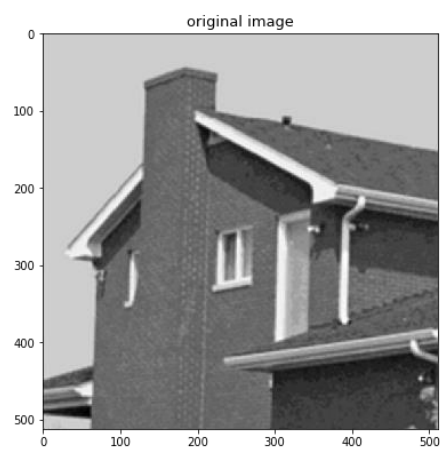
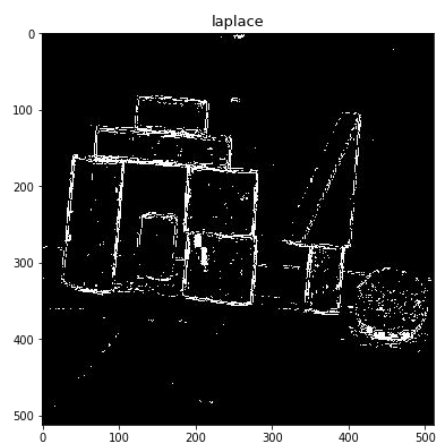
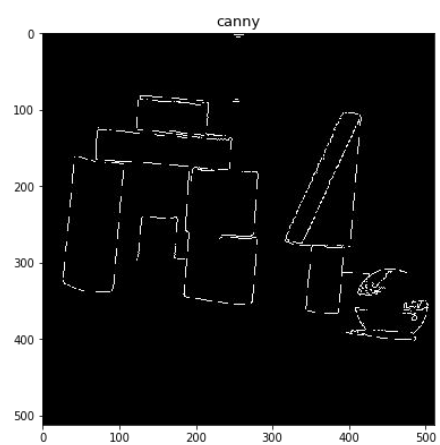
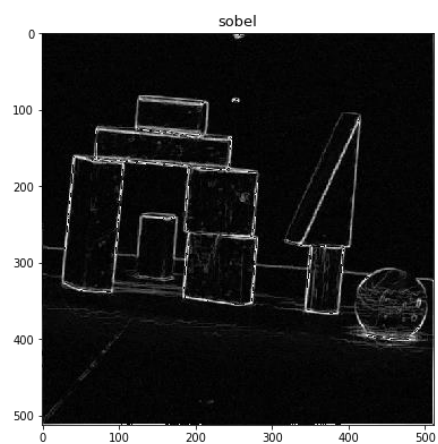
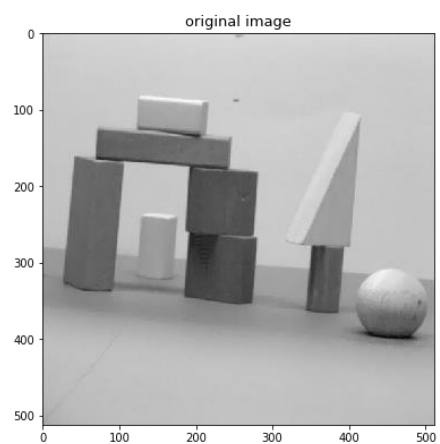
#### 1.1.2 canny 算子

该算子功能比前面几种都要好，但是它实现起来较为麻烦，Canny 算子是一个具有滤波，增强，检测的多阶段的优化算子，在进行处理前，Canny 算子先利用高斯平滑滤波器来平滑图像以除去噪声，Canny 分割算法采用一阶偏导的有限差分来计算梯度幅值和方向，在处理过程中，Canny 算子还将经过一个非极大值抑制的过程，最后 Canny 算子还采用两个阈值来连接边缘。

## 1.2 实验结果







## 2. 在边缘检测的基础上，用 Hough 变换检测图中直线

### 2.1 Hough 变换相关知识

霍夫变换（Hough Transform）换于 1962 年由 Paul Hough 首次提出，后于 1972 年由 Richard Duda 和 Peter Hart 推广使用，是图像处理中从图像中检测几何形状的基本方法之一。经典霍夫变换用来检测图像中的直线，后来霍夫变换经过扩展可以进行任意形状物体的识别，例如圆和椭圆。霍夫变换运用两个坐标空间之间的变换将在一个空间中具有相同形状的曲线或直线映射到另一个坐标空间的一个点上形成峰值，从而把检测任意形状的问题转化为统计峰值问题。

Hough 直线检测的基本原理在于利用点与线的对偶性，在我们的直线检测任务中，即图像空间中的直线与参数空间中的点是一一对应的，参数空间中的直线与图像空间中的点也是一一对应的。这意味着我们可以得出两个非常有用的结论：

1) 图像空间中的每条直线在参数空间中都对应着单独一个点来表示；

2) 图像空间中的直线上任何一部分线段在参数空间对应的是同一个点。因此 Hough 直线检测算法就是把在图像空间中的直线检测问题转换到参数空间中对点的检测问题，通过在参数空间里寻找峰值来完成直线检测任务。

如前所述，霍夫直线检测就是把图像空间中的直线变换到参数空间中的点，通过统计特性来解决检测问题。具体来说，如果一幅图像中的像素构成一条直线，那么这些像素坐标值  $(x, y)$  在参数空间对应的曲线一定相交于一个点，所以我们只需要将图像中的所有像素点（坐标值）变换成参数空间的曲线，并在参数空间检测曲线交点就可以确定直线了。

在理论上，一个点对应无数条直线或者说任意方向的直线，但在实际应用中，我们必须限定直线的数量（即有限数量的方向）才能够进行计算。因此，我们将直线的方向  $\theta$  离散化为有限个等间距的离散值，参数  $\rho$  也就对应离散化为有限个值，于是参数空间不再是连续的，而是被离散量化为一个个等大小网格单元。将图像空间（直角坐标系）中每个像素点坐标值变换到参数空间（极坐标系）后，所得值会落在某个网格内，使该网格单元的累加计数器加 1。当图像空间中所有的像素都经过霍夫变换后，对网格单元进行检查，累加计数值最大的网格，其坐标值  $(\rho_0, \theta_0)$  就对应图像空间中所求的直线。

#### 2.1.1 基于 canny 的直线检测

Canny 边缘检测的优势在于其提取的边缘宽度是一个像素，对于边缘与否的检测非常明确，且其图像是二值化的。

#### 2.1.2 基于 sobel 或 laplace 的直线检测

Sobel 和 Laplace 边缘提取产生的并非二值图像，对其进行直方图均衡会发现图像的暗部有大量噪声，因为原图的噪声会被当作边缘提取，所以首先要进行一次 Gaussian 模糊，消去部分噪声，但是需要注意的是要控制 gaussian 模糊的尺

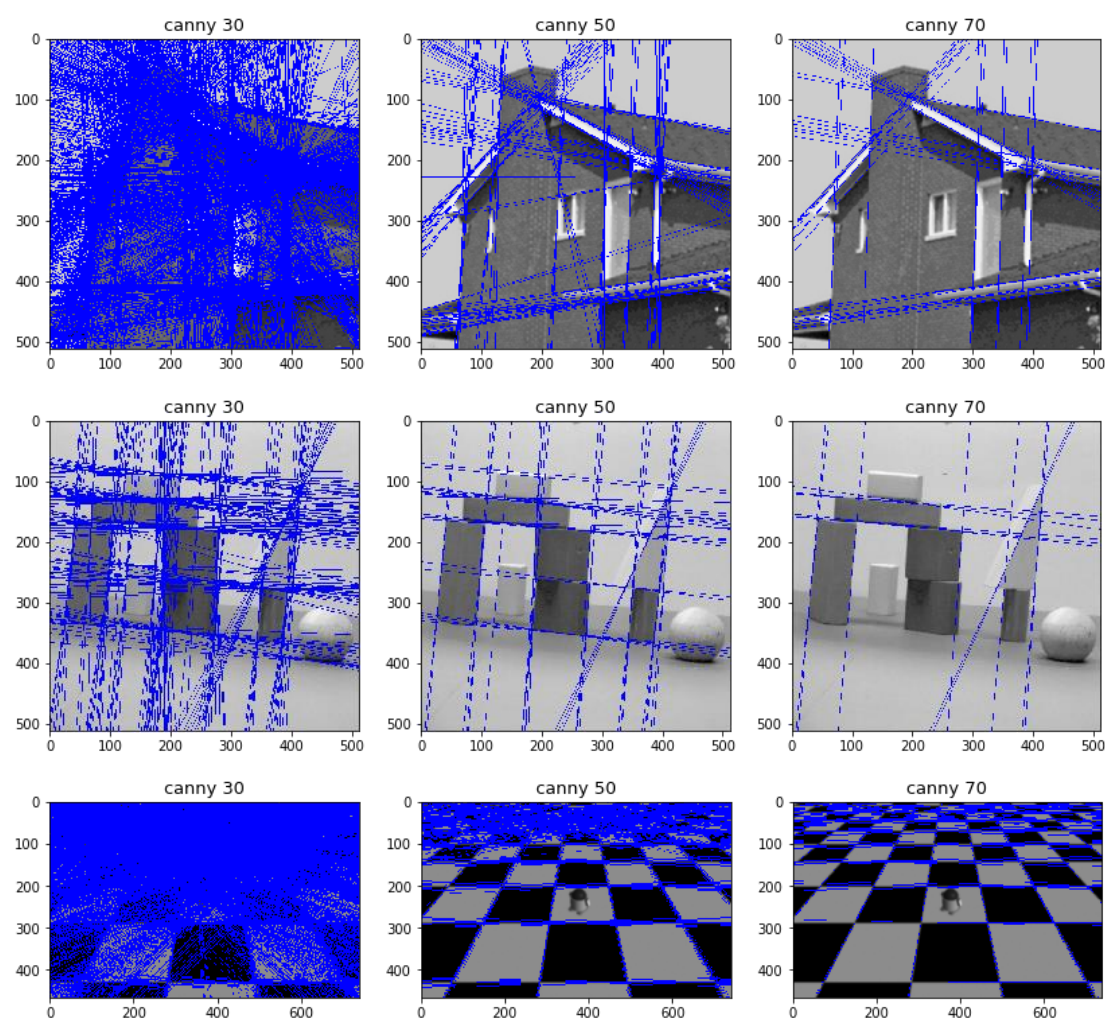
度，如果模糊程度太大，会有很对边缘提取不出来的情况。接下来是对图像做二值化，可以设定一个阈值当作二值化的标准，这样能够消去一部分残留的噪声。因为 `sobel` 或 `laplace` 产生的边缘并非单像素，而且在 `gaussian` 模糊之后提取出的边缘会变得比原图更粗，此时对图像进行腐蚀操作，消除部分模糊产生的影响。

接下来进行 `hough` 直线提取，通过调整直线最大间断数以及二值化阈值，令人惊讶的是对于一些图像，`sobel` 算子提取直线的效果好于基于 `canny` 提取直线的效果。

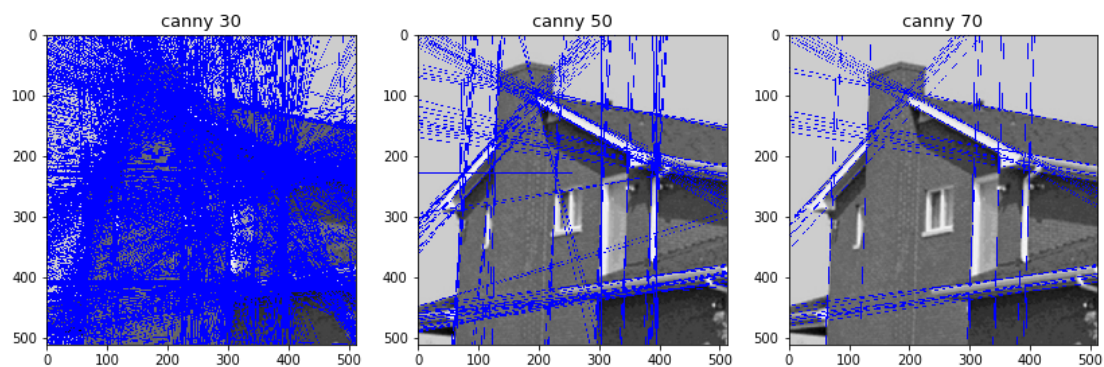
相比之下因为 `laplace` 算子提取的可以看作 `sobel` 算子提取边缘结果的边缘，所以会出现检测出大量重叠直线的情况，总体来说效果差于前两种。

## 1.2 实验结果

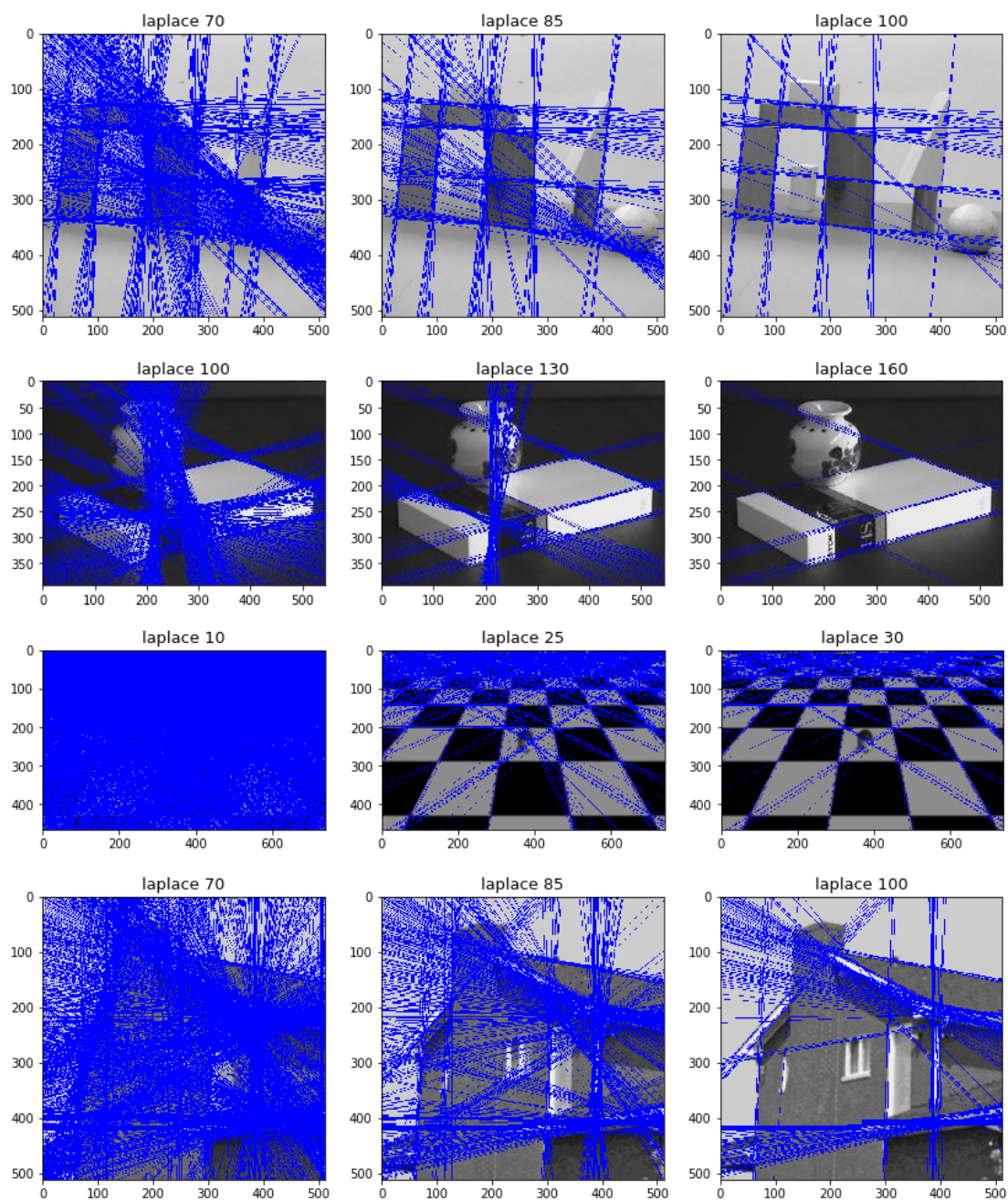
### 1.2.1 canny 算子



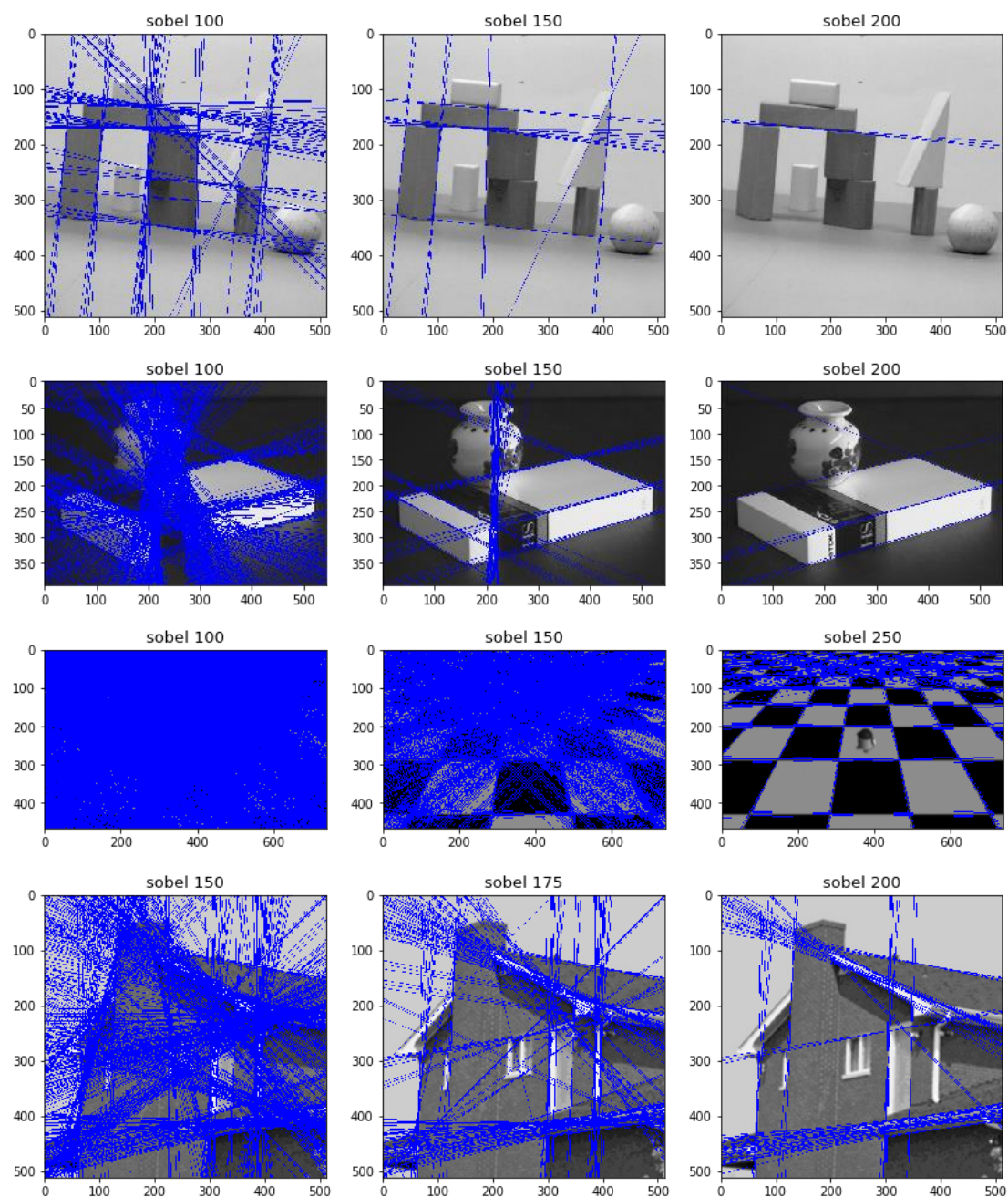




## 1.2.2 Laplace 算子



### 1.2.3 sobel 算子



### 1.3 结果分析

通过以上对比试验，我们发现 Canny 在实验过程中表现出较优秀的效果，不同的图片展示出来的参数效果也具有十分稳定的效果。其他两个算子由于效果不是很理想，故采用了二值化的处理方法，但是代价就是对不同的图片需要动态调整参数，才能达到满意的效果。而这里 sobel 算子的稳定性优于 Laplace 算子。

本次实验主要探究的是图像边缘提取以及直线检测的方法，引入了 hough 空间，通过点和直线在 Hough 空间中的性质借助边缘提取对图像进行快速的直线检测，在处理一些问题的时候如果弄懂了其数学本质可以很快速地解决。

Canny 边缘检测相对另两种边缘检测方法引入了双阈值检测和非极大值抑

制，使图像边缘能清晰地提取出来。

在图像处理的时候不应该只用一种方法，如 hough 边缘检测借助的边缘检测方法，虽然 sobel 算子检测边缘比 canny 边缘检测简单许多，但是在调整之后对于特定图像的直线提取效果明显好于比它复杂的另两种算法。