

PROJECT 03 - 图像锐化

吴江南 3160104699

一、 实验介绍

(1) 该实验主要实现课程中第三章的图像锐化功能;涉及 project 03-03 Spatial Filtering ,03-04 Spatial Filtering 和 03-05 Unsharp Masking ,实验综合了多个算子实现图像锐化,并对结果进行比较分析;

(2) 图像的锐化:使用 Robert, Prewitt , Sobel, Laplacian, high-boost filtering 算子分别对图像进行运算;

二、 内容简介

(1) 部分算子如下:

$$\begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -8 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Sobel 垂直梯 对 角 线 Robert 垂直梯

(2) 对不同算子,进行相同权重的效果对比:

① 对于 Robert、Prewitt、Sobel、Laplacian 的输出: $Output = f + c * g$, 其

中权重 $c=0.5$

② 对与 high-boost filtering, $Output = f + k * g_mask$ 其中 $k=3.5$

(3) 对于相同算子(Laplacian、high-boost filtering 和 Sobel 为例)选取不同的权值进行锐化后图片效果对比;

三、 结果与分析

原图像

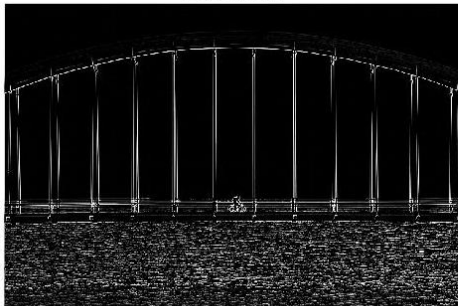


边缘检测和锐化的原图像使用了上面一幅图（bicycle.jpg），桥上的栏杆非常适合边缘检测。首先是读取图像：

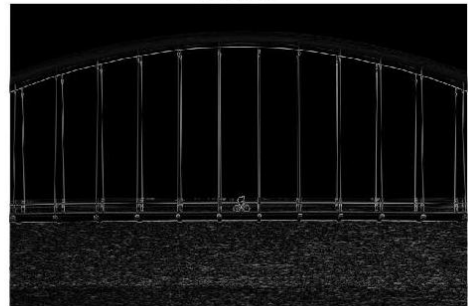
```
Img=imread('bicycle.jpg');  
Img=im2double(Img); % uint8 to double  
f=Img(:,:,1);      %3 维转 2 维  
f=imresize(f,0.3);  %最邻近差值缩小图像
```

1、边缘检测

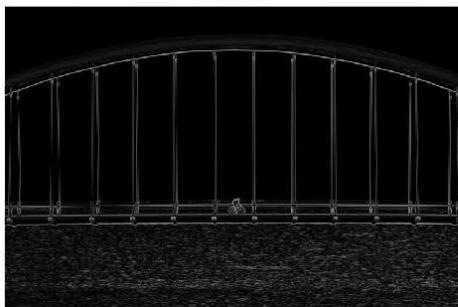
Laplacian



Roberts



Prewitt



Sobel



由上图可见，在差分算子 Sobel、Prewitt、Roberts 中，使用加权平均差分的 Sobel 算子性能最好，使用平均差分的 Prewitt 算子性能稍差，使用 4 点差分的 Roberts 算子性能最差。

Laplacian 和 Sobel 效果都比较好，在湖水部分，Laplacian 的检测结果比 Sobel 强，但是并不意味着 Laplacian 算子就绝对好；用不同算子，图像锐化的效果不同，哪个是更优的选择取决于使用者对于图像处理的要求：需不需要湖面的锐化效果？需不需要增强跨湖大桥的边缘？等等。

另外一种边缘检测的方法是非锐化掩蔽，用原图像减去平滑后的图像（本实验中的平滑处理是 5×5 的高斯滤波），得到边缘检测结果；

非锐化掩蔽的模版如下：



在 word 文档中，可能很难看清上图的边缘，因此加了亮度，可以看到下图中很好的检测出了桥上的栏杆边缘以及一些湖水微波的边缘：

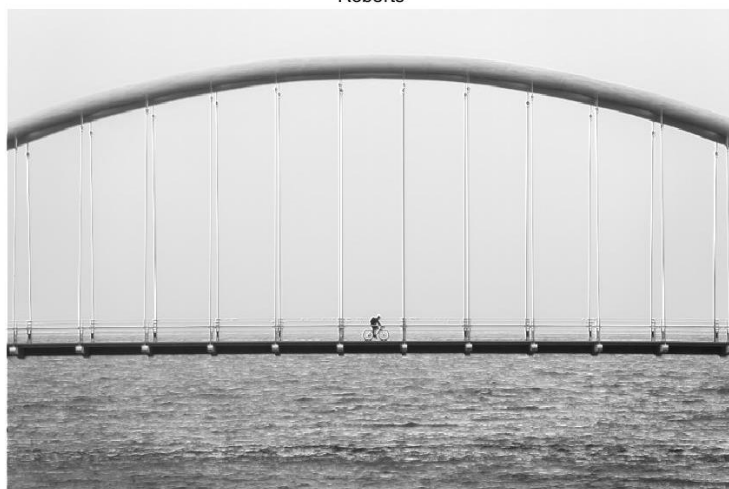


2、图像锐化 - 不同算子对比

Laplacian



Roberts



Prewitt



Sobel



High-boosting $k=3.5$



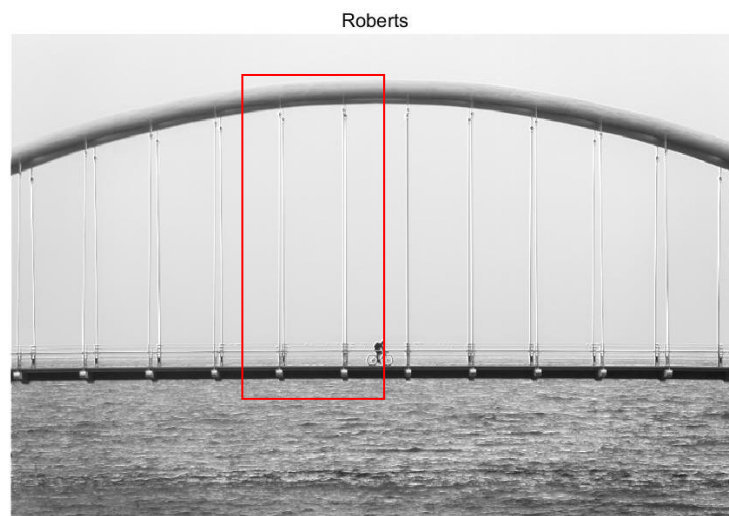
用原图像加上边缘检测的结果即可以实现图像锐化效果。

%% figure 图像锐化结果

```
imshow(f+0.5*GL);title('Laplacian');  
imshow(f+0.5*GR);title('Roberts');  
imshow(f+0.5*GP);title('Prewitt');  
imshow(f+0.5*GS);title('Sobel'); %权值 c 都为 0.5  
imshow(f+3.5*Gmask);title('High-boosting k=3.5 '); %High-boosting k=3.5
```

对于 Robert、Prewitt、Sobel、Laplacian 的输出： $Output = f + c * g$ ，其中权重 $c=0.5$ ，可以看到对于这幅图，Laplacian 和 High-boosting 的效果比其他几种优秀，较为模糊的原图在经过锐化处理之后，细节部分被提现得更好；

Robert 和 Prewitt 是一阶差分，由一阶差分的性质可以，它只在图像灰度的斜坡起点和台阶处不为 0，一阶差分会产生较粗的边缘，而二阶微分 Sobel 产生由 0 分开的一个像素宽的双边缘，因此在增强细节方面比一阶差分好。而且由于图片中的边缘是大片的白色（天空）和大桥栏杆（黑色），一阶差分后边缘检测的结果由于没有双边缘，导致加到图像上之后反而没有太好的增强效果，因为提亮的白色边缘和白色天空融为一体了：



对于 High-boosting，当 k 值选得合适时候，它的效果和 Laplacian 几乎没有去区别。

3、Laplacian 锐化

对 bicycle.jpg 进行 Laplacian 变换，当 $\alpha = 0.5$ 、 $\alpha = 1$ 和 $\alpha = 2$ 时，分别求出 $g_{0.5}(m,n)$ 、 $g_1(m,n)$ 和 $g_2(m,n)$ 的图像如下：

Laplacian $\alpha=0.5$



Laplacian $\alpha=1$



Laplacian $\alpha=2$



对不同 α 值可以得到不同效果的锐化图像，由上面的对比可以得出：图像锐化的实质是将原图像与梯度信息叠加（梯度信息所占的比例由 α 的大小决定， α 值越大则梯度信息所占的比例越大），相当于对目标物的边缘进行了增强。

4、Unsharp masking 与 High-boost filtering

$$g(m,n) = f(m,n) + k * g_{mask}(m,n)$$

其中 $k=1$ 时为 Unsharp masking, $k>1$ 为 High-boost filtering。

实验中采用高斯滤波获取模糊图像：



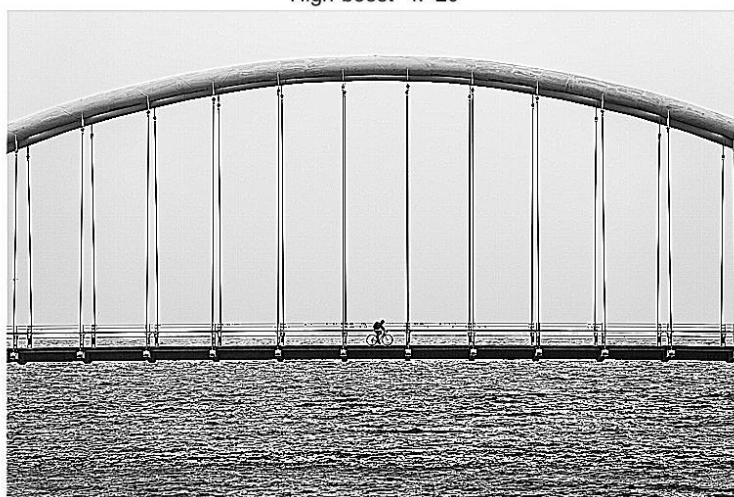
分别取 $k=1 / 4 / 8$ 得到效果图：



High-boost $k=4$



High-boost $k=20$



可以看到当 k 值取得太大，足以使模版峰值大于原始图像中的最小值，即图中黑色部分，结果可能出现负灰度，影响图片呈现出来的效果，所以 k 应该取得适当。

利用对不同 k 值的选取，非锐化掩蔽和高提升滤波和拉普拉斯一样，都可以在图像处理软件里面满足不同使用者对锐化程序不同的需求，非常实用。