1.1 Color Spaces (10 Points)

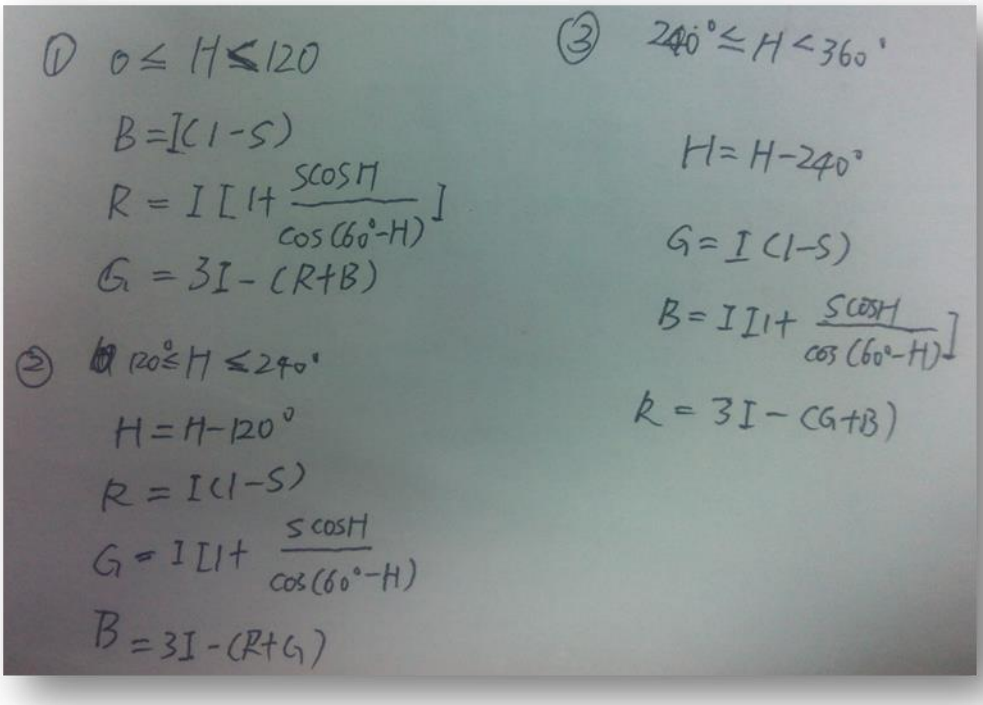
1. Give one example where the HSI color space is advantageous to the RGB color space. Also give one example where RGB is advantageous to HSI. (5 Points)

HIS 色彩空间优于 RGB 色彩空间例子：开发基于彩色描述的图像处理算法。解除图像中的颜色和灰度信息的联系，使其更适合更多灰度处理技术。

RGB 色彩空间优于 HIS 色彩空间例子：图像生成（彩色摄像机的图像获取、或者在屏幕上显示图像）

2. What is the effect of adding 60◦ to the Hue components on the R, G, and B components of a given image? (5 Points)

当 H 分量增加了 60 度后，视增加后的值落在的区间，RGB 的值就作出以下对应的变化。



1.2 Color Composition (10 Points)

假设对于给定的对本题有意义的颜色值，分别有 c1 决定的 f1，c2 决定的 f2，c3 决定的 f3 的影响而得到。

对于点(x, y)

x = f1*x1+f2*x2+(1-f1-f2)*x3 (1)

y = f1*y1+f2*y2+(1-f1-f2)*y3 (2)

由(1)可以得到：

x = f1(x1-x3)+f2(x2-x3)+x3

因此，f1 = (x-x3-f2*(x2-x3)) / (x1-x3) (3)

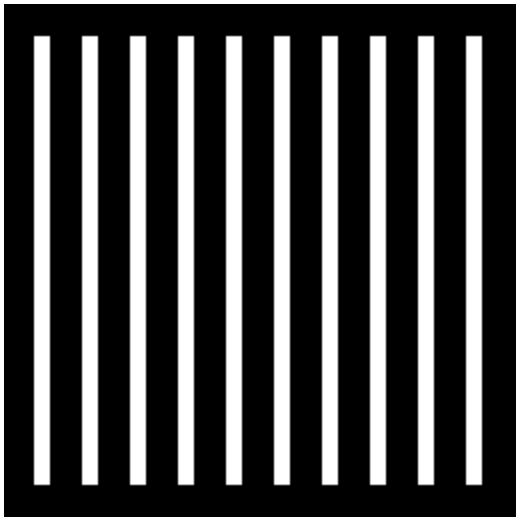
f2 = (y*x1-y*x3+x*y3+x3*y1-x3*y3-y3*x1+y3*x3) / (-x2*y1+x2*y3+x3*y1+y2*x1-y2*x3-y2*x1) (4)

根据 f3 = 1-f1-f2 可以求得 f3.

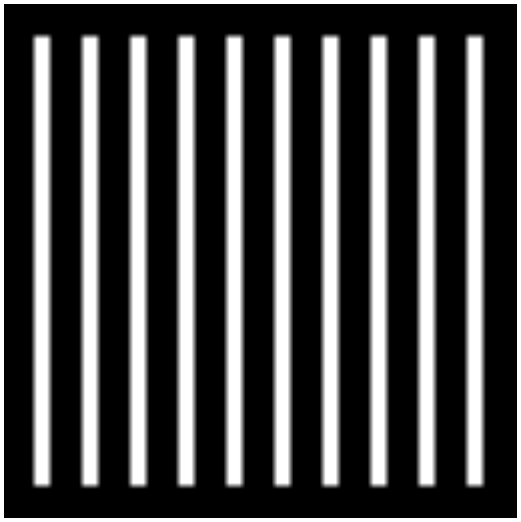
因此，对于给定的颜色值，就能够利用以上得到的 f1，f2，f3 来表示。

2.2 Image Filtering (10 Points)

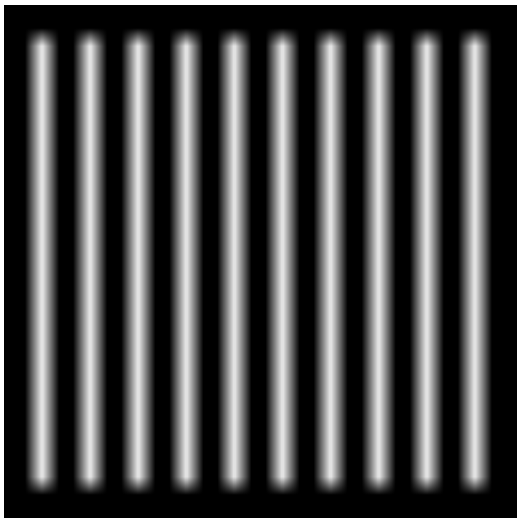
1. 3 × 3 and 9 × 9 arithmetic mean filters



3 * 3：3*3 的算术均值滤波器对图像的滤波效果：

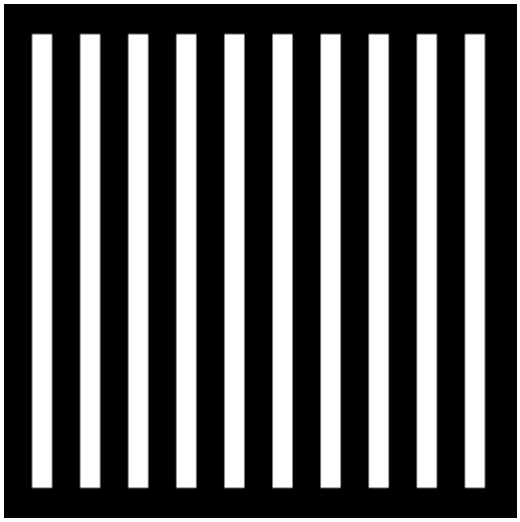


9*9：9*9 的算术均值滤波器对图像的滤波效果

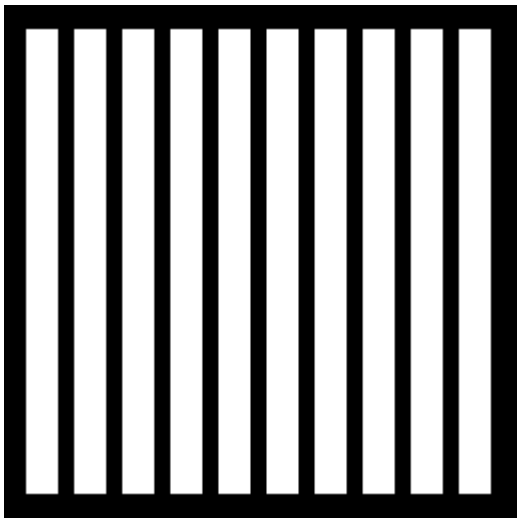


2. harmonic mean filters

3*3：3*3 的调和均值滤波器对图像的滤波效果。没有模糊效果的原因是白色部分的值很大，而黑色部分的值为 0，不参与计算结果当中，没有起到加大小值所占权重的作用。

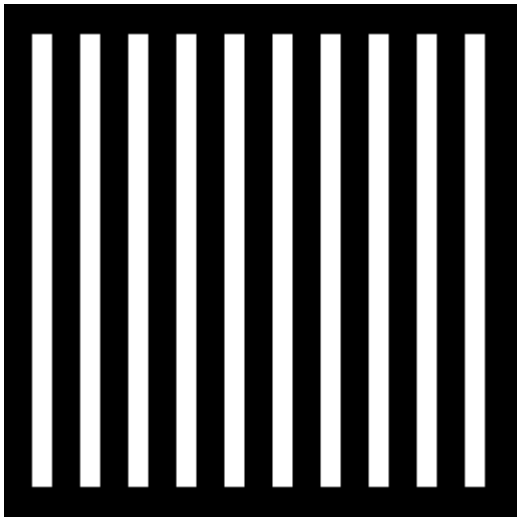


9*9：9*9 的调和均值滤波器对图像的滤波效果。

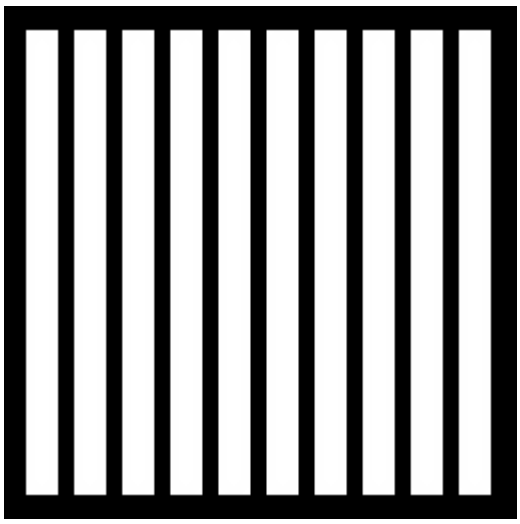


3. contra-harmonic mean filters

3*3：3*3 反调和均值滤波器滤波效果。



9*9：9*9 反调和均值滤波器滤波效果。



没有出现模糊的原因跟以上调和均值滤波器的原因是类似的。当 Q = 0 时，反调和均值滤波器就是算术均值滤波器。当 Q = -1 时，反调和均值滤波器就是调和均值滤波器。

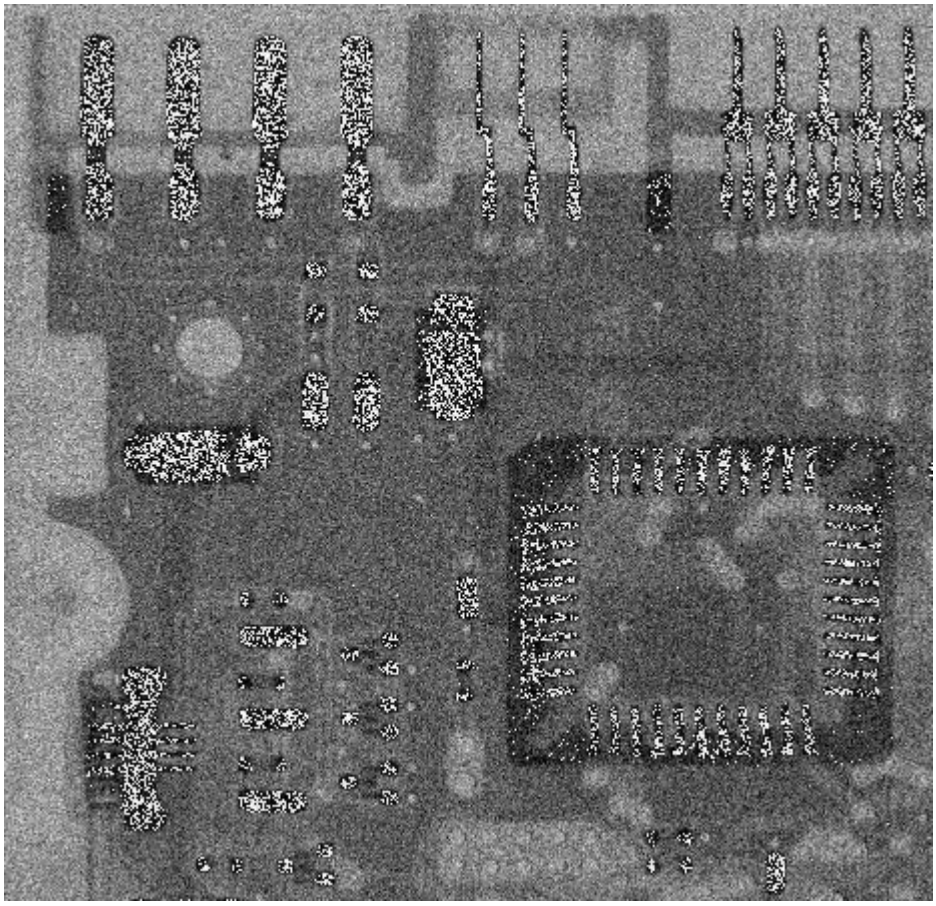
2.3 Image Denoising

1. 高斯噪声和椒盐噪声生成器：

```
package HW4Tool;

import java.awt.image.BufferedImage;
import java.util.Random;


public class ImageDenoising {
    public static BufferedImage addGaussianNoise(

    public static double getGaussianValue(

    public static BufferedImage addSaltAndPepperNoise(

}
```

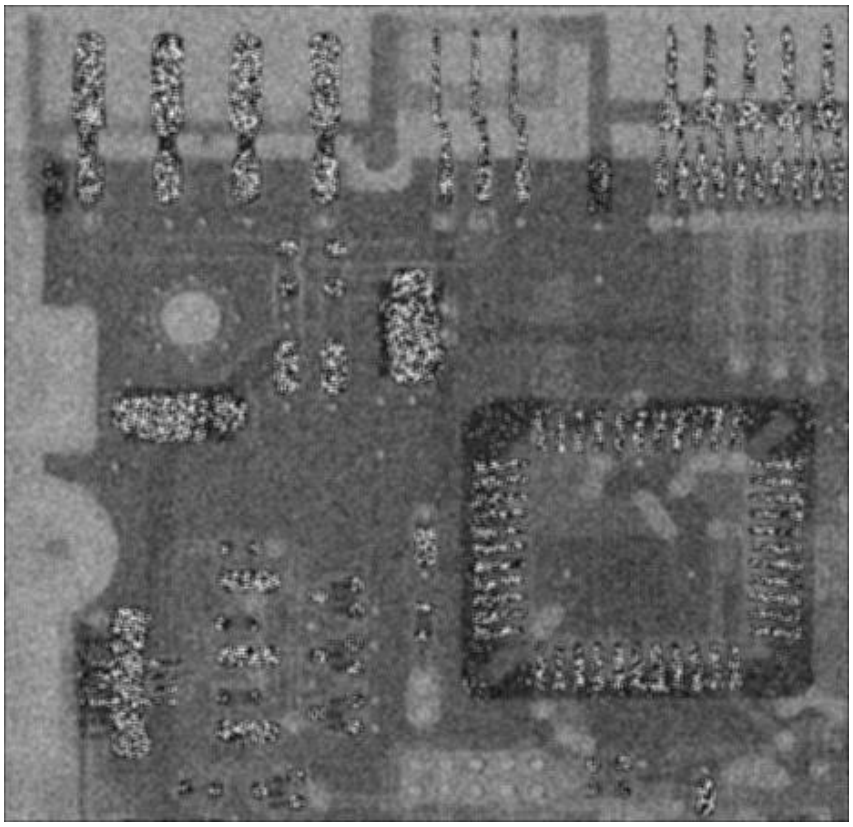
2. 添加高斯噪声：mean = 0, standard variance = 40.

如下图：

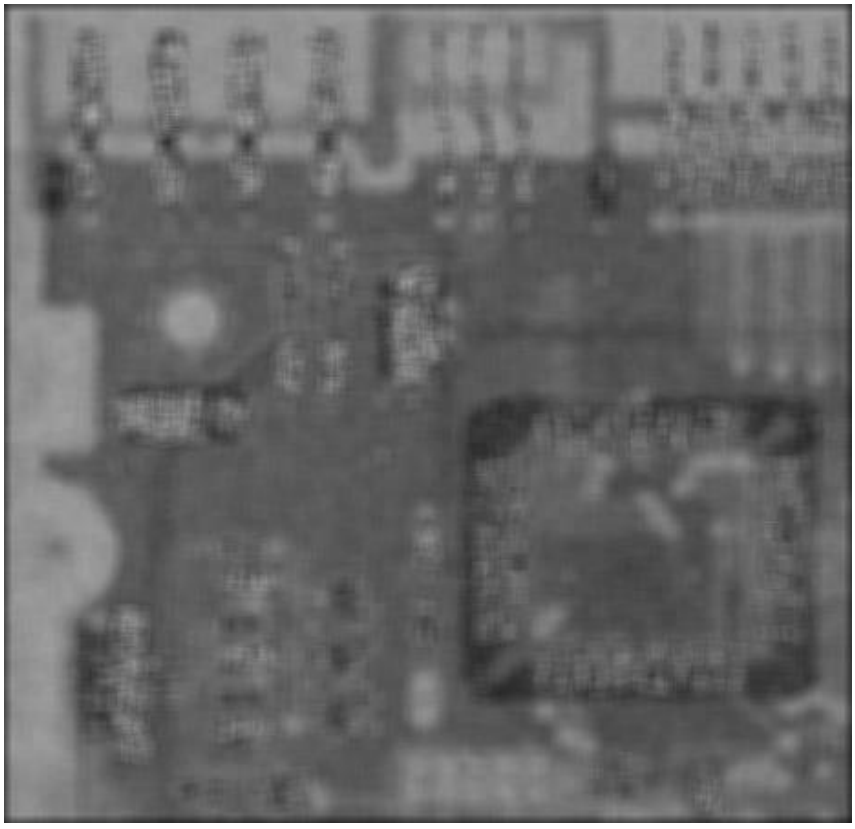


算术均值滤波去噪：

3*3：

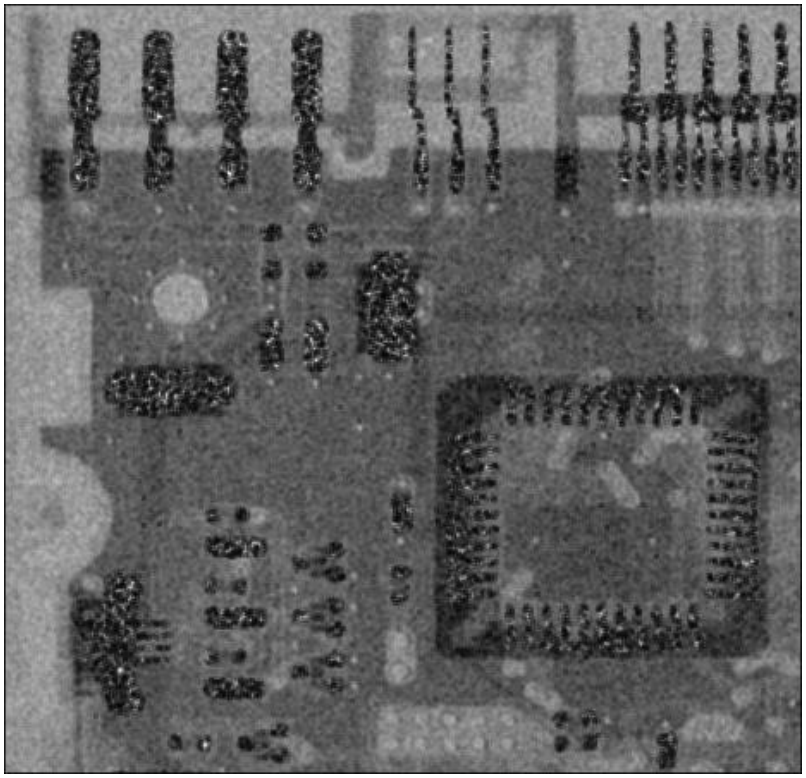


9*9：

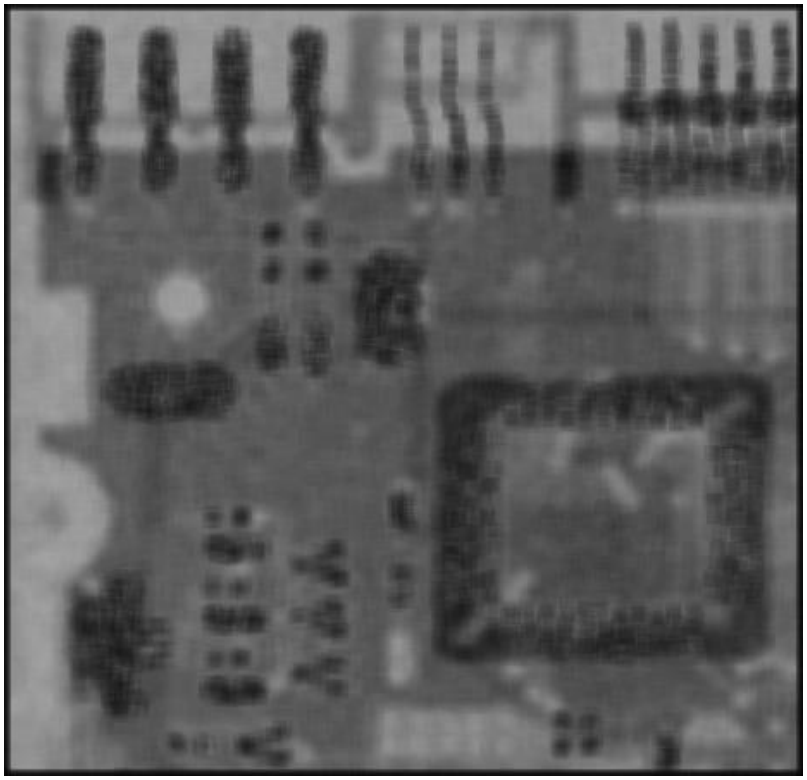


几何均值滤波：

3*3：

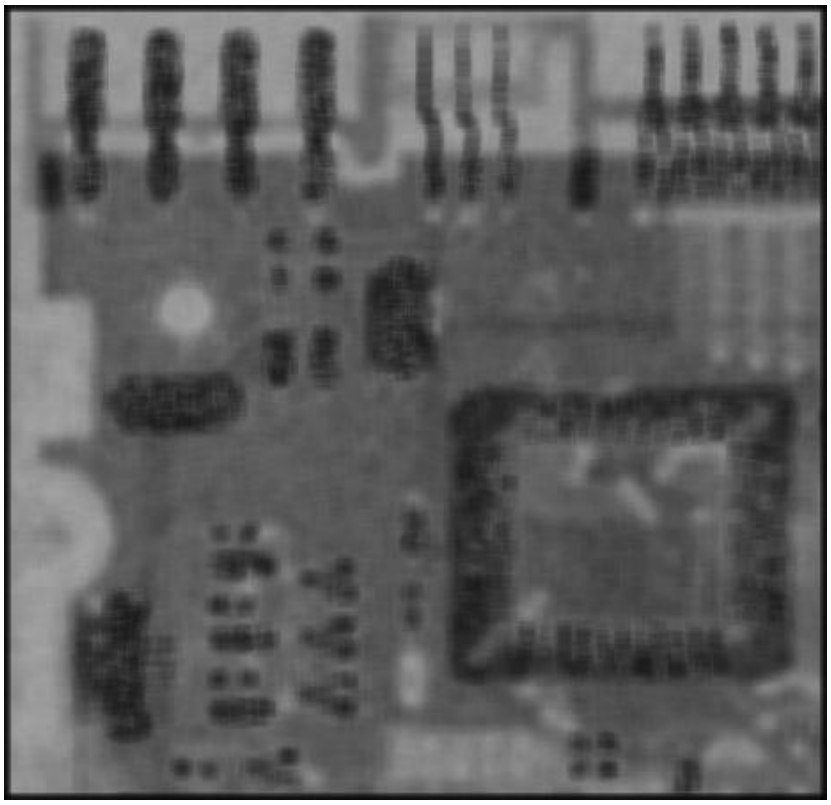


9*9：

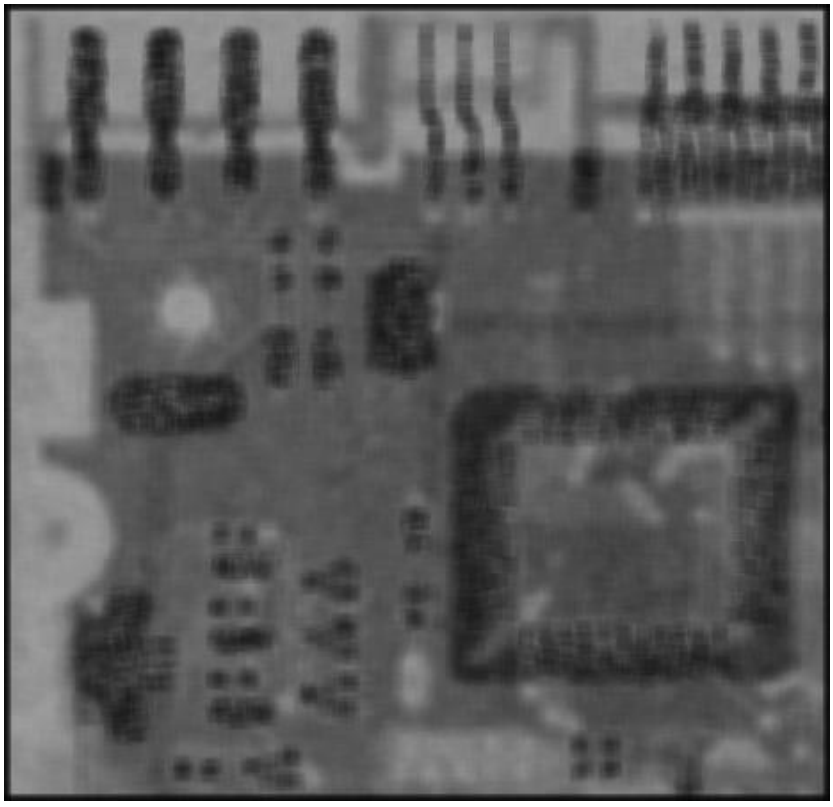


中值滤波：

3*3:

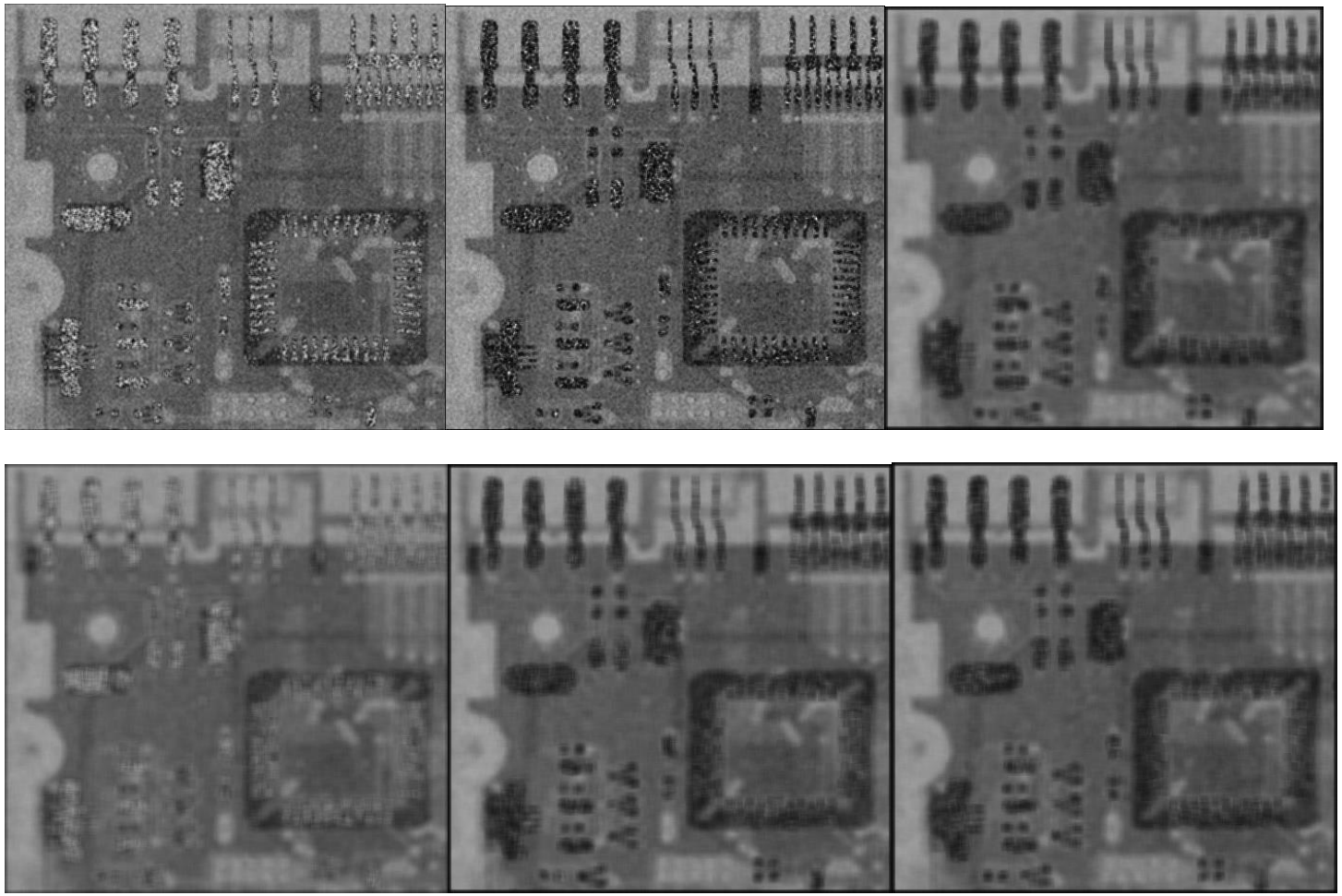


9*9：



a b c

d e f



a: 3*3 算术滤波 b: 3*3 几何均值滤波 c: 3*3 中值滤波

d: 9*9 算术滤波 e: 9*9 几何均值滤波 f: 9*9 中值滤波

从上一页文档可以看出，9*9 的滤波器基本都已经失真了，因此不作对比，只比较 3*3 的滤波效果。

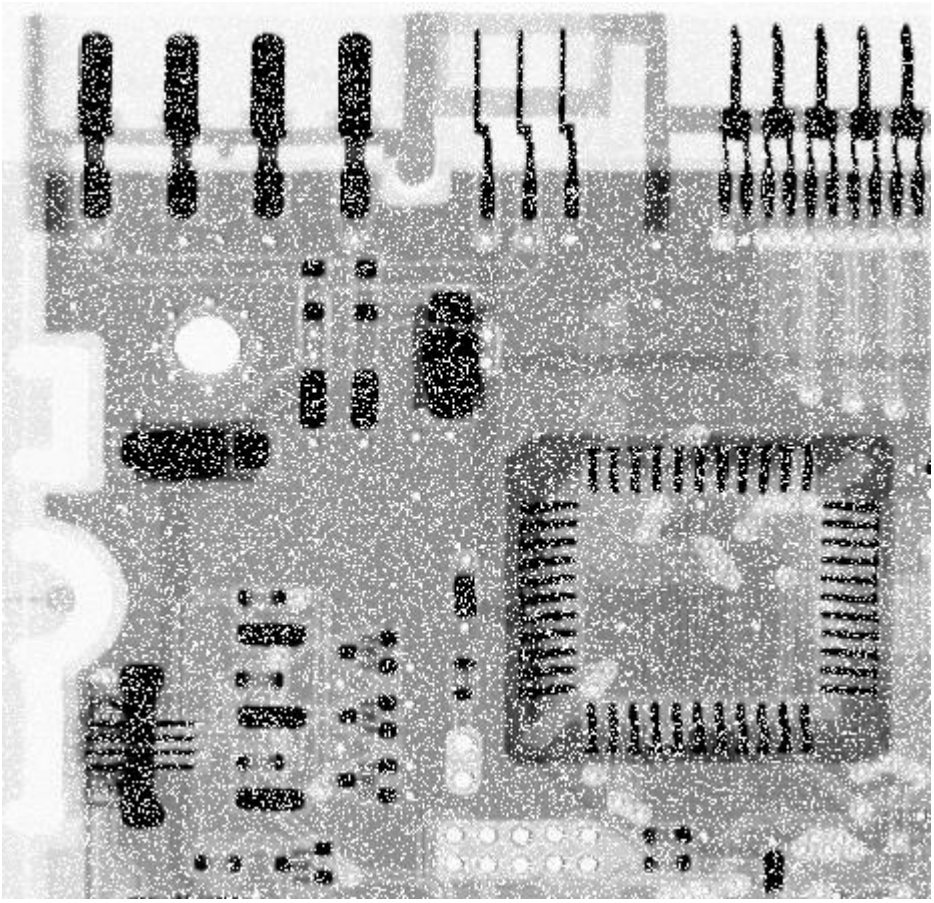
（>: 好于，大于， <: 不好于，小于）
直观上，平滑效果：中值 > 几何 > 算术
直观上，失真程度：中值 > 几何 > 算术

算术均值：平滑了一幅图像中的局部变化，虽然模糊了结果，但是降低了噪声。
几何均值：跟算术均值相比，对视的图像细节更少。
中值滤波：对于随机噪声、椒盐噪声有更好的滤波效果。

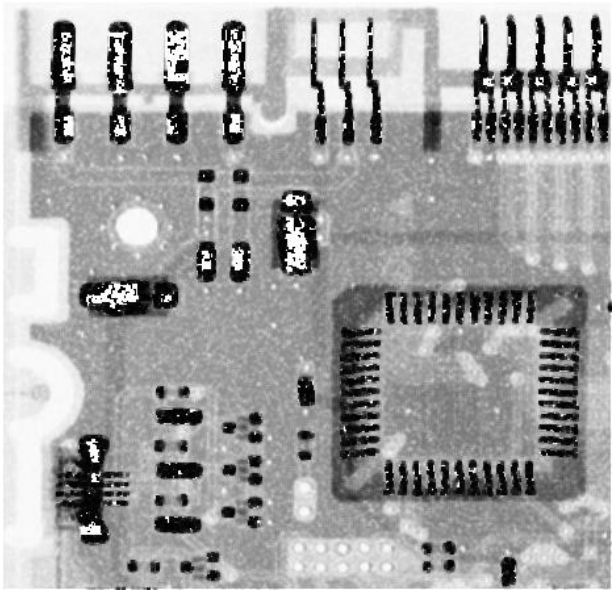
总体来说，几何均值滤波的效果最好。

3.

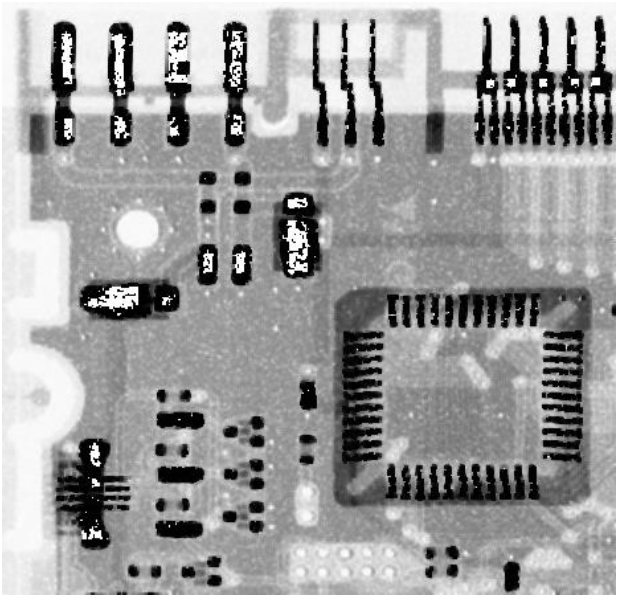
添加 probability of salt = 0.2 的盐噪声。



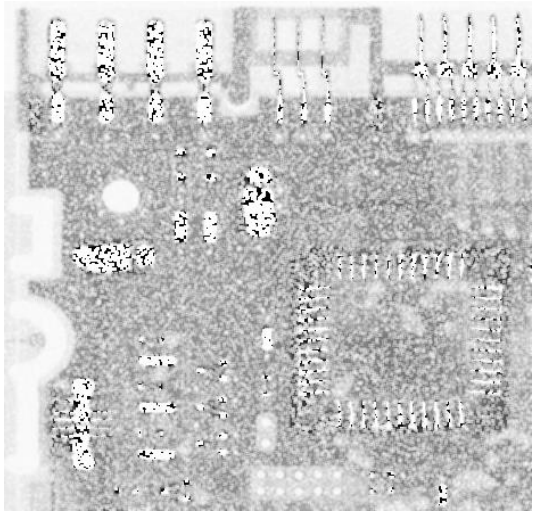
3*3 调和均值滤波



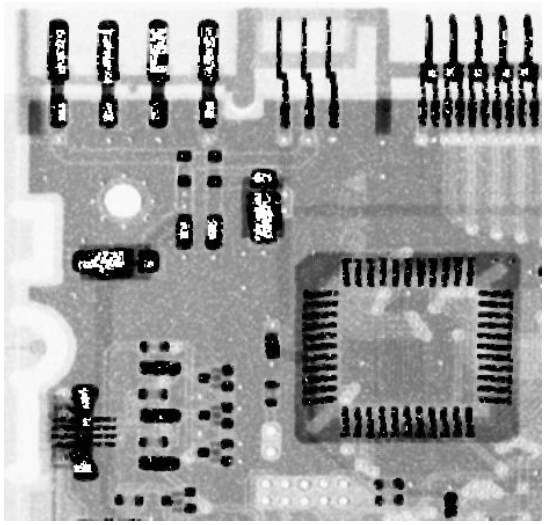
3*3 反调和均值滤波



3*3 反调和均值滤波 Q = 1.5



3*3 反调和均值滤波 Q = -1.5



分析：

显然，Q < 0 时，效果好于 Q > 0 时。

反调和均值滤波公式：

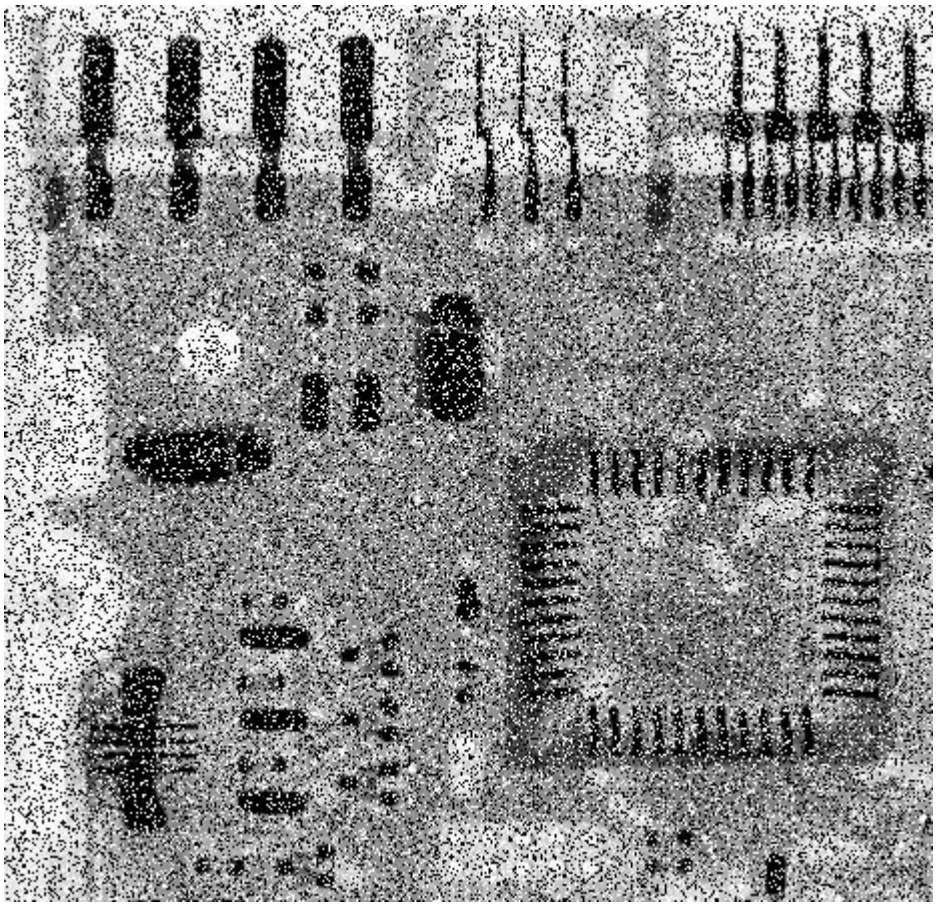
$$Contra-HarmonicMean(A)=\frac{\sum_{(i,j)\in M}A(x+i,y+j)^{P+1}}{\sum_{(i,j)\in M}A(x+i,y+j)^{P}}$$

当 Q（图中是 P）> 0 时，相当于加大了大值的权值，而盐噪声恰恰是大值过多导致的，因此效果自然不好。

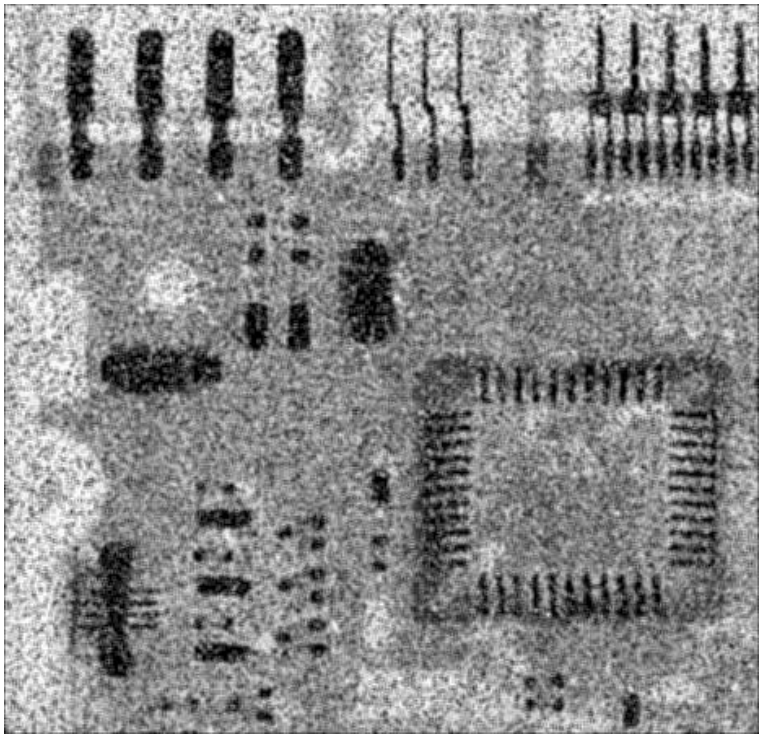
当 Q < 0 时，相当于减少了大值得权值，这是抑制了大部分的大值，从而起到比较好的去噪效果。

4.

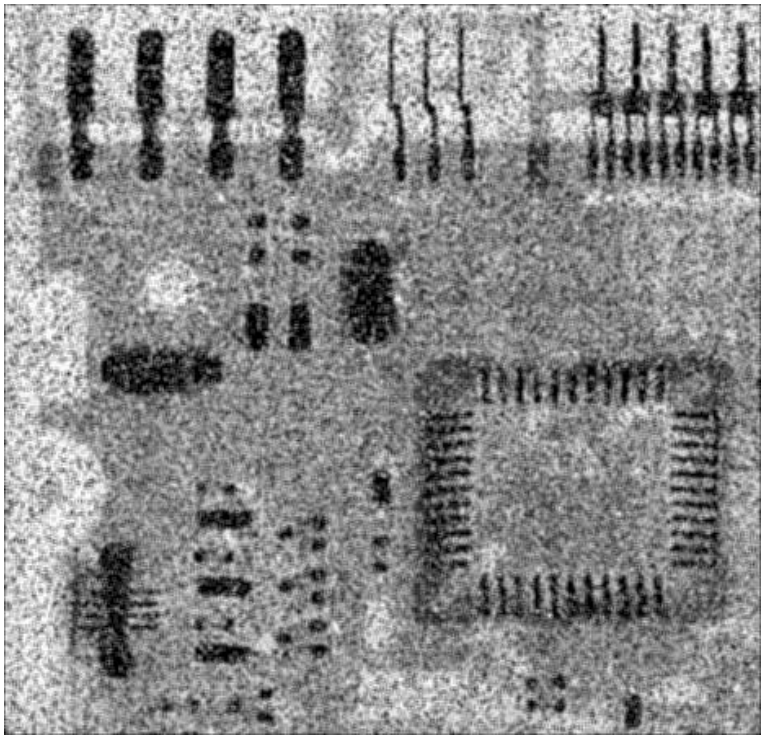
添加 probability of salt = 0.2, probability of pepper = 0.2 的椒盐噪声。



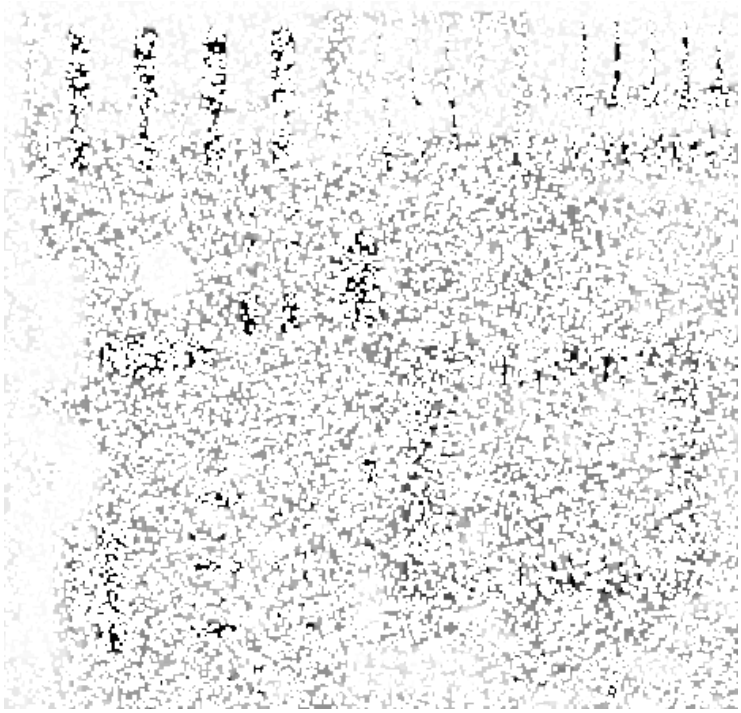
3*3 模板算术均值滤波



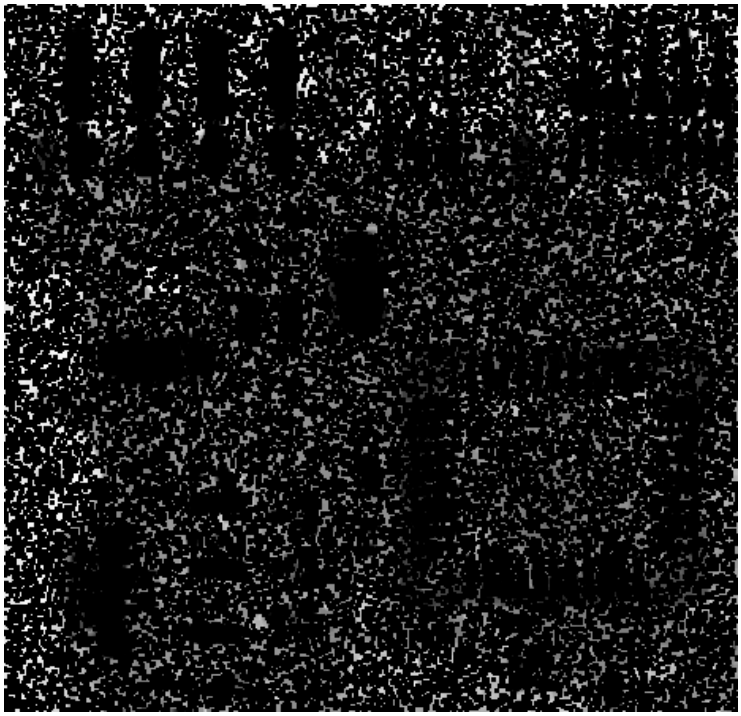
3*3 模板几何均值滤波



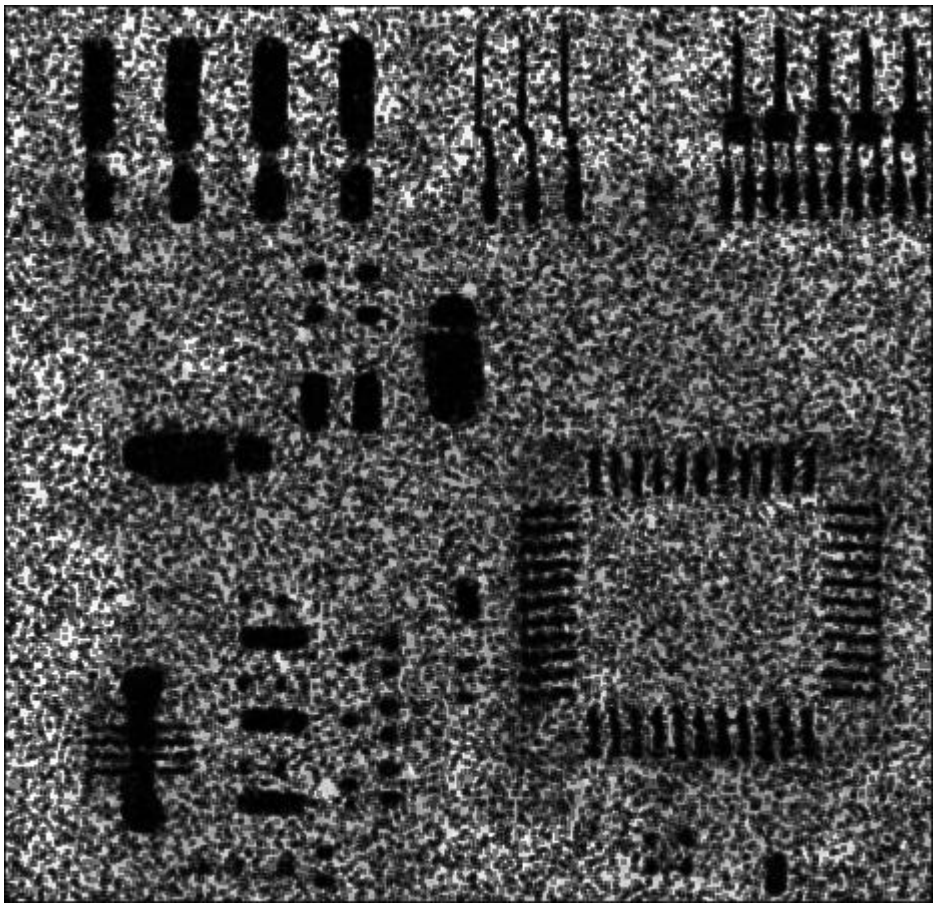
3*3 模板最大值滤波



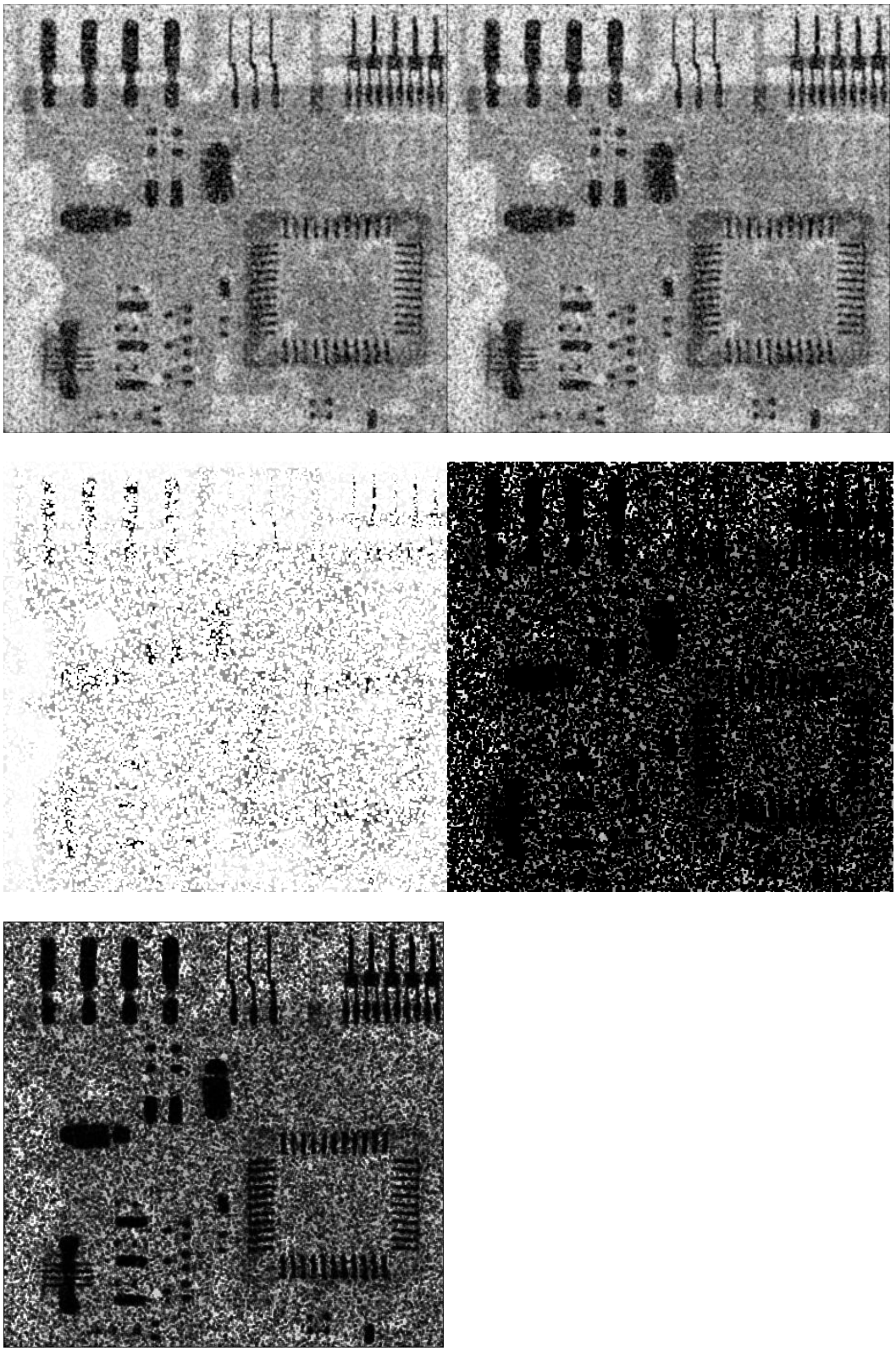
3*3 模板最小值滤波



3*3 模板中值滤波



图片放在一起：



按照从左到右从上到下的顺序是：算术，几何，最大值，最小值，中值

算术和几何，在外观上相比其他三个还可以接受，最大值最小值已经基本上看不出原图的样子了。中值还有一些细节，但是椒盐噪声的影响还是很严重。

0.2 的椒噪声和 0.2 的盐噪声其实已经很严重地影响了图像本身了，而以上的所有去噪模型，都是对所求的像素值的周围像素依赖比较大的，但是现在，大部分的邻域的值已经受到了影响，整体去噪效果都不好。

但是最大值或者最小值是最糟糕的。因为直接把盐噪声或者椒噪声的影响加重了。

中值滤波效果不好的原因是图像大范围地被椒盐噪声污染了。

整体来说，几何滤波比算术滤波保留了更多的细节。因此对比改组所有的图片，第二张图片应该是整体最好的。

5.
全部去噪函数的整体思路是类似的。都是以像素点位单位，结合邻域进行处理。

Arithmetic :
补 0.
对 3 * 3 矩形邻域内的值作算术平均操作。
循环处理所有像素。

Geometric:
补 1.
对 3 * 3 矩形邻域内的值作几何平均操作。
循环处理所有像素。

harmonic：
根据公式：

$$\hat{f}(x,y) = \frac{mn}{\sum_{(s,t)\in S_{xy}} \frac{1}{g(s,t)}}. \qquad (5.3\text{-}5)$$

对 3 * 3 矩形邻域内的值作进行运算。
循环处理所有像素。

contra-harmonic
根据公式：

$$\hat{f}(x,y) = \frac{\sum_{(s,t)\in S_{xy}} g(s,t)^{Q+1}}{\sum_{(s,t)\in S_{xy}} g(s,t)^{Q}} \qquad (5.3\text{-}6)$$

对 3*3 矩形邻域内的值进行运算。
循环处理所有像素。

max
补 0. 对 3*3 矩形邻域内的值取最大值。循环处理所有像素。

min
补 255. 对 3*3 矩形邻域内的值取最小值。循环处理所有像素。

median
对 3*3 矩形邻域内参与统计的值取中值。循环处理所有像素。

2.4 Histogram Equalization on Color Images (30 Points)

选择图片（13331270，70.png）：

1. 对彩色图像 R，G，B 三个分量分别作直方图均衡化的结果如下：

2. 取得平均直方图后，分别对 R，G，B 三个分量做直方图均衡化处理，重建图像得到：

3. 现在来综合对比一下三个图像：

a b

c

a: 原图，b：第一小题得到的结果，c：第二小题得到的结果。

直观上对比发现，b 图比 c 图对比度更高，亮度更大。但是总体上 c 图具有更好的视觉效果，感觉上各种参数都比较适中。

究其原因，应该是因为 c 图在计算的时候，取的是原图 R，G，B 三个分量的平均直方图，这样，平均直方图很好地平滑掉了 R，G，B 中比较尖锐的分量，使得平均直方图的值较为适中，因此，根据平均直方图均衡化的图像，在各个参数上，应该是处于原图和 b 图之间的。

b 图是传统的直方图均衡化取得的，分别计算每个分量的直方图均衡化的值，然后根据均衡化的三个分量进行图像重建。这样，每个分量互不影响，重建的图像会保留各自的性质。