

图像平滑实验文档

Python 文件的四个函数功能如下：

`smoothDenoising.py`: 存放实验中涉及到的所有图像处理函数。

`main_DifferenceNoise_test.py`: 用于测试图片加上各种噪声后的结果

`main_kernelSize_test.py`: 用于测试不同尺寸滤波器的滤波效果

`main_sigma_test.py`: 用于测试不同 sigma 值的高斯滤波器的滤波效果

注：只需直接运行下面三个函数即可。由于灰度图比较好观察，最终显示的都是灰度图。

一、给图片加不同的噪声

1. 脉冲噪声：一般指随机产生的白噪声，像素值为 255。在实验中根据信噪比随机将一部分像素点的值改为 255。实验中由 `add_PulseNoise(img, SNR)` 函数定义，`img` 是输入图像，`SNR` 是信噪比，取值为(0, 1)之间。
2. 椒盐噪声：椒盐噪声是指两种噪声：盐噪声 (salt noise) 及椒噪声 (pepper noise)。盐噪声一般是指白色噪声 (值为 255, 白色)，椒噪声一般是黑色噪声 (值为 0, 黑色)，前者属于高灰度噪声，后者属于低灰度噪声。一般两种噪声同时出现，呈现在图像上就是黑白杂点。在实验中，通过信噪比 `SNR` 值控制噪声点数量，将选到的像素点随机赋值 0 或者 255。实验中由 `add_Salt_PepperNoise(img, SNR)` 函数定义，`img` 是输入图像，`SNR` 是信噪比，取值为(0, 1)之间。
3. 高斯噪声：指服从高斯分布 (正态分布) 的一类噪声，通常在 RGB 图像中比较明显。实验中通过构造一个服从高斯分布的、与图像一样大小的噪声矩阵，将该噪声矩阵与灰度图像矩阵相加，即可得到加入高斯噪声后的图像。实验中由 `add_Gauss_Noise(img, mean, sigma)` 函数定义，`img` 是输入图像，`mean` 是高斯函数的均值，`sigma` 为高斯函数的标准差。

实验时，运行 `main_DifferenceNoise_test.py` 文件，可以观察到各种噪声对图片的效果。

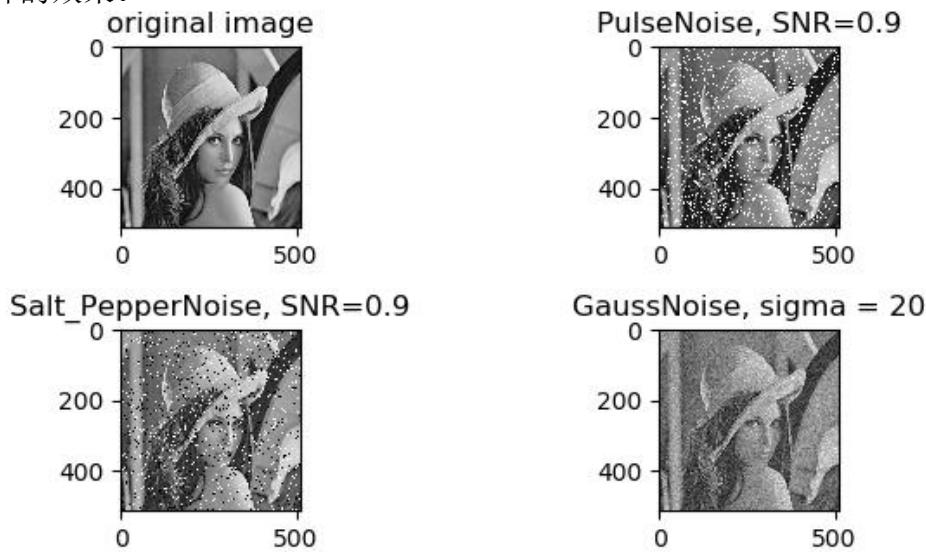


图 1-1 不同的噪声对图片的效果图

由上图可见，脉冲噪声施加于图片后，会在图片上呈现许多白点；椒盐噪声则会有许多黑点和白点；前两者比较明显。而高斯噪声则会使图片有许多斑点，使整个图片变得模糊。

二、不同尺寸的滤波器对三种噪声图片去噪

1. 中值滤波器：中值滤波是一种非线性数字滤波器技术，它的想法很简单，如果一个信号是平缓变化的，那么某一点的输出值可以用这点的某个大小的邻域内的所有值的统计中值来代替。窗开的越大，输出的结果就越平滑，但也可能会把我们有用的信号特征给抹掉。
2. 均值滤波器：均值滤波器是一种低通滤波器，它把邻域内的平均值赋给中心元素。均值滤波器常用来降低噪声，主要应用是去除图像中的不相关细节，不相关是指与滤波器的模板相比较小的像素区域。均值滤波器使模糊图片以便得到感兴趣物体的粗略描述，因此那些较小的物体的灰度就会与背景混合在一起，较大的物体则变的像斑点而易于检测。模板的大小由那些即将融入背景中的物体尺寸决定。均值滤波器的缺点是存在着边缘模糊的问题。
3. 高斯滤波器：高斯滤波器是一种线性平滑滤波器，对于服从正态分布的噪声有很好的抑制作用。高斯滤波器的模板系数随着距离模板中心距离的增大而减小（服从二维高斯分布），因此，相比于均值滤波器而言，对图像模糊程度较小，更能保持图像的整体细节。

对于窗口大小为 $(2k+1) \times (2k+1)$ ，窗口模板中各个元素的计算公式为：

$$H_{i,j} = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{(i-k-1)^2 + (j-k-1)^2}{2\sigma^2}}$$

上述公式可能产生小数和整数，如果是小数形式的模板，则直接是计算所得到的值。如果是整数形式的模板，则需要进行归一化处理，使用整数的模板时，需要在模板的前面加一个系数，系数为模板中元素和的倒数。

实验时，运行 `main_DifferenceNoise_test.py` 文件，可以观察到各种噪声对图片的效果。

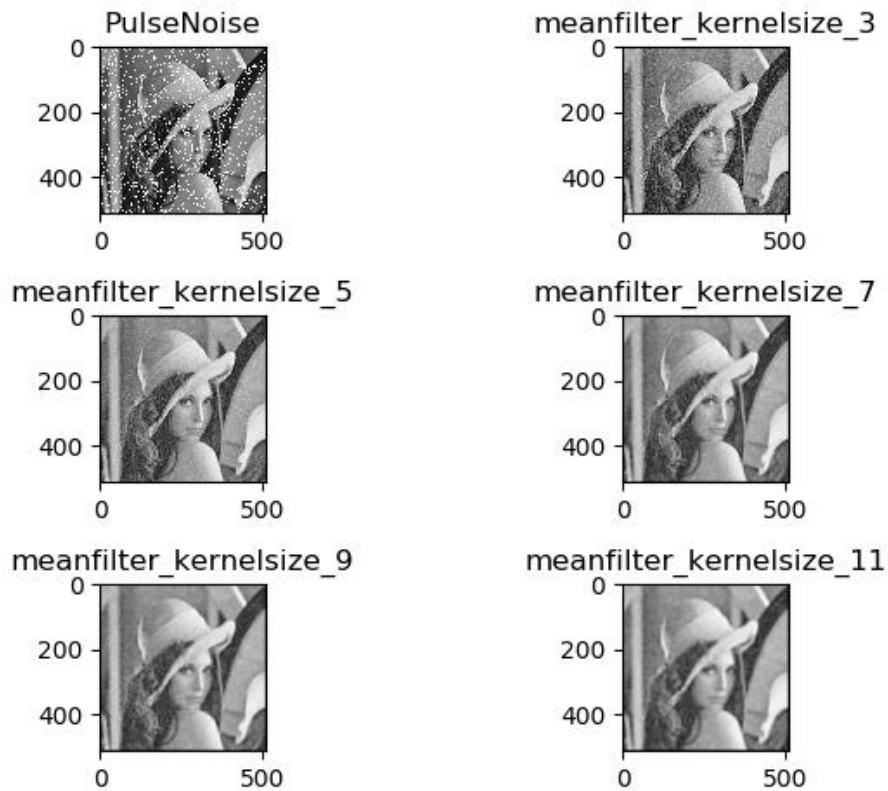


图 2-1 不同尺寸均值滤波器对脉冲噪声的效果图

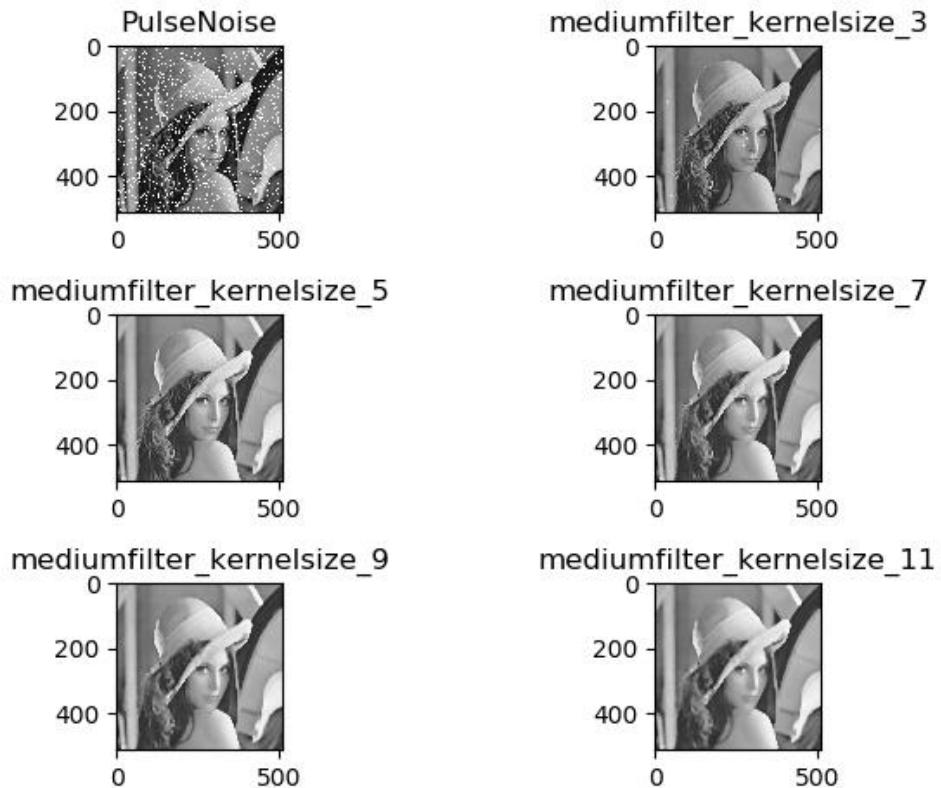


图 2-2 不同尺寸中值滤波器对脉冲噪声的效果图

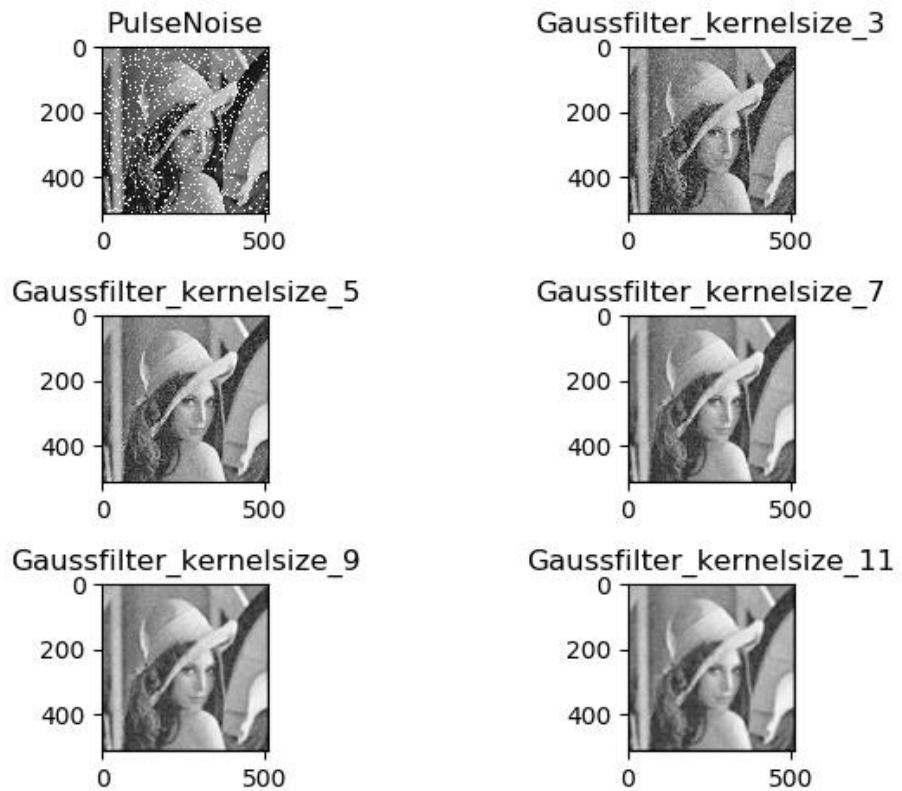


图 2-3 不同尺寸高斯滤波器对脉冲噪声的效果图

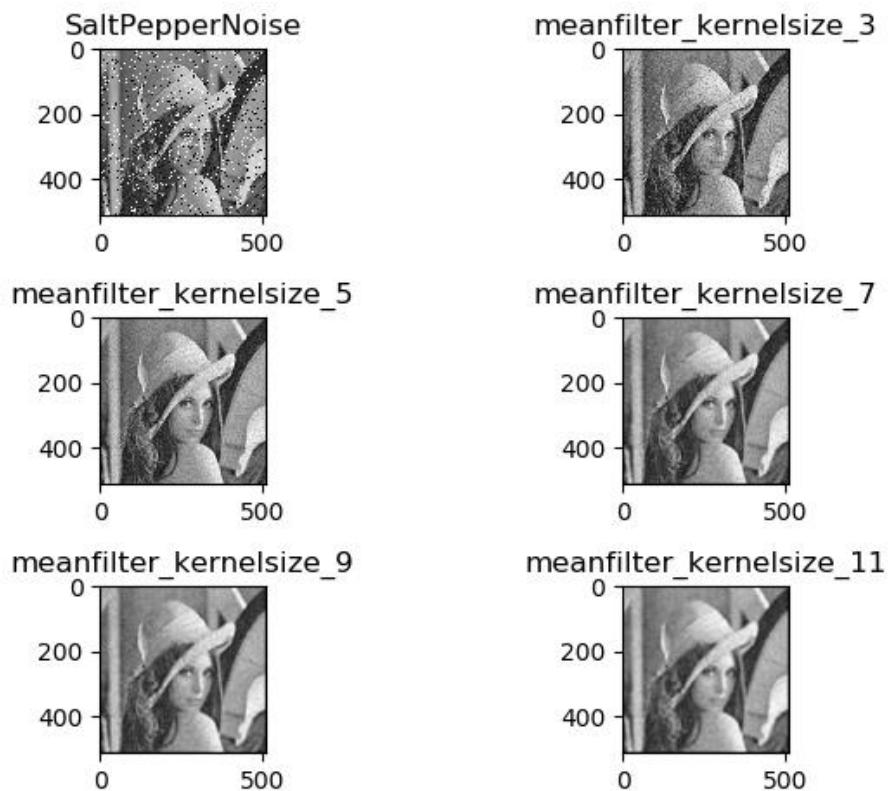


图 2-4 不同尺寸均值滤波器对椒盐噪声的效果图

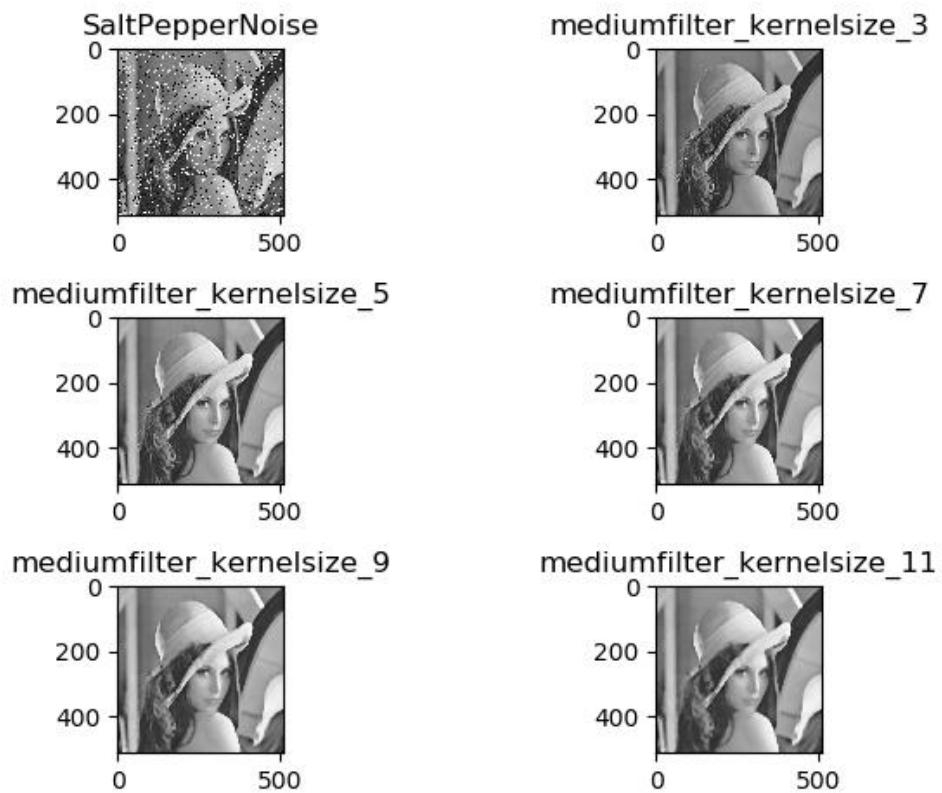


图 2-5 不同尺寸中值滤波器对椒盐噪声的效果图

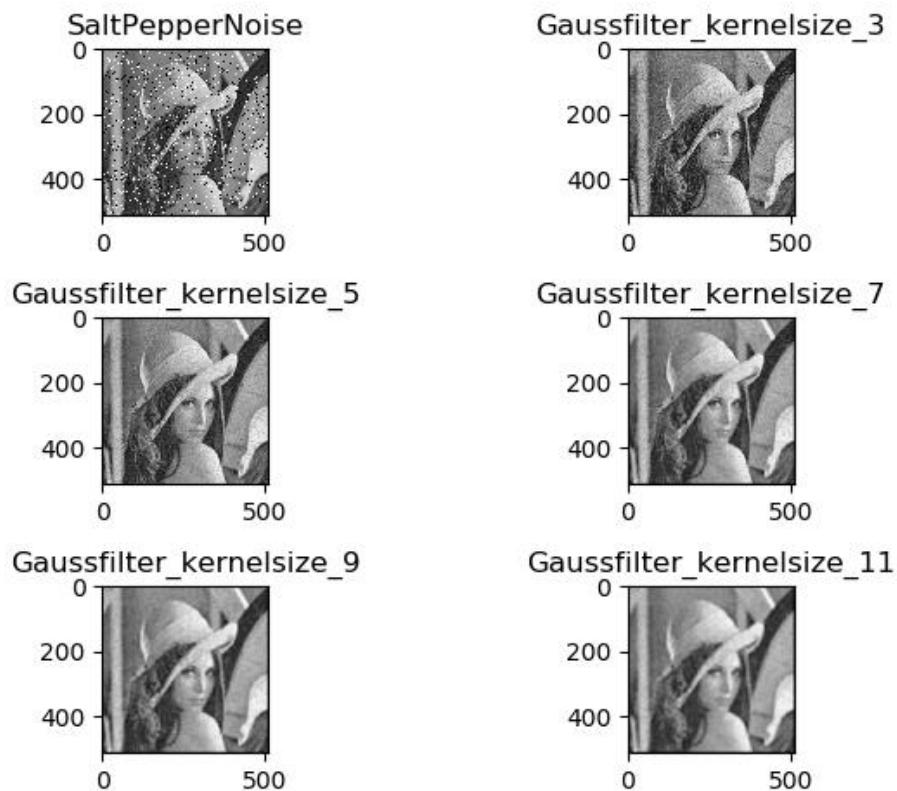


图 2-6 不同尺寸高斯滤波器对椒盐噪声的效果图

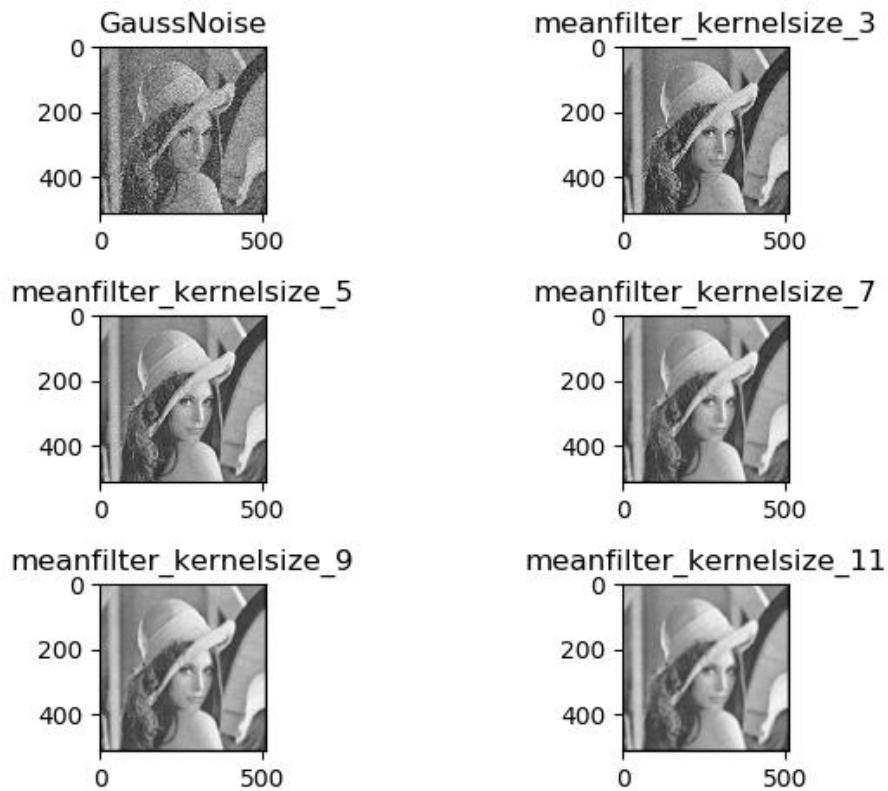


图 2-7 不同尺寸均值滤波器对高斯噪声的效果图

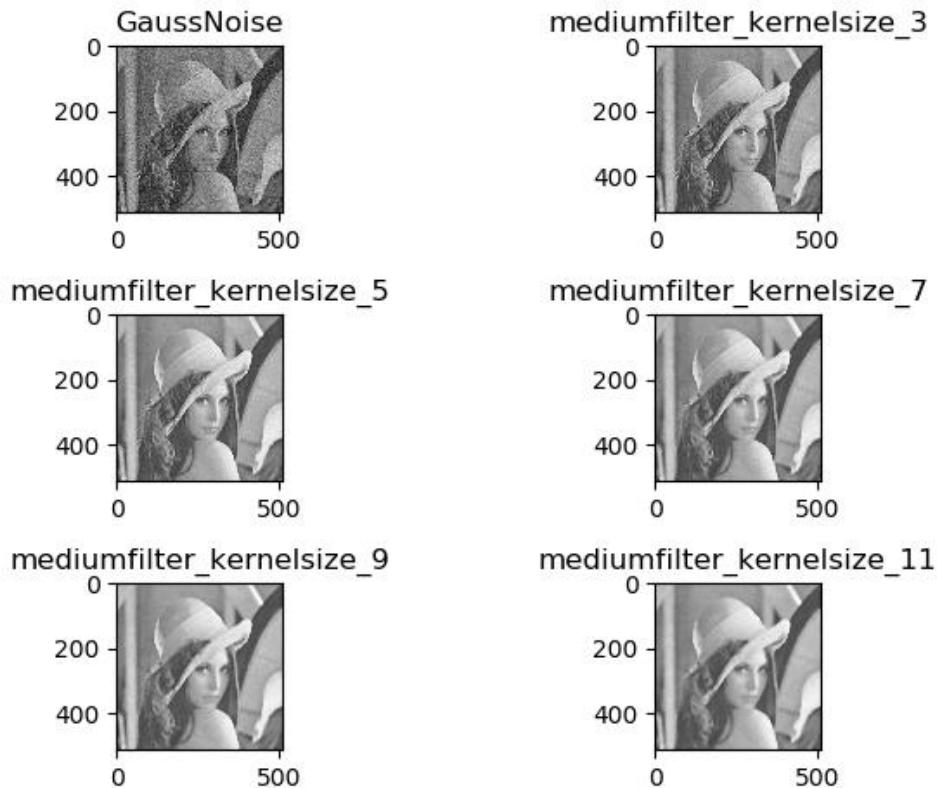


图 2-8 不同尺寸中值滤波器对椒盐噪声的效果图

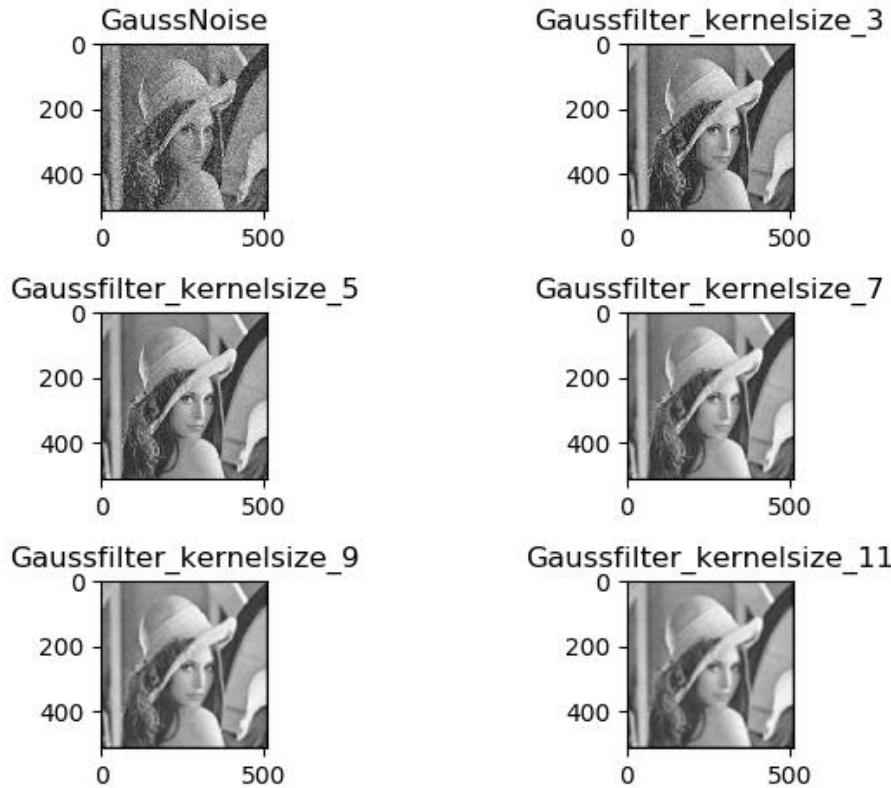


图 2-9 不同尺寸高斯滤波器对椒盐噪声的效果图

由于不同滤波器的参数设置不一样，无法比较不同滤波器之间的性能。但总的来说，

①无论是均值滤波器、中值滤波器还是高斯滤波器，随着滤波器尺寸的变大，在一定的尺寸范围内滤波效果都会变得更好，但是超过这个范围后，滤波效果不在变化，而图像因滤波器尺寸的增大而变得越来越模糊。

②此外，在实验中给定指定参数的情况下，高斯滤波器处理高斯噪声的性能比处理脉冲噪声和椒盐噪声的性能好，而中值滤波器和均值滤波器对于处理脉冲噪声和椒盐噪声的性能比高斯滤波器要好。

三、不同 σ 值的高斯滤波器对三种噪声图片去噪

运行 `main_sigma_test.py` 文件，观察 $\sigma=[5, 10, 15, 20, 25]$ 时对图片的滤波效果。高斯滤波器模板的生成最重要的参数就是高斯分布的标准差 σ 。标准差代表着数据的离散程度，如果 σ 较小，那么生成的模板的中心系数较大，而周围的系数较小，这样对图像的平滑效果就不是很明显；反之， σ 较大，则生成的模板的各个系数相差就不是很大，比较类似均值模板，对图像的平滑效果比较明显。通过下面的结果可以观察到此规律。

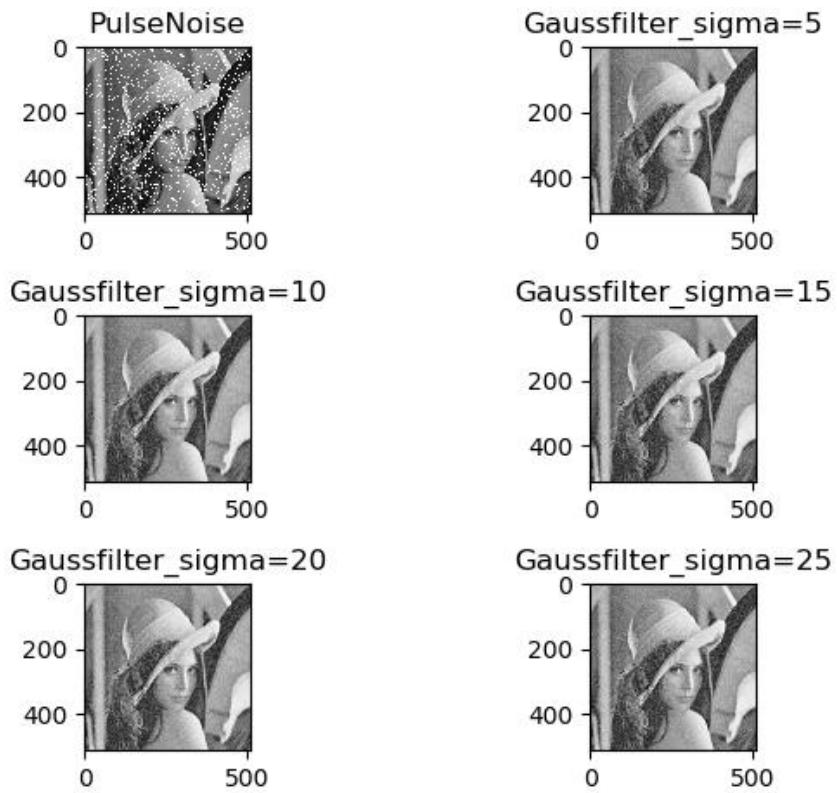


图 3-1 不同 σ 值高斯滤波器对脉冲噪声的效果图

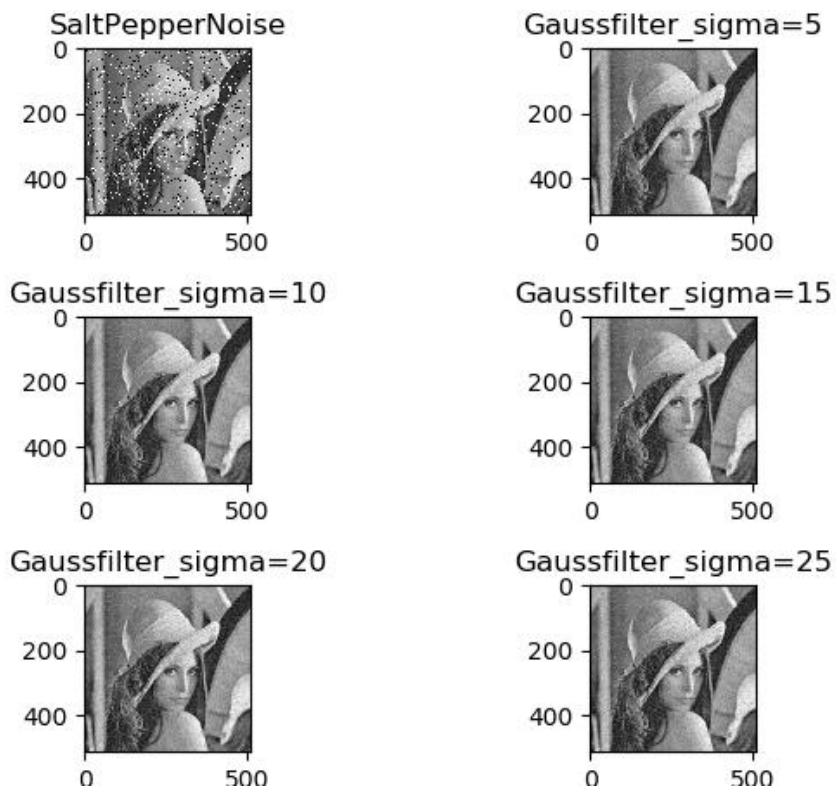


图 3-1 不同 σ 值高斯滤波器对椒盐噪声的效果图

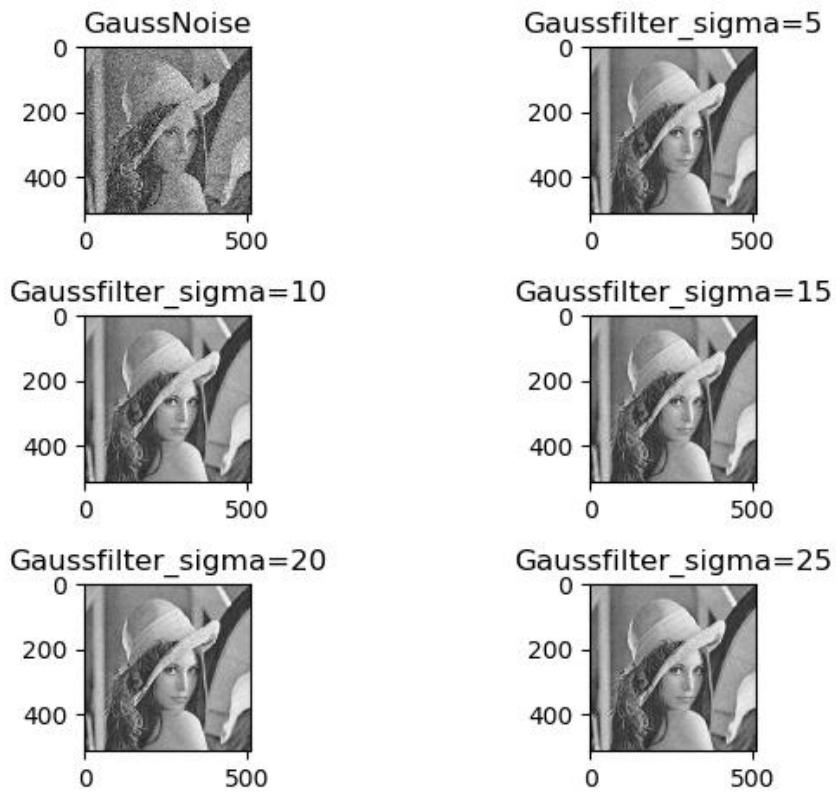


图 3-3 不同 σ 值高斯滤波器对椒盐噪声的效果图