

对四种噪声的不同滤波分析实验

学号：24120027

姓名：陈冰川

班级：2401

1. 四种噪声的来源和特点

图像噪声是由于成像设备、传输过程中的干扰、量化误差、环境等因素引起的图像信号的随机变化。以下是四种常见噪声及其特点：

1.1 加性噪声

来源：

一般是成像传感器的热噪声或环境光源波动等因素造成的随机干扰；模拟电子设备的干扰，如电路噪声，模拟图像获取过程中传感器产生的误差。

特点：

加性噪声是指噪声信号直接叠加到原始图像上，使得图像每个像素的灰度值发生轻微波动。该噪声一般为零均值，并且在整个图像上分布均匀。

表现为图像像素值随机地向上或向下偏移，图像整体偏暗或偏亮。

数学表达式：

$$f(x, y) = g(x, y) + n(x, y)$$

上式中： $n(x, y)$ 是加性的噪声值（随机正负值）， $g(x, y)$ 是原始图像像素值， $f(x, y)$ 是加噪后的图像像素值。

1.2 乘性噪声

来源：

图像在获取或传输过程中，由于干扰强度与信号强度相关而导致的噪声。

特点：

乘性噪声会对图像的灰度值按比例进行放大或缩小，噪声的强度取决于图像信号的值。常见于雷达图像和医学成像中。

表现为图像局部亮度随噪声波动，产生斑驳的效果，导致亮度对比增强或减弱。

数学表达式：

$$f(x, y) = g(x, y) \times (1 + n(x, y))$$

$f(x, y)$ 是加噪后的图像像素值， $g(x, y)$ 是始图像像素值， $n(x, y)$ 是乘性的噪声值（通常为一个小幅度的随机波动）。

1.3 高斯噪声

来源：

大部分传感器的热噪声、电子设备中的随机波动等会产生高斯噪声。常见于大多数通信、图像处理及信号处理中，因为大多数现实系统中噪声都可以被近似为高斯噪声。

特点：

高斯噪声服从正态分布（均值为零，方差为固定值），是成像过程中最常见的噪声类型之一。

表现为图像中像素灰度值随机波动，整体图像受到轻微扰动，但不会出现局部严重噪点。

数学表达式：

$$P(n) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{(n-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$

$P(n)$ 是高斯分布的概率密度函数， σ 是噪声的标准差，控制噪声的强度， μ 是噪声的均值（通常为 0）， n 是噪声的随机变量。

1.4 椒盐噪声

来源：

图像传输过程中的数据丢失或量化误差引起。

特点：

椒盐噪声是图像中随机出现的黑白像素点（即“椒”和“盐”），通常由图像信号的突变或传输中数据错误引起。

表现为图像中出现明显的黑色（0 值）和白色（255 值）孤立像素点，对图像细节影响较大。

数学表达式：

$$f(x, y) = \begin{cases} 0 & \text{with probability } p_s, \\ 255 & \text{with probability } p_p, \\ g(x, y) & \text{with probability } 1 - p_s - p_p. \end{cases}$$

分别表示黑，白，以及自身像素点的概率。

2. 三种滤波器的原理与特点

2.1 均值滤波

原理：

均值滤波通过计算局部窗口内所有像素的平均值来替代中心像素值，从而达到平滑图像的目的。

特点：

能够有效去除均匀分布的随机噪声（如加性噪声、高斯噪声），但容易导致图像模糊。

2.2 高斯滤波

原理:

高斯滤波器基于高斯分布权重进行加权平均，对中心像素附近的像素赋予较大的权重，从而更好地平滑图像。

特点:

对高斯噪声具有最优的平滑效果，能够在去噪的同时较好地保持图像的整体结构。并且高斯滤波对图像边缘的模糊效应较小，适合处理细微随机波动噪声。

2.3 中值滤波

原理:

中值滤波通过计算局部窗口内像素的中值替代中心像素值，从而消除孤立的极值点噪声。

特点:

对孤立的极值点噪声有最优去噪效果，不会导致图像模糊；对其他连续分布的噪声（如高斯噪声）效果较差，容易丢失图像细节。

3.实验结果

本实验基于 MFC 系统，设计直接加入不同的四种噪声于原图，并且通过主观评价与客观评价指标（MSE，PSNR）结合来进行实验结果分析。分别对于四种噪声滤波图片结果如下：

① 对于加性噪声滤波:



a)均值滤波



b) 高斯滤波



c) 中值滤波

图 3-1 加性噪声不同滤波后的效果图

② 对于乘性噪声滤波:



a)均值滤波



b) 高斯滤波



c) 中值滤波

图 3-2 乘性噪声不同滤波后的效果图

③ 对于高斯噪声滤波:



a)均值滤波

b) 高斯滤波

c) 中值滤波

图 3-3 高斯噪声不同滤波后的效果图

④ 对于椒盐噪声滤波:



a)均值滤波

b) 高斯滤波

c) 中值滤波

图 3-4 椒盐噪声不同滤波后的效果图

4. 结果分析与结论

本实验基于 MFC 系统，设计直接加入不同的四种噪声于原图，并且通过主观评价与客观评价指标（MSE，PSNR）结合来进行实验结果分析。如下图片是 MSE，PSNR 指标结果。

左上角是原图，右上角是加噪后的图片，右下角是经过滤波后的图片。

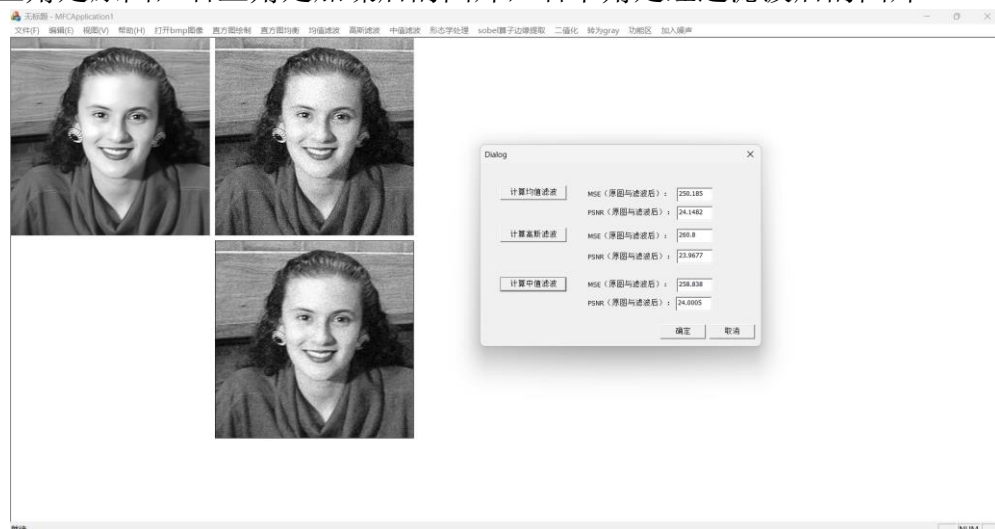


图 4-1 加性噪声分析 MSE，PSNR 结果

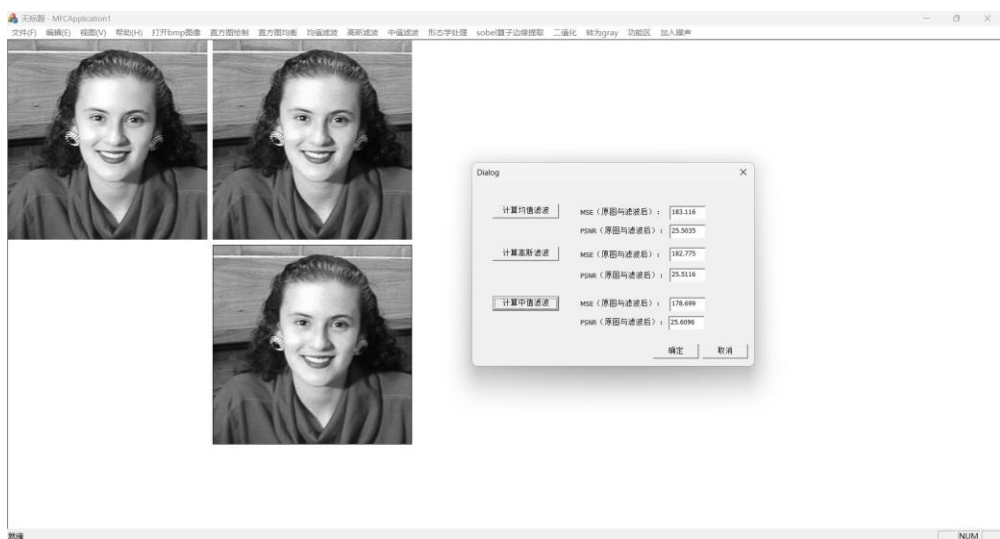


图 4-2 乘性噪声分析 MSE, PSNR 结果

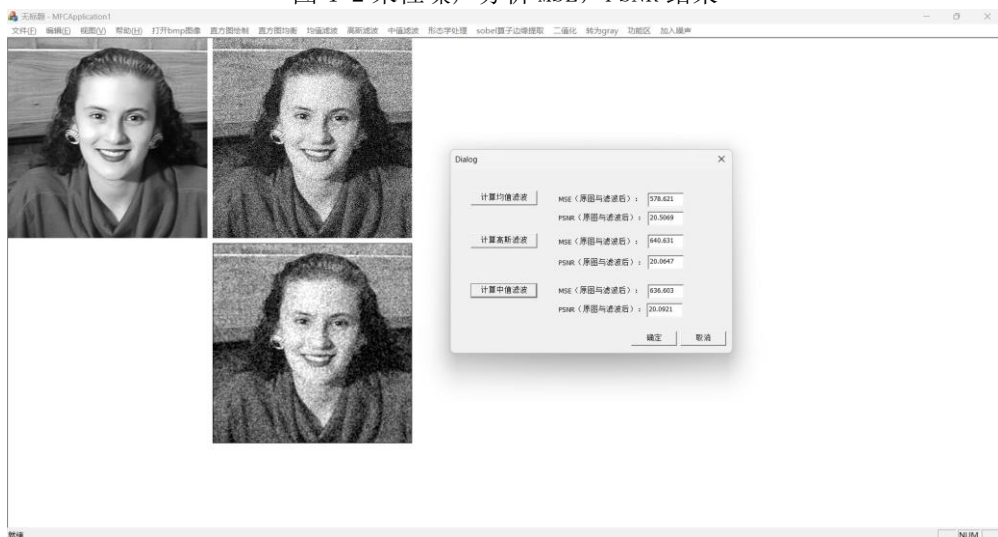


图 4-3 加性噪声分析 MSE, PSNR 结果

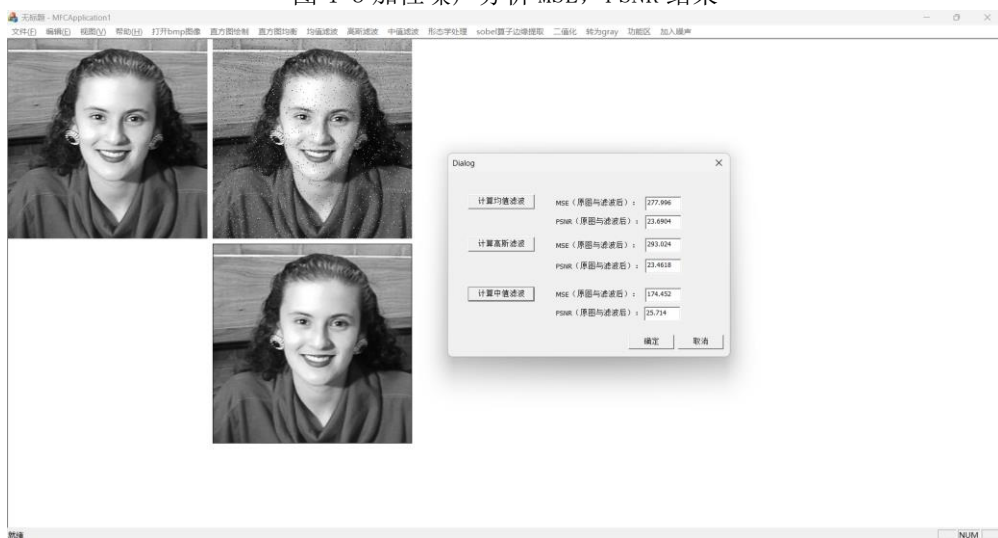


图 4-4 椒盐噪声分析 MSE, PSNR 结果

对于噪声：

① 加性噪声：

如图 4-1 是加性噪声分析 MSE, PSNR 结果与主观判断。

高斯滤波：因为高斯滤波能够平滑整体图像，对加性噪声具有较好的抑制作用。

均值滤波：加性噪声与高斯噪声特性相似，均值滤波同样能够降低随机噪声，但效果稍差于高斯滤波。

中值滤波：对加性噪声的效果一般，因为中值滤波的设计主要针对椒盐噪声，可能无法很好地去除连续的随机噪声。

② 乘性噪声：

如图 4-2 是乘性噪声分析 MSE, PSNR 结果与主观判断。

高斯滤波：高斯滤波器能够平滑乘性噪声的随机波动，保持图像的主要结构特征。

中值滤波：如果乘性噪声的幅度较大，中值滤波在抑制极端噪声值上有较好效果，但整体去噪效果稍逊于高斯滤波。

均值滤波：均值滤波容易导致图像模糊化，对乘性噪声的抑制效果最差。

③ 高斯噪声：

如图 4-3 是高斯噪声分析 MSE, PSNR 结果与主观判断。

高斯滤波：专门设计用于去除高斯噪声，对高斯噪声的平滑效果最佳。

均值滤波：由于高斯噪声的特性，均值滤波也能有效地降低高斯噪声，但会损失更多图像细节。

中值滤波：中值滤波对高斯噪声效果不佳，可能会造成图像边缘模糊。

④ 椒盐噪声

中值滤波：中值滤波在抑制椒盐噪声方面效果最佳，可以有效去除孤立的黑白噪点而不影响图像整体结构。

高斯滤波：虽然高斯滤波能够平滑椒盐噪声，但对于图像中较大的椒盐噪声点，高斯滤波会产生模糊效果，无法完全去除。

均值滤波：均值滤波对椒盐噪声无效，通常只会在噪声点周围产生模糊效应，导致图像质量进一步下降。

对于滤波器选取的建议总结如下：

高斯滤波器：适合处理加性噪声、乘性噪声和高斯噪声，能有效平滑图像细节，但对椒盐噪声效果一般。

均值滤波器：主要用于去除加性和高斯噪声，但容易导致图像模糊。

中值滤波器：适用于去除椒盐噪声和极端值干扰，对大幅度噪声具有良好的去除效果，但对平滑噪声的表现较差。