

◆ 信号滤波实验

- 一、实验概述
- 二、生成用于实验的离散信号
- 三、利用低通滤波对实验信号去噪
- *四、试运用低通滤波进行二维信号的去噪实验

一、实验概述

实验目的 (1) 能利用低通滤波方法对离散信号进行去噪处理
(2) 重点掌握均值滤波方法与中值滤波方法。

实验内容 (1) 设计并生成用于实验的若干离散低频信号。
● 在这些信号中分别添加了具有不同信噪比的均匀噪声、高斯噪声以及孤立噪声。
(2) 对实验信号进行滤波去噪。
● 分别用不同的滤波方法进行去噪实验。
*(3) 试对二维信号进行滤波去噪。

一、实验概述

实验要求 (1) 编程实现有关实验内容。

- 编程语言不限；程序规范，通用性强。

(2) 完成实验报告，包括：

- 基本原理与方法；
- 实验方案与设计；
- 实验结果与分析；
- 源程序（必要的注释）。
- 方法说明、程序说明及使用说明。（可选）

二、生成用于实验的离散低频信号

1. 信号的噪声

- 信号的噪声分为乘性噪声与加性噪声。

本实验仅考虑加性噪声，包括随机噪声与孤立噪声。

随机噪声 出现在信号的每一点上，但噪声的幅值是随机的；常见的随机噪声有均匀噪声和高斯噪声。

孤立噪声 出现的位置是随机的，但噪声的幅值相对比较大，且通常是基本相同的。对于二维信号，孤立噪声又称为椒粒噪声、盐粒噪声以及椒盐噪声。

二、生成用于实验的离散低频信号

2. 峰值信噪比

峰值均方差 $PMSE = \frac{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (\tilde{x}_n - x_n)^2}{A^2}$.

其中， $\{x_n\}$ 为原始信号， $\{\tilde{x}_n\}$ 为降质信号；

$$A = \max\{x_n\} \text{ 或者 } A = \max\{x_n\} - \min\{x_n\}.$$

峰值信噪比 $PSNR = -10 \cdot \log_{10}(PMSE)$. (dB)

- 峰值信噪比用于定量刻画信号中噪声的强弱程度。
- 对于二维信号，可以同样地定义峰值信噪比。

二、生成用于实验的离散低频信号

3. 实验信号的设计与生成举例

步骤 (1) 原始信号由频率分别为 2Hz 和 5 Hz 的正弦信号合成。
时间跨度为 2 秒即

$$x(t) = 5 \sin 4\pi t + 3 \sin 10\pi t, \quad (0 \leq t \leq 2).$$

- (2) 以 4ms 为采样间隔对连续信号(1) 进行抽样。
- (3) 对抽样后的信号, 在 0.5 秒到 2 秒这一段时间内添加各种噪声, 并以文件的形式保存。
- (4) 从文件中读取信号数据, 并显示其曲线。

二、生成用于实验的离散低频信号

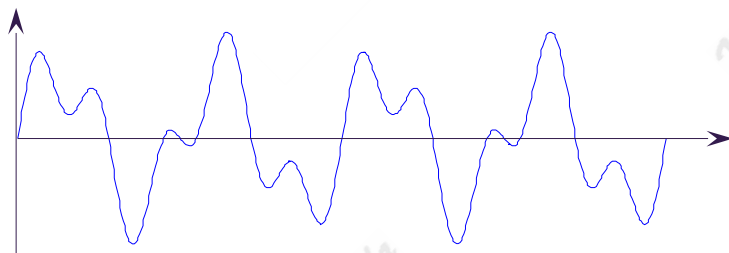
3. 实验信号的设计与生成举例

- 本实验在 Matlab 中所涉及到的部分函数：

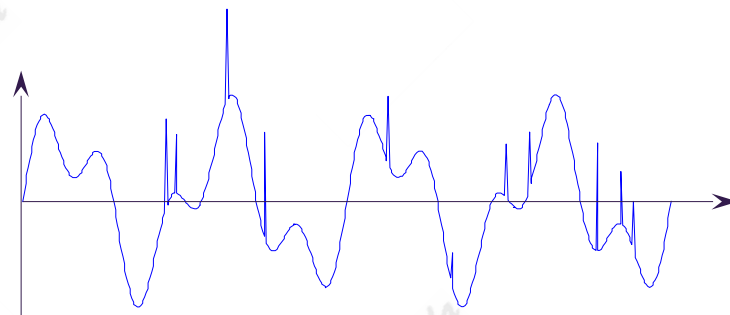
fopen	创建或打开文件；
fprintf	将数据以指定的格式写入文件；
fscanf	从文件中读出数据；
fclose	关闭文件；
save	将数据以固定的格式写入文件 (.mat) ；
load	从文件 (.mat) 中装载数据；
randn	产生高斯分布的随机序列；
rand	产生均匀分布的随机序列；

二、生成用于实验的离散低频信号

3. 实验信号的设计与生成举例

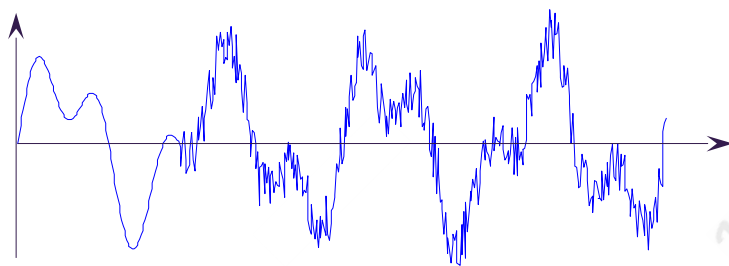


原始信号



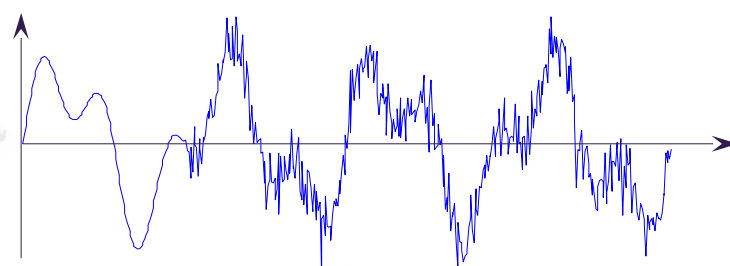
添加孤立噪声

($PSNR = 25.79$ dB)



添加均匀噪声

($PSNR = 23.65$ dB)



添加高斯噪声

($PSNR = 23.04$ dB)

三、利用低通滤波对实验信号去噪

1. 滤波实验的设计内容

- 本实验共采用了四种滤波方法对实验信号进行滤波实验。

内容 (1) 中值滤波 采用的是相邻七点中值滤波。

(2) 均值滤波 采用的是相邻七点均值滤波。

(3) 理想低通滤波

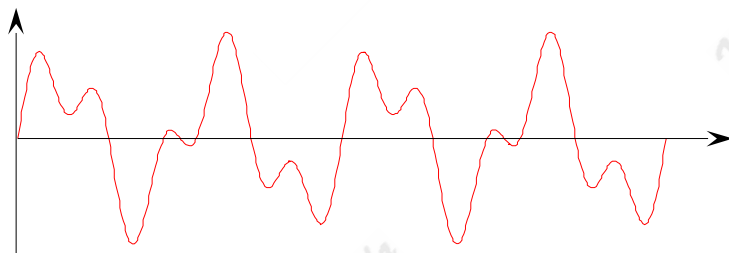
通带的截止频率为 15Hz ，对滤波因子以 4ms 采样半因子长度为 25 。

(4) 线性镶边理想低通滤波

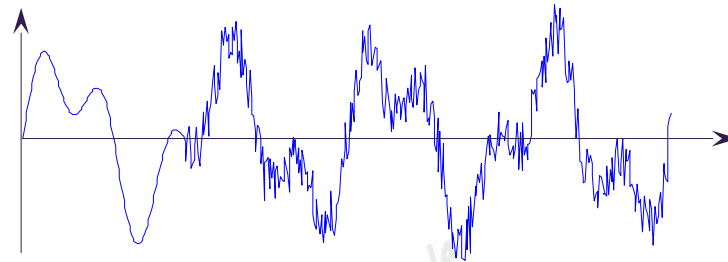
通带与过渡带的截止频率分别为 10Hz 和 20Hz 。

三、利用低通滤波对实验信号去噪

2. 均匀噪声的去噪实验示例

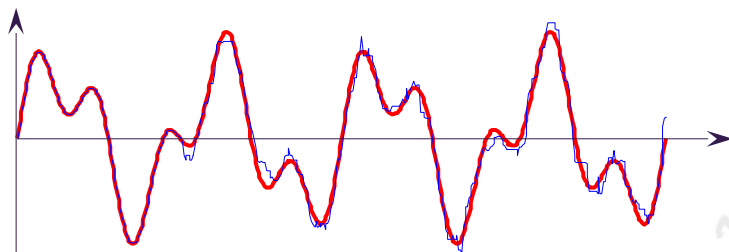


原始信号



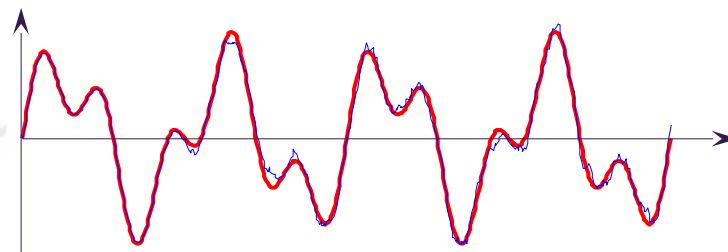
添加均匀噪声

($PSNR = 23.65$ dB)



中值滤波

($PSNR = 28.65$ dB)

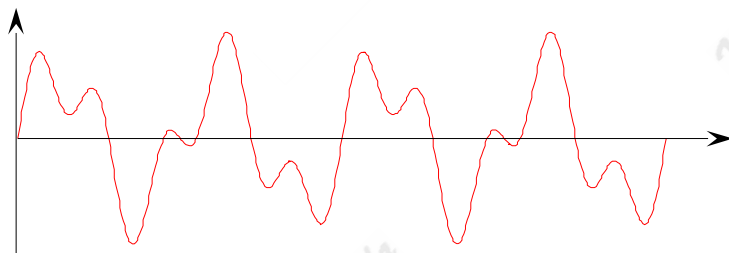


均值滤波

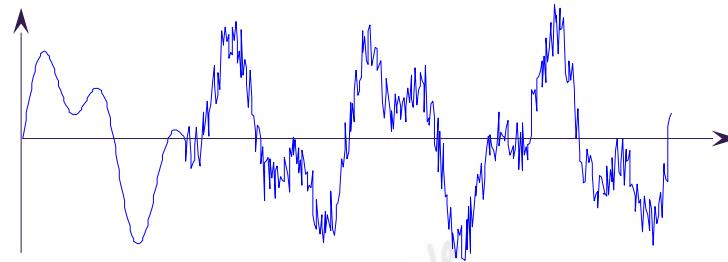
($PSNR = 31.52$ dB)

三、利用低通滤波对实验信号去噪

2. 均匀噪声的去噪实验示例

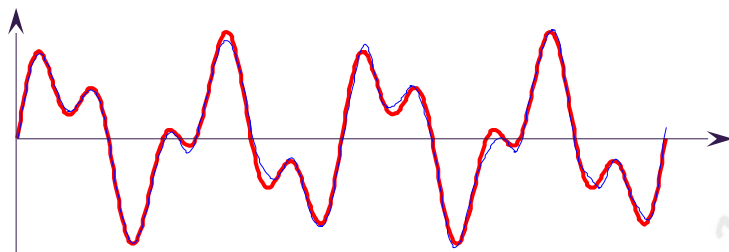


原始信号



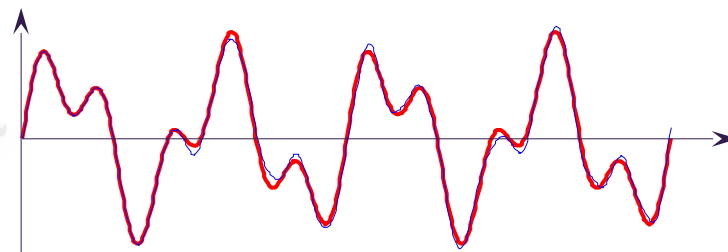
添加均匀噪声

($PSNR = 23.65$ dB)



理想低通滤波

($PSNR = 31.72$ dB)

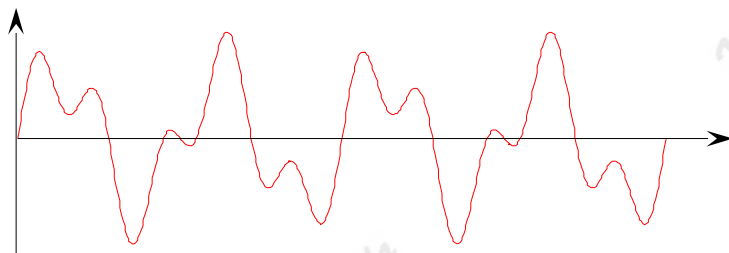


线性镶边理想低通滤波

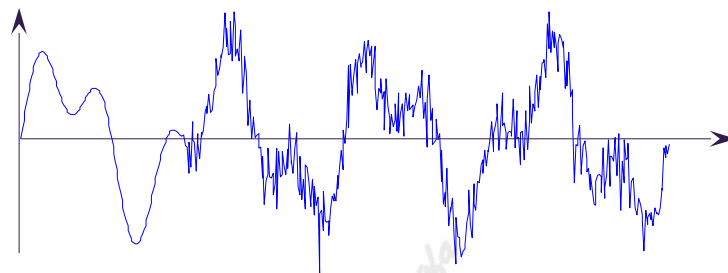
($PSNR = 32.88$ dB)

三、利用低通滤波对实验信号去噪

3. 高斯噪声的去噪实验示例

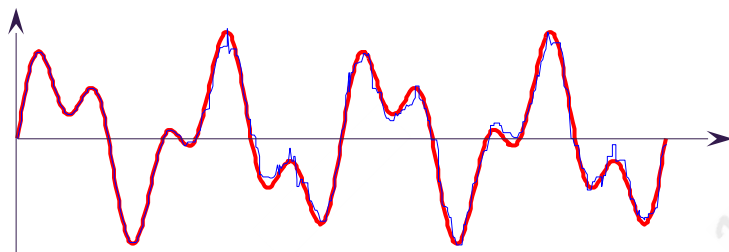


原始信号



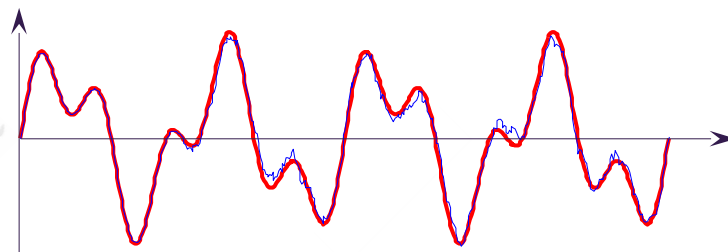
添加高斯噪声

($PSNR = 23.04$ dB)



中值滤波

($PSNR = 29.52$ dB)

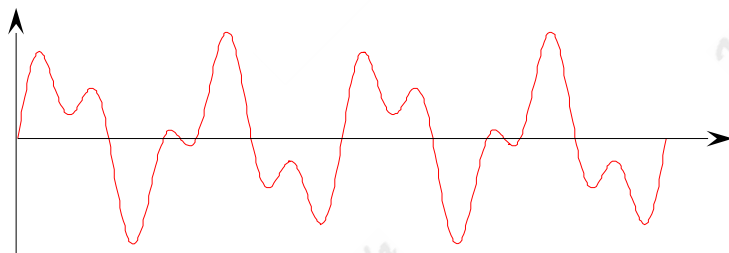


均值滤波

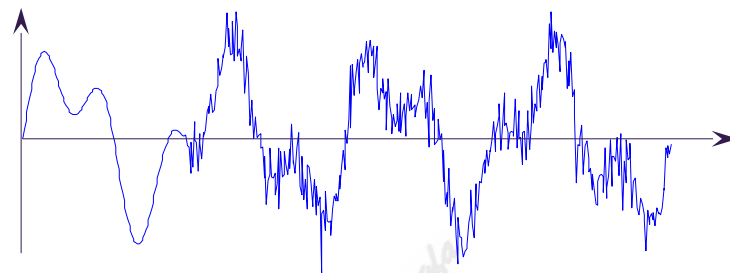
($PSNR = 30.88$ dB)

三、利用低通滤波对实验信号去噪

3. 高斯噪声的去噪实验示例

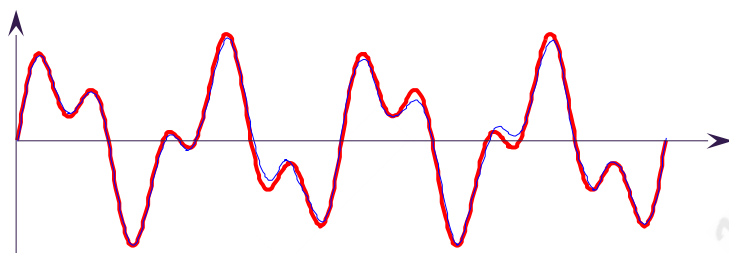


原始信号



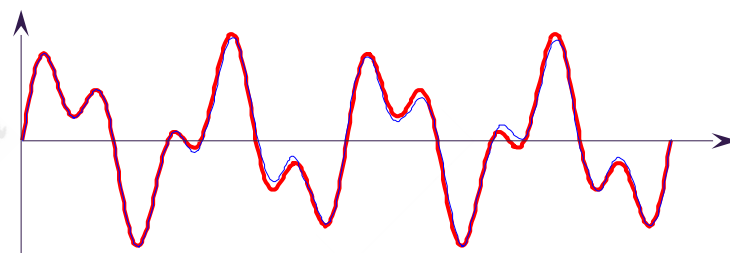
添加高斯噪声

($PSNR = 23.04$ dB)



理想低通滤波

($PSNR = 31.88$ dB)

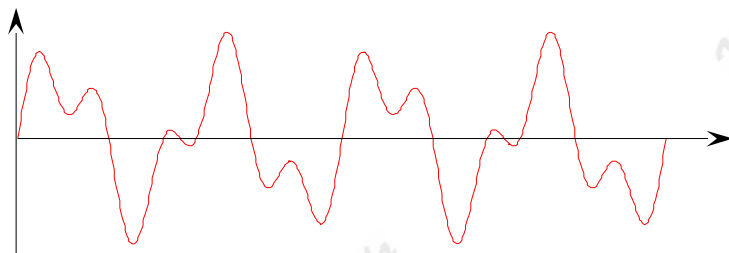


线性镶边理性低通滤波

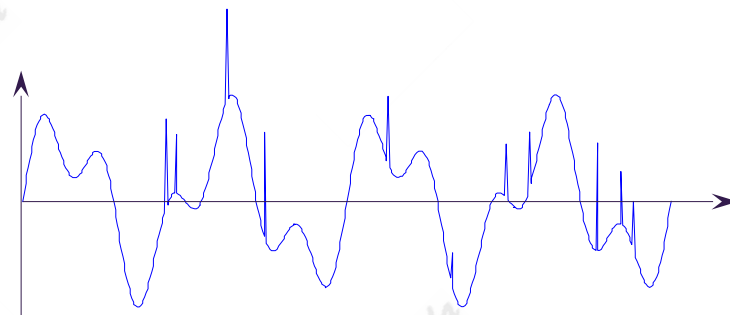
($PSNR = 32.36$ dB)

三、利用低通滤波对实验信号去噪

4. 孤立噪声的去噪实验示例

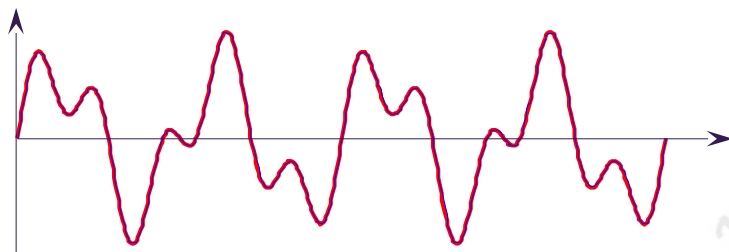


原始信号



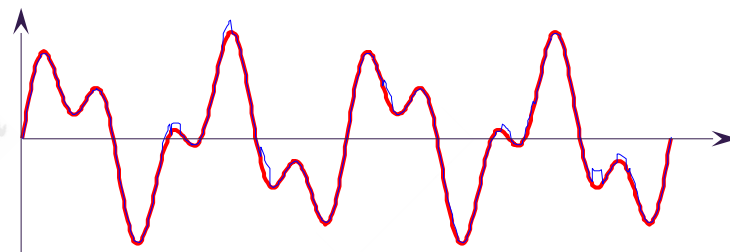
添加孤立噪声

($PSNR = 25.79$ dB)



中值滤波

($PSNR = 45.63$ dB)

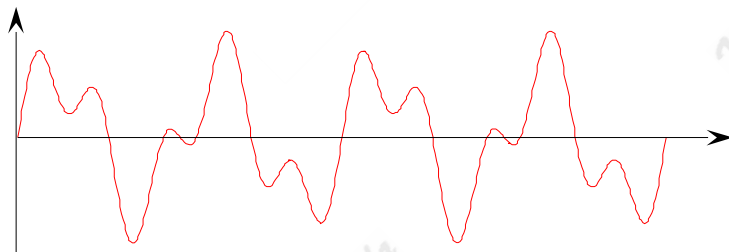


均值滤波

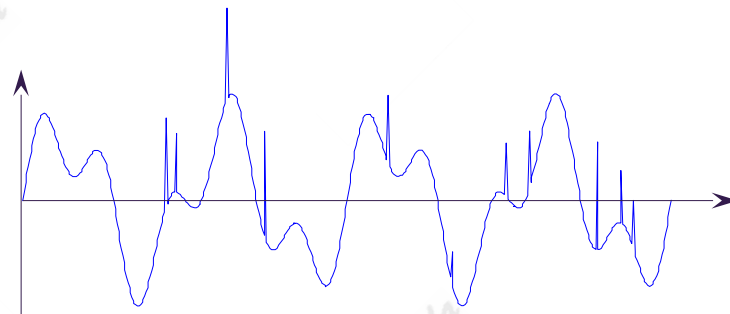
($PSNR = 33.98$ dB)

三、利用低通滤波对实验信号去噪

4. 孤立噪声的去噪实验示例

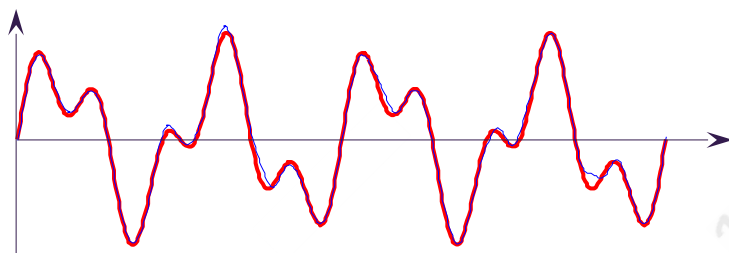


原始信号



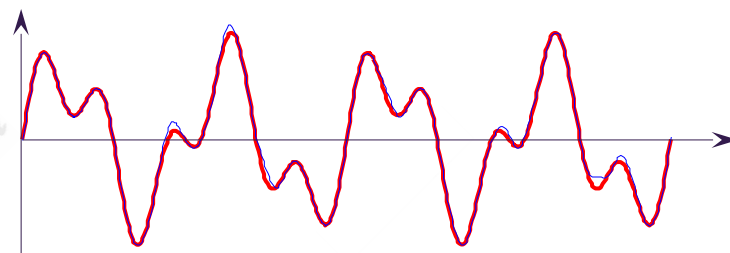
添加孤立噪声

($PSNR = 25.79$ dB)



理想低通滤波

($PSNR = 33.62$ dB)



线性镶边理想低通滤波

($PSNR = 35.39$ dB)

*四、试运用低通滤波进行二维信号的去噪实验

1. 二维信号（图像）及其噪声示例



原始图像



添加均匀噪声
($PSNR = 25.04$ dB)

*四、试运用低通滤波进行二维信号的去噪实验

1. 二维信号（图像）及其噪声示例



原始图像



添加椒盐噪声

($PSNR = 23.92$ dB)

*四、试运用低通滤波进行二维信号的去噪实验

2. 均匀噪声的去噪实验示例



原始图像



中值滤波

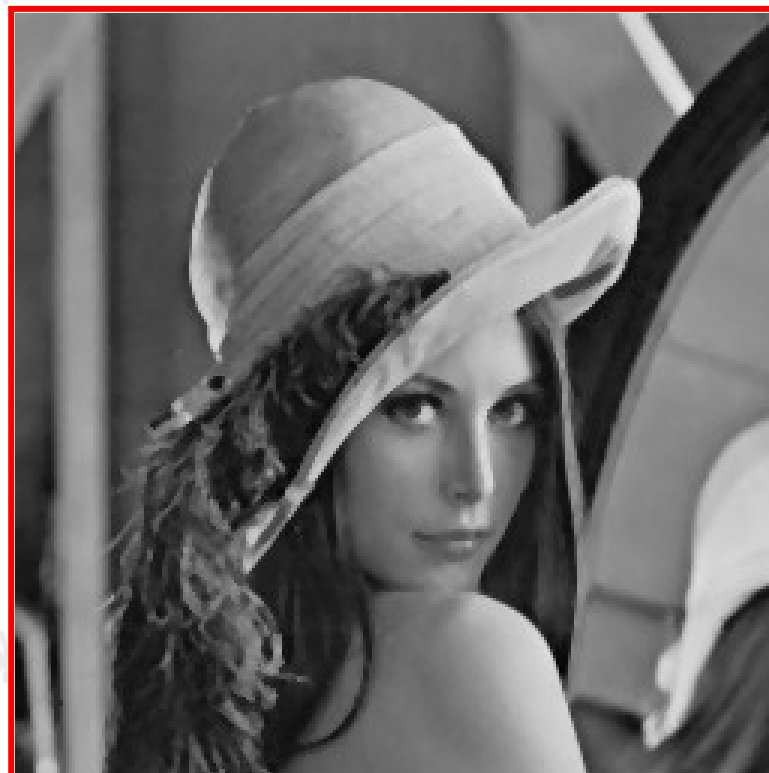
($PSNR = 27.78$ dB)

*四、试运用低通滤波进行二维信号的去噪实验

3. 椒盐噪声的去噪实验示例



原始图像



中值滤波

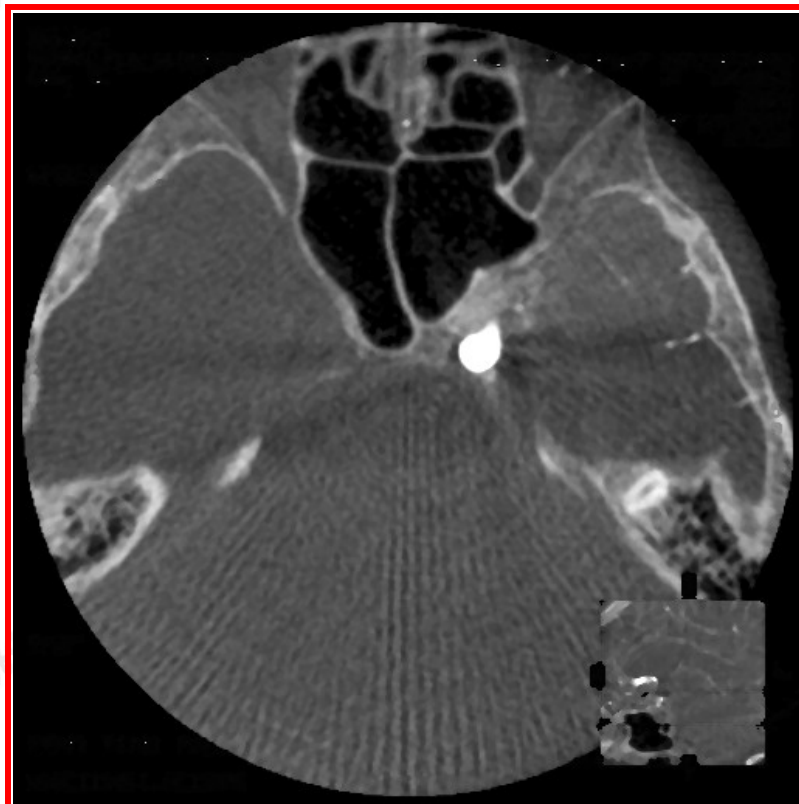
($PSNR = 31.07$ dB)

*四、试运用低通滤波进行二维信号的去噪实验

4. 实际应用（非去噪）实验示例



原始图像



中值滤波

