

Chapter 6. 图像平滑

6.2. 简单均值滤波: (以 3×3 为例)

原理: $\begin{bmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ a_4 & a_5 & a_6 \\ a_7 & a_8 & a_9 \end{bmatrix}$ 中 $a_5 = \sum_{i=1}^9 a_i$

\therefore 拓展至 $n \times n$ 情况:

在滤波时需注意以下计算:

① 步长 step: $step = M - len + 1$.

$\begin{cases} M: x \text{ 或 } y \text{ 轴图像像素数} \\ len: \text{模板边长} \end{cases}$

* $len = r \times 2 + 1$. r 为邻域半径!

② 滤波结果存放坐标 (x, y)

$\begin{cases} x = i + (len - 1) / 2 \\ y = j + (len - 1) / 2 \end{cases}$

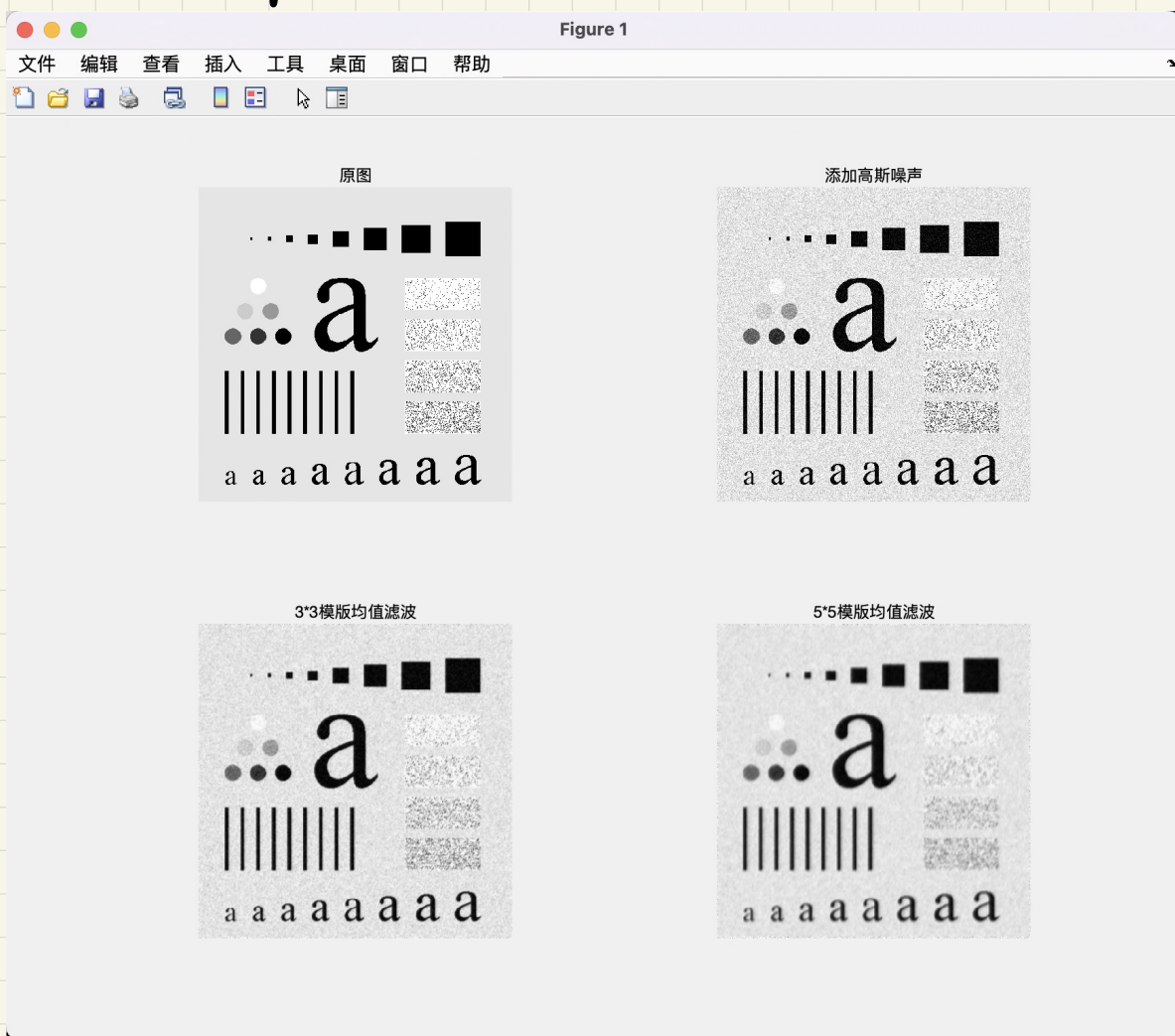
(i, j) 为: 滤波器左上角所在图像中的坐标

eg: $\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 6 & 7 & 8 & 9 & 10 \\ 11 & 12 & 13 & 14 & 15 \\ \vdots & & & & \end{bmatrix}$

$\rightarrow (i, j)$ (red arrow pointing to 3)

$\rightarrow (x, y)$ (blue arrow pointing to 9)

6.2 程序运行结果：



可以看到：3x3模板滤波与5x5模板滤波：

3x3: { 图像较为清晰
| 降噪效果一般

5x5: { 图像较为模糊。
| 降噪效果较好。

6.3. 高斯滤波

原理：由于噪声分布不均匀，只考虑周边的像素灰度值明显不合理。

故，根据周边像素灰度值的正态（即高斯）分布进行加权求和更合理。

模板求法：以 3×3 为例：

$$\begin{bmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ a_4 & a_5 & a_6 \\ a_7 & a_8 & a_9 \end{bmatrix}$$

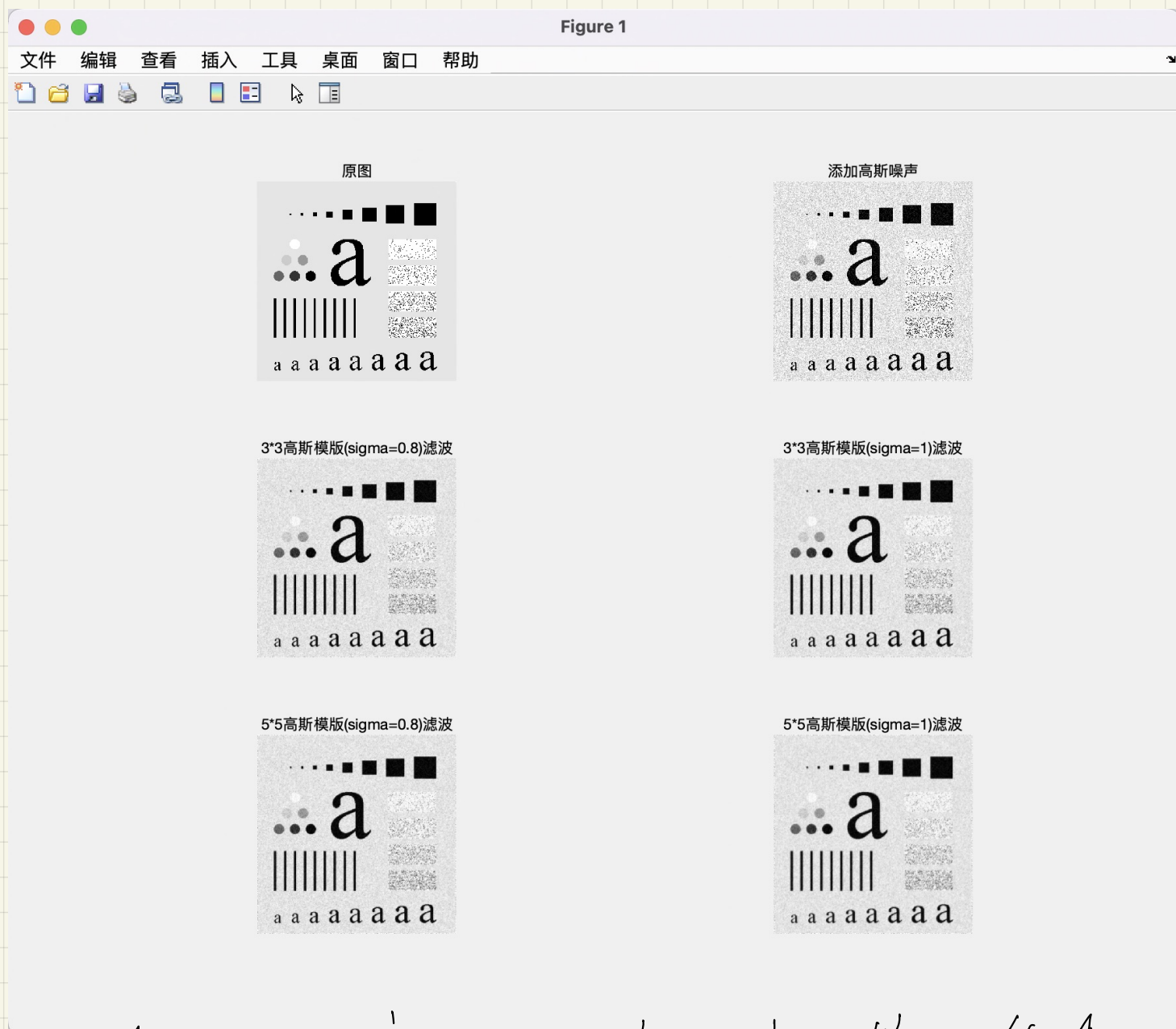
a_5 为模板中心：
(0,0)

(-1,-1)	(-1,0)	(-1,1)
(0,-1)	(0,0)	(0,1)
(1,-1)	(1,0)	(1,1)

$$\therefore H(x,y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \cdot e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$$

p.s. 计算 H 之后，需归一化，使 $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n H(i,j) = 1$

6.2 程序运行结果



可以看到：对于高斯噪声，高斯滤波较均值滤波，降噪效果更好！

同时，5x5模板的模糊程度也较于3x3模板提高许多！

且： $\left\{ \begin{array}{l} \sigma \uparrow : \text{平滑更多 (模糊)} \\ \sigma \downarrow : \text{平滑更少 (清晰)} \end{array} \right.$

6.3 中值滤波

原理：中值滤波理解容易： $n \times n$ 模板
即框住 $n \times n$ 个元素后，展开为一个
 $(n \times n) \times 1$ 的向量。

排序后取 中值 为新灰度值

eg. 3×3 : $\begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 1 & 2 & 2 \\ 5 & 7 & 6 \end{bmatrix} \Rightarrow 9 \times 1: [1 \ 2 \ 1 \ 1 \ 2 \ 2 \ 5 \ 7 \ 6]$

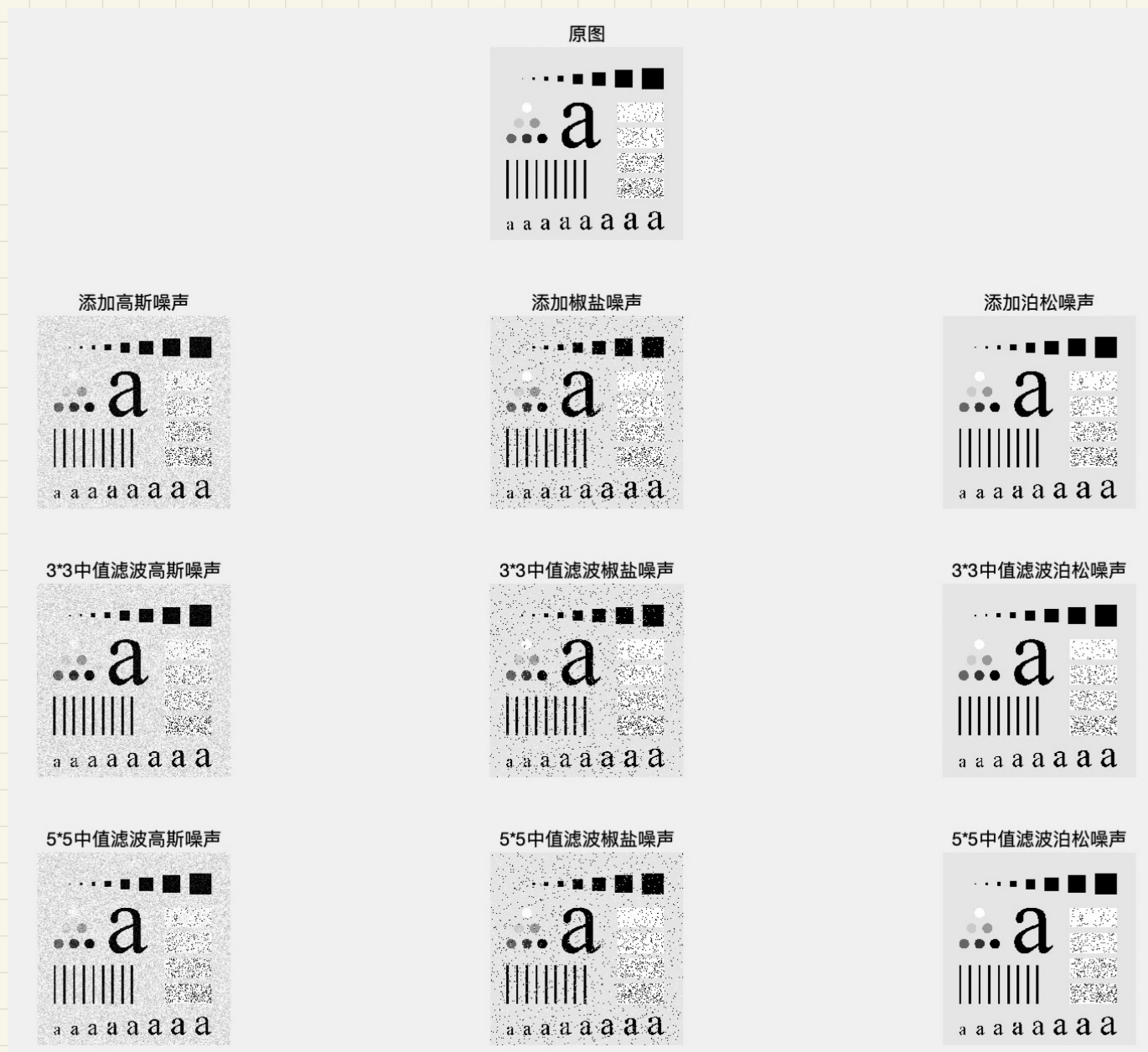
\Downarrow sort

$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 1 & 2 & 2 \\ 5 & 7 & 6 \end{bmatrix} \Leftarrow 9 \times 1: [1 \ 1 \ 1 \ 2 \ 2 \ 2 \ 5 \ 7 \ 6]$

↑ 中值.

Tip: 这里 2 不一定是原本的 2.
只是值相等.

6.3 程序运行结果.



程序中为图片加入了3种噪声:高斯~椒盐~泊松~
以测试中值滤波适合对哪种噪声降噪.

从图中可看出:中值滤波更适合椒盐噪声

幅值相等
位置随机

而均值滤波更适合高斯噪声

幅值变化(正态分布)
位置一定