

**图像噪声的概念：**图像在摄取时或是传输时所受到的随机干扰信号。

常见的有椒盐噪声和高斯噪声。

椒盐噪声：出现位置是随机的，但噪声的幅值是基本相同的。

高斯噪声：出现在位置是一定的(每一点上)，但噪声的幅值是随机的。

## 图像噪声的抑制方法

设计噪声抑制滤波器，在尽可能保持原图信息的基础上，抑制噪声。

### 均值滤波器

**原理：**在图像上，对待处理的像素给定一个模板，该模板包括了其周围的邻近像素。将模板中的全体像素的均值来替代原来的像素值。

处理方法：以模板运算系数表示

$$H_0 = \frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & \textcircled{1} & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

待处理像素

示例：边框保留不变的效果

1	2	1	4	3
1	2	2	3	4
5	7	6	8	9
5	7	6	8	8
5	6	7	8	9

C=6.6316

→

1	2	1	4	3
1	3	4	4	4
5	4	5	6	9
5	6	7	8	8
5	6	7	8	9

C=5.5263

**均值滤波器的缺点**是会使图像变的模糊，原因是它对所有的点都是同等对待，在将噪声点分摊的同时，将景物的边界点也分摊了。

**改进：**加权值滤波

■ 如下，是几个典型的加权平均滤波器：

$$H_1 = \frac{1}{10} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{示例}$$
$$H_2 = \frac{1}{16} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{示例}$$
$$H_3 = \frac{1}{8} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{示例}$$
$$H_4 = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & \frac{1}{4} & 0 \\ \frac{1}{4} & 1 & \frac{1}{4} \\ 0 & \frac{1}{4} & 0 \end{bmatrix} \quad \text{示例}$$

### 中值滤波器

即使是加权均值滤波，改善的效果也是有限的。必须改换滤波器的设计思路。

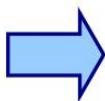
- 因为噪声（如椒盐噪声）的出现，使该点像素比周围的像素亮（暗）许多。
- 如果在某个模板中，对像素进行由小到大排列的重新排列，最亮的或是最暗的点一定被排在两侧。

- 取模板中排在**中间位置上的像素**的灰度值替代待处理像素的值，就可以达到滤除噪声的目的。

示例

1	2	1	4	3
1	2	2	3	4
5	7	6	8	9
5	7	6	8	8
5	6	7	8	9

C=6.6316



1	2	1	4	3
1	2	3	4	4
5	5	6	6	9
5	6	7	8	8
5	6	7	8	9

C=5.5263

对于椒盐噪声，中值滤波效果比均值滤波效果好；对于高斯噪声，均值滤波效果比中值滤波效果好。

### 边界保持类滤波器

经过平滑滤波处理之后，图像就会变得模糊。图像上的景物之所以可以辨认清楚是因为**目标物之间存在边界**。而边界点与噪声点都具有**灰度的跃变特性**。所以平滑处理会同时将边界也处理了。

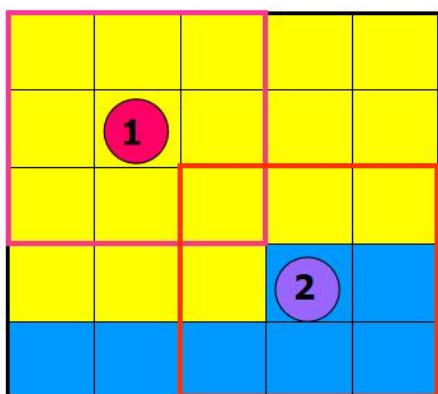
在进行平滑处理时，首先**判别当前像素是否为边界上的点**，如果是，则不进行平滑处理；如果不是，则进行平滑处理。

### K近邻(KNN)平滑滤波器

原理分析

边界保持滤波器的核心是确定边界点与非边界点。

点1是黄色区域的非边界点，点2是蓝色区域的边界点。点1模板中的像素是同一区域的；点2模板中的像素包括了两个区域。



在模板中，分别选出5个与点1或点2灰度值最相近的点进行计算，则不会出现两个区域信息的混叠平均，就达到了边界保持的目的。

### 实现算法


- 以待处理像素为中心，作一个  $m \times m$  的作用模板。
- 在模板中，选择**K个**与待处理像素的**灰度差为最小**的像素。

3) 将这K个像素的灰度均值替换掉原来的像素值。

例题：

**[例]** 下图，给定  $3 \times 3$  模板， $K = 5$ 。

1	2	1	4	3
1	2	2	3	4
5	7	6	8	9
5	7	6	8	8
5	6	7	8	9



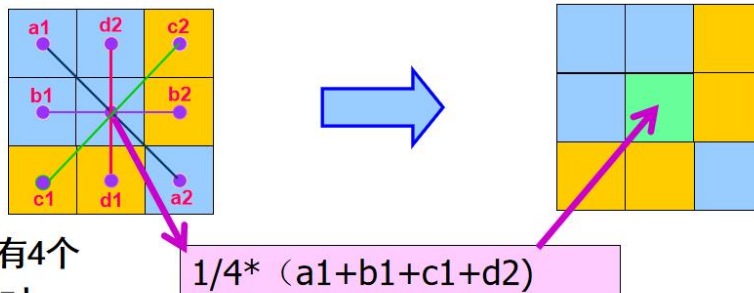
1	2	1	4	3
1	2	2	3	4
5	6	7	8	9
5	7	6	8	8
5	6	7	8	9

$$(7+8+8+8+8)/5=7.8=8$$

KNN滤波器因为有了边界保持的作用，所以在去除椒盐以及高斯噪声时，保持清晰度效果很好，但是算法的复杂度增加了。

**基本原理：**

算法示意图如下：从模板中的对称点对的二个点中选出一个与待处理像素值最接近的点。然后对选出的点做均值运算。



3x3模板, 有4个  
对称点对

$$1/4 * (a1+b1+c1+d2)$$

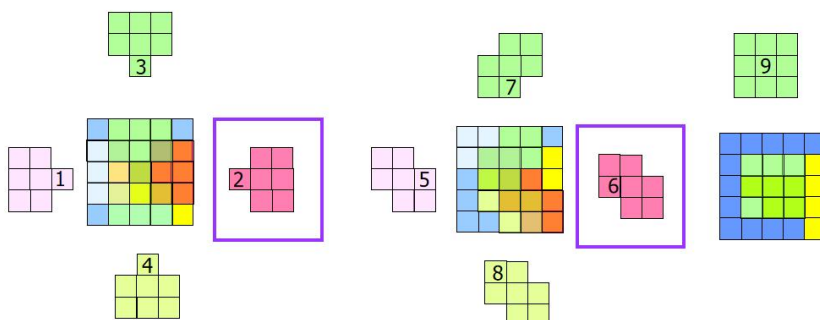
**最小方差平滑滤波器**

**基本原理：**

将属于同一个区域的可能的相邻关系以9种模板表示出来，然后计算每个模板中的灰度分布方差，以方差最小的那个模板的均值替代原像素值。

**模板结构：**

■ 模板如下：本例在第2和第6中选择一个方差小的。

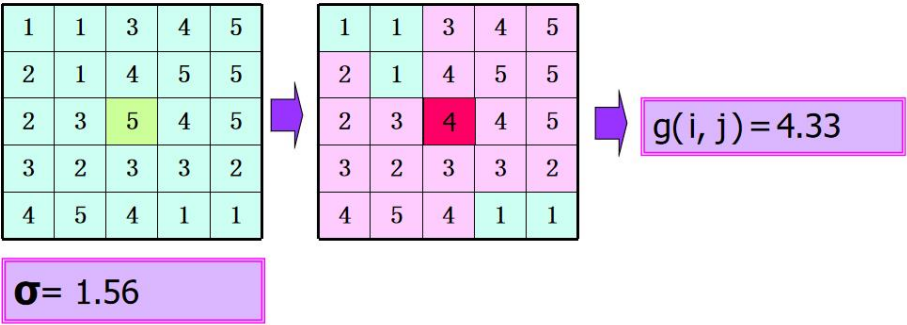


# Sigma平滑滤波器

## 基本原理：

根据统计数学的原理，属于同一类别的元素的置信区间，落在均值附近  $\pm 2\sigma$  范围之内。  
Sigma滤波器是构造一个模板，计算模板的标准差 $\sigma$ ，置信区间为当前像素值的 $\pm 2\sigma$ 范围。  
将模板中落在置信范围内的像素的均值替换原来的像素值。

■ 如下，是一个 5x5 的模板。



置信区间为：  
 $[ f(i,j) - 2\sigma, f(i,j) + 2\sigma ] = [ 5 - 3.12, 5 + 3.12 ] = [ 1.88, 8.12 ]$