



# 关于图像噪声的抑制

# 第5章 图像噪声的抑制

5.1 图像噪声的基本概念

5.2 均值滤波

5.3 中值滤波

5.4 低通滤波

5.5 多帧图像平均

5.6 边界保持类平滑滤波

## 5.1 图像噪声的基本概念


噪声可以理解为“妨碍人们感觉器官对所接收的信源信息理解的因素”。

描述噪声的方法完全可以借用随机过程及其概率分布函数和概率密度函数，通常是用其数字特征，即均值方差、相关函数等进行处理。

### 1. 图像噪声的分类

■ 按产生原因分类：分为外部噪声和内部噪声。

外部噪声是指系统外部干扰从电磁波或经电源传进系统内部而引起的噪声，如电气设备、天体放电现象等引起的噪声。主要外部干扰如下：

- (1) 由光和电的基本性质所引起的噪声。 
- (2) 电器的机械运动产生的噪声。
- (3) 元器件材料本身引起的噪声。
- (4) 系统内部设备电路所引起的噪声。

■ **按统计特性分类：分为平稳噪声和非平稳噪声**

统计特性不随时间变化的噪声称为平稳噪声；  
统计特性随时间变化的噪声称为非平稳噪声。

■ **按噪声和信号之间的关系分类：**

**分为加性噪声和乘性噪声。**

假定信号为 $S(t)$ ，噪声为 $n(t)$ ，

- **加性噪声**：如果混合叠加波形是 $S(t)+n(t)$ 形式，则称其为加性噪声；
- **乘性噪声**：如果叠加波形为 $S(t) [1+n(t)]$ 形式，则称其为乘性噪声。

为了分析处理方便，往往将乘性噪声近似认为加性噪声，而且总是假定信号和噪声是互相独立的。

## 2. 图像系统噪声特点

- 噪声在图像中的分布和大小不规则  $\psi$
- 噪声与图像之间具有相关性
- 噪声具有叠加性

### 3. 椒盐噪声和高斯噪声

- 椒盐噪声：噪声幅值基本相同，出现位置随机
- 高斯噪声等：每一点都存在噪声，但幅值随机，按幅值大小的分布统计为高斯型。



原图像



椒盐噪声



高斯噪声



图像的噪声示意图

图像噪声的抑制的目的是为了减少图像噪声。一般假定信号和噪声相互独立无关。

- 邻域平均
- 低通滤波
- 多帧平均
- 中值滤波

要点

## 5.2 均值滤波

### 一、模板操作和卷积运算

模板（Template）操作实现了一种邻域运算，即某个像素点的结果不仅和本像素灰度有关，而且和其邻域点的值有关。

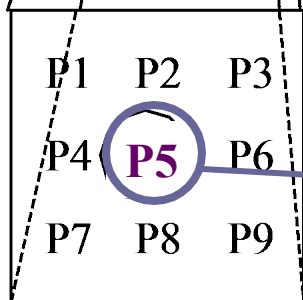
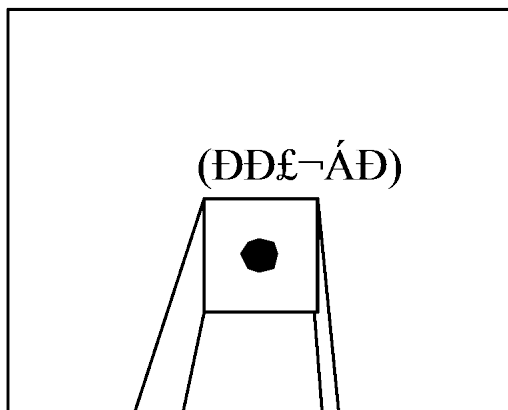
模板运算的数学含义是卷积（或互相关）运算。

卷积运算中的卷积核就是模板运算中的模板，卷积就是作加权求和的过程。

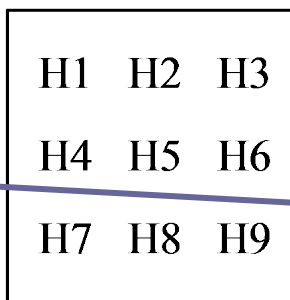
模板运算的结果为在所取图像邻域中与模板中心位置对应的图像像素点的新灰度值。



ÊäÈëí¼Ïñ



3<sub>i</sub>Á3 ÁÚÓò



3<sub>i</sub>Á3 ¾í»ý°Ë

\*

¼ÓÈ··°í¼ÆËä

H1;⊠P1£«

H2;⊠P2£«

H3;⊠P3£«

H4;⊠P4£«

H5;⊠P5£«

H6;⊠P6£«

H7;⊠P7£«

H8;⊠P8£«

H9;⊠P9£«

P5μÄÐÁÖμ

图4-17 卷积运算示意图



卷积运算的步骤：

卷积核中的元素称作加权系数（亦称为卷积系数），卷积就是作加权求和的过程。

图像所取邻域中的每个像素（假定邻域为 $3\times 3$ 大小，卷积核大小与邻域相同），分别与卷积核中的每一个元素相乘，乘积求和所得结果即为图像所取邻域中心像素的新值。

改变卷积核中的加权系数，会影响到总和的数值与符号，从而影响到所求像素的新值。

## 模板运算的问题——图像边界问题

题

当在图像上逐个像素地移动模板（卷积核）至图像的边界时，在原图像中找不到与卷积核中的加权系数相对应的9个像素，即卷积核悬挂在图像缓冲区的边界上，此现象在图像的上下左右四个边界上均会出现。

$$\begin{array}{c} \text{模板} \\ \frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1^* & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \end{array} \xrightarrow{\text{模板运算}} \begin{array}{c} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 2 & 2 & 2 \\ 3 & 3 & 3 & 3 & 3 \\ 4 & 4 & 4 & 4 & 4 \end{bmatrix} \\ \text{原图像} \end{array}$$

经过模板操作后的图像为

-	-	-	-	-
-	2	2	2	-
-	3	3	3	-
-	-	-	-	-

“-”表示无法进行模板操作的像素点。🔥

解决问题：

一种方法是忽略图像边界数据；

另一种方法是在图像四周复制原图像边界像素的值，从而使卷积核悬挂在图像四周时可以进行正常的计算。

实际应用中，多采用第一种方法。

## 二、基本思想

利用图像中每个像素的其它像素灰度具有相关性

“最佳”指平均意义上最好的估计值，不等于实际值，它们之间有偏差。

邻域平均法根据已知图像数据，能够“最佳”地给出邻域中心像素的灰度值。

注意：对于图像来说，邻域的增大，中心点像素与周围像素的相关性必然降低，因此邻域范围有一定限制，不能太大，否则图像将变得模糊。

### 三、简单邻域平均法

假设 $f(x,y)$ 为给定要被处理的有噪声图像，图像大小为 $N \times N$ 。经邻域平均处理后为 $g(x,y)$ 。 $g(x,y)$ 中每个像素灰度级由包含 $(x,y)$ 邻域的几个像素的灰度级的平均值所决定。

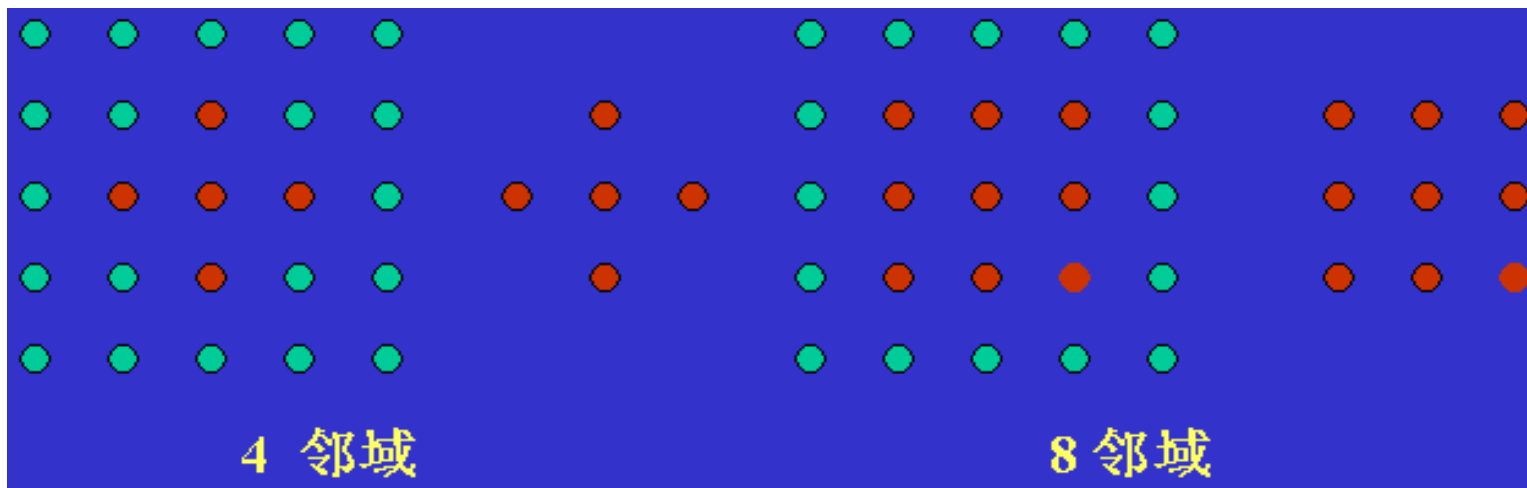
平滑的图像：
$$g(x, y) = \frac{1}{M} \sum_{(i,j) \in S} f(i, j)$$

$$x, y = 0, 1, 2, \dots, N-1$$

$S$ : 点 $(x,y)$ 邻域内的点集

$M$ :  $S$ 内总点数。

下面给出4个邻域点和8个邻域点的集合。



4邻域模板

$$\frac{1}{5} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

8邻域模板

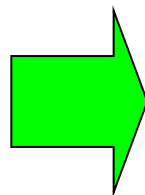
$$\frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

# 简单邻域平均法

用模块运算系数表示

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

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	7	6	8	9
5	7	6	8	8
5	6	7	8	9



# 简单邻域平均法

将以上的均值滤波器加以修正，可以得到加权平均滤波器。

$$H_1 = \frac{1}{10} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$H_2 = \frac{1}{16} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$H_3 = \frac{1}{8} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$H_4 = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & \frac{1}{4} & 0 \\ \frac{1}{4} & 1 & \frac{1}{4} \\ 0 & \frac{1}{4} & 0 \end{bmatrix}$$

简单邻域平均法的主要缺陷为存在着边缘模糊效应。在降低噪声的同时把本来不是噪声的边缘处(如边缘和细节)应当保留其原有灰度值却变得模糊。

## 四、 阈值邻域平均法

假设一个阈值 $T$ ，则有：

$$g(x, y) = \begin{cases} \frac{1}{M_{(m,n) \in S}} \sum f(m, n) & \text{若 } |f(x, y) - \frac{1}{M_{(m,n) \in S}} \sum f(m, n)| > T \\ f(x, y) & \text{otherwise} \end{cases}$$

$T$ 为一个规定非负阈值。

当图像 $f(x,y)$ 某像素点灰度值与邻域平均灰度值的差值的绝对值超过阈值 $T$ ，则该点可能是噪声点，取邻域平均灰度值作为该点灰度值。否则，则保留该点像素灰度值。

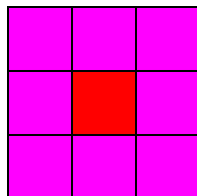
经阈值邻域平均法处理后图像相对地模糊度减少。

**注意：图像经过平均处理后，都会变得相对模糊，这是因为平均处理本来就是以图像模糊为代价来换取噪声的减少。**

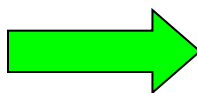
# 邻域平均法—效果分析

- 若邻域内有噪声存在，经过平均，噪声的幅度会大为降低。
- 点与点之间的灰度差值会变小，边缘变得模糊起来。邻域越大，模糊越厉害。

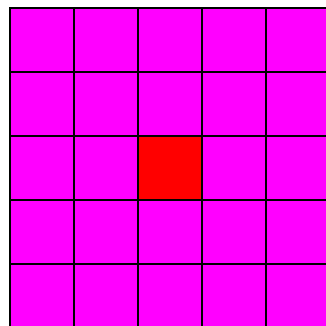
# 邻域平均法示例一



8邻域平均



24邻域平均

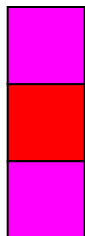


噪声减少  
有模糊

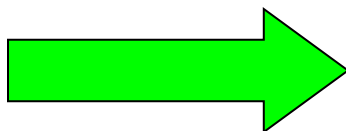


噪声减少较  
多模糊严重

# 邻域平均法示例二



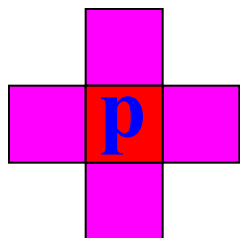
$1 \times 3$



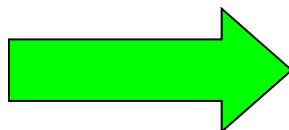
$3 \times 1$



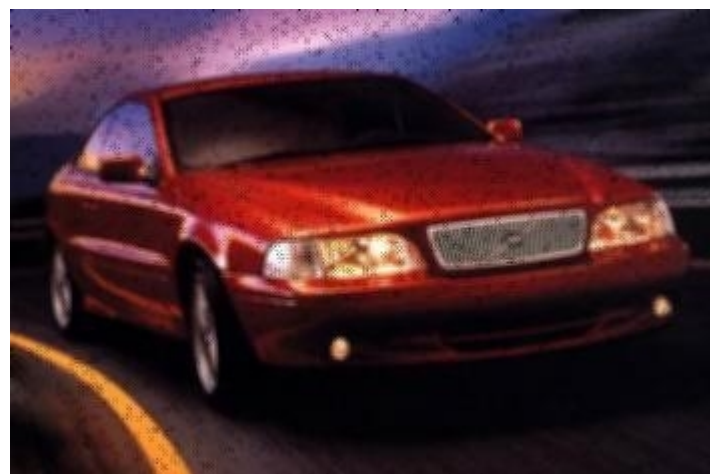
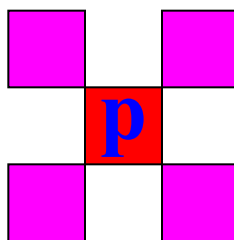
# 邻域平均法示例二



4邻域



D邻域

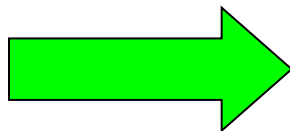


# 邻域平均法示例三



3×3

8邻域



24邻域

5×5



邻域半径越大,则图像的模糊程度越大.



## 5.3 中值滤波

中值滤波是一种非线性滤波。它是1971年由J.W.Jukey首先提出并应用在一维信号处理中，后来在二维图像信号处理技术中得以应用。

**注意：**中值滤波不适宜处理一些细节特别多，特别是点、线、尖顶细节多的图像。

# 背景

- 因为噪声的出现，使该点像素比周围的像素亮（暗）许多。
- 把数字序列或数字图像中的一点的值(如噪声点)用该点所处的一个邻域中各点值进行排列后的中值代替。

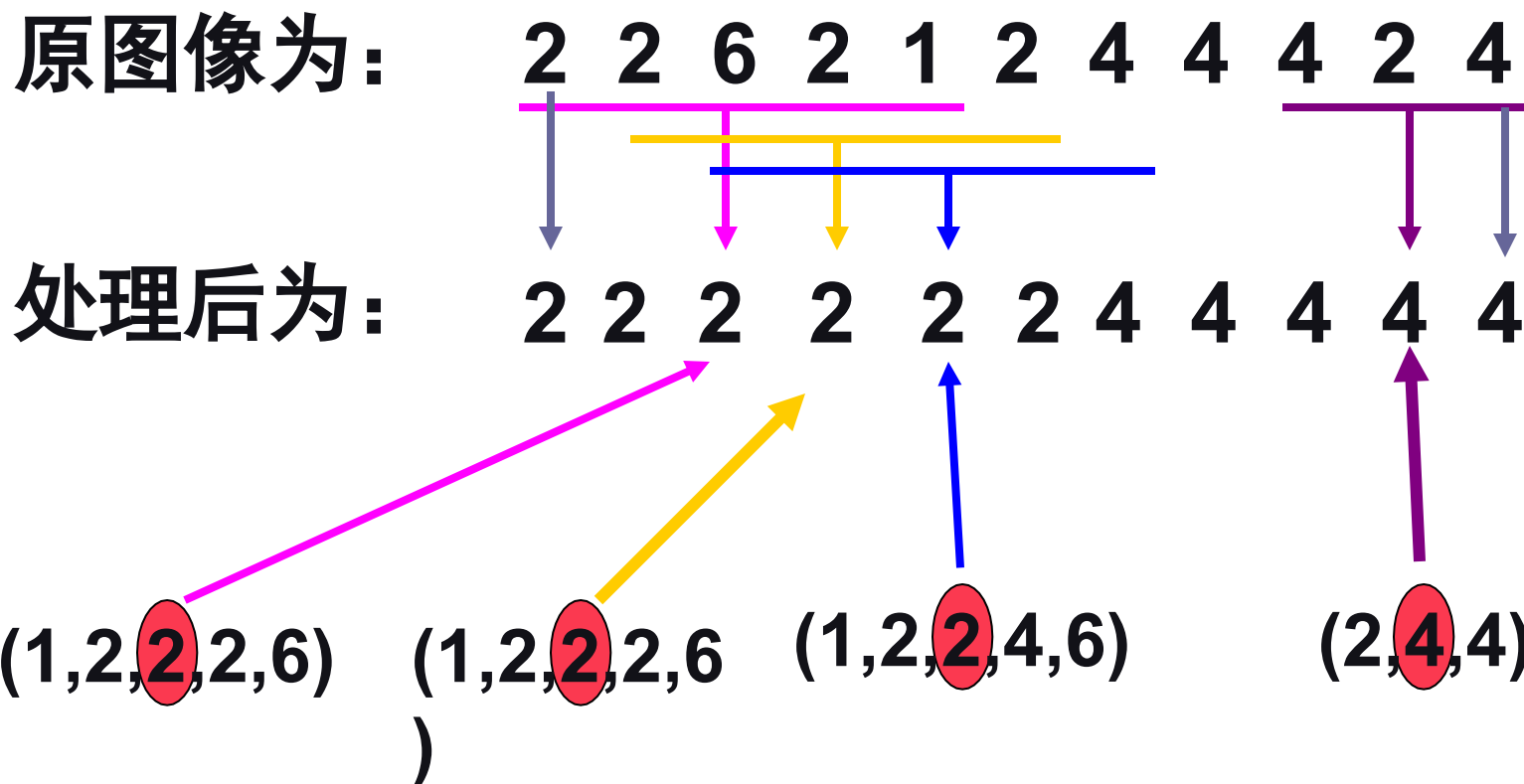
## 一、中值滤波基本原理：

- ① 中值滤波器为一滑动窗口, 含奇数个象元  $(2N+1) \times (2N+1)$  (通常为  $3 \times 3$  或  $5 \times 5$ ), 并用该窗口沿图像数据进行行或列方向移动;
- ② 每次移动后, 对窗口内的像素灰度值按从大到小或按从小到大进行排序;
- ③ 通过排序得到的中值代替窗口内中心位置的原始像素灰度值。

**注意：只有对应窗口中心位置的灰度值改变，而窗口其它位置处灰度值不变。**

# 一维中值滤波

例：取窗口大小为N=5或3



# 一维中值滤波

例：取窗口大小为 $N=3$

原输入图像一维序列为



200显然是个噪声

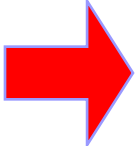
经中值滤波后输出图像为

L 80 90 110 120 120

经滤波后，200显然被去除。这就起到抑制噪声的作用。

## 二维中值滤波

例：取窗口大小为3X3

212	200	198		212	200	198
206	<b>202</b>	201		206	<b>205</b>	201
208	205	207		208	<u>205</u>	207

从小到大排列，取中间值

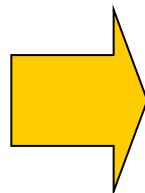
198 200 201 202 205 206 207 208 212

# 二维中值滤波

例：取窗口大小为3X3

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

原图像



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

中值滤波处理后输出图像

## 中值滤波与邻域平均法比较

例：输入图像序列为  $\{0, 3, \underline{4}, 0, 7\}$ ，  
取窗口大小为5，则

中值滤波处理后输出图像为

$\{0, 3, \underline{3}, 0, 7\}$

邻域平均法处理后输出图像为

$\{0, 3, \underline{2.8}, 0, 7\}$

结论：此两种方法平滑噪声效果接近。



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/037102053024006103>