

计算机视觉基础

章毓晋

清华计算机图书·译丛

Foundations of Computer Vision

计算机视觉基础

本书介绍计算机视觉的基础内容，比较侧重计算几何和目标检测方面。本书对图像网格的构建和叠加、德劳内三角剖分和沃罗诺伊镶嵌、多边形拼贴、图像拓扑等都有比较全面深入的介绍，并对图像结构给出了直观可视的描述。书中提供了大量相应的Matlab程序，可结合原理学习进行实验，以进一步加深理解并解决实际问题。

本书可作为信号与信息处理、通信与信息系统、电子与通信工程、模式识别与智能系统、计算机科学等学科大学高年级本科生或研究生专业课教材和教学参考书，还可供涉及图像和机器视觉技术的应用行业（如生物医学、电视广播、工业自动化、文档识别、机器人、电子医疗设备、遥感测绘、增强现实、智能交通和军事侦察等）的科技工作者和从业者参考和自学。

课件下载·样书申请



书圈

清华社官方微信信号



扫 我 有 惊 喜



定价：98.00元

清华计算机图书·译丛

计算机视觉基础

清华大学出版社



Springer

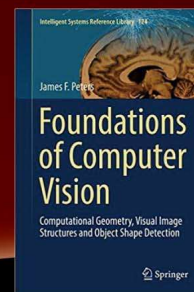
清华计算机图书·译丛

Foundations of Computer Vision

计算机视觉基础

[加] 詹姆斯·彼得斯 (James F. Peters) 著

章毓晋 译



清华大学出版社



第4章 线性滤波

线性滤波器是时间不变的设备（功能或方法），它对信号进行操作以用某种方式修改信号

线性滤波器是作用在像素特征值——例如颜色、梯度方向和梯度幅度（尤其是衡量边缘像素强度的梯度幅度）集合上的线性函数，以某种有用的方式对其进行修改或展示

最优滤波器是一种可产生所需信号最佳（接近）近似值的滤波器



4.1 图像滤波的重要性

基于局部邻域像素值加权和的图像滤波

去除图像噪声、锐化图像特征、增强图像外观、以及实现边缘和角点检测等

快速椭圆滤波

高斯平滑滤波

非线性自适应中值滤波

像素的开放邻域与给定像素的接近度



4.2 滤波器核

在线性空间滤波器中，可通过 $n \times m$ 邻域中的像素值的线性组合获得目标像素的滤波值

目标像素位于邻域的中心

邻域像素值的线性组合由滤波器核或模板确定

滤波器核是与邻域大小相同的数组，包含分配给目标像素附近像素的权重

线性空间滤波器对核和邻域像素的值进行卷积以获得新的目标像素值



4.2 滤波器核

令 w 表示 3×3 核并且令 $g(x, y)$ 为 3×3 邻域中的目标像素，则行矢量对的点积总和就能给出目标像素的新值

对相同大小的一对 $1 \times n$ 矢量 A 和 B ，点积是相应位置数值的乘积之和

$$A \bullet B = \sum_{i=1}^n (a_i)(b_i)$$

$$g(x, y) = \sum_{i=1}^3 w(1, i)g(1, i) + \sum_{i=1}^3 w(2, i)g(2, i) + \sum_{i=1}^3 w(3, i)g(3, i)$$



4.2 滤波器核

将核与图像邻域进行卷积的步骤

- (1) 定义一个 $n \times n$ 的滤波器核 k
- (2) 将核滑动到图像 g 中的 $n \times n$ 邻域 n （核的中心与邻域目标像素重叠）
- (3) 将像素值乘以相应的核权重。如 $n(x, y)$ 与 $k(x, y)$ 重叠，则计算 $n(x, y)k(x, y)$ 。对于 k 的第 i 行 $k(i, :)$ ，计算点积 $k(x, y) \bullet n(x, y)$ 。然后计算行点积的和
- (4) 将原始目标值替换为新的滤波值，即步骤（3）中的点积的总和



4.3 线性滤波器实验

使用函数句柄@，可以在Matlab中根据操作op（例如max，median，min）以下列方式定义核

```
>> func=@(x)op(x(:));
```

函数nlfilter（邻域滑动滤波器）根据 $n \times n$ 邻域和核对图像进行滤波

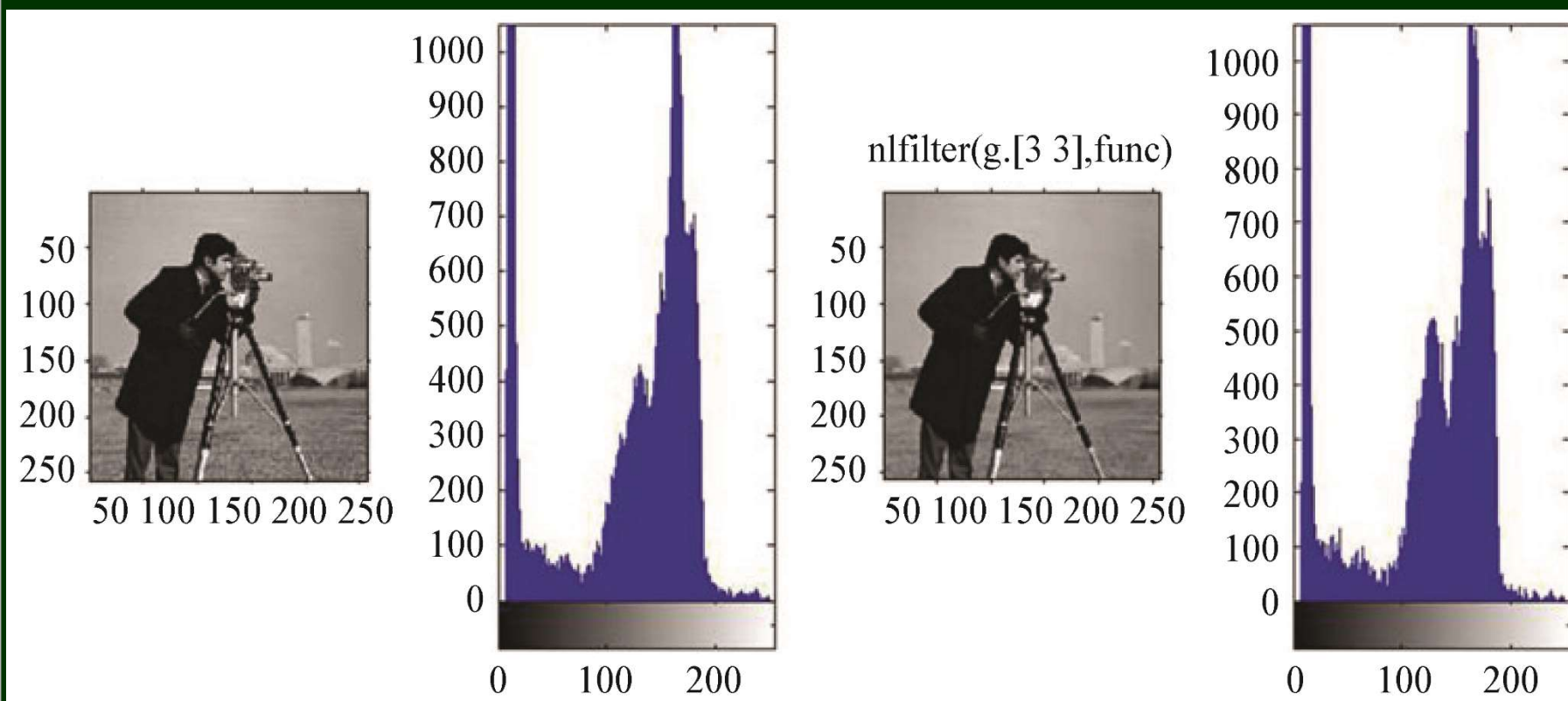
中值滤波器的设计参见列表4.2和图4.2

尝试列表4.3以了解邻域滑动滤波器的工作原理



4.3 线性滤波器实验

用列表4.2对cameraman.tif进行中值滤波





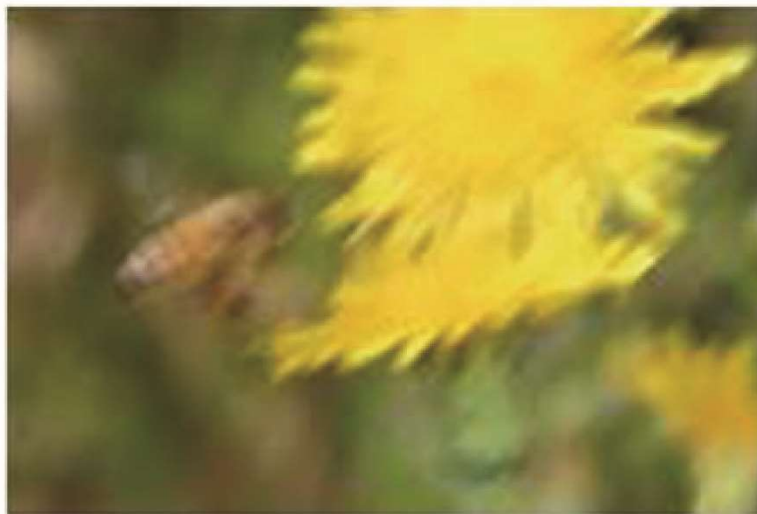
4.4 线性卷积滤波

基本思想是使用函数`fspecial`构造各种线性卷积滤波器内核

考虑构建模仿运动模糊效果的核

全局运动模糊

`fspecial('motion', 20, 45)`

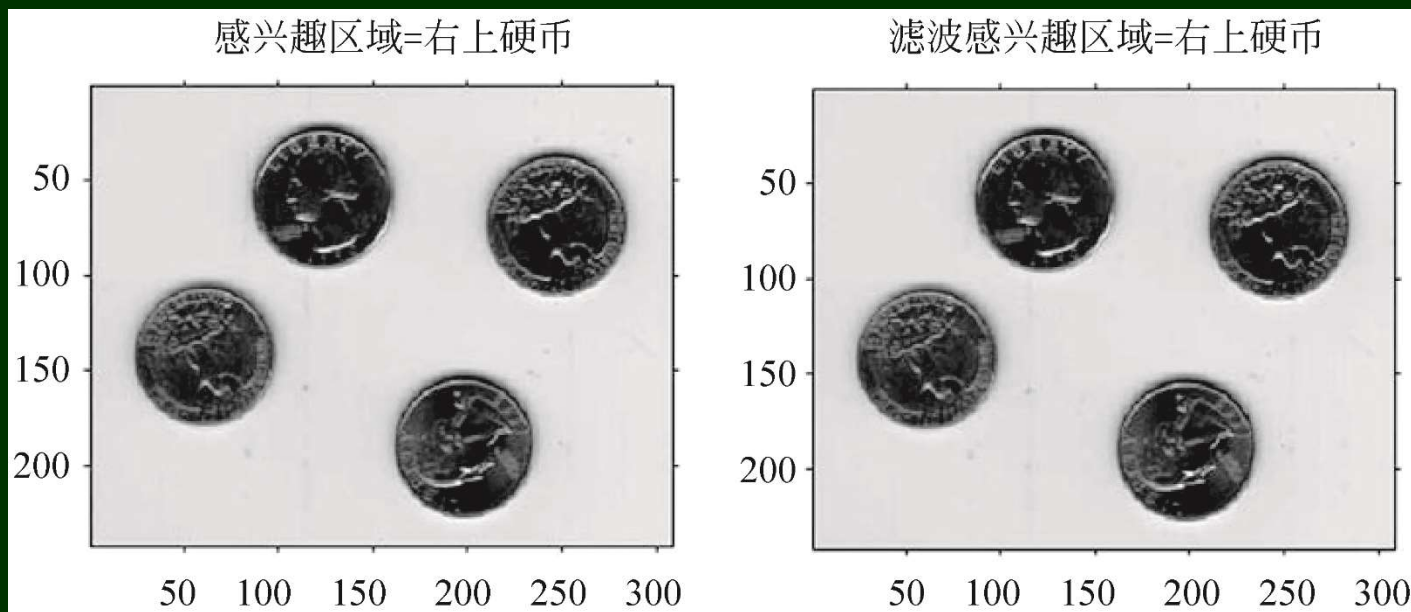




4.4 线性卷积滤波

使用感兴趣区域函数`roipoly`和函数`roifilt2`的组合
以对感兴趣区域（roi）滤波

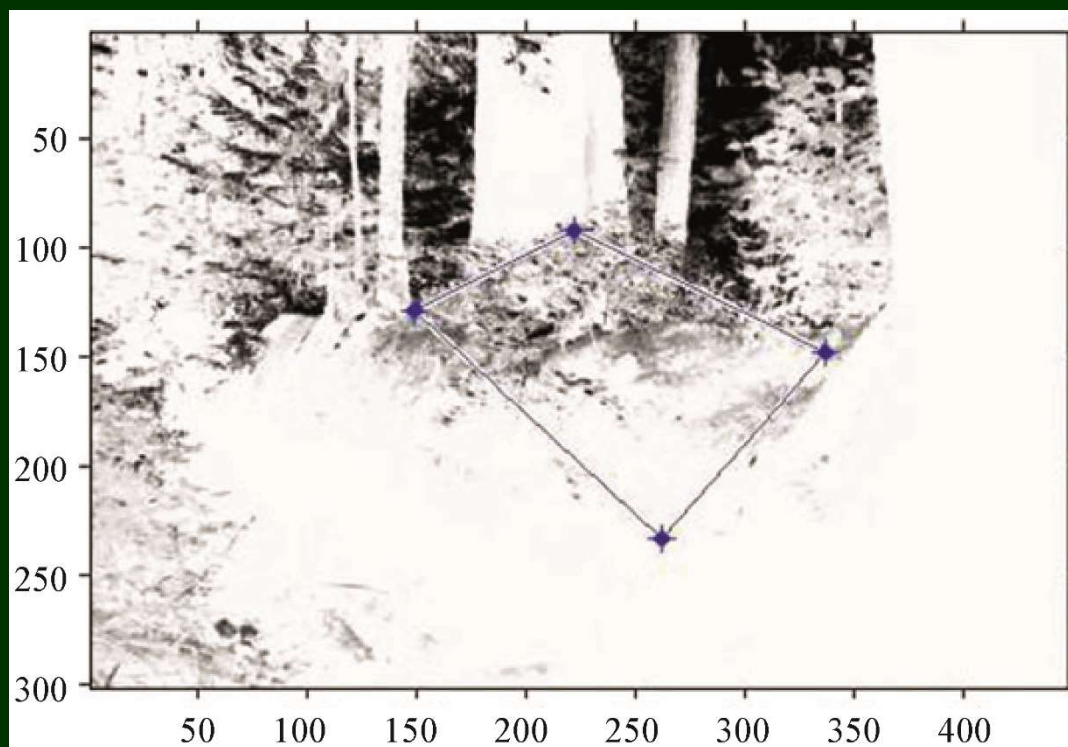
列表4.5中显示了使用函数`roifilt2`的基本方法





4.5 选取感兴趣区域

使用函数`roipoly`或函数`impoly`可以交互地选择图像中多边形的感兴趣区域

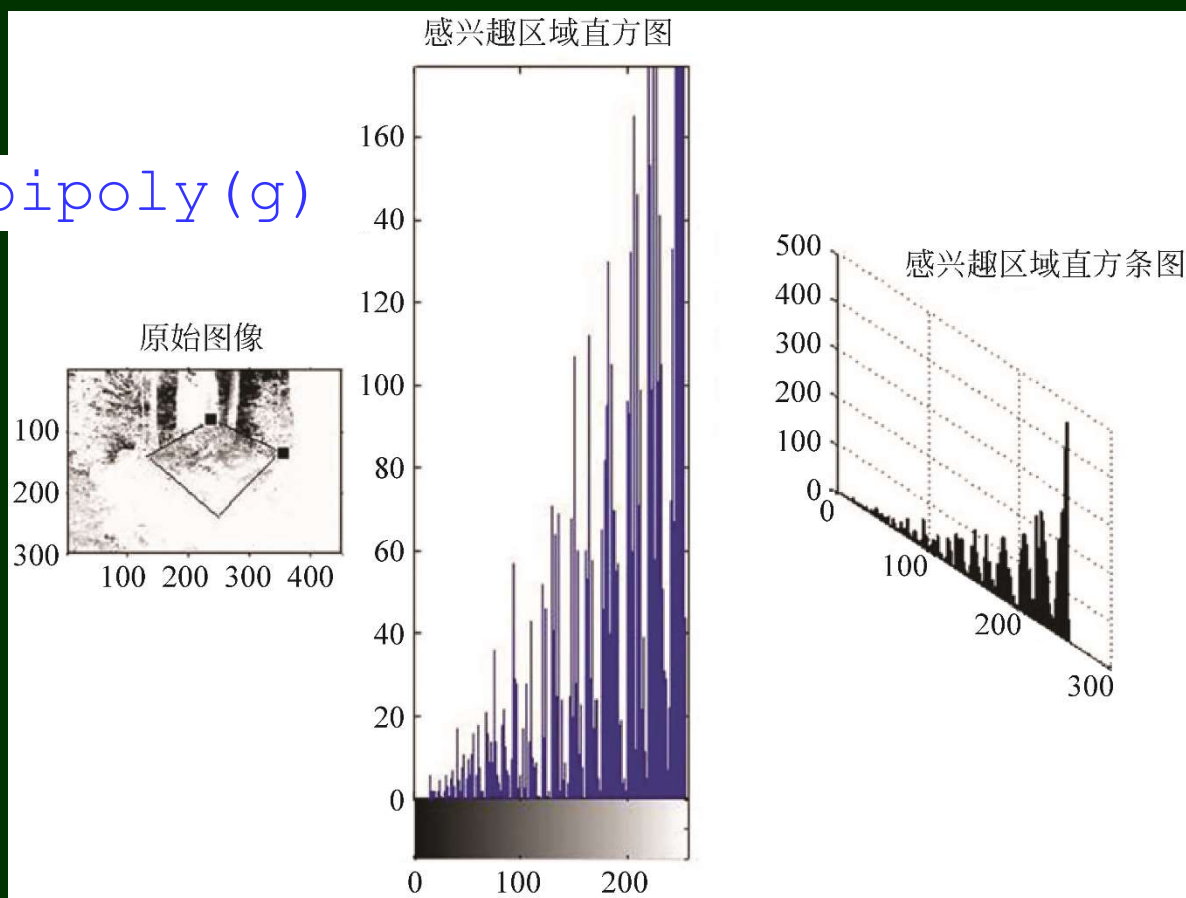




4.5 选取感兴趣区域

找到图像中感兴趣区域矢量 c 、 r

```
>> [B, c, r] = roipoly(g)
```





4.6 给图像加噪声

图像增强中滤波的主要应用之一是去除噪声

如何向图像中添加噪声然后从图像中消除噪声？

(1) 高斯：添加均值 m （默认值为0）、方差 v （默认值为0.01）的白噪声

```
>> g=imnoise(g,'gaussian',m,v)
```

(2) 局部方差：添加具有强度相关方差的零均值高斯白噪声

```
>> g=imnoise(g,'localvar',V)
```



4.6 给图像加噪声

(3) 泊松：从像素值生成泊松噪声而不是添加人工噪声到像素值

```
>> g=imnoise(g,'poisson')
```

(4) 椒盐：对图像叠加看起来像胡椒的噪声

```
>> g=imnoise(g,'salt&pepper',d)
```

其中 d 是噪声密度（增加 d 的值增加椒效果的密度）

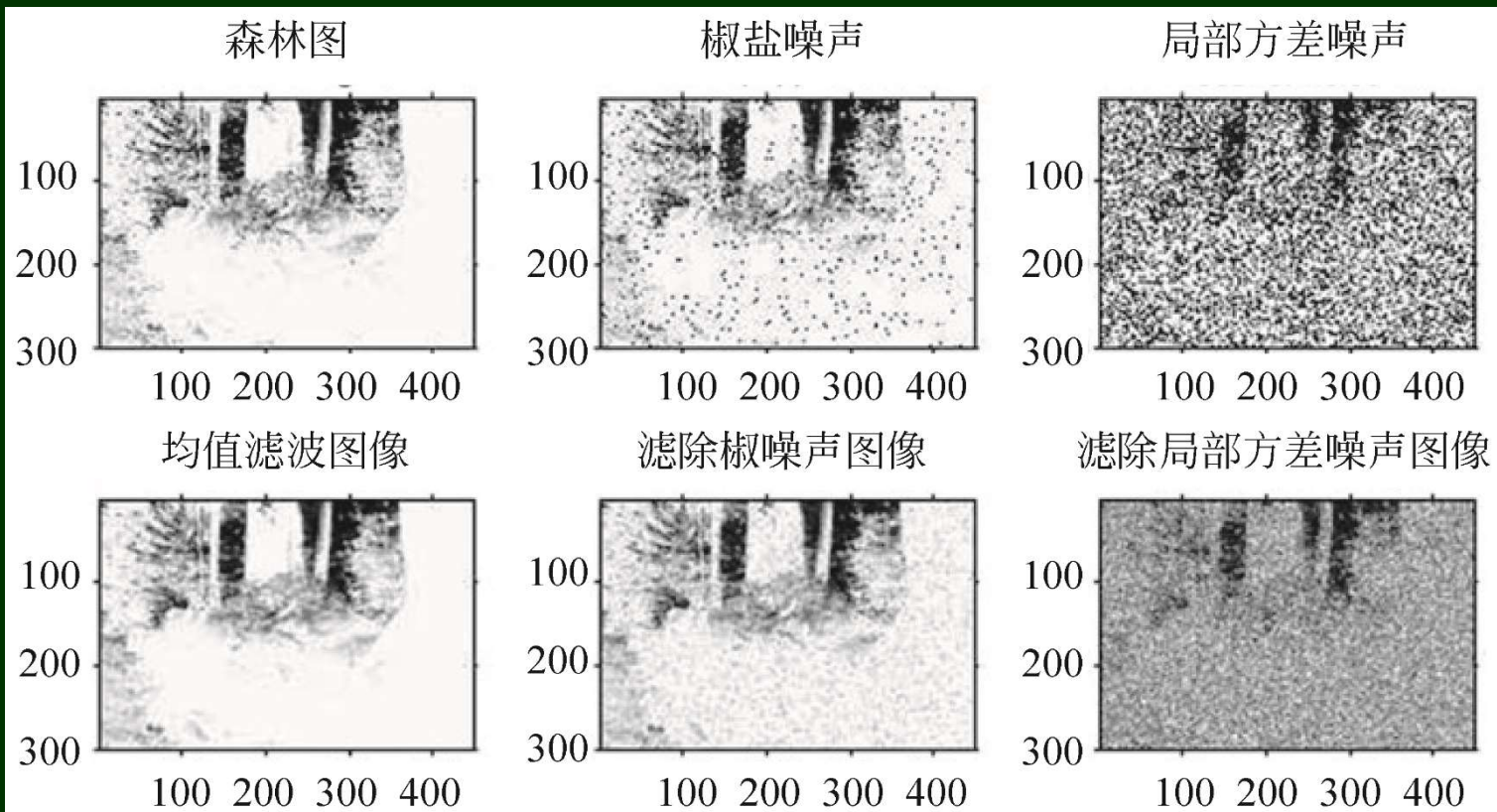
(5) 斑点：对图像叠加乘性噪声

```
>> g=imnoise(g,'speckle',v)
```




4.7 均值滤波

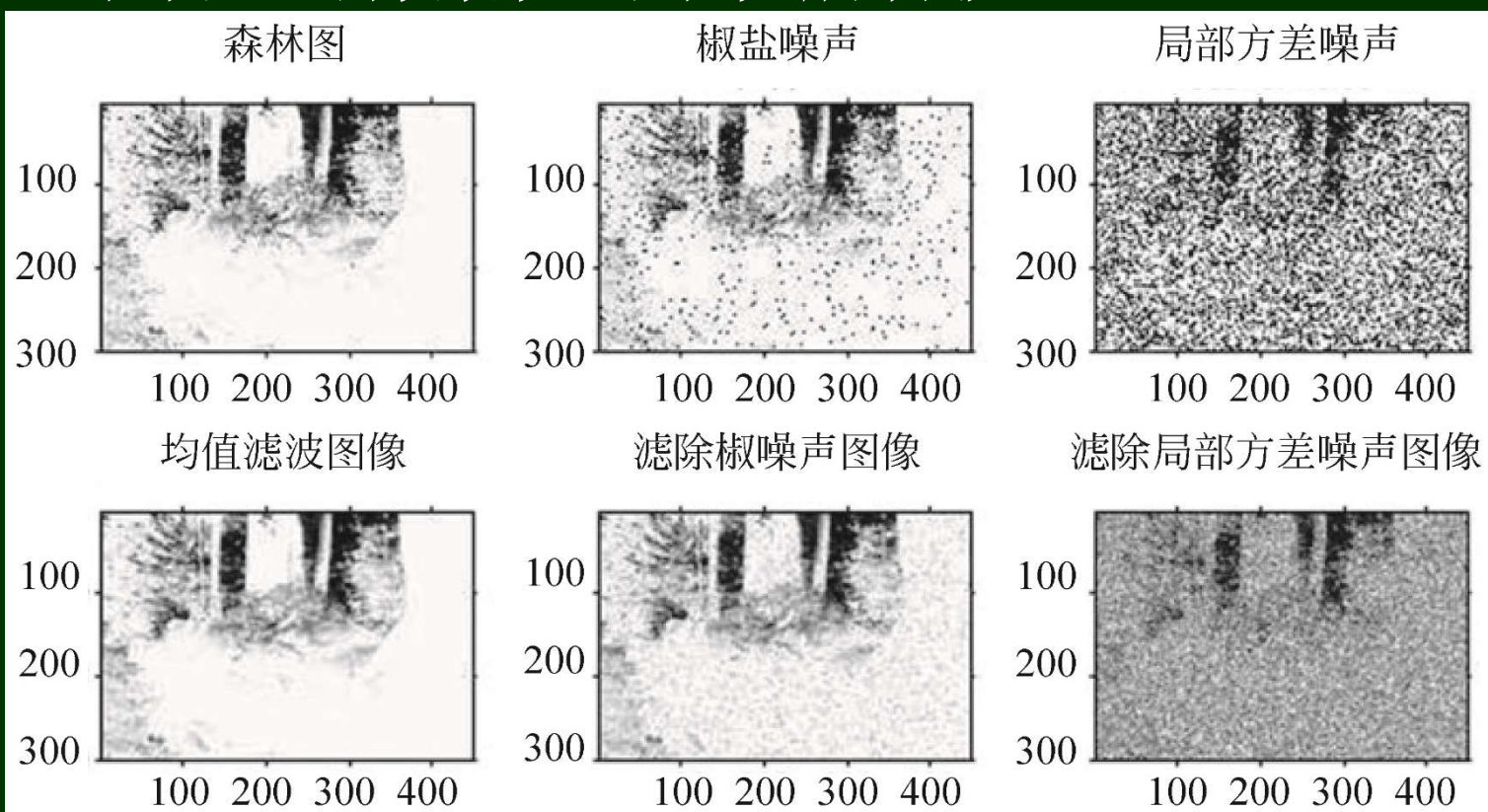
均值滤波器给予 $n \times m$ 邻域中的所有像素相同的权重，其中权重 w : $w = 1/mn$





4.8 中值滤波

中值滤波时，图像中的每个像素 p 的值被来自 p 的 $n \times m$ 邻域里的像素值的中值所替换





4.9 排序滤波

使用函数`ordfilt2`执行排序滤波:

```
>> filterdg=ordfilt2(g,order.domain)
```

最大排序滤波器选择给定邻域中的最大值

```
>> g=maxfilter==ordfilt2(g,25.ones(5,5))
```

最小排序滤波器选择给定邻域中的最小值

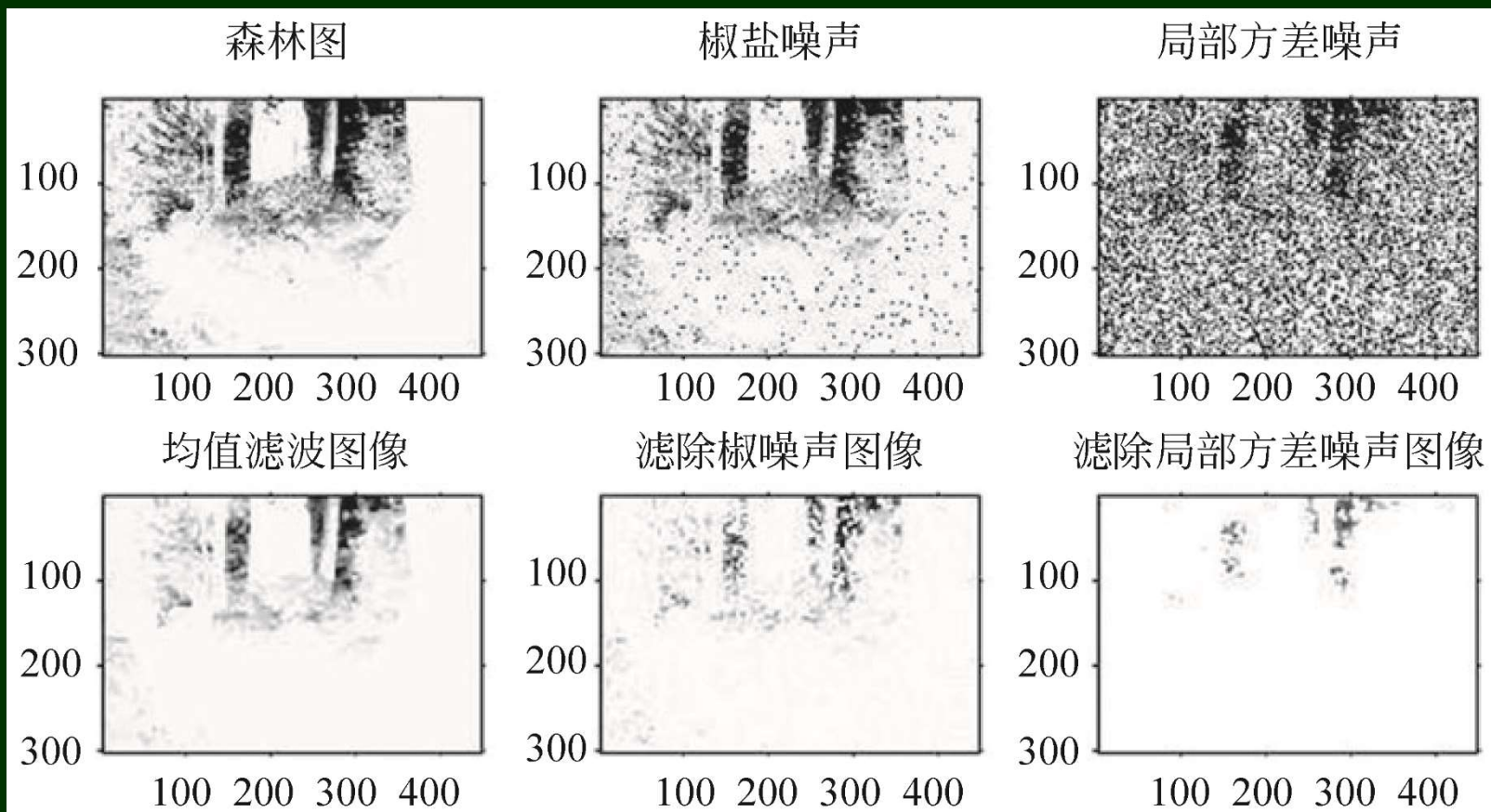
```
>> g=minfilter==ordfilt2(g,1.ones(5,5))
```

中值滤波是排序滤波的特例



4.9 排序滤波

使用 5×5 邻域最大排序滤波器的示例：

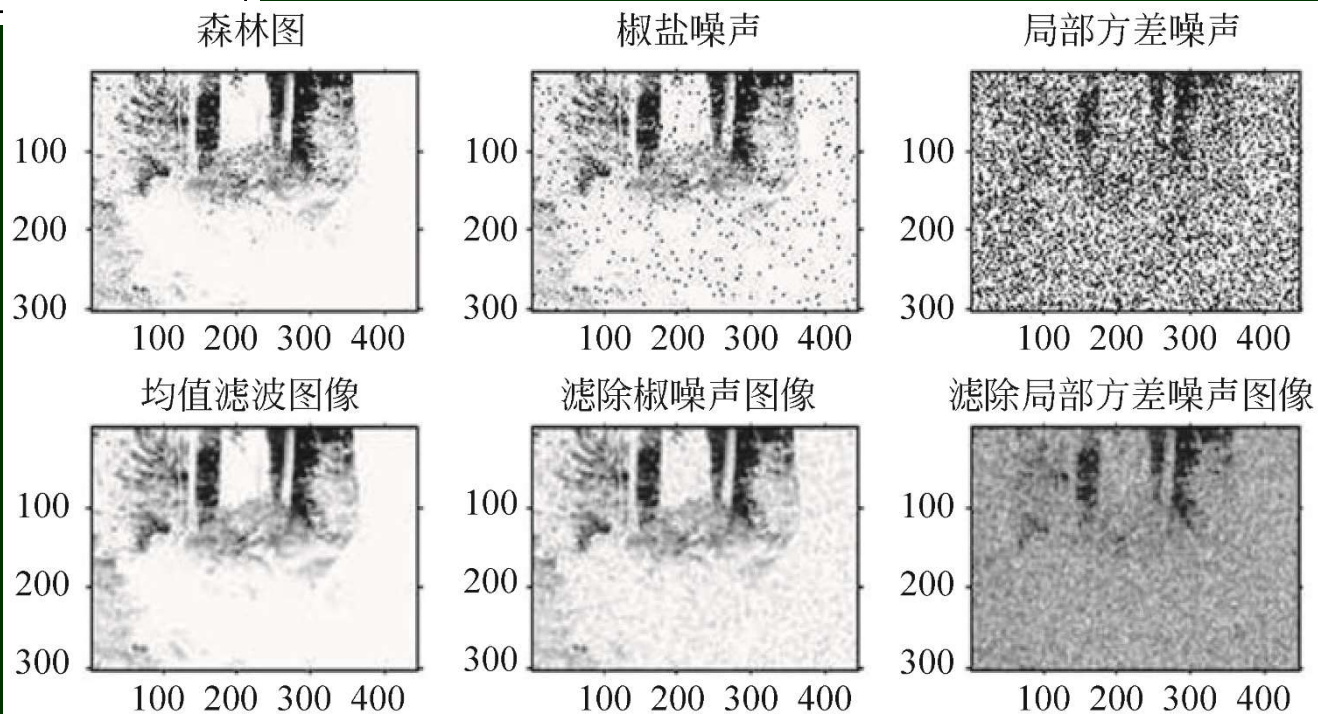




4.10 正态分布滤波

离散形式的正态分布由高斯函数 $f: X \rightarrow \mathbb{R}$ 定义:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(x - \bar{x})^2}{2\sigma^2}\right]$$





译者（章毓晋）联系信息

- ✎ 通信地址：北京清华大学电子工程系
- ✎ 邮政编码：100084
- ✎ 办公地址：清华大学罗姆楼，6层305室
- ✎ 办公电话：(010) 62798540
- ✎ 传真号码：(010) 62770317
- ✎ 电子邮件：zhang-yj@tsinghua.edu.cn
- ✎ 个人主页：oa.ee.tsinghua.edu.cn/~zhangyujin/
(下载更新的讲稿和教材修改表)