



# 数字图像处理

Digital Image Processing

信息工程学院

School of Information Engineering

## 6.2 噪声模型

曹 辉 主讲

## 主要内容

### 教学目标：

1. 了解常见的噪声模型。

### 教学内容：

1. 高斯噪声、均匀分布噪声、脉冲噪声（椒盐噪声）

2. 加噪声后的图像及其直方图。

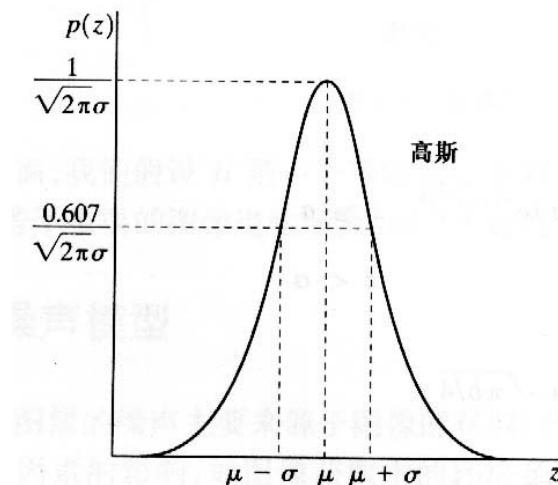


## 6.2 噪声模型(Noise Models)

### 高斯噪声(Gaussian noise)

由于高斯噪声在空间和频域中数学上的易处理性，这种噪声(也称为正态噪声)模型经常被用于实践中。高斯随机变量 $z$ 的Probability Density Function(PDF)由下式给出：

$$p(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(z-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$



其中 $z$ 表示灰度值， $\mu$ 表示 $z$ 的平均值或期望值， $\sigma$ 表示 $z$ 的标准差。标准差的平方 $\sigma^2$ 称为 $z$ 的方差。高斯函数的曲线如图所示。

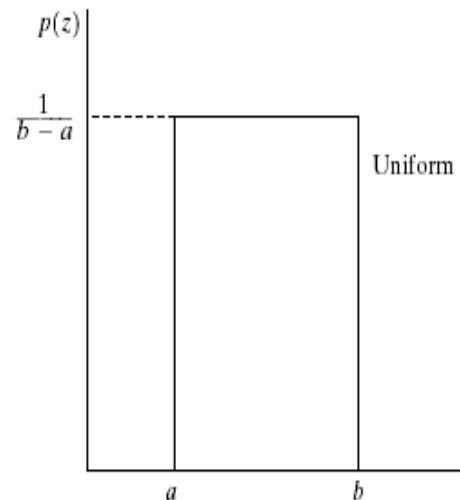
当 $z$ 服从上式的高斯分布时候，其值有70%落在 $[(\mu-\sigma),(\mu+\sigma)]$ 内，有95%落在 $[(\mu-2\sigma),(\mu+2\sigma)]$ 范围内。

## 6.2 噪声模型(Noise Models)

### 均匀分布噪声 (Uniform noise)

均匀噪声分布的概率密度：

$$p(z) = \begin{cases} \frac{1}{b-a}, & a \leq z \leq b \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$$



概率密度函数的期望值和方差可由下式给出：

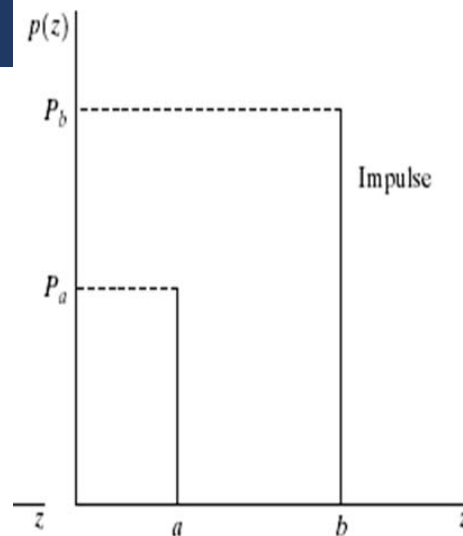
$$\mu = \frac{a+b}{2} \quad \sigma^2 = \frac{(b-a)^2}{12}$$

## 6.2 噪声模型(Noise Models)

### 脉冲噪声 (椒盐噪声)

(双极)脉冲噪声的PDF :

$$p(z) = \begin{cases} P_a & z = a \\ P_b & z = b \\ 0 & \text{其他} \end{cases}$$



如果 $b > a$ ，灰度值 $b$ 在图像中将显示为一个亮点， $a$ 的值将显示为一个暗点。

若 $P_a$ 或 $P_b$ 为零，则脉冲噪声称为单极脉冲。

如果 $P_a$ 和 $P_b$ 均不可能为零，尤其是它们近似相等时，脉冲噪声值将类似于随机分布在图像上的胡椒和盐粉微粒。

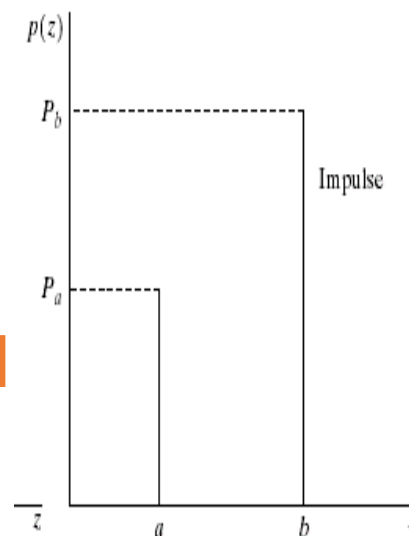
由于这个原因，双极脉冲噪声也称为椒盐噪声。同时，它们有时也称为散粒和尖峰噪声。

## 6.2 噪声模型(Noise Models)

### 脉冲噪声 (椒盐噪声)

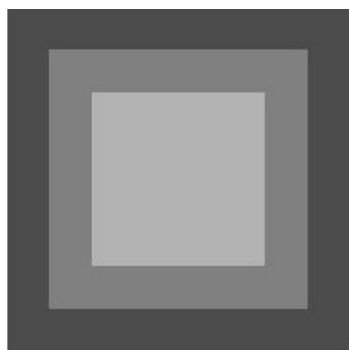
噪声脉冲可以是正的，也可以是负的。在一幅图像中，脉冲噪声总是数字化为最小值或最大值(纯黑或纯白)。

负脉冲以一个黑点(胡椒点)出现在图像中。由于相同的原因，正脉冲以白点(盐点)出现在图像中。

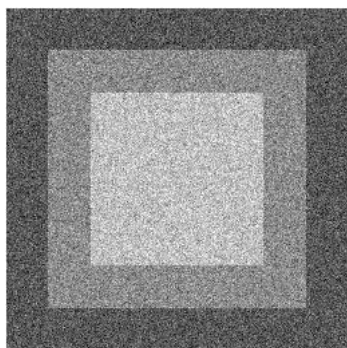


对于一个8位图像，这意味着 $a=0$ (黑), $b=255$ (白)。

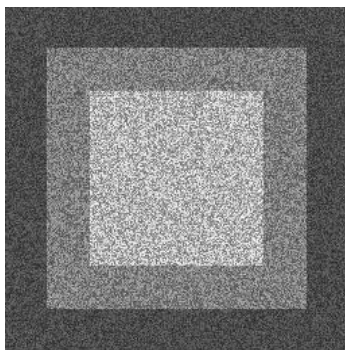
## 6.2 噪声模型(Noise Models)



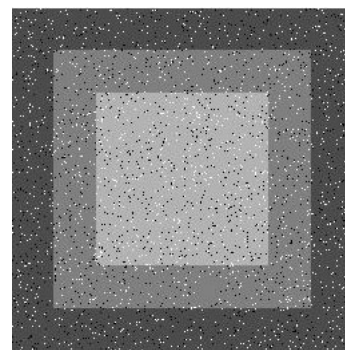
(a) 原图



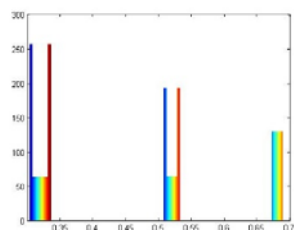
(b) 附加高斯噪声图像



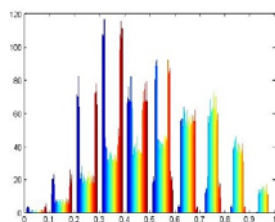
(c) 附加均匀分布噪声图像



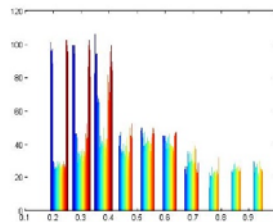
(d) 附加椒盐噪声图像



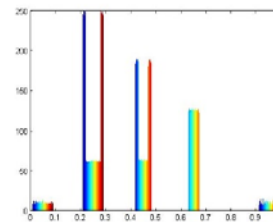
(e) 原图直方图



(f) 附加高斯噪声直方图



(g) 附加均匀分布噪声后直方图



(h) 附加椒盐噪声后直方图

**图6.7 附加噪声后的图像及其直方图**



## 6.2 噪声模型(Noise Models)

### 小结

1. 介绍了常见的噪声模型。
2. 加噪声后的图像及其直方图。



谢谢

THANK YOU