# MC920: Introdução ao Processamento de Imagem Digital
# Tarefa 5


Martin Ichilevici de Oliveira — RA 118077

Rafael Almeida Erthal Hermano — RA 121286

*Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas*


*13 de março de 2014*

## 1 Ruído

### 1.1 Bipolar

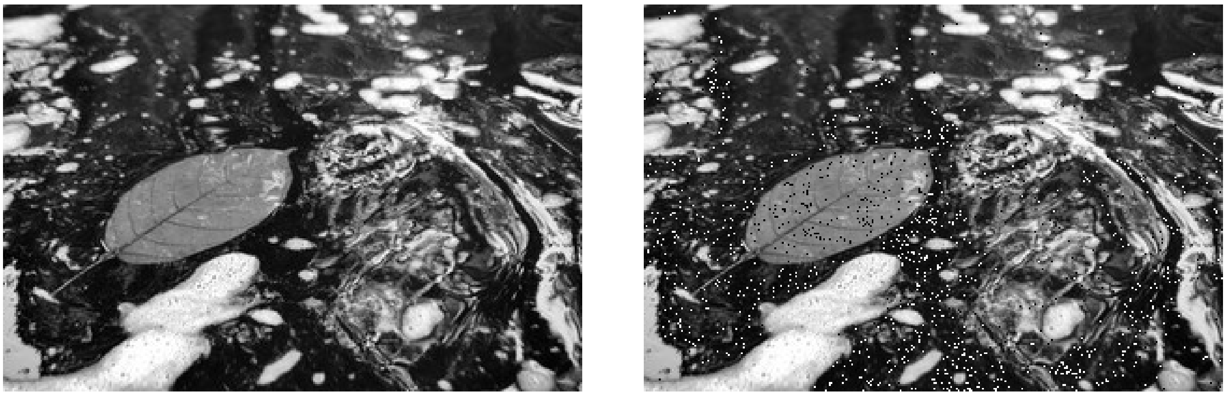
A função de distribuição de probabilidade de um ruído bipolar é dada por:

$$p(z) = \begin{cases} P_a \text{ se } z = a \\ P_b \text{ se } z = b \\ 0 \text{ caso contrário} \end{cases} \tag{1}$$

Onde $P_a$ é o clareamento do *pixel* e $P_b$ é o escurecimento de um *pixel* .

#### 1.1.1 *Salt and pepper*

Se $P_a$ e $P_b$ forem similares, temos um ruído *salt and pepper*, o qual caracteriza-se pela presença de pontos brancos e pretos espalhados pela imagem, de forma aparentemente aleatória. Aplicou-se este ruído à Figura 1a de forma artificial, produzindo o a Figura 1b. Ao longo deste trabalho, alguns filtros foram aplicados a fim de verificar seu efeito para o tratamento deste tipo de ruído.



(a) Figura original

(b) Com ruído *salt and pepper*

Figura 1: Imagem original e com filtro *salt and pepper*

#### 1.1.2 Unipolar

Se $P_a \cdot P_b = 0$ temos um ruído unipolar ja que apenas uma das faixas será modificada. Ou seja, apenas *pixels* brancos ou pretos irão aparecer devido a neste tipo de ruído.

### 1.2 Erlang

A função de ditribuição de probabilidade Erlang foi originalmente desenvolvida para modelar trafego de ligações telefonicas.

$$p(z) = \begin{cases} \frac{a^b \cdot z^{b-1}}{(b-1)!} \cdot e^{-az} \text{ se } z \geq 0 \\ 0 \text{ se } z < 0 \end{cases} \tag{2}$$

Onde $b$ é a forma e $a$ é a taxa de crescimento.

### 1.2.1 Exponencial

Se $b = 1$ temos um ruido exponencial

$$p(z) = \begin{cases} a \cdot e^{-az} \text{ se } z \geq 0 \\ 0 \text{ se } z < 0 \end{cases} \tag{3}$$

## 1.3 Rayleigh

Como a função de distribuição de probabilidade de Rayleigh possui uma assimetria entre os lados direito e esquerdo, ela pode ser utilizada para aproximar histogramas assimétricos.

$$p(z) = \begin{cases} \frac{1}{b} \cdot (z-a) \cdot e^{\frac{-(z-a)^2}{b}} \text{ se } z \geq 0 \\ 0 \text{ se } z < 0 \end{cases} \tag{4}$$

## 1.4 Uniforme

A função distribuição de probabilidade uniforme eleva os níveis de cinza na faixa de $a$ até $b$

$$p(z) = \begin{cases} \frac{1}{b-a} \text{ se } a \leq z \leq b \\ 0 \text{ se } z < 0 \end{cases} \tag{5}$$

## 1.5 Branco

Quando o ruído em um *pixel* $i$ é estatisticamente independente do ruído causado em um *pixel* $j$, para quaisquer $i, j$, chamamos este ruído de branco. Matematicamente, ele é definido como um um conjunto de ruídos estatisticamente independentes com média zero e variância finita. Assim, sua covariância é zero. Em termos práticos, isto implica que qualquer *pixel* da imagem pode receber um ruído de qualquer intensidade, independentemente do ruído recebido (ou não) pelos outros *pixels* .

## 1.6 Gaussiano

O ruído gaussiano normalmente ocorre na aquisição da imagem e pode ser causado por baixa iluminação, altas temperaturas ou transmissão.

$$p(z) = \begin{cases} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{z-\mu}{2\sigma^2}} \text{ se } a \geq 0 \\ 0 \text{ se } z < 0 \end{cases} \tag{6}$$

Figura 2: Imagem com ruído *gaussiano*

# 2 Filtros espaciais de suavização

Filtros de suavização são utilizados para enevoamento (*blur*) e remoção de ruído. Estes filtros podem ser lineares ou não lineares. Dentre os lineares, destacam-se o filtro da média e o filtro gaussiano. Dentre os não-lineares, destaca-se o filtro da mediana.

## 2.1 Filtro da média

O filtro da média consiste em definir uma vizinhança e atribuir ao *pixel* central a intensidade média dos *pixels* desta vizinhança. A média pode tanto ser aritmética, em que cada *pixel* tem o mesmo peso, como ponderada. Por exemplo, consideremos uma vizinhança $3 \times 3$. Para a média aritmética, temos que a máscara vale:

$$w(s,t) = \frac{1}{9} \cdot \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{vmatrix}$$

Uma implementação possível para a máscara da média ponderada, para a mesma vizinhança, é dada por:

$$w(s,t) = \frac{1}{16} \cdot \begin{vmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{vmatrix}$$

Aplicou-se o filtro da média aritmética à Figura 1a, produzindo as imagens exibidas na Figura 3a e 3b.

(a) Janela $3 \times 3$

(b) Janela $5 \times 5$

Figura 3: Filtro da média (aritmética) aplicado à Figura 1b.

# 3 Filtros de domínio de frequência

## 3.1 Filtro Gaussiano

O filtro gaussiano diminui o nível de ruído de uma imagem, diminuindo ascensões e quedas, afim de diminuir a distorção na imagem. O filtro gaussiano é uma convolução que pode ser expressa como:

$$g(x,y) = \frac{1}{\sigma^2 2\pi} \cdot e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \tag{7}$$

Figura 4: Filtro gaussiano aplicado à Figura 2

# 4 Filtros estatísticos de ordem

Filtros estatísticos de ordem são filtros não lineares que ordenam a intensidade dos *pixels* do setor sendo considerando e estabelecem ao valor central desta área a intensidade do *pixel* que esteja na $i$-ésima posição. Dentre estes, o mais comum é o filtro da mediana.

## 4.1 Mediana

Como o próprio nome sugere, o filtro da mediana substitui a intensidade de um *pixel* pela intensidade da mediana de uma determinada vizinhança. Se por exemplo temos uma vizinhança $3 \times 3$, a mediana é o $5^o$ valor. Esta técnica é especialmente útil quando lidamos com ruídos do tipo *salt and pepper*, já que este ruído é caracterizado justamente por possuir *pixels* brancos ou pretos em locais inesperados e aleatórios. Assim, este filtro age forçando com que *pixels* com intensidades discrepantes assumam valores mais próximos aos de seus vizinhos.

Aplicou-se o filtro da mediana com uma janela $3 \times 3$ à Figura 1a, produzindo as imagens exibidas na Figura 5. Verificamos que o filtro da mediana foi muito mais eficaz para eliminar os ruídos *salt and pepper* do que o filtro da média, como já era esperado.

Figura 5: Filtro da mediana aplicado à Figura 1b

# Referências


[1] GONZALEZ, Rafael C.; WOODS, Richard E.. **Digital Image Processing**. 3. ed. Upper Saddle River, NJ, EUA: Prentice-hall, 2006.

[2] `http://en.wikipedia.org/wiki/White_noise`