

INF01046 – Fundamentos de processamento de imagens

Aula 16 – Restauração

Horacio E. Fortunato

Instituto de Informática
Universidade Federal de Rio Grande do Sul
Porto Alegre – RS

hefortunato@inf.ufrgs.br

Link do curso: <http://www.inf.ufrgs.br/~hefortunato/cursos/INF01046>

2º semestre de 2009



Horacio E. Fortunato (UFRGS)

Processamento Digital de Imagens - Nesta disciplina

Sensores e Aquisição de Imagens



- Sistema visual Humano
- Modalidade de Imagens
- Câmeras Digitais

Processamento para a interpretação humana



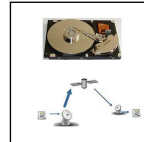
- Realce de Imagens:
 - Processamento de histograma
 - Filtragem espacial
 - Filtragem no domínio da frequência
- Restauração de Imagens:
 - Remoção de ruído
 - Remoção de borramento
- Espaços de Cores
- Imagens em Alta Faixa Dinâmica

Percepção por máquina



- Detecção de linhas e bordas
- Limiarização
- Segmentação

Armazenamento e Comunicação



- Compressão de Imagens



Horacio E. Fortunato (UFRGS)

Restauração de imagens

- Objetiva melhorar a qualidade de imagens degradadas, em geral, utilizando conhecimento a priori do processo de degradação
- Algumas das técnicas tentam modelar o processo que gerou a degradação e utilizam um procedimento inverso para obter a imagem desejada
- Em geral, obtém-se apenas uma aproximação da "imagem ideal"



Horacio E. Fortunato (UFRGS)

Realce versus restauração

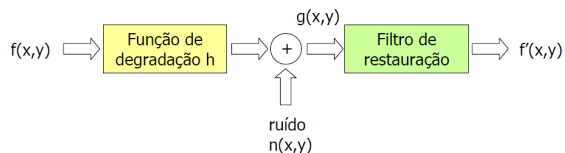
- Realce de imagens (e.g., ajuste de contraste, brilho, etc.) e um processo subjetivo
- Restauração é, em grande parte, um processo objetivo



Horacio E. Fortunato (UFRGS)

Modelagem dos Processos de Degradação e Restauração

- Seja $f(x,y)$ uma imagem e seja $g(x,y)$ uma versão de $f(x,y)$ gerada por algum processo de degradação



- No domínio espacial: $g(x,y) = f(x,y) * h(x,y) + n(x,y)$
- No domínio de frequência: $G(u,v) = F(u,v) \cdot H(u,v) + N(u,v)$



Horacio E. Fortunato (UFRGS)

Restauração nos Domínios Espacial e da Frequência

Algumas técnicas de restauração são melhor formuladas no domínio espacial (e.g., redução de ruído aditivo), enquanto outras são mais apropriadas para o domínio da frequência (e.g., redução de borramento, redução de ruído periódico)



Imagem com ruído aditivo



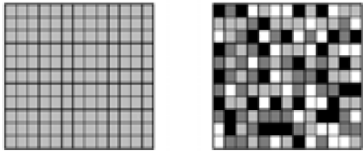
Imagem com ruído periódico



Horacio E. Fortunato (UFRGS)

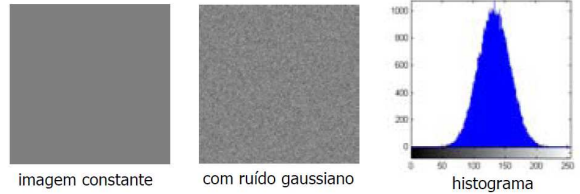
Ruído

- As principais fontes de ruído em imagens digitais estão associadas aos processos de aquisição e transmissão
- Principais causas de ruído em CCDs
 - Ruído Térmico
 - Calor (e não apenas fótons) provê energia aos elétrons no semicondutor
 - Variação na sensibilidade dos fotodiodos
 - material semicondutor utilizado na fabricação dos CCDs contém impurezas
 - Alguns pixels serão mais/menos eficientes na conversão de fótons em elétrons que outros

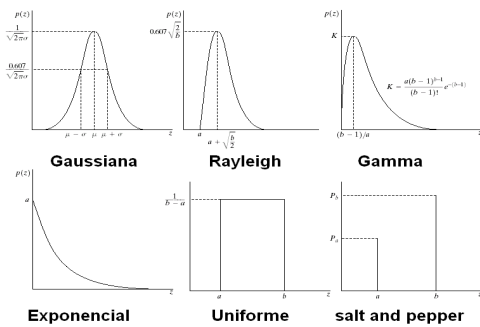


Tipos de Ruídos

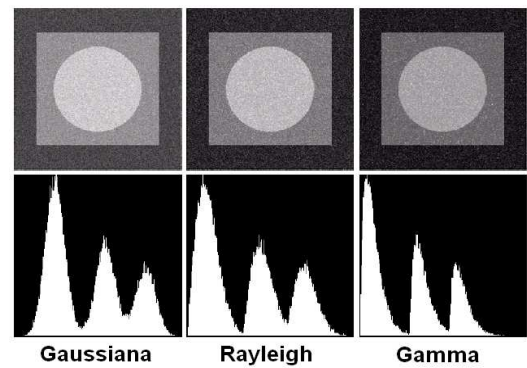
- Principais tipos de ruído aditivo
 - Gaussiano, Rayleigh, Gamma, Exponencial, Uniforme e "salt and pepper"
- O nome é dado pela forma da distribuição do ruído
 - Por exemplo, aplicando-se ruído gaussiano a uma imagem com tom constante tem-se imagem constante com ruído gaussiano no histograma



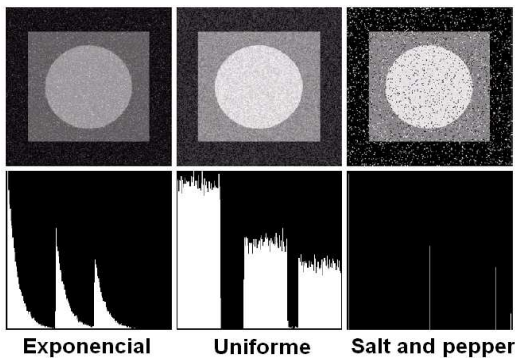
Exemplos de distribuições



Exemplos de distribuições



Exemplos de distribuições



Filtragem Espacial

- Recomendado quando a imagem encontra-se contaminada apenas por ruído aditivo não correlacionado

$$g(x, y) = f(x, y) + n(x, y)$$

Filtro da Média Aritmética

- Seja S_{xy} uma vizinhança de dimensões $m \times n$ centrada em (x,y)
- O valor da imagem restaurada f' em (x,y) é dado pela média aritmética dos pixels na região S_{xy}

$$f'(x, y) = \frac{1}{mn} \sum_{(s,t) \in S_{xy}} g(s, t)$$

- Pode ser obtido por meio de convolução em que todos os elementos da máscara (kernel) têm valor $1 / m.n$
- Reduz ruído, mas introduz borramento



Filtro da Média Geométrica

- O valor da imagem restaurada f' em (x,y) é dado pela média geométrica dos pixels na região S_{xy}

$$f'(x, y) = \left[\prod_{(s,t) \in S_{xy}} g(s, t) \right]^{1/mn}$$

- Produz suavização comparável ao filtro da média aritmética, mas tende a preservar mais detalhes



Filtro da Média Harmônica

- O valor da imagem restaurada f' em (x,y) é dado pela média harmônica dos pixels na região S_{xy}

$$f'(x, y) = \frac{mn}{\sum_{(s,t) \in S_{xy}} \frac{1}{g(s, t)}}$$

- Funciona bem para ruído do tipo "salt", mas não produz bons resultados para ruído do tipo "pepper"



Filtro da Média Contraharmônica

- O valor da imagem restaurada f' em (x,y) é dado pela média contraharmônica dos pixels na região S_{xy}

$$f'(x, y) = \frac{\sum_{(s,t) \in S_{xy}} g(s, t)^{Q+1}}{\sum_{(s,t) \in S_{xy}} g(s, t)^Q}$$

- Q é chamado de ordem do filtro

Para $Q > 0$ funciona bem para ruído do tipo "pepper"
Para $Q < 0$ funciona bem para ruído do tipo "salt"



Filtro da Mediana

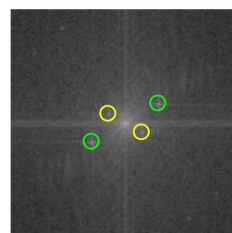
- O valor da imagem restaurada f' em (x,y) é dado pela mediana dos valores dos pixels na região S_{xy}

$$f'(x, y) = \text{mediana}_{(s,t) \in S_{xy}} \{g(s, t)\}$$

- Apropriado para remover ruído do tipo impulso
- Tanto bipolar (e.g., "salt and pepper"), quanto unipolar (e.g., "salt" ou "pepper").



Ruído Periódico



Espectro de Amplitude

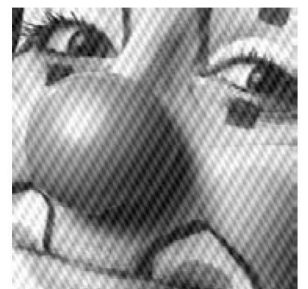
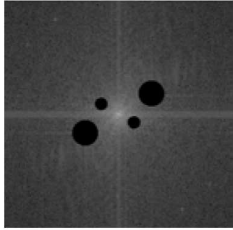


Imagem com ruído periódico



Remoção de Ruído Periódico

- Uso de "notch filter" para remover os picos



Espectro após a filtragem

IFT
⇒



Imagem filtrada



Processamento Digital de Imagens - Tarefas

Tarefas Novas:

- Leia as seções 5.1 a 5.4 do Capítulo 5 (aula 16) do livro Gonzalez, R. & Woods 2da Ed. (em Inglês)

Nota Importante: No livro Gonzalez, R. & Woods em português os capítulos possuem número diferente

Livro Gonzalez, R. & Woods 2ª Ed. (em Inglês):

Gonzalez, R. & Woods, R. Digital Image Processing 2ª Ed. Prentice Hall, 2002.

Link do curso: <http://www.inf.ufrgs.br/~hefortunato/cursos/INF01046>

