

Fundamentos de Processamento de Imagens

Aula 14

Restauração de Imagens: Remoção de Ruído Aditivo e Periódico

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 utilizar um procedimento inverso para obter a imagem desejada
- Em geral, obtém-se apenas uma aproximação da "imagem ideal"

Copyright Manuel Menezes de Oliveira Neto, Informática UFRGS

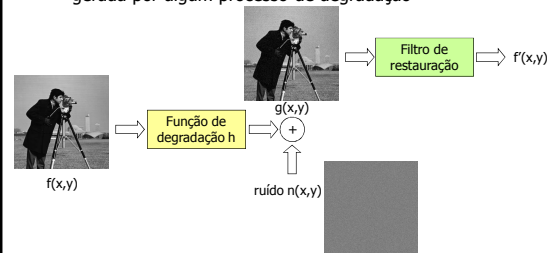
Realce versus Restauração

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

Copyright Manuel Menezes de Oliveira Neto, Informática UFRGS

Modelagem dos Processos de Degradação e Restauração

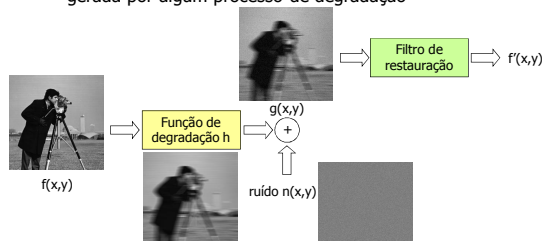
- Seja $f(x,y)$ uma imagem e seja $g(x,y)$ uma versão de $f(x,y)$ gerada por algum processo de degradação



Copyright Manuel Menezes de Oliveira Neto, Informática UFRGS

Modelagem dos Processos de Degradação e Restauração

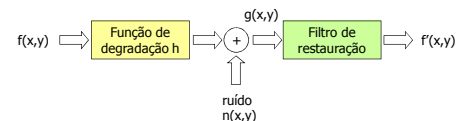
- Seja $f(x,y)$ uma imagem e seja $g(x,y)$ uma versão de $f(x,y)$ gerada por algum processo de degradação



Copyright Manuel Menezes de Oliveira Neto, Informática 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 frequência: $G(u,v) = F(u,v)H(u,v) + N(u,v)$

Copyright Manuel Menezes de Oliveira Neto, Informática UFRGS

Restauração nos Domínios Espacial e 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 frequência (e.g., redução de borramento, redução de ruído periódico)



Imagem com ruído aditivo

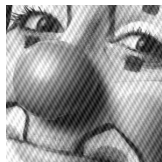


Imagem com ruído periódico

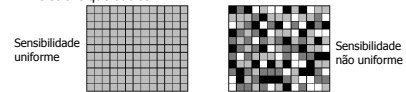
Copyright Manuel Menezes de Oliveira Neto, Informática UFRGS

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 semiconductor
- Variação na sensibilidade dos fotodiodos
 - O material semiconductor utilizado na fabricação dos CCDs contém impurezas
 - Alguns pixels serão mais/menos eficientes na conversão de fótons em elétrons que outros



Copyright Manuel Menezes de Oliveira Neto, Informática UFRGS

Tipos de Ruídos

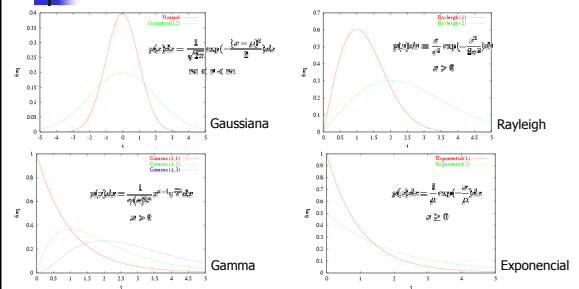
Principais tipos de ruído aditivo

- Gaussiano, Rayleigh, Gamma, Exponencial, Uniforme e "salt & pepper"
- O nome é dado em razão da forma da distribuição do ruído
- Por exemplo, aplicando-se ruído gaussiano a uma imagem com tom constante tem-se



Copyright Manuel Menezes de Oliveira Neto, Informática UFRGS

Exemplos de Distribuições



Copyright Manuel Menezes de Oliveira Neto, Informática UFRGS

Exemplos

- Exemplos de imagens com ruído gaussiano e "salt & pepper"



ruído gaussiano



ruído salt & pepper

Copyright Manuel Menezes de Oliveira Neto, Informática UFRGS

Filtragem Espacial

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

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

Copyright Manuel Menezes de Oliveira Neto, Informática UFRGS

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}

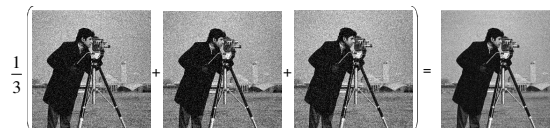
$$f'(x, y) = \frac{1}{mn} \sum_{(s, t) \in S_{xy}} g(s, t)$$

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

Copyright Manuel Menezes de Oliveira Neto, Informática UFRGS

Exemplo: Filtro da Média Aritmética

- S_{xy} : vizinhança de 1×1



Copyright Manuel Menezes de Oliveira Neto, Informática UFRGS

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

Copyright Manuel Menezes de Oliveira Neto, Informática UFRGS

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"

Copyright Manuel Menezes de Oliveira Neto, Informática UFRGS

Filtro da Média Contraharmônica

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

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

- Funciona bem para ruído do tipo "salt & pepper"
- Q é chamado de ordem do filtro

Copyright Manuel Menezes de Oliveira Neto, Informática UFRGS

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 & pepper"), quanto unipolar (e.g., "salt" or "pepper").

Copyright Manuel Menezes de Oliveira Neto, Informática UFRGS

Exemplo: Filtro da Mediana

- S_{xy} : vizinhança de 3x3

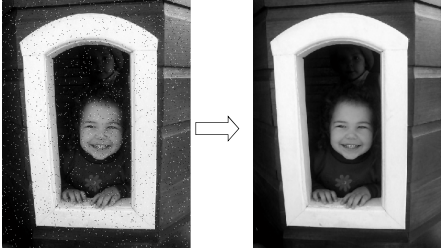


imagem restaurada

Copyright Manuel Menezes de Oliveira Neto, Informática UFRGS

Exemplo: Filtro da Mediana

- Diferença entre a imagem restaurada e a original

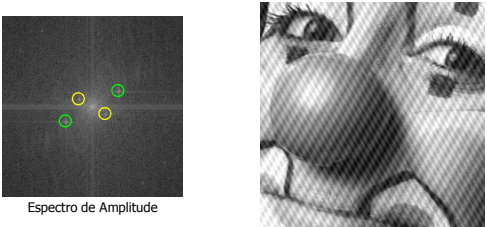


imagem original

Copyright Manuel Menezes de Oliveira Neto, Informática UFRGS

Ruído Periódico

- Pares de picos simétricos no espectro de amplitude



Espectro de Amplitude

Imagem com ruído periódico

Copyright Manuel Menezes de Oliveira Neto, Informática UFRGS

Remoção de Ruído Periódico

- Uso de "notch filter" para remover os picos



Espectro após a filtragem

Imagem filtrada

Copyright Manuel Menezes de Oliveira Neto, Informática UFRGS

Remoção de Ruído Periódico

- Ruído periódico filtrado



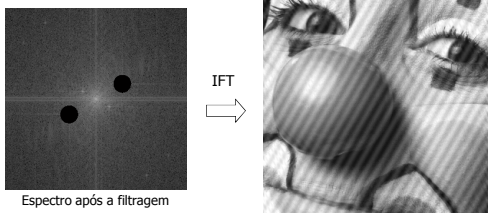
Espectro filtrado

Ruído periódico

Copyright Manuel Menezes de Oliveira Neto, Informática UFRGS

Remoção de Ruído Periódico

- Adequado para o domínio frequência



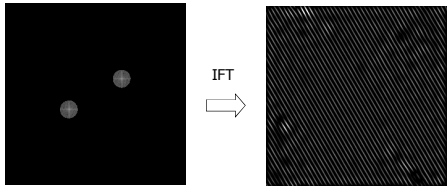
Espectro após a filtragem

Imagem filtrada

Copyright Manuel Menezes de Oliveira Neto, Informática UFRGS

Remoção de Ruído Periódico

- Ruído periódico filtrado



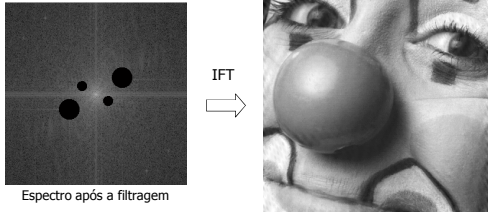
Espectro filtrado

Ruído periódico

Copyright Manuel Menezes de Oliveira Neto, Informática UFRGS

Remoção de Ruído Periódico

- Apropriado para o domínio frequência



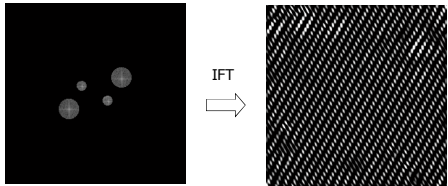
Espectro após a filtragem

Imagem filtrada

Copyright Manuel Menezes de Oliveira Neto, Informática UFRGS

Remoção de Ruído Periódico

- Ruído periódico filtrado



Espectro filtrado

Ruído periódico

Copyright Manuel Menezes de Oliveira Neto, Informática UFRGS

Remoção de Ruído Periódico

- Comparação



Imagem original

Imagem restaurada

Copyright Manuel Menezes de Oliveira Neto, Informática UFRGS