

# Processamento Digital de Imagens

## UFRPE/UAG - Lista de Exercícios

20 de setembro de 2015

**Atenção:** a lista **DEVE** ser resolvida utilizando Python 2.7 e OpenCV.

**Atenção:** arquivos necessários para resolução das atividades estão compactados em *arquivos.rar*.

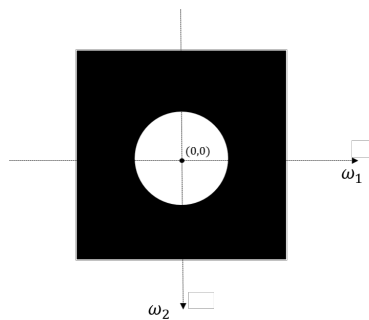
### Questão 1

A respeito do projeto de filtros digitais pede-se:

- (a) Implemente o filtro passa-baixa ideal em que todas as frequências acima da *frequência de corte*  $\omega_c$  são retiradas da imagem:

$$H_{PB} = \begin{cases} 1, & \text{se } D(\omega_1, \omega_2) < \omega_c \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

no qual  $D(\omega_1, \omega_2)$  é a distância do ponto  $(\omega_1, \omega_2)$  à origem do filtro.



Apresente a representação gráfica dos filtros no domínio da frequência e os resultados obtidos após a filtragem LSI da imagem digital *img-test.bmp*.  
Aplique (i)  $\omega_c = \frac{\pi}{8}$ , (ii)  $\omega_c = \frac{\pi}{4}$  e (iii)  $\omega_c = \frac{3\pi}{8}$ .



- (b) Implemente o filtro Butterworth passa-baixa definido pela equação:

$$H_{PB}(\omega_1, \omega_2) = \frac{1}{1 + \left[ \frac{D(\omega_1, \omega_2)}{\omega_c} \right]^{2n}}$$

no qual  $D(\omega_1, \omega_2)$  é a distância do ponto  $(\omega_1, \omega_2)$  à origem do filtro,  $\omega_c$  é a *frequência de corte* do filtro que define a região do espectro com amplitude reduzida, e  $n$  é a ordem do filtro que determina o grau de “suavidade” do filtro.

Apresente a representação gráfica dos filtros de Butterworth no domínio da frequência e os resultados obtidos após a filtragem LSI da imagem digital *img-test.bmp*. Aplique  $n = 2$  e (i)  $\omega_c = \frac{\pi}{8}$ , (ii)  $\omega_c = \frac{\pi}{4}$  e (iii)  $\omega_c = \frac{3\pi}{8}$ .

- (c) Quais diferenças visuais podem ser encontradas nos resultados finais das filtrações utilizando os filtros ideais e os filtros de Butterworth?
- (d) Implemente o filtro Butterworth passa-alta definido pela equação:

$$H_{PB}(\omega_1, \omega_2) = 1 - \frac{1}{1 + \left[ \frac{D(\omega_1, \omega_2)}{\omega_c} \right]^{2n}}$$

no qual  $D(\omega_1, \omega_2)$  é a distância do ponto  $(\omega_1, \omega_2)$  à origem do filtro,  $\omega_c$  é a *frequência de corte* do filtro que define a região do espectro com amplitude reduzida, e  $n$  é a ordem do filtro que determina o grau de “suavidade” do filtro.

Apresente a representação gráfica dos filtros de Butterworth no domínio da frequência e os resultados obtidos após a filtragem LSI da imagem digital *img-test.bmp*. Aplique  $n = 2$  e (i)  $\omega_c = \frac{\pi}{8}$ , (ii)  $\omega_c = \frac{\pi}{4}$  e (iii)  $\omega_c = \frac{3\pi}{8}$ .

*Dica:* baseie-se no script *filtering.py* que implementa um filtro gaussiano passa-baixa.

## Questão 2

A imagem *knee\_mri\_white.jpg* contém o resultado de um exame de ressonância magnética do joelho de um paciente. Devido a um problema no módulo de receptor da energia emitida pela reorganização de prótons de hidrogênio presentes nos tecidos quando o campo magnético no interior da máquina é subitamente variado, a imagem gerada apresenta níveis de cinza acima dos normais. No entanto, é possível corrigir o problema através de um módulo de software concatenado à saída do sistema.

Implemente este módulo utilizando a transformada de potência. Experimentalmente determine o valor ideal de  $\gamma$ . Apresente os resultados intermediários utilizados para gerar essa conclusão.

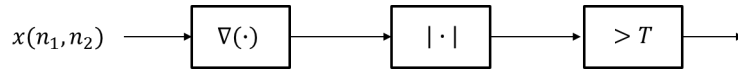
## Questão 3

O arquivo *carta\_getúlio.jpg* contém a digitalização de um documento oficial da república brasileira. Sistemas computacionais podem ser programados para explorar o conteúdo de maneira automática em documentos como este. Geralmente, as primeiras etapas em tais sistemas visam segmentar a imagem para identificar as letras escritas no papel. Neste contexto, pede-se:

- Apresente o resultado da segmentação da imagem aplicando uma limiarização global. Utilize uma das heurísticas vistas em sala para detectar automaticamente o melhor limiar.
- Utilizando a mesma heurística para detecção de limiar, realize uma limiarização local na imagem. Qual o efeito do tamanho da janela  $\omega$  no resultado final da operação? Apresente os resultados obtidos para três valores de  $\omega$ .
- O pré-processamento do documento digitalizado através de uma transformação de intensidade irá facilitar a fase de segmentação da imagem. Implemente esta solução e compare os resultados obtidos com os anteriores.

#### Questão 4

Implemente o sistema para detecção de bordas proposto na imagem abaixo.



- Justifique as decisões de projetos necessárias. Apresente os resultados obtidos na imagem *coins.bmp*.
- Qual o efeito obtido ao realizar um pré-processamento na imagem com o filtro gaussiano  $h_g(n_1, n_2)$  abaixo? Avalie os resultados utilizando diferentes valores de  $\sigma$ .

$$h_g(n_1, n_2) = e^{-\frac{(n_1^2 + n_2^2)}{2\sigma^2}}$$

#### Questão 5

Implemente o algoritmo de *Canny* para detecção de bordas. Avalie o resultado obtido nas imagens *old\_man.jpg*, *plane.jpg* e *monkey.jpg*. Quais os resultados obtidos ao variar os limiares  $T_{alto}$  e  $T_{baixo}$  na fase final da técnica?

#### Questão 6

Implemente uma variação do algoritmo *Split and Merge* na qual a primeira fase da técnica é realizada através da reconstrução da imagem utilizando os planos de bits mais significativos. Para a fase de *Merge*, utilize a distância entre pontos no espaço 4-Dimensional de descritores de textura que utilizam estatística de primeira ordem.

- (a) Experimente a técnica proposta nas imagens *pyramid.jpg*, *flowers.jpg*, *bear.jpg* e *animals.jpg*. Apresente os resultados.
- (b) A técnica proposta apresenta melhores resultados em imagens com que tipos de características? Nestes casos, o resultado da segmentação é superior ao encontrado aplicando o algoritmo de *Otsu*?

**Questão 7**

Utilizando distância euclidiana, calcule o nível de similaridade entre os descritores LBP dos padrões *query\_1.jpg* e *query\_2.jpg* com cada uma das amostras da base de dados  $\{texture\_sample\_1.jpg, \dots, texture\_sample\_9.jpg\}$ .