

Curso: Processamento Digital de Imagens (ENE0209)  
Professor: Edson Minstu Hung  
Semestre: 2º/2023

# Lista 1

## Parte 1 - Teoria

**Questão 1.1:** Durante a luz do dia ao entrarmos em um teatro escuro, demora um intervalo de tempo considerável até conseguirmos ver suficientemente bem para encontrar um lugar vazio. Qual dos processos visuais explicados no Capítulo 2<sup>1</sup> está em ação nessa situação?

**Questão 1.2:** A subtração de imagens é frequentemente utilizada em aplicações industriais para detectar componentes em falta na montagem de produtos. A abordagem consiste em armazenar uma imagem “golden” que corresponde a uma montagem correta; esta imagem é depois subtraída das imagens recebidas do mesmo produto. Idealmente, a diferença seria zero se os produtos estivessem montados corretamente. As imagens de diferença para produtos com componentes em falta seriam diferentes de zero na área em que diferem da imagem “golden”. Quais condições devem ser cumpridas na prática para o método funcionar? Em quais situações ele pode falhar?

**Questão 1.3:** Mostrar que é possível calcular transformadas 2-D com núcleos separáveis e simétricos:

1. Computando as transformadas 1-D ao longo das linhas (colunas) individuais da entrada, e
2. Computar transformadas 1-D ao longo das colunas (linhas) do resultado do passo 1.

**Questão 1.4:**

---

<sup>1</sup>Gonzalez, Rafael C. e Woods, Richard E., Digital Image Processing, 3º ed, 2008, Addison Wesley.

- (a) Qual efeito o histograma de uma imagem apresentaria (em geral) com escolha de zero para os bit planes de ordem inferior ?
- (b) Qual seria o efeito no histograma se, em vez disso, colocássemos como zero os bit planes de ordem superior?
- (c) Explique por que razão a técnica de equalização de histograma discreto não produz, em geral, um histograma plano.

## Parte 2 - Prática

**Questão 2.1:** Visualizando imagens HDR (*High Dynamic Range*):

- (a) Quais são as diferenças entre as imagens LDR (*Low Dynamic Range*) “normais” e as imagens HDR? Como são geradas as imagens HDR e quais são as suas vantagens?
- (b) Uma câmara tira fotografias HDR de uma cena com uma taxa de contraste igual a:

$$RC^{cena} = \frac{I_{max}^{cena}}{I_{min}^{cena}} = \frac{1000}{1}$$

onde  $I_{max}^{cena}$  e  $I_{min}^{cena}$  são os valores máximo e mínimo da intensidade luminosa, respetivamente. A câmara tem um fator de pré-distorção  $\gamma$  igual a 3, ou seja,

$$\frac{V_{max}}{V_{min}} = \frac{(I_{max}^{cena})^{1/3}}{(I_{min}^{cena})^{1/3}} = \frac{1000^{1/3}}{1}$$

onde  $V_{max}^{cena}$  e  $V_{min}^{cena}$  são as saídas de tensão da câmara após a aplicação do fator de pré-distorção. A imagem captada é apresentada num monitor com  $\gamma = 2$ , ou seja,

$$RC^{disp} = \frac{(V_{max})^2}{(V_{min})^2}$$

Qual é a taxa de contraste necessária para acomodar o intervalo dinâmico (*dynamic range*) da cena sem saturar as regiões mais claras e mais escuras?

- (c) Baixe as duas imagens HDR (`hw1_memorial.hdr` e `hw1_atrium.hdr`) disponibilizadas. Leia as imagens utilizando a função `hdrread` do Matlab/Octave. Qual é o tipo de dado da imagem carregada? Converta uma imagem para escala de cinza utilizando a função `rgb2gray` do Matlab. Com `imshow` visualize a imagem, consegue ver os seus detalhes?

- (d) Aplique uma transformação  $\gamma$  para as imagens em tons de cinza obtidas em (c). Varie os valores de  $\gamma$  e visualize as imagens utilizando o `imshow`. Para cada imagem, qual foi a melhoria proporcionada pela transformação? Repita o procedimento aplicando a transformação em cada uma das componentes de cor da imagem (vermelho, verde e azul). Tente novamente, usando os mesmos valores  $\gamma$  para os 3 componentes de cor. Em seguida, experimente utilizar valores de  $\gamma$  diferentes para cada uma das 3 componentes de cor. Discuta os resultados obtidos.
- (e) A partir de uma imagem HDR, podemos gerar uma imagem LDR com melhor qualidade, utilizando uma função de mapeamento adequada. Um exemplo de tal função é a seguinte:

$$y = \left( \frac{x^n}{x^n + \sigma^n} \right)^{1/\gamma}$$

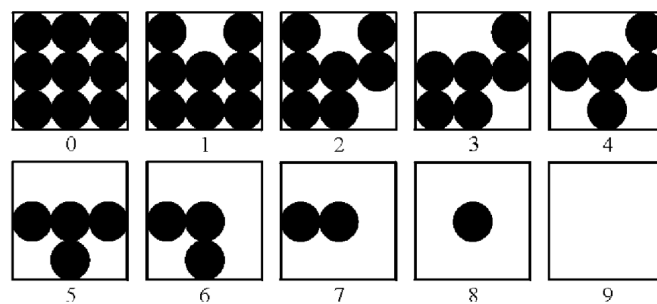
onde  $x$  é a imagem HDR,  $y$  é a imagem LDR e  $\gamma$  é o fator gama do monitor. Variando  $n$  e  $\sigma$  podemos criar uma imagem com uma boa qualidade. (Sugestão: começar com  $n = 1, 2$  e  $\sigma = 2$ ). Investigue como funciona este mapeamento quando variamos  $n$  e  $\sigma$ , descrevendo os efeitos de cada parâmetro.

**Questão 2.2:** Resolva os seguintes itens, sem utilizar funções prontas do Matlab (como o `imresize`).

- (a) Escreva um programa capaz de aumentar e diminuir a resolução espacial de uma imagem por replicação de pixel. Assuma que os fatores de aumento/diminuição ( $n$ ) desejados são números inteiros e devem ser dados pelo utilizador.
- (b) Utilize o seu programa para encolher (reduzir) a imagem por fatores de 2, 4, 8 e 16. Em seguida, use-o para aumentar a imagem de volta à resolução original.
- (c) Modifique o seu programa de modo a utilizar a interpolação bilinear (em vez da replicação). Repita (b) e explique os resultados.
- (d) Escreva um programa que efetue a rotação de uma imagem, utilizando os programas de interpolação desenvolvidos.
- (e) Rotacione uma imagem em 15, 30, 60 e 90 graus. Efetue a rotação utilizando ambos os tipos de interpolação: (a) replicação e (c) interpolação bilinear. Mostre as imagens obtidas, discutindo as diferenças nos resultados.

**Questão 2.3:** A partir da imagem Lena em escala de cinza, insira 10% de ruído Salt and Pepper. Implemente um filtro sigma espacial de  $7 \times 7$ . Para isso, calcule a média ( $m$ ) e a variância ( $\sigma$ ) dos pixels nessa região. Utilize a média dos valores apenas quando estiverem no intervalo  $m \pm k\sigma$ , varie o valor de  $k$  para obter um bom resultado visual. Compare o resultado com uma média móvel de tamanho  $7 \times 7$ .

**Questão 2.4:** A figura seguinte mostra dez tons de cinza aproximados por padrões de pontos. Cada nível de cinza é representado por um padrão  $3 \times 3$  de pontos pretos e brancos. Uma área  $3 \times 3$  cheia de pontos pretos é a aproximação ao nível de cinza preto, ou 0. Da mesma forma, uma área  $3 \times 3$  de pontos brancos representa o nível de cinza 9, ou branco. Os outros padrões de pontos são aproximações aos níveis de cinza entre esses dois extremos. Um esquema de impressão de níveis de cinza baseado em padrões de pontos como estes é chamado “*halftoning*”. Note-se que cada pixel em uma imagem de entrada corresponderá a  $3 \times 3$  pixels na imagem impressa, dessa forma a resolução espacial será reduzida para 33% do original, tanto na direção vertical como na horizontal. O escalonamento de tamanho como requerido em (a) pode reduzir ainda mais a resolução, dependendo do tamanho da imagem de entrada.



- Escreva um programa de *halftoning* para imprimir imagens em escala de cinza com base nos padrões de pontos discutidos. O seu programa deve ser capaz de dimensionar o tamanho de uma imagem de entrada de modo a que não exceda a área disponível numa folha de tamanho 8,5 x 11 polegadas (21,6 x 27,9 cm). O programa também deve dimensionar os níveis de cinza da imagem de entrada para abranger todo o intervalo de meios-tons.
- Escreva um programa para gerar uma imagem de padrão de teste que consiste em uma figura na escala de cinza de tamanho 256 x 256, cuja primeira coluna são todos 0's, a coluna seguinte todos 1's, e assim por diante, com a última coluna sendo 255's. Imprima esta imagem utilizando o seu programa de impressão em escala de cinza.
- Gere as Figs. 2.22(a) a (c) do livro texto (*images\_2.22.zip*) utilizando o seu programa de impressão em escala de cinza. Os seus resultados estão de acordo com as conclusões a que chegou o texto nas págs. 64-65 e na Fig. 2.23 (gráfico de isopreferência)? Explique.

**Questão 2.5:** Neste exercício vamos simular alguns fundamentos utilizados na impressão colorida. Selecione 16 cores a partir da imagem Lena, você pode utilizar inicialmente escolher aleatoriamente e comparar com uma clusterização. Aplique o *halftoning* considerando apenas essas 16 cores e compare com o original.