

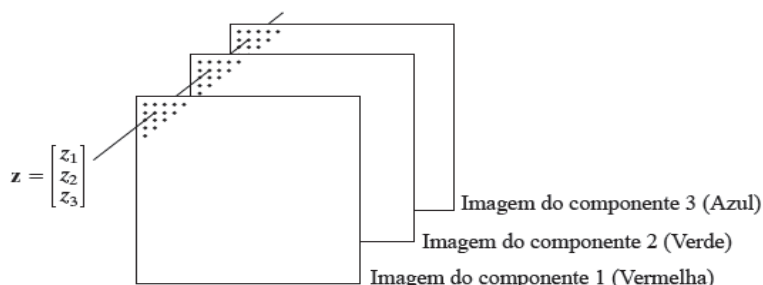
PROVA individual: 05/09/2022

Esta lista de exercícios está baseada nas referências listadas ao final desse documento.

Quesitos:

1) Qual o tamanho em pixels de uma imagem gerada na saída de um sensor monocromático (tons de cinza) cuja área de amostragem é de 2 cm x 3 cm, cada célula desse sensor tem dimensões 0,1mm x 0,2 mm?

2) Pesquise sobre a captura e representação de imagens em formato RGB (figura abaixo, extraída de Gonzalez e Woods [6]) e resolva a situação a seguir: Imagens coloridas normalmente são representadas no padrão RGB, no qual cada pixel é representado por três intensidades associadas aos tipos de receptores de cor do olho humano: vermelho, verde e azul. Em termos práticos, esse formato apresenta três matrizes (RGB) de intensidades. É possível converter uma imagem no formato RGB para um formato em tons de cinza? Se sua resposta for “sim”, escreva a expressão que realiza essa conversão.



**Figura 2.38** Formação de um vetor a partir de valores de pixels correspondentes em três imagens de componentes RGB.

3) Suponha que a amostragem realizada por um sensor digital produziu a matriz abaixo, valores em mV (milivolts). Cada valor representa uma intensidade de brilho (tons de cinza) vinda da cena adquirida. Para os casos A e B, abaixo, quantos bits por pixel (profundidade de imagem) você utilizaria para poder representar todos as diferentes intensidades de brilho capturadas na matriz amostrada?

(A)

6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8
1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8
1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8
1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8

(B)

6.8	6.87	6.89	6.89	6.87	6.8
5.8	5.87	5.89	5.89	5.87	5.8
4.8	4.87	4.89	4.89	4.87	4.8
3.8	3.87	3.89	3.89	3.87	3.8
2.8	2.87	2.89	2.89	2.87	2.8
1.8	1.87	1.89	1.89	1.87	1.8

4) Pesquise a respeito e descreva quais são as principais diferenças entre as tecnologias de sensores CCD e CMOS.

Sugestão: <https://thinklucid.com/tech-briefs/understanding-digital-image-sensors/>

5) Responda justificando. Entre Global Shutter Timing ou Rolling Shutter Timing, qual é o tipo de leitura de sensor mais adequado para uso na aquisição de vídeo de imagens nas seguintes situações:

- Captura de uma cena de pessoas caminhando em um corredor de um aeroporto;
- Captura de imagens de uma hélice a 900 rpm (rotações por minuto).

6) Qual é a relação entre a resolução espacial de uma imagem e o desempenho computacional do processamento de imagens, especialmente para transformações baseadas em pixels?

7) Considerando a disponibilidade de uma câmera de orifício (pinhole) com distância focal 5 mm e um prédio de 27 metros de altura que pode ter sua imagem capturada por esta câmera, apresentando uma altura de 150 pixels.

É possível utilizar a imagem em questão para estimar a distância do prédio em relação à câmera? Quais parâmetros adicionais são necessários para determinar essa estimativa? Qual seria o modelo geométrico que representa a situação? Estipule tais parâmetros e calcule a distância estimada da câmera ao prédio.

8) Um fabricante de automóveis está automatizando a instalação de componentes dos para-choques dos carros produzidos. Esses componentes são coordenados de acordo com suas cores de forma que os robôs precisam saber a cor de cada carro para selecionar o componente adequado dos para-choques. Os carros são fabricados apenas nas cores: branca, preta, vermelha, azul e verde. Descreva uma estratégia simples, barata e eficiente para a determinação automática da cor do carro baseado na aquisição de imagens.

9) Dada uma peça retangular, com regiões escuras e claras e escuras, paralela ao plano-de-imagem (Figura 1). O vetor normal ao plano da peça é colinear ao eixo **OZ<sub>c</sub>** (eixo focal). O foco (centro de projeção) encontra-se na origem  $[0,0,0]^T$  e o eixo **OZ<sub>c</sub>** intercepta a peça (Figura 1).

O centro de projeção encontra-se na origem  $[0,0,0]^T$ , a distância focal  $d$  entre o centro de projeção  $f$  e o plano de imagem é igual a 5 mm.

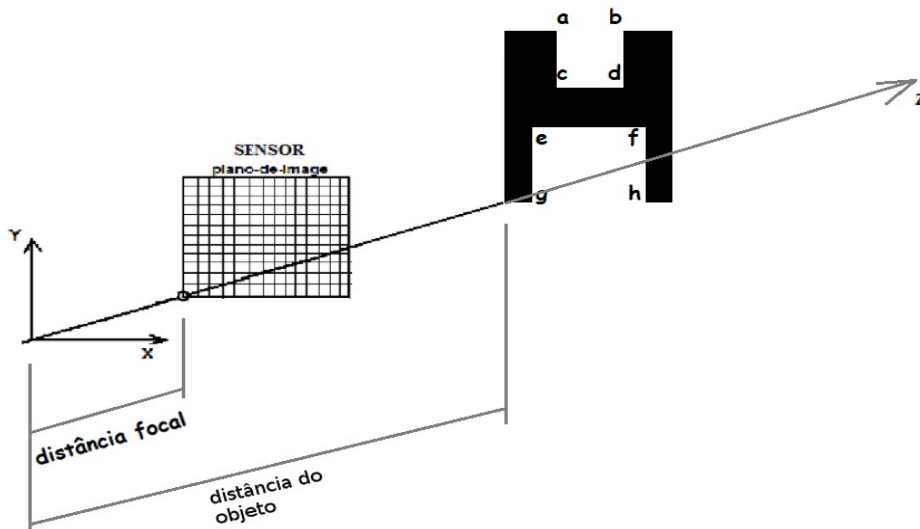
O sensor tem dimensões 4,8 mm por 3,6 mm com 480 pixels de altura por 640 pixels de largura, cada *pixel* do sensor é um quadrado de lado  $7,5 \times 10^{-6} m = 0,0075 \text{ mm}$ .

Tabela 1 – Oito pontos marcados na Figura 1.

1.	a :	650,7	2.000,0	1.500,0	1,0
2.	b :	653,5	2.000,0	1.500,0	1,0
3.	c :	650,7	1.990,0	1.500,0	1,0
4.	d :	653,5	1.990,0	1.500,0	1,0
5.	e :	645,3	500,3	1.500,0	1,0
6.	f :	645,0	500,3	1.500,0	1,0
7.	g :	645,3	500,0	1.500,0	1,0
8.	h :	645,0	500,0	1.5000	1,0

A distância do objeto (entre o centro de projeção e a folha) é de  $500\text{ mm}$ . O sensor é binário: um pixel está aceso (preto) ou apagado (branco). Um pixel está aceso se um ou mais raios projetores incidirem sobre o mesmo, caso contrário o pixel é apagado (branco).

Tem-se como **objetivo** a análise da imagem capturada visando a identificação dos **detalhes** do objeto, para a tomada de decisões em um projeto mecânico. Os detalhes em questão são vistos como reentrâncias no objeto (Figura 1). As coordenadas 3D (em mm) dos oito pontos identificados no objeto (Figura 1) constam na tabela abaixo:



Responda justificando:

A) Qual é a área abcd em  $\text{mm}^2$  e  $\text{pixels}^2$ ?

B) A imagem capturada é útil ao propósito (objetivo) citado anteriormente? Escreva o script Python que implementa os cálculos aplicados na solução da questão e faça upload no Moodle.

C) Caso seja oferecida uma outra câmera com o mesmo tamanho de sensor (dimensões  $4,8\text{ mm}$  por  $3,6\text{ mm}$ ), qual dos sensores abaixo seriam da sua escolha? Justifique sua resposta:

- S1: cada *pixel* é um quadrado de lado  $0,00042\text{ mm}$ .
- S2: cada *pixel* é um quadrado de lado  $0,085\text{ mm}$ .

10) Cite exemplos de operações lógicas e aritméticas entre imagens. Cite pelo menos um exemplo de uso prático de alguma dessas operações.

11) Uma das transformações mais básicas consiste em operar uma imagem comparando cada pixel com um valor de limiar (threshold). Normalmente isso é aplicado para separar o fundo da imagem (background) em relação à sua parte mais importante (foreground). Escreva um script Python que lê uma imagem colorida (RGB), convertendo-a para tons de cinza e aplicando um operador de limiar, selecione os pixels de entrada que se encontrem no intervalo  $[L1, L2]$  ( $L1$  e  $L2$  são tons de cinza fornecidos pelo usuário). A seção 3.2.3 do Solomon descreve o operador de Limiar (thresholding).

12) Leia sobre o método manual, o isodata e o método de Otsu. Recomendação bibliográfica: Gonzalez e Butler [7]

#### Bibliografia geral:

1. Material no site do Moodle, anotações de aula;
2. Representação (Cap 1) In: Solomon, C. e Breckon, T. Fundamentos de Processamento Digital de Imagens. LTC. 2013. Livro eletrônico (e-book) disponibilizado pela biblioteca do CCT via Uniform Resource Locator (URL): <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliotecaudesc/reader.ac>
3. Formação (Cap 2, **seção 2.3 em diante**) In: Solomon, C. e Breckon, T. Fundamentos de Processamento Digital de Imagens. LTC. 2013. Livro eletrônico (e-book) disponibilizado pela biblioteca do CCT via Uniform Resource Locator (URL): <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliotecaudesc/reader.ac>
4. Pixels (Cap 3 **até a seção 3.2**) In: Solomon, C. e Breckon, T. Fundamentos de Processamento Digital de Imagens. LTC. 2013. Livro eletrônico (e-book) disponibilizado pela biblioteca do CCT via Uniform Resource Locator (URL): <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliotecaudesc/reader.ac>
5. Helio Pedrini, H e Schwartz W. R.. Análise de Imagens Digitais - Princípios, Algoritmos e Aplicações. Ed. THOMSON. 2008;
6. Gonzalez, R. e Woods, R. Processamento Digital de Imagens. Ed. Edgar Blucher. 2000.
7. Ursula Gonzales-Barron, Francis Butler, A comparison of seven thresholding techniques with the k-means clustering algorithm for measurement of bread-crumbs features by digital image analysis, Journal of Food Engineering, Volume 74, Issue 2, 2006, Pages 268-278, (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877405001652>)