

Exames PIV

2021/2022 - Normal

1. Para ambientes de pouca luminosidade a melhor tecnologia de sensor de aquisição de imagem seria a tecnologia CCD,
 desse sensor é mais sensível fazendo com que capte mais informação com o mesmo tempo de exposição.

2.

$$u_H = 2 \cdot \tan^{-1} \left(\frac{H}{2f} \right) \stackrel{H=2}{=} 2 \cdot \tan^{-1} \left(\frac{H}{2 \cdot 5} \right) =$$

$$f' = 5 \text{ mm}$$

$$u_H = 55,4^\circ$$

$$u_L = 70^\circ$$

$$\therefore \tan \left(\frac{55,4}{2} \right) = \frac{H}{10} \quad \therefore H = 10 \cdot \tan \left(\frac{55,4}{2} \right) \approx$$

$$z = 5,25$$

$$u_L = 2 \cdot \tan^{-1} \left(\frac{L}{2f} \right) \stackrel{L=2}{=} 2 \cdot \tan^{-1} \left(\frac{L}{2 \cdot 5} \right) \approx$$

$$\therefore \tan \left(\frac{70}{2} \right) = \frac{L}{10} \quad \therefore L = 10 \cdot \tan \left(\frac{70}{2} \right) \approx$$

≈

$$\therefore L = 7$$

$$(7; 5,25)$$

$$3. \quad n = 3 \text{ bits} \quad / \quad G = 4 \text{ bits} \quad / \quad B = 3 \text{ bits}$$

a)

$$\text{bits} = N_{\text{linhas}} \times N_{\text{colunas}} \times K_n \times K_B \times K_G =$$

$$= 1920 \times 1080 \times 3 \times 4 \times 3 = 74649600$$

$$N_{\text{linhas}} = 1920$$

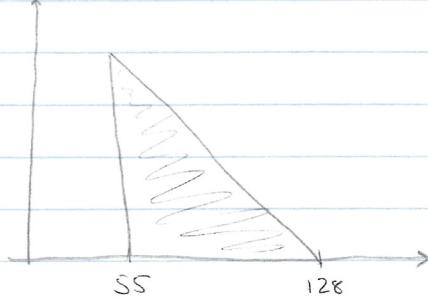
$$\frac{N_{\text{linhas}}}{N_{\text{colunas}}} = \frac{16}{9} \Leftrightarrow N_{\text{colunas}} = \frac{9}{16} N_{\text{linhas}}$$

$$\Leftrightarrow N_{\text{colunas}} = 1080$$

b) SVH c/ maior sensibilidade \rightarrow menores, logo \uparrow into armazena.

4.

a)



b) semi ^{atenuación} contraste porque gama dinâmica igual.

antes [50; 127] \Rightarrow 77 níveis

dopois [55; 128] \Rightarrow 77 níveis

6.

a)

i	1	2	3	4	5	6
x_i	-0,5	0,5	0	-2	0,4	1,9
w	1	2	2	1	1	2
$g_1(x)$	<u>2,2</u>	2,2	<u>2,2</u>	2,2	2,2	2,2
$g_2(x)$	<u>1,5</u>	<u>2,5</u>	2	0	<u>2,4</u>	<u>3,9</u>
\hat{w}	1	2	1	1	2	2

$$\begin{array}{c|cc|c} w/\hat{w} & \begin{array}{c|c} 1 & 2 \\ 2/3 & 1/3 \\ 1/3 & 2/3 \end{array} & & \\ \hline 1 & & & P(1) = \frac{3}{6} = \frac{1}{2} \\ 2 & & & P(2) = \frac{3}{6} = \frac{1}{2} \end{array}$$

b) $P_1 = \frac{1}{2}$ $P_2 = \frac{1}{2}$

$P_{e_1} = \frac{1}{3}$ $P_{e_2} = \frac{1}{3}$

$$\begin{aligned}
 P_e &= P(1) \cdot P_{e_1}(1) + P(2) \cdot P_{e_2}(2) = \\
 &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} = \\
 &= \frac{1}{3}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_a &= 1 - P_e = \\
 &= 1 - \frac{1}{3} = \frac{2}{3}
 \end{aligned}$$

8.

ISO DATA VS K-MÉDIAS

9.

$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline 2 & 3 & 6 \\ \hline 5 & 5 & 73 \\ \hline 5 & 80 & 62 \\ \hline \end{array} \xrightarrow{\text{th}=30} \begin{array}{|c|c|c|} \hline 0 & 0 & 0 \\ \hline 0 & 0 & 1 \\ \hline 0 & 1 & 1 \\ \hline \end{array}$$

10.

1280 columnas

960 filas

$$K_U = K_V = 92$$

$$f^1 = 10 \text{ mm}$$

$$t = [200 \quad 800 \quad 700]^T$$

$$\text{a) } P^W = [1000 \quad 1000 \quad 500]^T$$

$$\begin{bmatrix} X^c \\ Y^c \\ Z^c \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & t_x \\ 0 & 1 & 0 & t_y \\ 0 & 0 & 1 & t_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X^w \\ Y^w \\ Z^w \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 200 \\ 0 & 1 & 0 & 800 \\ 0 & 0 & 1 & 700 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1000 \\ 1000 \\ 500 \\ 1 \end{bmatrix} =$$

$$= \begin{bmatrix} 1200 \\ 1800 \\ 1200 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\text{b) } \begin{bmatrix} \lambda u \\ \lambda v \\ \lambda \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} fK_u & 0 & \mu_0 \\ 0 & -fK_v & v_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X^c \\ Y^c \\ Z^c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10 \cdot 0,2 & 0 & 640 \\ 0 & -10 \cdot 0,2 & 480 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1200 \\ 1800 \\ 1200 \end{bmatrix} =$$

$$= \begin{bmatrix} 770400 \\ 572400 \\ 1200 \end{bmatrix}$$

$$\lambda u = 770400 \Rightarrow u = \frac{770400}{1200} \Rightarrow u = 642$$

$$\lambda v = 572400 \Rightarrow v = \frac{572400}{1200} \Rightarrow v = 477$$

 O ponto é visível pela câmara pois intensita a mesma no pixel (642, 477) e a câmara tem (1920, 690) de resolução.

2019/2020 - Normal

1. Não é possível calcular a distância de um determinado ponto do mundo a uma câmara, a partir de uma imagem obtida com o modelo de projeção simples sem que saibamos as o tamanho desse objecto e o tamanho do sensor.

Quando se projeta ponto 3D no plano do sensor 2D, perde-se a "dimensão da profundidade", sendo necessário mais informação para recuperar a distância.

2. Densidade dos elementos fotossensíveis deveria diminuir a medida que a distância radial aumenta.

Espaço de cor mais "adquado" HSV pós zooms mais sensíveis à luminosidade do que à cromaticidade.

3. Total bits = 49766400

$$K = 24 \text{ bits}$$

$$\frac{\text{largura}}{\text{altura}} = \frac{16}{9} \quad \text{largura} = \frac{16}{9} \text{ altura}$$

$$\text{Total bits} = \text{largura} \times \text{altura} \times K \quad (1)$$

$$\Rightarrow \text{largura} = \frac{16}{9} \text{ altura} \quad (2)$$

$$\therefore 49766400 = \frac{16}{9} \text{ altura} \times \text{altura} \times 24 \quad (1)$$

$$\therefore \text{altura} = \frac{16}{9} \times 1080 \quad (3)$$

$$\therefore \frac{16}{9} \text{ altura}^2 = 2073600 \quad (1)$$

$$\therefore \text{altura} = 1920$$

$$\therefore \text{altura}^2 = 2073600 \times \frac{9}{16} \quad (1)$$

$$\therefore \text{altura}^2 = 1166400 \quad \therefore \text{altura} = \sqrt{1166400} \quad \therefore \text{altura} = 1080$$

$$(1920, 1080) //$$

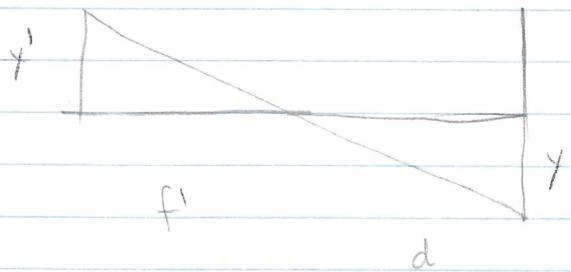
4. altura $\frac{P}{F} = 2$ metros = 2000 mm
 largura $\frac{P}{F} = 2 \cdot 1 \text{ m} = 2000 \text{ mm}$
 $d = 10 \text{ m} = 10000 \text{ mm}$
 $f' = 8 \text{ mm}$

colunas = 100 colunas

linhas $\frac{F}{F} = 150$ linhas

altura $\frac{F}{F} = 0,3 \text{ m} = 300 \text{ mm}$
 largura $\frac{F}{F} = 0,2 \text{ m} = 200 \text{ mm}$

altura : Sección



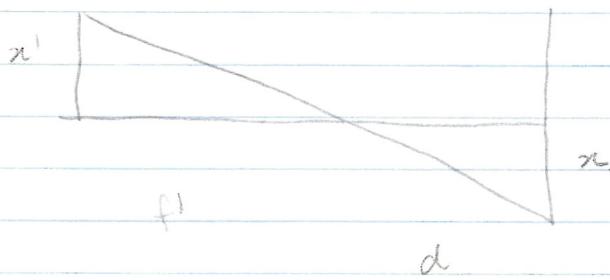
$$\frac{y'}{f'} = \frac{y}{d}$$

$$\Leftrightarrow y' = \frac{y}{d} \cdot f'$$

$$\Leftrightarrow y' = \frac{2000}{10000} \cdot 8 \text{ mm}$$

$$\Leftrightarrow y' = 1,6 \text{ mm}$$

largura : Sección



$$\frac{x'}{f'} = \frac{x}{d} \quad \Leftrightarrow x' = \frac{x}{d} \cdot f'$$

$$\Leftrightarrow x' = \frac{2000}{10000} \cdot 8 \text{ mm}$$

$$\Leftrightarrow x' = 1,6 \text{ mm}$$

altura $\frac{s}{S} = 1,6 \text{ mm}$

largura $\frac{s}{S} = 1,6 \text{ mm}$

altura $\frac{(FIS)}{S} = \frac{300}{10000} \times 8 = 0,24 \text{ mm}$

largura $\frac{(FIS)}{S} = \frac{200}{10000} \times 8 = 0,16 \text{ mm}$

lau aulas resolução

0,16

100

1,6

x

$$x = \frac{1,6 \times 100}{0,16} = 1000 \text{ colunas}$$

lau aulas resolução

0,24

100

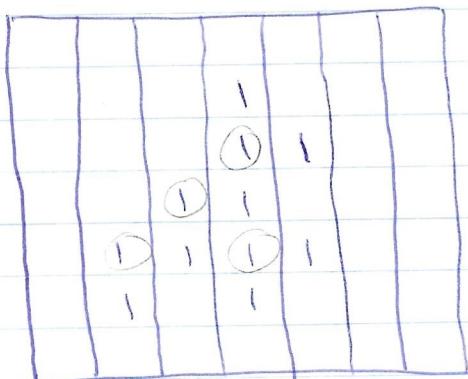
1,6

y

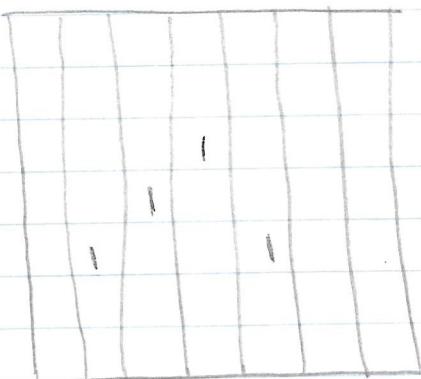
$$y = \frac{1,6 \times 100}{0,24} = 666 \text{ linhas}$$

A resolução mínima necessária seria 1000×1000 pixels se o sensor é quadrado.

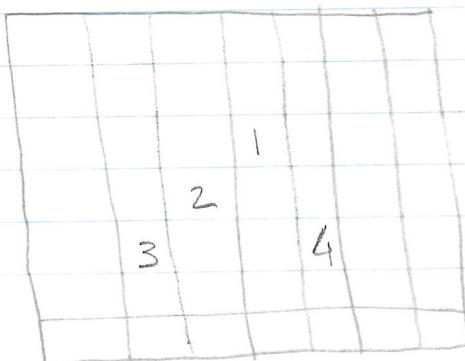
5.



a)



b)



Essa visualização é útil
há concordância entre os
pixels ativos da imagem, pa-
rê, não são vizinhos. A
imagem de labels atribuiu
uma label diferente a cada
pixel/negócio.

6.

$$g_1(x) = x_2 - x_1$$

$$g_2(x) = x_1 - x_2$$

x	x_1	-3	-2	-2	2	2	3
	x_2	0	-1	1	-1	1	0
	w	1	1	1	1	2	2

a)

x	x_1	-3	-2	-2	2	2	3
	x_2	0	-1	1	-1	1	0
	w	1	1	1	1	2	2
	$g_1(x)$	3	1	3	-3	-1	-3
	$g_2(x)$	-3	-1	-3	3	1	3
	w	1	1	1	2	2	2

$$b) p_1 = \frac{1}{2} \quad p_2 = \frac{1}{3} \quad p_{e_1} = \frac{1}{4}$$

$$p_1 + p_2 = 1$$

$$\frac{1}{2} p_2 + p_2 = 1 \quad \frac{3}{2} p_2 = 1$$

$$p_2 = \frac{2}{3}$$

$$p_{e_2} = \frac{0}{2}$$

$$P_e = p_1 \cdot p_{e_1} + p_2 \cdot p_{e_2} =$$

$$= \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{4} + \frac{2}{3} \cdot \frac{0}{2} =$$

$$= \frac{1}{12} //$$

c) Não, porque a classe a priori é estruturada a partir do conjunto de testes e contraria à probabilidade do conjunto de treino.

7.

a) Detecção de contornos.

b) Um possível procedimento é o algoritmo de Canny / Sobel

8.

a) 0 - 8

1 - 13

2 - 14

3 - 6

4 - 2

5 - 10

6 - 6

7 - 5

$$h = \{8, 13, 14, 6, 2, 10, 6, 5\}$$

b) A imagem mais semelhante é a do histograma 1
pois é aquela com menor distância ao histograma
nossa

9. O método de Otsu separa o fundo dos objectos
através da análise do histograma da imagem. Este
método opera particularmente bem quando a cor
predominante do fundo é diferente da cor predominante
dos objectos na imagem, ou seja, quando o histograma
da imagem tem características bimodais. No caso
da imagem apresentada, a variação de intensidades
é muito próxima pelo que o método de Otsu não
acha ten resultados ótimos na sua análise mas
sim sub-ótimos.

10. Algoritmo de Freeman:

1º Calcula diferença entre o frame corrente e frame anterior.

2º Calcula os possíveis movimentos:

$\rightarrow d_u(n, c) < 0$: movimento cf direção do utrilo cf menor intensidade.

$\rightarrow d_u(n, c) > 0$: movimento cf direção do utrilo cf menor intensidade.

3º Considera 4 direções: horizontal, vertical e 2 diagonais.

4º Trata cada uma das 4 direções como setores e realiza a sua soma, para cada pixel.

5º Estima o fluxo ótimo em cada pixel como a média espacial, numa vizinhança 3×3 .

11.

$$K_u = K_v = 2$$

$$u_0 = 320$$

$$v_0 = 240$$

$$f = 10 \text{ mm}$$

a) ponto = $\begin{bmatrix} 1000 \\ 500 \\ 200 \end{bmatrix}$

$$\begin{bmatrix} \lambda_u \\ \lambda_v \\ \lambda \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f K_u & 0 & u_0 \\ 0 & -f K_v & v_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} =$$

$$= \begin{bmatrix} 10.2 & 0 & 320 \\ 0 & -10.2 & 240 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1000 \\ 500 \\ 200 \end{bmatrix} =$$

$$= \begin{bmatrix} 84000 \\ 38000 \\ 200 \end{bmatrix}$$

$$\lambda u = 84000 \Rightarrow u = \frac{84000}{200} (=)$$

$$\Leftrightarrow u = 420$$

$$\lambda v = 38000 \Rightarrow v = \frac{38000}{200} (=)$$

$$\Leftrightarrow v = 190$$

b) O ponto 3D é visualizado pela camera pois a sua resolução seria $u_0 \times 2 = 320 \times 2 = 640$ colunas por $v_0 \times 2 = 240 \times 2 = 480$ linhas. Como o ponto no plano da camera tem coordenadas < resolução da imagem, é visto pela camera.

2019 / 2020 - reunião

1. Operação aritmética de multiplicação. Nas zonas de interesse a máscara não tem valores 1 e nas restantes é 0, sendo que quando multiplicada pela imagem resulta uma imagem com valores de intensidade da região de interesse onde a máscara era 1:

2.

$$\frac{x'}{f} = \frac{x}{d}$$

$$\Leftrightarrow x' = \frac{x}{d} f.$$

x' → Ponto na
camera

f' → Distância focal

d → Distância do
objecto

x → Ponto no mundo

Como d é um fator de divisão,
quanto maior d , menor x' .

3.

$L = 4096$ níveis de cinzento.

$$\text{nóvelas} = 4000 \times 4000$$

$$L = 2^k \Rightarrow k = \log_2 (4096) \approx$$

$$\Leftrightarrow k = 12$$

$$\text{Total bits} = M \times N \times k =$$

$$= 4000^2 \times 12 =$$

$$= 192\,000\,000 \text{ bits.}$$

4.

$$f' = 8 \text{ mm}$$

$$d = 5 \text{ m} = 5000 \text{ mm}$$

$$\text{latura}_0 = 70 \text{ cm} = 700 \text{ mm}$$

$$\text{latura}_0 = 180 \text{ cm} = 1800 \text{ mm}$$

a)

latura:

$$\frac{x'}{f'} = \frac{x}{d} \Leftrightarrow \frac{x'}{8} = \frac{700}{5000} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow x' = 700 \cdot 8 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow x' = 1,12 \text{ mm.}$$

$$\frac{y'}{f'} = \frac{Y}{d} \Leftrightarrow \frac{y'}{8} = \frac{1800}{5000} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow y' = \frac{1800}{5000} \cdot 8 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow y' = 2,88 \text{ mm}$$

b) CCD: 1920 colunas
1080 linhas

dimensões (6,4mm; 4,8mm)

largura:

resolução	dimensão
1920	6,4
n	1,12

$$n = \frac{1,12 \times 1920}{6,4} (=$$

o n = 336 colunas

Altura:

resolução	dimensão
1080	4,8
y	2,88

$$y = \frac{2,88 \times 1080}{4,8} =$$

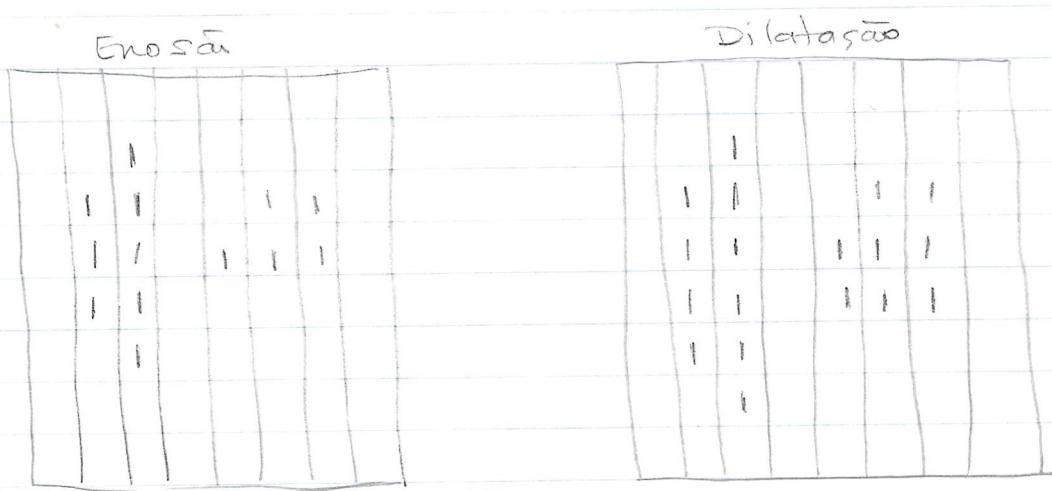
o y = 648 linhas.

5.

a) Operador morfológico de abertura e/ou elemento estruturante



b)



c) Assumindo \hat{w} binomial N8

	1								
1	1	2	2						
1	1	2	2	2					
1	1	2	2	2					
1	1								
	1								

Tabela etiquetas

1	2
0	0

6.

w/\hat{w}	1	2	3
1	0,8	0,1	0,1
2	0,1	0,85	0,05
3	0	0	1

a) $P(1) = 0,8$

Preenchido acima.

b) $P(1) = \frac{1}{2}$ $P(2) = \frac{1}{4}$ $P(3) = \frac{1}{4}$

$P_e(1) = 0,2$ $P_e(2) = 0,15$ $P_e(3) = 0$

$P_e = P(1) \cdot P_e(1) + P(2) \cdot P_e(2) + P(3) \cdot P_e(3) =$

$= \frac{1}{2} \cdot 0,2 + \frac{1}{4} \cdot 0,15 + \frac{1}{4} \cdot 0 =$

$\approx 0,14$

7.

$$\begin{array}{c|c} 0 & 0,5 \\ \hline 1 & 0,5 \end{array}$$

$$\begin{array}{c|c} 0,2 & 0,8 \\ \hline 0,1 & 0,3 \end{array}$$

$$\begin{array}{c|c} 0,2 & 0,3 \\ \hline 0,6 & 0,6 \end{array}$$

$$C_1 \rightarrow (0,25 ; 0,25 ; 0,25)$$

$$C_2 \rightarrow (0,75 ; 0,75 ; 0,75)$$

$$\begin{array}{c|c} 1 & 2 \\ \hline 3 & 1 \end{array} \quad 2$$

$$D(P_1; C_1) = \sqrt{(0,25-0)^2 + (0,25-0,2)^2 + (0,25-0,2)^2} \approx 0,26$$

$$D(P_1; C_2) = 1,08$$

$$D(P_2; C_1) = 0,61$$

$$D(P_2; C_2) = 0,52$$

$$C_1 = \left(\frac{0,25+0+0,5}{3} ; \right.$$

$$\left. \frac{0,25+0,2+0,3}{3} ; \right.$$

$$\left. \frac{0,25+0,2+0,6}{3} \right) =$$

$$D(P_3; C_1) = 0,94$$

$$D(P_3; C_2) = 0,71$$

$$= (0,25 ; 0,25 ; 0,35)$$

$$D(P_4; C_1) = 0,43$$

$$D(P_4; C_2) = 0,54$$

$$C_2 = \left(\frac{0,75+0,5+1}{3} ; \right.$$

$$\left. \frac{0,75+0,8+0,1}{3} ; \right.$$

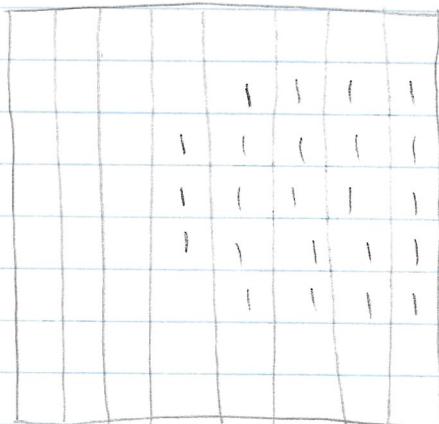
$$\left. \frac{0,75+0,3+0,6}{3} \right) =$$

$$= (0,75 ; 0,55 ; 0,55)$$

8. Um método de detecção de caças na segmentação de vídeo é, por exemplo, análise de histogramas de imagens consecutivas. Se, em imagens consecutivas, a distância entre os seus histogramas for muito elevada, sabemos que houve uma mudança de cena.

9.

a)



b) O efeito provocado é a suavização da fronteira e remoção do ruído sal e pimenta.

10. Método espesso para cálculo do campo de movimento:

1º Identifica pontos de interesse

2º Procura pontos correspondentes numa próxima frame.

3º Se existirem no ponto 2, descreve o movimento com o vetor ponto de interesse \rightarrow ponto matched.

11.

200	50
70	90

Plano R

100	120
50	60

Plano G

20	100
220	80

Plano B

a) RG normalizado

0,625	0,185
0,206	0,391

0,312	0,4
0,147	0,261

106,5	90
113,3	76,6

$$\frac{R}{R+G+B}$$

$$\frac{G}{R+G+B}$$

$$\frac{R+G+B}{3}$$

b)

Indice	R	G	B
1	70	50	220
2	115	90	70

$$D(P_1; c_1) = \sqrt{(70 - 200)^2 + (50 - 100)^2 + (220 - 20)^2} = 233,24$$

$$D(P_1; c_2) = \sqrt{(115 - 200)^2 + (90 - 100)^2 + (70 - 20)^2} = 82,61$$

$$D(P_2; c_1) = 99,5$$

$$D(P_2; c_2) = 77,62$$

$$D(P_3; c_1) = 0$$

$$\begin{array}{c|c} 2 & 2 \\ \hline 1 & 2 \end{array}$$

$$D(P_3; c_2) = 151,41$$

$$D(P_4; c_1) = 141,07$$

$$D(P_4; c_2) = 40,31$$

2018/2019 - Normal

1.

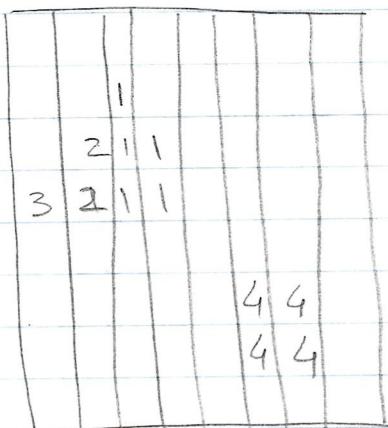
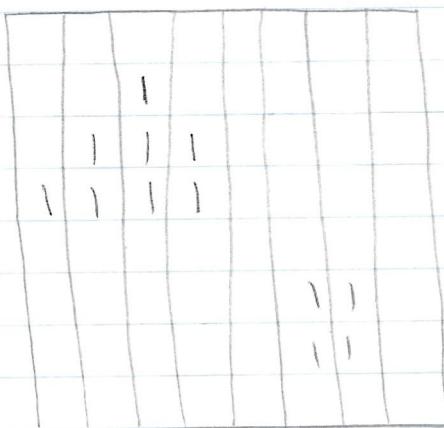
- a) Falso. Existem mais bastonetes que cones. Os bastonetes são responsáveis pela sensibilidade à intensidade luminosa.
- b) Verdadeiro. Assumindo que o nº bits é o mínimo necessário para armazenar a informação de uma imagem com uma determinada resolução, quando aumentamos a resolução, é necessário aumentar o número de bits para armazenar toda a informação.
- c) Verdadeiro. As aumentam a distância focal, o ângulo do visor da câmara diminui permitindo que um campo de visão maior seja projetado no plano do sensor.
- d) Verdadeiro. O sensor com tecnologia CMOS é uma tecnologia standard IC fazendo com que o seu custo de fabricação seja menor.

2. O fenômeno de aliasing em imagens digitais é dado pela resolução da imagem não ser suficiente para representar as alterações dos valores das intensidades dos pixels presentes na imagem.

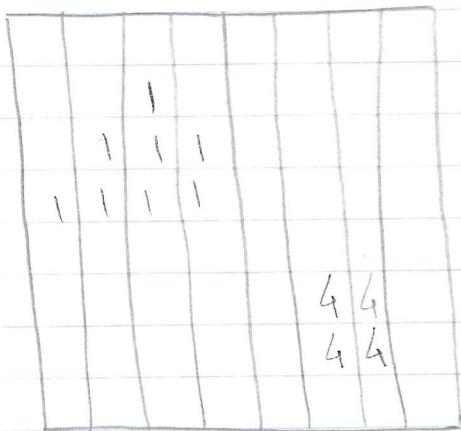
3. O histograma mais adequado à aplicação do método de Otsu é o diagrama a) pois a cor do fundo é facilmente diferenciada da cor dos objectos fazendo com que a seleção do threshold para diferenciar ambos seja a mais facilmente acentável.

4.

a) Considerando inrusha N6



b)



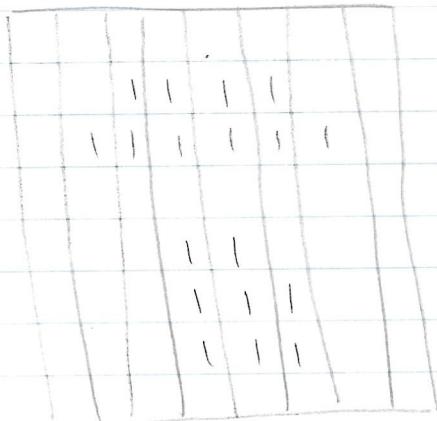
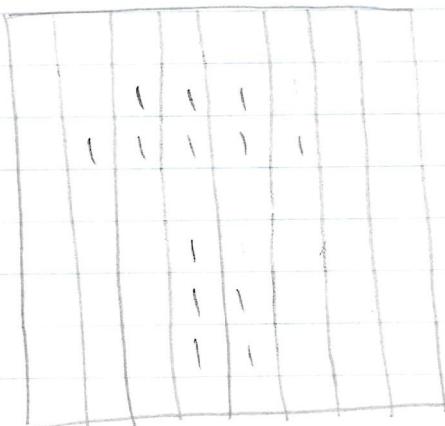
5.

a) Operações ontológicas abertina com seguinte elemento estruturante:



b) Erosão

Abertina



c)

$$\text{Área}(1) = 10$$

$$C_n(1) = \frac{3+4+5+6+2+3+4+5+6+7}{10} =$$

$$= \frac{45}{10} =$$

$$= 4,5$$

$$C_y(1) = \frac{3+2+3+2+3+2+3+2+3+3}{10}$$

$$= \frac{26}{10} =$$

$$= 2,6$$

$$\text{Área}(2) = 8$$

$$C_n(2) = \frac{39}{8} = 4,9$$

$$C_y(2) = \frac{49}{8} = 6,1$$

6. t2, porque num sistema de segurança é preferível ter falsas rejeições que falsas acitações (acessos indevidos ao sistema - faltas de segurança).

7.

0	0,125	0,25	0,375
0,125	0,25	0,375	0,5
- 0,25	0,375	0,5	0,75
0,375	0,5	0,75	1

a)

0	0,354	0,5	0,612
0,354	0,5	0,612	0,707
0,5	0,612	0,707	0,866
0,612	0,707	0,866	1

b) Conexão gama seu alteração de contraste.

8. Subtração de imagens consecutivas:

+ Menos exigente / complexo;

+ Gasta menos memória;

- Produz resultados com perdas de informação do fundo quando há movimento da frame A para frame B.

Subtração de fundo:

- Mais complexo;

- Gasta mais memória pois tem que armazenar a informação de fundo e calcular o mesmo por cada frame lido.

+ Mais exato → Pode não movimento cf. informação de fundo de frames adjacentes.

9.

$$Z = \{ (1; 0) ; (-1; 0) ; (2; z_2) ; (-2; -z_1) \}$$

a)

$$X^1 = \{ (1,5; 1) \}$$

$$X^2 = \{ (-0,5; -0,5) ; (0; 1) \}$$

$$D_{(Z_1, X_1^1)} = \sqrt{(1,5-1)^2 + (-1-0)^2} = 1,12 \quad // \quad X^1$$

$$D_{(Z_1, X_1^2)} = \sqrt{(-0,5-1)^2 + (-0,5-0)^2} = 1,58$$

$$D_{(Z_1, X_2^1)} = \sqrt{(0-1)^2 + (1-0)^2} = 1,41$$

$$D_{(Z_2, X_1^1)} = 2,69$$

$$D_{(Z_3, X_1^1)} = 1,3 \quad X^1$$

$$D_{(Z_2, X_1^2)} = 0,71 \quad X^2$$

$$D_{(Z_3, X_1^2)} = 3,68$$

$$D_{(Z_2, X_2^1)} = 1,41$$

$$D_{(Z_3, X_2^1)} = 2,33$$

$$D_{(Z_4, X_1^1)} = 4,68$$

$$z_1 \rightarrow X^1$$

$$z_2 \rightarrow X^2$$

$$z_3 \rightarrow X^1$$

$$z_4 \rightarrow X^2$$

$$D_{(Z_4, X_1^2)} = 2,19 \quad X^2$$

$$D_{(Z_4, X_2^1)} = 3,69$$

b) Assumindo $C_1 \rightarrow (1,5; 1)$

$$C_2 = (-0,25; 0,25)$$

$$D_{(z_1, C_1)} = \sqrt{(1,5 - 1)^2 + (1 - 0)^2} = 1,12 \quad X^1$$

$$D_{(z_1, C_2)} = \sqrt{(-0,25 - 1)^2 + (0,25 - 0)^2} = 1,27$$

$$D_{(z_2, C_1)} = 2,69$$

$$D_{(z_2, C_2)} = 0,79 \quad X^2$$

$$D_{(z_3, C_1)} = 1,3 \quad X^1$$

$$D_{(z_3, C_2)} = 2,98$$

$$D_{(z_4, C_1)} = 4,68$$

$$D_{(z_4, C_2)} = 2,93 \quad X^2$$

Centroides Finais

$$C_1 = \left(\frac{1,5 + 1 + (-2)}{3}; \frac{1 + 0 + 2,2}{3} \right) = (0,16; 1,07)$$

$$C_2 = \left(\frac{-0,25 + (-1) + (-2)}{3}; \frac{0,25 + 0 + (-2,1)}{3} \right) = (-1,08; -0,62)$$

10. $\Delta n = 2$

$\Delta y = 1$

11.

a) É possível segmentar a imagem através da direção do movimento. Exemplo de segmentação:

0	0	0	0
0	1	1	0
0	1	1	0
0	0	0	0

b) Movimento vertical da cunha de baixo para cima com objecto a mover-se no centro da cunha com a mesma direção e sentido, mas com velocidade inferior.

12.

2018/2019 - Reunão

1. Quando se aplica um agente contrastante a um paciente, a operação aritmética entre imagens que se pode utilizar na área de radiologia é a subtração entre a imagem com o seu agente contrastante.

2.

0	0	10	10	20	20	30	30
0	0	10	10	20	20	30	30
10	10	20	20	30	30	40	40
10	10	20	20	30	30	40	40
20	20	30	30	40	40	50	50
20	20	30	30	40	40	50	50
30	30	40	40	50	50	60	60
30	30	40	40	50	50	60	60

Interpolação
pelo vizinho mais
próximo.

Interpolação bilinear ou bicúbica têm melhores resultados mas também têm maior complexidade computacional.

3.

$$a) f' = 10 \text{ mm}$$

$$\varphi_L = 66,85^\circ$$

$$\varphi_H = 47,5^\circ$$

$$\varphi_L = 2 \tan^{-1} \left(\frac{L}{2f} \right) \approx$$

$$\approx 66,85 = 2 \tan^{-1} \left(\frac{L}{2 \cdot 10} \right) \approx$$

$$\approx L = 20 \cdot \tan \left(\frac{66,85}{2} \right) \approx$$

$$\approx L = 13,20$$

$$\varphi_H = 2 \tan^{-1} \left(\frac{H}{2f} \right) \approx$$

$$\approx 47,5 = 2 \tan^{-1} \left(\frac{H}{2 \cdot 10} \right) \approx$$

$$\approx H = 20 \cdot \tan \left(\frac{47,5}{2} \right) \approx$$

$$\approx H = 8,80$$

O tipo de sensor é o sensor de 1".

$$b) f' = 10 \text{ mm}$$

$$\text{altura}_s = 8,80 \text{ mm}$$

$$\text{altura}_o = 2 \text{ m} = 2000 \text{ mm}$$

$$\frac{y'}{f'} = \frac{y}{d} \Leftrightarrow d = y \cdot \frac{f'}{y'} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow d = \frac{2000 \cdot 10}{8,80} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow d = 2273 \text{ mm} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow d = 2,273 \text{ m}$$

4. Pensar em pixels altos: avaliando se os vizinhos do pixel em análise com vizinhança 4 já têm alguma label.

- vizinhos c/ label: pixel de análise assume menor label dos vizinhos.
- vizinhos s/ label: pixel de análise assume uma nova label diferente de todas as labels já atribuídas na imagem.

Resultado:

	1	1	1				
	1		1				
2	1		1				
	1	1	1				
				3	3	3	
				3		3	
				4	3	3	3

Tabela de labels:

1	2	3	4
0	0	0	0

- Percorre toda a imagem com as labels e verifica novamente se há vizinhos com label diferente.
- Vizinhos c/ label: Pixel de análise altera label menor label entre todos os vizinhos c/ label.
 - Vizinhos s/ label: Mantém label anterior.

Se alterna a label, uma tabela de labels indica que label anterior corresponde à nova label.

resultado:

	1	1	1				
	1						
	1	1	1				
	1	1	1				
				3	3	3	
				3	3	3	
				3	3	3	
				3	3	3	

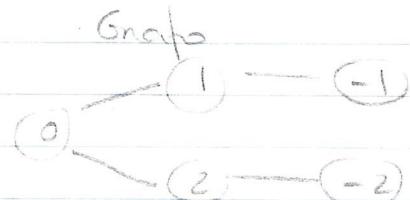
Tabela de labels:

1	2	3	4
0	1	0	3

→ Grafo de adjacências:

Classifica pixels ativos da mesma região da mesma label (1 e 2), pixels de fundo (0) e buracos com o valor negativo da label da região a que lhe correspondem.

0	1	1	1	0	0	0
0	1	-1	1	0	0	0
1	1	-1	1	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0
0	0	0	0	2	2	2
0	0	0	0	2	-2	2
0	0	0	0	2	2	2



Constrói grafo considerando as relações entre as labels.

5.

$z_i = \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \end{bmatrix}$	0,7	1	1,7	2,5	3,2	3
	1	2,1	1,2	3,7	3	1
w_i	1	1	1	2	2	2

a)

$$C_1 = \left(\frac{0,7 + 1 + 1,7}{3} ; \frac{1 + 2,1 + 1,2}{3} \right) = (1,13 ; 1,43)$$

$$C_2 = \left(\frac{2,5 + 3,2 + 3}{3} ; \frac{2,7 + 3 + 1}{3} \right) = (2,9 ; 2,57)$$

$q_i = \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \end{bmatrix}$	1,2	2	1,6	3,6
	0,9	2	4	2,2
D_{C_1}	<u>0,53</u>	<u>1,04</u>	2,61	2,59
D_{C_2}	2,38	1,07	<u>1,93</u>	<u>0,79</u>
\hat{w}	1	1	2	2

b)

$z_i = \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \end{bmatrix}$	0,7	1	1,7	2,5	3,2	3
	1	2,1	1,2	3,7	3	1
w_i	1	1	1	2	2	2

$$(1,2; 0,9) - D_{q_1} \quad \underline{0,51} \quad \underline{1,22} \quad \underline{0,58} \quad 3,09 \quad 2,9 \quad 1,80 \quad (k=3)$$

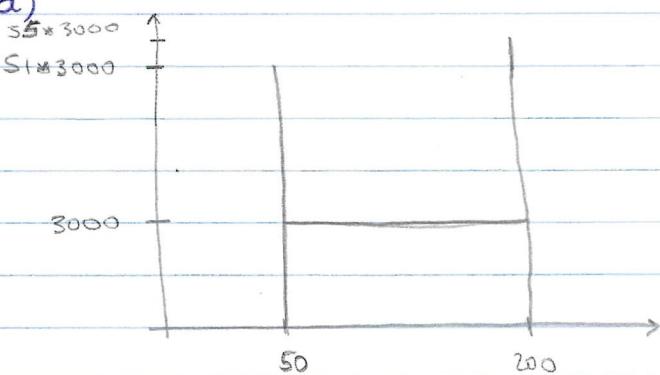
$$(2; 2) \quad D_{q_2} \quad 1,64 \quad \underline{1,00} \quad \underline{0,85} \quad 1,77 \quad 1,56 \quad \underline{1,91} \quad (k=3)$$

$$q_1 = \hat{w}_1$$

$$q_2 = \hat{w}_1$$

6.

a)



• Pixel's of intensidade $[0; 50]$ passam a ter intensidade 50, logo no histograma da imagem out há 51×3000

• Pixel's entre $[51; 200]$ mantém os níveis de intensidade pelo que o histograma da imagem out se mantém nesta gama

• Pixel's c/ intensidade $[201; 255]$ passam a ter intensidade 200, logo no histograma da imagem out há 55×3000

b)

$$\begin{aligned} \text{Total pixels} &= 256 \times 3000 = \\ &= 768000 \end{aligned}$$

$$\frac{\text{laugna}}{\text{altuna}} = \frac{4}{3} \Leftrightarrow \text{laugna} = \frac{4}{3} \text{ altuna}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{laugna} = \frac{4}{3} \text{ altuna} \\ \text{Total bits} = \text{laugna} \cdot \text{altuna} \end{array} \right. \quad \left. \begin{array}{l} \Leftrightarrow \\ \text{Total} = \frac{4}{3} \text{ altuna} \cdot \text{altuna} \end{array} \right. \quad \Leftrightarrow$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{---} \\ \text{---} \\ \text{altuna}^2 = 768000 \cdot \frac{3}{4} \end{array} \right. \quad \left. \begin{array}{l} \Leftrightarrow \\ \text{altuna} = \sqrt{576000} \end{array} \right. \quad \Leftrightarrow$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{laguna} = \frac{4}{3} \cdot 759 \\ \text{altura} = 759 \end{array} \right. \quad \left(\begin{array}{l} \text{laguna} = 1012 \\ \text{altura} = 759 \end{array} \right)$$

7.

$$\begin{array}{c|c} 200 & 50 \\ \hline 70 & 90 \end{array}$$

Plano R

$$\begin{array}{c|c} 100 & 120 \\ \hline 50 & 60 \end{array}$$

Plano G

$$\begin{array}{c|c} 20 & 100 \\ \hline 220 & 80 \end{array}$$

Plano B

a)

$$\begin{bmatrix} Y \\ U \\ V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,299 & 0,587 & 0,114 \\ -0,147 & -0,289 & 0,436 \\ 0,615 & -0,515 & -0,1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

$$\begin{array}{c|c} 120,78 & 96,99 \\ \hline 75,36 & 71,25 \end{array}$$

Plano Y

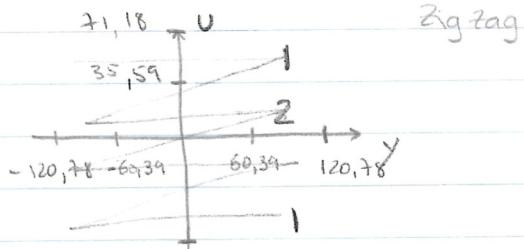
$$\begin{array}{c|c} -49,58 & 1,57 \\ \hline 71,18 & 4,31 \end{array}$$

Plano U

$$\begin{array}{c|c} 69,5 & -41,05 \\ \hline -4,7 & 16,45 \end{array}$$

Plano V

b)



$$h = \{ 0; 0; 0; 1; 0; 0; 0; 2; 0; 0; 0; 0; 0; 0; 0; 1 \}$$

8.

a)

2	3	-6
5	5	73
5	80	62

↓ $th = 30$

0	0	0
0	0	1
0	1	1

b) Atualizações de fundo

$$B_{n+1}(r, c) = \begin{cases} B_n(r, c), & \text{pixel ativo} \\ K B_n(r, c) + (1-K) I_u(r, c), & \text{se não for pixel ativo} \end{cases}$$

Considerando $\alpha = 0,9$

101	103	101
120	121	130
136	130	132

9.

10.

$$P = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 320 \\ 0 & -2 & 240 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 100 \\ 1 & 0 & 0 & 1000 \\ 0 & 0 & 1 & 500 \end{bmatrix}$$

a) Matriz de parâmetros extrínsecos

$$\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 100 \\ 1 & 0 & 0 & 1000 \\ 0 & 0 & 1 & 500 \end{bmatrix}$$

Matriz de transformação do referencial da câmera para o referencial do mundo.

Matriz de rotação

do eixo da câmera para o eixo do mundo

b) $Q = [1000 \ 500 \ 200]^T$

$$\begin{bmatrix} \lambda u \\ \lambda v \\ \lambda \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 320 \\ 0 & -2 & 240 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 100 \\ 1 & 0 & 0 & 1000 \\ 0 & 0 & 1 & 500 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X^w \\ Y^w \\ C^w \end{bmatrix} =$$

$$= \begin{bmatrix} 2 & 0 & 320 \\ 0 & -2 & 240 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 100 \\ 1 & 0 & 0 & 1000 \\ 0 & 0 & 1 & 500 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1000 \\ 500 \\ 200 \end{bmatrix} =$$

$$= \begin{bmatrix} 223200 \\ 164000 \\ 700 \end{bmatrix}$$

$$\lambda u = 223200 \Leftrightarrow u = \frac{223200}{400} \Leftrightarrow u = 319$$

$$\lambda v = 164000 \Leftrightarrow v = \frac{164000}{700} \Leftrightarrow v = 234$$

Como o eixo ótico intersecta o sensor no seu centro geométrico o sensor tem $2 \cdot n_o = 640$ colunas por $2 \cdot v_o = 48$ linhas, logo o ponto $Q = [1000 \ 500 \ 200]^T$ é visualizado pela câmera.

$$c) P[X] = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 320 \\ 0 & -2 & 240 \\ 2 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 100 \\ 1 & 0 & 0 & 1000 \\ 0 & 0 & 1 & 500 \\ 0 & 0 & 1 & 500 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} =$$

$$= \begin{bmatrix} 0 & -2 & 320 & 160200 \\ -2 & 0 & 240 & 118000 \\ 0 & 0 & 1 & 500 \\ 0 & 0 & 1 & 500 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} =$$

$$P[X] = \begin{bmatrix} 0 & 320 & 160200 \\ 2 & -2 & 240 & 118000 \\ 1 & 0 & 1 & 500 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

Matriz de Homografia

2017/2018 - Normal

- As lentes atuam como coletores de luz e permitem ajustar a distância focal que faz com que os objectos fiquem focados. Imperfeições na lente produzem distorções. O mesmo acontece no sistema visual humano quando existem alterações na cristalina, que atua como a lente do oho.

- Uma das previsões anormais que podem ocorrer na geração de uma imagem digital devido à multiplicação do modelo de projeção do dispositivo real de aquisição é o efeito de blurring quando há uma integração espacial, ou seja, há alguns níveis de intensidade que são descontinuados e que, na imagem obtida, não correspondem a valores reais, fazendo com que a imagem fique esbatida.

3. $f' = 15\text{mm}$

$\text{Senson} = 1,5\text{mm} \times 1,5\text{mm}$

$d = 40\text{cm} = 4000\text{mm}$

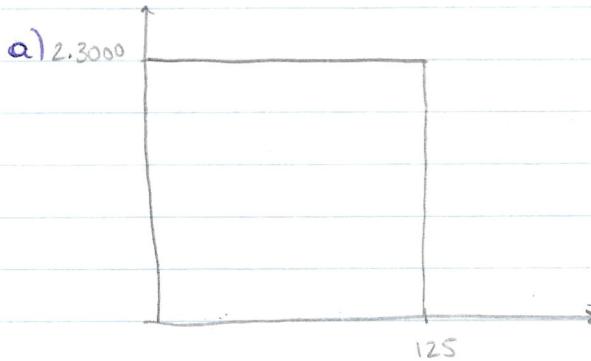
$$\frac{x'}{f'} = \frac{n}{d} \quad \frac{15}{15} = \frac{n}{4000}$$

$$\therefore n = \frac{1,5 \cdot 4000}{15} \approx$$

Como sensor quadrado o objecto teria que ter, no máximo, $4\text{cm} \times 4\text{cm}$ para que estivesse totalmente nítido na imagem captada na área da fóvea.

$$\therefore n = 400\text{mm}$$

4.



- Pixéis com intensidades na gama $[0; 125]$ mantêm a intensidade.

- Pixéis com intensidades na gama $[126; 255]$ são convertidos para a gama dinâmica $[0; 125]$, fazendo c/ que o histograma tenha o dobro de pixéis nessa última gama.

b) Existe uma diminuição do contraste porque a gama dinâmica diminui de $[0; 255]$ para $[0; 125]$.

5.

Original

0	0	0	0
0	70	70	70
0	70	200	200
0	70	200	255

c/nídeo

0	0	0	0
0	100	80	70
0	70	150	200
0	70	200	255

a)

0	0	0	0
0	44	75	70
0	75	133	200
0	70	200	255

Máscara

$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$
$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$
$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$

b)

0	0	0	0
0	0	70	70
0	70	100	200
0	70	200	255

0 0 0 0 70 80 100 150
 0 0 0 70 ~~70/80/100/150/200~~
 0 0 0 70 ~~70/80/100/150/200~~
 70 70 70 80 ~~100~~ 150 200 255

c)

$$Eqm(\text{média}) = \frac{1}{4 \times 4} \left[(70 - 46)^2 + (70 - 75)^2 + (70 - 70)^2 + (70 - 75)^2 + (200 - 133)^2 + (200 - 200)^2 + (70 - 70)^2 + (200 - 200)^2 + (255 - 255)^2 \right] =$$

$$= \frac{1}{16} \cdot 5215 =$$

$$\approx 326$$

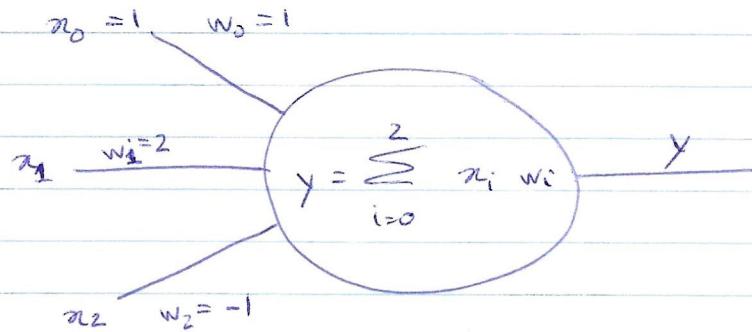
$$Eqm(\text{mediana}) = \frac{1}{4 \times 4} \left[(70 - 0)^2 + (70 - 70)^2 + (70 - 70)^2 + (200 - 100)^2 \right] =$$

$$= \frac{1}{16} \cdot 14900 =$$

$$\approx 931$$

A melhor técnica seria a média, neste exemplo.

6.



a)

	x_1^1	x_2^2	x_3^3	x_4^4	
x_1^K	0	2	0	-1	$\hat{w} = \begin{cases} w_1, & y \leq 0 \\ w_2, & y > 0 \end{cases}$
x_2^K	2	1	-1	0	
w	1	1	2	1	

$$y = 1 + 0 \cdot 2 + 2 \cdot (-1)$$

	x^1	x^2	x^3	x^4
x_1	0	2	0	-1
x_2	2	1	-1	0
w	1	1	2	1
y	-1	4	2	-1
\hat{w}	1	2	2	1

$$y(x^1) = 1 \cdot 1 + 0 \cdot 2 + 2 \cdot (-1) = -1$$

$$y(x^2) = 1 \cdot 1 + 2 \cdot 2 + 1 \cdot (-1) = 4$$

$$y(x^3) = 1 \cdot 1 + 0 \cdot 2 + (-1) \cdot (-1) = 2$$

$$y(x^4) = 1 \cdot 1 + (-1) \cdot 2 + 0 \cdot (-1) = -1$$

w/\hat{w}	1	2
1	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$
2	0	1

b) $P(2) = \frac{1}{3}$ $P(1) + P(2) = 1 \Leftrightarrow P(1) + \frac{1}{3} = 1 \Leftrightarrow$

$$\Leftrightarrow P(1) = \frac{2}{3}.$$

$$P_e(1) = \frac{1}{3}$$

$$P_e(2) = 0$$

$$P_e = P(1) \cdot P_e(1) + P(2) \cdot P_e(2) = \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{3} + \frac{1}{3} \cdot 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow P_e = \frac{2}{9}$$

7.

$$| \quad t-1 \quad | \quad t$$

100	102	101
120	120	130
135	130	132

200	105	95
115	125	203
140	210	195

100	3	6	$t_h = 30$	1	0	0
5	5	73	\Rightarrow	0	0	1
5	80	63		0	1	1

↓ Labeling

Considerando quanto superíon esquendo (1,1):

$$\text{Área}(1) = 1$$

$$C_n(1) = \frac{1}{1} = 1$$

$$C_y(1) = \frac{1}{1} = 1$$

1	0	0
0	0	2
0	2	2

$$\text{Área}(2) = 3$$

$$C_n(2) = \frac{3+2+3}{3} = 2,6$$

$$C_y(2) = \frac{2+3+3}{3} = 2,6$$

8. Deve implementar-se um algoritmo de adaptação da imagem de fundo num sistema automático de videovigilância de um parque de estacionamento exterior que opere durante muitas horas ao longo do dia pois este algoritmo é resiliente à alternação de luminosidade e deslocamento dos veículos com entrada e saída dos estacionamentos. Ou seja, se usarmos um fundo fixo, seu atualizado, quando as condições de luminosas da imagem em tempo real não forem as ideais podem não ser produzidos resultados ótimos ou sub-ótimos que possam ser usados no nosso sistema, enquanto que se integrarmos essas alternações no fundo podemos recolher

resultados ótimos ou sub-ótimos para o sistema independentemente das condições de luminosidades introduzidas pelo avançar do dia.

9.

DESENVOLVER

10.

DESENVOLVER

11.

$$C = \begin{bmatrix} 2 & 2 & -320 \\ 0 & -3 & 240 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

valor 0 na matriz, não é parâmetro intrínseco
o eixo ótico tem que intersetar o plano da camera num ponto positivo.

a) A matriz correta seria:

$$C = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 320 \\ 0 & -3 & 240 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

b) Se o eixo ótico intersetar o centro geométrico do sensor então sabemos que o ponto $(u_0; v_0)$ é $(\frac{1}{2} \cdot \text{colunas sensor}; \frac{1}{2} \cdot \text{linhas sensor})$. logo a resolução do sensor seria $(2 \cdot u_0; 2 \cdot v_0) = (640 \text{ colunas}; 480 \text{ linhas})$.

$$c) Q = [3500, 500, 20]$$

$$\begin{bmatrix} \lambda_u \\ \lambda_v \\ \lambda \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 320 \\ 0 & -3 & 240 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3500 \\ 500 \\ 20 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 13400 \\ 3300 \\ 20 \end{bmatrix}$$

$$\lambda_u = 13400 \Leftrightarrow u = \frac{13400}{20} \Leftrightarrow u = 670$$

$$\lambda_v = 3300 \Leftrightarrow v = \frac{3300}{20} \Leftrightarrow v = 165$$

Como $u >$ resolução sensor, o ponto não é visível.

2017/2018 - Recurso

4.

$$\text{largura} = 4 \text{ m} = 4000 \text{ mm}$$

$$\text{altura} = 3 \text{ m} = 3000 \text{ mm}$$

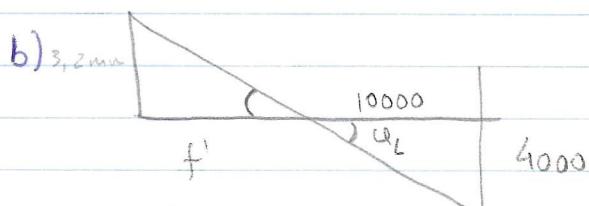
$$d = 10 \text{ m} = 10000 \text{ mm}$$

$$a) \quad \varphi_L = 2 \cdot \tan^{-1} \left(\frac{L}{2f} \right) = 2 \cdot \tan^{-1} \left(\frac{4000}{2 \cdot 10000} \right) =$$

$$= 22,62^\circ$$

$$\varphi_H = 2 \cdot \tan^{-1} \left(\frac{H}{2f} \right) = 2 \cdot \tan^{-1} \left(\frac{3000}{2 \cdot 10000} \right) =$$

$$= 17,06^\circ$$



Largura

$$\frac{\pi}{f'} = \frac{x}{d} \Leftrightarrow f' = \frac{d}{\pi} x$$

$$\text{então } f' = \frac{10000}{\pi} \cdot 3,2 \Leftrightarrow f' = 8 \text{ mm}$$

5. O operador morfológico aplicado foi a dilatação com o seguinte elemento estruturante:

0	1	0
1	1	1
0	1	0

6.

0	1	0	1	0
1	1	0	1	0
0	0	1	1	0
1	1	1	0	0
0	0	0	0	1

a) Considerando vizinhança N4

0	1	0	2	0
3	1	0	2	0
0	0	4	2	0
5	5	4	0	0
0	0	0	0	6

Tabela de etiquetas

1	2	3	4	5	6
0	0	0	0	0	0



0	1	0	2	0
1	1	0	2	0
0	0	2	2	0
2	2	2	0	0
0	0	0	0	6

Tabela de etiquetas

1	2	3	4	5	6
0	0	1	2	4	0

b)	limiar 4:	0	0	0	2	0	1	Área = 7
		0	0	0	2	0	2	$C_x = \frac{1+2+3+3+4+4+4}{7} = 3$
		0	0	2	2	0	3	
		2	2	2	0	0	4	
		0	0	0	0	0	5	$C_y = \frac{1+2+3+3+4+4+4}{7} = 3$

7.

	$P(w_i)$	$P(z w_i)$	\times	β	δ
w_1	0,6			0,2	0,2
w_2	0,4			0,4	0,4
		w_1		0,2	0,6
		w_2		0,4	0,2

$$P(w_i|z) = P(z|w_i) \cdot P(w_i)$$

\hat{w}	α	β	δ
$P(z w_1) \cdot P(w_1)$	$0,2 \cdot 0,6 = 0,12$	$0,2 \cdot 0,6 = 0,12$	$0,6 \cdot 0,6 = 0,36$
$P(z w_2) \cdot P(w_2)$	$0,4 \cdot 0,4 = 0,16$	$0,4 \cdot 0,4 = 0,16$	$0,2 \cdot 0,4 = 0,08$
	w_2	w_2	w_1

8.

$0 0,5$	$0,2 0,8$	$0,2 0,2$
$1 0,5$	$0,1 0,3$	$0,6 0,6$

 H S I

a) Considerar 2 bits por componente e fazer histograma 3D.

$$\begin{array}{lll} 0; H(i) < 0,5 & 0; S(i) < 0,5 & 0; I(i) < 0,5 \\ 1; H(i) \geq 0,5 & 1; S(i) \geq 0,5 & 1; I(i) \geq 0,5 \end{array}$$

$0 .1$	$0 1$	$0 0$
$1 1$	$0 0$	$1 1$

b) $C_1 \rightarrow (0,25 ; 0,25 ; 0,25)$
 $C_2 \rightarrow (0,75 ; 0,75 ; 0,75)$

$$\begin{array}{|c|c|} \hline 1 & 1 \\ \hline 2 & 1 \\ \hline \end{array}$$

	P_1 $(0; 0,2; 0,2)$	P_2 $(0,5; 0,8; 0,2)$	P_3 $(1; 0,1; 0,6)$	P_4 $(0,5; 0,3; 0,6)$
$D(P_i; C_1)$	$0,26$	$0,61$	$0,84$	$0,43$
$D(P_i; C_2)$	$1,08$	$0,61$	$0,71$	$0,54$
\hat{w}	1	1	2	1

9.

0	5	65	90
5	40	90	30
35	90	50	10
90	40	10	5

a) $th = 60$

f	f	(F)	F
f	f	(F)	F
f	(F)	f	f
(F)	f	f	f

Densidade de Contornos

$$\left(\frac{\# \text{focos}}{\# \text{contornos}}, \frac{\# \text{Fontes}}{\# \text{contornos}} \right) =$$

$$= \left(\frac{10}{16}, \frac{6}{16} \right) =$$

$$= (0,625; 0,375)$$

b) $th = 80$

Considerar limiar aplicado as linhas do exercício anterior.

-	-	f	(F)
-	-	(F)	f
-	(F)	-	-
(F)	-	-	-

$$F_{magdin} = \{ H_{mag}, H_{din} \} =$$

$$= \left[\left(\frac{\# \text{focos}}{\# \text{todos}}, \frac{\# \text{Fontes}}{\# \text{todos}} \right), \left(\frac{\# V}{Ht}, \frac{\# h \cdot ad45^\circ}{Ht}, \frac{ad(35^\circ)}{Ht} \right) \right]$$

$$= \left[\left(\frac{2}{16}, \frac{4}{16} \right), \left(\frac{2}{16}, \frac{2}{16}, \frac{0}{16}, \frac{2}{16} \right) \right]$$

10.

11.

a) Parâmetros intrínsecos:

- $\alpha_u = f k_u^{-2} \rightarrow$ Escalonamento horizontal
- $\alpha_v = -f k_v^{-2} \rightarrow$ Escalonamento vertical
- $(u_0; v_0) = (320, 240) \rightarrow$ Intersetção do eixo ótico com o plano de imagens.

Parâmetros extrínsecos:

$$\cdot \text{Translação} = [100 \ 1000 \ 500]^T$$

$$\cdot \text{Rotação} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

b)

$$d(O_c; O_w) = \sqrt{t_x^2 + t_y^2 + t_z^2} =$$

$$= \sqrt{100^2 + 1000^2 + 500^2} =$$

$$= 1122,5 \text{ mm}$$