Universidade Estadual de Londrina
Departamento de Computação

Programa de Mestrado em Computação

Módulo 6 - Processamento Digital de Imagens- Representação e Descrição

Autor: Prof. Dr. Alan Salvany Felinto

email: alan@uel.br

(2017)

Representação e Descrição

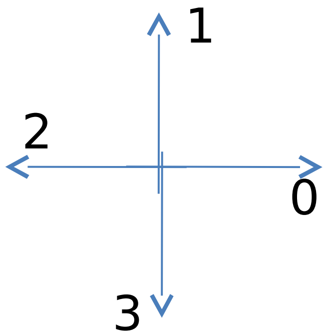
Após executar o processo de segmentação da imagem tem-se a caracterização das regiões segmentadas, existem 2 tipos de representações:

a) Representação da Região utilizando as suas características externas (o objetivo é caracterizar a forma).

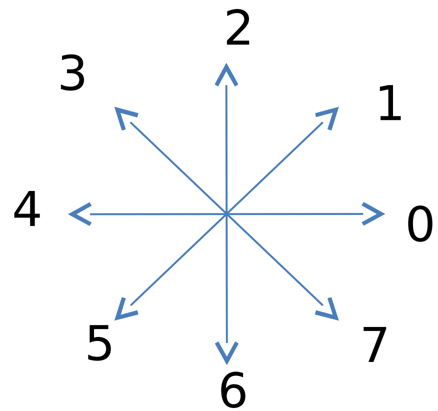
b) Representação da região utilizando as suas características internas (o objetivo é utilizar os píxes da região para obter informações úteis que represetam a região de interesse).

Representação: Código da Cadeia

Código da Cadeia:
Considere o sentido horário e cada pixel tem uma direção

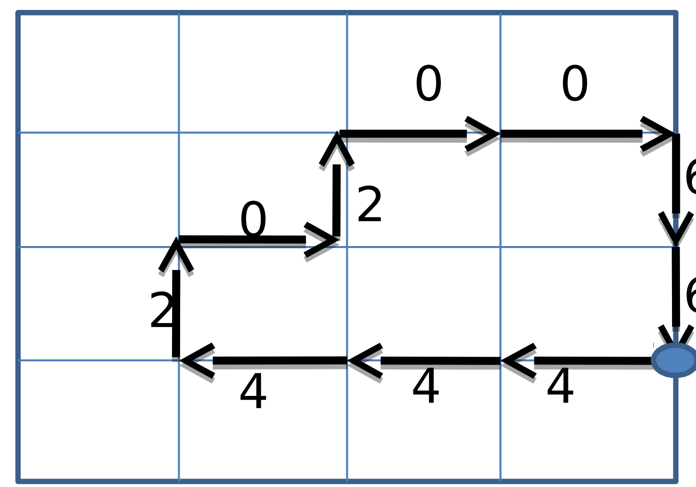


4 conectado



8 conectado

Início da contagem
(sentido horário)
4442020066



Problemas:
- Cadeias muito longas.
- Ruídos e erros no cálculo das bordas causam diferenças no código da cadeia
- Depende do Ponto Inicial.

Código da Cadeia

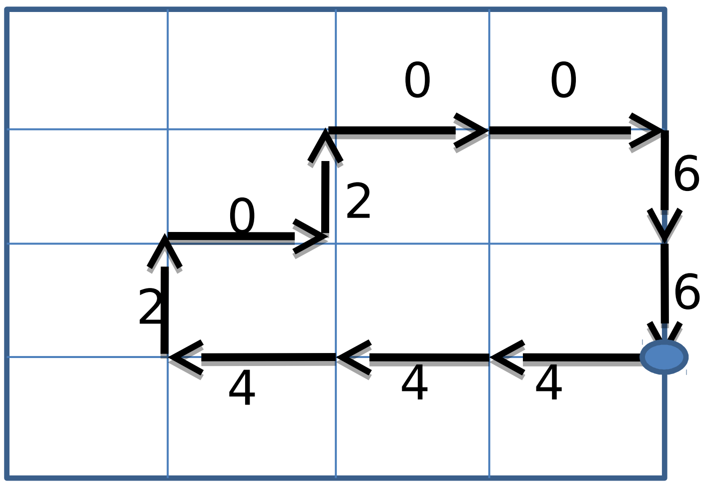
Solução:

-Garantir uma boa detecção de bordas.

-Diminuir a resolução da grade da imagem.

-Normatizar a cadeia de forma que o número formado seja o menor número inteiro.

Início da contagem
4442020066



Normatizado: 0066444202

Independe do início da contagem

OBS: As normalizações do código da cadeia são precisas somente se as fronteiras forem invariantes a rotação e a mudança de escala. Que de fato isso só acontece se tivermos controle total sobre a aquisição da imagem.

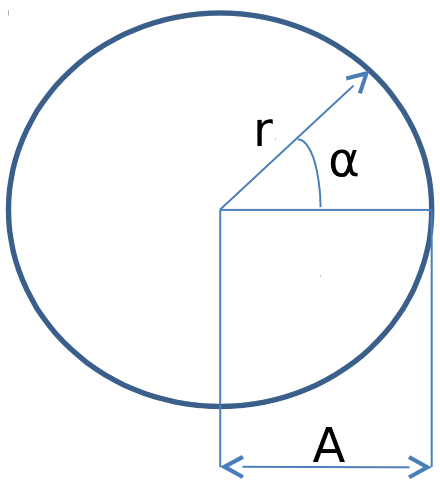
Solução:

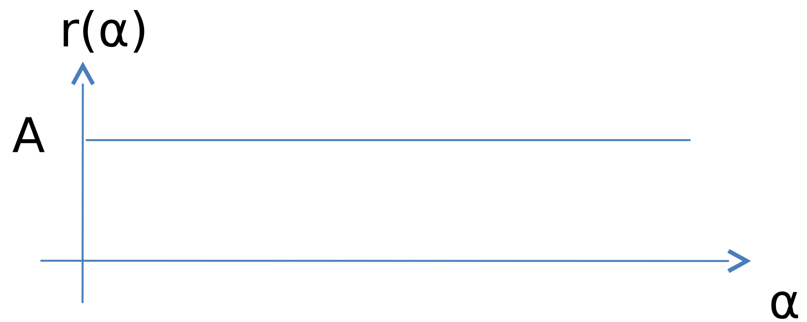
-Orientar a grade ao longo do eixo principal do objeto.

-Manter a mesma resolução dos objetos (normatizar a amostragem dos pixels).

Representação Assinaturas

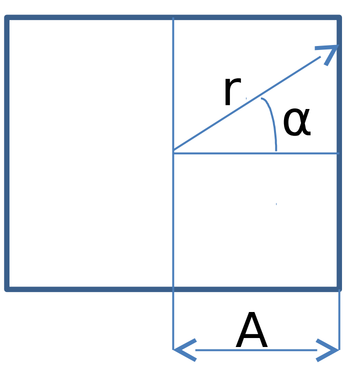
É uma representação ***funcional*** unidimensional de uma fronteira
a idéia é reduzir a dimensão do problema de 2D para 1D.





Depois que se obtêm as assinaturas dos objetos, faz-se a comparação retificando a semelhança entre os objetos

Exercício: faça o esboço do gráfico de r(α)



?? E Ai ?? Como fariam passo a passo para calcular a assinatura ?

Assinaturas

Características:

-**São invariantes a translação.**

-Não é invariante a rotação e escala.

Solução para a rotação:

Utilizar um método que inicie sempre no mesmo ponto:

-Iniciar no ponto mais distante do eixo principal.

-Calcular o código da cadeia normalizado e iniciar sempre no mesmo ponto

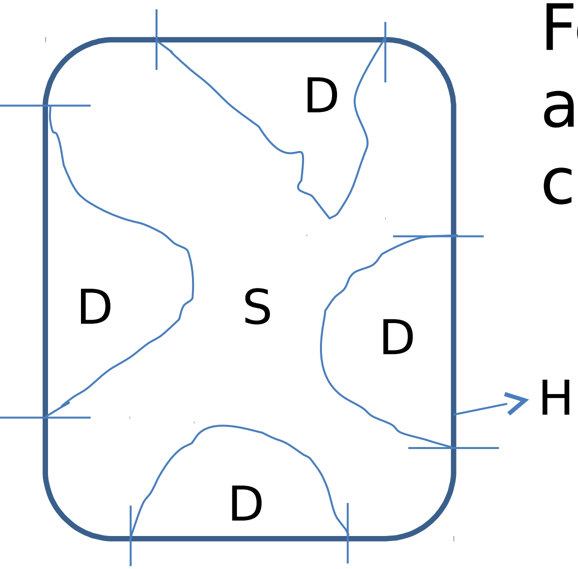
Solução para escala:

-Normalizar o mínimo e o máximo de todas as funções dentro de valores pré-estabelecidos . Problema: a normalização só depende de 2 valores, se houver ruído ou erro isso poderá causar um grande erro no método.

-Dividir pela variância. Para aplicar este método tem que haver variância (a variância é inversamente proporcional a alteração de escala).

-Normalizar a escala.

Segmentação de Fronteira



Fecho convexo H de um conjunto arbitrário de S é o menor conjunto convexo que contem S.

D é a deficiência convexa

H - S = D

- A borda pode ser particionada quando sai ou entra em D.
- Pode-se descrever a região pelas partições e pela área do fecho convexo.

<u>Caracterização:</u>

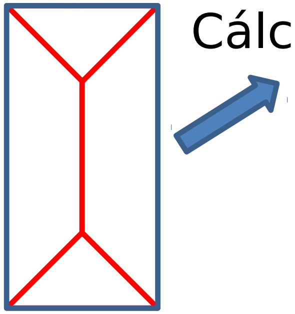
- Número de deficiência convexa.
- Área de D
- Área de S
- Posições relativas

Segmentação de fronteira

- Número de segmentos
- Tamanho.
- Sequencia

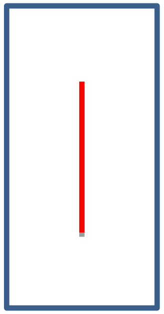
Obs: A Segmentação de Fronteira simplifica a descrição o objeto.

Esqueleto de Regiões



Cálculo dos pontos eqüidistantes (encontrar o eixo médio da região).

Algoritmo de afinamento de Bordas:
Considere: objetos – cor do píxel 1
fundo – cor do píxel 0.



p9	p2	p3
p8	p1	p4
p7	p6	p5

Considere Passo 1:

a) 2 <=N(p1) <= 6 , onde
N(pi) = número de píxels vizinhos não nulos.
(falso nas extremidades ou quando pode ocorrer erosão).

Ex: N(p1) = p2+p3+p4+p5+p6+p7+p8+p9 = 4

b) S(p1) = 1,
número de transições entre cor 0 e 1 na sequência.
(falso quando ocorre a possibilidade de descontinuidade)

p9=1	p2=1	p3=1
p8=1	p1=1	p4=0
p7=0	p6=0	p5=0

Considere Passo 2:

c) P2.p4.p6 =0
d) P4.p6.p8 = 0

Algoritmo:

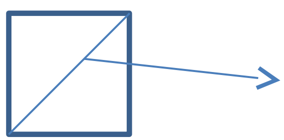
1) Marcar todos os pontos de bordas que satisfaçam as condições a e b.
2) Apagar todos os pontos de bordas marcados.
3) Marcar todos os pontos de bordas que satisfaçam as condições c e d.
4) Apagar todos os pontos de bordas marcados.

N(p1)=4
S(p1) =1

Descritores de Fronteiras

- Perímetro (Comprimento do contorno)
  - Contagem dos pixels da borda.
    - Pode-se utilizar o código da cadeira.

  Perímetro = componentes horizontais + componentes verticais + componentes na diagonal



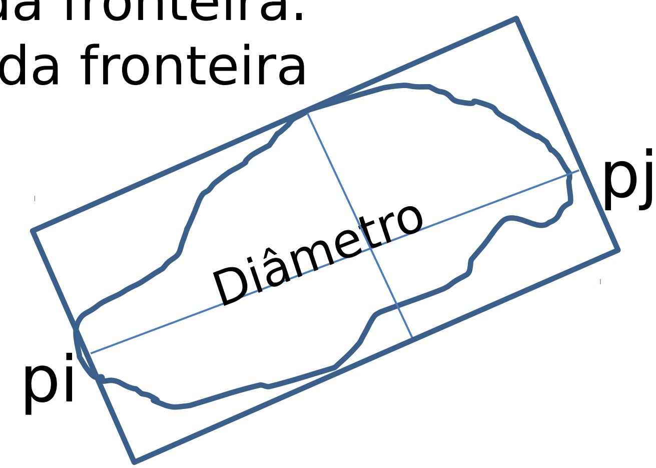
Diagonal = raizquadrada(2) píxels

- Diâmetro de uma fronteira
  - DIAM(B)= max [D(pi,pj)], onde D é a distância entre pi e pj.

    A linha pi, pj é chamada de maior eixo da fronteira.
  - Maior eixo/Menor eixo = excentricidade da fronteira

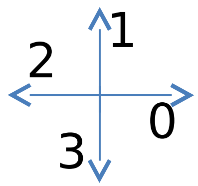
    (medida invariante a escala)

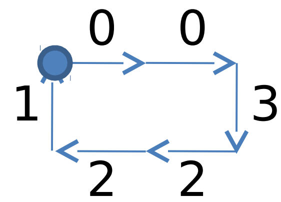
- Curvatura: Taxa de mudança da inclinação.



Descritores de Fronteiras

Número de forma:
Formar um número inteiro de menor magnetude (invariante ao ponto inicial)
Primeira diferença no sentido anti-horário (invariante a rotação).





Ex: 0 0 3 2 2 1

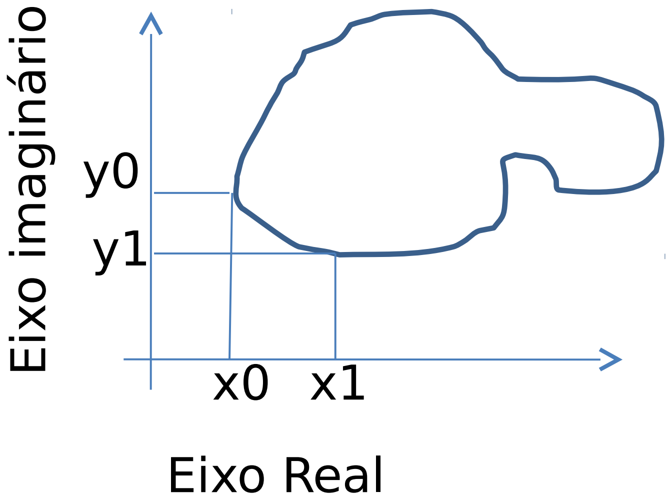
D(1,0) = 3, D(0,0) = 0, D(0,3) =3, D(3,2) = 3, D(2,2) = 0, D(2,1) = 3

primeira diferença de : :   0 0 3 2 2 1 é 3 0 3 3 0 3

Calcular o número de forma que é o menor número obtido:
No exemplo o número de forma é 0 3 3 0 3 3.

Obsevação: As observações descritas para o código da cadeia valem para este descritor de fronteira (alinhar a grade do código da cadeia com os lados do retângulo básico).

Descritores de Fourier



Considere:
s(k) = x(k)+ jy(k)
a(u) = descritores de Fourier

$$a(u) = \frac{1}{N}\sum_{k=0}^{N-1} s(k)e^{-j2\pi uk/N}$$

$$s(k) = \sum_{u=0}^{N-1} a(u)e^{j2\pi uk/N}$$

Considere m < N, então com poucos pontos podemos captar a essências da forma do objeto.

$$\hat{s}(k) = \sum_{u=0}^{m-1} a(u)e^{j2\pi uk/N}$$

Descritores de Fourier

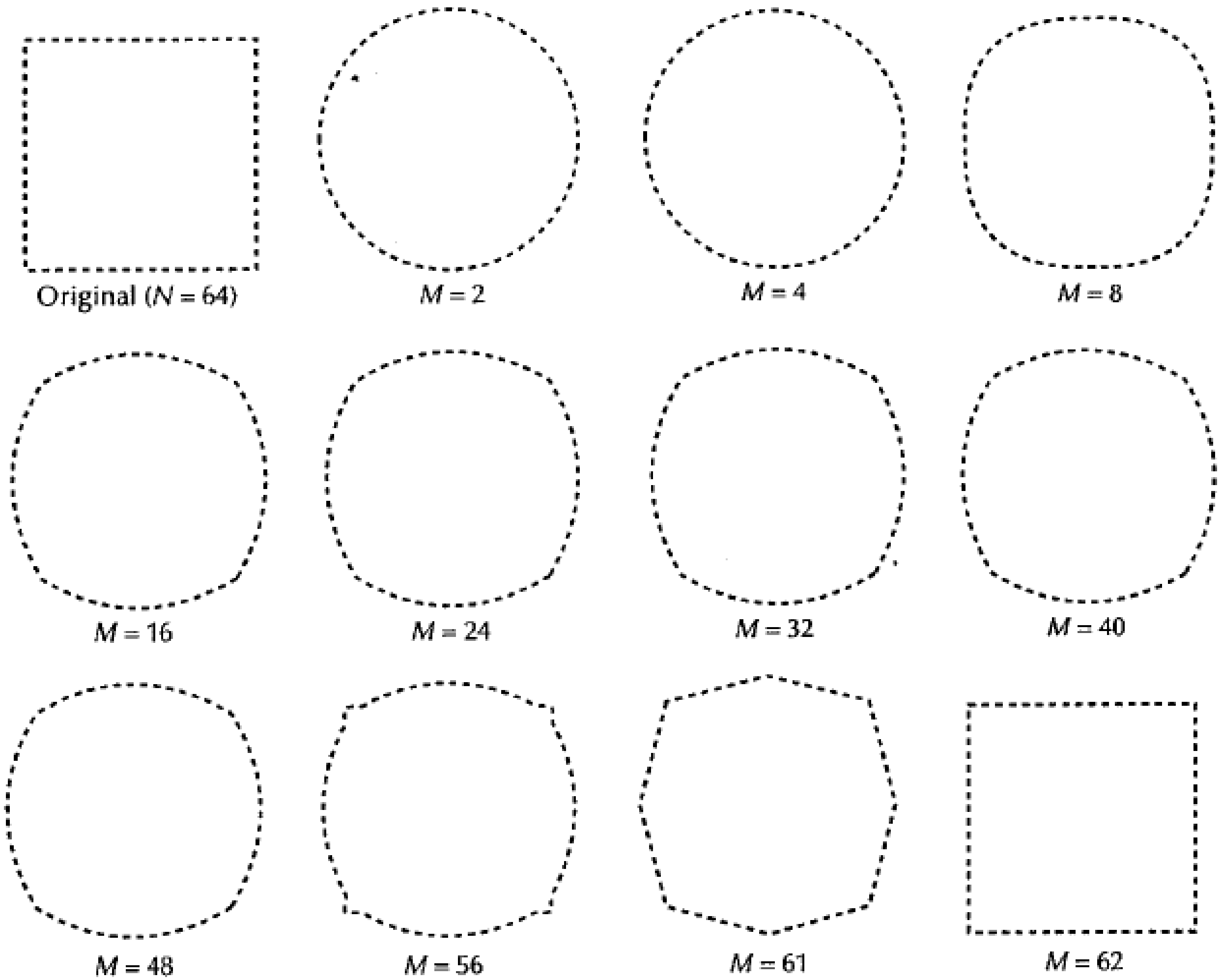


Figura 8.15 — *Exemplos de reconstrução de descritores de Fourier para vários valores de M.*

Figura retirada do Livro texto da disciplina (Gonzalez e Wood)

Propriedades dos Descritores de Fourier

Transformação	Fronteira	Descritor de Fourier
Identidade	$s(k)$	$a(u)$
Rotação	$s_r(k) = s(k)e^{j\theta}$	$a_r(u) = a(u)e^{j\theta}$
Translação	$s_t(k) = s(k) + \Delta_{xy}$	$a_t(u) = a(u) + \Delta_{xy}\,\delta(u)$
Mudança de escala	$s_s(k) = \alpha s(k)$	$a_s(u) = \alpha a(u)$
Pontos de partida	$s_p(k) = s(k - k_0)$	$a_p(u) = a(u)e^{-j2\pi k_0 u/N}$

Momentos para Caracterizar o contorno

$$u_n(v) = \sum_{i=1}^{k} (v_i - m)^n p(v_i)$$

$$onde: \ m = \sum_{i=1}^{k} v_i \, p(v_i)$$

Onde:

- Vi = evento vi.
- P(vi) é a probabilidade de ocorrer o evento vi.
- m é o valor esperado ou a média ponderada pela probabilidade da ocorrência do evento

Exemplo: Lançamento de 2 dados

Caso 1:

Vi = soma dos dois dados.

São 6 casos portanto 6* 6 = 36 possibilidades totais
P(soma 2) = 1/36 = 0,028 -> 1, 1
P (soma 3) = 2/36 = 0,056 -> 1,2/2,1
P (soma 4) = 3/36 = 0,083 -> 2,2/1,3/3,1
P (soma 5) = 4/36 = 0,111 ->1,4/4,1/2,3/3,2

D1	D2
1	1
1	2
1	3
1	4
1	5
1	6

6 possibilidades

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
vi	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P(vi)	0,028	0,056	0,083	0,111	0,139	0,167	0,139	0,111	0,083	0,056	0,028

Valor esperado:
M = 2*0,028 + 3*0,056 + 4*0,083 + 5*0,111 + 6*0,139 + 7*0,167 +
+ 8*0,139 + 9*0,111 + 10*0,083 + 11*0,056 + 12*0,028 = 7,01

Momentos

Considere :
vi = cor
P(vi)= probabilidade de encontrar a cor vi na imagem.
U_2(v)= variância.

O histograma é a probabilidade de encontrarmos uma determinada cor na imagem.

Média, desvio padrão e outras medidas

Momento 2d de uma imagem f(x,y) de tamanho MxN

Momento de ordem (*p+q*):

$$m_{pq} = \sum_{x=0}^{M-1}\sum_{y=0}^{N-1} x^p y^q f(x,y)$$

$$p = 0, 1, 2, \ldots \text{ e } q = 0, 1, 2, \ldots$$

O momento central de ordem (p+q):

$$\mu_{pq} = \sum_{x=0}^{M-1}\sum_{y=0}^{N-1} (x-\bar{x})^p (y-\bar{y})^q f(x,y)$$

$$\bar{x} = \frac{m_{10}}{m_{00}} \quad \text{e} \quad \bar{y} = \frac{m_{01}}{m_{00}}$$

Momento central normalizado:

$$\eta_{pq} = \frac{\mu_{pq}}{\mu_{00}^{\gamma}} \qquad \gamma = \frac{p+q}{2} + 1$$

p + *q* = 2, 3, 4,…….

$$\phi_1 = \eta_{20} + \eta_{02}$$

<u>Invariante a translação a escala e a rotação</u>

$$\phi_2 = (\eta_{20} - \eta_{02})^2 + 4\eta_{11}^2$$

$$\phi_3 = (\eta_{30} - 3\eta_{12})^2 + (3\eta_{21} - \eta_{03})^2$$

$$\phi_4 = (\eta_{30} + \eta_{12})^2 + (\eta_{21} - \eta_{03})^2$$

$$\phi_5 = (\eta_{30} - 3\eta_{12})(\eta_{30} + \eta_{12})[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{21} + \eta_{03})^2] + (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{21} + \eta_{03})[3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2]$$

$$\phi_6 = (\eta_{20} - \eta_{02})[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2] + 4\eta_{11}(\eta_{30} + \eta_{12})(\eta_{21} + \eta_{03})$$

$$\phi_7 = (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{30} + \eta_{12})[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{21} + \eta_{03})^2] + (3\eta_{12} - \eta_{30})(\eta_{21} + \eta_{03})[3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2]$$

Descritores Regionais

Descritores:

- Simples: Área, perímetro.
  Os descritores simples são aplicados quando o tamanho não varia.
- média da cor, momentos.
- compacidade = (Perímetro^2)/ área
  A compacidade é sem dimensão, e é invariante a rotação e escala.

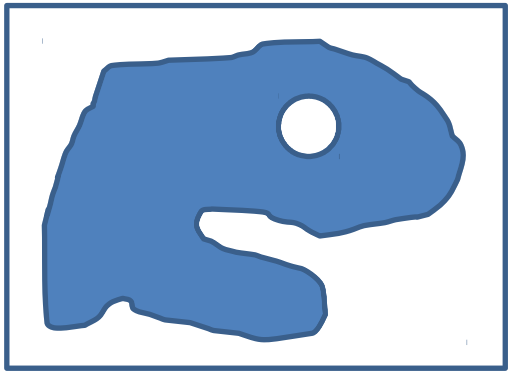
Descritores Topológicos

Topologia é o estudo das propriedades de uma figura que não sejam afetadas por deformação

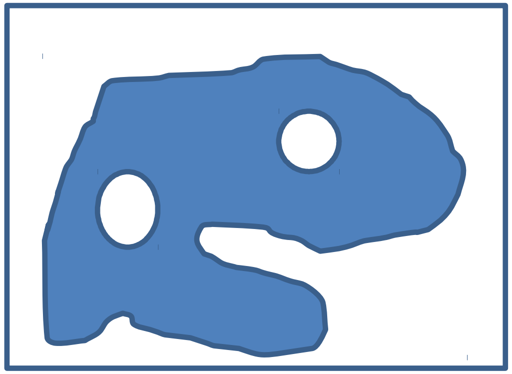
-Números de buracos (H)(invariante a rotação)

-Número de componentes conexos (C) (existe ligação entre 2 pontos)

-Número de Euler E = C- H.



C = 1
H = 1
E = C - H = 1-1 = 0



C = 1
H = 2
E = C - H = 1-2 = -1

Exercícios

1. Dada uma imagem segmentada, implemente em OpenCV um programa que calcula os descritores topológicos H, E, C.
2. Apresente uma tabela que mostra todos os setes momentos centrais normalisados e invariantes. Veja Gonzalez (2010) pagina 555. Não esqueça de apresentar os dados no formato $sinal(\phi_i) \log_{10}(|\phi_i|)$.

Bibliografias

- [Castleman (1996)] Castleman, K. R. Digital Image Processing. Prentice Hall pp-667. 1996.
- [Gonzalez (1993)] Gonzalez, R. F.; Woods, R. E. Digital Image Processing. Addison-Wesley, p 716. 1993.
- [Gonzalez (2000)] Gonzalez, R. F.; Woods, R. E. Processamento Digital de Imagens. Editora Edgard blücher LTDA, p 501. 2000.(traduzido por Roberto Marcondes Cesar Junior e Luciano da Fontoura Costa)
- [Hearn (1997)] Hearn, D; Baker, M. P. Computer Graphics, C Version. Prentice Hall, 2ª edição, p. 650. 1997.
- [FOLEY_90] Foley, James D. et al : Computer Graphics - Principles and Practice, Addison-Wesley Publishing Company, 1990.

- [PERSIANO_89] Persiano, R.C.M.; Oliveira, A.A.F. :Introdução à Computação Gráfica, Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda., 1989.
- [Pratt (1991)] Pratt, Willian K. Digital Image Processing. A Wiley-Interscience Publication, 2a edição. 698 p. 1991.
- http://www.icmsc.sc.usp.br/ensino/material/ - Link para o curso de computação gráfica do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC-USP- São Carlos, São Paulo).