Universidade Federal De Uberlândia
Faculdade de Computação
Processamento digital de imagens
GSI058

EULLER HENRIQUE BANDEIRA OLIVEIRA
11821BSI210

Resumo :
Aula 05

Uberlândia
2021

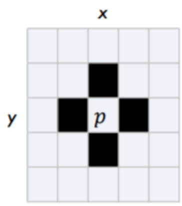
TOPOLOGIA DA IMAGEM DIGITAL

- Valor de um pixel
  - Imagem
    - Matriz de pixel
  - Pixel
    - p(x,y) = pixel presente na coordenada (x,y)
    - v(p) = valor da intensidade de um pixel
      - v(p) = { k | 0 <= k <= 255

- Vizinhança de um pixel

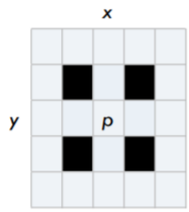
Vizinhança 4

$N4\ (p) = \{(x+1,\ y),\ (x-1,\ y),\ (x,\ y+1),\ (x,\ y-1)\}$



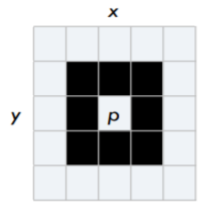
Vizinhança diagonal

$ND\ (p) = \{(x+1,y+1),\ (x+1,y-1),(x-1,y+1),\ (x-1,\ y-1)\}$



Vizinhança 8

$N8\ (p) = N4\ (p) \cup ND\ (p)$

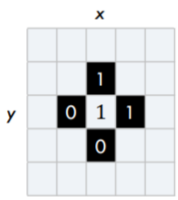


- Adjacência

Adjacência 4

$Q = 1$
$p = (x,\ y)$
$V(p) = 1$

$A4(p) =$
$\{\ (x,\ y-1)\ ,\ (x+1,\ y)\ \}$



Adjacência 8

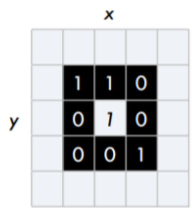
$Q = 1$
$p = (x,\ y)$
$V(p) = 1$

$A8(p) =$
$\{\ (x-1,\ y-1)\ ,\ (x,\ y-1)\ ,(\ x+1,\ y+1)\ \}$

Adjacência-m

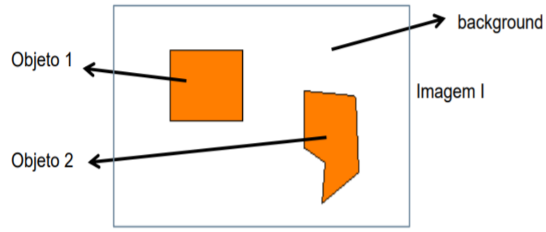
$Q = 1$
$p = (x,\ y)$
$V(p) = 1$

$Am(p) =$
$\{\ \cancel{(x-1,\ y-1)},(x,\ y-1)\ ,(x+1,\ y+1)\ \}$

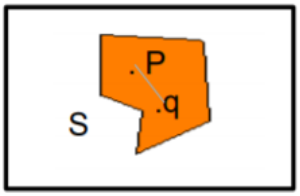


- Relação de adjacência
  - Caminho digital
    - Origem: p(x,y) -> Destino: p(s,t) = Sequência: (Xn, Yn)
      - (X0, Y0) = (x,y) e (Xn, Yn) = (s,t)
      - (Xi, Yi) e (X i -1, Yi-1): adjacentes para 1 <= i <= n
      - (X0, Y0) = (Xn, Yn): caminho fechado

- Conectividade
    - Estabelece os limites dos objetos
    - Identifica os componentes de uma imagem

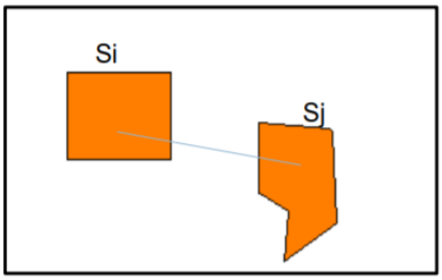


    - Pixels conexos:



Se todos os pontos do caminho entre p e q pertencem a S, então p e q são conexos.
O conjunto de pixels conexos a p ou q é chamado de componente conexo de S.
Se S possuir apenas um componente conexo, então S é um conjunto complexo.

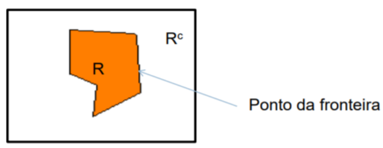
- Se R for um subconjunto de pixels na Imagem I
    - Se R for um conjunto conexo, então R é uma região de I
    - Se a união de Ri e Rj for um conjunto conexo, então Ri e Rj são adjacentes
- Ex:
    - Se não existe caminho entre p e q, as regiões Si e Sj são disjuntas para qualquer adjacência



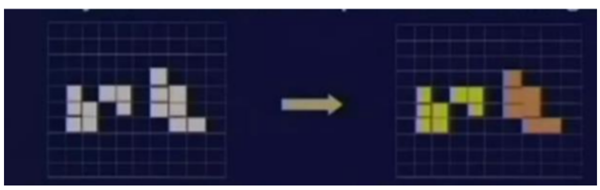
- Ex:
    - Se a adjacência-8 for utilizada, R1 U R2 formam uma região
    - Se a adjacência-4 for utilizada, R1 e R2 formam duas regiões disjuntas

$$\begin{array}{ccc|l} 1 & 1 & 1 & \\ 1 & 0 & 1 & R1 \\ 0 & 1 & 0 & \\ 0 & 0 & 1 & \\ 1 & 1 & 1 & R2 \\ 1 & 1 & 1 & \end{array}$$

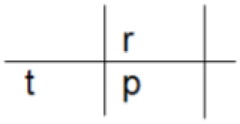
- Se R for uma região
    - O conjunto de pixels adjacentes aos pixels do complemento de R é a fronteira de R.



- Rotular componentes conectados
    - Regiões disjuntas recebem diferentes rótulos
    - A rotulação é essencial para:
        - Identificar forma
        - Calcular área
        - Definir fronteira da região
        - Obter características do contorno ou da forma



- Rotulação de um componente 4-conectado
    - Se o pixel a ser analisado for o p, a varredura irá ocorrer da esquerda para a direita, de cima para baixo.
    - Se r e t satisfazerem o critério de similaridade (Cs=1), então já foram rotulados.



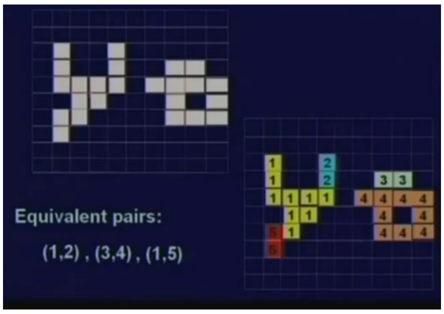
- Algoritmo para rotular componentes conectados

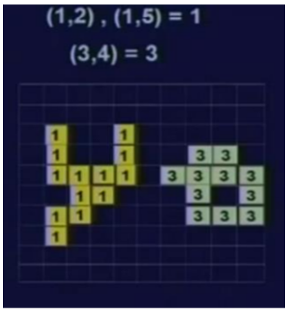
1. Se p = 0, então verifique o próximo pixel

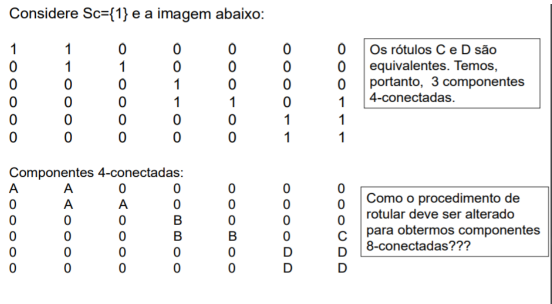
2. Se p=1, examine r e t

    2.1. Se r = 0 e t = 0,
    2.2. Se (r = 1 e t = 0) ou (r = 0 e t = 1), então p recebe o rótulo de r ou de t
    2.3. Se (r = 1 e t = 1) e (rótulo de p = rótulo de t), então p recebe tal rótulo
    2.4. Se (r =1 e t = 1) e (rótulo de p != rótulo de t), então p recebe um dos rótulo e indique equivalência de rótulos

        2.4.1. Transforme os pares de rótulos equivalentes em classes de equivalência ao atribuir um rótulo diferente para cada classe
        2.4.2. Percorra novamente a imagem e substitua cada rótulo pelo rótulo atribuído a sua classe de equivalência






Considere Sc={1} e a imagem abaixo:

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

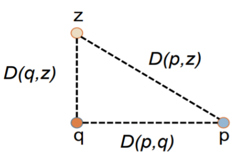
Os rótulos C e D são equivalentes. Temos, portanto, 3 componentes 4-conectadas.

Componentes 4-conectadas:

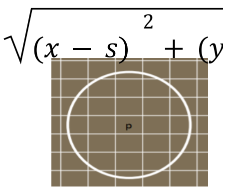
A	A	0	0	0	0	0
0	A	A	0	0	0	0
0	0	0	B	0	0	0
0	0	0	B	B	0	C
0	0	0	0	0	D	D
0	0	0	0	0	D	D

Como o procedimento de rotular deve ser alterado para obtermos componentes 8-conectadas???

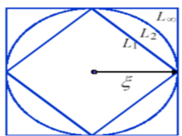
- Medida de distância ou métrica
    - Pixels
        - Pixel p: Coordenada (x,y)
        - Pixel q: Coordenada (s,t)
        - Pixel z: Coordenada (u,v)
    - Distância
        - Simetria: D(p,q) = D(q,p)
        - Não negatividade: D(p,q) >= 0
        - D(p,p) = 0
        - Se e somente se p = q: D(p,q) = 0
        - Desigualdade triangular: D(p,z) <= D(p,q) + D(q,z)



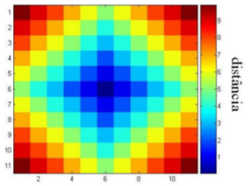
- Distância Euclidiana: De(p,q) =



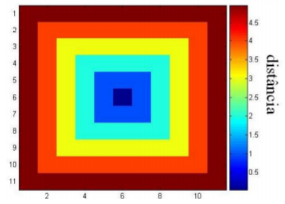
- Distância de Minkowski: DM(p,q) = [(x-s)^p + (y-t)^p]^(1/p)
  p = 1 (D4)
  p = 2 (Euclidiana)
  p = ∞ (D8)



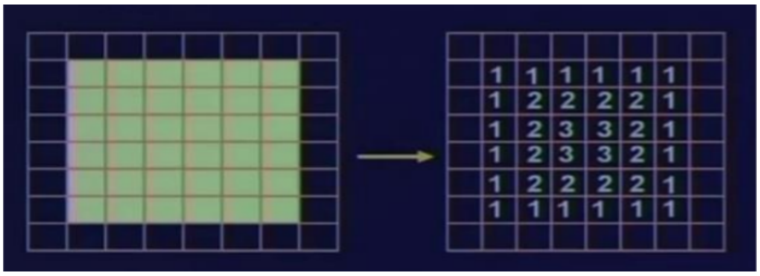
- Distância D4:
  D4(p,q) = | x - s | + | y - t |
  - S = {q| D4(p,q) <= r} forma um diamante centrado em p



- Distância D8:
  D8(p,q) = max(|x-s|, |y-t|)
  - S = {q| D8(p,q) <= r} forma um quadrado centrado em p



- Esqueletonização
  - Analogia:
    - Se uma região pegar fogo simultaneamente em cada ponto do contorno de forma uniforme, o fogo irá se alastrar para o interior da região
    - Se o fogo vier de pontas diferentes e se encontrar, quando ele apagar ele formará uma linha, ou seja, um esqueleto
  - É obtido via transformada de distância
    - Transformada de distância:
      - Calcula um campo escalar:
        - Distâncias mínimas entre o objeto e os pontos em volta dele
      - Resultado:
        - Os níveis de cinza da imagem são alterados para a menor distância de cada ponto ao contorno da forma ser identificada



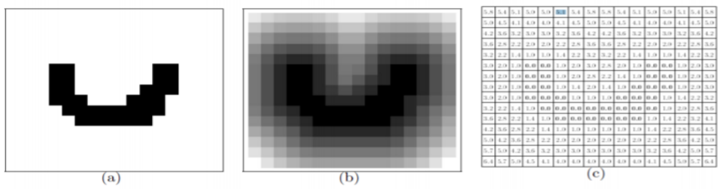
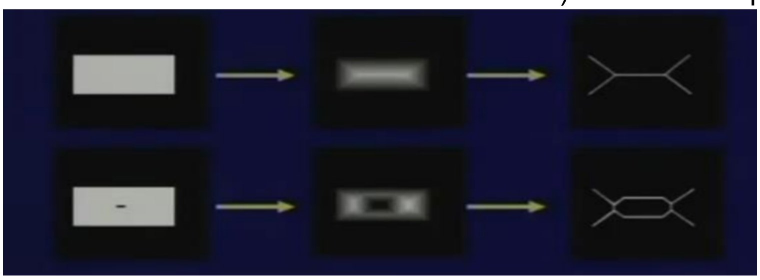
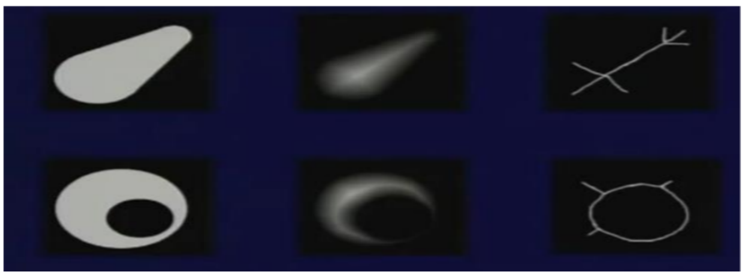


Figura 2.9: Cálculo da transformada distância. (a) Objeto original. (b) Transformada distância representada em tons de cinza. As regiões mais claras são as de maior distância. (c) Valor da distância de cada *pixel* ao objeto mostrado em *(a)*.

        - As regiões de singularidade da transformada (cristas e descontinuidade de curvatura) forma um esqueleto





      - Diferentes métricas forma diferentes esqueletos
      - Utilidade do esqueleto:
        - Representa a forma de uma forma simples e compacta
        - Preserva o tamanho e as características topológicas da forma