

Contornos

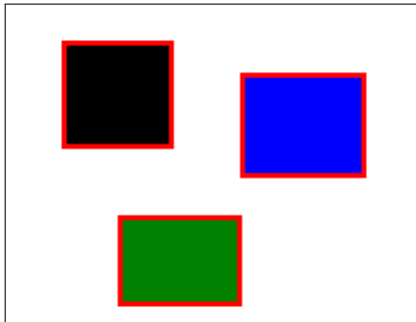
Augusto de Holanda B. M. Tavares

Universidade Federal da Paraíba
Centro de Informática
Departamento de Sistemas de Computação

7 de agosto de 2024

O que é um contorno?

- ▶ Um **contorno** é o conjunto dos pontos que formam um caminho contínuo ao longo da borda de uma região.



O que é um contorno?

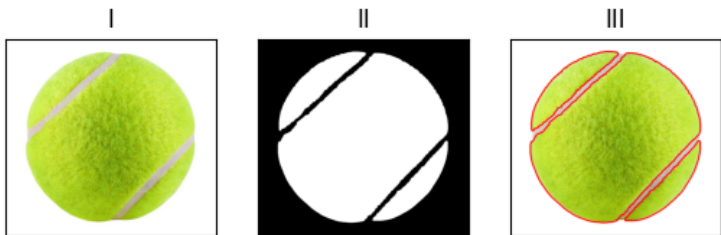
- ▶ Em termos de imagens digitais, uma **região** é um conjunto de *pixels* de mesma característica **conexos** (conectados por ao menos um caminho).
- ▶ A borda, então, é o conjunto dos *pixels* que ficam em contato com o complemento da região, isto é, os *pixels* que não pertencem à região.
- ▶ A definição diz que as regiões formam a **frente ou foreground** da imagem, enquanto o seu complemento é o **fundo ou background**.

Encontrando contornos

- ▶ Os algoritmos de detecção de contornos tipicamente trabalham com imagens binárias onde apenas as regiões de interesse estão destacadas.
- ▶ Além de estarem conexos, para formar uma região os *pixels* devem ter o mesmo valor (ou valores próximos). Sendo assim, utiliza-se uma máscara para determinar as áreas contendo uma determinada cor, correspondente às regiões de interesse.
- ▶ A partir desta informação é possível traçar os contornos na imagem original.

Encontrando contornos

Exemplo



Momentos

- ▶ Os **momentos** de uma imagem são médias ponderadas das intensidades dos *pixels*, ou funções destas.
- ▶ A depender da ordem de um ou mais momentos, estes podem ser combinados para obter propriedades interessantes de uma imagem.
- ▶ Sendo a intensidade do *pixel* na coordenada (x, y) dada por $I(x, y)$, o momento de ij -ésima ordem M_{ij} é dado por:

$$M_{ij} = \sum_x \sum_y x^i y^j I(x, y)$$

Momentos

- ▶ O centróide de uma imagem tem suas coordenadas definidas por:

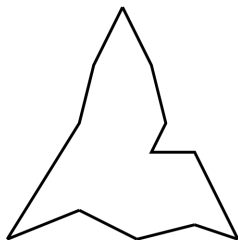
$$C_x = \frac{M_{10}}{M_{00}}$$

$$C_y = \frac{M_{01}}{M_{00}}$$

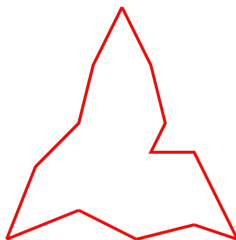
- ▶ O momento M_{00} informa a área do contorno.
- ▶ Também é possível calcular o comprimento da curva do contorno (perímetro) a partir dos momentos.

Aproximação de contornos e casca convexa

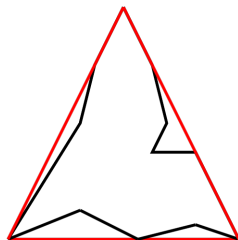
- ▶ No exemplo anterior, devido às marcas da bola de tênis são detectadas múltiplas curvas ao invés de um único contorno circular.
- ▶ Quando um único objeto possui falhas indesejadas no seu contorno, há métodos para aproximação da forma externa, como o algoritmo Ramer–Douglas–Peucker.



a)



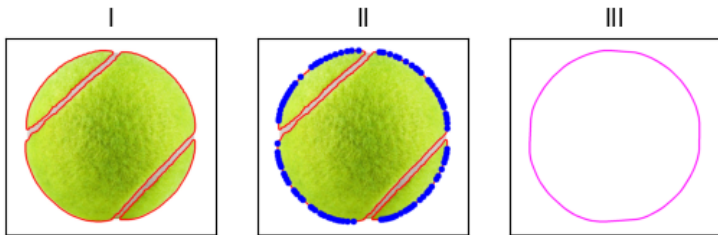
b)



c)

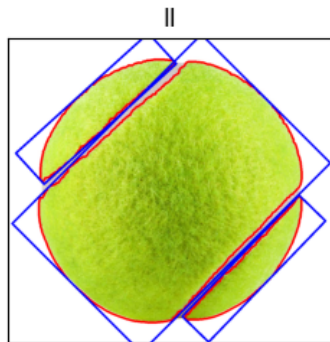
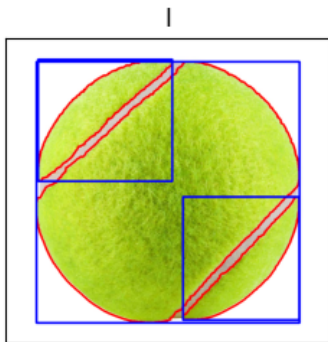
Aproximação de contornos e casca convexa

- ▶ Eventualmente as características indesejadas de uma imagem podem impedir que o contorno desejado seja detectado.
- ▶ Considere o caso abaixo, em que as marcas da bola de tênis impedem a detecção de um contorno circular.
- ▶ É tomada a união dos pontos dos contornos detectados. Em seguida, o algoritmo de Sklansky é utilizado para definir os pontos da casca convexa do conjunto destes pontos.



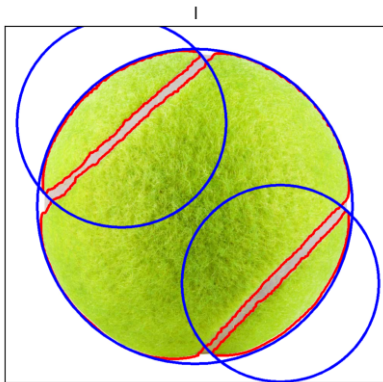
Retângulos limites

- ▶ Por vezes é interessante delimitar um contorno por um retângulo que englobe todos os seus pontos. Isto pode ser utilizado para localizar um objeto em uma imagem.
- ▶ O retângulo pode levar em consideração a rotação do contorno, visando minimizar a área englobada.



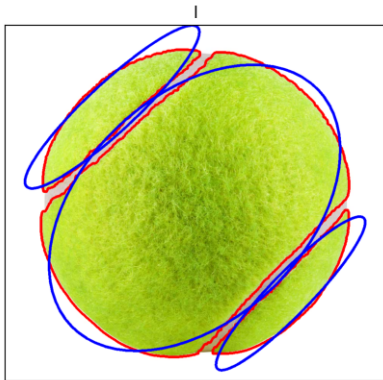
Círculo envolvente mínimo

- ▶ Similar ao caso retangular, porém utilizando um círculo para delimitar a área desejada.



Elipse circunscrita

- ▶ Por fim, também é possível ajustar uma elipse para que esta esteja circunscrita aos limites dos contornos da imagem, como apresentado abaixo.
- ▶ O objetivo é retornar a elipse circunscrita ao menor retângulo rotacionado que engloba todos os pontos do contorno.



Propriedades dos contornos

- ▶ **Proporção:** é a razão entre a largura e altura do retângulo limite de um contorno.

$$AR = \frac{W}{H}$$

- ▶ **Extensão:** é a razão entre a área de um contorno e a área do seu retângulo limite.

$$E = \frac{S_{ctr}}{S_{br}}$$

Propriedades dos contornos

- ▶ **Solidez:** é a razão entre a área de um contorno e a área de sua casca convexa.

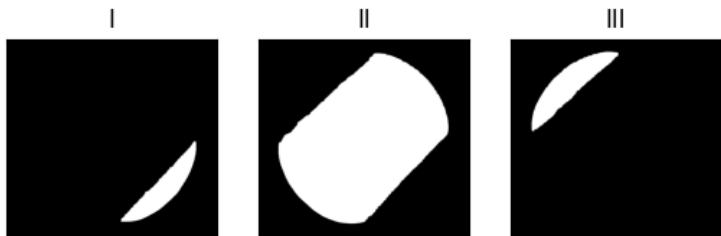
$$Sol = \frac{S_{ctr}}{S_{cvx}}$$

- ▶ **Diâmetro equivalente:** é diâmetro do círculo cuja área é igual a área de um contorno.

$$Eqv = \sqrt{\frac{4S_{ctr}}{\pi}}$$

Propriedades dos contornos

- ▶ **Orientação:** é o ângulo do eixo da elipse circunscrita a um contorno com relação a um eixo de referência.
- ▶ **Máscara de um contorno:** é o conjunto dos pontos que é englobado por um contorno. Pode ser encontrado de diversas maneiras.

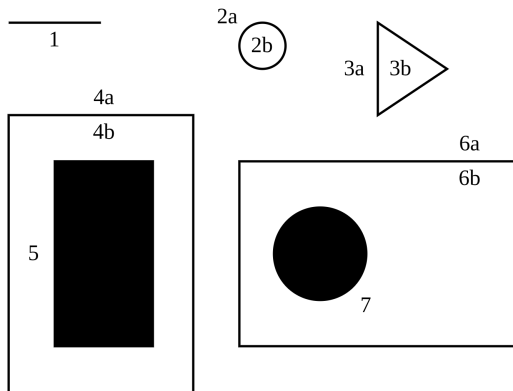


Propriedades dos contornos

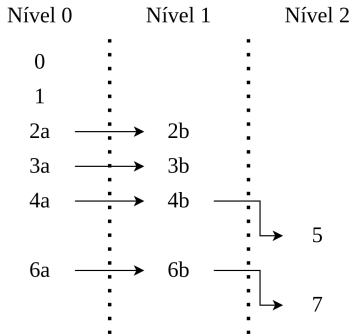
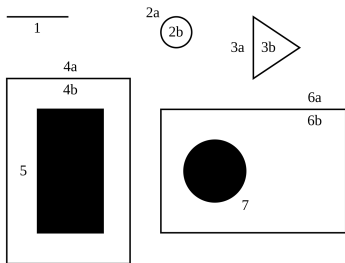
- ▶ **Pontos de mínimo e máximo:** pontos de menor e maior intensidade internos ao contorno considerando uma escala de cinza.
- ▶ **Cor/intensidade média:** média do valor dos *pixels* englobados para os casos colorido e em escala de cinza.
- ▶ **Pontos extremos:** pontos mais à direita, esquerda, acima e abaixo de um objeto.

Hierarquia dos contornos

- ▶ Eventualmente os contornos estarão aninhados, indicando objetos inseridos dentro de outros na imagem.
- ▶ Nestes casos é estabelecida uma hierarquia, definindo os contornos mais externos como pais dos contornos mais internos.



Hierarquia dos contornos



Hierarquia dos contornos

- ▶ No OpenCV, é possível obter a hierarquia dos contornos com diferentes flags, no formato [Next,Previous,First_Child,Parent] para cada contorno detectado.
- ▶ As *flags* de formação da hierarquia são:
 - ▶ **RETR_LIST**: Hierarquia planificada.
 - ▶ **RETR_EXTERNAL**: Retorna apenas os contornos mais externos na hierarquia.
 - ▶ **RETR_CCOMP**: Hierarquia de dois níveis identificando contornos externos e internos.
 - ▶ **RETR_TREE**: Retorna a árvore de hierarquia completa.