Segmentação de imagens

14 de maio de 2002

Segmentação de imagens consiste em subdividir uma imagem em regiões ou objetos que a constituem. Os algoritmos de segmentação de imagens são em geral baseadas em duas características: descontinuidades (bordas, linhas e pontos isolados) e similaridade.

O resultado da segmentação é também uma imagem, porém deve-se notar que os valores dos pixels da imagem resultante representam informações sobre as regiões e imagens presentes na imagem (não são apenas intensidades de luz, como nas operações de filtragem tais como suavização e realce de imagens vistos até agora).

Alguns conceitos são importantes para falarmos em segmentação. A noção de vizinhança, conectividade e componentes vistas anteriormente é importante, por exemplo, para determinar o que é um objeto, quais pixels fazem parte de uma ou de outra componente, ou ainda se dois objetos aparentemente adjacentes correspondem a um único ou dois objetos ou regiões.

A seguir apresentamos alguns conceitos e transformações que poderão ser úteis para segmentação e análise de imagens em geral.

1 Transformada distância

Seja f uma imagem binária, onde os pixels correspondentes aos objetos tomam valor 1 e os pixels correspondentes ao fundo tomam valor 0. A **transformada distância** associa, na imagem resultante, a cada pixel p de valor um na imagem entrada, a menor distância de p para um pixel qualquer do fundo. Isto é, se denotamos a imagem resultante por g, então temos, para qualquer pixel p,

$$g(p) = \begin{cases} min\{D(p,q) : f(q) = 0\}, & \text{se } f(p) = 1, \\ 0, & \text{se } f(p) = 0. \end{cases}$$

A distância D pode ser qualquer uma, podendo-se escolher uma que melhor satisfaça as exigências da aplicação (questões de eficiência, fidelidade à distância real, etc).

Note que g é uma imagem níveis de cinza.

2 Rotulação

A rotulação consiste em uma transformação que atribui rótulos distintos aos pixels de componentes (objetos) distintos em uma imagem binária. A utilização mais óbvia de tal transformação é a contagem de objetos em uma imagem.

Seja f uma imagem binária. A imagem rotulada correspondente, g, é definida por :

$$g(p) = g(q) \iff p \text{ e } q \text{ fazem parte de uma mesma componente em } f$$

Algoritmo de rotulação (uma possibilidade) :

- $g(p) \leftarrow 0, \forall p$
- $aux(p) \leftarrow 0$ (não processado)
- $rotulo \leftarrow 0$
- varrer a imagem em ordem raster (isto é, da esquerda para a direita, de cima para baixo).

- na varredura, se é encontrado um pixel p não processado ainda (isto é, se $aux(p) = 0$), faça
  - $rotulo = rotulo + 1$
  - coloque p numa fila
  - enquanto há elemento(s) na fila faça
    - $q \leftarrow$ primeiro da fila
    - $g(q) \leftarrow rotulo$
    - marque q como rotulado, isto é $aux(q) \leftarrow 2$
    - coloque todos os vizinhos z de q tais que $f(z) = 1$ e z ainda não rotulado e não inserido na fila (i.e., z tais que $aux(z) = 0$)
    - marque esses pixels inseridos na fila como inseridos (i.e., faça $aux(z) \leftarrow 1$)

Note que o resultado da rotulação é também uma imagem níveis de cinza.

3 Thresholding

Esta é uma transformação que converte uma imagem níveis de cinza em uma imagem binária. Ela é bastante usada em segmentação pois trata-se de uma transformação "barata" em termos computacionais.

O thresholding básico é definido como segue:

$$g(p) = \begin{cases} 1, & \text{se } f(p) \geq T, \\ 0, & \text{se } f(p) < T. \end{cases}$$

De acordo com esta transformação, todos o pixels com níveis de cinza maior ou igual a um limiar T são mapeados em 1 enquanto os demais pixels são mapeados para 0. O efeito desta transformação é a separação das regiões claras das escuras.

Há variações sobre esta definição. Por exemplo, pode-se utilizar dois limiares e fazer com que apenas os pontos dentro do intervalo definido por estes limiares sejam mapeados para 1. Existem também abordagens adaptativas nas quais o limiar é ajustado de acordo com as características locais da imagem.