



A seção “Identificação de Segmentos” apresenta uma introdução e alguns pontos relevantes que devem ser considerados no processo de segmentação de imagens.

A seção “Técnicas de agrupamento no espaço de medida” na página 29 apresenta as principais técnicas de segmentação classificadas como Técnicas de Segmentação no Espaço de Medida.

Identificação de segmentos

Existe uma certa dificuldade em se estabelecer procedimentos de segmentação em imagens nos computadores. A identificação dos segmentos deve obedecer a algumas características:

Os pixels devem possuir alguma propriedade em comum dentro da imagem. A propriedade em comum pode ser uma superfície que representa um osso dentro de uma radiografia, uma peça sendo submetida a um controle de qualidade ou um mapa ilustrando alguma característica de uma foto.

Dentre as propriedades desejáveis de uma imagem são destacadas algumas a seguir:

- A região representada pelos pixels deve ser homogênea.
- Os segmentos são regiões fechadas e devem ser delimitadas por bordas ou outros segmentos.
- O segmento possui certas propriedades matemáticas associadas a ele. As propriedades mais comuns utilizadas para representar as regiões são os diagramas de Venn. Sendo P_n os pixels representativos de uma região R_n , contendo N pixels. Um segmento pode ser representado matematicamente como:

$$R_n = \bigcap_{p_i=1}^N$$

Fórmula 7:

Identificação de segmentos



- As regiões adjacentes não devem possuir pixels em comum, ou seja:

Fórmula 8:

$$R_i \cap R_j = \emptyset$$

- os segmentos devem ser uniformes e homogêneos com relação a níveis de cinza e textura.
- as regiões devem ser simples e não apresentar buracos pequenos.
- diferenças entre as regiões adjacentes devem ser significativas (níveis de cinza etc.).
- as bordas dos segmentos devem ser precisas.

Na prática todas as características mencionadas acima são utópicas por que superfícies homogêneas são geralmente cheias de furos e as bordas em geral são irregulares. Além do mais as regiões adjacentes tendem a se fundir e perder as bordas. Como regra geral a identificação de segmentos é específica e típica para cada aplicação. Em geral a separação da região de interesse é destacada buscando-se a descontinuidade e a similaridade nos diferentes tons da imagem. As descontinuidades são representadas pelas mudanças bruscas nos níveis de cinza como linhas e bordas. As similaridades baseiam-se nos limiares dos níveis de cinza, subdivisão da imagem em regiões homogêneas e crescimento de regiões.

As técnicas apresentadas no presente capítulo serão baseadas nas diferenças entre níveis de cinza da imagem. A seguir serão apresentados dois métodos distintos de segmentação: agrupamento e segmentação propriamente dita.

Dificuldades inerentes

Existem algumas dificuldades inerentes ao processo de segmentação de imagens. Alguns fatores devem ser considerados antes de executarmos um processo de segmentação. Dentre eles podemos destacar as seguintes.

- Segmentação de forma autônoma (larga escala). Quando a segmentação de imagens envolver processos automáticos, existe uma grande necessidade em controlar o ambiente aonde se retira a imagem. Ambientes bem



controlados (grandes contrastes) tendem a facilitar a interpretação de imagens. Ambientes externos apresentam certas dificuldades pois dependem do clima, iluminação etc.

- Controle da luminosidade: Conforme a aplicação envolvida a existência de sombras tendem a dar uma falsa impressão acerca do tamanho real da região a ser segmentada.
- Bordas das regiões são muitas vezes irregulares e imprecisas.
- Precisão da técnica aplicada depende da qualidade da distinção entre os diferentes elementos da imagem.
- Escolha da melhor estratégia e adequação à aplicação que se deseja.

Técnicas mais utilizadas

Como foi citado no início deste capítulo, existem diversas técnicas de segmentação com muitas variações entre elas e que podem ser separadas em três grupos.

O primeiro grupo é chamado de **técnica de espaço de medida**. A imagem é considerada um espaço Euclidiano. Executa-se uma transformação linear para outro espaço vetorial, processa-se a imagem e executa-se a transformação inversa. A segmentação é feita no "espaço de domínio" da imagem. Para uma melhor compreensão do assunto, as técnicas mencionadas poderão ser apreciadas nas sub seções descritas a seguir.

O segundo grupo executa a segmentação na própria imagem, sem utilizar a transformação linear. Esta técnica é mais conhecida como **domínio espacial**. A grande maioria das técnicas mais conhecidas de segmentação, como Mumford&Shah e Watershed é classificada neste grupo. Teremos um capítulo dedicado a este tema.

O terceiro grupo, da mesma forma que o primeiro, trabalha em um outro espaço que não o da imagem propriamente dita: o Espaço de Frequência. Neste caso consideramos a imagem como um sinal e utilizamos as suas variações no espaço da imagem como frequências. Isto nada mais é do que observar as **texturas** de uma imagem como os seus aspectos principais. Como o fundamento matemático destas técnicas é bastante variado e muito complexo, dedicamos mais adiante dois



capítulos a este assunto: **Técnicas de Análise de Texturas** e **Técnicas de Análise de Texturas Multiescalar**.

Técnicas de agrupamento no espaço de medida

Veremos aqui as técnicas que utilizam o **valor de um pixel** como informação única ou principal.

Agrupamento por pixels

Basicamente esta técnica divide a imagem (espaço de medida) em partes diferentes identificando cada uma. A seguir cada pixel de imagem é analisado e distribuído nas partes definidas. As partes da imagem com os pixels associados com alguma propriedade em comum formam os segmentos de imagem.

A precisão do agrupamento depende de quanto os objetos de interesse se distinguem na imagem. Geralmente este método é empregado onde existem alguns objetos distintos e uma grande diferença de intensidade de cinza no fundo da imagem.

O agrupamento por pixel compara cada pixel com o valor de todos os outros pixels da imagem. Isto faz com que a técnica de agrupamento por pixel requeira tempos de processamento muito longos, tendo em vista o grande número de pixels que compõem uma imagem. Se houver a necessidade de um processamento interativo com redistribuição dos segmentos, o problema do tempo de processamento se agrava pois pode ser necessário passar pela mesma imagem várias vezes.

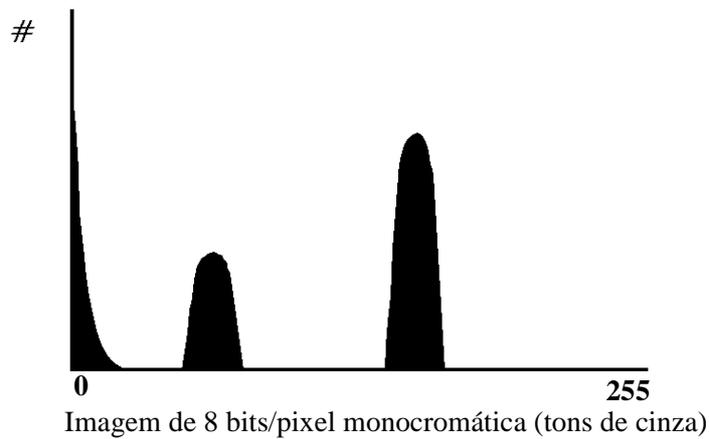
Agrupamento por histograma

Nesta técnica os pixels de uma imagens são representados em um gráfico cartesiano onde o eixo X reflete os valores das tonalidades de cinza que a imagem pode assumir e o eixo Y a frequência com que estas tonalidades



ocorrem. A função representada forma um histograma que pode assumir a forma unimodal, bimodal etc.

Figura 2.1. Exemplo de um Histograma



A determinação dos segmentos se faz identificando-se os picos e vales do histograma. Os agrupamentos são definidos como o pico formado pelos elementos existentes entre os vales. Uma vez identificados, os pixels são mapeados (marcados) na imagem original formando os segmentos de imagem.

Agrupamento por limiar (limiarização)

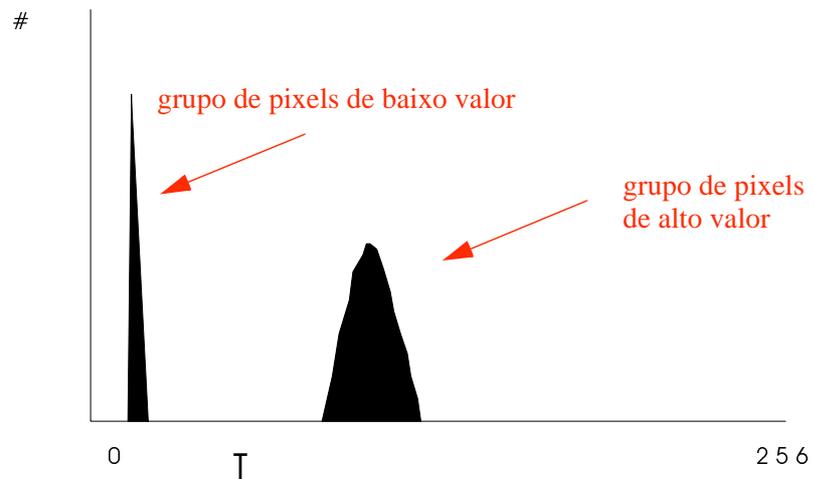
O agrupamento por limiar é utilizado quando a imagem apresenta um objeto preto com fundo branco. Em muitos casos não é possível identificar um histograma bimodal (mais de um pico) separado claramente por vales. Para contornar tais casos existem vários métodos diferentes sugeridos por diferentes autores para a determinação do limiar. Alguns exemplos:



- Limiarização global. Os picos e vales são claramente distinguíveis e o limiar é facilmente determinado.

Figura 2.2.

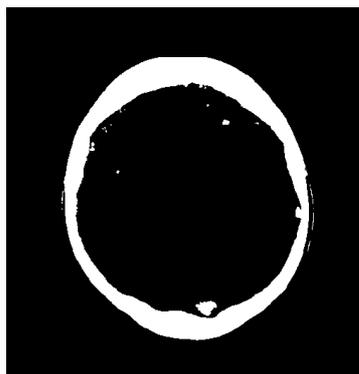
Exemplo de histograma bem-dividido



- Um exemplo da técnica de limiarização pode ser apreciado no tomograma ilustrado a seguir. Na figura quis-se separar o osso da massa encefálica. Os pontos brancos destacados na região interna indicam a presença de cisticercose.

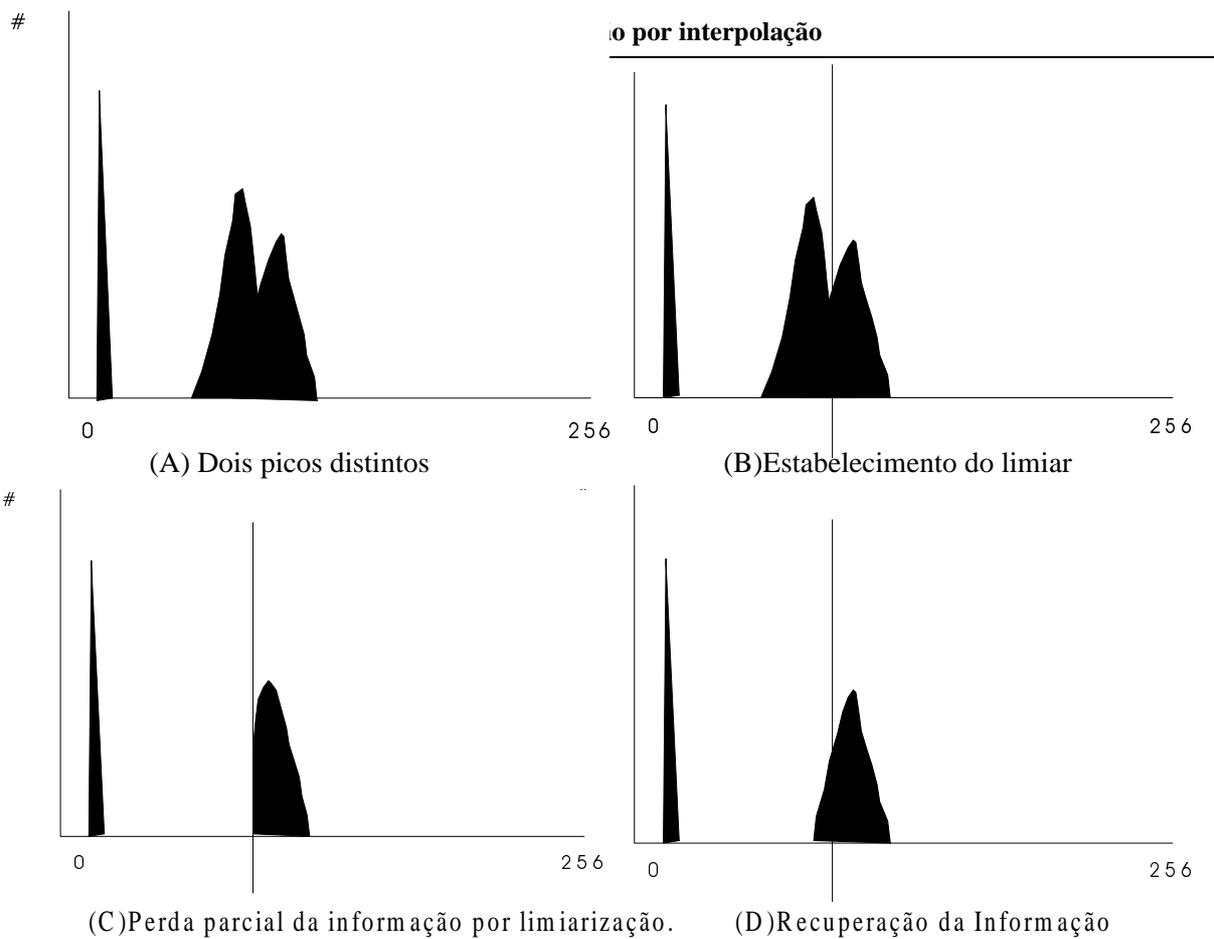
Figura 2.3.

Tomografia computadorizada limiarizada





- Limiarização por interpolação (Chow & Kanebo). O limiar é facilmente determinado figuras (A) e (B) a seguir, mas quando aplicado ocorre perda da informação figura (C). A interpolação reconstitui parte da informação perdida figura (D).



- Existem muitas outras técnicas de limiarização e elas variam sutilmente umas das outras. Um levantamento com maiores detalhes acerca das diversas técnicas existentes pode ser observado na referência [1].



Referência bibliográfica

[1] Computer and Robot Vision Vol. I e II de Robert M. Haralick e Linda G. Sapiro.

[2] Introdução à Análise Linear Vol. II de Donald Kreider, Donald R. Ostberg, Robert C. Kuller e Fred W. Perkins

CAPÍTULO 2. Técnicas de Segmentação Simples de Imagens

