

Análise de Imagens

Aula 6: Características de Imagem

Prof. Alexandre Xavier Falcão

afalcao@ic.unicamp.br

IC - UNICAMP

Roteiro da Aula

- Descritor de imagem
- Descritor de uma coleção de imagens
- Características de cor
- Características de textura
- Invariantes de Momentos

Ver livros do Gonzalez e do Lotufo.

Descritor de Imagem

Objetos em imagens possuem forma, cor, e textura. Estas propriedades podem ser mensuradas e a medida é denominada **característica de imagem**. Estas características são normalmente agrupadas em um vetor de escalares, denominado **descritor de imagem**. Neste sentido, cada objeto (ou imagem) é representado por um ponto no espaço R^n , para n características. É desejável que um descritor seja invariante a transformações afins.

Descritor de uma Coleção de Imagens

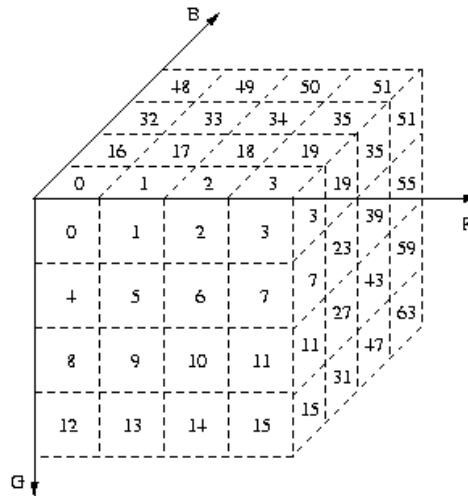
Variações do conceito de descritor permitem representações ordenadas de características e vetores de vetores de características. Estes descritores são as vezes denominados **assinaturas** e podem requerer funções mais complexas de distância do que uma simples métrica Euclideana para comparação. O par descritor de imagem e função de distância descreve como as imagens de uma coleção estão distribuídas no espaço de medida (características). Neste sentido, o par é denominado **descritor de uma coleção (ou base) de imagens**.

Características de cor

A cor de um objeto pode ser representada em diferentes espaços de cor (RGB, HSV, YCbCr, YUV). Normalmente um objeto possui várias cores e, portanto, descritores de cor normalmente representam a distribuição das cores do objeto (ou da imagem) com/sem levar em conta a informação espacial (ver publicações selecionadas de CBIR na minha homepage). O histograma de cor de uma imagem é o mais popular (e o menos eficaz destes descritores).

Histograma de cor

Podemos dividir cada eixo do espaço de cor (e.g, RGB de 24bits) em 4 partes e montar um histograma com 64 bins.



O índice (bin) do vetor de características (descriptor) será dado por:

$$ind = (R/64) + 4(G/64) + 16(B/64)$$

Características de textura

- Estatísticas: momentos, matriz de co-ocorrência.
- Estruturais: granulometria.
- Espectrais: máximos do espectro de Fourier.

Momentos do Histograma de Brilho

Seja l o brilho de uma imagem (ou objeto) e $h(l)$, $l = 0, 1, \dots, L - 1$, o seu histograma normalizado. O n -ésimo momento central é dado por:

$$\mu_n = \sum_{l=0}^{L-1} (l - \mu)^n h(l)$$

$$\mu = \sum_{l=0}^{L-1} l h(l)$$

onde μ é o brilho médio.

Momentos do Histograma de Brilho

Quando $n = 2$, nós temos a variância (contraste) $\mu_2 = \sigma^2$. Os momentos μ_3 e μ_4 medem *skewness* (assimetria em relação ao centro) e *kurtosis* (concentração em torno da média). Podemos usar, por exemplo, $R = 1 - \frac{1}{1+\sigma^2}$ como medida de contraste. Momentos de mais alta ordem não estão relacionados com a forma do histograma.

Matriz de co-ocorrência

Descreve a probabilidade de co-ocorrência de valores de pixels em uma dada posição relativa. Seja $q - p \in \{(\delta_x, \delta_y)\}$ uma posição relativa entre pixels p e q . Para L valores de pixel temos uma matriz H com $L \times L$ elementos, onde o elemento $h(i, j)$ armazena o percentual de vezes em que o pixel p tem valor i e o pixel q tem valor j na imagem. Medidas tais como $\max_{i,j} \{h(i, j)\}$; $\sum_i \sum_j (i - j)^k h(i, j)$ (momento diferencial de ordem k); $-\sum_i \sum_j h(i, j) \log h(i, j)$ (entropia); e $\sum_i \sum_j [h(i, j)]^2$ (uniformidade), são usadas como características.

Granulometria

Ao simplificarmos uma imagem variando o parâmetro de um operador morfológico, os resíduos de cada duas operações sucessivas descrevem as estruturas que estão sendo filtradas na imagem. Para n instâncias deste parâmetro, consideramos o percentual de pixels com valor maior que 0 em cada imagem residual. Estas medidas formam uma distribuição normalizada, cujos valores ou momentos (momentos granulométricos) podem ser usados para gerar o descritor.

Granulometria

As operações mais usadas são h-domes (h-basins), top-hat, top-hat por reconstrução, e resíduos de abertura (fechamento) por área (volume). A forma e o tamanho do elemento estruturante deve ser associada ao tipo de textura que estamos querendo representar.

Máximos do Espectro de Fourier

Padrões de textura estão normalmente associados a picos no espectro de Fourier da imagem. Estes picos podem ser detectados como máximos regionais na imagem de magnitude do espectro. O valor e a localização deles podem ser usados como características. As localizações descrevem a direção e a periodicidade da textura.

Invariantes de Momentos

Seja $I(x, y) \in [0, 1]$ o valor de um pixel na posição (x, y) . Momentos de ordem $(i + j)$; $i, j = 0, 1, \dots$; são definidos por:

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

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

onde o segundo é o momento central, $\bar{x} = \frac{m_{10}}{m_{00}}$, e $\bar{y} = \frac{m_{01}}{m_{00}}$.

Os momentos centrais podem ser normalizados $\nu_{ij} = \frac{\mu_{ij}}{\mu_{00}^\gamma}$,

onde $\gamma = \frac{i+j}{2} + 1$, para $i + j = 2, 3, \dots$

Invariantes de Momentos

Sete invariantes de momentos (Hu, 1962) são definidos como medidas invariantes à rotação, translação, e escala.

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

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

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

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

$$\begin{aligned}\phi_5 = & (\nu_{30} - 3\nu_{12})(\nu_{30} + \nu_{12})[(\nu_{30} + \nu_{12})^2 \\ & - 3(\nu_{21} + \nu_{03})^2] + (3\nu_{21} - \nu_{03})(\nu_{21} + \nu_{03}) \\ & [3(\nu_{30} + \nu_{12})^2 - (\nu_{21} + \nu_{03})^2]\end{aligned}$$

Invariantes de Momentos

$$\begin{aligned}\phi_6 &= (\nu_{20} - \nu_{02})[(\nu_{30} + \nu_{12})^2 - (\nu_{21} + \nu_{03})^2] \\ &\quad + 4\nu_{11}(\nu_{30} + \nu_{12})(\nu_{21} + \nu_{03}) \\ \phi_7 &= (3\nu_{21} - \nu_{03})(\nu_{30} + \nu_{12})[(\nu_{30} + \nu_{12})^2 \\ &\quad - 3(\nu_{21} + \nu_{03})^2] + (3\nu_{12} - \nu_{30})(\nu_{21} + \nu_{03}) \\ &\quad [3(\nu_{30} + \nu_{12})^2 - (\nu_{21} + \nu_{03})^2]\end{aligned}$$