

Comparación de histogramas de color

García Rajchert Scena

Computación Gráfica
Instituto Tecnológico de Buenos Aires

31 de Marzo de 2008

Introducción

Para comparar imágenes, es necesario extraer una **firma** basada en sus píxeles y definir una **regla** para compararlas.

La **firma** puede ser el color, la textura, la forma o cualquier otra información que permita llevar a cabo la comparación.
(*Nuestra: histograma*).

La **regla** debe establecer un criterio para determinar cuán parecidas son las imágenes. (*Nuestra: distancia entre histogramas*).

Histograma de color

El histograma de color de una imagen se construye a partir del recuento de píxeles de cada color.

Definición

$$h_{A,B,C} = N \text{ Prob}(A = a, B = b, C = c) \quad (1)$$

donde A , B y C representan los tres canales de color (RGB o HSV) y N es el número de píxeles en la imagen.

Dificultades

Dificultades de los histogramas de color:

- Alta dimensionalidad (la imagen puede ocupar más de 100 dimensiones).
- Complejidad en el cómputo de la distancia entre histogramas.

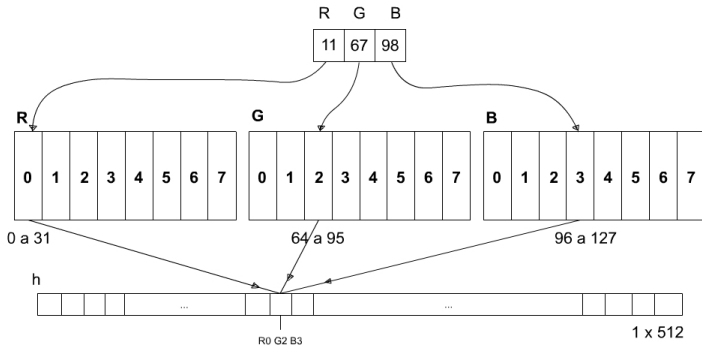
Cuantificación

Consideraciones

- Para obtener el histograma de una imagen es necesario **cuantificar** el espacio de color (intervalos de clase del histograma).
- Una vez cuantificados los colores, debe **contarse** el número de píxeles correspondiente a cada color.
- Si se utiliza un espacio de color **perceptualmente uniforme** (ej: HSV), una **cuantización uniforme** es la apropiada.
- Si el espacio de color elegido **no es perceptualmente uniforme** (ej: RGB), puede ser necesario utilizar una **cuantificación no uniforme** (o tener especial cuidado de que colores distintos no sean asignados al mismo *bin* del histograma).

Cuantificación - Implementación

Con el objetivo de reducir el tiempo de cómputo, una imagen color de $256 \times 256 \times 256 = 16777216$ colores se cuantificó en un espacio de color de $8 \times 8 \times 8 = 512$ colores en el caso de RGB y en uno de $18 \times 3 \times 3 = 162$ al usar HSV.



Medición de la distancia

Existen diversas formas de medir la distancia entre dos histogramas de color.

Técnicas tales como el test de Kolmogoroff-Smirnov no son útiles ya que el parecido entre dos imágenes está determinado por la **percepción visual** más que por la similitud en la distribución de probabilidad.

Lás fórmulas más utilizadas comparan lás imágenes a partir de la percepción de su contenido de color.

- Distancia euclídea
- Distancia de intersección
- Distancia cuadrática

Distancia euclídea

Fórmula

Sean h y g histogramas, su distancia euclídea está dada por:

$$d^2(h, g) = \sum_A \sum_B \sum_C (h(a, b, c) - g(a, b, c))^2 \quad (2)$$

donde A, B, C , son los tres canales.

Características

- Sólo compara *bins* idénticos en los respectivos histogramas.
- Dos *bins* diferentes pueden representar perceptualmente colores similares, pero no son comparados entre ellos.
- Todos los bins contribuyen de igual forma al cálculo de la distancia.

Distancia de intersección

Fórmula

La intersección de dos histogramas, h y g , está dada por:

$$d(h, g) = \frac{\sum_A \sum_B \sum_C \min(h(a, b, c), g(a, b, c))}{\min(|h|, |g|)} \quad (3)$$

donde $|h|$ y $|g|$ son la magnitud (número de muestras) de cada histograma.

Características

- Los colores no presentes en una de las imágenes, no contribuyen en el cálculo de la distancia de intersección.
- Se reduce la contribución de los colores de fondo (background).

Distancia cuadrática

Fórmula

$$d(h, g) = (h - g)^t A (h - g) \quad (4)$$

donde A es llamada **matriz de similitud**.

Elementos de A para RGB

$$a_{ij} = 1 - d_{ij} / \max(d_{ij}) \quad (5)$$

donde d_{ij} es la distancia L_2 entre el color i y el j .

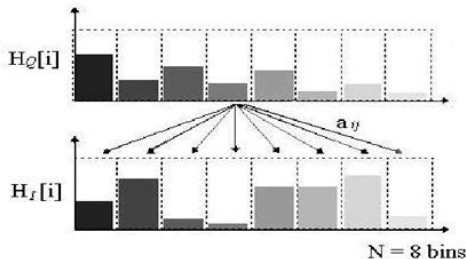
Elementos de A para HSV

$$a_{ij} = 1 - \frac{1}{\sqrt{5}} [(v_i - v_j)^2 + (s_i \cos h_i - s_j \cos h_j)^2 + (s_i \sin h_i - s_j \sin h_j)^2]^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

Distancia cuadrática

Características

La distancia cuadrática (o cruzada) considera la correlación cruzada entre los *bins* de los histogramas, basándose en la **similitud perceptual** de los colores representados por los *bins*.



Conclusiones

- Dos imágenes comparadas a través de sus histogramas globales de color pueden no estar semánticamente relacionadas a pesar de compartir una distribución similar de color.
- En general, las comparaciones efectuadas a través de la utilización del espacio de color HSV son más precisas que aquellas en las que se utiliza RGB.

Fuentes

- Histogram-Based Color Image Retrieval, Sangoh Jeong , Stanford University, 2001
- CBIR: Content Based Image Retrieval, Rami Al-Tayeche & Ahmed Khalil, Carleton University