

1.Objetivos

- Realizar el realce de la imagen en color haciendo uso de los modelos de color (RGB-HSI)
- Implementar la representación de imágenes en pseudocolor mediante la técnica de rebanado de intensidad.

2.Introducción

El uso de color en el procesamiento digital de imágenes está motivado principalmente por dos factores:

- El color es un descriptor poderoso que generalmente simplifica la identificación de objetos y su extracción de una escena.
- Los humanos podemos discernir cientos de colores, sombras e intensidades, comparado con tan sólo un par de decenas de tonos de gris. Este factor es de particular importancia en el análisis de imágenes manual (como el que hacemos los humanos).

El procesamiento digital de imágenes en color está dividido en dos áreas principales:

1. Color total (full-color): las imágenes típicamente se adquieren con un sensor de color total, como una cámara de televisión a color, una cámara CCD a color o un escaner a color.
2. Pseudocolor: el problema consiste en asignar un color a un tono de gris en particular o a un rango de intensidades en particular.

- Modelos de color.

El propósito de los modelos de color (los también llamados espacios de color o sistemas de color) es el de facilitar la especificación de los colores utilizando algún estándar.

En esencia, un modelo de color es una especificación de un sistema coordinado y de un subespacio, dentro de ese sistema, donde cada color puede ser representado por un sólo punto.

La mayoría de los modelos de color hoy en día están orientados ya sea al hardware (como monitores a color o impresoras) o a alguna aplicación donde el objetivo es la manipulación del color (como la creación de gráficas a color para animaciones).

En términos de procesamiento de imágenes, los modelos orientados al hardware más comunmente utilizados en la práctica son el modelo RGB (rojo, verde, azul) modelo para monitores a color y para una gran variedad de cámaras de video en color; el CMY (cyan, magenta, amarillo) y el CMYK (cyan, magenta, amarillo, negro), modelos para impresoras en color; y el HSI (brillo (hue), saturación, intensidad) que corresponde al modelo más cercano a la manera en que los humanos percibimos el color.

Conversión RGB a HSI:

Dada una imagen de color RGB, el componente H se calcula como:

$$H = \begin{cases} \theta & \text{si } B \leq G \\ 360 - \theta & \text{si } B > G \end{cases}$$

donde

$$\theta = \cos^{-1} \left\{ \frac{1/2[(R - G) + (R - B)]}{[(R - G)^2 + (R - B)(G - B)]^{1/2}} \right\}$$

El componente de saturación, S :

$$S = 1 - \frac{3}{(R + G + B)} [\min(R, G, B)]$$

El componente de intensidad, I :

$$I = \frac{1}{3}(R + G + B)$$

Se asume que los valores de RGB están normalizados en el rango $[0, 1]$ y que el ángulo θ se mide respecto al eje rojo del espacio HSI.

Conversion HSI a RGB:

Dados HSI ahora queremos encontrar los componentes RGB. Las ecuaciones a utilizar dependen del valor del ángulo H. Existen tres sectores de interés correspondientes a los intervalos de 120° de separación entre los colores primarios.

1. Sector RG ($0^\circ \leq H < 120^\circ$) :

$$\begin{aligned} B &= I(1 - S) \\ R &= I \left[1 + \frac{S \cos H}{\cos(60^\circ - H)} \right] \\ G &= 3I - (R + B) \end{aligned}$$

2. Sector GB ($120^\circ \leq H < 240^\circ$) : Si H está en este sector primero le restamos 120° : $H = H - 120^\circ$

$$\begin{aligned} R &= I(1 - S) \\ G &= I \left[1 + \frac{S \cos H}{\cos(60^\circ - H)} \right] \\ B &= 3I - (R + B) \end{aligned}$$

3. Sector RG ($240^\circ \leq H \leq 360^\circ$) : Si H está en este sector primero le restamos 240° : $H = H - 240^\circ$

$$\begin{aligned} G &= I(1 - S) \\ B &= I \left[1 + \frac{S \cos H}{\cos(60^\circ - H)} \right] \\ R &= 3I - (R + B) \end{aligned}$$

- Pseudocolor. El pseudocolor (también llamado falso color) consiste en asignar colores a valores de gris de una imagen monocromática siguiendo algún criterio en específico. La aplicación principal es para la visualización humana y para la interpretación de los eventos que ocurren en escenas en escalas de gris. Como mencionamos antes el ser humano puede distinguir más colores que tonalidades de gris.

La técnica de rebanado de intensidad (también llamada rebanado de densidad) y codificación del color es uno de los ejemplos más simples del proceso de imagen en pseudocolor. Si la imagen es interpretada como una función 3D (intensidad contra el espacio coordenado), el método puede verse como si pusieramos planos paralelos al plano coordenado de la imagen, cada plano "rebana" a la función intensidad en el área de intersección.

En general la técnica puede resumirse como sigue: Sea la escala de gris $[0, L-1]$, sea el nivel l_0 representado por el negro $[f(x, y) = 0]$, y sea el nivel l_{L-1} representado por el blanco $[f(x, y) = L-1]$. Suponga que se definen P planos perpendiculares al eje de intensidad en los niveles l_1, l_2, \dots, l_P . Suponiendo que $0 < P < L-1$, los P planos parten la escala de grises en $P+1$ intervalos V_1, V_2, \dots, V_{P+1} . La asignación de color a los niveles de gris se hacen acorde a la relación:

$$f(x, y) = c_k \quad \text{si} \quad f(x, y) \in V_k$$

donde c_k es el color asociado con el k -ésimo intervalo de intensidad V_k definido por la partición de los planos en $l = k-1$ y $l = k$.

3.Desarrollo

Resuelve los problemas de la lista siguiente y describe tu solución en cada inciso. Los incisos en donde únicamente tengas que desplegar imágenes no requieren de ninguna descripción.

- Realiza el realce de la imagen flowers2 de la siguiente manera. Convierte la imagen de RGB a modelo HSI. Toma la banda I, ecualízala y regresa al modelo RGB. Prohibido utilizar las funciones de matlab: `rgb2hsv`, `rgb2hsv`.
- Toma las imágenes propuestas que están en escala de grises. Representa cada una de ellas en pseudocolor utilizando el método de rebanado de intensidad. Haz que tu función pueda recibir como parámetro la imagen y el número de niveles de color a representar. Prohibido utilizar las funciones de matlab: `pcolor`, `imagesc`, `colormap`, `image`.

4. Código

El código se adjunta con la entrega de este reporte.

5. Conclusiones

Ejercicios:

1. **Ejercicio 1:**

Vemos que al pasar de `rgb` a `hsi`, como `pyplot` no sabe que se ha cambiado de espacio de color, este nos muestra la imagen con colores distintos y muy intensos, a parte nos cambia el rango, por lo que debemos ecualizarla. Pero al aumentar los valores en el canal de intensidad, nos permite aumentar la intensidad de la imagen. Esta técnica de pasar de `rgb` a `hsi` y después regresarla, nos facilita aumentar la intensidad de la imagen.



Figure 1: Imagen de las flores original



Figure 2: Imagen de las flores en espacio hsi



Figure 3: Imagen de las flores espacio rgb con intensidad aumentada

2. En el segundo ejercicio podemos observar la utilidad de darle color a las distintas intensidades de gris en una imagen en blanco y negro, como hemos visto en clase, el ojo humano no es bueno percibiendo pequeñas diferencias de tonos de gris, por lo que cambiarlas a color podemos nos permite observar e inferir mejor sobre la información de la imagen. Y como este proceso es por si decirse objetivo, es decir que no asignamos los colores a conveniencia, la información es mas confiable.



Figure 4: Imagen de radiografía de una mano

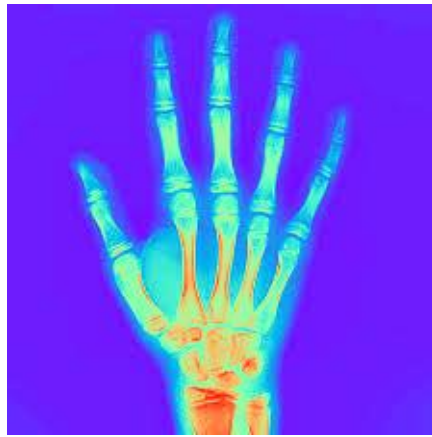


Figure 5: Imagen de radiografía de una mano a color



Figure 6: Imagen de radiografía de una cadera

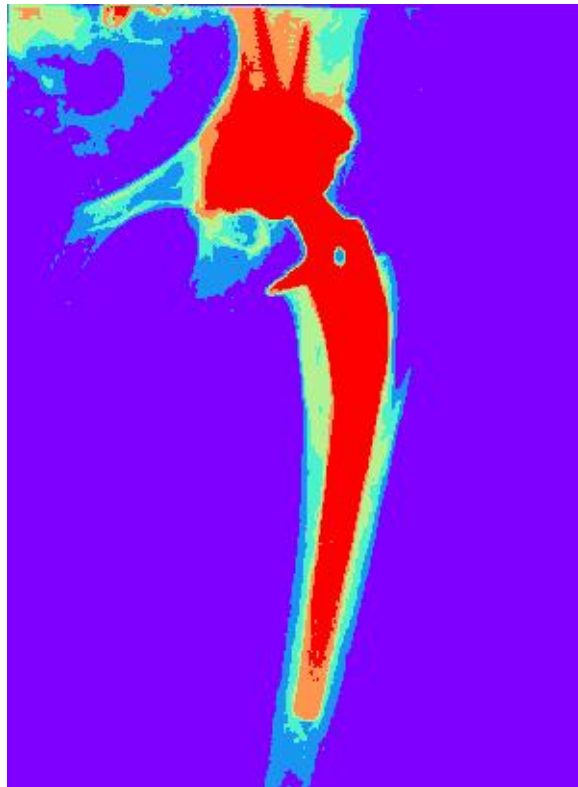


Figure 7: Imagen de radiografía de una cadera a color



Figure 8: Imagen de radiografía de una rodilla

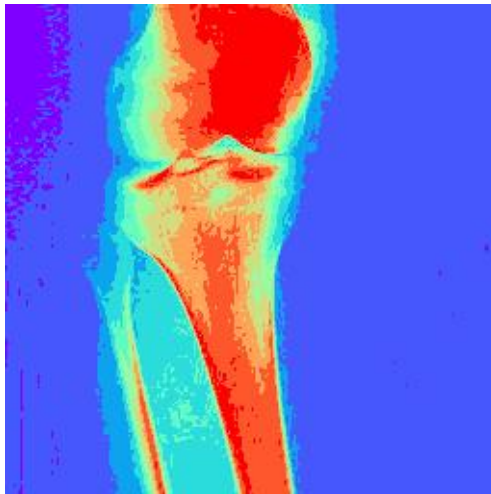


Figure 9: Imagen de radiografía de una rodilla a color

6. Referencias

1. <https://matplotlib.org/stable/tutorials/pyplot.htm>
2. <https://numpy.org/>
3. <https://scikit-image.org/>
4. <https://pillow.readthedocs.io/en/stable/reference/Image.html>
5. <https://numpy.org/doc/stable/reference/routines.fft.html>