

¿Por qué el cielo es azul? – Explicación de la NASA

Sunlight reaches Earth's atmosphere and is scattered in all directions by all the gases and particles in the air. Blue light is scattered in all directions by the tiny molecules of air in Earth's atmosphere. Blue is scattered more than other colors because it travels as shorter, smaller waves. This is why we see a blue sky most of the time.

Visible Light

Red
Orange
Yellow
Green
Blue

White light directly from the sun

blue sky from scattered light

Prism

¿Por qué el cielo es azul? Leer Colors of the sky, Bohren 1985. → Pag. 2

<http://spaceplace.nasa.gov/blue-sky/en/>

Introducción a la teoría del color – ¿Qué es color?

- ¿Qué es Color?
 - Es una propiedad de los objetos que nuestra mente crea
 - Física → Ondas electromagnéticas, entre 380nm/violeta a 740nm/rojo, que se reflejan de los objetos ...cuantos colores?
 - Fisiológica → Nuestro sistema visual representa las señales recibidas en nuestro cerebro

Partial

VI/VO

Occipital

Eye

• Ojos
• Nervios
• Cortex

% Photons Reflected

400 700

Wavelength (nm)

Introducción a la teoría del color – Descripción del color

- Descripción del color
 - Extremadamente complicado por la subjetividad
 - Cada longitud de onda indica un color... teóricamente infinitos
 - Los humanos solo podemos distinguir un número finito de colores

Visible Light

700nm 600nm 500nm 400nm

Radio waves

Microwaves

Infrared

Ultraviolet

X-rays

Gamma

LONGER

WAVELENGTH (meters)

SHORTER

10² 1¹ 1 10¹ 10² 10³ 10⁴ 10⁵ 10⁶ 10⁷ 10⁸ 10⁹ 10¹⁰ 10¹¹ 10¹² 10¹³

Introducción a la teoría del color – Descripción del color

- Descripción del color
 - Extremadamente complicado por la subjetividad
 - Númérico → Si consideramos el espectro de la onda electromagnética como una distribución normal/Gaussiana → podemos relacionarla con aspectos cotidianos
 - Media → Hue (matiz) – Posición en el espectro
 - Varianza → Saturation (Saturación) - Vivido
 - Área → Brightness (Brillo) - Claridad

Partial

VI/VO

Occipital

Eye

• Ojos
• Nervios
• Cortex

% Photons Reflected

400 700

Wavelength (nm)

Photons

mean

area

variance

400 500 600 700

Wavelength (nm.)

Introducción a la teoría del color – Descripción del color

- Descripción del color
 - Extremadamente complicado por la subjetividad
 - Númérico → Si consideramos el espectro de la onda electromagnética como una distribución normal/Gaussiana → podemos relacionarla con aspectos cotidianos
 - Media → Hue (matiz) – Posición en el espectro
 - Varianza → Saturation (Saturación) - Vivido
 - Área → Brightness (Brillo) - Claridad

Mean ↔ Hue

Photons

blue

green

yellow

Wavelength

mean

area

variance

400 500 600 700

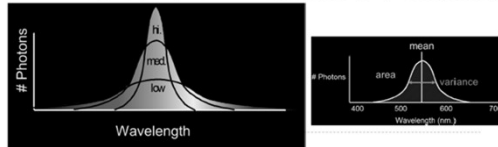
Wavelength (nm.)

Introducción a la teoría del color – Descripción del color

Descripción del color

- Extremadamente complicado por la subjetividad
- Númérico → Si consideramos el espectro de la onda electromagnética como una distribución normal/Gaussiana → podemos relacionarla con aspectos cotidianos
- Media → Hue (matiz) – Posición en el espectro
- Varianza → Saturation (Saturación) - Vivido
- Área → Brightness (Brillo) - Claridad

Variance ↔ Saturation

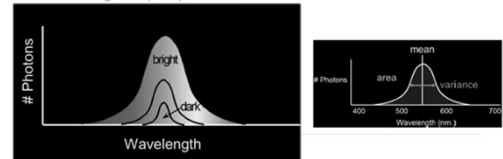


Introducción a la teoría del color – Descripción del color

Descripción del color

- Extremadamente complicado por la subjetividad
- Númérico → Si consideramos el espectro de la onda electromagnética como una distribución normal/Gaussiana → podemos relacionarla con aspectos cotidianos
- Media → Hue (matiz) – Posición en el espectro
- Varianza → Saturation (Saturación) - Vivido
- Área → Brightness (Brillo) - Claridad

Area ↔ Brightness



Introducción a la teoría del color – Descripción del color

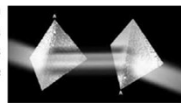
Descripción del color

- Extremadamente complicado por la subjetividad
- Lingüística → Basic Color Terms (Berlin y Kay)
 - Se investigó el uso en la cultura popular de los colores → depende del idioma
- Númérico → Si consideramos el espectro de la onda electromagnética como una distribución normal/Gaussiana → podemos relacionarla con aspectos cotidianos
- Media → Hue (matiz) – Posición en el espectro
- Varianza → Saturation (Saturación) - Vivido
- Área → Brightness (Brillo) - Claridad
- Es necesario una descripción numérica para tener resultados reproducibles
 - ¿Cómo se puede reproducir colores?
 - Documentos, fotos, videos,....

Reproducción de colores

Reproducción de colores– Colores primarios

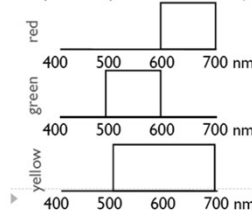
- Newton y otros científicos antes de él fueron capaces de encontrar experimentalmente que la luz solar estaba compuesta de diferentes intensidades (hue) y que la luz solar también se puede recombinar.
 - Prisma → Se genera un espectro de colores ordenados por su longitud de onda
- También encontraron que la recombinación de algunas áreas del espectro de intensidades genera otras áreas.
- Young@1802 encontró que mediante tres colores podría reproducir la gran mayoría y que en particular RGB no podrían ser reproducidos → basado en el sistema visual humano



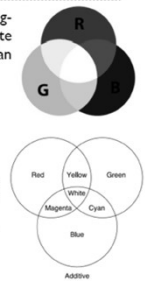
Reproducción de colores– Colores primarios

- Teoría de color Tricromáticas (Trichromatic) → Young-Helmholtz proponen y validan experimentalmente (Maxwell también) que mediante tres colores podrían reproducir el resto de colores

- Reproducción por mezcla aditiva → Rojo+Verde



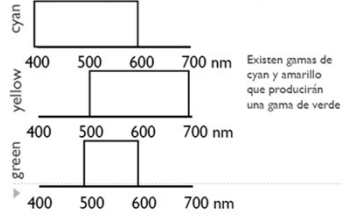
Existen gamas de rojo y verde que producirán una gama de amarillo



Reproducción de colores— Colores primarios

- Teoría de color Tricromáticas (*Trichromatic*) → Young-Helmholtz proponen y validan experimentalmente (Maxwell también) que mediante tres colores podrían reproducir el resto de colores

Reproducción por mezcla subtractiva → Cyan+Amarillo



Reproducción de colores— Experimento de emparejamiento de colores

- El experimento del CIE de 1931 buscó una forma de reproducir colores en cualquier lugar para humanos:
 - Los conos de los seres humanos responden a un color λ_S , con intensidad L_λ y respuesta a la intensidad por tipo de cono $M_x(\lambda_S)$

$$\rho = L_\lambda M_r(\lambda_S)$$

$$\gamma = L_\lambda M_g(\lambda_S)$$

$$\beta = L_\lambda M_b(\lambda_S)$$

- Si el color λ_S se reproduce con tres fuentes luminicas RGB:

$$\rho = RM_r(\lambda_r) + GM_r(\lambda_g) + BM_r(\lambda_b)$$

$$\gamma = RM_g(\lambda_r) + GM_g(\lambda_g) + BM_g(\lambda_b)$$

$$\beta = RM_b(\lambda_r) + GM_b(\lambda_g) + BM_b(\lambda_b)$$

Reproducción de colores— Experimento de emparejamiento de colores

- El experimento del CIE de 1931 buscó una forma de reproducir colores en cualquier lugar para humanos:
 - Igualando las dos representaciones de λ_S en forma matricial:

$$\rho = L_\lambda M_r(\lambda_S)$$

$$\gamma = L_\lambda M_g(\lambda_S)$$

$$\beta = L_\lambda M_b(\lambda_S)$$

$$\rho = RM_r(\lambda_r) + GM_r(\lambda_g) + BM_r(\lambda_b)$$

$$\gamma = RM_g(\lambda_r) + GM_g(\lambda_g) + BM_g(\lambda_b)$$

$$\beta = RM_b(\lambda_r) + GM_b(\lambda_g) + BM_b(\lambda_b)$$

$$L_\lambda \begin{pmatrix} M_r(\lambda_S) \\ M_g(\lambda_S) \\ M_b(\lambda_S) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} M_r(\lambda_r) & M_r(\lambda_g) & M_r(\lambda_b) \\ M_g(\lambda_r) & M_g(\lambda_g) & M_g(\lambda_b) \\ M_b(\lambda_r) & M_b(\lambda_g) & M_b(\lambda_b) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}$$

Reproducción de colores— Experimento de emparejamiento de colores

- El experimento del CIE de 1931 buscó una forma de reproducir colores en cualquier lugar para humanos:

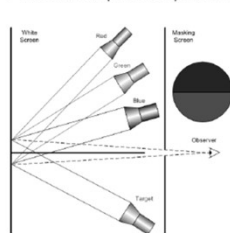
- Mediante propiedades de matrices es posible encontrar una relación entre los valores de color RGB (reproducibles) y una terna de color percibida por un ser humano (depende del color del objeto -S- y la fuente de luz -RGB-):

$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = L_\lambda \begin{pmatrix} M_r(\lambda_r) & M_r(\lambda_g) & M_r(\lambda_b) \\ M_g(\lambda_r) & M_g(\lambda_g) & M_g(\lambda_b) \\ M_b(\lambda_r) & M_b(\lambda_g) & M_b(\lambda_b) \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} M_r(\lambda_S) \\ M_g(\lambda_S) \\ M_b(\lambda_S) \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \bar{r}(\lambda_S) \\ \bar{g}(\lambda_S) \\ \bar{b}(\lambda_S) \end{pmatrix}$$

Reproducción de colores— Experimento de emparejamiento de colores

- El experimento del CIE de 1931 buscó una forma de reproducir colores en cualquier lugar para humanos:
 - Se utilizan lámparas RGB para encontrar la combinación de un color S



$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \bar{r}(\lambda_S) \\ \bar{g}(\lambda_S) \\ \bar{b}(\lambda_S) \end{pmatrix}$$

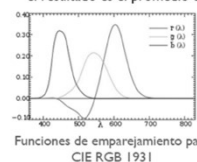
- Se le pide al usuario que ajuste la intensidad de las lámparas RGB (r,g,b) individualmente para obtener el color de S. El observador visualiza mediante una ranura.

$$S = rR + gG + bB$$

Reproducción de colores— Experimento de emparejamiento de colores

- La *Commission internationale de l'éclairage - International Commission on Illumination (CIE)* en 1931 publicó una descripción numérica de colores basado en la Teoría de color Tricromáticas (*Trichromatic*) y el experimento de reproducción de color, utilizando un observador estándar → Resultado: función de emparejamiento

- Observador estándar → Numerosas muestras con ranuras entre 2° a 10° y el resultado es el promedio de (r,g,b)

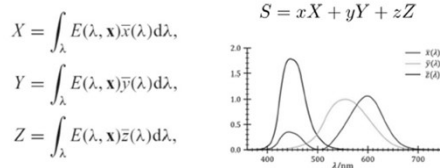


Las longitudes de ondas están fijas → R(700nm), G(546.1nm), B(435.8nm)

Muchos observadores no lograron ajustar los colores para el Cyan → Solo si agregaban luz blanca...se debe restar una componente (agregar brillo-luz blanca...es una aproximación - no se puede restar luz)

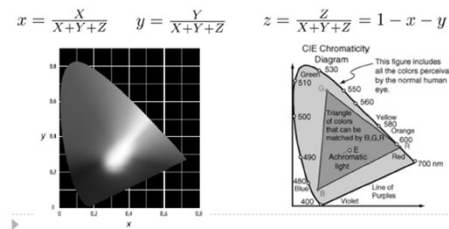
Reproducción de colores– Experimento de emparejamiento de colores

- Con el fin de garantizar la reproducción de color en teoría sin intensidades negativas, la CIE propone la función de emparejamiento XYZ
- Basada en funciones de emparejamiento (xyz) y fuentes de iluminación imaginarias (XYZ) (no se pueden llevar a la práctica → visualizar con tres colores)
- (1) Las funciones de emparejamiento son positivas (2) el valor de Y debe coincidir con la iluminación, (3) los valores deben estar normalizados



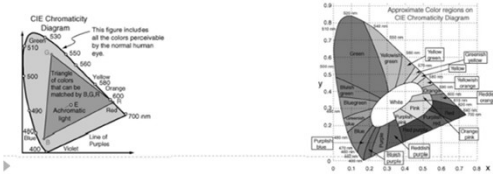
Reproducción de colores– Experimento de emparejamiento de colores

- CIE función de emparejamiento XYZ
- Se puede realizar un diagrama de cromaticidad normalizando xyz.
- Los colores CIE RGB son un subconjunto del CIE XYZ



Reproducción de colores– Experimento de emparejamiento de colores

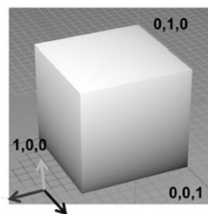
- Función de emparejamiento CIE RGB 1931
- No es posible reproducir todos los colores en la práctica → intensidad negativa
- Función de emparejamiento CIE XYZ
- Puede reproducir todos los colores en teoría sin intensidades negativas
- No se puede llevar en su totalidad a la práctica
- Contiene a los colores reproducibles por CIE RGB 1931



Espacios de color

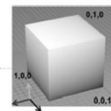
Espacios de color

- Espacios de color
- Son arreglos de tres variables los cuales codifican numéricamente la sensación de color → basados en la teoría Tricromática
- RGB → [0 - 1]
- Todos los valores positivos
- Colores son un subconjunto de CIE XYZ → Rojo, Verde y Azul
- La distancia entre colores no es intuitiva
 - Espacio de color no uniforme



Espacios de color

- RGB – Aspecto práctico
- En OpenCV el espacio de color por defecto es BRG
- BRG era usado antiguamente por fabricantes de cámaras de video
- Dado una imagen IMG, se puede convertir esta a otro espacio de color codificado en CONV_COLOR (es un enum):
 - `dst = cv.cvtColor(IMG, CONV_COLOR)`
 - [cv2.cvtColor] https://docs.opencv.org/3.4.1/d7/d1b/group__imgproc_misc.html#397ae87e1288a81d7363b41574eb8cab
 - [cv2.ColorConversionCodes] https://docs.opencv.org/3.4.1/d7/d1b/group__imgproc_misc.html#397ae87e1288a81d7363b41574eb8cab
 - https://docs.opencv.org/3.4.1/d7/d1b/group__imgproc_color_conversions.html
 - Ver Notebook → EXIRGB

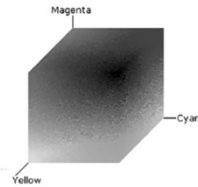


Espacios de color

- CMY → [0 - 1]
 - Todos los valores positivos
 - Colores son un subconjunto de CIE XYZ → Cyan, Magenta y Amarillo
 - La distancia entre colores no es intuitiva
 - Espacio de color no uniforme

RGB a CMY

$$\begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$



Espacios de color

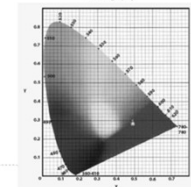
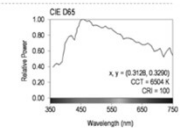
- XYZ → [0 - 1]
 - Todos los valores positivos
 - Y representa el componente de iluminación
 - No todos los valores son físicamente realizables
 - Espacio de color teórico
- La conversión a RGB depende de un blanco base → ITU709 D65 (blanco)

RGB a XYZ

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.4124 & 0.3576 & 0.1805 \\ 0.2126 & 0.7152 & 0.0722 \\ 0.0193 & 0.1192 & 0.9505 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

XYZ a RGB

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3.2405 & -1.5371 & -0.4985 \\ -0.9693 & 1.8706 & 0.0416 \\ 0.0556 & -0.2040 & 1.0572 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$$



Espacios de color

- Conversión de RGB a XYZ – Aspecto práctico
 - En OpenCV la conversión a escala de grises se realiza mediante:
 - https://docs.opencv.org/3.1.0/d6/d75/imgproc_color_conversions.html#color_convert_rgb_xyz
 - X, Y and Z cover the whole value range (in case of floating-point images, Z may exceed 1).
 - Dado una imagen IMG, se puede convertir esta a otro espacio de color codificado en CONV_COLOR (es un enum):
 - dst = cv2.cvtColor(IMG, CONV_COLOR)
 - CONV_COLOR = {COLOR_BGR2XYZ, COLOR_RGB2XYZ, COLOR_XYZ2BGR, COLOR_XYZ2RGB}
 - [cv2.cvtColor] Link
 - [cv2.ColorConversionCodes] Link
 - https://docs.opencv.org/3.4.1/d6/d75/imgproc_color_conversions.html
 - Ver Notebook → EX2XYZ

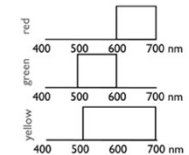
Espacios de color

- Opuestos - Básicos
 - Los espacios de color opuestos busca remover la correlación entre los colores que forman la base del espacio de color...RGB
 - Existen experimentos de colores opuestos en el sistema visual humano
 - Espacio de color opuesto-básico → [O1, O2, O3]
 - O1 → Rojo y verde
 - O2 → Amarillo y azul
 - O3 → Intensidad

$$O_1 = \frac{R - G}{\sqrt{2}},$$

$$O_2 = \frac{R + G - 2B}{\sqrt{6}},$$

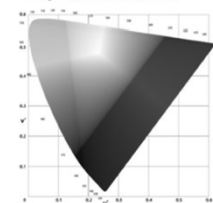
$$O_3 = \frac{R + G + B}{\sqrt{3}}.$$



Espacios de color

- Espacios de color CIEL*u*v*
- Espacio de color opuesto
- Espacio de color perceptualmente intuitivo
 - Diseñado para ser intuitivo al usuario el ser humano → la distancia entre los colores tiene sentido
- Se diseñó en 1976 para medición de fuentes luminicas de color → TV
- Es útil para tareas de evaluación de calidad de imagen → Busca asemejarse al entendimiento del color por la visión humana

Diagrama de cromancia u'v'

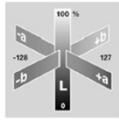


Espacios de color

- Conversión de RGB a CIEL*u*v* – Aspecto práctico
 - En OpenCV la conversión a escala de grises se realiza mediante:
 - https://docs.opencv.org/3.1.0/d6/d75/imgproc_color_conversions.html#color_convert_rgb_luv
 - Dado una imagen IMG, se puede convertir esta a otro espacio de color codificado en CONV_COLOR (es un enum):
 - dst = cv2.cvtColor(IMG, CONV_COLOR)
 - CONV_COLOR = {COLOR_BGR2Luv, COLOR_RGB2Luv, COLOR_Luv2BGR, COLOR_Luv2RGB}
 - [cv2.cvtColor] Link
 - [cv2.ColorConversionCodes] Link
 - https://docs.opencv.org/3.4.1/d6/d75/imgproc_color_conversions.html
 - Ver Notebook → EX3LUV

Espacios de color

- ▶ Espacios de color CIEL*a*b*
- ▶ Espacio de color opuesto
- ▶ Espacio de color perceptualmente intuitivo
 - ▶ Diseñado para ser intuitivo al usarlo el ser humano → la distancia entre los colores tiene sentido
- ▶ Se diseñó en 1976 para medición de color en superficies → Impresoras.
- ▶ Es útil para tareas de evaluación de calidad de imagen → Busca asemejarse al entendimiento del color por la visión humana

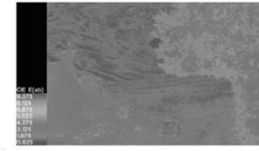


Espacios de color

- ▶ Espacios de color CIEL*a*b*
- ▶ Transformación desde y hacia XYZ → Complejidad computacional? No lineal?
- ▶ Intuitivo perceptualmente → Diferencia entre dos imágenes en CIEL*a*b* es la diferencia entre el color percibido

$$\Delta E_{ab}^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

$$\Delta L^* = L_1^* - L_2^*$$

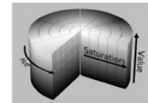


Espacios de color

- ▶ Conversión de RGB a CIEL*a*b* – Aspecto practico
- ▶ En OpenCV la conversión a escala de grises se realiza mediante:
 - ▶ https://docs.opencv.org/3.1.0/de/d25/imgproc_color_conversions.html#color_convert_rgb_lab
- ▶ Dado una imagen IMG, se puede convertir esta a otro espacio de color codificado en CONV_COLOR (es un enum):
 - ▶ `dst = cv2.cvtColor(IMG, CONV_COLOR)`
 - ▶ `CONV_COLOR = {COLOR_BGR2Lab, COLOR_RGB2Lab, COLOR_Lab2BGR, COLOR_Lab2RGB}`
- ▶ [\[cv2.cvtColor\] Link](#)
- ▶ [\[cv2.ColorConversionCodes\] Link](#)
- ▶ https://docs.opencv.org/3.4.1/de/d25/imgproc_color_conversions.html
- ▶ Ver Notebook → EX4LAB

Espacios de color

- ▶ Espacios de color Hue-Saturation-Lightness (HSL) → HSI y HSV
- ▶ HSX
 - ▶ Espacio de color uniforme e intuitivo... artísticamente
 - ▶ H → Hue color dominante de ese punto del espacio
 - ▶ S → Saturation medida de puridad del color...varianza de las longitudes de onda (gris a color vivo)
 - ▶ X → I = Intensity, V = Value Brillo (negro a blanco)



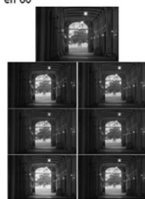
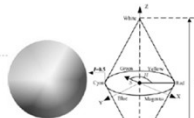
Espacios de color

- ▶ Espacios de color HSI
- ▶ Transformación de RGB a HSI

$$H = \begin{cases} 1-h & \text{if } \frac{B}{I} > \frac{G}{I} \wedge S > 0, \\ h & \text{if } \frac{B}{I} \leq \frac{G}{I} \wedge S > 0, \\ \text{undefined} & \text{if } S = 0. \end{cases}$$

$$h = \frac{1}{360} \cos^{-1} \left(\frac{\frac{R-G}{2} + (R-B)}{\sqrt{(R-G)^2 + (R-B)(G-B)}} \right)$$

$$I = \frac{R+G+B}{3}, \quad S = 1 - \frac{V_{\min}}{I}, \quad V_{\min} = \min(R, G, B)$$



Espacios de color

- ▶ Conversión de RGB a HLS (No HSI) – Aspecto practico
- ▶ En OpenCV la conversión a escala de grises se realiza mediante:
 - ▶ https://docs.opencv.org/3.1.0/de/d25/imgproc_color_conversions.html#color_convert_rgb_hls
- ▶ Dado una imagen IMG, se puede convertir esta a otro espacio de color codificado en CONV_COLOR (es un enum):
 - ▶ `dst = cv2.cvtColor(IMG, CONV_COLOR)`
 - ▶ `CONV_COLOR = {COLOR_BGR2HLS, COLOR_RGB2HLS, COLOR_HLS2BGR, COLOR_HLS2RGB}`
- ▶ [\[cv2.cvtColor\] Link](#)
- ▶ [\[cv2.ColorConversionCodes\] Link](#)
- ▶ https://docs.opencv.org/3.4.1/de/d25/imgproc_color_conversions.html
- ▶ Ver Notebook → EX5HLS

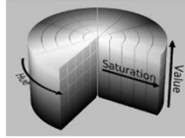
Espacios de color

- Espacios de color HSV
- Transformación de RGB a HSV

$$H = \begin{cases} 60 \frac{G-B}{V_{\max} - V_{\min}} & \text{if } R = V_{\max}, \\ 60 \left(2 + \frac{B-R}{V_{\max} - V_{\min}} \right) & \text{if } G = V_{\max}, \\ 60 \left(4 + \frac{R-G}{V_{\max} - V_{\min}} \right) & \text{if } B = V_{\max}. \end{cases}$$

$$S = \frac{V_{\max} - V_{\min}}{V_{\max}}, \quad V_{\min} = \min(R, G, B),$$

$$V = V_{\max}, \quad V_{\max} = \max(R, G, B).$$



Espacios de color

- Conversión de RGB a HSV – Aspecto práctico
- En OpenCV la conversión a escala de grises se realiza mediante:
 - https://docs.opencv.org/3.1.0/de/d75imgproc_color_conversions.html#color_convert_rgb_hsv
- Dado una imagen IMG, se puede convertir esta a otro espacio de color codificado en CONV_COLOR (es un enum):
 - `dst = cv2.cvtColor(IMG, CONV_COLOR)`
 - `CONV_COLOR = {COLOR_BGR2HSV, COLOR_RGB2HSV, COLOR_HSV2BGR, COLOR_HSV2RGB}`
- [\[cv2.cvtColor\] Link](#)
- [\[cv2.ColorConversionCodes\] Link](#)
- https://docs.opencv.org/3.4.1/de/d75imgproc_color_conversions.html
- Ver Notebook → EX6HSV

Espacios de color

- Espacios de color de televisión YCbCr
- Usado para hacer mas eficiente la transmisión de video → basado en el sensor RGB
- Y representa el componente de iluminación → Útil para transforma RGB([0-1]) en escala de grises

$$Y = K_r R + (1 - K_r - K_b) G + K_b B \quad C_b = \frac{1}{2} \frac{B-Y}{1-K_b} \quad C_r = \frac{1}{2} \frac{R-Y}{1-K_r}$$

- ITU-R BT.601 → TV analógica = $K_b=0.114$ y $K_r=0.299$

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$$

- ITU-R BT.709 → HDTV = $K_b=0.0722$ y $K_r=0.2126$

$$Y = 0.2126R + 0.7152G + 0.0722B$$

- ITU-R BT.709 → UHD TV = $K_b=0.0593$ y $K_r=0.2627$

$$Y = 0.2627R + 0.678G + 0.0593B$$

Espacios de color

- Conversión de RGB a YCbCr – Aspecto práctico
- En OpenCV la conversión a escala de grises se realiza mediante:
 - https://docs.opencv.org/3.1.0/de/d75imgproc_color_conversions.html#color_convert_rgb_yccrb
- Dado una imagen IMG, se puede convertir esta a otro espacio de color codificado en CONV_COLOR (es un enum):
 - `dst = cv2.cvtColor(IMG, CONV_COLOR)`
 - `CONV_COLOR = {COLOR_BGR2YCrCb, COLOR_RGB2YCrCb, COLOR_YCrCb2BGR, COLOR_YCrCb2RGB}`
- [\[cv2.cvtColor\] Link](#)
- [\[cv2.ColorConversionCodes\] Link](#)
- https://docs.opencv.org/3.4.1/de/d75imgproc_color_conversions.html
- Ver Notebook → EX7YCBCR

Espacios de color

- Conversión de RGB a escala de grises

- Basado en YCbCr

- ITU-R BT.601 → TV analógica = $K_b=0.114$ y $K_r=0.299$

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$$

- ITU-R BT.709 → HDTV = $K_b=0.0722$ y $K_r=0.2126$

$$Y = 0.2126R + 0.7152G + 0.0722B$$

- ITU-R BT.709 → UHD TV = $K_b=0.0593$ y $K_r=0.2627$

$$Y = 0.2627R + 0.678G + 0.0593B$$

- Método de promedio
- Método de máximos
- Método de mínimos

$$Y = \frac{1}{3}R + \frac{1}{3}G + \frac{1}{3}B \quad Y = \max(R, G, B) \quad Y = \min(R, G, B)$$

- Método balanceado

$$Y = \frac{\max(R, G, B) + \min(R, G, B)}{2}$$



Espacios de color

- Conversión de RGB a escala de grises – Aspecto práctico
- En OpenCV la conversión a escala de grises se realiza mediante:

$$\text{RGB[A]} \text{ to Gray: } Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$$

- Dado una imagen IMG, se puede convertir esta a otro espacio de color codificado en CONV_COLOR (es un enum):
 - `dst = cv2.cvtColor(IMG, CONV_COLOR)`
 - `CONV_COLOR = {COLOR_BGR2GRAY, COLOR_RGB2GRAY, COLOR_GRAY2BGR, COLOR_GRAY2RGB}`

- [\[cv2.cvtColor\] Link](#)

- [\[cv2.ColorConversionCodes\] Link](#)

- https://docs.opencv.org/3.4.1/de/d75imgproc_color_conversions.html

- Ver Notebook → EX8Gris