

**dcc**  
Departamento de Ciencias de la Computación

## Computación Gráfica

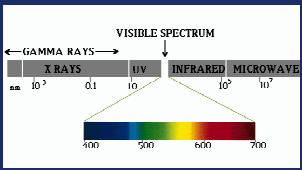
Patricio.Inostroza@dcc.uchile.cl  
Depto. de Ciencias de la Computación  
Universidad de Chile

**dcc**  
Departamento de Ciencias de la Computación

## Propiedades de la luz

- El ojo humano percibe la energía electromagnética cuyo largo de onda este en el rango de 400 a 700 nm
- Este rango corresponde a la llamada luz visible

Espectro electromagnético:



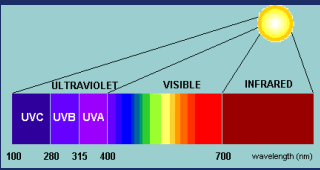
Tecnología Intranet 2

**dcc**  
Departamento de Ciencias de la Computación

## Propiedades de la luz

- El ojo humano percibe la energía electromagnética cuyo largo de onda este en el rango de 400 a 700 nm
- Este rango corresponde a la llamada luz visible

Espectro electromagnético:

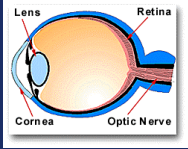
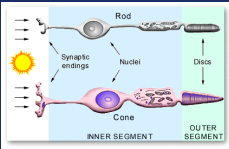


Tecnología Intranet 3

**dcc**  
Departamento de Ciencias de la Computación

## Estructura del ojo

- Retina:**
  - La parte fotosensible del ojo.
  - Esta compuesta de
    - Bastones
    - Conos
- Conos:**
  - Responsables de la percepción del color
  - Están mayoritariamente concentrados en la región del ojo llamada fovea

Tecnología Intranet

**dcc**  
Departamento de Ciencias de la Computación

## Estructura del ojo

- Hay tres tipos de conos: S, M, L
- Tienen una fuerte equivalencia a un sensor azul, verde y rojo
- Se encuentran mayoritariamente en la fovea

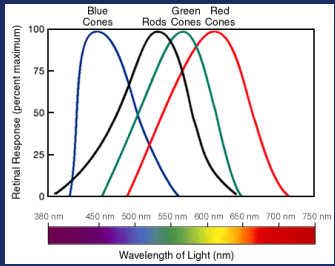
1.35 mm desde el centro de la retina  
8 mm desde el centro de la retina  
10 000 x 10-9m

Tecnología Intranet 5

**dcc**  
Departamento de Ciencias de la Computación

## Estructura del ojo

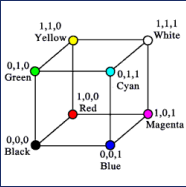
- Pick de sensibilidad para un observador 'promedio': 430 nm, 560nm y 610 nm



Tecnología Intranet 6

**El cubo RGB**

- El modelo aditivo usado en computación gráfica
- En tres de sus vértices se ubican los colores rojo
- (R), verde(G) y azul (B) → **Cubo RGB**
  - Rojo: (1, 0, 0)
  - Verde: (0, 1, 0)
  - Azul: (0, 0, 1)
- Otros vértices:
  - Blanco: (1, 1, 1)
  - Negro: (0, 0, 0)
  - Cyan: (0, 1, 1)
  - Magenta: (1, 0, 1)
  - Amarillo: (1, 1, 0)



Tecnología Intranet 7

**Color en la impresora: CMY**

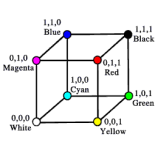
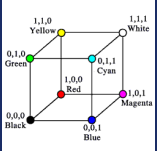
- El color en un papel corresponde al color que refleja
  - El resto de los colores son absorbidos
- Se utiliza el modelo de color (sustractivo) **CMYK**
  - Cyan, magenta, amarillo, negro
- Se incorporó el negro para obtener una buena calidad en la impresión



Tecnología Intranet 8

**Color en la impresora: CMY**

- Equivalencia c/r al modelo RGB
 
$$\begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

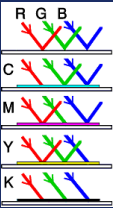



Cubo CMY      Cubo RGB

Tecnología Intranet 9

**Color en la TV: YIQ**

- YIQ**: modelo utilizado por la TV abierta a color NTSC
- Este modelo compatible con el TV Blanco/Negro
  - Extensión que explota las características de sistema visual humano
  - Maximiza el uso del ancho de banda
- Y ó luminancia:
  - Única componente que utiliza la TV Blanco/Negro
- I y Q ó crominancia:
  - formada por la diferencia entre la luminancia con el rojo (R-Y) y el azul (B-Y).



Tecnología Intranet 10

**Color en la TV: YIQ**

- Equivalencia c/r al modelo RGB
 
$$Y = 0.299 R + 0.587 G + 0.114 B$$

$$I = 0.74 (R - Y) - 0.27 (B - Y)$$

$$Q = 0.48 (R - Y) + 0.41 (B - Y)$$
- En forma matricial
 
$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.596 & -0.274 & -0.322 \\ 0.212 & -0.523 & 0.311 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0.956 & 0.621 \\ 1 & -0.272 & -0.647 \\ 1 & -1.105 & 1.702 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix}$$

Tecnología Intranet 11

**Color en la TV: YUV**

- YUV: modelo de color usado por la televisión europea, PAL
- Y ó luminancia: idem al modelo NTSC
- V y U ó crominancia:
 
$$U = 0.493 (B - Y)$$

$$V = 0.877 (R - Y)$$

Tecnología Intranet 12

**Color en la TV: YUV**

- Equivalencia matricial del modelo YUV c/r al modelo RGB

$$\begin{bmatrix} Y \\ U \\ V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.147 & -0.289 & 0.437 \\ 0.615 & -0.515 & -0.100 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0.114 & 0 \\ 1 & -0.394 & -0.581 \\ 1 & 2.208 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y \\ U \\ V \end{bmatrix}$$

Tecnología Intranet 13

**El modelo HSV**

- HSV**: Modelo donde el color es representado en un hexágono
- Hue (H): Permite seleccionar el color (00 – 3600)
- Saturation (S): cantidad de blanco agregado al color
- Value (V): cantidad de negro agregado al color

Tecnología Intranet 14

**El modelo HSV**

- No hay una representación matricial que permita relacionarlo con el modelo RGB
- Propuesto**: Investigar y programar el algoritmo que permite pasar del modelo HSV al modelo RGB y viceversa

Tecnología Intranet 15

**El modelo HLS**

- HLS**: modelo de color altamente relacionado con el modelo HSV
- H: Hue
- L: Lightness
- S: Saturation

Tecnología Intranet 16

**El modelo HLS**

- No hay una representación matricial que permita relacionarlo con el modelo RGB

- Propuesto**: Investigar y programar el algoritmo que permite pasar del modelo HLS al modelo RGB y viceversa

Tecnología Intranet 17

**Algunas preguntas**

- Por qué todos los modelos pasan por el modelo RGB ?
- Cuál modelo es más 'cómodo' para representar (obtener) el arcoiris ?

Tecnología Intranet 18

## Calce del color

- Mediante la combinación de tres colores puros es posible obtener el color deseado
  - $R=700\text{nm}$
  - $G=546\text{nm}$
  - $B=436\text{nm}$
- Un TV de rayos catódico emite el rojo, verde y azul, pero no son puro
- Además, no le es posible recrear todos los colores
- Matemáticamente, esto se puede solucionar agregando color a la fuente
  - Equivale a tener un color negativo !

Tecnología Intranet

19

## Calce del color

Tecnología Intranet

20

## El modelo de color CIE XYZ

- La CIE (*Commission Internationale d'Eclairage*) definió un nuevo modelo de representación 3D del color
- Posee tres fuentes de luz (X,Y y Z) donde la representación del color es siempre positiva
- Por comodidad se trabaja en un espacio de color 2D, que corresponde a la proyección en el plano  $X+Y+Z=1$

Tecnología Intranet

21

## El modelo de color CIE XYZ

- Este modelo da el siguiente diagrama cromático
- Es utilizado para comparar el la salida de diferentes dispositivos

- Un impresora no puede reproducir todos los colores de un monitor!

Tecnología Intranet

22

## El cubo RGB dentro CIE

Tecnología Intranet

23

## Otros modelos

- Propuesto: investigue al menos otros tres modelos de representación del color

Tecnología Intranet

24