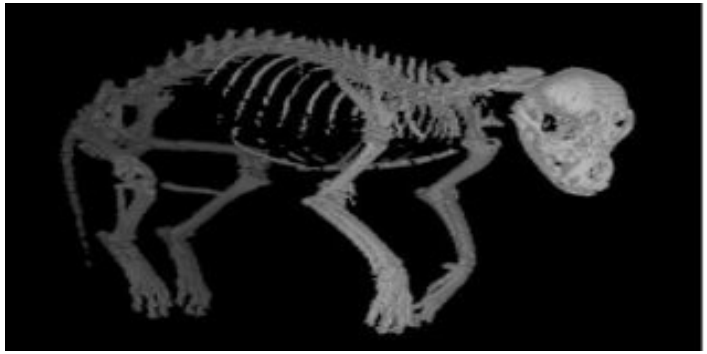
Color, Imagen y Tecnología de Display

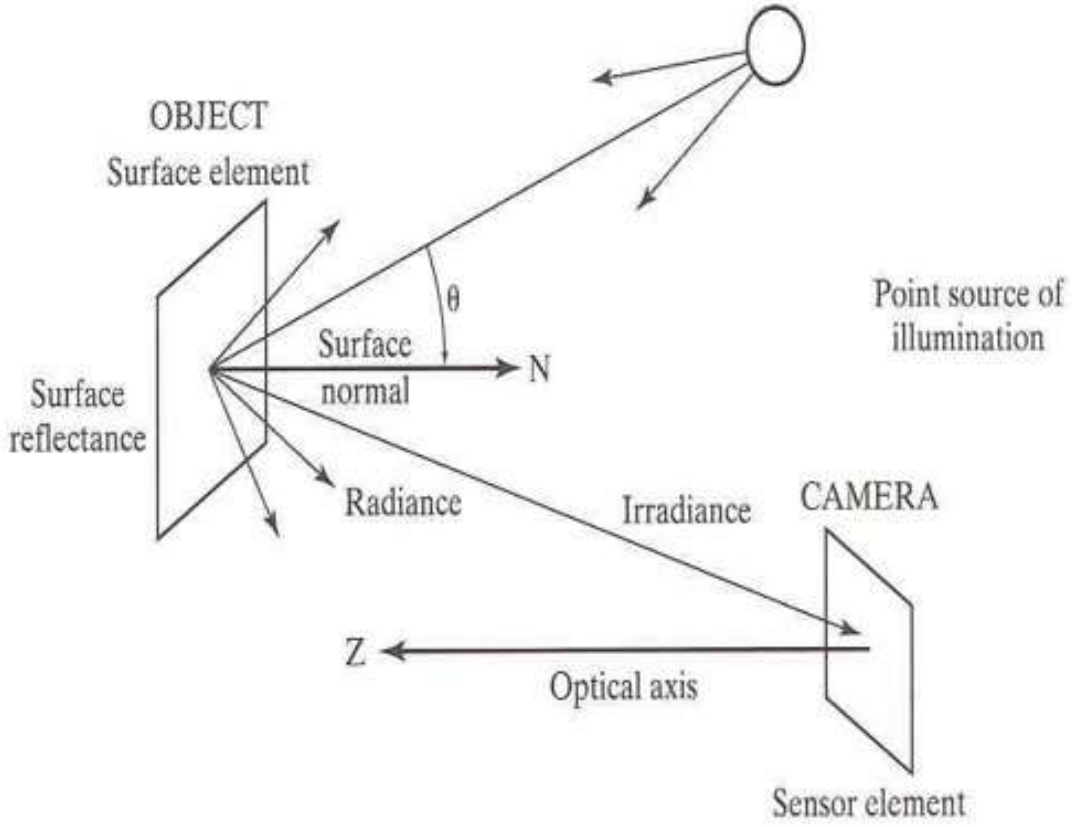
Dr. Ivan Sipiran

Color



- Importante en visión humana
- Espectro visible humano es 400nm (azul) a 700nm (rojo)
- Máquinas pueden ver más que eso: rayos X, infrarojo, ondas de radio

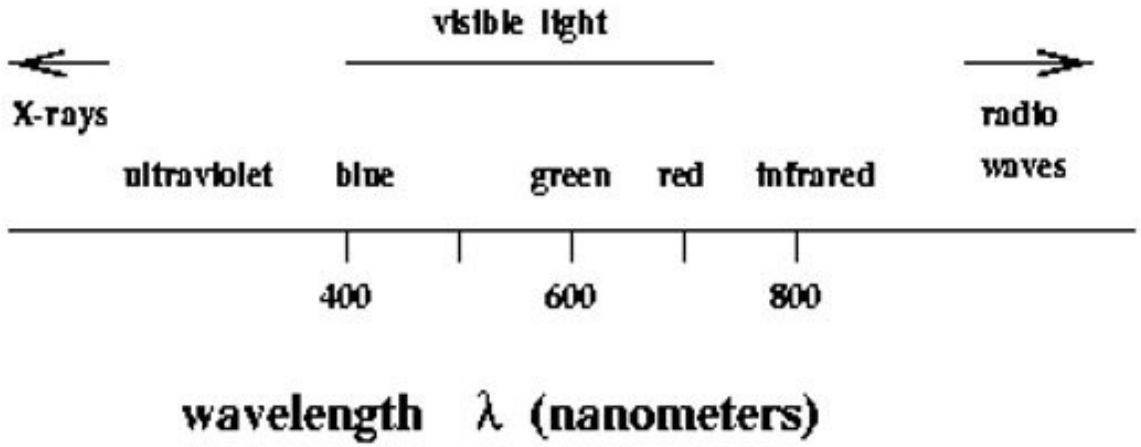
Color


OBJECT
Surface element
θ
Point source of
illumination
Surface
normal
N
Surface
reflectance
Radiance
Irradiance
CAMERA
Z
Optical axis
Sensor element

Color - Factores

- Luz: el espectro de energía que ilumina la superficie del objeto
- Reflectancia: proporción de luz reflejada con respecto a luz entrante
- Especularidad: Altamente especular vs.mate
- Distancia: Distancia a la fuente de luz
- Ángulo: Ángulo entre la normal de la superficie y la fuente de luz
- Sensitividad: Cuán sensible es el sensor

Física del Color

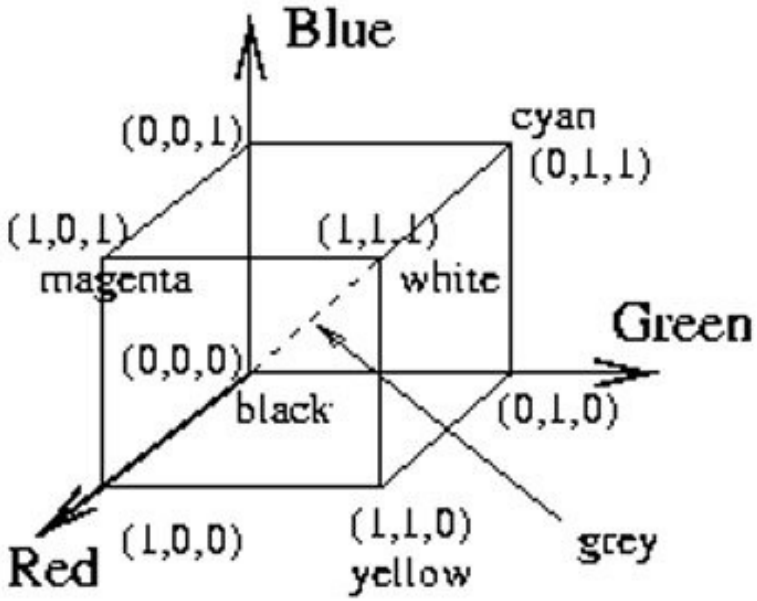


- Luz blanca es compuesta de todas las frecuencias visibles (400 - 700)
- Ultravioleta y rayos X son de longitud de onda más pequeña
- Infrarojo y ondas de radio son de longitud de onda más grande

Color para humanos

- RGB es un sistema aditivo (se añaden colores al negro), usado en pantallas
- CMY[K] es un sistema sustractivo (usado en impresoras)
- HSV es un espacio perceptual usado en arte, psicología y reconocimiento
- YIQ usado para TV es bueno para compresión

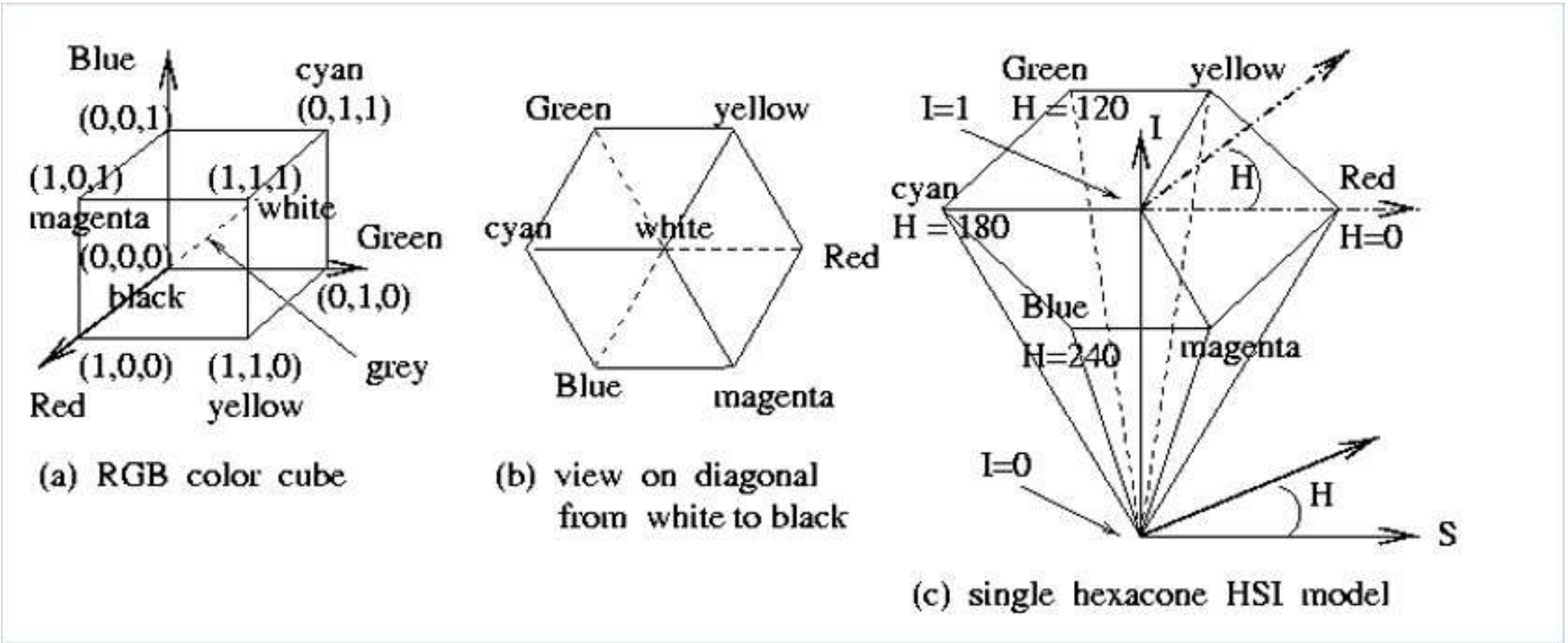
Cubo de color RGB



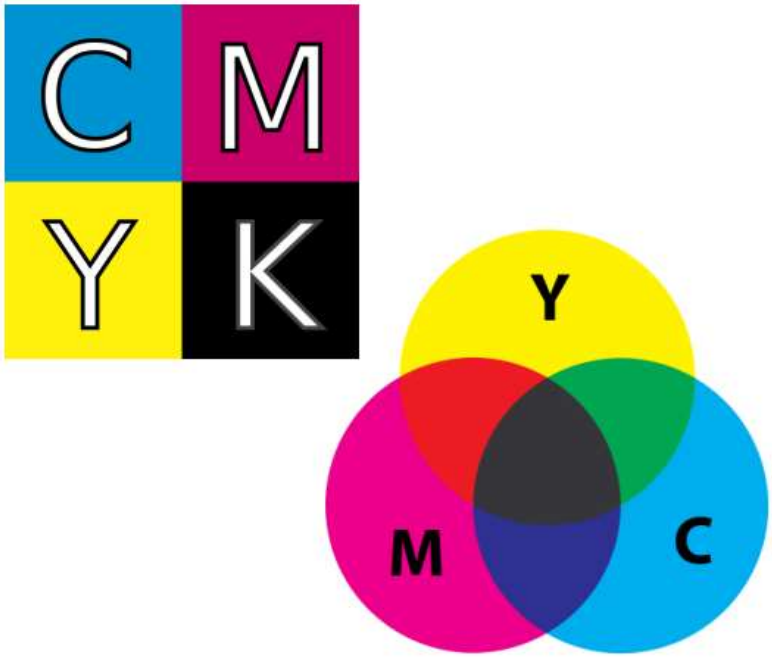
- Valores RGB normalizados a 0 – 1
- Gris son valores en la diagonal
- Colores “puros” en las esquinas

Hexágono de color HSV

Color codificado relativo a la diagonal del cubo de color. Hue es codificado como un ángulo, saturación es la distancia desde la diagonal y la intensidad es la altura.

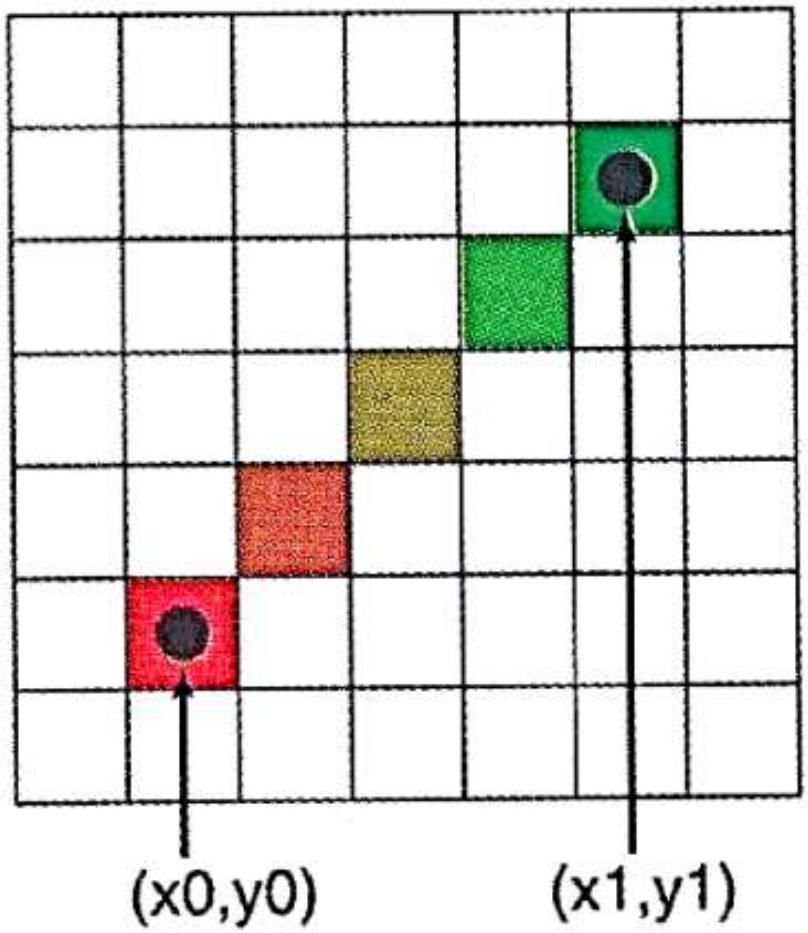


Modelo CMYK



- Cyan, magenta, yellow, black
- Modelo sustractivo de color
  - Sustrae colores de la luz
- Utilizado en impresión
  - Utiliza tinta negra en vez de los otros tres colores

Interpolación de colores



(r,g,b) = (0.00, 1.00, 0.00), t = 1.00

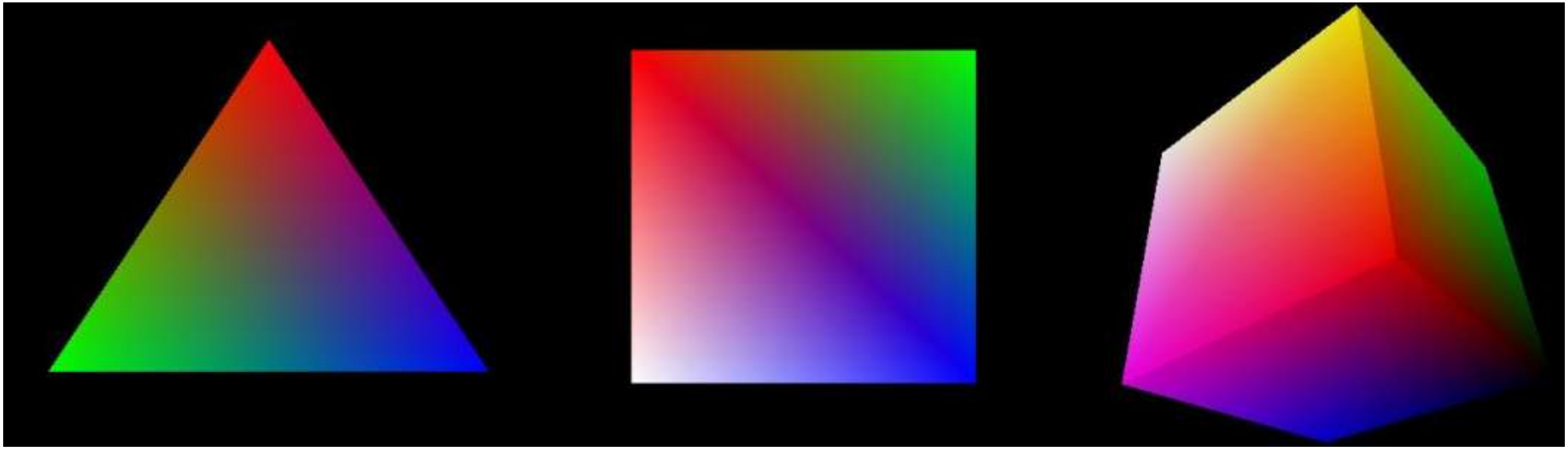
(r,g,b) = (0.25, 0.75, 0.00), t = 0.75

(r,g,b) = (0.50, 0.50, 0.00), t = 0.50

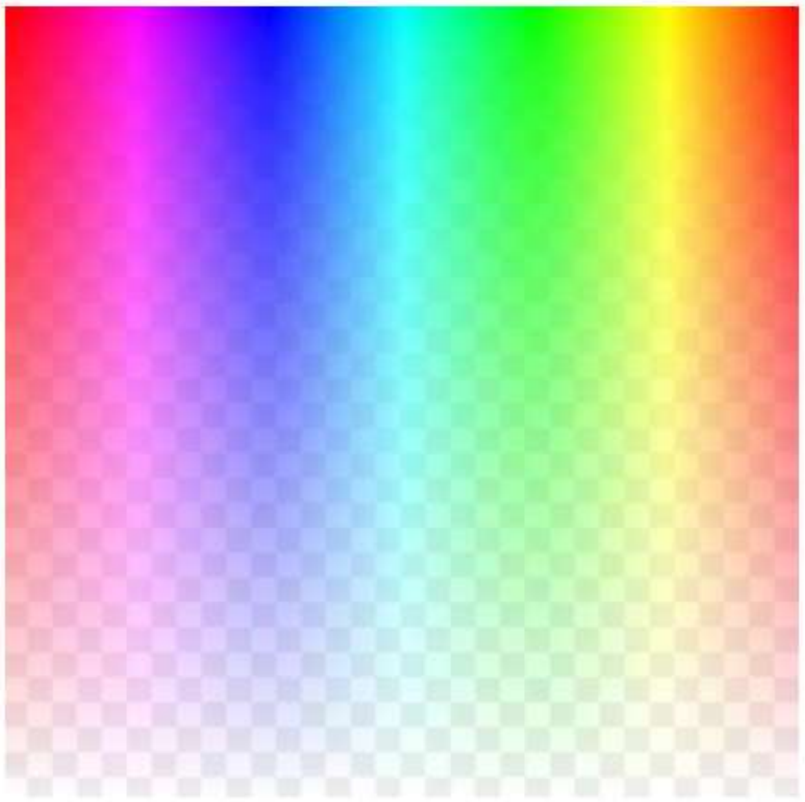
(r,g,b) = (0.75, 0.25, 0.00), t = 0.25

(r,g,b) = (1.00, 0.00, 0.00), t = 0.00

Interpolación de colores



El canal alfa



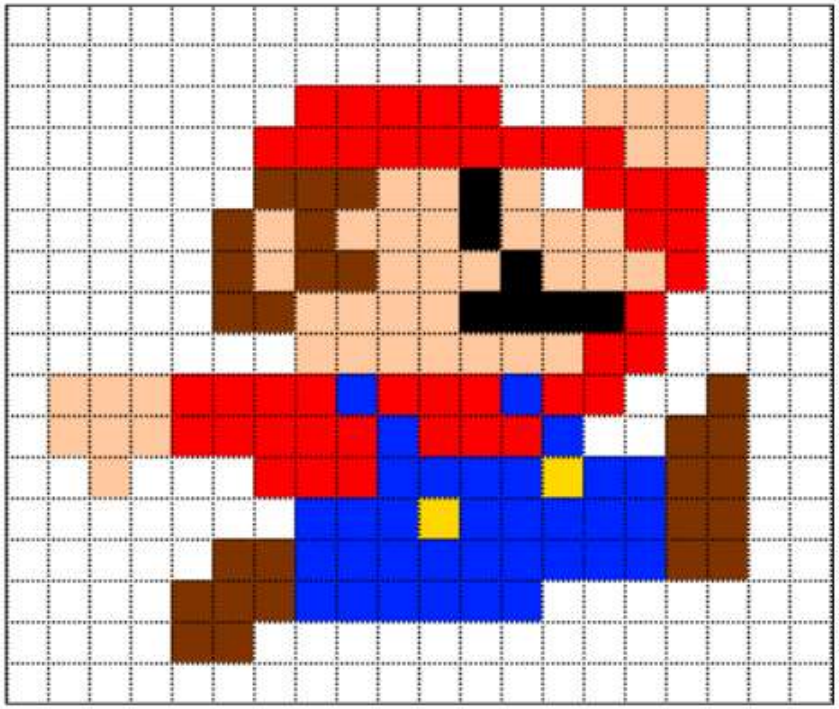
- Cada píxel necesita
  - Rojo: 8 bits
  - Verde: 8 bits
  - Azul: 8 bits
  - +Alfa: 8 bits
  - Total: 32 bits
  - Color final

$$c = \alpha c_f + (1 - \alpha) c_b$$

foreground

background

Cómo se representa una imagen?

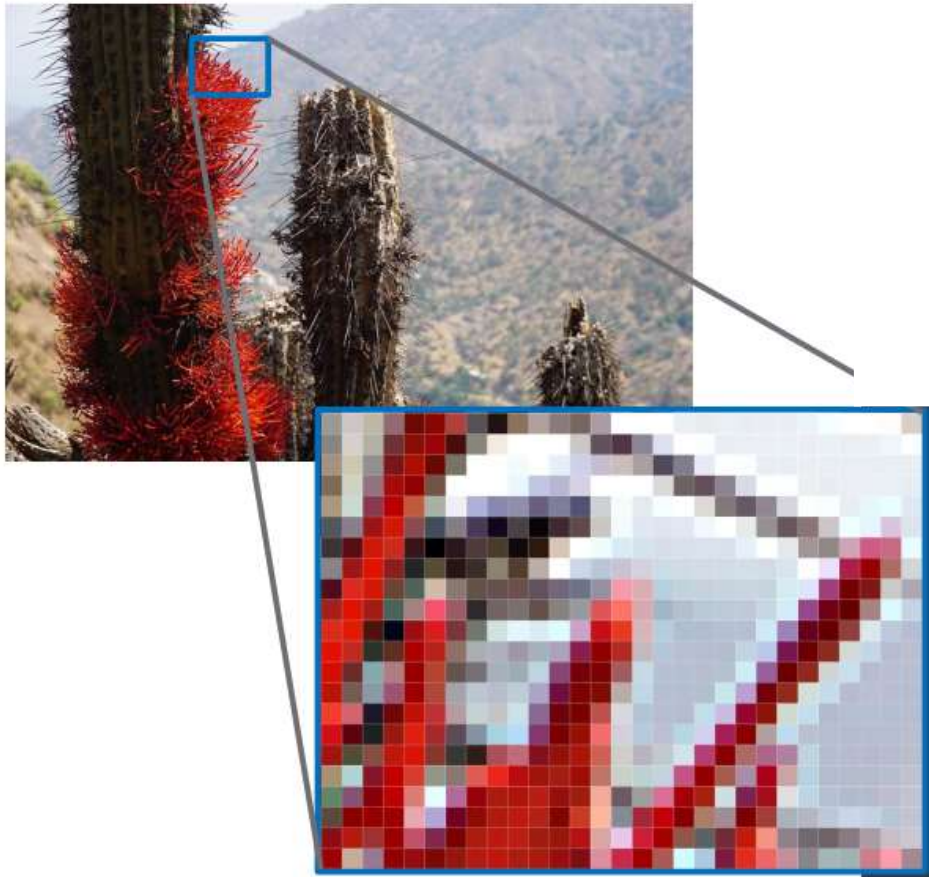


Créditos: Nintendo

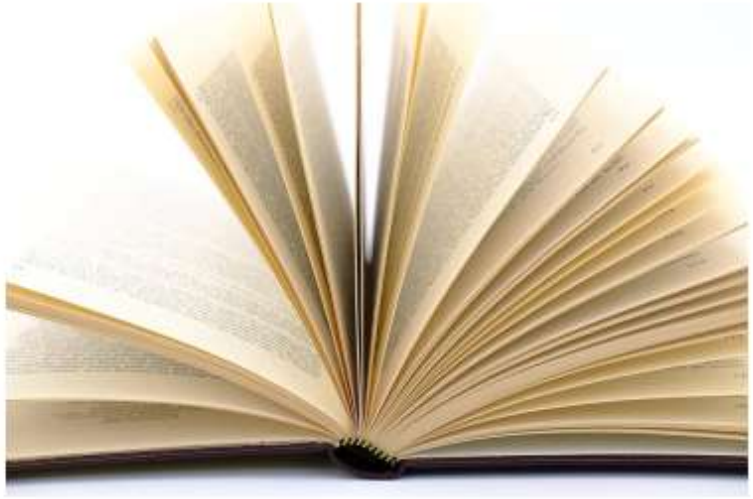
- Una matriz 2D donde cada celda tiene asignado un color
- Cada celda se conoce como píxel
- Este modelo de visualización se conoce como *raster*

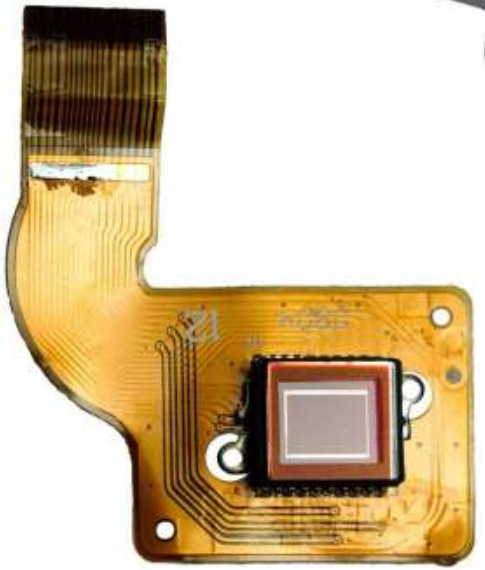
Imágenes Raster

- Modelo simple
  - Un píxel por celda
- Resolución fija
  - Se pierde nitidez al hacer zoom
- Costoso de almacenar
  - Distintas estrategias de compresión



Dispositivos Raster





Sensor CMOS

Imágenes vectoriales

- Modelos paramétricos por cada figura representada
  - Líneas, cuadrados, círculos, curvas, etc
- Resolución infinita
  - No hay pérdida de nitidez al hacer zoom
- Tamaño depende de la complejidad del contenido

Créditos: Vecteezy

Formatos de imágenes

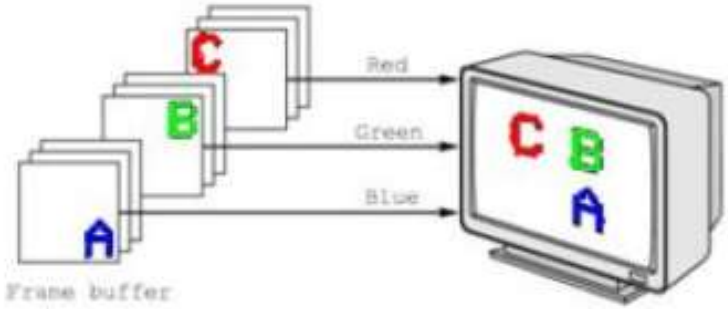
- Vectoriales
  - SVG
  - PDF
  - EPS

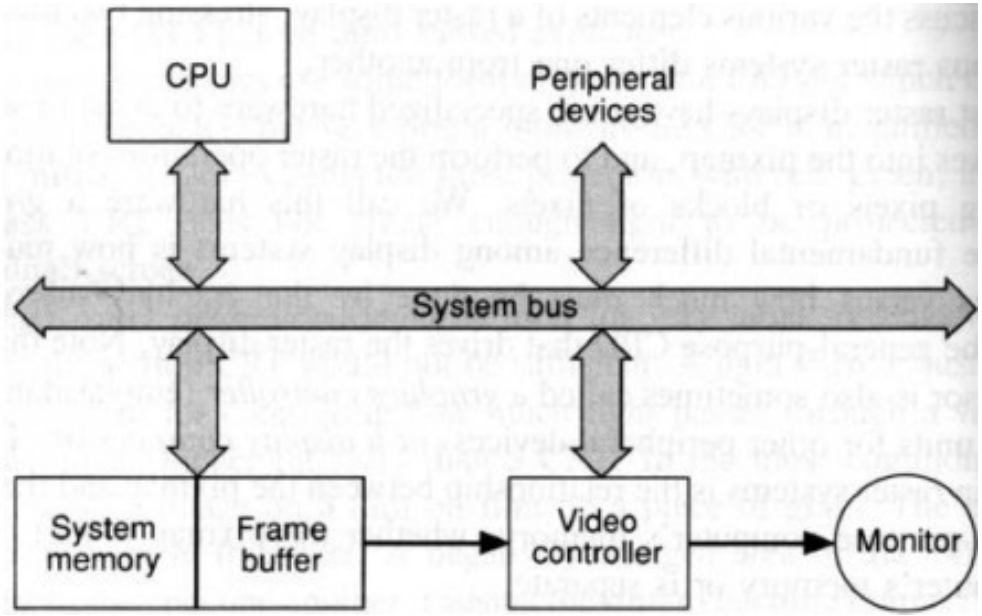
- Formatos Raster
  - BMP
  - JPG
  - PNG
  - GIF

Arquitecturas de los Sistemas Raster Scan

Conceptos

- Framebuffer
  - Área de memoria para almacenar el dibujo
- Video Controller
  - Accesa el framebuffer para refrescar la pantalla
  - Obtiene valores de los píxels durante un ciclo de refresco
  - Contiene la tabla de colores a utilizar





Cómo especificar un color?

- Almacenar directamente el color en el framebuffer
- Ejemplo: Framebuffer de 3 bits
  - Primer bit para el rojo
  - Segundo bit para el verde
  - Tercer bit para el azul
  - Podemos representar 8 colores

TABLE 4-1

THE EIGHT RGB COLOR CODES FOR A THREE-BIT PER PIXEL FRAME BUFFER

Color Code	Stored Color Values in Frame Buffer			Displayed Color
	RED	GREEN	BLUE	
0	0	0	0	Black
1	0	0	1	Blue
2	0	1	0	Green
3	0	1	1	Cyan
4	1	0	0	Red
5	1	0	1	Magenta
6	1	1	0	Yellow
7	1	1	1	White

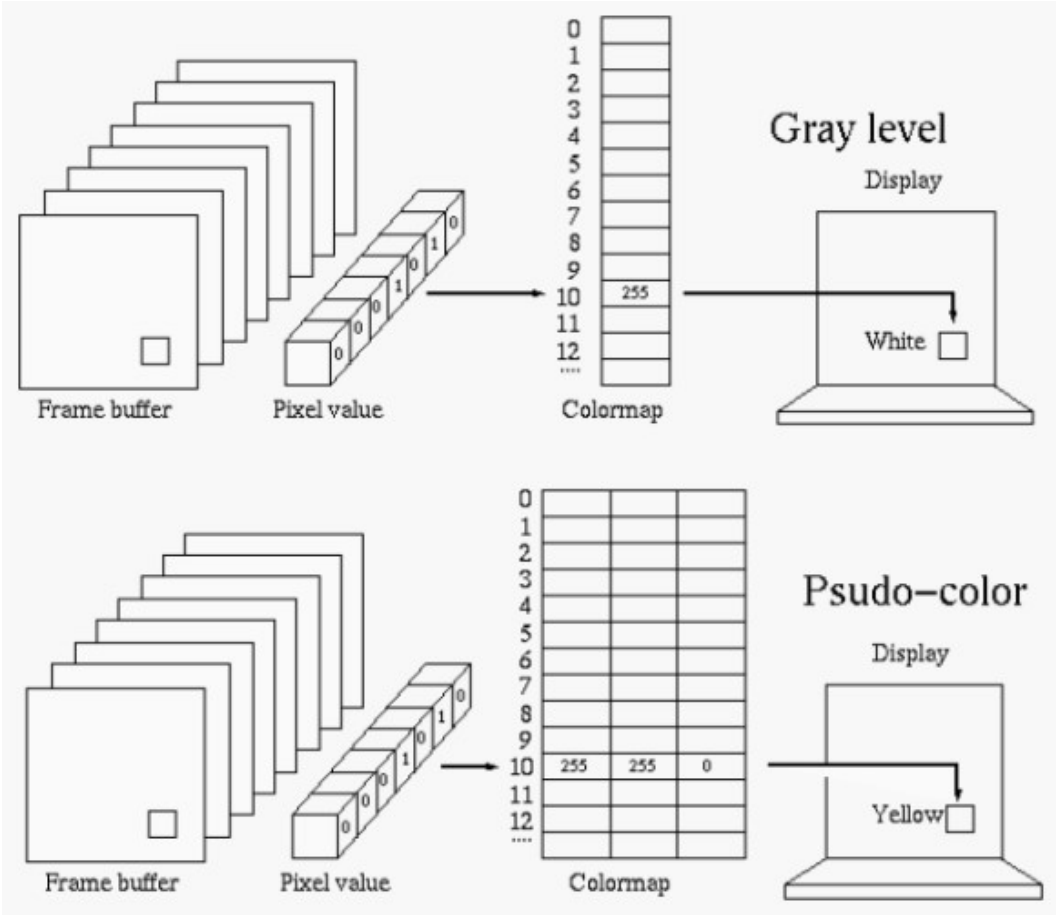
Cómo especificar un color?
Esquema directo

- Para representar más colores, se requieren más bits

- Simple, pero costoso en memoria
  - Cuánta memoria se necesita para un framebuffer de 1080x1920 píxels (Full HD) donde cada color utiliza 6 bits?
  - Si fueran 24 bits?

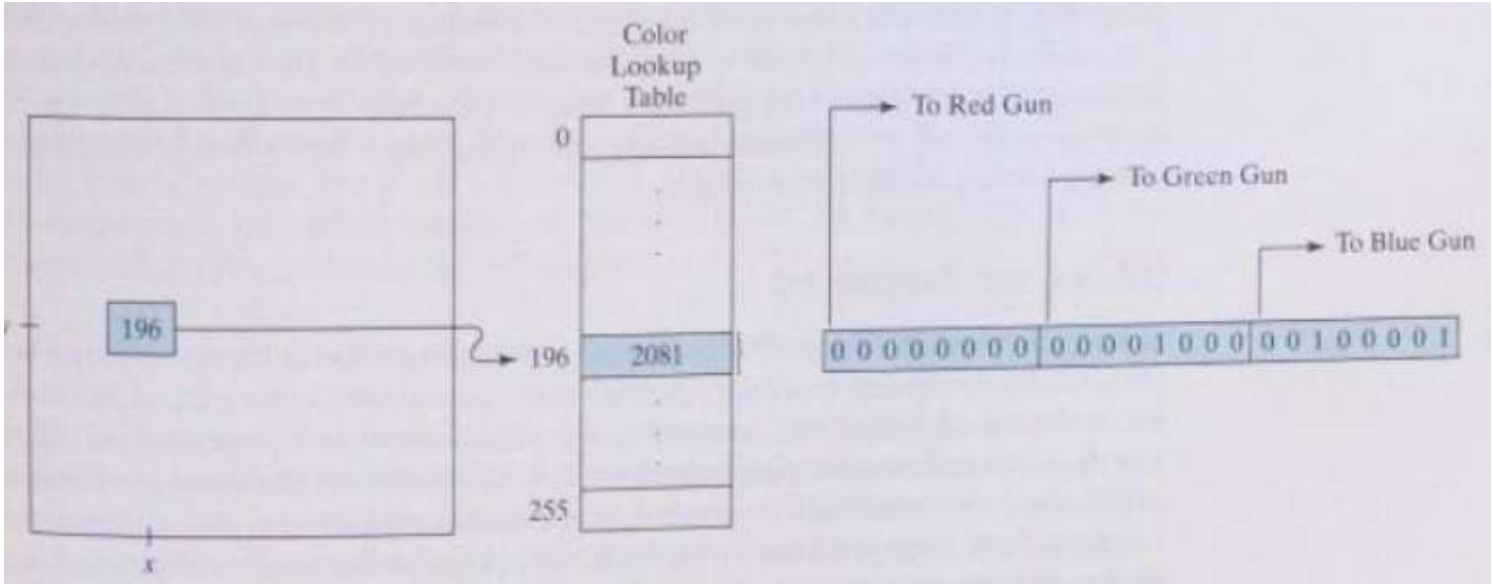
Cómo especificar un color? Esquema indirecto

- Almacenar el color a utilizar en una tabla separada
- En el framebuffer se almacena un índice de un color almacenado en la tabla



Cómo especificar un color? Esquema indirecto

- Ejemplo: framebuffer de 8 bits para 256 colores
- Cada color en el framebuffer puede tener un valor entre 0 y 255
- Cada posición en la tabla tiene 24 bits para especificar el color de un píxel
  - 8 bits para intensidades de rojo, verde y azul



Esquema Indirecto

- Es posible cambiar el color asociado a un índice
  - Misma imagen puede ser coloreada distinto

True Color

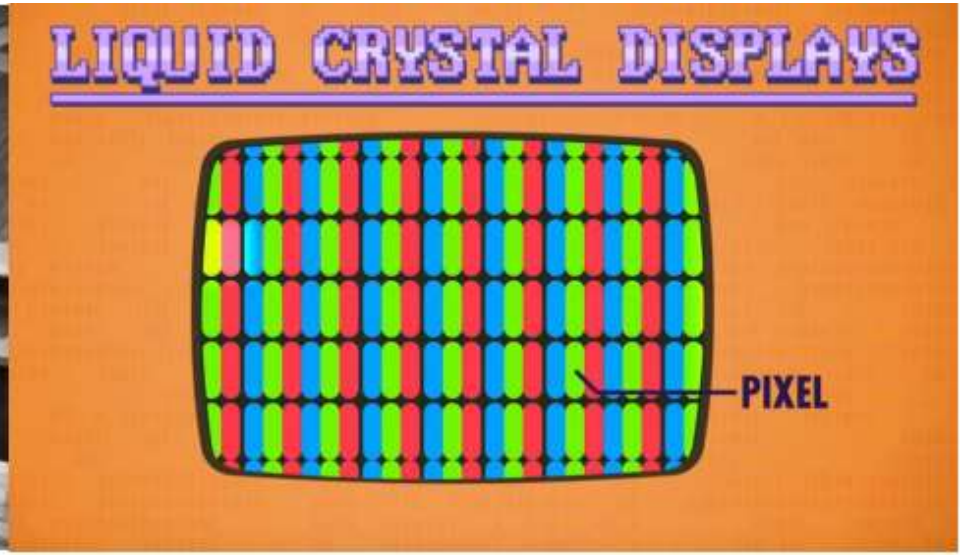
False Color

Arte y magia con paletas de colores
Mark Ferrari

- Imágenes digitales animadas [link]
- Presentación en Game Developer Conference (GDC) [link]

Crash Course: Screen & 2D Graphics

- https://www.youtube.com/watch?v=7Jr0SFMQ4Rs



A brief history of graphics

- https://www.youtube.com/watch?v=QyjyWUrHsFc&t=374s

Preguntas?