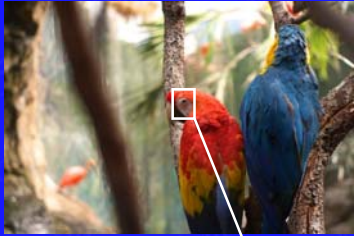


Manejo de imágenes en el ordenador



| | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 149 | 157 | 157 | 168 | 183 | 173 | 155 | 149 | 144 | 144 | 155 | 154 |
| 145 | 150 | 150 | 160 | 175 | 165 | 147 | 140 | 130 | 120 | 110 | 100 |
| 140 | 145 | 145 | 155 | 170 | 160 | 142 | 135 | 125 | 115 | 105 | 95 |
| 135 | 140 | 140 | 150 | 165 | 155 | 137 | 130 | 120 | 110 | 100 | 90 |
| 130 | 135 | 135 | 145 | 160 | 150 | 132 | 125 | 115 | 105 | 95 | 85 |
| 125 | 130 | 130 | 140 | 155 | 145 | 127 | 120 | 110 | 100 | 90 | 80 |
| 120 | 125 | 125 | 135 | 150 | 140 | 122 | 115 | 105 | 95 | 85 | 75 |
| 115 | 120 | 120 | 130 | 145 | 135 | 117 | 110 | 100 | 90 | 80 | 70 |
| 110 | 115 | 115 | 125 | 140 | 130 | 112 | 105 | 95 | 85 | 75 | 65 |
| 105 | 110 | 110 | 120 | 135 | 125 | 107 | 100 | 90 | 80 | 70 | 60 |
| 100 | 105 | 105 | 115 | 130 | 120 | 102 | 95 | 85 | 75 | 65 | 55 |
| 95 | 100 | 100 | 110 | 125 | 115 | 97 | 90 | 80 | 70 | 60 | 50 |
| 90 | 95 | 95 | 105 | 120 | 110 | 92 | 85 | 75 | 65 | 55 | 45 |
| 85 | 90 | 90 | 100 | 115 | 105 | 87 | 80 | 70 | 60 | 50 | 40 |
| 80 | 85 | 85 | 95 | 110 | 100 | 82 | 75 | 65 | 55 | 45 | 35 |
| 75 | 80 | 80 | 90 | 105 | 95 | 77 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 |
| 70 | 75 | 75 | 85 | 100 | 90 | 72 | 65 | 55 | 45 | 35 | 25 |
| 65 | 70 | 70 | 80 | 95 | 85 | 67 | 60 | 50 | 40 | 30 | 20 |
| 60 | 65 | 65 | 75 | 90 | 80 | 62 | 55 | 45 | 35 | 25 | 15 |
| 55 | 60 | 60 | 70 | 85 | 75 | 57 | 50 | 40 | 30 | 20 | 10 |
| 50 | 55 | 55 | 65 | 80 | 70 | 52 | 45 | 35 | 25 | 15 | 5 |
| 45 | 50 | 50 | 60 | 75 | 65 | 47 | 40 | 30 | 20 | 10 | 0 |
| 40 | 45 | 45 | 55 | 70 | 60 | 42 | 35 | 25 | 15 | 5 | -5 |
| 35 | 40 | 40 | 50 | 65 | 55 | 37 | 30 | 20 | 10 | 0 | -10 |
| 30 | 35 | 35 | 45 | 60 | 50 | 32 | 25 | 15 | 5 | -5 | -15 |
| 25 | 30 | 30 | 40 | 55 | 45 | 27 | 20 | 10 | 0 | -10 | -20 |
| 20 | 25 | 25 | 35 | 50 | 40 | 22 | 15 | 5 | -5 | -15 | -25 |
| 15 | 20 | 20 | 30 | 45 | 35 | 17 | 10 | 0 | -10 | -20 | -30 |
| 10 | 15 | 15 | 25 | 40 | 30 | 12 | 5 | -5 | -15 | -25 | -35 |
| 5 | 10 | 10 | 20 | 35 | 25 | 7 | 0 | -10 | -20 | -30 | -40 |
| 0 | 5 | 5 | 15 | 30 | 20 | 2 | -5 | -15 | -25 | -35 | -45 |
| -5 | 0 | 0 | 10 | 25 | 15 | -3 | -10 | -20 | -30 | -40 | -50 |
| -10 | -5 | -5 | 5 | 20 | 10 | -8 | -15 | -25 | -35 | -45 | -55 |
| -15 | -10 | -10 | 0 | 15 | 5 | -13 | -20 | -30 | -40 | -50 | -60 |
| -20 | -15 | -15 | -5 | 10 | 0 | -18 | -25 | -35 | -45 | -55 | -65 |
| -25 | -20 | -20 | -10 | 5 | -5 | -23 | -30 | -40 | -50 | -60 | -70 |
| -30 | -25 | -25 | -15 | 0 | -10 | -28 | -35 | -45 | -55 | -65 | -75 |
| -35 | -30 | -30 | -20 | -5 | -15 | -33 | -40 | -50 | -60 | -70 | -80 |
| -40 | -35 | -35 | -25 | -10 | -20 | -38 | -45 | -55 | -65 | -75 | -85 |
| -45 | -40 | -40 | -30 | -15 | -25 | -43 | -50 | -60 | -70 | -80 | -90 |
| -50 | -45 | -45 | -35 | -20 | -30 | -48 | -55 | -65 | -75 | -85 | -95 |
| -55 | -50 | -50 | -40 | -25 | -35 | -53 | -60 | -70 | -80 | -90 | -100 |
| -60 | -55 | -55 | -45 | -30 | -40 | -58 | -65 | -75 | -85 | -95 | -105 |
| -65 | -60 | -60 | -50 | -35 | -45 | -63 | -70 | -80 | -90 | -100 | -110 |
| -70 | -65 | -65 | -55 | -40 | -50 | -68 | -75 | -85 | -95 | -105 | -115 |
| -75 | -70 | -70 | -60 | -45 | -55 | -73 | -80 | -90 | -100 | -110 | -120 |
| -80 | -75 | -75 | -65 | -50 | -60 | -78 | -85 | -95 | -105 | -115 | -125 |
| -85 | -80 | -80 | -70 | -55 | -65 | -83 | -90 | -100 | -110 | -120 | -130 |
| -90 | -85 | -85 | -75 | -60 | -70 | -88 | -95 | -105 | -115 | -125 | -135 |
| -95 | -90 | -90 | -80 | -65 | -75 | -93 | -100 | -110 | -120 | -130 | -140 |
| -100 | -95 | -95 | -85 | -70 | -80 | -98 | -105 | -115 | -125 | -135 | -145 |
| -105 | -100 | -100 | -90 | -75 | -85 | -103 | -110 | -120 | -130 | -140 | -150 |
| -110 | -105 | -105 | -95 | -80 | -90 | -108 | -115 | -125 | -135 | -145 | -155 |
| -115 | -110 | -110 | -100 | -85 | -95 | -113 | -120 | -130 | -140 | -150 | -160 |
| -120 | -115 | -115 | -105 | -90 | -100 | -118 | -125 | -135 | -145 | -155 | -165 |
| -125 | -120 | -120 | -110 | -95 | -105 | -123 | -130 | -140 | -150 | -160 | -170 |
| -130 | -125 | -125 | -115 | -100 | -110 | -128 | -135 | -145 | -155 | -165 | -175 |
| -135 | -130 | -130 | -120 | -105 | -115 | -133 | -140 | -150 | -160 | -170 | -180 |
| -140 | -135 | -135 | -125 | -110 | -120 | -138 | -145 | -155 | -165 | -175 | -185 |
| -145 | -140 | -140 | -130 | -115 | -125 | -143 | -150 | -160 | -170 | -180 | -190 |
| -150 | -145 | -145 | -135 | -120 | -130 | -148 | -155 | -165 | -175 | -185 | -195 |
| -155 | -150 | -150 | -140 | -125 | -135 | -153 | -160 | -170 | -180 | -190 | -200 |
| -160 | -155 | -155 | -145 | -130 | -140 | -158 | -165 | -175 | -185 | -195 | -205 |
| -165 | -160 | -160 | -150 | -135 | -145 | -163 | -170 | -180 | -190 | -200 | -210 |
| -170 | -165 | -165 | -155 | -140 | -150 | -168 | -175 | -185 | -195 | -205 | -215 |
| -175 | -170 | -170 | -160 | -145 | -155 | -173 | -180 | -190 | -200 | -210 | -220 |
| -180 | -175 | -175 | -165 | -150 | -160 | -178 | -185 | -195 | -205 | -215 | -225 |
| -185 | -180 | -180 | -170 | -155 | -165 | -183 | -190 | -200 | -210 | -220 | -230 |
| -190 | -185 | -185 | -175 | -160 | -170 | -188 | -195 | -205 | -215 | -225 | -235 |
| -195 | -190 | -190 | -180 | -165 | -175 | -193 | -200 | -210 | -220 | -230 | -240 |
| -200 | -195 | -195 | -185 | -170 | -180 | -198 | -205 | -215 | -225 | -235 | -245 |
| -205 | -200 | -200 | -190 | -175 | -185 | -203 | -210 | -220 | -230 | -240 | -250 |
| -210 | -205 | -205 | -195 | -180 | -190 | -208 | -215 | -225 | -235 | -245 | -255 |
| -215 | -210 | -210 | -200 | -185 | -195 | -213 | -220 | -230 | -240 | -250 | -260 |
| -220 | -215 | -215 | -205 | -190 | -200 | -218 | -225 | -235 | -245 | -255 | -265 |
| -225 | -220 | -220 | -210 | -195 | -205 | -223 | -230 | -240 | -250 | -260 | -270 |
| -230 | -225 | -225 | -215 | -200 | -210 | -228 | -235 | -245 | -255 | -265 | -275 |
| -235 | -230 | -230 | -220 | -205 | -215 | -233 | -240 | -250 | -260 | -270 | -280 |
| -240 | -235 | -235 | -225 | -210 | -220 | -238 | -245 | -255 | -265 | -275 | -285 |
| -245 | -240 | -240 | -230 | -215 | -225 | -243 | -250 | -260 | -270 | -280 | -290 |
| -250 | -245 | -245 | -235 | -220 | -230 | -248 | -255 | -265 | -275 | -285 | -295 |
| -255 | -250 | -250 | -240 | -225 | -235 | -253 | -260 | -270 | -280 | -290 | -300 |
| -260 | -255 | -255 | -245 | -230 | -240 | -258 | -265 | -275 | -285 | -295 | -305 |
| -265 | -260 | -260 | -250 | -235 | -245 | -263 | -270 | -280 | -290 | -300 | -310 |
| -270 | -265 | -265 | -255 | -240 | -250 | -268 | -275 | -285 | -295 | -305 | -315 |
| -275 | -270 | -270 | -260 | -245 | -255 | -273 | -280 | -290 | -300 | -310 | -320 |
| -280 | -275 | -275 | -265 | -250 | -260 | -278 | -285 | -295 | -305 | -315 | -325 |
| -285 | -280 | -280 | -270 | -255 | -265 | -283 | -290 | -300 | -310 | -320 | -330 |
| -290 | -285 | -285 | -275 | -260 | -270 | -288 | -295 | -305 | -315 | -325 | -335 |
| -295 | -290 | -290 | -280 | -265 | -275 | -293 | -300 | -310 | -320 | -330 | -340 |
| -300 | -295 | -295 | -285 | -270 | -280 | -298 | -305 | -315 | -325 | -335 | -345 |
| -305 | -300 | -300 | -290 | -275 | -285 | -303 | -310 | -320 | -330 | -340 | -350 |
| -310 | -305 | -305 | -295 | -280 | -290 | -308 | -315 | -325 | -335 | -345 | -355 |
| -315 | -310 | -310 | -300 | -285 | -295 | -313 | -320 | -330 | -340 | -350 | -360 |
| -320 | -315 | -315 | -305 | -290 | -300 | -318 | -325 | -335 | -345 | -355 | -365 |
| -325 | -320 | -320 | -310 | -295 | -305 | -323 | -330 | -340 | -350 | -360 | -370 |
| -330 | -325 | -325 | -315 | -300 | -310 | -328 | -335 | -345 | -355 | -365 | -375 |
| -335 | -330 | -330 | -320 | -305 | -315 | -333 | -340 | -350 | -360 | -370 | -380 |
| -340 | -335 | -335 | -325 | -310 | -320 | -338 | -345 | -355 | -365 | -375 | -385 |
| -345 | -340 | -340 | -330 | -315 | -325 | -343 | -350 | -360 | -370 | -380 | -390 |
| -350 | -345 | -345 | -335 | -320 | -330 | -348 | -355 | -365 | -375 | -385 | -395 |
| -355 | -350 | -350 | -340 | -325 | -335 | -353 | -360 | -370 | -380 | -390 | -400 |
| -360 | -355 | -355 | -345 | -330 | -340 | -358 | -365 | -375 | -385 | -395 | -405 |
| -365 | -360 | -360 | -350 | -335 | -345 | -363 | -370 | -380 | -390 | -400 | -410 |
| -370 | -365 | -365 | -355 | -340 | -350 | -368 | -375 | -385 | -395 | -405 | -415 |
| -375 | -370 | -370 | -360 | -345 | -355 | -373 | -380 | -390 | -400 | -410 | -420 |
| -380 | -375 | -375 | -365 | -350 | -360 | -378 | -385 | -395 | -405 | -415 | -425 |
| -385 | -380 | -380 | -370 | -355 | -365 | -383 | -390 | -400 | -410 | -420 | -430 |
| -390 | -385 | -385 | -375 | -360 | -370 | -388 | -395 | -405 | -415 | -425 | -435 |
| -395 | -390 | -390 | -380 | -365 | -375 | -393 | -400 | -410 | -420 | -430 | -440 |
| -400 | -395 | -395 | -385 | -370 | -380 | -398 | -405 | -415 | -425 | -435 | -445 |
| -405 | -400 | -400 | -390 | -375 | -385 | -403 | -410 | -420 | -430 | -440 | -450 |
| -410 | -405 | -405 | -395 | -380 | -390 | -408 | -415 | -425 | -435 | -445 | -455 |
| -415 | -410 | -410 | -400 | -385 | -395 | -413 | -420 | -430 | -440 | -450 | -460 |
| -420 | -415 | -415 | -405 | -390 | -400 | -418 | -425 | -435 | -445 | -455 | -465 |
| -425 | -420 | -420 | -410 | -395 | -405 | -423 | -430 | -440 | -450 | -460 | -470 |
| -430 | -425 | -425 | -415 | -400 | -410 | -428 | -435 | -445 | -455 | -465 | -475 |
| -435 | -430 | -430 | -420 | -405 | -415 | -433 | -440 | -450 | -460 | -470 | -480 |
| -440 | -435 | -435 | -425 | -410 | -420 | -438 | -445 | -455 | -465 | -475 | -485 |
| -445 | -440 | -440 | -430 | -415 | -425 | -443 | -450 | -460 | -470 | -480 | -490 |
| -450 | -445 | -445 | -435 | -420 | -430 | -448 | -455 | -465 | -475 | -485 | -495 |
| -455 | -450 | -450 | -440 | -425 | -435 | -453 | -460 | -470 | -480 | -490 | -500 |
| -460 | -455 | -455 | -445 | -430 | -440 | -458 | -465 | -475 | -485 | -495 | -505 |
| -465 | -460 | -460 | -450 | -435 | -445 | -463 | -470 | -480 | -490 | -500 | -510 |
| -470 | -465 | -465 | -455 | -440 | -450 | -468 | -475 | -485 | -495 | -505 | -515 |
| -475 | -470 | -470 | -460 | -445 | -455 | -473 | -480 | -490 | -500 | -510 | -520 |
| -480 | | | | | | | | | | | |

Imágenes raster en color (RGB)



| | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 149 | 135 | 152 | 166 | 181 | 173 | 155 | 149 | 144 | 125 | 118 |
| 145 | 153 | 160 | 175 | 173 | 141 | 121 | 106 | 100 | 116 | 128 |
| 163 | 170 | 171 | 162 | 119 | 80 | 105 | 99 | 68 | 70 | 66 |
| 153 | 139 | 157 | 168 | 184 | 175 | 158 | 152 | 147 | 130 | 123 |
| 150 | 158 | 165 | 179 | 178 | 146 | 126 | 112 | 106 | 120 | 131 |
| 168 | 175 | 175 | 167 | 124 | 85 | 111 | 106 | 73 | 73 | 69 |
| 206 | 188 | 202 | 208 | 222 | 209 | 189 | 183 | 178 | 161 | 156 |
| 183 | 191 | 198 | 214 | 211 | 179 | 157 | 141 | 135 | 149 | 162 |
| 193 | 200 | 203 | 198 | 155 | 116 | 140 | 133 | 98 | 101 | 97 |
| 198 | 195 | 206 | 149 | 112 | 143 | 121 | 72 | 67 | 66 | 58 |
| 175 | 204 | 167 | 125 | 120 | 128 | 70 | 64 | 63 | 46 | 26 |
| 189 | 178 | 143 | 113 | 144 | 83 | 74 | 62 | 47 | 24 | 22 |
| 169 | 157 | 138 | 122 | 134 | 68 | 77 | 72 | 37 | 24 | 30 |
| 171 | 139 | 140 | 120 | 117 | 58 | 94 | 80 | 44 | 25 | 26 |
| 158 | 139 | 129 | 117 | 101 | 56 | 109 | 100 | 83 | 28 | 23 |
| 140 | 138 | 128 | 120 | 106 | 60 | 72 | 107 | 107 | 107 | 91 |
| 137 | 122 | 112 | 111 | 112 | 87 | 66 | 69 | 86 | 99 | 120 |

Manejo de imágenes en MATLAB



```
im = imread('fich.jpg');
whos im,
Name Size Bytes Class
im 600x900 540000 uint8
image(im) % muestra imagen
colormap(gray(256));
```

Una imagen en blanco y negro es una matriz 2-D (alto x ancho), donde cada píxel es un byte (uint8) entre 0 y 255.

Para mostrar imágenes en B/W es preciso usar una paleta o mapa de colores (colormap) que asigne a cada valor un color.

Usualmente negro = 0 y blanco = 255

Uso de paleta de color

```
cmap=gray(256)    cmap=    0    0    0 ← Tripleta RGB asociada al 0
size(cmap)         1    1    1 ← Tripleta RGB asociada al 1
256 x 3            ...
                  254 254 254
                  255 255 255 ← Tripleta RGB asociada al 255
```

Al ser los tres valores RGB iguales los colores obtenidos son niveles de gris desde el negro (0,0,0) al blanco (255,255,255).

¿Qué pasa usamos una paleta invertida?

```
cmap=    255 255 255
        254 254 254
        ...
        1    1    1
        0    0    0
```

Imágenes en color (RGB): matrices 3D



```
im = imread('fich.jpg');
whos im,
Name Size Bytes Class
im 600x900x3 620000 uint8
image(im) % muestra imagen
```


Ejemplos manejo imágenes

Podemos usar los operadores de Matlab para acceder de forma sencilla a la información contenida en las imágenes:

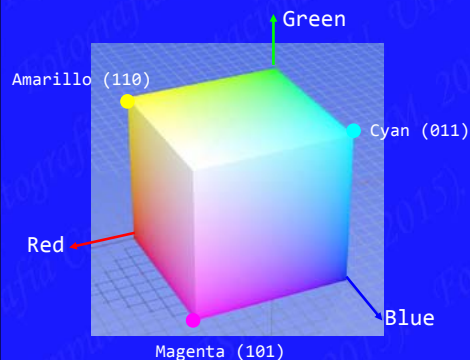
```
im(4,7,1) = valor del canal rojo de la fila 4 columna 7.  
im(4,7,:) = tripleta RGB del píxel (4,7) de la imagen.  
im(1:200, :, :) = 200 primeras filas de la imagen  
im(101:200, 201:400, :) = subimagen de tamaño 100 x 400  
im(1:2:end, 1:2:end, :) = imagen reducida en un factor 2  
im(end:-1:1, :, :) = flip de imagen en sentido vertical.  
im(:, :, 1) = imagen monocroma con contenido del canal rojo  
im(:, :, [2 1 3]) = imagen color con planos R y G cambiados.
```

Otros espacios de color

- RGB es el formato más habitual en el que se almacenan las imágenes ya que corresponde a lo que se manda a los canales R, G y B de la tarjeta de video.
- RGB no es nuestra única opción. Existen otras muchas formas de que 3 números describan el color de un píxel.
- Espacios de color: LMS, YIQ, Lab, HSI, I Cb Cr, CMY
- Muchos separan luminancia (BW) de la información de color.
- Dependiendo de la aplicación puede ser necesario trabajar en alguno de estos espacios alternativos
- Para visualizar (comando image) debemos volver a RGB.

Espacio RGB

Base cartesiana (Red, Green, Blue) del espacio de color.
Cada componente es un número entre 0 y 1 [0-255].



| | | | | |
|-----|---|---|---|-----------------------|
| 0 | 0 | 0 | → | Negro |
| 1 | 0 | 0 | → | Rojo puro |
| 0.5 | 0 | 0 | → | Rojo más oscuro |
| 1 | 1 | 1 | → | Blanco |
| × | × | × | → | Gris |
| 1 | 1 | 0 | → | Amarillo puro (R + G) |

La escala de grises está en la diagonal entre (0,0,0) y (1,1,1).

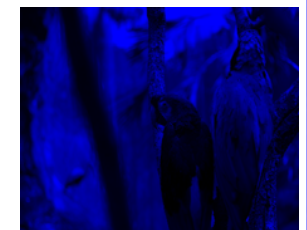
Canales RGB



R (G=0, B=0)

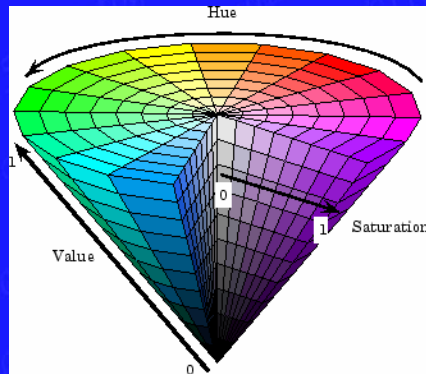


G (R=0, B=0)

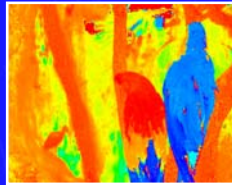


B (R=0, G=0)

Espacio de color HSV



Intenta ajustarse a como describimos los colores



H (S=1,V=1)



S (H=1,V=1)



V (H=0,S=0)



HSV: Tono (Hue), Saturación, Intensidad

El color se describe de forma similar a como lo percibimos.

V: Intensidad, luminosidad, "imagen" en grises.

Diferencia entre zonas claras y oscuras.

H: Tono (hue), posición en el espectro de color.

Color dominante, diferencia un rojo de un azul.

S: Saturación, pureza del color (mezcla con blanco).

Diferencia entre un rojo puro (saturado) y un rosa.

Los grises están en el eje con saturación S=0;

Tono y Saturación son conceptos naturales para nosotros.

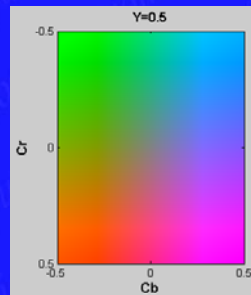
Espacio de color Y Cb Cr

Separa luminancia (Y) e intenta decorrelar los canales de color.

$$Y \approx \text{promedio}(R, G, B)$$

$$C_b \propto B - \text{media}(R, G)$$

$$C_r \propto R - \text{media}(G, B)$$



Y
(Cb=0,Cr=0)



Cb
(Y=0.5,Cr=0)



Cr
(Y=0.5,Cb=0)



Espacio de color Y Cb Cr

Sencillo de calcular: multiplicación por una matriz

Usado en compresión (JPEG) y en transmisión de TV

$$\begin{pmatrix} Y \\ C_b \\ C_r \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.169 & -0.331 & 0.5 \\ 0.5 & -0.449 & -0.081 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \quad \begin{array}{l} \text{Asumiendo RGB en } [0,1]: \\ Y \text{ en } [0,1], \\ C_b, C_r \text{ en } [-0.5, 0.5] \end{array}$$

Si trabajamos con bytes [0,255] la transformación usada es:

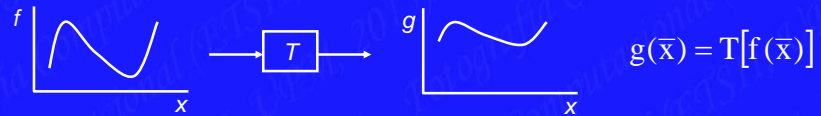
$$\begin{pmatrix} Y \\ C_b \\ C_r \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 16 \\ 128 \\ 128 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 65.48 & 128.55 & 24.97 \\ -37.80 & -74.20 & 112.0 \\ 112.0 & -93.79 & -18.21 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}$$

El rango de valores final es [16 235] para Y y [16, 240] para Cb / Cr.

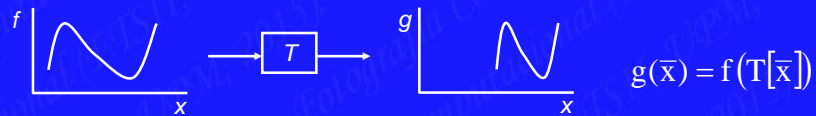
Alteración de imágenes

Dos grandes tipos de transformaciones posibles:

- 1) Transformaciones de rango: el valor del píxel cambia pero sigue estando en la misma posición espacial (x,y) original.



- 2) Transformaciones de dominio: el valor del píxel no cambia pero su posición cambia de (x,y) a una nueva (x',y').



Ejemplos de transformaciones

