



Computación Gráfica

MG. R. Jesús Cárdenas Talavera

Formatos de almacenamiento

Formatos de almacenamiento

- Existen muchos formatos
- Podemos destacar: BMP, GIF, PNG, JPG, TIFF, etc.
- Diferencias entre los formatos:
- *Niveles de profundidad admitidos:*
 - 1 bit → Imágenes en blanco y negro
 - 1 byte → Escala de grises o paleta de 256 colores
 - 3 bytes → Modelo RGB

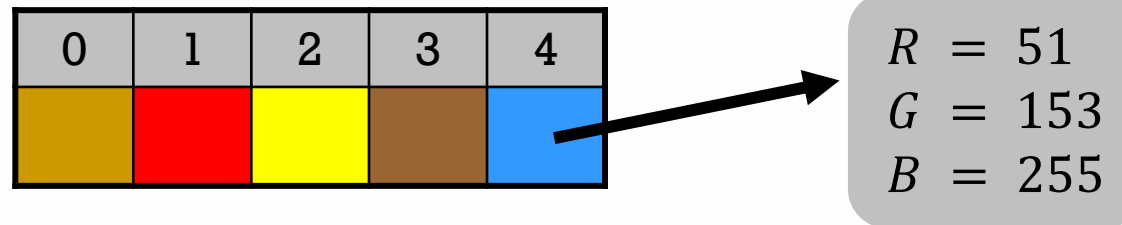
Formatos de almacenamiento

- *Tipo de compresión:*
 - Sin pérdida: RLE, LZW, Huffman
 - Con pérdida: mediante FFT, DCT, wavelets
- *Otras características:*
 - Posibilidad de definir de transparencias
 - Diferentes imágenes en un mismo archivo (animaciones)

Almacenamiento de imágenes mediante paleta

- *Paleta de colores:*

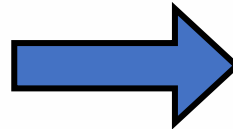
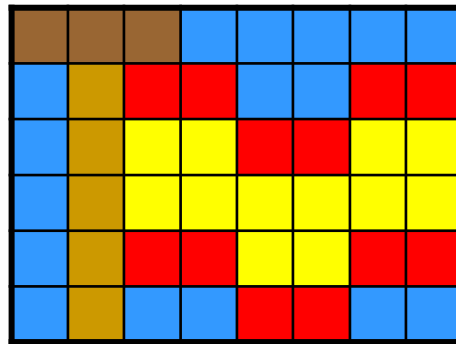
- Es una tabla de tamaño n , donde cada posición es un color (normalmente en RGB)



- El valor de un píxel de la imagen hace referencia a la paleta

Almacenamiento de imágenes mediante paleta

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |



| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 4 | 0 | 1 | 1 | 4 | 4 | 1 | 1 |
| 4 | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| 4 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 4 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 4 | 0 | 4 | 4 | 1 | 1 | 4 | 4 |

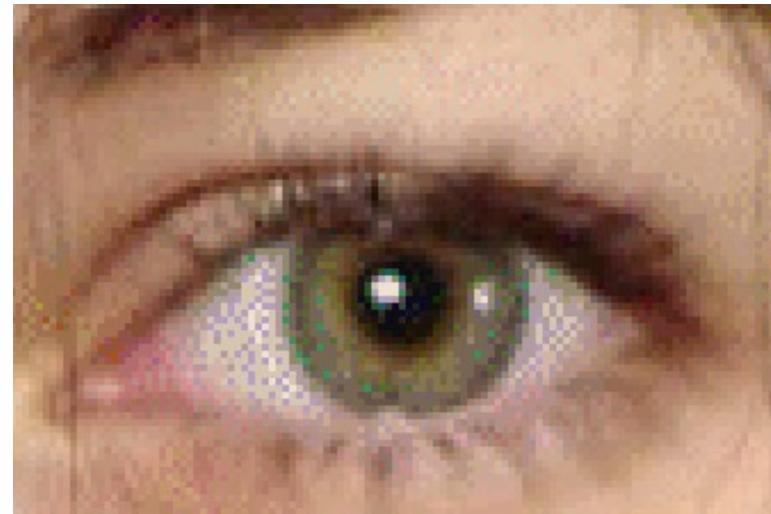
- Número de bits por píxel → Tamaño de la paleta
- 2 bits = 4 colores; 3 bits = 8 colores; 4 bits = 16 colores; ...

Almacenamiento de imágenes mediante paleta

- Normalmente, las paletas no suelen ser de más de 256 colores (1 byte por píxel)
- Si la imagen originalmente tiene más colores, es necesario reducir los colores → **Seleccionar los más usados**
- **Resultado:** hay una pérdida de información de color



Sin paleta



Con paleta (256 colores)

Tipos de compresión

Compresión sin pérdida:

- Si se comprime y luego se descomprime se obtiene la misma imagen

Compresión con pérdida:

- No se obtiene la misma imagen, hay una pérdida de calidad en la imagen

Compresión RLE (Run Length Encoding)

- Sin pérdida
- Se basa en detectar la repetición de un mismo valor
- Un valor no repetido se almacena directamente
- Un valor repetido se almacena de forma especial, mediante un par (*Valor, N.repeticiones*)

Compresión RLE (Run Length Encoding)

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 4 | 0 | 1 | 1 | 4 | 4 | 1 | 1 |
| 4 | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| 4 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 4 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 4 | 0 | 4 | 4 | 1 | 1 | 4 | 4 |

- Ejemplo: 3, 3, 3, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 0, 1, 1, ...
- Imagen comprimida: (3, 3), (4, 6), 0, (1, 2), ...

Compresión RLE (Run Length Encoding)

- La compresión/descompresión es muy sencilla y rápida
- Pero, ¿funcionará bien?



- En imágenes con muchas **regiones uniformes** la compresión será alta
- Ocurrirá en dibujos “pintados a mano”



- En **imágenes fotográficas**, con RGB, difícilmente se repetirá un valor
- La compresión será escasa o nula

Compresión LZW (Lempel Ziv Welch)

- Sin pérdida
- Es un método sustitucional o basado en diccionario
- Si una misma secuencia de valores se repite varias veces, hacer referencia al sitio donde se repite

Ejemplo. Supongamos que queremos comprimir un texto

- **Entrada:** “Pablito clavó un clavito ¡Qué clavito clavó Pablito!”

Compresión LZW (Lempel Ziv Welch)

- **Diccionario:**

- #1 = Pablito
- #2 = clavó
- #3 = clavito

- **Comprimido:** “**#1 #2** un **#3** ¡Qué **#3 #2 #1!**”

- *¿Funcionará bien?*
- Igual que el anterior, el funcionamiento óptimo será con dibujos (más que con fotos), y especialmente usando paletas de colores
- Compresión en torno al 50%

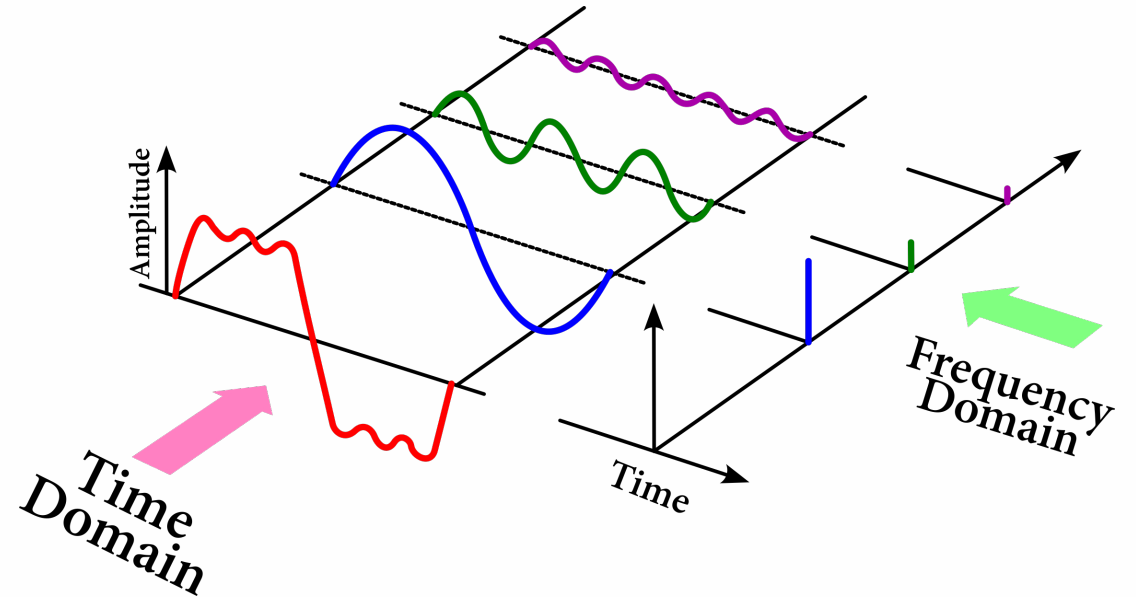
Compresión con pérdida

- Mediante **FFT** (*Transformada Rápida de Fourier*), **DCT** (*Transformada Discreta del Coseno*), **wavelets**, etc.
- Si se permite cierta pérdida en la calidad de las imágenes es posible alcanzar cotas más altas de compresión
- Cuanta más compresión, más pérdida de calidad
- La mayoría de las técnicas están basadas en análisis frecuencial de las imágenes

Compresión con pérdida

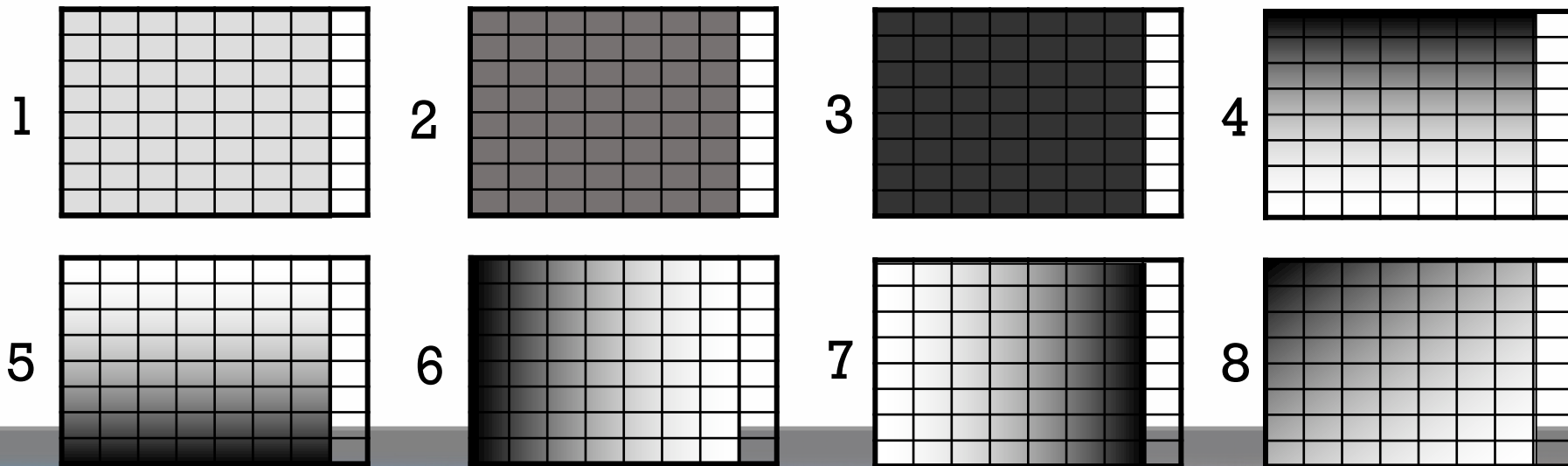
Recordatorio

- Descomposición en series de Fourier:
- Cualquier señal continua se puede expresar como una suma de señales sinusoidales



Compresión mediante DCT en JPG

- Idea parecida a la FFT, pero usando cosenos y en dos dimensiones
- Explicación intuitiva:
 - Las imágenes se dividen en bloques de 8×8 píxeles
 - Existe un catálogo estándar de bloques de 8×8 píxeles (similar la paleta, pero con bloques y predefinida)



Compresión mediante DCT en JPG

- Cada bloque de 8x8 de la imagen es sustituido por el número del catálogo que sea más parecido

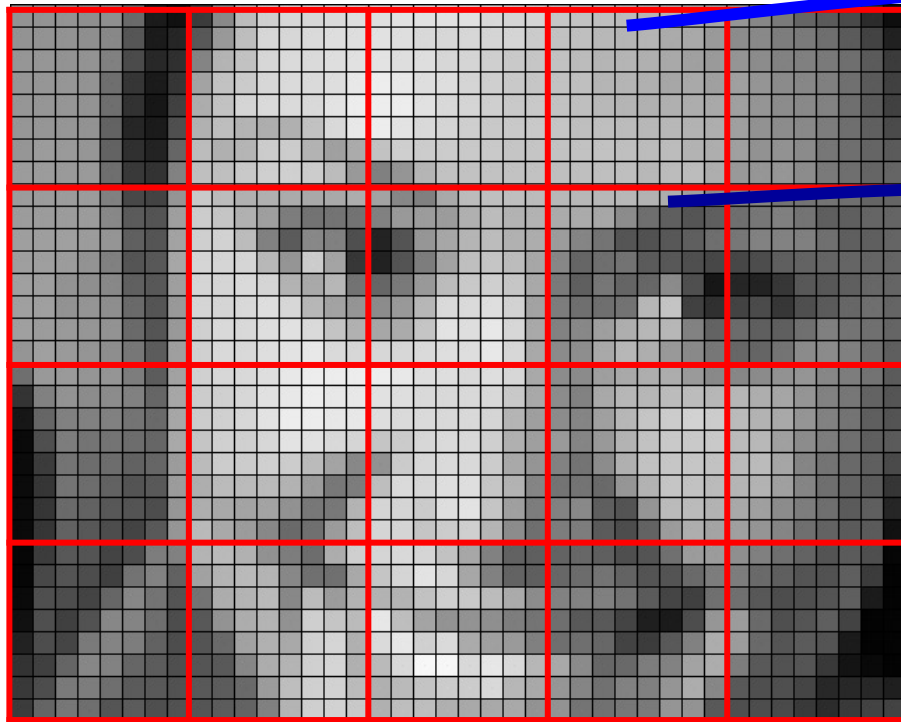


Imagen de entrada

Mucha
pérdida

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 7 | 8 | 1 | 2 | 2 |
| 1 | 7 | 8 | 7 | 2 |
| 6 | 1 | 2 | 6 | 7 |
| 6 | 6 | 2 | 2 | 7 |

Poca
pérdida

Imagen comprimida

Compresión mediante DCT en JPG

- Es posible ajustar el nivel de compresión modificando el tamaño del catálogo de bloques.
- **Catálogo pequeño**
 - Mucha compresión
 - Pocos bits por cada bloque de 8x8
 - Poca calidad.
- **Catálogo grande**
 - Poca compresión
 - Muchos bits por cada bloque
 - Alta calidad.

Compresión mediante DCT en JPG

Ojo, es una imagen
pequeña

Sin comprimir



Ratio 1:4



Ratio 1:10



Ratio 1:26



Formato BMP (Windows Bitmap)

- Fue desarrollado por Microsoft para la permitir una rápida entrada/salida por disco/pantalla

Características:

- Permite muchos niveles de profundidad:
 - 1 bit por píxel (2 colores)
 - 4 bits (16 colores)
 - 8 bits (escala de grises o paleta)
 - 16 bits (Hi-color) y
 - 24 bits = 3 bytes (True-color)

Formato BMP (Windows Bitmap)

- Utiliza compresión sin pérdida: **RLE** o sin comprimir
- Almacenamiento *bottom-left* y entrelazado de canales

Ventajas:

- No hay pérdida de calidad en las imágenes
- La lectura y escritura son muy rápidas
- Formato muy sencillo: cabecera + datos

Formato BMP (Windows Bitmap)

Inconvenientes:

- El tamaño de las imágenes es excesivamente grande, sobre todo en imágenes fotográficas
$$\text{Tamaño de imagen (aprox.)} = \text{ancho} * \text{alto} * \text{bits_por_pixel}$$
- No adecuado para transmisión por red
- Poco popular fuera de los entornos de MS Windows (aunque está libre de patentes)

Aplicaciones:

- Aplicaciones que requieran una rápida salida por pantalla
- Aplicaciones donde no deba haber pérdida de calidad, aun a costa del tamaño

Formato BMP (Windows Bitmap)



Resolución: 512x384
Profundidad: 24 bits/píxel
Tamaño: 576 Kbytes



Resolución: 400x308
Profundidad: 24 bits/píxel
Tamaño: 167 Kbytes

Formato GIF (Graphics Interchange Format)

- Desarrollado por CompuServe en 1987 para la rápida transmisión de imágenes en color por las redes.

Características:

- Mucho más restringido que TIFF y que BMP.
- Basado en uso de paletas, de hasta 256 colores.
- Usa el algoritmo de compresión **LZW** sin pérdida, pero el uso de paletas implica una pérdida de información de color.
- Permite definir transparencias. Se puede definir una entrada de la paleta como “transparente”.

Un fichero puede contener múltiples imágenes. Esto permite crear animaciones sencillas.

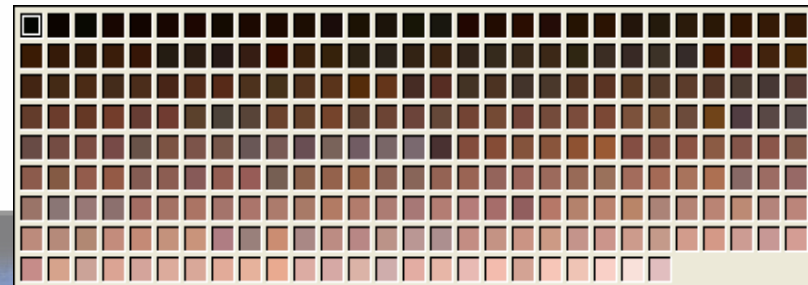


Formato GIF (Graphics Interchange Format)

Paleta: 32 colores
Tamaño: 33 Kbytes



Paleta: 256 colores
Tamaño: 87 Kbytes



Formato GIF (Graphics Interchange Format)

Ventajas:

- Características no admitidas por otros formatos, como transparencias, animaciones y entrelazado.
- Adecuado para transmisión en redes.

Inconvenientes:

- Poco adecuado para imágenes fotográficas: pérdida de color y tamaños muy grandes.
- Formato poco flexible.
- Problemas de patentes hicieron que apareciera el formato PNG como alternativa al GIF.
- Hoy día, las patentes existentes sobre GIF han expirado.

Formato GIF (Graphics Interchange Format)

Entrelazado:

- Las filas no se almacenan en posiciones consecutivas, sino salteadas (de 4 en 4)
- Esto permite hacerse una idea de la imagen cuando sólo se ha cargado una cuarta parte de la misma



Formato GIF (Graphics Interchange Format)

Aplicaciones:

- Compresión y almacenamiento de dibujos e imágenes esquemáticas con un número reducido de colores distintos
- Transmisión de imágenes por red: imágenes de tamaño reducido (iconos, símbolos, etc.), animaciones sencillas

Formato PNG (PNG's NOT GIF)

- Diseñado para reemplazar a GIF
- Libre de patentes
- Utiliza **compresión sin pérdida**, con el algoritmo **DEFLATE** (el mismo que *gzip*), basado en predicción: se espera que cada línea se parezca mucho a la anterior
- Profundidades admitidas:
 - 1, 2, 4, 8 bits/píxel (paleta o gris), 8, 16 bits (gris, RGB, o RGBA).

Formato PNG (PNG's NOT GIF)

- Transparencias mediante canal alfa

Desventajas:

- No adecuado para fotografías
- No permite animaciones

Aplicaciones:

- Las mismas que GIF



320x240 píxeles
(57,2 Kbytes)

Formato JPEG (Joint Photographic Experts Group)

- Es el formato más elaborado de los cuatro y orientado al almacenamiento de imágenes fotográficas

Características:

- Admite imágenes en escala de grises (1 byte por píxel) y RGB (3 bytes por píxel)
- Incluye un mecanismo avanzado de compresión, que puede ajustarse a distintas proporciones de compresión
- Compresión con pérdida, mediante **DCT**
- El fichero puede incluir una versión reducida, para previsualizar la imagen antes de leerla entera
- Libre de patentes

Formato JPEG (Joint Photographic Experts Group)

Mecanismo de compresión JPEG

1. Conversión del espacio de color, de RGB a YUV (Y= iluminación, UV= crominancia)
2. Reducción de resolución (a la mitad) en los canales UV.
 - El ojo humano es más sensible a la intensidad que al color.
3. Compresión mediante **DCT** de los grupos de 8x8 píxeles en cada canal.
 - El tamaño del “catálogo” depende del nivel de compresión.
4. Compresión sin pérdida del resultado mediante códigos de **Huffman**.

Formato JPEG (Joint Photographic Experts Group)

Tamaño: 31 Kbytes



Tamaño: 86 Kbytes



- Comprimiendo al mismo tamaño que GIF, la calidad es mejor, sobre todo en imágenes fotográficas. Pero...

Formato JPEG (Joint Photographic Experts Group)

- Con mayor compresión se producen distintos problemas.

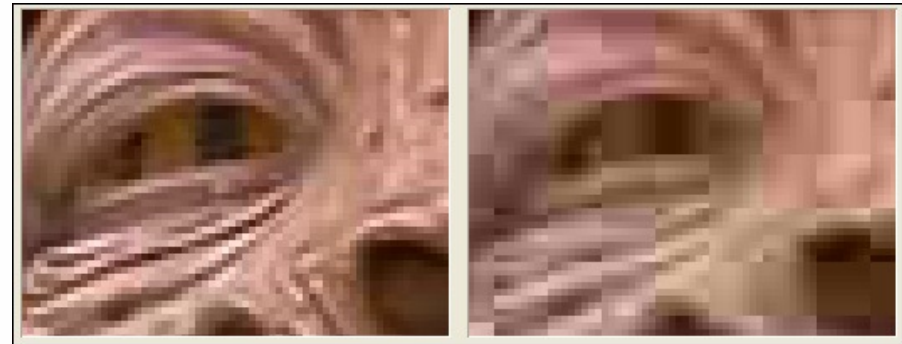
Pérdida de color



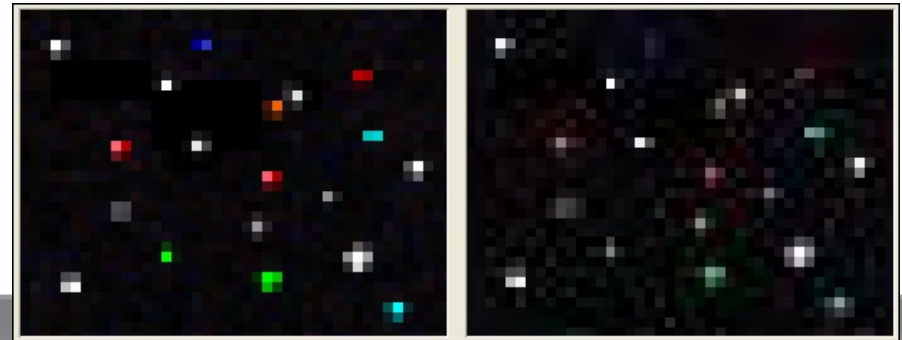
Aparición de *artefactos*, en imágenes con bordes abruptos



Efecto de cuadriculado



Desaparición de estrellas



Formato JPEG (Joint Photographic Experts Group)

Ventajas

- En la mayoría de los casos, se consigue un ratio compresión/calidad mucho mejor que los otros formatos
- Nivel de compresión ajustable
 - Típicamente entre 1:10 y 1:100
- Formato muy popular y casi exclusivo en muchos ámbitos

Formato JPEG (Joint Photographic Experts Group)

Inconvenientes

- Compresión/descompresión complejas y costosas
- No incluye **transparencias** ni **animaciones**
- Genera artefactos o artificios (*artifacts*)
- La información perdida no se recupera
 - Si trabajamos con un JPEG guardando en disco tras cada operación, la imagen se va degradando

Formato JPEG (Joint Photographic Experts Group)

Aplicaciones

- Prácticamente, todas las aplicaciones de fotografía digital: captura, almacenamiento, transmisión, impresión, etc.
- No utilizar si no se permite pérdida de calidad o si se trabaja con dibujos
- Los artefactos pueden ser inadmisibles en ciertas aplicaciones que requieren alta calidad
- Existe un nuevo estándar, JPEG2000 que evita los artefactos
- En lugar de DCT, usa una transformación basada en wavelets
 - Mejora la compresión sobre un 20%, pero es más costoso

Comparación JPEG / JPEG 2000

JPG 3.12 Kbytes



JPG 1.27 Kbytes



PNG 135 Kbytes



JP2 3.08 Kbytes



JP2 1.13 Kbytes



JP2 832 bytes



Otros formatos de almacenamiento

Formato TIFF (Tagged Image File Format)

- Diseñado para trabajos de impresión profesional de alta resolución y calidad (impresión industrial).
- Es muy flexible, basado en tags (bloques de datos de formato predefinido).
- El formato es muy abierto:
 - admite hasta 64.000 canales
 - n° arbitrario de bits por píxel (hasta enteros o reales de 64 bits)
 - distintos espacios de color
 - múltiples imágenes por fichero
 - cualquier tipo de compresión existente, etc.

Otros formatos de almacenamiento

Formato RAW (o negativo digital)

- No existe un único estándar RAW, cada empresa usa el suyo
- Algunas características comunes:
 - se almacenan los datos sin procesar
 - la profundidad suele ser 12 ó 14 bits/píxel
 - no son RGB sino los resultados del patrón de Bayer
 - normalmente no hay compresión o es sin pérdida



Computación Gráfica

MG. R. Jesús Cárdenas Talavera