

Enunciado

El objetivo del presente trabajo práctico es estudiar los pasos fundamentales del compresor JPEG, presentando un esquema simplificado del mismo. Para ello analizaremos la transformada del coseno discreta (DCT) aplicada a imágenes, y sus post-procesamiento para adquirir una buena relación entre compresión y calidad de imagen. Es importante analizar cómo impactan cada uno de los pasos del esquema de JPEG en el resultado final. Se proponen algunos experimentos a realizar como mínimo para el presente trabajo, sin embargo, se aceptarán de buen grado nuevas experimentaciones y líneas de estudio.

JPEG simplificado

En el artículo [Wal92] se puede ver en detalle todos los pasos involucrados en el compresor JPEG con pérdida aplicado a imágenes digitales color y en escala de gris. A continuación presentamos un esquema simplificado del mismo. Sin embargo, se recomienda estudiar el artículo citado para tratar de incluir alguna etapa no descripta en este esquema.

Método

1. Dividir la imagen en bloques de $M \times M$ y luego, para cada bloque:
 - a) Aplicar la DCT
 - b) Cuantizar uniformemente los coeficientes con paso q
 - c) Definir un umbral u y descartar los coeficientes según alguna de las siguientes opciones:
 - i) Menores a u en valor absoluto.
 - ii) Mayores a la u -ésima componente de frecuencia
2. Codificar los coeficientes DC de los distintos bloques de forma predictiva.
3. Aplicar algún método basado en entropía a los coeficientes resultantes.

Sugerencias

1. Tratar los coeficientes DC y AC de forma independiente para lograr una mejor compresión. Es posible que ambos tengan distintos valores de los parámetros q y u .
2. Para codificar por entropía utilizar algún software disponible en el dominio público.
3. La implementación de la DCT puede ser propia¹ o de alguna librería de compresión.

¹Consultar con los docentes. Es muy sencilla de implementar.

4. Referencias a codificación predictiva, por entropía y a los métodos vistos en clase ver [Say12, Sal04]. El material visto en la clase en Recursos de la página de la materia.

JPEG a todo color

La variante también simplificada del método antes mencionado, para comprimir imágenes a color, se muestra a continuación:

1. Seleccionar del experimento anterior el método (con sus parámetros asociados) que tenga una mejor relación entre calidad visual y compresión alcanzada.
2. Tomar una imagen a color en RGB y transformarla al espacio YCbCr, submuestrear por filas y por columnas las bandas Cb y Cr, y aplicar el método seleccionado en el punto anterior para cada banda.
3. Antitransformar, sobremuestrear Cb y Cr y reconstruir a RGB la imagen.
4. Graficar PSNR vs H para distintos pasos de sub/sobremuestreo. Se recomienda utilizar una imagen cuadrada de tamaño al menos 1024x1024.

Analizar la utilidad de cambiar del espacio RGB al YCbCr teniendo en cuenta la calidad visual, la compresión alcanzada y cualquier otro elemento de juicio que considere relevante.

Experimentación

Para los análisis se pide, elegir imágenes de distinto tipo o “naturaleza” (por ej: paisajes, con texto, con personas). Además, se deben realizar al menos los siguientes experimentos.

- Calidad visual, *artifacts*². Utilizar PSNR como métrica de calidad visual. Corroborar con imágenes representativas los valores de PSNR.
- Cantidad de compresión lograda vs. calidad visual. Utilizar la tasa de compresión, y cantidad de bits por píxel como métricas de compresión.
- Analizar casos bien y mal condicionados.
- Estudiar el mejor conjunto de parámetros (tamaño del bloque M , paso de cuantización q , tipo de umbral y valor del mismo u).
- Graficar PSNR (o entropía) en función de u para elegir el mejor parámetro de umbral.

²*Ringings effect y blocking*

- Fijar el parámetro de cuantización q cuando se analice la selección de coeficientes por umbral. Justificar la elección de q seleccionando al menos 3 valores representativos.
- Analizar la implementación de la transmisión progresiva aplicada al método de JPEG simplificado una vez hayados los mejores parámetros.

Importante: Para poder explicar los fenómenos que se producen y justificar la decisiones de diseño de nuestro esquema de compresión JPEG simplificado, es FUNDAMENTAL elaborar hipótesis y conjeturas que se puedan corroborar con gráficos, imágenes experimentales o argumentos teóricos. Toda imagen o gráfico incluido en el informe DEBE tener un propósito y ayudar al análisis.

Entrega

Realizar un informe en con los resultados de los experimentos, y análisis y conclusiones. Incluir imágenes que no estén en la web de la materia y los códigos fuente para reproducir los resultados. Para la presentación y entrega, seguir las normas de la materia.

Consultas: Francisco “Pachi” Gómez Fernández <fgomez@dc.uba.ar>

Referencias

- [Sal04] David Salomon. *Data compression: the complete reference*. Springer Science & Business Media, 2004.
- [Say12] Khalid Sayood. *Introduction to data compression*. Newnes, 2012.
- [Wal92] Gregory K Wallace. The jpeg still picture compression standard. *IEEE transactions on consumer electronics*, 38(1):xviii–xxxiv, 1992.