

“Acentuado de una imagen en el dominio JPEG”

Fortonani, Daniela - Peralta, Alejandro - Wilde, Ma. Lucila
Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas
Universidad Nacional del Litoral

21 de junio de 2007

Se presenta una nueva técnica para acentuar imágenes comprimidas en el dominio de la transformada coseno discreta. Para imágenes comprimidas usando el estándar JPEG, el acentuado se logra escalando cada elemento de la tabla de cuantización de manera de resaltar las características de alta frecuencia de la imagen. Los resultados muestran una mejora en la calidad visual de la imagen, sin costo adicional alguno y sin afectar el proceso de compresión.

1. Introducción

El problema surge a partir de tratar de mejorar la calidad visual de las imágenes comprimidas utilizando el método JPEG.

La calidad visual de las imágenes se puede mejorar aplicando técnicas de realce tanto en el dominio espacial, convolucionando la imagen con un kernel, como en el dominio frecuencial aplicando un filtro pasa alto a la Transformada Discreta de Fourier (TDF) de la imagen.

En el presente trabajo se muestra como combinar la compresión y el realce en un solo paso utilizando el estándar de compresión JPEG. En el esquema propuesto se realzan las altas frecuencias de la imagen comprimida escalando la tabla de cuantización durante el proceso de decodificación, obteniendo un resultado de imagen de mejor calidad sin costo computacional alguno y sin causar ningún efecto en la compresión de la imagen.

2. Realce en el dominio JPEG

JPEG es un algoritmo de compresión con pérdida. Esto significa que al descomprimir la imagen no obtenemos exactamente la misma imagen que teníamos antes de la compresión. Si especificamos una compresión muy alta se perderá una cantidad significativa de calidad, pero obtendremos archivos de tamaño pequeño. Con una tasa de compresión baja obtenemos una calidad muy parecida a la del original, y un archivo de mayor tamaño.

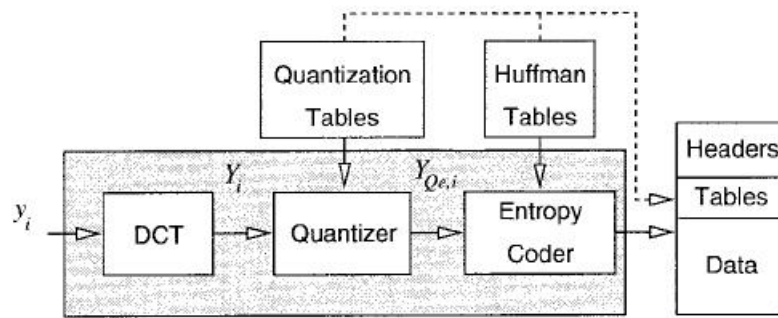
En el método estándar de compresión JPEG los píxeles que componen la imagen se dividen en bloques de 8×8 . Cada uno de estos bloques se transforma al dominio frecuencial aplicando la Transformada Coseno Discreta (DCT), que se define como:

$$F(u, v) = \frac{1}{4} C_u C_v \sum_x \sum_y f(x, y) \cos\left(u\pi \frac{2x+1}{2N}\right) \cos\left(v\pi \frac{2y+1}{2N}\right)$$

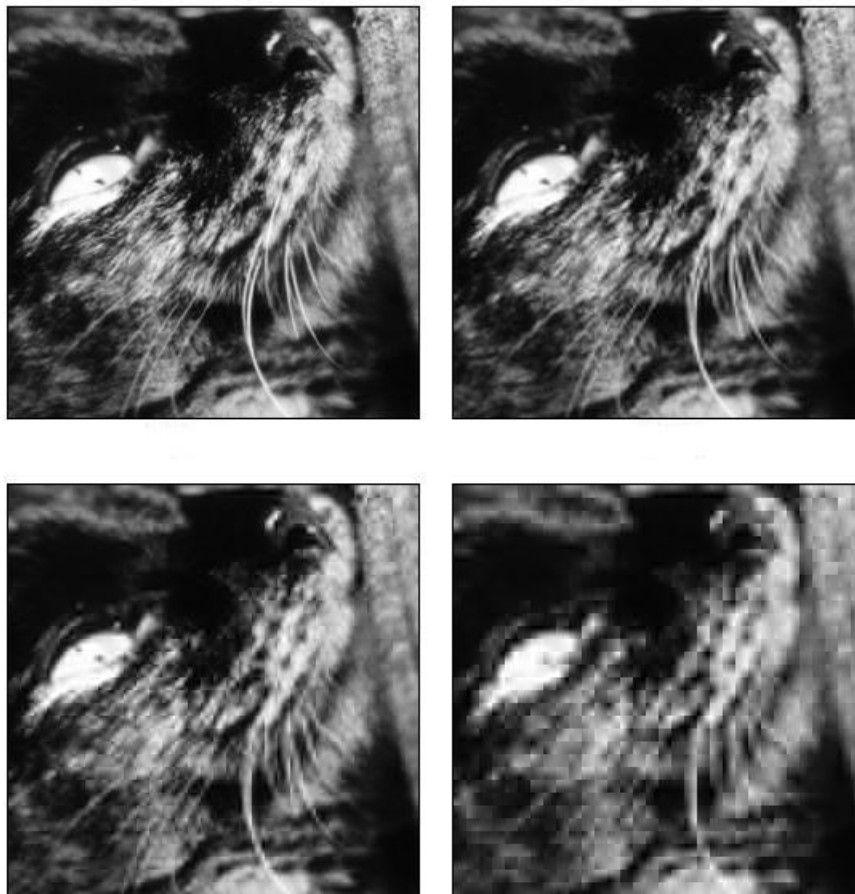
donde

$$C_u = \begin{cases} 1/\sqrt{2} & \text{si } u = 0 \\ 1 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

$$C_v = \begin{cases} 1/\sqrt{2} & \text{si } v = 0 \\ 1 & \text{en otro caso} \end{cases}$$



Los coeficientes de la DCT con mayor variación contienen la mayor cantidad de información, mientras que aquellos con varianza pequeña contribuyen con pequeños detalles y pueden ser ignorados (fijados a 0). Este bloque de cuantización de coeficientes es el que introduce pérdida de información, pero a la vez permite incrementar la tasa de compresión. Luego se calcula la DCT inversa a cada bloque para reconstruir la imagen original.



De la figura podemos observar que al aumentar el número de coeficientes eliminados, se pierden detalles con respecto a la imagen original y que el efecto de imagen borrosa es aún más pronunciado. Con respecto al tamaño del archivo, este disminuye a medida que aumenta el número de coeficientes eliminados.

Una manera de realzar la imagen comprimida consiste en manipular la tabla de cuantización durante el proceso de decompresión, tomando como referencia una imagen acentuada.

El proceso consiste en lo siguiente:

- Calcular la varianza Vr de los coeficientes de la DCT de los bloques de la imagen acentuada tomada como referencia.
- Calcular la varianza Vy de los coeficientes de la DCT de los bloques de la imagen a comprimir.
- Calcular la matriz de escala S dada por:

$$S(k, l)^2 = \frac{Vr(k, l)}{Vy(k, l)}$$

donde $k, l = 1..8$ Esto es una medida de la degradación que sufre la imagen en el dominio frecuencial.

- Armar la tabla de cuantización Qy dada por:

$$Qy(k, l) = \begin{cases} 1 & \text{si } Vy(k, l) > T \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

donde T es un valor umbral que depende de la cantidad de coeficientes que se quieren eliminar.

- Comprimir la imagen multiplicando la DCT de cada bloque por Qy .
- Generar una nueva versión escalada de Qs de la forma:

$$Qs(k, l) = S(k, l)Qy(k, l)$$

- Reemplazar Qy por Qs en el proceso de decompresión.

En comparación con el JPEG convencional, y teniendo calculado los valores de la matriz de escala S según los valores de varianza de la imagen acentuada tomada como referencia, sólo se requieren 64 divisiones y 64 multiplicaciones más.

3. Resultados

El algoritmo se implementó en MatLab con imágenes de 256 x 256 píxeles de grises. Se utilizaron imágenes con alto y bajo contenido de detalle de manera de probar la eficiencia del método en ambos casos.

En las siguientes imágenes se observa una imagen original y la imagen comprimida utilizando el método de compresión JPEG tradicional.



Tamaño archivo 43Kb



Tamaño archivo 9Kb

A continuación se muestra el resultado de aplicar el método propuesto a la imagen anterior:



Tamaño archivo 12Kb

Como es de esperar, la imagen obtenida posee mayor energía en sus componentes de altas frecuencias. Además se hace menos notorio el borronado producto de la eli-

minación de coeficientes durante el proceso de compresión, sin afectar en gran medida el tamaño del archivo.



Original 47Kb



Comprimida 8Kb

Se obtiene una imagen de mejor calidad visual en comparación con el método estándar.



Comprimida Enfatizada 11Kb



Original 67Kb



Comprimida 15Kb

La calidad obtenida disminuye a medida que aumenta el nivel de detalle de la imagen.



Comprimida Enfatizada 19Kb

El acentuado en el dominio JPEG produce una imagen de mejor calidad en comparación con una versión filtrada de la imagen comprimida en el dominio espacial aplicándole la máscara dada por:

$$\begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 5 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}$$

de manera de realzar las altas frecuencias, sin alterar las bajas.



Con acentuado JPEG



Con filtro de acentuado



Con acentuado JPEG



Con filtro de acentuado

4. Conclusión

Se presenta una alternativa simple y efectiva para acentuar imágenes durante el proceso de compresión JPEG, diferente a los métodos convencionales. Entre las ventajas de la técnica propuesta podemos mencionar:

- No requiere de un gran costo computacional. Además se puede utilizar para ciertas clases de imágenes la misma imagen de referencia, por lo que el costo es aún menor.

- El acentuado se logra simultáneamente durante el proceso de decompresión sin costo adicional alguno.
- Disminuye las etapas de procesamiento que se aplican generalmente a una imagen luego de comprimirla.
- No produce ningún impacto significativo en el tamaño del archivo comprimido.

Una de las desventajas es que la imagen resultante presenta poco brillo, además la calidad obtenida disminuye a medida que aumenta el nivel de detalle de la imagen.

El esquema propuesto resulta atractivo para implementar en dispositivos tales como cámaras digitales, scanners y faxes, de manera de obtener una imagen de mejor calidad visual.

REFERENCIAS

[1] “Digital Image Processing”. Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods. Editorial Prentice Hall.

[2] “Image Sharpening in the JPEG Domain”. Konstantinos Konstantinides, Vasudev Bhaskaran, and Giordano Beretta. IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING, VOL. 8, NO. 6, JUNE 1999