

## Proyecto Comunicaciones I

### Compresión de imágenes y vídeos

**1. Fundamentación teórica:** La compresión es el conjunto de técnicas que se aplican a imágenes y vídeos con el objetivo de mejorar la calidad, facilitar la búsqueda de información y reducir el tamaño de dichas imágenes y vídeos.

Este conjunto de técnicas son un proceso de filtrado donde se hacen operaciones que se aplican a los píxeles de una imagen digital o vídeo para optimizarlos, enfatizar cierta información o conseguir un efecto especial en ella. El proceso de filtrado puede llevarse a cabo sobre los dominios de frecuencia y/o espacio.

**1.1. Filtrado sobre el dominio de la frecuencia:** Los filtros de frecuencia procesan una imagen o vídeo trabajando sobre el dominio de la frecuencia en la Transformada de Fourier de la imagen o vídeo. Para ello, ésta se modifica siguiendo el Teorema de la Convolución correspondiente:

- Se aplica la Transformada de Fourier,
- Se multiplica posteriormente por la función del filtro que ha sido escogido,
- Para concluir re-transformándola al dominio espacial empleando la Transformada Inversa de Fourier.

**1.2. Filtrado en el dominio de espacio:** Esta clasificación de filtros opera directamente sobre los píxeles. Se clasifican en filtros lineales (basados en kernels o máscaras de convolución) y filtros no lineales. Un kernel o máscara de convolución puede entenderse como una matriz de coeficientes que al ser aplicada en un pixel objetivo (considérese el pixel como un punto (x,y) del plano) obteniendo una transformación en el pixel objetivo como en sus vecinos (entendiendo la transformación como la imagen G(x,y) en todos ellos).

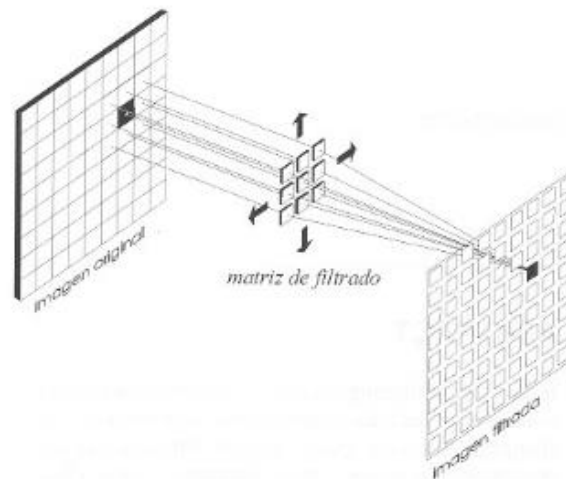
Si bien la forma y tamaño del kernel es variable, usualmente se trabaja con máscaras de convolución cuadradas. Para realizar un filtrado en el dominio del espacio se realiza una convolución (barrido) del kernel sobre la imagen. Para ello se sigue el Teorema de Convulación en el espacio:

$$g(x, y) = h(x, y) * f(x, y)$$

Cada píxel de la nueva imagen se obtiene mediante la sumatoria de la multiplicación del kernel por los píxeles contiguos:

$$W(x, y) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n w_i z_j$$

Siendo W la máscara de m x n, w<sub>i</sub> los coeficientes del kernel y z<sub>i</sub> los valores de la imagen que corresponden a dichos coeficientes en escala de grises.



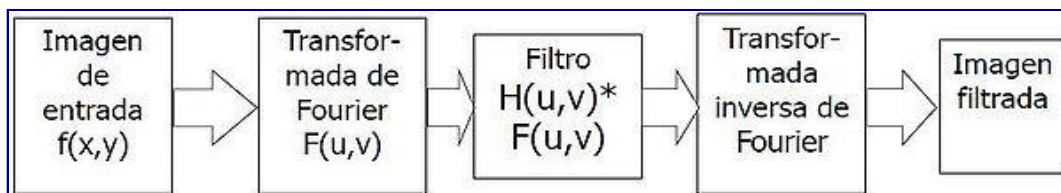
### 1.3. Teorema de la Convolución (frecuencia):

$$G(u, v) = F(u, v) * H(u, v)$$

$F(u, v)$ : transformada de Fourier de la imagen original.

$H(u, v)$ : filtro atenuador de frecuencias.

**Como la multiplicación en el espacio de Fourier es idéntica a la convolución en el dominio espacial, todos los filtros podrían, en teoría, ser implementados como un filtro espacial.**



Etapas del procesamiento de imágenes en el dominio de la frecuencia.

**2. Aplicación en Comunicaciones:** En el procesamiento de señales para convertir una señal real o compleja definida en el dominio de tiempo discreto en una representación en el dominio de frecuencia compleja se emplea la Transformada Z.

Es por ello que esta transformada es utilizada en el procesamiento de imágenes digitales, como en televisores de alta definición o en cámaras digitales.

$$X(z) = Z(x_n) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x_n z^{-n}$$

*Definición de Transformada Z*

**3. Compresión de imágenes:** El objetivo de comprimir una imagen digital es el de reducir el peso informático (medido generalmente en kilobytes) eliminando datos irrelevantes o redundantes de la imagen con la menor pérdida posible de información, ya sea con el fin de hacer más eficiente su almacenamiento o bien su transmisión.

Existen técnicas de compresión que utilizan herramientas matemáticas como por ejemplo la técnica de JPEG (Joint Photographic Exchange Group) que usa la Transformada de coseno discreto (DCT), similar a la transformada de Fourier, con excepción que todos los valores son reales en vez de complejos.

La Transformada de coseno discreta expresa una secuencia finita de varios puntos como resultado de la suma de señales sinusoidales. Si bien existen distintas variaciones posibles de la DCT debidas a la periodicidad y el tipo de simetría, las más usadas son DCT-I y la DCT-II. La DCT-III se conoce como IDCT (transformada inversa).

DCT-I

$$f_j = \frac{1}{2} \left( x_0 + (-1)^j x_{n-1} \right) + \sum_{k=1}^{n-2} x_k \cos \left[ \frac{\pi}{n-1} n j \right]$$

DCT-II

$$f_j = \sum_{k=0}^{n-1} x_k \cos \left[ \frac{\pi}{n} j \left( k + \frac{1}{2} \right) \right]$$

DCT-III (o IDCT)

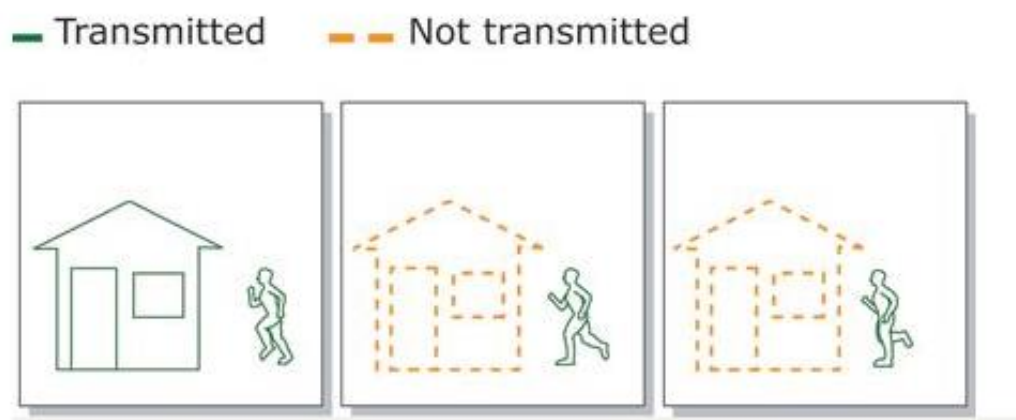
$$f_j = \frac{1}{2} x_0 + \sum_{k=1}^{n-1} x_k \cos \left[ \frac{\pi}{n} \left( j + \frac{1}{2} \right) k \right]$$

**4. Compresión de vídeo:** Primero es necesario saber que un vídeo es básicamente un arreglo tridimensional de píxeles de color. Dos dimensiones que son las direcciones (horizontal y vertical) espaciales de las imágenes en movimiento, y una dimensión representa el tiempo de dominio. Una capa de datos es donde se asignan todos los píxeles que corresponden en un sólo momento en el tiempo. Básicamente, una capa es lo mismo que una imagen estática.

Las técnicas de compresión de vídeo consisten en reducir y eliminar datos redundantes del vídeo para que el archivo de vídeo digital se pueda enviar a través de la red y almacenar en discos informáticos. Con técnicas de compresión eficaces se puede reducir

considerablemente el tamaño del fichero sin que ello afecte muy poco, o en absoluto, la calidad de la imagen. Sin embargo, la calidad del vídeo puede verse afectada si se reduce en exceso el tamaño del fichero aumentando el nivel de compresión de la técnica que se utilice. En el proceso de compresión se aplica un algoritmo al vídeo original para crear un archivo comprimido y ya listo para ser transmitido o guardado. Para reproducir el archivo comprimido, se aplica el algoritmo inverso y se crea un vídeo que incluye prácticamente el mismo contenido que el vídeo original. El tiempo que se tarda en comprimir, enviar, descomprimir y mostrar un archivo es lo que se denomina latencia. Cuanto más avanzado sea el algoritmo de compresión, mayor será la latencia.

El par de algoritmos que funcionan conjuntamente se denomina códec de vídeo (codificador/ decodificador). Los algoritmos de compresión de vídeo-4 como el MPEG-4 y el H.264 utilizan la predicción interfotograma para reducir los datos de vídeo entre las series de fotogramas. Ésta consiste en técnicas como la codificación diferencial, en la que un fotograma se compara con un fotograma de referencia y sólo se codifican los píxeles que han cambiado con respecto al fotograma de referencia. De esta forma, se reduce el número de valores de píxeles codificados y enviados. Cuando se visualiza una secuencia codificada de este modo, las imágenes aparecen como en la secuencia de vídeo original.



**Con la codificación diferencial sólo la primera imagen (fotograma I) se codifica en su totalidad. En las dos imágenes siguientes (fotogramas P) existen referencias a la primera imagen en lo que se refiere a elementos estáticos, como la casa. Sólo se codifican las partes en movimiento (el hombre que corre) mediante vectores de movimiento, reduciendo así la cantidad de información que se envía y almacena.**

**Compresión de la señal de video:** La misión de un sistema de compresión consiste en detectar y eliminar la información redundante, codificando solamente la información útil. Por lo tanto, podemos considerar la compresión digital como un procedimiento, matemático en general, que rebaja el flujo binario de un tren de datos, en base a la eliminación de información redundante y a una codificación inteligente de la información real.

La compresión de video fundamenta su trabajo en **La redundancia de información:** Que

busca minimizar al máximo la información redundante de forma que reduzcamos el flujo binario sin perder la información necesaria para recuperar una secuencia. Además de esto se presenta la redundancia espacial (cada fotograma), la redundancia temporal (relación entre los píxeles homólogos de imágenes sucesivas) y la redundancia estática (determinados valores tienden a repetirse más que otros).

#### **Bibliografía:**

- [https://es.wikipedia.org/wiki/Procesamiento\\_digital\\_de\\_im%C3%A1genes](https://es.wikipedia.org/wiki/Procesamiento_digital_de_im%C3%A1genes)
- <http://lcr.uns.edu.ar/fvc/NotasDeAplicacion/FVC-QuerejetaSimbeniPedro.pdf>
- <http://verona.fi-p.unam.mx/boris/teachingnotes/Introduccion.pdf>
- <http://www.ie.itcr.ac.cr/palvarado/PAID/paid.pdf>
- [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/084/htm/sec\\_9.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/084/htm/sec_9.htm)
- <http://pepgonzalez.blogspot.com.co/2013/05/labo-vision-wavelets-compresion-de.html>
- <http://www.axis.com/co/es/learning/web-articles/technical-guide-to-network-video/video-compression-guide>
- <http://edii.uclm.es/~jmlova/Archivos/VD/Archivos/VdCompresion.pdf>
- [https://es.wikipedia.org/wiki/Compresi%C3%B3n\\_de\\_v%C3%ADdeo](https://es.wikipedia.org/wiki/Compresi%C3%B3n_de_v%C3%ADdeo)
-