



**Instituto Politécnico Nacional
Escuela Superior de Cómputo**



Práctica 12

Filtro en el dominio de la frecuencia

**Procesamiento Digital de Imágenes
Grupo 4BV1**

Alumno: Padilla García Andrea Miranda

Objetivo: Programar la transformada de Fourier (directa e inversa) y aplicar un filtro en el dominio de la frecuencia.

Introducción

La Transformada de Fourier es una herramienta fundamental en el procesamiento digital de imágenes, ya que permite representar una imagen en el dominio de la frecuencia a partir de su información en el dominio espacial. Mediante la transformada directa, la imagen en escala de grises se descompone en componentes de distinta frecuencia, lo que facilita el análisis de su contenido y la aplicación de técnicas de filtrado.

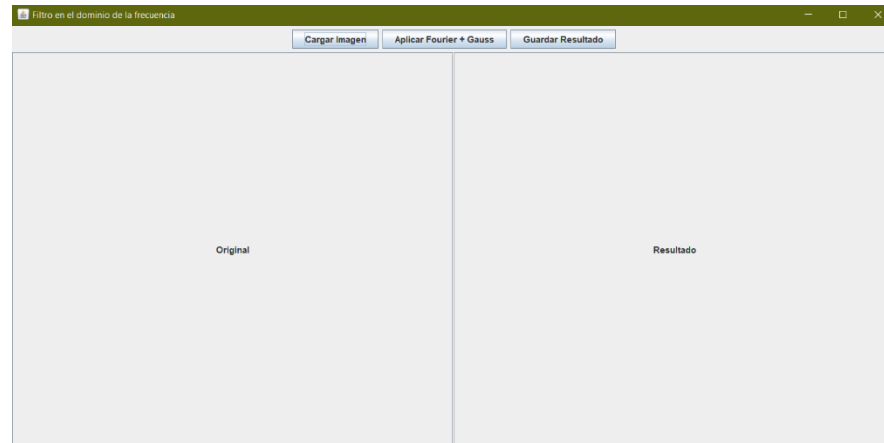
Una vez obtenido el espectro de la imagen, es posible modificarlo mediante filtros diseñados en el dominio de la frecuencia. En esta práctica se implementó un filtro gaussiano, el cual atenúa de manera progresiva las altas frecuencias responsables de los detalles finos y el ruido, conservando las componentes de baja frecuencia. Este tipo de filtrado se caracteriza por su suavidad y por evitar cambios abruptos en el espectro.

Posteriormente, se aplicó la Transformada de Fourier inversa para reconstruir la imagen filtrada en el dominio espacial. Este proceso permite observar de forma directa el efecto del filtrado en la imagen original, evidenciando la relación entre la manipulación del espectro y el resultado visual obtenido.

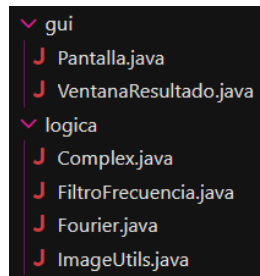


Desarrollo

Para que el usuario interactúe con la aplicación, se propuso el siguiente diseño de la gui:



Para la organización del código, se separa la gui de la lógica y dentro de cada uno, las clases implementadas se estructuraron como:



Como primer paso, se cargó una imagen desde archivo y se convirtió a escala de grises para simplificar su análisis al trabajar únicamente con intensidades de píxel. Con el objetivo de reducir el costo computacional de la Transformada de Fourier directa, la imagen fue redimensionada a un tamaño de 128×128 píxeles.

Posteriormente, la imagen se convirtió en una matriz bidimensional de valores numéricos, sobre la cual se aplicó la Transformada de Fourier directa bidimensional, obteniendo un espectro complejo. Para su visualización, se calculó la magnitud del espectro en niveles de gris, aplicando un escalado logarítmico y centrando el espectro para ubicar las componentes de baja frecuencia en el centro de la imagen.

Una vez obtenido el espectro, se implementó un filtro gaussiano en el dominio de la frecuencia, definido en función de la distancia al centro del espectro y un parámetro σ que controla el nivel de suavizado. El filtrado se realizó mediante la multiplicación punto a punto entre el espectro de la imagen y la máscara gaussiana, atenuando de forma gradual las altas frecuencias.

Finalmente, se aplicó la Transformada de Fourier inversa para reconstruir la imagen filtrada en el dominio espacial, realizando la normalización correspondiente para una correcta visualización. El resultado fue una imagen suavizada, y se compararon tanto el espectro original como el filtrado, además de permitir el almacenamiento de la imagen resultante para su análisis posterior.

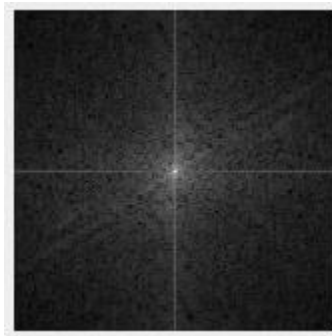
Conclusión

En esta práctica se logró implementar correctamente la Transformada de Fourier directa e inversa aplicada a imágenes en escala de grises, así como el filtrado gaussiano en el dominio de la frecuencia. Los resultados obtenidos muestran un efecto de suavizado apreciable en la imagen reconstruida, confirmando la correcta atenuación de las componentes de alta frecuencia.

Al comparar el suavizado realizado mediante convolución en el dominio espacial con el aplicado en el dominio de la frecuencia, se observa que ambos métodos producen resultados similares en términos de reducción de ruido y pérdida de detalle, lo cual confirma la relación teórica entre ambos enfoques. Sin embargo, el filtrado en el dominio de la frecuencia permite un mayor control sobre las componentes que se desean atenuar, ya que actúa directamente sobre el espectro de la imagen.

De manera notable, el filtro gaussiano en frecuencia genera un suavizado más uniforme y progresivo, mientras que la convolución depende del tamaño y la forma de la máscara utilizada. Además, el filtrado en frecuencia resulta más adecuado para el análisis del comportamiento espectral de la imagen, aunque presenta un mayor costo computacional $O(n^4)$ en comparación con la convolución para máscaras pequeñas.

En conclusión, ambos métodos son equivalentes en su efecto general, pero su aplicación depende del tipo de análisis requerido y de las características del procesamiento que se desee realizar.



Referencias

De La O, S. (s. f.). *Filtros de suavizado en el dominio de la frecuencia*.
<https://drive.google.com/file/d/13IbdRCltlhk2TdSM6rSTCBwWmXtDtTHr/view>

Universidad de Sevilla. (s. f.). *Procesamiento en el dominio de la frecuencia*.
<https://asignatura.us.es/imagendigital/Tema3-Frecuencia.pdf>