



Informe de practica

Practica 4. Manipulación de imágenes en el dominio frecuencial

Electrónica de Potencia

Profesor: Modesto Guadalupe Medina Melendrez

Moisés Ezequiel Dominguéz Salcedo	17170527
Joel Mendoza Garcia	17170522
Adrian Torrez Sanchez	16170602

Índice

1. Introducción	1
2. Marco Teórico	1
2.1. Competencias	2
2.2. Materiales y equipos:	3
3. Procedimiento	3
3.1. Filtro pasa-bajas y pasa-altas	4
3.2. Filtrado de ruido uniforme	9
3.3. Submuestreo	12
4. Conclusión	14
5. Anexos	14
5.1. Representación gráfica de algunas mascaras	14
5.2. Recomendaciones:	16
5.3. Observaciones:	16

Resumen

En el siguiente documento se describe el análisis y filtrado en el dominio de la frecuencia para su posterior procesado en procesamiento digital de imágenes,, empleando distintos materiales para llevar a cabo la práctica.[1][2][3]

1. Introducción

En esta práctica cambiamos el tipo de análisis con el que trataremos las imágenes, anteriormente habíamos empleado el análisis en el dominio espacial, mas hoy, implementaremos otro tipo de análisis que cuenta con algunas ventajas sobre el análisis en el dominio espacial.

Mientras en el análisis espacial las distancias entre píxeles se traducen en distancias dentro del espacio, en el análisis frecuencial se traduce como las distancias entre píxeles como diferencias dentro de la frecuencia. Y aquí solamente es para el tratamiento de la imagen, con esto me refiero a que se utiliza para manipularse y visualizarse, pero de manera frecuencial.

Entonces, en términos generales, se tendrá que pasar del dominio espacial al frecuencial y esto se hace con la transformada de Fourier, esto para analizar la imagen en el dominio frecuencial, ya tratada la imagen se tiene que regresar al espacio y se hace con la transformada inversa de Fourier.

El análisis se hará con un diagrama donde podremos observar la dispersión de las frecuencias, las bajas se apreciarán en las esquinas y las altas en el centro, aunque cabe recalcar que contaremos con funciones las cuales nos permitirán cambiar la dispersión y ubicación de las frecuencias inversamente (las bajas en el centro y las altas en las esquinas).

2. Marco Teórico

Para el desarrollo de esta práctica es necesario utilizar algunas funciones específicas que ya se incluyen en el software de programación MATLAB, estas funciones son propias del software y nos facilita el análisis de imágenes en el dominio frecuencial.

A continuación, se mencionarán y se definirá el papel que cumple cada una de ellas.

Esta es para la transformada rápida de Fourier, y devuelve la transformada bidimensional de Fourier de una matriz utilizando un algoritmo de transformada rápida de Fourier, que es equivalente a calcular fft (fft (X)).

ifft2: Esta función es para la transformada inversa rápida de Fourier. Un ejemplo de su uso es el siguiente:

ifft2 (Y, m, n) trunca Y o rellena Y con ceros finales para formar una matriz m por n antes de calcular la transformada inversa. X también es m-por-n. Si Y es una matriz multidimensional, ifft2 da forma a las dos primeras dimensiones de Y de acuerdo con m y n.

ffshift: Desplazar el componente de frecuencia cero de la transformada discreta de Fourier al centro del espectro. Hace el cambio de frecuencias bajas al centro, en lugar de situarse en las esquinas.

ifftshift: X = ifftshift (Y) reorganiza una transformada de Fourier con desplazamiento de frecuencia cero Y de nuevo a la salida de transformada original. En otras palabras, ifftshift deshace el resultado de fftshift. Si Y es un vector, ifftshift intercambia las mitades izquierda y derecha de Y. Si Y es una matriz, ifftshift intercambia el primer cuadrante de Y con el tercero y el segundo cuadrante con el cuarto.

Si Y es una matriz multidimensional, ifftshift intercambia medios espacios de Y a lo largo de cada dimensión.

real: real(Z) devuelve la parte real de los elementos de la matriz compleja Z.

imag: Devuelve la parte imaginaria de los elementos de una matriz (de cada uno de sus elementos).

abs: devuelve el valor absoluto de cada elemento de una matriz.

angle: devuelve el ángulo de cada elemento de una matriz.

surf: surf(X,Y,Z) crea un gráfico de superficie tridimensional. La función traza los valores de la matriz Z como alturas superiores a una cuadrícula en el plano x-y definido por X e Y. La función también utiliza Z para los datos de color, por lo que el color es proporcional a la altura. Un ejemplo del tipo de grafico que genera esta función es el siguiente.

mesh: crea una malla como la que se muestra a continuación.

tic toc: Su función es permitirnos obtener los tiempos de ejecución inicio-final.

2.1. Competencias

El estudiante deberá desarrollar las siguientes competencias específicas:

- Comprender la importancia y ubicación del procesamiento de imágenes como una etapa de pre-procesamiento requerida para resolver diversos problemas de aplicación práctica.
- Utilizar una herramienta de programación para implementar y utilizar algoritmos que permitan realizar el procesamiento de imágenes.
- Utilizar la transformada discreta de Fourier como una herramienta para obtener el contenido en frecuencia de imágenes.
- Emplear algoritmos y sistemas basados en técnicas del domino espectral para la implementación de filtros de suavizado y realce de imágenes.
- Desarrollar proyectos de procesamiento de imágenes para aplicaciones reales.

El estudiante fortalecerá las siguientes competencias genéricas que son acordes al perfil de egreso:

- Conocimiento sobre el área de estudio y la profesión.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad de investigación.
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad creativa.
- Capacidad para formular y gestionar proyectos.
- Capacidad para tomar decisiones.

2.2. Materiales y equipos:

Se requieren los siguientes equipos y programas.

Equipo:

- Cámara
- Tarjeta de adquisición de imágenes y aditamentos
- PC

Programas:

- Matlab versión 2011b en adelante con el Toolbox Digital Image Processing.

3. Procedimiento

Se realizará la manipulación de imágenes en el dominio frecuencial para generar filtrado, mejora, y restauración. Se procesarán exclusivamente imágenes en escalas de gris. El procedimiento a seguir se lista a continuación:

3.1. Filtro pasa-bajas y pasa-altas

1. Seleccione una imagen en escala de grises con ruido aleatorio de frecuencias altas (puede ser sal y pimienta, gaussiano, u otro), aquí referida como a.



Figura 1: Imagen seleccionada

2. Filtrar la imagen seleccionada en el paso anterior mediante filtros pasa-bajas (gaussiano con la sigma adecuada) aplicados en el dominio frecuencial. El procedimiento a seguir es:

```

1 image = imread('placas3x3.jpg');
2 imageNgray = imnoise((double(rgb2gray(image))/255), 'gaussian');
3 [n,m]=size(imageNgray);
4 m = fspecial('gaussian',[13,13],2);
5 fftmask=fft2(m,521,752)
6

```

Codigo 1: Selección de la imagen y generación de la mascara

- a) Generar la máscara m del filtro (para el filtro pasa-bajas debe tener un tamaño de mínimo 13*13).
- b) Transformar al dominio frecuencial la máscara m (con lo que resulta M), y la imagen a (con lo que resulta A), mediante la instrucción fft2. Especificar en la instrucción fft2 que los arreglos a transformar deben rellenarse con ceros antes de procesarse, recuerde que esto es necesario para que la aplicación del filtro en el dominio frecuencial produzca un resultado idéntico a una convolución en el dominio espacial.
- c) Multiplique elemento por elemento los arreglos resultantes M y A del paso 2.b.
- d) Obtenga la imagen filtrada en el dominio espacial aplicando la ifft2 al arreglo M×A.

```

1 imageFinalfft=fftimage.*fftmask;
2 imageFinal=ifft2(imageFinalfft);
3 imageFinalconv=conv2(imageNgray, m);
4

```

Codigo 2: ejecución del filtrado

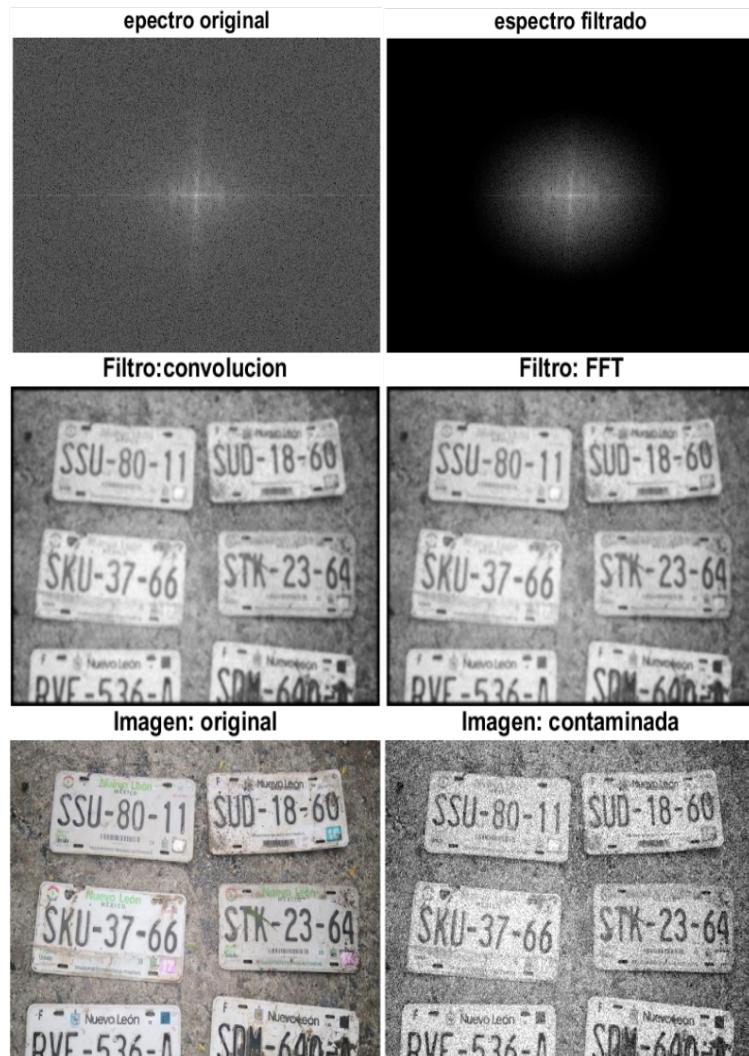


Figura 2: resultados ejercicio 1

Código Empleado

```

1 clear
2 close
3 clc
4 image = imread('placas3x3.jpg');
5 imageNgray = imnoise((double(rgb2gray(image))/255), 'gaussian');
6 [n,m]=size(imageNgray);
7 m = fspecial('gaussian',[13,13],2);
8 fftimage=fft2(imageNgray,521,752);
9 fftmask=fft2(m,521,752);
10 imageFinalfft=fftimage.*fftmask;
11 imageFinal=ifft2(imageFinalfft);
12 imageFinalconv=conv2(imageNgray, m);
13
14 figure(1)
15 subplot(3,2,1),imshow((log(1+abs(fftshift(fftimage)))),[],title('espectro
    original'))
16 subplot(3,2,2),imshow((log(1+abs(fftshift(imageFinalfft)))),[],title('
    espectro filtrado'))
17 subplot(3,2,3),imshow(imageFinalconv,[]),title('Filtro: convolucion')
18 subplot(3,2,4),imshow(imageFinal,[]),title('Filtro: FFT')
19 subplot(3,2,5),imshow(image),title('Imagen: original')
```

```
20 subplot(3,2,6),imshow(imageNgray),title('Imagen: contaminada')
```

Codigo 3: Código empleado

3. Analice subjetivamente los resultados obtenidos y compárelos con los obtenidos mediante una convolución espacial. Además compare los tiempos de ejecución resultantes al filtrar imágenes en el dominio frecuencial contra los tiempos de ejecución resultantes al filtrar directamente en el dominio espacial (convolución espacial).

- **Análisis de resultados:** durante los análisis de los tiempos de ejecución entre la operación de filtrado en el dominio espacial con la convolución, y en el dominio de la frecuencia con la función fft2 de Matlab, arrojan los siguientes salidas, Elapsed time is 0.007680 seconds (para el caso de la transformada de Fourier). Elapsed time is 0.004330 seconds (para la convolución). Decimos entonces que en este caso específico donde las máscara de filtrado no es muy grande no es tan lento el proceso de convolución, y supere por unos cuantos ms al proceso de filtrado por transformadas de Fourier en el dominio frecuencia.

4. Documente los resultados obtenidos en el paso 2 y 3. Incluya como apoyo imágenes en el dominio espacial y frecuencial de los arreglos resultantes (para el caso en el que mejores resultados haya obtenido). Deberá mostrar las máscaras empleando la instrucción surf o mesh. Para imágenes en el dominio frecuencial muestre la magnitud del espectro centrado en escala logarítmica (en lugar de abs(H) grafique fftshift(log(1+abs(H))), donde H es la imagen en el dominio frecuencial obtenida con la fft2). Incluya comentarios y/o conclusiones del análisis realizado.
5. Seleccione una imagen de las utilizadas en la práctica 3 y de la cual sea necesario obtener sus bordes (puede utilizar alguna de las imágenes a procesar en su proyecto final).
6. Realice el proceso descrito del paso 2 al 4, pero ahora con máscaras para filtrado pasa-altas (filtro laplaciano).



Figura 3: Imagen seleccionada del Banco de pruebas del reporte final

- **Análisis de resultados:** Durante el análisis se estuvieron observando los resultados para los filtros con máscaras laplacienses donde teníamos imágenes donde se habían aumentado las frecuencias altas (las esquinas de las matrices de los resultados de fftshift), el espectro con el filtro respecto al original se nota mucho más claro en estas zonas que el original.

```
1 image = imread('Desktop\placa3.jpg');
2 imageN = rgb2gray(double(image)/255);
3 [r,c]=size(imageN);
4 m = fspecial('laplacian');
5 r=((r+3)-1);
6 c=((c+3)-1);
7 fftmask=fft2(m,r,c);
8 tic
```

```
9 fftimage=fft2(imageN,r,c);
10 imageFinalfft=fftimage.*fftmask;
11 imageFinal=ifft2(imageFinalfft);
12 toc
13 tic
14 imageFinalconv=conv2(imageN, m);
15 toc
16 figure(1)
17 subplot(3,2,1),imshow((log(1+abs(fftshift(fftimage)))),[],title('
    espectro original'))
18 subplot(3,2,2),imshow((log(1+abs(fftshift(imageFinalfft)))),[],title('
    espectro filtrado'))
19 subplot(3,2,3),imshow(imageFinalconv,[],title('Filtro: convolucion'))
20 subplot(3,2,4),imshow(imageFinal,[],title('Filtro: FFT(laplaciano'))
21 subplot(3,2,5),imshow(image),title('Imagen: original')
22 subplot(3,2,6),imshow(imageN),title('Imagen: Gray')
23 % (fft)Elapsed time is 0.006945 seconds.
24 % (convolucion)Elapsed time is 0.004557 seconds.
```

Codigo 4: Codigo empleado para filtrar la imagen de pruebas

Resultados

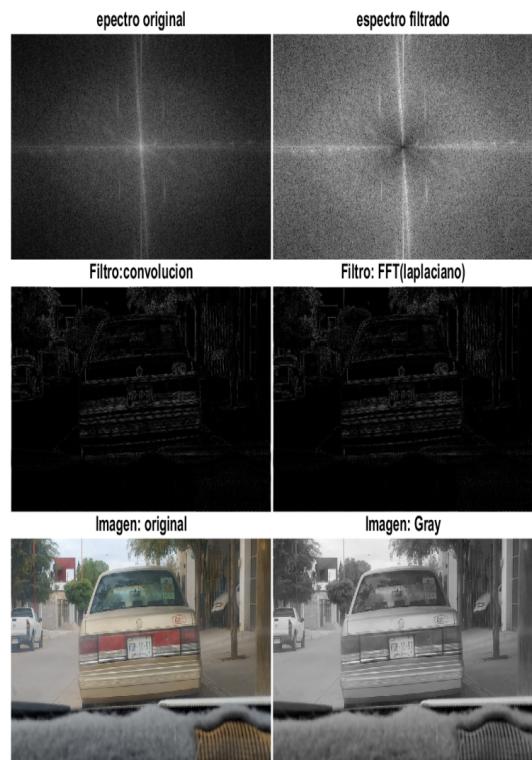


Figura 4: Resultados Frente a la imagen de pruebas

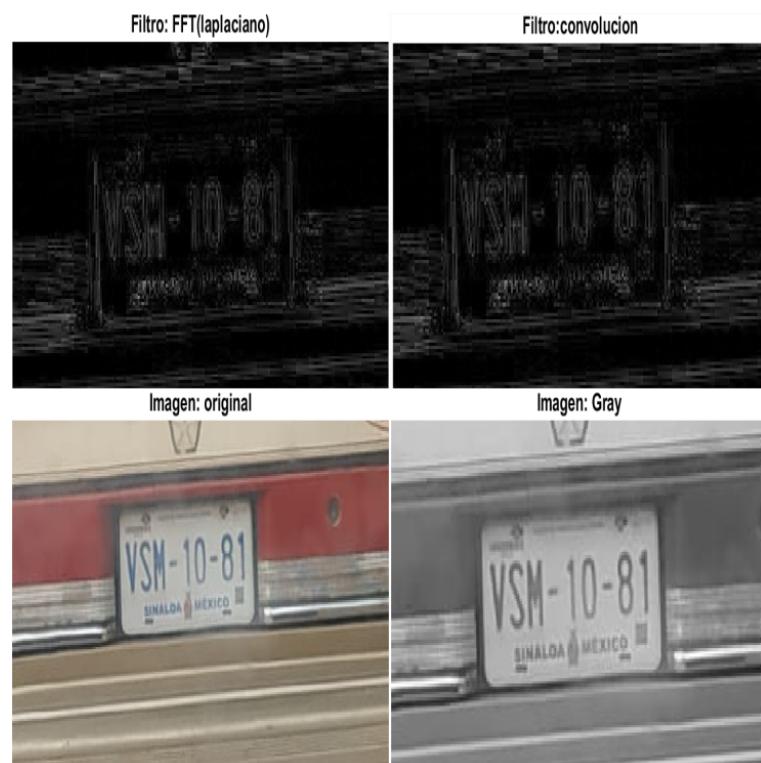


Figura 5: Zoom En las áreas de interés

3.2. Filtrado de ruido uniforme

1. Busque y seleccione o genere una imagen con ruido periódico de tal manera que sea visible en el espectro como franjas horizontales y/o verticales.
2. Analice el contenido en frecuencia de la imagen con ruido periódico seleccionada en el paso 1 con el objetivo de detectar en que frecuencias se encuentra el ruido.
3. Filtre en el dominio frecuencial la imagen seleccionada en el paso 1, deberá utilizar el filtro que considere elimina el ruido de manera eficaz (utilizando criterios subjetivos). El filtro consistirá en una máscara en el dominio frecuencial que al multiplicarla por el espectro de la imagen a procesar se eliminan las partes del espectro donde se encuentra el ruido. El procedimiento a seguir será:
 - a) Transformar al dominio frecuencial la imagen con ruido periódico utilizando la instrucción fft2.
 - b) Genere la máscara en el dominio frecuencial que funcionará como filtro.
 - c) Multiplique elemento por elemento la imagen espectral obtenida en el paso 3.a con la imagen generada en el paso 3.b.
 - d) Obtenga la imagen filtrada en el dominio espacial aplicando la instrucción ifft2 al arreglo resultante en el paso 3.c.

```
1 a=imread('mujer.png');
2 a=double(rgb2gray(a))/255;
3 % a=double(a)/255;
4 A=fft2(a);
5
6 figure(1),imshow(a),title('Imagen original');
7 figure(2),imshow(log(1+abs(A)),[]),title('Espectro')
8 M=ones(size(A));
9 %Ponemos 0's en los pixeles que queremos eliminar
10 M(:,71)=0;
11 M(:,426)=0;
12 M(:,179)=0;
13 M(:,318)=0;
14
15 figure(3),colormap(gray),imagesc(M),title('Mascara');
16 %Multiplicacion entre los dos espectros
17 B=A.*M;
18 b=ifft2(B);
19 figure(4),imshow(log(1+abs(B)),[]),title('Espectro corregido');
20 figure(5),imshow(b),title('Imagen corregida FFT');
21
22 %Filtro Espacial
23 a=imread('mujer.png');
24 a=double(rgb2gray(a))/255;
25 h = fspecial('average',7)
26 filtroespacial=imfilter(a,h,'conv');
27 figure(6),imshow(filtroespacial),title('Imagen con filtro espacial');
```

Código 5: Código Empleado para el desarrollo del ejercicio

4. Documente los resultados obtenidos del paso 3 mediante imágenes en el dominio espacial y frecuencial. Incluya comentarios y/o conclusiones de los resultados obtenidos (justifique el filtro empleado), puede utilizar argumentos subjetivos.
 - **Análisis de resultados:** En la figura 6, En este caso utilizamos un filtro en el dominio frecuencial y otro en el espacial, en el frecuencial multiplicamos el espectro por una máscara y en el espacial convolucionamos una máscara de la media. Basándonos en

los aspectos de las imágenes resultados, si hablamos de un costo filtrado/calidad en nuestra opinión el ganador sería el filtro espacial, ya que en el dominio frecuencial todavía se nota bastante ruido y en el espacial no, siendo muy poca la diferencia de nitidez entre las dos imágenes.

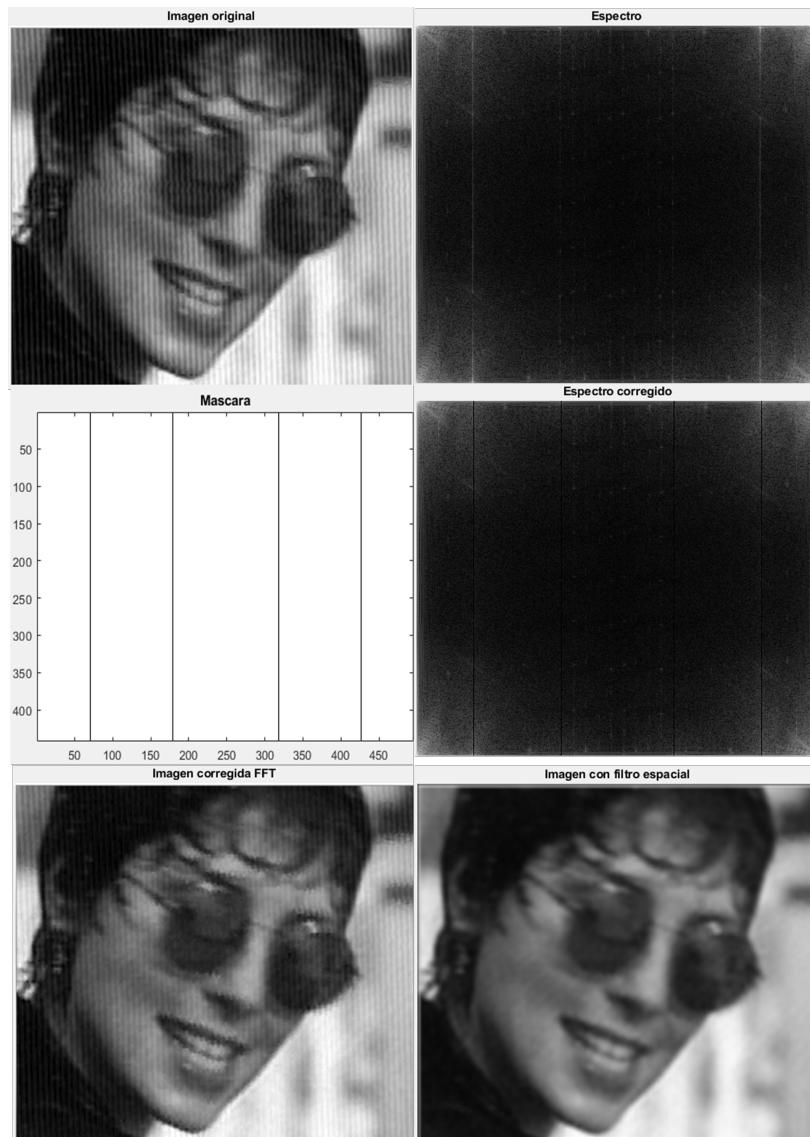


Figura 6: Análisis de resultados para el ruido periódico(líneas)

5. Busque y seleccione o genere una imagen con ruido periódico que sea visible en el espectro como puntos (o pequeñas estrellas) brillantes.
6. Filtre en el dominio frecuencial la imagen seleccionada en el paso 5, deberá utilizar el filtro que considere elimina el ruido de manera eficaz (utilizando criterios subjetivos). Se deberá utilizar el proceso descrito en el paso 3.

```

1 a=imread('ruidoantes.jpg');
2 a=double(a)/255;
3 A=fft2(a);
4 figure(1),imshow(a),title('Imagen original');
5 figure(2),imshow(log(1+abs(A)),[]),title('Espectro')
6 M=ones(size(A));
7 % %Ponemos 0's en los pixeles que queremos eliminar

```

```

8 M(81:87 ,248:254)=0;
9 M(415:421 ,498:504)=0;
10
11 M(164:171 ,521)=0;
12 M(331:337 ,251)=0;
13
14 M(415:421 ,123:129)=0;
15 M(81:87 ,623:629)=0;
16
17 M(331:337 ,624:630)=0;
18 M(165:171 ,123:129)=0;
19
20
21 figure(3), colormap(gray), imagesc(M), title('Mascara');
22 %Multiplicacion entre los dos espectros
23 B=A.*M;
24 b=ifft2(B);
25 figure(4), imshow(log(1+abs(B)), []), title('Espectro corregido');
26 figure(5), imshow(b), title('Imagen corregida');
27 %Filtrado mediante filtros de la media en el dominio espacial
28 a=imread('ruidoantes.jpg');
29 a=double(a)/255;
30 ventana=[
31     0     0     0     0     1;
32     0     0     0     1     0;
33     0     0     1     0     0;
34     0     1     0     0     0;
35     1     0     0     0     0
36 ]/5
37 imagenRPmedia=conv2(a,ventana,'same');
38 figure(102), imshow(imagenRPmedia); title('ImagenFiltrada: Mascara de la
    media');

```

Código 6: Código empleado para filtrar ruido periódico(estrellas)

7. Documente los resultados obtenidos del paso 6 mediante imágenes en el dominio espacial y frecuencial. Incluya comentarios y/o conclusiones de los resultados obtenidos (justifique el filtro empleado), puede utilizar argumentos subjetivos.

- **Análisis de resultados:** En la figura 7, los resultados anteriores podemos observar claramente las diferencias entre el filtrado en el dominio frecuencial y espacial, primero notamos en el espectro frecuencial la presencia de distintas tipo estrellas, las cuales corregimos multiplicando el espectro por una mascara con 0's en la zona que se quiere eliminar, por su contraparte en el dominio espacial utilizamos una mascara de la media para convolucionarla con la imagen original y así eliminar el ruido periódico
 En comparación con los dos métodos podemos notar que con el filtrado frecuencial se pierde muy poca información teniendo una imagen muy nítida, pero por el contrario con el filtro espacial la imagen se me muy borronada

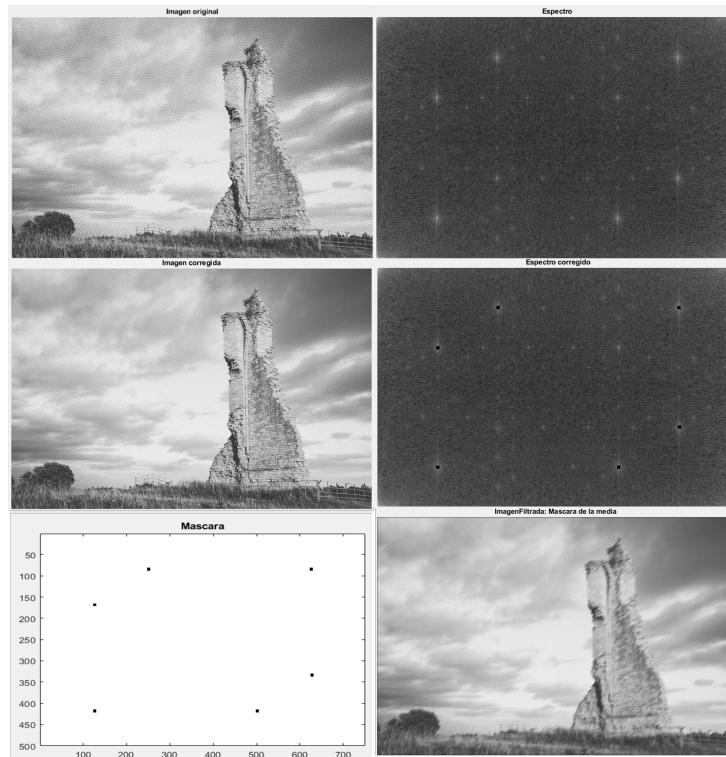


Figura 7: resultados del filtrado(estrellas)

3.3. Submuestreo

1. Lea una imagen de disco duro en la cual la mayor cantidad de información esté contenida en bajas frecuencias.



Figura 8: Imagen Seleccionada

2. Realice un sub-muestreo de la imagen obtenida del paso 1 de tal forma que la imagen resultante sea una versión completa de la imagen original pero de 151x151 pixeles.

```

1 clear all
2 clc
3 close all
4 image = imread('shinkansen-5237269_1920.jpg');
5 imageN1gray = rgb2gray((double(image)/255));
6 imagefft = fft2(imageN1gray);

7
8     %Submuestreo de la imagen
9 subfft = [imagefft(1:76,1:76),...
10         imagefft(1:76,end-74:end);...
11         imagefft(end-74:end,1:76),...
12         imagefft(end-74:end,end-74:end)];
13
14 subimage = ifft2(subfft);

```

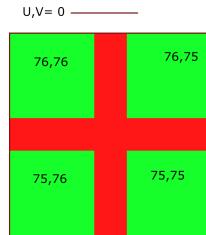


Figura 9: relacion utilizada para sumuestrear en el dominio de $[u, v]$

```

15 figure(1)
16 subplot(2,2,1),imshow(image),title('imagen original');
17 subplot(2,2,2),imshow(log(1+abs(fftshift(imagefft))),[]),title('espectro:
    original');
18 subplot(2,2,3),colormap(gray),imagesc(subimage),title('imagen reducida');
19 subplot(2,2,4),imshow((log(1+abs(fftshift(subfft)))),[]),title('Espectro:
    submuestreado');

```

Codigo 7: código empleado para submuestreo

3. Documente los resultados obtenidos del paso 2 mediante imágenes en el dominio espacial y frecuencial. Incluya comentarios y/o conclusiones de los resultados obtenidos (comente sobre si el submuestreo realizado no viola el criterio de muestreo, dedúzcalo de manera subjetiva).

- **Analisis de resultados:** Durante el análisis de resultados en la fig: 10, se pueden apreciar los efectos tanto en la imagen original(espectro y imagen), y la imagen final(espectro y imagen). En ellos destacan los efectos del submuestreo, tales que las frecuencias bajas se esparcen por todo el espectro, eliminando algunos cambios bruscos en la imagen.

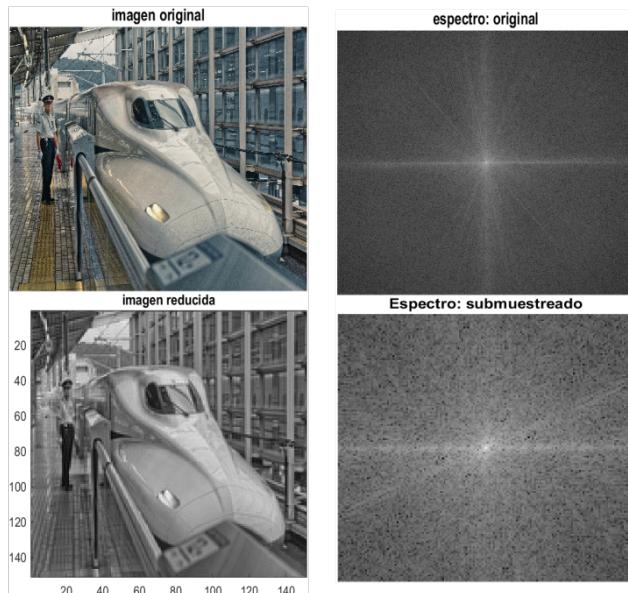


Figura 10: resultados del sub-muestreo

4. Conclusión

Durante el trabajo realizado se estuvieron llevando acabo procesos de filtrado tanto el dominio espacial como frecuencial, de distintos tipos de ruido. Mismos donde podemos destacar a nivel académico, decimos que tenemos un mayor control o nivel en el área de filtrado de imágenes empleando los métodos en el dominio espacial.

5. Anexos

5.1. Representación gráfica de algunas máscaras

Durante esta sección se analizaron algunas representaciones gráficas de algunas máscaras empleadas, durante la simulación. Generadas por la función fspecial de matlab.

- Máscara Gaussiana

```
1 m = fspecial('gaussian',[13,13],2);
2 figure(1)
3 surf(m);
```

Código 8: Máscara Gaussiana

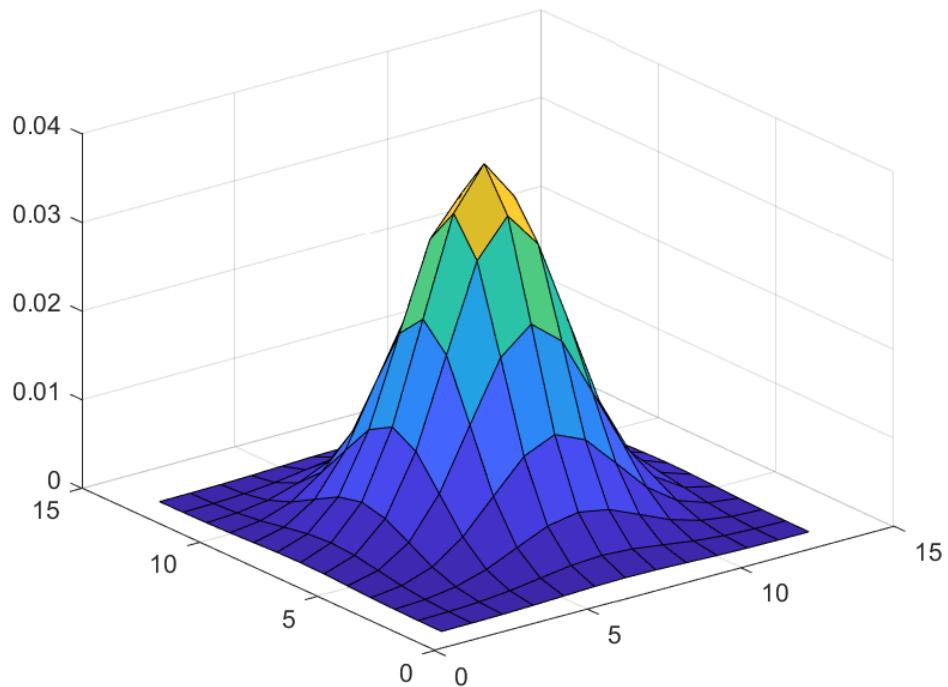


Figura 11: Mascara Gaussiana

■ Mascara Laplacian

```
1 m = fspecial('laplacian');
2 figure(2)
3 surf(m)
```

Codigo 9: Mascara laplaciana

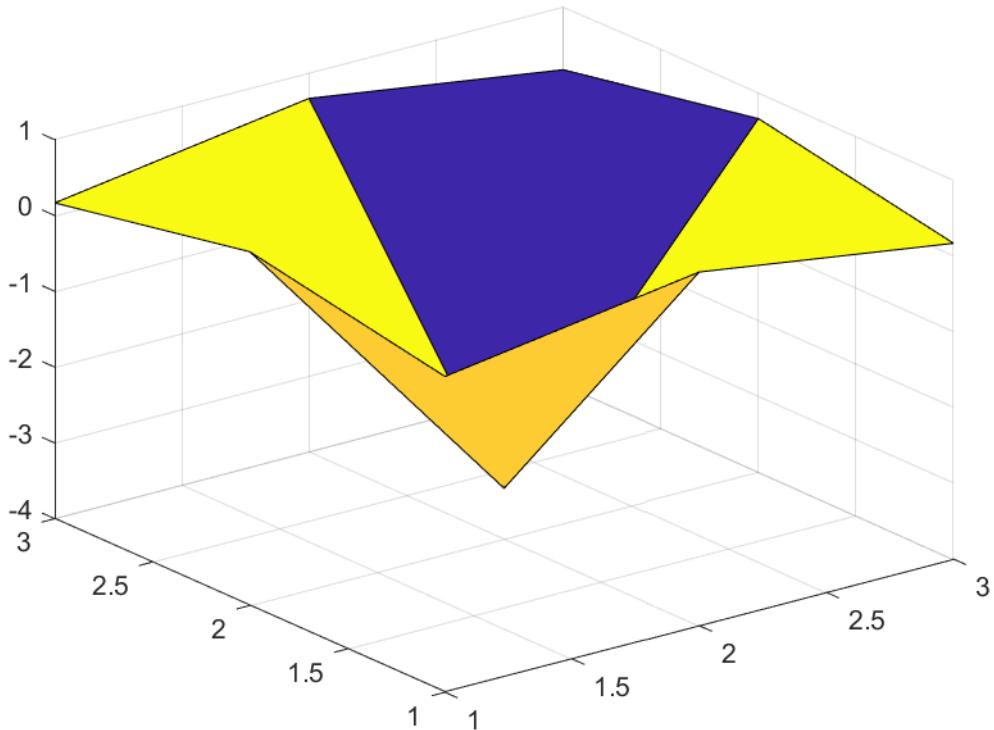


Figura 12: Mascara Laplaciana

5.2. Recomendaciones:

- El estudiante deberá seguir las pautas de higiene, conducta y seguridad indicadas en el reglamento interno de los laboratorios.
- Seguir las indicaciones dadas en este documento para el desarrollo de la práctica.

5.3. Observaciones:

- La evaluación se realizará a partir de la revisión individual y la calidad del reporte entregado en equipos de 3 estudiantes.
- En el informe se deberán incluir las siguientes secciones: Portada, Introducción, Competencias a desarrollar, Marco Teórico, Procedimiento (con los resultados obtenidos-figuras), Análisis de Resultados, Conclusiones y Fuentes de Información.

Referencias

- [1] *Apunte sobre procesamiento digital de señales*, 2021.
- [2] Rafael C Gonzalez and Richard E Woods. *Instructor's manual for digital image processing*. Addison-Wesley, 1992.
- [3] Oge Marques. *Practical image and video processing using MATLAB*. John Wiley & Sons, 2011. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/bti799>.