

Tarea 3: Transformada de Fourier, Filtros en frecuencia y Segmentación.

Profesora: Pamela Guevara

Ayudantes: Martín López, Paula Inostroza

Instrucciones generales

Escribir en Python (debe indicar versión usada) el desarrollo de los ejercicios enunciados a continuación, de forma ordenada y lo más eficiente posible, con las explicaciones y demostraciones pertinentes (comentarios en líneas de código relevantes y despliegue de los resultados obtenidos. Cada imagen e histograma debe incluir su respectivo título). Puede usar las bibliotecas de procesamiento de imágenes vistas en clases, disponibles en Python (PILLOW, OpenCV, etc).

La tarea tiene un valor de 60 puntos, es en grupos de máximo 2 personas, y debe subir a CANVAS:

- El código y todos los archivos necesarios para su ejecución en un archivo comprimido con el formato: apellido-integrante1_apellido integrante2_tarea3.zip. Este archivo debe contener sólo un archivo .py o .ipynb con el código y las imágenes necesarias para compilar su código.
- **Indicar en la parte superior del código, un comentario con el nombre de los integrantes.**

Las CONSULTAS sobre la tarea deberán ser realizadas por TEAMS, en el horario de Lunes a Viernes de las 8:00hrs hasta las 19:00hrs. Se recibirán consultas hasta el **viernes 1 de Diciembre**

Fecha de entrega: **martes 5 de Diciembre**

Nota: Tanto la profesora como los ayudantes se reservan el derecho de realizar interrogaciones para comprobar la autenticidad del trabajo entregado. Se podrán interrogar a ambos integrantes para corroborar la participación de ambos en el desarrollo de las tareas. De haber discrepancia entre los conocimientos de ambos integrantes y con la nota del trabajo, la nota de la tarea se promediará con la nota de la interrogación de cada integrante. Trabajos muy similares de distintos grupos serán calificados con la nota mínima. En caso de atraso, se descontarán 10 puntos por día de atraso.

Imágenes:

Las imágenes con las cuales se pide trabajar en el desarrollo de la tarea se encuentran disponibles en el siguiente link:

<https://drive.google.com/drive/folders/1I2jz-d-CdfoYWLdpvTfMf09ZgWcsjda3?usp=sharing>

Ejercicio 1

Para la imagen “moon.png”, realice los siguientes procesamiento.

- (a) Cargue y despliegue la imagen en escala de grises.
- (b) Calcule sus componentes frecuenciales a partir de la Transformada de Fourier y muestre el espectro de frecuencia centrado con su correspondiente título, como se muestra en la Figura 1 (represente el espectro de amplitud en escala logarítmica). Comente si hay muchas o pocas frecuencias altas, responda en función del espectro y la imagen obtenida.
- (c) Para lograr eliminar el ruido en la imagen ocasionado por las frecuencias específicas, primero obtenga una máscara a partir del módulo de la Transformada de Fourier en escala logarítmica utilizando un umbral igual a 10. Para unir los puntos más cercanos aplique un filtro de mínimo. Despliegue la imagen del resultado obtenido, como se muestra en la primera imagen de la Figura 2.
- (d) Con la máscara del filtro selectivo suprima además las componentes de muy baja frecuencia. Para esto puede combinar la máscara obtenida en el paso anterior (c) con un filtro pasa bajo ideal de radio a elección (utilizar operaciones lógicas). Para la implementación del filtro ideal utilice la función disponible en el archivo `fft.lib`. Despliegue las tres imágenes máscara, filtro ideal y combinación de ambos, como se muestra en la Figura 2.
- (e) Utilice la máscara obtenida en el paso anterior (d) para filtrar en frecuencia la imagen cargada en el paso 1 (a). Despliegue la imagen original con ruido y la imagen filtrada, como se muestra en la Figura 3.
- (f) Utilizando el filtro espacial generado en el inciso anterior encuentre y despliegue el patrón de ruido, como se muestra en la Figura 4.

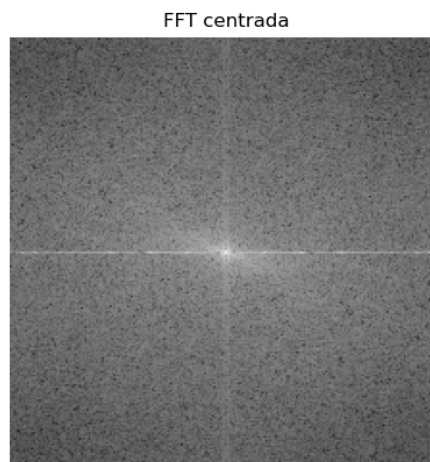


Figura 1: Transformada de Fourier centrada.

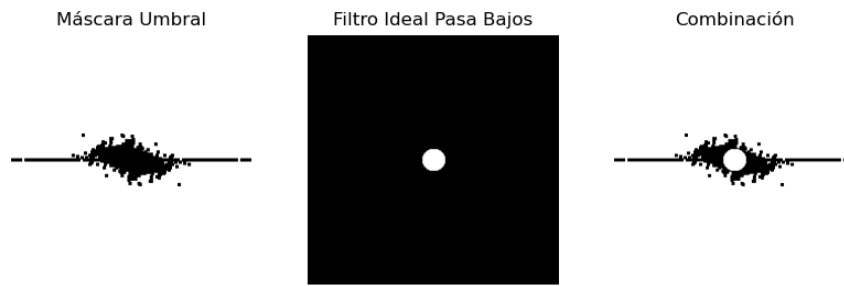


Figura 2: Imagen de máscaras y filtro.

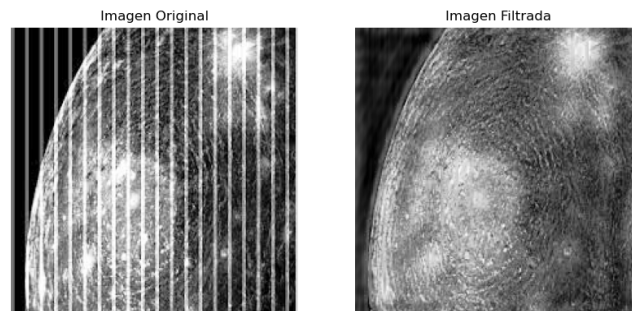


Figura 3: Imagen original e imagen con el filtro aplicado.

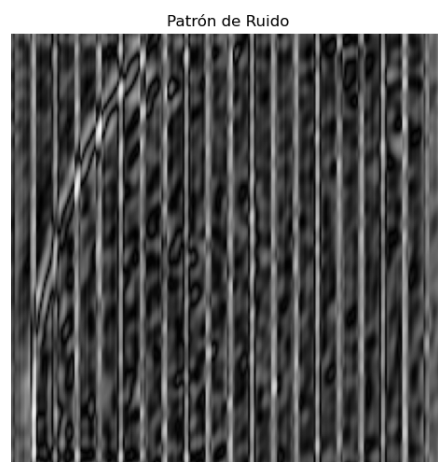


Figura 4: Patrón de Ruido de la imagen.

Ejercicio 2

Para la imagen "RM_T1.png", se pide realizar una segmentación lo más perfecta posible de la materia blanca y la materia gris, utilizando los algoritmos de Level Set, K-means y Crecimiento de Regiones.

Algoritmo de Level Set

NOTA: Las fotos de referencia no representan la segmentación más limpia posible. Variando el número de iteraciones y el umbral utilizado en la máscara es posible obtener segmentaciones más limpias, como las de la siguiente subsección.

1. Aplique a la imagen un filtro que le permita obtener el gradiente óptimo para la aplicación del algoritmo Level Set y aplíquelo a la imagen original. Explique por qué dicho filtro inicial es necesario para el funcionamiento del algoritmo de Level Set como se muestran en la Figura 5.
2. Realice una máscara de inicialización del algoritmo de Level Set. Para realizar esto, considere eliminar el cráneo de esta misma, debido a que puede influir en la segmentación de la materia blanca y gris. Para ello, se recomienda hacer uso del algoritmo de componentes conexas u otro método de etiquetado y selección. Puede guiarse de la Figura 6.
3. Ejecute el algoritmo de Level Set. Imprima por pantalla el tiempo de ejecución de cada iteración, para finalmente crear un histograma acumulativo que muestre cómo varían los tiempos de ejecución a medida avanza la iteración del algoritmo. Debe tener los tiempos en el eje Y y la iteración respectiva en el eje X. Comente qué pasa si hay un exceso de iteraciones y qué pasa si hay falta de estas mismas.
4. Muestre por pantalla un plot que despliegue la evolución del algoritmo, como se muestra en la Figura 7. Si usó muchas iteraciones, use máximo 25 subplots.

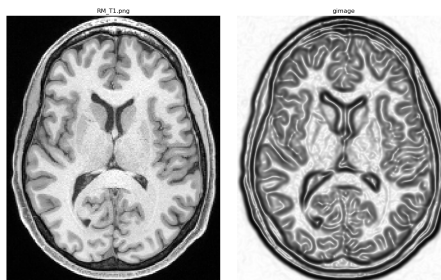


Figura 5: Imagen original y filtro.

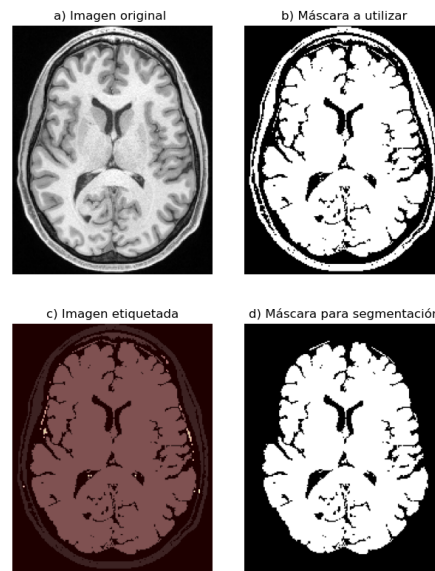


Figura 6: Segmentación.

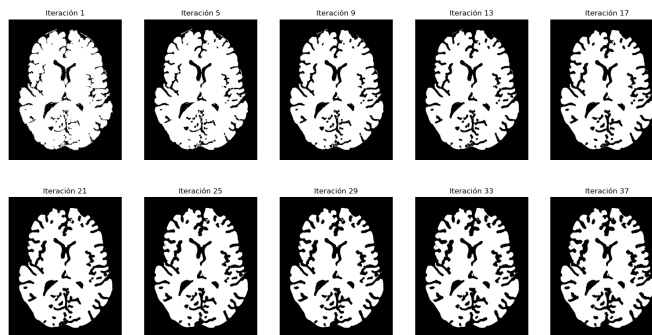


Figura 7: Evolución de LevelSet.

Algoritmo de Crecimiento de Regiones y K-means

1. Obtenga una máscara de la materia gris del cerebro mediante el algoritmo de crecimiento de regiones. Para ello escoja en la imagen, un nivel de gris que le sirva de semilla. Despliegue en una sola figura la imagen original (identificando la semilla escogida) y la máscara obtenida. Como referencia, en la Figura 8 se muestra solo la imagen correspondiente a la máscara de la materia gris.
2. Utilice el algoritmo k-means con $K = 4$ para segmentar la imagen original y obtener una máscara de la materia gris. Apóyese del uso del algoritmo de componentes conexas para

extraer la máscara deseada. Despliegue sus resultados y comente. Puede guiarse de Figura 9.

3. Compare los resultados obtenidos de cada segmentación (K-means y crecimiento de regiones). Genere un código automático que permita calcular el área que ocupan los píxeles que pertenecen a la materia blanca y a la materia gris (por separado), considerando que los píxeles poseen un tamaño de 2×1 mm. Muestre en pantalla los resultados de las áreas.

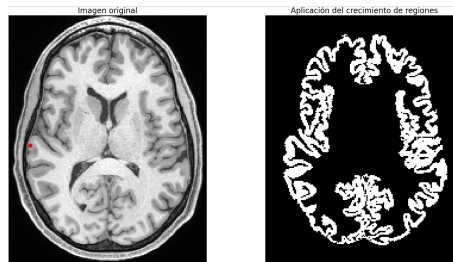


Figura 8: Crecimiento de regiones.



Figura 9: Imagen tras aplicación del algoritmo K-means con $K = 4$.

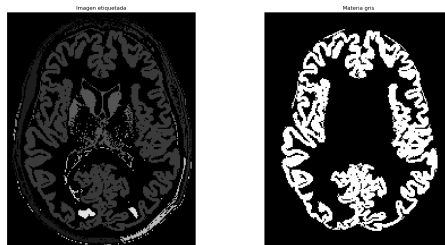


Figura 10: Máscara etiquetada tras aplicar K-means con el fin de seleccionar el área de interés.

Rúbrica

Ejercicio 1	20
Despliegue de la imagen en escala de grises	2
Cálculo de la transformada de Fourier y despliegue en el dominio de las frecuencias	4
Obtención de la máscara y aplicación de filtro de mínimo	3
Obtención del filtro ideal y despliegue de imágenes	3
Aplicación de la máscara y despliegue de imágenes	3
Obtención y despliegue del patrón de ruido	3
Código ordenado, comentarios y nombres de variables adecuados	1
Código sin errores de ejecución	1
Ejercicio 2	40
Elección del gradiente óptimo y explicación	5
Creación de máscara de inicialización	5
Ejecución de Level Set	5
Impresión de gráfico de tiempos	5
Visualización de la evolución de Level Set	5
Aplicación del algoritmo de crecimiento de regiones	5
Aplicación del algoritmo K-means	5
Conteo del área de materia gris	5