Descripción de los Códigos en MATLAB y Python

Emmanuel Marín, Ignacio Grané, Felipe Vargas
Instituto Tecnológico de Costa Rica

***Abstract*—Este documento presenta una descripción detallada de dos códigos, uno en MATLAB y otro en Python, que implementan operaciones con matrices complejas y la Transformada de Fourier Discreta (DFT) hipercompleja, respectivamente.**

I. Introducción

El propósito de este documento es detallar el funcionamiento de dos códigos implementados en MATLAB y Python. El código de MATLAB guarda matrices que cumplen propiedades algebraicas específicas, mientras que el código de Python aplica la DFT-2D hipercompleja a una imagen. Estos códigos se basan en conceptos de álgebra lineal y transformadas de Fourier, con el fin de explorar aplicaciones de matrices complejas.

II. Código 1 (MATLAB)

Este código crea y guarda dos matrices, $J1$ y $J2$, en un archivo `'parte2-p1.m'`. Ambas matrices cumplen la propiedad $J^2 = -I_4$, donde I_4 es la matriz identidad de 4×4. La primera matriz, $J1$, contiene entradas complejas, mientras que la segunda, $J2$, tiene solo entradas reales. El propósito es generar y almacenar estas matrices para su posterior análisis.

Después de definir las matrices, el código verifica si ambas matrices cumplen la propiedad mencionada. Esto se hace multiplicando cada matriz por sí misma (es decir, $J1^2$ y $J2^2$) y comparando el resultado con $-I_4$. Si ambas cumplen con esta condición, se muestra un mensaje indicando que son válidas; de lo contrario, se muestra un error.

Finalmente, las matrices se muestran en la consola, junto con los resultados de sus cuadraturas y la matriz $-I_4$. Esta comprobación asegura que las matrices generadas son correctas de acuerdo con la propiedad matemática que deberían satisfacer.

III. Código 2 (Python)

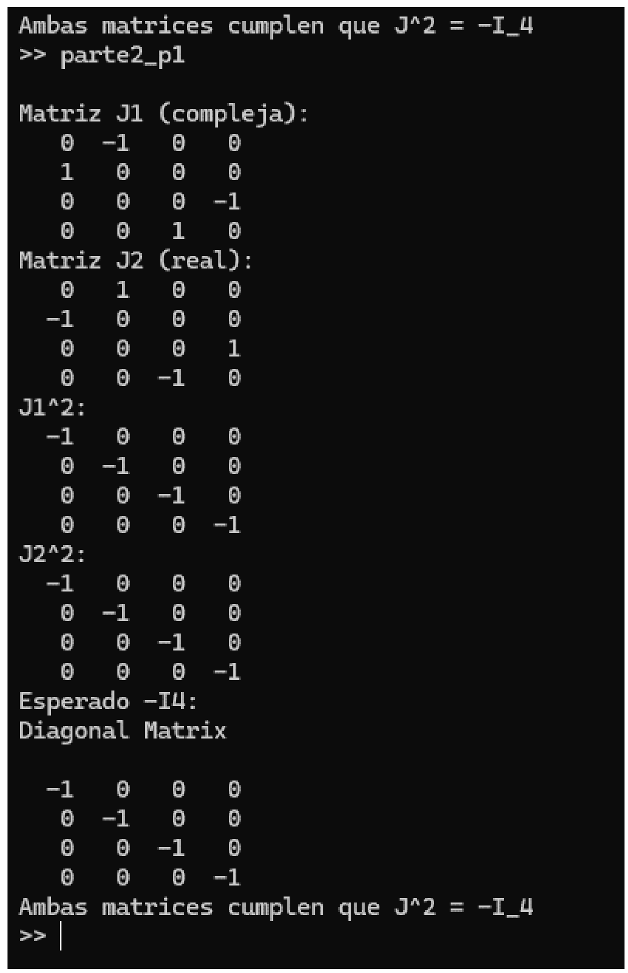
El segundo código realiza la Transformada de Fourier Discreta (DFT) en 2D utilizando una matriz J obtenida del código anterior, aplicándola a la famosa imagen de "Lena". Primero, la imagen se convierte a escala de grises para facilitar el cálculo de la DFT, ya que el código utiliza valores en cada píxel para realizar cálculos de transformadas hipercomplejas basadas en la matriz J.

La DFT-2D hipercompleja se implementa calculando transformadas en bloques 4×4 para cada píxel de la imagen. Se usa la matriz J para crear funciones E que representan las relaciones seno y coseno en el espacio de frecuencias. Luego, los resultados se normalizan y se utiliza la norma de Frobenius para calcular el espectro de la imagen, lo cual genera una representación logarítmica del espectro de frecuencias.

Finalmente, el espectro calculado se muestra junto con la imagen original en una ventana de dos subgráficos. La función `fftshift` se usa para centrar las frecuencias bajas en el espectro, y ambas imágenes (la original y el espectro) se presentan lado a lado para facilitar su comparación visual.

IV. Resultados

El código 1 permitió comprobar que las matrices generadas cumplen con la propiedad $J^2 = -I_4$



```
Ambas matrices cumplen que J^2 = -I_4
>> parte2_p1

Matriz J1 (compleja):
   0  -1   0   0
   1   0   0   0
   0   0   0  -1
   0   0   1   0
Matriz J2 (real):
   0   1   0   0
  -1   0   0   0
   0   0   0   1
   0   0  -1   0
J1^2:
  -1   0   0   0
   0  -1   0   0
   0   0  -1   0
   0   0   0  -1
J2^2:
  -1   0   0   0
   0  -1   0   0
   0   0  -1   0
   0   0   0  -1
Esperado -I4:
Diagonal Matrix

  -1   0   0   0
   0  -1   0   0
   0   0  -1   0
   0   0   0  -1
Ambas matrices cumplen que J^2 = -I_4
>>
```

Fig. 1. Pregunta 1 parte 2.

mientras que el código 2 implementa exitosamente la DFT hipercompleja para la imagen "Lena", mostrando su espectro de frecuencias.

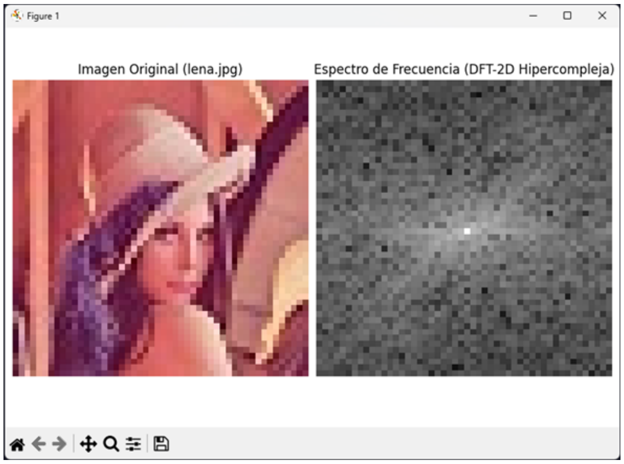


Fig. 2. Pregunta 12 parte 2.

V. Conclusión

Ambos códigos presentados son útiles para la exploración de matrices complejas y su aplicación en transformadas de Fourier. Los resultados obtenidos confirman la correcta implementación de las propiedades matemáticas y de las operaciones hipercomplejas.

Referencias

References

[1] R. N. Bracewell, *The Fourier transform and its applications*, 3rd ed., McGraw-Hill, 1999.

[2] J. B. Conway, *Functions of one complex variable*, 2nd ed., Springer, 1978.

[3] I. L. Kantor and A. S. Solodovnikov, *Hypercomplex numbers: An elementary introduction to algebras*, vol. 5, Springer, 1989.