

Procesamiento Digital de Imágenes

Práctica 5

“Interpolación”

Dr. Boris Escalante R.

Dra. Jimena Olveres Montiel

Reglas generales para el desarrollo de las Prácticas de Laboratorio.

- El reporte de las prácticas constará de las secciones: objetivo, introducción, desarrollo (incluyendo cálculos si es el caso), resultados, conclusiones, código fuente y bibliografía.
- Las prácticas deben ser originales, es decir, se sancionará a los equipos o autores de prácticas idénticas, incluyendo si fueron copiadas de prácticas de semestres anteriores.
- Se recomienda trabajar en MATLAB ya que podrán obtener asesoría sobre el uso de comandos de este paquete. Esto no significa que no puedan usar otras herramientas, sin embargo, no estará garantizada la asesoría en estos casos.
- El desarrollo de la práctica es trabajo de casa. El día de entrega de la práctica deberán llegar preparados, con el reporte elaborado e impreso. No se reciben reportes en formato electrónico. Durante ese día solo se revisará la práctica, se verificará el funcionamiento de los programas, sus resultados y las conclusiones que hayan obtenido con el fin de corroborar que el objetivo de la práctica se haya logrado.

1. Objetivos

Dada una imagen con un número de muestras igual a $N \times M$, donde N y M son el ancho y el largo de la imagen respectivamente:

- Encontrar las imágenes interpoladas usando interpoladores de orden cero, lineal y cúbico.
- Interpolación de la imagen en el dominio de la frecuencia.

2. Introducción

El problema de construir una función continua a partir de datos discretos es inevitable cuando estos datos deben ser manipulados de cierta manera que se necesita información no incluida explícitamente. Para resolver este problema, el esquema más utilizado es la interpolación que consiste en construir una función que aproxime de la manera más perfecta a la función original desconocida en los puntos de la medición.

La interpolación de imágenes es una operación muy importante usada en imagenología médica, procesamiento de imágenes y graficación por computadora. Existe una gran variedad de métodos de interpolación reportados en la literatura [1][2]. La interpolación de imágenes es necesaria en una gran variedad de situaciones como las que se mencionan a continuación:

1. Representar imágenes o volúmenes a un nivel deseado de discretización modificando para ello la tasa de muestreo de los píxeles o voxels (voxel, elemento de volumen equivalente a pixel en 2D).
2. Cambiar la orientación de alguna rejilla de discretización.

3. Combinar la información sobre un mismo objeto desde múltiples modalidades en una sola imagen (fusión de imágenes). Por ejemplo, una resonancia magnética (MRI) y una Tomografía por Emisión de Positrones (PET) del cerebro de un paciente.
4. Cambio de rejilla de discretización, por ejemplo de polares a rectangulares.

Probablemente el uso más común de la interpolación sea la mencionada en el punto número 1, donde por lo regular se desean analizar ciertos detalles de una imagen a una escala y otros detalles a una escala más fina (zoom).

Algunas transformaciones pueden involucrar un cambio de coordenadas, por ejemplo, la función de conversión de coordenadas polares, adquiridas a través de un transductor de ultrasonido, a coordenadas cartesianas necesario para la visualización de la imagen en un monitor. En general, casi cualquier transformación geométrica sobre una imagen o un volumen necesita que se efectúe una interpolación.

La calidad de la imagen o volumen obtenidos dependerá del proceso utilizado para realizar la interpolación así como también del trabajo necesario para que una computadora lo ejecute en un tiempo razonable.

3. Desarrollo

Para todos los puntos siguientes y con la finalidad de poder observar el desempeño de los distintos interpoladores usar una imagen nítida de baja resolución. Se recomienda usar imágenes desde 128x128 hasta 256x256 píxeles como máximo y la imagen *pentagon* que se encuentra disponible en la sección de imágenes del curso.

1. Sobremuestro espacial:

- Obtenga el sobremuestreo de la imagen original insertando ceros entre los píxeles de la misma con factores $T \uparrow = 2 \times 2$ y $T \uparrow = 4 \times 4$.
- Obtenga la magnitud del espectro de la DFT (*abs*) de cada una de las imágenes sobremuestreadas y de la imagen original. Despliegue los resultados en una misma figura para efectos de comparación (en Matlab se puede usar el comando *subplot*). Recuerde usar *fftshift* para centrar los espectros y una función de escalamiento para el despliegue, ejemplo: $\text{ImFDespliegue} = \log(1.0 + \text{ImF})$, donde ImF es la DFT de la imagen con sobremuestreo.
- Explique el efecto del sobremuestreo espacial en el espectro de la DFT.
- ¿Qué sucedería si se intercalaran ceros entre los valores del espectro de la DFT?

2. Interpolación espacial. Interpole las imágenes con sobremuestreo obtenidas en el inciso anterior (con factores $T \uparrow = 2 \times 2$ y $T \uparrow = 4 \times 4$) usando interpoladores:

- De orden cero
- Lineal
- Cúbico
- Para cada caso y factor de interpolación despliegue con alguna función de acercamiento (*zoom*) una misma región seleccionada de las imágenes interpoladas. Compare y explique los resultados de los distintos interpoladores en una misma figura.
- Obtenga la magnitud del espectro de la DFT (*abs*) de cada una de las imágenes interpoladas. Despliegue los espectros en una misma figura para compararlos. Explique el efecto de los distintos tipos de interpolación en los espectros de las DFTs.

3. Interpolación en frecuencia:

- Obtenga la DFT de la imagen original y despliegue su magnitud.
- Centre el espectro de la DFT (*fftshift*) y agregue ceros alrededor del mismo hasta completar y obtener dos espectros cuyas dimensiones correspondan a las dimensiones de la imagen original multiplicadas por los factores de interpolación $T \uparrow = 2 \times 2$ y $T \uparrow = 4 \times 4$ respectivamente.

- Despliegue las magnitudes de las DFTs (*abs*) con ceros alrededor. Use una función de escalamiento para el despliegue.
 - Compare en una misma figura las magnitudes de las DFTs (*abs*) de las imágenes interpoladas en el punto 2 con la magnitudes de las DFTs (*abs*) con ceros alrededor. Explique los resultados y diferencias.
 - Calcule la inversa de la DFT (IDFT) de las DFTs con ceros alrededor.
4. Haga una figura para comparar los cuatro métodos (pueden ser dos figuras: una para el factor 2x2 y otra para el factor 4x4). Despliegue una región ampliada (zoom), si hace falta, para ver las diferencias entre los métodos.

4. Resultados

Para cada inciso, desplegar las imágenes obtenidas. Explicar las diferencias encontradas entre los distintos tipos de interpoladores así como el desempeño de los mismos.

5. Código

En esta sección deberán presentar el código fuente del programa en MATLAB (o de la herramienta que se haya utilizado).

6. Conclusiones

Referencias

- [1] E. Meijeringa, A Chronology of Interpolation: From Ancient Astronomy to Modern Signal and Image Processing, *Proceedings of the IEEE*, Vol. 90, No. 3, 2002.
- [2] E. Maeland, On the Comparison of Interpolation Methods, *IEEE Transactions on Medical Imaging*, Vol. 1, No. 3, 1988.