



**Instituto Politécnico Nacional
Escuela Superior de Cómputo**



Práctica 11

Operaciones morfológicas con lattices

**Procesamiento Digital de Imágenes
Grupo 4BV1**

Alumno: Padilla García Andrea Miranda

Objetivo: Aplicar las operaciones morfológicas ahora a imágenes en niveles de gris.

Introducción

Las operaciones morfológicas son un conjunto de técnicas utilizadas en el procesamiento de imágenes para analizar y modificar la forma y estructura de los objetos dentro de una imagen. Estas operaciones se basan en la teoría matemática de la morfología, que estudia las propiedades de las formas y los patrones.

Las operaciones morfológicas se aplican generalmente a imágenes binarias, aunque algunas también pueden aplicarse a imágenes en escala de grises. Estas operaciones se utilizan para eliminar ruido, separar o extraer formas específicas y realizar diversas tareas en el análisis de imágenes. En esta práctica, se implementarán las siguientes operaciones a imágenes en escala de grises:

- Erosión
- Dilatación
- Apertura
- Cierre

Para implementar cualquiera de las operaciones, requerimos de un elemento estructurante. Un elemento estructurante es una matriz que se utiliza para definir la *vecindad* o el patrón de píxeles que se procesan conjuntamente. La forma y el tamaño del elemento estructurante determinan cómo interactúa la operación morfológica con los píxeles de la imagen. Hay diferentes tipos de elementos estructurantes, entre ellos:

Cuadrado/Rectángulo	Afecta uniformemente a todos los píxeles vecinos.	
Disco/Círculo	Proporciona efectos isotrópicos, es decir, cambios uniformes en todas las direcciones.	
Cruz	Resalta los cambios en las direcciones horizontal y vertical.	
Elipse	Presenta efectos anisotrópicos, es decir, mayor influencia en una dirección.	

Para esta práctica se decidió utilizar elementos estructurantes de la forma y dimensiones siguientes:

- Diamante 5×5
- Diamante 7×7
- Disco 7×7

Erosión

La erosión es una operación morfológica que reduce las regiones brillantes de una imagen en niveles de gris en función de un elemento estructurante, considerando la imagen como un lattice ordenado de intensidades.

En el enfoque de lattices, la erosión se define como la aplicación del operador ínfimo (mínimo) sobre los valores de intensidad contenidos en el vecindario determinado por el elemento estructurante.

La erosión en niveles de gris tiene dos componentes principales:

- Elemento estructurante: define la forma y el tamaño del vecindario local.
- Imagen en niveles de gris: cuyos valores pertenecen al conjunto ordenado [0,255].

Este proceso produce los siguientes efectos:

- Reducción de regiones brillantes: las intensidades altas disminuyen, contrayendo las áreas claras.
- Eliminación de detalles brillantes pequeños: estructuras de tamaño menor al elemento estructurante desaparecen.
- Retracción de bordes: los contornos de las regiones brillantes se desplazan hacia el interior.

Dilatación

La dilatación es una operación morfológica fundamental que complementa a la erosión. En niveles de gris, la dilatación expande las regiones brillantes de la imagen mediante la aplicación del operador supremo (máximo) sobre el vecindario definido por el elemento estructurante.

Al igual que la erosión, la dilatación en lattices se basa en:

- Elemento estructurante.
- Imagen en niveles de gris.

Los efectos principales de la dilatación son:

- Expansión de regiones claras: los valores de intensidad altos se propagan hacia los píxeles vecinos.
- Relleno de pequeñas discontinuidades oscuras: huecos o separaciones de baja intensidad pueden desaparecer.
- Realce de estructuras brillantes: los objetos claros se vuelven más prominentes.

Apertura (erosión seguida de dilatación)

La apertura es una operación morfológica compuesta que consiste en aplicar primero una erosión y posteriormente una dilatación, utilizando el mismo elemento estructurante.

En el contexto de lattices, la apertura elimina estructuras brillantes pequeñas sin afectar significativamente la forma general de los objetos de mayor tamaño.

El proceso consta de:

- Erosión: reduce las regiones brillantes y elimina detalles pequeños.
- Dilatación: restaura parcialmente el tamaño de las regiones que sobrevivieron a la erosión.

El efecto principal de la apertura es:

- Suavizado de contornos.
- Eliminación de ruido brillante.
- Supresión de protuberancias pequeñas sin alterar los objetos principales.

Cierre (dilatación seguida de erosión)

El cierre es la operación morfológica dual de la apertura y se define como la aplicación de una dilatación seguida de una erosión, empleando el mismo elemento estructurante.

En niveles de gris, el cierre se utiliza para llenar pequeñas regiones oscuras dentro de áreas brillantes, manteniendo la forma general de los objetos.

El proceso consta de:

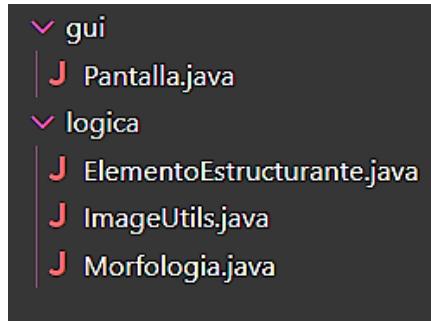
- Dilatación: expande las regiones brillantes, cerrando huecos oscuros pequeños.
- Erosión: reduce nuevamente las regiones expandidas, conservando los huecos que ya fueron cerrados.

Los efectos principales del cierre son:

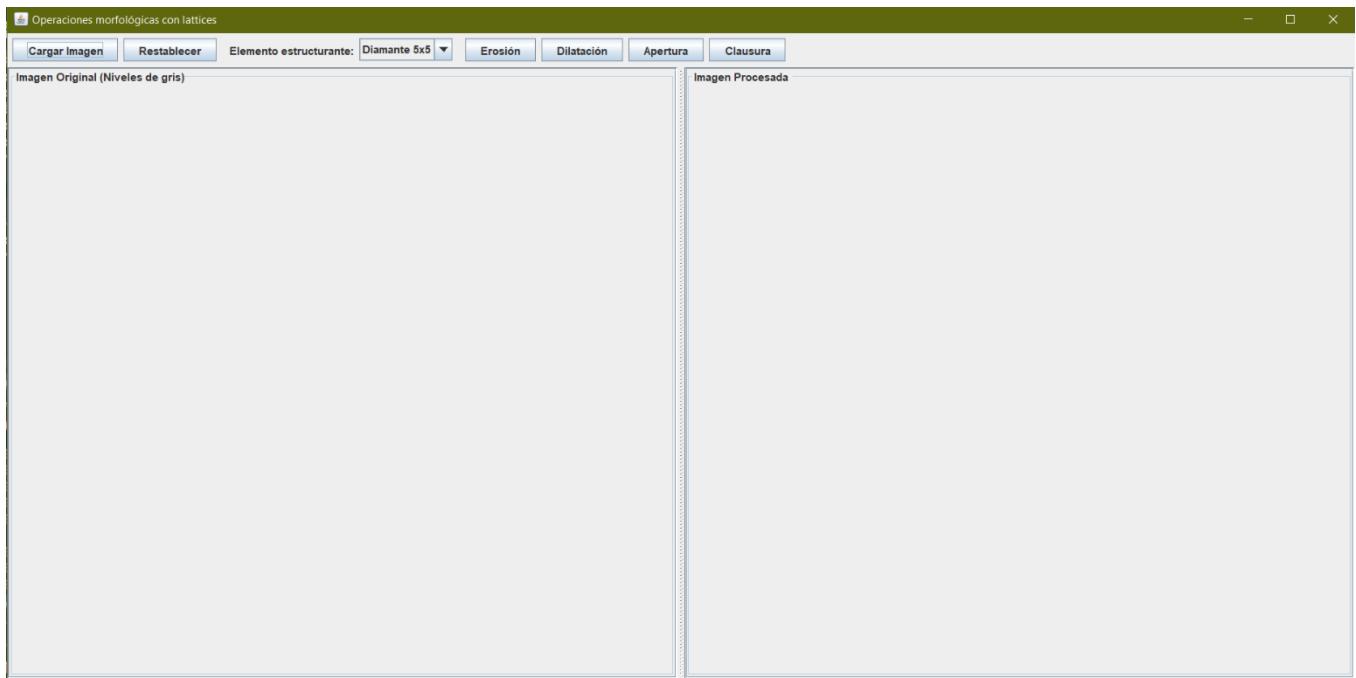
- Relleno de huecos oscuros pequeños.
- Suavizado de contornos.
- Conexión de regiones brillantes cercanas.

Desarrollo

Para estructurar y organizar mi código, propongo la siguiente organización:



El diseño/organización de la pantalla (gui) fue estructurado de la siguiente manera:



La imagen se carga y convirtia a escala de grises, permitiendo trabajar directamente con los valores de intensidad de cada píxel. A partir de esta representación, se implementaron las operaciones básicas de **erosión** y **dilatación**, donde la erosión asigna el valor mínimo del vecindario, mientras que la dilatación asigna el valor máximo.

Con base en estas operaciones, se aplicaron las operaciones compuestas de **apertura** y **cierre**. La apertura permitió eliminar ruido y suavizar contornos mediante una erosión seguida de una dilatación, mientras que el cierre ayudó a llenar pequeños huecos y unir regiones cercanas al aplicar una dilatación seguida de una erosión.

Es importante destacar que, al aplicar múltiples operaciones de forma consecutiva, cada nueva operación se realiza sobre la imagen ya procesada y no sobre la imagen original, lo que permite observar efectos acumulativos y analizar cómo las transformaciones morfológicas modifican progresivamente la imagen, y en caso de ser necesario, se puede reestablecer la imagen para aplicar operaciones morfológicas desde cero con la imagen inicial.



Conclusión

Para concluir, realizar esta práctica logré implementar las operaciones morfológicas básicas en imágenes binarias: erosión, dilatación, apertura y clausura. Como en la práctica anterior donde se implementan las operaciones, pero sobre imágenes binarias, añado que estas operaciones resultan útiles para solucionar problemas que probablemente lleguemos a experimentar y que se soluciona de manera sencilla con este método.

Referencias

M, T. (2025, 11 noviembre). *Morphological Operations in Image Processing*. Roboflow Blog. <https://blog.roboflow.com/morphological-operations/>

Morfología. (s. f.). <https://grupo.us.es/gtocoma/pid/tema5-1.pdf>

De La O, S. (s. f.). *Operaciones de dilatación y erosión*. <https://drive.google.com/file/d/1Op9NUEqgoKECMdkqwO0Cx1c8itFQnzsk/view>