

Proyecto 1 - Sistemas Distribuidos

Universidad de Talca
rpavez@utalca.cl

09 de Septiembre 2025

1. Enunciado

La *Morfología Matemática* es una técnica aplicable al área de procesamiento de imágenes que permite la eliminación de ruido, a partir de la construcción de filtros o suavizado de la imagen. Para su aplicación requiere la creación y desplazamiento de un *elemento estructurante*, el que causará distintos efectos en la imagen resultante, todo dependiendo de su forma y los elementos que lo contengan.

La técnica de **Erosión** busca la eliminación de los colores más claros dentro de la imagen, por lo que cualquier *ruido claro* podría ser eliminado. La erosión opera reemplazando el valor del píxel de estudio por el menor valor de los pertenecientes al elemento estructurante.

La técnica de **Dilatación** busca expandir los colores más claros dentro de la imagen, por lo que cualquier *ruido oscuro* podría ser eliminado. La dilatación opera reemplazando el valor del píxel de estudio por el mayor valor de los pertenecientes al elemento estructurante.

En la *Figura 1* se aprecia la aplicación del elemento estructurante sobre una matriz de números. Habitualmente la acción es desarrollada como una *ventana deslizante* que va desde la parte superior izquierda hasta la parte inferior derecha, fila a fila, píxel a píxel, realizando la evaluación y el cambio en caso de ser necesario.

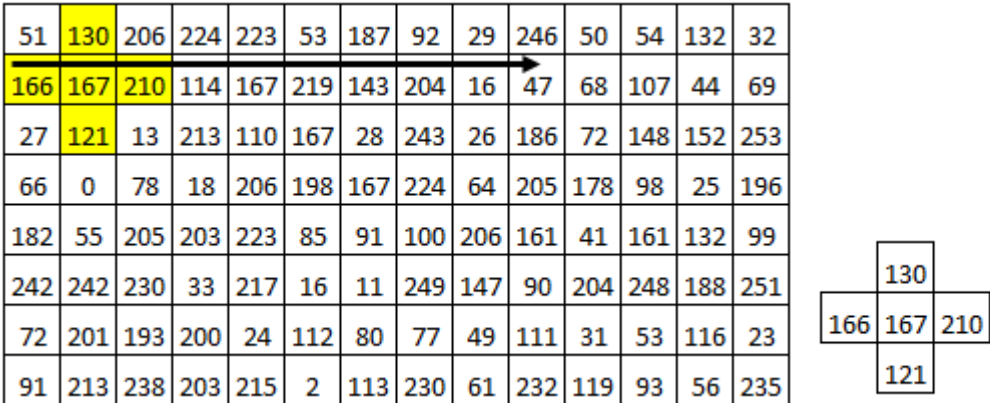


Figura 1: Caso de estudio y Elemento estructurante

La *Figura 2*, muestra el resultado luego de la aplicación de la técnica de *Erosión*, utilizando el elemento estructurante descrito en la *Figura 1*.

La *Figura 3*, muestra el resultado luego de la aplicación de la técnica de *Dilatación*, utilizando el elemento estructurante descrito en la *Figura 1*.

Es muy importante recordar que el *elemento estructurante* puede ser otro, lo que produciría distintos resultados sobre la matriz final. Por cada análisis que se quiera realizar, el *elemento estructurante* se debe manejar como una constante respecto a su forma.

51	130	206	224	223	53	187	92	29	246	50	54	132	32
166	121	13	114	110	53	28	16	16	16	50	44	44	69
27	0	13	13	110	28	28	26	16	26	68	72	25	253
66	0	0	18	18	85	28	64	26	64	41	25	25	196
182	0	55	18	85	16	11	91	64	41	41	41	25	99
242	55	33	33	16	11	11	11	49	90	31	53	116	251
72	72	193	24	24	2	11	49	49	31	31	31	23	23
91	213	238	203	215	2	113	230	61	232	119	93	56	235

Figura 2: Erosión

51	130	206	224	223	53	187	92	29	246	50	54	132	32
166	210	210	224	223	219	219	243	204	246	107	148	152	69
27	167	213	213	213	219	243	243	243	205	186	152	253	253
66	121	205	223	223	223	167	249	206	206	204	248	188	196
182	242	230	223	223	223	167	249	206	206	204	248	188	99
242	242	242	230	223	217	249	249	249	204	248	248	251	251
72	242	238	203	217	112	113	249	147	232	204	248	188	23
91	213	238	203	215	2	113	230	61	232	119	93	56	235

Figura 3: Dilatación

2. Requerimientos

El trabajo deberá ser **desarrollado en Java** y será dividido en dos grandes problemas:

2.1. Problema 1

Resolver la **paralelización del algoritmo**, tanto para la dilatación como para la erosión. Si bien ambos algoritmos son sencillos, es claro que la dificultad está en el *desplazamiento del elemento estructurante*.

Una alternativa de solución para este caso pasa por dividir la matriz en pequeñas porciones (submatrices), lo que podría ocasionar otros problemas al intentar reconstruir la imagen final, ya que los bordes de cada submatriz también deberían ser computados por cada algoritmo y su respectivo elemento estructurante.

2.2. Problema 2

Desarrollar un experimento que considere el análisis secuencial y paralelo de una serie de elementos estructurantes aplicados a la imagen. Se deberá desarrollar una aplicación que permita la ejecución de los cinco elementos estructurantes descritos en la *Figura 4*, tanto para la versión paralela como para versión secuencial. El objetivo de esto es poder comparar ambas implementaciones, secuencial y paralelo, sobre el mismo set de imágenes en color y bajo el mismo elemento estructurante.

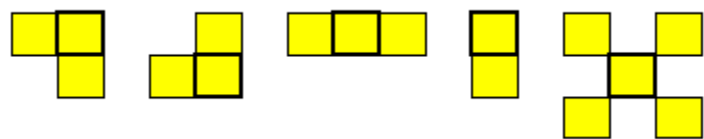


Figura 4: Elementos estructurantes

Al utilizar imágenes en color, usted deberá definir como parte de su solución, una estrate-

gia para realizar las aplicaciones de los elementos estructurantes, ya que como notará estos son aplicados sobre una matriz bidimensional, pero una imagen en modelo de color RGB implica que cada píxel se compone de un arreglo con tres valores, uno por cada tono Rojo, Verde y Azul.

Al mirar la *Figura 4* debe tener en consideración que se tomarán todos los píxeles en amarillo para editar el valor del píxel destacado con los bordes más gruesos.

Una vez que sea implementada la solución y se ejecute sobre un set de imágenes, su proyecto deberá ser modificado para permitir el funcionamiento con parámetros o selección de casos por medio de un menú de ejecución, el cuál puede ser directamente vía entrada de comandos por consola o por medio de una interfaz gráfica simple.

3. Observaciones

Al momento de realizar su proyecto deberá considerar los siguientes puntos:

- En la solución de ambos problemas deberá considerar la lectura de imágenes en modelo de color RGB con dimensiones variables sobre los 10.000x10.000 píxeles, las que deberán venir en formato **PNG**.
- Con la idea de validar sus procedimientos paralelos, se deberá establecer una solución secuencial de cada algoritmo que permita generar las mismas imágenes resultantes, con esto se podrá comparar los valores finales de cada matriz y verificar que se trate de los mismos datos, pero procesados de manera diferente.
- Un problema no menor a resolver es la aplicación del elemento estructurante sobre los bordes de las imágenes, ya que dependerá de la forma de éste para que modifique o no su valor, pudiendo incluso tratar de evaluar elementos que no estén presentes en las dimensiones de la imagen.

4. Evaluación y Entrega

Esta evaluación puede ser desarrollada en equipos de [2 a 3] integrantes, evitando el trabajo de forma individual debido a la magnitud del proyecto y entregables. Corresponde al 60 % de la nota de la Unidad 1 y se compone de tres elementos a entregar:

1. 60 % – Código Fuente (Secuencial y Paralelo)
2. 25 % – Informe técnico.
3. 15 % – Video de simulación. (**Evaluación individual**)

4.1. Código Fuente

Se deberá incorporar la versión secuencial y paralela de ambos problemas, además de una serie de imágenes que apoye los resultados obtenidos.

4.2. Informe técnico

Este documento debe contener información detallada del proceso de construcción de su solución, justificando en cada paso las decisiones ejecutadas. Deberá establecer con claridad la solución diseñada, los problemas abordados y la especificación del algoritmo en su versión paralelo.

Adicionalmente se deberá establecer las condiciones necesarias para escalar la solución al trabajo en más de una unidad de procesamiento, identificando su *Clasificación de Flynn* y la forma en como esto podría ser *distribuido*.

Los resultados deberán ser entregados en una tabla que describa los distintos escenarios de prueba, entre los que pueden estar:

- Tamaño de Imagen
- Elemento estructurante seleccionado.
- Algoritmo (Erosión o Dilatación).

- Tiempo de ejecución Secuencial.
- Recursos utilizados en la ejecución Secuencial.
- Tiempo de ejecución Paralelo.
- Recursos utilizados en la ejecución Paralela.

Para el registro de los tiempos y recursos se hace necesario asegurar que los elementos no estén previamente en memoria, ya que esto alterará los resultados o realizar el lanzamiento de tres implementaciones y registrar los promedios de cada caso. Es importante que al considerar el tiempo de ejecución se asegure que el registro sea solo de la aplicación de los algoritmos y que el dato no se vea influenciado por el proceso de lectura/escritura de imagen, elección del elemento estructurante o cualquier otra acción del usuario.

4.3. Video de Simulación

Este video no debe sobrepasar los 15 minutos, en el debe venir la explicación respecto de la técnica utilizada en la paralelización del algoritmo y el elemento estructurante, además de un ejemplo de ejecución de su solución. Esta evaluación tiene un carácter individual, por lo que cada integrante deberá explicar algún elemento fundamental del proyecto y no limitarse solo a comentarios generales. Si eventualmente a través del video no queda clara la participación de algún integrante, este podría ser evaluado de forma individual en los demás elementos de entrega, por medio de una interrogación.

4.4. Plazos

La fecha de entrega se extiende hasta el día **Martes 07 de Octubre, hasta las 08:30 hrs**, vía **Educandus**.