



TRANSFORMACIONES MORFOLÓGICAS

Miguel Angel Camargo Rojas

PREVIEW

La palabra morfología denota comúnmente una rama de la biología que se ocupa de la forma y la estructura de los animales y las plantas. Aquí utilizamos la misma palabra en el contexto de la morfología matemática como herramienta para extraer componentes de la imagen que son útiles en la representación y descripción de la forma de la región, como los límites y los esqueletos. También nos interesan las técnicas morfológicas de pre o postprocesamiento, como el filtrado y el adelgazamiento.

INTRODUCCIÓN

Las operaciones morfológicas se definen en términos de conjuntos (sets). En el procesamiento de imágenes, utilizamos la morfología con dos tipos de conjuntos de píxeles: *objetos* y *elementos estructurantes* (SE). Normalmente, los objetos se definen como conjuntos de píxeles de primer plano. Los elementos estructurantes pueden especificarse en términos de píxeles de primer plano (foreground) y de fondo (o segundo plano, background). Además, los elementos estructurantes a veces contienen los denominados elementos "don't care", denotados por \times , que significan que el valor de ese elemento particular en el SE no importa.

INTRODUCCIÓN

Como las imágenes con las que trabajamos son matrices rectangulares, y los conjuntos en general tienen una forma arbitraria, las aplicaciones de la morfología en el tratamiento de imágenes requieren que los conjuntos estén embebidos en matrices rectangulares. Al formar dichas matrices, asignamos un valor de fondo a todos los píxeles que no son miembros de conjuntos de objetos.



Structuring element
represented as a set

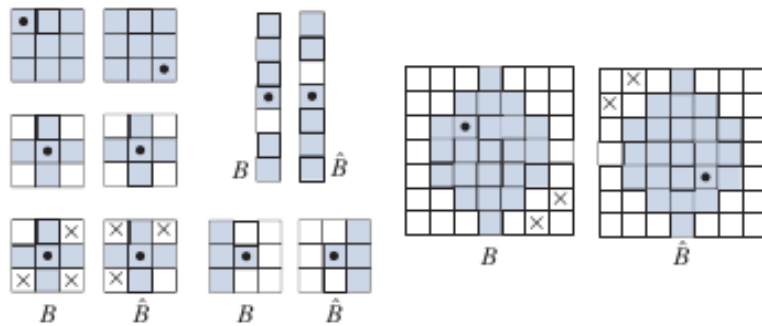


Structuring element
represented as a graphical image



Digital
structuring element

INTRODUCCIÓN



Los SE se utilizan de forma similar a los kernel de convolución espacial, y el borde de la imagen anterior es similar al relleno (padding) que hemos discutido en clases anteriores. Las operaciones son diferentes en la morfología, pero las operaciones de relleno (padding) y deslizamiento son las mismas que en la convolución.

La reflexión es la misma operación que realizamos con los kernel antes de la convolución espacial, que consiste en rotar el SE en 180° .

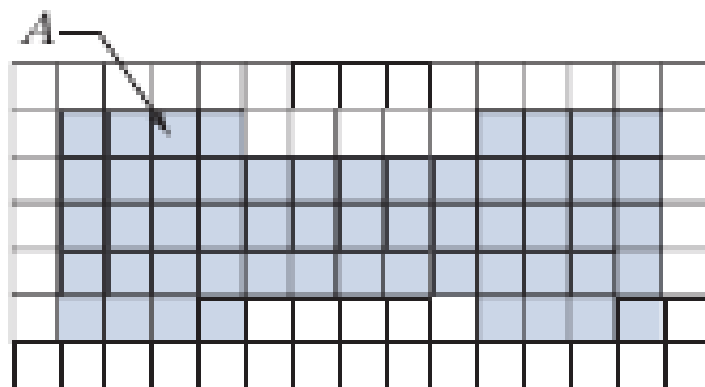
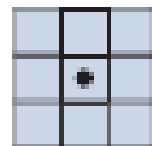


Image I



B

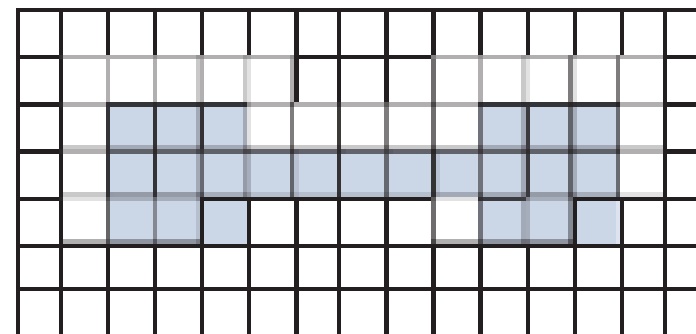


Image after morphological operation

INTRODUCCIÓN

Como introducción a la forma en que se realizan las operaciones morfológicas entre las imágenes y los SE, considere la siguiente figura.

EROSIÓN Y DILATACIÓN

EROSIÓN Y DILATACIÓN

Comenzamos la discusión de la morfología estudiando dos operaciones: la erosión y la dilatación. Estas operaciones son fundamentales para el procesamiento morfológico. De hecho, muchos de los algoritmos morfológicos discutidos en este capítulo se basan en estas dos operaciones primitivas.

EROSIÓN

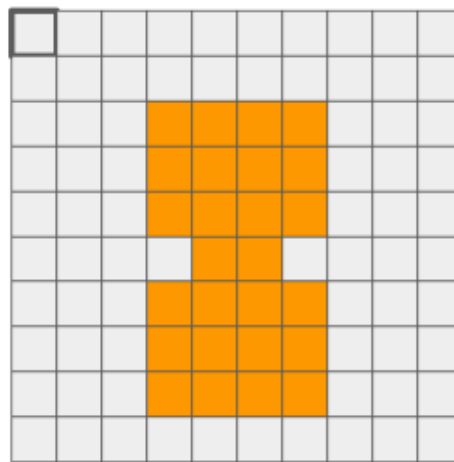
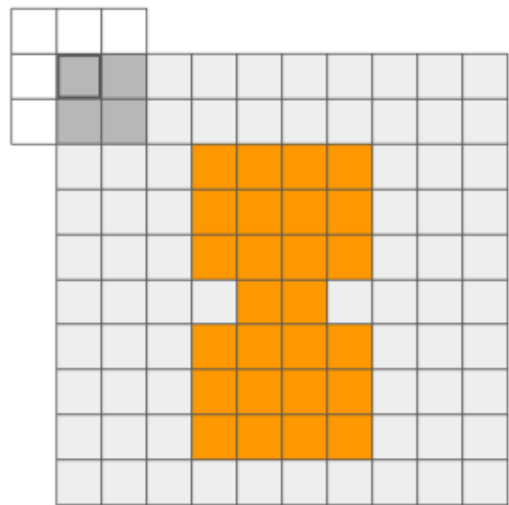
La erosión de una imagen binaria f por un elemento estructurante s (denotado $f \ominus s$) produce una nueva imagen binaria $g = f \ominus s$ con unos en todas las ubicaciones (x,y) del origen de un elemento estructurante en las que ese elemento estructurante s se ajusta a la imagen de entrada f , es decir, $g(x,y) = 1$ si s se ajusta a f y 0 en caso contrario, repitiéndose para todas las coordenadas de píxeles (x,y) .

EROSIÓN

La erosión con elementos estructurantes cuadrados pequeños (por ejemplo, de 2×2 a 5×5) encoge una imagen eliminando una capa de píxeles de los límites interiores y exteriores de las regiones.

Los elementos estructurantes más grandes tienen un efecto más pronunciado, siendo el resultado de la erosión con un elemento estructurante grande similar al resultado obtenido por la erosión iterada utilizando un elemento estructurante más pequeño de la misma forma. Si s_1 y s_2 son un par de elementos estructurantes de forma idéntica, siendo s_2 el doble de grande que s_1 , entonces

$$f \ominus s_2 \approx (f \ominus s_1) \ominus s_1.$$



EROSIÓN

Fuente: <https://penny-xu.github.io/blog/mathematical-morphology>

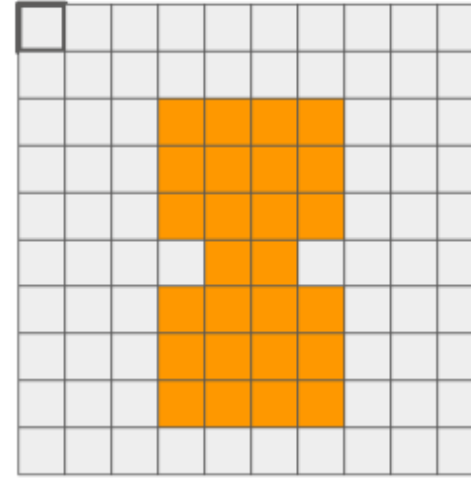
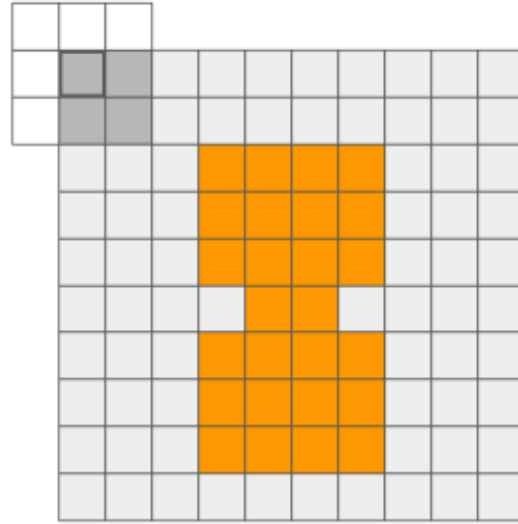
DILATACIÓN

La dilatación es uno de los dos operadores básicos en el área de la morfología matemática, siendo el otro la erosión. El efecto básico del operador en una imagen binaria es “aumentar” o “engrosar” gradualmente los límites de las regiones de los píxeles de primer plano (es decir, los píxeles blancos, típicamente). Por lo tanto, las áreas de píxeles de primer plano aumentan de tamaño, mientras que los huecos dentro de esas regiones se vuelven más pequeños.

DILATACIÓN

La dilatación de una imagen binaria f por un elemento estructurante s (denotado $f \oplus s$) produce una nueva imagen binaria $g = f \oplus s$. La forma y el alcance de este engrosamiento se controla por la forma y el tamaño del elemento estructurante utilizado.

Todos los píxeles de fondo en cuyo vecindario exista al menos un píxel perteneciente al objeto, se convierten en objeto.



DILATACIÓN

Fuente: <https://penny-xu.github.io/blog/mathematical-morphology>

BONUS

Dilatar el “primer plano” es lo mismo que erosionar el “fondo”, y del mismo modo, ¡erosionar el primer plano es lo mismo que dilatar el fondo!

EJEMPLOS DE USO - DILATACIÓN

- **Detección de bordes:** tomando la dilatación de una imagen y luego restando la imagen original, se resalta así solo esos nuevos píxeles en los bordes de los objetos que fueron agregados por la dilatación.
- **Reparar caracteres rotos en una imagen.**

EJEMPLOS DE USO - EROSIÓN

- **Remover componentes de una imagen.**
- **Elimina los píxeles flotantes y las líneas finas para que sólo queden los objetos sustanciales. Las líneas restantes aparecen más finas y las formas más pequeñas.**

APERTURA Y CIERRE

Como has visto en el apartado anterior, la dilatación amplía los componentes de un conjunto y la erosión lo reduce. En esta sección, discutiremos otras dos operaciones morfológicas importantes morfológicas: la apertura y el cierre. La apertura generalmente suaviza el contorno de un objeto, rompe los componentes estrechos y elimina las protuberancias finas. El cierre también tiende a suavizar secciones de contornos, pero, a diferencia de la apertura, generalmente fusiona roturas y componentes largos y finos, elimina pequeños agujeros y rellena huecos en el contorno.

APERTURA

La apertura se define de la siguiente manera:

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B$$

Así, la apertura A por B es la erosión de A por B, seguida de una dilatación del resultado por B.

APERTURA – EJEMPLO DE USO

Esta operación es útil para eliminar el ruido. Esto se debe a que la primera erosión eliminará cualquier forma de la imagen original que sea más pequeña que el elemento estructurante, pero también reducirá la forma que queremos. Entonces, la dilatación revertirá el encogimiento, pero no traerá de vuelta el "ruido".

CIERRE

El cierre se define de la siguiente manera:

$$A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B$$

Que indica que el cierre de A por B es simplemente la dilatación de A por B, seguida de la erosión del resultado por B.

CIERRE – EJEMPLO DE USO

Esta operación es útil para "cerrar" huecos. Esto se debe a que cuando aplicamos la dilatación por primera vez, los orificios se cerrarán, pero la forma principal se agrandará. Luego, la erosión revertirá el agrandamiento de la forma principal, por lo que los efectos del cierre realmente son solo "cerrar" los agujeros.

BONUS

Aplicar apertura a los píxeles del primer plano con un determinado SE equivale a aplicar cierre a los píxeles del fondo con el mismo elemento.