

Tema 4: Procesamiento morfológico

4.1. Introducción. Elementos y terminología

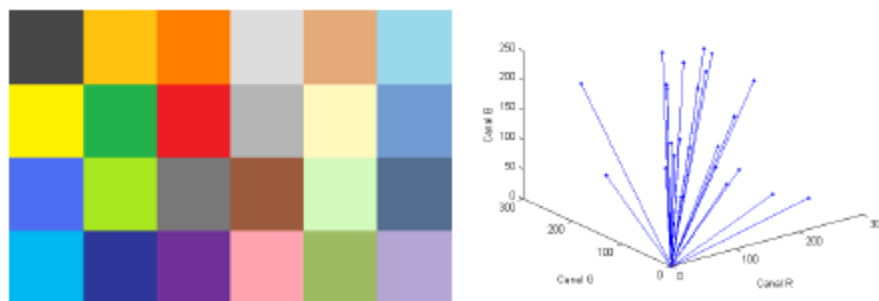
4.2. Morfología para imágenes binarias

4.3. Morfología para imágenes en escala de grises

4.4. Morfología para imágenes en color

4.4. Morfología para imágenes en color

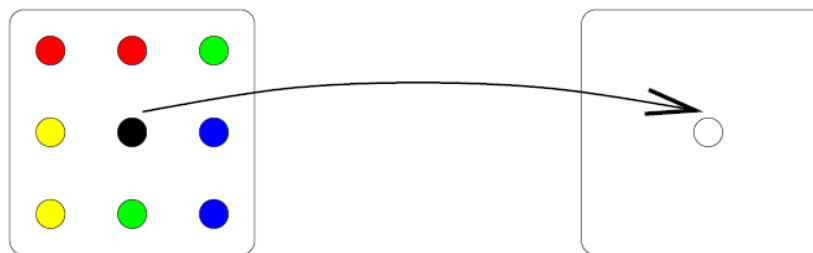
En una imagen en color, cada píxel se representa a través de tres componentes (RGB, HSI, Lab, ...) \Rightarrow cada píxel se representa como punto en un espacio 3D.



Las operaciones morfológicas se basan en la existencia de un ordenamiento de los elementos, con el fin de determinar posteriormente el mínimo/máximo valor. Ese ordenamiento aparece de manera natural en las imágenes binarias y en escala de grises, pero ¿qué sucede en las imágenes en color?

Erosión \rightarrow basada en mínimos

Dilatación \rightarrow basada en máximos



EE cuadrado 3x3

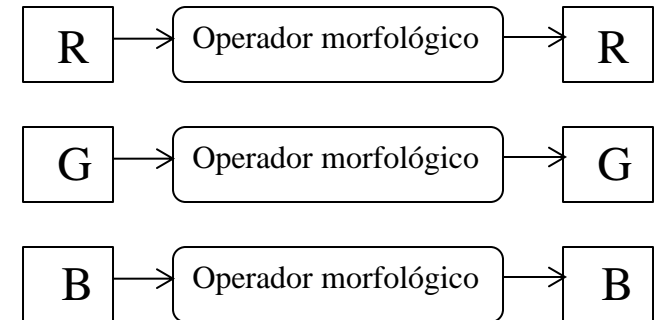
?

¿cómo determinar qué color es el máximo o mínimo?

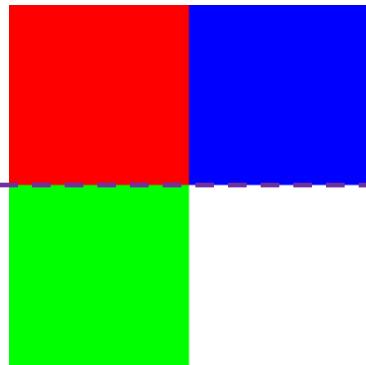
4.4. Morfología para imágenes en color

En la literatura se han propuesto varios esquemas de ordenamiento, pero ninguno de ellos está ampliamente aceptado.

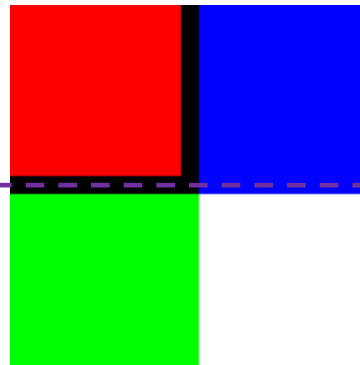
La alternativa más directa es utilizar la teoría de imágenes monocromáticas y aplicar el operador correspondiente (erosión, dilatación, ...) de manera independiente a cada componente de color R, G, B. Es el enfoque morfológico **marginal** o **componente a componente**.



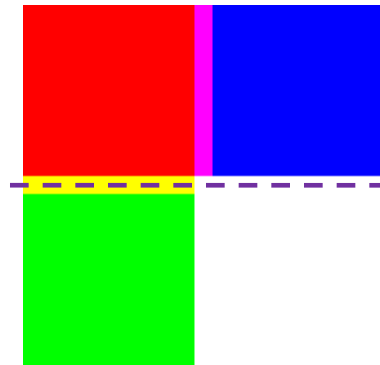
Ej_MMcolor_marginal.m



Erosión de cada componente
con `strel('square',11)`



Dilatación de cada componente
con `strel('square',11)`



Inconveniente: puede generar nuevos (falsos) colores, especialmente en las fronteras. Adicionalmente, tampoco hace uso de la correlación entre componentes, que se podría utilizar para mejorar la calidad del resultado.

4.4. Morfología para imágenes en color

Ejemplos de
aproximación
marginal



Imágenes originales



ASF2



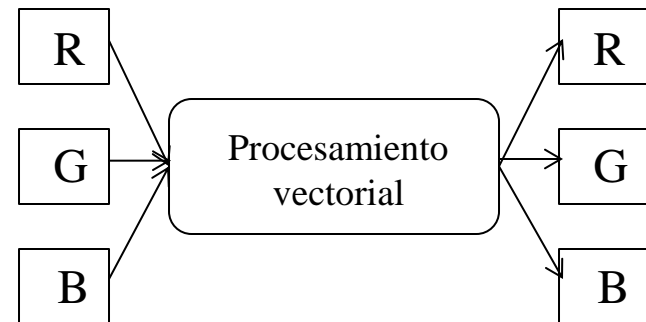
ASF3



ASF4

4.4. Morfología para imágenes en color

La alternativa es tratar el color en cada píxel como un vector, no como tres componentes separadas. A este enfoque se le denomina **aproximación vectorial**, con un único procesado (global) sobre datos tridimensionales \Rightarrow no ignora la correlación entre canales.

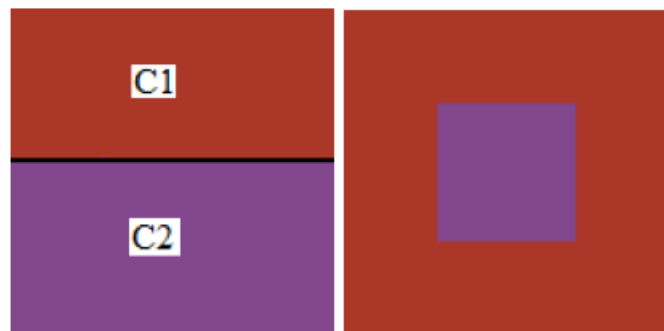


Para definir las operaciones morfológicas básicas se necesita el concepto de máximo (o mínimo) \Rightarrow definir un ordenamiento de los vectores (colores) en el espacio de color considerado.

Ese ordenamiento hace que, frente a la aproximación marginal, en la aproximación vectorial el vector resultante de la operación morfológica deba ser uno de los vectores de entrada.

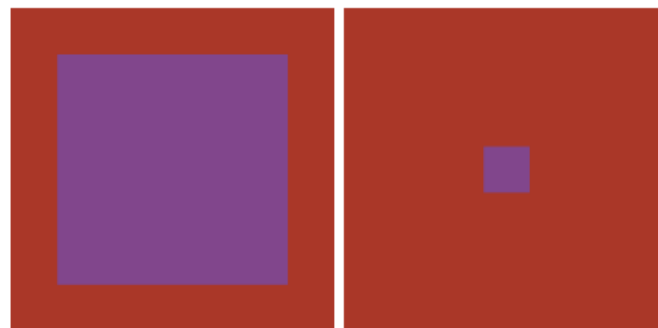
4.4. Morfología para imágenes en color

Existen numerosos esquemas de ordenamiento en espacios de color. Por ejemplo, se puede considerar la distancia euclídea al punto $[0,0,0]$ como transformación del vector a un valor escalar a partir del establecer una relación de orden (mínimo/máximo).



$c1 = [170; 55; 40]$
 $c2 = [129; 70; 140]$

$d(c1)=183.09$
 $d(c2)= 202.83$



Dilatación Erosión
 ¿Qué forma tiene el EE?

Obsérvese que es posible que distintos vectores tengan el mismo ordenamiento (sean equivalentes). Para resolver la ambigüedad en casos de “empate” se pueden considerar otras medidas adicionales (proyecciones sobre planos, ...).

4.4. Morfología para imágenes en color

En la aproximación **vectorial** hay varios esquemas para realizar el ordenamiento. Algunos de estos esquemas son:

- Ordenamiento **por una componente**:

Sólo se considera una componente para realizar la ordenación vectorial. Puede ser una de las componentes originales (R,G,B), o una componente transformada (p.e., la componente de intensidad al realizar la transformación HSI).

- Ordenamiento **canónico**:

Las tres componentes de un espacio de color deben tener bien valores más altos o más bajos que otro color vectorial.

- Ordenamiento **reducido** (*Reduced Ordering: RO*):

Ordena los vectores según un valor escalar, obtenido al aplicar una función h a las componentes de cada vector.

Un ejemplo de este tipo de ordenamiento es el ejemplo con ordenamiento por distancia euclídea al origen del sistema de referencia. No obstante, no es el único, existen tantos como transformaciones h .

$$\forall \mathbf{v}, \mathbf{v}' \in \mathbb{R}^n, \quad \mathbf{v} \leq \mathbf{v}' \Leftrightarrow h(\mathbf{v}) \leq h(\mathbf{v}')$$

4.4. Ejemplos con Ordenamiento Reducido (RO)



Imagen RGB (izquierda superior) y resultado de la **dilatación** con distintos esquemas de RO.

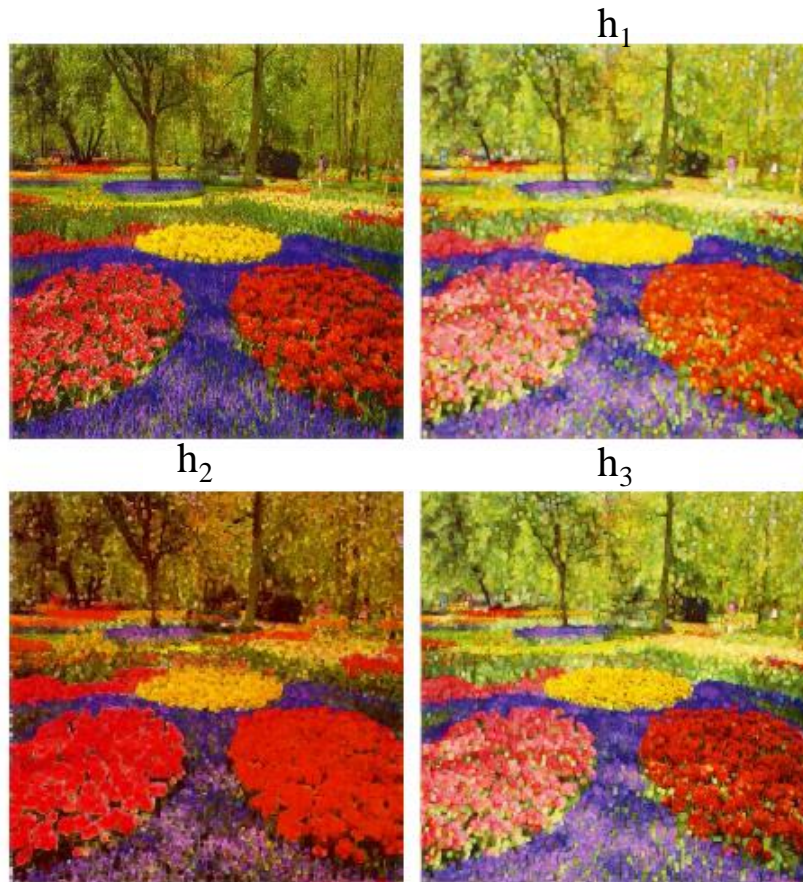
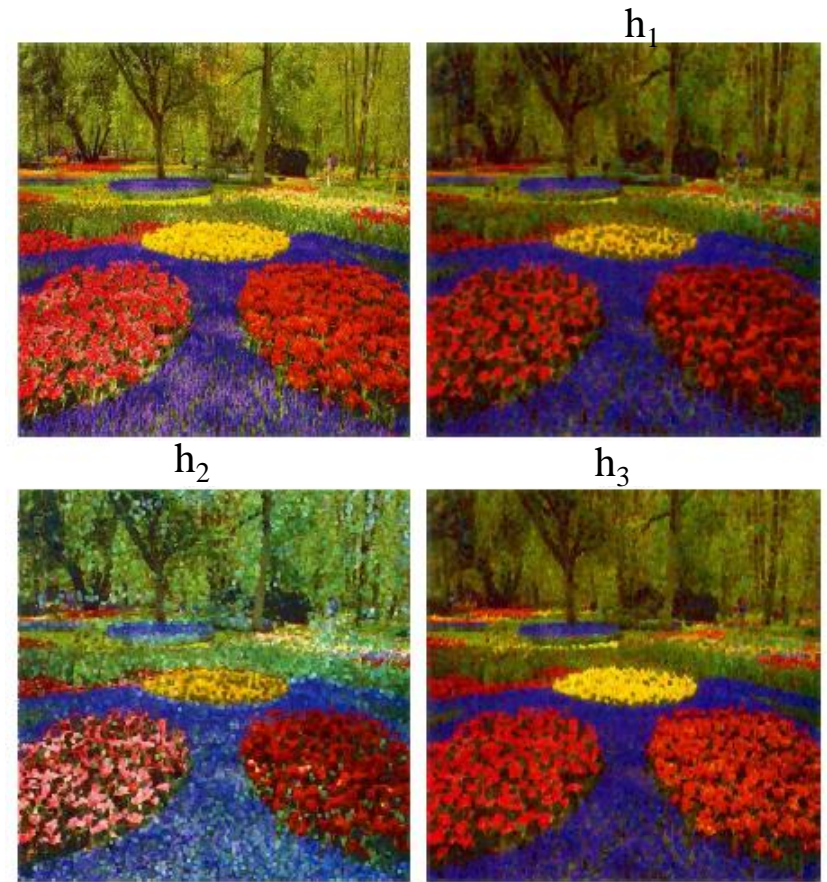


Imagen RGB (izquierda superior) y resultado de la **erosión** con distintos esquemas de RO.



En todos los esquemas se ha considerado un EE plano de tamaño 5x5.

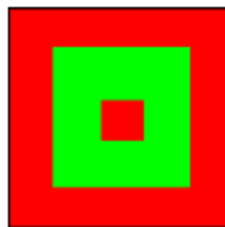
4.4. Morfología para imágenes en color

- Ordenamiento **condicional** (*conditional –sequential- ordering*):

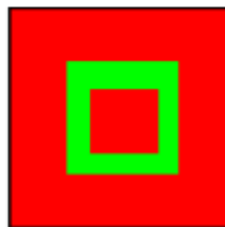
Los vectores se ordenan inicialmente según una de sus componentes marginales, p.e., la primera componente. En un segundo paso, los vectores con el mismo valor de la primera componente se ordenan según los valores de otra componente (p.e., la segunda), y así sucesivamente. Es decir, el ordenamiento se realiza seleccionando secuencialmente las distintas componentes.

Este ordenamiento prioriza la primera componente seleccionada de la secuencia y no explota las relaciones entre canales \Rightarrow es adecuado cuando se establece una prioridad entre canales de la imagen. P.e., el canal R se prioriza si se usa la secuencia RGB, y el canal G si se permutan las bandas y se considera la secuencia GRB.

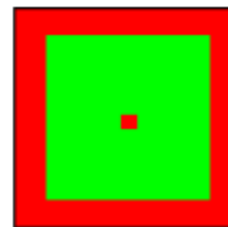
Ejemplo de dilatación vectorial con EE cuadrado y ordenamiento condicional:



Original



R \rightarrow G \rightarrow B



G \rightarrow R \rightarrow B

4.4. Morfología para imágenes en color

Puesto que en el ordenamiento condicional no todas las componentes tienen la misma prioridad, y en el espacio RGB las componentes están muy correladas, el ordenamiento condicional se suele realizar considerando otros espacios de color más relacionados con la percepción del color (HSI, Lab, entre otros) \Rightarrow En estos espacios, la luminancia es el atributo que primero se suele considerar (el SVH es más sensible a cambios de iluminación que a cambios cromáticos).

Ejemplo de erosión vectorial con EE cuadrado 3x3 y ordenamiento condicional



Original



Erosionada
 $I \rightarrow H \rightarrow S$



Erosionada
 $L \rightarrow H \rightarrow S$

4.4. Morfología para imágenes en color

Ejemplo fijando una medida de distancia y un determinado ordenamiento **condicional**.



(a) Gray Image



(b) Color Image



(e) Grayscale Erosion



(f) Color Erosion



(c) Grayscale Dilation



(d) Color Dilation



(g) Grayscale contours



(h) Color contours

Imágenes de “*Morphological Color Images Processing using Distance-Based and Lexicographic order operators*”

Interesa que exista consistencia con los resultados obtenidos en imágenes en escala de grises.