

PMR2560 – Visão Computacional

Processamento morfológico

Prof. Eduardo L. L. Cabral



Objetivos

- Processamento de imagens:
 - Algumas operações de processamento morfológico de imagens;
 - Imagens binárias;
 - Imagens coloridas.

Processamento morfológico

- Processamento definido originalmente para imagens binárias.
- Tipos de operações morfológicas:
 - Translação;
 - Adição;
 - Subtração;
 - Dilatação;
 - Erosão;
 - Abertura;
 - Fechamento;
 - Esqueletização;
 - Outras.
- Duas formas de processo \Rightarrow “hit” e “fit”.

Dilatação (hit)

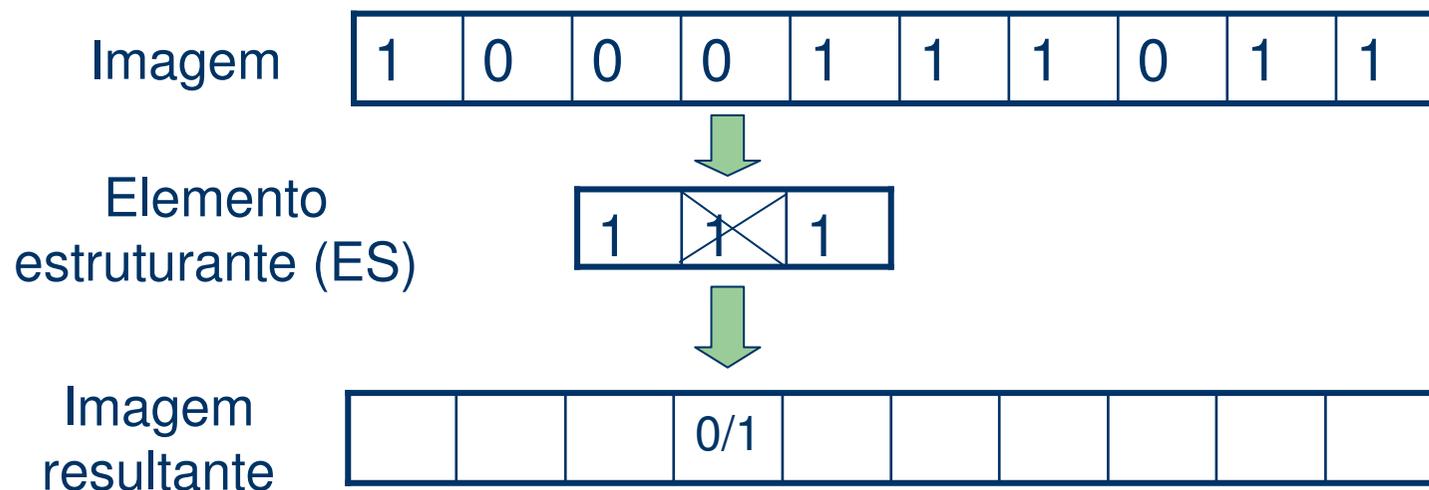
- A dilatação de uma imagem **I** por um elemento estruturante **B** é dada por:

$$\mathbf{I} \oplus \mathbf{B} = \{d \in \mathbf{I}_N : d = x + b, \quad x \in \mathbf{I} \text{ e } b \in \mathbf{B}\}$$

- A dilatação preenche vazios e espaços estreitos em objetos.
- Causa um aumento no tamanho do objeto.
- Se for necessário preservar o tamanho do objeto a dilatação tem que ser seguida por um processo de erosão.

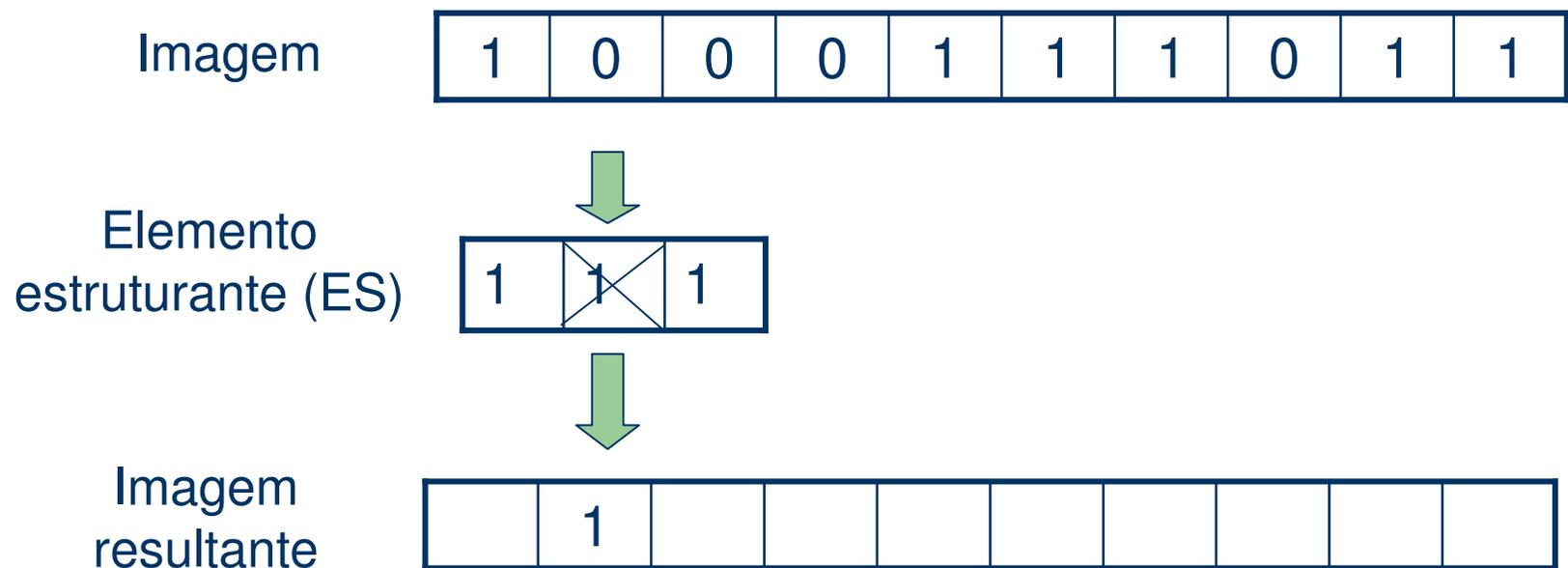
Dilatação (hit)

- Processo de **Hit**:
 - Basta um único “1” do ES se sobrepor com um “1” da imagem \Rightarrow pixel de saída = 1, senão = 0; ou
 - Basta um único “0” do ES se sobrepor com um “0” da imagem \Rightarrow pixel de saída = 1, senão = 0.
- Exemplo de imagem de 1D:



Dilatação (hit)

- Exemplo de imagem de 1D (Hit):



Dilatação (hit)

- Exemplo de imagem de 1D (Hit):

Imagem



Elemento
estruturante (ES)

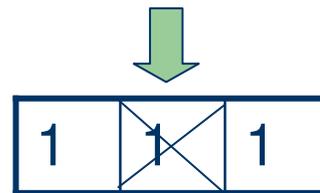


Imagem
resultante



Dilatação (hit)

- Exemplo de imagem de 1D (Hit):

Imagem



Elemento
estruturante (ES)

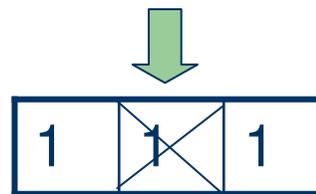


Imagem
resultante



Dilatação (hit)

- Exemplo de imagem de 1D (Hit):

Imagem



Elemento
estruturante (ES)

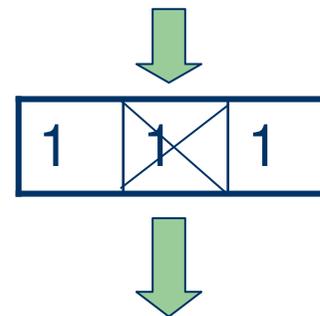


Imagem
resultante



Dilatação (hit)

- Exemplo de imagem de 1D (Hit):

Imagem



Elemento
estruturante (ES)

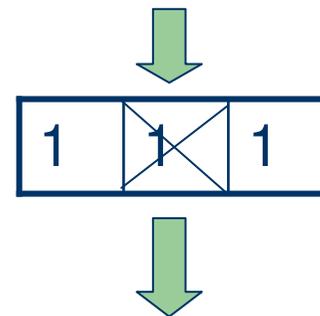


Imagem
resultante



Dilatação (hit)

- Exemplo de imagem de 1D (Hit):

Imagem



Elemento
estruturante (ES)

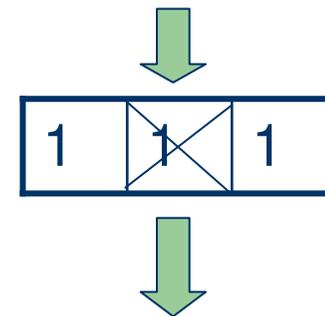


Imagem
resultante



Dilatação (hit)

- Exemplo de imagem de 1D (Hit):

Imagem



Elemento
estruturante (ES)

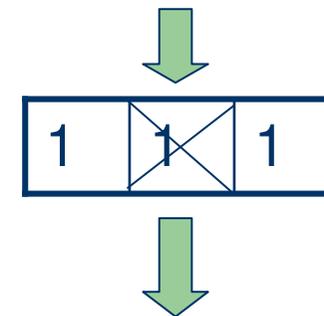


Imagem
resultante



Dilatação (hit)

- Exemplo de imagem de 1D (Hit):

Imagem



Elemento
estruturante (ES)

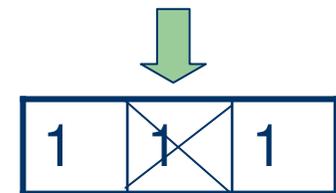


Imagem
resultante



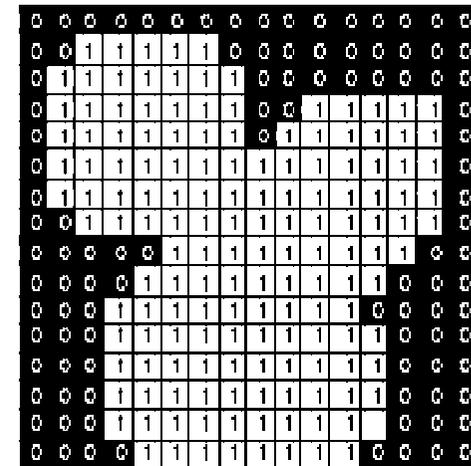
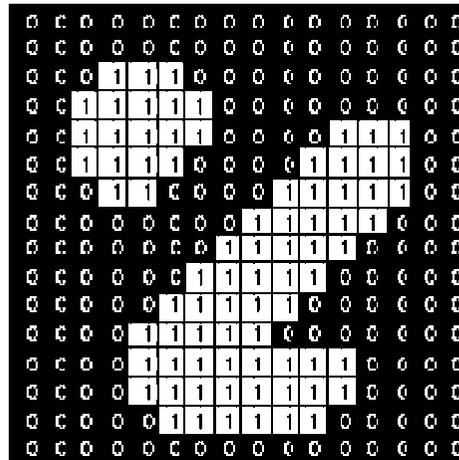
- O objeto fica maior e os vazios são preenchidos

Dilatação (hit)

- Mais exemplos:

Elemento
estruturante

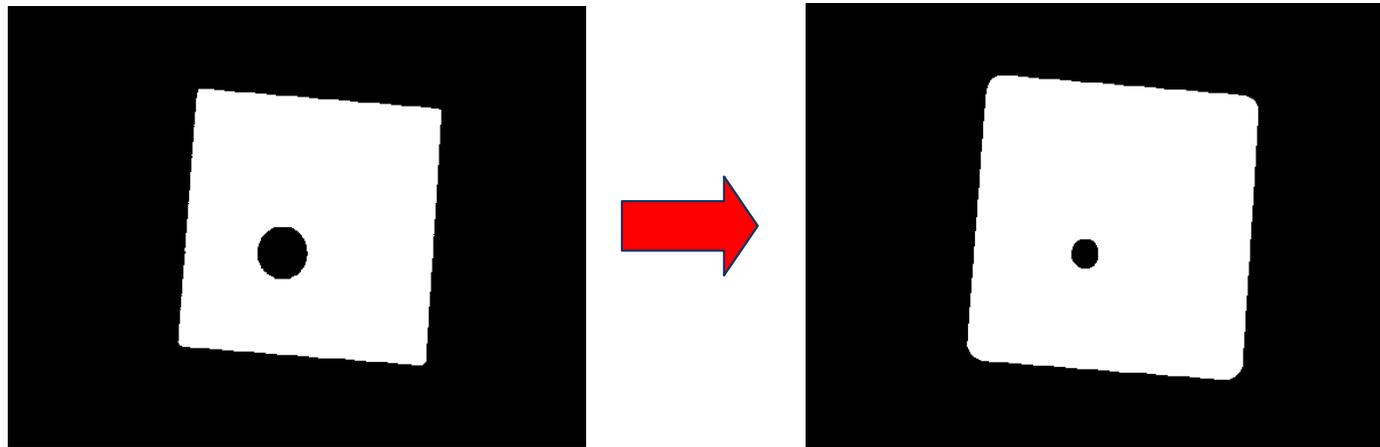
1	1	1
1	1	1
1	1	1



- Objetos são unidos e vazios são preenchidos.
- Cantos vivos são preservados.

Dilatação (hit)

- Mais exemplos:



		1	1	1		
	1	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	①	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	1	
		1	1	1		

- Elemento estruturante no formato de disco \Rightarrow arredonda os cantos.
- Vazios no objeto são parcialmente preenchidos.

Erosão (fit)

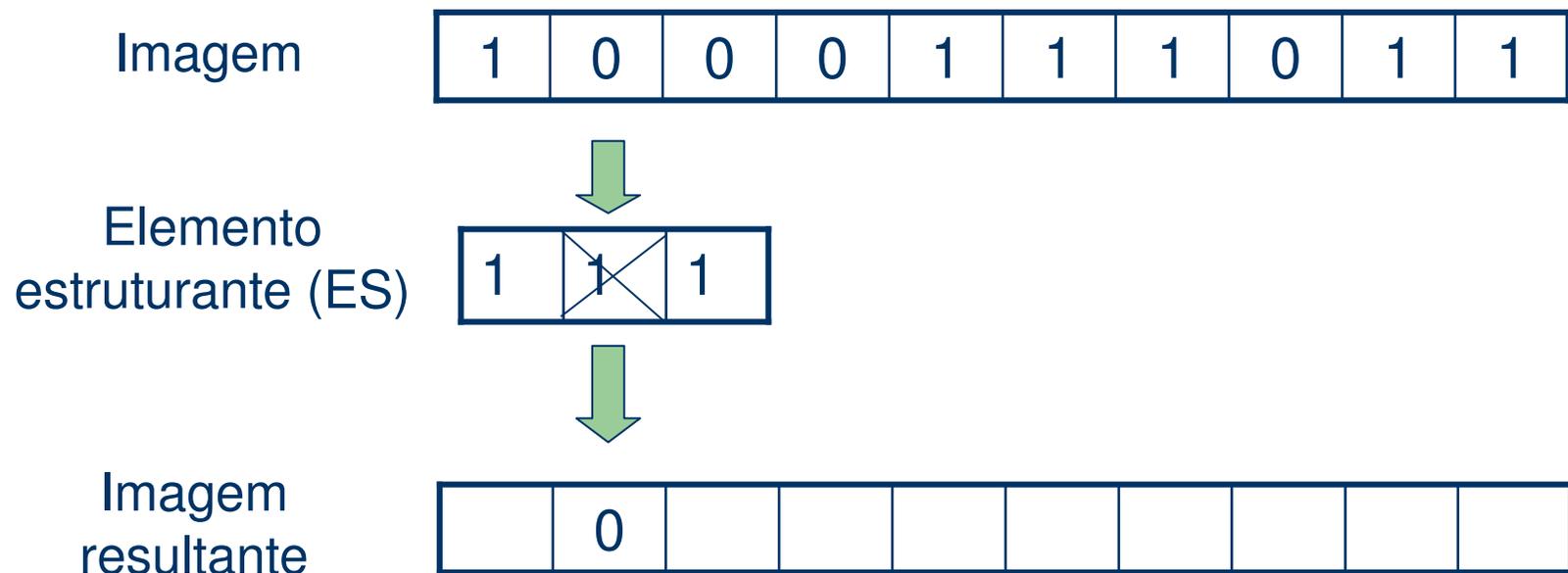
- A erosão de uma imagem **I** por um elemento estruturante **B** é dada por:

$$\mathbf{I} \ominus \mathbf{B} = \{d \in \mathbf{I}_N : d + b \in \mathbf{I}, b \in \mathbf{B}\}$$

- Erosão é usada para simplificar a estrutura de um objeto.
- Erosão decompõe objetos complexos em diversos objetos mais simples.
- Processo de **Fit**:
 - Se todos os "1"s e os "0"s presentes no ES se sobrepõe respectivamente com "1"s e "0"s da imagem \Rightarrow então pixel de saída = 1, senão = 0.

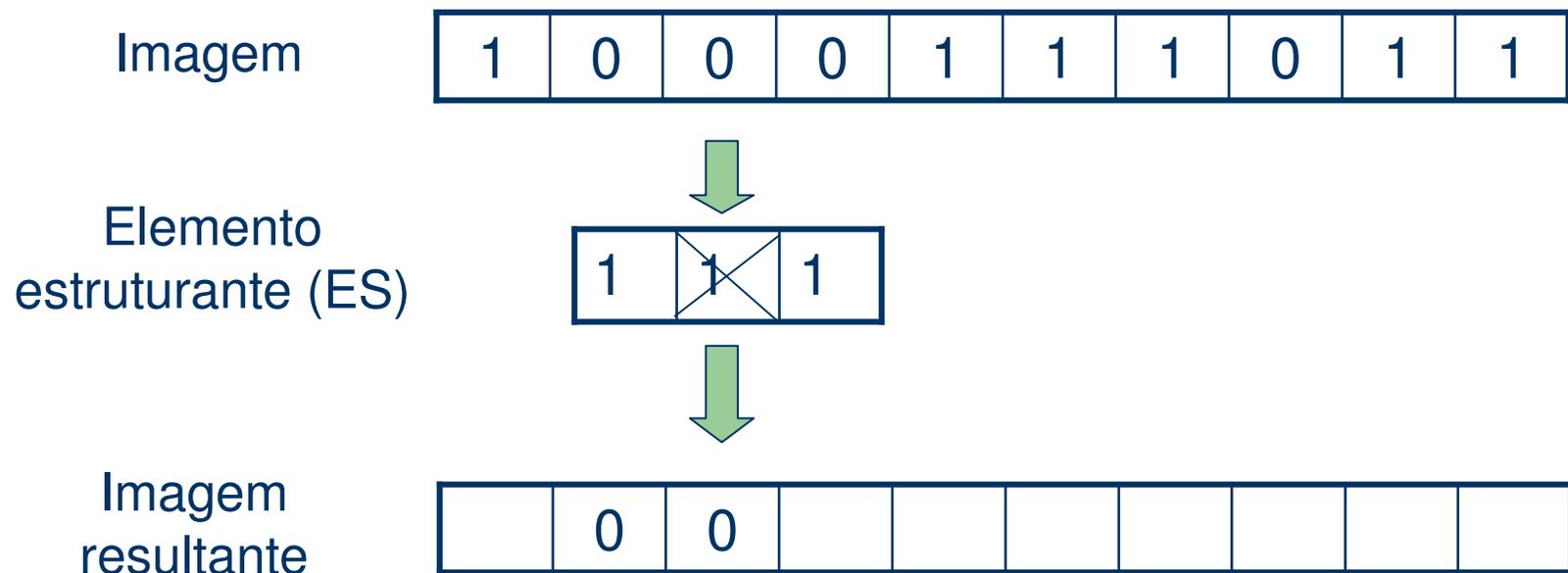
Erosão (fit)

- Exemplo de imagem de 1D:



Erosão (fit)

- Exemplo de imagem de 1D:



Erosão (fit)

- Exemplo de imagem de 1D:

Imagem



Elemento
estruturante (ES)

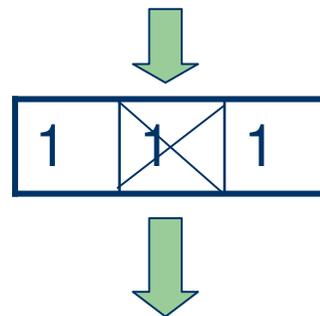


Imagem
resultante



Erosão (fit)

- Exemplo de imagem de 1D:

Imagem



Elemento
estruturante (ES)

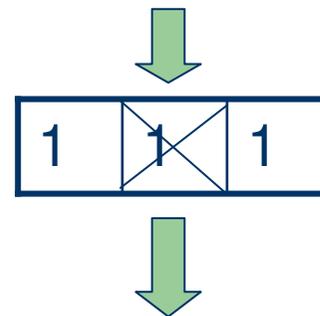


Imagem
resultante



Erosão (fit)

- Exemplo de imagem de 1D:

Imagem



Elemento
estruturante (ES)

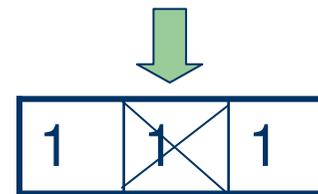
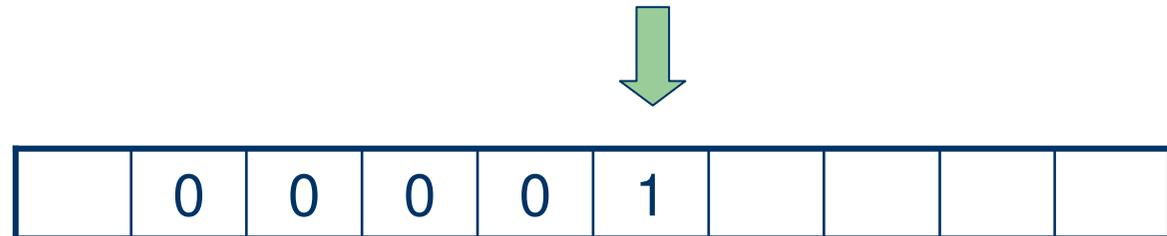


Imagem
resultante



Erosão (fit)

- Exemplo de imagem de 1D:

Imagem



Elemento
estruturante (ES)



Imagem
resultante



Erosão (fit)

- Exemplo de imagem de 1D:

Imagem



Elemento
estruturante (ES)

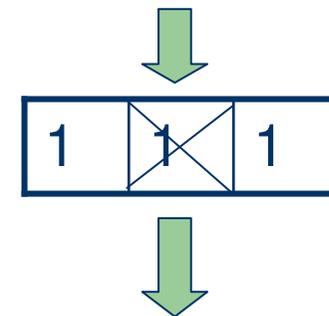


Imagem
resultante



Erosão (fit)

- Exemplo de imagem de 1D:

Imagem



Elemento
estruturante (ES)

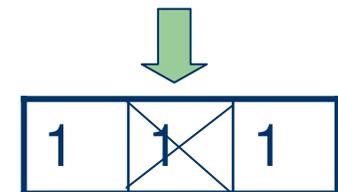


Imagem
resultante



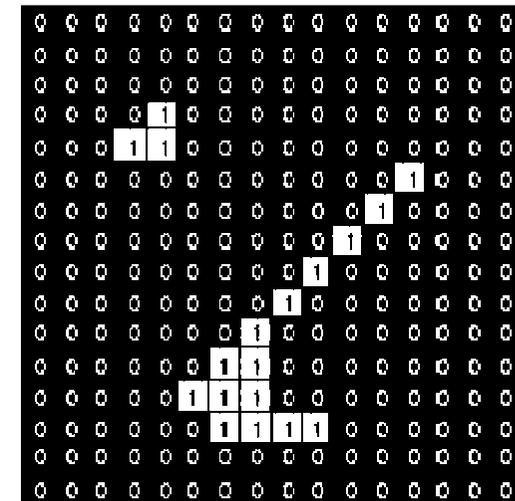
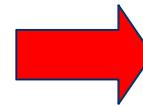
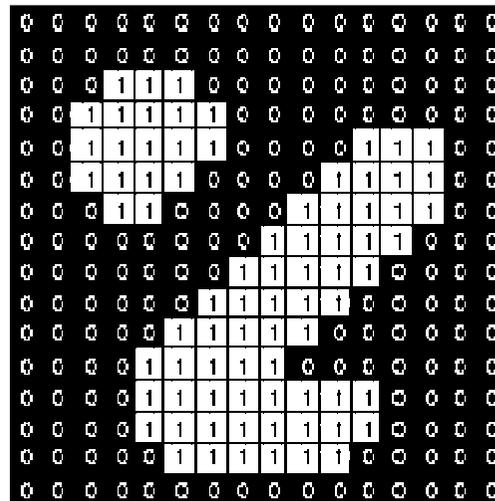
➤ O objeto fica menor.

Erosão (fit)

- Exemplos de imagem em 2D:

Elemento
estruturante

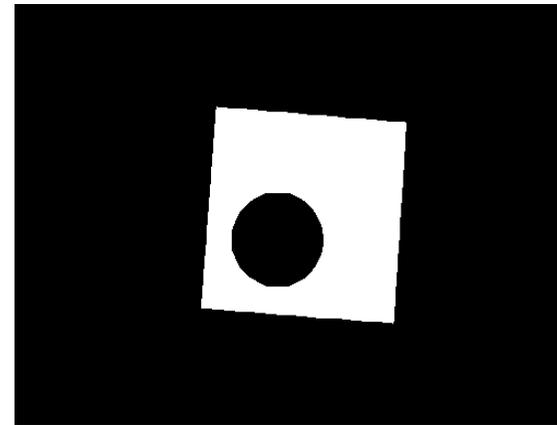
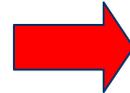
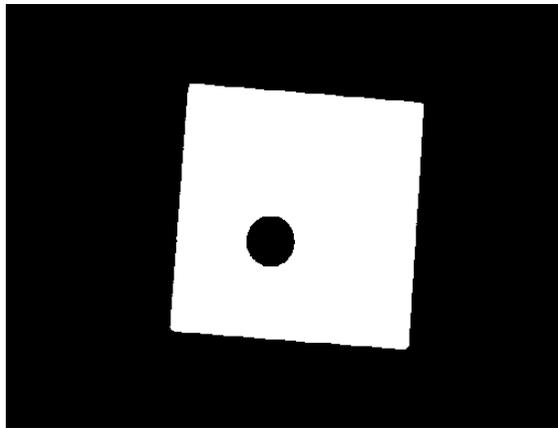
1	1	1
1	1	1
1	1	1



➤ O objeto fica menor.

Erosão (fit)

- Mais exemplos:



		1	1	1		
	1	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	①	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	1	
		1	1	1		

- Elemento estruturante no formato de disco.
- O objeto fica menor, podendo até desaparecer.

Elementos estruturantes

- Elementos estruturantes podem ter diversos tamanhos e formas.
- Usualmente os valores dos pixels do elemento é 0 ou 1, mas outros valores são possíveis (incluindo nenhum!).
- Elementos estruturantes tem origem.
- Locais vazios no elemento estruturante são “sem importância”.

1	1	1
1	1	1
1	1	1

	1	
1	1	1
	1	

		1	1	1		
	1	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
		1	1	1		

1	1	
1	0	
1		0

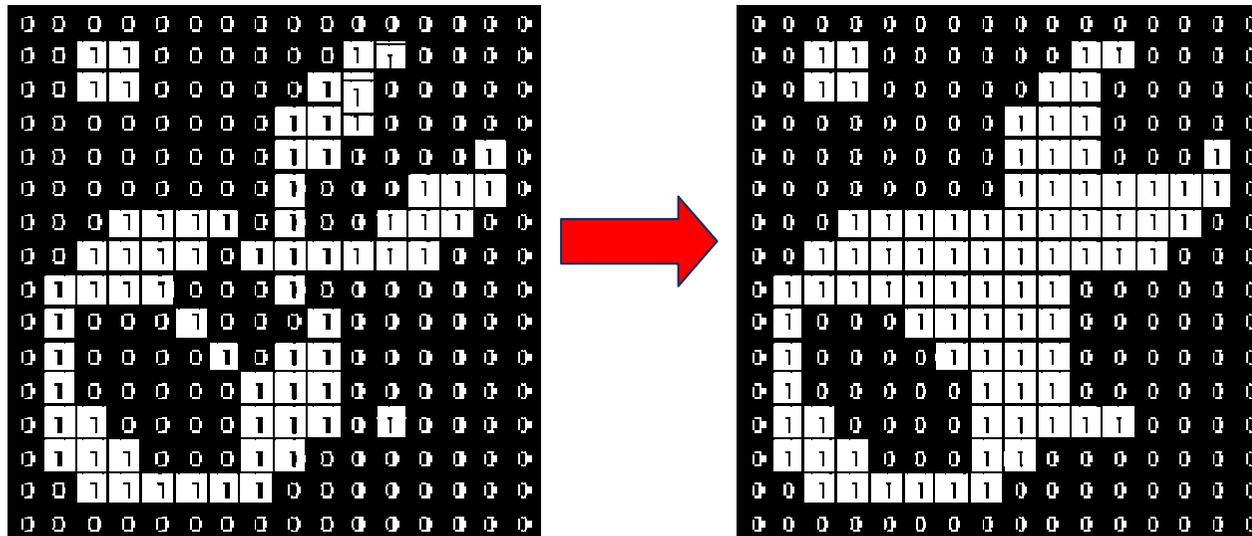
1	1	1
1	0	1
1	1	1

Fechamento

- **Motivação** \Rightarrow preenche vazios mas mantém a forma e o tamanho do objeto inalterados.
- Fechamento \Rightarrow Dilatação + Erosão:
$$\mathbf{A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B}$$
 - Usa o mesmo elemento estruturante tanto na dilatação como na erosão;
 - Similar à dilatação mas é menos deformante.
- O fechamento preenche vazios em todos locais onde o elemento estruturante não se encaixa totalmente dentro da imagem.
- Operações repetidas de fechamento com o mesmo elemento estruturante não tem nenhum efeito além da primeira operação!

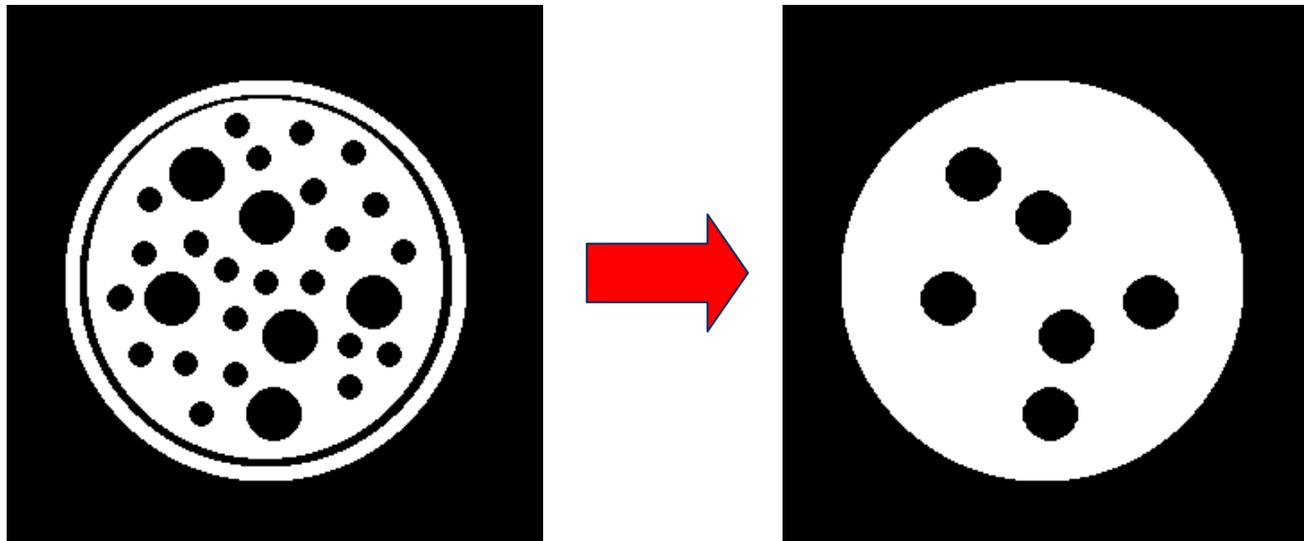
Fechamento

- Exemplo:
 - Elemento estruturante \Rightarrow quadrado 3x3.



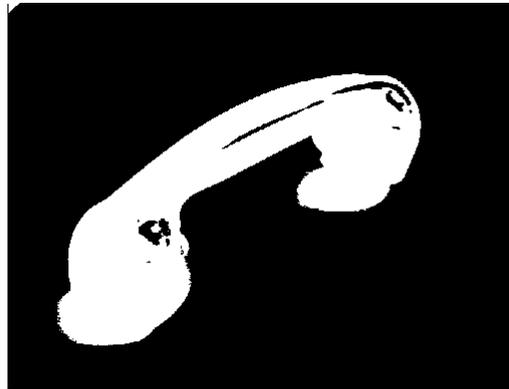
Fechamento

- Exemplo:
 - Elemento estruturante \Rightarrow disco com 22 pixels.



Fechamento

- Exemplo:
 - Primeira operação de limiarização;
 - Seguida de fechamento com elemento estruturante tipo disco de 20 pixels.



Imagens coloridas

- Processamento morfológico em imagens coloridas:
 - Elemento estruturante com pixels de cor definida;
 - Pode ser necessário usar 3 elementos estruturantes, cada uma para um plano do espaço de cor;
 - Deve considerar uma tolerância entre a cor da imagem e a cor do elemento estruturante;
 - Processo não muito trivial.

Exercícios

1. Realize o processo de fechamento nas seguintes imagens com o elemento estruturante dado.

		1							
	1	1	1				1		
								1	
				1					
				1	1				1
			1	1	1	1			1
			1						1
							1	1	

Imagem 1

1	1	1	1	1	1	1			
			1	1	1	1			
			1	1	1	1			
		1	1	1	1	1			
			1	1	1	1			
		1	1						

Imagem 2

1	1	1
1	1	1
1	1	1

Elemento estruturante