

<https://www.youtube.com/watch?v=VUWgLiXPyFk&list=PLkHLOFXuBa2UZXcZAbzBGGV5Y33p-hiLKI&index=6>

The screenshot shows a Zoom meeting interface. The main window displays a presentation slide with the following content:

PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS

PDI – Aula 6

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias
Escola Agrícola de Jundiá
Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas
Profa. Alessandra Mendes

On the right side of the Zoom window, there is a vertical list of participants:

- vitinho carvalho
- Alessandra Mendes
- ANTONIO SILVA
- LUAN NASCIMENTO
- GUSTAVO FONSECA

At the bottom right, the time is 10:21 and there are 25 people in the meeting.

The screenshot shows a Zoom meeting interface. The main window displays a presentation slide with the following content:

Processamento morfológico de imagens

Profa. Alessandra Mendes – UFRN/EAJ/TADS/PDI

On the right side of the Zoom window, there is a vertical list of participants:

- vitinho carvalho
- Alessandra Mendes
- ANTONIO SILVA
- LUAN NASCIMENTO
- GUSTAVO FONSECA

At the bottom right, the time is 10:23 and there are 25 people in the meeting.

[TAD0018] Aula 6 - Processamento Digital de Imagens

Morfologia matemática

- ▶ A Morfologia Matemática surgiu em 1964 a partir das pesquisas conjuntas dos pesquisadores Franceses Georges Matheron e Jean Serra. Entre 1964 e 1968 foram estabelecidas as primeiras noções teóricas.
- ▶ A palavra morfologia denota um ramo da biologia que lida com a **forma** e a **estrutura** de animais e plantas.
- ▶ A morfologia matemática serve como ferramenta para **extrair componentes da imagem** (forma e estrutura) que são úteis para a **descrição e representação**.

Prof. Alessandra Mendes – UFRN/EAJ/TADS/PDI 3

42:54 / 1:59:53 Scroll for details

vitinho carvalho
Alessandra Mendes
ANTONIO SILVA
LUAN NASCIMENTO
GUSTAVO FONSECA

25 10

Elemento Estruturante

- ▶ O princípio básico da morfologia matemática consiste em **extrair informações relativas à geometria e à topologia de conjuntos desconhecidos de uma imagem a partir do Elemento Estruturante (EE)**.
- ▶ O EE consiste em um conjunto definido e conhecido pelo computador em forma e tamanho, que é comparado, a partir de uma transformação, aos conjuntos desconhecidos da imagem.
- ▶ O formato e o tamanho do EE possibilitam testar e quantificar de que maneira ele “está ou não está contido” na imagem.

Prof. Alessandra Mendes – UFRN/EAJ/TADS/PDI 4

vitinho carvalho
Alessandra Mendes
ANTONIO SILVA
LUAN NASCIMENTO
GUSTAVO FONSECA

24 10:25

Travando muito nesta parte

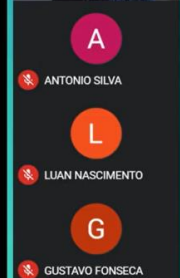
Elemento Estruturante

- ▶ O princípio básico da morfologia matemática consiste em **extrair informações relativas à geometria e à topologia de conjuntos desconhecidos de uma imagem a partir do Elemento Estruturante (EE)**.
- ▶ O EE consiste em um conjunto definido e conhecido pelo computador em forma e tamanho, que é comparado, a partir de uma transformação, aos conjuntos desconhecidos da imagem.
- ▶ O formato e o tamanho do EE possibilitam testar e quantificar de que maneira ele "está ou não está contido" na imagem.



Digite aqui para pesquisar

10:27 25/02/2021



10:27

Operadores Elementares – Erosão

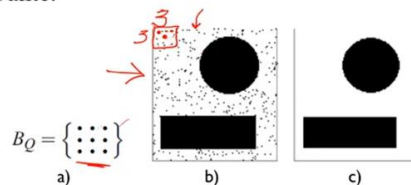
- ▶ Uma imagem A erodida pelo elemento estruturante B é definida por:

$$A \ominus B = \{x | B_x \subseteq A\}$$

- ▶ ou seja, B_x quando posicionado e centrado no pixel x de A deve estar totalmente contido em A . Nesse caso, dizemos que o pixel é relevante.

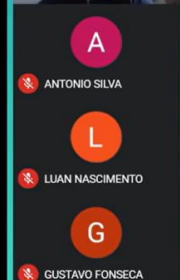
- ▶ Exemplo:

- EE
- imagem ruidosa
- imagem erodida



Profa. Alessandra Mendes – UFRN/EAJ/TADS/PDI

9



10:43

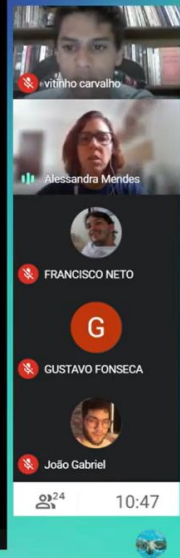
Operadores Elementares – Erosão

► Operação

- Deve-se deslizar o EE B sobre a imagem A e para cada pixel x verificar a configuração de sua vizinhança em relação à estrutura de B .
- Por ser binários, A e B contêm dois tipos de informação, o fundo e os pixels relevantes.
- O EE B_x , posicionado e centrado no pixel x de A , tenta aparelhar-se com a vizinhança de x .
- Caso seja verificado, o pixel x na imagem dilatada será considerado um pixel relevante e será preservado. Caso contrário, ele será considerado como irrelevante e será apagado.

► Profa. Alessandra Mendes – UFRN/EAJ/TADS/PDI

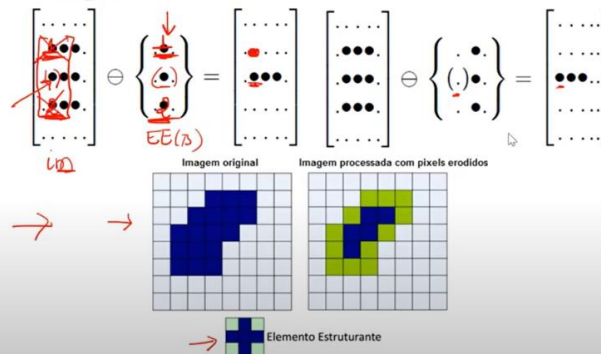
10



[TAD0018] Aula 6 - Processamento Digital de Imagens

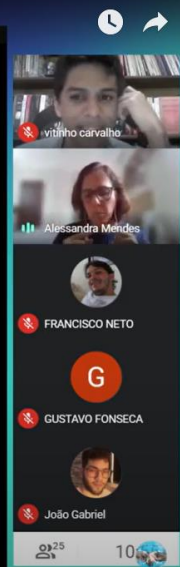
Operadores Elementares – Erosão

► Exemplos:



► Profa. Alessandra Mendes – UFRN/EAJ/TADS/PDI

11



1:14:45 / 1:59:53

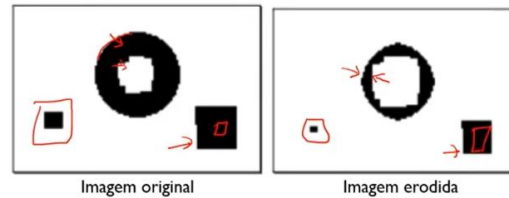
Scroll for details



Operadores Elementares – Erosão

▶ Efeitos:

- ▶ Diminuir partículas
- ▶ Eliminar componentes menores que o elemento estruturante
- ▶ Aumentar buracos
- ▶ Permitir a separação de componentes conectados



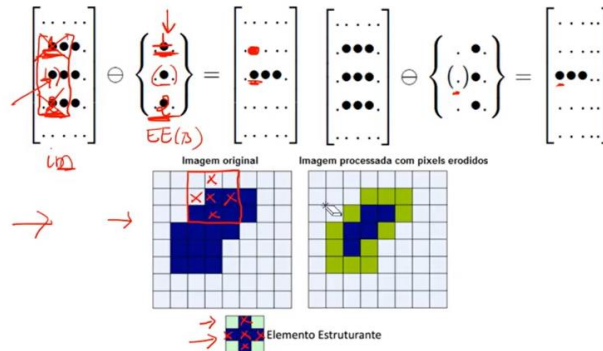
▶ Profa. Alessandra Mendes – UFRN/EAJ/TADS/PDI

12

O efeito da erosão é diminuir o tamanho dos objetos, eliminar elementos que são menores que o estruturante, e aumentar os buracos e permitir a separação de elementos conectados.

Operadores Elementares – Erosão

▶ Exemplos:

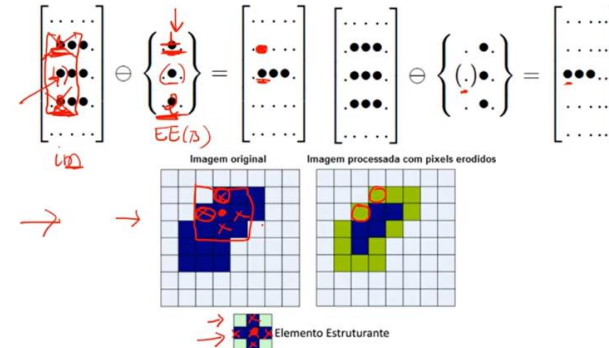


▶ Profa. Alessandra Mendes – UFRN/EAJ/TADS/PDI

11

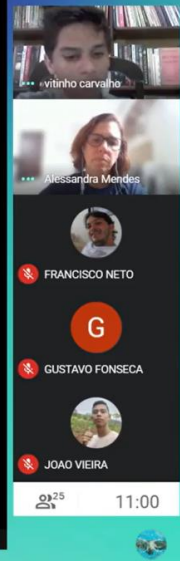
Operadores Elementares – Erosão

Exemplos:



Prof. Alessandra Mendes – UFRN/EAJ/TADS/PDI

11



[TAD0018] Aula 6 - Processamento Digital de Imagens

Operadores Elementares – Dilatação

- Uma imagem A dilatada pelo elemento estruturante B é definida por:

$$A \oplus B = \{x | B_x \cap A \neq \emptyset\}$$

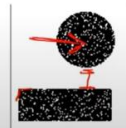
- ou seja, B_x quando posicionado e centrado no pixel x de A deve ter interseção com A . Nesse caso, dizemos que o pixel é relevante.

Exemplo:

- EE
- imagem ruidosa
- imagem erodida

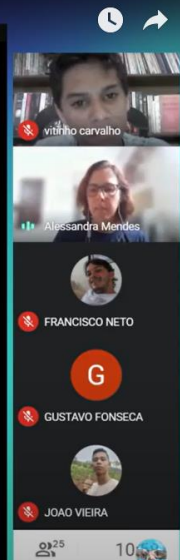
$$B_Q = \begin{Bmatrix} \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \end{Bmatrix}$$

a)



Prof. Alessandra Mendes – UFRN/EAJ/TADS/PDI

13



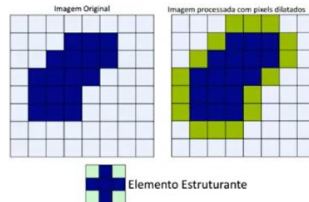
1:17:06 / 1:59:53

Scroll for details

Operadores Elementares – Dilatação

Exemplos:

$$\begin{bmatrix} \cdot & 1 & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \end{bmatrix} \oplus \begin{Bmatrix} \cdot \\ \cdot \\ \cdot \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \end{bmatrix}$$



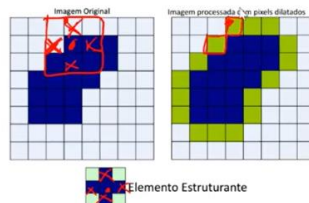
Profª. Alessandra Mendes – UFRN/EAJ/TADS/PDI

15

Operadores Elementares – Dilatação

Exemplos:

$$\begin{bmatrix} \cdot & 1 & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \end{bmatrix} \oplus \begin{Bmatrix} \cdot \\ \cdot \\ \cdot \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \end{bmatrix}$$

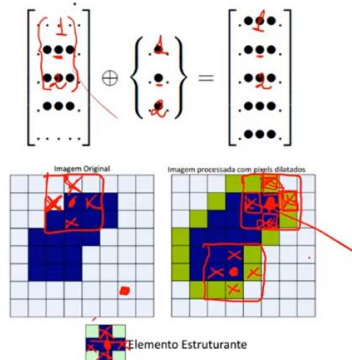


Profª. Alessandra Mendes – UFRN/EAJ/TADS/PDI

15

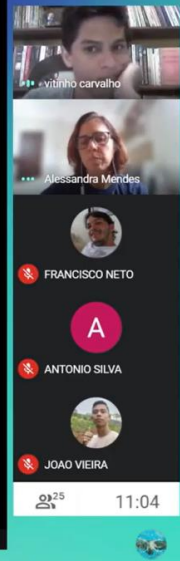
Operadores Elementares – Dilatação

Exemplos:



Prof. Alessandra Mendes – UFRN/EAJ/TADS/PDI

15



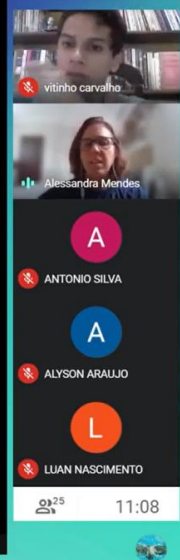
Operadores Elementares – Dilatação

Operação

- Deve-se deslizar o EE B sobre a imagem A e para cada pixel x verificar a configuração de sua vizinhança em relação à estrutura de B .
- O EE B_x , posicionado e centrado no pixel x de A , verifica uma possível interseção com a vizinhança de x .
- Caso seja verificada, o pixel x na imagem erodida será considerado um pixel relevante e será preservado. Caso contrário, ele será considerado como irrelevante e será apagado.

Prof. Alessandra Mendes – UFRN/EAJ/TADS/PDI

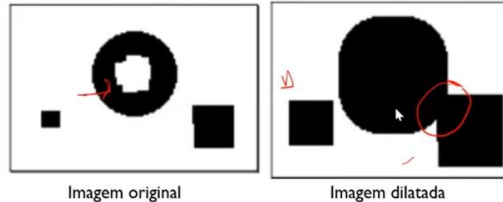
14



Operadores Elementares – Dilatação

▶ Efeitos:

- ▶ Aumentar partículas
- ▶ Preencher buracos
- ▶ Conectar componentes próximos



▶ Profa. Alessandra Mendes – UFRN/EAJ/TADS/PDI

16

Video call interface showing participants: yitinho carvalho, Alessandra Mendes, ANTONIO SILVA, ALYSON ARAUJO, LUAN NASCIMENTO. The time displayed is 11:09.

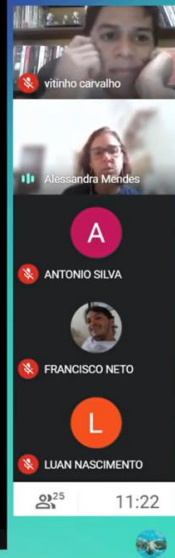
Google search results for 'watershed image'. The search bar shows 'watershed image'. The results include:

- 34 Watershed image ideas | watersheds, image, ste... pinterest.com
- Watersheds – our supply source of surface water
- Watershed | Scientific Volume Imaging svi.nl
- A Typical Watershed
- Welcome cwonline.org
- Watersheds 101 – MAVEN'S NOTEBOOK | Water news mavennotebook.com
- Graylevel Watershed

The interface also shows a video call sidebar with participants: yitinho carvalho, Alessandra Mendes, ANTONIO SILVA, FRANCISCO NETO, and a notification for Juan Maglioli. The time displayed is 11:15.

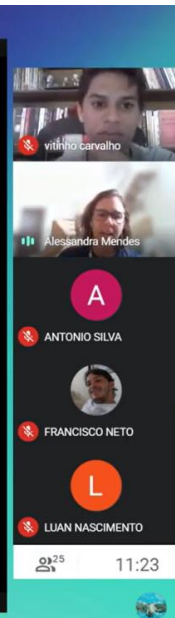
Abertura e Fechamento

- ▶ Vimos que a erosão e a dilatação podem corrigir defeitos em uma imagem, como fechamento de buracos, desconectar componentes, etc...
- ▶ Entretanto, nenhuma imagem corrigida mantém o mesmo tamanho.
- ▶ Porém, é possível filtrar sem modificar as características de forma e tamanho da imagem.
 - ▶ Abertura
 - ▶ Fechamento



Abertura

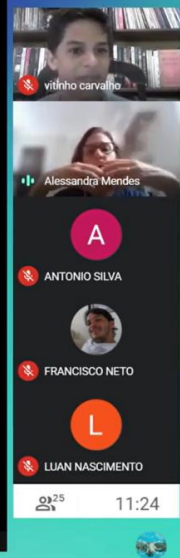
- ▶ A abertura elimina pequenos componentes e suaviza o contorno.
- ▶ A abertura de uma imagem A pelo elemento estruturante B , representada por $A \circ B$ é definida como:
$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B$$
- ▶ Deste modo, a abertura de A por B consiste na erosão de A por B seguida da dilatação do resultado por B .



Abertura

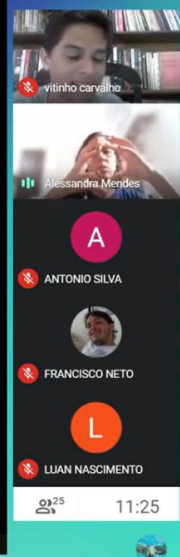
► Efeitos:

- Não devolve, de forma geral, o conjunto inicial.
- Separa componentes.
- Elimina pequenos componentes.
- O conjunto aberto é mais regular que o conjunto inicial.
- O conjunto aberto é menos rico em detalhes que o conjunto inicial.



Fechamento

- O fechamento fecha pequenos buracos e conecta componentes.
- O fechamento de uma imagem A pelo elemento estruturante B , representado por $A \bullet B$ é definido como
$$A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B$$
- Deste modo, o fechamento de A por B consiste na dilatação de A por B seguida da erosão do resultado por B .



Fechamento

▶ Efeitos:

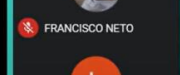
- ▶ Preenche buracos no interior dos componentes, inferior em tamanho em relação ao elemento estruturante.
- ▶ Conecta componentes próximos.
- ▶ O conjunto fechado é mais regular que o conjunto inicial.
- ▶ O conjunto fechado é menos rico em detalhes que o conjunto inicial.

▶ Profa. Alessandra Mendes – UFRN/EAJ/TADS/PDI

23

1:45:10 / 1:59:53

Scroll for details



Exemplo

- ▶ Nesse caso, temos uma imagem corrompida por ruído
- ▶ Aplicando uma erosão, o ruído é eliminado mas os traços da digital são afinados.
- ▶ Com a abertura, reconstruímos grande parte dos traços. Entretanto, alguns traços foram desconectados.



$A \ominus B$

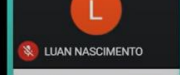
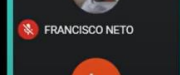
$(A \ominus B) \oplus B = A \circ B$

▶ Profa. Alessandra Mendes – UFRN/EAJ/TADS/PDI

24

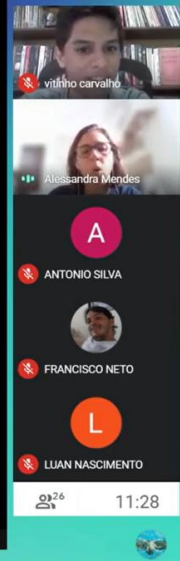
1:45:31 / 1:59:53

Scroll for details



Exemplo

- ▶ Para mitigar esse problema, podemos:
 - ▶ Dilatar a imagem para reconectar os traços
 - ▶ Ou realizar um fechamento, o que reconecta grande parte dos traços sem modificar a estrutura dos mesmos.

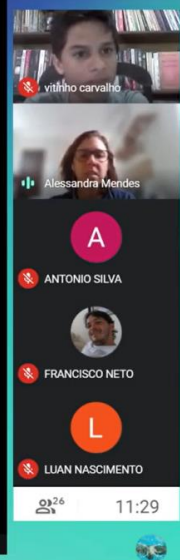
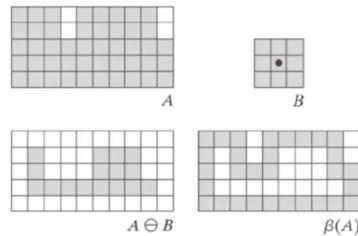


Detecção de contornos

- ▶ O contorno de uma imagem A , representado por $\beta(A)$, pode ser obtido ~~ser obtido~~ através da morfologia matemática da seguinte forma:

$$\beta(A) = A - (A \ominus B)$$

- ▶ em que o B é o elemento estruturante (em geral, um quadrado ou cruz 3x3).

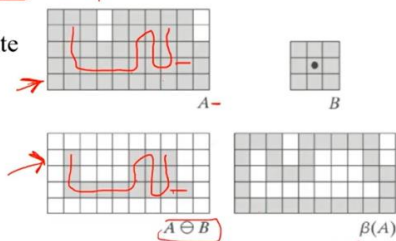


Detecção de contornos

- ▶ O contorno de uma imagem A , representado por $\beta(A)$, pode ser obtido ~~ser obtido~~ através da morfologia matemática da seguinte forma:

$$\beta(A) = A - (A \ominus B)$$

- ▶ em que o B é o elemento estruturante (em geral, um quadrado ou cruz 3x3).



▶ Profa. Alessandra Mendes – UFRN/EAJ/TADS/PDI

17

Video call interface showing participants: vitinho carvalho, Alessandra Mendes, ANTONIO SILVA, FRANCISCO NETO, LUAN NASCIMENTO. The time is 11:30.

[TAD0018] Aula 6 - Processamento Digital de Imagens

Detecção de contornos

- ▶ Exemplo:



▶ Profa. Alessandra Mendes – UFRN/EAJ/TADS/PDI

18

Video call interface showing participants: vitinho carvalho, Alessandra Mendes, JOAO VIEIRA, FRANCISCO NETO, LUAN NASCIMENTO. The time is 11:30.

1:52:08 / 1:59:53

Scroll for details