

MORFOLOGIA MATEMÁTICA

E suas aplicações



Mor-fo-lo-gi-a

substantivo feminino

1. Estudo da forma, da configuração, da aparência externa da matéria.
2. Estudo da configuração e da estrutura externa de um órgão ou ser vivo.

Morfo: *Exprime noção de forma*

Logia: *Estudo*



Mas e a razão da

Matemática?

*Forte fundamentação na **Teoria dos Conjuntos**, **Topologia**,
Álgebra dos Reticulados e **Funções Randômicas**.*





Desta forma...

- ▶ É uma poderosa ferramenta no processamento e análise de imagens
- ▶ Possui ideias intuitivas, construídas a partir de noções básicas e simples

Análise de formas

Granulometria

Compressão

Qualidade de Imagens

Deteção de bordas

Identificação de Padrões

Esqueletização

Segmentação

Mas e suas
APLICAÇÕES?



Diversas aplicações em
Processamento e Análise de Imagens

“

Um conceito importante na morfologia matemática é a definição de **elemento estruturante**...



Elemento **ESTRUTURANTE**

Consiste em...

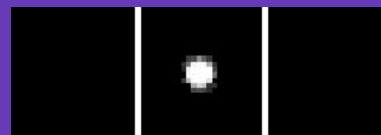
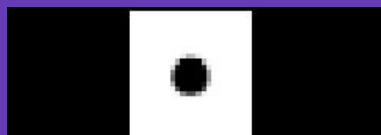
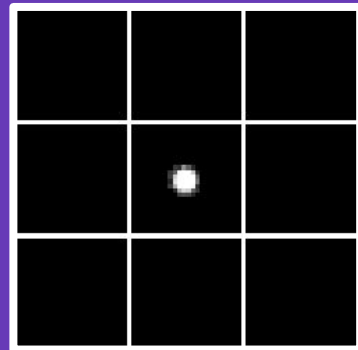
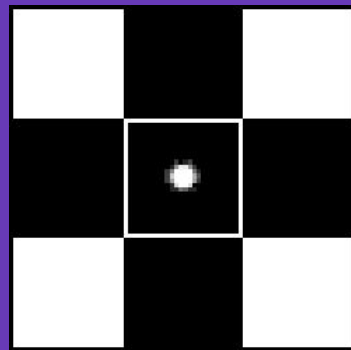
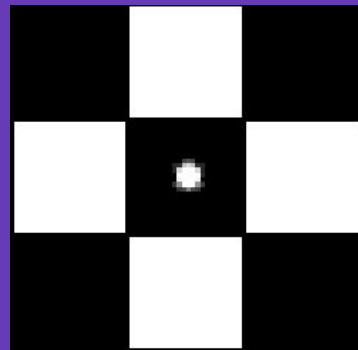
Um conjunto definido e conhecido (forma e tamanho) usado em uma operação para salientar aspectos

Formas diferentes

Pode assumir várias formas dependendo do efeito a ser obtido e sua origem pode ser definida em qualquer ponto

Operações

Sempre é utilizado em conjunto com a imagem a qual se deseja realizar operações morfológicas



Elemento
ESTRUTURANTE

Operadores

MORFOLÓGICOS

Algumas operações elementares em MM

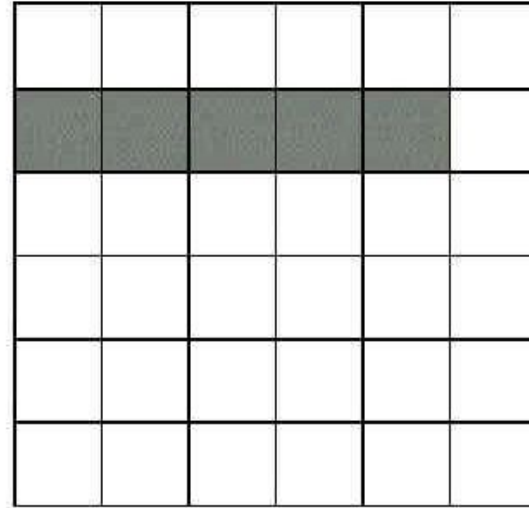
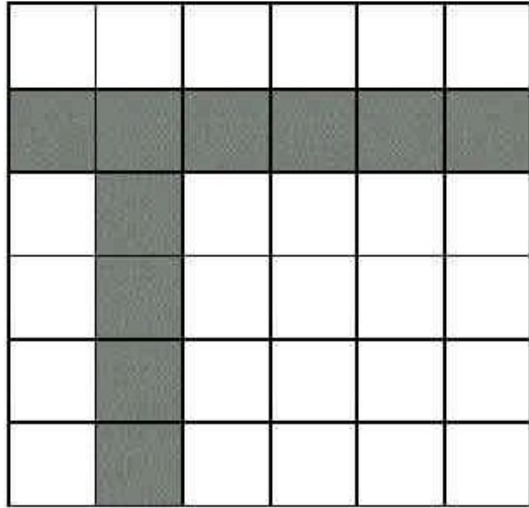
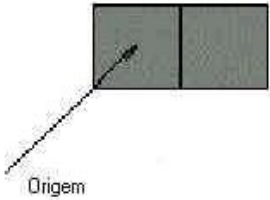
1. Erosão

Pode ser considerada
como sendo a
INTERSEÇÃO de todos
os conjuntos obtidos
a partir de translações
dos pixels da imagem
pelo elemento
estruturante

Elemento Estruturante

Imagem Entrada

Imagem Saída



Alguns efeitos obtidos pela **EROSÃO**

- Diminuir partículas
- Eliminar área de tamanho inferior ao tamanho do Elemento Estruturante
- Aumentar área vazia
- Permitir a separação de áreas espacialmente próximas

2.

Dilatação

*Pode ser considerada
como sendo a **UNIÃO**
de todos os conjuntos
obtidos a partir de
translações dos pixels
da imagem pelo
elemento estruturante*

Elemento Estruturante

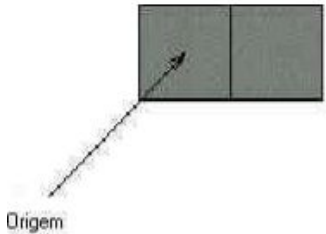


Imagem Entrada

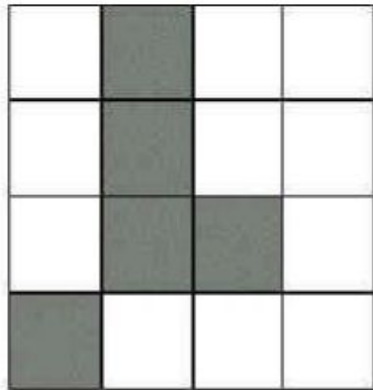
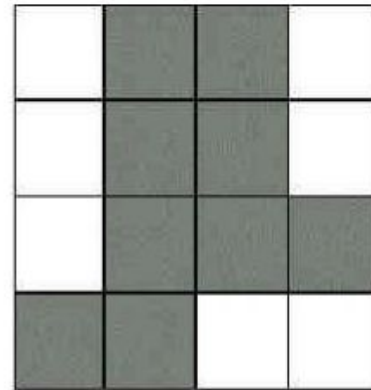


Imagem Saída



Alguns efeitos obtidos pela **DILATAÇÃO**

- Aumentar partículas
- Diminuir área vazia
- Conectar áreas espacialmente separadas

3.

Abertura

Erosão e Dilatação

*Elimina as partículas
indesejáveis de uma
imagem, sem
modificar
radicalmente o
tamanho das outras
entidades*

Elemento
Estruturante

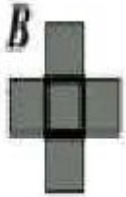
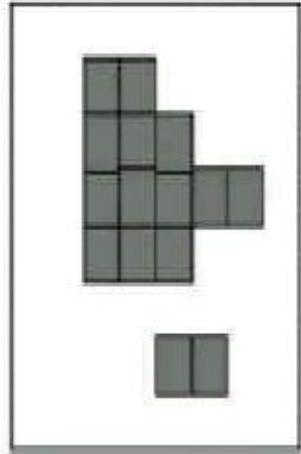
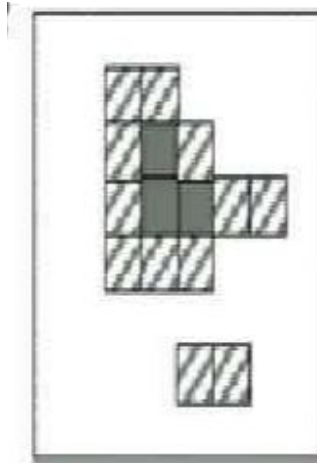


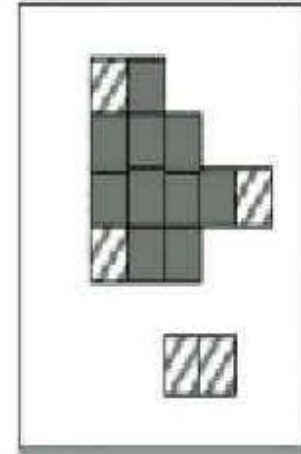
Imagem
Entrada



Erosão



Dilatação



O conjunto aberto é **mais regular** e **menos rico** em
detalhes do que o conjunto original

Alguns efeitos obtidos pela **ABERTURA**

- Nivelar os contornos “pelo interior”;
- Separar partículas
- Eliminar pequenas partículas inferiores em tamanho em relação ao elemento estruturante

4.

Fechamento

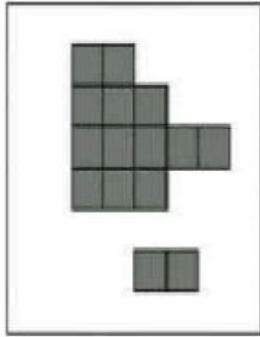
Dilatação e Erosão

Reestabelece
conexões sem
modificar
radicalmente o
tamanho e a forma
dos conjuntos
iniciais.

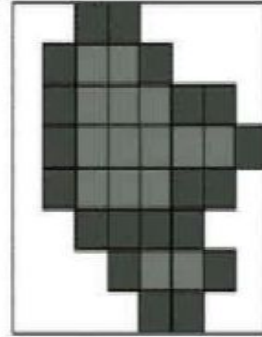
Elemento
Estruturante



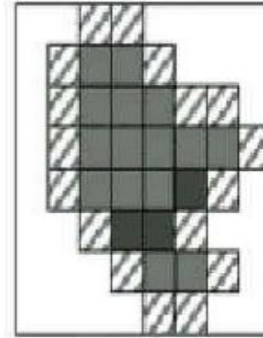
Imagem
Entrada



Dilatação



Erosão



O fechamento **suaviza as fronteiras** e o conjunto
fechado

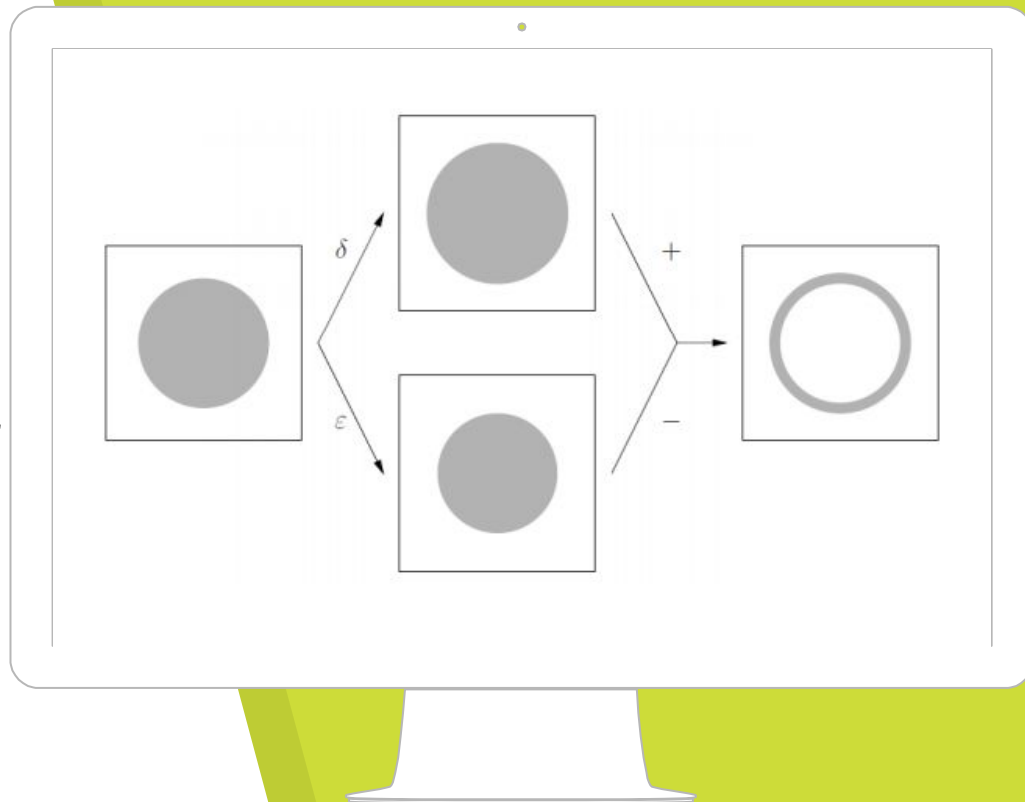
Alguns efeitos obtidos pelo **FECHAMENTO**

- Emenda partículas próximas
- Preenche buracos no interior do conjunto
- Suaviza fronteiras pelo “exterior”



GRADIENTE MORFOLÓGICO

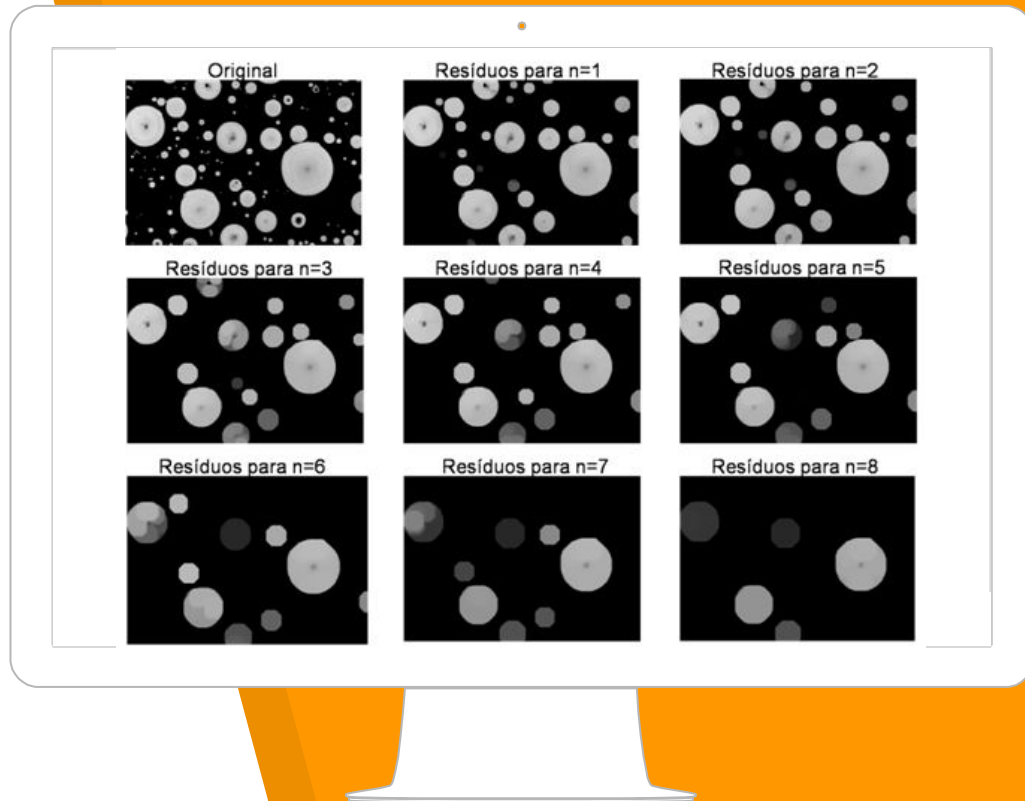
*Detecção de bordas a partir
das operações
Dilatação - Erosão*





GRANULOMETRIA

Contagem e
medição dos grãos
de uma formação



A close-up, high-angle photograph of a dark desk. In the foreground, several blue pencils are arranged diagonally. To the right, a black smartphone lies flat. In the center, a white sticky note features a hand-drawn diagram with three triangles and some illegible handwritten text. Other sticky notes, a white eraser, and a blue pen are scattered in the background. A white diagonal shape on the left side of the image contains text.

E na PRÁTICA?

Quais aplicações podem se construir utilizando MM?



Aplicações que fazem uso de **MORFOLOGIA MATEMÁTICA**

Onde?

Aplicações científicas e comerciais que fazem de imagem

Aplicadas a...

Segurança pública, sensoriamento, aplicações médicas, ambientais, agrícolas, etc

J. Koehoorn , A. Sobiecki , D. Boda , A. Diaconeasa , S. Doshi , S.
Paisey , A. Jalba , and A. Telea
Holanda e Reino Unido
2015

Automated Digital Hair Removal by Threshold Decomposition and Morphological Analysis



Mas e suas
APLICAÇÕES?

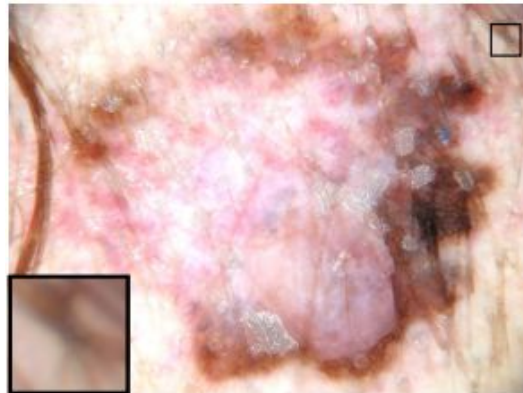
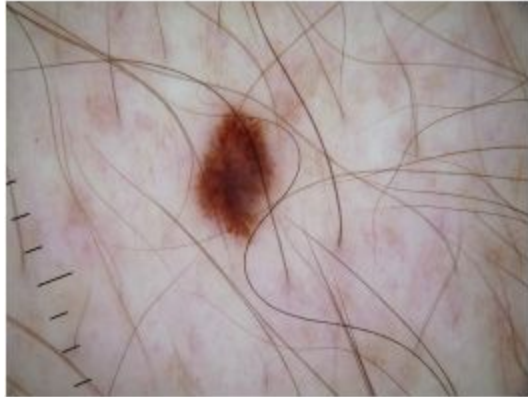
*“We propose a new approach to
digital hair removal from
dermoscopic images.”*

“

Automatic analysis of pigmented skin lesions occluded by hair is a challenging task. [...] Several digital hair removal (DHR) DHR methods are challenged by hairs which are thin, entangled, of similar contrast or color to underlying skin, or overlaid on a highly-textured skin structure.

We present a new DHR approach that addresses **most above problems**

Alguns resultados...



An Automated Assay for the Evaluation of Mortality in Fish Embryo



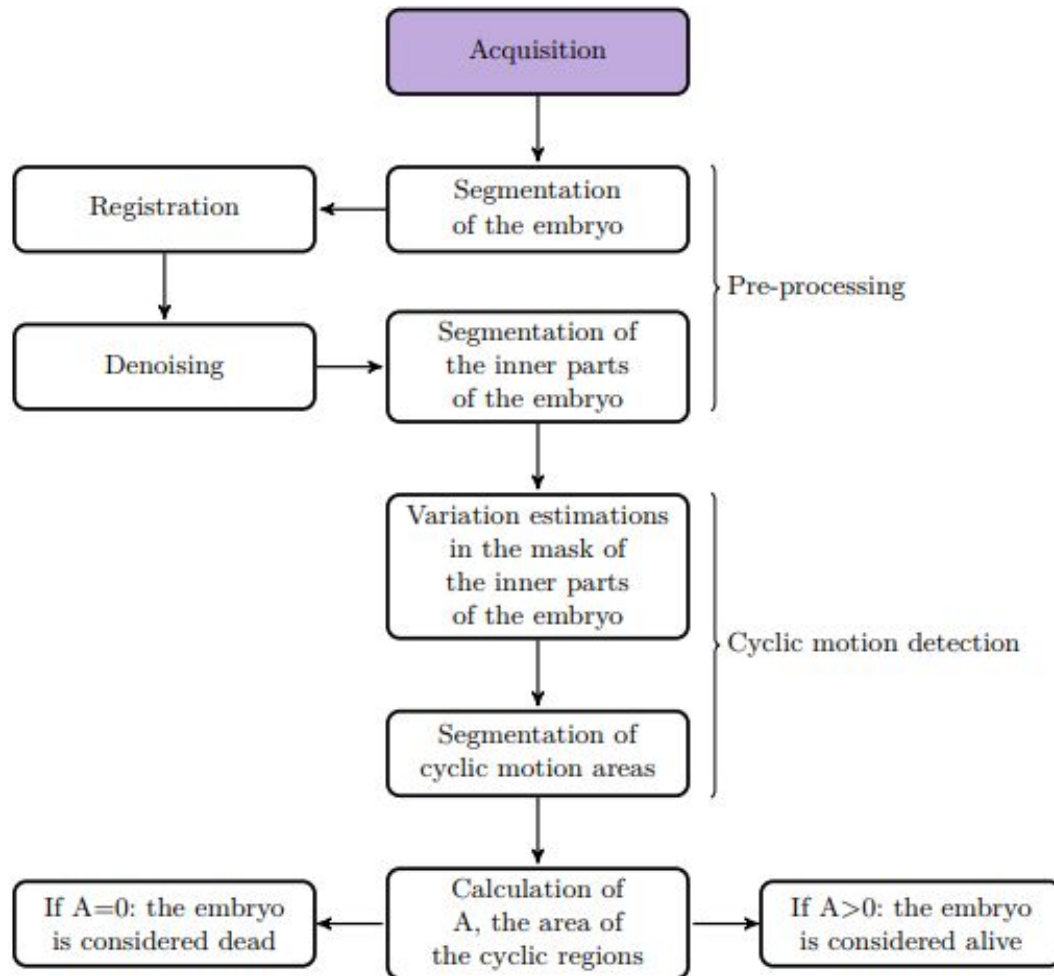
Mas e suas
APLICAÇÕES?

*“In this article, we develop an assay
to determine the mortality rate of
Medaka embryo.”*

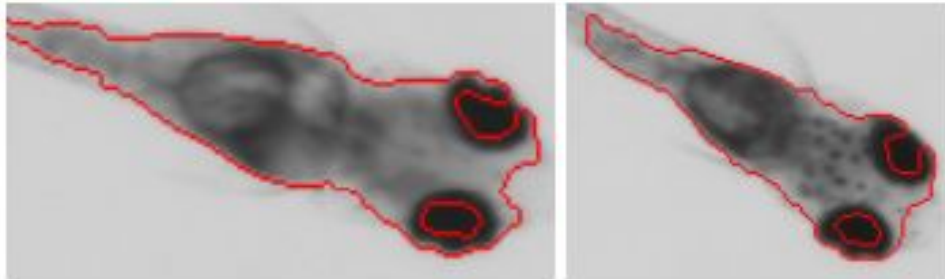
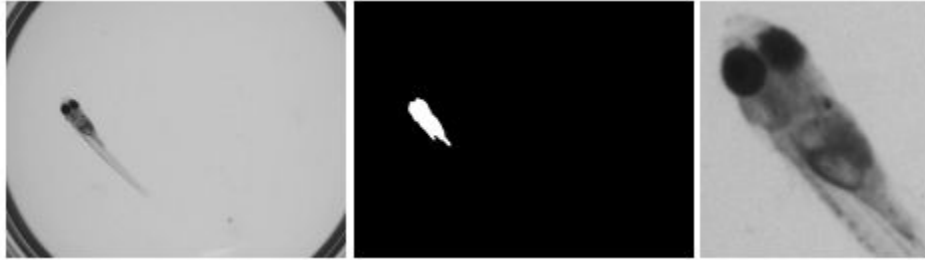
“

Waterways are often first and severely affected by pollution. In this context, fish embryos are widely used in environmental toxicology studies.

We develop an efficient morphological pipeline that analyses image sequences in a multiscale paradigm, **from the global scene to the embryo, and then to its heart**, finally analysing its putative motion, characterized by intensity variations



Alguns resultados...

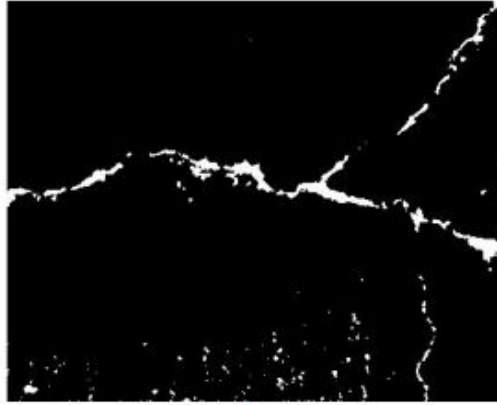


Application of Computer Vision to Crack Detection of Concrete Structure

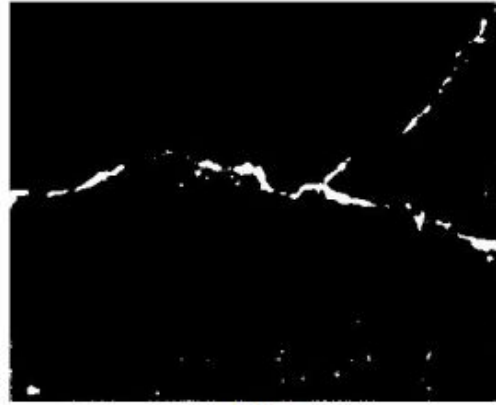


Mas e suas
APLICAÇÕES?

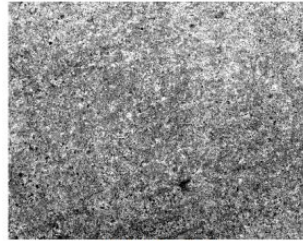
“This paper proposes a computer vision technique to attempt to automatically detect cracks in concrete structure.”



(a1)



(a2)



(b1)



(b2)

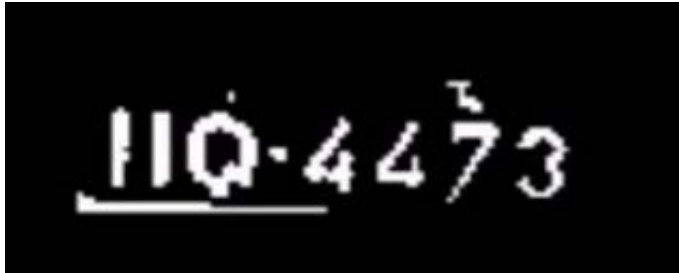
Uma Abordagem de Segmentação de Placas de Automóveis Baseada em Morfologia Matemática



Mas e suas
APLICAÇÕES?

O trabalho aqui apresentado aborda um método baseado em morfologia matemática para a segmentação de placas de automóveis a partir de cenas complexas

Alguns resultados...



Ultimate opening combined with area stability applied to urban scenes

Marcotegui, Beatriz, Andrés Serna, and Jorge Hernández (2017)

Assessing the performance of morphological parameters in distinguishing breast tumors on ultrasound images

Alvarenga, André Victor, et al (2010)

Morphological operators on the segmentation of breast ultrasound images

Gomez, W., et al. (2009)

Breast Ultrasound Segmentation Using Morphologic Operators and a Gaussian Function Constraint

Infantosi, Antonio Fernando Catelli, et al(2008)

Medical Images Edge Detection Based on Mathematical Morphology

Yu-Qian, Zhao, et al(2006)



Mas e suas
APLICAÇÕES?



Referências

KoeHoorn, Joost, et al. "Automated digital hair removal by threshold decomposition and morphological analysis." International Symposium on Mathematical Morphology and Its Applications to Signal and Image Processing. Springer, Cham, 2017.

Puybureau, Élodie, Marc Léonard, and Hugues Talbot. "An automated assay for the evaluation of mortality in fish embryo." International Symposium on Mathematical Morphology and Its Applications to Signal and Image Processing. Springer, Cham, 2015.

Su, Tung-Ching. "Application of computer vision to crack detection of concrete structure." International Journal of Engineering and Technology 5.4 (2013): 457.

de Carvalho, Jonh Edson Ribeiro, and Aura Conci. "Uma Abordagem de Segmentação de Placas de Automóveis Baseada em Morfologia Matemática." (2006).

Gomez, W., et al. "Morphological operators on the segmentation of breast ultrasound images." 2009 Pan American Health Care Exchanges. IEEE, 2009.

Yu-Qian, Zhao, et al. "Medical images edge detection based on mathematical morphology." 2005 IEEE engineering in medicine and biology 27th annual conference. IEEE, 2006.



Referências

Infantosi, Antonio Fernando Catelli, et al. "Breast ultrasound segmentation using morphologic operators and a Gaussian function constraint." 14th Nordic-Baltic Conference on Biomedical Engineering and Medical Physics. Springer, Berlin, Heidelberg, 2008.

Alvarenga, André Victor, et al. "Assessing the performance of morphological parameters in distinguishing breast tumors on ultrasound images." Medical engineering & physics 32.1 (2010): 49-56.

Marcotegui, Beatriz, Andrés Serna, and Jorge Hernández. "Ultimate opening combined with area stability applied to urban scenes." International Symposium on Mathematical Morphology and Its Applications to Signal and Image Processing. Springer, Cham, 2017.

<http://visual.ic.uff.br/morphology/binary.html>

<http://www.ic.uff.br/~aconci/operadoresBasicos.PDF>

<http://www.ic.uff.br/~aconci/MMquequeisso.pdf>

<https://sofaltatestar.wordpress.com/>



Obrigado!

perguntas?

You can find me at adrielsantos@id.uff.br