

Algoritmo para Rotulação e Classificação de Manchas

Introdução ao Processamento de Imagens

Prof. Alexandre Zaghetto

zaghetto@unb.br

1. Introdução

Uma aplicação em biotecnologia resulta imagens binárias de manchas possuindo forma geral como mostrado na Figura 1.

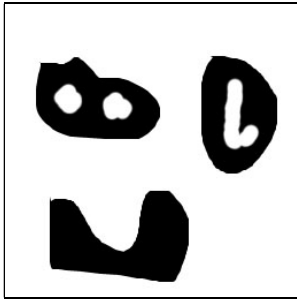


Figura 1 – Imagem binária.

O objetivo desse projeto é desenvolver um método para determinar se uma imagem contém alguma mancha e, se a resposta for positiva, classificar cada mancha como tipo A se ela não tem buracos ou como tipo B, caso contrário.

2. Metodologia

Considerando que as imagens binárias são representadas pelos *bits* 1 (branco) e 0 (preto), a metodologia adotada resume-se basicamente no algoritmo descrito abaixo:

1. Para a matriz binária que representa a figura foi criada uma matriz de rótulos:

a. Inserir na imagem 2 linhas à esquerda e 2 linhas abaixo.

b. Rotulação das manchas.

- Todos os *pixels* $p = p(x, y)$ da imagem são analisados
- Se $p = 1$, nada é feito.
- Se $p = 0$, os vizinhos $t = p(x-1, y)$ e $r = p(x, y-1)$ são analisados.
 - Se r e t são iguais a 1, designa-se um novo rótulo para p .
 - Se apenas um deles é 0, designa-se o mesmo rótulo para p .
 - Se ambos são iguais a 0 e possuem o mesmo rótulo, aplicar o rótulo em p .

- Se ambos são iguais a 0 e possuem rótulos diferentes, aplicar um dos rótulos em p e estabelecer a equivalência entre os rótulos.
- Substituir os rótulos equivalentes por um mesmo rótulo.
- Reorganizar os rótulos de maneira que o fundo da imagem tenha rótulo 1, e as manchas tenham rótulos de 2 a $N+1$, sendo N o número de manchas.

c. Rotulação dos buracos.

- Inverter a imagem de maneira que os *pixels* que valem 1 passem a valer 0 e vice-versa.
- Rotular os buracos da mesma maneira que as manchas. Se o número total de rotulações for dado por L , o número de buracos será $L-1$, pois o fundo branco, também convertido para preto, acaba sendo considerado erroneamente como um buraco.
- Reorganizar os rótulos dos buracos de maneira que o rótulo 2, referente ao fundo da imagem erroneamente considerado como um buraco, seja ajustado para 1 e os valores dos demais rótulos variem de $N+2$ (o valor inteiro imediatamente acima do último valor utilizado para a rotulação das manchas) a $N+2+(L-2) = N+L$.

d. A matriz contendo os rótulos dos buracos é sobreposta a matriz contendo os rótulos das manchas, formando uma matriz de rotulação única.

2. Por último, é analisada a vizinhança entre rótulos para se estabelecer que buraco pertence a que mancha.

Para exemplificar, consideremos a Figura 2.

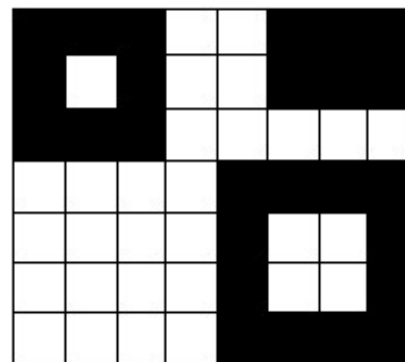


Figura 2 – Exemplo.

A matriz que contém os valores dos *pixels* da imagem está retratada na matriz abaixo. São inseridas uma linha e uma coluna antes do da rotação, cujo processo é iniciado em $p(1, 1)$.

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
1	0	1	0	1	1	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	0	1	1	1	0
1	1	1	1	1	0	1	1	1	0
1	1	1	1	1	0	0	0	0	0

A matriz de rotação das machas é dada pela matriz abaixo

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	2	2	2	1	1	3	3	3	3
1	2	1	2	1	1	3	3	3	3
1	2	2	2	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	4	4	4	4	4
1	1	1	1	1	4	1	1	1	4
1	1	1	1	1	4	1	1	1	4
1	1	1	1	1	4	4	4	4	4

Para determinar os buracos é preciso calcular o negativo da imagem original. Mais uma linha e mais uma coluna são inseridas.

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	0	0	1	1	1
0	0	1	0	1	0	0	1	1	1
0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

Rotulando o negativo da imagem. O processamento é iniciado em $p(1, 1)$.

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	2	2	2	2	2	2	2	2	2
0	2	1	1	1	2	2	1	1	1
0	2	1	3	1	2	2	1	1	1
0	2	1	1	1	2	2	2	2	2
0	2	2	2	2	2	1	1	1	1
0	2	2	2	2	2	1	4	4	1
0	2	2	2	2	2	1	4	4	1
0	2	2	2	2	2	1	1	1	1

Ajustando a rotação do negativo da imagem, segundo o item b do algoritmo, obtemos a matriz de rotação dos buracos. As linha e colunas adicionais são removidas.

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	5	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	6	6	1	1
1	1	1	1	1	1	6	6	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Sobrepondo as duas matrizes de rotação obtemos:

2	2	2	1	1	3	3	3	3	3
2	5	2	1	1	3	3	3	3	3
2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	4	4	4	4	4	4
1	1	1	1	4	6	6	6	4	4
1	1	1	1	4	6	6	6	4	4
1	1	1	1	4	4	4	4	4	4

Através da matriz de rotação acima, facilmente concluímos pelo critério de vizinhança que o buraco rotulado como 5 pertence à mancha rotulada como 2, e que o buraco rotulado como 6 pertence à mancha rotulada como 4.