

Método de Otsu

Leonardo Torok¹

¹Instituto de Computação – Universidade Federal Fluminense (UFF)
Av. Gal. Milton Tavares de Souza, s/nº – 24.210-346 – Niterói – RJ – Brasil

ltorok@ic.uff.br

Resumo. O método de Otsu é um dos mais populares algoritmos de limiarização, utilizado para buscar um *threshold* ideal para separação dos elementos na frente e no fundo de uma imagem.

1. Introdução

O método de Otsu é um algoritmo de limiarização, proposto por Nobuyuki Otsu [Otsu, 1975]. Seu objetivo é, a partir de uma imagem em tons de cinza, determinar o valor ideal de um *threshold* que separe os elementos do fundo e da frente da imagem em dois *clusters*, atribuindo a cor branca ou preta para cada um deles. Devido à essa característica, funciona especialmente bem para casos de imagens com histogramas bimodais, podendo ser divididas adequadamente com um único valor.

Existe ainda uma variação para limiarização multinível, proposta por Liao (2001).

2. Conceito

O conceito proposto é de iterar por todos os valores possíveis para o *threshold* em uma imagem (ou seja, o intervalo dinâmico da imagem), buscando aquele que minimiza a soma da variância intraclasse da imagem. Esse valor irá corresponder ao melhor *threshold* para o caso, separando frente e fundo e atribuindo uma cor para cada classe.

A variância intraclasse para um *threshold* possível t pode ser calculada com:

$$\sigma_W^2 = W_b \sigma_b^2 + W_f \sigma_f^2$$

Aonde:

- W é o peso para cada classe. Essa medida corresponde à probabilidade que um pixel possui de pertencer a classe b (*background*) ou f (*foreground*).

Esse cálculo será realizado para todos os *thresholds* possíveis. O valor que minimizar a variância intraclasse será o *threshold* selecionado para a binarização da imagem. Porém, o cálculo da variância, que exige os valores das médias e pesos correspondentes para cada classe, é computacionalmente custoso. Otsu demonstrou que é possível substituir a fórmula acima pelo cálculo da variância interclasse, diminuindo o custo do algoritmo:

$$\begin{aligned}\sigma_B^2 &= \sigma^2 - \sigma_W^2 \\ &= W_b(\mu_b - \mu)^2 + W_f(\mu_f - \mu)^2\end{aligned}$$

Aonde:

$$\mu = W_b \mu_b + W_f \mu_f$$

Logo:

$$= W_b W_f (\mu_b - \mu_f)^2$$

A diferença na aplicação desse caso é que o algoritmo deve buscar maximizar a variância interclasse. O valor que atinge esse objetivo é o mesmo *threshold* que minimiza a variância intraclasse e, portanto, resulta na limiarização ideal.

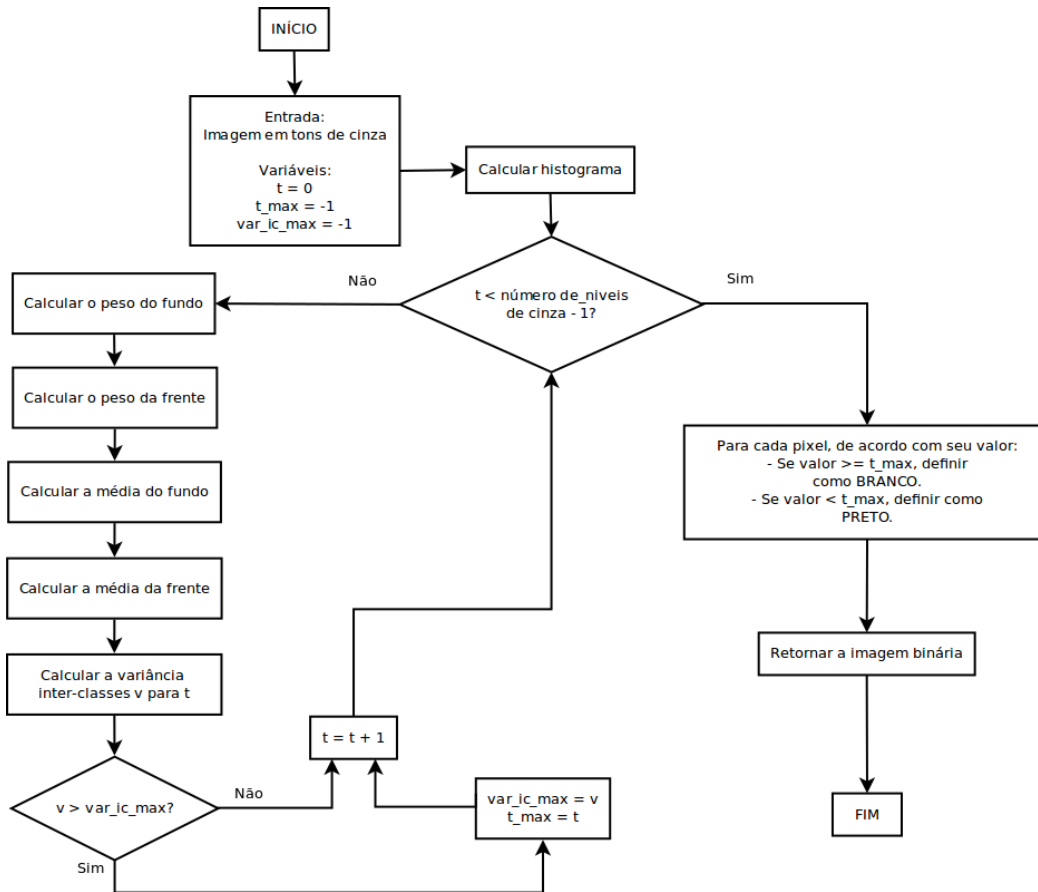


Figura 1. Fluxograma da execução do algoritmo de Otsu.

A figura 1 ilustra o funcionamento do algoritmo em um fluxograma. Inicialmente, é necessário calcular o histograma da imagem em tons de cinza de entrada. A partir daí, para cada valor possível de um *threshold*, serão calculados os pesos e médias para as classes da frente e fundo da imagem. Esses valores serão utilizados no cálculo da variância interclasses. Após todas as iterações, o *threshold* escolhido é aquele que apresentou o maior valor para a variância interclasses. O

algoritmo irá iterar cada pixel na imagem e verificar seu valor. Caso esse valor seja igual ou superior ao *threshold*, a cor do pixel será redefinida como branca. Caso o tom do pixel seja inferior ao *threshold*, sua nova cor será preta. Com isso, a saída agora será uma imagem binária em dois tons.

3. Exemplos



Figura 2. Exemplos de imagens em tons de cinza (esquerda) e seus resultados após a limiarização pelo método de Otsu.

A figura 2 mostra exemplos de imagens segmentadas pelo método de Otsu. A análise do histograma dos exemplos (figura 3) indica o ponto da divisão do algoritmo. É interessante observar que ambas as imagens não representavam casos perfeitamente bimodais e, com isso, não existe uma distinção clara entre todos os elementos do fundo e da frente de cada imagem.

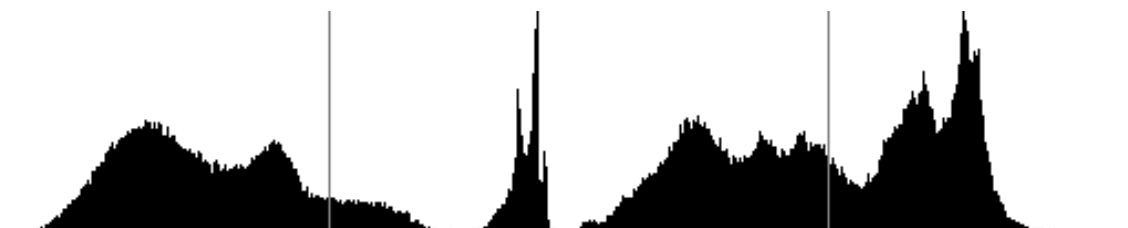


Figura 3. Histogramas para as imagens superior (esquerda) e inferior (direita) na figura 2.

A figura 4 mostra a aplicação do método de Otsu em um dos casos das amostras do estudo de análise de anomalias na mama [Lincoln, 2015]. mostra exemplos de imagens segmentadas pelo método de Otsu. A análise do histograma dos exemplos (figura 3) indica o ponto da divisão do algoritmo. É interessante observar que o histograma nesse caso é bimodal, levando a uma divisão clara entre a frente e o fundo da imagem.

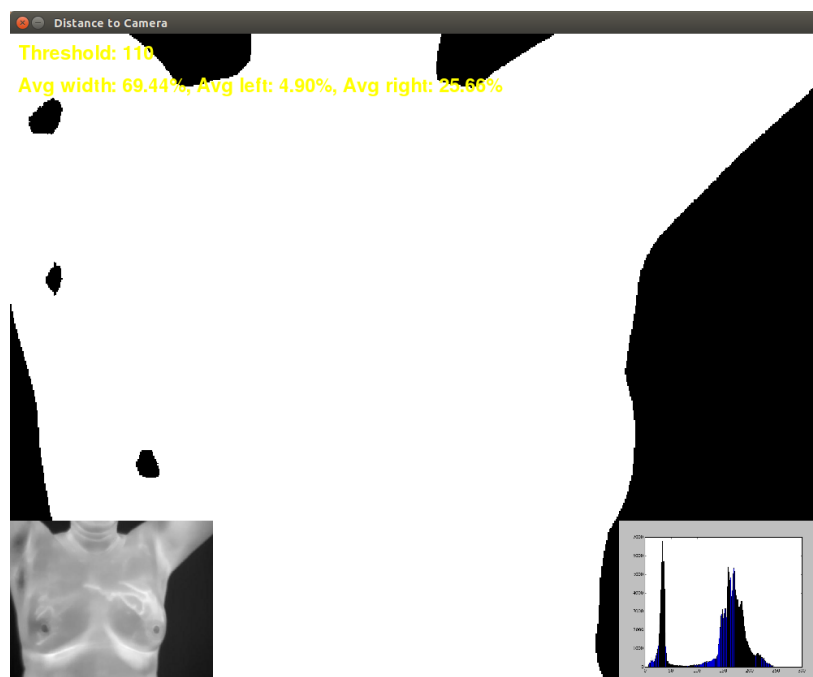


Figura 4. Limiarização pelo método de Otsu aplicada a uma imagem do estudo de câncer de mama. A imagem original aparece no canto inferior esquerdo enquanto o histograma de encontra na parte inferior direita.

4. Conclusão

A limiarização pelo método de Otsu apresenta resultados excelentes em imagens com histogramas bimodais, com resultados mais fracos à medida que a imagem em questão se afasta desse padrão.

Uma vantagem é a simplicidade do algoritmo após a compreensão de sua base matemática, podendo ser implementado com poucas linhas de código.

Referências

- Otsu, N. (1975) A threshold selection method from gray-level histograms. *Automatica*, 11(285-296), pp. 23-27.
- Liao, P. S., Chen, T. S. e Chung, P. C. (2001) A fast algorithm for multilevel thresholding. *J. Inf. Sci. Eng.*, 17(5), pp. 713-727

Lincoln, F. S. (2015) Uma Análise Híbrida para Detecção de Anomalias da Mama usando Séries Temporais de Temperatura. Niterói, 2015. Tese (Doutorado em Computação) – Universidade Federal Fluminense

Greensted, A. (2010) Otsu Thresholding. Disponível em: <http://www.labbookpages.co.uk/software/imgProc/otsuThreshold.html>

Gazziro, M. (2013) Método de Otsu. Universidade de São Paulo – São Carlos. Instituto de Ciências

Morse, B. (2000) Lecture 4: Thresholding. Brigham Young University