

Seminário 1

Victor Augusto Alves Catanante

Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação
Universidade de São Paulo

São Carlos, 2018

Sumário

- ① Introdução
- ② Motivação
- ③ Algoritmo Aperfeiçoado de Otsu 2D
- ④ Algoritmo Proposto
- ⑤ Resultados e Discussão

Introdução

Artigo:

- Devi, M. P. A.; Latha, T.; Sulochana, C. H. *Iterative thresholding based image segmentation using 2D improved Otsu algorithm*. 2015 Global Conference on Communication Technologies (GCCT), 145-149, 2015.

Introdução

- Segmentação de imagens: processo de particionamento da imagem em regiões distintas, como o objetivo de extrair objetos de interesse do plano de fundo;
- Problema fundamental e complexo em processamento e análise de imagens;
- Aplicações em imagens médicas, reconhecimento de objetos, controle de tráfico, dentre outras;
- Principais abordagens:
 - Segmentação baseada em detecção de descontinuidades (bordas);
 - Segmentação baseada em detecção de similaridades (regiões).

Introdução

- Técnicas costumeiramente utilizadas:
 - Segmentação baseada em Limiares;
 - Segmentação baseada em Regiões;
 - Segmentação baseada em Bordas;
 - Segmentação baseada em Clusterização.
- Limiarização: simplicidade e eficiência computacional.
- Principais abordagens:
 - Segmentação baseada em detecção de descontinuidades (bordas);
 - Segmentação baseada em detecção de similaridades (regiões).

Introdução

- Divisões:
 - Limiarização Global: pixels são classificados de acordo com a sua relação de intensidade com o limiar previamente estabelecido;
 - Limiarização Local: limiares diferentes são inferidos para cada pixel, de acordo com estatísticas locais;

Motivação

- Otsu: método de segmentação que escolhe o limiar ótimo por meio de maximizações da variância entre classes.
 - Utilizado principalmente em imagens com medidas de forma homogêneas, pré-processamento, visão computacional e reconhecimento de padrões;
 - Histograma unimodal: resultado factível, porém não ótimo.

Motivação

- Abordagens da literatura:
 - Limiarização Recursiva: eficaz para objetos homogêneos e claros;
 - Limiarização por Erro Mínimo: assume distribuições normais para o *foreground* e para o *background*, e o limiar ótimo é encontrado pela função Bayesiana de critério;
 - Limiarização por *Quad Tree*: clusterização de um centroide combinada com métodos de estimação de zonas limítrofes.

Motivação

- Método proposto: utilizar uma função de reconhecimento para encontrar o limiar ótimo para a imagem:
 - Separação do histograma em duas classes quando o mesmo possui mais de dois picos;
 - Busca iterativa por subregiões da imagem.

Algoritmo Aperfeiçoado de Otsu 2D

- Para uma imagem $f(x, y)$ e uma imagem de média local $g(x, y)$ com L tons de cinza de tamanho N , considerando n_{ij} a ocorrência total do par (i, j) , onde i indica o tom de cinza e j representa o valor médio local dos tons de cinza. A função de distribuição de probabilidade conjunta é dada pela equação 1.

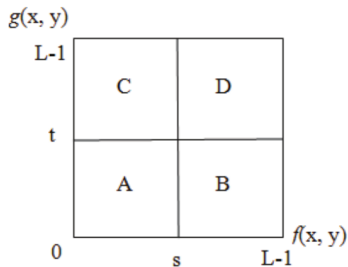
$$P_{ij} = \frac{n_{ij}}{N} \quad (1)$$

Algoritmo Aperfeiçoado de Otsu 2D

- Dado um vetor aleatório de limiares $T = (s, t)$, o mesmo divide o histograma 2D em quatro quadrantes;
 - Região A: objeto;
 - Região D: *background*;
 - Região B: borda;
 - Região C: ruído;

Algoritmo Aperfeiçoado de Otsu 2D

Figura 1: Divisão do histograma em quadrantes.



Fonte: DEVI; LATHA; SULOCHANA; (2015).

Algoritmo Aperfeiçoado de Otsu 2D

- P_a denota a probabilidade de pertencer à classe dos objetos, e P_b denota a probabilidade para o *background*. Ambas são definidas pelas equações 2 e 3:

$$P_a = \sum_{i=0}^s \sum_{j=0}^t P_{ij} \quad (2)$$

$$P_b = \sum_{i=s+1}^{L-1} \sum_{j=t+1}^{L-1} P_{ij} \quad (3)$$

Algoritmo Aperfeiçoado de Otsu 2D

- A média da classe de *background*, da classe objeto e da imagem como um todo pode ser descrita pelas equações 4, 5 e 6, respectivamente.

$$u_a = \left| \frac{\sum_{i=0}^s \sum_{j=0}^t iP_{ij}}{P_a} \frac{\sum_{i=0}^s \sum_{j=0}^t jP_{ij}}{P_a} \right|^T \quad (4)$$

$$u_b = \left| \frac{\sum_{i=s+1}^{L-1} \sum_{j=t+1}^{L-1} iP_{ij}}{P_b} \frac{\sum_{i=s+1}^{L-1} \sum_{j=t+1}^{L-1} jP_{ij}}{P_b} \right|^T \quad (5)$$

$$u_o = P_a u_a + P_b u_b \quad (6)$$

Algoritmo Aperfeiçoado de Otsu 2D

- A maximização da variância entre a média de elementos da classe objeto e a média de elementos do *background* fornece o valor ótimo de limiar (s_m, t_m).
- As regiões B e C da figura 1, que representam as bordas e o ruído, são eliminadas por substituição com valores 0 ou 1.

Algoritmo Aperfeiçoado de Otsu 2D

- A equação 7 demonstra a forma de classificação dos pixels da imagem após a aplicação a técnica de Otsu.

$$seg(x, y) = \left\{ \begin{array}{ll} 0 & \text{se } f(x, y) + g(x, y) < th \\ 255 & \text{se } f(x, y) + g(x, y) \geq th \end{array} \right\} \quad (7)$$

Algoritmo Aperfeiçoado de Otsu 2D

- Conclusão sobre o algoritmo:
 - O método tradicional de Otsu pode inferir erroneamente a classificação se a forma do histograma da imagem não for bimodal, e também quando as intensidades do *background* são maiores quando comparadas com o objeto.

Algoritmo Proposto

- Primeiro passo: aplicar a função definida pela equação 8 na imagem, em prol de encontrar o limiar ótimo;

$$F(s, t) = \frac{\sum_{i=0}^s \sum_{j=0}^t [(u_{Ai} - u_{Oi})^2 + (u_{Aj} - u_{Oj})^2] P_{ij} + \sum_{i=s+1}^{L-1} \sum_{j=t+1}^{L-1} [(u_{Bi} - u_{Oi})^2 + (u_{Bj} - u_{Oj})^2] P_{ij}}{\sum_{i=0}^s \sum_{j=0}^t [(i - u_{Ai})^2 + (j - u_{Aj})^2] P_{ij} + \sum_{i=s+1}^{L-1} \sum_{j=t+1}^{L-1} [(i - u_{Bi})^2 + (j - u_{Bj})^2] P_{ij}} \quad (8)$$

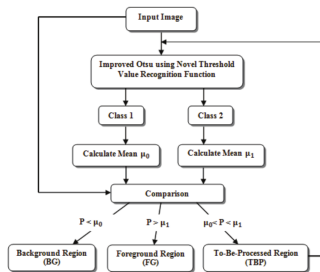
- O valor (s, t) que fornece o máximo da função F é o limiar ótimo;
- Otsu convencional: (s, t) fornece a variância máxima entre classes.

Algoritmo Proposto

- Sendo o limiar $T = s_m + t_m$, a imagem é dividida em duas classes;
- Os valores médios são calculados para cada classe, resultando nas médias μ_0 e μ_1 ;
- Usualmente: $\mu_0 < \mu_1$;
- Por meio das médias extraídas, divide-se iterativamente o histograma em três classes.

Algoritmo Proposto

Figura 2: Diagrama de blocos do método proposto.



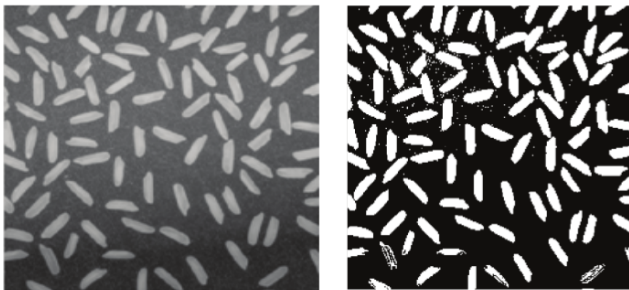
Fonte: DEVI; LATHA; SULOCHANA; (2015).

Resultados e Discussão

- Imagem teste: "arroz", com dimensões 256x256;
- Ambiente MATLAB.

Resultados e Discussão

Figura 3: Imagem original e imagem segmentada pelo método proposto.



Fonte: DEVI; LATHA; SULOCHANA; (2015).

Resultados e Discussão

- O algoritmo proposto, após diversas iterações, foi capaz de segmentar objetos que são normalmente perdidos nos métodos normais;
- O ruído resultante nas imagens é mínimo;
- A comparação do resultado foi dada pelas métricas de RMSE (*Root Mean Squared Error*) e PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*).

Resultados e Discussão

Figura 4: Tabela de comparação das métricas de erro entre os métodos.

Image (size)	Iteration	Conventional Otsu based iterative thresholding			Proposed System		
		Threshold	RMSE	PSNR (dB)	Threshold	RMSE	PSNR (dB)
Rice (256 x 256)	1	131	97.3770	28.2462	(135,136)	98.3516	28.2030
	2	88	92.0827	28.4890	(89,132)	90.8002	28.5499
	3	88	102.1756	28.0373	(102,123)	90.4170	28.5683
	4	88	109.4087	27.7403	(110,105)	90.4457	28.5669
	5	88	112.9454	27.6021	(110,255)	95.3415	28.3380

Fonte: DEVI; LATHA; SULOCHANA; (2015).



Gonzalez, R.C.; Woods, R.E.

Digital Image Processing.

Pearson/Prentice Hall, 2009.



Devi, M. P. A.; Latha, T.; Sulochana, C. H.

Iterative thresholding based image segmentation using 2D improved Otsu algorithm

2015 Global Conference on Communication Technologies (GCCT), 145–149, 2015.

Perguntas?