

A novel Genetic Algorithms and SURF-Based approach for image retargeting

Saulo A. F. Oliveira e Ajalmar R. Rocha Neto

20 de novembro de 2015

Introdução

- Redimensionamento sensível ao conteúdo
- Objetivo

Seam Carving

SURF-Based Genetic Seam Carving

- Seam como cromossomo
- Operadores genéticos
- Função de Aptidão

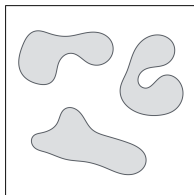
Resultados

Considerações finais

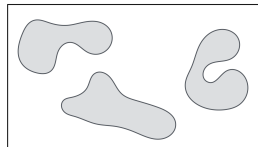
Redimensionamento sensível ao conteúdo

Ajustar imagens de entrada para as dimensões arbitrárias e também preservar regiões de interesse [5].

- ▶ Preservar o conteúdo da imagem de entrada.
- ▶ Preservar a estrutura da imagem de entrada.
- ▶ Alcançar um resultado livre de artefatos visuais (distorções, serrilhado, etc).



(a) Original



(b) Redimensionada

Figura 1: Redimensionamento sensível ao conteúdo.

Objetivo

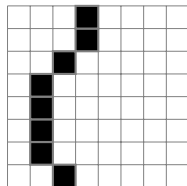
O objetivo deste trabalho é propor uma nova formulação do problema de redimensionamento sensível ao conteúdo no paradigma de Algoritmos Genéticos, o *SURF-Based Genetic Seam Carving* (S-GSC) [4]. Em nossa proposta, somos capazes de destacar várias contribuições, tais como:

- ▶ Representação genética inspirada em *seams*¹;
- ▶ Operadores genéticos capazes de lidar com esta representação;
- ▶ Função de aptidão sensível ao conteúdo;
- ▶ Bem como novo índice para avaliação de qualidade em imagens redimensionadas.

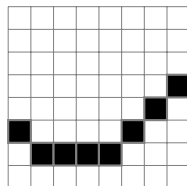
¹Caminhos de pixels

Seam Carving

- ▶ Procurar por caminhos ótimos de pixels em vizinhança 8 que cruzam a imagem de uma extremidade à sua oposta.
- ▶ Estes caminhos são chamados de *seams* [1].
- ▶ Processar seams ótimos só causa distorção nas regiões ao redor nas quais as distorções não são facilmente percebidas pelo observador.



(a)



(b)

Figura 2: *Seam* vertical (a) e um *seam* horizontal (b) dispostos.

Seam Carving - Função de energia

- ▶ O ótimo é definido por uma função que atribui valores de relevância (energia) aos pixels.
- ▶ Pesquisa guiada através da energia, com foco no agrupamento de pixels com valores cumulativo (função M) de energia mais baixos.

$$M(x, y) = e(x, y) + \min \left\{ \begin{array}{l} M(x + 1, y - 1), \\ M(x + 1, y), \\ M(x + 1, y + 1) \end{array} \right\}. \quad (1)$$

- ▶ Utiliza programação dinâmica pra otimizar o computo de $M(\cdot)$.

Seam Carving - Função de energia

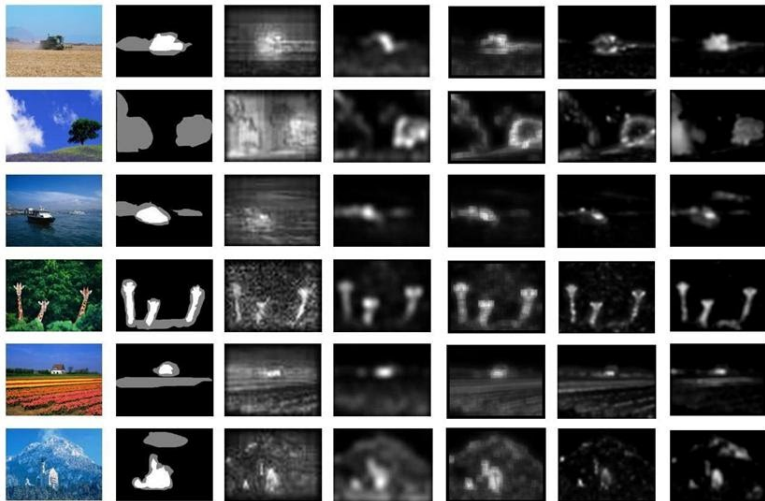


Figura 3: Exemplos de funções de energia.

SURF-Based Genetic Seam Carving

- ▶ Seams como cromossomos.
- ▶ Operadores genéticos próprios.
- ▶ Fitness baseado em distância de áreas salientes através do SURF [2].
- ▶ Multi-seam Carving baseado em população.

Seam como cromossomo

Definição de um seam

$$s^v = \{(i, x(i))\}_{i=1}^m \text{ s.t. } \forall i, |x(i) - x(i+1)| \leq 1.$$

onde x is um mapeamento, $x : [1, \dots, m] \rightarrow [1, \dots, n]$.

Representação genética

- ▶ Indivíduo composto por um cromossomo;
- ▶ Posição e valor do gene representam coordenadas;
- ▶ Gene “pivô” usado como base do seam.

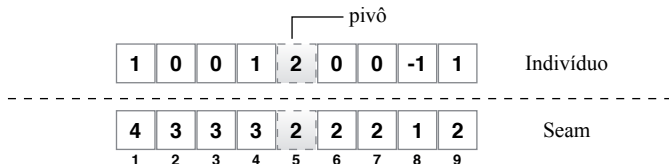


Figura 4: Representação genética adotada.

Operadores genéticos - Crossover

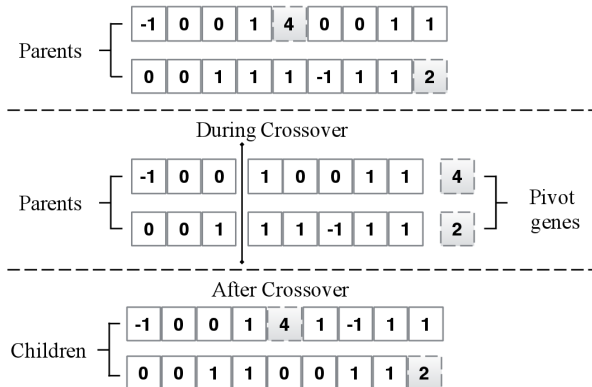


Figura 5: Operador de crossover.

Operadores genéticos - Mutação

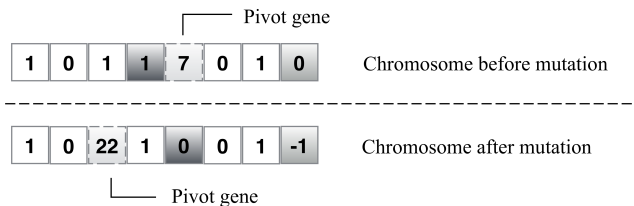


Figura 6: Operador de mutação.

Função de Aptidão

- ▶ Seams longes de áreas salientes.
- ▶ Utiliza SURF [2] para obter pontos chave.
- ▶ Fitness baseado em distância de áreas salientes.



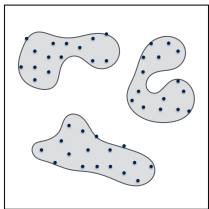
(a) Imagem de entrada.



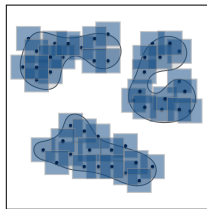
(b) Detecção de pontos SURF.

Figura 7: Detecção de pontos salientes.

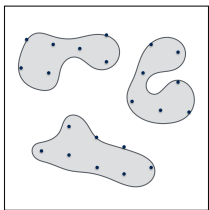
Função de Aptidão



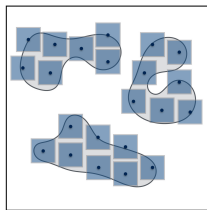
(a) Pontos detectados.



(b) Área de interesse.



(c) Quantização.



(d) Nova área de interesse.

Figura 8: Detecção de áreas salientes.

Função de Aptidão

- ▶ Computar as distâncias $D_s = \{d_j\}_{j=1}^k$ de cada ponto do seam aos k pontos de interesse.
- ▶ Penalização moderada baseada na proximidade aos pontos.
- ▶ Penalização maior para seams fora da imagem

Penalidade baseada em proximidade

$$\lambda(s) = \frac{1}{k} \sum \frac{0.5W - d_j}{0.5W} \text{ s.t. } , \forall d_j < 0.5W \in D_s, \quad (2)$$

Cálculo da aptidão

$$\text{fitness}(\mathbf{s}) = \begin{cases} \lambda(\mathbf{s}), & \text{se } \mathbf{s} - \mathbf{l}' = \emptyset, \\ |\mathbf{s} - \mathbf{l}'| + 1, & \text{caso contrário;} \end{cases} \quad (3)$$

OBS: $\mathbf{c}_2 = [2^*, -1, -1, -1] \rightarrow \mathbf{s}_2 = \{(1, 2), (2, 1), (3, 0), (4, -1)\}$.

Resultados

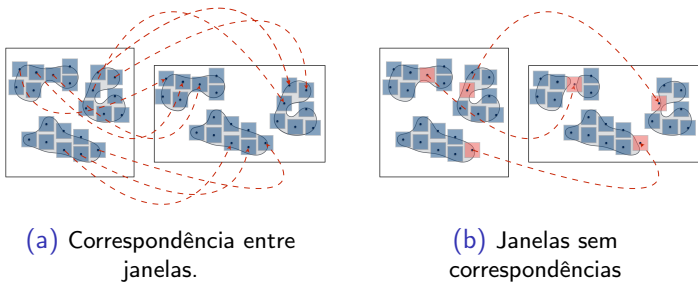


Figura 10: Relação das correspondências entre janelas.

Métrica de avaliação proposta

$$\text{SURF-SSIM}(I, I') = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^Q \text{SSIM}(\mathbf{w}_i, \mathbf{w}'_i) \text{ s.t. } Q \leq K. \quad (4)$$

Resultados

Tabela 1: Comparison of the quality indexes

Image	SURF-SSIM				SIFT flow [3]	
	score		Q/K		score	
	SC	S-GSC	SC	S-GSC	SC	S-GSC
avion	0.30471	0.42161	0.4926	0.3264	2272.1001	2069.4787
barba	0.21162	0.34607	0.4024	0.3964	2877.3366	2934.8669
boats	0.29145	0.45460	0.4962	0.3615	2429.1432	2192.4144
clown	0.14117	0.29672	0.5087	0.4355	2354.4975	2349.5906
fruit	0.25747	0.35161	0.4088	0.3412	2822.0801	2905.9173
house	0.39926	0.45965	0.4595	0.3463	8566.7478	2250.6877
isabe	0.35138	0.38655	0.4503	0.4152	8745.7154	2381.9786
lenat	0.32501	0.39742	0.5605	0.3822	2506.1182	2300.3151
mandr	0.10803	0.13555	0.2238	0.1926	2519.3683	8868.4334
pimen	0.42303	0.41985	0.5065	0.5260	2718.3047	8976.5254

Resultados



(a) Original



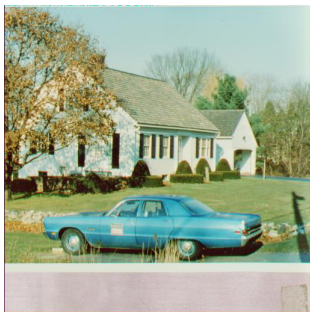
(b) Seam Carving



(c) S-GSC

Figura 11: Resultados para Avion.

Resultados



(a) Original



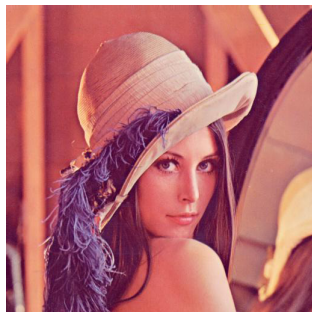
(b) Seam Carving



(c) S-GSC

Figura 12: Resultados para House.

Resultados



(a) Original



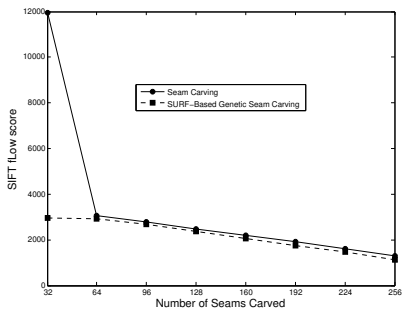
(b) Seam Carving



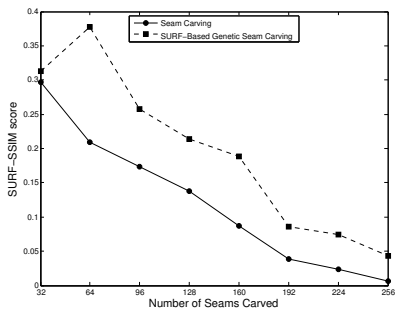
(c) S-GSC

Figura 13: Resultados para Lenat.

Resultados



(a) SIFT Flow



(b) SURF-SSIM

Figura 14: Escores de qualidade durante o redimensionamento.

Resultados

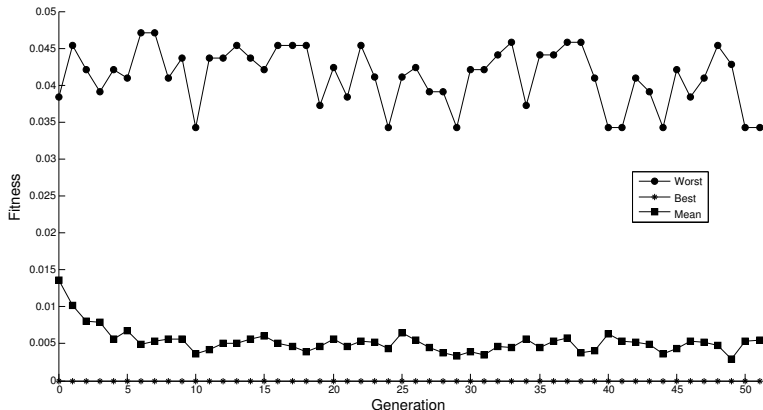


Figura 15: O melhor, médio e pior valor de aptidão para cada geração na última execução GA.

Resultados



(a) 1ª execução do S-GSC.



(b) 5ª execução do S-GSC.



(c) 10ª execução do S-GSC.

Figura 16: Convergência dos seams em S-GSC.

Resultados

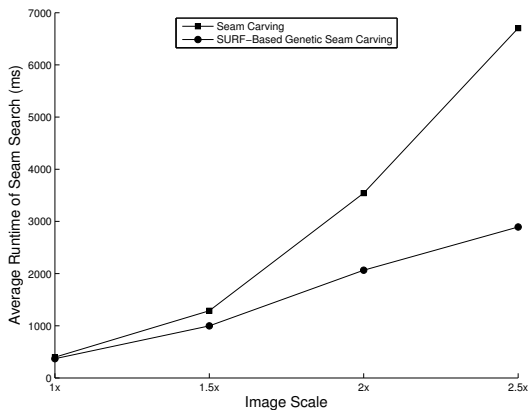


Figura 17: Tempo médio de busca de seams em 10 execuções.

Considerações finais






Conclusões

- ▶ A proposta supera o Seam Carving em termos de qualidade.
- ▶ Nós também podemos apontar que o caráter estocástico de Algoritmos Genéticos influencia positivamente na busca em contraste com Seam Carving, que usa uma determinística.
- ▶ Portanto, S-GSC é atraente quando se procura uma técnica competitiva de redimensionamento sempre que a qualidade da imagem de saída é o objetivo.

Trabalhos futuros

- ▶ Inicialização da população inicial.
- ▶ Versão multi-objetivo baseada em cruzamento de seams.
- ▶ Combinação de descritores para melhorar a função de aptidão.
- ▶ Explorar mais os operadores genéticos.

References

-  Avidan, S., Shamir, A.: Seam carving for content-aware image resizing. ACM Trans. Graph. (2007)
-  Bay, H., Ess, A., Tuytelaars, T., Gool, L.V.: Speeded-up robust features (surf). Computer Vision and Image Understanding 110(3), 346 – 359 (2008), <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1077314207001555>, similarity Matching in Computer Vision and Multimedia
-  Liu, C., Yuen, J., Torralba, A., Sivic, J., Freeman, W.: Sift flow: Dense correspondence across different scenes. In: Forsyth, D., Torr, P., Zisserman, A. (eds.) Computer Vision–ECCV 2008, Lecture Notes in Computer Science, vol. 5304, pp. 28–42. Springer Berlin Heidelberg (2008), http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-88690-7_3
-  Oliveira, S.A., Rocha Neto, A.R., Bezerra, F.N.: A novel genetic algorithms and surf-based approach for image retargeting. Expert Syst. Appl. 44(C), 332–343 (Feb 2016), <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2015.09.015>
-  Shamir, A., Sorkine, O.: Visual media retargeting. In: ACM SIGGRAPH ASIA 2009 Courses. p. 11. ACM (2009)

Dúvidas?



Obrigado pela atenção!

Saulo A. F. Oliveira

saulo.oliveira@ppget.ifce.edu.br

<http://lattes.cnpq.br/9883694006602467>

Ajalmar R. Rocha Neto

ajalmar@ifce.edu.br

<http://lattes.cnpq.br/4524723055652545>