

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR
Departamento Acadêmico de Eletrônica – DAELN
Engenharia de Computação
Disciplina: IF69D – Processamento Digital de Imagens
Semestre: 2024.2
Prof: Gustavo Borba e Humberto Gamba

RELATÓRIO **Seam Carving**

Alunos:

Anderson Nogueira Silva / 2126516

Eric Yutaka Fukuyama / 2126567

mes.ano

1 Objetivo

Compreender o algoritmo de Seam Carving através do artigo ”Seam Carving for Content-Aware Image Resizing”[1] e implementar em MATLAB.

2 Fundamentação Teórica

O Seam Carving é um algoritmo de redimensionamento de imagens em que é possível preservar o conteúdo mais importante adicionando ou retirando seams. Tal ideia seria uma alternativa a cortar a imagem ou redimensioná-la proporcionalmente, uma vez que tais opções podem cortar uma parte boa da imagem e/ou manter uma parte menos importante. Abaixo, seguem termos necessários para entender esse estudo.

2.1 Seam

Seam é um caminho de pixels conectado. Um seam vertical seria um caminho em que há um pixel em cada linha e que pixels vizinhos são adjacentes. De modo análogo, um seam horizontal é um caminho de pixel em cada coluna. No contexto do artigo, o seam buscado seria o caminho de menor energia.

2.2 Função de energia

A função de energia é a função matemática que define a energia de um pixel. Dessa forma, é com essa ferramenta que é possível definir o seam de menor energia.

No artigo, são apresentados duas possíveis funções de energia. A primeira seria baseada no gradiente de Sobel da imagem como mostra a equação 1.

$$e(x, y) = \left| \frac{\partial I}{\partial x} \right| + \left| \frac{\partial I}{\partial y} \right|$$

onde $\frac{\partial I}{\partial x}$ e $\frac{\partial I}{\partial y}$.

A segunda seria a equação de energia do Gradiente do Histograma(HoG) que é dado por 2

$$e_{HoG}(I) = \frac{\left| \frac{\partial I}{\partial x} \right| + \left| \frac{\partial I}{\partial y} \right|}{\max(\text{HoG}(I(x, y)))}$$

Onde $\frac{\partial I}{\partial x}$ e $\frac{\partial I}{\partial y}$ representam o gradiente da imagem e $\max(\text{HoG}(I(x, y)))$ representa o valor máximo do Histograma de Gradientes Orientados na vizinhança local.

Para o presente trabalho, foi usado a implementação da primeira função de energia, Gradiente de Sobel.

2.3 Cálculo do Mapa de Energia Acumulada

Dessa forma, a partir da função de energia, é necessário calcular o seam com menor energia total. Isso é feito através do cálculo do Mapa de Energia Acumulada por meio do uso de programação dinâmica.

Para descobrir qual é o caminho de menor energia, deve-se montar uma matriz com o tamanho da imagem que armazenará, para cada pixel, a soma do menor caminho de energia para chegar até ele a partir da primeira linha da imagem. Essa matriz é construída de forma cumulativa, linha por linha, sempre escolhendo a menor soma possível entre os três pixels adjacentes da linha anterior.

Ao final desse processo, o menor valor na última linha da matriz indicará o final do seam ótimo. Em seguida, é feito um processo de backtracking, partindo desse ponto de menor energia e subindo linha por linha, sempre escolhendo o pixel vizinho com o menor valor acumulado, até chegar ao topo da imagem. Analogamente, o mesmo processo pode ser aplicado para encontrar seams horizontais, apenas percorrendo colunas ao invés de linhas. Logo, tal processo pode ser exemplificado através da função matemática 3.

$$M(i, j) = E(i, j) + \min \begin{cases} M(i - 1, j - 1) \\ M(i - 1, j) \\ M(i - 1, j + 1) \end{cases}$$

onde $E(i, j)$ representa a energia da imagem no pixel (i, j) .

3 Implementação

Conforme apresentado no artigo proposto, a equipe seguiu a sequência lógica exposta pelos autores e resolveu implementar o algoritmo usando o gradiente de Sobel como função de energia, como previamente comentado.

Primeiramente, foi criado a função `seam_carving` que recebe como argumentos o caminho da imagem, o número de seam verticais, o número de seam horizontais e se a operação é de adição(aumento da imagem) ou redução. A diferença entre a redução e a adição em termos de código é que a adição adiciona os k seams que devem ser inseridos de uma vez, já que queremos adicionar os k seams menos importantes. Já a subtração remove os seams um de cada vez.

Assim, nessa função principal é carrega a imagem e computado o mapa inicial de energia e montado um mapa de calor, buscando visualizar uma possível diferença com o mapa final. Ainda, é gerada uma média entre a energia dos pixels presentes na imagem. Após isso, é feito um loop para tratar o caso dos seams verticais e após isso é feito outro loop para tratar os seams horizontais. Então, é gerado novamente o mapa de calor e a média entre a energia dos pixels para comparação.

Para calcular o seam horizontal ou vertical, foi feita a lógica da programação dinâmica proposta no arquivo.

4 Resultados e conclusões

Primeiramente, a equipe aplicou o algoritmo para uma imagem de paisagem [3]. Como parâmetros foi configurado para aplicar uma redução removendo 90 seams horizontais e 20 seams verticais. Depois, foi adicionado a imagem original 90 seams horizontais e 20 seams verticais. O resultado pode ser visto na figura 1.



Figura 1: Paisagem antes e após aplicar o algoritmo de subtração e adição

Ainda, verificou-se que o algoritmo de subtração retornou como média inicial de energia o valor 0.0201 e 0.0226 como valor final. Já o adição retornou 0.0192. O que faz sentido, visto que estamos retirando pontos que em sua maioria são menores que a média na subtração e na adição estamos adicionando tais pontos. Por fim, foram retornados os mapas de calor. Todavia, não é possível visualizar tamanha diferença. Apenas que de fato a região azul mais escura diminuiu na subtração e aumentou na adição. Tal resultado pode ser visto em 2.

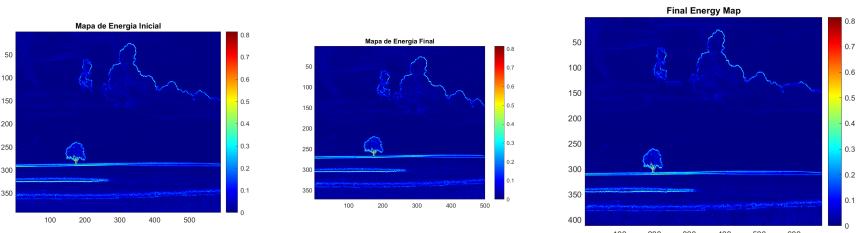


Figura 2: Mapa de calor inicial e final para subtração e adição respectivamente

Para os dois últimos cenários. A ideia foi visualizar o ponto fraco do algoritmo, imagens com muita informação, já que ao aplicar o gradiente, a grande quantidade de informação faz com que a parte com grande variação de gradiente seja a menos importante. Dessa forma, a icônica imagem do astro brasileiro Pelé [2]. Tal imagem possui um fundo muito colorido e, consequentemente, o algoritmo acha que é uma informação importante e resolve manter. Assim, o resultado final fica aquém do esperado. A imagem original e o resultado podem ser visualizados em 3.



Figura 3: Imagem com bastante informação antes e após aplicar o algoritmo de subtração

Para o segundo cenário de teste, foi selecionado um cartaz do premiado filme Ainda Estou Aqui [4], uma vez que há informações em texto na imagem. Há de se notar que é feito um ótimo trabalho ao remover as seams verticais. Todavia, ao remover as seams horizontais e para manter a informação importante de texto há uma clara distorção da imagem como pode se visto em 4.



Figura 4: Imagem com texto retirando seams verticais e horizontais, respectivamente

Por fim, melhorias na implementação devem ser feitas futuramente. Tais como otimizar o algoritmo, uma vez que pode ser feito de uma forma mais rápida. Além disso, o artigo cita que é possível remover de uma maneira ótima intercalando a remoção horizontal e vertical, o que precisaria ser implementado uma vez que a equipe escolheu remover todos os seams verticais antes para depois remover os horizontais.

Além disso, adicionar alguns casos de uso como a remoção de objetos seria bom para um trabalho futuro.

Referências

- [1] Shai Avidan and Ariel Shamir. Seam carving for content-aware image resizing. *ACM Transactions on Graphics (SIGGRAPH 2007)*, 26(3):10, 2007.
- [2] Alessandro Sabattini. Pelé celebrates victory after winning the 1970 world cup, 1970. Accessed: 2025-02-02.
- [3] Skoeber. Flickr, 2011. Accessed: 2025-02-02.
- [4] Sony Pictures Classics. Sony pictures classics (@sonyclassics) - instagram profile, 2025. Accessed: 2025-02-02.