



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

Autorizada pelo Decreto Federal nº 77.496 de 27/04/76
Recredenciamento pelo Decreto nº 17.228 de 25/11/2016



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENAÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

XXIX SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS **SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - 2025**

Avaliação do método de redimensionamento seam-carving sobre o desempenho de classificadores de lesões em glomérulos renais

Kevin Cordeiro Borges¹; Angelo Amancio Duarte²

1. Kevin Cordeiro Borges, PROBIC/UEFS, ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO, e-mail: kcordeiro539@gmail.com

2. Angelo Amancio Duarte, DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA, e-mail: angeloduarte@uefs.br

PALAVRAS-CHAVE: Visão Computacional; Seam-Carving; Patologia Computacional

INTRODUÇÃO

Segundo a Sociedade Brasileira de Nefrologia (SBN), a doença renal crônica apresenta prevalência mundial de 7,2% em pessoas com mais de 30 anos, podendo variar entre 28% e 46% entre aqueles acima de 64 anos. No Brasil, estima-se que mais de dez milhões de indivíduos sejam afetados, dos quais cerca de 90 mil realizam diálise — tratamento que substitui parcialmente a função renal quando os rins operam com apenas 10% da sua capacidade.

Vale ressaltar que, nos últimos dez anos, o número de pacientes em diálise no país mais que dobrou, registrando crescimento superior a 100%, segundo a SBN. Nesse cenário, o avanço das tecnologias, especialmente na área de visão computacional, tem impulsionado o desenvolvimento de novas ferramentas e soluções voltadas à melhoria do diagnóstico das doenças renais.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o redimensionamento inteligente de imagens por meio do algoritmo seam-carving em imagens glomerulares que são processadas em classificadores de lesões glomerulares renais, dessa forma, caso os resultados fossem mais satisfatórios do que em redimensionamentos convencionais como crop ou scaling, permitindo que médicos patologistas pudessem usar a ferramenta de forma que os resultados fossem mais eficazes. Esse sistema de integração entre medicina e tecnologia tem como foco contribuir para um melhor atendimento aos pacientes.

METODOLOGIA

Com a meta de implementação do algoritmo seam-carving no redimensionamento de imagens, fez-se necessária a realização de uma pesquisa acerca do tema. Após pesquisas, foi possível entender que o seam-carving se trata de um método de redimensionamento de imagens inteligente, isso porque ele se baseia na inserção ou remoção (o caso de estudo do projeto) de *seams*. Os seams são caminhos conectados de pixels que atravessam a imagem de forma contínua (vertical ou horizontalmente) e que possuem baixa energia segundo uma função de energia. Essa função de energia é o que permite o algoritmo preservar determinadas regiões, fazendo com que o seam de recorte

não passe pelas regiões de maior relevância. O funcionamento do seam-carving está descrito na figura 1.

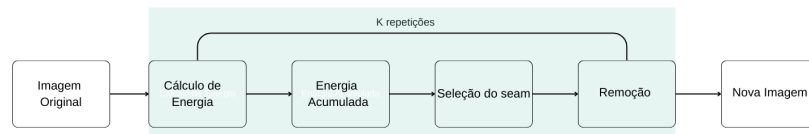


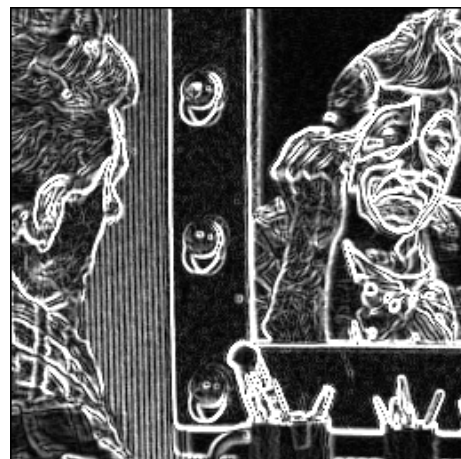
Figura 1: Demonstração visual de funcionamento do algoritmo seam-carving.

O seam-carving opera identificando regiões de menor relevância em uma imagem (recebida como entrada do algoritmo) a partir do cálculo de energia. Essa energia é acumulada e usada para selecionar o caminho (seam) de menor custo. Em seguida, esse seam é removido e o processo é repetido várias vezes (K repetições), até que a imagem atinja o tamanho desejado, preservando as áreas mais importantes do conteúdo visual.

Ainda no âmbito das pesquisas acerca do algoritmo seam-carving, um novo desafio surgiu: Compreender sobre *filtros*, ao ponto de conseguir encontrar um que se adequasse melhor ao projeto. Isso porque alguns filtros são mais aconselháveis para tipos específicos de imagem, pois a sua percepção dos elementos da imagem no mapa de energia trabalha de uma maneira específica. O filtro escolhido foi o filtro de *Sobel*, a demonstração do filtro segue nas imagens 2 (a) e (b).



(a)



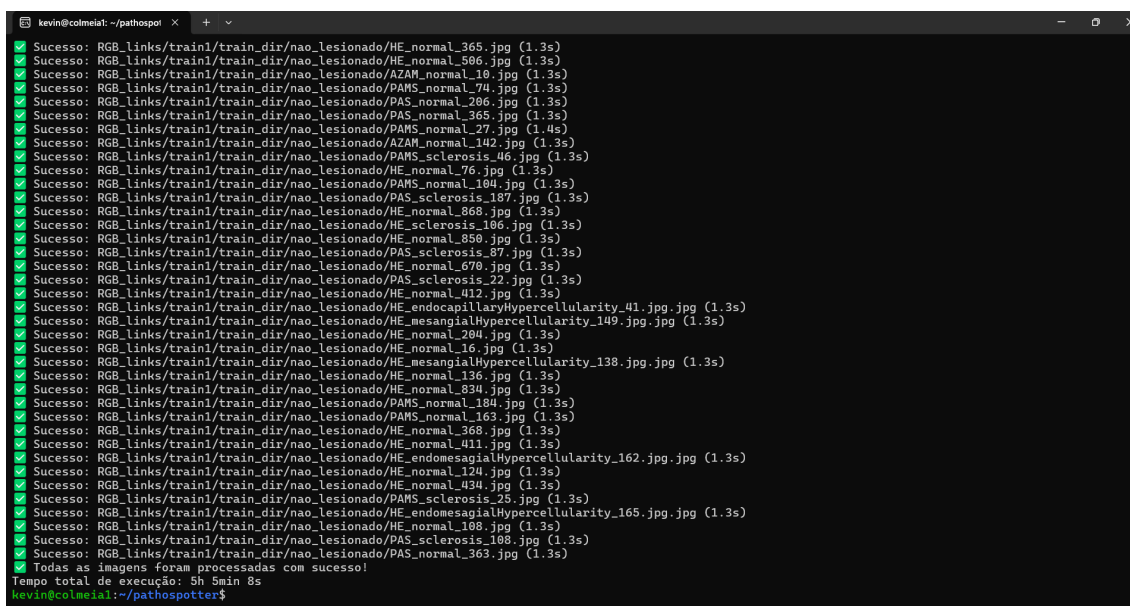
(b)

Figura 2: A figura 2 (a) é uma demonstração da imagem antes da aplicação do filtro e a (b) após a aplicação do filtro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o processo de análise dos filtros a serem utilizados no redimensionamento por seam carving, foram observados resultados distintos para cada abordagem testada. O método Forward Energy, apesar de inicialmente parecer promissor, demonstrou limitações significativas, pois não conseguiu preservar microestruturas curvas e

irregulares que são fundamentais para o diagnóstico. Essa deficiência resultou na perda e distorção de glomérulos e de suas lesões, tornando inviável sua aplicação no contexto do projeto. O operador Canny apresentou bom desempenho em métricas quantitativas, mas revelou fragilidades em imagens com alta densidade de informações, ocasionando perda de detalhes relevantes devido ao caráter mais grosseiro de seu mapeamento. Já os operadores Laplaciano e Prewitt apresentaram desempenho consistente, com resultados visuais mais equilibrados, aspecto de grande importância para a preservação da morfologia estrutural das imagens, requisito essencial para não comprometer a eficácia do classificador subsequente. Entre os filtros avaliados, o Sobel mostrou-se o mais adequado para a construção do mapa de energia, além de já ser referenciado em trabalhos relacionados à área. Sua boa capacidade de detecção de bordas possibilitou a identificação de transições de intensidade que delimitam de maneira consistente as estruturas do glomérulo. Com isso, o mapa de energia gerado favoreceu a remoção de pixels em regiões de menor relevância, preservando bordas significativas e reduzindo distorções. Esse comportamento garantiu maior manutenção da morfologia glomerular, contribuindo para que a etapa de classificação posterior não perdesse informações essenciais ao processo de análise.



```
kevin@colmeial: ~/pathospotter
✓ Sucesso: RGB_links/train1/train_dir/nao_lesionado/HE_normal_365.jpg (1.3s)
✓ Sucesso: RGB_links/train1/train_dir/nao_lesionado/HE_normal_506.jpg (1.3s)
✓ Sucesso: RGB_links/train1/train_dir/nao_lesionado/AZAM_normal_10.jpg (1.3s)
✓ Sucesso: RGB_links/train1/train_dir/nao_lesionado/PAMS_normal_74.jpg (1.3s)
✓ Sucesso: RGB_links/train1/train_dir/nao_lesionado/PAS_normal_206.jpg (1.3s)
✓ Sucesso: RGB_links/train1/train_dir/nao_lesionado/PAS_normal_365.jpg (1.3s)
✓ Sucesso: RGB_links/train1/train_dir/nao_lesionado/PAMS_normal_27.jpg (1.4s)
✓ Sucesso: RGB_links/train1/train_dir/nao_lesionado/AZAM_normal_142.jpg (1.3s)
✓ Sucesso: RGB_links/train1/train_dir/nao_lesionado/PAMS_sclerosis_46.jpg (1.3s)
✓ Sucesso: RGB_links/train1/train_dir/nao_lesionado/HE_normal_76.jpg (1.3s)
✓ Sucesso: RGB_links/train1/train_dir/nao_lesionado/PAMS_normal_104.jpg (1.3s)
✓ Sucesso: RGB_links/train1/train_dir/nao_lesionado/PAS_sclerosis_187.jpg (1.3s)
✓ Sucesso: RGB_links/train1/train_dir/nao_lesionado/HE_normal_868.jpg (1.3s)
✓ Sucesso: RGB_links/train1/train_dir/nao_lesionado/HE_sclerosis_106.jpg (1.3s)
✓ Sucesso: RGB_links/train1/train_dir/nao_lesionado/HE_normal_850.jpg (1.3s)
✓ Sucesso: RGB_links/train1/train_dir/nao_lesionado/PAS_sclerosis_87.jpg (1.3s)
✓ Sucesso: RGB_links/train1/train_dir/nao_lesionado/HE_normal_670.jpg (1.3s)
✓ Sucesso: RGB_links/train1/train_dir/nao_lesionado/PAS_sclerosis_22.jpg (1.3s)
✓ Sucesso: RGB_links/train1/train_dir/nao_lesionado/HE_normal_412.jpg (1.3s)
✓ Sucesso: RGB_links/train1/train_dir/nao_lesionado/HE_endocapillaryHypercellularity_41.jpg.jpg (1.3s)
✓ Sucesso: RGB_links/train1/train_dir/nao_lesionado/HE_mesangialHypercellularity_149.jpg.jpg (1.3s)
✓ Sucesso: RGB_links/train1/train_dir/nao_lesionado/HE_normal_204.jpg (1.3s)
✓ Sucesso: RGB_links/train1/train_dir/nao_lesionado/HE_normal_16.jpg (1.3s)
✓ Sucesso: RGB_links/train1/train_dir/nao_lesionado/HE_mesangialHypercellularity_138.jpg.jpg (1.3s)
✓ Sucesso: RGB_links/train1/train_dir/nao_lesionado/HE_normal_136.jpg (1.3s)
✓ Sucesso: RGB_links/train1/train_dir/nao_lesionado/HE_normal_834.jpg (1.3s)
✓ Sucesso: RGB_links/train1/train_dir/nao_lesionado/PAMS_normal_184.jpg (1.3s)
✓ Sucesso: RGB_links/train1/train_dir/nao_lesionado/PAMS_normal_163.jpg (1.3s)
✓ Sucesso: RGB_links/train1/train_dir/nao_lesionado/HE_normal_368.jpg (1.3s)
✓ Sucesso: RGB_links/train1/train_dir/nao_lesionado/HE_normal_411.jpg (1.3s)
✓ Sucesso: RGB_links/train1/train_dir/nao_lesionado/HE_endomesagialHypercellularity_162.jpg.jpg (1.3s)
✓ Sucesso: RGB_links/train1/train_dir/nao_lesionado/HE_normal_124.jpg (1.3s)
✓ Sucesso: RGB_links/train1/train_dir/nao_lesionado/HE_normal_434.jpg (1.3s)
✓ Sucesso: RGB_links/train1/train_dir/nao_lesionado/PAMS_sclerosis_25.jpg (1.3s)
✓ Sucesso: RGB_links/train1/train_dir/nao_lesionado/HE_endomesagialHypercellularity_165.jpg.jpg (1.3s)
✓ Sucesso: RGB_links/train1/train_dir/nao_lesionado/HE_normal_168.jpg (1.3s)
✓ Sucesso: RGB_links/train1/train_dir/nao_lesionado/PAS_sclerosis_108.jpg (1.3s)
✓ Sucesso: RGB_links/train1/train_dir/nao_lesionado/PAS_normal_363.jpg (1.3s)
✓ Todas as imagens foram processadas com sucesso!
Tempo total de execução: 5h 5min 8s
kevin@colmeial:~/pathospotter$
```

Figura 3: Resultado acerca do redimensionamento das imagens com seam-carving.

Ao comparar a primeira versão do código em GPU (citada na metodologia) com a versão mais recente que deu certo, foi possível observar uma série de melhorias que impactam diretamente na robustez e na confiabilidade do processo de redimensionamento. No primeiro código, o cálculo de energia era realizado de forma mais simples, utilizando apenas a média dos canais para converter a imagem em tons de cinza, seguida da aplicação do Canny após um leve desfoque Gaussiano. Embora essa abordagem já fosse suficiente para detectar bordas relevantes, ela não possuía mecanismos de controle que assegurassem a conclusão do processo em tempo hábil e com dimensões garantidamente corretas, ocasionando possíveis excessos de timeout.

A segunda versão introduziu avanços importantes nesse aspecto. Foram implementados limites de iteração e estratégias mais flexíveis de remoção de seams, permitindo que a quantidade de colunas ou linhas eliminadas em cada etapa varie de acordo com o excesso de pixels ainda presente. Essa adaptação dinâmica torna o processo mais ágil em imagens muito grandes e, ao mesmo tempo, mais preciso quando a imagem já está próxima do tamanho alvo. Além disso, o código passou a contar com verificações adicionais durante a execução, assegurando que o algoritmo mantenha o controle do progresso e finalize corretamente. O resultado das melhorias da versão mais recente está no êxito de redimensionamento num tempo aceitável de 5 horas, 5 minutos e 8 segundos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após os estudos e implementação do algoritmo seam-carving serem concluídos, houve uma percepção de que essa técnica de redimensionamento de imagem é promissora no âmbito da visão computacional. Evitar recortes abruptos nas imagens e preservar o conteúdo desejado é algo de grande valia para situações críticas de classificação como o possível diagnóstico de uma patologia, onde o preferível é o mínimo erro possível.

No entanto, é necessário reconhecer que é um assunto pouco abordado e, por conseguinte, entender e implementar o algoritmo se torna uma tarefa desafiadora. Qualquer falta de informação ou contratempo pode comprometer os objetivos traçados com o seam-carving. A continuidade do projeto envolve a resolução do problema do csv vazio, avaliação do método após passagem do dataset numa VGG16 e possíveis investigações caso os resultados não sejam satisfatórios.

Em resumo, o projeto proporcionou a aprendizagem de um algoritmo pouco conhecido e o incentivo à pesquisa, uma vez que para chegar no seam-carving foi necessário buscar várias fontes sobre diversos assuntos. O projeto finaliza deixando uma bagagem enorme de aprendizagem sobre linux (que antes era uma dificuldade), links simbólicos, GPU e destacando a importância de considerar aspectos como desempenho, precisão e fomento de pesquisa para o desenvolvimento de tecnologias complexas.

REFERÊNCIAS

Ministério da Saúde. Dia Mundial do Rim 2029: Saúde dos Rins para Todos. Disponível em:<<https://bvsms.saude.gov.br/14-3-dia-mundial-do-rim-2019-saude-dos-rins-para-todos/>> Acesso em: 08/09/2023

AVIDAN, S.; SHAMIR, A. 2007. Seam Carving for Content-Aware Image Resizing.

Kunz, G. H. Implementação do método de Seam Carvin com diferentes algoritmos de mapeamento de energia.