



Software multiplataforma de segmentação de vasos sanguíneos de imagens de retina

Multiplatform software for blood vessel segmentation in images of the retina

João Henrique Pereira Machado (orientado)*, Érick Oliveira Rodrigues (orientador)†,

RESUMO

O objetivo do trabalho consiste na criação de um software que realiza a segmentação de maneira automatizando utilizando técnicas de processamento de imagem (filtros por exemplo), ou de maneira manual de vasos sanguíneos em imagens de exames de retina. O software foi desenvolvido na linguagem Java, para facilitar o desenvolvimento para diferentes sistemas operacionais e dispositivos mobile, com a utilização de uma biblioteca multiplataforma (Libgdx). O trabalho foi desenvolvido no período de 12 meses. Neste período, foi possível desenvolver as ferramentas necessárias para ambas segmentações automática e manual. Futuramente, serão implementadas técnicas de machine learning e IA para aperfeiçoar os resultados obtidos pelo programa.

Palavras-chave: software, segmentação, retina

ABSTRACT

The objective of the work is to create a software that performs the segmentation in an automated way using image processing techniques (filters for example), or manually of blood vessels in retinal scan images. The software was developed in Java, to favour the development for different operating systems and mobile devices, using a multiplatform library (Libgdx). The work was carried out over a 12-month period. During this period, it was possible to develop the necessary tools for both automatic and manual segmentation. In the future, machine learning and AI techniques will be implemented to improve the results obtained by the program.

Keywords: software, segmentation, retina

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Organização Mundial da Saúde, “globalmente, há pelo menos 2.2 bilhões de pessoas com deficiência visual para perto ou para longe”. Destas, “200,2 milhões possuem cegueira ou uma severa deficiência visual devido à devido a erro refrativo não resolvido (88,4 milhões), catarata (94 milhões), glaucoma (7,7 milhões), opacidades da córnea (4,2 milhões), retinopatia diabética (3,9 milhões) e tracoma (2 milhões).”

Conforme Rodrigues, Conci, Liatsis (2020):

A segmentação de vasos é uma etapa fundamental no processo e análise de imagens retiniais. Por exemplo, a segmentação pode contribuir no registro de imagens retiniais (por exemplo, em fluoroscopia de vídeo), na localização do disco óptico e da fôvea e auxiliar na análise de fluxo sanguíneo. Na prática, a vasculatura do olho é segmentada manualmente por profissionais da área, que é um processo mundano e laborioso.

* Engenharia de Computação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil;
joaohenriquemachado@alunos.utfpr.edu.br

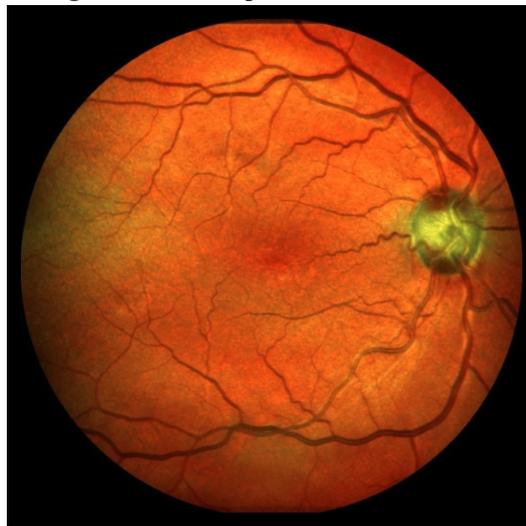
† Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco; erickrodrigues@utfpr.edu.br



Dessa forma, o processo de segmentação manual é um processo trabalhoso, que, leva um tempo considerável ao ser realizado e é propenso ao erro humano, o que dificulta sua utilização em diagnósticos. Assim, como tornar este processo mais eficiente e acessível?

Primeiramente, precisamos compreender como são realizadas estas segmentações de imagens e por que é a segmentação manual é um processo tão laborioso. O objetivo principal é determinar quais pixels da imagem pertencem aos vasos sanguíneos, transformando a imagem original em uma imagem em preto e branco, onde os pixels brancos pertencem aos vasos da retina. Sendo assim, é necessário avaliar cada pixel da imagem a fim de realizar a segmentação de maneira manual, visto que uma imagem com resolução de 640x480 pixels possui 307.200 pixels a serem determinados como vaso ou não-vaso.

Figura 1 – Imagem extraída a partir de exame do fundo da retina



Fonte: DRIVE Database

Por exemplo, a imagem acima possui resolução de 565x560 pixels, portanto, é necessário determinar 316.400 pixels individualmente para obter a segmentação manual, tornando-o uma tarefa bastante laboriosa.

Portanto, se faz necessário encontrar meios automatizados de segmentar estas imagens a fim de tornar o processo de segmentação mais eficiente em relação ao tempo, visto que não será necessário que uma pessoa realize a segmentação.

Assim, como principal objetivo deste trabalho, busca-se desenvolver um software que possibilite a segmentação de imagens de maneira automatizada, utilizando métodos de filtragem de imagens, mas que também permita a segmentação de maneira manual utilizando ferramentas de desenho, assim como em softwares de edição de imagem como o Paint e o Photoshop. Por exemplo, se um médico desejar realizar uma segmentação de uma imagem de exame para destacar com mais clareza os vasos sanguíneos da retina, ele pode utilizar o programa em um tablet ou em um desktop (permite uma maior flexibilidade e aderência ao uso do software), selecionando manualmente os pixels que compõem os vasos ou utilizando os filtros presentes na aplicação.

Além desta questão, para realizar o processamento destas imagens utilizando IA é necessário montar uma base de treino com imagens previamente segmentadas manualmente. Logo, o software se torna uma ferramenta bastante útil para a criação destas bases de treino. Por estas razões se fazem necessários ambas capacidades de montar imagens manualmente segmentadas assim como imagens criadas por meio de aplicação de filtros e técnicas de processamento de imagem.



A seguir serão apresentados a participação na fase de teste do funcionamento do algoritmo de segmentação de imagens SmartConnectivity utilizando a abordagem ELEMENT, desenvolvido pelo professor e orientador Érick Oliveira Rodrigues e sobre o método de desenvolvimento do software de edição e segmentação das imagens da retina.

2 MÉTODO (OU PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS DA PESQUISA)

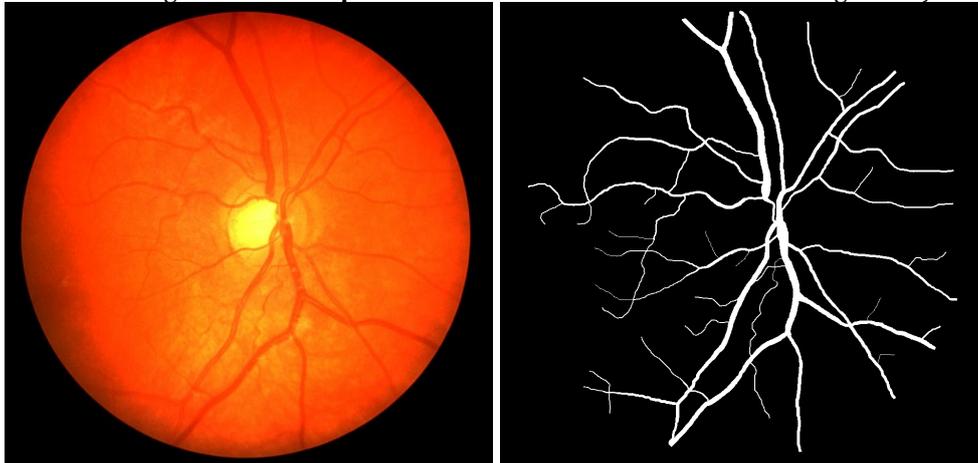
Na fase inicial dos trabalhos da iniciação científica, foi realizada a fase de testes do algoritmo de segmentação desenvolvido pelo orientador deste trabalho. O algoritmo tem como finalidade melhorar o resultado das segmentações em imagens de exames de retina.

Este trabalho baseia-se em princípios de processamento de imagem e aprendizado de máquina para propor uma nova estrutura (...) para segmentação multimodal de vasos sanguíneos. A primeira contribuição desta pesquisa é o uso de recursos de conectividade em conjunto com o crescimento da região para identificar potenciais pixels de vasos sanguíneos. A seguir, é proposto um conjunto complementar de recursos para cada pixel, que combina conectividade e informações de nível de cinza, por exemplo, Hessiano, Laplaciano, Intensidade, Difusão Anisotrópica e com base em Morfologia Matemática. Finalmente, os classificadores da framework Weka são avaliados em termos de sua capacidade de aprender um modelo preditivo adequado para segmentação da vasculatura da retina. (RODRIGUES; CONCI; LIATSI, 2020).

Após este período de testes, iniciou-se o desenvolvimento do software. A linguagem escolhida foi Java, devido à sua capacidade de desenvolvimento multiplataforma.

Na etapa de planejamento do software, foram definidas duas funções principais, a primeira sendo realizar e visualizar a segmentação automática e a segunda a segmentação manual. Para a realização da segmentação automática, o usuário pode escolher um filtro a ser aplicado na imagem e suas configurações, e depois deste passo, visualizar o resultado obtido pela filtragem. E para a segmentação manual, o objetivo é que o usuário crie uma imagem em preto e branco dos vasos sanguíneos da imagem, utilizando ferramentas de edição, assim como as ferramentas encontradas em softwares como Paint e Photoshop. Um exemplo de imagem e do resultado esperado da segmentação estão apresentadas abaixo:

Figuras 2 e 3 – Imagem extraída a partir de exame do fundo da retina e sua segmentação manual

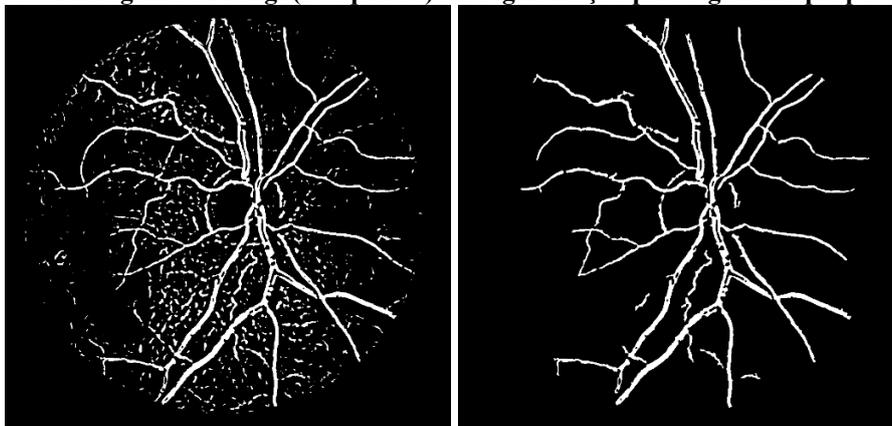


Fonte: CHASEDB Database

3 RESULTADOS

Em relação aos testes do algoritmo SmartConnectivity, os resultados foram bastante positivos. O algoritmo obteve uma acurácia acima de 90% na maioria das imagens das databases (este valor é calculado comparando uma segmentação manual com a segmentação obtida pelo algoritmo, isso significa que o algoritmo segmenta mais de 90 por cento dos pixels de maneira correta). Entretanto, para cada base de dados, foram utilizadas 1 ou 2 imagens para determinar os parâmetros que foram utilizados para todas as outras imagens da base de dados, logo, seus resultados podem ser aperfeiçoados, realizando um ajuste fino para estas imagens. Abaixo temos os resultados utilizando o Filtro de Frangi e do algoritmo SmartConnectivity em uma das imagens da base de dados citada acima.

Figuras 4 e 5 – Filtragem de Frangi (à esquerda) e a segmentação pelo algoritmo proposto (à direita)

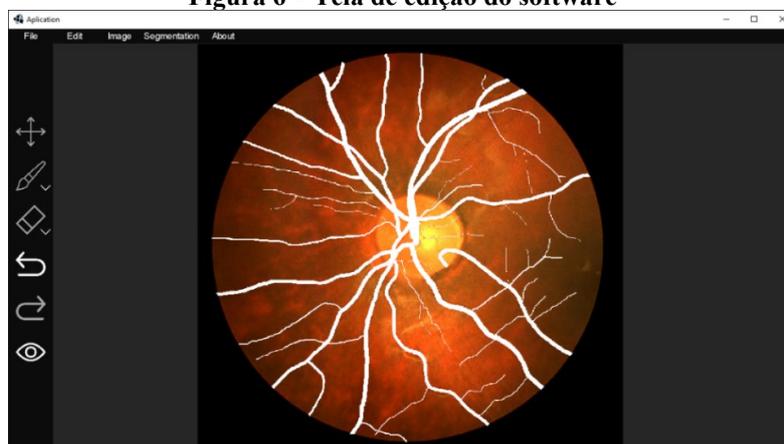


Fonte: A autoria do orientador

A partir dos resultados obtidos, também foi escrito um artigo sobre o método de segmentação desenvolvido, detalhando o funcionamento da filtragem e os métodos aplicados. O artigo está em fase de aprovação.

Como resultado do desenvolvimento do software, obtemos um programa capaz de realizar ambas as segmentações. O editor de imagens já possui as principais funções finalizadas (pincéis, borracha, desfazer e refazer, zoom, mover a imagem e salvar e carregar imagens). Abaixo estão algumas imagens do programa.

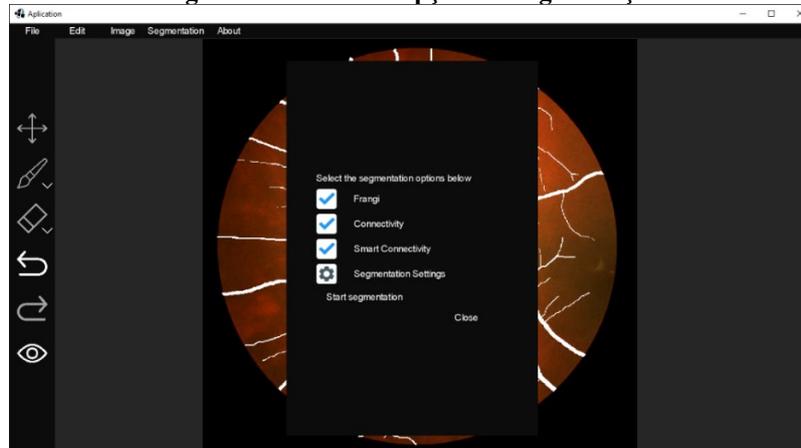
Figura 6 – Tela de edição do software



Fonte: A autoria própria

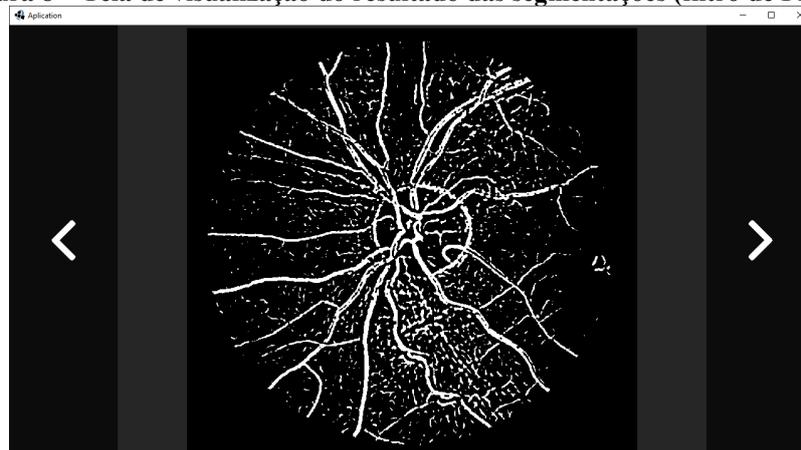


Figura 7 – Janela de opções de segmentação



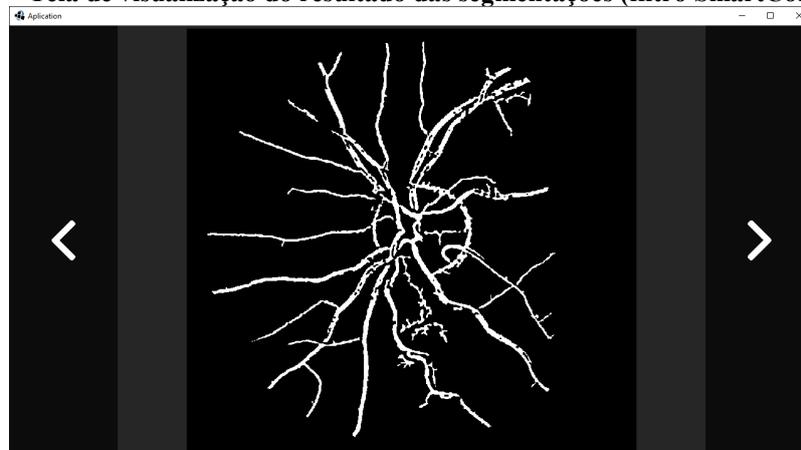
Fonte: Autoria própria

Figura 8 – Tela de visualização do resultado das segmentações (filtro de Frangi)



Fonte: Autoria própria

Figura 9 – Tela de visualização do resultado das segmentações (filtro SmartConnectivity)



Fonte: Autoria própria



4 CONCLUSÃO

Analisando os resultados do algoritmo de segmentação, a acurácia mensurada de mais de 90% na maioria das imagens é um bom indicativo, entretanto, os resultados ainda podem ser melhorados caso seja realizado um ajuste fino para cada imagem. Já em relação ao software de segmentação, também foram cumpridas as metas estabelecidas, porém ainda há bastante espaço para novas ferramentas e para aprimorar questões como design e funcionamento do programa. Dessa forma, o próximo passo do projeto é abordar estas duas questões, utilizando machine learning em conjunto com o software para realizar o ajuste fino de cada imagem, a fim de encontrar o melhor resultado possível e aprimorar a sua interface.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Erick Oliveira Rodrigues pela orientação e suporte durante a realização deste projeto e à instituição de ensino da UTFPR, Fundação Araucária e CNPq pelo fornecimento dos materiais necessários para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- RODRIGUES, Erick O.; CONCI, Aura; LIATSI, Panos; ELEMENT: Multi-Modal Retinal Vessel Segmentation Based on a Coupled Region Growing and Machine Learning Approach. **IEEE JOURNAL OF BIOMEDICAL AND HEALTH INFORMATICS**, v. 24, n. 12, p. 3507-3519, dez. 2020.
- RODRIGUES, Erick O.; MORAIS, F.F.C.; MORAIS, N.A.O.S.; CONCI, L. S.; NETO, L. V.; CONCI, A.; A novel approach for the automated segmentation and volume quantification of cardiac fats on computed tomography. **Comput. Methods Programs Biomedicine**, v. 123, p. 109–128, 2016.
- RODRIGUES, Erick O.; LIATSI, Panos; SATORU, L.; CONCI, A.; Fractal triangular search: A metaheuristic for image content search, **IET Image Process**, v. 12, n. 8, p. 1475–1484, 2018.
- VARGAS-CANAS, R.; LIATSI, P.; Interactive retinal blood flow estimation from fluorescein angiograms, **JMech. Eng. Sci.**, v. 226, p. 2521–2537, 2012.
- FRANK, E.; HALL, M. A.; WITTEN, I. H.; The Weka Workbench, Online Appendix for “Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques, **Morgan Kaufmann, (Publishers, Inc.)**, San Mateo, CA, USA, 2016.
- FRANGI, A. F.; NIESSEN, W. J.; VINCKEN, K. L.; VIERGEVER, M. A.; Multiscale vessel enhancement filtering, **Med. Image Comput. Comput-Assisted Intervention**, v. 1496, p. 130–137, 1998.
- Blindness and vision impairment. **WHO (World Health Organization)**, feb. 2021. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>. Acesso em: 06 set. 2021.