



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO

Curso de Ciência da Computação

Levi Carvalho dos Santos

**Image Stitching of Low-Resolution Retinography
Using Fundus Blur Filter and Homography
Convolutional Neural Network**

São Luís

2025

Levi Carvalho dos Santos

Image Stitching of Low-Resolution Retinography Using Fundus Blur Filter and Homography Convolutional Neural Network

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada
ao curso de Ciência da Computação da
Universidade Federal do Maranhão, como
parte dos requisitos necessários para obtenção
do grau de Bacharel em Ciência da
Computação.

Orientador: Prof. Dr. João Dallyson Sousa de Almeida

São Luís

2025

Levi Carvalho dos Santos

Image Stitching of Low-Resolution Retinography Using Fundus Blur Filter and Homography Convolutional Neural Network

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao curso de Ciência da Computação da Universidade Federal do Maranhão, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Trabalho Aprovado em São Luís, 22 de julho de 2025:

Prof. Dr. João Dallyson Sousa de Almeida
Orientador

Prof. Dr. Italo Francyles Santos da Silva
Examinador

Prof. Dr. Simara Vieira da Rocha
Examinador

São Luís
2025

Agradecimentos

Agradeço primeiramente aos meus pais e à minha avó, pelo apoio incondicional, pelo incentivo constante e por acreditarem em mim em todos os momentos. Sem o amor, a dedicação e a força deles, esta conquista não seria possível.

Ao Prof. Dr. João Dallyson Sousa de Almeida, pela orientação, pela paciência e por todas as oportunidades de aprendizado que me foram oferecidas durante esta trajetória acadêmica. Estendo também minha gratidão ao Maurício, que esteve presente em várias etapas da pesquisa e contribuiu de forma essencial para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço de forma especial ao meu amigo Renef, companheiro constante ao longo dessa caminhada, e também ao Thiago, pela amizade e apoio. Aos meus amigos do baralho, pela convivência, pelas conversas e pelos momentos de descontração que tornaram a rotina acadêmica mais leve. Imagino que, sem eles, o percurso teria sido muito mais difícil.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, colaboraram para a realização deste trabalho e para o meu crescimento pessoal e acadêmico.

"Eu faço perguntas porque não gosto da minha própria ignorância"

Edward Elric

Resumo

Nos últimos anos, foram feitos grandes avanços no *image stitching* de imagens de retina de alta qualidade. Por outro lado, poucos estudos foram realizados sobre imagens de baixa resolução. Este trabalho investiga os desafios das imagens retinianas de baixa resolução obtidas pela câmera de fundo de olho D-EYE baseada em smartphone. O método proposto usa estimativa de homografia para registrar e unir imagens retinianas de baixa qualidade em um mosaico coeso. Primeiro, uma rede neural siamesa extrai características de um par de imagens, após isso, a correlação de seus mapas de características é calculada. Esse mapa de correlação alimenta quatro CNNs independentes para estimar os parâmetros de homografia, cada uma especializada em diferentes coordenadas de canto. Nosso modelo foi treinado em um conjunto de dados sintéticos gerado a partir do conjunto de dados Microsoft Common Objects in Context (MSCOCO); este trabalho adicionou uma importante fase de aumento de dados para melhorar a qualidade do modelo. Em seguida, o mesmo é avaliado nos conjuntos de dados FIRE retina e D-EYE para medição de desempenho usando o Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR) e o índice de similaridade estrutural (SSIM). Os resultados obtidos são promissores: o PSNR médio foi de 26,14 dB, com um SSIM de 0,96 no conjunto de dados D-EYE. Em comparação com o método que usa uma única rede neural para cálculos de homografia, nossa abordagem melhora o PSNR em 7,96 dB e alcança uma pontuação SSIM 7,86% maior.

Palavras-chave: Image Stitching; Retinografia; Baixa Resolução; Homografia; Rede Neural Convolucional.

Abstract

Great advances in stitching high-quality retinal images have been made in recent years. On the other hand, very few studies have been carried out on low-resolution retinal imaging. This work investigates the challenges of low-resolution retinal images obtained by the D-EYE smartphone-based fundus camera. The proposed method uses homography estimation to register and stitch low-quality retinal images into a cohesive mosaic. First, a Siamese neural network extracts features from a pair of images, after which the correlation of their feature maps is computed. This correlation map is fed through four independent CNNs to estimate the homography parameters, each specializing in different corner coordinates. Our model was trained on a synthetic dataset generated from the Microsoft Common Objects in Context (MSCOCO) dataset; this work added an important data augmentation phase to improve the quality of the model. Then, the same is evaluated on the FIRE retina and D-EYE datasets for performance measurement using the Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR) and Structural Similarity Index (SSIM). The obtained results are promising: the average PSNR was 26.14 dB, with an SSIM of 0.96 on the D-EYE dataset. Compared to the method that uses a single neural network for homography calculations, our approach improves the PSNR by 7.96 dB and achieves a 7.86

Keywords: Image Stitching; Retinography; Low Resolution; Homography; Convolutional Neural Network