

Segmentação de Exsudatos em Imagens de Fundo de Olho para Detecção de Retinopatia Diabética

Nigel da Silva Lima¹, Geraldo Braz Júnior¹

¹Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
Av. dos Portugueses, 1966 - Bacanga, São Luís - MA, 65080-805

nigelnaiguel.comp@gmail.com, ge.braz@gmail.com

Abstract. *Diabetic retinopathy, a disease caused by diabetes, is a retinal disease that causes microvascular changes in the retina and can lead to blindness. One of the changes caused by diabetic retinopathy is the presence of hard exudates, which are deposits of lipoproteins that can be observed as yellow spots in the fundus images of the eye. Several techniques of automatic segmentation of these regions have been addressed by several authors. In this work, a methodology of automatic segmentation of hard exudates is proposed through the use of adaptive equalization of histograms.*

Resumo. *A retinopatia diabética, doença originada da diabetes, é uma doença retinal que causa mudanças microvasculares na retina e pode levar a cegueira. Uma das mudanças causadas pela retinopatia diabética é a presença de exsudatos duros, que são depósitos de lipoproteínas que podem ser observados como pontos amarelados nas imagens de fundo de olho. Diversas técnicas de segmentação automática dessas regiões vem sendo abordadas por diversos autores. Neste trabalho, propõe-se uma metodologia de segmentação automática de exsudatos duros por meio da utilização de equalização adaptativa de histogramas.*

1. Introdução

Diabetes é uma doença crônica na qual o corpo não produz insulina, resultando em altos níveis de açúcar no sangue, ou altas taxas de glicose. Este quadro, ao longo dos anos, pode ocasionar danos a órgãos, vasos sanguíneos e nervos [de Diabetes].

No Brasil, cerca de 6.2% da população é diagnosticada com diabetes. Este número vem crescendo cada vez mais ao redor do mundo, alcançando 400 milhões de pessoas diagnosticadas, cerca de 8.5% de toda a população mundial [AbcMed a].

Dentre os danos causados nos vasos sanguíneos, a diabetes pode resultar em uma doença conhecida por Retinopatia Diabética, que é uma série de fatores causados por materiais anormais depositados nas paredes dos vasos sanguíneos da retina que é a região conhecida por "fundo de olho". Tais fatores podem ser caracterizados como microneurismas, hemorragias e exsudatos.

Os exsudatos são regiões de fluido extravascular onde há alta concentração de proteínas e implicam alterações significantes nas regiões danificadas. Na região da retina, os exsudatos podem ser classificados como duros ou moles, são depósitos de lipoproteínas e indicam aumento da permeabilidade vascular retiniana [de Oftamologia]. Visualmente,

podem ser identificados como pontos amarelos na região macular da retina em diversas formas.

Uma das técnicas utilizadas para o diagnóstico de retinopatia diabética é a fundoscopia, que consiste em examinar as artérias, veias e nervos da retina através dos meios transparentes do olho [AbcMed b]. Este exame é realizado com um aparelho médico chamado oftalmoscópio, o qual lança um feixe de luz na região ocular e, através da reflexão desse feixe de luz na retina, é possível ver toda a sua estrutura.

Juntamente com a livre disponibilidade de diversos bancos de imagens digitalizadas de fundo de olho, viu-se a oportunidade da elaboração de técnicas de segmentação das regiões lesionadas, a fim de auxiliar no diagnóstico de retinopatia diabética. Uma delas, descrita em [Zubair 2016], utiliza a localização do disco óptico e as características de iluminação da imagem para a segmentação das regiões contendo exsudatos duros.

O Objetivo deste trabalho é propor um método de segmentação de exsudatos duros em imagens de fundo de olho através de pré-processamentos na imagem, localização do disco óptico (DO), equalização adaptativa de histogramas (Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization) e média das intensidade da imagem

2. Fundamentação Teórica

2.1. Equalização Adaptativa de Histograma (CLAHE)

O histograma de uma imagem é uma representação da distribuição de tonalidades da imagem. Em alguns casos, como em imagens claras, os valores são confinados em um único intervalo da imagem. A fim de obter um contraste maior, faz-se o processo de equalização de histograma, que basicamente é um processo de distribuição dessas tonalidades em todas as regiões 1.

Contudo, dependendo da imagem, fazer uma equalização global da imagem não gera resultados satisfatórios em termos de contraste. Como solução, usa-se a equalização adaptativa de histograma, cujo a ideia principal é dividir a imagem em blocos menores e equalizar seus histogramas separadamente. Por fim, obtém-se um maior contraste da imagem.

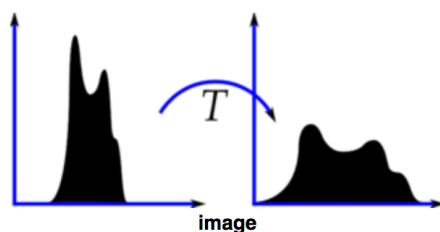


Figura 1. Equalização de histograma

3. Metodologia

Para a metodologia de segmentação dos exsudatos duros em imagens de fundo de olho, propõe-se um processo como mostrado na Figura 2. Para o processamento, apenas o canal verde da imagem é utilizado, pois as regiões de interesse tem uma tonalidade amarela. O

processo é dividido em dois: onde um é responsável pela localização da região do disco óptico, e o outro para a segmentação das regiões contendo os exsudatos duros baseados nos valores de intensidade da imagem.

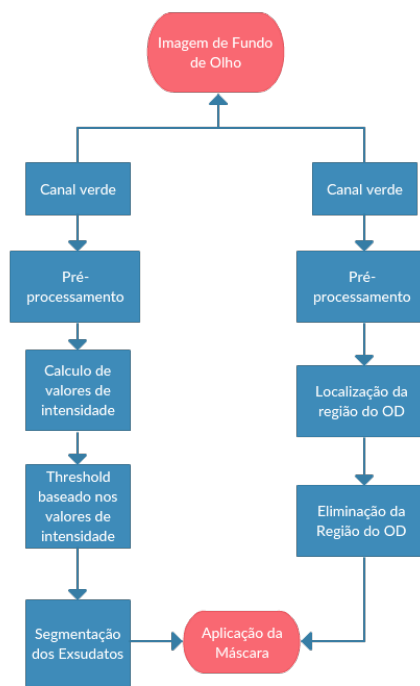


Figura 2. Fluxograma da técnica proposta

3.1. Aquisição das imagens de fundo de olho

Como objeto de estudo, utilizou-se o banco de imagens DIARETDB1 - Standard Diabetic Retinopathy Database, que é um banco de imagens gratuito para fins de pesquisa na área de diagnóstico de retinopatia diabética. O banco consiste de 89 imagens, das quais 5 não possuem a patologia. Cada imagem é acompanhada por 4 máscaras feitas por especialistas identificando as regiões que contém: exsudatos duros e moles, microaneurismas e hemorragias.

3.2. Pré-processamento para realce de contraste e localização da região do disco óptico

Em imagens de fundo de olho, pode-se observar que os exsudatos são visualmente identificados por regiões amareladas e com alto índice de iluminação. Também com características similares, o disco óptico pode ser erroneamente identificado como exsudato no processo de segmentação. Sendo assim, é necessário identificar a região na qual o DO se encontra, para então eliminá-lo como possível exsudato.

Para este fim, utiliza-se o realce do contraste da imagem através da equalização de histograma adaptativa, realçando as regiões da imagem. Considerando que o OD é sempre a região com maior média de iluminação, a imagem é varrida procurando a região com maior média de iluminação e, então, identificando-a como região do disco óptico (Figura 3), para posteriormente ser eliminada.

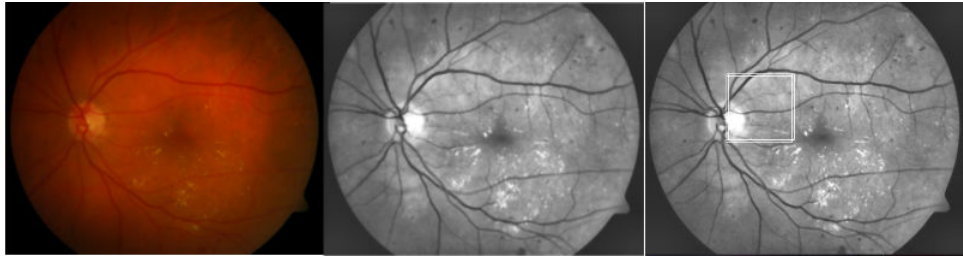


Figura 3. Localização estimada da região do disco óptico

3.3. Cálculo dos valores de intensidade

Levando-se em conta que as regiões onde os exsudatos duros tem alto valor de intensidade, os valores de média e desvio padrão das intensidades são calculados para cada imagem. Tais valores servem como parâmetros para a aplicação do threshold no processo de separação das regiões.

3.4. Threshold baseado nos valores de intensidade

Cada imagem de fundo de olho pode variar de iluminação consideravelmente. Sendo assim, os valores de média e desvio padrão são utilizados a fim de obter uma dinamicidade nos parâmetros de threshold. Como valor de thresh, subtrai-se o desvio padrão da média (Figura 4).

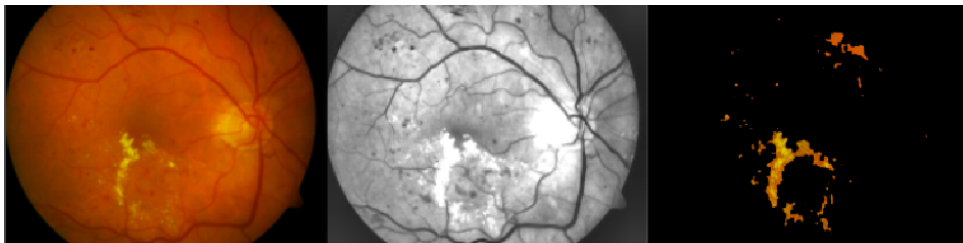


Figura 4. Estágios da segmentação dos exsudatos duros

4. Resultados

Como resultados da segmentação, foi feito um comparativo da máscara resultante, aplicada na imagem de fundo de olho, em relação a máscara disponibilizada pelo DIARETDB1. Em parte dos casos, a técnica proposta segmenta boa parte das áreas dos exsudatos, como mostra a Figura 5.

Porém, em certas imagens há falhas na segmentação, como mostrado na Figura 6. O motivo para tais falhas se deve, em parte dos casos, a uma localização errônea do disco óptico, o identificando como falso positivo. Além disso, foi observado a necessidade de uma estimativa melhor para os parâmetros dos cálculos de intensidade, que servem como threshold no processo de geração da máscara.

Sendo assim, os resultados apontam que a metodologia necessita de melhorias na estimativa de parâmetros de threshold e um aperfeiçoamento da técnica de localização da área do disco óptico.

5. Conclusão

Neste trabalho, foi proposto uma metodologia de segmentação automática de exsudatos duros para diagnóstico de retinopatia diabética através do uso de equalização adaptativa de histogramas. Tendo em vista os resultados apresentados, viu-se que o uso da equalização adaptativa de histogramas e o cálculo de valores parcialmente segmentam as regiões dos exsudatos duros, porém, necessitam de melhorias.

Trabalhos futuros incluem um estudo mais aprofundado na estimativa dos parâmetros de segmentação no cálculo dos valores de intensidade, tal como o aperfeiçoamento da localização da região do disco óptico.

Referências

- AbcMed. Aspectos atuais no diagnóstico do edema macular diabético.
- AbcMed. Fundo de olho ou fundoscopia: como é realizado? quem deve fazer? o que este exame pode diagnosticar?
- de Diabetes, S. B. O que é diabetes?
- de Oftamologia, C. B. Doenças - retinopatia diabética.
- Zubair, M. (2016). Automated segmentation of hard exudates using dynamic thresholding to detect diabetic retinopathy in retinal photographs. *International Conference on Innovative Computing*.

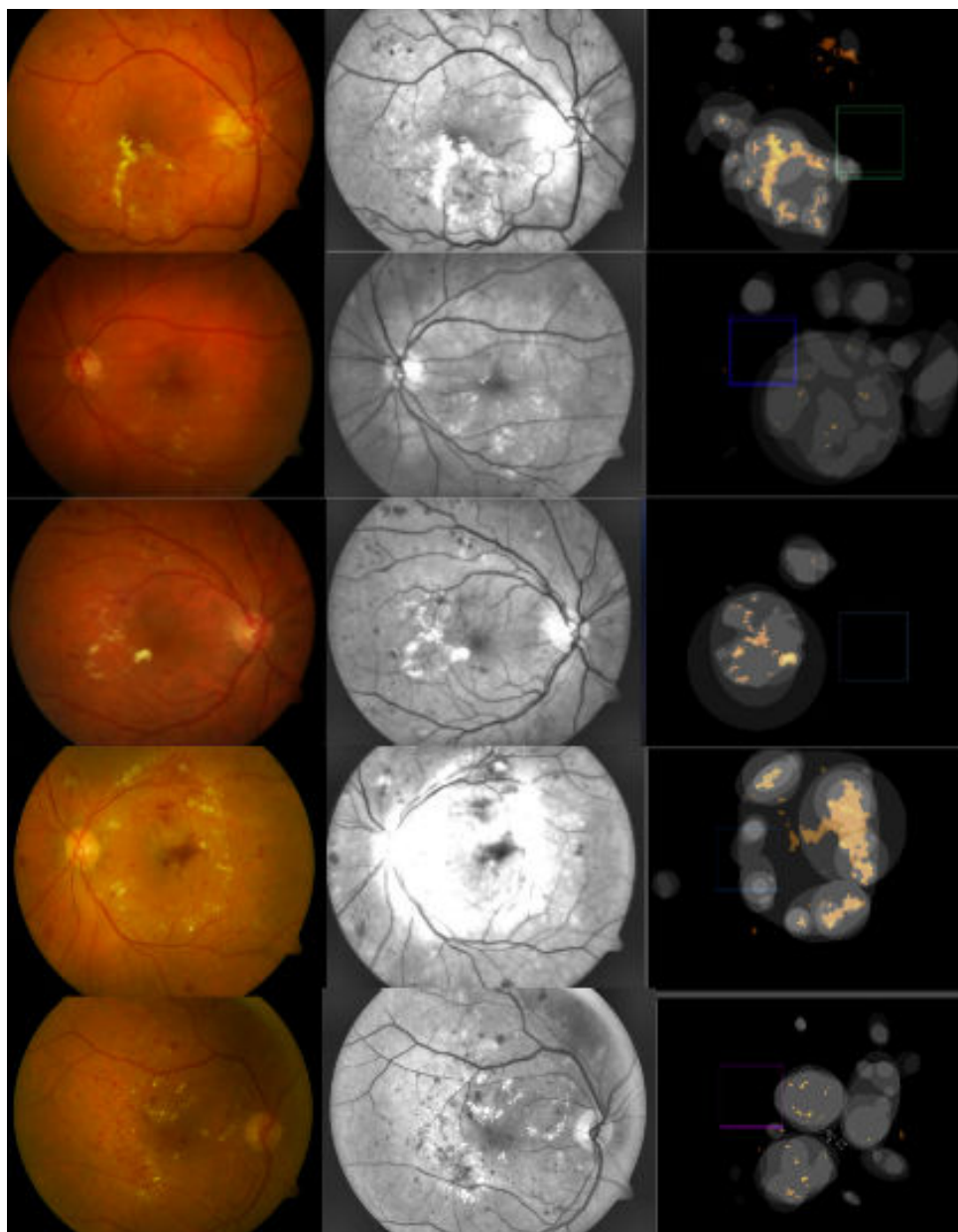


Figura 5. Comparativo de resultados de segmentação com ground truth

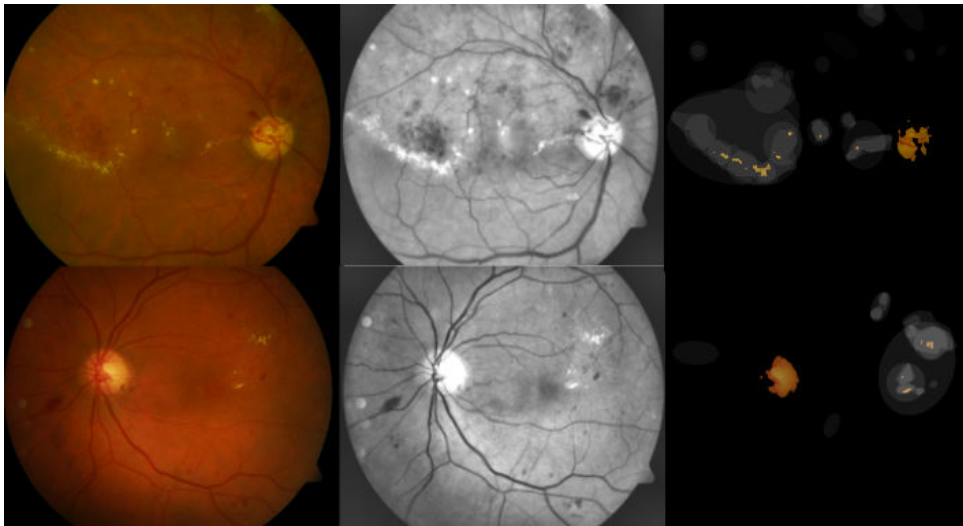


Figura 6. Comparativo de resultados de segmentação com ground truth - falsos positivos