

Análise de Imagens com Retinopatia Diabética para Identificação de Exsudatos Duros

Márcio Antônio de Lima Trigueiro, Viviane Dantas Pedrosa, Carlos Danilo Miranda Regis

Resumo—A Diabetes Mellitus (DM) acomete de forma patológica o fundo do olho, sendo assim uma das principais causas de cegueira no mundo. Alterações causadas pela DM nessa estrutura ocular, como exsudatos, hemorragias e microaneurismas, caracterizam a doença denominada Retinopatia Diabética. Sendo assim suas causas, sintomas, consequências e tratamento são de suma importância para a preservação da visão. Este artigo apresenta o desenvolvimento de um algoritmo capaz de detectar a presença de exsudatos duros em imagens de fundo de olho, que obteve a taxa de acerto de 74,59%.

Palavras-Chave—Processamento Digital de Imagens, Disco Óptico, Exsudatos, Fundo de Olho.

Abstract—Diabetes Mellitus (DM) affects the interior surface of the eye in a pathological form, being one of the leading causes of blindness in the world. Changes caused by DM in this eye structure, such as exudates, hemorrhages and microaneurysms, characterize the disease called Diabetic Retinopathy. Therefore, its causes, symptoms, consequences and treatment are extremely important for vision preservation. This paper presents the development of an algorithm able to detect the presence of hard exudates in fundus photographs, which obtained the hit rate of 74.59%.

Keywords—Digital Image Processing, Optical Disk, Exsudatos, Fundus.

I. INTRODUÇÃO

A Diabetes Mellitus (DM) é uma síndrome metabólica complexa em que ocorre uma deficiência relativa ou absoluta de insulina afetando o metabolismo dos carboidratos, lipídios e proteínas [1]. O DM está associado a complicações crônicas cardiovasculares do sistema nervoso periférico, autonômico e microvasculares.

Uma das complicações microvasculares mais importantes do DM é a retinopatia diabética (RD), que é a principal causa de novos casos de cegueira entre norte-americanos nas idades de 20 a 64 anos, causando 8000 novos casos de cegueira a cada ano [2]. No Brasil, estima-se que metade dos pacientes portadores de DM seja afetada pela RD, sendo responsável por 7,5% das causas de incapacidade de adultos para o trabalho [3] e por 4,58% das deficiências visuais[4].

Podem existir diferentes tipos de lesões patológicas causados por diabetes na retina, sendo mais frequentes os microaneurismas, exsudatos duros, exsudatos moles, hemorragias, e neovascularização. Todas essas patologias têm características

Márcio Antônio de Lima Trigueiro, Viviane Dantas Pedrosa, Carlos Danilo Miranda Regis, Grupo de Processamento Digital de Sinais (GPDS), Departamento de Engenharia Elétrica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, João Pessoa-PB, Brasil, E-mails: marciotrigueiro@live.com, viviane.d.pedrosa@ieee.com, carlos.regis@ifpb.edu.br.

específicas e são importantes na avaliação clínica. Neste trabalho estamos apenas analisando a presença dos exsudatos duros [5]. Com o tempo, o edema retiniano e as manchas amarelas (exsudatos) são seguidos pelo aumento da permeabilidade das paredes dos capilares. As Manchas amarelas são formações lipídicas libertadas por estes vasos sanguíneos enfraquecidos.

O sucesso deste tipo de abordagem de triagem depende da captura de imagens e de algoritmos de processamento de imagem precisos e confiáveis para detectar as patologias.

Esse artigo tem por finalidade o desenvolvimento de um algoritmo capaz de identificar os exsudatos duros em imagens de fundo de olho que apresentam a Retinopatia Diabética.

II. BANCO DE DADOS

Nessa pesquisa foi utilizado o banco de dados Diaretdb1 [6], que contem imagens de fundo de olho de 89 indivíduos já diagnosticados com Retinopatia Diabética. Em cada imagem foram analisadas separadamente os diferentes tipos de manifestações apresentadas pela doença, sendo dividido em 4 categorias: exsudatos duros, exsudatos moles, pequenos pontos vermelhos, hemorragias.

Nesse projeto utilizou-se a análise das 17 imagens referente apenas à presença dos exsudatos duros, que é a anormalidade de enfoque do trabalho.

III. ALGORITMO PROPOSTO

O artigo tem por objetivo desenvolver um algoritmo que identifique e analise a presença de exsudatos duros em imagens de fundo de olho, composto pelas seguintes etapas: ajuste de contraste, localização do disco óptico, supressão dos vasos sanguíneos e comparação dos *pixels* identificados com os apresentados no banco de dados.

A. Localização do disco óptico

Devido a proximidade de cores entre o disco óptico e os exsudatos encontrados na imagem, a supressão dos *pixels* do disco fará com que esta região seja totalmente excluída do processamento, diminuindo o reconhecimento de falsos positivos.

Na localização do disco óptico é utilizada a detecção de bordas baseada em Hough [7], aliado a equação da circunferência, visto que a região tem geometria circular, como mostrado na Fig. 1. O código varia os valores de intensidade de cada *pixel* por uma função do matlab variando assim o contraste, até que seja possível identificar apenas um círculo, sendo esse o disco.



Fig. 1: Disco Óptico.

B. Supressão dos vasos sanguíneos

Nessa etapa foram utilizados os filtros da mediana e erosão. O da mediana é um dos melhores filtros de suavização quando o objetivo é simultaneamente, reduzir o ruído e preservar as bordas [5]. Assim foi utilizado esse filtro na componente verde da imagem, visto que nesta componente os vasos sanguíneos assim como quaisquer tipo de manchas (patologias) tem destaque em relação ao fundo do olho.

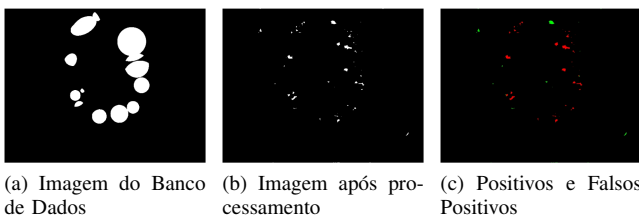
Esse processo é feito para que, quando for subtraído a imagem em tons de cinza pela imagem processada pelo filtro, tenhamos uma imagem onde todos os *pixels* referentes aos vasos sanguíneos sejam totalmente suprimidos, resultando apenas os *pixels* que apresentem manchas que diferem da uniformidade do fundo do olho. Após a subtração essa imagem é binarizada.

Para diminuir a presença dos *pixels* falsos positivos é utilizada a erosão, que utiliza um elemento estruturante para percorrer todos os *pixels* da imagem. O *pixel* x que corresponde ao ponto central do elemento estruturante será ativado se estiver inteiramente contido na imagem original, caso contrário, será marcado como irrelevante, assim fazendo desaparecer os elementos da imagem que sejam inferiores ao elemento estruturante.

A imagem binarizada, receberá as coordenadas dos *pixels* do disco óptico localizado no passo inicial do algoritmo e lhes atribuirá o valor 0, assim eliminando-os do processamento.

C. Análise dos *pixels* patológicos

Apenas os *pixels* com valor 1 referentes a possíveis Exsudatos duros são analisados na imagem. Essa imagem binarizada obtida no passo anterior é comparada com a imagem referente a mesma patologia obtida pelo DiaretDb1. Como a imagem do banco de dados possui apenas as regiões onde os Exsudatos estão localizados, o código isola apenas os *pixels* que foram identificados como patológicos, dessa forma sendo então compradas as imagens, como mostrado na Fig. 2.



(a) Imagem do Banco de Dados (b) Imagem após processamento (c) Positivos e Falsos Positivos

Fig. 2: Análise de *pixels*.

Na Fig. 2a temos a imagem do banco de dados, a Fig. 2b é o resultado do algoritmo proposto e a Fig. 2c mostra a comparação entre a Fig. 2a e a Fig. 2b, sendo em vermelho os *pixels* encontrados em ambas as imagens (verdadeiros positivos) e os verdes os encontrados apenas na Fig. 2b (falso positivos).

IV. RESULTADOS

Para os testes do algoritmo desenvolvido pelo método proposto foram utilizadas as imagens do banco de dados que apenas possuíam a RD e apresentavam exsudatos duros, totalizando nessas condições, um total de 17 imagens.

O processamento foi realizado utilizando a metodologia descrita anteriormente. Nos filtros da mediana e da erosão, foram utilizados os janelamentos de 6×6 e 4×4 , respectivamente por terem sido os melhores resultados obtidos.

Após o processamento das imagens selecionadas, foram discriminados a porcentagem de acerto da área dos exsudatos duros, como mostrado na Tabela I.

TABELA I: Resultados obtidos em percentual.

IMAGEM	ACERTO (%)	IMAGEM	ACERTO (%)
1	100	10	34,14
2	85,93	11	100
3	78,37	12	97,64
4	63,63	13	90
5	100	14	45,23
6	66,03	15	41,17
7	100	16	50
8	100	17	32,14
9	72,41		
MÉDIA	74,59	DESVIO PADRÃO	24,67

O resultado médio obtido foi de 74,59% de acerto. Em 5 imagens o acerto foi de 100%. Foi obtido ainda um Desvio Padrão de 24,67.

V. CONCLUSÕES

O método proposto pela pesquisa se mostrou eficiente na localização dos *pixels* patológicos com 74,59% de acerto e com baixo custo computacional.

A pesquisa seguirá objetivando a melhoria dos resultados e identificar as demais características manifestadas pela RD que são: exsudatos moles e hemorragias.

REFERÊNCIAS

- [1] M. C. Boelter, M. J. Azevedo, J. L. Gross, and J. Lavinsky, *Fatores de Risco para Retinopatia Diabética*. Arq Bras Oftalmologia, 2003.
- [2] "American academy of ophthalmology basic and clinical science course.section," <http://149.142.138.19/jseiweb/Education/basicandclinical.htm> / Acessado em : 10/05/2015.
- [3] "Brasil. ministério da saúde. estatísticas," <http://goo.gl/ejzM6x> / Acessado em : 12/05/2015.
- [4] S. Schellini, M. Moraes Silva, and M. Moraes Silva, *Diabetes, retinopatia diabética e cegueira*. J Bras Med, 1994.
- [5] J. M. Shivaram and R. Patil, *Automated Detection and Quantification of Haemorrhages in Diabetic Retinopathy Images Using Image Arithmetic and Mathematical Morphology Methods*. International Journal of Recent Trends in Engineering, Vol 2, No. 6, 2009.
- [6] T. Kauppi, V. Kalesnykiene, J.-K. Kamarainen, L. Lensu, I. Sorri, R. A., V. R., H. Uusitalo, H. Kalviainen, and J. Pietila, "DiaretDb1 diabetic retinopathy database and evaluation protocol," 2007.
- [7] R. Duda and P. Hart, "Use of the hough transformation to detect lines and curves in pictures," *Comm. of ACM*, no. 1, pp. 11–15, 1972.