

Detecção Automática de *Arcus Senilis* no Olho Humano

André Luis Souto Ferreira, Victor Araújo Vieira, Bruno Macchiavello
 Email: 140016261@aluno.unb.br, 140032801@aluno.unb.br, bruno@cic.unb.br
 Departamento de Ciência da Computação, Universidade de Brasília

Resumo—O trabalho proposto avalia a presença de nível elevado de colesterol no sangue por meio do *arcus senilis*. Um método menos invasivo se comparado com o exame de sangue convencional. Este trabalho modifica uma abordagem previamente proposta que utiliza o método de limiar OTSU [1] através da extração de características de uma imagem de olho humano que são usados como entrada para Máquina de Vetores de Suporte ou Rede Neural Artificial.

Palavras-Chave: Arcus Senilis, Máquinas de Vetores de Suporte, Rede Neural Artificial, Colesterol.

Abstract—This work studies the idea of evaluating the presence of high blood cholesterol level by means of *arcus senilis*. A less invasive method if compared to others as blood exam. The current work modifies a previously proposed approach that utilizes OTSU threshold method [1] by extracting parameters of an image of the human eye which are used as inputs for Support Vector Machine or Artificial Neural Networks.

Keywords: Arcus Senilis, Support Vector Machine, Artificial Neural Networks, Cholesterol.

I. INTRODUÇÃO

Problemas de saúde por conta de colesterol alto estão cada vez mais comuns, sejam por fatores genéticos quanto pelo estilo de vida [2]. Se detectados ou tratados com antecedência, podem ser evitados ou amenizados. Porém, a dificuldade está na fase de pré-diagnóstico, que geralmente envolve exames invasivos, como o exame de sangue.

O *arcus senilis* é uma condição que afeta o olho humano sendo caracterizado por um arco ou um semicírculo ao redor da íris [2]. Pode apresentar coloração esbranquiçada, azulada ou acinzentada. Essa anomalia ocorre por conta de depósitos de gordura na região da íris. A Figura 1 ilustra o *arcus senilis*. Apesar de ser comum em pessoas idosas a partir dos 60 anos, em pessoas jovens abaixo dos 40 anos de idade pode indicar a presença de colesterol alto na corrente sanguínea [2].



Figura 1: Olho com a presença do *arcus senilis*.

Logo, foi proposto um algoritmo de detecção automática de *arcus senilis* com potencial uso alternativo para pré-diagnóstico. Caso em uma pessoa com idade inferior a 40 anos seja identificado a presença do arco no olho, seria um bom indicativo para a necessidade do exame de sangue. Outra abordagem foi proposta anteriormente [1], utilizando o método

de limiar OTSU [3] para diferenciar um olho com ou sem o *arcus senilis*. Este trabalho modifica o método anterior ao utilizar as técnicas de aprendizado de máquinas: Máquina de Vetores de Suporte (SVM) e Redes Neurais Artificiais (RNA).

II. METODOLOGIA

O algoritmo proposto que visa a identificação da presença ou não do *arcus senilis* a partir de uma fotografia de olho humano consiste na seguinte metodologia:

A. Segmentação da Íris

Para segmentar a íris foi implementado o algoritmo de segmentação de íris proposto por John Daugman [4], que consiste no método chamado *Integral Differential Operator*. A segmentação da pupila foi descartada pois, para a abordagem estudada, apenas se faz necessária a segmentação da íris. Um algoritmo de preenchimento de reflexos e detecção de pele foram adicionados.

1) *Preenchimento de Reflexos*: Visando a remoção de reflexos nas íris analisadas e a melhoria da segmentação, um algoritmo de preenchimento de reflexos [5] foi implementado. Para cada pixel da imagem, o algoritmo verifica seus dois vizinhos horizontais e verticais, e altera a sua intensidade para a mesma deles. Dessa forma, preenchendo as regiões claras cercadas por pixels escuros.

2) *Detecção de Pele*: Para anular a influência das pálpebras no cálculo posterior dos histogramas, foi implementado um algoritmo de detecção de pele [6] baseado no modelo RGB normalizado, onde são determinados um limiar inferior e um limiar superior para classificação de pele.

3) *Mudança de Coordenadas e Corte*: A imagem da íris segmentada passa por uma transformação de coordenadas cartesianas para coordenadas polares, ou seja, de um formato circular para retangular [4], conforme ilustrado na Figura 2. Após isso, 20% da parte inferior dessa imagem é cortada para posterior uso, porque é nessa região que geralmente se encontra o arco.

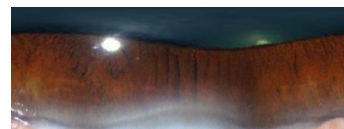


Figura 2: Íris segmentada no formato retangular.

B. Identificação do Arcus Senilis

O método foco deste artigo consiste na extração de características a partir da imagem resultante da Seção II-A3. A média dos valores e a porcentagem de pixels com intensidade acima do valor 100 são calculadas a partir do histograma da

imagem. Além desses dois parâmetros, o histograma inteiro também é usado como atributo de entrada para o treinamento dos modelos de aprendizado de máquina SVM e RNA.

Foi verificado que a distribuição do histograma é um bom indicativo para a presença ou não do arco, conforme ilustrado nas Figuras 3a e 3b.

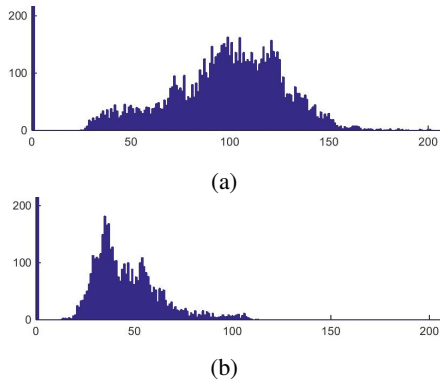


Figura 3: Histogramas: (a) com arco e (b) sem arco

É notado que o histograma de uma imagem com a presença do arco tende a ter uma distribuição mais uniforme, comparada ao histograma de um olho normal.

A média do histograma é usada pois imagens com a presença do arco são caracterizadas em geral por terem média com valor maior que 70, enquanto imagens sem são caracterizadas por valores inferiores. Por fim, a porcentagem de pixels com intensidade acima do valor 100 é outro parâmetro que caracteriza bem a presença ou não do arco. No geral, imagens com a presença de arco tem porcentagem acima de 25%. Os valores de 70 e 25% foram obtidos de forma empírica.

III. RESULTADOS

O algoritmo descrito na Seção II foi implementado em C/C++ e utilizando OpenCV [7].

Para validar o algoritmo foram necessárias duas bases de dados, uma com imagens de olhos sem arco (UBIRISv2 [8]) e outra com imagens com arco (base de dados própria contendo 37 imagens).

Os parâmetros histograma da imagem, média do histograma e porcentagem dos pixels com intensidade acima de 100 foram combinados de forma a serem os atributos de entrada para o treinamento dos modelos SVM e RNA. As combinações que resultaram nas maiores taxas de acerto para a SVM e para RNA seguem abaixo:

- SVM: Média + Histograma + Porcentagem;
- RNA: Média + Porcentagem.

A Tabela I tem os resultados da utilização do método anterior [1], baseado no método de limiar OTSU, nos bancos de imagens.

Tabela I: Desempenho do método OTSU

Limiar OTSU	Resultado
78	62,16%
65	67,56%

Foram separadas 40 imagens (20 de cada) para treinamento e teste dos modelos propostos. A técnica utilizada para treinamento e teste foi a validação cruzada *K-Fold*. O modelo

SVM foi treinado com o *Kernel* Linear. Foi utilizada nas camadas escondidas e de saída a função de ativação *Sigmóide* na RNA. As Tabelas II e III ilustram as matrizes de confusão encontradas para os métodos de classificação SVM e RNA, respectivamente.

Foi observado que o modelo SVM treinado teve um resultado geral melhor em relação ao modelo RNA, sendo 100% contra 92,5%. Provavelmente pela quantidade pequena de imagens para treino. Porém, podemos afirmar que os resultados das duas técnicas de aprendizado de máquinas são superiores ao método que utilizada o método OTSU [1], já que o melhor resultado para o método foi de 67,56% contra 100% usando SVM e 92,5% com RNA.

Tabela II: Matriz de confusão SVM

		Esperado		
		Sem Arco	Com Arco	Total
Estimado	Sem Arco	20	0	20
	Com Arco	0	20	20
	Total	20	20	100%

Tabela III: Matriz de confusão RNA

		Esperado		
		Sem Arco	Com Arco	Total
Estimado	Sem Arco	18	2	20
	Com Arco	1	19	20
	Total	19	21	92,5%

IV. CONCLUSÕES

Verifica-se que o uso dos parâmetros obtidos a partir do histograma mostram eficiência na identificação da presença do arco. Foi constatado também que a utilização das técnicas de aprendizado de máquinas apresentaram resultados melhores que utilizando o método limiar de OTSU.

Logo, pode-se concluir que o método proposto apresenta uma forma eficiente de identificação automática do arco e que poderia ser usado como alternativa para indicar a necessidade de procurar um especialista para pessoas com idade inferior a 40 anos.

REFERÊNCIAS

- [1] R. A. Ramlee and S. Ranjit, "Using Iris Recognition Algorithm, Detecting Cholesterol Presence," *International Conference on Information Management and Engineering*, pp. 714–717, 2009.
- [2] A. Fernández, A. Sorokin, and P. D. Thompson, "Corneal arcus as coronary artery disease risk factor," *Atherosclerosis*, vol. 193, no. 2, pp. 235–240, 2007.
- [3] N. Otsu, "A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, vol. 9, no. 1, pp. 62–66, 1979.
- [4] J. Daugman, "How Iris Recognition Works," *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, vol. 14, no. 1, pp. 21–30, 2004.
- [5] L. Vincent, "Morphological grayscale reconstruction in image analysis: applications and efficient algorithms," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 2, no. 2, pp. 176–201, 1993.
- [6] Y.-C. L. Yao-Jiun Chen, "Simple Face-detection Algorithm Based on Minimum Facial Features," 2007.
- [7] "Open source computer vision library," <https://opencv.org/>.
- [8] H. Proenca, S. Filipe, R. Santos, J. Oliveira, and L. Alexandre, "The UBIRIS.v2: A database of visible wavelength images captured on-the-move and at-a-distance," *IEEE Trans. PAMI*, vol. 32, no. 8, pp. 1529–1535, August 2010.