

ESTUDO E IMPLEMENTAÇÃO DE ALGORITMOS PARA DETECÇÃO AUTOMÁTICA DA MÁCULA EM IMAGENS DE RETINA

*Romere Rodrigues Veloso e Silva (ICV/UFPI), Rodrigo de Melo Souza Veras(Orientador,
Depto de Informática e Estatística – UFPI)*

Introdução

A detecção da mácula é uma importante tarefa no processamento de imagens do fundo da retina. A localização da mácula é utilizada em várias aplicações. Ela é considerada um importante marcador fisiológico na análise de imagens da retina e é usada na localização de outras estruturas da retina como o disco óptico, microvasos e exsudatos [3].

A mácula é um ponto ovalado de cor amarela junto ao centro da retina do olho humano e tem um diâmetro de cerca 1,5 mm. A região da mácula possui duas nomenclaturas, a região central da mácula chama-se fóvea, já a região maior ao redor da fóvea é chamada de mácula [17]. Na mácula encontramos uma maior quantidade de cones (células responsáveis pela percepção de cores). A mácula contém uma pigmentação mais escura e sua localização é aproximadamente o centro retina. Uma detecção precisa da mácula é um importante primeiro parâmetro para determinar patologias como a Degeneração e o Edema Macular.

Metodologia

Para alcançar os objetivos e metas traçados neste projeto, ele foi dividido em quatro fases: Fase Teórica (FT); para levantamento do estado da arte sobre o tema; Fase de análise (FA), para o estudo sobre as principais ferramentas de testes funcionais; Fase de Desenvolvimento (FD), para o desenvolvimento do algoritmo proposto; Fase de Finalização (FF) testes e resultados.

Bases de Imagens

Para testar o real desempenho dos algoritmos implementados utilizamos algumas bases de imagens bastante consagradas. Tais bases apresentam imagens de diferentes formatos, com várias patologias, além de possuírem características diferentes como luminosidade e tamanho. São elas: DRIVE¹, STARE² e ARIA³

Implementação

Para a implementação, teste e calculo de desempenho foi utilizada a ferramenta MATLAB[®], que possui vantagens em se trabalhar com matrizes e vetores, e possui inúmeras funcionalidades para implementação de algoritmos de processamento de imagens.

¹ <http://www.isi.uu.nl/Research/Databases/DRIVE/>

² <http://www.ces.clemson.edu/~ahoover/stare/>

³ <http://www2.it.lut.fi/project/imageret/diaretdb1/>

A implementação do novo método de detecção da mácula foi proposto baseado em vários métodos e a partir do aprendizado adquirido com esses, fomos evoluindo um modelo, onde tentamos ao máximo, aumentar a taxa de acerto da região da mácula. Para esse modelo proposto os algoritmos foram testados na base ARIA. Propomos um algoritmo baseado em 2 etapas, são elas: Determinação da Região de Interesse e Determinação do Centro da Mácula.

- 1) Determinação da Região de Interesse:** Essa etapa está dividida em duas sub-etapas que são: Obtenção dos pontos marcados na base ARIA e Posição da ROI.

Obtenção dos pontos marcados na base ARIA: na base de imagens ARIA temos, além das imagens, as marcações feitas por especialistas dos microvasos, do disco óptico e da mácula. Como o objetivo desse trabalho não é a implementação de métodos para a detecção do disco óptico, optamos por utilizar os pontos do disco óptico fornecidos pela própria base. Esses pontos são importantes pois utilizamos o raio do disco óptico para determinar o tamanho da mácula e o tamanho da ROI.

Determinação da ROI da mácula: é determinada levando-se em consideração a posição do disco óptico em relação à imagem. Observamos, empiricamente, que a mácula está quase sempre no lado oposto ao disco óptico. Para decidirmos se o disco óptico está à esquerda ou à direita, acima ou abaixo na imagem, utilizamos a distância as coordenadas do centro do disco óptico e das coordenadas do centro da imagem, com isso obtemos 100% de acerto.

- 2) Centro da Mácula:** essa etapa está dividida em 3 sub-etapas que são: Detecção dos Microvasos na ROI, Escolha do Canal de Cor, e Determinação da subjanela da ROI.

Detecção dos microvasos na ROI: após vários testes, vimos que os microvasos, em várias oportunidades, atrapalhavam o desempenho do algoritmo de detecção da mácula, pois possuem pixels de baixa intensidade de níveis de cinza. Por isso, decidiu-se realizar a remoção desses vasos.

Canal de Cor: a escolha da componente a ser usada deve ser avaliada para otimizar a busca pela região de subjanela, iremos utilizamos a componente definida em [4], pois nela temos uma melhor representação da mácula na imagem. Após isso substituímos os pixels que são microvasos por pixels totalmente brancos, isso impedirá que microvasos atrapalhem na busca pela mácula.

Determinação da sub-região da ROI: percorremos a imagem de forma a encontrar regiões que não possuam de pixels branco (microvasos). A cada pixel da busca é definida uma janela de tamanho igual à metade do raio do disco óptico, que é definida como o tamanho da fóvea. A escolha da janela é feita tomando-se em consideração a média da intensidade dos pixels da janela. A janela que possuir menor média será a janela que irá conter a mácula. O centro da janela será, então, o centro da mácula.

Resultados e Discussão

Nesse trabalho avaliamos os resultados das duas importantes etapas, o calculo da ROI e o calculo do centro da mácula. Para a ROI definimos 3 métricas para a avaliação, são elas: Sucesso: quando a região da fóvea está totalmente dentro da ROI; Satisfatório: quando o ponto referente ao centro da fóvea está dentro da ROI; Falha: quando nenhuma das métricas acima for satisfeita.

Para o centro da mácula definimos 3 métricas de avaliação, são elas: Sucesso: quando o centro da mácula encontrada pelo algoritmo está dentro da região da fóvea da marcação; Satisfatório: quando o centro da mácula encontrada pelo algoritmo está a uma distancia de 1 vez o tamanho do raio do disco óptico, do centro da mácula; Falha: quando nenhuma das métricas acima for satisfeita

Após a avaliação dos resultados obtemos taxas de acertos para a determinação da ROI e para a o calculo da mácula. Para a determinação da ROI tivemos uma taxa total de acerto de 98,36% (84,07% sucesso e 15,93% satisfatório) que corresponde a um total de 61 imagens. Para a região da mácula tivemos uma taxa total de acerto de 95,1% (62,3% sucesso e 32,8% satisfatório) e uma taxa de erro de 4,9% (3 imagens).

Conclusões

Foram submetidos e aprovados para publicação dois artigos em congressos, são eles: CBIC [1] (Congresso Brasileiro de Inteligência Computacional) e CLEI [2] (Centro Latino-americano de Estudos em Informática), desenvolvidos durante o projeto de iniciação científica. Será submetido ainda para publicação um artigo completo no Encontro Regional Ceará, Maranhão e Piauí (ERCEMAPI), com os resultados obtidos durante o projeto de Iniciação Científica Voluntária da UFPI.

Como trabalhos futuros iremos realizar testes em outras bases de imagens e utilização de técnicas de otimização para determinar a mácula.

Referências Bibliográficas

- [1] Veras, R. de M. S., Araújo, F. H. D., Silva, R. R. V. e S., Medeiros, F. N. S., Aires, K. R. T. Comparação e Avaliação de Métodos de Detecção do Disco Óptico. Centro Latino-americano de Estudos em Informática. Quito, Equador. 2011.
- [2] Veras, R. de M. S., Machado, V. P., Silva, R. R. V. e S., Araújo, F. H. D., Aires, K. R. T. Classificação Automática de Imagens de Retina Para Diagnóstico Auxiliado Por Computador. X Congresso Brasileiro de Inteligência Computacional. Fortaleza, Brasil. 2011.
- [3] Tan, N. M. Wong, D.W.K., Liu, J., Ng, W.J., Zhank, Z., Lim, J.H., Tan, Z., Tang, Y., Li. H., Lu, S., Wong, T.Y., Automatic Detection of the Macula in the Retinal Fundus Image by Detecting Regionswith Low Pixel Intensity. IEEE, 2009.
- [4] Guerra, R. A. A. Identificação Automática do Disco Óptico em Imagens Coloridas da Retina. Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos de grau de mestre em Engenharia Biomédica, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto-Portugal, 2008.

Palavras-chave: Mácula, CAD, Processamento de Imagens.