

ESTUDO E IMPLEMENTAÇÃO DE ALGORITMOS PARA DETECÇÃO AUTOMÁTICA DE EXSUDATOS EM IMAGENS DE RETINA

Flávio Henrique Duarte de Araújo (ICV/UFPI), Rodrigo de Melo Souza Veras(Orientador, Depto de Informática e Estatística – UFPI)

Introdução

A Retinopatia Diabética (RD) é uma doença assintomática nas fases iniciais, o que dificulta a detecção da doença. Ela ocorre como resultado das alterações vasculares na retina causando inchaços de capilares, conhecidos como microaneurismas (MA). Estes podem romper-se, e, eventualmente, se tornarem uma fonte de extravasamento de plasma causando o espessamento da retina, ou edema, e, se ocorrem na região macular, pode causar perda de visão de alta qualidade.

O espessamento da retina não é facilmente visível nas fotografias do fundo do olho, portanto, regiões de depósitos de gordura, conhecidas como exsudatos, são usadas como marcadores. Sendo altamente reflexivos, devido a sua alta intensidade de cor, estes são facilmente visíveis nas fotografias da retina. Exsudatos geralmente formam aglomerados, e podem ser distribuídos em toda a retina ou podem aparecer em um anel em torno de um ponto central do vazamento. Embora a maioria dos exsudatos apareça como pequenos pontos ou manchas irregulares, a natureza direcional da camada de fibras nervosas pode provocar exsudatos individuais.

A Organização Mundial de Saúde estima que 135 milhões de pessoas tenha diabetes no mundo e que o número de pessoas com diabetes deverá aumentar para 300 milhões até o ano de 2025 [1]. A RD afeta uma parte considerável da população o que justifica trabalhos avançados na área de detecção de doenças por imagens. Desenvolvendo técnicas simples e com um custo-benefício baixo seria possível a detecção da RD em sua fase inicial, estudos comprovam que quanto mais cedo for detectada a RD mais chances o paciente terá de não desenvolver a doença em seu grau mais elevado.

Metodologia

Para alcançar os objetivos e metas traçados neste projeto, ele foi dividido em quatro fases: Teórica (FT); Análise (FA); Desenvolvimento (FD), para o desenvolvimento do algoritmo proposto; Fase de Finalização (FF), para criação do artigo sobre o(s) algoritmo(s) desenvolvido(s).

Resultados e Discussão

O principal algoritmo de detecção dos exsudatos que foi desenvolvido é baseado no algoritmo de Ram [2], mas com algumas melhorias em relação ao seu problema da eliminação dos falsos candidatos. As principais melhorias foram: o uso do K-means Fuzzy ao invés do K-means, já que o primeiro possui um melhor desempenho no agrupamento de pixels, o uso dos vasos sanguíneos de uma maneira mais eficiente, e o uso de morfologia matemática para a remoção de falsos candidatos a exsudatos.

Para teste dos algoritmos foram utilizadas 74 imagens da base DIARETBD, destas 36 possuem exsudatos e 38 não. A avaliação dos resultados pode ser feita com base na imagem (classificar como saudável ou doente) ou, mais especificamente, quanto às regiões encontradas (determinar se há coincidência nas regiões de exudatos encontradas).

Para o desempenho dos algoritmos utilizamos as seguintes taxas: sensibilidade, especificidade, verdadeiro preditivo positivo (VPP), verdadeiro preditivo negativo (VPN) e acurácia. Todas essas medidas podem ser calculadas baseadas nos quatro valores: verdadeiro positivo (VP), número de imagens classificada corretamente como saudáveis; falso positivo (FP) número de imagens erradamente classificadas como saudáveis; falso negativo (FN), número de imagens erradamente classificadas como patológicas e verdadeiro negativo (VN), número de imagens classificadas corretamente como patológicas.

A partir desses valores é possível obter as taxas da sensibilidade, especificidade, VPP, VPN e acurácia, que são calculados usando como mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Especificação das fórmulas

Sensibilidade	Especificidade	VPP	VPN	Acurácia
$\frac{VP}{VP + FN}$	$\frac{VN}{VN + FP}$	$\frac{VP}{VP + FP}$	$\frac{VN}{VN + FN}$	$\frac{VP + VN}{VP + VN + FN + FP}$

A sensibilidade representa a proporção de verdadeiros positivos, ou seja, avalia a capacidade do algoritmo predizer uma imagem como saudável quando ela realmente é. A especificidade reflete a proporção de verdadeiros negativos, isto é, avalia a capacidade do algoritmo predizer uma imagem como não saudável (patológica) dado que ela realmente não é. A taxa de VPP representa a proporção de verdadeiros positivos em relação a todas as predições positivas, isto é, a imagem ser saudável dado que o algoritmo classificou a imagem como saudável. Já a taxa VPN é a proporção de verdadeiros negativos em relação a todas as predições negativas, ou seja, a imagem não ser saudável dado que o algoritmo classificou como não saudável. Por fim, a acurácia é a proporção de predições corretas, sem considerar o que é positivo e o que é negativo e sim o acerto total.

Os resultados são apresentados na tabela 2. A segunda linha da tabela mostra os resultados em relação à classificação das imagens, se elas são saudáveis ou não. A terceira linha mostra os resultados em relação à região, ou seja, levando em consideração posição e a área das regiões encontradas. Todos os resultados estão em porcentagem.

Tabela 2 - Avaliação dos algoritmos

	Sensibilidade	Especificidade	VPP	VPN	Acurácia
Imagens	100	97,44	97,44	100	98,65
Pixels	87	99,9	81,35	99,9	99,9

Conclusões

Os resultados obtidos foram bastante satisfatórios, principalmente na classificação em relação às imagens, onde dos 74 testes realizados, o algoritmo classificou incorretamente apenas uma ocasião na qual a imagem possui exsudatos e foi classificada como saudável. É importante ressaltar que essa forma de análise corresponde à prática médica onde as decisões são tomadas mediante a presença ou não de exsudatos

Como trabalho futuro propõe-se a utilização de técnicas de Inteligência Artificial para a classificação dos candidatos em exsudatos ou não. Dessa forma, será possível obter maiores taxas de acerto.

Alguns artigos foram escritos descrevendo os algoritmos implementados e os resultados obtidos, os quais foram submetidos e aceitos em alguns congressos [3,4].

Referências Bibliográficas

- [1] Amos, A. F., MacCarty, D. J. and Zimmet, P. *5The rising global burden of diabetes and its complications: Estimates and projections to the year 2010*. *Diabetc Med.*, 1997, Vol. 14. P. S57-S85.
- [2] Ram, K. and Sivaswamy, J. Multi-space clustering for segmetation of exudates in retinal color photographs. *Engineering in Medicine and Biology Society, 2009. EMBC 2009. Annual International Conference of the IEEE*.
- [3] Veras, R. de M. S., Araújo, F. H. D., Silva, R. R. V. e S., Aires, K. R. T, Medeiros, F. N. S. *Comparação e Avaliação de Métodos de Detecção do Disco Óptico*. Centro Latino-americano de Estudos em Informática. Quito, Equador. 2011.
- [4] Veras, R. de M. S., Aires, K. R. T., Silva, R. R. V. e S., Araújo, F. H. D., Machado, V. P., Medeiros, F. N. S. *Classificação Automática de Imagens de Retina Para Diagnóstico Auxiliado Por Computador*. X Congresso Brasileiro de Inteligência Computacional. Fortaleza, Brasil. 2011.

Palavras-chave: Processamento de Imagens. Exsudatos. Detecção de doenças.