

EXTRAÇÃO DE DADOS PARA CARACTERIZAÇÃO OBJETIVA DE IMAGENS DE EQUIMOSSES

R. L. Thomaz*, A. C. Patrocinio* e A. B. Soares*

*Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Brasil
e-mail: rlthomaz@outlook.com

Resumo: A quantificação da evolução de equimoses é de suma importância para a avaliação de procedimentos clínicos que visam acelerar o processo de absorção das lesões. Entretanto, pesquisas atuais utilizam apenas métodos qualitativos para validar tais processos. De tal forma, este trabalho investiga métodos e técnicas de extração de dados quantitativos, consolidados, para mensurar sua aplicabilidade neste caso específico. Para isso, algoritmos para extração de atributos de textura, baseados em Transformada Discreta de Cosseno, Transformada Discreta de Wavelet e descritores de Haralick, e extração de atributos de cor, baseado no espaço de cor HSV, foram implementados e aplicados em casos simulados visando à quantificação da evolução de lesões. Esta aplicação gerou medidas quantitativas que diferenciam texturas, em frequência e forma, e a variação de cor entre períodos de lesões. Portanto, os algoritmos aplicados são adequados para a extração de dados quantitativos visando auxiliar na validação de procedimentos clínicos, porém ainda são necessários testes com imagens reais para consolidar sua utilização no meio clínico.

Palavras-chave: Equimoses multifacetadas, extração de atributos, quantificação, caracterização.

Abstract: *The quantification of the evolution of ecchymosis is important to evaluate clinical procedures aiming to accelerate the absorption process of the lesion. However, recent researches use only qualitative methodologies to validate such procedures. Then, this paper investigates consolidated methods and techniques for quantitative data extraction to measure their applicability on images of ecchymosis. Thereunto, algorithms for texture feature extraction, based on Discrete Cosine Transform, Wavelet Discrete Transform and Haralick's descriptors, and color feature extraction, based on the HSV color space, were implemented and applied into simulated cases aiming to quantify the evolution of lesions. This application resulted on quantitative measures that differentiate textures, on frequency and shape, and color variation between periods of absorption. Thus, the algorithms applied are adequate to extract quantitative data in order to aid on the validation of clinical procedures, however it is still necessary to use real images to consolidate their use inside the clinical environment.*

Keywords: *Multifaceted ecchymosis, feature extraction, quantification, characterization.*

Introdução

A equimose é definida como uma lesão resultante da infiltração de sangue, devido a uma hemorragia, abaixo da pele ou membrana mucosa, a qual cria uma mancha plana com forma geométrica não específica e coloração variável, iniciando em tons de vermelho/azul e terminando em verde/amarelo, próximo ao tom de pele do sujeito [1, 2].

Algumas cirurgias vasculares, como na safenectomia radical e cirurgia de varizes, são procedimentos médicos consolidados onde as equimoses são encontradas no pós-cirúrgicos de tais especialidades. Assim, pesquisas são conduzidas com o objetivo de acelerar a absorção, evitar ou reduzir o aparecimento de equimoses [3, 4].

Em tais estudos, diferentes metodologias são utilizadas para avaliar os procedimentos aplicados em equimoses. Algumas metodologias são baseadas nos objetivos de cada pesquisa, enquanto outras são, em certo nível, genéricas [5, 6].

Para pesquisas específicas, como no estudo de equimoses extensas multifacetadas nos membros inferiores, a análise visual qualitativa é utilizada para avaliar a evolução das equimoses no tempo [3]. Tal análise é baseada na observação visual da lesão por um especialista, o qual observa o tamanho, textura e coloração da equimose em diferentes períodos temporais, comparando e classificando-as.

Entretanto, estas análises qualitativas estão sujeitas ao viés do especialista e à subjetividade do sistema visual humano, afetando os resultados de pesquisas [6]. Assim, é importante prover novas metodologias e dados quantitativos, relacionados com as características das equimoses, de modo a alcançar melhores análises e reduzir a influência do viés e subjetividade.

A extração de informações quantitativas em imagens digitais é parte da área de processamento de imagens. Tais informações representam diferentes atributos de uma imagem, como sua geometria, intensidade ou textura.

Embora a extração de atributos em imagens digitais tem sido amplamente estudada e aplicada em áreas específicas, as metodologias podem ser utilizadas e adaptadas para novas aplicações. Através do foco em características analisadas por especialistas, como distribuição irregular de cores e sua variação no tempo em equimoses, é possível definir duas principais características à serem extraídas da lesão, sendo elas: atributos de textura e cor.

Existem trabalhos consolidados na área de extração de atributos de textura de imagens digitais, como o artigo de Haralick [7] que calcula descritores de textura sobre matrizes de coocorrência, e outros trabalhos que utilizam a transformada Wavelet bidimensional (2D-DWT) ou a transformada discreta de cosseno bidimensional (2D-DCT) [8, 9].

Além, atributos de cor também são consolidados entre pesquisadores através do uso de diferentes espaços de cor, como o RGB (red, green and blue) e HSV (hue, saturation and value) [10].

Portanto, este trabalho propõe o uso de metodologias para a extração de atributos de cor e textura, em conjunto com uma métrica de distância, provendo informações quantitativas para auxiliar na análise de especialistas, reduzindo influências sobre os resultados.

Materiais e métodos

Seguindo métodos propostos por diferentes autores, três algoritmos foram desenvolvidos para extrair atributos de imagens digitais de equimoses, baseados em 2D-DCT, 2D-DWT e descritores de textura de Haralick. Também, um algoritmo foi desenvolvido para extrair atributos de cor baseado em vetores principais no espaço de cor HSV.

Atributos de textura: 2D-DCT – Este algoritmo de extração de atributos consiste na subdivisão de uma imagem em escala de cinzas em segmentos de iguais tamanhos, seguido da transformação de cada segmento através da 2D-DCT, como ilustrado na Fig. 1.

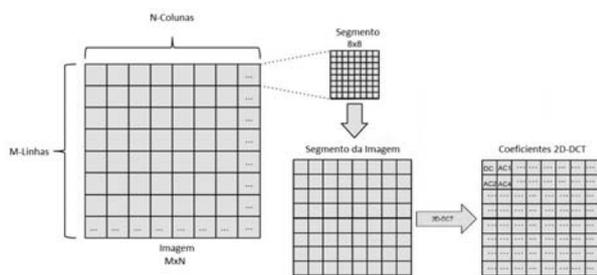


Figura 1: Ilustração da metodologia para extração de atributo de textura por 2D-DCT.

Após a aplicação da 2D-DCT em todos os segmentos, os quatro primeiros coeficientes de menor frequência de cada segmento são amostrados e posteriormente armazenados em vetores. Enumerando os coeficientes através do ordenamento em ziguezague, os quatro primeiros componentes de menor frequência são o DC, AC1, AC2 e AC4.

Daí, os vetores resultantes são transformados em funções de distribuição de probabilidade, seguido pelo cálculo estatístico de média, desvio padrão, skewness, kurtosis, energia, entropia e suavidade [8]. Estes valores estatísticos são considerados atributos de textura da imagem e são posteriormente utilizados para determinar as diferenças de textura entre duas imagens.

Atributos de textura: 2D-DWT – O algoritmo desenvolvido para a extração de atributos utilizando a

2D-DWT foi baseado na Wavelet bidimensional de Haar. Ele consiste na aplicação da Wavelet Haar sobre uma imagem em escala de cinzas. Esta transformação resulta na extração de coeficientes de aproximação, horizontal, vertical e diagonal, conforme ilustrado na Fig. 2.

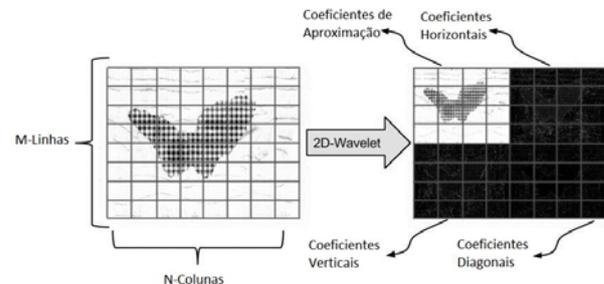


Figura 2: Ilustração da extração de atributo de textura por 2D-DWT.

O valor resultante do cálculo estatístico da energia, para cada sub-banda, é considerado um bom atributo de textura para transformações Wavelet bidimensionais, uma vez que reflete a intensidade de detalhes de alta frequência [9]. Assim, o valor de energia é calculado para cada sub-banda, como demonstrado na Eq. 1, e utilizados como atributos de textura neste trabalho.

$$E_X = \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} W_X(i,j)^2 \quad (1)$$

Atributos de textura: Descritores de Haralick – O último método de extração de atributos de textura é baseado no trabalho de Haralick sobre atributos de textura em imagens digitais [7]. Ele consiste na extração de uma matriz de coocorrência de uma única imagem.

Após a extração da matriz de coocorrência, os dados são submetidos aos cálculos estatísticos dos quatorze descritores de Haralick. Os valores resultantes de cada descritor são então armazenados em um vetor, como demonstrado na Eq. 2. Estes valores são considerados atributos de textura da imagem e utilizados para diferenciar imagens neste trabalho.

$$FeatureV = [Descriptor_1, \dots, Descriptor_{14}] \quad (2)$$

Atributos de cor: Vetor principal HSV – De forma a extrair atributos de cor de imagens de equimoses, um algoritmo foi desenvolvido consistindo em um método de conversão do espaço de cor RGB para HSV, assim como de um método para calcular o vetor principal HSV de uma imagem.

O primeiro passo do algoritmo é de converter o espaço de cor da imagem para o espaço HSV, o qual provê três canais separados com informações distintas. O segundo passo consiste em calcular o valor médio de cada canal para cada pixel.

O vetor resultante da média de cada canal é então considerado o atributo de cor de uma imagem, permitindo uma medida quantitativa uma vez que o mesmo representa um valor médio de cor da imagem.

Experimentação – Os algoritmos de extração de atributos foram implementados de maneira a determinar a diferença entre imagens de equimoses registradas em

diferentes períodos de tempo. Entretanto, a extração de atributos não mede, diretamente, as diferenças entre imagens, tornando necessária a aplicação de um método de medida de distância entre dois conjuntos de dados.

A métrica de Hausdorff [11] é uma boa técnica para a medida de distâncias entre dois conjuntos de dados multidimensionais. Assim, foi desenvolvido um algoritmo para calcular a distância de Hausdorff entre atributos de diferentes imagens, de acordo com a Eq. 3.

$$d(e, C) = \max \left\{ \inf_{c \in C} d(e, c), \sup_{c \in C} d(c, e) \right\} \quad (3)$$

De maneira a validar cada algoritmo de extração de atributos e verificar seu funcionamento sobre condições específicas, foi simulada uma imagem de uma equimose multifacetada (Fig. 3) e, posteriormente, esta imagem foi submetida a um algoritmo de deslocamento de cor e adição de ruído periódico.

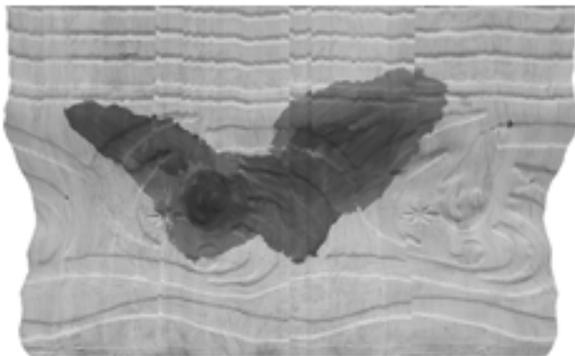


Figura 3: Superfície de modelo tridimensional simulado com a presença de uma equimose multifacetada.

O deslocamento de cor é feito através da segmentação da equimose e, posteriormente, através da conversão do espaço de cor da imagem para o espaço de cor HSV. A cor é então modificada pela variação dos níveis no canal Hue. Para a adição de ruídos periódicos, uma função de seno e cosseno é adicionada à imagem, criando mudanças periódicas de brilho e contraste sobre a região segmentada.

Em seguida, as imagens resultantes foram submetidas aos quatro algoritmos de extração de atributos e, posteriormente, os atributos extraídos foram submetidos à métrica de Hausdorff.

Resultados

Baseado na experimentação, os seguintes resultados representam a distância normalizada de Hausdorff entre a imagem original e cada uma das imagens modificadas aplicadas à cada metodologia de extração de atributos.

As imagens enumeradas de 1 a 3 são resultante de ruído periódico radial com alta, média e baixa frequências, respectivamente. Enquanto as imagens de 4 a 6 são ruídos horizontais, 7 a 10 ruídos verticais e 11 a 13 ambos ruídos verticais e horizontais. A Fig. 4 apresenta as distâncias resultantes para 2D-DCT, 2D-DWT e descritores de Haralick.

Para a extração de atributos de cor, a Fig. 5 apresenta a distância de Hausdorff entre a imagem original e cada uma das imagens modificadas, onde as imagens de 1 a 9 são deslocadas em cor no espaço HSV com um passo angular de deslocamento de 36 graus.

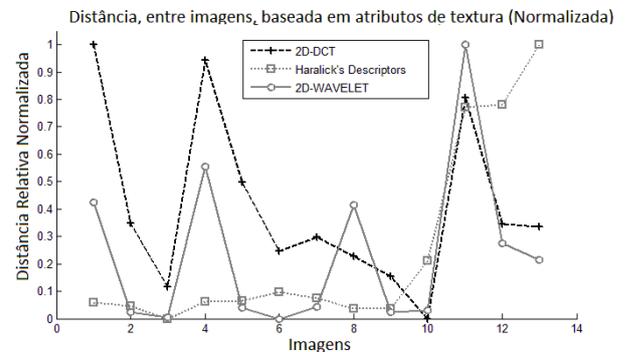


Figura 4: Distância de Hausdorff normalizada entre imagens a partir de atributos de textura.

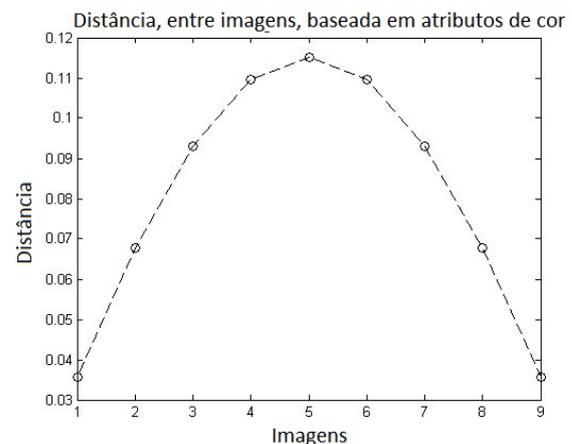


Figura 5: Distância de Hausdorff entre imagens a partir de atributos de cor baseado no espaço HSV.

Discussão

A Fig. 4 mostra que os atributos 2D-DCT são, em certo nível, capazes de discernir diferenças entre grupos de textura sendo mais sensíveis à frequência, uma vez que as distâncias entre texturas semelhantes com frequências diferentes é maior que as distâncias entre texturas diferentes com frequências semelhantes.

Já o uso de 2D-DWT, também apresentado na Fig. 4, é adequado para separar imagens em grupos de textura por forma e frequência, uma vez que há uma distância significativa para ambos fatores, enquanto que, para os descritores de Haralick, nota-se que são suficientemente bons para separar texturas com formas distintas, mas sem grande sensibilidade para diferentes frequências.

Na Fig. 5, nota-se que o uso do espaço de cor HSV separa as imagens através de atributos de cor, entretanto é importante notar que, devido a característica radial do canal Hue, diferentes cores podem apresentar distâncias iguais em relação a outra cor fixa.

Conclusão

Analisando os resultados das metodologias utilizadas para extração de atributos, é possível concluir que as metodologias são capazes de separar imagens por cor e textura, embora com diferentes características, provendo dados quantitativos para avaliar a evolução das equimoses. Assim, o desenvolvimento de um sistema computadorizado com metodologias de extração de atributos pode fornecer uma classificação de equimoses confiável, auxiliando pesquisadores e no desenvolvimento de novas metodologias de tratamento.

Agradecimentos

Os autores deste trabalho são gratos à CAPES, CNPq e FAPEMIG pelo auxílio financeiro.

Referências

- [1] S. Cooper, A dictionary of practical surgery, 1818.
- [2] W. A. N. Dorland, Illustrated medical dictionary: WB Saunders Company, 2011.
- [3] A. C. L. Tannús, J. M.; Ribeiro, L. M. F.; Oliveira, R. A.; Baraúna, M. A., "Efeito da drenagem linfática manual no tempo de absorção das sufusões hemorrágicas em pacientes submetidos à safenectomia radical," *Fisioterapia Ser*, vol. 6, pp. 244-247.
- [4] B. S. Kotlus, D. M. Heringer, and R. M. Dryden, "Evaluation of Homeopathic Arnica montana for Ecchymosis After Upper Blepharoplasty: A Placebo-Controlled, Randomized, Double-Blind Study," *Ophthalmic Plastic and Reconstructive Surgery*, vol. 26, pp. 395-397, Nov-Dec 2010.
- [5] L. L. Randeberg, E. L. P. Larsen, and L. O. Svaasand, "Characterization of vascular structures and skin bruises using hyperspectral imaging, image analysis and diffusion theory," *Journal of biophotonics*, vol. 3, pp. 53-65, 2010.
- [6] Z. Lawson, D. Nuttall, S. Maguire, F. Dunstan, and A. Kemp, "Clinical photography of bruises: measurement variability and image modality preference," *Archives of Disease in Childhood*, vol. 96, pp. A93-A94, 2011.
- [7] R. M. Haralick, K. Shanmugam, and I. H. Dinstein, "Textural features for image classification," *Systems, Man and Cybernetics, IEEE Transactions on*, pp. 610-621, 1973.
- [8] V. V. Kohir and U. Desai, "Face recognition using a DCT-HMM approach," in *Applications of Computer Vision, 1998. WACV'98. Proceedings., Fourth IEEE Workshop on*, 1998, pp. 226-231.
- [9] X.-Q. Wu, K.-Q. Wang, and D. Zhang, "Wavelet energy feature extraction and matching for palmprint recognition," *Journal of Computer Science and Technology*, vol. 20, pp. 411-418, 2005.
- [10] T.-t. Liu, S.-z. Wang, X.-p. Zhang, and Z.-m. Yu, "Extraction of color-intensity feature towards image authentication," *Journal of Shanghai University (English Edition)*, vol. 14, pp. 337-342, 2010/10/01 2010.
- [11] F. Hausdorff, *Mengenlehre*: Walter de Gruyter Berlin, 1927.