

Proposta de classificação de veias do pulso utilizando o descritor LBP

Vitor Hugo Barbedo
Departamento de Computação
Instituto Federal de São Paulo
Campos do Jordão, Brasil

Jones Mendonça de Souza
Departamento de Computação
Instituto Federal de São Paulo
Campos do Jordão, Brasil

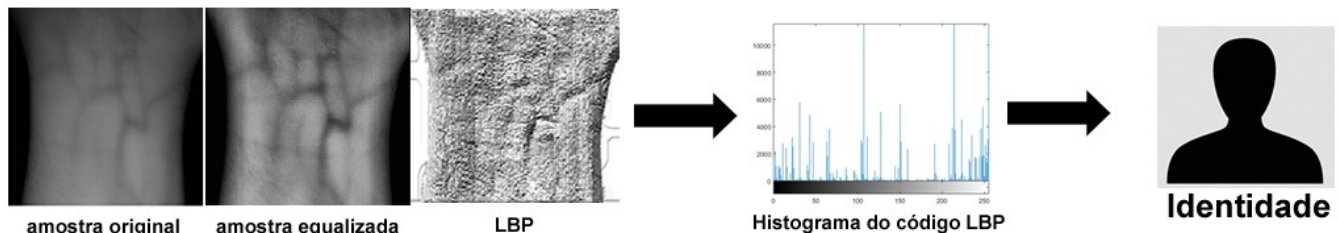


Figura 1. Método proposto: Amostra de um padrão de veias do pulso adquirido pelo protótipo construído (esquerda), extração de características (meio), resultado do algoritmo (direita).

Resumo—Com a crescente utilização de recursos de tecnologia da informação em todos os âmbitos da sociedade, cresceu junto também a demanda por segurança, confiabilidade e integridade. Particularmente, a segurança voltada para autenticação do usuário. Atualmente estão disponíveis diversos tipos de autenticação, como impressão digital, reconhecimento facial, voz, retina, íris, entre outros que são conhecidos na literatura como sistemas biométricos. A partir desse trabalho foi desenvolvida uma nova metodologia para identificação de seres humanos baseado na estrutura das veias do pulso. Foram coletadas amostras por meio de um protótipo, que as captura na banda infravermelha. Sendo assim, foi empregado o LBP (Local Binary Pattern) na etapa de descrição dos atributos das amostras, comparando-se os histogramas de códigos LBP das respectivas classes e calculado a sensibilidade do sistema. Os resultados sugerem que esta peculiaridade pode ser utilizada para identificação de seres humanos.

Keywords—biometria; veias do pulso; LBP.

Abstract—Due to growing use of information technology resources for all spheres of society, the demand for security, reliability and integrity, also grew up. Particularly the safety authentication, oriented to the user. There are currently available several types of authentication such as fingerprint, facial recognition, voice, retina, iris, and others, which are known in the literature as biometrics. Through this work it was developed a new methodology for human identification based on wrist veins structure. Samples were collected using a prototype of infrared band. Then, it was used the LBP (Local Binary Pattern) in the description step of the attributes for this samples, comparing the histograms of LBP code of the respective classes and calculating the system sensitivity. The results suggest that this peculiarity can be used to identify human beings.

Keywords—biometric; wrist veins; LBP.

I. INTRODUÇÃO

A biometria vem sendo uma tecnologia cada vez mais empregada para a segurança. Sendo assim, é importante definir o que é biometria. A biometria é um área da ciência que utiliza as peculiaridades físicas de seres vivos para identificação e posterior autenticação dos indivíduos. Atualmente estão disponíveis na literatura diversos métodos, tais como: reconhecimento de face, voz, impressão digital, geometrias das mãos, entre outros [1]. Dentro desses métodos, alguns utilizam os padrões de reconhecimento vascular, como: veias da palma da mão, dedos e retina [2], [3], [4]. Estes métodos possuem viabilidade de uso, e são considerados de alta precisão. As aquisições de amostras a partir dessas peculiaridades são realizadas por meio de dispositivos de aquisição de imagens utilizando a banda infravermelha [5], com comprimento da faixa de aproximadamente 650 a 900 *nm*, que realiza a absorção da hemoglobina e quando são irradiados no pulso produzem uma amostragem da região desses padrões de veias [6]. Sistemas que se baseiam nos padrões de reconhecimento vascular evitam o contato direto com o equipamento de aquisição, como ocorre com o método de impressão digital. Além disso, os padrões de veias para identificação biométrica são considerados seguros [7], dentre vários motivos vale ressaltar há menor possibilidades de fraude, já que necessita de um fluxo sanguíneo para poder realizar a aquisição, ou seja, uma peculiaridade difícil de ser simulada. Foi proposto neste trabalho o desenvolvimento de uma nova metodologia para identificação de seres humanos baseado nos padrões de veias

do pulso. Na Figura 2 é ilustrada a anatomia das disposições aleatórias de veias dessa região [8]. Este artigo está dividido da seguinte maneira: II desenvolvimento do protótipo, III metodologia, IV resultados e V Conclusão.

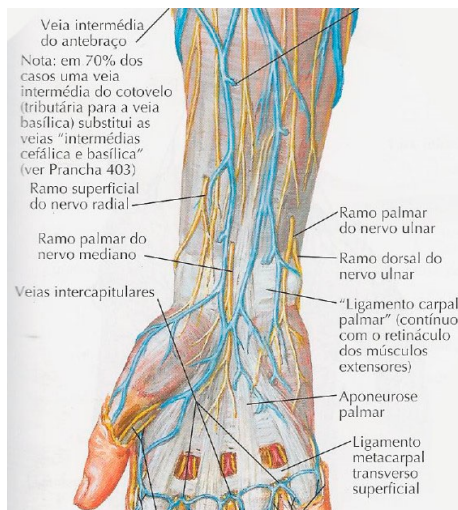


Figure 2. Atlas de anatomia humana, região do pulso [8].

II. DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento deste trabalho consiste na elaboração e construção de um protótipo de baixo custo para aquisição de imagens de veias do pulso. Após diversos experimentos com câmeras de vídeo, foi obtido uma melhor qualidade de aquisição de amostras com o uso da banda infravermelha. Sendo assim, a câmera foi acoplada junto a uma estrutura de madeira, construída nesta ocasião para controlar a incidência de luz, que se faz necessária para ativação dos *leds* infravermelhos. Além de controlar a luz, a estrutura foi construída para padronizar o processo de aquisição das amostras pelo usuário. O foco da câmera foi ajustado à altura do braço, e um apoio de mão foi implementado dentro da estrutura para um melhor posicionamento do antebraço. As características do protótipo são descritas nas próximas seções.

A. Câmera

A câmera utilizada nesse projeto é uma unidade da fabricante foscam de modelo FI9821W, com 1.0 megapixels, com sensor de imagem 1/4 CMOS *complementary metal-oxide-semiconductor* e lente $f: 2.8\text{mm}$, $F: 2.4$. Na Figura 3 é ilustrada a câmera utilizada para aquisição de imagens no protótipo. A conexão da câmera é realizada via endereço IP *internet protocol* por meio do software do fabricante, a interface é feita via roteador entre computador e câmera.



Figure 3. Câmera foscam.

B. Estrutura do protótipo

Foi utilizado para controlar a luz do ambiente uma caixa de madeira, com 31 cm de altura e 22 cm de largura, medindo 30 cm de comprimento. As medidas foram realizadas com base no cálculo do tamanho do antebraço dos usuários utilizados nos experimentos. O administrador do sistema, responsável pela aquisição da amostra orienta o usuário a movimentar o antebraço para frente/traz até se obter a região de interesse (pulso). Na Figura 4 é ilustrado o protótipo desenvolvido, em que (a) frente do protótipo construído, (b) lateral e (c) interior do protótipo.

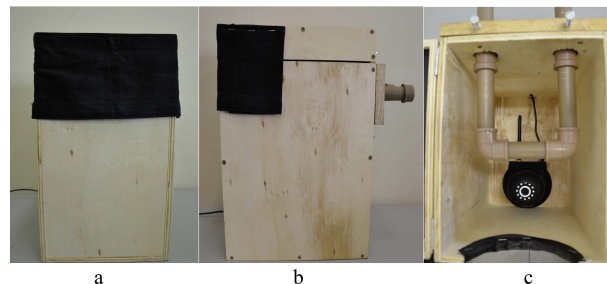


Figure 4. Protótipo desenvolvido.

C. Aquisição de Imagens

Para formar nossa base de dados de padrões de veias do pulso, aqui denominada como DBPV (*Data base of Pulse Vein*), foi realizada a coleta das amostras utilizando voluntários da instituição de ensino, a qual a aquisição é realizada posicionando o braço do usuário no protótipo, conforme é ilustrado na Figura 5. Uma imagem com dimensão de 1280×720 pixels é adquirida pela câmera. Foi definido a partir do software da câmera de marca foscam versão 2.01.1 uma máscara com dimensão fixa, para limitar a captura da região do pulso. A máscara foi definida de forma fixa em tempo de execução e visualmente limitada por bordas. Após adquirir a imagem, foi desenvolvido um algoritmo automático para armazenar apenas aquela região, a ROI *region of interest* limiarizada pelo software medindo 515×480 pixels. Na Figura 6 são apresentados exemplos de amostras que foram capturadas durante a fase de experimento, a partir de diferentes classes.

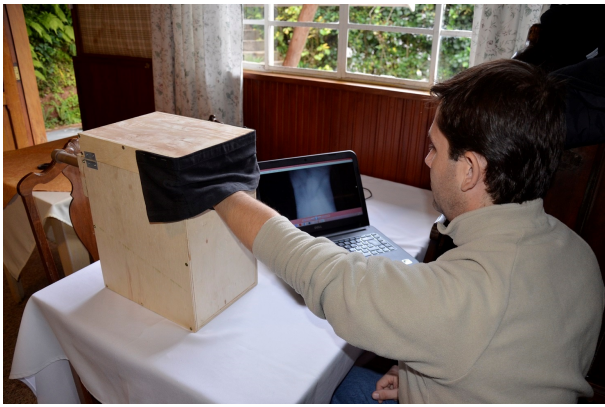


Figure 5. Demonstração da aquisição de imagens pelo protótipo.

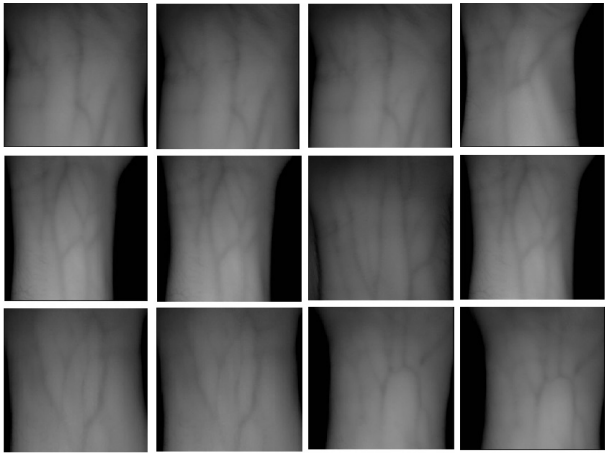


Figure 6. Ilustração de amostras coletadas pelo protótipo.

III. METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS

A análise de texturas em imagens pode ser realizada por descritores, tais como: LBP *Local Binary Pattern* [9], Haralick [10], SDH *Sum and Difference Histograms* [11] entre outros. Neste trabalho foi utilizado o LBP para descrição de texturas nas amostras coletadas a partir do protótipo desenvolvido. O método abordado foi escolhido devido a sua invariância em relação a iluminação. O LBP é calculado a partir de uma vizinhança de tamanho 3×3 pixels Figura 7a, em que o código é gerado a partir da comparação dos pixels vizinhos em referência ao pixel central com a seguinte lógica: em seu processo, é atribuído o valor binário “1” quando a relação de vizinhança for maior ou igual “0” ao pixel central e “0” no caso oposto Figura 7b. Após este procedimento, é obtido uma matriz binária, conforme Figura 7c [12]. Os valores dos pixels na vizinhança limiarizada são então multiplicados por uma matriz de pesos em que cada peso da matriz é obtido pelo fator de exponenciação de valor 2 Figura 7d, e por fim, realiza-se o somatório dos valores obtidos, resultando com isso no código LBP Figura 7e. A Equação 1 descreve o cálculo do LBP.

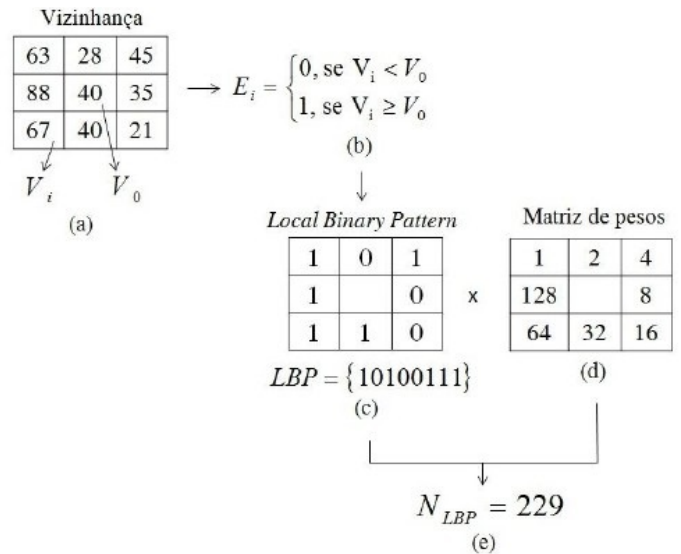


Figure 7. Cálculo LBP [12].

$$N_{LBP} = \sum_{i=1}^8 E_i * 2^{i-1} \quad (1)$$

Foi desenvolvido um algoritmo para processar a imagem capturada pelo protótipo. Para realçar os padrões aleatórios de veias do pulso, foi usado a equalização adaptativa de histograma, CLAHE *Contrast-limited adaptive histogram equalization* [13] [14], com uma janela medindo 11×11 pixels, em que o tamanho da janela foi definido por meio de testes empíricos até se encontrar a maior sensibilidade, como ilustrado na Figura 8. Após a equalização é calculado o código LBP e gerado o histograma de código utilizando 256 bins Figura 9. O vetor de características é armazenado no banco de dados DBPV para posterior comparação. O mesmo procedimento é realizado quando é apresentada uma nova amostra. Para verificar a identidade é realizada uma busca de 1 para muitos no banco de dados, utilizando a distância Chi-quadrado [15] Equação 2 para discriminar a similaridade entre os vetores de características.

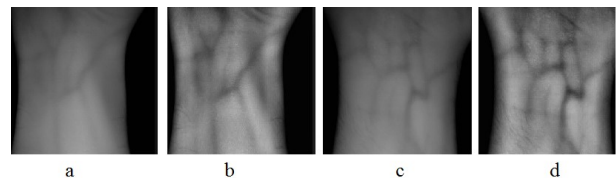


Figure 8. Equalização adaptativa de histograma: (a) imagem não equalizada, (b) imagem equalizada, (c) imagem não equalizada, (d) imagem equalizada.

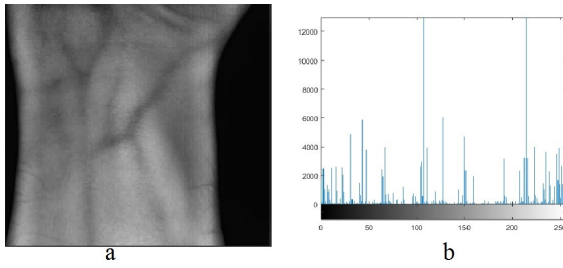


Figure 9. Exemplo de obtenção do vetor de característica:(a) amostra equalizada e (b) histograma de código LBP.

$$X^2(P_i, Q_i) = \frac{1}{2} \sum_{i=0}^{255} \frac{(P_i - Q_i)^2}{(P_i + Q_i)}, \quad (2)$$

Na Equação 2, Q_i representa o nível de cinza da classe que está sendo analisada e P_i a frequência de nível da amostra do conjunto que será comparado com a classe avaliada. Empregando a validação cruzada *leave-on-out*, foram comparado todos os histogramas de cada classe com o restante das amostras. Sendo assim, a matriz de confusão foi construída com as distâncias comparadas, e calculado a sensibilidade do sistema. Nos experimentos, foram utilizadas 30 classes com 3 amostras de cada classe, totalizando 90 amostras no total. A sensibilidade pode ser obtida a partir da relação de verdadeiros positivos e falsos negativos, conforme denota a Equação 3. O tempo estimado da validação cruzada foi de 0,33 segundos. O tempo de execução foi estimado a partir da leitura das amostras até o cálculo de sensibilidade. As configurações utilizadas para os experimentos foram um processador de marca Intel (R) core (TM) i5 CPU @ 2.67 GHz com 6.00 GB RAM. O Matlab na versão 2015a foi utilizado para o processamento do algoritmo.

$$S = \frac{VP}{VP + FN}, \quad (3)$$

IV. RESULTADOS

Os resultados estão ilustrados na Tabela I, que mostra a sensibilidade obtida utilizando o descritor LBP com aplicação da técnica CLAHE, e sem a técnica proposta. A curva ROC *Receiver Operating Characteristic* do sistema foi também calculada, com base na taxa de falsos positivos e negativos, e pode ser visualizada na Figura 10.

Table I
SENSIBILIDADE OBTIDA COM OS MÉTODOS ABORDADOS.

Métodos	Nº Classes	Nº Amostras	Sensibilidade
LBP + CLAHE	30	90	97.33%
LBP básico	30	90	94.64%

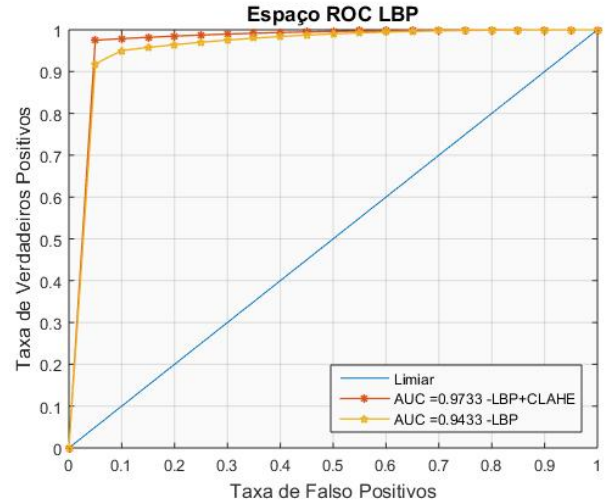


Figure 10. Curva ROC.

V. CONCLUSÃO

Baseado nas amostras coletadas foi aplicado o LBP e calculada a sensibilidade das amostras utilizando a matriz de confusão. Identificou-se um problema com as amostras de indivíduos com maior densidade de melanina, o que ocasionou perda de sensibilidade em nosso sistema devido à baixa exposição dos vasos sanguíneos. O problema ocorre porque a câmera de baixo custo utilizada em nosso protótipo possui baixa frequência dos *leds* infravermelhos e nenhum controle de intensidade, pois a melanina em maior densidade absorve parte da intensidade do infravermelho. Outro fator importante a ser ressaltado é a baixa qualidade do sensor de aquisição e abertura de lente reduzida da câmera, o que ocasionou menor qualidade nas amostras. Foi identificado que o protótipo desenvolvido seria mais sensível com um controle da distância da câmera em relação ao pulso dos voluntários. Contudo, a partir dos resultados obtidos pode se afirmar que o padrão de veias do pulso é uma técnica promissora para identificação biométrica de seres humanos. Pretende-se em trabalhos futuros, desenvolver um sistema automático de aquisição, utilizando câmeras com maior qualidade com o objetivo de aumentar a sensibilidade do método proposto nesse projeto. Além disso, pretende-se também aplicar outros descritores de textura, como Haralick e variações do próprio LBP (LBP *mult block*, CLBP, LBP^{ri} e LBP^{riu2}).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao IFSP (Instituto Federal de São Paulo), por fornecer a bolsa de iniciação científica PIBIFSP e ao campus Campos do Jordão por fornecer a estrutura para o desenvolvimento deste projeto.

REFERENCES

- [1] R. Janes, A. F. Brandão, and E. M. Dias, "A study on the available biometric technologies used in order to control security in physical access," *WSEAS Trans. Sys. Ctrl.*, vol. 5, no. 6, pp. 393–402, Jun. 2010. [Online]. Available: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1853907.1853909>

- [2] L. Mirmohamadsadeghi and A. Drygajlo, "Palm vein recognition with local binary patterns and local derivative patterns," in *Biometrics (IJCB), 2011 International Joint Conference on*, Oct 2011, pp. 1–6.
- [3] Y. Lee, M. Khalil-Hani, and R. Bakhteri, "Fpga-based finger vein biometric system with adaptive illumination for better image acquisition," in *Computer Applications and Industrial Electronics (ISCAIE), 2012 IEEE Symposium on*, Dec 2012, pp. 107–112.
- [4] M. Che Azemin, D. Kumar, and H. R. Wu, "Shape signature for retinal biometrics," in *Digital Image Computing: Techniques and Applications, 2009. DICTA '09.*, Dec 2009, pp. 381–386.
- [5] M. Akhloufi and A. Bendada, "Hand and wrist physiological features extraction for near infrared biometrics," in *Computer and Robot Vision, 2008. CRV '08. Canadian Conference on*, May 2008, pp. 341–344.
- [6] J. Kim, M. Xia, and H. Liu, "Extinction coefficients of hemoglobin for near-infrared spectroscopy of tissue," *Engineering in Medicine and Biology Magazine, IEEE*, vol. 24, no. 2, pp. 118–121, March 2005.
- [7] M. Ibrahim, F. Al Naimy, L. Rajaji, and S. Amma, "Biometric recognition for safe transaction using vein authentication system," in *Sustainable Energy and Intelligent Systems (SEISCON 2012), IET Chennai 3rd International on*, Dec 2012, pp. 1–6.
- [8] F. H. Netter, *Atlas de Anatomia Humana*. Elsevier, 2011, pp. 404–404.
- [9] Z. Guo, D. Zhang, and D. Zhang, "A completed modeling of local binary pattern operator for texture classification," *Image Processing, IEEE Transactions on*, vol. 19, no. 6, pp. 1657–1663, June 2010.
- [10] S. Ribaric and M. Lopar, "Palmprint recognition based on local haralick features," in *Electrotechnical Conference (MELECON), 2012 16th IEEE Mediterranean*, March 2012, pp. 657–660.
- [11] M. Unser, "Sum and difference histograms for texture classification," *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on*, vol. PAMI-8, no. 1, pp. 118–125, Jan 1986.
- [12] R. Vieira, C. de Oliveira Chierici, C. Ferraz, and A. Gonzaga, "Local fuzzy pattern: A new way for micro-pattern analysis," in *Intelligent Data Engineering and Automated Learning - IDEAL 2012*, ser. Lecture Notes in Computer Science, H. Yin, J. Costa, and G. Barreto, Eds. Springer Berlin Heidelberg, 2012, vol. 7435, pp. 602–611.
- [13] S. M. Pizer, E. P. Amburn, J. D. Austin, R. Cromartie, A. Geselowitz, T. Greer, B. T. H. Romeny, and J. B. Zimmerman, "Adaptive histogram equalization and its variations," *Comput. Vision Graph. Image Process.*, vol. 39, no. 3, pp. 355–368, Sep. 1987.
- [14] K. Zuiderveld, "Graphics gems iv," P. S. Heckbert, Ed. San Diego, CA, USA: Academic Press Professional, Inc., 1994, ch. Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization, pp. 474–485. [Online]. Available: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=180895.180940>
- [15] O. Pele and M. Werman, "The quadratic-chi histogram distance family," in *Proceedings of the 11th European Conference on Computer Vision: Part II*, ser. ECCV'10. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2010, pp. 749–762. [Online]. Available: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1888028.1888085>