

AQUISIÇÃO E PRÉ-PROCESSAMENTO DE IMAGENS DA ESTRUTURA VENOSA DO DORSO DA MÃO HUMANA PARA SISTEMAS BIOMÉTRICOS UTILIZANDO RASPBERRY PI

Felipe Souza Amaral¹, Silvana Terezinha Faceroli²

RESUMO: Este artigo apresenta uma técnica de captação e pré-processamento de imagens da estrutura venosa do dorso da mão humana para sistemas de segurança por biometria vascular. Para aquisição dos dados, foi utilizada uma placa com LEDs SMDs de potência emitindo radiação infravermelha e a imagem foi capturada por uma câmera tipo NoIR ligada a um *slot* exclusivo da plataforma embarcada *Raspberry Pi*, responsável por controlar a câmera e capturar as imagens de maneira remota. Após esta etapa, a imagem foi pré-processada separando apenas a região de interesse para a identificação do usuário. A principal vantagem desta estrutura é a possibilidade de desenvolvimento de um sistema biométrico de segurança embarcado, de acesso remoto, de qualidade e de baixo custo.

PALAVRAS-CHAVE: Sistemas de segurança, Biometria, Estrutura venosa humana

INTRODUÇÃO

Os sistemas de segurança têm sido cada vez mais utilizados pela necessidade crescente de proteção de dados e espaços. Seja para a proteção de informações importantes ou para a autorização de acesso. A biometria tem como fundamento considerar o corpo humano como uma senha e utiliza as características físicas ou comportamentais para a identificação, dispensando a utilização de cartões, chaves ou memorização de senhas (JAIN; FLYNN; ROSS, 2007). Desta forma, os sistemas de segurança baseados na biometria humana são bastante confiáveis e cada vez mais utilizados, com aplicações tais como segurança bancária, verificações em aeroportos e análise forense (XU et al., 2017). Diversas técnicas têm sido utilizadas como impres-

são digital, geometria das mãos, reconhecimento de face e de voz, identificação de retina e de estrutura vascular.

Dentre essas técnicas, uma das mais promissoras é a identificação do usuário através do reconhecimento vascular pois possui características de estabilidade, sendo constante por toda vida, e grande dificuldade de falsificação, tornando o sistema bastante confiável (DERE; GURJAR; SIPNA, 2016). Além disso, o indivíduo tem que estar vivo e presente para a coleta dos dados. As estruturas venosas mais utilizadas são da palma da mão, do dorso da mão, dos dedos e do punho. Uma das dificuldades deste método é que o padrão das veias não pode ser observado sob a luz visível, sendo necessária a utilização de sensores

¹ Felipe Souza Amaral ; IF Sudeste MG - Campus Juiz de Fora; felipengmec@gmail.com

² Silvana Terezinha Faceroli; IF Sudeste MG - Campus Juiz de Fora; silvana.faceroli@ifsudestemg.edu.br

infravermelhos.

Revisão da Literatura

Diversas pesquisas têm sido desenvolvidas na área de segurança utilizando biometria das veias das mãos. O trabalho apresentado em Wang; Leedham; Cho(2007) investiga a aplicação de tecnologias de imagens infravermelhas das veias das mãos e avalia processos de extração de características necessárias para determinar a diferença entre os padrões das veias.

No ano seguinte, os autores de Wang et al. (2008) fazem uma comparação entre os métodos para reconhecimento das veias baseados na forma e na textura.

Em Toro; Correa(2009), é implementado um sistema de identificação pessoal de baixo custo baseado em imagens infravermelhas da rede vascular do dorso da mão. A imagem obtida é binarizada, ou seja, transformada em uma matriz de zeros e uns, e analisada a partir de seu histograma para separação da região de interesse.

Em Zhou; Kumar (2011) é feita uma revisão das principais técnicas aplicadas até aquele momento para identificação de veias da palma da mão, dentre elas os filtros de Garbor, gaussianos ortogonais, gaussianos de corte e detectores de borda para extrair as características das curvas dos vasos sanguíneos. Para testar tais técnicas, não houve desenvolvimento de protótipo. Foram utilizados os repositórios CASIA Multi-Spectral Palmprint Image Database V1.0 e PolyU.

A pesquisa descrita em Prabu; Sivanandam(2013) propõe um novo método de reconhecimento pessoal utilizando as veias da palma da mão. São utilizadas Wavelets para realizar a análise da energia das subbandas das imagens obtidas. Neste trabalho também não há desenvolvimento de protótipo e o repositório de imagens utilizado não é citado.

Os autores de Trabelsi; Masmoudi; Masmoudi(2013) trazem como inovação uma nova forma para a separação da região de interesse da imagem das veias da mão. Um círculo é centralizado na palma da mão e esta região é separada para análise e identificação do usuário.

Em Wang et al. (2015), um método de aprimoramento do contraste baseado na informação dos níveis de cinza do histograma é proposto para melhorar as imagens das veias das mãos. As análises são realizadas a partir de imagens de repositório já com a região de interesse separada, o que dificulta a comparação com o desempenho das outras técnicas apresentadas.

O trabalho de Wang et al. (2015) apresenta o estudo e desenvolvimento de uma fechadura biométrica baseada na imagem das veias do dorso da mão. A região de interesse é baseada na correlação geométrica e a extração de características usa *Local Binary Patterns* (LBP). Faz identificação de usuário por distância euclidiana. É o trabalho mais completo encontrado na literatura de um sistema de biometria vascular.

A partir do estado da arte observado com a revisão bibliográfica, este trabalho tem como objetivo desenvolver um sistema embarcado capaz de captar as imagens das estruturas venosas em tempo real e separar a região de interesse dessas imagens para serem utilizadas em processos de identificação de usuários em um sistema de segurança. A pesquisa aqui apresentada faz parte de um trabalho de pesquisa amplo que pretende apresentar um sistema biométrico inovador.

MATERIAIS E MÉTODOS

Aquisição das imagens

Nos glóbulos vermelhos do sangue encontra-se um pigmento chamado hemoglobina, que lhes confere a cor característica.

Nos pulmões, a hemoglobina combina-se com o oxigênio, formando um composto denominado oxiemoglobina. Este composto é capaz de absorver a radiação infravermelha (SINEX, 1999). A partir desta característica, foi desenvolvida uma placa para emissão de radiação infravermelha na palma da mão do usuário de forma que o sangue circulante absorva esta luz e torne possível captar a imagens do sistema venoso desta região.

Em uma placa foram soldados LEDs SMDs (*surface mounted diode*) infravermelhos de potência, cuja foto é mostrada

na Figura 1. Foram utilizados quatro LEDs de 3 watts no espectro do infravermelho (847,5 nm a 852,5 nm) com corrente direta de 650 mA a 800 mA e tensão direta de 2 V a 2,5 V. Todos os LEDs foram soldados em uma placa redonda MCPCB (*Metal Core Printed Circuit Board*) com 49 mm de diâmetro para 7 LEDs, onde as ilhas sem LEDs foram curto circuitadas com fios, pois toda a ligação da placa é em série. Os testes mostraram que os 4 LEDs eram suficientes para esta aplicação. A mão do usuário é colocada sobre esta placa para a aquisição da imagem.



Figura 1 – Placa com LEDs infravermelhos de potência

Como este trabalho tem por objetivo desenvolver um sistema embarcado de tempo real, a proposta foi utilizar uma plataforma *Raspberry Pi*. Toda a captação das imagens foi feita pela *Raspicam NoIR* modelo v2.1, que é uma câmera própria para esta plataforma. Esse módulo é conectado através de um slot exclusivo para a comunicação serial (CSI), obtendo maior velocidade de envio de dados da câmera para a

placa. Esta câmera é capaz de captar o espectro infravermelho das imagens permitindo, assim, realçar as estruturas venosas do dorso da mão humana cujo sangue tenha absorvido radiação infravermelha. Após registrada a imagem, a plataforma *Raspberry Pi* se comunica remotamente através do protocolo TCP-IP. A Figura 2 mostra todos os passos realizados para aquisição dos dados.

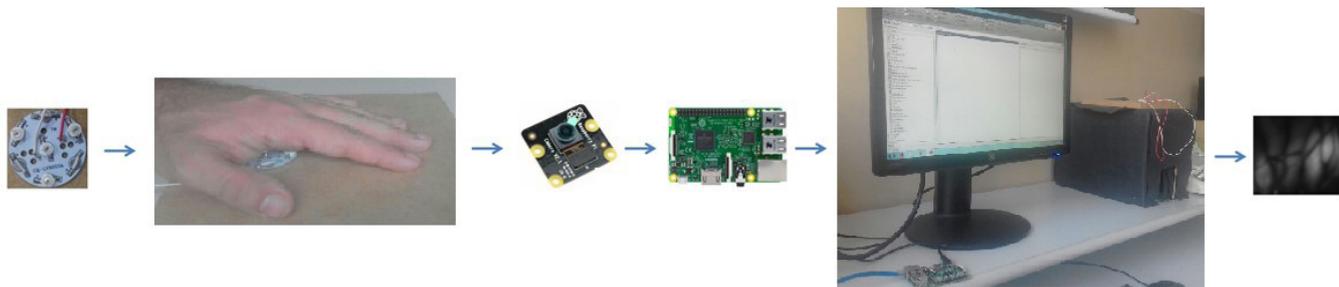


Figura 2- Passos para aquisição da imagem

Para melhor captação das imagens foi desenvolvido um protótipo, o qual foi montado através de um caixa simples de papelão onde o usuário coloca a mão no seu interior e em cima dos LEDs SMDs. Na parte superior da caixa encontra-se a câmera e o *Raspberry Pi*. Devido a este posicionamento, a estrutura venosa salientada é do dorso da mão. Toda a caixa foi forrada por pano do tipo TNT (Tecido Não Tecido), da cor preta, ajudando a melhorar os contrastes das estruturas venosas da mão devido à ausência de luz do ambiente. A Figura 3 mostra o protótipo desenvolvido.



Figura 3 – Imagem do protótipo proposto

Após captada, a imagem é convertida em tons de cinza (GONZALEZ, 2010). Nesta representação, o preto recebe o valor 0 (zero) e o branco assume o valor 255. Os tons de cinza variam entre esses valores.

Separação da região de interesse

A partir das imagens convertidas em tons de cinza, é necessário separar, em cada imagem, apenas a região de interesse, conhecida como ROI, para que o processo seguinte de identificação seja mais eficiente. Dentre os trabalhos analisados na revisão bibliográfica, apenas Trabelsi; Masmoudi; Masmoudi(2013) e Wang et al. (2015) apresentam técnicas de separação de ROI, pois a maioria dos trabalhos utiliza bancos de dados prontos com a região de interesse já separada. Em ambos os casos, são utilizadas técnicas de análise da geometria da palma da mão que exigem diversos cálculos avançados para localizar os pontos corretos.

Considerando que este trabalho faz parte de um processo biométrico de tempo real, foi proposto um novo algoritmo baseado apenas nos tons dos pixels. Como citado anteriormente, a região de interesse na mão foi iluminada pelos LEDs de potência antes da captura da imagem e, consequentemente, esta região é a que apresenta pixels de maiores valores em toda a imagem devido à proximidade do branco (valor 255). A partir desta informação, o algoritmo faz uma varredura em toda a imagem e identifica a região cujo somatório dos pixels tem maior densidade. Para padronizar todas as imagens, todas foram truncadas em uma janela de 270 pixels de altura por 270 pixels de largura. Este

tamanho de janela é válido apenas para o posicionamento de câmera do protótipo apresentado. Para outras estruturas, esses valores devem ser recalculado por análise das imagens. A Figura 4 mostra o fluxograma do algoritmo proposto.

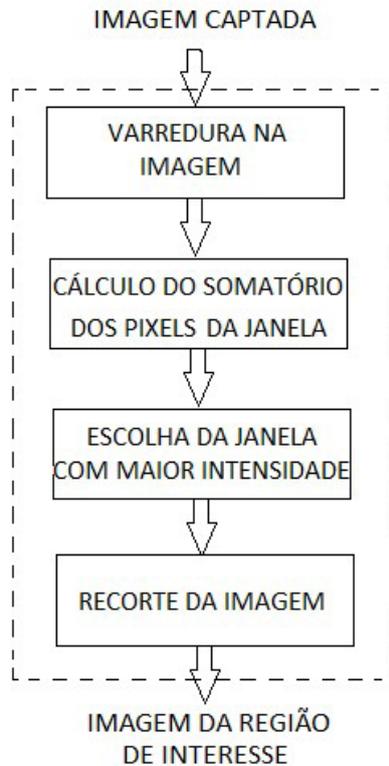


Figura 4 – Fluxograma do algoritmo proposto

RESULTADOS

Utilizando o protótipo desenvolvido, foi possível obter um repositório de imagens de estruturas venosas do dorso da mão. A Figura 5 mostra duas imagens obtidas a partir deste protótipo. Nota-se que o pa-

drão venoso do dorso da mão é retratado com clareza. Além disso, é possível observar como a estrutura venosa é diferente de uma pessoa para outra.

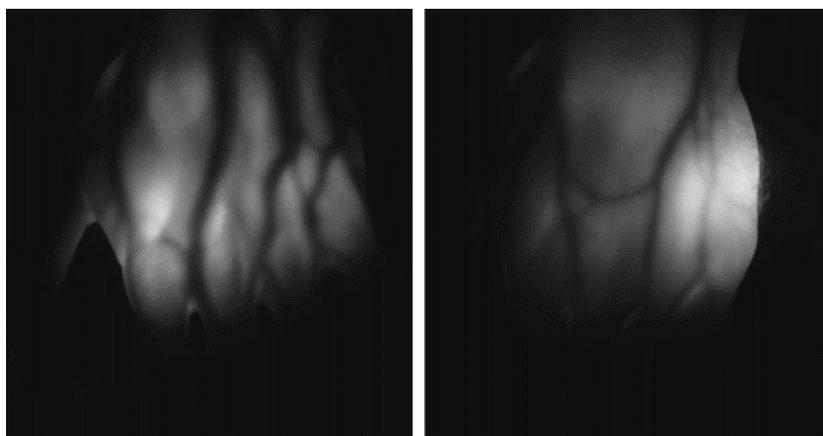


Figura 5 – Imagens captadas pelo protótipo sugerido

No entanto, as imagens ainda apresentam artefatos, que são compostos pela parte negra ao redor da estrutura da mão. Esses artefatos podem reduzir significativamente a qualidade do processo de identificação do usuário em um sistema biométrico. Desta forma, é muito importante isolar a região de interesse.

A Figura 6 mostra apenas a região de interesse de cada uma das imagens vistas na Figura 4, obtidas através do algoritmo proposto neste trabalho. Observa-se que foi possível selecionar, de forma precisa, apenas a estrutura venosa do dorso da mão, retirando grande parte dos ruídos indesejados para o processo de classificação.

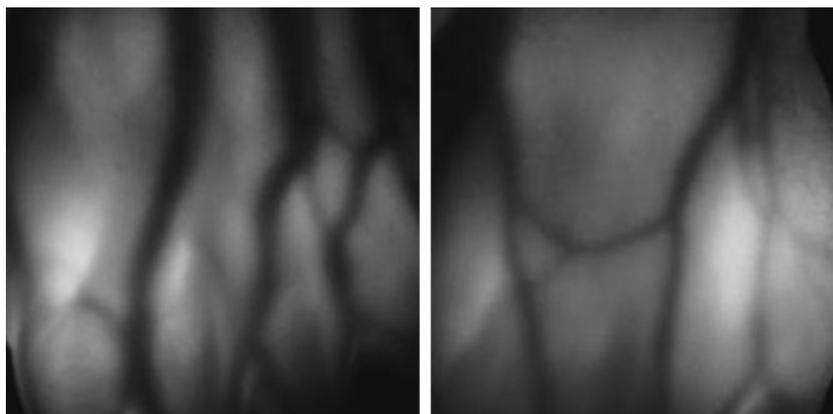


Figura 6 – Região de interesse das imagens captadas

CONCLUSÃO

Este trabalho mostrou o desenvolvimento de um protótipo para aquisição e pré-processamento de imagens venosas do dorso da mão humana. Os resultados mostraram que é possível obter imagens nítidas de estruturas venosas a partir de um protótipo de baixo custo, considerando que a estrutura proposta custou 10% do valor cobrado pelo produto já existente no mercado. Além disso, a utilização da pla-

taforma *Raspberry Pi* traz a possibilidade de desenvolvimento de um sistema de segurança embarcado e com acesso remoto.

A partir das imagens geradas pelo protótipo apresentado, foi criado um repositório com imagens de estruturas venosas de dorsos das mãos. Esta pesquisa faz parte de um projeto de um sistema biométrico de classificação de usuários e identificação de intrusos baseado nas veias das mãos.

ABSTRACT: *This paper presents a technique for capturing and pre-processing images of the venous structure of the back of the human hand for vascular biometric security systems. To acquire the data, a board with SMD power LEDs emitting infrared radiation was used and the image was captured by a NoIR camera attached to a unique slot of the embedded platform Raspberry Pi, responsible for controlling the camera and capturing the images of Way. After this step, the image was preprocessed by separating only the region of interest for the user's identification. The main advantage of this structure is the possibility of developing a biometric security system for embedded, remote access, quality and low cost.*

Keywords: *Systems of secure, Biometry, Human vein structure*

BIBLIOGRAFIA

DERE, Swapnali N.; GURJAR, A. A.; SIPNA, C. O. E. T. Human Identification Using Palm-Vein Images: A New Trend in Biometrics. *International Journal of Engineering Science*, v. 2298, 2016.

GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. *Processamento digital de imagens*: Pearson Prentice Hall, São Paulo, 2010.

JAIN, A.; FLYNN, P.; ROSS, A. A. *Handbook of biometrics*. Springer Science & Business Media, 2007.

PRABU, S. M.; SIVANANDAM, S. A Novel Biometric system for Person Recognition Using Palm vein Images. *International Journal on Computer Science and Engineering*, Engg Journals Publications, v. 5, n. 8, p. 692, 2013.

SINEX, JE. Pulse oximetry: principles and limitations. *Am J Emerg Med*, v.17, p.59-66,1999.

TORO, Ó. F. M.; CORREA, H. L. Biometric identification using infrared dorsum hand vein images. *Ingeniería e Investigación*, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia., v. 29, n. 1, p. 90–100, 2009.

TRABELSI, R. B.; MASMOUDI, A. D.; MASMOUDI, D. S. A novel biometric system based hand vein recognition. *Journal of Testing and Evaluation*, ASTM International, v. 42, n. 4, p. 1–10, 2013.

WANG, J. et al. Hand Vein Images Enhancement Based on Local Gray-level Information Histogram. *International Journal Bioautomation*, v. 19, n. 2, p. 245–258, 2015.
WANG, L.; LEEDHAM, G.; CHO, S.-Y. Infrared imaging of hand vein patterns for biometric purposes. *IET computer vision*, IET, v. 1, n. 3, p. 113–122, 2007.

WANG, Y. et al. An automatic physical access control system based on hand vein biometric identification. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, IEEE, v. 61, n. 3, p. 320–327, 2015.

WANG, Z. et al. A performance evaluation of shape and texture based methods for vein recognition. In: *IEEE. Image and Signal Processing. CISP'08*, 2008. v. 2, p. 659–661, 2008.

XU, Q. et al. Radio Biometrics: Human Recognition Through a Wall. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, v. 12, n. 5, p. 1141-1155, 2017.
ZHOU, Y.; KUMAR, A. Human identification using palm-vein images. *IEEE Transactions on information forensics and security*, IEEE, v. 6, n. 4, p. 1259–1274, 2011.

Submetido em: 31/07/2017

Aceito em: 02/01/2018